

第28卷 第2号

ISSN 0285-5631

昭和61年 3 月

●日本畜産学会北海道支部会報

REPORT OF THE HOKKAIDO BRANCH
JAPANESE SOCIETY OF ZOOTECHNICAL SCIENCE

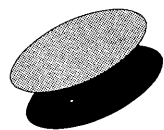
日本畜産学会北海道支部

タマのような子を
生んでね。
という母、きのうも
きょうも
玉子料理に精を出す。
あれ？



缶をあければ、北海道。
ホクレンの缶詰、アスパラガス。
365日、いつも新鮮なおいしさを
満喫できます。

●ホワイ特 ●ホワイ特・グリーンチップド
●徳用缶 ●カットミックス



おいしさコミュニケーション

いつまでも元気でいてほしい。いつで
も大好きな人といたい。食卓を囲む、
家族のだんらん。大事にしたいですね。
ホクレンはいま、おいしさコミュニケーション。
食卓への、おいしさと豊かさの提案です。

 **ホクレン**

目 次

総 説

サイレージ調整の諸問題	酪農学園大学	安宅 一 夫	1
-------------------	--------	--------------	---

北海道における乳牛・肉牛をめぐる試験研究の諸問題と展望

.....	北海道農業試験場	針 生 程 吉	1 3
肉質に関する若干の問題	北海道大学農学部	安 井 勉	2 3

関連研究会の紹介	3 3
会 務 報 告	3 5
会 員 の 異 動	3 6
賛助会員名簿	3 8
役 員 名 簿	4 0
支部細則および諸規定	4 1

サイレージ調製の諸問題

酪農学園大学 安宅 一 夫

「生きとし生けるものすべて草なり」旧約聖書の創世紀には、神による天地万物の創造のことが述べられている。それによると、神は天と地を造り、ついで最初の生物として草を造ったのである。すなわち、草は人間を含めたすべての動物の食料として重要な役割をもっていたのである。ちなみに人間が肉を食べるようになったのは、ノアの方舟以後のことであり、おもに牛や羊などの反芻動物のものに限られた。

乳牛は人間が利用することのできない草を食べ、牛乳という高価な食品を人間に与えてくれる。草の利用法として、サイレージは約数千年前の古代エジプト時代から知られていたが、今世紀に入ってからようやく普及し、第二次世界大戦後、急速に利用が増加した。すなわち、酪農の進歩に伴い、サイレージの重要性がますます認識され、サイレージシステムは乳牛飼養の中核技術になろうとしている。したがって、これからは現状以上にサイレージの利用を推進し、新しいサイレージの技術を展開する必要がある。

そこで、本稿では、サイレージ調製に関する最近までの研究成果について解説したい。

1. サイレージ発酵を規制する要因

サイレージ調製は、紀元前4,000年頃すでにエジプト地方において穀物の貯蔵法としておこり、その後地中海地方に発達し、ローマ時代には緑草の貯蔵が行われたとされている。¹⁾サイレージについての最も古い記録は1842年とされ、それによるとPit（穴）に生の草をできるだけ速く詰め込み、かつ注意深く踏み込み、空気を排除して、さらに板をのせ、その上に1フィートの土をかぶせたと報告されている。¹⁾

わが国では、1887年に神津牧場で、1889年には北海道大学第一農場にサイロが建設されたのがサイレージ調製の始まりとされている。^{1,2)}その後サイロ数は、1930年には、5,722基のものが、

1935年に15,000基となり、現在では、固定サイロ39.3万基、半固定及び補助サイロは7.4万基と推定され、全国で年間約1,300万トンのサイレージが調製されている。^{3,4)}

サイレージ発酵の機序及びそれに影響する要因に関する研究は主として、今世紀に入ってから行われるようになった。とりわけ、ノーベル賞受賞の生化学者VIRTANENは、サイレージがでるまでの生化学的過程を詳細に調べ、鉍酸添加法による安全な調製法を考案し、A I V法と名づけ、サイレージ調製の研究並びに実用面に大きな業績を残した。⁵⁾これまでの業績を総説した著書としては、古くはBARNETT、WATSON and NASH⁶⁾及び須藤^{1,7)}のものが著名であり、さらにMC CULLOUGH⁸⁾、MC DONALD⁹⁾の著書には最近までの業績が網羅されている。

サイレージ調製の成否、すなわちサイレージの発酵品質（以下、単にサイレージ品質と称する）に影響する要因は、微生物的、化学的及び物理的な要因の3つに大別できる。¹⁰⁾これらの要因についてこれまで明らかにされた知見を要約すると次のようである。

(1) 微生物的要因

サイレージに関与する微生物としては、乳酸菌、酪酸菌、好気性細菌、酵母及びカビ（糸状菌）が重要である。^{10,11)}

乳酸菌：乳酸菌の作用により、乳酸発酵が活発に行われ、乳酸含量が1～1.5%になり、pHが4.2以下になると、不良微生物の増殖が抑えられ良質のサイレージができる。⁶⁾したがって乳酸菌はサイレージ発酵の主役的役割を演じるものである。

WOOD¹²⁾は、乳酸菌による糖の発酵形式から、乳酸菌をホモ型とヘテロ型に分類した。前者は1モルのグルコースから2モルの乳酸を生成するのに対し、後者は、1モルのグルコースから1モルの乳酸とアルコール、炭酸ガスなどを生成する。

最近、BECK⁸⁾はサイレージ調製中における乳酸菌の変化を報告している。それによると、良質サイレージでは、ホモ型の乳酸桿菌によって急速にpHが低下し、4日目で乳酸桿菌の85%がホモ型となり、その後ヘテロ型が増加し、142日目では75~97.5%がヘテロ型になったとしている。

LANGSTON and BOUMA¹³⁾は、良質サイレージに優勢する乳酸菌はLactobacillus plantarum、L. brevis及びPediococcus sp.であると報告している。

乳酸菌が生成する乳酸には、右旋性のL(+)乳酸と左旋性のD(-)乳酸がある^{9,14)}。安宅らは高水分サイレージではD(-)乳酸の割合が多いが、低水分サイレージ及び、蟻酸添加サイレージではL(+)乳酸が多くなることを認め¹⁵⁾、さらにL. caseiを添加するとL(+)乳酸の割合が著しく増加することを示した¹⁶⁾。

一般に乳酸菌は蛋白質を分解しないが、アミノ酸を合成することもできない¹⁷⁾。

酪酸菌：酪酸菌は糖及び乳酸を消費して酪酸を生成し、かつアミノ酸を分解してアンモニアを生成する。このためこの菌が増殖すると貯蔵中の養分損失が大きく、サイレージの飼料価値は著しく低下する^{9,17)}。サイレージに優勢する酪酸菌は、Clostridium tyrobutyricum、Cl. butyricum、Cl. progenes及びCl. sphenoideであり、まれにCl. bibermentans、Cl. tetanophomorphum及びCl. perfringensがみられる¹¹⁾。

サイレージの酪酸菌は、pHが4.2以下または水分が70%以下になると増殖が抑えられる⁵⁾。

好気性細菌：サイレージにみられる好気性細菌として、Escherichia coli、Aerobacter aerogenes、A. cloacaeなどの大腸菌をはじめ、Pseudomonas、Proteus、Achromobacter、Micrococcus、Sarcina、Brevibacterium、Klebsiella、Bacillusなどに属する細菌が報告されている¹¹⁾。

これらの菌は一般に埋蔵初期に一時的に増殖し、糖を消費して、主に酢酸を生成するが、発酵が正常であれば、乳酸菌の増殖によって抑圧され、次第に消失するとされている^{10,11)}。また、これらの

菌と乳酸菌との競合関係を認めた報告があり¹⁸⁾、できるだけ早期にこれらの菌の増殖を抑制することが、乳酸発酵を促進し、良質サイレージを調製するため必要であると考えられている¹⁰⁾。

酵母・カビ：BECK⁸⁾によると、サイレージにみられる酵母は、下面酵母と産膜酵母に分類され、前者は糖を発酵するものであり、後者は乳酸を分解する。酵母が生成するエタノール及びその他のアルコールは貯蔵に対してほとんど効果がなく、また酵母の多いサイレージは二次発酵を起こしやすいことが知られている¹⁹⁾。したがって、サイレージ調製において酵母が増殖することは好ましくない。二次発酵の原因となる酵母としては、Hansenula anomala、Pichia membranaefaciens、P. fermentans及びCandida kru-seiなどが知られている^{20,21)}。

カビは、好気性であるため、詰込後急速に嫌気性となる通常の発酵においては大きな意味を持たない¹⁰⁾。二次発酵を起こしたサイレージにはPenicillium、Aspergillus、Geotrichum、Byssoschlamys、Monascus、Mucorなどに属するカビがみられる^{20,21)}。

従来の数多くの研究成果を総合すれば、サイレージ調製の原理は、第1に嫌気的条件を付与することによって好気性微生物の増殖を抑制すること、第2に嫌気的条件下において増殖する好ましくない微生物、すなわち酪酸菌による変敗を防止することの二点につきる²²⁾。したがって、サイレージ調製において微生物の問題が重要であることはいうまでもない。しかし、微生物の活動は、化学的及び物理的要因によって大きく影響される¹⁰⁾。

(2) 化学的要因

サイレージ発酵に影響する原料の化学成分として、可溶性炭水化物(WSC)、蛋白質及び硝酸塩が重要である。

WSC：サイレージの乳酸発酵におけるWSCの重要性については、すでに広く認められており、原料にWSC含量が高ければ良質サイレージができること、また原料のWSC含量が低い場合にはグルコースその他の糖を添加することによってサイレージ品質が著しく改善されたという報告は枚挙にいとまがない^{5,8,22)}。また、WSCの影響と他

の要因との関連では、大山ら²³⁻²⁵⁾は、埋蔵温度が高い条件あるいは、埋蔵当初乳酸菌数が少ない条件においても、原料にWSC含量が高ければ良質サイレージができることを明らかにしている。

牧草のWSC含量は、草種、刈取時期、施肥量などによって影響される¹⁰⁾。

蛋白質：従来、蛋白質含量の高い原料を用いた場合に劣質のサイレージができやすいことはよく知られている。この理由としては、蛋白質そのものが悪影響を及ぼすことと、蛋白質含量の高い牧草は一般にWSC含量が低いことの二つに分けて考えられる。すなわち、McCULOUGH⁸⁾は、高蛋白質の牧草は緩衝作用が大きくなるため良質サイレージができないと報告している。一方、大山ら²⁶⁻²⁸⁾は炭水化物の量とは独立に添加蛋白質の悪影響を認めたが、常に高蛋白質条件が悪いというのではなく、蛋白質を添加しても良質のサイレージが得られることもあると報告している。また、高蛋白質条件においてむしろ品質が改善された例もみられ²⁹⁻³²⁾、蛋白質以外の要因の関与が示唆される。

硝酸塩：安宅³³⁾は高蛋白質の原料から良質のサイレージが得られる理由の一つとして硝酸塩の影響を考え、一連の実験を行った。まず窒素施肥レベルを異にするオーチャードグラスを用い、原料草の化学成分とサイレージ品質との関係を調べ、原料草の硝酸態窒素含量が乾物中0.2%以上になるとWSCや蛋白質含量にかかわらず、常に酪酸のない良質サイレージができることを見出した^{34,35)}。ついで原料草に硝酸カリウムを添加すると酪酸発酵が抑制されることを認め、硝酸塩がサイレージ品質を改善することを実証した³⁶⁻³⁸⁾。また、サイレージ発酵過程における硝酸塩含量のメカニズムとサイレージ品質との関係が明らかにされた^{39,40)}。

(3) 物理的要因

サイレージの微生物の活動に影響を及ぼし、サイレージの品質を左右する物理的要因としては、原料の水分含量、細切・圧傷・踏圧、空気、湿度などがある¹⁰⁾。

水分：原料を予乾して水分含量を少なくすると良質のサイレージが得られることは広く認められている⁵⁾。この機序は、原料の水分含量が少なくなると、発酵全体が抑制されるが、とくに酪酸発

酵が抑制されることにあり、乳酸発酵を促進するものでない。すなわち、WIERINGA⁴¹⁾は、水分含量を低くすると原料の浸透圧が高まり、その結果比較的高いpHにおいても酪酸菌の生育が阻害されるとしている。一方、水分含量が高い場合、発酵は促進されるが、乳酸発酵が支配的になるか、酪酸発酵が支配的になるかは、他の要因によって左右される²²⁾。

細切・圧傷・踏圧：原料を細切あるいは圧傷すると、埋蔵当初における牧草汁液の浸出が早められ、発酵が促進されることは広く認められている¹⁰⁾。しかし、この影響の様相は温度、WSC含量などの他の要因によって左右される⁴²⁾。

また、原料を詰込む際に十分に踏圧を行うことの重要性は古くから指摘されている。踏圧の影響について、正面から研究した例は多くはないが、高橋⁴²⁾は、埋蔵密度によって踏圧の影響を詳細に検討している。それによると埋蔵密度は、原料のWSCあるいは水分含量が不十分である場合にその効果を補足し、発酵を好ましい方向に制御するものとして重要であるとしている。

空気：空気の影響に関しては、密封が完全な場合に残留する空気の影響と外部から侵入する空気の影響について研究されている。前者では、詰込み直後にサイロ内の空気を酸素または窒素で置きかえて、極度に好氣的あるいは嫌氣的な条件を設定した場合、その後の密封が完全ならば品質に差はみられなかったと報告されている⁴³⁾。一方、詰込後2～3日間外部の空気を導入し、その後密封すると、通常の水分含量の場合、例外なく劣質サイレージができることが明らかにされた⁴⁴⁾。そしてその機序は、空気の導入によって埋蔵初期にグラム陰性菌の増殖が顕著となり、乳酸菌の増殖が抑えられ、密封後に嫌氣的条件となり、酪酸が顕著に生成されるためである⁴⁵⁾。また、密封遅延によっても、これと同様の影響が認められている⁴⁶⁾。

温度：サイロ内の温度は外気温とともに、原料の物理的条件によっても支配される。

WIERINGA⁴⁷⁾は、温度とサイレージの酪酸及び NH_3 -N含量との関係について検討し、30℃前後で上記のいずれの値も最高となることを認めている。また、大山ら²²⁾は、高温(30℃)と低温

(15℃)の条件を設定し、種々の原料について、サイレージ品質を調査したところ、多くの場合15℃では乳酸発酵が支配的になったが、30℃では酪酸発酵が優勢になることを明らかにした。

以上のように、サイレージ発酵に及ぼす要因とその相互関係については、かなり詳しく解明されたと考える。すなわち、密封が完全な場合、原料の水分が低いか、原料の水分含量が高くてもWSC含量が高ければ良質のサイレージができることが明らかにされた²²⁾。

2. サイレージ調製の技術的問題

(1) 草種・品質の選定

良質で栄養価の高いサイレージを調製するためには、まず原料草としてどのような草種あるいは品種を選定すべきかが問題になる。一般に草種・品種の選定は、栽培のしやすさや収量に重点がおかれ、サイレージ適性についてはあまり考慮されていない。

既述したように糖含量の高い作物ほど乳酸発酵主体の良質サイレージが調製される。したがって、サイレージを大量に調製する場合には糖含量の高い作物の選定が重要な課題となる。高野⁴⁾は、草種別・刈取時期別の乾物中WSC含量とサイレージ品質との関係について次のように述べている。すなわち、常に優秀なサイレージ品質を得るためには乾物中WSC含量が20%以上必要であり、これにはトウモロコシが属する。また、WSC含量が12~18%の作物からは安定した良好な品質のサイレージが得られ、これには各種のホールクロップサイレージ、春1番刈のイタリアンライグラスが属する。一方、WSC含量が9~11%の作物からは高水分で安定的に良質サイレージを得ることは難しいとし、これにはオーチャードグラス、チモンシーなどが相当する。さらにイネ科牧草の2番草、アカクロバ、アルファルファなどWSC含量が3~7%と著しく低い作物からは高水分の状態では常に劣質のサイレージができるとしている。

北海道で栽培されている牧草の主要8草種についてそれぞれ1~5品種供試して、無予乾でサイレージを調製した結果は表1のようである⁴⁸⁾。原

料草の化学成分は草種間で異なるが、同一草種間では水分含量及びアカクロバのWSC含量以外大きな差がみられない。チモンシーは一般に水分含量が低く、ホクシュウを除くと71~77%であった。WSC含量は、イタリアンライグラス、HIライグラスがそれぞれ22%、17%と最も高く、アルファルファ及びアカクロバのアルタースェードでは約5%と最も低い値を示している。サイレージ品質では、ライグラス類及びトールフェスクが最も良質であり、チモンシーはホクセン2号A及びホクシュウを除いて良質であった。一方、メドーフェスク、アカクロバ及びヘイキングを除いたオーチャードグラスは最も劣質であった。また、一般にサイレージ調製が難しいといわれているアルファルファにおいては、pHが高いにもかかわらず、酪酸生成のない良質サイレージができたことは注目される。アルファルファから良質サイレージができた理由としては、原料草に乳酸菌が多く付着していたことが考えられる。

牧草のWSC含量は窒素施肥によって低下する⁴⁹⁾。したがって、窒素施肥量が多くなるとサイレージの品質が悪くなりやすい^{49,50)}。

(2) 収穫適期

サイレージ原料作物の収穫時期は、収量、栄養価及びサイレージ適性などを考慮して総合的に決定される。一般に収量が最高に達する時期は、イネ科牧草は出穂期、マメ科牧草は開花期、トウモロコシでは糊熟後~黄熟とされている^{4,51)}。一方、牧草における生育時期と成分との関係は図1のようである⁵²⁾。生育が進むにつれて細胞壁物質(CW, NDF)が増加し、細胞内容物(CC)は減少する。したがって生育が進むにつれて摂取量や消化率が減少する⁵³⁾。サイレージ品質と関係のある成分では、生育が進むにつれて乾物含量とWSC含量が増加する。このことから、生育が進むにつれてサイレージ品質が向上することが予想される。しかし、出穂期をすぎるとWSC含量が減少し、サイレージ品質が悪くなる^{54,55)}。近年、栄養価の高い牧草を収穫するため早刈りの傾向にあるが、このことは無予乾で良質のサイレージ調製することを困難にしている。

トウモロコシでは、乾物含量は生育に伴い増加

表 1. サイレージ品質における草種・品種間差異

原 料 草	サ イ レ ー ジ										
	水 分 (%)	CP (乾物%)	WSC	pH	乳 酸 (%)	酢 酸 (%)	プロ ピ オン 酸 (%)	酪 酸 (%)	総 酸 (%)	評 点 (%)	2,3-ブタン ジオール (%)
<u>オーチャードグラス</u>											
キ タ ミ ド リ	83.2	10.6	8.1	4.74	0.32	0.17	0	0.39	0.88	14	0.13
フ ロ ン テ ア	82.3	9.9	9.9	4.43	0.42	0.04	0	0.38	0.84	22	0.20
ヘ イ キ ン グ	79.8	10.9	8.3	4.47	0.93	0.10	0	0.09	1.12	60	0.05
<u>メドーフェスク</u>											
フ ァ ス ト	81.0	9.0	10.4	4.75	0.18	0.08	0	0.41	0.67	11	0.33
<u>トールフェスク</u>											
ホ ク リ ヨ ウ	80.0	13.8	9.5	4.09	1.52	0.18	0	0	1.70	100	tr
ケンタッキー31 フ ェ ス ク	81.3	15.4	9.4	3.99	1.31	0.19	0	tr	1.50	100	0.03
<u>イタリアンライグラス</u>											
エ ー ス	87.7	9.6	21.8	3.86	0.95	0.28	0	0.01	1.24	96	0.11
<u>HJライグラス</u>											
テトリライト	78.8	6.7	17.1	3.79	1.18	0.11	0	tr	1.29	100	0.11
<u>アルファルファ</u>											
ソ ア	81.4	18.4	5.6	4.80	0.98	0.62	tr	0	1.60	72	0
サ ラ ナ ッ ク	78.4	18.5	5.5	4.89	0.86	0.68	0	tr	1.54	67	0.02
<u>チ モ シ ー</u>											
セ ン ボ ク	76.6	6.8	6.8	3.81	1.11	0.06	0	0.01	1.18	100	0.03
ホ ク オ ウ	76.3	5.9	7.6	3.94	1.13	0.07	0	0.04	1.24	70	0.15
ノ サ ッ プ	75.3	5.7	6.8	3.84	1.08	0.07	0	0.01	1.16	100	0.03
ホクセン2号A	71.3	5.5	9.9	5.02	0.16	0.05	0	0.36	0.57	11	0.30
ホクシュウ	85.1	4.8	9.5	4.30	0.46	0.35	0	0.09	0.90	26	0.52
<u>アカクローバ</u>											
サ ッ ボ ロ	84.8	15.5	9.4	5.06	0.63	0.31	0	0.30	1.24	28	0.30
ハ ミ ド リ	85.2	16.0	7.7	5.42	0.13	0.58	0	0.71	1.42	-7	0.63
アルタースエード	81.8	17.0	5.2	5.34	0.50	0.32	0	0.45	1.27	19	0.25

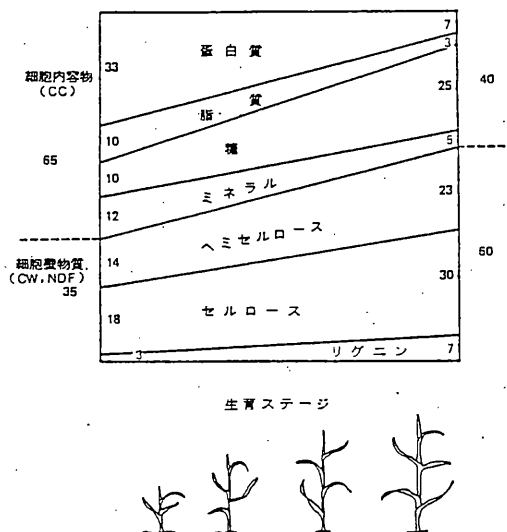


図 1. 牧草の生育に伴う成分変化

し、WSC含量は糊熟期まで増加し、その後減少する^{56,57)}。したがって、良質のサイレージを調製するためには糊熟後～黄熟期が適期と考えられる。

以上のことから、収量、栄養価、サイレージ品質の面から総合的に判断した刈取適期は、イネ科牧草は穂ばらみ～出穂初期、マメ科牧草は開花初期、トウモロコシは黄熟期と考えられる。

(3) 水分調節

原料草の水分含量は、サイレージ品質、養分損失及び栄養価などに影響を及ぼす。高水分の原料草を用いると、①酪酸発酵しやすい②排汁損失がある③摂取量が低下する④調製に際し運搬量が多くなるなどの不利がある⁹⁾。

酪酸発酵を抑制し、乳酸発酵主体の良質サイレージを調製するには、水分含量を70%以下に調節する必要がある。また、水分含量を60%以下にすると、乳酸発酵も抑制されるが、特に酪酸発酵が抑制される。したがって、低水分サイレージ（ヘイレージ）では、原料草の糖含量に関係なく良質サイレージができる。

サイロからの排汁の量は、サイロのタイプ、踏圧の程度、切断長などによっても影響されるが、原料草の水分含量に大きく左右される。原料草の

水分含量と排汁との関係を調べた多くの研究結果は、水分含量が75%に低下すると排汁がほとんどなくなり、71%になると排汁は完全になくなることを示している^{9,58)}。一方、蟻酸など酸を添加すると排汁量が増加することが報告されている⁵⁹⁻⁶¹⁾。排汁には1～10%の乾物が含まれ、その含量は詰込後の日数経過に伴って増加する⁹⁾。排汁の成分はWSCや可溶性窒素を多量に含み栄養価に富んでいるので、排汁量の増加は、養分損失の増加を意味する。また、排汁には多くのミネラルが含まれている^{9,60)}。高野ら⁶⁰⁾は、排汁によってサイレージでは原料草に比較してCa、Mg及びMnの含量が減少することを認めている。

原料の水分含量を調節する方法としては、刈取時期の遅延、予乾、乾物の添加などがある。トウモロコシでは登熟を進めて黄熟期に収穫すると水分含量は68～72%となり、そのまま適水分となる。牧草では予乾による水分調節が一般的である。この方法は、80～90%の原料水分を65～75%に減少させる軽予乾と40～65%に低下させる強予乾に区分される⁵¹⁾。水分を調節する手段として乾物を添加する場合、使用する乾物としてはイナワラ、フスマ、ビートパルプ及び配合飼料などがあげられる⁵¹⁾。これらの乾物を10%程度添加すると水分含量が6～7%減少する⁵¹⁾。粗飼料と濃厚飼料を混合して調製したサイレージはオールインサイレージと呼ばれ、日本のコンプリートフィードとしてこれからの利用が期待されている^{14,62)}。

(4) 切断長

原料草の細切は、サイロ内密度の向上、サイレージ発酵の促進と二次発酵の抑制、サイレージの取り出し作業を容易にするなどの効果をもたらす。これらの効果は切断長が短くなるほどよくなる。

一方、切断長が短くなると咀嚼く時間の減少^{63,64)}、消化率の低下⁶⁵⁾、乳脂率の低下⁶⁵⁾などが起こり、反芻家畜の消化栄養生理上好ましくないとされている。消化生理及びルーメン発酵の面から切断長は6～12mmが最適と考えられる⁶⁶⁾。

(5) 踏圧・加重

サイレージ調製における踏圧の重要性は古くから指摘されているが、機械作業による省力化のた

め、踏圧が省略されることが多くなってきた。

サイレージ品質に対する踏圧の効果は、原料の化学成分や水分含量によって異なる。一般的な条件では、踏圧によって密度を高めるとサイレージ品質は向上するが、高水分、低WSC、高温という悪条件が重なると踏圧によって品質が低下する可能性がある⁴²⁾。したがって、実用的には、高水分でWSC含量の低い若刈りの原料草ではあまり密度を高めないよう注意する必要がある。一方、熟期の進んだ作物や予乾原料草、あるいは粗大な作物では、細切、踏圧、加重に十分留意して密度を高める必要がある。このようにして、原料草の条件に応じて密度を調節することにより高水分やWSC不足などの欠点をかなり補正できる。

また、二次発酵には、サイレージの化学成分の他に密度の高低が大きく影響しているので、密度を高めることによって二次発酵の発生をある程度くい止めることができる^{42,67)}。

(6) 密 封

既述したようにサイレージ調製の必須条件は嫌氣的条件を保持することである。サイレージの発酵初期に空気を導入したり、サイロを開放状態にしておくと、必ず品質の悪いサイレージができる^{44,46)}。そして、この影響は高水分の原料ほど著しい。

サイロの密封法としては、小・中型サイロではサイロ壁にビニールを着装して密封する方法（サイロ内袋法）、サイロ水蓋に注水する方法（サイロ水蓋法）、サイロ壁上部に止水板を入れ、サイレージの上にビニールをかけ、クリップする方法（止水板法）などがある¹⁴⁾。

(7) 添加物

良質サイレージを

調製するための条件が不足する場合、これを補正し、品質を改善するために添加物が用いられる。また、原料草に不足している栄養素を補正することを目的として使用する添加物もある。添加物の利用はかなり古くから行われ、これまでに用いられた添加物の数は枚挙にいとまがないほど多い。現在アメリカでは153種類の添加物が商品化され⁶⁸⁾、イギリスでは42種類の添加物が市販されている⁶⁹⁾。わが国で市販されている添加物の種類は表2のようである¹⁴⁾。第1のグループは乳酸発酵を促進し、第2のグループは不良微生物の生育を抑制するものである。そして、第3のグループは二次発酵を抑制するものであり、第4のグループは発酵よりもむしろ栄養価を改善するものである。代表的な添加物について解説する。

乳酸菌：現在最も人気のある添加物である。その理由はバイオテクノロジーの発展に伴い乾燥製品が開発され、農家が容易に利用できるようになったためである。これまで乳酸菌の効果については否定的なものが多かったが⁷⁰⁾、最近優良菌株の発見と製品化技術の向上により、添加効果が認められるようになった^{16,71,72)}。これまで多くの製品は主要な菌種として、*L.plantarum*を用いてい

表2. サイレージ添加物の種類

タ イ プ	種 類	製 品
乳酸発酵を促進するもの	乳 酸 菌	サイラバック1177、バイオマックス、トリブルバック、サイロゲン、新トモキンS、東亜菌末、ビタコーゲン
	糖 及 び 炭 水 化 物	ブドウ糖、砂糖、糖蜜、穀類、糠類、ビートパルプ
	酵 素	サイロガード、スーパーGX、メイセラーゼ
	発 酵 代 謝 産 物	カルバック
不良発酵を抑制するもの	蟻 酸	サイベスト
	ブ ロ ビ オ ン 酸	プロサン、アドバサイザー
	ホ ル マ リ ン	
	ヘキサミン製剤	コファジルプラス
二次発酵を抑制するもの	ブ ロ ビ オ ン 酸	プロサン、アドバサイザー
	蟻酸カルシウム製剤	メイゾコファジル
	ア ン モ ニ ア	アンモニア
栄養価を改善するもの	窒 素 化 合 物	尿素、アンモニア、ダイブ
	ミ ネ ラ ル	炭酸カルシウム、石灰石、リン酸カルシウム、硫酸マグネシウム、

るが、最近、ATAKUら¹⁶⁾及びHELLINGSら⁷²⁾は *L. casei*の方がすぐれていることを見出した。

酵素：バイオテクノロジーの進出に伴い、この種の添加物が普及してくると思われる。なかでもセルラーゼの効果が期待できるが⁷³⁾、現在のところ製品の価格が高すぎるようである。

蟻酸：蟻酸の添加は、1920年代に採用されたが、均一に添加することが難しかったため最初は失敗に終わったが、ハーベスターの導入と自動添加装置の開発により1960年代からヨーロッパ及び日本において広く普及するに至った。蟻酸の添加は、原料草のpHを4.2以下にすると植物の呼吸作用や不良微生物の生育を抑制できるという原理に基づいている。すなわち蟻酸は、pHを低下させる力において有機酸の中で最も強く、添加適量はイネ科牧草0.3%、マメ科牧草0.5%とされている^{74,75)}。蟻酸添加により、養分損失の減少^{59, 61, 74, 75, 76)}及びルーメン内における蛋白質の分解度の低下、摂取量の増加、産乳量・増体の改善などの効果が認められている⁷⁷⁾。しかし、蟻酸は酪酸菌の増殖を強く抑制し、乳酸菌の増殖をも抑制するが、酵母やカビの増殖を抑制することができない⁹⁾。このため蟻酸添加サイレージは二次発酵を起こしやすいとされている⁹⁾。

プロピオン酸：プロピオン酸は、酪酸発酵を抑制する力では蟻酸に劣るが、酵母やカビの生育を抑制する点ではすぐれている⁹⁾。このため低水分サイレージの品質保持や二次発酵防止に効果が期待できる⁷⁷⁾。

ホルマリン：最近、ヨーロッパでこの添加物が注目されている。この理由は、ホルマリンはすべての微生物の生育を抑制して無発酵サイレージを作ること、ルーメン内における蛋白質の分解を著しく抑え、バイパス蛋白質を増加させることができるなどのためである⁹⁾。しかし、欠点として①少量添加(0.3%以下)ではむしろ不良発酵が助長される②多量添加(0.8%以上)では摂取量と消化率が低下する③二次発酵を起こしやすいなどがある⁹⁾。これらの欠点を補足し、効果を確実なものにするためホルマリンと蟻酸を併

用した方がよいとされている⁷⁷⁾。

その他：その他の添加物として、亜硝酸・ヘキサミン複合剤⁷⁶⁾、蟻酸カルシウム複合剤⁶⁷⁾、アクリル酸ソーダ⁷⁸⁾などがある。

3. 二次発酵とその防止対策

サイレージの基本技術は、嫌気的条件下で微生物の生育を制御することである。しかし、利用に際し、サイロを開封するとサイレージの表面が空気にさらされて好気的条件下になる。このような条件では、微生物相が著しく変化し、サイレージ品質が劣化することがある。このような状態を好気的変敗³⁵⁾というが、一般に二次発酵と呼んでいる。二次発酵が起こると、養分の損失、飼料価値の低下、有害物質の生成などがみられる^{9, 35)}。

二次発酵の発生は、発熱によって察知されるが、発熱のパターンには図2のように山が二つのものと一つのものがある⁷⁹⁻⁸²⁾。山が二つの場合、最初の発熱は酵母の増殖によるものであり、次の山はカビによるものである。山が一つの場合は一般にカビによるものである。

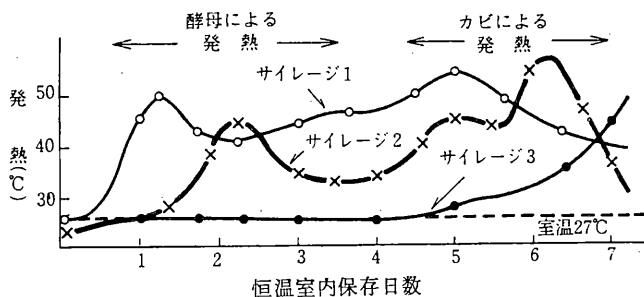


図2. 二次発酵による発熱パターン

サイロ開封時における牧草サイレージの化学成分と開封後の品質変化との関係を調べたOHYAMAら⁸³⁾の結果は表3のようである。これによると、サイレージの乾物含量が増加するにつれて酵母が増殖し、変敗しやすくなり、酪酸含量の多いサイレージは二次発酵を起こしにくいことがわかる。後者の知見は、酪酸が酵母やカビの生育を抑制するためである^{21, 79, 84)}。一方、良質のサイレージは二次発酵を起こしやすいとされたが、最近、PA-HLOW⁷¹⁾ and ZIMMERは乳酸菌を添加したり、

表3. サイロ開封時のサイレージ特性と開封後の変化との相関※

	サイロ開封時の特徴								
	DM	pH	乳酸	酢酸	酪酸	WSC	酵母	カビ	細菌
発熱開始時間	-0.47**	-0.16	0.17	0.44**	0.36**	0.08	-0.58**	0.29**	0.29
最高温度	-0.07	-0.19	0.25	-0.16	-0.35*	0.24	0.05	0.31*	0.02
pHの上昇	0.25	0.06	0.05	-0.34*	-0.25	-0.22	0.28*	0.13	-0.45**
乳酸の減少	-0.20	-0.30*	0.41**	-0.06	-0.14	-0.19	0.02	0.30*	-0.20
酢酸 "	0.06	-0.55**	0.33	-0.44**	-0.70**	0.35*	0.25	0.25	-0.02
WSC "	0.12	0.01	-0.27	-0.05	-0.26	0.62**	0.50**	-0.25	-0.13
酵母(7日間)	0.63**	0.10	-0.44**	-0.56**	-0.38**	0.15	0.88**	-0.47**	-0.44**
カビ(")	0.26	-0.34*	0.13	-0.47**	-0.74**	0.58**	0.35*	0.11	-0.02
細菌(")	-0.17	0.11	0.25	0.27	-0.06	-0.21	-0.24	0.10	0.15

* P<0.05 , ** P<0.01

※ 英文の表を著者が書き改めた。

密度を高めることにより酵母の生育を抑制し、二次発酵をある程度防止できることを示している。この場合、開封時における酵母の数を1g当り 10^5 以下にする必要がある。また、名久井⁶⁷⁾はトウモロコシサイレージの二次発酵の実態を調査し、1 m^3 当500kg以下の低密度のサイレージは二次発酵を起こしやすいと報告している。

これらのことから、二次発酵を防止する方法は、微生物的には、乳酸発酵を促進して酵母の少ないサイレージを調製することであり、物理的には細切と踏圧により密度を高めることである。また、1日当りの取出量を多くすることも重要である。また、名久井⁶⁷⁾は化学的方法として、プロピオン酸、蟻酸カルシウム複合剤などの添加によってある程度二次発酵が抑制できることを認めている。

む す び

サイレージ調製の成否は、サイレージの発酵が好ましい方向に制御できるかどうかによってきまる。サイレージ調製の技術は、最初エジプト時代における発酵の物理的制御に始まり、今世紀初めの化学的制御の時代を経て、ついにバイオテクノロジーによる微生物的制御の時代をむかえた。そして、これまでの研究成果によってどんな原料を用いても確実に良質のサイレージを調製することが可能になったといえよう。

文 献

- 1) 須藤 浩, サイレージの調製と利用法, 追補第5版. 養賢堂. 東京. 1967.
- 2) 大原久友・高野信雄, 放牧・乾草・サイレージ, 明文書房. 東京. 1971.
- 3) 高野信雄, 各種サイロの経営及び技術的対応, 酪農総合研究所. 1-19. 1980.
- 4) 高野信雄, サイレージ調製給与の理論と展開, 日本草地協会. 1984.
- 5) WATSON, S.J. and M.J. NASH, The Conservation of Grass and Forage Crops. Oliver and Boyd. Edinburgh and London. 1960.
- 6) BARNETT, A. J. G., Silage Fermentation. Butterworths Scientific Publication. London. 1954.
- 7) 須藤 浩, サイレージと乾草, 養賢堂. 東京. 1971.
- 8) MCCULLOUGH, M.E. (Ed), Fermentation of Silage—A Review. National Feed Ingredients Association. West Des Moines. 1978.
- 9) MCDONALD, P., The Biochemistry of Silage. John Wiley and Sons. New York. 1981.
- 10) 大山嘉信, 日畜会報, 42:301-317.

- 1971.
- 11) 佐々木博, 北大農学部邦文紀要, **8**: 188-251. 1972.
- 12) WOOD, W.A., *Bacteria*. Vol. II. Academic Press. New York and London. 1961.
- 13) LANGSTON, C.W and C. BOUMA, *J. Dairy Sci.*, **43**: 1575-1584. 1960.
- 14) 高野信雄・安宅一夫(監修), サイレージの理論と実際. 酪農学園短期大学酪農学校. 1984.
- 15) 安宅一夫・栖崎 昇・菊地政則・大原久友, 日草誌, **24**(別): 165-166. 1978.
- 16) ATAKU, K., H. NAKAMURA, N. NARASAKI and M. KIKUCHI, *Proc. XV Int. Grassld Congr.*(in press)
- 17) McDONALD, P, *Forage Conservation in the 80's*, *Brit. Grassl. Soc.*, *Occ. Symp. No. 11*: 67-75. 1980.
- 18) LANGSTON, C. W. and C. BOUMA, *J. Dairy Sci.*, **45**: 618-624. 1962.
- 19) BECK, TH und F. GROSS, *Wirtschaft seigene Futter*, **10**: 298-312. 1964.
- 20) 大山嘉信, 畜産の研究. **35**: 998-1002, 1118-1120. 1981.
- 21) 佐々木西二, 農林水産業特別試験研究費補助金による研究報告書. 1974.
- 22) 大山嘉信・森地敏樹, 微生物の生態, **6**: 161-178. 学会出版センター. 東京. 1979.
- 23) 大山嘉信・柁木茂彦・森地敏樹, 日畜会報, **44**: 59-67. 1973.
- 24) OHYAMA, Y., S. MASAKI and T. MORICHI, *Jap. J. Zootech. Sci.*, **44**: 404-410. 1973.
- 25) OHYAMA, Y. and S. MASAKI, *Jap. J. Zootech. Sci.*, **45**: 419-423. 1974.
- 26) 大山嘉信・柁木茂彦, 日畜会報, **39**: 61-67. 1968.
- 27) OHYAMA, Y. and S. MASAKI, *Jap. J. Zootech. Sci.*, **40**: 109-115. 1969.
- 28) 大山嘉信・柁木茂彦・森地敏樹, 日畜会報, **42**: 9-15. 1971.
- 29) 坂東 健・鳶野 保, 北農試集報, **21**: 39-47. 1970.
- 30) 和泉康史・西埜 進・大橋尚夫・小林道臣, 北農, **38**: 46-52. 1971.
- 31) 和泉康史・岡本全弘・大森昭治, 新得畜試研報, **4**: 1-7. 1973.
- 32) 大山嘉信・柁木茂彦, 日畜会報**39**: 61-67, 1967.
- 33) 安宅一夫, 酪農学園大紀要, **9**: 209-319. 1982.
- 34) 安宅一夫・栖崎 昇・野 英二, 日草誌, **27**: 100-105. 1981.
- 35) 安宅一夫・栖崎 昇, 日草誌, **27**: 308-317. 1981.
- 36) 安宅一夫・栖崎 昇・山本秀樹・菊地政則・松井幸夫, 日草誌, **27**: 421-427. 1982.
- 37) 安宅一夫・栖崎 昇・菊地秀利, 日草誌, **28**: 310-314. 1982.
- 38) 安宅一夫・栖崎 昇, 日草誌, **28**: 315-318. 1982.
- 39) ATAKU, K., M. HORIGUCHI and T. MATSUMOTO, *Proc. XIV Int. Grassld Congr.* 663-665. 1982.
- 40) ATAKU, K., N. NARASAKI, M. HORIGUCHI and T. MATSUMOTO *Proc. V WCAP*, Vol. 2: 617-618. 1983.
- 41) WIERINGA, G. W., *Neth. J. Agr Sci.*, **6**: 204-210. 1958.
- 42) 高橋正行, 学位論文. 東北大学. 1980.
- 43) 大山嘉信・柁木茂彦, 日畜会報, **39**: 168-174. 1968.
- 44) 大山嘉信・柁木茂彦・滝川明宏, 日畜会報, **41**: 620-624. 1970.
- 45) 大山嘉信・柁木茂彦・森地敏樹, 日畜会報, **41**: 625-631. 1970.
- 46) 高野信雄・井上 登・正岡淑邦・萬田富治, 草地試研報, **11**: 98-105. 1977.

- 47) WIERINGA, G. W., Proc. 8th Int. Grassld. Congr. 497-502. 1960.
- 48) 安宅一夫・栖崎 昇・上原昭雄・深瀬公悦・五十嵐俊賢, 日草誌, **29**(別): 239-240. 1983.
- 49) 安宅一夫・栖崎 昇, 酪農学園大紀要, **7**: 55-62. 1977.
- 50) 須藤 浩・内田仙二・守分俊彦・国眼重雄, 岡山大農学报, **38**: 39-50. 1971.
- 51) 農林水産技術会議編, サイレージ研究の成果と展望, 中央畜産会. 1974.
- 52) OSBOURN, D. F., Grass, Its Production and Utilization, (Ed. W. HOLMES), Black well. London. 1980.
- 53) VAN SOEST, P. J., Animal Science Mimeograph Series, **75**: 48-53. Cornell University. 1984.
- 54) 高野信雄・山下良弘, 日草誌, **16**: 22-28. 1970.
- 55) 正岡淑邦・高野信雄, 草地試験法, **8**: 27-32. 1976.
- 56) 戸澤英男, 道立農試報告, **53**: 1-129. 1985.
- 57) 安宅一夫, 近代酪農, **38**: (8)30-33. 1985.
- 58) MILLER, W. J. R. and CLIFTON, C. M., J. Dairy Sci., **48**: 917-923. 1965.
- 59) 高野信雄・萬田富治・井上司朗・渡辺和雄・増渕敏彦・小池袈裟美・小川美恵子, 草地試研報, **4**: 9-15. 1973.
- 60) 高野信雄・萬田富治・正岡淑邦, 草地試研報, **7**: 71-80. 1975.
- 61) 箭原信男・西部慎三, 北農試報, **111**: 111-118. 1975.
- 62) 高野信雄, 自給飼料, **1**: 20-22. 1984.
- 63) 岡本全弘・出岡謙太郎・坂東 健, 新得畜試研報, **10**: 33-36. 1979.
- 64) SUDWEEKS, E. M., L. O. ELY, D. R. MERTENS and L. R. SISK, J. Animal Sci., **53**: 1406-1411. 1981.
- 65) MILLER, C. N., C. E. POLAN, R. A. SANDY and J. T. HUBER, J. Dairy Sci., **52**: 1955-1960. 1969.
- 66) SUDWEEKS, E. M., L. O. ELY. and L. R. SISK, J. Dairy Sci., **62**: 292-296. 1979.
- 67) 名久井忠, 農業技術, **34**: 495-498, 544-547. 1979.
- 68) BOLSEN, K. and J. I. HEIDKER, Silage Additives USA, Chalcombe Publication. Manhattan. 1985.
- 69) VANBELLE, M. and G. BERTIN, Ensilage, Sanofi Sante Animale. Paris. 1985.
- 70) 大山嘉信, 畜産の研究, **30**: 380-384. 1976.
- 71) PAHLOW, G. and E. ZIMMER, Proc. XV Int. Grassld Congr. (in press)
- 72) HELLINGS, Ph., G. BERTIN and M. VANBELLE, Proc. XV Int. Grassld Congr. (in press)
- 73) NO. E., Y. HARASAWA, K. ATAKU, N. NARASAKI, and T. SUEYOSHI, Proc. XV Int. Grassld Congr. (in press)
- 74) 高野信雄・井上司朗・萬田富治, 草地試研報, **4**: 1-8. 1973
- 75) 箭原信男・西部慎三, 北農試研報, **111**: 103-109. 1975.
- 76) 箭原信男・太田 繁, 東北農試研報, **56**: 79-85. 1977.
- 77) 藤田 裕, 日畜会報, **55**: 903-910. 1984.
- 78) 内田仙二・石川正洋・扇 順二・堀米隆男, 岡山大農学报, **60**: 39-47. 1982.
- 79) 山下良弘・山崎昭夫, 北農試験報, **110**: 81-95. 1975.
- 80) 原慎一郎・大山嘉信, 日畜会報, **49**: 794-801. 1978.
- 81) OHYAMA, Y., S. HARA and S. MASAKI, J. Sci. Food Agric., **28**: 369-374. 1977.
- 82) OHYAMA, Y., S. HARA and S. MASAKI, J. Sci. Food Agric., **30**: 107-

111. 1979.
- 83) OHYAMA, Y., S. HARA and S. MA
SAKI, Forage Conservation in the
80's, Brit. Grassl. Soc., Occ Symp.
No.11: 257-261. 1980.
- 84) OHYAMA, Y. and S. HARA, Jap.J.
Zootech. Sci., 46: 713-721. 1975.

北海道における乳牛・肉牛をめぐる試験研究の諸問題と展望

北海道農業試験場 針 生 程 吉

戦後と言われてから四十年を経過し、ひたすらに経済成長を続けた日本の国は、国内的にも国際的にも、一つの曲り角に差し掛かっているように思われる。

農業の分野に限ってみても、国内では、食生活の変化による食料需給への影響、貿易摩擦の農業への波及、行財政改革の波が大きいこと、などがあげられる。また国際的には、先進国の飽食と一部の開発途上国における飢餓が共存する世界の食糧構造への対応の問題がある。このような中で、農業についても先端的技術なども取り入れた技術革新の国民的期待も大きい、これらに対して従来の枠組みでは解決が難しい問題も多くなって来ている。

この時期に、北海道農業の中における畜産を支える技術開発のための試験研究の在り方について、来るべき21世紀をも展望しつつ、広く論議を行うことが必要と考えられる。しかし、北海道農業の基軸として広い関連領域を持つ畜産の研究諸問題全般について、限られた紙面で論ずることも、また著者の力も及ばない。

本稿は著者が直接関係している農水省の試験研究機関の中で、乳牛、肉牛を中心とした家畜サイドから管見の展望とならざるを得ない。本稿についてご批判を賜り、さらに草地および飼料作の立場などから、あるいは大学、道立機関、行政、民間それぞれの立場からの展望を御教示いただければ幸である。

1. 北海道の畜産発展を支えた技術開発研究

北海道において畜産は、明治の初めから開拓使によって推進された。しかし、その事業内容は種畜の増殖配付を中心としたもので、育種、飼養管理技術などについての家畜生産とそれを支える草地、飼料作物についての組織的な試験研究は、第2次世界大戦の時期までは、大学における研究を除けば国公立試験研究機関ではほとんど行われな

かった¹⁾。すなわち、当時の北海道畜産の発展を支えたのは海外からの導入と大学、民間による技術とみなされる。これは、北海道における稲作の発展が試験場による技術の開発で支えられてきたことと極めて対照的なことである。

さらに第2次大戦後は、北海道の中心的な畜産試験研究団地の占領軍による接收、移転という痛みも加わり、畜産に関する試験研究体制の本格的な立上りが遅れるという不幸も重なった。

この間、行政サイドでは畜産を北海道農業の柱とする施策がとられ、第2次大戦後には北海道をわが国における主要な酪農地帯として整備するための投資が進められた。そして、試験研究成果なしの施策は、施設・機械メーカー主導あるいは外国技術の直接導入という弊害を生じ、予期した投資効果が認められないばかりか、石油危機以降の経済変動も加わり、酪農経営の負債増加という事態を生じた。一方、試験研究側は事業の後追い、後仕末に廻ることが多くなり、北海道の畜産関連試験研究のこの体質は現在でも払拭されないものとなっている。

1950年代よりようやく、酪農を中心とした本格的な北海道畜産の試験場体制の整備が行われ、本格的な試験研究が始められた²⁾。とはいえ、乳牛育種については、人工授精が普及し、導入育種が主体を占める北海道では、試験研究によって優秀な個体、系統、品種を作出することは不可能に近く、遺伝的に優秀な個体を判別する方法論に力点が置かれ、乳牛育種改良技術として受精卵移植の実用化が期待されている。

乳牛の飼養管理については、飼料資源の探索と有効利用技術について当初から一貫して研究されている。その成果として、代用乳・人工乳による早期離乳技術、子牛の育成法、低質繊維質飼料の物理的・化学的処理技術、サイレージ長期多給飼養法、飼養標準・給与基準などについて一応の技術指標を示している。さらに子牛の哺育も含めた

寒冷環境、畜舎施設について検討された。

肉用牛については、肉専用種の導入、乳用雄子牛の肉利用などのほか、乳牛と共通の育成技術、飼料利用技術について検討されている。養豚、養鶏、めん羊については、品種の導入、系統造成のほか、自給飼料の利活用、寒冷などへの対応技術の検討が行われている。

畜産物の加工技術や、養蜂、毛皮獣などの特用家畜についての技術の研究が、一時的に試験場で行われた時期もあったが、立地条件や民間企業における開発能力の向上などによって、現在では民間主導に任せられている。

2. 北海道における養牛技術の主要な問題点

北海道畜産の現状と展望について最近すでに、農業全般の中で専門分野の研究者によってすぐれた総説が示されている³⁾。本稿では、当面の北海道において著者がとくに重要と考える乳牛と肉用牛に関する問題について、二、三、事例的に触れるにとどめる。

1) 自給飼料は必ずしも低コストではなくなる。

第2次大戦後、北海道の畜産は、恵まれた土地資源からの低コスト牧草、飼料作物を基にした自給率の高い草地畜産をスローガンとして振興が図られ発展して来た。したがって自給飼料生産のためには草地造成から粗飼料利用の段階まで、国および道の少なからぬ補助金・助成金の支出が行われ、生産者は自給飼料イコール低コストといわれることに疑いを持たなかった。技術者、研究者の中にもこのことを前提として技術指標や経営計画を考える人も少なくなかった。しかし近年、政府の財政難から特に農業関係についての財政支出は削減の対象として大きな目玉となっており、当分の間は従来のような自給飼料生産に対する公的な援助は期待できなくなるものと思われる。

では果して、現在のわが国における自給飼料の生産費はどのようなものであるのか。一例として、最近の調査⁴⁾による中型酪農経営における自給飼料生産原価試算として、TDN 1 kgあたりとして乾草 60～63 円、とうもろこしサイレージ 65 円、牧草サイレージ 60～65 円、放牧草 49～51 円が示されている。この中には草地更新費は含まれて

いるが、地代は含まれていない。また、自給飼料にはさらに給与までの間の減耗、設備、労力なども見込まなければならない。

これら自給飼料のコストと、飼料穀類から乾草まで、関税なしで輸入される外国産飼料あるいは食品工業からの粕類などの市価と対比してみれば、地理的あるいは投下資金の点から、土地に制約される経営では購入飼料に依存する理由が肯けることになる。北海道においても今後、自給飼料についての助成が少なくなれば購入飼料依存傾向は益々大きくなり、補助金の支給を前提とした技術体系は存在価値を失うことになる。

しかし、購入飼料とくに濃厚飼料多給は種々の生産病を誘発しやすく、また土地から離れた経営は環境汚染問題を生ずるなど畜産経営が地域農業から孤立する要因となる。

この対策としては、自給飼料の低コスト生産技術体系の確立がまず基本的に大切なことになる。しかし、これが困難な場合の次善の策としては、自給飼料の生産費が高く付いても、経営存続に不可欠なものとして、それを吸収できる酪農あるいは肉用牛経営における高位生産技術体系を確立する他ないものとする。

2) 酪農経営における個体乳量の増加傾向とその対応技術

十数年前、著者は北海道内の各地から牛群規模と乳量水準がその地域内で最高水準で、ブリーダーとしては有名でない酪農経営十数戸を抽出して実態調査⁵⁾を行なった。その結果、北海道の草地酪農経営において個体乳量を高くしている要因としては、良質粗飼料を基盤とした上に濃厚飼料を多給することが第一であることを確かめ、同時に十年後の北海道における実用性のある群平均乳量として 6,000～7,000 kg/年と推察した。そして現在、昭和 59 年における北海道の牛群能力検定成績⁶⁾における平均個体乳量は 6,917 kg となり、全都道府県の中で最高水準を示すが、濃厚飼料給与量も府県との差が縮少している。

一方、北海道が作成した昭和 65 年を目標とする酪農・肉用牛生産近代化計画⁷⁾では、経産牛 1 頭当たり年間乳量を 5,400 kg としており、現状との乖離が目につく。これは道の計画が飼料自給率

(TDN)としてはほぼ80%以上を想定し、生乳生産量の全国割当の中で頭数を維持し、また肉牛資源にも配慮したものであれば止むを得ないものと考えられる。

しかし、個々の酪農経営の立場からは、生産調整など厳しい経営条件の下で生産性の向上を経営の質的向上に頼らざるを得ないわけである。好むと好まざるに関係なく国際競争に晒される酪農経営であれば、特に大きな世界的情勢の変化でも起らない限り、個体乳量の増加と高栄養飼料の増給傾向が続くものと考えられる。

このような中で、北海道内の酪農経営においては近年、乳量1万数千kg、乳脂量1,000kgといった世界的な記録が続々と作られている⁸⁻¹³⁾。これらの記録牛に共通していることは、特定の母系に属し、飼料の摂取・消化・吸収力が抜群で、産次を重ねながら記録を作っていくことである。例えば、これら高泌乳牛における最盛期の乾物摂取量は体重比として5~6%にも達するものとみなされ¹³⁾、従来の飼養標準では対応し切れないものとなっている。さらに、そしてこれらの記録牛は受精卵移植の供卵牛として活用されることも多く、これからは極く短い期間にすぐれた能力を持つ系統牛の増殖が可能となったものと考えられる。

これらのことを背景として、北海道において国際競争にも耐え得る低コスト牛乳生産のための技術を開発するのに必要な試験研究事項としては、本稿の第4項に示すようなものと考ええる。この場合、試験研究の戦略目標として設定すべき個体乳量(305日)として、当面は8,000~10,000kgとしても、21世紀における北海道酪農のためには15,000kg程度とすることが必要と考えられる。

蛇足ながら付け加えれば、基本的には化石エネルギーと他国の耕地に依存する高泌乳酪農経営を、北海道において長い将来にわたり続けるといふ保障は勿論ない。何時の日か必要になるであろう現存の、草だけでも飼うことができる乳牛を遺伝資源として、受精卵の凍結保存によって数十万個程度を備蓄しておくことも必要であろう。また同時に、乳牛の頭数減を補うために、肉用牛の飼養頭数を増加させるための技術開発が一層重要なものとなる。

3) 牛肉生産の問題点

北海道の計画⁷⁾によれば、昭和65年には道内肉用牛の頭数を約50万頭に倍増することとしている。この目標達成には多くの問題があるが、その中の主要な技術的問題としては次のようなものがあげられる。

第一に、肥育素牛の確保があり、生産調整と個体乳量増加の下では乳用種からの供給増は望めず、道外移出牛を留めるための条件整備と共に肉専用種あるいは交離種による繁殖生産体系の確立が必要となる。第二に、低コスト飼料の確保があり、輸入飼料に対抗できる国内産飼料の確保のためには、低・未利用資源利用のためのバイオマス変換技術の開発も重要である。第三の問題として、道産牛肉の合理的な流通の前程として、牛肉の適正な品質評価法の確立があげられる。すなわち、濃厚飼料多給・黒毛和種の脂肪交離を重視した現行の牛枝肉取引規格を改定するための検討作業が進められている。その検討委員会の報告¹⁴⁾によれば、牛枝肉の取引規格について現行の重量・外観・肉質の総合評価方式から、歩留りと肉質をそれぞれ評価する分離評価方式へ移行することが必要で、そのためには歩留り判定のためのデータの十分な収集・分析が必要であるとしている。しかしながら現在、北海道で生産されている粗飼料多給によるホルスタイン種や外国種肉用牛の屠体についてのデータを収集・分析している試験研究体制は残念ながら極めて弱体であり、その強化が急務である。

いずれにしても、世界の主要な牛肉生産国では、広大な土地を基盤、背景として大規模な肉牛経営を営んでおり、それらの国と比較すれば土地資源の乏しい北海道における牛肉の国際競争には将来とも困難が多いであろう。しかし、北海道でも肉牛用飼料の生産基盤を食用作物生産、林業生産と共存・協力によって拡大することができれば、また別な展望も開けるものと考ええる。すなわち北海道では、従来からいわれている“土地利用型農業の基軸としての肉用牛生産”からさらに、“国土および緑資源保全のための農林業の基軸としての肉用牛生産”に発想を転換することを考えるべきである。

3. 国立試験研究機関をめぐる行財政の動き

政府の諮問機関である農政審議会は昭和55年に、日本農業推進の基本路線として、昭和65年を目標とした「80年代の農政の基本方向」¹⁵⁾と「農産物の需要と生産の長期見通し」¹⁶⁾を答申し、さらに昭和57年「80年代の農政の基本方向の推進について」¹⁷⁾報告した。

これを受けて昭和58年、農林水産省農林水産技術会議は21世紀に向けて農林水産技術の革新を図るために「農林水産研究基本目標」¹⁸⁾を作成した。同時に、農業関係試験研究の新たな方向付けと方策について、研究部門別に、研究目標と研究内容および研究推進方向を含む「農業関係研究目標」¹⁹⁾を公表した。さらにこれらを受けて北海道農業試験場は、農林水産技術会議の調整のもとに昭和60年に「北海道農業試験場の研究基本計画」²⁰⁾を策定した。

しかし農政審議会は、長期見通しなどを策定して5年を経過し、わが国の経済事情や国際情勢が大きく変化し、農政の基本方向も見直すべき時期に來たとして、これを検証する作業を進め、昭和61年春までには結論を出す予定としている。これを受けて農林水産省は新しい農政の基本路線づくりを進めるものとみられている。

新聞報道などによれば、この見直し作業において問題にされるのは米の減反政策、農産物の市場開放問題などで、大家畜を中心とする畜産は、わが国の土地利用型農業の基軸として一層重要視されるものと予測されている。

一方、行政改革を推進している政府は、昭和60年7月に行革審が提出した答申²¹⁾に基づく実行スケジュールとして、9月には「行革大綱」を閣議決定した。その中で科学技術行政については、昭和60年度中に科学技術大綱を閣議決定し、研究交流促進法を国会提出すると共に、おおむね3年以内に国立試験研究機関の整理合理化を推進するものとして、その中長期的あり方について科学技術会議に諮問した。

このような動きは、近年の公立試験研究機関および民間研究機関における研究能力の向上を前提として、国立試験研究機関は公立や民間機関に期待し難い基礎的・先導的な研究開発を中長期的視

点に立って強化し、その活性化を図ろうとするものとされている。

北海道農業試験場についても、今後強化すべき研究分野と見直すべき研究分野の検討が、産・官・学の研究交流のあり方、研究の活性化方策の検討などと共に、強く迫られ、遂次実行に移されるものと予測されている。

4. 北海道農業試験場の研究基本計画における畜産関連研究課題

北海道農試の研究基本計画²⁰⁾は、北海道農業を支え発展させる技術開発が、農業の現状と将来の発展方向、日進月歩する関連諸科学と技術の成果を踏まえ、中長期的な研究推進の方向を定め、研究課題を設定して組織的、計画的に推進されなければならない、との趣旨のもとに作成されたものである。

この北海道農試の研究基本計画は、4章より構成され、第1章に研究推進の背景、第2章に研究推進の方向、を示し、第3章に今後およそ10年間に想定される研究課題、第4章に研究課題の分担及び年次別研究実施スケジュールが示されている。またこれは、場の試験研究の計画であると共に試験研究担当者個々の推進計画でもであるとされている。

ここに示される研究課題は、まず主要研究問題として、次の5課題を掲げている。

I 北海道農業の発展方式の確立

II 寒地水田作業における総合生産力向上技術の確立

III 寒地畑作・園芸作農業における総合生産力向上技術の確立

IV 草地・飼料作を基盤とする寒地畜産における総合生産力向上技術の確立

V 寒地自然資源の動態の解明と耕地生態系の管理技術の確立

さらに各主要問題ごとに大課題、中課題、小課題に分類されている。

この中で畜産に関連するのは主としてIVおよびVの課題である。以下、その主要な課題名と、家畜生産に直接関連する問題については主要な内容を紹介する。

IV-1. 草地・飼料作における生産基盤の整備改善技術の確立

- 1) 低未利用地における草地開発技術の確立
- 2) 草地の維持管理技術の確立

IV-2. 牧草・飼料作物の優良品種の育成

- 1) 牧草優良品種の育成
- 2) 飼料作物優良品種の育成

IV-3. 高栄養自給飼料の低コスト生産利用技術の確立

1) 高栄養牧草・飼料作物の低コスト生産技術の確立

2) 草地等の放牧による利用技術の開発

当面、高泌乳牛を対象とした草地の放牧利用法、放牧草地の栄養生産性の向上技術等を中心に放牧利用率の向上に必要な技術の開発を行うが、小課題としては

- ① いね科牧草品種の組合せ及び施肥条件の改善による草地の放牧利用率向上
- ② 草地の採草、放牧兼用利用法の開発
- ③ 野草地・林地の肉用牛放牧利用技術の開発
- ④ 肥育素牛の効率的放牧技術の確立などを予定している。

3) 飼料の調製・利用技術の開発

生産された牧草、飼料作物、飼料穀類等の高栄養自給飼料について、調製過程における養分損失を最少限にする技術を開発し、同時にそれらの飼料特性を究明して各種家畜の泌乳、産肉、成長等の状態において最大の効率を得る利用技術を開発する。

① サイレージ調製・利用技術の確立

牧草サイレージの良質化を図るため、収穫・調製法について検討を加えるとともに、サイレージの品質と養分回収、採食性、増体量など飼料特性と飼養成績との関連を検討してサイレージの調製利用技術を確立する。

② 乾草調製・利用技術の開発

当面、ビックベールによる乾草調製・利用技術を開発する。

③ 飼料用穀類の調製利用技術の確立

飼料用超多収稲、麦類などの利用方法、特にソフトグレイン、ホールクロップサイレージとして

の調製利用技術を確立し、家畜における穀実類の消化利用性の向上を図る。

4) 圃場副産物・米利用資源の利用技術の確立

飼料資源の低コスト飼料化処理技術とその飼料特性に応じて家畜側の多様な条件に適切に対応した利用技術を確立する。

① 低・未利用資料の飼料化処理技術の確立

わら類をはじめとうもろこし稈、豆がらなど各種圃場残渣物の飼料化を図るために、アルカリ処理技術を中心に検討を進め飼料化処理技術の確立を図る。

② 低・未利用資源の利用技術の確立

飼料自給率の向上による乳・肉の低コスト生産を目的として、低・未利用資源を家畜の飼料として有効に利用する技術を確立する。

IV-4. 乳牛、肉牛の低コスト飼養管理技術の開発

自給率を向上し、自給力を保持するためには、土地基盤から生産された自給飼料を効率的に利用した牛乳、牛肉の低コスト生産のための飼養管理技術体系の確立を図る必要がある。

そこで、北海道の酪農、肉牛経営のニーズに適合した乳牛、肉牛の資質能力向上と増殖技術、これら高能力牛及び肥育素牛の低コスト育成技術、自給飼料の効率的利用による乳牛、肉牛の合理的な低コスト飼養管理技術、省力的な牛群管理技術と施設の合理化、家畜の障害及び損耗防止など、経営の集約化、高能率化のための技術開発を実施する。

1) 乳牛、肉用牛の改良技術の開発

北海道は我が国の主要な乳牛供給基地であり、個々の酪農経営は牛乳生産と同時に乳牛の改良を実施する場としての機能を期待されている。また、外国種肉専用牛、肉用雑種牛についても需要の増大が見込まれ、その改良が求められている。ところが泌乳量などの表形能力は非遺伝的要因による影響も大きいので、それらの適切な把握のもとに乳牛、肉用牛の遺伝的能力の評価法を開発することが必要である。

よって、北海道の環境・飼養管理条件（非遺伝

的要因)と遺伝の相互作用を踏まえた遺伝的能力評価方法並びに改良生産システムの開発を図る。

① 家畜育種理論の評価と実用化

酪農経営が求める乳牛の資質は牛乳需給、飼料構造、投資問題など時代的、地域的な諸要因の影響を受けて変化する。このような乳牛集団の構造変化に適応した乳牛の育種理論の開発と実用化を図る。

肉牛でも、多様な品種の特性と地域的・社会的ニーズに適応した育種理論の開発と実用化を図る。

② 乳牛における泌乳能力検定方法の確立

乳牛の改良における泌乳能力検定方法や後代検定による能力評価法を確立し改良するのに必要な資料を得る。

③ 乳用種を基盤とする肉用牛交雑方式の開発

肉用牛資源の拡大を図るために、乳用種雌に交配する肉用種雄の品種選定、一代雑種雌牛の産子の産肉能力を把握し、交雑牛生産技術の開発を図る。

2) 高能力乳牛、肉用牛の増殖技術の確立

優良な遺伝形質を持つ乳牛、肉用牛の増殖による経済的効果は大きく、分娩間隔短縮等による増殖率の向上は酪農・肉牛経営にとって不可欠である。増殖率向上の基礎となる受胎率向上、分娩間隔の短縮技術としては、環境、飼養条件などに起因する繁殖阻害要因を除去して繁殖機能を増強させる技術が必要である。更に、増殖率を積極的に向上させるためには先端技術の応用も含む増殖技術の開発が重要なものとなる。

よって、北海道の地域的環境条件と飼養管理条件下における高能乳牛、肉用牛の増殖・繁殖向上技術を開発する。

① 寒地における牛の繁殖率向上技術の確立

牛の繁殖率を向上するには、分娩間隔の遅延を防止し、短縮化を図ることが必要である。繁殖機能に及ぼす環境の影響を究明し、繁殖性向上技術を確立する。

② 牛の多胎技術の開発

優良乳牛、肉牛の増殖率の向上と肉用肥育素牛の低コスト生産のため、細胞工学的先端技術を導

入し多胎技術の開発を図る。

③ 凍結受精卵移植等による牛増殖技術の確立

凍結受精卵移植について開発された技術を地域的条件下で活用できる技術体系として確立する。

3) 高能力乳牛、肥育素牛の育成技術の確立

北海道内における乳牛、肥育素牛の草地・自給飼料を活用した省力、低コスト育成技術は一定水準に達し、その評価も定着している。しかし、粗飼料主体の放牧育成牛については、その評価が定まっていないため北海道内の草地放牧によって育成された牛の販売に際し、不利益を被る傾向がある。

よって、子牛の放牧、粗飼料主体による育成が生涯生産性に及ぼす影響を究明し、育成技術を確立し、育成牛の適正な評価に資する。

① 自給飼料を主体とする乳用子牛及び肉用子牛の育成技術の開発

育成コストの低減と生産性向上の観点から自給飼料を主体とした北海道に適応する育成技術を開発する。

② 雑種子牛の育成技術の確立

交雑種肉用子牛の発育パターン、体構造、性成熟などについて解明し、雑種子牛の育成技術を確立する。

③ 加齢及び飼料環境が子牛の発育に及ぼす影響の解明

4) 自給飼料を主体とした高能力乳牛、肉用牛の飼養技術の確立

生産調整下の酪農経営における所得拡大あるいは国際競争力強化のため、個体乳量の増加によるコスト低減が強く求められている。このため北海道においても輸入穀類多給による乳量、増体量の向上傾向が強まっているが、土地利用を基盤とする北海道農業においては飼料自給率の向上が必要である。

よって、地域内で生産される高栄養自給飼料を主体として高泌乳、高増体を確保するための飼養技術、更には完全飼料の給与方式の確立を図る。

① 高泌乳牛における養分要求量の解明

高泌乳牛の飼養技術についての研究需要が増大しつつあることに対応し、高泌乳牛の養分要求量

(特にエネルギー、蛋白質など)を解明する。

② 高能力牛における飼料利用効率向上技術の開発

高能力牛における飼料、栄養素の利用特性を解明し、その利用効率を向上させるため、給与飼料について検討し、飼料の利用効率向上技術を開発する。

③ 牛の群飼及び放牧における個体栄養管理技術の確立

牛の群飼及び放牧を組入れた飼養法において、栄養要求の異なる個体の飼料摂取を適切に管理する技術を確立する。

④ とうもろこしサイレージと牧草サイレージとの平衡給与技術の確立

乳期に応じたとうもろこしサイレージと牧草サイレージの年間平衡給与技術を確立する。

⑤ 自給飼料主体給与における無機物の動態の解明

自給飼料に含まれる無機物の量と性状を明らかにし、リン、カルシウムなど主要な無機物を中心に土一草一家畜の系における動態を明らかにし、その有効利用と欠乏対策の検討に資する。

⑥ 自給飼料主体給与におけるビタミンの利用

特にビタミンAとその前駆物質について、自給飼料中含量の定量、貯蔵加工に伴う変化、家畜による利用率などを究明する。

5) 牛群管理の省力、合理化技術と飼養施設の改善

牛乳、牛肉生産の低コスト化を図るために管理作業の省力化と畜舎・施設費の節減が必要である。よって、北海道の寒冷環境下において必要な畜舎施設・機械設備などの限界を究明して改善を図り、併せて多頭牛群管理の省力的、合理的作業技術を開発する。

① 寒冷環境における乳牛管理技術の改善
寒冷環境が乳牛の生産性に及ぼす影響を検討することにより冬季間の乳牛管理技術の改善を図る。

② 乳牛の行動制御技術の開発

管理作業省力化のため、搾乳室、給飼場その他畜舎内外における牛群の行動を制御できる技術を開発する。

③ 牛群管理における作業体系の開発

牛群管理において、多数の牛を省力的に管理するため、異質の諸作業を総括的に実施する作業体系の開発を進める。

④ 牛群管理施設の改善

牛群管理施設内の飼料、給飼、ふん尿処理などそれぞれの施設と利用方法について改善し、総合的に組立て評価して改善を図る。

⑤ 牛舎構造の改善と利用技術の確立

低コスト生産を前提とした寒地牛舎の開発とその利用効率の改善を図るために、牛舎構造と衛生、温度環境の関係を解明しその利用法に関する素材技術を確立する。

⑥ 牛飼養施設の設計基準の策定

低コストをねらいとした寒地向乳牛飼養施設の設計基準の策定に資するため、自然換気などによる環境維持効果、産乳、増体効果、管理作業能率など、生産システムとして適正な飼養施設の指針を策定する。

6) 乳牛、肉用牛の障害及び損耗防止と衛生管理技術の確立

家畜衛生分野で開発される衛生管理システムを基にし、栄養、飼養管理面からの障害及び損耗防止技術を確立する。

① 高泌乳牛の代謝障害の解明と予防技術の確立

高泌乳牛において生じやすい代謝障害は酪農経営に重大な影響を及ぼす。よって、分娩前後の飼養管理を中心として、北海道の飼養条件下で発生する高泌乳牛の代謝障害の原因を解明し、その予防技術を確立する。

V-1. 寒地資源の特性解明と利用技術の開発

V-2. 寒地生物資源の能力開発

V-3. 寒地耕地生態系の保全と環境管理技術の改善

V-4. 寒地農業における機械化と情報システムの開発

2) 寒地大規模農業における情報システムの機構と診断技術の開発

⑤ 家畜飼養における情報管理システムの開発

酪農、肉用牛生産における省力化と、合理的な

飼養管理のために個別経営で利用できる簡易高性能なコンピュータあるいは大型コンピュータシステムの端末機を利用する技術が望まれるので、ハード面及びソフト面で適切な手法を開発するとともに、その利用技術を確立する。

5. 21世紀を目指した畜産技術の展望

北海道における畜産業発展の基本的方向としては、①国民に対する畜産物の低コスト安定供給と安全性の保証、②北海道の農業および関連産業への貢献、③北海道の土地・自然環境の保全、がその役割として課せられよう。これを前提として北海道の畜産関連技術研究においても、次のような21世紀を目指した知識集約型の技術開発が求められ、それによって酪農・肉牛経営をはじめ畜産の生産性向上が図られるものと展望される。

1) バイオテクノロジーの開発利用による生産性の向上

バイテクの主要な手法としては、遺伝子操作、細胞培養、微生物・酵素利用などがあげられる。これらの手法の活用により、畜産分野ではすでに牛の受精卵移植による優良牛の増産、多胎生産、胚の分割、体外受精、雌雄鑑別、モノクローナル抗体の利用による診断・治療などが実用化されつつある。

さらに将来は、核移植によって生産抜群の牛を数多く生産するいわゆるコピー牛生産、組替DNA利用による反芻胃内細菌の改良による飼料利用効率向上、などが期待できる。さらに、組替DNA細菌により生産される各種ホルモンを利用した内分泌系の制御による成長・産肉・泌乳などの向上技術、ウイルス病ワクチン生産技術、などの開発へと発展するであろう。

2) メカトロニクスの利用

機械(メカニクス)と電子(エレクトロニクス)の合成技術を表す用語として、メカトロニクスという和製英語が使われている。メカトロニクスの畜産領域への利用としては、家畜の生体や行動などの情報をセンサ(検出器)で検知し、これをコンピュータに送り、コンピュータはこれを判断して指令を送出して管理用の機器を作動させることが実行されている。

すでに北海道内においても、未だ初歩的な機能のものではあるが、個体識別自動給飼機の実用化がみられるようになった。今後におけるメカトロニクス利用技術としては、搾乳作業の省力化・無人化、牛群の行動制御、畜舎環境制御、牛の繁殖や保健管理などのシステム、などが開発されるであろう。

またこの技術は、センサとコンピュータ技術の開発が進むにつれて、処理できる情報の質と量が飛躍的に拡大し、コストも安くなることが予測され、一層高度な管理用・作業用ロボットの開発と実用化が期待できるものとなる。

3) 情報処理システム

情報処理技術利用の一例としてあげられる「酪農経営情報システム」は、北海道内においてもすでに実用化の段階に入った²²⁾。このような情報システムは今後、試験研究成果や飼料の成分・市況などの情報のデータベース化が進み充実することによって、さらに一段と精度と信頼性の高いものとなる。

6. む す び

昭和60年暮の北海道においては、酪農経営が再び生産調整の強化に追い込まれ、肉用牛経営も明るい展望は見えず昭和65年目標の肉用牛倍増は達成が危ぶまれ、養豚経営も秋以降の豚肉価格の低落で苦境に立たされている。そして間もなく、牛肉はじめ畜産物の輸入自由化問題も再燃するであろう。

これらの状況は構造的なもので、もはや従来からの施策、対応では打開が難しいものと考えられる。すなわち、国と道を問わず厳しい行財政改革の下で当面、補助金や助成金に頼らなければならない畜産経営は存続が益々困難になるだろう。

幸にして北海道における畜産物の生産コストは米や麦などとは異なり、濠州やニュージーランドを除けば、諸外国との格差が解消不可能なほど大きいものとは思えない。これを打開する道は、技術の開発とそれに組合せた経営努力以外にはない。

今後、北海道畜産の維持・発展のために試験研究機関が設定すべき課題は、まず国際競争に対応できる低コスト生産のための技術開発を第一とす

べきである。そして同時に、畜産が土地利用型農業の中だけでなく、林業、水産業、食品工業など市広い他畜業と共存し、さらに人間の生活環境の保全に果す役割が積極的に評価されるような、農林業の基軸として位置付けられるものでなければならぬと考える。

文献および資料

- 1) 北海道農業試験場, 北海道農業技術研究史. 49-89, 369-405. 1967.
- 2) 北海道農業試験場, 北海道立農業試験場編, 北海道農業技術研究史(1966-1980). 605-693. 1982
- 3) 北海道中央農業試験場, 北海道農業の現状と将来 —— 試験研究からの展望 —— . 112-149. 北海道立農業試験場資料第 14 号. 1982.
- 4) 酪農総合研究所, 中型酪農経営成立の要件に関する調査研究参考資料. 酪総研. 1985.
- 5) 針生程吉, 草地酪農経営における高能力牛の造成と飼養管理に関する栄養学的見地からの検討. 昭43・44・45年度国内留学研修報告書. 191-215. 農林水産技術会議事務局. 1971.
- 6) 乳用牛群能力検定成績のまとめ — 昭和59年度 — . 家畜改良事業団 6-26. 1985.
- 7) 北海道, 北海道酪農・肉用牛生産近代化計画書. 1984.
- 8) 後藤美城, サイア, 133:6-13. 1984.
- 9) 七海清志, サイア, 134号:6-8. 1984.
- 10) 七海清志, サイア, 142号:7-9. 1985.
- 11) 後藤美城, サイア, 144号:7-13. 1985.
- 12) 七海清志, サイア, 145号:10-14. 1985.
- 13) 三樹孝成, 2万kg乳量に挑戦する育成飼養法. 昭和60年度育成問題研究談話会資料. 1985.
- 14) 食肉取引規格検討会, 食肉取引規格検討会報告書. 1984.
- 15) 農政審議会, 80年代の農政の基本方向. 昭和55年10月
- 16) 農政審議会, 農産物の需要と生産の長期見通し. 昭和57年8月.
- 17) 農政審議会, 80年代の農政の基本方向の推進について. 昭和57年8月
- 18) 農林水産技術会議, 農林水産研究基本目標. 昭和58年12月.
- 19) 農林水産技術会議, 農業関係研究目標. 昭和58年12月
- 20) 北海道農業試験場, 北海道農業試験場の研究基本計画. 昭和60年3月.

- 21) 臨時行政改革推進審議会，行政改革の推進方
策に関する答申。 昭和60年7月
- 22) 西部 潤，日本畜産学会北海道支部会報，
28(1)： 5-9. 1985.

肉質に関する若干の問題

北海道大学農学部 安井 勉

1. はじめに — 肉質とは？ —

肉畜生産や食肉産業の分野では、半世紀以上にわたって肉質という言葉が使われてきた。

一般的にいて、肉質とは目的とする食肉およびその製品の良否度合を表現する言葉である。われわれ人間は、当初肉質をあらわすのに、食肉を構成している筋肉組織や脂肪組織の特長を用いたので、これらの諸特長が食肉の品質程度を決定する“目安”として用いられてきた。

肉畜生産から始まり、食肉が消費者によって食用に供されるまでのプロセスの中で、どの段階あるいはどの方面からアプローチするかによって、いわゆる肉質のもつ意味は多様に変化する。この肉質に対する多様な見解が、この言葉の定義を著しく混乱させているようである。

例えば、肉畜生産に携わる人びとは、その家畜の肉質を、毛色、骨格、皮膚の厚み、頭部の大きさなど外側からの因子によって判定するであろう。流通段階の食肉業者は枝肉を直接観察して、成長度、脂肪の付着、交雑、肉色、およびきめ、しまりなどを判定する。末端の食肉小売業者は肉質を肉の色、しまり具合、テクスチャー（後述）、脂肪交雑とみなすであろうし、消費者はそれを調理した肉の硬軟度（テンダーネス、かたさ、やわらかさ）、多（液）汁性（保水性）やフレーバー（味とかおり）をもとに判定する。

一方、食品衛生や栄養的な面から肉質を考えると、異なったものとなる。すなわち、前者の観点からすれば、肉質とは清潔度、健全性、細菌数（病原菌を含む）、寄生虫汚染などを目安とするものであり、後者の立場では、食肉中のたん白質の栄養的価値、ミネラル含有量とその種類、ビタミンB群含量などから肉質を評価することになる。このように、それぞれの分野によって、肉質評価基準は異なるものとなるが、最終的な評価は、食肉を摂取する消費者が感覚としてとらえる食味性によって決定される。

食味性の判断基準は、人間が食物を摂取し、口中で咀嚼し、これを嚥下する前後において官能的に、視覚、嗅覚、触覚および味覚を通じて生体に感知される総合的な感覚に依拠している。このような複合感覚にもとづいた肉の食味性は、(1)肉の色、(2)保水性もしくは液汁（多汁）性、(3)テクスチャー（肉の物性全般）、(4)フレーバー（かおりと味）の4成分に大別整理できる。

SZCZENIAK¹⁻³⁾は、官能特性と関連する食品の性状中、テクスチャーが占める割合は32%に達し、品質決定の最重点因子であるとしている。彼等の定義によるとテクスチャーとは「目や皮膚の感覚、あるいは口腔内で筋肉感覚により知覚される食品の特性」であって、その特性を構成する最重要成分が硬軟度（テンダーネス）特性である^{4,5)}。消費者はやわらかな肉を要求し、消費者の嗜好と肉の硬軟度との間には高い相関($r=0.904$)が認められる。

STANLEY⁷⁾の調査によると、消費者の肉質（食味性）評価の順位（と割合）は、やわらかさが57%で第1位、ついでフレーバーが第2位で30%を占め、液汁性（保水性）8%、色と脂肪交雑5%の順を示している。逆に肉質に対する不満度を尺度とした場合にも、かたさが72%を占め、フレーバー18%、液汁性10%となる。調理形態別にみると、硬軟度についてはロースト肉の場合で55.2%、ステーキの場合は62%の人びとが不満あるいは満足の感覚的尺度としている。

この肉の硬軟度（テンダーネス）という言葉は、食肉の粘弾性や機械的特性を表現する術語である。SHERMAN⁸⁾は肉のテクスチャーを3特性から構成されるものとしたが、その中の一つはこの硬軟度特性に由来する。図1に示すように、筋肉は筋線維と結合組織からなるが、硬軟度特性とは、これら筋肉構成組織成分に関する力学的性質⁵⁾の反映に他ならない。

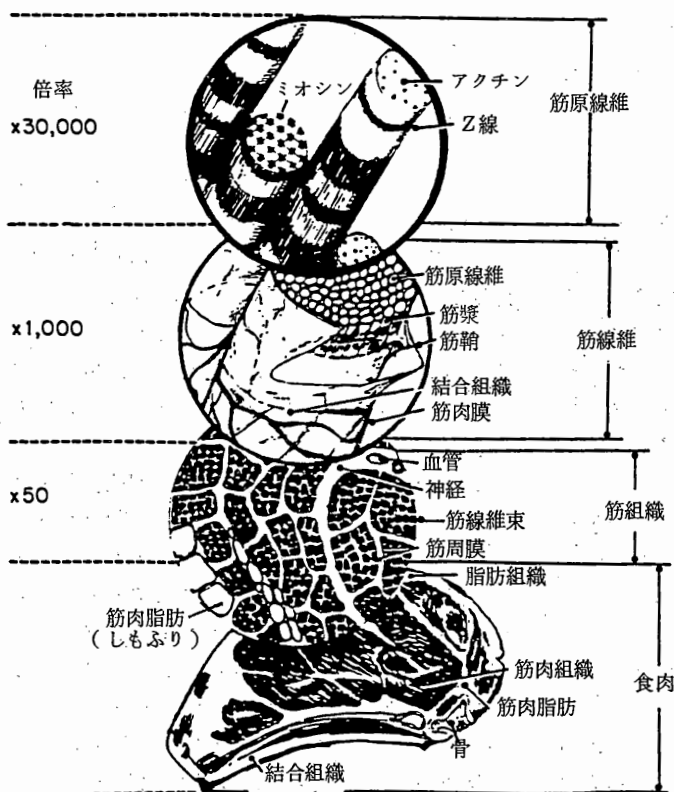


図1. 食肉とその構成組織の模式図

2. 二種類の“かたさ、やわらかさ”

硬たん白質コラーゲンを主成分とする結合組織は、家畜の年齢や運動量（筋肉各部位によって異なる）、発達に差があるので、同一個体内においても、その分布状態には相違がみられる。第1表からもわかるように、上質肉（ロース、ヒレ）と普通肉（ウデ、マエズネ）として分別される各部分肉は、その水分、組織内脂肪、粗たん白質量（N%として表現されている）に有意の差を示さないが、コラーゲンに特有のアミノ酸、ハイドロキシプロリンを指標として比較すると明らかな差が認められ、上質肉では少なく、普通肉では多いことが判明する。

結合組織の食肉中における発達度合は、直接その部分肉の硬軟度合を反映することが知られている^{9,10)}。そして、同一部位

表1. 未経産雌牛から採取した 肉の組成 (LAWRIE, 1966)

採取筋肉	水分 (%)	筋肉内脂肪 (%)	窒素 (%)	ハイドロキシプロリン (μg/g)**
胸 最 長 筋 (ロース)*	76.5	0.56	3.54	520
大 (ヒ 腰) 筋 (ヒレ)*	77.3	1.46	3.30	350
上 腕 三 頭 筋 (ウデ)*	77.2	0.73	3.45	1000
浅 趾 屈 筋 (マエズネ)*	78.7	0.40	3.27	1430
縫 工 筋 (ウチモモ)*	77.9	0.58	3.33	870

* 括弧内は採取筋肉が存在するカット肉の部位名。

** ハイドロキシプロリンはコラーゲンに特有のアミノ（イミノ）酸で、この量の多少はコラーゲン含量の多少を意味する。

筋肉間では、コラーゲン線維を構成する可溶性コラーゲン画分と不溶性コラーゲン画分の重比がその決定因子となり、高度に分子内架橋結合の返達した不溶性コラーゲン含量の多い肉ほど硬い食味性をあらわす。このような結合組織の分布や発達度合に依存した肉の“かたさ”は基礎的あるいは構造的なかたさ(background toughness)と呼ばれ、以下に述べる筋肉の死後変化にともなう硬軟度とは関係がない。

さて、どのような動物骨格筋も、死後の時間経過にともなってその“かたさ、やわらかさ”が変化する。結合組織の少い若齢動物の肉も、死後のある時点では硬直してかたくなる。筋肉が伸び縮み(収縮⇔弛緩)する状態を反映したこの種の硬軟度変化は、アクトミオシン性または収縮性のかたさ(actomyosin toughness)といわれ、死後筋肉内の生化学的変化に対応して、いわゆる異常肉発現とも関連する。

3. 蓄積脂肪と肉質

食肉とは主として哺乳動物の骨格筋からえられる食品である。骨格筋は動物の生体内にあって、伸びたり縮んだりしてその長さを変える能力をもち、それによって生体運動機能の担い手となっている。動物が死ぬと、筋肉内部ではよく知られている死後変化¹⁰⁾と呼ばれる物理化学的な変化が起って、生筋は食肉へと変化する。この死後変化の特性、速度、変化率などが、硬軟度、液汁性、色調などで表現される肉質に影響を与えることになる。したがって、食肉に関する研究者にとって、これらの諸特性や、死後変化の本質を追求することは、この数十年間、肉の科学の分野における中心的課題となってきた。このような研究を通じて得られた知識が、現代食肉産業中で用いられている諸技術や、流通過程中的諸問題を理解し解決するのに役立ってきたし、さらに将来の食肉産業発展に大きく貢献するであろうことは疑いのないことである。

しかし、実際問題としては、“動物の死”によって影響をうけない肉質因子もある。その一つは既に述べた結合組織に由来する構造的な硬軟度合である。他の一つは脂肪の交雑あるいは蓄積によ

るいわゆる“しもふり”度による肉質基準である。最近のグローバルな傾向として、消費者はより赤身の多い(筋肉組織の多い)肉を要求しており、このために、生産者は、より筋肉質型の肉畜生産に努める結果を招来している。本稿では、このような枝肉段階での格づけを主体とした論議は主題にはならないと著者は考えるので、簡単に気づいた点だけを述べておきたい。まず、食肉習慣にもとづく枝肉段階、カット肉段階での形態的相違が各国に存在する。第二に、家畜によって使用目的がそれぞれの国で異なり、それによって赤肉対脂肪率による肉質基準の判断がちがってくるということである。

日本国産の豚肉は、もっぱら生食用となるが、その背脂肪(第9-13胸つい関節上)の厚さと枝肉重量、等級間の関係は図2のようにになっている。

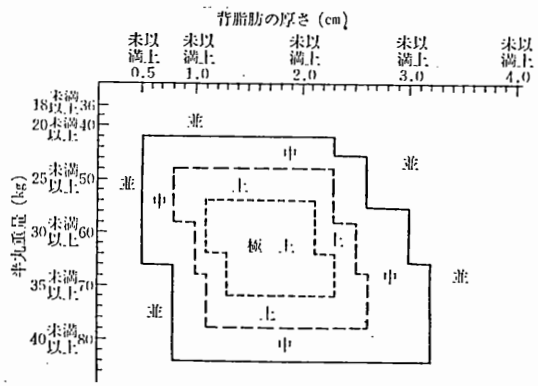


図2. 豚半丸重量と背脂肪の厚さによる等級の判定 (皮はぎ用)

EC諸国のようにサイドペーコンを多用する国(イギリスやデンマーク)では、と殺体重59-77 kgのものを本目的に用い、それ以下は生食用として種別している。この場合、豚枝肉の脂肪組織含有量は、最終肋骨部の脊椎中心から6.5 cmの部分で背脂肪の厚さを測定することによって予測される^{11), 12)}。

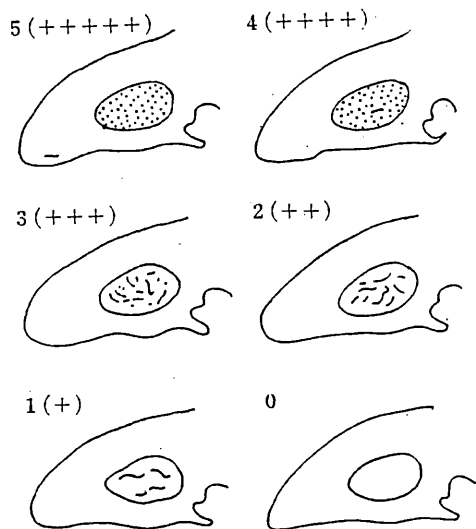
一方アメリカでは前述のようなタイプの枝肉は需要がなく、生体重130-140 kg程度のやや大型の豚が使用され(ちなみに、枝肉は背割二分割

をしないで頭部を除去した、いわゆるパッカース
 タイル：Packer styleと称するものが全体の72
 %を占める）、全枝肉の約65%が何らかの形の
 塩漬加工品として消費されている。蓄積脂肪の目
 安は、第10肋骨関節部における脂肪の厚さ、3.81
 cm、ロース芯面積、29 cm²で、これを図2にあて
 はめるとすべて並となるのが面白い。このためか
 どうかは定かではないが、ソーセージ用豚赤肉中
 には25%以上の脂肪組織があってはならない。

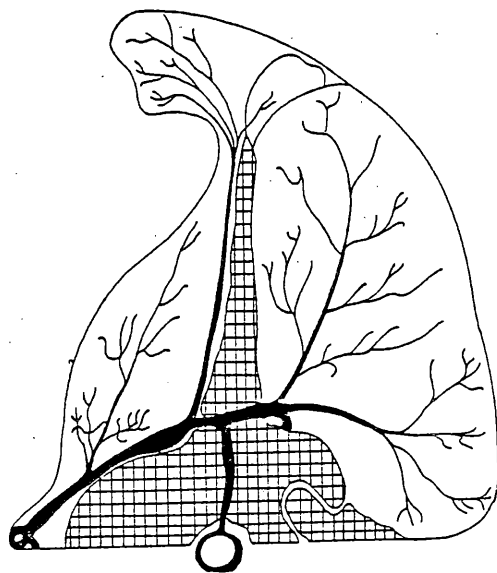
牛肉についての脂肪交雑、付着度合良否判定の
 基準は、世界各国でまちまちで、その国の主観的
 ともいふべき基準となっている。図3(a)は、よく
 知られている日本における教科書の脂肪交雑良否
 状態を示すものであるが、組織学的にいえば仮性
 肥大ともいふべき非正常筋肉がよいとされる。

EC諸国やアメリカにおいても、牛やめん羊の
 肥育度は、外観的に枝肉の脂肪付着度や全体的な
 均称（特に後軀）に加えて、ロース部分の外観や
 断面の脂肪組織分布状態によって判断している。
 肉用牛の種類差にもよるのであろうが、オクラホ
 マ大学での実験¹³⁾では肉の硬軟度と彼等のいう脂
 肪交雑（マーブリング：marbling）との間には高
 い相関は認められていない。欧米の肉用牛におけ
 る脂肪交雑とは、おおむね、血管系上またはその
 近傍の結合組織中に脂肪が沈着したもの（図3(b)）
 が多い。この交雑脂肪の食味性に及ぶ効用は以下
 のようなものと彼等¹³⁾は考えている。

第1は交雑脂肪が加熱調理中に融解して起す局
 所的な油溶効果である。これによって、加熱され
 た筋肉中の結合組織は破壊されやすくなる。第2
 は交雑した脂肪は、咀嚼中に好ましい口ざわり
 (palatability)を与えるというのである。したが
 って、脂肪交雑は肉の硬軟度よりもフレーバーに
 より多く影響すると彼等は考えている。好ましい
 フレーバー供与に必要な、ローストまたはステ
 ーキ用牛肉中の脂肪含量は8-9%とされていて、
 これ以上の交雑量は肉質改善にはあまり関係がな
 いとしている。日本食品標準成分表中に掲げられ
 ている和牛ロース肉（黒毛種♀、3-4才）の
 粗脂肪含量22.6%という値は上記にくらべれば
 非常に高い。少なくとも、日本の牛肉については、
 ロース部分を中心とする脂肪交雑が枝肉の経済的



(a) 脂肪交雑の状態



(b) ロースステーキの血管系¹³⁾

図3. 脂肪交雑

価値を決定する因子となっていることが明らかで
 あろう。

グローバルな赤肉指向と特殊日本の“しもふり”
 崇拜との間の乖離はわが国の牛枝肉評価に関して
 問題を投げかけるものといえよう。すなわち、評

価にあたって、肉量に重点を置くか、肉質に重点を置くかということと、肉質に関しても、硬軟度に重点を置いたやわらかい赤肉を指標に示えるか、従来型の脂肪交雑を中心とした肥育度を重要視するかという問題である。当面両者別個の規格を設けて、別々の評定を行なうことも一つの解決方法となるかもしれない。

4. 死後変化と肉質

まず、筋肉の構造や、動物の死後、筋肉中で起る若干の変化についてふれておこう。一つの全筋肉は結合組織によって束ねられた筋線維の集合体からできている(図1)。各線維(細胞)は長細い多核細胞であって、それぞれの細胞はその中に筋原線維と呼ばれている幅約1 μm の円筒状のものを多数内蔵している。筋原線維それ自体は、たん白質からなるフィラメントの束を含有する。このフィラメント束には2種類のものがあり、細い方はアクチンフィラメント、それよりも太いものはミオシンフィラメントと称される(図1)。筋収縮=筋運動が発生するのは、きわめて単純化していうと、これら2つのフィラメント間に相互作用が起って、みかけ上ミオシンフィラメントの上をアクチンフィラメントがすべってゆくことによるということになる。エネルギーは筋肉中のグリコーゲンから複雑な経路をへてATP(アデノシン-3-リン酸)の形で供給されている。動物の生命がある中は、ATPは不断に更新され提供され続けているので、筋肉の収縮と弛緩は継続的に起り得るし、グリコーゲンは複数の経路を通じて最終的には炭酸ガスと水になって排泄、除去される。動物の死後、好気的な系からの筋肉へのエネルギー供給は停止され、最終的にATPは消失する。アクチン、ミオシン両フィラメント相互間のすべりはもはや不可能となり、筋肉は硬化する。この状態が死後硬直^{10,8-20)}。

死後のATP減少は、解糖系(嫌氣的)を通じての部分的ATP生産による補給をうけながら起るものであるが、この嫌氣的発酵による場合最終産物は生体中とは異なって、炭酸ガスと水とはならず、乳酸の形で筋肉中に蓄積される。

5. pH₁ と pH₂

筋肉内乳酸の蓄積は細胞内部酸性度の上昇となつてあらわれ、筋肉のpH値は低下する。通常生筋のpH値は6.8~7.2位の中性値を示すが、死後その値はいくつかの要因に依存して、異なった速度で異なった水準まで低下する。この要因とは、(1)筋肉内の当初グリコーゲン含量、(2)筋肉の型(どのような運動をする筋肉かによる)、(3)と体の冷却速度、(4)動物各個のストレス感受性などである。

上記の家畜と殺後に起る筋肉pH値の低下速度および低下度合は、筋肉から導かれる食肉の品質に重要な影響を及す。食肉科学の分野では、筋肉のpH値はと殺後1時間後と24時間後に測定され、それぞれをpH₁ならびにpH₂と呼んでいる。pH₂は極限pH(ulphimate pH)といわれるもので、それぞれの動物が死直前に筋肉中に保有していたグリコーゲン量に依存した値をとる。すなわち、グリコーゲン量から乳酸量が決定されるのである。

pH₁はpH低下の初期速度測定を目安であって、家畜のストレス感受性によって大きく影響される。正常な肉畜と体が一般的に取扱われた場合には、極限pHはゆっくりとpH 5.6付近まで低下してゆく。ところが、ストレス感受性家畜の場合には、と体がまだ温かい中に、筋肉pHが迅速に上記のレベルまで下ってしまう^{15,16)}。

6. PSE肉とDFD肉

このような例は豚肉についてよくみられる現象で、筋肉の保水性に悪影響を及ぼし、たん白質の部分的変性を生ずるために肉色は白っぽくみえるようになる。このような状態の肉をPSE肉(日本ではむれ肉、ふけ肉などという)という。PSE肉はドリップ滲出量が多く、加工用として塩漬してもその歩留りがきわめて悪い。このようなPSE肉は乳酸を生成するためのグリコーゲンを適量筋肉内に保持していたストレス感受性の高い家畜から生産される。

と殺前に長期間絶食させたり、輸送やと殺前の取扱い中に適度に疲労したりして、家畜がグリコーゲンを消費しつくしたような場合には、筋肉の

表2. と殺前の刺戟が牛肉の極限
pH値におよぼす影響¹⁴⁾

供試牛番号	刺戟期間(a) (時間)	生 体 重 (kg)	胸最長筋のpH
12	0	410	5.4
13	0	386	5.4
33	2	355	5.5
44	2	355	5.5
14	24	348	6.76
15	24	390	6.46

- a 周期的に電気ショックを与える。
b 暗色のDFD肉

表3. ラムを用いた疲労と枝肉極限
pHに関する実験¹⁴⁾

	平均pH値	pH 範 囲	極限pHが6.0以上となった数
対 照 (a)	5.51	5.45-5.58	0
対 照 (b)	5.62	5.59-5.66	0
疲 労 (a)	6.38	5.74-6.95	5
疲 労 (b)	6.31	5.85-6.91	5
疲労+1時間休息	5.89	5.59-6.87	2
" +2 "	6.20	5.78-6.91	4
" +4 "	5.90	5.65-6.11	3
" +8 "	6.06	5.60-6.91	2
" +17 "	5.85	5.61-6.21	3
" +24 "	5.71	5.57-6.15	1

- 各群は栄養良好なラム6頭づつからなっている。
○(対照)は安静な輸送後1夜休息させたもの(a), (b)2群
○(疲労)は5kmを急速にと場まで輸送し、
特に疲労状態の目立つものを選択した。(a), (b)2群
○以下1-24時間疲労区のを休息させた。
○pH値は24時間後(と殺後)の胸最長筋について測定した。

pH₂は6.0付近以下には低下せず(表2, 3)、P
SE間とはみかけ上逆の現象がみられる。すなわ

ち、PSE肉が肉色か白ぼく(pale)、
肉がしまりなくやわらか(soft)で液
汁を渗出しやすい(exudative)のに
対して、前記の条件下で生ずる肉は、
肉色が暗く(dark)、肉はぼそぼそと
した感触(firm)で水気がない(dry)。
このような肉をDFD肉と呼び、牛
肉の場合には暗色牛肉(dark cutt-
ing beef)として古くから知られて
いた。DFD豚肉は加工用に塩漬し
ても、その肉色は普通の塩漬豚肉よ
りも暗く、くろずんでみえる。

肉質的にはほぼ正反対にみえるP
SE肉とDFD肉は、両者ともスト
レス感受性の強い家畜に由来してい
る。PSE肉については、わが国で
も十数年以前から、豚肉について問
題化し、現在では比較的正しい認識
が普及しつつあるようである。しか
し、DFD肉についてはほとんど問
題になっていない。その理由は、豚
肉についてのこの種の異常肉発生率
が、前者の多発する場合が数十%に
なるのに対して、後者の場合は数%
に過ぎないからであろう。

日本を含めた極東アジア諸国のよ
うな豚肉多用地域では、したがって、
DFD肉に対する関心は低いという
ことができる。

ところが、EC諸国、オーストラ
リア、ニュージーランドおよびアメ
リカ大陸諸国のような牛肉(羊肉も
含む)多用地域ではDFD肉問題は
より重要視されている。¹⁴⁾例えば、
フランスにおいては、たしかにDF
D肉の発生率は牛肉生産量全体の3
-4%にすぎないのであるが、最近、
産肉性を高めるために採用され始め
た、若齢雄牛(去勢せず)について
みると、図4にみられるようにpH₂

>5.9の肉が平均31.5%にも及ぶ場合も認められ
る。食肉企業に対する調査によれば¹⁴⁾、DFD肉

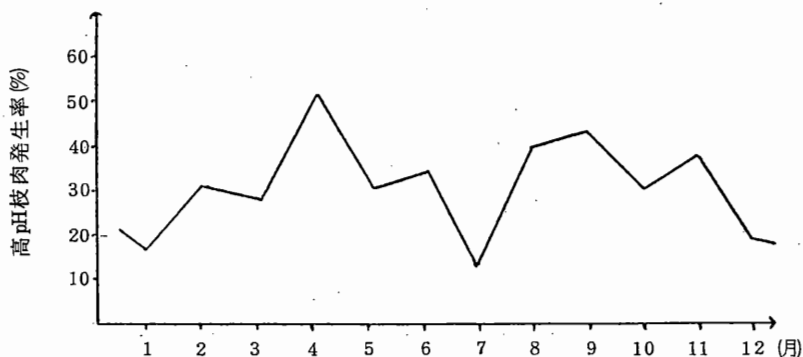


図4. 1977年における高pH牛肉発生率

試験実施国：フランス
 試験頭数：1,480
 性別：未去勢若令雄牛
 年間平均発生率：31.5% 極限 pH > 5.9

違ってくる。近年、肉用家畜生産者たちは、より高い成長速度と飼料利用率をもった筋肉質型の肉畜をつくり出す努力を続けてきた。このような試みは皮肉なことに、高ストレス感受性家畜数の増大をも同時に招来してしまっている。理論的にはまだまだ明確にはなっていないが¹⁵⁾、それにもかかわらず、デンマークランドレース種のような、赤肉生産の面で改良の進んだ豚品種について、PSEやD

FD肉発生率が高いことが知られている。したがって肉畜生産段階では、育種選抜法の適当な開発によって、ストレス感受性を淘汰除去してしまうか、マスクしてしまえばよいということになるのであるが、この方面からのアプローチは現段階では未達成である。生体時における異常肉生産の予知、判別法の確立が望まれる。

は肉色が悪く(92%)保存性も劣る(91%、高いpH値に由来する)ために食肉産業にとって重要な問題であると考えており、DFD肉は枝肉取引上の差別をうけ、それによって正常肉対比で10%の経済的損失を食肉企業の70%がうけるという結果が得られている。

血のしたたるような液汁性に富んだレアーもしくはレアーミディアムのビーフステーキを愛好する国の人びとの嗜好を、真向から否定するDFD肉が忌避されるという傾向は、十分首肯できるものであり、日本における“しもふり肉”崇拜傾向と対比して興味深いものがある。

いずれにせよ、グローバルな赤肉指向傾向ともからみあって、わが国においても、豚肉のPSEと同様に牛肉におけるDFD肉の問題がクローズアップされる日も案外近いかも知れない。牛肉生産基地を目指す本道においても、正確な基礎的研究や知識、情報の蓄積が必要であろう。

7. PSEおよびDFD対策

PSE、DFD発生には明らかに動物の遺伝的資質が重要な役割を演じている。人間を含む高等動物は、ストレスに対する個体それぞれの反応が異なり、あるものは代謝の速度が通常のものとは

現実的な対応としては、表3に示すように、と殺前の取扱いによって異常肉発生をコントロールできる。そのためには、輸送はできるだけ刺戟をさけた丁寧な方法で行ない、と殺前には十分な休養と適当な給餌を与えることである¹⁶⁾。と殺前に砂糖を給与すると筋肉内グリコーゲンの再生に役立つという説(DFD肉防止)もあるが、高度のストレス感受性家畜に対しては効果はないようである¹⁶⁾。

すでに述べたように、PSE状態は枝肉がまだ温かい中にpHが急速に低下してしまう原料肉について発生する。そして、このことは、急速な冷却がPSE肉発生を防止するということを示唆している。一般的な冷却法では、豚枝肉全体が、と殺後12時間以内に10℃以下になることが望ましいということになっているが、冷却中の枝肉の目減りを減少させるという意味からも、また、バ

すでに述べたように、PSE状態は枝肉がまだ温かい中にpHが急速に低下してしまう原料肉について発生する。そして、このことは、急速な冷却がPSE肉発生を防止するということを示唆している。一般的な冷却法では、豚枝肉全体が、と殺後12時間以内に10℃以下になることが望ましいということになっているが、冷却中の枝肉の目減りを減少させるという意味からも、また、バ

クテリアの増殖を抑制するという衛生的優位性もあって、急速冷却法が適用されだしてきている。

現在もっとも広く行なわれている方法は、と体を凍結直前温度まで急速に予備冷却し、これに続けて通常の5℃による保冷期間をにおいて全体温度を平衡化させるといものである。この方法によると、羊またはラムのような小型枝肉の場合には4-6時間以内に十分冷却できるといわれている¹⁶⁾。

8. コールドショートニングと枝肉の電気刺戟

困ったことには、急速冷却法の出現は別の観点からの問題を生じてしまった。肉はある特定冷却条件下で有意に、より“かたく”なるのである。この現象はコールドショートニング（日本語直訳は冷却（寒冷）短縮）と呼ばれ、と殺後10時間以内にと体温を10℃以下に冷却する急速冷却冷凍法がニュージーランドに導入された際に大規模発生して問題化した。

冷却速度が遅ければ、コールドショートニング現象は発生しない。成牛と体の場合には、おそらく、その容・重量が大きいため、冷却速度は遅くなるので、この現象は発生し難いとされている。また、この現象は豚と体についてもみられない。豚肉は、羊や牛にくらべて死後の解糖作用が遅く進行するので、急速冷凍法のメリットがうまく発揮される。

コールドショートニング現象について詳述することはさけるが、この現象は、筋肉の死後硬直以前、すなわち、残存ATP量が筋肉の収縮を十分引起し得る水準に維持されている間に、筋肉が10℃以下に冷却されると起るものであることを理解しておいていただきたい。コールドショートニングは冷却／凍結の前に十数時間、枝肉を10℃（以上）に保持すれば回避できる。

しかし、これでは急速冷却の意味がなくなってしまうことは明らかで、この難点を解決する手法として登場してきたのが電気刺戟法である。

と体の脊椎長軸方にそって電流を通ずると、筋肉内の死後解糖作用は促進され、硬直前期といわれる死後硬直発生前の猶予期間は短縮される。この作用の電流は一定パルス数の直流電流である。電気刺戟の効果は約700Vまで電圧が高い程増

大するが、高電圧電流の使用は、特別な安全上の注意と対策を食肉処理施設に対して必要とすることになる。周期的に通電を反覆すると、枝肉中の筋肉は断続的に痙攣し、その中に含有されるグリコーゲンとATP量は通常の場合よりも速く減少し、結果として筋肉のpH値は早期に低下する。刺殺、放血と通電開始の時間間隔が大きくなればなるほど、電気刺戟効果は減少することが知られているので、通電はと殺後できるだけ早く行なう必要がある。電気刺戟用の装置は現在いくつかのタイプのものが市販されている¹⁷⁾。実際の規模での使用例も拡大されつつあり、より発展するものと期待されている処理技術法の一つに数えられよう。急速冷却や冷凍に際して起る肉の“かたさ”の増大を防止するだけでなく、電気刺戟法は、食肉の熟成プロセスをも加速して、一般の冷蔵肉よりも牛肉の“やわらかさ”を増加させるという実験事実¹⁶⁾も報告されている。また、最近、EC、オーストラリア、ニュージーランド、北米諸国において、動物と殺直後のいわゆる温と体除骨処理がさかんになってきている。低温処理施設普及以前に一般的であった旧技術の復活は、しかし、今日的な観点、すなわち、省エネルギーと衛生的処理施設環境からみなおされ、脚光を浴びようになっているが、この処理技術を適用された筋肉は（大動物の場合はとくに）、死後硬直発生以前の状態にあるので、電気刺戟法との組合せは有効に作用するであろうと考えられている。食肉を一定の受動的な張力下で固定している骨格からはずしてしまうと、死後硬直前の筋肉は普通の冷却条件下ではATPの消失にともなって、いわゆる自由短縮を起しかたくなってしまう。電気刺戟はこの現象を抑制する効果をもつと考えられている¹⁶⁾。

9. 熟 成

実際の食肉商取引にあたって、長い間認知され、必須とされてきた技術に“肉の熟成”という操作（比較的低温で長期間保存）がある。とくに牛肉に対して有効とされる熟成の目的は、第1義的には食肉の軟化であり、副次的にはそのフレーバーの改善にあるとされてきた。豚肉やラム肉が熟成肉の対象にならないのは、若齢（と殺時）である

ために、肉の硬軟度は肉質として評価の基準になりえないためである。熟成を通じて肉の硬軟度にはどのような変化が起るか？という問題に関しては非常に多くの研究¹⁸⁻²¹⁾がなされているにもかかわらず、その本質については不明な点が多く残されている。現時点でいえることは、筋肉結合組織を形成しているコラーゲン、エラスチンおよびレチキュリンのような硬たん白質は重要な役割を演じておらず、筋肉線維を構成しているたん白質や細胞中の筋漿内に含まれる物質やたん白質の量的および質的な変化が熟成現象には大きく関与しているらしいということである。現在のような食肉の流通形態多様化の状況下では、真空包装や種々のカット肉の流通チャンネル中における硬軟変化度の試験研究も諸外国^{13,14,16)}に遅れることなくわが国でも発展させられなければならないであろう。

10. むすびにかえて — その他の肉質改良法—

ハム・ソーセージ業界で全世界的に行なわれるようになっている、いわゆるリフォームド肉製品（再形成肉製品）という加工形態が一般化しつつある。もともと、ソーセージのようなひき肉塩漬肉製品は、主に食塩を中心とした塩漬剤によって塩漬された、あまり品質のよくない部分の肉を、塩漬期間という熟成工程と、ひき肉機を用いた物理的細切の操作によって、やわらかさと味やかおりの改善、均質化を目的として製造されてきたものである²²⁾。このひき肉をかなり大型の肉片にしてしまったものが再形成肉製品ということになる。このことが可能になったのは、多針注射法やマッサージングあるいはタンブリング法と呼ばれる塩漬技術が発達し、加えて塩漬剤中にポリリン酸塩のような結着増強剤が用いられるようになったためである。

原料部分肉から、まず不必要な余分の脂肪および軟骨は除去されて、適当な肉塊（片）とする。この肉片は多針注射法によって内部まで塩漬剤が注入され、短期間に塩漬効果^{13,16)}が発揮されるように処理される。この肉片をマッサージング法のような機械的方法で肉組織の外側を傷つけたり、部分的に壊したりしながら塩漬（熟成）すると、図1に示した筋肉の微細構造の一部は溶解消失し

て、肉片同志が結着できるようになる。このような処理をうけた肉片を再形成肉製品として適当な形に再構成（たとえばリフォームドハム）する。豚や牛の肩腕部のような赤身は多いがかたい部分の肉を利用して、品質のより均質な一定の製品をつくるのが可能となるのである。

最後に、肉のやわらかさを増すために、たん白質分解酵素を使用する方法もあることにふれておこう。食肉熟成の効果中にフレーバー改善が第二義的に含まれており¹⁹⁾、このことは自己消化によるたん白質分解が長期的には大きく関与してくることを物語っている²⁰⁾。筋肉中に含まれる固有の分解酵素²⁰⁾や、それぞれの役割については、沖谷の総説¹⁹⁾に詳しいので参照されたい。固有の分解酵素以外の助人として、起源を全く別にしたたん白質分解酵素製剤を添加して低品質肉の軟化を促進するのが、いわゆる“ミートテンダライザー”（食肉軟化剤）と称されているものである。本目的にもっとも広く使用されている分解酵素はパペインおよびフィチンのような植物の果実を起源とするもので、有効pH範囲が広く、対象となる被分解たん白質特異性もそれほど鋭くない。これらたん白質分解酵素を、と殺直前に動物の血管中に注射すると最高の効果が認められるといわれている¹⁶⁾。

一般に植物起源のたん白質分解酵素は、どちらかという、コラーゲンを含む結合組織たん白質を攻撃軟化させてくれる。これに対比して、カビ類や細菌類からの消化酵素は図1の筋肉の緻細構造を消滅させるように作用し、コラーゲンについては、その加熱調理後の変性物に対してのみ作用するものが多いという¹⁶⁾。

理論的に考えたり、試験管内の実験で検討したりした結果からは、消化酵素を使用する食肉軟化促進の方法は大変魅力的なようにみえる。しかし、この方法は食肉産業の分野内では意外に一般化されていない。何故かという、その主な理由は、使用する酵素の活性をコントロールすることが難しいからということにつきる。分解酵素を本来的に多く含んでいる臓器（例えば肝臓、舌）副生物が、低温下でも容易に劣化して食味性の低下を起すことも上述の活性調節困難性にもとづくものと

して理解できよう。

以上、いわゆる肉質全般をめぐって、きわめて皮相的に解説を行なったつもりであるが、準備と時間の関係で浅薄な内容となってしまったことをお詫びして稿を閉じる。

文 献

- 1) SZCZENIAK, A.S. and KLEYN, D.H., Food Technol., **17**: 74-77. 1963.
- 2) SZCZENIAK, A.S., J. Food Sci., 385-389. 1963. 11963
- 3) SZCZENIAK, A.S. and TORGESON, K. W., Adv. in Food Res., **14**: 33, 35. 1965.
- 4) BAILAY, A. J., J. Food. Sci. Agric., **23**: 995-1007. 1972.
- 5) ROWE, R.W.D., Meat Sci., **1**: 135-148. 1977.
- 6) FINNEY, E.E.Jr., J. Texture Stud., **1**: 19-39. 1969.
- 7) STANLEY, D. W., Physical Properties of Food, (PELEG, M. and BAGLEY eds.) 157-206, AVI Publishing Co. Inc., West Port, Connecticut, 1983.
- 8) SHERMAN, P., J. Food Sci., **34**: 458-493. 1963.
- 9) ASGHAR, A., SAMEJIMA, K. and YASUI, T., CRC Critic. Rev. in Food Sci. and Nutr., **22**, Issue 1, 27-106. 1985.
- 10) 高橋興威, 食肉タンパク質の特性, 食品タンパク質の科学—化学的性質と食品特性—, 山内文男編著. P. 169-180. 食品資材研究会(株). 1983.
- 11) KEMPSTER, A.J. and EVANS, D. G., Animal Production, **28**: 87. 1979.
- 12) KEMPSTER, A. J. JONES, D. W. and CUTHBERTON, A., Meat Sci., **3**: 109. 1979.
- 13) HENRICKSON, R.L., Meat, Poultry and Sea Food Technology. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 1978.
- 14) HOOD, D.E. and P.V. TARRANT (eds.) The Problem of Dark-cutting in Beef, Current Topics in Veterinary Medicine and Animal Science, Vol.10. Martinus Nijhoff Publishers, The Hague/Boston/London.
- 15) 伊藤肇躬, 上曾山博, 肉の科学, **24**, No 1 1-6. 1983.
- 16) WILSON, N.R.P., DYETT, E.J., HUGHES, R.B. and JONES, C.R.V (eds.), Meat and Meat Products—Factors Affecting Quality Control—, Applied-Science Publishers, London and New Jersey.
- 17) 三浦弘行, 肉の科学, **25**, No 2: 121-132. 1984.
- 18) 伊藤肇躬, 和泉健次郎, 池内義秀, 化学と生物, **19**, No 1: 44-50. 1981.
- 19) 沖谷明紘, 化学と生物, No 2: 108-113. 1981.
- 20) 鈴木敦士, 化学と生物, No 3: 182-187. 1981.
- 21) 高橋興威, 化学と生物, No 4: 261-267. 1981.
- 22) 安井 勉, 石下真人, 鮫島邦彦, 化学と生物, **19**, No 5: 337-344. 1981.

関 連 研 究 会 の 紹 介

昭和60年1月～12月に行われた関連研究会の主な活動は、次のとおりである。

1. 北海道家畜管理研究会

本年は「宗谷地方における草地開発と肉牛飼養」を中心課題として、現地研究会およびシンポジウムが農業機械学会北海道支部との共催でもたれた。会報としては第20号が発行された。また本年は研究会創立20周年にあたるため、記念事業として記念祝賀会の開催（12月4日）および会報（20周年記念特別号）の発行がすすめられている。

第38回現地研究会（9月11, 12日）

「宗谷地方における草地開発と肉用牛飼養—宗谷丘陵区域広域農業開発事業を中心に—」をテーマに、約60名が参加して宗谷地方で行われた。見学先は猿払村丹治牧場、猿払村村営牧場、稚内市宗谷丘陵区域広域農業開発事業（肉用牛パイロット牧場および第1期事業実施区域）および稚内市営樺岡牧場で、現地を見学しながら熱心な討議が行われた。

第39回研究会（12月4日、北大）

現地研究会にひきつづき、同じテーマでシンポジウムが行われ、約100名が参加した。報告は次の通り。

吉田信威（道開発局）「宗谷丘陵区域広域農業開発事業の概要」、清水良彦（新得畜試）「宗谷地方における肉牛生産技術—宗谷丘陵パイロット牧場における実績を中心に」、橋本久幸司（農用地開発公団）「ササ地帯における草地造成工法と機械」

2. 北海道草地研究会

本研究会も本年創立20周年を迎え、9月6日に記念式典および記念講演会が北大において、また9月3日には帯広において第15回国際草地学会北海道ツアー、ファーマーズフォーラムが開催された。12月2, 3日には、北農試において第20回研究発表会がもたれた。会報としては第19号が発行された。

20周年記念講演会

山地進（東海大）「わが国の食料問題と草地畜産への期待」、J. HODGSON（イギリス）「草地利用技術における最近の進歩」、W. F.

WEDIN（アメリカ）「世界の食糧事情からみた北海道草地農業への提言」

第20回研究発表会

研究発表：草地の造成・更新・管理、飼料作物の栽培、収穫調整と家畜による利用などについて37題の口頭発表および7題のポスター発表があった。

シンポジウム：「北海道の草地農業におけるマメ科牧草栽培の意義」をテーマに、次の報告がされた。

木曾誠二（根釧農試）（混播草地におけるマメ科牧草の動態」、東田修司（天北農試）「混播草地におけるN循環とマメ科牧草の維持技術」、小倉紀美（天北農試）「マメ科牧草の飼料特性」、佐藤博（北農試）「家畜の栄養生理からみたマメ科牧草への期待」

第7回北海道草地研究会賞：次の2名に授与され、受賞講演が行われた。

藤田保（元滝川畜試）「草地酪農における放牧利用技術確立に関する一連の研究」、金川直人（道畜産会）「牧草・飼料作物の栽培・利用技術の普及」

3. 日本養豚研究会北海道支部

第32回および33回研究大会が2月19日および6月27, 28日に以下の通り開催された。また会報として第16巻3号、17巻1, 2号が発行された。

第32回研究大会（ホクレンビル）

試験研究の紹介：関連学会・研究会で発表された試験研究の紹介、および会員発表の研究紹介
特別講座：古郡浩（北農試）「豚の脚弱の原因と対策」

第33回研究大会（豊富町）

試験研究紹介

研究体験発表：森野義秋（遠別町）「我が養豚団地のあゆみ」、久郷さゆり（斜網東部農改）「豚肉の消費拡大を目指して（自家生産物の有効

利用)」

シンポジウム：「糞尿の利活用をめぐる諸問題」
をテーマに次の報告が行われた。

河村秀明（大雪生産組合）「大雪生産組合によるスラリー方式」、山田伍市（士別市）「発酵堆肥による利用」、小林荘司（道農務部主任専技）「土づくりと有機物利用の立場から」

4. 北海道獣医師会

北海道獣医師会主催の第36回北海道獣医師大会ならびに臨床獣医学会，獣医公衆衛生学会，獣医畜産学会の北海道地区学会は9月12，13日に函館市で開催された。

臨床獣医学会での発表は44題で，牛疾病に関する演題がほぼ半数をしめ，それについて馬に関するものが数題，その他豚，めん羊，犬，猫の疾病に関する演題もあった。また，超音波映像診断法の応用例が3題発表された。

公衆衛生学会ではと畜場で発見される食肉衛生上の問題に関する発表が大半で，16題のうち，寄生虫に関する5題をふくむ豚に関するもの13題で，その他牛に関するものであった。

獣医畜産学会では24の演題が発表され，今年も受精卵移植に関するものが多く，その他妊娠鑑定，牛の肉質，牛豚の疾病や事故に対する対策等家畜生産に直接関連した発表が多かった。

会 務 報 告

1. 昭和60年度第2回評議員会

9月27日（金）新得町公民館において支部長以下22名が出席して開催された。

(1)支部会報第28巻第2号に掲載する総説の執筆を安宅一夫、柏木甲、針生程吉、安井勉の各氏に依頼することにした。

(2)幹事からの評議員として清水弘（庶務幹事）を承認した。

(3)大会講演要旨の印刷方法について。経費節約と校正作業を簡単にするため、オフセット印刷にしたい趣旨の説明が幹事よりあり、次年度第1回評議員会までに検討していただくことにした。

2. 昭和60年度（第40回）支部大会

新得畜産試験場の運営主体によって、9月27日（金）新得町公民館で開催された。一般講演46題発表され、また、特別講演（十勝地域における酪農経営情報システムの概要：十勝農協連 西部潤氏）および支部賞受賞者講演（カーフハッチによる乳用子牛の育成技術に関する研究：新得畜試 曾根章夫氏）が行われた。

3. 昭和60年度支部総会

9月27日（金）新得町公民館で開催され、議長として平山秀介氏（新得畜試）を選出し以下の議事を行った。

(1)昭和59年度庶務報告、会計報告、会計監査報告および昭和60年度事業計画・予算がいずれも承認された。

議事につづいて支部賞授賞式が行われ、第7号として「カーフハッチによる乳用子牛の育成技術に関する研究」（新得畜試 曾根章夫、岡本全弘、干場信司*、八田忠雄**、森清一、*現 北大農学部、**現 根釧農試）に対し、支部長より賞状および副賞が授与された。

4. 会員現況（昭和61年2月1日現在）

名 誉 会 員	7 名
正 会 員	4 2 6 名
賛 助 会 員	4 3 団体
会報定期講読者	1 8 名

会 員 の 移 動 (昭和60年8月1日～昭和61年2月1日)

	氏 名	勤 務 先	郵便番号	勤 務 先 所 在 地
新 入 員	安 藤 貞	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町
"	土 門 幸 男	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町
"	フーディナント・ダエン	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町
"	播 磨 敬 三	十勝東北部地区農業改良普及 所陸別町駐在所	089	足寄郡陸別町東1条 役場内
"	久 内 英 明	北大農学部	060	札幌市北区北9西9
"	北 守 勉	道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
"	小 出 修	北海道生乳検査協会	060	札幌市中央区北3西7 酪農センター
"	梶 田 靖 憲	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町
"	中 村 洪 一		052	伊達市梅本町33
"	中 田 和 孝	自 営	069	江別市大麻182
"	中 田 悦 男	十勝東北部地区農業改良普及所	089	足寄郡陸別町東1条 役場内
"	大 原 睦 生	道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
"	大久保 義 幸	北留萌地区農業改良普及所	098-33	天塩郡天塩町字川口
"	斉 藤 英 夫		089-04	上川郡清水町字旭山515
"	戸 刈 哲 郎	道立根釧農業試験場	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1
"	山 本 裕 介	道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町
"	趙 景 陽	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町
会 報 講 読	須 田 久 也	科研製薬(株)	103	東京都中央区日本橋本町3-3
勤 務 先 変 更	安 達 道 雄	北海道立農業大学校	089-36	中川郡本別町西仙美里25-1
"	榎 本 博 司	十勝西部地区農業改良普及所 新得町駐在所	081	上川郡新得町字新得本通り 南4丁目
"	藤 田 保	道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735

	氏 名	勤 務 先	郵便番号	勤 務 先 所 在 地
勤務先 変 更	伊 藤 富 男	酪農綜合研究所	060	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センタービル
〃	亀 岡 敏 彦	開発局釧路開発建設部	085	釧路市武佐 1 丁目 8-123
〃	河 田 隆	北海道立農業大学校	089-36	中川郡本別町西仙美里 25-1
〃	久保田 貞 夫	函館地区農業改良普及所	040	函館市昭和 4 丁目 42-40
〃	水 谷 貞 夫	石狩中部地区農業改良普及所	069-01	江別市大麻元町 154-4
〃	長 沼 勇	十勝中部地区農業改良普及所	080	帯広市東 3 条南 3 丁目 十勝合同庁舎内
〃	永 山 洋	斜網中部地区農業改良普及所 東藻琴村駐在所	099-32	網走郡東藻琴村 360
〃	新 山 雅 美	酪農学園大学	069-01	江別市文京台緑町 582
〃	小 川 伸 一	西紋西部地区農業改良普及所	098-16	紋別郡興部町新見町
〃	小野瀬 勇	南根室地区農業改良普及所	086-02	野付郡別海町新栄町
〃	千 田 勉			岩見沢市幌向南 3 条 1 丁目 219-45
退会者	小 川 博			
〃	若 浜 有 子			

賛 助 会 員 名 簿

会 員 名	郵便番号	住 所
(5 ロ)		
ホクレン農業協同組合連合会	060	札幌市中央区北4条西1丁目
雪印乳業株式会社	065	札幌市東区苗穂町6丁目36番地
(4 ロ)		
ホクレンくみあい飼料	060	札幌市中央区北4条西1丁目
サツラク農業協同組合	065	札幌市東区苗穂3丁目40番地
(3 ロ)		
北海道ホルスタイン農業協同組合	001	札幌市北区北15条西5丁目
明治乳業株式会社札幌工場	062	札幌市白石区東札幌1条3丁目4
全 農 札 幌 支 所	060	札幌市中央区南1条西10丁目
(2 ロ)		
旭 油 脂 株 式 会 社	078-11	旭川市東旭川町上兵村19番
デ ー リ ィ マ ン 社	060	札幌市中央区北4条西13丁目
北 海 道 家 畜 改 良 事 業 団	060	札幌市中央区北4条西1丁目北農会館
北 海 道 農 業 開 発 公 社	060	札幌市中央区北5条西6丁目農地開発センター内
井関農機株式会社北海道支店	068	岩見沢市5条東12丁目
北 原 電 牧 株 式 会 社	065	札幌市東区北19条東4丁目
森永乳業株式会社北海道酪農事業所	003	札幌市白石区大谷地227-267
MSK東急機械株式会社北海道支社	063	札幌市西区発寒6条13丁目1-48
ニ チ ロ 畜 産 株 式 会 社	063	札幌市西区手稲東3北5丁目1-1
日 優 セ ン ヤ ク 株 式 会 社	065	札幌市東区北22条東9丁目
日本農産工業株式会社北海道支店	047	小樽市港町5番2号
十勝農業協同組合連合会	080	帯広市西3条南7丁目農協連ビル
有限会社内藤ビニール工業所	047	小樽市緑1丁目29番8号
雪印食品株式会社札幌工場	065	札幌市東区苗穂町6-36-145
雪 印 種 苗 株 式 会 社	062	札幌市豊平区美園2条1丁目
全国酪農業協同組合連合会札幌支所	060	札幌市中央区北3条西7丁目酪農センター

会 員 名	郵便番号	住 所
(1 ロ)		
アンリツ株式会社札幌支店	060	札幌市中央区南大通り西5丁目昭和ビル
安積沔紙株式会社札幌出張所	062	札幌市豊平区平岸3条9丁目10-1 第一恵信ビル
エーザイ株式会社札幌支店	062	札幌市白石区栄通4
富士平工業株式会社札幌営業所	001	札幌市北区北6条西6丁目栗井ビル
北海道日東株式会社	060	札幌市中央区北9条西24丁目 中大ビル
北海道草地協会	060	札幌市中央区北5条西6丁目農地開発センター内
株式会社木村器械店	060	札幌市中央区北7条西19丁目
株式会社土谷製作所	065	札幌市東区本町2条10丁目
株式会社酪農総合研究所	060	札幌市中央区北3条西7丁目酪農センター内
森永乳業株式会社札幌支店	060	札幌市中央区北2条西4丁目三井ビル
長瀬産業株式会社札幌出張所	002	札幌市北区篠路大平165-1
日本牧場設備株式会社北海道事業所	060	札幌市中央区北7条西23丁目
日配飼料販売株式会社	060	札幌市北区北1条東1丁目明治生命ビル
ニッポン飼料株式会社	047	小樽市色内3丁目5番1号
小野田リンカル販売株式会社	060	札幌市中央区北3条西1丁目ナショナルビル
オリオン機械株式会社北海道事業部	061-01	札幌市豊平区平岡306-20
酪農振興株式会社	065	札幌市東区北8条東18丁目
理工協産株式会社札幌営業所	060	札幌市中央区南1条西2丁目長銀ビル
三 幸 商 会	063	札幌市西区手稲東3南4丁目13
三楽株式会社苫小牧工場	059-13	苫小牧市真砂町38-5

日本畜産学会北海道支部役員

任期：昭和60年4月1日～昭和62年3月31日

○印：日本畜産学会評議員（定員10名）

支 部 長 安 井 勉
副 支 部 長 ○ 小 野 斉

評 議 員 阿 部 登 ○朝日田 康 司 ○藤 田 裕 八 戸 芳 夫
 ○針 生 程 吉 市 川 舜 今 岡 久 人 小 崎 正 勝
 工 藤 規 雄 南 松 雄 ○光 本 孝 次 ○三 浦 弘 之
 檜 崎 昇 西 勲 ○西 埜 進 越 智 勝 利
 岡 田 光 男 奥 村 純 一 及 川 寛 ○大 杉 次 男
 大 浦 義 教 鮫 島 邦 彦 首 藤 新 一 田 辺 安 一
 ○鳶 野 保 ○上 山 英 一 鷺 田 昭 吉 岡 八 州 男
 清 水 弘

監 事 渡 辺 寛 平 沢 一 志

幹 事 庶 務 ： 清 水 弘
 会 計 ： 森 田 潤 一 郎

日本畜産学会北海道支部細則

- 第 1 条 本支部は日本畜産学会北海道支部と称し、事務所を北海道大学農学部畜産学教室に置く。
ただし、場合により支部評議員会の議を経て他の場所に移すことができる。
- 第 2 条 本支部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事を目的とする。
- 第 3 条 本支部は正会員、名誉会員、賛助会員をもって構成する。
1. 正会員は北海道に在住する日本畜産学会会員と、第 2 条の目的に賛同するものを言う。
 2. 名誉会員は本支部会に功績のあった者とし、評議員会の推薦により、総会において決定したもので、終身とする。
 3. 賛助会員は北海道所在の会社団体とし、評議員会の議を経て決定する。
- 第 4 条 本支部は下記の事業を行なう。
1. 総 会
 2. 講演会
 3. 研究発表会
 4. その他必要な事業
- 第 5 条 本支部には下記の役員を置く。
- | | | | |
|---------------|-----|------|-----|
| 支部長（日本畜産学会会員） | 1 名 | 副支部長 | 1 名 |
| 評 議 員 | 若干名 | 監 事 | 2 名 |
| 幹 事 | 若干名 | | |
- 第 6 条 支部長は会務を総理し、本支部を代表する。副支部長は支部長を補佐し、支部長に事故ある時はその職務を代理する。評議員は本支部の重要事項を審議する。幹事は支部長の命を受け、会務を処理する。監事は支部の会計監査を行なう。
- 第 7 条 支部長、副支部長、評議員及び監事は、総会において支部会員中よりこれを選ぶ。役員選出に際して支部長は選考委員を選び、小委員会を構成せしめる。小委員会は次期役員候補者を推薦し、総会の議を経て決定する。幹事は支部長が支部会員中より委嘱する。役員の任期は 2 年とし、重任は妨げない。但し、支部長及び副支部長の重任は 1 回限りとする。
- 第 8 条 本支部に顧問を置くことが出来る。顧問は北海道在住の学識経験者より総会で推挙する。
- 第 9 条 総会は毎年 1 回開く。但し、必要な場合には臨時にこれを開くことが出来る。
- 第 10 条 総会では会務を報告し、重要事項について協議する。
- 第 11 条 本支部の収入は正会員費、賛助会員費および支部に対する寄附金等から成る。但し、寄附金であって、寄附者の指定あるものは、その指定を尊重する。
- 第 12 条 正会員の会費は年額 2,000 円とし、賛助会員の会費は 1 口以上とし、1 口の年額は 5,000 円とする。名誉会員からは会費を徴収しない。
- 第 13 条 会費を納めない者及び、会員としての名誉を毀損するような事のあった者は、評議員会の議を経て除名される。
- 第 14 条 本支部の事業年度は、4 月 1 日より翌年 3 月 31 日に終る。
- 第 15 条 本則の変更は、総会の決議による。 （昭和 56 年 9 月 3 日改正）

日本畜産学会北海道支部表彰規定

- 第 1 条 本支部は本支部会員にして北海道の畜産にかんする試験・研究およびその普及に顕著な業績をあげたものに対し支部大会において「日本畜産学会北海道支部賞」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ものを推薦することができる。
- 第 3 条 支部長は、そのつど選考委員若干名を委嘱する。
- 第 4 条 受賞者は選考委員会の報告に基づき、支部評議員会において決定する。
- 第 5 条 本規定の変更は、総会の決議による。

附 則

この規定は昭和54年10月1日から施行する。

申し合わせ事項

1. 受賞候補者を推薦しようとするものは毎年 3 月末日までに候補者の職、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支部長に提出する。
2. 受賞者の決定は5月上旬開催の支部評議員会において行なう。
3. 受賞者はその内容を支部大会において講演し、かつ支部会報に発表する。

日本畜産学会北海道支部旅費規定

(昭和55年5月10日評議員会で決定)

旅費規程を次のように定める。

- 汽 車 賃 : 実費(急行または特急利用の場合はその実費)
- 日 当 : 1,500円
- 宿 泊 料 : 5,000円

昭和55年度より適用する。ただし適用範囲は支部長が認めた場合に限る。

日本畜産学会北海道支部会報 第 28 卷 第 2 号
会員領布(会費年 2,000円)

昭和 61 年 3 月 1 日印刷
昭和 61 年 3 月 5 日発行

発行人 安 井 勉

発行所 日本畜産学会北海道支部
〒060 札幌市北区北 9 条西 9 丁目
北海道大学農学部畜産学科内
振替口座番号 小樽 1-5868
銀行口座番号 たくぎん札幌駅北口支店
0012-085216

印刷所 楡印刷株式会社
〒060 札幌市北区北 8 条西 1 丁目
電話 札幌(747)2513



北海道で生まれた日本の古典。



もう、おじいさんやおばあさんの時代から、このカートンはおなじみ。チーズといえば、この雪印チーズを思いうかべたものです。そして、21世紀へ、かわらぬおいしさを、いっぱい詰めて皆様の食卓にお届けします。

雪印チーズ

225g

品質及び生産性の向上に

ハム・ソーセージ用ケーシング

ユニオンカーバイド社

食品添加剤

グリフィス社

各種食肉加工機械

ソーセージ自動充填機他

——タウンゼント社
スモークハウス——アルカー社
自動整列機——ウォーリック社
ハム結紮機——本州リーム社
冷凍肉プレス——ベッチャー社
その他

ハム・ソーセージ
造りに貢献して20年



極東貿易株式会社

食品工業部・食品機械部

本店：東京都千代田区大手町2-1-1(新大手町ビル) ☎03(244)3939
大阪支店：大阪市北区堂島1-6-16(毎日大阪会館北館) ☎06(244)1121
札幌支店：札幌市中央区南1条西3丁目2(大丸ビル) ☎011(221)3628

●サイレージ調製用乳酸菌



パイオニア® 1177は、パイオニア社伝統の育種技術とバイオテクノロジーによる最新の技術で大きく生まれ変わった製品です。その効率の良い発酵と優れた保存性の高さをお確かめ下さい。

パイオニア リアルゲッド ジャパン株式会社

北海道支店／〒080 帯広市西2条南8丁目4番地(渡辺ビル5F)
TEL (0155) 22-5011 FAX (0155) 25-6116

乳牛用ルーメンバイパス・メチオニン

スコテット®

高能力牛の健康管理と発情・受胎の促進に。／



製造元



日本曹達株式会社

本社 〒100 東京都千代田区大手町2丁目2番1号(新大手町ビル) ☎(03)245-6140~1
札幌営業所 〒060 札幌市中央区北一条西5丁目(北一条ビル) ☎(011)241-5581

FUJIYA YANO SCIENCE CO

施設から機器まで 科学研究の 総合プランナー

《主要取扱商社・商品》

三英製作所……………ダルトン各種実験台、ドラフト
柳本製作所……………ヤナコ各種分析機器
カールツァイス……………ザウトリウス電子天秤
英弘精機……………ハーケ恒温槽、画像解析装置
オリンパス……………万能顕微鏡、螢光顕微鏡
トミー精工……………遠心分離器、オートクレーブ
三洋メディカ……………プレハブ低温室、超低フリーザー
杉山元医理器……………水質測定機器、メタボリカ
日本電子……………電顕・NMR、ガスマス
千野製作所……………デジタル記録計、制御機器
三田村理研……………超遠心粉碎機・超音波破壊器
ダイアヤトロン……………イアトロスキヤン・エッペンピペット
アーンスト・ハンセン……………バンステット超純水製造装置
ボシュロム・ジャパン……………スペクトロニック分光光度計
徳田製作所……………真空蒸着装置、各種真空機器
ソフテックス……………ソフトX線分析装置

北海道地区特約代理店



フジヤ矢野科学株式会社

札幌市東区北6条東2丁目札幌総合卸センター2号館
TEL代表(011)741-1511 FAX専用(011)753-0265

◇営業品目

汎用理化学機器・器具類

試験分析用機器・計測器

硬質硝子器及加工・化学薬品

実験台・ドラフトチャンバー・汎用理化学機器

ヤマト科学株式会社

共通摺合器具・分析機器・環境測定器

柴田化学器械工業株式会社

高感度記録計・ph計・電導度計・温度滴定装置

東亜電波工業株式会社

ザルトリウス電子天秤

オリンパス顕微鏡

国産遠心器

サンヨー電機・メディカKK

超低温フリーザー・プレハブ低温室

藤島科学器械株式会社

〒061 札幌市豊平区月寒東2条18丁目6番

電話 (011) 代表 852-1177

851-2491

北海道産業貢献賞受賞 マルヨシフレーク飼料

乳牛、肉牛、豚配合飼料製造、販売
畜産農場、食肉、加工、販売

吉川産業株式会社

取締役社長

吉川吉松

本社：紋別郡遠軽町大通北2丁目

十勝出張所：中川郡幕別町明野204

直営農場：紋別郡遠軽町向遠軽

☎01584②3121

☎01555④3229

☎01584②5313

生産から消流までの一貫体制を誇る
牛肉専門商社です。

十勝食肉株式会社

〒083 北海道中川郡池田町字清見277-2

TEL 01557-2-2181 番 (代表)

FAX UF1100(01557-2-3512)

