

特 集

北海道の土壌と家畜生産

松中 照夫
酪農学園大学

わが国の食料基地・北海道の農畜産の場を支えているのは、いうまでもなく土壌である。その土壌から生産される飼料によって家畜から畜産物を得ている。ただし、土壌と一口にいても、北海道には多様な土壌が分布している。また、家畜生産にもさまざまな生産物がある。

ここでは対象とする家畜生産を乳生産に限定し、北海道にどんな土壌があり、その土壌で乳牛の飼料、とくに牧草がどのくらい生産され、その牧草からどの程度の乳生産が期待でき、それに土壌がどのような影響をおよぼすのかを考えてみたい。

1. 北海道に分布する土壌

土壌は、表面から眺めていただけでは、特別に違って見えない。例えば、その土壌で栽培されている作物が違うといったことは分かっても、土壌それ自身にどのような違いがあるかは、よくは分からない。それゆえ、北海道にどのような土壌があるのかと問われてもとまどう。どのような土壌というからには、土壌の種類を分けなければならない。すなわち土壌の分類が必要となる。そこでまず、どのような土壌があるかを区

別するための簡単な土壌の分類について述べる。

わが国の農耕地土壌分類は、第3次改訂版（農耕地土壌分類委員会、1995）が最新版である。しかし、この分類体系で分類された土壌の分布面積は、残念ながら現時点で確定されていない。このため、どのような土壌がどのくらい分布しているのかという問いに対して回答できる資料は、「土壌統に基づく農耕地土壌の分類」第2次案（土壌第3科、1977）および同第2次案改訂版（土壌第3科、1983）にしたがって全国的にとりまとめられたものだけである。そこで、以下では、第2次改訂版に準じて説明することとする。

この第2次改訂版によれば、わが国の農耕地の土壌は大まかに4つに区分されている。すなわち、①火山灰に由来する土壌、②台地の土壌、③低地の土壌、④泥炭に由来する土壌である（表1）。この大まかな4つの区分を、さらに排水の良否で2つに区分し、その上で、下層土などの特徴により細分化している。その結果、北海道に分布する土壌は14種類あることになっている（表1）。このうち、分布面積から見て北海道での主要な土壌は次の7種類である。すなわち、火山灰に由来する土壌では、排水が良好な黒ボク土、排水がやや

表1 北海道の農耕地が立地するおもな土壌の種類とその特徴¹⁾（道立中央農試、2005）

おおまかな土壌区分	排水の良否	土壌の種類	土壌のおもな特徴
火山灰に由来する土壌 (439)	良	黒ボク土 (357)	おもに台地や丘陵地に分布。
	不良	多湿黒ボク土 (75)	排水がやや悪く、下層土に鉄さび色の斑紋を持つ。
		黒ボクグライ土 (7)	排水が悪く下層土に青灰色の層（グライ層という）を持つ。
台地の土壌 (260)	良	岩屑土 ²⁾ (1)	丘陵の頂上部に多く、レキ層が浅い位置から現れる。
		褐色森林土 (149)	排水が良好で、下層土は黄褐色。
	不良	暗赤色土 (6)	下層土が赤味を帯びた色の土。
		灰色台地土 (92)	粘質で固く、下層土には鉄さび色の斑紋を持つ。
低地の土壌 (364)	良	グライ台地土 (12)	粘質で固く、下層土は青灰色（グライ層という）。
		砂丘未熟土 ³⁾ (4)	海岸沿いの砂丘地に分布。農業利用は難しい。
	不良	褐色低地土 (171)	河川流域平坦地に分布し、下層土は黄褐色。
		灰色低地土 (111)	河川流域平坦地に分布。排水やや悪く鉄さび色の斑紋。
泥炭由来の土壌 (110)	不良	グライ土 (78)	河川流域低湿地に分布。下層土は青灰色（グライ層）。
		黒泥土 (3)	植物繊維が分解され、土壌と混じった黒褐色土層を持つ。
		泥炭土 (106)	植物遺体が分解されずに低湿地で堆積してできた土壌。

¹⁾：農耕地土壌分類第2次案改訂版による。表中の（）内数字は分布面積を示し、単位は千haである。

²⁾：山地や丘陵地に分布する土壌である。便宜的に台地の土壌に入れた。

³⁾：便宜的に低地の土壌に入れた。

不良な多湿黒ボク土、台地の土壌では排水が良好な褐色森林土、やや不良な灰色台地土、さらに、低地の土壌で排水良好な褐色低地土、排水がやや不良な灰色低地土、そして泥炭に由来する土壌では泥炭土である。なお、泥炭は排水不良の低湿地にできるため、排水良好な泥炭由来の土壌は存在しない。

土壌の排水の良否は、土壌を1m程度掘ってつくった土壌断面から判定する。排水がやや悪く、降水量の多少によって地下水水位が上下する場合には、下層土に鉄さび色の斑紋が形成される。また極めて排水が悪い場合には、下層土に滞水層ができるため還元状態となり、還元鉄に由来する青灰色の土層（これをグライ層という）ができる。したがって、下層土の鉄さび色の斑紋やグライ層の有無によって、排水がやや悪いか、極めて悪いかを判定することができる。

かつて、火山灰土、重粘土、泥炭土の3種類はいずれも土壌の特性が劣悪なため、北海道の3大特殊土壌と呼ばれ、北海道開拓以来、農業の発展を阻害してきた。このうち、火山灰土と重粘土は土壌の分類上の名称ではなく俗称である。火山灰土は火山灰に由来する土壌を包括しており、火山灰土の概念を典型的に持つ土壌の分類上の名称は黒ボク土である。また重粘土も、台地において緻密で粘質な土壌を包括する用語である。この重粘土の概念を典型的に有する土壌の分類上の名称は、灰色台地土である。

2. 草地や飼料作物畑が立地する土壌

ところで、北海道に上述した土壌がどの程度の面積で分布しているかは、これまでの土壌調査によって明らかにされている。また、北海道の水田や畑・草地・樹園地などの土地利用面積も統計的に示されている。それにもかかわらず、これらの農地がそれぞれどのような土壌に立地しているのかは、全くわかっていなかった。

そこで、道立中央農試の志賀、安積両氏および、畜産草地研究所の神山氏のご協力により、水田や畑、牧草地などがどのような土壌に立地しているかを検討した(図1)。集計の概要は以下のとおりである。

まず、国土数値情報および農林水産統計を組み合わせ、道内の耕地における土地利用別面積(水田、普通畑、樹園地、牧草地)を1kmメッシュ単位で

推定する。ついでそれを1km土壌メッシュ情報と結合する。これに基づいて土地利用別の土壌分布面積・割合を集計する。この結果から、土地利用別の土壌分布が1kmメッシュの全道図として作図された(図1)。

それによると、本道の積丹半島と知床半島の付け根を結ぶ線の北側は、おもに台地や低地の土壌に畑や牧草地が立地し、南側では火山灰に由来する土壌に立地することに気づく。ただし、この普通畑には、飼料用トウモロコシの栽培地なども含まれており、普通畑作物と飼料用トウモロコシとを区別することは、事実上できない。全道規模で求めたところ、牧草地52.8万haのうち50%は火山灰に由来する土壌に立地し、台地の土壌および低地の土壌に立地するのは、それぞれ21, 22%, そして残り7%が泥炭に由来する土壌に立地していた。飼料用トウモロコシを含む普通畑41.1万haの

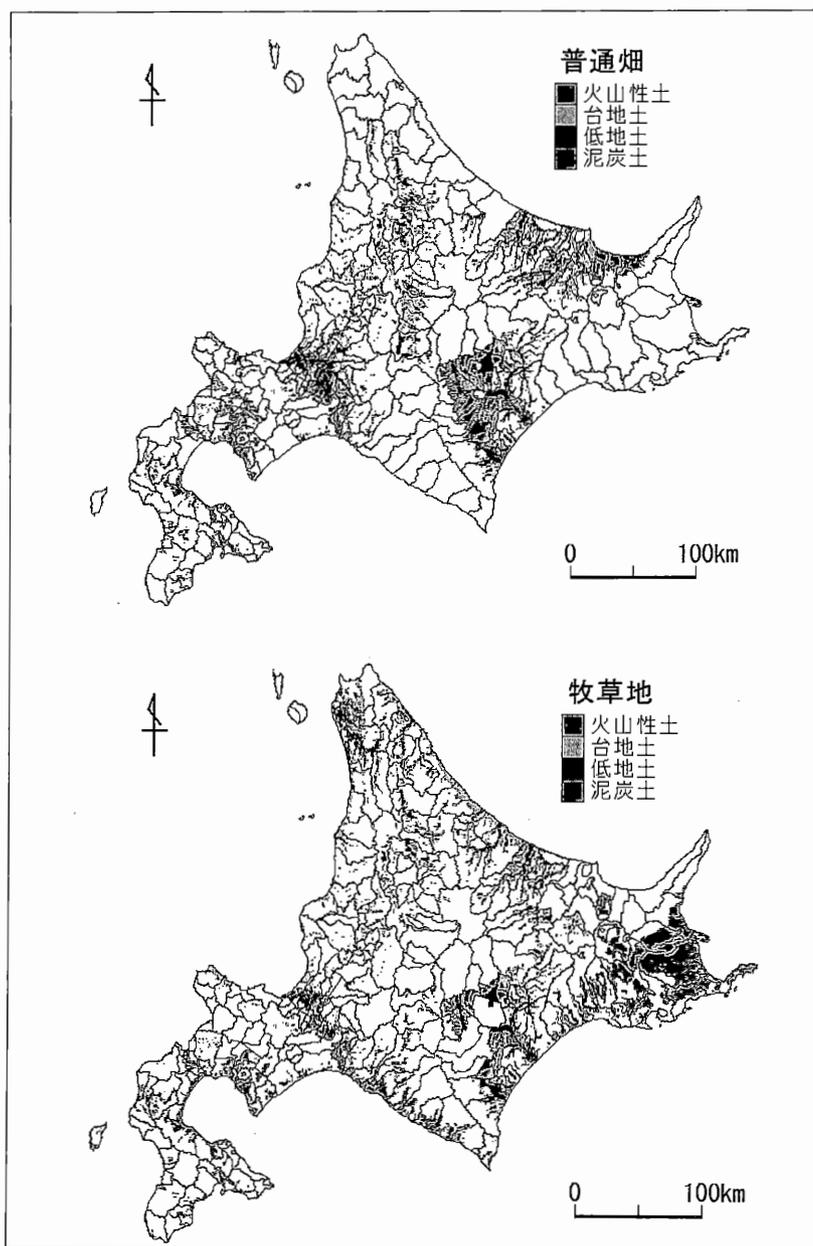


図1 北海道の普通畑および牧草地が立地する土壌 (道立中央農試, 2005)

場合、火山灰に由来する土壤、台地の土壤、低地の土壤そして泥炭に由来する土壤に立地する割合は、それぞれ、40, 26, 28, 6%だった。

3. 土壤の違いと飼料用トウモロコシおよび牧草生産の関係

これまで、牧草やトウモロコシがどのような土壤で栽培されているかを検討してきた。こうした土壤の違いは、当然のごとく作物生育に大きな影響を与えると考えられている。しかし、北海道というような広域で、土壤の違いが作物生産にどの程度影響をおよぼすかを考える場合、そのような思いこみには注意を要する。土壤は動物と違って自由に移動できない。したがって、土壤が作物生産におよぼす影響とその土壤が分布する場所の環境要因、とりわけ気象条件が作物生産に与える影響を分離して検討することが難しいからである。

例えば、同じ火山灰に由来する土壤で飼料用トウモロコシを栽培しても、十勝では乾物総重で17 t/ha、可消化養分総量 (TDN) 収量では12 t/ha期待できるのに対して、根釧では栽培適地そのものが限定されるだけでなく、乾物総重も11 t/ha、TDN収量では8t/ha程度にすぎない (表2)。これは気象条件が制限因子として働いているためである。

気象条件が制限因子として働きにくいと考えられている牧草でも事情は大きく違わない。全道規模の実態調査 (以下、Gプロと略。3年間で延べ719圃場を対象、このうち92%がチモシー主体草地) によると、牧草収量の地域間差は、土壤や施肥量の影響より気象条件の影響を強く受けていると考えられる結果であった (表3)。すなわち、各地域で対象となった圃場の土壤は、道北と網走ではほとんどが台地の土壤、それ以外の地域では、ほとんどが火山灰に由来する土壤であった。しかし同じ土壤の種類であっても、多収を示したのは気象条件の良好な地域である。

これらの結果は、作物の生育を第一義的に規制している要因が気象条件であって、北海道という広域で気象条件の大きく異なるところでは、土壤条件の違いということが作物生育の規制要因としての重要度を小さくしていることを示唆している。ところが、根室管内

表2 トウモロコシ多収品種の収量における地域間差異 (濃沼, 2004)

試験地	最多収品種の 早晚性群	乾物総重 (t/ha)	推定TDN 収量 (t/ha)	推定DCP 収量 (t/ha)
根釧	早の早	11.2	7.8	0.63
北見	早の中～晩	17.0	12.1	0.97
十勝	早の中～晩	16.6	12.2	0.98

試験地の土壤はすべて火山灰に由来する土壤である。

というような気象条件をある程度限定した範囲で検討すると、土壤の違いは、牧草生産に大きな影響をおよぼすことが明らかにされている (松中ら, 1986)。しかも、その影響は草地の経年的な収量低下傾向にも密接な関係を持っていることが報告されている (松中ら, 1983)。

結局、土壤が作物生産におよぼす影響というのは、ある程度限定した気象条件の中でしか論じることができない。北海道というような広域的な場で土壤と乳生産を論じようとしても、気象条件と土壤条件を分離して論議することができないため、道内で同じ土壤に立地する草地や飼料用トウモロコシ畑であっても、気象条件の差異によって乳牛の飼料生産量に違いが生じ、結果的にそれが乳生産に反映されてしまう。このため、土壤条件の違いが乳生産におよぼす影響を直接的な因果関係として論じられない。

4. 北海道の草地1haから期待できる乳生産とそれへの土壤の影響

これまでの論議から、土壤の違いがただちに牧草生産量に直接つながっているとはいえない。そこで、以下では、土壤や気象条件の違いを反映した結果として、北海道各地の草地1haからどのくらいの牧草が生産されているのか、その牧草をサイレージとして調整すると、どの程度の産乳量が期待できるかを検討してみたい。

このことについては、すでに近藤 (2004) が北海道のサイレージ生産圃場における飼料生産量と乳牛の生産生理から試算し、乳生産可能量として9.0～12.8 t/haという値を提示している。ただし、この試算には圃場での飼料生産から乳牛の採食までに関わる飼料の利用率、言い換えると損失を考慮していない。そこで、

表3 刈取り体系別にみた各地域における草地の乾物収量比較 (3年間の平均, 道Gプロ, 2000)

地域	対象圃場の 主な土壤の 種類	1 番草の刈取り日			化学肥料の平均 施与量 (kg/ha)			乾物収量 (t/ha)					
		出穂始め - 6月の日 -	農家慣行	差	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	適期刈り体系*			農家慣行体系		
								1 番草	2 番草	年合計	1 番草	2 番草	年合計
道北	台地の土	16	29	13	52	88	72	4.89	2.54	7.43	5.85	3.36	9.21
網走	台地の土	13	24	11	79	97	95	5.15	3.01	8.16	6.14	3.76	9.90
道央・道南	火山灰由来	11	18	7	58	72	67	5.31	2.61	7.92	5.94	3.54	9.48
十勝	火山灰由来	14	20	6	90	117	107	4.87	3.03	7.90	5.35	3.82	9.17
根釧	火山灰由来	19	30	11	61	85	100	4.11	2.77	6.88	5.16	3.54	8.70
平均								4.87	2.79	7.66	5.69	3.60	9.29

*: 1番草出穂始め刈り, 2番草生育日数50日の刈取り体系

この近藤の算出法にしたがって改めて北海道の草地1haから生産可能な乳量を試算してみる。

1) サイレージへ利用可能な原料草量

まず、各地域の牧草生産量はすでに表3に示したGプロでの実態調査結果のうち、適期刈取り体系のデータを利用する。この調査結果のデータと、圃場での乾物損失を考慮して予乾サイレージとしての利用可能な

原料草収量を求めた(表4)。その結果、道内の草地からサイレージとして利用可能な乾物原料草は、根釧地域の6.4t/haから網走地域の7.6t/haの範囲であった。すでに指摘したように、同じ台地の土壤に立地する草地であっても、道北と網走では利用可能原料草量に大きな差異が認められる。火山灰由来の土壤に立地する他の地域でもまったく同様である。

2) 乳牛が利用可能なサイレージの代謝エネルギー(ME)量

つぎにその原料草からサイレージに調製され、そのサイレージから乳牛が採食して生産にまわすことができるME量を求めた(表5)。この場合、原料草から予乾サイレージに調整する過程でも、サイレージ表層や発酵過程で乾物損失が発生する。予乾サイレージの場合、その損失率は5.2%程度であるので(増子, 2004)、利用可能原料草量から損失分を差し引くとサイレージとしての調製可能量が求まる(表5)。

このサイレージを乳牛が採食する段階でも、できあがったサイレージが100%利用されることは少ない。予乾サイレージで添加物を使用しない場合、乳牛の採食段階での乾物損失は、11.1%程度と見積もられている(増子, 2004)。したがって、実際に乳牛が採食すると考えられるサイレージは、調製可能量から乳牛の採食段階での乾物損失を除く必要がある。その結果、乳

表4 北海道各地の草地から生産されるサイレージとしての利用可能乾物草量

地域	主体となる土壤の種類	原料草 ¹⁾ (kg/ha)		利用可能原料草量 ²⁾ (kg/ha)		年合計
		1番草	2番草	1番草	2番草	
道北	台地の土壤	4,890	2,540	4,562	2,370	6,932
網走	台地の土壤	5,150	3,010	4,805	2,808	7,613
道央・道南	火山灰由来の土壤	5,310	2,610	4,954	2,435	7,389
十勝	火山灰由来の土壤	4,870	3,030	4,544	2,827	7,371
根釧	火山灰由来の土壤	4,110	2,770	3,835	2,584	6,419
平均		4,870	2,790	4,544	2,603	7,147

¹⁾ Gプロ実態調査(2000)のデータ

²⁾ 予乾原料草としての圃場での乾物損失率=6.7% (増子, 2004)

牛が採食するサイレージの正味量は、年間合計で根釧地域の5.4t/haから網走地域の6.4t/haの範囲と考えられた(表5)。

日本標準飼料成分表2001年版(農業技術研究機構, 2002)によると、刈取り適期(1番草出穂前および2番草出穂前)に収穫されたチモシーを用いて調製したサイレージの代謝エネルギー(ME)は、1番草が11.30MJ/kg、2番草は10.13MJ/kgである。そこで、このデータを利用して乳牛が採食する予乾サイレージのME量を求めると、年間合計で根釧地域の58.6GJ/haから網走地域の69.7GJ/haの範囲となった(表5)。この計算によって、北海道の採草地で生産されたチモシーサイレージが実際に乳牛に採食され、それによって乳牛に供給されるME量が推定できたことになる。ただし、このME量がすべて乳生産に振り向けられるわけではない。

3) 飼養密度と乳牛の維持にまわるME量

乳牛がサイレージを採食しても、そのうち一部は乳牛の維持のために利用されるので、維持のためのME分を差し引かなければ、乳生産のために利用可能なME量が求められない。中辻(1999)によると、乳量が1乳期あたり7,000~7,999kgである泌乳牛の維持のためのMEは20GJ/頭であった。さらに実際には、この草地1ha当たりの飼養乳牛頭数(以下、飼養密度という)が

問題となる。すなわち、その1haの草地が何頭の乳牛を支えているかということである。飼養密度に対応して乳牛の維持にまわるME量が決まるので、その量を草地1haの利用可能なME量から控除することで、乳生産に振り向けられるME量を求めた。

4) 飼養密度別にみた北海道の草地1haからの生産可能乳量

上述した手続きによってサイレージから乳牛が乳生産に利用可能なME量を求めた(表6)。ここで、畜産統計によれば、2004年の北海道における乳牛の平均

表5 乳牛が採食可能なサイレージの代謝エネルギー(ME)

地域	サイレージの調製可能量 ¹⁾ (kg/ha)		サイレージの採食可能な乾物量 ²⁾ (t/ha)			乳牛が採食可能なサイレージのME量 ³⁾ (GJ/ha)		
	1番草	2番草	1番草	2番草	年間合計	1番草	2番草	年間合計
道北	4,325	2,247	3.85	2.00	5.84	43.4	20.2	63.7
網走	4,555	2,662	4.05	2.37	6.42	45.8	24.0	69.7
道央・道南	4,697	2,309	4.18	2.05	6.23	47.2	20.8	68.0
十勝	4,307	2,680	3.83	2.38	6.21	43.3	24.1	67.4
根釧	3,635	2,450	3.23	2.18	5.41	36.5	22.1	58.6
全道	4,307	2,468	3.83	2.19	6.02	43.3	22.2	65.5

¹⁾ 予乾サイレージ調製中の乾物損失率=5.2% (増子, 2004)

²⁾ 乳牛の予乾サイレージ採食段階における乾物損失率=11.1% (増子, 2004)

³⁾ 1番草チモシー(出穂前)サイレージのME=11.30MJ/kg(日本標準飼料成分表2001年版)
2番草チモシー(再生草・出穂前)サイレージのME=10.13MJ/kg(日本標準飼料成分表2001年版)

飼養密度は1.5頭/haであるので、飼養密度を1頭/haの場合と、1.5頭/haの場合で計算している。飼養密度が1頭/haなら、採食されるサイレージのME量から1頭分の維持に回る20GJ/haを差し引くと、それが産乳にまわるME量となる。同様に、飼養密度が1.5頭/haなら、30GJ/haを差し引いて求める。その結果、飼養密度が1頭/haの場合、産乳にまわるME量は38.6~49.7GJ/haとなり、飼養密度が1.5頭/haなら、28.6~39.7GJ/haの範囲となった。いずれも、途中の損失率に地域間差を考慮していないので、表3に示した牧草生産量そのものがこの産乳にまわるME量を規定している。

中辻(1999)によると、粗飼料多給飼養の条件下で、乳量が7,000~7,999kgの乳牛が1kgの生乳を生産するのに必要なMEは5.2MJである。サイレージから産乳にまわるME量を上述した産乳に必要なMEで除して、産乳可能性を求めた(表6)。その結果、飼養密度が1頭/haなら北海道の採草地1haで生産される予乾サイレージから7.4~9.6tの乳生産が期待できる。この場合、1頭/haであるから、この乳量が個体乳量となる。これに対して、飼養密度が平均的な1.5頭/haなら、1ha当たり5.5~7.6tの産乳が期待できることになる。これは、1.5頭で生産する結果であるので、個体乳量としては、3.7~5.1tである。

牧草生産量は乳牛の飼養密度が高まったからといって、ただちにそれに対応して増加するということはない。それゆえ、飼養密度を高めれば高めるほど、一定の草地で生産されるME量のうち維持に回るME量が増加するため、乳生産にまわる単位面積当たりのME量が減少する。その結果、乳生産可能性が減少する。今回の試算結果でも、飼養密度がわずかに0.5頭/ha増加しただけで、ha当たり乳生産量は大きく減少することを認めた。

また、北海道内では比較的気象条件に恵まれている、網走、道央・道南、十勝地域では、飼養密度が1.5頭/haの場合、それぞれ、草地1ha当たり7.6t、7.3t、7.2t

の乳生産が期待できる。これに対して、気象条件に恵まれない、そのために草地酪農地帯が形成されている天北、根釧地域は、他の地域より牧草生産量が少ないため1ha当たりの乳生産可能性も少なく、それぞれ6.5t、5.5tにしかならない。これらの結果は、いずれも、土壤が類似していても気象条件が異なると、それに対応して牧草生産が規制され、それが乳生産に影響を与えており、土壤が乳生産におよぼす影響は気象条件に比べると小さいことを示唆している。

以上の計算から、現在の北海道の草地で平均的な飼養密度(1.5頭/ha)の場合、1haの草地からおよそ6.8tの乳生産が期待できると指摘できる。これを個体乳量に換算すると、4.5tとなる。2004年の北海道における経産牛1頭当たりの乳量は7.7tであるので、上記の個体乳量4.5tは現状の経産牛1頭当たり乳量の58%である。このことは、北海道の飼料自給率がTDNベースで54%(2000年乳用牛検定成績による)であることとよく対応している。つまり、現在の飼養密度の条件で8,000kg近い個体乳量を自給牧草だけで生産するのは、もともと難しいことを意味している。したがって、北海道の草地1ha当たりの生産可能乳量を上げるとともに、飼料自給率を向上させるには、草地の牧草収量をさらに増加させる以外に方法はない。このことは、飼料用トウモロコシ畑でも同じことが指摘できる。粗飼料の単位面積当たり収量の増加対策と、それを支える土壤の肥沃度管理をさらに真剣に検討しなければ、北海道の草地は乳量8,700kg程度の乳牛を1haに1頭しか飼養できないという現実しか残らないことになる。

5. 要約

これまで述べたことをまとめると、以下のとおりである。

1) 北海道の農耕地には大まかに火山灰に由来する土壤、台地の土壤、低地の土壤、そして泥炭に由来する土壤が広く分布している。

2) 北海道の牧草地52.8万haのうち、50%は火山灰に由来する土壤に立地し、台地の土壤、低地の土壤、および泥炭に由来する土壤に立地するのは、それぞれ21, 22, 7%である。

3) 北海道の草地での産乳可能性は、草地の牧草生産実態からみて、飼養密度が1頭/haなら、7.4~9.6t程度、飼養密度が1.5頭/haなら、1ha当たり5.5~7.6t程度の範囲だった。

4) この産乳可能性の差異は、土壤条件や施肥量の影響というよりは、むしろ、気象条件

表6 各飼養密度別にみた単位面積あたり乳生産可能性 (t/ha)

地域	サイレージから採食可能なME総量 ¹⁾ (GJ/ha)	各飼養密度条件で乳牛の維持にまわるME量 ²⁾ (GJ/ha)		各飼養密度別のサイレージから産乳にまわるME量 ³⁾ (GJ/ha)		各飼養密度別の単位面積あたり乳生産可能性 ⁴⁾ (t/ha)	
		1頭/ha	1.5頭/ha	1頭/ha	1.5頭/ha	1頭/ha	1.5頭/ha
道北	63.7	20	30	43.7	33.7	8.4	6.5
網走	69.7	20	30	49.7	39.7	9.6	7.6
道央・道南	68.0	20	30	48.0	38.0	9.2	7.3
十勝	67.4	20	30	47.4	37.4	9.1	7.2
根釧	58.6	20	30	38.6	28.6	7.4	5.5
全道	65.5	20	30	45.5	35.5	8.7	6.8

¹⁾ 表5のサイレージから乳牛が採食可能な代謝エネルギー(ME)量の年間合計量

²⁾ 1乳期当たり乳量7,000~7,999kgである乳牛の維持のためのME=20GJ/頭(中辻, 1999)

³⁾ サイレージから採食可能なMEから維持にまわるMEを差し引く

⁴⁾ 粗飼料を中心として飼養された乳牛の乳生産1tに必要なME=5.2GJ(中辻, 1999)

の差異に基づく各地域の牧草生産力の違いを反映していると考えられた。気象条件が異なる広域においては、土壌よりも気象条件のほうが作物生育の規制要因になりやすく、それが牧草生産量を決め、最終的に乳生産を規定しているからである。

5) 草地の単位面積当たりの乳生産を増加させ、飼料自給率を向上させるには、草地の牧草生産を高めるより他に対策はない。そのためには、草地の土壌肥沃度をしっかりと維持管理することが重要である。

謝辞：本稿で重要な論議である草地からの乳生産については、その計算方法を北大大学院近藤誠司教授に教示していただいた。また、北海道の土地利用別土壌分布を計算し、作図して下さったのは、道立中央農試志賀弘行氏、安積大治氏であり、その過程で畜産草地研究所神山和則氏には貴重な意見と資料を提供していただいた。ここに記し、深く感謝の意を表します。

引用文献

農耕地土壌分類委員会 (1995) 農耕地土壌分類第3次改訂版, 農業環境技術研究所資料第17号, p1~79
土壌第3科 (1977) 土壌統の設置基準および土壌統一覧第2次案, 農業技術研究所
土壌第3科 (1983) 農耕地の土壌分類-土壌統の設置基準および土壌統一覧-第2次案改訂版, 農業技術

研究所

北海道立中央農試 (2005) 北海道の土地利用別土壌分布の集計, 中央農試生産環境部資料
濃沼圭一 (2004) トウモロコシの栄養収量-北海道の例, 酪総研選書, 79: 83~94
北海道立農業・畜産試験場・農政部 (Gプロ) (2000) 北海道の採草地における牧草生産の現状と課題, 北海道農業試験会議 (成績会議) 資料, 平成11年度, p1~137
松中照夫・三枝俊哉 (1986) 北海道根釧地方に分布する主要火山性土の牧草生産力, 道立農試集報, 54: 39~48
松中照夫・小関純一・松代平治・赤城仰哉, 西陰研治 (1983) 経年化に伴う草地生産力低下の土壌間差異, 日草誌, 29: 212~218
近藤誠司 (2004) 単位面積当たりの生産可能乳量, 酪総研選書, 79: 121~139
増子孝義 (2004) サイレージ調製に伴う飼料価値の損失はどれくらいか, 酪総研選書, 79: 105~120
農業技術研究機構 (2002) 日本標準飼料成分表 (2001年版) p42~43
中辻浩喜 (1999) 泌乳牛の粗飼料多給飼養下における飼料エネルギーの利用効率に関する研究, 北大農学部農場研究報告, 31: 75~128