

牛群の産次構成変化が酪農経営に与える影響

—北海道 A 町の酪農家を事例としたシミュレーション分析—

中川隆・梅木亮*・仙北谷康*・金山紀久**

(九州大学大学院農学研究院・*帯広畜産大学畜産学部・**帯広畜産大学大学院畜産学研究科)

Change in the Parity Status of Dairy Herd and its Effect on Dairy Farming (Takashi Nakagawa, Ryo Umeki, Yasushi Sembokuya, Toshihisa Kanayama)

1. はじめに

これまで酪農経営における所得向上のための一方策として高泌乳化が図られてきた。北海道では、305日乳量は、1986年に7,300kgであったのが、2003年には9,000kgを超えるなど、著しく増加してきた。一方で、問題視されているのが疾病の多発である。高泌乳化に伴う濃厚飼料多給の酪農において、疾病が多くなってきており、とりわけ、乳牛の分娩前後にかけて発症する周産期病と繁殖障害の多発が指摘されている(木田 [4], 宮本他 [5])。

また、乳牛の平均産次は低下基調にあり、1980年代に3産を下回って以降も、その傾向は続き、2003年で2.8産である(家畜改良事業団 [3])。近年みられる乳量の増加とともに酪農経営における牛群の産次構成は確実に低産次の方向に移行してきている。これまでの研究では、疾病による除籍の増加が平均産次の低下を招いていることが示唆されたが(中川他 [6])、平均産次の低下と経営収支の関係については未だ十分に明らかにされているとはいえない。

以上を踏まえ、本稿では、牛群の産次構成変化が酪農経営に与える影響について検討する。平均産次の低下が問題視されつつも、酪農家が産次延長の行動に踏み切らないでいる理由について、高泌乳化が酪農経営にもたらした効果の観点からシミュレーションを行なうことで明らかにすることを課題とする。

分析モデル構築の参考としたのは、北海道 A 町において調査協力の得られた B 経営である。用いたデータソースは、『牛群検定成績』(1999年3月から2006年3月まで)、『営農管理報告票』(2000年度から2005年度まで)および A 町農協資料であり、これらから得られたデータと実態調査結果を基に分析を行なった。

2. 分析視角

現在、高泌乳化を志向している酪農家は多かれ少なかれ「疾病が原因による除籍」の増大に直面していると考えられる。濃厚飼料多給による「高泌乳化」追求の経営の主な特徴は、疾病が主な原因による牛群の早期更新である。

また、乳牛の個体乳量は産次が高まるほど増加し5産でピークを迎えるといわれており(古村 [1])、乳量と所得は一般に正の相関関係にあるので、なるべく多くの乳牛の生涯産次を延ばすことが経営的に有利であると考えられる。具体的な産次延長効果とは、乳代収入の増加だけでなく、育成牛の飼養コストの軽減、個体販売の増加が考えられる。以上の分析視角から次の2つのシミュレーションを行なう。

① シミュレーション A

乳量水準一定で、平均産次を延ばした場合のシミュレーションである(註1)。どの程度の所得増加が見込め、それが酪農家に産次延長の誘因をもたらすものかを検討する。

② シミュレーション B

乳量水準を変化させようとして、平均産次を延ばした場合のシミュレーションである。目的は、高泌乳化に伴う平均産次の低下が酪農経営に与えた影響を検討するためである。比較の対象は、平均産次2.7産と3.1産である。北海道では1988年に平均産次が3.1産で、当時の個体乳量は2005年(平均産次

2.7産)の84%であったので、それを参考に3.1産モデルの乳量を2.7産モデルの0.84倍とした(註2)。

3. 事例概要

モデルの参考としたB経営は、北海道の中規模酪農地帯A町に位置している。A町における酪農家の平均飼料作物作付面積は約60haであり、平均年間出荷乳量は約500tである。飼養形態の多くはスタンションストールで、近年、規模拡大のためフリーストールに転換を図っている酪農家も数戸みられる。

B経営は、基幹労働力4人(中国人研修生1人を含む)で、搾乳牛60頭、育成牛58頭を飼養している(2006年9月現在)。高泌乳化が顕著であり、年間個体乳量は現在11,000kgである。飼養形態はスタンションストールであり、平均産次は2.6産である。また、近年、「繁殖障害」による除籍が増えてきており、2004年には、除籍頭数の半分以上を占めている(第1表)。「低能力」を理由とした積極的な牛群更新はほとんど図られておらず、高泌乳化に伴う疾病除籍の増加が問題となっている。

第1表 B経営における除籍頭数の推移

		乳房炎	乳器障害	繁殖障害	運動器病	消化器病	低能力	乳用売却	その他	計
2000年	頭		6	1	3	2				12
	%		50.0	8.3	25.0	16.7				100.0
2001年	頭		6	4	3	1		1		15
	%		40.0	26.7	20.0	6.7		6.7		100.0
2002年	頭	5	4	5	5		1			20
	%	25.0	20.0	25.0	25.0		5.0			100.0
2003年	頭		4	2	5				2	13
	%		30.8	15.4	38.5				15.4	100.0
2004年	頭	1	2	9		3	1		2	18
	%	5.6	11.1	50.0		16.7	5.6		11.1	100.0
2005年	頭	1	3	8	3				3	18
	%	5.6	16.7	44.4	16.7				16.7	100.0

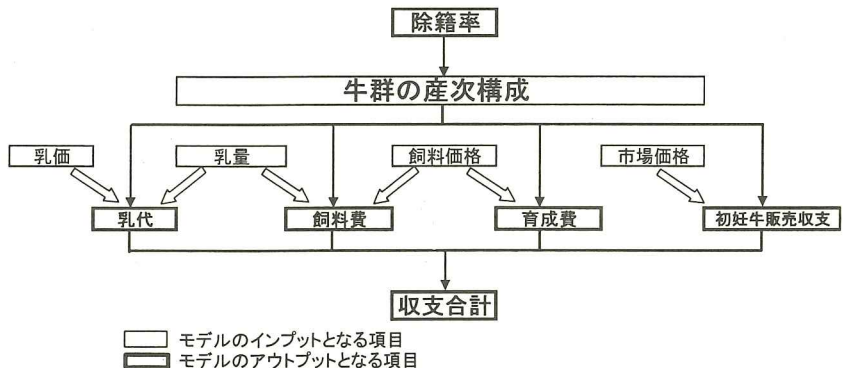
註：その他には、起立不能と死亡が含まれる。

資料：2000年～2005年の『検定成績表(表)』(北海道酪農検定検査協会)を基に作成。

4. シミュレーション分析

1) 収支モデル

牛群の産次構成の変化が酪農経営に与える影響を検討するため、収支モデルを作成した(第1図)。分析においては、「乳代」「飼料費」「育成費」「初妊牛販売収支」の4項目を対象とし、年間所得を算出する。なお、産次構成の変化にあまり影響されないと考えられる「養畜費」などの支出項目、「初生トク販売」などの収



第1図 本シミュレーション分析における経営収支モデル

註1：育成費とは、更新牛の育成費を指す。

註2：細矢印は、除籍率の変化による牛群の産次構成、収支項目、収支合計への影響を表し、太矢印は、データを基に設定した主なシミュレーション指標による収支項目への影響を表す。

入項目は対象としていない(註3)。また、支出項目のうち「減価償却費」については、控除しておらず「育成費」に含まれている(註4)。

2) 除籍率の算出と牛群の産次構成の設定

本シミュレーションでは、牛群の平均産次が変化したときの酪農家の経営収支への影響を検討することが目的である。牛群の平均産次が変化するとき、やはり産次構成にも変化が生じる。更新育成牛の必要頭数にも変化が生じよう。前述のように、一般に産次が高まるほど個体乳量は増加すると考えられる。それによって、当然、産次ごとの飼料要求量も異なってくる。このため、産次構成に変化が生じれば、それは、乳量や飼料費、育成費など収支項目全般に波及する。故に、シミュレーションを行なうにあたり、厳密な牛群モデルを構築するためには、産次構成を設定することが必要となる。

本稿では、牛群の産次構成の設定を「除籍率」に焦点を当て、以下の手順で行なう。

- ① 「除籍率」を定式化し算出する。
- ② 算出した除籍率と産次の関数を求める。
- ③ 求めた関数をシフトさせることで、平均産次を変化させ、牛群の産次構成を設定する。

産次構成の設定のため、除籍率に着目する。今岡[2]は、「牛群の年齢構成を決定するのは、生存率である。生存率とは、次の年までどれだけの牛が残っているかで、淘汰率の逆数」としている。この今岡の定義を踏まえ、除籍率を次のように定義する。除籍率とは、「次の産次までどれだけの牛が除籍されるか」を示す割合である。そして、これが「牛群の産次構成を決定する」と考える。具体的には、各産次における除籍率は以下の式により算出される(註5)。

$$n\text{産次における除籍率} = \frac{n\text{産次で除籍された頭数}}{n\text{産次以上で除籍された頭数}}$$

各産次の除籍率がわかれば、各産次において次産次に進むことのできる、つまり次産次以降まで生き長らえる乳牛の割合がわかるので、そこから産次構成を割り出すことができる。たとえば、各産次において除籍率が高くなるほど、次産次に進む乳牛の頭数は少なくなるので、全体として、平均産次は低くなる。

こうして定式化した除籍率の算出には、『牛群検定成績』(1999年3月～2006年3月)の全てのデータを用いた。この結果、産次と除籍率の関係は第2図のようになった。

産次が高まるにつれて、除籍率は高まるものの遞減傾向にあることが明らかである(註6)。産次と除籍率の関係式は以下のとおりである。

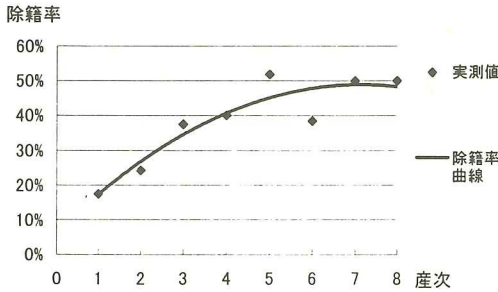
$$y = -0.0084x^2 + 0.1199x + 0.0614 \quad (R^2=0.86, () \text{ 内の数値は } t \text{ 値を表す。})$$

(-1.96) (3.04)

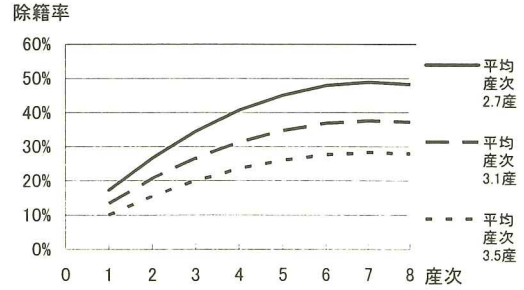
(xは産次、yは除籍率を表す。以下、これを「除籍率曲線」と記す)(註7)。

次に、この除籍率曲線を下方にシフトさせることで、すなわち、除籍率を段階的に下げることで、平均産次の高い牛群モデルを構築する。平均産次 2.7 産の除籍率曲線を基にして、平均産次 3.1 産、3.5 産のモデルを構築するため、除籍率曲線を 77%、58% 下方シフトさせたものが第3図である(註8)。

さらに、このようにして構築した平均産次の異なる牛群モデルの産次構成を表したものが第2表である。平均産次が延びるほど、初産牛の頭数は減少するので、更新育成牛の必要頭数は少なくて済み、高乳量の期待できる2産以降の経産牛は増頭することがわかる。



第2図 産次と除籍率の関係



第3図 除籍率と牛群の平均産次の変化

第2表 平均産次と牛群の産次構成

		産次								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
平均産次	2.7	17.84	14.83	10.95	7.25	4.37	2.44	1.30	0.68	0.36
	2.9	16.58	14.07	10.78	7.53	4.85	2.94	1.71	0.98	0.57
	3.1	15.34	13.29	10.54	7.72	5.29	3.45	2.17	1.35	0.84
	3.3	14.16	12.50	10.23	7.84	5.68	3.94	2.67	1.78	1.20
	3.5	13.02	11.71	9.87	7.88	6.01	4.42	3.18	2.27	1.63

注：小数点第2位までの数値を表示している。牛群の総頭数は60頭である。

3) シミュレーションの基本指標

第3表 本シミュレーション分析における基本指標

項目	基本指標	備考
分娩間隔	405日	『牛群検定成績』による3産次までの平均値。
牛群の総頭数	60頭	B経営の2006年9月現在における搾乳牛頭数。
乳価	76.04円/kg	B経営の2004年度乳価。
年間乳量(kg)		各産次の乳量をWoodモデルにあてはめ推計した泌乳曲線から算出。
初産	9,358	
2産	11,541	
3産	11,753	
4産	11,865	
5産	11,662	
6産	11,915	
7産	10,468	
8産	10,936	
9産	10,057	
飼料給与量	TDN0.31kg/乳1kg	『日本飼養標準』による。
購入飼料価格	45円/kg	B経営の使用配合飼料から算出。
自給飼料価格	50円/TDN1kg	『畜産物生産費調査(牛乳生産費)』による。
育成牛飼養コスト	305千円/頭	但し、初産分娩は24ヶ月齢で行なわれるとする。
初妊牛販売価格	403千円/頭	但し、20ヶ月齢で販売するものとする。
初妊牛売却益	161千円/頭	

注：乾乳期を60日に設定し、初妊牛売却益はA町を担当する農業改良普及センターのデータを基に算出した。

シミュレーションを行なううえで、必要な指標を第3表に示した。B経営の『牛群検定成績』のデータから、分娩間隔を405日(搾乳日数を345日)とした。育成牛(0~24ヶ月齢)の飼養コストを30.5万円/頭とし(註9)、初妊牛(20ヶ月齢)の販売価格を40.3万円/頭とした(註10)。産次ごとの乳量は、1年間の乳量を求めるため、泌乳期の乳量(345日乳量)に365日(1年)/分娩間隔(405日)を乗じて求めた。また、経産牛の総頭数(60頭)から判断して、年間27頭の雌子牛が生まれることになるが、そのうち更新にまわす必要のない育成牛を全て初妊牛として販売するとした。飼料費は、『日本飼養標準』を基に「維持に要する養分量」と「産乳に要する養分量」の合計による飼料要求量(TDN)から求めた。その際、購入飼料を乳量の1/3の量だけ給与し、飼料要求量の残量は自給飼料給与により補うとした。

本事例では、個体乳量は、産次が高まるほど増加し6産でピークを迎えていた。シミュレーションAを行なう場合、平均産次が延長すれば、やはり乳代は増加する。また、初産牛の頭数分を全て自家育成牛から更新するならば、平均産次の高い牛群モデルほど初産牛の頭数は少なくなり、初妊牛として販売できる育成牛の頭数は多くなり、初妊牛販売額は増加する。経産牛に対する飼料費は、乳量水準が低い初産牛が多くいるほど低くなるので、平均産次が延長するほど増加する。また、販売に向ける初妊牛は、育成飼養期間が短いので、育成牛飼養コストは平均産次の高い牛群モデルほど低くなる。

以上を踏まえて試算したシミュレーション結果が第4表、第5表である。乳代収入は、飼養経産牛(60頭)の年間総乳量に乳価を乗じて求めている。具体的には、基本指標の産次ごとの年間乳量に各産次の頭数を乗じ、これらを総和し、乳価を乗じて求めている(註11)。初妊牛販売収支は、初妊牛の1頭当たり売却益(161千円)に年間販売頭数を乗じて求めている。この年間販売頭数は、毎年生まれてくる雌子牛頭数から年間初産牛頭数(年間更新育成牛必要頭数)を差し引くことで算出される(註12)。

第4表 シミュレーションAの結果(平均産次の変化による経営収支への影響)

(単位:千円)

平均産次	乳代収入	初妊牛販売収支	飼料費	更新牛育成費	収支合計
2.7	49,980	1,738	18,826	4,908	27,984
2.9	50,142	1,907	18,844	4,560	28,646
3.1	50,280	2,066	18,856	4,221	29,268
3.3	50,392	2,212	18,863	3,894	29,847
3.5	50,479	2,345	18,864	3,583	30,377

第5表 シミュレーションBの結果(高泌乳化の経営収支への影響)

(単位:千円)

平均産次	乳代収入	初妊牛販売収支	飼料費	更新牛育成費	収支合計
2.7 (A)	49,980	1,738	18,826	4,908	27,984
3.1 (B)	42,037	2,066	16,961	4,221	22,921
(A)-(B)	7,943	-327	1,865	687	5,063

4) 考察

シミュレーションAの結果、乳代収入以上に、初妊牛の販売収支増加、更新牛育成費低下の効果が大きいことがわかった。これらを考慮に入れなければ、酪農家が平均産次を延ばす誘因は小さいことがわかった。このことは、平均産次が高まるほど、育成牛の疾病、事故を抑えることが重要であることを示している。平均産次を延ばすことによって所得を確保するためには、経産牛と同様に育成牛の疾病予防・飼養管理を徹底し、販売率をいかに高めるかが重要になると思われる。また、平均産次が2.7産から3.1産に延びた場合、経産牛1頭当たり2.1万円の年間所得増加となる(註13)。

シミュレーション B の結果は、近年の高泌乳化が酪農経営にもたらした結果である。高泌乳化の効果は、乳代収入の増額（794.3 万円）に端的に示されている。一方で、濃厚飼料多給に伴う飼料費増加や牛群の早期更新に伴う育成費増加などで支出が嵩んでいる。しかし、それらを差し引いても、経産牛 1 頭当たり 8.4 万円の年間所得増加となる（註 14）。これは、シミュレーション A で行なった 2.7 産から 3.1 産への産次延長効果の 4.0 倍である。平均産次 2.7 産を基準に考えた場合、乳量を高めながら 3.1 産から平均産次を低下させてきた酪農家の行動（経産牛 1 頭当たり 8.4 万円の年間所得増加）は、乳量を抑制せずに 3.1 産まで産次を延長させる行動（同 2.1 万円の年間所得増加）に比べて、所得への効果が高かった。近年の乳牛の高泌乳化が経済合理的な経営行動であったことが確認された。

5. むすび

本稿では、牛群の産次構成を変化させるシミュレーションモデルを構築し、牛群の産次構成の変化（平均産次の変化）が酪農経営に与える影響について検討した。主な分析結果は以下の 3 点である。

- ① 近年の乳牛の高泌乳化は、確かに平均産次の低下を伴うものであった。しかし、経営経済的にみれば、高泌乳化による効果のほうが産次低下の影響より大きく、経済合理的な行動であったといえ、この点で、酪農家に産次延長の行動をとる誘因が働きにくいことが明らかとなった。
- ② 牛群の除籍理由には、疾病除籍の割合が高かった。高泌乳化、疾病予防に対応した飼養管理技術を導入し、除籍率を下げ、産次を高めることで、さらなる経営改善の余地があるといえる。
- ③ 今後の展望として、飼料価格の高騰、乳価の下落により、高泌乳化による乳代収入増加の効果は小さくなるものと考えられる。平均産次を延ばし、初妊牛の販売率をいかに高めるかということが、所得向上を考えるうえで一層重要となろう。

本稿においては、データの制約上、個別経営レベルにおける近年の平均産次低下の実態を踏まえた乳量の変化が、シミュレーションモデルに組み込まれていない。この点で、モデルを改善していくことで、実態に即したより精緻な分析を行なうことができると考える。今後に残された課題としたい。

最後に、現在の酪農においては、高泌乳化や頭数規模拡大を志向する経営だけでなく、集約放牧に代表されるように乳牛の健康に重点を置いた経営、環境に配慮した経営など、様々に展開されている実態がある。今後の我が国の酪農を展望するうえで、こうした酪農経営の多様な類型にも留意し、同様のシミュレーションを行なうことを今後の研究課題としたい。

- （註 1）ここでいう乳量水準とは、具体的には本シミュレーションを行なううえで設定した年間乳量を表す（第 3 表）。これには明らかに近年の高泌乳化の影響が反映されている。このような高乳量が維持されながらも、疾病が原因による除籍が減少し、平均産次が延長することを想定した場合のシミュレーションである。
- （註 2）本来ならば、モデル構築の参考とした B 経営の牛群の平均産次が 3.1 産であった当時の乳量を用いるべきであるが、データの制約上、北海道の平均を参考にした。
- （註 3）「養畜費」は、「授精料」や「削蹄料」、「敷料」などで構成される。これらの費用は、牛群の総頭数には影響されるものの、産次構成の変化にはほとんど影響されないものと考えられる。また、「初生トク販売」についても、産次構成の変化によらず牛群の総頭数が同じであれば同数の初生トクが生まれるので、産次構成の変化には影響されないものと考えられる。他に、収入項目に「老廃牛販売」があり、これは産次構成の変化に少なからず影響されるものと考えられるが、この点の検討は今後の課題とする。
- （註 4）企業会計として収入を求める場合には「減価償却費」は控除されるべきであるが、本稿では、キャッシュフローとしての年間所得を算出しており、所得に含まれている。
- （註 5）除籍率に分娩間隔や牛群の総頭数などが影響してくる可能性は高いが、この点の検討は今後の課題とする。
- （註 6）B 経営の場合、9 産で除籍率は 100% になるが、これを除いたものをプロットしている。北海道 A 町で調査協力と『牛群検定成績』のデータ使用の承諾を頂いている他の 2 戸の農家（C 経営、D 経営とする）においても、同様にして関係式を求めたが、曲線の傾向は各々逡減、逡増となっていた。B 経営にみられる曲線の逡減傾向が酪農経営全般の傾向ではない点を断っておく。また、除籍率 100% を除いた理由は、B 経営の場

合、それを含めた曲線の推定式の決定係数は低くなり ($R^2=0.74$)、より実態に即したモデルに反映させるためには、除籍率 100%を除いた方が適当と判断したからである。しかしながら、これらの点は、個別経営事例において同様の分析を行なう際の今後の重要な検討課題として位置づけたい。

(註 7) C 経営, D 経営の、同様にして回帰させた推定式を以下に示す。

$$\text{C 経営 } y = -0.0057 x^2 + 0.1127 x + 0.0937 \quad (R^2=0.84)$$

(-0.68) (1.64)

$$\text{D 経営 } y = 0.0054 x^2 + 0.0139 x + 0.2494 \quad (R^2=0.72)$$

(0.61) (0.17)

() 内の数値は t 値を表す。C 経営では 8 産で、D 経営では 9 産で除籍率は 100%になるが、同様にこれを除いたものを各々推計している。

(註 8) 除籍率の減少率と平均産次の関係を表す次の式により、除籍率曲線をシフトさせた。

$$w = -0.0483 z^2 + 0.7908 z - 1.7611 \quad (R^2=0.99)$$

(z は平均産次, w は除籍率の減少率を表す。但し, $2.7 \leq z \leq 5.0$)

(註 9) A 町を担当する農業改良普及センターの試算では、育成牛の飼養コストは、初回分娩が 24 ヶ月齢であるとして 30 万 5,224 円 (種付け後 14~23 ヶ月で 15 万 8,055 円) であったので、それを参考にした。

(註 10) A 町農協では、20 ヶ月齢での初妊牛の出荷が一般的であり、同町の酪農家が出荷する北見市場の 2006 年 9 月現在の平均価格は 40 万 3,040 円であったので、それを参考にした。

(註 11) シミュレーション A における 2.7 産の乳代収入 (49,980 千円) は以下の計算式により求めている。
(9358 × 17.84 + 11541 × 14.83 + 11753 × 10.95 + ...) × 76.04

(註 12) シミュレーション A における 2.7 産の初妊牛販売収支 (1,738 千円) は以下の計算式により求めている。
161038 × (30 × 365 ÷ 405 - 17.84 × 365 ÷ 405)

同様に、更新牛育成費 (4,908 千円) は以下の計算式により求めている。

$$305224 \times (17.84 \times 365 \div 405)$$

飼料費算出の過程については、計算過程が複雑なため、本稿では省略する。

(註 13) 収支合計の増額 128.4 万円を経産牛頭数 60 頭で除して求めた。

(註 14) 収支合計の増額 506.3 万円を経産牛頭数 60 頭で除して求めた。

[付記] 本稿の作成に際して、2 名の匿名のレフェリーから非常に多くの有益かつ建設的な御指摘を賜りました。また、本研究を進めるにあたって、帯広畜産大学畜産学部の樋口昭則教授から懇切な御教示を賜りました。記して感謝の意を表します。

引用文献

- [1] 古村圭子「乳量および乳成分に影響する要因」柏村文郎・増子孝義・古村圭子編著『乳牛管理の基礎と応用 2006 年改訂版』, (株) デーリィ・ジャパン社, 2006, pp.136~145.
- [2] 今岡久人「酪農経営と牛群の年齢構成」『畜産の研究』, 第 41 巻第 11 号, 1987, pp.1245~1248.
- [3] 家畜改良事業団『乳用牛群能力検定成績のまとめ—平成 15 年度—』, 2004.
- [4] 木田克弥「乳牛の繁殖障害は周産期の生産病スパイラルから生まれる」『第 2 回畜産衛生に関する帯広ワークショップ資料』, 2005, pp.19~21.
- [5] 宮本明夫・金子悦史・川島千帆・清水隆「高泌乳牛の栄養代謝と卵巣機能調節の生理学」『第 5 回畜産衛生に関する帯広ワークショップ資料』, 2006, pp.1~13.
- [6] 中川隆・仙北谷康・金山紀久・細野ひろみ・耕野拓一・伊藤繁「酪農経営における疾病と乳牛淘汰に関する分析」『農業経営研究』, 第 45 巻第 2 号, 2007, pp.63~68.