

目標計画法による繁殖牛の給与飼料の設計とその利用

誌名	長野県畜産試験場研究報告
ISSN	03893545
著者	渡辺, 晴彦 古條, 真一 吉沢, 直樹
巻/号	21号
掲載ページ	p. 14-20
発行年月	1987年3月

目標計画法による繁殖牛の給与飼料の設計とその利用

渡辺晴彦・古條真一・吉沢直樹

Goal programming models for japanese black cows feeding
and it's influence on reproductive efficiency.

WATANABE H., S.FURUJO, N.YOSHIKAWA

目標計画法(Goal Programming : GP)を設計部分に応用した繁殖牛用の飼料設計ソフトを作成し、これに基づいて設計したレイションで、1年間に渡って黒毛和種の繁殖牛12頭を飼育管理した。給与飼料はコーンサイレージ(早生種・黄熟期)、乾草(チモシー・開花期)、ヘイキューブ、イナワラ、配合飼料および添加剤(カルシウム・リン)の6種類を用いた。飼料の設計にあたっては日本飼養標準(肉用牛:1975年版)に準拠して養分要求量を算出し、目標計画法の制約条件にはTDN(100%)、DM(100%)、DCP(100~130%)および飼料費(最小化)を順次採用した。実際に給与する段階では、目標計画法による演算結果を対話型のサブルーチンで修正し、コーンサイレージを2kg単位、乾草およびイナワラを1kg単位、ヘイキューブおよび配合飼料を0.5kg単位として最小単位量を下回る場合には他の飼料で代替した。供試牛は2週間に1回体重を測定し、その都度飼料計算を行って適正体重を維持するように飼料給与量を加減した。この結果、期間中の空胎日数は、初産牛を除いた11頭の平均で59.9±25.1日で、妊娠期間を285日として求めた分娩間隔は11.3±0.82か月であった。

キーワード: コンピューター, 飼料(件), 繁殖性, 目標計画法

コンピューターによる牛に対する給与飼料の設計は対話型による思考錯誤法や線形計画法(Linear Programming : LP)が主流を占めてきた。井上ら¹⁾は、LPの特性として制約条件間に矛盾のないことが最適解を得る前提となっていることや制約条件が全て同じレベルでクリアされなければならないことが、要求される条件がきびしくなるほど現実的な改善案を迅速に出せない一因となっていることを指摘したうえで、乳牛の飼料設計への目標計画法(Goal Programming : GP)の適用を検討している。しかし、搾乳牛では給与する飼料の種類が10種類を越すこともめずらしくなく、また、近年の泌乳能力の向上は制約条件の設定を複雑かつ難しいものにしていく。これに対して、肉用繁殖牛では、養分要求量が余裕のある設定であることや、一般に給与する飼料の種類が少ないことが、GPの適用に好都合な条件であるものと思われた。そこで、設計演算部分にGPを適用したソフトを作成し、これによる設計結果に基づいて、1年間に渡って黒毛和種繁殖牛12頭の飼育管理を行った。

材料および方法

1. 給与飼料設計用のソフトの作成

給与飼料設計用ソフトの作成はSHARP CZ-800Pに外部RAMを増設してHu-BASICで行った。1回に設計できる頭数は10頭までである。養分要求量は日

本飼養標準(肉用牛:1975版)^{3,4)}に基づいて算出した。目標計画法の第1制約条件としてTDN(100%)を採用し、以下DM(100%)、DCP(100~130%)飼料費(最小化)を順次制約条件とした。粗繊維については、TDNとDMを充足することで、最低限度乾燥物中18%が達成できるので制約条件から除外した。カルシウムとリンについても、制約条件をできるだけ単純化するために除外し、充足率と両者のバランスから添加剤(リン酸二石灰・リン酸三石灰・炭酸カルシウム)の選択と添加量の計算を別途行うようにした。ビタミンAについては十分なデータが得られないのでこれも除外した。設計に適用する飼料は長野県畜産試験場において慣行的に使用されているもののなかから、制約条件に基づき、(1)高TDN飼料、(2)低TDN飼料(高繊維質飼料)、(3)高DCP飼料の3種の飼料の組み合わせを考慮して、コーンサイレージ(早生種・黄熟期・給与上限量15kg/日)、乾草(北海道産チモシー・開花期・同5kg)、ヘイキューブ(同3kg)、イナワラ(同3kg)、配合飼料(繁殖用指定配合・同3kg)の5品目を選定した。また、従来の経験に基づいて上記の()内のおりそれぞれの飼料に給与上限値を設定した。設計に用いた各飼料の成分値は日本標準飼料成分表⁵⁾の数値を用いた。

2. 供試牛および供試牛の管理

供試牛は黒毛和種の繁殖牛12頭を用いた。初産牛1頭を除く11頭の平均産次は、6.2である。供試牛はバイプハウスを利用した簡易畜舎に収容し、スタンションで繋留した。並設された20アールのパドックで毎日運動を課した。飼料は目標計画法による設計値に基づいて決定し、朝夕2回に分給した。2週間に1回体重測定を実施して、飼料給与量を決定するための参考とした。種付けは全て人工授精で実施した。

結果および考察

コンピューターによる出力の例を表1～10に示した。表1は昭和62年6月15日における供試牛12頭の内の10頭について、繁殖状況や体重など養分要求量を演算するために入力したデータと、これに基づいて算出した生後月齢、分娩後日数、次回分娩までの日数および栄養度指数などの牛の条件が示されている。表2は日本飼養標準に基づいて算出した養分要求量(DM, DCP, TDN, カルシウム, リン)を示したものである。原則的に生後36か月齢までを育成期間として、良好な発育の場合には(+H)、普通の発育の場合には(+M)と表示される。また、0～180日の間は授乳期として(+P)と表示され、それぞれ維持量に加えて何らかの養分加算がされていることが示されている。表3は設計に用いる飼料の成分表で、一般6成分の値, DCP, TDN, カルシウムおよびリンの値が日本標準飼料成分表に基づいて、現物あたりと乾物あたりの2水準で示されている。あわせて給与上限値(kg/日)および単価(円/kg)が示されている。表4は目標計画法による個々の牛の設計結果である。飼料については登録した飼料名、1日あたりの給与量の設計値(kg/日)、あらかじめ設定した1日あたりの給与上限値(kg/日)および上限値に対する設計値の割合が示されている。制約条件については、先に述べた条件項目に続いて、設計値(kg/日)、目標値(日本飼養標準に基づく要求量: kg/日)および目標値に対する設計値の充足率が示されている。飼料費については設計結果が単独で示されている。表5は表4に示した10頭分の個表を集計したもので、目標計画法による設計結果(飼料給与プラン)と各成分(一般6成分・DM・DCP・TDN・カルシウム・リン・カルシウム/リン比)の供給量および充足率が示されている。粗繊維については、飼料のDMあたりの粗繊維率, DMについては、体重あたりの給与率があわせて示されている。表6は10頭分の1日あたりの飼料の必要量と飼料費を集計したもので、飼料の購入や受け払いに利用した。表7は添加剤の選択と添加量が示されている。添加剤は、リン酸2石灰, リン酸3石灰および炭酸カルシウムを登録して、カルシウ

ムおよびリンが不足する場合には、充足率と両者のバランスから適当な添加剤を選択して、最小必要添加量を表示している。実際の飼料給与にあたっては、表8に示すとおり、作業性を考えてコーンサイレージは2kg単位、乾草は1kg単位、ヘイキューブは0.5kg単位、イナワラは1kg単位、配合飼料は0.5kg単位として、対話型のサブルーチンで充足率を確認しながら修正した値を用いた。設計値が最小給与単位量を下回る飼料は他の飼料で代替して、給与する飼料の種類を3～4種におさえるようにした。例えば、次の分娩を45日後にひかえた妊娠末期の17号牛の例では、コーンサイレージ10kg, 乾草1kg, ヘイキューブ1kg, イナワラ3kgを給与した。このときの添加剤はリン酸2石灰で、添加量38.1gとなった。表9には修正案に基づいて算出した給与飼料および飼料費の集計を示し、同じく表10には修正案に基づいて算出した添加剤の種類と添加量を示した。飼料の成分値は日本標準飼料成分表の数値を用い、泌乳量も日本飼養標準の数値を用いるなど、推定値による部分があるので、2週間に1回体重測定を実施して、体重の増減を考慮しながら飼料の給与量を調整した。実際の給与に際して問題になったのは、コーンサイレージの水分の変動で、設計に用いた数値よりも低水分のサイレージを給与した結果と思われる体重の増加が認められた。飼料の給与にあたっては、重量の計測よりも容量の計測の方が実際の現場への適合性は高いように思われた。また、簡易な水分測定法を日常化させることが重要であるものと思われた。

表11には期間中の繁殖成績を示した1年1産に対する短縮・遅延効果と分娩間隔は、妊娠期間を285日、1か月を30.4日として空胎日数から求めた。分娩間隔は、分娩後1週間までに子牛を離乳した4頭では10.9か月、通常どおり6か月子牛に授乳した7頭では11.6か月となり、両者の差は約20日間であった。全体の平均は11.3か月であった。分娩間隔が1年を越えた37号牛(61年3月23日分娩)および43号牛(61年2月2日分娩)が前年度の飼育管理の影響を受けていること、同じく96号牛(61年7月8日分娩)が年度当初の導入牛であることを考慮すれば、離乳時期の違いによる分娩間隔の差はそれほど大きくないものと思われた。同じ牛群の前年度までの分娩間隔が12～14か月であったのに比べて、1～3か月の期間短縮になった。供試牛それぞれの体格や繁殖サイクルにあわせて給与飼料の設計が行われたことによる牛のコンディションの改善の他に、分娩後の日数、次回分娩までの日数、発情予定日、体重の増減、栄養度指数など、日常の情報が整理して提供されたことによって、飼育管理が適切になったことが分娩間隔の短縮に有効で

あったものと思われる。肉用繁殖牛にとっては、単年度の分娩間隔短縮の積み重ねによる連産性の確保が重要であるので今後の繁殖成績に注目したい。

表11 期間中の試験牛の繁殖状況

牛No.	期間内の分娩	期間内の種付	空胎日数	短縮効果	分娩間隔	管理方法その他
6	61.9.14	61.11.5	52	-28	11.1	早期離乳
9	61.10.4	61.11.17	44	-36	10.8	早期離乳
15	61.11.2	61.12.29	57	-23	11.3	
17	61.8.24	61.10.13	50	-30	11.0	
20	61.8.22	61.10.2	41	-39	10.7	
21	62.1.5	62.2.18	44	-36	10.8	早期離乳
37	61.3.23	61.6.29	98	+18	12.6	
39	61.10.15	61.11.26	42	-38	10.8	早期離乳
43	61.2.2	61.5.24	111	+31	13.0	
53	61.6.15	61.7.24	39	-41	10.7	
88	61.9.27	初回種付
96	61.7.8	61.9.27	81	+1	12.0	

- 短縮効果=空胎日数-80日(1年1産に対する短縮・遅延効果を示す)
- 分娩間隔(月) 早期離乳: 10.9 ± 0.15 通常授乳: 11.6 ± 0.93 全体平均: 11.3 ± 0.82

引用文献

- 1) 井上直人・吉田宮雄・伊藤隆・平方明男・荻原宗弥・菅沢吉登(1985) 乳牛の最小費用飼料給与設計のための目標計画モデルの検討, 長野畜試研報, 20: 1~13
- 2) 玄光男・井田憲一(1985) 線形計画・目標計画プログラム, 電機書院, 東京, 149~181
- 3) 農林水産省農林水産技術会議編(1975) 日本飼養標準(肉用牛), 社団法人中央畜産会, 東京
- 4) 吉田實(1986) 飼料設計のための線形計画法, 養賢堂, 東京, 9~15
- 5) 農林水産省農林水産技術会議編(1980) 日本標準飼料成分表, 社団法人中央畜産会, 東京

表1 コンピューターによる出力例-1 (繁殖牛の条件)

Date = 62/06/15

[ウシ ノ ショウケン]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
< 1> ウシ ノ ナンベ	6	9	15	17	20	37	39	43	53	68
< 2> 生年月日 (年)	50	51	52	53	53	55	54	53	56	60
< 3> (月)	9	7	10	10	6	10	12	4	1	8
< 4> (日)	8	18	2	25	3	3	8	9	25	10
< 5> ヒョウゲツレイ(日)	141	131	116	104	100	80	90	110	77	22
< 6> フンゲツ年月日(年)	61	61	61	61	61	62	61	62	62	
< 7> (月)	9	10	11	8	8	4	10	3	5	
< 8> (日)	14	4	2	24	22	17	15	4	15	
< 9> フンゲツ コ(日)	275	254	226	295	297	59	243	102	30	
<10> タキツク 年月日(年)	61	61	61	61	61		61			61
<11> (月)	11	11	12	10	10		11			9
<12> (日)	5	17	29	13	2		26			27
<13> フンゲツマチ(日)	67	79	121	45	34		80			28
<14> タイショウ (kg)	520	470	460	490	430	450	470	500	510	420
<15> タイコウ (cm)	129	126	128	128	124	128	126	133	129	124
<16> イヨウトシスウ(%)	403	373	359	383	347	352	373	376	395	339

表2 コンピューターによる出力例-2 (日本飼養標準に基づく養分要求量)

[ヨウフク ショウキョウリョウ]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
< 1> ウシ ノ ナンベ	6	9	15	17	20	37	39	43	53	68
<23> D M	7.60	7.10	6.10	7.30	6.70	6.44	7.10	6.54	9.40	8.64
<24> D C P	0.36	0.34	0.24	0.35	0.32	0.31	0.34	0.57	0.68	0.59
<25> T D N	4.31	4.05	3.10	4.16	3.85	5.49	4.05	5.35	6.16	5.12
<26> カルシウム	24.8	22.8	16.4	23.6	21.2	34.3	22.8	33.3	39.4	25.0
<27> リン	22.8	20.8	16.4	21.6	19.2	28.2	20.8	28.2	32.4	23.7
[+ イクセイ チュウ]										(+M)
[+ ショウニョウ キ]						(+L)		(+L)	(+L)	
[+ コンシヨ マツキ]	(+P)	(+P)		(+P)	(+P)		(+P)			(+P)

表3 コンピューターによる出力例-3 (登録飼料の成分表)

[トウモロコシ ストック]	Mois	C-P	E-E	NFE	C-F	C-A	DCP	TDN	Cal	Pho	Max	Cost
1 S トウモロコシ (ワシオウ)	72.1	2.5	1.1	17.6	5.2	1.5	1.4	19.5	----	----	15.0	15
	----	9.0	3.9	63.1	18.6	5.4	5.0	69.9	0.54	0.23	4.2	54
2 H チモシー (カイカ)	13.0	6.7	2.3	42.3	30.3	5.4	3.4	47.8	----	----	5.0	60
	----	7.7	2.6	48.6	34.6	6.2	3.9	54.9	0.49	0.27	4.3	69
3 H ハイキューフ (A)	12.6	17.8	2.6	34.0	22.3	10.7	13.7	52.6	----	----	3.0	50
	----	20.4	3.0	38.9	25.5	12.2	15.7	60.2	1.33	0.29	2.6	57
4 イナワラ ()	12.3	4.3	1.7	37.8	28.8	15.1	1.1	38.0	----	----	3.0	25
	----	4.9	1.9	43.1	32.8	17.2	1.3	43.3	0.30	0.13	2.6	29
5 ぶんしょう ぶんごう ()	12.3	14.4	4.6	56.5	5.2	7.1	11.4	70.4	----	----	3.0	40
	----	16.4	5.2	64.4	5.9	8.1	13.0	80.3	0.72	0.74	2.6	46

表4 コンピューターによる出力例-4 (目標計画法による個体ごとの給与飼料の設計結果)

(1) Animal No = 6 62/06/15

【インザン アッカ】	G S M	Mx * FS	Ratio
1 S トウモロコシ (フセオク)	9.56 Kg	15.00 Kg	63.7 %
2 H チモシー (カヤカ)	1.66 Kg	5.00 Kg	33.1 %
3 H ヲイキニフ (A)	0.98 Kg	3.00 Kg	32.6 %
4 イナラ ()	3.00 Kg	3.00 Kg	100.0 %
5 ンシヤク ノイコク ()	0.00 Kg	3.00 Kg	0.0 %
6 T D N	4.31 Kg	4.31 Kg	100.0 %
7 D M	7.60 Kg	7.60 Kg	100.0 %
8 D C P	0.36 Kg	0.36 Kg	100.0 %
10 コ ス ト	367.02 イ		

computing time :00:02:45

(6) Animal No = 37 62/06/15

【インザン アッカ】	G S M	Mx * FS	Ratio
1 S トウモロコシ (フセオク)	10.34 Kg	15.00 Kg	68.9 %
2 H チモシー (カヤカ)	0.00 Kg	5.00 Kg	0.0 %
3 H ヲイキニフ (A)	0.66 Kg	3.00 Kg	22.0 %
4 イナラ ()	2.68 Kg	3.00 Kg	89.4 %
5 ンシヤク ノイコク ()	3.00 Kg	3.00 Kg	100.0 %
6 T D N	5.49 Kg	5.49 Kg	100.0 %
7 D M	8.44 Kg	8.44 Kg	100.0 %
8 D C P	0.61 Kg	0.61 Kg	100.0 %
10 コ ス ト	375.13 イ		

computing time :00:02:31

(2) Animal No = 9 62/06/15

【インザン アッカ】	G S M	Mx * FS	Ratio
1 S トウモロコシ (フセオク)	9.98 Kg	15.00 Kg	66.2 %
2 H チモシー (カヤカ)	0.98 Kg	5.00 Kg	19.6 %
3 H ヲイキニフ (A)	0.97 Kg	3.00 Kg	32.3 %
4 イナラ ()	3.00 Kg	3.00 Kg	100.0 %
5 ンシヤク ノイコク ()	0.00 Kg	3.00 Kg	0.0 %
6 T D N	4.05 Kg	4.05 Kg	100.0 %
7 D M	7.10 Kg	7.10 Kg	100.0 %
8 D C P	0.34 Kg	0.34 Kg	100.0 %
10 コ ス ト	331.13 イ		

computing time :00:02:45

(7) Animal No = 39 62/06/15

【インザン アッカ】	G S M	Mx * FS	Ratio
1 S トウモロコシ (フセオク)	9.93 Kg	15.00 Kg	66.2 %
2 H チモシー (カヤカ)	0.98 Kg	5.00 Kg	19.6 %
3 H ヲイキニフ (A)	0.97 Kg	3.00 Kg	32.3 %
4 イナラ ()	3.00 Kg	3.00 Kg	100.0 %
5 ンシヤク ノイコク ()	0.00 Kg	3.00 Kg	0.0 %
6 T D N	4.05 Kg	4.05 Kg	100.0 %
7 D M	7.10 Kg	7.10 Kg	100.0 %
8 D C P	0.34 Kg	0.34 Kg	100.0 %
10 コ ス ト	331.13 イ		

computing time :00:02:45

(3) Animal No = 15 62/06/15

【インザン アッカ】	G S M	Mx * FS	Ratio
1 S トウモロコシ (フセオク)	0.56 Kg	15.00 Kg	3.7 %
2 H チモシー (カヤカ)	3.09 Kg	5.00 Kg	61.8 %
3 H ヲイキニフ (A)	0.72 Kg	3.00 Kg	23.9 %
4 イナラ ()	3.00 Kg	3.00 Kg	100.0 %
5 ンシヤク ノイコク ()	0.00 Kg	3.00 Kg	0.0 %
6 T D N	3.10 Kg	3.10 Kg	100.0 %
7 D M	6.10 Kg	6.10 Kg	100.0 %
8 D C P	0.24 Kg	0.24 Kg	100.0 %
10 コ ス ト	304.52 イ		

computing time :00:02:31

(8) Animal No = 43 62/06/15

【インザン アッカ】	G S M	Mx * FS	Ratio
1 S トウモロコシ (フセオク)	11.72 Kg	15.00 Kg	78.1 %
2 H チモシー (カヤカ)	0.00 Kg	5.00 Kg	0.0 %
3 H ヲイキニフ (A)	1.10 Kg	3.00 Kg	36.8 %
4 イナラ ()	3.00 Kg	3.00 Kg	100.0 %
5 ンシヤク ノイコク ()	1.91 Kg	3.00 Kg	63.6 %
6 T D N	5.35 Kg	5.35 Kg	100.0 %
7 D M	8.54 Kg	8.54 Kg	100.0 %
8 D C P	0.57 Kg	0.57 Kg	100.0 %
10 コ ス ト	382.37 イ		

computing time :00:02:45

(4) Animal No = 17 62/06/15

【インザン アッカ】	G S M	Mx * FS	Ratio
1 S トウモロコシ (フセオク)	9.78 Kg	15.00 Kg	65.2 %
2 H チモシー (カヤカ)	1.25 Kg	5.00 Kg	25.0 %
3 H ヲイキニフ (A)	0.97 Kg	3.00 Kg	32.5 %
4 イナラ ()	3.00 Kg	3.00 Kg	100.0 %
5 ンシヤク ノイコク ()	0.00 Kg	3.00 Kg	0.0 %
6 T D N	4.16 Kg	4.16 Kg	100.0 %
7 D M	7.30 Kg	7.30 Kg	100.0 %
8 D C P	0.35 Kg	0.35 Kg	100.0 %
10 コ ス ト	345.49 イ		

computing time :00:02:45

(9) Animal No = 53 62/06/15

【インザン アッカ】	G S M	Mx * FS	Ratio
1 S トウモロコシ (フセオク)	13.19 Kg	15.00 Kg	87.9 %
2 H チモシー (カヤカ)	0.00 Kg	5.00 Kg	0.0 %
3 H ヲイキニフ (A)	0.94 Kg	3.00 Kg	31.3 %
4 イナラ ()	2.58 Kg	3.00 Kg	86.2 %
5 ンシヤク ノイコク ()	3.00 Kg	3.00 Kg	100.0 %
6 T D N	6.16 Kg	6.16 Kg	100.0 %
7 D M	9.40 Kg	9.40 Kg	100.0 %
8 D C P	0.68 Kg	0.68 Kg	100.0 %
10 コ ス ト	429.37 イ		

computing time :00:02:42

(5) Animal No = 20 62/06/15

【インザン アッカ】	G S M	Mx * FS	Ratio
1 S トウモロコシ (フセオク)	10.23 Kg	15.00 Kg	68.2 %
2 H チモシー (カヤカ)	0.44 Kg	5.00 Kg	8.7 %
3 H ヲイキニフ (A)	0.96 Kg	3.00 Kg	31.9 %
4 イナラ ()	3.00 Kg	3.00 Kg	100.0 %
5 ンシヤク ノイコク ()	0.00 Kg	3.00 Kg	0.0 %
6 T D N	3.85 Kg	3.85 Kg	100.0 %
7 D M	6.70 Kg	6.70 Kg	100.0 %
8 D C P	0.32 Kg	0.32 Kg	100.0 %
10 コ ス ト	302.42 イ		

computing time :00:02:45

(10) Animal No = 60 62/06/15

【インザン アッカ】	G S M	Mx * FS	Ratio
1 S トウモロコシ (フセオク)	12.00 Kg	15.00 Kg	80.0 %
2 H チモシー (カヤカ)	0.00 Kg	5.00 Kg	0.0 %
3 H ヲイキニフ (A)	2.87 Kg	3.00 Kg	95.7 %
4 イナラ ()	3.00 Kg	3.00 Kg	100.0 %
5 ンシヤク ノイコク ()	0.10 Kg	3.00 Kg	3.2 %
6 T D N	5.12 Kg	5.12 Kg	100.0 %
7 D M	8.64 Kg	8.64 Kg	100.0 %
8 D C P	0.59 Kg	0.59 Kg	100.0 %
10 コ ス ト	405.66 イ		

computing time :00:02:32

表5 コンピューターによる出力例-5 (給与飼料の設計結果の集計および養分充足率の集計)

[ヨウワカン ショウウツク リツ]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
(ウシ ノ ナンバ-)	6	7	15	17	20	37	37	43	53	88
1 S トウモロコシ (フセオウ)	9.6	9.9	8.6	9.8	10.2	10.3	9.9	11.7	13.2	12.9
2 H チモシ- (カイカ)	1.7	1.0	3.1	1.2	0.4	---	1.0	---	---	---
3 H ヲイキユ-フ (A)	1.0	1.0	0.7	1.0	1.0	0.7	1.0	1.1	0.9	2.7
4 イナクラ ()	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.7	3.0	3.0	2.6	3.0
5 ナンショウ ナイゴウ ()	---	---	---	---	---	3.0	---	1.9	3.0	0.1
Moisture (Kg)	7.60	7.78	1.26	7.71	7.92	8.24	7.78	9.19	10.31	10.00
C-Protein (Kg)	0.65	0.62	0.48	0.63	0.58	0.92	0.62	0.89	1.04	0.94
E-Extract (Kg)	0.22	0.21	0.15	0.21	0.20	0.31	0.21	0.30	0.35	0.27
N F E (Kg)	3.85	3.63	2.78	3.72	3.44	4.75	3.63	4.65	5.31	4.36
C-Ash (Kg)	0.79	0.76	0.70	0.77	0.73	0.84	0.76	0.88	0.90	0.94
C-Fiber (Kg)	2.00	1.89	1.99	1.97	1.74	1.61	1.89	1.82	1.80	2.13
-----/DM (%)	27.4	26.7	32.6	27.0	26.0	19.1	26.7	21.3	19.1	24.7
D M (Kg)	7.60	7.10	6.10	7.30	6.70	8.44	7.10	8.54	9.40	8.64
-----/RQ (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
-----/BW (%)	1.46	1.51	1.33	1.49	1.56	1.88	1.51	1.71	1.84	2.06
D C F (Kg)	0.36	0.34	0.24	0.35	0.32	0.61	0.34	0.57	0.68	0.59
-----/RQ (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
T O N (Kg)	4.31	4.05	3.10	4.16	3.85	5.49	4.05	5.35	6.16	5.12
-----/RQ (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Calcium (g)	40.8	38.3	30.2	39.3	36.3	49.2	38.3	50.4	56.5	59.0
-----/RQ (%)	165	166	124	166	171	143	168	151	144	236
Phosphorus (g)	15.9	14.5	12.8	15.1	13.4	30.8	14.5	26.1	33.3	19.1
-----/RQ (%)	70	70	78	70	70	109	70	93	103	80
Ca1./Phos.	2.56	2.63	2.35	2.60	2.70	1.60	2.63	1.93	1.70	3.09
C O S T (円/Kg)	367	331	305	345	302	375	331	382	429	406

表6 コンピューターによる出力例-6 (1日あたりの飼料必要量および飼料費の集計)

[シリアウ ヒ]	(Kg)	(円/Kg)	(円)
1 S トウモロコシ (フセオウ)	98.1	15.0	1,472
2 H チモシ- (カイカ)	8.4	60.0	503
3 H ヲイキユ-フ (A)	10.9	50.0	547
4 イナクラ ()	29.3	25.0	732
5 ナンショウ ナイゴウ ()	8.0	40.0	320
コウ ケ イ (円/B)			3,574

表7 コンピューターによる出力例-7 (添加剤の種類と添加量)

[テンカ サイ]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
(ウシ ノ ナンバ-)	6	7	15	17	20	37	37	43	53	88
テンカ サイ ノ シュルイ	(P2)	(P2)	(P2)	(P2)	(P2)		(P2)	(P2)		(P2)
テンカ リョウ (g)	37.6	34.3	19.5	35.6	31.6		34.3	11.4		25.4

(P2):リンサン-2-セツカイ, (P3):リンサン-3-セツカイ, (Ca):タンサン カルシウム

表8 コンピューターによる出力例-8 (対話型サブルーチンによる設計結果の修正案)

[ヨウファン シュウツク リツ]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
(ウシ ノ ナンバ-)	6	9	15	17	20	37	39	43	53	88
1 S トウモロコシ (フセオウ)	8.0	10.0	---	10.0	8.0	10.0	10.0	12.0	12.0	12.0
2 H チモシ- (カイカ)	2.0	1.0	3.0	1.0	1.0	---	1.0	---	---	---
3 H ヲイキューブ (A)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0
4 イナワラ ()	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0
5 山口シヨク ヲイコウ ()	---	---	---	---	---	3.0	---	2.0	3.0	---
Moisture (Kg)	6.52	7.83	8.89	7.83	6.39	7.95	7.83	9.39	9.52	9.40
C-Protein (Kg)	0.64	0.62	0.51	0.62	0.57	0.95	0.62	0.90	1.04	0.96
E-Extract (Kg)	0.21	0.21	0.15	0.21	0.19	0.31	0.21	0.30	0.35	0.26
N F E (Kg)	3.72	3.64	2.74	3.65	3.31	4.55	3.64	4.72	5.28	4.27
C-Ash (Kg)	0.79	0.76	0.72	0.76	0.73	0.77	0.76	0.88	0.95	0.95
C-Fiber (Kg)	2.11	1.90	2.00	1.90	1.81	1.47	1.90	1.61	1.87	2.16
----/DM (%)	28.2	26.6	32.6	26.7	27.3	18.3	26.6	21.1	19.7	25.1
D M (Kg)	7.46	7.12	6.12	7.14	6.61	8.05	7.12	8.61	9.48	8.60
----/RQ (%)	98	100	100	98	99	95	100	101	101	99
----/BW (%)	1.44	1.51	1.33	1.46	1.54	1.79	1.51	1.72	1.86	2.05
D C P (Kg)	0.35	0.34	0.27	0.34	0.32	0.64	0.34	0.57	0.68	0.61
----/RQ (%)	97	100	111	98	98	106	100	100	99	104
T D N (Kg)	4.17	4.07	3.10	4.08	3.70	5.35	4.07	5.41	6.12	5.06
----/RQ (%)	97	100	100	98	96	97	100	101	99	99
Calcium (g)	39.9	38.4	32.3	38.6	35.8	50.9	38.4	50.2	56.5	60.8
----/RQ (%)	161	168	197	163	169	148	168	151	144	243
Phosphorus (g)	15.7	14.6	13.0	14.7	13.4	30.7	14.6	26.6	33.1	18.7
----/RQ (%)	69	70	79	68	70	109	70	94	102	79
Cal./Phos.	2.53	2.63	2.48	2.63	2.67	1.66	2.63	1.89	1.71	3.25
C O S T (円/Kg)	364	332	305	334	305	370	332	385	425	405

表9 コンピューターによる出力例-9 (修正案における1日あたりの飼料必要量および飼料費の集計)

[シヨウ ヒ]	(Kg)	(円/Kg)	(円)
1 S トウモロコシ (フセオウ)	92.0	15.0	1,380
2 H チモシ- (カイカ)	9.0	60.0	537
3 H ヲイキューブ (A)	11.9	50.0	595
4 イナワラ ()	29.0	25.0	725
5 山口シヨク ヲイコウ ()	8.0	40.0	320
コウ ケ イ (円/B)			3,557

表10 コンピューターによる出力例-10 (修正案における添加剤の種類と添加量)

[タンカ サイ]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
(ウシ ノ ナンバ-)	6	9	15	17	20	37	39	43	53	88
タンカ サイ ノ シュルイ	(P2)	(P2)	(P2)	(P2)	(P2)		(P2)	(P2)		(P2)
タンカ リョウ (g)	38.7	34.1	18.6	38.1	31.6		34.1	8.6		27.4

(P2): リンサン-2-セツカイ, (P3): リンサン-3-セツカイ, (Ca): タンサン カルシウム