

酪農における飼料給与診断、改善システムの利用とその効果

第1報 全牛群の飼料給与について*

坂本 登** 佐々木敏雄***

Utilization and Effects of Dairy Feed Diagnosis
and Improvement System Using Microcomputer

1. On the Feeding to Cow Herd

Noboru SAKAMOTO and Toshio SASAKI

緒 言

畜産におけるコンピュータの利用は、1970年代より農協その他の指導団体によって、経営診断サービスを中心に始まった。農家段階における利用は、マイクロコンピュータの普及によって、農家自身が家畜管理、生産管理、経営分析など直接生産過程の改善のために利用する機会が多くなってきたが、種々の問題点がある。コンピュータを生産農家の意思決定を補助する農機具と考えると、現状では過剰投資となる危険性がある。その理由は、(1) ソフトウェアが不備であること、(2) 農家の内部情報が整備されていないこと、(3) 情報の分析または計画に関する手法の理解に欠けていること、などが考えられる。

現在、家畜管理におけるマイクロコンピュータの利用は、乳牛や肉牛の管理では飼料給与診断を主としたもの、養豚では繁殖豚の個体管理を中心としたものである。²⁾ 本県でも乳牛の飼料給与診断、種豚の管理システムなどが普及しつつある。家畜に対する飼料計算、とくに乳牛に対するそれは、かなりのシステムが開発されており、大型コンピュータからポケットコンピュータに至るまで、その利用率は高い。この飼料給与診断は、もともと「飼養標準」という給与基準があり、これと比較して現実の飼料養分の給与が適正かどうかを診断するもので、コンピュータ化しやすいということが普及率の高い一因となっている。

飼料給与診断は牛群の状態に応じた必要養分量を飼養標準より計算し、これに対する現在の給与養分量が適正かどうかを判断する。もしも適正でなければ改善しなければならないが、この改善方向は、飼料標準を満足させ

ながら飼料費を安くするように各飼料の給与量を決定する。飼料給与改善の手法は、牛の状態、飼料の種類と単価、各飼料の最大摂取量、その他今回改善しようとするねらいを入力して、このデータにもとづいて種々の制約条件のもとで飼料費が最小になるように線形計画法を用いて給与量を決定するのが一般的である。しかし、農家が牛の状態をどれだけ正確に把握できるかが問題であり、この点から飼料給与の基準としている飼養標準が実際の牛に対して完全なものではない。また、飼料成分表も実際給与している飼料の成分と当然差があると考えられるので、線形計画法による最適解は“当たらずとも遠からず”的な答である。したがって、線形計画法による飼料給与改善システムは、個々の農家が異なる制約条件をどのように入力するかが問題であり、農家が使用するシステムとしては、かなり難しい点が多い。

農家は“飼養学者”ではないので飼養標準を完全に理解しなくても、その知識の体系をコンピュータに入れておいて現実の場面で利用すればよい。そこで著者らはマイクロコンピュータを用いて、乳牛に対する飼料給与診断と給与改善において農家がコンピュータを意思決定の補助手段として、また良きパートナーとして利用するためのシステムを開発した。このような考え方のもとに開発した飼料給与改善プログラムの設計思想は、(1) 農家が使用しやすいこと、(2) コンピュータと対話しながら改善案を作成すること、(3) 対話する場合、CRT画面に表示するコンピュータからのコメントを必要最少限にし、コンピュータ内部で複雑な計算と判断をさせること、(4) 飼料給与指導の経験をできるだけコンピュータに憶えさせること、(5) 給与改善案が現在の飼料給与と大き

*昭和58年度「家畜飼養管理におけるコンピュータ利用に関する研究会」(農林水産省)において発表

**畜産部

***普及企画部

く異なることなく、農家に受け入れやすいこと、などである。

本システムが完成してから現在まで2年経過したが、この間にこのシステムを利用して飼料給与診断と給与改

善を実施した酪農家の中から抽出したデータを解析して、飼料給与改善効果を検じた。

材料および方法

1. 乳牛の飼料給与診断と給与改善システム

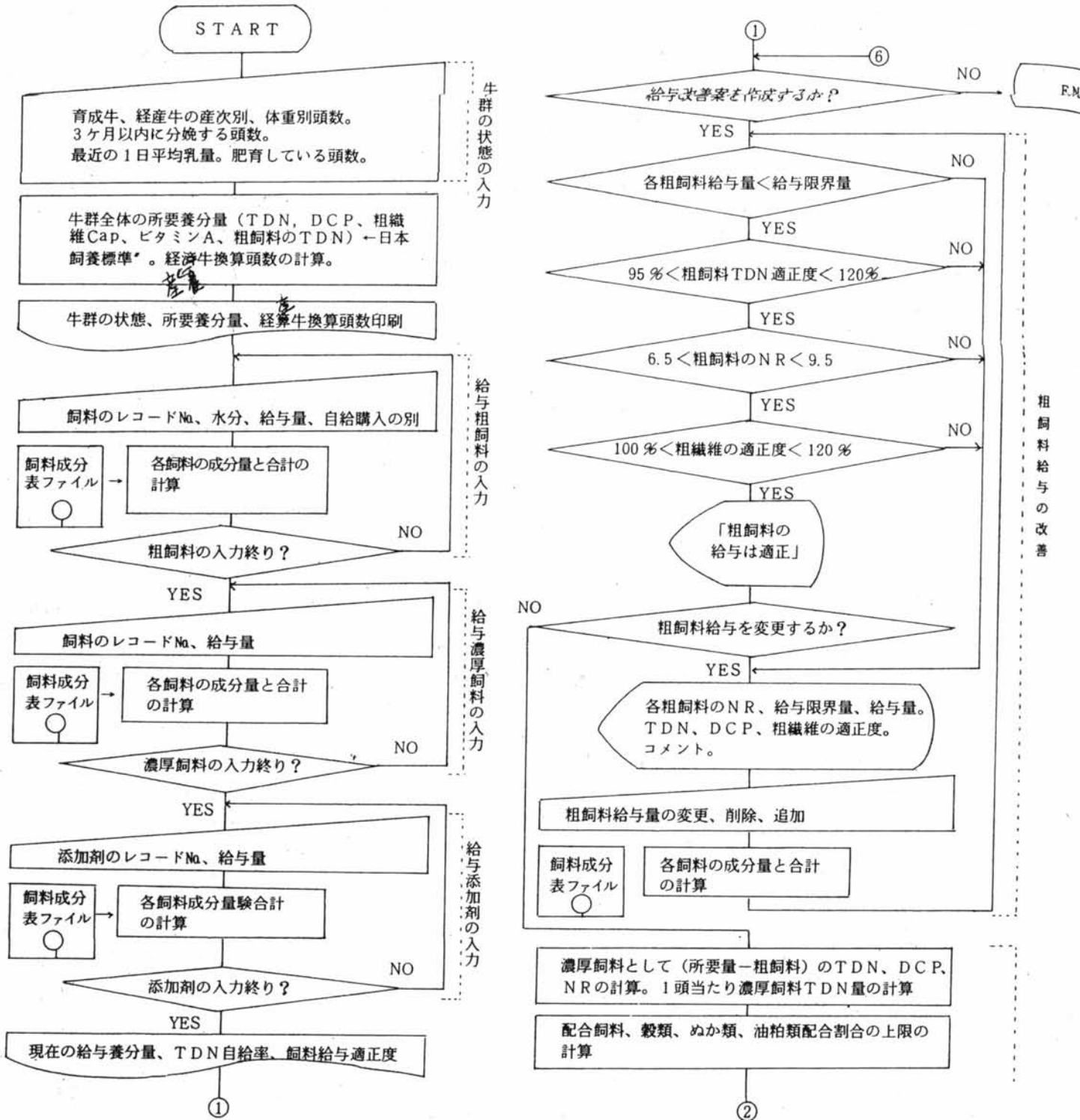
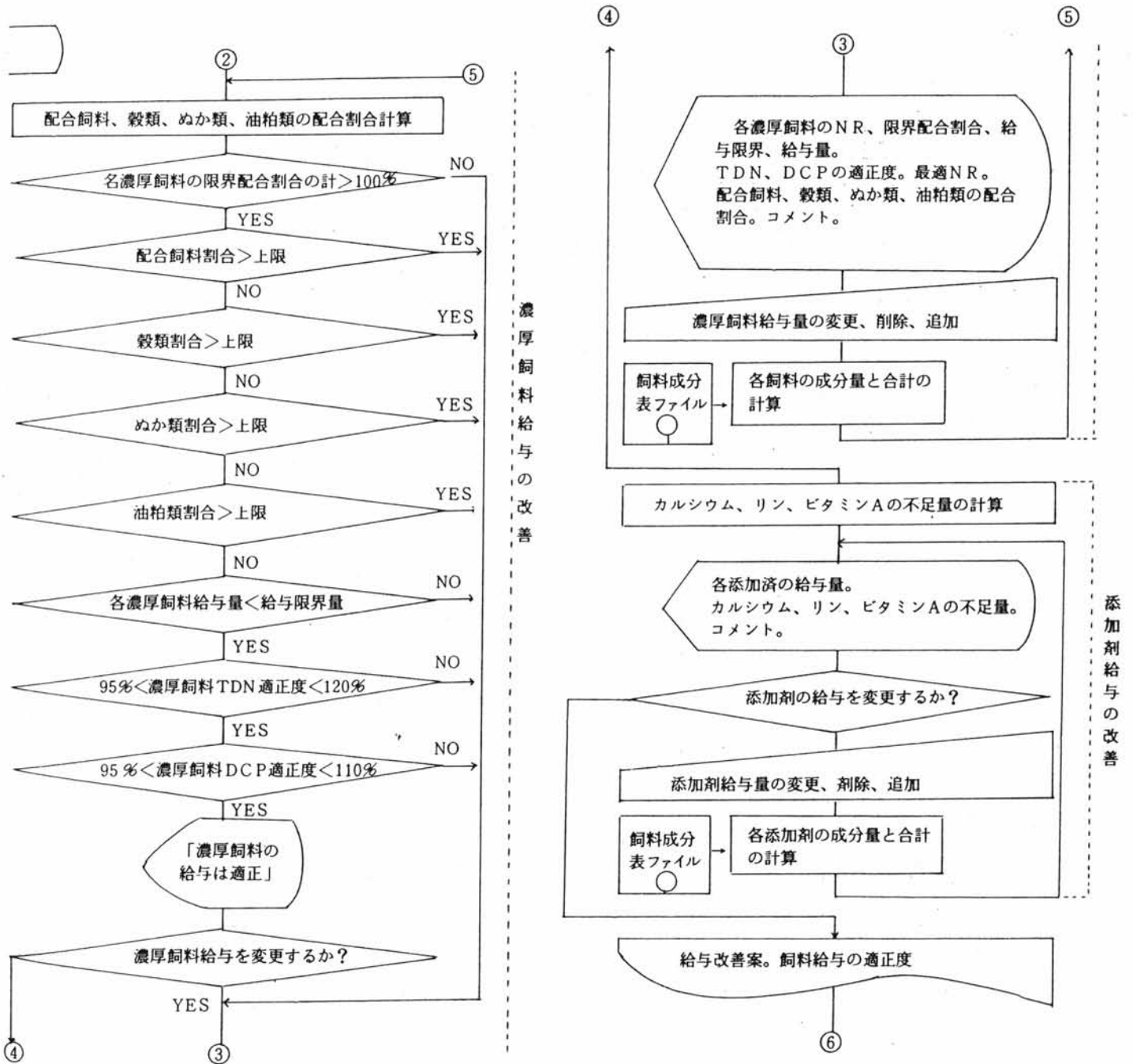


図1 乳牛の飼料給与診断、改善システムの流れ図

坂本ら：酪農における飼料給与診断、改善システムの利用とその効果

1982年4月に本システムを作成した。システム全体の流れ図（ジェネラル・フローチャート）は図1に示めすとおりである。システムは大きく分けて、飼料給与診断と給与改善の部分に分かれ、診断の結果、粗飼料、濃厚飼料とも給与養分量が飼養標準と比べ適正であれば終了するが、適正でなければ飼料給与改善案を作成する。なお、改善案は条件を変えていくつでも作成できる。



(1) 牛群の状態の入力と必要養分量の計算

入力データは、育成牛および経産牛の産次別体重別の頭数、経産牛および育成牛の中で3か月以内に分娩する頭数、最近の1日平均乳量（牛群全体）および肥育している頭数である。これらのデータから、牛群全体の1日当たりTDN、DCP、粗繊維、カルシウム、リン、ビタミンAの必要量を日本飼養標準（乳牛）²⁾から計算する。牛の体重は、育成牛では100kg、経産牛では、

50kgきざみの離散量でその頭数を入力しているので、体重と維持養分量の関係は、図2のとおり飼養標準に近似させた。妊娠増飼いおよび産乳（乳脂率3.5%）に必要な養分量は飼養標準どおり計算する。また、肥育している場合は、これらの養分量の合計に、一頭当たりTDN 3.9kg、DCP 0.71kg、カルシウム18g、リン23gを加算する。ここで牛群の状態と必要養分量を出力する。

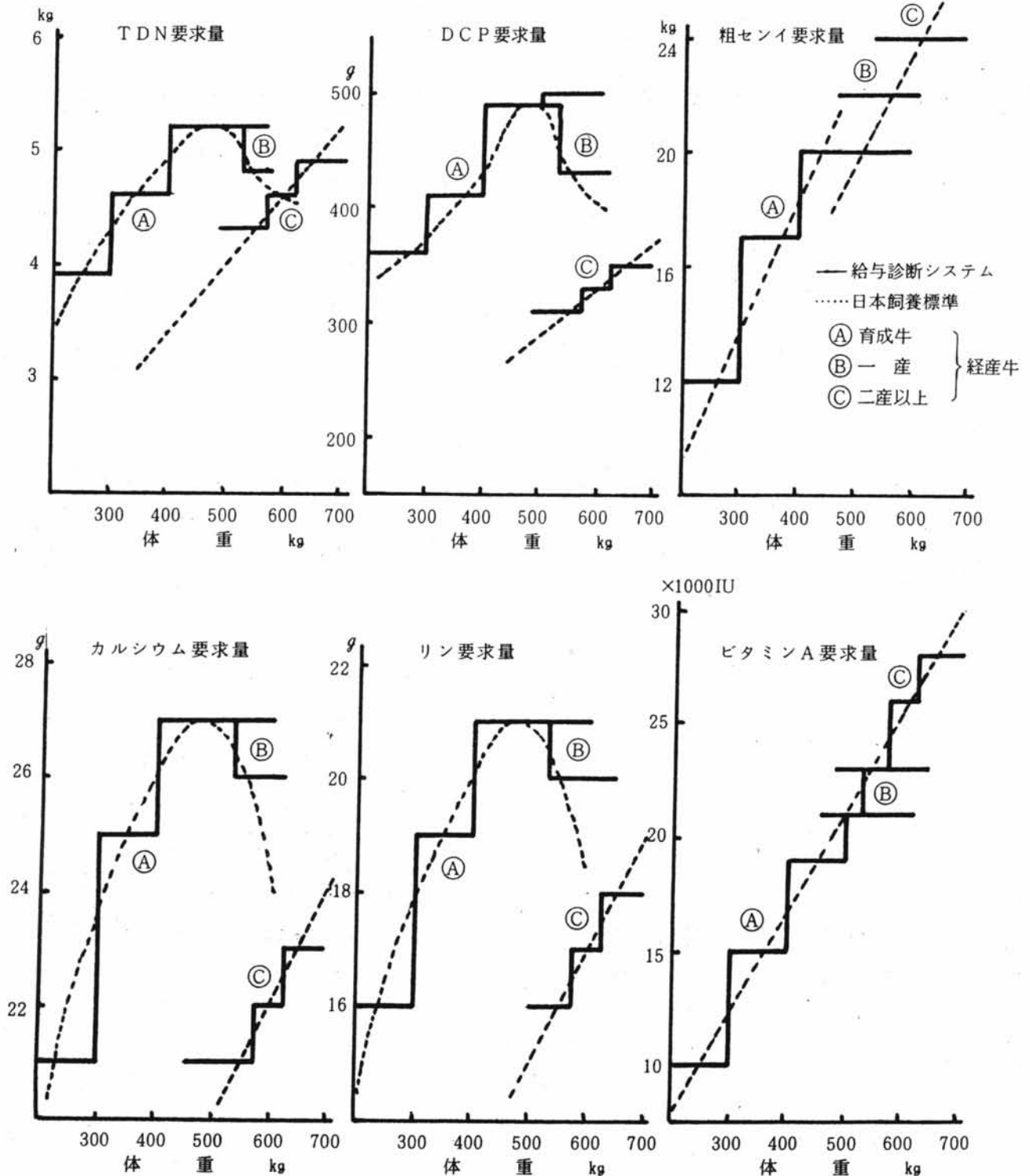


図2 牛の体重と必要維持分量の関係における日本飼養標準への近似

(2) 現在の給与飼料の入力

現在の牛群全体の1日当たり飼料給与量は、粗飼料、濃厚飼料、添加剤に分けて、その種類と量を入力する。県内で使用されている飼料の名前、水分、TDN、DC

P、粗繊維、カルシウム、リン、ビタミンAの含量および飼料給与改善のための1日1頭当たり給与限界量を外部記憶装置にファイルしてあり、その数は約270種類である。

表1 飼料成分ファイルの設計

飼料区分		コードNo		飼料成分ファイル (ランダム・ファイル)
生草 (F)	牧草	1	1	
	作物	1	2	
	根菜、果菜類	1	3	
	作物副産茎葉類	1	4	
	野草	1	5	
	樹葉類	1	6	
サイジレ (F)	牧草	2	1	#
	作物	2	2	
	その他	2	3	
乾草 (H)	牧草	3	1	#
	作物	3	2	
	野草	3	3	
わら類、穀類、マメ類、いも類、油粕類、ぬか類、製造粕類、動物質類、その他飼料添加剤	わら類	4	1	#
	穀類	4	2	
	油粕類	4	3	
	ぬか類	4	4	
	製造粕類	4	5	
	動物質類	4	6	
	その他飼料	4	7	
	添加剤	4	8	
		4	9	

注) 飼料成分ファイルに登録されている飼料は270種類

粗飼料の入力は、飼料の記録No、水分含量、給与量自給購入の別であるが、水分については飼料成分表ファイルと異なる場合は、その水分を入力し、養分含量を補正するようになっており、自給購入の別は飼料のTDN自給率を計算するために入力する。濃厚飼料および添加剤の入力は、飼料の記録Noと給与量である。これらの入力データから牛群全体の給与養分量、TDN自給率、各飼料養分の給与適正度を計算する。これらの出力結果を見て、現在の飼料給与が適正でなければ、飼料給与改善案を作成することになる。

(3) 飼料給与改善システム

給与改善は粗飼料、濃厚飼料、添加剤給与の順に実施する。これらの飼料給与の満足条件は次のとおりである。

<粗飼料>

- A. 各飼料の給与量……給与限界以下
- B. 粗飼料として給与すべきTDN (経産牛1頭1日当たりTDNを、6kgを中心に独自に設定した) ……95~120%
- C. 栄養比 (NR) ……6.5~9.5

- D. 粗繊維の給与適正度……100~120%

<濃厚飼料>

- A. 各飼料の給与量……給与限界以下
- B. 各飼料の配合割合……限界配合割合以下
- C. 各飼料の限界配合割合の合計……100%以上
- D. 配合飼料、穀類、ぬか類、油粕類の割合……配合割合の上限以下
- E. 濃厚飼料TDNの適正度……95~120%
- F. 濃厚飼料DCPの適正度……95~110%

これらの条件をすべて満足するように、各飼料の給与量を変更、削除、追加する。なお満足条件のうち、給与限界は外部記憶装置に、濃厚飼料の限界配合割合はデータ文で、配合飼料、穀類、ぬか類、油粕類の各配合割合の上限はプログラム内に過去の経験に基づいて記憶させてある。したがって、これらの満足条件を満たしていない理由はコンピュータがCRT画面にコメントまたはグラフで表示するので、これを見て農家は自己の経営内の飼料給与と条件を考えて、各飼料給与を修正すればよい。

添加剤の給与改善は、カルシウム、リン、ビタミンAの必要量と粗飼料、濃厚飼料に含まれる量との差をCR

T画面に表示するので、これを補うように給与量を修正すればよいが、この条件はすべて満足させなくても計算を進めることができる。このようにして作成した給与改善を終了するが、なお条件を変えて給与改善をすることができる。

2. 使用マイクロコンピュータの機種と入出力装置

- (1) 使用機種 (本体) …… NEC PC9801
(記憶容量：640KB)
- (2) 入出力装置
 - 漢字プリンタ …… PC8822
 - 高解像度カラーグラフィックディスプレイ …… PC8853 (CRT)
 - 8インチ・フロッピーディスク装置 …… PC9881
- (3) プログラム作成言語 …… N88DISK-BASIC (86) (漢字BASIC使用)
- (4) システムの総バイト数 …… 47KB

3. 調査農家と分析方法

本システムは1982年に完成したが、利用した酪農家、普及員その他のユーザーの意見によって、プログラムを修正し、完全なシステムになった1983年末から現在までにこのシステムを利用して飼料給与診断および給与改善案を作成した農家の出力結果をデータとして若干の分析と給与改善の効果についての調査を試みた。

調査データは1984年3月から6月に本システムを利用した桑名、伊賀、松阪、伊勢および志摩農業改良普及所管内の酪農家の48事例である。これらのデータから飼料給与の実態、主成分分析による酪農のパターン分類および給与改善効果の調査を行った。

結果および考察

1. 飼料給与の実態

調査48事例の飼料給与に関する項目の平均値と変動係数は表2のとおりである。これらの農家は飼料の給与について、その量や粗飼料と濃厚飼料のバランスおよび養分給与量が適正でなく、給与改善を実施した事例である。また、これらの事例は一戸当たり経産牛換算頭数、経産牛一頭当たり乳量の平均値は県平均に近い値であり、各層の酪農家を平均的に抽出しているものと思われる。

養分給与と割合の平均値は、現況では粗飼料で給与すべきTDN、リンが低い、全体のTDN、DCP、粗繊維および栄養化(NR)は適正であった。したがって、飼料のTDN自給率が低く、粗飼料給与が製造粕類等の購入粗飼料に位存する度合いが高かった。また1日1頭当たり購入飼料費(稲わら含む)の平均は850.8円、乳飼比は51.4%であった。

表2 調査農家の飼料給与に関する項目の平均値

(n=48)

項 目	単 位	平 均 値	変 動 係 数 %
経産牛換算頭数*	頭	27.5	58
経産牛1頭当たり乳量	kg/日・頭	14.8	111
TDN自給率	%	14.0	74
養分給与割合	TDN	101.7	22
	DCP	130.3	15
	粗繊維	101.2	23
	カルシウム	96.9	19
	リン	81.2	21
	ビタミンA	161.6	98
	粗飼料TDN	90.6	22
栄養比(NR)	全体	62.8	11
	粗飼料	83.1	26
	濃厚飼料	52.5	15
購入飼料費 (稲わら含む)	円/日・頭	850.8	19
乳飼比		51.4	24

注) *肥育している牛も含む

坂本ら：酪農における飼料給与診断、改善システムの利用とその効果

調査農家の給与飼料の種類と単価および使用頻度は表3のとおりである。飼料の1kg当たり価格は1984年8月現在の三重県における標準価格である。したがって、個々の農家における購入飼料の価格は実際とは少しちがうものと思われる。自給粗飼料はイタリアンライグラス、ソルガムを中心として、それらの青刈り、サイレージまたは乾草として給与されている。これらの草種は、3月から6月の時期の調査であることによるもので、年間を通じて調査すると、とうもろこしなどの使用頻度が高く

なるものと思われる。購入粗飼料では養分当たり単価の安いヘイキューブ、スーダングラス乾草、稲わら、ビートパルプ、ビール粕(生)などが主に利用されている。とうふ粕は地域的立地条件によって使用している農家は偏っている。濃厚飼料としては配合飼料の他に、穀類では大麦、とうもろこし、油粕類では大豆粕、ぬか類ではふすまの使用頻度が高い。その他に胚芽糖密飼料、大豆皮、みかんジュース粕、綿実などもかなり使用されている。

表3 調査農家における給与飼料の単価と使用頻度

飼料名		1 kg 当たり 価格* (円)			使用頻度 (%)	
		現物	TDN	粗繊維		
粗飼料	青刈	イタリアンライグラス			27	
		えんばく			2	
		とうもろこし			4	
		飼料かぶ			10	
	サイレージ	イタリアンライグラス			6	
		ソルガム			21	
		とうもろこし			4	
	乾草	レンゲ			2	
		スーダングラス	67	143	232	46
		チモシー	90	165	304	6
		チモシー主体混播牧草	84	162	300	2
		ヘイキューブ	60	121	224	85
		イタリアンライグラス				13
		野草				2
料	ケアントップ	55	105	167	8	
	稲わら	51	134	177	96	
	製造粕	ビートパルプ	53	94	364	100
		ビール粕(生)	11	61	275	54
		ウイスキー粕(生)	14	73	318	8
		ジスチラーズ・グレイソリュブル	38	179	(1086)	4
		とうふ粕(生)	10	84	417	16
	コーンコブミール	48	104	145	4	
	綿実がら	50	132	117	2	
	濃厚飼料	配合飼料	65	93		92
胚芽糖密飼料		56	77		52	
穀類		とうもろこし	55	69		71
		大麦	57	77		94
		綿実	60	66		13
油粕		大豆粕	82	107		50
		あまに粕	80	113		4
	やし油粕	70	127		2	
飼料	ヌカ類	ふすま	44	63		98
		米ぬか	37	48		10
		麦ぬか混合	33	58		2
		コーンハール	42	54		4
	製造粕	コーングルテンフィード	15	69		4
		みかんジュース粕	35	48		13
大豆皮	80	126		21		
ビール酵母	265	379		4		

注) * : 1984年8月の三重県における標準価格

調査時期は1984年3月から6月

2. 調査農家の飼料給与パターンによる分類

調査48事例の16項目、すなわち経産牛換産頭数、肥育している頭数の割合、1日1頭当たり乳量、TDN自給率、各飼料養分（TDN、DCP、粗繊維、カルシウム、リン、ビタミンA）の給与適正度、粗飼料、濃厚飼料および全体の飼料の栄養比（NR）、1日1頭当たり購入飼料費、乳飼比を変数として主成分分析を行った。その結果、これらの変数を3つの主成分に要約でき、その時の累積寄与率（情報の要約率）は約60%であった。すなわち、第1主成分は飼養規模と飼料自給率に関する因子（F1）、第2主成分は乳飼比と乳量すなわち収益性（飼料給与について）に関する因子（F2）、第3主成分は栄養比すなわち飼料養分のバランスに関する因子（F3）である。この第1因子（F1）と第2因子（F2）を用いて、48戸の酪農家をF1-F2平面にプロットしたスコア散布図は図3である。この図から酪農家の飼料給与パターンは次の2つに大きく分類された。

パターンⅠ……粗飼料購入型大規模酪農

このタイプの酪農家は平均飼養頭数が35.7頭と多く、飼料のTDN自給率は10%以下と購入飼料依存度が高い。したがって、1日1頭当たり購入飼料費は929円と高いが、飼料養分の給与適正度が高く、乳量も17.2kg/日・頭と多いので、乳飼比は46.6%と全平均よりもやや低くなっている。

パターンⅡ……粗飼料自給型小規模酪農

このタイプの平均飼養頭数は16.8頭と少なく、飼料のTDN自給率は21.2%であった。1日1頭当たり購入飼料費は708円と安い、粗飼料のTDNおよび粗繊維の給与割合が低く、乳量も9.9kg/日・頭と少ないので乳飼比はかなり高く58.8%であった。したがって、このパターンのTDN自給率は県平均と同程度であり、決して高いとはいえないので、“粗飼料自給型”という表現は適切ではないかもしれない。

パターンⅠは全調査事例の50%、パターンⅡは25%であり、この2つのパターンで全体の75%を占めている。その他に、事例は少ないが、第3のパターンとして平均飼養頭数が15.2頭と少なく、飼料のTDN自給率がかなり高く、飼料養分の給与が適正で乳量が16kg/日・頭と多く、乳飼比が40%と低い農家群があった。また、飼養規模、飼料のTDN自給率および乳量が平均的であるが、飼料給与が適正でなく、むしろ給与養分量が過剰であり、したがって購入飼料費が935円/日・頭と高く、乳飼比も56%と高い農家群も見られた。

調査農家は飼養規模や乳量では県下の平均的酪農家であったが、飼料の自給率がかなり低い傾向があった。

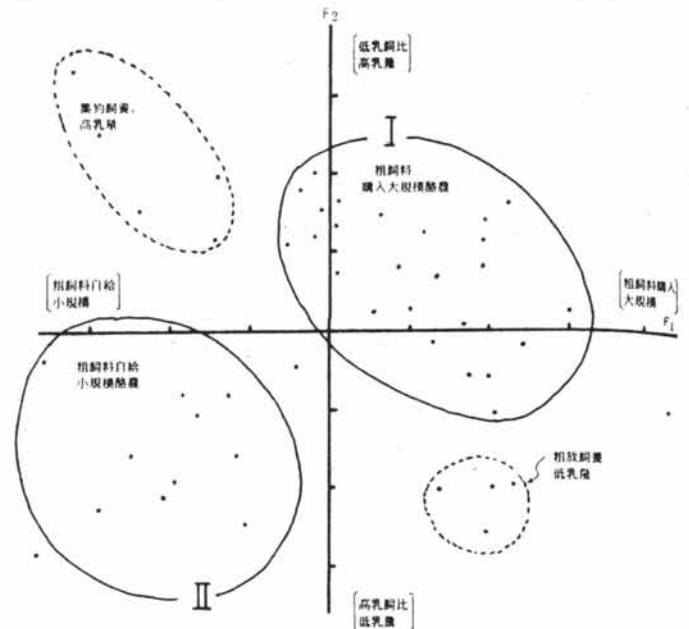


図3 主成分分析による酪農家の飼料給与パターンの分類

したがって、飼料自給率が高く、適正な飼養規模で、1頭当たりの乳量が多く、乳飼比の低い本来の理想的酪農家は、わずかに見られたがパターンとしてははっきりと分類されなかった。

3. 飼料給与改善の効果

このシステムを利用して給与改善を行った酪農家の経営内における乳量の増加、乳質の向上、乳牛耐用年数の延長などの効果は追跡していないのでわからないが、現況の飼料給与における購入飼料費が改善案でどの程度安くなっているかを一応改善効果として調査した。しかし、飼料養分の給与が過剰であれば給与改善をした場合、その飼料費は安くなり、逆に不足している場合は高くなるのは当然であろう。したがって、給与飼料全体のTDN給与割合がほぼ適正であるが、粗飼料と濃厚飼料のバランスや各飼料養分のバランスが適正でない場合についての給与改善効果について検討した。

調査農家全体について、飼料のTDN自給率と購入飼料費の関係における給与改善効果を示すと図4のようになる。現況と給与改善後におけるTDN自給率と購入飼料費の関係を回帰直線で示すと、2本の直線の縦軸方向の差が平均的な給与改善効果である。飼料のTDN自給率が高いほど購入飼料費が安いのは当然であり、その相関係数は現況、給与改善後とも0.7以上であった。また給与改善効果は飼料のTDN自給率が低いほど高くなっている。調査農家の平均的給与改善効果は、1日1頭当たり購入飼料費を約50円安くする程度であった。これは平均的飼養頭数の酪農家で、購入飼料費が年間約50万円安くなることを示している。

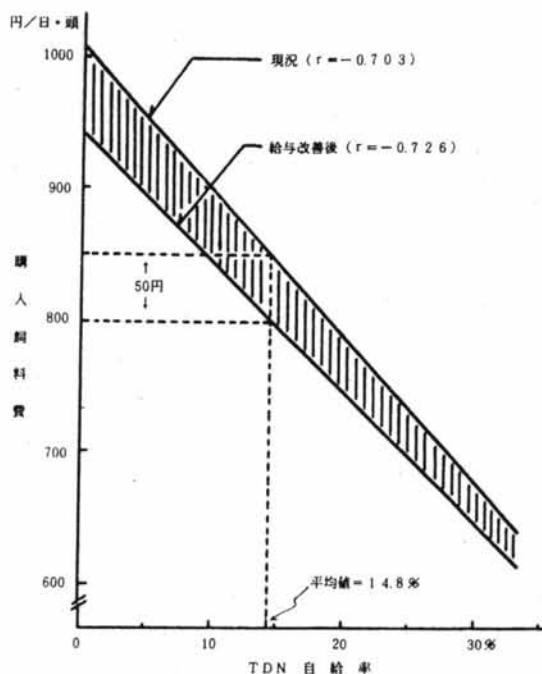


図4 TDN自給率と購入飼料費の関係における給与改善効果

調査農家を飼料全体のTDN給与割合別（不足、適正、過剰）に分類して、その平均給与改善効果を示したのが表4である。すなわち、TDN給与割合が100%以下の場合、改善後の1日1頭当たり購入飼料費が平均112円高くなり、110%以上の場合、90円安くなるのは当然であるが、TDN給与割合が適正である100～110%の場合でも、約21円安くなる。

表4 飼料費における給与改善の効果(48事例)

飼料のTDN給与(給与割合)	飼料給与改善効果	事例数
不足(100%以下)	-111.5円	16
適正(100～110%)	21.3円	15
過剰(110%以上)	89.1円	17

注) * : 1日1頭当たり購入飼料費の改善量 (給与改善後 / 改善前)

本システムの利用による飼料給与改善の効果は、飼料給与を適正にすることによって、乳牛の健康状態を長く保ち、総合的に経営の改善が図れること以外に、飼料費を安くする効果がある。また、給与改善を行う場合の入力カデータが少ないので、農家または現場の指導者が利用しやすく、またコンピュータと対話しながら改善してゆくの、その過程で農家の給与に関する諸条件が改善

案に反映される。したがって、飼料給与に関する優秀な指導者と対話しながら給与改善をするのと同じ効果がある。しかし、給与飼料を粗飼料と濃厚飼料に分けて入力しているので、飼料の種類によってはどの範ちゅうに分類するかが困難なものもあり、またコンプリートフィード給与の場合などは、このシステムではその対応が難しい。

本システムは牛群全体についての飼料給与診断と給与改善であるが、今後は高泌乳牛の飼料給与等に対応するために、個体ごとの飼料計算システムを開発する必要がある。

摘要

1. マイクロコンピュータによる乳牛飼料給与診断と給与改善システムを開発し、これを利用して給与改善を行った酪農家の飼料給与実態の分析と給与改善効果の検討を行った。
2. 調査農家の平均飼養頭数は27.5頭、1日1頭当たり乳量は14.8kgと県下の平均値とほぼ同じであった。養分給与割合の平均値は、ほぼ適正であったが、飼料のTDN自給率は低かった。また、1日1頭当たり購入飼料費は、平均で850円であり、乳飼比は51.4%であった。
3. 調査酪農家の飼料給与パターンは粗飼料購入型大規模酪農と粗飼料自給型小規模酪農に分類され、この2つのパターンに全体の75%が分類される。
4. 飼料給与診断、改善システムの給与改善に対する効果は、飼料給与の適正化および購入飼料費の低減に認められた。

参考引用文献

- 1) 中央畜産会(1974)：日本飼養標準(乳牛)
- 2) 渡辺昭三(1983)：日本の畜産におけるマイクロコンピュータ利用の現状、第5回世界畜産会議、サテライト、シンポジウム・プロシーディングス(4)