

北海道の草地の歴史と持続的発展へのシナリオ

松 中 照 夫

酪農学園大学 江別市文京台緑町582 〒069-8501

1. 北海道酪農の発展の歴史

1) 草地酪農の萌芽

北海道の酪農が本格化したのは、1956年以降であろう。この年、世界銀行の融資を受けて「根釧パイロットファーム事業」が始まった。このパイロットファーム事業は、乳牛の飼料の大部分を牧草に依存する草地酪農をわが国で初めて目指した。技術面でも、この事業を契機に草地の維持管理に関する研究が始まった（早川・橋本、1959）。さらに、牧草サイレージを主体とする乳牛の飼養法も確立された（坪松、1969）。これらの技術は今日の草地酪農発展の基盤を支え、その後、北海道酪農は草地面積と飼養頭数の両面で急速にその規模を拡大していった（図1）。

2) 規模拡大の具体的経過

1960年、日本政府は所得倍増計画による経済成長の促進、そして日本農業の新局面を開こうと農業基本法を閣議決定している。その年、北海道の1戸当たり飼養乳牛頭数は2.9頭であった。これが、1999年には85.3頭に、わずか40年間で実に

29倍に増加した。経産牛1頭当たり年間産乳量も、1960年はわずかに3,694kgであったのに対して1999年には約2倍の7,370kgに増えた（図1）。この間、単位草地面積当たりの飼養乳牛頭数は、1970年までha当たり2頭を上回っていたにもかかわらず、1975年以降、ha当たり1.6頭でほとんど変化していない。また、単位面積当たりの牧草生産量（生草収量）も大きな変化はなく、1970年以降、32～36t/haの範囲で推移した（図1）。したがって、この時期の乳量増加が、草地から生産された粗飼料に基づいたものとは考えにくい。むしろ、トウモロコシに代表される輸入粗粒穀物価格の低下が濃厚飼料の多給を可能にし、これに乳牛の改良が加わり、これらの要因が乳量の増加に大きく寄与したと考えたほうが理解しやすい。

しかし、この輸入された濃厚飼料の多給は、海外の土壌養分を濃厚飼料の形態でわが国の酪農場に持込むことを意味している。この事実は、後述するように、今後の北海道酪農が持続的に発展できるか否かに大きく関与してくる。

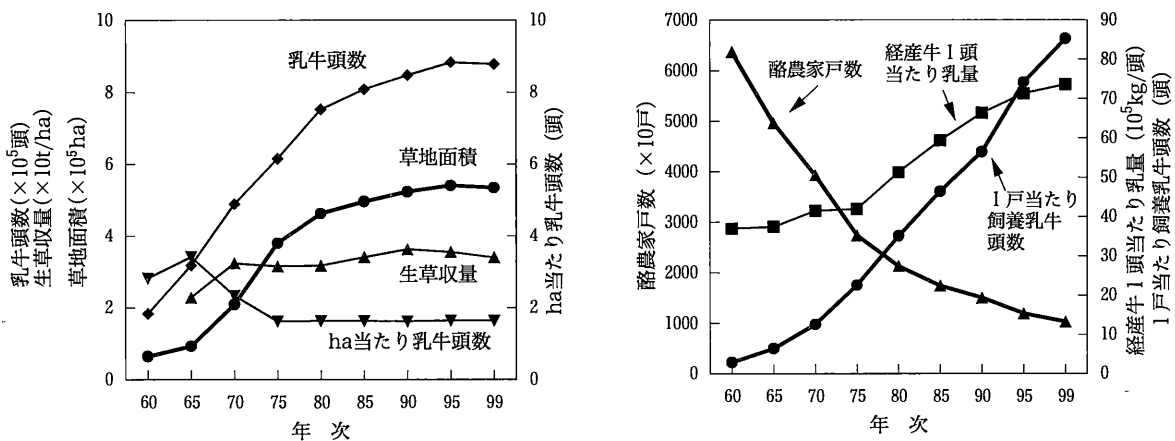


図1 乳牛頭数、草地面積、生草収量、haあたり乳牛頭数、酪農家戸数、1戸あたり飼養乳牛頭数経産牛1頭あたり乳量の推移

2. 酪農の持続的発展のための枠組み

酪農は、もともと、その系内で養分が土-草-牛を巡る農業である(図2)。個別の酪農場を一つの「容器」と考えると、その容器の中で養分が移動していたにすぎない。容器から出ていく主なものは、生産物の牛乳と個体販売の牛である。ところが、北海道での短期間の急速な乳牛飼養規模の拡大は、当然のことながら、酪農場という容器内での乳牛のふん尿生産量を著しく増加させた。しかも、牛乳生産が購入濃厚飼料に依存するに伴って、酪農場での土-草-牛を巡る養分循環に、濃厚飼料の形態で容器外の養分を多量に持込んだ。草地に対する化学肥料施与量の増加も、容器外から酪農場への養分持ち込みの増加に寄与している。これらの酪農場系外からの養分も、最終的には乳牛のふん尿となって酪農場という容器内に蓄積する。こうして酪農場という容器内での養分循環量が増えていく。

この増えた養分循環量のうち、大気環境へ揮散損失する場合を除くと、容器内に蓄積する養分循環量が土壌の養分保持容量の範囲内であれば、その養分が周辺環境へ流出することはない。しかし、乳牛の飼養頭数が増え、それに伴って容器外からの養分の持ち込みが増加すると、その増えた養分を土壌が保持しきれなくなり、酪農場という容器から養分が溢れ出ていく(図2)。これが、酪農場に起因する環境汚染の図式である。

乳牛は毎日確実にふん尿を排泄する。周辺環境へ流出することで環境に悪影響をおよぼす窒素(N)に注目すると、1頭の搾乳牛は年間にNを106kg排出する(扇ら、1999)。このNを流出させずに酪農場という容器で循環させなければ、乳牛のふん尿に由来する環境汚染が発生し、持続的酪農が破綻する。いいかえると、環境を汚染することなく酪農経営を持続させるためには、一定面積の草地(耕地)に何頭まで乳牛を飼養できるかが重要な要因となる。すなわち北海道酪農を持続的に発展させるための枠組みは、単位面積当たりの乳牛飼養頭数(以下、乳牛飼養密度という)で決まる。

3. 持続的酪農のための適正な乳牛飼養密度

酪農場がかかわる環境汚染の代表的なものには、ふん尿の草地表面施与後に大気へ揮散するアンモニアや亜酸化窒素などによる大気環境汚染と、土壌から地下水系へ養分が流出して発生する水質汚濁の2種類がある。ここでは大気環境汚染を一応除外し、草場・早川(1999)による水質保全の論議を参考に、適正な乳牛飼養密度を、河川水質基準、地下浸透水の水質基準、および、農耕地への許容限界N量の3つの基準から試算してみる。したがって、仮に大気環境汚染に関わる要因を考慮すると、以下に述べる適正な乳牛飼養密度はさらに小さくなる。

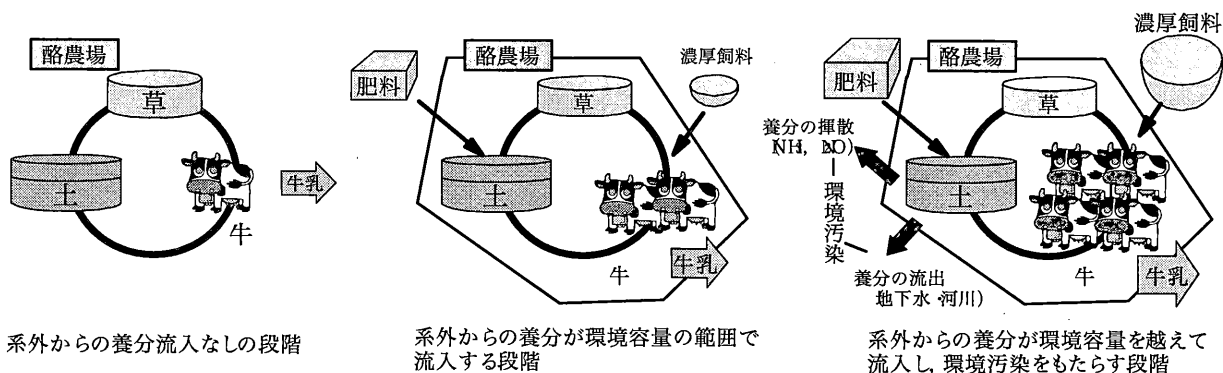


図2 酪農場における飼養規模拡大に伴う養分循環の概念図

表1 河川の農業用水質基準からみた乳牛飼養可能頭数の試算と実態

町	a) 総面積 (千ha)	b) 草地 面積 (千ha)	c) 乳牛頭数 (千頭)	草地率*1 (%)	草地面積当たり 乳牛頭数*2 (頭/ha)	飼養可能 頭数*3 (頭/ha)
浜中	42.75	15.1	22.6	35.3	1.5	1.3~2.0
標茶	109.96	30.7	43.4	27.9	1.41	1.7~2.5
別海	132.02	63.3	112.6	47.9	1.78	1.0~1.5
中標津	68.5	23.4	23.6	34.2	1.01	1.4~2.1
標津	62.44	12	20.5	19.2	1.71	2.4~3.7
5町全体	415.67	144.5	222.7	34.8	1.54	1.4~2.0

*1: b/a, *2: c/b, *3: 負荷N量の河川への流達率を6%および9%とした時の飼養可能頭数。統計数値は北海道農林水産統計年報(1999)による。

1) 河川水質基準からみた適正な乳牛飼養密度

大村(1996)の調査によれば、単位面積に投入されるN量(化学肥料、家畜ふん尿、根粒菌による生物的N固定、降雨、降雪などに由来するN)を100%とすると、自然浄化を受けた後に河川へ流達する割合(流達率)は、投入N量のおよそ6%だった。志村・田淵(1997)の調査では、全Nの流達率が9%であったという。

今、Nの排出源を乳牛だけに限定し、これが余剰水(降水から作物の蒸発散によって消費される水を差し引いた水)に溶けて河川に流出すると仮定する。北海道の平均的な年間余剰水量はおよそ450mmであるから(志村・田淵、1997)、1ha当たり1頭の搾乳牛の年間排出N(106kg/ha)が余剰水に溶け込んだ時のN濃度は、流達率が6%なら1.41mg/L、流達率が9%なら2.12mg/Lとなる。したがって、河川の農業用水質基準である全N濃度で1mg/L以下に抑えるためには、流達率9%の場合なら0.47頭/ha、流達率6%の場合は0.71頭/haが飼養可能頭数となる。

ただし、ここでの面積1haは、耕地(草地)面積のことではなく雨が降り注ぐことが可能な面積、すなわち、流域面積であるから、上記の飼養可能頭数は流域全体としての頭数である。それゆえ、仮にその流域面積のうち50%が草地、すなわち草地率50%なら、飼養可能頭数は流達率の違いによって0.94~1.4頭/haの範囲となり、草地率が25%

なら、同様に1.9~2.8頭/haとなる。つまり、上記の飼養可能頭数を流域の草地率で除すことによって、対象流域の適正な乳牛飼養密度が決まる。

酪農を基幹産業とする道東の5つの町について、その草地率を求め、それから上記の計算に基づいて、各町の飼養可能頭数を求めると、1.0頭/ha~3.7頭/haの範囲で、およそ2頭/ha程度であった(表1)。現時点では、別海町が飼養可能頭数以上の飼養規模になっており、酪農による水質汚濁の可能性がある。浜中町も流達率を9%とすれば、飼養可能頭数を超えている。しかし他の3町での飼養規模は、まだ多少の余裕がある。

2) 地下浸透水の水質基準からみた適正な乳牛飼養密度

地下浸透水の水質基準を硝酸態窒素(NO₃-N)濃度でとらえ、それに基づく適正な乳牛飼養密度を考えてみる。

耕地に投入されたNを地下浸透水に流出させないためには、作物が吸収利用し、農耕地でのN循環に組み入れることが重要である。では、どれだけのNが農耕地に収容可能か、それが問題である。この農耕地における養分の収容可能量を環境容量という。北海道では、「通常の収量をあげうる作物のN吸収量」と「地下浸透水中のNO₃-N濃度を10mg/L以下にする土壌の最大N保持量」の合計値を、農耕地のN環境容量と定義している(北海道、1999)。

表2 北海道の主要地域における乳牛飼養実態と草地の窒素環境容量に基づく乳牛飼養可能頭数の試算

地域	a)耕地面積 (千ha)	b)草地面積 (千ha)	c)乳牛頭数 (千頭)	乳牛頭数実態(頭/ha)		主要草種*3	d)通常の収量のN吸収量 (kg/ha)	余剰水量 (mm/年)	e) NO ₃ -N 残存許容量(kg/ha)	窒素環境容量 (kg/ha)*4	飼養可能頭数 (頭/ha)*5
				耕地面積 当たり*1	草地面積 当たり*2						
根室	111	109	185	1.67	1.7	TY	160	600～800	60～80	220～240	2.1～2.3
釧路	94	91	131	1.4	1.44	TY	160	600～800	60～80	220～240	2.1～2.3
十勝	260	82	212	0.82	2.59	TY	160	400～600	40～60	200～220	1.9～2.1
網走	172	64	126	0.74	1.98	TY	160	400～600	40～60	200～220	1.9～2.1
宗谷	56	55	65	1.17	1.16	OG	180	800	80	260	2.5

*1: c/a, *2: c/b, *3: TY=チモシー, OG=オーチャードグラス, *4: 窒素環境容量=d+e, *5: 搾乳牛のN負荷量=106kg/年として、窒素環境容量/搾乳牛の年間N負荷量から求めた。統計数値は北海道農林水産統計年報(1999)による。

年間降水量から作物の蒸発散量を差し引いた余剰水が、土壌に残存しているすべてのNO₃-Nを流出させても、地下浸透水中のNO₃-N濃度を水質基準の10mg/L以下とするには、余剰水量100mm当たりNO₃-Nで10kg/haまで土層内に残存できる。これをNO₃-N残存許容量とすると、これに主要作物の平均的なN吸収量から、その地域の土壌N環境容量が算出できる。例えば、北海道の主な酪農地帯では、余剰水量がおよそ400～800mmであった。したがって、NO₃-N残存許容量は40～80kg/haとなる(表2)。この地域の主要牧草であるチモシーやオーチャードグラスの標準的なN吸収量に相当する施与可能N量は、それぞれ160および180kg/haと見積もられるので、この地域でのN環境容量は200～260kg/haとなる(表2)。ただし、これは平均的な場合であって、土壌条件や雨量の条件などで土層からのNO₃-Nの流れ易さが変化する。そこで北海道では、それらを考慮した流出率が別途提案されている(三木ら、2000)。

搾乳牛の年間N排出量が106kg/頭であるから、それぞれのN環境容量の範囲での飼養可能頭数は1.9～2.5頭/haで、およそ2頭/ha程度となる(表2)。この値は、先に考えた河川水質基準からみた許容頭数の平均的な値とおおむね一致している。現状の飼養規模から見れば、十勝地方の草地面積当たり乳牛頭数が、上記の飼養可能頭数を上回っている。ただし、十勝の場合は、畑地などの

耕地を加え、耕地面積当たりで飼養頭数を求めると、飼養可能頭数よりかなり少なくなる。現状では、酪農場のふん尿を畑作専業農家に移転することの重要性がうかがえる(松中、2000)。

3) 農耕地への許容限界N量からみた適正な乳牛飼養密度

上記の北海道におけるN環境容量のような考え方は別に、土壌からの地下浸透水をNO₃-Nとして10mg/L以下に維持することが可能なN投入量を許容限界N量とし、それが全国的に検討された。それによると、現時点での許容限界N量は、およそ200～250kg/haの範囲である(新政策研究会、1992)。搾乳牛の年間N排出量は106kg/頭であるから、施与Nをこのふん由来Nに限定すると、上記の許容限界N量以下にするためには、1.9～2.4頭/haの範囲になる。

EU委員会は、1998年12月20日以降、耕地への許容限界N投入量を210kg/haとし、4年後の2002年同日以降には、これを170kg/haに減少することとしている(ADAS、2001)。土壌や気象条件、さらに乳牛の種類が異なるため単純に適用できないが、これを仮に北海道に適用すると、適正な飼養密度は1.6頭/haとなる。

4. 北海道酪農の持続的発展のためのシナリオ

これまでの論議から、北海道の酪農が環境汚染をさけながら持続的に発展していくためのシナリオの基本は、乳牛飼養密度を適正に維持すること

であると指摘できる。この場合、ふん尿に由来する養分の流出を防ぐ基本的なふん尿貯留施設なども当然完備しなければならない。その結果、どのような牧草が生産され、牛乳生産にどんな影響があるかを考える。

1) 適正な乳牛飼養密度による飼養規模の規制

上述したいずれの場合でも、適正な乳牛飼養密度は、おおよそ2頭/ha程度であった。したがって、北海道の酪農場が環境汚染源とならずに、持続的に発展するための枠組みは、酪農場における耕地(草地)1ha当たりの飼養頭数を2頭程度以下に規制することである。現在の北海道全体としての乳牛飼養密度は1.6頭/haで、上記の限界頭数の82%である。それゆえ、北海道全体で見れば、酪農場の環境保全対策は現時点ならまだまにあう。

2) 草地への養分源はふん尿中心で、化学肥料は補助とする

草地への養分源は乳牛の排泄ふん尿を基本とする。適正飼養密度(2頭/ha)の範囲であれば、排泄ふん尿はふん尿混合物(液状きゅう肥、いわゆるスラリー)として、年間におよそ50t/ha程度(25t/頭、肥料養分換算でN-リン酸(P_2O_5)-カリ(K_2O)としておよそ100-25-200kg/ha)生産される。これをチモシー基幹の混播採草地(マメ科割合10%程度、1番草を出穂期に、2番草は1番草刈取り後ほぼ50日目で刈取る体系)に前年秋と早春の2回に分施する。この時、乾物収量でおよそ8t/ha程度の牧草が確保できる(松中ら、1988)。この施与量の条件で、施与養分量を施肥標準量(北海道、1995)と比較すると、Nと K_2O は、ほぼ施肥標準量なみである。しかし、 P_2O_5 の施与量は明らかに不足する。このため、ふん尿だけで草地を良好に維持管理するのは困難である。適宜、土壌診断を実施して草地の土壌中有効態 P_2O_5 が不足しないように、化学肥料で補給する必要がある。

3) このシナリオでの牧草によるTDN自給率

乳牛が牧草から摂取可能な乾物量およびその牧草中のTDN含有率を、道立農畜試の調査データ(道立農畜試、2000)の値とし、上記の条件で牧草生産する時、牧草によるTDN自給率を求めた。その結果、このシナリオでの牧草だけでは、標準乳牛(305日乳量8400kg、日平均TDN要求量12.95kg、基準牧草の乾物摂取可能量12.4kg)のTDN要求量の46%程度しか達成できない。これは、この条件での牧草生産で、標準乳牛の乳量水準のTDN要求量を満たせないことを意味している。このシナリオに基づいて環境汚染のない持続的な酪農経営を実施するには、標準乳牛の乳量水準を下方修正しなければならない。

4) 飼養頭数規制とそれに伴う酪農場支援体制

仮に、適正な乳牛飼養密度で飼養規模を規制すると、草地面積を多く所有する酪農場は、多頭飼養が可能となる。逆に、所有草地面積の少ない酪農場は、乳牛の飼養頭数が制限される。この場合、相対的に草地面積の少ない酪農場は経営的に不利となる可能性がある。このような酪農場の支援体制をどのように整備するかは重要な課題である。

5. 国民的財産としての北海道の草地景観

北海道を代表するイメージがある。からっと晴れ渡った青空の下、広々とした緑の草地にゆったりと放牧される乳牛。赤い屋根の牛舎の周りには、にこやかに健康的な家族が揃って牧草収穫とサイレージ調製に汗を流している。そんなイメージだ。狭い日本で、こんな優雅な景観を提供できるのは北海道において他にない。消費者は、北海道の牛乳を飲みながら、北海道の緑滴る広大な草地をイメージし、健康を感じる。北海道の牛乳はこのイメージもあわせて売っている。酪農をとりまくこの景観は、まさに、国民的財産である。その北海道の酪農が、じつは、ふん尿垂れ流しの環境汚染源だったということにしてはならない。

そうならないために、EC各国がすでに踏み切った適正乳牛飼養密度による飼養頭数規制は、北海道でも不可欠だと思う。この難問を解決するために、行政、試験研究、普及、農協、酪農家といった関連するものが叡智を絞り、十分に連携していく必要がある。

6. 引用文献

- ADAS(2001) : Managing Manure on Organic Farms、1-23.
- 道立農畜試(2000) : 成績会議資料(北海道の採草地における牧草生産の現状と課題).
- 早川康夫・橋本久夫(1959) : 道立農試集報、4、9-19.
- 北海道(1995) : 北海道施肥標準、49-54.
- 北海道(1999) : 家畜糞尿処理・利用の手引き1999、1-123.
- 草場 敬・早川嘉彦(1999) : 畜産の研究、53、865-873.
- 松中照夫・小関純一・近藤 熙(1988) : 土肥誌、59、419-422.
- 松中照夫(2000) : 21世紀へのマニユア・テクノロジー、32-46.
- 三木直倫・安積大治・橋本 均(2000) : 土肥誌、71、396-399.
- 大村邦男(1996) : 北海道土壌肥料研究通信、第42回シンポジウム特集号、17-24.
- 扇 勉・峰崎康裕・西村弘行・糟谷広高(1999) : 北海道草地研究会報、33、16-21
- 志村もと子・田淵俊雄(1997) : 農土論集、189、45-50.
- 新政策研究会(1992) : 新しい食料・農業・農村政策を考える、386-429.
- 坪松戒三(1969) : 道立農試報告、17、1-184.