

マルチエージェントモデルによる地域資源管理主体の組織化に関する研究

神戸大学大学院自然科学研究科 山下良平

神戸大学農学部 星野 敏

1. はじめに

食料・農業・農村基本法が掲げる、食料の安定供給の確保、多面的機能の発揮、農業の持続的発展、農村の振興という4つの基本理念のもと、施策推進のための具体的な活動計画として、平成17年3月に新たな食料・農業・農村基本計画（以下、基本計画）が策定された。基本計画では、地域農業の構造改革に向けて、認定農業者や一定の条件を備えた集落営農に限定した品目横断的経営安定対策（平成19年度産より対象）が導入される等、組織経営体の育成が推進されている。

一方、多くの農山村地域では、現役農業従事者の高齢化による労働力不足、後継者の不在などから、個別農家から地域農業の受け皿となる持続的な担い手を確保することは困難な状況である。そのような地域では、中核的な担い手として集落営農組織を形成することが望まれる。そして、個別経営から集落営農への展開を図るには、個々の農家自身が地域農業の現状に対して問題意識をもち、目標を共有することが必要不可欠である。他産業並みの収入を達成して、競争力のある組織経営体を重点的に育成・確保するため、そして、農地・水路等の地域資源を保全するために、行政、農業改良普及員、さらに農業協同組合に求められる指導的役割は大きい。この点に関して、集落営農の有効性を長提示することによって関係農家の意識啓発を図ることは、極めて有効な手段となろう。

ところで、地域農業レベルでの計画分析手法に関しては、従来から線形計画法あるいはそれに類する数理計画法を用いた方法が提案されている。たとえば能美は一連の研究（例えば能美 [1]、あるいは能美 [2]）で、小地域対象の計量的計画手法の意義と課題を体系的に評価し、地域農業の組織化の重要な要件を指摘している。これらは経営の最適化により組織化への方策を論じているが、少数の農家を前提にしたものである。また、遠藤 [3] は、棚田の計画的保全を目的として、マイクロシミュレーションによって労働力の趨勢変動を把握し、農地面積変化の予測を行っている。しかし、農業経営の組織化を目的として、多数の農家間の農地貸借や作業受委託を正面から取り込んだ対話型の地域農業モデルは、十分研究されてきたとは言えない。

以上の予察を踏まえて、本研究では、多主体複雑系の解析手法として有効なマルチエージェントシステム（以下、MAS と略称）を適用して、地域農業の将来像を予測するシミュレーションモデルを構築した（Agent-based Simulation Model for Agricultural Planning, 以下 ASMAP と略称）。そして、地域農業の組織化を喫緊の課題とする集落を対象にモデリングを行い、シミュレーション分析によって営農計画の指針を示すことを課題とする。

ここで、集落営農の展開と本研究の位置付けを図1のようにまとめる。

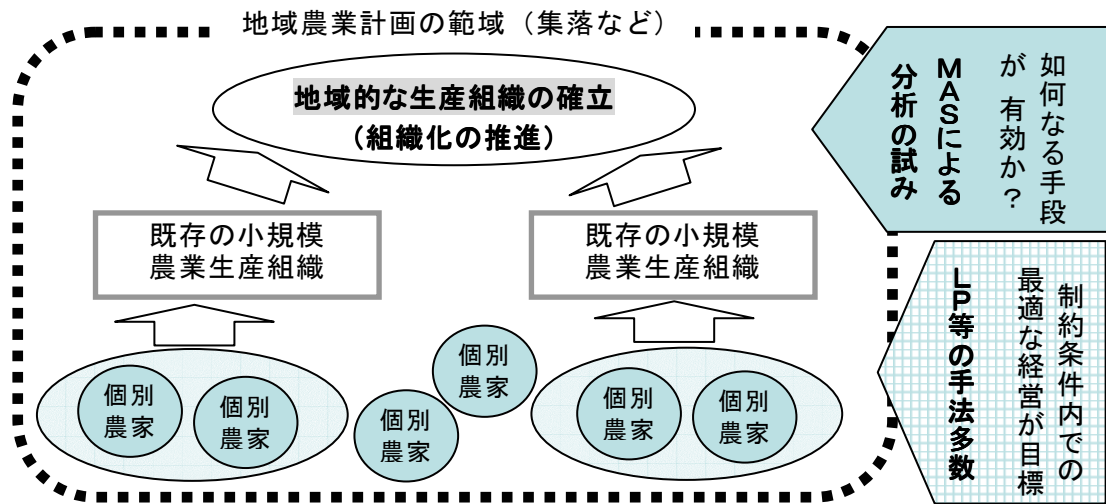


図1 マルチエージェントシステムを適用した本研究の分析視角

2. 本研究におけるシミュレーション分析のフロー

地域農業計画が対象とするような小地域では、意向や機械整備状況の異なる複数の農家や、固有のスタイルで運営される営農組合が、農地貸借或いは農作業受委託を通して地域農業を維持していると捉えることができる。これを踏まえて、本研究では、個々の経営主体をエージェントとして扱うことにより、多主体複雑系のシミュレーションを試みた。なお、ASMAPのイメージ（人工社会の構成）及び構成要素の概説を図2に示す。更に詳細な構造は後述する。

また、現地調査に基づき、実際にASMAPを構築してシミュレーション分析を行い、その結果から考察に至るまでの順序は、概ね図3に示す通りである。

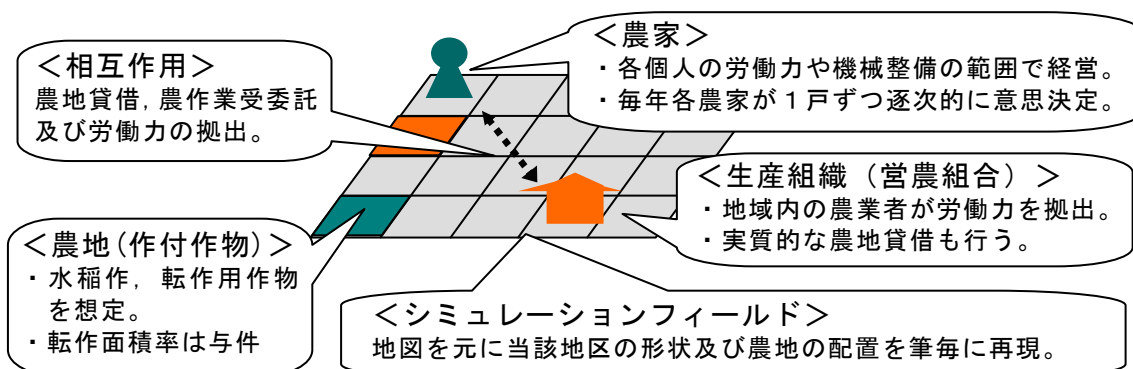


図2 ASMAPの構成要素の概念図

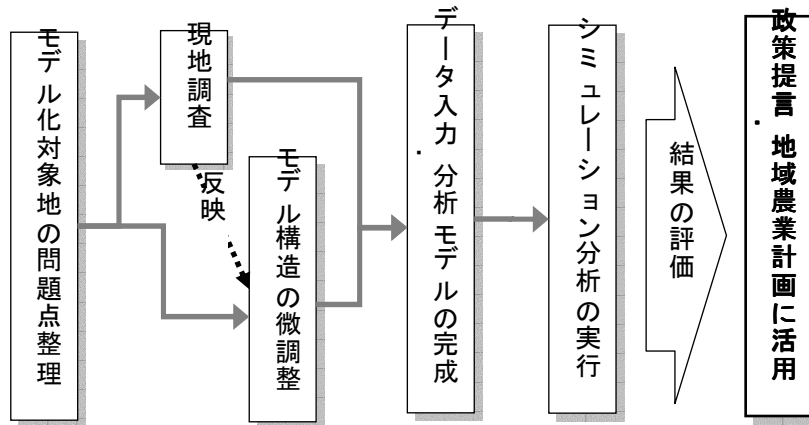


図3 モデル構築から結果の活用までのフロー

3. ASMAP の構造

(1) 人工社会における仮定事項

現実簡略化のため、いくつかの仮定を設けた。主な仮定事項の一部を以下に示す。

- 1) モデル内の集落社会では、出入り作はなく、営農組合を構成する場合、オペレータは集落内の農業者のみから構成される。また、農地の売買はないものとする。
- 2) 現実の営農組合の多くは任意組織であり、会計上も作業受託組織としての帳簿処理を行うが、農業経営を主宰する主体としての機能を果たす組織も少なからずあることを踏まえ、一元的な意思決定を行う経営主体として営農組合を扱う。
- 3) 作付けに係る作業工程を「機械作業」と「管理作業（機械作業以外）」に大別し、機械作業は便宜的に耕起・田植え・刈り取りの3種類とする。機械作業のみ他農家に依頼することを作業委託とする。また、機械作業・管理作業両方を依頼する場合、農地貸付と同義とみなす。
- 4) 機械作業の受委託料金や、農地貸借に係る小作料は地域内で一律とし、個人間交渉により料金は変動しない。またこれらの料金設定に関して、シミュレーション期間内は特に米価の下落傾向に連動させる形で変化させず、一律と仮定する。
- 5) 休耕田に関しては、従前の経営者による保全管理期間を過ぎると放棄田として扱われ、再耕作不能となる。但し、ここでは保全管理にかかる労働時間・費用等はないものとする。

(2) 経営主体の意思決定機構

経営主体として扱うのは、個別農家、個別農家が労働力を拠出して構成する営農組合、そして営農組合の統合による仮想的な統合営農組合である。図4は、ASMAPにおける経営主体の構成概念図である。また、経営主体の意思決定機構は、ヒアリングやアンケート、統計資料等を用いて構築した(図5参照)。本来的には、営農組合のような個別構成要素(農業者)の集合的な経営主体の場合、構成員による合意形成のプロセスを考慮しなければならないが、現段階では便宜的に個別農家と同様の意思決定機構を用いて、組織の設立主旨や活動原理等を精査したうえで、極力実態に沿うようにパラメータを調整することで対応する。このフロ

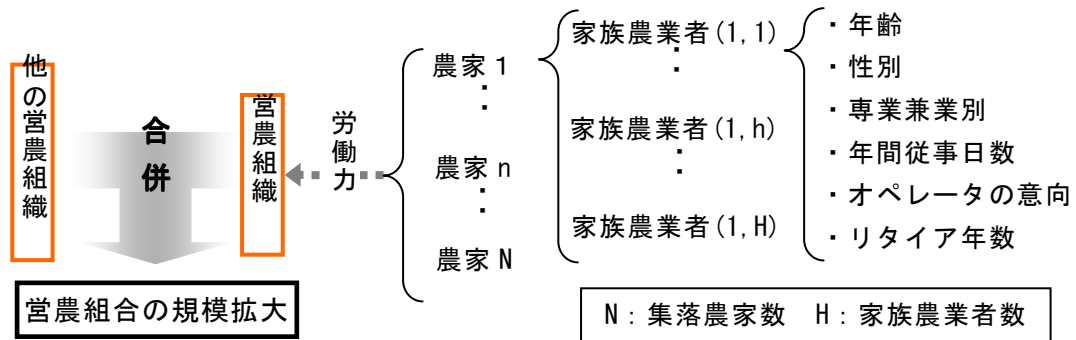


図4 モデル内で定義する経営主体の構成概念図

一にしたがって、各経営主体が逐次的に意思決定を行う¹。全経営主体が一通り意思決定を行うサイクルを1年と考え、本研究では20年間を予測期間としてシミュレーションを行う。

また、農業者が集落営農に参加するか否かは個別に決定されるが、経営面積の増減や機械の更新など、農家単位としての行動は、経営主の意向により決定されるものとする。

以下で、図5に示す意思決定機構を基に、各分岐点における判断基準や経営収支の定義式等に関して説明する。

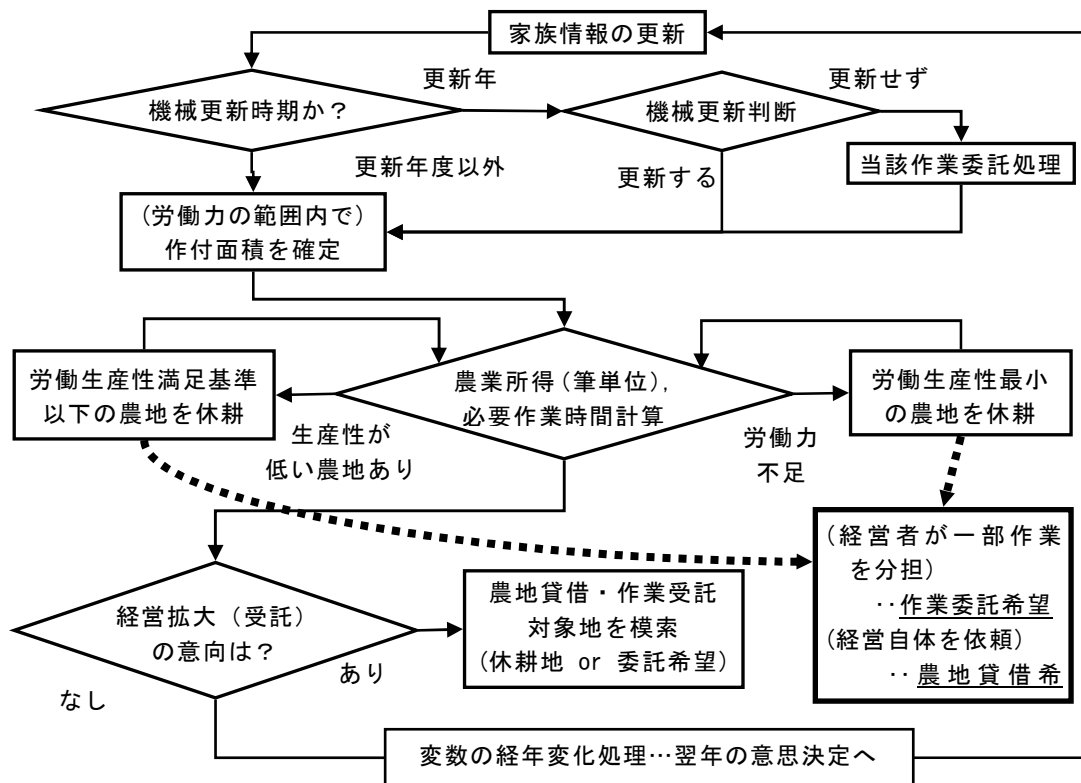


図5 経営主体の意思決定機構

注：ASMAPでは、転作割当面積全てを営農組合が請け負い、個人では実施しない。

¹ シミュレーション試行毎に意思決定順序がランダムに決定される。この際、必ずしも毎期で地域内の全経営主体のパレート最適な資源（経営面積）配分が達成される構造にはなっていない。

1) 家族情報の更新

前述のように、モデル内では個別農家を経営主体として設定している。シミュレーションでは現実社会と同様に世帯員を毎年加齢させ、年齢に対して、定年帰農（概ね 60 歳を想定）や高齢による農業からのリタイア（概ね 80 歳を想定）等の確率的なイベントを設定する。また、世帯員の農業従事実態や、集落営農への参加意向を個別に内部情報として投入することで、現実的な農家を極力再現できるようにしている。

2) 農業機械の更新判断・作業委託処理

農業機械が利用限界年数²に達したときに、機械所有者は更新するか、それとも更新せずに、その部分の機械作業工程を他者に委託するかを判断する。なお ASMAP では、更新判断の設定方法として、アンケートで把握した機械保有状況や更新の意向を直接代入して、1 回目の更新時には意向通りの行動を取ると仮定した。1 回目の更新意向が無回答の農家の 1 回目及び 2 回目以降の意思決定は、分析の枠組みにしたがって、更新確率を外生変数として設定する（本研究における設定値は後述する）。

そして、機械を更新せず、当該作業工程を他者に委託する場合、他農家或いは集落営農組織等が引き受け手となるまで、休耕扱いとなる。そして、保全管理期間（5 年と仮定する）は引き受け手が見つかるまで管理し続けるが、それ以降は管理せず、農地は放棄田として、再耕作不能な状態となる。

3) 年間の可能農業労働時間の定義式

ASMAP では、農業従事者人数が K 人の個別農家の年間総農業労働時間の最大値は、家族世帯員の個々の農業労働時間の合計として定義される。初年度より t 年後の農家 n 、世帯員 k の農業従事者個人 (n,k) の年間農業労働時間 $(E_{t(n,k)})$ は (1) 式のように定義され、それらの合計が (2) 式に示す個別農家の年間総農業労働時間の最大値となる $(L_{t(n)})$ 。各経営主体は、これらの年間労働時間の範囲内で、経営行動を執り行っていく。

$$E_{t(n,k)} = Q_{(n,k)} \times B_{(A(n,k))} \times (1 - \text{Cont}_{(\text{OrgNum})}) \quad (1)$$

$$L_{t(n)} = \sum_{k=1}^K E_{t(n,k)} \quad (2)$$

ここに、 $Q_{(n,k)}$: 1 日の農作業時間の概算値、 $A_{(n,k)}$: 年間のおよその従事日数（アンケートの回答）、 $B_{(A(n,k))}$: アンケート回答に基づく年間農業従事日数の範囲内において、一様乱数で確率的に決められた作業日数、 $\text{Cont}_{(\text{OrgNum})}$: 農家 (n) が属する営農組合の組織化の水準に従う、労働力拠出割合。

ただし、(1)式は、一般に農業は基幹作業ほど短期間で集中的に行われる、つまり「1 年に農業に従事する日数の少ない者（農繁期のみ等）は、出役する日は長時間作業をし、年間従事日数の多い者は 1 日あたりの従事時間が平均して短い」という経験的仮説から、 $Q_{(n,k)}$ を表 1 のように決定する。

² 機械の利用限界年数は、実情に即して法定耐用年数より長く見積もる。利用限界年数の具体的な数値は、トラクタ…18 年、田植機…18 年、コンバイン…16 年とした（中古は便宜的に 3 分の 1）。この数値は、予備的調査（「これまで何年使ったか？」と「今後何年使う予定か？」という設問に対する回答の合計）を算出根拠としている。なお、予備的調査のサンプル数は、他の対象地域を含めて約 400 戸である。

表 1 年間従事日数別の労働時間（1日あたり）算出方法

年間平均従事日数(アンケート回答)	～10	11～30	31～60	61～150	151～
$Q_{(n,k)}$ (h/日)	約 8	約 7	約 6.5	約 6	約 5

4) 農業所得（筆単位）、必要作業時間計算

経営収支計算に関して、農地の所有・利用構造にしたがって表2及び表3のように区分し、それぞれの場合における所得と作業時間（共に筆単位で算出）の定義式をまとめた。これにより、労働生産性（所得／労働時間）を筆単位で序列化し、経営主体内での休耕判断の優先順位を決定する。余剰労働力による借地や作業受託を行う際の農地選択においても、各経営主体は他者の休耕地に対する労働生産性の期待値を基に、有利な条件から探索する。

表 2 所有・利用権構造に従う農地の分類と農地毎の経営収支の定義式

所有者	経営者	機械作業	分類	経営収支の定義式（単位：円）
				Yr：米収量，Pr：米価，Cv：変動費，S：耕地面積，Pm：機械価格， α：機械購入時の農外資本投入率，D：機械利用(予定)年数， W：機械稼働面積(経営耕地)，f1：標準小作料，f2：作業料金
自分	自分	自分	自己	$(Yr_t \times Pr_t - Cv) \times S_{(x,y)} - \sum_{k=1}^3 \{ (Pm_k \times (1 - \alpha)) \times S_{(x,y)} / (D_k \times W_k) \}$
		他者	委託	$(Yr_t \times Pr_t - Cv) \times S_{(x,y)} - \sum_{k=1}^3 f2_k \times S_{(x,y)}$
	他者	他者	貸付	$f1 \times S_{(x,y)}$
他者	自分	自分	借入	$(Yr_t \times Pr_t - Cv - f1) \times S_{(x,y)} - \sum_{k=1}^3 \{ (Pm_k \times (1 - \alpha)) \times S_{(x,y)} / (D_k \times W_k) \}$
	他者	自分	受託	$\sum_{k=1}^3 f2_k \times S_{(x,y)}$

- ・ 下付き添え字 k1～3 は、それぞれ 1.トラクタ（耕起）、2.田植機（田植え）、3.コンバイン（刈り取り）を意味する。
- ・ 作業委託及び作業受託においては、実際に行った作業のみ Tm_k を考慮し、それ以外の場合 $Tm_k = 0$ とする。同様に作業料金も委託した（請け負った）場合のみ考慮し、それ以外は 0 である。
- ・ 各パラメータは 10a あたりの単位量として設定。添え字 (X,Y) は、座標 (X,Y) にある農地に関するパラメータであることを意味する。

また、本モデル内の転作実施メカニズムは次の通りである。まず、耕地面積から所与の転作率（本研究の対象地域では 30%）だけ、ランダムに割当農地を選択する。次に転作作物（麦を想定）を労働力の限り優先的に作付けをする。そして、最後に水稻の作付けを行うのとする³。ここで仮定した転作の取り組み方などは、やや現実の構造とは異なるが、現段階では概念モデルとして暫定的に扱う。

³ 水稻作を定式化する際の関係数値と同様に、転作作物に関しても、農業経営統計調査等を用いて必要なパラメータを決定する。また詳細は後述するが、本研究では、分析の枠組みの拡張にしたがって、実験的に第 2 転作作物（大豆を想定）及び第 3 転作作物（麦・大豆の中間的な仮想財）を随時モデルに組み込む。

表 3 所有・利用権構造に従う農地の分類と農地毎の農作業時間の定義式

所有者	経営者	機械作業	分類	必要労働時間の定義式（単位：時間）
				Tc：(管理作業等) 機械作業以外の作業時間， Tm：機械作業時間， δ：通作距離による労働時間重み， R：集積に伴う省力化の効果， d：通作距離， dum：委託していない作業工程の場合に 1(委託は 0)
自分	自分	自分	自己	$\left\{Tc + \sum_{k=1}^3 (Tm_k \times R_{(x,y)})\right\} \times S_{(x,y)} \times \delta^{(d(x,y)-1)}$
		他者	委託	$\left\{Tc + \sum_{k=1}^3 (dum \times Tm_k \times R_{(x,y)})\right\} \times S_{(x,y)} \times \delta^{(d(x,y)-1)}$
	他者	他者	貸付	0
他者	自分	自分	借入	$\left\{Tc + \sum_{k=1}^3 (Tm_k \times R_{(x,y)})\right\} \times S_{(x,y)} \times \delta^{(d(x,y)-1)}$
	他者	自分	受託	$\sum_{k=1}^3 (Tm_k \times R_{(x,y)}) \times S_{(x,y)} \times \delta^{(d(x,y)-1)}$

・ R を 1~0.7， δ を概ね 1.03 程度の微少な値を仮定し， d はシミュレーション空間上の直線距離を用いている。

5) 休耕判断，及び新規農地請け負い・作業受託の構造

経営主体が休耕判断を下すのは，①労働力の減少に伴う物理的理由と，②米価が許容水準より下落することによる経済的理由による。ただし，モデル内では営農組合組織を地域農業の最終的な受け皿として扱うため，営農組合は②の経済的制約による休耕判断を行わないものとする。また，余剰労働力の範囲内で経営拡大の意思がある農家は，他者の休耕地や，作業委託を申し出ている機械作業を，期待される労働生産性が好条件の圃場から請け負う。ASMAP では，農地の出し手の希望相手と受け手が一致しなければ農地貸借が成立しないものと仮定している。つまり，農地貸借の相手に対する選好関係が反映される

4. シミュレーション分析の枠組み

(1) 対象地域の概要

本研究の対象地域は，兵庫県加西市 H 地区である（図 6 参照）。兵庫県中西部に位置する H 地区は，総農家数 116 戸，総農家人口 724 人，総耕地面積 56.96ha の平地農業地域である（2000 年度農業集落カードより）。2004 年末時点では耕作放棄地はなく，良好な営農状況であるといえる。H 地区では，地縁を元に地区内が 4 分割され，それぞれ独立した営農組合が存在しているが(表 4 参照)，特に組織力が強く，中核的な第 3 営農組合を中心に経営の統合が検討されてきた。しかし，営農組合の運営形態や個別農家の意識の違いから地区レベルでの合意形成に

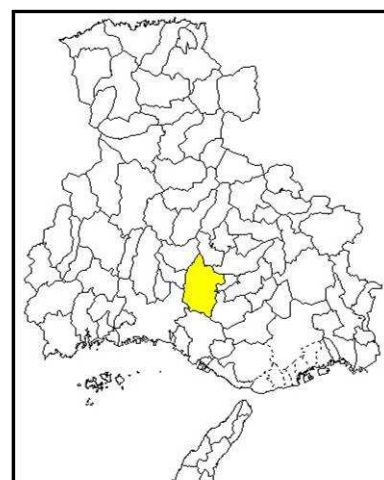


図 6 加西市の位置(兵庫県)

は至らず、従来の枠組みのまま、或いは小規模の統合によって法人化を進める方針へとシフトしてきている。このように H 地区は、今後の米政策の動向を視野に入れて、地域農業の将来像を見定める重要な局面を迎えている地区である。

表 4 農業組合の比較 (2003 年度組合資料より)

	農家戸数	耕地面積	組合の活動形態
第 1 営農組合	24 戸	12.45 ha	一部個人作業
第 2 営農組合	31 戸	14.38 ha	個人・組合併存
第 3 営農組合	24 戸	14.50 ha	堅固な集落営農
第 4 営農組合	30 戸	13.61 ha	一部個人作業

・「一部個人作業」は草刈り等、基幹作業外の一部が地権者負担になっている他は、ほぼ集落営農の状態。「個人・組合併存」は、主として基幹 3 作業のみの受託組織である営農組合と個人経営が併存している。

(2) 分析の枠組み

表 4 から分かるように、第 2 営農組合のみが他の営農組合と比較して、やや個別経営志向が強いことが見受けられる。H 地区が地区全域での営農組合の統合を実現するため、まず各営農組合の組織化水準を平準化し、その段階から全域統合へと展開できるような情報提供が有効であると考えられる。

そこで、本研究では 2 段階のシミュレーション分析を行う。まず、唯一個人経営が多く残る第 2 営農組合のみを対象として、現況の農家の意向を反映させた将来予測と、仮想的に堅固な集落営農を実施した場合の将来予測を比較する。そして、次に全営農組合を対象にして、部分的に統合した効果と、地区全域で 1 つの営農組合に統合した効果を段階的に比較する。

1) 分析 1 「個別経営から集落営農への展開」

第 2 営農組合だけを対象にしてモデルを構築する。まず、組合員農家の現況や意向を把握するため、2004 年 8 月に組合員全農家対象にアンケート調査を行った (表 5 参照)。回収率は 100% (31 戸) であった。その中で、特にシミュレーションに大きく関係する項目の回答数を表 6 にまとめた。表 6 からは、他の営農組合の組合員と比較して、多くの農家が依然として個人で機械を保有し、また、更新の意思を示していることが分かる⁴。また、「自己の経営内で管理できない農地を誰に経営委託したいか？」という問いに対しては、約 60% の農家が組合に委託したいと回答しており、緩やかに組織化が進んでいくことが推察される。しかしながら、約 20% の農家が誰にも農地を貸したくないと回答しており、この意向のばらつきが農地流動化の桎梏になると危惧される。ASMAP では、これらの回答を基にシミュレーション初期の農家の状況や意向を設定した。

また同時に、営農組合長に対するヒアリングを実施し、組織の取り組みやオペレータの人数、作業料金等の全般的な情報を取得した。なお、2004 年末時点で第 2 営農組合は、作業オペレータ 6 人、耕起 (代掻き込み) 料金約 10,000 (円/10a)、田植え料金約 13,000 (円/10a)、刈取料金約 13,000 (円/10a) で、経営受託の場合は管理料として 10,000 (円/10a) を徴収して

⁴ ヒアリングの結果、他の営農組合の組合員は殆ど個人では機械を保有していない。

表5 主なアンケート調査項目と回答形式

項目	備考
家族農業者・後継者の属性，従事の程度	年齢(記入), 性別(2 択), 在宅他出別(2 択), 農外就業の有無(2 択), 平均年間農業従事日数(5 択), 平均年間農業従事日数(記入 and 選択)
営農組合の作業オペレータの意向	当該集落の営農組合への, 現在の労働力の抛出状況及び将来的な意向(あり・なし・条件付きあり)
農家毎の所有耕地の配置, 経営面積	所有耕地の字別配置及び受委託・貸借中の耕地面積(各種面積を記入)
農業機械保有状況	農業機械(トラクタ・田植機・コンバイン)保有状況(2 択), 利用年数(記入), 更新の意向(3 択)
農業経営の意向	経営面積に関する意向(5 択), 個人での作業受託の意向(4 択), 希望する委託相手(4 択)
限界の米価水準	経営の継続に限界を感じる米価水準(6 択)

表6 農業経営に関する個人の意向の主な回答(一部)

質問内容	回答
機械の保有状況(台)	トラクタ:19, 田植機:12, コンバイン:12
更新意思ありの人数	トラクタ:5, 田植機:1, コンバイン:2
作業受託面積の意向別人数	増やす:1, 維持:3, 減らす:2, 受託なし:22
離農後の農地委託先希望別人数	組合:18, 組合以外の個人:6,

(サンプル数は31戸。なお, その他の項目の詳細は割愛)

いる。以降シミュレーション分析においては, これらの数値をパラメータとして用いる。米価やその変化率, 作業時間やおおまかな費用等は, 農業経営統計調査(米生産費)等を用いて, 経営規模に相当する全国平均値を代用した。その他の値を含めて, シミュレーションの主なパラメータ標準値を表7にまとめる。

他方, 比較対象となる集落営農を実施した場合を以下のように想定する。通常の将来予測(Case1)に対して, 「完全な(集落1農場的な)集落営農」を実行した場合(Case2), のシナリオを設定し, シミュレーション結果を比較する。前述のように, 通常の将来予測は, アンケートから把握した現在の機械保有状況や今後の意向を忠実に反映させた。個別経営尊重型とは, 全ての農家が個人で機械を更新せず, 個人では経営が困難になった際に営農組合に管理を委

表7 主要なパラメータの標準設定

パラメータ	設定値
10aあたりの収量(水稻)	530 (kg)
管理作業労働時間(水稻)	15 (h/10a)
各機械作業労働時間(水稻)	3.5 (h/10a)
農家の休耕地保全管理限界年数	5 (年)
初期米価水準(60kg)	13,800 (円)
米価下落率(前年比)	2 (%)
10aあたりの耕起作業料金	10,000 (円)
10aあたりの田植え作業料金	13,000 (円)
10aあたりの刈り取り作業料金	13,000 (円)
10aあたりの変動費用(水稻)	25,000 (円)
農地貸借契約年数 ^注	10 (年)
オペレータの労働時間抛出率(%)	約70 (%)

託し、家族農業者もオペレータとして共同経営に参加するという状態である。また、完全な集落営農とは、初期段階から全農家が機械を保有せず、全農地を組合が管理し、地区内全農業者による完全な共同経営が行われている状態を想定したものである。Case2 では、初期状態から全ての農地が営農組合の借地であり、全ての農業者の労働力が営農組合に結集されている状態にする。

2) 分析2「営農組合の統合による効果予測」

本分析では、表8に示すように、統合の規模による比較を行う。その際、統合後新たな営農組合が高水準の組織力を維持できたと仮定する。各営農組合の組織化の水準を定義するため、表4の活動形態にならい、便宜的に強組織（第3営農組合）、中組織（第1、第4営農組合）、弱組織（第2営農組合）に分類し、ヒアリングや活動記録に基づく組織の構造や組合員農家の意思決定を反映させて、区別して扱う（表9参照）。ただし、本研究において個別農家対象に直接アンケートを実施できたのは、諸事情により第2営農組合のみである。他の営農組合に関しては、組合長・組合幹部へのヒアリング結果と資料の提供に基づく情報のみから、営農組合組織及び個別農家の行動を設定している。したがって、第2営農組合以外の組合員農家の意思決定には、表9で示すように、概ね特徴が反映できるような行動を仮定している。結果の評価指標として、各ケースにおける営農組合の労働報酬（総所得／総労働時間）及び転作割当地利用率を用いて、その推移を比較検討する。なお、全営農組合統合のシミュレーションのみ転作作物を実験的に3品目（価格・費用・労働時間等の数値は、麦と大豆の平均を取る仮想作物）に増やし、余剰労働力の有効活用による複合経営の可能性を探る。

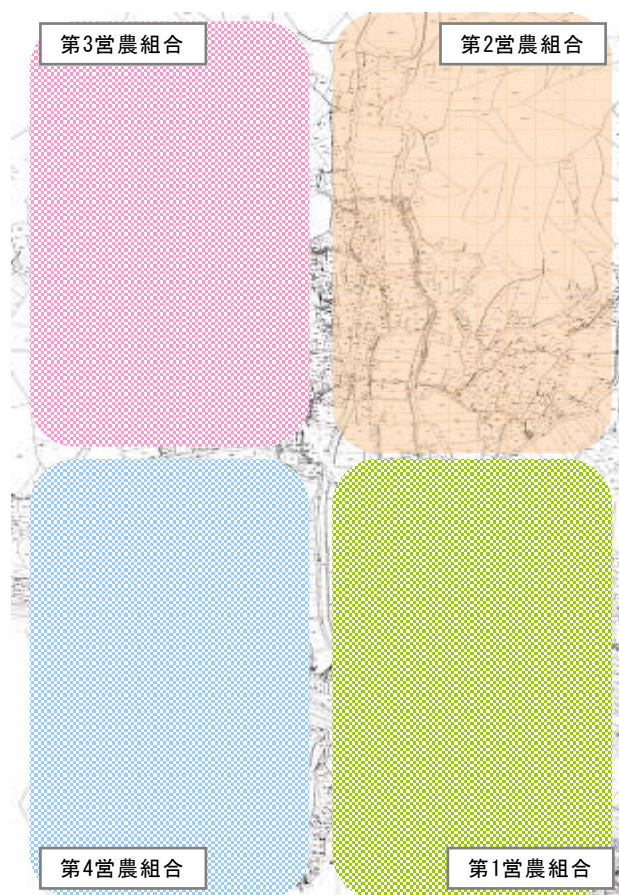


図7 地区内の営農組合の位置関係

表8 シミュレーション分析の枠組み

ケース	指標	平均労働報酬 (農業所得／総労働時間)	転作割当地利用率 (実施延べ面積／割当面積)
4 営農組合独立経営		<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> ・部分統合の組み合わせは、組織力、地理的近接性を考慮し、「第1+第2（営農組合A）」と「第3+第4（営農組合B）」とする（図7参照）。 </div>	
営農組合の部分統合			
全営農組合の統合			

5. 分析結果

(1) 分析1「個別経営から集落営農への展開」

以上のような設定において、シミュレーションを実施した結果（農地保全予測図）を図8に示す。Case1では、ほぼ全域に放棄地が発現しているほか、既に経営者が管理しきれない状態にある保安全管理地も多数見取れる。放棄地面積の推移（図9）を見ると、20年後の放棄地面積は概ね6.5haと予測された⁵。この数値は放棄地面積が0である2003年度的全耕地面積と比較して約45%に相当する。現実的には、放棄田が農地集積を阻害したり、水利系の管理機能が低下したりするなど、個別農家の離農に伴う「負の連鎖」も懸念され、潜在的な耕作放棄も多分に発生しうると推察される。以上の結果から、組合の活動を組織化することは、農地保全の観点から妥当な方向であると言える。

しかしながら、Case2における放棄地面積が15年後過ぎに急上昇し、試行によってはCase1とほぼ同水準にも上ることは注視すべきである。つまり、集落営農により当面は効率的な農業経営を維持できるが、中長期的なスパンで考えると、現在の組合規模や農地面積では、結果的には労働力の不足による放棄地が発生することが予測された。現実的には、堅固に組織化

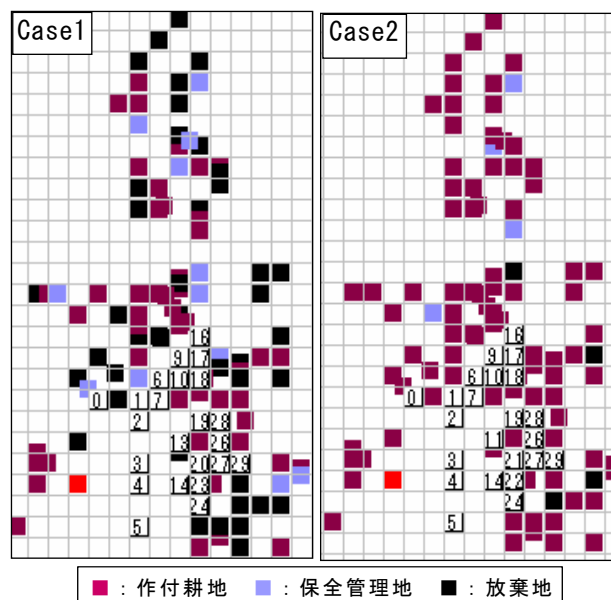


図8 20年後の農地保全状況の予測図

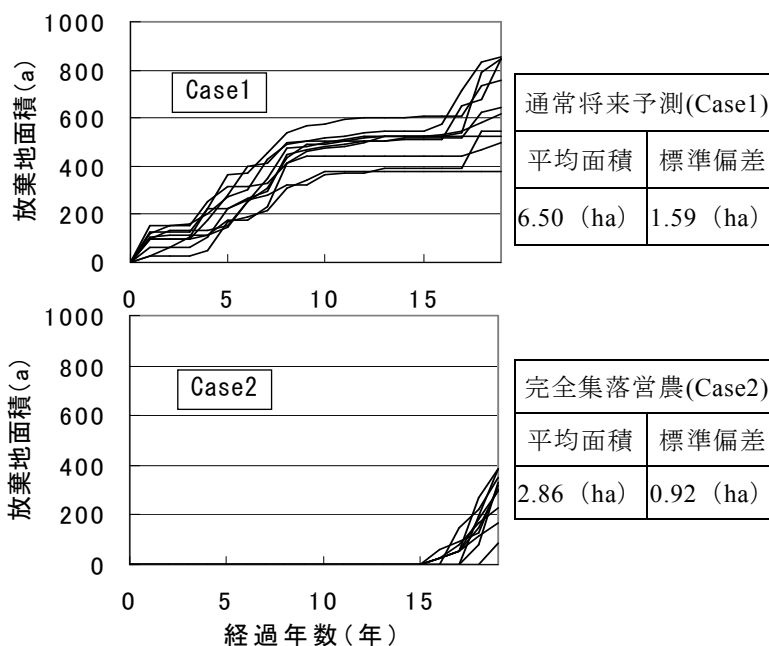


図9 シミュレーションによる放棄地面積推移
※ 図中の各折れ線は1回の試行結果を示す(10回試行)

⁵ 図9では、シミュレーション開始直後を含めて急激に放棄地が増加する部分が数カ所確認できる。これは、農家の休耕判断に「限界を感じる水準まで米価が下落したら休耕する」を導入し、その米価に達した時に一度に休耕をするという行動が為されているためであると推察する。現実的にはアンケートで回答した額より幾分か低いであろうし、1度に全ての農地を休耕にするとは限らない。休耕に至る要因（基準）は複雑であり、この点を解明し、モデル化することが重要な課題であると考えられる。

された集落営農が根付いていない地区では、合意形成の有償無償の費用を考えた場合、飛躍的に組織化水準を高めることは容易ではない。それらを踏まえると、この結果は、最終的にH地区全体で効率的かつ持続的な集落営農を形成することの必要性を示唆していると言える。

(2) 分析2「営農組合の統合による効果予測」

1) 現状の意向を反映させたシミュレーション

まずは先ほどの状況設定と重なるが、比較の基準として各営農組合が独立経営を続けると仮定した場合のシミュレーション結果を示す(図10参照)。「将来的に合意形成が為し得なかった」場合を想定するうえで、参考となるケースと位置付けることが出来る。

転作割当地利用率の推移を見ると、弱組織である第2営農組合が他の営農組合の水準に比べて低く、100%を維持するのも困難な状態と予測されている。「集落営農に関与しない」や「誰にも経営委託をしない」という個別農家の意向を直接反映させていることから、かなり強調された結果ではあるが、営農組合のみが転作を担当するというASMAPの構造から、この段階では営農組合が水稻作の担い手として機能していないことになる。つまり、組織の維持自体が困難になっていることも想起される。

その傾向と連動する形で、営農組合の総所得を総労働時間で除した平均の労働報酬に関しても、組織化が進展していない営農組合ほど、低く推移していることが看取される。米価の下落に伴う収益性の低下に加えて、各営農組合が単独の経営では経営規模が小さいことから、機械整備等による固定費の負担が大きく、何れの営農組合においても長期的には大幅な収益性の悪化は免れないと予測された。現在各営農組合は、曜日・作業内容で若干の差はあるが、労賃を概ね時給1,000円程度に設定している。したがって、ASMAPでは捨象している労賃以外の諸経費を考慮すれば、この場合、経営がかなり圧迫されていることが予測される。

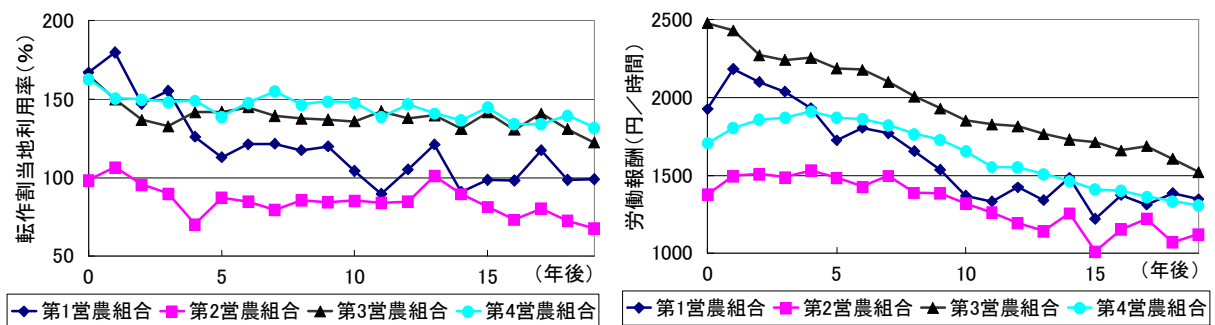


図10 独立経営の継続を仮定したシミュレーション結果
(左：転作割当値利用率，右：労働報酬)

2) 部分的な統合シミュレーション

同様の結果指標を用いて、営農組合を部分的に統合した場合を想定したシミュレーション結果を図11に示す。この結果から、組合の統合によって経営の合理化を図っているにも関わらず、転作割当値利用率が、個々に独立経営を継続させた場合と同水準であることが分かる。他方、労働報酬に関しては20年後においても2000(円/時間)程度の水準を保っており、若干の効率化が達成された。

しかしながら、統合によって農業機械の減価償却費が少なくなるよう（機械は常に各種1つずつしか保有しない。つまり固定費はほぼ半減）に設定していることを踏まえると、それほど大きな変化は見られなかったと言える。

3) 全統合シミュレーション

最後に、全営農組合が統合した場合のシミュレーション結果を図12に示す。このケースにおいても、労働報酬の逡減は見られるが、10年後で約2,500（円/時）、20年後においても約2,000（円/時）を超えている。これらは、前述の部分統合のケースと比較して、高水準を維持していると言える。

また、転作割当地利用率が常時300%（このケースの上限）に近い水準で維持されていることは、他のケースには見られない傾向である。この点においても、統合後の組織化水準に関わらず逡減していた部分統合のケースに対して、大きく経営が効率化したと言える。

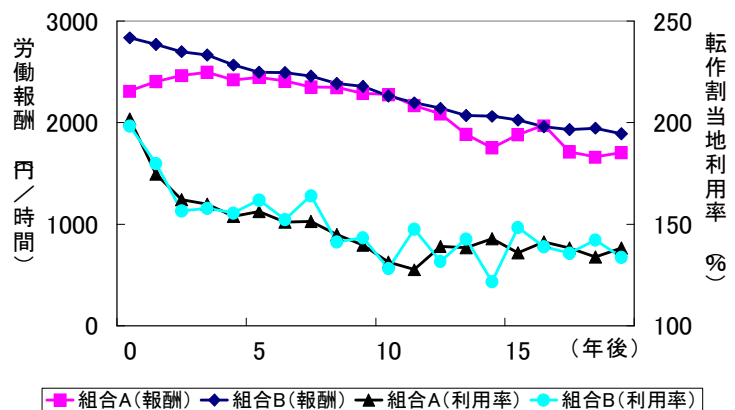


図11 部分統合シミュレーションの結果
(左側：労働報酬，右側：転作割当地利用率)

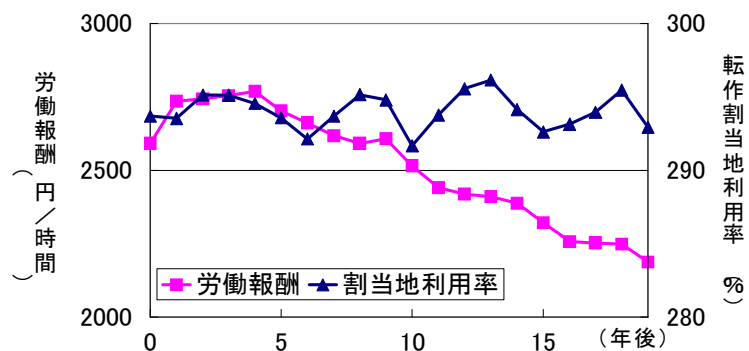


図12 全営農組合統合のシミュレーション結果

6. おわりに

(1) 分析結果の摘要

まず、現在のまま営農組合が統合せずに独立のまま経営を行っていった場合、個別農家のリタイア等を契機として緩やかな組織化を進めていっても、米価の下落に伴う収益性の悪化には完全には対応しきれないことが予測された。

また、営農組合の統合を計画する場合においても、小規模の集落営農を形成する場合と中（大）規模の集落営農を形成する場合では、効果が大きく異なることが明らかになった。取り組みや方針の異なる組織が統合する場合、大規模になるほど合意形成費用が大きくなるが、そのような問題に対して、本研究のシミュレーション結果は関係農家の意識啓発情報として組織化を促進する役割が大いに期待される。

今後は徐々に農家が減少していくなかで、組合費等による営農組合の固定収入の減収も予想される。他方、経営規模が拡大するに従って、大型機械の導入や機械台数の増加により、

固定費が上昇することが考えられる⁶。そのため、品目横断的経営安定対策等の助成制度を視野に入れた規模拡大は必須であると考えられる。助成対象となる集落営農組織に課する面積要件は20ha（条件不利等の特例措置あり）であるが、継続的な生産実績が加味される制度の仕組み⁷に対応するならば、本研究の対象地域であるH地区では、全営農組合の統合を進めることが重要であると言える。

以上のように、ASMAPによるシミュレーションは、地域農業の組織化に向けた指針を示すことに関して、高いポテンシャルを有すると考える。

（２）現場対応型のツールとしての普及に向けて

ASMAPがさらに優位性を発揮するには、以下の課題に対処する必要がある。

まず、得られた知見を営農計画策定の現場に還元し、その効果と課題を実証しなければならない。これまでの研究では、普及における新たなツールとしてモデルの可能性を指摘したが、次なる段階として、合意形成手法として確立するための条件や修正点を明らかにしなければならない。現場の細かなニーズに対応し、分析項目（結果指標）の多様化や、モデルのインターフェースを適宜改善していくことが不可欠である。

また、今後の政策対応を検討する場面での適用を視野に入れて、モデルの基本的な構造を逐次具体化していかなければならない。現段階では、転作作物品目や品種、割当地の決定、農地利用の秩序（2期作、2毛作を含む）、等の部分で仮定事項が多く、やや現実とは乖離している。この点に関して、現地調査や文献調査を基に、経営主体の行動や農作業メカニズムを精緻に反映させていくことが急務である。

そして、組織化の推進主体である行政・普及、農業協同組合の活動にとって有意義なツールとなるよう、今後も継続して調査研究を進めていきたい。

なお、本稿は以下の2本の研究論文を土台に加筆・修正をして、一連の成果としてまとめたものである。

- ① 山下良平，星野 敏，伊庭治彦「マルチエージェントシステムによる集落営農シミュレーションモデルの開発」『農林業問題研究』，41（1），2005，pp60-65.
- ② 山下良平，星野 敏「営農組合の経営統合に関する効果比較シミュレーション」『農林業問題研究』，42（1），2006，投稿中.

また、調査・分析には、全国農業協同組合中央会 協同組合奨励研究費を一部利用したことを付記する。

【謝辞】

⁶ このシミュレーションでは、機械の性能差や価格差は無いものと仮定しており、経営規模の拡大に対しても、1経営主体当たり（営農組合含む）の固定費の増加は反映できていない。

⁷ 詳細は、農林水産省『経営所得安定対策等大綱』，2005，
（http://www.maff.go.jp/syotoku_antei/antei_taisaku.pdf：2005/12/26 確認）を参照のこと。

本研究を遂行するにあたり、対象地域となった兵庫県加西市 H 地区の区長 N 氏をはじめ、各営農組合関係者には、長時間に渡るヒアリングや詳細な資料の提供を受けただけではなく、現場の視察の際に丁寧な説明をして頂いた。また、調査研究の過程では、兵庫県・加西市役所、及び JA 兵庫みらい関係各位には多大なご協力を頂いた。ここに記して心より感謝の意を申し上げる。

【参考文献】

- [1] 能美 誠「小地域・組織における計量的地域農業計画手法の課題」『農村計画学会誌』Vol6, No.4(3) , pp18-29, 1998 年
- [2] 能美 誠「地域農業計画の意義と手法の課題」『農村計画学会誌』Vol7, No.2(9) , pp7-18, 1998 年
- [3] 遠藤和子「棚田を対象とする農地利用予測シミュレーション」『農村計画学会誌』23(1), pp29-40, 2004 年