

農業機械・施設の地域利用システムの設計

— 気象変動に伴う作業遅延リスクを考慮した地域営農計画モデル —

下 村 義 人

(東北農業試験場)

A Systems Design for Regional Utilization System of Agricultural Machinery and Facilities

— A regional farm planning of the maximization of Expected revenue under minimizing to the risk of operating delay causing weather conditions —

Yoshihito SHIMOMURA

(Tohoku National Agricultural Experiment Station)

1 目 的

気象変動に伴う農作業遅延リスクに対してできる限り危険負担を軽くし、かつ集団営農組織の組織全体の期待純収益を最大化するような農業機械・施設の利用システムの設計とそのシステムを同時与件とする集団営農組織の営農計画を立てることを目的とするリスク・プログラミング・モデルについて考察する。そして、岩手県和賀町の事例に、このモデルを適用し、その演算結果をもとに現行の機械利用体系の改善方向や集団営農組織のあり方について考察を加える。

2 理論モデル

気象変動による作業遅延リスクを取扱う Freund 型のリスク・プログラミング²⁾を二次計画問題として次のように定式化する¹⁾。

$$\left. \begin{aligned} \text{目的式: } & \max \quad CX - \frac{1}{2} \alpha X' Q X = CX - \alpha X' Q X \\ & \geq \\ \text{条件式: } & AX \leq b; \\ & = \\ & X \geq 0 \end{aligned} \right\} (1)$$

但し、C: 期待純収益の (1×n) ベクトル、Q: 期待純収益の分散・共分散行列 ($X' Q X \geq 0$ [正半定符号: 固有根が非負のとき] の (n×n) の対称行列)、A: (m×n) の技術係数行列、b: (m×1) の資源制約量ベクトル (例: 機械稼働可能実時間)、 $a: U(R) = 1 - e^{-aR}$ とする純収益 R の効用関数の危険回避性を表わす定数。このモデルでは $a \geq 0$ の領域のみを扱う。 $a < 0$ の場合は投機性向を示す。定数 a は、従って集団営農組織の計画・管理主体の危険回避性向の強気、弱気の程度を示す意思決定に関する評価パラメーターである。X: (n×1) のアクティビティ・ベクトル。プライム記号 (') は転置を示す。

このモデルは、各プロセスの純収益が正規分布に従い、その一次和の純収益の総和も正規分布に従うものと仮定しプロセスの期待値及びその変動を考慮しながら最高の効用水準を獲得するようなプロセスの選択の問題を扱う。

このモデルの特徴点を列記すれば次の通りである。① 営農集団組織を対象とし、機械・施設利用について、広域を対象とする自治体や農協等の農作業あるいは経営受託、生産組織による集団外の作業受託、個別農家の相対作業請負等の異なった受託方法の設定及び兼業、複合、専作等の経営類型の個別あるいは集団の相互関係の設定がかなり自由にでき、多様化しつつある現実の農村の機械利用体系をかなりな程度に模擬できる。② 耕起から収穫までの各部分作業を危険回避性向に従って最適な方向に組立て営農集団としてのトータル・システムを設計すること。③ 地域における機械利用システムを同時与件とした地域及び個別農家の経営複合化に関する地域営農集団としての営農組織の設計とその検討が可能である。

3 資料及び計測モデル

この理論モデルを和賀町に適用してみる。和賀町には、農業機械の広域を対象とする作業受託機関として農業機械公社があり、それに機械の個人所有による個別利用 (自己完結型) と相対作業請負、生産組織による機械共同利用と集団による受託合せて三つの形態がある。

(1) 式における期待純収益 (ベクトル) とその分散・共分散 (Q 行列) は次のようにして求める。

期待収益 (簡単化のため費用を捨象する。) の分散は移植作業の遅れによる減収率の年次変動として算出する。① 田植より出穂までに必要な積算気温によって当該地域の各年の気温の推移から得た出穂期日を基に登熟気温 (出穂後 40 日間の平均気温) を求め、これより減収率を求めるという演算方法による。登熟平均気温 (15~21℃) と減収率 (%) の関係を岩手県の標準でみると、

$$x = \frac{0.93170}{1 + e^{-3.68263(t - 17.39020)}} \quad (2)$$

のロジスティック曲線となる。出穂に必要な積算気温はキヨニシキ (中生) 1,800℃, トヨニシキ (晩生) 1,900℃とする。

データは昭和 37 年から 51 年までの 15 カ年間の和賀町横川目の観測データを使用し、減収率より求めた移植時期別平

均収量とその分散は、移植時期Ⅰ期：5月7日～5月10日，Ⅱ期：5/11～5/20，Ⅲ期：5/21～5/31，Ⅳ期：6/1～6/10とすると、キヨニシキはⅠ期：平均($\bar{x}$) 9.994俵，分散(s^2) 0.000737，Ⅱ期：9.986，0.001457，Ⅲ期：9.886，0.032406，Ⅳ期：9.001，1.396322，トヨニシキはⅠ期：9.988，0.001318，Ⅱ期：9.915，0.022938，Ⅲ期：8.686，3.086209，Ⅳ期：3.249，8.181906であった。

又、移植時期(x)と収量(y_i)との関係は x を0～7期とし、0期：5月1日～5月5日，1期：5/6～5/10，2期：5/11～5/15，3期：5/16～5/20，4期：5/21～5/25，5期：5/26～5/31，6期：6/1～6/5，7期：6/6～6/10とすると、 y_i ：収量(俵)との関係は秋田県農試の昭和45～46年のアンケート調査によれば、

$$\left. \begin{aligned} \text{レイメイ(早生)} \\ y_1 &= 93.7675 + 3.6725x - 0.8059x^2 \\ \text{キヨニシキ(中生)} \\ y_2 &= 99.0745 - 1.7280x - 0.4428x^2 \\ \text{トヨニシキ(晩生)} \\ y_3 &= 100.0462 - 3.3530x - 0.2844x^2 \end{aligned} \right\} (3)$$

となる。移植時期の遅れに対し晩生は急激に収量を減ずるが、中生は適期が遅れるとともに減収程度もややゆるやかとなる。しかし収量水準はほぼ等しい。一方、早生は減収程度は少ないが収量水準は低い。

次に資源制約量(ベクトル)のうち作業稼働実時間は、向井らの求めた作業可能確率³⁾を用いて当該地域の過去の十分に長い年数の降雨量のデータより作業時期別期待値を

$$M_k = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l N_{ij} (1 - P_{ij}) \dots \dots \dots + N_{ij} (1 - P_{mj})$$

として求める。ただし、 k ：作業時間， n ：年数， l ：降雨量区分数， N_{ij} ：降雨区分日数， P_{mj} ： m 日目までの作業可能確率である。これにより各期の作業可能日数を求め日出日入(丸善理科年表による)と実作業係数(向井らの圃場分散程度、オペレーター数等による補正のための係数³⁾)を使って実作業時間を求める。降雨の作業への影響を4日間($m=4$)としたときの和賀町の15か年間の実作業時間の期待値は、春季作業Ⅰ期(5/7～5/10)：耕起27.11時間，代かき25.93時間，同Ⅱ期(5/11～5/20)：耕起75.04時間，代かき71.78時間，同Ⅲ期(5/21～5/31)：耕起82.54時間，代かき78.96時間，同Ⅳ期(6/1～6/10)：耕起59.14時間，代かき56.57時間，秋季作業はⅠ期(9/21～10/10)：収穫103.87時間，同Ⅱ期(10/4～10/31)：収穫105.44時間であった。

機械利用体系を同時与件とする安定兼業(通勤型の恒常的就業)，不安定兼業(出稼ぎ，日雇い等)，自己完結的専業，複合部門協業化集団及び自己完結的専業農家の複合化志向複合部門(複合部門としては養豚，マッシュルーム，ホップ，野菜等がある)によって構成される営農集団組織

が和賀町での計測モデルとなる。

4 考 察

計測モデルのLemkeの相補の解法によって解いた演算結果を使って若干考察を試みる。

①強気($a=0$)の計画では、中生品種を多くし(晩生4対中生6の比)，晩生をⅠ期，中生をⅡ期に耕起・代かきを行うが，弱気($a=0.5$)になればなる程，晩生のⅡ期，中生のⅢ期に少しずつ分散させようとする方向に体系化される。弱気の体系は籾の搬入時期の幅を広げることにより寄与し籾共同乾燥施設の利用拡大策ともマッチする。②営農集団組織は、できる限り小集団に組織化し、これを核とした相対及び公社の機械を補完的に利用する。③兼業農家群と上層の水稻専作農家群とを含む営農集団組織を構成する生産組織は同規模同経営類型であっても組織化が可能であり、いわゆる中核農家の集团的複合化が可能となる。④しかし、兼業農家群を含まない営農集団、例えば、水稻専作経営の農家と複合経営志向の農家群からなる集団の場合は、逆に規模・類型の異なる構成の方が望ましく、そのときにのみ最適設計が得られる。その場合労力交換が必須である。なお③、④の結果は、これまで述べてきたような機械利用システムを同時与件とする集団モデルによる解ではなく、機械利用システムの単独の最適解を与件とした場合の、集団営農組織の設計⁴⁾を別個に独立して解いた結果を演えき的に解釈したものである。

5 む す び

気象変動という極めて技術的なリスクの問題に限定して営農集団組織の最適設計を試みた。不十分なモデルではあるが、これを基に個と全体のそれぞれの段階での意思決定主体の違いを組み込み、システム相互間の経済的評価をも行えるようなモデルに拡張、充実したものになりたい。

引 用 文 献

- 1) BOISVERT, R. N. and A. GOSSARD, Lemke's Complementary Algorithm for Quadratic Programming: Theory, Applications and User Documentation, Cornell Univ. A. E. Res. 76-21 (1976).
- 2) FREUND, R. The Introduction of Risk into a Programming Model, Econometrica, vol. 24 no. 3, 253-263 (1956).
- 3) 農事試験場作業技術部機械化経営研究室. 昭和41年度機械化による農業経営の改善に関する研究成績. (1967).
- 4) 下村義人. 水稻・野菜複合集団組織の線形計画モデルによる経営設計. 東北農試研究報告 55, 181-202 (1977).