

# 不安定性下における農業経営設計

松 原 茂 昌

(東北農試)

## 1. ま え が き

自由経済下におけるわが国の農業経営は、自然条件の変動による収益の不安定性もさることながら、経済環境の変動による影響もたえずうけている。したがって、農業経営の設計や管理にあたって、経営者が事前に確定された情報のみに基づいて決定を行なうことができるのは、むしろ特殊な場合に限られる。一般には、部分的に不完全な知識をよりどころに、計画決定や最適性の判断を行なわなければならない。このような場合、農業経営における決定の場がどのような情報のもとにあるかによって、計画決定にあたって用いられる方法が異なり、最適性判断の規準も当然違ったものとなる。

小稿では、農業経営における代替的計画案の選択の問題について、線型計画法と他の決定理論の統一的利用を検討し、実際の農業経営への適用を試みる。

## 2. 接 近 の 方 法

線型計画法における最適解は、それぞれの計画条件に対してある安定域をもつ。特定の条件に対しては、そのわずかな変動によっても最適性が失われることがある。反面、いくつかの計画条件がかなり大幅に変化しても、最適解が安定な場合もある。したがって、これらの計画条件のうち経営者が制御可能なものについては、あらかじめ、これらの条件を変化させることによって生ずる影響を明らかにし、あらためて適正な計画条件を設定することができる。他方、価格や気象条件のように制御することが困難か、あるいは不可能な要因に対しても、これらの変動のいかなる範囲で共通の最適解をもつかを知ることができる。したがって、これらの計画条件がどのような変化をするかをなんらかの方法で予測することができれば、経営者は直接これらの要因を制御することができなくとも、他の制御可能な計画条件を動かすことによって、これらの条件変化に対処することができる。

ここでは、接近の第一段階として事前に確定されている情報に基づいて通常の線型計画モデルを構成し、感度分析の手法を援用して不確定な要因をパラメーターとした局所的な最適計画をいくつか求め、これらの不確定要因についての安定域を求める。つづいて接近の第二段階では、最適性判断の新たな評価規準を用いて、さきに求めた局所最適計画について不確定要因の変動域全体での評価を行なう。その評価規準として、ここでは機会損失の考え方を導入する。すなわち、接近の第一段階では収益の最大化あるいは費用の最小化を評価の規準にして、確定要因間の技術的な関係を不確定な要因の関数として導く。しかるのち、不確定な計画条件についての知識がどの程度かによって、異なった接近方法をとる。

もし、計画の最初の段階では不確定な要因として取り扱われた計画条件も、なんらかの方法で一価の予測をすることが可能になれば、その予測値に対応する最適計画は、さきに求めた局所最適計画の中から一意的に与えられる。しかし、予測形成にあたって一価の予測値がえられない場合は、新たに経営者がとりうる行動の評価を行ない、経営目標に照して選択を行なわなければならない。

ここでは、経営者のとりうる行動の範囲を、さきに不確定要因をパラメーターとして求めた局所最適計画の集合と考え、特定の計画を採用したときえられる効用の評価を行なう。すなわち、変動要因について事前になんらの知識もなく、特定の局所最適計画を選択した場合の効用を $U_j$ 、もし変動要因についても事前に完全な情報が与えられていれば、当然採用されるべき計画による効用を $U^*$ とする。ここでは、両者によってもたらされる効用の差異 $|U^* - U_j|$ を機会損失と考える。経営者は、計画決定にあたって機会損失の期待値ができるだけ小さくなるような計画を選択するものとする。換言すれば、計画条件についての知識が不完全なためにこうむらなければならない損失の期待値が、最小になるような行動をとるということである。

いま、ある作目の収益が不確定な場合について、上述の関係を線型計画法の一般式に対応させて定式化すると、つぎのようになる。

この線型計画問題は、技術係数を  $a_{ij}$ 、資源制約量を  $b_i$ 、利益係数を  $c_j$  とし、 $h$  番目のプロセスの利益係数を連続な変数とすると、

$$\sum a_{ij} x_j = b_i \quad \left( \begin{array}{l} i=1, \dots, m \\ j=1, \dots, n, n+1, \dots, n+m \end{array} \right)$$

$$x_j \geq 0$$

の制約のもとに

$$\sum_{j \neq h} c_j x_j + (c_h^0 + \theta r) x_h$$

を最大にするような解

$$X^* = (x_1^*, \dots, x_n^*, x_{n+1}^*, \dots, x_{n+m}^*)$$

がパラメーター  $\theta$  が 0 から連続的に増加するとき、どのように変化するかを求める。ここで、 $c_h^0$  は不確定な利益係数の初期値、 $r$  はその変化する方向を示す補助変数を表わす。この線型計画問題は初期条件のもとで最適解が存在し、パラメーター  $\theta$  の増加に伴って順次  $K$  個の局所最適解がえられたとする。これらの最適解における目的関数は、

$$Z = \sum_{j \neq h} c_j x_j + (c_h^0 + \theta r) x_h \quad (h=1, \dots, k)$$

となり、パラメーター  $\theta$  についての非減少関数となる。

いま、経営の操作上の目的を経営総体としての収益の最大化にあるとする。さきに設定した効用の機会損失は、パラメーター  $\theta$  の 0 からの増加に対応して求められた解の順序にしたがって、特定の局所解とそれぞれの安定域における最適解の目的関数の差として与えられる。すなわち、任意の局所最適計画  $x_k^*$  を採用したときの機会損失  $L_k(x_k^*, \theta)$  は、利益係数が共通の最適解をもつ特定の値域について、つぎのような関係として与えられる。

$$L_k(x_k^*, \theta) = Z_k^*(\theta) - Z_k(\theta) \geq 0$$

したがって、利益係数  $c_h$  がある既知のパラメーターをもつ確率分布にしたがう変数であれば、機会損失の数学的期待値は、それぞれの局所最適計画の安定域における部分的な期待値の和として与えられる。大域的な最適計画は、利益係数の変域全体について機会損失の期待値が最小となるものを見いだすことによって与

えられる。

また、変動要因の確率分布を規定するパラメーターも一意的に与えられない場合、ここで導かれた機会損失は、経営者を最小化プレーヤーとした自然を相手とするゲームを構成する。この場合、不確定要因を連続な変数とすると、このゲームは機会損失を利得関数とする無限ゲームになる。しかし、この利得関数は線型計画法の端点解から導かれたものであり、ここでも線型性が保存される。したがって、このゲームは線型計画法における局所最適解を経営者のとりうる行動とし、価格端点を自然の状態とする有限ゲームに帰着する。

### 3. 適用例

以上のような接近方法を用いて、秋田県における水稲+養豚経営の場合について検討した。周知のように、肉豚価格は変動が大きく、きわめて不安定である。したがって、このような経営の設計立案にあたって、価格条件をどのように設定するかが常に問題になる。

ここでは、水稲作に機械化の段階を異にする4つの技術体系を考え、これに養豚部門を加味した経営方式が有利かどうか、また、養豚部門を加えた場合、その部門規模は何頭くらいにすればよいか、その場合の水稲作の技術はどうあらねばならないかを検討する。第1表は、このような計画問題のための単体表である。まず、対象地域における肉豚価格の過去の動きから、その変動域を生体10kg当り1,500円~3,000円とし、この範囲で価格が連続的に変化するものとして、価格変化に対応する最適計画と、それらが最適性を保ちうる肉豚価格の範囲を求めた(第2表)。ついで、秋田県における過去10カ年の月別肉豚価格の動きから平均値と分散を求め、肉豚価格が正規分布にしたがって変動するものと仮定して、それぞれの代替的な計画案を選択した場合の機会損失の数学的期待値を算出した(第3表)。ここでは、計画Ⅲの価格安定域が平均値の前後で大きく、他の計画案と比較して機会損失の期待値はかなり小さなものとなった。また、肉豚価格の変動については、その周期性がいわれる。比較のため、さきに設定した肉豚価格の変動域では、いかなる価格も等しい確率で生起するものとした場合についても損失の期待値を算出した。この場合も、計画Ⅲにおける機会損失の期待値が最小となるが、それぞれの代替的計画案の評価は、正規分布の場合のそれとはかなり異なったものとなった。

第1表 肉豚価格変化計画のための単体表(調整方式省略)

利益 (1,000円)		48.2	46.4	45.0	43.9	-154.8
制約資源	制約量	水稲(I)	水稲(II)	水稲(III)	水稲(IV)	養豚
土地 (10a)	20	1	1	1	1	7.8
労働: 5月上旬 (時間)	200	9.2	9.2	6.4	6.4	7.8
5月下旬 ( " )	200	13.6	13.6	7.1	7.1	8.6
6月上旬 ( " )	200	6.6	6.6	1.5	1.5	7.8
9月下旬 ( " )	200	12.7	9.7	9.7	3.7	7.8
10月上旬 ( " )	200	18.6	9.9	9.9	3.7	7.8
10月下旬 ( " )	200	6.2	4.7	4.7		7.8
肉豚販売 (10Kg)	0					-90.0

注。「秋田県における主要農業地域の動向予測と農業経営の対応に関する研究」  
 秋田県, 昭和43年7月および「先進的畜産経営に関する調査」  
 秋田県畜産試験場, 昭和43年3月, より算出。

第2表 肉豚価格変化による局所最適計画

	計画 I	計画 II	計画 III	計画 IV	計画 V
計画の安定な肉豚価格の範囲	$P \leq 1,755$	$1,755 \leq P \leq 1,760$	$1,760 \leq P \leq 2,317$	$2,317 \leq P \leq 2,326$	$2,326 \leq P$
水稲 (I) (10a)	5.9	6.1	0	0	0
" (II) ( " )	6.1	0	0	0	0
" (III) ( " )	0	0	8.9	0	0
" (IV) ( " )	8.0	13.9	11.1	0.1	0
肉豚販売 (10Kg)	0	398.9	816.3	2292.3	2302.3

第3表 肉豚価格の地点における機会損失と損失の期待値(単位1,000円)

	価格端点における機会損失						損失の期待値	
	1,500	1,755	1,760	2,317	2,326	3,000	正規分布型	等確率型
計画 I	0	0	2	458	477	2,028	250	651
計画 II	102	0	0	234	249	1,532	152	454
計画 III	210	2	0	0	13	1,014	51	249
計画 IV	1,416	832	823	0	0	7	457	349
計画 V	1,425	838	828	2	0	0	459	349

#### 4. む す び

ここでは、簡単化のため1作目の価格条件のみが不確定な場合について検討した。制約条件あるいは採用可能な技術が不確定な場合についても、同様な接近が可能であろう。また、多数の計画条件が不確定なさら

に一般的な場合についても、興味ある問題が残されている。危険あるいは不確定性を取り扱うこの種の決定論は、リスクプログラミング、ゲーム論などの展開がある。しかし、多くの場合取り扱いが煩雑で資料の制約が大きく、実際の場への適用が阻まれているのが現状であろう。