

農業生産システムシミュレータ

石束 宣明

1. はじめに

水稲生産を中心とするわが国の水田作農業では、生産規模の拡大による生産コストの低減が最大の課題とされている。現在、その解決へ向けてさまざまな施策が進められるとともに、生産現場では営農の組織化、農作業受委託の展開や土地利用権の集積等による生産規模の拡大に取り組んでいる。

わが国の狭小な農業基盤のもとで、できる限りの生産規模拡大と生産コストの低減を図るには、作付作物の組合せを工夫することによる土地の有効利用と、生産規模に適合した機械装備の導入、ならびに農業機械の効率の利用が重要になる。

しかし、農業生産活動をこの視点から検討することはそれほど容易なことではない。農業生産は、宿命ともいえる不確定条件に大きな影響されるからである。特に、水田作農業では大部分の農作業が屋外で行なわれるため、気象条件に強く左右される。しかも、人間が、機械という生産手段を駆使して作物あるいは作物を育む環境に働きかけるのが農作業であるから、生命の営みに深くかかわらざるを得ない。つまり、農業生産は作物や家畜等の生き物、気象や土壌等の自然環境、農業機械・施設や農用資材等の生産手段、労働主体としての人間、それに生産費用や生産物価変動等の経済現象を要素として含む生産システムである。水田作農業がかかえる課題の解決をめざして、このような不確定条件下にある農業生産システムの計画、運用、改善を図るには、シミュレーションが最適の手段であることは論を待たない。

農業生産システムを計画し、運用、改善する手段としてシミュレーション手法を活用する場合は、具体的な課題をかかえた生産現場である。共同で営農集団を形成することにより生産規模拡大を模索する先進農家や普及指導機関、さらには、将来農業のあり方を提示する行政機関

がシミュレーション分析を必要としている。しかし、生産の現場で個別事例ごとに生産システムのモデル化とコーディングの実施を期待することは現実的でない。やはり、シミュレーションの知識がないユーザーが、シミュレーションによる生産システムの分析を進め、具体的な問題に対処することを可能にする道具が求められる。

ここで紹介する農業生産システムシミュレータは、上記の状況を背景に開発された水田作農業の農作業に重点を置く汎用的なシミュレーションプログラムであり、すでに行政機関や普及指導機関、研究機関において広範に使われているものである。

2. 農業生産システムの概要

ここでは水稲、麦等水田を基盤として生産が行なわれる水田作農業に限定して農業生産システムを概観する。

従来は、極端な兼業化を支えるため、零細な生産規模であるにもかかわらず、必要に数倍する農業機械が導入されてきた。それが他産業への労働力供給に一定の役割を果たし、経済発展に大きく寄与したことは周知のことである。しかし、状況は変化しつつある。現在では、生産コストを引き下げるためのさまざまな方策が求められるようになった。

水田作農業では、幾種類かの作物および品種が組み合わせられて作付けされる。生産活動に投入できる機械や施設の規模、労働力には限りがあるので、作物や品種の作付配分は生産規模が大きくなると重要な課題になる。

多種の作物および品種を組み合わせ生産が行なわれる場合、生産にかかわる農作業は多種多様になる。それらがそれぞれ作物や品種に応じた作業適期をもつことになる。作業適期に地域差があることはいうまでもない。作物を安定的に生産するためには、すべての農作業を所定の作業適期間内に終わらせることが必須になる。

作業適期が重なることなく、単純な流れで農作業が進められる場合には、作業遂行に必要な機械装備の規模や労働力の量を容易に求めることができる。しかし、一般には各作業の作業適期間が重なり合うことで作業競合が

生じ、しかも、それら農作業の進行が天候により影響されるため、作業の流れは複雑に変化し、全体を見通すことが困難になる。また、天候による影響の受け方は、農作業の種類により異なる。たとえば、病害虫防除のための薬剤散布作業では、わずかな降雨があっても植物体に付着した薬剤が流されることになるが、田植えやその前処理作業である代かきは、圃場に水を張って行なう作業であるため、よほどの降雨量でない限り作業が妨げられることはない。土を耕起する作業では、土壌の種類と降雨履歴で決まる高い土壌水分が、耕起用機械の走行性低下や土の付着をもたらし、作業が妨げられる。

農作業に使われる機械は、トラクタのように数種の作業に共通に使える機械から、田植機のように田植作業に使用が限定されるものまでさまざまであり、それらが組み合されて使われる。また、同種の機械が複数台導入されるケースも多い。その場合には、同じ農作業が異なる圃場で並行的に行なわれることになる。さらに、大部分の農業機械は人による操作を必要とする。農作業の種類によってはオペレータだけでなく補助者を必要とし、複数の人間による組作業で進められる。

作物が作付けられる圃場に、機械と労働力を使ってそのつど必要な措置を次々とほどこしてゆく。しかもそれが、天候や土壌、作物生育の状態に影響されるのが、水田作農業の生産システムである。

3. シミュレータの機能

3.1 適用範囲

水田作農業生産システムのシミュレーションを手軽に行なえるよう、一切のプログラミングを必要とせず、データ駆動型でシステムモデリングを可能とすることにより汎用化を実現したのが農業生産システムシミュレータである。

本シミュレータには、ユーザーをプログラミングから開放するために、わが国の水田作農業で一般的に作付けされる作物と、作物ごとに考えられる限りの種類の農作業が、あらかじめ与えられている。したがって、汎用性を備えてはいるが、与えられた作物と農作業の範囲内での使用に限定される。

シミュレータで取り扱える作物は、水稲（4品種まで）、麦類（4品種まで）、大豆（2品種まで）、露地野菜（5種類まで）であり、これらに加えて冬作休耕、夏作休耕、作業請負を設定することができる。農作業の設定は、組み込まれている作業一覧表から必要なものを順に

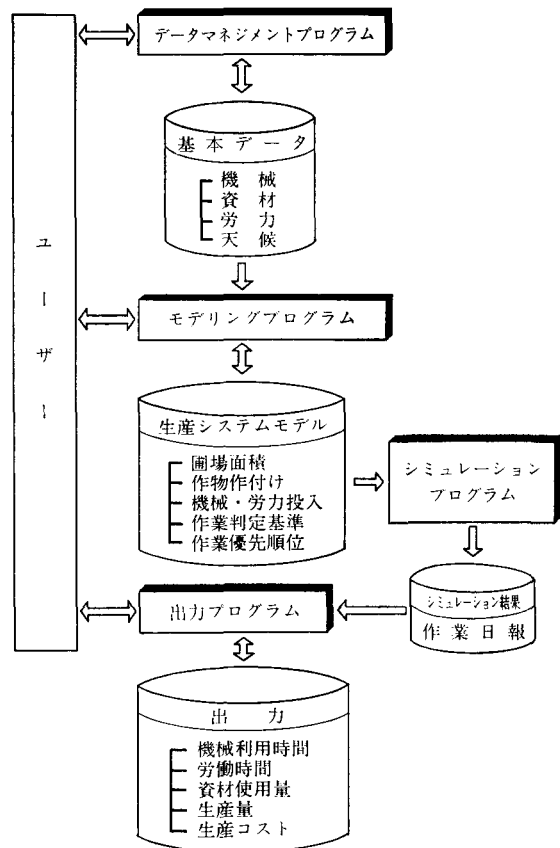


図1 シミュレータの構成

選ぶことで行なう。

なお、シミュレーションの期間は1年間であり、1月1日を開始日とし、12月31日を終了日としている。そのため、生育期間が年をまたがる冬作物では、前年に作付けられたと仮定して次年の農作業を進めるようになっていく。

3.2 シミュレータの構成

本シミュレータは図1に示すように、機械の種類、価格、固定費率や資材の種類、価格、さらには、生産に従事できる労力の最大員数や労働単価、シミュレーション対象地域の1年間の日降水量データ等から成る基本データを操作するためのプログラム、基本データを使って意図する生産システムのモデル化のための入力操作をつかさどるモデリングプログラム、設定された生産システムのシミュレーションを実行し、結果を作業日報の形で逐一記録するプログラム、シミュレーション結果を項目別に整理して出力するプログラムから構成されている。

図1に示すように、シミュレーション結果から生産システムの分析を容易に行なうことができるよう、出力プ

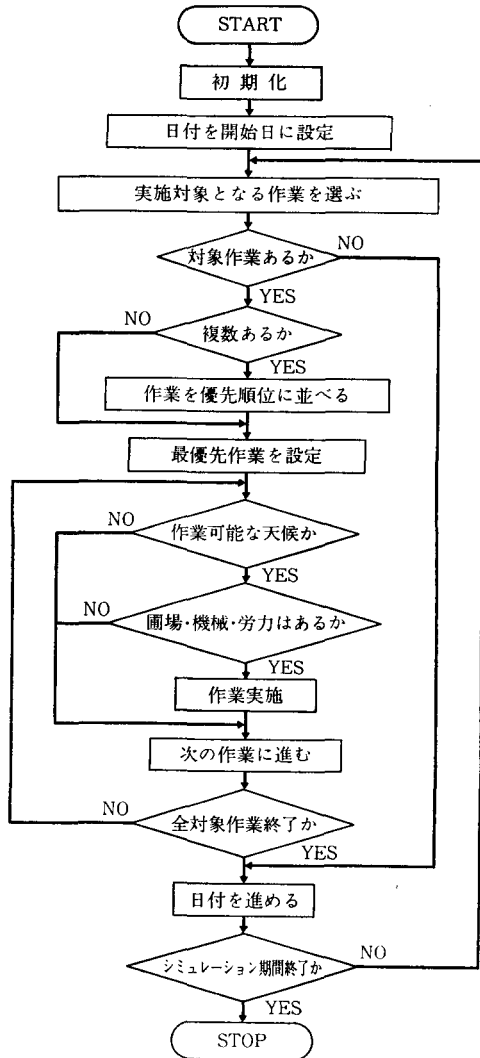


図2 シミュレーションの流れ

プログラムにより年間の機械利用時間と経費、労働時間と経費、作業経費、資材使用量と経費、生産量、さらには生産コスト等の項目に整理して表示される。

3.3 シミュレーションプロセス

次に、シミュレータの心臓部にあたるシミュレーションプログラムの動作の流れ図として図2に示す。

図2にしたがって説明すると、まず、各作業の作業期間と当日の日付を比較することにより、当日実施対象となる農作業が選び出される。当日実施対象となる農作業がなければ日付が1日進められるが、対象作業が複数ある場合は、優先順位の高い農作業から作業の可否が調べられる。天候状態から作業可能と判定されると、当該作

業を実施しなければならない圃場の有無、作業実施に必要な機械と労力の使用状況を調べた結果から、作業可否が判定される。作業が実施される場合には、機械や労力の稼働状況の更新、圃場の作業状況更新、資材使用量の積算処理がなされる。以上の手順がシミュレーション期間終了まで日を追って繰り返される。

なお、作業可否の判定や作業時間、作業実施面積の決定、さらには、作業が行なわれた場合の状況更新処理の詳細を示したものが図3である。

4. 適用例

農業生産システムシミュレータの適用例として新農業構造改善事業の導入を機に地区の水田農業を再構築する意向をもつ栃木県河内町田原地区のケースを概観する。

この地区では、将来の農業生産の中核的担い手として数戸の農家から成る営農集団を設定し、この集団の生産活動を、まず機械・施設利用とかかわる農作業の進捗状況から検討し、ついで生産コスト分析や収益分析を行ない、生産効率の向上策を見いだすことを意図している。

そこで、5戸（機械オペレータ5名、補助員3名）を単位として形成される営農集団とライスセンターの組合せによる生産活動に限定し、生産面積、作付体系、機械装備、ライスセンター利用料金、労賃、地代、生産物販売価格等が、生産コストや収益に与える影響について検討する。なお、営農集団の生産対象面積は20~35ha、作付作物は水稲、大豆、二条大麦、小麦であり、転作率を31%とし、導入される作付体系の一例を図4に示す。その他、作付作物・品種ごとに農作業の種類と順序、使用機械の組合せ、作業能率、組作業員、投入資材、作業期間、作物収量、販売単価等が設定されるが、具体的内容は省略する。

このような問題整理と設定条件のもとで、シミュレータを使用して数年にわたる営農集団の生産活動の動態をシミュレートしその結果から生産コスト分析を進めた。

分析結果から、作物別の生産コストについてのみ図5に例示する。図5の結果はあくまでも設定した前提条件にもとづくものであるが、これより作物間の相对比较や生産面積と生産コストの関係を理解することができる。

最後にここで行ったシステム分析の結論を紹介する。

『分析の結果は一できるだけ転作面積を少なく、水稲生産に傾斜した経営を展開したい—という生産現場の意向に具体的な根拠を与えている。しかし、わが国農業の置かれている現状からは、過剰である米のさらなる生産増

は望むべくもない。したがって、今後の水田作農業の方向として、生産技術面では、大豆の収量向上と生産効率の飛躍的向上が緊急の課題であり、営農技術としては、機械装備や労力を削減しながら良質米と冬作麦の作付率を増す方法の検討が必要にならう』

参 考 文 献

[1] 石束宣明：作業体系シミュレータ，農業機械学会

誌，Vol.48, No.1 (1986)，107-113.

[2] 石束宣明：生産規模拡大の今日的意義，農作業研究，Vol.23, 別号 (1988)，85-88.

[3] Buck, N.L., Vaughan, D.H. and Hughes, H.A.: A general-purpose simulation program for agricultural operations, Computers and Electronics in Agriculture, Vol.3(1988), 29-44

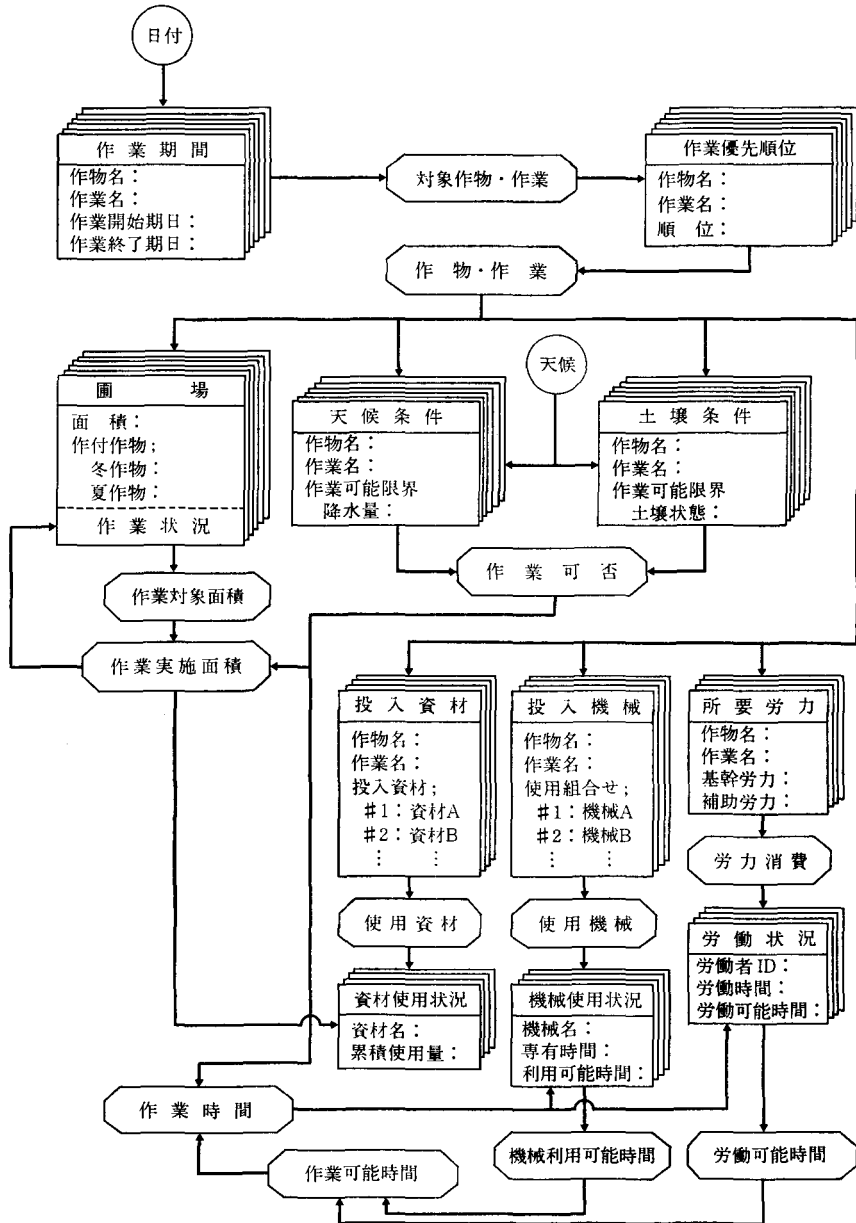


図 3 シミュレーションプロセス

作付体系			
夏作物		冬作物	
水 稲 69%	コシヒカリ 45%	休 耕 66%	
	アキニシキ 7%		
	月の光 14%		
	初星 3%		
大 豆 25%	タチナガハ 15%	二条大麦 22%	あまぎ二条 11%
	スズユタカ 10%	はるな二条 4%	ミサトゴールデン 7%
	休 耕 6%	小麦 12%	農林61号 12%

図4 作付体系

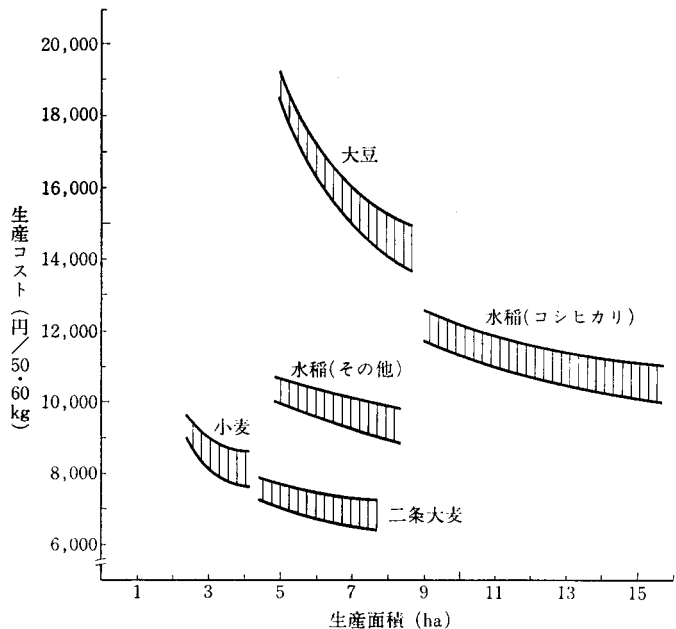


図5 生産コスト

- [4] Ishizuka, N.: Development of farm operation system simulator, *Agricultural Engineering* (Dodd, V. A. and Grace, P. M.), (1989), 2633-2638
- [5] 石東宜明: シミュレーションによる水田作機械化作業のコスト分析, *農業機械学会誌*, Vol. 52, No. 3 (1990), 43-52

IFORS '93のご案内

3年に1度開催されているIFORSの大会が、次回は1993年7月12~16日にポルトガルのリスボンで開かれることになっています。テーマは“OR: Expanding Horizons”です。この大会で論文を発表されようとする方は、下記の要領でご応募ください。

締切: 1992年4月1日(木) 提出書類: 標題, 著者名, 連絡先, アブストラクト(50語以内), 100スイスフランの銀行振出小切手または郵便為替

提出先: Conference Secretariat, IFORS 93 Faculdade de Economia, Universidade Nova de Lisboa, Travessa Estevão Pinto, 1000 LISBOA, PORTUGAL

大会の提出書類の書式や詳細につきましては、学会事務局に案内状がありますので、必要な方はご請求ください。この大会には従来と同様、各学会からの選出論文(national contributions)の提出が求められていて、当学会には2篇が割り出されています。学会選出論文については、原則としてfull paperがProceedingsに掲載されることになっています。当学会では下記の要領で選出論文を募集いたしますので、ふるってご応募ください。

締切: 1992年2月29日(土) 提出書類: 標題, 著者名, 連絡先(以上は英文および和文で), アブストラクト(英文), full paper(英文)または関係資料(英文または和文)

提出先: 国際委員会(学会事務局気付)