

## 1. 論文名

固定費を考慮した肉用子牛生産導入の計画モデル

## 2. 著者名

大石 亘（執筆時所属：農業研究センター農業計画部）

## 3. 掲載刊行物名（著書名）・出版社等

『線形計画法による農業経営の設計と分析マニュアル』（1998年3月）P122～P127  
農業研究センター

## 4. 分析対象作物名・品種名

大豆、菜豆、てん菜、食用馬鈴薯、サイレージ用トウモロコシ、乾草用牧草、肉用子牛生産

## 5. 分析対象地域・分析対象経営

北海道十勝地域畑作地帯大樹町（畑作肉用子牛生産複合経営）

## 6. 分析目的・内容

### 1) 分析目的

肉用子牛生産の新規導入は、牛舎の建設、飼料用の機械施設の購入といった新たな固定費を必要とする。固定費つき計画モデル（整数計画モデル）により、この固定費の負担を考慮して、子牛生産導入の経済性（所得）を検討する。また、固定費つき計画モデル（整数計画モデル）の最適解を線形計画モデルの最適解と比較して、固定費つき計画モデルの有用性を示す。

### 2) どんな結果が得られたか

- ①線形計画モデルでは、利益係数に固定費が算入されないため、限界利益（粗収益－変動費）が最適解の規定要因となり、粗収益と経営費（変動費＋固定費）が等しくなる損益分岐点以下の稼働水準（つまり農業所得を減少させる稼働水準）でも、限界利益を増加させる場合には選択される。他方、固定費つき整数計画モデルでは、固定費を差し引く固定費プロセスを明示的にモデル上に組み込むことにより、損益分岐点以下の稼働水準では、限界利益を増加させることがあっても選択されないという特徴を持つ（注：その理論的検討は関連文献〔1〕に詳しい）。
- ②経営耕地規模別に、整数計画モデルの最適解（以下、IP解という）及び同じ問題について固定費プロセスを組み込まない線形計画モデルの最適解（以下、LP解という）を比較・検討した（表2を参照のこと）。

「経営規模15～17haの作物選択を比較すると、肉用子牛生産及び飼料生産プロセス（サイレージ用トウモロコシと乾草用牧草の合計）がLP解ではそれぞれ10.1～11.1単位、4.5～5.1ha選択されているが、牛舎や飼料生産用機械施設の減価償却額が多額であるために、損益分岐点に達せず、IP解では選択されない（略）」等、固定費負担の最適解への影響の有無により18～20ha、21～22ha、23～24ha、25haごとに経営規模を区切って、比較・検討がなされ、経営規模に応じた子牛生産の新規導入に伴う施設の投資水準のあり方に具体的検討を加えている。

- ③固定費を考慮すべき作物の数が多い（N個）ある経営計画モデルの最適解を求めるには、線形計画モデルでは、当該作物を設定したモデルと設定しないモデルの最適解を比較しなければならないので、 $2^N$ （2のN乗）ものモデルについて検討が必要になる。しかし、上記固定費つき計画モデル（整数計画モデル）では、（表1の初期解のように）固定費プロセスを明示的に設定することで1つのモデルで最適解を求めることが可能である。

7. 使用した計画手法及び使用した計算ソフト

整数計画法、線形計画法、(計算ソフト：CLP)

8. 単体表の表示

○全部表示

9. 単体表上の工夫箇所と主要な分析結果の図表表示

1) 単体表上の工夫箇所

農業経営分野における数少ない整数計画モデルの適用例である。

固定費プロセスとして、既存の機械施設装備の利用プロセス、牛舎新設プロセス及び牛舎増設プロセスの5つ(プロセス番号9、10、11、12、13)を設定した。これらのプロセスの値はすべて非負の整数をとるモデルとなっている(うち、プロセス10、11、12、13が計算結果として整数になるべき整数プロセスである。)なお、牛舎増設プロセスは、牛舎新設プロセス及び既に導入されているこのプロセスの収容可能頭数を超過する頭数(プロセス単位)を飼養するときに採用されるプロセスである。また、固定費負担の大きい牛舎新設プロセスが優先されて採用されるよう設定されている。

なお、CLPでは、整数計画法の最適化手法として分枝限定法を使用している。分枝限定法は、線形計画法で求めた最適解に対して、整数プロセスが整数となる制約を順次付加して新たな最適解を求めることを繰り返して、整数プロセスすべてが整数になる最適解を求める方法である。

この他、子牛の生産部門から販売のプロセスを分割している。これにより、利益係数で表される子牛1頭当たりの販売価格の設定変更が容易になり、子牛価格の水準が計画案(最適解)にどう影響を及ぼすかが検討しやすくなっている(注 これは線形計画モデルでも可能)。

表1 畑作肉用子牛生産複合経営の整数計画モデル(初期解)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	制約量	関係	大豆	菜豆	てん菜	食用 馬鈴薯	飼用 トウモロコシ	乾草用 牧草	子牛 生産	子牛 販売	既存 装備	*トウモロコシ 生産装備	*乾草用 生産装備	*10頭牛 舎新設	*10頭牛 舎増設
0 利益係数	.	≥	-316.0	298.0	460.0	348.0	-159.0	-66.0	-30.0	300.0	-1739.0	-205.0	-267.0	-200.0	-150.0
1 耕地	15.0	≥	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	.	.	.	.	.	.	.
2 労働4月	120.0	≥	.	.	18.1	25.6	.	1.0	1.2	.	.	.	.	.	.
3 5月	360.0	≥	3.1	2.6	64.0	24.0	4.0	0.9	3.0	.	.	.	.	.	.
4 6月	360.0	≥	15.0	20.0	22.0	3.6	5.0	.	2.4	.	.	.	.	.	.
5 7月	360.0	≥	25.0	25.0	22.0	7.0	3.5	7.6	2.4	.	.	.	.	.	.
6 9月	360.0	≥	1.3	31.0	2.0	65.0	.	12.1	2.4	.	.	.	.	.	.
7 10月	360.0	≥	31.0	13.0	33.6	.	19.0	0.3	2.4	.	.	.	.	.	.
8 飼料パケツ TDN	.	≥	-539.0	-429.0	-384.0	.	-6117.0	-3840.0	2386.0	.	.	.	.	.	.
9 飼料パケツ DCP	.	≥	-29.0	-23.0	-67.0	.	-428.0	-392.0	226.0	.	.	.	.	.	.
10 乾草給与下限	.	≥	.	.	.	.	.	-3840.0	955.0	.	.	.	.	.	.
11 良質粗飼料下限	.	≥	.	.	.	.	-6117.0	-3840.0	1909.0	.	.	.	.	.	.
12 子牛販売頭数	.	=	.	.	.	.	.	.	-0.77	1.0	.	.	.	.	.
13 既存装備設定	1.0	=	.	.	.	.	.	.	.	1.0	.	.	.	.	.
14 トウモロコシ生産装備	.	≥	.	.	.	.	1.0	.	.	.	-20.0	.	.	.	.
15 乾草生産装備	.	≥	.	.	.	.	.	1.0	.	.	.	-30.0	.	.	.
16 牛舎供給	.	≥	.	.	.	.	.	.	1.0	.	.	.	.	-10.0	-10.0
17 新設牛舎優先	.	≥	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-1.0	0.1

注) プロセス9～13が固定費プロセスで、そのうちプロセス10～13が整数プロセスです。

## 2) 主要な分析結果の図表表示

表2 計画モデル別耕地規模別最適解

耕地規模 (ha)	(ha、千円)										
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b>(LP解) 稼働水準</b>											
1 大豆	4.7	4.1	3.6	3.8	4.0	3.8	3.7	3.6	3.5	3.4	2.9
2 菜豆	1.1	2.3	3.6	4.0	3.3	2.7	2.1	1.4	0.8	0.2	.
3 てん菜	4.8	4.7	4.7	4.4	4.2	4.1	4.0	3.8	3.7	3.6	3.4
4 食用馬鈴薯	.	.	.	0.6	0.8	0.7	0.6	0.4	0.2	0.1	.
5 トマト用トウモロコシ	0.8	0.8	0.8	0.7	1.0	1.3	1.7	2.1	2.4	2.8	3.2
6 乾草用牧草	3.7	4.0	4.3	4.5	5.8	7.4	9.0	10.6	12.3	13.9	15.5
7 子牛生産	10.1	10.6	11.1	11.4	13.9	17.3	20.7	24.1	27.5	30.9	34.2
8 子牛販売	7.8	8.2	8.7	8.9	10.8	13.5	16.1	18.7	21.4	24.0	26.6
最適値 (限界利益)	5655	5944	6232	6519	6741	6942	7143	7344	7544	7745	7932
【固定費】	2411	2411	2411	2411	2561	2561	2711	2711	2711	2861	2861
【農業所得】	3214	3501	3789	4068	4171	4369	4418	4616	4833	4863	5071
<b>(IP解) 稼働水準</b>											
1 大豆	4.7	4.3	7.8	4.8	5.0	5.3	5.3	6.9	3.5	4.0	2.9
2 菜豆	4.2	5.7	3.9	2.9	2.0	0.9	.	.	0.8	.	.
3 てん菜	4.7	4.6	2.0	4.4	4.3	4.2	4.2	1.7	3.7	3.3	3.4
4 食用馬鈴薯	1.4	1.5	3.3	0.9	0.7	0.5	0.3	2.0	0.2	0.4	.
5 トマト用トウモロコシ	.	.	.	.	.	.	.	.	2.4	2.6	3.2
6 乾草用牧草	.	.	.	5.0	7.0	9.1	11.2	11.3	12.3	13.6	15.5
7 子牛生産	.	.	.	10.0	13.4	16.6	19.8	20.0	27.5	30.0	34.2
8 子牛販売	.	.	.	7.8	10.4	12.9	15.4	15.5	21.4	23.3	26.6
9 既存設備	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10 *トウモロコシ生産設備	.	.	.	.	.	.	.	.	1.0	1.0	1.0
11 *乾草	.	.	.	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
12 *10頭牛舎新設	.	.	.	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
13 *10頭牛舎増設	.	.	.	.	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0
【限界利益】	5387	5657	5693	6305	6615	6816	6978	6998	7544	7682	7932
【固定費】	1739	1739	1739	2206	2356	2356	2356	2356	2711	2711	2861
最適値 (農業所得)	3648	3918	3954	4224	4313	4487	4655	4664	4833	4962	5071

注) [ ] で囲んだ項目は、最適解から計算によって求めたものです。

## 10. 使用データ及びその特徴

	事例調査データ	統計データ	試験研究データ	各県の標準技術体系
粗収益	○			
費用	○			
技術係数	○			
制約量	○			

## 11. 関連文献

- [1] 大石亘 『農業経営設計における固定費問題』 松原茂昌編著「戦略的農業のための意思決定」農林統計協会 (1997) P93 ~ P107
- [2] 大石亘 『畑作肉用牛複合経営への整数計画法の適用』「北海道農業試験場年報」昭和 55 年度 (1980) P93 ~ P95

## 12. その他

取りまとめ 塩谷幸治