

大規模水田作経営の適正規模

— 水稲・麦・大豆 2年3作型輪作体系による —

小林 一*

平成2年5月31日受付

Reasonable Scale on the Large-sized Farm of Rice

Paddy Farming : Adopted the Crop Rotation System of Three-crop
per Two Years, Rice-Barley (Wheat) -Soybeans

Hajime KOBAYASHI*

The purpose of this paper is to study the reasonable scale on large-sized farm of rice paddy farming which adopts the crop rotation system of three-crop per two years, rice-barley (wheat) -soybeans. The large-sized farms adopted for the consideration are located in the Kaga plain, Ishikawa prefecture, Hokuriku district. The farms consist of two types. One is the case of the farm equipped with one semi-large machinery system for rice crop. Another is the case of the farm equipped with two semi-large machinery systems for rice crop.

At the same time some problems awaiting solution for the technology of rice paddy field utilization will be discussed. Such technology is needed for the purpose of converting the system of rice paddy field utilization and consolidating the large-sized farm management by these large-sized farm managers.

緒 言

農業機械技術の革新による労働手段の高度化が、農業生産力発展に大きく貢献することは、現代の先進諸国の農業展開を通じてよく確認されるところである。わが

国の農業生産の基幹である稲作についても、昭和40年代に入ってから急速に普及をみせた機械化によって、稚苗機械移植を軸にしたいわゆる「中型機械化技術」が確立され、これが省力化と増収効果を発揮して生産力の水準を押し上げてきた。

* 鳥取大学農学部農林総合科学科情報科学講座

* Department of Agricultural Information Science, Faculty of Agriculture, Tottori University

中型機械化技術は、当初、20馬力前後のトラクターと田植機、自脱型コンバインを中心とした機械化一貫体系によって形成されたものであり、40年代後半にはほぼ定着したとみられている^{1) 3)}。その後、機械化体系について年々改良が加えられ、高馬力・高性能化が推進されると同時に、化学肥料や農業等の労働対象技術の改善があわせて進行したことにより、その技術形態はかなり高位な水準に展開してきた。

たとえば、当初の中型機械化技術が、家族労作的経営の稲作を対象に開発された技術であることと比較して、最近の機械化技術が労働組織編成を高次にしたり、水稻以外の転作物をも含めた水田の多面的利用に対応をみせるなど、いくつかの側面において新しい生産力展開の可能性を内包する段階にまで発展してきているように見受けられる。機械化一貫体系の高馬力・高性能化が進んできていること、さらには、水田利用や農業経営の展開に対して、質的転換の萌芽が認められるという点から、今日の先端的な水田利用技術の動きを、「中大型機械化技術」として従来の中型機械化技術とは峻別してとらえることも可能であろう⁴⁾。

もちろん、中型、中大型機械化技術を含めて、稚苗機械移植に特性づけられたこれらの労働手段の高度化が、あわせて栽培管理技術の集約・稠密化を促進してきており、このことが他方では農業基幹労働力の大幅な減少と結びついて、近年の年次的な作況変動や農家階層間の生産力格差の拡大に関係していることもまた否めない事実である。技術の高度化の進展と、それに即応しえない生産力主体との関係から生まれる技術の空洞化現象にどのように対処するのかといった、新たな問題事象が生起していることを見逃せない⁵⁾。

このような特質をもつ現行稲作の技術と生産力に対して、経済の国際化が進展し米生産調整が長期、硬直化してきたなかで、次のような観点から新たな方向転換が求められている。1つは、米生産調整政策下の転作対応をふまえて、水田利用率の向上や総合的な食料生産の増強に連係するような水田利用の高度化技術として発展させることである。具体的には、現行の稲作技術に対して、米以外の畑作物等と結節した水田輪作を担う体系化技術として改善が要請されている。

2つには、高生産性を支える日本的な集約技術の特性を生かしつつ、規模の有利性を発揮して生産性の向上やコスト・ダウンに寄与しうるような大規模生産技術として展開させることである。米価の停滞と生産コストの上昇によって昭和50年代以降の稲作の経営経済が悪化傾向

をたどってきている現状や、国際的にみて米価や生産費が割高の水準にあることなどを考慮するとき、この点での可能性を切り開いてゆくことが、とりわけ重要な課題となっている。

小稿では、こうした問題意識にそって、考察対象を北陸地域の石川県加賀平野の水田農業にとり、現行の中大型機械化体系を利用して水稻・麦・大豆の2年3作型の土地利用を行う水田作経営の最適規模について考察する。そして、現段階の中大型機械化技術による規模拡大の一定の目標水準を明らかにし、麦・大豆体系を導入した水田利用方式転換の可能性を明らかにする。

北陸地域では、今日の米生産調整に伴う水田転作のなかで、大麦を主体にした麦類と大豆の占める割合がもっとも高く、麦類と大豆を組み合わせた二毛作による麦・大豆体系を定着させ、水稻と麦・大豆を結合した水田輪作体系を確立することが、地域農業振興の一つの眼目となっている。実際に、昭和63年度の北陸における水田転作面積47,220haのなかで、麦は29.8%、大豆は20.5%を占め、麦・大豆体系は5,759haにまで増加してきている。

なお、分析に際しては、加賀平野における先進的な個別の大規模水田作経営を事例に取り上げ、経営実態調査データを用いてモデル的な考察を行う。そこでは、生産現場での動向をふまえて、現在の技術段階において中大型機械化体系を1セット装備するものと、2セット装備するものとの2つの経営類型に照準をあてて検討することにする。適正規模の計測については、パラメトリック線型計画法を用いることとし、ソフトウェアには松原等のモデルを使用した⁶⁾。

適正規模の計測

(1) 中大型機械化体系1セット装備の場合

ここでは、第1表に示すように、昭和62年現在でトラクター(30馬力クラス)、乗用型田植機(6条、側条施肥機付)、自脱型コンバイン(3条、グレインタンク式)、乾燥・調製施設等の機械・施設を1セット保有し、夫婦労働力によって12.8haの経営耕地面積を耕作する大規模水田作経営の事例にもとづいて検討する。

事例の水稻及び麦、大豆の生産性と収益性は、表に示した通りである。各作物の10a当たり収量は、水稻の全体平均が585kg、そのうち早生種、加賀ひかり630kg、中生種、コシヒカリ560kgのようであり、試作されている湛水土壤中直播栽培によるコシヒカリの単収は、550kgである。転作物としての麦、大豆は、大麦が397kg、大

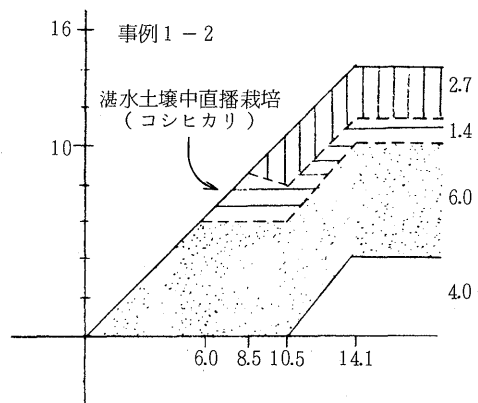
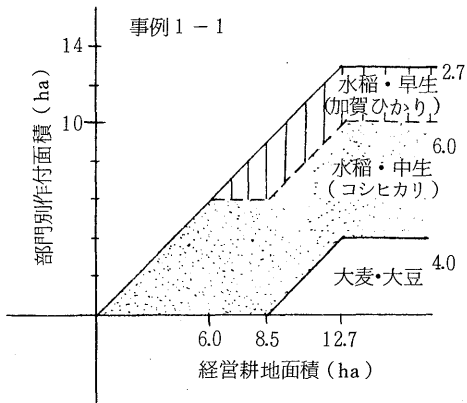
豆が250kgとなっている。また、10a当たり労働時間は、水稻の移植栽培が21.3時間、水稻の湛水直播栽培が22.1時間、大麦8.8時間、大豆20.7時間となっている。粗収益から面積比例的費用を差し引いて求めた10a当たり利益係数は、水稻の移植栽培で加賀ひかり78,194円、コシヒカリ103,652円、直播栽培のコシヒカリ103,462円、麦・大豆体系53,794円である。

これらの数値を前提に、パラメトリック線型計画法によって計測すれば、所与の条件下で収益の最大化を実現

する経営の適正規模は、経営耕地面積が12.7haのところであることがわかる。そのときの各作物の作付面積は、水稻・早生の加賀ひかり2.7ha、水稻・中生のコシヒカリ6.0ha、大麦・大豆体系4.0haとなる。この計算結果と現状を比較すると、当農場では現在の土地利用がほぼ望ましい形態で実施されていることが明らかになる。さらに、ここでの計測では、米生産調整による転作物の作付強制を初期条件に含めていないところから、麦・大豆体系は経営耕地面積が8.5haを上回る規模から、労働力の

第1表 中大型機械化体系1セットにおいて考察の基礎にした経営条件

主要な項目	内	容	
労働力	基幹労働力	主人49才, 妻49才	
	補助労働力	長男24才, 次男19才	
	臨時労働力	臨時雇のべ8人日	
経営耕地	自作地50a, 借入地1,230a	(計)1,280a	
作業受託	水稻全作業 10a		
作付状況	水稻	加賀ひかり 330a 630kg/10a コシヒカリ 510 560 湛水直播(コシヒカリ) 60 550	} 900a 585kg/10a
	転作物	大麦 べんけいむぎ 380a 397kg/10a 大豆 エンレイ 380 250	
	農業機械	トラクター2台(22PS, 33PS), 田植機1台(乗用6条, 側条) 自脱型コンバイン1台(3条), 乾燥機2基(20石, 32石)	
農業施設	作業場, 農機具格納庫, 育苗用ビニールハウス		
10a当たり労働時間	水稻・移植21.3時間, 水稻・湛水22.1時間, 大麦8.8時間, 大豆20.7時間		
10a当たり利益係数	加賀ひかり78,194円, コシヒカリ103,652円, 大麦・大豆53,794円 湛水直播(コシヒカリ)103,462円		



第1図 中大型機械化体系1セットの場合の適正規模

有効利用を目的に、経営の内発的な要請によって導入されてくることがわかる（事例1-1）。

この場合、計測結果は農地取得や借入れにより、12.7haをこえて経営耕地面積の拡大が可能であるとしても、初期条件では5月上旬労働が制約因子になって、それ以上の耕作ができないことを示している。そのため、規模拡大の阻害条件を克服するための方策として、この経営では品種構成や播種時期の調節によって田植作業期間を延長したり、主要工程の作業能率を高めるなどの方法で、春期の労働ピークの緩和をはかることが考えられる。具体的に、事例農家ではこうした対策の一環として、作期幅を延長して規模拡大を進めるねらいから、昭和57年度より試験的に湛水土壌中直播栽培の導入をはかって、栽培技術の向上に努めている。

事例1-2の計測結果は、湛水直播栽培技術の本格的な導入を仮定して、稚苗と湛水直播栽培の組み合わせ技術による規模拡大の可能性を、同じようにパラメトリック線型計画法によって検討したものである。結果によれば、両栽培法を組み合わせることにより、良質米のコシヒカリの作付面積を1.4ha程度増加させることができ、水稻の加賀ひかり2.7ha、コシヒカリ7.4ha、麦・大豆体系4.0haの作付構成をとって、経営耕地面積を14.1haにまで拡大することが可能であることがわかる。そして、この規模拡大を通じて、10a当たりの農機具減価償却費を1割強節減し、約220万円の追加総所得を得ることが可能であると見込まれる。このときの水稻の60kg当たり第2次生産費は、10,900円程になるものと推定される。

(2) 中大型機械化体系2セット装備の場合

ここで考察対象に取り上げるのは、第2表に示すように、昭和62年現在でトラクター（30馬力クラス）、乗用型田植機（5条、側条施肥機付）、自脱型コンバイン（4条、グレインタンク式）等の機械を2セット装備し、あわせてミニ・ライスセンターを保有する大規模水田作経営である。労働力としては、3人の家族基幹労働力と2人の補助の家族労働力を保有するほかに、2人の女性の常雇と年間延べ380人日の臨時雇を使用している。当農場では、こうした機械・施設装備の充実と恵まれた労働力保有によって、水稻と大麦・大豆体系を組み合わせ、経営耕地面積21.5haの借地型経営を行っている。

事例の水稻と麦、大豆の生産性と収益性は、表に示した通りである。各作物の10a当たり収量は、水稻移植栽培の全体平均が565kg、そのうち加賀ひかり600kg、コシヒカリ533kgとなっており、転作物の大麦は364kg、大豆250kgのようである。また、10a当たり労働時間は、水

稻26.2時間、大麦8.4時間、大豆17.4時間となっている。そして、10a当たりの利益係数は、水稻の加賀ひかり70,303円、コシヒカリ94,406円、麦・大豆体系48,150円のようにある。

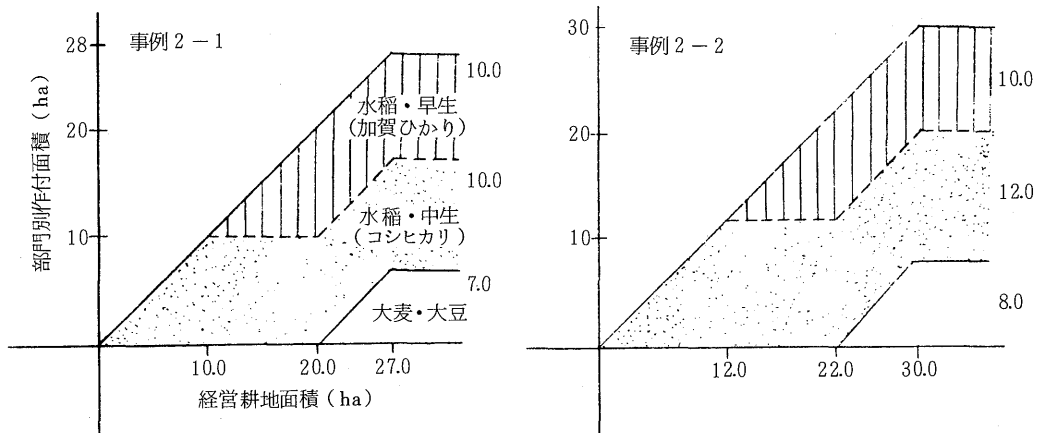
事例の現在の経営条件下で収益最大化を実現する最適規模について、パラメトリック線型計画法によって計測すれば、最適の経営耕地面積は27.0haとなり、そのときの作付構成は水稻の加賀ひかり10.0ha、コシヒカリ10.0ha、麦・大豆体系7.0haのようになる。ここでも水田転作に伴う転作物の作付強制の条件を除外して計算しているが、この場合においても経営耕地面積20.0ha以上の規模で麦・大豆体系が水田利用に組み込まれ、27.0haの最適規模のときには26%の作付比率をとって定着する可能性のあることが読み取れる（事例2-1）。なお、計測結果によれば、当農場では現状に加えてさらに、5.5ha程度の規模拡大が可能であると推測されるが、この経営では実際に、次年度の63年には借地拡大によってほぼそれに近似した経営内容を備えるに至っている。

ただし、規模拡大については、所与の条件下ではたとえ農地の取得や借入れによって経営耕地面積を27.0ha以上に拡大する可能性があるとしても、各作物の作付限界（加賀ひかり、コシヒカリ各10ha、大麦・大豆7ha）が作用して、それ以上の面積の耕作が困難であると推定される。作付上限となる条件を改善するためには、当農場ではたとえば、①米麦用乾燥機の増設、②品種組合せや同一品種内で作業時期をずらした段階的な播種・移植作業の実施、あるいは湛水土壌中直播栽培の導入などによる水稻の作期幅拡大、③転作用機械の装備拡充、等が方策として考えられる。

現実には、事例農家ではその後①と③に加えて、コシヒカリの播種・移植時期を段階的にずらして作期幅の拡大をはかる措置を講じている。これらの条件整備を前提にして計測すれば、モデル事例においては経営耕地面積を30.0haまで拡大することができると見込まれ、そのときの作付構成は、加賀ひかり10.0ha、コシヒカリ12.0ha、大麦・大豆8haが最適になるものと推計される（事例2-2）。そして、このような規模拡大が実際に行われるならば、経営の基幹である稲作の10a当たり農機具減価償却費は、現行の21,782円から3割節減され、部門の追加総所得として5,650,000円、経営総体として7,500,000円の追加総所得を獲得できるものと推定される。このときの水稻の60kg当たり第2次生産費は、12,600円程になると見積られる。

第2表 中大型機械化体系2セットにおいて考察の基礎にした経営条件

主要な項目		内		容			
労働力	基幹労働力	主人50才, 妻47才, 長男26才, 常雇64才, 常雇45才					
	補助労働力	次男21才, 母70才					
	臨時労働力	臨時雇のべ380人日					
経営耕地(水田)		自作地183 a, 借入地2,038 a	(計)2,221 a				
作業受託(水稲)		育苗5,655箱, 耕起・代掻410 a, 田植853 a, 病害虫防除321 a 刈取り・乾燥・調製1,606 a					
作付状況	水稲	加賀ひかり	808 a	600kg/10 a	} 1,708 a	565kg/10 a	
		コシヒカリ	900	533			
	転作物	大麦	べんけいむぎ	450 a	364kg/10 a		
	大豆	エンレイ	450	250			
	その他	果樹, 水稲育苗ハウス (計)63 a					
農・業機械施設	農業機械	トラクター4台(30PS, 20PS, 9PS), 水稲播種プラント一式, 田植機2台(乗用5条) 動力噴霧機, 自脱型コンバイン2台(4条), 乾燥機5基(31石, 27石, 24石) 播種機2台(麦用, 大豆用), 大豆用刈取機1台(1条)					
	農業施設	ミニ・ライスセンター, 農機具格納庫, 育苗用ビニールハウス2,320㎡					
10a当たり労働時間		水稲26.2時間, 大麦8.4時間, 大豆17.4時間					
10a当たり利益係数		加賀ひかり70,303円, コシヒカリ94,406円, 大麦・大豆48,150円					



第2図 中大型機械化体系2セットの場合の適正規模

大規模水田作経営の技術構造

上記の大規模水田作経営に関する適正規模の計測をふまえて, 次に, それを支える水田利用の技術構造のあり方について検討する。この点について, 2つの経営の実態分析を中心にしながら考察すれば, 大規模水田作経営における今後の水田利用技術のあり方に関連して, 分散

錯圃の克服のための土地利用調整を中心とした土地基盤整備の推進とあわせて, 中型機械化技術から展開してきた中大型機械化技術に対して, 水田利用方式転換の視点からいくつかの再編課題が提起されていることが明らかになる。

上述の分析によって中大型機械化体系1セットと2セットの事例の米生産費を比較したとき, 60kg当たり第2

次生産費について、後者が前者に対してやや割高になっている。これは、2セット体系の事例が立地する地区の借地料水準が、他方の経営が位置する地区に比べてやや高いところに理由の一端がある。ただし、基本的な理由は、借地料水準の違いによるよりはむしろ、規模差を反映した機械・施設装備や労働力の利用形態の差、及び土地生産性の差に起因するところが大きいと判断される。

機械・施設装備や労働力の利用形態に関しては、1セット体系の経営の場合には、夫婦労働力による労働組織が生まれ、機械装備のほとんどが1台で充足されている。これに対し、2セット体系の経営においては、機械・施設及び労働力装備が2セット以上に追加加重されているのが特徴的である。この理由には、次のような大規模経営に特異な問題が含まれている。すなわち、こうした経営になると、多数の労働力を編成し組作業によって機械化体系を効率的に稼働させ、作業効率を高めるために、田植機や自脱型コンバインなどの主要機械については、万一の障害の発生に備えて臨時稼働ができるだけの装備の余裕を確保しておく必要があり、そのため、労働力についても1名程度の男子オペレータの調達はいつでもできるような態勢がとられているのである。このような加重装備の部分が、規模拡大による生産費の節減効果を減じる一因となっている。

土地生産性については、基幹部門である水稻の10a当たり収量において、2セット体系に比較して1セット体系の経営のほうが20kg上回っており、平年収量についても同様の傾向が認められる。両者の間にこのような収量格差が生ずる主要な要因としては、2セット体系の事例のような大規模経営になると、規模拡大の進展とともに圃場分散の程度が増幅され、労働効率が低下するため、それによって稠密な稲作基本技術の徹底が阻まれることを指摘できよう。実際に、2セット体系の事例農家では、半径2kmの圏域に1筆6～8aの小区画圃場が約300枚にも及んで分散する形態になっている。この点で他方の経営事例では、大半の圃場が30a区画に基盤整備されて自宅周辺に近接した状態にあり、作業管理の徹底がはかられやすい状態にあることが対照的な特徴をなしている。

また、土地基盤の差異に由来する技術問題とは別に、大規模経営においては、現在の中大型機械化技術が備えた特質そのものに起因するいくつかの技術問題に直面している。中大型機械化技術は、元来、家族労作的経営における稲作を対象にして開発された中型機械化技術の延

長線上に展開しているものであり、技術利用の主眼が今日でも家族経営における稲作におかれている点には相違はない。ところが、上記の分析からも明らかになるように、経営耕地面積が10haを上回るような水田作経営になると、規模拡大に対応した一層の省力化技術が要請されたり、あるいは、労働力等の経営資源の有効利用の目的から、土地利用の多面性や経営複合化の要請が内発的に高まるようになるなど、水田利用技術は慣行のものから質的に転換が求められるようになってくる。

現在の水田利用技術をめぐるこうした問題が先端的に現われているのが、機械体系1セットの枠をこえて規模拡大が進展したような大規模経営である。こうした経営階層で早期に解決が求められている課題として、稲作において安定多収を確保しうる省力的な肥培管理技術の開発や、その省力的な肥培管理技術に適応した育苗・移植方式の確立などが指摘される。また、中・長期の課題としては、良質安定多収を確保しつつ飛躍的な規模拡大の推進を可能にする超省力稲作技術の開発等があげられる。

このほか、水田輪作を取り込んだ土地利用方式転換に関わる技術的な再編課題も提起されている。考察事例のように、水稻、麦、大豆による2年3作型の作付方式がとられる場合、麦・大豆体系は通常水田からの転換畑で作付けされることになる。田畑輪換では、水田と畑の地目転換を通じて地力維持機能や雑草防除機能を高め、生産性の向上に役立つ有利性が指摘されており⁷⁾、加賀平野においてもそうした田畑輪換の長所を生かして、優れた経営成果をあげている先進事例が少なくない。ところが、全体的にとらえると、ここで取り上げた2つの経営事例を含めて、麦・大豆体系を導入した2年3作型の作付方式を田畑輪換にもとづく輪作体系化技術として確立し、その効果を十分に発揮させている経営は必ずしも多くはない。

水田輪作をめぐる現場で問題となっている技術的な再編課題は、決して少なくない。そのなかから主要な事項をあげると、水稻、麦、大豆の輪作技術を支える一貫機械化体系開発の側面では、前後作関係をもつ作物間相互の栽培を有機的に結びつける作業技術の開発という観点から、耕盤や作条の管理法、作物残渣の効果的処理法の確立が課題として抽出される。また、栽培技術の側面からは、輪作における肥培管理技術の高度化が全体的な課題となっている。良質米の生産地帯である北陸においては、とくに稲作について、転換畑からの復元田でのコシヒカリ栽培の安定のための、倒伏防止や増収に結

びつく肥培管理技術の確立が早期に解決を求められている。

このほか、所有、利用する機械化体系が2セット以上の複数になってくると、現行技術においては機械・施設装備に余剰部分をかかえこんだり、労働組織編成に適正を欠いたりする問題が生じやすくなる。その意味で、上述のような水田利用技術の諸機能を備えながら、家族労働力を中心にした少ない労働力構成で、大規模営農を遂行しうる新しい機械化体系の創出が要請される。

以上のように考察してみると、今日の中大型機械化体系のもとで、水田利用技術の転換にむけた萌芽的な動向がみられるとはいっても、大規模営農を担う水田輪作の土地利用技術としてそれを体系化してゆくためには、今後さらに改善されなければならない技術的、経営的な課題がいくつも存在することがわかる。

総 括

ここでは、北陸の石川県加賀平野の水田農業を対象にして、水稲・麦・大豆2年3作型の輪作体系を採用する個別の大規模水田作経営について、中大型機械化体系1セットと2セットを装備する2つのケースを取り上げ、その適正規模について検討した。そして、あわせてこれらの大規模水田作経営において水田利用方式の転換がはかられ、大規模営農が本格的に定着するための水田利用技術の今日的な再編課題を抽出した。

水稲、麦、大豆による2年3作型の輪作体系を採用した水田作経営の適正規模として、中大型機械化体系1セットの場合、現行技術で12.7ha、現行の改良型14.1ha、2セットの場合、現行技術で27.0ha、その改良型30.0haの結果がえられた。もちろん、この数値は個別農家のそれぞれの経営条件によって異なってくることはいうまでもないが、石川県の平坦部稲作地帯の先進経営を対象にして考察した結果という点では、一定の代表性をもつであろう。また、この数値は個別経営を対象にして検討したものであるが、結果はそれぞれの機械化体系に対して最善の利用を行うことによってえられたものであり、その意味では営農集団における機械の適正装備・利用問題を考える際にも、充分参考になると判断される。

また、適正規模の計測を通じて、麦・大豆体系は必ずしも転作補助金を備えた作付強制がなくても、経営内に定着する条件があることが推定された。中大型機械化体系1セットの場合には、経営耕地面積が8.5ha以上、同じく2セット体系では20.0ha以上において、一定面積を確保して定着しうるということが計測された。転作強化や米価

引き下げ、生産コストの上昇など、近年の水田作経営をめぐる経済条件は厳しさを加えているが、経営土地の規模条件や機械化体系、労働力などの経営基盤条件が整備されるならば、現段階においても水田輪作営農が成立する可能性が充分にあることを考察結果は示している。

もちろん、このような水田輪作にもとづく土地利用方式の転換が進展するためには、それを支える水田利用技術の改善が基本であり、こうした目的にそって実際に、今日の中大型機械化技術に対して多数の再編課題が提起されている。これらの点については、既に試験研究の支援を受けながら生産現場でさまざまな模索が重ねられているところであり、今後の技術革新に期待が寄せられる。そして、こうした努力によって水田利用の技術開発がさらに進展し、あわせて土地利用調整を基盤にした規模拡大方式が確立されるならば、今後生産性の高い水田農業の展開が充分に期待される。地域水田農業の展開は、価格支持や構造政策の支援のもとに、こうした基盤条件の整備を個別や集団の場に即して具体的にどのように推進してゆくかにかかっている。

謝 辞

小稿は、著者が石川県農業総合試験場に在職中に担当していた試験研究のデータによってとりまとめたものである。研究課題名は、主として「地域水田農業技術確立研究(国補)」、「地域農業の発展方向と経営計画研究(県単)」による。このような形で研究発表の場を与えて頂いた、石川県農業総合試験場を始めとする関係各位に深甚の謝意を表する。

文 献

- 1) 波多野忠雄：現代稲作の技術構造。農林統計協会、東京(1985) pp.11-96
- 2) 北陸農政局：昭和63年度北陸農業情勢報告。北陸農政局、石川(1989) pp.92-105
- 3) 伊藤喜雄：現代日本農民分解の研究。御茶の水書房、東京(1973)
- 4) 小林 一：中・大型技術体系のあるべき姿と定着条件。農業と経済 54(13) 48-53 (1989)
- 5) 小林 一：生産調整下の稲作技術と経営。農林業問題研究 22(2) 22-30 (1986)
- 6) 松原茂昌・平尾正之・佐藤清：線型計画法の基礎と応用。農林統計協会、東京(1986)
- 7) 大久保隆弘：作物輪作技術論。農山漁村文化協会、東京(1976) pp.253-291