

西日本農研農業経営研究

第33号

中山間地域農業の将来ビジョンの策定 ー中国地方を対象にー

- 第1章 本研究の目的と方法…………… 渡部博明
- 第2章 中山間地域農業の将来ビジョンの素描…………… 渡部博明
- 第3章 稲・麦・大豆・野菜作複合経営モデル…………… 坂本英美・大室健治
- 第4章 稲・飼料・野菜作複合経営モデル
…………… 渡部博明・坂本英美・千田雅之
- 第5章 耕畜林複合経営モデルー稲作＋和牛繁殖＋林産ー…………… 千田雅之
- 第6章 肉用牛繁殖経営モデル（家族経営）…………… 千田雅之
- 第7章 平地水田飼料作経営モデル（雇用型法人経営）…………… 千田雅之
- 第8章 施設野菜作経営モデルー施設トマトを核とする新規就農モデルー
…………… 堀江達哉・笠原賢明・中本英里
- 第9章 カンキツ作経営モデル…………… 棚田光雄・渡部博明
- 第10章 中山間地域農業の将来ビジョンのセミマクロ評価
…………… 渡部博明・千田雅之・坂本英美

2020年3月

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

西日本農業研究センター
社会科学系研究分野

序

米の生産調整と直接支払交付金の廃止、二毛作助成や耕畜連携助成の産地交付金化、米価変動等、我が国農業の根幹を成す水田作の経営環境は今日大きく変動し、先行き不透明感を増している。一方、大規模層の増加とそれへの農地集積という農業生産構造の再編は進んでいるが、農地縮小に歯止めをかけるには至っていないし、食料自給率は低迷したままである。

今後、農地と農業生産の維持・拡大を図るには、そのあり方を抜本的に見直し、あるべき将来ビジョンを描き出す作業が重要である。とりわけ狭隘な区画規模、広範な畦畔法面等の条件不利性を抱える中山間地域農業にとっては喫緊の課題である。水田作の経営環境が不透明感を増す中で、そうした作業を行うには、中山間地域農業のあるべき姿を将来ビジョンとしてまずは描き出した上で、その実現に向けた方策を考察していくという接近方法が有効である。バックキャスティング・アプローチとよばれるこうした手法の詳細は第1章に譲るが、トレンドや現状に基づくフォアキャスティング型では想定できない将来を想定でき、予想困難な環境変化の中で抜本的な見直しが求められる課題への対処に有効とされる。

こうした課題認識の下、農研機構 西日本農業研究センターでは、「平成30年度 所特定研究課題 シーズ研究強化費」（課題名：中山間地域農業戦略の策定－将来ビジョンと核となる営農モデルの策定－）が推進された。調査研究は、経営・技術両分野の研究員15名で編成されたワーキンググループが推進母体となり進められ、現地調査、所内研究会、経営研究者を中心とする検討会議が2018～2019年度にかけて適宜開催・実施された。うち、計5回開催された所内研究会では毎回、所幹部の出席を仰ぐとともに、自治体の首長と地域振興計画の担当者を招いての研究会となった第1回目は、その後の調査研究の方向性を与えるものとなった。以上のような形で推進された調査研究の結果をまとめたものが本書である。

第1章と第2章では、バックキャスティング・アプローチに基づき中山間地域農業の将来ビジョンが素描される。第3～9章では、将来ビジョンの中核となる7つの営農モデルが策定されるとともに、その成立条件が技術開発面、地域対応・政策面から検討・提示される。最終章となる第10章では、中核的農モデルが中国地方の農地面積の大宗を占めるに至った場合の地域農業のセミマクロ的評価が行われる。

我が国の中山間地域農業のあり方を、バックキャスティング・アプローチに基づき検討した研究蓄積が十分とは言えない中での本研究の取り組みは、意欲的かつ挑戦的なものであったと考えている。本書に対し忌憚のないご批判・ご指導を頂くことで、我が国全体の中山間地域農業の将来ビジョンを描く上での活発な議論の足掛かりになれば本望である。

2020年3月

農研機構 西日本農業研究センター 営農生産体系研究領域長 亀井 雅浩

目 次

第1章 本研究の目的と方法	1
1. 背景と目的	1
2. 課題構成と検討体制	3
第2章 中山間地域農業の将来ビジョンの素描	8
1. はじめに	8
2. 中山間地域農業の動向とコンセプト	8
3. 中山間地域農業の将来ビジョンの素描	12
4. むすび	14
第3章 稲・麦・大豆・野菜作複合経営モデル	16
1. 基本的考え方	16
2. モデルの構築	17
3. モデルの計測結果	22
4. 要約と考察	27
第4章 稲・飼料・野菜作複合経営モデル	31
1. 基本的考え方	31
2. モデルの構築	31
3. モデルの計測結果	36
4. 要約と考察	40
第5章 耕畜林複合経営モデルー稲作＋和牛繁殖＋林産ー	46
1. 基本的考え方ー耕畜林複合経営モデル策定の背景ー	46
2. モデルの構築	47
3. モデルの計測結果	53
4. 要約と考察ー耕畜林複合経営モデル成立に必要な地域対応及び研究開発ー	55
第6章 肉用牛繁殖経営モデル（家族経営）	60
1. 基本的考え方ー周年親子放牧による繁殖経営モデル策定の背景ー	60
2. モデルの構築	62
3. モデルの計測結果	66
4. 要約と考察ー高収益繁殖経営モデル実現に必要な研究開発課題と経営対応ー	67
第7章 平地水田飼料作経営モデル（雇用型法人経営）	72
1. 基本的考え方ー飼料作を基幹とする水田作モデル策定の背景ー	72

2. モデルの構築	74
3. モデルの計測結果	78
4. 要約と考察	80
第8章 施設野菜作経営モデルー施設トマトを核とする新規就農モデルー	84
1. 基本的考え方	84
2. モデルの構築	84
3. モデルの計測結果	89
4. 要約と考察	92
第9章 カンキツ作経営モデル	96
1. 基本的考え方	96
2. モデルの構築	97
3. モデルの計測結果	101
4. 要約と考察	105
補. カンキツ作経営における6次産業化事例	109
第10章 中山間地域農業の将来ビジョンのセミマクロ評価	113
1. はじめに	113
2. 分析方法	113
3. 分析結果	115
4. むすび	118
近畿中国四国農研農業経営研究	
西日本農研農業経営研究 一覧	121

第1章 本研究の目的と方法

渡部博明*

1. 背景と目的
2. 課題構成と検討体制
 - 1) 課題構成
 - 2) バックキャスティング・アプローチとは
 - 3) 研究の推進体制

1. 背景と目的

近年、我が国土地利用型農業の根幹を成す水田作の経営環境は、政策・米価両面で大きく変動し先行き不透明感を増している。経営政策面では、生産調整の廃止（2018年産～）、経営所得安定対策における二毛作および耕畜連携助成の産地交付金化（2017年産～）、米の直接支払交付金の廃止（2018年産～）等がある。構造政策面では、農地中間管理機構の創設（2014年）等によりその強化が図られた。米価面では2014～2018年産までの5年間で12,000～15,700円/60kgまで変動する一方¹⁾、中長期的には平均的米価の下落を予想する分析結果もある（福田^[6]、前田^[8]）。

一方、我が国の農業生産構造は、農業生産基盤の脆弱化と構造再編が並進する形で変動している。前者は農業経営体数の減少、農業労働力の減少と高齢化、農地面積の減少や耕作放棄地率の増加であり、後者は経営面積上位層の農業経営体の数やそれらが担う農地面積割合の増加である²⁾。今後こうしたトレンドから脱却することは容易ではない。何故なら、前述のように水田作の経営環境が不透明感を増す中で、農業生産が野菜作や果樹作等の労働集約型部門に傾斜した場合、農地維持が難しくなるからである（第2章第2節参照）。農地と農業生産を維持ないしは拡大しつつ、構造再編を進めるには農業生産構造の大変動が要請されるのである（図1）。

ところで、我が国は農業生産の主要基盤である農地が縮小しているのと同時に、食料自給率が

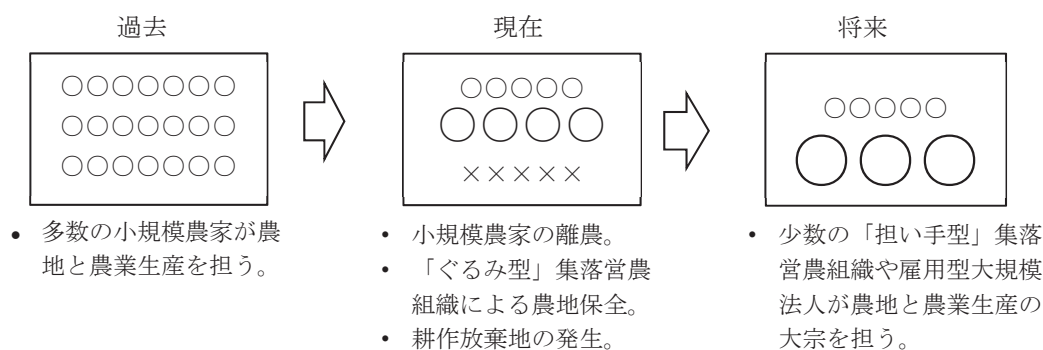


図1 中山間地域の農業生産構造の変化の模式図

資料：千田^[4]を基に筆者作成。

注：「ぐるみ型」とは少数の青壮年専従者が主に農作業を行う集落営農組織の形態、対義語的に用いられる「担い手型」とは多数の兼業従事者や農家高齢者が分担して農作業を行う集落営農組織の形態のこと。

*西日本農業研究センター

先進国中最低レベルにあることは周知の通りである。その要因のひとつに、水田農業に固執してきた点が指摘できる。高度成長期以降、国民の食生活は米から麦類や畜産物に大きくシフトしてきたが、農地利用・農業生産は水田での水稻作中心の営農からあまり変化していない。もちろんこの間、転作による麦、大豆、飼料作物の生産が推進されてきたのも事実だが、水田機能を維持したままでの生産であったため、収量や作業能率は低位に止まり自給率向上へ貢献することはなかった。

以上の状況を踏まえた場合、我が国の農業は、土地利用型・労働集約型を問わず、そのあり方を抜本的に見直す時期を迎えているといえる。特に狭隘な区画規模、広範な畦畔法面等の圃場条件の不利性を抱える中、農業労働力の高齢化率と耕作放棄地率が高く、大規模層の展開が弱い中山間地域農業にとっては喫緊の課題である（表1）。

水田作の経営環境が先行き不透明感を増す中、農業生産構造の大変動が要請されるという冒頭に述べた状況において、中山間地域農業のあり方を抜本的に見直すには、バックキャスティング・アプローチと呼ばれる接近方法が有効である。すなわち、「予測つかない構造変化が頻発する社会・経済では」トレンドや現状に基づくフォアキャスティングよりも「大きくかつ重要な目標をあらかじめ設定して、設定した目標実現のために資源・技術を総合的に活用するバックキャストの考え方が重視される」（門間^[10] p. 29）のであり、また、こうしたバックキャスティング型の手法は「フォアキャスティング型では想定できない将来を想定でき、劇的な変化が求められる問題に対して有効」とされる（和田ら^[11] p. 397）。

そこで本研究では、農業経営体数、農地面積ともに7割以上を中山間地域が占める中国地方を分析対象として、①中山間地域農業の将来あるべき姿（以下、将来ビジョン）をあらかじめ素描

表1 中山間地域農業の状況（都府県）（%）

	基幹的農業 従事者の高 齢化率 ¹⁾	農業経営体数割合		5ha 以上経営 面積割合 ³⁾	耕作放棄 地率 ⁴⁾
		5ha 以上 ²⁾	500 万円以上 ²⁾		
都市	66.2	3.6	13.5	30.2	15.5
平地	61.6	8.2	19.8	44.9	8.0
中間	69.4	4.8	11.5	34.4	18.5
山間	73.4	3.4	8.0	29.9	20.5

資料：農林水産省『農林業センサス』（2015年）（農業地域類型別報告書）

注：1）基幹的農業従事者（65歳以上）数/基幹的農業従事者数合計×100。基幹的農業従事者とは「農業就業人口（自営農業に主として従事した世帯員）のうち、ふだん仕事として主に自営農業に従事している者」のことであり、販売農家の世帯員について把握される。

2）農業経営体（経営面積5ha以上または農産物販売金額500万円以上）数/農業経営体数合計×100。

3）農業経営体（経営面積5ha以上）が担当する経営面積/経営面積合計×100。経営面積合計は農業経営体と自給的農家の合計を用いた。

4）耕作放棄地面積/（経営面積合計+耕作放棄地面積）×100。耕作放棄地面積は、販売農家、自給的農家、土地持ち非農家の合計、経営面積合計は農業経営体と自給的農家の合計を用いた。

し、②核となる営農モデル（以下、中核的営農モデル）をその成立条件とともに策定・提示する、そして、③策定された中核的営農モデルが農地面積の大宗を占める農業構造すなわち将来ビジョンが実現した場合の状況に関して、土地利用状況と飼料需給バランスを評価軸とした評価をセミマクロ的視点から行う、ことを目的とする。バックキャスティング・アプローチに基づくこの作業は、中山間地域農業の将来ビジョンとその実現に求められる研究開発方向等の検討に際し有益な示唆を与えるものと考えられる。

本研究は、西日本農業研究センターの「平成 30 年度 所特定研究課題 シーズ研究強化費」（課題名：中山間地域農業戦略の策定－将来ビジョンと核となる営農モデルの策定－）の助成を受けて進められ、本書はその報告書である。本章（第 1 章）の以下では、本書の課題構成と主な分析視点となるバックキャスティング・アプローチの考え方を概観するとともに、研究の推進体制について述べる。

2. 課題構成と検討体制

1) 課題構成

本書の課題構成を図 2 に示した。本章に続く第 2 章では、バックキャスティング・アプローチに基づき中山間地域農業の将来ビジョンを素描する。

第 3～9 章では、中山間地域農業の将来ビジョンの構成要素となる中核的営農モデルを実証的に策定する。そこでは、素材とする現場経営体に数理計画法を適用することで、部門・技術構成が異なる 7 つの中核的営農モデルを策定する。併せて中核的営農モデルの成立条件を研究開発、政策的・地域的対応の面から提示する。数理計画法は、一定の経済的・技術的条件の下、活動の結果を最適化（例：農業所得の最大化等）するための資源配分のあり方（例：農地や労働力の部門別投入量）を事前に評価できる規範的分析手法である。様々な条件下であるべき経営像を示すことを分析目的する場合等に適しており、農業経営学分野での適用事例も多い³⁾。

第 10 章では、中国地方を対象に各中核的営農モデルが適用可能な農地面積を推計し、中核的営

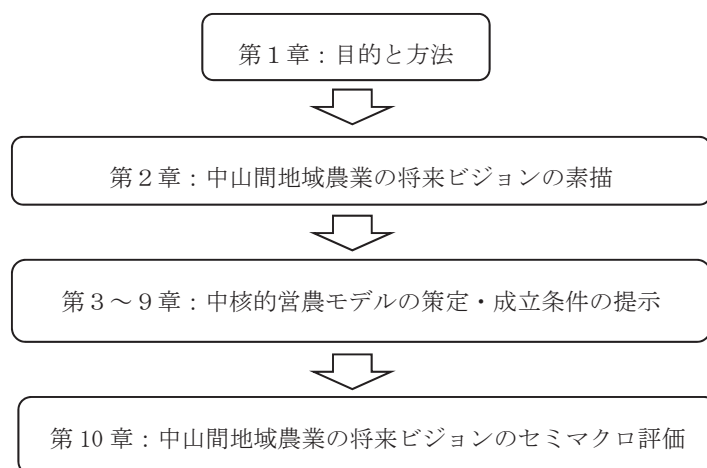


図 2 本書の課題構成

農モデルが農地面積の大宗を占める農業構造すなわち将来ビジョンが実現した場合の状況をセミマクロ的視点から評価する。評価軸は、土地利用や飼料需給率等、我が国農業の将来を展望する上で重要となる指標を多角的に設定する。

以上、本書の課題構成をその接近方法とともに述べた。このうち、主要な接近方法となるバックキャスティング・アプローチについては、農業経営学や農業経済学の分野での適用例が少ないことから、簡単にその特質を述べておく。

2) バックキャスティング・アプローチとは

小学館『デジタル大辞泉』によると、バックキャスティングとは「未来のある時点で目標を設定しておき、そこから振り返って現在すべきことを考える方法」とある。また、対義語となるフォアキャスティングについては「過去のデータや実績などにに基づき、現状で実現可能と考えられることを積み上げて、未来の目標に近づけようとする方法」とある。両者の考え方を模式図化すると図3のようになる。

バックキャスティングの考え方は、1990年代後半に、スウェーデンの環境分野における取り組みの中で使い始められたとされることが多いが（NTTコムウェア^[2]、森^[9]）、古川^[7]によれば「バックキャスティング手法は、1970年代に」「電力の需給計画として提唱され」「エネルギー政策の分野を中心に適用された」という（p. 25）。したがって考え方自体は、遅くとも半世紀前には登場したことになるが、近年着目されている。それは、第1節で述べたように、トレンドや現状に基づいて実施されるフォアキャスティングとは異なり、それらにとらわれることなく劇的な変化が求められる問題に対して有効という特質をバックキャスティング・アプローチがもっているためである。

この点が具体的にイメージできるように農地面積を素材にした具体例を用意した（図4）。

高度成長期以降、我が国の農地面積は継続的に減少していることは言うまでもないが、同図において「なりゆき」にしても「通常対策」にしても農地面積は引き続き減少することになる。「なりゆき」とは過去から現在までのトレンドをそのまま延長した場合を、「通常対策」とは、例えば農地中間管理機構による取り組みの効果を一定程度見込んだ場合を想定して頂きたい。ともに過去から現在までのトレンドに基づくフォアキャスティングであり、程度差はあれ農地面積は減少

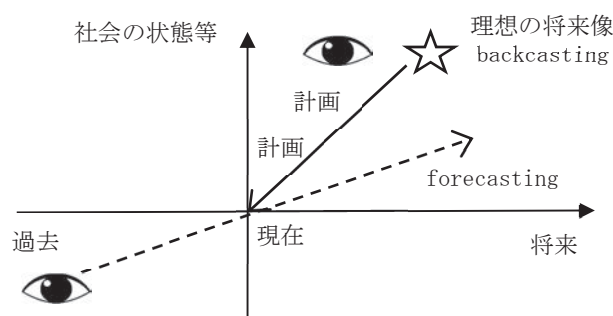


図3 フォアキャスティングとバックキャスティングの考え方（模式図）
資料：森^[9]を基に筆者作成。

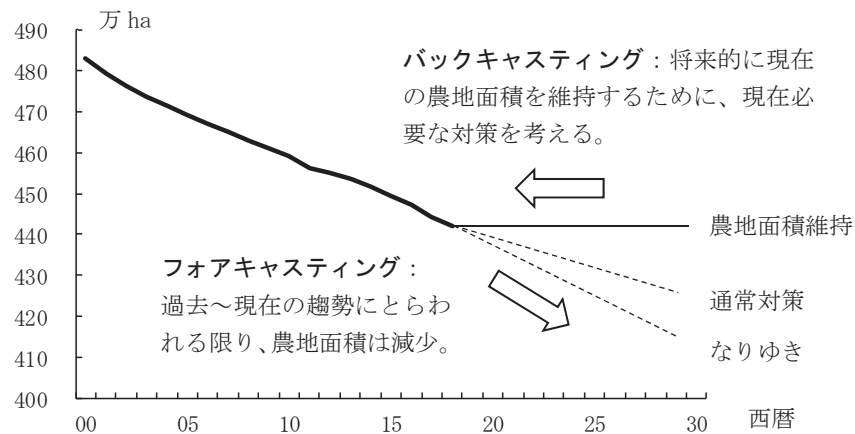


図4 農地面積の推移（全国）とフォアキャスト、バックキャスト

資料：農林水産省『耕地及び作付面積統計』。

注：2000～2018年までの実績値は、田畑計（本地＋畦畔）の値。

することになる。

これに対し、あるべき将来像を設定し、その実現に必要な対策や計画を策定するという手順を踏むバックキャストではそうとはならない。例えば、我が国の低い食料自給率を踏まえた場合、農地面積はこれ以上減らすべきではない、したがって少なくとも現状は維持するという将来像を設定し、その実現のために必要な対策や計画を策定していくのである。以上の例では、フォアキャストにおいて農地面積は減少するが、バックキャストでは維持されることになる。

バックキャスト・アプローチは以上に述べたような特質・利点をもつ一方、問題点もある。それは一言で言うなら「言うは易く行うは難し」ということであり、大きくは2点ある。

第一は、和田ら^[11]が「バックキャスト型シナリオ作成手法においてはフォアキャスト型のような作成支援手法がない」（p. 398）と指摘するように、汎用的かつ具体的方法論が確立していないことである。フォアキャスト型では例えば、コーホート分析やマルコフ解析、あるいはシステム・ダイナミクスといった統計理論やネットワーク理論に基づく汎用的かつ具体的な予測手法が確立されているが、バックキャスト型ではそうした手法が確立されているとは言えないのが現状である。

第二は、第一の点とも関連するが、まずは行うべき目標の設定作業が難儀することである。バックキャスト・アプローチではまず、目指すべき目標（本研究では中山間地域農業の将来ビジョン）を設定する必要がある。この作業については、第一の点でも述べたように汎用的かつ具体的な予測手法が確立されていないため、個々の問題に応じ関係者間での議論によって進められるのが現状である。この場合、①将来ビジョンに求められる要素は複数考えられるが、すべてを同時に成立させることが難しい場合も多い⁴⁾、そのため、②「議論するメンバー個々にとって将来重視すべき視点が異なり、多種多様なニーズが噴出し」「議論が収束しない」（小笠原^[3]p. 24）

という事態が生じ易い、こと等から目標の設定作業に相応の時間や費用を要しがちである。

バックキャスティング・アプローチには以上のような問題点はあるものの、本章第1節で述べたように、中山間地域農業のあり方を抜本的に見直す必要性が増している今日、その将来ビジョンを策定する作業において有効な接近方法であることに変わりない。

3) 研究の推進体制

本研究は、西日本農業研究センターの「平成30年度 所特定研究課題 シーズ研究強化費」の助成を受けて進められたことは第1節の最後に述べた。本章の最後に研究の推進体制について触れておく。

まず、経営・技術両分野の研究員合計15名より成るワーキンググループが編成され、これが調査研究の推進母体となった。その活動は、①現地調査（計8ヵ所）⁵⁾、②所内研究会の開催（計5回：うち初回は自治体の首長等を報告者として招聘）⁶⁾、③経営研究者を中心とする検討会の開催（計9回）、である。2018～19年にかけて進められた、これらの活動の具体的内容を述べることはしないが、現場生産者、地域振興の担当者・実務者、分野を横断する研究員、という幅広い属性の関係者間での議論を通じて調査研究が進められたという事実のみを指摘しておきたい。

第2節2)で述べたように、本研究の主な接近方法であるバックキャスティング・アプローチは、その有効性と同時に問題点も抱えており、本研究で描き出された中山間地域農業の将来ビジョン（中核的営農モデルを含む）は荒削りの感は否めない。しかし、こうした視点からの研究蓄積は、その重要性にもかかわらず十分とは言えない状況下では、意欲的かつ挑戦的な取り組みであったと考えている。むしろ本研究の結果が、中山間地域農業の将来ビジョンの策定という今後ますますその重要性が高まるであろう作業において、活発な議論の足掛かりとなることを期待している。

[注]

- 1) 相対取引価格（全銘柄平均）。農林水産省調べ。
- 2) 安藤^[1]は、「農業脆弱化の深化」と「構造再編の進展」の並進は「今に始まったことではなく「既に1995年センサス分析で宇佐美」が「析出し」ていることを指摘した（p.1）。
- 3) 農業経営学分野で数理計画法を適用する場合の解説書としては、農業研究センター^[5]が参考になると思われる。
- 4) 例えば、経済成長と環境負荷低減の両立は一般的には難しい。
- 5) 中核的営農モデルの策定作業において（第3～9章）、素材とする現場経営体を秘匿している関係上、ここで調査経営体を具体的に示せないが、鳥取、広島、山口の中国地方各県その他、愛知県や滋賀県にも足を延ばして現地調査を実施した。

6) 所内研究会は下表の通り開催され、いずれの回も所の幹部の出席を仰いでいる。

表 「中山間地域農業の将来ビジョン策定に向けた研究会」開催の記録		
回	開催日	報告者
第1回	07/12(木)	森谷英憲(元岡山県農業大学学校校長)・小倉博俊(岡山県新庄村村長) 千田雅之(農業経営 G)・渡部博明(同)
第2回	08/06(月)	千田雅之(農業経営 G)・渡部博明(同)
第3回	09/03(月)	千田雅之(農業経営 G)・坂本英美(同)・渡部博明(同)・笠原賢明(土壌管理 G)
第4回	10/16(火)	千田雅之(農業経営 G)・渡部博明(同)
第5回	11/13(火)	千田雅之(農業経営 G)・渡部博明(同)・堀江達哉(同)・笠原賢明(土壌管理 G) 棚田光雄(産学連携室)

注：開催年は2018年、場所は西日本農業研究センター（福山）である。

[引用文献]（五十音順）

- [1] 安藤光義「第1章 2010年センサスの概要とポイント」安藤光義編著『日本農業の構造変動 2010年農業センサス分析』農林統計協会、2013年、1－30。
- [2] NTT コムウェア「第27回 バックキャスティング」『明日につながる基礎知識』（<https://www.nttcom.co.jp/comzine/nol34/asuni/index.html>）
- [3] 小笠原敦「バックキャスティングに適した科学技術予測の方法論－課題解決型志向を重視した研究開発の推進－」『科学技術動向』第135号、22－25。
- [4] 千田雅之「中山間水田作経営の将来像とその実現に必要な研究課題」『平成29年度近畿中国四国農業試験研究推進会議本会議報告資料』、2017年。
- [5] 農業研究センター『線形計画法による農業経営の設計と分析マニュアル』農業研究センター、1998年。
- [6] 福田晋「米政策の見直しと米の需給・価格の動向」『農業と経済』第80巻第11号、2014年、5－15。
- [7] 古川柳蔵「バックキャスティングから見た2030年の日本人のライフスタイル－環境制約が引き起こすパラダイムシフト－」『AD STUDIES』Vol.39、2012年、24－28。
- [8] 前田幸嗣「米の価格・所得政策のモデル分析」『農業経済研究』第88巻第1号、2016年、40－50。
- [9] 森祐介(2017)「#219 バックキャスティング」
(<http://yusuke-mori.com/archives/72607028.html>)
- [10] 門間敏幸「第3章 農業経営分析におけるオーダーメイドモデルと規範モデルについて」『九州沖縄農研農業経営研究』第15号、2017年、29－39。
- [11] 和田春菜・木下裕介・水野有智・福重真一・梅田清「持続可能社会に向けたバックキャスティング型シナリオ作成手法の提案」『日本機械学会論文集』第79巻第799号、2012年、845－857。

第2章 中山間地域農業の将来ビジョンの素描

渡部博明*

1. はじめに
2. 中山間地域農業の動向とコンセプト
 - 1) 中山間地域農業の動向
 - 2) 中山間地域農業のコンセプト
3. 中山間地域農業の将来ビジョンの素描
4. むすび

1. はじめに

本章では、中山間地域農業の将来あるべき姿、すなわち将来ビジョンをバックキャスティング・アプローチに基づき素描する。バックキャスティング・アプローチではフォアキャスティングのように、汎用的かつ具体的予測手法が確立されていないため、個々の問題に応じて関係者間での議論によって作業が進められるのが現状であることは、第1章第2節2)で述べた。

本研究では、第1章第2節3)で述べた各種の活動での議論等を通じて中山間地域農業の将来ビジョンを素描する。具体的手順は図1に示した通りであり、①中山間地域農業の動向（将来予測を含む農地面積や農家数の推移等）とコンセプト（期待される展開や役割）を把握・設定する、②近年の経営環境変動や圃場条件の不利性等の特質を考慮しつつ、中山間地域農業の動向とコンセプトを突き合わせることで、中山間地域農業の将来ビジョンを素描する、こととした。以下、順に検討していこう。

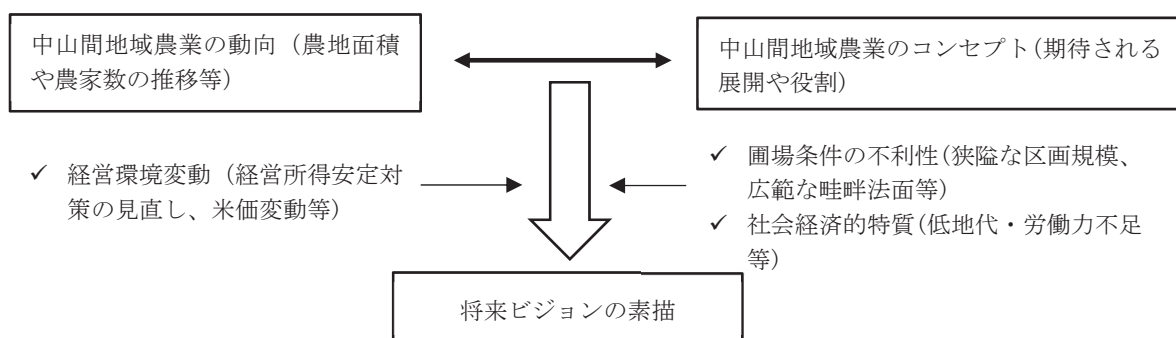


図1 中山間地域農業の将来ビジョンの素描の手順

2. 中山間地域農業の動向とコンセプト

1) 中山間地域農業の動向

ここでは、統計データに基づき中山間地域農業の動向を把握する。具体的には、農業経営体数・農地面積の7割を中山間地域が占める中国地方を分析対象として、農業生産の基本となる、農地

*西日本農業研究センター

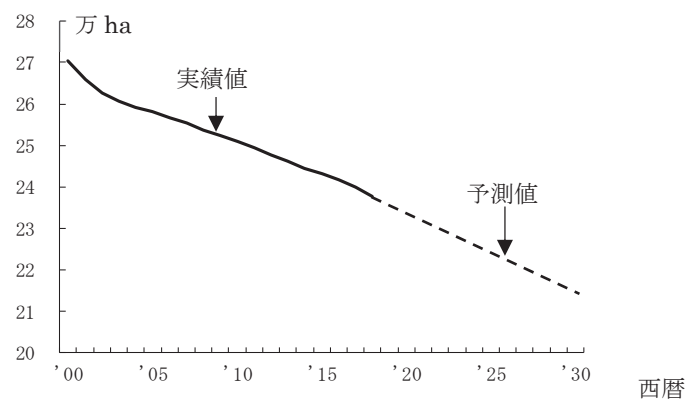


図2 農地面積の推移（中国地方）

資料：農林水産省『耕地及び作付面積統計』。

注：1）実績値（実線、2000～2018年）は、田畑計（本地＋畦畔）の値。

2）予測値（点線、2019～2030年）は、実績値の傾向をフリーハンドで延長したもの。

面積や総農家数、経営面積上位層の農業経営体数の推移（将来予測を含む）等を把握する。

まず農地面積については全国同様（第1章図4参照）、中国地方でも継続的に減少しており、これが今後、増加したり現状維持で推移したりすることはまず考えられず、将来的にも減少するだろう（図2）。したがって将来的にも農業経営体数や農業労働力の減少等が進む中で、少なくとも農地面積を維持するためには農業生産構造の大変動が求められる。特に水田作を巡る経営環境が変動する近年、狭隘な区画規模、広範な畦畔法面等の圃場条件の不利性を抱える中山間地域農業にとっては喫緊の課題である。すなわち、米の生産調整の廃止、経営所得安定対策の変更、米価変動等、我が国土地利用型農業の根幹を成す水田作の経営環境が先行き不透明感を増す中で、部門構成が労働集約型の野菜作や果樹作に傾斜した場合、青壮年労働力や販売金額上位層は確保できるが、農地維持は難しくなるだろう。この点は、青壮年農業労働力層や販売金額上位層の厚み

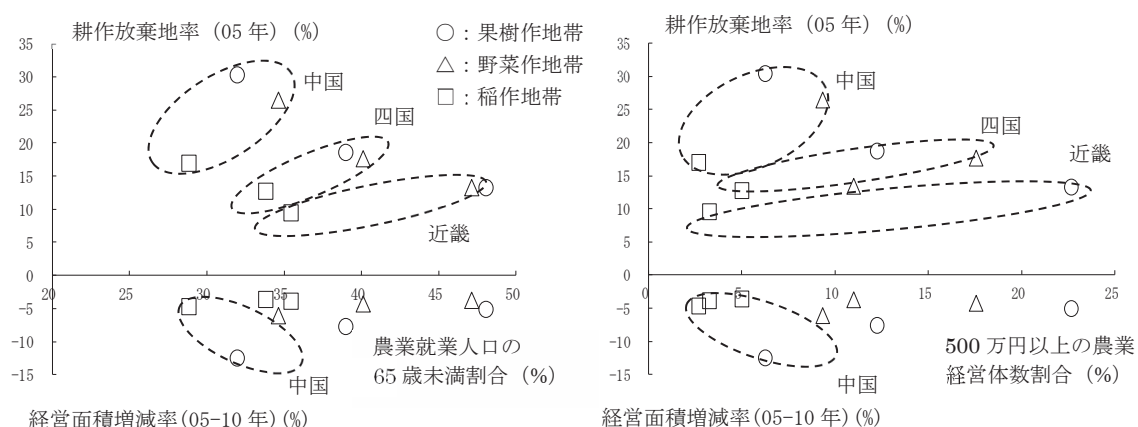


図3 担い手層の厚さと農地縮小（地帯別）

資料：農林水産省『生産農業所得統計』（2004年）、『農林業センサス』（2005・10年）

注：1）地帯区分は「生産農業所得統計」に記載されている市町村ごとに、産出額1位品目により行った。

地帯別サンプル数（近中四計）（単位：市町村）；稲作255、野菜作136、果樹作64。

2）縦横軸の各指標を市町村単位で求め、農業地域別・地帯区分別に単純平均を求め図示した。

と、耕作放棄地率や農地面積増減率との関係を、地帯区別にみた図3から明らかであり、土地利用型部門の展開に不利な圃場条件を抱える中山間地域農業ではその圧力は大きいと考えられるのである。

そこで、中国地方の農地維持の観点から、離農に伴う供給農地を予測し（図4）、それと2015年時点での耕作放棄地（43,000ha）¹⁾をあわせた面積を、別途その数が予測された経営面積上位層（図5）が引き受けると仮定した場合²⁾、それらの経営面積上位層1経営体あたりに要請される平均経営面積を試算した。試算結果を示した図6から、その面積は100ha前後が目安と考えられる。経営面積上位層とした、経営面積10ha以上ないしは20ha以上の経営体の2015年時点の平均面積はそれぞれ、22.6ha、37.6haなので（図示なし）、その実現は高いハードルといえる。

中国地方を対象とした以上の分析結果は、“経営面積上位層の展開による農地維持”と“青壮年農業労働力や農産物販売金額上位層の確保”を同時に実現させることは、中山間地域農業では特に

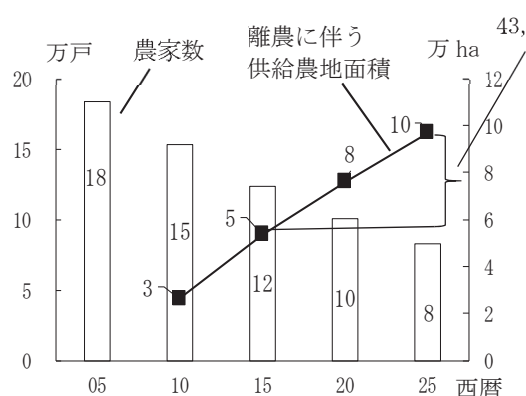


図4 農家数と離農に伴う供給農地面積の将来予測（中国地方）

資料：中央農業研究センター『2025年の地域農業の姿が把握できる地域農業情報』を基に筆者作成。

注：1) 2005～15年は実際値、2020～25年は予測値。
2) 農家数は家族経営体数のこと。

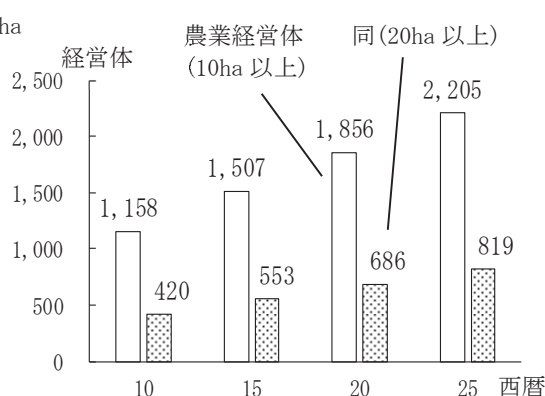


図5 経営面積上位層の農業経営体数の将来予測（中国地方）

資料：農林水産省『農林業センサス』のデータを基に筆者推計。

注：2010～15年は実際値、2020～25年は予測値。
予測はトレンド法による。

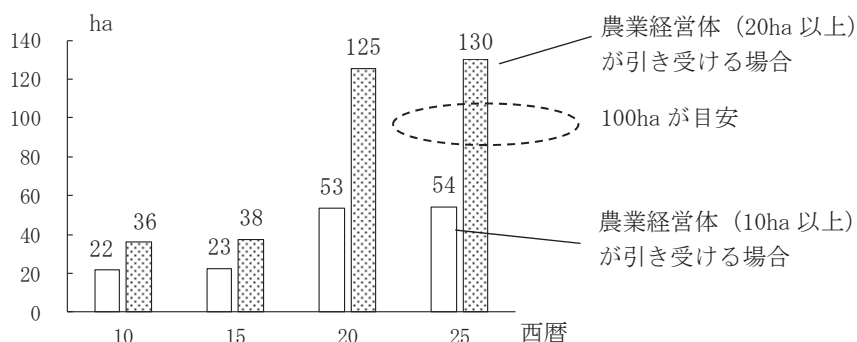


図6 経営面積上位層に期待される経営面積（中国地方）

資料：図5、図6のデータを基に筆者推計。

注：中国地方の農地維持の観点から試算した経営面積上位層（経営面積10haまたは20ha以上の農業経営体）1経営体あたりに要請される経営面積である。試算方法は本文参照。

難しいことを示している。それらを両立させるには、農業生産構造の大きな変動が要請されることになるが、その実現には、過去の動向と現状、それに基づく将来予測ではなく、あらかじめ目標を定め、それへの到達手段を検討するという接近が有効である。それがバックキャスティング・アプローチなのである。

2) 中山間地域農業のコンセプト

ここでは、中山間地域農業のコンセプト、すなわち中山間地域農業に期待される展開や役割を設定する。図7に示したようにコンセプトにはいくつか考えられるが、大きくは、①産業としての農業の展開、②地域内の農業・農地の維持、③外部効果の発揮・低減の3つにカテゴライズできる。特に、外部効果の発揮については、2018年の西日本豪雨災害等を踏まえると、中山間地域では欠かせない視点であろう。

コンセプトの中には、両立が難しい関係にあるものがあることは明らかである。例えば、水田作の経営環境が不透明感を増す中で、集約型の園芸作へ傾斜した場合、「青壮年専従者の確保」というコンセプトは実現できるかも知れないが、条件不利圃場の放棄等により地域内の「農地の維持」というコンセプトの実現は難しくなるといった事態が生じうる（本章第2節1）参照）。また、急傾斜地の棚田の存在により「洪水防止機能の発揮」というコンセプトが実現されるなら棚田を保全すべきだが、効率性向上の余地が限られている棚田での水稻生産において「青壮年専従者の確保」と「補助金依存度の低減」の両立を期待することは難しいだろう。したがって、バックキャスティング的な考え方にに基づき、将来ビジョンを描き中核的営農モデルを策定する場合、経営

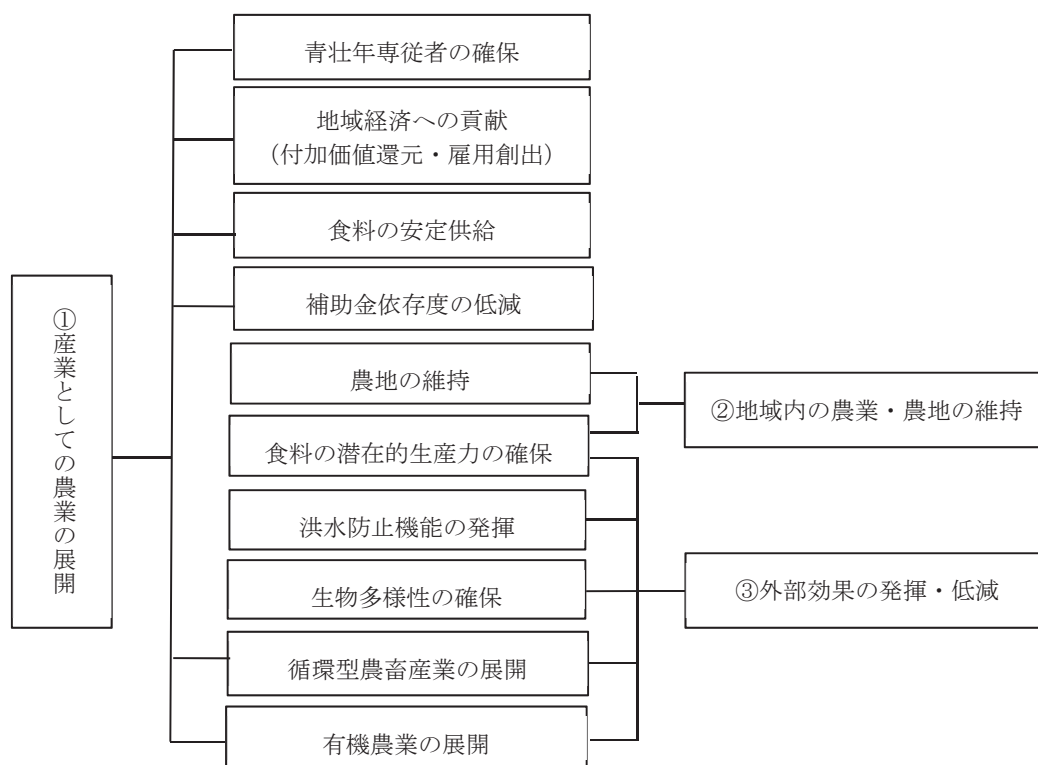


図7 中山間地域農業のコンセプト

資料：現地調査結果、研究会等での議論に基づき筆者作成。

体の収益最大化行動の結果として成立する中核的営農モデルを適切に配置することで、なるべく多くのコンセプトが同時に実現できるという視点がポイントとなる。

3 中山間地域農業の将来ビジョンの素描

これまでに考察した、近年の経営環境変動、圃場条件の不利性、中山間地域農業の社会経済的特質や動向、コンセプトの同時実現、を総合的に検討して将来ビジョンを素描した（図8、9）。図8、図9ともに7つの中核的営農モデルを構成要素とし、図8はその配置状況を、図9はそれらの関係性を示している。各中核的営農モデルは、近年の経営環境変動等を踏まえつつ経営体の収益最大化行動の結果として、なるべく多くのコンセプトの実現に貢献するように策定された。

図8は、圃場条件の不利性（狭隘な区画規模、広範な畦畔法面等）や低地代・労働力不足の傾向の程度に応じて中核的営農モデルを配置した構図を示している。そうした不利性や傾向は標高が高いほど強いと考えられるので、高標高地帯には放牧畜産や林産業等を基幹部門とする中核的営農モデルを配置し、土地の粗放的管理による経営面積の拡大と収益の拡大および農地維持を図るものとなっている。

図9は、各中核的営農モデルが、農地利用と資源循環の両面で結びついた構図を示している。農地利用面での結びつきとは、労働集約型の経営から発生する余剰農地を土地利用型の経営（大家畜経営を含む）が引き受け農地が維持される状況である。資源循環面での関係性とは、飼料作、畜産をそれぞれの基幹部門とする中核的経営体間で、飼料と堆肥の循環利用がなされる状況である。

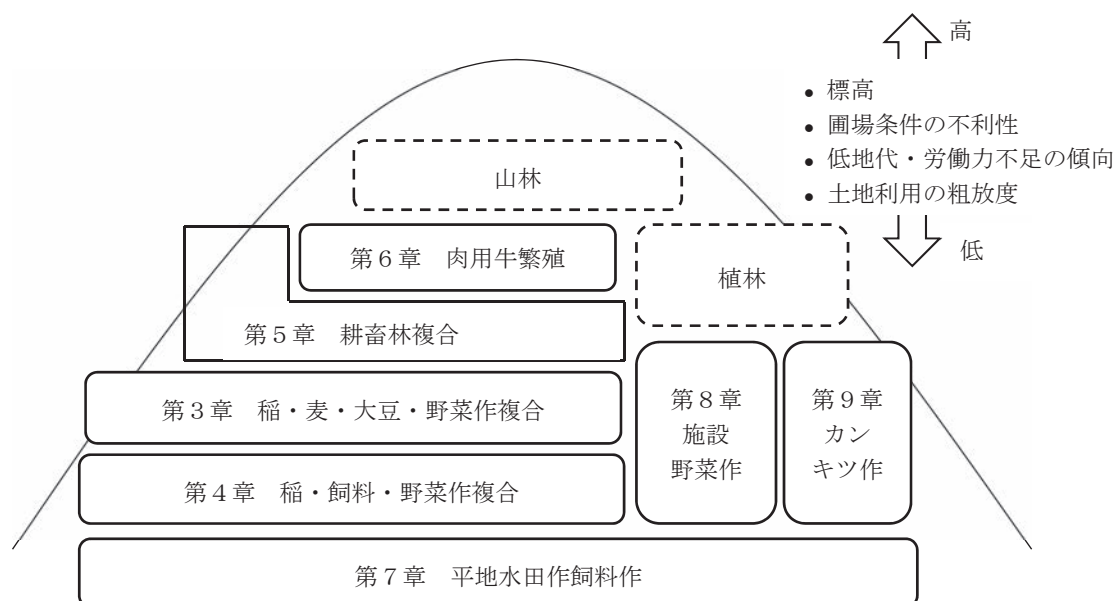


図8 中山間地域農業の将来ビジョンの素描

資料：図7に同じ。

注：1）標高の高低等に合わせて展開すべき中核的営農モデルを配置した。

2）実線囲みが各章で策定される中核的営農モデルである。

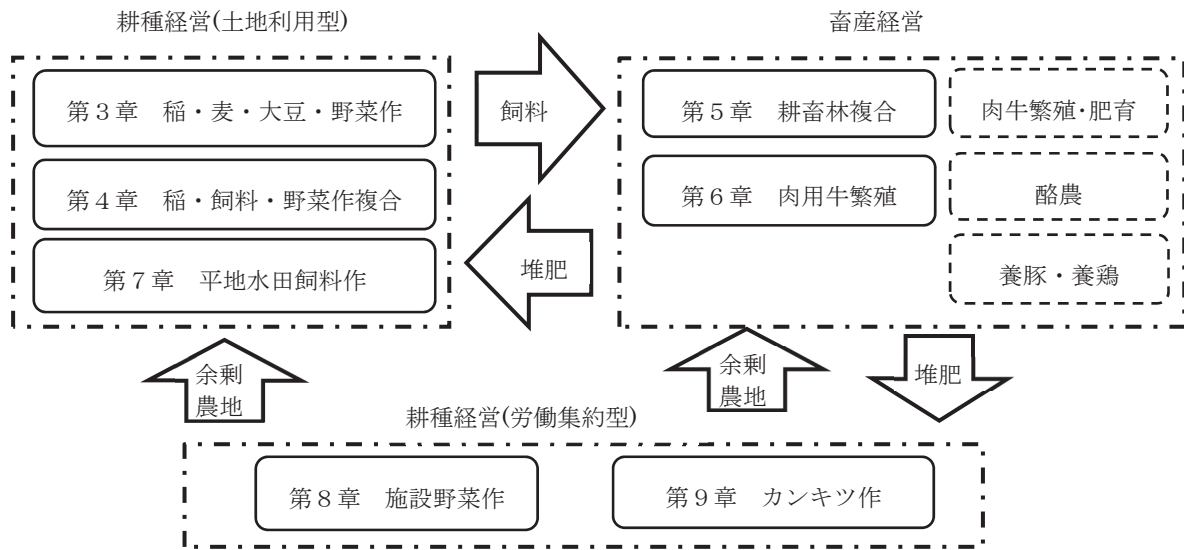


図9 中核的営農モデル間の農地利用面・資源循環面での結びつき

資料：図7に同じ。

注：実線囲みが各章で策定される中核的営農モデル。

将来ビジョンの構成要素となる各中核的営農モデルの詳細は、そのコンセプト実現への貢献を含め第3～9章に、将来ビジョンが実現、すなわち中核的営農モデルが中国地方の農地面積の大宗を占めるに至った状態のセミマクロ的評価は第10章に、それぞれ譲るとして、中山間地域農業の将来ビジョンを素描する本章では、中核的営農モデルの特質をおおまかに確認しておこう。

第3章で策定される稲・麦・大豆・野菜作複合経営モデルは、現在の中山間地域に縦横無尽に走る小区画水田を基盤として、水稻作、麦作、大豆作、野菜作の組み合わせにより成立する担い手型の集落営農モデルである³⁾。そこでは現在開発中の技術が完成・導入された場合の営農モデルが策定され、その到達点と限界が示される。

第4章で策定される稲・飼料・野菜作複合経営モデルは、中山間地域でも比較的緩傾斜で、区画規模も第3章の想定ほどには狭隘ではない圃場を基盤として、高付加価値かつ省力的食用米生産、野菜作、飼料畑作の組み合わせにより成立する雇用型大規模法人モデルである。そこでは、就農者の通年就業機会の創出と同所得の拡大による青壮年専従者の確保、自給率が低くかつ農地が粗放的に管理できる飼料畑作の展開により農地維持と食料の安定供給に有効なモデルが、その成立条件とともに示される。

第5章で策定される耕畜林複合経営モデルは、小区画圃場や里山を基盤として、食用米生産、周年親子放牧（繁殖牛）、乾燥椎茸生産の組み合わせにより成立する担い手型の集落営農モデルである。そこでは、少人数による農林地活用と高い所得形成を可能とするモデルが、その成立条件とともに示される。

第6章で策定される肉用牛繁殖経営モデルは、小区画圃場や里山を基盤として、周年親子放牧（繁殖牛）を基幹部門として成立する家族経営モデルである。そこでは、里山の草地造成と水田

での冬季飼料生産、周年親子放牧により低コスト子牛生産と高い所得形成を可能とするモデルが、その成立条件とともに示される。

第7章は、国産飼料生産の効率化の推進の観点からのモデル策定となる。すなわち、そこで策定される飼料作を基幹部門とする平地水田飼料作経営モデルは、平地水田を基盤とし、米麦生産と水田飼料作の組み合わせにより成立する雇用型大規模法人モデルである。そこでは、飼料用米に替えて WCS 用コーンやケール等を導入することで、補助金依存度の低減、収益の向上、飼料生産コストの削減が同時に図れるモデルが、その成立条件とともに示される。

第8章で策定される施設野菜作経営モデルは、中山間地域の深刻な過疎高齢化を踏まえて策定された新規就農モデルである。そこでは、新規就農者でも比較的取り組みやすい施設トマト作とベースとした野菜作複合経営（家族経営）の展開により、他産業並みの青年労働者所得が確保できるモデルが、その成立条件とともに示される。

第9章で策定されるカンキツ作経営モデルは、温州ミカンと優良中晩柑を組み合わせたカンキツ作の複合経営モデルである。そこでは、樹園地の地目転換の困難性を踏まえつつ、急傾斜地から緩傾斜地への生産のシフトや優良中晩柑の導入により、高品質化・省力化・経営面積の拡大を同時に実現するモデルが、その成立条件とともに示される。

4. むすび

本章では、中国地方の農業の動向（将来予測を含む）、今日の経営環境変動や中山間地域農業の特質、コンセプトの同時実現、を総合的に検討することで、中山間地域農業の将来ビジョンをバックカスティング的に素描した。さらにその構成要素となる中核的営農モデルの特質をおおまかに述べた。主要な論点は以下の通り。

- ①”経営面積上位層の展開による農地維持”と“青壮年農業労働力や農産物販売金額上位層の確保”を同時に実現することは、中山間地域農業では特に難しい。
- ②将来ビジョンを描くには、経営体の収益最大化行動の結果として成立する中核的営農モデルを適切に配置することで、なるべく多くのコンセプトを同時に実現するという視点がポイントとなる。
- ③そのようにして描かれた中山間地域農業の将来ビジョンの構図は第一に、高標高地帯には放牧畜産や林産業等を基幹部門とする中核的営農モデルを配置し、土地の粗放的管理による経営面積の拡大と収益の拡大および農地維持を図るものである。
- ④第二は、各中核的営農モデルが農地利用と資源循環の両面で結びついた構図である。この構図は、労働集約型の経営から発生する余剰農地を土地利用型の経営が引き受けることで農地を維持すると同時に、飼料作、畜産をそれぞれ基幹部門とする中核的経営体間で、飼料と堆肥の循環利用を図るものである。

続く第3～9章では、将来ビジョンの構成要素となる各中核的営農モデルを実証的に策定する。

[注]

- 1) 農林水産省『農林業センサス』(2015 年)による。中国地方における自給的および販売農家、土地持ち非農家の耕作放棄地面積の合計である。なお、この面積 43,000ha は、図 4 に示した 2010～25 にかけて発生する離農に伴う供給農地(予測値) 43,000ha と同じなのは、単なる偶然である。
- 2) 経営面積上位層の基準面積 10ha および 20ha は渡部^[2]を参考に設定した。すなわちそこでは、中国地方における水田作経営の専従者が他産業並み所得(同論文では 400 万円/年/人)を得られる最低限の経営面積は、家族経体では 10ha、法人組織経営体 20ha であることが析出された。
- 3) 「担い手型」とは、少数の青壮年専従者が主に農作業を担う集落営農組織の形態のことである。対義語的に用いられる「ぐるみ型」とは、多数の兼業従事者や農家高齢者が分担して農作業を行う集落営農組織の形態のことである。

これまで中山間地域の水田農業では、青壮年専従者の確保が難しい中、離農農家等の農地の受け皿として「ぐるみ型」の集落営農組織が一定の役割を果たしてきた。しかしながら、役員やオペレータの高齢化が進み、次世代の組織を担う人材の確保という課題が顕在化する今日(坂本ら^[1])、「担い手型」への転換が急務となっている(第 1 章図 1 も参照)。

[引用文献] (五十音順)

- [1] 坂本英美・千田雅之「第 6 章 中国中山間地域における集落営農法人の現状と課題」『中央農業総合研究センター研究資料』第 10 号、2015 年、58－77。
- [2] 渡部博明「第 5 章 近畿・中国・四国の農業構造と担い手展望」『中央農業総合研究センター研究資料』第 10 号、2015 年、45－57。

第3章 稲・麦・大豆・野菜作複合経営モデル

坂本英美*・大室健治**

1. 基本的考え方
2. モデルの構築
 - 1) 分析対象法人の概況
 - 2) 対象とする技術と栽培体系
 - 3) 分析視点と方法
3. モデルの計測結果
 - 1) 実証技術による経営的效果
 - 2) 今後必要な技術導入による経営的效果
4. 要約と考察
 - 1) 要約
 - 2) 営農モデルの成立条件

1. 基本的考え方

広島県中山間地域においては集落営農法人が増加傾向にあり、地域農業の担い手として展開している。しかし、法人内の労働力は近年脆弱化しつつある。さらに昨今の米価下落は、法人の財務を悪化させ、経営存続に深刻な問題をなげかけている。このため、若年就農者を呼び込める収益の確保可能な営農再編が喫緊の課題である。

このような中山間地域の集落営農法人の問題点について、安藤^[1]も、大分県の事例を基にその収支は、補助金により持続可能な領域にかろうじて到達しつつある程度であり、労働力確保が困難な状況にある問題を指摘している。さらに 2015 年センサスによる農業構造分析において橋詰^[9]は、借地はテンポを緩めつつも着実に進んでいるが、一旦変化をとめていた耕作放棄率も上昇してきたとしている。これは条件不利圃場が耕作放棄されている可能性や中山間地域における営農継続の困難さを改めて示唆している。また、主食用米の生産調整対応において福田^[12]は、飼料米は現在主食用米の在庫調整する上で重要な位置づけにあるが、助成措置の継続性に不安があることを述べている。また、飼料用米の需給関係に関して、小池^[4]は、畜産農家減少の影響から、WCS 等飼料用稲（飼料用米含）生産が過剰ぎみになる傾向が生じているとしている¹⁾。このように飼料用稲の生産の限界も示唆されている中で、畑作物も含めた作付は依然重要と考えられており、梅本^[2]は、大豆作の定着のためには、過度な助成金依存と転作対応を改め、水田作経営の基本部分として位置づけることが重要とし、生産性向上の必要性を指摘している²⁾。また、梅本^[3]は、海外に比較して単収向上は停滞しており、大豆における収量性停滞の要因の一つとして湿田での

* 西日本農業研究センター

** 農林水産技術会議事務局

排水対策技術も本質的な改善に至っていないことをあげている。

従って、今後中山間地域の営農継続を図るには、畑作物における圃場の不利性を新技術により克服することにより、所得向上を図る方向性が選択肢として考えられる。

そこで、本報告では、中山間集落営農法人の所得向上のために現在実証が進んでいる技術を導入した試算を行う。主に湿害対策技術、稲・麦・大豆2年3作、もち麦、大豆除草新技術、冬季の遊休労働を利用した野菜作など新作物の導入による効果と課題を明らかにする。さらに、今後必要とされる技術の効果を試算で確認し技術開発方向を検討する。

2. モデルの構築

1) 分析対象法人の概況

中山間地域の生産条件において、代表的と考えられる集落営農法人経営を素材にした。事例は、広島県の中山間地域に位置するファームAである（表1）。労働力の年齢別構成は60歳代以上が中心であり、近年労働力の脆弱化が顕著で、今後の営農継続が懸念されている。経営農地は旧村の範囲にあり³⁾、近年の2012年で84ha、2014年では103haに増加しており、現在は母体となる旧村の農地面積をほぼ集積している。しかし、事例は圃場区画も小さく不利な生産条件であり一般的な中山間地域の条件を生産基盤としている⁴⁾。

転作は当初から大豆が、続いて小麦、ソバ、米粉米、飼料用米と導入がなされてきたが、大豆、小麦の単収は低い。近年では野菜作が収入の補完を目標に導入されている。さらに、水稻及び大豆の除草労働が多く営農上の問題となっている。この法人では、生産調整対応の一つとして、水田から転換した後に複数年にわたり麦・大豆の輪作が行われてきたが、圃場のある標高280m～400mにおいては麦収穫時期の遅延と大豆作の遅延、さらにその後の麦播種が12月に及ぶことなどから栽培時期と繁忙期の対応が困難となっていた。

近年は特に労働力の高齢化とリタイヤが顕著になり、総労働力量の減少、少数の若年化、地代の低下、また、それに伴う作付の変化も生じつつある。

2) 対象とする技術と栽培体系

本稿では、上述した中山間地域の不利な生産条件を克服するための新技術による所得向上を検討する。導入を検討する技術

表1 ファームAの概況

法人化年	2005年
労働力 (圃場作業)	役員:16人(60代～80代)、常時雇用:4人(30代～40代) 臨時雇用:17人(50代～70代)、オペ:11人(30代～70代) 最大労働力量12人/日(2012年)
作付作物 (2016年産)	主食用米45.8ha、小麦8.8ha、大豆18.3ha、米粉米、 2.2ha、飼料用米9.3ha、モチ米1.2、酒米4.1ha、野菜 3.2ha、そば2.7ha 延べ作付面積95.7ha
品種	主食用米:コシ、あきろまん、ヒノ、モチ:ヒメノモチ、米粉: コシ、ヒノ、飼料用米:夢あおば、もみろまん、小麦:キヌヒ メ、大豆:サチユタカ、あきまろ
野菜種類	アスパラガス、タマネギ、枝豆、トウモロコシ
加工	パンが主力。パンは米粉パン。もち、味噌
平均区画面積	10a
地代	1万円
経営・技術面 の課題	圃場整備年古く排水機能が劣化、用水の少ない圃場と湿 田がいずれも問題。冬季の長い中山間において、麦・大 豆の複数年輪作を行っており、生育不足での収穫や播 種時期の遅延など無理が生じている。気温の麦・大豆の 外来アサガオが多発。そのため、大豆・麦等の収益が低 い。

資料: 現地実証試験地A法人の資料および聞き取り調査に基づいた。

は次のようになる（表3「実証技術の内容」）。①ボトムプラウ耕・額縁暗渠・弾丸暗渠などの組合せによる麦・大豆の省力排水技術、②稲・麦・大豆2年3作、③もち麦導入、④水稻移植の密播疎植技術、⑤大豆新除草体系、⑥白ネギ、広島菜など野菜作、⑦畦畔管理技術、まず、⑦までが現在実証試験を行っている技術である。

中山間 地域において湿田などは圃場整備区画といえども広範にみられる。それには、わき水をはじめ、圃場整備前の地下の水みちが影響している場合が多い⁵⁾。これらの湿田が偏在する圃場で営農する際に特に畑作物の栽培に悪影響がある。また、広島県では約9割の水田が圃場整備から20年を経過しており（広島県農林水産局^[11]）、土木施工された暗渠が詰まるなど機能して

表2 試算の設定内容

経営面積	上限なし
試算の面積	作付けの実面積(延べではない)
圃場区画	10a区画を想定しその労働時間
転作率	40%
労働力	[労働力人数]:12人 [月旬上限]:80時間/旬 [1人当年間労働時間の上限]:1800時間/年・人
機械整備等 生産管理労働	作業日誌に基づいた合計の時間を、主に農閑期に加算した。
圃場労働の1人 当所得の計算	事務職員の年間労働を1,200時間/年と想定してその所得を差し引き、その上で圃場労働の1人当労働所得を計算した。
地代	1万円/10a
品 種	水稻移植:コシヒカリ、あきろまん、ヒノヒカリ、大豆:サチユタカ、あきまろ、小麦:キヌヒメ
各作物単価	主食用米:特裁米の契約栽培でコシが14,800円/60kg、サチユタカ:8,100円/60kg、あきまろ:8400円/60kg、もち麦:600円/kg、広島菜:56円/kg、白ネギ350円/kg(すでに2つの野菜を作付けている法人が参考)
もち麦単価 の根拠	先行的に作付けしているTO法人の単価を参考としたが、近年の低下傾向を踏まえてそれよりも若干低い600円/kgとした。
販売単価	主食用米:法人の販売実績による、大豆2品種:2015年単価(JA広島中央資料)。小麦:2014年事例法人の販売単価。
数量払い単価	大豆:2等3等平均、小麦:1等2等平均
もち麦作付上限	20ha(今年で作付け5年目のTO法人を参考)。
作付作物の 選択条件	作付作物の選択条件(プロセス)としては麦・大豆の他に大豆単作、麦単作も設定した(ただしもち麦は麦・大豆と組み合わせとした)。
交付金	戦略作物助成の麦、大豆の3.5万円/10a、麦の2毛作助成1.5万円/10aはどちらも加算しない。なお、数量払いは現状どおりに加算した。ただし、「2017現状」のケースでは現状条件として助成金を加算している。
保全管理	水管理と畦畔管理のみの労働を行う設定とした
単収データの 出所と年次	主食用米:2006～2018年実証法人の平均単収 大豆新技術:2017～2018年、小麦新技術:2017～2019年実証法人の平均単収 大豆標播慣行:2013～2015年広島県統計平均単収 小麦標播慣行:2013～2015年広島県統計平均単収
主な機械装備	トラクタ(43PS×2台、65PS×1台)、田植機(6条×2台、8条×1台)、自脱コンバイン3台(4条、5条)、汎用コンバイン2台

資料:表1に同じ。

注:1) 機械装備は全て共同利用は想定していない。

2) 事例経営の労働力(換算)は2012年ピーク時の出役人数である12人として試算した。

おらず畑作では問題となっている⁶⁾。したがって生産者は、とりわけ生産調整の開始以来、水田のフル活用の推進に至るまで困難な対応を強いられてきた。本稿で検討する前記技術のうち①は、このような湿田での畑作物の生育及び単収を改善するために開発された技術（作業の様子は写真1～3）であり、特に重要といえる。また②は、表4に示すような導入の功罪がある。畑作物と水稲に対する利点はあるが、稲跡の湿田化など別な観点から問題点がある。それは技術の①で一定程度克服することを目指しているが、中山間地域の気候のため作物の切り替え時の作付けの遅延は生じうる。

ところで、分析対象法人においては、麦・大豆を毎年繰り返す無理な連作が行われていた。それを改善するための一つの方策として2年3作を導入し、さらにそのデメリットを軽減するために同時に湿田対策としての排水技術が必要となった。上記の実証技術のうち①の耕起排水は、中

表3 実証技術および今後必要と考えられる技術関連の説明

項 目	設 定
実証技術の内容	①ボトムプラウ耕・額縁暗渠・弾丸暗渠などの組合わせによる麦・大豆の湿害対策技術 ②稲・麦・大豆2年3作 ③もち麦 ④水稲の密播疎植 ⑤大豆：狭畦栽培、晩播の作型と、晩播適性品種、新除草体系(播種後土壌処理剤、8月上旬生育期選択性除草剤全面散布、8月下旬非選択性除草剤畦間散布の3剤) ⑥白ネギ、広島菜等野菜作 ⑦畦畔管理技術
現地における慣行技術の内容	①圃場条件への対応：水稲用の土木施工暗渠が圃場に1本ある程度、それが20年以上経過し通水していない。湿田を克服する技術がないため、交付金により栽培が継続してきた状況。 ②麦・大豆複数年連作。水田から転換後に複数年にわたり麦・大豆の輪作が行われてきたが、400m前後の標高の圃場も含むため生育の遅れなどから作付体系に無理が生じている。 ③大豆栽培：狭畦栽培、除草は播種後土壌処理剤と手取り除草 ④近年構成員における段階の世代のリタイヤが相次ぎ、労働力が急激に減少し、作付構成も変化しつつある。
畦畔管理労働	〔畦畔率〕：10%(垂直方向からみた畦畔の面積割合、中国地方畦畔率は約9.3%：H27作物統計など 〔担い手〕：地権者に再委託しているが困難になりつつあるため、法人内労働で行う設定とした。
麦・大豆の機械償却費の加算	湿害対策の新型耕起技術償却費・修理費：56.4万円/年加算もち麦の精麦機・修理費：53.6万円/年加算
芝と草刈りロボの費用の加算	芝植栽費用：1,231円/作付面積10a・年(費用の12.5%を農家負担) 草刈りロボット償却費・修理費：24.1万円/年加算
芝に対する草刈ロボの時間削減想定	4割の時間削減(農業機械分野では5割削減を目途にしているがそれに近い想定とした)
販売関連経費と一般管理費	販売管理費は各作物から変動費として差し引いた。一般管理費は固定費とし計算結果から一括して差し引いた。金額は2016年産総会資料に基づく。
実証技術の応用	求められる技術
	水稲技術
	畑作技術

資料：表1に同じ。

表4 田畑輪換の利点と問題

	畑作物	水稻	その他
利点	水田雑草・畑雑草の抑制、病虫害発生抑制	下層土が酸化傾向・乾土効果、水稻の根が健全化、増収	輪作に麦がある場合は麦わらの施用により窒素肥沃土の低下はなくむしろ若干向上する
問題点	稲跡の湿田による生育の悪化と単収低下	大豆跡の地力が不安定 施肥量に対する収量、倒伏、品質の予測の困難化	水稻－大豆などの輪作(麦含まない)では特に窒素肥沃土と単収の低下が生ずる。長期畑輪作でもそれが生じ、全国的にその問題が生じている ¹⁾

資料:利点は日本土壌協会^[10]p209-211、問題点の右欄1)は住田^[9]p39-52から引用、他は現地調査など

山間の農家・法人が長年課題としていた問題に取り組んできたと同時に現地で畑作が無理であると言われた農地の稲作後地で麦大豆の高収量を記録していることから、成果が生じつつある技術である。

しかし、現状の経営環境は厳しく、もち麦導入と排水技術中心の技術だけで若年者が就農できる収益性を実現できるとは必ずしもいえない。さらに、経営の課題の解決に向けた突破口あるいは方向を示すことが必要となる。現在の水田作の農業労働において経営的に最も問題となるのは春季の労働ピークである。このピークが解消されれば、規模拡大とそれに伴う所得増加が期待できるため、様々な研究がなされてきた。主なものとしては、移植作業そのものを省略する乾田直播、湛水直播などに代表される試験と改良が行われてきた。湛水直播の特性としては、乾田直播よりも出芽・苗立ちの安定性に優るが、従来の湛水直播栽培において、代かき労働が残されることが課題となってきた。近年ではさらに、その問題を解決する技術として代かきを省略できる簡易湛水直播技術の開発と改良が行われている(表3下欄、「実証技術の応用」、写真4)。この技術は、出芽・苗立ちなどの「現実性」と、春季ピーク労働削減などの「効果が高い」両面から注

表5 営農計画モデルに用いる作物・作型別の収支・労働時間(10a当たり)

作物	コシヒカリ	コシヒカリ	ヒノヒカリ	ヒノヒカリ	あきさまん	あきさかり	中生多収品種	恋初めし	大豆	大豆(2毛作)	大豆(2毛作)	大豆(2毛作)	小麦	小麦(2毛作)	モチ麦(2毛作)	小麦(2毛作)	モチ麦(2毛作)
項目	コシヒカリ	コシヒカリ	ヒノヒカリ	ヒノヒカリ	あきさまん	あきさかり	中生多収品種	恋初めし	大豆	大豆(2毛作)	大豆(2毛作)	大豆(2毛作)	小麦	小麦(2毛作)	モチ麦(2毛作)	小麦(2毛作)	モチ麦(2毛作)
用途等	主食	主食	主食	主食	主食	主食	主食	主食	サチユタカ	サチユタカ	サチユタカ	あきまる	キヌヒメ	キヌヒメ	キラモチ	キヌヒメ	キラモチ
作付け方式・作型	移植	移植密播	移植	移植密播	簡易湛直	簡易湛直	簡易湛直	湛直	標播慣行	標播慣行	標播	晩播	標播慣行	標播慣行	おだ試験	新体系	おだ試験
その他	玄米単収	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左	排水無	排水無	3剤前排水有	3剤前排水有	排水無	排水無	排水無	排水有	排水有
生産量(kg)	480	480	446	446	497	600	600	600	100	100	230	230	210	210	170	385	353
販売単価(60kg)	14,788	14,788	14,367	14,367	13,603	13,788	13,788	13,788	8,122	8,122	8,122	8,428	700	700	36,000	700	36,000
販売額小計	118,370	118,370	106,685	106,685	112,634	137,878	137,878	137,878	13,537	13,537	31,134	32,307	2,450	2,450	102,000	4,492	211,800
戦略作物助成 2毛作助成(産地助成対応)									—	—	—	—	—	—	—	—	—
エコファーマー助成	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400									
畑作物の直接支払(数量払)	2,966	2,966	2,922	2,922	3,011	3,011	3,011	3,011	1,886	1,886	1,886	1,886	3,377	3,377	3,448	3,536	3,448
耕畜連携助成 ワラ販売代金	3,300	3,300	3,300	3,300	3,300	3,300	3,300	3,300									
販売粗収益	126,070	126,070	114,385	114,385	120,334	145,578	145,578	145,578	33,537	33,537	65,289	66,462	22,450	22,450	122,000	39,848	249,159
種苗費	1,411	1,071	1,361	1,134	1,336	1,336	1,336	1,336	5,427	5,427	5,427	5,079	3,052	2,781	4,059	2,781	4,059
肥料費	4,566	4,566	6,820	6,820	7,406	7,406	7,406	7,406	7,170	7,170	10,655	10,655	5,560	5,560	5,560	14,880	14,880
農薬費	8,341	7,027	8,341	6,137	8,803	8,803	8,803	8,803	6,115	6,115	11,480	11,480	2,170	2,170	4,098	4,065	4,098
燃料費	2,966	2,966	2,922	2,922	3,011	3,011	3,011	3,011	1,886	1,886	1,886	1,886	3,377	3,377	3,448	3,536	3,448
諸材料費	1,789	895	1,789	895	1,789	1,789	1,789	1,789	0	0	0	0	0	0	0	0	0
土地改良及び水利費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
賃借料及び料金	4,163	4,163	4,133	4,133	4,177	4,163	4,177	4,133	1,263	1,263	1,376	1,376	1,176	1,176	1,176	1,176	1,176
修理費	3,557	3,557	3,557	3,557	3,557	3,557	3,557	3,557	3,557	3,557	3,557	3,557	3,557	3,557	3,557	3,557	3,557
物材費合計	26,793	24,245	28,923	25,598	30,080	30,065	30,080	30,035	25,419	25,419	34,382	34,034	18,894	18,622	21,899	29,996	31,220
地代	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	5,000	5,000	5,000	10,000	5,000	5,000	5,000	5,000
利益係数	99,277	101,825	85,462	88,787	90,255	115,513	115,498	115,543	8,118	8,118	30,907	32,429	3,556	3,828	100,101	9,851	217,940
地代差引き後利益係数	89,277	91,825	75,462	78,787	80,255	105,513	105,498	105,543	-1,882	3,118	25,907	27,429	-6,444	-1,172	95,101	4,851	212,940
10a当労働時間(畦畔労働除)	16.4	16.0	16.4	16.0	15.7	12.7	12.7	12.7	16.1	16.1	13.0	13.0	8.6	7.1	7.1	9.6	9.6

資料: 現地実証試験地A法人の資料、聞き取り調査、現地実証試験結果に基づいた。

目できる。一方、近年水稻育種の研究部門により良食味多収新品種の開発が進められてきた。その中にはいくつか作期の異なる品種がある。簡易湛水直播と良食味多収の早・中・晩生の品種を組み合わせることで、規模拡大と所得増加のより大きな効果が期待できる。また、本章の開発技術の一つに2年3作を想定していたが、転作率一定の下で簡易湛水直播の規模拡大の効果を十分に引き出すために、ケース8～ケース10では麦単作も選択可能とした。

したがって、本稿では開発技術（実証技術）の導入を行い、さらに技術の組合せをした場合の経営的効果を試算する。後者は①水稻簡易湛水直播と良食味多収の早・中・晩生の品種組み合わせ②麦単作の導入である。そのことにより本稿で提示した、今後必要な技術の導入により見込まれる効果を分析する。なお、以下の主な試算においては、将来における財政的手当の厳しい状況を想定し、固定払と2毛作支払を加算しない設定としている（表2・表5）。

3）分析視点と方法



写真1 額縁暗渠の施工



写真2 水稻跡水田のボトムプラウによる耕起



写真3 水稻跡水田のパワーハローシーダーによる麦播種



写真4 簡易湛水直播栽培での水稻播種

規模拡大と年間労働平準化、所得向上など効果の種類が違う技術が併存している。それぞれを導入した際の効果に注目して検討する。そこで、制約条件を踏まえて営農計画モデルを作成し線形計画法（XLP）を用いて実証技術導入の効果を検討する（経営モデルの前提条件は表2～表3・表5）。そのために、既存作物及び実証技術の作業労働と収益構造を分析して、これらの技術係数を把握する。

さらに実証技術の応用として、①水稲簡易湛水直播と良食味多収の早・中・晩生の品種組み合わせと②麦単作の導入の効果を分析する。

3. モデルの計測結果

1) 実証技術による経営的效果

まず、営農モデルを作成し、農地・労働の制約条件の下で所得を最大化させる試算をおこなった。結果は次のようになる（図1・図2）。

「2017 現状」では、調査対象法人における現状の稲、麦、大豆作73haに基づいて図1左端の数値を計算した。なお、「2017 現状」では固定払と2毛作支払を加算して計算している。1人当たりの所得も166万円/人であり、全産業平均所得432万円/人（国税庁^[5]）と比較して半額以下と少ない。

同じ労働人数で面積上限なし（ケース1）で試算すると、稲・麦・大豆のみで開発技術未導入であるが104haの作付面積となり、31ha増加する。しかし、ケース1以降の試算では畑作物の交付金固定払を設定していないため、1人当たり所得は135万円/人とやや減少する。次に開発技術を導入した場合を試算する。「密播疎植のみ導入」の場合（ケース2）は、1人当たり所得が151万円/人であり、ケース1に比較して16万円/人増加する。ここでは通常の移植水稲から密播疎植のコシヒカリとヒノヒカリに各々入れ替わっており、経営面積は1ha増加する。次に、ケース2に「2年3作と、耕起排水技術等を導入」した場合（ケース3）は1人当たり所得が219万円/人とさらに68万円/人増加する。加えて「野菜を導入」する場合（ケース4）は、1人当たり所得が227万円/人と8万円/人の増加となる。さらに「もち麦を導入」するが、湿害対策技術を導入しない場合（ケース5）では、湿害対策をしなくても1人当たり所得が287万円/人となり、60万円/人の増加となる。そこで、次にもち麦を導入し、なおかつ、湿害対策と大豆除草新技術も導入した場合（ケース6）には532万円/人となり245万円/人の大幅な増加となり全産業平均所得を超過する。また、ケース5とケース6の比較から、もち麦を導入した状態での湿害対策技術等の効果として245万円/人の増加となり、この技術の効果の大きさが明らかとなった。一方、経営面積は90haにとどまる。これは、第1に、もち麦が大豆との2毛作で導入されることにより、転作の実面積（延べでは無い）が減少したこと、第2に、転作面積が減少した場合に、転作制約が一定であることにより、稲作面積が減少し、それに伴い、5月下旬などに労働機会が生じたため、広島菜に代わり単位面積当たり労働時間の大きい白ネギが導入されたからである（図3のケース6）。そのことで経営全体が土地節約的になった。次に本章において、実

証技術がほぼ全て導入される「畦畔芝植栽・草刈りロボを導入」する場合（ケース7）では、1人当たり所得がさらに18万円増加する。また、もち麦・大豆2毛作の微増とそれに伴う水稻面積・経営面積の減少による労働機会が生じさらに白ネギ作付けが増加した（図3、図4）。以上が水稻の簡易湛直以外の実証技術を導入した場合の効果である。1人当たり所得は、他産業水準を超過するが、昇給の余裕などを考慮すると若年層を呼び込む水準とは必ずしもいえない。ケース7までの経営面積は最大でも100ha前後にとどまり、一人当たりの作付面積が、最大8ha/人であり、農地保全面積としてはやや小さいといえる。以上、簡易湛直以外の実証技術導入の試算

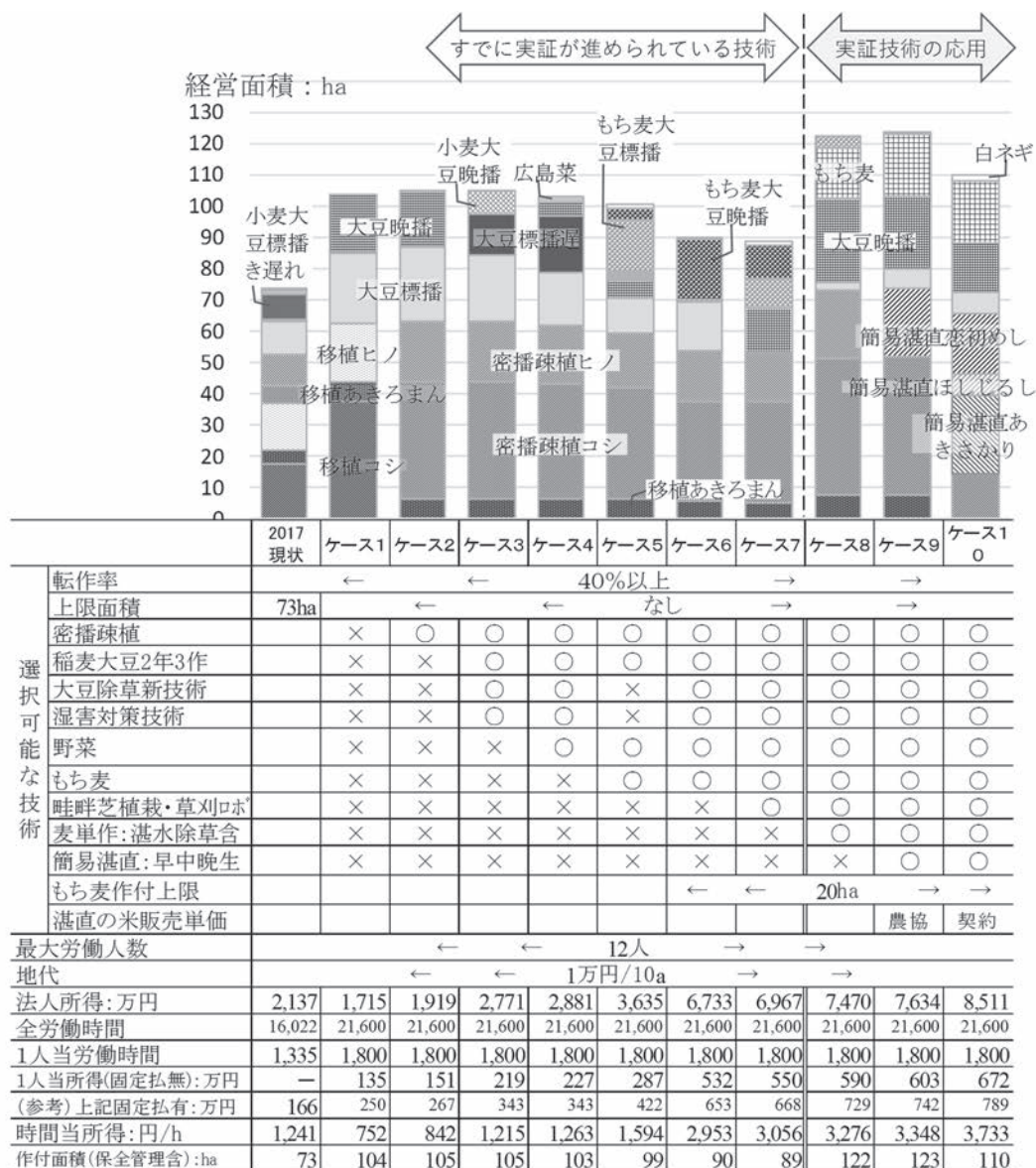


図1 稲・麦・大豆・野菜営農モデルで実証技術（ケース2～7）及び実証技術の応用で試算される所得と経営面積（ケース8～10）

資料:現地実証試験地A法人の資料、聞き取り調査、機械作業時間の実測、現地実証試験結果に基づいた。

注:1)交付金固定払と2毛作支払は加算していない。数量払のみ加算した。

2) 2017現状は、調査対象法人の稲、麦、大豆作、野菜作のみで計算した。

3)面積は作付実面積である(延べ面積ではない)

4)実証技術の応用では、簡易湛直に水稻良食味多収品種早生中生晩生を組み合わせ、麦単作を想定した。

からはもち麦、次いで耕起排水等による所得向上が大きいことがわかる。ただし、国産のもち麦は作付が増加していることから、販売単価の動きを注視する必要がある。

一方で、もち麦が無い場合には、排水技術、除草新技术等で大豆単収が 130 kg/10a（統計単収比 1.3 倍）増加し、また小麦単収が 175 kg/10a（統計単収比で 4 割増）増加（図 1 ケース 1 とケース 3）するが、1 人当所得では 83 万円/人（ケース 3－ケース 1）の増加分にしかないなど、栽培技術あるいは単収の向上が所得に反映されないという根本的な問題が指摘できる。これ

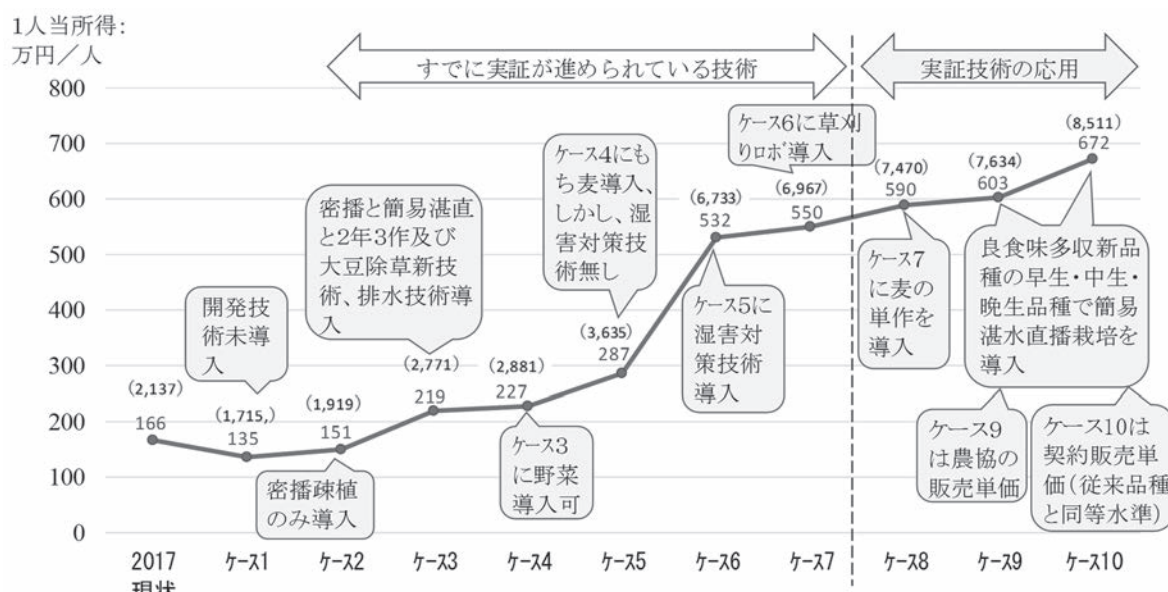


図 2 技術導入と 1 人当所得

資料: 図1に同じ。

注: 1) 交付金固定払いと2毛作払い(産地助成対応)は加算していない(但し2017現状は加算)。中山間直接支払交付金などは加算していない。

2) () 内数字は法人所得である。

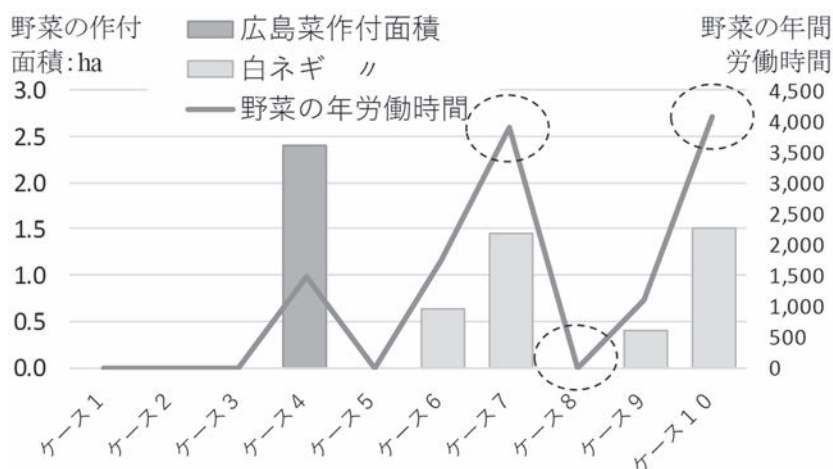


図 3 各ケースの野菜作付面積とその労働時間

資料: 図1に同じ。

には交付金の条件も関わっているが、この試算のように固定払が削減された場合には、所得面でも大きなダメージが予測できる。

2) 今後必要な技術導入による経営的効果

次に麦単作、水稻湛水直播（良食味多収品種）を順次導入した場合の効果を示す（図1、図2のケース8～10）。ケース7に「麦単作を導入した場合」（ケース8）では、所得は590万円/人となり、さらに40万円/人増加する。経営面積も122haとなり、ケース6に比較して33ha増加する。もち麦の単作が増加することにより、所得増加と転作の面積増加が同時に図れることとそれにともない、転作制約があるため、畑作の面積拡大が稲作の面積拡大に繋がるためである。しかし一方、水稻の面積が拡大し春季労働が増加したために白ネギの導入はゼロになる（図3、図5）。次に

「水稻簡易湛水直播と良食味多収の早・中・晩生の品種組み合わせを導入（湛直米：農協販売単価）」（ケース9）では、経営面積はほぼ同じであるが、1人当たり所得が13万円/人増加する。次に、今

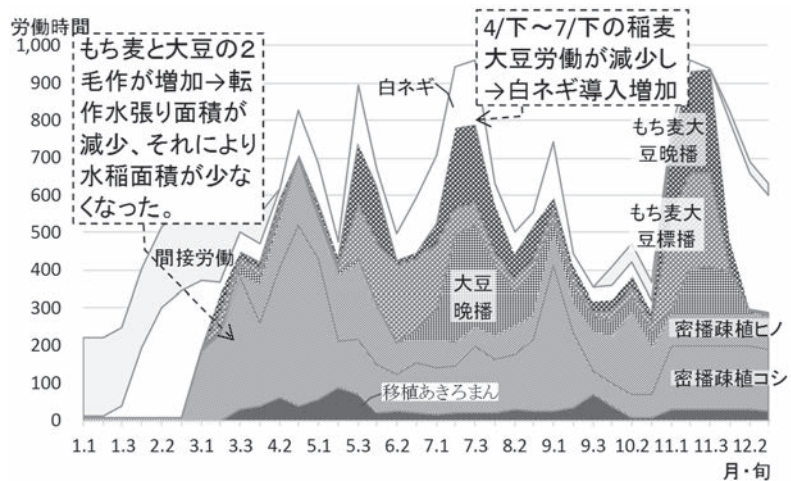


図4 ケース7の作物別労働時間

資料: 図1に同じ。

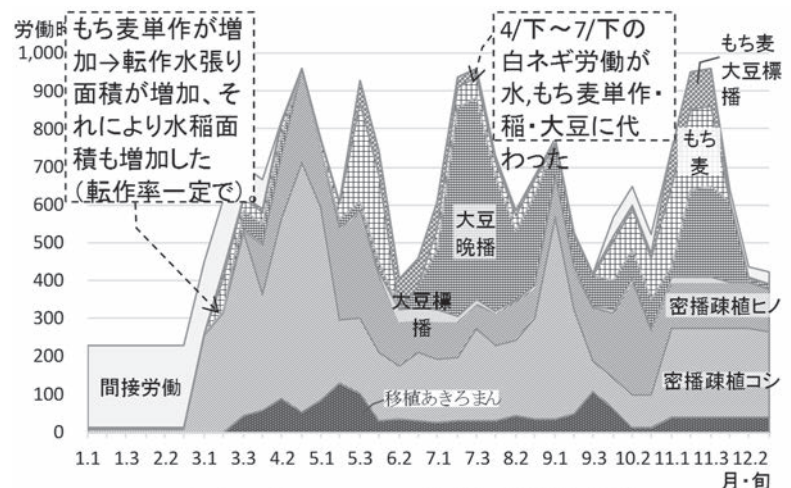


図5 ケース8の作物別労働時間

資料: 図1に同じ。

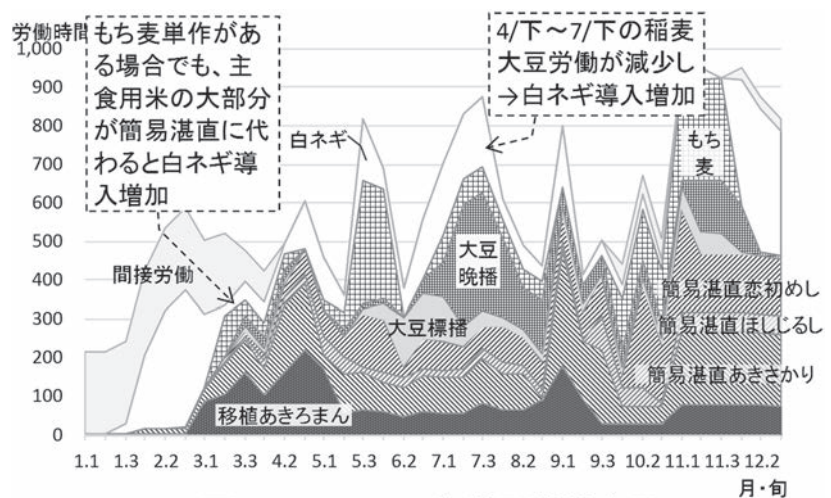


図6 ケース10の作物別労働時間

資料: 図1に同じ。

後においては良食味多収品種は、良食味の特性を活かし、移植品種同様の契約栽培が可能となる必要がある。さらに「水稻簡易湛水直播と良食味多収の早・中・晩生の品種組み合わせを導入（湛直米：契約販売単価）」（ケース 10）すると、さらに 69 万円/人増加する。これは、契約単価であることによる所得増加が主である。移植と同様に契約販売できるためには品種の良食味特性が実需者の持つイメージに定着することが必要となる。このことから、今後も良食味多収の品種が従来品種に匹敵する特性を備えた品種の育成が必要となる。

また、白ネギ面積が増加したのは、密播疎植のコシヒカリも簡易湛直のコシヒカリに入れ替わり、4/上～5/上で水稻育苗の労働が全て無くなったことにより、白ネギ定植の労働機会が生じ面積を増加させることができたためである（図 6）。

前述「第 2 節 2）」で水稻簡易湛水直播と良食味多収の早・中・晩生の品種組み合わせ及び麦単作導入により「主に規模拡大と所得増加のより大きな効果を、多くの場合に期待できる」としたが、これは主な効果を説明している。図 1 のケース 7～9 においては、選択技術に野菜が含まれていたことから水稻の省力化分の労働が野菜労働に利用される効果もある。したがって規模拡大以外の効果として野菜の増加にも貢献する。

そこで、麦単作と水稻簡易湛水直播の経営的效果の特性を理解するために、野菜が作付けされていない経営において、麦単作と水稻簡易湛水直播がどのような効果をもたらすのか、について検討した（図 5）。図 1 のケース 3 の条件において、麦単作と水稻簡易湛直が全くない場合は経営規模が 105ha である。しかし、麦単作だけが導入されると 110ha に増加する。1 人当たり所得も 248 万円/人と 18 万円/人増加する。また水稻簡易湛直だけが導入されると経営規模は、105ha で変わらないが、1 人当たり所得は 329 万円/人となり、98 万円/人増加する。さらに麦単作と、水稻簡易湛直の 2 つを導入した場合は 116ha となり、1 人当たり所得は 373 万円/人となり、142 万円/人増加する。

以上から、麦単作の単独導入では、麦単作が 2 毛作に変わるにより規模拡大の効果が水稻の簡易湛直より大きい。規模拡大と所得の双方において、麦単作（ケース 8）と水稻簡易湛直各単独（図表省略）で導入する場合を足すよりも両方を導入した場合の効果が勝ることから、相乗的效果が発揮されている。

さらに今後若年層を経営の担い手に想定すると、雇用型

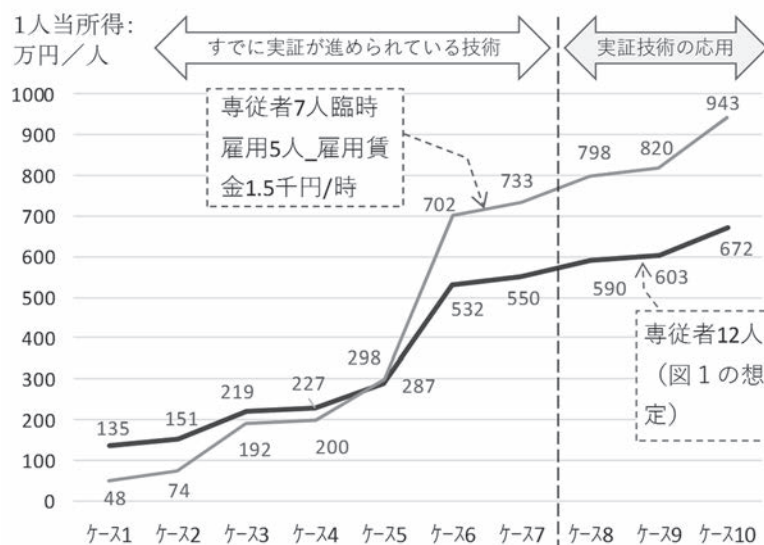


図 7 雇用を想定した所得との比較

資料: 図 1 に同じ。

注: 細い折れ線は今後若年経営者が雇用型経営に移行することを想定した。

経営への移行も考えられるそこで先程の図1の所得に対して雇用を想定した所得との比較を検討した（図7）。

それによると、専従者7人、臨時雇用5人、臨時雇用賃金1,500円/時（橙色）とした想定では、専従12人に比較して、技術導入（図の右方向）が進むことにより時間当たり所得が増加する。雇用想定（橙色）では、特に時間当たり所得（図1）が賃金の1,500円を超えるケース5からの増加が著しい。このような労働編成の下ではケース10において、943万円/人の所得を挙げることが可能となる。したがって、今後雇用を前提とし、1,500円/時のような高い賃金を前提とする場合には、1人当たり年間所得を技術導入により向上かつ安定させることが前提となることを示唆している。

4. 要約と考察

本章では、中山間集落営農法人の所得向上のために実証が進んでいる技術を導入した試算を行い、その効果と課題を明らかにし、さらに、今後必要とされる技術の効果を試算で確認し技術開発方向を検討した。その結果、以下のことを明らかにした。

1) 要約

第1に実証技術導入の試算においては、もち麦による所得向上が大きい。現状の販売単価を前提にすると貴重な収益源である。ただし、国産のもち麦も作付が増加しており、今後の単価の動きを注視する必要がある。実証技術導入により、他産業所得水準までは到達した。

第2にもち麦を導入しても湿害対策技術の導入の有無により、所得の差が大きいことから、湿害対策技術は収益力のある作物の能力を引き出すことが明らかとなった。

第3にもち麦が無い場合においては、排水技術、除草新技术等で大豆は小麦で各130 kg/10a増、175 kg/10a増になっているにも関わらず、1人当たり所得の向上に大きくは反映されず（ケース1とケース3の比較）、開発技術により単収が一定程度向上しても所得に反映されにくいという根本的な問題が指摘できる⁷⁾。

第4に、水稻簡易湛水直播と良食味多収の早・中・晩生の品種を組み合わせにおいては、移植と同様に契約販売することにより、より所得効果を増大できる。そのために品種の良食味特性が実需者に訴求することが必要となる。したがって、今後も良食味多収の品種特性の向上が必要となる。

第5に、水稻の規模拡大をする場合には、通常は畑作物の拡大を考慮に入れる必要があるため、転作率の想定をおいた試算においても麦単作と水稻簡易湛水直播技術は規模拡大の相乗効果をもたらすことが示される。したがって、今後の技術開発方向を検討する上で有望な技術のひとつであると考えられる。

第6に、少ない労働力でより広い農地を集積した場合には野菜導入が困難になる。さらに、技術面でいえば、農地保全に機能する水稻の簡易湛水直播や、集約化に貢献する野菜導入などの各

技術の特性に応じて、農地供給量の大きさや交付金固定払の有無などにより、各々効果の生じ方が異なってくるため注意を要する。水稻の簡易湛水直播は農地保全面積を拡大する効果を持つので今後確実性をさらに安定化させることが求められる。

第7に、今後雇用を想定する際にその効果を高めるためにも技術による1人当たり所得の向上は重要となる。現在では栽培技術あるいは、単収の向上が所得にまで反映しにくいことから、スマート育種などの活用などにより、海外水準並みへの単収向上が欠かせない。さらには今後の交付金削減に対応可能な単収水準を実現することが求められる。

2) 営農モデルの成立条件

以上の考察を踏まえ、稲・麦・大豆・野菜作複合経営モデルの成立条件として以下3点が挙げられる。

第1に、経営主体が高齢・兼業農家が大半であるために、優れた技術が普及されにくい(図8)。例えば湿害対策技術を導入しても、適期防除・管理がなされないなど技術水準が低い経営主体であるために新技術の導入効果が発揮できず、理解もされないため普及に繋がらない。これを防ぐために技術の高い若年の担い手経営を育成する体制整備が並行して行われる必要がある。

第2に、効果の期待される品種や栽培技術ほど普及が進むにつれその技術がベースとなる販売単価に戻るなど導入効果が低減していくことが多くみられる。導入による先駆者的利潤を長期化させるために新品種の開発は順次行われることは当然前提であるが、同時にマーケティングによ

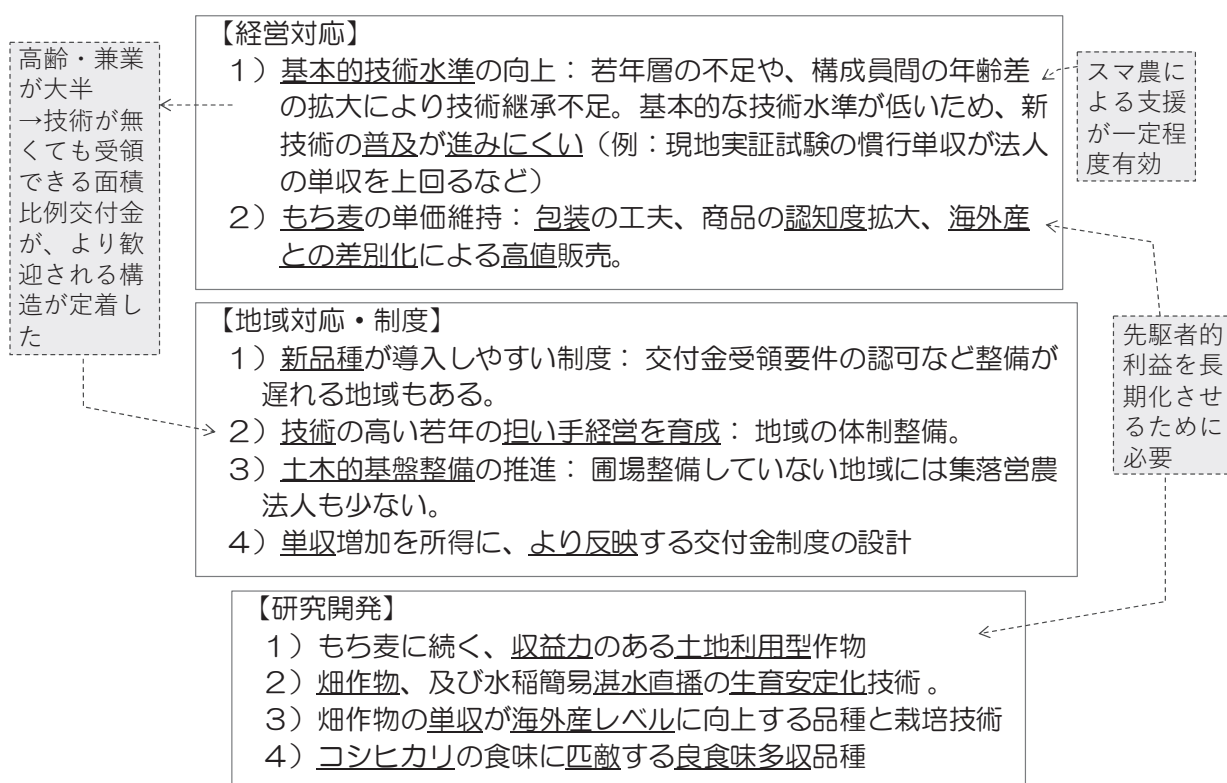


図8 モデル実現に必要な経営対応・地域対応・制度・研究開発

る認知度拡大、海外産との差別化による高値販売など単価維持が必要である。それら技術導入と、マーケティングが同時になされてもなお、他産業並みに届かない場合には、その部分を補う数量払いなどの交付金額の制度設計が必要と考えられる。

第3に、研究開発ではもち麦に続くような収益力のある土地利用型作物の開発や、畑作物の単収を海外レベルに向上させる品種と栽培技術、湛水直播の生育安定化技術などが今後望まれる。

つまり、①経営主体、②技術導入効果の継続、③品種と技術レベルの向上において、以上のような方策がなされることが経営モデルの成立条件となる。

＊本研究は農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業(うち地域戦略プロジェクト)」の支援を受けて行った。

[注]

- 1) これに関連してわが国の畜産を外圧から政策的擁護をした上で飼料用稲対策が必要と指摘している。
- 2) これまでの大豆の需要を分析し、一定量の消費のある基礎的な食品であることを指摘し、そのような食品の自給率の低さが問題であるとしている。
- 3) 当該法人が旧村の範囲で集積が行われているのは、平成の大合併により、小学校、診療所の閉鎖など定住条件の危機に直面し、それに対処するために自治組織を補完する目的で広域化したためである。生産組織はそれに付随した。従って、設立当時(2005年)は地域政策的な必要性から広域な規模となった。
- 4) ファームAの生産条件が一般的な中山間の条件を備えていると考えるのは以下の理由による。
第1に、広島県農林水産局^[10]から平均圃場区画を計算すると広島県21a、中四国地域18aとなる。一方、ファームAの平均圃場区画は10a(法人農地台帳による)であり、前者の約半分と小さい。第2に、排水や用水の便が悪い圃場も多く含んでいる。第3に、現地の技術体系は必ずしも中山間向けに構築されてはいない。また、表1に示した農作業においては法人の各作物栽培圃場において作業時間の実測を行った結果を係数に使用しているために、上記の条件から発生する規模の不経済性は係数に反映される。従って、本章の試算は他の集落営農法人が規模拡大を行う上で参考となる情報を提供できると考える。
- 5) 清水^[6]は「圃場整備時に盛り土をした箇所では地下水位が高く、土壌水分も高いために湿害が発生した」とし、従来不均一に発生し、畑作物の低収要因の一つであった湿害の地形的なメカニズムを明らかにした上で圃場整備前の地形由来の湿害に即した対策を検討している。
- 6) 土木施工された暗渠は、水稻作を前提としており、区画に1本しかないものも多いが、それが詰まったままになっており、畑作物はそのまま作付けされている。本章で取り上げた排水技術は、そのような土木施工の暗渠が機能しなくなった、湿田において畑作物の生育と単収の向上を図る技術である。

7) より飛躍的な単収向上の方法としては新品種の開発が有効であるが、畑作物育種・栽培研究部門の人員が大幅に減少していることなど有望品種の開発能力低下が懸念されている。また、現在検討されている A I によるスマート育種で補完できるか否かは不透明な状態にある。

〔引用文献〕（五十音順）

- 〔1〕安藤光義「中山間地域における集落営農法人の多様な展開―大分県竹田市の事例―」、『2013 年度日本農業経済学会論文集』、2013 年、1-8。
- 〔2〕梅本雅『大豆生産振興の課題と方向』、農林統計出版、2013 年、148。
- 〔3〕梅本雅「日本農業における技術革新―経過と展望―」、2019 年度日本農業経済学会大会シンポジウム報告要旨、2019 年、135-162。
- 〔4〕小池恒男「飼料用稲は経営安定対策の救世主になるか」、『農業と経済』80(11)、2015 年、16-28。
- 〔5〕国税庁企画課「平成 29 年分民間給与実態統計調査」、2018 年、12。
- 〔6〕清水裕太「中山間地水田輪作圃場におけるダイズ・ムギの湿害に及ぼす過去の地形の影響」、日本土壌肥料学会 2018 年度神奈川大会講演要旨、2018 年、6。
- 〔7〕住田弘一「田畑輪換の繰り返しや長期畑転換に伴う転作大豆の生産力低下と土壌肥沃土の変化」、東北農業研究センター研究報告 103 号、2005 年、39-52。
- 〔8〕日本土壌協会「有機栽培技術の手引〔水稻・大豆等編〕」、2012 年、209。
- 〔9〕橋詰登「2015 年センサスにみる農業構造変動の特徴と地域性―水田農業の担い手形成と土地利用の変化に注目して―」『縮小再編過程の日本農業』日本の農業 250・251、2018 年 15-42。
- 〔10〕広島県農林水産局：「平成 24 年度広島県のほ場整備」、2012 年、4。
- 〔11〕広島県農林水産局「広島県のほ場整備の推移」『施策と予算の概要』、2018 年、44。
- 〔12〕福田晋「飼料用米は水田利用・畜産の救世主となれるか」、『農業と経済』81(8)、2015 年、66-76。

第4章 稲・飼料・野菜作複合経営モデル

渡部博明*・坂本英美*・千田雅之*

1. 基本的考え方
2. モデルの構築
 - 1) 素材とする事例の先進性と課題
 - 2) 稲・飼料・野菜作複合経営モデルの部門・技術構成
 - 3) 稲・飼料・野菜作複合経営モデル策定のフローと諸仮定
3. モデルの計測結果
 - 1) 食用米生産の高付加価値化・圃場内および圃場外作業の省力化の効果
 - 2) コシヒカリ並みの品質とブランド力を備えた中生主食用米の導入効果
 - 3) 子実用コーン作導入の条件と効果
 - 4) 白ネギ作の導入と省力化の効果
 - 5) 子実用コーン作における畦畔草刈作業の省力化の意義
4. 要約と考察
 - 1) 食用米生産
 - 2) 子実用コーン作
 - 3) 白ネギ作

1. 基本的考え方

本章で策定する稲・飼料・野菜作複合経営モデルは、「高付加価値かつ省力的食用米生産」「飼料畑作」「野菜作」を単作で結合させた複合経営モデルである。基本的発想は、高付加価値（減農薬・無化学肥料、土づくりの徹底による高単価販売）かつ省力的な食用米生産と労働集約型の野菜作を組み合わせ、基幹労働力の所得拡大と通年就業機会の確保を図るとともに、傾斜圃場でも生産可能、畦畔不要、投下労働時間が少なく粗放的に農地が管理できる飼料畑作の展開により中山間地域の農地の利活用を図ろうとするものである。

このモデルのコンセプトすなわち中山間地域農業に期待される展開や役割への貢献を、第2章の図7に即して述べれば、①基幹労働力の所得拡大と通年就業機会の確保および自給率の低い飼料畑作物の展開は「産業としての農業の展開」（青壮年専従者の確保、食料の安定供給）に、②粗放的管理による中山間地域の農地の利活用という点は「地域内の農業・農地の維持」（農地の維持、食料の潜在的生産力の確保）に、③高付加価値米生産に必要な水田の展開は「外部効果の発揮・低減」（洪水防止機能の発揮、生物多様性の確保¹⁾）に、それぞれ貢献するものと考えられる²⁾。

2. モデルの構築

1) 素材とする事例の先進性と課題

第1節で述べたモデル策定の基本的考え方に照らして、素材として適していると判断された事

*西日本農業研究センター

例は鳥取県のT経営である(表1)³⁾。T経営が営農を展開する地区は、農林統計の「農業地域類型」上は「都市的地域」に区分されるが、地区全体が緩やかに傾斜した農村地帯である。T経営は、役員、正社員合わせて15人(うち60歳未満9人)を主な労働力として経営面積(水張り計)115haを展開する雇用型大規模法人である。圃場の平均区画規模(21a/筆)は中国中山間地域の平均的な値である⁴⁾。

作付構成では水稻作⁵⁾を基幹としつつ労働集約型の白ネギ作を組み合わせることで正社員の通

表1 T経営の概要

立地	鳥取県、「都市的地域」、緩やかに傾斜した農村地帯 ¹⁾	
労働力(人)	役員4(うち60歳未満2)、正社員(役員除く)11(同7)、臨時雇用5	
経営面積(水張り計)	115.3ha、537筆(21a/筆)	
作付構成(ha)	主食用:40.9(コシヒカリ37.3、その他3.6)	
	水稻 ²⁾ :94.6	
	酒米:47.8(山田錦40.5、吟おうみ7.3)	
	その他:5.9(モチ米、飼料用米)	
	白ネギ	3.4
主な機械装備	粗飼料用コーン ³⁾	7.0(デントコーン)
	その他:10.3	野菜、白黒大豆、小豆、緑肥作物、保全管理
	田植機(ポット苗用):3台(6条:2、4条:1)	
	トラクター:12台(65~130ps:6、15~44ps:6)	
	コンバイン:4台(6条:3、3条:1)	
先進性	マニユアスプレッダ:3台(自走式:2、牽引式:1)	
	レーザーレベラー:1台、プラウ:2台(4連装、5連装)	
	重機ショベル:3台	
	① 高付加価値米生産による高単価販売。	
	※ 減農薬・無化学肥料、土づくりの徹底(堆肥の連年施用、深耕)。	
課題	② 圃場内作業の省力化:土地生産性(単収)よりも物的労働生産性(単位面積当たりの労働時間)の向上を重視。	
	※ 大型機械による迅速な作業、畔際には移植せず明渠を施行、レベラーによる緩傾斜圃場作りで入排水・代かき時間の短縮。	
	① 根強い消費者ニーズへの対応のため、主食用米は早生の「コシヒカリ」に偏重。このため、大面積であることに加え、水利慣行の制約からくる酒米「山田錦」との作業競合により、食用米の作付面積が制約されるとともに「コシヒカリ」の移植が長期に及び(遅植圃場の発生)、平均単収が低下。	
	② 粗飼料用コーンを生産しているが、水の便が悪く水稻を作ろうにも作れない水田に作付けるという消極的動機による。また、比較的自給率の高い粗飼料であること等から地域内での需要が制約的になりがちである ⁴⁾ 。つまり、傾斜圃場でも生産可能、畦畔不要、粗放的に農地が管理できるという点で中山間地域に適した特徴をもつ飼料畑作が積極的に展開されていない。	
	③ 白ネギ作は収穫・調製作業の労働時間が多いために、支払賃金も多く収支を圧迫 ⁵⁾ 。	

資料:現地調査結果、農林水産省『農林業センサス』(2015年)集落カード。

注:1)集落カードによると、田の地形上の傾斜は「緩傾斜」(1/100~1/20)である。

2)水稻はほぼ100%移植(試験的に実施している乾直が3.8ha有り)。

3)粗飼料用コーンとは、茎葉と雌穂を丸ごと収穫・細断・ラッピングし大家畜向けの粗飼料にするためのコーンを指す。なおT経営では収穫・調製は外部委託している。

4)これはT経営が抱える課題というよりも粗飼料生産一般にいう課題である。

5)こうした状況にもかかわらず白ネギ作を導入しているのは、正社員の通年就業機会の確保と「土づくり」の徹底による高品質な農産物の提供というT経営のブランド戦略のためである(地中深くに生長する白ネギの品質は、土づくりの良し悪しの影響を受けやすい)。

年就業機会の確保を図っていること、主な機械装備では100psクラスの大型トラクターやプラウ、レベラー、重機ショベル等、決して広いとはいえない平均区画規模のわりには重装備であることが特徴である。

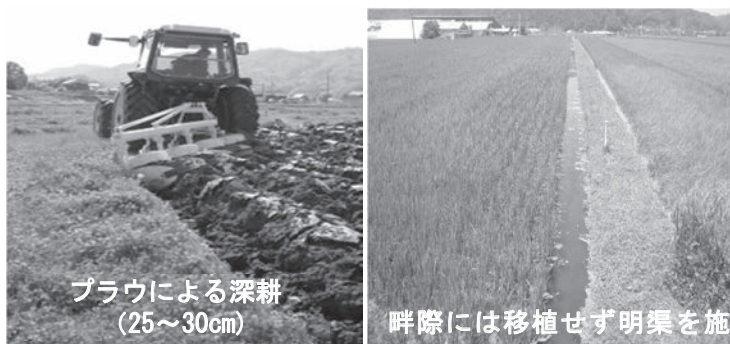


図1 食用米生産で高付加価値化と圃場内作業の省力化を両立する技術の例

資料：T経営、西日本農研・千田雅之氏撮影。

表1にはまた、T経営の先進性と課題を整理している。

まず先進性は、高付加価値化と高い省力性を両立させた食用米生産を行っている点にある。

前者の技術的特徴は、減農薬・無化学肥料、土づくりの徹底（堆肥の連年施用、深耕：図1左）による高単価販売である（表2の「単価」参照）。後者の技術的特徴は、土地生産性（単収）よりも物的労働生産性（単位面積当たり労働時間）の向上を重視している点にある⁶⁾。すなわち、決して広いとはいえない平均区画規模でありながら大型機械を用いて迅速に作業するとともに、畔際には移植せず明渠を施行し移植時間の短縮と排水性の向上を図る（図1右）等の工夫を行っている。また、移植でありながらレベラーを用いて圃場に緩傾斜をつけることで、入排水・代かき時

表2 主食用米の収益性

			T経営	慣行
粗収益	単収	kg/10a	360	503
	単価	円/60kg	18,000	12,840
	粗収益	円/10a	108,000	107,642
費用	種苗費	〃	750	1,948
	肥料費	〃	3,684	8,827
	農薬費	〃	4,693	9,653
	光熱水費	〃	4,973	4,769
	小農具費・水利費等	〃	14,987	19,458
	修繕費	〃	6,367	5,618
	地代	〃	8,500	8,500
	変動費計	〃	43,954	58,755
	償却費（建物+機械）	〃	10,336	21,444
	合計	〃	54,291	80,199
所得（10a 当たり）		〃	53,709	27,443
所得（時間当たり）		円/時間	5,398	1,723
労働時間		時間/10a	9.95	15.93

資料：T経営の「コシヒカリ」実績、岡山県『平成27年度農業経営指導指標』（水稻 機械移植 20ha 吉備高原・津山盆地）。

注：生産技術の差（減農薬・無化学肥料、成苗移植による播種量の少なさ等）に基づく相違は小さいと考えられる費目（小農具費、水利費、地代等）については、T経営で調査済のものはT経営の実績値で、未調査のものは上記岡山県の指標の数値で統一した。

また、T経営の「償却費（建物+機械）」について、償却期間を超えて使用している機械の償却費は計上していない。

表 3 食用米生産（移植）の作業別労働時間（時間/10a）

	T 経営	慣行
耕起・均平・基肥	1.70	2.30
苗箱播種・育苗	1.51	1.73
代かき・田植	1.53	2.40
除草・防除	1.88	3.60
畦塗り・水管理	1.80	2.50
収穫・乾燥・出荷	1.53	3.40
合計	9.95	15.93

資料：T 経営の食用米実績（品種を問わず同じ）、岡山県『平成 27 年度農業経営指導指標』（水稻機械移植 20ha 吉備高原・津山盆地）。

注：T 経営で未調査の「出荷」時間については、「慣行」の同作業時間を用いた。

間の短縮を図っている。圃場内作業の省力化といえる、こうした T 経営の技術的特徴は表 3 で確認できる。すなわち、慣行の 62%に過ぎない労働時間に T 経営の高い省力性が表れている（ $62\%=9.95/15.93\times 100$ ）。

以上で述べた、食用米生産における高付加価値化と高い省力性の両立という先進性の総合的な評価は前掲表 2 で確認できる。すなわち、T 経営では、①低単収だが高販売単価のために粗収益では、慣行とほぼ同等となる、②減農薬・無化学肥料生産のためその費用は慣行より低い、③経営面積が大きいために農業機械が重装備（表 1 の「主な機械装備」参照）のわりには、10a 当たり減価償却費が低い、④その結果として所得は、慣行と比べ、10a 当たりでは約 2 倍（ $2.0=53,709/27,443$ ）、時間当たりでは約 3 倍（ $3.2=5,398/1,723$ ）となり、高い収益性が実現されているのである。

前掲表 1 にはまた、①主食用米が「コシヒカリ」に偏っていること、②地域内での需要が制約的になりがちな粗飼料用コーンが消極的理由により生産されていること、③白ネギ作の収穫・調製作業の労働時間が多いこと、に関連する 3 つの課題を整理している。

以上で述べた T 経営の先進性の組み込みと課題解決という分析視点は、本章第 1 節で述べた稲・飼料・野菜作複合経営モデルの基本的考え方と整合的であり、この分析視点からモデルを構築・計測することで、有効なモデルが策定できると考えられる。

2) 稲・飼料・野菜作複合経営モデルの部門・技術構成

これまでの考察を踏まえて設定された稲・飼料・野菜作複合経営モデルの部門・技術構成は図 2 の通りである。部門は、食用米生産（移植）、子実用コーン作、白ネギ作の 3 部門で構成される。

食用米生産の技術は、高付加価値化（T 経営の先進性）、圃場内作業の省力化（同）、圃場外作業の省力化（中山間水稻作の課題解決）、「コシヒカリ」並みの品質とブランド力を備えた中生主食用米の導入（T 経営の課題解決）の 4 つで構成される。

このうち、圃場外作業の省力化すなわち畦畔（法面含む、以下同じ）草刈作業の労働時間削減については本節 1) で触れなかったので補足する。周知の通り中山間水稻作では、畦畔草刈作業の負担の大きさが作付面積拡大の制約要因とする見解が一般的である（安藤^[1]、梅本^{[3][4]}、鬼

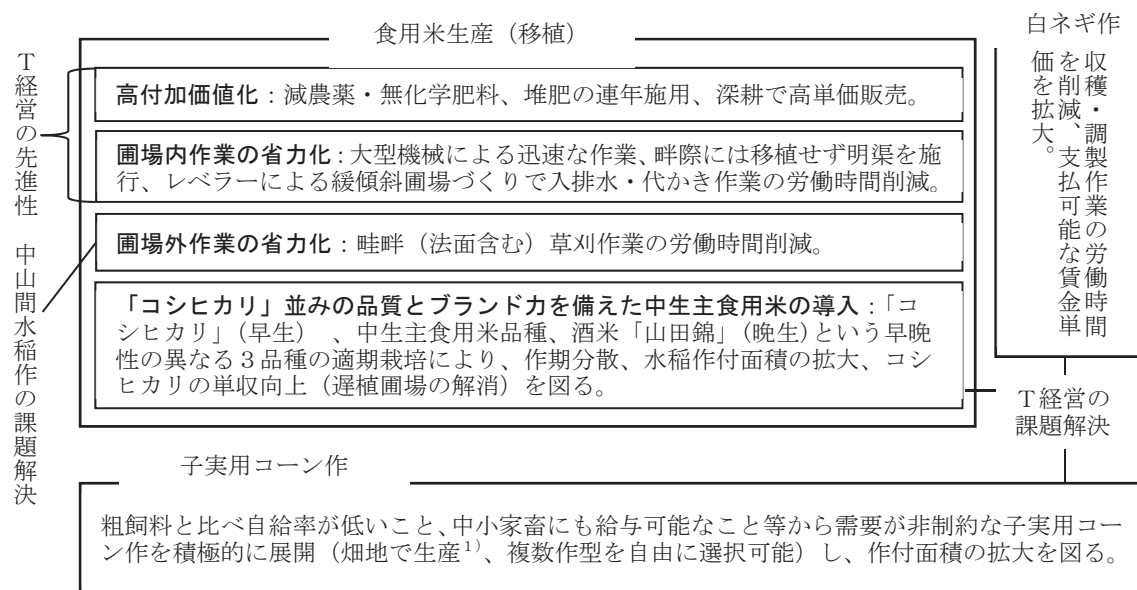


図2 稲・飼料・野菜作複合経営モデルの部門・技術構成

資料：筆者作成。

注：1）畑地での生産とは、畦畔（法面含む）不要のため、その草刈作業も不要という状況を想定。

頭ら^[6]、鬼頭^[7]、木南ら^[8]）。地区傾斜が比較的緩やかなT法人の場合、同作業はそれほど大きな負担となっていないが、中山間地域における稲・飼料・野菜作複合経営モデルを策定する本章では、同作業の負担を仮想（外挿）した上でその省力化の効果を調べることにした。

稲・飼料・野菜作複合経営モデルにおいて、自給率の低い飼料畑作物の展開はコンセプトとの関連で、「産業としての農業の展開」（食料の安定供給）への貢献の観点から設定したことは本章第1節で述べた。図2における子実用コーン作の積極的展開は、T経営の課題解決（前掲表1の「課題」②参照）と同時に飼料畑作物の中でも自給率が極端に低い濃厚飼料を生産するとことで⁷⁾、食料の安定供給への一層の貢献が期待できるとの観点から設定した。モデル分析においては、水の便が悪く水稻を作ろうにも作れない水田に作付けるというT経営のような消極的動機によるものではなく、畑地で生産、複数作型を自由に選択可能という意味で積極的展開による経営面積拡大の効果とともに、その導入条件（補助金・単収水準）を検討する。

白ネギ作については、その課題（前掲表1の「課題」③参照）を踏まえた技術設定となっている。すなわち、水稻等の土地利用型部門との複合部門として労働集約型の白ネギ作を導入する場合、白ネギ作では支払賃金が多いためにその収支を圧迫する。これは、白ネギ作導入により収益は増加するのだが、その増加額のわりには労働時間の増え方が大きく、支払可能な賃金単価が低位になるためである。固定された時給に基づき賃金を支払うと白ネギ作は赤字になるということである。本章では、白ネギ作を含む多くの野菜作で省力化のボトルネックとなっている、収穫・調製作業の労働時間を削減し、支払可能な賃金単価の拡大を図ることを想定した。

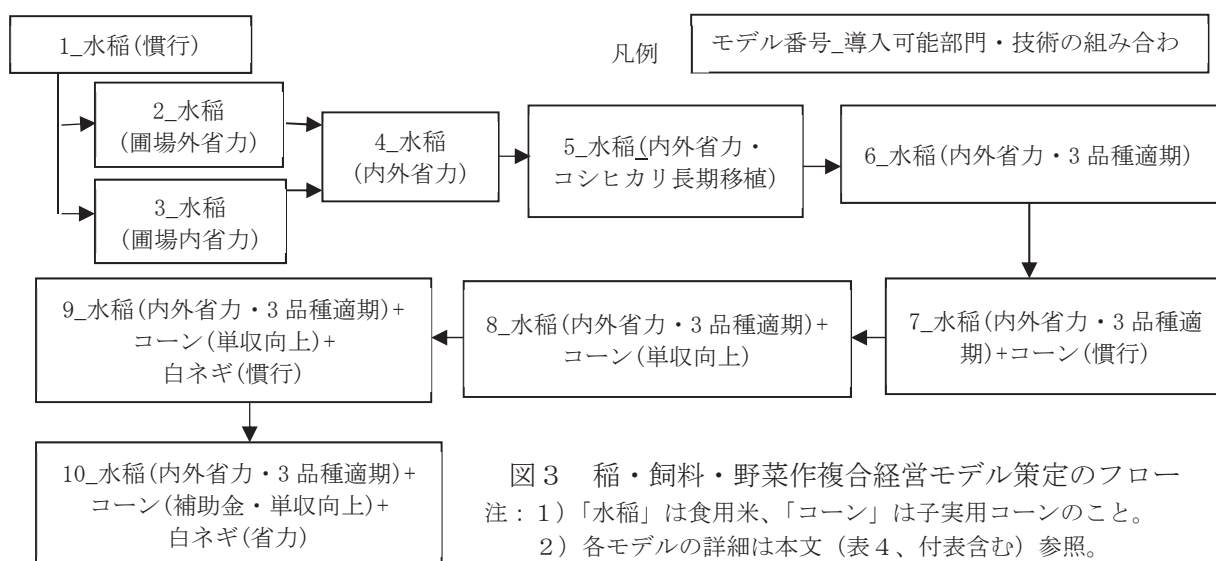
以上の各技術内容の具体的な設定は後掲表4にまとめた。

3）稲・飼料・野菜作複合経営モデル策定のフローと計測の諸仮定

稲・飼料・野菜作複合経営モデルの策定に際しては、各部門・技術の導入効果が検証できるように、いくつかの経過的モデルを経て最終モデルすなわち稲・飼料・野菜作複合経営モデルに至るフローを図3のように設定した。

モデル1～4は、主食用米生産の高付加価値化と省力化の効果を、同5～6は早晩性の異なる複数の食用米品種（主食用+酒米）の導入の効果を、同7～8は子実用コーン作導入の条件と効果を、同9～10は白ネギ作の導入と省力化の効果を、それぞれ調べるためのものである。なお、モデル1～4では、主食用米生産の高付加価値化、省力化の効果を集中するため、導入可能品種は「コシヒカリ」のみとした。また、モデル5は、T経営の水稻の主力品種である「コシヒカリ」と「山田錦」の作付構成と課題をT経営の実態に合わせたモデルである（前掲表1の「課題」①参照）。

各モデルの計測は数理計画法によるが、具体的には基幹労働力（表4の注3参照）の所得最大化を目的とする整数計画法によることとした。これは、図3のフローでは、経営面積の拡大や導入可能部門の変更に伴う機械装備の変更が予想され、整数計画法はそうした状況に適しているためである。モデル計測に際しての主な諸設定は表4に、利益係数、労働係数は、部門別収支とともに付表に示した。モデルの計測には線形計画プログラム（XLP）を用いた。



3. モデルの計測結果

整数計画法による各モデルの計測結果を図4に示した。以下、考察する。

1) 食用米生産の高付加価値化・圃場内および圃場外作業の省力化の効果

モデル1と2の計測結果から、中山間水稻作で大きな負担となっている畦畔草刈作業の労働時間時間が削減（圃場外作業が省力化）されても、水稻（ここでは「コシヒカリ」のみ、以下モデル4まで同じ）の作付面積は全く拡大せず、基幹労働力の所得もほとんど拡大しないことが分かる。これは、中山間水稻作において、畦畔草刈作業は年間労働時間が最多の作業であるが⁸⁾、それは

表4 モデル計測の諸仮定¹⁾

食用米生産	慣行	- 単収、単価、変動費、月旬別・作業別労働時間は、岡山県『平成27年度農業経営指導指標』（水稻 機械移植20ha 吉備高原・津山盆地）に従う。 - ただし、中山間地域での生産を想定するため労働時間には、畦畔（法面含む）草刈作業の労働時間4時間/10a（1時間/回×4回/年：水稻作付10a当たり）を加算²⁾。
	圃場外作業の省力化	上記で設定した年4回・計4時間かかる畦畔草刈作業の労働時間を平均的に0.4倍した(0.4時間/回×4回/年)。0.4倍はT経営の同作業の年間労働時間の実績値1.59時間/10aを基に設定(1.59/4=0.4)。
	圃場内作業の省力化	- 高付加価値化（高単価販売）とセットで扱い、単収、単価、変動費、月旬別・作業別労働時間はT経営実績に従う。 - ただし、中山間地域での生産を想定するため、T経営における畦畔草刈作業の労働時間を差し引いた上で、中山間水稻作における同作業の労働時間を上記「水稻（非省力）」と同様に加算。
	中生主食用米	単収、単価、月旬別・作業別労働時間は、T経営で試験的に50a導入されている「きぬむすめ」実績に従う。
		- 単収、単価は、西日本農研・千田雅之氏の現地調査結果に従う。 - 変動費、月旬別・作業別労働時間は、岡山県『平成27年度農業経営指導指標』（子実トウモロコシ）に従う。
子実用コーン作	慣行	4月中旬播種・9月上旬収穫を作型1とし、以降2月旬ずらしていき、収穫晩限となる11月中旬に至るまでの計4作型を設定。基幹労働力の所得最大化の下、各作型を自由に選択可能。 - 全作型について畑地での生産（＝畦畔草刈作業の労働時間は無し）を想定。 - 汎用コンバイン等を所有し播種～収穫・調製までを自己経営で行う。
	単収向上	- 補助金：経営所得安定対策の水田活用の交付金（飼料作物）35,000円/10a。 - 単収：富沢^[12]を参考に、乾物900kg/10aを想定（慣行は乾物700kg/10a）（根拠は本文第3節3）参照）。 - その他設定は上記「慣行」に同じ。
白ネギ作	慣行	- 単収、単価、変動費、月旬別・作業別労働時間は、岡山県『平成27年度農業経営指導指標』（白ネギ 秋冬どり）に従う。 - ただし、収穫・調製作業の時期はT経営実績に従い、複数品種を組み合わせ1～3月の継続的な実施を想定。 - 畑地での生産（畦畔草刈作業の労働時間は無し）を想定。
	省力化	- 初期投資300万円で、収穫・調製作業の労働時間が慣行より25%削減されることを想定（根拠は本文注11参照）。 - その他設定は上記「慣行」に同じ。
補助金		- 子実用コーン作の35,000円/10aを除き一切考慮しない。 - 圃場外作業の省力化すなわち畦畔草刈作業の労働時間削減に関しては、現在の中山間地域等直接支払制度等での助成実績がある、被覆植物の植栽を想定し、経営体の負担は無しと仮定。
労働力		T経営の実態を踏まえ、基幹労働力7人³⁾、臨時雇用5人（賃金=1,000円/時）。

資料：筆者作成。

注：1）部門別の単収、単価、変動費、労働時間の具体的数字は付表参照。

2）1時間/回は鬼頭^[7]（p.25）等を参考に設定。

3）T経営の正社員11人（表1）のうち機械オペレータは6人である。これに経営者（社長）1人を加えた計7人を基幹労働力とした。基幹労働力とは、農業生産に必要な労働時間に対し優先的に労働力を提供する労働力のこと。基幹労働力だけでは労働力が不足する場合に臨時雇用で補う（1,000円/時）ものとする。

主に移植や収穫等の基幹作業の合間に分散して行われるものであるため、その省力化が図られても水稻の作付面積は変化しない、と解釈できる。より正確には、水稻の作付面積を拡大させる効果自体は潜在的にはあるのだが⁹⁾、機械の追加投資を可能にするほどの収益増加をもたらすもの

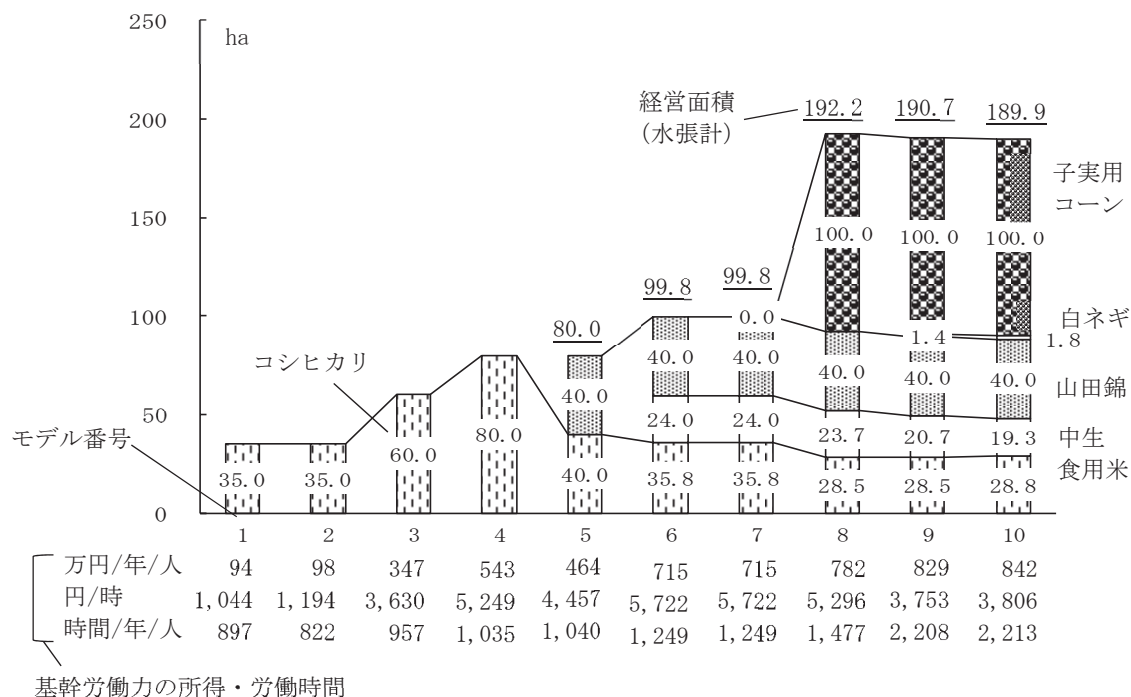


図4 モデルの計測結果

資料：筆者の計測による。

注：1）モデル1～4の導入可能品種は「コシヒカリ」のみであり、その作付面積＝経営面積である。

2）計測に際しては、販売費及び一般管理費とその関連労働時間は考慮していない。

ではないため、それは顕在化しないということになる。

これに対し、①モデル3の計測結果から、高付加価値化と基幹作業の省力化を伴う圃場内作業が省力化された場合は、作付面積は60.0haに、基幹労働力の所得は347万円/年/人に拡大することが、②モデル4の計測結果から、高付加価値化と圃場内外作業の省力化が全て同時に図られた場合は、作付面積は80.0haに、基幹労働力の所得は543万円/年/人に拡大することが、分かる。2点目は、高付加価値米生産による収益向上もあり、モデル2では機械の追加投資ができないために潜在化していた圃場外作業の省力化による水稻の作付面積拡大効果が顕在化する等、高付加価値化と圃場内外作業の省力化の相乗効果が発揮された結果と解釈できる。

2) 「コシヒカリ」並みの品質とブランド力を備えた中生主食用米の導入効果

モデル5は、「コシヒカリ」と「山田錦」の作付面積をT経営の実態に合わせたモデルである。すなわち、T経営の農産物は契約栽培であるため、年間の作付面積はある程度固定的であり、ここでは、酒造業者との契約栽培である「山田錦」の作付面積をT経営の現状の40haに固定した。T経営では現在「コシヒカリ」は37.3ha、「山田錦」は40.5ha作付けているので、整数計画法に基づくモデル5の計測結果において、2品種の作付面積はT経営の実態とほぼ一致する。ただしこの場合、大面積であることに加え、圃場選択の制約もあり「山田錦」との作業競合により、食用米の作付面積が制約されるとともに「コシヒカリ」に遅植圃場が発生し、平均単収の低下を招いている（前掲表1の「課題」①参照）。その結果、経営面積はモデル4と同じだが、基幹労働力の所得は464万円/年/人に低下する。

これに対し、「コシヒカリ」並みの品質とブランド力を備えた中生主食用米が開発・導入され、早生の「コシヒカリ」、晩生の「山田錦」との組み合わせにより、早晩性の異なる3品種が適期に栽培された場合を想定したモデル6の計測結果から、作期分散（競合回避）と遅植圃場の解消による「コシヒカリ」の平均単収の向上が図られるため、経営面積は99.8haに、基幹労働力の所得は715万円/年/人に、それぞれ拡大することが分かる。

3) 子実用コーン作導入の条件と効果

モデル6で、経営所得安定対策の水田活用の交付金（飼料作物）35,000円/10aを前提として子実用コーン作を導入可能とした場合、慣行の単収（乾物700kg/10a）でそれは導入されないが（モデル7）、乾物900kg/10aに向上すると導入される（モデル8）ことが分かる。乾物900kg/10aは、慣行の単収と試験圃場レベルの期待単収、乾物1,077kg/10a（富沢^[12]（p.9））の単純平均であり（ $900\text{kg} = (700\text{kg} + 1,077\text{kg}) / 2$ ）、単収目標として一定の妥当性はあるだろう。

このモデル8はモデル6・7と比べ、経営面積がほぼ倍増するとともに、基幹労働力の所得も拡大し、子実用コーン作導入による粗放的農地管理が中山間地域の農地維持に有効といえる。

4) 白ネギ作の導入と省力化の効果

モデル8で白ネギ作（慣行）を導入可能としたモデル9の計測結果から、慣行つまり省力化無しでもそれは導入されることが分かる。これは冬野菜作である白ネギ作は食用米生産や子実用コーン作との作業競合度が低いためである。この場合、基幹労働力の所得もモデル8より拡大するが、所得の増加額（追加的所得）のわりには労働時間の増え方が大きく、白ネギ作の導入によりもたらされる追加的所得を時間当たりで評価すると632円/時に過ぎない（ $632\text{円/時} = (829\text{万円} - 782\text{万円}) / (2,208\text{時間} - 1,477\text{時間})$ ）。

対してモデル10は、モデル9の白ネギ作において、収穫・調製作業の労働時間が25%削減（初期投資300万円）された場合のモデルである¹⁰⁾。モデル10について同様の比較・評価を行うと、白ネギ作の導入によりもたらされる時間当たりの追加的所得は813円/時に向上する（ $813\text{円/時} = (842\text{万円} - 782\text{万円}) / (2,208\text{時間} - 1,477\text{時間})$ ）。

多くの野菜作で省力化のボトルネックとなっている収穫・調製作業の省力化は、野菜作導入に伴う基幹労働力の追加的所得を有利化するという意味で、土地利用型部門との複合化において特に重要な課題である。

本節のここまでの分析過程を経て、最終的に策定されたモデル10が稲・飼料・野菜作複合経営モデルである。それは、経営面積190ha、基幹労働力の所得842万円/年/人、3,806円/時、同労働時間2,213時間/年/人と、経営面積、基幹労働力の就業条件ともに高いパフォーマンスを示すものとなる。また、本章冒頭で述べたようにそれは、「産業としての農業の展開」「地域内の農業・農地の維持」「外部効果の発揮」の各コンセプトの実現に貢献するものである。

5) 子実用コーン作における畦畔草刈作業の省力化の意義

稲・飼料・野菜作複合経営モデルとして提示されたモデル10において、子実用コーン作は畦畔草刈作業の労働時間を考慮しないという意味で水田ではなく畑地での生産を想定したものであっ

た（前掲表4の「子実用コーン作」参照）。水田での生産を仮定するとどうなるであろうか。

この点を検証するため、子実用コーン作で畦畔草刈作業の労働時間（省力化後）¹¹⁾を考慮してモデル10を計測したところ、結果は子実用コーン作は一切導入されなかった（表示省略）。これは、圃場内作業の年間労働時間が5時間/10a（付表参照）にも満たない粗放的な部門を導入しようとするなら、畦畔草刈りという圃場外の作業にそれほど多くの時間はかけられないということである。つまり、中山間水稲作で大きな課題とされる畦畔草刈作業の負担は、むしろ粗放的な飼料畑作物である子実用コーン作でクリティカルな課題といえる。このことは、子実用コーン作の展開により中山間地域の農地維持を図る場合、畦畔草刈作業が必要な水田での生産を前提とするなら、その効果は限定的となる可能性が高いことを示唆している。したがってその場合、畦畔が無い畑地での生産、あるいは水田で生産するなら畦畔草刈作業が解消できるような技術を導入することが必要となる。

4. 要約と考察

以上、T経営を素材に数理計画法を適用し、その先進性の組み込みと課題解決の視点から、稲・飼料・野菜作複合経営モデルを策定した。一連の分析結果を、部門ごとに整理して要約するとともに、稲・飼料・野菜作複合経営モデルの成立条件を、技術開発方向や政策的・地域的対応の面から検討、提示して本章を結ぶ。

1) 食用米生産

食用米生産に関する本分析の結果は、高付加価値化・圃場内外作業の省力化を同時に図ることで、これら技術の相乗効果が発揮され食用米の作付面積と基幹労働力の所得が大幅に拡大できることを示していた。これらの分析結果から考えられる稲・飼料・野菜作複合経営モデルの成立条件は以下の通りである。

まず、技術開発方向の観点からは、①減農薬・無化学肥生産による高単価販売、②コシヒカリ並みの品質とブランド力を備えた中生品種の開発・導入、③早晩性の異なる3品種の適期栽培、④土地生産性（単収）よりも物的労働生産性（面積当たり労働時間）を重視した生産技術の開発、⑤畦畔草刈作業の省力化技術の開発、が挙げられる。また、⑥以上の要素技術の開発は、それらの相乗効果を発揮させるために、各要素技術をワンセットで考え複合経営総体として評価するという意味で、経営評価研究を含め総合的見地から進める必要がある。地域的対応としては、⑦早晩性に応じた食用米の適期栽培が可能な水利制度・圃場配置の実現、⑧圃場内作業の省力化に不可欠な大型機械の走行や出入りが可能な農道・圃場出入口の整備、が考えられる。

以下、より具体的に考えらえる技術開発方向を箇条書きする。なお、ロ)～ホ)は2019年度から各地で実証試験が進められているスマート農業技術の観点からの考察である。

イ) 水稲の有機乾直技術の開発：水稲乾直技術は移植と比べ、単収が低位となりがちであること、除草剤を多く施用すること、が一般的である。こうした中で上記①と④に従えば、単収をいかに確保するかよりも除草剤を削減し高付加価値化につなげることの方が、優先順位の高い技術

開発方向といえる。いわば有機乾直技術の開発が求められる。

- ロ) 適期適所防除技術：雑草・病虫害の発生状況をセンシングし、農薬散布の適期を判定、スポット的に農薬を散布する技術である。農薬散布量の抑制だけでなく、除草剤散布のタイミングを誤ったことによるヒエ・クサネム抜き作業を減らすことにも貢献。
- ハ) 機械的田面除草技術：センシング技術と情報処理技術により作物と雑草を見分け、そこから出力された司令により雑草のみを機械的に除草する技術である。除草剤が不要となるか、その低減につながる。特に上記イ) で述べた水稻の有機乾直技術の開発に貢献できると考えられる。
- ニ) 可変施肥技術：地力をセンシングしそこから出力された司令により可変施肥を行う技術である。適所適量施肥による減化学肥料とともに、地力ムラを無くすことで米の品質の均一性を確保することにも貢献できる。
- ホ) 畦畔のリモコン草刈機・ロボット草刈機の開発：中山間水稻作で大きな負担となっている畦畔草刈作業の省力化技術である。少ない人手で済むリモコン草刈機や人手が全く不要のロボット草刈機の開発が考えられる。

2) 子実用コーン作

子実用コーン作に関する本分析の結果は、粗放的な子実用コーン作の積極展開（畑地で生産、複数作型を自由に選択可能）することで経営面積が飛躍的に拡大すること、35,000 円/10a の補助金と乾物 900kg/10a の単収が導入条件となることを示していた。同時に、畦畔草刈作業の労働時間が発生するという意味で、水田での生産を想定した場合には、その効果は限定的となる可能性も示していた。以上の分析結果から考えられる稲・飼料・野菜作複合経営モデルの成立条件は以下の通りである。

まず、技術開発方向としては、①乾物 900kg/10a の単収の実現、②畦畔除去を伴う畑地化可能水田の判定技術や心土破碎・客土等の畑地化技術、畑連作障害の回避技術といった飼料畑作の本格的展開を促すような技術の開発、③水田での生産を前提とするなら、畦畔草刈作業を解消できるロボット草刈機の開発（上記 1）－ホ）とも関連）、が考えられる。政策的対応においては、④現在の経営所得安定対策における畑地化推進と水田飼料作への助成のあり方について、単なる畑地化ではなく畦畔除去を伴う畑地化の必要性や（水田ではなく）畑地での飼料作に 35,000 円/10a を措置することの必要性、を示唆している。地域的対応としては、⑤飼料作物は獣害を受けやすいために、一般的には圃場群や集落の周囲にワイヤーメッシュを張る等、地域ぐるみの対策の実施が考えられる。

3) 白ネギ作

白ネギ作に関する本分析の結果は、収穫・調製作業の省力化は野菜作導入に伴う基幹労働力の追加的所得の有利化という意味で、土地利用型部門との複合化において重要な課題であることを示していた。同作業は多くの野菜作で省力化のボトルネックとなっており、土地利用型部門と野菜作との複合化一般に当てはまる課題といえる。

技術開発の方向性としては、野菜作の収穫・調製作業の省力化技術の開発が求められるが、こ

れについては、センシング技術による収穫適期判定とマニピュレータ技術による収穫作業の自動化等、スマート農業技術の幅広い応用が期待できる分野といえる。

〔注〕

- 1) 慣行栽培の水田と比較して、有機栽培または農薬節減栽培を行う水田では、希少生物の種類や個体数が多いことを全国規模の野外調査で明らかにした成果として、農研機構農業環境変動研究センター^{〔13〕}がある。
- 2) 以下2点補足する。まず、高付加価値米生産については、安価大量生産がより強く求められる加工業務用米や飼料用稲と比べ、狭隘な区画規模、広範な畦畔法面等の圃場条件の不利性を抱える中山間地域で比較優位性が高い水稻作といえる。この点と、近年の米価変動や中長期的に予想される平均的米価の下落を踏まえると（福田^{〔15〕}、前田^{〔16〕}）、高付加価値米生産は中山間地域でも高位安定的な収益が確保しやすい水稻作と考えられる。
また、飼料畑作による農地の粗放的管理については、「土地用益価格（地代）が低く、労働力不足の傾向を急速に強めている」中山間地域農業で「プロフィタブルなのは、土地をむしろ粗放的に利用する農業であり、土地・労働比率の高い農業」であるとした生源寺^{〔11〕}（p. 91）の指摘と整合的である（ただし生源寺^{〔11〕}は、中山間地域での集約的土地利用をいちがいに否定することはできないともしている）。
- 3) 以下で述べるT法人の技術的特徴は、坂本ら^{〔10〕}に詳しい。
- 4) 坂本ら^{〔10〕}（p. 58）によれば、経営耕地面積の9割を中山間地域が占める広島県内の農地の平均区画規模は21a/筆である。
- 5) 本章では特に断りの無い限り、「水稻」は主食用米、酒米、飼料用稲を全て含む場合に、「食用米」は主食用米と酒米を合わせて指す場合、に用いる。
- 6) 土地生産性（単収）よりも物的労働生産性（単位面積当たり労働時間）の向上を重視という考え方自体は、上記注2で示した生源寺^{〔10〕}の考え方と整合的といえる。
- 7) 農林水産省『飼料需給表』（2014年概算値）によると、粗飼料・濃厚飼料の自給率（全国）はそれぞれ、78%、14%であり、飼料全体では27%となっている（純国産自給率、TDN重量ベースで計算）。
- 8) 本分析で設定した同作業の年間労働時間（4時間/10a）は、食用米生産の作業別労働時間において最多であることは確認している。
- 9) モデル2を機械の追加投資を考慮しないモデルとして（線形計画法により）計測すると、約9.3ha拡大する。
- 10) 野菜作の中でも労働時間の多い白ネギ作だが、収穫の省力化（機械化）の試験研究が進められている。例えば、同作業の労働時間の削減効果は、1/5（対「管理機+手収穫」）（石川県農林総合研究センター農業試験場^{〔2〕}）、1/3（対「手作業」）（農林水産省^{〔14〕}）、1/2（対「既存収穫機」）（埼玉県本庄農林振興センター^{〔9〕}）等がある。一方で、収穫ロスも発生していること、収穫の

みで調製（葉切・根切・皮むき）まで考慮されていないこと、からここでは慣行（収穫は「管理機+手作業」）の25%減を想定した。初期投資300万円は、鎌田^[5]を参考に設定した。鎌田^[5]では、自走式収穫機410万円、半自動調製機210万円の計約600万円が白ネギ作の収穫・調製作業の省力化に必要な初期投資額として設定されている。その省力化の効果は、収穫作業の労働時間は慣行の28%の水準に（72%減）、調製作業のそれは51%の水準に（49%減）、それぞれ縮減される設定であるが、本章では上記のように収穫・調製作業合わせて25%減とするので、それに要する初期投資額は鎌田^[5]の600万円よりも少額で済むと考えられるので、その半額の300万円とした。

10) 畦畔草刈作業の労働時間（省力化後）と回数の設定は、前掲表4の「食用米生産」の「圃場外作業の省力化」と同様である。

〔引用文献〕（五十音順）

- [1] 安藤益夫「第4章 広島県における稲作生産構造と地域営農集団の特徴」安藤益夫『地域営農集団の新たな展開－生産を超えて－』近畿中国農業研究叢書第4号、1996年、22－47。
- [2] 石川県農林総合研究センター農業試験場「白ネギ初夏どり機械収穫作業体系の確立」新稲作研究会『平成27年度成績検討会概要報告』、2015年。
- [3] 梅本雅「第3章 水田作経営の展開と新たな経営管理問題」梅本雅『水田作経営の構造と管理』総合農業研究叢書第31号、1997年、129－151。
- [4] 梅本雅「第3章 水稻移植栽培における新たな技術の開発」梅本雅『転換期における水田農業の展開と経営対応』総合農業研究叢書第60号、2008年、49－78。
- [5] 鎌田譲「ネギ生産における育苗・定植委託と収穫調製機械化の経営効果－千葉県を対象として－」『農業経営研究』第54巻第3号、2016年、67－72。
- [6] 鬼頭功・淡路和則・三浦聡「大規模水田作受託経営における畦畔管理作業の実態と経営対応」『2010年度日本農業経済学会論文集』、2010年、62－68。
- [7] 鬼頭功『農業生産基盤の維持管理における課題と地域対応：中山間地域の新たな畦畔管理に関する考察』名古屋大学博士論文、2011年。
- [8] 木南章・石田正昭「第15章 作業受託と経営受託の選択」和田照男『大規模水田経営の成長と管理』東京大学出版会、1995年、236－246。
- [9] 埼玉県本庄農林振興センター「小型収穫機利用による白ネギ収穫作業の省力化・軽労化、低コスト化」新稲作研究会前掲書、2015年。
- [10] 坂本英美・千田雅之「中山間地域における雇用型農企業経営の水稻生産管理技術の成果と考察」『農業経営研究』第56巻第4号、2019年、53－58。
- [11] 生源寺真一「5章 中山間地域の水田問題」生源寺真一『現代農業政策の経済分析』東京大学出版会、1998年、91－109。
- [12] 富沢ゆい子「北海道における子実用とうもろこしの栽培法と輪作体系への導入効果」『牧草

と園芸』第 61 巻第 1 号、2016 年、6－9。

[13] 農研機構農業環境変動研究センター『(研究成果(プレスリリース) 有機・農薬節減栽培と生物多様性の関係を解明』、2019 年。

http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/press/laboratory/niaes/131974.html

[14] 農林水産省「⑧園芸分野における労働時間と省力化に向け開発された農業機械の例」農林水産省『農業機械化政策の展開方向』「3 食料・農業・農村政策審議会 企画部会における議論」、2014 年。

[15] 福田晋「米政策の見直しと米の需給・価格の動向」『農業と経済』第 80 巻第 11 号、2014 年、5－15。

[16] 前田幸嗣「米の価格・所得政策のモデル分析」『農業経済研究』第 88 巻第 1 号、2016 年、40－50。

付表 部門別の収支・労働時間

		主食用米										白ネギ	子実用 コーン (慣行)	子実用 コーン(単 収向上)	
		コシヒカリ					酒米								
		圃場外省力		圃場内省力		内外省力		中生		山田					
		慣行 適期	適期	適期	適期	適期	長期移植	内外省力 適期	内外省力 適期	内外省力 適期	適期				適期
粗 収 益	単収	kg/10a	503	同左	408	同左	360	420	318	3,000	700	900			
	単価	円/60kg・円/kg	12,840	同左	18,000	同左	18,000	18,000	22,000	364	47	47			
	補助金	円/10a	0	同左	0	同左	0	0	0	0	35,000	35,000			
	合計:A	円/10a	107,642	同左	122,400	同左	108,000	126,000	116,600	1,092,000	67,900	77,300			
変 動 費	種苗費	〃	1,948	同左	750	同左	750	750	900	87,500	5,400	同左			
	肥料費	〃	8,827	同左	3,684	同左	3,684	3,684	1,192	62,838	8,468	同左			
	農薬費	〃	9,635	同左	4,693	同左	4,693	4,693	4,693	35,737	3,458	同左			
	光熱水費	〃	4,769	同左	4,973	同左	4,973	4,973	4,973	31,580	2,784	同左			
	諸材料費	〃	4,661	同左	4,166	同左	4,166	4,166	4,166	7,780	5,395	同左			
	小農具費	〃	255	同左	255	同左	255	255	255	12,396	141	同左			
	収穫委託費	〃	0	同左	0	同左	0	0	0	0	0	同左			
	地代	〃	8,500	同左	8,500	同左	8,500	8,500	8,500	8,500	8,500	同左			
	水利費	〃	14	同左	14	同左	14	14	14	14	14	同左			
	共済掛金	〃	542	同左	542	同左	542	542	542	0	0	同左			
	荷造・包装費	〃	1,444	同左	1,172	同左	1,034	1,206	913	72,000	750	同左			
	運賃	〃	797	同左	646	同左	570	665	504	63,000	1,304	同左			
	販売手数料	〃	11,745	同左	9,527	同左	8,406	9,807	7,426	131,040	0	同左			
変動費計:B		〃	53,137	同左	38,922	同左	37,587	39,255	34,077	512,385	36,214	36,214			
利益係数 A-B		千円/10a	54.50	同左	83.48	同左	70.41	86.74	82.52	579.62	31.69	41.09			
労働 時間	時間/10a	19.93	同左	12.28	同左	9.88	9.88	9.88	9.88	474.00	4.20	4.20			
	白ネギ省力化	〃								376.50					

資料：1) 水稻(慣行・圃場外作業省力)：岡山県『平成27年度農業経営指導指標』(水稻 機械移植20ha 吉備高原・津山盆地)。
2) 水稻(圃場内省力・内外省力)：T経営実績。中生主食用米はT経営で試験的に導入されている「きぬむすめ」実績に従う。
3) 白ネギ：岡山県『平成27年度農業経営指導指標』(白ネギ 秋冬どり)。
4) 子実用コーン(慣行)：単収、単価は西日本農研・千田雅之氏の現地調査結果に、労働時間は岡山県『平成27年度農業経営指導指標』(子実トウモロコシ)に従う。

注：1) 単収の単位：子実用コーンのみ乾物kg/10a、それ以外は現物kg/10a。
2) 単価の単位：主食用米・酒米は円/60kg、それ以外は円/現物または乾物kg。
3) 白ネギ省力化の労働時間は、上記指標の収穫・調製時間の合計を25%削減したもの。
4) 子実用コーン(単収向上)の単収・乾物900kg/10aの設定根拠は、第3節3)参照。

第5章 耕畜林複合経営モデル －稲作＋和牛繁殖＋林産－

千田雅之*

1. 基本的考え方－耕畜林複合経営モデル策定の背景－
2. モデルの構築
 - 1) モデルの素材事例－集落営農法人における和牛繁殖の現状と課題－
 - 2) 問題解決の方向と開発導入の期待される技術
 - 3) 将来モデルの枠組み
3. モデルの計測結果
4. 要約と考察－耕畜林複合経営モデル成立に必要な地域対応及び研究開発－
 - 1) 要約
 - 2) モデル実現に必要な地域対応及び研究開発

1. 基本的考え方－耕畜林複合経営モデル策定の背景－

わが国の中山間地域農業は水田を基盤に、稲作を中心に形成されてきたが、コメ消費の減少に伴う稲作収益の低下と、稲作自体の作業労働及び畦畔管理の負担から、離農が増加している。米の生産調整対応として麦類や豆類の生産も進められてきたが、水田基盤を保持した状態で、これら畑作物の栽培が行われてきたため収量は低く、補助金がなければ選択されない作目の域から脱していない。この結果、大規模水田作経営の展開が弱いまま、地域農業所得の低下と、農林地資源の利用低下に歯止めが掛からない。また、中山間地域は雑木や造林された里山を豊富に抱えるが、これらも早くから放置されてきた。さらに、農地へのイノシシやシカ等の侵入を防ぐため、農地と里山の境に柵を設置したため、里山へ人の入る機会はますます減少し、里山は野生動物の温床となっている。その結果、里山の林床植生（ネザサなど）の退化や落葉の堆積減少が進み、保水力が低下し、異常気象に伴う洪水などの災害発生と干ばつが繰り返される状況に至っている。

こうした状況を打開するには、限られた数の担い手により、農地のみならず里山も含めて農林地資源を適切に管理しつつ、従事者に他産業なみの高い労働報酬をもたらす農林業経営の構築が喫緊の課題となっている。しかし、米消費の減少や人口減少が続く状況のなかで、水田基盤で稲作を中心とした営農を維持する限り、現状を打開する農林業経営を描くことは難しい。そこで本章では、稲作に加えて、需要が高く省力的な農林地管理の可能な放牧畜産を取り入れた、「耕畜林複合経営」の可能性とその成立条件を検討する。

放牧畜産を基幹とする「耕畜林複合経営モデル」が問題解決の可能性を有すると考える理由は以下のとおりである。①放牧利用は、圍場区画の大小に関係なく、里山や林地、畦畔を含めて、農林地資源の省力的な管理が可能である（図1）。②家畜生産（肉用牛繁殖）においても、放牧飼

*西日本農業研究センター



図1 棚田や広い畦畔を含む小区画圃場、里山における和牛放牧

養により給餌や排せつ物処理作業の省力化が図れ、労働生産性の高い子牛生産が可能になる。③コメと比べて子牛の価格が相対的に高くなるとともに、肉用子牛生産者補給金制度による保証基準価格が平成30年12月から531千円に引き上げられたため和牛繁殖は安定した収益確保が見込める。④肥料や農業機械などの物財費や労賃が相対的に高くなるなかで、これらの生産要素投入量の比較的少ない放牧畜産は高い収益性を確保することが期待できる。

次節では、「耕畜林複合経営モデル」の普及の想定される集落営農法人における放牧畜産の現状と課題を整理するとともに、放牧畜産で高い生産性と農林地資源の省力管理を実現している先進事例を分析しつつモデルの枠組みを設定する。

2. モデルの構築

1) モデルの素材事例ー集落営農法人における和牛繁殖の現状と課題ー

中山間地域を広く抱える島根県、広島県、山口県では集落営農法人が地域農業の担い手として重要な役割を担っている。営農の基幹部門は稲作であるが、近年、水田放牧を行う事例が増加している。その経営体数は50以上になるが、約半数の法人は繁殖牛を保有し、子牛生産を行う。その具体的営農及び繁殖部門の状況をK法人で確認しておく。

K法人の農業労働力は臨時雇用を含め非常に多いが、ほとんどは高齢者であり若年者の新規就農がなければ、今後10年以内に労働力の激減が予想される(表1)。経営耕地は33ha、圃場一筆当たり平均面積は10aである。とくに山沿いの圃場平均面積は約5aと小さく、牧草を栽培し約4haは畦畔を含めて放牧利用する。

表1 素材事例(K集落営農法人)の経営概要	
労働力	役員・従業員:7人、臨時雇用:20人
	※100日以上農業従事者18人、うち 64歳以下4人 ※作業労働時間:10,719時間(32.5時間/10a)
経営用地	水田:33ha(1筆平均10a)、地代:13千円/10a
作付作目の推移(2013年→2016年)	主食用米:12.3ha→4.2ha、平均収量546kg/10a
	酒造好適米:10.5ha→17.5ha、平均収量564kg/10a
	WCS用稲:0→1ha
	牧草(採草・放牧):3.9ha→6.2ha
繁殖雌牛	野菜:61a→51a
	12頭(2013年)→16頭(2016年)
	繁殖牛の水田放牧(牧草、飼料イネ)
家畜生産性	子牛生産1頭当たり労働時間:171時間
	子牛生産コスト:498千円 ※生後1-2か月齢出荷
	子牛生産率(分娩間隔):393日
(参考)コシヒカリ概算金	
14,200円(2012年)→9,400円(2014年)→12,600円(2016年)	

主食用米の作付面積は、2014 年に 60kg 当たり 1 万円以下に暴落した影響もあって、減少傾向を辿り、現在では構成員等の保有米生産にとどまる。替わって酒造好適米、および牧草の作付が増加している。併せて繁殖牛の飼養頭数も 16 頭に増加している。

牛の飼養管理は 6 名（平均年齢 74 歳）が週交替で対応している。繁殖牛は 3 月中旬から 12 月上旬まで、6 箇所分散する放牧地に牛を移動して放牧飼養する。この期間でも分娩前後の繁殖牛や子牛は簡易牛舎で飼養する。採草放牧地の草種は主にイタリアンライグラス（IR）とミレット（MI）で、10 月と 7 月の年 2 回播種する。舎飼牛用の粗飼料（牧草）は、小型バール体系で収穫しサイレージ調製する。

放牧飼養を取り入れ、子牛飼養期間が 1～2 か月間と短いにもかかわらず、子牛生産 1 頭当たり作業労働時間は 171 時間と全国平均よりも多く、子牛生産コストも 498 千円で必ずしも低くない。その理由は家畜の生産性の低いこと（平均分娩間隔 393 日）、種代や粗飼料生産に要する費用の多いこと、作業労働の多いことによる。繁殖率の低さは分散する放牧地で短い巡回の際に発情確認を行うため、発情の見逃しや適期授精が行われていない可能性が推察される。費用の多さは、種付回数が多いこと、牧草生産にかかる資材費の多いことによる。作業労働の多さは、牧草の収穫運搬、放牧管理作業の多いこと、それは、牛を 6 か所に分散する放牧地で飼養していること、小型バール体系での牧草収穫作業を行うことに起因する（図 2）。



図 2 分散する小耕地で放牧、草量変動の顕著な IR-MI による草地管理、採草は小型バール体系

こうした問題を解決し、畜産部門を中心に集落営農法人の収益向上を図るためには、以下の対応が必要と考える。①生産性の低い小型バール体系による採草を中止し、収穫調製を中型バール体系で行うコントラクター等に委託する。②集落外縁部に分散する小圃場から、畜舎から近い場所に採草放牧地を団地化し、牛の移動や採草飼料の運搬作業を低減し、牛に対する十分な観察時間を確保する。③バヒアグラス（BG）等の暖地型永年生牧草を導入し、放牧草の栽培管理費用を削減する。④寒地型のイタリアンライグラスの省力栽培技術を導入し、春～秋の放牧期間の延長を図る。⑤飼料用ケール（FK）や飼料イネ（FR）等の圃場での立毛貯蔵の可能な飼料作物を使って冬季放牧を行う。⑥スタンション等を活用して牛の馴致（人と牛の信頼関係の構築）を行い、放牧対象を妊娠確認牛から子牛も含めすべての牛に拡張する（親子放牧）。

2) 問題解決の方向と開発導入の期待される技術

(1) バヒアグラス (BG) とイタリアンライグラス (IR) による放牧延長

暖地型永年生牧草 BG は一度造成すれば半永久的に維持可能で、関東以西では 5 月上旬～10 月下旬まで安定した可食草量の生産が可能である。春先の放牧を行うためには、10 月上旬頃に不耕起播種機を用いて、BG 草地にイタリアンライグラスを播種する。これにより 3 月～4 月への放牧延長が可能になる (図 3)。



図3 BG-IR の組み合わせによる省力的草地管理と放牧延長 (3～10 月) : 夏季草量の安定的な永年生牧草 BG、不耕起播種機による BG 草地への IR のオーバーシード、翌春の IR の放牧

(2) 飼料用ケール (Fodder Kale, FK) と飼料イネ (Fodder Rice, FR) による冬季放牧

ニュージーランド等で肉用牛の冬季放牧飼料として広く普及している飼料用ケール (FK) を中心に冬期間も放牧飼養する。FK は春に播種し約 6 か月間栽培し、立毛状態で圃場に貯蔵し、冬季に繁殖牛等に直接、採食させる。FK はタンパク成分や炭水化物は豊富にあるが、繊維がやや不足するため、「たちすずか」などの茎葉型の飼料イネを補助飼料として、近くの圃場で栽培して立毛貯蔵し、FK のサプリメントとして冬季に直接採食させる。どちらの飼料も圃場全面に放牧すると、踏み倒し等により採食率が低下するため、電気牧柵活用して制限放牧する (Break Feeding、図 4)。



図4 飼料用ケール (FK、右) と飼料イネ (FR、左) の Break Feeding と両者を組み合わせた冬季放牧

(3) 親子放牧

子牛を舎飼する場合、妊娠末期や授乳中の親牛の放牧もできなくなり、放牧対象は子牛が離乳した妊娠牛に限られるため、経営全体としての省力化等の効果は限定される。子牛の放牧が困難と考える理由は、放牧により発育が遅滞する、飼い主との関係が希薄になり必要な時に捕獲できなくなる等である。しかし、こうした問題を、毎日、放牧牛を集畜し補助飼料を与えることを通じて、解決している事例が見られる。放牧用地の団地化と一定の場所で行う定置放牧、簡易施設に設けたスタンション等への毎日の集畜と繋留による補助飼料の給与により、親子放牧は可能である（図5）。



図5 親子放牧と簡易管理棟での子牛への補助飼料給与と馴致。1日2回集畜する。

この行為を繰り返し飼い主と牛の信頼関係が構築されている。

(4) 林畜複合経営に見る里山の放牧利用と林産活動

防災上、里山の積極的な関与が今後必要なことを冒頭に述べたが、和牛放牧により家族経営で20haの里山を管理している事例が大分県の中山間地域に見られる。O経営は夫婦2人で、繁殖牛による子牛とクヌギ林を利用した原木椎茸の生産を営む（表2）。毎年1haのクヌギ林をほだ木用に伐採し、切り株から再生するひこばえを20年かけて育てるが、この間、林床のネザサ等の下草刈りが育林の重要な作業となる。この下草刈りを放牧牛に行わせるとともに、牛の飼料としてネザサを活用する（図6）。また、原木椎茸生産に関する作業は冬季に、牧草生産は夏季に集中するため作業労働は分散され、年間を通して就労機会を得ている。

この結果、O経営では、①作業ピークの異なる両部門への家族労働力の利用、②椎茸原木生産の場と放牧牛飼養の場としての土地（里山、クヌギ林）の汎用利用、③子牛生産手段及びクヌギ林の下草管理

表2 O経営の概要（2015年2月）

立地条件	九州山岳地帯、標高550m
労働力	経営主(60歳)、妻、臨時雇用(椎茸部門)
事業部門	乾燥椎茸(1,500kg)、肉用牛生産(子牛15頭)
生産基盤	原木椎茸用クヌギ林約20ha(内6割は借地)、用役ほだ木約40千本保有 繁殖牛18頭、飼料畑2.3ha
主な施設・機器	椎茸用乾燥機5台、牛舎2棟 モア・ペーラー等牧草収穫機一式(共同)
特徴的技術	クヌギ林の周年放牧(牛舎隣接12ha)
その他	種菌接種や収穫、選別作業の一部は雇用 稲わらや稲WCSを遠隔の水田作経営より購入
経営成果	子牛生産1頭当たり労働時間:74時間 子牛生産コスト:約35万円 所得:600万円

手段としての繁殖牛の汎用利用、④クヌギ林のネザサの飼料利用、家畜排せつ物のクヌギ原木への施肥、廃ほだ木の家畜の敷料利用など、副産物の相互利用が行われ、それによって両部門の作業労働の省力化や費用節減がはかられている。標高 500m を超す山岳地域に位置しながら、夫婦 2 人の家族労働力で 20ha の里山と水田を利用し、これらの農林地資源を適切に保全しつつ、年間約 3,000 時間の労働で約 600 万円の所得が確保されている。



図6 クヌギ林の放牧の様子（左：夏、右：冬）

3) 将来モデルの枠組み

小耕地水田と里山をかかえる中山間における集落営農法人を対象に、今後、稲作収益の低下や保有労働力の縮小が想定されることから、省力的な農林地管理と収益確保の可能な放牧による和牛繁殖の水田及び里山への展開の可能性とその成立条件を検討する。具体的には、米価下落と法人労働力の減少のもとで、慣行の水稻作中心の営農から、和牛繁殖部門の導入と、水田・里山の畜産利用を展開した場合の農林地資源管理と収益確保の可能性を試算する。また、繁殖部門については飼養方式ごとにその効果を試算し、農林地資源管理と収益確保に有効な飼養方式及び研究開発課題を明らかにする。

試算の前提条件を以下のとおり設定する（表3）。

利用する農地は素材とした K 法人の水田面積 35ha とする。里山の利用は 100ha まで可能とする。素材経営の労働力は現在 10 人であるが、その年齢構成から将来モデルでは専従者 3 人、補助者 2 人とする。地代は水田 1 万円/10a、里山は無しとし、補助者の労賃は 1,500 円/時間とする。稲作の栽培技術及び収量は、K 法人の実績を用いる（付表1）。主食用米価格は現行の 250 円/kg から将来モデルでは 200 円/kg とし、酒造好適米は現行水準の 240 円/kg とする。主食用米は組合員等の保有米として最低 5ha を生産する。補助金に反応することなく、生産物や生産要素の市場価格、技術条件から最適な営農モデルを見い出すために、水田利活用の交付金のうち、産地資金は削減し、WCS 用稲は現行の 80 千円から 35 千円に低減し、牧草栽培に対する補助金は削減する。また、中山間地域等直接支払の交付金は経営モデルの収入に組み込まないこととする。

和牛繁殖については「周年舎飼」から「妊娠牛の季節放牧（分散圃場で IR-MI を栽培し、放牧牛の移動を繰り返す）」→「同（放牧地を団地化し、BG-IR を栽培して、定置放牧する）」→「同周

表3 中山間集落営農法人の営農モデル前提条件

土地基盤	集落内水田35ha(平均圃場面積10a) 里山の利用も可能(防災面からも積極的に活用する)、最大100ha
労働力	現行:専従者5人+補助者5人→将来:専従者3人+補助者2人(4-9月)
生産要素価格	水田地代1万円/10a、里山地代なし、補助作業1500円/時間
基幹作物	主食用米、酒米、WCS用稲、牧草(採草用、放牧用)、和牛、椎茸 (主食用米から次第に飼料作、和牛生産へシフト、里山管理と冬季就労も視野)
主食用米の作付制約	水田面積の50%以下、保有米として最低5ha作付
水田利活用交付金 中山間地域等直払い	産地資金(二毛作、耕畜連携)削減、飼料イネ35千円/10a、牧草等は削減 基盤整備に充てることとし、計画モデルの収入には加算しない
生産物収量・価格	主食用米:546kg/10a、250円/kg→200円/kg(保有米水準) 酒造好適米:564kg/10a、240円/kg 和子牛:生産率90%(分娩間隔406日)、531,000円(保証基準価格) 乾燥椎茸:75kg/ha、4,000円/kg WCS用稲:乾物1200kg/10a、牧草:乾物1100kg/10a
和牛生産管理技術	完成形:周年親子放牧(3-11月:BG/IR放牧(IR10月播種)、12-2月:FK(5月播種)+FR放牧) 成果比較のための試算順:周年舎飼→妊娠牛季節放牧(放牧地分散、IR/MI)→同(放牧地団地化、BG-IR)→同周年放牧(BG/IR+FK+FR)→親子周年放牧(BG/IR+FK+FR)→里山放牧・林産部門導入
購入飼料価格	現行価格(乾草60円/kg前後、配合飼料65円/kg前後)
畜舎・機械償却費	施設償却費は、周年舎飼及び季節放牧の場合は15,695円/年/頭、妊娠牛の周年放牧の場合は10,000円、周年親子放牧の場合は簡易集畜施設として5,000円を計上。機械償却費はIR及びFK播種用の不耕起播種機のみ計上し(40万円/年)、その他の機械は未計上。
資源循環条件	経営内の作付圃場または経営外購入の稲WCSの生産経営への堆肥還元可能量以上に和牛を飼養しない。堆肥還元可能量は牧草及び飼料作物生産圃場2t/10a、二毛作の場合は3t/10a、その他の稲作圃場は0.5t/10aまでとする。
評価軸	資源管理(農林地利用面積)、経済性(産出額、地域還元額、オペ1人当たり所得)等

注:牧草及び飼料作物の略記は、BG(バヒアグラス)、IR(イタリアンライグラス)、MI(栽培ビエ)、FK(飼料用ケール)、FR(飼料イネ)

年放牧(冬季飼料としてFKとFRを栽培しBG-IRと組み合わせて周年放牧)→「親子季節放牧(放牧対象牛を妊娠牛からすべての牛に拡大)」→「親子周年放牧」の順に農林地の利用可能面積や収益性等の試算を行う。牧草や飼料作物の栽培、放牧方法別の費用・収入等は先進事例等の分析値を用いる(付表1、付表2)。

繁殖牛の子牛生産率は全国平均の90%(分娩間隔406日)とし、7年で更新し、子牛の販売価格は保証基準価格の531千円を用い、経産牛は200千円とする。

繁殖部門は購入飼料のみで飼養し、環境問題を招き易いことから、親子1組からの年間の堆肥生産量を7tとし、堆肥は経営内の圃場または放牧地に一定量還元することとし、圃場等への還元可能量を超える牛の飼養は行わないこととする。

以上の条件、部門及び生産方法を組み合わせたいくつかのシナリオごとに、専従者の所得を最大化する土地利用、家畜頭数等を、線形計画プログラム(XLP)を用いて計算する。そして、その結果を、資源管理、子牛生産性、収益性の観点から比較評価する。

3. モデルの計測結果

モデルの計測結果を表4に示す。以下シナリオごとに考察する。

表4 試算結果

経営展開のシナリオ		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
経営条件・技術の変化		現行	米価下落＋ 労働減小	和牛導入＋ 飼料生産	放牧導入 (分散圃場)	放牧導入 (団地圃場)	周年放牧	親子季節 放牧	親子周年 放牧	耕畜林 複合
農業労働力		専5＋補5								
農林地利用		専従者3人＋補助者2人								
米価 主食用米 (円／kg) 酒造好適米		←	水田35ha						→	水田35ha ＋里山
		250	←	200						→
		←	240						→	
和子牛生産		←	なし	→	←	あり				→
放牧牛					なし	←	妊娠牛	→	←	繁殖牛＋子牛
放牧飼料					なし	IR/MI	BG/IR	BG/IR＋FK	BG/IR	←BG/IR＋FK→
放牧期間					なし	7か月	8か月	12か月	8か月	← 12か月 →
放牧地・放牧方式					なし	移動放牧	←	団地化・定置放牧		→
林産(原木椎茸)		←	なし						→	あり
農 林 地 資 源 利 用 指 標	主食用米(a)	1,532	766	751	500	500	500	500	500	500
	酒造好適米(a)	1,532	766	649	563	545	491	722	556	740
	牧草(採草)(a)	－	－	0	0	0	0	0	0	0
	WCS用稲(a)	－	－	269	474	418	0	0	0	0
	放牧(IR-MI)(a)	－	－	－	663	－	－	－	－	－
	放牧(BG-IR)(a)	－	－	－	－	864	1,009	2,215	3,202	1,628
	冬季放牧(FK)(a)	－	－	－	－	－	431	－	950	574
	冬季放牧(FR)(a)	－	－	－	－	－	43	－	95	57
	林間放牧(a)	－	－	－	－	－	－	－	－	1,019
農林地利用面積(a)		3,065	1,532	1,669	2,200	2,326	2,474	3,437	5,303	4,519
耕作放棄田面積(a)		435	1,968	1,831	1,300	1,174	1,026	63	－1,803	－0
和 牛 生 産 指 標	繁殖牛頭数(頭)				18	50	56	66	72	105
	飼料自給率(%)				43	44	39	31	41	64
	子牛生産労働(時間/頭)				125	109	96	75	37	33
	子牛生産物財費(千円/頭)				371	338	331	391	265	220
	子牛生産コスト(千円/頭)				558	502	475	503	320	270
経 済 収 益 性 指 標	農業産出額(万円)	3,748	1,874	2,461	3,441	3,712	4,047	4,637	5,799	4,572
	補助金(万円)	0	0	94	166	146	15	0	33	20
	地域還元額(万円)	2,541	1,450	2,395	3,622	3,501	2,825	2,597	3,615	2,981
	総労働時間(時間)	7,917	3,958	5,603	7,625	7,578	6,988	5,568	5,836	5,968
	うち臨時雇用(時間)	0	288	789	1,395	1,279	781	232	254	294
	1人当たり所得(万円)	223	288	317	381	401	464	635	890	723
労働報酬(円／時間)		2,822	2,356	1,974	1,835	1,912	2,241	3,569	4,785	3,824

注:飼料の略記は、稲WCS(稲発酵粗飼料)、IR(イタリアンライグラス)、MI(ミレット)、BG(バヒアグラス)、FK(飼料用ケール)、FR(飼料用イネ)。FRはFKの補助飼料として放牧利用する。

① 現行(労働力10人、米価250円/kg、和牛繁殖なし)

稲作作業の季節偏在から農林地資源利用面積は約30haにとどまり、約5haの耕作放棄水田が発生する。時間あたり労働報酬は高いが、1人当たり所得は223万円にとどまる。

②将来見通し（専従者 3 人、米価 200 円/kg）

労働力減少により稲作中心の営農では農林地利用面積は半減し、約 20ha の耕作放棄水田が発生する。補助者と酒造好適米生産により所得は増加するが、労働報酬は低下する。

③和牛繁殖導入（周年舎飼、小型バール体系による牧草、稲 WCS の生産・給与）

労働力の有効活用及び所得確保に有利なため繁殖牛 18 頭が導入される。労働時間の増加に対して所得はそれほど増えないため労働報酬は低下する。労働を要する小型バール体系による牧草（採草）は採用されず、交付金のある WCS 用稲が採用されるが、面積は限られ、飼料自給率は 43%にとどまる。

④同（妊娠牛 7 か月放牧、IR/MI 草地、分散圃場移動放牧）

放牧により妊娠牛の飼養管理が省力化されるため、6.6ha の水田が放牧利用され、4.7ha の WCS 用稲が栽培され、耕作放棄地は 13ha に縮小する。子牛生産コストは 50 万円を超える。農地の畜産利用により堆肥還元圃場が確保されるため、家畜飼養頭数は 50 頭に増加し、1 人当たり所得は 380 万円に増加するが労働報酬は低下する。

⑤同（妊娠牛 8 か月放牧、BG/IR 草地、放牧用地団地化）

放牧期間の延長と草地管理の省力化が図れるため、放牧草地面積と家畜頭数が若干増加する。

⑥同（妊娠牛周年放牧、BG/IR（3-10 月）+FK/FR（11-2 月））

周年放牧により冬季飼養管理作業が低減されるため、繁殖牛飼養頭数は 66 頭まで飼養可能となる。冬季飼料として WCS 用稲を生産するよりも、乾草等を購入した方が有利となるため、飼料自給率は低下し、子牛生産コストは 50 万円を超す。WCS 用稲の生産が減少するため労働時間は減少し、労働報酬は約 2,200 円/時に増加する。1 人当たり所得は 464 万円となる。

⑦同（親子 8 か月放牧、BG/IR 草地、放牧用地団地化）

親子放牧によりすべての親牛の季節放牧が可能となり、子牛の飼養管理も省力化されるため、約 22ha の水田の放牧利用が可能になり、専従者 3 人の下でも、耕作放棄田はほとんど発生しない。子牛生産 1 頭に要する作業労働は 37 時間（周年舎飼③と比べて約 6 割減少）、生産コストは 32 万円に低減する（同 43%減少）。1 人当たり労働時間は 1,800 時間以下となり、所得と労働報酬は、それぞれ 635 万円、3,600 円/時へと飛躍的に増加する。

⑧同（親子周年放牧、BG/IR（3-10 月）+FK/FR（11-2 月））

隣接集落の農地管理を引き受けるなど、利用可能な農地面積の制約を設けない場合、3 人の専従者でも、50ha 以上の農地資源の利用が可能となり、繁殖牛を 105 頭まで増やすことが可能となる。子牛生産コストはさらに低減し、所得は 900 万円、労働報酬は約 5,000 円/時に増加する。

⑨林産部門導入（親子周年放牧+クヌギ林放牧・原木椎茸生産）

利用可能な水田面積 35ha の下で、里山への放牧と雑木を利用した椎茸生産を導入すると、水田 35ha の他に、里山約 10ha の管理が可能となる。所得は椎茸生産が加わるため、⑦よりも増加する。耕畜林複合経営モデルでは、年間を通じて一定の飼養管理のある和牛部門と、夏季の作業の

多い水稻作（春の繁忙期は補助者の協力により遂行）、冬季に作業の多い原木椎茸生産により、年間を通じて作業労働の平準化がはかれる（図7）。

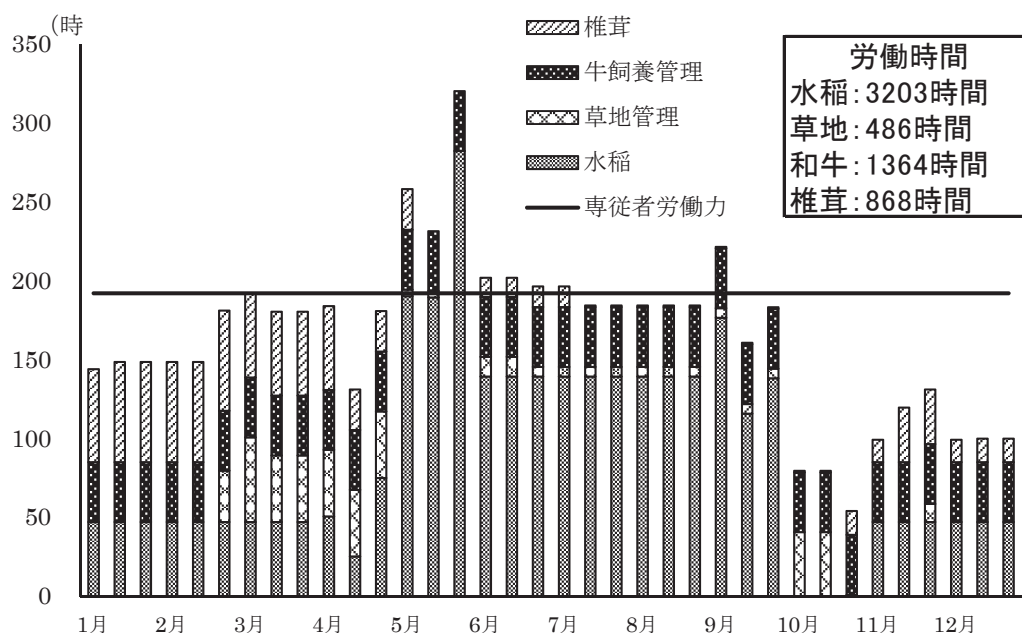


図7 部門別月旬別作業労働（耕畜林複合経営モデル）

4. 要約と考察－耕畜林複合経営モデル成立に必要な地域対応及び研究開発－

1) 要約

農林地資源管理の観点からは、労働力減少下で、現行の水稻作中心の営農では土地管理面積は縮小せざるを得ず、大量の耕作放棄地が発生することが予想される。和牛繁殖の導入は専従者の所得確保の機会となるが、周年舎飼では給餌や排せつ物処理等の作業が多くなるため、土地管理面積の拡大には必ずしも寄与しない。しかし、放牧飼養によって、繁殖部門で所得向上を図りつつ、農地管理面積の拡大を図ることが可能となる。その場合、従来の妊娠確認牛に限定した小耕地の季節移動放牧では、それらの効果は小さく、子牛を含むすべての繁殖牛を放牧対象とする親子放牧で、複数の牧草やイネ、ケール等の新たな飼料作物を組み合わせ、放牧飼養期間の拡大を図るほどその効果は顕著に表れる。中山間地域の小耕地や畦畔、法面の多い圃場条件でも、専従者3名の労働力で、水稻約12haと放牧地23ha、里山約10haの併せて45haの農林地と約60頭の繁殖牛とその子牛の管理が可能となる。水稻作を削減し、放牧飼養を基本とする和牛繁殖に特化すれば、農林地の管理面積はさらに拡大することが可能となる。

子牛生産性の観点からは、周年舎飼と比べて、妊娠牛の放牧による子牛生産コストの低減効果は10%程度にとどまるが、親子の季節放牧により43%低減、親子周年放牧により51%の低減が図れる。

収益性の観点からは、和牛繁殖の導入により1人あたり所得は増加するが、周年舎飼や妊娠牛に限定した放牧飼養では労働時間が増加するため、時間あたり労働報酬額はそれほど増加しない。

労働報酬額の増加には親子放牧が有効であることが示される。これは親子放牧により子牛生産 1 頭あたりの労働時間が飛躍的に低減されることによる。

以上のように、農林地資源管理、所得向上、子牛生産コストの低減いずれの観点からも周年親子放牧による和牛繁殖の導入が大きく寄与する。

2) モデル実現に必要な地域対応及び研究開発

(1) 基盤整備及び地域対応

①畜産部門導入による地域の理解・合意形成

わが国での家畜生産は舎飼が一般的であり、臭気やハエ、排せつ物処理のイメージがある。放牧飼養ですべて解消されるわけではないが、舎飼飼養と比べるとこうした問題発生は抑制される。このため、地域に実証牧場等を設け、こうした先入観を払拭するとともに、本章で示した省力的な農林地資源管理や所得向上の可能が高いことを伝えつつ、農林地の畜産利用、家畜生産の導入を推進する取り組みが求められる。

②放牧用地の団地化

本章の試算が示すとおり、放牧用地をまとめ定置放牧とする方が、家畜管理や観察を容易にし、放牧対象牛を妊娠牛からすべての牛に拡張することが可能となり、より省力、低コストの家畜生産が可能になる。このため、従来の分散する小面積の耕作放棄地等を対象とした移動放牧から、里山も含め放牧地を団地化する等、合理的な家畜飼養方式となる農林地利用計画が求められる。

③放牧用地の排水対策、畑地化など基盤整備

中山間地域の農地基盤は水田が多いが、放牧家畜の飼料となる牧草や飼料作物の栽培、及びその放牧利用にあたっては、排水性の向上が不可欠である。牧草栽培にしても、耕盤を維持したまま表土のみ耕耘し牧草等を栽培しても生産量は期待できないし、放牧利用すると泥濘化が避けられない。サブソイラー等で耕盤の一部を破碎してもひとたび放牧するとすぐに潰れてしまう。圃場の額縁に明渠をしっかりと掘るとともに、畦畔を広く開削し、圃場の降雨を速やかに圃場外に排出する等の排水対策が水田放牧には不可欠である。水稻を栽培する見込みのない水田は、緩やかな傾斜を付けた畑地にする等に、稲作から飼料作・放牧に適した生産基盤へ思い切った改良が必要である。

④冬季補助飼料の効率的生産・供給のための広域の耕畜連携システムの構築

妊娠牛や季節を限定した放牧飼養では、舎飼牛用の粗飼料確保が必要になるが、粗飼料の収穫機は近年、技術革新が目覚ましく、作業効率は飛躍的に向上する一方、その導入経費も高いため、経費を償うための最小適性規模は、中型バール体系では約 30ha に達する。このため、個々の経営で粗飼料生産用の機械を保有するのではなく、粗飼料コントラクターや粗飼料生産組織が、粗飼料生産を担い、和牛繁殖生産者は家畜管理に集中するなど、分業を前提とした耕畜連携システムの構築が必要である。

(2) 研究技術開発

(畜産部門)

①水田での草地造成及び放牧利用下での草地維持方法の開発

上述の排水対策を含むバヒアグラス等の草地造成方法、及び早春の放牧延長を可能にするイタリアンライグラス等のオーバーシーディング技術等の開発が望まれる。

②周年放牧を可能にする冬季放牧飼料の開発

ニュージーランド等で冬季放牧用に普及している飼料用ケールの日本での栽培・利用技術の開発が望まれる。これまでに行った試験栽培からは、初期生育の確保（整地・土壌処理・播種方法）、生育・収量確保（除草、虫害対策）、飼料成分と給与方法、給与効果（MPT など）、コスト低減・経営改善効果の解明が必要と考えられる。

③多頭数の省力的な個体情報の収集、個体管理方法の開発

モデルでは60頭を超す繁殖牛やその子牛の放牧飼養が提示された。これだけの頭数になると毎日の集畜、スタンション越しの補助飼料給与等により、個々の牛の体調確認や馴致が困難になる可能性がある。このため、各個体の体調や繁殖にかかわる発情や分娩兆候を適確にモニタリングできるシステムの導入が必要になる。目視だけでなく、体重測定及びその記録を簡易にする、電子チップを埋め込んだ個体識別装置等の開発も期待される。

④放牧飼養を前提とした家畜の改良

周年親子放牧など農林地資源を活用して省力的な生産管理を展開する上で、介助なしの分娩や親牛の哺育能力の向上は重要な課題である。しかし、産肉能力（枝肉重量や脂肪交雑）に重点が置かれた和牛改良が進められる一方で、現在、繁殖や哺育性など母性能の低下（受胎率の低下、難産の増加、泌乳量の低下）が問題となっている。そこで、ゲノミック評価を含め、母性能を重視した育種価評価の開発が期待される。

（林産部門）

雑木の飼料化技術と給与方法、給与効果の検証、キノコ生産技術など、雑木の有効活用技術の開発が望まれる。

（防災・多面的機能）

放棄林と管理林や草地植生による保水、土壌崩壊防止機能を解明し、里山の放牧利用の防災面からみた評価が急がれる。また、耕（水稻）・草・畜・林で構成される循環型地域農林業による生物相や植物相の特質等の解明が望まれる。

付表1 土地利用部門別の収支・労働時間

	(10aあたり)								
	主食用米 (コシヒカリ)	酒造好適米 (八反錦)	稲WCS (たちすずか)	採草 (IR+MI)	放牧飼料				乾燥椎茸 (原木栽培)
					(IR/MI)	(BG/IR)	(FK)	(FR)	
単収・牧養力(kg・CD/10a)	546	564	1,200	1,100	80	80	120		7.5
単価(円/kg・CD)	250	240	40	40	400	400	400		4,000
放牧利用可能期間					3～9月	3～10月	11～2月		
粗収益:A(円/10a)	136,500	135,360	48,000	44,000	32,000	32,000	48,000		30,000
種苗費	2,143	2,143	5,020	3,175	3,175	2,935	1,861	5,020	2,018
肥料費	8,619	8,619	14,760	5,184	5,184	3,110	6,480	14,760	
農業薬剤費	8,155	8,155	8,155				1,500	8,155	
光熱動力費	3,751	3,751	3,751					3,751	2,216
諸材料費	2,414	2,414	2,414	29,816				2,414	3,150
修繕費	6,362	6,362	6,362					6,362	
賃借料料金	18,051	18,051	28,000						2,940
地代	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	0
その他(牧柵資材等)	3,530	3,530	1,765		5,616	5,616	5,616	4,320	
上記費用計:B(円/10a)	63,025	63,025	80,227	48,175	23,975	21,661	25,457	54,782	10,324
利益係数:A-B(千円/10a)	73.5	72.3	-32.2	-4.2	8.0	10.3	19.6		19.7
直接支払交付金・産地資金					0	0	0	0	
同・戦略作物助成			35,000	0	0	0	0	35,000	
農作業労働時間(時間/10a)	25.8	25.8	23.0	50.4	11.4	7.5	10.4	21.8	8.52
うち放牧管理(時間/10a)					8.4	6.4	6.4		

注: 1) 放牧飼料作の略記は、IR:イタリアンライグラス、MI:栽培ビエ、BG:バヒアグラス、FK:飼料用ケール、FR:飼料用イネ。

2) WCS用稲や牧草の単収は乾物収量、椎茸の単収は乾燥収量である。

3) WCS用稲や牧草の採草及び放牧は経営内利用であるが、収益性を比較して見るため採草した飼料作物の単価を40円/kg、1日の飼料費を400円として示している。

4) 主食用米、酒造好適米の賃借料は乾燥調製委託費、WCS用稲の賃借料は収穫調製委託費。

5) 牧草の採草には、上記費用のほかに小型ロールベアラー及びラッピング機の償却費286千円を計上する。BG草地へのIRの不耕起播種及びFKの播種には不耕起播種機を使用するものとし、機械償却費400千円を計上する。

6) 直接支払い交付金・産地資金は、現行では二毛作助成、耕畜連携助成それぞれ10千円前後が交付されているが、経営計画モデルでは産地資金はないものとして試算。同・戦略作物助成は現行では、稲WCS生産80千円、その他の飼料作物(放牧を含む)35千円が交付されているが、モデルでは飼料イネ(稲WCSを含む)の作付けに対してのみ35千円交付するものとして試算。

7) FRはFKの10分の1の量を補助飼料として栽培し放牧利用。利益係数は両飼料の費用を按分して示す。

8) 出典: 水稻及び牧草採草の収量・費用・労働時間はK集落営農法人の集計値。放牧の牧養力、掛かる費用、労働時間は茨城県S牧場の実績値。飼料用ケールはニュージーランドの実績を基にした参考値。原木椎茸は大分県O農園の分析値である。

付表2 畜産部門の収支・労働時間

(円/繁殖牛1頭/年)					
	周年舎飼	妊娠牛の 移動放牧	繁殖牛の定置放牧 8か月	周年	親子周年 放牧
	放牧草種 放牧期間	IR/MI 3-9月	BG/IR 3-10月	BG/IR+FK+FR 周年	周年
繁殖牛に占める放牧牛の割合(%)		29.3	67.1	100	100
子牛生産率(%)	90				
繁殖牛供用年数(年)	7				
母牛に対する子牛販売率(%)	77.1	同左	同左	同左	同左
同 経産牛販売率(%)	12.9				
子牛単価(千円)	521				
経産牛単価(千円)	200				
粗収益:A(千円/頭)	428	428	428	428	428
種代・種付料(円/頭)	19,195	19,195	19,195	19,195	19,195
飼料費/親牛・粗飼料	119,515	85,134	39,293	6,000	6,000
飼料費/親牛・濃厚飼料	29,100	29,100	21,900	21,900	21,900
飼料費/子牛・粗飼料	42,445	42,445	42,445	42,445	13,955
飼料費/子牛・濃厚飼料	42,000	42,000	62,000	42,000	42,000
敷料費	9,196	6,500	3,023	0	0
光熱水料及び動力費	8,582	8,582	8,582	8,582	8,582
獣医師料・医薬品費	20,465	20,465	20,465	20,465	20,465
賃借料・料金	12,295	12,295	12,295	12,295	12,295
建物・車両・農機具費	32,749	32,749	32,749	18,368	18,368
その他	10,352	10,352	10,352	10,352	10,352
上記費用計:B(千円/頭)	345,894	308,817	272,299	201,602	173,112
利益係数:A-B(千円/頭)	82	119	155	226	255
飼養管理労働(時間)	78	69	57	46	29

注:飼料費以外の費用は農林水産省「畜産物生産費統計」の『2017年度子牛生産費』を繁殖牛1頭当りに換算したものである。繁殖雌牛は自家保留が一般的なことから、繁殖雌牛償却費は計上せず、繁殖牛を7年で更新するものとして売上に反映させている。飼料費は流通飼料価格と繁殖牛及び子牛の飼料要求量、放牧期間から計算した。敷料費、建物・車両・農機具費も放牧期間等に応じて算定した。飼養管理労働は、飼料生産及び放牧管理作業を除く。

第6章 肉用牛繁殖経営モデル（家族経営）

千田雅之*

1. 基本的考え方－周年親子放牧による繁殖経営モデル策定の背景－
 - 1) 肉用牛繁殖経営の問題点
 - 2) 繁殖経営の問題解決の方向
2. モデルの構築
 - 1) モデルの素材事例－周年親子放牧による低コスト・高収益繁殖経営－
 - 2) 繁殖経営の問題解決に開発導入の期待される技術
 - 3) 将来モデルの枠組み
3. モデルの計測結果
4. 要約と考察－高収益繁殖経営モデル実現に必要な研究開発課題と経営対応－
 - 1) 放牧用地の団地化
 - 2) 里山等での草地造成の支援、林業部門との連携など
 - 3) 草地管理・飼料生産の分業化とコントラクター等との連携システムの構築
 - 4) 周年放牧を可能にする冬季放牧飼料の開発
 - 5) 放牧飼料の季節変化に対応した適切な補助飼料の設計
 - 6) 育成牛の集約放牧の有効性の検証
 - 7) 省力的な個体情報の収集、個体管理方法の開発
 - 8) 放牧飼養を前提とした家畜の改良

1. 基本的考え方－周年親子放牧による繁殖経営モデル策定の背景－

1) 肉用牛繁殖経営の問題点

畜産統計調査によれば、わが国の繁殖経営（一貫経営を含む）は2008年の約80千から2018年の約48千経営体に4割も減少し、肥育素牛生産の基盤となる2歳以上の繁殖雌牛頭数も571千頭から517千頭に約1割減少するなど、縮小傾向に歯止めが掛からない。その主な理由は生産性や収益性の低さにある。

たとえば、和子牛価格が1頭あたり30～40万円で推移し、輸入飼料価格の高騰した2008～2011年には、家族労働報酬を産み出せないほど規模の大小を問わず収益性は悪化していたのである。2013年以降、歴史上類を見ない和子牛価格の高騰によりその収益性は著しく改善しているが、過去の和子牛価格の推移から、60万円を越す価格が長く続くことは考え難い。そこで、肉用子牛生産者補給金制度の保証基準価格531千円のもとで、繁殖牛1頭あたり労働報酬を計算すると約13万円である。統計によれば1頭の子牛生産に要する労働時間は、その親牛や自給飼料生産を含め128時間、50頭以上の大規模経営でも約80時間を要している。1人の年間労働時間を1,800時間とすると、平均で繁殖牛14頭、大規模経営でも22頭程度しか飼養できない。したがって、1人あたり年間の労働報酬は180～280万円にとどまる。現行の繁殖経営は収益性の低い営農部門と言わざるを得ない。

*西日本農業研究センター

このきわめて低い収益性は、高い生産コストと低い労働生産性による。すなわち子牛 1 頭の生産費は労働費を含め、平均 576 千円、大規模経営でも 474 千円に達する（図 1）。このコストの 7 割以上を飼料・敷料費と労働費が占める。また労働時間の内訳を見ると飼料の調理・給与と厩肥の搬出・処理（家畜排せつ物の処理）が労働時間の約 7 割を占める（図 2）。したがって、収益性改善には飼料費の低減と給餌や排せつ物処理の省力化が重要なポイントとなる。なお近年、繁殖牛の分娩間隔が延びていることから、その短縮（繁殖率の改善）も子牛生産コストの低減及び繁殖経営の収益改善に重要な課題である。

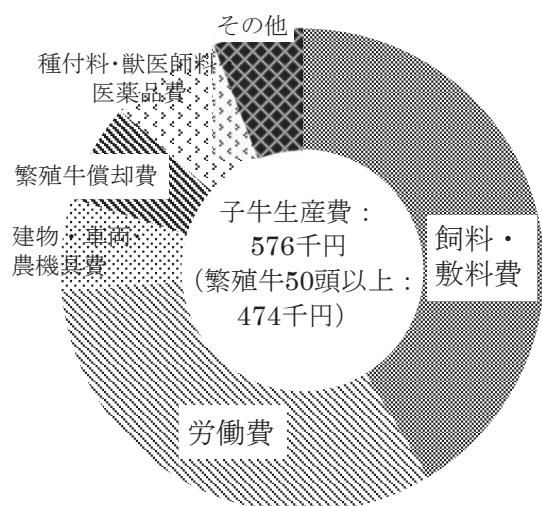


図1 子牛生産費の構成（2017年度）
出典：農林水産省「畜産物生産費統計」

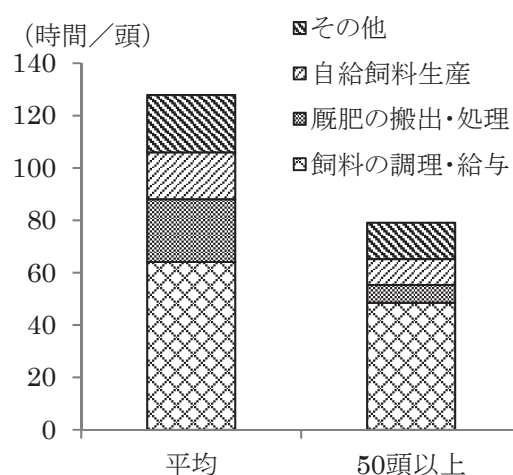


図2 子牛生産に係わる労働時間
出典：農林水産省「畜産物生産費統計」

2）繁殖経営の問題解決の方向

これらの課題解決として、農政では 2 つの方向が推進されている。一つは、施設集約型の分業型の生産システムである。繁殖、哺育育成、粗飼料生産、TMR 飼料調製に分業化を図り、繁殖部門は 500 頭規模の大型の繁殖牛飼養施設で、繁殖管理に集中し、繁殖率と労働生産性を高めると言うものである。ただし、この生産システムでは、飼料費はかえって高くなり施設投資の増加を伴う。

もう一つの方向は、中山間地域等で問題となっている遊休農林地を活用した放牧飼養の拡充である。放牧飼養は、牛自体に牧草等を直接採食させ放牧地に排せつさせるため、採草や給餌、排せつ物処理作業はなく、牛の省力的な管理が可能となり、飼料費も低減できる。その結果、飼養規模の拡大と生産コストの低減、収益性の向上がはかれ、農林地の有効活用にも寄与することが期待される。

放牧飼養は以前から公共牧場や牧野で行われてきたが、その面積や利用者は年々減少している。他方、牛舎近くの耕作放棄地や水田、里山での放牧（行政では公共牧場の放牧と区別するため、「経営内放牧」と称する）が増加しつつある。その理由は、牧野等では利用料金や草地維持のための出役作業等の負担を伴うのに対して、経営内放牧では、比較的目の行き届く範囲で放牧牛の

管理が可能であり、移設の簡易な電気牧柵の普及により牧柵等の設置・修繕費用が飛躍的に低減していることが大きい。

とは言え、肉牛経営の放牧実施率は 13.3%、放牧対象となりやすい繁殖牛の放牧実施率は 18.9%にとどまり、10 年前と比べてそれほど増加していない。また、耕作放棄地や水田での放牧面積は 9,566ha（平成 29 年度、農林水産省生産局調査）であり、40 万 ha を超す耕作放棄地面積の存在に対して、わずかな面積にとどまる。利用可能な土地資源や放牧飼養可能な牛が豊富にあり、その効果が期待されているにもかかわらず、放牧の普及が遅々としているのはなぜであろうか。

その一つは放牧実践経営において、必ずしも期待される効果が得られていない点が指摘される。一般的な放牧方式は、分散する複数の小耕地を対象に、繁殖牛のうち妊娠確認牛に限って、5 月～10 月の間、2～3 頭ずつ 1～2 か月程度放牧し、可食草がなくなれば別の圃場に牛を移動させる、いわゆる小規模移動・季節放牧が一般的である。

この小規模移動・季節放牧では、年間の放牧延べ頭数は、飼養頭数の 10～20%にとどまることや、分散する放牧地の見回り、放牧牛の給水や捕獲・移動等の作業を伴うため、経営全体の労働時間や生産コストは、周年舎飼と比べてそれほど削減されない。また、冬季は全頭舎飼のため、畜舎も必要となる。さらに十分な発情観察や適切な繁殖管理が行われていないため、繁殖率が低く、子牛の発育が劣る事例も少なくない。

したがって、繁殖経営の低生産性・低収益性のブレークスルーには、一般に行われている妊娠確認牛に限定した小規模移動・季節放牧では限界があり、放牧期間の延長や放牧対象牛の拡大、それらを可能にする草地管理や放牧管理が必要になる。

2. モデルの構築

1) モデルの素材事例－周年親子放牧による低コスト・高収益繁殖経営－

こうしたなかで、放牧によって、飛躍的な省力化とコスト低減をはかり、高収益を実現している革新的事例がいくつか現れている。その一つ大分県の F 経営は、2005 年から荒廃した里山で放牧を基本に据えた肉用牛繁殖を開始し、これまでに 3 箇所 22ha の里山に草地を造成し、現在、繁殖牛 45 頭を飼養する。

F 経営の革新的な点は、周年親子放牧に取り組み、不足する飼料は自家生産せず外部購入している点にある。施設は補助飼料の給与と牛の観察を容易にするための壁のない管理棟のみで、牛舎や堆肥舎、モアやトラクターなどの農業施設や機械を持たない。それにより、全国平均より 7 割の作業労働の省力化と約 3 割の物財費低減を実現している。また、分娩間隔は 383 日と短く、放牧飼養で低下しがちな繁殖率も高い水準を確保し、水田放牧のような助成金を受けることなしに高い収益性を達成している（図 3）。

この周年親子放牧の生産管理と経営成果は、①放牧用地の団地化による定置放牧、②急傾斜の里山で高い牧養力を維持する牧場のレイアウトと暖地型永年生草種による草地造成、③1 日 2 回

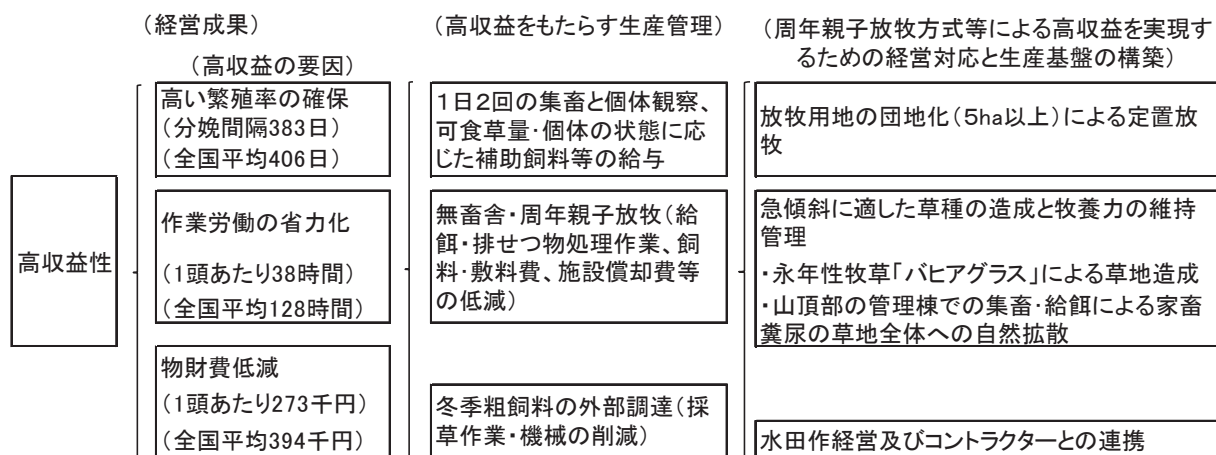


図3 F経営の生産管理及び経営成果の関連

の集畜と個体観察(健康状態、発情、分娩など)、④コントラクターとの連携による冬季粗飼料(稲WCS)の確保により達成されていると考えられる。

2) 繁殖経営の問題解決に開発導入の期待される技術

F経営の生産管理技術と経営成果から、繁殖経営の生産性・収益性改善に顕著な効果の期待される技術や経営対応として以下の項目があげられる。

(1) 暖地型永年生牧草の導入による草地造成の省力化と夏季可食草量の安定化

関東以西の経営内放牧実施経営の多くは、イタリアンライグラス(IR)と栽培ビエ(MI)の2毛作による放牧草地管理が行われている。この方式は、3月中旬～10月中旬の7か月間の放牧飼料を可能にするが、年2回の播種作業が必要なこと、牧草成長の季節変化が著しく夏季の可食草量が不足するなど、一定頭数の放牧牛を連続して飼養し難い等の問題がある。そこで、放牧向きの牧草種として夏季成長が旺盛なバヒアグラス(BG)等の暖地型永年生牧草(図4)の導入が勧められる。その利点は、一度播種し



図4 永年生牧草バヒアグラス草地によるF経営の里山での放牧。

造成できれば毎年の播種作業が不要となること、5月～10月末まで可食草量の比較的安定した供給が可能であることがあげられる。ただし、BGは放牧を続けないと、雑草侵入や嗜好性低下を招くことから、放牧用地を団地化し定置(連続)放牧することが求められる。

(2) 冬季放牧飼料の開発導入による放牧期間の延長、周年放牧体系の確立

上述のバヒアグラスによる可食草の供給期間は5月上旬から11月上旬頃までの6か月間にとどまる。可食草の供給期間を延長するために、冬季まで圃場にストックし、放牧利用の可能な飼料作物の導入が必要である。寒地型牧草地において、秋の放牧を控え冬季放牧用に牧草をストックする方法(ASP: Autumn Saved Pasture)もあるが草量は限られる。そこで、ニュージーランドで

開発され、海外に普及しているアブラナ科の飼料作物を利用した冬季放牧（図5）の導入が考えられる。ここでは、飼料用レープ（FR）－ソルガム（Sg）－イタリアンライグラス（IR）の2年3作による11月～4月の放牧飼料提供システムを提案する（表1）。すなわち、11月～2月はFR、3月～4月はIRで、それぞれの補助飼料（主に繊維源）としてソルガム（SG）を供給しつつ、冬季から早春の放牧を行う体系である。これと前述のBGによる5月～10月の放牧を組み合わせることによって周年放牧体系が展望できる（図6）。



図5 飼料用ケールによる繁殖雌牛の冬季放牧飼養（ニュージーランド）

表1 冬春期放牧用飼料の栽培体系（2年3作：FR-SG-IR）と、周年放牧体系（BG-FR-IR）

地目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
飼料用レープ(FR)	放牧利用 →						播種				← 放牧利用	
水田・畑	ソルガム(SG)	補助飼料 →			播種				収穫		← 補助飼料	
	イタリアンライグラス(IR)		← 放牧利用 →							播種		
里山	バヒアグラス(BG)				← 放牧利用 →							



5-11月 里山放牧
バヒアグラス：50a/頭
12-4月 水田・畑等の放牧
飼料用レープ：10a/頭
イタリアンライグラス：10a/頭
図6 里山と水田を利用し複数の牧草を組み合わせた周年放牧飼養体系

（3）放牧対象牛の拡張－親子放牧の導入－

子牛の放牧は発育遅延や、捕獲困難になることから、わが国では一般に行われていない。放牧しながら子牛の発育を確保し、飼い主への馴致を図るためには、哺育能力の高い親牛の選抜も欠かせないが、毎日、集畜し間近に引き寄せて観察や補助飼料を給与しつつ放牧牛との信頼関係を築くことが重要である（図7）。F経営では里山の山頂部に設けた管理棟に毎日朝夕2回、放牧牛を集畜し、スタンション越しに補助飼料を与える。管理棟まで



図7 簡易管理棟での子牛への補助飼料給与と馴致。1日2回集畜しこの行為を繰り返すことで飼い主と牛の信頼関係が形成される

急傾斜地を登ってくることで牛の健康状態や分娩の有無が容易に確認でき、スタンション越しの給餌によって、必要な際の捕獲を容易にし、食べ具合の観察を通して健康状態が確認され、放牧飼養でありながら高い繁殖率が確保されている。

(4) 舎飼飼料の自給から地域産飼料の利用へ(分業化)

F 経営で飼養する 45 頭の繁殖牛の冬季 4 か月の飼養に必要な粗飼料は約 54t (約 5ha 分) になる。この粗飼料を確保するために、採草用の機械一式を揃え、粗飼料を生産することは合理性を欠く。なぜなら、近年、粗飼料収穫機械は大型化し作業効率は高くなっている反面、その最小適性規模は個人の経営規模をはるかに超すからである。たとえば、WCS 用稲の収穫機械一式の価格は 2,000 万円を超し、その最小適正規模は 30ha 以上になる。このため、放牧期間や放牧対象牛の拡張によって舎飼用の粗飼料調達量が減少する場合、耕種経営やコントラクターからそれらを購入し、自らは飼料生産をせず家畜管理に特化することで、さらに生産性の向上が図れることが期待される。

3) 将来モデルの枠組み

家族経営(労働力 1.5 人)により、一定のまとまりのある牧野や里山、耕作放棄地の放牧利用の可能な肉用牛繁殖経営を対象に、周年舎飼飼養から、妊娠牛の季節移動放牧(IR-MI)、妊娠牛の定置放牧(BG)、妊娠牛の周年放牧(BG-FR-IR)、親子の周年放牧(同)を展開した場合の経営成果を比較し、生産性・収益性の高い放牧飼養方式を明らかにする(表 2)。また、舎飼用の粗飼料の外部調達、繁殖率の改善(分娩間隔の短縮: 406 日→384 日→365 日)による経営成果を試算し、これらの実現に必要な研究開発課題や経営対応を検討する。

なお、舎飼時に発生する堆肥は、経営内の飼料作圃場または稲 WCS 調達先に、一定量還元するものとし、還元可能量を超えて繁殖牛を増やさないものとする(資源循環条件)。

表2 中山間和牛繁殖経営(家族経営)の営農モデルの前提条件

土地基盤	里山:最大50ha、水田・畑・耕作放棄地:最大15ha(地代1万円/10a)
経営形態・労働力	家族経営・2人(1旬当たり供給可能労働96時間)
作目	肉用牛繁殖(和子牛生産)のみ
和牛生産管理技術	完成形:周年親子放牧(5-11月:BG放牧、12-4月:FR+IR放牧(SG補助)) 成果比較のための試算順:周年舎飼→妊娠牛季節放牧(分散放棄地放牧、IR/MI)→同(里山放牧BG)→同周年放牧(BG+FR+IR)→親子季節放牧(BG)→親子周年放牧(BG+FR+IR)
家畜生産性・価格	子牛生産率90%、95%、100%(分娩間隔406日、384日、365日)、531,000円(保証基準価格)
生産資材価格	現行価格(乾草60円/kg前後、配合飼料65円/kg前後、稲WCS50円/乾物kg)
畜舎・堆肥舎償却費	周年舎飼及び季節放牧の場合は15,695円/年/頭で計算。妊娠牛の周年放牧の場合は10,000円、周年親子放牧の場合は簡易集畜施設として5,000円を計上。
資源循環条件	経営内の作付圃場または経営外購入の稲WCSの生産経営への堆肥還元可能量以上に和牛を飼養しない。堆肥還元可能量は牧草及び飼料作物生産圃場2t/10a、二毛作の場合は3t/10aまでとする。
評価軸	土地利用、子牛生産性(飼養可能頭数、飼料自給率、子牛生産コスト)、収益性(所得、時間労働報酬)

3. モデルの計測結果

モデルの試算結果を表3に示す。以下、シナリオごとに考察する。

表3 試算結果

経営展開のシナリオ		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
		周年舎飼	妊娠牛・季節 移動放牧	妊娠牛・季節 定置放牧	妊娠牛・周年 放牧	←	親子牛・周年放牧		→	
放牧 対象 方法	放牧対象牛	－	←	妊娠牛	→	←	親子牛		→	
	放牧地・放牧方式	－	移動放牧	←	団地化・定置放牧					→
	放牧飼料	－	IR/MI	BG	BG+FR+IR	←	BG		→	BG+FR+IR
	可食草供給期間	－	7か月	6か月	12か月	←	6か月		→	12か月
分娩間隔(日)		←	406日				→	384日	365日	406日
土 地 利 用	牧草(採草)(a)	456	326	415	335	0	0	0	0	0
	稲WCS購入(a)	－	－	－	－	－	371	371	371	0
	放牧(IR/MI)(a)	－	330	－	－	－	－	－	－	－
	放牧(BG)(a)	－	－	341	377	1,600	1,352	1,352	1,352	1,832
	冬季放牧(FR)(a)	－	－	－	65	－	－	－	－	526
	早春放牧(IR)(a)	－	－	－	65	－	－	－	－	526
	補助飼料(Sg)(a)	－	－	－	65	－	－	－	－	526
農用地利用面積(a)		456	656	755	908	1,600	1,724	1,724	1,724	2,884
和 牛 生 産 指 標	繁殖牛頭数(頭)	20	25	26	29	46	49	49	49	70
	飼料自給率(%)	70.2	58.3	64.5	63.7	38.4	56.6	55.8	55.0	67.8
	作業労働(時間/頭)	115.4	101.7	100.1	89.0	41.6	41.2	39.1	37.1	35.9
	物財費(千円/頭)	269	286	265	264	279	260	250	242	255
	生産コスト(千円/頭)	442	439	415	397	341	322	309	297	309
収 益 性	産出額(万円)	856	1,081	1,135	1,259	2,003	2,158	2,270	2,382	3,055
	所得(万円)	383	445	518	564	855	1,006	1,099	1,192	1,452
	作業労働(時間)	2,030	2,259	2,335	2,302	1,710	1,827	1,827	1,827	2,252
	労働報酬(円/時間)	1,889	1,972	2,217	2,448	4,999	5,505	6,014	6,522	6,449

注:飼料の略記は、稲WCS(稲発酵粗飼料)、IR(イタリアンライグラス)、MI(ミレット)、BG(バヒアグラス)、FR(飼料用レープ)、SG(ソルガム)

①周年舎飼（採草は中型バール体系）

家畜排せつ物（堆肥）の還元圃場の制約（飼料生産面積の制約）と労働力の制約から、夫婦2人では繁殖牛20頭しか飼養できない。456aの牧草生産を行い、飼料自給率は約70%と高いが、子牛生産1頭当たり労働時間は115時間と多く、生産コストは442千円と高い。所得は400万円に達しない。

②妊娠牛の放牧飼養（IR-MIによる季節・移動放牧）

放牧牛の給餌や排せつ物処理作業が削減されるため、1頭当たり労働時間は102時間に縮小し、繁殖牛は25頭まで飼養可能になる。採草用と放牧用の牧草栽培作業の競合と、舎飼牛の飼料購入量が増えるため、飼料自給率は低下する。コスト低減効果は小さいが、飼養頭数増加により所得は445万円に60万円ほど増加する。

③同（BGによる季節・定置放牧）

放牧草地の管理作業および経費が低減するため、採草面積は②より増加し、飼料自給率も約65%に向上する。所得も500万円以上に増加することが期待される。

④同（BG-FR-IR による周年放牧）

冬季飼養管理が省力化されるため、子牛生産 1 頭当たり労働時間は 89 時間に減少し、繁殖牛 29 頭まで増加することが可能になる。全体の労働時間はほとんど変わらないため、労働報酬額は 1 時間あたり約 2,500 円に向上する。

⑤周年親子放牧（可食草の供給期間は BG による 6 か月間）

餌付け飼料以外の粗飼料給与作業の必要な期間が冬季 6 か月間に縮小するため、子牛生産 1 頭当たり労働時間は約 42 時間に半減し、繁殖牛は 46 頭まで飼養可能になる。冬季の粗飼料等は、自家生産するよりも購入し、粗飼料生産の中止により浮いた労働力を飼養頭数の増加に向けた方が所得向上に寄与する。排せつ物処理問題を解決するため、放牧地を 16ha まで拡大することになる（放牧地への有機物還元量は、堆肥換算で 2t/10a）。

⑥同（地域の耕種経営やコントラクターから稲 WCS 購入）

堆肥の還元圃場の確保と草地管理の省力化による頭数増加、輸入乾草と比べて比較的安価な稲 WCS の購入による物財費の低減により、所得は 1,000 万円を超すと試算される。

⑦⑧同（分娩間隔短縮：406 日→384 日→365 日）

飼養頭数や土地利用の変化はないが、子牛生産コストは、322 千円から 309 千円、297 千円に低下し、所得は 1 年 1 産（分娩間隔 365 日）により 1,192 万円に増加する。

⑨同（BG-FR-IR の組み合わせにより可食草の供給期間は 12 か月間）

冬季の粗飼料給餌作業が削減されるため、家族労働力で約 30ha の放牧用地の利用と繁殖牛 70 頭の飼養が可能になる。子牛生産 1 頭当たり労働時間は、周年舎飼（①）より約 7 割減少し、生産コストは 35%低減する。所得は 1,600 万円を超すことが期待される。

4. 要約と考察—高収益繁殖経営モデル実現に必要な研究開発課題と経営対応—

家族経営で飼養可能な生産規模の拡大、飼養管理の省力化、コスト低減、所得増加について、①～⑨を並べてみると、妊娠牛の放牧（②）、定置放牧（③）、冬季放牧飼料の導入による放牧期間の延長（④）、放牧対象牛の拡大（⑤～）の順に、効果が高くなる。このなかで、上記指標の飛躍的改善に効果があるのは、親子放牧（⑤～）であることも明瞭である。また、親子放牧の次に大きな変化をもたらすのが冬季放牧技術の開発による周年親子放牧体系（⑨）の構築であることが分かる。最後に、こうした放牧飼養体系を実現する上で必要と考えられる経営対応や技術開発等に言及する。

1) 放牧用地の団地化

本章の試算で示すとおり、放牧用地をまとめ定置放牧とする方が、家畜管理や観察を容易にし、放牧対象牛を妊娠牛からすべての牛に拡張することが可能となり、より省力的、低コストの家畜生産が可能になる。このため、経営対応として、依頼されるままに分散する耕作放棄地等を対象に行う移動放牧ではなく、里山も含め団地としてまとめた放牧用地の確保を最優先することが重要である。

2) 里山等での草地造成の支援、林業部門との連携など

里山は団地的にまとまって利用することが比較的可能であり、排水性も良好なため、バヒアグラス等の草地造成や放牧地としても適している。しかし、草地造成までに雑木の伐採や処理が必要である。この点で、林業経営者との連携体制の構築や、伐採した雑木の有効活用（飼料化など技術開発）、伐採跡地での不耕起による草地造成技術等の研究開発が望まれる。

3) 草地管理・飼料生産の分業化とコントラクター等との連携システムの構築

放牧地飼料の中で、BG 草地は一度定着すれば、適切な密度で放牧利用すれば追肥と雑草の除去等で半永久的に維持することは可能であるが、冬季や早春の放牧用の FR や IR、補助飼料の SG は、毎年、播種し SG は収穫調製が必要になる。牧草・飼料作物の播種機や粗飼料の収穫機は近年、技術革新が目覚ましく、作業効率は飛躍的に向上している。一方、その導入経費も高いため、経費を償うための最小適性規模は、中型ベールの収穫機体系では約 30ha に達するなど、家畜生産を行う 1 家族経営の飼料生産面積を越す。このため、個々の経営で飼料生産用の機械を保有するのではなく、飼料コントラクター等が、飼料作物の播種や収穫を担い、和牛繁殖生産者は家畜管理に集中するなど、分業を前提とした連携システムの構築が必要である。

4) 周年放牧を可能にする冬季放牧飼料の開発

ニュージーランド等で冬季放牧用に普及している飼料用ケールやレープの日本での栽培・利用技術の開発が望まれる。これまでにを行った試験栽培から、小粒種子のケールやレープの初期生育の確保（整地・土壌処理・播種方法）、生育・収量確保（除草、虫害対策）、飼料成分と給与方法、給与効果（MPT など）、コスト低減・経営改善効果の解明が必要である。

5) 放牧飼料の季節変化に対応した適切な補助飼料の設計

周年放牧体系のなかで、放牧飼料は季節により変化する。また、同一の牧草でも季節により飼料成分は変化する。このため、放牧飼料成分の季節変化を明らかにし、それに対応した適切な補助飼料の設計は、家畜の生産性のみならず、放牧飼料の有効活用にも重要になる（図 8）。その際、飼料設計に重要な指標となる放牧飼料のタンパク成分値等を簡易に測定できる装置の導入活用が期待される。



図 8 育成牛の放牧飼養：牧草の蛋白が高く液状の糞便がみられる。牧草成分の季節変化に対応した適切な補助飼料など飼養指針策定の現場ニーズが高い。

6) 育成牛の集約放牧の有効性の検証

離乳後の育成牛の放牧飼養は、子牛生産コストの低減に重要である。一方、筋肉や骨格、内蔵組織の発達に重要なステージとなる育成段階の子牛には、エネルギーや蛋白、繊維などのバランスの取れた高栄養の飼料給与が必要である。このため、放牧先進国では、放牧地を分割し各牧区を輪換する集約放牧方式（Intensive Grazing, Rotational Grazing）が一般的に行われている。わが国の草地においてもこうした方式の導入及び効果の検証が望まれる。

7) 省力的な個体情報の収集、個体管理方法の開発

周年親子放牧モデル(⑨)では約70頭の繁殖牛と、その子牛の放牧飼養が提示された。これだけの頭数になると毎日の集畜、スタンション越しの補助飼料給与時の目視による、個々の牛の観察は困難になる。このため、各個体の体調や繁殖にかかわる発情や分娩兆候を適確にモニタリングできるシステムの導入が必要になる。放牧地での個々の牛の頻繁な体重測定等を簡易にするキャトルヤードシステムの設計、電子イアタグによる測定結果等の自動記録、集計解析装置等の開発が期待される。

8) 放牧飼養を前提とした家畜の改良

肉用牛繁殖経営では、周年親子放牧など農林地資源を活用して省力的な生産管理を展開する上で、介助なしの分娩や親牛の哺育能力の向上は重要な課題である。しかし、わが国では、産肉能力(枝肉重量や脂肪交雑)に重点が置かれた和牛改良が進められる一方で、繁殖や哺育性など母性能の低下(受胎率の低下、難産の増加、泌乳量の低下)が問題となっている。そこで、ファームノート等を活用した母牛の繁殖履歴や哺育成果に基づく母性能を含む育種価評価の開発が期待される。

付表1 土地利用部門別の収支・労働時間

(10aあたり)

	採草	放牧飼料				
	(IR+MI)	(IR/MI)	(BG)	(FR)	(IR)	(SG)
単収・牧養力(kg・CD/10a)	1,200	80	70	120	60	120
単価(円/kg・CD)	40	400	400	400	400	400
放牧利用可能期間		3～9月	5～10月	11～2月	3～4月	補助飼料
粗収益:A(円/10a)	48,000	32,000	28,000	48,000	24,000	48,000
種苗費	3,175	3,175	829	2,010	1,069	2,592
肥料費	5,184	5,184	2,592	6,480	2,592	5,184
農業薬剤費						
光熱動力費	4,645					
諸材料費	7,712	5,616	5,616	5,616	5,616	
修繕費	2,200					
賃借料料金(播種、収穫作業)				10,000		30,000
地代				10,000		10,000
上記費用計:B(円/10a)	22,916	13,975	9,037	34,106	9,277	47,776
利益係数:A-B(千円/10a)	25.1	18.0	19.0		4.8	
農作業労働時間(時間/10a)	11.4	11.4	7.0	8.4	6.4	8
うち放牧管理(時間/10a)		8.4	6.4	6.4	4.4	6

注: 1) 飼料の略記は、IR:イタリアンライグラス、MI:栽培ビエ、BG:バヒアグラス、FR:飼料用レープ、SG:ソルガム

2) 飼料の採草及び放牧は経営内利用であるが、収益性を比較して見るため採草した飼料作物の単価を40円/kg、1日の飼料費を400円として示している。

3) 牧草の採草(IR+MI)には、上記費用のほか、中型ロールベアラー及びラッピング機の償却費568千円を計上する。

4) 賃借料金は、真空播種機による播種作業の委託費(10千円/10a)、汎用型飼料収穫機による収穫調製作業の委託費(20千円/10a)である。

5) 放牧飼料のFR-SG-IRは2年3作(FR:6-7月播種、11-2月放牧利用、SG:5月播種、9月収穫、IR:10月播種、3-4月放牧)。SGはFRとIRで11月～4月に放牧する際の補助飼料(青刈り)。利益係数は3作合計を1年10aとして示す。

6) 出典: 牧草採草の収量・費用・労働時間は栃木県S牧場の実績値。BGおよびIR放牧の牧養力、掛かる費用、労働時間は茨城県S牧場の実績値。FRはニュージーランドの実績を基にした参考値。SGは文献値。

付表2 畜産部門の収支・労働時間

(円/繁殖牛1頭/年)						
	周年舎飼	妊娠牛の 移動放牧	妊娠牛の定置放牧		親子牛の定置放牧	
			6か月	周年	6か月	周年
	放牧草種 放牧期間	IR/MI 3-9月	BG 5-10月	BG+FR+IR 周年	BG 5-10月	BG+FR+IR 周年
繁殖牛に占める放牧牛の割合(%)		29.3	25.2	50	50	100
子牛生産率(%)	90					
繁殖牛供用年数(年)	7					
母牛に対する子牛販売率(%)	77.1	同左	同左	同左	同左	同左
同 経産牛販売率(%)	12.9					
子牛単価(千円)	521					
経産牛単価(千円)	200					
粗収益:A(千円/頭)	428	428	428	428	428	428
種代・種付料(円/頭)	19,195	19,195	19,195	19,195	19,195	19,195
飼料費/親牛・粗飼料	119,515	84,479	89,391	59,758	59,758	0
飼料費/親牛・濃厚飼料	29,100	26,960	27,260	25,450	25,420	21,800
飼料費/子牛・粗飼料	42,445	42,445	42,445	42,445	21,048	13,955
飼料費/子牛・濃厚飼料	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000
敷料費	9,196	6,500	6,878	4,598	4,598	0
光熱水料及び動力費	8,582	8,582	8,582	8,582	8,582	8,582
獣医師料・医薬品費	20,465	20,465	20,465	20,465	20,465	20,465
賃借料・料金	12,295	12,295	12,295	12,295	12,295	12,295
建物・車両・農機具費	32,749	32,749	32,749	18,368	32,749	18,368
その他	10,352	10,352	10,352	10,352	10,352	10,352
上記費用計:B(千円/頭)	345,894	306,022	311,612	263,508	256,462	167,012
利益係数:A-B(千円/頭)	82	122	116	164	171	261
飼養管理労働(時間)	78	69	66	46	37	29

注:飼料費以外の費用は農林水産省「畜産物生産費統計」の『2017年度子牛生産費』を繁殖牛1頭当たりに換算し他ものである。繁殖雌牛は自家保留が一般的なことから、繁殖雌牛償却費は計上せず、繁殖牛を7年で更新するものとして売上に反映させている。飼料費は流通飼料価格と繁殖牛及び子牛の飼料要求量、放牧期間から計算した。敷料費、建物・車両・農機具費も放牧期間等に応じて算定した。飼養管理労働は、飼料生産及び放牧管理作業を除く。

第7章 平地水田飼料作経営モデル（雇用型法人経営）

千田雅之*

1. 基本的考え方ー飼料作を基幹とする水田作モデル策定の背景ー
 - 1) 水田作経営の問題点
 - 2) 飼料作を基幹とする営農モデルの枠組みー飼料作物の類型化ー
2. モデルの構築
 - 1) モデルの素材事例
 - 2) 問題解決に開発導入の期待される飼料作
 - 3) 将来モデルの前提条件、選択作目・作型、分析の枠組み、評価軸
 - 4) 作目間の収量性、収益性等の比較
3. モデルの計測結果
 - 1) 水田直接支払交付金現行水準
 - 2) 産地資金削減、水田直接支払交付金一律 35 千円
4. 要約と考察

1. 基本的考え方ー飼料作を基幹とする水田作モデル策定の背景ー

1) 水田作経営の問題点

水田作では、農業従事者の高齢化と離農により、地域の担い手への水田管理の委託が急増している。担い手経営では、経営規模の拡大に伴い雇用を導入する経営が増えているが、通年就労機会の確保と、収益確保が課題となっている。水田作経営は、これまで水稻が営農の中心であったが、作業労働時間の多いことに加えて、春季の田植えと秋季の収穫時に作業労働のピークが形成される一方、冬季作業は少ない。また、主食用米の消費及び需要は減少しつつあり、米価及び稲作収益も低下傾向に推移している。このため担い手経営では、作業労働が少なく、作業の繁忙期の差が小さく、需要が高く収益性の高い作目の導入が模索されている。

その一つとして飼料作物が期待される。図1に示すように畜産物生産に必要な飼料まで溯って、わが国の穀物消費仕向量を見ると、とうもろこしが最も多い。また、主食用米と飼料の価格の推移を見ると、かつては5～6倍の価格差があったが、米価は低下傾向に、飼料価格は上昇傾向に推移し、今日その差は2～3倍に縮小している（図2）。このように飼料作物、とりわけ粗飼料の需要および収益性は相対的に高まっている。

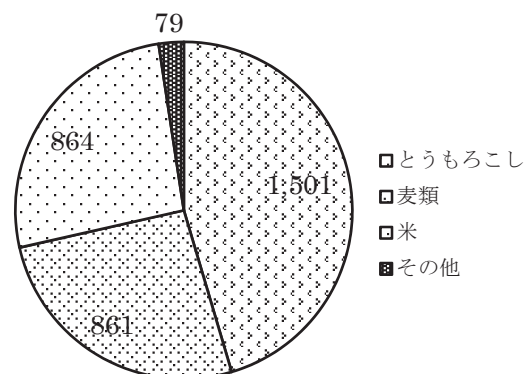


図1 穀物の国内消費仕向量（万t）

資料：農林水産省「平成28年度食料需給表」

*西日本農業研究センター

こうしたなかで、飼料用米や稲発酵粗飼料（稲 WCS）など飼料用イネの生産に手厚い政策的支援が行われている。しかし、稲の飼料化は以下の点から水田作経営や家畜生産の問題解決には必ずしも結びつかない。①飼料用米、稲 WCS の栽培技術は主食用米と基本的に同じであり、投下労働時間が多く、春秋の作業ピークが形成され易い。このため雇用型法人経営の課題である規模拡大や通年の安定就労の可能な営農を展望し難い。②飼料用米や稲 WCS は、とうもろこし（以下、コーン）等の畑飼料作物と比べて収量が低く生産コストは高い。このため収益は補助金に依存せざるを得ず、国産飼料の増産や飼料自給率の向上には多くの助政負担を伴う。その結果、国産畜産物の競争力強化に結びつかず、世界一高い畜産物生産をもたらしかねない。

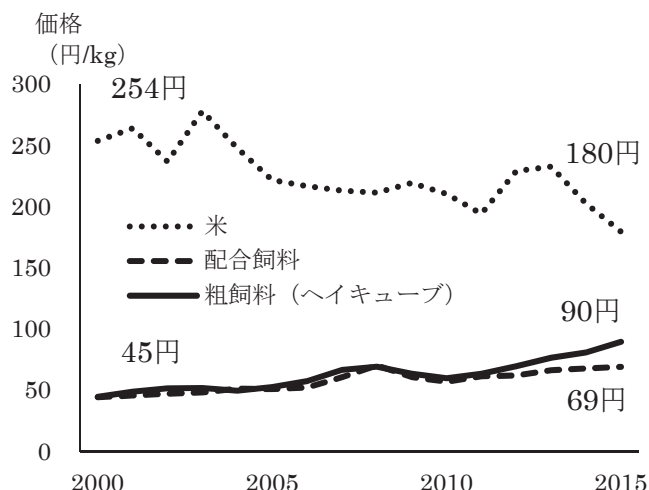


図2 名目価格の推移

資料：農林水産省「農業物価統計」

そこで本章では、稲の飼料化にとどまらず、国内外で生産されている多様な飼料作に視野を広げ、どのような飼料作物の生産や組み合わせが、担い手経営の水田管理面積の拡大（水田利活用の推進）に寄与し、補助金に依存しすぎないで他産業並みの所得確保が可能であり、国産飼料の増産及び低コスト生産が可能であり、畜産経営の体質強化につながるのか。こうした観点から飼料作を基幹とする水田作経営モデルを展望し、その実現に必要な研究課題や取り組みに言及する。

2) 飼料作を基幹とする営農モデルの枠組み－飼料作物の類型化－

飼料作物は、栽培管理法の相違から水稻と畑作物に、収穫調製方法の違いから穀物飼料と粗飼料に分けられる（表1）。飼料用米や稲 WCS などの水稻は湛水状態を維持するための水田圃場の維持や水管理、畦畔管理

表1 飼料作物の分類

	穀物飼料(濃厚飼料)	粗飼料
水稻	飼料用米	稲WCS、稲わら
畑作物	子実コーン イアコーン 飼料用大麦	コーンWCS 大麦WCS、麦わら ソルガム 飼料用ケール、レープ 牧草類

を必要とし、移植が一般的のため栽培管理に要する労働時間が長い。これに対して、とうもろこし（コーン）や大麦、ソルガムなどの畑作物は上述の管理作業はないため労働時間は少なく、水稻作ほど栽培時期は制約されない。しかし、水田で畑作物の栽培を行うためには排水対策が不可欠になる。なお、本章では、アブラナ科の飼料用ケールやレープ（写真1）の導入可能性も検討する。これらはタンパク成分が高く、冬季でも枯れあがらない飼料作として海外で広く普及して

いる。飼料用イネやコーンなど現在、推進されている国産飼料はいずれもタンパク成分が低い。秋までに収穫を終えなければならない。こうした課題解決に資する新たな飼料作物としてケール等も検討する。

一方、穀物飼料と粗飼料は、収穫調製方法に大きな相違がある。前者は汎用型コンバインであれば、米、麦に加えて子実コーンの収穫も可能である。後者は作物の茎葉も含めサイレージ飼料として収穫調製するための機械体系（汎用



写真1 冬季の放牧向け飼料作物として海外で普及している飼料用レープ

型飼料収穫機とラッピング機など）が必要となる。後者の収穫調製機械は牧草収穫で行われている予乾方式を除けば、一式で2千万円を超す。また地力維持のため堆肥投入も必要となる。ただし、雌穂を収穫し、サイレージ調製するイアコーンは濃厚飼料に位置づけられるが、収穫は汎用型飼料収穫機により、サイレージ調製される。

したがって、米麦作を行ってきた担い手経営にとって、飼料用米や子実コーンは保有する機械や乾燥施設で収穫調製は可能である。しかしこれら穀物飼料の収量及び販売単価は粗飼料よりも低い点が課題である。粗飼料は収量、価格面では穀物飼料より有利であるが、新たな収穫調製機械が必要になることと、前述のように堆肥投入等、地力維持が課題となる。飼料作を基幹とする水田作経営モデルを検討する際、粗飼料収穫まで含めるべきか否かは一つの論点になるが、以下ではあらゆる飼料作物の選択可能な状況のもとで最適な作目の組み合わせを検討する。

2. モデルの構築

1) モデルの素材事例

経営モデルの素材とした（有）カーライフフジサワは、家族4人の他、常雇社員2名で約80haの水田作経営を行う法人である（表2）。繁忙期はパート雇用等により対処している。圃場はおもに岡山平野に位置する。同平野では麦作が一般的なこと、パイプラインの整備が一部にとどまっており、用水供給は6月10日頃から、落水は10月以降になる。このため、水稻の田植期間は6月中下旬に、稲WCSの収穫は10月以降に限定される。

事例法人の経営面積は2012年の60haから7年間で20ha増加しているが、この間、主食用米の作付けを減らし、酒造好適米や飼料作物の作付けを増やしてきている。飼料作の面積を32haに拡大する中で、省力栽培が可能で、移植水稻作と作業時期の重ならない飼料用イネの乾田直播栽培やコーンWCSを新たに導入している。また、稲WCSやコーンWCS用の収穫機を導入し、粗飼料生産にも積極的に取り組むとともに、これらの収穫受託（コントラクター事業）を100ha以上おこない、高額機械の稼働率の向上を図っている。また、可能な限り、稲わらや麦わらの収穫も行い、これらを含め飼料作の収穫延べ面積は244haに達している。

表2 モデルの素材経営の営農概要

経営形態・労働力	雇用型法人経営、社員6名(うち大型機械オペ4名)、パート・研修生2～12名(繁忙期)
立地条件	岡山平野(麦作等の関係から灌漑用水供給は6月中旬～9月下旬に限定)
経営面積等	経営面積:79.5ha(平均25a/筆)、作付面積:104.4ha、飼料収獲延べ面積:約244ha
作付作目	主食用米:24.4ha、酒造好適米:27.5ha、稲WCS:13.5ha、飼料用米:10.2ha、コーンWCS:3.9ha(2期作)、大麦:17.2ha(水稲裏作)、※うち水稲乾田直播栽培:6.4ha、稲わら及び麦わら収獲:約80ha
作業受託	稲WCSの収獲:約108ha(県外を含め広域に展開)、コーンWCSの収獲:延べ17ha
主な機械施設設備	田植機2台、コンバイン3台、乾燥機600石、細断型飼料イネ専用収獲機3台、汎用型飼料収獲機2台、ラッピング機4台、マニユアスプレッダー1台、トラクター10台、トラック5台ほか
経営上の課題	①水田管理の省力化、②通年就労機会の確保、③収益確保
これまでの対応	①水稲乾田直播栽培の導入、②コーンWCSの導入(作業労働の分散、水田の省力管理)、③コントラクター(飼料収獲作業請負)の広域展開(機械稼働率の向上、就労機会の確保)
これからの取り組み	①子実コーン、イアコーン等の導入、②冬季就労機会の確保(堆肥散布サービス、冬作など)

注:経営面積、作付面積は2019年実績、大麦は2018年秋の作付面積、稲WCSおよびコーンWCSの収獲は2018年実績。

このように、事例法人では穀物飼料のみならず、収獲機械体系の異なる粗飼料生産を含めて事業を拡大している点が注目される。今後、主食用米は特別栽培米として顧客のある16haほどに作付けを限定し、残りの圃場は収益性や作業性から有利な作目を組み合わせる意向であり、省力栽培が可能で堆肥投入負担の少ない子実コーンやイアコーンにも関心を示している。そこで、以下の飼料作物や作型を含め最適な経営モデルを検討する。

2) 問題解決に開発導入の期待される飼料作

飼料用米および稲WCSは、収益性の観点から多収品種の「みなちから」、「たちすずか」の導入、拡大が期待される。ただし、「みなちから」の収益は補助金に依存する点に留意する必要がある。また、移植との作業競合回避や省力化の観点から、これらの乾田直播栽培の導入も期待される。

黄熟期収獲の大麦WCSは、飼料収獲機の汎用利用がはかれること、5月中下旬の収獲が可能で6月上旬の作業切り替え時の作業競合の緩和がはかれることから、「稲WCSと大麦WCSの2毛作」等の作型としての導入が期待される。

コーンWCSの2期作(4月上中旬播種ー7月下旬収獲、8月上旬播種ー11月収獲)は、水稲との作業競合の回避が可能で、収量性及び収益性が高く、かつ、飼料収獲機の汎用利用の可能な飼料作として導入が期待される(写真2)。

子実コーンやイアコーンの収量や収益は、コーンWCSと比べて低い、作業労働が少ないこと、堆肥投入の負担が小さいこと、また、子実コーンは米麦作の保有する既存の機械・施設で生産可能なことから導入が期待される(写真3)。



写真2 コーン WCS の収穫



写真3 イアコーンの収穫

飼料用ケールやレーブは、コーンの播種で使用する真空播種機の汎用利用が可能で、高蛋白飼料として飼料価値が高いこと(表3)、農閑期の冬季に収穫の可能なこと等から導入が期待される。

表3 飼料作物の収量、成分の比較

	乾物収量 (kg/10a)	乾物当たり飼料成分			収量(／10a)			飼料価値(/kg)		一般的評価	
		TDN (%)	CP (%)	ME (MJ/kg)	TDN (kg)	CP (kg)	ME (MJ)	Value ¹⁾ (円)	Value ²⁾ (円)	(円 /DMkg)	(円/10a)
飼料用米(みなちから)	650	94.9	8.8	15.4	617	57	10,004	47	26	30	19,500
稲WCS(たちすずか)	1,440	54.0	5.8	8.2	778	84	11,750	43	17	45	64,800
稲わら	400	42.1	5.4	6.1	168	22	2,428	34	16	35	14,000
大麦	400	84.0	12.0	13.5	336	48	5,388	42	36	35	14,000
大麦WCS	800	61.3	9.1	9.5	490	73	7,560	49	27	45	36,000
麦わら	350	46.4	3.6	6.8	162	13	2,387	37	11	30	10,500
子実コーン	700	93.6	8.8	15.2	655	62	10,612	47	26	47	32,900
イアコーン	1,000	83.0	8.5		830	85		42	26	42	42,000
コーンWCS(2期作)	2,300	66.4	8.0	10.3	1,527	184	23,759	53	24	53	121,900
飼料用ケール	1,200		20.0	12.5		240	15,000		60		72,000
飼料用レーブ	600		16.0	12.0		96	7,200		48		28,800

注: 1) 稲、麦、コーンの乾物収量は、モデル素材事例等の実績値。ケール、レーブはニュージーランドの一般的な収量水準。稲わら、麦わらの収量は原物表示。

2) 稲、麦、コーンの飼料成分は「日本標準飼料成分表(2009年版)」(中央畜産会)、ケール、レーブはDairy NZ'Feed Values'。

3) Feed Value¹⁾は、TDN1kg当たり評価を濃厚飼料50円、粗飼料80円とした時の乾物1kgあたり評価額。

4) Feed Value²⁾は、CP1kg当たり評価を300円とした時の乾物1kgあたり評価額。

5) 一般的評価は、岡山県での平均的な流通価格。

3) 将来モデルの前提条件、選択作目・作型、分析の枠組み、評価軸

経営モデルは、事例法人の位置する岡山平野での営農展開を想定し、以下の前提条件を置く。

労働力確保が困難になっている状況から、作業労働に就く者は4人の常勤社員(大型機械の操作可能)と臨時雇用2人(労賃1,500円/時)とする。このほかに事務員2人を確保する(給与水準400万円)。立地条件から前述の用水供給制約を受けるものとする。水田利用の地代は一律12千円/10aとし、貸付要望が増加していることから、水田利用面積の上限は設けない。主食用米は特別栽培米の生産に限定し上限面積を20haとする。酒造好適米、稲WCSは実需面からそれぞれ

30ha、16ha を上限面積とする。コーンの作付面積は、排水性の良い圃場の制約から 20ha までとする。

助成金については、現行水準のケースと、産地資金の削減、及び水田活用の直接支払交付金を一律 35 千円とするケースに分けて最適な営農構成等を試算する。

水稻移植は、前述の用水利用の制約から 6 月中下旬移植、乾田直播は、4 月中下旬と 5 月中旬播種の 2 ケースとする。主食用米、酒造好適米、飼料用米の収穫は 10 月、稲 WCS の収穫は 11 月中旬まで可能とする。また、現在行っている酒造好適米あるいは稲 WCS と大麦の 2 毛作に加えて、6 月上旬の作業切り替え時の作業競合の緩和可能な作型として「稲 WCS と大麦 WCS の 2 毛作」の導入可能性を検討する（表 4）。

表4 飼料作を基幹部門とする水田作経営において将来、導入の想定される作目・作型(岡山平野)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
主食用米(移植)		播種	移植				収穫		
酒造好適米(移植)		播種	移植				収穫		
飼料用米(移植)		播種	移植				収穫		
飼料用米(乾直)		播種					収穫		
稲WCS(移植)		播種	移植					収穫	
稲WCS(乾直)		播種						収穫	
酒米ー大麦(2毛作)		(大麦)	収穫 移植		(酒米)		収穫		播種
稲WCSー大麦(2毛作)		(大麦)	収穫 移植		(稲WCS)		収穫		播種
稲WCSー大麦WCS (2毛作)		(大麦WCS)	収穫 移植		(稲WCS)		収穫		播種
コーンWCS (2期作)	播種		(1作目)		収穫 播種		(2作目)		収穫
子実コーン(単作)	播種		子実コーン				収穫		
イアコーン-大麦WCS -稲WCS(2年3作)		播種	(イアコーン)			収穫		播種	(大麦WCS)
	(大麦WCS)	収穫	移植		(稲WCS)		収穫		
飼料用ケール レープ-イアコーン (2毛作)		播種							収穫
	播種		(イアコーン)		収穫	播種	(飼料用レープ)		収穫
(作業受託)									
稲わら収穫								収穫	
麦わら収穫			収穫						
稲WCS収穫							収穫		
コーンWCS収穫					収穫				収穫

コーン WCS は、水稻との作業競合の回避と冬季の堆肥投入期間の確保、春と秋の圃場管理（除草）作業の発生をなくすため、「4 月上中旬播種ー7 月下旬収穫、8 月上旬播種ー11 月収穫」の 2 期作とする。子実コーンは 5 月～6 月と 10 月の水稻作業と競合を避けるため、4 月播種ー9 月収穫とする。黄熟期に収穫するイアコーンは栽培期間が短いため、5 月播種ー9 月収穫とし、大麦 WCS、稲 WCS と組み合わせた 2 年 3 作体系として導入可能性を検討する。

飼料用ケールは 5 月に播種し、6 か月間の生育後、11 月下旬以降収穫可能な作目とする。生育期間の短い飼料用レープは、イアコーンと組み合わせて、イアコーン 4 月播種ー8 月上旬頃収穫、レープ 8 月下旬頃播種ー12 月以降収穫の 2 毛作体系として導入可能性を検討する。

なお、飼料収穫機の稼働率向上と社員の就労機会の確保を考慮し、稲 WCS やコーン WCS の収穫受託作業、稲わらや麦わらの収穫販売も事業選択に加える。

上記の労働力や作付制約の下で、作業技術面で可能であり、社員所得を最大化する作目・作型の組み合わせ等を、整数計画法を用いて明らかにする。

試算では、穀物生産のみを行うケース（稲＋麦→稲＋麦＋子実コーン）、粗飼料生産や作業受託を加えたケース（穀物生産＋稲 WCS、同左＋コーン WCS＋イアコーン、同左＋飼料用ケール）で最適な組み合わせと収益水準等を明らかにする。

評価軸は、①収益性（産出額、1人あたり所得、10aあたり所得）、②雇用安定性（農作業労働の季節偏在の緩和）の経営的視点、③水田資源の活用（経営面積、土地利用率）、④飼料生産力（飼料生産量、TDN1kgあたり生産コスト等）の社会的観点とする。

4) 作目間の収量性、収益性等の比較

付表に作目・作型別の収益性等を示す。

まず、10aあたり販売収入は、作目、作型により大きく異なり、販売単価の高い特裁米や酒造好適米で10万円を超す一方、飼料用米や子実コーンは単価が低いため販売収入は3万円程度にとどまる。稲 WCS やケールは収量が多いためその中間に位置し、コーン WCS（2期作）は収量、単価とも高いため、販売収入は10万円を超す。このように、面積あたり販売収入は作目間で著しく異なる。

他方、機械や施設の償却費、労働費を除く、栽培や収穫に掛かる資材費は、いずれの作目も1作10aあたり2万円前後で作目間の差は小さい。このため、販売収入からこれら変動費を差し引いた限界利益は、作目、作型により著しく異なり、飼料用米では稲わらの販売収入がなければ限界利益はマイナスとなる。これに対して同じ飼料作物でもコーン2期作では約78千円、飼料用ケールでは約49千円、飼料用レープとイアコーンの2毛作では約37千円の限界利益が確保される。このように、飼料作物間で収益性は著しく異なる。

しかし、直接支払い交付金は、収益性の低い飼料作物に対して高く設定されているため、交付金を加えると、作目・作型間の収益差は小さくなる。

作業労働時間は、飼料用米や稲 WCS を含め、水稲作で10時間を超す（乾田直播栽培では9.5時間）が、畑飼料作は1作あたり4～5時間程度である。

飼料生産量はTDNベースでは、飼料用米や稲 WCS の10aあたり770kgに対して、コーン WCS2期作では2倍以上の1,530kg、飼料用レープ・イアコーンの2毛作では1,228kg、稲 WCS・大麦 WCS の2毛作では1,138kgと高い。わが国で不足するタンパクの生産量と比較すると、飼料用イネの80kg前後に対して、コーン2期作で184kg、飼料用ケールでは1作で3倍の240kgが得られる。このため、飼料生産費にも作目間で顕著な差がみられる。

3. モデルの計測結果

1) 水田直接支払交付金現行水準

①穀物生産のみ

主食用米と酒造好適米、飼料用米、大麦の穀物に選択肢を限定した場合、販売単価の高い特裁

米と交付金の多い飼料用米生産を中心とする営農の収益性が最も高い。しかし、経営面積は 56ha、社員一人あたり労働時間は 1,298 時間、交付金を除く農業産出額は 86 千円/10a、飼料生産量は TDN ベースで 192t にとどまる。飼料生産コストは TDN1kg あたり 132 円と試算される。社員一人あたり所得は 600 万になるが、交付金への依存の大きい営農となる。

②子実コーンの導入

水稻作業と重複の少ない 4 月播種、9 月収穫の子実コーンの導入は、経営面積を 20ha 増やし、社員の就労機会や所得増加、飼料の増産や飼料生産コストの低減に寄与する。

③稲わら収穫や稲 WCS 生産の導入

飼料用米の一部を稲 WCS に切り替えることにより、土地利用率の拡大、就労機会の拡大、農業産出額や所得の増加につながる。算出額に対する交付金の比率も 65% に低下する。飼料生産量は 429t に増加し、1kg あたり生産コストは 101 円まで低減する。

④コーン WCS、イアコーン生産の導入

子実コーンや稲 WCS の一部をコーン WCS に切り替えることにより、産出額や所得が増加する。とくに所得増加の効果が大きい。また、飼料生産コストは 84 円/kg まで低減する。

表 5 試算結果

水田活用直接支払交付金		現行						削減(産地資金なし、飼料作一律35千円/10a)					
		穀物のみ		穀物+粗飼料(わら、WCS)				穀物のみ		穀物+粗飼料(わら、WCS)			
		① 稲+麦	② +子実コーン	③ +稲WCS	④+コーン WCS、イア コーン	⑤ +レーブ	⑥ +ケール	⑦ 稲+麦	⑧ +子実コーン	⑨ +稲WCS	⑩+コーン WCS、イア コーン	⑪ +レーブ	⑫ +ケール
土地利用 (a)	主食用米(特裁)	18	20	11	17	15	20	5	5	5	5	5	20
	主食用米+大麦	2	0	9	3	5	0	15	15	15	15	15	0
	酒造好適米	0	0	0	0	0	0	17	17	17	17	17	17
	酒米+大麦	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	飼料用米(移植)	10	8	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0
	飼料用米(乾直)	20	20	20	20	20	18	7	7	0	0	0	1
	飼料用米(移植)+大麦	7	8	0	6	8	0	0	0	0	0	0	0
	飼料用米(乾直)+大麦	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	稲WCS(移植)	—	—	5	6	5	14	—	—	0	0	0	0
	稲WCS(乾直)	—	—	0	0	0	2	—	—	0	0	0	0
	稲WCS+大麦	—	—	0	0	0	0	—	—	0	0	0	0
	稲WCS+大麦WCS	—	—	6	0	0	0	—	—	0	0	0	0
	稲わら	—	—	36	41	38	38	—	—	22	22	22	38
	麦わら	—	—	0	0	0	0	—	—	7	7	7	24
	子実コーン	—	20	20	7	11	0	—	20	20	2	8	0
	コーンWCS(2期作)	—	—	—	13	9	14	—	—	—	18	12	18
	イアコーン+大麦WCS+稲WCS	—	—	—	0	0	0	—	—	—	0	0	0
	レーブ+イアコーン	—	—	—	—	13	0	—	—	—	—	16	0
	ケール	—	—	—	—	—	21	—	—	—	—	—	20
	WCS稲収穫受託	—	—	17	17	0	23	—	—	44	45	20	45
	コーンWCS収穫受託	—	—	—	0	0	0	—	—	—	5	5	0
作業労働	経営面積計(ha)	56	76	76	76	88	89	45	65	57	57	74	75
	作付延べ面積(ha)	65	85	91	99	123	103	60	80	72	90	118	93
	土地利用率(%)	115	111	120	129	140	116	134	123	126	157	159	124
	総労働時間	6,215	7,237	8,433	8,691	9,172	8,939	5,370	6,392	6,976	7,728	8,350	8,273
収益性	うち社員	5,191	6,053	6,926	7,139	7,586	7,352	4,602	5,559	5,656	6,358	7,088	6,754
	社員1人当たり	1,298	1,513	1,731	1,785	1,896	1,838	1,151	1,390	1,414	1,590	1,772	1,689
	産出額(万円)	4,839	5,497	7,218	8,084	8,166	9,492	6,375	7,033	8,633	10,381	10,272	11,079
	水田利用交付金(万円)	4,295	4,974	4,719	4,926	5,370	4,758	256	956	700	700	1,274	1,321
飼料生産力	交付金/産出額(%)	88.8	90.5	65.4	60.9	65.8	50.1	4.0	13.6	8.1	6.7	12.4	11.9
	産出額(千円/10a)	86	72	94	106	93	107	143	109	150	181	139	147
	社員1人当たり所得(万円)	600	753	893	1,120	1,157	1,274	154	317	438	655	665	921
	飼料生産量(DM)	202	342	638	797	903	1,065	40	180	264	549	724	894
飼料生産コスト(/TDNkg)	〃(TDN)	192	323	429	519	627	654	38	169	175	330	484	519
	〃(CP)	18	30	46	58	75	106	4	16	18	40	63	91
	飼料生産コスト(/TDNkg)	132	112	101	84	79	76	134	88	86	68	66	63

⑤飼料用レープ生産の導入

イアコーン（4月播種－8月収穫）＋飼料用レープ（8月末播種－12月収穫）の2毛作は他作物との作業競合が少ないため、経営面積は88ha、作付面積は123ha、土地利用率は140%に拡大可能となる。産出額や所得は④とあまり変わらないが、飼料の増産や飼料生産コスト低減がさらにはかれる。

⑥飼料用ケールの導入

ケールの在圃期間が長いいため、作付面積は減少するが、産出額や所得の増加、飼料生産量、とくにCPの生産量増加につながる。飼料生産コストは76円/kgまで低下する。

2）産地資金削減、水田直接支払交付金一律35千円

⑦穀物生産のみ

二毛作助成や耕畜連携、専用品種利用に伴う産地資金が削減され、飼料用米や稲WCS生産に対する交付金が増える。他の飼料作と同じ35千円に削減された場合、飼料用米の作付を大幅に減らし、酒造好適米生産を増やすことが有利となる。経営面積は45haに、一人あたり労働時間は1,151時間に、所得は154万円に著しく減少する。

⑧子実コーン導入

子実コーンを作付可能な水田に導入することが有利となり、経営面積、所得、飼料生産量等は増加する。

⑨わら収穫、稲WCS導入

飼料用米生産を中止し、稲わらの収穫や稲WCSの収穫受託を増やすことが所得増加につながる。

⑩コーンWCS、イアコーン導入

子実コーンの生産を縮小し、コーンWCSを拡大することにより、産出額や所得の増加、飼料増産がはかれる。飼料生産コストはTDN1kgあたり68円になり、輸入乾草の流通価格120円/TDN-kgを著しく下回り、穀物飼料の流通価格の90円/TDN-kgも下回るコストでの国産飼料の生産が可能となる。

⑪飼料用レープの導入

コーンWCSの生産を減らし、イアコーン－レープの2毛作を増やすことは若干の所得増加をもたらす。飼料増産には大きく寄与する。

⑫ケールの導入

イアコーン－レープに切り替えてケール生産を導入することで、所得や飼料生産量の増加に寄与する。交付金削減下でも一人あたり所得900万円以上の営農が可能になり、飼料の増産と国産飼料の低コスト生産が可能になる。

4. 要約と考察

飼料作を基幹部門とする水田作経営について、様々な飼料作物の選択条件下で最適な組み合わせ及びその経営成果を比較してきた。また、交付金削減下での影響についても試算を行った。

収益性や作業労働という経営的視点、水田活用や飼料生産力といった社会的視点から望ましい飼料作の選択、組み合わせ等についてあらためて考察する。

まず、現行の交付金のもとでは、主食用と飼料用米を中心とする営農が収益面では有利になる。それでも、子実コーンや粗飼料の稲 WCS の生産を加えることにより、土地利用率の向上や社員の就労機会の拡大、産出額や所得の増加、そして飼料の増産や飼料生産コストの低減につながることを示された。飼料収穫機等の新たな投資を必要とするが、水田作経営であっても穀実生産にとどまらず、粗飼料生産を加えることが経営的にも社会的にも有意義な営農になることが示唆される。また、収量の高いコーン WCS の追加は、産出額や所得、飼料増産、コスト低減に大きく寄与

すること、さらに、日本では栽培されていないレープやケールの導入は経営規模や作付面積の拡大、就労機会の拡大に寄与し（図3）、飼料の増産、とくにタンパク生産量の増加に大きく貢献することが認められた。なお、コーン WCS やケール、レープの選択が可能な場合、子実コーンの生産は縮小され、イアコーンなど濃

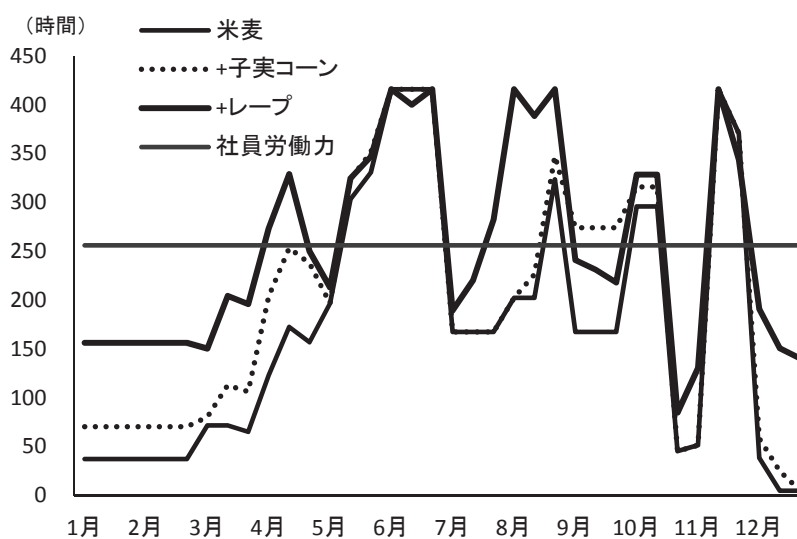


図3 月旬別作業労働時間の比較

厚飼料の生産はほとんど採択されないと行った点も注目される。ただし、子実コーンやイアコーンを緑肥作物として、麦や大豆との輪作の中で導入される場合は、異なる結果になることも考えられるので、作付体系も含めた慎重な議論が必要である。

現行の交付金が削減された場合、最適な営農は異なってくる。まず、飼料用米や稲 WCS は選好されず、主食用米と酒造好適米にわら収穫やコーン、レープ、ケールを組み合わせた営農が収益面で有利になる。また、稲、麦、子実コーンの穀実生産だけでは十分な所得は得られない。粗飼料のコーン WCS やレープ、ケール生産の導入が社員所得の確保に不可欠になる。興味深い点は、産出額に対する交付金の割合は著しく低下するが、10a あたり産出額は現行の交付金水準の下での営農より多くなること、そして飼料生産コストも低下することである。

したがって、財政が逼迫し交付金水準の低減も予想せざるを得ないなかで、飼料作を基軸とする水田作経営の成立にはコーン WCS などの粗飼料生産の導入は不可避になると考えられる。また、レープやケール等の日本での生産技術の確立が急がれる。

最後に、稲・麦に加えてコーンやレープ等を加えた水田作経営モデルの成立に必要な経営対応、研究開発等に言及する。

まず、水田地帯でコーンやレープ等の安定多収栽培を実現するには排水対策が欠かせない。こ

のため、こうした畑飼料作物の作付を排水性のよいブロックにまとめる等の地域あるいは経営対応が必要である。そのうえで耕盤破碎や明渠施行等の徹底した排水対策が求められる。

研究開発面では、まず、地域の水利慣行等に対応した水稻の栽培期間を考慮したコーンやレープ等の栽培時期、栽培方法の開発が求められる。つぎに、飼料用ケールやレープの日本での栽培・利用技術の開発が望まれる。これまでに行った試験栽培から、小粒種子のこれらアブラナ科飼料作物の初期生育の確保（整地・土壌処理・播種方法）、生育・収量確保（除草、虫害対策）にむけた栽培技術の開発、ケールやレープの飼料成分と家畜への給与方法、及び給与効果の解明が必要である。さらに、ケールやレープは海外では主に放牧利用されており、サイレージ調製は見られない。高水分、高タンパクのこれらの飼料作物の収穫、調製技術の開発も必要となる。

付表 作目・作型別の収益性

作目	主食米	酒米	稲・麦2毛作				イア コーン	子実 コーン	イアコーン・大麦 WCS-稲WCS (2年3作)	飼料用 ケール	飼料用 レープ-イ アコーン (2毛作)	稲わら	麦わら			
			乾田直播		稲WCS- 大麦											
			酒米・大麥	稲WCS- 大麥	稲WCS- 大麥	稲WCS- 大麥WCS										
品種等	特栽米	山田錦	みなちから	たちすずか、												
栽培法	移植栽培	乾田直播														
単収(kg/10a)	480	371	650	1,440	1,200	371/392	1200/392	1200/800	2,304	1,000	700	1000/800/1200	1,200	600/1000	400	350
単価(円/kg)	380	273	30	45	45	273/140	45/140	45/45	53	42	47	42/45/45	60	48/42	35	20
わら販売(円/10a)			14,000		21,000	7,000										
販売収入(円/10a)	182,400	101,283	33,500	64,800	54,000	177,163	115,880	90,000	122,112	42,000	32,900	132,000	72,000	70,800	14,000	7,000
栽培資材費(〃)	23,351	16,638	25,327	19,054	23,025	33,377	35,793	35,793	32,662	16,786	16,786	52,579	17,085	26,397		
梱包材費(〃)			3,500	10,236	8,530	6,300	8,530	14,501	12,283	3,732	6,145	18,233	6,398	6,931	3,500	2,800
変動費計(〃)	23,351	16,638	28,827	29,290	31,555	39,677	44,323	50,294	44,945	20,518	22,931	70,812	23,483	33,328	3,500	2,800
限界利益(〃)	159,049	84,645	4,673	35,510	22,445	137,486	71,557	39,706	77,167	21,482	9,969	61,188	48,518	37,472	10,500	4,200
直接支払交付金・米																
〃・戦略作物助成			105,000	80,000	80,000		35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	70,000	35,000	35,000		
〃・産地交付金(二毛作)					12,000		12,000	12,000	12,000			12,000		12,000		
〃・〃・(耕畜連携)			13,000	13,000	13,000		13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000		
〃・〃・(飼料用米多収品種)			12,000													
限界利益＋交付金	159,049	84,645	134,673	128,510	115,445	149,486	131,557	99,706	137,167	69,482	57,969	156,188	96,518	97,472	10,500	4,200
作業労働時間 (時間/10a)	10.8	10.8	12.4	10.8	9.5	15.1	14.6	15.5	8.7	4.5	5.1	20.0	5.2	8.1	1.6	0.6
飼料生産量 (TDNkg/10a)	-	-	766	778	648	295	794	1,138	1,530	830	655	1,968	840	1,228	149	146
飼料生産量 (CPkg/10a)	-	-	79	84	70	34	82	142	184	85	62	227	240	181	22	13
機械償却費等を除く飼料 生産費(円/TDN1kg)			78	72	85	262	102	78	44	38	54	61	43	44	50	29
機械償却費等を除く飼料 生産費(円/CP1kg)			759	674	795	2,261	984	625	362	374	580	531	152	295	341	341

注:1)主食用米、大麦、わらの収量は原物。これらの収量、販売単価は事例法人の実績。そのほかの作物の収量、販売単価は表1による。

2) イアコーン・大麦WCS- 稲WCS(2年3作)の販売収入、変動費、限界利益、交付金は、2年間で示す。

3) 変動費には栽培に要する光熱水料燃料費、機械施設の修繕費は含まれていない。また、サイレーン飼料は販売先までの運搬作業を労働時間に含めているが、穀物は販売先までの運搬作業を含めていない。麦わらは圃場近くのストックヤードでの引き渡しのため、利用農場までの運搬作業はない。

第8章 施設野菜作経営モデル ー施設トマトを核とする新規就農モデルー

堀江達哉*・笠原賢明*・中本英里*

1. 基本的考え方
2. モデルの構築
 - 1) 素材とする事例とモデル構築の前提
 - 2) トマト作経営モデルの技術内容と部門構成
3. モデルの計測結果
 - 1) 現行の傾斜地ハウス養液栽培体系での試算
 - 2) 新たな制度や技術開発の導入を想定した場合の試算
4. 要約と考察
 - 1) 試算結果についての要約と課題
 - 2) 営農モデルの実現の条件や課題となる研究開発，経営対応等

1. 基本的考え方

中山間地域は農業者の高齢化率が高く、生産基盤も脆弱とされているが、トマトなど比較的収益性の高い施設園芸を導入し、産地化する取り組みが行われてきた。しかし、近年では施設園芸においても市場価格の低迷、燃油価格高騰による収益性の悪化、生産者の高齢化とそれに伴う収量や品質の低下など多くの課題を抱えるようになってきている。これらの課題を解決するため、トマトを対象に増収技術や省力化、コスト低減技術の開発と現地導入の促進が図られてきた。一方で高齢化の進行などにより、産地において新しい技術の導入に対して消極的な姿勢も見られる。その主な理由としては、導入にかかる費用負担、増収技術によりもたらされる収穫や出荷調整作業にかかる労働時間の増加などがあげられる。

ここではそのような背景をもとに中山間地域で高収益の経営を実現させる施設園芸作の可能性を検討すべく、中山間地域に特有の資源や優位性を保ちつつ、同時に現在抱えている課題を解決できるような経営モデルの策定を行う。まず、中山間地域における施設野菜作経営の事例分析から課題を把握し、そこからモデル構築の前提を導出する。

2. モデルの構築

1) 素材とする事例とモデル構築の前提

(1) 素材とする事例

中山間では夏季の冷涼な気候を背景にトマトの産地化が進められてきたが、従来の経営では施設の近代化が遅れており、雨よけなど簡易ハウスでの土耕栽培が中心で規模も零細なものが多か

*西日本農業研究センター

表1 素材事例の経営概要

	A経営 徳島県東みよし町	B経営 徳島県東みよし町	C経営 徳島県東みよし町	D経営 広島県神石高原町
標高	300m	同左	同左	500m
経営形態	家族経営	同左	同左	家族経営
労働力	2名(高齢夫婦)	3名(高齢夫婦、息子)	3名(高齢夫婦、息子)	2名(高齢父母で1、本人1)
パート	なし	なし	なし	5～6名
部門構成	トマト その他野菜	トマト その他野菜	トマト その他野菜	トマト 水稻(ほぼ自家飯米)
トマトの品種	大玉:桃太郎	同左	同左	大玉:りんか
圃場条件	傾斜地	同左	同左	平地
栽培方式	ハウス、養液土耕 雨よけ	同左	同左	ハウス、養液土耕
加温	なし	同左	同左	なし
水管理	灌水装置(養液土耕)	同左	同左	灌水装置(養液土耕)
定植時期 大玉	4月下～5月上	同左	同左	4月
収穫時期 大玉	6月下～12月上	同左	同左	6月下～12月上
出荷先	JA出荷共販	同左	同左	JA出荷共販
選果方法	個選	同左	同左	共選
トマト部門の経営概況				
経営規模	8.59	7.87	13.4	46.8a
総販売額	2,185,376	2,228,014	3,910,191	20,000,000
販売額/10a	2,544,093	2,831,022	2,918,053	4,273,504
手取り単価	218円/kg	244円/kg	263円/kg	310～320円/kg
収量/10a(ハウス)	14.0t/10a	13.2t/10a	13.7t/10a	12～13t/10a
収量/10a(雨よけ)	7.7t/10a	10.1t/10a	9.8t/10a	—

った。また、近年では生産者の高齢化によって、投下労働時間と面積規模の縮小、それに伴う収量や品質面での低下が課題となっている。一方で、産地化されている地域では後継者の定年帰農や新規就農者も一定程度見られる。

表1に古くからのトマト産地である徳島県のK町の事例(A～C経営)と比較的新しいトマトの産地として開拓された広島県のJ町の事例(D経営)を示す。徳島県の事例は標高300mに位置する同一集落で雨よけによる土耕栽培を主体とする産地であるが、2002～2006年度に実施された四国農業研究センターの現地実証試験により平張型傾斜ハウス養液栽培を導入している。何れの経営も経営面積は7.9a～13.4a、総販売額は218～391万円と小さく、雨よけ栽培の収量は7.7～10t/10aと低い。しかし、養液栽培の収量は13～14t/10aを達成している。広島県の事例は標高500mに位置する地域で、町が主体となって開拓したトマト生産団地内の経営である。加温なしのハウスで養液土耕栽培を行っており、経営面積は家族経営としては比較的大きい46.8a、総販売額も2000万円を超える。経営継承当初は失敗もあったが、3年目頃から安定し、現在では12～13t/10aの収量と420万円/10aの販売額を達成している。

課題としては、A～C経営では経営主が何れも高齢で後継者はいるものの、定年後の帰農であるため、規模は現在のままの小規模なものとなっていることがあげられる。また、高齢化による収穫作業の負担や、共販ではあるが共選施設はなく個別で選果を行うことから収穫後の調整作業や

出荷場までの運搬が負担となっていること、標高が 300m とあまり高くないことから夏場における高温障害による着果不良と収量低下も課題となっている。D 経営では 40 代の比較的若い後継者が経営主になっているが、地域としては高齢化と後継者の確保が課題としてあげられる。また、同地域では共選共販となっていることから収穫後の調整作業の負担は軽いものの、比較的規模の大きい経営が多いため、収穫時における労働力不足と雇用労働力の安定確保が課題となっている。同地域においても夏場の高温障害による着果不良は課題であり、遮熱資材による対策などは講じられているものの大きな効果は得られていない。

（２）モデル構築の前提

モデルの構築にあたって、以下の点を前提とする。①植物工場のような初期投資の大きい専作的な営農モデルではなく、夫婦もしくは家族 2 人で管理可能な規模の中山間地域の園芸作経営モデルを想定する。②天候の影響を比較的受けにくく、安定生産が見込めることから、新規参入者の要望が多い「施設トマト」を対象にする。③栽培管理や収穫作業において作業効率の悪い傾斜圃場ではなく平坦圃場とする。④西日本農業研究センターでの研究蓄積があり、安定的な生産の可能な「養液栽培」か「養液土耕栽培」を前提とする。⑤収穫後の調整作業が労働多投となり、栽培規模や収量の制約となっていたため、これを解決する「共選」と量的に安定的な出荷が望める「共販」を前提とする。⑥トマト部門だけでは作業労働の季節的偏りがあり、また規模にも制約があることから、より多くの収益を確保する可能性を探るために他部門との複合経営を検討する。⑦一般的なサラリーマンと同程度の所得（家族 2 人で 800 万円程度）を目標とする。

２）トマト作経営モデルの技術内容と部門構成

（１）経営モデルの基となる技術

上記①～⑤の前提から、トマト部門については夏秋トマトを対象に四国農業研究センターで開発された平張型傾斜ハウスと閉鎖系養液栽培システムでの生産を想定する。この技術体系の特徴は、平坦地よりも涼しい中山間地において、夏季の暑熱対策等環境制御技術や低コスト安定生産技術の導入により栽培方法の改善を行い、夏秋トマトの収穫量増加と収益性の向上を図るものである。具体的な技術の内容や特徴は表 2 のとおりである。平張り型傾斜ハウスは建築工事現場の足場に使用される単管足場用鋼管とクランプで連結して組み立てる。大量に使用される資材であるため価格が安く、また任意の長さにカットでき任意の角度に繋げるため、圃場の傾斜や形状に合わせて設計・施工できるなどの利点がある。また、閉鎖系養液栽培システムは点滴ドリッパーと無動力式液肥混入器を用いることで灌水管理や施肥管理を軽減し、ロックウールの栽培ベッドで安定的かつ高収量の生産が可能となるものである。その導入費用は、平張り型傾斜ハウスが 300 万円/10a、閉鎖系養液栽培システムが 116 万円/10a となっており、年間の減価償却費は 103 万円/10a である（表 3）。

（２）トマト作経営モデルにおける諸部門の経営指標、利益係数、労働係数

夏秋トマトの収量、経営費や労働時間については上述の現地実証試験より得たものを用いるが、単価については広島県のホームページで公表されているデータ「経営指標【野菜】」の H22～26 年

表2 夏秋トマトの栽培体系の内容と特徴

・平張型傾斜地ハウス	
導入費用	300万円/10a
具体的な技術・構造等	建築工事現場の足場に使用される単管足場用鋼管を主要構造部材と足場の組み立てに使用されるクランプで連結して組み立てる。
特徴	単管足場用鋼管は工業用に大量に使用される資材であるため、価格が安い。 パイプを繋いで延長可能で、任意の長さにカットできる。クランプを用いることで任意の角度に固定できるため、圃場の傾斜や形状に合わせて、比較的自由的な形に設計・施工できる。 足場用鋼管は外径、厚さともに大きいので丈夫でハウスの強度は高い。柱の強度が高いので、垂直荷重に対する許容応力が大きく、屋根を高くでき、また四方を屋根面高さ近くまで開放できるため換気性が良い。 特殊な工具を必要とせず、自家労力でも建設可能であり、充電式電動工具などの利用で能率よく作業できる。
・閉鎖系養液栽培システム	
導入費用	116万円/10a
具体的な技術・構造等	点滴ドリッパー、配管、原液タンク、ディスクフィルター、無動力式液肥混入器、排液タンク、アスピレーター(水流ポンプ)、電磁弁、タイマー 栽培ベッド、ロックウール

資料1：「傾斜地特有の資源を活用した低コスト施設栽培」近畿中国四国農業研究叢書2、平成21年11月

表3 傾斜地ハウス養液栽培における減価償却費の内容

費目	円/10a	備考
施設費	310,579	平張り型傾斜ハウス、耐用年数10年
施設被覆費	137,071	フィルム、耐用年数3年
養液栽培装置費	178,347	耐用年数10年
農機具費	405,000	軽トラック、クローラー型運搬車、テイラー等
合計	1,030,997	

の月別平均単価を用いている。労働力については家族労働力2名とし、雇用ありと雇用なしを想定する。また労働時間については月に4回の休日を設定し、1日あたりの上限を8時間とする（ただし繁忙期は10時間とする）。経営面積は新規就農段階の30a、そこから借地で規模拡大した場合の50aを想定する（表4）。

さらに上記の⑥について、比較的労働競合の少ない、短期間で栽培可能な作物であること、また管内府県の推奨する組み合わせなどを検討した結果、夏秋トマトとコマツナの組み合わせを提示する。また、比較のため冬春トマトとコマツナとの組み合わせによる収益性も検討する。なお、夏秋トマトの収量、経営指標、労働時間については、2002～2006年度に実施された地域先導技術総合研究「傾斜地特性を活用した高付加価値生産技術体系の確立」における現地実証試験のデータを用いる（表5の左列）。コマツナ、冬春トマトの収量、経営指標や労働時間については上記と同様に広島県のものを用いている（表5の中列、右列）。なお、コマツナの経営収支は表5の中列の通りであるが、コマツナは年に6～7回作付けされることから、コマツナを1から7まで作期を分け、それぞれの労働時間、収穫量と単価に合わせて利益係数を設定している（付表2）。

表4 トマト作経営モデルの概要

家族労働力	2人
労働時間	8時間/日(繁忙期は10時間)、休日は4日/月
経営規模	30a、50a、1ha(5a/棟)
標高	中山間地、標高300m以上
作付け作物	夏秋トマト、コマツナ、冬春トマト
栽培体系	夏秋トマト:平張型傾斜ハウス、無加温、養液栽培システム 冬春トマト:パイプハウス、加温、養液土耕 コマツナ:パイプハウス、無加温、周年7作まで
機械装備	夏秋トマト:平張型傾斜パイプハウス、閉鎖系養液栽培システム クローラ型運搬車、テイラー、軽トラック、土揚げ機など 冬春トマト:パイプハウス、軽トラ、灌水設備、温風暖房機、循環扇、重量選別機 コマツナ:パイプハウス、灌水装置、トラクター、動力噴霧機、運搬車など
出荷調整作業	夏秋トマト:共選・共販 冬春トマト、コマツナ:個選・共販
その他	ハウスは5a単位で導入すると想定

表5 トマト作経営モデルにおける諸部門の経営指標

部門	夏秋トマト	部門	冬春トマト	部門	コマツナ
栽培方式	養液	栽培方式	養液土耕	栽培方式	土耕
加温	なし	加温	あり	加温	なし
収量/10a	14,000	収量/10a	13,120	収量/10a	11,300
単価	300	単価	452	単価	341
売上高	4,200,000	売上高	5,928,328	売上高	3,854,576
種苗費	143,000	種苗費	260,000	種苗費	56,000
肥料費	376,400	肥料費	171,320	肥料費	79,960
農薬費	113,064	農薬費	76,794	農薬費	21,443
動力光熱費	51,879	動力光熱費	1,138,338	動力光熱費	50,444
農具・資材費	76,417	農具・資材費	280,298	農具・資材費	93,109
修繕費	210,000	修繕費	174,600	修繕費	73,227
減価償却費	1,030,997	減価償却費	757,469	減価償却費	452,271
委託賃借料		委託賃借料	4,286	委託賃借料	4,800
保険共済費	16,910	保険共済費	97,314	保険共済費	29,060
出荷経費	333,044	出荷経費	996,638	出荷経費	1,072,306
その他雑費	15,000	その他雑費	80,946	その他雑費	28,413
経営費合計	2,366,711	経営費合計	4,038,003	経営費合計	2,802,318
所得	1,833,289	所得	1,890,325	所得	1,052,258

資料1: 地域先導技術総合研究「傾斜地特性を活用した高付加価値生産技術体系の確立」の試験データ

資料2: 広島県「経営指標【野菜】」(H22～26年)

3. モデルの計測結果

まず、現行の平張型傾斜ハウスでの養液栽培体系のもとで、雇用の有無、経営面積 30a、50a の各ケースについてモデルを策定し、それぞれ試算を行う。次に新たな制度や技術開発の導入を想定した場合についてモデルを策定し、それぞれ試算を行う。整数計画法による各モデルの計測結果を表 6 に示す。

表 6 現行での傾斜地ハウス養液栽培体系を前提とした場合の試算結果

ケース	i -30-1	i -30-2	i -50-1	i -50-2	ii -30-1	ii -30-2	ii -50-1	ii -50-2
経営面積(a)	30		50		30		50	
借地	—		20		—		20	
家族労働力	2	2	2	2	2	2	2	2
臨時雇用	なし	1	なし	1	なし	2	なし	1
作物1	夏秋トマト	夏秋トマト	夏秋トマト	夏秋トマト	冬春トマト	冬春トマト	冬春トマト	冬春トマト
作物2	コマツナ	—	コマツナ	—	コマツナ	—	コマツナ	コマツナ
導入面積1	23.7	30.0	23.6	50.0	14.8	30.0	14.8	45
導入面積2	6.3	—	26.4	—	15.2	—	35.2	5
農業所得1	4,265	5,339	4,198	7,528	2,775	4,217	2,775	4,899
農業所得2	252	—	1,054	—	592	—	1,257	193
合計	4,517	5,339	5,252	7,528	3,367	4,217	4,032	5,092
農業所得/時間	1,731	1,826	1,666	2,125	1,104	1,085	1,127	1,121
家族労働時間	2,610	2,924	3,153	3,543	3,049	3,886	3,579	4,541
雇用労働時間	なし	160	なし	1,597	なし	1,454	なし	3,608
雇用労働日数	なし	20	なし	200	なし	182	なし	451

1) 現行の傾斜地ハウス養液栽培体系での試算

はじめに新規就農時の初期段階として、経営面積 30a、雇用なしを想定する（ケース i -30-1）。このケースでは、夏秋トマト 23.7a とコマツナ 6.3a が採用され、農業所得は夏秋トマトが 426.5 万円、コマツナが 25.2 万円で合計 451.7 万円となる。同じ経営面積 30a で雇用を導入する場合（ケース i -30-2）は、雇用 1 名ではコマツナは採用されず、夏秋トマト 30a で農業所得は 534 万円となる。

次に経営面積を 50a に拡大した場合、雇用なしでは夏秋トマトが 23.6a とコマツナが 26.4a となり、農業所得は夏秋トマトが 419.8 万円、コマツナが 105.4 万円で合計 525.2 万円となる（ケース i -50-1）。同じ経営面積 50a で雇用を導入する場合（ケース i -50-2）は、雇用 1 名ではコマツナは採用されず、夏秋トマト 50a で農業所得は 752.8 万円となる。

以上の結果を面積規模拡大の観点から見てみると、雇用なしの状態でも面積を 30a から 50a に拡大するとコマツナの面積のみが増加し、農業所得は 70 万円程度しか増えないが、雇用を導入して面積を拡大した場合は、トマトのみの採用となるが農業所得は 220 万円増えることになる。このことはコマツナよりトマトの収益性がかなり高いため、何れの規模でも経営面積をすべてトマトに導入すると農業所得は最大となるが、実際には収穫期の家族労働時間の不足が制約となって、

コマツナが採用されていることを示している。つまり農業所得の増加を目的とする場合、雇用無しで経営規模を拡大するよりも、同じ規模で雇用を導入したほうが良いことになる。

比較のための冬春トマトとコマツナの組み合わせについても、雇用の有無、経営面積 30a、50a の各ケースについてモデルを策定し、それぞれ試算を行った。経営面積 30a、雇用なしの場合（ケース ii -30-1）では、冬春トマト 14.8a とコマツナ 15.2a が採用され、農業所得は冬春トマトが 277.5 万円、コマツナが 59.2 万円で合計 336.7 万円となる。同じ経営面積 30a で雇用を導入する場合（ケース ii -30-2）は雇用が 2 名となり、コマツナは採用されず、冬春トマト 30a で農業所得が 421.7 万円となる。

経営面積を 50a に拡大した場合（ケース ii -50-1）、雇用なしでは冬春トマトが 14.8a とコマツナが 35.2a となり、農業所得は冬春トマトが 277.5 万円、コマツナが 125.7 万円で合計 403.2 万円となる。同じ経営面積 50a で雇用を導入する場合（ケース ii -50-2）は雇用が 2 名となり、冬春トマト 45a とコマツナが 5a となり、農業所得は冬春トマトが 490 万円、コマツナが 19.3 万円で合計 509.2 万円となる。

夏秋トマトのモデルと冬春トマトのモデルを同じ経営面積、雇用条件で比較すると、何れのケースでも夏秋トマトのほうが冬春トマトより農業所得や家族労働時間あたりの農業所得が高くなる。しかし、表 7 で農業所得が最大となるケース i -50-2 の夏秋トマト 50a の雇用ありの場合でも、前述の目標とする一般的なサラリーマンと同程度の所得 800 万円は達成されない。

2) 新たな制度や技術開発の導入を想定した場合の試算

現行の体系では何れも目標所得には届かないため、次の①から③のシナリオを想定する（表 7）。シナリオ②と③は省力化や規模拡大にむけての有望な技術ではあるが、開発に向けて取り組み中、あるいは実用化段階であるため、ここで用いる数値は仮定的なものである。

表 7 想定される新たな制度や技術

①他法人による集荷	収穫時期の労働削減。コンテナ出荷のため収穫後の調整(袋、箱詰め)が省略される。他法人が集荷にくるため、運賃5円/kg徴収される。
②作期移動	収穫期の労働を分散、また単価が高い時期に収穫期をするために栽培面積の約半分を1ヶ月ほど遅く定植。実際に該当する既存技術はない。
③収穫ロボットの導入	収穫時期の収穫作業を軽減できる。25a/台、500万円/台が想定されている。実用化段階。

シナリオ①：トマトの集荷を請け負う他法人との連携

徳島県での事例として、平場の農業生産法人が中山間の農家など他の経営体のトマトを集荷することで、自社トマトの端境期に市場へ出荷し、周年安定供給体制を構築して自社ブランドの優位性を強化する取り組みがなされている。この取り組みにおいて、出荷する中山間の農家などでは収穫物をコンテナに詰めるだけで良いため、調整作業、出荷時間が大幅に省力化できる。また、この事例では農家が法人に出荷する価格 358 円/kg は、農協に出荷する価格 300 円/kg より 58 円

/kg 高い。なお、集荷にかかる運賃として 5 円/kg が徴収される。

シナリオ②：作期の分散・延長

作付けの半分について定植を一ヶ月遅くし、収穫期を長くすることで、労働で最も多くを占める収穫・調整作業の労働分散を図り、また価格がより優位な時期の出荷量を増加させる。ただし、該当する実際の栽培技術は現況では見当たらない。

シナリオ③：収穫ロボットの導入

当該技術は開発段階にあるが、一部実用化が予定されているものがある。それによると予定販売価格は一台 500 万円で 25a の収穫作業をカバーできるとされる。この場合、労働者による収穫時間が不要と想定する。

これらの 3 つのシナリオについて、経営面積が新規就農段階の 30a、規模拡大期の 50a、企業の経営段階の 1ha のもとで想定し、整数計画法で計測を行った（表 8）。これらのシナリオ下では何れの規模でもハウレンソウは採用されず、夏秋トマトのみの作付けとなった。

表 8 現行の栽培体系と新たな制度や技術を想定した場合の試算結果

ケース	i-30-1	i-30-2	i-30-3	i-30-4	i-30-5	i-50-1	i-50-2	i-50-3	i-50-4	i-50-5	i-100-1	i-100-2	i-100-3	i-100-4	i-100-5
経営面積(a)	30					50					100				
借地	—					20					70				
家族労働力	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
臨時雇用	なし	1	1	1	0	なし	1	2	2	1	なし	7	7	7	4
新技術・新制度の導入															
他法人による集荷	—	—	○	—	—	—	—	○	—	—	—	—	○	—	—
作期分散	—	—	—	○	—	—	—	—	○	—	—	—	—	○	—
収穫ロボット	—	—	—	—	○	—	—	—	—	○	—	—	—	—	○
作物1	夏秋	夏秋	夏秋	夏秋	夏秋	夏秋	夏秋	夏秋	夏秋	夏秋	夏秋	夏秋	夏秋	夏秋	夏秋
作物2	コマツナ	—	—	—	—	コマツナ	—	—	—	—	コマツナ	—	—	—	—
導入面積1	23.7	30.0	30	30.0	30	23.6	50.0	50.0	50.0	50.0	23.5	100.0	100.0	100.0	100.0
導入面積2	6.3	—	—	—	—	26.4	0.0	0.0	0.0	0.0	59.0	0.0	0.0	0.0	0.0
農業所得1	4,265	5,339	6,203	6,713	5,985	4,198	7,528	9,183	9,916	10,252	4,101	11,792	15,220	16,559	17,681
農業所得2	252	—	—	—	—	1,054	—	—	—	—	1,764	—	—	—	—
合計	4,517	5,339	6,203	6,713	5,985	5,252	7,528	9,183	9,916	10,252	5,865	11,792	15,220	16,559	17,681
農業所得/時間	1,731	1,826	2,248	2,296	2,766	1,666	2,125	2,636	2,724	3,148	1,511	3,037	3,920	4,072	4,716
家族労働時間	2,610	2,924	2,760	2,924	2,164	3,153	3,543	3,484	3,640	3,256	3,883	3,883	3,883	4,067	3,749
雇用労働時間	なし	160	86	160	0	なし	1,597	1,259	1,501	350	なし	6,398	5,603	6,214	3,463
雇用労働日数	なし	20	11	20	0	なし	200	157	188	44	なし	800	700	777	433

30a 規模では、作期の分散（ケース i-30-4）において農業所得が 671.3 万円と最も高くなり、他法人による集荷（ケース i-30-3）においても、現行の栽培体系（ケース i-30-2）より 100 万円以上向上する。収穫ロボットの導入（ケース i-30-5）が他の 2 つのシナリオより効果が低くなっているのは、収穫ロボット 1 台の想定されるカバー面積が 25a とされているのに対して、設定規模が 30a となっており、効率的な規模になっていないためと考えられる。

50a 規模では、収穫ロボット 2 台体制で効率的な規模設定となり、農業所得が一番高くなるケース i-50-5 では 1000 万円を超える。また、他法人による集荷（ケース i-50-3）において 918.3 万

円、作期の分散（ケース i -50-4）において 991.6 万円となり、何れのシナリオでも前述の目標とする所得 800 万円を超えることになる。

更に企業の経営への発展段階として 1ha を想定した場合、収穫ロボット導入のケースにおいて農業所得が最も高くなる（ケース i -100-5 で 1768 万円）。他法人による集荷（ケース i -100-3）において 1522 万円、作期の分散（ケース i -100-4）において 1656 万円、シナリオ外のケース i -100-2 でも 1180 万円と雇用導入を前提とした全てのケースで 1000 万円を超える。しかし、雇用人数が収穫ロボット導入でも 4 人、それ以外では 7 人が必要となる。

4. 要約と考察

1) 試算結果についての要約と課題

現在の傾斜地ハウス養液栽培体系のもとで就農初期を想定した経営規模 30a の雇用なしの条件ではコマツナとの組み合わせが最適となるが、雇用を導入することで夏秋トマトのみの作付けで農業所得の大幅な増加が見込める。更に雇用を導入した上で面積を 50a に規模拡大すると 200 万円以上の農業所得の増加が見込めることになるが、目標とする所得 800 万円には達しない。

そこで前提とする夫婦 2 名で無理なく栽培管理ができる方策として、新たな制度や新技術の導入を想定したシナリオ①～③について検討を行ったところ、何れのシナリオにおいても現行の体系より高い農業所得を達成することができると算定された。目標所得については、面積が 50a で何れのシナリオにおいても達成することができた。

課題としては、シナリオ①は収穫後に直接コンテナ積みになるため、袋詰やパック詰め等の調整作業もなく、また栽培体系などの変更もないことから、出荷する農家にとっての負担やマイナス面はほとんどないが、周辺に集荷を行う法人経営が存在すること、また、法人にとっての端境期に農家側が出荷できるか、という問題がある。シナリオ②では作期の移動に伴う栽培管理体制や作業体制の変更、雇用期間の延長などが課題となると考えられるが、根本的な問題として現行では有効な栽培技術が見当たらないことである。シナリオ③では、収穫作業体系の大幅な変更と収穫ロボットの導入に伴う資金調達に課題となると考えられる。また、1ha の規模では規模拡大によるハウス増設や雇用労働の大幅な増加となることから、資金調達と資金管理、雇用管理への対応が問題となることが考えられる。

2) 営農モデル実現のための条件や課題となる研究開発，経営対応等

まず、モデルが成立するための前提条件として、①就農時における養液栽培での安定生産技術の獲得（試験栽培マニュアルのみでなく、篤農家の技術などを獲得できる制度整備など）、②就農時における上記にかかる導入費用や規模拡大時の増設費が問題となるため、事前に資金調達方法を検討する必要がある。③個別選果の場合、増大な選別作業がかかるため、産地における集荷施設が前提条件となるほか、安定的な出荷先と安定的な価格を確保する必要がある。④規模拡大時において、雇用が大幅に増加するケースも有るため、雇用労働の調達方法、雇用管理などに対応する必要がある。

次に課題となる研究開発や経営対応であるが、上述のシナリオや条件を実現させるためには以下のような取り組みが必要となると考えられる。

①何れのモデルにおいてもトマト作を基幹とする場合、収穫作業と出荷にかかる調整作業の労働力の確保、出荷（運搬）経費の削減が課題となる。これには経営内での対応として、雇用労働の利用、集荷業者などの利用による対応が考えられる。また、生産地としての対応としては地域としての雇用労働の確保のための取り組みや共同出荷体制の構築と施設の導入が求められる。研究開発での対応としては、収穫作業や調整作業の省力化・軽労化技術（補助器具など）の開発、葉かきや収穫作業ロボットの開発、運搬経費の削減に資する連携モデルの構築とその最適規模の解明などが考えられる。

②ハウスの立地条件やハウスの栽培管理者による生産力の相違を解消するために、ハウスごとや圃場ごとに収量、作業内容、作業時期などを記帳とデータ入力作業を行うソフトの開発、データ活用によるハウスごとの管理マニュアルの構築、栽培技術のマニュアルの利用と普及体制の整備、栽培技術マニュアルの作成と啓発体制の構築、ICT技術、AI技術による環境制御技術体系の構築などが求められる。

③販売単価が高くなる端境期において出荷が図るために、高温時における着果技術（例えばイチゴのクラウン冷却技術のような）の検討、作期をずらす技術（低段密植栽培技術）の再検討と普及活動、産地間連携技術の開発と体制構築（例えば、広域連携における集荷出荷費用が最適となる規模）における課題解決が求められる。

付表 1 経営モデルにおけるトマトの利益係数と労働係数

	夏秋トマト				冬春トマト
	現行（共販）	他法人集荷	収穫ロボット	作期移動	
利益係数 （千円）	2,459	2,722	2,954	2,917	2,418
1月上					49.0
1月中					46.0
1月下					44.0
2月上					71.0
2月中					57.0
2月下					68.0
3月上					87.0
3月中					91.0
3月下					86.0
4月上	43.8	43.8	43.8	43.8	94.0
4月中	43.8	43.8	43.8	43.8	77.0
4月下	21.3	21.3	21.3	21.3	88.0
5月上	21.3	21.3	21.3	21.3	86.0
5月中	21.3	21.3	21.3	21.3	78.0
5月下	23.4	23.4	23.4	23.4	86.0
6月上	21.3	21.3	21.3	21.3	96.0
6月中	21.3	21.3	21.3	21.3	84.0
6月下	65.8	60.9	35.4	48.2	61.0
7月上	65.8	60.9	35.4	48.2	40.0
7月中	66.8	61.9	36.4	49.2	43.0
7月下	72.4	67.0	39.0	70.6	10.0
8月上	65.8	60.9	35.4	65.8	0.0
8月中	49.0	44.1	35.4	57.4	6.0
8月下	53.9	48.5	39.0	63.1	6.0
9月上	49.0	44.1	35.4	57.4	20.0
9月中	49.0	44.1	35.4	49.0	20.0
9月下	49.0	44.1	35.4	49.9	31.0
10月上	40.2	35.3	26.6	40.2	27.0
10月中	36.2	31.3	22.6	36.2	22.0
10月下	39.8	34.4	24.9	38.9	15.0
11月上	30.5	25.7	17.0	30.5	42.0
11月中	21.3	16.4	7.7	21.3	35.0
11月下	20.3	15.4	6.7	21.2	25.0
12月上	36.0	36.0	36.0	45.2	37.0
12月中				9.2	24.0
12月下				9.2	28.0
合計	1,028.1	948.6	721.3	1,028.1	1,181.0

資料 1：地域先導技術総合研究「傾斜地特性を活用した高付加価値生産技術体系の確立」の試験データ

資料 2：広島県「経営指標【野菜】」（H22～26 年）

付表2 経営モデルにおけるコマツナの利益係数と労働係数

	コマツナ1	コマツナ2	コマツナ3	コマツナ4	コマツナ5	コマツナ6	コマツナ7
利益係数 (千円)	351	115	375	221	451	367	466
1月上	0.9						17.6
1月中	0.9						17.6
1月下	0.9						17.6
2月上	1.3						26.3
2月中	1.3						26.3
2月下	0.3	1.0					26.3
3月上	2.3	2.2					59.9
3月中	62.2	2.2					
3月下	62.2	2.2					
4月上	43.9	0.6	1.6				
4月中	43.9	0.6	1.6				
4月下	43.9	0.6	1.6				
5月上	68.4	2.7	2.6				
5月中		70.2	0.9	2.6			
5月下		70.2	0.9	2.6			
6月上		59.9	2.3	2.2			
6月中			62.2	2.2			
6月下			61.4	0.8	2.2		
7月上			70.2	0.9	2.6		
7月中			68.5	2.7	2.6		
7月下				71.1	2.6		
8月上				70.2	0.9	2.6	
8月中				70.2	0.9	2.6	
8月下				68.5	2.7	2.6	
9月上					53.3	1.9	
9月中					53.3	0.0	1.9
9月下					52.7	0.7	1.9
10月上					52.7	0.7	1.9
10月中					51.3	2.0	1.9
10月下	1.9					52.7	0.7
11月上	1.9					52.7	0.7
11月中	1.9					52.7	0.7
11月下	1.9					52.7	0.7
12月上	1.3					34.2	1.7
12月中	1.3						35.9
12月下	1.7						35.4
合計	212.0	204.7	273.8	293.9	277.7	257.8	83.3

資料1：広島県「経営指標【野菜】」(H22～26年)

第9章 カンキツ作経営モデル

棚田光雄*・渡部博明*

1. 基本的考え方
 2. モデルの構築
 - 1) カンキツ作大規模経営の事例
 - 2) カンキツ作経営モデル
 3. モデルの計測結果
 - 1) 収益面からみた効果
 - 2) 作業面からみた効果
 4. 要約と考察
 - 1) 分析結果の要約
 - 2) 技術開発課題の考察
- 補. カンキツ作経営における6次産業化事例

1. 基本的考え方

本章で策定するカンキツ作経営モデルは、温州ミカンと優良中晩柑を組み合わせたカンキツ作の経営モデルである。モデル策定の基本的考え方は以下の通りである。

第2章第2節で確認した通り、野菜作および果樹作地帯は稲作地帯と比べ、青壮年労働力層や販売金額上位層は厚いが、耕作放棄地率や農地面積減少率は高いという傾向にある。つまり、経営所得安定対策の変更や生産調整の廃止等、我が国土地利用型農業の根幹を成す水田作の経営環境が不透明感を増す中、作目構成が労働集約型の野菜作や果樹作に傾斜した場合、青壮年労働力等の担い手は確保できるが、農地縮小は加速する状況を招く可能性がある。

こうしたジレンマ的状况を解消する方法として、土地利用型と労働集約型の両部門を組み合わせた複合化が考えられる。この場合の複合化には、土地利用型部門と労働集約型部門をひとつの経営体内で組み合わせた経営複合、土地利用型か労働集約型かで基幹部門が異なる複数の経営体が農地利用面で結びつきをもつ地域複合が考えられる¹⁾。

永年性作物が傾斜地に展開するカンキツ作の場合、経営複合にしろ地域複合にしろ、土地利用型部門との組み合わせによる複合化を積極的に図ることは、一般的には困難である。したがって、カンキツ作においては今後、荒廃・遊休化が予想される生産条件が不利な園地については、地目・作目転換等により農地としての維持を図るのではなく、山に戻すという選択肢も視野に入れる必要がある。つまり、生産条件の不利性が大きい急傾斜地での生産は撤退し（山に戻す）、緩傾斜地での生産にシフトするのである。また、青壮年専従者を確保するには、一定の収益を確保・実現する必要がある、そのためには労働力条件に応じた面積拡大、優良中晩柑等の新品種や

*西日本農業研究センター

高品質化技術の導入、複数品種の組み合わせなどにより、生産性・収益性の向上を図ることが重要である。そこで以下では、緩傾斜地での効率的な高品質果実生産を想定したカンキツ作経営モデルを策定することとする。

2. モデルの構築

1) カンキツ作大規模経営の事例

カンキツ作では品質面での傾斜地園地の優位性などから、傾斜地条件において展開する主要産地が多い。こうした栽培条件とともに、高い労働集約性や、永年性作物からくる園地流動化の難しさにより、経営面積規模の拡大が抑制されている。しかし、平坦地や緩傾斜地の優等カンキツ産地を中心として、園地流動化を背景に大規模経営の形成が進みつつあり²⁾、傾斜地比率が比較的高い西日本のカンキツ産地においても、少数ではあるものの大規模経営が成立している。

表1に愛媛県・広島県・和歌山県の事例を示したが、A農園、B農園、C農園は家族経営で3～5ha規模に達している。法人経営のD農園は加工事業を軸に経営展開を図るが、直営園地が増加し8ha規模に到達している。事例経営の直近年5ヵ年の経営変化を見ると、A農園では、長男の就農による家族労働力の充実に伴い、園地の新規借入とハウスの新設を行い、ハウス栽培では優良中晩柑（「愛媛果試第28号」）の作付けを増やしている。B農園では、長男の就農を機に園地集積を進めつつ施設化を志向し、優良中晩柑のハウス栽培による高品質生産を拡大している。C農園では、夫婦2組による労働力構成の下で、主に借入により園地集積を図るとともに、父親が別法人の新規事業であるハウスレモン栽培を分担している。D農園では、新工場の建設等により加工部門の拡大が進むとともに、直営園地の面積がこの5ヵ年で2ha増加しており、生産部門の担当を5人から7人に増員している。

このようにA、B、C各農園は、後継者の就農により2世代型の家族労働力構成に移行し、労働力の充実を背景に園地集積を進めており、また、3農園いずれもハウスの導入・拡大（別法人でのハウス栽培を含む）を行っている。園地と施設の両方で規模拡大を図っているのが共通的な特徴であり、ここでは、カンキツ作での規模拡大が高品質果実生産への対応をとりながら進展している。具体的には、A農園、B農園では、収穫期の長さ等から面積を拡大する上で有利な品種として伊予柑の作付比率を高め、贈答用を中心に高収益を期待できる中晩柑新品種を組み合わせている。C農園では温州ミカンに加えて、主力となる特別栽培レモンの他にも色々な中晩柑を導入し、多彩な品種構成をとっている。効率化に関しては、急傾斜地を抱えるA農園、B農園ではスプリンクラー防除で対処し、C農園では緩傾斜園地においてスピードスプレーヤーを導入している。また、D農園では直営園地の増加に対応して栽培担当者を増員し、管理の粗放化を招かないよう態勢を整える中で、改植による品種更新、マルチシート被覆を行い果実の高品質化に努めている。また、傾斜地において園地の団地化を進める他、スプリンクラー防除とモノレール利用

表1 カンキツ作大規模経営の事例

経営 市町村	A農園 松山市	B農園 松山市	C農園 尾道市	(株)D農園 有田市
労働力	3人 (経営主・46歳、妻、 長男・33歳)	3人 (経営主・64歳、妻、 長男・39歳)	4人 (経営主・36歳、妻、父、 母)	従業員:60人 (社長・役員:6人、正社員: 34人、パート:20人) 子会社「(株)SN」:10人 ※グループ全体:70人
経営面積	385a(うち 借入170a)	493a(うち 借入150a)	320a(うち 借入120a)	直営園地:8ha
主要品種	宮内伊予柑 210a 愛媛県試験第28号 55a せとか 45a 南津海 30a 甘平 15a はれひめ 10a その他 20a	宮内伊予柑 250a 愛媛県試験第28号 70a 南津海 46a せとか 40a 不知火 36a 甘平 28a その他 23a	極早生温州 10a 早生温州 75a 中生温州 10a レモン 95a 不知火 30a 南津海 20a その他 80a	極早生温州 0.5a 早生温州 5a 普通温州 2a 中晩柑 0.5a
事業内容	カンキツの生産、出荷	カンキツの生産、出荷・販売	カンキツの生産、販売	カンキツの生産、集荷、選果、農産加工、販売
経営変化	・長男が就農(2015年) ・園地借入25a ・「愛媛県試験第28号」への 改植(「伊予柑」、「不知 火」から) ・ハウスの新設	・長男が就農(2014年) ・研修生の通年受入 ・ハウス面積の拡大(25a) ・「愛媛県試験第28号」の増 加 ・園地購入・借入90a・23a	・父が別法人のハウスレモ ン30aを担当(2012年) ・妻が就農(2014年) ・レモン貯蔵庫設置(2014 年) ・園地借入20a	・子会社「(株)SN」の設立 (2015年) ・搾汁施設建設(2015年) ・二代目社長就任(2017 年) ・園地借入2ha

注: 聞き取り調査による。A園、B園、C園は2016年現在、D園は2018年現在。経営変化は各経営の直近5年間の主な変化。

により効率化を図っている。

以上の事例経営の動向から、①家族労働力構成の変化と労働力の充実、②収益面に加えて労力分散に着目した、中晩柑新品種の導入・拡大と面積処理に有利な品種を含む多彩な品種構成、③園地流動化による面積拡大と高品質果実生産に向けた施設拡大の併進、④6次産業化(加工事業)の進展とその下での生産部門の拡大・効率化が、西日本を念頭においたカンキツ作での大規模経営の形成と展開に関わり注目される。これらは、経営モデルの枠組みを設定する上で考慮すべき要素となる。ただし、施設化については、高収益を期待できる中晩柑新品種の果実品質の向上・安定化の方策として捉えられることから、優良中晩柑の導入と高品質化への対応に含めるものとし、経営モデルにおいては施設栽培を組み入れないこととする。また、加工事業については、経営モデルにおいては考慮していないが、今後のカンキツ作経営の発展を支える重要な部門となり得る。そこで、先駆的な事例となるD農園における6次産業化の取り組みの特徴を最後に補.としてまとめておく³⁾。

2) カンキツ作経営モデル

カンキツ生産者の高齢化・減少が果樹園の減少、さらには産地の縮小につながる状況において、園地の主要な受け手となりカンキツ産地の展開を牽引する大規模経営の形成と、そうした担い手経営を核とした地域農業戦略が求められる。そこで、前節の大規模経営事例の動向を踏まえ、規模拡大とともに高品質化を志向する将来モデルを設定した(図1)。モデルでは、大規模

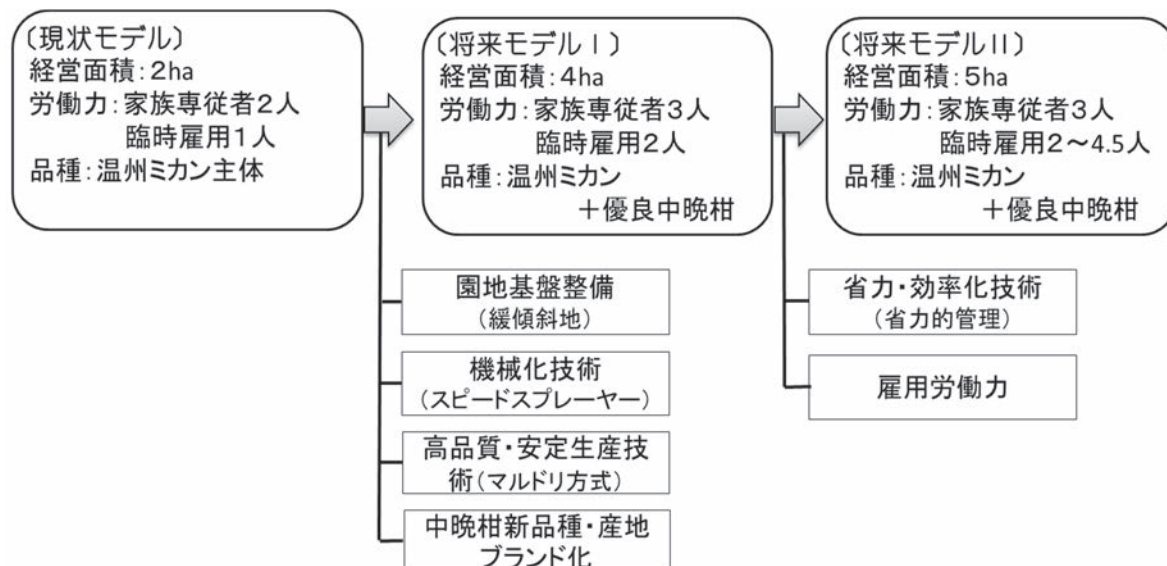


図1 将来モデルの構成要素

な高品質果実生産を支える家族労働力と栽培技術を持つ4ha規模のカンキツ作経営を想定する。また、大規模経営が成立する上で省力化による生産の効率化が不可欠であり、緩傾斜地における園地基盤整備の実施とSSや運搬用車両の導入による機械化を前提とする。さらに、雇用労働力の追加導入や、労働集約的な管理作業における効率化の実現を仮定して、一層の園地集積を図る5ha規模の将来モデルも設定する。こうした経営面積規模の条件下で、現状を温州ミカン主体型の経営とし、優良中晩柑を組み合わせた多品種型の経営による高品質果実生産への転換を目指すこととする。

カンキツ作経営モデルは線形計画法によって作成しており⁴⁾、モデル分析の前提条件は次の通りである(表2)。

経営面積と労働力: 現状モデルは2ha規模のカンキツ作経営で、家族労働力を専従者2人、臨時雇用が最大1人/旬まで導入されるものとする。将来モデルでは、多様な品種によって作期の分散を図り、4~5ha規模のカンキツ作経営を想定する。また、家族労働力は2世代型で専従者を3人とし、臨時雇用は4ha規模で最大2人/旬まで、5ha規模で最大4.5人/旬まで導入可能としている。なお、臨時雇用は繁忙期(摘果、収穫: 8月、10~2月)に導入する。

生産プロセス: 経営モデルにおいて、表3のような7品種を用い、また、高品質・安定生産のための新技術として「マルドリ方式」を導入する⁵⁾。「マルドリ方式」は、降雨を遮断するマルチシートと点滴かん水・施肥施設を組み合わせることで、果実の生育や果実品質を制御する栽培方法である。生産プロセスの内訳は、温州ミカンについては、極早生・早生・中生温州にはそれぞれ慣行栽培とマルドリ方式の2つのプロセスを設定し、糖度が比較的乗りやすい普通温州は慣行栽培だけのプロセスを設定した。中晩生カンキツについては、「はれひめ」「はる

表2 経営モデルの条件

経営面積	2ha	4ha	5ha
労働力	家族:2人、臨時:1人(最大)	家族:3人、臨時:2人(最大)	家族:3人、臨時:2人、4.5人(最大)
導入新技術	—	高品質・安定生産技術(マルドリ方式) ・特選品比率:60% ・隔年結果の是正:連年3t/10a	
	—		省力・効率化技術(省力的管理) ・摘果・剪定時間:各30%減
品種(系統)	極早生温州、早生温州、中生温州、普通温州、はれひめ、はるみ、甘平		
機械・施設	倉庫(40㎡)、貯蔵庫(30㎡)、軽トラック、動力噴霧機、中耕機(6PS)	倉庫(70㎡)、貯蔵庫(60㎡)、SS(600 $\frac{1}{2}$ ℓ)、トラック(軽、2t)、中耕機(6PS)、フォークリフト(1.3t)	
栽培制約	中晩柑比率:20%	中晩柑比率:20%、50% マルドリ方式導入比率:0%、50% 1品種の面積は全体の1/4まで	中晩柑比率:50% マルドリ方式導入比率:0%、50%
雇用関係	時期:10月～2月、8月 賃金:1,250円/h		

み」「甘平」を採用し、3品種とも慣行栽培と「マルドリ方式」の2プロセスを設定して合計6プロセスとした。

制約条件：樹園地面積と労働力、作付比率を制約条件として、労働制約については旬別に区分し、1日当たり8時間労働、毎旬2日の休日を考慮して投下可能労働時間を設定している。繁忙期は1日当たり9時間労働とし、毎旬1日の休日を設けている。温州ミカン主体型の経営は中晩柑比率を20%とし、中晩生カンキツを組み合わせた多品種型の経営は、中晩柑比率を50%まで高めるものとする。「マルドリ方式」については、かん水用水源の整備を必要とし、全園地への導入が難しい場合もあるため、経営内に最大50%まで導入可能と仮定している。なお、特定品種への偏りを回避するため、1品種の作付けを経営園地の1/4までとする。

利益係数：収量水準については、慣行栽培では隔年結果の影響（収量20%減）を受けるが、「マルドリ方式」は隔年結果を是正し連年3t/10aの収量を確保でき、また、特選比率が60%見込まれるものと仮定している。販売単価は特選品（高品質果実）と一般品に区分し、ブランド化等により高品質果実の単価アップが実現される場合、特選品の単価を産地平均の1.2倍に設定している⁶⁾。なお、各生産プロセスの10a当たり収量、販売単価、粗収益、変動費、利益係数を付表に示す。

技術係数：労働時間を旬別に設定しているが、慣行栽培に対して「マルドリ方式」では、液肥の施用が自動化され、マルチシートにより雑草が抑えられるため、施肥と除草の各作業時間が減少する一方、マルチシートの敷設・開閉にかかる作業時間が加わる。また、省力・効率化のための新技術については具体的な技術を想定しないが、剪定と摘果を対象

表3 品種別の収穫時期

10月			11月			12月			1月			2月		
上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
極早生温州						中生温州			はるみ			甘平		
←→			←→			←→			←→			←→		
			早生温州			はれひめ								
						←→								
						普通温州								

にして合理化を可能とする「省力的管理」によって、それぞれの作業時間を 30%削減するものと仮定している⁷⁾。

3. モデルの計測結果

1) 収益面からみた効果

表4は、現状の2ha規模から4～5ha規模に拡大するとともに、温州ミカン主体型から優良中晩柑を増やした多品種型へ転換するケース、さらに、高品質・安定生産技術や省力・効率化技術の導入の有無の各ケースに分けて作成したモデルの計測結果を示している。また、図2は、各ケースにおける収益性の変化について、専従者1人当たり所得を指標として示している。

まず、経営面積を2ha規模から4ha規模に拡大する将来モデルⅠ（図1参照）を検討する。現状と同様の温州ミカン主体型のままで規模拡大を図っても大きな収益増は見込めず、4ha経営でも専従者1人当たり所得は300万円をやや上回る程度となる（ケース①）。しかし、規模拡大を前提として、温州ミカン主体型であっても高品質・安定生産技術としての「マルドリ方式」を50%まで導入することにより（ケース②）、あるいは優良中晩柑を組み入れてその比率を50%まで高めることにより（ケース③）、収益性が35～44%向上する。これは、「マルドリ方式」により隔年結果を是正しつつ高品質果実（特選品）の出荷比率が高まること、あるいは単価の有利な中晩

表4 カンキツ作経営モデルの試算結果

ケース	現状	①	②	③	④	④x	⑤	⑥	⑦	⑧
経営面積	2ha	4ha					5ha			
家族労働力	2人	3人								
臨時雇用(最大)	1人	2人					4.5人		2人	
品種構成型	温州ミカン主体型 (中晩柑比率20%)			多品種型(温州ミカン+優良中晩柑) (中晩柑比率50%)						
導入技術		高品質・安定生産技術「マルドリ方式」								
		導入率0%	導入率50%	導入率0%	導入率50%		導入率0%	導入率50%	導入率0%	導入率50%
										省力・効率化技術 「省力的管理」
極早生温州(a)		20	20						36	38
早生温州(a)	64	100		77	85	85	156	119	100	83
マルドリ早生温州(a)	-	-	100	-			-	42	-	20
中生温州(a)	50	100	80	100	100	100	131	131	109	109
マルドリ中生温州(a)	-	-	20	-			-		-	
普通温州(a)	46	100	100	23	15	15			5	
はれひめ(a)				92			118		110	
マルドリはれひめ(a)	-	-		-	100	100	-	114	-	115
はるみ(a)				8					25	20
甘平(a)	40	80		100			95		115	
マルドリ甘平(a)	-	-	80	-	100	100	-	94	-	115
農業所得(万円)	537	929	1,083	1,158	1,438	1,681	1,250	1,574	1,419	1,760
専従者所得(万円/人)	268	310	361	386	479	560	417	525	473	587
1時間当たり所得(円/h)	2,013	1,937	2,261	2,443	3,129	3,657	2,502	3,182	2,810	3,545
家族労働時間(h)	2,667	4,797	4,790	4,740	4,596	4,596	4,994	4,946	5,051	4,964
雇用労働時間(h)	185	909	847	1,036	1,107	1,107	2,196	2,154	1,382	1,380

注:1)導入率0%は、慣行栽培のみのケース。導入率50%は、「マルドリ方式」を経営面積の50%を上限に導入するケース。

2)「省力的管理」の効果として、摘果・剪定時間をそれぞれ30%減(対慣行栽培)のと仮定した。

3)④xは、特選品単価を産地平均の20%増と仮定した場合。

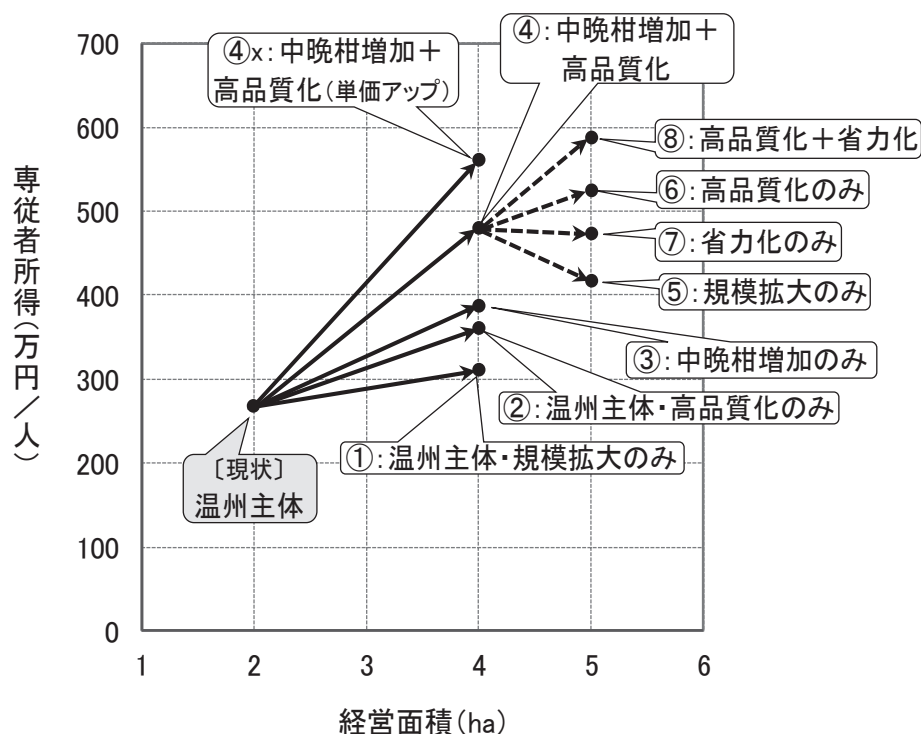


図2 規模拡大及び優良中晩柑・新技術導入の効果

柑の生産が増加することによって得られる効果である。

また、4 ha 規模において、中晩柑比率を高めることと併せて「マルドリ方式」を導入すれば、高単価が可能な優良中晩柑の特選品比率が改善される。その結果、多品種型への転換と「マルドリ方式」導入の両方の効果がもたらされ、所得は 479 万円/人に高まる（ケース④）。この場合の作付構成を見ると、「マルドリ方式」は特選品の価格メリット（特選品と一般品との価格差）が大きくなる品種（「はれひめ」「甘平」）において、慣行栽培に置き換わる形で適用される一方、高単価が形成されず特選品の価格メリットが小さい温州ミカンにおいては適用されていない。すなわち、特選品のもつ価格面の有利性が「マルドリ方式」によって一層活かされていることが分かる。

しかし、多品種型の経営に「マルドリ方式」を導入しても、将来ビジョンの観点から目安とする、担い手経営に期待される農業専従者の所得（530 万円/人）を下回る収益水準であり⁸⁾、さらなる収益改善が求められる。そのためには、高品質果実のブランド化が重要になる。かん水用水源が確保されるなど技術的効果を十分発揮できる園地を選定し、「マルドリ方式」を有効活用することで、特選品となる果実の品質を高レベルで安定化させ、産地における高品質果実の市場評価を高めブランド化を図ることによって、果実単価の上昇が可能になる。ブランド形成等により、仮に特選品について現状単価（産地平均）の 20%増しを実現した場合、専従者 1 人当たりの所得は 560 万円となり、他産業並みの水準を見込めることになる（ケース④x）。

次に、経営面積を 5 ha 規模に拡大する将来モデルⅡ（図 1 参照）を検討する。将来モデルⅡは優良中晩柑を増やした多品種型のカンキツ作経営において、経営面積を 4 ha から 5 ha に拡大し、

新技術として「マルドリ方式」と「省力的管理」を採用することを想定している。規模拡大を図るためには繁忙期の作業ピークを切り崩す必要があり、臨時雇用を増加（最大 4.5 人/旬）することによって 5 ha 規模の経営が成立する。こうした経営において、高品質・安定生産のための「マルドリ方式」を導入しない場合（ケース⑤）、その収益性は「マルドリ方式」を導入した多品種型の 4 ha 経営（ケース④）より劣る。なお、ケース⑤では「マルドリ方式」を導入しない多品種型の 4 ha 経営（ケース③）に比べ収益性は高まるが、所得は 417 万円/人にとどまる。これは、経営展開において規模拡大のみによって展望を見出すことの難しさを意味している。「マルドリ方式」を導入するケース⑥では所得が 525 万円/人に高まることから、規模拡大とともに高品質果実生産に対応することにより収益改善が図られることになる。

省力・効率化技術である「省力的管理」が実現した場合、剪定・摘果作業が合理化され、臨時雇用を最大 2 人/旬に減らしても 5 ha 規模に拡大できる。しかし、そうした経営において果実品質の改善が伴わない場合（ケース⑦）、雇用労働が削減されるものの、所得水準は「マルドリ方式」を導入した多品種型の 4 ha 経営（ケース④）と同程度になる。したがって、「省力的管理」のみによる規模拡大で収益性を高めることは難しいと言え、所得増加のためには高品質果実生産への対応が重要となる。高品質・安定生産技術と省力・効率化技術を併用すれば、5 ha 経営において、将来ビジョンでの目安となる 530 万円/人を上回る所得（587 万円/人）を確保することができる（ケース⑧）。

2) 作業面からみた効果

将来モデルⅡにおいて、高品質・安定生産技術となる「マルドリ方式」と省力・効率化技術となる「省力的管理」の採用を想定しているが、「マルドリ方式」は慣行栽培に比べて施肥と除草の各作業時間が減り、マルチシート利用にかかる作業時間が加わる。しかし、繁忙期を形成する管理作業や収穫、調製、出荷の各作業時間を含め、その他の作業に要する時間は慣行栽培と同じであるため、「マルドリ方式」を導入しても時期別作業時間にほとんど変化は生じない。一方、「省力的管理」は剪定と摘果の各作業時間を 30%削減すると仮定しており、時期別作業時間に変化を引き起こす。そこで、「省力的管理」を対象にその導入が及ぼす作業面での変化や効果について検討する。

図 3 と図 4 は、「省力的管理」を導入しないケース⑥と導入したケース⑧における旬別・作業別の労働時間を示している。ケース⑧において、経営面積 5 ha・家族労働力 3 人・多品種型・「マルドリ方式」導入といった条件を一定（ケース⑥と同一）とする中で、「省力的管理」が実現された場合の作業面での変化が表れる。この 2 つケースを比較すると、「省力的管理」の導入効果に関わり次の点が指摘される。

「省力的管理」の導入により、摘果作業が集中して繁忙期となる 8 月における作業時間が大きく減少する⁹⁾。これにより、臨時雇用（図では保有労働時間を超える部分が該当）が大幅に減少し、雇用労賃の削減がもたらされる。これは摘果作業が 30%省力化することによる直接的効果

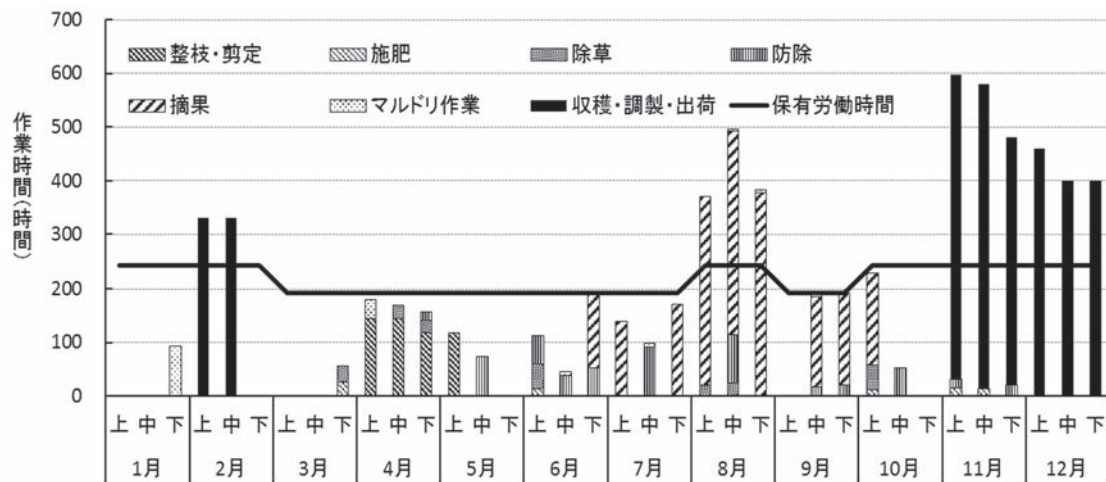


図3 ケース⑥の旬別作業別労働時間（「省力的管理」導入なし）

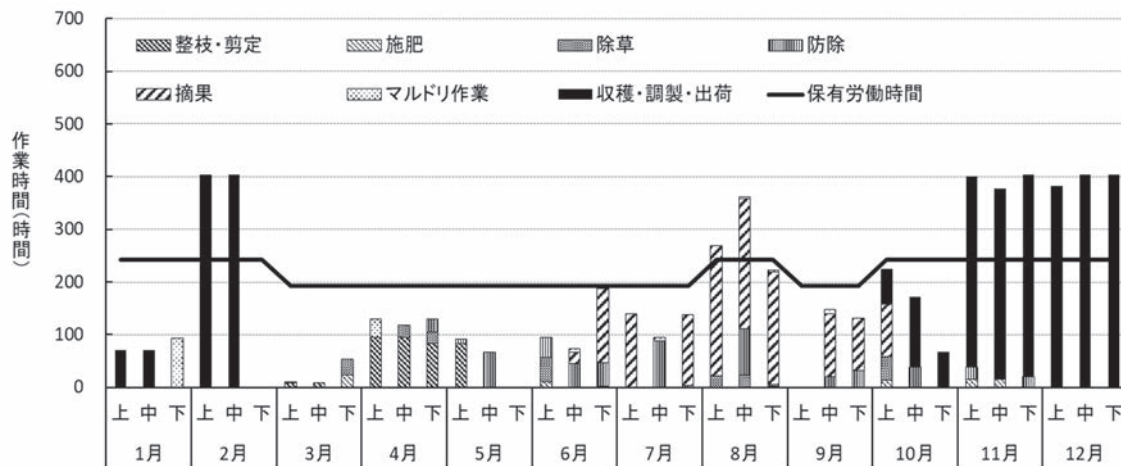


図4 ケース⑧の旬別作業別労働時間（「省力的管理」導入あり）

である。

また、ケース⑥において、9月中・下旬は主に摘果作業によって家族労働力を使い切る時期となるが（図3）、「省力的管理」の導入により、この時期の労働制約が緩和されることなどが影響し、採用品種に変化が生じる。ケース⑧では、採用される品種数がケース⑥の5品種に対して7品種に増えている。作期の異なる品種の採用によって収穫作業がより分散される中で、所得最大化に向けて合理的な品種構成が組み立てられる。また、11月上旬～12月上旬の労働ピークが解消でき、臨時雇用が最大2人/旬でも5ha規模の作業が可能になる（図4）。このように「省力的管理」の導入によって、労働制約の緩和を通し、雇用労働が削減されて経営全体の収益向上に作用するような波及効果がもたらされる。

なお、剪定や摘果は技能を要求される作業であり、摘果では優良果の選別や作業の早さにおいて熟練農業者と若手農業者に大きな差が生じる。経営モデルでは作業が集中する8月の摘果にも臨時雇用を導入しているが、摘果作業のもつ技能性を考慮すると、臨時雇用を量的に確保できた

としても作業能率の低下を避けられない状況が懸念される。あるいは摘果での被雇用者を熟練農業者等に限定した場合、雇用確保に支障をきたす恐れがでてくる。そのため、栽培管理の合理化のための「省力的管理」について、経験年数の少ない被雇用者でも容易に取り組める非熟練技術として確立することも重要である。摘果作業が非熟練技術によって省力・効率化できれば、「省力的管理」に対して技能の軽減といった質的側面から評価ができるが、ここではそうした効果の可能性についての指摘にとどめる。

4. 要約と考察

1) 分析結果の要約

カンキツ作における技術開発の方向は、栽培技術を対象にした場合、管理の省力化・効率化と果実の高品質化の大きく2つの方向に分けられる。マルチ栽培は糖度向上技術として広く普及しており、その発展型である「マルドリ方式」が開発された他、省力・効率化の方向での技術開発も行われている。図5は、プロジェクト研究で開発された栽培技術を取り上げ、2つの方向のもとで技術的な特徴・性格を位置づけている¹⁰⁾。今後も新技術の開発は2つの方向の間で推進されるであろうが、将来的には、両方向の技術の組み合わせを含めて、管理の省力化・効率化と果実の高品質化の効果を兼ね備えた技術の開発・体系化が必要とされる。

また、カンキツ作における開発技術と担い手形成との関係は、図6のように捉えられる。省力・効率化は面積規模の拡大に、技能の軽減は面積拡大や雇用導入の円滑化に、品質・収量の向上や6次産業化は収益改善に繋がることによって、大規模経営の成立に寄与する。こうした点に

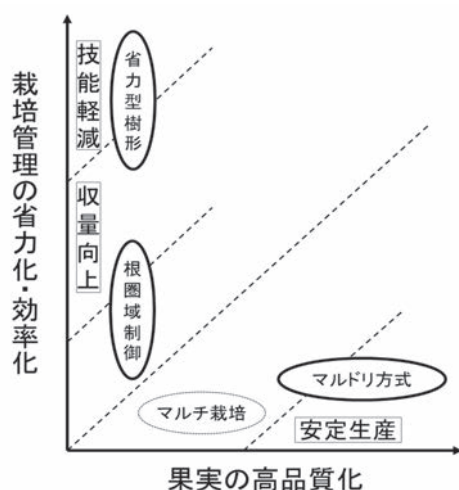


図5 効果に基づく開発技術の特徴・性格（果樹）

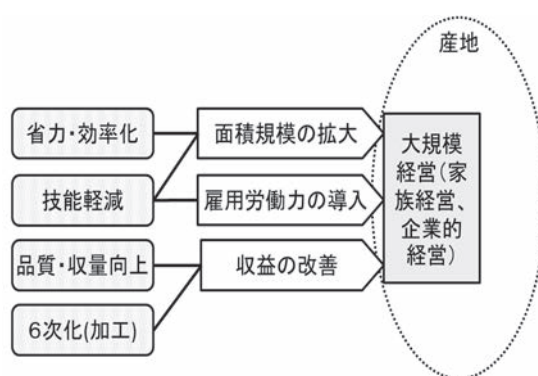


図6 開発技術の特徴・成果と担い手形成（果樹）

注：  が開発新技術であり、「技能軽減」「収量向上」「安定生産」は、「栽培管理の省力化・効率化」あるいは「果実の高品質化」の効果に追加される効果を示す。

留意し、地域農業戦略の核となる担い手経営の形成を促進する技術開発が望まれる。

一方、経営モデルの分析から、i) 家族労働力3人と臨時雇用2人（最大）で4ha規模の経営は成立可能であるが、一般品単価の温州ミカンを主体とする経営では所得が低いこと、ii) 単価の有利な優良中晩柑や高品質・安定化技術（「マルドリ方式」）を導入し、ブランド化等により単価アップを実現することで、担い手経営に期待される所得が確保できること、iii) 臨時雇用を増やして5ha規模に拡大しても、高品質果実生産に対応できない場合は収益改善が難しいこと、iv) 「省力的管理」の導入によって、臨時雇用への依存度を低めても5ha規模に拡大できるが、そうした経営においても担い手経営に期待される所得を確保する上で高品質果実生産への対応を必要とすることが明らかになった。

2) 技術開発課題の考察

以上のような認識と分析結果を踏まえると、高品質果実生産を軸としながら、栽培管理の粗放化を回避しつつ一定面積まで規模拡大し、収益性の改善を図るための技術開発が求められていると言える。具体的な技術開発課題として、次のような技術の確立が重要になる。

（1）適正規模の上昇を促す技術

カンキツ作では傾斜地等での実態を踏まえ、適正規模が農業専従者1人当たり1ha程度とされる。しかし、一定面積までの規模拡大を図り、担い手経営となる大規模経営が成立するためには、従来の適正規模を上昇させる必要がある（経営モデルでは専従者1人当たり1.3～1.7haの規模を設定）。そのためには、栽培管理を合理化するための「省力的・効率的栽培管理技術」と「技能の軽減技術」の開発が重要になる。ここでは、例えば省力樹形の開発が焦点になり、またドローンを利用した防除等の管理技術の進展が期待される。

また、大規模経営の形成において、園地基盤整備と機械化（防除・運搬）は基本的な条件であり、「園地の改良、機械の改良」に関する技術開発とともに、園地整備や機械化を基礎とした合理化技術の総合化を図る必要がある。これらは、大幅な省力化を通して面積拡大へ対応できる大規模生産技術というより、適正規模の上昇を促す技術として捉えられる。

（2）一定面積の下で収益を改善する技術

消費者の嗜好が多様化する中で、カンキツ作経営の収益改善において高品質果実生産への対応が不可欠となるため、「高品質果実・安定多収生産技術」は多様な品種を対象として確立することが求められる。そして、同技術を導入した大規模経営が生産性・収益性において優位となる新技術として開発・確立されることが望ましい。そのため、「高品質果実・安定多収生産技術」は省力化技術の性格を併せ持つこと、あるいは栽培管理の合理化技術と結び付けて体系化を図ることが重要になる。こうした観点から、例えばICTを利用することにより、樹体ごとのデータの収集・管理および集積したデータを有効活用できる技術の進展・開発が期待される。

また、品種開発の側面から、「高品質果実・安定多収生産技術」を開発する上で、食味だけでなく、収量性や安定性（隔年結果の是正）の改善が重要な課題となる¹¹⁾。さらに、6次産業化

事例（補参照）に見られるように、近年、カンキツ作経営の発展を支える部門として加工事業が展開されており、生産（栽培）部門における技術開発に加えて、加工部門における「機能性成分活用技術」「加工利用技術」などの開発も今後の課題となる。

付表 品種別の利益係数

(単位:円/10a、kg/10a、円/kg)

	極早生温州		早生温州		中生温州		普通温州		はれひめ		はるみ		甘平	
	慣行	マルドリ	慣行	マルドリ	慣行	マルドリ	慣行	マルドリ	慣行	マルドリ	慣行	マルドリ	慣行	マルドリ
変動費(①)	110,025	193,401	107,750	191,126	114,089	200,976	118,232	202,395	141,158	202,395	143,512	238,958	154,869	255,802
肥料費	16,573	38,519	16,573	38,519	20,716	48,148	24,859	57,778	24,859	57,778	25,688	59,704	29,831	69,334
農業薬剤費	36,017	30,447	44,267	38,697	39,274	33,704	39,274	21,703	23,085	21,703	49,317	43,747	49,317	43,747
光熱動力費	8,524	8,524	8,524	8,524	14,121	14,121	14,121	8,719	8,719	8,719	13,050	13,050	7,038	7,038
諸材料費	4,886	4,886	4,886	4,886	4,503	4,503	4,503	338	37,638	338	8,600	8,600	21,826	21,826
マルドリ方式費用	—	67,000	—	67,000	—	67,000	—	67,000	—	67,000	—	67,000	—	67,000
成園費	44,025	44,025	33,500	33,500	35,475	33,500	35,475	46,857	46,857	46,857	46,857	46,857	46,857	46,857
収量(前年)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
収量(当年)	2,400	3,000	2,400	3,000	2,400	3,000	2,400	3,000	2,400	3,000	2,400	3,000	2,400	3,000
2ヵ年平均収量	2,700	3,000	2,700	3,000	2,700	3,000	2,700	3,000	2,700	3,000	2,700	3,000	2,700	3,000
特選品比率(%)	0	60	0	60	0	60	0	60	0	60	0	60	0	60
収量(特選品)	0	1,800	0	1,800	0	1,800	0	1,800	0	1,800	0	1,800	0	1,800
収量(一般品)	2,700	1,200	2,700	1,200	2,700	1,200	2,700	1,200	2,700	1,200	2,700	1,200	2,700	1,200
単価(特選品)	131	131	187	187	167	167	139	284	284	284	192	192	391	391
単価(一般品)	88	88	128	128	126	126	121	178	178	178	161	161	335	335
粗収益(②)	237,600	341,400	345,600	490,200	340,200	451,800	326,700	724,800	480,600	724,800	434,700	538,800	904,500	1,105,800
利益係数(②－①)	127,575	147,999	237,850	299,074	226,111	250,824	208,468	522,405	339,442	522,405	291,188	299,842	749,631	849,998
	(116)	(116)	(126)	(126)	(111)	(111)	(154)	(154)	(103)	(103)	(113)	(113)	(113)	(113)

注: 1)マルドリ方式費用(点滴かん水施設費とマルチシート費)は栽培面積に比例するものとして変動費に計上。

2)「マルドリ方式」による果実品質の改善効果として、特選品(あるいはブランド品)に区分して出荷でき、その出荷比率(特選品比率)を60%とした。

3)慣行栽培では隔年結果による収量の不安定性(20%減)を考慮している。

4)利益係数の()内は、慣行栽培＝100とした比率(%)。

5)肥料費・農業薬剤費・マルドリ方式費用・収量・単価は、愛媛県今治地区実証現地(1A、協力農家)の実態・実績による。その他の費用は「愛媛県農畜産物生産費調査」の果樹品種別データ(平成21～24年度)等による。

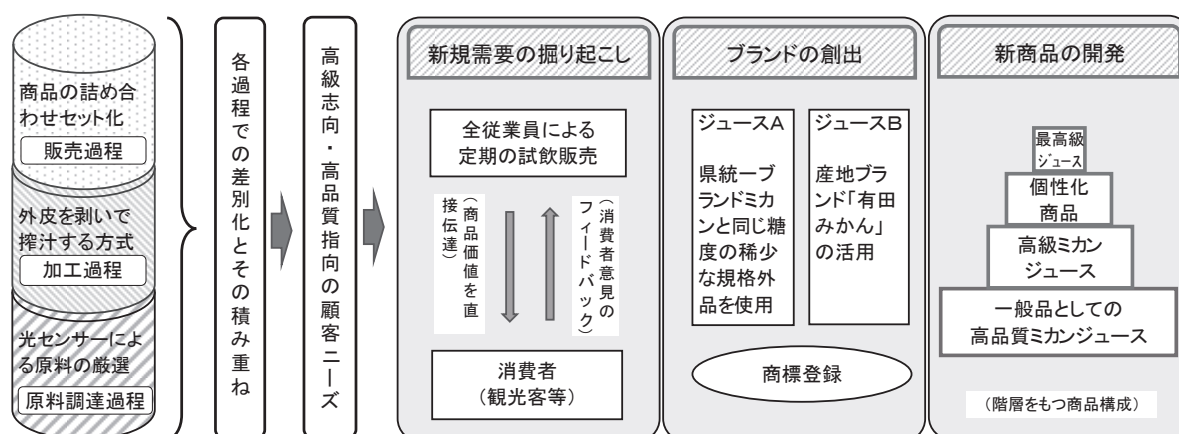
補. カンキツ作経営における6次産業化事例

D農園は、温州ミカン産地の和歌山県有田地域でミカン生産、集荷、選果、農産加工、販売に取り組んでいる。7戸で設立した共同選果組合を前身組織とし、法人化を経て、加工事業を拡大することで、現在、役員・従業員は合計60人（うち役員6人、正社員34人）、子会社の10人を合わせるとグループ全体で従業員70人の6次産業化企業に成長している。直営園地の面積も増加しており、現在、経営面積は借入により8ha（うち社員保有園地5ha）に達している。D農園の売上高は9億3,600万円（2018年6月末）であり、その8割以上を加工部門が占める。以下では、基幹となる加工部門における事業の成功要因を整理した。

D農園では、光センサーによって厳選した高品質原料、外皮を剥いで搾汁する方式、商品の詰め合わせセット化により、原料調達・加工・販売の各過程で差別化を図っている（補図1）。こうして差別化を突き詰めることにより、裾もの果実を原料とした従来のようなカンキツ加工品ではなく、贅沢感があり格段に美味しい高級ミカンジュースを提案して、高級志向の顧客のニーズを探り出し、既存市場とは異なる贈答用を中心とするミカン高級加工品市場をつくり出している。そうした中で、i)新規需要を掘り起こしつつ、ii)高級品ブランドを創出し、iii)新商品を次々に開発することによって加工事業を拡大している。

i)新規需要の掘り起こしにおいては、イベント的ではなく、ジュースの販売を開始した当初から継続している定期（土日開催）の試飲販売（対面販売）が重要な取り組みになる。対面により、通常のジュースにはない商品の価値（良さ・特徴）を消費者に直接伝達する一方、消費者の意見を聞き商品開発に活かしている。

ii)高級品ブランドを創出する過程では、和歌山県統一のブランドミカン（生果）と同じ高糖度（12度）をもつ希少な原料用果実を厳選して使用することで、高品質を保証している。しかし、天候によってはブランドミカンの出荷量が不足する年がでてくるため、糖度基準を11度に緩め原料を確保して新たな高級ジュースを製造し、全国販売を展開している。その際、既存の産地ブランド

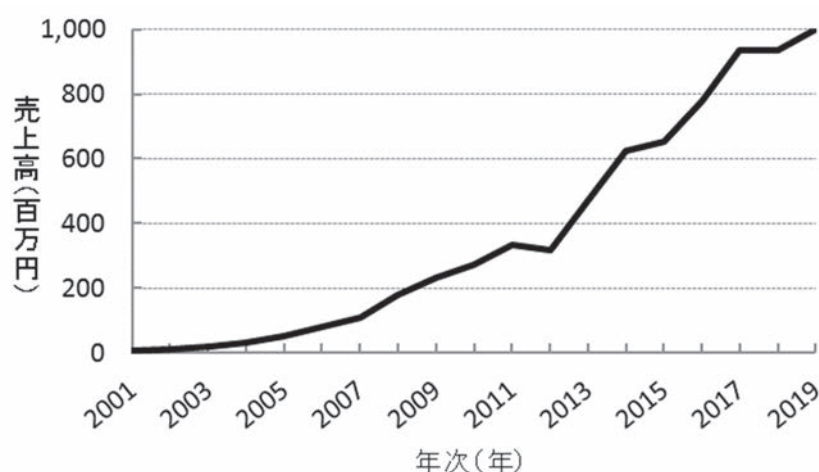


補図1 D農園の加工事業における差別化・ニーズ対応と拡大要因

を活用して商品への認知を促している。さらに、商標権を活用してブランド力を向上させている。

iii) こうした高級ミカンジュースによるブランド化の下で、個性的な商品（デザート・調味料等）の開発を進め、多彩な商品構成によって顧客を増やしている。また、流通業者の意見等を参考に、新たな取り組みとして大量販売できる値ごろ感のある中価格帯のミカンジュースを商品化し、高級ジュースの販売では取引のない一般のスーパーやコンビニなどで販売することによって、売上高を大幅に増加している。最近では、アイス、甘酒、皮粉末を新たに商品化する他、大学と連携してうどんを開発したり、化粧品事業にも新規に参入している。また、糖度 12 度以上の原料果実で製造したジュースを「機能性表示食品」として認定されたが、高糖度ミカンの機能性に注目した新たな取り組みは、ミカンに対する価値の向上に繋がることが期待されている。

D 農園の総売上高は、生果の売上高が横ばいで推移（近年 4～5 千万円）する中で、補図 2 に示されるように右肩上がり増加している。カンキツ加工品の販売が順調に進んでいるからであるが、特に、中価格帯のミカンジュースを商品化した 2012 年以降、販売拡大に拍車がかかっている。高級品に一般品を組み合わせたピラミッド型の商品構成を成立させ、そうした中で次々に新商品を市場に投入し、売り上げ全体をそれ以前よりさらに大きく伸ばしていることが注目される。このような経営実績を踏まえると、D 農園は高級加工品を軸にして新たなビジネスモデルを構築し、さらに個性化商品やボリュームゾーン商品の新規開発によって顧客価値を創造し続けることで、そのビジネスモデルを成長させていると言える。



補図 2 D 農園における総売上高の推移

注：D 農園資料による（6 月決算）。2019 年は見込み。

[注]

- 1) 基幹部門が異なる中核的営農モデルが、農地利用面で結びつきをもつことで農地維持を図る点については第2章第3節参照。
- 2) 徳田^[4]^[5]では、静岡県・熊本県のカンキツ産地を対象に、規模拡大や園地集積の実態、大規模経営の経営的特質が明らかにされている。
- 3) D農園における加工事業の取り組み実態や事業活動の成果、及びビジネスモデルの特徴については棚田^[1]^[2]を参照のこと。
- 4) 元中央農業研究センター・大石氏作成のXLPを利用した。
- 5) 「マルドリ方式」を対象とする経営評価はこれまでに実施されているが(棚田^[3])、本稿ではその基礎データを用いて経営モデルを作成し、5ha規模への拡大や省力・効率化技術の導入を考慮して新たな分析を加えている。
- 6) 愛媛県今治地区の共同選果場では、特選品の平均単価とともに、荷受単位で見た最大単価を把握しており、品種別に見ると、最大単価は平均単価の116～130%である(2012～2013年産)。最大単価は技術レベルの高い生産者が慣行栽培によって実現していることから、この最大単価を実現可能な価格水準の目安として参考にし、経営モデルでの「マルドリ方式」の特選品単価のアップ率を産地平均の120%(1.2倍)と仮定している。
- 7) 剪定や摘果は技能を要する作業であるが、経営モデルでは作業時間のみに着目し、省力・効率化の影響がある程度出てくると予想される水準として30%の削減率を設定した。
- 8) 厚生労働省『賃金構造基本統計調査』(2015～17年)によると、農林水産業を除く産業において、労働者数10人以上の企業の正社員の平均的給与(全国)は524～527万円/年/人であった。「他産業並み」を仮定すると担い手経営(中核的営農モデル)に期待される農業専従者の所得は530万円/年/人が目安になると考えられる。
- 9) 摘果は7月～9月を中心に粗摘果、仕上摘果という形で数回に分けて順次行われ、その時期や程度は品種や立地条件などの栽培環境によって異なるが、経営モデルでは規模拡大を進めても、各品種の摘果作業の時期等は変わらないことを前提に検討している。
- 10) 筆者が参画した「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業(うち産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立)」(2014～2015年)において実施された、次の実証試験課題の中から取り上げた。「省力型樹形を基盤とする果樹の省力・軽労型生産技術体系の実証」、「移植翌年に収穫可能なニホンナシ根圏域制御栽培による省力多収技術体系の実証」、「マルドリ方式・ICTなどを活用した省力的な高品質カンキツ安定生産技術体系とその実現のための傾斜地園地整備施術の実証」。また、同事業において開発された新技術の効果については、徳田^[6]を参考にした。
- 11) 吉岡^[7]では、今後のカンキツ改良の方向について整理されている。

[引用文献] (五十音順)

- [1] 棚田光雄「加工拡大型カンキツ作経営の事業展開と経営分析—和歌山県有田地域S果樹園の事例—」、農林業問題研究、50 (1)、pp. 77-82、2014。
- [2] 棚田光雄・河野恵伸「カンキツ作における加工事業の取組実態—ビジネスモデルの視点から—」、近畿中国四国農研農業経営研究、第26号、pp. 100-114、2016。
- [3] 棚田光雄「高品質果実生産における「マルドリ方式」の経営的評価」、西日本農研農業経営研究、第28号、pp. 82-106、2018。
- [4] 徳田博美「果樹園流動化による大規模果樹作経営の形成—静岡県三ヶ日地区を事例—」、2011年度日本農業経済学会論文集、pp. 41-47、2011。
- [5] 徳田博美「柑橘産地における規模拡大と経営対応—熊本市河内・白浜地区を事例として—」、農業経営研究、53 (2)、pp. 73-78、2015。
- [6] 徳田博美「我が国の果樹技術の性格と技術開発の特性」、『2015年度日本農業経営学会大会・分科会資料』、2015年。
- [7] 吉岡照高「カンキツにおける優良品種への期待と新たな可能性」、果実日本、第70巻、pp. 34-38、2015。

第10章 中山間地域農業の将来ビジョンのセミマクロ評価

渡部博明*・千田雅之*・坂本英美*

1. はじめに
2. 分析方法
 - 1) 中核的営農モデルの成立すべき経営体数の推計方法
 - 2) 将来ビジョンにおける土地利用状況と飼料需給バランスの評価方法
3. 分析結果
4. むすび

1. はじめに

最終章となる本章では、中国地方を分析対象に、中核的営農モデルが農地面積の大宗を占める農業構造すなわち将来ビジョンが実現した場合の状況をセミマクロ的視点から評価する。評価軸は土地利用状況（部門別の土地面積）と飼料需給バランスの2点であり現状と比べどう変化するかを調べる。

将来ビジョンの評価軸としては上記2つの他に、農業生産活動による産出額や付加価値額、所得額、雇用創出効果等の経済的な評価軸も設定し、その変化を調べる作業もちろん重要である。しかし、セミマクロ的視点から評価する場合、中核的営農モデルの展開状況の設定の面で困難をともなうため、本研究では分析の対象外とした¹⁾。

とはいえ、第1章第1節で述べたように我が国の食料の消費構造が変化する中で、水田農業に固執してきた点が食料自給率の低さを招いた大きな要因と考えられることを踏まえれば、土地利用状況と飼料需給バランスの観点から、将来ビジョンを評価する作業は重要な示唆を与えるものと考えられる。こうしたことから、本章で取り上げる中核的営農モデルは、第3～7章で検討された大家畜経営を含む5つの土地利用型の営農モデルである。

2. 分析方法

本節では分析方法、すなわち中国地方の将来ビジョンにおける土地利用状況と飼料需給バランスの評価方法について述べる。手順としてはまず、土地利用型の5つの中核的営農モデルごとに将来成立すべき経営体数を推計した後、それら中核的営農モデル1経営体当たりの部門別の土地面積や飼料生産量を、成立すべき経営体数に従い集計することで中国地方全体としての将来ビジョンの状況を把握し、現状と比較することにする。

1) 中核的営農モデルの成立すべき経営体数の推計方法

本章で取り上げる中核的営農モデルは、稲・麦・大豆・野菜作複合、稲・飼料・野菜作複合、耕畜林複合、肉用牛繁殖、平地水田飼料作の5つであり、それぞれ第3～7章で策定された。これ

*西日本農業研究センター

らは、我が国土地利用型農業の根幹を成す水田作経営の中核的営農モデルであり、取り上げる農地も中国地方の農地の8割強を占める水田とする²⁾。各中核的営農モデルの成立すべき経営体数は、中核的営農モデルごとに適用可能な水田の属性と面積を設定・推計し、その面積を1経営体当たりの経営面積で割ることで推計する。

中核的営農モデルごとの適用可能な水田の属性と面積は、基盤整備の状況（整備済・未整備）と農林統計で定義される4つの農業地域類型（都市的地域・平地農業地域・中間農業地域・山間農業地域）³⁾をクロスさせて設定した（表1）。適用可能な水田の属性は、圃場条件の不利性（狭隘な区画規模、広範な畦畔法面）や低地代・労働力不足の傾向の程度に応じて決定した。これは、第2章第3節で述べた各中核的営農モデルの地理的配置の考え方に基づいている。すなわち、高標高ほど、あるいは未整備田ほど圃場条件の不利性や低地代・労働力不足の傾向が強いと考えられるので、中間＋山間の未整備水田には粗放度の高い部門で構成される肉用牛繁殖経営や耕畜林複合経営を、山間の整備水田には狭隘な区画規模の下での展開を想定した稲・麦・大豆・野菜作複合経営を、中間の整備水田には緩傾斜での展開を想定した稲・飼料・野菜作複合経営を、平地の水田（整備済＋未整備）には平地水田飼料作経営を、それぞれ配置している。各中核的営農モデルの詳細は当該章を参照されたい。

以上の結果、推計された適用可能な水田の面積は表1の通りだが、将来ビジョンにおいて各中核的営農モデルがカバーすべき面積（カバー面積）は各適用可能面積の80%とした⁴⁾。成立すべき経営体数は、カバー面積を経営面積で割ることで求められる。

表1 土地利用型の5つの中核的営農モデルが適用可能な水田の属性と面積
(中国地方) ha

農業地域 類型	基盤整備状況		
	整備済	未整備	
山間	稲・麦・大豆・野菜作複合： 20,321	肉用牛繁殖： 34,229	耕畜林複合： 34,299
中間	稲・飼料・野菜作複合： 44,672		
平地・都市	平地水田飼料作：54,061		

資料：水田面積全体は農林水産省『作物統計』（2014年）の田耕地面積、ほ場整備面積は同『農業基盤情報基礎調査』（2014年）に基づき推計。

注：1）数値は中国地方の畦畔を含めた水田の面積である。

2）各中核的営農モデルの詳細は、第3～7章参照。

2）将来ビジョンにおける土地利用状況と飼料需給バランスの評価方法

以上の方法で推計した成立すべき経営体数に基づき、将来ビジョンにおける土地利用状況と飼料需給バランスを推計し、現状との比較からその評価を行う。

まず、将来ビジョンにおける土地利用状況すなわち部門別の土地面積は、中核的営農モデル1経営体当たりの部門別土地面積に成立すべき経営体数をかけ、部門別にモデルについて足し合わせることで推計する。評価する部門は主食用米生産、飼料作、放牧とした。米から畜産物へと食料消費の中心が移行する中、水田と水稻作へ固執してきたことが食料自給率を低下させた大きな

要因と考えられるからである。また、このような食料消費構造の変化に加え、肉用牛繁殖経営の有利性の高まりを考慮し（第5、6章参照）、繁殖雌牛飼養頭数の変化も評価することにした。

飼料需給バランスは、飼料の供給量・需要量の比で把握することは言うまでもないが、両者とも粗飼料・濃厚飼料別に TDN 重量換算で推計する。

まず、将来ビジョンにおける飼料供給量は、飼料作部門を有する耕種経営である稲・飼料・野菜作複合経営と平地水田飼料作経営の各中核的営農モデルにおける1経営体当たりの飼料生産量（単収×飼料作面積）に成立すべき経営体をかけ、粗飼料・濃厚飼料別にモデルについて足し合わせることで推計する⁵⁾。

飼料需要量は、現状の畜種別の家畜飼養頭数を前提とした場合に必要となる飼料需要量（要求量）として推計する。これは将来ビジョンにおいて現状の畜種別家畜飼養頭数が維持されることを仮定することになるが、畜産物の国内供給力維持の観点から一定の妥当性であろう。本分析で取り上げる畜種は、乳用牛成牛、肉用牛の肥育牛および繁殖雌牛の大家畜である。豚や鶏という中小家畜には多くの濃厚飼料が給与されていることは言うまでもないが、その需要量の推計は煩雑である。本分析では中小家畜の飼料需給は与件として扱い評価の対象外とした。つまり将来ビジョンにおける飼料需要量は、大家畜の畜種別の年間1頭当たりの飼料需要量に、現状の家畜飼養頭数をかけ、粗飼料・濃厚飼料別に畜種について足し合わせることで推計されることとなる。

以上の方法で推計された、将来ビジョンにおける飼料需給量を突き合わせることで、そのバランスを評価する。

3. 分析結果

以上のようにして求めた各中核的営農モデルのカバー面積、成立すべき経営体数は、表2に示した。同表にはまた、1経営体当たりの部門別土地面積、繁殖雌牛飼養頭数も示している。これは、土地利用状況や繁殖雌牛飼養頭数、飼料需給バランスの点からセミマクロ的評価を行う際の基礎となるからである。

まず将来ビジョンにおける土地利用状況は（図1）、主食用米の作付面積が6割の水準に減少する一方（6.4/10.1）、飼料作のそれは4倍に（5.5/1.3）、放牧面積は11倍（4.2/0.4）に増加する。また繁殖雌牛飼養頭数は11倍（23.2/2.2）に増加し、米の消費減・畜産物の消費増という食料消費構造の変化と整合的な方向に変化することになる。

飼料需給バランスはどうなるであろうか。

まず飼料供給量は、表2に示した稲・飼料・野菜作複合経営および平地水田飼料作の両モデルの1経営体当たりの飼料生産量と成立すべき経営体数から次のように推計される。すなわち、粗飼料は $299 \text{ (TDN-t)} \times 592 \text{ 経営体} = 177 \text{ (TND-千t)}$ 、濃厚飼料は $659 \text{ (TDN-t)} \times 188 \text{ (経営体)} + 185 \text{ (TDN-t)} \times 592 \text{ (経営体)} = 233 \text{ (TND-千t)}$ となる。飼料需要量は、第2節2)で述べた通り、中国地方の現状の大家畜飼養頭数を前提として推計したところ表3に示す結果となった。

以上により推計された飼料需給バランス（需要量/生産量）は（図2）、粗飼料については132%

と過剰となる一方、濃厚飼料は 77%となる。我が国全体としてみた場合、粗飼料、濃厚飼料の自給率はそれぞれ、78%、14%、飼料全体では 27%なので⁶⁾、中国地方の将来ビジョンでは濃厚飼料と飼料自給率の向上、それを通じた食料自給率の向上が期待できる。第 2 節 2) で述べた通り、ここでの飼料需給バランスの評価は、濃厚飼料を多給する中小家畜の飼料需要量は考慮していない点には注意すべきである。しかし、将来において中小家畜の飼料自給率が低下しない限り、大家畜の飼料自給率の向上を通じた食料自給率の向上は期待できる。したがって、ここで取り上げた 5 つの中核的営農モデルが、中山間地域を中心として中国地方以外にも一定の展開がなされるなら、我が国全体の食料自給率が向上できる可能性が見いだせよう。

以上のように中国地方を分析対象にすることで明らかにした中山間地域農業の将来ビジョンでは、我が国の食料消費構造の変化や食料自給率向上の観点からして、それと整合的な農業生産となることが示唆される。

表 2 土地利用型の 5 つの中核的営農モデルの部門構成等

該当章_モデル名			3_稲・麦・大豆・野菜作	4_稲・飼料・野菜作	5_耕畜林	6_肉用牛繁殖	7_平地水田飼料作	
成・飼料生産量・経営面積	1_経営体当たりの部門構	主食用米	ha	65.8	48.1	5.0	-	20.0
		飼料作物	〃	-	100.0	-	5.3	52.0
		放牧地	〃	-	-	32.8	23.6	-
		その他作物	〃	43.9	41.8	7.4	-	32.0
		繁殖雌牛	頭	-	-	63	70	-
		粗飼料	TDN-t	-	-	-	-	299
		濃厚飼料	〃	-	659	-	-	185
		経営面積	ha	109.7	189.9	45.2	28.8	73.0
		適用可能面積	ha	20,321	44,672	34,299	34,299	54,061
カバー面積		〃	16,257	35,738	27,439	27,439	43,249	
成立すべき経営体数		経営体	148	188	784	2,603	592	

資料：各中核的営農モデルの計測結果による。

注：1) 部門構成等は各章で最終的に提示されたモデルの計測結果に従っているが、平地水田飼料作経営モデルについては第 7 章表 5 のモデル⑩の数値に従っている。飼料作物ケールの日本での普及・定着の可能性については、現時点で不確定要素が多いと判断したためである（詳細は第 7 章参照）。

2) 二毛作等の関係上、部門別土地面積の合計（＝延べ面積）が経営面積と一致しないモデルがある。

3) 耕畜林複合経営と肉用繁殖牛経営の両モデルでも飼料は生産されるが、その生産量は示していない。それらは経営内で需要されるので、中国地方における経営体間の飼料需給に基づくバランスを評価する際は考慮する必要が無いためである。

4) 耕畜林複合経営モデルの放牧地面積と経営面積には林間放牧地 10.2ha が、肉用繁殖牛経営モデルのそれらには里山放牧地 18.3ha が含まれる。

5) 適用可能面積は表 1 参照。

6) カバー面積＝適用可能面積×0.8（中核的営農モデルが適用可能面積の 8 割をカバーすると想定）。

7) 成立すべき経営体数＝カバー面積／経営面積。ただし、耕畜林複合経営モデルの経営面積（分母）については、表示された経営面積 45.2ha から林間放牧地 10.2ha（上記注 3）参照）を差し引いた 35.0ha を、肉用繁殖牛経営については 28.8ha から里山放牧地 18.3ha（同）を差し引いた 10.6ha を用いて、成立すべき経営体数を推計した。

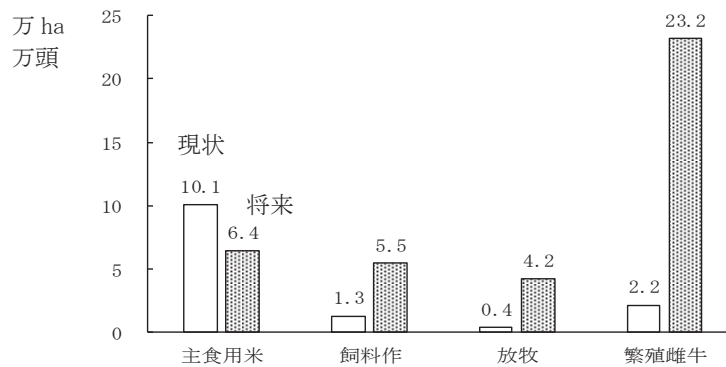


図1 土地利用・繁殖雌牛飼養頭数の変化（現状 v.s. 将来ビジョン）（中国地方）

資料：以下注参照。

注：1）現状の数値は以下による。

- ・ 主食用米：農林水産省『作物統計』（2018年）の「主食用米」。
- ・ 飼料作物：同上書（2017年）の「飼料作物計」（水田作付分）。
- ・ 放牧：農林水産省『農林業センサス』（2015年）の「耕地以外で採草地・放牧地として利用した土地」（農業経営体）。
- ・ 繁殖雌牛頭数：同上書の「子とり用めす牛」。

2）将来ビジョンの数字は、表2に示された中核的営農モデル1経営体当たりの部門別面積・頭数×成立すべき経営体数で求めた。なお、主食用米については、5つの中核的営農モデルがカバーしない2割の水田面積（30,671ha）も加えている（「担い手」経営がカバーしない水田では全て主食用米を作付けると仮定）。

表3 飼料需要量の推計（中国地方）（年間）

部門			酪農		肉用牛	計
畜種			乳用牛成牛		繁殖雌牛	
飼養頭数			頭	45,400	93,600	26,000
飼料 需要量	粗飼料	TDN-	2,262	-	1,200	
	濃厚飼料	kg/頭	1,858	2,252	300	
計	粗飼料	TDN-	103	-	31	134
	濃厚飼料	千 t	84	211	8	303

資料：飼養頭数は農林水産省『畜産統計』（2018年）、畜種別の飼料需要量（年間・1頭当たり）は中央畜産会『日本飼養標準』（肉用牛）（乳牛）による。

注：肥育牛には粗飼料として稲ワラが必要だが、それは生産された飼料というよりも食用米生産の副産物であるため、その自給率は将来ビジョンでも現状が維持されると仮定し評価対象とはしなかった。

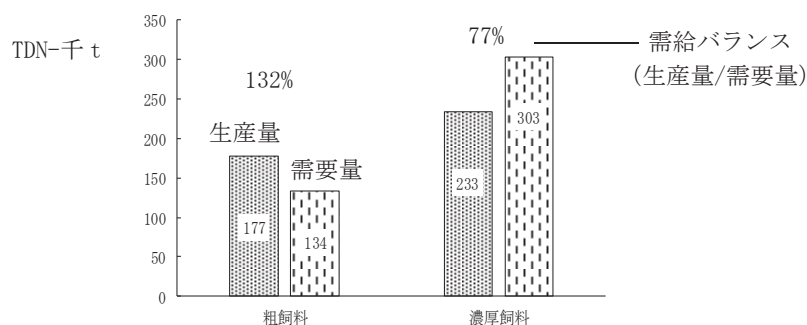


図2 将来ビジョンにおける飼料需給バランス（中国地方）

資料：表2、表3に基づき作成（詳細は本文参照）。

注：第2節2）で述べた通り、中小家畜は評価対象にしていない点は留意する必要がある。

4. むすび

最終章となる本章では、中国地方を分析対象に、中核的営農モデルが農地面積の大宗を占める農業構造すなわち将来ビジョンが実現した場合の状況を、土地利用状況と飼料需給バランスの2点からセミマクロ的評価を行った。土地利用状況は、主食用米の作付面積が6割の水準に減少する一方、飼料作と放牧面積、繁殖牛飼養頭数は4～11倍になると推計され、米の消費減・畜産物の消費増という食料消費構造と整合的な方向に変化することになる。飼料需給バランス（需要量/生産量）は、粗飼料については過剰となるが、濃厚飼料は77%と推計され、濃厚飼料と飼料自給率の向上、それを通じた食料自給率向上が期待できる可能性が高い。したがって、5つの中核的営農モデルが中山間地域を中心として中国地方以外にも展開するなら、我が国全体の食料自給率が向上する可能性がある。この意味で本研究で策定された中核的営農モデルとそれらの展開により実現される中山間地域農業の将来ビジョンは有効なものといえる。

一方第1節で述べたように、農業生産活動による産出額や付加価値額、所得額、雇用創出効果等の経済的な視点からの評価は分析の対象外とせざるを得なかった。付表には、分析の対象外とした施設野菜作およびカンキツ作の2つの中核的営農モデルを含め、各モデルの経済的指標等を整理している。同表には基幹労働力1人当たりの管理農地面積等、中山間地域で特に重要となる資源管理能力に関する評価軸も加えている。異なった特徴をもつこれらの中核的営農モデルが展開した場合、経済的評価軸が現状と比べどのように変化するか、あるいは耕作放棄地面積がどう変化するかを評価し、将来ビジョンの有効性を検証する作業も重要である。この点は残された課題としたい。

〔注〕

- 1) その難点は第1に、野菜作およびカンキツ作の中核的営農モデルが適用可能な農地属性の設定、第2に本研究で取り上げなかった部門の扱い、の2点に関連してくる。

第3～9章で策定した7つの中核的営農モデルが農地面積の大宗を占める状況を想定するには、適用可能な農地の属性をモデルごとに設定する必要がある。第2節1)で述べるように、土地利用型の5つの中核的営農モデルについては、圃場条件の不利度や基幹部門の粗放度に応じた設定が比較的容易なのだが、野菜作やカンキツ作についてはそうした基準を見出すのは容易ではない。そうすると、将来ビジョンにおいて野菜作やカンキツ作の中核的営農モデルがどの程度展開すべきなのかを想定することは難しい。したがって中核的営農モデルが農地面積の大宗を占めるに至った将来ビジョンにおいて、中国地方全体としての農業産出額等がどうなるのかを推計することも難しい、というのが難点の1点目である。

難点の2点目は、本研究で中核的営農モデルの基幹部門として取り上げなかった部門の将来の展開状況をどう想定するか、ということである。本研究では、水田作のあり方の抜本的見直しの必要性や中国中山間地域の産地形成等の観点から、7つの中核的営農モデルを策定したが、そこには施設トマト以外の野菜作、カンキツ作以外の果樹作、酪農等を基幹部門とする中核的

営農モデルは含まれない。しかしながら、将来ビジョンにおいて、中国地方全体としての農業産出額等がどうなるのかを推計するには、本研究では取り上げなかった部門を基幹とする中核的営農モデルも策定し、それを考慮した評価をすべきであろう。以上は残された課題としたい。

- 2) 農林水産省『農林業センサス』（2015 年）によると、中国地方の「田」の面積割合は 82.4%である（農業経営体に関する数値）。
- 3) 農業地域類型区分の定義は、農林水産省『農林業センサス』（2015 年）（農山村地域調査報告書）の「利用者のために」（p. 14）参照。
- 4) 農林水産省^[1]によれば、「全農地面積の 8 割が担い手によって利用される農業構造を目指す」（p. 2）という。
- 5) 耕畜林複合および肉用牛繁殖の両中核的営農モデルにも飼料作部門はあるが、そこで生産された飼料は経営内で消費されるので、中国地方における経営体間の飼料需給に基づくバランスを評価する際には考慮しない。
- 6) 農林水産省『食料需給表』（2014 年概算値）による（純国内自給率、TDN 重量ベースで計算）。なお、同統計では中国地方を含む地域別の飼料自給率は示されていない。

〔引用文献〕

- [1] 農林水産省「農業構造の展望」農林水産省『食料・農業・農村基本計画』、2015 年。

付表 中核的営農モデルの横断比較

該当章_モデル名	3_稲・麦・大豆・野菜作	4_稲・飼料・野菜作	5_耕畜林	6_肉用牛繁殖	7_平地水田 飼料作	8_施設野菜 作	9_カンキツ 作
経営面積	ha	109.7	189.9	45.2	28.8	73.0	1.0
作付延べ面積	〃	109.7	189.9	61.5	34.1	116.0	1.0
農業産出額	万円	15,465	15,903	4,572	3,055	10,272	4,200
付加価値額	〃	9,931	7,938	2,707	1,898	3,579	2,198
専従者所得	〃	7,560	5,895	2,211	1,610	2,660	1,768
農地管理面積	ha/人	9.1	27.1	15.1	14.4	18.3	0.5
土地利用効率	%	100.0	100.0	136.0	118.2	158.9	100.0
食料	千kcal/人	146	167	83	0	192	0
農産物	千kcal/10a	159	61	55	0	105	0
生産力	TDN-t/人	-	94.2	-	-	121.0	-
飼料	TDN-t/10a	-	34.7	-	-	66.3	-
農業産出額	万円/人	1,289	2,272	1,524	1,528	2,568	2,100
収益力	万円/10a	14.1	8.4	10.1	10.6	14.1	420.0
所得	万円/人	630	842	737	805	665	884
	万円/10a	6.9	3.1	4.9	5.6	3.6	176.8
							35.2

資料：中核的営農モデルの計測結果（第3～9章）に基づき作成。

注：1）各数値は各章で最終的に提示されたモデルの計測結果に従っているが、平地水田飼料作経営モデルについては、第7章第5表のモデル⑩の数値に従っている。飼料作物ケールの日本での普及・定着の可能性については、現時点で不確定要素が多いと判断したためである（詳細は第7章参照）。

2）「農地管理力」等における1人当たりとは、専従者1人当たりの意味（臨時雇用は含まない）。

3）「農産物生産力」の「食料」のカロリーは、文部科学省『日本食品標準成分表』（2015年版）に基づき計算した。

近畿中国四国農研農業経営研究 (No.1～26)

西日本農研農業経営研究 (No.27～33)

資料番号	課 題 名	担 当 者	発表年次
No. 1	食品産業と連携した地域農業の展開	藤田 武弘 中村 隆 日下 光司 金銅 俊二	2002. 2
No. 2	地方中核都市と中山間農業の共存 ー都市に近接した中山間農業のあり方ー	永井 誠治 小林 征士 水船 明子	2002. 3
No. 3	中山間地域における担い手の創出と経営戦略 研究報告	辻 和良 光定 伸晃 棚田 光雄 恒川 磯雄 藤井 吉隆 大西 力 井上 憲一 加藤 雅宣 古川 満	2003. 2
No. 4	特別栽培農産物のマーケティング	三谷 誠次郎 高力 政寿 高橋 太一	2003. 2
No. 5	中山間地域における集落活性化方策の評価及び地域 経済に及ぼす効果の解明 研究報告	星野 敏 原 裕美 迫田 登稔ほか 黒瀬 真 玖波井 邦昭 諫山 俊之ほか 高橋 太一	2003. 12
No. 6	地域農業の多様な担い手の確保・定着支援方策の解 明 特別講演 研究報告	新居 義治 秋月 学 丸川 潤子 黒田 智美 棚田 光雄	2004. 2
No. 7	耕畜連携システムの実態と課題 ー飼料用稲の生産・利用ー	棚田 光雄 恒川 磯雄 堀江 達哉 井上 憲一	2004. 3
No. 8	地域特性に応じた地産地消の高度化・展開方向の解 明 研究報告	田中 秀樹 橋川 正治 内藤 重之 平岡 美紀 松本 功 室岡 順一ほか 山本 晃郎 尾島 一史ほか 瀧 広志	2004. 9

No. 9	中国地域における飼料用稲を基軸とした耕畜連携の展開 —水田転作転換下の動向と課題—	恒川 磯雄 井上 憲一 棚田 光雄 宮本 誠 大呂 興平 藤本 高志 堀江 達哉	2005. 6
No. 10	生産者及び都市住民のニーズに対応した農地利用のあり方の解明	酒井 富夫 小林 典幸 出水 正紀	2005. 9
No. 11	環境保全型農業の経営的評価と支援方策の解明 研究報告	胡 柏 千光士 啓 尾島 一史ほか 熊本 昌平ほか 高橋 太一 足利 幸 室岡 順一 堀江 達哉	2005. 10
No. 12	農産物直売所の果たす機能・役割の高度化方策の解明 特別講演 研究報告	古川 充 大浦 裕二ほか 原田 節也 迫田 登稔ほか 島 義史	2006. 1
No. 13	中山間地域の農地保全にむけた LLP 制度適用のメリット及び可能性の調査研究 特別講演 研究報告	森 剛一 加藤 克明ほか 竹山 孝治 藤井 吉隆ほか	2006. 3
No. 14	集落営農の育成・展開と地産地消の活性化	棚田 光雄 高橋 太一 藤井 吉隆 竹山 孝治 遠藤 祐子 白石 一剛 山本 和博 河野 章 石々川英樹	2006. 4
No. 15	飼料用稲生産における新技術導入の経営評価と中山間地域の組織化対応 —耕畜連携の定着条件に関する考察— 研究報告	堀江 達哉 棚田 光雄 恒川 磯雄 加藤 克明 山本 善久 辻 和良ほか 佐藤 孝治	2006. 12
No. 16	農業・農村の多様な機能の活用を目指した活動の実践と課題の抽出	室岡 順一 原 珠里 澁谷 美紀ほか 平岡 美紀 加藤 克明	2007. 3

No. 17	集落営農組織の育成と強化を支援するシステムの開発 個別研究報告	前山 薫 藤井 吉隆 加藤 雅宣ほか 山本 善久 橋新 耕三 高橋 太一	2007. 11
No. 18	新規参入における経営支援方策の解明 研究報告 調査報告	島 義史 山本 善久ほか 吉田 晋一 久保 雄生 安武 正史 渡部 博明 齋藤 仁藏 棚田 光雄	2008. 12
No. 19	夏秋トマトの施設栽培に関する産地ニーズの解明	室岡 順一 山口 寛直 諫山 俊之 齊藤 昌彦ほか	2009. 3
No. 20	合意形成・潜在ニーズ把握にむけたテキストマイニングの活用 個別研究報告	川上 秀和 磯島 昭代 室岡 順一 山本 善久ほか	2009. 11
No. 21	集落営農の新たな展開に向けて 個別研究報告	森本 秀樹 北野 剛志ほか 高橋 一興 竹山 孝治ほか 橋新 耕三 吉田 晋一ほか 山本 善久ほか	2010. 12
No. 22	農業・農村の6次産業化による地域農業の振興 個別研究報告 報告	後 由美子 林 寛子ほか 河田 員宏 室岡 順一ほか 山本 善久 竹山 孝治ほか 川上 秀和	2011. 12
No. 23	新規参入における就農の実態と定着支援のあり方 個別研究報告 研究報告	澤田 守 今井 裕作 相川 陽一 浅野 峻介ほか 山本 善久ほか 林 寛子ほか 渡部 博明ほか	2012. 12
No. 24	6次産業化（農商工連携）の取組実態と展開方向	河野 恵伸 堀江 達哉	2014. 2

	個別研究報告	竹山 孝治ほか 棚田 光雄 山本 善久ほか 吉田 晋一ほか 戸川 博行ほか	
No. 25	ニーズ把握を起点とした農産物のバリューチェーン構築 個別研究報告	佐藤和憲 齋藤仁藏 山本善久ほか 山本善久	2015. 2
No. 26	農村活性化における多様な担い手とネットワークの現状と課題 個別研究報告 研究報告	小林俊夫 山本善久ほか 久保雄生ほか 大室健治ほか 山本善久 高木和彦ほか 棚田光雄ほか	2016. 3
No. 27	中山間地域の担い手経営における人材の育成・定着に向けた対応 個別研究報告	田中里志 高橋一興ほか 田口光弘 山本善久ほか 齋藤仁藏ほか 園田敬太郎ほか	2017. 3
No. 28	野菜作等を取り入れた複合化による大規模水田作経営の収益向上の可能性と条件 個別研究報告 研究報告	千田雅之 藤井吉隆ほか 福原昭一 坂本英美 吉田晋一 大室健治 棚田光雄	2018. 3
No. 29	土地利用型肉牛生産の持続的発展に向けて	佐藤宏弥 永松英治 春日純生 小野今朝則 リチャード・モリソン 木村信熙 レベッカ・ヒクソン	2018. 10
No. 30	中山間地域農業の新たな販売対応と地域活性化	香月敏孝 山藤 篤 小久見正人 山本善久 河田員宏 千田雅之	2019. 3
No. 31	ニュージーランドにおける放牧型肉牛経営の生産管理	梅本 雅 奥山孝明 安井 正 青山 郷 竹山孝治ほか	2019. 12
No. 32	水田作経営における圃場生産履歴を含む営農情報の活用方法 個別研究報告		2020. 2

No. 33	研究報告 中山間地域農業の将来ビジョンの策定 ー中国地方を対象にー	渡部博明 渡部博明 坂本英美 大室健治 千田雅之 堀江達哉 笠原賢明 中本英里 棚田光雄	2020. 3
--------	---	--	---------

西日本農業経営研究 編集委員

千田	雅之	尾島	一史
坂本	英美	渡部	博明
斎藤	仁蔵	堀江	達哉
大室	健治	中本	英里

西日本農研農業経営研究 第 33 号

2020 年 3 月 発行

発行者 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
西日本農業研究センター（社会科学系研究分野）
〒721-8514 広島県福山市西深津町 6-12-1
印刷所 株式会社デルタプリント

Western Region Agricultural Research Center
RURAL ECONOMY RESEARCH

No.33

Development of the Future Vision of Agriculture in Mountainous Areas

Hiroaki WATANABE

Chapter 1 Purpose and Methods of this Study

Hiroaki WATANABE

Chapter 2 Sketch of the Future Vision of Agriculture in Mountainous Areas

Hidemi SAKAMOTO, Kenji OMURO

Chapter 3 Paddy Management Model of Rice, Naked barley, Soybean
and Vegetables

Hiroaki WATANABE, Hidemi SAKAMOTO, Masayuki SENDA

Chapter 4 Diversified Farm Model for Rice, Fodder and Vegetables

Masayuki SENDA

Chapter 5 Diversified Farm Model for Rice, Beef Cattle, and Forestry

Masayuki SENDA

Chapter 6 Pasture based Beef Cattle Breeding Model

Masayuki SENDA

Chapter 7 Fodder and Rice Farming Model on Paddy Fields

Tatsuya HORIE, Yoshiaki KASAHARA and Eri NAKAMOTO

Chapter 8 Management Model in Protected Horticulture of Tomato

Mitsuo TANADA, Hiroaki WATANABE

Chapter 9 Citrus Farming Model

Hiroaki WATANABE, Hidemi SAKAMOTO, Masayuki SENDA

Chapter 10 Semi-Macro Evaluation of Future Vision of Agriculture
in Mountainous Areas

March, 2020