

山羊の乳量、乳質における個体差とそれらに影響を及ぼす要因

全国山羊ネットワーク世話人 藤田 優
(独立行政法人家畜改良センター十勝牧場)

山羊において乳量及び乳質(乳成分)における個体差(変異)は明らかに見られ、その要因としては遺伝性のもとの飼料・栄養的なものの2つが考えられる。以下にこうした要因について概説し、今後の山羊の改良や飼養管理を改善していく方向について提言する。

1. 遺伝的要因

(1) 乳量及び乳成分に関する遺伝

山羊において乳量、乳成分について一定の遺伝性があることは既に知られており、表1. のとおり各形質の遺伝率は中～高程度の遺伝率(かなり遺伝的な要素がある)であることが分かっている。すなわち乳量や乳成分はこれらに優れる個体を選抜、利用していくことで改良できる形質である。

表1. 山羊における乳関連形質の遺伝率

形質	遺伝率
年間泌乳量	0.36～0.64
乳脂率	0.32～0.62
乳タンパク率	0.59
乳糖率	0.38

資料「Goat Farming」Alan Mowlen 著

(2) 乳量と乳成分の相関

こうした乳量、乳質の改良については乳牛の世界では非常に情報も多く、世界的な規模での能力評価や後代検定によってめざましい進展が遂げられている。種牛の選抜については、乳量、乳成分だけに止まらず、体型(肢蹄や乳房も含む)についても配慮したNTP(総合指数)に基づき行われている。しかし、この指数を算出する中で乳量と乳脂率、乳タンパク率、SNF(無脂固形分)率との相関を見ると表2. のとおり負の相関、すなわち乳量を増やすことによって、乳脂率、乳タンパク率、SNF率が低下、すなわち改悪されてしまうことが分かっている。

表2. 乳量と乳成分率の相関

形質	相関係数
乳脂率	-0.43
乳タンパク率	-0.53
SNF率	-0.46

【参考】

-0.4～-0.5

中程度の相関

-0.6以上

高い相関

資料「日本ホルスタイン登録協会」

これは当然のことで乳成分の相当部分を占める水分の増加のスピードと脂肪、タンパク質、乳糖の乳腺内での変換・生産スピードが異なっており、乳量が増加すればそれだけ乳成分の増加が追いつかずに薄められてしまい、乳成分率が低下してしまうということである。

このことは山羊においても当てはまり、すべてというわけではないが相当の個体において乳量の多い個体は概して乳成分率が低くなる傾向があり、乳量に個体差があるということが、乳成分率

に個体差が生じさせているのだとも言える。

これを裏付けるデータとして表3. のとおり独立行政法人家畜改良センター長野牧場(以下「長野牧場」)における2回搾乳における朝と夕の乳量及び乳脂率を見てもこの関係は明らかであり、個体別に見ても全ての個体において搾乳間隔が短い夕乳の乳量は朝乳より少ない一方で、乳脂率は夕乳の方が朝乳より高くなっている。

表3. 朝乳と夕乳の乳量、乳成分率の違い

項目	乳量	乳脂率
朝乳	2.08kg	2.96%
夕乳	0.77kg	4.77%
計	2.85kg	3.40%

資料「長野牧場(H19;4-11月)」

(3) 品種による乳量、乳成分の差

乳牛の世界ではホルスタイン種は乳量が多い一方で、ジャージー種は乳量はホルスタイン種には及ばないが乳成分率(乳脂率、乳タンパク率等)が高いという品種差があることが広く知られている。

山羊においても同様であり、牛のホルスタイン種に相当するザーネン種(国内の乳用山羊はほとんどがこの品種)やトッケンブルグ種では乳量が多いながら、乳成分率がやや低いという特徴があり、一方牛のジャージー種に相当するヌビアン種では乳量ではザーネン種等には劣るが乳成分率が高いという特徴がある。これは表4. におけるアメリカにおける2006年の品種別の乳質検査結果からも明らかである。

また、このアメリカの乳質検査結果について過去のデータと比較してみると、ザーネン種では2001年には受検頭数797頭で、平均乳量854.6kg、乳脂率3.61%、乳タンパク率3.03%であるのに対して、2006年では、乳量が111.1kg増加している一方で乳脂率は0.32ポイント、乳タンパク率は0.12ポイント低下している。これらのデータからも1.(2)で示した乳量と乳成分率が負の相関にあることが分かる。

表4. アメリカにおける山羊の品種別乳質検査成績(2006年)

品種	牧場数	検査山羊頭数	乳量(kg)	乳脂率(%)	乳タンパク率(%)
ザーネン種	35	983	965.7	3.29	2.91
トッケンブルグ種	26	297	797.0	3.19	2.74
ヌビアン種	83	1,202	660.0	4.53	3.58

(4) 我が国における山羊の改良

我が国における乳用山羊、すなわちザーネン種における改良の推移を見ると、乳量については、単純に重量や容積を量るだけで情報が得られ、乳成分のように分析の必要がないことから、全国レベルで改良が着実に進められてきており、表5. の家畜改良増殖目標のとおり着実に成果があがってきているものと考えられる。

表5. 家畜改良増殖目標の推移

公表年	目標乳量
1962	300kg以上
1969	300kg
1975	400kg以上
1980	480kg以上
1988	520kg
1996	580kg
2000	560kg

国が定めるこの目標において乳量以外に定められているのは泌乳期間や体型のみであり、乳成分に関する目標は設定されてきていない。つまり国としては乳量の向上にしか政策誘導してきていないのである。

この結果、もともと乳量タイプで乳脂率の低いザネン種において乳量だけを指標に改良が進められてきたことにより全国的に乳成分率は低下してしまったものと考えられる。

2. 飼料、栄養学的要因

(1) 粗飼料

遺伝的背景以外にも飼料や栄養バランスにより乳量や乳成分率が大きく影響を受けることは乳牛や山羊をはじめとする反芻動物の世界では知られている。一般的には反芻動物は消化やエネルギー代謝のメカニズムがヒトやブタといった単胃動物とは異なっており、繊維やデンプンといった炭水化物は反芻胃内で微生物(原虫や細菌)によって分解され揮発性脂肪酸(VFA)として反芻胃から直接吸収し、これらから乳成分を作成しているのである。

乳脂肪については、乳腺細胞で合成されるが、そのうちの50%は摂取した牧草や乾草といった繊維分が分解されてできる酢酸や酪酸から合成されるもので、残りは飼料中の脂肪や体脂肪が利用されている。

このため、粗飼料給与量が乳脂率に与える影響は大きく、山羊に対して乳脂肪の原料となる繊維分の多い牧草や乾草等の粗飼料給与量が少なく、濃厚飼料ばかりを給与した場合には乳脂肪率が低下してしまうことが知られている。

(2) 群飼や飼料に対する嗜好性の差による摂取飼料の差

山羊については、まだまだ乳牛のように全国統一的な飼養管理方法や飼料が確保されているわけではなく、また乳生産を目的とした比較的規模の大きな農家では個体管理も十分に行われずに群飼で飼われていることが多い。このことによって、それぞれの山羊の嗜好性による飼料の選び食いが生じるとともに、乳量が多いが性格が大人しい個体と乳量が少ないが気性が激しい個体との間で摂食量や栄養水準に大きな差ができ、当然のこととしてこれらによって乳量、乳成分率に個体差を生じさせているものと考えられる。

(3) 季節的要因

2(1)のとおり、粗飼料の摂取は乳脂率向上にとって不可欠であるが、夏期には粗飼料の摂取量が春期に比べて低下する傾向があり、これが夏期の乳脂率低下の原因ともなっている。この理由としては、そもそも活発な代謝活動である「泌乳」を行うこと自体が熱発生を生じるものであるのに加えて、粗飼料の摂取は体熱が多く発生させるために山羊が夏期にはあまり食べたがらないこ

とがあげられる。この粗飼料が熱発生を起こすというメカニズムは、粗飼料が濃厚飼料に比べて消化性が低く、反芻等の消化の過程で活発な消化器官の運動や微生物の活動を必要とし、摂食により体内に熱を多く発生させる(熱量増加が大きい)ことによっている。

3. 乳成分基準見直しの必要性

我が国における山羊の改良については改良増殖目標において乳量のみならずスポットを当てて改良に取り組んできた結果として乳成分率の低下を招いたものと考えられる。このため平成22年度に制定される予定の次期改良増殖目標に乳成分率の向上について何らかの対策を織り込むべきであると考えられる。

しかしながら、産業として採算ベースに乗せるためには乳量を上げることが当面最優先課題であるため、これが乳成分率低下を進めてしまう可能性があることや、既述のとおり負の相関のある形質を同時に改良していくためには相当数(牛では数十万件)のデータ収集やそれらに基づく指数(乳成分率を低下させないよう乳成分に重みをかけたもの)の制定が必要となる。このため、短期間での改良を望むことは難しく、現状においてデータ収集やそれらを分析していただくの産業基盤を山羊に望むことは無理である。

栄養面や夏場の飼養管理技術についても今後大幅に改善していく必要があるが、遺伝的改良同様に野草や未利用資源を活用した飼養形態や北海道から沖縄にわたるなど飼養地域が多様な山羊飼養について、短期間での改善は難しい状況にある。

このため、乳及び乳製品の成分規格等に関する省令(いわゆる「乳等省令」)に定められる乳脂肪率3.6%以上については長野牧場及びアメリカにおけるデータに基づき実態に沿った数値に改正する必要があると考えられ、その場合に以下の数値が参考になるものと考えられる。

◆長野牧場における年間平均乳脂率	3.4%
◆アメリカにおける年間平均乳脂率	3.2~3.4%
◆長野牧場における夏期の乳脂率低減率	▲8% (対平均乳脂率)

あえてこれらの数値から考えると、少なくとも乳脂率については2.9~3.1%かそれ以下が妥当な数値ではないかと考えられる。SNF率については、栄養学的要因は若干異なるが、乳脂率同様に長野牧場の年間平均SNF率が7.06%であり、夏場の低減率が▲6%であることから6.6%以下が妥当だと考えられる。

【参考】

アメリカにおける乳成分に関する基準は「乳脂率2.5%以上、SNF率7.5%以上」となっている。その根拠としては、①山羊においては多様な品種が存在することと、②山羊は飼養規模が小さいため、牛乳のように乳脂率等の高いバルクと乳脂率等の低いバルクを混合することで乳成分を調整することが困難である等の理由から、季節変動や農家による差をある程度カバーできる低めの基準を設定しているのである。

山羊乳における比重及び酸度に係る基準について

全国山羊ネットワーク世話人 藤田 優
(独立行政法人家畜改良センター十勝牧場)

山羊乳の比重及び酸度については乳及び乳製品の成分規格等に関する省令(以下「乳等省令」という。)においてそれぞれ1.030~1.034(15℃)及び0.20%以下(乳酸として)として基準が定められている。この基準が現状にそぐわないのかどうか、また見直す必要があるのかどうかについて以下に検討する。

1. 比 重

(1)測定の目的及び測定方法

比重が基準として設けられている理由としては「乳に水を混ぜて薄める行為を摘発するため」である。すなわち通常の乳の比重は非常に安定していて、通常の飼育において基準範囲から外れるということはまずあり得ないのに対して、水(比重1.000)等で薄めたりした場合には比重が下がるということを利用して違法行為を発見するというものである。この比重の測定法としては15℃の乳(他の温度で計測の場合は補正表を利用)を牛乳比重計(浮ひょう式)にて計測する。

乳等省令における比重の基準

ホルスタイン種等牛乳	1.028~1.034
ジャージー種牛乳	1.028~1.036
◆山羊乳	1.030~1.034

このほかの特殊なケースとしては初乳が混ざっていると比重が高くなるということがある。初乳の比重は1.060以上とも言われ、分娩後5日以内の初乳の販売は乳等省令(別表)において禁じられている。

(2)基準緩和の必要性

目的に述べたとおり、比重に関する基準については、水により乳を薄める(特殊な例として分娩5日以内の初乳を出荷する)といった違法行為を取り締まる目的で定められたものである。

一般的に乳の比重は組成、特に乳脂量によって変動するが、成分率が比重に与える影響はごくわずかであり、また、1頭ごとにデータを採るものではなく、乳業メーカーが農家単位でチェックするという性格のものである。さらに、国内において山羊乳が比重の基準に合わず販売できなかったという事例もない。

従って、山羊乳における比重の基準については現状のままで良いものと考えられるが、牛乳に比べて基準の範囲が狭いという理由が不明確であることから、下を1.030から牛乳同様の1.028に下げることが望ましい。

2. 酸 度

(1)測定の方法及び測定方法

酸度とは乳中の酸(主として乳酸)の量を示すもので、酸度が基準として設けられている理由としては、乳の保存期間中に細菌により酸(主として乳酸)が生産され、酸度が上昇することを利用して「乳の新鮮度を確保するため」と考えられる。この酸度の測定は水酸化ナトリウム(NaOH)との中和適定した値で示し、新鮮乳は通常0.15~0.18%と言われる。

乳等省令における酸度の基準

ホルスタイン種等牛乳	0.18%以下
ジャージー種牛乳	0.20%以下
◆山羊乳	0.20%以下

(2)基準緩和の必要性

酸度については固形分含量(タンパクと無機塩)により影響されると言われるが、その影響はあまり大きくなく、基準の目的で述べたとおり細菌による影響が大きいことから乳の新鮮度を確保するための品質管理指標とも考えられる。また、酸度については細菌数とは異なり1頭ごとにデータを取るものではなく、乳業メーカーが農家単位でチェックするという性格のものである。

さらに今まで山羊乳が酸度の問題で販売できなかったという事例も夏期の保管・輸送状態が悪かった場合等原因のはっきりしている場合に限定されている。

従って、山羊乳における酸度の基準については現状の牛乳と同レベルのままで良いと考えられる。

処理日付	処理量%	比重	酸度(乳酸として)	細菌数(万个/ml)
3月12日	13	1.033	0.10%	110
3月13日	14	1.032	0.10%	150
3月14日	17	1.033	0.10%	290
3月16日	13	1.033	0.12%	110
3月17日	16	1.033	0.13%	73
3月18日	22	1.034	0.11%	68
3月19日	25	1.033	0.11%	60
3月20日	25	1.033	0.11%	140
3月21日	30	1.033	0.10%	210
3月22日	34	1.033	0.13%	170
3月23日	25	1.034	0.11%	190
3月24日	20	1.033	0.11%	310
3月27日	19	1.033	0.10%	71
3月28日	27	1.033	0.10%	56
3月30日	25	1.033	0.11%	110
3月31日	32	1.033	0.09%	160