

第29卷 第2号

ISSN 0285-5631

昭和62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

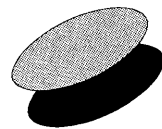
日本畜産学会北海道支部

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、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。

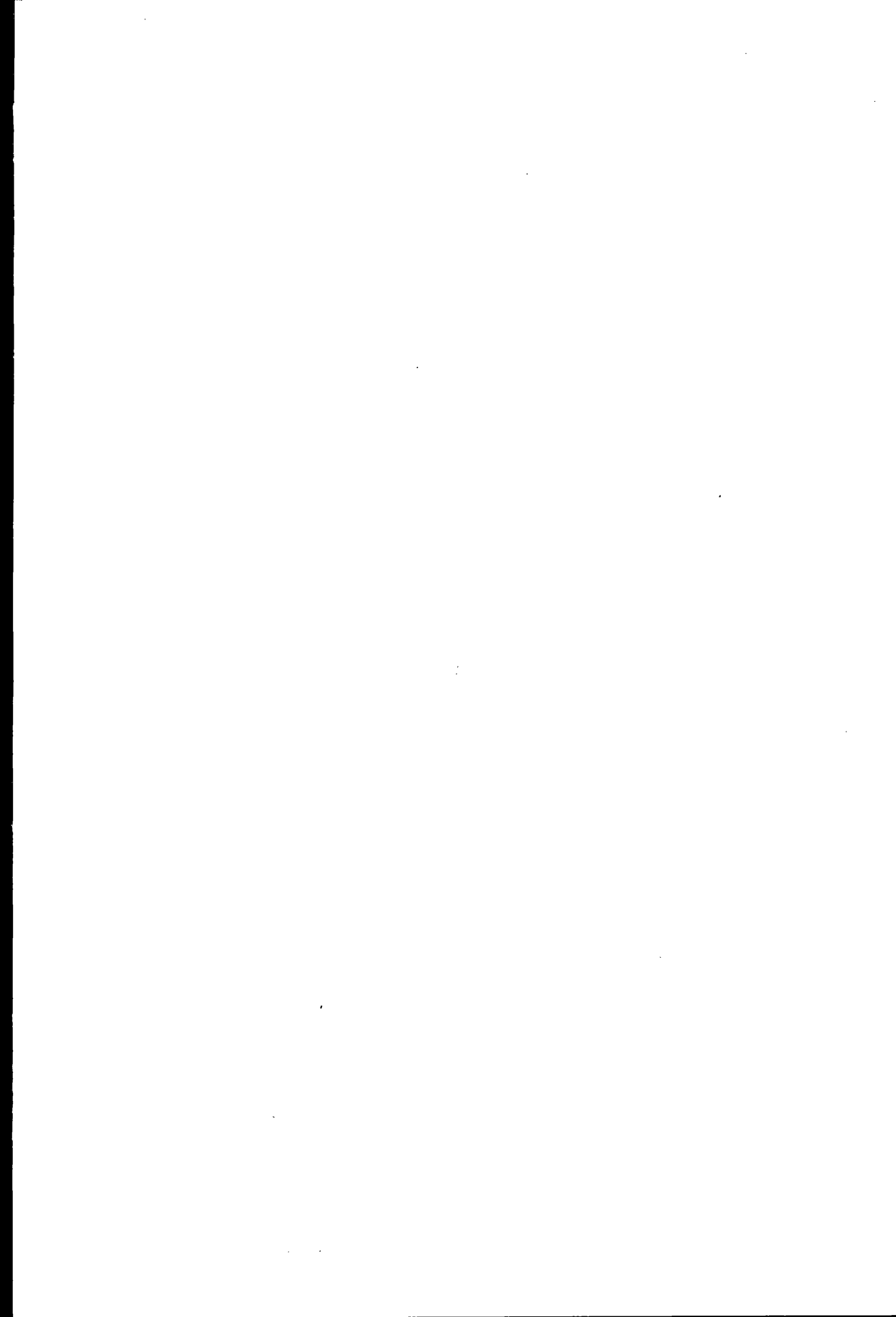


目 次

総 説

北海道における乳牛の育種事業	北海道乳牛検定協会	河野 則 勝	1
馬肉生産について	帯 広 畜 産 大 学	岡 田 光 男	8
原料乳のリポシスと異常風味ランシッド	北海道大学農学部	斎 藤 善 一	16
中小家畜ふん尿処理利用	滝川畜産試験場	滝 沢 寛 禎	28

関連研究会の紹介			41
会 務 報 告			42
会 員 の 異 動			43
賛助会員名簿			45
役 員 名 簿			47
支部細則および諸規定			48



北海道における乳牛の育種事業

北海道乳牛検定協会 河野 則 勝

1. はじめに

乳牛の育種に当って選抜の対象とすべき形質は、基本的に酪農家の経済性を高めるものであることが必要で、それらの形質には乳量、乳成分率、繁殖性、飼料の利用性、体型、体格、発育性、強健性、長命性、産肉性など多くの形質がある。

それらの形質はすべて量的形質であるが、選抜の対象とすべき形質は、①酪農家にとって真に経済的な価値があり、②正確に測定できて遺伝的な評価が可能であり、③選抜交配による改良量が把握できるものであることが必要である。

酪農家が現実に遺伝的改良の対象としている形質は、一般に能力と体型という言葉で表現され、能力は乳量、乳成分率が対象、体型は体格を含んでいる。能力と体型以外の形質は、発育性、産肉性など一部の形質を除いて測定、観測がむづかしく、また一般に遺伝率が低くて選抜の効果があまりあらわれず、さらに産肉性など一部の形質は、乳牛にとって最重要の形質である乳量とマイナスの遺伝相関を示すこともあって、目下のところは選抜の対象に含めていない。

2. 戦後の乳牛育種事情

北海道の乳牛育種をめぐる状況の推移を、第2次世界大戦後について瞥見したい。

第2次大戦直後、アメリカ、カナダの酪農事情が判明するにつれて、酪農家は彼我の乳牛の差に愕然とした。当時の不十分な飼料事情のもとでの生産量の差はさることながら、乳脂率の差、体型、体格の差が大きかった。体型は、とくに乳房（付着、形状）、尻（側望での傾斜度）、後肢（側望、後望での屈曲度）の差が著しく、当面アメリカ、カナダからの種畜導入による改良が急務とされた。そして初めは雄牛、次いで雌牛と種畜の輸入が次第に活発になり、昭和54年にピークに達した。この年の北海道の輸入は、雄18頭、雌1,024頭（日本ホルスタイン登録協会北海道支局の登録頭

数）にのぼっている。

その後乳製品の需給緩和による生産調整という酪農経済の厳しさを反映して、輸入は次第に減少し、とくに雌牛の輸入は最近ほとんど停止しているが、人工授精事業体による雄牛の輸入はなお行われており、導入育種（帯広畜大、光本教授による）の底流が今日にも続いている。

さかんな輸入の結果、体型、体格改良の効果は目ざましいものがあり、日本ホルスタイン登録協会の体型審査事業の成績、あるいは戦後各地で活潑されるようになった共進会やショウの出品牛にもその経過が明らかである。

体型がよくなり、体格が大型化し、乳脂率は向上したけれども、肝腎の乳量の伸びは必ずしもこれらに伴って向上してこなかった。この間、ミルクカーの導入、多頭数省力化飼育のための1日3回搾乳から2回搾乳への切り換えなど、環境変化の事情はあったものの、酪農家の経済にもっとも重要な乳量が伸びず、個体間の乳量のバラつきも大きく、昭和50年代前半までは生産量における遺伝的進歩はほとんど認められない状況であった。

その原因は、泌乳能力の検定事業、とくに泌乳牛全頭を対象とする牛群検定が普及しておらず、検定結果による個体の選抜が行われなかったこと、雌牛もまた娘牛の後代検定成績を持たないまま供用が進められたことによるものである。そしてこの間に、能力よりも体型を偏重する傾向が続いた。

3. 検定、審査事業の沿革

わが国では、明治44年に日本蘭牛協会が設立され、乳牛登録事業の一環として能力検定、体型審査事業が開始された。北海道でも大正7年に能力検定事業が開始されており、その後登録団体組織に多くの変遷があったが、事業は全国的に今日の日本ホルスタイン登録協会に連綿として継承されている。しかし、検定審査事業は、特定牛群内の少数個体が受検して、一定基準以上に合格した

ものを公式に格付証明（高等登録）する制度であった。能力検定の普及も低く、ちなみに昭和49年における北海道の検定牛頭数は8千余頭（2才以上の乳牛に対する2%程度）という少なさで、雌牛の選抜や、雄牛の遺伝的評価に使用できるものではなかった。

能力検定は、一方において酪農家の経営や飼養管理改善の資料を提供するものであり、この趣旨から、北海道では、登録協会の検定事業のほかに乳牛経済検定事業が昭和26年から開始され、49年まで継続されたが、これも普及は必ずしも十分でなく、また公的に認められる検定成績でなかったため、遺伝的改良の資料として使用されることはなかった。

一方、昭和25年には家畜改良増殖法が制定されて人工授精の普及促進が図られ、急速に普及してきた乳牛の人工授精が種雄牛の頭数を減少させ、種雄牛が遺伝的改良に占める影響をますます高めることになった。

また戦後、能力と体型は遺伝相関が低く、あるいはマイナスであるという研究論文が多く発表され、酪農家自身も、自らの経験から、体型の改良が即能力の改良につながるものでないことを認識するようになった。

遺伝的改良のためにも、酪農経営の改善のためにも、すべてが牛群検定の普及に待たれる、というのが昭和40年代までの状況であった。

4. 牛群検定の開始

昭和49年、国は、組織的な牛群検定を推進するため乳用牛群改良推進事業を開始し、北海道でもこれを受けて、酪農家の経営の改善と乳牛の改良を目的として、北海道乳用牛資質向上対策事業を開始した。これまでの高等登録と経済検定のドッキングというイメージで、このため社団法人北海道乳牛検定協会を設立し、事業の運営に当らせることにした。

おおむね市町村区域で、検定農家によって検定組合を組織し、組合が検定指導員を雇用し、指導員は月1回検定農家の朝晩の搾乳に立会し、搾乳牛全頭について必要なデータを収集してこれを協会に報告する。協会はこれらデータをコンピュー

タ処理し、情報を検定農家にフィードバックするシステムである。

初年度の昭和49年に、検定組合数46、検定農家2,701戸、検定牛頭数（経産牛）46,890頭でスタートしたが、毎年規模を拡大し、10年目の58年度末には、93組合、8,399戸、250,840頭となり、検定普及率は、道内の成畜飼養農家戸数の50.6%、経産牛頭数の58.3%を占むるに至り、10年間に戸数で3倍、頭数で5倍以上に拡大された。

この事業の目標であった10年間の第1期を過ぎて、昭和59年度からは、それまで道府県の委託事業であった事業体制を補助事業に改め、種雄牛の後代検定という公益的な使命を織り込んだ乳用牛群総合改良推進事業となって現在に継続されている。

昭和60年度末における北海道の事業規模は、148組合（組織の再編整備により増加）、8,355戸、267,834頭で、普及率は成畜飼養農家戸数で52.8%、経産牛頭数で61.1%と、北海道区域では海外の主要酪農国にくらべて遜色のない普及状況となっている。しかし、本州府県における普及が若干遅れており、60年度末で戸数で16.3%、頭数で22.0%で、このため全国の普及率は戸数24.2%、頭数35.1%となっている。

こうして牛群検定の体制が整備されてきたので、北海道乳牛検定協会は、データの蓄積状況をにらみ合わせながら、段階的に種雄牛の遺伝的評価を実施し、情報を提供することになった。

5. 種雄牛評価方法の変遷

北海道の種雄牛評価法について述べる前に、このことについての世界での変遷についてふれたい。

酪農業にとって経済的に重要な動物は雌牛である。しかし育種という観点からすればさらに重要なのが雄牛である。雄牛はより徹底した選抜が実施でき、次の世代の遺伝的メリットに大きな影響を及ぼし得る。人工授精、とくに昭和40年代前半から普及した凍結精液利用のもとで一層しかりである。

このため、より正確な種雄牛評価方法の開発に、世界で多くの努力が積み重ねられてきた。雄牛を

無作為に交配してより多数の娘牛を得、それらを全く同じ環境のもとで検定できれば、種雄牛の比較にはなんら問題がないのだが、これらは至難のことである。いろいろな条件のもとで得られた娘牛の検定成績から、父牛以外に娘牛間の能力の差の原因となるような要因をできるだけ排除して、父牛による影響の差を把握しなければならない。

世界で最初に実施された評価法は、年令の異なる娘の検定成績を年令補正係数を用いて補正し、それを平均する方法……いわば娘牛成績平均法とも言うべき方法であった。しかしこの方法は、種雄牛交配に無作為性がなく、娘牛が属する牛群間の環境に大きな差があって、たまたますぐれた成績を示した父牛は、娘がよい管理とよい飼料給与に恵まれたに過ぎなかった、ということもあって、その評価は正確にほど遠いものであった。

この問題を克服するために母娘比較法が採用された。母と娘の成績を比較して、その差の2分の1を父牛の影響とみるものである。しかし、同じ年令の能力を、母と娘という環境の異なった年次で比較しなければならないことなど、母娘比較法は娘牛平均法に比してさほどすぐれている方法とはいえず、多くの国においてその役割は短命であった。

母娘比較法に代る手法の開発の中で、種雄牛評価の重要なステップが採用された。それは母-娘の血縁に関係なく、検定対象雄牛の娘と、同時期、同牛群に属する他の雄牛(牛群仲間)を比較する娘-牛群仲間比較法(Daughter-Herdmate Comparison)であり、これが今日の種雄牛比較の基礎になった。牛群仲間を、娘の年令(初産)と同じものに限定する場合もあり、これをとくに同期比較(Contemporary Comparison)と呼んで区別することがある。

娘-牛群仲間比較法は種雄牛評価の重要なステップであったが、これですべての問題が解決されるわけではない。次のような問題がある。

①娘牛の頭数や牛群仲間の頭数に大きな差がある。

②娘牛は遺伝的にきわめて差のある牛群間に飼育されている。したがって牛群仲間と比較される娘牛間に遺伝的な差がある。

③相異なる父牛の娘が相異なる年次に検定された場合、その間に遺伝的改良が進んでいると、年次を越えた種雄牛の比較が困難になる。

この問題を克服するために初期にとられた方法は、広汎に使用された雄牛以外は比較値を公表しない消極的な方法、あるいは利用した情報の量を示す数値(たとえば娘牛頭数と同期牛の頭数を組み合わせた有効娘牛頭数)を信頼度の表示として、これを付して情報を提供する方法などであった。いずれも、正確性の判定は評価値利用者の判断に委ねるという形であった。

また、初期の娘-牛群仲間比較法は、原則として娘牛の実績を示したものであって、必ずしも種雄牛の改良能力を評価するものではなかった。その後、種雄牛の改良能力を予測した数値を得るステップがとられた。そのためには、牛群仲間の遺伝的メリット、時代の推移に伴う遺伝的傾向を考慮する必要があり、そこで種雄牛の血縁関係を利用したり、祖先の情報を利用する手法が採用され、評価の正確度を高めてきた。

その評価値は、育種価(Breeding Value)、推定育種価(Estimated Transmitting Ability)(あるいは期待差 = Predicted Difference = 略称PD)として表現されている。

これらの過程を通じ、コンピューターの発達もあって、多くの複雑な数学的手段が採用されることになった。BULP法(Best Linear Unbiased Prediction 最良線形不偏予測)がその代表的なものである。

6. 北海道における種雄牛評価の経過

北海道においては、北海道乳牛検定協会が、牛群検定開始後4年目の昭和52年、いまだデータの蓄積も十分でなく、またコンピューターの体制も不十分であったけれども、酪農家からの種雄牛情報提供の要望もだし難く、とりあえず種雄牛別娘牛検定成績を公表した。

これは、単に年令補正だけをした雌牛の検定成績を父牛別に分類して算術平均をした、前述の娘牛平均法に過ぎず、種雄牛評価情報としては不正確なものであった。これは3年間継続された。

次いで昭和55年、アメリカのPD方式(1974年方式)になって娘一牛群仲間比較法を採用し、評価値はHPD(北海道PD)として公表した。ここでようやく北海道ではじめての本格的な種雄牛評価が開始されることになったのである。この方法は4年間継続された。

娘一牛群仲間比較法にも問題があることは前述のとおりであるが、この方法は次のことを前提条件として成立するものである。

①種雄牛の娘が牛群間にランダムに分布していること。

②年次を越えた集団の遺伝的進歩があまり大きくないこと。

③各牛群や各地域で、ほぼ同じ目標で選抜が行われてきており、牛群間の遺伝的レベルに差がないこと。

娘一牛群仲間比較法によるHPDは、短期間に道内に深く滲透し、その利用はきわめて活発であった。HPDマイナスと評価された種雄牛の精液需要はその時点で激減し、人工授精事業体も即座にこれを精液販売から外し、種雄牛は淘汰され、実質的な選抜が進行した。

娘一牛群仲間比較法は、北海道において種雄牛の選抜淘汰に実質的な効果をあげてきたが、HPDが継続されるにしたがって、その後遠からぬ将来に、HPDを積極的に利用する農家と関心の薄い農家との間に、遺伝的レベルの差が出てくるのが予想され、前述した前提条件が成立しにくくなるのが推定されるに至った。

協会は、昭和59年から、計算法をアメリカ、コーネル大学のC. R. Hendersonが開発したBLUP法に改正し、情報の名称も北海道種雄牛評価概要と改めた。

BLUP法は、娘一牛群仲間比較法におけるような前提条件なしに、むしろいろいろな条件に合わせて計算できる特徴をもっており、種雄牛の父と母方祖父の血統情報の利用によって牛群間の遺伝的レベルの差を補正でき、また血統情報の利用によって、より少ない頭数でより正確な評価ができ、さらに世代の異なる種雄牛を同じ基準で評価できる長所を持っている。

BLUP法は、海外においても、目下のところ

最良の種雄牛評価法と認められ、多くの国がこれを採用している。北海道が、娘牛平均法—娘一牛群仲間比較法—BLUP法へのステップをとったことは、牛群検定の普及のペースに合わせた正しいステップであったと信じている。

これらの経過において、道はこの事業を委託事業として採り上げてバックアップしてくれたし、帯広畜産大学家畜育種学教室(光本教授)からは懇切な特別のご指導をいただいた。特記して感謝の意を表したい。

7. 北海道における種雄牛評価の現状

北海道乳牛検定協会が現在実施している種雄牛評価の内容は次のとおりである。

①評価する形質：乳量(kg)、乳脂量(kg)、乳脂率(%)、乳代(円)

②使用する記録：初産のみ。分娩時年月令、分娩月、飼養地域による補正を実施。

③使用する泌乳期間：240~305日。検定期間150~304日で泌乳継続中の記録は305日に拡張補正して使用。

④評価の対象とする種雄牛：道内で供用されている全種雄牛(輸入精液を含む)

⑤評価法：BLUP法

⑥評価の際考慮する要因：牛群、年次、季節の効果、父牛の遺伝的グループの効果、父牛の効果

⑦遺伝的メリットの表現：PD(期待差、ETAに同じ)

⑧評価の遺伝ベース：移動ベース。過去3年間に検定された雄牛の平均PDを基準とする。

⑨公表の条件：娘牛は5牛群以上に分布し、頭数が20頭以上で反復率は50%以上

⑩公表時期：年2回(3月および9月)

上記について若干の補足をすれば、①の評価形質には近い将来に無脂固形分量と無脂固形分率を含める予定である。

②の初産記録のみを使用する理由は、2産以降の記録が初産成績による淘汰の影響を正確に取り除くことが困難であること、初産記録と2産以降記録のPDの順位相関は0.8前後と高く、選抜による偏りが無視できる程小さいこと、初産記録は2産以降記録よりも遺伝率が高く、また生涯能

力との遺伝相関は0.8前後と高い、などによるものである。②の補正係数は、北海道乳牛検定協会の牛群検定データから得られた協会特有のもので、③の305日への拡張係数も協会特有のものである。

⑧の評価の遺伝ベースには、固定ベース法、段階的固定ベース法、移動ベース法がある。固定ベース法は年次の異なる種雄牛を同じベースで評価できる特徴を持っているが、集団全体の遺伝的改良が進んでくると評価値そのものの数値がインフレ的に大きくなって、現在の集団を改良する力の判定に不都合になる。移動ベースは常に最近の集団の平均的遺伝水準をベースにし、毎年ベースを移動させるもので、常に最近の集団を改良する力を示すことになる。反面過去に計算された種雄牛との比較ができないのが欠点である。段階式固定ベース法は、固定ベースを数年間毎に段階的にスライドするもので、たとえばアメリカは、当初1974年ベースで固定してきたが、1984年にこれを改訂して84年ベースに固定している。北海道は移動ベース法を採用しており、たとえば、昭和61年に公表した評価値の遺伝ベースは、昭和52、53、54の3年間に生まれた種雄牛の平均PDをベースにして計算している。約8年前に生まれた種雄牛群ということになるが、これらの種雄牛は娘牛頭数が多く、統計処理に適した現在にもっとも近いグループだからである。

⑩の公表に当たっては、反復率のほかにそれぞれの評価値の信頼範囲（標準偏差による）を付して公表している。

次に計算式は次のとおりである。

<数学モデル>

$$y_{ijkl} = h_i + g_i + s_{jk} + e_{ijkl}$$

y_{ijkl} : 泌乳記録

h_i : 牛群・年次の母数効果

g_i : 種雄牛グループの母数効果

s_{jk} : 種雄牛グループ内の種雄牛の変量効果

e_{ijkl} : 残差効果

<行列記法>

$$y = Xh + Wg + Zs + e$$

<混合モデル方程式>

$$A^{-1} \begin{bmatrix} X'X & X'W & X'Z \\ W'X & W'W & W'Z \\ Z'X & Z'W & Z'Z + A^{-1} \frac{\sigma_e^2}{\sigma_s^2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{h} \\ \hat{g} \\ \hat{s} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ W'y \\ Z'y \end{bmatrix}$$

A^{-1} : 種雄牛の父牛と母方祖父牛の血縁関係から求められる分子血縁行列の逆行列

$\frac{\sigma_e^2}{\sigma_s^2}$: 種雄牛分散に対する誤差分散の比

8. 雌牛の遺伝的評価

北海道乳牛検定協会では、昭和60年からBLUP法によって雌牛の遺伝的評価も併せて実施し、これを北海道雌牛指数(Cow Index、略称HCI)として公表している。これは雌牛自体の検定成績と血統情報を組み合わせて計算するもので、雄のPDと同じ性質のものである。

CIも最近その趣旨が普及し、酪農家からは雌牛側からの遺伝的改良、とくに雌牛ファミリーの形成や牛群後継牛造成の資料として、人工授精団体からは次代の候補種雄牛の計画生産の資料として、また両者を通じての受精卵移植における供卵牛選択の資料としての利用が進んでいる。

9. 種雄牛の体型遺伝情報

こうして、能力にたいする種雄牛の遺伝情報提供体制は整備されてきたが、乳牛の健康性、長命性、連産性に影響をもち、また個体の販売の面で酪農家から根強いニーズがある体型についても情報を提供する必要がある、北海道は、昭和60年から、北海道ホルスタイン農業協同組合を事業主体とする種雄牛体型後代検定実験開発事業を開始した。種雄牛の体型遺伝の実態を把握するためには、能力検定の場合と同様に全牛審査が必要であり、また、まだ成績の判明しない若種雄牛についてより早期に情報を提供することが望まれる。この事業は道内人工授精事業体の参加協力のもと、全牛審査を計画的に実施し、審査は従来の得点法に加えて、主要体型部位の線形評価値を加え、BLUP法によってとりまとめる。60年9月にその第1回のとりまとめが行われ、その結果が検定協会の能力検定情報と一本化されて公表された。以来今日に継続している。その様式は別掲のとおりである。

北海道種雄牛評価概要の例

<昭和61年9月>

ウードバイン エンペラー フタゴ
 HB-56 精液一制限

HPDM +1149kg ±17 反復率 99%
 F +17kg ±1 2416牛群 4675頭
 F% -0.31% ±.00 経過中記録率 24%
 牛群当り有効娘牛頭数 1.4頭

HPD円 +79498円

HPDT +0.24点 ±.04 反復率 98%
 一般外貌 +0.04% ±.05 685牛群 1165頭
 乳用特質 -0.60% ±.05 牛群当り有効娘牛頭数 1.5頭
 体積 +0.36% ±.05
 乳器 +0.19% ±.06

46310 53年9月29日 92.0点

父 ワーバー アーリング コンダクター
 母方祖父 ラウンド オーク ラグ アップル エレベーション

形質	程度	1	2	程度	STA
高さ	低い			高い	1.22
強さ	弱い			強い	.01
体の深さ	浅い			深い	1.26
鋭角性	粗野			鋭角	3.50
尻の角度	高い			斜尻	1.79
尻の長さ	短い			長い	2.78
尻の幅	狭い			広い	.39
後肢-側望	直飛			踵足	1.31
蹄の角度	低い			高い	1.65
前乳房の付着	弱い			強い	.26
後乳房の高さ	低い			高い	.48
後乳房の幅	狭い			広い	1.30
乳房のけん垂	弱い			強い	.10
乳房の深さ	低い			高い	3.01
乳房の配置	外付			内付	.20

10. 総合検定事業における種雄牛の後代検定

乳牛集団の育種は種雄牛が中心的役割を果たしている。今後受精卵移植の技術がいかに普及してもこの事実に変りはない。そのためには種雄牛の後代検定が必須である。

北海道は、ようやく種雄牛の遺伝的評価体制を整えたが、後代検定のためには評価だけでは十分とはいえない。現に、種雄牛によっては、最初の評価値が示された時点ですでに数百頭の娘牛を擁しており、そのPDがマイナスであった時に農家に与えるリスクは大きい。

後代検定結果の判明しない候補種雄牛(Young Sire)は、当初検定材料娘牛を確保するための交配に限定し、この交配以外は供用を停止して種雄牛を待機(この間精液を採取貯蔵)し、後代検定の結果が判明した後ですぐれた成績のものを選抜し、はじめて一般供用に回す。成績の劣ったものはこれを淘汰して、もちろんそれまでの貯蔵精液は廃棄することが必要であり、これが真の意味の後代検定である。

後代検定結果の判明は、雄の供用開始後約4年を要するので、その間の待機は、人工授精事業体にとって大きな財政負担になる。全面的な待機への切り換えは事業運営に混乱を来すこともあろうが、道内一部の人工授精事業体は、一部の候補種雄牛について昭和58年度から自主的に待機を

開始し、年次計画によって数年内には全面待機に移ろうとしている。北海道において真の意味の後代検定が、一日も早く全面的に実施されることが望まれる。

PDがかなり普及した現在でさえ、精液の需要者である酪農家の一部には、従来評価情報が提供されないまま、主として血統や初期に生産された娘牛の共進会成績によって種雄牛を選択していた時代の慣習に流されている者もある。酪農家も反省しなければならないし、人工授精事業体はこのような傾向におもねってはならない。

これまででも、種雄牛によっては検定材料娘牛の確保に事欠く程供用の少ないものがある反面、血統のポピュラーな、とくに輸入牛が爆発的に供用されることがあった。酪農家の輸入牛志向は現在もその影を消していないが、国産牛を含めて候補種雄牛の検定材料娘牛は、計画的にこれを確保しなければならない。この点でも酪農家の理解と協力が必要である。同時に協力農家にたいしてなんらかのインセンティブ(奨励施策)をとることが望まれる。

説明は前後するが、国は昭和44年度から種畜牧場乳用種雄牛後代検定事業を実施している。これは、種畜牧場が生産した候補種雄牛を民間雌牛に交配し、生まれた娘牛を種畜牧場施設に収容して検定を行うもので、毎年24頭の候補牛につい

て実施することとなっている。一方で、国は昭和46年度から優良乳用種雄牛選抜事業を実施している。こちらは、全国から高等登録成績のすぐれた民間雌牛を選び出し、これに娘牛成績のすぐれた種雄牛を計画交配して、毎年72頭の候補種雄牛を生産し、これを国が買上げ育成し、育成状況、精液生産状況などによる第1次選抜(2分の1選抜)をした36頭の候補牛を、これまた民間の雌牛に交配し、娘牛を生産してこれを買上げ、全国道県23カ所の検定場に収容して検定を行う。種畜牧場事業、選抜事業ともに候補牛は後代検定期間中供用を停止して待機する。検定の結果、上位3分の1(種畜牧場事業で8頭、選抜事業で12頭)が選抜され、家畜改良事業団の窓口を通じて一般供用に回される。

ちなみに、これら事業のように、娘牛を施設に収容して行う検定方式をステーション方式といい、酪農家の現場において行う検定方式をフィールド方式といている。国がステーション方式を採用したのは、わが国に牛群検定の体制が整っていないため、とされている。

牛群検定事業が昭和58年で当初計画の10年を終え、59年度からは種雄牛後代検定の使命を帯びた総合改良推進事業に改められたことは先にふれたが、その内容は次のとおりである。

すなわち、上述した種畜牧場事業、選抜事業に

よる候補種雄牛に、新たに民間人工授精事業体から公募に応じた候補牛を加え、その精液は、検定材料娘牛確保のため必要な本数を、従来の国の事業における交配範囲のほか、広く全国の牛群検定農家にも、候補牛相互乗入れの形で計画的に交配(これを調整交配と呼んでいる)し、娘牛は一部は従来のステーションで、一部は牛群検定農家のフィールドで検定するというものである。国有の候補種雄牛はもとより、民間公募種雄牛も、調整交配以外の精液配付は禁止され、検定期間中候補種雄牛の供用待りが義務づけられる。種雄牛の評価情報は、国有牛、民間牛を統一してまとめられることになっている。

種雄牛の後代検定は長い時間を要するもので、総合検定事業における後代検定もまだ開始早々である。初年度の59年度に交配したものが最近娘牛を生産したところで、60年、61年と交配が続けられている。

統一した評価方法の詳細については未だ具体的にされていないが、現に北海道のHPD評価方式と、種畜牧場、選抜事業の改良度(育種価)方式には評価手法に違いがあり、これらの詰めが残されている。

いずれにしても、このように動き出した全国的な種雄牛後代検定の将来に、大きな期待が寄せられるところである。

馬 肉 生 産 に つ い て

帯広畜産大学 岡 田 光 男

はじめに

馬は軽種馬と農用馬に分類され、農用馬はさらに挽系種、乗系種及び小格馬に分類されるが、ここで述べようとするのは挽系農用馬を対象としたものである。これら農用馬は、かつては世界の食糧生産を支え、農産物の運搬に従事してきたが、時代の変化と共に、その用途をトラクターやトラックに奪われ、現在においては、一部の地方において挽えい競馬や林産物の運搬にその面影をとどめる程度で、畜産の分野からも次第にその影をひそめつつある。このようなことから、現在も馬産を続けている農家の多くは、挽えい競馬仕向けを目標に子馬生産に従事しているが、挽えい競馬として登録される頭数は

年間600頭程度であり、さらに、その最終試験に合格する頭数は、登録頭数の三割程度である。従って、農用馬の需要を何処に求めてその生産に従事すると言うことが現在の馬産農家にとって大きな課題となっている。しかし、幸いなことに、近年における国民の食生活の多様化や北洋からの締め出しによる海産資源の減少は、畜肉の安定した需要増加をもたらしていることから、今後、農用馬を利用して食肉生産を図ることは時代に即応した農用馬のあり方と考えられる。

本稿は、かかる観点から馬肉生産について解説を試みることにした。しかし、筆者の経験不足や資料不足から不十分な解説とならざるを得なかった。お気付きの点について、ご指摘とご教示を賜れば幸いである。

1. 農用馬の飼養頭数と馬肉の需要

我が国の農用馬は昭和30年代から急激に減少し、40年には32万頭、50年には4.2万頭、60年には2.3万頭となり、61年現在、全国で8,470戸が22,500頭を飼養し、年間6~7千頭の子馬を生産している程度である(表1)。その分布は

表1. 農用馬の飼養戸数、頭数及び生産頭数

年次	全 国			北 海 道		
	戸 数	頭 数	生産頭数	戸 数	頭 数	生産頭数
50	35,550	42,900	4,643	23,520	29,080	4,412
54	15,700	22,100	4,370	9,680	14,600	3,914
56	13,000	23,500	5,897	7,930	15,100	5,099
58	11,300	24,300	7,399	7,080	15,800	6,378
59	10,200	24,100	7,156	6,480	15,400	6,192
60	9,320	23,000	6,541	5,920	14,700	5,647
61	8,470	22,500	—	5,490	14,500	—

注：文献及び資料1より引用。

北海道が圧倒的に多く、戸数と頭数で全国の64%に達し、子馬の生産頭数では86%に及んでいる。このように北海道において農用馬の飼育が盛んなことは、経営規模が大きいため農用馬の飼養が普及していたと言う歴史的な背景があり、かつ、現在においても馬の愛好者が多く、公営の挽えい競馬が定期的に開催されるなど、農用馬の飼育熱や馬産復活運動が盛んなことによるものと思われるが、その北海道においてすら、農用馬の飼養頭数は依然として減少基調をたどっている。¹⁾

一方、我が国における馬肉の需給状況を見ると、表2に示すようになり、50年の需要量7.1万トン、54年には10.4万トンに増加し、それ以降減少傾向にあるものの60年現在6.5万トンとなお高い需要を示している。このような需要に対し、国内生産量は僅かに5.4千トンで、8.3%の自給率に

表2. 馬肉の需要供給(枝肉ベース、t)

年次	生産量	輸入量	計	自給率
50	5,283	66,210	71,493	7.4 %
52	6,048	79,535	85,583	7.1
54	4,308	99,235	103,543	4.2
56	3,917	81,365	85,281	4.6
58	5,192	64,800	69,991	7.4
59	5,520	61,579	67,099	8.2
60	5,418	60,062	65,480	8.3

注: 文献及び資料1より引用。

とどまっている。国内産の不足を補うための海外からの馬肉の供給法には、ブロック肉としての輸入と生体輸入とがあるが、共に54～56年をピークに、それ以降減少傾向を示している。特に生体輸入においては、一時期千余頭に達していたものが、60年には僅か90頭に激減している。この理由は、肉の鮮度と衛生が保たれ、かつ、生体輸入より経済的なチルド肉の空輸システムが開発されたことによるという²⁾。このチルド肉はサンが入るヒレ、ロイン及びトモズネを除いたモモ肉の部分で、いわゆるピストラカットと称される部分肉である。輸入馬肉に占めるチルド肉の量は必ずしも明らかではないが、総輸入量の10%程度と推定され、その他の肉はフローズン肉として輸入されている³⁾。

馬肉の需給がこのような関係にあることから、馬肉生産によって馬産を復活させようとするのは当然の帰結であり、45年頃より農用馬の育成肥育に関する試験研究が開始され⁴⁾、やや遅れて50年には、国及び道の家畜改良増殖目標に、農用馬にあっては体長及び体幅の増加によって体積の増大を図り、肉量の多いものにすると言う馬の産肉改善が盛り込まれるに至っている^{5,6)}。

2. 農用馬の産肉性に関する試験研究

農用馬の産肉性に関する試験研究は、45年から60年にかけて、新得畜産試験場、十勝種畜牧場、岩手県畜産試験場及び帯広畜産大学が実施した程度で、その研究報告は10編を数えるに過ぎ

ない。これら試験研究は、農用馬の飼養が使役目的から子馬生産や堆厩肥生産へと変化し、その用途が軽い競馬用や馬肉生産用へと変化する中において、農用馬の肥育法さらには肥育の経済性と言うものが明らかにされていないので、これらの点の解明を目的としたものである。即ち、十勝種畜牧場においては、肥育の時期、飼料の給与率、去勢の影響を検討しながら、ブルトン種とペルシユロン種の産肉特性を把握しようとする試験を実施し^{7,8,9,10,11,12)}、新得及び岩手県畜産試験場においては放牧を含め粗飼料多給と濃厚飼料多給による肥育の比較を試み^{4,13,14)}、帯広畜産大学においては釧路農協連の協力を得て、それまでの研究報告を基礎とした実証試験を行い、あわせて肥育農用馬の肉性を調べている^{15,16)}。なお、試験研究の流れを見ると、肥育試験が始められた当初においては、肉用牛の若齢肥育と同様に、離乳期の雄子馬を肥育もと畜として7～8カ月間肥育し、12～13カ月齢で肉用に仕上げることが検討されたが、その後の試験においては、明2歳去勢馬をもと畜とする肥育法が検討され、さらにその後の試験においては明3歳去勢馬をもと畜とする肥育法が検討されている。このように肥育月齢がより高齢へと移行して来た背景には、肥育馬の用途がテーブルミートであるため、それ相応に肉の熟度が要求され、若齢馬の肉のように淡い肉色や風味の乏しい肉が嫌われることによるものであることは言うまでもない。なお、肥育期間については、馬肉価格が牛肉(乳オス)価格の60%程度で推移して来ているところから¹⁾、徒に肥育に時間をかけることが不利なため、当歳馬の肥育では秋の終牧時の5～6カ月齢から8～9カ月間の肥育が、明2歳馬では2シーズン目放牧の終牧時の17～18カ月齢から4～5カ月間の肥育が検討され、明3歳馬の肥育では、3シーズン目放牧の9～10月に収牧し、3カ月間程度肥育して出荷時期を正月の特需に合わせようとする肥育法が検討されている。

3. 農用馬の産肉性

農用馬の肥育試験報告を肥育もと馬の月齢によって、当歳、明2歳及び明3歳に分けて集計し、

表3. 農用馬(ブルトン、ベルシュロン及び同系種)の肥えい性

集計頭数	開始時		肥育期間	平均日増体重 kg	終了時体重 kg	飼料消費料 kg		1kg増体に要した		備考
	月齢	体重 kg				濃厚飼料	粗飼料	TDN kg	DCP kg	
15	5~7	320~373	220~265	0.81~1.13	514~614	869~1,210	1,279~1,955	6.11~7.22	0.66~0.79	※は加重平均文献及び資料番号 4, 6, 7
※	6	345.6	251	0.89	568.9	1,141	1,829	6.81	0.65	
29	17~20	517~740	121~182	0.45~1.14	636~893	1,028~1,897	705~1,316	8.40~26.0	1.06~3.80	" 8, 9, 10, 12, 13
※	18	642.4	154	0.82	767.7	1,519	897	13.1	1.89	
6	25~26	711~730	98	0.95~1.07	816~823	1,813	483	16.7~18.8	2.24~2.52	" 11
※	25	720.5	98	1.01	819.5	1,813	483	17.8	2.38	

注: 文献及び資料 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 を集計。

表4. 農用馬(ブルトン、ベルシュロン及び同系種)のと肉性

集計頭数	と殺時		枝肉(冷)量 kg	枝肉歩留 %	正肉歩留 %	備考
	月齢	体重 kg				
15	13~14	469~586	310~349	57.3~61.9	74.6~83.2	※は加重平均文献及び資料番号 4, 6, 7
※	13	546.3	324.1	59.3	79.2	
29	22~24	590~842	329~532	55.8~66.8	72.6~81.6	" 8, 9, 12, 13, 14
※	23	699.7	426.8	61.0	78.5	
6	28~29	814~816	510~511	62.5~62.7	75.0~76.6	" 11
※	28	814.9	510.7	62.6	75.8	

注: 文献及び資料 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, を集計

表5. 肥育試験における飼料の給与率

	期間内平均体重	日平均給与量		給与率	
		濃厚飼料 kg	粗飼料 kg	濃厚飼料 %	粗飼料 %
当歳馬	457 kg	45.5 kg	72.8 kg	10.0 %	16.0 %
明2歳馬	705	9.86	5.82	1.4	0.8
明3歳馬	770	18.50	4.93	2.4	0.6

注: 表3より計算。

それらの肥えい性を表3に、と肉性を表4に示した。さらに、表3に示した加重平均値をもって、グループ別に飼料の給与率を求め表5に示した。表5に示すように、農用馬の肥育試験における濃厚飼料と粗飼料の給与率は、当歳馬でそれぞれ1.0%及び1.6%、明2歳馬で2.4%及び0.6%、明3

歳馬で2.4%及び0.6%となっている。このような飼料の給与率はNRC標準に基づいた育成馬の飼料の給与率¹⁷⁾に比較して粗飼料の給与率は低くなっているが、一般的な肉用牛の肥育に比較するとかなり高い給与率になっている。

なお、用いられている肥育飼料は、農用馬の肥育にどのような飼料が適するか明らかでないため、肥育牛用配合飼料やふすま、大

麦、えん麦などが用いられ、粗飼料では乾草の利用が一般的である。このような肥育方式における期間内の平均日増体重は0.8~1.0kgで、肥育のステージによる差異は見られない。

飼料効率では若齢馬程よい効率を示し、体重1kg増体に要したTDNとDCPは当歳馬で6.81kg及び0.65kgであったのに対し、明2歳馬では13.1kg及び1.8kgに増加し、明3歳馬ではさらに増加することを示している。

ただし、この飼料効率の計算は、馬に対する供試飼料の価値が明らかにされていないため、日本標準飼料成分表(牛)を用いて試算されたものである。このような馬の肥えい性を若齢肥育牛(乳オス)のそれと比較して見ると、たとえそれが全期粗飼料多給型の肥育¹⁸⁾であっても、農用馬は牛に

比較して増体成績や飼料効率において幾分劣るようである。しかし、粗飼料の要求量においては目立って多いことが認められ、同じ草食畜であっても牛と異なった側面を示している。

次に、肥育農用馬のと肉性を見ると、と殺時体重に対する枝肉（冷）重量の割合、即ち枝肉歩留は57.3~66.8%に分布し、当歳馬は平均で59.3%、明2歳馬は61.0%、明3歳馬は62.7%となり、月齢が進むにつれて良くなっている。これに

対し、正肉歩留（枝肉重量に対するボーンレストリムド・カット肉の割合）は、それぞれ、79.2%、78.5%、75.9%となり、月齢が進むにつれて低下している。この関係は牛の場合と同様で、牡齢へ移行するにつれてトリミングされる体脂肪量が増加することに原因している。

岡田ら¹⁶⁾は肥育牛と同様な手法¹⁹⁾によって肥育馬の体構成と部分肉の生産割合を調査し、図1に示すような結果を得ている。即ち、肥育馬を完全

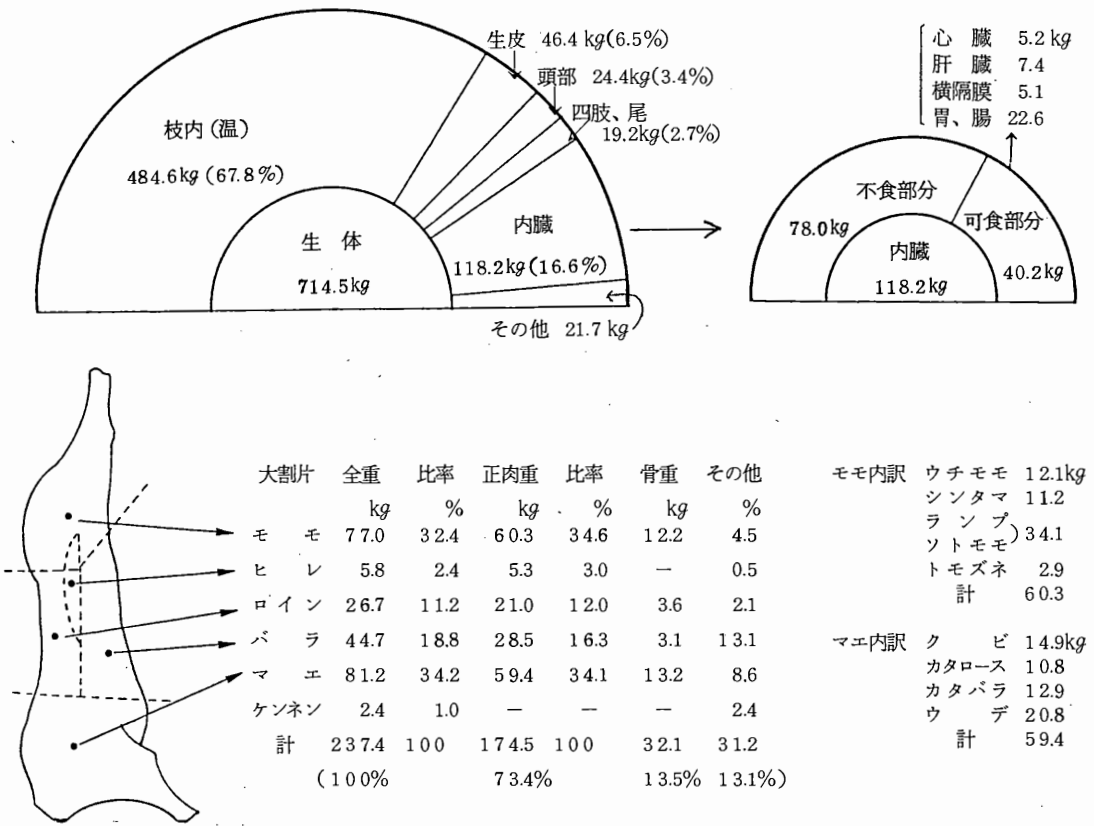


図1. 農用馬の体構成と部分肉の生産割合

注：文献及び資料16より引用。

に24時間絶食—絶水させた後、と殺解体し、と殺時体重に対する内臓重の割合を調べ、16.6%と言う値を得た。この値は一般の肥育牛の22~24%に比較し数%少ない。これは馬の場合内臓脂肪の蓄積が少ないこと及び胃—腸や肝臓が小さいこ

とによる。従って、馬ではその分枝肉の生産割合が多くなり、牛より高い枝肉歩留を示す。さらに、馬の枝肉はケンネンと称する腎臓周辺の脂肪が殆ど発達しない特徴がある。これは、牛が余剰エネルギーを脂肪として内臓や筋肉間に蓄えるのに対

し、馬はそれを腹壁内面と頸部の皮下（俗にたてがみ脂）に蓄える特性があり、表7に示すように、これら内面及び皮下脂肪の合計量は枝肉重の13%にも達している。次に、馬枝肉の部分肉構成を牛のそれと比較して見ると、表6に示すようになり、

表6. 牛馬の枝肉生産量の比較

		牛	馬	差
体 重 kg		657.0	714.5	
枝肉歩留 %		62.5	67.8	+ 5.3
枝肉大割片割合 (%)	マ エ	34.7	34.2	- 0.5
	ロ イ	11.2	11.2	± 0
	バ ラ	15.2	18.8	+ 3.6
	ヒ レ	1.8	2.4	+ 0.6
	モ モ	28.1	32.4	+ 4.3
ケンネン		9.0	1.0	- 8.0

注：牛は乳オス肥育牛2頭平均、馬は費用去勢馬2頭平均。

ケンネンの割合が少ないがモモ肉やバラ肉の割合が多くなっている。このモモ肉の割合が多いと言うことは肉利用に当って有利なことであるが、牛に比較しどの種の筋肉がどのように発達しているためかは明らかにされていない。なお、表7には

表7. 馬枝肉の部位別正肉歩留と各部分肉の価格

部 分 肉	クラス	枝 肉 重 に 対 する 割 合	単 価 (枝肉単価=100)
ヒ レ ロ イ	A	11.1 %	196
ウ チ モ シ ン タ ソ ト モ ラ シ ン プ	B	24.2	180
ウ デ カ タ ロ ー ス	C	13.3	150
カ タ バ ト モ バ	D	17.3	75
ネ ッ ク ス コ	E	7.5	38
その他	分離脂肪 骨	13.1	2
		13.5	1

注：枝肉単価は1,330円/kg(昭和57年7月現在)。

馬の部分肉をさらに13部位に分割した場合の割合とそれらの食肉市場におけるランク付け、及び当時の枝肉単価に対する部位別単価を、指数で示してある。なお、コース芯の粗脂肪割合は、乳オスの6~7%より少なく、図1に示す馬では4~5%であったと報告している¹⁵⁾。

4. 農用馬肥育の収益性

釧路農協連が農用馬肥育の経済性の検討を目的に実施した試験を紹介する。本試験は¹⁶⁾、例年8月に開設される2歳馬市場で肥育もと馬を購入し、これを晩秋まで共同放牧場で育成し、収牧後5カ月間肥育する場合の収支概算を調べたもので、その結果は表8に示すとおりである。表8に示すように、

表8. 農用馬肥育の経済性

導入時体重	502kg	56年8月2日 2歳馬市場で購入 @700円/kg	
予備飼育日数	80日	農協連放牧場 放牧料 200円/日	
期間内増体	62kg	期間内日平均増体量 0.78 kg	
肥育開始時体重	563kg	期間内日平均増体量 1.14 kg	
肥育日数	151日		
期間内増体	172kg		
終了時体重	735kg		
所要飼料	乾牧草	1,207kg	単価 乾牧草 55 円
	ふすま	538 "	ふすま 53 円
	サンフレーク	558 "	サンフレーク 64 円
	圧片大麦	516 "	圧片大麦 55 円
			濃厚飼料総量 1,612 kg
収支概算	もと馬代	351,666円	生体kg当り 700 円
	飼料代	158,991 "	
	飼養管理費	48,230 "	放牧料 16,000円を含む
	馬販売代	661,666 "	生体kg当り 900 円
肥育差益	102,779円		

注：文献及び資料16より引用。

この試験においては1頭当たり約10万円粗収益となっている。しかも、この肥育方式では肥育期間が冬の農閑期に当たるため遊休労働の消化に役立ち、仮に数頭の馬を肥育するとすれば一冬40～50万円の現金収入となり、恰好な副業となることを示している。この種の肥育試験において常に問題となることは、もと畜価格と肉価格によって肥育の収支が大きく左右されることであるが、この試験におけるもと馬の価格は生体kg当たり700円、肥育馬価格は生体kg当たり900円と言う条件下での結果である。そこで、これを61年現在の相場に当てはめて見ると、次のようになる。まず、表8の供試馬並の明2歳馬価格は、生産頭数の減少によって生体kg当たり1,000～1,100円、当時の150%に高騰している²⁰⁾。一方、肥育馬の価格は、上述のもと馬価格の上昇から、また近年の輸入量の減少からも推測出来るように上昇気味にあるが、ここでは一応据え置きとして見る。次に飼料費であるが、この点については幸いなことに円高の影響で20～30%下落している。しかし、この程度の減少では、生産費に占める割合が高いもと馬価格の高騰をカバーすることは出来ず、肥育の収支概算は2～3万円の赤字になると推測される。このことから、農用馬の肥育において、それを有利に進めるためには、牛の肥育の場合と同様に、いかに安い価格で肥育もと畜が入手出来るかが問題であることが分る。従って、今後、農用馬の肥育、つまり馬肉生産を定着・安定させて行くためには、より安く、かつ、安定的に、肥育もと馬を供給出来る態勢を整えることが前提となり、繁殖馬の増殖が必須条件である。

5. 馬産振興策と繁殖馬飼養の経済性

農用馬の生産頭数は僅かながら回復の兆しを示して来ているが、表1に示すように、なお年間6～7千頭の段階にとどまっている。一方、年間のと殺頭数の推移を見ると、ここ2～3年1.6万頭で推移している¹⁾。この頭数は生産頭数の2倍強に当たり、まさに農用馬が食いつぶしに会っていることを示唆している。このような状況下で、農用馬の生産を拡大しようとするのはまさに至難の業であり、地道な努力によって達成を期す以外

に道はないであろう。事実、大方の意見も、ほ場副産物の利用や堆厩肥の還元利用を前提としたいいわゆる有畜農業として農用馬の導入を考え、その振興を図ることを提唱している。即ち、井上²⁾は馬の厩肥の効用に着目し、畑作地帯においてはほ場副産物を利用した畑作地帯においてはほ場副産物を利用した畑作+馬の複合経営が考えられ、水田地帯においては冬里夏山方式で、転換畑を利用した馬の導入が考えられるとし、また、那須²¹⁾は酪農地帯における農用馬増殖の手段として、酪農家がそれぞれ飼養する乳牛頭数の5～10%の馬を導入し、乳牛の残飼利用や草地での馬牛混牧で馬を飼養することを提唱している。このような有畜農業における間接的効用はさて置くとして、繁殖農用馬飼育の経済性について久保²²⁾は以下のように試算している。繁殖雌馬1頭当たりの直接経費10万円、母馬償却費6.6万円、建物償却費3.0万円、雑費0.4万円、子馬育成費(220日齢位まで、繁殖率65%として)6.5万円、酪農程度の労働報酬を見込むとして18.8万円、以上を合計して繁殖馬1頭当たりの必要経費を45.3万円とし、収益面では明2歳馬(550kg程度)を去勢馬で55万円、雌馬で88万円と評価、これを性比50%、繁殖率65%で補正して、繁殖馬1頭当たり年間平均収入46.5万円が見込まれるとし、十分採算性があるとしている。もとより当時と現在とでは社会経済条件が変化しているため、この評価をそのまま鵜呑みにすることは出来ないことであるが、少なくとも農用繁殖馬飼育の一つの経済指標として利用することは出来よう。

以上、馬産振興策と農用繁殖馬飼育の経済性を紹介したが、今後繁殖馬の飼養をより有利なものとして行くためには、馬そのものの生産性を改善して行くことがより重要な課題であると考えられる。特に馬の場合、上述の試算においても明らかのように、他の家畜に比較して繁殖率が低いことが問題であり、このことは飼養の経済性に影響を及ぼすばかりでなく、農用馬そのものの増殖を阻む主因をなしているからである。馬の低増殖性の要因として、馬サイドの問題として、季節繁殖性、発情期間が長いことによる種付適期判定の困難、さらには妊娠中の胎子の高死亡率が挙げられ²³⁾、

さらに農用馬を取り巻く社会条件として、馬の技術者不足や人工授精の低い普及率が挙げられる。馬肉の増産を図るための馬産振興には、実に根深い問題が介在し、その解決を計ることは容易なことではなく、かなりの時間がかかるものと考えられる。

おわりに

草食畜としての馬の特性は、同等の体重を有する牛が耐えられる粗飼料より粗線維含量が高い草で自分の体を維持することが出来るところにあるとし、C. Janis²⁴⁾は図2のようにこれを図解している。即ち、反芻畜はルーメン発酵で粗線維質

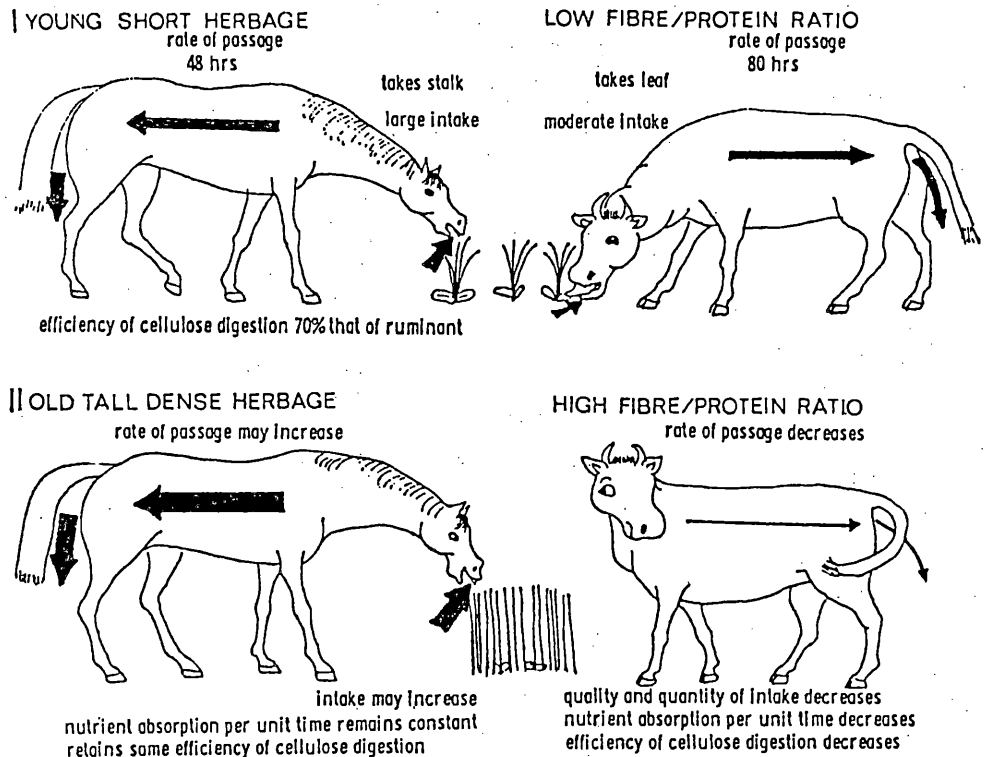


図2. 馬と牛の粗飼料利用性

- 注1) : ➡の太さ単位時間における粗飼料の摂取量及び消化管内通過速度の大小を示す。
 2) : 文献及び資料24より引用。

を分解利用するような消化管の造りとなっているため、もし、粗線維含量が低い低質粗飼料を一度に摂取するとそれがルーメンに長時間停滞し、その後の採食を著しく減少させてしまうが、馬の場合は、消化管内の食べの通過を妨げない盲腸で粗線維質を分解するような構造となっているため、たとえ低質粗飼料を多量に摂取したとしても、食べの消化管内滞留時間を長引かせることなく、また採食抑制も起すことなく、採食をつづけ、有効

な蛋白質や炭水化物の大部分を小腸で吸収することが出来ると言う。我々が牛馬の放牧生態を観察する時、牛は横臥反芻時間が多いのに対し、馬は四六時中採食をつづけ、丸まると肥っていることが多いことに気付くが、これは上述のような理由によるものであろう。このような馬の特性は、生産性が低く、粗剛な粗飼料しか生産出来ないような痩せ地であっても、土地利用型畜産として農用馬の飼養が容易なことを示すものである。かつて、

釧路管内の馬産農家を調査した際、改良草地の造成に不適な土地条件であるため酪農に切替わることが出来ないような地域に、馬産農家が多く残存していることに気付いたが²⁵⁾、このことは上述の馬の特性がその背景にあったためと思われる。今後、馬産振興を図るに当たっても、その基本となるものは、馬のこの特性を活かすものでなければならぬと言えよう。

文献及び資料

- 1) 農林水産省畜産局家畜生産課、馬関係資料、1986
- 2) 農政調査委員会、農用馬生産の基本方向に関する調査研究、1~51、1983
- 3) 農林水産省畜産局食肉鶏卵課、昭和60年度食肉便覧、1985
- 4) 北海道立新得畜産試験場、昭和45年度北海道立新得畜産試験場年報、44~46、1971
- 5) 北海道農場試験場、北海道立農業試験場編、北海道農業技術研究史、(1966~1980)、663~667、1982
- 6) 農山漁村文化協会、農業技術体系、畜産編、1、畜産基本編、馬、基27~31、1978
- 7) 農林水産省十勝種畜牧場、昭和54~55年度種畜課資料、農用馬の産肉性に関する試験(第一回)、1980
- 8) 農林水産省十勝種畜牧場、昭和55~56年度種畜課資料、農用馬の産肉性に関する試験(第二回)、1981
- 9) 農林水産省十勝種畜牧場、昭和58~59年度種畜課資料、農用馬の産肉性に関する試験(I)
- 10) 農林水産省十勝種畜牧場、昭和59年度種畜課資料、農用馬の産肉性に関する試験(II)、1984
- 11) 農林水産省十勝種畜牧場、昭和59年度種畜課資料、農用馬の産肉性に関する試験(III)、1985
- 12) 農林水産省十勝種畜牧場、昭和60年度種畜
- 課資料、農用馬の産肉性に関する試験(IV)、1985
- 13) 岩手県馬事振興会、馬の産肉性に関する調査研究実績報告書、№1、1982
- 14) 岩手県馬事振興会、馬の産肉性に関する調査研究実績報告書、№2、1983
- 15) 帯広畜産大学畜産学部家畜生産科学科肉畜肥育学研究室、河田健夫(卒業論文)、農用馬の産肉性に関する研究、1983
- 16) 釧路農業協同組合連合会、農用馬肥育の手引き、1984
- 17) 朝井 洋、NRC飼養標準に基づいた育成馬の飼料給与法、馬の科学、23:224~229、1986
- 18) 全国肉用牛協会、昭和60年度肉用牛経済肥育定着化標準モデル、1986
- 19) 日本食肉格付協会、部分肉取引規格解説書、牛部分肉取引規格編、1979
- 20) 釧路農業協同組合連合会、昭和61年度2歳馬市場成績、1986
- 21) 釧路農業協同組合連合会、馬産研究会資料、1986
- 22) 久保嘉治、農用馬の経済性と将来(下)、日本農業新聞、第7124号、1982
- 23) 帯広畜産大学畜産学部獣医学科臨床家畜繁殖学、麻生節子(修士論文)、雌馬の卵巢機能の調節と早期胚芽死予防に関する研究、1986
- 24) Christene Janis, The evolutionary strategy of the equidae and the origins of rumen and cecal digestion, Evolution, 30:757~774, 1976
- 25) 釧路農業協同連合会、釧路地域における農用馬飼養状況調査書、1983

原料乳のリポリシスと異常風味ランシッド

北海道大学農学部 齋藤善一

1. はじめに

牛乳は食品であるから、安全だけでなく風味がよくなければならない。米国の牛乳風味委員会¹⁾は牛乳の異常風味を7群に大別しているが、そのひとつが脂肪の加水分解によって生じる lipolyzed flavor であり、その内容を示す用語として、ランシッド、酪酸臭、苦味、石鹸臭、山羊臭をあげている。国際酪農連盟の調査²⁾によれば、多くの国では、牛乳、乳製品における脂肪分解は重要な問題とは考えていない。それは、長年の研究と実態調査の結果から、その対策、防止法が生産者ならびに牛乳取扱者の間によく周知されているからである。我が国では、原料乳の細菌数や成分組成の改善に努力が向けられ多大の成果をあげたが、風味、特に脂肪分解による異常風味の発生に関しては理解が十分ではない。

牛乳脂肪は、酪酸、カプロン酸など揮発性、水溶性の脂肪酸を構成成分として含んでいる。脂肪分解により、此等の脂肪酸が遊離になると牛乳の風味が著しく悪化する。チーズのように独特の風味を形成するために遊離脂肪酸が必要とされる場合もあるが、原料乳においては遊離脂肪酸の増加を出来るだけ避けなければならない。特に、冷蔵期間が長くなると脂肪分解による異常臭と酸化臭が発生しやすいといわれるので、今後原料乳の品質をさらに向上させるためには脂肪分解について検討する必要がある。

本報では、個乳および混合乳(原料乳)の冷蔵中における遊離脂肪酸の増加に影響を与える種々の因子について説明する。脂肪を加水分解する酵素はリパーゼ(lipase)、あるいはリポプロテインリパーゼ(lipoprotein lipase)であるが、牛乳では両者は同じものとみなされているので^{3,4)}リパーゼとした。なお、1980年以前に得られた知見については、文献の多くを省略したので他の総説⁵⁻¹⁰⁾を参照されたい。

2. リポリシスとランシッド

牛乳中には、1~2分間で風味を損うに十分なリパーゼと脂肪が存在するにもかかわらず、通常は脂肪分解はほんの僅かしかみられず、風味を悪くすることもない。それは、脂肪球表面は脂肪球膜物質におおわれ、リパーゼの作用から脂肪が保護されているからである。脂肪球膜物質は腓リパーゼや微生物リパーゼに対しても阻害作用があるという¹¹⁾。牛乳中の脂肪があまり分解されないので、牛乳本来のリパーゼは存在しないと考えられた時代もあった。しかし、均質化などにより速かに遊離脂肪酸が増加することからリパーゼの存在が確かめられた。

牛乳の冷蔵中に僅かにみられる遊離脂肪酸の増加を自然発生リポリシス(Spontaneous lipolysis)といい、脂肪球膜に含まれるリパーゼ、あるいは冷却により脂肪球に吸着したリパーゼによると考えられている。自然発生リポリシスの進行を示すと図1のとおりである。最初の3時間位は遊離脂肪酸の増加の程度がやや低く、この間にリパーゼが脂肪球と結合する¹²⁾。以後直線的に24時間まで増加するが、その後の24時間における増加量は最初の24時間にくらべて少なく、この傾向はリポリシスの程度が高い牛乳の場合に顕著であった。牛乳中における脂肪分解には限界があることはすでに知られており、48時間以後はほとんど増加しない場合もある¹³⁾。この現象をSelf-terminationという。一方、均質化、温度処理などのいわゆる活性化処理を加えた時に起るリポリシスを誘導リポリシス(induced lipolysis)というが、カゼインミセルに結合したリパーゼも反応に加わるので、一般に自然発生リポリシスよりも顕著である。なお、活性化処理は脂肪球に対する作用であり、リパーゼに対する影響ではない。

リポリシスの程度が進み異常が感知されるようになると、この異常風味をランシッド(rancid)

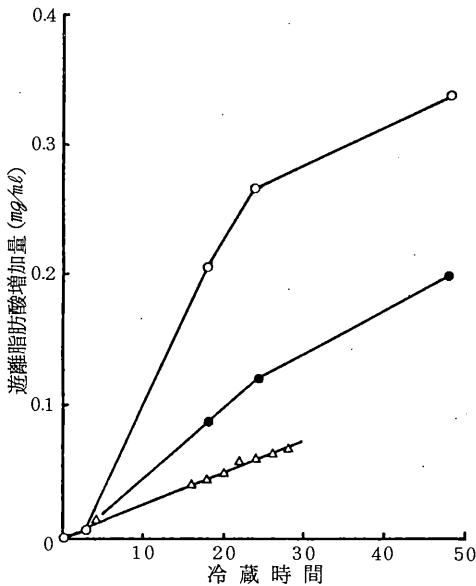


図1. 個乳の冷蔵中における遊離脂肪酸の増加

パルチン酸として示す。○高リポリシス乳(5頭平均), ●中リポリシス乳(3頭平均), △低リポリシス乳(1頭)

という。ランシッドは、石鹸様の後味を与え、多くの場合、持続性のある不快な苦味を伴う。米国における牛乳審査の基準によれば、軽度のランシッドでも判定は劣等(poor)であり、強い飼料臭、雑草臭、不潔臭と同じ程度に減点される。油脂工業では、脂肪の酸化を主とした変敗をランシッドと呼ぶので、リパーゼによる場合を加水分解的ランシッド(hydrolytic rancid)とし、酸化的ランシッド(oxidative rancid)と区別するようになった。牛乳加工の分野でもランシッドの代わりにリパーゼ臭とかリポリシス臭という用語が用いられるようになりつつあるが、まだ一般的でないので、本報では従来の習慣によりランシッドとした。

遊離脂肪酸含量の表示法はいろいろあるが Acid Degree Value (ADVと略記、 $\text{N KOH}/100\text{g 脂肪}$)として示される場合が多い。トリトンX-100とリン酸塩の混液(BDI試薬)で抽出し滴定する方法が米国の Bureau of Dairy Industries の標準法¹⁴⁾とされ、広く

用いられている。同法によれば、ADV 0.4以下は正常、0.7~1.1は不明確、1.2は軽いランシッド、1.5は極端なランシッドとしている。ランシッドを感知する閾値はADV 1.85~2.05ともいわれ¹⁵⁾、2.2以上であれば必ず検出されるともいわれるが¹⁶⁾、一般に1.2~2.0がランシッドの閾値と考えられている¹⁷⁾。BRATHEN¹⁸⁾は、pH比色法による自動分析で調査した結果、搾乳直後は0.45ミリ当量/ℓ、集乳時は1.00ミリ当量/ℓを許容上限としているが、脂肪率4%としてBDI法のADVに換算すると、0.8、1.8となる。

ドイツ北部のタンクローリー乳164試料の遊離脂肪酸含量は 0.58 ± 0.08 ミリ当量/ℓであったという¹⁹⁾。SENYKら²⁰⁾の調査では、原乳量の26~52%はADVが1.0以上であり、その原因の55%はパイプラインミルクにおける空気漏れ、21%はパイプラインの傾斜不適および立ち上りパイプ、32%は冷却時の凍結又は冷却遅延、18%はバルククーラーでの過剰攪拌、23%はポンプの空転であったという。SHIPEら²¹⁾によれば、消費者が不快を感じた殺菌乳の平均ADVは1.8であった。

3. 個乳のリポリシス

自然発生リポリシスの程度は牛個体によって大きな差がある。検出される程のリポリシスを示さない牛乳を生産する牛もあれば、明らかにランシッドを示すようになる牛乳を生産する牛もある。リパーゼによる風味欠陥を示す個乳は3~35%²²⁾あるいは21%²³⁾にもおよぶといわれるが、遺伝的には関連性はないという²⁴⁾。筆者が1.7頭につき13回以上調査をしたところ、24時間冷蔵による遊離脂肪酸の増加量(パルチン酸としてmg/ml)は、各個体の平均値は0.04~0.25であり、各個体毎の変動係数は42~102%であった。パケット型ミルクを用いたのでパイプラインミルクの場合にくらべ脂肪球におよぼす物理的効果は少ないが²⁵⁾、それでも脂肪球の損傷は幾分あり、それが日々の変動要因の一部になり得るがそれよりも個体による差は明らかに大きく、高いリポリシスを示す牛乳を生産する牛がみられた。なお、混合乳のリポリシスは個乳が示すリポリシスの加重平均よりも高い場合が多かった。牛によって大きな差

があり、同じ牛でも調査日によって変動する原因はよくわからないが、多くの研究者がおこなった実態調査により、自然発生リポリシスに影響すると思われる種々の要因が可成り明らかになった。一般に、乳量が減少するような条件のもとでリポリシスの程度が高いとされている。しかし、いずれの場合も影響の程度は個体によって大きな差があり、時には逆の結果が得られることもある。

泌乳期：末期乳がリポリシスを起しやすいことは一般に認められている。特に飼料の質、量の低下があった時はランシッドになるという²²⁾。

JELLEMA & SCHIPPER²⁶⁾は泌乳期よりも低乳量の方が主要な要因であるとした。SAITO²⁷⁾は、泌乳期に関係なく同程度のリポリシスを示すもの、泌乳期前半にリポリシスの程度が高くなりそれを持続するもの、泌乳中期にリポリシスの程度がやや低下し末期に増加するものを認めているが、泌乳期に減少する例はなかった。泌乳末期には乳量が減少するから、乳量とリポリシスは有意の負相関を示した。従って、特定の時期に末期乳が集中しないように注意する必要がある。なお、欧米では1回搾乳の牛乳を受入れない国があるが、末期乳を避けるためであろう。

搾乳間隔：等間隔で搾乳すべきであるが、一般に朝の搾乳から夕方の搾乳までの時間は夕方から翌朝までの搾乳にくらべて短い。そのため夕乳は朝乳よりもリポリシスの程度が高い^{27,28)}。朝の搾乳から2時間毎に搾乳を繰り返したところ、3回目までは上昇し、通常夕乳の2～3倍のリポリシスに達した²⁹⁾。また、朝の搾乳から夕方の搾乳まで8時間の場合、夕乳は朝乳の1.8倍(8頭平均)のリポリシスを示した。搾乳間隔が6時間の場合、12時間毎の場合の2.2倍であったという³⁰⁾。

MURPHYら³¹⁾は、搾乳間隔を同じにすると、朝乳と夕乳はリポリシスに差がないと述べている。彼らは、夕乳はリポリシスの程度が高くても脂肪率が高いから、単位脂肪量当りのリポリシスは朝乳と同じであるとしているが、筆者の調査では、単位脂肪量当りのリポリシスも朝乳の方が低かった。JELLEMA³²⁾は、2分毎に交互に搾乳間隔を変えることにより、搾乳間隔短縮によるリポリシス増大の原因は乳腺細胞の段階にあることを証明し、阻害物質と促進物質の割合がリポリシスの程度を

支配するとしている。リポリシスの面からも、搾乳間隔を等しくすることが望ましい。

前搾り乳と後搾り乳：THOMAS & HARPER³³⁾は、前搾り乳は後搾り乳にくらべ2～3倍のリポリシスを示し、脂肪球の大きさと逆の関係にあると報告した。筆者の調査では、それ程の差はないが、搾乳の進行にともないリポリシスの程度が低下する傾向がみられた。脂肪率の高い後搾り乳がリポリシスの程度が低いのは意外であるが、リパーゼ活性も低いといわれる³⁴⁾。

飼料：飼料不足や、低品質飼料の給与によりリポリシスが増大することはよく知られている^{28,35,36)}。CONNOLLY³⁷⁾は、飼料不足によるストレスを重視している。青草、ニンジン等の給与、放牧はリポリシスの程度を低下させ、サイレージや劣質の乾草はリポリシスを起しやすくする飼料といわれる。乳脂肪中のパルミチン酸含量を低くする放牧期の生乳はランシッドになりにくいという。ASTRUPら³⁸⁾はパルミチン酸の給与は血中にリパーゼ活性促進物質を放出させ、それが乳中に移行するとしている。さらに、彼らは、飼料不足のため体脂肪を利用するとき、パルミチン酸は肝臓に移行し、小さな低密度リポプロテイン粒子を沢山作るので活性化作用が増加すると推定している。また、標準給与量よりも10%多いエネルギー、蛋白質を与えると牛乳の風味は良好であるが、温度処理によるリポリシスの増加が大きいという³⁹⁾。

季節・気候：冬期舎飼時の牛乳はリポリシスを起しやすい。ドイツの或工場の受入乳が示したリポリシスは、4～6月に低く、10～12月に高かった(1.6倍)⁴⁰⁾。気温や湿度はあまり関係がないといわれ²²⁾、飼料や栄養状態、末期乳の集中⁴¹⁾などの影響が季節による差になって現われると考えられる。

乳房炎・潜在性乳房炎：乳房炎、あるいは乳房炎の病歴を持つ牛の乳はリポリシスの程度が高いとされている。リパーゼ活性が高いといわれる細胞が多いこと^{42,43)}、リパーゼに対する促進因子を含む血液成分の混入⁴⁴⁾、などが原因と考えられる。SUNDHEIMら⁴⁵⁾は、血清の添加によりクリームにリパーゼ活性が移行することを示し、血清中の高密度リポプロテインがリパーゼ活性を増大させる

ことを示した。これは血清が乳中に漏れることが自然発生リポリシスの原因とする説を支持するものであろう。pHの上昇、起炎菌のリパーゼ活性、脂肪球膜物質の異常なども関与しているかも知れない。明らかな乳房炎乳は出荷されないが、細胞数がやや多い程度の、いわゆる潜在性乳房炎の場合が問題とされる^{46,47}。ウイスコンシン乳房炎試験陽性乳はリポリシスの程度が高く、物理的処理によっても増加しやすく⁴⁷、しかも遊離脂肪酸中低級脂肪酸の割合が高いのでランシッドを感じやすいといわれる⁴⁸。細胞数が300万~500万/mlに達する牧場ではランシッドが認められるという⁴⁹。また、JURCZAK & SCIUBISZ⁵⁰によれば、50万~100万/mlの乳は10~30万/mlの場合の1.3倍のリポリシスを示すが、100万/mlを越えるとむしろ低下し、それは細胞由来のプロテアーゼによるリパーゼの破壊によると推察している。

脂肪率：基質となる脂肪の含量が高い程リポリシスの程度が高くなると考え勝ちであるが、実際は必ずしもそうではない。泌乳末期や、搾乳間隔の短縮など、乳量の減少をともなう場合は脂肪率の上昇とリポリシスの増大がみられる。一方、搾乳の進行により脂肪率は高くなるがリポリシスは低下の傾向を示す。SAITO²⁷)によれば、夕乳、朝乳、混合乳のいずれについてもリポリシスは脂肪率と有意の相関を示さなかった。AHRNÉ & BJÖRCK⁵¹)は、泌乳期の場合リポリシスが脂肪率や乳量と相関があるのは、此等の因子がたまたま泌乳期と関連しているためであるとし、NEEDSら⁵²)もこれを支持している。

以上のように、リポリシスが脂肪率と関係がないのは、脂肪球の大きさ、脂肪球膜、阻害物質、促進物質など、他の要因が多いからであろう。

4. 搾乳後の取扱いとリポリシス

牛乳のリポリシスは搾乳後の簡単な物理的処理により著しく増大する(誘導リポリシス)。ほとんどリポリシスを示さなかった個乳が処理後にランシッドになることもある。自然発生リポリシスの程度が高い個乳では誘導リポリシスも起りやすいといわれる。パイプラインミルクカーにおける空気漏れ、泡立てによるランシッドも誘導リポリシ

スによるものである。さらに、温度変化、ポンプの過度の使用などによってリポリシスは増大する。その原因は、脂肪球の損傷など、基質の状態に対する効果であり、リパーゼ自体にはあまり関係がないと思われる。

リパーゼは脂肪と水の界面、すなわち、脂肪球の表面で作用する。温度変化や攪拌など、僅かの物理的処理によっても脂肪球表面の状態は影響されるので、リパーゼによる遊離脂肪酸生成も微妙に変化する。たとえば、攪拌は、低温では脂肪球膜物質の離脱を、脂肪の融点以上では均質化効果をともなう。さらに泡立ては界面における脂肪球膜物質の離脱ならびに変性をともなうと考えられる。LEHMANN⁴⁰)は、原料乳の遊離脂肪酸含量は0.4~0.6ミリ当量/lであるが、機械的処理による0.1~0.2ミリ当量/lの増加は避けられないとし、その程度であれば差支えないと述べている。原料乳は自然発生リポリシスだけでランシッドになることはないであろうが、これに誘導リポリシスが加わるとランシッドになるおそれがある。自然発生リポリシスを防ぐには消極的な手段しかないが、誘導リポリシスは、牛乳の取扱いを注意すること、すなわち、牛乳を丁寧に扱うこと、冷却後の温度変化を避けることによって最少限に留めることが出来る。搾乳後の処理とリポリシスの関係は、主として混合乳を対象として研究されているが、次の通りである。

冷却：KITCHEN & ASTON⁵³)は、速やかに冷却する方がリポリシスの程度が低いとしているが、斎藤・澤村⁵⁴)は逆の結果を得ている。すなわち、徐々に冷却したものは急冷したものに比べリポリシスの程度が低かった。また、搾乳後30℃に1時間保温した後のリポリシスは直ちに氷水浴で冷却した場合の66%にすぎず、加温時における増加を加えてもやや低かった。NIELSEN⁵⁵)は、1~3℃に冷却すると脂肪球の安定性が低下するので、細菌数の少ない牛乳を生産し、冷却は6~7℃に留めることを提案している。リポリシスの面からは興味ある意見であるが、乳質全体を考えるならば、細菌数の少ない牛乳であっても出来るだけ冷却する方が望ましい。

HOHEら⁵⁶)は牛乳中のリパーゼ活性分布の冷却

による変化を報告した。すなわち、乳腺細胞や脂肪球膜由来の fluff と呼ばれる画分が冷却後は超遠心により分離され、それは脂肪球膜やカゼインミセルと同程度の活性を示した。なお、冷却時の攪拌は fluff のリパーゼ活性に影響しなかったという。このように、冷却は、牛乳全体の構造に目に見えない影響を与えることもリポリシスに影響する。

温度処理：冷却した牛乳を加温し、再び冷却すると、その後のリポリシスが增大することは古くから知られ、Temperature activation と呼ばれる。均質化などに比べ、その効果はあまり大きくないと思われていたが、ランシッドにするに十分な効果がある^{54,57}。WANG & RANDOLPH⁵⁸ は、20、30℃加温と再冷却によるリパーゼ活性の移動を調べ、温度活性化は脂肪球膜に対するリパーゼの吸着によるとした。斎藤・澤村⁵⁴によれば、冷却した少量の牛乳を 50℃湯浴中に 1 分間保持 (43℃に上昇する) した後、直ちに氷水浴で冷却するとリポリシスは増加するが、個体によって差があり、本来高いリポリシスを示すものは増加の割合も大きい。しかし、それ以上長く加温するとリポリシスは激減し、5 分間ではリパーゼ活性は 2/3 に減少する程度であるが、リポリシスはみられなくなった。冷却した個乳を 15℃又は 20℃に 3 分間加温すると平均してリポリシスは対照のそれぞれ 2 倍、4 倍に達した。また、混合乳を種々の温度に 1.5 分保持したところ、搾乳後 3 時間冷却の場合は 30℃、15 時間冷却した場合は 25℃の加温が最も高いリポリシスを示した。以上のように、リポリシスは熱に弱い、30℃前後の比較的低い温度に短時間の加温によりリポリシスの程度が大きく増加する。最大のリポリシスを示す加温条件は、加熱方法によっても変るが、加熱処理前の冷蔵条件によっても影響される。

先に、冷蔵時間が長くなると遊離脂肪酸生成の割合は低下すると述べたが、そのような場合に加温処理をするとリポリシスは再び増大する。例えば、冷蔵開始時の牛乳が示すリポリシスに比較すると、4 時間後に 20℃3 分加温すると 2.2 倍になり、さらに 20 時間冷蔵後はリポリシスは 1.2 倍に減少しているが加温すると 18. 倍に上昇した。

攪拌・泡立て：搾乳から加工までの間において、牛乳の移動、処理に際し攪拌が行なわれ空気の混入による泡立ちをとまなう場合が多い。ポンプの使用は強力な攪拌であり過度の使用はリポリシスを増加させ^{59,60}、特に空気の混入がある場合に効果が大きい⁶¹。その効果は温度によりことなり、15℃と 30℃で大きく影響される⁶²。なお、リポリシスに影響する機械的効果には温度依存性の閾値があるという^{59,63}。乳脂肪の融点をさかいてして効果がことなるが、いずれにせよ脂肪球膜の損傷をとまない、リパーゼの作用を受けやすくする。乳脂肪の融点は 28~36℃とされているが、実際はもっと広い範囲で液状脂肪と固体脂肪が混合した状態になっている。しかも、冷蔵乳を加温した場合と、加熱後冷却した場合は、同じ温度でも液状脂肪と固体脂肪の割合に差がある。物理的処理とリポリシスの関係は、液状脂肪と固体脂肪の割合によって変化するといわれ、僅かな処理条件の違いがリポリシスに大きく影響するのも当然である。DEETH & FITZ-GERALD⁶⁴によれば、ミキサーや遠心ポンプ (空気混入) は 5~20℃の間では 15℃で最大のリポリシスを示した。攪拌前に 2~4 時間冷蔵すると攪拌後のリポリシスは増大し、特に本来リポリシスの程度が高い牛乳では著しかった。なお、攪拌後は 30℃よりも 5℃に保存する方がリポリシスの程度は高かったという。また、10℃以下で攪拌するとクリームへのリパーゼの移行が明らかであった。なお、彼等は、脂肪損傷の程度を測定する古典的方法 (遊離脂肪酸の生成、脱脂部の脂肪率の測定など) はリポリシスの起りやすさを推定するには不適当であるとしている⁶⁵。攪拌効果が 15℃で大きいことは、BHAVADASAN ら⁶⁶も報告しているが、攪拌条件によってもことなるであろう。マグネチックスターラーにより低速で攪拌した結果を、加温だけの場合や窒素通気による泡立ての場合と比較すると (図 1)⁵⁴、攪拌の影響が最も大きいのは 20℃であった。一方、泡立ては加温、攪拌の効果が少ない 30℃で最大の影響を与えた。このような物理的処理によるリポリシスの増大は、十分に冷却した牛乳では見られるが、搾乳後 5℃に冷却後直ちに処理した場合は認められず、むしろ加温によ

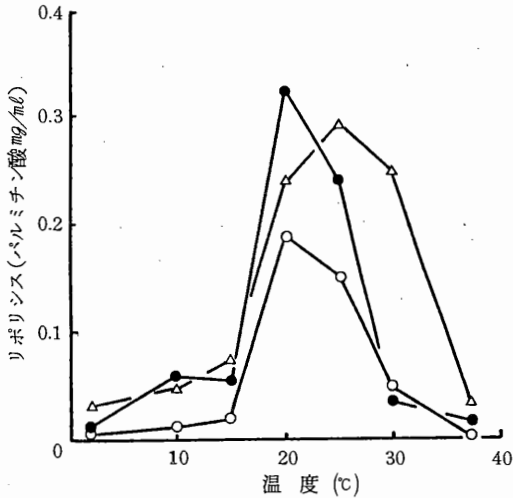


図2. 混合乳の加温、攪拌、泡立てによるリポリスの変化と温度の関係

○加温、●加温と攪拌、△加温と泡立て

リポリスは若干低下した。

凍結：氷の結晶の生成は脂肪球の損傷をとまなうためと思われるが、パルクローラにおける部分的凍結によりランシッドになった例がある。また、凍結乳はその後の冷蔵時におけるリポリスが増大するという⁶⁷⁾。しかし、凍結条件、特に凍結の速度と温度にもよると思われるが、牛乳全体が凍結した場合はリポリスが低下する。-18°Cの冷凍庫に17時間保存した後に解凍した牛乳は、同じ時間冷蔵したものに比べ、その後のリポリスは64%にすぎなかった。しかし、25°C3分の加温により、冷蔵試料を加温処理した場合と同じ程度のリポリスを示すようになった。

5. 低温菌によるリポリス

牛乳本来のリパーゼは不安定で冷蔵中に活性が低下する。一方、牛乳中に多かれ少なかれ存在する低温菌(7°C以下で増殖出来る細菌)は冷蔵期間が長くなると増殖するが、その際にリパーゼを生産するものが多い。冷蔵条件がよくなり、搾乳から加工までの時間が長くなると、低温菌の多い牛乳の場合はその増殖によるリポリスが起る場合がある。細菌性リパーゼは耐熱性が高いから^{68,69,70)}殺菌乳におけるランシッドの原因となる。特にL

L牛乳の場合に問題になる。

スコットランドの工場受入乳について調査した結果では⁷¹⁾、ランシッド乳はなかったが、それを6°Cで48時間保存したところリポリスの程度は低温菌数と有意の相関を示し、25%はランシッド検出限界を越えたという。笹野ら⁷²⁾はパルクローラ乳の低温菌と遊離脂肪酸含量を測定したが、いずれも定期的に攪拌した方が静置した場合よりもやや高い値を示した。MOTTAR⁷³⁾によると、UHT乳には原料乳のリパーゼ活性の8.4%が残存し、総菌数の約10%を占める脂肪分解性低温菌数と高い相関を示した。DRIESSEN⁷⁴⁾は、代表的な低温菌である*Pseudomonas fluorescens*のリパーゼはUHT乳中でリポリスを示し、特に保存温度が高い場合に著しいと述べている。

ANDERSONら⁷⁵⁾は、*P. fluorescens*の無細胞抽出液を加えてUHT乳(138°C、3秒)を製造し、加えたりパーゼ活性の50%が残存し、8°C保存によるランシッドおよび酸化臭の生成を認めた。*P. fluorescens*の発育適温は20°Cであるが8°Cで培地中に放出されるリパーゼが最大であり⁷⁶⁾培養温度を25°Cから0°Cに下げるとリパーゼが増大した⁷⁷⁾。脂肪分解菌のスクリーニング用の培地では脂肪分解を示さない低温菌でも牛乳中ではリポリスを起す場合があるという⁷⁸⁾。DRIESSEN & STADHOUDERS⁷⁹⁾は原料乳の冷蔵時間が長くなる場合は64°C10秒の加熱により脂肪分解菌の大部分を死滅させることを勧めている。なお、低温菌とそのリパーゼについては多くの総説^{80,81,82)}が発表されているが、特にSTEAD⁸²⁾の総説が詳しい。

6. 牛乳処理技術の発展とランシッド

搾乳および牛乳加工の分野で新しい技術が導入された時にはランシッドの問題が付きまとった。その例のいくつかを説明する。

パイプラインミルク：開発当初のパイプラインミルクはリパーゼに関する配慮に欠けていた。すなわち、脂肪球の損傷を出来るだけ防ぐようには設計されていなかった。搾乳直後は脂肪が液状であり、空気の取り込みやパイプ内を牛乳が円滑に流れないために起る攪拌作用や泡立てにより脂

肪球が均質化効果を受けリパーゼが作用するようになりランシッドを誘発した。PILLAYら²⁵⁾はバルククーラーから採取した試料のADVを測定し種々の搾乳システムとリポリシスの関係を調査したが、バケット型ミルカーを用い輸送缶でバルククーラーに運ぶ方式にくらべ、ミルクングパーラーの場合は、計量ジャーを通すと搾乳直後も冷蔵後もADVは2倍であった。また、計量ジャーのない場合は1.4倍であった。

パイプラインミルカーでは、空気漏れを防ぎ牛乳が流れやすいように設計するとランシッドを防止出来ることが判明したので、立上り配管をなくする、パイプを太くする、パイプへの流入口の位置を高くする、クローに真空遮断弁をつけ空気の吸込みを防ぐ、空気と牛乳の流れを別にする、などの対策が立てられた。真空度の調整によるリポリシスの低下も報告されている^{52,83)}。牛乳を送るための真空度を下げるとリポリシスが半減したという⁵²⁾。低位置配管搾乳設備(low level pipeline milking system)の開発はパイプラインミルカーによるランシッドを防ぐために非常に有効であった⁴¹⁾。笹野ら⁸⁴⁾は、低位置配管方式によれば、従来の配管方式にくらべ、クローからの空気流入量が少なく、牛乳中の遊離脂肪酸含量も低いことを示した。ALFNES⁸⁵⁾は、従来のパイプラインミルカーでも設計と維持管理の改善によりランシッドの問題を減少させ得ると述べている。

バルククーラー：パイプラインミルカーとバルククーラーの組合せ、あるいはバルククーラーだけの導入によってもランシッドが発生しやすくなると云われたが、それは必ずしも正しくない。

JANZEN⁸⁶⁾は、17酪農場で、輸送缶を使用し毎日集乳した場合と、バルククーラーを用いた隔日集乳の場合のADVを比較している。バケット型ミルカーを使用した12酪農場では輸送缶の時は平均0.62、バルククーラーに切替えた後も0.60であったが、パイプラインミルカー使用の5農場では、それぞれ、0.61、1.01であった。バルククーラーに切替えた後にADVが高い酪農場があり、バルククーラー入口のパイプを底の近くまで延長する、攪拌羽根が完全に牛乳中に没してから回転させる、パイプラインの継手を締め、パイプ

ラインに入るコックの位置をパイプの中心より上に移すこと、により改善された。バルククーラーでは連続攪拌も、サーモスタットを用いて断続的に攪拌しても、リポリシスには差がなかったという⁸⁷⁾。前述の温度活性化を考えると、バルククーラー中で冷却してある夕乳に朝乳を加える場合は乳温の上昇を最少限にする必要があり、冷却装置を通して加える方式が望ましい。集乳時にポンプを使用する際に、空気の混入、空転による脂肪球の損傷がないように注意する。さらに低温菌の汚染、増殖を防ぐことの重要性はいうまでもない。集乳費の節減を図るなどのために農場における冷蔵期間が長くなる場合、73.9℃10秒の準殺菌がリパーゼ活性の99%を失活させ⁸⁸⁾、あるいはリポリシスを防ぎ⁸⁹⁾、低温菌を減少させる効果が大きい^{88,89)}という。加熱によるリポリシスの阻止はリパーゼを失活させるよりも容易である⁵⁴⁾から、農場における加熱処理は有効である。しかし、わが国の場合には実用的ではないだろう。

市乳：均質化乳は脂肪球がリパーゼを最も受けやすい状態になっているから、均質化前にリパーゼが失活する温度に達していなければならない。この理解が不十分なために、牛乳の均質化が初めておこなわれた頃はランシッドに関する苦情が多く、それがリパーゼの研究を促進させたともいえる。さらに、鉄塩などを添加するとリパーゼの耐熱性が増大するので、ミネラル添加の場合もランシッドが問題になった。近代的な市乳製造工程においては、ランシッドを誘発する危険はない筈であるが、市販乳のADVを測定するとランシッドの閾値に達しているものがある^{90,91)}。原料乳の長期冷蔵、脂肪率調整時における加温と遠心処理、殺菌均質化済みの残乳を原料乳に戻す、などの原因が考えられる。ニューヨーク市における調査⁹¹⁾によれば、敏感な人にはランシッドと感じられるADVが1以上の市乳は、工場では22.8%、販売店では56.4%(ADV平均1.1)、販売限度日のものでは91.6%(ADV平均1.7)であり、牛乳消費量の低下はランシッドのためであるという。BIALLAS⁹²⁾も、市乳の消費の減少は機械化された搾乳、加工処理における過失によるリポリシスの増加と密接に関連していると述べている。ランシッ

ドは検出しやすい異常臭とされているが、日本人は食習慣の違いのためかランシッドをあまり気にしないように思われ、ADVの高い市乳であっても風味に関する苦情は表面化していないようである。

LL牛乳を室温に長期保存した場合に起りやすい欠陥はリポリシスとゲル化であるという。原料乳の冷蔵中に低温菌が増加すると、それによって作られたリパーゼの一部は滅菌後も残存しLL牛乳の長期保存中に風味の劣化を起すといわれる⁹³⁾。保存期間が長いので、通常のリパーゼ活性測定法では検出されない程度の低い活性でも遊離脂肪酸の増加がみられるのであろう。市販のLL牛乳について保存試験を試みたところ、室温では3カ月保存しても遊離脂肪酸の明らかな増加はないが、37℃では増加が認められた⁹⁰⁾。また、24℃8ヶ月の保存でもリポリシスが認められなかったという⁹⁴⁾。要するに、保証期間内での室温保存であればリポリシスはないといえよう。

7. むすび

遊離脂肪酸は牛乳らしい風味を与える成分のひとつであり、牛乳脂肪を加水分解させたものを加えて加工用乳製品の風味を強化する試みもある程であるが、原料乳についていえば、遊離脂肪酸の増加は風味の低下、異常臭の発生につながるの、リポリシスを防がなければならない。リポリシスを増大させる要因は多く、工場受入後もリポリシスが進む可能性があるから、種々の条件がかさなり、原料乳、あるいは乳製品がランシッドになる危険性は大きい。特に冷蔵期間が長くなると低温菌の作用も加わるので油断出来ない。リポリシスが低いというのは、牛乳が丁寧に取扱われたことを意味し、さらに、飼料が十分であるとか、潜在性乳房炎牛が少ないなど、飼養管理が適切であること、ならびに搾乳施設の整備、調整が完全である証拠といえよう。リポリシス自体は、衛生上問題になることではないが、牛乳の生命である風味に直接関与するから、原料乳質を判定する上で重視すべきである。さらに、原料乳がランシッドになると脂肪率の測定結果にも影響する場合がある。ゲルベル法やレーゼゴットリーブ法に対するは影

響はわずかであるが、ミルコテスターを使用する場合は1ADVの増加により測定値は0.031%低くなるという⁹⁵⁾。

リポリシス、ランシッド、あるいはリパーゼに関する研究は半世紀以上にわたって続けられ、不明の点も多いが、少なくとも原料乳のリポリシスを最少限にとどめランシッドを防止するために必要な知識は十分に蓄積されている。その知識の普及、活用を図り、風味のよい牛乳を生産するための努力の一部としたい。

文 献

- 1) SHIPE, W. F., R. BASSETTE, D. D. DEANE, W. L. DUNKLEY, E. G. HAMMOND, W. J. HARPER, D. H. KLEYN, M. E. MORGAN, J. H. NELSON and R. H. SCANLAN, *J. Dairy Sci.*, 61:855-869. 1978.
- 2) 日本国際酪農連盟, 第67回国際年次会報告, 資料54号, B69-73. 1983.
- 3) FLYNN, A. and P. A. FOX, Jr. *J. Food Sci. Tech.*, 4:173-176. 1980.
- 4) DOWNEY, W. K., *Proc. Lipolysis Sympo.*, IDF Doc 86:80-89. 1975.
- 5) 日本国際酪農連盟, 第63回国際酪農連盟年次会議報告, 資料39号, A3-89. 1979.
- 6) DEETH, H. C. and C. H. FITZ-GERALD: *Developments in Dairy Chemistry-2* (P. F. FOX, ed.) 195-239. Applied Science Publishers. London. 1983.
- 7) CHILLIARD, Y. and G. LAMBERT, *Lait*, 64:544-578. 1984.
- 8) 斎藤善一, 酪農科学の研究, 16:A1-13. 1967.
- 9) 斎藤善一, 日畜会報, 48:299-307. 1977.
- 10) 斎藤善一, 乳技協資料, 32:2-12. 1982.
- 11) SHIMIZU, M., J. MIYAJI and K. YAMAUCHI, *Agric. Biol. Chem.*, 46:795-799. 1982.
- 12) SUNDHEIM, G. and G. BENGTSO-OLIVECRONA, *J. Dairy Sci.*, 68:589-593. 1985.
- 13) CASTBERG, H. B. and P. SOLBERG, *Meieriposten*, 63(51/52) 961-975. 1974.
- 14) CASE, R. A., R. L. BRADLEY, JR. and R. R. WILLIAMS, *Standard Methods for the Examination of Dairy Products 15th ed.* (G. H. RICHARDSON, ed.) 327-404. 1985.
- 15) PILLAY, V. T., A. N. MYHR and J. I. GRAY, *J. Dairy Sci.*, 63:1213-1218. 1980.
- 16) ANDERSON, M., *J. Dairy Technol.*, 36:3-7. 1983.
- 17) KUZDZAL-SAVOIE, S., *Proc. Lipolysis Sympo.*, IDF Doc. 86:165-170. 1975.
- 18) BRÄTHEN, G., *Meieriposten*, 69:345-352. 1980.
- 19) SUHREN, G., *Molkerei-Zeitung, Welt der Milch*, 39:753-756. 1985.
- 20) SENYK, G. F., S. C. MURPHY, D. M. BARBANO and W. F. SHIPE, *J. Dairy Sci.*, 68, Suppl. 1:73. 1985.
- 21) SHIPE, W. F., G. F. SENYK, R. A. LEDFORD, D. K. BANDLER and E. T. WOLFF, *J. Dairy Sci.*, 63, Suppl. 1:43. 1980.
- 22) DEETH, H. C. and FITZ-GERALD, *Aust. J. Dairy Technol.*, 31:53-64. 1976.
- 23) HEMINGWAY, E. B., G. H. SMITH and J. A. F. ROOK, *J. Soc. Dairy Technol.*, 23:44-48. 1970.
- 24) WINTER, R., K. PABST, D. ORDOLFF and H. O. GRAVERT, *Kiel. Milch-wirtschaft. Forschungsber.*, 33:221-226. 1981.
- 25) PILLAY, V. T., A. N. MYHR, J. I. GRAY and D. ABIGGS, *J. Dairy Sci.*, 63:1219-1223. 1980.
- 26) JELLEMA, A. and C. SCHIPPER, *Proc. Lipolysis Sympo.*, IDF Doc. 86:2-6. 1975.
- 27) SAITO, Z., *Research in Food Science Vol. 5* (J. V. MCLOUGHLIN and B. M. MCKENNA eds.) 273-283. Boole Press. Dublin. 1984.
- 28) SHIPENS, P., *Meieriposten*, 71:180-181. 1982.

- 29) SAITO, Z., Proc. 5th World Conf. Anim. Prod., 647-648. 1983.
- 30) SUHREN, G., J. HAMANN, W. HEESCHEN and A. TOLLE, *Milchwissenschaft*, 36:150-153. 1981.
- 31) MURPHY, J. J., J. F. CONNOLLY and D. R. HEADON, Ir. J. Food Sci. Technol., 3:131-149. 1979.
- 32) JELLEMA, A., *Milchwissenschaft*, 41:553-558. 1986.
- 33) THOMAS, W. R. and W. J. HARPER, *J. Dairy Sci.*, 38:315-316. 1955.
- 34) LUHTALA, A. and M. ANTLLA, *Fette Seifen Austringmittel*, 70:280-288. 1968.
- 35) ASTRUP, H. N., *Meieriposten*, 69:122-124. 1980.
- 36) ASTRUP, H. N., L. BAEVRE, L. VIK-MO and A. EKERN, *J. Dairy Res.*, 47:287-294. 1980.
- 37) CONNOLLY, J. F., XX Int. Dairy Congr. Paris, IDF Doc. 62:32pp. 1978.
- 38) ASTRUP, H. N., L. VIK-MO, O. SKRØVSETH and A. EKERN, *Milchwissenschaft*, 35:1-4. 1980.
- 39) ASTRUP, H. N., *Meieriposten*, 73:282. 1984.
- 40) LEHMANN H., *Deutsche Milchwirtschaft*, 33:172-174. 1982.
- 41) BROUWER, J., *Zuivelzucht*, 73:714-715. 1981.
- 42) AZZARA, C. D. and P. S. DIMICK, *J. Dairy Sci.*, 68:1804-1812. 1985.
- 43) AZZARA, C. D. and P. S. DIMICK, *J. Dairy Sci.*, 68:3171-3175. 1985.
- 44) ANDERSON, M. and E. C. NEEDS, *J. Dairy Res.*, 50:309-319. 1983.
- 45) SUNDHEIM, G., T. -L. ZIMMER and H. N. ASTRUP, *J. Dairy Sci.*, 66:400-406. 1983.
- 46) VITKOV, M., I. AYAROV, R. PESHEVA and T. DIMITROV, *Dairy Sci. Abst.*, 45:935. 1983.
- 47) TALLAMY, P. T. and H. E. RANDOLPH, *J. Dairy Sci.*, 52:1569-1572. 1969.
- 48) RANDOLPH, E. E. and R. E. EDWIN, *J. Dairy Sci.*, 57:863-865. 1974.
- 49) JELLEMA, A., *Neth. Milk Dairy J.*, 29:145-152. 1975.
- 50) JURCZAK, M. E. and A. SCIUBISZ, *Milchwissenschaft*, 36:217-219. 1981.
- 51) AHRNÉ, L. and L. BJÖRCK, *J. Dairy Res.*, 52:55-64. 1985.
- 52) NEEDS, E. C., M. ANDERSON and S. V. MORANT, *J. Dairy Res.*, 53:203-210. 1986.
- 53) KITCHEN, B. J. and J. W. ASTON, *Aust. J. Dairy Technol.*, 25:10-13. 1970.
- 54) 斎藤善一・澤村 浩, *日畜東北支部会報* 34:10-12. 1984.
- 55) NIELSEN, J. V., *Nordisk Mejeriindustri*, 5:9-12, 20. 1978.
- 56) HOHE, K. A., P. S. DIMICK and A. KILARA, *J. Dairy Sci.*, 68:1067-1073. 1985.
- 57) ASTRUP, H. N. *Meieriposten*, 73:282. 1984.
- 58) WANG, L. and H. E. RANDOLPH, *J. Dairy Sci.*, 61:874-880. 1978.
- 59) HIESSERICH, D. and H. REUTER, *Milchwissenschaft*, 40:530-532. 1985.
- 60) ESCOBAR, G. J. and R. L. BRADLEY, JR., *J. Dairy Sci.*, 68 Suppl. 1:61. 1985.
- 61) HICKS, C. L., A. PURBA and J. ÓLEARY, *J. Dairy Sci.*, 67 Suppl.

- 1:76. 1984.
- 62) HIESSERICH, D. and H. REUTER, *Milchwissenschaft*, 40:464-466. 1985.
- 63) HIESSERICH, D. and H. REUTER, *Milchwissenschaft*, 39:333-335. 1984.
- 64) DEETH, H. C. and C. H. FITZ-GERALD, *J. Dairy Res.*, 44:569-583. 1977.
- 65) DEETH, H. C. and C. H. FITZ-GERALD, *J. Dairy Res.*, 45:373-380. 1978.
- 66) BHAVADASAN, M. K., M. J. ABRAHAM and N. C. GANGULI, *J. Dairy Sci.*, 65:1692-1695. 1982.
- 67) FORMAN, L., *Dairy Sci. Abst.*, 47:51. 1985.
- 68) GRIFFITHS, M. W., J. D. PHILLIPS and D. D. MUIR, *J. Appl. Bact.*, 50:289-303. 1981.
- 69) ANDERSON, R. E., C. B. HEDLUND and U. JONSSON, *J. Dairy Sci.*, 62:361-367. 1979.
- 70) ADAMS, D. M. and T. G. BRAWLEY, *J. Dairy Sci.*, 64:1951-1957. 1981.
- 71) MUIR, D. D., M. E. KELLY, J. D. PHILLIPS and A. G. WILSON, *J. Soc. Dairy Tech.*, 31:137-144. 1978.
- 72) 笹野 貢・熊野康隆・岡田迪徳・長南隆夫, *酪農科学・食品の研究*, 32:A135-138. 1983.
- 73) MOTTAR, J., *Milchwissenschaft*, 36:87-91. 1981.
- 74) DRIESSEN, F. M., *NIZO-Verlagen*, V236:157pp. 1983.
- 75) ANDERSON, R. E., G. DANIELSSON, C. B. HEDLUND and S. G. SVENSSON, *J. Dairy Sci.*, 64:375-379. 1981.
- 76) ANDERSON, R. E., *Applied and Environmental Microbiol.*, 39:36-40. 1980.
- 77) BUCKY, A. R., HAYES, P. R. and D. S. ROBINSON, *Food Microbiology*, 3:37-44. 1986.
- 78) JUVEN, B. J., S. GORDIN, I. ROSENTHAL and A. LAUFER, *J. Dairy Sci.*, 64:1781-1784. 1981.
- 79) DRIESSEN, F. M. and J. STADHOU-DERS, *Zuivelzucht*, 70:1080-1082. 1978.
- 80) COUSIN, M. A., *J. Food Protection*, 45:172-207. 1982.
- 81) 三河勝彦, *乳技協資料*, 34:1-16. 1984.
- 82) STEAD, D., *J. Dairy Res.*, 53:481-505. 1986.
- 83) LALOUX, J., *Dairy Sci. Abst.*, 46:909. 1984.
- 84) 笹野 貢・岡田迪徳・長南隆夫, *昭和55年度北海道酪農検査所事業成績報告書*:47-53. 1981.
- 85) ALFNES, T., *Meieriposten*, 72:74-79. 102-103. 1983.
- 86) JANZEN, J. J., *South Carolina Agr. Exp. Sta. Circular*, 139:1-9. 1964.
- 87) BAKKE, H., *Meieriposten*, 71:212. 1982.
- 88) SENYK, G. F., R. R. ZALL and W. F. SHIPE, *J. Food Protection*, 45:513-515, 518. 1982.
- 89) ZALL, R. R. and J. CHEN, *J. Dairy Sci.*, 64:1540-1544. 1981.
- 90) 齋藤善一, *日畜東北支部会報*, 35:27-29. 1985.
- 91) BANDLER, D. K., *Dairy and Food Sanitation*, 2:312-315. 1982.
- 92) BIALLAS, E., *Molkerei-Zeitung, Welt der Milch*, 35:1086-1088. 1981.
- 93) RENNER, E. and R. SCHMIDT, *UHT 乳論文集 (IDF Doc 133:1981 邦訳)*

60-80. 日本国際酪農連盟. 東京. 1984.

94) HANSEN, A. P. and G. F. SENYK,
J. Dairy Sci., 69, Suppl. 1:55.
1986.

95) GRAPPIN R. and R. JEUNET,
J. Dairy Sci., 64, Suppl. 1:41.
1981.

中小家畜ふん尿の処理・利用について

道立滝川畜産試験場 滝 沢 寛 禎

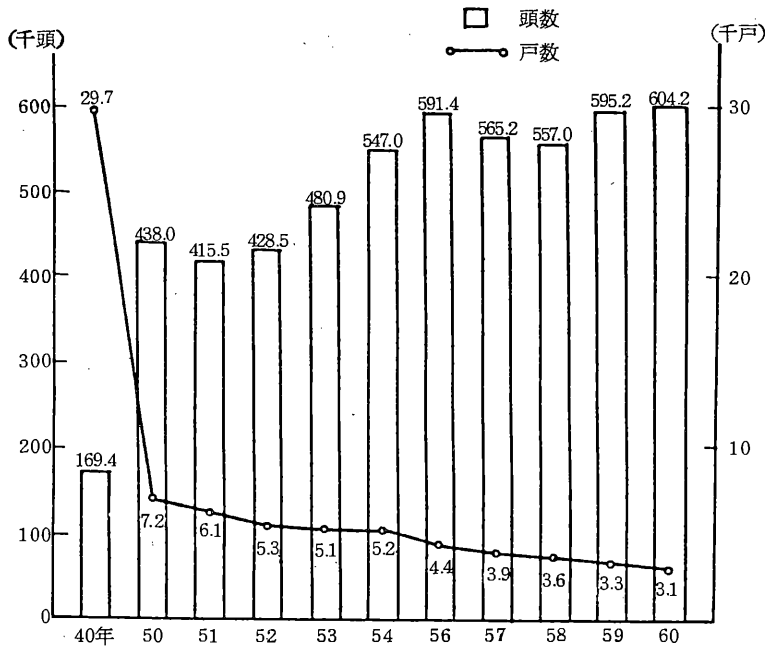


図1. 豚の飼養動向 (農水省畜産統計)

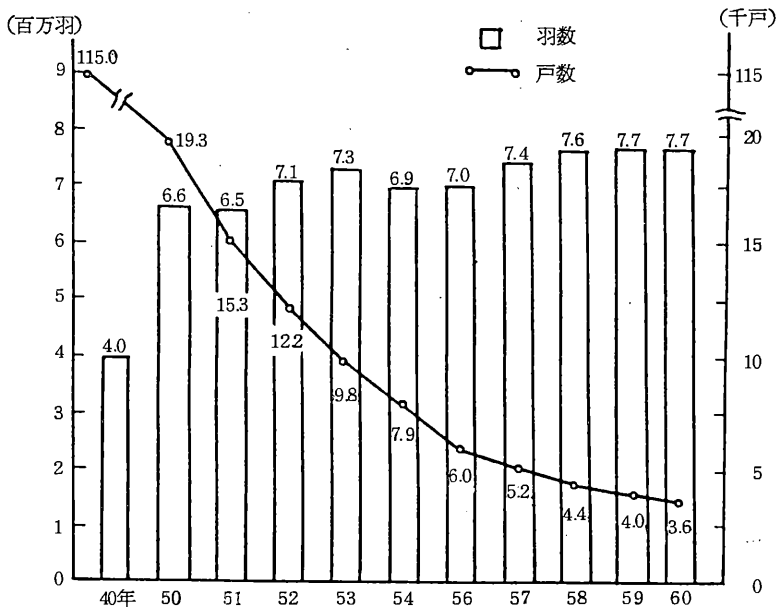


図2. 採卵鶏の飼養動向

道内の中小家畜飼養頭数は、図1・2に示したとおり、豚では56年以降、鶏では52年以降、ほぼ横ばいの状況が続いている。双方とも飼養戸数は着実に減少しているところから、1戸当りの繫養頭数は依然として増加の傾向にある¹⁾。

一方、道内で流通している飼料は、昭和60年205万トン、このうち約70万トン(34.2%)が養豚、養鶏用に利用され、これらが動物の腹を通して排泄されるわけであるが、1戸当りの頭羽数増に伴って、ごく限られた地域にふん尿が集積することになる。しかも養豚経営の一部を除いて、土地利用型畜産の成立がきわめて困難な状況に鑑み、排泄物の処理・利用に関する研究開発はきわめて重要で、1960年代後半から70年代初頭にかけて、処理・利用(肥料・飼料としての再利用)、73年の第一次オイルショック以降、これに加えて、エネルギーとしての利用法の開発等、現在に

至るまで、数多くの研究成果が報告されている。

1. 豚ふん尿、鶏ふんの処理法

各家畜別のふん尿処理状況は表1のとおりで、豚ふんは、尿や処理汚水の関係で液肥利用が32%を占め、鶏ふんの場合は、流通体系が古くから

最近は、世界的なエネルギー事情や、通貨の関係で、原油価格は安価で安定しているが、中長期的観点からみると、それ自体 Hot Manure と言われるごとく、エネルギーを保持しているものであるから、発酵処理（堆肥化）は、今後ともふん尿処理の重要な一手段であると考えられる。

表1. 家畜ふん尿の処理状況

(単位：戸，%)

畜種	処理区分	乳用牛	肉用牛	豚	採卵鶏	ブロイラー
実数	発酵	51,720	142,600	15,713	1,169	230
	火力乾燥		290	129	970	258
	天日乾燥	2,919	3,890	5,551	11,027	1,030
	焼却			318	116	632
	液肥	61,960		31,377		
	浄化	1,468	980			
	その他	37,700	33,200	12,624		
構成比	未処理		70,000	34,005	4,294	3,847
	計	155,767	250,960	98,717	17,576	5,997
	発酵	33.2	56.8	15.9	6.7	3.8
	火力乾燥		0.1	0.1	5.5	4.3
	天日乾燥	1.9	1.6	5.7	62.7	17.2
	焼却			0.3	0.7	10.5
	液肥	39.8		31.8		
調査年月日	浄化	0.9	0.4			
	その他	24.2	13.2	11.8		
	未処理		27.9	34.4	24.4	64.2
	計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	59. 2. 1		56. 2. 1		57. 2. 1	

資料：統計情報部「畜産統計」

- (注) 1. 乳用牛のその他には未処理も含む。
2. 豚の液肥以外はふんの処理状況である。

確立されているため、圧倒的に乾燥処理が多い。ただ鶏ふんの場合、火力乾燥では特有の臭気が抜けないこと、エネルギー経費節減等のため、ある程度発酵過程を伴った前処理をして、水分30～40%のものを乾燥処理する方法もとられている。ブロイラーふん未処理64.2%は、鶏ふんボイラー用の燃料として自家利用されるものを含んでいるものと推察される。

(1) 豚ふん尿の発酵処理
鈴木²⁾は、ふん尿の堆肥化の条件として次の7項目をあげている。

- ① 汚物感がない。
- ② 取り扱いが容易なこと。
- ③ 水分が低いこと。
- ④ 病原菌、雑草の種子を含まないこと。
- ⑤ 貯蔵中の成分変化がないこと。
- ⑥ 悪臭・害虫の発生がないこと。
- ⑦ 熟成して成分が均一であること。

利用サイドでは、これらの条件が満たされることは好ましいことであるが、生産する家畜側、畜産農家サイドからは、良質の堆肥をいかに安価に供給できるか、ということになる。養豚経営では一般に、豚の性質を利用して、ふんと尿の分離が行われ³⁾、ふんは麦稈、オガクズ、パーク、モミガラ等と混合堆積されて堆肥化され、尿は汚水とともに貯

留されて畑に還元されるか、施設がない場合は流出し、水質汚濁をひきおこしている例もみられる。これを防止するため、発酵助剤として、オガクズ、パーク、粉碎モミガラ、麦稈等に吸着させ、発酵熱を利用して水分の蒸散をはかり、堆肥化によってふん尿の有効利用と、畜産公害の汚名返上の試験が、発酵助剤の節減も含めて行われている。

鳥山等⁴⁾は、豚ふん尿に、容積比で1：1の割

合でオガクズを混合、混合物の水分が60~65%とし、発酵装置を開発して一次堆積、二次堆積で堆肥化を行ったが、この場合、発酵処理済みの堆肥の一部を発酵槽に返送することにより、オガクズを $1/2$ に節減できたと報告している。

堆肥化をすすめる上で、水分と並んで重要なものが、好氣的条計をいかに保持するかということであるが、このための通風装置の開発、通気量、混合攪拌(切り返し)などについて、おもに物理関係で検討されている⁵⁾。この場合、混合物の水分が70%以上でも堆肥化が可能であると報告され、道内の養豚、養鶏場でも一部取り入れられている。発酵槽の下部に小さな穴をあけたエンビパイプを配管し、これに自動車用コンプレッサーで強制送風するものであるが、水分が多いと沈下してパイプがつまり、送風ができないというトラブルを見ている。加藤等⁶⁾は、強制通気によって助剤の節約が可能で、混合物の水分が65%を上廻っても、通気によって発酵分解を促進できるとしている。しかし、70%以上の水分では困難であると報告している。筆者等が鶏ふんで行った試験⁷⁾でも、通常の場合混合物の水分が60~65%で良好な結果が得られているので、通風方式の65~70%は妥当な水準と考えられる。

豚ふんは鶏ふんと異なり、市場で流通するケースが少ないが、豚ふん尿と助剤を混合し、通気性の良いポリエステル製の袋に充填堆積して、30日間で良質の堆肥が得られたという報告があるが⁸⁾、流通を考慮した場合、有効な手段である。

流通を本格的に考慮しなければならないか、もしくは、更に付加価値の高い素材へ転換(飼料等)しなければならないのが、堆肥製造装置(Compost Machine)によるふん尿の処理である。この種の機械については、いろいろな仕様のものが発売されている⁹⁾が、一定量のふん尿を投入し、定期的に一定量の発酵処理ふん尿を取り出す仕組みのものが多く、いわゆる、ふん尿の連続・急速堆肥化装置である。道内でも、一業者が同じような装置を開発し、滝川畜試場内に臨時的に設置して、展示を兼ねて運転した例があり、又他の業者が江別の養鶏場に試験用プラントを設置し、その試運転の状況を見聞したがいずれの場合も、装置その

ものが高価なこと、ランニングコスト(主に電気料)が高く、一般養豚、養鶏農家が導入し、これらが稼働しているという事例に接していない。

「家畜ふん尿のコンポストに関する研究」については、愛知県総合農業試験場が、1973年頃から研究に着手し、多くの成果を発表している^{10~15)}。筆者も1975年に同場を訪れ、ロータリーキルンの稼働状況を見たが、この場合も、発酵助剤としてオガクズ、モミガラを混合しており、一定の発酵が終了したものを、さらに発酵槽に充填して熟成堆肥化し、生産物の品質、肥料成分中最も重要なNの動向、堆積方法と腐熟の関係、生成中の微生物の動態等について詳細な検討が行われている。

養豚経営では、ふんばかりでなく、尿あるいは尿と雑用水の排出が特徴的で、この処理が大きな問題となっているケースが多い³⁾。そこで豚ふんの発酵熱を利用し、尿汚水を或程度処理しようという試みが、同場山川等¹³⁾によって行われている。

豚ふん、豚尿、モミガラの混合割合によって尿の処理量は変わってくるわけであるが、ふんと尿の容量化が2:1、3:1とモミガラ各5の場合、活発な発酵が継続し、水分蒸散量も多く、60日間に4回の切り返し、尿添加で、ふん100容に対し、113~129容の尿の処理が可能であったとしている。60日間の温度変化、積算温度からみると、豚ふん、尿、モミガラ、1:1:3の場合も良い結果を得ているが、積算蒸散率をみると、2:1の場合の半分に留まっている。

固液分離をしないで、尿汚水を麦稈、イナワラ、オガクズ、バーク等で吸着して堆肥場に堆積し、滲汁は貯留して散布機で農地に還元するオーソドックスな方法は、複合型の養豚経営、あるいは小規模の専業経営では問題が少ないが、都市近郊の養豚場や、規模の大きい一貫経営などでは、施設、機械に多額の投資が必要となる。そこで固・液を搾汁機を使って分離し、水分の少なくなった固は堆肥化し、液はメタン発酵でエネルギー源として利用しようという研究が、神奈川畜試本多等^{16~19)}らによって行われた。

1973年のオイルショックを契機として、エネルギー源の多様化が求められ、ふん尿のエネルギー

一転換による再利用の研究が、農畜産関係はもとより、一般エネルギー工業関係、応用微生物関係などでも取り上げられた。本道でも、大手企業が鶏ふん、豚ふん、肉牛ふんを素材としたメタンガス利用の研究開発が行われ、筆者も実験段階の装置をみる機会があったが、いまだに現場で稼働しているという報告を聞いていない。この場合、有機物負荷の調整に水を添加しているわけであるが、メタン抽出後の汚水の処理が別な問題として残るので、加水はそれだけ負担を多くする。この点神奈川畜試方式は、搾汁液を利用してメタンを回収し、残渣は水分が調整されて堆肥化が容易となる等合理的な方法である。

大手電機メーカーがこの方法に着目し、プラント化を図り、実用規模程度のもを滝川畜試場内に設置して、昭和62年度から共同研究が実施される運びとなっている。後述するように、積雪寒地での実用化には、残された問題があり、今後の試験成果が期待される。

(2) 鶏ふんの発酵処理

前述のとおり、鶏ふんは豚ふんと異なり、乾燥鶏ふんとしての歴史が古いため、乾燥処理されるものが70%を占めている。乾燥処理には次のような問題点がある。

① 鶏ふん中の水分は、75~78%⁷⁾であるが、夏期間には80%以上に達する場合があります、エネルギーの損耗が大きい。

② 強烈な悪臭を放散する。

③ 肥料成分、とくにNの損失が大きい。

④ エネルギー価格の変動によって、生産費が左右される。

このうち、②の悪臭公害が地域的に問題となるケースが多く、昭和54年、胆振管内厚真町から筆者が依頼をうけて、町関係者、農家と協議し解決を図ったのはその好例である。市街地のスプロール化により、古くから火力乾燥を行っている養鶏場の近くに学校、住宅が接近し、臭気対策に養鶏場の移転も含めて検討したが良策がなく、結局、鶏ふんの発酵処理と、これを利用する利用組合の設立によって落ち着いた。そしてこれを契機として、同町の土づくり運動が前進した。

1) 鶏ふんのみによる発酵処理

新鮮な鶏ふんは、前述のとおりHot Manureと言われる²⁰⁾。従って、物理性を改善してやると烈しい勢いで発酵するが、本道の場合、水分70~75%の鶏ふんを無処理で夏期間、長期に亘って堆積しても変化はおきない。しかし、府県の場合であるが、水分60%の生鶏ふんを5月に堆積し、20週目に水分が25%に低下、温度も64.9~26.2℃と変化した。さらに8月に実施した場合も同様の結果が得られた。ところが11月~2月に処理したものは発酵しなかった、という報告もある²¹⁾。

一方、三重県で筆者が見聞した事例であるが、発酵生成成分を3%飼料に添加して給与し、ケージ下に5カ月間自然堆積した鶏ふんは、下部から発酵乾燥する。これを通気性の良い袋に上下混合して充填、ハウス内に堆積しておく。一定の期間が経過すると、良質の発酵乾燥鶏ふんが調製でき、十数年間この方法で処理して全く問題はないという養鶏家の説明であった。

この場合、ケージのレベル以下に外壁はなく、通気が十分で、厳寒期でも極端に気温が低下しないことが条件のように推察された。

ハウスを利用した、ソーラー型の鶏ふん処理方式は、府県では古くから採用され、羽数によっては相当の敷地を要すること、鶏ふん搬入機器、攪拌機、ハウス、ピット等の設備に投資が必要であるが、ランニングコストが安価である⁹⁾。本道でも、十勝の大手養鶏場がこの方式を採用しているが、冬期間の太陽熱利用がむずかしい日本海側等では利用が困難であろう。

2) 補助資材を利用した発酵処理

1973年の第一次オイルショックで、エネルギー事情が極度に不安定になって、乾燥業者が鶏ふんの引取りを拒んだこと、当場の小羽数の試験鶏でも鶏ふんの処理に困難をきたしたことから、一般養鶏家からの要望が強かったこと等から、筆者等は補助資材を利用した鶏ふんの発酵処理試験を74年から開始した。

発酵補助資材(以下助材)は、利用面あるいは経費の面からみても、用いないか、少ない方がよいのであるが、冬期の5カ月、夏期間の水分が高くなる2カ月の、計7カ月は最小限の助材を用い

た方が処理が容易となる。助材として利用できるのは、稲作地帯のモミガラ、林産加工場が近隣にある場合はオガクズ、パーク、一部ゼオライト等も利用されている。筆者等はオガクズ、モミガラ、パークの単体、もしくはそれらの混合物を助材として試験を行った。結果を要約すると次のとおりである。

① 新鮮鶏ふんと助材の混合割合は、重量比で80:20もしくは85:15が適当であり、鶏ふんの割合が多いほど切り返し、攪拌等の頻度をたかめる必要がある。

② 助材の水分は少ない方が効果的で、単体でも処理が可能であるが、オガクズ、モミガラを混合して使用する方がよい。

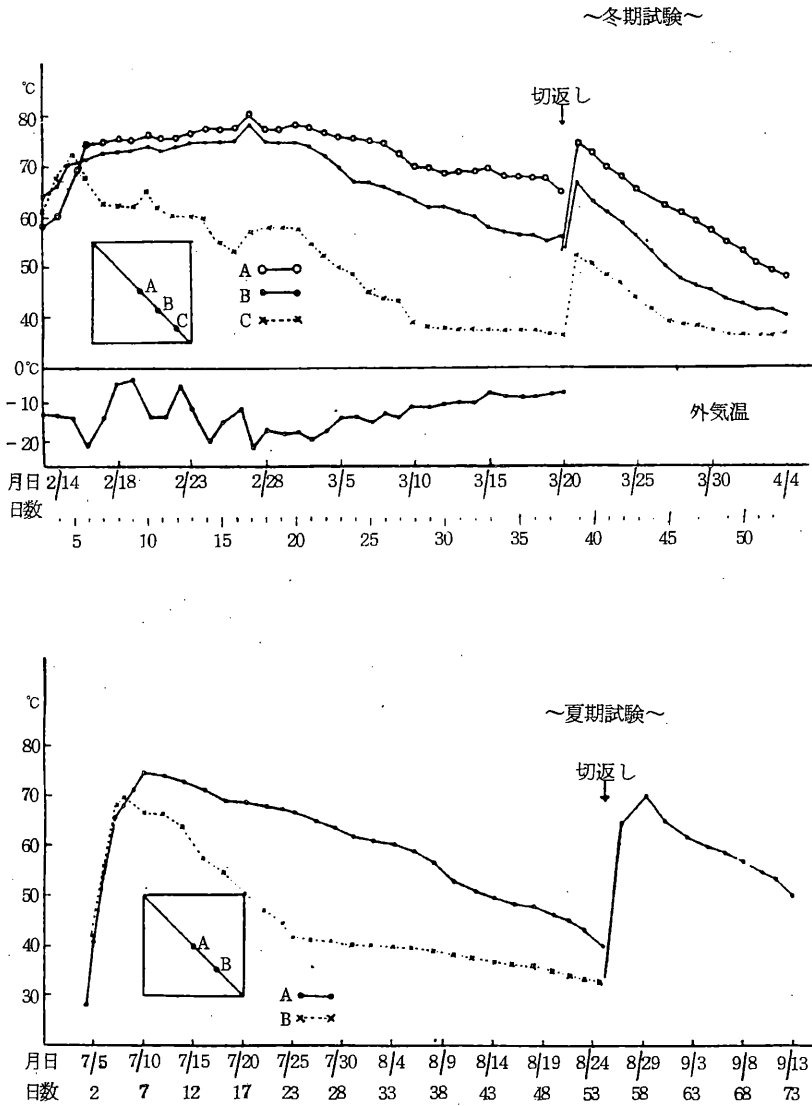


図3. 発酵中の温度変化 (A B Cは上部から見た測定位置を示す)

③ 発酵中の温度は、発酵槽の容量にもよるが、中心部の温度が60度以上、40日以上持続し、PHは9.0以上に達するが、経時的に低下し、8.5程度で安定する。

④ 鶏ふん中の肥料成分は、鶏の週令、飼料中の蛋白質含量等によって変化する。それによって発酵鶏ふんの成分も変化するが、生ふん中の

成分比がおよそN-P-K=80-100-100に対して、発酵処理後は、100-120-100と、利用上のバランスが良好となる。

⑤ 外気温が氷点下20度以下の条件でも、発酵には全く影響なく、表層に水分が結露のような状態で集積し、これに阻まれて、NH₃-Nもある程度揮散するが、表層水分に吸着される。

表2. 発酵処理鶏ふんの理化学性

区分	回収量 (kg)	回収率 (%)	1 m ³ の重量 (kg)	水分 (%)	pH	塩基性物質 (%)	T-N (%)	T-P ₂ O ₅ (%)	T-K ₂ O (%)	T-CaO (%)
冬期	663.0	63.8	253.6	51.0	8.55	0.177	(100) 2.13	(127) 2.71	(100) 2.13	(180) 3.84
夏期	458.9	44.2	234.3	45.0	7.82	0.220	(100) 1.69	(135) 2.41	(145) 2.59	(205) 3.67

⑥ 6~8月の鶏ふん中の水分が多く、さらに大気中の湿度も高く、給水管の結露水の混入がある時期は、外気温が高くても発酵が不良である。表層の露幕もなく、従ってNの含有率も低い。

⑦ 実験的な小規模枠で堆積した場合も、

10~20 m³程度の大枠で堆積しても発酵の程度、品質に差はないが、大規模の場合、堆積の高さによって、好気条件が変わってくるので、枠をふやして切り返し頻度を高める必要がある。(写真参照) 鶏ふんの発酵処理の場合も、豚ふんの場合と同様

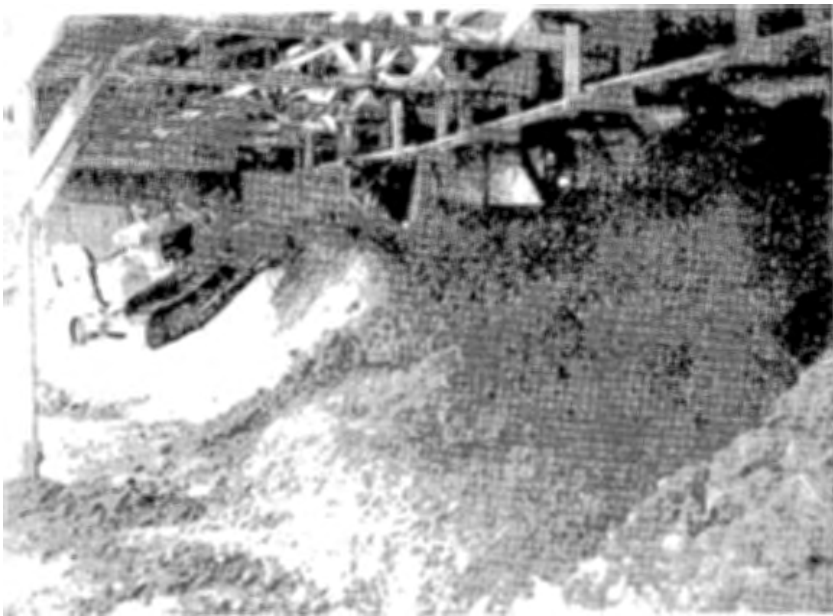


写真1. 滝川市 西谷養鶏場 鶏ふん処理場 一次発酵槽



写真2. 滝川市 西谷養鶏場 鶏ふん処理場 二次発酵槽

に、エアコンプレッサーで送風している例が道内でも散見されるが、この場合の堆積の高さ、送风量等については、豚ふん同様農業機械化研究所で試験を行っている²²⁾。

鶏ふんの発酵処理の場合、長い間放置したものは発酵がよくないことがある。このことについては、筆者も試験経過の中で確認しているが、小滝・小林等も、古い鶏ふんは新鮮ふんと比較して発酵温度が常に10度低く、水分の減少も少なかったと報告している²³⁾。

火力乾燥程でないが、発酵処理の場合も臭気が発生する。とくに切り返しや搬送の時に多く発生

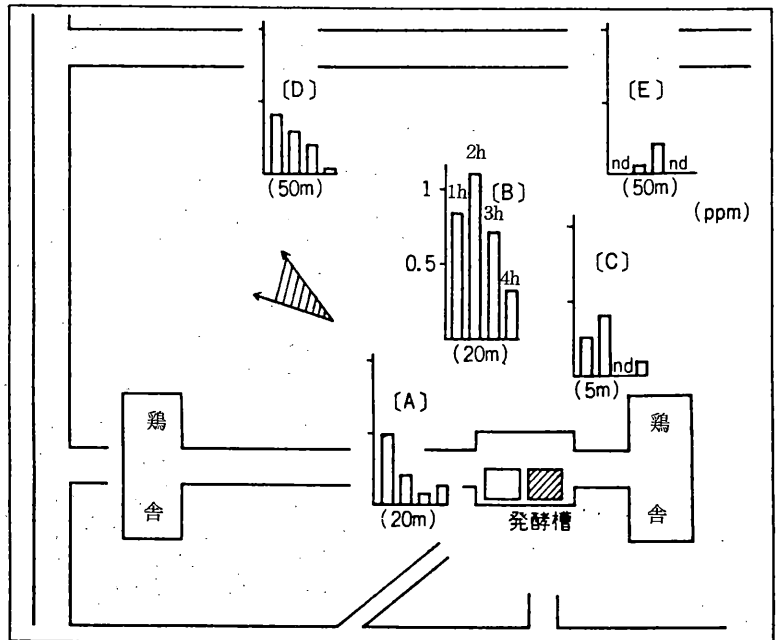


図4. 攪拌時に発生するアンモニアの、発酵槽からの距離と、大気中濃度の経時的変化

するが、これについて道立公害防止研究所と共同してガスの種類、発生量等について測定した。²⁴⁾ 悪臭防止法で定められているもののうち6物質、硫化水素 H_2S 、メチルメルカプタン CH_3SH 、硫化メチル $(\text{CH}_3)_2\text{S}$ 、二硫化メチル $(\text{CH}_3)_2\text{S}_2$ 、トリメチルアミン $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ とアンモニア HN_3 について測定した。その結果、鶏ふんの発酵に際して発生する臭気物質の大半はアンモニアであり、実用規模での、切返しや攪拌による拡散の範囲は20~50 mで、当场で調査した事例を図4に示した。前記厚真町の場合も、発酵方式に転換して以来、町民の苦情は皆無になったと報告を受けている。

2. 豚ふん、鶏ふんの利用

(1) 肥料としての利用

鶏ふんの発酵処理試験と並行して、75年から利用試験を開始した。これに先立って、内外の研究資料の収集につとめたが、家畜ふん尿、特に中小家畜ふん尿の利用に関するものは乏しく、「北海道畑作農業研究文献目録」²⁵⁾にもほとんど収録されていない。その後、主に農業試験場サイドから利用方法、利用上の問題点等について多くの成果が公表された。九州農試は、九州地区家畜ふん尿施用量基準案²⁶⁾を、牛ふん尿、豚ふん尿およびこれらのスラリー、そして乾燥鶏ふんについて、成分と、化学肥料と比較した利用率から算定して作成し、これに基づいて、大分県では各作物別に基準施用量を示している²⁷⁾。本道でもこのような基準を作成するための基礎試験を行う必要がある。豚ふんは、微量成分中の銅の含量が多いということはあるものの、肥料としての三要素は平均している。しかし、鶏ふんはN、Ca濃度が高く、いろいろな作物について適性、用量試験を行う必要がある。さらに、発酵助材としてのモミガラ、オガクズ等を重量比で15~20%使用しているので、これらの影響についても検討しなければならない。これらの点を考慮して発酵鶏ふんの施用試験を1975年から3カ年実施した²⁸⁾。

① 調製後6カ月の鶏ふんと、40日の未熟鶏ふんを施用して、4品種の菜豆で発芽試験を行ったところ、平均発芽率は完熟区92.3%、未熟区

80.0%、無処理区86.3%で、処理間に有意差はなかった。また施用量3水準で実施しても差はなかった。

② 調製後6カ月、2カ月、1カ月の鶏ふんを、木製枠(2.7 m^3)を並列に埋設して、ジャガイモ、タマネギに10 a当り1.2 tの割合で施用し、生育状況、収量を調査した。その結果、処理間に収量差、生育障害ともに差はなかった。ただジャガイモには、石灰過剰による、ソウカ病が発生した。(これについては後述)

助材を使用して発酵処理したふん尿の腐熟度については、木質物がフェノール、タンニン、精油等の生育阻害物質をもっていること、 C/N が20より高くても、必ずしもNの有機化がおこらず、ほ場残渣と異なり、Nの有機化、無機化の限界値とされる20は木質物にあてはまらない²⁹⁾など、判定基準は主に木質物に重点をおいている。窒素飢餓発生回避という点から、安全使用時期判定基準として、水不溶物(サンプルを2重の木綿袋に入れ、ほぼ濁りがとれるまでもみ洗った残渣)のT-Nが1%を越えることとし、この基準を満すためには、堆積後20週以降のものであったという報告がある³⁰⁾。

供試した発酵鶏ふんは、モミガラを50%使用しているので、10 a当り4 t使用したとしても、オガクズは300~400 kg程度である。熟度の判定試験、用量試験を通じて、窒素飢餓現象は一度も観察されず、むしろ過剰が懸念される程であった。オガクズふん尿混合物の発酵分解は、まず細菌によってふん尿由来成分の分解が始まり、その後糸状菌によってセンイ素の分解に移行する¹⁵⁾、また水田では、施用当年畜ふんに由来する部分が分解し、オガクズ由来の成分は翌年に活発化すると言われ¹⁴⁾、これを裏づけるように、本試験でも翌年の秋に無数の茸の発生をみるがあった。モミガラは珪酸が多く、物理的にも堅ろうにできているため、短期間で簡単に変化がおきことは考えられない。(写真参照、道立工試で撮影)

熟度判定の試験と並行して用量試験を実施した。Nのレスポンスの高いものとして水稲と菜豆を、多肥性の作物としてビート、パクサイ、タマネギ、ジャガイモを、残効性をみるため大豆を供試して

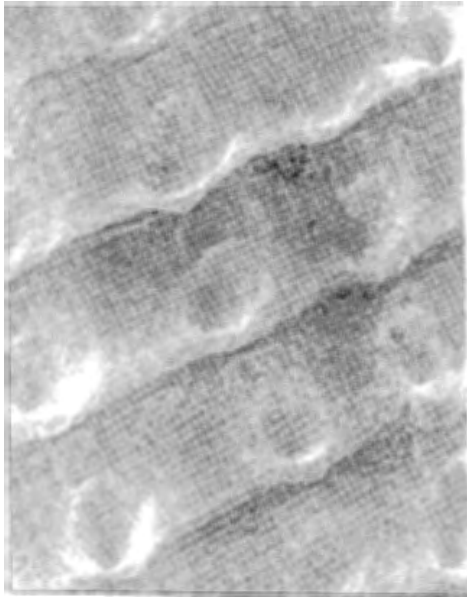


写真3. モミガラ表面の構造
未処理 ×450



写真4. 発酵処理後
×450

試験を行った。

① 水稲：冷害年と重なり、遅延型の障害を受けたため、鶏ふんの施用はこれを助長することとなった。地域、天候にもよるが、1.0～1.5 t/10a程度が妥当な施用量と考えられる。良質の発酵鶏ふんは、速効性のアンモニア態Nが多く、スターターとしての化学肥料も不要である。

② 菜豆：1.0 t以上2.0 t/10a程度施用できる。

③ ジャガイモ：前述のとおり、鶏ふんは石灰が多いため多用するとソウカ病が発生する。従って慣行堆肥と併用が好ましく、鶏ふんは1.0 t程度とする。S. Papanos等は、これを考慮して窒素必要量の40%を鶏ふんで補給することを提案しているが妥当な基準である³¹⁾。

④ ビート：乾物率、糖分含量から見て、2.0～4.0 t/10aが適当で、アルカリ性の発酵鶏ふんは、ビートの生育に適しており、 T_R 比が低いのが特徴である。

⑤ ハクサイ：4 t/10a以上施用できるが、多用すると軟腐病が多くなる。

⑥ タマネギ：S. Papanos等は、鶏ふんはタマネギに適合しないと、2年間で試験を打ち切っているが、鶏ふんを施用することによって、土壌中の有効態リン酸が増加するため、タマネギには最も適した肥料である。ただN濃度が高いと初期生育が阻害される³²⁾ため、秋処理を行うと安定的に高い収量が期待できる。この場合の施用量は3.0 t/10aとする。さらに春に施用する場合は1.0 t程度とし、春耕期の一括施用は行わない方がよい。

S. Papanos等は、ブロイラーの敷料を含む鶏ふんであるが、永年採草地、サイレージ用とうもろこし、ヒエ(Japanese millet)の他、ニンジン、レタス、カボチャ、キャベツ、トマト等の野菜まで、広範囲な用量試験を実施し、施用基準を決めている。

鶏は飼料として糟糠類の摂取量が多いため、NとならんでPの排泄量も多く、昔から鶏ふん即磷酸肥料と言われるゆえんである。PはNと異なり、化学的変化を受け難いから、発酵処理しても有機態、無機態のPを多量に含み、これが投入されることにより、土壌中の有効態リン酸は確実に増加す

るので、タマネギのようにP要求量の高い作物に
適した肥料である。(図5)

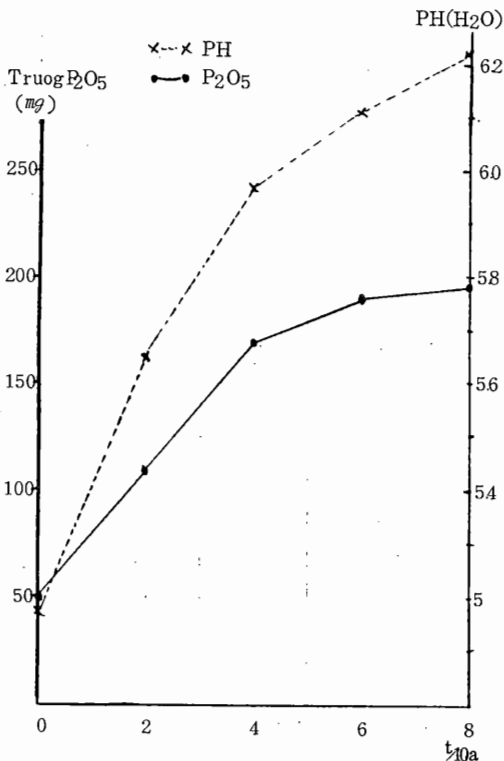


図5. 発酵鶏ふんの施用量と土壌の
PH、有効態リン酸 (mg/100g 乾土)

発酵豚ふん堆肥の利用についても近年多くの成
果が報告されている。河村・中村等³³⁾は慣行堆肥
・バーク堆肥との比較で検討しているが、鶏ふん
同様にT-N、T-P₂O₅が高く、多用した場合
に塩類高濃度障害が蔬菜で観察され、水稻では施
肥法、施用方法を配慮すれば5.0 t/10aを可能施用量
としている。これに反して、木質物の難分解性有
機物の影響を考慮して、水稻では0.5 t/10aと、
1/10量を限界としている報告³⁴⁾もあり、今後とも
地域的に研究の蓄積が必要と考えられる。

一方、豚ふん、鶏ふんはともに牛ふん尿と比べ
て、形態は異なるがT-Nの含量が多いため、牧
草・飼料作物中のNO₃-Nの増加について、とく

に生ふん、スラリーの連年施用の場合、家畜の中
毒が懸念される^{35,36)}。さらに近年、全く新しい知
見であるが、ふん尿、とくに鶏ふん、豚ふんの施
用によって、作物に寄生するセンチュウ類が抑圧
されるとか、病害が軽減されるという報告もある
^{37,38)}。

(2) 飼料としての再利用

家畜ふん尿は、肥料として農用地に還元するの
が最も自然な利用法であるが、未利用資源の有効
利用という観点と、エネルギーあるいは飼料事情
の変遷から、1970年代に入って、ふん尿を飼料
として再利用しようという動きが活発になった。
肥料としてのふん尿の利用は付加価値の低いもの
であるから、処理のための投資には限界があり、
豚1頭当たり7~8,000円という試算もある³⁹⁾(1974
年、常時500頭として)。しかし、飼料としての
利用が可能であれば付加価値は倍加するであろう。

道内でも、夕張管内で試みられたケースがあり、
筆者等も、白老町の養鶏場で実際に給与されてい
た、発酵鶏ふんをベースにした飼料を供試して、
採卵鶏による飼養試験を行い報告した⁴⁰⁾。供試飼
料と慣行飼料を、乾物比で3:7に混合給与し、
150日齢から500日齢について調査した。その
結果、生産性、鶏の状態など、対照区と全く差が
なく、試験区の鶏ふん中の水分が、対照区に比べ
て5%以上低く、鶏ふん処理には好都合であった。

国の内外を問わず鶏ふんが最も再利用の対象と
して多くの試験が行われているが、NPNの利用
性の高い反芻家畜によって鶏ふん中の豊富なNを
利用し、エネルギー、ビタミン等を単胃の家畜が
利用できればという方向が一般的である。前者に
ついては、農水省白河種畜牧場の「鶏ふんの飼料
化技術開発事業成績」があり、後者については、
福島県畜産試験場で行った詳細な報告がある^{41,42)}
これらについての概要は次のとおりである。

① サイレージ化された鶏ふん飼料は、肉用
牛の飼料として優れ、増体効率よく、未利用資源
として十分活用できる。

② 黒毛和種、ホル雄去勢牛について比較し
た結果、品種間の差異はない。

③ 体重1kg当りのDCP摂取量では差がな
く、TDN摂取量ではホル雄がやや多い。

④ 体型について、8週令毎に10部位測定したが差はなく、標準発育を示した。肥育度指数(体重/体高×100)では、鶏ふん飼料を給与したものが優れていた。

⑤ 供試牛の健康状態に特に悪影響は認められなかったが、一般に軟便を排し、敷料の汚れは一般飼料区に比較して著しかった。解剖所見では、一部に尿路結石、試験牛全部の第4胃に軽いびらんが認められた。

⑥ 枝肉歩留、格付、と体各部の重量に特に異常は認められなかった。

⑦ 特定重金属等の有害物質が体内に蓄積されることはなく、正常値の範囲内であった。

⑧ 食味テストの結果、フレーバー、味覚に差はなく、鶏ふん飼料区がやや軟い傾向を示した。

福島畜試では、乾燥鶏ふん(DPW)と、消臭剤として硫酸鉄を使った鶏ふん(DDPW)について、めん羊、豚、肉牛での飼料価値査定および飼養試験を行ったが、鶏ふん中成分の不斉一性という不安定要素は避けられないものの、飼料資源として十分利用でき、その場合豚よりも牛の方が有利で、乾草程度の飼料成分評価を提唱している。吉田等は質のわるい粗飼料程度と評価している⁴³⁾が、可消化エネルギーでは、良質乾草に匹敵するという報告もある⁴⁶⁾。

鶏ふんを直接牛や豚に給与することへの抵抗性は、洋の東西を問わず潜在的にあるわけであるが、J. S. TEOTIA等は、鶏ふんで家ばえ(*Musca domestica* L.)を繁殖し、その蛹を採集して飼料価値を調べた。その結果、たん白質61.4%、脂肪9.3%で、アミノ酸組成は魚粉に匹敵し、大豆粕よりも良質であると報告している⁴⁴⁾。H. J. Eby, W. L. DENDYはこれをさらに発展させて、ふん尿生物処理プラントを開発、牛ふん、鶏ふんを使って蛹の回収を試みた。その結果、培養基内の環境条件の保持については問題を残したが、装置そのものは、蛹の大量生産上問題はなく、回収率は90%としている⁴⁵⁾。家畜の口に入る前にワンステップおくことができれば、ふん尿の飼料としての利用性は今後拡大するものと推察される。

(3) エネルギー(バイオガス)としての利用

80年代に入ってエネルギー事情は好転してい

るものの、中長期的にみれば関心を持たざるを得ない。ふん尿のエネルギー利用は、諸外国でも古くから行われていることが報道されており、家庭の燃料として利用されている例もあるようである。

養豚経営の場合、暖房は重要で、とくに繁殖豚の飼養管理には欠くことのできないものである。豚生産費に占める光熱水費の割合は、5%程度であるが⁴⁷⁾、豚ふん尿からバイオガスを生産して暖房に利用、余分のふん尿は堆肥として利用、消化汚泥からさらに有効成分を抽出して、最後は全くクリーンな水として河川に放流する、という方式が確立されるならば、けだし理想的な姿である。

豚ふんの発酵処理で触れたように、62年度から、豚ふん尿によるメタン発酵と、ガス化技術の研究が當場ですすすめられることになっているが、次のような問題点がある。

① 冬期の厳しい環境条件で、飼養頭数に見合うような、十分な余剰ガスが得られるかどうか。

② 現在使われているメタン菌は中温菌で、発酵温度37℃におけるガス発生量を100とした場合、25℃で90.4、16℃では41.1と低下すると言われており、低温メタン菌の検索が必要である。

③ 豚ふん、尿汚水を麦稈類に吸着して回収し、これをスクリュープレスで搾汁して、分離した固形物を急速堆肥化するわけであるが、その調製方法。

④ 消化汚泥の処理方法

⑤ 余剰ガスの有効利用法

理論的には、豚100頭から毎日20^mのガスが生産され、その発熱量は都市ガスとほぼ等しいので、標準世帯の平均使用量を2.5^m/日とすると、実に8世帯のガスを供給できることになる。しかし、発酵槽の温度を常時30~40℃に保つ必要があり、余剰ガスの生産に至らない。冬期、発酵槽のインスレーションを如何にするかということ、そして低温メタン菌の開発にかかっているわけである。これについては、工業技術院北海道工業開発試験所が鋭意発掘に取りくんでいる。

消化汚泥については、有効な微生物が多量に含まれているので、これを遠心により回収し、家畜の飼料として利用しようという試みがある⁴⁸⁾。消

化汚泥ケーキのDMは23.4%、一般成分(DM中%)は、蛋白質18.2、脂肪3.5、せん維15.3、灰分36.4で、Ca 4.2%、P 0.85%であった。アミノ酸組成では、メチオニンが欠除している。蛋白質の消化率は52.6%、乾物消化率67.1%で、標準的な仕上げ飼料(牛)の、綿実粕蛋白と置換し得る栄養価と評価している。

むすび

60年と61年の出来秋に、厚真町の堆肥利用組合から、有機質肥料のみで栽培したという「ゆきひかり」が試食用として届けられ、たまたまコンヒカリと対比してみたが、2か年とも両者に全く差はなかった。

収量ばかりでなく、ふん尿を利用することにより、品質から食味まで改善される、というようなデータが今後蓄積され、「家畜ふん尿は廃棄物でなく、重要な資源である」という考えが一般に定着し、認識を深めてほしいものである。そして今後利用面での研究の推進が期待される。

文 献

- 1) 北海道農務部畜産課, 北海道の畜産, 1986.
- 2) 鈴木達彦, 農業および園芸, 57; 165-170, 1982.
- 3) 滝川畜試, 昭和53年度試験会議資料
- 4) 烏山 昇・五味英久・大橋昭也・名古屋繁, 畜産の研究, 34; 765-770, 1980.
- 5) 農業機械化研究所, 研究成績, 53-3.
- 6) 加藤博美・早川孝夫・沢田守男・山川芳男, 愛知県農総試研報, 13; 448-459, 1981.
- 7) 滝沢寛禎・森寄七徳, 北農44-8; 26-61, 1977.
- 8) 福光健二・東村栄之助, 畜産の研究, 35; 772-776, 1981.
- 9) (財)畜産環境整備リース協会, — 家畜ふん尿処理利用システム —, 1986.
- 10) 愛知県農総試, 畜産公害資料, Na I; 43-55.
- 11) 木下忠孝・森下勇治・山川芳男・野田賢治・田中宏幸, 愛知県農総試研報, E(畜産), 第5号; 87-93, 1975.
- 12) 木下忠孝・山川芳男・野田賢治・田中宏幸, 愛知県農総試研報, E(畜産)第6号, 67-72, 1976.
- 13) 山川芳男・早川若夫・加藤博美・田中宏幸, 愛知農総試研報, 第11号; 248-252, 1979.
- 14) 早川若夫・加藤博美・山川芳男・田中宏幸, 愛知農総試研報, 第12号; 380-385, 1980.
- 15) 加藤博美・早川若夫・沢田守男・山川芳男, 愛知農総試研報, 第13号; 448-452, 1981.
- 16) 本多勝男, 神奈川畜試研報71; 15-39, 1981
- 17) 本多勝男, 神奈川畜試研報72; 123-156, 1982.
- 18) 本多勝男, 神奈川畜試研報73; 96-114, 1983.
- 19) 本多勝男・萩原達也・曾我昭新, 神奈川畜試研報74; 69-86, 1984.
- 20) Morrison; Feeds and Feeding
- 21) 小滝正勝, 埼玉養鶏試験報12; 50-59,

- 1977.
- 22) 農業機械化研究所研報 53-5, 1979.
- 23) 小滝正勝・小林正樹, 埼玉養鶏試研報, 16;72-78, 1982.
- 24) 永井澄男・中嶋敏秋・白川比呂志・滝沢寛禎・森崎七徳, 環境研究 21;92-99, 1978.
- 25) 北海道農試研究資料, No.5, 1979.
- 26) 農林水産技術会議事務局研究成果 122, 1980.
- 27) 肥料と環境保全, ソフトサイエンス社,
- 28) 滝沢寛禎, 北農 45-11, 25-62, 1978.
- 29) 原田靖生, 畜産の研究, 37;1079-1086, 1983.
- 30) 加藤博美・早川岩夫・沢田守男・山川芳男, 愛知県農総試研報, 14;387-395, 1982.
- 31) Stanley Papanos and B.A. Brown, Poultry Manure its Nature, Care and Use, Storrs Agr. Exp. St. Bulletin 272, 1950.
- 32) 南 松雄・古山芳広, 北海道立農試集報 17, 73-86:18, 34-47, 1968.
- 33) 河村 精・中村元弘・水本順敏・坂上 朗・河森 武, 静岡県農試研報, 24;76-82, 1979.
- 34) 上野正夫, 山形農試研報, 14;69-81, 1980.
- 35) 中西五十・丹羽美次, 日大農獣医学部学術研報, 37;193-202, 1970.
- 36) 中村照臣・中島敏男, 山口農試研報, 33;43-49, 1981.
- 37) 本間善久・久保千冬・石井正義・大畑貫一, 農水省四国農試研報, 34;103-121, 1979.
- 38) 近岡一郎・藤原俊六郎・竹沢秀夫, 関東東山病虫害研年報 28;140-141, 1981.
- 39) 農林水産技術会議事務局, 研究成果 73;252-255, 1974.
- 40) 滝沢寛禎・森崎七徳, 北農 48- , 11-22, 1981.
- 41) 白河種畜牧場, 鶏ふんの飼料化技術開発事業調査成績, 第1報, 1978.
鶏ふん発酵飼料の肉用牛への給与, 種鶏日本,
- 26, 1981.
- 42) 宇佐見登・早川秀輝・渡辺 実・穴戸正徳・佐藤 博, 福島畜試研報 3;1-33, 1979.
- 43) 吉田 実・星井 博, 日本家禽学会誌, 5;(1);37-39, 1968.
- 44) J. S. Teotia and B. F. Miller, Br. Poultry Sci., 15;177-182, 1974.
- 45) Harry J. Eby, Wallace L. Dendy, ASAE Paper No.76-415 "An Attempt to Mechanize Nutrient Recovery from Animal Excreta".
- 46) A. N. Bhattacharya and J. C. Talor, Animal Sci. 41;1439-1457, 1975.
- 47) 効率的な養豚技術;優良養豚経営事例
- 48) Energy Potential Prepared and Submitted by Bio-Gas of Colorado ;Anaerobic Residue Value as Cattle Feed.

関 連 研 究 会 の 紹 介

昭和61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「地域農業複合化と畜産の役割」をテーマに、現地研究会およびシンポジウムがもたれ、会報として第21号が発行された。

第40回現地研究会（8月21日、22日）

十勝管内中札内村および士幌町を中心に、「地域農業複合化と畜産の役割」をテーマに約60名が参加して行われた。見学先は中札内村みどり牧場、レンダリング工場その他村内施設、士幌町土居辺肉牛センター、富田牧場およびポテトコンビナートで、現地での見学、討論が行われた。

第41回研究会（12月3日、北大）

現地研究会と同じテーマでシンポジウムが行われ、約70名が参加、熱心な討論が行われた。報告は次の通り。

須田孝雄（十勝農協連）「十勝農業の現状と畜産の役割」、麻生勲（中札内農協）「家畜糞尿の畑地還元をめぐる諸問題－中札内村におけるスラリー方式」、三木洵（士幌農協）「家畜糞尿の畑地還元をめぐる諸問題－士幌町における肉牛糞尿の畑地還元」

2. 日本養豚研究会北海道支部

第34回および第35回研究大会が2月18日および6月26、27日に以下の通り開催された。

第34回研究大会（北農試）

試験研究の紹介：獣医関連学会の紹介および会員発表の研究紹介

特別講座：「中国を垣間見て」宮谷内留行（北農試）、杉本亘之（滝川畜試）

第35回研究大会（ニセコ高原ホテル）

試験研究の紹介

研究体験発表：坪田光秀（広島農協）「広島町の養豚」、中岡勝（余市町）「わが家の養豚－母猪豚300頭をめざして」、寺尾久志（蘭越町）「わが家の養豚経営」、森野善秋（遠別町）「地域に根ざしたハム造りを目指して」、三浦幸一（生

田原町）「自給飼料給与による私の養豚経営」

シンポジウム「系統豚をめぐる諸問題」：安藤正史（道農務部）「最近の養豚情勢」、山崎稔（滝川畜試）「日本の系統造成の現状と今後の方向」、梶野清二（滝川畜試）「北海道における系統造成」、高谷和宏（ホクレン）「北海道におけるハイコープ豚について」

会 務 報 告

1. 昭和61年度第2回評議員会

10月3日(金)、滝川市文化センター会議室において支部長以下21名が出席して開催された。

(1)昭和62年4月以降の支部役員および本会評議員の選出について、役員選考委員会(齊藤善一、藤田裕、蔦野保、阿部登)より総会に諮る案が報告された。

(2)支部会報第29巻第2号に掲載する総説を河野則勝、岡田光男、齊藤善一、滝沢寛禎の各氏に執筆を依頼することとした。

2. 昭和61年度(第42回)支部大会

10月3日(金)、滝川市文化センターで開催された。一般講演43題、特別講演として「飼料環境と家畜の生産性」(北農試畜産部、宍戸弘明氏)が行われた。大会参加者は120名であった。

3. 昭和61年度支部総会および日本畜産学会正会員による総会

10月3日(金)、滝川市文化センターで開催され、議長として阿部登氏(滝川畜試)を選出し、以下の議事を行った。

(1)昭和60年度庶務報告、会計報告、会計監査報告および昭和61年度事業計画、予算がいずれも承認された。

(2)昭和62年4月1日～64年3月31日を任期とする次期支部役員が決定した(別表)

(3)八戸芳夫氏を名誉会員に決定した。

(4)日本畜産学会正会員による総会で昭和62年4月～64年3月31日を任期とする北海道選出の本会評議員(定員11名)の推薦を決定した。

4. 会員の現況(昭和62年2月1日現在)

名 誉 会 員	8 名
正 会 員	4 2 8 名
賛 助 会 員	4 1 団 体
会報定期講読者	2 3 名

会員の異動（昭和61年9月1日～昭和62年2月1日）

	氏名	勤務先	郵便番号	勤務先所在地
名 会 新 会	八戸芳夫		060	札幌市中央区北7西12 サニー北7条マンション807号
	藤川朗	道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町
	榛澤章三	酪農学園大学	069-01	江別市文京台緑町582-1
	角谷泰史	北大農学部	060	札幌市北区北9西9
	小川貴代	北大農学部	060	札幌市北区北9西9
	成慶一	北大農学部	060	札幌市北区北9西9
	鈴木康義	根室支庁	086-11	標津郡中標津町東4条北3丁目
	庄司好明	道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
	田中進	北大農学部	060	札幌市北区北9西9
	竹下潔	北農試畜産部	004-01	札幌市豊平区羊ヶ丘1
勤 務 先 変 更	外山恵美子	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町
	植竹勝治	北農試畜産部	004-01	札幌市豊平区羊ヶ丘1
	安達博	大雪地区農業改良普及所 東神楽駐在所	071-15	上川郡東神楽町市街地 東神楽農協内
	藤田保	自営		標津郡中標津町
	五ノ井幸男	宗谷支庁		
	八田忠雄	道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
	橋立賢二郎	道立十勝農業試験場	082	河西郡芽室町新生南線2
	本堂勲	道庁農務部	060	札幌市中央区北3西6
	松永光弘	北海道立農業大学校	089-36	中川郡本別町西仙美里25-1
	西雪弘光	ホクレン帯広支所	080	帯広市西25北2
大原益博	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	佐野 信 一	道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川 735
〃	佐藤 実	南根室地区農業改良普及所	086-02	野付郡別海町別海新栄町
〃	高尾 敏 男	十勝南部地区農業改良普及 所忠類村駐在所	089-17	広尾郡忠類村字忠類 8 番地
〃	山田 英 夫	雪印乳業酪農部	065	札幌市東区苗穂町 6 丁目 1-1
〃	芳村 工	北留萌地区農業改良普及所	098-33	天塩郡天塩町字川口 1465
会報 講読	剣持 力	全酪連	084	佐賀市若宮町 1 丁目 1-4 アカカベマンション 106 号
〃	小林 亮 英	農水省草地試験場	329-27	栃木県那須郡西那須野千本松 768
〃	関根 純二郎	鳥取大学農学部	680	鳥取市湖山町南 4 - 101
退会者	朽木 太 一			
〃	松井 武 志			
〃	新田 一 彦			
62年度 より 退会者	堂腰 純			
〃	榎本 博 司			
〃	長谷川 富 夫			
〃	千場 信 司			
〃	五十嵐 義 任			
〃	松田 俊 幸			
〃	中川 忠 昭			
〃	佐藤 博			
〃	田中 誠 治			
〃	柳町 徹			
〃	安井 正			

逝 去

桜 井 允

深く哀悼の意を表します

賛 助 会 員 名 簿

会 員 名	郵便番号	住 所
(5 口)		
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 口)		
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 口)		
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 口)		
旭油脂株式会社	078-11	旭川市東旭川町上兵村19番地
デリーマン社	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務所	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
日優ゼンヤク株式会社	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 口)		
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	003	札幌市白石区大谷地227-267
長瀬産業株式会社札幌出張所	002	札幌市北区篠路太平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	札幌市中央区北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
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条南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

次期日本畜産学会北海道支部役員

任期：昭和62年4月1日～昭和64年3月31日

○印：日本畜産学会評議員（定員11名）

支部長 小野 斉

副支部長 ○朝日田 康 司

評議員 阿部 登 ○藤田 裕 平山 秀介 市川 舜
岩淵 晴郎 金川 弘司 小林 莊司 近藤 知彦
工藤 規雄 ○光本 孝次 ○三浦 弘之 植崎 昇
西 勲 ○西 埜 進 越智 勝利 岡田 光男
及川 寛 ○大杉 次男 大浦 義教 ○斎藤 善一
斉藤 亘 ○鮫島 邦彦 ○宍戸 弘明 田辺 安一
○鳶野 保 ○上山 英一 鷺田 昭 吉岡 八州男

（他に幹事より1名）

監事 渡辺 寛 笹野 貢

幹事 （支部長が4月以降委嘱）

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29巻 第2号
会員領布(会費年2,000円)

昭和62年3月1日印刷
昭和62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浮かべたものです。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 ルイブレード 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

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……………イアトロスキャン・エッペンピペット
アーンスト・ハンセン……………パンステット超純水製造装置
ポシュロム・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



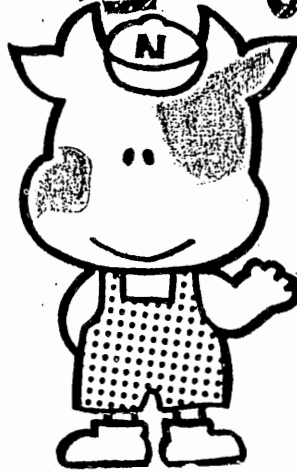
フジヤ矢野科学株式会社

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

高能力牛の

健康管理と

発情・受胎の促進に!!



産前産後の健康管理に!!

経産牛一頭当りの産乳量が年々増加するに伴って、疾病の発生率が高くなっております。

その最大の原因は、産乳量に見合った栄養摂取がなされていないという点にあります。

アミノ酸が不足するときに!!

乳牛が乳生産をする場合に最も不足するアミノ酸は、メチオニンであることが知られています。

ラクテットは、日本曹達が長年研究を続けて開発した、ルーメンバイパスメチオニン製剤です。

高泌乳の維持で経営の安定に!!

ラクテットは、給与飼料全体のアミノ酸バランスを改善しますので、泌乳初期の健康管理と発情・受胎を促進し、酪農経営のお役に立てることを確信しております。

乳牛用 ルーメンバイパスメチオニン

ラクテット 飼料添加物



トップジンMとナブでおなじみの

日本曹達株式会社

本社/〒100東京都千代田区大塚2丁目2番11号(新大塚ビル)TEL(03)245-6140
札幌営業所/〒060札幌市中央区北一条西5丁目(北一条ビル)TEL(011)241-5581
帯広出張所/〒080帯広市南2条南15-10(ゼンリ人業3ビル)TEL(0155)24-5670
大宮支店・仙台営業所・福岡営業所・名古屋営業所

◇營業品目

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 ☎01584②3121
十勝出張所：中川郡幕別町明野204 ☎01555④3229
直営農場：紋別郡遠軽町向遠軽 ☎01584②5313

HANNANI
Hannan Group

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)

