

第Ⅲ章 生産管理行動を考慮した稲作の規模拡大及び収益性に対する

圃場条件の影響

第1節 課題

水田の圃場条件は経営体が立地する地域の地理的条件や圃場整備水準の差異等により多様である。稲作を基幹部門とする経営体の規模拡大過程では、必然的に、多様な条件の圃場を経営の中に取り込んで行かざるを得ない。このような圃場条件の多様性は、大規模な稲作を行おうとした場合に様々な問題点を顕在化させ、経営上の非効率を引き起こしている。そのため圃場条件の多様性にどのように対処し、生産の効率を向上させていくかが経営管理において重要な課題となっている。

稲作の規模拡大過程において、多様な条件の圃場が経営内に取り込まれてしまう状況の根底には、零細分散錯圃とされる耕地の存在形態があることが指摘されてきた。零細分散錯圃による問題点は、規模拡大に伴い、土地や水利用を制約する要因が増加し、機械の稼働や管理作業の効率低下と同時に作業の適期や稠密性の維持困難が生じ、期待される規模の経済が発現されないことにある。その解消には集落や地域のもつ土地利用調整機能を発揮させ、集団化した農地を生産の担い手へと集積していく方策を地域の実情に応じて実施していくことが必要である。こうした点で大区画圃場整備事業の導入は土地の所有単位にこだわらない利用単位の設定を許容しやすく、零細分散錯圃解消の重要な契機ととらえられている^{注1)}。しかし一方で、事業の導入、土地利用権集積のための協定や合意の形成は容易でなく、事態は早急には進展しない。また、これら方策の実施に対して活動範囲が集落内に留まらない大規模な稲作経営が取りうる働きかけの範囲は限定的であり、その実現は個々の経営管理による努力によって解消する範疇とはいえない。このように、土地利用の集積が進まず規模の経済による費用の低下が望めないことも一因となり、個々の経営管理では、収益を確保していくため、マーケティングを強化し米の差別化やそれに応じた流通経路の開拓などを行う対応等が取られている。しかし、経営発展という視点からは生産力の強化を図ることが基本的に必要であり、圃場条件の多様性にどのように対処し、生産の効率を向上させていくか、経営主の意思決定により実施できる方策をどのようにして講じていくかという問題が今日なお重要な課題であることに変わりはない。

稲作を基幹とした土地利用型農業の太宗が大規模経営によって担われていない状況の中で、零細分散錯圃の解消が進まず、耕作放棄地の増加や担い手の喪失が生じれば、地域水田の維持は厳しい状況に置かれる。そのため、圃場

条件が改善する効果を数量的に明らかにし、圃場整備事業の導入と同時に大規模な稲作経営に土地利用権が集積することを促進することが、零細分散錯圃を解消し、地域水田の維持を図っていく上で必要である。

これまでの零細分散錯圃に関する研究は、その問題点や経営管理上の課題解決のための方策として進められてきた。経営管理面での課題として行われてきた研究はその内容から二つに大別できる。第一は零細分散錯圃が引き起こす作業の非効率性に関する研究であり、第二は作物、品種配置などを含めた作業や圃場、栽培管理など技術的な場面での経営対応に関する研究である。前者については主に農作業研究の立場から分析が行われ、圃場区画の形状や大きさの違いが機械作業の圃場作業量に与える影響を明らかにしている^{注2)}。しかし作業効率に影響を与える圃場条件は区画の大きさだけではない。地耐力は作業機の大きさや作業方法、さらには栽培技術にも影響を与える。またそれら研究では、分散による移動距離を課題としながらも、搬送のための車輛装備を前提とした移動の効率や、圃場条件の違いによる管理作業の効率については十分考慮していない。しかし零細分散錯圃による作業遂行上の問題を解明するのであれば、こういった諸点も含めて圃場条件が作業効率にどのような影響を与えているのかを分析すべきである。

一方後者では経営研究の立場から生産管理行動に対する分析が行われ、圃場条件と作物・品種配置やそれに対する作業管理に一定の秩序や序列性のあることが実証的に明らかにされている^{注3)}。しかしこれらの多くは定性的な分析にとどまっており、さらにこれらの研究成果が前者の定量化の試みと結びつけられていないことが、零細分散錯圃に伴う具体的な非効率性の発生や経営者の具体的な対応による非効率の克服程度を明確に現すことができない要因と考えられる。このような圃場分散に伴う経営対応の定量的評価の試みとして土田(1996)^{注4)}は、北陸の大規模事例を対象に、どの圃場群において規模拡大を行うのが妥当であるかを判断するため、比較的条件的等しい圃場からなる圃場群を単位に限界土地純収益の試算を行っている。このような方法は経営者の規模拡大に関する意思決定支援として有効であるが、より一層の一般化を図っていく上では、生産管理に影響を及ぼしている圃場条件の要因を特定し、それらの影響程度を具体的・定量的に示していくことが必要であろう。

このように、これら課題の解決のためには、圃場条件に対する経営者の管理行動の意義や圃場条件改善の効果を数量的に解き明かし、規模拡大を進めていく際の判断材料

として、また、基盤整備を契機とした土地利用調整システムの合意形成を促進する判断材料として、提示していくことが重要である。

以上の問題意識を踏まえれば、圃場条件という包括的な表現を具体的な諸要因に分解し、これらが作業効率に及ぼしている影響をより一般性の高い作業時間数などにより把握することによって、規模等の具体的・定量的項目にどのような影響を与えているのかを示していくことがまず求められよう。その上でさらなる対応策の可能性や効果を示すことが、新しい経営戦略を構築する上で重要な事項であると考えられる。本章ではこれらの問題に接近することを課題とする。

第2節 論点整理

大規模な稲作経営における経営者の管理行動は、零細分散錯圃による土地や水利用の規制、農作業上の制約等からどのようにして作業の効率的遂行を図っていくか、さらに稠密な管理を維持し、収量及び品質を確保していくか^{注5)}、を実現することに律されている。そのため、経営者は圃場条件により機械作業や管理作業の効率がどれだけ向上できるかを判断し、そのコストと作物や品種が必要とする管理の集約度や収益性を考慮して作付けを決定している^{注6)}のである。したがって管理の稠密性や集約度の維持、向上を図っていく上でも作業の効率的遂行ができる圃場条件であることが重要となる。これらの前提に基づけば、圃場条件が作業効率に与える影響を計測し、それらをシミュレートすることで、圃場条件に対する経営者の管理行動の意義を数量的に解き明かすことができるはずである。そのため、零細分散錯圃と呼ばれる圃場条件を具体的に特定することと、それらに対する生産管理行動や作業効率を具体的にかつ一般化可能な行動や係数により説明する必要がある。

零細分散錯圃を構成する圃場条件の具体的内容として辻(1984)^{注7)}は、圃場の分散性、圃場規模の零細性、圃場の整形性、土地条件の異質性をあげている。また田畑(1995)^{注8)}は圃場区画の零細性(及び不整形性)、経営に即してみたときの圃場の分散性、面としてみたときの多数の耕作者の圃場の錯綜状態が相互に関連し合っている耕地の存在形態として捉えている。これらの説明によれば零細分散錯圃は、圃場として有すべき機能の整備水準と、その圃場が置かれる地理的な位置関係として認めることができる。本章ではさらに作業効率との関係から圃場条件の多様性を具体的に特定するため、零細分散錯圃を①区画の大きさ・水利・地耐力条件を一括した圃場整備水準、②団地までの通作距離、③団地としてのまとまり、④団地内での圃場の配置、の4つの要因で捉えた。まずここでは圃場整備水準により、圃場の大きさ、用水、圃場の排水性と関係する地耐力が一体となって圃場条件を形成している

と捉え、これらを圃場整備水準とする。つまり、圃場規模、あるいは区画の零細性は、一圃場面積の狭小性で示されるが、圃場の零細性は同時に、用水の不備あるいは水利施設の老朽化、排水不良、低地耐力、農道の狭小問題といった性質を付随している。こうした状況は基本的に圃場整備が低水準である地域、あるいは地理的条件により圃場整備水準が制約されている地域で生じ、0.3 ha以上の区画に整備された地域では用水がパイプライン化され、暗渠施工により排水能力がおおむね確保されているので生じない。つまり、圃場整備は区画の形状と大きさの変更を中心としながらも、これと併せて用・排水路、農道、暗渠等が整備されるので、これらを一体として扱うのが適当である。次に圃場の地理的な位置関係である分散、錯圃を考えると、これらは繰り返し取り組まれてきた規模拡大過程において、多数の零細規模な農家と圃場の錯綜性が地理的な位置に反映することによって生じる。その作業効率への影響に関しては、団地^{注9)}までの通作距離と団地としてのまとまりの大きさ、団地内での圃場の連担性の3つの側面から表すことができる。

これら特定された圃場条件に対する生産管理行動については一定の秩序や序列、あるいは管理原則が見いだされており、これらが事例により検証できれば、その行動の一般性を認めることは可能である。また、作業効率については、作業観察による詳細な時間研究を行い、これらから作業を構成する要素毎の標準時間を導き、想定した一定の圃場条件に従い標準時間を再構築することで、作業効率のシミュレートを行なうことができる。

本章では以上の限定と前提に基づき課題の分析を進める。

第3節 方法

圃場条件に対する経営者の管理行動の意義を数量的に明らかにするため、まず、大規模稲作経営の圃場条件に対する作業遂行の状況を現実的に反映させた一般化が可能なモデルを構築する。その上でこのモデルの圃場条件を組み替え、それが経営耕地規模や収益に及ぼす影響を計測し、経営管理による圃場条件への対応策の効果を分析する。モデルの構築には、圃場条件やそれに対する作業効率、生産管理行動を具体的にかつ一般化可能な係数や行動により説明する必要がある。そこで圃場条件、作業効率、生産管理行動について、以下の方法で整理を行う。

まず、現実の圃場条件はいろいろな要因が複雑に組み合わせられ構成されている。そこで論点整理で提示した①から④までの圃場条件を構成する要因の各々をさらにいくつかの水準に区分し、それらを組み合わせることで仮想的な圃場条件を策定する。また、圃場条件が作業の効率に及ぼす影響は、作業研究手法に従い機械や作業の種類別に圃場内の機械作業の実態観察を行い、作業法と作業時間を標準

化し、それに基づき圃場条件が異なった場合の作業のシミュレーションを行うことで正確に把握する。また、圃場条件に対する経営主の管理行動について実態を分析し、合理性の確認された結果をモデルに反映させる。

そのため、千葉県下における経営耕地規模 31.5 ha の大規模稲作経営事例を基に、規模拡大過程下における多様な圃場条件の実態を把握し、そうした圃場条件の違いに対する生産管理行動について聞き取り調査や作業日誌の集計、タイムスタディの実施によりデータを収集・把握した。ただしこの事例では経営耕地の中に大区画圃場が無いため、それを補完する形で大区画圃場を有するほぼ同規模の法人経営に対しタイムスタディを行い、大区画圃場での作業時間に関するデータを収集した。そしてこれらのデータから圃場条件別の作業方法、作業時間、品種選択の実施状況を整理し、事例データと圃場条件を対照し分析することで、圃場条件別の生産管理行動を整理した。

以上のデータを基に圃場条件の改善効果を具体的・定量的に明らかにするため、圃場条件毎に、生産管理行動と標準化した作業時間を取り込んだ面積最大化の線形計画モデルを策定しこれらの最適値を分析する。さらに経営において圃場条件を組み替えていく効果を、販売価格に品種間格差があることを考慮した収益最大化の線形計画モデルを策定することにより分析する。

第4節 結果

1. 対象事例の経営概況と圃場条件

対象とした A 経営は水稻が基幹部門であり、水稻作付面積は 1983 年 10 ha, 1991 年 20 ha, 1997 年には 31.5 ha に達している。労働力は家族 4 人、機械施設設備は第Ⅲ-1 表に示すとおりである。自宅は北総台地の縁辺部にあり、経営耕地は台地下に広がる水田率 70%以上の平野部が中心で、それらはほぼ農振地域に指定されている。圃場は 1957 年から 1970 年というかなり以前に土地改良事業が行われた地域にあり、圃場整備水準そのものが低く、用・排水路や農道等の老朽化も進んでいる。そのため第Ⅲ-2 表に示すように 10 a 未満の区画が約 4 割と多く、10 a 未満の圃場の 2 割程度は地耐力が低い。また約半数の圃場が自宅から 4 km 以上の遠隔地にある。また、主な作付け品種であるコシヒカリの収量は地域の平均が 10 a 当たり 540 kg 程度であるが、A 経営では 480 kg となっており、栽培管理の稠密さが維持できていない事を示している。したがってこのような圃場条件下で生産技術上の非効率にどのように対処していくかが経営管理の中で極めて重要な課題となっている。

2. 圃場条件に対応した機種選択、機械・水管理作業及び品種選択の実施状況

圃場条件が作業の遂行に影響している状況は、機種選択、機械作業、移動作業及び水管理作業で示される。その内容を A 経営の実態から一般化して考えると以下のように整理できる^{註10)}。まず、圃場条件別機種選択や機械作業は圃場整備水準により異なる。つまり圃場整備水準の低い零細圃場は区画が狭小であり、0.3 ha 以上を基準とした圃場と比べ、暗渠未施工による排水不良と低地耐力、さらに農道未整備であることが多い。したがってこのような低整備水準の圃場に対応するため、高能率な大型機械を装備する他にやむを得ず小型の機械も装備している。また圃場までの作業機の移動方法は距離に応じて異なる。移動距離が 4 km 圏内の圃場では機械の移動はすべて自走によるが、圃場の分散程度がそれを越える場合は車輛を用いて運搬している。さらに圃場の遠距離化は機械の移動以外にも作業時間を増大させる。例えば作業者は昼食、資材の補給、自宅周辺での作業等かねて 12 時をめぐり 1 度帰宅するため、1 日に自宅～団地間を 2 往復している。団地の分散に伴いこれらの時間も問題となる。

次に水管理作業は圃場整備水準により異なる。零細圃場の水利は用排水が分離されているものの用水路が開水路であり、パイプライン化されていない。さらに老朽化等による不備のため、末端の圃場まで水が十分に行き渡らない場合がある。こうした用水不良圃場における入水作業は排水路を堰き止めて水位を上げ、そこから水を汲み上げている。そのためその都度可搬ポンプを圃場に設置、撤収することが必要となり、このような時間が水管理の能率を大きく低下させている。

続いて品種選択について整理する。まず水利条件との関係で見ると、春作業において用水がパイプライン化され、かつ水利慣行からも早期に入水できる圃場ではコシヒカリを主に配置している。圃場の地耐力との関係で見ると、9 月中旬以降は降雨が増加するために低地耐力圃場は、コンバインでの収穫作業が順調に行えないので、早く収穫を終えることが出来る早生品種を作付けし、コシヒカリの作付けは行わない。さらに団地のまとまりとの関係で見ると、同一団地内では同一品種が同一生育ステージになるよう作付けを統一し、作業単位を確保している。一方作業単位に満たない孤立した団地や圃場では作付作業を最終期に行うため晩生の品種を作付けている。

3. 圃場条件と作業効率

本章では圃場条件の違いを労働時間に反映させるため、以下の方法を用いた。

現実の圃場条件はそれ自体無数の態様が考えられるが、分析を行う上では圃場条件を具体的に設定する必要がある。ここでは圃場条件を、前述したように①区画の大きさ・水利・地耐力条件を一括した圃場整備水準、②団地までの通作距離、③団地の大きさ、④団地内での圃場の配置、の 4 要因にあてはめ、その上で各要因を 2 ないし 3 段階の

第Ⅲ-1表 経営規模と機械装備の概況

項目	内容
経営面積	自作地 2.5 ha, 借地 29.0 ha, 合計 31.5 ha
主な作業受託	育苗 35.7 ha, 田植え 4.0 ha, 収穫・乾燥・調製 9.0 ha
主な機械装備	トラクター 20 ps・23 ps・33 ps・65 ps・60 ps (クローラ型) 各 1 台, 田植機 4 条歩行 (予備機)・6 条歩行各 1 台・6 条乗用高速側条施肥 2 台, コンバイン 4 条グレンタンク・5 条グレンタンク各 1 台, 播種プラント 400 枚/時間 1 セット, 乾燥機 24 石 2 基・48 石 1 基・56 石 3 基, 粃の一時貯留タンク 20 t 6 基, 粃すり機 6 インチ 1 台, パレタイズロボット (米袋積み上げ用), 用水用可搬ポンプ 2 インチ 8 台, フォークリフト 1.5 t, ミニバックホー 2 t, 車輛・軽トラック 2 台・2 t ダンプトラック 2 台・2 t クレーン付きトラック・4 t 車載車

第Ⅲ-2表 圃場条件 単位 筆

区画の大きさ (ha)	団地までの直線距離 (km)				計 (内低地耐 力圃場数)
	～ 2	2 ～ 4	4 ～ 6	6 ～ 8	
0 ～ 0.1 以下	27	26	33	0	86 (21)
0.1 ～ 0.2 以下	21	8	40	4	76 (10)
0.2 ～ 0.3 以下	7	5	8	2	22 (1)
0.3 ～ 0.4 以下	6	2	7	0	15 (1)
0.4 ～ 0.5 以下	0	2	0	0	2 (0)
0.5 ～	0	0	1	0	1 (0)
計	61	43	89	6	199 (32)

- 注: 1) 0.1～0.2 以下の区画は 0.1 ha 区画の畦畔取り払いによる。
 2) 低地耐力圃場は歩行型田植機等軽量な機械によらないと作業が行えない圃場。
 3) 実移動距離は団地毎の計測の結果, 直線距離のほぼ 1.5 倍となる。

第Ⅲ-3表 前提においた圃場条件とその水準

圃場条件	水準 1	水準 2	水準 3
整備水準 (区画の大きさ (ha) 及び用水方式と地耐力・用水の状況)	0.1 開渠 一部に不良	0.3 パイプライン 良好	1.0 パイプライン 良好
団地のまとまり (ha)	1	2	4
団地内圃場の連担性	連担	非連担	
団地までの通作距離 (km)	2	7	15

注: 圃場条件の各水準はそれぞれ独立しており, 組合せのタイプが 54 通りとなる。

作業制約水準に区分しシミュレーションを行うことにした。これら制約水準は、事例の整理から生産管理行動の変更が、どの要因のどの水準において生じるかを考慮し決定した。具体的設定は以下のとおりである。まず圃場整備水準の違いとして区画の大きさにより 0.1, 0.3, 1.0 ha に区分し、用水は区画の大きさに伴い、0.1 ha は開渠方式、0.3 ha 以上はパイプライン方式とした。なお実態として低整備水準である 0.1 ha 区画の圃場では老朽化等による排水不良、末端用水ラインの破損により、低地耐力と用水の不備が一定割合付随していることを考慮し、ここではそれを 20%と仮定して、労働時間に反映させた。次に団地までの通作距離は 2 km, 7 km, 15 km の 3 段階を設定した。これらは作業機の移動が自走により可能である 4 km 以内圏、車輛で作業機の移動を行い中距離ととらえられる 4~10 km 圏、移動・運搬のための車両装備が整った事例においても遠距離から耕境の範囲となる 10~20 km 圏のそれぞれの中央値である。さらに団地のまとまりは、1 団地の大きさが 1 日の作業単位に満たない 1 ha, おおむね 1 日の作業単位と一致する 2 ha^{註11)}、1 日の作業単位以上である 4 ha とした。最後に団地内の圃場配置は、連担、非連担の 2 段階を設定した。これらは次の圃場まで農道を移動することを前提に、連担はその区画の短辺の長さを移動すればすむ隣接の関係にあることとし、非連担はその区画の短辺の 10 倍の距離が必要であると仮定した。以上の区分を整理すると第Ⅲ-3 表のようになる。そして、これらの区分それぞれを組み合わせることで、圃場条件として 54 通りの類型を設定した。

これらの 54 類型それぞれについて圃場内作業及び圃場間移動の労働時間を算出し、さらに圃場条件の影響を受けない育苗時間、乾燥・調製・出荷時間を加えた半旬別労働時間を求めた。圃場内作業及び圃場間移動の労働時間は、圃場区画の大きさ、地耐力、用水の状況により使用機種、作業方法に違いが生じ圃場作業量が異なること、また機械種類の違いにより移動等の作業時間が異なることを考慮し第Ⅲ-4 表の係数を用い算出した^{註12)}。

4. 圃場条件とその改善方策が規模拡大に与える効果

1) 圃場条件による水稻作付可能規模の相違

水稻を基幹とする土地利用型農業の経営展開にとって耕地規模を拡大することは重要な課題である。そこで、圃場条件と規模拡大の可能性との技術的な関係を計測するため、一定の圃場条件による作業効率のもとで品種や品種毎の作型を最適に組み合わせる作期を拡大した時の、水稻の最大作付け面積を求める線形計画モデルを作成した。一般に線形計画法を適用する場合、各プロセスの 10 a 当たりの収益が利益係数となり、その稼働水準(変数)との積を合計した目的関数を最大化する問題の組み立てとなるが、ここでは各プロセスの利益係数を 1 とすることで稼働水準との積和である目的関数が水稻作付け面積の合計と

なり、それを最大化するモデルとして作成した。線形計画モデルの労働制約式は半旬毎に設定し、その技術係数は圃場条件毎の半旬別 10 a 当たり労働時間とした。これにより先の圃場条件毎に設定した 54 類型の労働時間から 54 の単体表を作成し、それぞれの圃場条件モデルについて最適解を求めた。第Ⅲ-5 表に単体表の 1 類型を例示した。なお圃場条件と水稻の規模拡大の可能性との関連に分析を限定するために以下の前提をおいた。経営類型は転作を除外した水稻単作の個別大規模経営とし、規模の上限は設けないこととした(第Ⅲ-5 表では目的関数つまり作付け面積の合計)。労働力は家族 4 人で雇用は導入しない(第Ⅲ-5 表では制約式 2~24)。品種の組合せは千葉県の 4 つの奨励品種による 10 作型を設定した(第Ⅲ-5 表ではプロセス 1~10)。さらに制約式の設定に関して以下のことを考慮した。低整備水準である 0.1 ha 区画では 20%が低地耐力で、かつ用水条件も不良であるとした(第Ⅲ-5 表では制約式 1)。この低地耐力水田では早生品種を作付けすることとし、収穫時の降雨による作業リスクを回避するものとした(第Ⅲ-5 表ではプロセス 11~14)。オペレータ制約として、機械作業はオペレータ 2 名により行い、さらに降雨による作業可能日数率を考慮した時間の範囲となるよう設定した(第Ⅲ-5 表では制約式 25~41)。水管理制約として、水管理作業は経営者が 1 人で機械作業の合間及び機械作業とは別に早朝と夜に行うこととした。つまりオペレータとしての機械作業時間以外の早朝、夜の作業時間を合計し、その範囲内で水管理作業を行うように設定した(第Ⅲ-5 表では制約式 42~53)。このような設定は前述した圃場条件の実態や経営者の生産管理による対応を明示的に取り込むことを意図したものである。

54 の単体表の最適解は第Ⅲ-1 図に示すとおりである。個々の圃場条件によって最適解となる水稻作付面積がどのように変化するかは以下のように整理できる。

水稻作付面積の拡大に対して、つまり規模拡大において最も影響力の大きい圃場条件は圃場整備水準の程度である。図中の矢印 a 及び b は圃場までの距離が 15 km の場合の圃場整備水準が高くなることによる規模拡大効果を例示している。矢印 a で示した零細圃場を、0.3 ha 区画を標準とした整備水準に改善する効果は高く、他の圃場条件がどのような場合でも、作付け面積を平均 14 ha 程度拡大することが可能となる。次いで矢印 b で示した標準水準から高水準な 1.0 ha 区画の圃場に改善する効果が高く、平均で 6 ha 程度の面積拡大が可能と試算される。

団地までの距離、つまり通作距離を短縮する効果は図中の矢印 c 及び d で左上方向へのシフトとして示した。矢印 c は 15 km から 7 km、矢印 d は 7 km から 2 km に短縮することで作付面積が拡大する効果を表したものであるが、平均で各 6 ha 程度の拡大が可能となる。

団地規模の拡大による効果は矢印 e 及び f として、距離 15 km、低整備水準の場合について例示した。

第Ⅲ-4表 圃場条件別，機種別作業時間モデル

作業の種類		圃場内						移動			その他
作業名	使用機械	圃場作業量 (ha/h)						自走 速度 (km/h)	車輛		圃場外での 整備・調整 等の時間 (時間/1日)
		直進作 業速度 (m/s)	区画の大きさ			速度 ⁵⁾ (km/h)	積み降ろ し時間 (時間)				
			0.1 ha		0.3 ha						
			通常	不良 ⁴⁾							
代かき	ホイールトラクタ 25 ps ドライブハロ 2.4 m	0.62	非効率	0.17	非効率	非効率	6.65	29.8	0.34	0.17	
	クローラトラクタ 65 ps ドライブハロ 3.6 m	同上	0.22	不可	0.25	0.29	同上	同上	同上	同上	
移植	6条乗用高速側条施肥田植機	0.61	0.17	不可	非効率	非効率	5.90	同上	0.25	0.30	
	8条乗用高速側条施肥田植機	同上	不可	不可	0.28	0.34	同上	同上	同上	同上	
	6条歩行型田植機	0.33	非効率	0.12	非効率	非効率	3.43	同上	1.00	同上	
収穫	4条自脱型コンバイン	1.16	0.22	0.22	非効率	非効率	5.91	同上	0.34	1.11	
	5条自脱型コンバイン	同上	不可	不可	0.31	0.33	同上	同上	同上	同上	
水管理	入水	—	0.57	0.19	1.70	2.40	—	同上 (17.8)	—	—	
	入水状況確認	—	1.15	0.28	8.77	14.81	—	同上 (17.8)	—	—	

注：1) 近年の機械の高性能化は許容範囲内の土壌条件，作物条件，オペレータ技量であれば一定程度の速度で安定して作業を行うことができる程に進展しており，作業研究の適用により導かれる標準時間は広範な範囲で適用可能な一般性を有すると考えられる。

2) 圃場区画毎の圃場作業量 (ha/時間) は圃場内作業のタイムスタディにより作業方法及び作業時間を繰り返し調査し，その分析から作業工程を標準化することで算出した。作業方法の標準化は圃場区画別作業種類別にどのような作業方法や作業順序が選択されるかを観察と合理性に基づき類型化した。作業時間の標準化は直進作業である実作業時間と実作業に伴う損失時間に分けて行った。直進作業は作業速度を，損失時間はさらに旋回や補給搬出など作業の内容別に整理しそれぞれに要する時間を繰り返し測定しその平均を標準とした。圃場作業量は以上の結果から任意の区画形状で作業を遂行するのにどの作業方法・順序でどの作業が何度繰り返されるか求め，その時間と回数を積和することで導いた。これらは表計算ソフトに独自の計算式を組み込むことで求めた。計算式は次式のとおりである。なお基礎的部分での計測，算出にあたっては一定の方法(農作業試験方法編集委員会 (1987))に従っている。

圃場作業量=圃場面積/(直進作業時間+旋回時間+補給搬出時間+圃場への進入時間+圃場からの退出時間)。

3) 圃場作業量以外の項目は調査事例農家に対して行ったタイムスタディによる実測や記帳等の結果から平均を標準値とした。

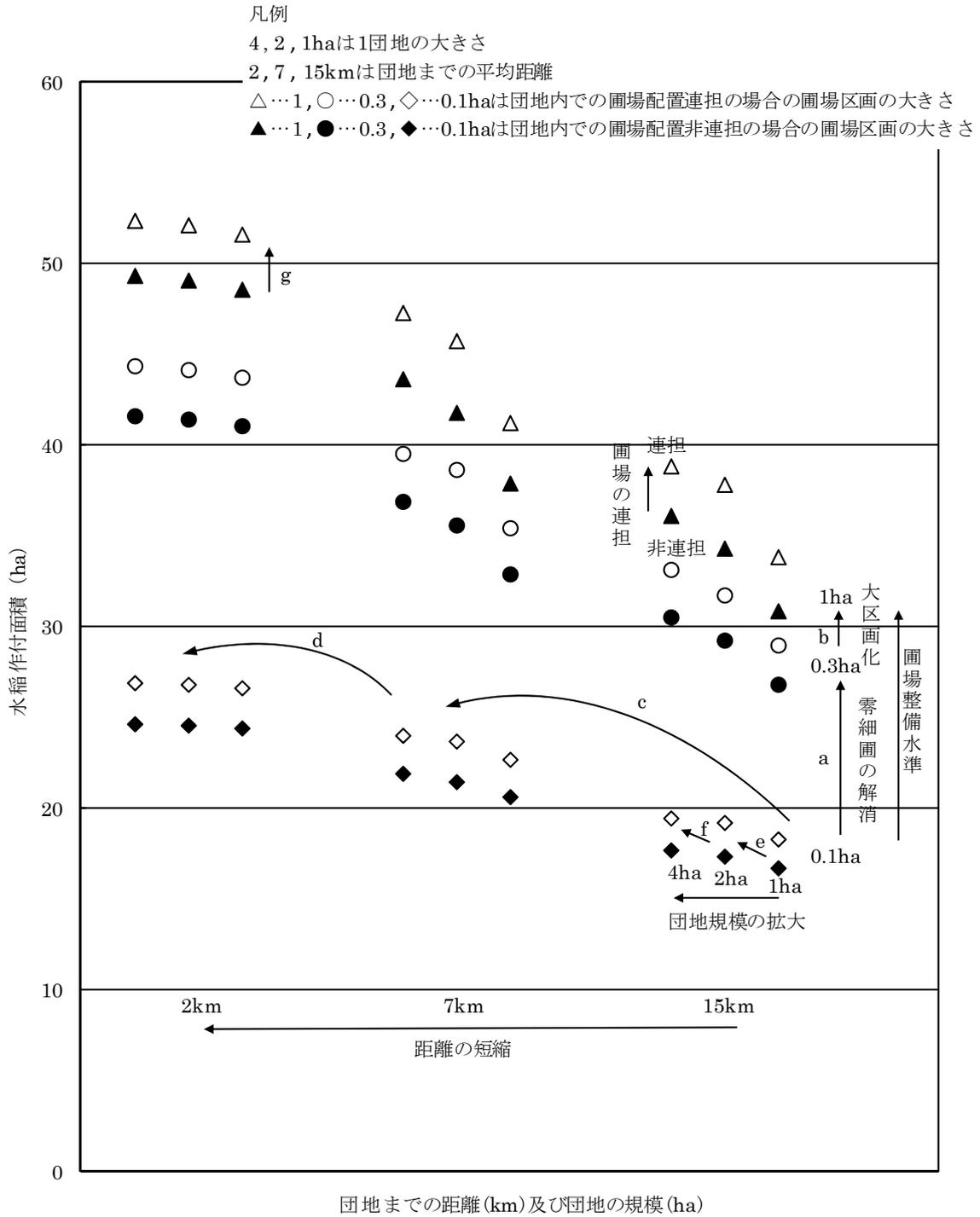
4) 0.1 ha 区画の不良は低地耐力，用水不良圃場。

5) 車輛による移動速度の () 内は団地内における巡回速度。

第Ⅲ-5表 圃場条件別単体表

制約	プロセス	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		定数 項	関係 係	ふさ おと め1	ふさ おと め2	ふさ おと め3	ひと めぼ れ	コシ ヒカ リ1	コシ ヒカ リ2	コシ ヒカ リ3	コシ ヒカ リ4	コシ ヒカ リ5	朝の 光	ふさ おと め1	ふさ おと め2	ふさ おと め3
0	目的関数(作付面積計)			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	低地耐力	=	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	0.8	0.8	0.8	0.8
2	3月第4半旬	190	0.88	0.52	0.52		0.52						0.88	0.52	0.52	
3	3月第5半旬	190	3.18				0.52		0.52				3.18			0.52
4	3月第6半旬	190	2.43	0.36				0.36			0.52	0.52	2.43	0.36		
5	4月第1半旬	190	0.69	3.18	0.36			3.18	0.36				0.69	3.18	0.36	
6	4月第2半旬	190	5.18	2.43	3.18	0.36	2.43	3.18	0.36				6.81	2.43	3.18	0.36
7	4月第3半旬	190	0.67	5.47	2.43	3.18	5.47	2.43	3.18	0.36			0.67	7.10	2.43	3.18
8	4月第4半旬	190	19.26	0.67	5.47	2.43	0.67	5.47	2.43	3.18	0.36		21.09	0.67	7.10	2.43
9	4月第5半旬	190		19.26	0.67	5.47	19.26	0.67	5.47	2.43	3.18	3.18		21.09	0.67	7.10
10	4月第6半旬	190			19.26	0.67		19.26	0.67	5.47	2.43	2.43			21.09	0.67
11	5月第1半旬	190				19.26			19.26	0.67	5.47	0.69				21.09
12	5月第2半旬	190								19.26	0.67	0.40				
13	5月第3半旬	190									19.26	5.45				
14	5月第4半旬	190										0.40				
15	5月第5半旬	190										19.26				
16	8月第4半旬	190	17.60										17.60			
17	8月第5半旬	190	23.48	17.62									23.48	17.62		
18	8月第6半旬	190		3.48	17.62									3.48	17.62	
19	9月第1半旬	190			3.48	17.62									3.48	17.62
20	9月第2半旬	190				3.48	17.62	17.62								3.48
21	9月第3半旬	190					3.48	3.48	17.62	17.62						
22	9月第4半旬	190							3.48	3.48	17.60					
23	9月第5半旬	190									23.48	17.60				
24	9月第6半旬	190										23.48				
25	オペ制約4月第2半旬	81.70	4.78										6.41			
26	オペ制約4月第3半旬	80.75		4.78				4.78						6.41		
27	オペ制約4月第4半旬	80.75	6.49		4.78				4.78				9.03		6.41	
28	オペ制約4月第5半旬	81.70		6.49		4.78	6.49			4.78				9.03		6.41
29	オペ制約4月第6半旬	81.70			6.49			6.49			4.78				9.03	
30	オペ制約5月第1半旬	84.55				6.49			6.49		4.78					9.03
31	オペ制約5月第2半旬	84.55								6.49						
32	オペ制約5月第3半旬	80.75									6.49	4.78				
33	オペ制約5月第5半旬	95.00										6.49				
34	オペ制約8月第4半旬	70.30	5.51										5.51			
35	オペ制約8月第5半旬	77.85		5.51										5.51		
36	オペ制約8月第6半旬	77.86			5.51										5.51	
37	オペ制約9月第1半旬	59.85				5.51										5.51
38	オペ制約9月第2半旬	59.85					5.51	5.51								
39	オペ制約9月第3半旬	62.70							5.51	5.51						
40	オペ制約9月第4半旬	62.70									5.51					
41	オペ制約9月第5半旬	56.05										5.51				
42	水管理制約4月第1半旬	50.15	2.84										9.71			
43	水管理制約4月第2半旬	50.15	4.79	2.84			2.84						6.43	9.71		
44	水管理制約4月第3半旬	49.68	0.01	4.79	2.84		4.79	2.84					0.01	6.43	9.71	
45	水管理制約4月第4半旬	49.68	6.52	0.01	4.79	2.84	0.01	4.79	2.84				9.06	0.01	6.43	9.71
46	水管理制約4月第5半旬	50.15	0.01	6.52	0.01	4.79	6.52	0.01	4.79	2.84			0.01	9.06	0.01	6.43
47	水管理制約4月第6半旬	50.15		0.01	6.52	0.01	0.01	6.52	0.01	4.79	2.84			0.01	9.06	0.01
48	水管理制約5月第1半旬	51.58			0.01	6.52		0.01	6.52	0.01	4.79				0.01	9.06
49	水管理制約5月第2半旬	51.58				0.01			0.01	6.52	0.01	2.84				0.01
50	水管理制約5月第3半旬	49.68								0.01	6.52	4.79				
51	水管理制約5月第4半旬	49.68									0.01	0.01				
52	水管理制約5月第5半旬	56.80										6.52				
53	水管理制約5月第6半旬	56.80										0.01				

注：1) 圃場条件は区画の大きさ0.1 ha, 圃場までの距離2 km, 団地の大きさ1 ha, 圃場の配置連担。
 2) 計算はパソコン用プログラム XLP を利用した。



第Ⅲ-1図 圃場の整備水準・分散・錯圃と水稲作付面積

注：矢印 a は 0.1 ha 区画を 0.3 ha 区画に，矢印 b は 0.3 ha 区画を 1.0 ha 区画に改善することで規模拡大効果が発現する方向を団地までの距離が 15 km の場合について例示した．矢印 c は圃場のある団地までの距離が 15 km から 7 km，矢印 d は 7 km から 4 km に短縮することで規模拡大効果が発現する方向を圃場の区画が 0.1 ha の場合について例示した．矢印 e は団地の面積が 1 ha から 2 ha に，矢印 f は 2 ha から 4 ha に拡大した場合の規模拡大効果が発現する方向を距離 15 km，区画の大きさ 0.1 ha の場合について例示した．矢印 g は団地内の圃場を連担化した効果が発現する方向を距離 2 km，区画 1 ha の場合について例示した．

第Ⅲ-6表 圃場条件の改善手順と規模拡大効果

区画の大きさ (ha)	団地までの直線距離(km)		
	2	7	15
0.1	26.9 ha (1.61)	24.0 ha (1.44)	16.7 ha (1.00) 零細分散錯圃な状態
0.3	44.3 ha (2.66) B	A	33.1 ha (1.99) C
1.0	52.3 ha (3.14) 零細分散錯圃の解消		38.8 ha (2.33)
団地化の程度 及び圃場条件 の改善手順	A では圃場を地元を集積し、団地の規模を大きくする事で作業単位を確保し、さらに B では、圃場整備により圃場の区画を拡大する		C では遠隔であっても圃場が整備されている地域で圃場を集積し作業単位を確保する

注: 1) 面積 (ha) は水稻作付け可能面積。

2) () は零細分散錯圃な状態における最適解(作付面積)を1とした時の比。

3) 団地としての圃場の集積程度は零細分散錯圃な状態 16.7 ha (1.00) において、団地の大きさ 1 ha、圃場の配置は非連担としたが、他は団地の大きさ 4 ha・圃場の配置は連担とした。

矢印 e が 1 ha から 2 ha に、矢印 f が 2 ha から 4 ha に拡大した場合の効果を示しているが、団地の大きさを 1 ha から 4 ha にし作業単位を確保することで、平均して 3 ha 程度の規模拡大が可能となると試算された。

団地内で圃場を連担化する効果は矢印 g で、圃場までの距離 2 km、高整備水準の場合について例示した。圃場の連担化は他の圃場条件がいずれの場合でも平均しておよそ 3 ha と団地規模拡大の効果と同程度となった。

なお以上の結果は数量化 I 類による解析からも同様に確認された^{注 13)}。

以上のようにここでは圃場条件を構成する要因とその水準が作業効率の上から規模拡大に与える影響を明確にすることに課題を限定しているが、その下でそれぞれの圃場条件が改善された場合の規模拡大に対する効果を考慮すれば、経営者は零細分散錯圃という問題に対して第Ⅲ-6表のような改善手順を考えることができる。一つは圃場を地元へ集積し、圃場整備水準を高位にすることにより作業効率の向上を図ろうとするものであり、第Ⅲ-6表中の A 及び B のコースとなる。このようにして零細分散錯圃の状態を解消することにより、試算によれば作付可能な面積を約 3.1 倍に拡大することが可能になる。もう一つは遠隔な地域であっても圃場整備が行き届いた地域で圃場を集積していく、表中 C の方途であり、同様に作付可能な面積を約 2.3 倍に拡大することが可能となる。

2) 圃場条件改善の経営的效果

以上の結果を踏まえながら本章で対象とした A 経営を素材に、圃場条件を組み替えていく経営的效果を分析した。分析では地元での圃場整備の進展が早急には望めない中

で、自宅近くへ圃場を集積し距離の短縮と作業単位の確保を図る方策と、自宅から中～遠距離となっても圃場整備の整った地域で圃場を集積することで、零細圃の解消と作業単位の確保を図る方策のそれぞれについて、試算により具体的効果を比較検討した。

分析は線形計画法により各方策に応じた圃場条件の異なる 3 つのモデルを策定し、その試算結果を比較した。現状モデルは A 経営の圃場条件を単純化して零細分散錯圃の状況を再現しており、圃場整備は低水準で、区画はすべて 0.1 ha、その 20% が用水不良・低地耐力であり、距離は半数が 7 km 以遠にあり、団地の大きさも 1 ha と作業単位に満たないものとした。また地元集積モデルは、低整備水準の圃場がすべて 2 km の距離にあるとした。遠隔であっても圃場整備地域で圃場集積するモデルは、経営耕地の 5 割が 2 km の距離で低整備水準、経営耕地の 2 割と 3 割がそれぞれ 7 km と 15 km の距離で面積の 8 割が標準整備水準、2 割が高整備水準である 1.0 ha 区画の圃場を集積するという設定をした。なおここでは実態により適合した分析を行うため、販売対応においてコシヒカリが有利であることを考慮し、収益性格差に応じた品種選択が行えるよう収益注¹⁴⁾を目的関数としてその最大化を行う線形計画モデルを策定し解を求めた。

策定した線形計画モデルの概要と試算の結果は第Ⅲ-7表に示すとおりである。試算からは零細分散錯圃な現状モデルに対して、地元への圃場集積を図っても水稻作付面積の増加は 4 ha に満たない。収益の向上は 300 万円程度である。しかし圃場条件が低位である地元経営耕地の 5 割を集積しつつも、半数は集落や市町村を越えて圃場整備の整った地域で集積した場合、水稻作付面積は 10 ha 程度拡

第三-7表 A事例による圃場条件改善の方向と最適解

項目	モデルの内容		
	現状のモデル	零細な区画でも地元 圃場を集積するモデル	市町村境を超えても圃 場整備地域で圃場集積 するモデル
圃場条件とその組合せ	区画は、0.1 ha 距離 2 km は、団地の 大きさ 2 ha、圃場の 配置は、連担 距離 7 km 及び 15 km は、団地の大きさ 1 ha、圃場の配置は、 非連担 組合せは近い順に 50%、45%、5%	区画は、0.1 ha 距離は、2 km 団地の大きさは、4 ha 圃場の配置は、連担	距離 2 km は、0.1 ha 区画 距離 7 km 及び 15 km は、0.3 ha 区画が 75%、 1 ha 区画が 25% 団地の大きさ、圃場の 配置は、全て 4 ha 連担 組合せは近い順に 50%、30%、20%
水稻作付面積 (ha)	23.3	26.9	33.2
コシヒカリ作付け割合	0.52	0.47	0.61
最適解 (千円)	19,823	22,829	28,379

大する。また収益性の高いコシヒカリの作付割合が 61% に高まり、収益を 900 万円前後向上させることが可能となる。このような違いが表れた理由は、圃場までの距離を短縮するよりも、整備水準の高い圃場において作業効率を向上させる効果が高く、それに伴い収益性の高いコシヒカリの作付面積を増加させつつ規模拡大を行うことが可能となるためである。圃場条件の違いが収量に与える影響等を捨象した限定の下ではあるが、以上の結果は、地元で早急には圃場整備が望めない A 経営にとって、圃場が遠隔化しても整備地域で集積することが、作業効率から考えると、規模拡大や収益向上において効果的であることを示すものである。

第 5 節 考察

大規模な稲作経営において、圃場条件の違いが水稻作付面積に及ぼす影響を明らかにし、その改善のための具体的方策と規模拡大の可能性について示した。その際に、示した解がどの範囲まで適用可能な一般性を有するかが問題となる。そのため本章では、まず、圃場条件の質的差異を四つの要因の組み合わせにより類型化した。次に、圃場条件に対する生産管理行動の秩序と序列を事例の検証から確認し一般化を行うと共に、圃場条件別作業効率の把握を作業研究手法の適用による標準時間の設定により行った。さらにこれらの結果を線形計画モデルで統合することにより、水稻の早期栽培を行うことのできる平坦水田地帯で適用可能な一般性の高い解の導出をめざした。

ここでの結論に従えば、作業効率の側面から規模拡大を最も制約する圃場条件は、整備水準が低いことによる圃場

区画の零細性であり、その程度は圃場までの距離の遠隔化に伴う非効率の発生度合いを上回る。つまり零細圃場の解消を図ろうとした時、遠隔な圃場であっても、整備水準が高く作業単位以上の団地化がされていれば、そこで規模拡大を図ることが有効な方策となる。さらに、効率の良い圃場が増加すれば、高収益が期待できる品種の作付け比率が増加し収益の向上も可能となる。このように圃場整備水準が技術的側面から規模拡大に及ぼす効果は大きい。多くの経営者は技術的方策としてミニバックホーなどの機械を装備し、冬季に畦畔の取り払いや排水の改善など、自ら手を加えることのできる圃場整備に取り組んでいるが、その様な対応は上述の結論の現実的妥当性を示すものといえる。

また、本章では圃場条件を組み替えることで耕地規模を 2~3 倍に拡大できる可能性を指摘した。これは、規模拡大過程において、零細分散錯圃に制約された生産管理の行き詰まりを打開し、経営を新しい局面に向けて変えて行く上で、最も大きな影響を与える改善点を示したものと考えることができる。ただし、現実の圃場条件は複合的であり、ここで述べた圃場条件以外の要因が規模拡大の可能性に、より大きな影響を及ぼす場合もありうる。したがって、本章の結論を実際の経営における規模拡大効果に直接読み替えるには慎重な判断も必要である。しかしながら、圃場整備や農地の集積が進まない中で零細分散錯圃を容認した追加的規模拡大を行っても、規模の限界が早い段階から生じるのは、本章の結果からも明らかである。こうした状況を打開するためには、地域の状況に鑑みながらも主体的経営管理行動により、どういった圃場に組み替え規模を拡大して行くべきかという戦略が必要であり、本章はこうし

た農地調達の意思決定に一つの指針を与えるものと考えられる。

さらに考察すれば、現在、大規模稲作経営体数は微増の状態にあり、水田全体としてみれば依然として中小規模の兼業農家によって大部分の耕地が担われている。また一方で、安定兼業化や米価の低落による稲作の収益性の低下により、農家総所得に占める農業所得の割合が低下し、その結果、規模の縮小や脱農、農業従事者の減少、耕作放棄地の増加が生じている。このような状況で、担い手を喪失することになれば、地域水田の維持はきわめて厳しい状況に陥る。そのため、生産の担い手をより早く、確実にいかに育成するかを考慮することが重要である。本章の結果から、現在既に成立している大規模な稲作経営に、基盤整備した圃場を団地として集積することで、現状の労働力、機械化体系、栽培技術においても、2~3倍の規模の経営を行うことが可能となる。このように、土地利用型農業における生産の担い手育成の正否は、その基盤となる農地の整備と集積の如何に依存していると考えられる。これらの効果が数量的に明らかになったことは、圃場整備事業等の施策の展開を図り、評価を行っていく上で、意義があると考えられる。

最後に、今後の課題について整理する。まず、圃場条件が経営管理に与える影響は、実際にはより多くの場面に及んでいる。今回の試算では直播栽培等の新技術や転作の導入を考慮していないが、これらの導入には排水条件も含めた水管理作業効率が高く、さらに作業単位確保の上からも団地化された圃場が必要である。経営者はこのような高機能で効率の良い圃場に対して、品目・銘柄や販売時期を考慮し高い収益が期待できる作物や品種を、より低コストあるいは高収量になるような技術体系を導入して配置し、所得を最大化するような対応を行っていくはずである。新栽培技術や転作物の定着条件を評価するには、以上の整理から接近することが必要と考える。

また、圃場条件の問題は、最終的には費用としての評価に集約される。今回の結論に加え、圃場条件の変化に伴う単収水準や、圃場条件が転作や新栽培技術等の導入、収量・品質に与える影響、生産コストに与える影響、圃場整備事業による費用負担等を一般性の高い数値により整理し、分析していくことが必要である。

注1) 坪井ら(1996)は大区画圃場整備の特徴は、従前換地により圃場一区画に対して地権者が複数生じ地権者全員が利用調整の枠に組み込まれること、さらに大区画圃場の生産力的メリットが高性能機械利用で生じることなどにより、新しい土地利用と所有の関係を形成する可能性を内包するとしている。

注2) 遠藤ら(1968)は圃場一区画内での作業工程別所要時間を計測し、時間の標準化をすることで圃場作業量推定のための試算式を策定し、圃場の形状や大きさの

違いが圃場作業量に及ぼす影響を解析した。現在の大区画水田と高性能機械を対象とした研究は川崎ら(1993)を参照。

注3) 辻(1984)は圃場までの距離と利用との関係から利用権の流動化が発生する境、集約度の変更が発生する境、収益性を考慮した耕作限界がそれぞれ存在し、これに対応して作物配置が決定されていることを指摘している。さらに納口(1983)や八巻(1988)は作業能率を確保するために団地と考えられる比較的近い圃場同士を品種統一して一つの作業単位を形成させていることを指摘している。このように圃場条件によって異なる管理や作業効率に対して作物や品種の配置を収益と管理集約度を考慮し、作業単位を形成するように配置することが一定の秩序や序列として認められてきた。

注4) 土田(1996)は大規模経営事例を対象に、どの圃場群において規模拡大を行うのが妥当であるかを定量的評価で判断するため、比較的條件の類似した圃場からなる圃場群を単位に様々な管理行動の結果である費用と収益を分析することで、圃場群の条件差によって生じる単収差や生産費差のみを反映するよう調整を行った土地純収益を導き、さらに限界土地純収益の試算を行っている。

注5) 梅本(1996)は零細分散錯圃に対する経営者の実際の行動の選択理由を客観的に考察し、一般化可能な特徴点を抽出しその妥当性を判断することで管理原則の抽出を試みた。

注6) 平泉(1995)は圃場の分散化による単収低下を経済的選択である以上に技術的な効率の低下と見なし、規模拡大と共に不可避免的に増大する技術的な効率の低下に対して多少とも歯止めをかけるような何らかの経営行動を実現することが、稲作の経営管理上プライオリティの高い重要な課題であると述べている。ここではその内容をより具体的に捉えるため、第I節「課題」における文献整理を踏まえて課題の展開を行った。

注7) 辻(1984) p.10~11を参照。

注8) 田畑(1995) p.13を参照。

注9) 本章では団地の定義を「基盤整備水準や水利慣行が同様な任意の地域で、相互に接近した複数圃場が作物や品種を統一することで一定の作業単位として形成される農地のまとまり」とする。

注10) これらの内容はA経営のみでなく他の大規模な稲作経営でも同様に認められた。また、納口(1983)、八巻(1988)、梅本(1996)も同様な状況について明らかにしている。

注11) ここでは農作業試験法(1987)を参考にタイムスタディの結果から、区画が最も標準的な0.3haであり、1日8時間作業することを前提に、圃場内作業のみを行う場合の面積を試算した。試算によれば1日の

作業面積は、作業幅 2 m のロータリ耕耘が 2.2 ha、6 条側条施肥高速田植機による移植が 1.8 ha、4 条グレンタンク付きコンバインによる収穫が 2.1 ha となった。実際には移動や準備時間等が必要であり、またすべての圃場が 0.3 ha 区画ではないが、作業は作業量と時間を融通して行われるので 1 日の作業単位をおおむね 2 ha とすることは妥当と考えられる。

注 12) ここでは作業時間を以下の前提と方法により算出した。

- ① 1 日の作業時間は〔作業開始から終了までの時間－昼食休憩等の時間〕とし春作業、秋作業共に 9.5 時間とした。作業時間の内、団地内作業及び団地間移動に割り当てる 1 日の時間は $[9.5 - (\text{作業者の往復時間} + \text{始・終業時の点検整備時間} + \text{圃場外停止時間})]$ として求めた。1 日の作業面積は、 $[\text{団地内作業及び団地間移動に割り当てる 1 日の時間} \div \text{ha 当たり団地内作業及び団地間移動時間}]$ として求めた。
- ② 団地内作業は圃場内作業時間と団地内での圃場間移動時間に分けられる。圃場内作業時間は第 4 表による圃場作業量の逆数として求めた。圃場間移動は自走とし、時間は圃場が連担している場合と非連担の場合に分けて考えた。圃場が連担している場合、圃場毎の移動距離は圃場の短辺長と同じ、進入路から進入路間とし、ha 当たり移動時間は $[(\text{圃場短辺長} \times \text{団地内の圃場数}) \div \text{自走移動速度}] \div \text{団地の大きさ}$ として求めた。非連担の場合、1 圃場毎の移動距離は $[\text{圃場短辺長} \times 10]$ と仮定し、ha 当たり圃場間移動時間は $[(\text{圃場短辺長} \times 10 \times \text{団地内の圃場数}) \div \text{自走移動速度}] \div \text{団地の大きさ}$ として求めた。
- ③ 団地間の移動は自宅から団地までの距離が 2 km の場合と 7 km 及び 15 km の場合に分けて求めた。距離が 2 km の場合は自走とし、団地間距離は団地の大きさに関わりなく 0.5 km とした。この場合、ha 当たり

団地間移動時間は $[(0.5 \div \text{自走移動速度}) \div \text{団地の大きさ}]$ として求めた。距離が 7 km 及び 15 km の場合は車輛により移動し、作業者が自宅圃場間を 1 日 2 往復する中で必要に応じて行われるとした。この場合、作業機を車輛に積みおろしする ha 当たりの時間は $[\text{積みおろし時間} \div \text{団地の大きさ}]$ であり、自宅から団地までの往復時間としての $[\text{作業者の 2 往復時間} \div \text{1 日の作業面積}]$ として求めた。

- ④ 水管理作業は経営主が毎日早朝 1.86 時間及びオペレータとして機械作業を行わない時間に実施し、入水作業、入水状況確認、代かき当日、代かき後、田植え当日、田植え後 3 日及び 6 日に水回り作業を行うとした。また水管理作業の ha 当たり労働時間は機械作業の場合と同様の考え方で算出した。

注 13) 圃場条件の変化が水稻作付面積に与える影響を定量的に把握するため、数量化理論第 I 類により外的基準を最適解、説明特性を圃場条件として解析した。解析結果の重相関係数は 0.976 であり、説明特性の予測に対する寄与は極めて高い。最適解と各圃場条件（アイテム）の独自の相関の強さを示す偏相関係数は絶対値の大きい順に 1 位が区画の大きさで 0.984、2 位が自宅からの距離で 0.949、3 位が圃場の連担で 0.644、4 位が団地の大きさで 0.565 となり、最適解に与える説明力は区画の大きさと自宅からの距離が特に強いといえる。同様に最適解に対する各圃場条件の影響力の大きさを示すレンジは大きい順に 1 位が区画の大きさで 20.914、2 位が自宅からの距離で 11.745、3 位と 4 位がわずかな差で圃場の連担 2.676、団地の大きさ 2.610 の順となった。

注 14) この場合の収益はプロセス純収益であり、粗収入から費用のうち変動費部分だけを差し引いた値で、固定費部分は未控除である。