

ISSN 0919-3235

北海道畜産学会報

第54巻 2012年



特集（6編）
受賞論文（1編）
原著論文（4編）
研究ノート（1編）
海外留学報告
合同大会 講演一覧
学会記事

北海道畜産学会

HOKKAIDO ANIMAL SCIENCE AND AGRICULTURE SOCIETY

北海道畜産学会会報

第 54 卷

平成 24 年 3 月

目 次

特 集

草からの牛乳生産の研究	三谷 朋弘	1
牛乳と草のつながり	三友 盛行	7
草からの牛肉生産の研究	秦 寛	13
牛肉と草のつながり	高橋 祐之	19
消費者のもとめる家畜と草地のつながり	山本 謙治	23
シンポジウム総合討論		31

受賞論文

乳牛における哺乳・育成期の栄養管理に関する一連の研究	大坂 郁夫	37
----------------------------	-------	----

原著論文

アントシアニン系色素がマヨネーズ貯蔵中の脂質酸化へ及ぼす影響	島田謙一郎・永井 麻希・石井 洋・韓 圭鎬・福島 道広	41
稲わらとタンパク質補助飼料のルーメン内消化動態に対する相乗効果の評価	Aye Sandar CHO・上田宏一郎・近藤 誠司	47
野生エゾシカ由来のドッグフードの飼料成分	林田 まき・相馬 幸作・本田 悠・若山 祐介・増子 孝義	53
ウシ卵胞発育過程における卵胞膜細胞のエンドトキシン受容体の発現動態	堀内 まや・越前谷 陸・宮本 明夫・村山 千明・清水 隆	59

研究ノート

体外成熟培地および体外発生培地へのシステアミン添加がウシ初期胚の体外発生に及ぼす影響	長友 啓明・川原 学	65
--	------------	----

海外留学報告

ドイツ・リューバック滞在記－毛周期研究のための海外研修－	小林 謙	71
------------------------------	------	----

北海道畜産学会・北海道草地研究会・北海道家畜管理研究会 合同大会講演一覧	75
学会記事	80
北海道畜産学会役員名簿	84
北海道畜産学会会則	85
北海道畜産学会編集委員会規定	86
北海道畜産学会投稿規定	86
北海道畜産学会報原稿作成要領	87
北海道畜産学会表彰規定	88
北海道畜産学会活性化委員会規定	88
北海道畜産学会旅費規定	89
日本畜産学会北海道支部会則	89
日本畜産学会北海道支部代議員選出規定	89
日本畜産学会北海道支部代議員名簿	90
会員名簿	91

特 集

草からの牛乳生産の研究

三谷 朋弘

北海道大学大学院農学研究院

はじめに

草からの牛乳生産といった場合、放牧による牛乳生産をイメージする場合が多い。確かに放牧による牛乳生産は草からの牛乳生産に含まれるが、単に放牧による牛乳生産のみが草からの牛乳生産ではない。草からの牛乳生産とは草が生産される土地から生産される牛乳、すなわち自給粗飼料を中心とした牛乳生産である。近年、高泌乳化に伴う穀物飼料の多給により、牛乳生産は草（土地）から分離しつつある。日本の中では比較的、土地資源に富むことから自給飼料中心の酪農が実施可能といわれている北海道であっても1970年代に80%近くあった飼料自給率は近年、かろうじて50%を維持しているのが現状である。酪農を取り巻く情勢はますます厳しさを増しており、もうすでに高値で維持しつつあるが今後も安定して安価な穀物飼料を入手できるとは限らず、下手をすれば入手すら困難になる可能性がある。さらに、50%以上の摂取飼料が配合飼料というほぼ同じ質のものを給与している現状は牛乳自体の個性をなくし、画一化の方向に進んでいるとも捉えることができる。画一化された製品というのはグローバル化の中においては競争力に乏しく、安価でしか取引されないものである。これらの観点からも各地域に適した草（土）からの牛乳生産を追求し、多様な酪農を目指すことは今後の北海道において非常に重要なことである。本報では、牛乳の「量」と「質」をキーワードにこれまでの草からの牛乳生産に関する研究を振り返り、今後の北海道酪農を考察したい。

草からの牛乳生産に関する研究

まず、草からの牛乳生産という研究では「土地からの牛乳生産」に関する研究が挙げられる。他の作物では単位面積あたりの生産量（収量）は当然の考え方であるが、酪農は飼料の収穫（放牧であっても）、給与、牛乳生産がそれぞれ独立しうる迂回的な農業であるので、単位面積あたりの収量（牛乳生産）という考え方は一般的ではない。しかし、徹底的に外部依存を省い

た低コスト生産を目指すニュージーランドや限られた土地で酪農をせざるを得ないヨーロッパの一部の地域では重要視されており、我が国でも北大の研究グループが知見を積み重ねている。ここでは、北大の研究グループによる北海道における土地からの牛乳生産に関する研究結果を示す（表1）。コーンサイレージの給与が可能な十勝地域、コーンサイレージの栽培が困難な根釧地域で実施された実地（酪農家）調査の結果によると、非常に地域内の農家間におけるバラツキは大きいものの十勝では平均約6 t/ha、根釧地域では約4t程度と試算されている。十勝では飼養密度がやや高いことや単位面積あたりの収量が高いコーンサイレージが給与可能、単位面積あたりの牧草収量が根釧と比較すると高いことなどが土地からの牛乳生産を高めている理由であろう。各地域で生産可能な飼料（収量）を把握し、その地域での適正な飼養密度を考慮することは重要である。北大の研究農場における実験条件下での土地からの乳生産量は約9 t/haと現地調査と比較すると非常に高い。これは計算方法による違いもあり一概には比較できないが、土地を最大限利用した場合の道央地域での理論値ともいえる。必ずしも現場において理論値に近付ける必要はないが、限られた土地から最大限に牛乳生産を行うという意味で農家単位、地域単位などでは土地からの牛乳生産に関する研究は重要な研究であり、今後は現場での現状把握と理想値を高める両側面からの研究が必要となろう。

次に、草からの牛乳生産に関する研究としては、自給粗飼料を中心とした飼料の組み合わせや飼養方法に関する研究が挙げられる。一種の粗飼料ですべての栄養を満たすことは不可能であり、栄養成分や栄養価が偏ることは当然おこりうる現象である。不足する栄養を補助飼料や併給飼料で補填し、個体あたりの牛乳生産量を最大限得る研究である。これらの研究は乳牛の栄養飼養学的研究の王道ともいえ、世界中で様々な飼料を組み合わせた研究が行われている。例を挙げると、コーンサイレージは穀実を含むことから粗飼料の中では栄養価が高い。さらに近年では穀実を破砕することによりさらに栄養価を向上させる技術も一般化しつつある。しかし、トウモロコシサイレージのみではタンパク質や繊維質が不足することからこれらの補給

表 1. 実地調査および実験条件下における経産牛飼養密度および単位面積あたりの乳生産量

		実地調査				実験条件下		
		十勝地域 S町	根釧地域 H町	根釧地域 H町	根釧地域 B町	北大農場		
		コーンサイ レージ給与	牧草主体 夏季放牧	牧草主体 夏季放牧	牧草主体 夏季放牧	夏季：放牧 冬季：コーンサイレージ主体		
経産牛飼養密度, cow/ha	平均	1.8	1.0	0.8	1.0	1.6	1.8	
	範囲	1.1 ～3.1	0.4 ～1.7	0.6 ～1.0	0.7 ～1.4			
エネルギー自給率, %	平均	44.1	47.3		54.2			
	範囲	11.3 ～66.1	27.6 ～63.2		32.4 ～63.3			
単位面積あたりの 乳生産量, t/ha	平均	5.9	3.4	3.8	4.7	8.9	8.7	8.6
	範囲	1.5 ～10.3	1.1 ～5.9	2.5 ～5.2	2.6 ～6.6	7.7 ～10.3	8.3 ～9.1	6.2 ～10.1
使用データ		藤芳, 1999		三崙, 2002	小林, 2011	古川, 1995	星, 2007	中辻, 2003

は必須ともいえる。また、放牧草も牛が草地から直接採食するため栄養価の損失が少ないため、栄養価の高い粗飼料のひとつである。しかし、一般的に粗タンパク質含量が非常に高く、タンパク質摂取量過剰になりエネルギーが不足することがしばしば起こる。そのため、放牧飼養下において乳生産量を維持するためにはエネルギー飼料の補給は必須ともいわれている。いずれにしても粗飼料のみでは現在の高泌乳牛の乳生産量を維持することは困難であると考えられており、穀物飼料などの給与は必須と考えられている。以上のような知見は飼料成分のみを測定し、組み合わせを予測するだけで明らかにできるものではない。今後も効率的に乳牛を飼養するために、このような飼養学的研究は必要であろう。

以上に挙げたこれまでの草からの牛乳生産の研究、例えば土地からの牛乳生産では農家単位や地域単位での単位面積あたりの乳生産量、自給飼料を中心とした栄養飼養学的研究では個体あたりの乳生産量、いずれにおいても「量」の観点が最重要視され、「質」という観点はあまり考慮されてこなかったといえよう。また、実際の酪農現場においても重要視されるのは乳生産量という「量」の観点である。今後、草からの牛乳生産を推進するためには「質」に対する観点も重視する必要がある。

草からの牛乳生産における「質」とは

一般的に、乳質とは乳脂率などの乳成分や体細胞数、細菌数などが挙げられる事が多い。これらの乳成分は当然重要である。しかし、これらの乳成分は生産・加工までにおいて重要な成分であり、重要視しなければならない「質」とはこれら成分的な乳質のみではない。当然ではあるが牛乳や乳製品を購入するのは消費者であり、消費者が乳製品を選択する上での「質」が重要である。したがって、今後重視しなければならない乳

質には味や香り、見た目などの官能的な「質」、さらには安全安心といった精神的な「質」も含まれるであろう。しかし、これらに関する研究はほとんどないといえる。ここで一般消費者に対して牛乳に関するアンケート調査を行った結果を示す(図1)。一般消費者が潜在的に牛乳に求めるものは美味しさや栄養、健康といった項目が大部分を占めるのに対し、実際に購入する際に重要視するのは第一に価格であり、味や香り、産地等の項目を重視する消費者はごく少数である。すなわちニーズと購買行動が一致していないと捉える事ができる。これには様々な要因は関わってくるであろうが、購入する牛乳に特徴がありません、もしくはあることを知らない消費者が多い事が一因と考えられる。上記にも述べたが、実際の酪農現場では穀物飼料に対する依存度が増加しつつあり、どの酪農地域においても同じような質の原料乳が作られつつあると考えられる。また牛乳に加工する際にも効率化を優先するあまり、ほぼ同様の条件で処理されるために、商品化された段階で違いが見いだせなくなりつつあるのではないだろうか。画一化され違いのない商品を選択する際には価格を最優先するのは当然の流れである。今後

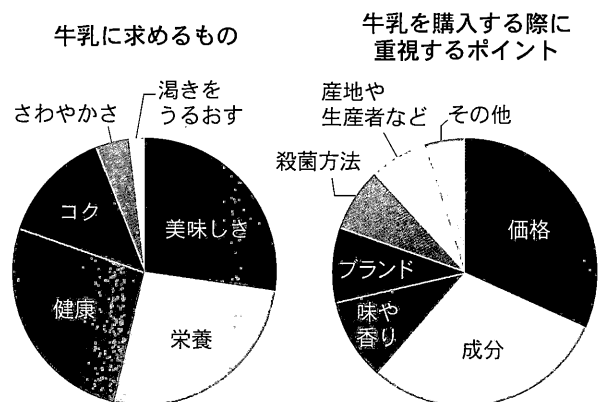


図 1. 一般消費者を対象とした牛乳に関するアンケート調査結果

は、消費者が様々な製品を選択できる土壌、すなわち多様な「質」を持つ牛乳・乳製品を流通させる必要があると思われる。

多様な「質」を実現するために

では、多様な「質」を持つ牛乳・乳製品を流通させるためには、どのような方法が考えられるだろうか。ここでは、北海道において実現可能な一例を挙げる。北海道は、地域により気候風土が大きく異なり、乳牛の飼養形態は大きく異なる。また、飼料自給率が低下しつつあるといえども、都府県と比較すると高く、その地域で生産される飼料の特色が飼養形態に大きく影響している。例を挙げると、第一に主要飼料作物の作付けの可否が挙げられる。広大な畑作地域である十勝地域や斜網地域、都市近郊に位置する道央、道南地域

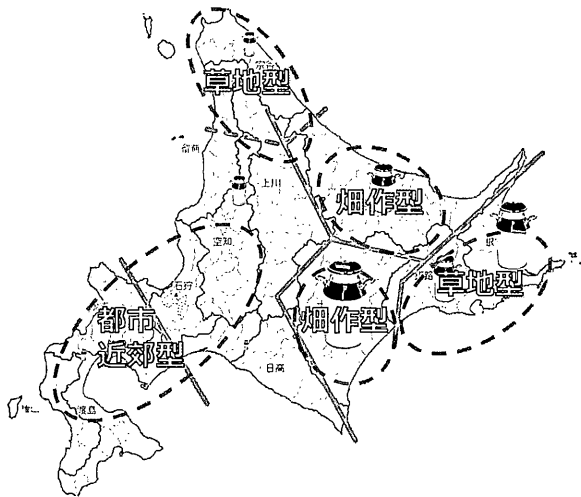


図2. 北海道におけるタイプ別酪農地域の分布と生乳生産量（集乳缶の大きさ）

では、積算気温が高いため栄養価の高い粗飼料であるトウモロコシサイレージの利用が可能である。一方、冷涼な気候がゆえに飼料用畑作物の栽培が困難な根釧地域や道北地域は必然的に牧草が主要な粗飼料とならざるを得ない。これらの地域で利用可能な栄養価の高い粗飼料としては放牧草が挙げられるが、冬期間は雪で覆われるためにその利用は夏季間に限られる。以上のように、北海道における乳牛の飼養形態は必然的に地域および季節により変化せざるを得ない。乳牛の飼養形態が異なれば、生産される牛乳の「質」は変化する事が予測されるが、これらの観点から検討した例はこれまでほとんどなかった。

ここでは、北海道において地域間（基礎粗飼料の違い）および季節間（放牧の有無）の違いが、乳成分に及ぼす影響を検討した研究結果を示す。この研究では、北海道の地域をトウモロコシサイレージの給与が可能な畑作型、牧草が粗飼料の主体である草地型、都市近郊型酪農地域に分類し、草地型酪農地域では放牧時期および舎飼時期に酪農家を現地調査し、その飼養条件と乳成分との関連を検討した。

乳脂肪が含まれる乳製品の物理性には乳中脂肪酸組成が影響する。北海道のタイプ別における脂肪酸組成結果を図3に示した。乳中脂肪酸の不飽和度（二重結合の数）は脂肪の融点に影響するため、乳製品の口どけなどに影響する。大きな分類として飽和脂肪酸割合が増加すると脂肪は堅く、多価不飽和脂肪酸が増加すると脂肪は柔らかくなるとされている。草地型酪農地域では季節によりこれらの脂肪酸は大きく異なり、舎飼い時期は放牧時期と比較して飽和脂肪酸が高く、不飽和脂肪酸が低かった。都市近郊型地域は草地型地域の放牧および舎飼い時期のほぼ中間に位置し、畑作型酪農地域はバラツキが非常に大きいものの飽和脂肪酸が低く、多価不飽和脂肪酸の割合が高い農家が多かつ

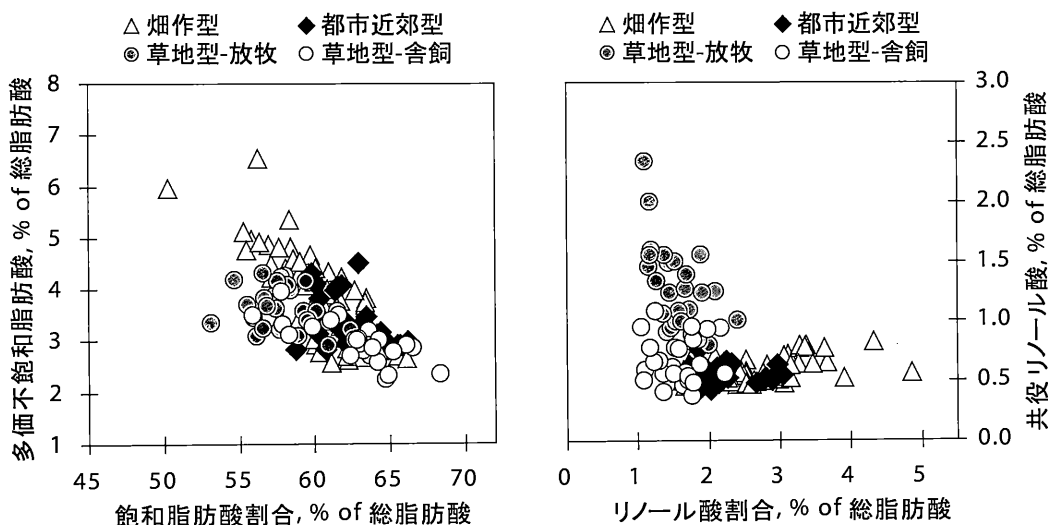


図3. 北海道のタイプ別酪農地域における乳中脂肪酸組成（左図：飽和脂肪酸割合と多価不飽和脂肪酸割合、右図：リノール酸割合と共役リノール酸割合）

た(図3左)。また、多価不飽和脂肪酸には様々な種、機能性を持った脂肪酸が含まれる事が知られている。草地型酪農地域の放牧時期には反芻家畜特有の脂肪酸でヒトの健康にも寄与すると注目されている共役リノール酸割合が高く、畑作型酪農地域ではリノール酸割合が高い農家が多かった(図3右)。これらの特徴は実験条件下で得られている知見と照らし合わせても摂取飼料の影響が強く表れている事は明らかである。例をあげると、トウモロコシに含まれる脂肪酸のほとんどはリノール酸であり、畑作型酪農地域の乳中脂肪酸の特徴は明らかにトウモロコシなどの穀物の影響が強く表れている。また、放牧草には共役リノール酸が含まれる訳ではないが、牧草に含まれる α リノレン酸が反芻胃内で代謝された結果、牛乳中に共役リノール酸が多く排泄される事が明らかになっている。

α トコフェロール(ビタミンE)含量および β カロテン含量の分布を図4に示す。 α トコフェロールやビタミンAの前駆物質である β カロテンはヒトの健康に

寄与する事は当然ながら、両者ともに強い抗酸化性を持ち、生乳のシェルフライフにも影響する事が示唆されている。また、 β カロテンは非常に強いオレンジ色の色素である事から牛乳の色調に強く影響する。 α トコフェロールはタイプ・季節内の農家間のバラツキが大きく、明確な特徴付けをすることは困難であるが、 β カロテンは明らかに草地型酪農地域が畑作型や都市近郊型酪農地域と比較して高く、特に放牧時期で顕著に高かった。 β カロテンは牧草に含まれるカロテノイドが牛乳に移行する事により増加する事が明らかになっており、牧草、特に生である放牧草摂取の影響が強く表れている。

以上の乳中の脂肪酸組成やビタミン類のみでも、北海道で生産される生乳の「質」を大きく地域および季節で特徴付ける事が可能である。各地域で生産される生乳の脂肪は、畑作型酪農地域では白く柔らかい(融点が低い)、都市近郊型酪農地域では白く柔らかさは中間程度、草地型酪農地域では大きく季節で異なり、舎飼時期ではやや黄色く堅い、放牧時期では黄色く柔らかい脂肪であると特徴付けられるであろう。これらの成分には各地域および季節における主な基礎飼料、特に自給粗飼料の違いが影響しており、まさに草(土)からの牛乳生産が多様な牛乳の「質」にも影響する事が分かる。あくまで大きな範囲での地域に限定した例であるが、同じ地域内でも市町村単位、農家間による差異に着目すれば、より多様な「質」を持つ牛乳・乳製品を作出することは可能である。

また、どのような食品についても共通するが味は最も重要な「質」である。しかし、味は客観的な評価が最も困難な測定項目であり、これまで研究の対象となる事はほとんどなかった。ここでは、味覚センサという機器を用いて測定した味の結果を示す(図5)。測定した牛乳は上記の北海道における酪農家調査と同様のものである。どのパラメータも農家間のバラツキが大

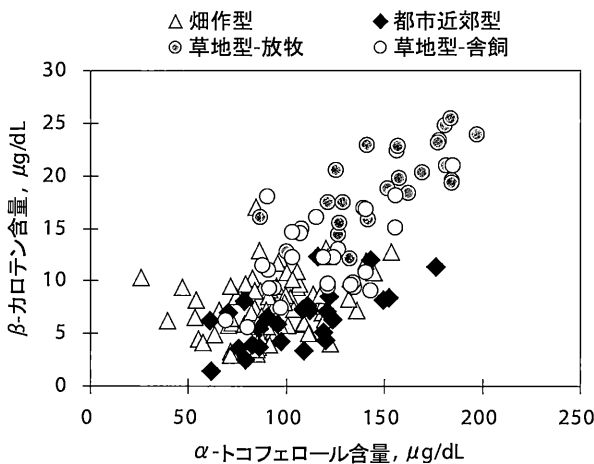


図4. 北海道のタイプ別酪農地域におけるビタミンE(α -トコフェロール)および β -カロテン含量

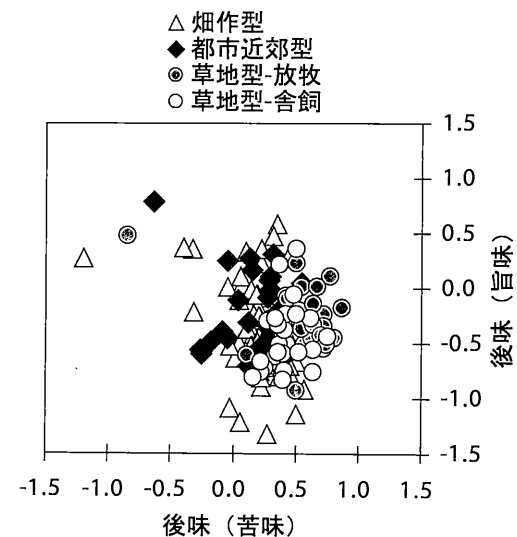
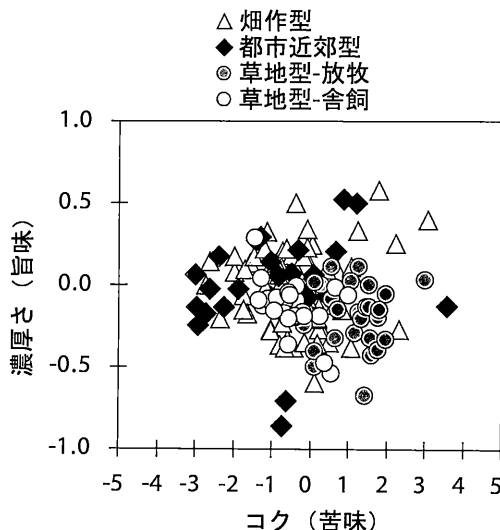


図5. 北海道のタイプ別酪農地域における味覚センサによる味の分類

きいため一貫した傾向を見出す事は困難ではあるが、飼養条件が似通った地域および季節で集団ができていく事が分かる。今後、図にある味に対する表現が適切であるかどうかはヒトを用いた試験と摺り合わせ、精査する必要があるが、牛乳、乳製品においてもこのように味に関する研究はますます重要になろう。

今後、北海道において牛乳の「量」と「質」を高めるために

以上から、一例ではあったが北海道において生乳段階では地域や季節毎に牛乳に多様な「質」が存在する事は明らかである。また、その特徴は地域や季節における基礎飼料、特に給与する粗飼料が強く影響していることも明らかである。まさに、北海道においては草（土）からの牛乳生産が多様な牛乳の「質」を産み出すことを示唆している。今後、北海道において、より多様な「質」を産み出し、その「質」および「量」を向上、維持させるためには、その地域・土地（土壌・気候）に適した飼料作物を栽培する技術に関する研究、

またその飼料を効率よく牛乳に転換する研究、そのような飼料を用いた場合における酪農の適正な規模に関する研究、そこから生産される牛乳の特徴を把握し、それを活かした乳製品に関する研究、さらにこれらを包括的に統括する研究が必要であろう。そのためには、これまで専門に特化してきた草地学的、畜産学的な研究同士が垣根を取り払って相互関係を持ち、草からの牛乳生産に関する研究を追求していく必要がある。

また、草（土）からの牛乳生産に関する研究を追求する事は、徹底的な地域性、ローカリゼーションの追求にもつながる。ローカリゼーションの追求は多様な「質」を産み出すのみではない。グローバル化、画一化が進むこの世の中で、唯一それに対抗できるのはローカルな「質」である。草からの牛乳生産に関する研究の追求はグローバル化が進む世の中で北海道の酪農を持続させるための一つの方法である。そのためには、今後さらに実際に乳製品を購入する消費者および牛乳を生産する酪農家を意識した研究がますます必要である。

特 集

牛乳と草のつながり

三友 盛行

中標津町・酪農家

皆さん、こんにちは。ただ今紹介をいただきました三友です。中標津で酪農をしています。昭和43年に現地へ開拓入植に入りました。その前に根釧パイロットファームで2年ほど実習をしています。以来、45年ほど酪農に携わっています。

今日、ここでは、三つの学会が一つになったという、時代の流れかと思います。同時に、実際の酪農家を学会に呼んで話をさせようという、これもまた時代だと思っています。時代というのは結構動くのです。僕はここに立つような人間ではなくて、酪農界のトップランナーはたくさんいると思いますが、周回遅れのトップランナーです。それも3周目です。今から20年ぐらい前に、時代が僕を通り越していった時、瞬間的にトップランナーとしてテレビに映るという、そういう状況です。その時は、酪農家が、これから発展していく中でどういう道を選択しようか、さらなる規模拡大をするのか、従来どおりするのか、あるいはバルクが入った時のように離農をするのかという、酪農家が自分の進路を選択する、そのことができる時代だったと思います。選択してたんたんとやっている僕に時代が瞬間的に光を当てました。

10年前にはバブルが崩壊して、さらに、これから酪農家がどういう道を選んでいくかということがあって、かなりの酪農家がさらなる規模拡大をしてきました。マイペース型というような放牧酪農家も少し残っています。3周目が今です。1周目と2周目の最大の違いは、それぞれ選択ができた時代でした。今は地震もあったし、それから、原発がああいう形になって、経済が、地球は一つだ、TPPも始まってきた。そういうことになってくると、きっと選択ができない時代にきたのだと思うのです。細かい選択はできるけれども、大きい選択はできない。それは、地球そのものには限界がある、限界があるということを知りながらやってきて、だけれども、限界が身近になってきた。だとしたら、われわれの暮らしも見直そうという時代にきたという選択がないということです。細かい部分では皆さんも選択するだろうと思います。そんなことを背景にしてお話ししたいと思います。

今日の発言要旨がノートになっています。随分立派になっていて、これを読んでもらうといいわけです。少しおさらいをします。僕は根釧パイロットで実習をしまして、根釧の話からしたいと思います。草地型酪農です。根釧には昭和6年と7年に大冷害があって、もうにっちもさっちもいかない。むしろ旗を立てて、道庁にまで農民の代表が来ました。その中で唯一、穀物はできないけれども、草ならできるということが、経験的に、体験的にあって、そこで初めて乳牛を導入しようということになりました。ですから、草だけはある。草があるから、乳牛をとおして牛乳生産をして、酪農で生きていこうということです。これが、欧米も含めて、米は言わないほうがいいですね。欧のほうを含めていけば、草があって、もっと言えば、穀物ができなくて、草しかない。そこに家畜が導入されて、人が暮らしてきた。ある意味では、自然派生的な部分もあって、ヨーロッパ等々の酪農というのが、畜産も含めて発展してきた。日本も草しかないという中で乳牛を入れてきました。ところが、草しかない酪農にウシを入れてきた時に付いてきたものが一つあります。この付いてきたものの一つが今日の酪農を宿命づけたのです。非常に不幸な生い立ちが一つあったと思います。

それは借金という形で酪農を導入したことです。ヨーロッパは有史以来、草のあるところにいろいろな形で家畜を入れて、いわゆる自然派生的というか、暮らしの中で少しずつ、時間という歩調の中でやってこられたのに、北海道の酪農は借金という形でウシを入れてきたのです。ですから、借金は返さなくてはいけません。最初は、道の貸与牛ですから、雌が生まれたら返さないといけない。当然、そういうことになる。この借金を返していかなければいけないという宿命的な誕生についてはしっかり受け止めたほうがいいと思います。ですから、借金を返すためには生産を上げなければいけない。

もうひとつは、自然派生的な酪農でないですから、牛乳は換金作物です。換金作物、そして、借金、生産を上げて借金を返す。さらに生産を上げるためにまた借金をして。それが昭和年代ずっと続いてきました。同時に、国も生産性を上げることによって農家経済を安定させたい。それは当然です。そのために研究機関

に対して、やはり増収、多収、効率というものを求めてきた。戦後、高度成長の中で、日本全体も経済が大事。経済というのは、当然、コスト、効率を求める。われわれもいつの日か、自由化が来るのだからといって補助金をもらって効率にまい進をしてきた。農家も研究も、それから、国もみんな効率を求めてきた。それは経済効率です。経済効率という、今思えば不幸な生い立ちを持っているのです。それは、戦後、日本の経済効率主義という経済の中で、ものは増えたけれども、なんか貧しいのではないかという、そんな部分の国民性も含めて、戦後生まれでずっと頑張ってきた僕の世代とすれば残念だな。だけれども、その残念な部分を、これからは是正できるのかなという部分では明るく思っています。

今の経済主義でいくと、草は土から離れています。ウシも土から離れて、草から離れて。一番は、経営者が酪農という形を使っていますけれども、まったく農業から、農から離れてきました。国は農民から経営者になれと言ってきました。農民でなく、経営者になれと、戦後、ずっと農政は言い続けてきました。経営者であれば、当然、経済性を重視すると。そういう流れの中でできました。ここに書いてあることはあとで読んでいただきたいと思いますので、時間がそれほどないのでお話しします。

三友牧場のこの50年近いことをお話しすると、農家と研究者の距離を短くしたい。もっと言えば、接点をより多くしたいという思いがあります。そういうことからいけば、農家は実践者であり、経営者であり、いろいろな部分の要素を持って、いわゆる皆さんが研究している一つ一つを全部一身に引き受けながら、自分の中でまとめながらやっていますから、そういう部分では、皆さんが実践者をのぞき見るというのは非常に有効だと思うのでお話しします。

三友牧場が今日、続いてきた幾つかの具体的な話をして、皆さんを現場に誘いたいと思います。入植はパイロット方式で草地造成をブルでしました。根っこ拾い、種まきから何から全部手でやりました。入植以来、草地更新はしたことがありません。それから、化成肥料は、入植した時には普及所の先生がびっちり付いてくれて、標準量をまきました。標準量をまいているのですけれども、草を見てみると、決して標準量を求めているのではないかということが少しずつ体験的にわかってきて、標準量、当時は一番草に化成肥料2対、40キロで、2番草には1袋10、20キロ入れろというのが標準量でしたけれども、それを少しずつ減らしてきて、今では、放牧地はゼロです。十数年来ゼロで、採草地もほとんどゼロで、今、単に10キロぐらいの肥料を入れているのが5～6町ある程度で、来年からはそれもゼロにしたいと思います。追肥は、根鉤は連休明けにいち早くやろうというのが標準ですけれども、僕

は5月20日ごろにやります。なぜかということ、単なる怠慢ということですか。5月だと、ブロードキャスターの足跡がわかりませんけれども、5月20日ごろになると、トラクターの走った跡がわかりますから、よくまけるということです。ただ、5月の初めに本来はもっとやらなければいけない仕事があるのです。そのもっとやらなければいけない仕事を農家の人はなげておいて、作業の都合で化成肥料をまくのです。5月のゴールデンウィークにまいた化成肥料はほとんど吸収されていないと思っています。土地が乾いたら、2年なり、3年切り返した堆肥(たいひ)をまずまきます。それをまいて、尿をまいて、ばら線を整備してということをする、結果的に化成肥料は20日ごろになる。それは非常に合理的だと思っています。そんなことでやっています。

それから、草は8月にしか刈りません。一番草。一番草を刈ったら、もう2番草は放牧します。僕が入植した時は早刈り運動というのがありました。もう6月に刈ろうと。今、早刈り運動とは言わず、適期刈り運動と言います。草をタンパクだけで見ていいのかという部分があります。よく見ると、草には草の事情があるのです。草も、自分が成長して、次の年に生活できるような段取りで成長していると思うのです。人間の都合で早く刈ってしまうと、草は少しダメージを受けます。8月に刈る。8月に刈ると、タンパクは下がっています。草は熟成しています。それを、どちらをとるかということはまた別ですけども、とにかく8月まで草は刈っていません。

一方、乳牛については昼夜放牧です。5月の初めに昼夜放牧しますが、慣らし放牧は一切しません。ウシの都合で決めます。同時に、終牧、この終牧というのはすごく大事です。できるだけ長く終牧したいと思うのですけれども、終牧は雪が降るまで。できるだけ外に出します。秋になると、ウシはもう行きたがらないのですけれども、それはもうしっかり放牧地まで連れて行きます。それが農家の仕事かなと思っています。掃除刈りは一切しません。掃除刈りは草には随分ダメージを与えます。それと同時に、掃除刈りをしないというのは天然の貯蔵方法ですから、きつとうちのウシは、今でも根鉤の僕の放牧地で掃除刈りをしない草を食べていると思います。

それから、放牧中に穀物は一切やりません。ゼロです。パルプを若干やります。それはどういう理由かというと、チーズを作っていると、穀物は良くないです。乳酸菌にきいてみたのですけれども、乳酸菌は、古来、ずっと存在しているのです。でも、乳酸菌は穀物を食べた牛乳に出会ったことがないです。ここ10年か20年ぐらいです。乳酸菌というのはきつと地球の誕生と共に、生物も含めて、何億年と人を支えてきたのだらうと思います。乳酸菌は穀物をやった牛乳に出会ったこ

とがないのです。サイレージをやった牛乳にも出会ったことがないのです。チーズというのは、酪農というのは、貧しくはないけれども、乏しい地域の農業ですから、人が食べられるものはウシにやったことがない。サイレージというのはすごくぜいたくな作業ですから、当然、干し草しかない。干し草と放牧と、それは乳酸菌に非常になじみのいい世界なのです。そんなことも含めて、穀物はやらないようにしています。

搾乳は、ディッピングはしません。ディッピングをすると、乳房炎になる確率が高いです。ディッピングをしなくても乳房炎にならない飼い方が大事なので、乳房炎にならないようにディッピングするという飼い方は逆です。そんなことも含めてディッピングはしません。

疾病ですけれども、疾病は人工授精師が来ると、繁殖障害の話で、黄体があるとか、委縮しているとか、いろいろありますけれども、治療したことはありません。治療しないウシはどうかというと、秋になれば発情が来て大体止まります。秋になって止まらないウシというのは非常に有効なウシでして、僕は経営者としては決して立派ではなくて、選択の能力はありませんから、止まらないウシがいたら、ちょっと安心します。これは淘汰（とうた）の対象になる。みんな止まってしまうと、ウシが増えてしまう。ウシが増えたら大変なことになるのでやらない。ちなみに共済には加入していません。

僕は農機具を全部2ライン持っています。トラクターが7台ぐらいあるのかな。モアは3台、ローラーは3台、全部2ライン以上あります。常時スタンバイできます。大金持ちかというところと違うのです。平均30～40年同じ機械を使っています。機械は壊れないのです。僕はみんな中古の機械ですけれども、機械は飽きられるだけです。飽きた人はみんな出さずでしょう。壊れていないのだから、壊れていない機械を安く買って、2ラインしているということです。

僕がなぜこれを言ったかということ、僕は何もしていないということを言いたかったのです。うちに研修だとか、見学だとか、ここにも来ている人はたくさんいます。若い人にも、農家にも、いや、実は僕は何もしていないという話をするのです。何もしていないわけがないと言われてしまって、そうかなとそこで僕も立ち止まって話をちょっと止めます。僕も考えているのです。僕自身は何もしていない。でも、何もしていないのではなくて、今日、ここへ出るときにちょっと考えたのですが、学会の人が言っていることについては何もしていないのかなと思うのです。いわゆる指導機関がよしとすることについて僕は何もしていないと思っています。だけれども、ウシや草や土が快適に過ごせる環境については、僕は随分精いっぱいやっているのかなと思うのです。このバックボーンは、先ほど、

経営規模の話が出ましたけれども、基本的に1ヘクタールで1頭ということです。1ヘクタールで1頭というのは、僕の実習中の先人の人の言うことで、幸い、僕はいろいろな機会があって、世界中を回らせてもらっていますけれども、どこへ行っても、基本的に1ヘクタール1頭です。それで、草だけで搾れる牛乳というのは3,000～4,000です。ということは、ウシというのは大体1ヘクタールで1頭。僕は入植する時に言われたのです。1ヘクタールで1頭だけは守れと。それは、根室に住むおきてとは言わなかったけれども、限界というか、節度だろうと思っています。

それで、1ヘクタール1頭で、では食べられるのかということです。食べられるか、食べられないかというと、これはまた経済の視点です。僕は、ウシだとか草だとかはかわいいなと思うのです。かわいいなと思うときに、彼らがのびのび、草がのびのびというのはわかりますか。草が伸びているからのびのびではないのです。草が笑ったり、ウシが笑うという感覚があるのです。それは、人が草地に立ったり、あるいは牛舎に行ったときに、人間が快い気持ちにさせてくれる環境というのがあると思うのです。ザワザワしていない。彼らが快い環境にいて、自分も快い気分が共有できることが大事なのです。そこで生産された量を僕はよしとしているのです。それを足りないと言うと、どこかにひずみが生まれるのです。そんなことを含めて、僕は40何年やっていて、農民として成長したかなと思うときがあるのです。自分が農民として成長したかなと思うのは、受け入れる量が増えたかなと思うのです。だから、ウシも、時として、病気になって、時として死ぬこともあります。それは致し方ないことだと思っています。だから、研究も致し方ないところを残しておかないと、研究がみんなつまらなくなってしまう。

それと、もうひとつ、研究の話に飛んでしましますが、昨日、今日、僕は研究成果を聞いていましたけれども、しっかりと結論を出さない傾向にある。あんなにデータがたくさんあるのに、しっかりと結論を出さないのです。なぜかということ、データが十分でないから結論も十分でないという謙虚さもあるのでしょうか。僕は農業をやる時に若い人に言っているのは、毎日、毎日、いろいろなことに対応しなければいけないから、結論は出さないと言います。牛舎に行くと、ウシの具合が悪い。ウシはどうして具合が悪いのかなと思う。いろいろな要素がある。いろいろなことを考えて。考えて結論を出さないのはまずい。若い人に、結論を出さない。その結論は合っているか、合っていないかは問わないと言っています。だけれども、結論を出さないと前に進めない。前に進んで、出した結論が間違っている、あるいはちょっと遠い、そういうことがわかることが大事だと。研究者は結論を

出さないです、あんなにデータがたくさんあって。だから、私はこういうふうに思いますと言ってしまえばいいのです。そうしたら、あとで違ったということがわかるのだから。どこが違ったか、これは大事なことです。僕は66になりますけれども、三友さんて大したものだと褒めてくれる人がたくさんいます。僕はちっとも大したものだと思っていない。自分の人生を顧みると、失敗の連続だもの。失敗の連続だから、今日ここにきているの。今までの人生の失敗を皆さんにお話しできたらいいなと思っています。これが終わったら、今日の話は失敗だと思うのです。夜、頭がさえて寝られない時があります。そういうものです。だから、失敗の積み重ねが人生なのだろうと思います。研究もそう。良い研究成果なんて、それはちょっと視点が違うのかなと、そんなふうに思うのです。

それで、僕は牛乳と草のかかわりの題をもらっていますけれども、土とか草とかウシというのは、人間がいてもいなくても成長する、子孫を残す力は当然持っています。土と草と、象徴的に言えば、ウシの力をどう発揮させるかということが大事だと思います。何を求めるかという量で求めたら、彼らは立つ瀬がないと思うのです。彼らは、人がいてもいなくても、自分たちで生きていく力、環境に対応した能力をみんな持っているのです。その持っている部分を人がちょっと手を助けて、人が食べられる分をもらうという形です。そういうことからいけば、土と草とウシが主人公、農家はその支え手だろうと思います。その農家が支える部分を研究者の人がまた支えるということで、われわれは決して主人公でもないし、土、草、ウシに命令できるものでもない。僕は彼らの邪魔をしないというふうに考えています。彼らはちゃんと生きる力があるのですから。ただ、その生きる力をよしと受け止めるかどうかということが大事。われわれは、これから時代は選択できないという話をしました。選択できないということは、それぞれの有限な地球の中でどれを受け止めるか、量も含めて。何を受け止めるかということをしっかし選んでいかなければいけない時代だということです。今までどおりにはいけないと思います。

この間、家内が料理に使うと言ってはちみつを買ってきました。はちみつは天然はちみつと書いてありました。では天然はちみつが書いてあるというのは、天然でないのはちみつがあるということです。ちょうどこれは原稿を考えていた時です。そうかといって、では天然の牛乳ってあるのかと思いました。天然の牛乳とは言わないものね。強いて言えば、草の牛乳と言う人もいます。それで、穀物を50%食べさせた牛乳は牛乳なのかとちょっと考えてみました。穀物をたくさんやった肉牛は天然の肉なのかと。違うね。畑に肥料をたくさんやった草は草なのかと。草地更新した土地は土地なのかと。地球が誕生して40億年、誰も自然は草

地更新しないものね。われわれは全部当たり前。資材を入れて、入れた資材以上のものをとるのは当たり前だと思っているけれども、実はまったく当たり前ではないです。だって、天然のはちみつと人工のはちみつがあったら、普通、天然のはちみつを買います。経済の問題は別として。欲しいと思う。配合を50%食べた牛乳を欲しいと思いますか。思わないでしょう。思わないけれども、仕方ないものね、商売だからということになっています。肥料をたくさんやった草をウシは欲しいと思いますか。思わない。僕はウシの嫌がることはしない。自分が嫌だなと思うことはウシにはやらせない。だから、研究者も、草が嫌だな、ウシが嫌だなと思う研究はあまりしないほうがいいですね。

データの話。三友さん、ウシと話ができますかと。できない。できないけれども、ウシが何を表現しているかということについては知ろうとしている。どんなに忙しくても、ウシがいつもと違うことをすれば、僕はそこで立ち止まります。合っているかは別として、結論を出して対応する。あとで間違っていることがあれば改める。それをウシと対話をしているという見方ができるとすれば、皆さんはあれだけデータを持っているのですから、データは研究対象物との会話です。その会話が成立していないのです。データは示すだけ。データは会話。向こうから問いかけてきているのだから。皆さんはその問いかけにどれほど応えてますかと僕は聞きたいのです。みんなデータを発表しているでしょう。パソコンというのは良くないですね、データが出ているのだから。でも、このデータから、何を反応しているのかということが大事です。語っている人が言っていないのだから。例えばウシのデータはこうですと。ではウシはどういうふうに考えているのですかと。誰も言っていない。

今日、いろいろな話を聞いていて、対象になった草だとか、ウシを見たいと思うのです。みんなのデータの集大成が草であり、土であり、ウシなのです。だから、同時に、ウシだとか、草の姿があれば、会話ができる。人間だって、健康診断へ行ったら、みんな病気になるでしょう。データだから。だけれども、みんな自分は健康だと思っているでしょう。2回目の健診へ行かないで死んだ人がたくさんいます。がんの可能性があると、行かないで随分死んだ友達がいます。データは無視しては駄目なの、正直だから。だから、データと会話ができればいいなと思うのです。

先ほど、穀物の話が出ましたが、何を求めるかということこれから議論したほうがいいと思います。われわれは根室原野でいけば草しかない、草は1ヘクタールで1頭、そこで4,000キロぐらい、ちょっと足して5,000キロぐらい。そこで暮らしていくしかないのです。それが北海道の実力だと思います。ただ、4,000キロを出す、あるいは草の仕組みを、人間が少し

手を加えて、効率を良くするということは大事なかなと思います。それで、今、議論されているのは、例えば農業の話からすれば、自然農という立場をとろうという人が少しずつ増えています。もうひとつは慣行農法で従来通りやっていこうということがあります。有機農法。有機農法というのは、基本的に慣行農法の部類に入ります。われわれはマイペース酪農と言われてはいますが、マイペース酪農も慣行農業です。その慣行農業の概念を変えていく必要があると思います。それは、僕はここへ来るのに飛行機に乗ってきました。いわゆる化石エネルギーを燃やしてここに来た。電気もそうです。われわれは地球の資源と密接に暮らし、産業もあるわけですから、そこから手を切れない。ただ、その使い方をどういうふうに変えていこうかということは大事だと思います。僕は、化石エネルギー、地球資源というのは初動エネルギーにしっかりと使っていったほうがいいと思います。農業で言えば、今のように多投入ではなくて、僕もトラクターを持っているし、電気も使っていますから、初動エネルギーを入れる。その初動エネルギーを入れたら、今度は物体、農業、あるいは牧場そのものが循環できるようなシステムを作っていけばいいと思います。ですから、自然農がいいとか、有機がいいとかということではなく、相対から見れば、低投入、そして持続する、いわゆる低投入持続型の農業というものがいいのかなと思います。

す。そして、その低投入持続型の酪農、畜産を展開するためにどういう視点で研究をするかということが大事なかなと思うのです。

皆さんの研究を聞いていて、納得することがたくさんあります。僕が現場でわからないことをこういうふうに言ってくれるとわかるなということが、昨日と今日、たくさんありました。だけれども、僕が納得していることがわからない。それは現場に行かないから。現場と皆さんの研究と一致する時代、低投入で持続、あるいは環境によしとするような、そういうことが実現できれば、消費者に安心と安全という信頼を得て、結果として、消費者もよし、作る人もいいし、売る人もいいという形になると思います。

うちはチーズを作っています。チーズはどんなに宣伝しても駄目です。チーズ自身が宣伝をするのです。コマーシャルする。いいものを作る。いいものというのはいろいろな要素がある。おいしいとか、安いとか、高いとかを含めてしっかりしたものを作り出す。しっかりしたものを作れば、それはどんなコマーシャルよりも有効です。作った作品そのものが人を呼んでくれます。作って売れないのはどこかに問題がある。そんなことで農業っていいなと思います。無理をすることはないです。あるがままにいけば、そこに安心と安全と持続性があるということをお話しして、終わらせてもらいます。ありがとうございました。

特 集

草からの牛肉生産の研究

秦 寛

北海道大学北方圏フィールド科学センター

北海道において粗飼料主体での牛肉生産され始めたのは1960年代後半からである。当時すでに肉専用種の繁殖牛は北海道の豊富な草資源を活用して放牧を取り入れた飼養がなされていたが、さらに乳用雄子牛の肉用化が始まり、その一部が放牧で育成して出荷前の6ヵ月間だけ濃厚飼料を飽食させて肥育牛として出荷されるようになった。1970年代に入ると牛肉の輸入制限枠がある中での国内の生活向上による牛肉消費の増大を背景にして、新たな肉専用種としてヘレフォード、アンガス等の外国種の導入も加えて北海道の草資源を活用した牛肉生産の研究が北大・新得畜試（現道総研畜試）・北農試（現北農研センター）を中心に勢力的に進められた。放牧を主体とする育成肥育方式¹⁻³⁾、とうもろこしやえん麦のホールクロップサイレージ給与による肥育成績^{4, 5)}が検討され、1980年代には放牧ととうもろこしサイレージを組み合わせた粗飼料主体での育成肥育方式が確立されている。

その概要について、北大牧場におけるヘレフォード種を用いた2シーズン放牧方式での育成肥育実績⁶⁾を例示して紹介する。季節繁殖により春に生産された子牛を27ヵ月齢で体重650kgを目標に仕上げるこの方式では、飼育期間は大きく4つに区分される(図1)。1) 哺育期(1年目夏季)：母牛と共に昼夜放牧する、2) 舎飼育成期(1年目冬季)：離乳後、舎内に収容して貯蔵飼料(コーンサイレージ、グラスサイレージ、乾草)を給与する、3) 放牧育成期(2年目夏季)：補助飼料無給与で昼夜放牧する、4) 舎飼肥育期(2年目冬季)：出荷時まで濃厚飼料(上限日量9kg)と乾草を給与する。このような生産方式での体重推移(約160頭)は、生時で平均40kg、離乳時(8ヵ月齢)で236kg、舎飼育成終了時(14ヵ月齢)で326kg、放牧育成終了時(20ヵ月齢)で433kg、出荷時で632kgであり、生時から出荷までの全期間を通じた平均日増体量は0.7kgとなっている(表1)。枝肉成績は表1に示すように、枝肉重量と枝肉歩留は平均347kgおよび55%であり、皮下脂肪厚、BMS、胸最長筋面積、BCSはそれぞれ平均2.5cm、1.6、40.8cm²および5.2で、格付としてはB1・B2が大部分を占める。ヘレフォード種は脂肪を皮下に蓄積する割

合が高い品種特性⁷⁾があり、枝肉の全脂肪量は明らかに少ないが、皮下脂肪厚は必ずしも薄くなっていない。そのことを除いても枝肉重量が小さく脂肪交雑が少ないことから、現状の取引基準では高い評価とはならない。哺育期を除く育成期から出荷までの総飼料消費量を図2に示した。これを枝肉生産1kg当りに換算すると、放牧草、貯蔵飼料および濃厚飼料の消費量は乾物でそれぞれ5.6、7.2および4.5kg、MEでそれぞれ66、68および69MJであり、MEベースでみるとほぼ1/3ずつとなっている。枝肉生産1kg当たりの濃厚飼料の消費量は約5kgであるが、これは濃厚飼料主体の肉牛生産での消費量⁸⁾に比べ1/3程度である。

このように牧場内の土地で消費飼料の7割以上を賄う粗飼料主体の育成肥育方式は人間の食糧との競合も少ない循環型の生産方式であるが、現在までそれが主要な生産方式になることはなく依然として濃厚飼料主

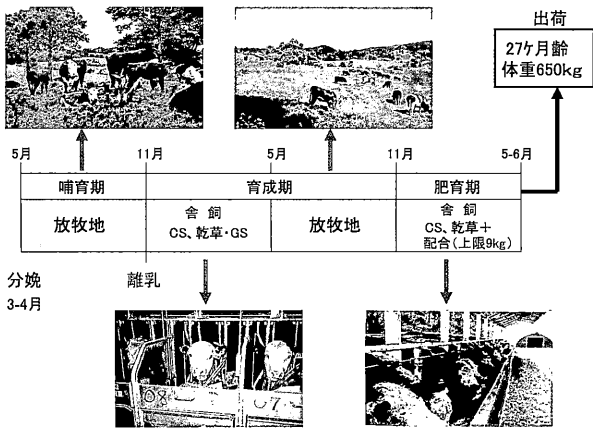


図1. 2シーズン放牧を取り入れた粗飼料主体の肉牛生産方式

表1. 2シーズン放牧方式での増体成績(kg/日)

	去勢	雌	平均
哺育期	0.84	0.80	0.82
舎飼育成期	0.45	0.55	0.50
放牧育成期	0.69	0.58	0.61
舎飼肥育期	1.06	0.89	0.97
全期間	0.77	0.71	0.74

(秦, 2000)

表 2. 2 シーズン放牧方式での枝肉成績

	去勢	雌	平均
屠殺月齢	26.3	27.6	27.0
屠殺体重 (kg)	646	621	632
枝肉重量 (kg)	353	342	347
枝肉歩留 (%)	54.7	55.1	54.9
皮下脂肪厚(cm)	2.1	2.9	2.5
BMS	1.5	1.6	1.6
ロース面積 (cm)	41.8	40.0	40.8
BCS	5.4	5.0	5.2

(秦, 2000)

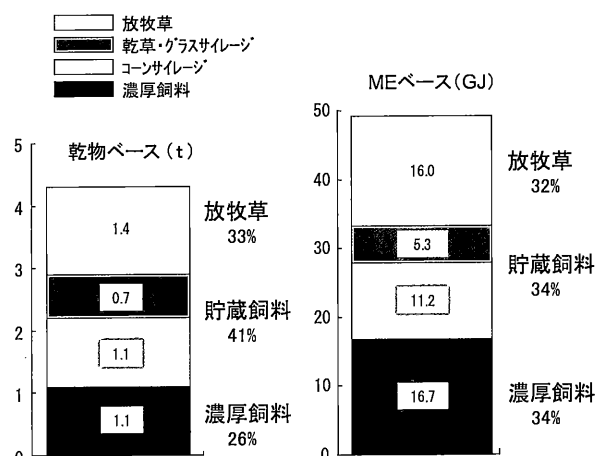


図 2. 育成・肥育期における飼料消費量 (秦, 2000)

体の生産方式が主流となっている。その理由について、牛肉自由化 3 年後の 1994 年に開催された北海道草地研究会シンポジウムの中で池田哲也氏は、1) 放牧地・耕地面積が足りない、2) 市場で求められる肉質が得にくい、3) 飼養期間が長くなる、4) 粗飼料生産は輸入飼料購入に比べてコスト面・労力面・安定性で不利であることを挙げている⁹⁾。

しかし、牛肉自由化から 20 年が経過した今日、粗飼料主体の生産方式がもつそのような側面が必ずしも不利にはならない状況が生まれつつある。消費者の嗜好が「赤身肉」へ確実にシフトし始めており、料理人の中には柔らかいだけの牛肉よりも成熟した牛のしっかりとした味の肉を求める向きも多い。さらに放棄された草地が山間地を中心に散見される一方で、輸入飼料の価格は上がることはあっても下がる要素は見当たらない。そのような中でとくに日本短角種、褐毛和種など地方特定品種による放牧を取り入れた粗飼料主体での牛肉生産が注目され、赤肉生産や持続的生産の観点から放牧の意義を見直す研究もみられるようになってきた。

放牧飼養した牛の体構成は濃厚飼料で舎飼した牛とは異なることが認められている。放牧飼養した育成牛の体構成と臓器重量を同体重・同月齢の濃厚飼料主体

で舎飼した育成牛と比較した試験成績¹⁰⁾を表 3 に示した。放牧育成牛は舎飼育成牛に比べて枝肉重量が小さく内臓重量が大きくなり、とくに肺、肝臓、腎臓、第 1・2 胃、第 4 胃、小腸が重くなっている。放牧で育成肥育した牛は枝肉中の脂肪割合が少なく赤肉割合が高いことが知られている。放牧牛は一般に増体速度が低く、家畜の増体速度が脂肪蓄積と体組成に影響を及ぼすことから、放牧牛の低い増体が体組成を変化させる 1 つの要因として考えられる。しかし、増体速度とは別に放牧そのものが体組成に直接的に影響を及ぼしている可能性があり、増体速度の条件を同じにした研究¹⁰⁾でも放牧育成牛は枝肉中の脂肪含量が少なく蛋白質含量が高いことが認められている(表 3)。さらにこの試験では放牧育成牛は舎飼育成牛に比べて血中のインスリンと IGF-1 濃度が低く成長ホルモン濃度が高いことが認められており、放牧における粗飼料の多量摂取と運動の要因が代謝調節ホルモンを介して摂取エネルギーの体内配分を変化させ、牛の体組成に影響を及ぼす可能性が示されている。

放牧の影響は牛の体組成だけでなく、筋肉や脂肪などの組織レベルの性状にも及ぶことが報告されている。放牧によって牛の骨格筋を構成する筋繊維のタイプやサイズが変化することが認められている¹¹⁾。筋繊維には I 型(遅筋・赤色筋)、II A 型(速筋・赤色筋)、II B 型筋(速筋・白色筋)などのタイプがあるが、放牧は I 型筋繊維の構成割合を増加させ II 型筋繊維の構成割合を低下させる(図 3)。しかし、こうした筋繊維

表 3 放牧による育成牛の体構成と代謝調節ホルモンの変化

	放牧区	舎飼区
開始体重 (kg)	159	161
屠殺体重 (kg)	256	259
日増体量 (kg)	0.80	0.79
枝肉重量 (kg)	118 ^a	126 ^b
内臓重量 (kg)	35.8 ^b	31.6 ^a
肝臓	3.9 ^b	3.3 ^a
1・2 胃	5.8	4.9
3 胃	1.8	1.7
4 胃	1.2 ^b	0.9 ^a
小腸	6.0 ^b	5.1 ^a
大腸	3.2	3.3
枝肉の化学組成		
蛋白質 (%)	21.4 ^b	19.2 ^a
脂 肪 (%)	6.0 ^a	9.0 ^b
灰 分 (%)	5.6	5.5
水 分 (%)	67.0	66.3
血漿中代謝調節ホルモン		
成長ホルモン (ng/ml)	8.8 ^b	6.8 ^a
インスリン (μu/ml)	4.7 ^a	10.0 ^b
IGF-1 (ng/ml)	49.6 ^a	67.7 ^b

a,b: P<0.05

(秦, 2005)

筋線維型

I 型	遅筋	赤色筋
II A型	速筋	白色筋
II B型		

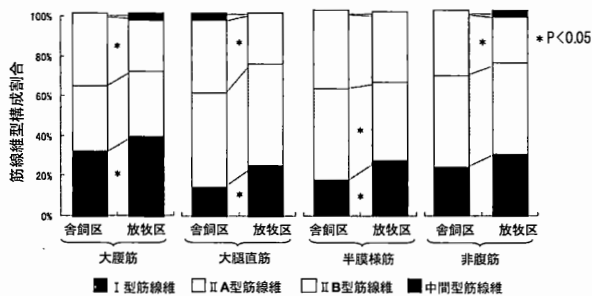


図3. 放牧牛および舎飼牛の後肢筋における筋線維型構成割合 (木戸, 2010)

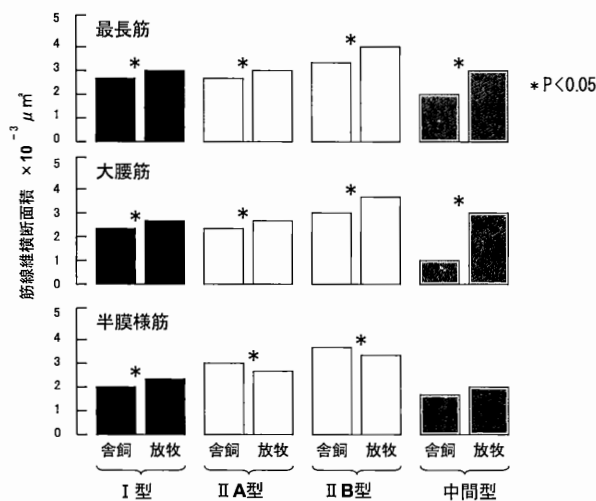


図4. 放牧育成牛および舎飼育成牛の肥育後における筋線維横断面積 (木戸, 2010)

型構成割合の変化は放牧育成後に舎飼肥育すると消失する。これは、放牧後の肥育期間での運動量の低下と配合飼料による摂取エネルギーの増大によってエネルギー代謝が嫌氣的に変化してI型筋繊維が減少するためと考えられている。一方、筋繊維の太さも放牧によって増加するが、放牧による筋繊維の肥大は放牧後の舎飼肥育期間を経ても持続することが認められている (図4)。

牛肉の食味に関係する牛肉中の遊離アミノ酸含量は慣行牛に比べ放牧牛で高いことが報告¹²⁾されている (表4)。とくに甘みを示すとされるアミノ酸 (Thr+Ser+Gln+Gly+Ala+Val) の含有量が高いことから、放牧牛の肉は呈味成分が豊富であると考えられる。放牧仕上げ牛の肉は慣行肥育した牛の肉に比べて保水性が高くドリップロスが少ないが、肉色については貯蔵期間中のメトミオグロブリンの増加割合が高く変色しやすい特徴がある¹³⁾ (図5)。

放牧により牛肉中の人間の健康や病気予防に有効とされる種々の機能性成分の含量が高まることが報

告^{12,13)}されている。抗酸化活性による細胞の老化防止作用や免疫調整作用をもつβカロチンやαトコフェノール (ビタミンE) の牛肉中含量は慣行肥育牛よりも放牧牛で高いが、放牧草中にそれらの成分が多量に含まれているためである。食品中の脂肪酸組成は栄養学的にバランスが重要で食事におけるω6/ω3比率を5以下にすることが推奨されているが、牧草にはω3系不飽和脂肪酸であるαリノレン酸が穀物と比較して多く含まれるため、表5に示すように放牧仕上げ牛の体組織のω6/ω3比率は3.3と低く食品栄養学的に好ましい脂肪酸組成となっている。また、コビキノンはエネルギー産生を担う補酵素でサプリメントとして注目を集めているCoQ10 (コエンザイムキューテン) のことであるが、放牧牛は慣行牛に比較して高い含有量を示す (表6)。同様に脂肪酸の体内燃焼に不可欠な物質で体脂肪の燃焼やスタミナ源としての効果が期待されるカルニチン、ヒトの運動機能向上に効果をもつ他に肉料理の「コク」にかかわる成分であるクレアチン、運動時の筋肉疲労を軽減する効果や抗酸化性がある

表4. 放牧による半棘筋中の遊離アミノ酸含量の変化 (mg/100g)

	放牧牛	慣行牛
アスパラギン酸 (Asp)	0.6 ^b	0.2 ^a
スレオニン (Thr)	3.3	3.4
セリン (Ser)	6.8 ^B	3.5 ^A
アスパラギン (Asn)	3.8	4.7
グルタミン酸 (Glu)	6.0 ^A	9.5 ^B
グルタミン (Gln)	125.4 ^b	92.3 ^a
グリシン (Gly)	6.9	6.0
アラニン (Ala)	54.3 ^B	33.8 ^A
バリン (Val)	3.1	3.6
メチオニン (Met)	0.9 ^b	0.6 ^a
イソロイシン (Ile)	2.4	2.6
ロイシン (Leu)	3.8	4.3
チロシン (Tyr)	2.2	2.1
フェニルアラニン (Phe)	2.2	2.2
βアラニン (β-Ala)	1.3 ^B	1.0 ^A
リジン (Lys)	4.9 ^a	7.1 ^b
ヒスチジン (His)	2.8	2.8
アルギニン (Arg)	6.8	6.7

A,B:P<0.01, ab:P<0.05

(常石ら, 2006)

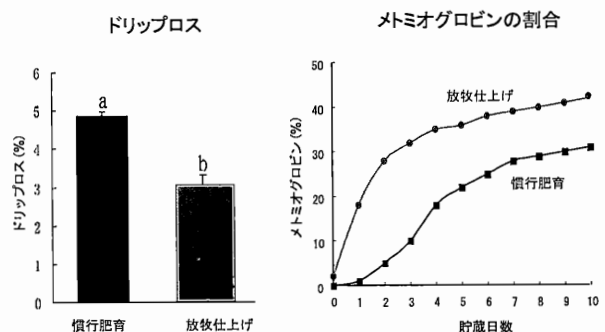


図5. 放牧仕上げにおける保水性と肉色の変化 (Muramoto et al. 2005)

表 5. 放牧による抗酸化ビタミンと脂肪酸組成の変化

	放牧仕上げ	慣行肥育
抗酸化ビタミン		
ビタミンE (μg/g)	7.0 ^b	2.5 ^a
β-カロテン(μg/g)	0.24 ^b	0.07 ^a
脂肪酸組成		
飽和脂肪酸 (%)	42.2	43.9
一価不飽和脂肪酸 (%)	38.9 ^a	45.7 ^b
多価不飽和脂肪酸 (%)	15.2 ^b	5.7 ^a
ω6/ω3比	3.3 ^a	6.6 ^b

ω6:リノール酸+エイコサジエン酸+エイコサトリエン酸+アラキドン酸+ドコサヘキサエン酸
ω3:αリノレン酸+エイコサペンタエン酸+ドコサヘキサエン酸+ドコサヘキサエン酸
a,b: P<0.05 (Muramoto et.al., 2005)

表 6. 放牧による半棘筋中の各種機能性成分含量の変化 (mg/100g)

	放牧牛	慣行牛
ユビキノ	3.0 ^b	2.5 ^a
カルニチン	164.7 ^b	131.1 ^a
クレアチン	376.9 ^b	313.7 ^a
カルノシン	301.2 ^B	203.2 ^A
アンセリン	6.8	6.7
タウリン	12.9 ^a	35.6 ^b

A,B: P<0.01, ab: P<0.05 (常石ら, 2006)

るカルノシンについても放牧牛での含有量が高く、これらの成分の増加は放牧における牛の運動に伴う活発なエネルギー代謝に関連するものと考えられている。

一方、輸入飼料に依存しない自給飼料主体の土地利用型牛肉生産は環境への負荷が少ない持続的生産方式とみなすことができるが、そのような生産方式においても特有の環境負荷があることが物質循環を検討した研究^{14,15)}で指摘されている。土地利用型牛肉生産では系外から飼料として持ち込まれる窒素は少ない反面、牧草や飼料作物を生産するために化学肥料・糞尿として投入される窒素が多くなる特徴がある。土地利用形態別の窒素収支を比較すると、放牧草地は採草地やコーン畑に比べ化学肥料や堆肥として投入される窒素は少ないものの、牛が食草として摂取した窒素の大部分がそのまま排泄物窒素として土地に還元されるため、余剰窒素はむしろ採草地やとうもろこし畑よりも多くなる傾向がある(図6)。放牧草地での土壌養分の過剰蓄積を回避するため、2010年の北海道施肥ガイド¹⁶⁾の改訂では放牧草地における施肥標準量の見直しが図られ、Nは6～15kg/10aから2～6kg/10aへ、P₂O₅は8kg/10aから3～5kg/10aへ、K₂Oは8～12kg/10aから4～6kg/10aへと大幅な低減がなされている(図7)。

土地利用型生産では、放牧地に排泄される糞尿や飼料生産に用いられる化学肥料に由来する窒素成分が河川へ流出する危険性を孕んでいる。肉牛150頭・馬100頭を約150haの敷地で土地利用型の生産方式で飼育している北大牧場での調査例¹³⁾をみると、牧場内を流れる河川の年間平均全窒素濃度は牧場の入り口で

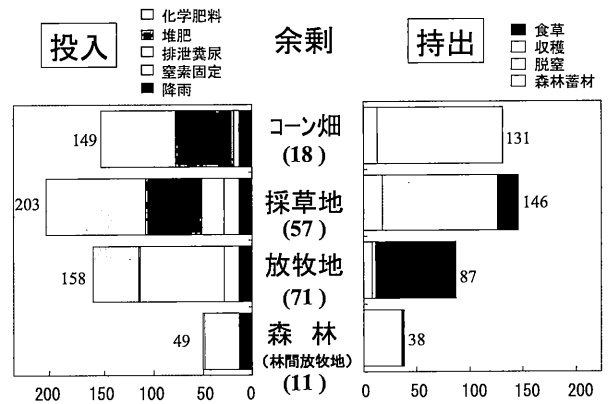


図 6. 土地利用形態別の窒素収支 (kgN/ha) (秦ら, 2001)

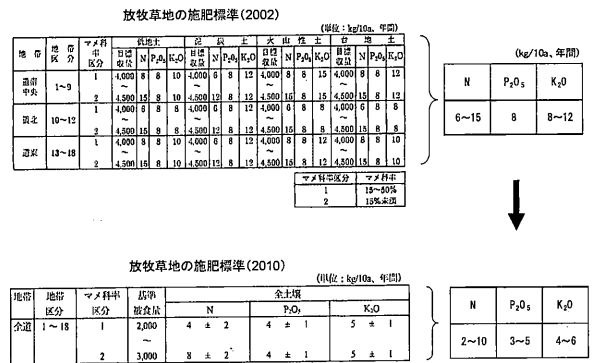
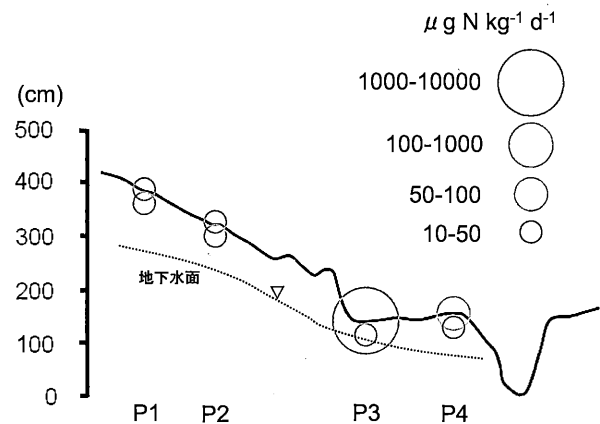
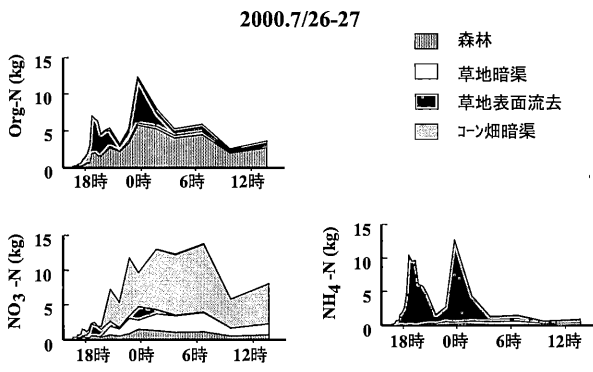
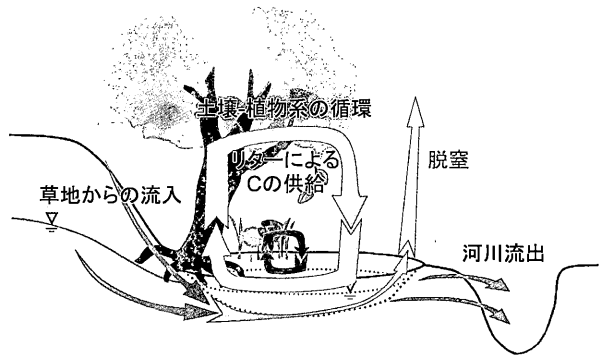
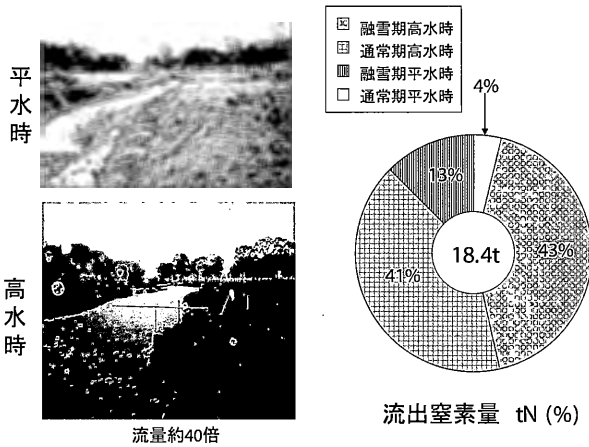


図 7. 放牧草地における施肥標準の見直し (北海道施肥ガイド, 2010)

0.45mg/l、出口で1.60mg/lと牧場内を通過する間に明らかに濃度が上昇しており、牧場内から年間18.4tの窒素が河川を通じて流出している。河川からの窒素流出は通常平水時にはごく僅かで、大部分は融雪期と年数回の大雨高水時に引き起こされている(図8)。河川から流出した窒素を成分別にみると有機態窒素が73%と最も多く、硝酸態窒素が24%、アンモニア態窒素が3%であり、降雨時に河川へ流出した窒素成分の発生源を調べると有機態窒素の一部とアンモニア態窒素の大部分は放牧草地の表面流去水に由来するものが多く、硝酸態窒素はコーン畑からの暗渠水に由来するのが最も多い傾向がみられる(図9)。

そのような河川への窒素流出を軽減する上で河畔林は有効な手段となる。河畔域は陸域と水域の移行帯で2つの境界面を持っており、農地との境界では農地から物質の流入があり、河川との境界では浅層地下水から河川水への流入が起こっているが、河畔林の存在は地下水中の硝酸態窒素を河畔植生による吸収や土壌微生物による脱窒によって除去する作用を促進する(図10)。土壌中の微生物による硝酸除去能は図11に示すように地下水面が高く湿潤で嫌気状態になり易い場所が高く、河畔林における窒素除機能には水の貯留を促す地形構造が落葉や下層植生のリター(枯死物)など



の有機物を土壌に供給する植生の存在とともに大きく関与していると考えられている¹⁷⁾。

放牧を取り入れた土地利用型の生産方式は赤肉生産に適し、わが国の自給率向上に貢献する環境負荷の少ない持続的な生産方式であるが、「霜降り」に基準を置いた現状の市場取引では生産された牛肉の評価が低いことが最大のネックになっている。こうした牛肉生産が広がるためには生産者・流通業者・消費者がその意義や価値を十分に認識するための取り組みと再生産可能な価格でそのような牛肉が流通するための仕組みづくりが不可欠の課題である。「草からの牛肉生産の研究」について、フードシステム全体を見渡した上で現状の取引基準にとらわれずに粗飼料主体での牛肉生産の意義や特性を積極的に生かして付加価値を高めていく方向性で幅広く考えていく必要があるだろう。

参考文献

- 1) 小竹森訓央、牧草を主体とした乳用種去勢牛の育成・肥育に関する研究、北大農学部附属牧場研究報告、第8号、1-83 (1977)
- 2) 小竹森訓央、牧草多給方式による牛肉生産と課題、

- 北大農学部附属牧場研究報告、第17号、3-27. (2000)
- 3) 手島道明・植山忠士・高橋俊、ホルスタイン種去勢牛の1シーズン及び2シーズン放牧を取り入れた肉牛生産方式、北農試研報、143号、157-188. (1985)
- 4) 鷹野 保、ホールクロップサイレージ利用による仕上げ肥育、乳用おす子牛による肉生産の手引き(北海道農業試験場編)、117-129. (1980)
- 5) 清水良彦、ローコスト牛肉生産を目指す地域的飼養技術体系の特徴と問題点、草地試験場昭和57年度問題別検討会資料、1-14. (1982)
- 6) 秦 寛、粗飼料主体牛肉生産の栄養生理的側面、北大農学部附属牧場研究報告、第17号、29-38. (2000)
- 7) 善林明治、ビーフプロダクション、P18-82. 養賢堂. 東京. 1994.
- 8) ホクレン、北海道における乳用去勢肉牛の生産技術と経営、ホクレン.. 札幌. 1986.
- 9) 池田哲也、自由化に対応した土地利用型牛肉生産の技術展望～粗飼料主体による育成、肥育技術～、北草研報29: 23-27. (1995)
- 10) Hata, H., Tomioka, T., Tanaka, K., Matsunaga, N. and Hidari, H. Effects of grazing on deposition of chemical body components, energy retention, and plasma

- hormones in steers, *Animal Science Journal*, 76:225-236. (2005)
- 11) 木戸恭子、黒毛和種牛の骨格筋繊維動態に及ぼす放牧の影響、*栄養生理研究会報*、54巻、39-56. (2010)
 - 12) 常石英作・中西雄二・平野清・小路敦・松崎正敏・神谷充・折戸秀樹、放牧牛の半棘筋における機能性成分と遊離アミノ酸の含有量、*西日本畜産学会報*、49、103-105. (2006)
 - 13) Muramoto,T., Higashiyama,M. and T.Kondo, Effect of pasture finishing on beef quality of Japanese shorthorn steers, *Asian-Sust. J. Anim. Sci.*, 18:420-426. (2005)
 - 14) 秦 寛・早川 敦・高橋米太・波多野隆介・倉持寛太、森林-草地-耕地生態系を利用した家畜生産における窒素循環、*日本草地学会誌*、47巻(別)、16-17. (2001)
 - 15) 秦 寛・埴友之・波多野隆介・早川 敦・片柳薫子・鈴木文彦・倉持寛太、土地利用型家畜生産における環境負荷の実態把握、*日本家畜管理学会誌*、38巻、80-81. (2002)
 - 16) 北海道施肥ガイド(2010)
http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/h_sehi_kizyun/hokkaido01.html
 - 17) 竹本麻里子、農地に隣接した河畔生態系における窒素動態、*北大農学研究科修士論文* (2005)

特 集

牛肉と草のつながり

高橋 祐之

えりも町・肉牛農家

皆さん、こんにちは。えりも町からまいりました、高橋祐之と申します。今日はよろしくお願いします。先ほど来て、いろいろな先生方のお話を有意義に聞かせていただいて、三友さんの哲学の話が、逆に、久しぶりに楽しい牛飼いの話を聞けたなと思って、大変うれしく思っていました。

ご覧いただいています、この真ん中にいるのが短角牛の種雄です。うちにはこの種雄が2頭いて、夏場頑張るウシと冬場頑張るお父さんがローテーションされて使用しています。ご案内のとおり、えりも町というのは漁業の町です。そこに短角牛がどうして根付いたかと言いますと、明治28年にさかのぼった話になります。そういう古いえりもの書類を見て、改めてその時代にいたのだというふうにもいろいろと見させていただきました。昭和に入って戦争もあったわけで、そこで一時途絶えて、戦後になって、今度は漁業の不漁が続いて、出稼ぎで経済を補っていたという時代があったようです。山稼ぎだとか、ニシン場に行行って稼ぎに行っていたとか、そんないろいろな出稼ぎで頼っていた時代を、何とか地元にて、生産を含めて経済行為が成されないかということで、漁業組合が短角牛を飼おうと。そういう、あまりほかにないスタートだったように書かれています。当然、私の家も昆布を採ってという漁業の傍らの中で短角牛を生産してきたわけですから。

自分たちが子どものころは、うちだけではなく、全般にトリを飼ったり、ヒツジを飼ったり、ブタもいたり、少頭数ではあったけれども、そんなふうには飼っていた時代があって、そこから一番短角というウシと出会って、長くそれがえりもには定着してきたと思っています。そのあと、サフォークも入ってきたのですが、やがてそれもどんどん消えていきました。その間、農用馬という時代もあって、ばんえい競馬に向けた農用馬の生産、道産子のウマもありました。そんなふうには、いろいろな畜種が変わりながら今日まで来たという、えりもの農業の歴史があります。そんな歴史も、短角牛は当然、どんどん少なくなってしまうと、今では純粋種を作る農家はうちだけになってしまった

わけです。

これがうちの牧場から見える襟裳岬の朝日の様子です。よくわかりづらいのですが、実はこの辺りにウシたちがいます。これをよく見ると、目が光っています。この辺りです。ちょっと参加してくれています。ここに生活しているウシたちは、肥育、最後の仕上げるの時期、普通で言いますと、肥育前期中期行くか、行かないか辺りのウシたちがここで牛舎と外を行ったり来たりして生活しています。先ほど、三友さんがおっしゃったように、ウシたちが選んでここへ行くわけですね。ウシが笑うという、草も笑うという、そういう話にもあったように、ウシはそういう表情をするときがあります。アニメでフランダースの犬か何か、ヤギが飛び跳ねる漫画のシーンとかを見たことがあったと思うのですが、例えば、牛舎の中が汚れてきて、敷き料を敷き換えてきれいな寝床ができると、ウシたちは跳ねます。喜んで飛び跳ねます。本当にウシが喜ぶという、そういうことが現実にあるのです。ちょっと反れました。

これがかつての襟裳岬、『プロジェクトX』にも登場しました、砂漠化した襟裳岬の写真です。こう見ると、白黒だから、なんてことないのかな、ちょっと格好いいかなと思うのですが、こういう時代だったのです。ここが海ですから、ほとんどこんな状態で、ヒツジはそこいらいたのですけれども、こんなふうには不毛の地になっていったわけですね。そういうところを砂漠化から60年かけて復活させてきたという歴史がありまして、ご縁なことに、ここの環境辺りというのは、先ほど見ていただいた写真と隣接する辺り。当然、砂漠化になった原因の一つには、木の伐採だとか、イナゴの発生だとか、そういうこともたくさんあったと書かれています。そういう一つの流れがあって、自分が使わせている牧場ともこういうふうに関連していくという位置にあります。

これが町営牧野です。うちの繁殖たちが放牧される牧場です。大体700~800ヘクタールあります。その中でずんずん、黒毛の生産が増えたものですから、今、短角牛を放牧して、利用しているのはうちだけになってしまいました。今で大体80ヘクタールぐらいのところには放牧されています。こういう斜面もきれいに食べ

てくれる短角牛です。このウシたち、こちら側の高台の辺りでこの写真を撮っていて、ウシとの距離は結構離れています。こんなふうに人間の様子を見ています。これなんか振り返っています。これも完全に見上げています。自分たちは人間の目線でウシたちを見るのですけれども、ウシはウシ目線で人間を見ているのです。というのは、大体一生懸命食べてくれていて、そろそろ人間がまた次の合図をくれるのだらうと思って待っているのです。それはここだけで感じることでなく、隣の牧区などは、道路をトラックで移動しているだけでも、そろそろかなと、いつもの見慣れた車が来たなというふうにウシが逆にわかるのです。うちは区画を八つに分けて放牧地になっているのですけれども、後ろから追うということはしません。労力を使いますから、そうしないで、逆に、こっちに移動するぞという合図をします。そうすると、自然とウシたちが集まってきて、こんなふうに移動していつてくれます。

うちの奥さんです。ここのゲートを開けて、ここで合図をしていると、こんなふうに。離れて見ると、ありの行列みたいに、ウシがこんなふうに移動してくれるというふうになるのです。

こんなふうに、これも一つ、自分が小さいころから、父親の時代にやってきたことのまをやってただけで、その当時から、誰も大学で畜産学、草地学を学んだ人というのはほとんど地域では少ない中で、逆にウシに教わってやってきたという、そんなことでした。

それから、先ほど、秦先生もおっしゃったように、どんどん自由化が始まって、肉牛の値段がどんどん下がっていくという中で、これではやっていけないという限界のところまで来たわけですが。自分はそんな中で、当時は子牛の生産販売だけで経済活動を補っていたわけですが、自由化という一つの時期を迎えた時に、一貫で、何とかこの短角牛の味を伝えることができないかということで取り組みを始めたわけです。産直による中で、何とか販売経路を模索して築いていきたいということで、試行錯誤を始めてきました。現在、生産から飼育、販売まで一貫して行い、それがえりもの特産として短角牛を育てていこうという、短角牛のブランド化、産直、そして、ファームイン、ファームレストランも取り組みを広げてきています。

これを守人（まぶりっ）と名付けて、ここで食事ができて、泊まることもできます。始めた当時は交流を目的にこの施設を作りました。そのころも東京の生協だとか、消費者団体のグループの会社とか、そういうご縁もありまして、来た人たちとまずは交流したいねということで、こういうイメージを描いていて守人と名前を付けました。

守人って変わった名前ですが、英語ですかとか、イタリア語ですかとか言うのですけれども、古く東北で、牧柵がない、林間にウシを放牧していた時に、ウシを管

理する人をベゴマンブリと呼んでいたのです。そのマンブリからいただきました、守人、守る人という意味でこの名前を付けました。これができてちょうど10年で、こちらが焼き肉だけをする小さな小屋です。これが9年で、こちらでステーキセットとかハンバーグセットとか、そういう食事もできます。焼き肉はこちらのほうでもらう形で、2階が宿泊の部屋が二つあって、そんなふうにファームイン、ファームレストランも取り入れながら、なんとか短角牛を広げていきたいと取り組んできたわけです。

1990年代、子牛の生産のみだった形から、今度は肥育、一貫生産して、肉を、自然食を含めた、提携先がある、そういう売り先を確保した中で存続をとということで、取り組むことになってきました。しかし、ブランド化を含めて難しいところばかりで、なかなか思うようにいかないというのが現実なわけですが、町内でのイベントや、そういうことの口コミを含めて、販売を少しずつ増やしてくるようになってきました。2002年にこのように守人を建築して、さらにそこから広げていく、短角牛のおいしさをもっともっと伝えようということで、食の安全を含めてこだわった製品作りを積極的に、この場を含めて取り組んできたわけですが。

そのほか、これは岩手の短角生産者の息子さんと、当時彼は高校生で、うちの息子もそんなに年の差がなく、跡を継いでくれることになって、今日も私が出ている分の作業をしてくれています。そういう岩手の生産者の息子と北海道の息子が交流するという企画も設けて、これはこの生徒の農業高校の先生です。今、彼は大学へ行って、もうそろそろ卒業するところになっています。そういう取り組みもいろいろとしながら。

これは本州とか、北海道の人もありますが、生産地の視察とか、そういうことで来た時の写真です。荷台に乗って、放牧地を歩いて、ゴトゴト揺れると、こういうお姉さんといいますか、おばさんと言いますか、きゃあきゃあ大騒ぎで、一番これが盛り上がる牧場体験です。

そのほか、えりものは漁業の町ということもありまして、これは佐藤勝さんというえりもの漁師で、サケをブランド化させた男です。銀聖を立ち上げた人です。彼を招いて、守人の中で魚をさばく体験をして、次の日、これをいずしにしようという企画を、守人初で最初は始めました。ことしで5年目になります。今は地域おこしの一つのいろいろなメンバーの取り組み事業に移行させてもらって、役場を含めて一緒に取り組んでいて、最初の応募は100人を超える人だったのですけれども、最終的に78名で、福祉センターという広いホールいっぱいはいずし作りしたという、そういう取り組みに、今、広がってきています。

この人はたまたま東京から来た人です。普段、東京

で料理の講師などをやっている方です。この人が来た年はほかにもう2〜3人、東京からも参加者が来ていました。これは大体道内の人たちがやっていたのですが、こんなふうにはサケの切り身を作っていないしをしていくということです。

短角牛の生産を含めていろいろなえりもを伝えるということと一緒に取り組んでいく。そんなことも含めて、今度は、息子同士の交流だったり、小学生の体験学習だったり、いろいろな機会を通じながら短角牛の話を伝えようと、今、取り組んでいるところです。

先ほど来、秦先生のお話にもありましたように、これから目指す課題というのはまだまだ山積しているわけで、先生の話にもあったように、リノール酸だとか、体にいい成分の牛肉というのが本当は喜ばれるべきな

のですけれども、なかなか価格的に評価されない。でも、そこであきらめることなく、それをどう伝えるかという、きっとまだ私たちが気付かない戦略や手法が隠されているのだろーと思います。そういうことを含めた取り組みが、これからは逆に、今日の研究会を含めて、私たち生産現場にどんどん届けてもらうような、そんな流れができてくると私は非常にありがたいなと思っています。

だいぶ時間もおしているようなので、私のところで時間の短縮を含めて、一通り、こんな話で終わらせていただきたいと思います。是非また何か機会がありましたら、当牧場にも、皆さん、訪れていただきたいと思います。今日は大変どうもありがとうございました。

特 集

消費者のもとする家畜と草地のつながり

山本 謙治

(株)グッドテーブルズ・代表取締役社長

皆さん、こんにちは。3学会合同で一緒になれるということで、おめでとうございます。おめでとうございますのかよくわかりませんが、私は畜産であるとか、草地関係のスペシャリストではまったくありません。どちらかというと、消費、流通側でいろいろとやってきた人間で、しかも、野菜が本当はメインの仕事の領域としてやっていました。農産物の流通コンサルタントという立ち位置です。なぜか最近、畜産物にかかわることが多くなってきました。特に牛肉です。その中でも、メインストリームである、肉牛の中で言えば、黒毛和牛のような、格付けで上位を占めるような部分の品種とのかかわりというのはまったくありません。今、秦先生とか、いろいろな方がお話しされていたような、赤身であるとか、そういった部分の価値再創造をお手伝いしたり、自分でも実はウシを何頭か持っているのですけれども、そういった部分の仕事が多くなってきました。今回は、そういう消費側がどういうふうに動いているのか、もしくは消費者と生産者の接点となっている料理人であるとか、流通の状況がどうなっているのかということを、当事者の目からお話しさせていただければと思います。

私本人は短角和牛と、岩手県の本場の、岩手県の二戸という子牛の生産地で出会いをしました。本当は山形村という、もうひとつ、大地を守る会というところと契約取引をしている産地でも出会いました。この二戸というところは、非常にどでんと大きい草地の中で、牧野の中で放牧されている風景に圧倒されました。黒毛は当然ながら、生産地に行ったりして、鹿児島であるとか、宮崎とか、非常に密接にかかわりますので、見ていたのですけれども、これはある意味、本当に和牛と言えるのはこちらなのではないかと思ったわけです。結局、今、まったく消費者には届いてないというか、知識がありません。日本のウシは海外の穀物をたくさん食べて育っています。最初の三谷先生の講演の時に質問された内容で、私も経緯がよくわかった感じですけれども、国策とか、いろいろな絡みもあって、今、国産といっても、和牛の中で純粋にカロリーベースの国産度は低いという状況になっていま

す。このことを消費者はほとんど知りません。まったくわかっていない。いや、それはもうよくわからないけれども、よく安愚楽牧場のCMとかで見かける、草地の中で、平原の牧草の中でウシで育っているのではないの、草を食べてというふうに思っているのが実際のところなんです。本当にそういう図があったのだな、これは本当に岩手の土地でできる草を食べて育てている。これは本当に和牛と言えるのではないかと思ったのです。

それで、ごねまして、私は農家でもないのに、本当は駄目なのですが、オーナー制度があったのです。オーナー牛舎というのがあって、看守さんがいて、先ほどのマブリ、ベゴマブリさんがいて、タバコ生産とかをやっている人たちが傍らで短角牛をやる制度というのがあって。そのお金だけ出すので、あとはそのマブリの人に見てもらおうという、オーナー制度というのがあったのです。おれにもウシを持たせてくれという話をしたら、最初は、いやいや、部外者だし、農業者の認定もあるわけではないし、それはちょっとと言われたのですけれども、ここの関係者の人が、待てよ、いろいろなところに記事を書いている人だから、もしかすると、短角の宣伝になるかもしれないということで、入れてくれることになりました。ですので、私は農家ではありませんし、共済とか組合に入っていないので、登録自体は私の名前ではやっていません。牧野組合の名簿の中に私がいまして、その名簿と「ひとつじぐも」という、あそこの母ウシがいますけれども、彼女が結び付いている、そういう関係になっています。

この写真にいる子牛が1頭目の「さち」という女の子です。普通、女の子が生まれると、保留して、繁殖用に起用するのですけれども、私はこれも肉にしてしまいました。2頭目が「国産丸」というのがいて、これもことしの5月に肉にしました。実は先ほどの高橋さんのえりものスライドの中で、岩手県の実産者の息子さんがうちに来っていたという話がありました。彼は畠山さんという生産農家ですけれども、その畠山さんのところに3頭目のウシを預けています。これは草だけ食べさせて育ててくれという話をしたので、名前は「草太郎」と言います。そんな感じで、私のウシも順調にいまして、全部ウシは肉にして、それを私自身が

販売しています。ですので、ウシを売るというところの非常に大変な部分というのはいささかなりともわかっている状況です。

ウシだけではなくて、いろいろと出会いをしまして、これは梅山豚（メイシャントン）という、皆さんも聞いたことがあるかと思いますが、中国系のブタです。雲南省のほうでいた希少なブタで、日中国交が回復した時に100頭ぐらい贈呈されました。それを今、実は農水省の試験場ではなくて、茨城県の塚原牧場というところで、そこがほとんど原種トンを持って、これにデュロックをかけて生産しています。これが日本の薩摩黒豚と言われている、パークをかけたものよりさしがすごく入るのです。肉の重量は非常に少ない、脂ばかりになってしまいます。なので、格付け上、市場流通に出したら大変なことになってしまうので、全量契約取引をしているところなんです。非常に高い値段で売っています。ただ、これは本当にマーケティングに成功していて、一流どころのレストランにしか卸しません。それぐらいの量しかできないということがあるのですけれども、そうすると、みんな欲しくなる。いやいや、銀座辺りでフレンチだと、もうここにしか卸しませんみたいな形の厳しいチェックを入れるので、ブランド価値が落ちないということをやっています。ここが林間放牧をして仕上げてます。仕上げて林間放牧というのはなかなか不思議だなと思っただけすけれども、ブタの場合はドングリであるとか、土の中のいろいろなものを食べて育つので、仕上げる部分に林間放牧を入れるのは非常にいいのだという話を私はうかがいました。そんなことでブタの放牧もあるのだなということを知った次第です。

そして、乳業です。先ほどの三谷先生の話で非常に面白かったのですが、今一番、牛乳であるとか、牛肉において、私たち消費者と料理人とか、そういったところをつなぐ立場からすると、非常にもったいないな、つまらないなと思うのは、もう牛乳も牛肉も何でもかんでもコモディティになってしまっています。消費財になっているということです。消費財とは何かというと、メーカーが違う鉛筆が5種類あったとしても、鉛筆にそんなに価値を普通の人は求めないですね。だったら、安いものを選ぶというふうになってしまう。これが消費財の在り方だと思います。本来、食べ物というのは、消費財であると同時に、嗜好（しこう）性が高い。やはり私はこういう味のものを好むからこちらにするというものであったと思うのですが、今はコモディティ化が甚だしい状況、安いほうを選ぶ。それを助長しているのは商品が全部画一的になっているからかなと思います。牛乳を見たときに、全部UHTで同じ味になってしまっています。というのは、本当に、料理している側からもつまらないという声をよく聞きます。そういう状況の中で、杵築乳業、これは島

根県で、ブラウンスイスであるとか、ホルスタインを山地酪農して、それで牛乳をしぼっている。これを飲むと驚く消費者が多いのです。どんなふうに驚くかというと、これも誤謬（ごびゅう）ですけれども、消費者の人たちは、自然に近い方法で育てていると何もかも濃くなっておいしくなると思っています。幻想です。草を食べて育った牛乳が濃くなるということは基本的にないわけで、非常にあっさりとした、風味のある、バスチャライズにすると、牛乳になると思うのですけれども、みんな驚きます。あれ、薄いわねと言います。ただ、それをちゃんと順々と説明すると、なるほど、なるほどと言って、牛乳にも違いがあるのですねと言って、買うようになってくれる。

今、私の事務所は東京の日本橋にあって、ちょうど島根館という島根のアンテナショップが三越の前にあります。そこは非常にお客さんが入るところです。ここに山のおち牛乳が結構入っています。私もたまに買いに行くのですが、売り切れることが多いです。買っていく固定ファンがいるのです。運賃が乗って結構高いです。そういう状況です。こんなふうに、いろいろなところで、放牧であるとか、草地というものを生かした資源というものがあるということを知ることにつけ、これは本当にもったいないな、もっとちゃんとマーケティングをすれば売れるのになと思うのです。

食のマーケットのほうから見た放牧、もしくは草地活用の魅力ということを考えると、とにかく、今、食べ物の業界の話題というのは、中央の話はもうつまらない、飽きたという状況になっています。『秘密のケンミンSHOW』という番組があるのをご存じですか。北海道でやっているかわかりませんが、新潟県の中越の地方に行くとイタリアンというと、それはイタリア料理のことではなくて、焼きそばをいためた上にミートソースもどきをかけるものであるみたいな、そういう各県のB級グルメ的な話を出して、えーっとみんなで驚いて楽しむという番組があります。この番組が非常に面白いのは二つの観点があって、一つはその差が面白い、差異があるということが面白いという時代になったのだということです。もうひとつは、各地方の人たちは、それを見て、当該地域にその番組のスポットが当たったときに驚くのです。これって普通じゃなかったのという驚きがあるのです。その面白さもあるのです。

例えば高知県に行くと、ひまわり乳業という、これも素晴らしい乳業メーカーがあります。そのひまわり乳業というところが作っている「リープル」という乳酸菌飲料があります。高知の子どもたちは絶対にこれで育ちますので、「リープル」は全国の子どもが飲むものであるというふうに擦り込まれているのです。でも、大学とかで大阪とか東京に行くと、まったくないので、「リープル」みんな飲んでいないのとは本気で驚く

のです。そういう中にいる人たちも、これが差異だったということがわかっていない。こういう面白さがあります。

今、実はこのグルメの業界で一番面白みがあるのはこの差異の部分だということになっています。その証拠に、『dancyu』という日本で一番レベルの高い、消費者向けのグルメ雑誌がありますけれども、これはもう20年ぐらい前まで、バブルの時期には売れて、食ブームを作った、けん引した雑誌です。東京、大阪、札幌、福岡のレストランを特集していれば、もう全部1冊成り立っていたのです。そのころは、取りあえずまだ食べ物の高度成長期みたいな感じです。イタリアンでこういうものが面白いとか、とにかく料理のコウセイがとれていればよかったという時代だったわけですが、もう飽きてしまったのです。みんな鉄人坂井の弟子、孫弟子、ひ孫弟子みたいな感じで、みんな系統図が書けてしまうような状況になってしまったので、どこに行っても同じ。東京でどの店にいてもたかが知れている。変化が見られない。そういう状況になってしまっています。

今、一番人気が高いのは、例えば青森県に、イタリアで修業した人が、普通東京を経由して店を出すのに、青森県に帰って青森で店を出しました。「ダ・サスィーノ」。出しているものは青森県の獣肉、クマだとか、イノシシだとか、そういったものを自分でサラミにして、おばあちゃんが作った野菜とか、その辺の山菜を全部イタリアンにしてというものを出す。ほとんどオール青森県産というような料理がむちゃくちゃうけているわけです。地元の人も食べるけれども、やはり県外ナンバーがズラッと並んで、飛行機に乗って食べに来る人たち。こういうブームが起こっています。今はもう地方というふうになっています。

ということは何を表しているかということ、先ほど、コモディティ化している食べ物という話をしましたが、これからはそのコモディティからだんだんと、嗜好品というところとちよつと違うのですけれども、ちよつと区別が付く、差異がある、ちよつと違うものだよという見せ方をさせていく。そうすると、食べ物の価値を再創造することになるのではないかという話です。ですので、私は牛乳とか牛肉に関しては、これからはこの牛肉はメインストリームの黒毛の肉と違って、これこれこういう作り方をしているのだよという差異を表すようなことをしていかなければいけない、そうしないと意味がないと思っています。

二つ目。黒毛和牛の霜降り重視の世界観。これは確実に変わってきているなと思います。そんなことは皆さんもよくわかっていると思います。肉稼業さんは、こんなことを言うときゅっとしかめられるかもしれません。私は『専門料理』という雑誌に連載を持っています。『専門料理』というのは柴田書店が出している雑

誌で、大体志の高い料理人だと読んでいる雑誌です。そこに「牛を飼う、日本の食を考える」という連載を、もう4年書いています。何を書いているかというと、短角であるとか、土佐赤牛、褐毛和種であるとか、熊本赤牛とか、そういったものの、こういうウシは草を食べていてこういう味がするということをつらつら書いています。そうすると、料理人には非常に反響があるのです。今まで卸しであるとか、もしくは自分のところに納入する納め屋という人の話しか聞いたことがなかった。良い肉を適当に持ってきてくれと言うと、黒毛のA4です、A5ですという形で向こうがサンプルを持ってきたものをいいかなと思って使っているだけだった。でも、実はいろいろな話があるのだということを彼らは知る。それを聞いて、私は逆に驚くわけです。料理人は素材のスペシャリストではなかったのと。実は違うのです。料理人はきつといろいろな素材を知っているはずだ、いろいろな素材に触れてまわっているはずだと皆さんは思っている、そういう錯角があるのではないかと思うのですけれども、彼らは忙しいのです。酪農家であるとか、肉牛農家のところに行くと、おれたちが作って売るのはなんてやっていられないよ、大変だよという人が多いです。生産だけで手いっぱい。それと同じで、料理人も自分の店を回すのに手いっばいで、素材のスペシャリストには実はなっていないのです。そうすると、逆に、私は売り込めばいいと思います。料理人は新しい料理のネタは非常に欲しがっていますので、そこに積極的に情報提供をしていくべき。そして、黒毛以外の価値がありますよということをもっと言ったほうがいいです。

実際、フランスとかイタリアで修業してきたシェフというのは霜降り肉なんて一切触れたことがないのです。今、基本的に、料理人が洋食系で修業するルートというのは、料理学校を卒業するとか何とかして、国内のフレンチレストランであるとか、そういったところで修業したあと、フランス、イタリアの現地に行く。これは料理学校から行くこともあります。そうすると、高卒で料理学校へ入って、2年ぐらいしていきなりフランスに飛ぶとか、そういうことになります。彼らは若いころに日本で修業していますから、そんなに霜降りの極上肉を自分のポケットマネーで食べるということをしていません。いきなり行った修行先のフランス、イタリアで普通に食べられる肉といたら、赤身肉です、当然のことながら。それを食べて、それを料理して、それに合うような郷土料理を勉強して帰ってきて、さて、日本で困るのです。あれ、なんでこんなピラピラな霜降り肉しかない。しょうがないからホルでも使うかという感じになるわけです。そういう人たちが短角であるとか、熊本の赤牛のほどほどのさしの入ったやつ、ほどほどのA2の部分とか、A3の下のほうとかを使うと、ようやくこちらの感覚なん

だよと言うようになってきています。

消費者の多くも、実は普段食べたいのは赤身肉であるという実情が見えてきています。私は実は3週間ほど前に宮崎県のNHKに呼ばれて、口蹄（こうてい）疫が一段落しましたので、これからの宮崎牛をどうする、どうなるシンポジウムを収録するというので、そのコメンテーターの一人として座りました。最初に言われたのは、山本さんには宮崎牛というのは特においしくないのだということをはっきりと外からの目線で言ってほしいのですと言われまして、悪役になるのかと思って、非常に暗たんたる気持ちで行ったのです。実際にそれを言って会場の中を凍り付かせてしまいました。ただ、そこで面白いデータがありまして、宮崎県内で一番人気を集めている食品スーパーがあって、そこで店頭調査をしたのです。宮崎の県民の人たちに対して、普段食べたい肉はどのような肉ですかというのをやったら、何と7割が赤身肉がいいと言ったらしいのです。霜降りはもうはれの日でいいという形だったのです。結局、そういうことなのだなと。

しばらく前に家畜改良センターの和牛の研究をされている方の講演を聴いた時にも、実はセンターで消費者モニター調査して、BMSナンバーごとに自分が一番おいしいのはどれだみたいなことをやると、BMSナンバーが上のほうになって、10以上になったりすると、BMSナンバーの1、2、3ぐらいのところと、10、11、12番はほとんど同じです。要するに、そんなにニーズはない。一番多いのは中間層だったりするのです。A3、A4のはじめぐらいがいいということになる。要するに、消費者はそんなにさし重視になっていない。今、マスコミがわかりやすいから、A5、A4という言葉がわかりやすいのでやっていますけれども、実際に彼ら、彼女らが食べているかという、そんなことはないというのが実際のところですよ。

『美ST』。何と読むのかよくわからないですけども、これは『STORY』という雑誌です。美魔女という言葉を作った、売れている婦人雑誌です。大体30代、40代の女性がターゲットになっています。この『美ST』という雑誌で、つい先日、今、出ている号で赤身肉特集。男性には本屋でこれを手にとってレジに持っていく勇気がなかなか出ないと思いますが、是非1冊買ってみたいと思います。この赤身肉特集。実は私が監修ということになっていて、そこに解説記事を書いています。赤身肉は女性にとっては非常にいいのだそうです。先ほど、秦先生の話にもありましたように、カルニチンであるとか、美容効果が高いというところで彼女らはすごく注目しています。編集者の人もすごく興味を持って、北海道の短角と岩手の短角を織り交ぜましたけれども、熊本赤牛、土佐赤牛、それとオージーみたいな形で食べ比べをしてもらった。食べ比べをしたのは、なんと川島なお美とダチョ

ウ倶楽部の寺門ジモンです。寺門ジモンさんはどうやら黒毛和牛が大好きらしくて、黒毛の雌も入れてくれよとか言っていたのですけれども、強引に押し切って、駄目、赤身の品種だけということやって、こんなふうに「マルディグラ」というところの和知シェフに料理をしてもらって、食べ比べをしました。結果はいろいろと出ているのですけれども、やはり赤身はおいしいねと。こんなのが婦人雑誌の、高級層向けの雑誌のセンターページにどかんと載るという時代になってきているということです。

これは『おいしさの科学』という、この間、新創刊されて、今、きのこの粘り特集が出ている雑誌があります。次の号が出るのですけれども、次の号は熟成肉のことをやりたいという話になっています。和牛の価値観を変えるドライエイジングというところで、私はまたインタビューされて、これが起こしたやつです。非常にみんな熟成に注目しているということです。熟成といっても、要するに、ウェットエイジングではなくて、アメリカで行われているのはドライエイジングです。真空を外して、外側をガビガビにして乾燥させる。そうすると菌が付いて、中のテミ成分であるとか、そういうものが非常に増えた肉になるということです。こういったことが雑誌のキーワードとして取り上げられる。つまり、肉を食べたいと受け取る側の多様化が進んできているということだと思います。

これはまた違う話です。中央の話から地方の話ということをしてしまったけれども、これは地方レストランで一番有名な「アル・ケッチャーノ」という、山形の庄内のレストランです。今、見ていただいているのは、焼き畑をしたあとのところですけども、雑草に見えるのは全部カブです。野菜です。焼き畑でカブを作った。これを今までは細々と漬物にしていたのですけれども、地方レストランの雄と言われているこの「アル・ケッチャーノ」の奥田シェフが、これを使って、庄内の食材だけできらびやかな料理を作るのです。ここに県外ナンバーばかりがずっと並んで予約が取れないという状況になっています。

こういうふうに、料理であるとか、グルメの業界は、みんなもう今までどおりの価値観はつまらないという状況になってきています。ただ、惜しむらくは、選択肢がないのです。いつもこの特集をやりますので、ヤマケンさん、ちょっと教えてくださいと言われてインタビューを受けて、ではこの肉はどこで手に入るのですかと必ずきかれます。ううん、手に入るときもあるし、手に入らないときもあるんだよねとしか言いようがなくて。よくご存じの方も多いと思いますけれども、定量を安定的に買える短角牛の肉のところは意外に少ない。短角以外もそれはまったく同じです。ですので、このボリュームが出てくる、流通がついてくるというところまでもう少しかかるかなと思っていま

す。

さて、もうひとつ、エシカルという流れが消費の段階では起きてきているように私は考えています。エシカルというのは、倫理的、道徳的ということです。エシックスという言葉がありますが、倫理学です。エシカルな消費、つまり、倫理的な、道徳的な、これを買うことが世の中のためになるのだ、誰かが助かるのだという動機付けでものを買うという購買行動がかなり盛んになってきているなというのが、少なくとも首都圏で感じるところです。

これは実は世界的な流れとなっていてまして、例えば水産においてはMSCという認証制度があります。これは有機認証と同じようなものですが、何が違うかというと、持続可能性を認証しているわけです。つまり、今の漁船は非常に性能が高くなってしまったので、海域全体を刺し網を使ってもう全部取れてしまう。底引きを使うと、壊滅的に海底の地形も変えながら、全部根こそぎとってしまう。水揚げした魚の中で、実は商品になるのはその中の10分の1ぐらい。あとはもう全部、混獲と言いますが、いらない魚、稚魚などをとってしまう。これは全部海に廃棄してしまうというのが実は現状の農業なのです。産卵前の稚魚を捕ってしまうと、結局、産卵をしないので、個体数がぐんぐん減っていくということで、実はFAOの調査によると、全世界的に無尽蔵にとっていいよという魚は全体の20%しかないそうです。あとの80%は管理してとらなければいけない。ウナギなんて、本当は絶滅が危惧（きぐ）されている種になってしまっています。そういったところでMSC認証というのがあって、私の大嫌いな企業のマクドナルドの欧州の店舗では、MSC認証をとった白身魚以外はフィレオフィッシュにしませんという宣言を出して、実際にそうしています。そういう世界に冠たるファストフード企業がそういう行儀のいいことをやり始めました。

翻って、日本はどうかというと、日本人はマグロとかふかひれの問題も最近出てきました。ああいう問題が出てきて、ベニンシュラホテルがふかひれを使わなくなったとか言い出すと、でも、ふかひれを食べるのは私たちの文化じゃないみたいなことを言い出してしまふのです。でも、世界的に見ると、いやいや、文化は文化なのだけれども、まずは個体数を復元させてから食べましようという流れになっています。こういうのもエシカル。倫理的な行動です。

もうひとつ、これはアメリカのホールフーズ・マーケットという、ご存じの方も多いと思いますけれども、オーガニックスーパーです。オーガニック商品しか置かないスーパーです。アメリカでは、アッパーの人は食べ物にすごく気を遣う、健康に気を遣う。アメリカのウシは成長ホルモンの剤を飲ませているとか、そういうこともあって、非常にこういうことに、アッ

パークラスの人たち、収入が多い人たちは気をつけるのです。そのホールフーズ・マーケットで、店が独自にファイブステップアニマルウェルフェアレイティングというのをやっています。これは、一番低い段階のステップワンを見て、もうこれで日本の畜産は全部アウト。ステップワン、ノーケージです。鳥かごとか、枠とか、密飼いがいいことということです。ですので、これを日本に持ってこられたらたまったものではないと思っている畜産関係者はたくさんいるわけですが、草地を利用して畜産はもってこいだという話があります。こういう状況です。

私は実際に行ってきたのですが、ホールフーズの肉の売り場はちゃんと色分けされたような、こういうレイティングカードがあって、堂々、一番センターで売られているのが、この見た目も真っ赤、これは完全にグラスフェットです。ここに誇らしげにローカル、自分の店舗から80キロ圏内で生産されたものでブランドビーフと書かれています。これは90%グラスフェットなビーフなのだということが書かれています。これが一番いい位置で売られているという現状があります。食べておいしいかどうかはわかりません。けれども、エシカルだなということがちゃんと評価される売り場づくりがされているということかと思えます。

こんなことがありますので、エシカルということをもう少しちゃんとうまく使っていったほうがいいなと思います。放牧畜産と言ったときに、放牧しているとのどかなというぐらいのイメージしかないかもしれないけれども、本当はそこに倫理が加わっています。これをやるのが環境によってもいいし、しかも、国産というのは本当はという話をちゃんと伝えていけば、私はそれに追随してくる人たちが、メジャーにはならないけれども、相当数いると感じています。

先日、佐渡に行ってきた。新潟県の佐渡島。あそこはトキが戻ってくる島ということで、今、売り出しをしています。稲作地帯ですから、田んぼがたくさんあるのですが、そこに冬期、冠水をして、水をたたえて、昆虫をたくさん生息できる環境にして、農業も低農業にすることによって、その子たちが死なない。そうすると、餌なので、トキが戻ってくる。そのトキを守る米だという形のトキ何とか米というブランド化をした米を作ったのです。そうしたら、それまで、佐渡の米はうまいが、あまりブランド価値がなかったのですが、今、コープネットとうきょうとか、そういった生協の取り組みで脚光を浴びて、量が足りないという状況になっているのだそうです。いや、何も言わなかったら引き合いがなかったのだけれども、トキの話をした途端に、全然みんな食い付きが変わってしまったという話です。エシカルな消費というニーズは国内でも相当に生まれているということを私は実

感しています。ここに草地、放牧畜産は乗らなければいけないと思います。

もうひとつ、最後の話ですけれども、放牧の畜産のマーケティング、これが一番問題だと思います。業界の方々はみんな、放牧の意味であるとか、放牧にしたものと舎飼いにしたものと、濃厚飼料を食べさせたものと粗飼料を食べさせたものと違うということがよくわかっているわけです。この真実の部分がまったくと言っていいほど消費者には伝わっていません。私は昨日、帯広でポテトフォーラムという、バレイショの技術者の交流会で同じようにまた話をしてきました。そこでも話したのですけれども、じゃがいもに関して、消費者が知っていることは本当に薄っぺらいのです。男爵、メーク、時々、キタアカリ、たまにインカのめざめ。ジャガイモがどういうふうにできているかということもほとんど知らないわけです。ところが、業界に行くと、ジャガイモというよりバレイショというのは、実は生食用もあるけれども、それよりも加工原料、ポテトチップス原料、ポテトサラダ原料、そして、でんぷん原料としての立ち位置が大きくて、品種もたくさん、数々生産されていて、シストセンチュウ対抗性とか、そういったものがあってというふうに、マニアックな知識のつぼなわけです。ところが、消費者はそのかけらも知らない。年間5品種ぐらい新しい品種が生まれているにもかかわらず、知っているのは男爵、メーク、時々キタアカリ。ごくたまにインカ。そのぐらいです。これはマーケティングが大失敗していると思えませんか。私は品種数をもう少し減らして、マーケティング費用にあてたほうが良いと思うぐらいです。

その伝え方一つで実は需要というのは相当生まれるのです。私は、こういったマーケティングを考えると、消費者にダイレクトに行ってはいけないと思っています。いけないということはないのですけれども、難しい。雲をつかむような話です。今、広告代理店がしのぎを削っている状況ですから、大メーカーがものすごくお金をかけて商品をPRして売るというやり方になっています。そこになけなしのお金をはたいてPRをするといっても、消費者になかなか届きにくいのです。私が、地域の特産品であるとか、こういったものをブランド化していくときに、最初の口として考えているのは料理人です。料理をしている人というのは、興味はあるのだけれども、その食材に関係することを勉強している時間がないのです。なので、これを用意してあげると、みんな来るのです。

実際、短角和牛という品種を黒毛和牛と何が違うかということ徹底的に食べ比べましようというイベントをやって、それにミシュラン東京版の発表がこの間ありましたけれども、ミシュランの三つ星、二つ星、一つ星に名を連ねているシェフばかり40人ぐらい、私にはそのネットワークがありますので、呼んで食べ比

べをしたわけです。前沢牛のA4と短角牛のA3を食べ比べるということをやりました。ほとんどのテーブルで前沢牛がどかどかどかっとなって残ってしまう。短角牛を食べて、これだよと言って、結局、帰るまでの間に商談が7件ぐらいまとまりました。もちろん、これは量としてはそんなにたいしたことはないわけです。みんな使うところが決まっていたりしますし。ですけれども、彼らがそれを扱う。そして、メニューに、大体産地であるとか、品種が載ります。それはPR効果になるわけです。買ってくれて、しかもPRしてくれるところから、徐々にこの短角牛の地位を上げていこうということを、ここ5年ほど、岩手県と一緒にやっています。

これと同じようなことを土佐赤牛、高知県の褐毛和種です。高知県の褐毛和種は、実は熊本の褐毛とは系統がちよっと違うのです。彼らはさしも入るし、赤身もうまい。しかも、さしの融点が黒毛よりも絶対的に低くなる遺伝要素があるのだと言っています。これは一応実験で解明されているようです。それを売りにしてやっているのですけれども、これにもうひとつ、草を食べさせたらどうなるというベクトルを足そうという話をしています。実は今、粗飼料を多給した土佐赤牛の開発というのを一緒にやっています。実はこの土佐赤牛を飼っていた歴史の中で、試験場でちゃんと粗飼料を多給するという実験をしたことがありませんでした。なので、四国にしかないヒエ、ノビエというものがあるらしいのですけれども、これをサイレージにして食べさせるとか、いろいろとあの手この手でやって、この土地は急峻（きゅうしゅん）な斜面なものですから、デントコーンサイレージを栽培するのが難しいのです。なので、ヒエとかそういったものを使って、手に入る粗飼料で多給をするということを実験的にやっていました。この1月、2月に実は出荷になります。「強力（ゴウリキ）」と「優男（ヤサオトコ）」という、勝手に私が名前を付けました。この子たちがこれから出荷になるので、これを1カ月ぐらい熟成させた上で、関東と関西で食べる会をやって、粗飼料多給のものと、今までどおり、穀物多給をしたものの味の違いというものをちゃんとわかってもらう会というのをやろうという話をしています。

こんなことをしながら、究極的には、赤肉サミットというのをやっています。何だ、そのサミットはと思われるかもしれませんが。料理人しか呼ばないのです。なので、一般には全然PRも何もしていません。ただ、来ている人たちは本当にものすごく、グルメの世界を知っている方だったら、こんなシェフが来るのという方々が来てくれます。彼らは本当に興味を持って来ます。どういことをやるかということ、例えば短角牛と言ったときに、短角といってもいろいろとあるわけです。岩手県の短角と北海道の短角では草地の性格が

まったく違います。三谷さんの研究の話にありましたが、やはり草地のレベルで全然味が変わるはずで、土地の土質でまったく変わるはずで、それをちゃんと確認するために、岩手の3産地と北海道の1産地の短角牛を、全部月齢をまず合わせて、もちろん、性別も合わせて、そして、屠畜（とちく）日もなるべく1週間以内に合わせて、熟成も同じ時期、時間をかけて、全部条件を同一にして、褐毛和種もそういうふうにして、ベンチマーク用にホルスタインをやって。こういうふうを集めた肉をミシュランの一つ星のシェフ、フレンチで肉を焼くということで非常に技術の高いという人に均一な条件で焼いてくれというオファーを出して、全部均一な火入れです。全部均一な、中心温度が何度になっているという形で焼きを入れてもらう。この状態でそうそうたる人たちが、ミシュラン三つ星の人たちばかりに食べ比べをしてもらうということをやるのです。

そうすると、みんな初めて知るわけです。草を食べて育っていると言っても、まったく味わいが違うではないかと。私はグラスと穀物が半々のほうがいい。私はグラスだけのこの香りがいいと思うみたいな形で、見事にこの嗜好性はばらけます。でも、このばらけるのが正解だと私は思っていて、それぞれに少しずつファンが付いていって、そのファンになったお店が、うちはこの岩泉の短角を使っている、うちは襟裳の短角だという形で、その特性を宣伝してくれる。こういうことにつながるのではないかと考えています。

実際、先ほどの土佐赤牛というウシは、私がこのプロジェクトでかかわるようになってから、知事に会って、毎年、山本さん、出荷が5%伸びましたみたいな形で、結構着実に成果が出ているようです。このためだけだとは思えませんが、龍馬ブームがあったりしたので、土佐赤牛が売れたみたいなこともあったと思います。確実にこういう赤身肉品種の出荷量であるとか、そういったものが伸びているかなと思います。

あとは、やはり流通の部分をちゃんと整備しなければいけない。先ほど秦先生がお話しされていたけれども、赤身肉なりの評価をしてあげなければいけないということがあるわけです。ただ、評価を受ける、

評価されたものを買う側としては、その評価というものがあるのかということをはきちんと問うていくと思いますので、先ほどの秦先生の話にあった、帯広畜産大学の口田先生の評価の方法とか、ああいったところがもっとちゃんと確立されるのを私は心待ちにしているところです。

日本の畜産、草地活用の放牧でもっと楽しくなるはずだと私は考えます。ただ、その楽しさがきちんとわかる形で伝えなければいけないと思います。伝える先は消費者であり、その消費者の手前にいる料理人であるとか、肉屋も含めてだと思います。研究者の人たちが持っている情報は膨大です。今日は本当にそれを改めて思いました。ただ、そのうちの10分の1も伝わっていないのが現状です。肉屋で短角を知らない人はたくさんいます。黒毛とF1とホルを売っていれば、もうそれで商いが立つし、もちろん、オーギーとか、アメリカニュージー、そちらのほうを使っている率のほうが高いでしょう。でも、餌を変えれば味が変わるとい世界はまだほとんどの人が知らない世界だと思います。ですので、草地の活用を研究されている皆さんに私のほうからお願いをしたいのは、これを食べたらどういう味になるのだということをもっとわかりやすくお話をいただければありがたいなと思います。

ちなみに、料理人は、例えば高知県の土佐赤牛を飼っている人のところに行って、実はこの稲わらをこれだけ食べさせると、わらにはバニリンというのがたくさん含まれているから、すごく香りが良くなるのだという話をされると、ウソか本当かわかりませんが、なるほどと言って、ものすごく食い付いてきます。つまり、味や香りにことわりがある。理屈があるというところがすごく重要なのです。その理屈の部分を作るのがアカデミズムだと私は考えていますので、今後、是非、おいしさの部分の科学というところに重点を置いていただければ非常にありがたいな、売りやすくなると思う次第です。

ということで、私の持ち時間は消化しましたので、この辺にしたいと思います。どうもありがとうございました。

特 集

シンポジウム総合討論

司会：お約束の時間がきましたので、そろそろ総合討論を始めたいと思います。演者の皆さま、どうぞ中央にお座りください。

最後に山本さん、通称ヤマケンさんのなかなか強烈な話があったので、ずっとそのほうに関心が行ったかもしれません。講演自体急いで進んできましたので、こういう質問があったのだけれどもという方がいると思います。最初に5人の皆さまそれぞれにここが聞きたかったという点がありましたら、ご質問、ご意見を受けようと思います。どうぞ遠慮なく、せっかくのチャンスですので。いかがでしょうか。よろしいでしょうか。はい、松中先生、どうぞ。テープをとっていますので、所属とお名前をよろしくお願いします。

松中：酪農大学の松中です。三谷さんと三友さんに質問があります。三谷さんのお話は大変面白かったのですが、北海道というものを上空に昇って、根釧の牛乳と天北の牛乳と十勝の牛乳とやっているとおっしゃったようなことになると思うのですが、中標津に住んでいる人は根釧の牛乳を飲むわけで、そうすると、多様性というのはどういうふうに考えればいいのか。札幌にいて、いろいろなところから運ばれてくるのを飲み比べたら、違うなというのがわかるかもしれませんけれども、そうでない場合はどうなのかなと思って、そういう場合はどうしたらいいのかなと思って、頭が混乱したので、そのことをおききしたかった。

それから、三友さんの話で大変気になったのは、私は土壤肥料をやっているものですから、草が土から離れてしまっているということをおっしゃったのですが、それがどういう意味なのか、余りにも哲学的過ぎて私には理解ができないので、草が土から離れてしまっているということの具体的な内容を教えていただきたいと思いました。

司会：ありがとうございます。それでは三谷さんからお願いします。

三谷：なかなか伝わりづらかったというのと、説明不足の部分もあったと思います。ただ、大きな意味で、今回、ああいうふうに示しましたけれども、その地域の中でも多様性がある。例えばプロットを見せた場合に、同じ地域でもばらつきが大きかったです。その中

での多様性というのも一つあるのかなと思います。一番消費しているのはどうしても都市になりますので、その都市の消費者に向けてどういうふうに商品を届けるのかという意味で、ああいう言い方をしてしまいました。なので、地域の中で、また、根釧でも中標津と別海と根室で違うという話につながっていてもいいのではないかと僕は考えています。

松中：そういう場合に、小口も扱えるとか、これは流通の話になると思うのですが、そういう問題も考えておかないと難しいかなと思いました。

三谷：まったくそのとおりだと思います。ただ、一番問題になってくるのが流通の話に、最終的にはなるのではないかと思います。

三友：僕はことし、交換分合をしました。交換分合したのは草地更新をして3～4年目の時と、去年までデントコーンを作っていたシンパンチが交換分合で僕の土地になりました。僕の40年の土地は年に何回も掘り起こして根を見ますけれども、まったく根の構造が違います。なぜ違うかというのは、いろいろと見方があるのでしょうか、生物体としての根の活動の差だと思います。上から化成肥料をしたら、根っこたちは仕事をしないです。ただ、ひたすら、いわゆる無機物を吸って大きくなる。地表だけ大きくなります。根はほとんど張っていないです。ところが、40年間も肥料をやらないで、堆肥はやりますけれども、そういうところはしっかり根を張っています。それは活動する根が張っているということです、単なるマットではなくて。草は大体3センチぐらいの世界をどうやって多様化していくかということです。化成肥料をやらないければ、彼らは生きるために多様な活動をします。化成肥料が来る限り、彼らは天からマナが降ってくるのと同じですから、何の活動もしないです。それは土地から自分は大きくなっていないですから。だから、草は土から離れたという表現をしました。

松中：よくわかりました。どうもありがとうございます。

司会：多分、こういう話になると、よく出るのが、三友さんは化成肥料とはつきりおっしゃっているの

すけれども、それで肥料をやらないのだと思ってしま
う人がいるのですが、そういう化成のあれですね。

三友：先ほども何もしないという誤解があるので
す。だから、草は草として自立する能力を持っている
のです。その自立する能力を化成肥料という形で
ちょっと応援しようとしているうちに過剰にやりすぎ
る。そうすると、彼らは自立しないです。もう根っこ
をひっくり返したらわかりますから。だから、何もし
ないというのではなくて、やはり光合成があって彼ら
は生きる力もあるけれども、それだけではやはり持ち
出しに対して足らないので、畜産をやっていますから、
ウシのふんをきちんと完熟化して足してあげる。持ち
出しと入れるバランスをとってあげる。そのことにつ
いては一生懸命やる。ただ、邪魔をするような、彼ら
の自立を阻害するようなことについては何もしない、
と言うよりも、極力抑えるということです。ですから、
何もしないのではなくて、低投入しながら持続する生
態系を作っていく必要があるのかなという観点です。

司会：すいません。どうもありがとうございます。
先ほどの肉のグラスビーフのヤマケンさんの話と同じ
ように、牛乳についても、やはり消費者と切れている
ようなところがあって、今のような話で、例えば濃厚
飼料をやらなくて、肥料もやらないというふうに信じ
てしまう人がいるのです。例えばビーパルは濃厚飼料
ではないのかという部分もあるし、それから、石灰は
ばんばんやらなければいけないだろうと。石灰はやつ
ているのだけれども、それは肥料なの、肥料じゃない
のという話も出てきてしまう。その辺りを私ども消費
者に向かって正確に言っていないと、テレビなどを
見てみると、ものすごく誤解して話している人がい
るので、その辺りを私どもがきちんとやっていかなけ
れば駄目なのかなと思いました。

ほかに何かありますか。フロアからのご質問、ご意
見をいつでも受けます。先ほど、この5人の方に話
していただいて、聞いていて、後から話す人は前の人
の話をネタにして話すのですけれども、先に話した方
は後ろのほうでまったく否定されても何も話せない
ので、三谷さんと秦先生にはほかの方々の話、それから、
三友さんと高橋さんには、ヤマケンさんに対して、そ
んなこと言うけどなという話がありあろうと思います。
三谷さんから、もしよろしければうかがいます。

三谷：あまり考えていなかったのですけれども。僕
はやはりヤマケンさんの話が結構強烈に出まして、ヤ
マケンさんは牛肉の話が多かったのですけれども、や
はり牛乳でもああいうふうなことを今後やってけれ
ばいいなと思います。それにはどういうことをすれば
いいのかということと、僕は赤身の肉の食べ比べに参

加したいなと(笑)。それは感想ですけれども、よろし
く。

司会：三谷さん、その前に、肉と違って、牛乳の場
合はこういうシステムになっているということをまず
ヤマケンさんに。

三谷：システムというのはどういう意味でしょうか。

司会：指定団体を必ず…。

三谷：北海道の。

司会：そうそう。肉のように出すことはできないと
いう。

三谷：基本的には今、北海道の牛乳というのは一カ
所が集めるということになっていまして、そこから割
り振るという形になっています。個人的にやっている
人はいますけれども、それがメインストリームになっ
ていますので、それも含めてどういうふうにというお
考えがあれば教えていただきたい。

山本：いや、もう指定団体とかの話はよくわかって
いて、乳業の各社の問題もいろいろとあるというのが
わかった上ですので、生産者側として、僕は遊びとし
てやったほうがいいのではないかなと思うのは、生乳持
ちより、その場殺菌、その場でパステライズ、パステ
ライズは一回一回やっていけないといけないから前日
からやらないといけないですね。でも、それで、とに
かく農家レベルで、生乳が違っただけでやはり違いま
すねぐらいな話から始めるのでいいと思うのです。要
するに、食べ物の味には方程式がある。それはウシの
品種によって出てくる乳が違う、かける、餌によって
違う、かける、育て方で違います。舎飼いなのか放牧
なのか。そういった形で、あとは最終的に殺菌方法と
か熟成とかの話があるわけです。そういう方程式に
よって味が決まっているのですということを伝えるの
が最初だと思うのです。それがまったく伝わっていな
いと、よくわからないけれども、牛乳の味は全部同じ、
味が全部同じだったら、価格が安いものもいい。どん
どん価格が下落していってしまうということかと思
います。ですから、まずはその味の違いを教える。

だから、僕はここで開催されたイベント、北大マル
シェがありましたね。あそこで牛乳の飲み比べをやら
せてくれました。非常に面白かったです。あの中に確
か牛乳があったと思います。三友さんのところのも
あったと思います。なかったですか。中標津ですか。
すいません。北海道の地名がよくわかっていませんで
した。

あれはすごく面白いです。やはり飲み比べということをやって、ちゃんとその違いがあるねということがわかる。今のソムリエ試験を受ける。ソムリエは業界の人でないとできないので、ワインエキスパートとか、そういうのを受ける人が異様に多いのです。都市部のグルメを自称する人たちというのは、私はわかるわよというのを競いたがるので、自費でそういう資格をむちゃくちゃ取るのです、別にワインの商売をやっていない人でも。その人たちは、これは枯れ草のような香りとか言って、すごく判別することに楽しみを感じるわけです。牛乳も絶対それができますね。この香りはイタリアンライグラス主体ですねみたいな、そういうような世界が、まあフィクションですけれども、でも、そういうのができるのが面白いではないですか。今、本当に牛乳には面白さがまったくないと思います。これだともう低脂肪乳ばかり売れるという現状がずっと続くと思います。そういうところから始められたらどうでしょうか。

三谷：僕は実際にいろいろな農家のバルク乳を飲んでいてのですけども、ものすごく味が違います。それを何とかということですよ。

司会：このまま肉の話に行こうと思ったのですけども、そういう話になると、三友さんが…。

三友：マーケティングについては、これは別世界だと思っています。僕は自分の牧場の、いわゆる限られた場所でどうベストを尽くすかということが第一だと思っています。それが外へ行って売る人がいてと。それはもう僕にとってはまったく別世界なので、できるだけ触れないようにしたいと思っています。世の中はウツリギエですから、僕は世の中に合わせる農業をやるつもりはありません。世の中がうちのチーズを必要だとすれば、それはそれを負う分の負担をしてもらえれば構わないので。自分の作ったものを売ることになると、経済が見えます。僕は農家みたいにぜいたくな仕事に就いている人間は、経済とは違った世界ですべきことをまずやる。それを評価してもらって、しっかり売ってくれる人が次の役割としていてくれることはありがたいと思います。作る段階で売のことを考えると、うちなどは、チーズは比較的清潔でいいなと思うけれども、チーズはいやらしさが生まれます。それだけはしたくないなと思っています。せめて自分の地域、あるいは牧場の中の、どうベストを尽くすかということをまず北海道はやられたらいいです。そうしたら、専門の方がいろいろな交遊だとか知識を出してもらって、しっかり売ってくれる。そういう部分で、まずわれわれは足元をしっかり固める必要があるかと思っています。

司会：どうぞ、高橋さん。

高橋：先ほど来、お話しさせてもらいました。短角牛は当時、20年前にさかのぼって、大地を守る会ですか、いろいろな生協とか、産直ということで始めました。産直にたどり着く前に東北のいろいろな試験場の先生を含めて、皿の向こうの生産地が見える形をどうやって作るかというふうに話してくれたのが、私がまだ20代そこそこぐらいの時でした。そういうことから始まっていったということが一つありまして、三友さんは、今、おっしゃるように、農家は現場を一生懸命やりたいのですけども、時と場合によっては、これからはやはり販売をどう考えていくというのも持ち合わせる必要があるなと強く感じています。

先ほどヤマケンさんがおっしゃったように、エシカルです。今、地域、私たちのまちは1年に100とか、隣近所のまちを見ても、200、300という人口がどんどん減って行って、過疎がどんどん進んできます。この間もそういうことで議論したケースがあったのですけども、自分の農家は守れても、地域が誰もいなくなってしまうのではないね、楽しくないねという議論に行き着いたことがあって、そこでエシカルってこれからどう考えるという議論も少ししました。うちの牧場自体は、先ほどの団体との契約もあるのでですけども、3分の1は、うちの守人を含めて、会員が支えてくれています。まさにエシカルな形ができています。今、130名の方々が毎月3,000円、4,000円のコース、どちらかを選択してもらっています。中身はこちら任せです。サーロインだけくれと言われると、1回に毎月の発送を届けられないわけですから、中身は農家任せにわがままにさせてもらっています。年間の中で何回か、4種類、5種類の中から選択してもらうところでも会員には提供するようにしています。そんなことも取り入れて、三友さんがおっしゃるとおり、農家は本当は生産現場をもっと良くしたいと戦っています。これから、今度はそのチーズがどんなふうになるか、それをどう伝えるかをしなくてはいけない時代に入ってきているのかなと感じて、今、話しています。

それから、逆に今度は三友さんたちにもうかがいたいんですけども、放牧しながら環境を守る上で、化学肥料とかいろいろなことの施肥方法を含めて、先ほどお話しただいて参考になりました。見えないものの力はどんなふうにかを聞きたいと思って。それは神とか何とかという世界ではなくて、もっと見えない、土だかのミミズの生息数だとか、フンを放牧地ではいっぱいたれるわけですけども、それを分解する微生物の能力だとか、量だとか、そんなところはきつと見えないところでいっぱいかわっていて、そこが今度、化学肥料とのバランスでということも何かある

のかなと思って。牧草作業をやっていると、雨が続いてカリロールということも、前はだいぶやっていたことがあって。そうすると、ミミズがいっぱい出てきます。そんなミミズから見て、文献でも世界のミミズみたいな格好で読んだことが昔記憶にあるのですけれども、もし、三友さん、そういう見えない力のことで、微生物を含めたところで何かヒントがあれば。

三友：堆肥とミミズはみんな昔からいいと言って、かなりの数の本が出ています。ダーウィンから始まって。結局、よくわからないということがわかってきています。たくさんミミズの本がある。でも、わからない。わからないけれども間違いなく有効です。土の中を見たときに、ミミズは一つの頂点ですから、それらが存在するという、あるいは、目に見える昆虫、結構、草の中にもフンの中にもいますから、それらがいるということは、きっと支える見えない世界があるというふうに考えていいと思います。やはり土の構造が違います。しっかりとして、水はけが良くて、保水力がいい。それはもう昔から言われていることです。あとは、土は香りがいいです。土に香りがある。草にも甘味があるし。化成肥料を入れるとか、穀物をやるとか、やらないとかという議論をしたことがありません。自然界の循環をうまく上手にやっていく中で、化成肥料は出番がないというだけです。結果として環境にいいということです。だから、環境に優しくするために化成肥料や穀物をやらないということはまったくないです。

僕は、農業というのは、1ヘクタールで1頭飼って4,000キロぐらい、ちょっと頑張って5,000キロぐらいやっている限り、環境のことを考えることもないし、安心安全のことも考えることもない。ただ、結果的に環境にしっかり対応できて、安心と安全があるので、農業に環境だとか、安心と安全を先にやってしまうと、これはまたものが見えなくなるような気がして、そんなことでやっているの、決してそんなに人間は立派でもえらくもないので、自然界を尊重していけば、結果として人間も自然界の循環の中にスルッと入って行って、結果として安心安全が保障されるのかなと。そんな程度でしょうか。

司会：ありがとうございました。秦先生、先ほど、時間の関係で環境負荷の話を差っ引いて話されましたけれども、もしあれでしたら、困ったものをふられたかもしれないので、よろしくお願いします。それから、今のお話、フロアのほうでいろいろとご意見があらうかと思しますので、秦先生のあと、よろしくお願いします。

秦：困っているわけではないのですけれども。確か

に僕は、三友さんも言われるとおり、まず自分たちが暮らすということが先にあって、多分、今、売るとか、そういうことを考えてアピールのためにそれを言うのは一つあるだろうと思います。ただ、うちでやっているのが、ちょうど不思議なことに、放牧は1ヘクタール1頭ぐらいです、結果的に。それは牧場の土地をちょうど全部うまく使うための頭数として何となくそうなっています。それを結果として、1ヘクタール1頭にしようということではなくて、そうなっています。

もうひとつは、実は施肥も全然違う理由で放牧地にしていないのですけれども、お金がないからです。つまり、同じ施肥にするならば、肥料を買うならば、それはシュウタツの大きいものとか、採草地に使うということでやっているということですから、考え方としてはまったく同じです。ただ、投入が少ないということと、環境負荷でかなりパラレルな関係がある。もうひとつ、まだ今日、出していないのですけれども、放牧もいい放牧をすると、環境負荷が減るのです。つまり、牧草がどんどん再生力が増えるような放牧の仕方をする、結果的に土からどんどんシュウタツしてくれるので、増えていく、効率が良くなる、その辺りをオモフッテイルので、多分、感覚的に、三友さんがやっているようなことをわれわれがそれを数字で後追いつけるという形でやっているのではないかと思います。

司会：ありがとうございます。フロアのほうから何か、ただ今の意見につきましてありませんか。はい、どうぞ。マイクをお願いします。

三枝：根釧農試の三枝です。ヘクタール1頭ぐらいであれば環境負荷は少ないだろうという感覚は私も同感です。それを、私たちは多分、ちゃんと理屈で言わないといけなくて。三友さんの言われる自然の摂理に従って、ちょっとした分け前をいただくということの基本にして、それを突き詰めると、究極の持続的土地利用は国民全員が自給自足をするというところに行き着いてしまうような気がします。要するに、農が業になった瞬間というか、消費者と生産者の役割分担が発生した瞬間に、あるところで強い生産性を上げる必要が生じて、そこにひずみが生ずる。三友さんが牛乳を売って暮らしを立てている段階で既に野生とは異なるひずみが生じていて、だから、三友さんの言う経営と行政が旗を振る経営の違いは、環境に負荷をかける経営とかけない経営の違いではなくて、環境に負荷の量が大きいのか小さいかの違いだと。ゼロか1かだと、ゼロがいいと自信を持って言えるのですけれども、大きいのか小さいかだと、どこまでいいのよという話になってしまうので、非常に理屈を立てるのが

難しい。私たちはどこまでを許容しようかということをやちゃんと理屈立てて考えなければいけないだろうと、私自身では理解しています。三友さんは、化学肥料をやらなくても放牧地はもつと言われるのですけれども、よくよく調べさせていただくと、ちゃんと堆肥の投入量を計算すると、先ほど、秦先生が言われた、北海道の新しい施肥標準の量は大体、単位1～2トンもまけば間に合ってしまう。だから、化学肥料だ、堆肥だと言わなくても、ミミズだ、構造だと言わなくても、勘定は合ってしまう。その中のことは私もよくわかりません、どういう構造でそうになっているのかは。だけれども、そろばん勘定は合います。そうすると、計算しやすいから、堆肥2トン入れると、1トンのキカナイ窒素が三友さんの畑に負荷されているはず。だから、その時点で負荷はあるのです。それが顕在化するかどうかというところです。そこを、多分、農業試験場とか研究員の人たちはテリヨウして評価するのが仕事だろうと思いました。

司会：どうぞ。

三友：とても大事なお話でよかったなと思います。使うとか、使わない。1とかゼロでない。僕は賛同します。当然そうだと思います。だから、僕のところは何も入れないということではないです、堆肥を入れているし。ただ、化成肥料か堆肥か、同じようにものは入っていると言えけれども、受ける構造が違うということはまた別にあります、受け皿が。受け皿が豊富になれば、同じ量が入っても、それは河川に流合しない率ははるかに高いです。だから、受け皿の構造を良くすることは農家の仕事だと思います。ただ、数量的に入って出ていくだけの問題ではなくて、構造を良くする。

もうひとつは、僕もウシ、牛乳を都市に売って生活をしています。だけれども、僕は自分自身だったら、そんなにウシはいらないです。30頭ぐらい飼っているということは、僕一人と多くの人の牛乳を支えているわけですから、それは、僕は都会の人に支えられている部分があって、それはお互いさまです。これだったら、1億2,000万分がやっていけるのかという話になりますけれども、日本の国土は少なくとも1億2,000万を養っていけると思います。ただ、お米、例えば減反をしたり、何とかとか、そういう部分ではなくて、国土をしっかり有効利用すれば、効率よく、天然的にも含めてすれば、1億2,000万はやっていける。ただ、どういう生活ができるかどうかは別です。エネルギーを使って今のような生活を世界中がやるのだったら、それは今、70億ですから、養っていけないです。アメリカの国民だけでみんな地球上を使ってしまうのだから、極端に言う。だから、どういう暮らしをする

る国をつくっていくのか、どういう暮らしをする北海道と根釧があるのかと議論しなかったら、今と同じことはできないことはもう何となくわかってきます。

僕は農家として根釧にたまたま開拓入植で入って、あそこが大好き。あそこに暮らすためには、取りすぎないことが暮らす一つの条件だと思っています。それは1ヘクタールで1頭だよと言われました。1ヘクタールで1頭を守っていれば、多分、経験的に、多くの問題を抱えながら、何となくこれなら釣り合いのとれるもののおくれるのだという体験の、1町で1頭なのです。それが科学的に証明されないからといって、非科学的ではないのです。科学的に証明されないという点では、今、皆さん方がやっているほうは、もっと部分が少ないというだけのことです。お隣の人が言いました、三友さんのやっていることを僕たちは数量化して追っていると。これも大事な要素です。だからといって、僕は数量化して、自分の営農をやっているわけではないのです。

もっと言えば、自然というのは合理です。理にかなっているから40億年たっているわけだから。理にかなったとおりに生きようとしても、人間は存在そのものが理にかなっていないのだから。だから、農業は理にかなっていないことをやっている僕は思っています。理にかなっていない農業をやっているのだとすれば、せめて理にかなうように、少しずつ日々を積み重ねていけたらいいなと思っています。農業そのものは矛盾なのですから。矛盾というものをしっかり受け止めて、どうこれからみんなで共同作業をしていくかということが大事だと思います。どうもとても良い意見をありがとうございました。

司会：では佐々木さん、どうぞ。

佐々木（北海道当別高等学校）：実は三友さんの農場の環境負荷をずっと追跡しています。西別川に流れ込む草地の明鏡を9カ所サンプリングして、それから、三友親方の草地の明鏡、これは2カ所あるのですけれども、2カ所サンプリングして、2年間豊田財団の助成を受けて、窒素、リン酸、カリ、カルシウム、マグネシウム、鉄全部調べました。その結果、西別川の最も上流のふ化場をベンチマーク、基準としますと、三友親方の明鏡の水と、それから、ほかの草地の明鏡の水、大体中間ぐらいの値になります。ですから、環境負荷がゼロとは言えないです。ただ、普通にやっている農家よりはずっと環境負荷は小さいという結果がデータからは出ています。その原因はなぜかといういろいろ考えました。多分、三枝先生はフンの窒素の量を文献の中から引っ張ってこられたと思うのですけれども、私が測定した限りでは、私の分析が間違っていない

ければですが、三友親方の放牧牛のフンの窒素は大体3分の2から半分でした。ですから、非常に窒素分が少ない配分になっています。当然、堆肥も同じような傾向があります。逆に、堆肥のほうは飛んでしまうといいますが、揮発していく、空気中に逃げていく分がありますので、さらに低くなっています。ですから、私の最初のラフな計算では、ちょんちょんかなと思ったのですけれども、逆にこのごろはちょっと足りていないのではないかと少し心配になってきました。実際に、土の中のトータル窒素はかなり低いです。蓄積はしていない状態です。ですから、これをどう考えたらいいかというのは実は親方と相談しようかなと思っていました。蓄積を今、少しずつ食べている状況なのかな、それとも、もう少し様子を見たほうがいいのかなのというのを、私としてもちょっと悩んでいるところです。少しざっくりしたデータですけれども、このデータにつきましては、この手帳にありますので、来年にはご報告したいと思います。

司会：はい、ありがとうございます。貴重なデータをありがとうございます。話がものすごく広いのですけれども、肉牛のほうに話を戻して、それで最後にしようかと思っています。

急な指名で怒るかもしれませんが、北里大学の畔柳先生、同じように、生産から販売までやっていらっしゃる、今日の高橋さん、それから、秦先生、さらに山本さんの話を受けて、コメントをいただければと思います。

畔柳：北里大学の畔柳です。今日、三友さんが1ヘクタールで1頭というお話をお聞きして、私は日本でまだ40万ヘクタールの耕作放棄地で40万頭ウシが飼えるのだとずっと思っていました。三友さんもうちの牧場へも前に来ていただきました。三友さんは、農業者は農業でということが、肉牛の場合、非常に大変だということをわれわれの仲間の肉牛をやっている方がおっしゃいました。

今、日本の黒毛和種などは、さしを入れるためにビタミンAを欠乏してめくらにするようなウシだという、こういうことも消費者は何も知らない。それで、また、子牛を生産している方たちは、母ウシからもう母子分離として、親から離して人口哺乳（ほにゅう）しているということも、消費者は何も知らないのです。それで牛肉は柔らかくておいしいと食べている人たちがたくさんいます。われわれは肉を作って、僕は牛肉というのは反すう動物だ、最終的に人間と共存するのは、食べるものが違うのだから、絶対に共存できるのは反すう動物しかないということを消費者にどんどん伝えていくためには、肉牛をやっている方が、消費者をいかにして牛肉というもの、畜産物というものを理

解していただくか、それも特に反すう動物である乳牛とか、肉牛というのは、草をたくさん食べさせたら病気はしない。うちらははっきり言って濃厚飼料を使っていないものですから、消化器病はゼロです。大学だから共済に入れない。三友さんも入っていらっしやらない。本来的に無理をかけない、負荷をかけない、草地にも負荷をかけない、何もかけなければやはり自然にできていくものだと思っているし、動物が健康であれば人間も健康になるということで、うちの大学には医学部があるので、医学部の1年生がうちの牧場に来て、生産物というものを感じながら、農業と医学が連携するということをやっています。

今回、この三つの学会がまとまるということは、自然の中で畜産物を作るには草が大事だし、管理も大事だということでまとまるということで、このシンポジウムは非常にためになることであるし、やはり消費を進めていかなければ畜産というのも生きていけないので、消費者の人たちに理解をしていただくためには、山本さんのような方たちがどんどんアピールしてもらって、生産物に関しては、消費者の人にどんなことをきかれても、全部さらけ出せるような畜産というのが今後大事ではないかと今日は聞かせていただいて感じました。

司会：どうもありがとうございます。ちょうど時間が来たところで畔柳先生にまとめていただいたかと思っています。今おっしゃったように、牛乳についても、牛肉についても、やはり消費者が十分な知識を持っていないというのは大きな問題で、これは今後、私どもの学会、新しい学会の大きな役目だろうと思っています。

それから、もうひとつ、秦先生と三谷さんが、どちらも売るという話以前に強調していたのは、牛乳の味の多様性、それから、肉の経営構造自体の多様性の問題です。それを実際に実践されているのが高橋さんと三友さんで、個々の中で一つのポジションとして、多様性の一つを支えていらっしゃる。それをヤマケンさんは売りようがあるのだと。その多様性でも十分やっていけるという非常に力強い言葉をもらったような気がします。私どもの今度の新しい学会、このシンポジウムを一つの契機にしていくことになろうかと思っています。その多様性という意味で、それこそ70年80年の畜産の研究、草地の研究が、これがすべてだということがあったようにも見受けられるのですけれども、今後、せっかく大きな研究会、学会ができたところで、私どもの研究も多様に進めていくことが必要ではないかと思っています。

稚拙なまとめでしたが、そういう形でこのシンポジウムを終わりたいと思います。どうもありがとうございます。皆さん、ありがとうございます。もう一度演者の方々に拍手をお願いします。

受賞論文

乳牛における哺乳・育成期の栄養管理に関する一連の研究

大坂 郁夫*

北海道立総合研究機構 農業研究本部 根釧農業試験場, 086-1135 中標津町

*連絡著者 (Corresponding author) : osaka-ikuo@hro.or.jp

Studies on nutrient management of dairy calves and heifers

Ikuo OSAKA

Hokkaido Research Organization Agricultural Research Department

Konsen Agricultural Experiment Station

Nakashibetsu-cho 086-1135

キーワード：初乳、哺乳期間、コラーゲン、分娩月齢、初産乳量

Key word : colostrum, weaning period, collagen, calving age, primiparous milk production

乳牛の哺育・育成牛は泌乳牛のように乳による収益がないため、長い間、低コストを一義的に飼養されてきた。しかし、北海道の泌乳牛に対する初産牛割合が平成元年に3割を超してから現在にいたるまで、この割合が維持されている状況において、初産牛の生産性、特に初産分娩月齢の短縮による育成期飼養コスト削減や、経産牛よりも1000kg程度低い初産乳量の向上は、酪農家への収益増加の効果が期待できる。初産分娩月齢は育成期の受胎月齢で決定される、あるいは初産分娩時の月齢や体重が初産乳量に影響するといわれていることから、近年、哺乳・育成期における栄養管理の関心が高まってきた。

乳牛の哺乳・育成期に関する研究は、生理学的には栄養素や内分泌と第一胃や乳腺組織の関連、飼養学的には摂取量や体重、発育成績など、各分野の知見が多いが、生理的知見を基に発育ステージごとの栄養管理を検討した報告は少ない。

このような背景の中、本研究では「初産分娩月齢の短縮、初産乳量向上を目指した哺乳・育成期の栄養管理」を目的とし、初産分娩月齢短縮においては発育改善の観点から、初乳給方法の見直し、哺乳期の第一胃発達を考慮した飼料給与法と発育効果、育成前期の飼料中タンパク質水準増加効果について、初産乳量向上においては分娩月齢または分娩時の体格と初産乳量の関連について検討を行ってきた。

【初乳給与までの時間および免疫グロブリン摂取量と血清中免疫グロブリン濃度の関係】

子牛へ十分な免疫グロブリンを移行させるため、①初乳給与は出生後可能な限り早い時間に給与する (Rajara and Castren, 1995)、②免疫グロブリンG (IgG) を最低100g摂取させる (QuigleyとDrewry 1998)、③血清中IgG濃度を10mg/ml以上 (NAHMS 1996) にするように指導されている。本試験ではこれらの関連について検討をおこなった。

IgG摂取量に応じて血清中IgG濃度が高くなるが、初乳給与1時間以上6時間未満でも1時間以内に給与した場合と類似し、寄与率(R^2)も比較的高い回帰式が得られ(表1)、血清中IgG濃度を10mg/ml以上にするIgG摂取量として、回帰式から120g程度と算出された。

初乳の給与量について、初期の研究 (Stott, 1979b) では、2Lの初乳が摂取されれば十分なIgGが移行すると言われてきた。その後、2Lの初乳摂取量ではIgG移

表1 IgG摂取量と摂取24時間後血清中IgG濃度の関係

初乳給与までの時間	頭数	回帰式*	R^2	最低限必要なIgG摂取量**
< 1	5	$y=0.0834x$	0.88	120
$1 \leq, < 6$	10	$y=0.0804x$	0.49	124
$6 \leq, < 12$	21	$y=0.0681x$	0.34	147
$12 \leq, < 18$	8	$y=0.0450x$	0.08	222

* 独立変数 x : IgG摂取量(g)

従属変数 y : 血清中IgG濃度(mg/ml)

** 血清中IgG濃度が10mg/mlに達するのに必要なIgG摂取量を回帰式から算出した。

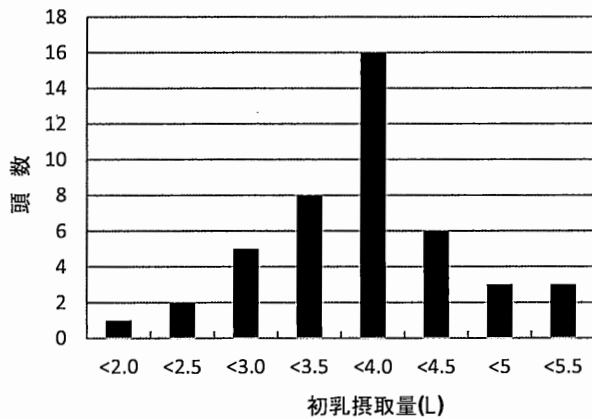


図1 一回給与時の初乳摂取量の分布

行量が不足することから、食道カテーテルの利用 (Besseら 1991) や頻回哺乳 (HopkinsとQuigley, 1997) を行なうように推奨されてきた。しかし、本試験で飽食給与すると、一頭を除く全ての新生子牛は2L以上の初乳を摂取しており、食道カテーテルや頻回哺乳のような処置を行わなくても、出生後一回の初乳給与で平均3.6L、81%は3L以上を摂取した (図1)。

これらの結果から、出生後6時間以内にIgG濃度の高い初乳を飽食給与すれば血清中IgG濃度の最低基準10mg/mlの達成が可能であることを示した。

【哺乳期の固形物飼料制御による4週齢離乳法】

乳用子牛では、4L/日哺乳で6週齢離乳が慣行法であるが、子牛の生理機能を考慮して哺乳量、人工乳、粗飼料の給与量を設定すれば、良好な発育をさせつつ哺乳期間を短縮できる可能性がある。

そこで、人工乳と粗飼料の給与量を設定するため、固形飼料として人工乳だけを給与した群 (S0群) と人工乳と乾草の給与した群 (SH群) を比較したところ、S0群で3週齢までの人工乳摂取量が多く (図2)、第一胃内壁の飼料片・毛の付着、第一胃内の毛玉 (写真) や多量の敷料 (麦稈) が確認された。NRC (2001) では、人工乳摂取量を抑制するので第一胃が十分に発達していない哺乳期の乾草の給与を否定している。一方で人工乳は第一胃の絨毛発達に効果的だが、過剰の摂取はパラケラトシスの原因となることが報告されている (Gillilandら, 1962)。本試験の結果から、乾草のような物理性のある飼料の一定量摂取は、栄養源としてではなく、第一胃内絨毛に細かな飼料片の付着を防止する作用があり、3週齢までの多量の人工乳摂取は第一胃の絨毛発達を阻害する可能性があると考えられた。また、絨毛発達を阻害しない3週齢までの人工乳摂取量は、SH群の人工乳の回帰式から300g/日程度と推察された。

これらの結果を基に、人工乳より利用効率の高い代用乳を4L/日から6L/日に高め、乾草および人工乳の

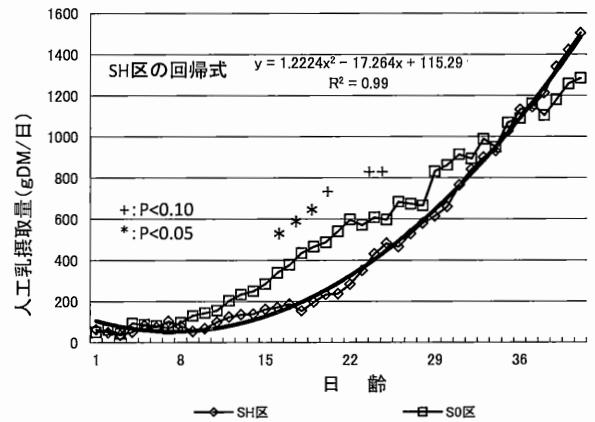


図2 人工乳摂取量の推移

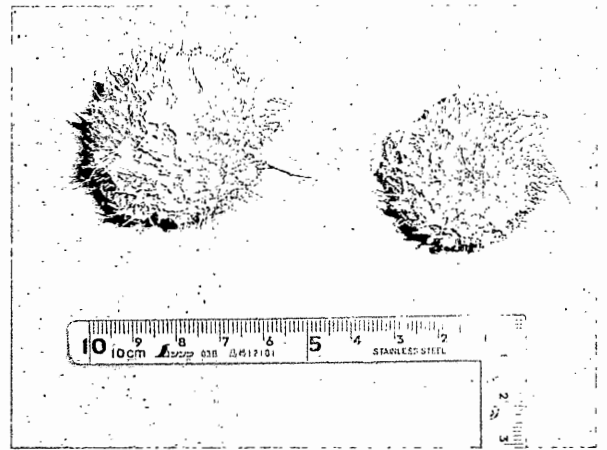


写真 第一胃内で発見された毛玉

表2 4週齢離乳プログラム

週齢	日齢	代用乳 (L/日)	人工乳* (g/日)	乾草** (g/日)
1	出生日 (1)	4	0	0
	2~3	6	50	50
	4~7	6	↓	↓
2	8~14	6	↓	↓
3	15~21	6	300	↓
4	22~28	6	800	50

* 残食がない場合は100g増給。21日齢までは最高300gに制限

**哺乳期間は細切乾草を50gに制限

表3 哺乳方法および乾草の質の違いと発育

哺乳方法 乾草の質		慣行 低質乾草	早期 低質乾草	早期 良質乾草
哺乳量	L/日	4	6	6
哺乳期間	週	6	4	4
乾草	TDN%*	53	53	70
	(週齢)	kg/日		
	1-4	0.60	0.66	0.60
期間別 日増体量	5-8	0.99	0.91	0.99
	9-13**	0.97 ^a	0.92 ^a	1.09 ^b
		kg		
体重増加量	1-13	76	75	79

* 乾物中

**ab: 異文字間に有意差 (P<0.05) 有り

給与量を制御した4週齢離乳プログラム（表2）を作成して飼養したところ、慣行法と同等の発育が見込めること、また乾草の質は9週齢以降に発育に影響することを示した（表3）。

【交配開始前の育成牛への栄養水準】

飼料中TDN含量を乾物中72%の条件下で、NRC（1989）で設定されていたCP含量（3～6か月齢：16%、7か月齢以降12%）を対照区、それよりタンパク質を約25%高めた試験区と比較した。試験区の血清中遊離アミノ酸は、小腸からのタンパク質吸収量の指標となる分枝アミノ酸（Branch Chain Amino Acid：BCAA）が高く、コラーゲンの構成アミノ酸であるGLY、PRO、HYPは低く推移（表4）した。特に7か月齢以降で対照区との差が認められ、その期間の体高値も高まる傾向を示した。成長速度が高まると、タンパク質要求量の増加割合はエネルギー要求量のそれよ

りも大きくなる（Van Amburghら、1998）。対照区では一度体タンパク質として合成されたコラーゲンが、他の組織のタンパク質不足を補うために代謝された可能性が考えられたことから、高エネルギー飼料で育成前期の日増体量を高く設定する場合は、飼料乾物中タンパク質含量を16%程度に高める必要性を示した。

【初産分娩時の月齢および体格と初産乳量の関係】

表5に初産分娩月齢および体格の違いと初産乳量を示した。初産分娩月齢が推奨されている24か月齢より2か月齢程度早くても乳生産に影響は認められなかったが、分娩時の体格は分娩後の摂取量に差がないにもかかわらず、初産乳量に大きく影響することが示された。分娩時の体格差による初産乳量の違いは、血清中NEFA濃度の推移から泌乳初期の体脂肪動員量（図4）が異なること、その後は分娩時の体重が大きい0.8kg/日群の体重増加割合が小さくなる傾向がある（図5）

表4 血清中遊離分枝アミノ酸およびコラーゲン構成アミノ酸濃度の推移

		月 齢	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
			nmol/ml										
分枝 アミノ酸	VAL	試験区	360	369	376	360	436 **	431 *	438 *	437 *	448 *	400	422 *
		対照区	315	313	361	340	305	338	357	340	322	336	315
	ILE	試験区	174	177	178	167	203 *	201	194	185 *	183	171	186 *
		対照区	158	147	170	159	142	174	161	154	144	143	146
	LEU	試験区	194	224	214	214	266 *	238	247 *	247 *	263 *	229	252 *
		対照区	181	179	237	211	207	208	210	202	193	198	190
コラーゲン 構成アミノ酸	GLY	試験区	263	227 *	242 *	246	241 *	170	190 *	222 *	218	223	229
		対照区	317	291	313	296	299	289	275	303	296	255	280
	PRO	試験区	96	93	90 *	97	93	72 *	80 *	88 *	92	95	103
		対照区	113	96	119	113	105	114	104	111	105	107	103
	HYP	試験区	92	90	82 **	79	79 *	61 **	68 **	74 **	75 *	76	75
		対照区	104	103	107	102	102	113	104	111	104	97	90

+P<0.10, *P<0.05, **P<0.01

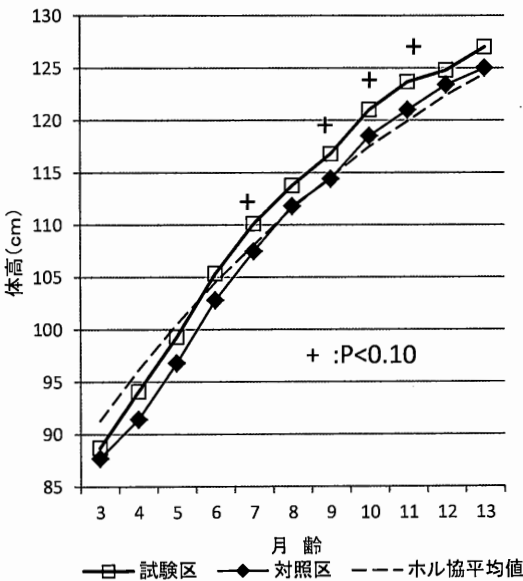


図3 体高の推移

表5 分娩時の月齢または体格の違いと初産乳量

処理または区分		分娩 月齢	分娩時 体重	分娩時 体高	305日間 初産乳量
			(kg)	(cm)	(kg)
月 齢 ¹⁾	早期群	22.0	533	139.5	7456
	標準群	24.0	544	139.7	7442
体 格 ²⁾	0.8kg/日群 ³⁾	25.2	541	139.4	7638*
	0.5kg/日群 ³⁾	25.1	473	135.6	6776

1) 2007年データ
2) 1994年データ
3) 妊娠期間の日増体量
*P<0.05

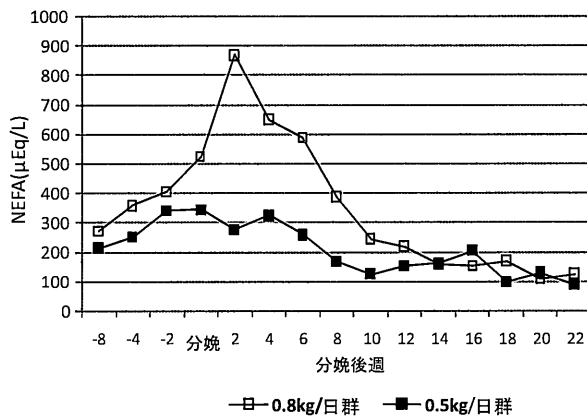


図4 血清中NEFA濃度の推移

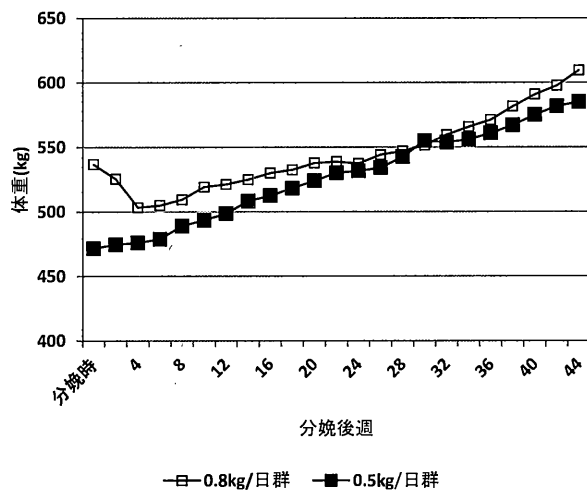


図5 分娩後の体重の推移

ことから、分娩後の摂取した栄養分は相対的に成長へは少なく乳生産へ多く分配されたためと考えられた。

これらの結果から、初産乳量は分娩時月齢ではなく、初産分娩までに体格を成熟値に近づけることで向上することを示した。

まとめ

これらの研究は、初産分娩月齢の短縮、初産乳量向上を目指した哺乳・育成期の栄養管理を目的として実施され、初乳給与法や離乳方法について具体的な基準を示した。また、育成前期のタンパク水準や分娩前の体格についての指針を提示した。勿論、本研究ではアウトラインを示したのであり、初産分娩月齢の短縮、初産乳量向上を目指した哺乳・育成期の栄養管理の改善には多くの解決すべき問題が残されているが、酪農生産現場において、少しでも参考にしていただければ幸甚である。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、多くの方々、とりわけ

根釧農業試験場乳牛グループ研究支援職員および畜産試験場家畜衛生グループ研究支援職員（旧新得畜産試験場 酪農科農業技能員）には乳牛管理、データ収集に関する多大なる支援をいただきました。皆様に心から感謝するとともにお礼を申し上げます。また、北海道畜産学会賞の推薦、決定をいただきました諸先輩、会員の皆様に厚く御礼申し上げます。

文 献

- Besser, T.E., C.C. Gay, and L.Pritchett. 1991. Comparison of three methods of feeding colostrum to dairy calves. J. Am Vet Med Assoc. 198:419-422.
- Gilliland, R.L., L.J.Bush, and J.D. Friend. Relation of ration composition to rumen development in early - weaned calves with observations on ruminal parakeratosis. J.Dairy Sci., 45:1211-1217. 1962
- Hopkins, B.A., and J.D.Quigley, 3. 1997. Effects of method of colostrum feeding and colostrum supplementation on concentrations of immunoglobulin G in the same of neonatal calves. J.Dairy Sci. 80:979-983
- National Animal Health Monitoring System. Dairy 1996; National dairy health evaluation project. Dairy heifer morbidity, mortality and health management focusing on preweaned heifers. Ft. Collins (CO) ; USDA-APHIS Veterinary Service.
- National Research Council. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th rev. ed. Washington, DC: Natl. Acad. Sci
- National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th rev. ed. Washington, DC: Natl. Acad. Sci
- Quigley, J.D., 3, and J.J.Drewry. 1998. Nutrient and immunity transfer from cow to calf pre-and postcalving. J Dairy Sci. 81:2779-2790.
- Rajara, P., and H. Castren. 1995. Serum immunoglobulin concentrations and health of dairy calves in two management systems from birth to 12 weeks of age. J Dairy Sci. 78:2737-2744.
- Stott, G.H., D.B.Marix, B.E.Menefee, and G.T.Nightengale. 1979b. Colostral immunoglobulin transfer in calves 2. The rate of absorption. J. Dairy Sci. 62:1766-1773
- Van Amburgh ME, Galton DM, Bouman DE, Everett RW, Fox DG, Chase LE, Erb HN. 1998. Effects of three prepubertal body growth rates on performance of Holstein heifers during first lactation. J. Dairy Sci. 81:527-538.

原 著

アントシアニン系色素がマヨネーズ貯蔵中の脂質酸化へ及ぼす影響

島田謙一郎^{1*}・永井 麻希¹・石井 洋²・韓 圭鎬¹・福島 道広¹

¹帯広畜産大学 食品科学研究部門 加工利用学分野 〒080-8555 北海道帯広市稲田町西2線11番地

²帯広大谷短期大学生活科学科 〒080-0335 北海道河東郡音更町希望が丘3番地

*連絡著者 (Corresponding author): kshimada@obihiro.ac.jp

Anti-lipid oxidation effect of mayonnaise including anthocyanines during storage

Ken-ichiro SHIMADA[§], Maki NAGAI, Hiroshi ISHII, Kyu-Ho HAN, Michihiro FUKUSHIMA

¹Department of Food Science, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine,

Inada 2-11, Obihiro, Hokkaido 080-8555

Tel:0155-49-5560 Fax:0155-49-5577

²Department of Home Economics and Science, Obihiro Otani Junior College,

Kibogaoka3-3, Otofuke-cho, Kato-gun, Hokkaido 080-0335

キーワード：マヨネーズ、アントシアニン、過酸化物質、脂質酸化

Key words : Mayonnaise, Anthocyanin, POV, Lipid oxidation

要 約

アントシアニンは近年、食品の着色機能だけでなく抗酸化能を示すことが見出され、再評価されている。しかし、アントシアニンが食品中の脂質の酸化を抑制するという研究はあまり行われていない。マヨネーズは酸化による品質劣化が起こりやすい食品である。そこで本研究では、マヨネーズにシアニジンをもつアントシアニン系色素の紫サツマイモ色素、赤キャベツ色素、紫トウモロコシ色素を添加し、貯蔵中の脂質酸化を調べて、アントシアニン系色素が脂質酸化を抑制するか検討した。紫サツマイモ色素を0.5%以上添加すると、添加していないものに比べて脂質の酸化を有意に抑制した。特に1%以上の添加で過酸化物質を低い値に抑制した。色素間における脂質酸化の抑制効果は、紫サツマイモ色素>赤キャベツ色素>紫トウモロコシ色素の順に大きかった。合成抗酸化剤であるBHTを0.1%添加と比較すると、紫サツマイモ色素は1%添加で同等レベルに脂質の酸化を抑制していた。以上の結果より、アントシアニン系の色素を添加することで、マヨネーズ中の脂質の酸化を抑制できることが明らかとなった。

Abstract

Recently, it has been found that coloring pigments in foods not only have coloration functional attributes but also have antioxidant potential. Mayonnaise can be easily deteriorated in quality by the oxidation. Therefore, in this study, we added purple sweet potato pigments, red cabbage pigments and purple corn pigments of the anthocyanin family to cyanidin into mayonnaise, and examined the lipid oxidation during storage and investigated whether pigments could restrain the lipid oxidation. According to data, it was found that even adding 1% of purple sweet potato pigments could restrain the lipid oxidation significantly compared to the control (without the pigments). Especially adding more than 1% of purple sweet potato pigments could restrain the lipid oxidation in a low value of peroxide. In summary, purple sweet potato pigments had the highest potential to restrain the lipid oxidation, whereas, the purple corn pigments had the lowest potential compared to purple sweet potato and red cabbage pigments (purple sweet potato pigments>red cabbage pigments>purple corn pigments). Restraining capacity of 0.1% BHT was equal to the restraining capacity of 1% purple sweet potato pigments. It was

observed that lipid oxidation in mayonnaise could be restrained by adding pigments of the anthocyanin family.

緒 言

食品として摂取する植物の種子類、野菜、果実類などの中には各種のアントシアニンが含まれている。アントシアニンはポリフェノールの1種で、ポリフェノールは分子内に数個以上のフェノール性水酸基を持つ植物成分の総称である。アントシアニンは各種の条件によって構造変化を受け退色や変色しやすいものの、合成着色料に比べて安全性の高いことや、自然の色合いを持つことから加工食品の着色に利用されている。近年では単に食品の着色機能だけでなく抗酸化能を示すことが見出され、再評価されている(寺原, 2000)。しかしアントシアニンが食品中の脂質の酸化を抑制するという研究はあまり行われていない。アントシアニンは自らが酸化されることにより、目的とする物質の酸化を防ぐため、アグリコンのB環の隣り合った位置に2個以上の水酸基を持つ成分は強い抗酸化作用を持つといわれている(津志田, 2001)。シアニジンはB環にカテコール構造を持つために抗酸化作用が強いと言われている(五十嵐, 2000)。

油脂は空气中に放置すると、やがて酸素と結合して過酸化脂質を生成する。このような自動酸化は、不飽和脂肪酸から水素原子が引き抜かれ、生じたラジカルが空気中の酸素と結合して起こる。自動酸化は、微量の金属イオンや光、温度により促進される(島崎, 1995)。マヨネーズは水中油型乳化食品であり、植物油、卵黄などの多価不飽和脂肪酸を多く含む脂質成分が配合されており、しかも卵黄由来の鉄イオンも豊富に含むため、酸化による品質劣化が起こりやすい食品である。酸化による品質劣化は異味や異臭を招く。そこで、海外で市販されている製品ではEDTAなどの酸化防止剤を配合し酸化劣化を防ぐことが一般的となっている。一方、日本では製造工程や容器包材において酸素を遮断することで酸化を防いでいる(小林, 2005)。

そこで本研究では、食品添加物として市販されている天然系色素のアントシアニン系色素のうちマヨネーズ中における抗酸化効果を報告されていない紫サツマイモ色素、赤キャベツ色素、紫トウモロコシ色素を混和し、貯蔵中の脂質酸化を調べ、アントシアニン系色素が脂質の酸化を抑制するのか検討した。

材料および方法 マヨネーズ製造

材料はすべて市販品の全卵、コーン油、穀物酢、食塩、砂糖を用いた。全卵100に対して、穀物酢125、食塩12.5、砂糖12.5にコーン油1000の3分の1量をゆっ

くり注ぎ、ミキサーを用いて乳化させた。残りのコーン油を少量ずつ加え、その都度十分に攪拌しマヨネーズを製造した。色素添加マヨネーズは材料の合計重量に対して、0.5、1.0、2.5、5.0%重量の色素を酢に溶かして添加した。色素は三栄源エフ・エフ・アイ株式会社(大阪)より購入した。紫サツマイモ色素の主色素はシアニジンアシルグルコシドおよびペオニジンアシルグルコシド、赤キャベツ色素の主色素はシアニジンアシルグルコシド、紫トウモロコシ色素の主色素はシアニジン-3-グルコシドであった。BHT添加マヨネーズは材料の合計重量に対して、0.1%重量のBHTをコーン油に溶かして添加した。

過酸化物質価(POV)の測定

マヨネーズ60 gに約半量の無水硫酸ナトリウムを加えて、混和し、油を分離した。3,000 rpmで15分間遠心分離(himac CT 6D, HITACHI, 東京)を行い、得られた上澄みをろ過して(No.1, 東洋ろ紙, 東京)試料とした。日本油化学協会の公定法に従って測定した(太田, 1982)。三角フラスコに試料を1~10 g精秤し、クロロホルム10 ml、氷酢酸15 mlを加えて溶解させた。飽和ヨウ化カリウム溶液1 mlを加えて栓をし、1分間激しく混和した。その後、暗所で放置し、5分後、純水75 mlを加え、再び栓をし、1分間激しく混和した。1%でんぷん溶液を数滴加え、青紫色に呈色し、0.01 Nチオ硫酸ナトリウム溶液で滴定した。無色になった点を終点とした(宮川, 2006)。

<計算式>

$$\text{過酸化物質価(meq/kg)} = \frac{0.01 \times (T1 - T2) \times F \times 1000}{S}$$

0.01 : 0.01Nチオ硫酸ナトリウム溶液1 mlに相当する過酸化物質のミリ当量数

T1 : 本試験に対する0.01Nチオ硫酸ナトリウム溶液の滴下量(ml)

T2 : 空試験に対する0.01Nチオ硫酸ナトリウム溶液の滴下量(ml)

F : 0.01Nチオ硫酸ナトリウム溶液の規定度係数

S : 試料採取量

37℃の暗所で貯蔵したマヨネーズのPOVは、0, 7, 14, 21, 28日目に測定した。

抗酸化能の測定

紫サツマイモ色素、赤キャベツ色素、紫トウモロコシ色素をそれぞれ1 gを穀物酢で溶解し、穀物酢で100 mlにメスアップして試料とした。抗酸化能測定キッ

トTAS (Total Antioxidant Status, Randox Laboratories Ltd., Antrim, United Kingdom)を用いて測定した(宮川, 2006)。96穴プレートに蒸留水、standard、試料をそれぞれ4 μ l入れ、クロモゲンをそれぞれ200 μ l加え、ふたをして、攪拌し、37℃で10分間反応させた。マイクロプレートリーダーで595 nmの吸光度を測定した。基質を40 μ lずつ加え、攪拌し、静置した。3分後、再び595 nmで吸光度を測定した。

<計算式>

抗酸化活性(mmol/l)=Factor $\times$ (ΔA blank- ΔA standard)

$$\text{Factor} = \frac{\text{Concentration of standard}}{(\Delta A \text{ blank} - \Delta A \text{ standard})}$$

Concentration of standard=1.78

ΔA = 2 回目の吸光度 - 1 回目の吸光度

アントシアニン含量の測定

紫イモ色素、赤キャベツ色素、紫トウモロコシ色素をそれぞれ100 mg精秤し、蒸留水で溶解後、100 mlにメスアップして試料とした。Giusti *et al.* の方法(2001)に従い、各試料を試験管に400 μ l、2本ずつ用意し、1本は0.025 M Potassium chloride buffer (pH 1.0)を、もう1本には0.4 M Sodium acetate buffer (pH 4.5)を1.6 μ l入れた。各試料、510 nmと700 nmで吸光度を測定した。紫サツマイモ色素の主色素はシアニジンアシルグルコシドおよびペオニジンアシルグルコシド、赤キャベツ色素の主色素はシアニジンアシルグルコシド、紫トウモロコシ色素の主色素はシアニジン-3-グルコシドであるため、紫サツマイモ色素はシアニジンとペオニジンの合計をアントシアニン含量、赤キャベツ色素と紫サツマイモ色素はシアニジンをアントシアニン含量とした。

<計算式>

$$\text{Monomeric anthocyanin pigment (mg/l)} = \frac{(A \times MW \times DF \times 1000)}{(\epsilon \times l)}$$

$$A = (A_{510} - A_{700}) \text{pH} 1.0 - (A_{510} - A_{700}) \text{pH} 4.5$$

MW=449.2 (シアニジンの分子量)

DF=希釈倍率

ϵ = 26900 (Molar absorptivity)

統計処理

データは平均値 $\pm$ 標準偏差で示した。各群間の有意差検定は分散分析 (ANOVA) により解析し、有意差が認められた場合、多重検定としてDuncan's Multiple range test (SAS Institute, Cary, NC, U. S. A.) を用いた。

有意差は $p < 0.05$ を統計学的に有意と判断した。

結 果

1. 紫サツマイモ色素、赤キャベツ色素、紫トウモロコシ色素のアントシアニン含量と抗酸化能

紫サツマイモ色素、赤キャベツ色素および紫トウモロコシ色素を加えて作成したマヨネーズは図 1 aにあるようにそれぞれ色鮮やかなマヨネーズとなった。アントシアニン含量は紫サツマイモ色素8.11%、赤キャベツ色素5.25%、紫トウモロコシ色素3.83%であった (Table 1)。

抗酸化能は、赤キャベツ色素>紫サツマイモ色素 $\approx$ 紫トウモロコシ色素の順に抗酸化能が高かった (Table 2)。

Table 1 Anthocyanin contents of pigment powders

Pigment	Anthocyanin contents (%)
Purple sweet potato	8.11 $\pm$ 0.06 ^a
Red cabbage	5.25 $\pm$ 0.06 ^b
Purple corn	3.83 $\pm$ 0.02 ^c

Values with different letters are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$)

Table 2 Antioxidant status of pigment powders.

Pigment	Antioxidant status (mmol/l)
Purple sweet potato	2.25 $\pm$ 0.11 ^b
Red cabbage	3.05 $\pm$ 0.13 ^a
Purple corn	2.38 $\pm$ 0.11 ^b

Values with different letters are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$)

2. 紫サツマイモ色素、赤キャベツ色素、紫トウモロコシ色素によるマヨネーズの脂質酸化

マヨネーズに紫サツマイモ色素、赤キャベツ色素、紫トウモロコシ色素を1.0%ずつ添加して、37℃の空気循環式恒温器中に暗所で28日間貯蔵し、経日的にPOV値を測定した。その結果、コントロールは保存日数に伴い酸化しているのに対し、色素を添加したマヨネーズでは貯蔵14日目から強く酸化を抑制していた (Fig. 1b)。貯蔵28日目のPOV値を比較すると、紫サツマイモ色素>赤キャベツ色素>紫トウモロコシ色素の順に脂質の酸化を抑制していた。

3. 紫サツマイモ色素の濃度の違いによるマヨネーズの脂質酸化

マヨネーズに紫サツマイモ色素を0.5%、1.0%、2.5%、5.0%添加して、37℃の空気循環式恒温器中に暗所で28日間貯蔵し、POV値を測定した結果、紫サツマイモ色素を0.5%以上添加すると、コントロールに比べて酸化を有意に抑制していた (Fig. 2)。特に1%以

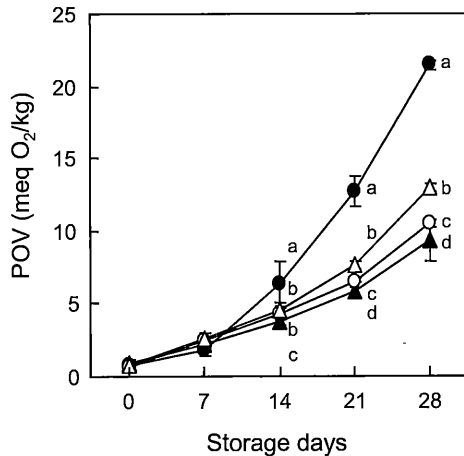
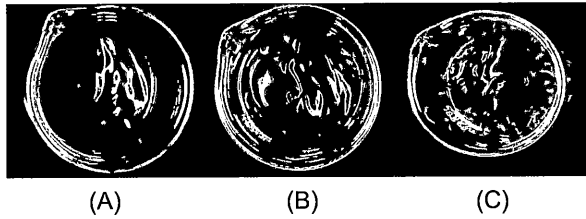


Fig.1b.

Fig.1. Peroxide values in the mayonnaise (control) and mayonnaises containing 3 type of pigments during storage.

a) Pictures of fresh mayonnaises containing 1% purple sweet potato pigments (A), 1% red cabbage pigments (B) and 1% purple corn pigments (C). b) The storage was done at 37°C in a dark place. Control (●), 1% purple sweet potato (▲), 1% red cabbage (○), 1% purple corn (△). Values with different letters are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

上の添加でコントロールの半分以下のPOV値に抑制し、色素の添加量に依存して酸化を抑制していた。

4. 合成抗酸化剤BHTと紫サツマイモ色素による脂質酸化の比較

マヨネーズにBHTを0.1%、および最も強い抗酸化能をもつ紫サツマイモ色素を1%添加し、37°Cの空気循環式恒温器中に暗所で28日間貯蔵し、経日的にPOV値を測定した (Fig. 3)。その結果、コントロールが貯蔵日数に伴って酸化が促進しているのに対し、1%紫サツマイモ色素は貯蔵後14日から、0.1%BHTは貯蔵後21日から有意に酸化を抑制した。貯蔵28日目の1%紫サツマイモ色素および0.1%BHTのPOV値を比較すると、脂質に対する同等の抗酸化能を有していた。

考 察

今回、アントシアニン色素成分のマヨネーズ中の抗酸化能について検討を行った。アントシアニン含量は、紫サツマイモ色素8.10%、赤キャベツ色素5.25%、紫トウモロコシ色素3.83%であった。アントシアニン

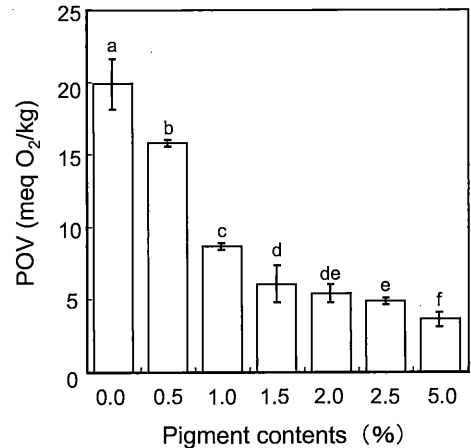


Fig.2. Peroxide values in the mayonnaise (control) and mayonnaises containing 0%, 0.1%, 2.5%, 5.0% purple sweet potato pigments after storing at 37°C for 28 days in a dark place.

Values with different letters are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

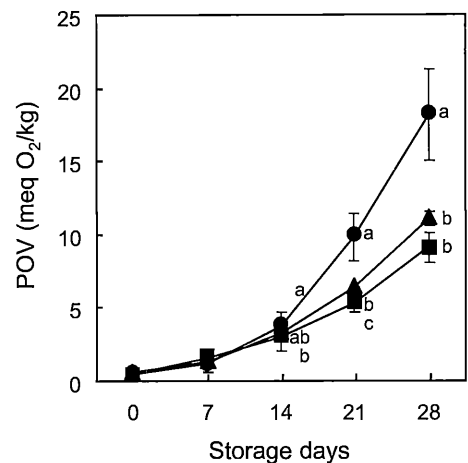


Fig.3. Changes in peroxide values in the mayonnaise (control) and mayonnaises containing 1% purple sweet potato pigment and 0.1% BHT stored at 37°C in a dark place.

Control (●), 1% purple sweet potato (▲), 0.1% BHT (■). Values with different letters are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

の定量法は種々の方法が示されているが、色素は複数のアントシアニンを含むため、それを正確に定量するのは難しいとされている (WROLSTAD *et al.*, 2005)。紫サツマイモ色素は主にシアニンとペオニンで構成され、赤キャベツ色素と紫トウモロコシ色素は主にシアニンのみで構成されている (KONCZAKA *et al.*, 2005)。今回、測定したアントシアニン量については、各色成分であるシアニン-3-グルコシドおよびペオニン-3, 5-ジグルコシドを同定することはできなかった。

色素成分の抗酸化能では、赤キャベツ色素>紫サツマイモ色素=紫トウモロコシ色素の順に抗酸化効果が認められた。紫サツマイモ色素はシアニンとペオニ

ジンの割合が3:1、赤キャベツ色素と紫トウモロコシ色素はシアニジンのみで構成される(KONCZAKA *et al.*, 2005)。シアニジンのB環は2つのヒドロキシル基を持つのに対し、ペオニジンではその1つがメトキシ基になっている。よって抗酸化能がより強いシアニジンを多く含む赤キャベツ色素が抗酸化能は高かったと考えられる。しかし、同様にシアニジンのみを含有する紫トウモロコシでは赤キャベツと同等の抗酸化能は認められなかった。これは色素粉末に含まれている含量の差に起因している可能性が考えられるが、さらに詳細な検討が必要である。

紫サツマイモ色素のマヨネーズへの添加量の違いによる抗酸化効果については、紫サツマイモ色素を0.5%以上添加することでコントロールに比べ、有意に酸化を抑制していた。特に1%以上の添加量ではコントロールの半分以下の低い値に抑制した。抗酸化活性はアントシアニンの濃度に相関を示すという報告がある(KANO *et al.*, 2005)。今回の実験においても同様に色素の添加量を増やすほど酸化を抑制するというように、濃度依存的に酸化を抑制していた。

マヨネーズに3つの色素を添加して比較すると紫サツマイモ色素が有意に酸化を抑制していた。しかし、色素粉末での抗酸化能の結果(Table 2)では紫サツマイモ色素に比べ、赤キャベツ色素の方が抗酸化能は高かった。赤キャベツ色素は耐熱性が弱く、紫サツマイモ色素は耐熱性に強いと報告されている(片山と田島, 2003)。今回の結果は、37℃の貯蔵温度がその違いに影響を及ぼしている可能性が考えられる。なぜなら、赤たまねぎを種々の温度で貯蔵した場合、赤たまねぎに含まれるアントシアニンの抗酸化能は5℃では6週間貯蔵すると29%減少するのに対し、30℃で6週間貯蔵すると36%の減少がGENNARO *et al.* (2002)により報告されているため、低温での貯蔵の方が抗酸化能の減少が少ないと考えられる。以上のようにアントシアニンは構造変化を受けやすく、温度、湿度、光、pHなどの実験条件によりその効果に影響するものと考えられる。そのため、今回のマヨネーズ抗酸化試験の条件下では紫サツマイモ色素が最も酸化を抑制する結果になったのかもしれない。

合成抗酸化剤BHTとの比較では1%紫サツマイモ色素は貯蔵後14日から、0.1%BHTは貯蔵後21日から有意に酸化を抑制した。28日間の貯蔵では1%紫サツマイモ色素添加と0.1%BHT添加では抗酸化作用の有意な差は見られなかった。人参から抽出したアントシアニンがBHTと同等の抗酸化能を持つという報告がある(NARAYAN *et al.*, 1999)。本研究においても同様にアントシアニンを含む紫サツマイモ色素はBHTと同等の抗酸化能を持ち、抗酸化剤としても十分な作用を持つことが明らかとなった。

以上の結果より、紫サツマイモ色素、赤キャベツ色

素、紫トウモロコシ色素を添加することで、マヨネーズ中の脂質の酸化を抑制することが確認された。また、その抗酸化作用は合成抗酸化剤BHTと同等の効果を示し、さらに天然素材の使用により、安全性の高いことから長期保存するマヨネーズにとって有効と考えられる。またアントシアニン系色素を添加することで、色鮮やかなマヨネーズの製造が可能となった。

謝 辞

本研究の一部は文部科学省地域イノベーションシステム整備事業(都市エリア型)の助成により行われた。

文 献

- 寺原典彦・太田英明・吉玉国二郎(2000) アントシアニンの性質: アントシアニン・食品の色と健康. “アントシアニンの性質の項執筆”(編著: 大庭理一郎, 五十嵐喜治, 津久井亜紀夫). 1-36. 建帛社. 東京.
- 五十嵐喜治・佐藤充克・寺原典彦・津田孝範・津志田藤二郎・梶本修身(2000) アントシアニンの性質: アントシアニン・食品の色と健康. “アントシアニンの生体機能調節の項執筆”(編著: 大庭理一郎, 五十嵐喜治, 津久井亜紀夫). 103-185. 建帛社. 東京.
- 津志田藤二郎(2001) 新しい抗酸化食品のデザイン. 食品と開発 36, 5-7.
- 島崎弘幸(1995) 過酸化脂質・フリーラジカル実験法. “過酸化脂質とフリーラジカル入門の項執筆”(五十嵐脩, 島崎弘幸編). 1-12. 学会出版センター, 東京.
- 小林英明・高宮満・長谷川峯夫(2005) 溶存酸素制御によるマヨネーズの酸化防止. オレオサイエンス, 5: 29-35.
- 太田静行(1982) 食品分析法. “過酸化物の項執筆”(日本食品工業学会食品分析法編集委員会編). 551-562. 光琳, 東京.
- 宮川早苗(2006) 抗酸化能の簡易迅速測定法. 食品と開発, 41: 33-35.
- GIUST, M.M. and WROLSTAD, R.E. (2001) Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. in Current Protocols in Food Analytical Chemistry (Wrolstand RE, eds.) F1.2.1-F1.2.13. John Wiley & Sons, Inc, New York.
- WROLSTAD, R.E., ROBERT, W.D. and JUNGMIN, L. (2005) Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. *Trends in Food Science & Technology* 16: 423-428.
- KONCZAKA, I., TERAHARA, N., YOSHIMOTO, M., NAKATANI, M., YOSHINAGA, M. and YAMAKAWA, O. (2005) Regulating the composition of anthocyanins and phenolic acids in a sweet potato cell culture towards

- production of polyphenolic complex with enhanced physiological activity. *Trends in Food Science & Technology* **16**:377-388.
- KANO, M., TAKAYANAGI, T., HARADA, K., MAKINO, K. and ISHIKAWA, F. (2005) Antioxidative activity of anthocyanins from purple sweet potato, *Ipomoea batatas* cultivar ayamurasaki. *Biosci Biotechnol Biochem* **69**:979-988.
- 片山脩・田島眞 (2003) 食品と色. "着色料の性質と利用の項執筆" (光琳選書②). 157-187. 建帛社, 東京.
- GENNARO, L., LEONARDI, C., ESPOSITO, F., SALUCCI, M., MAIANI, G., QUAGLIA, G. and FOGLIANO, V. (2002) Flavonoid and carbohydrate contents in Tropea red onions: effects of homelike peeling and storage. *J Agric Food Chem* **50**:1904-1910.
- NARAYAN, M. S., AKHILENDER, N. K., RAVISHANKAR, G. A., SRINIVAS, L. and VENKATARAMAN, L. V. (1999) Antioxidant effect of anthocyanin on enzymatic and non-enzymatic lipid peroxidation. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* **60**:1-4.

原 著

稲わらとタンパク質補助飼料のルーメン内消化動態に対する相乗効果の評価

Aye Sandar CHO・上田宏一郎*・近藤 誠司

北海道大学大学院農学研究院

〒060-8589 札幌市北区北9条西9丁目

*連絡著者 (Corresponding author): ueko@anim.agr.hokudai.ac.jp

Evaluation of associative effects on ruminal digestion kinetics between rice straw and protein supplements

Aye Sandar CHO, Koichiro UEDA and Seiji KONDO

Laboratory of Animal Production System, Graduate School of Agriculture, Hokkaido University

Kita-ku Kita-9 Nishi-9, Sapporo, 060-8589, Japan

キーワード：相乗効果, 稲わら, タンパク質補助飼料, 消化動態, インビトロガスプロダクション法

Key words : associative effects, rice straw, protein supplements, digestion kinetics, *in vitro* gas production,

要 約

インビトロガスプロダクション (GP) 法を用いて、稲わらとタンパク質補助飼料のルーメン内消化に対する相乗効果を評価した。稲わら (RS) を、大豆粕 (SB)、ヒマワリ粕 (SF)、ラッカセイ粕 (GN) およびゴマ粕 (SS) と70:30の比で混合して培養した。累積GPを培養96時間まで測定し、ガス生成曲線を指数回帰モデルにあてはめてGP動態パラメータを推定した。培養後残渣から乾物消化率 (DMD) および有機物消化率 (OMD) を算出した。有効有機物消化率 (OMED) をGP生成速度およびルーメン通過速度 $2\% \text{ h}^{-1}$ から推定した。タンパク質補助飼料をRSに混合した場合に、GP生成速度はSBとの混合で最も速くなった。RS+SBもしくはRS+GNは他の補助飼料の混合と比べてDMD, OMDおよびOMEDは高い値を示した。タンパク質補助飼料とRSとの混合培養は、その種類に関わらずGP生成速度とOMEDに正の相乗効果をもたらした。しかし、OMEDへの正の相乗効果の程度はいずれのタンパク質飼料についても1~3%程度と小さかった。

and protein source supplements. Rice straw (RS) was incubated with protein supplements, soybean meal (SB), sunflower meal (SF), groundnut meal (GN) and sesame meal (SS) at a ratio of 70:30. Cumulative GP volume was recorded up to 96 h incubation and the simple exponential equation was fitted to the GP production curve to obtain the kinetics of GP. After incubation, the residues were used to measure dry matter and organic matter digestibility (DMD and OMD). Organic matter effective degradability (OMED) was determined using the rate of GP, OMD and $2\% \text{ h}^{-1}$ of ruminal passage rate. When supplements were mixed with RS, the rate of GP was highest for SB mixture. The mixture of RS plus SB or GN showed higher DMD, OMD and OMED than other mixtures. A significant positive associative effects on the rate of GP and OMED were observed when RS was mixed with protein supplements regardless their source. However, the positive associative effect on OMED were only 1 to 3% points for all protein sources.

ABSTRACT

In vitro gas production (GP) was measured to investigate associative effects on ruminal digestion between rice straw

INTRODUCTION

The productivity of ruminant animals in many tropical countries is restricted by their feeds which consist of low nitrogen and high fiber contents. Thus crop residues and agricultural by-products are major source of feedstuff in these regions (TIN NGWE, 2003; KABI *et al.* 2005). An

improvement in ruminant productivity requires a means for upgrading poor roughages such as rice straw through increasing their digestibility.

In Myanmar, intensive smallholder dairy farmers often feed ruminants on rice straw supplemented with various types of protein sources. It is well known that supplementing low quality straw-based diets with protein sources elevates ruminal ammonia nitrogen concentration to improve the slow rate of straw fiber fermentation in the rumen (FIKE *et al.* 1995). TIN NGWE (1990) have revealed that feeding protein supplements from several sources increased the ruminal digestibility compared with the sole rice straw produced in Myanmar. This improvement can be considered as "associative effect" between feeds so that the ruminal digestion of one feed in the diet affected that of other feed. It is necessary to quantify the associative effect between rice straw and varied sources of protein for an efficient use of rice straw. A better understanding of associative effects between rice straw and supplements could help to improve current feeding systems and thus contribute to the development of a more suitable animal production in Myanmar as well as some other Southeast Asia counties.

Although the positive benefits of protein supplementation for the ruminal fermentation of straw fiber appear to be well established, there is a limited amount of quantitative information regarding on associative effects. The quantification of associative effects between feeds requires to be tested both singly and in one or more generally binary combinations (VAN SOEST, 1994). In spite of an importance of *in vivo* approach, it is difficult to compare the associative effects due to a wide variety of supplements. An alternative *in vitro* approach especially gas production method could be suitable for a quantitative evaluation of the associative effects between feeds on the ruminal digestion kinetics and the digestibility.

The objective of this study was, therefore, to evaluate associative effects on ruminal digestion between rice straw and different protein supplements (soybean meal, sunflower meal, groundnut meal and sesame meal) produced in Myanmar, using *in vitro* gas production method. The hypothesis tested in this study was whether associative effects on ruminal fermentation would be varied with protein supplements source due to their ruminal degradation rate.

Materials and Methods

Feedstuffs and chemical analysis

Rice (*Oryza sativa* L.) straw was obtained from the

experimental farm of Agriculture University, Yezin, Myanmar. Soybean (*Glycine max* L.) meal (SB); sunflower (*Helianthus annuus* L.) meal (SF); groundnut (*Arachis hypogaea* L.) meal (GN) and sesame (*Sesamum indicum* L.) meal (SS) were obtained from a local market in the central region of Myanmar. All feed samples were ground by a cutting mill to pass through 1-mm screen prior to the chemical analyses and the *in vitro* gas production measurements. All feeds were analyzed for dry matter (DM), crude protein (CP), crude ash, organic matter (OM), neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF), acid detergent lignin (ADL), ether extract (EE), and non-fibrous carbohydrate (NFC). The content of DM, crude ash, OM, CP and EE were according to the methods by AOAC (1990). The content of NDF, ADF and ADL were measured according to the methods described by GOERING and VAN SOEST (1975). The content of NFC was calculated by subtracting CP, NDF and EE from OM (VAN SOEST *et al.* 1991).

The protein fractions (A, B1, B2, B3 and C) of feedstuffs according the Cornell net carbohydrate and protein system were analysed by SNIFFEN *et al.* (1992) and LICTIRA *et al.* (1996). Fraction A is non-protein nitrogen which is trichloroacetic acid soluble. B is true protein, and C is unavailable true protein or bound protein. Fraction B is further divided into three fractions (B1, B2, and B3) that have different rates of ruminal degradation. Fractions A and B1 are soluble in borate phosphate buffer and are rapidly degraded in the rumen. Fraction B2 is fermented in the rumen at lower rates than buffer-soluble fractions, and some fraction B2 escapes to the lower gut. Fraction B3 is more slowly degraded in the rumen than Fractions B1 and B2 because of its association with the cell wall. Fraction C is the acid detergent insoluble protein (ADICP), and is highly resistant to breakdown by microbial and mammalian enzymes, and it is unavailable for the animal. Fraction B3 is the difference between neutral detergent insoluble protein (NDICP) and ADICP. Fraction B2 can be calculated with the following equation; $B2 = CP - A - B1 - B3 - C$.

Gas production measurements

Rumen digesta was taken from six ruminally fistulated Holstein dry cows (777.4 ± 18.4 kg of BW) fed on corn silage and alfalfa hay twice a day with an allowance at a maintenance level. The management and the rumen fistulation procedures for experimental cows were approved by the Animal Care and Welfare Committee of Hokkaido University, Japan. Rumen fluid inoculum was collected after the morning meal and squeezed through

four layers of cotton gauze. The fluid was transferred to the glass bottle and immediately transported to the laboratory. The culture medium and rumen inoculum procedures used the method of THERODOROU *et al.* (1994).

In vitro gas production was measured from incubation of single substrates of RS and supplement (SB, SF, GN and SS) separately, and their mixtures consisting of 30% supplements with 70% RS. The strip anaerobic methods were used in all steps during the rumen fluid transfer and the incubation period. The individual feed samples and/or the respective mixtures (app. 1g DM) were transferred into 100 ml serum bottles. The bottles were filled with 80 ml medium and pre-warmed at 39°C, and then added 4 ml of reducing agent and 5 ml of rumen fluid inoculum under continuous flow of CO₂. Each sample was incubated in duplicate and two blanks containing rumen fluid and culture medium without sample in each cow was run.

The gas production was measured by reading and recording the amount of gas volume after incubation using 50 ml syringe connected to the incubation bottle with a 23 gauge, 1.25 inch needle. Gas production (GP) was recorded from 1 to 96 h after incubation periods. The incubation terminated after 96 h of incubation. At the end of fermentation period, the residue in the bottles were filtered with pre-weighed filter paper, weighed after drying 4 h at 105°C and then dry matter digestibility (DMD) was calculated. Organic matter residue was measured by incineration (600°C for 2 h) of filter paper and filtrate and organic matter digestibility (OMD) was calculated.

Computation of data and statistical analysis

The collected cumulative GP profiles were fitted to the following simple exponential equation to evaluate kinetics of GP data:

$$GP (ml) = A[1 - \exp(-k(t-LT))]$$

where A is the potential GP (ml), k is the rate of GP (%/h), LT is the lag time (h) before degradation commenced, assuming that no gas was produced for $t < LT$, t is the hour since incubation.

The predictive values of cumulative GP in each time point were obtained by summation of two single feed data with considering their proportions in the mixture. These predicted data were fitted to the model again and thus predicted GP kinetics parameters were obtained. To detect possible associative effects of the mixtures, the parameters derived from predicted values of a mixture were compared with their correspondent parameters derived from observed values of mixture.

Organic matter effective degradability (OMED) was calculated from GP parameter by using at a rumen outflow

per h of 0.02 according to FRANCE *et al.* (2000):

$$ED = S_0 \exp(-0.02)[k/(0.02 + k)]$$

where k is the rate of GP (/h) and S₀ represents the OM disappearance after 96 h of incubation (%).

For DMD and OMD, predicted value was calculated by summing the digestibility from the single feedstuff incubation with considering their proportion. Predicted value of OMD and k were used to obtain the predicted OMED.

All data obtained from the study were statistically analysed using the GLM procedure of SAS (2004) as a randomized block design regarding cows as blocks. The significance of difference between feeds was analyzed with Tukey's multiple range tests. In order to determine the associative effects, the observed values of GP parameters and digestibility were compared with the correspondent predicted values with paired t-test.

Results and Discussion

The chemical compositions and protein fraction of feedstuffs are presented in Table 1. The chemical composition of RS used in this study was typical one, as low content of OM, CP and NFC accompanied with high content of NDF, ADF and ADL. However, when compared to the Japanese feed standard table (NARO, 2001), the CP content of RS was slightly lower. Four sources of protein supplements contain a greater amount of CP but were varied between 34.5% of DM for SF to 53.9% of DM for GN. The contents of EE of all four supplements were ranged between 6.6 to 9.4% of DM and were considerably higher than the standard values (1.2 to 2.2% of DM; NARO, 2001). This could be because the protein supplements used in this study were made with a mechanical oil extraction method in Myanmar. KRISHNAMOORTHY *et al.* (1995) reported that the EE contents of groundnut meal made with mechanical oil extraction was higher (7.3%) than that made with a solvent extraction method (0.0%). Fiber content in protein supplements was generally low but SF contained considerably greater NDF, ADF and ADL compared with other tree supplements. The content of NFC was higher for SB (25.3% of DM) than other supplements (18.4 to 20.4% of DM).

The contents of CP fractions of protein supplements had a wide variation with their sources (Table 1). The CP of SB contained the lowest A and the highest B1 fraction among supplements. On the contrary, the CP of GN contained the highest A fraction among supplements. The CP of SF and SS contained the moderate A and the

relatively lower B1 among supplements. The content of B2 was lower for SF and GN than SB and SS. Therefore, the degradation rate of CP with the ruminal fermentation could be ranked as the highest in GN, the intermediate in SF and SS, and the lowest in SB among supplements.

Table 1 Chemical composition and crude protein fractions of experimental feedstuffs (RS: rice straw, SB: soybean meal, SF: sunflower meal, GN: groundnut meal, SS: sesame meal)

	RS	SB	SF	GN	SS
	— % of dry matter —				
Organic matter	83.0	93.0	92.5	94.2	85.8
Crude protein	4.2	45.2	34.5	53.9	44.1
Ether extract	1.1	6.7	9.4	7.6	6.6
Neutral detergent fiber	70.3	17.5	31.9	13.4	18.1
Acid detergent fiber	41.2	13.7	25.3	8.9	9.5
Acid detergent lignin	5.5	1.5	9.5	1.4	2.8
Non-fiber carbohydrate	9.5	25.3	19.4	20.4	18.4
Crude protein fraction					
A	0.6	6.2	20.2	40.8	24.1
B1	0.0	22.7	4.8	5.5	5.8
B2	1.4	14.6	6.7	6.4	12.8
B3	1.1	1.3	1.3	0.0	0.7
C	1.1	0.5	1.3	1.2	0.7

A: non-protein nitrogen x 6.25, B1: rapidly degradable protein, B2: intermediately degraded protein, B3: slowly degraded protein, C: bound protein

The gas production parameters, DMD, OMD and OMED measured by an incubation with a single feedstuff are presented in Table 2. The protein supplements used in this study had generally less A, higher k and shorter LT compared with RS. The digestibility (DMD, OMD and OMED) was higher for SB, GN and SS than for RS but OMD was lower for SF than for RS. Among protein sources, A was the greatest for SB and the least for SF. However, the k was not differed among SB, SF and GN but differed between SF and SS. The lag time of protein supplements did not differ among supplements. The digestibility (DMD, OMD and OMED) of SB and GN were higher than those of SF and SS. The digestibility was

Table 2 Gas production parameters, DMD, OMD and OMED of individual feedstuffs (RS: rice straw, SB: soybean meal, SF: sunflower meal, GN: groundnut meal, SS: sesame meal) when incubated as a sole substrate (n = 6)

	RS	SB	SF	GN	SS	SEM	P value
A, ml/g OM	173 ^a	184 ^a	87 ^c	126 ^b	145 ^{ab}	7.95	<0.01
k, % / h	2.9 ^c	9.5 ^{ab}	11.0 ^a	9.2 ^{ab}	8.5 ^b	0.51	<0.01
LT, h	8.0 ^a	2.5 ^b	3.0 ^b	2.4 ^b	2.5 ^b	0.29	<0.01
DMD, %	58.0 ^c	78.7 ^a	54.4 ^c	77.4 ^a	61.4 ^b	0.47	<0.01
OMD, %	65.9 ^b	81.1 ^a	55.3 ^c	79.5 ^a	67.8 ^b	0.47	<0.01
OMED, %	37.6 ^d	65.6 ^a	45.8 ^c	62.7 ^a	53.0 ^b	1.52	<0.01

A: potential gas production; k: rate of gas production; LT: lag time; DMD: *in vitro* dry matter digestibility; OMD: *in vitro* organic matter digestibility; OMED: organic matter effective degradability; ^{abcd} Means with the same letter in the same row do not differ significantly (P < 0.05)

similar between SB and GN, and was the least for SF among supplements.

The highest A and digestibility for SB could be due to the higher content of easily digestible carbohydrate (NFC). Although A of GN was less than that of SB, the digestibility was as high as that of SB. This could be due to the least content of carbohydrate (NDF + NFC) accompanied with the high soluble CP content. CONE and VAN GELDER (1999) showed that the fermentation of a protein-rich substrate causes less GP than carbohydrate-rich fractions because of the binding of carbon dioxide with ammonia. Contrarily, the lowest A and digestibility in SF could be associated with the highest EE contents that might interfere with a microbial attachment as well as the highest lignin content. This result was agreed with KIRAN and KIRASHNAMOORTHY (2007) who reported that A and true digested OM were the lowest for SF among four protein sources compared.

Table 3 shows GP parameters, DMD, OMD and OMED of observed values from an actual mixture of RS and protein supplements. There was no difference in A and LT among four mixtures of RS and protein supplements. The k was the highest for mixture RS + SB, but did not differ among other three mixtures. The order of DMD and OMD of mixtures were similar to the result from single feedstuff incubation. However, OMED of RS + SB was significantly higher than that of RS + GN reflecting the higher k for RS + SB. Other two mixtures had lower OMED compared with the mixture RS + GN.

The predicted gas production parameters and digestibility from the measurements of RS and protein supplements incubated individually are shown in Table 4. The difference in the predicted gas production parameters and digestibility among four mixtures were similar to those of observed values derived from actual mixture (Table 3).

A comparison was done between the observed values and the correspondent predicted values (Table 4). When A,

Table 3 Gas production parameters, DMD, OMD and OMED when rice straw (RS) was incubated with protein supplements (SB: soybean meal, SF: sunflower meal, GN: groundnut meal, SS: sesame meal) at a proportion of 70:30 (n = 6)

	RS+SB	RS+SF	RS+GN	RS+SS	SEM	P value
A, ml/g OM	199	170	180	180	4.75	0.17
k, % / h	4.5 ^a	3.8 ^b	3.9 ^b	3.8 ^b	0.09	0.03
LT, h	3.1	3.8	3.4	3.5	0.24	0.26
DMD, %	64.6 ^a	58.1 ^c	64.4 ^a	60.9 ^b	0.34	<0.01
OMD, %	70.7 ^a	63.4 ^c	70.5 ^a	66.2 ^b	0.28	<0.01
OMED, %	47.8 ^a	40.8 ^c	45.4 ^b	42.5 ^c	0.34	<0.01

A: potential gas production; k: rate of gas production; LT: lag time; DMD: dry matter digestibility; OMD: organic matter digestibility; OMED: organic matter effective degradability; ^{abc} Means with the same letter in the same row do not differ significantly (P < 0.05)

k and digestibility from observed values were higher and LT was less than that from predicted values, an associative effect could be regarded as positive. When the inverse trend was observed, an associative effect could be regarded as negative. The higher values of observed A were shown for four all mixtures, although they were not statistically differed except for RS + GN. The higher values were also shown in the observed k for all mixtures with statistical differences (RS + SB, RS + GN and RS + SS) or a trend (RS + SF, $P=0.08$). However, there were no differences in LT between observed and predicted values for all mixtures.

Table 4 Predicted value from the data of rice straw (RS) and protein supplements (SB: soybean meal, SF: sunflower meal, GN: groundnut meal, SS: sesame meal) incubated individually and the comparison between observed value and predicted value of gas production parameters, DMD, OMD and OMED with pared t-test ($n = 6$)

	Predicted value				Comparison (P value)			
	RS+ SB	RS+ SF	RS+ GN	RS+ SS	RS+ SB	RS+ SF	RS+ GN	RS+ SS
A, ml/g OM	170	142	151	160	0.11	0.14	<0.01	0.14
k, % / h	4.1	3.3	3.6	3.5	0.02	0.08	<0.01	0.01
LT, h	2.9	3.7	3.4	3.4	0.76	0.89	1.00	0.90
DMD, %	64.2	56.9	63.8	59.0	0.20	0.11	0.10	<0.01
OMD, %	70.4	62.7	70.0	66.4	0.56	0.37	0.47	0.65
OMED, %	46.2	38.1	44.0	41.6	<0.01	0.02	0.01	<0.01

A: potential gas production; k: rate of gas production; LT: lag time; DMD: dry matter digestibility; OMD: organic matter digestibility; OMED: organic matter effective degradability

Although there were no difference in OMD between observed and predicted, the OMED were significantly higher for observed value four all four mixtures (Table 4). The increases of actual mixtures in OMED were 1.6, 2.7, 1.4 and 0.9% points for RS + SB, SF, GN and SS, respectively, which were brought by the increases in k. The results suggested that when using reference values for feed formulation in Myanmar ruminant production systems based on rice straw, the protein source supplements would be underestimation and the increase in 1 to 2% points of digestibility should be taken into consideration from the point of their positive associative effects

In this study, positive associative effects in mixtures of RS and protein supplements were observed in k and OMED. The protein supplements can provide adequate nitrogen to the rumen microbes which are restricted growth and activity. Although the k of SB with single feedstuff incubation was not significantly differed with GN or SF (Table 2), the k became the most rapid when SB was mixed with RS (Table 3). It could be considered that the slow CP degradation rate of SB, which was determined with CP fraction, may be well matched to the slow rate of

RS fiber degradation in the rumen and led to the increased OMED. The CP degradation rate of other supplements in this study could be too fast to match to the rice straw fiber fermentation by the rumen microbes.

SAMPATH *et al.* (1995) also studied the effect of supplementation of various nitrogen sources to finger millet straw with *in vitro* GP and showed that urea which would have the most rapid CP degradation rate brought the negative associative effects on the accumulated volume of early stage GP of the straw mixture. Moreover, cottonseed meal mixture and groundnut meal supplementation made a positive associative effect on the accumulated volume of early stage GP of the straw mixture, however, the extent of increase of observed value compared to the predicted value was largely higher for the mixture of groundnut. This could attribute to the too slow CP degradation rate of cottonseed meal, whereas the groundnut could have a suitable moderate rate of CP degradation to gain the greater associative effect during the early stage of rumen digestion. These results suggest that the CP degradation rate of protein supplements is essential to match to the degradation rate of the straw to obtain a maximum rate of rice straw fermentation with a positive associative effect.

The positive associative effects on k and OMED was not so large in this experiment. This was similar to the report by SAMPATH *et al.* (1995) who found that *in vitro* DMD of finger millet straw were increased 1.1 and 1.7% points for groundnut meal and cottonseed meal supplementation, respectively. However, *in vivo* DMD and OMD of rice straw were increased from 3.0% to 7.0% points by soybean meal, groundnut meal and sesame meal supplementation (TIN NGWE, 1990), which was slightly higher than the values in this study. A possible factor attributing to the less positive associative effect on k and OMED was the high EE contents in the protein supplements used in this study. A high EE content of the diet inhibits the ruminal microbial activity. The content of EE greater than 6.0% of DM for all protein supplements could partially cancel a potential extent of positive associative effect. A methodology of *in vitro* GP incubation using nitrogen-rich medium can be an alternative reason as suggested by DRYHURST and WOOD (1997).

It was concluded that the protein degradation rate of oil cake produced in Myanmar affected the extent of positive associative effect on the rate of RS fermentation. Rice straw can be fermented more rapidly in the rumen when supplemented with SB compared with SF, GN and SS. However, the increase of OMED due to a positive associative effect was only 1 to 3% regardless protein source.

References

- A.O.A.C (1990) Official Methods of Analysis of the Association of official analytical chemists. 15th edn. Association of Official Analytical Chemists. Arlington.
- DRYHURST, N. and C. D. WOOD (1998) The effect of nitrogen source and concentration on *in vitro* gas production using rumen micro-organisms. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **71**:131-143.
- FIKE, G. D., D. D. SIMMS, R. C. COCHRAN, E. S. VANZANT, G.L. KUHL and R. T. BRANDT JR (1995) Protein supplementation of ammoniated wheat straw: effect on performance and forage utilization of beef cattle. *J. Anim. Sci.*, **73**:1595-1601.
- FRANCE, J., J. DIJKSTRA, M. S. DHANOA, S. LOPEZ and A. BANNINK (2000) Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profiles observed *in vitro*: derivation of models and other mathematical considerations. *Brit. J. Nutr.*, **83**:143-150.
- GOERING, H. K. and P. J. VAN SOEST (1975) Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agric. Handbook No. 379*. A.R.S., U.S.D.A. Washington D. C.
- KABI, F., F. B. BAREEBA, Ø. HAVREVOLL and I. D. T. MPOFU (2005) Evaluation of protein degradation characteristics and metabolisable protein of elephant grass (*Pennisetum purpureum*) and locally available protein supplements. *Livest. Prod. Sci.*, **95**:143-153.
- KIRAN, D. and U. KRISHNAMOORTHY (2007) Rumen fermentation and microbial biomass synthesis indices of tropical feedstuffs determined by the *in vitro* gas production technique. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **134**: 170-179.
- KRISHNAMOORTHY, U., H. SOLLER., H. STEINGASS and K.H.MENKE (1995) Energy and protein evaluation of tropical feedstuffs for whole tract and ruminal digestion by chemical analyses and rumen inoculum studies *in vitro*. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **52**:177-188.
- LICITRA, G., T. M. HERNANDEZ and P. J. VAN SOEST (1996) Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **57**:347-358.
- N.A.R.O (2001). Standard tables of feed composition in Japan 2001. Japan Livestock Industry Association. Tokyo. (in Japanese).
- SAS (2004) SAS/STAT User's Guide Version 9.1.3. 1733-1908. SAS Institute Inc. Cary.
- SNIFFEN, C. J., J. D. O'CONNOR, P. J. VAN SOEST, D.G. FOX and J. B. RUSSELL (1992) A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, **70**: 3562-3577.
- SAMPATH, K.T., C. D. WOOD and C. S. PRASAD (1995) Effect of urea and by-products on the *in-vitro* fermentation of untreated and urea treated finger millet (*Eleusine coracana*) straw. *J. Sci. Food Agric.*, **67**:323-328.
- THEODOROU, M. K., B. A. WILLIAMS, M. S. DHANOA, A. B. MCALLAN and J. FRANCE (1994) A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **48**: 185-197.
- TIN NGWE (1990) The effects of different sources of protein supplement on the utilization of rice straw based diet in castrated growing young calves. M. Agr. Thesis. Graduate School of Agriculture, Hokkaido University. Sapporo.
- TIN NGWE (2003) Study on effects of chickpea (*Cicer Arietinum*) husk and lablab bean (*Dilichos Lablab*) husk, as sources of easily digestible fiber, on rice straw digestion and ruminal characteristics in sheep. Ph.D. Thesis. Graduate School of Agriculture, Hokkaido University. Sapporo.
- VAN SOEST, P. J., J. B. ROBERTSON and B. A. LEWIS (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, **74**: 3583-3597.
- VAN SOEST, P. J. (1994) Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. 357-370. Cornell University Press. New York.

原 著

野生エゾシカ由来のドッグフードの飼料成分

林田 まき¹・相馬 幸作²・本田 悠²・若山 祐介²・増子 孝義^{2*}

¹東京農業大学短期大学部 生物生産技術学科
〒156-8502 世田谷区桜丘1-1-1

²東京農業大学生物産業学部 生物生産学科
〒099-2493 北海道網走市八坂196

*連絡著者 (Corresponding author) : t-masuko@bioindustry.nodai.ac.jp

Feed composition in the dog foods made of wild Yeso sika deer (*Cervus nippon yesoensis*)

Maki HAYASHIDA¹, Kousaku SOUMA², Osamu HONDA², Yusuke WAKAYAMA², Takayoshi MASUKO²

¹Department of Bio-production Technology, Junior college of Tokyo University of Agriculture
1-1-1, Sakuragaoka, Setagaya-ku, Tokyo, 156-8502, Japan

Tel : 03-5477-2476, Fax : 03-5477-2628,

²Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture
196, Yasaka, Abashiri-shi, Hokkaido, 099-2493, Japan

Tel : 0152-48-3825, Fax : 0152-48-3825

キーワード：飼料成分、ドッグフード、野生エゾシカ

Key words : feed composition, dog foods, wild Yeso sika deer

【要 約】

狩猟捕獲および生体捕獲した野生エゾシカを解体して得られた肉、内臓およびその他の器官等を成型・乾燥して製造したドッグフードおよび堅角の一般成分およびミネラル含量を測定した。肉、内臓およびその他の器官由来ドッグフードは粗蛋白質を多く含み (60.0～76.4%DM)、総エネルギー含量はアカシカ肉、ウシやブタの内臓より高いか同等であった。ミネラル含量は原材料によって異なり、堅角に多く含まれるほか、肉および内臓由来ドッグフードにはリンとカリウム、肝臓には銅が多く含まれていた。エゾシカ由来ドッグフードは飼料成分において、イヌの要求量に対する過不足はあるが、育成期や妊娠期、泌乳期等の特定の生理状態の個体に対する栄養補助飼料としての利用が可能であると考えられた。

Abstract

A nutrient contents of meats, internal organs, and antlers, that were collected from wild Yeso sika deer (*Cervus nippon yesoensis*) were analyzed for utilizing as a dog food. The crude protein contents of meats and internal organs were rich (60.0-76.4%DM). The gross energy contents of them were similar or relatively higher than those of meat of red deer (*Cervus elaphus*) and the internal organs of cattle and pigs. Mineral contents were different depending on the raw materials. The antlers were very rich in minerals. The meats and internal organs contained more phosphorus and potassium than other elements. Livers were rich in copper. The nutrient contents of the dog foods were too much or too little to the requirements of dogs, while it was suggested that the dog foods made of Yeso sika deer could be available as rewards, snacks and supplements during stages such as growing, pregnant and

lactating periods, in addition to the daily basal diets.

【緒 言】

北海道では野生エゾシカによる農林業被害が問題となっており、エゾシカの個体数調整の一環として、狩猟捕獲や許可捕獲（有害鳥獣駆除）のほか、生体捕獲した個体を短期間飼育し、肉を食用に利用する「一時養鹿システム」が稼働している。鹿肉は高蛋白質、低脂肪であることから、生活の欧米化に伴って需要の増えた動物性食品を頻繁に利用したいが生活習慣病は予防したいという消費者の相反するニーズに応える新しい食品の1つとして注目されてきている。

一方で、エゾシカの食肉利用に伴って、食用に適さない肉や内臓、骨、堅角、皮等の副産物の処理が新たな問題となっている。これまでに、エゾシカの皮を利用したセーム革や堅角のアクセサリ等が土産品として販売されているが、今後はさらに肉や内臓、その他の部位の有効利用が必要とされる。

近年の食の安全・安心に対する消費者の関心が高まるなかで、より安心できる原材料を用いた国産ペットフードの製造にも注目が集まってきている。平成21年6月1日から、「愛がん動物用飼料の安全性の確保に関する法律」（ペットフード安全法）が施行され、ペットフードの成分規格と製造方法が定められた。さらに、名称、原材料名、原産国名、賞味期限、製造業者名称および住所の表示が義務付けられている。このような状況下において、家畜副産物に加えてエゾシカの肉、内臓およびその他の器官を用いたドッグフードが商品化され、無添加国産飼料として販売されている。エゾシカの肉は肉と同様にイヌの嗜好性が良く、今後の需要拡大が期待される。また、エゾシカの堅角は家畜の骨と同様にイヌ用ボーンガムとしても利用されている。しかし、家畜のように肉や内臓等が頻繁に利用されるものではないことから、エゾシカの肉、内臓、その他の器官および堅角等を用いたドッグフードの成分に関する報告は少なく、栄養素についての正確なデータが必要とされている。

そこで本研究では、肉、内臓、その他の器官および堅角等のドッグフードの一般成分およびミネラル含量を調査した。

【材料および方法】

1. 肉、内臓およびその他の器官

札幌市の有限会社ドッグライフ（以降ドッグライフと呼ぶ）および斜里郡の株式会社知床エゾシカファーム（以降知床ファームと呼ぶ）で製造および販売されているドッグフード15種類を粉碎して分析に供試した。ドッグライフでは、契約ハンターにより提供され

る銃捕獲鹿を用いてドッグフードを製造し、直営店または取扱店で販売している。知床ファームでは、近距離圏内で生体捕獲したエゾシカを一時養鹿して食肉用に解体する個体と、契約ハンターにより提供される個体を用いてドッグフードを製造している。

分析に供試したドッグフード製品は、ドッグライフの干肉、肉サラミ（小麦と鶏卵を添加）、レバー、レバーサラミ（小麦と鶏卵を添加）、心臓、肺、ふりかけ（鹿肉を粉碎）、耳、アキレス（アキレス腱）、ヒヅメ（蹄）および鹿鞭（陰茎）の11種類と、知床ファームの赤身肉、肝臓、心臓および肺の4種類であった。両社の全ての製品は、成型・乾燥したものであった。

2. 堅角

堅角は、知床ファームと網走市の堅角加工業者から提供された9本を供試した。提供された9本のうち6本の堅角は、解体された6個体から切断されたもの（切角）である。6本の堅角は大小の異なる大きさであった。残り3本は自然に落角したもの（落角）であった。これらの堅角を電動ドリルで削り、分析用試料とした。

3. 成分の分析

ドッグフードおよび堅角は水分、粗蛋白質、粗脂肪および粗灰分含量（一般成分）、総エネルギー含量を測定した。ミネラルはカルシウム、リン、マグネシウム、カリウム、ナトリウム、銅、鉄、マンガンおよび亜鉛含量を測定した。一般成分は常法（自給飼料品質評価研究会, 2001）、総エネルギー含量は自動熱量計（島津燃研式自動ボンブ熱量計CA-4P型）、ミネラル含量は原子吸光分光光度計（VARIAN AA280FS型）により測定した。

【結果および考察】

1. 一般成分および総エネルギー含量

エゾシカ由来ドッグフードの一般成分および総エネルギー含量を表1に示した。肉、内臓およびその他の器官から製造された製品（エゾシカ由来ドッグフード）は、2製品（肉サラミ、レバーサラミ）を除き単味飼料であった。いずれも水分含量は少なく10%程度であった。

粗蛋白質含量は多く、肉を中心に造られたドッグフードで平均60.0%DM、内臓で平均62.2%DM、陰茎やアキレス腱、蹄、耳等、コラーゲンやケラチンの多く含まれる部位で平均76.4%DMであった。肉由来ドッグフードの粗蛋白質含量（60.0%DM）は、アカシカ肉（87.8%DM）（五訂日本食品標準成分表, 2000）やエゾシカ肉（84.7および90.9%DM）（笠井ら, 1999; 岡本ら, 2004）およびホンシュウジカ肉（91.5%DM）（石塚ら, 2001）に比べると少なかった。北原ら（2011）

Table 1 Feed composition and energy contents in the dog foods and the antlers made of wild Yezo sika deer (*Cervus nippon yessoensis*)

sika deer (<i>Cervus nippon yesuensis</i>)		Moisture	Crude Protein	Crude Fat	Crude Ash	Gross energy
		%	----- %DM -----			kcal/kgDM
meats						
dried meat	Dog-life	9.6	61.7	9.7	4.4	5,210
salami	Dog-life	7.2	44.9	15.7	4.1	5,754
dried meat	Shiretoko farm	8.7	74.6	17.9	4.8	6,188
dried seasoning	Dog-life	6.6	58.9	12.0	4.3	5,621
average		8.0	60.0	13.8	4.4	5,693
internal organs						
heart	Dog-life	9.0	59.7	9.9	5.2	5,341
heart	Shiretoko farm	9.7	83.4	6.5	5.1	5,050
liver	Dog-life	12.9	50.9	14.8	4.7	5,568
liver salami	Dog-life	9.0	31.8	4.3	4.9	4,934
liver	Shiretoko farm	12.0	67.8	11.7	5.3	5,477
lungs	Dog-life	9.5	61.4	6.9	4.5	5,204
lungs	Shiretoko farm	8.2	80.7	10.6	5.7	5,643
average		10.0	62.2	9.2	5.1	5,317
other organs						
Achilles' tendon	Dog-life	14.2	73.1	5.2	2.0	4,720
penis	Dog-life	14.2	69.2	1.9	2.8	5,350
hooves	Dog-life	10.6	70.6	1.0	0.9	5,537
ears	Dog-life	11.4	92.8	4.0	2.3	5,406
average		12.6	76.4	3.0	2.0	5,253
antlers						
cut	Shiretoko farm	7.2	26.1	0.3	63.7	2,015
cut	Antler processor	7.4	25.9	0.4	63.6	1,889
fallen	Antler processor	6.8	26.4	0.2	63.8	1,885
average		7.1	26.1	0.3	63.7	1,930

によると、成型やコスト削減のために様々な原材料が配合される市販のドライフードの粗蛋白質含量は平均29.6% DMである。また、NRC (2006) のイヌおよびネコの栄養要求量に示されている飼料成分表では、ドライ、セミモイストおよび缶詰タイプでそれぞれ18～32、20～28および28～50% DMと記載されている。エゾシカ由来ドッグフードは単味飼料（2製品を除く）であることから、粗蛋白質含量はウシやブタの肉（65.2～78.2%DM）または内臓（65.5～72.9%DM）（五訂日本食品標準成分表, 2000）に比較的近い数値となった。

粗脂肪含量は肉由来ドッグフードで平均13.8% DMであり、アカシカ肉（5.9%DM）、エゾシカ肉（8.7および4.9%DM）（笠井ら, 1999；岡本ら, 2004）およびホンシュウジカ肉（3.2%DM）（石塚ら, 2001）よりも著しく高く、市販のドッグフードの平均13.7%DM（北原ら, 2011）と同程度であった。肉由来ドッグフードの粗脂肪含量が高かったのは、できるだけ皮下脂肪を除去するものの、原材料の歩留まりを維持するために皮下脂肪や筋間脂肪が混入したことが原因と推測される。したがって、肉のみを活用すれば粗脂肪含量は低下するものと考えられる。内臓およびその他の器官由来のドッグフードの粗脂肪含量の平均値はそれぞれ

9.2および3.0%DMであり、ウシやブタの内臓（12.1～30.2% DM）（五訂日本食品標準成分表, 2000）に比べて少なかった。

肉由来ドッグフードの総エネルギー含量は5,693 kcal/kgDMであり、アカシカ肉（4,331kcal/kgDM）（五訂日本食品標準成分表, 2000）に比べて高かった。これは、上述のように肉由来ドッグフードに粗脂肪が多く含まれることが原因と考えられる。一方、内臓およびその他の器官由来ドッグフードでは5,317および5,253kcal/kgDMであり、ウシやブタの内臓（4,571～5,635kcal/kgDM）と大きな差異はなかった（五訂日本食品標準成分表, 2000）。また、全ての製品において、市販のドライフードの総エネルギー含量3,927kcal/kgDM（北原ら, 2011）およびNRC (2006) に記載されているドライ、セミモイストおよび缶詰タイプの値（3,000～4,500kcal/kgDM）よりも高かった。

肉と内臓由来のドッグフードの粗灰分含量はそれぞれ平均4.4%DM、5.1%DMでアカシカ、ウシ、ブタの肉（3.0～4.3%DM）や内臓（4.0～6.1%DM）（五訂日本食品標準成分表, 2000）と同程度であった。堅角には、粗蛋白質（平均26.1% DM）および粗灰分（平均63.7% DM）が多く含まれており、総エネルギー含量

は平均1,930kcal/kgDMであった。粗脂肪含量は少なく平均0.3%DMであった。

各栄養素における成犬の維持要求量は、安全率を加味すると粗蛋白質含量10.0% DM、総脂肪含量5.5% DM、総エネルギー含量4,000kcal/kgDMである(NRC, 2006)。上述のようにエゾシカ由来のドッグフードは粗蛋白質、粗脂肪および総エネルギー含量が成犬の維持要求量よりも多かった。

2. ミネラル含量

エゾシカ由来ドッグフードのミネラル含量を表2に示した。肉、内臓およびその他の器官のミネラル含量は原材料によって異なった。肉と内臓由来ドッグフードには、リン(6,693および9,960mg/kgDM)とカリウム(10,609および8,938mg/kgDM)が多く含まれており、ホンシュウジカ肉のリン(10,124mg/kgDM)およびカリウム(17,469mg/kgDM)含量(石塚ら, 2001)およびエゾシカ肉のリン(8,372mg/kgDM)およびカリウム(10,727mg/kgDM)含量(笠井ら, 1999)と類似していた。これらの元素は蹄や耳等、その他の器官には少なかった。心臓、肝臓、肺等の内臓には一般に鉄が多く含まれることから、内臓由来ドッグフードの鉄含量は平均527mg/kgDMであり、肉(322mg/kgDM)

やその他の器官由来のドッグフード(366mg/kgDM)に比べて多かった。肉由来ドッグフードの鉄含量は内臓由来ドッグフードよりも少ないものの、ホンシュウジカやエゾシカにおける筋肉の鉄含量(162, 182および223mg/kgDM)(石塚ら, 2001; 笠井ら, 1999; 岡本ら, 2004)がウシやブタ(24~92mg/kgDM)よりも高いとする報告を考え合わせると、エゾシカ由来ドッグフードは鉄を豊富に含むといえる。亜鉛は肉および内臓由来ドッグフード(205および166mg/kgDM)に、銅は肝臓(73~137mg/kgDM)に多く含まれていた。全体として、エゾシカ由来ドッグフードにはアカシカ、ウシ、ブタの肉や内臓(五訂日本食品標準成分表, 2000)に比べてカルシウム、ナトリウム、鉄および亜鉛が多く含まれていた。しかし、カルシウム含量は成犬の要求量(4,000mg/kgDM)ほど多くなかった(NRC, 2006)。

堅角のミネラル含量において、カルシウムは平均218,646mg/kgDM(21.9% DM)、リンは平均102,797mg/kgDM(10.3%DM)、鉄は平均644mg/kgDMと多く含まれていた。切角と落角を比較すると、鉄含量に差がみられ、落角の値は切角の54%に過ぎなかった。これは堅角に含まれる血液が落角よりも切角に多く残存していたことが原因と考えられる。堅角のミネラル含量から、成長期や妊娠期、泌乳期等、ミネラル要求量

Table 2 Mineral contents in the dog foods and the antlers made of wild Yezo sika deer (*Cervus nippon yessoensis*) (mg/kgDM)

		Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
meats										
dried meat	Dog-life	1,881	7,633	996	12,611	2,102	12.5	841	35.7	225
salami	Dog-life	1,832	5,280	647	8,728	6,250	4.5	127	22.0	132
dried meat	Shiretoko farm	876	6,791	876	9,748	1,205	8.2	173	54.5	245
dried seasoning	Dog-life	1,713	7,066	857	11,349	2,463	6.4	148	19.0	219
average		1,575	6,693	844	10,609	3,005	7.9	322	32.8	205
internal organs										
heart	Dog-life	1,978	9,121	989	11,868	3,077	20.7	509	21.2	91
heart	Shiretoko farm	997	9,302	886	10,188	2,326	21.4	719	116.1	174
liver	Dog-life	804	11,825	689	8,496	2,755	137.3	697	36.5	155
liver salami	Dog-life	879	7,582	549	6,264	4,505	72.9	481	45.6	54
liver	Shiretoko farm	909	12,273	568	8,636	1,932	120.6	352	65.1	475
lungs	Dog-life	1,989	8,398	442	8,287	5,304	9.5	76	34.7	83
lungs	Shiretoko farm	1,198	11,220	654	8,824	4,466	8.3	856	217.9	130
average		1,251	9,960	682	8,938	3,481	55.8	527	76.7	166
other organs										
Achilles' tendon	Dog-life	2,564	1,632	350	2,331	4,662	5.6	480	141.1	57
penis	Dog-life	1,748	2,448	350	4,312	5,828	17.1	572	0.0	55
hooves	Dog-life	1,678	895	224	895	1,342	3.5	212	27.2	109
ears	Dog-life	2,370	1,242	564	3,047	3,386	4.7	201	27.7	30
average		2,090	1,554	372	2,646	3,804	7.7	366	49.0	63
antlers										
cut	Shiretoko farm	215,517	103,125	5,603	647	5,496	—	—	—	—
cut	Antler processor	207,232	104,013	5,612	629	5,560	3.3	835	53.9	98
fallen	Antler processor	233,189	101,255	5,543	786	5,400	2.8	453	41.0	99
average		218,646	102,797	5,586	687	5,485	3.1	644	47.4	98

の多い時期のサプリメントとしての利用が考えられる。また、一般にイヌ用ボーンガムとして用いられる家畜の骨と同様に、長時間噛ませて唾液分泌の促進や歯石の除去に役立つことも期待される。

2社のドッグフード製品を同一部位で比較すると、知床ファームの製品は粗蛋白質、マンガンおよび亜鉛の含量が多い傾向にあった。知床ファームは北海道東部地域、ドッグライフは西部地域から原材料を採取している。エゾシカの生息域が大きく異なることから、エゾシカの飼料源の相違が予想されるとともに、雌雄や年齢の違いも考えられ、これらの要因が成分に影響を及ぼしたものと思われる。

全体として、エゾシカ由来ドッグフードのミネラル含量は成犬の要求量（NRC, 2006）より多かった。このことから、乾物要求量を満足するようにエゾシカ由来のドッグフードを給与すると、過剰給与になるものもある。しかし、エゾシカ由来ドッグフードをイヌに毎日給与する基礎飼料として利用しないならば、要求量に対する過不足は大きな問題とはならないと考えられる。すなわち、ミネラルと蛋白質を多く含むことから、褒美やおやつ、あるいは育成期や妊娠期、泌乳期等の特定の生理状態の個体に給与する栄養補助飼料としての利用が推奨される。

【引用文献】

- 五訂日本食品標準成分表（2000）文部科学省資源調査会。
- 石塚 譲・川井裕史・大谷新太郎・入江正和（2001）野生ホンシュウジカ（*Cervus Nippon centralis*）筋肉における一般成分、無機物含量と色調。日本畜産学会報, 72 (10): J551-J556.
- 自給飼料品質評価研究会（編）（2001）粗飼料の品質評価ガイドブック。日本草地協会。東京。
- 笠井孝正・境 博成・石島芳郎・長谷川忠男（1999）エゾシカ肉の一般成分、脂質性状および無機質含量。日本食品科学工学会誌, 11: 710-718.
- 北原理作・大矢恵里子・伊澤 信・大島佳子・相馬幸作・増子孝義・前田一路・斉藤三郎（2011）エゾシカ原料ペットフードのミネラル成分特性。畜産の研究, 65 (11): 1103-1108.
- NRC（2006）Nutrient Requirements of Dogs and Cats. National Academy Press, Washington, D. C.
- 岡本匡代・坂田澄男・木下幹朗・大西正男（2004）野生エゾシカ肉の栄養特性について。日本栄養・食糧学会誌, 57: 147-152.

原 著

ウシ卵胞発育過程における卵胞膜細胞のエンドトキシン受容体の発現動態

堀内 まや・越前谷 陸・宮本 明夫・村山 千明・清水 隆*

帯広畜産大学大学院畜産衛生学専攻動物医科学分野

〒080-8555 北海道帯広市稲田町西2-11

*連絡著者 (Corresponding author) :shimizut@obihiro.ac.jp

Expression of endotoxin receptors in theca cells during follicular development in bovine ovary

Maya HORIUCHI, Riku ECHIZENYA, Chiaki MURAYAMA, Akio MIYAMOTO, Takashi SHIMIZU

Graduate School of Animal and Food Hygiene, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine,

2-11, Inada-cho, Obihiro, Hokkaido, 080-8555, Japan

キーワード：リポポリサッカライド、ペプチドグリカン、卵胞発育、卵胞膜細胞

Key words : Lipopolysaccharide, Peptidoglycan, follicular development, theca cell

Abstract

In cows, postpartum uterine infection due to bacteria that produce lipopolysaccharide (LPS) or peptidoglycan (PGN) leads to ovarian dysfunction. The LPS and PGN, which is a component of gram-negative or gram-positive bacterial walls, respectively, is increased in the plasma of cows with uterine infection. A recent study has reported that there is a relationship between uterine infection, endotoxin production and resumption of postpartum ovarian activity. The aim of this study is to examine the expression of LPS (TLR4 and CD14) and PGN (TLR2 and NOD2) receptors in theca cells that are an important cell for steroid production. Expression of *TLR4*, *CD14* and *NOD2* mRNA in theca cells increased as the follicles grew. *TLR2* mRNA expression in theca cells of EID follicles was high compared with other follicle stages. LH stimulated progesterone production and inhibited the expression of *NOD2* mRNA in cultured theca cells. Our data demonstrated that susceptibility to LPS or PGN in theca cells depends on the follicle developmental stage. Thus, LPS and PGN may be associated with ovarian dysfunction in cow with uterine infection.

要 約

分娩後、子宮への細菌感染によって子宮内膜炎を発症した乳牛では、発情兆候の減退や卵巣機能低下などを引き起こすことが報告されている。感染細菌の細胞壁にはリポポリサッカライド (LPS) およびペプチドグリカン (PGN) が存在し、LPSは子宮内膜炎発症牛の血中および卵胞液中で確認された。このことはLPSが卵巣機能の一つである卵胞発育 (ステロイド産生) に直接的に影響していることを示唆しているが、その詳細な機序については不明である。そこで、本研究では、エストロジェン (E2) 産生の基質であるアンドロジェン (A4) を産生する卵胞膜細胞に着目し、LPSおよびPGNの受容体発現を解析した。LPS受容体であるTLR4およびCD14の遺伝子発現は、卵胞発育に伴って増加した。一方、PGN受容体において、TLR2の遺伝子発現は卵胞発育に伴って減少したが、NOD2の遺伝子発現は増加した。これらの結果は、卵巣は内毒素 (LPS およびPGN) の影響を直接的に受けること、また卵胞発育に特異的に関与する受容体のあることが明らかとなった。

結 言

分娩後、細菌感染によって引き起こされる子宮疾患や乳房炎は繁殖障害の一つの要因である。特に、子宮内膜炎を発症した乳牛では、発情発現の減退や受胎率

の低下の起こることが知られている。子宮内膜炎は潜在性のものを含めると乳牛の5割以上が罹患していると推察されている[Kasimanickam et al., 2004]。子宮内膜炎を発症した乳牛の繁殖障害を引き起こす原因の一つとして推察されているのが、グラム陰性細菌およびグラム陽性菌から放出される菌体由来成分である。グラム陰性細菌からはリポポリサッカライド(LPS)、グラム陽性菌からはペプチドグリカン(PGN)が融解、放出される。LPSは、その防御機構を誘導することによって、生体内で様々の現象を引き起こし、致死的な疾患を引き起こすこともある内毒素である[Mu et al., 2001]。子宮内膜炎を患った乳牛の末梢血中[Mateus et al., 2003]および卵胞液中[Sheldon et al., 2002]においてLPSが検出されている。したがって、子宮内膜炎の発症に関する細菌群から放出される内毒素が、繁殖障害を引き起こしていると推察される。しかしながら、LPSおよびPGNが乳牛の繁殖器官に与える影響を検証した事例はほとんどない。

LPSやPGNが、細胞に影響を及ぼすためには、それらの受容体が標的細胞に発現していなければならない。LPSの受容体にはTLR4、CD14およびMD2の3つの分子が必要である。膜上に位置するCD14は血中の遊離LPSと複合体を形成し、CD14-LPS複合体が膜貫通型受容体のTLR4に結合することでLPS刺激が細胞内へと伝達される。MD2はCD14とTLR4の結合を補助する[Cohen, 2002]。一方、PTGの認識機構は細胞膜上に存在するTLR2と細胞内に存在するNOD1およびNOD2を介して認識される。ヒトの子宮内膜組織では増殖期前期から後期にかけてTLR4の発現が減少することがわかっている[Hirata et al., 2007]。

哺乳動物における周排卵期の卵胞発育は、視床下部一下垂体によって制御されている。黄体の退行とともにプロジェステロン濃度が低下すると、その抑制から解除された視床下部一下垂体系が活発になり、その結果、性腺刺激ホルモン放出ホルモン(GnRH)が頻繁に放出され、これに対応して下垂体からの黄体形成ホルモン(LH)のパルス状分泌の頻度が増加する。卵巣ではLHのパルス状分泌に反応して卵胞発育が促進されるとともに、多量のエストラジオールが合成される[Ginther et al., 1997]。このエストラジオールは発育卵胞中の卵胞液中に蓄積されると同時に血中にも放出される。特に、卵胞液中に蓄積したエストラジオールは、卵胞の発育段階に伴って増加することが知られている[Henderson et al., 1982]。

LPSおよびPGNの受容機構がウシの生殖器官、とくに卵巣に備わっているかどうかは不明である。そこで、本研究では卵巣内卵胞のステロイドホルモン合成細胞である卵胞膜細胞に着目し、卵胞を発育段階別に分類し、それぞれの卵胞膜細胞のLPS受容体およびPGN受容体の遺伝子発現動態を解析した。卵胞膜細胞

のステロイドホルモン産生は、下垂体から分泌される黄体形成ホルモン(以下LH)の作用を強く受ける。このようなことから、本研究では卵胞から単離した卵胞膜細胞にLHを処理し、LPS受容体およびPGN受容体のmRNA発現動態に及ぼすLHの影響についても検証した。

材料および方法

食肉処理場(北海道畜産公社十勝事業所家畜処理場)で屠殺されたホルスタイン経産牛および未經産牛より採取した卵胞を実験に供した。卵胞から卵胞液を採取し、卵胞液の重さを計測し、以下に示す計算式に当てはめ卵胞直径を算出した[Murasawa et al., 2005]。

計算式: $y = 12.96x^{0.31}$ (y = 卵胞直径(mm)、

x = 卵胞液の重さ(g))

卵胞液中からエストラジオール(E2)およびプロジェステロン(P4)を抽出し、2抗体法(Enzyme Immuno Assay, EIA)によりE2およびP4濃度の測定をした。2抗体法は本研究室で確立した方法で行なった[Miyamoto et al., 1992]。卵胞液中のステロイドホルモンの濃度をもとに、卵胞を低E2大卵胞(EID, E2/P4<1)、高E2大卵胞(EAD, E2/P4≥1)、および退行黄体存在下の前排卵卵胞(POF, E2/P4≥1)に区分し(表1)、各発育段階の卵胞から卵胞膜細胞を採取した。各発育段階の卵胞から卵胞膜細胞を採取した。

Table 1. Follicle diameter, the concentration of estradiol (E2) and progesterone (P4), and ration of E2/P4 at different developmental stages in bovine ovary.

	EID	EAD	POF
Follicle diameter (mm)	14.7±0.4	14.1±0.8	15.0±1.1
E2 conc. (ng/ml)	13.0±6.5 ^a	45.4±21.3 ^b	214.3±48.7 ^c
P4 conc. (ng/ml)	42.4±12.6	12.3±4.0	11.0±4.3
E2/P4	0.4±0.2 ^a	4.5±2.8 ^b	23.8±5.6 ^c

Different superscripts indicate significant difference ($p < 0.05$).

培養に用いた卵胞膜細胞の採取は、採取した卵胞を Digestion Mixture buffer (2 mg collagenase, 1 mg hyaluronidase, 1 mg proteaseoe, 0.4% Bovine Serum Albumin / 4 ml PBS) に浸漬させ、37℃で50–60分間加温した。その後、DMEM/F12培地(GIBCO)にNaHCO₃ (2.2g/ml), Streptomycin (0.1mg/l), およびKanamycin (0.1mg/l) を溶解したWashing溶液を加え、遠心分離後に上清を除去した。その後、Red blood lysis buffer (0.01M Tris-HCl, 8.4mg/ml NH₄Cl pH8.0)を加え溶血処理を行った。生存細胞数はトリパンブルー染色後、血球計算盤を用いて算出した。

本実験では基礎培地として1%FCSを含有した

Table 2. Sequences for target gene primers.

Gene	Primer sequence	Size(bp)	Aneal(°C)
LPS receptor			
TLR-4	Forward: 5'-CTT GCG TAC AGG TTG TTC CTA A-3'	153	56
	Reverse: 5'-CTG GGA AGC TGG AGA AGT TAT G-3'		
CD14	Forward: 5'-GGG TAC TCT CTG CTC AAG GAA C-3'	199	56
	Reverse: 5'-CTT GGG CAA TGT TCA GCA C-3'		
MD2	Forward: 5'-GGG AAG CCG TGG AAT ACT CTA T-3'	204	54
	Reverse: 5'-CCC CTG AAG GAG AAT TGT ATT G-3'		
PGN receptor			
TLR2	Forward: 5'-GCT CCT GTG ACT TCC TGT CC-3'	501	54
	Reverse: 5'-CCG AAA GCA CAA AGA GGT T-3'		
NOD1	Forward: 5'-CAT CCT TCT CCC ACC TCT CA-3'	179	58
	Reverse: 5'-TCG TTG CTG AAG TTG ACC AG-3'		
NOD2	Forward: 5'-CCC AAC TTT GCC ATC AAC TT-3'	236	58
	Reverse: 5'-GTG GAC GAA CCA CTC AAC CT-3'		
Other			
GAPDH	Forward: 5'-CTC TCA AGG GCA TTC TAG GC-3'	120	58
	Reverse: 5'-TGA GAA AGT CGT TGA GG-3'		

DMEM/F12培地を用いた。1 well当たり 1×10^5 個の卵胞膜細胞を播種し (12wellプレート)、24時間の馴致培養後、各wellに 0 ng/mlあるいは2.5 ng/mlのLHを処理し、96時間培養を行った。培地交換は48時間おきに行った。培養した細胞は、Trizol (Invitrogen) に溶解し、後述するRNA抽出まで -80°C で保存した。培養した培地は、ホルモン測定をするまで -30°C で保存した。

卵胞膜細胞からmRNAを抽出し、Reverse Transcription (逆転写) によるcDNA合成を行った。定量的PCRはSYBR Green PCR Master Mix (Qiagen) を使い、iQ5 cyclor (BIORAD) で行った。PCRの反応条件は、 95°C で10分間 (denature) 後、 95°C で10秒間 (denature)、各因子で設定したアニール温度で10秒間 (annealing)、および 72°C で20秒間 (extension) を50サイクル行った。融解曲線分析は $0.1^\circ\text{C}/\text{sec}$ で 70°C から 95°C まで温度を上げて行い、 $20^\circ\text{C}/\text{min}$ で 40°C まで下げた後、30秒間冷却した。解析に用いた各因子のプライマー配列は表2に示した。それぞれのmRNA発現は内部標準因子であるGAPDHとの割合で示した。各mRNA発現量はそれぞれのGAPDHのmRNA発現量で補正した値をmean $\pm$ S.E.M.で示した。各データは群間の多重比較検定による一元配置の分散分析を行った後、Tukey-Kramer法あるいはスチューデントt検定を用いて有意差の検定を行った。

結果および考察

卵胞発育段階の卵胞膜細胞におけるLPS受容体およびPGN受容体のmRNA発現をそれぞれ図1および図2に示した。TLR4およびCD14のmRNA発現は、EADお

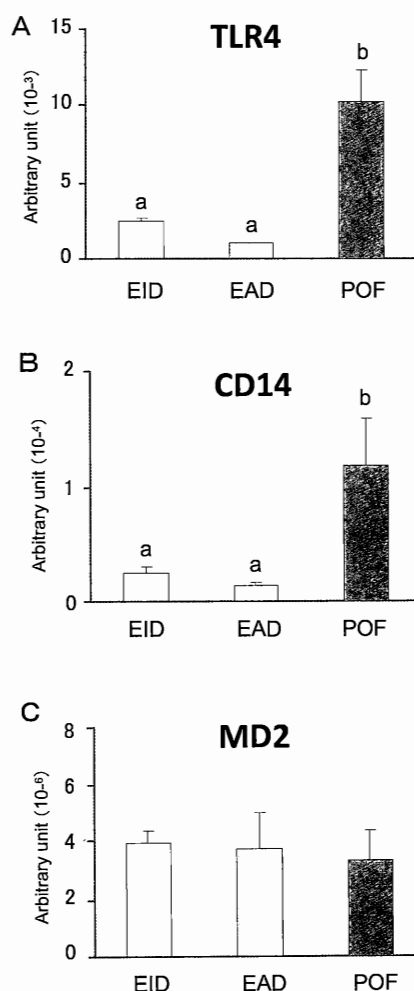


Figure1. Expression of (A) TLR4, (B) CD14 and (C) MD2 mRNA in follicles at different developmental stages in bovine ovary. Different superscripts (a,b) within columns indicate $p < 0.05$.

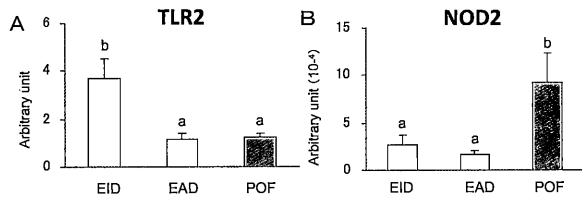


Figure 2. Expression of (A) TLR2 and (B) NOD2 mRNA in follicles at different developmental stages in bovine ovary. Different superscripts (a,b) within columns indicate $p < 0.05$.

よびEIDの卵胞膜細胞に比べPOFの卵胞膜細胞で有意に増加した(図1 Aおよび1 B)。しかし、MD2のmRNA発現は、いずれの卵胞発育段階の卵胞膜細胞で有意な変化は認められなかった(図1 C)。LPSの細胞内シグナル伝達には、TLR4およびCD14が重要な役割を果たすことから[Cohen, 2002]、POFの卵胞膜細胞におけるこれら因子の増加はLPSの感受性の高さを示しているかもしれない。一方、PGN受容体であるTLR2およびNOD2の遺伝子発現についてみると、TLR2のmRNA発現はEADおよびPOFの卵胞膜細胞に比べEIDの卵胞膜細胞で有意に増加していた(図2 A)。本研究に用いたEIDは、卵胞液中のエストラジオール濃度が他の卵胞に比べ低い。このような卵胞は、発育せずに退行していく(卵胞閉鎖)ことが知られている。従って、TLR2は卵胞の閉鎖に関与する可能性が示唆される。また、NOD2のmRNA発現はEADおよびEIDの卵胞膜細胞に比べPOFの卵胞膜細胞で有意に増加していた(図2 B)。NOD2のmRNA発現がPOFの卵胞膜細胞で高かったことから、LPS受容体と同様、この発育段階の卵胞はPGNに対する感受性の高いことが推察される。このようにPOFの卵胞膜細胞でLPSおよびPGNに対する感受性が高い理由として、卵子の正常性の有無に関係している可能性が挙げられる。すなわち、卵胞発育の最終段階である排卵期にLPSやPGNが存在した場合、卵胞膜細胞がそれらを受容し排卵卵胞を排卵させないように作用するのかもしれない。事実、培養卵胞膜細胞にLPSやPGNを処理した場合、アンドロステンジオン産生やプロゲステロン産生およびLH受容体発現が抑制あるいは阻害されることを本研究室の実験で確認している(data not shown)。

卵胞は、下垂体から分泌されるLHのパルス状分泌によって発育が促進される[Bao B et al., 1998]。また、LHのパルス状分泌は卵胞膜細胞の機能であるアンドロステンジオン産生およびプロゲステロン産生を亢進することが知られている[McNatty, 1984]。このようなことから、LPSおよびPGN受容体のmRNA発現がLHの影響を受ける可能性が推察される。そこで、本研究室では卵胞発育後期(排卵前期)に相当するPOFの卵胞膜細胞で発現が高かったTLR4、CD14およびNOD2のmRNA発現におけるLHの効果を検証した。その結

果、TLR4およびCD14のmRNA発現は対照区とLH処理区との間に有意な差が認められなかったが(図3 Aおよび3 B)、NOD2のmRNA発現は対照区に比べLH処理区で減少する傾向($p=0.0506$)が認められた(図3 C)。これらの結果から、卵胞膜細胞におけるTLR4およびCD14のmRNA発現はLHによって影響されないことが示された。POFの卵胞膜細胞におけるTLR4およびCD14のmRNA発現の増加は、LHではない他の因子によって引き起こされる可能性がある。

本研究において、卵胞膜細胞におけるNOD2のmRNA発現がLHによって低下する傾向が示された。この結果は、卵胞発育段階の卵胞膜細胞におけるNOD2のmRNA発現がEIDおよびEADと比べPOFで有意に増加した結果と異なる。この相違には、卵胞膜細胞で産生されるプロゲステロンの関与が考えられる。過去の報告では、ヒト子宮内膜細胞におけるNOD2のmRNA発現は血中P4濃度と負の相関関係をもつことが報告されている[King et al., 2009]。本研究

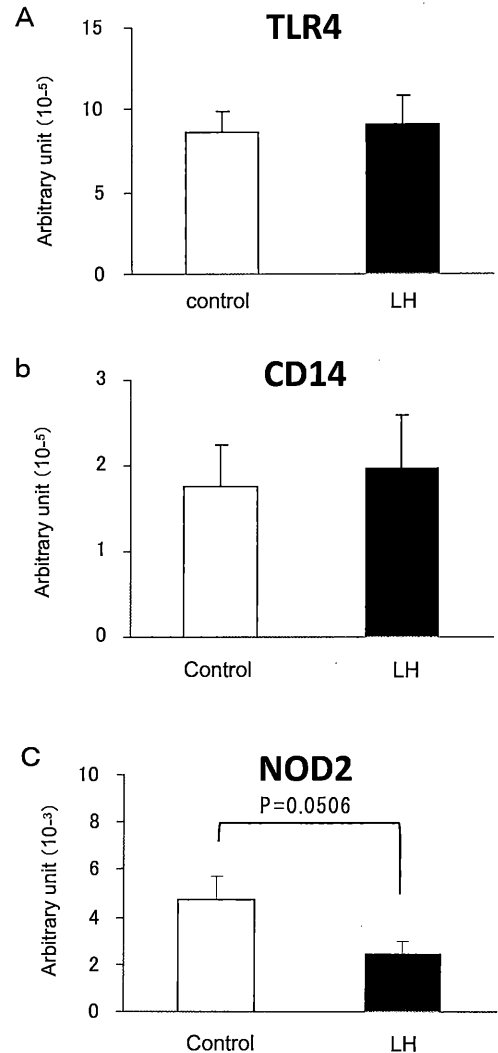


Figure 3. Effect of LH on expression of TLR4(A), CD14(B) and NOD2(C) mRNA in theca cells from bovine large follicles.

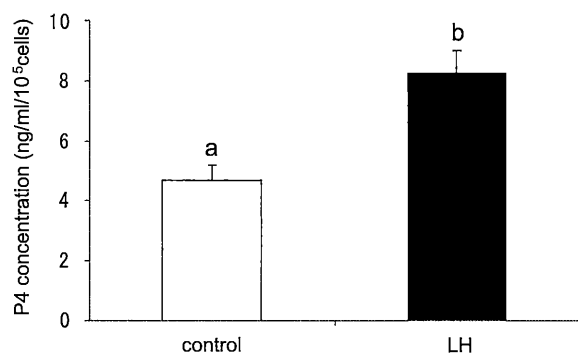


Figure 4. Effect of LH on progesterone production in theca cells from bovine large follicles. Different superscripts (a,b) within columns indicate $p < 0.05$.

の図4に示すように卵胞膜細胞は、LH処理によってプロゲステロン産生が増加する。さらに、POFの卵胞液中のプロゲステロン濃度が低いことから（表1）、LH処理によるNOD2のmRNA発現の抑制傾向はLHの直接的な作用ではなく、プロゲステロンを介する間接的な作用である可能性が推察される。

本研究より、ウシの卵胞膜細胞はLPSおよびPGN受容体を発現していること、さらに各受容体のmRNA発現量は卵胞の発育段階間で異なることが明らかとなった。このことから、子宮内膜炎発症牛における繁殖障害は、細菌由来成分のLPSおよびPGNが直接的に卵胞膜細胞に関与している可能性が示唆された。今後、LPSおよびPGNが卵胞膜細胞へ与える影響について詳細に検証していくことが重要である。

参考文献

- BAO, B. and H. A. GARVERICK. (1998) Expression of steroidogenic enzyme and gonadotropin receptor genes in bovine follicles during ovarian follicular waves: a review. *J. Anim. Sci.*, **76**:1903-1921
- COHEN, J. (2002) The immunopathogenesis of sepsis. *Nature*. **420**:885-891.
- GINTHER, O.J., K. KOT, L.J. KULICK. and M.C. WILTBANK. (1997) Sampling follicular fluid without altering follicular status in cattle: oestradiol concentrations early in a follicular wave. *J. Reprod. Fert.*, **109**:181-186
- HENDERSON, K.M., A.S. McNEILLY, and I.A. SWANSTON. (1982) Gonadotrophin and steroid concentrations in bovine follicular fluid and their relationship to follicle size. *J. Reprod. Fert.* **65**:467-473.
- HIRATA, T., Y. OSUGA, K. HAMASAKI, Y. HIROTA, E. NOSE, C. MORIMOTO, M. HARADA, Y. TAKEMURA, K. KOGA, O. YOSHINO, T. TAJIMA, A. HASEGAWA, T.

YANO. and Y. TAKETANI. (2007) Expression of toll-like receptors 2, 3, 4, and 9 genes in the human endometrium during the menstrual cycle. *J. Reprod. Immunol.*, **74**: 53-60.

- KASIMANICKAM, R., T.F. DUFFIELD, R.A. FOSTER, C.J. GARTLEY, K.E. LESLIE, J.S. WALTON. and W.H. JOHNSON. (2004) Endometrial cytology and ultrasonography for the detection of subclinical endometritis in postpartum dairy cows. *Theriogenology*. **62**:9-23.
- KING, E., W. HORNE. ANDREW, HOMBACH-KLONISCH. SABINE, J.I. MASON, O.D. HILARY. and CRITCHLEY. (2009) Differential expression and regulation of nuclear oligomerization domain proteins NOD1 and NOD2 in human endometrium: a potential role in innate immune protection and menstruation. *Mol. Hum. Reprod.*, **5**: 311-319.
- MATEUS, L., D.A. LOPES, L. COSTA, P. DINIZ. and A.J. ZIECIK. (2003) Relationship between endotoxin and prostaglandin (PGE2 and PGFM) concentrations and ovarian function in dairy cows with puerperal endometritis. *Anim. Reprod., Sci.* **76**:143-154.
- MCNATTY, K.P., D.A. HEATH, S. LUN, J.M. FANNIN, J.M. MCDIARMID. and K.M. HENDERSON. (1984) Steroidogenesis by bovine theca interna in an in vitro perfusion system. *Biol. Reprod.*, **30**:159-170.
- MIYAMOTO, A., K. OKUDA, F.J. SCHWEIGERT. and D. SCHAMS. (1992) Effects of basic fibroblast growth factor, transforming growth factor-beta and nerve growth factor on the secretory function of the bovine corpus luteum in vitro. *J. Endocrinol.*, **135**:103-114
- MU, H.H., A.D. SAWITZKE. and B.C. COLE. (2001) Presence of Lps(d) mutation influences cytokine regulation in vivo by the Mycoplasma arthritis mitogen superantigen and lethal toxicity in mice infected with M. arthritis. *Infect. Immun.*, **69**:3837-3844.
- MURASAWA, M., T. TAKAHASHI, H. NISHIMOTO, S. YAMAMOTO, S. HAMANO. and M. TETSUKA. (2005) Relationship between ovarian weight and follicular population in heifers. *J. Reprod. Dev.*, **51**:689-93
- SHELDON, I.M., D.E. NOAKES, A.N. RYCROFT, D.U. PFEIFFER. H. DOBSON. (2002) Influence of uterine bacterial contamination after parturition on ovarian dominant follicle selection and follicle growth and function in cattle. *Reproduction*. **123**:837-845.

研究ノート

体外成熟培地および体外発生培地へのシステアミン添加がウシ初期胚の体外発生に及ぼす影響

長友 啓明・川原 学*

北海道大学大学院農学研究院

〒060-8589 札幌市北区北9条西9丁目

*連絡著者 (Corresponding author) : k-hara@anim.agr.hokudai.ac.jp

Cysteamine supplementation in in vitro maturation medium, in vitro culture medium or both media promotes the development of bovine embryos

Hiroaki NAGATOMO¹, Manabu KAWAHARA¹

¹Laboratory of Animal Breeding and Reproduction, Graduate School of Agriculture, Hokkaido University

連絡先 (Corresponding author) : k-hara@anim.agr.hokudai.ac.jp

キーワード：ウシ、初期胚、胚盤胞期胚、システアミン

Key words : bovine, embryo, blastocyst, cysteamine

要 約

ウシ卵母細胞および初期胚の培養時に受ける酸化ストレスは、胚盤胞期までの発生能力に大きな影響を及ぼすことが知られている。そこで、還元剤システアミンを体外成熟培地 (IVM) および体外発生培地 (IVC) への添加による、ウシ胚の体外での発生能力に及ぼす影響について調べた。IVM培地のみ、5、50 μ Mシステアミンを添加した際、胚盤胞期胚への発生率に有意差はみられなかった。また、IVM/IVC双方の培地にシステアミンを5 μ M添加することで、胚盤胞期胚への発生率が無添加区と比較して有意に増加した。また、作出した胚盤胞期胚の内部細胞塊 (ICM) と栄養外胚葉 (TE) の細胞数を計測し、全細胞数 (TCN) との比率を調べたところ、システアミンをIVM培地のみ、および、IVM/IVC両培地に添加した場合、ICM/TCN比率が33.1%および33.6%となり、無添加区と比較して有意に高くなった。以上の結果から、IVM/IVC間の両培地に5 μ Mのシステアミンを添加することにより、酸化ストレスを防御してICM細胞数の割合が高いウシ胚盤胞期胚を効率よく作出できる可能性が示唆された。

緒 言

ウシ胚盤胞期胚を体外培養により作出するためには、食肉処理場由来の未成熟卵母細胞を採取し体外成熟培養 (*in vitro* maturation ; IVM)、体外受精 (*in vitro* fertilization ; IVF)、体外発生培養 (*in vitro* culture ; IVC) の過程が必要である。通常、受精卵移植は受精後約7.5日の着床前期の胚盤胞期まで発生した初期胚が使用される。ウシの育種改良や効率的増産のためにこれら繁殖技術は重要となっている。また、ヒトの不妊治療の研究分野においてもウシ卵母細胞や初期胚が研究材料として頻繁に用いられ、畜産分野のみならず様々な研究分野においてウシ初期胚の体外生産系は必要不可欠な基盤技術となっている。

哺乳類胚の培養時において、酸素由来フリーラジカルが関わる酸化還元環境の胚発生に及ぼす作用が注目されている (Goto *et al.*, 1993)。哺乳類胚を培養する際に、生体内の気相に近い低酸素 (約5%) で行くと、通常用いられる約20%酸素濃度培養条件と比較して発生率の向上が、多くの哺乳動物胚で報告されている (McKiernan *et al.*, 1990, Jianming *et al.*, 1993)。また、マウスの体外発生胚で、細胞内過酸化水素量の増加が高酸素濃度条件下でみられることや、活性酸素除去酵素や還元物質の添加が胚発生に有効であることも報告されている (Noda *et al.*, 1991)。このような活性酸素等

の酸化ストレス物質は反応性の高いフリーラジカルを生じ、細胞のタンパク質や核酸に直接、間接的な障害を与えることが知られている (Mello *et al.*, 1984, Liu *et al.*, 2000)。

これらの酸化ストレスによる胚発生への悪影響を除去するため、IVM培地への還元作用を持つ低分子チオールの添加が胚発生を促進させる手段として、有効である (Matos *et al.*, 1996)。低分子チオールの添加は、高酸素培養条件下でも低酸素条件下での発生率に匹敵する発生率の向上効果を示すことが認められている (Oyamada *et al.*, 2004)。また、6-8細胞期胚でIVC培地に低分子チオールを添加することで、発生が改善される (Takahashi *et al.*, 1993)。β-メルカプトエタノール (β-ME) の培地中への添加によりウシ胚発生成績の向上が報告されているが、β-MEは劇毒物指定物質であることと、化学的に不安定であることから胚発生への影響も懸念される。一方、β-MEより化学的に安定しており、保存が容易で、取り扱いも簡便なシステアミンをIVM培地に添加することで発生率が改善されたことが報告されている (Balasubramanian *et al.*, 2007)。本研究では、初期胚の発生成績に大きく関与する酸化ストレスに注目して、還元剤であるシステアミンの培地への添加時期について検討し、ウシ初期胚発生に及ぼす影響について調べた。

材料および方法

体外受精胚の作出は、阿部らの方法に基づいて行った (Abe *et al.*, 2005)。

未成熟卵母細胞の採取と体外成熟培養 (*in vitro* maturation ; IVM)

食肉処理場由来のウシ卵巣 (黒毛和種) は、0.85% 生理食塩水入り水筒に入れ4℃を保ち30分以内に研究室に持ち帰った。なお、4℃は卵巣保存として一般的ではないが、卵巣の低温保存は体外受精成績に影響がないとの報告がある (Lucci *et al.*, 2004)。卵巣は室温の0.85% 生理食塩水で数回洗浄後、18G注射針 (TERUMO, Tokyo, Japan) 付10ml注射筒 (TERUMO) で直径約2~8mmの卵胞から卵丘細胞-卵母細胞複合体 (COCs) を卵胞液と共に吸引採取した。卵丘細胞が3層以上密着したCOCsを選別し、インキュベータ内 (5% CO₂, 38.5℃、湿度100%) で6時間以上平衡化したIVM培地 (5% FBS添加NaHCO₃-buffered TCM199) で3回洗浄後、5% CO₂, 38.5℃、湿度100%の条件下で22時間培養した。

体外受精 (*in vitro* fertilization ; IVF)

凍結ストロー精液 (黒毛和種) 0.2ml/本を37℃の温水で融解し、ストローを切断後に15ml遠沈管に精液を取り出した。0.45mg/mlテオフィリン (和光純薬) 添加BO液 (Brackett and Oliphant, 1975) を10ml加え700G、8分間で遠心した。上清を除去し、この操作を再度繰り返した。上清除去後BO液を加え510μlにし1.5mlチューブ (Watson, Tokyo, Japan) に移した。精子数測定後、精子濃度を10×10⁶/mlに調整した。35mmディッシュにBSA添加BO液50μlの微小滴を作製し、濃度調整した精子懸濁BO液50μlを加え、終濃度を5×10⁶/mlにした。流動パラフィンで覆ったIVF培地の各微小滴にIVM後のCOCsを10-20個ずつ入れた。5% CO₂, 38.5℃、湿度100%の条件下で18時間媒精した。

体外発生培養 (*in vitro* culture ; IVC)

18時間媒精後、BSA添加mSOFai培地 (Abe *et al.*, 2005) に移し、内径120μm程度に加工したガラスピペットを用いてCOCsをピペッティングすることにより卵丘細胞を除去した。除去後、mSOFai IVC培地で3回洗浄し、体外培養に供した。100μlの微小滴あたり20個の受精卵とした。5% CO₂, 38.5℃、湿度100%の条件下で培養し、培養開始2日目で分割率および8日目で胚盤胞期胚への発生率を調べた。

システアミンの添加濃度の決定

システアミン ((β-メルカプトエチルアミン) SIGMA ALDRICH, INC., Spruce Street, St.Louis) をIVM培地、IVC培地、あるいは両者の培地に添加した場合のウシ体外受精胚の発生率への影響を調べるため、システアミンをIVM培地では0、5、50μMとなるように添加し、培養2日目での卵割率および8日目で胚盤胞期胚の発生率を検討した。さらに、IVC培地にも5μMのシステアミンを添加し、IVM培地およびIVC培地それぞれにシステアミン添加および無添加の試験区を設けた。また、IVM培地のシステアミン濃度を5μMの一定条件とし、IVC培地に0、5、10、20、50、100μMシステアミンを添加し、同様に発生率を調べた。

胚盤胞期胚二重染色

IVM培地およびIVC培地それぞれにシステアミン添加および無添加の試験区から得られた胚盤胞期胚を二重染色し、内部細胞塊 (ICM)、栄養外胚葉 (TE)、および、全細胞数 (TCN) の細胞数を調べた。二重染色は

Thouasらの方法に従った(Thouas *et al.*, 2001)。0.2% TritonX-100 (和光純薬工業、Osaka, Japan) 添加PBS (−)300 μ l中にプロピジウムアイオダイド (PI) SIGMA) 0.1mg/mlとなるように調整した。また、99.5% エタノール (和光純薬) に25 μ g/ml濃度でHoechst33342 (SIGMA)を希釈した溶液を300 μ l用意した。これらのPI溶液Hoechst溶液を300 μ lずつ 4-well ディッシュ (Thermo Fisher Scientific K.K., Kanagawa, Japan) に分注した。胚盤胞期胚を60秒間PI溶液に入れ、顕微鏡下で、表面の細胞がわずかに縮小したことを観察した後、直ちにHoechst溶液に移してパラフィルムでディッシュを密封し、遮光して2時間程度4℃で保存した。染色後胚盤胞をグリセリンで洗浄しグリセリンとともにスライドガラスに移しカバーガラスで封入した。蛍光顕微鏡 (Leica Microsystems, Tokyo, Japan) で観察し、青色のICM、赤色のTEそれぞれの細胞数を測定した。

統計解析

得られたデータは統計解析用ソフトウェア STATVIEW (Abacus concepts.INC., Berkeley, CA.) を用い、分散分析を行った。また、各値間の有意差の検定は、FisherのPLSDtestによって行った。

結果および考察

抗酸化剤の一種であるシステアミンを体外成熟 (IVM) 培地に0、5、50 μ Mで添加して得た成熟卵子を体外受精後、胚盤胞期までの発生率を調べた (図1)。卵割率、胚盤胞期胚の発生率を比べると5 μ M添加区においてわずかに高かったが、有意差はみられなかった。このことから、IVM培地へのシステアミン添加は卵割率、胚盤胞形成率にそれほど大きな影響を与えないと考えられた。これまでの研究では、IVM培地にシステアミンを100 μ M添加すると胚盤胞形成率が有意

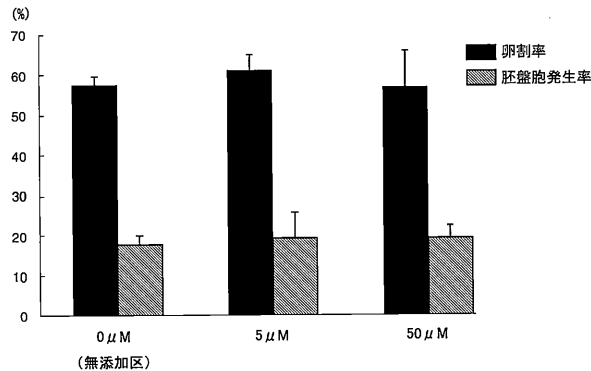


図1 卵母細胞の体外成熟培地へのシステアミン添加 (0、5、および50 μ M) が胚発生に及ぼす影響

に高くなるという報告がある (Matos *et al.*, 2002)。しかし一方で、システアミンの添加は体外培養に影響はなく、むしろ過剰な添加は胚発生に悪影響を及ぼすとの報告もある (Guyader *et al.*, 1998)。IVM培地へのシステアミン濃度は添加血清の濃度や成熟培養液への添加緩衝剤の種類等、培養環境によって、より慎重な検討が必要であると考えられる。

図1の結果から、システアミンをIVM培地に添加しても胚盤胞期胚への発生率には影響がみられなかった。そこで、胚盤胞期胚の細胞数について、二重染色によって内部細胞塊 (ICM) の細胞数を調べ、全細胞数 (TCN) との割合 (ICM/TCN) を比較した。試験区に、5 μ Mシステアミンを、IVM培地のみ、体外発生 (IVC) 培地のみ、IVM/IVC双方の培地に添加した3区画を設けた。また対照区にシステアミン無添加区を設け、全4試験区の体外培養により作出した胚盤胞期胚を二重染色に供した結果、IVM培地に5 μ M添加した場合、TCNは無添加区と変化はなかったが、ICMの割合が無添加区の29.52%に対し33.15%と有意に増加した (表1および図2)。また、IVCのみのシステアミン添加区では、TCN、ICMの割合において無添加区と比べて有意差はみられなかった。さらに、IVMとIVCに両培地に添加すると、TCN、ICMの数は無添加区と比較して有

表1 卵母細胞体外成熟培地および初期胚発生培地におけるシステアミン添加が胚盤胞期胚の内部細胞塊、栄養外胚葉および全細胞数に及ぼす影響

システアミン IVM-IVC (μ M)	供試卵数	TCN $\pm$ S.E.	ICM $\pm$ S.E.	TE $\pm$ S.E.	ICM/TCN (%) $\pm$ S.E.
0-0	15	122.67 $\pm$ 6.1 ^a	36.20 $\pm$ 2.3 ^a	86.47 $\pm$ 4.5 ^a	29.52 $\pm$ 0.93 ^a
5-0	13	125.77 $\pm$ 3.2 ^a	41.69 $\pm$ 1.2 ^a	84.08 $\pm$ 2.3 ^a	33.15 $\pm$ 0.52 ^b
0-5	15	133.00 $\pm$ 3.9 ^a	42.33 $\pm$ 2.1 ^a	90.67 $\pm$ 2.1 ^a	31.83 $\pm$ 0.73 ^{ab}
5-5	20	156.10 $\pm$ 3.0 ^b	52.20 $\pm$ 1.1 ^b	103.90 $\pm$ 2.3 ^b	33.62 $\pm$ 0.55 ^b

TCN: 全細胞数 ICM: 内部細胞塊 TE: 栄養外胚葉
P<0.01 異符号間で有意差あり

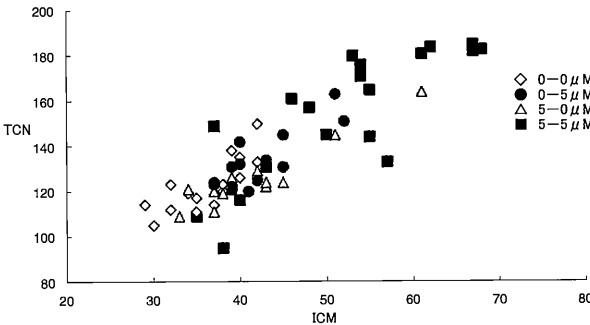


図2 体外成熟培地および体外発生培地においてシステアミン添加/無添加の場合の胚盤胞内部細胞塊・全細胞数の分布

■;IVMにおいて5 μ M、IVCで5 μ M添加した胚盤胞期胚 (5-5 μ M)、同様に◇;0-0 μ M、△;5-0 μ M、●;0-5 μ M添加した。TCNは全細胞数、ICMは内部細胞塊の細胞数を示す。各処理区におけるTCNとICMの最大値および最小値はそれぞれ、◇ (TCN:150-105、ICM:42-29)、● (TCN:163-120、ICM:52-37)、△ (TCN:164-109、ICM:61-33)、■ (TCN:185-95、ICM:68-37) であった。

意差に増加した ($P < 0.01$)。一般に、ICMの割合が高い胚盤胞期胚は、その後の発生能力も高い傾向があり初期胚の細胞数は胚の品質の指標となる (Sugimura *et al.*, 2010)。以上のことから、IVM培地へのシステアミン添加処理は胚盤胞期胚のICMの割合を向上させ、IVC培地へのシステアミン添加処理は胚盤胞期胚の全細胞数を増加させる傾向がみられた。さらに、IVMおよびIVCの両培地にシステアミンを添加することによってICM細胞数および全細胞数を共に増加させることが判明した。

最後に、IVM培地のシステアミン添加濃度を $5 \mu\text{M}$ に固定し、IVC培地に 0 、 5 、 10 、 20 、 50 、 $100 \mu\text{M}$ で添加し、胚盤胞期までの発生率を比較した (図3)。実験の結果、卵割率に処理区間で有意差はみられなかったが、胚盤胞期胚への発生率は $5 \mu\text{M}$ で 21.9% 、 $10 \mu\text{M}$ で 18.4% となり、他の処理区と比較して有意に高い値を示した ($P < 0.05$)。そのため、本研究の培養系におけるIVC培地に添加するシステアミンの至適濃度は $5 \mu\text{M}$ と推測された。他のグループの研究では、システアミンのIVC培地への添加濃度を $50 \mu\text{M}$ にすることで胚盤胞形成率が向上すると報告されている (Takahashi *et al.*, 1993)。しかし、用いたIVC培地が高橋らと異なること、および、本研究ではIVM培地へもシステアミンを添加していることなど培養条件の違いにより結果が異なったものと考えられる。今後、培地の種類およびIVM培地へのシステアミン濃度との関連を考慮しながら、IVM/IVC双方の培地における至適システアミン濃度を決定する必要がある。

本研究において、IVM培地へのシステアミン添加により、胚盤胞期胚のICM細胞数の割合が高まり、胚の品質が向上することが判明した。マウスにおいても卵子の成熟から受精の間に活性酸素の急激な増加がみられ、これが原因となって酸化ストレスが胚の発生率を低下させることが知られている (Nasr *et al.*, 1991)。さらに、IVMの期間に酸化ストレスを減少させると卵母

細胞の細胞質成熟を改善できたとの報告もされている (Tatemoto *et al.*, 2004)。これらのことから、IVM培地にシステアミンを添加することで卵母細胞の酸化ストレスが緩和され、十分に細胞質の成熟が進み、結果としてICMの割合を向上させたと考えられる。また、IVC培地へのシステアミン添加処理は胚盤胞期胚の全細胞数を増加させる傾向がみられた。これはシステアミンの取り込みにより、初期胚が酸化ストレスより防御され、割球の正常な有糸分裂が促進された結果と推測される (Bergelson *et al.*, 1994)。以上の結果からIVMおよびIVC双方の培地へのシステアミン添加処理は、ウシ体外受精後の胚盤胞期胚までの体外発生率の向上に効果があるものと考えられる。

謝 辞

ウシ凍結精液を御提供頂いた、佐賀県畜産試験場の職員の方々および、ウシ卵巣の採取にあたり、御協力頂いた佐賀県畜産公社の職員の方々に心より御礼申し上げます。

参考文献

- ABE, Y., K. HARA, H. MATSUMOTO, J. KOBAYASHI, H. SASADA, H. EKWALL, H. RODRIGUEZ and E. SATO (2005) Feasibility of a nylon-mesh holder for vitrification of bovine germinal vesicle oocytes in subsequent production of viable blastocysts. *Biol.Reprod.*, 72:1416-1420.
- BALASUBRAMANIAN, S. and G-J. RHO (2007) Effect of cysteamine supplementation of in vitro matured bovine oocytes on chilling sensitivity and development of embryos. *Anim.Reprod.Sci.*, 98:282-292.
- BERGELSON, S., R. PINKUS and V. DANIEL (1994) Intracellular glutathione levels regulate Fos/Jun induction and activation of glutathione S-transferase gene expression. *Cancer.Res.*, 54:36-40.
- GOTO, Y., Y. NODA, T. MORI and M. NAKANO (1993) Increased generation of reactive oxygen species in embryos cultured in vitro. *FreeRadic.Biol.Med.*, 15:69-75.
- GUYADER-JOLY, C., P. GUÉRIN, J.P. RENARD, J. GUILLAUD, S. PONCHON and Y. MÉNÉZO (1998) Precursors of taurine in female genital tract: effects on developmental capacity of bovine embryo produced in vitro. *Amino. Acids.*, 15:27-42.
- LI, J. and R.H. FOOTE (1993) Culture of rabbit zygotes into blastocysts in protein-free medium with one to twenty per cent oxygen. *J.Reprod.Fertil.*, 98:163-167.
- LIU, L., J.R. TRIMARCHI and D.L. KEEFE (2000)

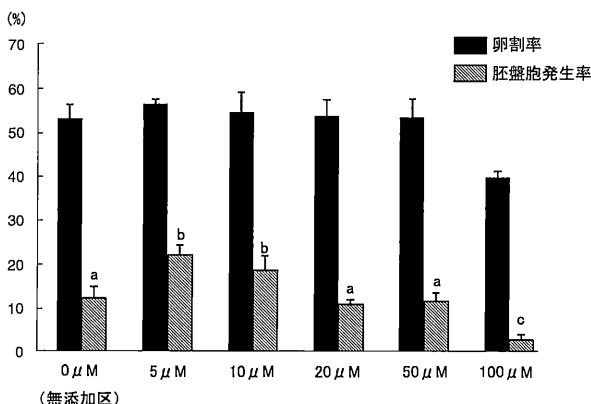


図3 初期胚体外発生培地へのシステアミン添加 (0 、 5 、 10 、 20 、 50 、および $100 \mu\text{M}$) が胚発生率に及ぼす影響 ($P < 0.05$ 異符号間で有意差あり)

- Involvement of mitochondria in oxidative stress-induced cell death in mouse zygotes. *Biol.Reprod.*, **62**:1745-1753.
- LUCI, C.M., M.A. KACINSKIS, L.H. LOPES, R. RUMPF and S.N. B  O (2004) Effect of different cryoprotectants on the structural preservation of follicles in frozen zebu bovine (*Bos indicus*) ovarian tissue. *Theriogenology.*, **61**:1101-1114.
- MATOS, D.G., C.C. FURNUS, D.F. MOSES, A.G. MARTINEZ and M. MATKOVIC (1996) Stimulation of glutathione synthesis of in vitro matured bovine oocytes and its effect on embryo development and freezability. *Mol.Reprod.Dev.*, **45**:451-457.
- MATOS, D.G., C. HERRERA, R. CORTVRINDT, J. SMITZ, A. VAN SOOM, D. NOGUEIRA and R.S. PASQUALINI (2002) Cysteamine supplementation during in vitro maturation and embryo culture: a useful tool for increasing the efficiency of bovine in vitro embryo production. *Mol.Reprod. Dev.*, **62**:203-209.
- MCKIERNAN, S.H. and B.D. BAVISTER (1990) Environmental variables influencing in vitro development of hamster 2-cell embryos to the blastocyst stage. *Biol.Reprod.*, **43**:404-413.
- MELLO FILHO, AC., M.E. HOFFMANN and R. GHINI (1984) Cell killing and DNA damage by hydrogen peroxide are mediated by intracellular iron. *Biochem.J.*, **218**:273-275.
- NASR-ESFAHANI, M.M. and M.H. JOHNSON (1991) The origin of reactive oxygen species in mouse embryos cultured in vitro. *Development.*, **113**:551-560.
- NODA, Y., H. MATSUMOTO, Y. UMAOKA, K. TATSUMI, J. KISHI and T. MORI (1991) Involvement of superoxide radicals in the mouse two-cell block. *Mol.Reprod.Dev.*, **28**:356-360.
- OYAMADA, T. and Y. FUKUI (2004) Oxygen tension and medium supplements for in vitro maturation of bovine oocytes cultured individually in a chemically defined medium. *J.Reprod.Dev.*, **50**:107-117.
- SUGIMURA, S., T. AKAI, S. TAMA  S, M. HIRAYAMA, Y. AIKAWA, M. OHTAKE, H. HATTORI, S. KOBAYASHI, Y. HASHIYADA, K. KONISHI, and K. IMAI (2010) Time-Lapse Cinematography-Compatible Polystyrene-Based Microwell Culture System: A Novel Tool for Tracking the Development of Individual Bovine Embryos. *Biol.Reprod.*, **83**:970-978.
- THOUAS, G.A., N.A. KORFIATIS, A.J. FRENCH, G.M. JONES and A.O. TROUNSON (2001) Simplified technique for differential staining of inner cell mass and trophectoderm cells of mouse and bovine blastocysts. *Reprod.Biomed.*, **3**:25-29.
- TAKAHASHI, M., T. NAGAI, S. HAMANO, M. KUWAYAMA, N. OKAMURA and A. OKANO (1993) Effect of thiol compounds on in vitro development and intracellular glutathione content of bovine embryos. *Biol.Reprod.*, **49**:228-232.
- TATEMOTO, H., N. MUTO, I. SUNAGAWA, A. SHINJO, T. NAKADA (2004) Protection of porcine oocytes against cell damage caused by oxidative stress during in vitro maturation: role of superoxide dismutase activity in porcine follicular fluid. *Biol.Reprod.*, **71**:1150-1157.

海外留学報告

ドイツ・リューベック滞在記
ー毛周期研究のための海外研修ー

小林 謙

北海道大学大学院農学研究院

〒060-8589 札幌市北区北9条西9丁目

はじめに

皆さんはドイツ北部のシュレースヴィヒ＝ホルシュタイン州にあるリューベックをご存知でしょうか？バルト海南西部のリューベック湾に面する港湾都市として中世より発達し、その歴史ある旧市街の街並みは世界遺産にも指定されています。平成23年12月、著者は旧市街より少し離れたリューベック大学のDr. Ralf Paus研究室（Experimental Dermatology；皮膚科学研究室）にて毛周期研究の海外研修の最中にあります。まだ2か月間の研修期間を残していますが、本稿では研修目的である毛周期研究について説明し、続いてDr. Ralf Pausと研究室、リューベックとそこでの生活について紹介したいと思います。

なぜ毛周期研究の研修なのか？

毛周期とは毛の成長サイクルのことであり、毛包細胞が活性化して毛が伸長する成長期、毛包が退行する退行期、毛包が静止状態の休止期から構成されます。ヒト頭皮の毛髪において、この毛周期は個々の毛包で独立したリズムを刻み、各毛包の毛周期はおおよそ6、7年で回転します。通常の頭皮では9割以上の毛包が成長期の期間にあり、頭髪で見られる太く長い毛幹を形成する毛包が認められますが、何らかの原因（男性ホルモンや加齢等）で毛包に対して不具合な生理的・物理的負荷がかかると、毛包構成細胞の活性は低下し、成長期の期間は短縮され、健全で太い毛を形成する能力を失うことがあります。その結果として頭皮を覆う頭髪の全体量が減少し、薄毛の外観を呈するようになります。したがって、薄毛の対策としては毛包細胞を活性化し、太く健全な毛幹を形成する成長期毛包を増やすことが有効です。現在、市場に流通している多くの育毛剤の成分中には健全な成長期の毛包を誘導するため、毛包細胞を活性化する成分や血流を活発にする成分あるいは成長期から退行期への推移を抑えるため

の成分が含まれています。一方、乳由来成分や乳製品関連微生物の代謝物の中には細胞増殖活性や抗炎症作用など様々な生理的作用を示す成分が含まれていることが広く知られています。著者の所属する北大農・酪農食品科学研究室ではこれら乳関連有効成分が毛包の活性化や成長期維持にも作用すると考え、近年、毛周期の研究に取り組んでいます。しかしながら、毛周期研究は奥が深く、信頼性のある実験系の確立には多くの知識と経験が求められます。そのため、著者は2011年9月から5か月間、世界的な毛周期研究者であるDr. Ralf Pausの下で研鑽を積んでいます。

Dr. Ralf Pausについて

Dr. Ralf Paus（以降Ralf）はドイツのWuerzburg大学を卒業後、米イェール大学、マックスプランク研究所などを経て2005年前からリューベック大学の皮膚科学部門の教授として着任し、現在の研究室を構えました。マンチェスター大学の教授も兼任しながら国際的に活動するRalfは毛周期や毛の免疫学的な研究に関して数々の優れた成果を報告しており、特に2001年に発表した総説（A comprehensive guide for the accurate classification of murine hair follicles in distinct hair cycle stages, *Journal of Investigative Dermatology*）は毛周期のステージ分類に関する資料として世界的に使用されています。また、Ralfの毛周期評価に関する高いレベルの知識と技術は遺伝子改変マウスの表現型の解析や育毛剤等の効能評価などにきわめて威力を発揮することから、著者同様、世界の様々な国の研究者が研究研修や共同研究を目的として彼の研究室を訪れます。実際、現時点においても5人の研究者が研究研修のために滞在しており、共同研究も日本、中国、フランス、イギリス、イタリア、ハンガリー、イスラエル、ロシアなど様々な国の研究室と行っています。この研究交流の広さはRalfの非常に社交的でエネルギー、なおかつユーモアに富んだ人柄を反映しているといえます。朝4時に出勤し、月に2、3回のペースで世界各地から研究者を招いたランチョンセミナーを開催して

ユーモアを交えつつ活発なディスカッションを行い、学会や共同研究の打ち合わせの為の出張の合間にマンチェスター大学の兼任教授の業務もこなす。渡独してから3か月、Ralfのように自分の研究分野を確立し、世界中の様々な研究者とディスカッションを重ねて自分や周囲の研究分野を発展させることが国際的な研究室のPI (principal investigator) のスタイルなのだと日々、感じています。

Dr. Ralf Paus研究室について

Ralfの研究室はリューベック大学医学部の皮膚科学部門に属しています。研究室の特色の一つとして前述したように組織学的手法による優れた毛周期評価技術が挙げられます。毛周期の評価は基本的に凍結切片やパラフィン切片を染色し、得られた染色像を画像解析することによって行います。これだけ聞くと簡単でどこの研究室でもできることのように思われるかもしれませんが、厳密に毛周期の評価を組織学に行なえる研究室はそうそうありません。その理由として、皮膚中に埋まっている毛包を毛周期が同定できるような断面で切片を作製することが難しい点、一部が角質化した毛包では免疫染色の抗体を結合させるための染色条件が非常にシビアである点、抗体の非特異的な結合が多い点が挙げられます。また、毛包は成長期8、退行期8、休止期1の計17ステージがあり各ステージによって毛包の構造的特徴が異なっているため、切片の出来や毛周期の違いを考慮したうえで組織学的な評価を行なうことが非常に難しいことも理由の一つに挙げられます。これらの問題をクリアするため、Ralf研究室ではRalfを筆頭に毛周期に関する知識豊富な研究者と組織学的手法に熟練したテクニシャンを備えています。

Ralf研究室は共同研究者の出入りが非常に活発で人数の変動も激しいのですが、現時点においては23人のメンバーがいます。具体的には大学教員3人、ポスドク7人(共同研究者含む)、博士課程大学院生6人、テクニシャン7人および秘書一人によって構成されています。このメンバー構成からも窺えるように研究室では日夜活発に実験が行われています。また、構成メンバーが非常に国際色豊かであることから研究室内の公用語は英語です。ドイツ、イギリス、ハンガリー、イタリア、ブラジル、インド、イスラエル、そして日本人によって構成される研究室ではここがドイツであることをしばしば忘れてしまいます。この多様なメンバーを取りまとめるため、Ralfは週に一回の研究室ミーティング、月に数回開催されるランチョンセミナー、そして週に一度の半日ディスカッションタイムを設けています。研究室ミーティングを通じて実験室をシェアする上での問題点やプライオリティー(その

週に誰が優先的に実験を行うかの順位付け)について話し合い、ランチョンセミナーを通じてデータの評価や研究の考え方についてお手本を示し、半日のディスカッションタイムによって希望者に対して密接な研究指導を行います。他にも研究に関してRalfとメールのやり取りを随時、気軽に行えるので、Ralfが多忙であっても研究室のメンバーは常に研究について相談ができる環境にあります。

世界遺産の街・リューベック

リューベック(正式名称ハンザ同盟都市リューベック)はハンブルグから北東に50キロほどにある人口20万人ほどの中堅都市です。西暦1143年にホルシュタイン伯のアドルフによって建設され、ハンザ同盟の盟主として北海・バルト海交易で一時期独占的な地位を築いていました。リューベックの観光地としては旧市街入口のホルステイン門や旧市街の散在する計7つの塔が街のシンボルとして有名です(写真1、2)。著者一番のお奨めは旧市街の歴史ある街並みをのんびりと散策することです。ユネスコ世界遺産にも指定されている街並みは中世のドイツにいるかのような気分させ



写真1 リューベック・ホルステイン門



写真2 リューベック旧市街遠景



図3 リュベック旧市街の一角



写真5 クリスマスマーケット

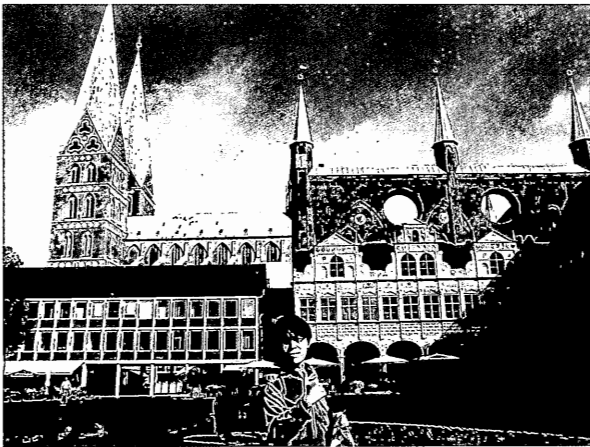


写真4 マルクト広場

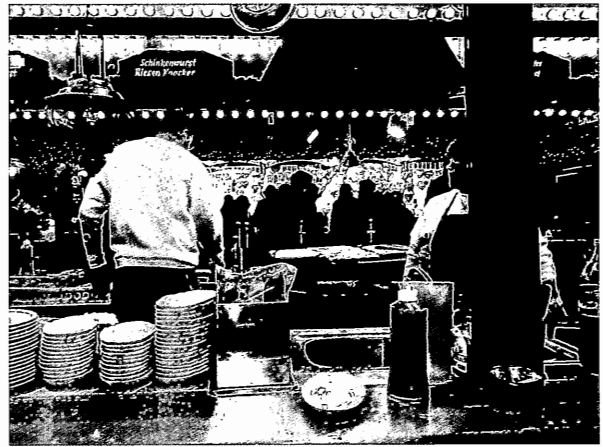


写真6 クリスマスマーケットの焼ソーセージ屋

てくれます(写真3)。特に旧市街の中心である市庁舎横のマルクト広場では時々マーケットが開催され、大きな鉄板でソーセージを焼く屋台やビールやワインの屋台で賑わいます(写真4)。土曜日の昼下がり、ドイツ名物のソーセージをつまみにビールを飲みつつ旧市庁舎を眺めるひとは最高です。また、11月末からはクリスマスマーケットが開催され、クリスマスまでの一ヵ月間、多種多様な屋台に加えてメリーゴーラウンドや観覧車も設置され、まるで遊園地のように賑わいます(写真5、6)。この時期の名物の一つであるグリューワイン(ホットワイン)は冬のマーケットを散策する間に冷えきった体に染み込むようで、お酒の弱い著者でもついつい2杯目を求めてしまいます。しっかりとした食事を求める際には船や魚の模型で飾られた魚料理屋がお奨めです。リュベック湾で採れたばかりの新鮮な魚を用いた一品は、北海道で食べる魚料理と比較しても遜色がありません。他にも魚やサンタなど様々な形に細工したマジパンや街のあちこちで売られているクレープなどが、訪れた人々の食の欲求を十分に満たしてくれます。ベルリンやハンプブルグと比べてのんびりとした雰囲気のリュベックはゆっくりとドイツ気分を味わいたい方には最適の街です。

リュベックでの生活

現在、著者は大学のゲストハウスの一つであるHerrenhouseに住んでいます。研究室の近くにあり、家族で暮しには丁度良い広さということでRalfに手配して頂きました。Herrenhouseの向かいには羊やヤギを飼育する大学実験施設があり、お隣は民間の牧場、裏手は自然保護区の林という、非常に閑静で歩きある立地条件でドイツに来てからは時間を見つけて散歩に行くようになりました(写真7、8)。また、Herrenhouseは共同研究や研修などで短期的に滞在する人の為の住居なので、世界中から様々な人びとがやってきます。時には共同の台所でお互いに寝間着のまま遭遇し、思いがけず研究紹介が始まることもあります。これから帰国までの2ヵ月間、さらに多くの人々とHerrenhouseで出会えるかと思うと非常に楽しくなります。

ユーロ圏の中でも治安が良く経済的に発達しているドイツでは基本的に日本と同じスタイルで日常生活を送ることができます。食料品をあつかうスーパーもあればホームセンターもあり、100円ショップならぬ1ユーロショップというものもあります。しかしながら、ベルリンやハンプブルグなど一部の都会を除き、ド



写真7 リューベック大学内のHerrenhouse

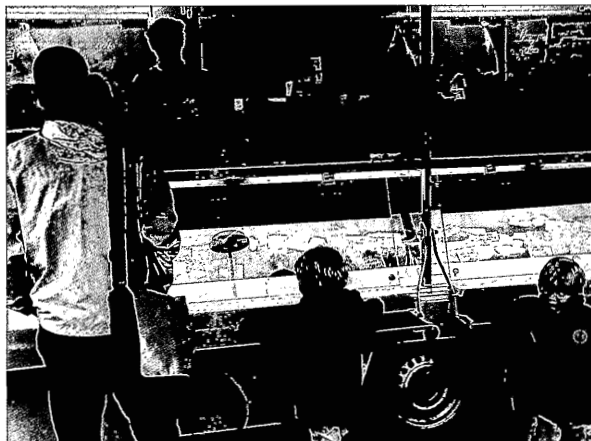


写真9 朝市のチーズ専門店



写真8 Herrenhouse向かいの大学実験農場



写真10 最寄りスーパー内のチーズ売り場

ドイツの地方都市にはコンビニエンスストアがありません。また、ほとんどのお店が日曜日に休業するので買い物は平日の帰宅時か土曜日に行う必要があります。渡独してしばらくの間は不便に感じましたが、次第に日曜日にゆっくりとした時間を過ごすことの大切さがわかりました。買い物と言えばこちらでは町のあちこちの公園や広場で朝市が開かれます(写真9)。朝市にはソーセージ専門店は筆頭にチーズ専門店、パン屋、魚屋、八百屋などなど、非常にバリエーションに富んだ食料品が量り売りで売られているので、ただ遊びに行くだけでもテンションが上がります。日常的に通うスーパーの品ぞろえも日本とはやや違います。特に乳製品や肉製品の種類が非常に豊富でなおかつ値段も日本の半額程度なため、買い物かごの中には常にソーセージやチーズが入ってしまい、必然的にこれら中心の食生活になります(写真10)。きっと帰国までには肉

体的にひとまわりも二回りも成長していることと思います。

最後に

渡独して3か月、良き研究室で良き研究研修を過ごしています。日本とは違った環境に身を置いて初めてわかる日本の良さ、そしてドイツの良さ、今後の仕事に意義のある経験を積んでいると自信をもって言えます。教員二人の研究室にもかかわらずこのように貴重な海外研修の機会を与えていただきまして、玖村朗人教授、そして北大農の畜産学科の皆様、本当に有難うございました。

平成23年12月1日 ドイツ・リューベックより

北海道畜産学会(第66回大会)
北海道草地研究会(平成23年度発表会)
北海道家畜管理研究会(2011年度シンポジウム)
合同大会

2011年12月6日(火)・7(水)
会場：北海道大学・学術交流会館

2011年度 北海道畜産学会賞受賞

大坂郁夫 氏 (道総研・根釧農試)

「乳牛における哺乳・育成期の栄養管理に関する一連の研究」

2011年度 北海道草地研究会賞受賞

岩淵 慶 氏 (ホクレン)

「ガレガ (*Galega orientalis* Lam.) の北海道への導入に関する研究」

シンポジウム

「消費者・生産物からみた家畜と草地のつながり」

～北海道における畜産学研究と草地学研究的協調のこれから～

講演	1. 草からの牛乳生産の研究	13:40～14:10	
	北海道大学・農学研究院・特任助教		三谷 朋弘 氏
	2. 牛乳と草のつながり	14:10～14:40	
	中標津町・酪農家		三友 盛行 氏
	3. 草からの牛肉生産の研究	14:40～15:10	
	北海道大学・北方圏フィールド科学センター・教授		秦 寛 氏
	4. 牛肉と草のつながり	15:10～15:40	
	えりも町・肉牛農家		高橋 祐之 氏
	5. 消費者のもとめる家畜と草地のつながり	15:40～16:10	
	(株)グッドテーブルズ・代表取締役社長		山本 謙治 氏
	6. 総合討論	16:20～17:00	
	座長：北海道大学・農学研究院・教授		近藤 誠司 氏
	道立総合研究機構・中央農試・場長		竹田 芳彦 氏

一般講演 口頭発表

- A-01 ホクレン十勝地区家畜市場に出荷された黒毛和種子牛の市場成績に関する要因分析
○清水宏嗣¹・鬼頭邦典²・濱崎陽子³・寺脇良悟⁴
(¹酪農大酪農, ²十勝農改十勝北部支所, ³北酪畜, ⁴酪農大短大部)
- A-02 黒毛和種の枝肉格付形質および画像解析形質に対する母牛年齢の影響
○加藤啓介¹・中橋良信¹・口田圭吾¹
(¹帯畜大院)
- A-03 オーストラリア産黒毛和種の異なる枝肉横断部位間における画像解析形質の関連性について
○前田さくら¹・Joe Grose²・口田圭吾¹
(¹帯畜大, ²豪州和牛協会)
- A-04 肥育牛の糞中アルコール・揮発性脂肪酸濃度とその変動要因
○佐々木瑠香¹・佐藤 博¹
(¹酪農学園大学)
- A-05 ウシ卵胞囊腫の発症における特異的分子の探索とその機能解析
○村山千明¹・山崎栄樹²・宮本 明¹・清水 隆¹
(¹帯畜大院畜産衛生, ²帯畜大獣医公衆衛生)
- A-06 ウシ卵胞膜細胞のステロイド産生における内毒素の影響
○堀内まや¹・村山千明¹・白砂孔明¹・宮本明夫¹・清水 隆¹
(¹帯畜院畜産衛生)
- A-07 DNAテストによる北海道和種馬の親子鑑定
○坂本直樹¹・鈴木裕美¹・上田純治²・西村浩美³・川原弘之⁴・柏村文郎⁵
(¹酪農大, ²酪農大短大部, ³加森観光, ⁴剣山ドサンコ牧場, ⁵帯畜大)
- A-08 ルーメンメタン低減物質カシューナッツ殻液に対するメタン菌の反応
○若井真規実¹・林 秀輔¹・小池 聡¹・長嶋 協²・望月正巳²・小林泰男¹
(¹北大農, ²出光興産先技研)
- A-09 ルーメン内Treponema属新規菌株の分離培養化
○仲田尚人¹・小池 聡¹・小林泰男¹
(¹北大農)
- A-10 泌乳牛用TMRにおける圧片小麦とビールパルプの混合割合の違いが第一胃内発酵に及ぼす影響
○昆野大次¹・大坂郁夫¹
(¹道総研根釧農試)
- A-12 酪農学園大学附属農場におけるホルスタイン牛の遺伝的能力
○遊佐誠義¹・川岸孝博²・寺脇良悟³
(¹酪農大酪農, ²酪農大農場, ³酪農大短大部)
- A-13 ホルスタインの気質および搾乳性に関する遺伝評価
○後藤裕作¹・河原孝吉¹
(¹日ホ北支局)
- A-14 北海道の乳牛における分娩形質と妊娠期間の間の遺伝的関連
○馬場俊見¹・増田 豊²・後藤裕作³・鈴木三義²
(¹岩手連大, ²帯畜大, ³日ホ北支局)
- A-15 北海道のホルスタイン牛群における体型審査の受検割合と生産寿命
○池田夏央¹・後藤裕作²・山口 諭³・寺脇良悟⁴
(¹酪農大酪農, ²日ホ北支局, ³北酪検, ⁴酪農大短大部)
- A-16 北海道における乳牛のボディコンディションスコアと繁殖形質との関連
○廣瀬純子¹・鈴木三義¹
(¹帯畜大)
- A-17 北海道の泌乳曲線形状の実際と特性
○早坂貴代史¹・山口諭²・曾我部道彦²
(¹北農研, ²北酪検)

- A-18 部分的混合給与によるフリーストール飼養乳牛の推定TDN充足率と給与TDN含量
○早坂貴代史¹・古川 修²・壺岐修一²
(¹北農研, ²雪印種苗)
- A-19 自動搾乳方式を利用した酪農場における乳牛の採食行動と飼料形状変化
○中屋まりな¹・森田 茂¹・菊地若菜¹・干場信司¹
(¹酪農大酪農)
- A-20 十勝における乳牛による農作業事故分析
○高橋圭二¹
(¹酪農学園大学)
- A-21 イギリスから導入したペレニアルライグラス高WSC含量品種の生育特性
2. 利用2年目の季節生産性と飼料成分
○眞田康治¹・田村健一¹・小松敏憲²・田瀬和浩¹
(¹北海道農業研究センター, ²現農林水産技術情報協会)
- A-22 ペレニアルライグラス (*Lolium perenne* L.) 主体兼用地における秋の終牧時期の延長が牧草生産量および植生に及ぼす影響
○新宮裕子¹・岡元秀樹¹
(¹上川農試天北支場)
- A-23 省力管理条件における放牧草地の基幹草種の違いが牧草や家畜の生産性に及ぼす影響
(2) オーチャードグラス単播草地とケンタッキーブルーグラス・シロクロバ混播草地の比較
○八木隆徳¹・高橋 俊¹
(¹北海道農業研究センター)
- A-24 コーンサイレージ併給下の春季放牧泌乳牛における濃厚飼料給与量の制限が食草量および乳生産に及ぼす影響
○田中康裕¹・三谷朋弘¹・高橋 誠²・上田宏一郎¹・近藤誠司²
(¹北大農, ²北大FSC)
- A-25 植生の異なる放牧地における早春放牧時の乳牛の採食・反芻行動
○伊藤大地¹・塚田夏子²・宿澤光世²・米田陽俊²・渡部優斗¹・乾辺 夢¹・中辻浩喜²・扇 勉²
(¹酪農大短大部, ²酪農大酪農)
-
- B-01 自給飼料の生産基盤強化を目指した地域的プロジェクト
1. 十勝地方における自給飼料の生産実態と現段階
○古川研治¹・早田典生¹・廣川雄哉¹・太田雄大¹・高木正季¹
(¹十勝農業協同組合連合会)
- B-02 自給飼料の生産基盤強化を目指した地域的プロジェクト
2. 多草種混播による雑草抑制および草地生産性に関する報告
○早田典生¹・古川研治¹・廣川雄哉¹・太田雄大¹・高木正季¹
(¹十勝農業協同組合連合会)
- B-03 自給飼料の生産基盤強化を目指した地域的プロジェクト
3. 飼料用とうもろこし収穫直後の草地造成法
○早田典生¹・古川研治¹・廣川雄哉¹・太田雄大¹・高木正季¹
(¹十勝農業協同組合連合会)
- B-04 自給飼料の生産基盤強化を目指した地域的プロジェクト
4. 十勝地方における牧草サイレージの品質をとりまく要因
○廣川雄哉¹・古川研治¹・早田典生¹・太田雄大¹・高木正季¹
(¹十勝農業協同組合連合会)
- B-05 ここ10年の北海道内粗飼料の傾向(その1)～無機成分の変動～
○篠田英史¹・三浦俊治¹・古川 修¹
(¹雪印種苗株式会社)

- B-06 ここ10年の北海道内粗飼料の傾向（その2）～CPおよび繊維を中心とした変動～
 ○篠田英史¹・三浦俊治¹・古川 修¹
 （¹雪印種苗株式会社）
- B-07 北海道における酪農家バルク乳のミネラル含量の地域間差
 ○角谷芳樹¹・三谷朋弘¹・高橋誠²・上田宏一郎¹・近藤誠司²
 （¹北大農,²北大FSC）
- B-08 乳牛におけるイアコーンサイレージの飼料価値
 ○谷川珠子¹・川本 哲²
 （¹道総研根釧農試,²道総研農研本部）
- B-09 大型バンカーサイロにおける中水分サイレージの安定調製技術の実証
 ○佐藤尚親¹・並川幹広²・市川 宏³・中山直紀⁴
 （¹道総研畜産試験場,²根室農業改良普及センター,³網走農業改良普及センター,
 ⁴十勝農業改良普及センター）
- B-10 サイレージ材料草に占めるペレニアルライグラスの割合が栄養価及びサイレージ発酵品質に及ぼす影響
 ○横山 寛¹・谷津英樹¹・龍前直紀¹・北村 亨¹・高山光男¹
 （¹雪印種苗株式会社）
- B-11 HPLCを用いたサイレージ中エタノール定量法についての検討
 ○秋山典昭¹・大下友子¹・青木康浩¹
 （¹北農研）
- B-12 低温遭遇時期が飼料用トウモロコシの収量および乾物率に及ぼす影響
 — 3ヶ年の人工気象室試験の総合的な解析 —
 ○川浪智之¹・義平大樹¹・小阪進一¹・岩渕 慶²
 （¹酪農学園大学,²ホクレン単味飼料種子課）
- B-13 新播草地および飼料用トウモロコシ畑への堆肥施用による化学肥料の減肥が収量におよぼす影響
 ○堀田 務¹・川島千帆¹・吉澤一郎¹・谷 昌幸¹・木田克弥¹・本江昭夫¹
 （¹帯畜大）
- B-14 飼料用とうもろこし栽培におけるたい肥活用による減肥と追肥効果の検討
 ○井内浩幸¹
 （¹北海道立総合研究機構上川農業試験場天北支場）
- B-15 牛炭化物のリン肥料としての効果は炭化条件で異なる
 ○松井悠太郎¹・松中照夫¹
 （¹酪農学園大学）
- B-16 夏季播種が翌年の収量およびマメ科率に及ぼす影響
 ○奥村健治¹・高田寛之¹・廣井清貞¹
 （¹北海道農業研究センター）
- B-17 イタリアンライグラスの混播が緑肥用エンバク野生種「ヘイオーツ」の収量・栄養価・嗜好性に及ぼす影響
 ○高田ひとみ¹・義平大樹¹・小阪進一¹
 （¹酪農学園大学）
- B-18 イタリアンライグラスを用いた無除草剤更新技術は天北地域へも適用できる
 ○岡元英樹¹・古館明洋²・吉澤 晃³・大橋優二¹
 （¹天北支場,²現 中央農試,³現 畜試）
- B-19 難防除雑草キクイモおよびアメリカオニアザミの防除法
 ○佐藤尚親¹・三浦康雄²・川田 恒³・須藤卓哉³・藤田朋法⁴
 （¹道総研畜産試験場,²道農政部技術普及課,³十勝農業改良普及センター,
 ⁴ホクレン帯広支所）

- B-20 北海道中央部におけるガレガの地上部生育量と地下茎の生長過程との関係
—積算気温からみた解析—
○佐藤恵悟¹・義平大樹¹・小阪進一¹・高田寛之²・奥村健治²・岩淵 慶³
(¹酪農学園大学, ²北海道農業研究センター, ³ホクレン単味飼料種子課)
- B-21 マメ科牧草ガレガの種子の発芽に及ぼす硬実打破処理と保存温度の影響
○山本紳朗¹・大塚菜々¹
(¹帯広畜産大学)
- B-22 晩生アカクローバ新系統「北海16, 17号」の利用 1, 2 年目の特性
○高田寛之¹・奥村健治¹・廣井清貞¹
(¹北海道農業研究センター)
- B-23 日高地方におけるアカクローバを組み合わせたガレガ・チモシー混播草地 利用 1、2 年目の特性
○和田英雄¹・野崎治彦¹・高田寛之²・奥村健治²
(¹家畜改良センター新冠牧場, ²北海道農業研究センター)
- B-24 草地土壌中の交換性アルミニウムが草地植生に与える影響
○佐々木章晴¹
(¹北海道当別高等学校園芸デザイン科)
- B-25 草地への N、P、K の施用量を同時に変化させたときの、植生、生産性、牧草体成分への影響
○佐々木章晴¹
(¹北海道当別高等学校園芸デザイン科)
- B-26 北海道根釧地方における、飼養形態の違いが窒素利用率に及ぼす影響
○佐々木章晴¹
(¹北海道当別高等学校園芸デザイン科)
-

会 務 報 告

1. 2011年度第1回評議員会

2011年6月11日、ホテル札幌ガーデンパレスにおいて会長、副会長1名、評議員16名、監事1名および幹事3名が出席して開催され、2010年度庶務報告、会計報告および会計監事報告が行われ、承認された。次いで、2011年度事業計画（案）および予算（案）が提案され、承認された。また、2011年度北海道畜産学会賞は、以下の通り決定された。

受賞者：大坂 郁夫（北海道立総合研究機構 根釧農業試験場）

業 績：「乳牛における哺乳・育成期の栄養管理に関する一連の研究」

2. 2011年度第2回評議員会

2011年12月6日、北海道大学において会長、副会長2名、評議員21名、監事2名および幹事3名が出席して開催され、3学会・研究会（北畜、北海道家畜管理研、北草）統合、北海道畜産学会報54巻の発行などについて審議され、いずれも了承された。

3. 2011年度総会

2011年12月7日、北海道大学において総会を開催した。議事は以下の通りで、原案通り可決された。

<報告事項>

1) 2010年度庶務報告

(1) 2010年度第1回評議員会

2010年5月22日、ホテルエルム札幌において会長、副会長1名、評議員21名、監事2名および幹事3名が出席して開催され、2009年度庶務報告、会計報告および会計監査報告が行われ、承認された。次いで、2010年度事業計画（案）および予算（案）が提案され、承認された。また、2010年度北海道畜産学会賞は、以下の通り決定された。

受賞者：FTM（フォーレイジテストミーティング）

代表 桑原 誠

桑原 誠（ホクレン農業協同組合連合会 飼料部長）

宿野部 猛（オホーツク農業科学研究センター 酪農振興係長）

鈴木 祐志（十勝農業協同組合連合会 農産化学研究所長）

清水 洋介（日本甜菜製糖株式会社 飼料事業部製造課長）

長岡 茂美（浜中町農業協同組合 酪農技術センター長）

加藤 英生（明治飼糧株式会社 研究開発部水戸研究所）

古川 修（雪印種苗株式会社 北海道研究農場リーダー）

松田 晃（オホーツク網走農業協同組合 北浜土壌分析センター）

竹口 智子（全国酪農協同組合連合会 購買部分析センター長代理）

出口健三郎（道総研根釧農業試験場 研究部飼料環境グループ主査（作物））

大下 友子（北海道農業研究センター 自給飼料酪農研究チーム主任研究員）

飯田 憲司（道総研畜産試験場 基盤研究部飼料環境グループ研究職員）

松田 雅彦（ホクレンくみあい飼料株式会社 北見工場品質管理課長）

業 績：「北海道内の飼料分析サービスにおける近赤外線分析用検量線の開発とそれを活用した粗飼料の栄養価向上に関する取り組み」

(2) 2010年度第2回評議員会

2010年9月8日、道総研畜産試験場において会長、副会長2名、評議員17名および幹事4名が出席して開催され、北海道畜産学会役員（2011・2012年度）の選出、日本畜産学会（北海道支部）代議員（2011・2012年度）の選出、3学会（北畜、北海道家畜管理研、北草）の統合、北海道畜産学会報53巻の発行、2011年度第66回北海道畜産学会大会などについて審議され、いずれも了承された。

(3) 2010年度総会

2010年9月8日、道総研畜産試験場において総会を開催した。

<報告事項>

1) 2009年度庶務報告

2) 2009年度会計報告

3) 2009年度会計監査報告

<審議事項>

1) 2010年度事業計画

2) 2010年度予算

- 3) 北海道畜産学会評議員の交替
- 4) 2011・2012年度日本畜産学会北海道支部代議員の選出
- 5) 3学会（北畜、北海道家畜管理研、北草）の統合について

(4) 第65回北海道畜産学会大会

9月8、9日、道総研畜産試験場において第65回北海道畜産学会大会を開催した。学会賞受賞講演1題と一般講演31題（口頭発表21題、ポスター発表10題）の発表が行われた。また、シンポジウム「大規模酪農経営の現状と課題」が行われ（座長：三浦 康雄、畜産試験場 上席普及指導員）、下記の3題の話題提供があった。

また、「北海道立農業大学校農業経営研究科における私の取り組み」として農業大学校生による発表があった。

- 1) 十勝管内における大規模酪農経営の現状と課題
十勝農業協同組合連合会 酪農畜産課長 太田 雄大氏
- 2) 生産現場から見た大規模酪農経営の現状と課題
農事組合法人Jリード 代表 井下 英透氏
- 3) 大規模酪農経営の現状と課題－農協の視点から－
豊頃町農業協同組合 畜産部長 竹山 幸男氏
- 4) 北海道立農業大学校農業経営研究科における私の取り組み
 - (1) 育成牛の管理能力向上に向けて
農業経営研究科2年 大井 龍兵氏
 - (2) 放牧養豚の可能性検討
農業経営研究科2年 上村 優太氏

(5) 講演要旨および会報の発行

- ①第65回大会講演要旨集：2010年9月発行
- ②北海道畜産学会報第53巻：2011年3月発行

(6) 日本畜産学会北海道支部総会について

2010年度北海道畜産学会総会終了後に日本畜産学会北海道支部総会を開催し、2010年度(社)日本畜産学会北海道支部予算(案)が審議され原案通り可決された。

2) 2010年度会計報告(別紙1)

3) 2010年度会計監査報告

<審議事項>

1) 2011年度事業計画について

- (1) 第66回北海道畜産学会大会の開催
北海道畜産学会、北海道草地研究会、北海道家畜管理研究会の合同発表会および合同シンポジウムとして開催。

開催期日：2011年12月6日～7日
開催場所：北海道大学
大会内容：一般講演（口頭・ポスター）、シンポジウム、学会賞受賞講演、総会、懇親会など

(2) 講演要旨および会報の発行

- ①第66回大会講演要旨集：2011年12月発行
- ②北海道畜産学会報第54巻：2012年3月発行予定

(3) 評議員会の開催

- ①第一回評議員会 6月11日(土)
- ②第二回評議員会 12月6日(火)

(4) 北海道畜産学会総会の開催

- ①開催月日：12月7日
- ②開催場所：北海道大学

(5) 編集委員会の開催

- ・年2～3回の予定

(6) 3学会・研究会統合委員会

- ・課題に合わせて開催予定

2) 2011年度予算(別紙2)

3) 北海道畜産学会役員(評議員)交替について

2010年度第2回評議員会を経て、会報53巻に掲載された2011～2012年度北海道畜産学会役員の交替があった。

訂正前	訂正後
柏村 文郎(帯畜大)	監事から評議員へ
高橋 潤一(帯畜大)	監事へ
三木 直倫(根釧農試)	石田 亨(根釧農試)
木曾 誠二(上川農試)	山本 裕介(天北支場)
田中 義春(道農政部)	鈴木 善和(道農政部)
熊野 康隆(北酪検)	青山 英俊(北酪検)
後藤 正則(ホクレン)	奥田 康人(ホクレン)

4) 3学会(北畜、北海道家畜管理研、北草)の統合について

- 1) 統合委員会からの提案書について
- 2) 統合までのスケジュールについて
- 3) 統合準備委員会の設置について
- 4) 役員任期について

4. その他

(1) 日本畜産学会北海道支部総会について

2011年度北海道畜産学会総会終了後に日本畜産学会北海道支部総会を開催し、2011年度(社)日本畜産学会北海道支部予算(案)が審議され、原案通り可決された。

別紙 1

2010年度北海道畜産学会決算
(自2010年4月1日～至2011年3月31日)

一 般 会 計

収入の部

(円)

項 目	予 算 額	決 算 額	差 異	備 考
会 費	1,239,000	1,297,000	58,000	正会員(201名) 761,000円 (過年度会費を含む) 学生会員(18名) 36,000円 (過年度会費を含む) 賛助会員(27社) 500,000円
広 告 料	0	0	0	第52巻掲載広告料
投 稿 料	60,000	93,400	33,400	第52巻投稿料・別刷代
雑 収 入	20,000	14,476	-5,524	利子、会報著作権
繰 越 金	1,564,931	1,564,931	0	2009年度からの繰越金
合 計 (A)	2,883,931	2,969,807	85,876	

支出の部

(円)

項 目	予 算 額	決 算 額	差 異	備 考
印 刷 代	1,500,000	420,720	1,079,280	会報第52巻、講演要旨集等
大 会 費	150,000	150,000	0	北海道立総合研究機構畜産試験場へ
通 信 費	70,000	81,515	-11,515	郵送費、ホームページ経費等
会 議 費	50,000	34,042	15,958	評議員会、編集委員会、活性化委員会
旅 費	300,000	153,290	146,710	役員、評議員、各種委員旅費
謝 金	40,000	55,750	-15,750	学会運営補助、事務補助費等
事 務 費	40,000	39,257	743	事務用品・消耗品等
振 込 手 数 料	30,000	25,400	4,600	会費振込手数料負担等
予 備 費	703,931	0	703,931	
合 計 (B)	2,883,931	959,974	1,923,957	

収支 (A - B) 2,969,807 - 959,974 = 2,009,833円 (次年度繰越金)

繰越内訳 北洋銀行北7条支店 普通口座3789447 2,003,762円
 2011.3.31現在 ゆうちょ銀行振替口座 02770-4-4947 0円
 現金 6,071円

特 別 会 計

収入の部

(円)

項 目	予 算 額	決 算 額	差 異	備 考
雑 収 入	5,000	1,396	-3,604	貸付信託・定期・普通預金利息
繰 越 金	3,070,569	3,070,569	0	2009年度会計から繰越
合 計 (a)	3,075,569	3,071,965	-3,604	

支出の部

(円)

項 目	予 算 額	決 算 額	差 異	備 考
学会賞副賞	100,000	50,000	50,000	50,000×1件
雑 費	10,000	9,555	445	賞状、のし袋 (下記参照)
予 備 費	2,965,569	0	2,965,569	
合 計 (b)	3,075,569	59,555	3,016,014	

収支 (a - b) 3,071,965 - 59,555 = 3,012,410円 (次年度繰越金)

繰越内訳 みずほ信託銀行札幌支店 定期09600676-1-1 1,750,000円
 みずほ信託銀行札幌支店 普通4206541 273,118円
 北洋銀行北七条支店 普通3180370 989,292円
 現金 0円

別紙 2

2011年度北海道畜産学会会計予算（案）
（自2011年 4 月 1 日～至2012年 3 月31日）

一 般 会 計

収入の部 (円)

項 目	前 年 度 決 算 額	今 年 度 予 算 額	備 考
会 費	1,297,000	1,230,000	正会員 230名 690,000円 学生会員 15名 30,000円 賛助会員 27社51口 510,000円
広 告 料	0	0	
投 稿 料	93,400	60,000	第53巻投稿料・別刷代
雑 収 入	14,476	20,000	利子、会報著作権、要旨集販売
繰 越 金	1,567,931	2,009,833	2010年度からの繰越金
合 計	2,969,807	3,319,833	

支出の部

項 目	前 年 度 決 算 額	今 年 度 予 算 額	備 考
印 刷 代	420,720	1,000,000	会報53、54巻、講演要旨集、封筒等
大 会 費	150,000	150,000	開催機関へ
通 信 費	81,515	70,000	郵送費、ホームページ経費等
会 議 費	34,042	50,000	評議員会、編集委員会、活性化委員会等
旅 費	153,290	300,000	役員、評議員、各種委員旅費
謝 金	55,750	40,000	事務補助費等
事 務 費	39,257	40,000	事務用品・消耗品等
振 込 手 数 料	25,400	30,000	会費振込手数料負担等
予 備 費	0	1,639,833	
合 計	959,974	3,319,833	

特 別 会 計

収入の部 (円)

項 目	前 年 度 決 算 額	今 年 度 予 算 額	備 考
繰 越 金	3,070,569	3,012,410	2010年度会計から繰越
雑 収 入	1,396	5,000	貸付信託・定期・普通預金利息
合 計	3,071,965	3,017,410	

支出の部 (円)

項 目	前 年 度 決 算 額	今 年 度 予 算 額	備 考
学 会 賞 副 賞	50,000	100,000	50,000円×2件
雑 費	9,555	10,000	賞状、筒、代書手数料
予 備 費	0	2,907,410	
合 計	59,555	3,017,410	

2011～2012年度 北海道畜産学会役員

(任期：2011年4月1日～2013年3月31日)

会 長
副会長

近 藤 誠 司 (北大農)
鈴 木 三 義 (帯畜大)

小 関 忠 雄 (道立畜試)

評議員
(28名)

小 林 泰 男 (北大農)
西 邑 隆 徳 (北大農)
日 高 智 (帯畜大)
手 塚 雅 文 (帯畜大)
竹 田 保 之 (酪農大)
森 田 茂 (酪農大)
増 子 孝 義 (東農大)
坂 口 実 (北農研)
草 刈 直 仁 (道総研畜試)
石 田 亨 (道総研根釧農試)
鈴 木 善 和 (道農政部)
青 山 英 俊 (北酪検)
奥 田 康 人 (ホクレン)
田 村 千 秋 (酪畜協会)
太 田 雄 大 (十勝農協連)

中 村 富美男 (北大農)
秦 寛 (北大農)
浦 島 匡 (帯畜大)
柏 村 文 郎 (帯畜大)
寺 脇 良 悟 (酪農大)
筒 井 静 子 (酪農大)
横 濱 道 成 (東農大)
中 村 正 斗 (北農研)
山 本 裕 介 (道総研天北支場)
宮 崎 元 (道総研根釧農試)

古 川 修 (雪印種苗)
佐渡谷 裕 朗 (日本甜菜)
土 門 幸 男 (ジェネティクス北海道)

監 事

干 場 信 司 (酪農大)

高 橋 潤 一 (帯畜大)

幹 事

小 池 聡 (庶務)
川 原 学 (編集)

若 松 純 一 (会計、HP)

編集委員長
編集委員

小 林 泰 男 (北大)
西 田 武 弘 (帯畜大)
若 松 純 一 (北大)
川 原 学 (北大)

森 田 茂 (酪農大)
宝寄山 裕 直 (道総研)

(敬称 省略)

北海道畜産学会会則

第1条 本会は北海道畜産学会と称し、その事務局を原則として会長の所属する機関に置く。

第2条 本会は畜産に関する学術の進歩を図り、併せて北海道に於ける畜産の発展に資することを目的とする。

第3条 本会は正会員、学生会員、名誉会員、賛助会員をもって構成する。

1. 正会員は第2条の目的に賛同する者とする。
2. 学生会員は第2条の目的に賛同し、大学またはこれに準ずる学校に在籍し、別に定める会費を納める学生とする。ただし、大学院も含む。
3. 名誉会員は本会に功績のあった正会員とし、評議員会の推薦により、総会において決定する。名誉会員は終身とし、会費は徴収しない。
4. 賛助会員は本会の目的事業を賛助する会社団体とし、評議員会の議を経て決定する。

第4条 本会は下記の事業を行う。

1. 研究発表会・学術講演会などの開催
2. 会報の発行
3. 学術の進歩発展に貢献したものの表彰
4. 社団法人日本畜産学会北海道支部の事業の代行
5. その他必要な事業

第4条 第4条 本会には次の役員を置く。
会長 1名、副会長 2名、評議員 若干名、
監事 2名、幹事 若干名

第5条 会長は会務を総括し、本会を代表する。副会長は会長を補佐し、会長が職務遂行に支障のある時または欠けた時は、その職務を代理する。評議員は本会の重要事項を審議する。幹事は会長の命を受け、会務を処理する。監事

は本会の事業及び会計の監査を行う。

第6条 会長、副会長、評議員及び監事は会員より選出する。その選出に際して、会長は若干名の選考委員を委嘱する。選考委員会は会長、副会長、評議員および監事の候補者を推薦し、評議員の議を経て総会において決定する。幹事は会長が会員より委嘱する。役員の任期は2年とし、重任は妨げない。ただし、会長及び副会長の重任は1回限りとする。

第7条 総会は毎年1回開く。ただし、必要な場合には臨時にこれを開くことができる。総会では会務を報告し、重要事項について協議する。

第8条 本会の事業遂行に要する費用は、正会員および賛助会員の会費および寄付金をもって充てる。ただし、寄付金であって寄付者の指定のあるものは、その指定を尊重する。

第9条 正会員の会費は年額3,000円とし、学生会員の会費は年額2,000円とする。賛助会員の会費は1口以上とし、1口の年額は10,000円とする。名誉会員からは会費を徴収しない。

第10条 会費を納めない者および会員としての名誉を毀損するようなことのあった者は、評議員会の議を経て除名する。

第11条 本会の事業年度は、毎年4月に始まり、翌年3月31日に終わる。

第12条 本会則の変更は、総会の議決による。

付 則 本会則は1992年4月1日より施行する。

2001年4月1日 改正

北海道畜産学会編集委員会規定

1. 会則4条2に基づき本規定を設ける。
2. 会報「北海道畜産学会報」の編集のため、編集委員会を置く。
3. 委員のうち1名は技術レポート担当とする。適任者がいない場合には外部に助言者を置く。
4. 編集委員会は委員長1名、委員若干名、幹事1名からなり、評議員会の議をへて会長がこれらを委嘱する。
5. 委員長・委員・幹事の任期は2年とし、再任を妨げない。ただし、欠員が生じた場合、補充された委員の任期は前任者の残任期間とする。
6. 編集委員会の任務は、会誌刊行計画の立案、原稿の受理・依頼・整理、各種原稿の審査に関すること、掲載内容の決定、会誌の発行等とする。
7. 投稿規定、原稿作成要領は別に定める。
8. 編集委員会規定の改正に当たっては、評議員会の承認を受けるものとする。

1995年9月18日 制定

1996年9月18日 改正

1999年4月1日 改正

2006年5月20日 改正

北海道畜産学会投稿規定

1. 北海道畜産学会報は、原著論文・総説・受賞論文・解説・講座・シンポジウム報告・海外報告・書評・文献抄録・研究ノート・技術レポート・現場（会員）からの声等を掲載する。原著論文・研究ノート・技術レポートは会員の投稿による。総説・受賞論文・解説・講座は編集委員会が依頼したものを主とする。
2. 原著論文および研究ノートは畜産学上価値ある内容を持ち、投稿規定に従ったもので、原則として他の学会誌等に未発表のものとする。技術レポートは、北海道の畜産業の発展に役立つ内容のもので、

学術上のオリジナリティは問わない。原稿は審査を受け、字句の訂正や、文書の長さの調節を受けることがある。

3. 原稿は和文もしくは英文とする。
4. 原稿は図、表、写真など一切を含め総説では刷り上がり6ページ、原著論文は4ページ、研究ノート・技術レポートは3ページ以内が望ましい。但し和文の刷り上がり1ページは、24文字×50行×2段組（2,400字程度）である。
5. 提出原稿は正1部、副2部とし、副は複写でよい。原稿はコンピュータソフトにより作成し、“表題、執筆者、ソフトウェア名、バージョン名”を明記したフロッピーディスク等を受理通知を受けた後に事務局へ送付する。なお、投稿された原稿およびフロッピーディスク等は返却しない。
6. 原著論文、研究ノートおよび技術レポートの掲載料については、刷り上がり1ページあたり5,000円とする。また、印刷時に特別な指定のあるものは、その費用を著者負担とする。
7. 原著論文、研究ノートおよび技術レポートの別刷については、投稿時に必要な部数を申し込む。その実費は著者負担とする。編集委員会が依頼した原稿については、50部までの別刷を無料とする。
8. 著者による校正は1回のみとする。校正の際、字句の追加、削除、または文章の移転は許されない。また、指定された期日までに返送されない場合は、次巻号に繰り延べることがある。
9. 原稿の送付は簡易書留にて事務局宛とする。封筒には原稿在中と朱書し、表題、連絡者氏名、住所、論文の種類を記した原稿送状を同封する。
10. 規定の改正に当たっては、評議員会の承認を受けるものとする。

1993年5月29日 制定

1996年9月18日 改正

1999年4月1日 改正

2001年4月1日 改正

2004年9月2日 改正

北海道畜産学会報原稿作成要領

1. 原著論文の記述は、表題、著者名、所属機関名、所在地（市町村名、郵便番号）、和文キーワード、英文表題、英文著者名、英文所属機関名、英文所在地、英文キーワード、要約、英文要約、緒言、材料および方法、結果、考察、文献、図表（説明文を含む）の順序とする。結果および考察はひとまとめにして記述してもよい。謝辞の必要がある場合は考察の後に付ける。表題から英文キーワードまでを第1ページ、要約を第2ページ、英文要約を第3ページ、第4ページより緒言以下を作成する。本文の図、表、写真の挿入場所は矢印を付けて指定する。写真の説明文、図および表は英文とする。

研究ノート・技術レポートの記述は、原著論文の記述法に準ずるが、英文要約は不要であり、写真の説明文、図および表は和文でもよい。

2. 原稿は、コンピュータソフトを用いて作成する。A4版用紙に、縦置き、横書きとし、上下左右とも2.5cmの余白を設け、全角35字×34行／ページとする。ページ番号は中央下、行番号はページごとに左側の余白に記入する。専門用語は、原則として文部省学術用語審議会編「学術用語集」、日本畜産学会編「新畜産用語辞典」を参照する。

3. 動植物の和名はカタカナで、学名等は、イタリック体とする。

4. 本文中の外人名は原名つづりのままでMILLSのように姓のみを書き、2名連名の場合はMILLS and JENNYのようにandでつなぎ並記する。3名以上の連名の場合はMILLS et al. のように最初の著者名にet al. をつけ、他は省略する。

5. 本文中の日本人名も姓のみを記し上記に準ずる。

6. 本文中の文献引用箇所には、以下のように記入する。

SMITH et al. (1992) は食肉の解硬メカニズム、保水性の回復（三浦，1990A；関川と佐藤，1992）および風味の向上について（三浦，1990B）……

7. 本文中の人名以外の外国語は原字またはカタカナで書く。

8. 数字はすべて算用数字を用いる。また、諸単位の略号は原則として以下のようなSI単位を用いる。

km, m, cm, mm, μ m, nm, kl, l, ml, μ l, kg, g, mg, μ g, ng, pg, h, min, s, mol, M, N, ppm, ppb, J, $^{\circ}$ C, Pa, rpm, Hz, %

9. 引用した文献のリストは、次の手順により作成する。

①雑誌に掲載された文献の記載は、全員の著者名（発行年）表題。雑誌名、巻：最初～最終ページ。の順とする。

例

DRORI, D. and J.K. LOOSLI (1959A) Influence of fistulation on the digestibility of feeds by steers. J. Anim. Sci., 18:206-210.

佐々木清綱・松本久喜・西田周作・細田達雄・茂木一重（1950）牛の血液型に関する研究。日畜会報，27:73-76.

②単行本の記載は、著者名（発行年）書名。版。引用ページ。出版社。発行地。の順とする。分担執筆の場合は書名の後に“……の項執筆”と書き、編集または監修者名を加える。

例

NALBANDOV, A. V. (1963) Advances in neuroendocrinology. 2nd ed. 156-187. Univ. of Illinois Press. Urbana.

FOLLEY, S. J. and F. H. MALPRESS (1948) Hormonal control of mammary growth. in The Hormones vol. I. (PINCUS, G. and K. V. THIMANN, eds.) 695-743. Academic Press. New York.

諏訪紀夫（1977）定量形態学。第1版。12-23。岩波書店。東京。

③文献の記載には正確を期し、とくに巻、ページを正しく書く。

④文献リストは、まず筆頭者名のアルファベット順に、同一著者による複数の文献があれば発表順に整理する。

⑤その上で、同一著者による複数の文献が同一年にあれば、発表年の後に大文字のアルファベットで区別する（作成要領6、参照）

10. 特殊な刊行物を引用する場合は、下記の例にならない全タイトルを記す。

農林水産省統計情報部編（1990）平成元年食肉流通統計。347-351。農林統計協会。東京。

11. 図版の原図および表については、次の規定に従う。

①原図はコンピュータソフトにより作成するのが望ましい。コンピュータソフトによらない場合は、A4版の白紙または方眼紙に、製図用インクで、そのまま製版できるように描くのが望ましい。ただし、方眼の色は青に限る。

②原図は原則として、図中の文字および数字をも含めて、そのまま印刷できるものとする。原図が製版に不相当である場合、トレース費用は著者負担とする。

③原図の周囲には2.5 cm 幅の余白を残し、折り目をつけないようにして送付する。

④図表は、A4版の白紙または方眼紙一枚に一つずつ記入する。また、表および図の欄外余白に著者名と表題を記入する。

⑤原稿の最後に、図および表の表題および説明文をまとめて添付する。

12. 要約は総説で600字程度、原著論文で400字程度、研究ノートおよび技術レポートでは300字程度とする。原著論文には250語程度の英文要約もつける。

13. 字体を指定する場合は以下のようにする。

①スモールキャピタル（小文字の大きさの大文字）

は2本下線。 MACFARLANE

②イタリック体は1本下線。 Medicago

③ゴシック体は波下線。 J.Anim.Sci., 18:

14. キーワードは5個以内で、和文と英文の両方で記載し、所在地の次に以下のように記入する。

キーワード：アミノペプチダーゼ、酸性極限pH、遊離アミノ酸

Key words : amino peptidase, ultimate pH, free amino acid

15. 提出原稿に以下の内容を記述した原稿送り状を添付する。 発送年月日、表題、略表題、著者名、所属機関名、所在地（市町村名、郵便番号）、英文表題、英文著者名、英文所属機関名、英文所在地、投稿者氏名、連絡先（所属、住所、郵便番号、電話番号、ファックス番号、Eメールアドレス）、原稿の種類（原著論文、研究ノート、技術レポート、その他（具体的に））、原稿枚数（本文、表、図、図の説明のそれぞれの枚数と合計枚数）、別刷りの部数。なお、略表題は、和文は15文字以内、英文は40文字（スペース含む）以内とする。

16. 原稿を英文で作成する場合も、基本的に本投稿規定に従う。記述の順および原稿送り状については、「英文」を「和文」、また、「和文」を「英文」と読み替える。英文はアメリカ英語で作成する。字体は12ポイントのダブルスペースで印字する。1ページ当たり26行とする。なお、英文では、約600語が刷り上がり1ページとなる。

17. 本要領の改正に当たっては、編集委員会の承認を得るものとする。

1996年9月18日 改正

1999年4月1日 改正

2004年8月27日 改正

北海道畜産学会表彰規定

第1条 本会は北海道の畜産に関する試験・研究および普及に顕著な業績を挙げた会員に対し「北海道畜産学会賞」を贈り、これを表彰する。

第2条 会員は受賞に値すると思われる者を推薦することが出来る。

第3条 第1条の畜産に関する普及に顕著な業績の場合は、会員以外の者も推薦することができる。

第4条 会長は、その都度、選考委員若干名を委嘱する。

第5条 受賞者は選考委員会の報告に基づき、評議員会において決定する。

第6条 本規定の改正に当たっては、評議員会の承認を受けるものとする。

申し合わせ事項

1. 受賞候補者を推薦しようとする者は、毎年3月末日迄に候補者の職、氏名、対象となる業績の題目、2,000字以内の推薦理由、推薦者氏名を記入して会長に提出する。

2. 受賞者の決定は各年度の第1回評議員会において行う。

3. 受賞者はその内容を大会において講演し、かつ会報に発表する。

1992年4月1日 制定

1996年9月18日 改正

2004年5月22日 改正

北海道畜産学会活性化委員会規定

1. 北海道畜産学会の活動の活性化を図るため北海道畜産学会活性化委員会（以下活性化委員会）を設置する。

2. 活性化委員会は、委員長および委員若干名と事務局で構成する。

3. 活性化委員長および委員は会長が委嘱する。活性化委員長および委員の任期は2年とする。

4. 活性化委員会は会長より依頼のあった事項について検討を行い、検討結果を会長に報告する。

5. 本規定の改廃は、評議員会の議決による。

2004年9月2日 制定

北海道畜産学会旅費規程

1. 本会は、評議員会および各種委員会の開催に際し、各役員および委員に対して交通費を支給する。
2. 評議委員会および各種委員会が、大会と同時に開催される場合には支給しない。
3. 旅費支給額は、公共交通機関の運賃を参考にして、会長が判断する。また支給は交通費のみとする。

2006年9月5日 制定

日本畜産学会北海道支部会則

- 第1条 北海道支部は、社団法人日本畜産学会の定款および細則に基づき同会の正会員で構成する。
- 第2条 支部総会を毎年1回、北海道畜産学会総会に併せて開催する。但し、必要な審議事項がない場合はこの限りではない。
- 第3条 本会の運営に関する重要事項を審議するため役員会を置く。
- 第4条 支部長は北海道畜産学会会長が兼任し、その他の役員も同様とする。なお、日本畜産学会の役員改選時における理事候補者（支部代表者）は支部長をもって当てる。
- 第5条 日本畜産学会北海道支部代議員は別に定める日本畜産学会北海道支部代議員選出規定により選出する。
- 第6条 その他必要な支部の運営および事業は北海道畜産学会が代行する。
- 第7条 本会則の改廃は、総会の議決による。

本会則は2004年9月2日より施行する。

日本畜産学会北海道支部代議員選出規定

1. 代議員選出事務を行うため、選挙管理委員会を置く。
2. 選挙管理委員会は、委員長および委員若干名と事務局で構成する。
3. 選挙管理委員長および委員は支部長が委嘱し、事務局は北海道畜産学会事務局に依頼する。なお、選挙管理委員の任期は2年とする。
4. 選挙管理委員会は次の事務を実施する。
 - ①代議員立候補受付の告示
 - ②総会時に以下の選挙事務を行う。
 - ・立候補者の告示
 - ・会員による選挙
 - ・選挙結果の報告
 - ③選出代議員の公表
 - ④その他必要な事務
5. 所定の時期までに立候補者が定数に達しない場合は、支部長より委嘱された代議員選考委員会が推薦する会員を立候補者とすることができる。
6. 立候補者が定数通りの場合、選挙管理委員長は総会出席会員に図り、選挙を省略して信任承認の議決を得ることができる。
7. 本規定の改廃は、支部役員会の議決による。

2004年9月2日 制定

2011～2012年度日本畜産学会北海道支部選出代議員

代議員

小 林 泰 男 (北大農)	中 村 富美男 (北大農)
西 邑 隆 徳 (北大農)	鈴 木 三 義 (帯畜大)
日 高 智 (帯畜大)	浦 島 匡 (帯畜大)
竹 田 保 之 (酪農大)	寺 脇 良 悟 (酪農大)
筒 井 静 子 (酪農大)	横 濱 道 成 (東農大)
中 村 正 斗 (北農研)	小 関 忠 雄 (道畜試)
宮 崎 元 (道農試)	佐渡谷 裕 朗 (日本甜菜製糖)
土 門 幸 男 (ジェネティクス北海道)	

(敬称略)

名 誉 会 員

会 員 名

大久保 正 彦
小 野 齊
鈴木 省 三
三浦 弘 之
三上 正 幸
安 井 勉

正 会 員

会 員 名

所 属

青 木 康 浩 北海道農業研究センター
青 山 英 俊 北海道酪農検定検査協会
朝 日 敏 光 夕張市役所 建設課
安 宅 一 夫 酪農学園大学
阿 部 登 (社)ジェネティクス北海道
荒 木 敏 彦 北海道農業研究センター
有 馬 俊六郎 北海道農業研究センター
安 藤 哲 北海道農業研究センター
安 藤 道 雄 北海道立総合研究機構 上川農業
井 内 浩 幸 試験場 天北支場
石 井 智 美 酪農学園大学
石 井 三都夫 帯広畜産大学
石 下 真 人 酪農学園大学
石 田 亨 北海道立総合研究機構 根釧農業
試験場
泉 賢 一 酪農学園大学
出 雲 将 之 JA全農ETセンター
出 田 篤 司 デーリィ・ジャパン社 北海道支局
伊 藤 浩 東京農業大学生物産業学部
伊 藤 雅 夫 北海道立総合研究機構 畜産試験場
伊 藤 めぐみ 北海道立総合研究機構 畜産試験場
岩 上 弦太郎 北海道立総合研究機構 畜産試験場
岩 崎 智 仁 酪農学園大学
上 田 宏一郎 北海道大学 大学院農学研究部門
上 田 純 治 酪農学園大学 短期大学部
上 田 靖 子 北海道農業研究センター
請 川 博 基 十勝農業改良普及センター
梅 津 一 孝 帯広畜産大学
浦 島 匡 帯広畜産大学畜産衛生学研究部門
遠 藤 哲 代 北海道立総合研究機構 畜産試験場
扇 勉 酪農学園大学
大 井 幹 記 北海道立総合研究機構 畜産試験場

会 員 名

所 属

大久保 義 幸 網走農業改良普及センター
大 坂 郁 夫 北海道立総合研究機構 根釧農業
試験場
大 澤 剛 史 (独)家畜改良センター
大 下 友 子 農業技術研究機構 北海道農業研
究センター
大 滝 忠 利 日本大学生物資源学部獣医学科
大 橋 真 吾 酪農学園大学
岡 本 英 竜 酪農学園大学
岡 本 全 弘 釧路短期大学
岡 本 匡 代 十勝農業改良普及センター
小 川 晃 生 ホクレン農業協同組合連合会
奥 田 康 人 北海道立総合研究機構 畜産試験場
小 関 忠 雄 帯広畜産大学
小 田 有 二 十勝農業改良普及センター十勝南
部支所
海 田 佳 宏 影山牧場
影 山 智 北海道立総合研究機構 畜産試験場
陰 山 聡 一 北海道立総合研究機構 畜産試験場
籠 田 勝 基 北海道立総合研究機構 畜産試験場
梶 野 清 二 北海道立総合研究機構 畜産試験場
鹿 島 聖 志 北海道立総合研究機構 畜産試験場
柏 村 文 郎 帯広畜産大学
糟 谷 広 高 北海道立総合研究機構 根釧農業
試験場
片 桐 成 二 酪農学園大学
加 藤 清 雄 酪農学園大学
門 平 睦 代 帯広畜産大学
金 井 秀 明 玉川大学農学部
金 子 朋 美 釧路農業改良普及センター 釧路
中西部支所
河 合 正 人 帯広畜産大学
川 崎 勉 明治飼料株式会社

会 員 名	所 属
川 島 千 帆	帯広畜産大学
川 田 訓	独立行政法人 家畜改良センター
河 原 孝 吉	北海道ホルスタイン農業協同組合
河 原 隆 人	(有)デイリーサポートシステム
川 原 学	北海道大学 大学院農学研究院
川 本 哲	北海道立総合研究機構 畜産試験場
菊 一 三四二	(有)菊アグリサービス
菊 地 政 則	酪農学園大学
北 村 亨	雪印種苗技術研究所
草 刈 直 仁	北海道立総合研究機構 畜産試験場
口 田 圭 吾	帯広畜産大学
工 藤 博 史	
國 重 享 子	北海道立総合研究機構 畜産試験場
窪 田 明日香	北海道立総合研究機構 根釧農業試験場
玖 村 朗 人	北海道大学大学院農学研究院
畔 柳 正	北里大学FSC八雲牧場
小 池 聡	北海道大学 大学院農学研究院
小 板 英次郎	社団法人北海道酪農検定検査協会
古 川 修	雪印種苗(株)
小 阪 進 一	酪農学園大学
後 藤 裕 作	北海道ホルスタイン農業協同組合
小 林 泰 男	北海道大学 大学院農学研究院
小 林 国 之	北海道大学 創成科学共同研究機構
小 山 久 一	酪農学園大学
小 山 毅	北海道立総合研究機構 根釧農業試験場
近 藤 誠 司	北海道大学 大学院農学研究院
昆 野 大 次	北海道立総合研究機構 根釧農業試験場
斎 藤 朋 子	土谷特殊農機具製作所
斉 藤 早 春	北海道立総合研究機構 畜産試験場
三 枝 俊 哉	北海道立総合研究機構 根釧農業試験場
酒 井 治	北海道立総合研究機構 根釧農業試験場
酒 井 稔 史	北海道立総合研究機構 畜産試験場
坂 口 実	農業技術研究機構 北海道農業研究センター
坂 本 斉	北見地区農業共済組合
桜 井 由 江	北海道立総合研究機構 畜産試験場
佐々木 章 晴	北海道当別高等学校園芸デザイン科
佐 藤 正 三	酪農コンサルタント
佐 藤 忠	日本甜菜製糖(株)総合研究所
佐 藤 幸 信	北海道立総合研究機構 畜産試験場
佐 藤 義 和	農林水産省農林水産技術会議事務局
佐 藤 博	酪農学園大学
佐渡谷 裕 朗	日本甜菜製糖(株)総合研究所
篠 田 英 史	雪印種苗(株)

会 員 名	所 属
島 田 謙一郎	帯広畜産大学
清 水 隆	帯広畜産大学
新 宮 裕 子	北海道立総合研究機構 上川農業試験場 天北支場
進 藤 一 典	よつ葉乳業(株)
宿野部 猛	オホーツク農業科学研究センター
杉 本 昌 仁	北海道立総合研究機構 畜産試験場
鈴 木 三 義	帯広畜産大学
鈴 木 正	(株)ワイピーテック 北海道営業所
鈴 木 善 和	北海道農政部
須 藤 純 一	
清 家 昇	(有)ランランETセンター
瀬 尾 哲 也	帯広畜産大学
瀬 戸 俊 博	有限会社 中山牧場
仙 名 和 浩	北海道立総合研究機構 畜産試験場
相 馬 幸 作	東京農業大学生物産業学部
曾 山 茂 夫	
高 木 英 守	デイリーファームリサーチ
高 橋 圭 二	酪農学園大学
高 橋 潤 一	帯広畜産大学
高 橋 雅 信	北海道立総合研究機構 畜産試験場
高 橋 芳 幸	北海道大学 大学院獣医学研究科
高 橋 誠	北海道大学 北方生物圏フィールド科学センター
田 口 容 士	根室振興局根室農業改良普及センター
竹 内 寛	
竹 岡 亮	網走市役所
竹 下 潔	
竹 田 保 之	酪農学園大学
竹 田 芳 彦	北海道立総合研究機構 中央農業試験場
竹之内 幸一郎	中標津農業高等学校
竹 花 一 成	酪農学園大学
田 中 進	
田 辺 安 一	ダンと町村記念事業協会
谷 川 珠 子	北海道立総合研究機構 根釧農業試験場
谷 山 弘 行	酪農学園大学
田 村 千 秋	北海道酪農畜産協会
塚 田 新	北海道静内農業高校
筒 井 静 子	酪農学園大学
出 岡 謙太郎	北海道立総合研究機構 畜産試験場
出 口 健三郎	北海道立総合研究機構 畜産試験場
手 塚 雅 文	帯広畜産大学畜産生命科学研究部門
寺 田 浩 哉	北海道農政部技術普及課農業研究本部技術普及室
寺 村 誠	日本甜菜糖株式会社
寺 脇 良 悟	酪農学園大学 短期大学部
土 井 啓 太	ホクレン畜産技術研究所

会 員 名	所 属
堂 腰 顕	北海道立総合研究機構 根釧農業試験場
堂 地 修	酪農学園大学
戸 莉 哲 郎	北海道立総合研究機構 根釧農業試験場
所 和 暢	
柄 原 孝 志	酪農学園大学
土 門 幸 男	(社)ジェネティクス北海道
内 藤 学	北海道立総合研究機構 畜産試験場
中 井 朋 一	日本甜菜製糖(株)総合研究所
中 川 智 史	(社)北海道酪農検定検査協会
中 辻 浩 喜	酪農学園大学
中 野 泰 弘	旭川農業高等学校
中 村 富美男	北海道大学 大学院農学研究院
中 村 正	帯広畜産大学
中 村 直 樹	北海道立総合研究機構 畜産試験場
中 村 正 斗	農業技術研究機構 北海道農業研究センター
名久井 忠	酪農学園大学
二 川 安 弘	株式会社アウレオサイエンス
西 田 武 弘	帯広畜産大学
西 部 潤	十勝農業協同組合連合会
西 道 由紀子	北海道立総合研究機構 根釧農業試験場
西 呂 隆 徳	北海道大学 大学院農学研究院
抜 山 喜 友	北海道立オホーツク圏地域食品加工技術センター
野 英 二	酪農学園大学
萩 谷 功 一	
橋 詰 良 一	東京農業大学生物産業学部
長谷川 信 美	宮崎大学農学部
秦 寛	北海道大学 北方生物圏フィールド科学センター
蜂 谷 武 郎	十勝ハンナン
服 部 昭 仁	一般社団法人 食肉科学技術研究所
花 田 正 明	帯広畜産大学
花牟禮 武 史	(社)ジェネティクス北海道
早 坂 貴代史	農業技術研究機構 北海道農業研究センター
林 川 和 幸	上川農業改良普及センター士別支所
林 田 ま き	東京農業大学短期大学部
原 悟 志	北海道立総合研究機構 上川農業試験場 天北支場
坂 東 健	
菱 沼 竜 男	宇都宮大学
日 高 智	帯広畜産大学
左 久	
平 井 綱 雄	北海道立総合研究機構 根釧農業試験場

会 員 名	所 属
平 山 秀 介	
平 山 博 樹	北海道立総合研究機構 畜産試験場
福 永 重 治	北海道大学 大学院農学研究院
藤 井 育 雄	釧路農業改良普及センター
藤 川 朗	北海道立総合研究機構 畜産試験場
船 津 保 浩	酪農学園大学
古 川 研 治	十勝農業協同組合連合会
古 川 力	農業技術研究機構 北海道農業研究センター
古 村 圭 子	帯広畜産大学
宝寄山 裕 直	北海道立総合研究機構 中央農業試験場
干 場 信 司	酪農学園大学
前 田 善 夫	
牧 野 司	北海道立総合研究機構 根釧農業試験場
増 子 孝 義	東京農業大学生物産業学部
舩 田 正 博	(独)家畜改良センター
増 田 豊	帯広畜産大学
松 井 義 貴	北海道立総合研究機構 根釧農業試験場
松 崎 重 範	とかち繁殖技術研究所
松 谷 陽 介	(株)ホクチク
松 長 延 吉	帯広畜産大学
松 本 啓 一	雪印種苗(株)
三 浦 俊 治	雪印種苗株式会社
三 谷 朋 弘	北海道大学 大学院農学研究院
湊 啓 子	北海道立総合研究機構 畜産試験場
南 橋 昭	北海道立総合研究機構 畜産試験場
宮 川 栄 一	酪農学園大学
宮 崎 元	北海道立総合研究機構 根釧農業試験場
宮 下 維	北海道旭川農業高等学校
宮 本 明 夫	帯広畜産大学
椋 本 正 寿	釧路農業改良普及センター
森 清 一	北海道獣医師会
森 井 泰 子	北海道立総合研究機構 畜産試験場
森 岡 理 紀	農業技術研究機構 北海道農業研究センター
森 田 茂	酪農学園大学
森 本 正 隆	北海道立総合研究機構 根釧農業試験場
森 好 政 晴	酪農学園大学
安 江 健	茨城大学農学部
山 内 和 律	北海道立総合研究機構 畜産試験場
山 川 政 明	北海道立総合研究機構 畜産試験場
山 岸 修 一	北海道立総合研究機構 根釧農業試験場

会 員 名	所 属
山 崎 武 志	農業技術研究機構 北海道農業研究センター
山 口 諭	
山 城 隆 樹	有限会社十勝アグリワークス
山 本 裕 介	北海道立総合研究機構 上川農業試験場 天北支場

会 員 名	所 属
山 本 克 博	酪農学園大学
横 濱 道 成	東京農業大学生物産業学部
米 田 裕 紀	
若 松 純 一	北海道大学 大学院農学研究院
渡 部 敢	北海道立総合研究機構 畜産試験場

学 生 会 員

会 員 名	所 属
アニマル アイマイエ	酪農学園大学
池 田 夏 央	酪農学園大学酪農学部
石 塚 研 太	酪農学園大学
伊 藤 大 地	酪農学園大学短大部
内 山 知	北海道大学大学院農学研究院
加 藤 啓 介	帯広畜産大学大学院
河 合 紗 織	酪農学園大学 農食環境学群 循環農学類 家畜管理学研究室
古座野 智 弘	酪農学園大学
坂 本 直 樹	酪農学園大学酪農学研究科
佐々木 美 穂	酪農学園大学 農食環境学群 循環農学類 家畜管理学研究室
佐々木 瑠 香	酪農学園大学
清 水 宏 嗣	酪農学園大学酪農学部
Syaw Wynn	帯広畜産大学

会 員 名	所 属
高 柳 耕 平	酪農学園大学
仲 田 尚 人	北海道大学農学部
中 屋 まりな	酪農学園大学
馬 場 俊 見	帯広畜産大学
原 田 啓 太	北海道大学大学院農学研究院
廣 瀬 純 子	帯広畜産大学大学院 畜産学研究科
堀 内 ま や	帯広畜産大学大学院 動物医科学
前 田 さくら	帯広畜産大学大学院 畜産学研究科
村 山 千 明	帯広畜産大学大学院 畜産衛生学専攻 生殖科学研究室
守 重 美 香	酪農学園大学
遊 佐 誠 義	酪農学園大学酪農学部
若 井 真規実	北海道大学大学院農学研究院

賛 助 会 員

会 員 名	郵 便	住 所	営 業 項 目
(株)コーンズ・エージー	061-1433	恵庭市北柏木町3丁目104番地1	
デーリィマン社	060-0004	札幌市中央区北4条西13丁目1番39	
ニチロ畜産株式会社	063-8510	札幌市西区西町北18丁目1-1	食肉および食肉加工品の製造販売
ホクレンくみあい飼料株式会社	060-8651	札幌市中央区北4条西1丁目1番地 北農ビル18F	飼料製造
ホクレン農業協同組合連合会	060-8651	札幌市中央区北4条西1丁目	
メルシャンフィード株式会社	059-1373	苫小牧市真砂町38-5	
株式会社斗セキ北海道	006-0805	岩見沢市5条東12丁目	
株式会社三幸商会	063-0062	札幌市西区西町南17丁目2-44	科学機器、乳加工用機器器具、乳加工用乳酸菌・レンネットの販売
株式会社土谷製作所	065-0042	札幌市東区本町2条10丁目2-35	
雪印メグミルク株式会社 酪農総合研究所	065-0043	札幌市東区苗穂町6丁目1番1号	牛乳・乳製品の製造、販売
十勝農業協同組合連合会	080-0013	帯広市西3条南7丁目14	
小野田化学工業株式会社	060-0003	札幌市中央区北3条西2丁目12番1 STV北3条ビル	
雪印種苗株式会社	004-8531	札幌市厚別区上野幌1条5丁目1-8	
全国酪農業協同組合連合会札幌支所	060-0003	札幌市中央区北3条西7丁目 酪農センター内	
日本全葉工業株式会社	065-0022	札幌市東区北22条東9丁目	
北海道オリオン株式会社	003-0027	札幌市白石区本通18丁目北3-66号	酪農機器、酪農施設、糞尿処理機器、畜産環境施設の販売
北海道ホルスタイン農業協同組合	001-8555	札幌市北区北15条西5丁目20	乳牛(ホルスタイン)の登録、乳牛・肉牛の斡旋販売、家畜市場
ジェネティクス北海道	060-0004	札幌市中央区北4条西1丁目1 北農ビル	
北海道農業開発公社畜産部	060-0005	札幌市中央区北5条西6丁目1-23 農地開発センター内	
北海道富士平工業株式会社	001-0027	札幌市北区北27条西9丁目5-22	獣医畜産機器、理化学機器、牛乳分析器、土壌分析器の販売
北原電牧株式会社	065-0019	札幌市東区北19条東4丁目	
明治乳業株式会社北海道事業本部	003-0001	札幌市白石区東札幌1条3丁目5-41	
アース技研株式会社	080-0106	河東郡音更町東通り20丁目2-9	
J A全農札幌畜産生産事業所	060-0003	札幌市中央区北3条西3丁目1-47 NORTH33ビル7階	
日本甜菜製糖株式会社	080-0831	帯広市稲田町南9線西13	

北海道畜産学会編集委員会

委員長	小林泰男	(北大)
委員	西田武弘	(帯畜大)
	森田茂	(酪農大)
	若松純一	(北大)
	宝寄山裕直	(道総研・根釧農試)
	川原学	(北大)
編集幹事	川原学	(北大)

編集後記

本年度も、多くの方々のご協力により、第54号が完成いたしました。ご寄稿・ご投稿いただいた著者各位、査読を引き受けていただいたレフェリー各位に感謝いたします。とりわけ、シンポジウムの講演者各位にはご多忙中、話題提供の準備、講演内容の原稿化などで一方ならぬご協力を賜り、厚く御礼申し上げます。

現在、学会のあり方について組織統合を視野に検討が続いております。新しい組織になりましても、多少の構成変更はありましようが、会報は存続します。引き続きご協力のほどお願い申し上げます。

複写をされる方に

本誌に掲載された著作物を複写したい方は、(社)日本複写権センターと包括複写許諾契約を締結されている企業の方でない限り、著作権者から複写権等の行使の委託を受けている次の団体から許諾を受けて下さい。著作物の転載・翻訳のような、複写以外の許諾は、直接本会へご連絡下さい。

〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル

(中法)学術著作権協会

Tel:03-3475-5618 Fax:03-3475-5619 E-mail:jaacc@mtd.biglobe.ne.jp

アメリカ合衆国における複写については、次に連絡して下さい。

Copyright Clearance Center, Inc. (CCC)

222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA

Phone:1-978-750-8400 Fax:1-978-646-8600

Notice about photocopying

In order to photocopy any work from this publication, you or your organization must obtain permission from the following organization which has been delegated for copyright clearance by the copyright owner of this publication.

<Except in the USA>

Japan Academic Association for Copyright Clearance, Inc. (JAACC)

6-41 Akasaka 9-chome, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

Phone:81-3-3475-5618 Fax:81-3-3475-5619 E-mail:jaacc@mtd.biglobe.ne.jp

<In the USA>

Copyright Clearance Center, Inc. (CCC)

222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA

Phone:1-978-750-8400 Fax:1-978-646-8600

北海道畜産学会報 第54巻

2012年3月28日 発行

発行人 近 藤 誠 司

発行所 北海道畜産学会

〒060-8589 札幌市北区北9条西9丁目

北海道大学 大学院農学研究院内

Tel : 011-706-2812 (庶務幹事)

Fax : 011-706-2814

URL: <http://www.h7.dion.ne.jp/~hokutiku/>

印刷所 株総北海

〒065-0021 札幌市東区北21条東1丁目4番6号

Tel : 011-731-9500



この会報誌は、北海道畜産学会が印刷プロセスで使用する10.02kgのアルミ板をリユースして印刷する事で、**CO₂排出量を102.36kg削減しました。**

株式会社日本スマートエナジー

当CO₂削減認証は株式会社日本スマートエナジー社がこの印刷システムを厳格・公正に審査・確認して与えられたものです。



北海道畜産学会は、MCPによる印刷を通じ、インドネシア・バリ州の森林再生事業(国定公園内の植樹3,000本)に参加しております。

