

第32卷

ISSN 1348-5261

Vol. 32

帯 広 畜 産 大 学  
学 術 研 究 報 告

RESEARCH BULLETIN

OF

OBIHIRO UNIVERSITY

平成23年10月

October 2011

国立大学法人 帯広畜産大学

NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION  
OBIHIRO UNIVERSITY  
OF AGRICULTURE AND VETERINARY MEDICINE  
OBIHIRO, HOKKAIDO, JAPAN

# 帯広畜産大学学術研究報告 第32巻

## 目 次

### 自然科学分野

#### 獣医学

日本におけるBSEリスク評価とサーベイランスの間にあるギャップ：スクリーニングテスト  
VS消費者の牛肉安全に関する知識

門平睦代，グレン・ヒル，澤田 学，吉田省子 ..... 1

#### 畜産学

画像解析を用いた黒毛和種子牛に対する体重推定の可能性およびその精度

緒方三華，中橋良信，澁谷良治，口田圭吾 ..... 14

#### 農 学

十勝地方において春播きしたナタネの収量に栽植密度，および窒素施肥量の違いがおよぼす  
影響

秋本正博，北畠真吾 ..... 20

#### 環境科学

みつばちへのクロチアニジンの暴露－表面増強ラマン分光法を用いた農薬の分析－

角田英男，玄 大雄，上元好仁，堀川 洋 ..... 31

### 人文・社会科学分野

#### 文 学

江馬修『山の民』研究序説〔八〕－改稿過程の検討(八)・冬芽書房版から理論社版へ(前)－

柴口順一 ..... 37

#### 教育学

ムードル・データベースを併用したブレンディット・ラーニングによる日本人学生のための  
行動学習法

ディビット・キャンベル ..... 64

#### 数理家畜育種学

家畜の泌乳曲線－暫定的文献レビュー－

河田幸視 ..... 71

平成22年度帯広畜産大学研究業績 ..... 92

平成22年度帯広畜産大学大学院畜産学研究科修士学位論文題目 ..... 106

平成22年度帯広畜産大学大学院畜産学研究科博士学位論文題目 ..... 114

平成22年度岐阜大学大学院連合獣医学研究科博士学位論文題目 ..... 114

平成22年度岩手大学大学院連合農学研究科博士学位論文題目 ..... 115

# Bridging the gap between BSE risk assessment and consumer perception of the surveillance system in Japan

Mutsuyo KADOHIRA<sup>1</sup>, Glen HILL<sup>\*,2</sup>, Manabu SAWADA<sup>3</sup>, and Seiko YOSHIDA<sup>4</sup>

(Received:27 April, 2011) (Accepted:7 July, 2011)

日本における BSE リスク評価とサーベイランスの間にあるギャップ：  
スクリーニングテスト VS 消費者の牛肉安全に関する知識

門平 睦代<sup>1</sup>, グレン・ヒル<sup>2</sup>, 澤田 学<sup>3</sup>, 吉田 省子<sup>4</sup>

## Abstract

Since the first case of bovine spongiform encephalopathy (BSE) was encountered in Japan in 2001, the country quickly responded with a change from passive to active surveillance. The response has not been a smooth one, though, and news media have contributed to opening the public's eyes to inadequate behavior from government sources responsible for monitoring and protecting the health of consumers. The resultant information "gap" has served to augment the typical Japanese perceptions of risk assessment, as assessed in surveys from 2003 to 2005. Such false beliefs have caused consumers to call for 100% testing of animals for BSE despite accepted scientific standards which do not support such comprehensive and costly surveillance. Instead, testing agencies acceded to the demands from citizens for comprehensive testing regardless of the cost. We show how all stakeholders may be directly involved in closing this "gap" through the use of public meetings and workshops. Such venues inform those with and without technical backgrounds, leading to a better understanding of the food safety issues at hand. An overwhelming response from all concerned parties was for more knowledge from experts, better news media reporting, and easier access to the information needed to promote awareness of the food safety issues. Creating a system of sharing information in this way may serve to generate a further proposal to local governments so that they may more adequately respond in the future and thereby alleviate unnecessary public fear and reduce government expenditures.

---

<sup>1</sup> Department of Life Science and Agriculture, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Japan  
帯広畜産大学畜産生命科学研究部門

<sup>2</sup> Department of Human Sciences, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Japan  
帯広畜産大学人間科学研究部門

<sup>3</sup> Department of Agro-Environmental Science, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Japan  
帯広畜産大学地域環境学研究部門

<sup>4</sup> Research Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, Japan  
北海道大学農学研究院

Key words: BSE, risk assessment, surveillance, risk perception

Running title: Gap between BSE risk assessment and surveillance

## 1. Introduction

The first case of bovine spongiform encephalopathy (BSE) in Japan was found in September, 2001 (Kimura et al., 2002). Since October 2001, control measures and active surveillance have been installed, and by the end of 2009, 36 cases (including 2 atypical ones) were detected after testing approximately 100 million cattle (Kadohira et al., 2008, submitted). Nearly a decade after the initial case, Japan still suffers the effects of BSE in the form of social, political, and economic issues. Although these effects linger in other countries as well, there is a cultural phenomenon unique to Japanese people, both citizens and administrative powers that this report wishes to address. This paper will report on the difference (“gap”) between the understanding of a major biohazardous risk to the public health and the implementation of a monitoring program (surveillance system) whose scientific basis is not wholly justified.

From a scientific and medical viewpoint, BSE is a fatal, neurodegenerative disease of cattle caused by a gradual accumulation of scrapie prion protein (PrP<sup>Sc</sup>), an anomalous isoform of prion protein (PrP), in the central nervous system. When young people consume meat contaminated with PrP<sup>Sc</sup>, they might contract variant Creutzfeldt-Jakob disease (v-CJD), a human neurodegenerative malady similar to BSE (Taylor, 2002). Since its discovery in the UK in 1986 (Smith and Bradley, 2003; BBC News, 2000) and its link to v-CJD in 1996 (Will et al., 1996), BSE has become a feared zoonotic disease in many parts of the world, despite well-established control methodologies. It is a frightening disease, and people do not always want to accept less than 100% testing of cattle to assure safety of the public’s health.

Despite the inability to detect prions in cattle younger than 20 months (Sugiura et al., 2003; The Asahi Shimbun, 2004), as of 2010 all local governments in Japan (which are in charge of 76 slaughterhouses across the nation) still continue to test all healthy slaughtered cattle due to lack of (so-called) consumer confidence. As early as August 2005, cattle younger than 21 months of age were exempted from BSE test, based on the result of risk assessment by the Food Safety Commission (Sugiura et al., 2009b). Sugiura and Murray (2007) and Sugiura et al. (2009a) predict zero cases of BSE in Japan as of 2013, yet comprehensive (100%) testing persists as a response to social risk amplification and the perceived need to allay public fears. This unique Japanese approach to managing risk directly contradicts general disease control goals where a country’s surveillance systems should be based on the outcome of the national risk assessment (Heim et al., 2006).

What was the profile of events that led to such government standards from the public outcry? After the first case of BSE in September 2001, sales of beef fell drastically from 800 g/month per household to less than 400 g/month (Fig. 1). At that time, the government instituted 100% testing (cattle of all ages for human consumption), and sales rose significantly to about 600 g in a short time (Fig. 1; Sawada et al., 2009). Then, the public’s comfort level in testing was high, but such comprehensive testing was unnecessary and expensive. Inaccurate governmental reports (Gray and Ropeik, 2002; Lewis and Tyshenko, 2009) and extensive television media coverage (Clemens, 2003) contributed to public fear of potential BSE cases, and kept the consumers on edge to maintain such 100% testing.

Ogoshi et al. (2010) documented the effect of five major Japanese newspaper articles that were written during the outbreak from September to October 2001. They demonstrated that although anxiety levels fell



with the amount of news that consumers read, the more information that was provided caused “an increased distrust of the government and of the information being provided by the government”. Once issues pertinent to BSE surveillance are properly explained, we believe that consumers feel much more confident about the standards and controls on the safety of meat.

Smith and Riethmuller (1999) conducted a survey on Australian and Japanese households to determine consumer concerns over food safety. Informing consumers has obvious positive attributes when considering consumer attitudes and risk awareness. Informed consumers would make more educated choices in buying. However, they pointed out that there are negative aspects as well, including time and expense needed to educate citizens, a risk of “information overload” and the hazards of grasping enough technical details, and a potential barrier of trust between the public and source of such information. But, in the case of Japan and BSE, is (unnecessary) 100% testing of animals preferred over informing consumers?

A national BSE surveillance system can be profiled by its objectives, design, diagnostic methods, analysis, and communication and feedback of results (Stark et al., 2002; Lynn et al., 2007). Stakeholder analysis of disease risk assessment is a key component in implementing such systems which are designed to protect and inform

the public about health safety issues. However, the characteristics of determining the quality of surveillance can change between cultures and over time as the needs of the stakeholders vary (Stark et al., 2002).

Public trust in food safety and testing is not a new phenomenon in Japan. Since World War II, the public has faced problems such as arsenic poisoning of milk in 1955 (Ui, 1992), Kanemi rice oil contamination with PCBs in 1968 (Umeda, 1972), banning of tofu preservative AF-2 in 1973 (Consumers Union of Japan web site, 2010), a 1977 consumer-initiated boycott on imported (American) citrus fruits treated with fungicide OPP (Consumers Union of Japan web site, 2010), the June 2000 food poisoning scandal at Snow Brand Milk Products Company (Arnaud, 2000), and others (Consumers Union of Japan web site, 2010; Saito, 2010; Tabuchi, 2007). Trust is not easy to mend once it is broken, and Snow Brand not only suffered financially with recalls, lost sales, and lack of customer confidence, but also a government directive forced Snow Brand to close two plants permanently. Further proof of the effect of lost trust is evidenced by the BSE saga in the U.K. (Van Zwanenberg and Millstone, 2005). There, BSE caused great harm to British agriculture, the food industry, consumer confidence in food safety, and in particular, public trust in official policy-making institutions.

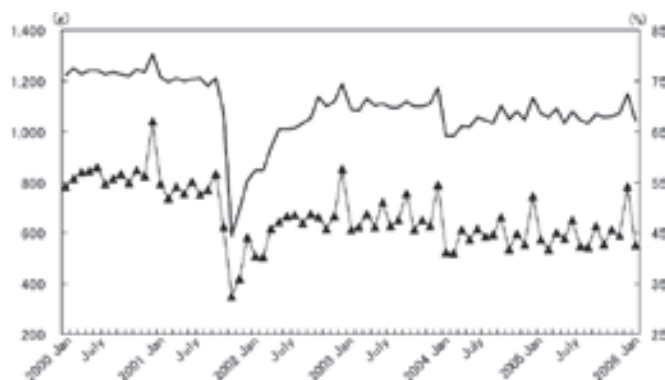


Figure 1. Comparison of amount of beef purchased and the percentage of beef consumed per household prior to and following the introduction of BSE into Japan in September 2001 (modified from Sawada et al. in their final report of Scientific Research from the Japan Society for the Promotion of Science [JSPS # 15580185, in Japanese]).

Johansson (1986) described Japanese consumers as “more demanding” in terms of product quality, and the report compares shopping behavior between Japanese and Americans. Since World War II, there has been a growing movement of consumer cooperatives and unions fighting for food safety concerns. These consumer organizations were instrumental in urging the government to establish the Food Safety Commission in 2003. Clearly, Japanese consumers are interested in food safety issues enough to actively participate for improvements. Sawada et al. (2009 and references within) add the complication that “Japanese consumers...have the tendency to adopt the attitude that domestic foods are safer than imported foods...” In light of all this, education and distribution of technical information from official government sources are not well developed.

The objectives of this paper are to provide an overview of what knowledge Japanese consumers had regarding BSE infection and control, to discuss the implications of gaps in such information (real vs. perceived), and to discuss how to bridge the gap between real and perceived risk assessment and the optimal surveillance system. We will use data collected mainly in Hokkaido, the region of Japan with the largest population of cattle and highest BSE risk.

## 2. BSE SCREENING TEST AND SURVEILLANCE IN JAPAN

BSE was identified in Japan as a notifiable disease, and passive surveillance commenced in April 1997 (Kadohira et al., 2008; Anonymous, 1997). In April 2001, the number of bovine brain samples was increased to meet the international standard set by the Office International des Epizooties (MAFF, 2001c; OIE, 2001). After detecting the first case of BSE in September 2001 (Kimura et al., 2002), the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF) implemented a ban on the feeding of meat-and-

bone meal (MBM) to all farmed livestock (MAFF, 2001a, 2001b) and further initiated a program of active surveillance (MAFF, 2001c; Anonymous, 2002; MAFF, 2002; Sugiura et al., 2008). The change to active surveillance meant that all slaughtered cattle were to be screened for BSE using one of the following tests (Kadohira et al., 2008): (1) Platelia BSE (Bio-Rad Laboratories, California), (2) Enfer TSE v.2.0 (Enfer Scientific, Ireland), or (3) FRELISA BSE (Fujirebio, Japan). In April 2004, active surveillance was extended from slaughtered animals for beef to include testing of all fallen stock greater than 24 months of age (Kadohira et al., 2008; Sugiura et al., 2009b).

The probability of detecting BSE using the previously mentioned tests in cattle younger than 20 months is likely to be very low (Sugiura et al., 2009b; Normile, 2004), because it takes approximately 5-6 years for BSE prions to accumulate in the brain sufficiently to cause BSE. Those tests can only detect prions in cases six months before an animal shows clinical symptoms of the disease. Based on survey data and other information discussed later in this report, we suspect that this evidence concerning the test was not properly disseminated to the public in Japan at that time.

Due to the introduction of Platelia BSE, Enfer TSE, and FRELISA BSE tests, a higher proportion of BSE cases—where the animal had been born in 1996 (the first cohort)—were found not in fallen and downer cattle, but in apparently healthy slaughtered cattle at the beginning of the active surveillance in Japan (Kadohira et al., 2008; Sugiura et al., 2009b). In Europe, too, such screening tests identified new cases in countries where no clinical cases had been detected previously (Karaki, 2010). On one hand, therefore, those testing procedures helped to identify more cases of BSE, but on the other hand poor risk communication (Ogoshi et al., 2010) produced excess trust by Japanese consumers and a perceived need to rely on them. If healthy cattle could be tested positive, the

public felt that such testing should be implemented.

### 3. SOCIAL AMPLIFICATION AND RISK PERCEPTION

The Japanese experience with BSE was a prime example of social amplification of risk (Lewis and Tyshenko, 2009; Kasperson et al., 1988; Renn, 1991). Even four to eight years after the September 2001 initial case, a majority of survey respondents (60%) admitted that they had eaten less beef because of their concerns over food safety (Goddard, 2009). Immediately after the first case was discovered in September 2001, demand for beef fell drastically (Fig. 1), with domestic sales falling by 40%-50% in that month (Fox and Peterson, 2002, 2004). By the next month one-fourth of consumers reportedly stopped eating beef altogether (Clemens, 2003; Fox and Peterson, 2002, 2004). During October 2001, sales (proportion of beef purchased per household) fell to approximately two-thirds of the value of a year before (from ~78% of households to ~45% of households, Sawada et al. (2009); Fig. 1), then rose to nearly the original levels by fall 2002. The amount purchased per household took a similar dip at the onset of the outbreak (from 850 g to 330 g per month per household)—a decrease to one-third of 2000 purchases—and then a far lesser rise by fall 2002 (to only about 70% of 2000 amounts, 600 g per month). Even though sales had resumed in a year, consumers were still wary, as evidenced by smaller purchases per family.

In 2005, three years after 100% testing was implemented, the average beef consumption per household was still reduced (29% lower compared to 2000), and only 68% of homes purchased beef (9% lower than in 2000). That consumer confidence was being restored is further supported by Sawada and Sato (Sawada et al., 2008). They reported that twice as many people were willing to pay for blanket testing on regular domestic beef, as compared to the far more expensive Wagyu beef. The

fact that the public was willing at all to pay for higher priced Wagyu beef suggests that they accepted the cost of comprehensive active surveillance (100% testing) for the sake of safety.

## 4. Methods

In order to understand a causal relationship on BSE risk perception among customers, we will attempt to describe how consumers changed their attitude towards beef consumption and how their knowledge about BSE screening tests changed. Three types of communication were initiated to collect this information.

### 4.1 Questionnaires to consumers

Data was collected by one of the authors (MS) using mail-in questionnaires in January 2003, March 2004, January 2005, and December 2005 (Sawada et al., 2009). The study site was Kiyota-ku, a suburb of Hokkaido's largest city Sapporo. A two-stage sampling method with probability proportional to size was employed on 1,000 people initially selected. This was narrowed down to about 300, from which valid responses were received from about 35%-40% of those surveyed.

### 4.2 Risk communication meetings for Hokkaido stakeholders

Four public meetings were held in Hokkaido in 2007 when the food safety commission of Japan and Hokkaido government disseminated risk assessment results concerning the exemption of healthy cattle younger than 20-months-old from BSE testing at slaughterhouses. The Hokkaido government official web sites were used to gather opinions from all stakeholders who participated in the four meetings. These stakeholders included farmers (76), consumers (51), government staff (66), people involved in the food processing and retail business (42), and others (15) (Kadohira and Kobayashi, 2009).

### 4.3 Workshop for veterinarians

A workshop was conducted in Tokyo in December 2008 to identify problems in comprehensive animal testing and to discuss how to change attitudes of consumers to be more in line with the officially recognized surveillance system that did not include 100% testing. Fourteen veterinarians participated from Fukuoka, Kanagawa, Hiroshima, Tokushima, Chiba, and Osaka, and all were involved in active BSE surveillance.

The participants were divided into three groups. After a brainstorming session, ten main problems were identified related to comprehensive animal testing for BSE. For example, they were about on-farm issues (e.g., traceability), stakeholders such as consumers seeking zero risk, and extra costs imposed at slaughterhouses (Kadohira and Horikita, 2009).

## 5. Results

### 5.1 Consumer questionnaires

In January 2003, 40% of respondents answered that they had stopped buying beef after the first BSE case was detected; 35% had reduced the amount of beef purchased; and 23% said their intake was not influenced by the BSE outbreak. Between January 2003 and March 2004, proportions of consumers' fear on eating domestic beef reduced from 35% to 27% (8%); safety confidence compared to other foods increased from 24% to 36% (12%) because of comprehensive animal testing. They said they trust university researchers more than consumer organizations, international organizations such as OIE, and government sources such as the Ministry of Agriculture. The major national newspaper was considered more reliable than television news and other TV programs as an information resource. Most participants accept the statement that there is no such thing as 100% food safety, and they recognized that BSE prions transmit through the

meat and bone meal. However, only 28% were aware of limitations of screening tests that are unable to detect BSE-infected cattle younger than 20 months. Half of consumers in this survey had incorrect knowledge related to fear of food safety. For example, some said that prions accumulate in any body parts of cattle including muscle (beef). There were different views in the public's understanding of BSE based on respondent ages (over 40 years versus younger). However, the majority of respondents supported 100% animal testing despite knowing there is no 100% assurance of safety.

### 5.2 Risk communication meetings for Hokkaido stakeholders

Table 1 shows the breakdown of responses from various attendees to the concept of blanket testing for BSE. A significant minority (20%) seemed to understand testing standards and controls and to accept the scientific risks of less than 100% testing. In contrast, approximately 77% of participants in these four meetings supported continuing blanket testing. Farmers naturally felt it was necessary to prove the safety of beef, which of course would lead to more income for them. Consumers thought that such testing is the best means to guarantee beef safety. Local government and producers/farmers understood and accepted official risk assessment results, but they put more value on consumer confidence. They wanted to request that risk managers (government officers) provide more information to consumers and promote better risk communication to the public, but admitted that it was cheaper to do testing than to educate and inform citizens. When participants of these meetings were asked what they felt was needed most, the overwhelming answer by all parties (including consumers) was more education, media coverage, and ease of access to such information.

| Table 1. Views & opinions from 4 risk communication meetings in Hokkaido, 2007                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                   |                                          |                                             |                                                    |                                                |                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Attitude toward 100% testing                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Reasons given by breakdown of participants for their attitude toward 100% testing |                                          |                                             |                                                    |                                                | Perceptions about the need for 100% testing                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Farmers (n = 76)                                                                  | Retailers & processors (n = 42)          | Consumers (n = 51)                          | Government staff (n = 66)                          | Others (univ. students) (n = 15)               |                                                                       |
| Continue 77.1%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Prove beef safety for more sales                                                  | 4-5 more years till consumers understand | Believe such testing is reliable            | Test costs are less than PR & educating the public | To detect more BSE cases                       | Can't accept or understand the real scientific risk                   |
| Discontinue 20.4%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Risk control in place; accept international standards                             | Educating consumers is important         | They understand the risk for younger cattle | Useless spending of public resources               | To avoid wasteful spending of public resources | Control is properly done; they understand the risk assessment results |
| Data translated from <a href="http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/tss/rakuchiku/bse/bse-ikennkoukann.htm">http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/tss/rakuchiku/bse/bse-ikennkoukann.htm</a> , cited October 2008; in Japanese. Only the overall percentage for continue and discontinue are shown; proportions within each group of meeting participants are not available. |                                                                                   |                                          |                                             |                                                    |                                                |                                                                       |

### 5.3 Workshop for veterinarians

Table 2 shows the breakdown of discussion points for the workshop. These professionals clearly recognized that on a scientific basis, there was no point in testing 100% of animals (Maclachlan, 1997), but the general public seemed unaware of this. As a result, their demands to ensure food safety blocked efforts to stop such testing, and the veterinarians agreed that to resolve this problem, a dialogue was needed between local and central governments to exchange information and describe situations at both levels. There were discussions at the workshop about proposed procedures for meat examiners and issuance of certificates of safety, but no consensus was achieved. By far the most agreed upon conclusion that was reached was that a better explanation of BSE surveillance

and infection was needed for the sake of the general public.

Moreover, the consumers' risk perception was perceived as a necessity to be shared among all stakeholders.

As a result, participants felt more support was needed from news media (and, specifically, newspapers more than television), to disseminate proper information about the use of money and time for testing, and how international standardized control measures were truly effective. Although consumers felt more comfortable with academic sources (such as university researchers) providing such information, the workshop participants agreed that whomever was selected to make such explanations, clear simple messages would be the most effective to appeal to consumers about beef safety.

Table 2. Summary of discussion points from veterinarian workshop

|                                                                           |                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Background                                                                | A.Scientifically, 100% animal testing is unnecessary.<br>B.Despite scientific evidence, such testing has not been changed.<br>C.Local & central governments must collaborate more. |
| Monitoring SRM*                                                           | A.Proper removal of SRM must be guaranteed.<br>B.Removal of SRM must be monitored & recorded.<br>C.Certificates for SRM removal should be issued.                                  |
| Conclusion: Must gain more media support with easy-to-understand messages |                                                                                                                                                                                    |

\*SRM = specified risk material

## 6. Discussion

Much consumer research has been conducted at the local government level in Japan (MacLachlan, 1997). However, the results of many information meetings with the public are not readily available. Our questionnaire survey done in Sapporo shows figures similar to the national proportions (Fig.1). In other words, the surveys done in Kiyota-ku, Sapporo might provide a reliable indicator for nationwide opinions on beef safety. Our research results indicate that consumers in Japan do not have enough information on BSE testing. The majority of the national population seeks comprehensive BSE testing against all slaughtered cattle, even though they understand there is no 100% guarantee of zero risk.

Despite the government's decision to exempt younger than 21-month-old cattle from BSE testing at slaughterhouses, beef producers were willing to continue testing all cattle because of the public's feelings toward safety about beef. However, veterinarians that we consulted in our workshop unanimously would like to convince consumers that testing only animals over 21 months of age is safe enough and that continuing comprehensive animal testing is a waste of money. At the workshop, every participant felt it was a worthwhile meeting, mainly due to interactive opinion exchanges (intellectual dialogue) among themselves. An ultimate goal of veterinary epidemiological research is to identify problems and propose solutions in fields of public and animal health; therefore, using workshops such as this one would be a useful tool to enhance awareness among all stakeholders (including consumers)—who would be invited to participate—in order to achieve such goals (Kadohira and Horikita, 2009).

Findings from social science research on risk perception should allow direct application in the domains of risk regulation and management (Pidgeon, 1998).

Pidgeon (1998) argued whether consumer evaluation of the qualities of a hazard should actually enter into policy decisions about investing public resources in safety measures. Public participation in the processes of risk decision making is not only desirable on ethical grounds, but can also tell us useful things which might then be used to greatly enrich formal risk analyses and provide one form of guidance on risk tolerability criteria to be adopted for policy. Participatory decision making can 1) increase an individual's commitment to the course of action selected and 2) increase trust in the organizations who manage the risk and through this lead to greater acceptance of hazards.

There are several means by which consumers and other stakeholders can collaborate to learn more about disease risk issues. As we have shown in this study, these can include public questionnaires (followed by clear interpretation of such data, of course) taken quickly during the outbreak period. Assembling knowledgeable scientists such as veterinarians in workshops can serve as an initial step in reaching a consensus on what issues are important, and then following up on such meetings by involving citizens' groups and government personnel would be a logical next step that could lead to clearer explanations of technical language and bases upon which policies are made to create or follow accepted standard for testing.

Yoshida and Matsui (2007) led the 2005-2008 Genetic Modified Organisms (GMO) Dialogue Forum Project (Yoshida, 2008) to fill the communication gap between various stakeholders related to GMO in Hokkaido, Japan. This trial has materialized as a new research project to redesign risk communication. They identified communication gaps and key interactions among the stakeholders, including a government-academia network with "the aim of rebuilding trust between scientists and concerned peoples" (Fig. 2). Yoshida and Matsui (2007)

brought scientific knowledge to local citizens through forums and roundtable conferences, much like our own workshop and public meetings. Their end result was a stakeholder statement, which was handed over to the Hokkaido Government to recommend conducting pre-testing with presence of consumers in a smaller scale prior to introduction of GMO and was used in part as official reference to improve Hokkaido GM legislation system. A “hybridization of multifold dialogues, the combination of small dialogue forum and roundtable conference and large dialogue forum” served to “improve both researchers’ social literacy and lay-peoples’ scientific literacy”. These goals, methods, and results are ideally suited to the situation at hand with regard to BSE in Japan, and we hope that a similar result can be produced.

Similar to the GMO project, but instead related to BSE blanket testing, we have started to conduct several small scale forums in Hokkaido, together with a roundtable discussion among stakeholders. Later, we hope to be able to write a proposal and submit it to the local and/or central government to help fill the gap in a similar way to the GMO Dialogue Forum Project.

## 7. Conclusion

BSE risk communication is still in the infancy stage in Japan. Participatory technology assessment is urgently needed by including all stakeholders in order to build trust among them. Stakeholders such as researchers, consumers, farmers, food processors, food distributors, consumers, government, and mass media must come to the dialogue table, respect each other, and have long and repeated discussions. We have shown with surveys and public meetings just how consumer perceptions about BSE are shaped and how they can progress into more fruitful outcomes with the right levels of communication among appropriate parties.

Consumers are the end users in the food supply chain, and it is critical to protect their health and well-being. We believe this can be accomplished in situations such as GMOs and BSE not only by properly informing the public and educating them about food safety issues—thus, bridging the communication “gap”—but also by joining forces with all stakeholders to establish the atmosphere of trust across all social borders. To that end, we hope to improve on existing methods and develop more effective risk communication approaches in order to obtain common understandings which reflect on the food safety policy.

### 3-Step Dialogue Model for GMO Dialogue Forum Project

- 1.Foundation – mini-dialogue forums  
Implemented May 2006  
Focused on human resources & problem sharing
- 2.Roundtable Assembly  
Conducted March 2007 & April 2008  
Discussions on shared problems  
Common understanding among stakeholders’ experiences  
Analysis of data led to agenda for large-scale forum
- 3.Large-scale Dialogue Forum  
Held August 2008  
Dialogue teams & information provider discussed joint declaration to be submitted to the government

Figure 2. Outline of GMO Dialogue Forum Project chain of events (adapted from Yoshida and Matsui, 2007)



## References

- Anonymous. Law on Domestic Animal Infection Disease Control. Law No. 166. May, 1951. Amended Law Number 102, October 2005. Tokyo, Japanese Government Printer, 1997.
- Anonymous. Law on Special Measures Against Bovine Spongiform Encephalopathy. Law No. 70. June 14, 2002. Tokyo, Japanese Government Printer, 2002.
- Arnaud R. 2000. Diet of fear. *Far Eastern Economic Review*, 163:44-46.
- BBC News. 2000. "BSE and CJD: Crisis Chronology". [http://news.bbc.co.uk/1/hi/english/static/in\\_depth/health/2000/bse/1986.stm](http://news.bbc.co.uk/1/hi/english/static/in_depth/health/2000/bse/1986.stm)
- Clemens R. 2003. Meat traceability and consumer assurance in Japan. MATRIC Briefing Paper 03-MBP 5, Midwest Agribusiness Trade Research and Information Center Iowa State University, Ames, Iowa, USA. <http://www.card.iastate.edu/publications/dbs/pdffiles/03mbp5.pdf> (Accessed 4/24/2011)
- Consumers Union of Japan web site, <http://cujtokyo.wordpress.com/cuj-history/>. Accessed 9/13/2010.
- Fox JA, Peterson HH. 2002. Bovine spongiform encephalopathy (BSE): Risks and implications for the United States. Presented at NCR-134 Conference on Applied Commodity Price Analysis, Forecasting, and Market Risk Management, St. Louis, MO, USA, 22-23 April 2002.
- Fox JA, Peterson HH. 2004. Risks and implications of bovine spongiform encephalopathy for the United States: insights from other countries. *Food Policy*, 29:54-60.
- Goddard E. 2009. BSE risk attitudes and perceptions: Comparing Japan and Canada. Prion Risk 2009: Risk Assessment and Management Workshop, Thessaloniki, Greece, 22 September 2009.
- Gray GM, Ropeik DP. 2002. Dealing with the dangers of fear: The role of risk communication. *Health Affairs*, 21(6):106-116.
- Heim D, Gardner I, Mumford E, Kihm U. 2006. Risk assessment and surveillance for bovine spongiform encephalopathy *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties*, 25(3):937-950.
- Johansson JK. 1986. Japanese consumers: What foreign marketers should know. *International Marketing Review*, 3:37-43.
- Kadohira M, Horikita T. 2009. Workshop and Veterinary Epidemiological Research. An Application to BSE Surveillance Evaluation in Japan. *Veterinary Epidemiology Journal*, 13:53-59. (in Japanese)
- Kadohira M, Kobayashi S. 2009. Role of risk communication in BSE risk analysis— How to reflect results of risk assessment on risk management. *Research Bulletin of Obihiro University*, 30:1-12. (in Japanese)
- Kadohira M, Stevenson MA, Høgåsen HR, de Koeijer A. (submitted) A quantitative risk assessment for bovine spongiform encephalopathy in Japan. *Risk Analysis*.
- Kadohira M, Stevenson MA, Kanayama T, Morris RS. 2008. Epidemiology of bovine spongiform encephalopathy in cattle in Hokkaido, Japan, between September 2001 and December 2006. *Veterinary Record*, 163:709-713.
- Karaki H. 2010. Beef safety declaration "Gyuniku Anzen Sengen" – BSE issue is over. PHP Institute, Tokyo, 169-172 (in Japanese).
- Kasperson RE, Renn O, Slovic P, Brown HS, Emel J, Goble R, Kasperson JX, Ratick S. 1988. The social amplification of risk. A conceptual framework. *Risk Analysis*, 8(2):177-187.
- Kimura K, Haritani M, Kubo M, Hayasaka S, Ikeda S. 2002. Histopathological and immunohistochemical evaluation of the first case of BSE in Japan. *Veterinary Record*, 151:328-330.
- Lewis RE, Tyshenko MG. 2009. The impact of social amplification and attenuation of risk and the public reaction to mad cow disease in Canada. *Risk*



- Analysis, 29(5):714-728.
- Lynn T, Grannis J, Williams M, Marshall K, Miller R, Bush E, Bruntz S. 2007. An evaluation of scrapie surveillance in the United States. *Preventive Veterinary Medicine*, 81:70-79.
- Maclachlan PL. 1997. The Seikatsusha and the fight for consumer rights: consumer movement activism in postwar Japanese society. Pp. 113-128 in *Japanstudien* 9. Dienstleistung und Konsum in den 1990er Jahren. Munich, Germany: Verlag. Available at [http://www.dijtokyo.org/articles/JS9\\_\\_Maclachlan.pdf](http://www.dijtokyo.org/articles/JS9__Maclachlan.pdf) (accessed 9/13/2010).
- MAFF. 2001a. Agriculture, Forestry and Fisheries Ministerial Order Concerning the Composition of Feed and Feed Additives, Amended on 18 September, Official Gazette No. 3203. Ministry of Finance Printing Office, Tokyo.
- MAFF. 2001b. Handling of Meat-and-bone Meal and Other Processed Animal Proteins for the Time Being. MAFF, Tokyo (in Japanese).
- MAFF. 2001c. Manual for the Surveillance of Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE). No. 13-Seichiku-3956. Tokyo, Japanese Government Printer (in Japanese).
- MAFF. 2002. Result of BSE surveillance. MAFF press release. December 27, 2002. Tokyo, Japanese Government Printer.
- Normile D. 2004. First U.S. case of mad cow sharpens debate over testing. *Science*, 303:156-157.
- Ogoshi K, Yasunaga H, Obana N, Ogawa T, Imamura T. 2010. Consumer reactions to risk information on bovine spongiform encephalopathy in Japan. *Environmental Health and Preventative Medicine*, 15(5):311-318.
- OIE. 2001. Appendix 3.8.4 In *International Terrestrial Animal Health Code*. 2006 Ed., Paris, OIE (Office International des Epizooties).
- Pidgeon N. 1998. Risk assessment, risk values and the social science programme: Why we do need risk perception research. *Reliability Engineering and System Safety*, 59:5-15.
- Renn O. 1991. Risk communication and the social amplification of risk. Pp. 287-324, in Kaspersen, RE, Stallen PJM (eds.), *Communicating Risks to the Public*, The Netherlands (Kluwer).
- Saito Y. 2010. A Brief Chronicle of the Modern Japanese Consumer Cooperative Movement. Japanese Consumers' Cooperative Union. Translated/Edited by T. Suzuki. Available at [http://jccu.coop/eng/aboutus/pdf/a\\_\\_brief\\_\\_chronicle.pdf](http://jccu.coop/eng/aboutus/pdf/a__brief__chronicle.pdf) Accessed 9/13/2010.
- Sawada M, Aizaki H, Sato K, Kikkawa T. 2009. Measuring Japanese consumers' evaluation of beef derived from cattle fed in accordance with improved food safety measures. *Research Bulletin of Obihiro University*, 30:44-52.
- Sawada M, Sato K. 2008. Consumers' valuation of BSE-tested domestic beef; an analysis by contingent ranking experiment. *Research Bulletin of Obihiro University*, 29:74-81.
- Smith D, Riethmuller P. 1999. Consumer concerns about food safety in Australia and Japan. *International Journal of Social Economics*, 26(6):724-741.
- Smith PG, Bradley R. 2003. Bovine spongiform encephalopathy (BSE) and its epidemiology. *British Medical Bulletin*, 66:185-198.
- Stark KDC, Salman Mo, Tempelman Y, Kihm U. 2002. A review of approach to quality assurance of veterinary systems for health-status certification, *Preventive Veterinary Medicine*, 56:129-140.
- Sugiura K, Murray N. 2007. Estimating the prevalence of BSE in dairy birth cohorts and predicting the incidence of BSE cases in Japan. *Preventive Veterinary Medicine*, 82:213-235.
- Sugiura K, Ito K, Yokoyama R, Kumagai S, Onodera T.

2003. A model to assess the risk of the introduction into Japan of the bovine spongiform encephalopathy agent through imported animals, meat and meat-and-bone meal, *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties*, 22:777-794.
- Sugiura K, Kikuchi E, Onodera T. 2009a. Updated prediction for the BSE epidemic in dairy cattle in Japan. *Preventive Veterinary Medicine*, 89(3-4):272-276.
- Sugiura K, Murray N, Tsutsui T, Kasuga F. 2008. Simulating the BSE epidemic and multiplication factor in dairy herds in Japan. *Preventive Veterinary Medicine*, 84:61-71.
- Sugiura K, Onodera T, Bradley R. 2009b. Epidemiological features of the bovine spongiform encephalopathy epidemic in Japan. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties*, 28(3):945-956.
- Tabuchi H. 2007. Scandals in food industry shatter safety myth. *The Japan Times*, 29 October 2007.
- Taylor DM. 2002. Current perspectives on bovine spongiform encephalopathy and variant Creutzfeldt-Jakob disease. *Clinical Microbiology and Infection*, 8(6):332-339.
- The Asahi Shimbun. 2004. BSE inspection policy. 9 September 2004.
- Ui J. 1992. Industrial Pollution in Japan. United Nations University Press, Tokyo, Chapter 3. <http://www.unu.edu/unupress/unupbooks/uu35ie/uu35ie00.htm#Contents>
- Umeda G. 1972. PCB poisoning in Japan. *Ambio*, 1(4):132-134.
- Van Zwanenberg P, Millstone E. 2005. BSE: Risk, Science and Governance. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Will RG, Ironside JW, Zeidler M, Cousens SN, Estibeiro K, Alperovitch A, Poser S, Pocchiari M, Hofman A, Smith PG. 1996. A new variant of Creutzfeld-Jakob disease in the UK. *Lancet*, 347:921-925.
- Yoshida S. 2008. What is the GMO Dialogue Forum Project? *Japanese Journal of Science Communication*, 3:161-168 (in Japanese) [http://eprints.lib.hokudai.ac.jp/dspace/bitstream/2115/32383/1/3\\_\\_161-168.pdf](http://eprints.lib.hokudai.ac.jp/dspace/bitstream/2115/32383/1/3__161-168.pdf) (Accessed 4/24/2011)
- Yoshida S, Matsui H. 2007. Social aspects of the regulation of GM crops in Hokkaido. Attempts to redesign of the risk communication. Presented at Tailoring Biotechnologies Kyoto Conference, Kyoto, Japan, 3-5 November 2007. <http://www.tailoringbiotechnologies.com/kyoto2007.htm> (accessed 9/13/2010).

## 摘 要

一頭目の BSE (Bovine Spongiform Encephalopathy: 牛海綿状脳症) 陽性牛が 2001 年に国内で見つかった後、政府は早急に SRM (Specific Risk Material: 特定危険部位) 除去や飼料規制の徹底を図ると共に、サーベイランスの方法を変えた。いわゆる全頭検査である。政府は必ずしも適切に振舞ったわけではないが、メディアは政府の不合理な動きを批判し公衆の関心を高めた。その結果、平均的な日本人の認識 (2003 年から 2005 年の調査から推定) と科学的リスク評価に基づく認識との間に大きなギャップが形成された。食品安全委員会によるリスク評価の結果では 20 カ月以下の牛の検査は不必要としたが、市民は全頭検査を支持することになった。また、多大な費用は無視して、都道府県は市民からの要求を受け入れた。われわれは、関係するすべてのステークホルダーがワークショップや公開の会議を通して直接に議論することで、ギャップを狭めることができると確信している。つまり、公開の場を作ることで食の安全をよりよく理解することが可能になるのである。専門性の有無にかかわらず、食の安心に関する問題を理解する人々からの切実な要求とは、専門家からのより多くの情報提供、専門家への不安の適切な表明方法、メディアからの適切な報道、情報への簡易なアクセス方法であった。このように情報を分か

ち合う仕組みができれば、条例などを決定するうえで有効な市民との共同提案書の作成につながり、 unnecessary 公衆の恐怖を緩和でき、費用の節約も可能となる。

**キーワード** : BSE, リスク評価, サーベイランス, リスク認知

## 画像解析を用いた黒毛和種子牛に対する体重推定の可能性 およびその精度

緒方 三華<sup>1</sup>・中橋 良信<sup>1</sup>・澁谷 良治<sup>2</sup>・口田 圭吾<sup>1</sup>

(受付：2011年4月28日，受理：2011年7月7日)

Possibility and its precision of body weight prediction by image analysis method for Japanese Black calves

Mika Ogata<sup>1</sup>, Yoshinobu Nakahashi<sup>1</sup>, Ryoji Shibuya<sup>2</sup>, Keigo Kuchida<sup>3</sup>

### 摘 要

肉用牛の日増体重を把握することは牛を管理する上で重要であるが，日常的な体重測定は多大な労力を要すると考えられる。本研究では画像解析技術を用いた体重の推定およびその精度を検証し，体型に多様性のある牛に対する本技術の可能性について考察した。

供試牛は北海道内の家畜市場に出荷された子牛を対象とし，体重測定時に鉛直方向に取り付けた USB カメラにより背側体表面を撮影した。1 頭当たり複数枚の画像を得た後，それらの画像から牛生体部分のみを抽出して，その画素数をカウントした。なお，カメラの撮像領域から外れる個体については対象としなかった。1 頭当たり複数枚の画像から求めた画素数を平均し，実測体重との相関係数を求めたところ， $r = 0.83$ と高い値が得られた。これらの画像における牛の姿勢は一定ではないため，正姿勢であると判断された画像のみを用いて再度分析を行ったところ，相関係数は  $r = 0.85$  とわずかが高くなった。また，1 頭当たり複数枚の画像を保持している個体において (a) 正姿勢であった画像からの画素数および (b) 正姿勢でないものを含む画像からの画素数について反復誤差を求めたところ，反復誤差が 3.0% 以内のものは，(a) で全体の約 78%，(b) で全体の約 37% となり，正姿勢であるものを対象とすれば，高い精度で増体確認を行うことの可能性が示唆された。

キーワード：画像解析 黒毛和種 体重推定 画素数

---

<sup>1</sup> 帯広畜産大学，帯広市 〒080-8555

<sup>2</sup> 株式会社 C S ソリューション，札幌市中央区 〒060-0042

<sup>3</sup> 帯広畜産大学畜産衛生学研究部門，帯広市 〒080-8555

<sup>1</sup> Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro-shi 080-8555

<sup>2</sup> Customer Service Solution, Chuo-ku Sapporo-shi 060-0042

<sup>3</sup> Department of Animal and Food Hygiene, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro-shi 080-8555

## 緒 言

肥育牛の発育状況の把握については、日増体重のチェックなどが必要である。体重増加が見られない場合は牛の管理環境に何らかの問題がある可能性が考えられることから(Maltz et al. 1997)、日常的な体重測定は必要であると思われる。現在の畜産業は原油高に伴う飼料・設備等の高騰に加え、高齢化・担い手不足により経営環境は厳しく、経費の削減が大きな課題となっている。したがって、多大な労力・時間を必要とする牛の体重測定を、肥育農家が頻繁に行うことは困難である。さらには、牛にとっても大きなストレスとなりかねず、肉質低下の要因となり、畜産業の効率経営を圧迫する可能性がある(King et al. 2006)。

皆川ら(2001)は豚生体にモアレパターンを投影することで、非接触による体重推定を実施し、実用精度範囲内に90%の個体が入ったと報告した。また、Brandl et al. (1996)も、豚を使って上方より撮影した豚体表面積と体重との間に高い相関係数を報告した。一方、牛生体に対する同様の試みは、サーモグラフィーを活用したStajanko et al. (2008)による報告はあるものの、あまり認められない。そこで、本研究では、上方向から撮影した牛の画像から牛生体部分の画素数を算出することで体重の推定あるいは増体のチェックが可能であるかどうかの検討を行った。

## 材料および方法

供試牛は、2009年1月に北海道内の家畜市場に出荷された黒毛和種子牛を用いた。家畜市場に設置されている固定式自動体重計の上部に、USBカメラを取り付け、牛生体の鉛直方向からの撮影を実施した。なお、30万画素の解像度を有するUSBカメラ(HZC-755N, 株式会社フォルテシモ)の設置高は約3mであり、1秒あたり2コマの間隔で連続撮影し、静止画像としてパソコンに保存した。なお、保存された画像形式はJPEG形式であり、そのファイルサイズは画像1枚につき約200KBであった。

個体番号の識別は、自動体重計に侵入してきた子牛の背部にスプレーで書かれた牛番号によって確認された。静止画像は子牛1頭につき1枚～12枚を得たが、牛の頭もしくは尻部分が撮像領域に収まらないものなどは除外した。なお、本家畜市場では6基の自動体重計が設置されているが、そのうち1基の上部にのみ撮影システムを取り付けた。解析対象とした子牛の数ならびに体重の範囲は、それぞれ142頭および220kg～360kgであった。

鉛直方向より撮影された画像から余分な背景を削除し、牛生体部分のみを抽出する作業には、Photoshop CS3(アドビ社製)を利用し、肉眼的判断により領域を抽出した。なお、牛生体部分を1、背景部分を0となるよう2値化を実施し、牛生体部分の画素数をカウントした。

1個体あたり複数枚の画像を記録していることから、抽出された牛生体画像の画素数を算出し、個体ごとに平均した。牛生体画像の平均画素数と実測体重との相関係数を算出し、体重推定の精度を検証した。また、撮影された画像には、正姿勢でないものも含まれており、体重推定精度を下げるのが懸念される。そこで、肉眼的判断により、正姿勢の状態で撮影された画像のみを抽出し、体重推定の精度向上について試みた。

複数枚の画像を有する個体ごとの反復誤差を調査するために、下記の式を用いて反復精度を検証した。

$$\text{反復誤差(\%)} = (\text{最大画素数} - \text{最小画素数}) / \text{平均画素数} \times 100$$

## 結果および考察

表1には本研究で用いた供試牛の実測体重、鉛直方向から撮影した牛生体画像の画素数および出荷日齢の基礎統計量を示した。大澤ら(2008)が報告した北海道内の子牛市場出荷時体重の平均は302.0kgであり、その範囲は206～399kgであった。本研究で得られた平均出荷体重はそれよりもやや軽いものであった。

対象牛1頭あたり複数枚の鉛直方向からの画像を持つが、それらの平均画素数と実測体重との散布図を図1ー

表1 北海道内の家畜市場に出荷された子牛の基礎統計量

| データ範囲            | 形質      | 平均      | ± | 標準偏差   | 最大値   | 最小値   |
|------------------|---------|---------|---|--------|-------|-------|
| 全データ<br>(n=142)  | 体重 (kg) | 291.9   | ± | 25.7   | 360   | 220   |
|                  | 画素数     | 79963.5 | ± | 6065.9 | 98470 | 60773 |
|                  | 日 齢     | 294.6   | ± | 55.3   | 872   | 230   |
| 正 姿 勢<br>(n=103) | 体重 (kg) | 287.4   | ± | 24.2   | 349   | 220   |
|                  | 画素数     | 79521.1 | ± | 5668.9 | 93504 | 62613 |
|                  | 日 齢     | 289.9   | ± | 26.8   | 382   | 230   |

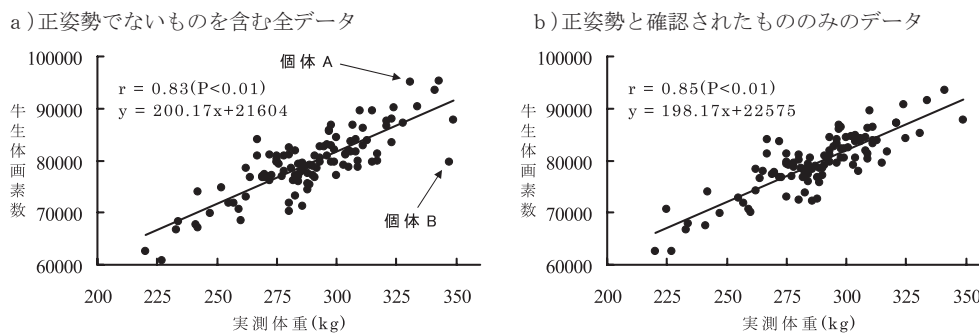


図1 姿勢による実測体重と牛生体画素数との関連性

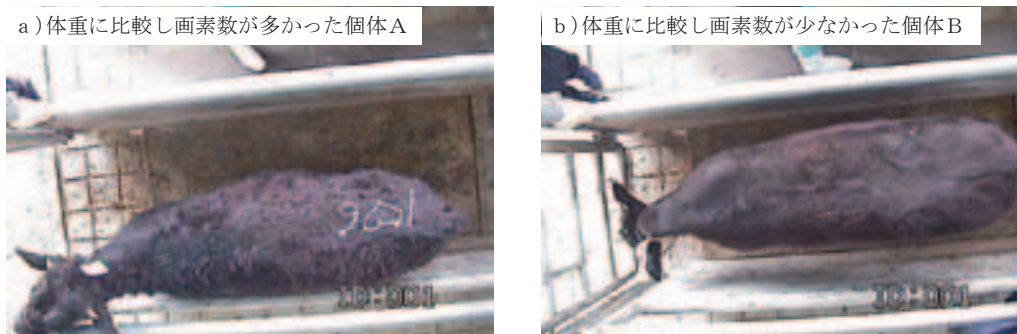


図2 上方向から撮影した牛生体の画素数と実測体重との関連性に大きな差異が認められた例

a)に示した。両者の間に0.83という高い有意な相関係数( $P < 0.01$ )が認められたが、図1-a中の個体A、個体Bなどのように、近似直線から離れた位置にプロットされる個体も認められた。そこで、個体AおよびBについて、それぞれの個体に該当する2値化前の牛生体画像を比較し、どのような場合に推定精度を低下させるのかについて検討した。体重の割に画素数が多かった個体A(図2-a)では、牛の頭部が柵の上部まで起き上がっているため、特に前軀において実際の体表面積より過大に評価されてしまった可能性が推察された。一方、体重の割に画素数の少なかった個体B(図2-b)では、頭部が床方向へと

下がっていることから、鉛直方向のカメラから得られる牛生体の表面積が小さくなったものと推察された。個体AおよびBの抽出はあくまで1例として取り上げたが、同じような状態(体重の割に画素数が多いまたは少ない状態)でプロットされていた他の個体についても類似した傾向がみられた。

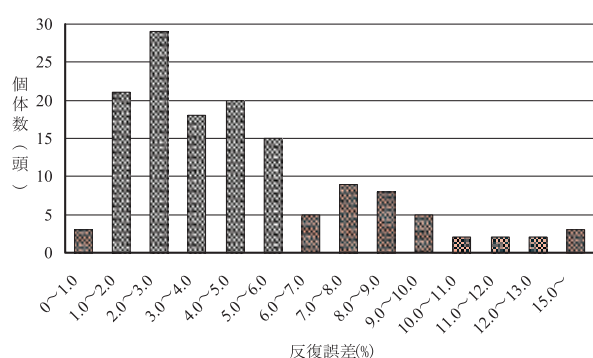
そこで、1頭当たりの複数枚の画像における姿勢の変化を数値で捉えるために、牛生体画素数の標準偏差を比較したところ、標準偏差の値が小さかったものは、その個体が持つ複数枚の画像において姿勢が一定である傾向が認められた。



表2 日齢グループならびに性別による体重と牛生体画素数との相関係数

|            | n  | 相関係数 |    | n  | 相関係数 |
|------------|----|------|----|----|------|
| 日齢グループ     |    |      | 性別 |    |      |
| ①250～275日齢 | 27 | 0.88 | 去勢 | 66 | 0.81 |
| ②275～300日齢 | 36 | 0.86 | 雌  | 37 | 0.86 |
| ③300～325日齢 | 27 | 0.78 |    |    |      |

a) 正姿勢でないものを含む全データ



b) 正姿勢と確認されたもののみのデータ

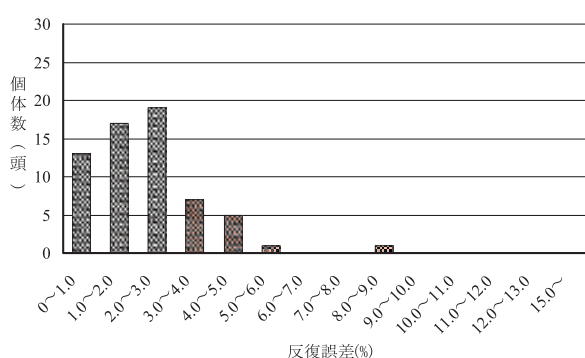


図3 牛生体の姿勢による反復誤差の頻度

牛生体の画素数に対して、その姿勢が大きく影響することが確認されたため、肉眼により正姿勢を保っているとした画像のみを抽出し、同様の分析を試みた。その結果、正姿勢の画像を持つ個体数は103頭となった。抽出した牛の画素数と体重との関連性を図1－bに示した。正姿勢であった牛における体重と牛生体画素数との相関係数は0.85であり、わずかであったが姿勢の影響を考慮する前の相関係数( $r=0.83$ )よりも高くなった。

これまでのことから牛生体から得られた画素数と体重との間には強い関連性が存在することが確認できたが、両者の関連性を左右する要因があると考え、個体の日齢および性別の効果を考慮して再度分析を試みた。

出荷日齢の範囲は230～872日と幅広かったため、極端に日齢が短い、または長い値を除去し、出荷日齢を①250～275日齢(早期)、②275～300日齢(中期)および③300～325日齢(長期)の3つのグループに分割し、それぞれの日齢グループにおける画素数と体重との相関係数を算出した(表2)。その結果、早期、中期および長期においてそれぞれ0.88、0.86および0.78の相関係数( $P<$

0.01)が得られ、出荷日齢が若いほど出荷体重と画素数との関連性は強かった。なお、出荷体重と出荷日齢との単純相関係数は0.13と低かった。

同様の分析を性別で実施したところ、出荷体重と牛生体画素数との相関係数は去勢で0.81( $P<0.01$ )、雌で0.86( $P<0.01$ )と、雌の方がわずかに高い相関係数を示したものの、性別間差はほとんど認められなかった。これらのことから、牛生体の画素数から体重を推定する本方法においては、性別を考慮する必要はないものの、出荷日齢については、検討すべき要因であることが示唆された。

今回の実験では家畜市場開催日における1回の撮影しか実施できなかったが、本研究が目標とするシステムは、個体の増体を定期的にチェックすることで、発育に問題のある個体を抽出することである。したがって、その前提条件として正姿勢を保った個体を複数回撮影した場合において、その画素数にばらつきがないことが好ましい。そこで、一頭当たり複数枚の画像を持つ個体より、姿勢を考慮せずに求めた画素数と、正姿勢である画像のみを



用いて求めた画素数の反復誤差を算出し、その頻度分布を図3に示した。正姿勢のみの画像から得た反復誤差は、姿勢を考慮せずに得たそれよりも低く、正姿勢においては反復誤差が3.0%以内のものは約78%、姿勢を考慮しないものにおいては約37%となり、正姿勢における反復誤差の小ささが確認された。正姿勢であることを条件とすることで、個体の画素数のばらつきをある程度抑えられた。

Brandl et al. (1996)は、本研究と同様の方法で豚を対象として撮影し、半自動画像解析ソフトウェア SCAN Beam A/S(1990)を用いて得た豚体表面面積と体重との間に0.98の相関係数が得られたことを報告した。本研究で確認された正姿勢な牛における体重と牛生体画素数との相関係数は0.85であり、彼らの結果と比較するとやや低くなった。しかし、本研究では実測体重220kg～360kgの範囲にある牛を分析に用いたのに対して、彼らは約25kg～135kgと、実測体重が幅広い豚を分析に用いたため、相関係数が高くなったものと考えられる。

皆川ら(2001)は、豚生体にモアレパターンを投影することで、非接触による体重推定を実施した。彼らは実用推定精度の範囲を±5%以内と定義し、供試豚の約90%がその範囲内に含まれると報告した。本研究では正姿勢であった牛の約78%が実用推定精度の範囲に含まれ、皆川ら(2001)の結果と比較すると体重の推定精度が幾分低いことが確認された。この原因の一つとして、本研究では黒毛和種を、彼らは体表面色が白色の豚を供試材料としたことが考えられる。すなわち、白色の豚と黒い床面との識別は容易である一方、黒色の黒毛和種の黒い床面との識別はやや困難であり、このことが生体と背景との精度の高い分離を妨げたと考えられる。さらに、正姿勢を保っていた牛を鉛直方向のみからの画像を用いて肉眼で判断したが、実際には姿勢の判断が難しい個体もあった。このことから、牛体表面と背景色との識別性能をより向上させるために、牛生体に対して補助光源を照射すること、あるいは背景である床面に黒色と識別しやすい色を使うことなど、環境の改善が必要であると考えられた。さらには牛の体高や姿勢が画素数に影響する可能性

も考慮し、牛生体を横から撮影する姿勢観察用カメラの必要性についても示唆された。

本研究の結果から、画像解析による肥育牛の増体重推定システムの可能性が示唆された。また、推定に当たっては、個体の日齢(あるいは月齢)を考慮することの必要性も推察された。しかし、現段階では牛を体重計に迫り込む必要性があり、体重測定にかかる労力は無視できない。したがって、肥育農家の負担を軽減および測定が原因となる牛自身のストレスによる肉質低下を防ぐためにも、将来的には、追い込むことのない通常の肥育形態で撮影可能な手法の確立および自動的な体重推定システムの実用化が必要であると考えられる。また、今後の研究において長期にわたって個体を周期的に撮影することにより、画素数と体重との増減の関連性が明らかになることを期待する。

## 謝 辞

本研究は、平成20年度中小企業競争力強化促進事業・市場対応型製品開発支援事業により実施されたものであり、ここに感謝の意を表する。

## 引用文献

- Brandl N, Jørgensen E. 1996. Determination of live weight of pigs from dimensions measured using image analysis. *Computers and Electronics in Agriculture* 15:57-72
- King DA, Schuehle Pfeiffer CE, Randel RD, Welsh Jr. TH, Oliphint RA, Baird BE, Curley Jr. KO, Vann RC, Hale DS, Savell JW. 2006. Influence of animal temperament and stress responsiveness on the carcass quality and beef tenderness of feedlot cattle. *Meat Science* 74:546-556
- Maltz E. 1997. The body weight of the dairy cow: III.

Use for on-line management of individual cows.  
Livestock Production Science 48:187-200

Stajanko D, Brusa M, Hočevarb M. 2008. Estimation of bull live weight through thermographically measured body dimensions. Computers and Electronics in Agriculture 61:233-240

大澤剛史・日高 智・宝寄山裕直・加藤貴之・上館信幸・口田圭吾．2008．北海道内の黒毛和種去勢牛における子牛市場出荷時体重と格付形質ならびに画像解析形質との遺伝的関連性．日本畜産学会報 79:185-192

皆川秀夫・村上 正．2001．投光と画像処理による非接触式体重計の開発．日本家畜管理学会誌 37:50-51

digital images were also calculated by appropriate posture of cattle (a), by digital images including inappropriate posture of cattle (b). The repetitive errors within 3% were 78% for (a) and 37% for (b), respectively. The result of this study indicated that the possibility of weight predicting system for the beef calves using image analysis with high precision.

[Key words]

Image analysis, Japanese Black, prediction of body weight, number of pixel

## Abstract

Routine check of the daily gain of beef cattle is important to find some cattle with health problem. However, these processes need a large amount of labor for the farmers. The purpose of this study was to investigate the accuracy of measuring the live body weight using image analysis for beef cattle. Japanese Black calves ( $n = 142$ ), shipped to a livestock market in Hokkaido were used. They were taken digital images by USB camera which was set on the vertical direction during the body weighing. Photoshop (Adobe Systems Incorporated) was used to extract cattle body from the digital image of vertical direction manually and to count the number of pixels automatically. Numbers of pixels of individual cattle were averaged for each cattle and calculated the correlation coefficient between the live body weight and the averaged number of pixels of cattle body. The correlation coefficient of them was 0.83. The correlation coefficient showed a slightly high value ( $r = 0.85$ ) excluding the inappropriate digital image for the posture of cattle. The repetitive errors of animal which have several

# 十勝地方において春播きしたナタネの収量に栽植密度、 および窒素施肥量の違いがおよぼす影響

秋本 正博<sup>1</sup>・北畠 真吾<sup>2</sup>

(受付：2011年4月28日，受理：2011年7月7日)

Effects of plant density and nitrogen application on the yield of spring-sowing canola

Masahiro Akimoto<sup>1</sup>, Shingo Kitabatake<sup>2</sup>

## 摘 要

春播きしたナタネ品種「キラリボシ」と「ナナシキブ」の収量に対する栽植密度と窒素施肥量の効果を調査し、十勝地方においてナタネの春播き栽培を行うための適切な栽培管理方法を模索した。栽植密度(密植：25cm 畦間と秋播き栽培の標準植：50cm 畦間)と窒素施肥(N -4.0kg/10a, N -8.0kg/10a, およびN -12.0kg/10a)を処理要素とした相互組み合わせによる6つの処理区を設置し、2009年5月7日にキラリボシとナナシキブの播種を行った。そして、収穫時に各処理区ごとに個体の形態特性と単位面積あたりの種子収量と油脂収量を計測した。キラリボシでは、個体の草丈に対する窒素施肥の効果が認められ、窒素肥料を8.0kg/10a や12.0kg/10a 施用した区で4.0kg/10a 施用した区より草丈が高くなった。その結果、窒素肥料を8.0kg/10a 以上施用した区では試験期間中に株の倒伏が生じた。両品種とも、密植した区で単位面積あたりの種子収量や油脂収量が高くなった。ナナシキブでは、密植を行った区のうち窒素肥料を4.0kg/10a 施用した区で種子収量と油脂収量が最も高くなった。十勝地方におけるナタネの春播き栽培では、秋播き栽培に比べ栽植密度を高く設定した方が高収量を期待できると考えられる。また、倒伏の回避や収量の点から窒素施肥量を8.0kg/10a より少なく抑えたほうが好ましいと考えられる。

キーワード：ナタネ，春播き，栽植密度，窒素施肥量

## 緒 論

バイオエタノールやバイオディーゼル，ETBE など，石油に代わる植物由来の代替エネルギーの利用が注目さ

れている。とりわけバイオディーゼルに関しては，燃料成分中の酸素原子の割合が高く，軽油と混合して使用した場合に，不燃炭化水素や一酸化炭素，浮遊粒子状物質の排出量が少なくなることから，環境にやさしいバイオ

<sup>1</sup> 帯広畜産大学地域環境学研究部門

<sup>2</sup> 北海道農業共済組合連合会(2010年3月帯広畜産大学畜産学部卒業)

<sup>1</sup> Department of Agro-Environmental Science, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine

<sup>2</sup> Hokkaido NOSAI

燃料として関心が高まっている(井熊 2008)。

日本国内で生産されるバイオディーゼルの原料としては、廃食油の占める割合が最も高い。しかし、廃食油の再利用では、回収や不純物の除去にコストがかかるほか、生産物の品質が不均一になりやすいなどの問題がある。バイオディーゼル原料として廃食油に次ぎ用いられているのは、ナタネやダイズなどの油料作物である。このうちナタネは、他のバイオディーゼル用の油料作物に比べ単位面積当たりの油脂収量が高く、かつ粗放的な栽培が可能で休耕地を利用した省力栽培を行えるなど、生産上の利点が多い。これらのことから、バイオディーゼル生産に向けた活用と耕地の有効利用の点で、近年では各地においてナタネの栽培が普及してきている(農林水産統計 2011)。

北海道の十勝地方においてもナタネに対する注目が集まっている。この十勝地方では、コムギ、豆類、テンサイ、バレイショからなる畑作4品目を主体とした輪作体系が営まれている。しかし近年では、さらなる収益の改善と生産の省力化、および作付けの多様化への希望から、より換金性が高く、安定的かつ粗放的に栽培できる第5の作物の導入が期待されるようになった。そして、バイオディーゼルへの関心が高まるなか、ナタネがその候補のひとつになったわけである。2008年には豊頃町に大規模なナタネ用バイオディーゼルプラントが作られるなど、ナタネの普及に向けた実践的な取り組みが進められている。

北海道におけるナタネの栽培は秋播きが主流となっている(中 2001; 森 2009)。ところが、十勝でナタネを秋播き栽培した場合、コムギと合わせ輪作体系内に秋播き作物が2品目になることから、圃場の利用計画他他の作物との競合が生じてしまう。本州の温暖地域では、ナタネを春播きにより栽培する事例が多くみられる(茨城県農業総合センター 2008)。そこで、十勝においてもナタネを春播きにより栽培することへの期待が高まっている。しかしながら、これまで北海道ではナタネの春播き栽培の事例がほとんどなく、春播き栽培を行った場合の収量性や、栽培の効率化を図るための適切な栽植密度や

窒素施肥量についての情報が乏しい。

そこで、本研究ではナタネを春播き栽培し、栽植密度と窒素施肥量の違いが収量に及ぼす影響について調査した。そして、十勝におけるナタネの春播き栽培の可能性について考察した。

## 材料と方法

### 1. 供試品種

本試験では、供試品種としてナタネ (*Brassica napus* L.) の油料品種で春播き適性が高いとされる「キラリボシ」と「ナナシキブ」の2品種を使用した。

キラリボシとナナシキブはともに東北農業試験場(現独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構東北農業研究センター)において育成された無エルシン酸品種である。キラリボシは東北以北の寒冷地での栽培に適する中生品種で、菌核病抵抗性や寒雪害抵抗性、倒伏耐性に優れる。ナナシキブは関東以西の温暖平坦地帯での栽培に適する中晩生品種で、収量性や倒伏耐性に優れる。

### 試験圃場の環境

本試験は2009年に帯広畜産大学の試験圃場で行った。試験地の土壌は褐色黒ボク土で、前作として2008年に春コムギの栽培が行われた。播種時の土壌の化学特性はpH:6.2, EC:0.16mS/cm, CEC:20.5meq, 硝酸態窒素含量:2.9mg/土100g, 可吸態リン酸含量:4.9mg/土100g, 交換性カリ含量:35.7mg/土100gであった。また、播種前に20mm径以下の土塊の割合が80%になるようにロータリーによる碎土を行った。

### ナタネの栽培方法

2009年5月7日にキラリボシとナナシキブの播種を行った。播種にあたり両品種について複数の試験区を設け、栽植密度と窒素施肥量を以下のように設定した。

栽植密度は、25cm畦間の狭畦で条播きする密植と、秋播き栽培における標準である50cm畦間で条播きする標準植の2水準を設けた。なお、それぞれの水準におけ

る播種量は密植を行った区で1m<sup>2</sup>あたり0.33g、標準植を行った区で1m<sup>2</sup>あたり0.16gとなる。

窒素施肥量は、単位施用量がN-4.0kg/10a、N-8.0kg/10a、およびN-12.0kg/10aとなる3水準を設けた。窒素源には尿素肥料を用いた。また、全ての区に単位施用量が12.0kg/10aとなるようリン酸を40苦土重焼リンにより施用した。カリについては、播種前の診断の結果、土壤に一般畑地の適正含量値(15-30mg/土100g)を上回る量の交換性カリが含まれていることが分かったため、本試験では施用を行わなかった。これまでの報告により、ナタネの栽培では追肥の効果があまりないことが分かっている(Cheema et al. 2001)。そこで、本試験ではすべての肥料を基肥として試験区に全層施用した。

栽植密度(密植と標準植)と窒素施肥量(4.0kg/10a、8.0kg/10a、および12.0kg/10a)の相互組み合わせにより、それぞれの品種に対して6つの処理区を設定した。1処理区の面積を6m×8mとし、その内部に2m×3mから

なる小区画をそれぞれ4つずつ配置した。これらの小区画を試験における反復区とみなし計測対象とした。それ以外の領域をボーダーとした。

## 2. 調査項目

キラリボシ、およびナナシキブの個体が登熟期を迎えたときに、それぞれの処理区のボーダーから無作為に10個体を選び根ごと収穫した。そして、それぞれの個体について表1に示す諸特性を記載の方法により計測した。乾物重の計測は、植物体を70℃に設定した送風乾燥機で定重量になるまで乾燥させたのちに行った。また、個体の収穫を行う際に、物理的な衝撃に伴い脱粒が生じてしまった。そのため、個体に稔ったすべての種子を採取することができず、総種子重量の正確な計測を行えなかった。総種子重量については、別途計測した種子の100粒重、個体の莢数、および1莢粒数の値を用いることで概算した。

表1 個体別、および処理区別に行った特性調査の項目とその計測方法

| 調査項目        |                                                                                                           |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 個体別調査       |                                                                                                           |
| 草丈          | 地際から最上位の花序の先端までの長さを草丈とする                                                                                  |
| 分枝数         | 主茎から出ている一次分枝、および一次分枝から出ている二次分枝の合計数をその個体の分枝数とする                                                            |
| 種子100粒重     | 収穫した種子を70℃に設定した乾燥機で定重量になるまで乾燥させる。完熟した種子をランダムに100粒選び重量を計測する                                                |
| 莢数          | 完熟種子を包含している莢の数をその個体の莢数とする                                                                                 |
| 1莢粒数        | 個体ごとにランダムに選んだ20莢について、それぞれの莢に入っている種子の数の平均値をその個体の1莢粒数とする                                                    |
| 総種子重量       | 100粒重/100×莢数×1莢粒数によって概算する(本文参照)                                                                           |
| 地上部乾物重量     | 個体から根部と莢を取り除いた残りの部位を70℃に設定した乾燥機で定重量になるまで乾燥させた。この部位の乾物重量と種子総重量の和をその個体の地上部乾物重量とする                           |
| 根部乾物重量      | 収穫した根から土を落とし、70℃に設定した乾燥機で定重量になるまで乾燥させる。その重量を計測し根部乾物重量とする                                                  |
| 地上部/根部乾物重量比 | 地上部乾物重量と根部乾物重量の比を計算する                                                                                     |
| 処理区別調査      |                                                                                                           |
| 個体数         | 収穫時に各処理区のそれぞれの反復区内のすべての個体数を記録する。その平均値を当該区の個体数とする。値はm <sup>2</sup> の個体数として表記する。                            |
| 種子含油率       | 各処理区から収穫した種子を乾燥させた後、ジエチルエーテルを用いた簡易ソックスレー抽出法により種子重量中の含油率を計測する。計測は各処理区につき4反復行う。                             |
| 種子収量1)      | 各処理区のそれぞれの反復区内にあるすべての株から種子を収穫する。得られた種子を70℃に設定した乾燥機で定重量になるまで乾燥させ、重量を計測する。値はm <sup>2</sup> あたりの種子収量として表記する。 |
| 油脂収量1)      | 各処理区のそれぞれの反復における種子収量に当該区の種子含油率をかけた値を油脂収量とする。                                                              |

1)キラリボシについての計測方法は本文を参照



各処理区内のそれぞれの反復区について、表1に示す項目を記載の方法により計測した。計測にあたり、収穫は手刈により行った。収穫個体は雨に濡れないように注意し、天日で乾燥させた。乾燥後、脱穀機を用いて植物体から種子を脱粒させ風選により回収を行った。

### 3. 統計処理

各調査項目について得られたデータは、すべて正規性を示した。そこで、データの評価にはパラメトリック法に基づく統計解析を行った。計測値に対する栽植密度と窒素施肥の効果を明らかにするため、2つの処理を変動因子とした二元分散分析を行った。処理の効果、あるいは処理間の相互効果が認められた計測項目については、引き続き Tukey の事後検定を行い処理間の平均値の差を検定した。統計解析を行うにあたり、コンピュータソフト Microsoft Excel<sup>TM</sup>(マイクロソフト社)、および SPSS ver. 19(SPSS 株式会社)を用いた。

## 結 果

### 1. キラリボシ、およびナナシキブの生長パターン

キラリボシ、ナナシキブとも、それぞれ全ての処理区の個体がほぼ同じ生長パターンを示した。両品種の各処理区とも、播種後6日目の5月13日に一斉に出芽を開始した。開花開始日は、キラリボシが7月14日、ナナシキブが7月11日であり、5月初旬に播種を行った本試験での到花日数はいずれも約70日となった。終花日は、キラリボシが8月21日、ナナシキブが8月24日で、開花開始から終花までの期間は両品種で等しく約40日となった。登熟日は、キラリボシが9月16日であったのに対し、ナナシキブが9月22日であった。播種から種子が完熟までに要する日数は、キラリボシで132日、ナナシキブで138日となった。

### 2. 異なる栽植密度・窒素施肥条件におけるナタネ個体の特性

キラリボシについて個体別に行った特性調査の結果を

表2に示した。

キラリボシでは、栽培時の栽植密度や窒素施肥の違いにより、個体の草型や収量構成要素に差が生じた。草丈に対しては栽植密度と窒素施肥の効果が認められ、密植を行った区よりも標準植を行った区で値が高く、また、窒素肥料を4kg/10a 施用した区に比べ、8kg/10a あるいは12kg/10a 施用した区で値が高かった。分枝数に対しては、栽植密度と窒素施肥の相互効果が認められた。統計学的に有意な差ではないものの、密植を行った場合は窒素肥料を多施用することで個体の分枝数が多くなり、標準植を行った場合は逆に窒素肥料を少施用することで個体の分枝数が多くなる傾向が認められた。分枝数と分枝の平均長の間には負の相関があり、分枝の少ない個体ほど長い分枝をもつ傾向を示した(データ不掲載)。

収量構成要素については、1 莢粒数で窒素施肥の効果が認められ、窒素肥料を4kg/10a 施用した区に比べ、8kg/10a、あるいは12kg/10a 施用した区で莢あたりの粒数が多くなる傾向を示した。一方、種子100粒重と莢数については、処理の効果が認められず、処理区間に明確な値の差が見られなかった。その結果として、個体の総種子重量に関しては、処理の違いによる値の差が認められなかった。

乾物生産量を見ると、地上部乾物重量に対しては処理の効果が認められず、処理区間に明確な値の差が見られなかった。ただし、窒素肥料を4kg/10a 施用した区に比べ、8kg/10a、あるいは12kg/10a 施用した区で値が高くなる傾向を示した。根部乾物重量に対しては、窒素施肥の効果が認められ、窒素肥料を8kg/10a 施用した区では、4kg/10a 施用した区より重量が軽かった。また、12kg/10a 施用した区においても4kg/10a 施用した区より根の乾物重量が軽くなる傾向が見られた。地上部 / 根部乾物重量比に対しては、栽植密度と窒素施肥の効果、および両者の相互効果が認められた。標準植では窒素肥料を8kg/10a、あるいは12kg/10a 施用した区で値が高かった。密植でも窒素肥料を多く施用した区で値が高くなる傾向が見られた。この傾向から、キラリボシでは窒素肥料を多施用した場合、特に標準植条件下では、植物体の資源がより地上部へと配分されるようになることが分かる。

表2 異なる栽培条件下におけるキラリボシ個体の形態・生長特性。すべてのデータの標本数はN=10である。

| 計測項目                     |                                 |                                                                  | 栽植密度                                               | 窒素施肥量(/10a)                                         |                                  |                  |      |  |  |      |  | 平均値 <sup>1)</sup> |  |
|--------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------|------------------|------|--|--|------|--|-------------------|--|
|                          |                                 |                                                                  |                                                    | 4 kg                                                |                                  |                  | 8 kg |  |  | 12kg |  |                   |  |
| 草 丈<br>(cm)              | 密 植<br>標準植<br>平均値 <sup>2)</sup> | 151.7 ± 12.4 a <sup>3)</sup><br>158.3 ± 10.5 a<br>155.0 ± 11.5 a | 168.5 ± 10.9 b<br>181.0 ± 15.5 c<br>174.8 ± 13.2 b | 162.6 ± 17.2 ab<br>170.9 ± 7.3 bc<br>166.8 ± 12.3 b | 160.9 ± 13.5 a<br>170.1 ± 11.1 b | 13.5 a<br>11.1 b |      |  |  |      |  |                   |  |
|                          |                                 |                                                                  |                                                    |                                                     |                                  |                  |      |  |  |      |  |                   |  |
|                          |                                 |                                                                  |                                                    |                                                     |                                  |                  |      |  |  |      |  |                   |  |
| 分 枝 数                    | 密 植<br>標準植<br>平均値               | 13.8 ± 6.1 bc<br>17.3 ± 5.7 ab<br>15.6 ± 5.9                     | 13.0 ± 5.0 bc<br>14.9 ± 4.8 bc<br>14.0 ± 4.9       | 17.3 ± 6.2 ab<br>10.9 ± 5.1 c<br>14.1 ± 5.7         | 14.7 ± 5.8<br>14.4 ± 5.2         | 5.8<br>5.2       |      |  |  |      |  |                   |  |
|                          |                                 |                                                                  |                                                    |                                                     |                                  |                  |      |  |  |      |  |                   |  |
|                          |                                 |                                                                  |                                                    |                                                     |                                  |                  |      |  |  |      |  |                   |  |
| 種 子 100 粒 重<br>(g)       | 密 植<br>標準植<br>平均値               | 0.28 ± 0.01<br>0.31 ± 0.03<br>0.29 ± 0.02                        | 0.29 ± 0.03<br>0.30 ± 0.02<br>0.29 ± 0.02          | 0.29 ± 0.02<br>0.29 ± 0.03<br>0.29 ± 0.03           | 0.28 ± 0.02<br>0.30 ± 0.03       | 0.02<br>0.03     |      |  |  |      |  |                   |  |
|                          |                                 |                                                                  |                                                    |                                                     |                                  |                  |      |  |  |      |  |                   |  |
|                          |                                 |                                                                  |                                                    |                                                     |                                  |                  |      |  |  |      |  |                   |  |
| 莢 数                      | 密 植<br>標準植<br>平均値               | 206.4 ± 126.8<br>207.1 ± 101.7<br>206.8 ± 114.3                  | 199.7 ± 95.9<br>219.9 ± 103.5<br>209.8 ± 99.7      | 239.7 ± 99.6<br>173.3 ± 92.8<br>206.5 ± 96.2        | 215.3 ± 107.4<br>200.1 ± 99.3    | 107.4<br>99.3    |      |  |  |      |  |                   |  |
|                          |                                 |                                                                  |                                                    |                                                     |                                  |                  |      |  |  |      |  |                   |  |
|                          |                                 |                                                                  |                                                    |                                                     |                                  |                  |      |  |  |      |  |                   |  |
| 1 莢 粒 数                  | 密 植<br>標準植<br>平均値               | 16.8 ± 1.8 ab <sup>3)</sup><br>16.2 ± 2.3 a<br>16.5 ± 2.1 a      | 18.1 ± 1.9 ab<br>18.8 ± 2.6 bc<br>18.5 ± 2.3 b     | 17.5 ± 2.0 ab<br>17.2 ± 2.3 ab<br>17.4 ± 2.2 ab     | 17.5 ± 1.9 a<br>17.4 ± 2.4 a     | 1.9 a<br>2.4 a   |      |  |  |      |  |                   |  |
|                          |                                 |                                                                  |                                                    |                                                     |                                  |                  |      |  |  |      |  |                   |  |
|                          |                                 |                                                                  |                                                    |                                                     |                                  |                  |      |  |  |      |  |                   |  |
| 総 種 子 重 量<br>(g)         | 密 植<br>標準植<br>平均値               | 9.6 ± 5.6<br>10.7 ± 6.7<br>10.2 ± 6.2                            | 10.5 ± 5.7<br>13.0 ± 6.8<br>11.7 ± 6.2             | 12.1 ± 5.3<br>8.5 ± 4.6<br>10.3 ± 5.0               | 10.7 ± 5.5<br>10.7 ± 6.0         | 5.5<br>6.0       |      |  |  |      |  |                   |  |
|                          |                                 |                                                                  |                                                    |                                                     |                                  |                  |      |  |  |      |  |                   |  |
|                          |                                 |                                                                  |                                                    |                                                     |                                  |                  |      |  |  |      |  |                   |  |
| 地上部乾物重量<br>(g)           | 密 植<br>標準植<br>平均値               | 22.7 ± 11.3<br>26.3 ± 14.2<br>24.5 ± 12.8                        | 26.9 ± 9.2<br>31.4 ± 9.6<br>29.2 ± 9.4             | 26.6 ± 9.6<br>24.8 ± 8.9<br>25.7 ± 9.3              | 25.4 ± 10.0<br>27.5 ± 10.9       | 10.0<br>10.9     |      |  |  |      |  |                   |  |
|                          |                                 |                                                                  |                                                    |                                                     |                                  |                  |      |  |  |      |  |                   |  |
|                          |                                 |                                                                  |                                                    |                                                     |                                  |                  |      |  |  |      |  |                   |  |
| 根 部 乾 物 重 量<br>(g)       | 密 植<br>標準植<br>平均値               | 3.7 ± 2.0 a<br>3.3 ± 1.9 ab<br>3.5 ± 2.0 a                       | 2.8 ± 0.9 ab<br>2.1 ± 1.2 b<br>2.5 ± 1.0 b         | 3.2 ± 1.2 a<br>2.4 ± 1.3 ab<br>2.8 ± 1.2 ab         | 3.2 ± 1.4 a<br>2.6 ± 1.4 a       | 1.4 a<br>1.4 a   |      |  |  |      |  |                   |  |
|                          |                                 |                                                                  |                                                    |                                                     |                                  |                  |      |  |  |      |  |                   |  |
|                          |                                 |                                                                  |                                                    |                                                     |                                  |                  |      |  |  |      |  |                   |  |
| 地 上 部 / 根 部<br>乾 物 重 量 比 | 密 植<br>標準植<br>平均値               | 6.9 ± 2.8 a<br>8.5 ± 2.4 ab<br>7.7 ± 2.6 a                       | 9.9 ± 3.7 b<br>22.0 ± 17.0 c<br>15.9 ± 10.4 b      | 8.8 ± 4.0 ab<br>10.4 ± 3.2 bc<br>9.6 ± 3.6 ab       | 8.5 ± 3.5 a<br>13.6 ± 7.6 b      | 3.5 a<br>7.6 b   |      |  |  |      |  |                   |  |
|                          |                                 |                                                                  |                                                    |                                                     |                                  |                  |      |  |  |      |  |                   |  |
|                          |                                 |                                                                  |                                                    |                                                     |                                  |                  |      |  |  |      |  |                   |  |

1) 栽植密度別の平均値

2) 窒素施肥量別の平均値

3) Tukey の事後検定の結果、5 %水準で値に差が認められたものの間に異なる文字をふった。

ナナシキブについて個体別に行った特性調査の結果を表3に示した。

ナナシキブでは、キラリボシと異なり、栽植密度や窒素施肥の違いによる草型や収量構成要素の変化があまり生じなかった。草丈と分枝数、およびに収量構成要素の種子100粒重、莢数、1 莢粒数のいずれに対しても処理の効果が認められず、それぞれ処理区間に明確な値の差が見られなかった。ただし莢数に関しては、統計学的に有意な差ではないものの密植を行った区よりも標準植を行った区で数が多くなる傾向を示した。その結果として、個体の総種子重量は密植を行った区よりも標準植を行った区で重くなった。

地上部乾物重量と根部乾物重量に関しても、栽植密度や窒素施肥の効果が認められず、それぞれ処理区間に明確な値の差が見られなかった。その結果、地上部 / 根部乾物重量比も処理の違いによる値の差が見られなかった。

### 3. 異なる栽植密度・窒素施肥条件における単位面積収量

栽培期間中の2009年8月13日に、1日で20.5mmの激しい降雨があった。その際にキラリボシでは、栽植密度に関わらず窒素肥料を8kg/10a以上施用したすべての区で8割以上の株が倒伏した。一方、窒素肥料を4kg/10aしか施用しなかった区では、密植、標準植とも倒伏はほ



表3 異なる栽培条件下におけるナナシキブ個体の形態・生長特性。すべてのデータの標本数はN=10である。

| 計測項目                 |         |     | 栽植密度              | 窒素施肥量(/10a) |         |                 |         |         |         | 平均值 <sup>1)</sup> |      |        |        |      |   |
|----------------------|---------|-----|-------------------|-------------|---------|-----------------|---------|---------|---------|-------------------|------|--------|--------|------|---|
|                      |         |     |                   | 4 kg        |         | 8 kg            |         | 12kg    |         |                   |      |        |        |      |   |
| 草                    | (cm)    | 丈   | 密 植               | 141.5 ±     | 21.2    | 147.8 ±         | 19.6    | 146.2 ± | 15.2    | 145.2 ±           | 18.7 |        |        |      |   |
|                      |         |     | 標準植               | 139.4 ±     | 17.1    | 148.7 ±         | 15.4    | 140.5 ± | 14.5    | 142.9 ±           | 15.7 |        |        |      |   |
|                      |         |     | 平均值 <sup>2)</sup> | 140.5 ±     | 19.2    | 148.3 ±         | 17.5    | 143.4 ± | 14.9    |                   |      |        |        |      |   |
| 分                    | 枝       | 数   | 密 植               | 11.5 ±      | 6.3     | 10.3 ±          | 5.8     | 13.2 ±  | 4.9     | 11.7 ±            | 5.7  |        |        |      |   |
|                      |         |     | 標準植               | 15.6 ±      | 8.7     | 14.2 ±          | 7.7     | 10.7 ±  | 5.5     | 13.5 ±            | 7.3  |        |        |      |   |
|                      |         |     | 平均值               | 13.6 ±      | 7.5     | 12.3 ±          | 6.8     | 12.0 ±  | 5.2     |                   |      |        |        |      |   |
| 種 子                  | 100 粒 重 | (g) | 密 植               | 0.36 ±      | 0.01    | 0.37 ±          | 0.02    | 0.40 ±  | 0.02    | 0.38 ±            | 0.02 |        |        |      |   |
|                      |         |     | 標準植               | 0.39 ±      | 0.01    | 0.38 ±          | 0.02    | 0.39 ±  | 0.02    | 0.39 ±            | 0.02 |        |        |      |   |
|                      |         |     | 平均值               | 0.38 ±      | 0.01    | 0.38 ±          | 0.02    | 0.40 ±  | 0.02    |                   |      |        |        |      |   |
| 莢                    | 数       | 密 植 | 205.1 ±           | 99.8        | 161.5 ± | 114.1           | 182.7 ± | 129.2   | 183.1 ± | 114.4             |      |        |        |      |   |
|                      |         | 標準植 | 259.1 ±           | 211.1       | 264.7 ± | 178.7           | 209.4 ± | 146.3   | 244.4 ± | 178.7             |      |        |        |      |   |
|                      |         | 平均值 | 232.1 ±           | 155.5       | 213.1 ± | 146.4           | 196.1 ± | 137.8   |         |                   |      |        |        |      |   |
| 1 莢                  | 粒 数     | 密 植 | 19.6 ±            | 2.5         | 18.4 ±  | 1.8             | 18.5 ±  | 2.3     | 18.8 ±  | 2.2               |      |        |        |      |   |
|                      |         | 標準植 | 19.1 ±            | 3.9         | 19.5 ±  | 3.3             | 18.7 ±  | 2.8     | 19.1 ±  | 3.4               |      |        |        |      |   |
|                      |         | 平均值 | 19.3 ±            | 3.2         | 19.0 ±  | 2.5             | 18.6 ±  | 2.6     |         |                   |      |        |        |      |   |
| 総 種 子                | 重 量     | (g) | 密 植               | 14.4 ±      | 6.9     | b <sup>3)</sup> | 11.3 ±  | 8.0     | b       | 14.2 ±            | 11.3 | ab     | 13.3 ± | 8.7  | a |
|                      |         |     | 標準植               | 18.3 ±      | 13.7    | a               | 20.7 ±  | 15.1    | a       | 15.6 ±            | 10.9 | ab     | 18.2 ± | 13.2 | b |
|                      |         |     | 平均值               | 16.4 ±      | 10.3    | a               | 16.0 ±  | 11.5    | a       | 14.9 ±            | 11.1 | a      |        |      |   |
| 地上部乾物重量              | (g)     | 密 植 | 33.2 ±            | 17.9        |         | 31.9 ±          | 36.9    |         | 30.5 ±  | 15.5              |      | 31.9 ± | 23.4   |      |   |
|                      |         | 標準植 | 44.0 ±            | 31.7        |         | 43.6 ±          | 25.4    |         | 29.9 ±  | 17.0              |      | 39.2 ± | 24.7   |      |   |
|                      |         | 平均值 | 38.6 ±            | 24.8        |         | 37.8 ±          | 31.2    |         | 30.2 ±  | 16.3              |      |        |        |      |   |
| 根 部 乾 物 重量           | (g)     | 密 植 | 5.3 ±             | 2.2         |         | 5.4 ±           | 5.1     |         | 5.8 ±   | 3.1               |      | 5.5 ±  | 3.5    |      |   |
|                      |         | 標準植 | 6.3 ±             | 4.8         |         | 5.9 ±           | 4.5     |         | 6.4 ±   | 2.7               |      | 6.2 ±  | 4.0    |      |   |
|                      |         | 平均值 | 5.8 ±             | 3.5         |         | 5.6 ±           | 4.8     |         | 6.1 ±   | 2.9               |      |        |        |      |   |
| 地 上 部 / 根 部 乾 物 重量 比 |         | 密 植 | 6.8 ±             | 3.3         |         | 6.3 ±           | 3.2     |         | 6.6 ±   | 3.9               |      | 6.6 ±  | 3.5    |      |   |
|                      |         | 標準植 | 15.1 ±            | 6.0         |         | 9.7 ±           | 7.3     |         | 5.2 ±   | 2.8               |      | 10.0 ± | 5.4    |      |   |
|                      |         | 平均值 | 11.0 ±            | 4.7         |         | 8.0 ±           | 5.2     |         | 5.9 ±   | 3.3               |      |        |        |      |   |

1) 栽植密度別の平均値

2) 窒素施肥量別の平均値

3) Tukey の事後検定の結果、5 %水準で値に差が認められたものの間に異なる文字をふった。

とんど起こらなかった。これに対しナナシキブでは、同じ降雨条件のなかいずれの区においても株の倒伏がほとんど起こらなかった。

キラリボシでは、窒素肥料を8kg/10a や12kg/10a 施用した区で、倒伏による株の損傷や脱粒が多発し正確な種子収量と油脂収量の評価が行えなかった。そこで、キラリボシでは個体の総種子重量に当該区の個体数をかけることで、単位面積あたりの種子収量を概算した。また、得られた単位面積あたりの種子収量に含油率を掛けることで、単位面積あたりの油脂収量を概算した。得られたデータの解析には、それぞれ栽植密度と窒素施肥を処理要素とした繰り返しのない二元分散分析を行った。

キラリボシ、およびナナシキブの処理区別に行った調査の結果を表4、および表5に示した。

キラリボシの試験区では、単位面積あたりの個体数に対して栽植密度と窒素施肥の効果、およびそれらの相互効果が認められた。個体数は密植を行った区で多かった。また、窒素肥料を多施用した区で個体数が少なくなる傾向が見られた。種子含油率に対しては窒素施肥の効果が認められ、窒素肥料を8kg/10a 施用した区で値が低くなった。これは、倒伏による影響で窒素肥料を8kg/10a 施用した区の収穫物に未熟種子が多く含まれていたことに起因するもので、窒素肥料による直接的な効果ではないと考えられる。種子収量と油脂収量に対しては共に栽植

十勝地方において春播きしたナタネの収量に栽植密度、および窒素施肥量の違いがおよぼす影響

表4 キラリボシの各処理区について計測した個体数、種子含油率、および収量。すべてのデータの標本数はN = 4である。

| 計測項目                           | 栽植密度              | 窒素施肥量(/10a)                  |                |                | 平均値 <sup>1)</sup>       |
|--------------------------------|-------------------|------------------------------|----------------|----------------|-------------------------|
|                                |                   | 4 kg                         | 8 kg           | 12kg           |                         |
| 個 体 数                          | 密 植               | 312.8 ± 35.1 a <sup>3)</sup> | 309.8 ± 24.8 a | 244.0 ± 21.5 b | 288.9 ± 27.1 a          |
|                                | 標準植               | 168.8 ± 35.5 b               | 136.0 ± 17.3 b | 153.8 ± 29.7 b | 152.9 ± 27.5 b          |
|                                | 平均値 <sup>2)</sup> | 240.8 ± 35.3 a               | 222.9 ± 21.1 a | 198.9 ± 25.6 b |                         |
| 種 子 含 油 率<br>(%)               | 密 植               | 40.4 ± 6.8 a                 | 30.7 ± 2.6 b   | 35.3 ± 2.3 c   | 35.4 ± 3.9 a            |
|                                | 標準植               | 36.4 ± 3.3 ac                | 33.5 ± 1.9 cd  | 40.1 ± 3.3 ad  | 36.7 ± 2.9 a            |
|                                | 平均値               | 38.4 ± 5.1 a                 | 32.1 ± 2.3 b   | 37.7 ± 2.8 a   |                         |
| 種 子 収 量<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 密 植               | 502.1                        | 544.3          | 492.3          | 512.9                   |
|                                | 標準植               | 301.6                        | 294.4          | 217.6          | 271.2                   |
|                                | 平均値               | 401.9                        | 419.4          | 355.0          | LSD 109.4 <sup>4)</sup> |
| 油 脂 収 量<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 密 植               | 202.8                        | 166.9          | 173.7          | 181.1                   |
|                                | 標準植               | 109.6                        | 98.7           | 87.3           | 98.5                    |
|                                | 平均値               | 156.2                        | 132.8          | 130.5          | LSD 37.9                |

1) 栽植密度別の平均値

2) 窒素施肥量別の平均値

3) Tukey の事後検定の結果、5 %水準で値に差が認められたものの間に異なる文字をふった。

4) 計測項目の最小有意差

表5 ナナシキブの各処理区について計測した個体数、種子含油率、および収量。すべてのデータの標本数はN = 4である。

| 計測項目                           | 栽植密度              | 窒素施肥量(/10a)                  |                 |                | 平均値 <sup>1)</sup> |
|--------------------------------|-------------------|------------------------------|-----------------|----------------|-------------------|
|                                |                   | 4 kg                         | 8 kg            | 12kg           |                   |
| 個 体 数                          | 密 植               | 228.5 ± 33.2 a <sup>3)</sup> | 192.0 ± 38.7 ab | 167.8 ± 30.0 b | 196.1 ± 34.0 a    |
|                                | 標準植               | 107.0 ± 45.9 bc              | 107.0 ± 21.9 c  | 92.3 ± 37.5 c  | 102.1 ± 35.1 b    |
|                                | 平均値 <sup>2)</sup> | 167.8 ± 39.5 a               | 149.5 ± 30.3 a  | 130.1 ± 33.8 a |                   |
| 種 子 含 油 率<br>(%)               | 密 植               | 34.9 ± 1.8 a                 | 36.4 ± 1.3 ab   | 36.8 ± 3.4 ab  | 36.0 ± 2.2        |
|                                | 標準植               | 40.4 ± 1.6 b                 | 34.4 ± 1.2 a    | 38.8 ± 1.2 ab  | 37.9 ± 1.3        |
|                                | 平均値               | 37.7 ± 1.7                   | 35.4 ± 1.2      | 37.8 ± 2.3     |                   |
| 種 子 収 量<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 密 植               | 136.2 ± 30.9 a               | 98.0 ± 5.4 b    | 93.7 ± 8.8 bc  | 109.3 ± 15.0 a    |
|                                | 標準植               | 76.7 ± 12.6 c                | 92.6 ± 24.8 bc  | 77.1 ± 24.3 bc | 82.1 ± 20.6 b     |
|                                | 平均値               | 106.5 ± 21.8 a               | 95.3 ± 15.1 a   | 85.4 ± 16.6 a  |                   |
| 油 脂 収 量<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 密 植               | 47.5 ± 10.8 a                | 33.3 ± 1.8 b    | 34.5 ± 3.2 b   | 38.4 ± 5.3 a      |
|                                | 標準植               | 31.0 ± 5.1 b                 | 31.8 ± 8.5 b    | 29.9 ± 9.4 b   | 30.9 ± 7.7 b      |
|                                | 平均値               | 39.3 ± 8.0 a                 | 32.6 ± 5.2 a    | 32.2 ± 6.3 a   |                   |

1) 栽植密度別の平均値

2) 窒素施肥量別の平均値

3) Tukey の事後検定の結果、5 %水準で値に差が認められたものの間に異なる文字をふった。

密度の効果が認められた。種子収量は密植を行った区で明らかに高かった。油脂収量に関しても密植を行った区で値が高く、標準植を行った区の約1.8倍の収量となった。密植を行った区の中では窒素肥料を4kg/10a 施用した区で最も油脂収量が高かった。

ナナシキブの試験区では、個体数に対する栽植密度の

効果が認められ、密植を行った区で単位面積あたりの個体数が多くなった。また、密植を行った区については窒素肥料を多施用するほど個体数が少なくなる傾向が見られた。種子含油率に対しては、栽植密度や窒素施肥の効果が認められなかった。ただし、栽植密度と窒素施肥の相互効果が存在し、標準植で窒素肥料を4kg/10a 施用し

た区で値が高くなる傾向を示した。種子収量と油脂収量に関しては栽植密度の効果が認められた。また、種子収量については栽植密度と窒素施肥の相互効果も認められた。種子収量、油脂収量とも密植を行った区で値が高かった。密植を行った区の中では窒素肥料を4kg/10a 施用した区でそれぞれの値が最も高かった。

## 考 察

### 1. 2009年におけるナタネの生育

2009年上半期の北海道は、低温、多雨、寡照のため、多くの作物が生育不良を起こした。ナタネについても、作付面積が日本一である滝川市の記録では2009年度の10a 収量が例年に比べ低下した(私報, 空知農業改良普及センター中空知支所)。本試験で栽培したナタネに対しても栽培期間中に同じ障害がおよぼされたと考えられる。

ナタネの生育にとって、多雨は生育遅延や登熟株の倒伏、穂発芽、菌核病などを誘引し、日照不足は登熟不良など種子生産に悪影響をおよぼす(関谷ら 1964; 稲永ら 1974)。播種を行った5月の気象は平年並みであったが、6月と7月の月積算降雨量はそれぞれ132.0mmと242.5mmで、それぞれ平年値に比べ46.1mmと148.1mmも多かった。また、6月に関しては月積算日照時間が119.2時間で、平年値に比べ25.6時間も少なかった(帯広測候所 2009)。気温については、栽培期間を通じ平年並みであった。本試験では播種から収穫まで、キラリボシで132日、ナナシキブで138日を要した。日照や降水量が平年並みであったならこの期間がより短かった可能性がある。また、種子生産量がより高かった可能性やキラリボシの倒伏が回避できたことも考えられる。

本試験では5月7日に播種を行ったが、ナタネの発芽特性上もっと早期に播種を行うことも可能であった(志賀 2001)。播種日を変えることによって、倒伏の回避や収量の改善を図ることの検討が必要となる。

### 2. 春播き栽培によるキラリボシとナナシキブの収量

キラリボシ、ナナシキブとも、25cm 畦間による密植

を行うことで50cm 畦間の標準植を行った場合に比べ単位面積あたりの種子収量や油脂収量が高くなった。キラリボシでは、栽植密度により個体の種子生産量が変化しないことから、収量の差が処理区間の個体数の差に起因するものと考えられる。ナナシキブでは、密植を行うことで個体あたりの種子生産量が低下した。ナナシキブは生育後期に分枝を横に張り出すように伸長する特性を持つ。そのため、密植条件下では開花以降に個体間の干渉が強まり、莢数の減少といった生殖器官の生長抑制が生じたと考えられる。しかしながら、収量に対しては、個体あたりの種子生産量の低下よりも、密植による個体数の増加の方がより強く影響をおよぼしていると考えられる。

両品種とも、密植を行った区の中では、窒素肥料を4kg/10a 施用した区で油脂収量が最も高くなった。これも窒素肥料を4kg/10a 施用した区では、他の区に比べ生育した個体数が多かったことに起因すると考えられる。多くの作物において、密植条件下で窒素肥料を多施用すると、過繁した分枝の干渉により個体間の競争が高まることが知られている(Mahmood *et al.* 1998; 中野ら 2003; 前川と国分 2007)。本試験のナタネにおいても、密植を行い窒素肥料を8kg/10a や12kg/10a 施用した区では個体間の競争が強まり、結果的に単位面積あたりの個体数が少なくなってしまったのではないかと推測できる。

### 3. 十勝におけるナタネの春播き栽培の可能性

本試験では、キラリボシで最大約550g/m<sup>2</sup>の種子収量が期待できた。これに比較すると、ナナシキブでは種子収量が最大で約140g/m<sup>2</sup>程度と低い値だった。しかし、ナナシキブの種子収量に関しては手刈りで収穫した際の脱粒による収穫ロスが含まれている。ナナシキブについても、キラリボシと同様に個体の総種子重量に単位面積あたりの個体数をかけることで単位面積あたりの種子収量を概算すると、その値は約550g/m<sup>2</sup>で、キラリボシの期待種子収量と同等になった。十勝における秋播きナタネの栽培では、平均収量は300g/m<sup>2</sup>程度と報告されている(梶山ら 2009)。本試験の結果から、春播き栽培を行った場合も秋播き栽培を行った場合に相当する種子収量

を得られることが示唆される。

本試験では、キラリボシ、ナナシキブとも25cm 畦間の密植栽培により収量が高まった。ナタネの春播き栽培では、栽培期間中の雑草の防除が大きな問題になってくる。本試験を行った圃場では、ナタネの出芽が雑草の発生に先んじたため、初期生育における雑草との競合は問題とならなかった。しかし、栽培が進むにつれて雑草の発生が目立つようになった。目測であるが、雑草の発生量は密植を行った区に比べ標準植を行った区で明らかに多かった。本試験では、除草剤は使用せず、人力による耕起的手法で除草を行ったが、ナタネの生長が進むにつれ、作業はとても困難になった。密植を行い、空間的に雑草の発生を抑えることは省力栽培を目指すうえでも効果的であると考えられる。一般に、ナタネの秋播き栽培で条播きを行う場合、畦間を50-75cm とし個体密度を50～100個体/m<sup>2</sup>程度になるようにする(遠藤ら 1982)。春播き栽培では、収量や雑草防除の点から畦間をその1/2～1/3程度まで狭め、高い密度条件で栽培を行った方が好ましいと考えられる。本試験の結果では、キラリボシで約300個体/m<sup>2</sup>、ナナシキブで約230個体/m<sup>2</sup>の個体密度で最も収量が高くなった。

キラリボシ、ナナシキブとも窒素肥料を8kg/10a 以上施用しても種子収量や油脂収量の大幅な増加が期待できなかった。またキラリボシでは、窒素肥料を多施用することで根部に比べ地上部が発達したバランスの悪い草型となり、倒伏を起こしやすくなった。本試験では手刈りによる収穫を行ったが、株の倒伏は収穫作業を非常に困難なものにし、減収の原因となる。さらに、倒伏した株では種子が未熟化することが多く、収穫物の品質が低下する。通常秋播き栽培では基肥と越冬後の追肥を合わせて窒素肥料を10-15kg/10a 程度施用する(斉藤 2001)。環境保全型農業の実践を見据えた「最低限の肥料による作物栽培」が求められているなか、収量やコストなどの点を踏まえつつ環境負荷の軽減を考慮した場合、ナタネの春播き栽培では窒素施肥量を8kg/10a よりも少なく抑えたほうが好ましいと考えられる。

## 結 語

十勝地方におけるナタネの栽培は秋播きが主流である。しかし、本試験により春播き栽培を行った場合も秋播き栽培を行った場合と同程度の収量を得られることが示唆され、十勝でもナタネの春播き栽培が可能であることが示された。キラリボシ、ナナシキブとも密植を行い、単位面積あたりの個体数を多くすることで多収となった。また、窒素肥料を8kg/10a 以上施用した場合に増収は期待できず、倒伏の危険性が高まった。このことから、ナタネの春播き栽培では、秋播き栽培を行う場合に比べ栽植密度を高くし、窒素施肥量を少なく抑えた栽培が好ましいと考えられる。

本報告は2009年度単年の試験結果である。翌2010年は、平年と比較し夏期の平均気温と降水量がとて高く、作物の生育に大きな障害が起きた年となった。2010年に本試験と同じ試行を反復したのだが、試験栽培をしたナタネの生育が極めて悪く、その結果を本試験の結果と比較検討できなかった。今後、本試験と同様の施行を反復し結果の年次間比較を行うことで、より正確なデータの集積を図る必要がある。

## 謝 辞

本試験で用いたナナシキブの種子を提供していただくとともに、ナタネの栽培に関する様々な助言をいただいた有限会社影山製油所の影山陽美氏に心よりお礼を申し上げます。また、本試験で用いたキラリボシの種子を提供していただいた社団法人北海道総合研究調査会に深く感謝いたします。

## 引用文献

- Cheema MA, Malic MA, Hussain A, Shah SH, Basra SMA.  
2001. Effects of time and rate of nitrogen and phosphorus application on the growth and the seed and oil yields of canola (*Brassica napus* L.).

Journal of Agronomy and Crop Science 186: 103-110  
 遠藤武男, 金子一郎, 柴田悌次, 菅原 俐. 1982. 栽植  
 密度とナタネの生育・収量の品種間差異. 東北農業  
 研究 31:125-126  
 茨城県農業総合センター. 2008. <http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/nourin/noken/>  
 稲永 忍, 玖村敦彦. 1974. ナタネの物質生産に関する  
 研究 第一報 生育に伴うナタネ個体群の光合成能  
 ならびに呼吸能の推移. 日本作物学会記事 43:  
 261-266  
 井熊 均. 2008. 図解入門よくわかる最新バイオ燃料の  
 基本としくみ 一次世代エネルギーの動向がわかる  
 バイオマス燃料の現在・未来・課題. pp. 183, 秀和  
 システム, 東京  
 梶山 努, 白井康裕, 松永 浩, 原 圭祐, 西村直樹,  
 沢口敦史. 2009. 畑作地帯におけるなたねの導入条  
 件と栽培法. 北海道農業研究成果情報 平成21年度  
 :80-81  
 前川富也, 国分牧衛. 2007. 根粒菌着生ダイズ品種作系  
 4号の宮城県における生育・収量 一栽植密度の効  
 果一. 日本作物学会記事 73:253-261  
 Mahmood T, Kuroda T, Saitoh K. 1998. Growth and yield  
 components behavior at different planting densities  
 in determinate and indeterminate type of soybean.  
 日本作物学会中国支部研究収録 39:1-12  
 森 高伸. 2009. 滝川のなたね栽培. 特産種苗 5: 44-47  
 中 鐘徳. 2001. 秋作地帯・機械化一貫栽培<キザキノ  
 ナタネ>. 農山漁村文化協会編, 転作全書第三巻  
 雑穀, pp. 407-411, 農山漁村文化協会, 東京  
 中野尚夫, 氏平洋二, 石田喜久男. 2003. ハトムギ (*Coix  
 lacryma-jobi* L. var *frumentacea* Makino) におけ  
 る栽植密度と生育・収量の関係. 日本作物学会記事  
 72:32-37  
 農林水産統計. 2011. [http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/  
 eStatTopPortal.do](http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/eStatTopPortal.do)  
 帯広測候所. 2009. <http://www.jma-net.go.jp/obihiro/>  
 斎藤正志. 2001. 寒地での栽培 I. 寒地でのナタネ栽培

上の要点. 農山漁村文化協会編, 転作全書第三巻  
 雑穀, pp. 364-374, 農山漁村文化協会, 東京  
 関谷直正, 上野徳男. 1964. 激発気象条件下におけるナ  
 タネ菌核病の発生経過について. 日本植物病理学会  
 報 29:278  
 志賀敏夫. 2001. 生育のステージと生理, 生態 I. 発芽  
 から抽苔までの生理, 生態. 農山漁村文化協会編,  
 転作全書第三巻 雑穀, pp. 295-303, 農山漁村文  
 化協会, 東京  
 欧文表題: Effects of plant density and nitrogen  
 application on the yield of spring-sowing canola.

## Abstract

The effects of plant density and nitrogen application to the yield of canola, “Kirariboshi” and “Nanashikibu”, sowed in the spring were studied for understanding optimal cultivation methods of spring-sowing canola in Tokachi. The experiment had 2 x 3 factorial designs for respective varieties with plant density (dense planting by 25cm furrow and standard planting in winter-sowing canola by 50cm furrow) and nitrogen application (N-4.0kg/10a, N-8.0kg/10a, and N-12.0kg/10a) as factors. The seeds of Kirariboshi and Nanashikibu were sown in those 6 experimental plots on 7-May 2009. Then, at the harvest time, morphological characters of individual plants, and grain-yield and oil-yield per unit area were recorded for the respective treatment plots. Positive effect of nitrogen application to the plant height was detected for Kirariboshi. Plants in the plots with the nitrogen application of 8.0kg/10a and 12kg/10a were taller than those in the rest plots, resulting in severe lodging during the cultivation period. In both of the varieties, higher grain-yield and oil-yields were observed at the plots where dense planting was performed. Among the dense planting plots of Nanashikibu, both yields came to be the highest with nitrogen application of 4.0kg/10a. It is considered that the dense planting by narrower furrow than the standard

十勝地方において春播きしたナタネの収量に栽植密度、および窒素施肥量の違いがおよぼす影響

spacing of winter-sowing canola, and nitrogen application less than 8.0kg/10a are appropriate for the cultivation of spring-sowing canola in Tokachi with regard to the yields as well as the prevention of plant lodging.



# みつばちへのクロチアニジンの暴露 ー表面増強ラマン分光法を用いた農薬の分析ー

角田 英男<sup>1)</sup>, 玄 大雄<sup>2)</sup>, 上元 好仁<sup>3)</sup>, 堀川 洋<sup>4)</sup>

(受付 : 2011年4月28日, 受理 : 2011年7月7日)

Honey bee exposure to clothianidin -analysis of agrochemicals using surface enhanced Raman spectroscopy-

Hideo Kakuta<sup>1)</sup>, Masao Gen<sup>2)</sup>, Yoshihito Kamimoto<sup>3)</sup>, Yoh Horikawa<sup>4)</sup>

## 摘 要

銀ナノ粒子・基板を用い, みつばち体表に付着している農薬のクロチアニジン(Clothianidin)のラマンスペクトル(表面増強ラマンスペクトル, Surface Enhanced Raman Spectrum : SERS)による検出・測定を行った。北海道の上川支庁管内(旭川市近郊)で採取したみつばち試料等の殆どからクロチアニジンが検出され, みつばちが約1~4ng/匹のクロチアニジンに暴露されていることが明らかにされた。この結果から, 同農薬がみつばちの健康に影響を与えている可能性が示唆された。

キーワード : みつばち, クロチアニジン, 表面増強ラマン分光法

## 緒 言

1990年代頃から世界的にみつばち大量死(蜂群崩壊症候群 : CCD)が問題となり, 国内でも報告され(木村ら, 2010), 農畜産業・環境上の大きな問題となっている。日本でも北海道, 東北地方から九州にいたるまで全国各地でその

現象が報告され, 例えば北海道上川支庁管内でも報道されている(日本農業新聞, 2008年9月2日)。その要因の一つとして考えられるのがネオニコチノイド系殺虫剤のクロチアニジンである(William, 2008)。クロチアニジンの分析は, HPLCやLC-MSなどを用いる化学分析方法やELISA法などの免疫測定法などで行われている。そ

---

<sup>1)</sup> 植物情報物質研究センター(北海道恵庭市)

Plant Ecochemicals Research Center (Eniwa, HOKKAIDO)

<sup>2)</sup> 東京農工大学大学院(東京都小金井市)

Graduate School of BASE, Tokyo University of Agriculture & Technology (Koganei, Tokyo)

<sup>3)</sup> 神奈川県産業技術センター(神奈川県海老名市)

Kanagawa Industrial Technology Center (Ebina, Kanagawa)

<sup>4)</sup> 帯広畜産大学地域環境学研究部門

Department of Agro-Environmental Science, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine

れらは精確ではあるが煩雑であり日数を必要とする場合が多く、分析費用が高価なのが現状である。一方、ラマン分光分析法は、迅速で簡単かつ非破壊的(あるいは微侵襲的)な操作でラマン散乱スペクトルを計測し、農薬の分析を行うことが可能である。特に金属ナノ粒子や金属基板を用いた表面増強ラマン分光法(SERS)は、化学物質の高感度な分光分析法として注目され農薬の検出分析などへの応用が試みられている(角田ら, 2009, 2010, Jitraporn V. et al., 2010)。

本研究では、ミツバチのクロチアニジンへの暴露状態を、独自の高感度なラマン分光分析技術を応用し、迅速・簡便・高感度な測定・評価を試みたので、その結果を報告する。

## 実験方法

### 1. 試薬と銀ナノ粒子・基板および分析法

標準試薬に用いたクロチアニジン(Clothianidin)は、残留農薬分析用試薬(和光純薬工業株式会社, 99.0%, HPLC 用)を入手して用いた。本試薬を用い100ppmの標準液を調製し、必要に応じて超純水を用い10ppb程度に希釈・調製して用いた。増感用の銀ナノ粒子(平均粒径 $\sim 50\text{nm}$ , AG01)および銀基板(HKA-01, スライドガラス状銀基板,  $26\text{mm} \times 76\text{mm} \times 1\text{mm}$ )は市販(Nanoplantex LLC, 社製)のものを入手して用いた。銀ナノ粒子は、前報(角田, 2010)に記載のガスデポジション法により作製され、作製後1ヶ月以内のものを使用した。銀基板は、超微粒子試料作成装置PJ-930KK(アルバックマテリアル社(旧真空冶金株)製; 略称ガスデポジション装置)により、加熱・蒸発させた銀ナノ粒子をエアロゾルのまま成膜室まで運び、テクスチャー処理をしたシリコン基板表面に吹きつけて成膜され、その一片( $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ )を切り出してスライドガラスに貼り付けてあるものを用いた(角田, 2010)。みつばち等の試料のうち体表面洗浄液はHPLC(外部委託試験)で、みつばちをホモジナイズした抽出試料についてはLC-MS/MS(外部委託試験)によりクロチアニジン濃度の定量分析を実施し、ラマン分光(SERS)による半定量

的測定結果と比較検討した。

### 2. ラマンおよび表面増強ラマン分光(SERS)測定

ラマンスペクトルおよび表面増強ラマン(SERS)スペクトルの測定は、デスクトップタイプの大型ラマン分光装置(顕微ラマン分光装置, 日本電子製 JRS-SYSTEM2000, 分解能 $1\text{cm}^{-1}$ , 励起波長 $632.8\text{nm}$ , 最大出力 $30\text{mW}$ )と小型ラマン装置( $785\text{nm}$ , 出力 $\sim 150\text{mW}$ ; RP-M1あるいはR3000)を用いた。クロチアニジン標準試薬のラマンスペクトルは、その水溶液を基板に滴下し風乾後に測定した。SERS スペクトル測定には、増感用の銀ナノ粒子(平均粒径 $\sim 50\text{nm}$ )と銀基板とを用いて行った。希釈されたみつばち等の試料液は、等量の銀ナノ粒子溶液と混和後、5 $\sim 10$ 分間程度静置してからその $1\sim 3\mu\text{l}$ を取り、銀基板に滴下・風乾後にラマンスペクトルおよびSERS スペクトル測定に供した。また、必要に応じてラマン振動モードの解析のため、Gaussian によるラマンスペクトルの計算を実施し、実測スペクトルとの比較検討を行った。

### 3. みつばち等の試料採取

みつばちおよび水田表面水、排水溝、水田近傍等の試料水および水田近傍の雑草などは、ネオニコチノイド系農薬が散布される時期の2011年8月に北海道の上川支庁管内の養蜂場(W町)や水田付近(S市)で採取した。また、十勝支庁管内のK町でもみつばちを、ネオニコチノイド系農薬(クロチアニジン)が散布されていないと考えられる同年10月に採取した。みつばち洗浄液は、あらかじめ洗浄した50mlのポリプロピレン製蓋付き容器にみつばちを最大30匹程度を入れ、3mlから30ml程度の水で体表面を洗浄することにより調製した。その後、体表洗浄液はポリプロピレン製注射器に移し、 $0.45\mu\text{m}$ のメンブレンフィルターでろ過し冷蔵して研究室に持ち帰り、フリーザー( $-20^{\circ}\text{C}$ )に保存し、必要に応じてそれを希釈してラマン分光分析およびHPLC分析等に供した。また、大量に採取した100g程度のみつばち死骸は、ビニール袋に入れて冷凍状態で実験室に持ち帰り、そのまま冷凍保存し必要に応じて分析に用いた。また、一部のみつば



Fig.1. Honey bee hives at West Mountain in W town (left) and many dead honey bees (right).



Fig.2. Aerial spraying of pesticides by helicopter in the S city neighboring W town.

ち試料は水の代わりにメタノール・水混合液(メタノール：水，3：7)を用いて抽出し分析に用いた。水田表面水や排水溝の試料水については，同様にろ過後にポリプロピレン容器に移して持ち帰り冷凍保存した。水田近傍の雑草は，約50～100gを採取してビニール袋に入れ，冷蔵して持ち帰り冷凍保存した。同試料は必要に応じて100～300mlの水で洗浄・希釈し分析に供した。

## 実験結果および考察

### 1. みつばち等の試料採取

近年，ネオニコチノイド系農薬のクロチアニジンについて，西洋ミツバチに対する急性経皮毒性が強いことが報告(岩佐，2008)され，西洋ミツバチの大量失踪の原因物質ではないかとの疑念をもたれている。クロチアニジンは，水溶性であり植物体内への移行蓄積が容易で，殺虫力が持続し広い殺虫スペクトルを有している。このため稲作のカメムシ対策などとしてよく用いられている。その作用機構は，昆虫神経細胞の接合部においてニコチン作動性ア

セチルコリン受容体に結合し，神経の異常興奮を引き起こし昆虫を死に至らしめるとされている。日本で農薬被害が疑われるみつばち検体をELISA法により測定した結果，殆どの検体がクロチアニジンに暴露(1匹あたり約1ng～30ng程度)されているとの報告(木村ら，2010)がある。そこで，夏季にネオニコチノイド系農薬のクロチアニジン(商品名：ダントツなど)が用いられている北海道地区で，みつばちおよび養蜂場近隣の農薬散布が行われた水田近傍から試料の採取を行った。農薬散布直後のみつばち試料等の採取は，その散布日時が気象条件や個々の農家の農作業スケジュールに依存して変わるため困難であった。そこで，クロチアニジン散布直後の試料は，散布状況が明瞭に判断可能な無人ヘリコプターによる農薬散布現場近傍(Fig.1参照，左側はかぼちゃ畑へ，右側是水田への農薬散布を実施している，S市)で採取した。みつばち試料は，農薬による影響と推定されるみつばち大量死が起こり始めた日の午前中早期に養蜂場で採取を行った。Fig.2に典型的な養蜂場(西山，W町)の一例を示す。巣箱の入口および巣箱側面に数百～数千匹単位で大量死

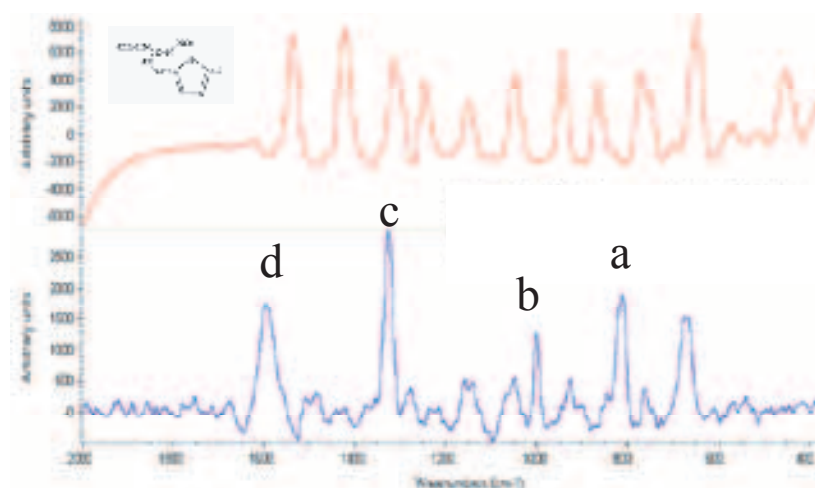


Fig.3. Raman (Solid state) spectra of clothianidin (above). SERS (Surface Enhanced Raman Spectrum) of honey bee extracts (washing) contained clothianidin (below).

したみつばち(西洋みつばち)が認められた。一方、十勝管内(K町)の養蜂場ではこのような大量死は全く観察されなかった。これは、クロチアニジン散布が行われていないためであると考えられた。

## 2. 採取試料のラマンスペクトル(SERS)検出測定結果

チラム(Thiram: tetramethylthiuram disulfide)のようにS元素を含む化学物質は、銀ナノ粒子・銀基板などに吸着することにより SERS 効果が顕著に現れることが知られている。また、ニトロ基のようなN元素を含む化学物質も特有の増強スペクトルプロファイルを示すことが認められている。このことから、通常のラマン分光分析では殆ど困難な、ppb レベルのクロチアニジンを高感度にラマンスペクトル(SERS)を用いて検出測定できると考えられた。デスクトップタイプの顕微ラマン分光装置を用いた実験の結果、既報(角田, 2010)では1ppm 程度と報告したクロチアニジンの LOD(Limit of Detection) が0.1ppb レベル以上に達することが明らかになった。

みつばちに含まれるクロチアニジン総量を測定することをねらいとして、大量死したみつばち約50g 程度を集め、ホモジナイズした試料について LC-MS/MS 分析(外部委託試験, LOD: 2ppb)を数回試みたが、クロチアニジンの

有無について明瞭な結果が得られなかった。抽出工程に何らかの問題がありその工夫が必要であることが示唆された。みつばち試料が大量に必要であり分析コストがかかりすぎるので、以後 HPLC 分析法(LOD: ~20ppb)を工夫してみつばち体表面洗浄液の定量分析を行った。また、みつばち体表面の洗浄には水の代わりにメタノール・水混合液(メタノール: 水, 3: 7)を用いた方が抽出効率が高いため、HPLC を用いた定量が容易になるので以後この混合液を用いた。最初に、希釈したみつばち体表面洗浄液で HPLC 分析を行い、痕跡程度のクロチアニジンが認められた試料については、希釈しない体表面洗浄液を用いて HPLC 分析を行った。また、野外の現場や車両内などでの運用が可能な小型ラマン分光装置を用いてその LOD について検討した。Fig. 3上部にはクロチアニジン標準試薬(粉状固体)のスペクトルを、下部にはみつばち体表面洗浄液中のクロチアニジンの SERS スペクトルの一例を示す。同図のクロチアニジンの特有の SERS プロファイルには、ニトロ基のN元素等が関与していると考えられる、およそ820~840cm<sup>-1</sup>(a), 1005cm<sup>-1</sup>(b), 1350~1400cm<sup>-1</sup>(c), 1540~1560cm<sup>-1</sup>および1590~1600cm<sup>-1</sup>(d)付近の強いピーク振動などが認められる。1005cm<sup>-1</sup>の振動ピークは環状構造由来であると考えられ、再現性良く



Table 1. Detection of residual clothianidin in honey bee and paddy field nearby

|                                                                         |                             |        |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------|
| Kamikawa area (W town, honey bee hives)                                 | West mountain               | +      |
|                                                                         | East hill                   | +      |
|                                                                         | Riverside                   | +      |
| Kamikawa area (S city, paddy field nearby)                              | Foot of the West mountain   | +      |
| Kamikawa area (S city, paddy field after aerial spraying by helicopter) | Drainage                    | +      |
| Tokachi area (K town, honey bee hives)                                  | Roadside weed near drainage | n.d.** |

\*~10ppb clothianidin in washings \*\*not detected

認められる。1350~1400 $\text{cm}^{-1}$ 付近にある強いピークは、五員環中に含まれるS元素由来の振動ピークであると考えられる。あるいは、 $\text{NO}_2$ に由来する1350~1385 $\text{cm}^{-1}$ 付近の対称伸縮のピークが現れていると考えられる。およそ1590 $\text{cm}^{-1}$ 付近のSERSピークは、 $\text{>C=N+}$ の不飽和アミン塩が低波数シフトした可能性と、 $\text{NO}_2$ に由来する逆対称伸縮によるピークの両者の可能性が考えられる。これは、励起レーザー波長が異なる場合の測定結果(Genら, 2011)ともプロファイルの傾向が良く一致していた。これらの振動ピークプロファイルから、クロチアニジンの五員環のNとSの部分が銀ナノ粒子表面に強く吸着していることが示唆される。一方、SERSプロファイルが変動する結果や異なる測定ポイントでピーク波数および強度が変化する場合も認められた。これはクロチアニジンの銀ナノ粒子への吸着状態が必ずしも全て同じではないことを示していると考えられる。特定のピーク高さ強度が変動することが認められたが、低濃度領域では主要なピークの濃度依存性が示されたので、半定量的な測定が可能であることが示された。このような結果をもとにして、特に増強効果が大きく現れるニトロ基由来の特徴ある振動ピークプロファイルに着目し、そのほか五員環や環状構造由来などの振動ピーク等を判別して、みつばち体表面洗浄液やその他の試料中のクロチアニジンの有無を判定した。予備試験から1005 $\text{cm}^{-1}$ 、1350~1400 $\text{cm}^{-1}$ および1590~1600 $\text{cm}^{-1}$ 付近のSERS特有のピーク振動高さと標準液のクロチアニジン濃度との間に正の相関関係が認められた。そこで、比較的感受度高く検出される1590~1600 $\text{cm}^{-1}$ 付近のSERS特有のピーク振動に着目し、1ppb~100ppbの濃度範囲のクロチアニジン標準溶液を用いて検量線を作成した( $Y=6.641X+1097.3$ ;  $R^2:0.75$ ;  $X$ :

クロチアニジン濃度 [ppb],  $Y$ : ピーク高さ [カウント数],  $n=9$ )。この検量線を用い、試料溶液中のクロチアニジンの有無やおよその濃度を求め、およそ10ppb以上のクロチアニジンが検出された場合を+とし、その痕跡が認められない場合をn. d.として整理した結果を、Table1. に示す。十勝管内から採取したみつばち試料を除いた全てのみつばち試料と排水や水田近傍の雑草にクロチアニジンが含まれていることが明らかになった。ヘリコプターによる農薬散布が行われていた水田近傍からは、比較的高濃度のクロチアニジン(~5ppm)が検出された。これは空中散布の際に高濃度の農薬原液を用いているためと考えられる。当日の気象条件や操縦技術などにより、水田周辺へのドリフトがあることが示された。また、農薬のエアゾルのプルームが周辺地区に拡散する可能性についても想定され、このような農薬散布法がみつばちの大量死と関係がある場合があると推定された。西山(W町)養蜂場の下に位置する水田からもクロチアニジンが検出され、近隣で検出されたことからみつばちへの影響があったのかもしれない。この因果関係については今後の実証的な検討が必要と考えられる。同地で採取されたみつばちには、1匹当たり1~5ngのクロチアニジンが検出された。この体表に付着していたクロチアニジンは、その量が多い場合には経口的なLD50値(Memorandum 044309, 2010)にほぼ匹敵した。このように本研究では、養蜂場における大量死したみつばち試料の場合は、その全てからクロチアニジンが検出された。このような結果から、農薬散布と対応して迅速な農薬の検出・測定を行うことで、環境中に放出された農薬のみつばちへの直接的影響について正確に評価できると考えられる。

本研究において小型ラマン分光装置によるSERSスペ

クトルの測定を行い、みつばち大量死への影響が懸念される農薬のクロチアニジン<sup>®</sup>を、高感度かつ簡単に検出することができた。今後、このようなラマン分光分析法が野外の現場で活用され、現場での簡便な化学物質分析法として普及することが期待される。

## 謝 辞

本研究に協力いただいた良知健氏(神奈川県産業技術センター)や協力いただいた神奈川県産業技術センターの研究員諸氏に深く感謝いたします。また、みつばち試料等のHPLC分析にご助言とご協力いただいた八田純人氏(農民連食品分析センター)に謝意を表します。

## 引用文献

- 岩佐孝男, 2008. モスピラン(アセタミプリド)のミツバチに対する低毒性機構, 農薬時代, 190, pp. 30-35
- 角田英男, 上元好仁, 堀川 洋 2009. 表面増強ラマン分光法による化学物質の検出, 帯広畜産大学学術研究報告, 30, pp. 71-77
- 角田英男, 玄大雄, 上元好仁, 深澤宜行, 堀川 洋 2010. 表面増強ラマン分光法によるクロチアニジンの分析, 帯広畜産大学学術研究報告, 31, pp. 40-48
- 木村 澄, プレスリリース 2010. ミツバチ不足に対する調査研究報告書, 平成22年4月13日, 畜産草地研究所
- 日本農業新聞 2008, 9月2日
- Jitraporn Vongsvivut, Evan G. Robertson, Don McNaughton 2010. Surface-enhanced Raman spectroscopic analysis of fonofos pesticide adsorbed on silver and gold nanoparticles, Journal of Raman Spectroscopy, 36, Published Online, 26 Jan 2010
- Gen Masao, Kakuta Hideo, Kamimoto Yoshihito, Lenggoro Wuled, 2011. A colloidal route to detection of organic molecules based

on surface-enhanced spectroscopy using nanostructured substrate derived from aerosols, Special Issue (Paper no. 11D-8-59) Jpn. J. Appl. Phys., in press

Memorandum 044309, 2010. Office of Chemical Safety and Pollution Prevention, United States Environmental Protection Agency.

William Quarles, 2008. Pesticides and honey bee colony collapse disorder, The IPM Practitioner, XXX (9/10), September/ October, ppl

## Abstract

We conducted experiments to detect clothianidin on body surface of honey bee using silver nanoparticle-substrate by surface enhanced Raman spectroscopy (SERS). Most of the honey bee samples, collected from bee hives near Kamikawa area in Hokkaido, were exposed to about 1 to 4 ng clothianidin / bee on body surface. These results suggest that clothianidin residue found on body surface possibly affect the health of honey bee colonies.

## [Keywords]

honey bee, clothianidin, surface enhanced Raman spectroscopy



# 江馬修『山の民』研究序説〔八〕

## ——改稿過程の検討（八）・冬芽書房版から理論社版へ（前）——

柴 口 順 一

（帯広畜産大学人間科学研究部門）  
二〇一一年四月二十八日受付  
二〇一一年七月 七日受理

An introductory study on Shu Ema "Yama no Tami" [8] :

A research on the process of rewriting (8) ・ From Toga Shobo version to Riron Sha version (A)

Junichi SHIBAGUCHI

### はじめに

江馬修『山の民』は大きく三度の改稿を行なっている。その第一は初稿（雑誌『ひだびと』掲載）から学会版（飛騨考古土俗学会発行）へ、その第二は学会版から冬芽書房版への改稿である。前稿までに以上の二つを検討した。本稿以下では、最後になる第三の改稿、すなわち冬芽書房版から理論社版への改稿を検討する。

学会版及び冬芽書房版はいずれも三部構成で各一冊ずつの三冊本であったが、理論社版になつてはじめて四部構成、各一冊ずつの四冊本になる。ただ、新たな第四部が加わったというわけではなく、以前までの第三部が二つに分けられたものである。それぞれのタイトルは、冬芽書房版第一部の「なだれする国」が「ひだの国」へと改められ、第二部の「梅村速水」はそれを踏襲、第三部の「蜂起」は二つに分けられ、新たな第三部が「ホヤを食う人びと」、第四部が「蜂起」となっている。改稿

のたびにタイトルが変えられることが目立つが、これまでのタイトルをまとめてみれば次のようになる。

|     | 初 稿   | 学会版   | 冬芽書房版  | 理論社版    |
|-----|-------|-------|--------|---------|
| 第一部 | 飛騨の維新 | 雪崩する国 | なだれする国 | ひだの国    |
| 第二部 | 梅村速水  | 奔流    | 梅村速水   | 梅村速水    |
| 第三部 |       | 途上    | 蜂起     | ホヤを食う人々 |
| 第四部 |       |       |        | 蜂起      |

初稿には第三部に相当するものがなく、学会版において新たに加えられたものであることは以前に述べた。また、初稿の題名は『山の民』ではなく、表記のタイトルにそれぞれ「雪崩する国」とサブタイトルが付されていたこともすでに述べた。

理論社版の出版は一九五八年。第一部が五月、第二部が六月、第三部が八月、第四部が九月の発行である。

# 一

これまでの比較においては、便宜上それぞれの本文を各单位に分けて検討した。章という単位では少々大雑把にすぎると考えたからである。幸いこの作品には章分けに加えて各章中における一行あけの区分が存在した。むろん、基本的には内容上のまとまりによる区分であったことはいまでもない。そこで、章分けに加えてこの区分を併用しそれぞれの本文をやや細かな単位に分けたのである。理論社版でもむろんこの一行あけによる区分は行なわれている。そこで、まずは新たに取り上げる理論社版をそれらの単位に分けることから始めたい。

ところで、これまでの検討においては、各单位にその内容の簡単な要約を付しておいた。作品全体の流れを把握しやすいようにというだけでなく、各单位同士の対応をより理解しやすいようにと考えたためである。だが、それぞれのテキストのいずれにも要約を付すのはあまりにも重複が多く煩雑である。いずれか一方を行なえば、もう一方はそれを基本として補足をすれば済む。というよりは、むしろその方が分かりやすいであろう。そこで選んだのは学会版である。初稿にはない第三部があるからということもむろんあるが、それを除く部分においてもおおかたは初稿をカバーしていたからである。だが、理由はそれだけではない。次の冬芽書房版との比較の際にも、基本的にはそれを使用できると考えたからである。もちろん、学会版と冬芽書房版のそれぞれの単位分けは異なり、かつくいちがっているものも少なくない。だが、新たに冬芽書房版の単位に合わせて要約し直すのは混乱をまねきかねないであろう。それよりは、要約は基本的に学会版のものをうい、それに補足を加える形にした方が混乱は少ないと考えたのである。要するにこれまでの検討においては、第一の改稿の際にも第二の改稿の際にも、学会版における単位の要約をもとにして行なってきたのである。しかし、最後の改稿を検討するにあたっては、理論社版の単位に合わせた新たな要約を行なっ

おきたい。学会版と冬芽書房版のずれの上にさらに理論社版への変更を検討すれば、まさに混乱は避けられないであろう。理論社版は一応決定稿であり、その意味でも新たな要約は無用ではないであろう。理論社版には、題名の頭に「定稿」と記されていた。ただ、厳密にそれは最終稿ではなかった。一五年後『江馬修作品集』（北溟社）の第一巻と第二巻に収録する際に若干の手を加えている。だが、それはこれまでの改稿に比べればごく小さな変更にすぎない。

理論社版の単位番号はこれまでのものと区別しやすいように【】付けにする。各单位には以前と同様、要約末尾に括弧付けでページを記す。

## 第一部 ひだの国

### 一

【1】（慶応四年一月二十三日）手代寺田潤之助、早駕籠で郡代役所へ帰参。

【2】寺田、郡代新見内膳へ情勢報告。（3～5）

【3】深夜、役人を呼びに行く。（5～9）

### 二

【4】大評定の末、郡代役所を鎮撫使先発隊へ明け渡すことに決定。（9～18）

【5】評定の決定を町会所・郡中会所の役人を呼び報告。（18～19）

### 三

【6】地役人ら、評定の話しをしながら奥田大蔵の屋敷へ向かう。（19～21）

【7】地役人ら、奥田邸での相談の結果、天朝への帰順を決定。（21～30）

【8】その後、奥田邸で酒宴。（30～32）

### 四

【9】事情を聞きつけた人々の混乱。（32～34）

【10】（二月二十四日）新見郡代、先に出発させる妻子の供を地役人に依頼するが拒絶される。（34～40）

【11】郡代の妻子ら、江戸へ向け出発。（41～42）

### 五

【12】（二月二十五日）鎮撫使先発隊の警護として郡上藩入国の知らせ。（42～45）  
 【13】安永年間の大原騒動について。（45～54）

## 六

【14】郡中会所について。（54～57）

## 七

【15】郡中会所二階での、村役人の対郡上藩対策についての寄り合い。（57～62）  
 【16】郡中会所階下での、百姓たちの郷藏廃止願いについての寄り合い。（63～76）

## 八

【17】百姓総代、村役人へ郷藏廃止願いを提案し、郡代への願書提出を決定。（76～79）

【18】郡上藩攻め入るのうわさで混乱する人々。（79～83）

## 九

【19】新見郡代、御倉米の処置を指示。（83～85）

【20】郡上藩入国の知らせが届く。（85～88）

【21】新見郡代、江戸へ向け出発。（88～94）

## 一〇

【22】牛方親子、道端の地蔵尊類が消えているのを発見。（94～99）

【23】牛方親子、百姓たちの不動尊撤去の現場に遭遇。（99～103）

【24】牛方親子、峠の茶屋で一服し、老婆・百姓と語り合う。（103～113）

## 一一

【25】（二月十日）竹沢寛三郎、京都を出発し飛騨入国の布石として笠松郡代役所を帰服させる。（113～121）

## 一二

【26】郡上藩入国し、人々反発を強める。（122～128）

【27】郡中会所総代、竹沢を迎え口上書を差し出す。（128～131）

【28】地役人・郡中会所の迎えを受け、竹沢飛騨に入る。（131～137）

## 一三

【29】郡中会所総代ら、手代近藤英一郎に出くわす。（137～141）

【30】近藤、竹沢及び郡上藩家老鈴木兵左衛門に願い出、郡上藩の一部退去に成功。（141～149）

【31】（二月三日）竹沢、多くの人々に迎えられ高山に入る。（149～151）

【32】竹沢に次ぎ、郡上藩の一部高山に入る。（151～152）

## 一四

【33】竹沢の到着に人々ひとまず安堵。（152～154）

【34】（二月四日）地役人、竹沢にこれまで通りの召し抱えを願い出、了承される。（154～156）

【35】郡中会所の人々、竹沢を礼賛。（156～159）

【36】郡上藩のうわさをしているなか、家老鈴木から呼び出しを受ける。（159～162）

## 一五

【37】郡中会所総代、郡上藩鈴木のもとへ向かう。（162～168）

【38】町会所の総代とともに鈴木のもとへ。（168～172）

## 一六

【39】郡上藩家老、米三百俵を提供する旨を伝えるが、辞退される。（172～180）

## 一七

【40】総代ら、一旦郡中会所に戻り人々と相談。（181～185）

【41】相談の結果やはり辞退に決定し、再び鈴木のもとへ行きその旨を告げる。（185～188）

【42】人々、辞退を評価し郡上藩への反発を強める。（188～191）

## 一八

【43】竹沢、町年寄矢島善左衛門に郡上藩のことを語る。（191～196）

【44】矢島、帰り道に川上屋善右衛門に出会い、また合羽屋のおらくとすれちがう。（196～202）

## 一九

【45】竹沢、中呂村久蔵に郡上藩のことを語る。（202～204）

【46】 町会所と郡中会所が相談の上、郡上藩の件で嘆願書を作成。 (204～211)

【47】 町会所・郡中会所総代、竹沢に嘆願書を提出。 (211～212)

【48】 町会所・郡中会所・地役人、天朝直支配を総督府へ嘆願することを決定。 (213)

二〇

【49】 (二月七日) 竹沢、天朝御領を宣言。 (213～215)

【50】 竹沢、年貢半減その他運上等の軽減を約束。 (215～219)

二一

【51】 藁づかい小屋に集まった村の若者たち。 (219～221)

【52】 広瀬村五郎作、藁づかい小屋に寄り夜ばい話に興じる若者に年貢半減を伝える。 (221～227)

【53】 勘助を中心に世を語り合う若者たち。 (227～235)

二二

【54】 五郎作が通夜の席で年貢半減を聞いたこと。 (235～239)

【55】 五郎作、家に帰り女房のおしずに年貢半減のことを伝える。 (239～245)

二三

【56】 五郎作、夜ばいに来た若者を発見。 (245～249)

【57】 若者と年貢半減を話題に酒を飲むところに息子が帰宅。 (249～258)

二四

【58】 (二月八日) 郡上藩鈴木、竹沢に不満を述べ対立。 (258～267)

【59】 鈴木、総督府へ出向くことを決意。 (267)

二五

【60】 (二月九日) 郡上藩排除を期して竹沢総督府本陣へ向かう。 (268～273)

【61】 竹沢のあとを追ひ、続々と大垣へ向かう人々。 (273～275)

【62】 火事の半鐘に戦と早合点する郡上兵。 (275～277)

二六

【63】 畳屋の佐吉、郡上藩の侍に因縁をつけ対立。 (278～284)

二七

【64】 お光姉妹のいるうどん屋へ通う郡上兵。 (284～286)

【65】 お光姉妹の家に郡上兵がいるとの情報を聞き、踏み込む火方たち。 (286～294)

二八

【66】 甲村源兵衛を中心とした百姓たち、大挙して大垣へ向かう。 (294～301)

【67】 大垣へ向かう百姓たちの道中。 (301～303)

【68】 百姓たち、国境を越えて大垣に迫る。 (303～309)

二九

【69】 (三月十三日) 郡中会所総代、竹沢と相談の上嘆願のために総督府へ。 (309～312)

【70】 総代、参謀宇田栗園に嘆願。 (312～316)

【71】 総代、竹沢に報告。 (316～318)

三〇

【72】 郡中会所での百姓たちのおしゃべりと謎かけ。 (318～327)

三一

【73】 郡中会所総代、再度の嘆願に総督府に行くが、そこで郡上藩お預けを言い渡される。 (327～332)

【74】 総代、竹沢に報告。 (332～335)

【75】 竹沢、急遽飛驒取締役を仰せつかった旨、総代に報告。 (335～340)

三二

【76】 (二月十八日) 郡上藩退去し、数日後竹沢、脇田頼三を伴ない帰陣。 (340～343)

【77】 竹沢の行なった政策と、山に臨んでの竹沢の感慨。 (343～349)

第二部 梅村速水

一

【1】 京都の旅宿で郡中会所総代ら、郡上藩退去・天朝直支配を喜び祝宴。 (3～13)

- 二  
【2】 慶応二年、桜井誠一を名のり飛驒を訪れたときの梅村速水。 (13 ～ 22)
- 三  
【3】 (三月一日)梅村、飛驒高山に入る。 (22 ～ 24)
- 【4】 翌日梅村、竹沢と会見。 (24 ～ 30)
- 【5】 梅村の自信。 (30 ～ 31)
- 四  
【6】 梅村、脇田より事情を聴取。 (31 ～ 37)
- 五  
【7】 山王祭をひかえ準備に忙しい人々。 (37 ～ 41)
- 【8】 役目交替の儀式で梅村、年貢半減の件で竹沢に釘をさす。 (41 ～ 44)
- 【9】 竹沢飛驒を去り、落胆する人々。 (44 ～ 48)
- 六  
【10】 (三月十四日)梅村就任を宣言し、地役人二十ヶ条の伺書を提出し、返答と同時に叱責を受ける。 (48 ～ 56)
- 七  
【11】 郡中会所総代、梅村に願書を提出するが怒りを買って蟄居を命じられる。 (56 ～ 62)
- 【12】 竹沢捕縛の知らせに動揺する人々。 (62 ～ 67)
- 八  
【13】 維新が抱える様々な困難と梅村の政策。 (67 ～ 70)
- 【14】 梅村の性格と考へ。 (70 ～ 74)
- 【15】 梅村、役人たちと妻帯のことを話し合う。 (74 ～ 77)
- 九  
【16】 梅村、笠松の役所に出張する途中、番所の役人の屋敷でおつるに出会う。 (77 ～ 83)
- 【17】 おつるを気に入った様子の梅村。 (83 ～ 85)
- 一〇  
【18】 梅村、おつるを陣屋に連れて帰る。 (85 ～ 91)
- 一一  
【19】 梅村、おつるに対する役人の無礼をたしなめ、結婚を決意。 (92 ～ 97)
- 一二  
【20】 仏教のさかんな飛驒と神仏分離の新方針について。 (97 ～ 100)
- 【21】 東本願寺の連枝霊樹院勝縁、飛驒来訪の知らせ。 (100 ～ 102)
- 【22】 連枝、飛驒を巡行。 (102 ～ 106)
- 一三  
【23】 捨て児発見に苦悩する梅村とおつる。 (106 ～ 112)
- 【24】 梅村、捨て児のために墓を建てる。 (112)
- 一四  
【25】 助右衛門の田圃の田植え。 (112 ～ 119)
- 一五  
【26】 狩りに出た梅村、雨宿りに入った一軒の百姓家に一人泣く赤ん坊を発見。 (119 ～ 124)
- 【27】 梅村、赤ん坊の母親を戒め諭す。 (124 ～ 128)
- 一六  
【28】 田植えの最中弥助の嬢、梅村に呼び出され、田植衆、梅村の悪口をいう。 (128 ～ 138)
- 一七  
【29】 梅村、高山県知事に任命され、(七月一日)布告を発表、その第一。 (138 ～ 141)
- 【30】 布告の第二・第三において、人倫の大道と民衆の教化を説く。 (141 ～ 144)
- 【31】 布告の第四において、勸農を説く。 (144 ～ 146)
- 【32】 最後の布告第五において、富国を説く。 (146 ～ 147)
- 【33】 梅村が行なったその他の政策。 (147 ～ 149)
- 一八  
【34】 梅村とおつる、捨て児の墓に行く途中花売りの少女から花を買う。 (149 ～ 154)

【35】 おつるの希望で、途中照蓮寺を参拝。 (154) (157)

【36】 梅村とおつる、捨て児の墓に詣でる。 (157) (161)

【37】 梅村とおつるのことをうわさする人々。 (161)

一九

【38】 百姓七兵衛と孫娘いめが畑作業。 (161) (166)

【39】 七兵衛と勸農方五郎左衛門のいい争いに、勸農方徳兵衛が来て仲裁。 (166) (173)

【40】 徳兵衛らが去った後の七兵衛といめ。 (173) (174)

二〇

【41】 江馬弥平、徳兵衛の家を訪れ、みずからの印籠と刀を自慢する。 (174) (181)

二一

【42】 弥平、徳兵衛の家の風呂につかり往時を想う。 (181) (182)

【43】 弥平のおいたち。 (182) (186)

【44】 風呂につかりながら決意する弥平。 (186) (188)

二二

【45】 これからの飛驒についておおいに語る弥平と徳兵衛。 (189) (202)

二三

【46】 飛驒に特別な年貢金納制と買請米制度について。 (202) (206)

【47】 梅村、年貢金納制と買請米制度の廃止を検討。 (206) (209)

【48】 人々の反発を考慮し、梅村救恤米を配分する。 (209) (211)

二四

【49】 梅村の行なった様々な救恤政策。 (211) (214)

【50】 梅村の行なった様々な経済政策。 (214) (215)

二五

【51】 東山大雄寺における天保大飢饉死者のための大法要。 (215) (219)

【52】 古川町本光寺における天保大飢饉死者のための大法要。 (219) (222)

【53】 法要から帰る途中の百姓たち。 (222) (225)

二六

【54】 (九月八日)明治改元と(十月)東京行幸。 (225)

【55】 秋祭り準備のなか、梅村への不満を語る百姓たち。 (225) (228)

【56】 祭りの準備中、役人がお社の調査に来る。 (228) (233)

【57】 役人、御神体を調べ没収、祭りは中止になる。 (233) (238)

二七

【58】 他の村々でも御神体調べが行なわれ、多くの村々で祭りが中止となる。 (238) (241)

【59】 郷兵の組織について。 (241) (243)

【60】 梅村、不平分子を捕縛し、太政官に新たな進言。 (243) (247)

二八

【61】 梅村、洪水対策のために堤防工事に着手。 (247) (251)

【62】 梅村、堤防工事の現場を訪れ工事の遅れに対処。 (251) (254)

二九

【63】 堤防が完成し、人々祝宴に招待される。 (254) (256)

【64】 堤防完成の祝宴。 (256) (259)

【65】 祝宴に梅村・おつるが参加。 (259) (266)

【66】 梅村・おつる退席後も祝宴は続く。 (266) (271)

三〇

【67】 梅村、密通を厳しく禁止するとともに、遊女屋を設置。 (271) (275)

【68】 六人の女を密通の疑いで取り調べる。 (275) (280)

【69】 密通に関する梅村の説諭。 (280) (284)

三一

【70】 村山儀助、岩井屋を訪ねるが目的のおらくは不在。 (284) (290)

【71】 村山、吉住弘之進とおらくを発見し、下女を問いただす。 (290) (295)

【72】 村山、吉住のことでおらくをおどす。 (295) (298)

三二

【73】 おらくと下女おかねを尋問。 (298) (301)

【74】 おらく・おえいと、吉住弘之進・礼助に対する処罰の言い渡し。 (301) (305)



- 【75】 おらくのことに気をもむおつる。 (305 ～ 306)
- 【76】 その夜の梅村とおつる。 (306 ～ 311)
- 三三
- 【77】 おらくに同情する人々。 (311 ～ 314)
- 【78】 (十二月二日)おらく、制札場で晒しの刑に処せられる。 (314 ～ 317)
- 【79】 風儀取り締りの強化に戦々恐々とする人々。 (317 ～ 319)
- 【80】 梅村のおらくへの意趣返しのおわさと、おらくのその後。 (319 ～ 324)
- 三四
- 【81】 藤兵衛・五郎作ら百姓、居酒屋でおらく・梅村について語り合う。 (324 ～ 335)
- 第三部 ホヤを食う人々
- 一
- 【1】 門番の辰造、役所の前をぼんやり通り過ぎる女をつかまえいさめる。 (3 ～ 7)
- 二
- 【2】 料理屋の女将・百姓たちの門の出入り。 (8 ～ 11)
- 【3】 山方の百姓総代、役所への嘆願の帰り道、馬上の梅村を見る。 (11 ～ 13)
- 三
- 【4】 宿屋で山方の百姓宇平と利助が嘆願のことで相談。 (14 ～ 20)
- 四
- 【5】 飛驒山方の安石代・山方米についての歴史的経緯。 (20 ～ 26)
- 五
- 【6】 維新後、竹沢・梅村による安石代、山方米の取り扱い。 (27 ～ 31)
- 六
- 【7】 川上屋善右衛門、宿屋の宇平・利助を訪ね梅村を批判。 (32 ～ 39)
- 七
- 【8】 善右衛門、上洛直訴の計画を打ちあける。 (39 ～ 46)
- 八
- 【9】 善右衛門、上洛のため周到な準備。 (47 ～ 48)
- 【10】 真夜中、町会所の寄り合いの最中に大砲の音がとどろく。 (48 ～ 53)
- 九
- 【11】 山方の百姓を逮捕し、はりつけにする。 (54 ～ 55)
- 【12】 おどしの空砲を撃ち、兵士たちが行進をはじめる。 (55 ～ 57)
- 【13】 はりつけになった百姓たちの苦しみ。 (57 ～ 59)
- 一〇
- 【14】 宇平の怪力。 (60 ～ 63)
- 【15】 百姓たち、白州に連れられ大砲刑をいい渡される。 (63 ～ 65)
- 一一
- 【16】 刑執行に対して吉田文助・村上俊介、梅村に意見。 (66 ～ 69)
- 【17】 刑執行に対して奥田金馬太郎、梅村に意見。 (69 ～ 72)
- 【18】 空砲を撃ち、処刑と見せかけ百姓たちを逃がす。 (72 ～ 75)
- 一二
- 【19】 吉田忠太郎、調練隊を率い山方へ向かう途中、甲村孫助の家で一服。 (76 ～ 82)
- 一三
- 【20】 調練隊、山方のある部落に到着。 (82 ～ 84)
- 【21】 部落には男が一人もおらず、女だけであった。 (84 ～ 86)
- 【22】 他の部落も女ばかりだったが、ある百姓家で首をくくった男を発見。 (86 ～ 90)
- 一四
- 【23】 雪と寒さに難航する調練隊。 (91 ～ 93)
- 【24】 ある部落で啞者の男を発見。 (93 ～ 95)
- 【25】 調練隊、黍生谷村の農家に一泊することにするが、ろくな食べ物もなかった。 (95 ～ 100)
- 一五

- 【26】 農家の嫁つねが米を調達しに行くことになる。 (100 ～ 109)
- 【27】 つね、はつを伴い米を調達しに出かける。 (109 ～ 112)
- 一六
- 【28】 はつ、カンジキを取りに一旦家に戻る。 (112 ～ 116)
- 【29】 途中、はつが男たちのいる山小屋にことの次第を知らせに向かう。 (116 ～ 124)
- 一七
- 【30】 一方、調練隊は部落中の食べ物を探索し、酒を見つける。 (124 ～ 128)
- 【31】 食料供出の要求に嘆く百姓たち。 (128 ～ 132)
- 【32】 百姓たち、調練隊のもとに食料を持って来るが、ろくな食べ物なかった。 (132 ～ 136)
- 【33】 帰り道、嘆き悲しむ百姓たち。 (136 ～ 137)
- 一八
- 【34】 隊長吉田、部下荒木に女を物色させにやる。 (137 ～ 140)
- 【35】 荒木、娘のいる農家に侵入。 (140 ～ 143)
- 【36】 翌朝、つねが米を持って戻って来る。 (143 ～ 148)
- 一九
- 【37】 猪ノ鼻村宇平の家に人々が集まる。 (148 ～ 149)
- 【38】 そこへ、調練隊来るとの知らせ。 (150 ～ 155)
- 【39】 男たちと娘らが身を隠すことを決める。 (155 ～ 157)
- 【40】 男たちと娘ら、山小屋へ向かう。 (157 ～ 160)
- 二〇
- 【41】 村に残された女たち。 (160 ～ 161)
- 【42】 調練隊、宇平の家にやって来て、かつを縛りあげる。 (162 ～ 168)
- 【43】 調練隊が去ったあとのかつ、天朝を罵る。 (168 ～ 169)
- 二一
- 【44】 大古井村孫太郎、国境を超え逃げることを決意。 (169 ～ 172)
- 【45】 孫太郎、途中崖から転落し死亡。 (172 ～ 176)
- 【46】 調練隊、大古井村にやって来て孫太郎の死体の首を切る。 (176 ～ 180)
- 二二
- 【47】 (明治二年一月一日)新年を迎え、各調練隊が百姓を引き連れ帰陣。 (180 ～ 183)
- 【48】 百姓ら、答打ちの刑にあう。 (183 ～ 185)
- 二三
- 【49】 教諭方、梅村の政策の啓蒙につとめる。 (185 ～ 188)
- 【50】 教諭方船坂屋半右エ門に反発する研ぎ師の兵助。 (188 ～ 190)
- 【51】 (二月二十二日)梅村、衆議館を創設するが間もなく廃止し、京都へ行くことを決意。 (190 ～ 191)
- 二四
- 【52】 京都へ行く前夜、梅村、おつると話すうちに癪癪をおこす。 (192 ～ 204)
- 【53】 (二月二十六日)梅村京都へ向け出発、それは一年前新見郡代が去った日であつた。 (204 ～ 205)
- 第四部 蜂起
- 一
- 【1】 (二月八日)川上屋善右衛門、嘆願のため京都へ向かう。 (3 ～ 5)
- 【2】 善右衛門、脇田頼三に会い、相談の上願書を提出。 (5 ～ 11)
- 二
- 【3】 善右衛門、留守中の宿に梅村の追手が来たことを知り、役所に保護を求める。 (11 ～ 17)
- 【4】 善右衛門、刑法官の取り調べを受け、願書を提出。 (17 ～ 21)
- 【5】 善右衛門、再び追手につかまりそうになる。 (21 ～ 23)
- 三
- 【6】 善右衛門、刑法官に再度願書を提出。 (23 ～ 30)
- 四
- 【7】 関所廃止の行政官布告にとまどう役所。 (30 ～ 31)

【8】 苗字帯刀許可の変更により、いっそう強まる梅村への反発。 (31) (33)

【9】 商法局の主要産業独占に高まる不満。 (33) (35)

【10】 探索方、高山に乗り込み、一方赤田屋瑛二郎ら謹慎処分に。 (35) (36)

【11】 刑法官監察司、高山を訪れ調査。 (36)

【12】 高山町内にあらわれた落書。 (37)

## 五

【13】 各所でのぼや騒ぎ。 (37) (39)

【14】 火方と調練隊の反目。 (39) (42)

【15】 火方ら、寄り合いを持ち団結を深める。 (42) (45)

【16】 自衛のため見張りに立つ百姓たち。 (45) (48)

【17】 松本村藤兵衛、古川町の消防組のたいまつを狐火と見まちがう。 (48) (50)

## 六

【18】 旧地役人、つのる不満から口上書を提出。 (51) (55)

【19】 旧地役人の再度の要求に危機をおぼえ、吉田文助京都へ行くことを決意。 (55) (58)

【20】 吉田文助、京都の梅村のもとへ向かう。 (58) (59)

## 七

【21】 真夜中、半鐘がけたたましく鳴り火事騒ぎ。 (59) (61)

【22】 江馬弥平の家の作小屋、火事にあう。 (61) (63)

【23】 江馬の家をはじめ多くの家が打ちこわしにあう。 (63) (66)

【24】 人々の不安のなか、打ちこわしは続く。 (66) (68)

## 八

【25】 打ちこわしはさらに拡大し、牢屋や学校までが襲われる。 (69) (71)

【26】 門番の辰造、引きまわしの果てに殺害される。 (71) (75)

【27】 鳥羽良映がつかまるが、僧侶のため入牢はまぬがれる。 (75) (76)

【28】 おつるを逃がそうとした吉田忠太郎がつかまり牢屋へ。 (76) (78)

【29】 忠太郎とはぐれたおつるは逃げ、自殺を試みるが失敗。 (78) (82)

【30】 暴動が拡大するなか、難を逃れようとする人々。 (82) (86)

## 九

【31】 暴動のさらなる拡大を危惧する旧地役人、様々な対策を講じ一時沈静化。 (86) (95)

## 一〇

【32】 続々と京都へ向かう反梅村派。 (96) (98)

【33】 禁足の梅村、役所の富田に手紙で対処を指示。 (98) (99)

【34】 刑法官判事から取り調べを受けた梅村、(三月五日)禁をおかして高山へ向かう。 (99) (103)

【35】 途中、役所の吉住・庄村に手紙を出し対処を指示。 (103) (105)

## 一一

【36】 梅村入国を警戒する人々。 (106) (109)

【37】 富田稲太、遺書を残して切腹を企てるが命は取りとめる。 (109) (110)

【38】 梅村がやってくるのと聞き動揺する人々。 (110) (113)

## 一二

【39】 梅村入国に備え、再び決起する人々。 (114) (117)

【40】 人々、代官橋を中心とする宮川べりに集結。 (117) (120)

【41】 火方ら、鉄砲と弾薬を入手できず。 (120) (127)

【42】 遅れてかけつけてきた百姓たち。 (128) (130)

## 一三

【43】 一の宮の境内にかけつけた五郎作と源兵衛。 (130) (134)

【44】 鉄砲・兵糧が届かぬまま先頭部隊が進発。 (134) (138)

【45】 迎えうつ人々の様々な動き。 (138) (141)

【46】 吉住礼助、暴動鎮圧を画策。 (141) (142)

## 一四

【47】 先頭部隊、宮峠を越えるが武器と兵糧不足に悩まされる。 (142) (144)

【48】 梅村、火方らに襲われ、逃がれる途中肩を撃たれ負傷。 (144) (149)

【49】 梅村ら、かろうじて逃がれ苗木藩に保護を求める。 (149) (151)

【50】 苗木藩に梅村引き渡しを要求するが拒絶される。 (151) (156)

一五

【51】 火方らの行動が激化するなか、名張村五郎左衛門が虐殺される。(157～163)  
【52】 (三月十三日) 監察司知事宮原大輔、高山に入り、(十四日) 梅村罷免される。(163～165)

一六

【53】 宮原、一連の政策を発表。

【54】 旧地役人、辞職を申し出るが受理されず。

【55】 郡中会所、宮原に十二ヶ条の願書を提出。

一七

【56】 川上屋善右衛門、京都での活動の後、瀧原礼造とともに帰国。

一八

【57】 宮原大輔、高山県知事に就任し、地役人たちと酒宴。

一九

【58】 梅村、牢で煩悶の末(明治三年十月二十六日)死ぬ。

【59】 鳥羽良映のその後。

【60】 梅村派の人々、特に江馬弥平のその後。

二〇

【61】 (六月十九日) 宮原、役人らと呼び人民沈静の心得について講話。(207～212)

【62】 善右衛門その他京都で活動していた人々のその後と、広瀬村五郎作の逮捕。

【63】 広瀬村五郎作、とうまる駕籠に乗せられ高山を去る。(224～229)

## 二

次に冬芽書房版と理論社版とを対照させることにする。以前と同様、表の形で示す。対照は理論社版を基準として、冬芽書房版をそれに合わせる形で行なう。数字の下に「上」「下」または「中」と記したのは、二つないし三つに分断されたものである。

| 第一部 ひだの国 |     | (理論社版) |   | 第一部 なだれする国 |     | (冬芽書房版) |   |
|----------|-----|--------|---|------------|-----|---------|---|
| 一        | 【1】 | 〔1〕    | 一 | 一          | 〔1〕 | 一       | 一 |
| 二        | 【2】 | 〔2〕    | 二 | 二          | 〔2〕 | 二       | 二 |
| 三        | 【3】 | 〔3〕    | 三 | 三          | 〔3〕 | 三       | 三 |
| 四        | 【4】 | 〔4〕    | 四 | 四          | 〔4〕 | 四       | 四 |
| 五        | 【5】 | 〔5〕    | 五 | 五          | 〔5〕 | 五       | 五 |
| 六        | 【6】 | 〔6〕    | 六 | 六          | 〔6〕 | 六       | 六 |
| 七        | 【7】 | 〔7〕    | 七 | 七          | 〔7〕 | 七       | 七 |
| 八        | 【8】 | 〔8〕    | 八 | 八          | 〔8〕 | 八       | 八 |

|      |      |       |      |      |       |       |       |       |    |       |       |      |      |      |      |      |      |      |  |
|------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|----|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|      | 三    |       |      |      | 二     |       |       |       |    |       | 一     |      | 〇    |      |      | 九    |      |      |  |
| 【33】 | 【32】 | 【31】  | 【30】 | 【29】 | 【28】  |       |       | 【27】  |    |       | 【26】  | 【25】 | 【24】 | 【23】 | 【22】 | 【21】 | 【20】 | 【19】 |  |
| 〈30〉 | 〈29〉 | 〈28下〉 |      |      | 〈27下〉 | 〈26下〉 | 〈27上〉 | 〈26中〉 |    | 〈28上〉 | 〈26上〉 | 〈24〉 | 〈25〉 | 〈23〉 | 〈22〉 | 〈21〉 | 〈20〉 | 〈19〉 |  |
|      | 十三   |       |      |      | 十二    |       |       |       | 十三 | 十二    | 十一    | 十二   | 十一   | 十    |      |      | 九    |      |  |

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |   |      |    |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|------|----|------|------|------|
| 二二   |      | 二〇   |      | 一九   |      |      |      | 一八   |      | 一七   |      |      | 一六   | 一五   |   |      | 一四 |      |      |      |
| 【52】 | 【51】 | 【50】 | 【49】 | 【48】 | 【47】 | 【46】 | 【45】 | 【44】 | 【43】 | 【42】 | 【41】 | 【40】 | 【39】 | 【38】 |   | 【37】 |    | 【36】 | 【35】 | 【34】 |
| Ⓔ    | Ⓕ    | Ⓖ    | Ⓗ    | Ⓙ    | ⓫    |      |      | ⓪    | ⓩ    | ⓬    | ⓭    |      | ⓯    | ⓰    | ⓳ | ⓴    | ⓶  | ⓷    |      | ⓸    |
| 十九   |      | 十八   |      | 十七   |      |      |      | 十六   |      | 十五   |      |      |      | 十四   |   |      |    |      |      |      |

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|      | 三〇   | 二九   |      |      | 二八   |      |      | 二七   |      | 二六   | 二五   |      |      | 二四   |      | 二三   |      | 二二   |      |      |
| 【73】 | 【72】 | 【71】 | 【70】 | 【69】 | 【68】 | 【67】 | 【66】 | 【65】 | 【64】 | 【63】 | 【62】 | 【61】 | 【60】 | 【59】 | 【58】 | 【57】 | 【56】 | 【55】 | 【54】 | 【53】 |
| 〔62〕 | 〔61〕 | 〔60〕 |      |      | 〔59〕 |      |      | 〔58〕 | 〔57〕 | 〔56〕 | 〔55〕 | 〔54〕 | 〔53〕 | 〔52〕 | 〔51〕 | 〔50〕 | 〔49〕 | 〔48〕 | 〔47〕 | 〔46〕 |
|      | 二十七  | 二十六  |      |      |      |      |      | 二十五  |      | 二十四  | 二十三  |      |      | 二十二  |      | 二十一  |      | 二十   |      |      |

|      |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |                           |                            |      |      |      |      |  |
|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------------|----------------------------|------|------|------|------|--|
|      | 七    |      |      | 六    | 五    |     |     | 四   | 三   |     |     | 二   | 一   | 第二部<br>梅村速水<br><br>(理論社版) | 三二                         |      |      | 三二   |      |  |
| 【13】 | 【12】 | 【11】 |      | 【10】 | 【9】  | 【8】 | 【7】 | 【6】 | 【5】 | 【4】 | 【3】 | 【2】 | 【1】 |                           |                            | 【77】 | 【76】 | 【75】 | 【74】 |  |
| 〔15〕 | 〔14〕 | 〔13〕 | 〔12〕 | 〔11〕 | 〔10〕 | 〔9〕 | 〔8〕 | 〔7〕 | 〔6〕 | 〔5〕 | 〔4〕 | 〔3〕 | 〔2〕 | 〔1〕                       | 第二部<br>梅村速水<br><br>(冬芽書房版) | 〔66〕 | 〔65〕 | 〔64〕 | 〔63〕 |  |
|      | 六    |      |      | 五    | 四    |     |     |     | 三   |     |     | 二   | 一   |                           | 二十九                        |      |      | 二十八  |      |  |



|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 一七   |      |      |      |      | 一六   | 一五   |      | 一四   | 一三   |      | 一二   |      |      | 一一   | 一〇   | 九    |      | 八    |      |      |
| 【33】 | 【32】 | 【31】 | 【30】 | 【29】 | 【28】 | 【27】 | 【26】 | 【25】 | 【24】 | 【23】 | 【22】 | 【21】 | 【20】 | 【19】 | 【18】 | 【17】 | 【16】 |      | 【15】 | 【14】 |
| 〈35〉 | 〈34〉 | 〈33〉 | 〈32〉 | 〈31〉 | 〈30〉 | 〈29〉 | 〈28〉 | 〈27〉 | 〈26〉 | 〈25〉 | 〈24〉 | 〈23〉 | 〈22〉 | 〈21〉 |      | 〈20〉 | 〈19〉 | 〈18〉 | 〈17〉 | 〈16〉 |
| 十五   |      |      |      |      | 十四   | 十三   |      | 十二   | 十一   |      | 十    |      |      | 九    |      | 八    |      | 七    |      |      |

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 二五   |      |      | 二四   |      | 二三   |      |      | 二二   | 二一   |      |      | 二〇   | 一九   |      |      | 一八   |      |      |      |      |
| 【53】 | 【52】 | 【51】 | 【50】 | 【49】 | 【48】 | 【47】 | 【46】 | 【45】 | 【44】 | 【43】 | 【42】 | 【41】 | 【40】 | 【39】 | 【38】 |      | 【37】 | 【36】 | 【35】 | 【34】 |
| 〈50〉 | 〈49〉 |      | 〈48〉 | 〈47〉 | 〈46〉 |      |      | 〈45〉 | 〈44〉 | 〈43〉 | 〈42〉 | 〈41〉 | 〈40〉 | 〈39〉 |      | 〈38〉 | 〈37〉 |      | 〈36〉 |      |
| 二十三  |      |      | 二十二  |      | 二十一  |      |      | 二十   | 十九   |      |      | 十八   | 十七   |      |      | 十六   |      |      |      |      |

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|      | 三二   |      |      |      | 三〇   |      |      | 二九   |      |      |      | 二八   |      | 二十七  |      |      | 二六   |      |      |      |
| 【73】 | 【72】 | 【71】 | 【70】 | 【69】 | 【68】 | 【67】 | 【66】 | 【65】 | 【64】 | 【63】 | 【62】 | 【61】 | 【60】 | 【59】 | 【58】 | 【57】 | 【56】 |      | 【55】 | 【54】 |
| 〔68〕 | 〔67〕 | 〔66〕 | 〔65〕 | 〔64〕 |      | 〔63〕 | 〔62〕 | 〔61〕 | 〔60〕 |      | 〔59〕 | 〔58〕 | 〔57〕 | 〔56〕 | 〔55〕 | 〔54〕 | 〔53〕 | 〔52〕 |      | 〔51〕 |
|      | 二十九  |      |      | 二十八  |      |      | 二十七  |      |      |      | 二十六  |      | 二十五  |      |      | 二十四  |      |      |      |      |

|      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                          |                      |      |       |       |       |      |      |      |      |      |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------------|----------------------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| 八    |     | 七   | 六   | 五   | 四   | 三   | 二   |     | 一   | 第三部<br>ホヤを食う人々<br>(理論社版) | 三四                   | 三三   |       |       |       | 三二   |      |      |      |      |
| 【10】 | 【9】 | 【8】 | 【7】 | 【6】 | 【5】 |     | 【4】 | 【3】 | 【2】 |                          | 【1】                  | 【81】 | 【80】  | 【79】  | 【78】  |      | 【77】 | 【76】 | 【75】 | 【74】 |
| 〔9〕  | 〔8〕 | 〔7〕 |     | 〔6〕 |     | 〔5〕 | 〔4〕 | 〔3〕 | 〔2〕 |                          | 〔1〕                  | 〔73〕 | 〔72中〕 | 〔72下〕 | 〔72上〕 | 〔71〕 |      | 〔70〕 |      | 〔69〕 |
| 六    |     | 五   |     | 四   |     | 三   | 二   |     | 一   |                          | 第三部<br>蜂起<br>(冬芽書房版) | 三十二  | 三十一   |       |       |      | 三十   |      |      |      |

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 一七   |      | 一六   |      | 一五   |      | 一四   |      |      | 一三   |      |      | 一二   | 一一   |      |      | 一〇   |      | 九    |      |      |
| 【31】 | 【30】 | 【29】 | 【28】 | 【27】 | 【26】 | 【25】 | 【24】 | 【23】 | 【22】 | 【21】 | 【20】 | 【19】 | 【18】 | 【17】 | 【16】 | 【15】 | 【14】 | 【13】 | 【12】 | 【11】 |
| 25上  |      | 24   |      | 23   |      | 22   |      | 21   | 20   | 19   | 18   | 17   | 16   | 15   | 14   | 13   | 12   | 11   | 10   |      |
| 十三   |      | 十二   |      |      | 十一   |      | 十    |      |      | 九    | 八    |      |      | 七    |      |      |      |      |      |      |

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|      |      | 三三   |      | 三二   |      |      | 二〇   |      |      | 一九 |      |      |      |      | 一八   |      |      |      |  |
| 【49】 | 【48】 | 【47】 | 【46】 | 【45】 | 【44】 | 【43】 | 【42】 | 【41】 | 【40】 |    | 【39】 | 【38】 | 【37】 | 【36】 | 【35】 | 【34】 | 【33】 | 【32】 |  |
| 34中  | 34下  | 34上  | 33   |      | 32   | 31   | 30   |      |      | 29 | 28   |      |      | 27   |      | 26   | 25下  | 25中  |  |
| 十八   |      |      | 十七   |      |      | 十六   |      |      |      |    | 十五   |      |      | 十四   |      |      |      |      |  |

|      |      |      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                         |      |      |      |      |    |    |
|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------|------|------|------|------|----|----|
|      | 四    |      |      |     |     |     | 三   | 二   |     |     | 一   |     | 第四部<br>蜂起<br><br>(理論社版) | 二四   |      | 二三   |      |    |    |
| 【13】 | 【12】 | 【11】 | 【10】 | 【9】 | 【8】 | 【7】 | 【6】 | 【5】 | 【4】 | 【3】 | 【2】 | 【1】 |                         | 【53】 | 【52】 | 【51】 | 【50】 |    |    |
|      | ⑤2   |      | ⑤1   | ⑤0  | ④9  | ④8  | ④7  | ④6  | ④5  | ④4  | ④3  | ④2  |                         | ④1   | ④0   | ③9   | ③8   | ③7 | ③6 |
|      | 二十四  |      |      |     |     |     | 二十三 | 二十二 |     |     | 二十一 |     |                         | 二十   |      | 十九   |      |    |    |

|      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 一〇   | 九    |      | 八  |      |      |      |      |      | 七    |      |      |      | 六    |      |      | 五    |      |      |      |      |
| 【33】 | 【32】 | 【31】 |    | 【30】 | 【29】 | 【28】 | 【27】 | 【26】 | 【25】 | 【24】 | 【23】 | 【22】 | 【21】 | 【20】 | 【19】 | 【18】 | 【17】 | 【16】 | 【15】 | 【14】 |
| ⑥5   | ⑥4   | ⑥3   | ⑥2 | ⑥1   | ⑥0   |      |      | ⑤9   | ⑤8   |      | ⑤7   |      | ⑤6   |      |      | ⑤5   | ⑤4   | ⑤3   |      |      |
| 二十九  | 二十八  |      |    |      |      |      |      |      | 二十七  |      |      |      | 二十六  |      |      | 二十五  |      |      |      |      |

|      |      |      |      |      |      |  |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|--|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 一五   |      | 一四   |      |      |      |  | 一三    |       |      |      | 一二   |      |      |      | 一一   |      |      |      |      |
|      |      |      |      |      |      |  |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|      |      |      |      |      |      |  |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 【51】 |      | 【50】 | 【49】 | 【48】 | 【47】 |  | 【46】  | 【45】  | 【44】 | 【43】 | 【42】 | 【41】 | 【40】 | 【39】 | 【38】 | 【37】 | 【36】 | 【35】 | 【34】 |
| 〔77〕 | 〔76〕 | 〔75〕 | 〔74〕 |      | 〔73〕 |  | 〔72上〕 | 〔72下〕 | 〔71〕 |      |      |      |      | 〔70〕 |      | 〔69〕 | 〔68〕 | 〔67〕 | 〔66〕 |
| 三十一  |      | 三十   |      |      |      |  |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|      |      |      |      |      |      |  |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|      |      |      |      |      |      |  |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 二〇   |      |      | 一九   |      |      | 一八   |      | 一七   | 一六   |      |      |      |      |
| 【63】 | 【62】 |      | 【61】 | 【60】 | 【59】 | 【58】 | 【57】 | 【56】 | 【55】 | 【54】 | 【53】 | 【52】 |      |
| 〔89〕 |      | 〔88〕 | 〔87〕 |      | 〔86〕 | 〔85〕 | 〔84〕 | 〔82〕 | 〔83〕 | 〔81〕 | 〔80〕 | 〔79〕 | 〔78〕 |
| 三十五  |      |      |      |      |      | 三十四  |      | 三十三  | 三十四  | 三十二  |      |      |      |

第一、第二のいずれの改稿の際にも新たな章が加えられていたが、今回それはない。第四部の一二章は大幅に書き加えられ、第三部の一七章も加えられた部分が多いが、新たな章の追加とはなっていない。章の数はそれぞれ若干増えているが、それは新たな章割りによるものと考えて差しつかえない。すなわち章割りを少々細かにしたということである。だが、新たな単位の追加は少くない。過去二回の改稿においては新たな章として加えられた新たな単位があるが、それらを含めた過去二回のそれぞれの際とほぼ同数の新たな単位が加わっている。ただ、

全体の単位の数はそれぞれ追加単位分を越えてやや多くなっていることは、先の章の場合と同様である。これもまた、全体的には新たな単位割りをやや細かくした結果といつてよい。部分的には大きくしたところもあるが。

章と単位の増加は改稿のたびに行なわれている。それをまとめてみれば次のようになる。理論社版は第三部と第四部を合わせた数字を記し、括弧でそれぞれの部の数を記しておく。

〔章 数〕

|          | 初稿 | 学会版 | 冬芽書房版 | 理論社版          |
|----------|----|-----|-------|---------------|
| 第一部      | 8  | 15  | 29    | 32            |
| 第二部      | 8  | 10  | 32    | 34            |
| 第三部(第四部) |    | 12  | 35    | 48(二—24 四—20) |

〔単位数〕

|          | 初稿 | 学会版 | 冬芽書房版 | 理論社版           |
|----------|----|-----|-------|----------------|
| 第一部      | 39 | 53  | 66    | 77             |
| 第二部      | 35 | 52  | 73    | 81             |
| 第三部(第四部) |    | 60  | 89    | 116(二—53 四—63) |

章の数は、学会版から冬芽書房版への改稿の際に一律に増えているが、それに比べれば他の改稿では著しい増加はない。冬芽書房版への改稿の際に章割りを大きく変え、かなり細分化したということである。ちなみにいえば、学会版では各章にタイトルが付されていたが、冬芽書房版ではそれを取り章数のみの記載であり、理論社版もそれを踏襲する。単位数はそれぞれの改稿で著しい増加はない。ただ、第三部(第四部)の増加が第一、二部に比べればやや多いといえるであろう。付け加えていっておけば、省略された章はいずれの改稿においてもない。また、省略された単位も極めて少なく、それぞれの改稿で順に一、三、三の数しかない。

三

改めて確認するまでもないが、本稿で検討するのはあくまでも単位レベルでの変更である。いわゆる単位内における変更も少なくない。それについては以前と同様、のちに別途検討する。

まずは第一部から検討するが、以前と同様構成の変更、新たに加えられた部分、省かれた部分の順に行なう。

第一部における構成の変更は二箇所ある。第一の変更は、理論社版では一章から一三章にかけての部分、冬芽書房版でも同じ章にあたる部分である。ここはかなり錯綜した変更がなされており、今回の改稿では最も複雑な部分である。まずははじめの部分であるが、冬芽書房版の(24)と(25)が前後入れかえられている。幕府が事実上瓦解したことを知った新見郡代は早々江戸へ向け飛驒を後にし、その後鎮撫使先発隊として竹沢寛三郎がやって来る。理論社版第一章は竹沢の経歴と人となりを書き記すことから始まり、それは冬芽書房版の十一章も同様である。竹沢について記されたあとには鎮撫使先発隊に命じられたいきさつがやや詳しく描かれているのだが、そこまでが冬芽書房版の(23)である。それに続く(24)には、鎮撫使先発隊の護衛を名目とした郡上藩が飛驒に入国し、反発を強める人々の様子が描かれていた。そして次の(25)では、再び竹沢のことに戻り、飛驒入国の布石として笠松郡代役所を帰服させたことが記されていた。容易に分かるように、理論社版において(25)を先に持ってきたのは、竹沢の動向をまとめて記すためであったであろう。その(25)と(23)を合わせて理論社版では【25】としたのである。もちろん、一人物の動向はまとめて記す方がよいというわけでは必ずしもない。だが、冬芽書房版では一旦郡上藩の入国に反発を強める人々が描かれ、次に再び竹沢の動向が記されているのはやはり付け足しという感否めない。あまつさえ冬芽書房版では(24)で十一章は終わっており、(25)は次の十二章の頭に置かれていた。理論社版では竹沢の動向がまとめられそれを一章とし、人々の様子が描かれる次から一二章がはじまっていた。ちなみにいえば、笠松郡代役所を帰服させたという内容の(25)は、実は冬芽書房版において新たに加えられた単位であつ



た。冬芽書房版では少々まちがったところに挿入されていたといわざるを得ない。

次にうしろの部分である。(26)、(27)、(28)の三つの単位がそれぞれ二つないし三つに分断され、複雑に再構成されたものである。この部分、すなわち冬芽書房版の十二章、理論社版の同じく一二章は、人々がいかに竹沢を迎え入れたかということが中心に描かれていた部分であった。(26)の冒頭は竹沢が未だ飛驒に入る前、隣国美濃の神淵までやって来たときにすでに地役人らが出迎えに行ったことが記され、続けて郡中会所の総代らも同様に迎え入れたことが記されている。そこで総代らは、一同天朝に対して帰服することを誓い、同時に口上書を提出する。三項目にまとめられた口上書が示され、そのあとにはそれぞれの説明がなされているが、そこで一旦切れる。そこまでがすなわち(26上)とした部分である。理論社版ではそこに(28上)が入っているのである。次の(26中)とした部分はむろん(26上)の続きで、第三項の説明からはじまっている。つまりは第二項と第三項の説明のあいだにやや後の(28上)が割って入る形になっているのである。これは少々奇妙な変更のように思われるが、そのもととの原因は冬芽書房版にあった。すなわち、冬芽書房版の方がよほど奇妙な構成になっており、明らかにそれを改善しようとしたのである。(28)は次のような記述ではじまっていた。

郡中総代大沼村久左衛門らが竹沢に面接して、さきの口上書をさしあげた時、大膽にももう一つ、つぎのような重大な願いを申しそえた。

「さきの口上書」とはむろん(26)で記されていた口上書である。そして、ここで「申しそえた」「重大な願い」とは、郡上藩を退去させてほしいということであった。口上書の第二項は、飛驒を他藩預けとすることなく天朝直支配を願うものであった。もともと幕府の直轄地であったこともあるが、過去のいきさつから特に郡上藩の支配を恐れていたからである。郡上藩を退去させてほしいと「申しそえた」(28上)の部分ここに持ってきたのはそのためであった。冬芽書房版ではややのちになって突然あらわれる印象は否めなく、明らかに不自然であったといつてよい。ただ、詳しくはのちに単位内の変更を検討する際に述べるが、第二項の説明のあと

に(28上)を加えたというのは実は正確ではない。第二項の説明の部分にも郡上藩云々のことは記されており、第二項の説明の代わりに(28上)を入れていたといった方がむしろ正しい。もちろん、構成の変更としては(26上)と(26中)のあいだに(28上)が割って入る形になっていることに変わりはない。

さて、(26中)は第三項の説明からはじまるが、次に竹沢が国境を越えていよいよ飛驒に足を踏み入れたことが記され、そのあとには山深い飛驒の様子がかなり詳しく描かれている。とりわけ、幕府の御用木元伐場であった小坂郷と阿多野郷については詳細に描かれていた。そこまでが(26中)の部分である。そこで(26)は再び切れ、理論社版ではそこに(27上)が入っているのである。(27)はやや短かい単位だが、(27上)とした部分には田畑や人家の様子が描かれていた。ここにそれを持つてきたのはやはり、飛驒の様子をまとめて記すためであったと考えられる。残る(26下)に記されているのは、先発隊の兵士たちが途中猿に出くわすという挿話的な場面である。そして次の(27下)では、いよいよ集落にやって来た先発隊の人々が迎える場面が描かれる。人々は土下座をして迎え、なかには高僧を迎えるときのように念仏をとなえる人もいた。それを見て苦い顔をして嘆く竹沢を描いて(27)は、すなわちその章は終わっているのである。もうひとつ、(28下)が残されているが、その部分は次の(29)へとそのまま続いているので実質的な構成の変更は(27下)までといつてよい。ただし、理論社版ではそのあいだに新たな【29】が加えられているが、それはのちに検討する。

第二の変更は、理論社版では一五章、冬芽書房版では十四章にあたる部分である。冬芽書房版の(33)が三つに分断され並べかえられているが、要は(33中)と(33下)を入れかえた、すなわち(33)の半ばの部分とうしろの部分を入れかえたということである。ここは、郡上藩の家老鈴木兵左衛門から呼び出しを受けた郡中会所総代らが鈴木のもとへ向かい、その到着するまでが描かれている部分である。総代らはいろいろとおしやべりをしながら歩いて行くのだが、途中で小前百姓が書いた張札を発見する。それは、郡中会所への訴えが記されたものであった。小前百姓の訴えに対して総代らは腹を立て罵ったりするのだが、「こういう変り目でもあるし、不穩の時じやで、小前は小前でいろ／＼心配しとるんじやろさ」といつて

理解を示す者もいた。あるいは、「おれたちもせいど」村寄合をひらいて、小前どもの意見をよく聞いてやることじやのう」と発言するものもあった。そこまでが〈33上〉である。続く〈33中〉では、自衛のために集まった火方らや、一方の郡上藩の兵士らの様子が記され、そのあとには郡上藩の大砲を見に行くという子供らに出くわしたことが記されている。そして、〈33下〉では再び総代らの会話が記されている。〈33下〉を前に持ってきたのは、やはり総代らの会話をまとめて記するためであったと考えられる。〈33下〉での会話は百姓たちに同情的なものであり、その点でも先の会話につなげて記すことには何の問題もないであろう。ただ、ここでの会話には次のような発言があった。

「まあ、これから鈴木家老がどんな難題をもちかけてくるか知らんが、ひとつ小前たちのことも胸において、しつかり掛け合まいか」

「これでイザという時に、一番はたらいでもらわにやならぬのは、やつぱし小前どもじや。」

いうまでもなく、これらはこれから面会する郡上藩の家老への対処をふまえた発言である。冬芽書房版ではこれらの会話で〈33〉は終わり、次に家老鈴木との対面が描かれていた。その意味で、冬芽書房版の構成が特にまずいというわけではなかった。したがって、理論社版において改善されたとは一概にはいえないであろう。理論社版ではこれらの会話のあとに一旦〈33中〉が入り、次に鈴木との対面が記されるので、鈴木への対処をふまえた先の会話が冬芽書房版ほどには生きてこないうらみがある。作者はおそらくそのことに気づいた様子で、理論社版では先の「鈴木家老がどんな難題をもちかけてくるか知らんが」という一節を削除していた。それを捨てても理論社版の構成の方がよいと判断したのであろう。次に新たに加えられた部分を検討する。新たに加えられたのは【29】と【66】の二つである。まずは【29】の追加を検討する。

【29】は、先に構成の変更の第一で触れた部分である。すでに述べたように、実

質的な構成の変更は〈27下〉の部分で終わり、〈28下〉はそのまま〈29〉へとつながっている。理論社版では〈28下〉は【30】と【31】にあたり、〈29〉は【32】に対応している。だが、理論社版ではその前に新たな【29】が加えられているのである。ここでは、郡中会所の総代らが郡代役所の手代近藤英一郎に出くわす場面が描かれていた。次の【30】には、その近藤が竹沢及び郡上藩の鈴木に願ひ出、郡上藩の一部退去を取りつけたことが記されていた。新たに加えた【29】には、近藤という人物のいわば導入といった意図があったのである。是非とも必要な記述とはいえないことはいうまでもない。ちなみにいえば、近藤という人物はここではじめて登場しているわけではなく、冒頭近くの大評定の場面にすでに登場していた。

次は【66】の追加である。冬芽書房版の〈59〉は、郡上藩退去と天朝直支配を求める百姓たちが、嘆願のために総督府のある大垣へ向かう様子が描かれていた。理論社版の【67】と【68】がそれに対応しているわけだが、その前に新たな【66】が加えられたのである。【66】は甲村源兵衛を中心とした百姓たちが大挙して大垣へ向かう様子が描かれていた。冬芽書房版でも描かれていた百姓たちに、さらに同様な百姓たちの様子が加えられたということになる。以前からある記述は大垣へ向かう道中が主として百姓たちの会話によつて描かれていたが、新たに加えられた【66】もそれは同様であった。ただ、源兵衛という人物を中心にして描かれていたという点が異なっていた。理論社版においても、冬芽書房版の〈59〉に源兵衛が登場する部分を加え、全体として源兵衛にスポットライトが当たるように書き換えられていた。したがって、作者の意図がそこにあったことはまちがいない。冬芽書房版の〈59〉を書きかえるだけでなく、新たな【66】を加えることでそのような記述を増やし、より源兵衛にスポットライトをあてようとしたのであろう。そして、そのような試みはここだけではなかった。第一部の前半、理論社版の一〇章、冬芽書房版でも同じく十章には牛方の親子が描かれていた。道端の地藏尊類が消えているのを発見したり、百姓たちが不動尊を撤去している現場に遭遇したりしながら親子は峠の茶屋に到着する。一服のために腰を下ろした親子は、弁当をつかしながら茶屋の老婆や来合わせていた客の百姓と様々なことを語り合う。それらの様子がかなり詳しく描かれていた。冬芽書房版ではその牛方親子に名前はなく、

それは学会版や初稿においても同様であった。理論社版においてはじめてその牛方親子に源兵衛と幸作という名前が与えられるのである。理論社版において源兵衛を大きくクローズアップしようとしたことはまちがいなく、【66】の追加はその一環であったといつてよいであろう。

だが、そもそもなぜ源兵衛をクローズアップしようとしたのであろうか。『山の民』の改稿過程に関する唯一の研究といつてよい『江馬修論』おうふう、00・2において永平和雄はその点に触れている。本多秋五の発言に言及した上で永平は次のように述べている。

ドシマの言兵衛が女に出会う挿話は、定稿版のもっとも重要な改稿部分であった。五郎作と源兵衛、対照的な二人の首尾照応を「小説の一番大きな枠というか、基底の流れというか、そういうもの」と言えば、それは定稿版ではじめて確定されたものである。五郎作の病気の女房おしずに寄せる美しい夫婦愛と、あくまでも一目惚れした人妻に執着する、好色な源兵衛と、第一部の当初に姿を現わした二人の逞しい「山の民」は、梅村を苗木に追撃する一揆の中心となり、以後はまた対照的な役割を演ずる。いわば民衆側の主役は、この改稿で明示されたのであった。

冒頭「源兵衛が女に会う挿話」とは、先に述べた峠の茶屋で弁当をつかいながら様々なことを語り合う場面のことで、「女」とはそこに来合わせていた百姓のことである。また、五郎作とは第一部のなかば、理論社版では二一章から二三章にかけて、冬芽書房版では十九章から二十一章にあたる部分にかなり詳しく描かれていた人物である。通夜の席で年貢半減のことを聞いた五郎作は家族に知らせるために家へと急ぐ。途中息子に知らせるために若者たちの集まる藁づかい小屋に立ち寄るが不在であった。家に帰って女房に伝え、すでに床に入っていた娘を起こそうとするが、そこで夜ばいに来ていた若者を発見する。ごきげんな五郎作が、年貢半減を話題に若者と酒を飲んでいるところに息子が帰宅するといった内容である。この部分は、冬芽書房版はもちろん、その前のすべてのテキストに名前入りで記さ

れており、理論社版においてもむろんそれは変わらない。永平がいたかったのは、その五郎作にいわば匹敵するような人物として源兵衛を造形するために、理論社版では見てきたような改稿を行なっていたということである。ちなみに、永平が定稿版といっていたのは理論社版のことである。

目的としてはおそらく、その通りであったと考えられる。だが、永平の論はそのことを強調しようとするあまり、ややいいすぎと思われる発言が少なくない。冒頭、「女に出会う挿話」が、「定稿版のもっとも重要な改稿部分であった。」というのはどう見てもいいすぎであろう。この部分が理論社版における「もっとも重要な改稿」とは到底いえないこと、それはこれから検討する様々な改稿を見ればおのずと明らかになるであろう。また、五郎作に「病気の女房おしずに寄せる美しい夫婦愛」を見、一方の源兵衛を「一目惚れした人妻に執着する、好色な」男とするのは、あまりにも極端な対比というほかはない。それぞれそのような側面がなくはないが、そのように対比的に描かれているとは到底いえないのである。そしてもうひとつ、五郎作や源兵衛を「民衆側の主役」とすることも容易には首肯しがたい。クローズアップされている人物であることはまちがいないが、それを「主役」とは、たとえそれが「民衆側の」という限定つきであっても疑問は消せないのである。最後に省かれた部分である。省かれたのは(66)のみである。冬芽書房版第一部の最後に当たる(66)は、位山の頂上に社殿が建設されることになり、用材切り出しのために動員された百姓たちの会話が描かれている部分である。もちろん、竹沢に対する不満が語られている部分なのであるが、なぜこの部分をことさらに省いたのかはよく分からない。永平も「何故であろうか」と問い、理由の解明を試みているが、最後には疑問を呈する形になっている。永平は、百姓たちの会話の最後に注目する。

「それもそうじゃが、竹さまももう飛州にはそう長いことでござるまいよ」

「どうしてわかる？」

「どうしてもそんな気がするんじや。それに、むかしから竹に雀は長いこと留まらぬものじや」



「ふん、なるほどなア」

冬芽書房版第一部はこの会話で終わっていたわけだが、永平はこの部分を「竹沢失脚への予言」とみている。そのもととの発想は大岡昇平の発言にあったのだが、確かにそのように捉えることは可能である。それを省いたということは、そのような「予言」を不必要だと考えたと解釈できる。そこで永平は再び「民衆側の主役」という考え方を持ち出す。百姓たちや牛方らが「山の民」の主人公であるとすれば、「予言」は不必要と考えたのであろうというのである。「民衆側の」と限定つきであったいい方が、突然「山の民」の主人公」となっていることも疑問であるが、それよりも疑問なのは、百姓や牛方らがこの作品の「主人公」であるならなぜ「予言」が不必要なのかということである。ここには大きな飛躍があるとはいえない。予言が、そのように理由を推測しながら永平の評価は、「作者は自らの創作した主人公の会話の意味を見失ったのではなかったか」というものであった。ここにもまた飛躍があるといわざるを得ないが、永平の結論はしたがって、「簡単に削除すべきではなかったのである」ということになる。

永平も指摘していたように、この部分は学会版から冬芽書房版への改稿の際にも手が加えられていた。学会版では百姓たちの会話では終わっていないかった。飛驒の山々に臨んでの竹沢の感慨が記されて終わっていたのである。冬芽書房版ではそれらを入れかえたのである。その点については以前に詳しく論じたのでくつかえさないが、その変更にはしかるべき理由があったのである。理論社版における削除はそこでの改善を無にする、というのが正しいすぎならば生かし切ることができなかった改変であったといわざるを得ない。

次に第二部を検討する。第二部における構成の変更は一箇所のみである。末尾に近い理論社版では三三章、冬芽書房版では三十一章にあたる部分である。第一部における第二の変更と同様、冬芽書房版の〔72〕が三つに分断され並べかえられているが、要は〔72中〕と〔72下〕を入れかえた、すなわち〔72〕の半ばとうしろの部分を入れ変えたというものである。ここは合羽屋のおらくが密通の罪で晒しの刑に処せられることが記されている部分である。〔72上〕には、初日、二日目とあら

くが制札場で晒されたこと、心ある人たちは見物を控えたが、多くの人々は好奇心から黒垣を築き見物したことが記されている。続く〔72中〕では、人々のうわさが記される。おらくを晒しにしたのは梅村の意趣返しによるものだといううわさである。つまり、梅村はたびたびおらくを口説いたがどうしてもしたがわず、その意趣返しのために晒しにしたというのである。そして次の〔72下〕では、もうひとつの密通事件について記され、さらには風儀取締りの強化に戦々恐々とする人々の様子が描かれていた。その事件では本人だけではなく母親も町内引きまわしの刑に処せられたのであり、人々が戦々恐々とするのももっともなことであった。以上のように、これはごく自然な展開といってよく、特に変更する必要はないように見える。だが、理論社版ではこのあとに新たな記述が加えられていた。単位レヴェルの追加ではないがやや長目の記述である。詳しくはのちの稿で述べるが、そこにはおらくのその後がかなり詳しく記されていたのである。おらくに関するうわさが記された〔72中〕をあとに持ってきたのはおそらくそのためである。おらくの晒しに続いてもうひとつの密通事件を記したあとに、おらくに関するうわさとその後についてまとめて記そうとしたのである。

次は新たに加えられた部分である。新たに加えられたのは【35】、【37】、【75】の三つであるが、これらには共通点がある。すべて、おつるに関する部分であることである。【35】と【37】を含む理論社版一八章は、梅村とおつるが捨て児の墓に詣でることが描かれている部分である。それに相当する冬芽書房版十六章もむろん基本的に同様である。梅村とおつるは墓に行く途中花売りの少女から花を買うが、それが【34】である。そのあと、おつるの希望で照蓮寺を参拝する。それが新たに加えられた【35】である。一見何げない追加とも見えるのだが、ここには大きな意味がある。とりわけおつるという人物の造形という点においてである。そのことを明らかにするためには、梅村とおつるの出会いの時点にさかのぼる必要がある。梅村がおつるにはじめて会ったのは、ある番所の役人の屋敷であった。笠松の役所へ出張の途中、梅村はそこに泊まることになる。その夜、給仕のために呼ばれて来ていた農家の娘がおつるである。それを梅村が見初め、そのまま侍女として連れて帰ってきたのである。理論社版ではその部分に、新たな記述が加えられ

ていた。これまた単位レヴェルの追加ではないが少々長目の記述である。そこではおつるに愛人がいることが記されていた。愛人というよりは、かつての許嫁といふべきであろう。というのは、その後相手の常之助は不治の病に倒れ、結婚は破棄された形になっていたからである。だが、おつるはあきらめ切れない気持ちを抱いていた。おつるが梅村に会ったのはそのようなときだったのである。冬芽書房版でも、「美しい村むすめのつねとして、彼女がすでに処女で無かつた」といった記述はあったが、ただそれだけの記述で終わっていた。この部分の追加によって、理論社版におけるおつるの造形が大きく変わっていたことは明らかである。ここで【35】の追加に戻るが、おつるが照蓮寺への参拝を申し出たのは、常之助の病氣回復を祈願するためだったのである。以前は毎朝毎夕寺と神社に必ずお参りをしていただが、梅村のところに来てからの数カ月それが途絶えていたからである。梅村のところに来てもおつるの気持ちは変わらなかつたばかりでなく、梅村と同道中にもみずから参拝を申し出るほどに強い気持ちを抱き続けていたのである。【35】の追加によって、おつるの造形の変化はまた一段と強められたといつてよいであろう。

同じ一八章に加えられた【37】もおつるに関する部分ではあるが、ここは梅村とおつるのことをうわさする人々が描かれているごく短かい部分である。特におつるの造形に関わるものではないが、梅村とおつるが捨て児の墓を詣でる場面が描かれた【36】の次に、そのことを揶揄する人々を追加したのは無意味ではないであろう。

【75】は、先に見た構成の変更のすぐ前の部分である。おらくと下女のおかねが尋問を受け、密通の相手吉住弘之進と父親の礼助ともども処罰の言い渡しを受けるまでが描かれているのが(68)と(69)であり、それはそのまま理論社版の【73】と【74】に対応している。(70)にはその夜の梅村とおつるの様子が描かれ、理論社版の【76】がそれにあたるわけだが、その前に新たな【75】が加えられたのである。ここには、おらくのことに気をもむおつるの様子が描かれていた。おつるはふだんから梅村の仕事については何の興味もなく、また自分が触れるべきことでないことを十分にわきまえていた。だが、今回のおらくの件には特別な反応を

示し、「あの気の毒な娘ひとりやを、どうにもしてやることのできない自分が、つくづくなさけなく思われた。女の無力さをこれほどよく感じたことが無かつた。」というほどに思いつめるのである。先に見た【35】の追加、そしてそれ以前にも加えられていた記述と同様、この部分の追加はおつるの造形に大きな変化を与えていたものといつてよいであろう。そして、それは次の【76】の部分に新たに加えられていた記述にもいえることである。【75】では、おつるは「梅村からもつと確かなことを知りたくて、いく度彼の顔色をうかがつたか知れなかつたが、ついに一言も言い出せ」ず、ただ気をもむばかりであつた。だが、この部分にはおつるが口を出す場面が描かれている。おつるは「あのう、おらくさにどんなトガを仰せつけられましたやら、知りとうござります」とおそるおそる尋ねる。梅村が晒しだと答えると、おつるは「かわいそうに!」とつぶやいた。梅村は「何がかわいそうだ?」と返し次のようにいう。

「密通して人倫を破つたからには、これくらいのトガは当たり前だ。でなければ、今後の見せしめに相成らぬ。素はだかにして晒しても良いのだが、これでもお慈悲でもつてそれだけは許してやつたのだ」

おつるはそれに対して、「うっかり、失礼を申上げました。どうかお許し下されませ」といい、会話はそれきりで終わってしまう。だが、そのあとでおつるはかつての許嫁常之助のことを想うのである。そこでは、おらくと自分を重ね合わせながらいろいろと思いをめぐらせていたのである。

以上、理論社版においておつるの造形が大きく変えられていたことを見てきたわけだが、そのことをはたしてどのように評価すべきかは、理論社版の改稿全てを検討した上で行なう必要がある。さらにいえば、それはこの作品全体をどのように評価するかということとも関わる問題である。以後の課題としてここではこれ以上立ち入ることはしない。

第二部において省かれた単位は存在しないので、次に第三部を検討する。ただし、ここという第三部とは理論社版におけるものであり、冬芽書房版では第三部

の前半にあたる。

第三部における構成の変更は一箇所のみである。理論社版では二二章から二三章にかけて、冬芽書房版では十八章にあたる部分である。冬芽書房版の〔34〕が三つに分断され並べかえられているが、以前と同様、要は〔34中〕と〔34下〕が入れかえられたものである。明治二年の新年が明け、不穏な百姓たちを捕えに山方へ向かった各訓練隊が帰陣しはじめて来た。訓練隊のなかでは明らかに焦点が合わされ、その行動を追う形でかなり詳しく記されていた吉田忠太郎の率いる隊も帰陣し、それにまつわることがらが中心として記されているのが〔34上〕である。次の〔34中〕では、梅村が一之宮神社へ参拝したことが記される。神酒をいただく段になって梅村の手にしたかわらけのへりが突然欠けてしまい、そのことを知った人々がそれを凶兆と見なしたといったことが記されたごく短かい記述である。そして〔34下〕では、訓練隊によつて捕えられた百姓たちが笞打ちの刑にあらう様子が描かれていた。容易に気づくように、梅村の神社参拝を記した〔34中〕は唐突に挿入されている感を否めない。内容としてもまさに挿話的な記述といつてよいであろう。〔34中〕をあとに持ってきたのはそのためであつたと考えられる。そうすることで、〔34上〕の訓練隊の帰陣、〔34下〕の訓練隊が捕えてきた百姓たちの笞打ちというスムーズな流れにすることができたのである。次の〔35〕には、梅村が政策の教育宣伝のために教諭方を設置したこと、その教諭方がどのような活動をしたかということが記されており、梅村に関する記述をまとめて記すこともできたのである。ただ、冬芽書房版における記述の順にも、それなりの理由があつたと考えられる。梅村の一之宮神社への参拝は新年が明けてはじめての参拝、要するに初詣であつたが、その日付は三日であつた。神道にこりかたまつていた梅村にしては遅きに失した感もあるが、元日に早くも最初の訓練隊が帰陣し、続く二日には吉田忠太郎率いる隊も帰陣し、多忙を極めていたためと解釈できないこともない。それとはともかく、訓練隊が捕えてきた百姓を笞打ちの刑にしたのは六日のことであつた。つまり、冬芽書房版では時間順に記されていたのである。小説においてはできごとを時間順に記すことが必ずしもよいとは限らないことはいうまでもない。やはり理論社版の方がよりよい構成といわざるを得ないであろう。

次は新たに加えられた部分である。新たに加えられたのは〔27〕、〔31〕、〔33〕、〔35〕の四つである。

理論社版の二二章、冬芽書房版の九章からは、先に触れた吉田忠太郎率いる訓練隊の行動が軸となつて展開する。いくつかの部落をめぐる歩くが、どの部落にも男はひとりも発見できず捕縛は難航する。雪と寒さに加え空腹をかへた訓練隊は黍生谷の農家に一泊することにした。だが、そこにはろくな食べ物もなかった。米はおろか稗や粟さえも底をつく飢餓状態であり、それはどの家も同じだったのである。様々な押し問答の末、農家の嫁が義妹をとめない他の部落へ米を調達しに行くことになるが、そのことが描かれているのが〔26〕である。男という男は誰もいなかったからである。そして、嫁のつねと義妹のはつが準備をととのえて出かけるまでが描かれていたのが、新たに加えられた〔27〕である。そこには、心配する姑やいっしょに行きたがるはつの妹との会話が描かれていただけではなく、訓練隊の兵士らとのいささか野卑な会話なども描かれていた。しかるべき追加であつたといつてよいであろう。一言いいえておけば、冬芽書房版にもそこで描かれていたようなことが、ごく短かい記述であるがあつた。新たな〔27〕にはその部分の記述が断片的に使われていた。その意味では、理論社版においてはじめてあらわれたものではなく、冬芽書房版の一部を大幅に拡大したものともいえるであろう。

つねたちが戻つて来るのにもかなりの間があると気づいた隊長の吉田は、部落中を探索し食料を集めることにした。ろくな食べ物はないが、今や食を選んでいる場合ではなかつたのである。部下の荒木と兵士らが探索に行きやがて戻つて来る。夜分のことだと思うにまかせず、各戸にいつけすぐに食料を持つてこさせることにしたという。ただ、荒木は吉田へのみやげに酒を見つけて来た。稗のどぶ酒であつたが、二人は兵士を尻目に酒を飲むのである。以上のことが記されているのが〔30〕である。その次に新たな〔31〕が加わるわけだが、次の〔32〕には、実際に百姓たちが訓練隊のもとに食料を持つて来るということが記されていた。そのあとに、さらに新たな〔33〕が加えられるのである。前の〔31〕には食料供出の要求に嘆く百姓たちが描かれ、あとの〔33〕には帰り道にやはり嘆き悲しむ百姓たちが描



かれていた。いずれも百姓側の様子が描かれたもので、追加の意図は明白であろう。冬芽書房版にも、食料の供出を伝え実際に持って行ったことは記されていたが、供出を言い渡された際の百姓や帰り道の百姓に関しては何ら記されていないかったのである。

百姓たちが持ってきたものにはやはりろくな食べ物なかった。吉田と荒木は結局、つねの帰りを待つことにし、相変わらず酒を飲んでた。そのうちに、吉田は荒木に女を物色して連れて来るようにいいつけ荒木は出かけて行く。【34】にはそのようなことが描かれていたが、その次に新たな【35】が加えられている。そこには荒木の行動が記されていた。冬芽書房版にはその後の荒木の行動はまったく記されておらず、ここもやはりしかるべき追加であったというべきであろう。ただし、荒木は吉田にいいつけられたように女を連れて帰ることはせず、娘のいる農家に侵入し乱暴をしたとあと、一人で帰って来たのであった。

最後に省かれた部分であるが、省かれたのは(29)のみである。吉田忠太郎率いる訓練隊を軸として展開してきた記述は、今見た部分のあとに、翌朝つねが米を持って戻って来ることが記されるところでひとまずは終わる。理論社版では一八章、冬芽書房版では十四章までの部分である。次の章から場面は一転、猪ノ鼻村の宇平の家へに移る。組頭の宇平が高山で捕まったことを聞きつけた人々は、見舞いがてら宇平の家に集まって来る。人々は心配しながらも家族を慰めたりしているところに、訓練隊がやって来るとの知らせがとびこんで来た。そこで、男たちと娘らが身を隠すことに決めた。そして彼らは山小屋へと向かうのである。冬芽書房版では、その山小屋へと向かう出発の前に、山深いあたりの様子が記されていた。それが(29)で、一頁ほどの短かい記述であり、なくてもかまわないが、とりたてて省く必要があったともいえないというほかはないであろう。

次に、最後の第四部を検討する。再度確認するまでもないが、ここでいう第四部とは理論社版におけるものであり、冬芽書房版では第三部のうしろ半分にあたる。第四部における構成の変更は二箇所ある。第一の変更は、理論社版では一三章から一四章にかけての部分、冬芽書房版では三十章にあたる部分である。冬芽書房版の(72)が二つに分断され、前後が入れかえられたものである。ただし、その

あいだに新たな【46】が加わっているが、それについてはのちに述べる。京都に滞在していた梅村が高山に戻って来るとの情報が伝わってきた。梅村は、京都で彼の失脚を企てている者がいると聞き、その対策のために上洛していたのである。

ちなみにいえば、その梅村が京都へ向け出発したことが記されているところで理論社版の第三部は終わっていた。結果的に梅村は二度と戻って来ることなく、やがて逮捕され牢死することになる。梅村のいわば事実上の失脚を、第三部と第四部の切れ目としていたのである。それはさておき、梅村がやって来ると聞いた人々は決起し、一之宮の境内に結集する。やがて先頭部隊が梅村を迎えうつために進発するが、そこまでが冬芽書房版の(71)の部分である。次の(72)は、一言でいえば迎えうつ人々の様々な動きが記されている部分なのだが、(72上)には久々野郷の百姓たちが人々のために炊き出しをしたことが記されていた。(72下)には、強制されたためにいやいや集まった者や途中でふらふらと逃げ出す者、あるいは早持ちに化けて首尾よく逃れる者といった、要するにあまり積極的ではない人々の行動が描かれていた。さらにもうひとつ、積極的というべきか消極的というべきかよくわからないケースも記されていた。それは、さんざん人々を煽ったあげくに体よく家に舞い戻った者である。理論社版では以上の(72上)と(72下)を入れたのである。一見どちらを先にしてもかまわないように見えるが、そこにはそれなりの理由があったと考えられる。ただ、新たに加えられた【46】とはおそらく無関係である。すぐ前の(71)は、先頭部隊が進発したことが記されて終わっていたが、部隊がまず向かったのは宮峠であった。そして、先頭が峠を登り切って下りかけたところにも、まだ一之宮の境内を出切れないほどの長い列を作っていたと最後に記されていた。(72上)は久々野郷の百姓たちが炊き出しをしたことが記されていたが、その久々野郷は宮峠を下ったところにあつた。先頭が宮峠を下り久々野郷にたどりついたところで、炊き出しの協力があつたというように、ここはごく自然な流れといつてよいであろう。冬芽書房版ではそのように考えられていたのである。だが、(72下)にはいまだ宮峠へさしかかる前のことが描かれていた部分があつた。最後に記されていた、さんざん人々を煽ったあげくに家に舞い戻った人物に関する記述である。この人物には唯一為吉という名前が与えられ

ているのだが、彼ははまだ一之宮付近にいて出発しそうにもない人々に向かって、宮峠へ向かうように煽動していたのである。ただし、冬芽書房版では為吉ではなく、民助という名前である。(72下)に記されていた他の人々の行動はそれぞれ、そのような人たちもいたといういわば一般的な書かれ方がされていたのだが、ここだけは具体的な場所がわかるような書き方がされていたのである。固有名が与えられていたのもおそらくはそのためであろう。(72上)を前に持ってきたのはおそらくそのためであった。ただ、場所的には確かに前後を整えたといえようが、時間的にもそうであったかといえれば疑問は残るであろう。先にもふれたように、先頭が峠を登って下りかけたころにもまだ一之宮を出切れないほどの長い列を作っていたからである。すなわち、時間的には久々野郷での炊き出しと先の人物による煽動のいずれが先かは不明なのである。

第二の変更は、理論社版では一六章から一七章にかけての部分、冬芽書房版では三十三章から三十四章にかけての部分である。冬芽書房版の(82)と(83)が入れかえられたものである。作品も大詰めを迎えようとしている部分であるが、梅村はついに罷免され、代わって宮原大輔が高山にやって来た。竹沢、梅村、宮原と、わずか一年あまりのあいだに三人の支配者が変わったのである。冬芽書房版の(81)には、郡中会所が新任の宮原に対して十二ヶ条の願書を提出したことが記されていた。(82)は一転して、川上屋善右衛門が、京都での様々な活動後に瀧原礼蔵とともに高山に戻って来たことが記されていた。この二人が、先に述べた梅村の失脚を画策していた人たちである。そして、次の(83)には、宮原という人物についての簡単な説明と、宮原を歓迎しかつ梅村を罵る人々が描かれていた。(82)の善右衛門と瀧原に関する記述が唐突に挿入されている感はやはり否めないであろう。(82)と(83)を入れかえたのはおそらくそのためである。そうすることによって、(81)の郡中会所が宮原に十二ヶ条の願書を提出した記述に続けて、それを受け取った宮原という人物の説明が記されるということもできるからである。(81)には、郡中会所が提出した願書に対して、宮原がかなり理解を示す返答を与えていたことが記されていた。それゆえに人々は宮原を歓迎し、かつ梅村を罵っていたのである。

次は新たに加えられた部分である。新たに加えられたのは【29】、【40】、【41】、【42】、【46】、【61】の六つとやや多い。ただ、【40】、【41】、【42】の三つは内容的にもひと続きの部分である。

【29】はおつるを中心として描かれている部分である。吉田忠太郎とはぐれたおつるがひとり逃げ、自殺を試みるが失敗するという内容である。吉田はおつるを逃がそうとしていっしょに陣屋をぬけ出したのだが、途中ではぐれてしまいやがて捕まってしまったことがすぐ前の【28】に記されていた。この部分は、すでに見た第二部における【35】、【37】及び【75】の追加の場合と同様なものといってよいであろう。すなわち、おつるに関する記述の追加である。それらの追加によっておつるの造形は大きく変えられたと述べたが、【29】の追加もまたおつるの造形に大きく関わっているといえるであろう。そのことをどのように評価するかは、この作品全体をどのように評価するかということとも関わる問題であり、ここではこれ以上立ち入らないことは前に述べたとおりである。冬芽書房版においては、おつるに関する記述はややのちの部分に、「その後の消息は知るべくもないが、妊娠のからだで、彼女は今ごろどこで、どうしているだろうか。よしや死なないまでも、ひどい難儀をしているに違いない……」と記されていただけだったのである。

【40】、【41】、【42】と続く三つは述べたように、内容的にもひと続きの部分である。一言でいえば、梅村が高山に戻って来ると聞いた人々が代官橋を中心とする宮川べりに集結する様子が描かれている部分である。要は、いわゆる民衆側を描いた部分であり、すでに見た第一部における【66】の追加や、第三部における【31】、【32】の追加と同様なものと見てよいであろう。おつるに関する記述の追加とともに、理論社版における改稿の顕著な特徴といつてよい。

【46】は先に構成の変更のところで触れた部分である。冬芽書房版の(72)が二つに分断され前後が入れかえられていたが、そのあいだに新たな【46】が加えられたのである。ここは、一単位としてはごく短かい記述で、吉住礼助が暴動鎮圧を画策していることが記されていた。先に見た(72下)と(72上)のあいだに加えられていたこの部分はいかにも唐突というほかはない。ただ注意しておくべきことは、ここには先に見た為吉が登場していたことである。さんざん人々を煽ったあぐく

に体よく家に舞い戻った人物である。為吉は吉住の手先となり、暴動鎮圧の画策に協力していたのである。実は人々を煽動していたのも吉住のいいつけであった。先に触れた新たに加えられた【41】にはそのあたりの事情が記されている。為吉は父親の代から吉住家に出入りし、吉住のいうがままの行動を取っていたのである。吉住の目論見は、暴動を扇動して梅村を撃退すると同時に暴動を粉砕することだったのである。【41】には、はつきりとは記されていないがそのことをにおわす記述があり、為吉にも人々を扇動したあとにはこっそり戻って来るようにいつけていた。【46】の追加はいわばそれに呼応していたといえるわけだが、それでもやはり唐突の感はぬぐえないであろう。

【61】は末尾に近い部分であるが、ここには新しく知事に就任した宮原が役人らを呼び、人民鎮静の心得方について講話をすることが描かれていた。高山に来てすでに三カ月あまりたつても不穏な状況は解消し切れていなかったからである。宮原は、かつて役人たちとの宴会の席で自作の漢詩をみずから披露し、役人たちからの称賛を受け悦に入っているようなやや軽薄な、というのがいいすぎならばやや厚みに欠けた人物として描かれていた。そのような側面を持ちながらも、少々厚みを持たせるといふ意味もおそらくはあったであろう。ここでの宮原の講話はそれなりの説得力を持つものであった。

最後に省かれた部分であるが、省かれたのは(75)のひとつである。先に見た新たな【46】と同様、ここは一単位としては極めて短かい四行ほどの記述にすぎない。その前の(74)には、肩を撃たれた梅村がかろうじて逃れ苗木藩に保護を求めたこと、そして人々は苗木藩に梅村引き渡しを要求するが拒否されたことが記されていた。それに続くこの短かい部分には、苗木藩が梅村をねんごろに迎え入れ、傷の手当てをしたことが記されていた。生命に別条はなかったが、鉄砲の弾をとり出す必要があったと記され、最後に次のような記述があった。

梅村は手術をまえにして、碁盤と強い相手を所望した。そして碁石をじつと見つめながら、時には談笑さえしながら、長い困難な手術にたえた。

明らかに関羽になぞらえたこの記述はいかにも芝居がかっており、ふさわしくないと考えたのであろう。ただ、苗木の藩主がねんごろに迎え入れ傷の手当てをしたこともいっしょに省く必要はなかったといえるであろう。まさに盟の赤ん坊も、といえるであろう。

# An activity using the Moodle database module in a blended learning environment to practice all four English skills with Japanese university students

David Campbell\*

(Received:28 April, 2011) (Accepted:7 July, 2011)

ムードル・データベースを併用したブレンディッド・ラーニングによる  
日本人学生のための行動学習法  
デイビッド・キャンベル\*

## Abstract

In this paper I will share a simple four skills activity that can be set up in the Moodle database module that “kills many birds with one stone.” In many activities in the foreign language classroom there are logistical problems that need to be overcome when an instructor wishes to do communicative activities. For example, in a class with a large number of students, 40 or more, it can be difficult and time consuming to create pairs or groups. If you want people to have multiple partners, again there is the problem of moving students around and the delays involved in the process. If the activity is paper based then there is the problem of collecting and redistributing the paper. If the instructor wants to get an idea of the students’ output, there is the added burden of sorting through all those pieces of paper and the delay that it involves. By creating an activity using the Moodle database module in a blended learning environment (a combination of in class computer work and traditional face-to-face activities) the instructor can give the students the opportunity to practice speaking, listening, writing and reading quickly and easily while monitoring student output and with students receiving timely feedback.

Keywords: Four skills, Moodle, Database Module, Blended Learning, LMS

## Introduction

In Japan a majority of university students have had at least six years of English instruction: three in junior high and three in high school. For many of them it has been

with the grammar translation method with a smattering of communicative activities thrown in the mix. The students arrive at university with a basic knowledge of English grammar, a core vocabulary, and the ability to read and write simple English sentences. What the majority of them

---

\*Department of Human Sciences, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Japan

\* 帯広畜産大学人間科学研究部門



lack are the sociolinguistic and strategic competencies as defined by Canale and Swain (1980). In the two English Communication courses that I teach one of the goals is for the students to develop skills and techniques to be able to communicate confidently, competently and fluently with the English knowledge they already possess. To achieve this goal I am always trying to find classroom activities that require the students to use all four skills (reading, writing, listening and speaking) about a topic they can relate to and where they can get immediate feedback. The “Something Interesting” activity in the database module of Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment), a Learning Management System, meets these three requirements.

First, I will explain the six aims of the activity followed by how to set up of the database and the classroom setting where it was used. Next, I will tell how the activity is conducted and the results of the activity. Finally, I will present my conclusions and possible areas for future research using this activity.

## Aims of the Activity

In creating this activity I had six aims. First, I was looking for warm up activity to use at the beginning of the lesson. I wanted students to get into an English mode to get them ready for the rest of the lesson. Next, I wanted them to have a chance to share information about their interests and activities which is tied to the third aim of creating a stronger sense of learning community among the students. Osterman writes, “A community exists when its members experience a sense of belonging or personal relatedness...the community has a shared and emotional sense of connection.” (qtd. in Summers & Svinicki, 2007). Even though they take other courses together or belong to the same clubs they don’t always know that much about each other. I also wanted the students to improve their

speaking and writing fluencies by working with topics they are familiar, but with the pressure of time limits. There was also the desire to raise their awareness of the importance of providing details and asking for details when they aren’t provided. This idea is based on Schmidt’s (1990) noticing hypothesis that states, “...what learners notice in input is what becomes intake for learning.” Finally, I wanted them to become more comfortable with typing because it is an important skill for online communication.

## Setting & Set up

This activity was used in English Communication II, a four-skills course for first year agriculture and veterinary medicine students. All the students had completed English Communication I in the spring semester. The course was 15 weeks and the activity started in the third week of the semester. There were three classes with 43, 30 and 12 students. The activity was conducted for 15 minutes at the beginning of each class period. The classes were conducted in a computer lab, so each student had their own computer. Two classes, one with 43 students and the other 12, were held in the largest computer lab with 60 machines and the other class, with 30 students, was in a smaller lab that had only 34 computers.

The database activity module of Moodle 1.9 was used and the database I made was very simple (Fig. 1). There is a space for the partner’s name and a text box for inputting what they learned from their partner. The database automatically puts in the date, time and the name of the student posting. In the “View List” there is a link to the comments and in the “View Single” it is possible to see any comments that have been posted (Figs. 2 & 3). In the settings for the database it is important to remember to have “Comments” set to “Yes” and “Require Approval” set to “No” (Fig. 4). Also, if you only want to students to be able to only read and comment on the other



Figure 1. Data entry form students used.



Figure 2. View list shows all the students' posting in ascending or descending order



Figure 3. View single shows the posting of an individual student and related comments.



Figure 4. Settings window for the database

students in their class you will need to create groups and check "Available for group members only."

The decision to use the database module instead of the blog, forum, chat or online activity Moodle modules was based on the ease with which I could read the students' postings and the students could read and comment on their classmates' postings. Fellner & Apple (2006) in using blogs in an intensive English course found, "This interactive aspect of commenting on their classmates' posted messages was clearly one of the most

interesting aspects for students." However, they discovered a drawback in the commenting system of the blog.

"The potential immediacy of feedback was also cause for frustration, which sometimes occurred because student emails and comments often took several minutes to appear on the class blog." (p. 24)

I also considered using the forum module, but there is the issue of how quickly the students' post will be viewable. At the time I set up this activity there was a technical problem with my Moodle installation which



made it difficult to get prompt forum updates. In using the forum module there is also the problem of easily associating the posting student with their partner.

Using the database module solved these problems with the added benefit of being able to rearrange them in an ascending or descending order. It is also possible to easily search the entries. The flexibility and customizability that this module offers an instructor are its main strengths.

## Process

The activity is broken down into three, five-minute blocks. The students were told to talk with a partner for five minutes about anything they wished as long as it was in English. It was suggested that they check vocabulary before class and were asked not to stop to check a dictionary during the five minute talking time. Both people were supposed to share something in that five-minute period. They were to be active listeners and use the expressions and techniques for keeping a conversation going that they learned in English Communication 1 the previous semester. During this stage I walked around the classroom monitoring students and providing assistance with language when needed.

To keep the amount of time required for creating pairs to a minimum the students usually spoke to the person behind them, but occasionally they would speak to the person to their right or left. From the beginning of English Communication 1 the previous semester the students had been encouraged not to sit with the same people every week and their class participation grade was partially based on how well they followed through on this requirement. Most students followed the instructions, so they did have a different partner every week.

After speaking with their partner for five minutes they had five minutes to record the information in the database. Again they were encouraged not to use

dictionaries. They were told to try to get down as many details as they could in five minutes. They were supposed to write in full sentences as a paragraph and not bullet points. They could double check information with their partner during this time if they wished.

When this five-minute block was finished they read their classmates postings and made comments and asked questions. Again they only had five minutes and they were told to try to read and comment on as many people as possible in that time. They could read anyone they wished. If they felt there was information missing or they wanted more details they were supposed to ask more questions. It could be worded as if they were asking the person who typed the information or the partner who gave the information.

I took part in this part of the activity by reading and commenting on several of students' postings. I usually looked for a student who wasn't getting any comments. After the class I would also read over the postings and comments to look for common themes and errors. The students could, if they wished, go back and answer the questions they were asked outside of class. Some students also did it in class as seen in Fig. 1 where a student answered my question (Note: Taro Urashima was student account that I created to test different aspects of Moodle from the students perspective. I also used it when I wanted to present something to the students as they would normally see it and not from my screen as a teacher.)

## Results

After 12 weeks of doing the activity (we started doing it the third week and it wasn't done during the last class meeting of the semester) can I say the activity achieved all my objectives? I would have to say the results were mixed. The activity did work well as a warm up activity. The students came in, got logged into the system,

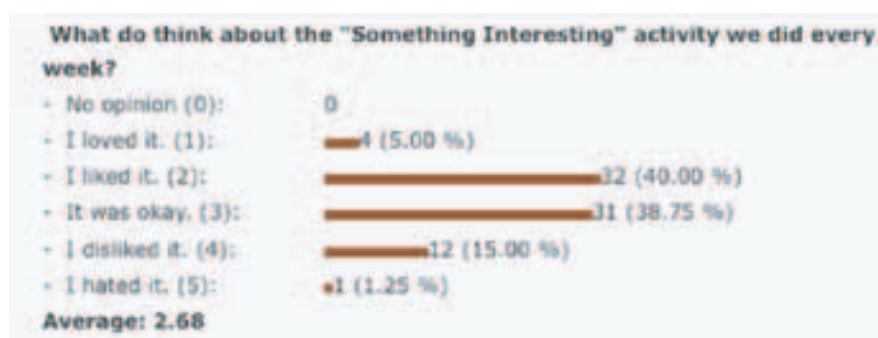


Figure 5. Students' feelings about the "Something Interesting" activity.

and we started up with "Something Interesting" and they were into English. I also think it helped to improve the sense of a learning community. Being the second semester of the year they had already created friendships and if they had been allowed to they would have only sat by the same people every week. This activity gave them the chance to learn more about classmates that they would have never spoken with normally at this point in the academic year. The other area where I think this activity succeeded was in getting them more comfortable with typing. In walking around room during the 5 minutes they were inputting the information from their partner I could see over the course of the semester that a majority of students were typing faster. This could have been because of this activity or the fact all the homework assignments for this course were typed online and they just got better with general practice.

Did this activity help them improve their speaking and writing fluencies? To that question I have to answer I am not sure. In walking around the room during the speaking activity I heard very little Japanese, so they were staying in English. I also heard the conversation strategies they had learned in the spring semester being used, but there was still a lot of dictionary usage. This was a sign to me that they had not looked up the words they might use before class and they weren't comfortable with or still didn't know how to explain the meaning of a Japanese word when they didn't know an English equivalent. The writing fluency, based on the number of words that the

students wrote in the five-minute period, didn't seem to improve even though they seemed to be more comfortable with typing.

The other area that didn't seem to improve was the awareness of giving details. After 12 weeks the students still only gave the most basic information. For example, a common sentence would be, "He went to a restaurant." and in the comments people would ask "Who did he/you go with?" or "What restaurant did he/you go to? To me this shows that the students still need work in English Communication I and II with giving more detailed information. Related to this was the fact that students mainly talked about their weekends or club activities. They could talk about anything they wanted and I told them every week before starting the activity that the topic could be something interesting they had done or read in another course, or seen on TV or the internet. They still preferred to talk about the same general things week after week. I believe that the reason for this is the lack of vocabulary to discuss other topics.

One concern with doing an activity like this every week was that the students would become bored with it or not see the utility of repeating it. In my course evaluation at the end of the semester I found that four students loved the activity, 32 liked it, 31 thought it was okay, 12 disliked it and one hated it (Fig. 5). I didn't do a follow up question to find why they felt that way, but next time that type of question will be included. These results show

that a majority of them didn't become bored with activity even when doing it every week.

## Conclusion

After evaluating this activity I feel it will be worthwhile to use it again in the future. This activity allows the students to use all four skills and using the Moodle database module provides an easy method to collect student information and for them to get feedback from me and their peers. There are some changes that I will try to make to the database and the way the activity is conducted. For the database I will try to add a word count feature to make it easier to see if the students are increasing the number of words they enter from the beginning of the semester to the end. To get the students to talk about more diverse topics I will include a pull down menu or check boxes with different categories such as sports, academics, politics, and part-time job. This will also allow me to sort the postings by the categories and see which topics were the most popular. Another change that I will make is to add another five-minute period to allow the students to reply to the comments and questions left by their classmates. By doing this I hope they will be more aware of the type of information they need to give when they are sharing information with their partner or what they need to include when posting what their partner told them.

With changes to this activity and the database I think it will be possible to evaluate the students' improvements in speaking and writing fluencies. Using this activity would overcome the problems Herder (2009) met with in conducting research on extensive writing in a Japanese high school in the area of data collection and data analysis when using paper-based methods.

This activity, like many that are used by instructors interested in computer assisted language, could be done

with pen and paper, but it would be more difficult and more time consuming to do. I also think that this activity shows the power of blended learning environment where computer use and traditional classroom face-to-face interaction can be combined for an effective learning experience.

## References

- Canale, M. and Swain, M., (1980). Theoretical basis of communicative approaches to second language teaching and testing. *Applied Linguistics* 1, pp. 1-47.
- Fellner, T., and Apple, M. (2006). Developing writing fluency and lexical complexity with blogs. The JALT CALL Journal, Vol. 2(No. 1), pp. 15-26.
- Herder, S. (2009). *Extensive Writing (EWr): An innovative Approach to EFL Writing in a Japanese High School*. MA thesis. University of Birmingham, Japan. Retrieved from <http://stevenherder.org/>, pp. 1-160
- Schmidt, R. (1990). The role of consciousness in second language learning. *Applied Linguistics* 11, 129-158.
- Summers, J. J., & Svinicki, M. D. (2007). Investigating classroom community in higher education. *Learning and Individual Differences*, 17(1), 55-67. doi:doi: DOI: 10.1016/j.lindif.2007.01.006

## 摘 要

ここでは一挙両得のムードル・データベースモジュールを使った、英語力を伸ばす簡単な行動学習法を紹介する。外国語学習では、指導者が試みるコミュニケーション活動のために克服しなければならない課題がある。例えば、一クラス40人、もしくはそれ以上になるとグループやペアを作るのは時間的にも困難である。複数のパートナーを作る場合、学生を移動させるのも手間がかかる。紙を用いる活動はそれを集めたり、再分配するのも大変だ。指導者がアウトプットを把握したい場合、それら資

料の仕分けも発生し、手作業では余計に時間がかかる。

ムードルを併用した学習環境を使った行動学習法(従来からの対面型とコンピューターの合体スタイル)によって、指導者は学生に「話す」「聞く」「読む」「書く」などの練習を、より速くしかも簡単にでき、アウトプットの状況を把握し、それを学習者へ即時フィードバックができるようになる。

# Lactation curves of dairy animals —An interim literature review—

Yukichika KAWATA\*

(Received:7 March, 2011) (Accepted:7 July, 2011)

家畜の泌乳曲線 — 暫定的文献レビュー —

河田 幸規

## Abstract

This paper reviewed existing lactation models which are mainly applied to dairy cows. There are many related papers; in 50 papers, 90 lactation curves are presented. The most frequently used model is Wood's (1967), which was quoted in 75 papers. In general, the earlier the year of the model presented in the paper, the higher its frequency of quotation. Wood's (1967) model was followed by other models from Brody et al. (1923), Sikka (1950), Nelder (1966), Dave (1971), Cobby et al. (1978), Ali et al. (1987), Wilmink (1987), and Grossman et al. (1988); these models were quoted 9, 8, 17, 11, 9, 12, 18, and 11 times, respectively. The classic models, which have been mainly described as the function of time, have less room for improvement and have become increasingly complicated of late. Test-day models have room for further reversion.

Key words ; lactation curve, classic model, test day model, review, cows

## 1. Introduction

There are many papers on lactation curves in empirical and theoretical research, and it is almost impossible to review all of these studies. However, even if a literature review is not exhaustive, it is informative when applying lactation curves as long as most of the lactation curves are listed and brief summaries are provided. The purpose

of this paper is to review existing lactation curves as thoroughly as possible and provide information on the animals to which they were applied and the frequency of application. In this paper, information on lactation curves, which is proposed and applied to cows, were mainly gathered. Lactation curves for other animals such as ewes, buffalo, goats, and deer are also reviewed, as is the egg production of hens. This is because lactation models first

---

\* Division of Food Hygiene, Department of Animal and Food Hygiene, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine  
Inada-cho, Obihiro, Hokkaido 080-8555, Japan

帯広畜産大学畜産衛生学研究部門 〒080-8555 北海道帯広市稲田町西2線11番地

proposed for cows have also been applied to these animals, and vice versa.

## 2. Materials and Methods

This paper reviewed existing studies which presented new lactation curves, reviewed several lactation curves and applied lactation curves empirically. To the best of the author's knowledge, comprehensive reviews of lactation curves are provided only by Lombaard (2006) and Steri (2010), both of whom devoted one chapter of their doctoral dissertations to reviewing lactation curves.

This paper did not cover all existing studies on lactation curves, nor did the author gather all the papers cited in this paper. Therefore, some information presented in this paper has not confirmed by the original study. Terminology is generally consistent with the original paper: Holstein, Friesian, and Holstein-Friesian are used for the same species and the species name (Holstein, Friesian, or Holstein-Friesian) used in the original paper is also used in this paper. Explanations of variables are often taken directly from papers which quote that model.

In the results section, the following data are provided.

(No.) name of model (author(s), year of publication, name of species)

Equation of model

[Explanation] If necessary

[Applications] No. of paper (name of species, review/theory; year of publication)

If there is no model name used in original or quoted papers, 'name of author (year of publication)' is provided.

The explanations for variables used in this paper are as follows.

$Y$  : yield predicted on time  $t$

daily egg production

$t$  : time (day, week, etc)

$t, b, c, d, f, g$  : parameters

Otherwise, explanations are provided after each equation.

If the parameters are used in a different way, they are also explained with each equation.

## 3. Results

### 3.1. Classic Models

(1) Exponential decline model (Brody et al., 1923; Dairy cows)

$$Y = a \exp(-ct)$$

[APPLICATIONS]

[124] (Holstein cow; 1995), [27] (cow; 2000), [79] (Red deer hind *Cervus elaphus*; 2000), [109] (Irish dairy cow; 2005), [83] (review; 2006), [110] (cow; review; 2007), [78] (Holstein cow; 2008), [29] (cow; 2010), [130] (review; 2010)

(2) Brody et al. (1924) model

$$Y = a \exp(-bt) - a \exp(-ct)$$

[APPLICATIONS]

[124] (Holstein cow; 1995), [27] (cow; 2000), [109] (Irish dairy cow; 2005), [83] (review; 2006), [110] (cow; review; 2007), [29] (cow; 2010), [130] (review; 2010)

(3) Parabolic exponential model (Sikka, 1950; dairy cows)

$$Y = a \exp(bt - ct^2)$$

[APPLICATIONS]

[124] (Holstein cow; 1995), [27] (cow; 2000), [79] (Red deer hind *Cervus elaphus*; 2000), [134] (Angus, European Brown Swiss, their reciprocal - crosses; 2004), [109] (Irish dairy cow; 2005), [83] (review; 2006), [110] (cow; review; 2007), [130] (review; 2010)



## (4) Fischer (1958) model

$$Y = a - bt - a \exp(-ct)$$

[APPLICATIONS], [26] (cow; 1978), [114] (British Friesian cow; 1982), [124] (Holstein cow; 1995), [136] (cow; 2000), [83] (review; 2006)

## (5) Vujicic et al. (1961) model

$$Y = tc^{-a} \exp(-ct)$$

[APPLICATIONS]

[83] (review; 2006)

## (6) Inverse quadratic polynomial model (Nelder, 1966; Yadav et al., 1977)

$$Y = \frac{t}{a + bt + ct^2}$$

[EXPLANATION]

This model was first presented by Nelder (1966). Yadav et al. (1977) empirically applied it to dairy cattle (Koncagul et al., 2008). Sometimes this model is quoted as Yadav et al. (1977).

[APPLICATIONS]

[10] (cow; 1986), [124] (Holstein cow; 1995), [122] (Holstein cow; 1996), [96] (Holstein – Friesian cow; 1999a), [133] (Holstein – Friesian cow; 1999), [27] (cow; 2000), [79] (Red deer hind *Cervus elaphus*; 2000), [21] (Italian water buffalo; 2002), [134] (Angus, European Brown Swiss, their reciprocal – crosses; 2004), [30] (Awassi ewe; 2005), [109] (Irish dairy cow; 2005), [83] (review; 2006), [110] (cow; 2007), [77] (Holstein cow; 2008), [78] (Holstein cow; 2008), [28] (Guzera and Sindi cattle; 2009), [130] (review; 2010)

## (7) Incomplete gamma model (Wood, 1967; Friesian cows)

$$Y = at^b \exp(-ct)$$

[APPLICATIONS]

[147] (Friesian cow; 1968), [148] (Friesian cow; 1969), [149] (British Friesian cow; 1970), [150] (cow; 1972), [151] (cow; 1976), [26] (cow; 1978), [85] (Holstein – Friesian, Holstein – Friesian – Gir., Jersey; 1979), [132] (Crossbred sheep; 1980), [121] (Brown Swiss cow; 1981), [123] (cow; 1981), [114] (British Friesian cow; 1982), [58] (cow; 1984), [44] (Holstein – Friesian cow; 1985), [59] (cow; 1985), [12] (Gyr dairy cow; 1986), [129] (Simmental cow; 1987), [65] (Dutch Friesian cow; 1988), [81] (British Friesian cow; 1992), [116] (US Sheep breed; 1992), [113] (cow; 1993), [141] (cow; 1993), [143] (White British dairy goat; 1993), [124] (Holstein cow; 1995), [61] (Merino sheep; 1995), [115] (goat; 1995), [62] (Merino sheep; 1996), [106] (Comisana sheep; 1996), [122] (Holstein cow; 1996), [70] (cow; 1997), [100] (Crossbred cow; 1997), [34] (Holstein cow; 1998), [76] (Hanwoo Korean beef cow; 1998), [137] (Spanish dairy cow; 1998), [46] (Massese sheep; 1999), [96] (Holstein – Friesian cow; 1999a), [133] (Holstein – Friesian cow; 1999), [27] (cow; 2000), [79] (Red deer hind *Cervus elaphus*; 2000), [105] (Dairy sheep; 2000), [111] (Holstein – Friesian cow; 2000), [131] (Turkish Holstein cow; 2000), [136] (cow; 2000), [7] (Red Sokoto goat; 2001), [22] (Dairy sheep; 2001), [21] (Italian water buffalo; 2002), [23] (Dairy sheep; 2002), [43] (Murciano – Granadina goat; 2002), [103] (Holstein – Friesian cow; 2002), [63] (Saanen dairy goat; 2003), [112] (Holstein – Friesian cow; 2003), [128] (Black and White cow; 2004), [134] (Angus, European Brown Swiss, their reciprocal – crosses; 2004), [30] (Awassi ewe; 2005), [99] (Holstein × Zebu, Holstein × Sahiwal cow; 2005), [109] (Irish dairy cow; 2005), [8] (Egyptian buffalo; 2006), [68] (cow; 2006), [83] (review; 2006), [86] (Multiparous Awassi – Merino cross ewe; 2006), [40] (Friesian and Ayrshire crossbred cows by Sudanese indigenous breed of dairy cattle; 2007), [41] (Iranian Holstein heifer; 2007), [110] (cow; 2007), [24] (Simmental cow; 2008), [77] (Holstein cow; 2008),

[78] (Holstein cow; 2008), [80] (New Zealand bred Holstein – Friesian cows born in Mexico; 2008), [6] (Nili – Ravi buffalo; 2009), [25] (Brown Swiss cow; 2009), [28] (Guzerá and Sindi cattle; 2009), [60] (Crosses of Holstein, Brahman and Brown Swiss; 2009), [126] (Holstein cow; 2009), [5] (hen; theory; 2010), [29] (cow; 2010), [101] (Holstein cow; 2010), [130] (review; 2010)

(8) Grafted polynomials (Fuller, 1969; unspecified)

$$Y = a + bt + ct^2 + dr_1^2 + fr_2^2$$

where  $r_1$  has value  $t - 52$  when  $t > 52$  day and 0 otherwise, and  $r_2$  has value  $t - 85$  when  $t > 85$  days and 0 otherwise (Lombaard, 2006, Steri, 2010).

[EXPLANATION]

This model is used in Gipson et al. (1989) for goats (Lombaard, 2006).

[APPLICATIONS]

[83] (review; 2006), [130] (review; 2010)

(9) McMillan et al. (1970a, b) model

$$Y = M(1 - \exp(-\xi(t - t_0)))\exp(-\alpha t)$$

where

$M$  : potential maximum daily egg production

$\xi$  : rate of increase in egg laying

$t_0$  : initial day of egg laying

$\alpha$  : rate of decrease in egg laying

The above explanations are quoted from Anang et al. (2010).

[APPLICATIONS]

[5] (hen; theory; 2010)

(10) Quadratic model (Dave, 1971; Indian water buffalo)

$$Y = a + bt - ct^2$$

[EXPLANATION]

Gaskins et al. (1980) presented this model as their original

model; Verbyla et al. (1997) quoted Gaskins et al. (1980) as the source of this model. Dag et al. (2005) and Cruz et al. (2009) also presented this model as their original model.

[APPLICATIONS]

[50] (Angus – Hereford, Jersey – Angus, Simmental – Angus; 1980), [10] (Dairy sheep; 1986), [124] (Holstein cow; 1995), [27] (cow; 2000), [79] (Red deer hind *Cervus elaphus*; 2000), [30] (Awassi ewe; 2005), [83] (review; 2006), [110] (cow; 2007), [24] (Simmental cow; 2008), [28] (Guzerá and Sindi cattle; 2009)

(11) Modification of Wood model (McNally, 1971; poultry)

$$Y = at^b \exp\left(-ct + dt^{\frac{1}{2}}\right)$$

[APPLICATIONS]

[5](hen; theory; 2010)

(12) Scheaffer et al (1977) model

$$Y = \frac{a \exp(-bt)(1 - \exp(-ct))}{c}$$

[APPLICATIONS]

[98] (Jersey cow; 1998), [83] (review; 2006), [78] (Holstein cow; 2008)

(13) Linear decline model (Cobby et al., 1978; Dairy cows)

$$Y = a - bt - a \exp(-ct)$$

[APPLICATIONS]

[124] (Holstein cow; 1995), [138] (1997), [27] (cow; 2000), [43] (Murciano – Granadina goat; 2002), [109] (Irish dairy cow; 2005), [110] (cow; 2007), [78] (Holstein cow; 2008), [29] (cow; 2010)

(14) Simple linear regression model (Madalena et al., 1979; Holstein – Friesian (HPB), HPB  $\times$  Gir, Jersey)

$$Y = a - bt$$

## [EXPLANATION]

Cruz et al. (2009) presented this model as their original model.

## [APPLICATIONS]

[28] (2009), [32] (Holstein – Friesian cow, Holstein – Friesian cows  $\times$  Gir cow; 1989), [124] (Holstein cow; 1995), [27] (cow; 2000), [109] (Irish dairy cow; 2005), [110] (cow; 2007), [28] (Guzerá and Sindi cattle; 2009)

(15) Straight lines of equal, but opposite slopes (Molina et al., 1979; Holstein)

$$Y = \begin{cases} a + bt & t < t_0 \\ a + b(2t_0 - t) & t \geq t_0 \end{cases}$$

where,

$t_0$  : time when two straight lines intersect (where peak yield is achieved)

## [APPLICATIONS]

[124] (Holstein cow; 1995), [27] (cow; 2000), [109] (Irish dairy cow; 2005), [83] (review; 2006)

(16) Algebraic function model (Adam et al., 1980)

$$Y = \frac{1}{0.01 + at^{(t-b)}} - c(t-d)$$

$t$  : time (week)

## [APPLICATIONS]

[5] (hen; theory; 2010)

(17) Reparameterized Wood's model (Dhanoa, 1981; Friesian cow)

$$Y = at^{bc} \exp(-ct)$$

## [APPLICATIONS]

[124] (Holstein cow; 1995), [43] (Murciano – Granadina goat; 2002), [83] (review; 2006), [130] (review; 2010)

(18) Compartment model (McMillan, 1981)

$$Y = A(\exp(-k_2 t) - \exp(-k_1 t))$$

$k_1, k_2$  : instantaneous rate of increase and decrease in egg production

$A$  : maximum potential of egg production

The above explanations are quoted from Anang et al. (2010).

## [APPLICATIONS]

[5] (hen; theory; 2010)

(19) Post-peak of linear regression model (Gavora et al., 1982)

$$Y = m - kt$$

$t$  : time (28 day period)

$m, k$  : instantaneous rate of increase and decrease in egg production

The above explanation is quoted from Anang et al. (2010).

## [APPLICATIONS]

[5] (hen; theory; 2010)

(20) Singh et al. (1982) models (Indian dairy buffalo)

(A) Linear cum log model

$$Y = a - bt + c \ln(t)$$

(B) Quadratic cum log model

$$Y = a + bt + ct^2 + d \ln(t)$$

## [APPLICATIONS]

(A)(B)

[124] (Holstein cow; 1995), [27] (cow; 2000), [83] (review; 2006), [110] (cow; 2007)

(A)

[109] (Irish dairy cow; 2005)

(21) Seasonally adjusted Wood's model (Goodall, 1983; British Friesian cows; Goodall, 1986b)

$$Y = at^b \exp(-ct + dD)$$

$D = 0$  October to March

$D = 1$  April to September (in the northern hemisphere)

## [APPLICATIONS]

[56] (British Feasian cow; 1986a), [81] (British Friesian cow; 1992), [128] (Black and White cow; 2004), [83] (review; 2006), [130] (review; 2010)

(22) Glasbey (1983) model

$$Y(t+1) = aY(t) + (b - ba - ac) - ct(1 - a)$$

## [APPLICATIONS]

[78] (Holstein cow; 2008)

(23) Bianchini Sobrinho (1984) models

(A) Hyperbolic lineal

$$Y = a + bt + \frac{c}{t}$$

(B) Quadratic logarithmic

$$Y = a + bt + ct^2 + d \ln(t)$$

## [EXPLANATION]

Model (B) is the same as that of Singh & Gopal (1982).

## [APPLICATIONS]

[12] (Gyr dairy cow; 1986), [27] (cow; 2000), [110] (cow; 2007), [28] (Guzerá and Sindi cattle; 2009)

(24) Adjustment of Wood's model (Jenkins et al., 1984; dairy cows)

$$Y = at \exp(-ct)$$

## [APPLICATIONS]

[27] (cow; 2000), [79] (Red deer hind *Cervus elaphus*; 2000), [83] (review; 2006), [78] (Holstein cow; 2008)

(25) Emmans et al. (1986) model

$$Y = a \{ \exp[-\exp(G_0 - bt)] \} \cdot [\exp(-ct)]$$

$G_0$  : initial state parameter at  $t = 0$

## [APPLICATIONS]

[47] (Holstein - Friesian cow; 1999), [29] (cow; 2010)

(25 - 2) Dijkstra et al. (1997) model

$$Y = M_0 \cdot \exp \left\{ \frac{\mu_r [1 - \exp(-kt)]}{k - \lambda t} \right\}$$

## [EXPLANATION]

Friggens et al. (1999) state that the Dijkstra et al. (1997) model is derived from Emmans et al. (1986).

(26) Modification of Wood model (Grossman et al., 1986)

$$Y = at^b \exp(-ct) (1 + d \sin(x) + f \cos(x))$$

## [APPLICATIONS]

[128] (Black and White cow; 2004), [77] (Holstein cow; 2008), [78] (Holstein cow; 2008)

(27) Hayashi et al. (1986) model

$$Y = a \left( \exp \left( -\frac{t}{b} \right) - \exp \left( -\frac{t}{bc} \right) \right)$$

## [APPLICATIONS]

[8] (Egyptian buffalo cow; 2006)

(28) Polynomial model (Ali et al., 1987; cow)

$$Y = a + b\delta_i + c\delta_i^2 + d\theta_i + \varepsilon\theta_i^2$$

where

$$\delta_i = \frac{t}{305}, \quad \theta = \ln \left( \frac{305}{t} \right) \text{ and } 305 \text{ is the lactation length.}$$

## [EXPLANATION]

Adding the term  $\varepsilon(\ln t)^2$  to the Singh et al. (1982) model results in this model.

## [APPLICATIONS]

[70] (cow; 1997), [96] (Holstein - Friesian cow; 1999a), [21] (Italian water buffalo; 2002), [37] (Holstein cow; 2003), [109] (Irish dairy cow; 2005), [83] (review; 2006), [91] (Brazilian Holstein and their state affiliate; 2007),

[24] (Simmental cow; 2008), [77] (Holstein cow; 2008),  
[78] (Holstein cow; 2008), [130] (review; 2010)

(28-2) Quinn et al. (2005) model (Irish dairy cow)

Dropping the term in estimating the Ali et al. (1987) model results in this model.

$$Y = a + b\delta_i + c\delta_i^2 + d\theta_i + \varepsilon\theta_i^2$$

(29) Exponential models (Wilmink, 1987; Dutch Friesian cow)

$$(A) \quad Y = a + b\exp(-kt) + ct$$

$$(B) \quad Y = a + b\exp(-kt) + ct + dt^2$$

where,

$k$  : parameter value, which is related to the time of the peak of lactation and usually assumes a fixed value, derived from preliminary analysis made on average production (Wilmink, 1987; Schaeffer et al., 2000; Koncagul et al., 2008).

[APPLICATIONS]

(A)(B)

[70] (cow; 1997), [83] (review; 2006), [130] (review; 2010)

(A)

[96] (Holstein – Friesian cow; 1999a), [136] (cow; 2000), [21] (Italian water buffalo; 2002), [72] (Holstein – Friesian cow; 2005), [109] (Irish dairy cow; 2005), [91] (Brazilian Holstein and their state affiliate; 2007), [24] (Simmental cow; 2008), [77] (Holstein cow; 2008), [78] (Holstein cow; 2008), [29] (cow; 2010)

(unknown)

[37] (Holstein cow; 2003), [94] (South African Holstein and jersey cow; 2003), [39] (cow; 2005), [84] (Italian water buffaloes; 2006), [110] (cow; 2007)

(30) Bates et al. (1988) model

$$Y = (a + b)\exp(-ct) + a\exp(-dt) + b\exp(-dt)$$

[APPLICATIONS]

[98] (Jersey: cow; 1998)

(31) Logistic model (Cason et al., 1988)

$$Y = a\exp(-bt) \frac{1}{1 + c^{(c+dt)}}$$

$t$  : age of flock (week)

[APPLICATIONS]

[5] (hen; theory; 2010)

(32) Multiphasic logistic model (Grossman et al., 1988)

$$Y = \sum_{i=1}^n \{a_i b_i [1 - \tanh^2(b_i(t - c_i))]\}$$

where,

$a_i$  : half asymptotic total yield (kilograms) for phase  $i$

$b_i$  : rate of yield relative to  $a_i$  (per day) for phase  $i$

$c_i$  : time of peak yield (in days) for phase  $i$

[APPLICATIONS]

[32] (Israeli Holstein cow; 1989), [52] (Dairy goat; 1989), [140] (Holstein cow; 1992), [144] (White British dairy goat; 1993), [124] (Holstein cow; 1995), [133] (1999), [105] (Dairy sheep; 2000), [136] (Dairy cow; 2000), [49] (Holstein – Friesian cow; 2001), [83] (review; 2006), [130] (review; 2010)

(33) Papajcsik et al. (1988) models (Friesian cow)

$$(A) \quad Y = \frac{at^b}{\cosh(ct)}$$

$$(B) \quad Y = \frac{a(1 - \exp(-bt))}{\cosh(ct)}$$

$$(C) \quad Y = \frac{a \arctan(bt)}{\cosh(ct)}$$

$$(D) \quad Y = a \ln(bt) \exp(-ct)$$

$$(E) \quad Y = \frac{a \ln(bt)}{\cosh(ct)}$$

(F)  $Y = a \arctan(bt) \exp(-ct)$

(G)  $Y = at \exp(-bt)$

[EXPLANATION]

Model (G) is the special case of the Wood (1967) model and has already been presented by Jenkins et al. (1984).

[APPLICATIONS]

(A) – (F)

[124] (Holstein cow; 1995), [27] (cow; 2000), [83] (review; 2006)

(unknown)

[102] (Frisian cow; 1988), [110] (cow; 2007)

(34) Cappio – Borlino et al. (1989a) model

$$Y = W_i a t^b \exp(-ct)$$

where,

$W_i$  : additional parameter for correcting the deviation of the theoretical curve from real data

[APPLICATIONS]

[130] (review; 2010)

(35) Cubic model (Cappio – Borlino et al., 1989b; sheep)

$$Y = a + bt + ct^2 + dt^3$$

[EXPLANATION]

Dag et al. (2005), Çilek (2008), and Koncagul et al. (2008) presented this model as their original model.

[APPLICATIONS]

[24] (Simmental cow; 2008), [130] (review; 2010)

(36) Gipson et al. (1989) model (goat)

$$Y = ab \{1 - \tanh^2[b(t-c)]\} + df \{1 - \tanh^2[f(t-g)]\}$$

[APPLICATIONS]

[43] (Murciano – Granadina goat; 2002)

(37) Morant et al. (1989) models (Friesian heifer)

$$(A) \quad Y = a \exp \left[ -bt + \frac{d \exp(-kt)}{k} \right]$$

(B) General exponential

$$Y = at^b \exp(-[c-dt]t)$$

$$(C) \quad Y = a \exp \left( -bt + ct^2 + \frac{d \exp(-kt)}{k} \right)$$

(D) 4 – parameter morant

$$Y = a \exp \left( -bt + ct^2 + \frac{d}{t} \right)$$

$$(E) \quad Y = a \exp \left( -bt + ct^2 + \frac{d}{t+k} \right)$$

$$(F) \quad Y = a \exp \left( -bt' + ct'^2 + \frac{d}{t} \right)$$

where  $t' = \frac{t-t_0}{100}$ ,  $t_0$  is fixed at 150 days in the case of the original article (Lombaard, 2006).

$$(G) \quad Y = a \exp \left( -bt' [1+rt'] + ct'^2 + \frac{d}{t} \right)$$

$k > 0$ . See original paper for details.

Functional forms are based on literature that quoted and converted original models.

[APPLICATIONS]

(D)

[61] (Friesian heifer; 1995)

(F)

[81] (British Friesian cow; 1992), [144] (White British dairy goat; 1993), [136] (Dairy cow; 2000)

(A) – (G)

[83] (review; 2006)

(unknown)

[98] (Jersey cow; 1998), [105] (Dairy sheep; 2000)

(38) Modification compartment model (Yang et al., 1989)

$$Y = \frac{a \exp(-bt)}{1 + \exp(-c(t-d))}$$

$t$  : time (week)



[APPLICATIONS]

[5] (hen; theory; 2010)

(39) Weigel et al. (1992) models (Holstein cow)

(A) Diphasic model (1)

$$Y = d_1 [1 - \tanh^2(b_1(t^k - c_1))] + d_2 [1 - \tanh^2(b_2(t - c_2))]$$

(B) Diphasic model (2)

$$Y = d_1 [1 - \tanh^2(b_1(t^k - c_1))] + d_2 [1 - \tanh^2(b_2(t - c_2))] + \delta(1 - \exp(-\lambda(t - t_{inj})))$$

$d_i$  : peak yield for phase i

$b_i$  : rate of yield relative to  $a_i$  (per day) for phase i

$c_i$  : time of peak yield (in days) for phase i

$\delta$  : asymptotic increase in milk yield after bST treatment takes full effect

$\lambda$  : rate parameter that determines the length of the lag period

$k$  : rate parameter that determines the length of the lag period

$k_{inj}$  : time of the onset of the injections

(C) Monophasic model

$$Y = d [1 - \tanh^2(b(t^k - c))]$$

[EXPLANATION]

Model (C) is the same as the model of Grossman et al. (1988) (Weigel et al., 1992).

[APPLICATIONS]

(A)

[124] (Holstein cow; 1995), [83] (review; 2006)

(40) Rook et al. (1993) models (cow)

They presented 12 models which include a set of six monotone increasing functions and two monotone decreasing functions.

Monotone increasing functions

(IA) Mitscherlich function

$$1 - a \exp(-bt)$$

(IB) Michaelis – Menten function

$$\frac{1}{1 + a(b + t)}$$

(IC) Generalised saturation kinetic function

$$\frac{1}{1 + a(b + t^c)}$$

(ID) Logistic function

$$\frac{1}{1 + a \exp(-bt)}$$

(ID) Gompertz function

$$a \exp([- \ln a][1 - \exp(-bt)])$$

(IF) Hyperbolic tangent

$$\frac{1 + \tanh(a + bt)}{2}$$

Monotone decreasing functions

(DA) Exponential function

$$\exp(-dt)$$

(DB) Inverse straight line

$$\frac{1}{1 + ct}$$

[APPLICATIONS]

(all)

[83] (review; 2006)

(Mitscherlich  $\times$  Exponential)

[133] (Holstein – Friesian cow; 1999)

(unknown)

[136] (cow; 2000), [29] (cow; 2010)

(41) 6 parameter Morant model (Williams, 1993; white British dairy goats)

$$Y = a \exp \left( \frac{-b \frac{t-t_0}{100} + c \left[ \frac{t-t_0}{100} \right]^2 + d}{t + f \left[ \frac{t-t_0}{100} \right]^3 + g \left[ \frac{t-t_0}{100} \right]^4} \right)$$

where,

|                                                                                                                                                                                |                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $t_0$ : a constant (Williams fixed at the value of 150 days)                                                                                                                   | 2008)                                                                                                                     |
| [APPLICATIONS]                                                                                                                                                                 | (A) – (F)                                                                                                                 |
| [83] (review; 2006)                                                                                                                                                            | [70] (cow; 1997)                                                                                                          |
| (42) Bi – exponential model (Cappio-Borlino et al., 1995; Sardinian dairy ewe)                                                                                                 | (44) Gloor (1997) model                                                                                                   |
| $Y = at^{b \exp(-ct)}$                                                                                                                                                         | $Y = LL(1 - \exp(-at^b)) \exp(ct^d)$                                                                                      |
| [APPLICATIONS]                                                                                                                                                                 | $LL$ : asymptote                                                                                                          |
| [46] (Massese sheep; 1999), [43] (Murciano – Granadina goat; 2002), [83] (review; 2006), [130] (review; 2010)                                                                  | $t$ : time (week)                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                | [APPLICATIONS]                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                | [5] (hen; 2010)                                                                                                           |
| (43) Guo et al. (1995) model (cow)                                                                                                                                             | (45) Guo et al. (1997) model (cow)                                                                                        |
| (A) Mixed log model                                                                                                                                                            | (1) $Y = a + b\sqrt{t} + c \ln t + d \sin\left(\frac{t}{f}\right)t^2, f = 65$                                             |
| $Y = a + bt^{1/2} + c \ln t$                                                                                                                                                   | (2) $Y = a + b\sqrt{t} + c \ln t + d \sin\left(\frac{t}{f}\right)t, f = 70$                                               |
| (B) $Y = a + bt + \frac{c}{t} \exp\left(-\frac{1}{2}\left[\frac{\lg t - 1}{\sigma}\right]^2\right)$                                                                            | (3) $Y = a + bt + ct^2 + dt^3 + f\sqrt{t}$                                                                                |
| (C) $Y = a + bt + c \sin\left(\frac{t}{65}\right)t^2 + \frac{d}{t} \exp\left(-\frac{1}{2}\left[\frac{\lg t - 1}{\sigma}\right]^2\right)$                                       | (4) $Y = a + b\sqrt{t} + ct + dt^3 + ft^{\lg t}$                                                                          |
| (D) $Y = a + bt + ct^2 + \frac{d}{t} \exp\left(-\frac{1}{2}\left[\frac{\lg t - 1}{\sigma}\right]^2\right)$                                                                     | (5) $Y = a + b\sqrt{t} + c \ln t + d \sin\left(\frac{t}{f}\right)t + g \sin\left(\frac{t}{f}\right)t^2, f = 100$          |
| (E) $Y = a + bt + c \sin\left(\frac{t}{d}\right)t^2 + f \sin\left(\frac{t}{d}\right)t^3 + f \exp(-0.055t)$                                                                     | (6) $Y = a + b \ln t + c \tanh(\lg t)t + d \sin\left(\frac{t}{f}\right)t^2 + g \sin\left(\frac{t}{f}\right)t^3, f = 80$   |
| (F) $Y = a + bt + ct^2 + dt^3 + f \ln t$                                                                                                                                       |                                                                                                                           |
| where,                                                                                                                                                                         |                                                                                                                           |
| $\sigma$ : a constant                                                                                                                                                          |                                                                                                                           |
| [APPLICATIONS]                                                                                                                                                                 | (46) Alenda (1998) model                                                                                                  |
| (A)                                                                                                                                                                            | $Y = P_t + a\{M305 - P305\} + b\{Y_{ucc} - P_{ucc}\}$                                                                     |
| [96] (Holstein – Friesian cow; 1999a), [21] (Italian water buffalo; 2002), [109] (Irish dairy cow; 2005), [83] (review; 2006), [24] (Simmental cow; 2008), [77] (Holstein cow; | $P_t$ : milk yield estimated by the fitted lactation curve on day $t$ , in the group of contemporaries (lactation number- |

year of calving- calving season) to which the cow belongs

$a$  : a parameter to be estimated using the method of least squares

$b$  : a parameter to be estimated using the method of least squares

$M_{305}$  : average milk yield at 305 days in the group of contemporary cows

$P_{305}$  : average milk yield at 305 days, estimated from the fit of the lactation curve for the group of contemporaries to which the cow belongs

$Y_{ucc}$  : milk yield in the last known test (four milk yield tests)

$P_{ucc}$  : milk yield on the same day of the test (in the fourth record), estimated with the fitted lactation curve using the Wood model

The above explanations are quoted from Palacios-Espinosa et al. (2010).

[APPLICATIONS]

[101] (Holstein cow; 2010)

(47) Grossman et al. (1999) models (Holstein cow Muranda Oscar Lucinda-ET(VG-86), purebred Dutch Friesian cow)

(1) Lactation persistency model

$$Y = Y_p + b_1(t - t_1) - r_1 b_1 \ln \left[ \frac{\exp\left(\frac{t}{r_1}\right) + \exp\left(\frac{t_1}{r_1}\right)}{1 + \exp\left(\frac{t_1}{r_1}\right)} \right] + r_2 b_3 \ln \left[ \frac{\exp\left(\frac{t}{r_2}\right) + \exp\left(\frac{t_1 + P}{r_2}\right)}{1 + \exp\left(\frac{t_1 + P}{r_2}\right)} \right]$$

(2) Reduced lactation persistency model

$$Y = \frac{Y_p}{t_1} t - \frac{Y_p}{t_1} \ln \left[ \frac{\exp(t) + \exp(t_1)}{1 + \exp(t_1)} \right] + b_3 \ln \left[ \frac{\exp(t) + \exp(t_1 + P)}{1 + \exp(t_1 + P)} \right]$$

$Y_p$  : level of constant yield during the lactation peak phase

$b_1$  ,  $b_3$  : slope of the straight lines

$t_1$  : time at transition

$r_1$  ,  $r_2$  : measure of the duration of transition

$P$  : persistency of the days where peak lactation is maintained

[APPLICATIONS]

[136] (cow; 2000), [83] (review; 2006), [130] (review; 2010)

(48) Pollott (1999) models

(A) Additive

$$Y = \frac{MS_{\max}}{\left[1 + \frac{1 - NO}{NO}\right] \exp(-GRt)} - \frac{MSL_{\max}}{\left[1 - \frac{1 - NOD}{NOD}\right] \exp(-DRt)}$$

(B) Multiplicative

$$Y = \frac{MS_{\max}}{\left[1 + \frac{1 - NO}{NO}\right] \exp(-GRt)} \times \frac{1}{\left[1 - \frac{1 - NOD}{NOD}\right] \exp(-DRt)}$$

MS, MSL: milk secretion potential and loss of potential

NO, NOD: proportions of MS and MSL achieved at parturition

GR, DR: growth and death rate parameters of the two logistic curves

The above explanations are quoted from Pollott and Gootwine (2000), p. 199.

[APPLICATIONS]

[105](Dairy sheep; 2000)

(49) Pollott (2000) model

$$Y = a \cdot \left\{ \frac{1}{1 + \left[\frac{1-b}{b}\right] \exp(-ct)} - \frac{1}{1 + \left[\frac{1-d}{d}\right] \exp(-gt)} \right\} \cdot (1 - \exp(-ht))$$

(1 - exp(-ht))

[APPLICATIONS]

[29] (cow; 2010)

(50) Cobuci et al. (2000) model (cow)

$$Y = a - bt + \ln(t)$$

(51) Pedraza et al. (2002) model (Holstein – Friesian cow)

$$Y(t, RC) = at^b \exp(-ct + dRC + fRC^2)$$

Where

$RC$  : somatic cell range

(52) Modification of Wilmink's exponential model (Jacobsen et al., 2002)

$$Y = a + b \frac{t}{100} + c \exp(-dt)$$

[APPLICATIONS]

[91] (Brazilian Holstein and their state affiliate; 2007)

(53) Grossman et al. (2003) model (cow)

$$Y = \frac{a}{1 + \exp\left(\frac{-DIM + c_1}{b_1}\right)} - \frac{p_2 a}{\left(1 + 0.5 \exp\left(\frac{-DIM + c_{\max 2}}{b_2}\right)\right)^2} - \frac{p_3 a}{1 + \exp\left(\frac{-DIM + c_3}{b_3}\right)} - \frac{p_4 a}{\left(1 + 0.5 \exp\left(\frac{-DIM + c_{\max 4}}{b_4}\right)\right)^2}$$

where,

$a$  : upper level for the increasing first phase

$P_2, P_3, P_4$  : proportions of  $a$  for the decreasing second, third, and fourth phases

$b$  s: proportional to duration of each phase

$c$  s: time of maximum increase or decrease

### 3.2. Recent Development

(1) Test day models

In most of the classic models above, milk yield is a function of time. However, milk yield is also affected by genetic and environmental effects. If these effects change during the lactation period, the accuracy of the lactation curve could be improved by including these effects in the

lactation model. Such a model is referred to as a test-day model. Moreover, by artificially manipulating these genetic and environmental effects, it might be possible to control milk yield at peak and retain persistency of lactation after peak. There is increasing interest in such management of lactation.

There are various formulations in a lactation model.

A typical one might include the following terms.

$$Y = \beta_1 FE + \beta_2 REE + \beta_3 REG + \beta_4 DIM$$

$Y$  : test day milk yield

$FE$  : fixed effects

$REE$  : random animal additive genetic effects

$REG$  : random permanent environmental effects during lactation

$DIM$  : fixed effect of days in milk

The test-day model includes a multiple-trait model with reduced rank, repeatability model, random regression model, covariance function model, and others (DeGroot et al. 2007). Bilal et al. (2009) provide a thorough review of test-day models, with a focus on genetic effects. Other relevant studies include Ptak et al. (1993), Olori et al. (1999b), Van Bebber et al. (1999), Liu et al. (2000), García et al. (2001), Kim (2002), Melo et al. (2007), Faro et al. (2008), Bilal et al. (2009), and Bilal et al. (2008).

(2) Legendre orthogonal polynomials, Spline function

Early lactation models such as Wood (1967), Emmans et al. (1986), Wilmink (1987), and Grossman et al. (1988) can be biologically interpreted, which is one of the advantages of these models. Recently, however, models with better fits have been used more often. In particular, Legendre orthogonal polynomials are used along with classic models and test-day models, and Spline function has been used more often as well. Legendre orthogonal polynomials are used, for example, in Druet et al. (2003), Ptak et al. (2004), Schaeffer et al. (2006), Melo et al. (2007), Salawu et al. (2007), and Abdollahpour et al.

(2010). Spline function is used, for example, in Verbyla et al. (1999), Druet et al. (2003), White et al. (unknown), and White et al. (1999).

#### 4. Brief discussions

In more than 50 of the papers on lactation curves reviewed in this paper, 90 lactation curves are presented. Because so many lactation curves have been proposed, the original article to propose a particular model is not cited, and later authors who may not be aware of the original article propose the same model as original. The most frequently used model is Wood's (1967) model, which has been quoted in 75 papers. In generally, the earlier the year of the model presented in the paper, the higher its frequency of quotation. Wood's (1967) model was followed by other models from Brody et al. (1923), Sikka (1950), Nelder (1966), Dave (1971), Cobby et al. (1978), Ali et al. (1987), Wilmink (1987), and Grossman et al. (1988); these models were quoted 9, 8, 17, 11, 9, 12, 18, and 11 times, respectively. There might be additional reasons why Wood's (1967) model is used more frequently than other alternative models: in addition to the fact that Wood's (1967) model is one of the earlier models, it has a simple structure, is a high-performance model, and can be biologically interpreted. Besides, many of the papers published later quoted Wood's (1967) model and compared it to the newly presented models.

In this paper, lactation models are classified into the classic models and others such as test-day models. The former is the function of time during lactation, and those which have been proposed recently sometimes have substantially complicated structures. Generally speaking, if performance is almost the same, simpler models should be better, but such simple classic models are now rare. Some that have been classified as classic models in this paper include terms other than time, and such models

could be variants of test-day models. On the other hand, test-day models have various formulations, and for classification, further review will be required. There seems to be a great deal of room for improvement in the case of test-day models.

#### References

- [1] Abdullahpour, R. Nejati-Javaremi, A. and Torshizi, R.V. 2010. Genetic Analysis of Daily Milk, Fat Percentage and Protein Percentage of Iranian First Lactation Holstein Cattle. *World Applied Scientific Journal* 10 (9): 1042-1046.
- [2] Adam, C.J. and D.D. Bell, 1980. Predicting poultry egg production. *Poultry Science* 59: 937-938.
- [3] Alenda, R. 1998. Control productivo y morfológico. En: *Memorias del Viii Curso Internacional Sobre Mejora Genética Animal Madrid, INIA*: 35-54.
- [4] Ali, T.E. and Schaeffer, L.R. 1987. Accounting for covariance among test day milk yields in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science* 67:637-644.
- [5] Anang, A. and Indrijani, H. 2010. Mathematical Models to Describe Egg Production in Laying Hens (Review). [http://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2010/06/mathematical\\_models\\_to\\_describe\\_egg.pdf](http://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2010/06/mathematical_models_to_describe_egg.pdf)
- [6] Anwar, M., Cain, P.J., Rowlinson, P., Khan, M.S., Abdullah, M. and Babar, M.E. 2009. Factors Affecting the Shape of the Lactation Curve in Nili-Ravi Buffaloes in Pakistan. *Pakistan Journal of Zoology supplement series* (9): 201-207.
- [7] Apka, G.N., Asiribo, E.O., Oni, O.O. and Alawa, J.P. 2001. The influence of nongenetic factors on the shape of lactation curves in Red Sokoto goats. *Animal Science* 72: 233-239.
- [8] Aziz, M.A., Shalaby, N.A., El-Shafie, O.M., Mahdy, A.T. and Nishida, A. 2006. Comparison between the shapes of lactation curve of Egyptian buffalo milk yield

- estimated by the incomplete gamma function and a new model. *Livestock Research for Rural Development* 18(5).
- [9] Bates, D.M. and Watts, D.G. 1988. *Non-Linear Regression Analysis and Its Application*. John Wiley and Sons, New York.
- [10] Batra, T.R. 1986. Comparison of two Mathematical Models in fitting Lactation curves for Pureline and Crossline Dairy Cows. *Canadian Journal of Animal Science* 66: 405-414.
- [11] Bianchini Sobrinho, E. 1984. Estudo da curva de lactação em vacas da raça Gir. Tese (Doutorado em Genética). Faculdade de Medicina Veterinária de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. 88 pp.
- [12] Bianchini Sobrinho, E., Duarte, F.A.M. and Lôbo, R.B. 1986. Linear Hyperbolic Lactation Curves. *Rev. Brasil. Genet* IX(2): 271-280.
- [13] Bilal, G. and Khan, M.S. 2009. Use of Test-Day Milk Yield for Genetic Evaluation in Dairy Cattle: A Review. *Pakistan Veterinary Journal* 29(1): 35-41.
- [14] Bilal, G., Khan, M.S., Bajwa, I.R. and Shafiq, M. 2008. Genetic Control of Test-Day Milk Yield in Sahiwal Cattle. *Pakistan Veterinary Journal* 28(1): 21-24.
- [15] Brody, S., Ragsdale, A.C. and Turner, C.W. 1923. The rate of decline of milk secretion with the advance of the period of lactation. *The Journal of General Physiology* 5: 442-444.
- [16] Brody, S., Turner C.W. and Ragsdale A.C. 1924. The relation between the initial rise and the subsequent decline of milk secretion following parturition. *The Journal of General Physiology* 6: 541.
- [17] Cappio-Borlino, A., Pulina G., Cannas A., Rossi G., 1989a. I modelli matematici della curva di lattazione. Chiarella, Sassari.
- [18] Cappio-Borlino, A., Pulina, G., Cannas, A. and Rossi, G., 1989b. La curva di lattazione di pecore di razza Sarda adattata ad una funzione del tipo gamma (The theoretical lactation curve of Sardinian ewes estimated by a gamma-type function). *Zoot.Nutr. Anim.* 15: 59-63.
- [19] Cappio-Borlino, A., Pulina, G. and Rossi, G. 1995. A non-linear modification of Wood's equation fitted to lactation curves of Sardinian dairy ewes. *Small Ruminant Research* 18: 75-79.
- [20] Cason, J.A. and W.M. Britton, 1988. Comparison of compartmental and Adam-Bell model of egg production. *Poultry Science* 67: 213-218.
- [21] Catillo, G., Macciotta, N. P. P., Carretta, A. and Cappio-Borlino, A. 2002. Effects of Age and Calving Season on Lactation Curves of Milk Production Traits in Italian Water Buffaloes. *Journal of Dairy Science* 85: 1298-1306.
- [22] Chang Y-M., Rekaya, R., Gianola, D. and Thomas, D.L. 2001. Genetic variation of lactation curves in dairy sheep: a Bayesian analysis of Wood's function. *Livestock Production Science* 71: 241-251.
- [23] Chang Y-M., Rekaya, R., Gianola, D. and Thomas, D.L. 2002. Genetic variation of lactation curves in dairy sheep: quadratic function versus Wood's model. *Livestock Production Science* 77: 147-153.
- [24] Çilek, S. and Keskin, I. 2008. Comparison of Six Different Mathematical Models to the Lactation Curve of Simmental Cows Reared in Kazova State Farm. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 7(10): 1316-1319.
- [25] Cilek, S., Keskin, I., Ilhan, F. and Sahin, H.S. 2009. Lactation curve traits of Anatolian population of brown Swiss cows in turkey. *Archiva Zootechnica* 12(2): 71-78.
- [26] Cobby, J.M. and Le Du, Y.L.P. 1978. On fitting curves to lactation data. *Anim. Prod.* 26: 127-133.
- [27] Cobuci, J.A., Euclides, R.F., Verneque, R.S., Teodoro, R.L. Lopes, P.S. and Silva, M.A. 2000. Curva de Lactação na Raça Guzerá (Lactation Curve in Guzera Breed). *Revista Brasileira de Zootecnia* 29(5): 1332-1339.
- [28] Cruz, G.R.B., Ribeiro, M.N. and Pimenta Filho,



- E.C.P. 2009. Estimativas de Parâmetros de Curvas de Lactação de Bovinos (Stimates of Lactation Curve Parameters of Cattle). *Archivos de zootecnia* 58(224): 695-704.
- [29] Cunha, D.N.F.V., Pereira, J.C., Silva, F.F., Campos, O.F., Braga, J.L. and Martuscello, J.A. 2010. Selection of models of lactation curves to use in milk production simulation systems. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39(4): 891-902.
- [30] Dag, B., Keskin, I. and Mikailsoy, F. 2005. Application of different models to the lactation curves of unimproved Awassi ewes in Turkey. *South African Journal of Animal Science* 35(4): 238-243.
- [31] Dave, B.K. 1971. First lactation curve of Indian water buffalo. *JNKVV Res J.*,5: 93.
- [32] De Boer, J.A., Weller, J.I., Gipson, T.A. and Grossman, M. 1989. Multiphasic Analysis of Milk and Fat Yield Curves of Israeli Holsteins. *Journal of Dairy Science* 72: 2143-2152.
- [33] DeGroot, B.J., Keown, J.F., Van Vleck, L.D. and Kachman, S.D. 2007. Estimates of genetic parameters for Holstein cows for test-day yield traits with a random regression cubic spline model. *Genetics and Molecular Research* 6(2): 434-444.
- [34] Dekkers, J.C.M., Ten Hag, J.H. and Weersink, A. 1998. Economic aspects of persistency of lactation in dairy cattle. *Livestock Production Science* 53(3): 237-252.
- [35] Dhanoa, M.S. 1981. A note on an alternative form of the lactation model of Wood. *Anim. Prod.* 32: 349-351.
- [36] Dijkstra, J., France, J., Dhanoa, M.S., Maas, J.A., Hanigan, M.D., Rook, A.J. and Beever, D.E. 1997. A Model to Describe Growth Patterns of the Mammary Gland During Pregnancy and Lactation. *Journal of Dairy Science* 80(10): 2340-2354.
- [37] Druet, T., Jaffrézic, F., Boichard, D. and Ducrocq, V. 2003. Modeling Lactation Curves and Estimation of Genetic Parameters for First Lactation Test-Day Records of French Holstein Cows. *Journal of Dairy Science* 86: 2480-2490.
- [38] Emmans, G.C. and Fisher, C. 1986. Problems in nutritional theory. In: *Nutrient requirements of poultry and nutritional research* (eds. C. Fisher and K.N. Boorman) Butterworths, London, 9-39.
- [39] Evans, R., Olori, V.E., Walsh, S. and Berry, D.P. 2005. A mathematical description of lactation curve characteristics using Irish milk recorded data. *Publications 2005; 3B Dairying (Agricultural Research Forum)* <http://www.agresearchforum.com/publications2005/publicationsarf20056.htm>
- [40] Fadlelmoula, A.A., Yousif, I.A. and Abu Nikhaila, A.M. 2007. Lactation Curve and Persistency of Crossbred Dairy Cows in the Sudan. *Journal of Applied Sciences Research* 3(10): 1127-1133.
- [41] Farhangfar, H. and Rowlinson, P. 2007. Genetic analysis of Wood's lactation curve for Iranian Holstein heifers. *J. Boil. Sci.* 7: 127-135.
- [42] Faro, L.E., Cardoso, V.L. and Albuquerque, L.G. 2008. Variance component estimates applying random regression models for test-day milk yield in Caracu heifers (*Bos taurus* Artiodactyla, Bovidae). *Genetics and Molecular Biology* 31(3): 665-673.
- [43] Fernández, C. Sánchez, A. and Garcés, C. 2002. Modeling the lactation curve for test-day milk yield in Murciano-Granadina goats. *Small Ruminant Research* 46: 29-41.
- [44] Ferris, T.A., Mao, I.L. and Anderson, C.R. 1985. Selecting for Lactation Curve and Milk Yield in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 68: 1438-1448.
- [45] Fischer, A. 1958. Research with Württemberg Spotted Mountain cows on the shape of the lactation curve and how it may be influenced by non-genetic factors. *Züchtungskunde* 30: 296-304.
- [46] Franci, O., Pugliese, C., Acciaioli, A., Parisi, G. and Lucifero, M. 1999. Application of two models to

- the lactation curve of Massese ewes. *Small Ruminant Research* 31: 91-96.
- [47] Friggens, N.C., Emmans, G.C. and Veerkamp, R.F. 1999. On the use of simple ratios between lactation curve coefficients to describe parity effects on milk production. *Livestock Production Science* 62(1): 1-13.
- [48] Fuller, W.A. 1969. Grafted polynomials as approximating functions. *The Australian Journal of Agricultural Economics* 13: 35-46.
- [49] García, S.C. and Holmesa, C. W. 2001. Lactation curves of autumn- and spring-calved cows in pasture-based dairy systems. *Livestock Production Science* 68(2-3): 189-203.
- [50] Gaskins, T.G. and Anderson, D.G. 1980. Comparison of lactation curves in Angus-Hereford, Jersey-Angus and Simmental-Angus cows. *Journal of Dairy Science* 50: 828-832.
- [51] Gavora, J.S., L.E. Liljedahl, I. McMillan, and K. Ahlen, 1982. Comparison of three mathematical models of egg production. *British Poultry Science* 23: 339-348.
- [52] Gipson, T.A., Grossman, M., 1989. Diphasic analysis of lactation curves in dairy goats. *Journal of Dairy Science* 72: 1035-1044.
- [53] Glasbey, C.A. 1983. Examples of regression with serially correlated errors. *The Statistician* 37: 227-291.
- [54] Gloor, A., 1997. Mathematische Schätzung der Eiproduktion vo Legeherden mit und ohne Mauser. *Arv. Geflügelk.* 61(4): 186-190.
- [55] Goodall, E.A. 1983. An analysis of seasonality of milk production. *Anim. Prod.* 36: 69-72.
- [56] Goodall, E.A. 1986a. A note on the use of categorical variable to explain seasonality deviation from the lactation curve. *Anim. Prod.* 43: 153-155.
- [57] Goodall, E.A. 1986b. Prediction of Milk and Milk Solids Production. *Agricultural Systems* 21: 189-200.
- [58] Goodall, E.A. and Sprevak, D. 1984. A note on a stochastic model to describe the milk yield of a dairy cow. *Anim. Prod.* 38: 133-136.
- [59] Goodall, E.A. and Sprevak, D. 1985. A Bayesian estimation of the lactation curve of a dairy cow. *Anim. Prod.* 40: 189-193.
- [60] Gradiz, L., Alvarado, L., Kahi, A.K., Hirooka, H. 2009. Fit of Wood's function to daily milk records and estimation of environmental and additive and non-additive genetic effects on lactation curve and lactation parameters of crossbred dual purpose cattle. *Livestock Science* 124(1-3): 321-329.
- [61] Groenewald, P.C.N., Ferreira, A.V., Van der Merwe, H.J. and Slippers, S.C. 1995. A mathematical model for describing and predicting the lactation curve of Merino ewes. *Animal Science* 61: 95-101.
- [62] Groenewald, P.C.N., Ferreira, A.V., Van der Merwe, H.J. and Slippers, S.C. 1996. Application of Bayesian inference in the comparison of lactation curves of Merino ewes. *Animal Science* 62: 63-69.
- [63] Groenewald, P.C.N. and Viljoen, C.S. 2003. A Bayesian Model for the Analysis of Lactation Curves of Dairy Goats. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* 8: 75-83.
- [64] Grossman, M., Hartz, S.M. and Koops, W.J. 1999. Persistency of Lactation Yield: A Novel Approach. *Journal of Dairy Science* 82: 2192-2197.
- [65] Grossman, M. and Koops, W.J. 1988. Multiphasic Analysis of Lactation Curves in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 71: 1598-1608.
- [66] Grossman, M. and Koops, W. J. 2003. Modeling Extended Lactation Curves of Dairy Cattle: A Biological Basis for the Multiphasic Approach. *Journal of Dairy Science* 86: 988-998.
- [67] Grossman, M., Kuck, A.L. and Norton, H.W. 1986. Lactation curves of purebred and crossbred dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 69: 195-203.
- [68] Grzesiak, W., Błaszczyk, P. and Lacroix, R. 2006. Methods of predicting milk yield in dairy cows-

- Predictive capabilities of Wood's lactation curve and artificial neural networks (ANNs). *Computers and Electronics in Agriculture* 54(2): 69-83.
- [69] Guo, Z. and Swalve, H.H. 1995. Modelling of the lactation curve as a sub-model in the evaluation of test day records. *Interbull bulletin* No. 11 (Paper presented at the INTERBULL open meeting, 7-8 September 1995, Prague, Czech Republic).
- [70] Guo, Z. and Swalve, H.H. 1997. Comparison of different lactation curve sub-models in test day models. *Interbull Bulletin* 16 (Proceedings of the 1997 Interbull meeting, Vienna, Austria, 75-79).
- [71] Hayashi, T., Nagamine, Y. and Nishida, A. 1986. A vibration model to describe the lactation curve of a dairy cow. *Japanese Journal of Zootechnical Science* 57: 471-478.
- [72] Horan, B., Dillon, P., Berry, D.P., O'Connor, P., Rath, M. 2005. The effect of strain of Holstein-Friesian, feeding system and parity on lactation curves characteristics of spring-calving dairy cows. *Livestock Production Science* 95(3): 231-241.
- [73] Jacobsen, J.H., Madsen, P., Jensen, J., Pedersen, J., Christensen, L.G. and Sorensen, D.A. 2002. Genetic parameters for milk production and persistency for Danish Holsteins estimated in random regression models using REML. *Journal of Dairy Science* 85: 1607 – 1616.
- [74] Jenkins, T.G. and Ferrell, C.L. 1984. A note on lactation curves of crossbred cows. *Anim. Prod.* 39: 479-482.
- [75] Kim, S.D., Han, K.J., Cho, J.H., Jeon, G.J., Lee, H.K. and Lee, D.H. 2002. National Genetic Evaluation for Test-Day Milk Yield of First Parity Using Random Regression Test-Day Animal Model in Korean Holstein Cattle. *Interbull Bulletin* 29: 118-122 (Proceedings of the 2002 Interbull Meeting, May 26-27, 2002, Interlaken, Switzerland).
- <http://www-interbull.slu.se/bulletins/bulletin29/session4.html>
- [76] Kim, N.S., Ju, J.C., Won, Y.S., Choi, S.B. and Choi, Y.L. 1998. A Comparison of Different Equations of the Lactation Curve in Hanwoo. *Proceedings: 6th World Congress on Genetics applied to Livestock Production* 24: 90-93.
- [77] Koçak, Ö and Ekiz, B. 2008. Comparison of different lactation curve models in Holstein cows raised on a farm in the south-eastern Anatolia region. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 51(4): 329-337.
- [78] Koncagul, S. and Yazgan, K. 2008. Modelling first lactation of Holstein cows on herds in the Southeast region of Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 7(7): 830-840.
- [79] Landete-Castillejos, T. and Gallego, L. 2000. Technical note: The ability of mathematical models to describe the shape of lactation. *Journal of Animal Science* 78: 3010-3013.
- [80] Lemus-Ramírez, V., Guevara-Escobar, A. and García-Muñoz, J.G. 2008. Lactation Curve and Weight Change of Grazing Holstein-Friesian Cows. *Agrociencia* 42(7): 753-765.
- [81] Lennox, S.D., Goodall, E.A. and Mayne, C.S. 1992. A mathematical model of the lactation curve of the dairy cow to incorporate metabolizable energy intake. *The Statistician*, 41: 285-293.
- [82] Liu, Z., Reents, R., Reinhardt, F. And Kuwan, K. 2000. Approaches to estimating daily yield from single milk testing schemes and use of a.m.- p.m. records in testday model genetic evaluation in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 83: 2672 – 2682.
- [83] Lombaard, C.S. 2006. Hierarchical Bayesian Modelling for the Analysis of the Lactation of Dairy Animals. The Faculty of Economic and Management Sciences, Department of Mathematical Statistics, University of the Free State Bloemfontein.
- [84] Macciotta, N.P.P., Dimauro, C., Catillo, G., Coletta, A.

- and Cappio-Borlino, A. 2006. Factors affecting individual lactation curve shape in Italian river buffaloes. *Livestock Science* 104(1-2): 33-37.
- [85] Madalena, F.E., Martinez, M.L. and Freitas, A.F. 1979. Lactation curves of Holstein-Friesian and Holstein-Friesian x Gir cows. *Anim. Prod.* 29: 101-107.
- [86] McGill, D., Fullard, K., Celi, P., Thomson, P.C., Hall, E., Iqbal, A. Wynn, P.C. and Raadsma, H.W. 2006. Lactation Curve Characteristics and Persistency of Lactation in Dairy Ewes Milked Once a Day: Preliminary Observations. Australian Society of Animal Production 26th Biennial Conference 2006, Short Communication number 71  
<http://www.asap.asn.au/livestocklibrary/2006/SC71-mcgill.pdf>
- [87] McMillan, I., 1981. Compartmental model analysis of poultry egg production curve. *Poultry Science* 60: 1549-1551.
- [88] McMillan, I., M. Fitz-Earle, L. Butler, and D.S. Robson, 1970a Quantitative genetics of fertility I. Lifetime egg production of *Drosophila melanogaster*-Theoretical. *Genetics* 65: 349-353.
- [89] McMillan, I., M. Fitz-Earle, L. Butler, and D.S. Robson, 1970b Quantitative genetics of fertility II. Lifetime egg production of *Drosophila melanogaster*-Experimental. *Genetics* 65: 355-369.
- [90] McNally, D.H., 1971. Mathematical model for poultry egg production. *Biometrics* 27 (3): 735-737.
- [91] Melo, C.M.R., Packer, I.U., Costa, C.N. and Machado, P.F. 2007. Genetic parameters for test day milk yields of first lactation Holstein cows by random regression models. *Animal* 1: 325-334.
- [92] Molina, J.R. and Boschini, C. 1979. Ajuste de la Curva de Lactancia de Ganado Holstein Con un Modelo Lineal Modal (Adjustment of the dairy curve of a Holstein herd with a linear modal model). *Agron. Costarric.* 3: 167-172.
- [93] Morant, S.V. and Gnanasakthy, A. 1989. A New Approach to the Mathematical Formulation of Lactation Curves. *Anim. Prod.* 49: 151-162.
- [94] Mostert, B.E., Theron, H.E. and Kanfer, F.H.J. 2003. Derivation of standard lactation curves for South African dairy cows. *South African Journal of Animal Science* 33(2): 70-77.
- [95] Nelder, J.A. 1966. Inverse polynomials, a useful group of multi-factor response functions. *Biometrics* 22: 128-141.
- [96] Olori, V.E., Brotherstone, S., Hill, W.G. and McGuirk, B.J. 1999a. Fit of standard models of the lactation curve to weekly records of milk production of cows in a single herd. *Livestock Production Science* 58(1): 55-63.
- [97] Olori, V.E., Hill, W.G. McGuirk, B.J. and Brotherstone, S. 1999b. Estimating variance components for test day milk records by restricted maximum likelihood with a random regression animal model. *Livestock Production Science* 61: 53-63.
- [98] Orman, M.N. and Yildirim, F. 1998. Statistical Description of Lactation Curve of Jersey Bred in Karaköy State Farm. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 22: 131-135.
- [99] Osorio-Arce, M.M. and Segura-Correa, J.C. 2005. Factores que afectan la curva de lactancia de vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo de Tabasco, Mexico (Factors affecting the lactation curve of *Bos taurus* x *Bos indicus* cows in a dual purpose system in the humid tropics of Tabasco, México). *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 43(1): 127-137.
- [100] Ossa G.S., Torregroza L.S. and Alvarad, L. 1997. Determinación de la curva de lactancia en vacas mestizas de un hato de doble propósito en la Región Caribe de Colomb (Determination of Lactation Curve of Crossbred Cows in a Dual Purpose Herd at the Caribbean Region

- of Colombia). *Revista Corpoica* 2(1): 54-57.
- [101] Palacios-Espinosa, A., Espinoza-Villavicencio, J.L., Luna, R., Guillén, A. and Avila, N.Y. 2010. Extension model of lactation curves to evaluate the effect of the recombinant bovine somatotropin on milk yield in Holstein cows. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 62(1): 124-129.
- [102] Papajcsik, I.A. and Boderó, J. (1988). Modelling lactation curves of Friesian cows in a subtropical climate. *Anim. Prod.* 47: 201-205.
- [103] Pedraza, C.G., Mansilla, A.M., Jahn, E.B., Vidal, A.V., Fajardo, P.R. and Agüero H.E. 2002. Aplicación de un Modelo Múltiple de Curva de Lactancia Para Vacas Lecheras (Application of a multiple model of milk production curve in dairy cows). *Agricultura Técnica* 62(4).
- [104] Pollott, G. E. 1999. Describing the lactation of dairy animals. *Proceedings of the British Society of Animal Science* p. 197 (abstr.).
- [105] Pollott, G. E. and Gootwine, E. 2000. Appropriate mathematical models for describing the complete lactation of dairy sheep. *Animal Science* 71: 197-207.
- [106] Portolano, B., Spatafora, F., Bono, G., Margiotta, S., Todaro, M., Ortoleva, V. and Leto, G. 1996. Application of the Wood model to lactation curves of Comisana sheep. *Small Ruminant Research* 24: 7-13.
- [107] Ptak, E., Satoła, A. and Czaja, H. 2004. Prediction of 305-day lactation milk, fat and protein yields using Legendre polynomials and test-day yields from different parts of lactation. *Animal Science Papers and Reports* 22(2): 173-183.
- [108] Ptak, E. and Schaeffer, L.R. 1993. Use of test day yields for genetic evaluation of dairy sires and cows. *Livestock Production Science* 34: 23-34.
- [109] Quinn, N., Killen, L. and Buckley, F. 2005. Empirical algebraic modelling of lactation curves using Irish data. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 44: 1-13.
- [110] Quintero, J.C., Serna, J.I., Hurtado, N.A., Noguera, R.R. and Cerón-Muñoz, M.F. 2007. Mathematical models for lactation curves of dairy cattle. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 20 (2): 149-156.
- [111] Rekaya, R., Carabaño, M.J. and Toro, M.A. 2000. Bayesian Analysis of Lactation Curves of Holstein-Friesian Cattle Using a Nonlinear Model. *Journal of Dairy Science* 83: 2691-2701.
- [112] Rekik, B., Gara, A.B., Hamouda, M.B. and Hammami, H. 2003. Fitting lactation curves of dairy cattle in different types of herds in Tunisia. *Livestock Production Science* 83(2-3): 309-315.
- [113] Rook, A.J., France, J. and Dhanoa, M.S. 1993. On the mathematical description of lactation curves. *The Journal of Agricultural Science* 121: 97-102.
- [114] Rowlands, G.J., Lucey, S. and Russell, A.M. 1982. A comparison of different models of the lactation curve in dairy cattle. *Anim. Prod.* 35: 135-144.
- [115] Ruvuna, F., Kogi, J.K., Taylor, J.F. and Mkuu, S.M. 1995. Lactation curves among crosses of Galla and East African with Toggenburg and Anglo Nubian goats. *Small Ruminant Research* 16: 1-6.
- [116] Sakul, H. and Boylan, W.J. 1992. Lactation curves for several US sheep breeds. *Anim. Prod.* 54: 229-233.
- [117] Salawu, I.S., Adeyemi, R.A. and Aremu, T.A. 2007. Modified Inverse Polynomial and Ordinary Polynomial as a Response Surface Model: A case study of Nitrogen, Phosphate and Potassium levels on the yield of maize. *International Journal of Pure and Applied Sciences* 1(3): 18-24.
- [118] Schaeffer, L.R. 2006. Multiple trait test day model for health traits in dairy cattle. (Canadian Dairy Network) <http://www.cdn.ca/Articles/GEBSEPT2006/multipletraitmodels.pdf>
- [119] Schaeffer, L.R., Jamrozik, J., Kistemaker, G.J. and Van Doormaal, B.J. 2000. Experience with a test-day model. *Journal of Dairy Science* 83: 1135 - 1144.

- [120] Schaeffer, L.R., Minder, C.E., McMillan, I. and Burnside, E.B. 1977. Non-linear techniques for predicting 305-day lactation production of Holsteins and Jerseys. *Journal of Dairy Science* 60: 1636-1644.
- [121] Schneeberger, M. 1981. Inheritance of Lactation Curve in Swiss Brown Cattle. *Journal of Dairy Science* 64: 475-483.
- [122] Scott, T.A., Yandell, B., Zepeda, L., Shaver R.D. and Smith, T.R. 1996. Use of Lactation Curves for Analysis of Milk Production Data. *Journal of Dairy Science* 79: 1885-1894.
- [123] Shanks, R.D., Berger, P.J., Freeman, A.E. and Dickinson, F.N. 1981. Genetic Aspects of Lactation Curves. *Journal of Dairy Science* 64: 1852-1860.
- [124] Sherchand, L., McNew, R.W., Kellogg, D.W. and Johnson, Z.B. 1995. Selection of a Mathematical Model to General Lactation Curves Using Daily Milk Yields of Holstein Cows. *Journal of Dairy Science* 78: 2507 - 2513.
- [125] Sikka, L.C. 1950. A study of lactation as affected by heredity and environment. *Journal of Dairy Research* 17: 231.
- [126] Silvestre, A.M., Martins, A.M., Santos, V.A., Ginja, M.M. and Colaço, J.A. 2009. Lactation curves for milk, fat and protein in dairy cows: A full approach. *Livestock Science* 122(2-3): 308-313.
- [127] Singh, R.P. and Gopal, R. 1982. Lactation curve analysis of buffaloes maintained under village conditions. *Indian Journal of Animal Sciences* 52: 1157-1163.
- [128] Soysal, M.I., Sirlar, F.G. and Gurcan, E.K. 2004. An Investigation on the Lactation Biometry of Black and White Dairy Cattle Herds Raised in Some Public Intensive Farms in Turkey. *Trakia Journal of Sciences* 2(3): 54-58.
- [129] Sölkner, J. and Fuchs, W. 1987. A Comparison of Different Measures of Persistency with Special Respect to Variation of Test-day Milk Yields. *Livestock Production Science* 16: 305-319.
- [130] Steri, R. 2010. The mathematical description of the lactation curve of Ruminants: issues and perspectives. Tesi di Dottorato in Scienze dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari Indirizzo Scienze e Tecnologie Zootecniche. <http://eprints.uniss.it/3898/>
- [131] Tekerli, M., Akincj, Z., Dogan, I. and Akcan, A. 2000. Factors affecting the shape of lactation curves of Holstein cows from Balikesir province of Turkey. *Journal of Dairy Science* 83: 1381 - 1386.
- [132] Torres-Hernandez, G. and Hohenboken, W.D. 1980. Biometric Properties of Lactations in Ewes Raising Single or Twin Lambs. *Anim. Prod.* 30: 431-436.
- [133] Tozer, P.R. and Huffaker R.G. 1999. Mathematical equations to describe lactation curves for Holstein-Friesian cows in New South Wales. *Australian Journal of Agricultural Research* 50: 431-440.
- [134] Valverde, García-Muñiz, Domínguez, Flores, and Alvarado. 2004. Comparison of equations to estimate lactation curves using different sampling strategies in Angus and Brown Swiss cattle and their crosses. *Veterinaria México* 35(3): 187-201.
- [135] Van Bebber, J., Reinsch, N. Junge, W. and Kalm, E. 1999. Monitoring Daily Milk Yields with a Recursive Test Day Repeatability Model (Kalman Filter). *Journal of Dairy Science* 82: 2421-2429.
- [136] Vargas, B., Koops, W.J., Herrero, M. and Van Arendonk, J.A.M. 2000. Modeling Extended Lactations of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 83: 1371-1380.
- [137] Varona, L., Moreno, C., Garcia Cortes, L.A. and Altarriba, J. 1998. Bayesian Analysis of Wood's Lactation Curve for Spanish Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 81: 1469-1478.
- [138] Verbyla, A.P., Cullis, B.R., Kenward, M.G. and Welham, S.J. 1999. The analysis of designed experiments and longitudinal data by using smoothing splines.



- Journal of the Royal Statistical Society Series C-Applied Statistics 48(3): 269-300.
- [139] Vujicic, I. and Bacic, B. 1961. [New equation of the lactation curve.] Novi Sad. Ann. Sci. Agric. No. 5.
- [140] Weigel, K.A., Craig, B.A., Bidwell, T.R. and Bates, D.M. 1992. Comparison of alternative diphasic lactation curve models under bovine somatotropin administration. Journal of Dairy Science 75: 580-589.
- [141] Weihrather, G. 1993. Testing a linear regression model against nonparametric alternatives. Metrika 40(1): 367-379.
- [142] White, I.M.S. and Brotherstone, S. unknown. Modelling Lactation Curves with Cubic Splines. [http://agtr.ilri.cgiar.org/library/docs/Interbull/bulletin16\\_files/docs/White.pdf](http://agtr.ilri.cgiar.org/library/docs/Interbull/bulletin16_files/docs/White.pdf)
- [143] White, I.M.S., Thompson, R. and Brotherstone, S. 1999. Genetic and environmental smoothing of lactation curves with cubic splines. Journal of Dairy Science 82: 632-638.
- [144] Williams, J.C. 1993. An empirical model for the lactation curve of white British dairy goats. Anim. Prod. 57: 91-97.
- [145] Wilmink, J.B.M. 1987. Adjustment of Test-Day Milk, Fat and Protein Yield for Age, Season and Stage of Lactation. Livestock Production Science 16: 335-348.
- [146] Wood, P.D.P. 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle. Nature 216: 164-165.
- [147] Wood, P.D.P. 1968. Factors affecting Persistency of Lactation in Cattle. Nature 218: 894.
- [148] Wood, P.D.P. 1969. Factors affecting the shape of the lactation curve in cattle. Anim. Prod. 11: 307-316.
- [149] Wood, P.D.P. 1970. A note on the repeatability of parameters of the lactation curve in cattle. Anim. Prod. 12: 535-538.
- [150] Wood, P.D.P. 1972. A note on seasonal fluctuation in milk production. Anim. Prod. 15: 89-92.
- [151] Wood, P.D.P. 1976. Algebraic models of the lactation curves for milk, fat and protein production, with estimates of seasonal variation. Anim. Prod. 22: 35-40.
- [152] Yadav, M.C., Katpatal, B.G. and Kaushik, S.N., 1977. Components of inverse polynomial function of lactation curve, and factors affecting them in Haryana and its Friesian crosses. Indian Journal of Animal Sciences 47: 777-781.
- [153] Yang, N., C. Wu, and McMillan, 1989. A new mathematical model of poultry egg production. Poultry Science 68: 476-481.

## 摘 要

文献をレビューし、乳牛を中心に泌乳曲線を整理した。多数の関連文献が存在しており、本稿のレビューは完全網羅的ではないものの、50以上の論文において、90以上の式が提案されていた。もっとも使われていたモデルはWood (1967) であり、75の論文で適用されるかレビューされていた。一般に、モデルが発表された時期が早いほど、利用頻度は高かった。そのほか、Brody et al. (1923) が 9 回, Sikka (1950) が 8 回, Nelder (1966) が17回, Dave (1971) が11回, Cobby et al. (1978) が 9 回, Ali et al. (1987) が12回, Wilmink (1987) が 18回Grossman et al. (1988) が11回の引用回数であった。時間の関数として表される classic モデルは、単純なモデルは出尽くした感があり、近年はモデルの複雑化が進んでいる。test day models には多様なバリエーションがあり、類型化のためには、詳細なレビューが必要であるととも、今後の改良の余地が残っている。

**キーワード** : 泌乳曲線, test day model, レビュー, 乳牛

## 平成22年度 帯広畜産大学研究業績

### ☆原著論文

#### 獣医学

- Aboulaila M, Yokoyama N, Igarashi I. 2010. Inhibitory effects of (-)-Epigallocatechin-3-gallate from green tea on the growth of *Babesia* parasites. *Parasitology* 137 (5) :785-791
- Aboulaila M, Yokoyama N, Igarashi I. 2010. Development and evaluation of a nested PCR based on spherical body protein 2 gene for the diagnosis of *Babesia bovis* infection. *Veterinary Parasitology* 169 (1-2) :45-50
- Hikosaka K, Watanabe YI, Tsuji N, Kita K, Kishine H, Arisue N, Palacpac NM, Kawazu SI, Sawai H, Horii T, Igarashi I, Tanabe K. 2010. Divergence of the mitochondrial genome structure in the apicomplexan parasites, *Babesia* and *Theileria*. *Molecular Biology and Evolution* 27 (5) :1107-1116
- Karanis P, Eiji T, Palomo L, Boonrod K, Plutzer J, Ongerth J, Igarashi I. 2010. First description of *Cryptosporidium bovis* in Japan and diagnosis and genotyping of *Cryptosporidium* spp. in diarrheic pre-weaned calves in Hokkaido. *Veterinary Parasitology* 169 (3-4) :387-390
- Aboulaila M, Sivakumar T, Yokoyama N, Igarashi I. 2010. Inhibitory effect of terpene nerolidol on the growth of *Babesia* parasites. *Parasitology International* 59 (2) :278-282
- Iseki H, Zhou L, Kim C, Inpankaew T, Sununta C, Yokoyama N, Xuan X, Jittapalapong S, Igarashi I. 2010. Seroprevalence of *Babesia* infections of dairy cows in northern Thailand. *Veterinary Parasitology* 170 (3-4) :193-196
- Iseki H, Kawai S, Takahashi N, Hirai M, Tanabe K, Yokoyama N, Igarashi I. 2010. Evaluation of a loop-mediated isothermal amplification method as a tool for diagnosis of infection by the zoonotic simian malaria parasite *Plasmodium knowlesi*. *Journal of Clinical Microbiology* 48 (7) :2509-2514
- Aboulaila M, Yokoyama N, Igarashi I. 2010. Development and evaluation of two nested PCR assays for the detection of *Babesia bovis* from cattle blood. *Veterinary Parasitology* 172 (1-2) :65-70
- Terkawi MA, Huyen NX, Wibowo PE, Seuseu FJ, Aboulaila M, Ueno A, Goo YK, Yokoyama N, Xuan X, Igarashi I. 2011. Spherical body protein 4 is a new serological antigen for the global detection of *Babesia bovis* infection in cattle. *Clinical and Vaccine Immunology* 18 (2) :337-342
- Loveless BC, Mason JW, Sakurai T, Inoue N, Razavi M, Pearson TW, Boulanger MJ. 2011. Structural characterization and epitope mapping of the Glutamic Acid/Alanine Rich protein from *Trypanosoma congolense*:Defining assembly on the parasite cell surface. *The Journal of Biological Chemistry*, 286:20658-20665
- Eyford BA, Sakurai T, Smith D, Loveless BC, Hertz-Fowler C, Donelson JE, Inoue N, Pearson TW. 2011. Differential protein expression throughout the life cycle of *Trypanosoma congolense*, a major parasite of cattle in Africa. *Molecular & Biochemical Parasitology* 177 (2) :116-125
- Amer S, Ryu O, Tada C, Fukuda Y, Inoue N, Nakai Y. 2011. Molecular identification and phylogenetic analysis of *Trypanosoma evansi* from dromedary camels (*Camelus dromedarius*) in Egypt, a pilot study. *Acta Tropica* 117 (1) :39-46
- Nakao R, Stromdahl EY, Magona JW, Faburay B, Namangala B, Malele I, Inoue N, Geysen D, Kajino K, Jongejan F, Sugimoto C. 2010. Development of loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assays for rapid detection of *Ehrlichia ruminantium*. *BMC Microbiology* 10:296
- Thekisoe OMM, Rambritch NE, Nakao R, Bazie RS, Mbatia P, Namangala B, Malele I, Skilton

- RA, Jongejan F, Sugimoto C, Kawazu S, Inoue N. 2010. Loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assays for detection of *Theileria parva* infections targeting the PIM and p150 genes. *International Journal for Parasitology* 40 (1) :55-61
- Hayashida K, Hattori M, Nakao R, Tanaka Y, Kim J-Y, Inoue N, Nene V, Sugimoto C. 2010. A Schizont-derived protein, TpSCOP, is involved in the activation of NF-kappa B in *Theileria parva*-infected lymphocytes. *Molecular and Biochemical Parasitology* 174 (1) :8-17
- Goto Y, Carter D, Guderian J, Inoue N, Kawazu S, Reed SG. 2010. Upregulated expression of B-cell antigen family tandem repeat proteins by *Leishmania* amastigotes. *Infection and Immunity* 78 (5) :2138-2145
- Thekisoe OMM, Rodriguez CV, Rivas F, Coronel-Servian AM, Fukumoto S, Sugimoto C, Kawazu S, Inoue N. 2010. Detection of *Trypanosoma cruzi* and *T. rangeli* infections from *Rhodnius pallescens* bugs by loop-mediated isothermal amplification (LAMP). *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 82 (5) :855-860
- Bui VN, Ogawa H, Karibe K, Matsuo K, Nguyen TH, Awad SSA, Minoungou GL, Xininigen, Saito K, Watanabe Y, Runstadler JA, Happ GM, Imai K\*. 2011. Surveillance of avian influenza virus in migratory water birds in eastern Hokkaido, Japan. *Journal of Veterinary Medical Science* 73 (2) :209-215 \*Corresponding author
- Kawata, Y. 2010. Can Dogs Alleviate the Desolation Created by Having Fewer Children? An Empirical Study in the Japanese Context. *The Internet Journal of Veterinary Medicine* 8 (1)
- Boldbaatar D, Umemiya-Shirafuji R, Liao M, Tanaka T, Xuan X, Fujisaki K. 2010. Multiple vitellogenins from the *Haemaphysalis longicornis* tick are crucial for ovarian development. *Journal of Insect Physiology*. 56 (11) :1587-1598
- Tanaka T, Rahman MM, Battur B, Boldbaatar D, Liao M, Umemiya-Shirafuji R, Xuan X, Fujisaki K. 2010. Parasitocidal activity of human alpha-defensin-5 against *Toxoplasma gondii*. *In Vitro Cellular and Developmental Biology Animal*. 46 (6) :560-565
- Hirano S, Sato G, Kobayashi Y, Itou T, Luo RT, Liu Q, Jin NY, Xuan X, Sakai T. 2010. Analysis of Chinese rabies virus isolates from 2003-2007 based on P and M protein genes. *Acta Virologica*. 54 (2) :91-98
- Zhou J, Liao M, Gong H, Xuan X, Fujisaki K. 2010. Characterization of Hlcyst-3 as a member of cystatins from the tick *Haemaphysalis longicornis*. *Experimental Applied Acarology*. 51 (4) :327-333
- Nishikawa Y\*, Ibrahim HM, Kameyama K, Shiga I, Hiasa J, Xuan X. 2011. Host cholesterol synthesis contributes to growth of intracellular *Toxoplasma gondii* in macrophages. *Journal of Veterinary Medical Science* 73 (5) :633-639. \*Corresponding author
- Luo Y, Jia H, Terkawi MA, Goo YK, Ooka H, Li Y, Yu L, Cao S, Yamagishi J, Nishikawa Y, Saito-Ito A, Igarashi I, Xuan X. 2011. Identification and characterization of a novel secreted antigen 1 of *Babesia microti* and evaluation of its potential use in enzyme-linked immunosorbent assay and immunochromatographic test. *Parasitology International* 60 (2) :119-25.
- Ooka H, Terkawi MA, Goo YK, Luo Y, Li Y, Yamagishi J, Nishikawa Y, Igarashi I, Xuan X. 2011. *Babesia microti*:Molecular and antigenic characterizations of a novel 94-kilodalton protein (BmP94). *Experimental Parasitology* 127 (1) :287-293.
- Nishikawa Y. 2011. Manipulation of host-cell apoptosis during infection with *Toxoplasma gondii*. e-book series entitled "Immune Response to Parasitic Infections, Vol.1" Bentham Science Publishers ([www.bentham-direct.org](http://www.bentham-direct.org))
- Tumurjav B, Terkawi MA, Zhang H, Zhang G, Jia H, Goo YK, Yamagishi J, Nishikawa Y, Igarashi

- I, Sugimoto C, Xuan X. 2010. Serodiagnosis of ovine toxoplasmosis in Mongolia by an enzyme-linked immunosorbent assay with recombinant *Toxoplasma gondii* matrix antigen 1. Japanese Journal of Veterinary Research 58 (2) :111-119.
- Ibrahim HM, Xuan X, Nishikawa Y\*. 2010. *Toxoplasma gondii* cyclophilin 18 regulates the proliferation and migration of murine macrophages and spleen cells. Clinical and Vaccine Immunology 17 (9) :1322-1329 \*Corresponding author
- Goo YK, Terkawi MA, Jia H, Aboge GO, Ooka H, Nelson B, Kim S, Sunaga F, Namikawa K, Igarashi I, Nishikawa Y, Xuan X. 2010. Artesunate, a potential drug for treatment of *Babesia* infection. Parasitology International 59 (3) :481-486. Epub 2010 Jun 9.
- Nishikawa Y\*, Zhang H, Ibrahim MH, Yamada K, Nagasawa H, Xuan X. 2010. Roles of CD122 + Cells in Resistance against *Neospora caninum* Infection in a Murine Model. Journal of Veterinary Medical Science 72 (10) :1275-1282. Epub 2010 May 7. \*Corresponding author
- Yamagishi J, Wakaguri H, Ueno A, Goo YK, Tolba M, Igarashi M, Nishikawa Y, Sugimoto C, Sugano S, Suzuki Y, Watanabe J, Xuan X. 2010. High-resolution characterization of *Toxoplasma gondii* transcriptome with a massive parallel sequencing method. DNA Research 17 (4) :233-243.
- Inpankaew T, Pinyopanuwut N, Chimnoi W, Kengradomkit C, Sununta C, Zhang G, Nishikawa Y, Igarashi I, Xuan X, Jittapalapong S. 2010. Serodiagnosis of *Toxoplasma gondii* infection in dairy cows in Thailand. Transbound Emerg Dis. 57 (1-2) :42-45.
- Zhang H, Ibrahim MH, Fukumoto S, Jin L, Ishii M, Takeo S, Igarashi M, Yokoyama N, Xuan X, Kojima N, Tsuboi T, Nishikawa Y\*. 2010. Identification of cross-reactive antigen of *Plasmodium falciparum* able to control *Toxoplasma gondii* infection. J. Protozool. Res. 19:82-88. \*Corresponding author
- Kawase O, Nishikawa Y, Bannai H, Igarashi M, Matsuo T, Xuan X. 2010. Characterization of a novel thrombospondin-related protein in *Toxoplasma gondii*. Parasitology International 59 (2) :211-216.
- Zhang H, Nishikawa Y, Yamagishi J, Zhou J, Ikehara Y, Kojima N, Yokoyama N, Xuan X. 2010. *Neospora caninum*: Application of apical membrane antigen 1 encapsulated in the oligomannose-coated liposomes for reduction of offspring mortality from infection in BALB/c mice. Experimental parasitology 125 (2) :130-136.
- Jia H, Nishikawa Y, Luo Y, Yamagishi J, Sugimoto C, Xuan X. 2010. Characterizaion of a leucine aminopeptidase from *Toxoplasma gondii*. Molecular and Biochemical Parasitology 170 (1) :1-6.
- Sashika M, Abe G, Matsumoto K, Inokuma H. 2010. Molecular survey of rickettsial agents in feral raccoons (*Procyon lotor*) in Hokkaido, Japan. Japanese Journal of Infectious Diseases 63 (5) :353-354.
- Sakamoto L, Ichikawa Y, Sakata Y, Matsumoto K, Inokuma H. 2010. Detection of *Anaplasma bovis* DNA in the peripheral blood of domestic dogs in Japan. Japanese Journal of Infectious Diseases 63 (5) :349-352.
- 松本高太郎, 村上智亮, 菅生樹春, 山田一孝, 古林与志安, 松井高峯, 猪熊 壽. 2010. 脳幹部膿瘍により神経症状を呈したホルスタイン種子牛の1例. 日本獣医師会雑誌 63(5) :351-354.
- 松本高太郎, 渡邊謙一, 高橋英二, 古林与志安, 松井高峯, 猪熊 壽. 2010. 心室腔の拡張を伴わない心筋症のホルスタイン種乳牛の1症例. 北海道獣医師会雑誌54(11) :617-620.
- 坂本礼央, 坂口翔一, 庄野春日, 泉 大樹, 館野栄吉, 松本高太郎, 古岡秀文, 猪熊 壽. 2010. 麦角アルカロイド中毒を疑った肢端壊死の子牛の2症例. 北海道獣医師会雑誌 54(9) :525-527.
- Itamoto K, Hara K, Nakaichi M, Okuda M, Otoi T, Inokuma H, Taura Y. 2010. Influence of vaoatile anesthetics on muscle relaxant effect of vecuronium in dogs. *Journal of Animal and Veterinary Advnces* 9 (7) :1131-1136.
- Fukunaka M, Toyoda Y, Kobayashi K, Furuoka H, Inokuma H. 2010. Bone marrow aplasia with



- pancytopenia and hemorrhage in a Japanese Black calf. *Journal of Veterinary Medical Science* 72 (12) :1655-1656.
- Inoue K, Kabeya H, Fujita H, Makino T, Asano M, Inoue S, Inokuma H, Nogami S, Maruyama S. 2011. Serological survey of five zoonoses, scrub typhus, Japanese spotted fever, tularemia, Lyme disease, and Q fever in feral raccoons (*Procyon lotor*) in Japan. *Vector Borne Diseases* 11 (1) :15-19.
- Inokuma H, Matsuda H, Sakamoto L, Tagawa M, Matsumoto K. 2011. Evaluation of *Rickettsia japonica* pathogenesis and reservoir potential in dogs by experimental inoculation and epidemiologic survey. *Clinical and Vaccine Immunology* 18 (1) :161-166.
- 松山雄喜, 村上智亮, 大林 哲, 古林与志安, 松本高太郎, 松井高峯, 猪熊 壽. 2010. 起立不能を呈した育成牛における非定型散発性牛白血病の1例. *日本獣医師会雑誌*. 63(5) :355-358.
- 吉本 薫, 海老名千尋, 高橋英二, 古岡秀文, 松本高太郎, 松井基純, 三宅陽一, 猪熊 壽. 2010. 重度雄性化を伴う褐毛和種フリーマーチン肥育牛にみられた腎後性腎不全の1症例. *日本獣医師会雑誌*. 63(9) :702-705.
- 野口暁子, 寒川彰久, 富樫義彦, 古林与志安, 山田一孝, 古岡秀文, 猪熊 壽, 石井三都夫. 2010. 四肢関節形成不全と多発性骨折を呈した子牛の1症例. *北海道獣医師会雑誌* 54:193-194.
- 宇山 環, 村上智亮, 坂田貴洋, 山口 寿, 古林与志安, 古岡秀文, 松井高峯, 石井三都夫, 猪熊 壽. 2010. 胆道炎を伴う肝線維症の乳牛の1症例. *北海道獣医師会雑誌*. 54(7) :298-300.
- 松田浩典, 下田 崇, 山田一孝, 古岡秀文, 松本高太郎, 石井三都夫, 猪熊 壽. 2010. 後肢麻痺を伴う起立不能を呈した乳用子牛の化膿性股関節炎の1症例. *北海道獣医師会雑誌* 54(10) :576-578.
- 猪熊 壽, 横山直明. 2010. 北海道東部の放牧場における小型ピロプラズマ感染リスク低減要因の検討. *牛臨床寄生虫病研究会誌*. 1 (1) :13-17.
- 竹内俊彦, 千葉史織, 泉 大樹, 古林与志安, 松本高太郎, 猪熊 壽. 2010. 血様心嚢水の高度貯留による循環障害がみられた乳牛の1例. *北海道獣医師会雑誌* 54(12) :692-694.
- 田川道人, 神尾恭平, 大林 哲, 佐々木直樹, 古岡秀文, 猪熊 壽. 2011. 喉頭粘膜下膿瘍による顕著な喘鳴を呈したホルスタイン種乳牛の1症例. *北海道獣医師会雑誌* 55(1) :6-8.
- 久保田直樹, 村上智亮, 安田 峰, 松井基純, 古林与志安, 古岡秀文, 松井高峯, 佐々木直樹, 石井三都夫, 猪熊 壽. ペルシュロン種繁殖雌馬にみられた遠隔転移を伴う腎細胞癌の1症例. *北海道獣医師会雑誌* 55(2) :54-56.
- Lee K, Shimizu J, Kishimoto M, Kadohira M, Iwasaki T, Miyake Y, Yamada K. 2011. Computed tomography of the prostate gland in apparently healthy entire dogs. *The Journal of Small Animal Practice* 52:146-151
- Lee K, Sasaki M, Miyauchi A, Kishimoto M, Shimizu J, Iwasaki T, Miyake Y, Yamada K. 2011. Virtopsy in a red kangaroo with oral osteomyelitis. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 42 (1) :128-130
- Kishimoto M, Tsuji Y, Katabami N, Shimizu J, Lee K, Iwasaki T, Miyake Y, Yazumi S, Chiba T, Yamada K. 2011. Measurement of canine pancreatic perfusion using dynamic computed tomography: influence of input-output vessels on deconvolution and maximum slope methods. *European Journal of Radiology* 77:175-181
- Lee K, Kishimoto M, Shimizu J, Kobayashi Y, Matsumoto K, Sasaki N, Ishii M, Inokuma H, Iwasaki T, Miyake Y, Yamada K. 2011. Use of contrast-enhanced CT in the diagnosis of abscesses in cattle. *The Journal of Veterinary Medical Science* 73 (1) :113-115
- Oohashi E, Yamada K. 2010. Chronic progressive polyarthritis in a female cat. *The Journal of Veterinary Medical Science* 72 (4) :511-514
- Lee K, Ikeo S, Kishimoto M, Shimizu J, Iwasaki T, Miyake Y, Yamada K. 2010. Use of a saline chaser to reduce the dose of contrast material for dynamic CT in cattle. *Veterinary Record* 167:170-172

- Shimizu J, Mochida K, Kobayashi Y, Kitamura M, Tanaka H, Kishimoto M, Lee K, Iwasaki T, Miyake Y, Nakayama M, Yamada K. 2010. Inflammatory reaction in the herniated degenerative disc materials in miniature dachshunds. *The Journal of Veterinary Medical Science* 72 (1) :81-84
- Lee K, Kishimoto M, Shimizu J, Iwasaki T, Miyake Y, Yamada K. 2010. Effect of a saline chaser for contrast enhancement of computed tomographic angiography in cattle. *Veterinary Record* 166:137-139
- Lee K, Lee YW, Choi HJ, Kishimoto M, Shimizu J, Iwasaki T, Miyake Y, Yamada K. 2010. Computed tomographic evaluation of the cerebral ventricular size in normal calves. *American Journal of Veterinary Research* 71 (2) :135-137
- Kishimoto M, Pae S, Muroya N, Watarai H, Anzai H, Lee K, Shimizu J, Sasaki N, Yamada K. T. 2010. The relationship between the size of caudolateral curvilinear osteophyte of the canine femoral neck and the radiographic view. *Journal of Veterinary Science* 11 (1) :89-91
- Kishimoto M, Doi S, Shimizu J, Lee K, Yamada K. 2010. Influence of osmolarity of contrast medium and saline flush on computed tomography angiography: Comparison of monomeric and dimeric iodinated contrast media with different iodine concentration at an identical iodine delivery rate. *European Journal of Radiology* 76:135-139
- 岸本海織・住谷 峻・李 奇子・清水純一郎・山川和宏・滄木孝弘・羽田真悟・松本高太郎・石井三都夫・佐々木直樹・猪熊 壽・山田一孝. 2010. ポータブルX撮影装置を用いた牛の Computed radiography 画像化因子が画質に与える影響. *日本獣医師会雑誌* 63(6) :431-43
- 川辺 睦・山田一孝・花元克巳・迫田晃弘・片岡隆浩・山岡聖典. 2010. 小動物病院におけるX線撮影に伴う放射線診療従事者の実効線量評価. *動物臨床医学会誌* 19:113-11
- Herbas, M.S. Okazaki, M. Terao, E. Xuan, X. Arai, H. and Suzuki, H. 2010.  $\alpha$ -tocopherol transfer protein inhibition is effective in the prevention of cerebral malaria in mice. *American Journal of Clinical Nutrition* 91 (1) :200-207
- Abe, Y. Asano, T. Ali, M. and Suzuki, H. 2010. Vitriification of canine cumulus-oocyte complexes in DAP213 with a cryotop holder. *Reproductive Medicine and Biology* 9 (2) :115-120
- Umemiya-Shirafuji, R. Matsuo, T. Liao, M. Boldbaatar, D. Battur, B. Suzuki H. and Fujisaki, K. 2010. Increased expression of ATG genes during nonfeeding periods in the tick *Haemaphysalis longicornis*. *Autophagy* 6 (4) :473-481
- Watanabe, H. Suzuki, H. and Fukui Y. 2010. Fertilizability, developmental competence, and chromosomal integrity of oocytes microinjected with pre-treated spermatozoa in mice. *Reproduction* 139:513-521
- Herbas, M.S. and Suzuki, H. 2010. Vitamin C deficiency fails to protect mice from malaria. *Experimental Animals* 59 (2) :239-243
- Court, N. Vasseur, V. Vacher, R. Frémond, C. Shebzukhov, Y. Yermeev, V.V. Maillet, I. Nedospasov, S.A. Gordon, S. Fallon, P.G. Suzuki, H. Ryffel, B. and Quesniaux, V.F.J. 2010. Partial redundancy of the pattern recognition receptors scavenger receptors and C-type lectins for the long-term control of *Mycobacterium tuberculosis* infection. *Journal of Immunology* 184 (12) :7057-7070
- Herbas, M.S. Ueta, Y.Y. Ichikawa, C. Chiba, M. Ishibashi, K. Shichiri, M. Fukumoto, S. Yokoyama, N. Takeya, M. Xuan, X. Arai, H. and Suzuki, H. 2010.  $\alpha$ -tocopherol transfer protein disruption confers resistance to malarial infection in mice. *Malaria Journal* 9:101-112
- Aboge, G.O. Batbaatar, V. Goo, Y-K. Yamagishi, J. Nishikawa, Y. Sunaga, F. Namikawa, K. Igarashi, I. Fujisaki, K. Suzuki, H. and Xuan, X. 2010. Molecular characterization and expression of a 47-kDa merozoite surface protein of *Babesia gibsoni* for serodiagnosis by enzyme-linked immunosorbent assay. *Journal of Protozoology Research* 20:59-69
- Aboge, G.O., Jia, H., Terkawi, M., Goo, Y-K., Batbaatar, V., Nishikawa, Y., Sunaga, F., Namikawa,



- K., Igarashi, I., Fujisaki, K., Suzuki, H. and Xuan, X. 2010. Precursors of methotrexate target dihydrofolate reductase-thymidylate synthase of *Babesia gibsoni* and inhibit parasite proliferation. *Journal of Protozoology Research* 20:70-81
- Zhang, G., Huang, X., Boldbaatar, D., Battur, B., Battsetseg, B., Zhang, H., Yu, L., Li, Y., Luo, Y., Cao, S., Goo, Y-K., Yamagishi, J., Zhou, J., Zhang, S., Suzuki, H., Igarashi, I., Mikami, T., Nishikawa, Y. and Xuan, X. 2010. Construction of *Neospora caninum* stably expressing TgSAG1 and evaluation of its protective effects against *Toxoplasma gondii* infection in mice. *Vaccine* 28:7243-7247
- Watanabe, H. Suzuki, H. Tatenno, H. And Fukui, Y. 2010. A novel method for detection of chromosomal integrity in cryopreserved livestock spermatozoa using artificially fused mouse oocytes. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics* 27 (9-10) :581-588
- Abdel-Ghani, M. Abe, Y. Asano, T. Hamano, S. and Suzuki, H. 2011. Effect of bovine cumulus-oocyte complexes-conditioned medium on in-vitro maturation of canine oocytes. *Reproductive Medicine and Biology* 10 (1) :43-49
- Abe, Y. Suwa, Y. Asano, T. Ueta, Y. Y. Kobayashi, N. Ohshima, N. Shirasuna, S. Abdel-Ghani, M. A. Oi, M. Kobayashi, Y. Miyoshi, M. Miyahara, K. and Suzuki, H. 2011. Cryopreservation of canine embryos. *Biology of Reproduction* 84 (2) :363-368
- Kawase, Y. and Suzuki, H. 2011. A study on freeze-drying as a method of preserving mouse sperm. *Journal of Reproduction and Development* 57 (2):176-182
- Ishii, T., Suenaga, R., Iwata, W., Miyata, R., Fujikawa, R., Muroi, Y. 2010. Bilateral lesions of the mesencephalic trigeminal sensory nucleus stimulate hippocampal neurogenesis but lead to severe deficits in spatial memory resetting. *Brain Research* 1342:74-84
- Fujikawa, R., Muroi, Y., Unno, T., Ishii, T. 2010. Ouabain exacerbates botulinum neurotoxin-induced muscle paralysis via progression of muscle atrophy in mice. *The Journal of Toxicological Sciences* 35 (6) :795-805
- Satoh E, Iwasaki R. 2011. Experimental diabetes attenuates calcium mobilization and proliferative response in splenic lymphocytes from mice. *Journal of Physiological Sciences* 61 (1) :23-30
- Kuranaga E, Matsunuma T, Kanuka H, Takemoto K, Koto A, Kimura K, Miura M. 2011. Apoptosis controls the speed of looping morphogenesis in *Drosophila* male terminalia. *Development* 138 (8) :1493-1499.
- Doi Y, Shinzawa N, Fukumoto S, Okano H, Kanuka H. 2011. Calcium signal regulates temperature-dependent transformation of sporozoites in malaria parasite development. *Experimental Parasitology* 128 (2) :176-180.
- Maekawa E, Aonuma H, Nelson B, Yoshimura A, Tokunaga F, Fukumoto S, Kanuka H. 2011. The role of proboscis of the malaria vector mosquito *Anopheles stephensi* in host-seeking behavior. *Parasit Vectors* 4 (1) :10.
- Kubori T, Shinzawa N, Kanuka H, Nagai H. 2010. *Legionella* metaeffector exploits host proteasome to temporally regulate cognate effector. *PLoS Pathog* 6 (12) :e1001216.
- Shibata T, Ariki S, Shinzawa N, Miyaji R, Suyama H, Sako M, Inomata N, Koshiba T, Kanuka H, Kawabata S. 2010. Protein crosslinking by transglutaminase controls cuticle morphogenesis in *Drosophila*. *PLoS ONE* 5 (10) :e13477.
- Doi Y, Shinzawa N, Fukumoto S, Okano H, Kanuka H. 2010. ADF2 is required for transformation of the ookinete and sporozoite in malaria parasite development. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 397 (4) :668-672
- Padungtod, P., Tharavichitkul, P., Junya, S., Chaisowong, W., Kadohira, M., Makino, S., and Sthitmatee,

- N. 2010. Incidence and virulence factors of *Streptococcus suis* infection in Chiang Mai slaughtered pigs. Southeast Asian Journal of Tropical Medical Public Health 41 (6) :1-8
- Kadohira, M., and Tajima, M. 2010. A Case Control Study of Bovine Viral Diarrhea Virus (BVDV) Persistent Infection (PI) in Betsukai, Hokkaido. Journal of Veterinary Medical Science 72 (5) :635-638

## 細菌学

- Akada KJ, Aoki H, Torigoe Y, Kitagawa T, Kurazono H, Hoshida H, Nishikawa J, Terai S, Matsuzaki M, Hirayama T, Nakazawa T, Akada R, and Nakamura K 2010. *Helicobacter pylori* CagA Inhibits Endocytosis of Cytotoxin VacA in Host Cells. Disease Models & Mechanisms 3 (9-10) :605-617.
- Matsumoto A, Isomoto H, Nakayama M, Hisatsune J, Nishi Y, Nakashima Y, Matsushima K, Kurazono H, Nakao K, Hirayama T, and Kohno S. 2011. *Helicobacter pylori* VacA reduces cellular expression of STAT3 and pro-survival Bcl-2 family proteins, Bcl-2 and Bcl-X<sub>L</sub>, leading to apoptosis in gastric epithelial cells. Digestive Diseases and Sciences 56 (4) :999-1006.
- Na-Ubol M, Srimanote P, Chongsa-nguan M, Indrawattana N, Sookrung N, Tapchaisri P, Yamazaki S, Bodhidatta L, Eampokalap B, Kurazono H, Hayashi H, Nair GB, Takeda Y and Chaicumpa W. 2011. Hybrid & El Tor variant biotypes of *Vibrio cholerae* O1 in Thailand. Indian Journal of Medical Research 133:387-394.

## 畜産学

- Kawashima C, Nagashima S, Sawada K, Schweigert FJ, Miyamoto A, Kida K. 2010. Effect of  $\beta$ -carotene supply during close-up dry period on the onset of first postpartum luteal activity in dairy cows. Reproduction in Domestic Animals 45 (6) :e282-e287
- Fukuda K, Yamamoto A, Ganzorig K, Khuukhenbaatar J, Senda A, Saito T, Urashima T. 2010. Chemical characterization of the oligosaccharides in Bactrian camel (*Camelus bactrianus*) milk and colostrum. Journal of Dairy Science 93 (12) :5572-5587.
- J, Takahashi. 2011. Some Prophylactic Options to Mitigate Methane Emission from Animal Agriculture in Japan. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 24:85-94
- S, Kaneko. A, Hirata. M, Araki. T, Yamashiro. H, Miyake. Y, Tamaru. and J, Takahashi. 2010. Two-step Saccharification of rice straw with ammonia-stripping ammonia from the digested slurry of dairy manure in the biogas plant and *Clostridium cellulovorans*. E.J.Mc Geough and S.M. McGinn (Eds), Proceedings of the 4th International Conference on Greenhouse Gases and Animal Agriculture, Banff, Canada, October 3-8.61
- K, Hirakawa. T, Matsumoto. H, Nishigaki. R, Asa-Morikawa. Y, Mihara. and J, Takahashi. 2010. Effect of hydrogen peroxide administration on rumen fermentation of sheep. E.J.Mc Geough and S.M.McGinn (Eds), Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference on Greenhouse Gases and Animal Agriculture, Banff, Canada, October 3-8.126
- K, Hirakawa. T, Matsumoto. H, Nishigaki. R, Asa-Morikawa. Y, Mihara. and J, Takahashi. 2010. Effect of hydrogen peroxide on ruminal fermentations in vitro. E.J.Mc Geough and S.M.McGinn (Eds), Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference on Greenhouse Gases and Animal Agriculture, Banff, Canada, October 3-8.125
- T, Nishida. S, Hayasaki. K, Kida. T, Matsumoto. and J, Takahashi. 2010. Effect of lactose ureide on methane emission and ruminal fermentation in vitro. E.J.Mc Geough and S.M.McGinn (Eds), Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference on Greenhouse Gases and Animal Agriculture, Banff, Canada, October 3-8. 143

- H, Kasuya. J, Takahashi. 2010. Effects of NDF and NFC digestibility on methane emission by lactating Holstein cows fed grass silage-based total mixed ration. E.J.Mc Geough and S.M.McGinn (Eds), Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference on Greenhouse Gases and Animal Agriculture, Banff, Canada, October 3-8. 129
- Takahashi.J. 2010. Advanced Biogas Systems for a Renewable Energy Source. RENEWABLE ENERGY 2010, 27 June - 2 July, 2010
- Islam M. R., M. Ishida, S. Ando, T. Nishida and N. Yoshida. 2011. Whole crop rice silage: Predictions of yield and content of metabolizable energy, metabolizable protein and other nutrients for dairy cows from crop maturity and botanical fractions at harvest. Animal Feed Science and Technology. 163 (2-4) :222-230.
- Oda Y, Mikumo D, Leo F, Urashima T. 2010. Discrimination of *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces paradoxus* strains by the *SUC2* gene sequences. Journal of General and Applied Microbiology 56 (4):355-358.
- Oda Y, Nakamura K, Shinomiya N, Ohba K. 2010. Ethanol fermentation of sugar beet thick juice diluted with crude cheese whey by the flex yeast *Kluyveromyces marxianus* KD-15. Biomass and Bioenergy 34 (8):1263-1266.

## 生殖内分泌学

- Tetsuka M, Nishimoto H, Miyamoto A, Okuda K, Hamano S. 2010. Gene expression of 11-HSD and glucocorticoid receptor in the bovine (*bos taurus*) follicle during follicular maturation and atresia: the role of follicular stimulating hormone. Journal of Reproduction and Development. 56 (6):616-622.

## 農 学

- Wei M, Takeshima K, Yokoyama T, Minamisawa K, Mitsui H, Itakura M, Kaneko T, Tabata S, Saeki K, Omori H, Tajima S, Uchiumi T, Abe M, Ishii S, Ohwada T. 2010. Temperature-dependent expression of type III secretion system genes and its regulation in *Bradyrhizobium japonicum*. Molecular Plant-Microbe Interactions 23 (5):628-637.
- Orikasa Y, Nodasaka Y, Ohyama T, Okuyama H, Ichise N, Yumoto I, Morita N, Wei M, Ohwada T. 2010. Enhancement of the nitrogen fixation efficiency of genetically-engineered *Rhizobium* with high catalase activity. Journal of Bioscience and Bioengineering 110 (4) :397-402.
- Yamamoto S, Lüscher M, Hochstrasse U, Boller T, Wiemken A. 2010. Mode of synthesis of long-chain fructan in timothy haplocorm. Grassland Science 56 (4) :194-197
- 連 峰・小林創平・山本紳朗. 2010. 羊草 (*Aneurolepidium chinense* (Trin.) Kitag.) の耐塩性機構の解明 2. 植物体内における Na 濃度・動態. 日本草地学会誌 56 (3) :194-198

## 応用昆虫学

- Iwasa M. and Ishiguro N. 2010. Genetic and morphological differences of *Haematobia irritans* and *H. exigua*, and molecular phylogeny of Japanese Stomoxyini flies (Diptera, Muscidae). Medical Entomology and Zoology 61 (4):335-344.
- Iwasa M. 2011. New species and records of the genera *Milichia* Meigen and *Milichiella* Giglio-Tos (Diptera, Milichiidae) from the Oriental region and Seram Island. Entomological Science 14 (2):192-197.

## 農芸化学

- K.Goto, T.Urashima, S.Asakuma, M.Komoda, T.Nakamura, K.Fukuda, O.Wellnitz, R.Bruckmaier. 2010. Hexose, sialic acid and sialyllactose concentrations in the milk of dairy and non-dairy breed cows. *Milchwissenschaft* 65 (4) :352-356
- A.Senda, E.Hatakeyama, R.Kobayashi, K.Fukuda, Y.Uemura, T.Saito, C.Packer, O.T.Oftedal, T.Urashima. 2010. Chemical characterization of milk oligosaccharides of an African lion (*Panthera leo*) and a clouded leopard (*Neofelis nebulosa*). *Animal Science Journal*:81 (6) :687-693. doi:10.1111/j.1740-0929.2010.00787.x.
- Sasaki Asakuma, Tomoko Yokoyama, Kazumasa Kimura, Yoko Watanabe, Tadashi Nakamura, Kenji Fukuda, and Tadasu Urashima, 2010, Effect of human milk oligosaccharides on messenger ribonucleic acid expression of Toll-like receptor 2 and 4, and of MD2 in the intestinal cell line HT-29. *Journal of Applied Glycoscience*. 57 (3):177-183.
- S. Asakuma, Y. Ueda, F. Akiyama, Y. Uemura, M. Miyagi, M. Nakamura, M. Murai and T. Urashima. 2010. Effect of grazing on the concentrations of total sialic acid and hexose in bovine milk. *Journal of Dairy Science*. 93 (10):4850-4854. doi:10.3168/jds.2010-3357.
- K Goto, K. Fukuda, A. Senda, T. Saito, K. Kimura, K.E. Galnder, K. Hinde, W. Dittus, L.A. Milligan, M.L. Power, O.T. Oftedal, T. Urashima. 2010. Chemical characterization of oligosaccharides in the milk of six species of New and Old world monkeys. *Glycoconjugate Journal*. 27 (7-9):703-715. DOI 10.1007/s10719-010-9315-0.
- Nozaki H, Itonori S, Sugita M, Nakamura K, Ohba K, Ohnishi M, Imai K, Igarashi Y, Suzuki A, Kushi Y. 2010. Invariant V $\alpha$ 14 natural killer T cell activation by edible mushroom acidic glycosphingolipids. *Biological and Pharmaceutical Bulletin* 33 (4):580-584
- Yunoki K, Renaguli M, Kinoshita M, Matsuyama H, Mawatari S, Fujino T, Kodama Y, Sugiyama M, Ohnishi M. 2010. Dietary sphingolipids ameliorate disorders of lipid metabolism in Zucker fatty rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58:7030-7035
- Sato M, Yunoki K, Ohkubo T, Seki K, Tanaka Y, Ohnishi M. 2010. Content and fatty acid composition of sulfoquinovosyldiacylglycerol in conifer leaves grown in Hokkaido, Japan. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* 74 (6):1283-1285
- Ono J, Kinoshita M, Aida K, Tamura M, Ohnishi M. 2010. Effects of dietary glucosylceramide on dermatitis in atopic dermatitis model mice. *European Journal of Lipid Science and Technology* 112 (7):708-711
- 谷 昌幸, 溝田千尋, 八木哲生, 加藤 拓, 小池正徳. 2010. 十勝地域の未耕地土壌および農耕地土壌におけるリン酸の垂直分布と蓄積量. *日本土壌肥科学雑誌*81 (4) :350-359
- 八木哲生, 谷 昌幸, 笛木伸彦, 田村 元, 加藤 拓, 小池正徳. 2010. 牛ふんバーク堆肥を25年間連用した淡色黒ボク土畑土壌のリン酸吸着能. *日本土壌肥科学雑誌*81 (6) :594-597

## 理 学

- Masuda R, Lin L-K, Pei K J-C, Chen Y-J, Chang S-W, Kaneko Y, Yamazaki K, Anezaki T, Yachimori S, Oshida T. 2010. Origins and founder effects on the Japanese masked palm civet *Paguma larvata* (Viverridae, Carnivora), revealed from a comparison with molecular phylogeography in Taiwan. *Zoological Science* 27 (6):499-505
- Oshida T, Dang CN, Nguyen ST, Nguyen NX, Endo H, Kimura J, Sasaki M, Hayashida A, Takano A, Hayashi Y. 2010. Phylogenetic relationship between *Callosciurus caniceps* and *C. inornatus* (Rodentia, Sciuridae):implication for zoogeographical isolation by the Mekong River. *Italian Journal*

of Zoology:DOI:10.1080/11250003.2010.490566

- Kadoya N, Iguchi K, Matsui M, Okahira T, Kato A, Oshida T, Hayashi Y. 2010. Nest cavity use by Siberian flying squirrel, *Pteromys volans orii* in forests of Hokkaido Island, Japan. Russian Journal of Theriology 9 (1):27-32.
- Marugame M, Izumi I, Matsui M, Okahira T, Oshida T, Hayashi Y. 2010. Cavity resources for Siberian flying squirrel, *Pteromys volans orii*, in two different habitats in Hokkaido, Japan. Russian Journal of Theriology 9 (1):39-43.
- Oshida T, Lin L-K, Chang S-W, Chen Y-J, Lin J-K. 2011. Phylogeography of two sympatric giant flying squirrel species, *Petaurista alborufus lena* and *P. philippensis grandis* (Rodentia, Sciuridae) in Taiwan. Biological Journal of the Linnean Society 102 (2):404-419.
- Ikeda H, Yasuda M, Sakanashi M, Oshida T. 2011. Origin of *Callosciurus erythraeus* introduced into the Uto Peninsula, Kumamoto, Japan, inferred from mitochondrial DNA analysis. Mammal Study 36 (1):61-65.

## 生態学

- 高田まゆら・鈴木 牧・落合啓二・浅田正彦・宮下 直. 2010. 景観構造を考慮したニホンジカによる水稻被害発生機構の解明とリスクマップの作成. 保全生態学研究15:203-210

## 野生動物管理学

- Kawata, Y. 2010. An analysis of Natural Factors of Traffic Accidents Involving Yezo Deer (*Cervus nippon yesoensis*). Bulgarian Journal of Veterinary Medicine 14 (1):1 - 10

## 環境科学

- Tomimatsu H, Yamagishi H, Tanaka I, Sato H, Kondo R, Konno Y. 2011. Consequence of forest fragmentation in an understory plant community:extensive range expansion of native dwarf bamboo. Plant Species Biology Vol. 26 (1):3-12

## 栄養化学

- Yang CY, Mandal PK, Han KH, Fukushima M, Choi K, Kim CJ, Lee CH. 2010. Capsaicin and tocopherol in red pepper seed oil enhances the thermal oxidative stability during frying. Journal of Food Science and Technology 47 (2):162-165
- Mineo H, Morikawa N, Ohmi S, Ishida K, Machida A, Kanazawa T, Chiji H, Fukushima M, Noda T. 2010. Ingestion of potato starch containing esterified phosphorus increases alkaline phosphatase activity in the small intestine in rats. Nutrition Research 30 (5):341-347
- Hashimoto N, Noda T, Kim SJ, Yamauchi H, Takigawa S, Matsuura-Endo C, Suzuki T, Han KH, Fukushima M. 2010. Colored potato extracts induce superoxide dismutase-2 mRNA via ERK1/2 pathway in HepG2 cells. Plant Foods for Human Nutrition 65 (3):266-270
- 岡田朋子, 山影はるか, 川上秋桜, 中村有美, 韓 圭鎬, 島田謙一郎, 関川三男, 紙谷年昭, 戸田登志也, 柴山進一, 福島道広. 2010. ラットの脂質代謝および腸内細菌叢に及ぼすポテトペプチドおよび金時豆同時摂取の影響. 日本食物繊維学会誌14(1):45-54
- 福島道広, 中村有美, 李スルギ, 土平洋彰, 小林由佳, 川上秋桜, 岡田朋子, 島田謙一郎, 韓圭鎬. 2011. 機能性糖質の研究の動向についてーとくに機能性糖質のプレバイオティクス効果についてー. 日本消化吸収学会誌33:202-215



## 統計学

- Noda H, Kyo K. 2010. Statistical analysis of the dynamic structure of China's economic sectors based on Bayesian modeling. *Information* 13:923-939
- Noda H, Kyo K. 2010. Bayesian analysis of the technical change in Japan. *Journal of Economic Policy Studies* 7:2-5
- 姜 興起, 野田英雄. 2011. AR 成分付き季節調整モデルの推定に関する新しい試み. *Information* 14:29-49

## 文 学

- 柴口順一. 2010. 江馬修『山の民』研究序説〔七〕－改稿過程の検討(七)・学会版から冬芽書房版へ(後)－. 帯広畜産大学研究報告. 31:49-71

## 文化人類学

- 平田昌弘・ヨトヴァ マリア・内田健治・元島英雅. 2010. ブルガリア南西部の乳加工体系. *MilkScience* 59(3):237-253.
- 平田昌弘・清田麻衣. 2010. フランス国中南部丘陵地帯の乳加工体系－オーヴェルニュ地域圏の酪農家の事例から－. *Milk Science* 59(2):103-114.
- 平田昌弘. 2010. インド北部ラダック高地山岳地帯の移牧民の生業構造～ドムカル村における食料摂取の視座から－. *ヒマラヤ学誌* 11:61-77.
- 平田昌弘・米田佑子・有賀秀子・花田正明・河合正人・内田健治・元島英雅. 2010. 『斉民要術』に基づいた東アジアの古代乳製品の再現と同定. *Milk Science* 59(1):9-22.
- 平田昌弘. 2010. 「牧畜」に関する研究の歩み. *砂漠研究* 20(特別号):22-23.

## 経済学

- Kawata, Y. 2010. Technical Externality in the Context of Altruism. *Atlantic Economic Journal* 38 (3):375 - 376

## 人間科学

- Sugisaki N, Wakahara T, Miyamoto N, Murata K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. 2010. Influence of muscle anatomical cross-sectional area on the moment arm length of the triceps brachii muscle at the elbow joint. *Journal of Biomechanics*. 43 (14):2844-2847.
- Miyamoto N, Wakahara T, Sugisaki N, Murata K, Kanehisa H, Fukunaga T, Kawakami Y. 2010. Effect of countermovement on elbow joint extension power-load characteristics. *Journal of Sports Sciences*. 28 (14):1535-1542.

## ☆総 説

### 獣医学

- Aboge GO, Xuan X. 2010. *Babesia gibsoni*: Trends in application of molecular biology and biotechnology for diagnosis, vaccine development and drug targets validation of the parasite. *Parasitology Research Trends* 57-76
- 西川義文, 亀山響子. 2011. 動物のトキソプラズマ症から学ぶ－生態系や動物行動におけるトキソプラズマのかかわり. *医学のあゆみ*. 236(3):223-229



- 猪熊 壽. 2011. 非典型的牛白血病とその診断. 産業動物臨床医学雑誌1(2):115-116.
- 新澤直明, 嘉糠洋陸. 2010. 感染に対する宿主側トレランス機構の発見. 生化学 82(11):1051-1055
- Ishii, T. 2010. Lactoferrin stimulates cell growth and survival in neuronal cells via activation of integrin-dependent signals. Current Topics in Pharmacology (Review) 13:67-73

## 畜産学

- 福田健二・浦島 匡. 2011. 乳業用乳酸菌の生産する細胞外多糖. 乳業技術60:66-92.

## 農芸化学

- 府中英孝・柚木恵太・松山弘幸・藤野武彦・大西正男・小玉芳郎・杉山雅昭. 2010. 親鶏由来の機能性リン脂質：スフィンゴミエリンの抗高脂血症及び抗高血糖効果. ブレインテクノニュース 141:13-19

## 生態学

- 吉岡明良・高田まゆら・鷺谷いづみ. 2011. 農地生態系への植物の侵入・導入がもたらす「見かけの競争」型害虫被害と広域的発生源管理の可能性. 関東雑草研究会会報21:26-34

## ☆著 書

### 獣医学

- 五十嵐郁男. 2011. トキソプラズマ症, バベシア症. 木村 哲・喜田 宏編. 人獣共通感染症 改訂版 第2章. pp419-422. (株)医薬ジャーナル社. 大阪
- Terkawi M. A., I. Igarashi. 2011. Drug discovery against *Babesia* and *Toxoplasma*. K.Becker (ed.), Apicomplexan Parasites:Molecular Approaches toward Targeted Drug Development, pp453-468 Wiley-Blackwell, Weinheim, Germany
- 小熊恵二・山本由弥子・鈴木智典・武士甲一. 2011. ボツリヌス症. 木村 哲・喜田 宏編集. 人獣共通感染症 改訂版 第I部解説編. pp. 256-269. (株)医薬ジャーナル社. 大阪
- 武士甲一. 2011. ボツリヌス症. 社団法人日本感染症学会編集. 感染症専門医テキスト 第I部解説編. pp. 545-547. (株)南江堂. 東京
- 猪熊 壽. 2011. 感染症の検査と診断. 岩崎利郎・辻本 元・長谷川篤彦 監修, 獣医内科学・小動物編改訂版, pp. 561-563, 文永堂出版. 東京.
- 猪熊 壽. 2011. リケッチア感染症. 岩崎利郎・辻本 元・長谷川篤彦 監修, 獣医内科学・小動物編 改訂版, pp. 587-591, 文永堂出版. 東京
- 猪熊 壽. 2011. 原虫感染症. 岩崎利郎・辻本 元・長谷川篤彦 監修, 獣医内科学・小動物編, 改訂版, pp. 595-599, 文永堂出版. 東京

### 畜産学

- 高橋潤一. 2010. エコバイオリファイナリー脱石油社会へ移行するための環境ものづくり戦略ー監修 植田充美, 田丸 浩. バイオガスプラント脱離液のアンモニアストリッピングとセルロースバイオマスのアンモノリシス pp55-64. シーエムシー出版.
- 西田武弘. 2010. 徹底・後継牛づくり. 柏村文郎, 鈴木三義 監修. DAIRYMAN 臨時増刊号. p. 96-101, 北海道協同組合通信社(デーリイマン社). 札幌.

## 農芸化学

- 得字圭彦・木下幹朗・大西正男. 2010. 食品分野への応用：農作物の健康機能性評価. 金子周一・堀池靖浩 監修. バイオチップー実用化ハンドブッカー. pp. 312-317. (株) NTS. 東京
- 谷 昌幸. 2010. 北海道の自然と土地利用. 日本土壌肥料学会北海道支部編, 北海道農業と土壌肥料2010, pp. 1-13, 北農会, 札幌
- Tani M, Kunimoto A, Kato T, Koike M. 2010. Effect of organic ligands on phosphate adsorption and availability in Andisols of eastern Hokkaido, Japan. Gilkes RJ and Prakongkep N (eds), Proceedings of the 19<sup>th</sup> World Congress of Soil Science; Soil Solutions for a Changing World, Symposium 3.2 Nutrient best management practices, pp. 52-55, Brisbane, IUSS.
- Kato T, Tani M. 2010. Computational method for appropriate nitrogen level by soil diagnostics in Andosols of Japan. Gilkes RJ and Prakongkep N (eds), Proceedings of the 19<sup>th</sup> World Congress of Soil Science; Soil Solutions for a Changing World, Symposium 3.2 Nutrient best management practices, pp. 24-27, Brisbane, IUSS.

## 農業経済学

- 齋藤陽子, 2011, 小麦品種改良の経済分析ーその変遷と品質需要対応ー, 農林統計協会, 東京.

## 環境科学

- 近藤哲也・宮内泰介・愛甲哲也・浜田誠一・服部 薫・梶 光一・柿澤宏昭・亀山 哲・金子正美・紺野康夫・間野 勉・松島 肇・森本淳子・大崎 満・棧敷孝浩・瀬川拓郎・庄子 康・小路 敦・高柳志朗・辻 修・柳川 久・吉田祐介. 2010. 里山・里海：日本の社会生態学的生産ランドスケープ 北海道の経験と教訓. pp. 12-90. 国際連合大学高等研究所. 横浜

## 思想史

- 杉田 聡. 2010. 福沢諭吉 朝鮮・中国・台湾論集ー「国権拡張」「脱亜」の果て. 明石書店

## 統計学

- 姜 興起. 2010. バイズ統計データ解析. 共立出版. 東京

## 文化人類学

- 平田昌弘. 2011. 栄養摂取からみた移牧民の高地適応戦略. 奥宮清人編著. 生老病死のエコロジーーチベット・ヒマラヤに生きる. 146-151. 昭和堂

## 経済学

- Kawata, Y. 2010. Issues in the Sustainable Management of Wild Game Animals: Emphasizing the Difference between Over and Under Use. Līviņa, A. (ed), Solutions on Harmonizing Sustainability and Nature Protection with Socio-Economic Stability, pp. 87-94, Vidzeme University of Applied Sciences, Valmiera

## ☆その他

### 獣医学

- 門平睦代. 2010. 牛疫撲滅への道：参加型疫学が果たした役割. 獣医疫学雑誌14:7-9
- 吉川泰弘・太田修司・吉崎理華・門平睦代. 2010. ブーノーシス統御へのアプローチ. JVM 獣医畜

## 畜産学

- 福田健二. 2011. 牛乳から新奇に見出された運搬タンパク質. 化学と生物49(2):77-78.
- Nishida T., S. Hayasaki, K. Kida, T. Matsumoto, R. Asa-Morikawa, J. Takahashi. 2010. Effect of lactose ureide on methane emission and ruminal fermentation in vitro, 4th International Conference on Greenhouse Gases and Animal Agriculture, Banff, Alberta, Canada. p.114-115.
- Hirakawa K., T. Matsumoto, H. Nishigaki, R. Asa-Morikawa, Y. Mihara, T. Nishida and J. Takahashi, 2010. Effect of Hydrogen Peroxide Administration on Rumen Fermentations of Sheep, 4th International Conference on Greenhouse Gases and Animal Agriculture, Banff, Alberta, Canada, P.96-97.
- Chaokaur, A. Nishida, T. Sommart, K., 2010. Metabolizable energy requirements and energetic efficiency of Brahman cattle fed various levels of energy under humid tropical condition, 3rd EAAP International symposium on energy and protein metabolism and nutrition, Parma (Italy) 6-10 Sept. 2010, Energy and protein metabolism and nutrition - EAAP127, (G. Matteo Crovetto ed), P. 557-558. ISBN:978-90-8686-153-8, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands.
- Chaokaur, A., Nishida, T., Sommart, K., 2010. Effects of various levels of crude protein and metabolizable energy intake on heat production of Brahman cattle fed under humid tropical conditions, 3rd EAAP International symposium on energy and protein metabolism and nutrition, Parma (Italy) 6-10 Sept. 2010, Energy and protein metabolism and nutrition - EAAP127, (G. Matteo Crovetto ed), P. 309-310. ISBN:978-90-8686-153-8, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands.
- 西田武弘, 阿佐玲奈, 早崎 悟, 藤井信朗, 森保 真, 松本哲郎, 高橋潤一, 本江昭夫. 2010. ヒツジに給与したカボチャ加工残渣およびビートパルプ混合サイレージの栄養価. 北海道畜産学会第65回大会. P. 29.
- 河合正人, 手塚雅文, 谷 昌幸, 岸本 正, 耕野拓一, 大山美砂子, 小疇 浩. 2011. マラウイ・ブンブエ地域における酪農事情. 北海道畜産学会報53:55-60

## 野生動物管理学

- 河田幸視, バーマニス=ヤニス, オゾリンジ=ヤニス. 2010. ラトビア国におけるジビエの利用. 畜産の研究64(9):899-906

## 文化人類学

- 平田昌弘. 2011. ユーラシア大陸の乳加工技術と乳製品 第3回 西アジア・シリアの都市部・農村部の事例. New Food Industry 53(3):61-69.
- 平田昌弘. 2011. ユーラシア大陸の乳加工技術と乳製品 第2回 西アジア・シリアの牧畜民の事例. New Food Industry 53(2):59-67.
- 平田昌弘. 2011. ユーラシア大陸の乳加工技術と乳製品 第1回 人類が出会った乳利用. New Food Industry 53(1):89-95.

平成22年度  
帯広畜産大学大学院畜産学研究科  
修士学位論文題目

畜産管理学専攻

1. 馬の運動量促進を目的としたコンピュータ制御フィーダーの開発と馬の採食行動パターンの制御に関する研究  
(小西 太郎, 共生家畜システム学)
2. 北海道和種の子馬に対する出生後早期の接触馴致がその後の扱いやすさに及ぼす影響  
(西村 浩美, 共生家畜システム学)
3. ダチョウにおけるイネ科牧草の消化管内滞留様相と飼料摂取量, 消化率との関係  
(高橋 良平, 家畜生産機能学)

畜産環境科学専攻

1. ブルキナファソおよび十勝管内産蚊由来昆虫寄生性アナモルフ菌類の *Anopheles stephensi* 雌成虫に対する感染性・病原性の評価  
(石山 海嗣, 作物科学)
2. ジャガイモの難緑化, 低アルカロイド系統における光反応解析

The 2010 Academic Year  
Index of Master's Theses for  
the Graduate School of Obihiro  
University of Agriculture and  
Veterinary Medicine

Master's Course of Animal Production  
and Agricultural Economics

1. Research and development of computer controlled feeder to increase locomotive activity on horses and control of feeding behavior pattern  
(Taro KONISHI, Animal Husbandry and Sustainable Economic Systems)
2. The effects of touch training at early stage in foals Hokkaido on later easiness of handling  
(Hiromi NISHIMURA, Animal Husbandry and Sustainable Economic Systems)
3. Relationship between Retention Aspects of the Digestive Tract and Intake or Digestibility by Ostriches Fed Grass Forage  
(Ryouhei TAKAHASHI, Animal Metabolism and Physiology)

Master's Course of Agro-Environmental Science

1. Evaluation of infectivity and pathogenicity of anamorphic entomopathogenic fungi isolated from wild mosquitoes in Japan and Burkina-faso against adult female *Anopheles stephensi*  
(Mitsugu ISHIYAMA, Crop Science)
2. Analysis of light response in a new potato line with lower tuber greening and glycoalkaloid

- |                                                                         |                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (尾崎 英樹, 作物科学)                                                           | (Hideki OZAKI, Crop Science)                                                                                                                                                                                       |
| 3. イネの少分げつ遺伝子の詳細マッピングと機能解析<br>(建部えり子, 作物科学)                             | 3. Fine mapping and functional analysis of reduced culm number genes in rice<br>(Eriko TATEBE, Crop Science)                                                                                                       |
| 4. 白粒コムギ分離集団における種子休眠性 QTL の検出と強種子休眠性白粒系統作出にむけたマーカー利用選抜<br>(藤井 雅之, 作物科学) | 4. Detection of grain dormancy QTL in white-grained wheat and marker-assisted selection of high dormancy lines<br>(Masayuki FUJII, Crop Science)                                                                   |
| 5. 造成森林「帯広の森」における植物種多様性と人々の関わり<br>(宮崎 直美, 草地学)                          | 5. Plant species diversity in Man-made forest “Obihiro no Mori” and its interaction with local dwellers<br>(Naomi MIYAZAKI, Grassland Science)                                                                     |
| 6. 飼育下のキリンの行動に影響する要因 – 特に来園者との関係について –<br>(田中ちぐさ, 生態系保護学)               | 6. Factors influencing to behaviours in captive giraffes <i>Giraffa camelopardalis reticulata</i> , special emphasis on the effects of zoo visitors<br>(Chigusa TANAKA, Preservation and Management of Ecosystems) |
| 7. 日高山脈南端部の低標高域におけるエゾナキウサギの貯食物とその選択性<br>(家入明日美, 生態系保護学)                 | 7. Hay piles and it's selection of <i>Ochotona hyperborea yezoensis</i> at the low-altitude area of the southernmost part of the Hidaka Mountains<br>(Asumi IEIRI, Preservation and Management of Ecosystems)      |
| 8. 北海道の天然林に生息するエゾリスのエゾマツ球果資源利用性<br>(和泉 功, 生態系保護学)                       | 8. Consumption of Yezo spruce cones by Eurasian red squirrels in natural forest of Hokkaido, Japan<br>(Isao IZUMI, Preservation and Management of Ecosystems)                                                      |
| 9. 有機物施用効果発現のメカニズムの解明<br>(岡本 武史, 生態系保護学)                                | 9. Mechanism of expression of effects applied with compost<br>(Takeshi OKAMOTO, Preservation and Management of Ecosystems)                                                                                         |
| 10. 北海道十勝平野に生息するテングコウモリのねぐら                                             | 10. Characteristics of day-roosts used by tube-nosed bat                                                                                                                                                           |

- |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| の特徴<br>(小野 香苗, 生態系保護学)                                                           | <i>Murina hilgendorfi</i> in Tokachi Plain, Hokkaido<br>(Kanae ONO, Preservation and Management of Ecosystems)                                                                                         |
| 11. 外来フィンレイソンリス ( <i>Callosciurus finlaysonii</i> ) の分子遺伝学的研究<br>(蔵本 卓哉, 生態系保護学) | 11. Study on molecular genetics of Finlayson's squirrel ( <i>Callosciurus finlaysonii</i> ) introduced into Japan<br>(Takuya KURAMOTO, Preservation and Management of Ecosystems)                      |
| 12. ネットタイシマカの宿主探索行動における学習の役割<br>(黒坂 博貴, 生態系保護学)                                  | 12. Associative learning of odour with blood-meal by <i>Aedes aegypti</i> (L.)<br>(Hiroki KUROSAKA, Preservation and Management of Ecosystems)                                                         |
| 13. 空間スケールを考慮したツシマヤマネコの交通事故地点における環境要因の解明<br>(近藤 由佳, 生態系保護学)                      | 13. Analysis of factors affecting road-kills of the Tsushima leopard cat <i>Prionailurus bengalensis euphilurus</i> : a multiscale approach<br>(Yuka KONDO, Preservation and Management of Ecosystems) |
| 14. 食糞性コガネムシ類およびスズメバチ類唾腺の形態と機能に関する基礎的研究<br>(佐藤 慶優, 生態系保護学)                       | 14. A basic study about morphology and function of salivary glands in a dung beetle and vespids<br>(Yoshiki SATO, Preservation and Management of Ecosystems)                                           |
| 15. 農村景観において生育地の改変が地域フロラへ与える影響<br>(汐崎 正揮, 生態系保護学)                                | 15. Influence of habitat transformation to region flora in agricultural landscape<br>(Masaki SHIOZAKI, Preservation and Management of Ecosystems)                                                      |
| 16. 襟裳岬の海岸部においてエゾシカとエゾヤチネズミが運搬しているクロマツの外生菌根菌<br>(島本 繭, 生態系保護学)                   | 16. Ectomycorrhizal fungi of <i>Pinus thunbergii</i> dispersed by deer and mouse in the Erimo coastal sand dune, Hokkaido, Japan<br>(Mayu SHIMAMOTO, Preservation and Management of Ecosystems)        |
| 17. 十勝産スズメバチ類に由来する機能性物質の解析                                                       | 17. Studies on biologically active compounds from hornet                                                                                                                                               |



- |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(野田 浩平, 生態系保護学)</p>                                                       | <p>in Tokachi<br/>(Kohei NODA, Preservation and Management of Ecosystems)</p>                                                                                                                                  |
| <p>18. 食糞性昆虫の活動が牛糞の温室効果ガス発生, 窒素・炭素量およびエネルギーの変化に及ぼす影響<br/>(茂木佑香里, 生態系保護学)</p> | <p>18. Effects of activity of coprophagous insects on greenhouse gas emission, quantities of nitrogen and carbon, and energy in cow dung pats<br/>(Yukari MOKI, Preservation and Management of Ecosystems)</p> |
| <p>19. 食糞性コガネムシ類が形成する糞球の性状とそれらが植物の生育に及ぼす影響<br/>(六鹿 舞子, 生態系保護学)</p>           | <p>19. The influence of the property of dung ball which dung beetle form and they give to the growth of the plant<br/>(Maiko MUSHIKA, Preservation and Management of Ecosystems)</p>                           |
| <p>20. 不耕起狭畦栽培直播播種機の接地荷重分布に関する研究<br/>(胡 楠, 生物生産システム学)</p>                    | <p>20. Load distribution on planting unit of no-till narrow row planter<br/>(HU NAN, Engineering in Agricultural and Biological Systems)</p>                                                                   |
| <p>21. 十勝地方における各種大型ブームスプレーヤの農業システムに関する研究<br/>(斉 光男, 生物生産システム学)</p>           | <p>21. Studies on farm work system of large-scale boom sprayers in Tokachi<br/>(SAI Kounann, Engineering in Agricultural and Biological Systems)</p>                                                           |

#### 生物資源科学専攻

#### Master's Course of Bioresource Science

- |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. ナガイモの食品機能性：塊茎貯蔵タンパク質画分の大腸腺腫発症抑制効果<br/>(荒井 克仁, 応用生命科学)</p>                  | <p>1. Food functionality of Yam (<i>Dioscorea opposita</i> thumb) : Effect of Yam tuber storage protein on colonic aberrant crypt foci formation<br/>(Katsuhito ARAI, Applied Life Science)</p> |
| <p>2. ビートから抽出したベタイン摂取による健康機能性—脂質代謝・肝機能改善効果およびヒトへの安全性の検討—<br/>(川上 秋桜, 応用生命科学)</p> | <p>2. Marked improvement of lipid metabolism and liver function in rats and mice and humans by dietary supplementation with betaine<br/>(Sakura KAWAKAMI, Applied Life Science)</p>             |

- |                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. TfOHを用いたフェノール誘導体とアシルクロライドによる効率的なO-アシル化, フリース転位, フリーデルクラフツ反応の制御<br>(大森 翔, 応用分子生物学) | 3. Comparisons of <i>O</i> -acylation and Friedel-Crafts acylation of phenols and acyl chlorides and Fries rearrangement of phenyl esters in trifluoromethanesulfonic acid<br>(Sho OHMORI, Applied Molecular Biology) |
| 4. 甘味受容体解析を指向した酵素化学反応を利用したスクロース誘導体合成<br>(恒川 裕佳, 応用分子生物学)                             | 4. Chemo-enzymatic synthesis of sucrose derivatives for gustatory receptors analysis<br>(Yuka TSUNEKAWA, Applied Molecular Biology)                                                                                   |
| 5. 自然界から分離した酵母菌株の判別と実用性に関する研究<br>(三雲 大, 応用分子生物学)                                     | 5. Studies on discrimination and practical properties of the yeast strains isolated from natural habitat<br>(Dai MIKUMO, Applied Molecular Biology)                                                                   |
| 6. Triflic acid を用いたFriedel-Crafts 反応による芳香族アミノ酸新規誘導体化の検討<br>(武藤 靖幸, 応用分子生物学)         | 6. Novel derivatizations of aromatic amino acids by Friedel-Crafts reaction with triflic acid<br>(Yasuyuki MUTO, Applied Molecular Biology)                                                                           |
| 7. 植物内生菌のイネ感染メカニズムの解明と高カタラーゼ化の影響<br>(戸田 篤司, 応用分子生物学)                                 | 7. Elucidation of infection mechanism of rice endophyte and effect of high catalase production<br>(Atsushi TODA, Applied Molecular Biology)                                                                           |
| 8. 重種馬の肉質および熟成に関する研究<br>(伊藤 淳一, 生物資源利用学)                                             | 8. Study about Characteristics and Ageing of Heavy Horse Meat<br>(Junichi ITO, Food Science and Technology)                                                                                                           |
| 9. ビフィズス菌のオリゴ糖代謝特性の解析<br>(二滝 亜矢, 生物資源利用学)                                            | 9. Characterization of oligosaccharide-producing by Bifidobacteria and their metabolism<br>(Aya NITAKI, Food Science and Technology)                                                                                  |
| 10. 乳製品関連微生物による生理活性アミン産生に関する研究<br>(藤田 薫, 生物資源利用学)                                    | 10. A study about biogenic amine production by the dairy products-related microbe<br>(Kaori FUJITA, Food Science and Technology)                                                                                      |
| 11. ジャガイモの内部損傷に及ぼすカルシウム処理の影響<br>(額日赫木, 生物資源利用学)                                      | 11. Influence of calcium treatment on internal bruise of potato<br>(ERIHEMU, Food Science and Technology)                                                                                                             |

## 畜産衛生学専攻

## Master's Course of Animal and Food Hygiene

- |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. ブラジル・バイーア州における牛住血原虫の分子生物学的検出<br/>(ジマセド アランカイン コスタ, 動物医科学)</p>                                  | <p>1. Molecular detection of bovine haemoproteoza in the State of Bahia, Brazil<br/>(ALAN Caine Costa de Macedo, Animal Medical Science)</p>                                                            |
| <p>2. ミトコンドリア局在ペルオキシダーゼ遺伝子 <i>tpx-2</i> 欠損がマラリア原虫の発育に及ぼす影響の解析 – 蚊体内発育に及ぼす影響 –<br/>(薄井 美帆, 動物医科学)</p> | <p>2. Phenotypic analysis of disruption of the mitochondrial peroxidase gene, <i>tpx-2</i>, in <i>Plasmodium berghei</i> -phenotypes in the mosquito stage-<br/>(Miho USUI, Animal Medical Science)</p> |
| <p>3. ウシ培養顆粒層細胞のステロイド合成におけるインターロイキン(IL) 8 の影響<br/>(加地 彩美, 動物医科学)</p>                                 | <p>3. The effect of interleukin(IL)-8 on steroid production by bovine ovarian granulosa cells<br/>(Ayami KAJI, Animal Medical Science)</p>                                                              |
| <p>4. ウシ黄体形成過程における卵胞膜細胞のステロイドホルモン産生と時計遺伝子の関与について<br/>(高杉 蘭, 動物医科学)</p>                               | <p>4. Relationships between steroid hormone production and clock genes in bovine theca cells during luteinization<br/>(Ran TAKASUGI, Animal Medical Science)</p>                                        |
| <p>5. 黒毛和種間接材料去勢牛における脂肪交雑ならびに脂肪酸組成に対する種雄牛の効果<br/>(中臺 隆寛, 動物医科学)</p>                                  | <p>5. Effects of sire on marbling and fatty acid composition of Japanese Black steers in progeny testing<br/>(Takahiro NAKADAI, Animal Medical Science)</p>                                             |
| <p>6. トキソプラズマ原虫におけるAMA 1 分子を介した宿主細胞侵入機構の解明<br/>(芳賀 香織, 動物医科学)</p>                                    | <p>6. Identification of AMA1 interacting molecule in host cell invasion by <i>Toxoplasma gondii</i><br/>(Kaori HAGA, Animal Medical Science)</p>                                                        |
| <p>7. ウシ顆粒層細胞のステロイド産生におけるエンドトキシンの影響<br/>(宮内 一樹, 動物医科学)</p>                                           | <p>7. The effect of endotoxin on steroid production in bovine granulosa cells during follicle growth<br/>(Kazuki MIYAUCHI, Animal Medical Science)</p>                                                  |
| <p>8. H5サブタイプ鳥インフルエンザウイルスに対するプロポリスと植物抽出物の不活化効果<br/>(ウェン ホアン トン, 食品衛生学)</p>                           | <p>8. Inactivation effects of propolis and some natural plant extracts on H5 subtype avian influenza virus<br/>(NGUYEN Hoang Tung, Food Hygiene)</p>                                                    |
| <p>9. 乳及び乳製品に含まれるペプチド群の同定</p>                                                                        | <p>9. Identification of peptides in milk and milk products</p>                                                                                                                                          |

- |                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (クケンバートル ガンゾリック, 食品衛生学)                                                                                                            | (GANZORIG Khuukhenbaatar, Food Hygiene)                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 10. ワインにおける無添加表示に対する消費者選好<br>(澤野 広嗣, 食品衛生学)                                                                                        | 10. Consumer Preferences for Food Additive-Free Labels<br>in Wine Market<br>(Hirotsugu SAWANO, Food Hygiene)                                                                                                                                                                                    |
| 11. ヒトミルクオリゴ糖を炭素源とした乳児腸管棲ヒ<br>フィズス菌培養物中のオリゴ糖定量解析<br>(畑山 恵美, 食品衛生学)                                                                 | 11. Determination of Each Oligosaccharide Concentration<br>in the Broth of Bifidobacterium strains Cultured<br>with Human Milk Oligosaccharides as Sole Carbon<br>Sources<br>(Emi HATAKEYAMA, Food Hygiene)                                                                                     |
| 12. サルモネラエンテロトキシン (stn) 遺伝子の配列解<br>析から明らかになった stn 遺伝子の保存性と血清型<br>Enteritidis 及び Agona における stn 遺伝子内翻<br>訳停止コドンの存在<br>(森 篤志, 食品衛生学) | 12. Sequence analysis of <i>Salmonella</i> enterotoxin ( <i>stn</i> )<br>gene reveals <i>stn</i> is highly conserved throughout<br>various <i>Salmonella</i> serotypes, but serovar Enteritidis<br>and Agona have an in-frame termination codon in<br>its genes<br>(Atsushi MORI, Food Hygiene) |
| 13. 北海道におけるGAP推進に関する考察<br>ーフードシステムの視点からー<br>(王 旭東, 食品衛生学)                                                                          | 13. The development of GAP in Hokkaido A study based<br>on the viewpoint of food system<br>(Wang Xu dong, Food Hygiene)                                                                                                                                                                         |
| 14. 乳酸菌 <i>Lactobacillus fermentum</i> TDS030603株の多糖<br>生合成遺伝子クラスターの解析<br>(チャイナ サラス, 食品衛生学)                                        | 14. Identification and characterization of exopolysaccharide<br>biosynthesis gene cluster in <i>Lactobacillus fermentum</i><br>TDS030603<br>(CHAINA SALAS, Amelia, Food Hygiene)                                                                                                                |
| 15. 中国における豚肉の HACCP 認証普及の可能性<br>(張 海峰, 食品衛生学)                                                                                      | 15. Willingness to pay for HACCP certificated pork in<br>China an application of comparison between contingent<br>valuation and conjoint analysis<br>(Haifeng Zhang, Food Hygiene)                                                                                                              |
| 16. 未利用セルロースバイオマスのアンモニアによる前<br>処理とクロストリジウムによる糖化とブタノール発<br>酵<br>(金子 志保, 環境衛生学)                                                      | 16. Saccharification and butanol fermentation of ammonia<br>treated agricultural cellulose biomass using <i>Clostridium</i><br>(Shiho KANEKO, Environmental Hygiene)                                                                                                                            |

17. 過酸化水素添加がルーメンメタン生成に及ぼす影響  
(松本 哲朗, 環境衛生学)

17. Effect of Hydrogen Peroxide Addition on Ruminal  
Fermentations  
(Tetsuro MATSUMOTO, Environmental Hygiene)

## 平成22年度 帯広畜産大学大学院畜産学研究科 博士学位論文題目

1. バレイショ加工副産物の有効利用に関する研究 … 山田 順
2. Development of an effective serodiagnostic method against toxoplasmosis … TUMURJAV Buyannemekh
3. 栄養成分のラット脂質代謝に及ぼす影響，とくに農産物中に含まれる栄養成分の脂質代謝改善効果に関する研究 … 大庭 潔
4. Surveillance of avian influenza virus and avian paramyxovirus in wild birds in eastern Hokkaido, and characterization of the virus isolates … BUI Nghia Vuong

## 平成22年度 岐阜大学大学院連合獣医学研究科 博士学位論文題目

1. ボツリヌス毒素を作用させた運動神経終末及び骨格筋の可塑性 … 藤川 流
2. 北海道のアライグマにおけるマダニ媒介リケッチア感染に関する疫学的研究 … 佐鹿万里子
3. ウマの急性腹症に対するクエン酸モサプリドの臨床薬理学的研究 … 岡村 幸一
4. 牛の第四胃変位における第四胃内ガス過剰蓄積の発生メカニズムに関する研究 … 伊藤めぐみ
5. ホルスタイン種未経産牛の乳腺の超音波診断に関する基礎的研究 … 西村 麻紀
6. Studies on Diagnosis using Computed Tomography in Cattle … 李 奇子



平成22年度 岩手大学大学院連合農学研究科  
博士学位論文題目

1. 春まきパン用コムギ品種の栽培法による収量・品質安定化 … 佐藤三佳子  
に関する研究
2. Trifluoromethanesulfonic acid (TfOH) の特性を利用した Friedel- … 村重 諒  
Crafts 反応の検討
3. 化工分級馬鈴薯澱粉の物理化学特性に関する研究 … 安田 久美
4. 十勝地方の耕地防風林の適正更新に関する研究 … 梅澤 弘一
5. ガレガ (*Galega orientalis* Lam.) の北海道への導入に関する研究 … 岩渕 慶

## RESEARCH BULLETIN OF OBIHIRO UNIVERSITY

### CONTENTS

#### Natural Science

##### Veterinary Medicine

- Bridging the gap between BSE risk assessment and consumer perception of the surveillance system in Japan  
Mutsuyo KADOHIRA, Glen HILL, Manabu SAWADA and Seiko YOSHIDA ..... 1

##### Animal Science

- Possibility and its precision of body weight prediction by image analysis method for Japanese Black calves  
Mika OGATA, Yoshinobu NAKAHASHI, Ryoji SHIBUYA and Keigo KUCHIDA .....14

##### Agronomy

- Effects of plant density and nitrogen application on the yield of spring-sowing canola  
Masahiro AKIMOTO and Shingo KITABATAKE .....20

##### Environmental Science

- Honey bee exposure to clothianidin -analysis of agrochemicals using surface enhanced Raman spectroscopy-  
Hideo KAKUTA, Masao GEN, Yoshihito KAMIMOTO and Yoh HORIKAWA .....31

#### Humanities

##### Literature

- An introductory study on Shu Ema “Yama no Tami” [8] : A research on the process of rewriting (8)・From Toga Shobo version to Riron Sha version (A)  
Jun’ichi SHIBAGUCHI .....37

##### Pedagogy

- An activity using the Moodle database module in a blended learning environment to practice all four English skills with Japanese university students  
David CAMPBELL .....64

##### Mathematical Animal breeding

- Lactation curves of dairy animals -An interim literature review-  
Yukichika KAWATA .....71

- A List of Academic Contribution In 2010 .....92

- The 2010 Academic Year, Index of Master’s Theses for the Graduate School of Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine .....106

- The 2010 Academic Year, Index of Dissertation for the Graduate School of Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine .....114

- The 2010 Academic Year, Index of Dissertation for the United Graduate School of Veterinary Science, Gifu University .....114

- The 2010 Academic Year, Index of Dissertation for the United Graduate School of Agricultural Science, Iwate University .....115

帯 大 研 報  
RES.BULL.OBIHIRO.UNIV.

編 集 委 員(※委員長)

|     |     |      |     |     |     |
|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| 佐々木 | 直 樹 | ※佐々木 | 洋 子 | 東海林 | 耕太郎 |
| 得 字 | 圭 彦 | 西 田  | 武 弘 | 橋 本 | 靖   |
| 福 本 | 晋 也 | 宮 竹  | 史 仁 |     |     |

(五十音順)

---

平成23年10月 発行

編 集  
発 行

国立大学法人 帯広畜産大学  
北海道帯広市稲田町西2線1-1番地

---