

# 大規模水田農業地域の経営予測と資源保全施策の意義

— 北海道鷹栖町北野地区を事例として —

Forecasting of the Management of Large Sized Paddy Field Area Significance of the Policy on the Regional Resource Conservation

— Case study of Kitano district in Takasu town, Hokkaido —

山下良平\* 星野 敏\*\*

Ryohei YAMASHITA\* Satoshi HOSHINO\*\*

(\*神戸大学大学院自然科学研究科 \*\*神戸大学農学部)

(\*Graduate School of Science and Technology, Kobe University \*\*Faculty of Agriculture, Kobe University)

## I はじめに

土地利用型農業の構造改善が緊喫の課題とされるなか、地域農業の担い手を明確化し、重点的に経営支援施策を実施することを目的として、平成19年度より品目横断的経営安定対策が施行される。

他方、混住化や少子高齢化の進行から、地域農業の担い手確保が困難な地域も存在する。これらの背景から、農業水利施設や農道、用排水路等の地域資源の維持管理を農家のみに依存するのではなく、非農家を含めた地域協働による管理体制の組織化が要請されている（資源保全施策）<sup>注1)</sup>。

通常の場合、水田農業経営に際しては、機械作業等の圃場内作業と比較して、用排水管理や移動に多くの労働時間が費やされている。そのため、圃場の分散や筆数の増加が経営規模拡大の足かせとなることから、非農家の協力は農地保全或いは農地流動化に対して効果的であると推察される<sup>1)</sup>。

しかしながら、公共性の高い文化財や施設等の維持管理と比較して、特に個別農家経営に直結する農道の草刈や用排水路・畦畔の管理作業に関しては、非農家との合意形成が困難であることが懸念される。なぜならば、地域住民の属性や意向は不均一であり、それら地域資源が多面的機能を有する「社会共通資本」と位置づけられるとはいえ、農家側の経済的負担や非農家側の時間的負担の調整が、合意の成否に大きく影響するからである。

したがって、住民自身が地域協働による取り組みが成立する条件や意義に関して議論し、地域水田農業計画の策定を進めることがより重要になる。

この点に関し、資源保全施策の有効性を評価し、様々な状況を仮定して地域農業の将来像を予測することが可能なマルチエージェントシミュレーションは極めて有効である<sup>注2)</sup>。

そこで本稿では、著者らが開発を進めるマルチエージェントモデル「ASM<sup>2,3)</sup>」を適用し、非農家による労働力補填と地区内の農地流動化の促進（ソフト施策の強化）に着目した状況の仮説に基づき、想定しうる将来像を予測する。そして、農地保全及び個別農家の経営指標の観点から地域農業の継続性を分析し、地域資源の維持管理に資する支援策の切り札としての位置付けから、資源保全施策の意義とその緊要性について論考する。

## II 対象地域

### 1. 概要

対象地域として、北海道鷹栖町旭鷹土地改良区の北野東地区と北野南地区を選定した。旭川市に隣接する鷹栖町は北海道の中央部に位置し、総面積約14,000ha、総人口約7,500人であり、年間平均気温は5℃前後の豪雪地帯である（図1参照）。

北野東地区と北野南地区は図2のように農家の集居エリアを挟んで隣接し、共に大部分が水田である。2地区は、地理的には個別に団地化しているが、実体的には閉鎖的（完結的）に農業経営が行われている訳ではなく、相互に出入り作も存在する。したがって、分析では特に区別せずに、便宜的に1つの地区として扱う。

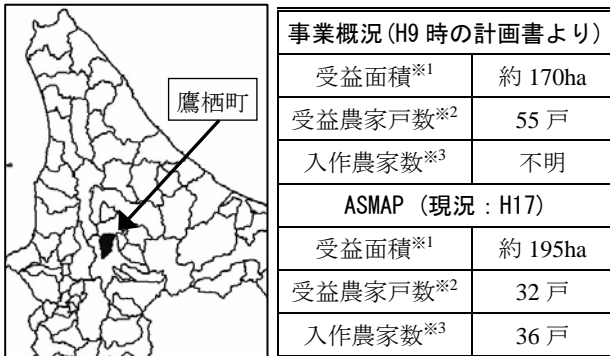


図1 鷹栖町の位置と圃場整備事業概況

※1 大区画化された圃場をほぼ網羅する範囲を地番で線引きしたため、ASMAPでは実際の受益面積より若干面積が多くなっているが、筆毎の面積や地権者は資料等により一致させたため、分析に際して支障はない。

※2 32戸は、後述するアンケートや土地改良区の管理する資料から算出した戸数であるが、事業完了から現在までに離農した農家に加えて、実態として全ての農地を貸し付けて、離農している農家もこの中に含まれる。

※3 入り作戸数は、現在の農地貸借の記録で、受益農家以外の農家が受益地内の農地の借り手（経営者）になっている場合の戸数を算出した。

## 2. 地域農業経営の概況

①ASMAPのエージェントの設計を視野に入れて、現況の農家の労働力や機械整備状況、経営に関する詳細な意向を把握するため、②資源保全施策下における地域的な取り組みの意向や可能性を把握するため、受益地在住の農家及び離農した現在の非農家を対象にアンケート調査（47戸配布、41戸回収）を実施した。同時に、中核的な大規模農家2戸、北野地区の農地流動化を管轄する組合組織（全農家加入）代表者である非農家1戸及び行政関係機関へのヒアリングを行った。

まず、現在北野地区では、農業従事者の大部分が専業農業者であり、経営面積が10ha～20haの大規模農家と非農家にほぼ2局化していることが分かった。殆どの個別農家の中～高性能の農業機械を一式保有しており、特に大規模農家はトラクタ等を複数保有していることも珍しくない。

他方、農業従事者数は受益面積に対しては多いとは言えず、担い手の高齢化も進んでいるため（表1参照）、労働力確保のために、農繁期には地区内外問わず、農業従事者を雇っている。但し、それらは組織的な取り組みではなく、個別農家単位で人数、労働報酬等を決定している。そしてまた、経営面積10ha以上の大規模農家はさらに拡大志



図2 現況（圃場整備事業完了後）の圃場図<sup>※</sup>

（圃場図左側の団地が北野南地区、東側の団地が北野東地区、中央は宅地密集地で、受益者の大部分が居住）

※ 受益農家の所有地に関しては、上図の範囲以外でも若干の飛び地も見られる。

表1 年齢階層別農業従事者数（人）

	～30歳	40歳代	50歳代	60歳代	70歳～	合計
男性	2 (1)	4 (0)	12 (2)	14 (4)	12 (1)	44 (8)
女性	1 (0)	2 (0)	10 (1)	11 (0)	4 (0)	28 (1)
シェア	4.20%	8.30%	30.60%	34.70%	22.20%	100%

（カッコ内は兼業農業者）

向が強く、それ以下の中小規模農家は現状維持もしくは労働力の減少に合わせて経営規模縮小（あるいは離農）を考えていることが分かり、今後より一層大規模農家に係る負担が大きくなることが予想される（集計表は割愛）。

また、協働に関する意識として、非農家では積極的に参加する意向は少なく、「所有地に関してなら少し協力してもよい」という意見が大半であった。農家についても、「借地に関しては少し協力して欲しい」と「協力不要」で半数を超えるなど、地域的な取り組みには関心が低く、あくまで農地貸借の延長として、関係農家同士に限定した協力で十分という意識が看取された（図3参照）。

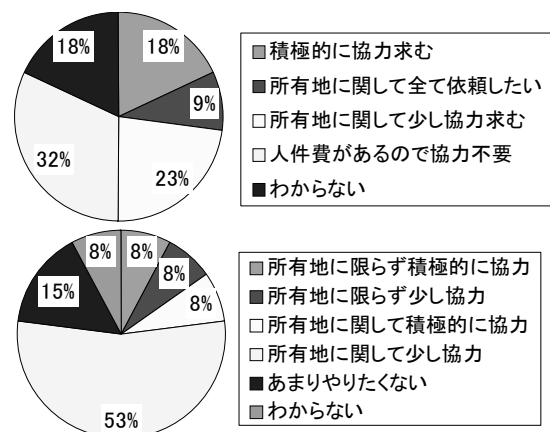


図3 管理作業の協働に関する意向

（上段；農家の意向，下段；非農家の意向）

### III 分析モデル ASMAP の構造

#### 1. モデルの概要

ASMAPでは、対象地域を模式したシミュレーション空間において、現実の農家の行動を代行するエージェントが、各々の行動様式に従って振る舞う状況（人工社会モデル）を基本構造とする。モデル適用の際は、まず事前のヒアリングやアンケート、統計資料等によって、対象地域の情報（集落形状、筆数、農地面積、農家数等）や農家の特徴を精査する。そして、調査結果を基に作成したデータを入力し、最終的なモデルを決定する<sup>注3)</sup>。

#### 2. 農家の労働力組成

初年度より*t*年後における農家番号(*N*)、家族世帯員番号(*k*)の農業者個人(*N,k*)の年間農業従事日数を、以下のように定式化する。

農業者が保有する年間可能労働時間を機械作業時間( $E1_{t(N,k)}$ )とそれ以外の管理作業時間( $E2_{t(N,k)}$ )に分割して捉え、それぞれ(1)式、(2)式のように定義する。水稻作の各機械作業の適期を考慮すれば、本来は月毎で圃場面積に対する作業時間が大きく異なるため、短期的な労働需要と労働供給の関係を定義する必要があるが、作業別の労働供給の限界を表現しつつ、モデルの簡略化を図るため、ここでは次式のように、対象となる作業を機械作業とそれ以外の管理作業に分割した。

$$E1_{t(N,k)} = D1_{(N,k)} \times 8 \quad \dots(1)$$

$$E2_{t(N,k)} = D2_{(N,k)} \times 8 = (Cl_{Up} - D1_{(N,k)}) \times 8 \quad \dots(2)$$

ここで、 $D1_{(N,k)}$ ：アンケート回答に基づく年間農業従事日数の範囲内で、一様乱数で確率的に割り当てた機械作業日数（予備調査の結果より最大60と仮定<sup>注4)</sup>）、 $D2_{(N,k)}$ ：同様に決定された管理作業日数。 $Cl_{Up}$ ：アンケートで選択した労働日数の上限（10, 30, 60, 90, 150, 360日を採用）

なお、農家としての労働力は家族世帯員の年間可能労働時間の合計とする。

#### 3. 農家の意思決定機構

ASMAPでの経営主体となる農家の意思決定機構は図4に示す通りである。この図は、1農家エージェントの意思決定の手続きを示した図である。機械の更新判断や、所有地・借地経営、労働力減

少に伴う休耕など、一連の基本的な行動を全て行った時点で1年経過と考え、翌年の行動へと移る。毎年、全ての農家エージェントはランダムな順序でこの手続きを実行し、エージェント間で農地や作業のやり取りが生起する。なお、農業所得や作業時間は、表2（次頁参照）にまとめる定義式により、経営耕地筆単位の合計として扱う。

### IV シミュレーション分析

#### 1. 分析の枠組み

農家・非農家の協働のあり方を評価し、今後の地域農業の展開方向を模索するため、本研究における分析の枠組みを図5にまとめる。

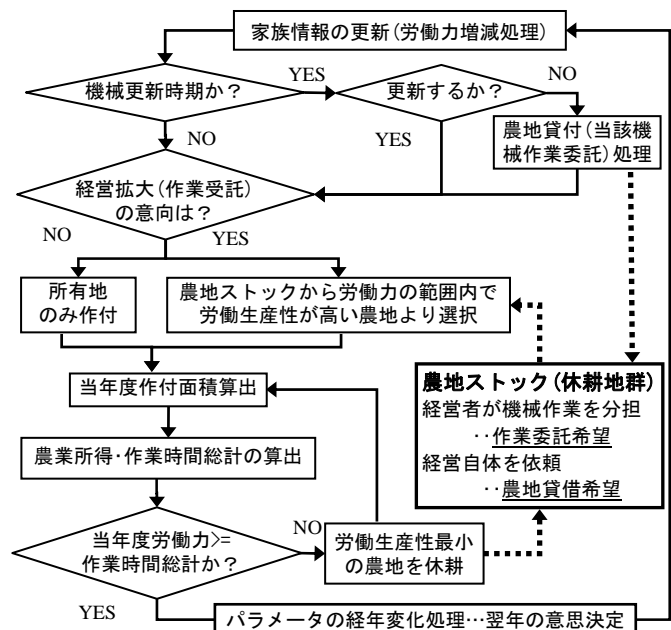


図4 農家の意志決定機構（波線矢印は農地の移動）

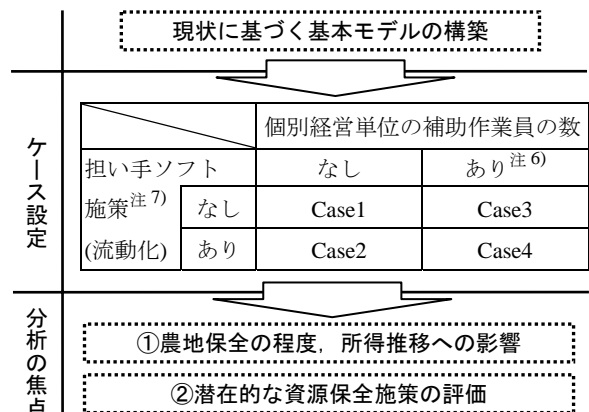


図5 分析の枠組み

表 2 農業所得及び作業時間の定義式 (筆単位)

管理類型	農業所得 (円)	機械作業時間 (h)	管理作業時間 (h)
自作地・借地	$S_{(x,y)} \times \left[ B_{(x,y)} + G_{(x,y)} \times dm_{(N)} - C_v - \sum_{k=1}^3 \{ P_m^k / (D^k \times M_i^k) \} - f_{(x,y)} \right]$	$\sum_{k=1}^3 \left( T_{mk} \times W_{(x,y)} \times S_{(x,y)} + d_{(x,y)} \times Z_1^k / V_{(d(x,y))} \right)$	$T_c \times S_{(x,y)} + d_{(x,y)} \times Z_2 / V_{(d(x,y))}$
作業委託地	$S_{(x,y)} \times [ B_{(x,y)} - C_v - \sum_{k=1}^3 \{ f_w^k \times dm_1^k + (dm_2^k \times P_m^k) / (D^k \times M_i^k) \} ]$	$\sum_{k=1}^3 dm_2^k \times \left( T_{mk} \times W_{(x,y)} \times S_{(x,y)} + d_{(x,y)} \times Z_1^k / V_{(d(x,y))} \right)$	$T_c \times S_{(x,y)} + d_{(x,y)} \times Z_2 / V_{(d(x,y))}$
作業受託地	$\sum_{k=1}^3 (dm_3^k \times f_w^k)$	$\sum_{k=1}^3 dm_3^k \times \left( T_{mk} \times W_{(x,y)} \times S_{(x,y)} + d_{(x,y)} \times Z_1^k / V_{(d(x,y))} \right)$	管理作業のみの受託や 全作業受託はないとする (農地貸借扱い)

【表中文字の意味】  $B_{(x,y)}$ : 農地 $(x,y)$ で作付される米の売上(円/kg),  $G_{(x,y)}$ : 品目横断的経営安定対策による補助金の農地 $(x,y)$ 相当分<sup>注5)</sup>,  $dm_{(N)}$ : 経営面積要件 $\gamma$ ミ変数(農家 $(N)$ の経営面積が要件を満たす場合 1, 要件未満の場合 0),  $C_v$ : 単位変動費(円/10a),  $k$ : 機械種類(1.トラクタ, 2.田植機, 3.コンバイン)及び機械 $k$ による作業,  $P_m^k$ : 機械 $k$ 価格(円),  $D^k$ : 機械 $k$ 耐用年数(年),  $M_i^k$ : 機械 $k$ の稼働面積(=経営面積),  $f_{(x,y)}$ : 農地 $(x,y)$ の条件に従う地代(円,借地経営の場合のみ計上),  $S_{(x,y)}$ : 農地 $(x,y)$ の面積(10a単位),  $T_c$ : 圃場機械作業以外の単位作業時間(h/10a),  $T_{mk}$ : 機械種類 $k$ の単位作業時間(h/10a),  $W_{(x,y)}$ : 農地 $(x,y)$ の圃場条件による機械作業時間の効率性を示すパラメータ(%),  $d_{(x,y)}$ : 通作距離,  $Z_1^k$ : 機械作業 $k$ を行うための通作回数( $k=1,2,3$ の時,それぞれ 3,1,1 とする),  $Z_2$ : 管理作業を行うための通作回数,  $V_{(d(x,y))}$ : 通作距離に規定される移動速度(長距離 $\cdots$ 40km/h, 短距離 $\cdots$ 2km/hと仮定)  $f_w^k$ : 機械作業 $k$ の委託料金(円/10a),  $dm_1^k$ : 作業委託 $\gamma$ ミ変数(作業 $k$ を委託する場合 1, しない場合 0),  $dm_2^k$ : 委託自己負担 $\gamma$ ミ変数(作業 $k$ を委託する場合 0, 自己で行う場合 1),  $dm_3^k$ : 作業受託 $\gamma$ ミ変数(作業 $k$ を受託する場合 1, しない場合 0)

まず, 地区内の農家が積極的に農地流動化を図った場合とそうでない場合を, 受益農家以外からの労働力抛出の程度で比較し, 農地保全, 農業所得を指標として将来予測を行う。ここでは特に補助作業員の労働力の供給元とその量的限界を厳密に定義せず, ヒアリングを基に仮定した上限を目安に(注7参照), 作業報酬を支払うことで協力を得られるものとした。また, 非農家の労働力を農家が持つ総保有労働時間に上乘せするという形式であり, 非農家から抛出された労働時間に対して, 特に適用できる作業の種類に制約を設けない。

そして, ケーススタディの結果を比較検討することで, 目指すべき将来像や, 地域水田農業ビジョンの策定に関する課題を考察する。

なお, シミュレーションに関するパラメータを以下のように設定した。また, シミュレーションの予測期間は, 15年とした<sup>注8)</sup>。

## 2. シミュレーション結果と考察

上記の枠組みに基づき, Case1~Case4 の状況で農地保全状況の経年変化を図6にまとめた。北野地区は大規模農家が数戸存在し, また周辺地区からの入り作もあるため<sup>注9)</sup>, いずれのCaseにおいても, 保全管理を意味する休耕地や管理者未定のまま荒廃した放棄地が特に広範に及ぶことはない予測された。但し, 補助作業員がない(非農家と

表 3 モデルを構成する主なデータセット

(ケース毎に変化しない共通の設定値の一例)

パラメータ	設定値	パラメータ	設定値
耕起作業時間	2(h/10a)	収量(大豆) <sup>※1</sup>	~230(kg/10a)
田植え作業時間	3(h/10a)	大豆価格 <sup>※2</sup>	245(円/kg)
刈取り作業時間	3(h/10a)	転作面積率	30(%)
管理作業時間(米)	7(h/10a)	作業報酬(管理) <sup>※3</sup>	800(円/h)
収量(米) <sup>※1</sup>	550(kg/10a)	作業報酬(機械) <sup>※3</sup>	1,000(円/h)
米価格 <sup>※2</sup>	154(円/kg)	保全管理年数 <sup>※4</sup>	約5(年)
収量(麦) <sup>※1</sup>	300(kg/10a)	地代(標準額)	11,000(円/10a)
麦価格 <sup>※2</sup>	154(円/kg)	利用権賃貸借年数	Max_10(年)

参考資料: 農水省農業経営統計調査, 土地改良区管理資料

<sup>※1</sup> 土地改良区の記録によると, 各作物とも圃場条件によって, 収量や地代が3段階に区分されている。表中は好条件の圃場の数値である。それらの数値に関して, 好条件の圃場と比較して, 悪条件の圃場の値は概ね10%減程度である。

<sup>※2</sup> 価格については, 概ね前年度比が下落に転じた過去20年程度の記録から推移の近似曲線を求め, 将来の時点での数値を外挿する。なお, 現在価格は米価が約12,000(円/60kg), 小麦が約154(円/kg), 大豆が約245(円/kg)である。

<sup>※3</sup> 地域で統一されている水準がないため, 便宜的に当てはめた数値であるが, 簡略化のためこの額で統一する。

<sup>※4</sup> 経営者が作付を止めてから, 次の借り手が見つかるまでの保全管理期間。ASMMapでは, 休耕地に対して, この期間を経過しても借り手が付かない場合, 農地が荒廃し, 再耕作不能な土地と考える(通常の休耕地と差別化を図る)。

の協働が実施されていない) 場合は、補助作業員の労働力が確保出来ている場合と比較して休耕地面積のシェアが大きくなっていることは、注視すべき点である。ASMAPでは休耕地の保全管理年数を10年と仮定しているため直ちに農地が荒廃することはないが、実際にはアンケートから、「自分で管理できなくても誰にも農地を貸したくない」という回答と、「休耕地の管理は殆どしない」という回答には強い相関が見られたことから(集計表割愛)、管理が粗雑になり、早期に農地が荒廃することが懸念される。

また、個別農家の農業所得推移を示した図7からは、以下のことが看取される。

まず、今後数年に渡り、特に大規模農家の所得が顕著に逓減する点である。これは、地区全体で集計した農業者数の推移確率を用いたことに起因すると推察される。実際には離農する大多数の農業従事者は小規模農家の世帯員である可能性が高く、経営規模によって世帯員の就農・離農の事情は異なるが、ASMAPでは経営規模によって区別せずに全農家一律の確率を用いたため、大規模農家が突如翌年に労働力を減少させる等の現象が生起していると考えられる。しかしながら、やや強調された結果であるが、米価下落と共に収益が減少することは免れず、早期の対策を講じる必要がある<sup>注10)</sup>。

次に、作付面積が多く維持された方が平均的に大規模農家の農業所得の水準が低く予測されている点が挙げられる。これは、経営面積の維持・拡大に際する補助作業員への作業報酬が大きく影響していると推察できる。本研究では、当該地区が

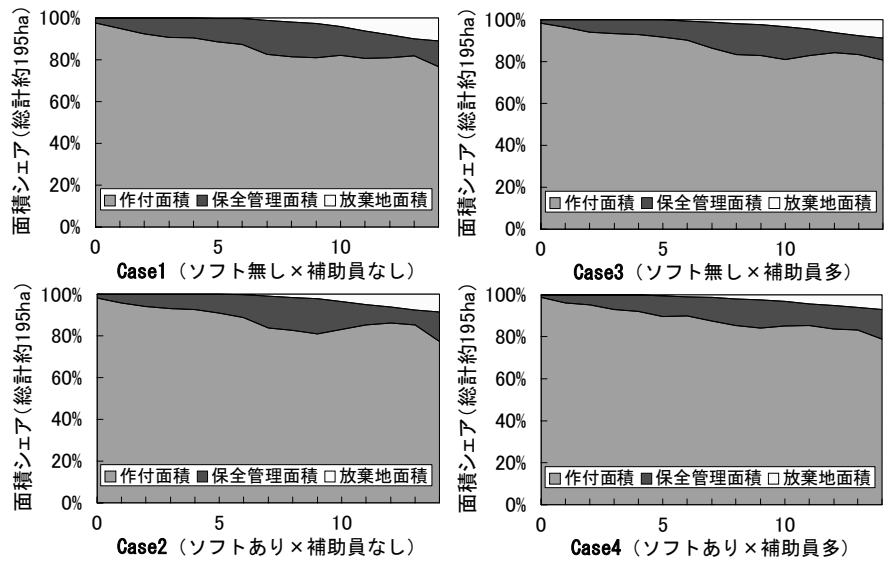


図6 圃場整備事業区域内の農地保全状況の推移 (横軸は経過年数)

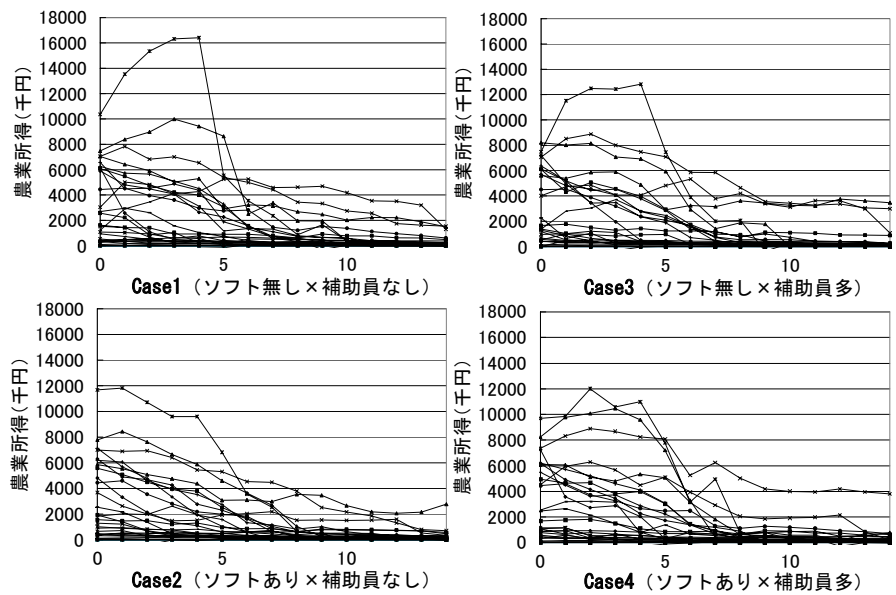


図7 受益農家の農業所得推移 (図中各線は個別農家の農業所得の推移)

専業農家中心であったことから、収益性の悪化による休耕は行わないと仮定したが、その背景には、圃場整備完了地区であるが故に、償還問題から、収益性が悪化中でも経営を持続させなければならぬという事情がある<sup>注11)</sup>。ただし、現実的には収益性の悪化による離農は十分に起こり得ると想定すべきであろうし、個別農家経営単位で実施されている労働力の借入れを組織化する必要がある。これらの点から、今後の大規模経営の規模拡大を担保する地域活動の原資として、資源保全施策の重要性を読み取ることができ、地域農業計画における施策対応の必要性が示されたと考える。

## V おわりに

本研究では、圃場整備完了地区を事例に、農家と非農家との連携に注目し、平成19年度から本格始動する資源保全施策下での地域水田農業ビジョンの策定に関して、シミュレーション分析による考察を行った。その結果、農地保全と農業所得維持の両側面から、資源保全施策を十分に運用できるような計画づくりが最重要課題であることが分かった。資源保全施策の場合には、従来の担い手の創出及び面積要件、集積率等の要件の他、非農家との協働による持続的な計画づくりが求められる。その際、特に非農家の理解や協働意欲を啓発することが不可欠であるが、本モデルは、合意形成の場面において、農家・非農家双方に対して提示すべき情報を、事前調査から導出するための有効な手段となることが期待される。

今後の課題として、まず助成体系や制度要件をより明示的にモデルに反映させる必要がある。そして、計画策定過程において、予測結果を如何に活用すべきか、そして地元住民に対してどのような情報伝達が可能であり、計画づくりにどの程度寄与しうるかを実証しなければならない。

謝辞：本研究に関し、旭鷹土地改良区、北海道農政部、同上川支庁農業振興部、及び(財)日本水士総合研究所関係各位には、多大なご協力を賜った。ここに記して謝意を示す。本モデルはKKMAS（構造計画研究所）により構築した。

### 【注釈】

注1) 施策の詳細事項は、農林水産省 Website「経営所得安定対策 ([http://www.maff.go.jp/ninaite/keiei\\_antei\\_point.pdf](http://www.maff.go.jp/ninaite/keiei_antei_point.pdf))」や「水土里豊かな日本を次世代に引き継ぐために～資源保全施策の確立～ ([http://www.maff.go.jp/nouson/sigen\\_hozen/](http://www.maff.go.jp/nouson/sigen_hozen/))」参照(2006/11/12 確認)。

注2) なお、山下ら(2005b)では、マルチエージェントシミュレーションを適用した事例研究から「農地流動化を阻害する主要因は、農地貸借の相手の限定である」と指摘した

注3) 本稿ではモデル構造の説明が不十分であるが、更に詳細については、山下ら(2006)<sup>4)</sup>や文献2)、3)を参照願いたい。

注4) 他地域で作業別年間労働時間に関するアンケートを実施し、従事日数が多い専業農業者を含めて、ほぼ全員が機械作業日数は年間60日以内と回答した結果を援用した。

注5) ここでは①経営面積10ha以上（北海道の個別農家対象の担い手面積要件）の農家に関して、②水稲に関しては過去5年のうち中3年の平均米価と、当期の米価の差額が所得に影響を及ぼす分が補填され、③麦・大豆に関しては、それぞれ現時点での支援水準とされている40,000(円/10a)、30,000(円/10a)が所得に上乘せされるという、品目横断的経営安定対策の原則に従う。

注6) 農家毎の補助作業員借り入れ人数やその属性に関する詳細なデータが存在しないため、その年の経営面積に比例して、20haで上限10人程度になるように便宜的に割り振った。

注7) 北野地区では、現在のところ集落営農は全く検討されておらず、行政・住民共に個別経営の担い手育成を支持している。それらを鑑み、ここでは「ソフト施策」を、「相手の限定を無くして農地貸借を促進する施策」とした。

注8) この間の農家の家族労働力推移は、過去20年の新規就農離農者数を調査し、年代毎の算出した農業者数推移確率を用いた。

注9) 入り作農家の実態調査は困難なため、回答農家者の平均的な労働力を保有する仮想的な農家を想定した。また、入り作農家は補助作業員を含めた全保有労働力の一部を北野地区内への入り作に充てていると考えられるため、受益農家と同様の労働力構成（補助作業員込み）を仮定すると、労働力の供給過多の状況になる。そのため、モデル内での入り作農家に関しては補助作業員の労働力を考慮せず、家族労働力のみと仮定する。

注10) アンケートでは、収益性の悪化に対する対応策として「規模拡大」の他、「品種改良などで米の高付加価値化」を回答する農家も多かったが、個人では対応しにくく、行政や試験場等との連携が重要であると考えられる。

注11) 償還問題の採算性と経営拡大への影響については、本研究対象地域の近隣地区を事例にした芦田(2002)<sup>5)</sup>が詳しい。

### 【参考文献、引用文献】

- 1) 木村吉寿、松森堅治、筒井義富(2005)：平地水田地区における草刈りの管理実態と課題－茨城県大和桜川地区を事例として－、農村計画論文集、第7集、pp55-60。
- 2) 山下良平・星野 敏(2005a)：マルチエージェントシミュレーションによる集落営農計画モデルの開発、農村計画学会誌、24(2)、pp103-114。
- 3) 山下良平、星野 敏、伊庭治彦(2005b)：マルチエージェントモデルによる農地流動化要因の影響評価－兵庫県神崎郡Y集落を事例として－、農村計画論文集、第7集、pp121-126。
- 4) 山下良平・星野 敏(2006)：地域農業計画シミュレーションシステム『ASMAP』の開発とその可能性、神戸大学大学院自然科学研究科紀要、24-B、pp41-51。
- 5) 芦田敏文(2002)：米価下落の水田農家の規模拡大に関する一考察－1990年代の北海道大規模稲作地帯・北村を事例として－、農業経営研究、40(2)、pp45-50。

The local resource conservation program for rural areas was currently established and is going to start from the fiscal year of 2007. In this research, we analyzed the effectiveness of the labor contribution by the non-farmers to the sustainable agricultural development applying the ASMAP (Agent-based Simulation Model for Agricultural Planning). The study area we chose is the Kitano district, Takashu town, in Hokkaido.

As the result, we made clear that the cooperation between the farmers and non-farmers must be effective on the farm land management in part, and that a kind of assistance by the local government will be indispensable to keep the agricultural income of the farmers at higher level.