

肉牛農家とOR

—LPとシミュレーション—

三谷 克之輔

1. はじめに

牛肉輸入自由化を2年後にひかえ、わが国の肉牛生産の生き残りをかけて生産システムの再編と農家の経営の見直しが行なわれている。肉牛では生産のサイクルが3～5年と長いため、伝統的な生産方式を変更させるためには、新しい生産方式についてかなり説得力のある理論が必要であり、しかも生産者が理解できるかたちで説明されなければならない。肉牛生産の領域においてもORの普及は欠かせない時代になってきたと言えよう。

肉牛生産は、遺伝的に優れた能力の子牛を低コストで生産する繁殖経営と、生産された子牛（これを肥育素牛という）の能力を最大限に発揮させるように飼育管理する肥育経営に分けられる。牛が飼料を摂取して成長し牛乳や牛肉を生産する生理的な反応過程は、これまでの研究でかなりの部分が把握されており、数種類の反応式を組み合わせることによって、繁殖モデルや肥育モデルを作成できる。一部の牧場では経営にシミュレーションの手法をすでに導入しているところもある。また、牛に栄養必要量を充足した低コストの飼料を給与するためにはLPが利用できる。

このように肉牛生産とORは切り離せない関係にあり、農家がOR手法を日常的に活用していける環境を整備していくことが求められている。

2. パソコンの利用

パソコンの普及により、畜産分野においても生産の現場に発生する経営や技術に関する情報の蓄積やORの利用が容易になってきた。パソコンを便利に利用していくためには、ソフトウェアの充実とデータの互換性が重要となるが、これらの問題についても「マルチプラン」や「ロータス1・2・3」など市販のパッケージソフトを

利用することによってほぼ解決できよう。しかし、農業分野では試験研究機関や普及機関などで多くのパッケージソフトがBASICで開発されているので、これらのソフトやデータを有効に活用していくことも考えておく必要がある。

そこで、筆者らは簡単な操作でBASICランダムファイルの内容を上下・左右にスクロールしながら編集できるソフト「ファイルエディタ」を独自に開発し、操作性の向上やBASICプログラムと市販ソフトとのデータの互換性を実現している[1]。

3. 「ファイルエディタ」の考え方

「ファイルエディタ」は、実用プログラムの基本となるデータの入力、修正、検索、整列、計算および印刷などの機能を備えているので、簡易な表集計ソフトとして単独に利用できる。また、自作のBASICプログラムとデータを共有できるので、データの入力や修正などの管理は「ファイルエディタ」にまかせ、必要なところだけ手作りすれば良く、プログラムをできるだけ書かない工夫をすることもできる。

筆者らは、LPによる飼料配合、肉牛生産シミュレーション、重回帰分析などのプログラムは計算部分だけを作成し、データ入力は「ファイルエディタ」にまかせている。このことにより、データの入力方法を統一することができ、第三者とデータを共有することが容易になるだけでなく、自作のソフトの操作性も向上し、多くのアプリケーションソフトの操作性も統一できる。さらに、BASICプログラムで作成したデータファイルはMS-DOSの標準形式のテキストファイルやSYLK形式のファイルに変換できるので、これらのファイルを介してBASICプログラムと市販ソフトや大型計算機とデータを共有することもできる。

4. 肉牛生産とシミュレーション

図1は「ファイルエディタ」を利用して肉牛経営のシ

みたに かつのすけ 広島大学 生物生産学部

〒724 東広島市西条町大字下見

表題 : 肥育予測 2

行: 1/ 7 列: 1/ 33

編集ファイル B:\t\k\3\k.RDT

グループ	耳標	品種	性別	導入月日	導入月齢	導入体重	購入経費	予定体重	予定 DG
1-1	1	HO	牝	87/01/01	7.0	255.0	171000	655.0	1.00
1-2	2	JB	牝	87/01/01	10.0	285.0	273000	640.0	0.60
2-1	3	HO	牝	87/01/01	7.0	255.0	171000	655.0	1.00
2-2	4	JB	牝	87/01/01	10.0	285.0	273000	640.0	0.60
3-1	5	HO	牝	87/01/01	7.0	255.0	171000	655.0	1.20
3-2	6	JB	牝	87/01/01	10.0	285.0	273000	640.0	0.80
4-1	7	HO	牝	87/01/01	7.0	280.0	204000	680.0	1.20
4-2	8	F1	牝	87/01/01	7.0	260.0	234000	660.0	1.10
4-3	9	FX	牝	87/01/01	7.0	250.0	250000	650.0	1.00

- ① 入力開始
 ② 計算
 ③ 印字
 ④ 整理
 ⑤ 検索
 ⑥ 先頭桁移動
 ⑦ 先頭行移動
 ⑧ 最終行移動
 ⑨ 指定行移動
 ⑩ 編集終了

図 1 肉牛肥育シミュレーションの条件入力画面

シミュレーションの条件入力を行なっている画面である。表形式で入力したデータは肉牛の基本台帳としても使用できるが、これをシミュレーション用のプログラムに引き渡すことによって、出荷予定日、生産費、収益などを簡単に予測することができる。発育と飼料摂取量、体重と枝肉重量、枝肉の骨の割合の3つの式を組み合わせた簡単な肥育モデルでも、生産コストの節減がどの程度可能か、出荷適期はいつか、現在の肥育素牛価格で採算が合うかどうかなどいろいろな検討に使用できる。

その実例について表1に示してあるが、ケース1はわが国の生産概況を説明したもので、ケース2、3は飼料

費、労働費などのコスト低減や発育成績の向上などによって飼育経費をどの程度節減できるか検討したものである。ケース4は、乳牛と肉牛の交雑による新しい生産方式によって生産されるF₁(一代雑種)とF₁の雌牛にもう一度肉牛を交配して生産されるF₁クロス(肥育モデル)である。F₁やF₁クロスは乳牛よりも肉質が良く、和牛よりも発育が良く、子牛生産費も安いので今後の増産が期待されているものである。ケース3、4の結果から、いずれの品種においても1頭当たり飼育経費を20~22万円に低減することは可能と思われる。子牛生産費の低減についても同様にシミュレーションによって検討でき、筆

表 1 肉用牛の肥育モデル

No.	品 種	体 重		DG kg	肥育 日数	終了 月齢	枝肉 重量 kg	骨の 割合 %	濃厚 飼料 kg	乾 草 粗 飼 料 kg	粗 飼 料 DM%	飼 育 経 費 千円
		開始 kg	終了 kg									
1	ホルスタイン	255	655	1.0	400	20	382	13	3340	370	10	268 ¹⁾
	和牛	285	640	0.6	590	29	393	10	3870	680	15	363 ²⁾
2	ホルスタイン	255	655	1.0	400	20	382	13	3340	370	10	214 ³⁾
	和牛	285	640	0.6	590	29	393	10	2870	680	15	260 ³⁾
3	ホルスタイン	255	655	1.2	333	18	382	13	2995	330	10	195 ³⁾
	和牛	285	640	0.8	444	24	393	10	3275	580	15	223 ³⁾
4	ホルスタイン	280	680	1.2	334	18	399	13	3120	350	10	201 ³⁾
	F ₁	260	660	1.1	364	19	398	11	3210	360	10	206 ³⁾
	F ₁ クロス	250	650	1.0	400	20	400	10	3225	570	15	218 ³⁾

- 1) 濃厚飼料 53円/kg, 粗飼料 40円/kg, 1頭当たり労働費 85円/日, 諸経費 42000円
- 2) 濃厚飼料 53円/kg, 粗飼料 40円/kg, 1頭当たり労働費 140円/日, 諸経費 48000円
- 3) 濃厚飼料 40円/kg, 粗飼料 40円/kg, 1頭当たり労働費 65円/日, 諸経費 40000円

表題 : LP 配合: 飼料成分, 条件

行: 1/ 17 列: 1/ 14

編集ファイル B:LPテスト .RDT

飼料名	項目	上限	下限	価格	ﾌﾞｰﾙ1	ﾌﾞｰﾙ2	カロリー	乾物	粗繊維	蛋白質
	合計	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	上限	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	下限	0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	320.00	0.00	7.00	10.00
トウモロコシ	X 1	0.00	0.00	31.00	1.00	0.00	3.52	86.50	1.90	6.90
オムキ	X 2	0.00	10.00	44.00	1.00	0.00	3.27	88.20	4.40	7.60
ﾀﾞｲｽﾞｶｽ	X 3	0.00	0.00	52.00	1.00	0.00	3.38	88.30	5.60	42.40
ｺﾒｽｶ	X 4	0.00	0.00	24.00	1.00	0.00	2.47	86.90	8.50	13.00
ﾌﾞﾗﾝ	X 5	0.00	0.00	29.00	1.00	0.00	2.77	87.00	9.10	11.70
ｸﾞﾙﾈﾝﾌｧｲﾄﾞ	X 6	15.00	0.00	32.25	1.00	0.00	3.24	88.90	8.20	17.00
ﾐｺﾝｶﾘ	X 7	10.00	0.00	21.00	1.00	0.00	3.20	88.20	9.70	3.10
ﾋｰﾄﾊﾞﾙﾌﾞ	X 8	0.00	5.00	42.00	1.00	0.00	2.85	86.60	17.00	5.50
ﾊｲｷｬｰﾌﾞ	X 9	0.00	10.00	50.00	1.00	0.00	2.32	87.40	22.30	13.70
ﾊｲｺﾞｳA	X10	0.00	0.00	40.00	1.00	1.00	3.18	87.00	10.00	10.00
ﾊｲｺﾞｳB	X11	0.00	0.00	40.00	1.00	1.00	3.35	87.00	5.00	10.00
ｲﾜﾗ	X12	0.00	0.00	40.00	1.00	0.00	1.68	87.70	28.80	1.10
ｽﾀﾞﾝHay	X13	0.00	0.00	60.00	1.00	0.00	2.31	88.90	25.70	4.89
ﾀﾝｶﾙ	X14	0.00	0.00	12.00	1.00	0.00	0.00	99.60	0.00	0.00

-

図 2 LPによる飼料配合の条件入力画面

者はこのような手法を用いて日本における新しい牛肉生産システムのあり方を提言している[2].

ここでは詳細は省略するが、 F_1 や F_1 クロスの肥育素牛の生産費を20万円以下にすることができるので、枝肉1kg当たり生産費を1000円以下にすることも可能と思われる。牛肉の小売価格は枝肉価格の2.3~2.5倍程度であるので、小売価格を100g当たり300円程度にするためには、枝肉価格が1kg当たり1300円程度であれば良い。したがって、国内で生産される美味しい牛肉を輸入肉に対して十分に満足していただける価格帯で消費者に供給していくことは可能であり、国内において肉牛生産が生き残る道は残されている。

5. これまでの飼料計算

肉牛の管理は、栄養バランスのとれた飼料を飼育期間を通じてできるだけ多く食べさせることにつきる。したがって、LPを利用した栄養管理は肉牛管理の根幹をなすものである。LPにより飼料配合設計を行なう場合には、制約条件などを入力し計算結果が出力されると再度条件を修正して計算を繰り返すが、この条件入力から出力までの待ち時間が長いと配合設計に精神を集中できな

くなり、パソコンやLPを道具として使いこなしている満足感が得られない。ましてや、操作方法が複雑であると道具として使用する意欲まで喪失させてしまう。適当な道具を入手できないために、現在でも配合設計を手計算で行なっている例は多い。もちろんOR手法による手計算ではないので目的関数をもたず、各原料の割合の上限、下限を設定しながら、カロリー、蛋白質、その他の制約条件を満足できる解が得られるまで体力と根気の続くかぎり試行錯誤の計算を繰り返すことになる。計算手順をプログラム化すれば計算の苦痛からは解放されるが、OR手法を導入しないかぎり最適解に根拠はなく、配合割合に対する個人的な満足度と疲労度とのバランスで最終決定がなされることになる。この方法では、個人的省労力化から必然的にこれまでの配合設計が参照されることになり、既存の設計からはみ出した発想は生まれてこない。

6. LPを利用した配合設計

「ファイルエディタ」を利用することによって、LPを利用した飼料の配合・給与設計が容易になった。図2のように表形式の画面レイアウトを工夫することによ

シャドウプライス -1-

次の原料を1kg使用すると価格はXXX円高くなります。 --上限価格--

NO. 5	フスマ	2.72 円	(飼料 100.00 kg 当たり)	26.28 円 /kg
NO. 10	ハイゴウA	1.76 円	(飼料 100.00 kg 当たり)	38.24 円 /kg
NO. 12	イナワラ	31.69 円	(飼料 100.00 kg 当たり)	8.31 円 /kg
NO. 13	スーダンHay	42.78 円	(飼料 100.00 kg 当たり)	17.22 円 /kg
NO. 14	タンカ	21.76 円	(飼料 100.00 kg 当たり)	-9.76 円 /kg

シャドウプライス -2-

次の制限を1単位大きくすると価格はXXX円高くなります。

NO. 15	ブール2	8.80 円	(飼料 100.00 kg 当たり)
NO. 16	カロリー	10.34 円	(飼料 100.00 kg 当たり)
NO. 18	蛋白質	63.23 円	(飼料 100.00 kg 当たり)
NO. 19	オオムギ	15.14 円	(飼料 100.00 kg 当たり)
NO. 20	ビートバルブ	18.81 円	(飼料 100.00 kg 当たり)
NO. 21	ヘイキューブ	27.11 円	(飼料 100.00 kg 当たり)
NO. 22	グルテンフィート	2.24 円	(飼料 100.00 kg 当たり)
NO. 23	ミカンカワ	4.29 円	(飼料 100.00 kg 当たり)

図3 シャドウプライスの出力例

て、1画面上で多様な条件の入力を単純な操作で行なえるだけでなく、全体を見通した設計が可能となる。原料の追加、削除、価格や成分修正はこの画面で行なえる。飼料成分表も準備されているのでデータ入力の手間を大幅に省力できる。項目の追加も簡単にできる。この画面で条件を入力したら、あらかじめ登録しているLP計算プログラムにデータを引き渡す。計算部分は単体法[3]によって書かれているので目的関数は1つしか選択できないが、価格と飼料成分から任意に目的関数を選択し、最大化または最小化を指示するだけで計算を実行してくれる。飼料配合問題は価格を最小にする問題だと確信している初心者には、ある価格の範囲でカロリーまたは蛋白質を最大にする問題も同じように簡単に計算できることを実行してみせると、誰しも少なからぬカルチャーショック(?)を受けるようである。

そして、この1つの画面でいろいろな条件設定が可能だと理解できると、しばらくは条件の組み合わせ方に熱中する。LPを使いながらLPによる混合問題に対する理解が劇的に広がっていくことを実感できる時期である。また、図3のようにシャドウ・プライスも出力されるので、これを参考にしながら制約条件を修正し計算を繰り返すことができる。価格の最小化問題であれば、配合に使用されなかった原料の上限価格も計算される。もしこの価格以下であれば配合に利用されることを意味しているので、その原料の適正価格を判断できる。これを利用して、あらかじめ原料単価を高く設定して適正な原料価格を推定することもできる。

7. おわりに

畜産は農家と資材業者や流通業者の連携によって成立している。ある特定部門が情報の欠落に起因して生産性を低下することがあるとすれば、国のレベルでは大きな損失となる。生産者と飼料配合メーカーが同一ソフト(手法)を共有し、生産者がLPで配合設計したものを飼料配合メーカーに依頼配合するケースもすでに認められる。各部門が質の高い情報量をもち、それぞれの立場で合理化を最大限に推進することが、足腰の強い畜産を育て国際競争力を強化していくことにつながるであろう。OR手法は、それ自体が合理的な問題解決を与えてくれるものであるだけでなく、農家や畜産関係者にシステム的思考が定着することの意義は計り知れない。

参考文献

- [1] 三谷克之輔：情報ネットワークとパソコン，畜産システム研究会報，No.1(1988)，pp.50-60.
- [2] 三谷克之輔：新しい牛肉生産システムの模索，日本の肉牛，Vol.22，No.1(1989)，pp.17-36.
- [3] 平本巖，長谷彰：線形計画法，培風館，1979.