

第 29 卷

ISSN 1348 - 5261
Vol . 29

帯 広 畜 産 大 学
学 術 研 究 報 告

RESEARCH BULLETIN
OF
OBIHIRO UNIVERSITY

平成 20 年 12 月

December 2008

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29巻

目 次

自然科学分野

農学

アズキ品種間における抗酸化活性の簡易評価法について
齋藤優介・森田武志・西 繁典・小疇 浩・弘中和憲・小嶋道之 24

小果実に含まれるポリフェノールの血糖値上昇抑制とリパーゼ活性阻害
西 繁典・齋藤優介・小疇 浩・弘中和憲・小嶋道之 31

キュウリの根に *Verticillium lecanii* (*Lecanicillium muscarium*) を処理するとうどんこ病に対して抵抗性が誘導される
平野恵美子・小池正徳・相内大吾・谷 昌幸 82

農芸化学

国産加工用ジャガイモのポリフェノールオキシダーゼ活性におよぼす pH および基質の影響
弘中和憲・板谷俊彦・小疇 浩・山本和夫・佐藤禎稔・小嶋道之・森 元幸・津田昌吾 13

加工用ジャガイモ塊茎中の pH, ポリフェノール含量およびポリフェノールオキシダーゼ活性の不均一分布
弘中和憲・清水 明・小疇 浩・山本和夫・佐藤禎稔・小嶋道之・森 元幸・津田昌吾 18

環境科学

北海道十勝地方の農耕地域における哺乳類による河畔林と防風林の利用
吉岡麻美・柳川 久 66

農業経済学

BSE 検査済み国産牛肉に関する消費者評価 - 仮想順位付け実験による分析 -
澤田 学・佐藤和夫 74

人文・社会科学分野

開発社会学

フィリピン・ビサヤ州の農民のイモ類品種選択に影響を与える要因
ジュリー・ア・門平睦代・レイルト・ハルガソ・ティオコ・ホラテ・山内 章 1

文学

江馬修『山の民』研究序説〔五〕 - 改稿過程の検討(五)・学会版から冬芽書房版へ(前) -
柴口順一 39

平成19年度帯広畜産大学研究業績 95
平成19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 111
平成19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 117
平成19年度岩手大学大学院連合農学研究科博士学位論文題目 118

Farmers' decision making strategies on selecting rootcrop varieties in the Visayas Region, Philippines

Julie ROA¹, Mutsuyo KADOHIRA², Reynaldo V. BERGANTIN¹,
Dioscoro M. BOLATETE Jr.¹ and Akira YAMAUCHI³
(Received:15 January, 2008) (Accepted:15 May, 2008)

フィリピン・ビサヤ州の農民のイモ類品種選択に影響を与える要因
ジュリー ロア¹, 門平 睦代², レイノルド ベルガンティン¹,
ディオスコロ ボラテテ¹, 山内 章³

Summary

In the Philippines, rootcrops play a significant role in providing livelihood and food security among the resource poor people living in fragile upland environment, which comprise about 65% of the total agricultural land in the country. This paper will present the factors which play into farmers' decision-making strategies for varietal adoption, particularly of sweetpotato and cassava in Visayas Region, Philippines. Relative importance of factors as they are considered in the farmers' decision-making process vary according to user-orientation (i.e. subsistent, semi-commercial and commercial) because such would have varietal trait specifications, scale of operations, and consequently, resource needs. In largely market or industry-oriented systems, the economic factor is observed to be more important. The market requirement of varieties is enough motivation to grow a variety subject to resource constraints. Further, the degree of intensity of factor or constraint could be location specific due to natural endowments (e.g. land quality), farming systems, and social relations. But in the absence of markets or profitable use, adoption of a new variety is a difficult choice. Overall, given the complexity of circumstances that are factored in the farmers' decision-making strategies to sustainably adopt varieties from the farmers' own sphere to that of the institutions (i.e. Research and Development policies), any research and development activity that hopes to eventually make the farmers' lives better through the adoption of technologies should be designed with a greater partnership between the natural-technical and social scientists, the local partners and communities.

¹イモ類作物研究センター, レイテ州立大学, バイバイ市, レイテ6521-A, フィリピン,

²帯広畜産大学畜産学部 〒080-8555 北海道帯広市稲田町,

³名古屋大学大学院生命農学研究科 〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町

¹PhilRootcrops, Leyte State University, Baybay, Leyte, 6521-A, Philippines,

²School of Animal Science, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Inada-cho, Obihiro 080-8555 Japan and

³Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University, Chikusa, Nagoya 464-8601, Japan

Key words: Farmer criteria, Participatory approach, Philippines-Visayas, Rootcrop, Variety adoption

摘要

フィリピンで栽培されるイモ類は、自給用および換金作物として重要な役割を担っているが、その多くは全国の農地の約65%を占める生産環境に恵まれていない高地で生産されている。本論文では、ビサヤ州で栽培されるイモ類、とくにサツマイモとキャッサバをとりあげ、農民がどのように品種を選択するのか彼らの意思決定に影響を与える要因について述べる。要因の相対的な重要性は、栽培目的(例: 自給自足型, 半営利型, 営利型)に大きく影響されるが、これは品種の特徴, 生産規模, その結果としての投入資源に違いがあるからである。大規模な企業経営では経済的要因が他の要因よりずっと重要であることはよく知られているが、市場で売れる品種の導入が資金の乏しい自給自足型農民のやる気をおこさせる大切な要因ともなる。さらに、これらの要因や問題の程度は地域特有であり、その場所の自然条件(例: 土地の質), ファーミングシステム, 地域の社会構造やその人間関係により異なることが観察された。とはいっても、栽培したイモ類を売る市場や利益がまったくない場合には、新品种の導入はほとんど不可能である。このように、農民の意思決定にはさまざまな要因が複雑に絡み合っているため、貧困緩和など住民の生活向上のための品種改良に取り組む場合には、まず関係者間(作物学者, 社会学者, 個々の農民と彼らが暮らすコミュニティー)で十分なパートナーシップを形成し、農民の意志決定過程を十分理解したうえで新品种導入が重要である。

キーワード: イモ類作物, 参加型アプローチ, 農民の判断基準, 品種導入, フィリピン・ビサヤ州

1. Introduction

Rootcrop is a group of crops, also known as root and tuber crops, which produce underground tubers or

corms. Among these are major rootcrops such as cassava (*Manihot esculenta*), sweetpotato (*Ipomoea batatas*), potato (*Solanum tuberosum*), and yams (*Dioscorea esculenta*). Others classified as minor rootcrops include the edible aroids (*taro*, *Colocasia esculenta*; *yautia*, *Xanthosoma sagittifolium*; *giant taro*, *Alocasia macrorrhiza*; *swamp taro*, *Cyrtosperma chamissonis*; *elephant foot yam*, *Amorphophallus campanulatus*) and the lesser yams (*Dioscorea alata*, *D. bulbifera*, *D. hispida*).

In the Philippines, rootcrops play a significant role in providing livelihood and food security among the resource poor people living in fragile upland environment, which comprise about 65% of the total agricultural land in the country. They are grown usually in patches in a wide range of agro-ecological environment since they can grow in adverse conditions and amenable to low input-farming. Most grow them in degraded uplands using traditional varieties and without the benefit of technical interventions. Rootcrops are associated with poverty as they are grown largely by poor upland farmers. These economically vulnerable subsistent farmers grow rootcrops mainly for food as well as income supplement (Pardales *et al.* 2001; Pardales and Roa, 2002).

Expectedly, pockets of commercial rootcrop farming are more sophisticated than the subsistent and semi-subsistent ones. These apply technological innovations like the high-yielding varieties, fertilization and cultural management techniques (Scott *et al.* 2000). Commercial growing of sweetpotato in Central Luzon and cassava in Mindanao are grown mainly for the fresh roots market or the starch factories. Commercial growers are profit-oriented and usually have the resources to respond to interventions for increased output (Data *et al.* 1997; Pardales *et al.* 2001).

At the time of the Green Revolution in Asia, rootcrops were taken for granted. When given attention starting in the mid-1970's in order to help the "poorest

of the poor” , scientists assumed that the small, economically deprived farmers can readily adopt whatever technology introduced to them. Neither were the research efforts sensitive to indigenous knowledge/practices and market preferences in the development of technologies. This high-minded attitude resulted in the development of rootcrop production technologies not suitable to the biophysical environment, the economic condition, and the socio-cultural context of the local people (Pardales and Yamauchi, 1999; Pardales *et al.* 2001). This greatly contributed to the resistance, or at least hesitance of the intended beneficiary farmers to subsequent introduced interventions.

In twenty-five years, the Philippine Rootcrop Research and Training Center has developed a number of high yielding rootcrop varieties, but adoption is sparsely scattered, or only in the relatively small pockets of commercial areas. In addition to the “non-user oriented” basis of technology development, very low adoption was also attributed to limited access to credit and technical support by poor farmers; as well as poor market match. But for long, the constraints to adoption have not been strongly articulated as to help rationalize the rootcrop breeding program. This is mainly because systematic diffusion studies met serious logistics constraints.

This paper will present the factors which play into farmers' decision-making strategies for varietal adoption, particularly of sweetpotato and cassava, the major rootcrops which received the bulk of the breeding budget. In particular, findings support the thrust of the collaborative project between Nagoya University, Japan and the Philippine Rootcrop Research and Training Center (Leyte State University, Philippines) on rootcrop breeding for drought resistance/tolerance. In particular, this paper will seek: 1) to describe how small scale farmers select and maintain a root crop variety; 2) to identify farmer's preferences of root crop varieties and the reasons for such;

and 3) to explore the strategic role of the collaborating research institutes with due relevance to improvements in variety improvement and adaptation.

2. Materials and Methods

The research applied a mix of tools (i.e. the informal survey, focused group discussions and the focused formal survey) both qualitative and quantitative, to elicit information.

2-1. Selection of research sites and study design

Three case areas were selected in Leyte island, Eastern Visayas region: Pamahawan, Bontoc (mainly for cassava), Rawis, Dulag (sweetpotato) and Elevado-San Salvador, Matalom (sweetpotato)(Fig.1). In addition, earlier related



Fig.1. A map showing five study sites in Visayas Region, Philippines

Table 1. Research sites, why chosen, land type and use system

<i>Site</i>	<i>Why chosen/ context/ period HYV introduced</i>	<i>Terrain of rootcrop farm</i>	<i>Soil type</i>	<i>Main crop system</i>	<i>Production orientation</i>
Pamahawan, Bontoc	Pilot feedmill project; hybrid cassava production among cooperative members (1994-1999)	Undulating to sloping	Acidic, clayey	Coconut Corn- cassava	Semi-commercial, industrial (not sustained)
Rawis, Dulag	Hybrid sweetpotato production for starch company (1996-2001)	Flat	Clay to sandy-loam	Sweetpotato-corn-squash-vegetables Coconut	commercial
San Salvador, Matalom	Sweetpotato farm trials in farming systems project (1990's)	Undulating to sloping	Acidic, clayey	Upland rice-sweetpotato- corn Coconut	Subsistence, semi-commercial
Tudela, Camotes	Pilot feedmill project; Hybrid cassava production among coop members (1996-2001)	Undulating to sloping	Acidic, clayey	Coconut Corn-cassava	Semi-commercial, industrial
Central Bohol	Hybrid cassava production for starch (since mid-1980's)	Undulating to sloping	Acidic, clay loam, sandy loam	Corn-cassava-peanuts	Semi-commercial, industrial

surveys of the collaborative project in Camotes island and central Bohol, Central Visayas region, mainly for cassava, were integrated into the analysis to provide more information and perspective to the problem (Fig. 1). The research sites were selected based on two criteria; 1) introduction of high yielding varieties (i.e. through projects between the research institution and local community) and 2) sufficiency of time elapsed after the introduction; enough time to permit feedback on the constraints/factors on adoption (non-adoption) (Table 1). Sampling was purposive and based on the representativeness of these five village clusters as to rootcrop growing system in Eastern and Central Visayas which are leading rootcrop growing regions in the country.

2-2. Key informant interviews and focused group discussion

After a review of relevant secondary data, project documents and selected papers, key informants (e.g. researchers, local officials and technicians) were

interviewed in March 2003 to get insights on the community, households, farming systems, research activities at the sites, varieties introduced and adopted. Linkages established in the villages facilitate the conduct of two focused group discussions (FGD) with a group of 12-18 men/women farmers per site; a total of six FGDs. The FGD was semi-structured where a guide was prepared yet allowed free interaction of relevant points not included in the guide.

2-3. Questionnaire survey

A questionnaire was prepared and tested. This included topics such as the farming household identity and socio-demographics characteristics, farm and farming practices data, support systems, and varietal preferences. Thirty households from each location (n = 90) were randomly selected for interviews. It took a total of three weeks in April and May 2003 to conduct the surveys by two enumerators who were trained the week before fielding. Data cleaning and inputting took a total of eight

weeks. These were computer inputted and processed using descriptive type of analyses. Data from two previous surveys in Bohol and Camotes (respondent n = 53) were processed and analysed to increase the number of case areas. Overall total number of respondents which serve as base for the varietal adoption issue was 143.

3. Results and Discussion

3-1. Putting in context: farmer decision-making and varietal preference

It is important to clarify that the question on decision-making strategies by farmers on sustained adoption of a variety is different from the question of preference to grow a certain variety; though the latter could be part of the former. The former involves a multi-faceted process; the latter refers to simple choice. Varietal preference refers to the choice of a certain cultivar or variety, based mainly on preferred traits like skin or flesh color, cooked flesh texture, sweetness, for salad, fit to priming system, etc. which may be hypothetical in an exercise done for the purpose, or active selection by growing. While decision-making strategies involve more than just traits preference; and includes other considerations, such as resources, availability of planting materials, use and market, perceived or actual physical or environmental constraints, etc.. In this context, preferred cultivars may not be grown at any one time, or grown but not sustained, as a result of this mix of factors or constraints.

This difference is crucial in understanding the processes and choices made by farmers and users in order to contextualize the results discussed here. To scientists/researchers, and breeders particularly, it should make sense to distinguish between varietal traits preference under minimal-constraint or ideal conditions, and the decision processes involved under realistic farming

conditions especially among resource-poor small farmers.

3-2. Factors and constraints to farmer decision-making to varietal adoption

In the three Leyte sites, sixty-seven percent (67%) were users of hybrids, mainly cassava in Bontoc and mainly sweetpotato in Dulag and Matalom. About 20% were cooperators in project or varietal trials. In Bohol and Camotes, about 98% of respondents were cassava growers, 75% sweetpotato on the average. Other rootcrops such as ubi, taro, palawan were grown only by 2-5% of respondents.

1) Socio-demographic factors

Age and gender: The respondent farmer household heads are all in middle age, a range of 45-50 years. With this demographic structure, most children are either in school, or out seeking off-farm work since the opportunities of farming are very limited. Others start their own families. All this resulted in dearth of family labor, which is the main form of labor in rootcrop growing areas. In the case of high dependency stage, the wife spends most time with taking care of a child and other home chores, leaving only the male to work. Those with married children contribute to dependency as they usually stay with the parents at early stage, and usually already started a family with a baby. The young adults mostly go out to seek other opportunities in non-farm work. Intensification of farming is thus constrained by the dearth of family labor, and the lack of capital to hire labor. This can limit adoption of technology such as the High Yield Variety (HYV), which requires enough labor at appropriate timing of activities (e.g. proper selection of planting materials, fertilization, weeding and cultivation). In subsistent and semi-commercial farming, the labor of both husband and

wife are critical since each undertake specific activities: the heavier tasks such as land preparation, and harvesting of cassava done by the men; and women more in weeding and cultivation. Planting, cultivating and harvesting are common activities. They support a household of 5-6 members, which is just about the national average.

Education: Most farmers have completed up to the elementary or some secondary years. But a good percentage of farmers in Bontoc (30%) and Matalom (36.7%) are college graduates. Also, most farmers are members of farmer and other organizations, which indicates a socially conscious behavior. But there are more farmers who are users of hybrids in Dulag, about 97%, than either Bontoc or Matalom, about 83% for both. The implication is that non-adoption of technology could not be due to a difficulty to understand the technology nor a lack of community awareness since the basic orientation is there.

2) Economic factors

Markets and use-orientation: The discussions and surveys showed that the market factor and favorable growing conditions are quite strong incentives for varietal adoption. Dulag farmers are well linked to markets and, thus, grow rootcrops with relatively greater commercial uses. The flat land terrain and soil conditions (i.e. alluvial, clay-loam to sandy) of farms in Dulag contribute to better yields. Thus, the returns to investment of the hybrids and other inputs are likely to be assured. In Camotes and Bohol, the feedmill and starch factory, respectively, provide guaranteed markets and, together with this guaranteed production scheme are enough incentive for farmers to adopt the introduced cassava varieties (Pardales and Yamauchi, 2001). In these commercially growing areas, the matching of varieties to the requirements of the market, whether it is fresh roots or industry, is critical.

It will be noted that the semi-commercial and subsistent farms in Matalom, Bontoc and Camotes tended to grow a number of cultivars/varieties at any one time compared to the more market-oriented farmers in Dulag and Bohol. The former were also able to keep, though minimally, the preferred traditional cultivars. The more subsistence the orientation, the wider is the range of cultivars grown. The commercial growers tended to have only one or very much less number of cultivars as they grow only that which the market prefers or has a wider range of use.

Income: Incomes of the farming households include farm, off-farm and non-farm sources. Farm incomes is taken from own production and sale of crops and by-products, while off-farm income includes wage in cash or kind from working in other farms. Non-farm income includes remittances from children working outside of the home community, trading or tending sari-sari store, peddling or handicrafts (e.g. sinamay or twine making in Matalom). On average, about 83% of farming households get 50-80% of incomes from the farm; about 60% get 10-40% from off-farm sources; and 25% get 10-20% from non-farm sources. Bontoc farmers got more from off-farm work while 50% in Dulag did not have off-farm sources. About 75% of farmers in Bontoc and Matalom do not have much non-farm sources, or simply lack such opportunities. Although only about 34% of farmers overall have non-farm incomes such as remittances and handicrafts, they claimed that these sources really helped much. These differences are due to the different farm work alternatives, proximity to urban markets and outside farm opportunities open to them.

Livelihood: In Dulag and Matalom more farmers (27%, 25%) have sweetpotato sharing 60-80% of farm income; and 20% of Dulag farmers have sweetpotato sharing 50-70% of total income. In Bontoc, cassava shares

an important part of total income (51% farmers with 50-80% share). 87% and 33% of respondents in Dulag and Matalom did not grow cassava. Overall, both sweetpotato (47%) and cassava (42%, only in Bontoc) share 50-80% of total income. The fact that rootcrops play an important role in the livelihoods of farmers is not a guarantee per se that introduced varieties will be sustainably adopted as the surveys results suggest because of the checkered pattern of adoption. But that is the starting point in most cases.

Food source: Using the \$1-a-day World Bank food threshold as indicator of poverty, the survey showed that the average food consumption for Bontoc, Dulag and Matalom lie just a little above at \$1.57, \$1.64 and \$1.43 respectively. Food sources, however, come from own production, bought, collected from the wild, or given. Survey showed that 97% of households in Bontoc, 70% in Dulag, and 97% in Matalom get about 30% of food consumed from own production. Most of the rest are bought. At times, about 40% of households collect 5% of the food from the wild, or given.

Energy sources: Rootcrops constitute an important part of own produced food especially among the subsistence and semi-commercial farmers. The native sweetpotato cultivars are preferred to be mealy and not so sweet when used as alternative to rice or corn; while the mealy, yellow fleshed and sweet cultivars are preferred for snacks. The young cassava at 5-7 months of the early maturing hybrids is also preferred for food. So the cassava hybrids get higher percentage adoption or field continuance compared to sweetpotato as it answers both the food and industry preferred traits. Also, hybrids which are similar to the preferred roots used for the home will have a high likelihood of being grown and adopted. In addition, for the purely subsistent farmers the priming nature of harvesting the sweetpotato roots is important

criterion. An opportunity for breeders would be to produce varieties that would provide nutrient supplement by enriching rootcrops such as playing around vitamin A and anthocyanin together with the mix of other preferred traits.

Feeds: The cassava-based feed pilot projects in Bontoc and Camotes have shown that cassava could be used in grower pig rations with comparable efficiency to that of the existing commercial feeds. But the sustainability of the cooperative-run enterprises rest on a number of critical factors like the development of markets, business skills and effective links with the farmer suppliers. The latter depended on the price attractiveness of dried cassava chips as raw materials which was not quite successful in these pilot areas. This resulted in very limited success of the business, well below target. Yet still, the cassava hybrids are grown by 83% (Bohol) and 95% (Camotes) of respondents. This sustained adoption of the introduced cassava is due to the fit of its industrial and home use desired traits such as high yielding, early maturity and good eating quality. Sweetpotato vines and "reject" very small roots are also used as supplemental feed for pigs raised in the backyard; a seasonal source though, especially in Dulag and Matalom. In Dulag, a few households raise 2-5 pigs in their backyard which are fattened every 4-5 months and sold live-weight in the market. Sweetpotato vines and roots are reported to be of substantial importance in pig and cattle rations only in the Northern Highlands, Central Luzon and Catanduanes. In Bohol, the introduced hybrids in the mid-1980's

Land: 70%, 76%, 87% of respondents' farms in Bontoc, Dulag and Matalom respectively, are less than 0.5 ha, which consist of 2-3 parcels, rainfed and are not of prime land quality. Same situation is observed in Bohol and Camotes. Poor soil quality coupled with very limited

capital as well as user responsibility associated with the tenancy arrangements dampens farmer motivation to really work on improved management of the crop which is really required of the hybrids.

Labor: In the small landholder systems family labor is the most important and commonly available asset. Hired labor is availed of only in the cassava farms which supply the starch factory in Bohol but this is limited and dependent on scarce finance. Dearth of labor is often the case because of ageing farmers, permanent and seasonal migration of the young to work outside the farm, family care demands among women and divided attention given to multi-cropping system. As a result, weeding and cultivation often are not done adequately if at all. This mix defies what often is reported in literature as “surplus rural labor”, which is really a myth, as found in the case areas. Labor constraint also negatively impacts on the adoption of varieties.

Capital: 100% percent of the respondents reported that financial capital is one resource they lack or do not have. Many are on the debt-saving range and perpetually indebted to landlords, money lenders and/or local stores. They are beyond the question of “access” opportunity since the financial market can be accessed only by the bankable small sector. Capital is needed at least to buy fertilizer and pay some labor in the critical management stages. Since the hybrids require fertilizer and care inputs, the lack or absence of capital is a major constraint to adoption.

3) Technical and biophysical factors

Farmers include in their decision matrix a number of technical and biophysical factors such as yield, maturity, losses due to drought, pest and diseases, and

availability of planting materials. Yield depends on the variety itself and its response and adaptability to the physical environment such as soil quality and moisture, and cultural management. The HYV could not achieve its potential yield without the needed inputs. Since most farmers are resource-poor and could not provide the required inputs and care, it is difficult for them to achieve and appreciate this potential. With this, adoption is not even a point to consider though they may try growing given planting materials. Except Dulag where some fields are alluvial and sandy loam, most soils are nutrient-deficient. Farmers in Bohol, Camotes, Dulag and Bontoc apply fertilizer but often not the recommended amounts due to high fertilizer cost relative to deficient finances. Thus, farmers do not get the expected yield of the hybrids. This and the other cultural management inputs are not enough proof to convince them of the benefits of the HYVs. Sparingly, one or two innovative farmers get the desired output but they are perceived as exceptions with usually some resources and face less constraints; not models the ordinary resource-poor farmer can emulate. In such a constrained land resource, spreading the benefits of the HYV's without the much needed system of support is indeed a big task. This has not been achieved. The poor land quality is a contributory given for the non-adoption of the variety as it sets the first stumbling block.

A range of 45-100% of respondent farmers report drought comes very often with worst cases in Bohol and Bontoc-Matalom sites. This condition is common in rainfed upland areas where most rootcrops are grown. Cassava grown in drought conditions were reported to have stunted growth by 65-95% of farmers; poor yield, 15-73%; yellowing of leaves, 6-65%; defoliation and wilting, 6%; grown crop mortality, 13%. 16% reported to have grown drought tolerant cultivars such as Maruri and Kapulutan. Sweetpotato grown in drought conditions were more seriously affected with high levels of mortality

and weevil attack up to 90%. Drought is reported to have wiped out most cultivars and varieties. Considering the normal dry-wet season cycle, farmers time the planting of a crop depending on its respective moisture need like sweetpotato is grown by most towards the end of the wet season when just enough moisture is needed for its establishment; and cassava. But with drought, farmers on the whole do nothing to minimize its effect. Farmers grow cultivars which planting materials are available. 100% get these from local farmers or relatives from other places. On the average, 21% in Leyte and 43-56% in Camotes and Bohol respondents were able to secure hybrids from government projects; As discussed above, planting materials are largely reduced or wiped out due to drought. The local cultivars which still are existing (e.g. Maruri, Kapulutan) are observed to be more tolerant to drought.

3-3. Specific varietal preferences

Reasons for keeping varieties are for food, 92%; for market, 56%; as emergency crop, 37%; as animal feeds, 35%; less input or capital, 18%; recommended by technician, 18%; for barter with other foods, 18%; and supplemental income, 18%. In all sites for market-oriented growing, farmers prefer sweetpotato which are early maturing, high yielding (both main plant and the runner) and has good eating quality (sweet and mealy). But for staple and eaten with fish salad or lechon, the not so sweet mealy ones are preferred; the thick-skinned for pig feeds, using the skin peelings. In addition, Matalom growers also consider tolerance to drought and weevil. Farmers are more sensitive to the root and growing traits of sweetpotato, and the adequacy of demand for cassava. This is because cassava is used more as industrial crop while sweetpotato more as a food crop. In Bohol and Camotes, not surprisingly, the preferred traits for both cassava and sweetpotato is eating quality, 85% and

73%, respectively since its major use is for food. For cassava, especially, drought resistance (60%; 5% for sweetpotato) is an important trait because the growing period for cassava is longer than sweetpotato, then, high yield (cassava, 39% and sweetpotato, 24%). Other minor considerations include early maturing (7.5%), tolerance to weevil (5.7%), pest and diseases (1.8%), multiple use (1.8%), recommended by the technician (1.8%), or fit for food processing (1.1%).

Sweetpotato: A total of 66 sweetpotato cultivars were reportedly grown in a span of fifty years in Leyte sites: Dulag farmers having tried 29 (44%) cultivars/varieties; Bontoc, 19 (29%), and Matalom, 43 (65%). Of these, only 10 (16%) cultivars/varieties are still being grown. These cultivars are shown in Table 2. Of these, the first two are local cultivars followed by hybrids recommended for starch to supply to the factories. Each site has its own preference like Kadavao, Tinugabang and Siete Flores in Bontoc; Kasapad, Minamon and Siete Flores in Dulag; Siete Flores stood out in Matalom. Siete flores is commonly popular among farmers in all sites though not early maturing nor high yielding because of its eating quality (sweet, dark yellow flesh, red skin, mealy) and a sturdy cultivar as it is still grown. It is also harvested by priming and fits the non-intensive system of growers. Any of these not grown, and also with the rest of the 66, were mostly due to being wiped out by intermittent drought months. Farmers have observed that varieties reduce yield after about ten years of growing, so they try new varieties. They look for replacements whatever sells well in the market and use the roots for planting materials. There usually is a dominant variety during each phase. They said that before researchers from ViSCA come to introduce their varieties but over time they come to ask a lot of information from the farmers and engage them in various interactive activities; even invite to act as

Table 2. Percentage of farmers per area growing selected popular cultivars/ varieties

<i>Cultivar</i>	<i>Type</i>	<i>Desired traits</i>	<i>Bontoc</i>	<i>Dulag</i>	<i>Matalom</i>
Kasapad	native	Eating quality, high yielding, early maturing, high starch	0	100	0
Minamon	native	Eating quality	0	97	0
Kadavao	native	Eating quality (highly preferred), early maturing	93	83	0
VSP 3	hybrid	Eating quality, high yielding, early maturing	0	73	0
Tinugabang	native	Eating quality	70	43	3
VSP 17	hybrid	Industrial use, high yielding	67	40	27
Siete Flores	native	Eating quality	57	87	83
VSP 16	hybrid	High yielding	0	60	0
Kaligaya	native	Eating quality	0	60	0
Katimpa	native	Eating quality, high yield, early maturing	50	0	30

resource persons. They have a system of producing and sustaining planting materials. In fact, they have tried supplying planting materials to other places during the wide propagation of sweetpotato for the starch factory. Farmers exchange varieties among themselves. They use some kind of plot rotation and exchange to sustain their need of planting materials.

Cassava: Farmers reported to have grown eight cultivars/varieties of cassava in Leyte sites, three in Camotes and six in Bohol in about ten years or more. Two are recommended varieties, namely the Golden Yellow and Lakan, used for the starch factory in Bohol, pig feeds in Camotes; and mainly for food in Leyte. The variety requirement of industry motivates the farmer to grow that which is needed, thus the lesser number of varieties grown and the adoption of the recommended high yielding varieties. The fit between use-markets and the desirable traits of HYV's (early maturing, high yielding, good eating quality) both for industry and food motivated growers to adopt them soon after they were introduced. The preferred high HCN content, 12-month maturing varieties in the early 1980's to prevent stealing of cassava grown for starch were later replaced by the 8-10-month

maturing HYV's. Still the food oriented semi-commercial and subsistent farmers in Leyte maintain the local cultivars with good eating quality such as the Kapulutan, Maruri and Elorde, especially the first two which were observed to be drought tolerant.

Other rootcrops: These include taro mostly in Dulag where it is a commercial crop; palawan and ubi for food. Eight cultivars of taro were reportedly grown in Dulag with the local Kahilsot as preferred more because of its aroma and sticky-mealy texture; making it traditionally preferred by consumers. Consumers, too, have taro as popular part of their diet: from the petioles and leaves to the rhizome.

3-4. Decision-making strategies for varietal adoption

Relative importance of factors as they are considered in the farmers' decision-making process vary according to use-orientation (i.e. subsistent, semi-commercial and commercial) because such would have varietal trait specifications, scale of operations, and, consequently, resource needs. In largely market or industry-oriented

systems, the economic factor is observed to be more important. The market requirement of varieties is enough motivation to grow a variety subject to resource constraints. Further, the degree of intensity of factor or constraint could be location specific due to natural endowments (e.g. land quality), farming systems, and social relations. But in the absence of markets or profitable use, adoption of a new variety is a difficult choice.

In short, any breeding attempt or efforts at introducing a variety should consider first the use and/or market of such. Then, understanding the realities of farmer physical and socio-economic conditions, a support system for production resource inputs fit for small farmers should be in place. Developing stable markets, creating/providing the needed support environment and the institutional innovation to effect these have had very limited success in the past. The pilot projects (which were vehicles for varietal introduction) were part of the research phase to still fine tune the technologies and develop markets. This is an important point since any loophole or weakness in the process was bound to result in either market failure, or technology gap. Since the usefulness of the recommended variety at the farmer-user level was a derived one, adoption could only result from established use of the variety (assuming fitness to farmer circumstances) and a reasonable support system. That the HYV's have not been sustainably adopted is not surprising. It is just like a "chicken-and-egg" question when dealing with resource-poor farmers caught in a complex web of multi-sided constraints. Such is the dilemma of his quite limited decision options that the farmers often resort to the status quo. To the poor farmer facing a multitude of constraints, it simply takes too much to change.

4. Implication and Conclusions

From the surveys and FGDs, it will be noted that

the expressed preferences of farmers on certain varietal traits have not always watered down to sustained adoption. Technical, socio-demographic, economic factors and biophysical conditions are interwoven in the farmers' decision-making sphere. Rootcrop growers were found to be earning just a little above the food threshold. Thus, they are resource-poor; they farm on non-prime quality, fragmented lands; and most only have use rights. Such dearth in resources and fragility of physical givens are disincentives to the adoption of the introduced hybrids despite promising results of farmers' field experimentation. Labor, which is their most abundant resource, is pushed towards non-farm options because the productivity of their farms have dwindled over the years without the benefit of enhancing inputs and the latter due to serious resources constraints.

Results of varietal preference exercise such as that done during the focused group discussions with farmers in the sites, or field days elsewhere, are not guarantee for adoption. It is helpful as informative guide and tool to understand their choices; a really "iffy" situation. Sustained adoption is beyond simple preference, and is discussed here in terms of the interplay of a web of factors and constraints. Understanding these would be a plus to any breeding program. The demand for varieties is a derived demand. Without relevant use and effective markets, there can be no sustained adoption; only try-outs. Under the cases here, only the hybrid cassava varieties (i.e. Golden Yellow, Lakan) were reasonably adopted because of their fit to farmers' preferred traits, uses and markets.

It is clear that because small rootcrop farmers are resource-poor and live in complex, diverse environment, any effort to work with them especially with varietal introduction should be done in an environment with reasonable support system made possible by some institutional innovation. This is a policy concern that

research and development institutions should consider. These are policies that deals with demand (e.g. market development, development of related technologies like processing, distribution and promotion strategies), supply (e.g. production inputs like fertilizer and capital as part of support system), and linkage policies (e.g. extension/training approach, institutional creativity, organization skills).

Where does the question on drought tolerance fit? The bio-physical factor is a first-order condition since the physical environment (e.g. climate, terrain, soil quality) is a given in the short run. Thus, the farmer-decision maker takes this also as given in his own sphere. He only makes with whatever planting material is left after a dry spell. Since, most of rootcrop growing areas face at any one time risks of drought, screening for drought tolerance would indeed be relevant to the farmer's problematic environment and resources. Overall, given the complexity of circumstances that are factored in the farmers' decision-making strategies to sustainably adopt varieties from the farmers' own sphere to that of the institutions (i.e. Research and Development policies), any research and development activity that hopes to eventually make the farmers' lives better through the adoption of technologies should be designed with a greater partnership between the natural-technical and social scientists and the local partners and communities.

References

Data, E. S., Roa, J. and Tangonan, P., 1997. Sweetpotato food systems in Central Luzon, Philippines. UPWARD. Los Baños, Laguna, Philippines p.42.

Pardales, J. R. Jr. and Roa, J., 2002. Rootcrop agriculture in the Philippines: the quest for food security and livelihood. IN: Secondary farmers of secondary

crops? Women and rootcrop livelihood in the Philippines. FAO-RAP Project, CIP-UPWARD, Los Baños, Laguna, Philippines p.3-12.

Pardales, J. R. Jr., Roa, J., Campilan, D. M. and Kadohira, M., 2001. Institutional experience with participatory research on rootcrops in the Philippines. IN: Proceedings of international workshop on participatory technology development and local knowledge for sustainable land use in Southeast Asia. Chiang Mai, Thailand p.245-252.

Pardales, J. R. Jr. and Yamauchi, A. 1999. Factors affecting rootcrop establishment and productivity: An example of the need to consider a new approach in doing research. IN: World food security and crop production technologies for tomorrow (Horie, T., Geng, S., Amano, T., Inamura, T. and Shiraiwa, T. eds.). Kyoto, Japan, p.241-246.

Scott, G. J., Rosegrant, M. W. and Ringler, C., 2000. Root and tuber crops for the 21st century: Trends, projections and policy options. International Food Policy Research Institute, Washington, p. 64.

Effect of pH and substrates on polyphenol oxidase activity of Japanese processing potatoes

Hironaka Kazunori¹, Itaya Toshihiko¹, Koaze Hiroshi¹, Yamamoto Kazuo¹, Sato Tadatoshi¹,
Kojima Michiyuki¹, Mori Motoyuki² and Tsuda Shogo²

(Received:21 April, 2008) (Accepted:15 May, 2008)

国産加工用ジャガイモのポリフェノールオキシダーゼ活性におよぼす pH および基質の影響

弘中和憲¹・板谷俊彦¹・小疇 浩¹・山本和夫¹・佐藤禎稔¹・小嶋道之¹・森 元幸²・津田昌吾²

ABSTRACT

The enzyme activity of polyphenol oxidase (PPO) for Japanese processing potatoes, Toyoshiro (bruise-resistant variety) and Norin No.1 (susceptible one), was measured at different pHs or substrates to investigate pH or substrate-specificity dependence. The pH-optimum of Toyoshiro PPO was pH 6.2-6.6, whereas that of Norin No.1 was 5.4. In addition, the PPO activity level of Norin No.1 was approximately 6 times higher ($p < 0.01$) than that of Toyoshiro, when the specific activities were determined by using tyrosine as a substrate. This result implies that less tyrosine content of potatoes could reduce blackspot bruise. This information may be useful for breeders in developing new blackspot-bruise-resistant varieties.

[Key words] potato tuber, PPO, pH, substrate

和文摘要

国産加工用ジャガイモの品種であるトヨシロ（内部損傷抵抗性）および農林1号（感受性）のポリフェノールオキシダーゼ（PPO）活性におよぼす pH および基質の影響を検討した。その結果、トヨシロおよび農林1号の至適 pH は6.2-6.6および5.4であった。さらに、チロシンを基質として酵素活性を測定した場合、内部損傷感受性の農林1号はトヨシロに比べ6倍の高い活性を示し

た。この結果は、ジャガイモのチロシン含量を減少させると、内部損傷を低減できることを意味し、内部損傷抵抗性品種の開発に有用な情報を与えるものである。

キーワード：ジャガイモ、ポリフェノールオキシダーゼ、pH、基質

¹帯広畜産大学畜産科学科（〒080-8555 帯広市稲田町西2線）

²北海道農業研究センター畑作研究部芽室拠点（〒082-0071 北海道河西郡芽室町）

¹Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Hokkaido 080-8555, Japan

²National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Memuro, Kasai-gun, Hokkaido 082-0071, Japan

Introduction

Potato tubers are largely parenchymatous, lacking specialized secondary thickened tissues (Peterson et al. 1985). As a result, they are susceptible to various forms of damage during commercial production including external and internal defects. Internal damage (blackspot bruise) resulting from the effects of impact on tubers during harvesting operations alone may cause losses in excess of 20% (Storey et al. 1992). Although it may be a simple matter to grade out tubers showing external damage, blackspot bruise is not visible until after peeling (McGarry et al. 1996). Thus, blackspot bruise is a major quality problem that causes substantial economic damage to potato breeders and the potato processing industry worldwide (Stevens et al. 1997).

Studies associating enzymes with blackspot susceptibility have been concerned primarily with PPO (Mondy et al. 1960; Weaver et al. 1970). Several researchers reported that a positive correlation had been found between PPO and blackspot incidence (Vertregt 1968; Mapson et al. 1963).

The reaction rates for enzymatic blackening depend on pH and substrate specificity. Although there are many reports about pH-dependence and substrate specificity of potato PPO in many countries, these properties of the Japanese processing potato PPO has not been determined. Thus, this study was initiated to investigate the properties of PPO activity for two Japanese processing potato varieties.

MATERIALS AND METHODS

Source and tuber preparation

Two varieties of processing potatoes were used: Toyoshiro (bruise-resistant variety) and Norin No.1

(susceptible one). Toyoshiro and Norin No.1 potatoes were harvested on Sep. 17, 1996 and Oct. 9, 1996, respectively. After harvesting, these potatoes were stored at 6°C (above 90%RH). Both potato varieties approximately 150g in size were used for experiment.

Sample preparation

Four potatoes were selected for analysis at random, washed, and the basal portion of the tuber was cut for analysis. Then, the potatoes were peeled and diced into approximately 5 mm cubes.

Preparation of crude homogenate

Preparation of the crude homogenate was utilized the method described by Hsu et al. (1988). Potato cubes (25g) were homogenated in a waring blender at high speed for 90 sec with 25 ml of M/15 cold sodium phosphate buffer (pH 6.8). The homogenate was rapidly filtered through four layers of cheese cloth. The filtrate was centrifuged at $18,000 \times g$ for 10 min at 0°C. The resulting supernatant was served as the crude homogenate.

Sephadex G-25 chromatography

Two ml of crude homogenate were rapidly applied to a Sephadex G-25 column (i.d. 1.5 cm \times 10 cm), and eluted with M/15 of sodium phosphate buffer, pH 6.8 (flow rate: 1 ml/min.). After chromatography, the void fractions were combined and used to determine PPO activity and protein content.

Protein assays

Protein content was determined to find the specific PPO activity. Protein content was determined using CBB

(Coomassie Brilliant Blue G250) reagent as described by Bradford (1976). One half ml of the void fractions were diluted with up to 5 ml of distilled water. To 1 ml of this solution, 5 ml of CBB reagent were added. The mixture was shaken well, and allowed to stand for 10 min. At 595 nm, the absorbance was measured. The protein content was determined by using bovine albumin as the standard.

Determination of PPO activities

The procedure described by Hsu et al. (1984) and Weaver et al. (1970) was used to determine the PPO activity. PPO activity was determined using tyrosine, chlorogenic acid and 3, 4-Dihydroxyphenyl alanine (DOPA) as substrates. The reaction mixture with tyrosine was 3.0 ml of M/15 sodium phosphate buffer, pH 6.8, containing $6.7 \mu\text{M}$ of tyrosine. The reaction mixture was added into glass cell containing 0.75 ml of enzyme solution. The changes in optical density at 410 nm were followed at 15 min intervals for 150 min (Weaver et al. 1970) at room temperature (20°C). With chlorogenic acid as the substrate, the reaction mixture was 3.0 ml of the same phosphate buffer (pH 6.8) containing $21.4 \mu\text{M}$ of chlorogenic acid. The reaction mixture was added into a glass cell containing 0.75 ml of the enzyme solution, the changes in absorbance at 390 nm (Weaver et al. 1970) were determined at 1 min intervals for 11 min at room temperature (20°C). Using DOPA as the substrate, the reaction mixture was 3.0 ml of the phosphate buffer at different pHs (M/15: pH 5.0, 5.4, 5.8, 6.2, 6.6, 6.8 and also 7.0) contained $15.0 \mu\text{M}$ of DOPA. The mixture was added into a glass cell containing 0.75 ml of the enzyme solution, the change in absorbance at 420 nm was determined at 1 min intervals for 11 mins at room temperature (Hsu et al. 1988). Under these conditions, one unit is defined as the change in absorbance divided by the determination time.

RESULTS

pH-optimum of PPO activity

Fig. 1 shows the effect of pH levels on PPO activity of the Toyoshiro variety. The change in activity shows a maximum from pH 6.2 to 6.6. The activity decreased

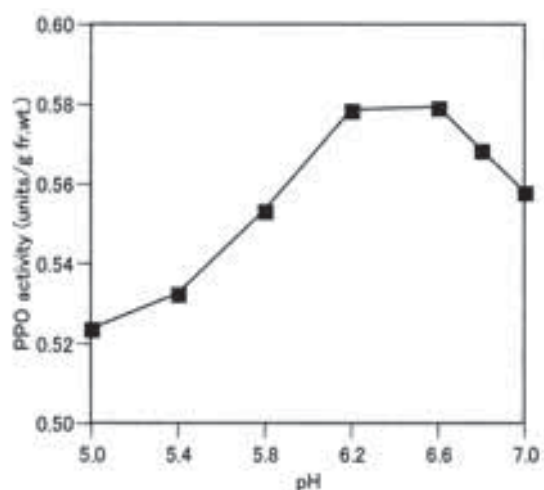


Fig.1. Effect of pH on PPO activity(Toyoshiro)

below pH 6.2 and above pH 6.6. Fig. 2 shows the effect of pH levels on PPO activity of the Norin No.1 variety. The activity levels peaked at pH 5.4, and gradually declined until pH 6.6, and then rapidly dropped above pH 6.6.

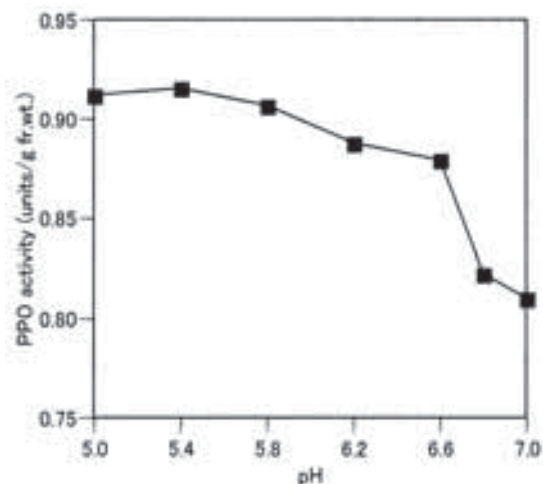


Fig.2. Effect of pH on PPO activity(Norin No.1)

Table 1. Substrate specificity of specific PPO activity (units/mg protein)

Substrate	Toyoshiro	Norin No.1
o-Diphenols		
Chlorogenic acid	0.752a	0.662a*
DOPA	0.460b	0.607a
Monophenol		
L-tyrosine	4.43×10^{-3} b	2.42×10^{-2} a

*Means in each row with same letter are not significantly different ($p < 0.01$)

Substrate specificity of processing potato PPO activity

Table 1 lists the substrate specificity of the PPO of processing potatoes. During the course of reaction, brown, red and finally black pigments were formed by tyrosine and DOPA, whereas lighter colored (yellow-green) pigments were produced by the chlorogenic acid.

The PPO activities of Norin No.1 variety were considerably higher ($P < 0.01$) than those of Toyoshiro variety excepting the activities with chlorogenic acid. In particular, when tyrosine was used as a substrate, the activity of Norin No.1 variety was about 6 times higher than that of Toyoshiro variety.

DISCUSSION

Figs 1 and 2 indicated the pH-optimum of PPO activity. PPO of Toyoshiro variety showed a maximum activity from pH 6.2 to 6.6, and Norin No.1 variety peaked at pH 5.4. These plots are similar in shape to the one obtained by Alleghina (1964) and Suresh (1965). It is well known that enzymatic browning is more rapid at higher pHs, whereas it is slower at lower pHs (Muneta, 1977). However, in the Norin No.1 variety, maximum activity was observed at pH 5.4. This result is in agreement with the results reported in an earlier study on the Kennebec variety (Suresh et al. 1965).

Table 1 indicated the substrate specificity of the PPO. The specific activity of both varieties with chlorogenic acid

and DOPA (O-diphenols) as the substrate was higher than those with tyrosine (monophenol). This supports the results reported by Suresh (1965). The conversion of tyrosine to DOPA by PPO takes several minutes and chlorogenic acid oxidized almost immediately. PPO shows two different enzyme activities in vitro (Takeuchi et al. 1996). One is the oxidation activity and the other is hydroxylate activity. PPO oxidizes O-diphenols to O-quinones in the absence of an electron donor, while it hydroxylates various monophenols to diphenols in the presence of an electron donor such as L-ascorbic acid. The PPO of Norin No.1 (bruise-susceptible variety) had about a 6 times higher activity level for tyrosine than that of Toyoshiro (bruise-resistant one) (Table 1). Thus, these results can propose that hydroxylate activity of PPO is a key activity for enzymatic browning in the potato. Hughes (1974) reported that the major phenolic substrates in potatoes are chlorogenic acid and tyrosine. Therefore, less tyrosine content of potatoes could reduce blackspot bruise. This information may be useful for breeders in developing new processing potato varieties resistant to blackspot bruise.

SUMMARY

The enzyme activity of PPO for Japanese processing potatoes, Toyoshiro and Norin No.1, was measured at different pHs or substrates to investigate pH or substrate-specificity dependence. The pH-optimum of Toyoshiro PPO was pH 6.2-6.6, whereas that of Norin No.1 was 5.4.

The PPO activity level of Norin No.1 was approximately 6 times higher ($P < 0.01$) than that of Toyoshiro when the specific activities were determined by using tyrosine as substrate.

REFERENCES

- Alberghina FAM. 1964. Chlorogenic acid oxidase from potato tuber slices: Partial purification and properties. *Phytochemistry*. 3:65
- Bradford MM. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Chemistry*. 72:248-254
- Hsu AF, Thomas CE, Brauer D. 1988. Evaluation of several methods for estimation of the total activity of potato polyphenol oxidase. *Journal of Food Science*. 53:1743-1745
- Hughes JC. 1974. Factors influencing the quality of ware potatoes: II Environmental factors. *Potato Research*. 17:512-547
- McGarry A, Hole CC, Drew RLK, Parsons N. 1996. Internal damage in potato tubers: a critical review. *Postharvest Biology and Technology*. 8:239-258
- Mondy NI, Klein BP, Smith LI. 1960. The effect of maturity and storage on phenolic content, enzymatic activity and discoloration of potatoes. *Food Research*. 25:693-705
- Muneta P. 1977. Enzymatic blackening in potatoes: Influence of pH on dopachrome oxidation. *American Potato Journal*. 54:387-393
- Patil SS, Zucker M. 1965. Potato phenolses, purification and properties. *Journal of Biological Chemistry*. 240:3938-3943
- Peterson RL, Baker WG, Howarth MJ. 1985. Development and structure of tubers. Li PH (ed), *Potato Physiology*, pp.124-152, Academic Press, Orlando.
- Stevens LH, Davelaar E. 1997. Biochemical potential of potato tubers to synthesize blackspot pigments in relation to their actual blackspot susceptibility. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 45:4221-4226
- Storey RMJ, Davies HV. 1992. Tuber quality. Paul MH (ed), *The Potato Crop*, pp.507-569, Chapman & Hall, London.
- Takeuchi W, Takahashi H, Kojima M. 1996. Production of diphenol oxidase from mushroom and mung bean (*Vigna Mungo*). *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technolgy*. 43:875-879
- Vertregt N. 1968. Relation between blackspot and composition of the potato tuber. *European potato Journal*. 11:34-44
- Weaver ML, Hautala E, Reeve RM. 1970. Studies of oxidase enzymes with reference to their location in potato tubers, bruising and susceptibility to blackspot, phenolase. *American Potato Journal*. 47: 479-488

Unequal distribution of pH, polyphenol content and polyphenol oxidase activity within Japanese processing potato tubers

Hironaka Kazunori¹, Shimizu Akira¹, Koaze Hiroshi¹, Yamamoto Kazuo¹, Sato Tadatashi¹,
Kojima Michiyuki¹, Mori Motoyuki² and Tsuda Shogo²

(Received:21 April, 2008) (Accepted:15 May, 2008)

加工用ジャガイモ塊茎中の pH, ポリフェノール含量
およびポリフェノールオキシダーゼ活性の不均一分布

弘中和憲¹・清水 明¹・小疇 浩¹・山本和夫¹・佐藤禎稔¹・小嶋道之¹・森 元幸²・津田昌吾²

ABSTRACT

The pH, polyphenol content and polyphenol oxidase (PPO) activity in stem end, middle, and bud end of Norin No. 1 potatoes, one of processing varieties in Japan, were measured to investigate their respective distributions. The stem end area had a higher pH and PPO activity in the three areas. This result points out that careful harvesting and postharvest handling are needed especially at the stem end area of potatoes because of its high PPO activity.

[Key words] distribution, potato tuber, pH, polyphenol, polyphenol oxidase

和文摘要

我国の加工用ジャガイモ品種の一つである農林1号の塊茎基部, 中央部および頂芽部の pH, ポリフェノール含量およびポリフェノールオキシダーゼ活性を測定した。その結果, 基部は他の部位に比べ, 高い pH およびポリフェノールオキシダーゼ活性を有した。この結果は, 基部はとくにポリフェノールオキシダーゼ活性が高いため, ジャガイモの収穫およびその後の操作において, 丁寧に取り扱いねばならないという情報を与えるものである。

キーワード: 分布, ジャガイモ, pH, ポリフェノール, ポリフェノールオキシダーゼ

Introduction

Blackspot bruise in potato (*Solanum tuberosum* L.) is an internal discoloration of tuber tissue caused by a sequence of biochemical oxidation which is initiated by a mechanical injury which occurs during mechanical harvesting, transport and storage. Blackspot bruise is

¹帯広畜産大学畜産科学科 (〒080-8555 帯広市稲田町西2線)

²北海道農業研究センター畑作研究部芽室拠点 (〒082-0071 北海道河西郡芽室町)

¹Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Hokkaido 080-8555, Japan

² National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Memuro, Kasai-gun, Hokkaido 082-0071, Japan

a major quality problem and causes substantial economic damage to the potato breeder and the potato processing industry worldwide (Stevens et al. 1997).

Three million tons of potatoes are produced annually in Japan (Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan 2004) and blackspot bruise of potatoes possesses a serious problem. As for the biochemical properties of blackspot bruise, Mathesis (1997) pointed out the following three factors: polyphenol content, polyphenol oxidase (PPO) activity and pH. Hironaka et al. (2006) reported that PPO activity is the main factor causing the bruising.

Various studies have been reported on pH (Iritani et al. 1974; Smith 1987), phenol content (Reyes et al. 2005; Reeve et al. 1974; AL-Saikhan et al. 1995; Corsini et al. 1992) and PPO activity (Reeve et al. 1974) involving distribution of the above three factors within a potato tuber. Japanese potato growers and processors need to know the respective distribution of these factors within tubers in order to reduce the blackspot bruise during harvesting, transport and storage. However, there is no published research on the distribution of these factors in the Japanese potato tuber. The aim of this study is therefore to investigate the distribution of pH, polyphenol content and PPO activity in the Japanese potato tuber.

MATERIALS AND METHODS

Materials

Tubers of Norin No. 1 cultivar, which is one of processing potatoes in Japan, were harvested at a farmer's field in Obihiro in October, 1994. After harvesting, 30 tubers were put into each mesh onion bag, and these potatoes were then stored at 12°C and 90-95% RH for 105 days. Samples used in this experiment were approximately 150 g.

Preparation of crude enzyme solution

The homogenate was prepared according to the method described by Hsu et al. (1988). Each of the five unbruised potato tubers in the bag was separated into three tuber areas: stem end, middle and bud end (Fig. 1). Each divided potato was then peeled and cut into 5 mm cubes. After mixing the cubes completely, 25 g samples (cubes) were homogenized in a Waring blender at high speed for 90 sec with 25 ml of cold M/15 sodium phosphate buffer (pH 6.8). The homogenate was rapidly filtered through four layers of cheesecloth, and the filtrate was then centrifuged at $18,000 \times g$ for 10 min at 0°C.

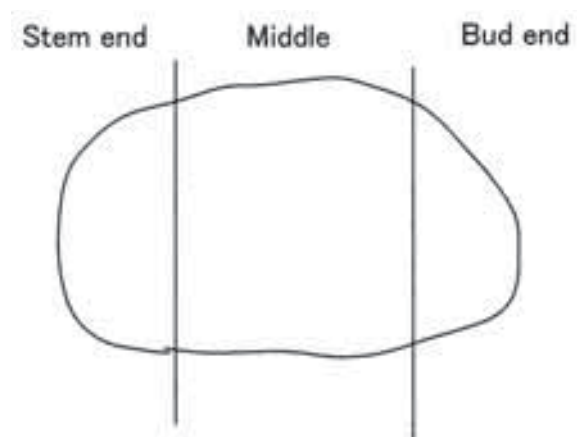


Fig.1. Potato tuber areas

Two ml of the supernatant was rapidly applied to a Sephadex G-25 column (i.d. 1.5 cm \times 10 cm), and eluted with M/15 of sodium phosphate buffer, pH 6.8 (flow rate: 1 ml/min). The higher molecular weight fractions of the eluate were combined and served as crude enzyme solution.

Determination of PPO activities

The procedure described by Hsu et al. (1988) and Weaver et al. (1970) was used to determine the PPO activity. PPO activity was determined using DOPA (3,

4-Dihydroxyphenyl alanine) as a substrate. The reaction mixture consisted of 3.0 ml of M/15 sodium phosphate buffer, pH 6.8, containing 15.0 μ M of DOPA. The mixture was added to a glass cell containing 0.75 ml of the crude enzyme solution, and the changes in absorbance at 420 nm were determined at 1-min intervals for 11 min at room temperature. One unit was defined as the change in absorbance divided by the determination time.

Determination of total phenol contents

Phenols were determined using a modification of the protocol proposed by Walter et al. (1979). The lower molecular fractions eluted from the Sephadex G-25 column were added to 0.5 ml of Folin-Dennis reagent (Swain et al. 1959), and thoroughly agitated. After 3 min, 1 ml of saturated sodium bicarbonate solution was added to the mixture, and then thoroughly agitated. After allowing to stand for 1 hr, blue discolored fractions were mixed, degassed for 10 min, and the absorbance at 725 nm was measured. The phenol content was determined using chlorogenic acid as the standard.

Measurement of pH

The procedure described by Iritani et al. (1974) was used to determine pH of tubers. Potato cubes were homogenized in a Waring blender for 1 min. pH was measured by placing a pH meter electrode into the potato pulp slurry.

All chemical analyses (phenol content, PPO activity and pH) were performed six times.

Data analysis

Data were analyzed by means of one-way analysis of variance (ANOVA) and a two-tailed t-test (SPSS 1992) to

determine significant differences.

RESULTS AND DISCUSSION

Fig. 2 and Table 1 indicate the differences in pHs among stem end, middle, and bud end areas. As shown in Fig. 2, pHs increased approximately from 5.9 to 6.6 during storage. Iritani et al. (1974) indicated that pH of potatoes ranged between 6.0 and 6.3. Mathesis (1977) also reported that the pH of potatoes ranges between 5.6 and 6.4. The pH range in the present study was almost similar to those of these previous reports (Iritani et al. (1974); Mathesis (1977)). The stem end had a higher pH than the bud end (Table 1). This result agreed with the previous findings (Iritani et al. (1974); Smith (1987)) that pHs of the stem end of potatoes were higher than those of the bud end.

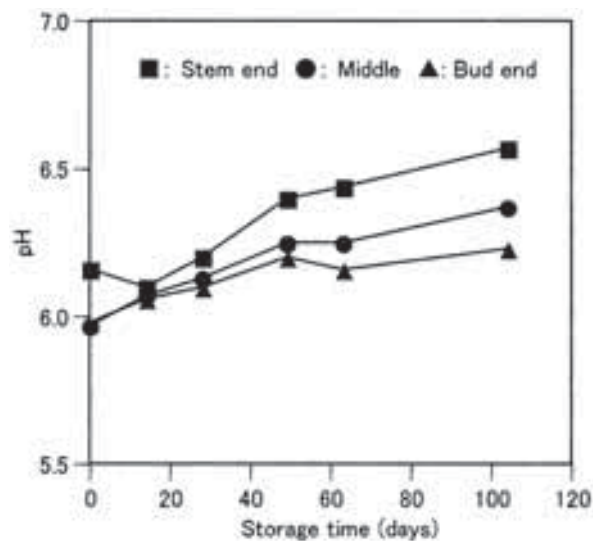


Fig.2. pH of potatoes stored at 12°C

Table 1. Mean pH of stem end, middle, and bud end of potatoes over storage period

Area	pH
Stem end	6.31a*
Middle	6.17ab
Bud end	6.12b*

*Means with same letter are not significantly different (p<0.05)

The difference in polyphenol content among tuber areas was shown in Fig. 3 and Table 2. As shown in this figure, the polyphenol content of each tuber area increased during storage. The increase in polyphenol content of potatoes during storage was earlier reported by Hironaka et al. (2006). There were no differences in polyphenol content among the three areas (Table 2) while a higher concentration of polyphenol was found at the stem end than the bud (Reyes et al. 2005; Reeve et al. 1974; AL-Saikhan et al. 1995; Corsini et al. 1992).

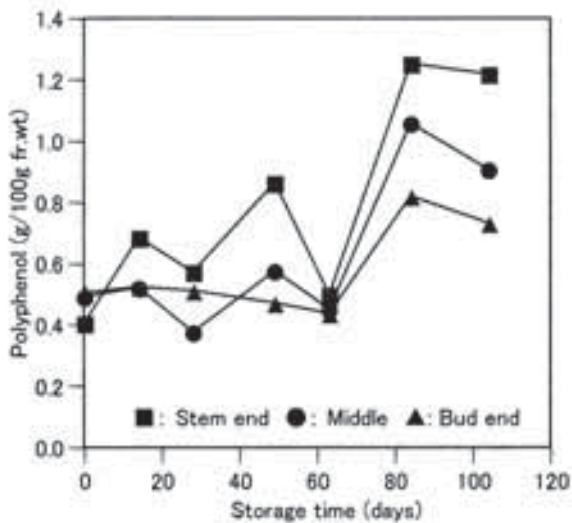


Fig.3. Polyphenol contents of potatoes stored at 12°C

Table 2. Mean polyphenol content of stem end, middle, and bud end of potatoes over storage period

Area	Content (g/100g fr. wt.)
Stem end	0.78a*
Middle	0.63a
Bud end	0.57a

*Means with same letter are not significantly different (p<0.05)

The PPO activities of each area are shown in Fig. 4 and Table 3. PPO activities remained constant or slightly decreased during storage (Fig. 4). The stem end had a higher PPO activity than the bud end (Table 3). This result agreed with the study of Reeve et al. (1974) indicating that PPO activity of the stem end was higher than that of the bud end.

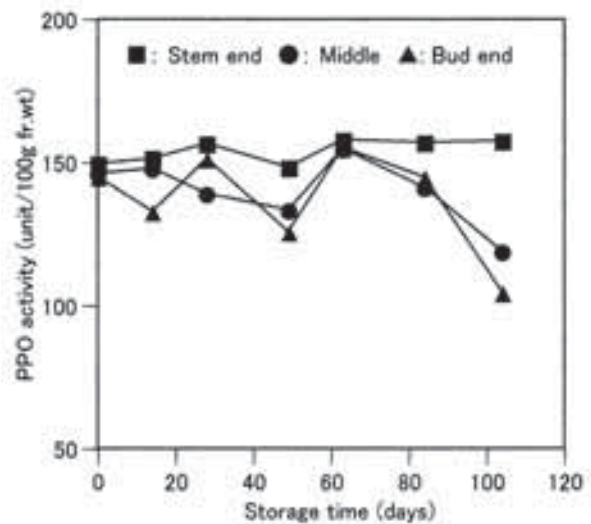


Fig.4. Polyphenol contents of potatoes stored at 12°C

Table 3. Mean PPO activity of stem end, middle, and bud end of potatoes over storage period

Area	Activity (unit/100g fr. wt.)
Stem end	1.54a*
Middle	1.40ab
Bud end	1.37b

*Means with same letter are not significantly different (p<0.05)

As to the relationship between pH and PPO activity, Suresh et al. (1965) reported that potato PPO has a maximum activity at pH 5 with a relatively high activity around pH 6. In Fig. 1, pHs of Norin No. 1 potatoes roughly ranged between 5.9 and 6.6. Thus, potato PPO could work comparatively active at the present pH range (5.9-6.6). Moreover, the average polyphenol content of the bud end (lowest area) was 0.57 g/100g fr.wt. in Table 2. This value can be converted to 22.1 mM of chlogenic acid with chlogenic acid being a main polyphenol in potatoes (Swain et al. 1959) and the mean moisture content of the Norin No. 1 variety being 73 % (Hironaka et al. 1974). Km value of potato PPO is 1.7 mM as a substrate of chlogenic acid (Kiattisak et al. 1999), and the value of 22.1 mM in this study is roughly 13 times higher than the Km value (1.7 mM). Therefore, all areas in the present study had abundant polyphenol contents for PPO activity. In Table 3, the stem end had a higher PPO activity than other areas. Hironaka et al. (2006) reported that PPO activity is a limiting factor for bruising. Thus, when tuber cells beneath the surface of a potato are damaged, blackspot bruise occurs more at the stem end than in other areas. This result suggests that careful harvesting and postharvest handling are needed especially at the stem end area of potatoes because of its high PPO activity.

SUMMARY

The pH, polyphenol content and polyphenol oxidase (PPO) activity in stem end, middle, and bud end of Norin No. 1 potatoes were measured to investigate their respective

distributions. The stem end area had a higher pH and PPO activity in the three areas, whereas no difference in polyphenol content exists among the three areas.

REFERENCES

- AL-Saikhan MS, Howard LR, Miller Jr JC. 1995. Antioxidant activity and total phenolics in different genotypes of potato (*Solanum tuberosum* L.), Journal of Food Science. 60:341-347
- Corsini DL, Pavsek JJ, Dean B. 1992. Differences in free and protein-bound tyrosine among potato genotypes and the relationship to internal blackspot resistance. American Potato Journal. 69:423-435
- Hironaka K, Ishibashi K, Minami M, Koaze, H. 2001. Unequal distribution of sugar and starch contents within Japanese processing potatoes during storage. Food Preservation Science. 27:331-338
- Hironaka K, Ishibashi K, Koaze H, Shirasaka H, Matsuda K, Sato T, Kojima M, Mori M, Tsuda S, Takada A. 2006. Effects of polyphenol content, polyphenol oxidase activity and pH on blackspot bruise of Japanese potato varieties. Food Preservation Science. 32:67-72
- Hsu AF, Thomas CE, Brauer D. 1988. Evaluation of several methods for estimation of the total activity of potato polyphenol oxidase. Journal of Food Science. 53:1743-1745
- Iritani WM, Weller L. 1974. Some factors influencing the pH of apical and basal portions of Russet Burbank and Norgold Russet potatoes. American

- Potato Journal. 51:119-125
- Kiattisak D, Richard K, Owusu A. 1999. A comparative study of polyphenol oxidases from taro (*Colocasia esculenta*) and potato (*Solanum tuberosum* var. Romano). Food Chemistry. 64:351-359
- Kunkel R, Gardner WH, Holstad N M. 1986. Improvement of techniques for potato blackspot evaluation and some errors associated with measurements. American Potato Journal. 73:436-444
- Mathesis G. 1977. Polyphenol oxidase and enzymatic browning of potatoes (*Solanum tuberosum*): II Enzymatic browning and potato constituents. Chem Mikrobiol Technol Lebensm. 11:33-41
- Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan. 2004. Imo-ru ni kansuru shiryō, pp.40.
- Mondy NI, Owens-Mobley E, Gedde-Dahl SB. 1967. Influence of potassium fertilization on enzymatic activity, phenolic content and discoloration of potatoes. Journal of Food Science. 32:378-381
- Reeve RM, Hautala E, Weaver ML. 1974. Anatomy and compositional variation within potatoes: II Phenolics, enzymes and other minor components. American Potato Journal. 46:3749-386
- Reyes LF, Miller Jr. JC, Cisneros-Zevallos L. 2005. Antioxidant capacity, anthocyanins and total phenolics in purple- and red-fleshed potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes, American Journal of Potato Research. 82:271-277
- SPSS Inc. 1992. SPSS for Windows Base System User's Guide Release 5.0. pp.269-270, SPSS Incorporation, Chicago, IL.
- Smith O. 1987 Effect of cultural and environmental conditions on potatoes for processing. Talburt WF, Smith O (ed), Potato Processing 4th ed., pp.113-115, AVI Book, New York.
- Stevens LH, Davelaar E. 1997. Biochemical potential of potato tubers to synthesize blackspot pigments in relation to their actual blackspot susceptibility. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 45:4221-4226
- Suresh SP, Milton Z. 1965. Potato phenolases: purification and properties. Journal of Biological Chemistry. 240:3939-3943
- Swain T, Hills WE. 1959. The phenolic constituents of *Prunus Domestica*: The quantitative analysis of phenolic constituents. Journal of Food Science. 10:59
- Walter WM, Purcell AE. 1979. Evaluation of several methods for analysis of sweet potato phenolics. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 27:942
- Weaver ML, Hautala E, Reeve R M. 1970. Studies of oxidase enzymes with reference to their location in potato tubers, bruising and susceptibility to blackspot, Phenolase. American Potato Journal. 47:479-488

アズキ品種間における抗酸化活性の簡易評価法について

齋藤優介^{1, 2)}, 森田武志¹⁾, 西 繁典^{1, 2)}, 小疇 浩³⁾, 弘中和憲³⁾, 小嶋道之^{1, 2)}

(受付 : 2008年4月30日, 受理 : 2008年5月15日)

The simple evaluation method of antioxidant activity between Adzuki bean varieties

Yusuke Saito, Takeshi Morita, Shigenori Nishi, Hiroshi Koaze, Kazunori Hironaka, Michiyuki Kojima

摘要

種皮色の異なるアズキ13品種のポリフェノール含量および抗酸化活性の相関関係から、アズキ品種の抗酸化活性を評価する二つの作業仮説を提案する。(1) 複色種子を除く単色のアズキ品種においては暗い種皮色、すなわちL値が小さい品種ほどポリフェノール含量が高い。(2) 50℃、5時間の種子の温水抽出液およびそれに続けて分別した種皮の100℃、1時間の熱水抽出液の両者を合計した全ポリフェノール含量が高いほど、抗酸化活性が高い品種であると評価できる。(2) に関しては、単色及び斑紋色の種子全てに利用できる評価法である。

キーワード : アズキ, ポリフェノール, 抗酸化活性, 種皮色, 品種

I 緒言

貯蔵性・保存性の良い食材である豆類は、裏を返せば調理に手間がかかり、デンプンやタンパク質などの栄養素と共に収斂味や渋味などの不快味成分を含んでいる。そのため、ある種類の豆類では、調理前のかき抜き処理や調理加工の方法を工夫することで不快味成分を除き利用されてきた。また、味覚や消化性の向上を考慮して、食品微生物を利用した豆類の難消化成分の分解や、旨味成分への変換、ビタミン・色素類豊富な発酵食品の製造、

発芽実生や未熟豆の利用による完熟豆にはない味覚および食感を楽しむ野菜としての利用が進んでいる。日本でもよく利用される豆類はアズキ、インゲンマメ、エンドウ、ソラマメ、リョクトウ、ダイズ、ラッカセイなどがあり、これらの豆類に含まれる栄養成分や色素成分、毒性成分および苦味・渋味成分に関する多くの報告がある(Aykroyd et al 1993; 小嶋ら 1997; 香川 2002)。また、色素成分に含まれる豆類ポリフェノールの成分や機能性に関する研究がいくつかあるが、主成分はフラボノイド(フラボン類とアントシアニン類)と縮合タンニン(プロシアニジ

(¹帯広畜産大学畜産科学科食料生産科学講座食品栄養科学研究室, ²岩手大学大学院連合農学研究科生物資源科学専攻生物機能開発学講座, ³帯広畜産大学畜産科学科食料生産科学講座食品工学研究室)

(¹Laboratory of Food Nutritional Science, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, ²The United Graduate School of Agricultural Sciences, Iwate University, ³Laboratory of Food Engineering, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine)

ン類等)である(Martin-Tanguy et al. 1977; Martin et al. 1980; Ariga et al. 1981; Yoshida et al. 1996; Takahata et al. 2001; 齋藤ら 2007)。しかし, 豆類は多くの種類が存在し, 多様な種皮色をもつ品種が存在しているが, 豆類品種間に含まれるポリフェノールや抗酸化活性は, これまでに調べられていない。本研究では, アズキ品種の抗酸化活性を簡便に比較・評価する方法について明らかにすることを目的とした。

II 実験方法

1. 抽出液の調製

アズキ(品種: エリモシヨウズ)種子5gに蒸留水15mlを加えて, 3つの条件; (1)20°Cで24時間, (2)50°Cで5時間, (3)100°Cで15分, により抽出液を得た(それぞれ抽出液A, 抽出液C, 抽出液Eとする)。続いて(1)~(3)の種子より種皮のみを分別後, それぞれの種皮に再度15mlの蒸留水を加えて, 100°Cで1時間加熱抽出した(それぞれ抽出液B, 抽出液D, 抽出液Fとする)。各々の抽出液は, 凍結乾燥後, 使用時に蒸留水で一定濃度に溶解して用いた。

系譜及び来歴(佐藤ら 1975; 足立ら 1980; 村田ら 1985; 白井ら 1990)の明らかなアズキ13品種は, 十勝農業試験場より分譲していただき, 以下の方法に従い抽出した。すなわち, アズキ13品種の種子5gに蒸留水15mlを加え, 50°Cで5時間抽出して抽出液Cを得た。続いて, 種子から分別した種皮のみに蒸留水15mlを加え, 100°Cで1時間加熱して抽出液Dを調製した。それぞれは, 凍結乾燥後に蒸留水を用いて10mg/mlに溶解して用いた。

2. 種皮色, ポリフェノール含量および組成分析

各種子の種皮色L* a* b*値は, 色彩色差計(日本電色ND-100IDP)を用いて, 種子50粒以上を単粒法で測定し, 計算によりC*値(彩度)を求めた。また, 抽出液に含まれるポリフェノール量は, Folin-Ciocalteu法により求め, (+)-カテキンを用いた検量線からカテキン相当量に換算して表した(小嶋ら 2006)。また, ポリフェノール組成は, 逆相HPLCを用いて分析した(小嶋ら 2006)。

HPLC条件は, Phenomenex C18(4.6mm×250mm)カラムにSPD-10ADvp検出器(島津製作所)を接続したシステムで, 溶媒A; 0.1%(v/v)トリフルオロ酢酸と溶媒B; 0.1%(v/v)トリフルオロ酢酸-アセトニトリルを用いた30分間で溶媒Bが8%から30%まで増加するグラジエント条件を用いた。また, カラム恒温槽の温度は40°C, 流速は1ml/min, 検出波長は280nmを用いた。

3. 抗酸化活性の測定

凍結乾燥した各試料および市販標準品の抗酸化物質は, 蒸留水で10mg/mlの濃度に溶解して抗酸化活性を測定した。抗酸化活性の測定は, 1, 1-ジフェニル-2-ピクリルヒドラジルラジカル消去活性法(DPPH法)とニトロブルーテトラゾリウム法(NBT法)の2つの方法を用いた(小嶋ら2006)。すなわち, DPPH法は, 試料50μl(コントロールは蒸留水を使用)に2mlの0.5mM DPPHエタノール溶液と2mlの100mM Tris-HClバッファー(pH7.4)を加えて混和して15分後の520nmの吸光度を求めた。抗酸化活性はコントロールの吸光度に対する試料添加の吸光度の割合(%)として示した。また, NBT法は, キサンチンオキシダーゼ懸濁液(和光純薬)を用いたスーパーオキシド生成系で生じたスーパーオキシドとNBTとの反応により生じたホルマザンを測定(560nm)して, 試料を加えない場合の差(%)として抗酸化活性を表した。

III 結果および考察

1. 抽出条件の検討

アズキ(エリモシヨウズ)種子からの抽出物量が最も多かったのは条件(2)の抽出液Aおよび条件(3)の抽出液Fであり, ポリフェノール含量の最も高かったのは, 条件(2)の抽出液Aと条件(3)の抽出液Fであった(Table 1)。3つの条件における抽出液A~Fの抽出物量およびポリフェノール含量はそれぞれ異なる値を示したが, 両者の合計の抽出物量およびポリフェノール含量は, 前者が106mg~119mgおよび後者が12.8mg~13.1mgであった。すなわち, 3条件共に抽出できる全抽出物量や全ポリフ

エノール量はほぼ同様であるが、抽出液A、CおよびEの値が顕著に異なり、最初の抽出で効率良くポリフェノールが抽出されたとき、続く種皮のみとした抽出では抽出量が少ないことが示された。

抗酸化活性を比較すると、DPPH ラジカル消去活性は、条件(2)の抽出液Cと条件(1)の抽出液Bが高く、NBTスーパーオキシド消去活性は、条件(1)の抽出液Bが高かった。種子を50℃で5時間吸水する条件(2)の抽出液Cは、抽出物量およびポリフェノール含量および抗酸化活性が高く、その後種皮のみとして100℃で1時間加熱抽出して得られた抽出液Dも、他の条件の抽出液と遜色の無い抗酸化活性を示したことから、この条件(2)が今回調査した中では総合的には最も良い抽出条件であると評価した。

2. 13品種のアズキ種子抽出液に含まれるポリフェノール量およびその組成

種皮色(野村ら 1991)が赤色の4品種、黒色の2品種、白色の1品種、灰白色の1品種、緑色の1品種、他に斑紋色および部分色の4品種を合計して13のアズキ品種を実験に用いたが、それらの種子サイズや重量は顕著に異なっていた。各種子5gからの抽出液Cと抽出液Dの凍結乾燥物の重量には、有意な品種間差は認められなかった(データ省略)。L* a* b* 表色法により、各々のアズキ品種の種皮色を数値化したところ、各々の品種で固有の数値を示したが、同系種皮色同士では近似した値を示した(Table 2)。

単色(赤, 黒, 白, 灰白および緑)の種皮色を有するアズキ品種に含まれるポリフェノール含量は、100g 当た

Table 1 Extract's weight, polyphenol contents and relative antioxidant- and radical scavenging activities of Adzuki beans extracts.

	Condition(1) ³		Condition(2) ³		Condition(3) ³	
	Ex A	Ex B	Ex C	Ex D	Ex E	Ex F
Extract (mg) ¹	62.2	43.4	101.0	18.0	59.2	49.2
Polyphenol (mg)	7.7	5.2	10.8	2.0	7.2	5.9
(a) DPPH (%) ²	62.6	76.9	81.9	73.5	57.1	71.0
(b) NBT (%) ²	38.1	47.9	33.5	38.5	31.8	39.3

¹Extract show extract's weight of 5g seeds.

²Relative antioxidant and radical scavenging activities measured with (a)250 μg and (b)50 μg of each extract.

³Ex A is extracts at 20℃ condition during 24hours from 5g seeds.

Ex B is extracts at 100℃ condition during 1hour from seed coat of treated seeds.

Ex C is extracts at 50℃ condition during 5hours from 5g seeds.

Ex D is extracts at 100℃ condition during 1hour from seed coat of treated seeds.

Ex E is extracts at 100℃ condition during 15minutes from 5g seeds.

Ex F is extracts at 100℃ condition during 1hour from seed coat of treated seeds.

Table 2 Seed characterizations and polyphenol contents of 13 varieties of Adzuki bean seeds.

No.	Varieties	Skin color	L*a*b* value ¹				Polyphenol (mg/100g seeds)	Polyphenol (mg/100 grains)
			L*	a*	b*	C*		
1	Erimosyouzu	Garnet Brown	34.04	23.14	13.43	26.75	227.2 ± 10.6	38.6 ± 1.8
2	Akanedainagon	Garnet Brown	32.42	21.83	12.7	25.25	175.2 ± 4.0	35.0 ± 0.8
3	Kamuidainagon	dark Garnet Brown	32.23	21.64	11.13	24.34	236.0 ± 4.6	31.5 ± 1.2
4	Токеい 38gou	light Garnet Brown	45.5	16.66	22.27	27.8	161.8 ± 3.2	32.4 ± 0.6
5	Kurosyozu	Black	20.18	1.75	-1.07	2.05	290.6 ± 9.0	43.6 ± 1.4
6	391-PI157633	Black	21.93	1.14	-1.44	1.84	337.4 ± 8.4	37.1 ± 0.9
7	Hokkaishirosyouzu	Ivory Yellow	68.63	0.29	25.08	25.08	85.6 ± 9.2	12.9 ± 1.4
8	Kaihakukei-4	pale Olive Buff	59.96	4.5	23.72	23.72	159.2 ± 5.2	30.3 ± 1.0
9	Midorisyozu	bull Green Yellow	53.16	-3.23	27.23	27.42	132.6 ± 2.4	22.5 ± 0.4
10	Buchisyoryukei-1	Garnet Brown, mottled	-	-	-	-	265.6 ± 5.8	23.9 ± 0.5
11	Kumamoto zai63	bull Green Yellow, mottled	-	-	-	-	225.2 ± 12.2	21.3 ± 0.6
12	Anekokei-1	Ivory Yellow, partly Garnet Brown	-	-	-	-	128.8 ± 8.8	24.5 ± 1.6
13	382-PI157633	Ivory Yellow, partly Black	-	-	-	-	211.2 ± 8.2	33.7 ± 1.3

¹ Values show average for more than 50seeds. C* = (a*² + b*²)^{1/2}

り86 gから337mgと幅広い値であった。また、今回分析した同色系統、例えば赤色系統のアズキポリフェノール含量は、100 g当たり162mgから236mgの幅広い値を示し、黒色系統におけるポリフェノール含量にもそれぞれ顕著な違いが見られた(Table 2)。ホッカイシロシヨウズのポリフェノール含量は低い、灰白色の灰白系-4のポリフェノール含量はアカネダイナゴンや十系38号に含まれるそれとほぼ同程度であった。今後、これらのアズキ品種を用いたポリフェノール組成、酵素、遺伝子などの比較解析により、アズキ種皮色及びポリフェノールに関する合成経路の解明が期待される。

単色種皮色を有するアズキ品種のL* a* b* 値とポリフェノール含量との関連を検討したところ、 $Y = -4.252X + 374.5$ ($R^2 = 0.8189$)の相関関係を示し、L値とポリフェノール含量との間には高い負の相関関係のあることが示された。この結果は、単色種皮色のアズキ種子においては、種皮色のL値の大きな値を示す明るい種皮色のアズキに含まれるポリフェノール含量は低いと推定することが可能であるかもしれない。今後は、多くの赤色系統のL* a* b* 値とポリフェノール含量との関連を検討して、同色系統のアズキ品種においてこの関係が成立するのかどうかを詳細に検討する必要がある。

アズキ品種のポリフェノール組成を逆相HPLC分析により比較したところ、カテキングルコシド、カテキン、

プロシアニジン、ケルセチングリコシドなどが認められ、ホッカイシロシヨウズ以外の12品種のHPLCプロファイルに顕著な違いは認められなかった(Table 3)。また、ホッカイシロシヨウズのポリフェノールはカテキンが大部分であったことから、他品種に見られる糖転移酵素の欠損もしくは不活性化が推察された。

3. 13品種のアズキ種子抽出液に含まれる抗酸化活性の比較

13品種のアズキ抽出液Cおよび抽出液DのDPPHラジカル消去活性は、品種間で顕著に異なっていた。しかし、全てのプロットを用いて両抽出液のポリフェノール濃度とDPPHラジカル消去活性との相関関係を検討したところ、 $Y = 0.0213X$ の直線関係が認められた。この結果は、調べた13品種の2種類の抽出液に含まれるポリフェノール濃度と抗酸化活性の間には顕著な正の相関関係($R^2 = 0.9261$)のあることを示唆している(Fig. 1A)。Fig. 1のプロットに示した番号は、Table 2に示した品種を表している。表示方法は、例えば図上に示した数字の1はエリモシヨウズの抽出液Cのポリフェノール濃度とDPPHラジカル消去活性を示す値を、1'は抽出液Dのポリフェノール濃度とDPPHラジカル消去活性を示す値をそれぞれプロットした(以下同様に、グラフ上に示した数字がTable 2の品種No.に対応している)。また、ポリフ

Table 3 RP-HPLC profile of 13 varieties of Adzuki bean seed polyphenols.

No.	Varieties	(%)						
		CG	C	PC	QMG	QDG	QTG	Unknown
1	Erimosyouzu	27.2	19.2	24.9	3.4	6.4	10.4	8.5
2	Akanedainagon	19.8	46.5	12.9	1.7	-	9.9	9.1
3	Kamuidainagon	36.0	31.8	15.5	-	-	4.7	11.9
4	Tokei 38gou	19.3	31.6	11.4	0.5	1.5	7.7	27.8
5	Kurosyozu	22.3	40.7	9.8	1.2	3.3	11.1	11.7
6	391-PI157633	24.7	44.4	14.8	-	2.1	10.2	3.8
7	Hokkaishiroyouzu	-	40.0	6.1	2.8	1.3	11.5	38.3
8	Kaihakukei-4	61.1	19.9	11.4	-	-	-	7.6
9	Midorisyozu	39.9	25.7	15.7	-	1.1	4.5	13.1
10	Buchisouryukei-1	18.9	35.6	15.0	2.0	3.6	13.9	11.1
11	Kumamoto zai63	37.2	39.0	6.5	-	1.0	6.0	10.1
12	Anekoeki-1	18.6	53.3	10.4	-	1.5	7.0	9.3
13	382-PI157633	17.2	46.4	10.1	1.0	1.5	13.2	10.6

Abbreviation; CG: Catechin 7-glucoside, C: Catechin, PC: Procyanidins, QMG: Quercetin monoglycosides,

QDG: Quercetin diglycosides,

-:Not detected

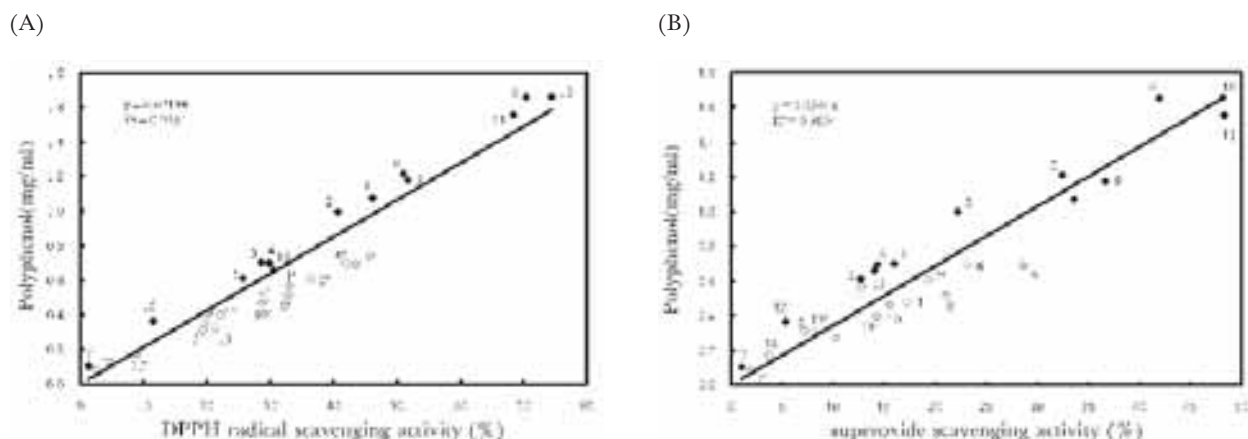


Fig.1 Correlation between (A)DPPH radical scavenging activity, (B)superoxide scavenging activity and polyphenol of Adzuki bean extracts.

(◆) show Ex C and (◇) show Ex D from No.1-13 samples at Table 2, respectively.

フェノール濃度とスーパーオキシド消去活性値との間においても、 $Y = 0.0344X$ の直線関係が認められ、正の相関関係($R^2 = 0.9034$)が示された(Fig. 1B)。すなわち、今回用いたアズキ13品種の抽出液C及び抽出液Dのポリフェノール濃度とラジカル消去活性およびスーパーオキシド消去活性との間にはそれぞれ正の相関関係のあることが示唆された。

これらの結果より、アズキ品種の抗酸化・ラジカル消去活性の評価法として、種皮色(赤, 黒, 白, 灰白, 緑および複色)との関連は、単色の種子色のアズキに関しては、種皮色が暗いアズキ種子ほどポリフェノール含量が高いこと、また、抽出液C及び抽出液Dの合計ポリフェノール含量が高い品種は抗酸化活性が高いことが示唆された。今回の結果を利用すれば、単色種皮色のアズキ品種は視覚的に簡単に評価できること、および種子抽出液のポリフェノール含量を求めることにより、アズキ品種の抗酸化活性の高低を評価できることを明らかにした。

アズキ13品種に含まれるポリフェノール組成の割合には、多少の相違が認められるので、今後HPLC分析による詳細な成分比較を行い、アズキポリフェノール成分の合成および代謝制御の解明を行い、ポリフェノール含量と種皮色との関連性について明確にしたいと考えている。また、今回調べた複色のアズキ品種に含まれるポリフェノール含量は、種子100g当たり129mgから266mgの範囲にあった。

しかし、これらの斑紋や部分色のある種皮色は色彩色差計を用いての数値化をすることは不可能である。ポリフェノールが種皮色の濃い部分に局在して分布しているのかもしれないが、これらの遺伝資源を用いた遺伝学的な検討が今後必要であろう。現在、どのような遺伝子が複色に関係しているのかは不明であるが、これらを親として得られた子及び孫の種皮色が単色になるのかどうかなどの遺伝育種学的な検討から、種皮色とポリフェノールとの関連について研究の発展が今後期待される。

本実験は13品種数からの結果であるが、今回の作業仮説を明確にするには、さらに多くの遺伝子資源を用いた検討が必要であろう。さらに、アズキの品質評価法として、非破壊測定法によるアズキの抗酸化・ラジカル消去活性の評価方法が期待される。

謝辞

本研究は日本豆類基金協会の資金援助を受け行い、13品種のアズキ種子は北海道立農業試験場の小豆菜豆科より分譲していただきました。両機関に感謝いたします。

参考文献

足立大山, 千葉一美, 村田吉平, 佐藤久泰, 成河智明.

1980. 小豆新品種「ホッカイシロシヨウズ」の育成について. 北海道立農業試験場集報 43: 80-87
- Ariga T, Asano Y. 1981. Isolation, identification and organoleptic astringency of dimeric proanthocyanidins occurring in Adzuki beans. *Agricultural and Biological Chemistry* 45: 2709-2712
- Aykroyd WR, Doughty J, Walker Ann. 1993. 渡辺篤二, 大久保一良監修, 豆類の栄養と加工, pp42-126, 建帛社, 東京
- 香川芳子. 2002. 五訂食品成分表2002, pp50-51, 女子栄養大学出版部, 東京
- 小嶋道之, 鈴木信幸, 大西正男, 伊藤精亮. 1997. アズキ発芽過程におけるトコフェロール量および抗酸化活性の変動, *日本食品科学工学会誌* 44: 144-148
- 小嶋道之, 山下慎司, 西繁典, 齋藤優介, 前田龍一郎. 2006. 小豆ポリフェノールの生体抗酸化活性と肝臓保護作用. *日本食品科学工学会誌* 53: 386-392
- 村田吉平, 成河智明, 千葉一美, 佐藤久泰, 足立大山, 松川勲. 1985. 小豆新品種「エリモシヨウズ」の育成について. 北海道立農業試験場集報 53: 103-113
- Martin LP, Hagerman AE, Butler LG. 1980. Tannin content of cowpeas, chickpeas, pigeon peas, and mung beans. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 28: 459-461
- Martin-Tanguy J, Guillaume J, Kossa A. 1977. Condensed tannins in horse bean seeds: chemical structure and apparent effects on poultry. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 28: 757-765
- 野村信史, 中村茂樹, 土屋武彦, 千葉一美, 南忠, 飯田修三, 佐々木絢一. 1991. 北海道における豆類の品種編集委員会編, 北海道における豆類の品種(増補版), pp159-206, 日本豆類基金協会, 東京
- 齋藤優介, 西繁典, 小疇浩, 弘中和憲, 小嶋道之. 2007. 豆類ポリフェノールの抗酸化活性ならびに α -アミラーゼおよび α -グルコシダーゼ阻害活性. *日本食品科学工学会誌* 54: 563-567
- 佐藤久泰, 松川勲, 成河智明, 後木利三. 1975. 小豆新品種「アカネダイナゴン」の育成について. 北海道立農業試験場集報 33: 47-57
- 白井滋久, 村田吉平, 島田尚典, 足立大山, 原正紀, 千葉一美, 成河智明. 1990. 小豆新品種「カムイダイナゴン」の育成について. 北海道立農業試験場集報 60: 73-85
- Takahata Y, Ohnishi-Kameyama M, Furuta S, Takahashi M, Suda I. 2001. Highly polymerized procyanidins in brown soybean seed coat with a high radical-scavenging activity. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 49: 5843-5847
- Tsuda T, Ohshima K, Kawakishi S, Osawa T. 1994. Antioxidative Pigments Isolated from the Seed of *Phaseolus vulgaris* L.. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 42: 248-251
- Yoshida K, Sato Y, Okuno R, Kameda K, Isobe M, Kondo T. 1996. Structural analysis and measurement of anthocyanins from colored seed coats of *Vigna*, *Phaseolus*, and *Glycine* legumes. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry* 60: 589-593

Abstract

We examined the correlation between polyphenol content and antioxidant activity of about seed coat-colored different 13 varieties Adzuki beans. Two hypothetical methods are proposed as the method of appraising the antioxidant activity of Adzuki beans. (1) Except bicolor Adzuki beans, polyphenol is included much so that the seed coat color is dark, in other words, the L value is small. (2) As polyphenol content is large, antioxidant activity are high. Polyphenol is two successive extracts were prepared from Adzuki beans as follows: the total that extracts with 50°C water for 5 hours from seed, and subsequent extracts with 100°C water for 1 hour from seed coat of treated seeds. This evaluation method can apply to both mono-color and bicolor Adzuki beans.

[Key words]

Adzuki beans, polyphenol, antioxidant activity, seed coat
color, varieties

小果実に含まれるポリフェノールの血糖値上昇抑制とリパーゼ活性阻害

西 繁典^{1, 3)}, 齋藤優介^{1, 3)}, 小疇 浩²⁾, 弘中和憲²⁾, 小嶋道之^{1, 3)}

(受付 : 2008年4月30日, 受理 : 2008年5月15日)

Blood glucose level rise control and pancreatic lipase inhibition of small fruits polyphenol

Shigenori Nishi^{1,3)}, Yusuke Saito^{1,3)}, Hiroshi Koaze²⁾, Kazunori Hironaka²⁾, Michiyuki Kojima^{1,3)}

摘要

6品種のラズベリーを含む6種類の小果実に含まれるポリフェノールの組成と機能性について分析を行った。小果実に含まれるポリフェノール含量は種類により異なり、モノマー型およびオリゴマー型ポリフェノールの割合も顕著に異なっていた。*in vitro* 実験により、イエローラズベリー及びレッドラズベリーのポリフェノールに糖分解酵素活性阻害作用が認められた。ラズベリーのポリフェノールを一過的にマウスに与えたところ、イエローラズベリーのポリフェノールに血糖値上昇抑制作用が認められたが、レッドラズベリーのそれには顕著な作用が認められなかった。アントシアニン含量と膵リパーゼ活性の50%阻害を示すポリフェノール濃度(IC₅₀)との間には正の相関が、オリゴマー型ポリフェノールの割合と膵リパーゼ活性の50%阻害を示すポリフェノール濃度(IC₅₀)との間には負の相関が認められた。これらの結果は、膵リパーゼ活性の阻害作用は、アントシアニンなどのモノマー型ポリフェノールではなく、オリゴマー型ポリフェノールの含量に関係することを示唆している。今後、小果実ポリフェノールのメタボリックシンドローム抑制作用に関するヒトへの応用が期待される。

キーワード : 小果実, ポリフェノール, 血糖値, 膵リパーゼ, メタボリックシンドローム

近年、食習慣の変化に伴い、食事性脂肪の摂取量が増えている。食事性の脂肪が過剰に蓄積された状態が肥満であり、脂肪細胞の増加によりさまざまな因子が放出さ

れることで生活習慣病を加速させると考えられている (Fujioka et al. 1987)。そのような考えから、脂肪の消化吸収や抗肥満作用のあるフィトケミカルの探索が盛んに行われる

(¹⁾ 帯広畜産大学畜産科学科食料生産科学講座, 食品栄養科学研究室, (²⁾ 食品工学研究室, (³⁾ 岩手大学大学院連合農学研究科生物資源科学専攻生物機能開発学講座

(¹⁾Laboratory of Food Nutritional Science, (²Laboratory of Food Engineering. Department of Food Production Science, School of Agriculture, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine. 080-8555, 11, nishi-2-sen, inada-cho, obihiro, Hokkaido, Japan. (³Divisions of Bioprocess Engineering Specialties of Science of Bioresources, United Graduate School of Agricultural Sciences, Iwate University. 020-8550 18-8, Ueda 3 chome, Morioka, Japan.)

ようになってきている(Okuda et al 2001)。また,食事による急激な血糖値の上昇やインスリン抵抗性体質が生活習慣病のリスクファクターとも考えられている(岩佐 2002)。

ラズベリーなどの小果実には色調の異なるアントシアニン類が豊富に含まれており(McGhie et al. 2003), それらが眼精疲労の軽減や夜盲症患者の視力改善(Matsumoto et al. 2003; Tominaga et al. 1999), 抗がん作用(Hou 2003; Katsube et al. 2003), α -グルコシダーゼ活性の阻害作用(McDougall et al. 2005)などを示すことが報告されている。また, アントシアニン類以外のフェノール化合物として, エラグ酸やエラグタンニンが含まれており, それらが抗酸化作用(Meyer et al. 1998), α -アミラーゼ活性の阻害作用(McDougall et al. 2005), 抗がん作用(Losso et al. 2004)などを示すことも報告されている。また, ラズベリーの香り成分であるラズベリーケトン(カプサイシンの分子構造と類似しており, カプサイシンの3倍程度の脂肪燃焼効果が認められ(石見ら 2003; 寺田ら 2003), ダイエット効果を掲げた商品の開発, 販売が進んでいる。

十勝地方は, 入植した農家がさまざまな農産物や果実を植えて栽培適性を調査してきた経験がある。ラズベリーなどの小果実もその中の一つで, 現在も農家の庭先などで見られる果実である。また, 中山間地の比較的温暖な場所では, 他の小果樹類の栽培が行われており, 生食または加工品として様々に利用されている。ラズベリーには, 赤色, 黄色及び黒色の果実色を持った品種が存在し, 特にレッドラズベリーは耐寒性が強い。ラズベリー果実は, 熟すと簡単にヘタから外れるが, ブラックラズベリーと類似のブラックベリー果実は, 熟してもヘタから簡単に外れない点で容易に区別することができる。

本研究では, 十勝地方で採取可能な小果実のポリフェノールの特徴およびそれらが血糖値上昇及び膵リパーゼ活性に及ぼす影響を明らかにしようとした。

実験材料及び方法

1. 小果実の種類と抽出

3品種のレッドラズベリー(ヨーロッパキイチゴ,

Rubus idaeus, 品種名: Waindar-bayred, Skyna, Neutoka), 2品種のイエローラズベリー(ヨーロッパキイチゴ, *Rubus idaeus*, 品種名: Fargold, Golden-emperor)および1品種のブラックラズベリー(ヨーロッパキイチゴ, *Rubus idaeus*, 品種名不明)とブラックベリー(セイヨウヤブイチゴ, *Rubus fruticosus*, 品種名不明), グズベリー(セイヨウスグリ, *Ribes uva-crispa*, 品種名不明), レッドカーラント(フサスグリ, *Ribes rubrum*, 品種名不明), アサマベリー(クロマメノキ, *Vaccinium uliginosum*, 品種名不明), リンゴンベリー(コケモモ, *Vaccinium vitis-idaea*, 品種名不明)の果実は, 帯広市郊外の村田農場で8月から10月の収穫適期に収穫した。各小果実は冷凍保存後, 各果実をミキサーでホモジナイズしてピューレーとし, 12.5gに約3倍容の5%ギ酸メタノールを加えてアントシアニン類を含むポリフェノール類を抽出した(小嶋ら 2005)。この残渣は, 同様の操作を3回以上繰り返して抽出液を集め, 濃縮後に冷凍保存した。各抽出液はロータリーエバポレーターで減圧乾固し, 一定量の蒸留水に溶解後, HP20カラム(40×15mm)に供し, 蒸留水で洗浄後エタノール溶出画分を粗ポリフェノールとした。またその一部は濃縮後にLH-20カラム(40×15mm)に供して, エタノール, メタノールおよび60%アセトンで溶出して亜画分を分析に用いた(齋藤ら 2007)。

2. 血糖値の測定

13週齢の雄マウス(ddY系, 日本SLC)を一週間の馴化後に用い(小嶋ら 2007), 16時間の絶食後, 各ラズベリー果実ポリフェノールが250mg/kg体重になるように調製したものを糖投与の30分前にゾンデで経口投与し, 糖溶液(2g/kg体重, デンプン及びスクロース)を与えた。投与直後, 30分後, 60分後および120分後に尾端採血して, プレシジョンQ. I. D. (アボット)により血中グルコース濃度を測定した。動物実験は帯広畜産大学動物実験委員会の承認を得て, ガイドラインに従い行った。

3. 糖分解酵素活性と阻害率の測定

マウス小腸に5倍量のリン酸カリウム緩衝液(pH6.7)

を加えて攪拌後、1000rpm、3分間の遠心上清をリン酸カリウム緩衝液(pH6.7)で200倍希釈したものを酵素液(α -アミラーゼ活性測定用)とした。また、 α -グルコシダーゼ溶液は、酵母由来の α -グルコシダーゼ(EC 3.2.1.20, オリエンタル酵母)粉末を2U/mlになるようにリン酸カリウム緩衝液(pH6.8)を加えて調製した。糖分解酵素活性の測定は、生成した還元糖量を測定するDNS法で行った(齋藤ら 2007)。すなわち、1mlの0.5%デンプン溶液、0.6mlの0.1Mリン酸緩衝液(pH6.7)、0.2mlの1%塩化ナトリウム溶液を試験管に加えて反応混液を作成し、別のチューブに100 μ lの α -アミラーゼ溶液と100 μ lの粗ポリフェノール溶液の酵素混合液を作成した。両者は、37°Cでプレインキュベート後、37°Cで30分間インキュベートした。0.2mlの2M水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応を停止させ、0.2mlの1%ジニトロサリチル酸水溶液(発色剤)を加えて10分間沸騰浴中で発色させ、540nmの吸光値を測定した。糖分解酵素活性は生じた還元糖量から算出した。また、 α -グルコシダーゼ活性測定は、試験管に1.5mlの0.1Mリン酸緩衝液(pH6.8)、0.1mlの0.4Mショ糖水溶液、0.2mlの1%塩化ナトリウム溶液を加えて反応混液を作成し、別のチューブに100 μ lの α -グルコシダーゼ溶液と100 μ lの粗ポリフェノール溶液の酵素混合液を作成した。両者は37°Cで10分間プレインキュベートし、混合後37°Cで30分間インキュベートした。0.2mlの2M水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応を停止させ、0.2mlの1%ジニトロサリチル酸水溶液(発色剤)を加えて10分間沸騰浴中で発色させ、540nmの吸光値を測定した。糖分解酵素活性は生じた還元糖量から算出した。また、各試料を加えて同様の操作を実施した際の値との差より糖分解酵素活性の阻害率(%)及びIC₅₀を算出した。

4. ポリフェノール、アントシアニンおよび抗酸化活性の測定

総ポリフェノール量はFolin-Ciocalteu法(宮下ら 2005)で測定した。すなわち、0.1mlの試料、0.3mlの蒸留水、0.4mlのFolin試薬を加えて混和後に0.4mlの10%炭

酸ナトリウムを加えて攪拌後、30°Cのウォーターバスで30分間反応した。3000rpmによる遠心上清の760nm吸光値を求め、新鮮重量100g当りのカテキン当量としてポリフェノール量を算出した。総アントシアニン量は、pH-differential法(Subramani et al. 2002)に従い、新鮮重量100g当りのシアニジン3-グルコシド量として算出した。アントシアニン組成は、逆相HPLC(島津製作所製)で分析した。40°Cの逆相カラム; Phenomenex C18(4.6mm \times 250mm)を用い、流速1ml/minで溶出溶媒は0.1%トリフルオロ酢酸を含む蒸留水(溶離液A)と0.1%トリフルオロ酢酸を含むアセトニトリル(溶離液B)を溶離液Bが8%から30%まで30分間で上昇するグラジエント条件を用い、SPD-10ADvp検出器を接続して520nmで検出した。また、市販のシアニジン3-グルコシドを標準物質として用いた(宮下ら 2005)。抗酸化活性は、1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)ラジカル消去活性として評価した(小嶋ら 2006)。すなわち、150 μ lのサンプルに等量の0.5M DPPH-エタノール溶液を加えて混合後、暗所室温で15分間静置してマイクロプレートリーダー(MTP-300, コロナ)を用いて520nmにおける吸光値を測定し、新鮮重量100g当りのTrolox相当量として算出した。

5. リパーゼ活性と阻害率の測定

膵リパーゼ活性は、トリオレインからのオレイン酸遊離量を基にして算出した(西ら 2007)。基質溶液は、9mlのTES緩衝液(pH7.0)に80mgのトリオレイン(Sigma)、10mgのレシチン(太陽化学)、5mgのコール酸ナトリウム(関東化学)を加え、超音波処理を行い調製した。20 μ lの基質溶液、30 μ lの豚由来膵リパーゼ(3mg/ml, EC 3.1.1.3, Sigma)、20 μ lの既知濃度のサンプル溶液をよく混和後、37°C、30分間反応させ、ただちにNEFA-Cテストワコー(和光純薬)を用いて遊離脂肪酸量を測定した。コントロールにおける遊離脂肪酸量との比較から、膵リパーゼ活性に対する阻害率(%)及びIC₅₀を算出した。

実験結果および考察

1. 血糖値の上昇抑制及び糖分解酵素活性の阻害

レッドラズベリー, イエローラズベリーおよびブラックラズベリーのポリフェノールを一過的にマウスに投与して, デンプンを投与したとき, イエローラズベリーのポリフェノールを投与したマウスの30分後の血糖値にのみ有意な上昇抑制が認められ, コントロールの約80%の値を示した (Table 1)。また, スクロースを投与したときは, イエローラズベリーのポリフェノール液を投与して30分後にのみ有意に血糖値上昇抑制が認められ, コントロール値の約75%を示した。また, レッドラズベリーやブラックラズベリーのポリフェノールを投与したマウスの血糖値は, それぞれ糖投与後60分, 糖投与後120分後に, コントロールの血糖値より有意に高い値を示し, 血糖値の急激な低下の抑制が示された (Table 2)。

α -アミラーゼ活性に対するレッドラズベリー, イエローラズベリーおよびブラックラズベリーポリフェノールの50%活性阻害濃度 (IC₅₀) を測定したところ, レッドラズベリーポリフェノールの IC₅₀ は97ppb, イエローラズベリーポリフェノールのそれは101ppb, ブラックラズベリーポリフェノールのそれは588ppb であった (Table 3)。同様に α -グルコシダーゼ活性に対する50%活性阻害濃度 (IC₅₀) を測定したところ, レッドラズベリーポリフェノールのそれは479ppb, イエローラズベリーポリフェノールのそれは314ppb であったが, ブラックラズベリーポリフェノールには阻害作用がほとんど認められなかった (Table 3)。*in vitro* 実験において, レッドラズベリーポリフェノールはイエローラズベリーポリフェノールと同程度に糖分解酵素の阻害が示されたが, *in vivo* 実験ではイエローラズベリーポリフェノールにのみ有意な血糖値上昇の抑制作用が認められた。これらのことか

Table 1 Blood glucose level (mg/dl) in short-term administration of RRBP, YRBP and BRBP after feeding with starch

Time (min)	Control	RRBP	YRBP	BRBP
0	87.5 ± 22.7	92.8 ± 9.3	85.8 ± 4.6	92.5 ± 12.9
30	300.0 ± 28.3	303.0 ± 26.3	239.0 ± 34.0*	313.8 ± 28.1
60	267.5 ± 62.2	240.0 ± 35.4	205.8 ± 26.4	253.0 ± 54.6
120	109.3 ± 25.7	106.8 ± 15.4	96.0 ± 14.4	100.8 ± 15.5

Abbreviations : RRBP, Red raspberry polyphenol ; YRBP, Yellow raspberry polyphenol ; BRBP, Black raspberry polyphenol.

Values are means ± standard deviations for 4mice.

*p<0.05.

Table 2 Blood glucose level (mg/dl) in short-term administration of RRBP, YRBP and BRBP after feeding with sucrose

Time(min)	Control	RRBP	YRBP	BRBP
0	86.0 ± 11.5	92.0 ± 29.3	80.8 ± 15.8	93.3 ± 10.6
30	187.5 ± 16.1	191.5 ± 19.3	141.5 ± 20.7*	181.0 ± 10.6
60	155.3 ± 12.8	199.0 ± 31.9*	160.8 ± 32.7	178.3 ± 15.9
120	100.5 ± 9.9	112.5 ± 16.1	116.5 ± 37.2	122.3 ± 17.7*

Abbreviations : RRBP, Red raspberry polyphenol ; YRBP, Yellow raspberry polyphenol ; BRBP, Black raspberry polyphenol.

Values are means ± standard deviations for 4mice.

*p<0.05.

らレッドラズベリーポリフェノールに含まれる成分が血糖値の上昇抑制作用を阻害する物質を含むかもしれないが、どのような成分に由来する作用なのかについては今後の課題である。McDougallの研究では、ラズベリーポリフェノールからゼラチン吸着法やゲルろ過法により分画したアントシアニン粗画分が α -グルコシダーゼ活性を阻害し、エラグタンニン粗画分が α -アミラーゼ活性を阻害することを報告している(McDougall et al. 2005)。しかし、本研究においてアントシアニンが主成分であるブラックラズベリーポリフェノールには、 α -グルコシダーゼ活性の阻害作用がまったく認められなかった。今回の結果から、アントシアニン画分に混入した微量化合物が、 α -グルコシダーゼ活性に影響を与えるのかもしれないが、ラズベリーアントシアニン類の α -グルコシダーゼ活性の阻害作用については、今後さらに詳細な検討が必要である。

2. ポリフェノール及びアントシアニン含量と抗酸化活性

小果実の中でポリフェノール含量が最も高かったのはブラックラズベリー(6.61±0.17mg/g)であり、次いでリンゴンベリー(6.54±0.09mg/g)、アサマベリー(5.93±0.04mg/g)およびブラックベリー(4.57±0.08mg/g)の順であった(Table 4)。また高い抗酸化活性を示したのは、ブラックベリー(26.3±0.0 μ mol/g)であり、次いでブラックラズベリー(24.8±0.3 μ mol/g)、アサマベリー(18.3±1.1 μ mol/g)及びリンゴンベリー(16.9±1.0 μ mol/g)であった(Table 5)。これらポリフェノール含量と抗酸化活性との間には正の相関が認められた($y=2.1405x+8.3332$, $R^2=0.6364$)。これらの結果から、小果実の抗

酸化活性はポリフェノール含量に相関することが示された。しかし、小果実類にはポリフェノール以外に抗酸化活性を示すアスコルビン酸やカロテノイドなどが含まれているので、それらとの相互作用についても今後検討する必要がある。

小果実の中でアントシアニン含量が最も多かったのは、ブラックラズベリー(416.2±17.1 μ g/g)であり、次いでアサマベリー(130.7±6.7 μ g/g)、ブラックベリー(121.0±4.9 μ g/g)、リンゴンベリー(106.0±1.4 μ g/g)であった(Table 4)。アントシアニン組成を検討したところ、レッドラズベリーの1種であるワイダーベールレッドではCyanidin-3-sophorosid, Cyanidin-3-glucorutinoside, Cyanidin-3-glucoside, Cyanidin-3-rutinosideが、ブラックラズベリーではPelargonidin-3-glucorutinosideやCyanidin-3-rutinosideが、ブラックラズベリーではPelargonidin-3-glucorutinosideが主成分として認められ、ブラックラズベリーではこれら以外の成分も複数認められた。イエローラズベリー2品種では、他の果実と比較してアントシアニン含量がごく少なく(ファーゴールド; 2.0±4.0 μ g/g, ゴールデンエンペラー0.9±0.0 μ g/g)、オリゴマー型ポリフェノールの割合が高い特徴が示された。

各小果実のポリフェノールをSephadex LH-20カラムクロマトグラフィーで比較分析した。Sephadex LH-20カラムクロマトグラフィーによる溶出パターンは、大まかなポリフェノールの分子量(重合度)の違いを示すことが報告されている(Takahata et al. 2001)。すなわち、エタノール溶出画分は、主にモノマー型ポリフェノール、メタノール溶出画分には低重合度のポリフェノール類(タ

Table 3 Polyphenol concentration which inhibits α -amylase and α -glucosidase activity to 50%

	50% inhibition concentration (IC ₅₀ , ppb)	
	α -amylase	α -glucosidase
RRBP	97	479
YRBP	101	314
BRBP	583	n.d.

n.d. : not detected

ニンニク類など；オリゴマー型ポリフェノール), 60%アセトン溶出画分には高重合度のポリフェノール類が溶出されると推察されている。ブラックラズベリーポリフェノールを画分に分別し, ポリフェノール含量を比較したところ, 全体の94%のポリフェノールがエタノールで溶出した。レッドラズベリーポリフェノールでは, 50%以上のポリフェノールがエタノールで溶出した。しかし, 2品種のイエローラズベリーでは, ファーゴールドで24%, ゴールデンエンペラーで34%のポリフェノールがエタノール溶出画分に認められた。また, イエローラズベリーポリフェノールの中で, 60%アセトンで溶出したポリフェノールの割合は59%と高かったのに対して, ブラックラズベリーやアサマベリーポリフェノールのそれは1%以下であった。グズベリーとリンゴンベリーポリフェノールは, メタノールで溶出したポリフェノールの割合が35%以上を示し, 他の果実とは異なる特徴を示した (Table 4)。これらのことからイエローラズベリー以外の果実のポリフェノール組成は, モノマー型が多い傾向にあり, 特にブラックラズベリーやアサマベリーでは顕著にモノマー型ポリフェノールが高い特徴を持つことが推察された。また他の果実中にはオリゴマー型ポリフェノールが含まれ, 果実の種類により, 重合度が異なることが示唆された。今後, オリゴマー型ポリフェノール類の詳細な構造解析が期待される。

3. 腓リパーゼ活性の阻害

各小果実ポリフェノールの腓リパーゼ活性に対する50%活性阻害濃度 (IC₅₀) を求めたところ, イエローラズベリーのファーゴールドで28.2ppm, ゴールデンエンペラーで31.7ppm及びレッドラズベリーのヌートカで32.7ppmを示し, 高いリパーゼ活性阻害を示した (Table 5)。また, 各小果実のアントシアニン含量腓リパーゼ活性阻害の50%活性阻害濃度 (IC₅₀) との間には正の相関が認められ ($y = 3.0444x - 205.5$, $R^2 = 0.6744$), また, モノマー型ポリフェノールの割合と腓リパーゼ活性阻害の50%活性阻害濃度 (IC₅₀) との間にも正の相関 ($y = 1.0784x + 4.8117$, $R^2 = 0.7013$) が認められた。しかし, オリゴマー型ポリフェノールの割合と腓リパーゼ阻害の50%活性阻害濃度 (IC₅₀) との間には負の相関が認められた ($y = -1.08478x + 95.586$, $R^2 = 0.702$)。これらのことから, 腓リパーゼ活性の阻害はアントシアニンなどのモノマー型ポリフェノールではなく, オリゴマー型ポリフェノールに強く影響を受けることが推察された。

謝辞

本研究は帯広畜産大学21世紀COEプログラム研究の一環として行いました。また, 試料果実を値供していただいた村田農場に感謝いたします。

Table 4 Polyphenol and anthocyanin contents of 11 fruits

Spiece	Variety	Polyphenol (mg/g FW)	Proportion of the polyphenol			Anthocyanin ($\mu\text{g/g FW}$)
			A	B	C	
Red raspberry	Waindarbayred	1.8 \pm 0.1	55	1	44	30.4 \pm 2.1
	Skyna	1.8 \pm 0.0	49	1	50	37.6 \pm 1.4
	Neutoka	1.8 \pm 0.1	62	3	35	39.2 \pm 1.1
Yellow raspberry	Fargold	1.3 \pm 0.0	24	17	59	2.0 \pm 0.4
	Goldenemperor	0.9 \pm 0.0	34	22	45	0.9 \pm 0.0
Black raspberry	-	6.6 \pm 0.2	94	5	1	416.2 \pm 17.1
Blackberry	-	4.6 \pm 0.1	75	1	24	121.0 \pm 4.9
Gooseberry	-	1.5 \pm 0.1	42	38	20	30.6 \pm 0.6
Redcurrant	-	1.5 \pm 0.0	58	12	30	31.3 \pm 0.8
Asamaberry	-	5.9 \pm 0.0	82	18	<1	130.7 \pm 6.7
Lingonberry	-	6.5 \pm 0.1	50	44	6	106.0 \pm 1.4

The elution A ; ethanol fraction, B ; methanol fraction and C ; 60% acetone fraction of the LH-20 column.

Values are means \pm standard deviations.

Table 5 Antioxidant activity and pancreatic lipase inhibition of 11 fruits

Spiece	Variety	Antioxidant activity	50% inhibition concentration of
		(μ mol/g FW)	pancreatic lipase (IC ₅₀ , ppm)
Red raspberry	Waindarbayred	13.8 \pm 0.5	47.0
	Skyna	13.9 \pm 0.3	44.2
	Neutoka	13.4 \pm 0.5	32.7
Yellow raspberry	Fargold	11.3 \pm 0.4	28.2
	Goldenemperor	7.9 \pm 0.2	31.7
Black raspberry	-	24.8 \pm 0.3	81.1
Blackberry	-	26.3 \pm 0.0	53.6
Gooseberry	-	7.8 \pm 1.0	54.6
Redcurrunt	-	10.3 \pm 0.4	46.4
Asamaberry	-	18.3 \pm 1.1	69.7
Lingonberry	-	16.9 \pm 1.0	41.3

Values are means \pm standard deviations.

引用文献

- Fujioka S., Matsuzawa Y., Tokunaga K., Tarui S., 1987. Contribution of intra-abdominal fat accumulation to the impairment of glucose and lipid metabolism in human obesity. *Metabolism* 36: 54-59
- Hou DX, 2003. Anthocyanidins induce apoptosis in human promyelocytic leukemia cells, structure-activity relationship and mechanisms involved. *International Journal of Oncology* 23:705-712
- 石見百江, 嶋津孝, 寺田澄玲. 2003. ラズベリーケトンがラットのエネルギー代謝に及ぼす作用 (I) 酸素消費ならびに呼吸商への影響. *肥満研究* 9: 296-301.
- 岩佐寧. 2002. 医学医療の進歩: 虚血性心疾患の疾患概念の変化とリスク評価. *日本保険医学会誌* 100: 35-45
- Kahkonen MP, Heinamaki J, Ollilainen V, Heinonen M., 2001. Berry anthocyanins: isolation, identification and antioxidant activities. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83:1403-1411
- Katsube N, Iwashita K, Tsushida T, Yamaki K, Kobori M. 2003. Induction of apoptosis in cancer cells by bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and the anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51:68-75
- 小嶋道之, 宮下淳一, 前田龍一郎, 稲川裕, 村松祐司. 2005. プラム中の抗酸化活性を有する機能性成分. *日本食品科学工学会誌* 52: 507-511
- 小嶋道之, 山下慎司, 西繁典, 齋藤優介, 前田龍一郎. 2006. 小豆ポリフェノールの生体内抗酸化活性と肝臓保護作用. *日本食品科学工学会誌* 53: 386-392
- 小嶋道之, 西繁典, 齋藤優介, 小疇浩, 弘中和憲, 前田龍一郎. 2007. 小豆ポリフェノールの単回および継続投与が血中グルコース濃度に及ぼす影響. *日本食品科学工学会誌* 54: 50-53
- Losso JN, Bansode RR, Trappey A 2nd, Bawadi HA, Truax R. 2004 In vitro anti-proliferative activities of ellagic acid. *The Journal of nutritional biochemistry* 15: 672-8
- Matsumoto H, Nakamura Y, Tachibanaki S, Kawamura S, Hirayama M. 2003. Stimulatory effect of cyanidin3-glycosides on the regeneration of rhodopsin. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 51:3560-3563
- McDougall GJ, Shpiro F, Dobson P, Smith P, Blake A, Stewart D. 2005. Different polyphenolic components of soft fruits inhibit alpha-amylase and alpha-glucosidase. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 53:2760-6
- McGhie, .TK., Ainge, G.D., Barnett, L.E., Cooney, J.M., Jensen, D.J., 2003. Anthocyanin Glycosides

- from Berry Fruit Are Absorbed and Excreted Unmetabolized by Both Humans and Rats, *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 51: 4539 -4548
- Meyer AS, Heinonen M, Frankel EN. 1998. Antioxidant interactions of catechin, cyanidin, caffeic acid, quercetin, and ellagic acid on human LDL oxidation. *Food Chemistry* 61:71-75
- 宮下淳一, 小嶋道之. 2005. プラムとブルーベリーに含まれるポリフェノール量と抗酸化性との相関. 帯広畜産大学研究報告 26 : 13-19
- 西繁典, 齋藤優介, 小疇浩, 弘中和憲, 小嶋道之. 2007. シーベリー葉ポリフェノールによる高脂肪食投与雄マウスの抗肥満効果. *日本食品科学工学会誌* 54 : 477-481
- Okuda H., Han, L.K., 2001. Medicinal plant and its related metabolic modulators. *Folia Pharmacologica Japonica* 118:347-351
- 齋藤優介, 西繁典, 小疇浩, 弘中和憲, 小嶋道之. 2007. 豆類ポリフェノールの抗酸化活性ならびに α -アミラーゼ及び α -グルコシダーゼ阻害活性. *日本食品科学工学会誌* 54 : 563-567
- Subramani S, Casimir CA, Gerard K. 2002. Phenolic compounds and antioxidant capacity of georgia-grown blueberries and blackberries. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 50:2432-2438
- Takahata Y, Ohnishi-Kameyama M, Furuta, S, Takahashi, M, Suda, I, 2001. Highly polymerized procyanidins in brown soybean seed coat with a high radical-scavenging activity. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 49:5843-5847
- 寺田澄玲, 石見百江, 嶋津孝. 2003. ラズベリーケトンがラットのエネルギー代謝に及ぼす作用(II) 組織ならびに血中の脂質代謝動態に対する効果. *肥満研究* 9 : 302-307
- Tominaga S, Matsumoto H, Tokunaga T, Hirayama M. 1999. Effects of blackcurrant anthocyanosides on visual function. pp143 *Proceeding of the 2nd ICOFF*,

2nd ICOFF Secretariat. Kyoto

Summary

In this research, we extracted polyphenol from six types of raspberry and five kinds of small fruits, and the composition and the functionality were compared. The content of the polyphenol was different according to the small fruits kind, and a big difference was detected in the composition like the anthocyanins content and the ratio of the oligomer type polyphenol. When functionalities were compared, the anti-oxidation revitalization and the pancreatic lipase obstruction revitalization were different depending on the kind of small fruits. The correlation was detected when the content of the polyphenol was compared with the anti-oxidation revitalization and it was suggested that the anti-oxidation revitalization originated in the polyphenol. Moreover, it was suggested that a positive correlation was admitted between IC50 of the anthocyanins content and the pancreatic lipase revitalization obstruction, and a negative correlation was detected between the ratio of the oligomer type polyphenol and IC50 of the pancreatic lipase revitalization. The pancreatic lipase obstruction originated in not a monomeric polyphenol like anthocyanins but the oligomer type polyphenol. When the sugar solution enzyme obstruction revitalization was examined by using the raspberry extracted material with different red, yellow, black fruits color, a high obstruction action was detected in a red and yellow raspberry. However, when the animal experiment was done by using these raspberries, only the yellow one showed the blood glucose level rise control action, and a result different from the in vitro experiment was shown. The application of the metabolic syndrome control action of these small fruits to the human will be expected in the future.

[key words] berry, polyphenol, blood glucose level, pancreatic lipase, metabolic syndrome

江馬修『山の民』研究序説〔五〕

——改稿過程の検討(五)・学会版から冬芽書房版へ(前)——

柴 口 順 一

(帯広畜産大学文学研究室)
二〇〇八年四月三十日受付
二〇〇八年五月十五日受理

An introductory study on Shu Ema "Yama no Tami" [5] :

A research on the process of rewriting (5) ・ From Gakkai version to Toga Shobo 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、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)への改稿を前稿までに検討した。本稿以下では第二の改稿、すなわち学会版から冬芽書房版への改稿を検討する。

学会版は三部構成で各一冊ずつの三冊本であったが、冬芽書房版もそれを踏襲する。ただし、それぞれのタイトルは第一部の「雪崩する国」が「なだれする国」、第二部の「奔流」が「梅村速水」、第三部の「途上」が「蜂起」へと改められている。第二部の「梅村速水」は初稿第二編のタイトルと同じで、いわばもとに戻った形ともいえる。初稿の題名は『山の民』ではなく、第二編が「飛騨の維新」、第二編が「梅村速水」で、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は以前に述べた。その

サブタイトルが学会版では第一部のタイトルとなり、それは「雪崩」をひらがなに改めただけで冬芽書房版に踏襲された形となる。出版年月は第一部、第二部がともに一九四九年十二月だが、前者は五日、後者は二十日の日付である。第三部は翌一九五〇年一月である。

学会版の第一部は十五章、第二部は十章、第三部は十二章で構成されていたが、冬芽書房版ではそれぞれ二十九章、三十二章、三十五章へと大幅に数が増えている。だがそれは、その増加にいわば見合うような内容の大幅な増加を意味するものではない。学会版での章割りをさらに細かにした結果とってほぼ差しつかえない。ちなみに、学会版では各章にタイトルがついていたが、冬芽書房版にはタイトルはなく、漢数字のみの記載である。

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分けによる区分が存在した。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。冬芽書房版でもこの一行分けによる区分は行なわれている。だからこそ、これまでの比較においてもその方法をとったのであり、それは次の理論社版でも変わらない。

そこで、まずは新たに取りあげる冬芽書房版をそれらの単位に分けることからはじめたいが、学会版において行なった際には、各单位の内容のごく簡単な要約を付しておいた。作品全体の流れを把握できるようにというだけではなく、各单位同志の対応をより理解しやすいようにと考えたためである。冬芽書房版を単位に分けるにあたってはむろんそれは必要なことであるが、ここで新たに冬芽書房版の単位に合わせて要約をし直すのは混乱をまねきかねないであろう。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からである。したがって、要約は基本的に学会版のものを用い、新たに加えられた単位や省かれた単位はそれに補足を加える形にした方が混乱は少ないと考えられる。単位分けの相違や食い違いはのちに示す対照表を参照すればほぼ理解は可能であろう。そこで、単位分けに先立ちまずは学会版における要約に補足を加えたものを示しておく。冬芽書房版で新たに加えられた単位は◎を付け冬芽書房版の単位番号を記し、新たな要約を付す。冬芽書房版の単位番号は学会版と容易に区別できるよう、また初稿とも区別できるように「」付けにする。また、省かれた単位は番号に「」を付して示す。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。むろん、学会版におけるページ数である。したがって、新たに加えられた単位には記さない。それについてはのちに示す冬芽書房版の単位分けの際に記す。

第一部 雪崩する国

一 高山御役所

- 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。(3～6)
- 2 寺田、郡代新見内膳へ情勢報告。(6～10)
- 3 大評定の末、郡代役所を鎮撫使先発隊へ明け渡すことを決定。(10～18)
- 4 評定の決定を町会所・郡中会所の役人を呼び報告。(19～20)
 - 二 地役人
- 5 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。(21～24)
- 6 地役人ら、奥田邸での相談の結果、天朝への帰順を決定。(24～31)
- 7 決定後、奥田邸で酒宴。(31～34)
 - 三 きのおとけふ
- 8 事情を聞きつけた人々の混乱。(35～37)
- 9 (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。(37～44)
- 10 郡代の妻子ら、江戸へ向け出発。(44～46)
 - 四 郡中会所
- 11 (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。(47～48)
- 12 郡中会所と安永年間の大原騒動について。(48～52)
- 13 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。(52～58)
- 14 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。(58～69)
 - 五 夜の落人
- 15 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。(70～73)
- 16 郡上藩攻め入るのうわさで混乱する人々。(73～77)
- 17 新見郡代、郡上藩入国を聞き早々江戸へ向け出発。(78～86)
 - 六 牛を追ふて

- 18 牛方親子、道端の地蔵尊類が消えているのを発見。(87～92)
- 19 牛方親子、百姓たちの不動尊撤去の現場に遭遇。(92～95)
- 20 牛方親子、峠の茶屋に到着。(96～97)
- 21 茶屋での、老婆・牛方・百姓の会話。(97～102)
- 22 牛方親子、茶屋を去り、途中早飛脚に出会う。(103～105)
- 七 維新の使者
- 23 (二月十日)竹沢寛三郎、東山道鎮撫使先発隊の命を受け京都を出発。(106～111)
- 24 郡上藩入国し、人々反発を強める。(111～114)
- ◎(25) 竹沢、飛驒入国の布石として笠松郡代所を帰伏させる。(114～122)
- 25 地役人・郡中会所の迎えを受け、竹沢飛驒に入る。(114～122)
- 26 (二月四日)郡上藩の一部が退去し、竹沢多くの人々に迎えられ高山に入る。(122～127)
- 八 『飯粒で鯛』
- 27 竹沢の到着に人々ひとまず安堵。(128)
- 28 (二月五日)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。(128～130)
- 29 町会所・郡中会所の総代、郡上藩家老鈴木兵左衛門に呼ばれ出向く。(130～136)
- 30 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。(136～141)
- 31 総代郡中会所に戻り、相談の上再び鈴木の元へ行き辞退を告げる。(141～146)
- 九 たくらみ
- 32 竹沢、町年寄矢島善左衛門に郡上藩のことを語る。(147～149)
- 33 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。(149～154)
- 34 (二月六日)町会所・郡中会所の総代、郡上藩の件で竹沢へ嘆願。(154～158)
- 35 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。(158～159)
- 十 天領百姓
- 36 (二月七日)竹沢、天朝御領を宣言し、年貢半減その他運上等の軽減を約束。(158～159)
- 37 広瀬村五郎作、藁つかい小屋に寄り、夜ばい話に興じる若者に年貢半減を伝える。(160～163)
- ◎(46) 藁つかい小屋で若者たち、世を語り合う。(163～169)
- 38 五郎作、家に帰り、女房のおしずくに年貢半減のことを伝える。(169～176)
- 39 五郎作、夜ばいに来た若者と年貢半減を肴に酒を飲むところに、息子が帰宅。(176～187)
- 十一 睨み合ひ
- 40 (二月八日)郡上藩鈴木、竹沢に不満を述べ対立。(188～194)
- 41 (二月九日)郡上藩排除を期して竹沢総督府本陣へ向かう。(194～198)
- 42 畳屋の佐吉、郡上藩の侍に因縁をつけ対立。(198～207)
- 十二 うどん屋
- 43 お光姉妹のいるうどん屋へ通う郡上兵。(208～210)
- 44 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。(210～225)
- 45 火事の半鐘に戦と早合点する郡上兵。(225～227)
- 十三 総督府本陣へ
- 46 嘆願のため続々と総督府へ向かう百姓たち。(228～232)
- 47 (二月十三日)郡中会所総代、総督府へ行き、郡上藩の件で嘆願。(232～240)
- 十四 絶望と歓喜
- 48 郡中会所での百姓たちのおしゃべりと謎かけ。(241～250)
- 49 (二月十六日)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。(250～255)
- 50 竹沢、急遽飛驒取締役を仰せつかった旨、総代に報告。(255～259)

- 十五 竹沢の夢
- 51 (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。
(260 ~ 263)
- 52 竹沢の行なった種々の政策。
(263 ~ 267)
- 53 山々に臨んでの竹沢の感慨。
(267 ~ 269)
- 第二部 奔流
- 一 梅村速水
- 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)
- 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。
(14 ~ 21)
- 3 (三月一日)梅村飛驒高山に入り、翌日竹沢と会見。
(22 ~ 30)
- 4 梅村、脇田より事情を聞き、竹沢山王祭を直前にした飛驒を去る。
(30 ~ 41)
- 5 (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。
(41 ~ 46)
- 6 (三月十七日)郡中会所総代、梅村に願書を提出するが怒りを買ひ塾居を命じられる。
(46 ~ 51)
- 7 竹沢捕縛の知らせに動揺する人々。
(51 ~ 55)
- 二 おつる
- 8 維新が抱える様々な困難と梅村の政策。
(56 ~ 58)
- 9 梅村、役人たちと妻帯のことを話し合う。
(59 ~ 65)
- 10 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。
(65 ~ 74)
- 11 梅村、おつるを陣屋に連れて帰り、結婚を決意。
(74 ~ 80)
- 三 労働と諦念
- [12] 石灰焼場の親子と通りがかりのぼっか、世を語り合う。
(81 ~ 94)
- 13 東本願寺の連枝霊樹院勝縁、飛驒来訪の知らせ。
(94 ~ 100)
- 14 連枝、飛驒を巡行。
(100 ~ 104)
- 四 小さい一人
- 15 捨て児発見に苦悩する梅村とおつる。
(105 ~ 110)
- 16 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。
(110 ~ 116)
- 17 助右エ門の田圃の田植え。
(116 ~ 123)
- ◎(29) 梅村、赤ん坊の母親を戒め諭す。
- 18 田植えの最中弥助の嬪、梅村に呼び出され、田植衆、梅村の悪口をいう。
(123 ~ 130)
- 19 田植えの宴会でまた梅村の悪口。
(130 ~ 137)
- 五 旧弊一新
- 20 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)
- 21 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 ~ 145)
- 22 布告の第四において、勸農を説く。
(145 ~ 146)
- 23 最後の布告第五において、富国を説く。
(146 ~ 147)
- 24 梅村が行なったその他の政策。
(147 ~ 150)
- 25 梅村とおつる、花売りの少女から花を買い、みずから建てた捨て児の墓に詣でる。
(150 ~ 158)
- 六 弥平と徳兵衛
- 26 百姓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。
(159 ~ 173)
- 27 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。
(173 ~ 180)
- 28 弥平の生いたち。
(180 ~ 186)
- 29 これからの飛驒についておいに語る弥平と徳兵衛。
(186 ~ 199)
- 七 下々の下国
- 30 飛驒に特別な年貢・買請米制度とそれに対する梅村の考え。
(200 ~ 209)
- 31 梅村の行なった様々な救恤政策。
(209 ~ 212)
- 32 天保大飢饉死者のための大提要。
(212 ~ 219)

33 法要から帰る途中の百姓たち。
八 神を瀆するもの (219～222)

34 (九月八日)明治改元と(十月)東京行幸。 (223)

35 秋祭り準備のなか、梅村への不満を語る百姓たち。 (223～229)

36 祭りの準備中、役人がお社の御神体を調べに来て没収、祭りは中止になる。 (229～237)

37 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。 (237～240)

38 郷兵の組織について。 (241～244)

39 梅村、不平分子を捕縛し、太政官に新たな進言。 (244～247)

九 堤防工事

40 梅村、洪水対策のために堤防工事に着手。 (248～252)

41 梅村、堤防工事の現場を訪れ工事の遅れに対処。 (252～256)

42 堤防が完成し、祝宴が催される。 (256～261)

43 祝宴に梅村・おつるが参加。 (261～268)

44 梅村・おつる退席後も祝宴は続く。 (268～275)

十 合羽屋おらく

45 梅村、密通を厳しく禁止するとともに、遊女屋を設置。 (276～279)

46 六人の女を密通の疑いで取り調べる。 (279～285)

47 村山三郎、おらくと吉住弘之進を発見し、おらくをおどす。 (286～299)

48 おらくと下女おかねを尋問。 (299～303)

49 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。 (303～311)

50 (十二月二日)おらく、制札場で晒しの刑に処せられる。 (312～316)

51 梅村のおらくへの意趣返しをうわさし、戦々恐々とするひとびと。 (316～319)

52 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。 (319～332)

第三部 途上

一 御門前

1 門番の辰蔵、役所の前をぼんやり通り過ぎる女をつかまえいさめる。

2 料理屋の女将・百姓たちの門の出入り。 (3～8)

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。 (8～12)

二 深夜の客 (12～15)

4 宿屋で山方の百姓宇平と利助が嘆願のことで相談。 (16～22)

5 飛驒山方の、安石代・山方米についての歴史的経緯。 (22～34)

6 川上屋善右衛門、宿屋の宇平・利助を尋ね、上洛直訴の計画を打ちあける。 (35～53)

三 大砲刑

7 真夜中、町会所の寄り合いの最中に大砲の音がとどろく。 (54～63)

8 山方百姓をはりつけにし、おどしの空砲を撃つ。 (63～70)

9 百姓たち、白州に連れられ大砲刑をいわたされる。 (70～76)

10 刑執行に対して吉田文助・村上俊介・奥田金馬太郎、梅村に意見。 (76～86)

11 空砲を撃ち、処刑と見せかけ百姓たちを逃がす。 (86～91)

四 女ばかりの村

12 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。 (92～98)

13 山方のある部落に到着するが、そこに男は一人もおらず、女だけであった。 (98～105)

14 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。 (105～109)

五 ほやを食ふ人々

15 雪と寒さに難儀する調練隊、ある部落で啞者の男を発見。 (110～115)

16 黍生谷の農家に一泊するが食べ物がなく、つねとはつ二人が米を調達に出

- かける。
 17 途中、はつが男たちのいる山小屋に事の次第を知らせに向かう。(129～140)
 18 一方、調練隊は村中の食べ物を探索し、酒を見つける。(140～148)
 19 翌朝、つねが米を持って戻ってくる。(148～149)
 六 逃散者
 20 猪の鼻村宇平の家に人々が集まっている所に、調練隊来るとの知らせ。(150～156)
 21 男たちは猪狩りへ、年寄りと娘は山小屋へ向かう。(156～162)
 22 調練隊、宇平の家にやって来てかつを縛りあげる。(162～166)
 23 大古井村長太郎、国境を越え逃げるべく家を出るが、途中崖から転落し死亡。(166～174)
 24 調練隊、大古井村に到着。(174～177)
 [25] 国外逃亡者厳罰の通達。(177)
 七 明治二年春
 26 (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。(178～183)
 27 教諭方、梅村の政策の啓蒙につとめる。(183～187)
 28 (二月二十二日)梅村、集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。(188～190)
 29 京都へ行く前夜、梅村、おつると話すうちに癩癩をおこす。(190～203)
 30 (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。(203～204)
 八 訴へ
 31 (二月八日)川上屋善右衛門、嘆願のため京都へ向かう。(205～208)
 32 善右衛門、脇田頼三に会い、相談の上願書を提出。(208～214)
 33 善右衛門、三川屋市右衛門に偶然出会い、願書提出のことを話す。(214～218)
 34 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。(214～218)
 35 危うく追手につかまりかけた善右衛門は再度願書を提出。(218～221)
 九 夢魔
 36 関所廃止の行政官布告にとまどう役所。(221～237)
 37 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。(237～241)
 38 商法局の主要産業独占に高まる不満。(241～243)
 39 探索方、高山に乗り込み、一方赤田屋瑛二郎ら謹慎処分。(243～244)
 40 各所でのぼや騒ぎ。(244～246)
 41 火方と調練隊の反目。(246～250)
 42 刑法官監察司、高山を訪れ調査。(250)
 43 自衛のため見張りに立つ百姓たち。(251～254)
 44 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。(254～257)
 45 旧地役人、つるの不満から期に乗じて口上書を提出。(257～262)
 46 江馬弥平の家の作小屋、火事にあう。(262～265)
 47 旧地役人の要求に危機をおぼえ、吉田文助 京都の梅村のもとへ向かう。(265～268)
 ◎〔58〕 江馬の家をはじめ多くの家が打ちこわしにあう。
 ◎〔59〕 打ちこわしは拡大し、牢屋や学校までが襲われる。
 ◎〔60〕 門番の辰蔵が殺され、鳥羽良映・吉田忠太郎がつかまる。
 ◎〔61〕 暴動が拡大するなか、難をのがれようとする人々。
 ◎〔62〕 暴動のさらなる拡大を危惧する旧地役人、さまざまな対策を講じる。
 ◎〔63〕 旧地役人の働きかけもあり、暴動は一時沈静化する。
 十 猪の如く
 48 続々と京都へ向かう反梅村派。(269～272)
 49 高山の情勢逼迫を極めるなか、切腹や逃亡を企てる役人たち。(272～276)
 50 刑法官判事から取調べを受けた梅村、(三月五日)禁をおかして高山へ向かう。(276～281)
 ◎〔68〕 梅村入国を警戒する人々。

- ◎〔70〕 梅村がやって来ると聞き、再び決起する人々。
 ◎〔71〕 梅村を迎えうつために武装する人々。
 ◎〔72〕 迎えうつ人々のさまざまなき。
 51 梅村、いったん高山へ向かうが入国を断念、(三月十日)引き返す途中肩を撃たれ負傷。(281～289)
 十一 梅村の没落
 ◎〔76〕 梅村撃退後の人々の様子。
 ◎〔77〕 名張村五郎左衛門がとらえられ、殺される。
 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。(290～293)
 53 郡中会所、宮原に十二ヶ条の願書を提出。(293～298)
 [54] 旧地役人たち、事後のために様々な画策をめぐらす。(298～303)
 55 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。(303～308)
 十二 新政謳歌
 56 (四月二十日)宮原大輔、高山県知事に就任し、旧地役人たちと酒宴。(309～328)
 57 梅村、牢で煩悶の末(明治三年十月二十六日)死ぬ。(328～331)
 58 梅村派の人々のその後。(332～335)
 59 善右衛門、その他京都で活動していた人々のその後。(335～337)
 60 広瀬村五郎作、とうまる駕籠に乗せられ高山を去る。(337～340)

二

次に冬芽書房版の単位分けを記すが、以前に述べたように、この冬芽書房版をもとにしたものがその後複数出版されている。第三部発行の翌年に早くも角川文庫(一九五二年)に収められ、その後濃飛文庫版(一九七八年、大衆書房)が出版される。そして、江馬修没後十年を記念して出版された春秋社版(一九八五年)、さらにはその新装版(一九九七年)もある。この新装版はまさに装丁を改めただけのもので、中身はもと版とまったくの同一である。そして、実は濃飛文庫版もまた角川文庫

版とまったくの同一である。というよりは、それはまさに角川文庫版なのである。というのは、カバー及び三冊がまとめて入るケースには「濃飛文庫」、さらには「発売元 大衆書房」と記されているが、本体はまぎれもない角川文庫だからである。奥付を見ても、「濃飛文庫」の記載はなく、角川文庫の奥付である。ただし、「著作者」、「発行者」と並列させ「発売元」として、「大衆書房」の記載がある。ちなみに、カバーとケースには「濃飛文庫」のほかに「角川文庫版」という記載もあった。したがって、都合三種類のテキストしかないことになる。そこで、冬芽書房版、角川文庫版、春秋社版の三種のページを記しておくことにする。

ただ、初稿や学会版においてもそうであったが、単位分けには少々微妙なケースがある。引用がからんでいる場合である。この作品には、文書や書簡あるいは歌等が引用されることが少なくない。その際には、冬芽書房版では二字下げ、前後一行あけで記されるのが基本になっているが、すべてが厳密にそうであったわけではなかった。つまり、引用の行あけなのか件の行あけなのか判断し難い部分があるのである。その場合はむろん内容で判断するしかないのだが、ぶれが生じるのは避けられない。わざわざページ数を記すのもそのためであるが、ここではもうひとつ問題がある。それは、角川文庫版も春秋社版も、各章中における一行あけの記述が冬芽書房版とは異なっている場合があることである。すなわち、もと版である冬芽書房版の記述を変えていたということになるのだが、たぶんそれは故意ではなかった。変えられていたのはすべて一行あけがあったものをなくしたものであり、かつその部分はすべて冬芽書房版ではページの切れ目だったからである。つまり、ページの切れ目の部分の一行あけを見落していたのである。行数を数えれば容易に判断することができるが、それをおこたっていたのである。ただし、ページの切れ目の部分でも正しく一行あけにしてあるところもある。そこで、角川文庫版と春秋社版のページには、それら一行あけになっていない部分はどこであいていたかを示すために、その部分のページのあとには括弧付けで行数をも記す。なお、角川文庫版は冬芽書房版と同じく三冊本だが、春秋社版はなぜか上、下の二冊本である。三部構成の作品をことさら二冊本にしたのは理解に苦しむが、ともあれ、春秋社版のページは上、下それぞれのページを記すしかない。

第一部 なだれする国

$\widehat{17}$		$\widehat{16}$	$\widehat{15}$	$\widehat{14}$	$\widehat{13}$	$\widehat{12}$	$\widehat{11}$	$\widehat{10}$	$\widehat{9}$	$\widehat{8}$	$\widehat{7}$	$\widehat{6}$	$\widehat{5}$	$\widehat{4}$	$\widehat{3}$	$\widehat{2}$	$\widehat{1}$
九		八		七		六		五		四		三		二		一	
94 ∩ 96		88 ∩ 94	85 ∩ 88	68 ∩ 85		60 ∩ 68	59 ∩ 60	53 ∩ 53	48 ∩ 50	40 ∩ 48	37 ∩ 40	33 ∩ 36	25 ∩ 33	22 ∩ 25	11 ∩ 22	7 ∩ 11	3 ∩ 6

冬芽書房版

86 ∩ 88	82 ∩ 86	79 ∩ 82	65 ∩ 79	58 (6) ∩ 65	58 (5)	52 ∩ 57	50 ∩ 52	49 ∩ 50	42 ∩ 48	39 ∩ 42	37 ∩ 39	30 ∩ 37	28 ∩ 30	19 ∩ 27	15 ∩ 18	12 ∩ 15
---------------	---------------	---------------	---------------	----------------------	-----------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

角川文庫版

上

74 ∩ 75	69 ∩ 73	66 ∩ 69	53 ∩ 66	47 ∩ 53	46 ∩ 47	41 ∩ 46	40 ∩ 41	38 ∩ 39	31 ∩ 38	29 ∩ 31	26 ∩ 29	20 ∩ 26	18 ∩ 20	9 ∩ 18	6 (2) ∩ 9	3 ∩ 6 (1)
---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	--------------	--------------------	--------------------

春秋社版

$\widehat{38}$		$\widehat{37}$	$\widehat{36}$	$\widehat{35}$	$\widehat{34}$	$\widehat{33}$	$\widehat{32}$	$\widehat{31}$	$\widehat{30}$	$\widehat{29}$	$\widehat{28}$	$\widehat{27}$	$\widehat{26}$	$\widehat{25}$	$\widehat{24}$	$\widehat{23}$	$\widehat{22}$	$\widehat{21}$	$\widehat{20}$	$\widehat{19}$	$\widehat{18}$
十六					十五				十四		十三			十二		十一			十		
191 ∩ 195		190 ∩ 191	186 ∩ 190	180 ∩ 186	178 ∩ 180	172 ∩ 178	169 ∩ 172	167 ∩ 169	166 ∩ 167	164 ∩ 166	153 ∩ 164	151 ∩ 153	143 ∩ 150	141 ∩ 143	137 ∩ 141	129 ∩ 137	117 ∩ 129	113 ∩ 117	107 ∩ 113	100 ∩ 107	96 ∩ 100

166 ∩ 169	165	161 ∩ 165	156 ∩ 161	155 ∩ 156	150 ∩ 155	148 ∩ 150	146 ∩ 148	145 ∩ 146	141 ∩ 145	134 ∩ 144	133 (1) ∩ 134	126 ∩ 132	125 ∩ 126	121 ∩ 125	115 ∩ 121	105 ∩ 115	102 ∩ 105	97 ∩ 102	91 ∩ 97	88 ∩ 91
-----------------	-----	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	------------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	----------------	---------------	---------------

149 ∩ 153	149	145 ∩ 148	141 ∩ 145	140 ∩ 141	135 ∩ 140	132 ∩ 134	131 ∩ 132	130 ∩ 131	129 ∩ 130	120 ∩ 129	118 (4) ∩ 119	112 ∩ 118	110 ∩ 112	107 ∩ 110	101 ∩ 107	91 ∩ 101	88 ∩ 91	84 ∩ 88	78 ∩ 83	75 ∩ 78
-----------------	-----	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	------------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	----------------	---------------	---------------	---------------	---------------

57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39
285	二十 278	二十 276	274	269	二十 268	二十 259	二十 250	二十 245	二十 239	二十 234	二十 227	二十 220	二十 217	十九 212	二十 210	十八 209	二十 202	十七 195
287	285	278	276	274	269	268	259	250	245	239	234	227	220	217	212	210	209	202

244	238	236	234	230	229	222	214	210	205	201	195	189	187	183	181	181	175	169
245	243	237	236	234	230	229	222	214	210	205	201	195	189	187	183	181	175	169
245	243	237	236	234	230	229	222	214	210	205	201	195	189	187	183	181	175	169

223	218	216	215	211	210	203	196	192	187	183	176	172	170	166	165	164	158	153
225	223	218	216	215	211	210	203	196	192	187	183	178	172	170	166	164	158	153
225	223	218	216	215	211	210	203	196	192	187	183	178	172	170	166	164	158	153

9	8	7	6	5	4	3	2	1	第二部			66	65	64	63	62	61	60	59	58
46	42	39	34	33	26	25	16	3	梅村速水			342	337	333	328	323	312	304	297	287
49	46	42	38	34	33	26	24	16				345	342	337	333	328	323	312	303	297

41	38	35	31	30	23	23	14	4	291	286	283	279	275	266	259	254	245
44	41	38	35	31	24	24	23	14	293	291	286	283	279	274	266	259	253
44	41	38	35	31	24	24	23	14	293	291	286	283	279	274	266	259	253

306	303	300	297	296	290	290	282	273	268	264	261	257	253	244	238	233	225
308	306	303	300	297	291	291	289	282	270	268	264	261	257	253	244	238	232
308	306	303	300	297	291	291	289	282	270	268	264	261	257	253	244	238	232

$\widehat{28}$	$\widehat{27}$	$\widehat{26}$	$\widehat{25}$	$\widehat{24}$	$\widehat{23}$	$\widehat{22}$	$\widehat{21}$	$\widehat{20}$	$\widehat{19}$	$\widehat{18}$	$\widehat{17}$	$\widehat{16}$	$\widehat{15}$	$\widehat{14}$	$\widehat{13}$	$\widehat{12}$	$\widehat{11}$	$\widehat{10}$	
120	十三 112	十二 112	十一 106	102	98	96	十 87	九 85	83	八 78	74	70	67	七 62	59	55	六 55	49	五 55
\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int
127	120	112	106	102	98	96	87	85	83	83	78	74	70	67	62	59	55	55	49

105	98	93	89	86	84	76	75	73	69	65	62	59	55	52	49	44
\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int
111	105	98	92	89	86	83	76	75	72	69	65	62	59	55	52	49

364	358	358	325	350	347	345	338	337	335	332	328	325	323	319	316	313	313	309
\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int
370	364	358	353	350	347	345	338	337	335	335	331	328	325	322	319	316	313	313
(11)																		

$\widehat{47}$	$\widehat{46}$	$\widehat{45}$	$\widehat{44}$	$\widehat{43}$	$\widehat{42}$	$\widehat{41}$	$\widehat{40}$	$\widehat{39}$	$\widehat{38}$	$\widehat{37}$	$\widehat{36}$	$\widehat{35}$	$\widehat{34}$	$\widehat{33}$	$\widehat{32}$	$\widehat{31}$	$\widehat{30}$	$\widehat{29}$
223	二十二 213	二十一 198	二十 196	190	189	十九 181	十八 180	171	166	十七 161	156	十六 153	152	150	147	143	十五 131	十四 128
\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int
225	223	213	198	196	190	189	181	180	171	165	161	156	153	152	150	146	143	131

194	185	172	170	165	156	156	156	149	144	140	136	133	132	131	127	125	114	111
\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int
196	194	185	172	170	157	157	157	156	148	144	140	136	133	132	(18) 127	(17) 127	124	114

下

10	3	425	423	419	417	410	410	404	399	396	392	390	389	387	385	382	373	370
\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int	\int
12	10	436	425	423	418	411	411	410	403	399	396	392	390	389	(2) 385	(1) 385	382	(12) 373
(9)																		

	三十	三十	三十	二十九	二十九	二十八	二十七	二十七	二十六	二十五	二十五	二十四	二十三	二十三	二十三	二十三	二十三				
	310	306	301	295	292	286	279	275	270	266	262	259	255	251	248	241	240	236	227	225	
	313	310	306	301	295	292	286	279	274	270	266	262	258	255	251	248	240	240	236	227	227

	269	266	261	256	253	248	242	238	234	231	228	225	222	218	215	209	205	198	196	
	271	269	266	261	256	253	248	242	238	234	231	228	225	222	218	215	209	205	198	196
	271	269	266	261	256	253	248	242	238	234	231	228	225	222	218	215	209	209	205	197

	78	75	71	66	64	59	54	50	47	44	40	38	35	32	29	25	23	20	14	12
	80	78	75	71	66	63	59	54	50	47	44	40	35	35	32	29	24	23	20	10
																(7)	(6)			(10)
																29	24			13

	七	七	六	六	五	四	四	三	三	二	二	一	一	第三部	三十二	三十一	三十一	三十一	三十一	三十一	三十一
	63	61	54	52	36	27	22	15	12	8	3	3	3	蜂起	333	330	324	321	317	313	
	65	63	60	54	52	35	27	22	15	12	8	3	3	蜂起	345	333	329	324	321	316	

	56	54	48	47	32	25	21	15	12	8	4	288	286	281	278	274	271	278	274	271
	58	56	54	48	46	32	25	20	14	12	8	299	288	286	281	(15)	(14)	281	(15)	(14)

	156	154	149	147	134	127	118	118	116	113	109	95	93	89	86	83	80	86	83	80
	157	155	154	148	147	134	124	124	118	116	113	105	95	93	89	(2)	(1)	89	(2)	(1)

$\widehat{30}$	$\widehat{29}$		$\widehat{28}$		$\widehat{27}$	$\widehat{26}$	$\widehat{25}$		$\widehat{24}$		$\widehat{23}$		$\widehat{22}$		$\widehat{21}$	$\widehat{20}$	$\widehat{19}$		$\widehat{18}$		$\widehat{17}$	$\widehat{16}$	$\widehat{15}$		$\widehat{14}$	$\widehat{13}$	$\widehat{12}$
155	154	十六	147	十五	145	142	135	十四	123	十三	110	十二	108	十一	100	97	94	十	89	九	83	78	74	八	72	68	65
∫	∫		∫		∫	∫	∫		∫		∫		∫		∫	∫	∫		∫		∫	∫	∫		∫	∫	∫
160	155		154		147	145	142		135		123		110		105	100	97		94		88	83	78		74	72	68

136	135		129		127	125	119		109		97		93		88	86	83		77		73	69	66		64	60	58
∫	∫		∫		∫	∫	∫		∫		∫		∫		∫	∫	∫		∫		∫	∫	∫		∫	∫	∫
140	136		135		129	127	125		119		108		97		92	88	86		83		77	73	69		66	64	60
						(10)	(9)																				

227	227		222		220	218	212		203		192		188		184	182	180		175		171	167	164		163	159	157
∫			∫		∫	(8)	∫		∫		∫		∫		∫	∫	∫		∫		∫	∫	∫		∫	∫	∫
232			227		221	218	218		212		203		192		188	184	182		180		175	171	167		164	163	159
						∫	(7)																				

$\widehat{50}$	$\widehat{49}$	$\widehat{48}$		$\widehat{47}$		$\widehat{46}$	$\widehat{45}$	$\widehat{44}$	$\widehat{43}$		$\widehat{42}$	$\widehat{41}$	$\widehat{40}$		$\widehat{39}$	$\widehat{38}$		$\widehat{37}$	$\widehat{36}$	$\widehat{35}$		$\widehat{34}$		$\widehat{33}$	$\widehat{32}$	$\widehat{31}$	
246	243	242	二十四	234	二十三	230	226	223	219	二十二	218	212	209	二十一	208	193	二十	191	189	185	十九	179	十八	170	167	十七	160
∫	∫	∫		∫		∫	∫	∫	∫		∫	∫	∫		∫	∫		∫	∫	∫		∫		∫	∫	∫	
248	245	243		242		233	230	226	222		219	218	212		209	208		193	190	189		185		178	170		166

214	211	210		203		201	197	194	191		190	185	182		181	168		166	165	161		156		149	146	140
∫	∫	∫		∫		∫	∫	∫	∫		∫	∫	∫		∫	∫		∫	∫	∫		∫		∫	∫	∫
216	213	211		210		203	201	197	194		191	190	185		182	181		168	166	164		161		156	149	146
								(5)	(4)									(11)	(10)							

298	296	295		289		287	283	280	278		277	272	269		269	257		255	254	251		246		239	237	232
∫	∫	∫		∫		∫	∫	(15)	∫		∫	∫	∫		∫	∫		∫	∫	∫		∫		∫	∫	∫
300	298	296		295		289	287	280	280		278	277	272		269	269		257	255	254		251		246	239	236
								∫	(14)																	

九			八			七	六			五			四			三			二		一		第一部 なだれする国 (冬芽書房版)
⑲	⑱	⑳	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕	㉖	㉗	㉘	㉙	㉚	㉛	㉜	㉝	㉞	㉟	㊱	㊲	㊳	㊴	第一部 雪崩する国 (学会版)	
17			16	15		14	13下	12上	13上	12下	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
五 夜の落人						四 郡中会所						三 きのふとけふ			二 地役人			一 高山御役所					

十七	十六	十五			十四				十三		十二			十一		十					
④①	④②	④③	④④	④⑤	④⑥	④⑦	④⑧	④⑨	④⑩	④⑪	④⑫	④⑬	④⑭	④⑮	④⑯	④⑰	④⑱	④⑲	④⑳	④㉑	④㉒
34	33	32	31	30	29		28	27	26		25			24	23	22	21	20	19	18	
九 たくらみ		八 『飯粒で鯛』						七 維新の使者						六 牛を追ふて							

二十八	二十七	二十六	二十五	二十四	二十三	二十二	二十一	二十	十九	十八											
⑥2	⑥1	⑥0	⑤9	⑤8	⑤7	⑤6	⑤5	⑤4	⑤3	⑤2	⑤1	⑤0	④9	④8	④7	④6	④5	④4	④3	④2	④1
49	48	47	46	44	43	42 下	45	42 上	41	40	39	38	37	36	35						
十四 絶望と歓喜	十三 総督府本陣へ	十二 うどん屋	十一 睨み合ひ	十 天領百姓																	

七	六	五	四	三	二	一	第二部 梅村速水 (冬芽書房版)	二十九																
①7	①6	①5	①4	①3	①2	①1	①0	①9	①8	①7	①6	①5	①4	①3	①2	①1	①0	①9	①8	①7	①6	①5	①4	①3
9	8	7	6	5	4	3	2	1	第二部 奔流 (学会版)	52 下	53	52 上	51	50										
一 梅村速水							十五 竹沢の夢																	

十六	十五					十四				十三	十二	十一	十			九	八				
③⑥	③⑤	③④	③③	③②	③①	③⑩				②⑨	②⑧	②⑦	②⑥	②⑤	②④	②③	②②	②①	②⑩	②⑨	②⑧
25	24	23	22	21	20	19 下	18 下	19 上	18 上	16	17	15	14	13	12	11	10				
五 旧弊一新					四 小さい一人							三 労働と諦念			二 おつる						

二十六	二十五					二十四				二十三	二十二	二十一	二十	十九			十八	十七				
⑤⑨	⑤⑧	⑤⑦	⑤⑥	⑤⑤	⑤④	⑤③	⑤②	⑤①	⑤⑩	④⑨	④⑧	④⑦	④⑥	④⑤	④④	④③	④②	④①	④⑩	④⑨	④⑧	④⑦
41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28			27	26					
八 神を瀆するもの					七 下々の下国							六 弥平と徳兵衛										

六	五	四	三	二	一	第三部 蜂起 (冬芽書房版)	三十二	三十一	三十	二十九	二十八	二十七									
(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)		(2)	(1)	(73)	(72)	(71)	(70)	(69)	(68)	(67)	(66)	(65)	(64)	(63)	(62)	(61)
7	6	5	4	3	2	1	第三部 途上 (学会版)	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42			
二 深夜の客		一 御門前				十 合羽屋おらく							九 堤防工事								

十六	十五	十四	十三	十二	十一	十	九	八	七													
(31)	(30)	(29)	(28)	(27)	(26)	(25)	(24)	(23)	(22)	(21)	(20)	(19)	(18)	(17)	(16)	(15)	(14)	(13)	(12)	(11)	(10)	(9)
22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8								
六 逃散者	五 ほやを食ふ人々						四 女ばかりの村				三 大砲刑											

二十四					二十三	二十二					二十一			二十		十九			十八	十七		
52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34			33	32
42	39	38	37	36	35		34	33	32		31	30	29	28	27		26	25	24	23		
					八 訴へ							七 明治二年春										

三十					二十九					二十八					二十七		二十六		二十五		
72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56		55	54	53	
			49下		51上	50	49上	48						46	47	45	44	43	41	40上	40下
十 猪の如く															九 夢魔						

三十五	89	88	87	86	85	84	83	82	三十三	81	80	79	78	77	76	75	74	73		
	60	59	58	57	56			55	54上	53下	54下	53上	52	51下						
十二 新政謳歌									十一 梅村の没落											

三

冬芽書房版では章の数が大幅に増えており、それはおおよそ学会版での章割りをさらに細かにした結果であると先に述べたが、対照表を見ればそれがはっきりするであろう。ただ、第三部における冬芽書房版の二十八章は学会版に相当する

部分はなく、新たに加えられた一章である。同じく三十章やあるいは三十一章は、大幅に書き加えられてきた一章ということができよう。章の数と同様、単位の数もまた増えていることがわかるが、章数の増加ほどではない。やはり、おおよそは学会版での単位割りをさらに細かにした結果といつてよいであろうが、反対に学会版では複数であった単位をひとつにしたものもある。

改めていうまでもないが、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はなかった。それについてはのちに補足的に検討する予定であるが、まずは全体の基本的な変更を明らかにするのが目的である。そのために選んだ方法が、形式的に分節可能な単位の、その単位レベルでの比較である。

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三箇所ある。第一の変更は、冬芽書房版では五章から六章にかけて、学会版では四章の部分である。学会版の12と13の単位がそれぞれ二つに分断され、それらをいわば抱き合わせるような形で並べかえられたという形になっている。先に示した要約からもわかるように、この12はもともと二つの内容から成り立っていたといつてよい。すなわち、郡中会所に関する記述と安永年間に起った大原騒動についての記述である。二つに分けた12の上、下はそれぞれそのことを指すことはいうまでもない。そのすぐ前には、鎮撫使先発隊の警護として郡上藩が飛驒にやって来るといふ知らせがあったことが記されている。冬芽書房版の五章、学会版の四章はいずれもその記述からはじまる。郡上藩が来ると聞き飛驒の人々は動揺するのだが、地役人や郡中会所の人々は早速郡上藩対策の協議を行なうことになる。そのことが記されたあとに、学会版では郡中会所と大原騒動について記されていたのである。流れとしては特に問題があるとはいえないであろう。ただ、郡上藩がやって来ることを知り、なぜ人々が動揺したのかの説明をすぐあとに持つてくる方がよりよいと考えたのであろう。郡上藩のことを聞き人々は動揺したといったが、それは「恐怖」や「狼狽」といった激しいものであった。学会版、冬芽書房版いずれにもあることばだが、冬芽書房版ではさら

に「せんりつ感」や「凶悪の予感」といったことばが使われていた。それほどの感情を抱く原因がすなわち、安永年間の大原騒動にはあったのである。その騒動で飛驒の人々は郡上藩にひどい目にあわされたがために激しく動揺したのであり、まずはそのことを説明する方がよりよいと考えたのであろう。そのあいだに郡中会所についての記述が挿入されることは、一種のサスペンド状態になってしまうともいえるからである。

その結果、郡中会所の説明はあとにまわされることになったが、それはまた都合なことであった。次に描かれているのが、郡中会所での郡上藩対策を協議する寄り合いの場面だったからである。そのことが記されている13も二つに分断され、そのあいだに郡中会所についての説明である12上が挿入される形になっているが、13上は実は数行たらずのごく短かい記述でしかなかった。したがって、それに対応している冬芽書房版の(12)も極めて短かい単位だったことになるが、そこでごく簡単に記されていたのはつまり、郡中会所の困惑であった。要するに、12上は13を二つに分けたもののあいだに挿入されているというよりは、大原騒動の記述を人々の動揺の理由としてすぐあとに記したと同じように、郡中会所の寄り合いの記述にいわば隣接する形にしたといつてよいのである。つまり、この部分の構成の変更は大雑把にいえば、郡中会所の記述と大原騒動の記述の前後を入れかえたものだったといつて差しつかえない。ここで前後を入れかえたのは、人々が動揺した理由をすぐあとに説明するためであったと同時に、郡中会所についての説明を寄り合いの記述に隣接させるためでもあったといえるのである。

ところで、これまで見てきたところは、実は初稿から学会版への改稿の際にも変更が加えられていた部分であった。同じく構成の変更としてである。ただし、変更部分は前後を含むやや広い範囲にわたっていた。そこでの変更目的の主眼は明らかにほかの点にあったが、たとえば郡中会所についての記述の変更は考慮されていたといえる。冬芽書房版の五章と学会版の四章のはじめ、すなわち単位番号でいえば(10)と11はいずれも、鎮撫使先発隊の警護として郡上藩がやって来るという知らせがあったことから記されていると述べたが、初稿ではそれ以前に郡中会所についての記述がおかれていたのである。それでは不都合と考え、学会版

のようにうしろにまわしたのであるが、変更の主眼がほかの点にあったためであらう、より適切な部分に位置付けることに失敗していたのである。初稿では、実は大原騒動の記述は冬芽書房版と同じ適切な位置にあったのだが、そのあいだに割り込むような形で郡中会所の記述が挿入されてしまったのである。したがって、大原騒動の記述に限っていえば冬芽書房版は初稿に戻った形になる。

構成の変更の第二は、冬芽書房版では二十三章から二十五章にかけて、学会版では十一章から十二章にかけての部分である。範囲としてはやや長くなるが、変更の内容は単純である。要するに、学会版における42の途中に少し離れている45を持つてきて割り込ませた形である。ただ、分断された42上は冬芽書房版の(54)だけに対応するのではなく(55)へもくい込むように、また冬芽書房版から見れば(55)は学会版の45に対応するだけではなく42上にも同じくくい込むような形になっている。このような形になっているのは他に第一部に一箇所、第三部に一箇所あるだけである。それはさておき、42上と42下のあいだに挿入されていた45は、要約に記したように火事の半鐘に戦と早合点する郡上兵が描かれていた。一方、42には主として畳屋の佐吉が郡上兵に因縁をつけ対立する様子が描かれていた。その前半に郡上兵に対する不満や反感が記され、後半にいわばその具体的なあらわれとして佐吉と郡上兵が対立する場面が描かれていたのである。そのあいだに45が挿入されていたわけだが、佐吉と対立する前の郡上兵側の様子が一方に描かれていたという意味で不適當ではなかった。だが、もともとあった位置も決して不適切であったわけではない。学会版、冬芽書房版いずれも章を改め次に描かれるのは、お光姉妹のいるうどん屋を舞台とした場面である。そこに郡上兵がいると聞き火方たちが踏み込んでいくという内容なのだが、そのできごとが一段落したその最後に、件の45が置かれていたのである。火方たちが踏み込んで来るのを察知した郡上兵はあわててうどん屋から逃れ去るのであるが、いわばその後の郡上兵側の様子が描かれていたのである。いずれが構成としてすぐれているかはにわかには判断し難いところであらう。

第三の変更は、冬芽書房版では二十九章、学会版では十五章のいずれも最終章である。これも単純な変更であり、学会版の52の途中に53が割り込んだ形である。

あるいは、52下と53が入れかえられたといってもよい。先の場合とは異なり、53は52に続いているからである。52は主として飛驒取締役を命じられた竹沢寛三郎が行なった種々の政策が記されている。その後半に、政策のひとつである位山の頂上に社殿を建設するための用材切り出し作業の様子が、主としてかり出された百姓たちの会話で描かれていた。その部分がうしろにまわされ、そのかわりに、飛驒の山々に臨んでの竹沢の感慨が記されている53を持つてきたのである。学会版の第一部はその記述で終わっていたわけだが、それは第一部のしめくりとしてそれなりに意味のある終わり方であったといえる。第一部の主人公というべき人物はまちがいなく竹沢であったというだけでなく、第二部開巻後まもなくその竹沢の感慨がいきよに無に帰するような劇的な展開が待っていたからである。

それではなぜ、それをわざわざ変更したのであるのか。冬芽書房版はむろん、百姓たちの会話で終わっていた。劇的という点では学会版の方が確かに劇的といえるであろうが、冬芽書房版の終わり方もまたそれなりの意味があった。ひとつは、そのことによって、新たな社殿の建設場所として位山を見出したのが、件の竹沢が山々に臨んだときのことであったという設定をすることができたことである。学会版では、いろいろと適当な場所を調査した結果、位山に決めたと記されていた。だが、飛驒の山々に臨んでの感慨が記される場面とそれに注目するという展開の方がよりよいといえるであろう。竹沢の感慨も実はこの位山に関する伝説と関わっていたのであり、そのような設定にすることでそれとの関連性が生まれてくるからである。であるなら、時間的順序からいえば社殿建設のための用材切り出しの場面はそのあとに来なくてはならないのである。だが、理由はおそらくそれだけではなかった。用材切り出し場面の百姓たちの会話は、次のようなやり取りで終わっていたからである。

「それもそうじゃが、竹さまももう飛州にはそう長いことゝゐるまいよ」
 「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」

これは冬芽書房版であるが、学会版でもほぼ同じような記述であった。冬芽書房版ではすなわちこれで第一部が終わっていたわけだが、わかるように、これは第二部開巻後まもなく起こるできごとをいわば暗示するものだったといつてよいであろう。すなわち、竹沢の失脚である。学会版のように劇的ではないが、いわば余韻を残すような書き方であったとはいえるであろう。

以上が構成の変更である。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(25)と(46)の二つである。まずは(25)の追加を検討する。

竹沢寛三郎を隊長とする東山道鎮撫使先発隊がいよいよ飛驒にやって来ることになる。それにもない、先発隊の警護として郡上藩もやって来る。学会版の24ではその郡上藩の入国が記され、それに反発する人々が描かれていた。冬芽書房版でもそれは同様で、番号も同じ(24)である。学会版では次の25にいよいよ竹沢の入国が記される。冬芽書房版では(26)だが、そのあいだに新たな(25)が挿入されるのである。要約の補足として◎を付して記したが、(25)には竹沢が飛驒入国の布石として笠松郡代所を帰伏させることが記されている。飛驒入国への前段としての補足としてとらえれば、不要な追加とはいえないというほかはないが、ここでの追加はおそらく、改稿時における新たな資料の入手か資料の読み直しによる新たな発見によるものと思われる。そのことについてははるかのちに予定している依拠資料の検討にゆだねる。

次は(46)の追加である。これに前後する部分は、しばし広瀬村の五郎作という人物が中心となり展開する。年貢半減、その他運上等も軽減されることを聞きつけた五郎作は、家に帰る途中薬つかい小屋に立ち寄る。息子が来ているのではないかと思い、いち早く息子に朗報を伝えようとしたのである。そこには、五、六人の村の若者が集まっていたが、息子はすでに帰ったあとであった。五郎作は集まっていた若者たちにも年貢半減のことを伝えるが、まったく相手にされず早々立ち去るのである。学会版の37ではそれらのことが記され、冬芽書房版でも(44)と(45)に分けられているが同様に記されている。学会版では次の38に、五郎作が

家に帰り女房に伝えるという記述が続く。冬芽書房版ではやはり二つに分けられ(47)と(48)にそれが記されているが、そのあいだに新たな(46)が挿入されたのである。やはり要約の補足として◎を付したが、(46)には藁づかい小屋で世を語り合う若者たちが描かれている。そこでは、幕府と朝廷はどちらが勝つのか、自分たちにとってはどちらが都合がよいのか、あるいはそれらお上と自分たち百姓との関係といったかなりつつ込んだ議論がなされていた。藁づかい小屋に集まる若者たちを描くという意味では無駄とはいえないであろうが、そこでの若者たちと五郎作がやって来る前の彼らとはいささかアンバランスな感じがしないでもない。五郎作がやって来るまではひとしきり夜ばいの話しにうち興じていたからである。むろん、夜ばいの話もすれば天下国家も語るといのが若者、というよりは人一般であるともいえるが、この部分にはやはり少々違和感があることを否めないのである。というのも、先に年貢半減を伝える五郎作に対して、彼らははなから相手にすることをしなかったからである。にもかかわらず、五郎作が去ったあとに彼らはいわば突如として世を語り始めるのである。

この部分はおそらく、冬芽書房版発行の時期、すなわち改稿時という時代的な問題と無関係ではないと思われる。冬芽書房版の出版は一九四九、五〇年の戦後まもないときであり、いわゆる戦後民主主義が輝きをもって叫ばれていた時期であった。冬芽書房版のある部分について大岡昇平は、「終戦直後の開放感と回顧的憎悪から、作者自身が快感充足を追求しているだけである。」(歴史小説に現われた農民『文学界』、64・9)と述べていたが、この部分にも同じようなことができるのではなからうか。幕府と朝廷のいずれが勝つか、またどちらがよいかという議論のなかで彦助という若者は次のように述べていた。

「さあもう。どっちが勝つたつて、おれたちにや、けつくおんなじじやろ。おらア正直に云や、どっちも負けてしまつて、どっちもこの世から無うなつたらどんなによかる、と思ふわい」

それを聞いてた他の若者たちは顔を見合わせ、煙にまかれたような様子を見せ

る。むろん、議論はそれで終わることなく反論する者もいるのだが、彦助は小馬鹿にしたような態度で答えていた。だが、それにもうんざりしたのか、やがて彦助はある昔話しを語りだす。大昔、山にはどこへ行つても餅がなっていた。みんなは仲よくそれを食べ平和に暮らしていたが、そのうちにこれは自分の木だ、この山や土地は自分のものだという者が出てきて争うようになった。それからというもの、山にはもう餅がなくなり、おだやかに暮らすことができなくなったというのである。もともとは幕府も朝廷もなかったのである。にもかかわらず、というよりはそれゆえに人々は幸せに暮らしたのであるというのが彦助の考えだったのである。このような人物を、しかも山の中の百姓の若者として描き得たのは、やはり戦後まもなくという時代であったからこそといべきであろう。大岡がいうように「終戦直後の開放感と回顧的憎悪」といったものが、この部分にも確かに読みとることができるのである。

ところで、この追加された部分での若者たちと、以前の夜ばい話しに興じていた彼らとはいささかアンバランスであり、いわば突然の感が否めないと先に述べたが、もし学会版そのままの形でそこに挿入されていたとすれば、小説としてはかなり決定的な疵になっていたはずである。年貢半減を伝える五郎作を誰一人として信用せず相手にもしなかったにもかかわらず、追加された部分では先の彦助が年貢半減を事実として話題にし、五郎作にも言及していたからである。それではまずいと考えたのであろう。冬芽書房版ではその前の部分、すなわち五郎作が藁づかい小屋をおとすれたときの記述部分に、彦助だけが理解を示しているような記述を加えていた。おかげで決定的な疵となることは回避されていたが、やはり述べたような欠点は否定し得ないのである。その意味でも、やはりこの部分の追加には無理があり、否定的ならざるを得ないのである。

以上が新たに加えられた部分である。順番は次に省かれた部分であるが、対照表を見ればわかるように、第一部に省かれた部分はない。もちろん、あくまでも単位レヴェルでの省略であることはくりかえしいうまでもない。

次に第二部を検討する。第二部における構成の変更は二箇所ある。第一の変更は冬芽書房版では十二章から十三章にかけて、学会版では四章の部分である。第

二の変更はそれと近接し、冬芽書房版では十四章、学会版では同じく四章の部分である。対照表を見ればわかるように、そのあいだに新たに(29)が加わっており、ここではそれらをまとめて検討することにする。内容的にもひとまとまりの部分であり、かつ互いに関連し合っているからであることはいうまでもない。新たに加えられた部分はこの一箇所であり、ついでにいえば省かれた部分も一箇所だけである。第二部の変更はそれですべてである。

第一の変更は学会版における16と17の入れかえである。16は狩りに出た梅村速水が、雨宿りに入った一軒の百姓家に一人泣く赤ん坊を発見する場面である。顔中蠅にたかられ悲鳴をあげている赤ん坊に梅村は忍び得ず、赤ん坊の親を呼びにやるところで16は終わっている。次の17で場面は転換し、助右エ門の田圃での田植えの様子が描かれる。やがてそこに、梅村からいつかつた者が赤ん坊の親を呼びにやってくるのだが、それが記されるのは次の18である。冬芽書房版でははじめに田植えの場面をすえ、そのあとに梅村登場の記述を持ってきたのである。次の18で再び田植えの場面になり、次の19もその続きであることを考えれば、梅村登場の記述は田植えの場面にいっぱい割って入った形となる。そのことよって、田植え場面の連続紙がたち切られたともいえるが、一方、赤ん坊の親を呼びにやることが記された次に、梅村の使いが実際に呼びに来る記述が続くという新たな連続性が生まれることになる。学会版の16と17を入れかえるだけならば確かにそうなるはずであった。しかし、冬芽書房版では次に新たな(29)が加えられていた。(29)には、急いで戻ってきた赤ん坊の母親に対して、梅村が戒め諭す様子が記されていた。赤ん坊を呼びにやり、次に使いが呼びに来るといふ連続性はなくなつたが、母親が呼ばれてやってくるというも連続しているといえたいのである。いわば新たな連続性が生まれていたといえるが、ここで当然ある問題が生じる。18の冒頭にあつた使いが呼びに来るといふ記述が不要になることである。呼ばれてやって来た母親が描かれたあとに、使いが母親を呼びに来る記述がくるのは普通おかしいであろう。しかし、冬芽書房版ではそのままに記されていた。まさに今述べたような記述になっていたのである。

小説としてそのような記述があり得ないわけではもちろんなく、ときとして用

いられる手法であるとはいえるであろう。しかし、この作品においてはそのような記述が、少なくとも顕著な形でかつ方法的に用いられていると思われるような記述はなかった。さらにいえば、初稿から学会版へ、そして冬芽書房版へと改稿を進めて行く過程で、できる限り時間的順序のそつた形に書き改めようとする傾向があつたことである。それらのことを考えるならば、この部分は単なる見すこしではないかとも思われるのだが、見すこしにしてはあまりにも判明すぎる部分であるという疑念は残る。

ところで、学会版では梅村が登場する記述の前に、捨て児発見に苦悩する梅村とおつるに関する記述があつた。学会版の15である。冬芽書房版でもそれは(25)と(26)に描かれているが、この記述は少々唐突な感を否めない。以後の記述は田植えの場面が中心になり、梅村の登場も田植えが行なわれていく付近、要するに場所は同じ農村であつたが、15の場面はそれらとはまったく異なり、ときも同じ日のことというわけでもなかつたのである。にもかかわらず、学会版ではそれらは四章としてひとまとめにされていたのである。唐突さはやはり否定しようがないのだが、しかしただひとつ関連性といえたいことがあつた。それは捨て児と赤ん坊である。梅村は、その後捨て児の墓を建てねんごろに葬るといふ行動をとるのだが、ひとり家に残され泣き叫ぶ赤ん坊と哀れな捨て児が、このときの梅村には重なって見えたことであろう。この部分は初稿から学会版への改稿の際にも変更されたところで、15にあたる記述は初稿ではかなり離れた部分にあつた。それをわざわざここに持ってきたのは、述べたような関連性からであつたと考えられる。だが、実はそれだけではなく、そこには時間的順序という問題もあつたと考えられるのだが、それについては以前に詳述したのでくりかえさない。いずれにしても、捨て児発見に苦悩する梅村とおつるの記述に続けて、狩りに出た梅村が百姓家に一人泣く赤ん坊を発見する記述が記されることにはそれなりの意味があつたのである。冬芽書房版ではそのこともこわすものだったといつてよい。学会版も唐突にはちがいないが、冬芽書房版の方がより唐突であることはまちはがないのである。

要するに、第一の変更はその意図がよくわからず、また改善の方向へ向つてい

るともいえないといわざるを得ない。ただ確かなのは、梅村が赤ん坊の母親に対して戒め諭す(29)の記述を加えたことは妥当であったといえることである。梅村が使いを呼びにやり、実際その使いが呼びに来る場面も描かれながらそれがなしいことは、やはり一種のもどかしさが残る。学会版では確かにそのようなもどかしさがあつたが、冬芽書房版ではそれが解決されたのである。第一の変更はこの(29)を加えるためという側面がなかったわけではないであろうが、述べたようにそれだけは到底いい得ないのである。基本的には学会版をそのままにしておき、あとはまさに時間順序にしたがつて、使いが呼びに来る場面の次に挿入することにとりたてて不都合はないのである。

第二の変更は、といってもこれまで見てきた部分と連続しているのだが、学会版の18と19の単位がそれぞれ二つに分断されそれらを抱き合わせたような形になっている。18のはじめには、梅村の使いが赤ん坊の母親を呼びにやって来ることが記されていたが、それが上である。その後、田植えに集まった人々が梅村の悪口を語り合う様子が描かれているのだが、それが下である。19も二つに分断されているが、下は人々が歌う歌の一節でごく短かいものにすぎない。したがって、大雑把にいえば18の途中に19が割り込んだ、あるいは19と18下を入れかえたといつても差しつかえないのだが、歌を除いて19上には何が描かれていたのであるか。一言でいえばそれは梅村に対する人々の悪口であった。述べたように、18下でも同様のことが記されていたが、ではなぜそれらを入れかえる必要があつたのであろうか。

結論からいえば、どうしてもそうしなければならぬという不都合はなかつたといわざるを得ない。ただ、ひとつだけ考えられる理由がある。梅村の使いが来て母親はいっしょに出かけていくのだが、そのあとにすぐある男があとを追つたことが記されていた。様子をさぐり、それを報告するためであることはいまでもない。そのあとに、人々が梅村に関するうわさ話をする記述が若干あるが、そこまでが18上である。そして、18下はその男が戻ってきたことからはじまる。男の報告を聞き、人々は梅村の悪口をいい合うのである。19を18の上と下のあいだに割り込ませたのは、学会版では男が戻って来るのが少々早すぎると考えたた

めではなからうか。そこで男が戻って来る前の部分に、同じく梅村の悪口をいう人々が記されている19を持つてきたのである。そのことによつて、男が戻つて来るのをあとの方にずらすことができるのである。だが、ここでひとつ問題が生じる。学会版の19は、実は田植えが終わつたあとの夜の宴会の場面であつた。酒も入りそこでまた梅村の悪口が再燃するのである。そこに男が戻つて来るのではあまりにも遅い、というよりそれはもとより無理な設定といふべきであろう。そこで、冬芽書房版では宴会の場をとりやめ、田植えの場面に接続する形にしていたのである。男が戻つて来るタイミングという点では確かにうまくいっていたといえるが、そのかわり学会版にはあつた宴会の場面がなくなつたのは惜しい気がする。

ところで、19の最後にあつた歌の一節がそれだけ分離され、冬芽書房版でも最後にまわされたのはなぜであらうか。学会版ではそれが四章の終わりであり、歌の一節を章の最後に記すことで、いわば余韻を持たせるといふ意味があつたであらう。冬芽書房版も十四章の終わりであり、同様な意図のためにあとにまわされたのであろう、ということになればすつきりするのだが、冬芽書房版は実はこの歌の一節で終わつてはいなかつたのである。のちの稿で補足することになるが、そのあとには短かい部分ながら新たな記述が加えられていた。せつかく分離しながら、冬芽書房版の十四章は歌の一節で終わることをしていなかつたのである。ではなぜわざわざ分離して最後の方へ持つてきたのかということになるが、それはおそらく、もう一箇所あつた歌の一節と並列させるためであつたのであらう。

18の最後の部分に、田植え作業をしながら歌われる歌の一節が記されていた。冬芽書房版ではそれに続けて先の歌が記されていたのである。ただし、それらはひとつの歌として連続していたわけではない。むしろ、やや性質を異にしたものであり、並列させなければならぬという必然はなかつた。

最後に省かれた部分であるが、省かれたのは12のみである。要約に記したように、ここは石灰焼場で働く親子とそこを通りかかつたぼっかが世を語り合う場面であるが、なぜこの部分をことさらに省いたのかはよくわからない。学会版では三章としてひとまとめにされている13、14とは異質であり、やや浮いているといえるであらう。また、いわゆるストーリー展開上是非ともなくてはならないと

いうわけでもないであろう。しかし、この作品には百姓から町人、役人に至るまでのさまざまな人々が描かれていた。石炭焼場で働く親子やぼっかもそれらのなかの一人である。ぼっかとは、徒歩で荷物を運ぶ人のことだが、それは山国飛騨ならではの特別な稼業でもあった。それら民衆というべきさまざまな人々を描くというのが、この作品のひとつの大きな目的でもあったのである。そのことを考えるに、この部分の省略はやはり理解に苦しむのである。加えていっておけば、初稿から学会版への改稿の際にはこの部分、細かな点でかなり手が加えられ、より豊かな記述になっていたのだが、その苦勞もいわば無駄にしてしまっていたのである。

次に第三部を検討する。第三部における構成の変更は四箇所ある。第一の変更は、冬芽書房版では二十四章から二十五章にかけて、学会版では九章の部分できている。学会版の40が二つに分断され前後が入れかえられた上に、42がそれらの前にきて、ここは梅村に対する不満がしだいに高まりつづいていくうちに、やがてそれが実際行動へと向かっていく部分であるといつてよい。新政府もその不穏な状況を察して探索方や監察司を送り込み事情を探ろうとするのだが、そのことが記されているのが39と42である。42を、二つに分断した40の前に持ってきたのは、それらをいわばひとつにまとめるためであったと考えられる。しいてまとめる必要はないといえはいるのだが、そのことによって、九章全体は前半が梅村に対する不満と新政府の動き、後半は人々の実際行動への動きという截然とした形にはなるのである。一方の40だが、ここは各所でのぼや騒ぎについて記されたごく短かい記述である。そのうちの部分に、土蔵の壁や橋の欄干に書かれていたという落書きが羅列されていた。それが下で、その前の部分が上である。冬芽書房版ではそれらが入れかえられ、しかも40下を42といつしよに52へ、40上を41といつしよに53へとくり込んだのである。42は監察司が高山を訪れ調査をはじめた記述であるが、そのあとに落書きが記され52は終わる。そして53のはじめにぼや騒ぎの記述がおかれ、続けて41の火方と調練隊の反目が記されるのである。これは適切な処置であったといえる。監察司の調査にはむろん人々の動揺を探る

こともあり、落書きはそれを探るひとつの手段だったといえるからである。いうまでもなく、落書きには人々のさまざまな不満があらわされていたのである。一方、火方と調練隊の反目が起こるきっかけとなったのがある家の火事の際であり、一連のぼや騒ぎの記述に続けて記される意味はあったといえるであろう。もともと、学会版ではぼや騒ぎのあとに落書きが記されなければならない理由はなかったのである。

第二の変更は、冬芽書房版では二十六章から二十七章にかけて、学会版では先と同じ九章の部分である。ここは学会版46と47の単純な入れかえである。対照表を見ればわかるように、冬芽書房版では次の58から63まで大幅な追加があり、入れかえはたぶんそのことと関わっている。この大幅な追加部分は、一言でいえば人々のさまざまな実際行動が描かれていた。梅村に対する不満が高まり、人々はしだいに実際行動へと向かっていくのが先の部分であったが、この部分ではそれが本格化し蜂起へと発展していくのである。学会版の46には江馬弥平の家の作小屋が火事にあうことが記されていたが、それがひとつのきっかけとなり人々の実際行動はエスカレートしていくのである。その46を47のあとに持ってきたのは、58以下の記述へとつなげるためであったと考えられる。学会版では江馬の家の作小屋が火事になったことが描かれそれで終わっていたが、冬芽書房版の58ではそれを受ける形で、人々が江馬の家へと打ちこわしをかける場面が描かれていたからである。

第三の変更は、冬芽書房版では二十九章から三十章にかけて、学会版では十章の部分である。やや長い範囲にわたっているように見えるが、途中に新たに加えられる単位が少なくなき、また49上と51下はそれぞれ前後の部分と連続しており順序としては変わっていないので、実質はそれほどではない。さらには50と51上も連続しているもので、変更は意外と単純である。すなわち、学会版の49が二つに分断されその後半の49下が51の途中に割り込んだという形である。もちろん、新たに加えられた部分を除いてである。

49は高山の情勢が逼迫を極めるなか、逃亡や切腹を企てる役人たちのことが描かれている。その後半49下は、梅村の側近である富田稲太が遺書を残し切腹を企

てたが、幸い命をとりとめたことが記されていた。一方、50から51にかけては、京都で刑法官から取り調べを受けていた梅村が禁をおかして高山に向うが、結局は入国を断念し引き返す途中、肩を撃たれ負傷するまでが描かれていた。この一連の流れのなかに、富田の切腹の記述が挿入されるのは少々奇妙に見えるが、それもまた新たに加えられた部分と関わっていると考えられる。新たに加えられた〈68〉と〈70〉から〈72〉までの部分は、一言でいえば梅村の入国を阻止しようとする人々が描かれていた。50から51にかけての梅村の動向が描かれている部分に、梅村の入国を阻止しようとする人々の記述が新たに挿入されたという形になっているわけだが、そこに49下を持ってきたのには、富田の切腹が高山のできごとであつたからであろう。梅村をはじめ他の役人はほとんどが高山を去り、役所に残っていた役人で主だった者は富田ひとりだったのである。49上には刑法官から取り調べを受け、高山へ戻ることを禁じられた梅村について記されていた。49下を分離することによって、49上から50、51上へと梅村に関する記述をまとめることもできたのである。

第四の変更は、冬芽書房版では三十二章から三十三章にかけて、学会版では十一章の部分である。学会版の54が二つに分断され、その後半の54下が53の途中に割り込んだ形である。53は、梅村が罷免されたあとに後任としてやって来た宮原大輔に対して、郡中会所が十二ヶ条の願書を提出することが記されている。続く54は、地役人たちが梅村罷免後のあり方についてさまざまな画策をめぐらすことが記されている。新たにやって来た宮原がどのような態度に出るのかをはかりかねていた不安からである。その後半54下には、結局地役人は謹慎を申し出ることにしたが、宮原の態度は意外に寛大で、もとの身分に戻ることを許されたことが記されていた。その部分を53の途中に持ってきたのは、宮原の寛大な態度を見て郡中会所も願書を提出しようとしたという形にするためであつたと考えられる。学会版では願書の提出はやはり少々唐突な感がある。冬芽書房版では宮原の寛大な態度について記したあとに、「郡中会所では、この機をとらえて」といったことばを加えてその関連性を示していたのである。分断された一方の54上は省かれているが、それはのちに触れる。

以上が構成の変更である。次に新たに加えられた部分を検討するが、先に触れたように、第三部は新たに加えられた部分が少なくない。〈58〉から〈63〉、〈68〉、〈70〉から〈72〉、〈76〉、〈77〉と、合わせて十二の単位が新たに加えられている。〈58〉から〈63〉までの部分は人々のさまざまな実際行動が描かれ、〈68〉と〈70〉から〈72〉までの部分は梅村入国を阻止しようとする人々が描かれていると述べたが、共通するのはすなわち人々の行動、いわゆる民衆側の動きに関する記述である。それは残りの〈76〉と〈77〉にも共通している。要するに、第三部においては民衆側の動きに関する記述が大幅に書き加えられたことになるが、しかしそれは冬芽書房版改稿にあたっていわばはじめて思いついたことではおそろくない。以前に述べたが、学会版の第三部には極めて多くの伏せ字があつた。第一部や第二部にも存在したが、第三部はそれらの比ではなかつた。「×」で一部を伏せ字にしたものだけでなく、「以下二千字余省略、作者」、「以下六百余字省略、作者」といったものに加え、「……………」といった記述が二行にわたって記されている箇所もあつた。このような形で実際にあらわれることはなかつたが、原稿段階では書かれていたものも少なくないのである。さらには、構想は持っていないながら検閲を恐れて、あらかじめ書くのを控えるということもあつたであろう。冬芽書房版の「まえがき」には次のように記されていた。

まず、横暴きわまるファシスト支配の戦時体制下で、農民一揆を材料として、民主的な作品を書かねばならなかつた。そのために、主題をぼかしてみたり、「ドレイの言葉」でまぎらしたり、批判をずつと作の奥底にかくしたり、たくさんの削除を加えたり、ぜひ書かねばならぬことも割愛したりしなければならなかつた。早い話、第三部では、農民の蜂起するありさまは全部書くことができなかつた。そんな風にして、きびしい検閲の目をどうやらごまかしたものの、作者からみれば、公刊された本は最初から疵だらけな、さんくくな、片輪ものでしかなかつた。

第三部に新たに加えられた部分が多いのは、もともと書かれていたもの、あ

るいは構想としては持つていながら書くのを控えていたものを復活させたためであるという側面が強いといえるのである。ただ、第三部は冬芽書房版がはじめての改稿であったからという側面もあったであろう。初稿には第三部に相当するものは存在せず、学会版においてはじめて生まれたものだったのである。

新たに加えられた単位のそれぞれの内容は、要約の補足として◎を付して記したとおりである。それらをひとつひとつ取りあげ検討する必要はもはやないであろう。民衆側の動き、要するに民衆蜂起が描かれた部分であり、「はしがき」にも書かれているように、それがこの作品のテーマともいえるべき重要な部分だったと、いつてよいのである。学会版第三部のタイトルは「途上」であったが、冬芽書房版では「蜂起」と改められていた。このタイトル自体が学会版では使うことができなかつたのである。

最後に省かれた部分を検討する。省かれたのは25と、分断された一方の54上の二つである。まずは25であるが、ここは三行たらずのごく短い単位である。学会版ではこのような短かい単位がいくつもあり、そのなかでも一番短いものである。しいてひとつの単位として分けるべきではないとも考えられるが、すべて形式にしたがった。それはさておき、学会版の25は国外逃亡者に対する厳罰の通達があったことが記されている。そのすぐ前の部分には、逃亡を企て途中崖から転落して死んだ長太郎という人物の首を、訓練隊の兵士が切り落とし見せしめにしたことが記されていた。冬芽書房版では、その際に隊長と兵士が次のような会話をかわしていた。

「うん、すれば関所破りの大罪人じゃ」

「そうでござります。それに御役所のお達しでは、百姓で国外へ逃散するものは斬り殺しても構はぬことになっております」

25を省いたのは、あらかじめこのような会話を記しておいたためであろう。25で記されていた内容をいわば先取りする形になっていたのである。であるなら、それは省かれたというよりは、25の記述を会話という形に改め移動させたといっ

てもよいかもしれない。学会版ではやはり付けたという感じをぬぐえない。それがごく短かいひとつの単位として記されていればなおさらである。

次に54上の省略であるが、二つに分断された一方が省かれたのはここだけであり、それは初稿から学会版への改稿の際にもなかつた。先に述べたように、学会版の54は地役人たちがさまざまな画策をめぐらすことが記されている。その後半54下で、結局のところ地役人は謹慎を申し出ることにしたことが記されていたが、それもまた画策のひとつ、いわば最後にたどりついた画策であった。その部分はやや場所を移動し冬芽書房版にも記されていたが、他の部分が省かれたのである。この部分がなぜことさらに省かれなければならないのかはよくわからない。地役人たちのいわば処世にたけた狡猾さというべきものはことあるごとに記されていた。そのことを考えればなおさら、省く理由はないように思われるのだが、翻って考えれば少々くどいと判断したと考えられなくもない。学会版におけるこの部分は、少々ごたごたした感じもあり、それもひとつの理由であったといえないこともない。

あらためていうまでもないが、以上はあくまでも単位レヴェルでの変更である。単以内における小さな変更も少なくはない。次稿では、補足としてそれらについて検討する。

北海道十勝地方の農耕地域における哺乳類による河畔林と防風林の利用

吉岡麻美・柳川 久*

(受付 : 2008年4月30日, 受理 : 2008年5月15日)

Utilization of riparian forests and windbreak forests by mammals in the Tokachi district of Hokkaido

Mami Yoshioka and Hisashi Yanagawa

摘 要

北海道十勝地方の農耕地域には、河畔林や防風林が網の目のように存在しており、野生動物にとってコリドー(生態回廊)としての役割を担っている。しかし、近年多くの防風林が消失し、それらの断片化や孤立化が進んでいる。孤立した防風林は、河畔林などと連結する防風林と比べると哺乳類による利用に違いが生じる可能性がある。そこで、本研究では、孤立した防風林と河畔林に連結した防風林、および河畔林の哺乳類による利用を調べるため、2007年5月から10月まで自動撮影カメラを用いた調査を行なった。調査の結果、キタキツネ *Vulpes vulpes schrencki*, エゾシカ *Cervus nippon yesoensis*, エゾヒグマ *Ursus arctos yezoensis*, エゾユキウサギ *Lepus timidus ainu*, エゾクロテン *Martes zibellina brachyura*, アライグマ *Procyon lotor*, エゾリス *Sciurus vulgaris orientis* とコウモリ類, ネズミ類が撮影された。哺乳類の撮影頻度が最も高かったのは孤立した防風林においてであったが、その大部分がキタキツネによるものであり、種の多様性は孤立した防風林よりも河畔林に連結した防風林および河畔林の方が高かった。また、利用種の類似性は河畔林に連結した防風林と河畔林の間で高くなった。

キーワード : 防風林, 河畔林, 哺乳類, コリドー, 自動撮影カメラ

緒 言

道路建設や宅地開発などで森林は分断化・縮小化され、様々な生物の生息に影響を及ぼしている (Fahrig 1997)。そのような森林どうしを結び、生物の移動経路となるコリドー(生態回廊)が近年注目されている。北海道十勝管内

に位置する帯広市もコリドーを整備し、生態回廊都市を目指している場所のひとつである (井出ほか 1996)。

十勝管内の農耕地帯は、河畔林や防風林などが網目状に存在しており、このような林は採餌場、隠れ場、およびコリドーとして、野生動物の生息や移動に必要な環境を提供している (Thomas *et al.* 1979 ; 辻ほか 2004)。し

帯広畜産大学 畜産生命科学研究部門 野生動物管理学研究室

Laboratory of Wildlife Ecology, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Hokkaido 080-8555, Japan

* Corresponding author (e-mail: yanagawa@obihiro.ac.jp)

かし、一方で、圃場の大型化、作業機械の大型化などにより、多くの防風林が消失し(辻ほか 2004)、その連続性が失われつつある。

河畔林は、多くの動物種の重要な生息地である森林のコリドーであり、これと連結する防風林は、農耕地内に孤立する防風林と比較して、動物の利用に違いが生じる可能性が高い。そこで本研究では、河畔林、河畔林と連結する防風林、および孤立した防風林を対象に、自動撮影カメラを用いて、それぞれのタイプの林の哺乳類による利用状況を調べることを目的とした。

調査地および方法

北海道十勝管内中札内村の戸蔦別川周辺の河畔林と防風林において調査を行なった(環境省 3 次メッシュ: 6443-00-07, 17, 68, 79)。戸蔦別川の上流には日高山脈の戸蔦別岳および札内岳が存在し、戸蔦別川、札内川の河畔林が日高山系からのコリドーとなって、市街地へと続いている。防風林は、戸蔦別川と札内川に囲まれた農耕地域にあり、河畔林と連結する防風林を連結防風林、河畔林から離れ、周囲が農耕地に囲まれた防風林を孤立防風林とした。また、河畔林と未舗装の歩道を挟んで隣接しており、河畔林と連結防風林の間に存在する林を隣接林とした。孤立防風林と連結防風林との間は直線距離にして約5.5km 離れていた。

各調査地の植生は、河畔林でヤナギ類 *Salix spp.*, ドロノキ *Populus maximowiczii*, ハルニレ *Ulmus davidiana var. japonica* などが、隣接林では、ヤナギ類, シラカンバ *Betula platyphylla var. japonica*, ミズナラ *Quercus crispula*, ハルニレなどが優占していた。連結防風林は、トドマツ *Abies sachalinensis* の人工林で、オニグルミ *Juglans ailanthifolia*, ヤマナラシ *Populus sieboldii* など見られた。孤立防風林は、カラマツ *Larix leptolepis* とトドマツの人工林であった。

自動撮影調査

河畔林, 隣接林, 連結防風林および孤立防風林の4地

点において、2007年5月～10月に調査を行なった。自動撮影カメラの設置地点を、河畔林に3ヶ所、隣接林に3ヶ所、連結防風林に2ヶ所、孤立防風林に3ヶ所の合計11ヶ所設けた。調査地点ごとにカメラ(赤外線センサーカメラ: 麻里府商事 Fieldnote I および Fieldnote III)を1台ずつ、計11台設置した。小山・三好(2005)を参考に、各設置地点を50m 間隔で設け、立ち木の高さ約70cm の位置に約30° の俯角をつけて設置した。その際、けもの道となる可能性のある、比較的開けた場所を選んで設置した。10日ごとに設置場所を見回り、撮影可能枚数が10枚以下のフィルムを交換した。

データの解析

塚田ほか(2006)を参考に、カメラによって撮影された枚数を全撮影枚数とし、このうち設置者にカメラが反応した枚数を操作撮影枚数、それ以外を自動撮影枚数とした。また、ヒトをのぞく哺乳類を撮影した枚数を有効撮影枚数、それ以外を無効撮影枚数とした。カメラが稼動していた時間の累積日数をカメラ延べ稼動日数とした。

各種の撮影データの解析には、車田ほか(2006)を参考に、撮影間隔が5分以上空いたイベントを撮影枚数とした。また、同一個体が隣接するカメラを訪れる可能性が高いため(Kauffman *et al.* 2007)、同一調査地で5分以内に起きたイベントは同一個体による重複撮影とみなし、1つのイベントとした。各種における撮影頻度は、これらのデータを用いて、次式より算出した。

$$\text{撮影頻度} = \text{撮影枚数} / \text{カメラの稼動日数}$$

ここで得られた撮影頻度を用いて、調査地ごとの種多様性を比較するために、Shannon - Wiener の多様度指数 H' を算出した。

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

また、調査地ごとの類似性を調べるために、Kimoto の重複度指数(木元・武田 1989)を用いた。

$$C_n = \frac{2 \sum_{i=1}^S n_{ii} \cdot n_{2i}}{(\sum \pi_1^2 + \sum \pi_2^2) N_1 \cdot N_2}$$

$$(0 \leq C_n \leq 1)$$

表 1. 自動撮影枚数と撮影内容

内 容	撮影枚数(%)
有効撮影	244(13.2)
哺乳類(学名)	
キタキツネ (<i>Vulpes vulpes schrencki</i>)	87(4.7)
エゾシカ (<i>Cervus nippon yezoensis</i>)	64(3.4)
エゾヒグマ (<i>Ursus arctos yezoensis</i>)	13(0.7)
エゾユキウサギ (<i>Lepus timidus ainu</i>)	11(0.6)
エゾクロテン (<i>Martes zibellina brachyura</i>)	6(0.3)
アライグマ (<i>Procyon lotor</i>)	3(0.2)
エゾリス (<i>Sciurus vulgaris orientis</i>)	1(0.1)
ネズミ類	4(0.2)
コウモリ類	55(3.0)
無効撮影	1613(86.8)
クモ・昆虫	249(13.4)
鳥 類	27(1.4)
車 両	26(1.4)
ヒ ト	3(0.2)
要因不明	1308(70.4)
合 計	1857(100)

$$\sum \pi_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^S (n_1)^2}{N_1^2}, \quad \sum \pi_2^2 = \frac{\sum_{i=1}^S (n_2)^2}{N_2^2}$$

算出された重複度指数を基に、群平均法によってデンドログラムを作成した。

結 果

撮影された哺乳類

全調査地での延べカメラ稼働日数は1592.4日、全撮影枚数1904枚のうち、フィルム交換時などの操作撮影枚数47枚を除いた自動撮影枚数は1857枚となった。このうち有効撮影枚数は244枚(13.1%)、無効撮影枚数は1613枚であった(86.9%)。有効撮影率は0.15枚/日であった。無効撮影は、クモ・昆虫類(249枚)、鳥類(27枚)、工事車両(26枚)、ヒト(3枚)であり、さらに要因不明撮影が1308枚で、無効撮影の81.1%を占めていた(表1)。

撮影された哺乳類は撮影枚数の多い順に、キタキツネ *Vulpes vulpes schrencki* (87枚)、エゾシカ *Cervus nippon yezoensis* (64枚)、エゾヒグマ *Ursus arctos yezoensis* (13枚)、エゾユキウサギ *Lepus timidus ainu* (11枚)、エゾクロテン *Martes zibellina brachyura* (6

枚)、アライグマ *Procyon lotor* (3枚)、エゾリス *Sciurus vulgaris orientis* (1枚)の7種であった(写真1~7)。そのほかにネズミ類(4枚)、コウモリ類(55枚)が撮影された(表1)。ネズミ類は尾の長いアカネズミ属 *Apodemus* sp. (写真8)と尾の短いヤチネズミ属 *Clethrionomys* sp. (写真9)が撮影されたが、種レベルでの同定はできなかった。小型コウモリ類は、耳の形態からウサギコウモリ *Plecotus aurius* と同定できた個体(写真10)のほかは、種の同定が困難であった。そのためこれらの小型哺乳類は「ネズミ類」、「コウモリ類」としてまとめ、多様性や類似性の検討の際には解析しなかった。

キタキツネは、全調査地で確認されたが、特に孤立防風林で撮影枚数が多かった。また、エゾシカも全調査地で確認されたが、逆に孤立防風林において撮影枚数が少なくなった。エゾヒグマは、河畔林、隣接林および孤立防風林で確認された。河畔林および隣接林では母グマ1個体と仔グマ2個体の親子が撮影されたが(写真3)、孤立防風林の個体は単独個体であった。エゾユキウサギは隣接林でのみ、エゾクロテンは隣接林、連結防風林で確認された。外来種のアライグマは、孤立防風林でのみ確認された。ネズミ類は連結および孤立防風林で、コウモリ類は全調査地で確認された。



写真1-6. 自動撮影カメラで撮影された中・大型哺乳類. 1. キタキツネ, 2. エゾシカ, 3. エゾヒグマ, 4. エゾユキウサギ, 5. エゾクロテン, 6. アライグマ.

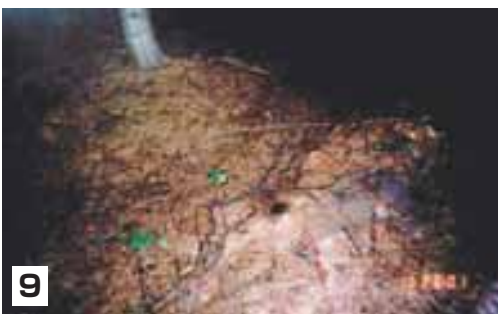


写真7-10. 自動撮影カメラで撮影された小型哺乳類. 7. エゾリス, 8. アカネズミ属のネズミ, 9. ヤチネズミ属のネズミ, 10. ウサギコウモリ

表 2. 各調査地における撮影頻度(100カメラ・日あたりの撮影枚数)

内 容	調 査 地			
	河 畔 林	隣 接 林	連結防風林	孤立防風林
キタキツネ	1.7	0.2	2.1	11.8
エゾシカ	3.2	4.9	3.2	0.6
エゾヒグマ	0.2	0.4	-	0.2
エゾユキウサギ	-	2.0	-	-
エゾクロテン	-	0.4	0.5	-
アライグマ	-	-	-	0.3
エゾリス	-	0.2	-	-
ネズミ類	-	-	1.1	0.4
コウモリ類	3.8	1.3	2.6	5.3
合 計	8.8	9.6	9.5	18.7

各調査地の種多様性と類似性

調査地全体における全哺乳類の撮影頻度は、46.5枚/100カメラ・日であった。種別にみると、キタキツネおよびエゾシカが多く、それぞれ15.8枚/100カメラ・日、11.8枚/100カメラ・日であった。この2種類で全哺乳類撮影頻度の59.4%を占めた。調査地ごとにみると、撮影頻度の最も高かったのは、孤立防風林で18.7枚/100カメラ・日。以下、隣接林で9.6枚/100カメラ・日、連結防風林で9.5/100カメラ・日、河畔林では8.8/100カメラ・日であった(表2)。孤立防風林は、他の調査地に比べ、顕著に撮影頻度が高かったが、63.1%がキタキツネによるものであった。河畔林、隣接林および連結防風林は、ほぼ同じ撮影頻度であった。

哺乳類の種類が最も多く確認されたのは隣接林で6種であった(表2)。孤立防風林では4種、河畔林および連結防風林では3種が確認された。調査地の種多様度指数は、それぞれ河畔林で1.14、隣接林で1.68、連結防風林で1.32、孤立防風林で0.56となった。調査地間では隣接林が最も種多様性が高く、孤立防風林で種多様性が低くなった。

調査地間の種構成の類似性をデンドログラムで図1に示した。河畔林、連結防風林、および隣接林は81.0で結合し、連続している林同士は類似性が高いことが分かった。これらと孤立防風林が結合するのは31.1であり、他の3調査地との類似性の違いが表れた。

考 察

哺乳類種別の利用状況

キタキツネとエゾシカはすべての調査で撮影されたが、個々の調査地での撮影頻度の傾向は2種間で大きく異なっていた。キタキツネは孤立防風林で撮影頻度が顕著に高くなった。それに対し、エゾシカでは、孤立防風林の撮影頻度が低く、河畔林、隣接林および連結防風林の撮影頻度がやや高かった。キタキツネは森林、草地、農耕地、住宅地など非常に多様な環境を利用しており、特に人為的環境を巧みに利用できる例外的な中型哺乳類である(池田 1996)。今回、孤立防風林で撮影頻度が特に高かったのも、その周辺に存在する農作物やごみなどの人為的資源の利用が目的であったためであると思われる。一方で、エゾシカも農作物を食害することが指摘されているが、新得での例では被害のある農地は山沿いに位置し、平野部では被害が無い(小野山ほか 1990)など、キタキツネほどは人為的環境に適応し、進出しているとは思えない。そのため、その出現が河畔林とその周辺に多かったのであろう。

エゾヒグマも多くの調査地で出現したが、各調査地の撮影頻度はいずれも低かった。河畔林および隣接林では親子3個体、孤立防風林では単独の1個体が撮影され、これらは別の個体である可能性が高い。また、撮影はされなかったが、連結防風林もそのすぐ横の畑での食害情報から、ヒグマによる利用があることが判った。エゾヒグマは、広い行動圏を持ち、特に晩夏には農作物の利用・食害が高くなることが報告されている(佐藤 2006)。今

回の全調査地は近隣に畑が存在し、畑への出現がしばしば目撃されていることから、確認されたエゾヒグマは農作物の採食目的で調査地周辺を利用していた可能性が高いと思われる。

エゾユキウサギは隣接林でのみ撮影された。エゾクロテンでは、隣接林および連結防風林で撮影された。安藤ほか(2007)は、人工林と溪畔林が接するような場所など、森林タイプが混交している場所が中小型哺乳類にとって、最も好適な生息地であると論じている。今回の調査地では河畔林、隣接林、連結防風林がそのような場所にあたり、中型哺乳類のエゾユキウサギやエゾクロテンにとって好適な生息環境であったと思われる。特に若いヤナギ類やカンバが優占する二次林で、比較的開けた林である隣接林はエゾユキウサギに好まれる利用空間であろう。

外来種のアライグマは、孤立防風林一カ所のみであるが、生息が確認された。十勝管内ではアライグマの生息情報はほとんど得られていなかったが(池田 2000)、同様に自動撮影カメラを用いた調査(小山・三好 2005)で帯広川上流域の河畔林でも確認されていることから、十勝地方においてもアライグマの定着が進行しつつあると思われる。

エゾリス・ネズミ類は、今回の調査では、ほとんど撮影されなかった。しかし、食痕確認などにより、全調査地で撮影を確認することができた。おそらく、これらの齧歯類は各調査地に生息するものの個体数が少ないか、利用頻度が少なかったと思われる。コウモリ類はすべての調査地で撮影され、その枚数も比較的多かった。本調査地に比較的近い帯広市大正町の防風林で行われた調査によると、10種類のコウモリ類が捕獲され、その多くが防風林を移動経路としていた可能性が示されている(柳川ほか 2006)。本調査地内の河畔林や防風林も多くのコウモリ種によって移動経路として利用されていると思われる。

調査地間の種多様性および類似性

各調査地における撮影頻度は孤立防風林で最も高く、他の隣接林、連結防風林、河畔林との間に明確な差が見られた。隣接林、連結防風林、河畔林での撮影頻度の間

には明確な差は見られなかった。一方、多様度指数による種多様性が高いのは、隣接林、連結防風林、河畔林、孤立防風林の順となった。これには、キタキツネの撮影頻度が大きく関わっていた。孤立防風林の撮影枚数は、キタキツネによる割合が非常に高く、このことによって撮影頻度が高まり、逆に種多様性は低くなった。孤立防風林では撮影頻度は高いが、特定の種による影響が強く、偏った利用であった。

調査地間の類似性をみると、河畔林、連結防風林、隣接林の間で類似性が高く、孤立防風林は他の調査地との類似性が低くなった(図1)。これは、これらの林が主に

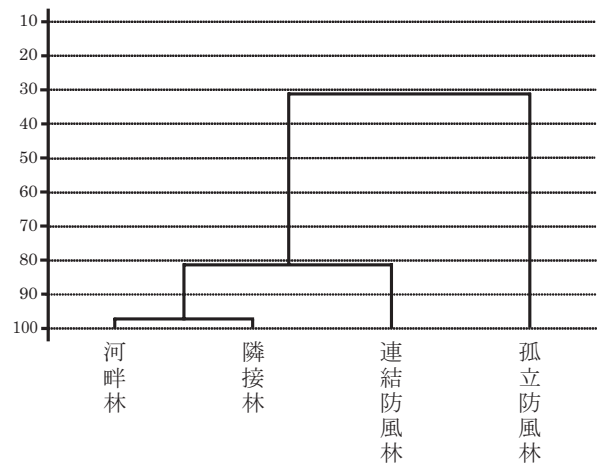


図1. 各調査地間の類似性を示すデンドログラム

一時的な生息利用や移動経路として利用されているため、植生などの類似性などよりも、連続性・近隣性の方が哺乳類相の類似性により関与したためであると思われる。

以上の結果から、エゾユキウサギやエゾクロテンなどの中型動物、エゾシカなどの利用から、河畔林と連結する防風林の方が生物の多様性維持に寄与する防風林であった。しかしながら、農耕地域では、これらの防風林の連結はキタキツネ、エゾシカ、エゾヒグマ、アライグマなどの農作物害獣の農耕地への誘因にも寄与する可能性があることが、今回の結果から明らかになった。人為的環境下での生態回廊の構築には、これらの点に留意して計画を進めることも重要である。

謝 辞

本研究をまとめるにあたり、数々の有益なご助言を承った帯広畜産大学環境植物学研究室の紺野康夫准教授、野生動物管理学研究室の押田龍夫准教授と大学院生諸氏に深く感謝するとともに、厚く御礼申し上げます。また、現地での調査を手伝っていただいた、野生動物管理学研究室の立神雅宣、原口墨華、明石宏作、角谷奈美、桜木裕美、佐藤周平、町田直樹、家入明日美の各氏に心より御礼申し上げます。なお、本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究 (C)「十勝地方における防風林の多面的機能に関する研究(代表者：辻 修，課題番号17580210)」による助成を受けました。これらにかかわる関係各位にも厚く御礼申し上げます。

引用文献

安藤元一，太田真琴，吉田竜太郎，大久保慶信，鈴木 圭。2007。地上性・樹上性の中大型哺乳類。丹沢大山総合調査学術報告書，165-176

Fahrig, L. 1997. Relative effects of habitat loss and fragmentation on population extinction. *J. Wildl. Manage.* 61: 603-610

池田 透。1996。キタキツネ。川道武男編，日本動物大百科1，pp. 120-121。平凡社，東京

池田 透。2000。アライグマをはじめとする移入動物の現状と課題。pp. 1-21。「アライグマをはじめとする移入動物問題を考える」フォーラム報告書，北海道空知支庁

井出 任，武内和彦，伊藤育子，池田亨嘉。1996。「帯広」生態回廊都市へ。BI0-City (8): 18-25

Kauffman, MT, Sanjayan M, Lowenstein J, Nelson A, Jeo RM, Crooks KR. 2007. Remote camera-trap methods and analyses reveal impacts of rangeland management on Namibian carnivore communities. *Oryx* 41 : 70-78

木元新作，武田博清。1989，群集生態学入門。198pp.

共立出版株式会社，東京

小山 勉，三好淳子。2005。赤外線センサーカメラの哺乳類調査における有効性。帯広畜産大学畜産環境科学科平成16年度卒業論文 19pp。

車田利夫，近藤憲久，平川浩文，佐々木尚子，河合久仁子。2006。北海道チミケップ湖周辺の哺乳類相。北海道環境科学センター所報 32 : 85-90

小野山敬一，赤川武彦，刈田康雄。1990。エゾシカによる農作物被害の実体と防除法およびその効果-アンケート調査-。帯広畜産大学学術研究報告 17 : 57-67

佐藤喜和。2006。ヒグマの生態。天野哲也・増田隆一・間野勉，編：ヒグマ学入門-自然史・文化・現代社会-。pp. 3-16。北海道大学出版会，札幌

Thomas JW, Maser C, Rodiek JE. 1979. Wildlife habitat in managed forest ; The Blue Mountains of Oregon and Washington. USDA Forest Service Agricultural Handbook, pp. 40-47. Washington, DC

辻 修，柳川 久，宗岡寿美，土谷富士夫。2004。GISを用いたエゾモモンガの生息エリアの推定。農業土木学会誌 72 : 37-40

塚田英晴，深澤 充，小迫孝実，須藤まどか，井村 毅，平川浩文。2006。放牧地の哺乳類相調査への自動撮影調査の応用。哺乳類科学 46 : 5-19

柳川 久，佐々木康治，瀧本育克。2006。北海道十勝・日高地方の翼手類相(6)帯広市農耕地域の防風保安林における捕獲記録。森林野生動物研究会誌 32 : 5-10

Abstract

Riparian and windbreak forests lie like the mesh of a net in the farming area of the Tokai district of Hokkaido. These forests play an important role as an ecological corridor for wild animals. In recent years, however, many windbreak forests have disappeared, resulting in the fragmentation and isolation of these corridors. It is therefore likely that a

difference will arise between the isolated windbreak forests and those adjoining the riparian forests in terms of their utilization by mammals. From May to October 2007 we used cameras with infrared sensors to survey this difference. *Vulpes vulpes schrencki*, *Cervus nippon yezoensis*, *Ursus arctos yezoensis*, *Lepus timidus ainu*, *Martes zibellina brachyura*, *Procyon lotor*, *Sciurus vulgaris orientis*, bats, and mice and voles were photographed. Mammals were photographed with the highest frequency in the isolated windbreak forests, but these forests had little heterogeneity of species composition, with *V. v. schrencki* being most commonly found. In contrast, the diversity of species was greater in the riparian forests and in the adjoining windbreak forests than in the isolated windbreak forests. The species compositions that used the riparian forests and the adjoining windbreak forests were similar.

[Key words] windbreak forest, riparian forest, mammal, ecological corridor, sensor camera

BSE検査済み国産牛肉に関する消費者評価 — 仮想順位付け実験による分析 —

澤田 学¹・佐藤和夫²

(受付 : 2008年 5月13日, 受理 : 2008年 5月15日)

Consumers' Valuation of BSE-tested Domestic Beef: An Analysis by Contingent Ranking Experiment

Manabu SAWADA¹, Kazuo SATO²

摘要

小稿の目的は、20か月齢以下の牛から生産された BSE 未検査の国産牛肉が流通する状況を想定した牛肉の仮想順位付け実験により、国産牛肉に関する BSE 検査属性の消費者評価を計量的に明らかにすることである。北海道帯広市の137名から得た仮想順位付け実験データをランクロジットモデルで分析した結果、1)国産牛肉が BSE 検査済みであることに対する消費者評価額は、BSE 全頭検査の継続を支持し、かつ、未検査国産牛肉が出回る場合に価格が高くても検査済み牛肉を購入すると回答した消費者では、国産牛の方が国産黒毛和牛より約 2 倍高い、2)BSE 全頭検査の継続を支持しない回答者や、支持はするが価格次第では未検査牛肉を購入する可能性がある回答者では、BSE 検査済みと未検査の国産黒毛和牛の評価額は同一である、ことが明らかとなった。

キーワード : BSE 検査, 国産牛肉, 消費者評価, 仮想順位付け実験, ランクロジットモデル

緒言

わが国では、国内初の牛海綿状脳症(BSE)発生確認を受け、2001年10月から食用として処理されるすべての牛を対象に BSE 検査が実施されてきた。その後、国内 BSE 対策の検証・見直しで、食品安全委員会が「生後20か月以下の牛を BSE 検査から除外しても、人の健康に対する

影響は非常に低い」と評価したことを受け、2005年 8 月から BSE 検査の対象月齢は21か月齢以上に限定された。

その一方、厚生労働省は流通現場の混乱を回避するための理由から、20か月齢以下の牛について地方自治体が自主検査を行う場合は、2008年 7 月まで検査費用を全額補助することとした。その結果、現在まで BSE 全頭検査が続いている。そのような中、厚生労働省は2007年 8 月

¹帯広畜産大学地域環境学研究部門農業経済学分野 〒080-8555北海道帯広市稲田町

²酪農学園大学酪農学部酪農学科 〒069-8501 江別市文京台緑町

¹Division of Agricultural Economics, Department of Agro-Environmental Science, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Hokkaido, 080-8555, Japan

²Department of Dairy Science, Faculty of Dairy Science, Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido, 069-8501, Japan

に医薬食品局食品安全部長名で、当該経過措置の終了する2008年7月末をもって全地方自治体において20か月齢以下の牛に対するBSE検査を一斉に終了するよう求める通知を各都道府県知事あてに出した。しかし、国の補助がなくなる8月以降、20か月齢以下の牛の検査打ち切りを決めた都道府県はなく、2008年3月時点で肉牛産地を抱える36道県が自主検査費用を2008年度予算案に計上し、BSE全頭検査を継続するとしている(毎日新聞 2008)。

BSE全頭検査の継続を支持する最大の理由は、20か月齢以下の牛の安全性についての科学的評価が、消費者の国産牛肉に対する安心につながっていないため、20か月齢以下のBSE未検査牛から生産された国産牛肉が市場に出回ることになった場合、消費者は未検査国産牛肉を購入しないことが危惧されるからである。

それでは、消費者は国産牛肉がBSE検査済みであることに対して実際にどのような価値評価をしているのだろうか。小稿では、国産牛肉のBSE検査属性に対する消費者評価額を黒毛和牛と、和牛以外の国産牛の別に、それぞれ数量的に明らかにする。国産牛肉のBSE検査属性に対する消費者評価額の推計には、BSE未検査国産牛肉の評価額に関する情報が欠かせない。しかし、全頭検査が実施されているわが国の牛肉小売市場でBSE未検査国産牛肉の価格と購買動向を観察することは不可能である。そこで、現状では市場取引されていないBSE未検査国産牛肉が流通している仮想的な牛肉小売市場を設定し、調査により表明された消費者の選好データをもとに国産牛肉のBSE検査属性がもつ経済的価値を推計する表明選好法を採用する。表明選好法の手法としては、最も購入したいと思う選択肢を1つ回答してもらう選択実験が一般的に用いられる(合崎 2005)。しかし、選択実験ではBSE未検査の国産牛肉が選ばれる確率は低くなると予想され、その場合、国産牛肉のBSE検査属性の評価が不可能になる。そのため、本稿では、合崎ら(2004)に倣い、

消費者の選好構造に関してより多くの情報が得られる仮想順位付け実験を用いることにした。

国産牛肉のBSE検査属性に対する消費者評価額を推計した研究に、McCluskey et al. (2005)がある。McCluskey et al. (2005)は、長野市内の生協店舗で2001年12月に収集した消費者調査データを用いて、BSE検査済みの国産牛肉に対する価格プレミアムを推定したが、和牛と和牛以外の国産牛の別には分析していない。また、国内初のBSE発生から6年以上経過した現在では消費者の国産牛肉に対する意識、したがってBSE検査属性の評価も当時とは変化していると考えられる。

方法

仮想順位付け実験の設計

仮想順位付け実験は、図1に示すように提示した複数の選択肢について回答者からみて望ましい(選びたい)順に順位付けをしてもらい、その回答結果に基づいて財の属性評価を行う手法である。

評価対象とする牛肉の属性は、表1に掲げた「原産地(種類)」、「価格」、そして「BSE検査」の3つである。原産地(種類)属性の水準については、調査時に帯広市内の量販店で販売されていた「国産黒毛和牛」、「国産牛」、「豪州産牛」を、それぞれ第1、第2、第3選択肢に割り当てるラベル型として設定した。価格属性の水準については、2007年11月に帯広市内の量販店を対象に行った実売価格調査結果に基づいて設定した。BSE検査属性は、国産2種については「検査済み」と「未検査」のいずれかとしたが、豪州産については現状と同じく「未検査」に設定した。これら3種類以外の属性は、用途を「焼肉や炒め物用」、消費期限を「3日」に固定し、いずれの牛肉も現行制度下で安全が確保されているとした(図1)。

問 17 から問 21 は、価格などが異なる 3 種類の牛肉、「国産黒毛和牛」、「国産牛」（和牛以外の国産牛肉）、「豪州（オーストラリア）産牛」と「どれも買わない」という 4 つの選択肢に対して、あなたが望ましいと思う順位をつけていただきます。それぞれの牛肉については、次の 3 点が示されます。

- ・種類（原産国）：「国産黒毛和牛」、「国産牛」（和牛以外の国産牛肉）、「豪州（オーストラリア）産牛」の 3 種類が示されます。
- ・BSE 検査の有無：BSE 検査済みの牛肉には、BSE 検査済みのシールが貼付されます。シールの貼付されていない牛肉（表示なし）は、BSE 検査をしていない牛肉で、「国産黒毛和牛」と「国産牛」については生後 20 カ月以下の牛から生産されたものとします。また、「豪州産牛」は、現在も BSE 検査をせずに輸入・流通していることから、すべて「（表示なし）」とします。オーストラリアは、これまで BSE の発生が全くなく、効果的な検疫・監視措置がとられているため、世界で BSE が最も起こりえない国とされています。
- ・価格：100 グラムあたりの価格が示されます。

これら 3 つの特徴が示された牛肉が 3 種類と「どれも買わない」という 4 つの選択肢が示されますので、あなたが望ましい（買いたい、または選びたい）と思う順に「第 1 位」「第 2 位」「第 3 位」「第 4 位」と順位をつけてください。ただし、いずれの牛肉も用途は「焼肉や炒め物用」、消費期限は「3 日」であり、すべて現行制度の下で安全が確保されているとします。

問 17 次の組合せについて、あなたが望ましい（選びたい）と思うものから順に 4 位まで順位をつけてください。

順位	第（ ）位	第（ ）位	第（ ）位	第（ ）位
種類（原産国）	国産黒毛和牛	国産牛	豪州産牛	どれも買わない
BSE検査マーク	BSE検査済	（表示なし）	（表示なし）	
100gあたり価格	798円	398円	238円	
	【選択肢1】	【選択肢2】	【選択肢3】	【選択肢4】

< 問 18 以降は省略 >

図 1. 仮想順位付け実験のための質問（一部）

表 1. 設定した属性および水準

属 性	水 準
原産地(種類)	国産黒毛和牛, 国産牛, 豪州産
BSE検査	検査済み, 未検査(豪州産は「未検査」に固定)
100 g 当たり価格	国産黒毛和牛 : 348円, 428円, 528円, 648円, 798円, 980円 国産牛 : 178円, 238円, 298円, 398円, 538円, 698円 豪州産 : 98円, 128円, 148円, 198円, 238円, 298円

仮想順位付け実験で回答者に提示する全選択肢集合は、3つの選択肢（「国産黒毛和牛」、「国産牛」、「豪州産牛」）から構成される10組に「どれも買わない」を付加した全10問である。各質問の各牛肉属性の水準の組合せは、D 効率性基準による設計方法(Zwerina et al. 1996)に基づいた佐藤ら(2001)のエクセル・マクロにより作成した。全選択肢集合は、重複しない5問ずつの部分集合に2分割し、回答者1人あたり5回質問に回答してもらった。

分析モデルと消費者評価尺度

仮想順位付け実験によって得られた回答データの分析

は確率効用理論に基づく(Train 2003)。回答者*i*が選択肢*j*から得る効用 U_{ij} は、観察可能な確定効用 V_{ij} と確率的効用 ε_{ij} の和であり、さらに V_{ij} は回答者*i*および選択肢*j*に係わる属性のベクトル \mathbf{x}_{ij} と選好パラメータ・ベクトル β の一次結合で表されると仮定する。

$$(1) U_{ij} = V_{ij} + \varepsilon_{ij} = \beta' \mathbf{x}_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

第*t*回目の質問に対して回答者*i*が、選択肢 j_{1t} を第1位、選択肢 j_{2t} を第2位、選択肢 j_{3t} を第3位、選択肢 j_{4t} を第4位に順序づける回答(R_{it})を行う確率 π_{it} は、(2)式に示す逐次的選択に対応する互いに独立した確率の積とみることができる。

$$(2) \pi_{it} = \Pr(R_{it}) = \Pr(U_{j1t} > U_{j2t} > U_{j3t} > U_{j4t}) \\ = \Pr(U_{j1t} > U_{jkt}, \forall_{jkt} \neq j_{1t}) \\ \times \Pr(U_{j2t} > U_{jmt}, \forall_{jmt} \neq \{j_{1t}, j_{2t}\}) \\ \times \Pr(U_{j3t} > U_{jnt}, \forall_{jnt} \neq \{j_{1t}, j_{2t}, j_{3t}\})$$

ε_{ij} を互いに独立で同一の第 I 種極値分布に従う確率変数と仮定すると、 π_{it} は次式のランクロジットモデルで表すことができる (Beggs et. al 1981)。

$$(3) \pi_{it} = \prod_{m=1}^3 \frac{\exp(\beta' \mathbf{x}_{imt})}{\sum_{k_t=1, k_t \neq \{j_{mt}\}} \exp(\beta' \mathbf{x}_{ikt})}$$

選好パラメータ・ベクトル β は、(3) 式から尤度関数を構成した後、 \mathbf{x}_{imt} の観察値を用いて最尤法によって推定する。本分析では、確定効用 V_{ij} を次式に特定化した。

$$(4) V_{ij} = \beta_{ASC1} D_{ij} + \beta_{ASD,B1} D_{ij} \cdot B_{ji} + \beta_{TST0,1} D_{ij} \cdot TST_j + \beta_{TST1,1} D_{ij} \cdot TST_j \cdot BLTST_i \\ + \beta_{TST2,1} D_{ij} \cdot TST_j \cdot BLTST_i \cdot B_TB_i + \beta_{ASC2} D_{2j} \\ + \beta_{TST0,2} D_{2j} \cdot TST_j \\ + \beta_{TST1,2} D_{2j} \cdot TST_j \cdot BLTST_i + \beta_{TST2,2} D_{2j} \cdot TST_j \\ \cdot BLTST_i \cdot B_TB_i \\ + \beta_{ASC3} D_{3j} + \beta_{ASC,B3} D_{3j} \cdot B_{ji} + \beta_P P_j + \beta_{P,INC} P_j \cdot INC_i$$

ここで、添え字 $j = 1 \sim 3$ は、牛肉の原産地(種類)に対応する選択肢を表し、国産黒毛和牛のとき 1、国産牛のとき 2、豪州産牛のとき 3 の値をそれぞれとる。 $j = 4$ は、「どれも買わない」選択肢を表す。 D_{ij} は、国産和牛固有選択肢ダミー変数(牛肉 j が国産黒毛和牛なら 1、それ以外なら 0 の値をとる)、 D_{2j} は国産牛固有選択肢ダミー変数(牛肉 j が国産牛なら 1、それ以外なら 0 の値をとる)、 D_{3j} は豪州産牛固有選択肢ダミー変数(牛肉 j が豪州産牛なら 1、それ以外なら 0 の値をとる)、 TST_j は BSE 検査済み牛肉ダミー変数(牛肉 j が BSE 検査済みなら 1、そうでないなら 0 の値をとる)、 P_j は牛肉 j の価格(単位は g 当たり円)、 B_{ji} は国産和牛購入経験ダミー変数(回答者 i が焼肉等をするための牛肉として国産和牛を購入したことがあるなら 1、そうでないなら 0 の値をとる)、 B_{3i} は豪州産牛購入経験ダミー変数(回答者 i が焼肉等をするための牛肉として豪州産牛を購入したことがあるなら 1、そうでないなら 0 の値をとる)、 $BLTST_i$ は BSE 全頭検査継続支持ダミー変数(回答者 i が「2008 年 8 月以降

も BSE 全頭検査を継続すべきである」と回答した場合に 1、そうでない場合に 0 の値をとる)、 B_TB_i は BSE 検査済み国産牛肉購入表明ダミー変数(回答者 i が「BSE 未検査の国産牛肉が店頭に並んだ場合、価格が高くても BSE 検査済みの国産牛肉を買う」と表明したなら 1、そうでないなら 0 の値をとる)、 INC_i は回答者 i の世帯年収(単位: 100 万円)を表す。なお、選択肢「どれも買わない」の確定効用 V_{i4} を 0 に基準化するため、 $D_{i4} = D_{24} = D_{34} = DTST_4 = P_4 = 0$ とした。なお、分析に供したサンプルの回答者は全て焼肉をするために国産牛由来の牛肉を購入した経験があるので、国産牛購入経験ダミー変数は(4) 式の確定効用関数の要因変数に入れていない。

BSE 未検査の牛肉 j に対する平均的回答者の評価額 WTP_j は、合崎ら (2006) に従い、当該牛肉の選択が「どれも買わない」選択肢の選択と無差別になる価格水準とする。この場合、 WTP_j は、(4) 式を $V_{ij} = TST_j = 0$ の下で、 P_j について解いて導出される。

$$(5) WTP_j = -(\beta_{ASCj} + \beta_{ASC,Bk} D_{kj} \cdot B_{ki}) / (\beta_P + \beta_{P,INC}) \\ \text{for } j = 1, 2, 3; k = 1, 2$$

一方、BSE 検査属性の付与に対する回答者の評価額 $MWTP_j$ は、国産牛肉 j の確定効用関数における価格と BSE 検査属性の間の限界代替率として定義する。

$$(6) MWTP_j = \frac{\beta_{TST0,j} + \beta_{TST1,j} BLTST + \beta_{TST2,j} BLTST \cdot B_TB}{\beta_P + \beta_{P,INC}} \\ \text{for } j = 1, 2$$

データ

本分析に必要なデータを収集するため、2007 年 12 月に『NTT 電話帳個人名編帯広地方版(2007 年 3 月)』に氏名を掲載している帯広市在住者 700 名を無作為抽出後、農業関係者を除く目的で帯広市郊外在住者 10 名を除いた 690 名に協力依頼状を郵送し、協力に同意した 310 名に郵送質問紙調査を実施した。質問票は、食の安全に関する態度、牛肉の購買実態、BSE 国内対策の認知度、BSE 全頭検査継続の是非、BSE 未検査の国産牛肉の購買意向を尋ねる

質問、仮想順位付け実験、回答者属性に関する設問から構成されている。回答済み質問票の回収者数は300名、回答率は、調査協力依頼状発送者に対し43.5%、質問票の発送対象者(協力受諾者)数に対し96.8%であった。

回答者の属性分布を2005年国勢調査に基づく20歳以上帯広市人口のそれと比べると、性別比は男性にやや偏っており(68%)、年齢階層は50歳代以上の年齢階層の割合が非常に高く(81%)、中高年齢層に大きく偏っている。

2008年7月末で20か月齢以下の牛のBSE検査費用補助を国が打ち切ることを知っていた回答者は63%だった。BSE検査以外の国内BSE対策では特定危険部位の除去・焼却について知っている回答者が比較的少なかった(75%)。BSE検査の限界については半数しか知らなかった。BSE全頭検査の継続を84%の回答者が希望し、その理由では「全頭検査により安心できるから」が最も多かった(83%)。その一方、BSE検査済みと未検査の国産牛肉が店頭に並んだ場合に、「価格が高くて検査済みの牛肉を買う」とした回答者の割合は62%にとどまった。

分析に供したデータは、モデルの計測に必要な質問の全てに回答した137名分である。ただし、回答者1名に仮想順位付け質問を5回繰り返して行っているため、観測値数は685である。なお、(4)式のパラメータの最尤推定にはEconometric Software社のNLOGIT 4.0を使用した。

計測結果と考察

表2に、ランクロジットモデルの計測結果を示す。確定効用関数(4)式の13個の係数推定値のうち、9個の推定値が1%有意水準で0と統計的に有意な差が認められた。有意な係数推定値のうち、選択肢固有定数(β_{ASC1} , β_{ASC2} , β_{ASC3})の値は、国産黒毛和牛が最も大きく、次いで国産牛、豪州産牛の順である。このことは、他の条件を一定とすれば、回答者は、黒毛和牛の国産牛肉を最も選好し、3種類の牛肉の中では豪州産牛肉が最も選好されないことを意味する。ただし、 β_{ASC3} は0と有意差が認められたので、「どの牛肉も買わない」選択肢より

豪州産牛肉を購入する方が選好される。また、 $\beta_{ASC_{BI}}$, $\beta_{ASC_{B3}}$ の推定値が正值であることから、焼肉等をする目的での和牛肉や豪州産牛肉の購入経験がある場合は、購入経験がない場合に比べ、当該牛肉の効用は高くなる。BSE検査属性に関連した有意な係数推定値($\beta_{TST0.2}$, $\beta_{TST2.1}$, $\beta_{TST2.2}$)を吟味すると、BSE全頭検査の継続を支持するしないにかかわらず、国産牛がBSE検査済みであることで効用が高くなること、国産黒毛和牛と国産牛のいずれにおいても、BSE全頭検査の継続を支持し、かつ、BSE未検査の国産牛肉が店頭に並んだ場合、価格が高くてBSE検査済みの国産牛肉を買う意向のある消費者で、BSE検査済みであることが当該牛肉の効用を一層高めることがわかった。価格係数の推定値(β_P)は負値であることから、牛肉の価格が高いほど消費者の効用は低下することが確認された。

表3は、ランクロジットモデル係数推定値と年収サンプル平均値に基づいて「どれも買わない」の効用水準と無差別になるように求めた平均的回答者によるBSE未検査牛肉の評価額(WTP)の推定値と、BSE検査属性を付与することによる評価額の変化分($MWTP$)の推定値である。 WTP は、国産黒毛和牛が最も高く1,217円/100g、次いで、国産牛、豪州産牛の順であるが、焼肉等の目的で黒毛和牛肉を購入したことがない回答者の場合は、国産黒毛和牛と国産牛の WTP に統計的な有意差はなかった。BSE検査属性の付与は、黒毛和牛については、BSE全頭検査の継続を支持し、かつ、BSE未検査の国産牛肉が店頭に並んだ場合、価格が高くてBSE検査済みの国産牛肉を買う意向のある回答者では当該牛肉の評価額を236円/100g高めるが、それ以外の回答者では当該牛肉の評価額を有意には高めない。一方、国産牛については、BSE全頭検査の継続の必要性を認めない回答者でも、BSE検査属性の付与により当該牛肉の評価額が202円/100g増大する。最も安全性に敏感な回答者では評価額の増加分が486円/100gと推定された(表3⑤)。国産牛で牛肉のBSE検査属性に対する限界支払意志額が高いのは、2007年12月までに国内で確認されたBSE感染牛34頭のうち31頭までがホルスタイン種であったことから、黒毛和牛に

比べ、和牛以外の国産牛から生産された牛肉のBSE感染リスクが高いという意識が消費者にあるためと推察される。以上の推計結果から、現在実施されているBSE全頭検査の下で、和牛以外の牛から生産された国産牛肉に関する消費者評価額(WTP+MWTP)に占めるBSE検査済みであることの評価額の割合(MWTP/(WTP+MWTP))は、国産牛に対する消費者の安心度に応じて16%~33%であると見積もられる。

BSE検査属性の付与に対する価格プレミアムの対BSE未検査牛肉評価額割合(MWTP/WTP, 以下、BSE検査価格プレミアム率という)は、国産黒毛和牛の場合、BSE

全頭検査の継続を支持し、かつ、BSE未検査の国産牛肉が店頭に並んだ場合、価格が高くてもBSE検査済みの国産牛肉を買う意向のある回答で19~23%、それ以外の回答者で0%であるのに対し、国産牛の場合、BSE全頭検査の継続を支持し、かつ、BSE未検査の国産牛肉が店頭に並んだ場合、価格が高くてもBSE検査済みの国産牛肉を買う意向のある消費者で50%、BSE全頭検査の継続を不要と考える消費者や、継続を支持するが、BSE未検査の国産牛肉も出回るようになった場合、検査済み国産牛肉だけを購入するとは限らない意向を有する消費者でも21%~33%に達する。わが国初のBSE感染牛が確認され

表2. ランクロジットモデルの計測結果

係 数	推 定 値	標 準 誤 差
β_{ASC1}	3.202***	0.179
β_{ASC2}	3.020***	0.134
β_{ASC3}	1.474***	0.090
β_{ASC_B1}	0.605***	0.116
β_{ASC_B3}	1.043***	0.127
β_{TST0_1}	-0.212	0.188
β_{TST1_1}	0.119	0.224
β_{TST2_1}	0.952***	0.178
β_{TST0_2}	0.631***	0.233
β_{TST1_2}	0.352	0.305
β_{TST2_2}	0.890***	0.259
β_P	-0.281***	0.031
β_{P_INC}	-0.006	0.004
回答者数		173
観測値数		865
対 数 度		-2051.6

注：***は1%有意水準で有意であることを示す。

表3. ランクロジットモデルの係数推定値から求めた各牛肉の評価額

	国産黒毛和牛		国 産 牛		豪 州 産	
	平 均	標 準 誤 差	平 均	標 準 誤 差	平 均	標 準 誤 差
BSE未検査牛肉に対する WTP						
①	12.17***	0.59	9.65***	0.49	8.04***	0.59
②	10.23***	0.47	—	—	4.71***	0.32
BSE検査属性の MWTP						
③	-0.68	0.61	2.02***	0.76	—	—
④	-0.30	0.55	3.14***	0.74	—	—
⑤	2.36***	0.85	4.86***	1.15	—	—

注1：単位は円/g。年収はサンプル平均で評価した。標準誤差はKrinsky and Robb(1986)のモンテカルロ・シミュレーション法(10,000回反復)により求めた。

注2：***は1%有意水準で有意であることを示す。

注3：①②は、焼肉等に当該種類の牛肉を購入している(していない)回答者の評価額を示す。

注4：③は、BSE全頭検査の継続を支持しなかった回答者のBSE検査属性評価額を示す。

注5：⑤④は、BSE全頭検査の継続を支持し、かつ、BSE検査済みとBSE未検査の国産牛肉が店頭に並んだ場合、「価格が高くても検査済み牛肉を買う」「そうとは限らない」と応えた回答者のBSE検査属性評価額を示す。

た2001年9月の3か月後にBSE検査属性の付与に対する価格プレミアムを計測した McCluskey et al. (2005)は、国産牛肉全体としてのBSE検査価格プレミアム率を56%と推定している。したがって、わが国の消費者の国産牛肉評価に占めるBSE検査の比重は、一連の国内BSE対策の導入・整備に伴う国産牛肉への信頼回復により発生直後に比べると低下したものの、最初のBSE発生から6年以上経過した2007年12月においても、安全性に敏感な消費者では和牛以外の国産牛で高い水準にある。Steiner and Yang (2007)は、2006年4月にカナダ(アルバータ州)と米国(モンタナ州)で行った消費者調査の選択実験回答データを用いて、ステーキ用牛肉へのBSE検査属性の付与の消費者評価額を推計した。その結果によれば、BSE検査価格プレミアム率は10~15%である。牛肉のBSE検査属性に対する消費者評価が、カナダや米国と比べ、わが国で相対的に高いのは、日本人が牛肉の安全性についてより危険回避的な性向を有していることを反映したものと推測される(Schroeder et al. 2007)。

【付記】

仮想順位付け実験の設計に関して、合崎英男氏(農村工学研究so主任研究員)から貴重な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

引用文献

- 合崎英男．2005．農業・農村の計画評価，pp.8-81，農林統計協会，東京
- 合崎英男，佐藤和夫，岩本博幸．2004．受精卵クローン牛由来生産物の社会的受容に対する消費者の知識と態度の影響．農業情報研究 3:139-154
- 合崎英男，澤田学，佐藤和夫，吉川肇子．2006．生産情報公表牛肉およびBSE検査済み外国産牛肉の消費者評価—選択実験による接近—．農業情報研究 15:293-306
- Beggs S, Cardell S, Hausman J. 1981. Assessing the potential demand for electric cars. *Journal of Econometrics* 17: 1-19

Krinsky I, Robb A. 1986. On Approximating the statistical properties of elasticities. *Review of Economics and Statistics* 68: 715-719

毎日新聞．2008．36道県が検査継続．毎日新聞2008年3月2日朝刊

McCluskey J, Grimsrud K, Ouchi H, Wahl T. 2005. Bovine Spongiform Encephalopathy in Japan: consumers' food safety perceptions and willingness to pay for tested beef. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 49: 197-209.

佐藤和夫，岩本博幸，出村克彦．2001．安全性に配慮した栽培方法による北海道産米の市場競争力．農林業問題研究 37: 37-49.

Schroeder T, Tonsor G, Pennings J, Mintert J. 2007. Consumer food safety risk perceptions and attitudes: impacts on beef consumption across countries. *The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy* 7: Article 65(<http://www.bepress.com/bejeap/vol7/iss1/art65>).

Steiner B, Yang J. 2007. A Comparative analysis of US and Canadian consumers' perceptions towards BSE testing and the use of GM organisms in beef production: evidence from a choice experiment. Selected Paper prepared for presentation at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting, July 29-August 1, 2007 (<http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/123456789/26587/1/sp07st02.pdf>)

Train K. 2003. *Discrete choice methods with simulation*, pp.160-161, Cambridge University Press, Cambridge.

Zwerina, K, Huber J, Kuhfeld W. 1996. A General method for constructing efficient choice design. SAS Technical Support Documents, TS-694E

Abstract

The purpose of this study was to clarify quantitatively Japanese consumers' valuation of bovine spongiform encephalopathy (BSE) tested domestic beef. One hundred

and thirty seven consumers living in Obihiro City, Hokkaido, served as respondents. Three different types of beef (domestic Wagyu beef, domestic dairy beef, and imported Australian beef) were analyzed in a contingent rating experiment using a rank logit model. The following results were obtained: 1) Marginal willingness to pay for the fact that domestic dairy beef has been BSE-tested, for respondents that were very sensitive to the safety of domestic beef, was twice as large as that for domestic Wagyu beef. 2) The respondents who did not think the continuation of blanket testing to necessary were equally willing to pay for BSE-tested or untested Wagyu beef.

Key words: BSE test, domestic beef, consumer valuation, contingent rating experiment, rank logit model

Pre-inoculation of cucumber roots with *Verticillium lecanii* (*Lecanicillium muscarium*) induces resistance to powdery mildew

Emiko Hirano^{a,†}, Masanori Koike^{a*}, Daigo Aiuchi^a and Masayuki Tani^a

(Received:10 January, 2008) (Accepted:15 May, 2008)

キュウリの根に *Verticillium lecanii* (*Lecanicillium muscarium*) を処理すると
うどんこ病に対して抵抗性が誘導される

平野恵美子^{a†}・小池正徳^a・相内大吾^a・谷 昌幸^a

Abstract

The ability of *Verticillium lecanii* (*Lecanicillium muscarium*; B-2) to induce host resistance and defense responses against subsequent challenge with cucumber powdery mildews was examined in a glasshouse. A root test showed that, after inoculation with *V. lecanii* blastspore on cucumber roots, induction of systemic resistance in those *V. lecanii* pre-inoculated plants engendered significantly fewer lesions and reduced disease severity compared with non-inoculated plants. Furthermore, in plants inoculated with *V. lecanii* blastspore on their roots, the fungi showed high colonizing ability on cucumber rhizoplane and inside root tissues. Nevertheless, activities of peroxidase (PO) and phenylalanine ammonia-lyase (PAL) increased slightly, but not significantly. In a leaf test of inoculation with *V. lecanii*, activity of PAL tended to increase when powdery mildew was inoculated, but the PO activity did not change significantly. These results indicated that an isolate of *V. lecanii* (B-2) potentially induced host resistance to cucumber and is an effective candidate for biological control of cucumber powdery mildews, even in inoculation into soil.

Key words; induced resistance; *Lecanicillium muscarium*; Powdery Mildew; *Verticillium lecanii*

a. 帯広畜産大学畜産学部地域環境学研究部門 〒080-8555 帯広市稲田町西2-11

† 現: カルビーポテト(株)馬鈴薯研究所 〒082-0006 川西郡芽室町東芽室南3-23

a. Department of Agro-environmental Science, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Hokkaido 080-8555, Japan

† present address. Calbee Potato Inc. Potato Research Center, Memuro, Hokkaido 082-0006, Japan

*Corresponding Author e-mail address: koike@obihiro.ac.jp

摘要

本論文では、*Verticillium lecanii* (*Lecanicillium muscarium*) B-2がキュウリのうどんこ病に対して抵抗性を誘導するか否かを調べた。*V. lecanii* (B-2) の出芽型胞子の懸濁液 (1×10^7 /ml) を10ml もしくは50ml をキュウリの根部に処理すると、本葉におけるうどんこ病の発病程度が有意に減少した。さらに、*V. lecanii* (B-2) は根面および根部内における高い定着率を示した。しかし、これらの抵抗性が誘導された時のペルオキシダーゼ (PO) やフェニールアラニンアンモニアリアーゼ (PAL) の酵素活性は顕著な増加が認められなかった。

キーワード：うどんこ病, *Lecanicillium lecanii*, *Verticillium lecanii*, 誘導抵抗性

1. Introduction

Numerous reports have highlighted the remarkable potential of *Verticillium lecanii* (A. Zimmerm.) Vie'gas (Recently renamed to *Lecanicillium muscarium*) as a powerful biocontrol agent against several arthropod pests and some plant pathogens. It has a very wide host range: it is especially parasitic of aphids and whiteflies – two of the most common greenhouse pests (Askary et al., 1999; Drummonds et al., 1987; Koike et al., 2004; Spencer et al. 1981). This ability has been used for production of commercial preparations: Vertalec and Mycotol. *V. lecanii* also is an effective mycoparasite of several rust fungi, green mold and fungi causing root rot diseases (*Pythium ultimum*), as well as of some powdery mildew pathogens (Askary et al., 1997; Benhaumau & Brodeur, 2000; Koike et al., 2004; Spencer et al., 1981; Verhaap et al., 1996). Numerous studies have mainly investigated morphological and functional aspects underlying microbial interaction (Benhaumau & Brodeur, 2000). Therefore, whether *V. lecanii* can interact with host plants and whether the fungi can induce disease resistance and

pathogen defense responses systemically is an issue that demands investigation.

Systemic acquired resistance (SAR), localized exposure of plants to certain avirulent microbes (He et al., 2002; Ryu et al., 2003; Shimamoto & Watanabe, 2004) or treatment with certain biotic or chemical agents (Cools & Ishii, 2002; Katz et al., 1998; Ryu et al., 2003) can render an entire plant resistant to further infection by virulent pathogens. In addition, SAR is associated with hypersensitive reaction (HR) and with increased expression of many defense response mechanisms, such as R gene-mediated resistance. It causes accumulation of pathogenesis-related proteins (PR protein) (Cools & Ishii, 2002; He et al., 2002; Juen et al., 2003; Katz et al., 1998; Koike et al., 2001; Meera et al., 1994; Ongena et al., 2000; Ryals et al., 1996). Subsequently, SAR reduces the size and number of lesions that develop after inoculation with virulent pathogens (He et al., 2002). The signal transduction pathway in SAR is shown to be dependent on salicylic acid (SA) (Juen et al., 2003; Ryals et al., 1996; Ryu et al., 2003). Another form of resistance, induced systemic resistance (ISR), is induced mostly by root-inhabiting fungi and endophytes, especially plant growth-promoting rhizobacteria and fungi (PGPR and PGPF) (Juen et al., 2003; Koike et al., 2001; Meera et al., 1994; Ongena, 2000); ISR is distinguished from SAR by its different signal pathway. In short, ethylene and jasmonic acid (JA) have a role in the signal pathway of ISR (Katz et al., 1998; Ryu et al., 2003). These mechanisms are particularly attractive as strategies for control of plant diseases, especially amid growing concerns over adverse impacts of conventional pesticides on the environment, and the capacity of pathogens to generate resistance to these compounds (He et al., 2002).

Management of powdery mildews in glasshouses has become a challenging research area in plant pathology. Because of their wide host range and ability to proliferate

abundantly under favorable environmental conditions that usually prevail in greenhouses; yields are reduced (Askary et al., 1997). At least one study has estimated *V. lecanii* strains' high colonization ability on leaf surfaces, along with their consequent ability to control powdery mildew on cucumber: spore suspensions (1×10^7 spores/ml) were sprayed on leaf surfaces (Koike et al., 2004). Some strains demonstrated a significant reduction of powdery mildew. This evidence suggested that these strains might be dominant in a phyllosphere microbial community before the pathogen arrives (Koike et al., 2004). Therefore, not only parasitism, production of antibiotics, and hydrolytic enzymes, but also competition (nutrients and space) might be mechanisms of pathogen inhibition (Benhamou & Brodeur, 2000). On the other hand, some strains of *V. lecanii* showed high ability of colonization on the tomato rhizosphere and reduced Verticillium wilt, especially the severity of internal symptoms (Koike et al., 2004). For that reason, in the rhizosphere, *V. lecanii* also might reduce the diseases by equivalent mechanisms on leaf surfaces.

This study is intended to evaluate whether *V. lecanii* that could reduce powdery mildews on leaf surfaces of cucumber have the ability to induce plant resistance by inoculation on leaf surfaces, and whether the fungi are effective to control powdery mildews by inoculation on the rhizosphere.

2. Materials and Methods

2.1. Growth and maintenance of fungi and plants

Two isolates of *V. lecanii* were studied: B-2 (*L. muscarium*), which was collected from green peach aphid in Obihiro (*L. longisporum*; Koike et al., 2004); and a commercial preparation of Vertalec (Koppert UK Ltd., Wadhurst, East Sussex, UK). Each isolate of *V. lecanii*

was cultured on potato dextrose agar (PDA; 200 g of potatoes, 20 g of glucose, and 20 g of agar /l) in 9-cm petri dishes and stored at 4°C. Spore suspensions were obtained from 12-day-old shaken cultures (Potato Dextrose Broth; Becton, Dickinson and Co., USA) by filtering the culture medium through gauze. Suspensions were adjusted to 1×10^7 spores/ml using a hemocytometer.

Leaves of cucumber (*Cucumis sativus* L, cv. Hokushin) that had been intensely, but naturally, infected with *Sphaerotheca fuliginea* were collected. Colonized areas were scrubbed in petri dishes with a brush using distilled water. Suspensions were obtained by filtering through gauze. They were adjusted to 1×10^5 spores/ml using a hemocytometer. These spore suspensions were stored at 4°C in darkness for all experiments. *V. lecanii* cultures and *S. fuliginea* cultures were used within 3 days. Cucumber plants (*Cucumis sativus* L, cv. Hokushin) were grown in an incubator at 25°C for 25 days under 8D16 L for all experiments.

2.2. Control powdery mildew in a glasshouse by pre-inoculation of cucumber roots with *V. lecanii*

This experiment assessed B-2 for its ability to control cucumber powdery mildew. In previous studies at our laboratory, B-2 showed high colonizing ability on tomato rhizospheres and rhizoplanes, along with reduced severity of internal symptoms of Verticillium wilt (Koike et al., 2004).

First, the root systems of cucumber plants grown 25 days in individual pots were pre-inoculated with *V. lecanii* (1×10^7 spores/ml, 10 ml or 50 ml) or distilled water by pouring spore suspensions over the soil. Then, pre-inoculated plants were sprayed with a fine mist of *S. fuliginea* spore suspension (1×10^5 spores/ml) 24 h or 72 h after pre-inoculation. Following inoculation, plants

were kept at 25°C under natural light in the glasshouse. Lesions on each inoculated plant were counted 2, 3 and 4 weeks after inoculation. Diseased areas on all leaves were estimated visually in two categories: lesions appearing on leaves emerging during plant growth after spraying pathogen by airborne infection (called not-sprayed-occurring) as well as lesions on sprayed leaves (sprayed-occurring). A score was calculated using the percentage of leaf area covered by mildew (five disease classes): 0, for 0% mildew area per leaf; 1, < 10%; 2, (10-25%; 3, 25-50%; 4, 50-75%; and 5, 75-100%. The mildew index of sprayed-occurring = sum of scores of leaves sprayed with pathogen / number of leaves sprayed with pathogens. The mildew index of not-sprayed-occurring = sum of each score of leaves not-sprayed with pathogen / number of leaves not-sprayed with pathogen. Each test was performed in quadruplicate.

2.3. Colonization test on rhizoplanes and inside root tissues

Using the plants that had been used to examine the possibility of B-2 to control powdery mildew by inoculation in soil, as mentioned above, colonization ability of B-2 on rhizoplanes and inside root tissues was studied using dilution plate methods. Simultaneously, the possibility of spores of B-2 treated in soil to stick to leaves by splashing during plant watering was confirmed.

Roots were taken and washed to remove soil particles. These roots were rinsed with distilled water. First, we prepared rhizoplane dilutions. A 1.0×10^{-1} dilution of rhizoplane was prepared by shaking roots with sterile distilled water (45 ml) in a test tube, using an ultrasonic cleaner for 1 min. The root was removed to a Petri dish, which was used to prepare root tissue dilutions, and sterilized root surface by momentary dipping into 70% ethanol and subsequently into 5% sodium

hypochlorite solution. After sufficient rinsing with sterile distilled water, the root was homogenized using a blender with sterile distilled water (10 ml/g). This was a 1.0×10^{-1} dilution of root tissue. Then 5 ml of each suspension was transferred to 45 ml sterile distilled water. This procedure was continued until a 10-fold dilution series was obtained ranging from 1.0×10^{-1} to 1.0×10^{-4} ; 0.2 ml of each 1.0×10^{-3} and 1.0×10^{-4} dilution were dropped onto rose-bengal medium containing streptomycin sulfate, and incubated at 25°C in darkness for 8 days. Then colony-forming units of B-2 per gram of fresh weight of the roots were counted. Three replicates were done for each test.

The first leaf and the second leaf were measured similarly to root assays, as mentioned above.

2.4. Inoculation of cucumber roots with *V.lecanii* to evaluate induction of systemic disease resistance

In this study also, B-2 was examined. The 25-day-old cucumber plants were uprooted from their pots, and soil was washed off slowly with tap water. These naked roots were dipped in a spore suspension of B-2 (1×10^7 spores/ml, 500 ml) or sterile distilled water for 30 min. Roots inoculated with B-2 were rinsed out lightly using tap water. Then each plant was put into a test tube with sterile distilled water and kept at 25°C under natural light in a glasshouse. Roots and stems, from the joint with the root to the cotyledon, were sampled at 0 h, 24 h, 48 h and 72 h after inoculation. All samples were kept in plastic packs (100×70 mm) and stored at -80°C. Each test was performed in quadruplicate.

2.5. PO and PAL assay

An acid peroxidase (PO) and a phenylalanine ammonia lyase (PAL) are putative biochemical markers for

SAR. The leaf samples in packs were shattered to pieces by hand. Then each sample (0.5 g) was homogenized with liquid nitrogen by grinding in a pestle, and mixed 4.5 ml of 50 mM Tris-HCl buffer (pH 8.8). The homogenate was centrifuged at 12,000 g for 5 min at 4°C. The protein content in crude extracts was determined using the Proteostain protein quantification kit (Dojindo Molecular Technologies, Inc.). The PO and PAL activities were measured at room temperature. Using guaiacol as a substrate, PO was assayed. The assayed mixture contained 3 ml of 5 mM guaiacol in 15 mM sodium phosphate buffer (pH 6.8), 5 mM H₂O₂. Assays were initiated by addition of the crude extract (100 µl) to the mixture and the change in optical density at 470 nm was measured for 1 min. The PO activity was calculated as $\Delta A_{470} \text{ nm mg}^{-1} \text{ min}^{-1}$.

Using L-phenylalanine as the substrate, PAL was assayed. The reaction mixture consisted of 500 µl of 0.2 % (w/v) L-phenylalanine in 50 mM Tris-HCl buffer (pH 8.8) and 500 µl of the crude extract. The mixture was incubated for 1 h at 40°C, and 100 µl of 0.1 N-HCl was added to stop the reaction. Formation of cinnamic acid was monitored at 268 nm. PAL activity was expressed as microgram-order cinnamic acid formation per milligram of protein. Each test was performed in quadruplicate.

2.6. Pre-inoculation of cucumber plants with *V. lecanii* and subsequent inoculation with pathogen to evaluate induction of systemic disease resistance

In a glasshouse under natural light (25 ± 1°C.), suspensions of two isolates of *V. lecanii* (B-2, selected because of their ability of high colonization on cucumber leaf surfaces and of reduction of powdery mildew (Cools & Ishii, 2002) and Vertalec, selected because of its ability of low colonizing on cucumber leaf surfaces, for comparison with B-2, 1 × 10⁷ spores/ml) were sprayed on leaf surfaces

of the second leaves of cucumber plants using customized sprayers. For control, plants were sprayed with distilled water. The second leaves and third leaves of cucumber plants were collected immediately after pre-inoculation (0 h) and at designated time intervals thereafter (12 h, 24 h, 48 h, 72 h). On the other hand, the plants treated as described above were sprayed with the spore suspension of *S. fuliginea* (to the second and third leaves, 1 × 10⁵ spores/ml) 24 h after pre-inoculation of *V. lecanii*. Similarly, the second and third leaves of cucumber plants were collected (0 h - immediately after pre-inoculation; 12 h; 24 h - immediately after pathogen inoculation; 48 h; and 72 h). Each sample was kept in a plastic pack and stored at -40°C in darkness. Each test was performed four times.

2.7. Relative, multiplex reverse transcription PCR

Using an RT-PCR system, the expression of three defense-related genes in the second leaves, which were treated B-2 and subsequent inoculation with pathogen, was examined. These were a PO encoding gene (*PO*), a gene encoding a PAL homologue (*PAL1*) and a pathogenesis-related protein 1 gene homologue (*PRI-1a*), a commonly used marker for SAR.

Samples of the second leaves (0 h, 24 h, and 48 h after inoculation of B-2) that had been frozen at -80°C were shattered by hand. Using a NucleoSpin® RNA Plant total RNA purification kit (Macherey-Nagel GmbH, Germany) according to the manufacturer's instructions, RNA was extracted from each sample. The RNA samples were quantified at 25 µg, using a spectrophotometer.

For analyses of *PO*, *PRI-1a*, and *PAL1* expression, multiplex reverse transcription PCR (RT-PCR) was used to simultaneously amplify transcripts of the target gene and the constitutively expressed reference gene, β -actin. The following primers were used: β -actin (forward,

5'-GGCCGTTCTGTCCCTCTAC-3'; reverse, 5'-CAGCTCCGATGGTGATGAC-3'), *PO* (forward, 5'-CTGACATTCTACTAGCCCTTGGTTCT-3'; reverse, 5'-TCTGCGTTTGGATTATTGTTTAGG-3'), *PRI-1a* (forward, 5'-GGCAGCCCAGACTTCTCAGC-3'; reverse, 5'-GCATCTCACTTTGGCACATCCTA-3') and *PAL1* (forward, 5'-ATAACGGTTTGCCTTCTAATCTT-3'; reverse, 5'-CATCCTGGTTGTGTTGCTCA-3'). Reactions were carried out with mRNA selective PCR kit (TaKaRa BIO Inc., Japan), again according to the manufacturer's instructions. Cycle numbers were 30 for all genes. Conditions for all reactions were the same, with an initiate RNA reverse transcribe at 45°C for 30 min, followed by cycles of 85°C for 1 min, 50°C for 1 min, and 72°C for 2 min (Cools & Ishii, 2002).

The PCR products were separated on a 0.2% agarose gel and visualized by ethidium bromide staining. Fluorescence values for target genes were measured using comparison with a fluorescence value of β -actin gene; obtained information was processed using a densitometer. Each test was performed three times.

3. Results

3.1. Control powdery mildew in glasshouse by pre-inoculation of cucumber roots with *V. lecanii*

Cucumber plants pre-inoculated with 50 ml of spore suspension of B-2 showed the lowest powdery mildew value in this experiment (Fig. 1). Comparing amounts of spore suspension, 50 ml was more effective than 10 ml for both sprayed-occurring and not-sprayed-occurring. Comparison of the period from pre-inoculation with B-2 to inoculation powdery mildew showed that both were effective, but plants 24 h post-B-2 inoculation were more successful than those of 72 h (not shown).

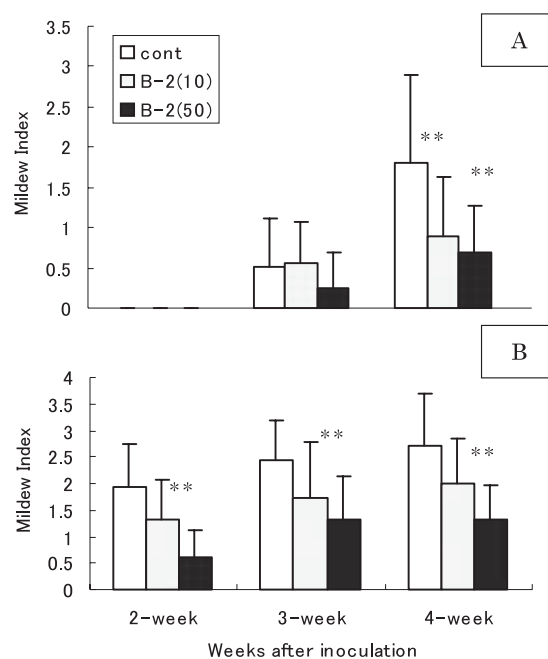


Fig.1 Powdery mildew value of non-sprayed pathogen leaves (A) and sprayed pathogen leaves (B), at 24h after B-2 (*Verticillium lecanii*) pre-inoculation of *V. lecanii* (B-2). **, significant difference from control, $p = 0.01$. (Scheffe's F test)

3.2. Colonization test on rhizoplane and inside root tissues

The highest colonization on cucumber rhizoplane was shown by 50 ml of spore suspension of B-2 (Fig. 2): it was colonized on rhizoplanes less than 1.0×10^3 spores/g in control roots that had been treated with distilled water. Without affecting plant vitality, B-2 was allowed to penetrate inside the root tissues and colonize.

3.3. PO and PAL activities in root tissue

Inoculation with B-2 on cucumber roots did not increase respective PAL and PO activities both in roots and stems compared with those of uninoculated control plants (Fig. 3). Very little difference existed between activities of plants inoculated with B-2 and distilled water.

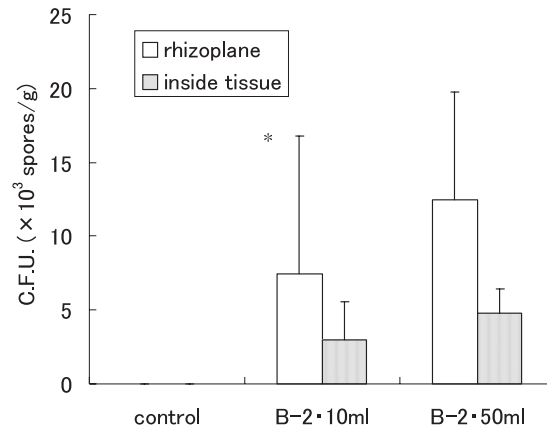


Fig.2. Colonization of *V. lecanii* on cucumber rhizoplane and inside the root tissues. *, significant difference from control, $p = 0.05$. (Scheffe's F test)

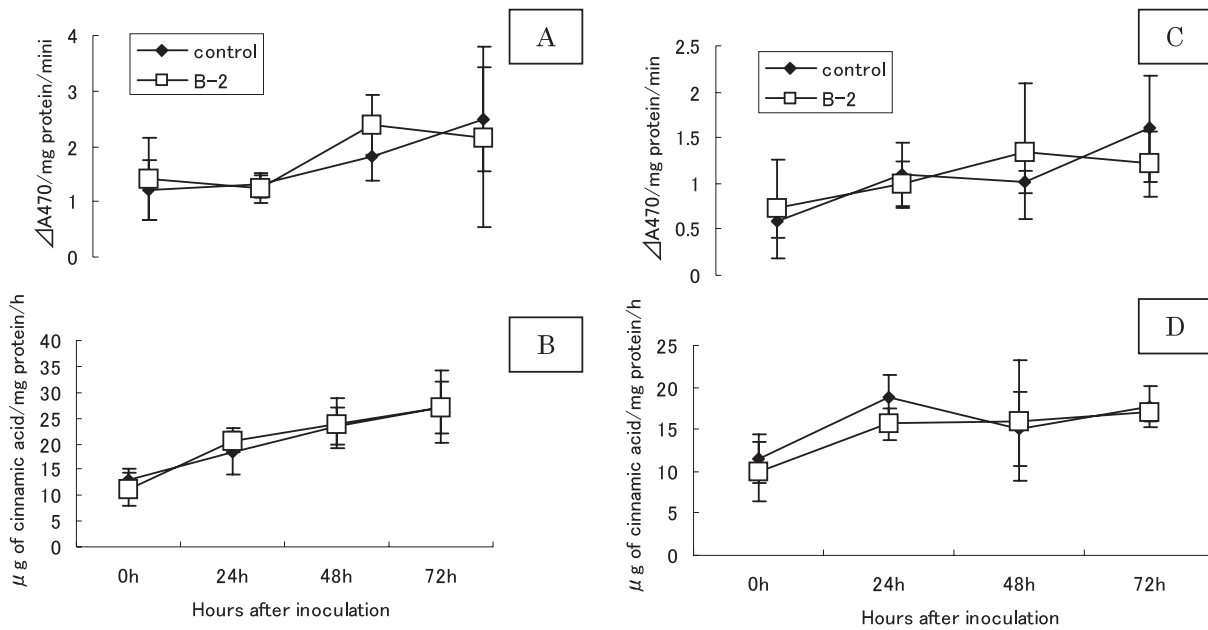


Fig.3. Induction of peroxidase (PO) (A,C) and phenylalanine ammonia-lyase (PAL) (B,D) activities in cucumber stems (A,B) and roots (C,D) inoculated with B-2 (*Verticillium lecanii*). Standard errors are shown.

3.4. PO and PAL activities in leaf tissue

Inoculation with each of the two *V. lecanii* strains did not increase PO and PAL activities in the second and third leaves as compared with those of uninoculated control plants (Figs. 4A and 4B). In this case, PO activity of both second and third leaves inoculated with B-2 was almost always highest over the 3-day sample period for all

treatments (Fig. 4A). Comparing the second leaves with the third leaves in plants inoculated with B-2, the PO activity was higher at all times in the second leaves than in the third leaves (Fig. 4C).

In response to powdery mildew challenge, although very little difference existed between plants inoculated with *V. lecanii* and control plants, PAL activity tended to increase: plants inoculated with B-2 showed 2.97-fold

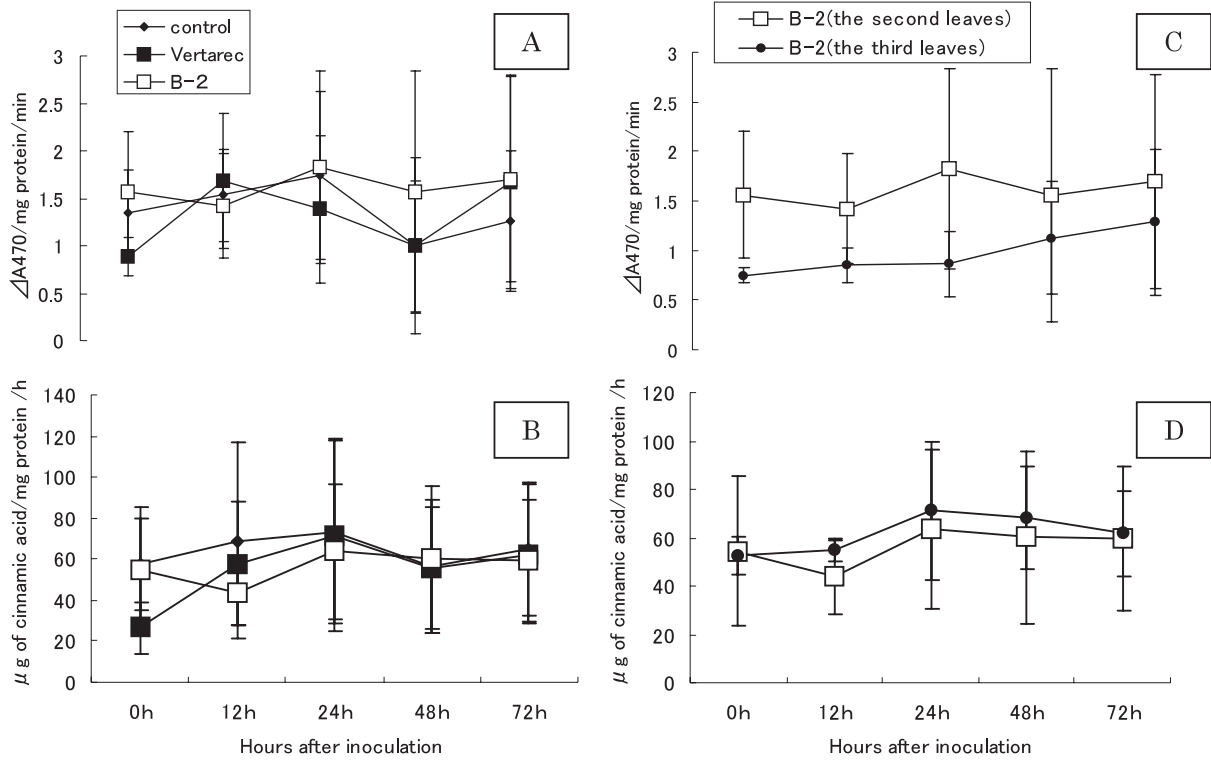


Fig.4. Induction of peroxidase (PO)(A,C) and phenylalanine ammonia-lyase (PAL)(B,D) activities in cucumber leaves inoculated with 2 isolates of *V. lecanii* (A,B). The second leaves and the third leaves of cucumber plants inoculated with B-2 (C,D). Standard errors are shown.

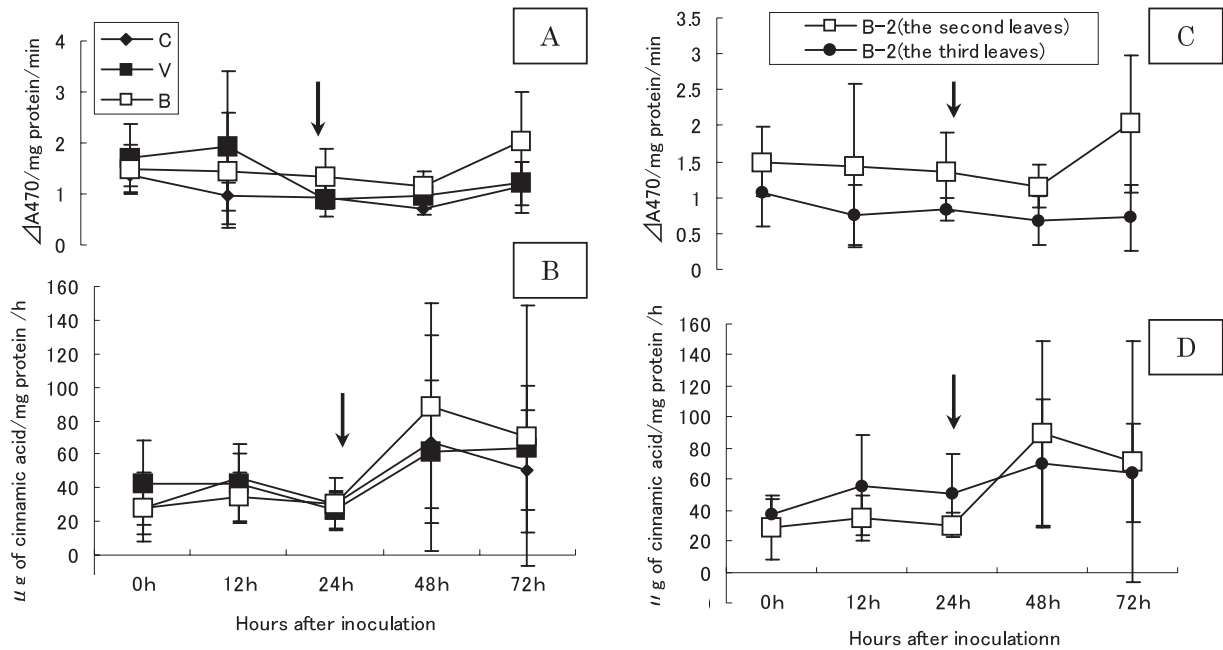


Fig.5. Induction of peroxidase (PO)(A,C) and phenylalanine ammonia-lyase (PAL)(B,D) activities in cucumber leaves inoculated with pathogen after pre-inoculation of 2 isolates of *V. lecanii* (A,B). The second leaves and the third leaves of cucumber plants inoculated with B-2 (C,D). Standard errors are shown. Arrow indicates the time of inoculation.

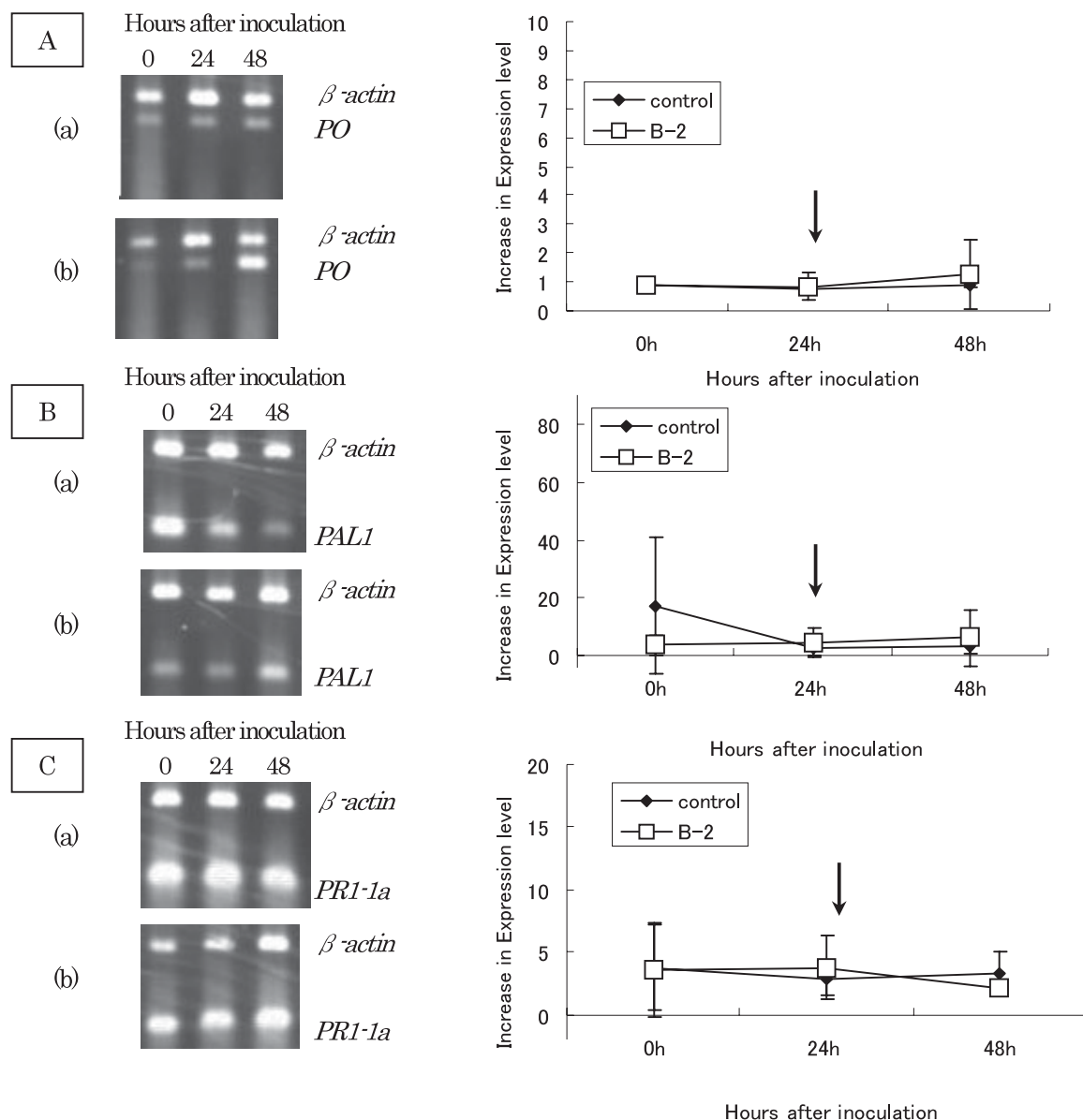


Fig.6. RT-PCR analysis of PO(A), PAL1(B) and PR1-1a(C) expressions in plants inoculated with pathogen after pre-inoculation with B-2(a) or DW(b). Gels shown are representative of one of the three replicates tested per treatment. Standard errors are shown. Arrow indicates the time of inoculation.

at h-after-inoculation with B-2 from 24 h to 48 h (Fig. 5B). The PAL activity of the second leaves inoculated with B-2 showed a sharper increase than that of the third leaves (Fig. 5D). No significant changes in PO activity were observed in the second leaves and the third leaves of all plants (Fig. 5A). Comparing the second leaves with the third leaves in plant-inoculated B-2, the PO activity was also higher at all times in the second leaves than in the third leaves (Fig. 5C).

3.5. Activation of PO, PAL1 and PR1-1a expression in inoculated plant leaf tissue

No significant differences were observed in activation of *PO*, *PAL1* and *PR1-1a* expression in the second leaves of cucumber plants inoculated with pathogen after pre-inoculation with B-2 (Fig. 6).

4. Discussion

This study revealed that *V. lecanii* suppressed cucumber powdery mildew. Application of *V. lecanii* maintained mildew severity below 20% in terms of infected area per leaf for 4 weeks after inoculation with *S. fuliginea*. Disease suppression appeared to be systemic: roots were treated with *V. lecanii* and the pathogen was challenged by leaf-inoculation, thereby separating the two spatially. *V. lecanii* did not recover from regions growing above the ground; *V. lecanii* also colonized root surfaces strongly and penetrated the root tissues. Moreover, the more strongly the fungi colonized root tissues, the more the disease abated, comparing the quantity of spore suspension of B-2. In the leaf test, comparing plants treated B-2 or Vertalec, enzyme activities tended to increase higher in B-2 treated plants. In previous studies at our laboratory, as mentioned above, B-2 showed a high ability to colonize cucumber leaves. In contrast, Vertalec showed no colonization ability on cucumber leaves (Koike et al., 2004), suggesting that a longer period of their association with plants was necessary for induction of resistance (Meera et al., 1994). On the other hand, growth promotion might be independent of root colonization ability (Koike et al., 2001), so that additional examination is needed of the ability of *V. lecanii* as a plant growth promoting fungi (PGPF) for cucumber.

Comparison was made of the mildew levels of plants inoculated with pathogen 24 h after pre-inoculation with B-2 with 72 h after pre-inoculation with B-2: although both were effective, the former was better at controlling disease. These results suggest that this biocontrol treatment had to be repeated to protect plants from pathogens over a long period. How often the treatments are required and how long the effect of this treatment persists remains unclear, so additional study is needed.

Verhaar et al.(1999) indicated that humidity

conditions at the plant surface are probably the most important factor influencing germination, growth and survival of *V. lecanii* in this habitat. Consequently, high humidity conditions seemed to be of great importance to obtain good control. In commercial glasshouses, conditions are rarely favorable for good development of *V. lecanii*. Relative humidity during the daytime is low and temperatures can rise to high levels (Verhaar et al., 1996). In short, when *V. lecanii* spores are sprayed onto leaves in a water suspension, evaporation of the water carrier might be too rapid for germination in free water. Thereby, *V. lecanii* becomes dependent on the air humidity.

In this paper, however, *V. lecanii* showed satisfactory control of cucumber powdery mildew by inoculation of fungi to soil. Therefore, using this method of inoculation to soil, not to leaves, seems to solve problems of humidity in the case of cucumber powdery mildew.

Although plants inoculated with B-2 to their roots reduced lesions that developed after inoculation with powdery mildew, surprisingly, the activities of defense-related enzymes such as PO and PAL were not considerably enhanced; PO is involved in cross-linking extension molecules to form lignin (He et al., 2002). Increased lignin deposition is believed to play a role in barricading the pathogen from invading the plant through physical exclusion. In addition, PAL activity is associated with the biosynthesis of toxic metabolites, such as phytoalexins, phenols, lignins, and salicylic acid (SA), in plant defense pathways (He et al., 2002; Ryals et al., 1996). In addition, the biosynthetic pathway of SA appears to begin with the conversion of phenylalanine to trans-cinnamic acid catalyzed by PAL. Therefore, PAL accumulation in roots might reduce phenylalanine, which is necessary for several pathogens' growth and development (He et al., 2002). Accordingly, *PO* and *PAL1* and *PRI-1a* are categorized as SAR genes – known markers for SAR in cucumber: PO and PAL are marker enzymes for SAR. Elicitation

of induced resistance by pathogens is termed SAR and some other signal pathways have been reported. However, precise mechanisms of induced resistance are not yet clearly understood.

Especially in the root tests presented in this paper, the possibility exists that ISR was induced, not SAR. As mentioned above, ISR is distinguished from SAR by a different signal pathway, which is independent of SA accumulation. Marker enzymes (PO and PAL) might not be enhanced if the resistance induced by *V. lecanii* inoculated to soil is ISR. On the other hand, leaf tests showed PAL tended to increase on inoculating pathogens. One group of enzymes, including anionic peroxidase, is directly responsive to inducer. Another set of defense enzymes, including PAL, is not directly activated by exogenous inducer, but rather, is alerted to subsequent elicitor. This capacity has recently been defined as the "primed" state of a plant (Cools et al., 2002). Priming is reportedly an important component of SAR. Although PO activity was not changed, at least, increase of PAL activity in this study might be related to primed state.

Generally speaking, there is association SA with acid pathogenesis-related proteins (PR protein) (Shimamoto & Watanabe, 2004; Strange, 2003). In most cases, accumulation of SA causes accumulation of acid PR proteins (Jeun et al., 2003). However, in this study, expression of *PAL1* did not increase and expression of *PR1-1a* was not recognized.

To reiterate, little is known about specific mechanisms of induced host resistance. For example, contradictory results were obtained in attempts to associate ISR with PR protein accumulation, a marker often used for SAR expression (Ongena et al., 2000). The ISR induced by *Pseudomonas fluorescens* CHAO in tobacco is coupled with stimulation of PR protein synthesis, whereas such proteins did not accumulate in radish and *Arabidopsis-expressing* PGPR-mediated ISR (Juen et al., 2003; Ongena et al.,

2000). The above-mentioned facts represent only some instances. In addition, induced systemic resistance was also expressed in cucumber upon challenge with PGPR prior to infection by the pathogen, but no specific mechanisms were suggested to explain the observed protective effect (Ongena et al., 2000), the cases of PGPF are as numerous as those of PGPR. In short, further work targeting other genes and enzymes is likely to be worthwhile. The possibility exists that induced resistance by inoculation with *V. lecanii* is associated with SA pathway and/or JA, ethylene pathway and/or new pathway, which have not been reported previously (Ryu et al., 2003). Cytological results demonstrate that the beneficial effect of *V. lecanii* in repressing *Pythium* ingress in root tissues relies on a strong antifungal activity associated with an induction of structural (formation of elongated wall appositions, resembling papillae) and biochemical (occlusion of some intercellular spaces by an amorphous material or phenolic compound) barriers in host tissues (Benhamou et al., 2001).

Although the exact mechanisms remain unclear, this is the first report describing the effect by which *V. lecanii* can suppress and control powdery mildew by inoculation to soil. Results suggest that *V. lecanii* is capable of inducing systemic protection against powdery mildew by root or leaf colonization, or by other means of triggering the host defense mechanism, which are based on systemic activation of natural plant defense mechanisms. A detailed investigation is under way to understand the exact mechanism of systemic resistance in cucumber using biocontrol agents. Further work is needed to identify mechanisms of host resistance by treating *V. lecanii*. Induced host resistance is considered to offer broad-spectrum resistance against many pathogens. *V. lecanii* also has an ability of plant colonization, penetration of root tissues, pathogen antagonism, antimicrobial activity, mycoparasitism, and stimulating plant defense systems. It

might therefore become a valuable alternative to current management of plant pathogens as well as a preferred method of management of cucumber powdery mildew in a glasshouse.

REFERENCES

- Askary H., Benhamou N., Brodeur J., 1997. Ultrastructural and cytochemical investigations of the antagonistic effect of *Verticillium lecanii* on cucumber powdery mildew. *Phytopathology* 87(3): 359-368.
- Askary H., Benhamou N., Brodeur J., 1999. Ultrastructural and cytochemical characterization of Aphid invasion by the hyphomycete *Verticillium lecanii*. *Journal of Invertebrate Pathology* 74: 1-13.
- Benhamou N., Brodeur J., 2000. Evidence for antibiosis and induced host defense reactions in the interaction between *Verticillium lecanii* and *Penicillium digitatum*, the causal agent of green mold. *Phytopathology* 90(9): 932-943.
- Benhamou N., Brodeur J., 2001. Pre-inoculation of Ri T-DNA transformed cucumber roots with the mycoparasite, *Verticillium lecanii* induces host defense reactions against *Pythium ultimum* infection. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 58: 133-156.
- Cools H. J., Ishii H., 2002. Pre-treatment of cucumber plants with acibensolar-S-methyl systemically primes a phenylalanine ammonia lyase gene (*PALI*) for enhanced expression upon attack with a pathogenic fungus. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 61: 273-280.
- Drummond J., Heale J. B., Gillespie A. T., 1987. Germination and effect of reduced humidity on expression of pathogenicity in *Verticillium lecanii* against the glasshouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum*. *Ann. Appl. Biol.* 111: 193-201.
- He C. Y., Hsiang T., Wolyn D. J., 2002. Induction of systemic disease resistance and pathogen defense responses in *Asparagus officinalis* inoculated with nonpathogenic strains of *Fusarium oxysporum*. *Plant Pathology* 51: 225-230.
- Jeun Y. C., Park K. S., Kim C. H., Fowler W. D., Kioepper J. W., 2003. Cytological observations of cucumber plants during induced resistance elicited by rhizobacteria. *Biological Control* 29: 34-42.
- Katz V. A., Thulke O. U., Conrath U., 1998. A benzothiadiazole primes parsley cells for augmented elicitation of defense responses. *Plant Physiology* 117: 1333-1339.
- Koike N., Hyakumachi M., Kageyama K., Tsuyumu S., Doke N., 2001. Induction of systemic resistance in cucumber against several diseases by plant growth-promoting fungi: lignification and superoxide generation. *European Journal of Plant Pathology* 107: 523-533.
- Koike M., Higashio T., Komori A., Akiyama K., Kishimoto N., Masuda E., Sasaki M., Yoshida S., Tani M., Kuramoti K, Sugimoto M. Nagao H., 2004. *Verticillium lecanii* (*Lecanicillium* spp.) as epiphyte and its application to biological control of arthropod pests and diseases. *IOBC/wprs Bulletin* 27(8) 41-44.
- Meera M. S., Shivanna M. B., Kageyama K., Hyakumachi M., 1994. Plant Growth Promoting Fungi from Zoysiagrass Rhizosphere as Potential Inducers of Systemic Resistance in Cucumbers. *Phytopathology* 84(12): 1399-1406.
- Ongena M., Daay F., Jacques P., Thonart P., Benhamou N., Paulitz T. C., Belanger R. R., 2000. Systemic induction of phytoalexins in cucumber in response to treatments with *fluorescent pseudomonads*. *Plant Pathology* 49: 523-530.
- Ryals J. A., Neuenschwander U.H., Willits M.G., Molina

- A., Steiner H.Y., Hunt M. D., 1996. Systemic acquired resistance. *The Plant Cell* 8: 1809-1819.
- Ryu C., Hu C., Reddy M. S., Kloepper J. W., 2003. Different signaling pathways of induced resistance by rhizobacteria in *Arabidopsis thaliana* against two pathovars of *Pseudomonas syringae*. *New Phytologist* 160: 413-420.
- Shimamoto K., Watanabe U., 2004. Shinpen bunshi reberu kara mita shokubutsu no taibyousei. (written in Japanese), SHUJUNSHA Co., Ltd., Tokyo
- Spencer D. M., Atkey P. T., 1981. Parasitic effects of *Verticillium lecanii* on two rust fungi. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 77(3): 535-542.
- Strange R. N., 2003. Introduction to plant pathology. John Wiley & Sons Ltd, England
- Verhaar M. A., Hijwegen T., Zadoks J. C., 1996. Glasshouse experiments on biocontrol of cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) by the mycoparasites *Verticillium lecanii* and *Sporothrix rugulosa*. *Biological Control* 6: 353-360.
- Verhaar M. A., Hijwegen T., Zadoks J.C., 1999. Improvement of the efficacy of *Verticillium lecanii* used in biocontrol of *Sphaerotheca fuliginea* by addition of oil formulation. *BioControl* 44: 73-87.

平成19年度 帯広畜産大学研究業績

原著論文

獣医学

Ishii T, Muranaka R, Tashiro O, Nishimura M. 2007. Chronic intracerebroventricular administration of anti-neuropeptide Y antibody stimulates starvation-induced feeding via compensatory responses in the hypothalamus. *Brain Res.* 1144: 91-100.

Ishii T, Ishimori H, Mori K, Uto T, Fukuda K, Urashima T, Nishimura M. 2007. Bovine lactoferrin stimulates anchorage-independent cell growth via membrane-associated chondroitin sulfate and heparin sulfate proteoglycans in PC12 cells. *J. Pharmacol. Sci.* 104: 366-373.

Muroi Y, Ishii Y, Komori S, Kitamura N, Nishimura M. 2007. Sex steroids modulate the signals from volatile female odors in the accessory olfactory bulb of male mice. *Neurosci. Lett.* 413:11-15.

Yamasaki M, Inokuma H, Sugimoto C, Shaw SE, Aktas M, Yabsley MJ, Yamato O, Maede Y. 2007. Comparison and phylogenetic analysis of the heat shock protein 70 gene of *Babesia* parasites from dogs. *Veterinary Parasitology*, 145: 217-227.

Inokuma H, Ohashi M, Jilintai, Tanabe S, Miyahara K. 2007. Prevalence of tick-borne *Rickettsia* and *Ehrlichia* in *Ixodes persulcatus* and *Ixodes ovatus* in Tokachi district, Eastern Hokkaido, Japan. *Journal of Veterinary Medical Science*, 69: 661-664.

Hiraoka H, Hisasue M, Nagashima N, Miyata T, Tanimoto T, Watanabe M, Itamoto K, Mizuno T, Inokuma H, Okuda M. 2007. A dog with myelodysplastic syndrome: Chronic myelomonocytic leukemia. *Journal of Veterinary Medical Science*, 69: 665-668.

Lee J-Y, Tanabe S, Shimohira H, Kobayashi Y, Oomachi T, Azuma S, Ogihara K, Inokuma H. 2007. Expression of cyclooxygenase-2, P-glycoprotein and multi-drug resistance-associated protein in canine transitional cell carcinoma. *Research of Veterinary Science*, 83: 210-216.

Tabuchi M, Jilintai, Sakata Y, Miyazaki N, Inokuma H. Serological survey of *Rickettsia japonica* infection in dogs and cats in Japan. *Clinical and Vaccine Immunology*, 14: 1526-1528.

Tamamoto C, Seino N, Jilintai, Suzuki M, Kaji K, Takahashi H, Inokuma H. Detection of *Ehrlichia muris* DNA from sika deer (*Cervus nippon yessoensis*) in Hokkaido, Japan. *Veterinary Parasitology*, 150: 370-373.

Shimada A, Onozato T, Hoshi E, Togashi Y, Matsui M, Miyake Y-I, Kobayashi Y, Furuoka H, Matsui

M, Sasaki N, Ishii M, Inokuma H. Pancytopenia with bleeding tendency associated with bone marrow aplasia in a Holstein calf. *Journal of Veterinary Medical Science*, 69: 1317-1319.

Inokuma H, Seino N, Suzuki M, Kaji K, Takahashi H, Inoue S. 2008. Detection of *Rickettsia helvetica* DNA from peripheral blood of sika deer (*Cervus nippon yezoensis*) in Japan. *Journal of Wildlife Diseases*, 44: 164-167.

門平睦代、安富一郎、ジェニファー・マルコフ、田島誉士(2007) 北海道湧別町における牛ウイルス性下痢ウイルス感染に関する量的リスク評価、*獣医疫学雑誌*、11(1): 32-39.

Mutsuyo Kadohira, Mark Stevenson, Norihisa Kanayama, Roger Morris, The epidemiology of bovine spongiform encephalopathy in Hokkaido, Japan, September 2001 to December 2006, *The Veterinary Record* (in press)

1. Kim C, Alhassan A, Verdida RA, Yokoyama N, Xuan X, Fujisaki K, Kawazu S, Igarashi I. 2007 Development of two immunochromatographic tests for the serodiagnosis of bovine babesiosis. *Veterinary Parasitology* 148: 137-143

Kawase O, Nishikawa Y, Bannai H, Zhang H, Zhang G, Jin S, Lee EG, Xuan X. 2007. Proteomic analysis of calcium-dependent secretion in *Toxoplasma gondii*. *Proteomics* 7:3718-3725

Sasaki, N., Kikuchi, T., Yamada, K., Higuchi, T., Sato, M., and Yamada, H. : Basic assessment of diagnosis by MDCT in horse. *J. Equine Sci.* 18, 33-38, 2007.

Sasaki, N., Minami, T., Yamada, K., Sato, M., Inokuma, H., Kobatashi, M., Huruoka, H. and Yamada, H. : MDCT images of the head of a horse with malignant melanoma. *J. Equine Sci.* 18, 55-58, 2007.

Sasaki, O., Kuwano, A., Sasaki, N., Yoshihara, T., and Hara, S. : Frequency spectral evaluation about hemoglobin kinetics of pedal circulation attend to laminar layer with near infrared spectroscopy in sound horse. *J. Equine Sci.* 18, 137-144, 2007.

Sasaki, N., Murata, A., Lee, I., and Yamada, H. : Evaluation of equine cecal motility by auscultation, ultrasonography and electrointestinography after jejunocecostomy. *Res. Vet. Sci.* 12, 305-310, 2008.

伊藤めぐみ, 神吉剛, 佐々木直樹, 山田明夫, 猪熊壽 : 第四胃変位罹患牛における呼気中および胃内水素およびメタン濃度. *三学会誌* 61, in press, 2008.

Sasaki, O., Kuwano, A., Sasaki, N., Yoshihara, T., and Hara, S. : Frequency spectral evaluation about hemoglobin kinetics of pedal circulation attend to laminar layer with near infrared spectroscopy in sound horse. *J. Equine Sci.* 18, 137-144, 2007.

Murabayashi H, Kuramoto H, Kawano H, Sasaki M, Kitamura N, Miyakawa K, Tanaka, K., Oomori, Y. 2007. Immunohistochemical features of substance P-immunoreactive chromaffin cells and nerve fibers in the rat adrenal gland. *Archives of Histology and Cytology* 70:183-196

Agungpriyono S, Kurohmaru M, Prasetyaningtyas WE, Kaspe L, Leus KYG, Sasaki M, Kitamura N, Yamada J, Macdonald AA. 2007. A lectin histochemical study on the testis of the Babirusa, *Babyroussa babyroussa* (Suidae). *Anatomia Histologia Embryologia* 36:343-348

Fukuta K, Orui T, Tanaka K, Sasaki M, Endo H, Ismail DB, Kimura J. 2007. Novel erythrocyte pits in the small tropical ruminant, lesser mouse deer. *Anatomia Histologia Embryologia* 36:424-427

Satoh E., Satoh K. 2007. Monensin causes transient calcium ion influx into mouse splenic lymphocytes in a sodium ion-independent fashion. *European Journal of Pharmacology* 561:39-45

出田篤司, 松井基純, 浦川真実, 宮本明夫, 三宅陽一, 青柳敬人. 2007. 膣挿入プロゲステロン・安息香酸エストラジオールとプロスタグランジン (PG) F₂ およびウマ絨毛性性腺刺激ホルモン (eCG) 製剤の併用が受胎牛の発情誘起率と胚移植後の受胎率に及ぼす影響. *日本胚移植学雑誌* 29: 84-91

Amaya-Montoya, C., Matsui, M., Kawashima, C., Hayashi, K-G., Matsuda G., Kaneko, E., Kida, K., Miyamoto, A., Miyake, Y-I. 2007. Induction of ovulation with GnRH and PGF₂ at two different stages during the early postpartum period in dairy cows: ovarian response and changes in hormone concentrations. *J. Reprod. Dev.* 53: 867-875

Kishimoto, M., Yamada, K., Watanabe A., Miyamoto, K., Iwasaki, T., Miyake, Y-I. 2007. Comparison of excretory urographic effects of dimeric and monomeric non-ionic iodinated contrast media in dogs. *J. Vet. Med. Sci.* 69:713-715

森山直樹, 高木光博, 大谷昌之, 宮澤清志, 宮本明夫, 松井基純, 三宅陽一. 2007. ホルスタイン種乳用牛の周産期における血液と乳成分および体重の変動と分娩後の卵巣活動の関連性. *日本家畜臨床誌* 30:45-50

Shimada, A., Onozato, T., Hoshi, A., Togashi, Y., Matsui, M., Miyake, Y-I., Kobayashi, Y., Furuoka, H., Matsui, T., Sasaki, N., Ishii, M., Inokuma, H. 2007. Pancytopenia with bleeding tendency associated with bone marrow aplasia in a Holstein calf. *J. Vet. Med. Sci.* 69: 1317-1319

Devkota Bhuminand, Koseki, K., Matsui, M., Sasaki, M., Kaneko, E., Miyamoto, A., Amaya Montoya C., Miyake, Y-I. 2008. Relationships among age, body weight, scrotal circumference, semen quality and peripheral testosterone and estradiol concentrations in pubertal and postpubertal Holstein bulls. *J. Vet. Med. Sci.* 70: 119-121

Kawashima, C., Kida, K., Matsuhashi, M. Matsui, M., Shimizu, T., Matsunaga, N., Ishii, M., Miyake, Y-I., Miyamoto, A. 2008. Effects of suckling on the reproductive performance and metabolic status of obese Japanese Black cattle. *J. Reprod. Dev.* 54: 46-51

Toshie ISERI, Kazutaka YAMADA, Kousaku CHIJIWA, Ryouhei NISHIMURA, Satoru MATSUNAGA, Reina FUJIWARA, Nobuo SASAKI. Dynamic computed tomography of the pancreas in normal dogs and in a dog with pancreatic insulinoma. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 48 (4), 328-331, 2007.

Kazutaka YAMADA, Manabu MORIMOTO, Miori KISHIMOTO, Erik WISNER. Virtual endoscopy of dogs using

multi-detector row CT. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 48 (4), 318-322, 2007.

Miori KISHIMOTO, Kazutaka YAMADA, Asuka WATANABE, Kenji MIYAMOTO, Tishiroh IWASAKI, Yoh-ichi MIYAKE. Comparison of excretory urographic contrast effects of diametric and monometric non-ionic iodinated contrast media in dogs. *Journal of Veterinary Medical Science* 60 (7), 713-715, 2007.

Kazutaka YAMADA, Tokunori TANIURA, Shigeyuki TANABE, Miho YAMAGUCHI, Shogo AZEMOTO, Erik WISNER. The use of multi-detector row computed tomography (MDCT) as an alternative to specimen preparation for anatomical instruction. *Journal of Veterinary Medical Education* 34 (2), 143-150, 2007.

医学

Ishii S, Chang HH, Kawasaki K, Yasuda K, Wu HL, Garman SC, Fan JQ. 2007. Mutant α -galactosidase A enzymes identified in Fabry disease patients with residual enzyme activity: biochemical characterization and restoration of normal intracellular processing by 1-deoxygalactonojirimycin. *Biochemical Journal* 406:285-295

Shimotori M, Maruyama H, Nakamura G, Suyama T, Sakamoto F, Itoh M, Miyabayashi S, Ohnishi T, Sakai N, Wataya-Kaneda M, Kubota M, Takahashi T, Mori T, Tamura K, Kageyama S, Shio N, Maeba T, Yahagi H, Tanaka M, Oka M, Sugiyama H, Sugawara T, Mori N, Tsukamoto H, Tamagaki K, Tanda S, Suzuki Y, Shinonaga C, Miyazaki J, Ishii S, Gejyo F. 2008. Novel mutations of the GLA gene in Japanese patients with Fabry disease and their functional characterization by active site specific chaperone. *Human Mutation* 29:331

Nakamura G, Maruyama H, Ishii S, Shimotori M, Kameda S, Kono T, Miyazaki J, Kulkarni AB, Gejyo F. 2008. Naked plasmid DNA-based α -galactosidase A gene transfer partially reduces systemic accumulation of globotriaosylceramide in Fabry mice. *Molecular Biotechnology* 38:109-119

Hamanaka R, Shinohara T, Yano S, Nakamura M, Yasuda A, Yokoyama S, Fan JQ, Kawasaki K, Watanabe M, Ishii S. 2008. Rescue of mutant α -galactosidase A in the endoplasmic reticulum by 1-deoxygalactonojirimycin leads to trafficking to lysosomes. *Biochimica et Biophysica Acta-Molecular Basis of Disease* 1782:408-413

Kawazu S, Komaki-Yasuda K, Oku H, Kano S. 2008. Peroxiredoxins in malaria parasites: Parasitologic aspects. *Parasitology International* 57: 1-7

奥田昌恵、横田友紀、菅野咲子、多田純子、石村郁恵、山下りさ、中村公英、横山広樹。2007。2型糖尿病における脂肪肝。 *糖尿病* 50:631-634。

感染症学

Matsumoto K, Parola P, Rolain JM, Jeffery K, Raoult D. 2007. Detection of "*Rickettsia* sp. strain Uilenbergi" and "*Rickettsia* sp. strain Davousti" in *Amblyomma tholloni* ticks from elephants in Africa. *BMC microbiology* 7;7:74

Socolovschi C, Matsumoto K, Marie JL, Davoust B, Raoult D, Parola P. 2007. Identification of Rickettsiae, Uganda and Djibouti. *Emerging Infectious Diseases* 13:1508-1510.

細菌学

Hisatsune, J., Yamasaki, E., Nakayama, M., Shirasaka, D., Kurazono, H., Katagata, Y., Inoue, H., Han, J., Sap, J., Yahiro, K., Moss, J., Hirayama, T.: Helicobacter pylori VacA Enhances Prostaglandin E2 Production through Induction of Cyclooxygenase 2 Expression via a p38 Mitogen-Activated Protein Kinase/Activating Transcription Factor 2 Cascade in AZ-521 Cells. *Infection and Immunity* 75(9): 4472-4481, 2007.

Tapchaisri, P., Na-Ubol, M., Jaipaew, J., Srimanote, P., Chongsa-Nguan, M., Yamasaki, S., Hayashi, H., Kurazono, H., Chaicumpa, W.: Virulence genes of clinical Vibrio cholerae O1 isolates in Thailand and their ribotypes. *Journal of Infection* 55:557-565, 2007.

畜産学

Sugai M, Takakuwa N, Ohnishi M, Arai I, Urashima T, Oda Y. 2007. Selection of lactic yeast producing glucosylceramide from cheese whey *Bioresource Technology* 98:3643-3646

Takakuwa N, Tamura M, Ohnishi M, Oda Y. 2007. Sequence analysis of the β -galactosidase *MEL* gene governing the efficient production of ethanol from raffinose-rich molasses in the yeast *Lachancea thermotolerans* *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 23:587-591

Abe A, Oda Y, Asano K, Sone T. 2007 Rhizopus delemar is the proper name for *Rhizopus oryzae* fumaric-malic acid producers *Mycologia* 99:714-722

Kawashima C, Amaya Montoya C, Masuda Y, Kaneko E, Matsui M, Shimizu T, Matsunaga N, Kida K, Miyake Y-I, Suzuki M and Miyamoto A. (2007) A positive relationship between the first ovulation postpartum and the increasing rate of milk yield in the first part of lactation in high-producing dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90(5): 2279-2282.

Kawashima C, Kida K, Hayashi K-G, Amaya Montoya C, Kaneko E, Matsunaga N, Shimizu T, Matsui M, Miyake Y-I, Schams D and Miyamoto A. (2007) Changes in plasma metabolic hormones concentrations during the ovarian cycles of Japanese Black and Holstein cattle. *The Journal of Reproduction and Development* 53(2): 247-254.

Kawashima C, Kida K, Matsushashi M, Matsui M, Shimizu T, Matsunaga N, Ishii M, Miyake Y-I, and Miyamoto A. (2008) Effect of Suckling on the Reproductive Performance and Metabolic Status of Obese Japanese Black Cattle during the Early Postpartum Period. *The Journal of Reproduction and Development* 54(1) : 46-51.

Kawashima C, Kida K, Schweigert FJ and Miyamoto A. (2008) Relationship between plasma β -carotene concentrations during the peripartum period and ovulation in the first follicular wave postpartum in dairy cows. *Animal Reproduction Science*. In Press.

ThidarMyint H, Yoshida H, Ito T, He M, Inoue H, Kuwayama H. 2008 (2月).
Combined administration of ghrelin and GHRH synergistically stimulates GH release in Holstein preweaning calves
Domestic Animal Endocrinology
34(2); 118-123

Pen , B.Takaura,K., Yamaguchi ,S. Asa ,R. Takahashi,J. .2007. Effects of *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* with or without 1-4 galactooligosaccharides on ruminal fermentation, methane production and nitrogen utilization in sheep. *Animal Science Journal*. 138:75-88

Pen,B. Sar,C. Mwenya,B. Takahashi,J.2008. Effects of *Quillaja saponaria* extract alone or in combination with *YuccaSchidigera* extract on ruminal fermentation and methanogenesis *in vitro*.79:193-199

Nishida T, Bayaru E, Hosoda K, Matsuyama H, Xu C, Shioya S. 2007. Digestibility, methane production and chewing activity of steers fed whole - crop round bale corn silage preserved at three maturities. *Animal Feed Science and Technology*, 135:42-51

額爾敦巴雅爾, 西田武弘, 松山裕城, 細田謙次, 塩谷 繁, 徐 春城, 野中和久, 山田明央. 2007. 緑茶飲料製造残渣含有発酵 TMR の発酵品質および乾乳牛における嗜好性. *日本草地学会誌*, 53:31-33

平田昌弘、Aibibula Yimamu、2008 .「中国新疆ウイグル自治区南西部における乳加工体系」『北海道民族学』4: 31-43 .

Masahiro Hirata, Kazato Ohishi, Kanako Muramatu, Ichiro Kaihotu, Aya Nishiwaki, Jyoken Ishida, and Hiroyuki Hirooka, 2007. "Estimation of plant biomass and plant water content by dimensional measurement of plant volume in Dund-Govi Province of Mongolia". *Grassland Science*, 53(4): 217-225.

Kenji Uchida, Masahiro Hirata, Hidemasa Motoshima, Tadasu Urashima and Ikichi Arai, 2007. Microbiota of 'airag', 'tarag' and other kinds of fermented dairy products from nomad in Mongolia. *Animal Science Journal*, 78: 650-658.

平田昌弘、2007 .「モンゴル中央部における宿営地の季節移動システム-モンゴル系牧畜民の定住化はあり得るのか?-」『沙漠研究』17(2): 71-76 .

Watanabe H, Tateno H, Kusakabe H, Matsuoka T, Kamiguchi Y, Fujise Y, Ishikawa H, Ohsumi S., Fukui Y. 2007. Fertilizability and chromosomal integrity of frozen-thawed spermatozoa of the Byde 's whale (*Balaenoptera edeni*) by intracytoplasmic sperm injection into mouse oocytes. *Zygote* 15: 9 - 14

Amemiya K, Fujihira T, Hirabayashi M, Ishikawa H, Ohsumi S, Fukui Y, Hochi, S. 2007. The ability

of whale haploid spermatogenic cells for inducing calcium oscillations and activating oocytes. *Zygote* 15: 103 -108

Kobayashi M, Asakuma S, Fukui Y. 2007. Blastocyst production by in vitro maturation and development of porcine oocytes in defined media following intracytoplasmic sperm injection. *Zygote* 15: 93 -102

Fukui Y, Iwayama H, Matsuoka T, Nagai H, Koma N, Mogoe T, Ishikawa H, Fujise Y, Hirabayashi M, Hochi S, Kato H, Ohsumi S. 2007. Attempt at intracytoplasmic sperm injection to in vitro matured oocytes in Common minke whales (*Balaenopetra acutorostrata*) captured at Kushiro Coast Survey. *Journal of Reproduction and Development* 53: 945-952

Fukui Y, Kohno H, Togari T, Hiwasa M. 2007. Fertility of ewes inseminated with frozen semen using bovine serum albumin-containing extender. *Journal of Reproduction and Development* 53: 959-962

Nagai H, Mogoe T, Ishikawa H, Hochi S, Ohsumi S, Fukui Y. 2007. Follicle size-dependent changes in follicular fluid components and oocyte diameter in Antarctic minke whales (*Balaenopetra bonaerensis*) *Journal of Reproduction and Development* 53: 1265-1272

Yunoki K, Ishikawa H, Fukui Y, Ohnishi M. 2008. Chemical properties of epidermal lipids, especially shingolipids, of the Antarctic minke whale. *Lipids* 43: 151-159

Shirasuna K, Watanabe S, Yamamoto D, Hayashi M, Nagai K, Miyamoto A. Bovine endothelial cells interact with fully-luteinized, but not luteinizing, granulosa cells in the mRNA expression of endothelin-1 system in response to prostaglandin F2. *Reprod Dom Anim* 42(6):637-642. (2007.12)

Kosaka N, Sudo N, Miyamoto A, Shimizu T. Vascular endothelial growth factor (VEGF) suppresses ovarian granulosa cell apoptosis in vitro. *Biochem Biophys Res Commun* 363(3): 733-737. (2007.9)

Kodithuwakku SP, Miyamoto A, Wijayagunawardane MPB. Spermatozoa stimulate prostaglandin synthesis and secretion in bovine oviductal epithelial cells. *Reproduction* 133(6): 1087-1094. (2007.6)

Takagi M, Yamamoto D, Ohtani M, Miyamoto A. Quantitative analysis of messenger RNA expression of matrix metalloproteinases (MMP-2 and MMP-9), tissue inhibitor-2 of matrix metalloproteinases (TIMP-2), and steroidogenic enzymes in bovine placentomes during. *Mol Reprod Dev* 74(7):801-807. (2007.7)

農学

Kato K., S.Kidou, H. Miura; 2008 Molecular cloning and mapping of casein kinase 2 alpha and beta subunit genes in barley. *Genome* 51:208-215

Yasuno N., Y.Yasui, I.Takamura, K.Kato: 2007 Genetic interaction between two tillering genes, *reduced culm number 1* and tillering dwarf gene *d3*, in rice. *Journal of Heredity* 98: 169-172.

Cervantes-Martinez I., M. Xu, L. Zhang, Z. Huang, K. K. Kato, H.T. Horner, and R.G. Palmer; 2007
Molecular mapping of the male-sterility loci *ms2*, and *ms9* in soybean. *Crop Science* 47:374-379

連峰, 山本紳朗. 2007. 羊草 (*Aneurolepidium chinense* (Trin.) Kitag.) の耐塩性機構の解明. *日本草地学会誌* 53:215-220

農業経済学

仙北谷康・金山紀久・中川隆・細野ひろみ・松原かおり・樋口昭則, 2008, 酪農経営における乳房炎コントロールと乳質水準, *農業経営研究*, 第45巻第1号(通巻132号), pp.45-50

金山紀久・仙北谷康・窪田さと子・樋口昭則・中川隆, 2007, 抗生物質無添加資料による養豚経営の現段階, *農業経営研究*, 第45巻第1号(通巻132号), pp.51-55

中川隆・仙北谷康・金山紀久・細野ひろみ・耕野拓一・伊藤繁, 2007, 酪農経営における疾病と乳牛淘汰に関する分析 北海道A町を事例として, *農業経営研究*, 第45巻第2号(通巻133号), pp.63-67

中川隆・梅木亮・仙北谷康・金山紀久, 2007, 牛群の産次構成変化が酪農経営に与える影響 北海道A町の酪農家を事例としたシミュレーション分析, *農業経済研究別冊 2007年度日本農業経済学会論文集*, (2007年9月26日受理)

農芸化学

Takakuwa, N., Tamura, M., Ohnishi, M. and Oda, Y. 2007.
Sequence analysis of the α -galactosidase *MEL* gene governing the efficient production of ethanol from raffinose-rich molasses in the yeast *Lachancea thermotolerans*.
World J. Microbiol. Biotechnol., 23 (4), 587-591.

Kawashima, H., Ohnishi, M., Negishi, Y., Amano, M. and Kinoshita, M. 2007.
Sterol composition in muscle and viscera of the marine bivalve *Megangulus zyanoensis* from coastal waters of Hokkaido, northern Japan.
J. Oleo Sci., 56 (5), 231-235.

Sugai, M., Takakuwa, N., Ohnishi, M., Arai, I., Urashima, T. and Oda, Y. 2007.
Selection of lactic yeast producing glucosylceramide from cheese whey.
Bioresour. Technol., 98 (18), 3643-3646.

Kinoshita, M., Hori, N., Aida, K., Sugawara, T. and Ohnishi, M. 2007.
Prevention of melanin formation by yeast cerebroside in B16 mouse melanoma cells.
J. Oleo Sci., 56 (12), 645-648.

Yunoki, K., Hirose, S. and Ohnishi, M. 2007.
Ethyl esterification of long-chain unsaturated fatty acids derived from grape must by yeast during alcoholic fermentation.
Biosci. Biotechnol. Biochem., 71 (12), 3105-3109.

Yunoki., K., Ogawa, T., Ono, J., Miyashita, R., Aida, K., Oda, Y. and Ohnishi, M. 2008.

Analysis of sphingolipid classes and their contents in meals.

Biosci. Biotechnol. Biochem., 72 (1), 222-225.

Yunoki, K., Ishikawa, H., Fukui, Y. and Ohnishi, M. 2008.

Chemical properties of epidermal lipids, especially sphingolipids, of the Antarctic minke whale. *Lipids*, 43 (2), 151-159.

Orikasa Y, Ito Y, Nishida T, Watanabe K, Morita N, Ohwada T, Yumoto I, Okuyama H. 2007. Enhanced heterologous production of eicosapentaenoic acid in *Escherichia coli* cells that co-express eicosapentaenoic acid biosynthesis *pfa* genes and foreign DNA fragments including a high-performance catalase. *Biotechnology Letters* 29 (5):803-809

栄養化学

Liyanage, R., Hashimoto, N., Han, K. H., Kajiura, T., Watanabe, S., Shimada, K., Sekikawa, M., Ohba, K., Fukushima, M. 2007. Some bovine proteins behave as dietary fibres and reduce serum lipids in rats. *British Journal of Nutrition*. 97: 898-905.

Han, K. H., Shimada, K., Sekikawa, M., Fukushima, M. 2007. Anthocyanin-rich red potato flakes affect serum lipid peroxidation and hepatic SOD mRNA level in rats. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 71: 1359-1359.

Han, K. H., Ohba, K., Lee, C. H., Shimada, K., Sekikawa, M., Fukushima, M. 2007. Lipid metabolism in rats fed acetaminophen with coadministration of adzuki bean extract. *Food Science and Biotechnology*. 16: 584-589.

Yamauchi, H., Ito, M., Nishio, Z., Tabiki, T., Kim, S. J., Hashimoto, N., Noda, T., Takigawa, S., Matsuura, C., Tanata, K., Ohta, K., Fukushima, M., Miura, H, Ism, Z. 2007. Effect of high-molecular-weight glutenin subunits on the texture of yellow alkaline noodles using near-isogenic lines. *Food Science and Technology Research*. 13: 227-234.

Han, K. H., Matsumoto, A., Shimada, K., Sekikawa, M., Fukushima, M. 2007. Effects of anthocyanin-rich purple potato flakes on antioxidant status in F344 rats fed a cholesterol-rich diet. *British Journal of Nutrition*. 98: 914-921.

Ohba, K., Watanabe, S., Han, K. H., Hashimoto, N., Noda, T., Shimada, K., Tanaka, H., Sekikawa, M., Fukushima, M. 2007. Effect of colored potato flakes against acetaminophen-induced liver damage in rats. *Food Science and Biotechnology*. 16: 463-469.

Kuwabara, T., Han, K. H., Hashimoto, N., Yamauchi, H., Shimada, K., Sekikawa, M., Fukushima, M. 2007. Tartary buckwheat sprout powder lowers plasma cholesterol level in rats. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*. 53: 501-507.

Han, K. H., Hayashi, N., Hashimoto, N., Shimada, K., Sekikawa, M., Noda, T., Fukushima, M. 2008. Feeding potato flakes affects cecal short-chain fatty acids, microflora and fecal bile acids in rats. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 52: 1-7.

環境科学

原田潤、佐藤雅俊、紺野康夫 2007 農耕地残存林とその周辺における森林性多年草本オオアマドコロの結果率. 帯広畜産大学研究報告 28:41-46

生物有機化学

Hashimoto M, Hatanaka Y. 2008. A novel biotinyl and diazirinyl ceramide analogue for photoaffinity labeling.

Bioorganic Medicinal Chemistry Letters 18: 650-652

Hashimoto M, Kato Y, Hatanaka Y. 2007. Selective hydrogenation of alkene in (3-trifluoromethyl) phenyldiazirine photophor with Wilkinson 's catalyst for photoaffinity labeling

Chemical and Pharmaceutical Bulletin 55: 1540-1543.

経済学

Kawata, Yukichika ' To Hunt or Not to Hunt?: Problems of Underuse and Another Criticality of Natural Resource Use ', Journal of Rural Economics, Special Issue 2007, pp. 347-354, December 15, 2007.

原著論文・経済学

河田幸視・北野慎一「漁期短縮によるトラフグ漁業資源回復効果の実証的研究」『三田学会雑誌』第100巻第3号, pp. 5-21, 2007年10月1日.

文学

柴口順一. 2007. 江馬修『山の民』研究序説〔四〕 改稿過程の検討(四)・初稿から学会版へ(後の上) . 帯広畜産大学学術研究報告 28: 47-65

英文学

Tokioka H. 2007. The Sacred and the Secular in *The Spire*: The Interrelations between a Dean and the People in the Cathedral. *Letters and Essays* 3(5): 5-16.

哲学

杉田 聡、2007年4月、「性アイデンティティの再認とセクシュアリティ アダルトビデオがつくる『男権主義的セクシュアリティ』」、榎本博明編『現代のエスプリ』別冊「セルフ・アイデンティティ 拡散する男性像』至文堂、180-188

杉田 聡、2007年6月、「男権制と男権主義的セクシュアリティ」、広田照幸監修『子どもと性』日本図書センター、145-162(ただしこれは、拙著『男権主義的セクシュアリティ』をアンソロジーの一部として再録したもの)

統計学

Kyo K. 2007. Prior-free Inference for objective Bayesian analysis and model selection. *Nonlinear Dynamics and Systems Theory* 7: 1 - 21

Kyo K. 2007. Bayesian estimation of the learning effects of repeated pointing tasks. K. H. Kunth (ed), *Bayesian Inference and Maximum Entropy Methods in Science and Engineering*, pp. 394 - 401, American Institute of Physics, New York.

理学

Oshida T, Torii H, L-K Lin, J-K Lee, Y-J Chen, Endo H and Sasaki M. 2007. A preliminary study on origin of *Callosciurus* squirrels introduced into Japan. *Mammal Study* 32: 75-82

Suzuki Y, Watanabe I, Oshida T, Chen Y-J, Lin L-K, Wang Y-H, Yang K-C, Kuno K. 2007. Accumulation of trace elements used in semiconductor industry in Formosan squirrel, as a bio-indicator of their exposure, living in Taiwan. *Chemosphere* 68 (7): 1270-1279

Haba C, Oshida T, Sasaki M, Endo H, Ichikawa H and Masuda Y. 2007. Morphological variation of the Japanese raccoon dog: implications for geographical isolation and environmental adaptation. *Journal of Zoology* 274: 239-247

Tamada T, Siriaroonrat B, Subramarian V, Hamachi M, Lin L-K, Oshida T, Rerkamnuaychoke W and Masuda R. 2007. Molecular diversity and phylogeography of the Asian leopard cat *Felis bengalensis*, inferred from mitochondrial DNA and Y chromosomal DNA sequences. *Zoological Science* 25: 154-163

総説

獣医学

猪熊 壽. 2007. 犬の皮膚疾患 外部寄生虫病による犬の皮膚病. LABIO 21. 別冊. 25-30.

猪熊 壽. 2007. 犬と猫の血清を用いた日本紅斑熱リケッチアの疫学調査. Avant. No.8. 6-8.

猪熊 壽、古岡秀文、度会雅久、佐々木直樹、石井三都夫. 2007. 平成18~19年度帯広畜産大学教育研究改革・改善プロジェクト研究の概要経費 - 難診断感染症診断法確立を目指した新しい産業動物臨床教育研究システムの構築. グリーンテクノ情報 3: 1-4.

猪熊 壽. 2008. 犬バベシア症 疫学と最新治療 . 犬バベシア症の疫学 . Infovets. 11 (3): 4-9 .

Pawin Padungtod, Mutsuyo Kadohira, Glen Hill, Food safety concepts and foodborne bacteria in food animals in Thailand, Lao PDR and Vietnam., The Chiangmai Veterinary Journal (in press)
Pawin Padungtod, Mutsuyo Kadohira*, Glen Hill, Livestock Production and Foodborne Diseases from Food Animals in Thailand, The journal of Veterinary Medical Science (in press) *corresponding author

佐々木基樹.2007.ほねのかたち,第3回,哺乳類の骨格2, 偶蹄類(後編).The Bone 21:363-375

佐々木基樹.2007.ほねのかたち,第4回,哺乳類の骨格2, 食肉目(前編).The Bone 21:491-501

佐々木基樹.2007.ほねのかたち,第5回,哺乳類の骨格2, 食肉目(後編).The Bone 21: 645-659

佐々木基樹.2007.ほねのかたち,第6回,哺乳類の骨格2, 単孔類と有袋類.The Bone 21:775-783

佐々木基樹,山田一孝,早川大輔,岡地 潔,北村延夫.2007.馬尾領域の局所解剖. Technical Magazine for Veterinary Surgeon 11:6-19

佐々木基樹.2008.ほねのかたち,第7回,哺乳類の骨格2, 有袋類(後編).The Bone 22:81-94

佐々木基樹.2008.ほねのかたち,第8回,哺乳類の骨格2, 異節上目.The Bone 22: 219-225

三宅陽一 . 2007 . 「現場獣医師の繁殖診療」新連載にあたって . 臨床獣医 24: 35-38

三宅陽一 . 2007 . 獣医学博士取得のすすめ . 日獣会誌 60:242-243

三宅陽一 . 2007 . 今後期待される受胎率向上に寄与する研究課題 . 人工授精通信 318 : 7-11

三宅陽一 . 2007 . 乳検データの活用によって受胎率を底上げできるか . 人工授精通信 321 : 4-7

三宅陽一 .2007 .わが国における家畜疾病の発生状況と生産獣医療現場のホルモン製剤使用の実態 . ホルモンと臨床 55:193-199

三宅陽一 . 2007 . 臨床研究事始め . 家畜診療 54:621-624

三宅陽一 . 2008 . 牛の生産獣医療～25年の繁殖診療の変遷と現状—そして未来へ . 臨床獣医、26 : 14-16

医学

Kawazu S, Komaki -Yasuda K, Oku H, Kano S. 2008. Peroxiredoxins in malaria parasites: Parasitologic aspects. Parasitology International 57: 1-7

米田政志、玉野正也、島田忠人、平石秀幸、中村公英. 2007.

NAFLDの診断—プライマリ・ケアでの診断を中心に— . 治療 89:1631-1638.

農学

Hironaka K, Ishibashi K, Koaze H, Kumada K, Matsuda, K, Sato T, Kojima, M. 2007. Effect of physical properties of skin and underlying tissues of potatoes on bruising. Haverkort AJ and

Anisimov BV (ed), Potato Production and Innovative Technology, pp.93-99, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands.

農芸化学

得字圭彦, 和田政裕, 大西正男. 2007.

DNA マイクロアレイによる特産品の機能性研究

- 都市エリア産学官連携促進事業における十勝エリアの試み -
食品と開発, 42 (6), 60-62.

向井克之, 大西正男. 2008.

うんしゅうみかんに含まれるセラミドについて

Food style 21, 12 (1), 29-32.

弘中和憲. 2008. ナガイモおよびジャガイモの加工品質の低下防止に関する研究. 日本食品保蔵科学会誌 34: 97-102

理学

押田龍夫. 2007. 日本に持ち込まれた外来リス類の分子系統学的研究. 生物科学

59: 229-232

著書

獣医学

新獣医学辞典 2008. (分担執筆) [中枢神経抑制薬・向精神薬・鎮痛薬] 監修者: 土井邦雄・山根義久、チクサン出版社、東京

Inokuma H. 2007. Vectors and reservoir hosts of Anaplasmatidae. Raoult D & Parola P (eds), Rickettsial Diseases, pp.199-212. Taylor & Francis Group, LLC. New York.

猪熊 壽 編集. 2008. アニマルサイエンスシリーズ ライフステージからみた犬と猫の動物の健康管理, IBS出版. 東京.

門平睦代 (久保田賢一、浅野英一編著) ライフストーリーでつづる国際ボランティアの歩き方、国際協力出版会、東京、2007、67 - 77. (978-4-906352-60-9)

北村延夫. 2007. 新獣医学辞典(分担), 1600pp, チクサン出版, 東京

北村延夫, 佐々木基樹. 2008. 食道, 胃, 第 10 章 消化器系, 獣医組織学 第 4 版 (日本獣医解剖学会編), pp143-150, 学窓社, 東京

佐々木基樹. 2007. 新獣医学辞典(分担), 1600pp, チクサン出版, 東京

佐々木基樹. 2008. 胃腸内分泌細胞, 第 16 章 内分泌系, 獣医組織学 第 4 版 (日本獣医解剖学会編), pp234-236, 学窓社, 東京

Sasaki M. 2008. Morphology of Carnivora in Vietnam. /In Checklist of wild mammal species of Vietnam, pp373-383, Shoukadoh Book Seller, Kyoto

Hayashida A, Endo H, Sasaki M, Oshida T, Kimura J, Waengsothorn S, Kitamura N, Yamada J. 2008. Geographical variation in skull morphology of gray-bellied squirrel *callosciurus caniceps* in Thailand. /In Checklist of wild mammal species of Vietnam, pp390-400, Shoukadoh Book Seller, Kyoto

三宅陽一. 2007. 獣医繁殖学マニュアル<第2版> 文永堂, 東京

三宅陽一. 2007. 獣医繁殖の実践的超音波診断 学窓社, 東京

三宅陽一. 2008. 必携版・最新酪農用語解説 デーリイジャパン社, 東京

感染症学

Brouqui P, Matsumoto K. 2007. Bacteriology and Phylogeny of Anaplasmataceae. Didier Raoult and Philippe Parola (ed), Rickettsial Diseases. pp.179-198, Informa Healthcare, New York USA.

畜産学

Takahashi, J. Pen, B. Asa, R. 2007. Manipulation of rumen methanogenesis with saponin-containing plant extracts. Energy and protein metabolism and nutrition 124:615-616

西田武弘. 2007. 4 章 養分要求量に影響する要因と飼養上注意すべき事項 4.5 双胎妊娠時の飼養. 日本飼養標準乳牛(2006 年版). 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構編, pp.60-61, 中央畜産会, 東京

Suzuki T, McCrabb G J, Nishida T, Indramanee S, Kurihara M. 2007. Construction and operation of ventilated hood-type respiration calorimeters for in vivo measurement of methane production and energy partition in ruminants. Makkar, H P S and Vercoe P E (eds), Measuring Methane Production from Ruminants, pp. 125-135, Springer, Netherlands

経済学

河田幸視(単著) 『自然資源管理の経済学』大学教育出版, 201 pp, 2007 年 10 月 10 日

理学

Can DN, Cahn LX, Endo H, Hayashida A, Kawada S, Lunde D, Oshida T, Phuong DH,

Sasaki M and Son NT. 2008. Checklist of Wild Mammal Species of Vietnam. Shoukadoh Book Sellers, Kyoto.

その他

獣医学

Fujikawa R, Ishii T, Komori S, Nishimura M. 2008. Muscular paralysis and motor nerve-terminal remodeling in the soleus muscle after a single intramuscular injection of botulinum neurotoxin serotype A in mice. J. Pharmacol. Sci. 106 (suppl.1): 144p.

Ishii T, Uto T, Mori K, Fujikawa R, Nishimura M. 2008. Bovine lactoferrin stimulates anchorage-independent cell growth via membrane-associated proteoglycans in PC12 cells. J. Pharmacol. Sci. 106 (suppl.1): 176p.

門平睦代 (2007) ワークショップで主体性を育てる-ワークショップ型講習会が生れた背景-、臨床獣医、25(5) : 8-11

堀北哲也、水谷英一郎、大塚洋功、市沢美香、末宗範子、神保尚史、門平睦代 (2007) 関連機関と連携して用いた参加型手法による酪農経営改善の試み、家畜診療、54、483-490。第33回家畜診療技術全国研究集会、農林水産省経営局長賞受賞。

北村延夫. 2007. 序文および解剖学総論, カラー獣医解剖学(上巻)(訳本, カラーアトラス獣医解剖学編集委員会監訳), pp23-74, 緑書房, 東京

佐々木基樹. 2007. 第1章 軸性骨格, カラー獣医解剖学(上巻)(訳本, カラーアトラス獣医解剖学編集委員会監訳), pp111-127, 緑書房, 東京

佐々木基樹. 2007. 霊長類後肢の樹上適応に関する3次元立体画像解析, pp114-115, 霊長類研究所年報, 京都大学

畜産学

Chaokaur A, Nishida T, Phaowphaisal I, Pholsen P, Chaitiang R, Sommart K. 2007. Energy metabolism and energy requirement for maintenance of Brahman steers in tropical conditions. Energy and protein metabolism and nutrition, EAAP Scientific Series Volume 124, Ortigues-Marty I (ed), pp. 505-506, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands

平田昌弘、Aibibula Yimamu、Tursunay Leyim、安沙舟、朱进忠、花田正明、岡本明治、大久風戸真理、本江昭夫、2007. 「中国新疆ウイグル自治区昌吉市阿什里合薩克族郷における定住化政策と牧畜形態の変遷」『沙漠研究』17(3): 123-131.

環境科学

紺野康夫、富松裕、山岸洋貴、近藤錬三、佐藤雅俊 2007. 分断景観下におけるササの分布拡大が種多

様性に及ぼす影響. プロ・ナトゥーラ・ファンド助成成果報告書 16:36-42

経済学

河田幸視「もうひとつのサステイナブル・ツーリズム」KESDP , No. 07-10 , 33pp , 2008年1月10日

平成19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

The 2007 Academic Year
Index of Master's Theses for
the Graduate School of Obihiro
University of Agriculture and
Veterinary Medicine

畜産管理学専攻

Master's Course of Animal Production
and Agricultural Economics

- | | |
|---|--|
| 1 . 農業農村整備における公共事業評価手法の改善に関する研究
(小森 利通, 共生家畜システム学) | 1 . Study on Improvement of Evaluation Method of the Public Works
Project in the Agricultural and Rural Development
(Toshiyuki KOMORI , Animal Production and Agricultural Economics) |
| 2 . ウシ雌性単為発生胚における胎盤機能関連遺伝子の発現動態に関する
研究
(永井 裕記, 家畜育種増殖学) | 2 . Study on Changes in the mRNA Transcripts of Placental Genes in
Bovine Embryos Derived from Parthenogenetic Activation
(Hiroki NAGAI , Animal Production and Agricultural Economics) |
| 3 . ウシ卵母細胞・初期胚におけるエネルギー基質としてのグリセロール
の評価
(大河原 澄香, 家畜育種増殖学) | 3 . Evaluation of Glycerol as an Energy Substrate in Bovine Oocyte
Maturation and Early Development
(Sumika OKAWARA , Animal Production and Agricultural Economics) |
| 4 . ウシ卵巢におけるエストロゲン受容体の発現動態およびFSHによる
発現調節に関する研究
(加藤 史代, 家畜育種増殖学) | 4 . Studies on Expression Dynamics of Estrogen Receptor Alpha and
Beta and Effect of FSH on Expressions of Estrogen Receptors
(Fumiyo KATO, Animal Production and Agricultural Economics) |
| 5 . 乳用牛における乳中尿素態窒素の遺伝率推定および泌乳形質、繁殖形
質との遺伝的関連に関する研究
(下山 裕太, 家畜育種増殖学) | 5 . Estimation of heritability for milk urea nitrogen and genetic
correlations of milk urea nitrogen with milk production and
reproductive traits in Hokkaido Holsteins
(Yuta SHIMOYAMA , Animal Production and Agricultural Economics) |
| 6 . ウシ顆粒層細胞の黄体化に伴うグルコース代謝変動と培地中グルコー
ス濃度が黄体化に与える影響
(馬場 洋平, 家畜育種増殖学) | 6 . Glucose metabolic variation in bovine granulosa cells during
luteinization in vitro and effects of glucose concentration on
the luteinization
(Youhei BABA , Bioresource Science) |
| 7 . 階層的クラスタリング手法を用いた複数の母集団の分類に関する研究
(大貫 裕, 畜産経営管理学) | 7 . A Classification of Populations Based on Hierarchical
Clustering Methods
(Yutaka ONUKI , Animal Production and Agricultural Economics) |

畜産環境科学専攻

Master's Course of Agro-Environmental Science

- | | |
|---|--|
| 1 . 花粉ベクター法による遺伝子導入効率向上のためのテッポウユリ
(<i>Lilium longiflorum</i>)花粉の処理方法の検討
(角南 匡紀, 作物科学) | 1 . Study on treatments of lily(<i>Lilium longiflorum</i>)Pollen for
improvement of efficiency on gene transformation using pollen
vector method
(Masaki SUNAMI , Agro-Environmental Science) |
|---|--|

- 2 . コムギにおける強種子休眠性白粒系統の開発と分子マーカーのスクリーニング
(高尾 慎一, 作物科学)
- 2 . Development of White-grained Lines with High Levels of Grain Dormancy and Screening of Molecular Markers in Wheat
(Shinnichi TAKAO , Agro-Environmental Science)
- 3 . 穂発芽極難品種の交雑集団における種子休眠性QTLに連鎖するマーカーの有効性
(常盤 明子, 作物科学)
- 3 . Efficiency of Molecular Markers Linked to Grain Dormancy QLTs in Different Populations Derived from Extremely Preharvest Sprouting Tolerant Varieties
(Akiko TOKIWA, Agro-Environmental Science)
- 4 . イネのABCタンパク質WBC/ABCGサブファミリー遺伝子の構造と発現解析
(船引 厚志, 作物科学)
- 4 . Structure and Expression Analysis of ATP-Binding Cassette (ABC) Protein WBC/ABCG Subfamily Genes in Rice (*Oryza sativa* L.)
(Atsushi FUNABIKI , Agro-Environmental Science)
- 5 . 連続放牧下における泌乳牛の分布と移動距離
(渡辺 一貴, 草地学)
- 5 . Distribution and Traveling Distance of Lactating Dairy Cows Under Continuous Stocking
(Kazutaka HAMABE , Agro-Environmental Science)
- 6 . 湧水湿地の植生と土壌水分量の関係
(林 佳寸美, 草地学)
- 6 . Relationship between vegetation and soil moisture of spring-fed wetland
(Kasumi HAYASHI , Agro-Environmental Science)
- 7 . イネ科植物葉身のバイオメカニクス特性に関する研究
(ジャンバル トムルクヤグ , 草地学)
- 7 . Study on Biomechanical Property of Grass Leaves
(Jambal Tumurkhyag , Agro-Environmental Science)
- 8 . おひひろ動物園における中型食肉類3種に対する環境エンリッチメント
(石川 森香, 生態系保護学)
- 8 . Environmental enrichment for the medium-sized carnivores in the Obihiro Zoo
(Morika ISHIKAWA , Agro-Environmental Science)
- 9 . 水質汚濁が水生昆虫に及ぼす影響
- 2つの河川における比較 -
(鯨井 康平, 生態系保護学)
- 9 . Effects of water pollution on aquatic insects -Comparison of two streams-
(Kohei KUJIRAI , Agro-Environmental Science)
- 10 . 帯広市街地におけるエゾモモンガのH S Iモデルの構築と検証
(小島 典子, 生態系保護学)
- 10 . Building and testing HIS models of Siberian flying squirrels in Obihiro, Hokkaido
(Noriko KOJIMA , Agro-Environmental Science)
- 11 . 警戒声を用いたエゾシカの交通事故防止策の検討
(鹿野 たか嶺, 生態系保護学)
- 11 . Use of a recorded Sika Deer alarm call to prevent deer-vehicle collisions
(Takane SHIKANO , Agro-Environmental Science)
- 12 . 北海道東部の都市農村域におけるヤマコウモリの採餌環境の選択性
(立神 雅宣, 生態系保護学)
- 12 . Foraging habitat selection of Japanese large noctule bats, *Nyctalus aviator*, in urban/rural areas of eastern Hokkaido, Japan
(Masanori TATSUGAMI , Agro-Environmental Science)
- 13 . タヌキ *Nyctereutes procyonoides* の頭骨・歯の形態および食性に関する研究
- 13 . Morphological studies on variation and food habits of the raccoon dog (*nyctereutes procyonoides*): implications for geo-

- 日本列島の地史的背景と食性に基づきタヌキの地野的変異を考える-
(羽馬 千恵, 生態系保護学)
- 14 . 暗い森で生きるイチヤクソウ属植物の生存戦略に関わる菌根菌の役割の解明
(福川 悟, 生態系保護学)
- 15 . 地上歩行性甲虫類の体液中に含まれる抗力ピ活性画分の検索に関する研究
(松尾 徳台郎, 生態系保護学)
- 16 . アブラムシの高次寄生蜂2種の寄主をめぐる種内・種間の相互作用
(水谷 杏子, 生態系保護学)
- 17 . 苗畑で生育するエゾマツ実生と外生菌根菌の関係
(村田 弘祐, 生態系保護学)
- 18 . 放牧牛に及ぼす外部寄生性害虫の影響に関する研究
-特にウシの行動変化とストレスの発生について-
(山形 聡美, 生態系保護学)
- 19 . 北海道東部におけるカワガラス *Cinclus pallasii* の季節的な移動
(山城 須賀子, 生態系保護学)
- 20 . 十勝の畑土壌におけるリン酸の蓄積と形態
(溝田 千尋, 土地資源利用学)
- 21 . テンサイの二種交互播種機の開発
(金田 貴之, 生物生産システム工学)
- 22 . リン酸水素マグネシウム(MHP)による乳牛糞尿メタン発酵消化液中のアンモニア回収に関する研究
(河原畑 正也, 生物生産システム工学)
- 23 . テンサイ肥大計測システムの開発と利用
(嶋津 光辰, 生物生産システム工学)
- logical history in Japanese archipelago and environmental adaptation
(Chie HABA , Agro-Environmental Science)
- 14 . The Effects of Mycorrhizal Fungi on Ecological Strategy for *Pyrola* spp. In Understorey
(Satoru FUKUKAWA , Agro-Environmental Science)
- 15 . Studies on exploration of antifungal factors from adult haemolymph of 4 species of ground beetles
(Tokujirou MATSUO , Agro-Environmental Science)
- 16 . Intra-and interspecific interactions of two aphid hyperparasitoids, *Dendrocerus carpenteri*(Curtis)(Hymenoptera: Megaspilidae), and *Asaphes suspensus*(Nees)(Hymenoptera: Pteromalidae) through their hosts.
(Kyoko MIZUTANI , Agro-Environmental Science)
- 17 . Relationships between Ectomycorrhizal Fungi and *Picea jezoensis* Seedlings Growing on the Nursery in Hokkaido
(Kousuke MURATA , Agro-Environmental Science)
- 18 . Studies on influence of ectoparasitic pests on pasturing cattle in relation to their behavior changes and physiological stress
(Satomi YAMAGATA , Agro-Environmental Science)
- 19 . Seasonal migration of brown dippers *Cinclus Pallasii* in east part of Hokkaido
(Sugako YAMASHIRO , Agro-Environmental Science)
- 20 . Effects of Soil Management and Fertilization on Phosphate Accumulation in Cultivated Upland Soils in Tokachi district
(Chihiro MIZOTA , Agro-Environmental Science)
- 21 . Development of Sugar Beet Planter for Avoiding Frost Damage
(Takayuki KANETA , Agro-Environmental Science)
- 22 . Recovery of Ammonia from Digested Cattle Manure with magnesium Hydrogen Phosphate(MHP)
(Masaya KAWARABATA , Agro-Environmental Science)
- 23 . Development and Use of a Continuous Measurement System for Root Diameter of Sugar Beets
(Mitsuyoshi SHIMAZU , Agro-Environmental Science)

生物資源科学専攻

Master's Course of Bioresource Science

- | | |
|--|--|
| <p>1 . 糖脂質の発現調節 - ヒト培養細胞内グロボトリアシルセラミド含有を規定する因子の解析 -
(大串 万葉, 応用生命科学)</p> | <p>1 . Regulation of glycolipid expression -Analysis of the factor which defines contents of globotriaosylceramide in cultured human cells-
(Mayo OHGUSHI , Bioresource Science)</p> |
| <p>2 . 種々の変異 -ガラクトシダーゼAの細胞内挙動と活性部位 - 特異的シャペロンによる正常化の作用機構 -
(川崎 邦人, 応用生命科学)</p> | <p>2 . Study on behavior of various mutant -galactosidase A and mechanism of normalization by active-site specific chaperon
(Kunito KAWASAKI , Bioresource Science)</p> |
| <p>3 . ヒトGb3 合成酵素高発現細胞の樹立とその応用
(樋口 守宏, 応用生命科学)</p> | <p>3 . Establishment of Gb3 Synthase Stably Overexpression Cell and its Application
(Morihiro HIGUCHI , Bioresource Science)</p> |
| <p>4 . シアル酸構造と結合位置を認識するモノクローナル抗体の作製と可変領域の解析
(福井 裕士, 応用生命科学)</p> | <p>4 . Production of Monoclonal Antibody Directed to Gangliosides and Analysis of Those Immunoglobulin Variable Region
(Hiroshi FUKUI , Bioresource Science)</p> |
| <p>5 . 根粒菌の感染におけるグリシンベタインの影響
(伊藤 豪, 応用分子生物学)</p> | <p>5 . Effect of glycine betaine on the early infection process of <i>Bradyrhizobium japonicum</i>
(Go ITOH , Bioresource Science)</p> |
| <p>6 . 湯種製法を用いたパンの老化
(大内 幸太, 応用分子生物学)</p> | <p>6 . Staling of the white bread produced by the Yudane-method -Bread made from dough treated with high-temperature water-
(Kota OUCHI , Bioresource Science)</p> |
| <p>7 . TfOHを用いた α または β-グリコシドの効率的な誘導体化法の検討
(高橋 美帆, 応用分子生物学)</p> | <p>7 . Effective derivatization of α- or β-glycoside with TfOH
(Miho TAKAHASHI , Bioresource Science)</p> |
| <p>8 . TfOHを用いた Friedel-Crafts 反応による Homophenylalanine 骨格の不斉合成
(林 由佳, 応用分子生物学)</p> | <p>8 . Effective synthesis of Homophenylalanine derivatives with Friedel-Crafts reaction using TfOH
(Yuka HAYASHI , Bioresource Science)</p> |
| <p>9 . <i>Azospirillum</i> spp2 のタマネギにおける感染メカニズムの解明
(真柳 正昭, 応用分子生物学)</p> | <p>9 . Infection process of <i>Azospirillum</i> spp2 on the root of Onion
(Masa-aki MAYANAGI , Bioresource Science)</p> |
| <p>10 . TfOHを用いたアミノ酸誘導体の効率的Friedel-Crafts 反応の検討と応用
(村重 諒, 応用分子生物学)</p> | <p>10 . The Establishment and Application of Efficient Friedel-Crafts reaction with TfOH
(Ryo MURASHIGE , Bioresource Science)</p> |
| <p>11 . 低温貯蔵ナガイモの品質変化に関する研究
(石川 起雄, 生物資源利用学)</p> | <p>11 . Studies on Changes in Quality of Chinese Yam (<i>Dioscorea opposita</i> Thunb.) during Cold Storage
(Takeo ISHIKAWA , Bioresource Science)</p> |
| <p>12 . 馬鈴薯における内部腐傷に関する研究
(高井 祐輔, 生物資源利用学)</p> | <p>12 . Studies on Blackspot Bruise in Potatoes
(Yusuke TAKAI , Bioresource Science)</p> |

13 . 酢酸化リン酸架橋分級馬鈴薯澱粉の物理化学特性
(安田 久美, 生物資源利用学)

13 . Physicochemical Properties of Acetylated and Cross-linked
potato Large, Middle and Small Granule Starches
(Kumi YASUDA , Bioresource Science)

畜産衛生学専攻

Master's Course of Animal and Food Hygiene

1 . 乳牛におけるエストロゲンの成長ホルモン分泌と肝臓での代謝ホルモ
ン受容体 mRNA 発現への新規の刺激作用：肝機能の卵巣に
よる影響の可能性
(マハット フョク, 動物医科学)

1 . The Novel Stimulation of Growth Hormone Secretion and Liver
mRNA for Metabolic Hormone Receptors by Estrogen in Dairy
cows: The possible implication for ovarian influence on liver
function
(Mehmet COLAK , Animal and Food Hygiene)

2 . モンゴルにおけるクリプトスポリジウム症に関する研究
(ビヤバ - プレバ - トル, 動物医科学)

2 . Studies on Cryptosporidiosis in Mongolia
(Byanbaa Burenbaatar , Animal and Food Hygiene)

3 . 類人猿のミルクオリゴ糖の構造解析 - ヒトミルクオリゴ糖との
- ヒトミルクオリゴ糖との比較 -
(尾鷹 剛, 食肉乳衛生学)

3 . Characterization of Ape milk oligosaccharides
(Go ODAKA , Animal and Food Hygiene)

4 . チーズホエーの給与がブタの糞の性質に及ぼす影響
(二上 信勝, 食肉乳衛生学)

4 . Effect of Feeding Cheese Whey on Fecal Characters of Pigs
(Nobukatsu NIKAMI , Animal and Food Hygiene)

5 . ウシ初期黄体及び中期黄体における eNOS 及び iNOS タンパクの局在と
PGF2 投与後に見られる発現の変化
(朝日 隆行, 家畜生産衛生学)

5 . Localization and Changes of eNOS in the Corpus Luteum After
Administration of PGF2 During Early and Mid Luteal Phase
in the Cow
(Takayuki ASAH , Animal and Food Hygiene)

6 . アンケート調査に基づく乳牛の繁殖管理方法・飼養管理方法と実初回
授精日数の関係
(片岡 美幸, 家畜生産衛生学)

6 . effects of Reproductive and Feeding Management on "Days from
the End of Voluntary Waiting Period to First Service" in Dairy
Cows, Based on Questionnaire Survey
(Miyuki KATAOKA , Animal and Food Hygiene)

7 . ウシ黄体内におけるプロジェステロン産生に関わる転写調節因子の発
現変動
(永井 香也, 家畜生産衛生学)

7 . The Change in the Expression of Steroidogenesis Transcription
Factor in the Bovine Corpus Luteum
(kaya NAGAI , Animal and Food Hygiene)

8 . ウシ顆粒層細胞のプロジェステロン合成能獲得におけるヒストン H3
アセチル化の役割に関する研究
(山下 拓道, 家畜生産衛生学)

8 . Role of Histone H3 Acetylation in the Luteinizing Mechanism of
Bovine Granulosa Cells
(Hiromichi YAMASHITA , Animal and Food Hygiene)

9 . 乳牛トレーサビリティの有用性と消費者評価
(小関 大志, 食品衛生経済学)

9 . Utility and Consumer Evaluation of Milk Traceability
(Hiroyuki KOSEKI , Animal and Food Hygiene)

10 . モンゴルにおける牛乳消費と衛生意識の特徴
(ドルジ バヤルザイ, 食品衛生経済学)

10 . Characteristic of Milk Consumption and Hygiene Consciousness
in Mongolia
(Bayarsaikhan DORJ , Animal and Food Hygiene)

- | | |
|---|--|
| <p>11 . 犬バベシア感染症を標的とした組換えワクシニアウイルスベクターの作製とその免疫原性の評価
(中村 千夏, 人畜共通感染症学)</p> | <p>11 . Construciton of recombinant vaccinia virus targeting <i>Babesia gibsoni</i> infection and evaluation of its immunogenicity
(Chinatsu NAKAMURA , Animal and Food Hygiene)</p> |
| <p>12 . マウス子宮における Implantation Window の拡大に伴う遺伝子発現の解析
(前田 佳奈美, 人畜共通感染症学)</p> | <p>12 . Gene Expression Petterns in the Mouse Uterus with “Expansion of Implantation Window”
(Kanami MAEDA , Animal and Food Hygiene)</p> |
| <p>13 . ネオスポラ原虫感染による流産牛を検出可能な組換え NgGRA7 タンパク質を抗原とした ELISA 法の確立
(ホソペン ㊦, 人畜共通感染症学)</p> | <p>13 . An ELISA using recombinant NgGRA7 could detect <i>Neospora caninum</i> infection in aborting cows
(Penglong HUANG , Animal and Food Hygiene)</p> |

平成19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 .Development of Loop-mediated Isothermal Amplification(LAMP) Technique for Diagnosis of Trypanosomosis and Bovine Theileriosis and its Application to Epidemiological Studies | Matlhahane Molifi
Oriel Thekiso |
| 2 .Development and Evaluation of Molecular Diagnostic Methods for Equine Piroplasmiasis | Andy Kwabena
Alhassan |
| 3 .Study on Anthrax Vaccine Development by Inactivated Spores Implantation in Mice | Jargalsaikhan
Enkhtuya |
| 4 .ポリカチオン性物質を用いた新規アジュバントの開発に関する研究 | 若 本 裕 晶 |
| 5 .Studies on the Effects of the Induction of Cyclic Ovarian Activity during Early Postpartum Using GnRH and PGF ₂ on the Subsequent Reproductive Performance in Dairy Cows | Carlos Santiago
Amaya Montoya |
| 6 Studies on Invasion of Red Blood Cells by <i>babesia</i> Parasites | 高 畠 規 之 |
| 7 .Studies on Homologues of a Macrophage Migration Inhibitory Factor and Autophagy-related Genes from a Hard Tick <i>Haemaphysalis longicornis</i> | 白 藤 梨 可 |
| 8 .牛アミロイド投与による兔の実験的アミロイドーシスに関する研究 | 堀 内 雅 之 |
| 9 .ウマにおける卵巣の内部動態の画像解析に関する研究 | 平 野 悠 子 |

平成19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 .IMPROVING THE PRESERVATION QUALITY OF HIGH MOISTURE BY-PRODUCT OKINE, Abdul Razak
FEEDSTUFFS BY ENSILAGE AND USE OF ADDITIVES Addy
- 2 .Relationships between local vascularity and endocrinological 林 憲 悟
environment in follicular development and ovulation in cattle
- 3 .STUDIES ON MANIPULATION OF RUMINAL FERMENTATION AND Bunthoeun PEN
METHANOGENESIS BY NATURAL PRODUCTS
- 4 .MARKET RESPONSE OF TRADITIONAL PIG FARMING AREAS IN VIETNAM: NGUYEN, THI MINH
A CASE STUDY OF NGHE AN PROVINCE HOA
- 5 .ユーグレナの概日リズムと環境適応 敖恩 宝力格
- 6 .Study on the physiological role of glycosphingolipid 申 仁 先
globotriaosylceramide in mammalian cells
- 7 .Map-based cloning of the *Reduced culm number 1 (Rcn1)* gene 安 野 奈緒子
controlling the outgrowth of tiller buds in rice
- 8 .農業用トラクタ用水平方向サスペンションに関する研究 箕 浦 邦 雄
- 9 .農畜産副産物中に含まれる機能性脂質に関する食品化学的研究 木 沙 熱娜古麗

RESEARCH BULLETIN OF OBIHIRO UNIVERSITY

CONTENTS

Natural Science

Agronomy

- The simple evaluation method of antioxidant activity between Adzuki bean varieties
Yusuke SAITO, Takeshi MORITA, Shigenori NISHI, Hiroshi KOAZE, Kazunori HIRONAKA
and Michiyuki KOJIMA 24
- Blood glucose level rise control and pancreatic lipase inhibition of small fruits polyphenol
Shigenori NISHI, Yusuke SAITO, Hiroshi KOAZE, Kazunori HIRONAKA and
Michiyuki KOJIMA 31
- Pre-inoculation of cucumber roots with *Verticillium lecanii*(*Lecanicillium muscarium*) induces
resistance to powdery mildew
Emiko HIRANO, Masanori KOIKE, Daigo AIUCHI and Masayuki TANI 82

Agricultural Chemistry

- Effect of pH and substrates on polyphenol oxidase activity of Japanese processing
potatoes
Kazunori HIRONAKA, Toshihiko ITAYA, Hiroshi KOAZE, Kazuo YAMAMOTO,
Tadatoshi SATO, Michiyuki KOJIMA, Motoyuki MORI and Shogo TSUDA 13
- Unequal distribution of pH, polyphenol content and polyphenol oxidase activity within Japanese
processing potato tubers
Kazunori HIRONAKA, Akira SHIMIZU, Hiroshi KOAZE, Kazuo YAMAMOTO,
Tadatoshi SATO, Michiyuki KOJIMA, Motoyuki MORI and Shogo TSUDA 18

Environmental Science

- Utilization of riparian forests and windbreak forests by mammals in the Tokachi district of Hokkaido
Mami YOSHIOKA and Hisashi YANAGAWA 66

Agricultural Economics

- Consumers' valuation of BSE-tested domestic beef: an analysis by contingent ranking
experiment
Manabu SAWADA and Kazuo SATO 74

Humanities

Development Sociology

- Farmers' decision making strategies on selecting rootcrop varieties in the Visayas Region,
Philippines
Julie ROA, Mutsuyo KADOHIRA, Reynaldo V. BERGANTIN, Dioscoro M. BOLATETE Jr.
and Akira YAMAUCHI 1

Literature

- An introductory study on Shu Ema "Yama no Tami"[5]: A research on the process of
rewriting(5) • From Gakkai version to Toga Shobo version (A)
Jun'ichi SHIBAGUCHI 39
- A List of Academic Contribution In 2007 95
- The 2007 Academic Year, Index of Master's Theses for the Graduate School of Obihiro
University of Agriculture and Veterinary Medicine 111
- The 2007 Academic Year, Index of Dissertation for the United Graduate School of
Veterinary Science, Gifu University 117
- The 2007 Academic Year, Index of Dissertation for the United Graduate School of
Agricultural Science, Iwate University 118

帯 大 研 報
RES. BULL. OBIHIRO. UNIV.

編 集 委 員 (* 委員長)

五十嵐 慎 小川 晴子 河合 正人
木下 幹朗 楠田 尚史 木挽 輝男
佐々木 直樹 * 澤田 学

(五十音順)

平成20年12月26日 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11番地
