

よるものと考えられる。

以上のように、環境条件が飼料の栄養価に与える影響は少なくないことから、適正な栽培管理・収穫調製が重要である。

5 おわりに

家畜に給与することを念頭において、トウモロコシの望ましい飼料特性について述べた。今後の育種・栽培・調製・利用分野の課題として、以下の項目が解決されなければならないであろう。試

験研究の一層の取り組みを期待したい。

- (1)連作障害に伴う飼料価値損耗防止技術の開発
- (2)原料およびサイレージの $\text{NO}_3\text{-N}$ の減少対策
- (3)茎葉繊維成分の消化性向上（品種開発を含む）
- (4)トウモロコシのエネルギーと組み合わせた窒素源の合理的利用法の開発

おいしい牛乳を生産するために

雪印乳業(株) うまい牛乳プロジェクト

清水工場酪農課長 永井政信

1 はじめに

牛乳は神が人間に与えてくれた最高の贈物といわれる。ほんとうに豊かな自然の営みを牛乳を通じて十分に感じ取ることができる。牛乳をじっと凝視していると安らぎが訪れ、心が平静になってくる。あの乳白色の穏やかな輝きがその安ど感を与えるものと考えられる。最近牛乳においしさが求められるようになってきた。特に牛乳の風味に対する関心も高まってきており、衛生的乳質、成分的乳質に次いで第3の乳質の位置づけになってきた。良い原料なくして良い製品は生まれてこない。さらに牛乳には自然的な味わいも強く求められる。ほんとうに信頼され愛される牛乳を消費者に届けたいものだ。

2 どんな牛乳がおいしいのか？

おいしい牛乳の条件としてクセや欠陥がなく、後味が良く、コクのあることを挙げることができる。人間の感覚は二面性があり、全く相反するものを同時に要求するといわれている。後味とコク

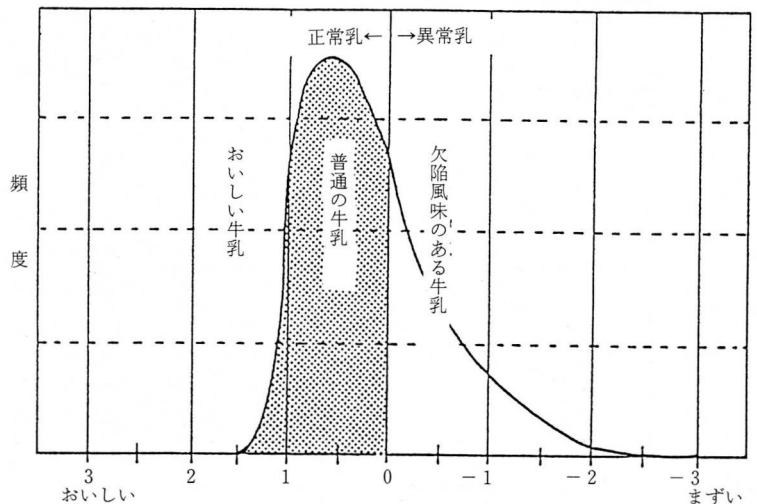


図1 牛乳のおいしさの分布

がそれである。当然、濃厚感が増すと牛乳はしつこくなり後味は悪くなる。つまり両者のバランスを人間の感覚は求めているのかもしれない。図1に牛乳のおいしさの分布を示した。これによると、正常乳のすそは狭く、異常乳のすそはかなり広いのが分かる。また、“おいしい牛乳”と“普通の牛乳”の差がかなり狭い。“おいしい牛乳”と“普通の牛乳”の見分けがかなり困難だといえる。これに反して、“まずい牛乳”つまり欠陥のある牛乳はすそが広いので、見分けが容易にできることを示している。

3 牛乳のおいしさには成分的指標値がある

①牛乳のおいしさには脂肪率や無脂固形分率だけでなく、通常分析していない微量成分も関与する。一般的に最も関心の高いのがやはり脂肪率や無脂固形分率の影響であり、特に2つの成分のバランスに興味を持たれる。図2に、脂肪率と無脂固形分率の3次元チャートを示した。このチャートは数多くの官能評価データに基づき作成したものである。これによると、脂肪率3.5%、無脂固形分率9.0%にし好のピークがあり、このバランスの牛乳が最もおいしい牛乳であることを示している。しかし現実は無脂固形分率が9.0%の牛乳はなかなかないので、今後の向上対策が強く望まれるとこ

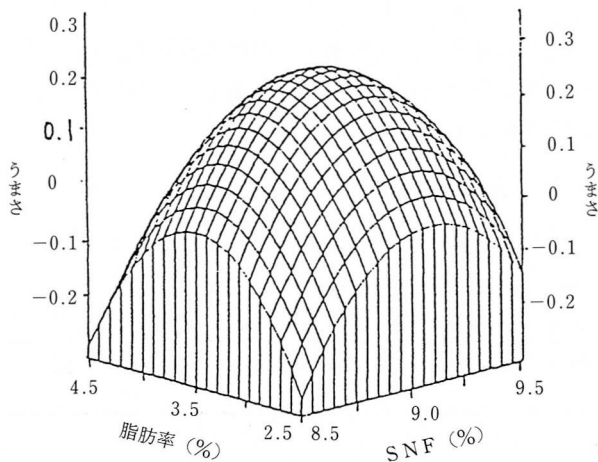


図2 脂肪率と無脂固形分率の3次元チャート

ろである。

②微量成分の影響については泌乳ステージと関連させて図3に示した。ここに示したナトリウム、塩素、遊離脂肪酸、非必須アミノ酸は味に関与する重要な微量成分である。これらの成分は牛乳のおいしさにかかなり係り合いを持っている。ナトリウム、塩素は塩味に関与し、泌乳末期になると増加してくる。遊離脂肪酸は、本来的には、乳脂肪に脂肪分解酵素のリパーゼが働き発生してくるが、閾値があり、それが少なくても多くても好まれない。特に多い場合ランシッドとなり、大いに嫌われる原因となる。また非必須アミノ酸はグルタミ

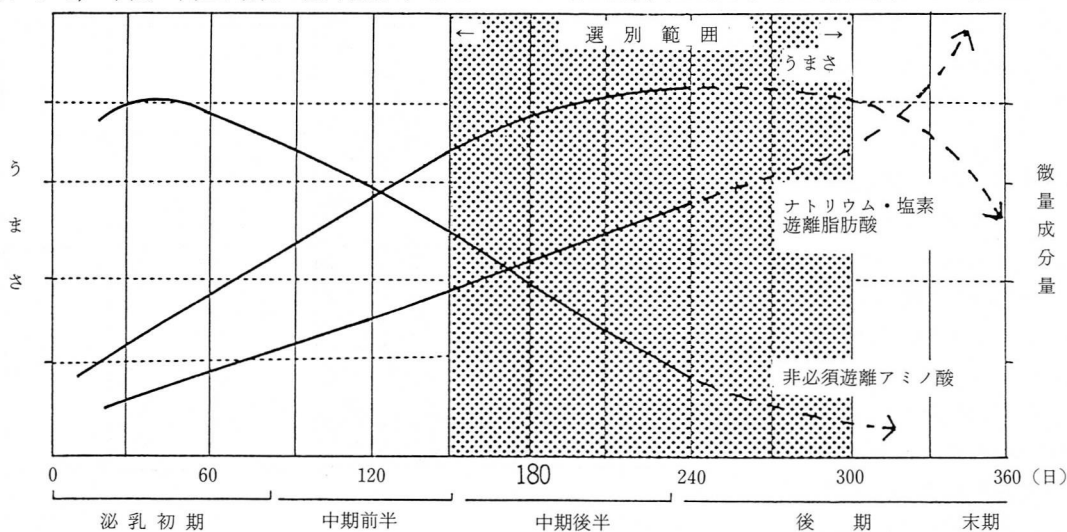


図3 泌乳ステージによる微量成分の動き

ン酸のような呈味成分に代表されるもので、これにも閾値があり、多い場合に嫌われることが多い。

4 乳牛の生理条件（産次・乳期）は牛乳のおいしさを左右する

①産次・乳期と牛乳のおいしさの関係を3次元チャートで図4に示した。ここに示したデータは、産次は4産、乳期は200日までしかないが、ほぼ傾向的なものは知ることができると考える。初産よりは産次の進んだ方が、また泌乳初期よりは乳期の進んだ方が牛乳がおいしいことを示している。初産、2産は成長（増体）期にあり、3産以上の乳牛と比較してもエネルギーの要求度はかなり大きいことが予測される。これに反して、3、4産の乳牛は生体が安定しており、当然、生産される牛乳もおいしさが伴っているものと考えられる。

②図5に泌乳牛の乳量・体重・乾物摂取量および乳成分の推移を示した。脂肪、蛋白質は200日前後つまり泌乳中期後半から安定してくる。これらのことから、この前後の牛乳が最もおいしいのが理解できる。これに反して泌乳初期の乳牛は牛乳の生産に必要なエネルギーに摂取エネルギーが追い付かず、体脂肪まで動員してエネルギーを補

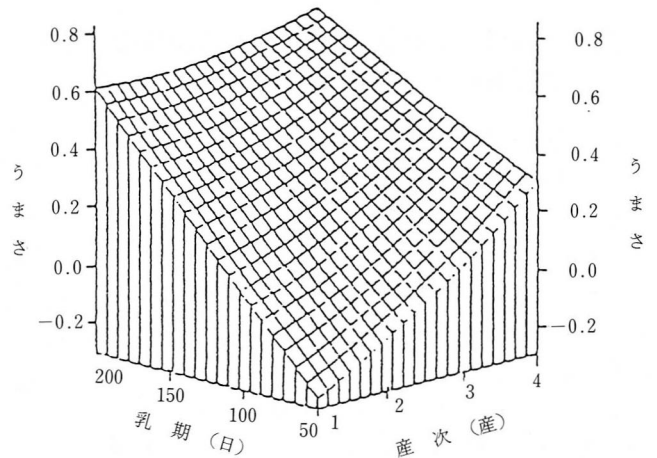


図4 産次と乳期の3次元チャート

給する。酪農家としても当然この時期には飼料中養分濃度を高め、乾物摂取量の不足を補うような飼料給与をする。しかし、やり方を誤ると低脂肪や代謝異常（ケートシスやアシドーシス）を引き起こし、牛乳の品質の低下を招くことがある。特に、ケートシスになるとケント体が血液や尿ばかりでなく、牛乳中にも増加してきて風味の悪い牛乳となる。この牛乳は後味が悪く、この臭いが牛乳に感じられる場合、乳牛臭と表現される。

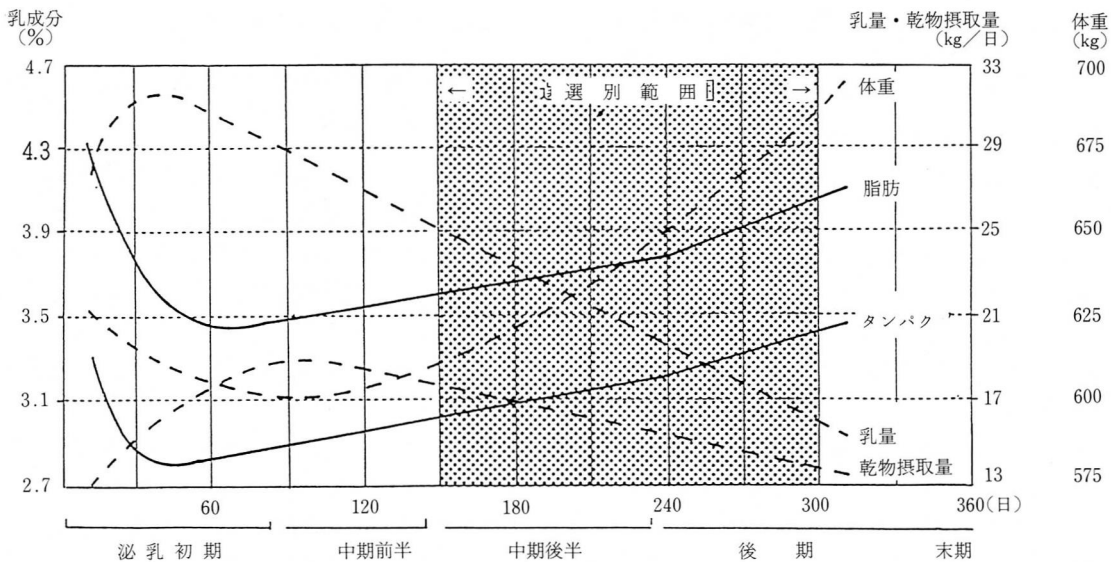


図5 乳量・体重・乾物摂取量・乳成分の動き

5 飼料は牛乳のおいしさにどのような影響を与えるのか？

①一般的には牛乳のおいしさには、飼料がかなりの影響を与えると考えられている。「乾草を多給すると牛乳はコクがあり、まろやかになる」、「トウモロコシサイレージを給与している牛乳は香ばしく甘味がある」、「グラスサイレージの牛乳は淡白で、場合によっては風味が悪くなる」…などである。しかし、実際に実験などを行って調査してみると、なかなか大きな差がみられないことが多い。数々の実験を行ったが、そのうちの一つの実験を紹介したい。この実験は大樹町のある酪農家で行った。産次、分娩後日数、さらに事前の個体乳の官能評価結果から12頭の乳牛を6頭ずつ、A群とB群の2群に分けた。まず最初の1カ月はA群にトウモロコシサイレージ、B群にグラスサイレージを給与した。2カ月目は逆転してA群にはグラスサイレージ、B群にはトウモロコシサイレージを給与した。3カ月目はまた反転してA群はトウモロコシサイレージ、B群はグラスサイレージを給与した（このような実験方法を一元配置法という）。牛乳の官能評価は、飼料が変わってから第一胃が安定するほぼ1カ月ごとに実施した。併せて血液や胃液も牛乳を官能評価した翌日に採取し分析を行った。

結果は、どのステージ（I期～III期）の生乳の官能評価にも差はみられなかった。つまり、トウモロコシサイレージとグラスサイレージで生産された牛乳のおいしさは変わらなかったといえることができる。これに反して、胃液や血液にはかなりの差のある項目がみられた。なおパネラーは男性30人、女性30人によって行った。

②極端な例として不良発酵サイレージの影響を調べてみた。図6にその結果を示した。多量区、少量区、対照区と3区間を設定した。給与開始後3日間で牛乳のうまさは低下し最低となった。その後、うまさは次第に回復し、18日目から24日目にかけて対照区に近づいた。生理状態が良い状態に戻り、つまり馴致するに伴い、牛乳のうまさも回復したものと考えられる。胃液、血液や牛乳の分析結果から次のようなことが分かった。

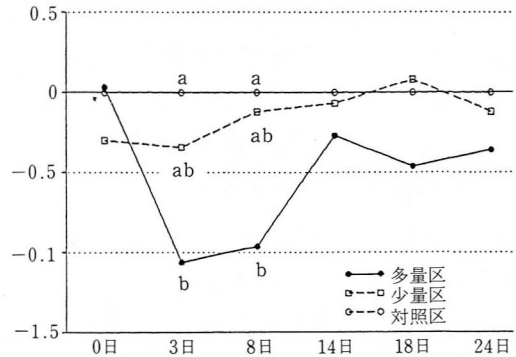


図6 不良発酵サイレージ給与時の牛乳のおいしさの変化

- ルーメンでは酪酸の生成が高まり、逆にプロピオン酸の生成が低くなった。この結果、泌乳に対する代謝エネルギーが不足してケント体が血液に多くなり、牛乳にも移行した。
- 牛乳中の遊離脂肪酸がかなり高まった。低エネルギー状態だったことが起因しているものと考えられる。
- 牛乳の香気成分の分析で脂肪酸類、ラクトンが検出された。これらは不良サイレージに由来するものと考えられた。

不良サイレージの給与により一時的に牛乳のうまさは低下したが、生理状態の回復に伴い牛乳のうまさも回復した。このようなことから飼料の切り替えに当たっては急激な変化を避け、緩やかに行うことが必要のように考えられた。

6 おいしい牛乳も取り扱いによってはまずくなる

①ミルカーは牛乳の風味に大きな影響を与える。パイプの管径、勾配の程度、不要な立管、ポンプアップ…などは牛乳に物理的な衝撃が加わり、脂肪球が破壊されて遊離脂肪酸が発生する。遊離脂肪酸がかなり多くなるとサンシッド（古いバターのような臭い）になり、牛乳は不快な臭いや後味が悪くなってしまふ。

②また、バルククーラーも取り扱いが悪いと牛乳をまずくしてしまう。洗浄が不十分だったり、温度管理が悪いと微生物が増殖して不潔臭なムレ臭のある欠陥のある牛乳になってしまう。

③このようにおいしい牛乳でも、その後の取り