

第2章 北陸研究センターにおける水田作経営に転換畑・露地野菜導入を試みる実証研究と経営的評価

農研機構中央農業研究センター 塩谷幸治

第1節 北陸研究センターにおける水田作経営に転換畑・露地野菜導入を試みる実証研究の概要

北陸研究センター（旧北陸農業試験場時代含む）では、水稻－大麦－大豆2年3作体系である水田輪作体系確立に向けてさまざまなコスト低減を目指した技術開発を実施してきた。その一方で、所得確保の観点から収益性の見込める露地野菜の導入に係る現地実証試験も同時に課題化された時期がある。その中で、水田輪作の関係で筆者が経営的評価を担当した現地実証型プロジェクト研究、水田転換畑に係る作物大麦・大豆・露地野菜導入について、報告者が関与してきた研究課題はスライド1のように整理される。

北陸研究センターの水田転換畑に係る実証型研究の課題の状況

| 西暦 | 平成 | 研究課題 |
|------|-----|------------------------------------|
| 1997 | H9 | 地域総合研究(長期固定転換畑) (キャベツ-大豆-大麦) |
| 1998 | H10 | |
| 1999 | H11 | 注)水田輪作(水稻-大麦-大豆2年3作体系は短期輪作圃場として整理) |
| 2000 | H12 | |
| 2001 | H13 | |
| 2002 | H14 | |
| 2003 | H15 | 大豆300A(収量300kg/10a、品質A) |
| 2004 | H16 | |
| 2005 | H17 | |
| 2006 | H18 | 野菜高度化(エダマメ) |
| 2007 | H19 | |
| 2008 | H20 | |
| 2009 | H21 | 担い手プロ(水灌・大麦・大豆コスト低減) |
| 2010 | H22 | 水田産力3系(フォアス) + 1年延長 |
| 2011 | H23 | |
| 2012 | H24 | |
| 2013 | H25 | |
| 2014 | H26 | |
| 2015 | H27 | 革新プロジェクト-北信越コンソーシアム |

出前技術指導

この2つが報告対象

スライド1

本章では今回の九州沖縄フードシステム推進部会経営研究会のメインテーマ（園芸作物の導入）に照らして水田転換畑における露地野菜作導入の実証研究に限定して報告する。

北陸研究農業試験場（現北陸研究センター）が過去水田転換畑に露地野菜作の導入を検討した実証研究は2つある。1つめは地域先導技術総合研究「多雪地帯重粘土水田における畑作物・野菜を組み込んだ転換畑輪作技術の確立（平成9～13年）」（以下、「地域総合（キャベツ）」と略す）、2つめは「北陸特有の環境条件に即した野菜安定生産技術の開発（平成18～20年度）」（以下、「野菜高度化（エダマメ）」と略す）である。前者はいわゆる地域総合－地域基幹で複数県が別課題で参画しているが、本報告では報告者が直接担当した課題に限定する。また後者は競争的資金で複数県が別課題で参画しているが、これも報告者が直接担当した課題に限定する。

実証研究で求められた経営評価の指標と主な導入技術

<経営評価の指標>

○露地野菜(キャベツ、エダマメ)を扱った2つの実証研究では、主に「収益性効果」であった。

なお、これに対して、報告者が関与した水田輪作(水稻・大麦・大豆)の実証研究の場合、主に、各作物の費用低減効果が主に求められた(スライド1の実証研究一覧参照)

<想定された主な導入技術>

- 地域総合「キャベツ」
浅層暗渠・重粘土耕うん畝立て技術・動カクローラ汎用利用等
- 野菜高度化(エダマメ)
耕うん同時畝立て播種技術の高度化+慣行収穫体系

スライド2

2つの実証研究では、経営的評価として水田作経営に露地野菜（用途は主食用）を導入した場合の収益性効果の計測と開発技術の導入条件等が求められた（スライド2）。

以下では、これらについて、各実証型研究の現状と課題と経営的評価上の課題を整理・紹介する。具体的には、経営研究者（社会科学分野）と技術系研究者（自然科学分野）の主な議論を紹介し、また経営的評価への要請やそれへの対処方法等に触れる。加えて、地域総合（キャベツ）では経営研究者側から技術系研究者に要請した追加試験もあるので、その技術研究者側の対応も紹介する。

第2節 地域先導技術総合研究「多雪地帯重粘土水田における畑作物・野菜を組み込んだ転換畑輪作技術の確立（平成9～13年）」における議論の現状とその対応

北陸農業試験場が水田転換畑で露地野菜に取り組む現地実証研究としては最初の試みであった。その

ため、プロジェクトの開始前には相当な議論を行っている。旧農業経営研究室に残された当時の議論の内容と中間評価年以降報告者が直面した問題を中心に紹介する。本プロジェクトの目標を簡単に要約すると、水稻・大麦・大豆を基幹作物とする大規模水田作経営（50ha 規模）に主食用露地野菜（キャベツを一定面積導入し、一定の所得確保につながる体系化技術の開発といえる。

1) 実証研究に係るさまざまな議論とその対応

(1) 地域総合開始前における議論

地域総合研究の主食用露地野菜の具体的な品目として、夏秋どりキャベツが選定された。キャベツを選定した理由は、①北陸多雪重粘土地域で、基幹作物の水稻・大麦・大豆と作業競合しない時期に、導入野菜の播種・移植時期や収穫時期が想定できる作型があること（農閑期の夏場に移植し、大豆作の終了後に収穫可能）、②キャベツは露地野菜の中でも、栽培の経験が少なくてもトライアルクロープとして栽培上失敗するリスクが比較的小さいとの認識が技術系研究者にあったことにある。

研究を課題化する前のこの段階での事前会議や打ち合わせで経営研究者側から主に以下2つの意見が出された。

①北陸地域（多雪重粘土）では大規模に水稻—大麦—大豆2年3作という水田輪作体系の展開を目指す経営体に露地野菜作を導入すること自体が厳しいのではないかと

②大規模水田作経営の場合、育苗ハウス跡地利用で小規模に野菜栽培を実施するのが現実的な対応といえるのではないかと

以上のことから、水稻—大麦—大豆2年3作という水田輪作体系とは別に「長期転換固定畑（一定年数転換後、復田することを前提）」（以後（ ）内は省略し「長期転換固定畑」と略す）においてキャベツ—大豆—大麦を畑輪作する設定となった。

(2) 地域総合開始前における議論を踏まえた課題の整理

水稻—大麦—大豆2年3作という水田輪作体系は、「長期転換固定畑」と区別するため「短期輪作ほ場」と位置づけ、その成立を前提に実証研究を実施する。すなわち水稻—大麦—大豆2年の実証研究は実施しない。

実証研究の対象は、一定期間固定転換する畑輪作圃場「長期転換畑」のみに限定する。北陸農業試験場内で「キャベツ—大豆—大麦」を栽培する畑輪作圃場を設定・試験する。場内試験結果の結果から見込みのある技術を現地実証試験地圃場（新潟県旧西山町の水田作経営の実証圃場）に持ち込む。

3つのキーテクとして、①浅層暗渠（本暗きよと浅層暗きよを併用した用排水制御技術）、②重粘土耕うん畝立装置（重粘土で野菜を移植するのに適した碎土率を実現するアップカットロータリを利用する耕うんと畝立て同時実施する作業機）、③動力クローラ運搬車の汎用利用（主に圃場から収穫物の搬出など）があった。

(3) 実証研究中に明らかになった主な課題とその対処状況

当時、キャベツ栽培に知見のある研究者が少ない状況で実証試験が進行する中、様々な課題が発生した。それら課題に対して、その都度に対応したのが現実であり、実証研究期間中にプロジェクトチーム（主に作業技術担当者）と経営研究担当者（報告者）が追加調査や追加試験へ取り組むことが少なかった。

以上のうち主な課題とその対処方法を表1に整理した。

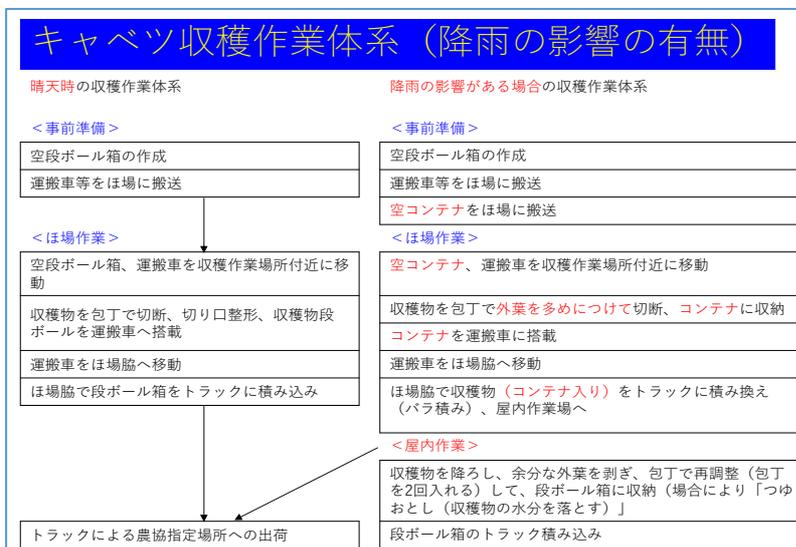
表1 実証研究中に明らかになった課題とその対処方法など

| 課題 | 対処方法等 |
|---|--|
| ① 「長期転換畑後、復田する予定年数」は想定なし。 | 場内の農業土木の専門家の意見による「暗渠効果の消失年」と設定。(キーテクの浅層暗渠の敷設年数に影響 → 物材費に影響) |
| ② 開発技術体系の比較対照である「慣行体系」の想定がない | 比較的粘土割合が高い水田転換畑でキャベツを栽培している経営の紹介を、新潟県園芸研究センターにプロジェクトの趣旨を説明した上で依頼。 結果、平均的な水田複合経営(水稻+キャベツ等露地野菜)を紹介して頂く。 その上で慣行体系の作業調査(晴天時収穫を現認・タイムスタディ)と経営調査を実施。作業技術担当者と経営評価担当で実施。 |
| ③ 「圃場内での生産から収穫まで」しか試験が想定できないという現実。 主食用でLサイズで選択収穫する認識はあったが、「10kg段ボール箱詰」して出荷するといった収穫後のコールドチェーンを含めた想定がない。 | ②と同様、作業技術担当者と経営評価担当で追加調査(後述する⑤「降雨どり」は聞き取り調査) 収穫後の流通・販路に関しては経営評価担当が実施。県内の卸売市場や上記で紹介された農家や関係機関に調査実施(電話調査を含む) |
| ④ 「販売先の想定なし(地場市場販売か都市圏出荷販売か等の想定なし)。 | ○「収穫以降の作業体系」→作業能率や労働時間に影響 ○「キャベツの出荷荷姿」→販売単価・数量に影響 |
| ⑤ 「降雨どり」;晴天時以外に降雨時も収穫実施、その場合の作業工程は想定外 | 「降雨どり」の再現試験 経営評価担当が②の慣行体系農家から降雨時の収穫の手順を聞き取り、その上で作業能率を計測するため、北陸試験場内で作業技術担当者が多数の業務科職員を動員して実施 |

これらの課題の中で、北陸農業試験場で最も労力を要したのが、慣行栽培の作業調査(経営調査時に実施)中にその存在が判明したキャベツの収穫時に降雨があった場合の対応、通称「降雨どり」である。太平洋側のキャベツ主産地では作業効率のよい晴天時のみ収穫するのが主流である。北陸のような「降雨どり」は基本的には実施しない。この「降雨どり」に関する追加調査等が、実証試験と同時並行となった。またキャベツの慣行栽培(「降雨どり」を含む)を行う農家は北陸農業試験場や現地実証試験地の近隣にはなく、新潟県園芸研究センターに紹介していただいた秋に収穫する作型がある露地野菜農家は同じ新潟県内でもかなり遠方で、調査として何度も通うことは現実的に困難であった。また当然だが

必ずしも「降雨どり」を直接現認する形で作業調査できるという保証もなかった。そこで、作業技術担当者と共同でその慣行農家の作業手順を聞き取り、北陸農業試験場で多数の業務科職員の協力を得て再現試験を実施した。

その晴天時収穫と降雨時収穫の作業工程はスライド3のとおりである。また実際の晴天時収穫と降雨どりの再現試験の状況を写真掲載した(この章の最後)。



スライド3

(4) 現地実証研究における技術の経営的評価で工夫した点

ア 中間評価年までに対応するよう評価委員から指摘があった事項とその対応

地域総合で経営評価手法と工夫で考慮した点(1)
(評価委員からの指摘)
「作業リスク(降雨リスク)」を考慮したモデル分析で事前評価するよう指摘(中間評価年までに対応必要)

(対応)降雨リスクを踏まえた機械稼働制約を考慮
労働競合が発生するキャベツ収穫時期(3作型・収穫時期:10月中旬、10月下旬、11月上旬収穫)において、降雨により作業可能時間が影響を受ける機械作業として「10月中旬の大豆収穫作業及び10月下旬の大麦事前耕起作業」を想定(1989~1998年の年次ごとに計算)。



スライド4

地域総合で経営評価手法と工夫で考慮した点(2)
具体的な対応(モデル構築にあたっての工夫)
線形計画モデルの初期単体表での制約式に主要機械の稼働制約を考慮するため、

①作業可能時間算出に「農業研究センター開発のFAPS搭載のamedas.exeを使用。

②判定基準(作業限界降水量)に「重粘土質転換畑における作業可能降水量(H9「高生産生水田輪作営農技術評価—重粘土転換畑における作業可能時間の推定—」北陸農試・総研2チーム)を利用。

以上で「試算した作業可能時間」を線形計画モデル(XLP利用の初期単体表)に考慮。

スライド5

③以上で「試算した作業可能時間」を線形計画モデル(XLP利用の初期単体表)に設定した。

なおFAPSの直接利用も一考したが、次の理由からXLPを利用した。①既にXLPでモデル(単体表)が一定程度構築済みだったこと、②FAPSが自動作成するモデルが「妥協的実行可能領域」を前提とする目標計画モデルであったこと、③自前で単体表の修正工夫が必要な要素があったこと、である(スライド5)。

3) 地域総合研究における経営的評価の概要

地域総合研究における経営的評価の詳細(モデル構築の前提やモデルの概要、経営的評価の結果等)は塩谷幸治¹⁾を参考にされたい。合わせて経営的評価の総括ともいえる成果情報²⁾のURLを掲載する。なお、課題の実施が10年以上前であるので、制度与件がかなり変わっており、収益性等の数值は当時に通用するのみであることに留意していただきたい。

掲載URLは<http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/narc/2001/common01-09.htm>

4) 小活 ー地域総合研究参画から報告者が感じたことなどー

(1) 栽培・栽培環境分野研究者の現地実証試験への参画の重要性

キャベツの夏場移植体系(半自動型移植機)+秋どり収穫(手収穫体系+一部動力搬出にクローラ利用)、また移植前の畝造成技術に「耕うん同時畝立て作業機」利用という形でキャベツの作業体系は概ね体系化できたものの、現地実証試験の中で、経営的評価担当者(報告者)が指摘し、議論となって残された留意事項は以下のとおりである。

①20a 圃場を1枚で現地実証試験しているが、夏場の暑い時期には移植後灌水(半自動型移植機のオプションで移植直後に灌水を実施)を継続的に実施する必要がある。移植直後の灌水以降の灌水を

中心とする栽培管理に関しては、次のような議論が残った。

この灌水チューブを移動敷設しながら灌水管理するということが試験場内では決着した。しかしながら、課題で設定された 2ha もの栽培管理（特に、灌水の管理）をするとすると、酷暑である夏場にキャベツを順次移植した場合その累計面積 2ha（経営的評価モデル上は採択）は現地実証試験面積の 20a のほぼ 10 倍の作付面積であり、きちんと灌水の管理ができるかという保証に関しては、試験場内圃場や現地実証試験 20a 程度の結果からでは判然としない。実際には現地実証圃場では畝間灌水（U 字溝からの掛け流し）を実施して対応した年次もある。灌水チューブの移動敷設で、課題目標で設定された 2ha の圃場に栽培上合理的な灌水が支障なくできると言い切るには十分な留意が必要である。また、2ha もの作付の場合、与件としての水利権の枠組みでの当初計画の検討も本来は必要である（水田転換畑なので水利権はあるが、当初の水利用の計画段階で申請がないとキャベツの水利用時期に支障の可能性も発生する）。

- ②北陸農業試験場で最初の露地野菜の実証研究であったため、現地実証試験への参画にマンパワーの限界があった点も見逃せない（試験と併行実施なので仕方がない面があった）。体系化試験のためキャベツの栽培管理（灌水等）も必要であることは前述したが、プロジェクトチームのキーテク開発者：作業技術・基盤技術（浅層暗渠敷設）導入提案者：農業土木・経営的評価を行う者・農業経営が、年間数十日現地実証試験に赴くことになり、事実上、栽培分野は明確な担当は置かず、キャベツ栽培等露地野菜に知見をもつ作業技術担当者が兼務していた。試験場内で「品種選定試験」の担当者は存在したが、現地試験で栽培分野の参画はなかった（そもそも不在）。ただし、病虫害分野は問題発生時に対応していただいている。この結果、研究者 3 名に加えて、業務科の担当 2 名、実質 5 名で実証試験を進めることになったが、全分野参画とはいえなかったと報告者は感じている。

（2）地域総合のキーテク「重粘土圃場の碎土率向上技術」の扱いとその後の展開

キーテクのひとつである夏場に水田転換畑の重粘土を野菜用の碎土率を確保しながら耕うんから畝立てまで実施して移植床を造成する「重粘土圃場の碎土率向上技術」は完成度は高かった。が、経営的評価のモデル分析では夏場の農閑期であったので、降雨リスクも労働制約も問題なく、この地域総合（キャベツ）では分析上の隘路にはなりえなかった。そのため経営的評価担当者としてはあまり注目しなかった。しかしながら、本キーテクは、地域総合を延長して実施される水稲と大豆の実証試験及び大豆 300A の技術に応用され、「大豆用耕うん同時畝立て播種技術」として評価されることになる^{注1)}。

第 3 節 北陸特有の環境条件に即した野菜安定生産技術の開発(平成 18～20 年度)

本節では、「北陸特有の環境条件に即した野菜安定生産技術の開発(平成 18～20 年度)」(以下、「北陸野菜高度化事業」と略す)を扱う。競争的資金での応募で複数県が別課題で参画しているが、本報告は報告者が担当した課題(品目は主食用エダマメ)に限定する。

次項以降で詳述するが、まず、野菜高度化事業の現状と課題と経営的評価上の課題を整理・紹介する。その中で、経営研究者への要請事項等を紹介した上で、その経営的評価における工夫・対処方法等に触れる。なお、野菜高度化(エダマメ)に関しては、技術系研究者と経営研究者の間に地域総合(キャベツ)ほどの厳しい議論等はなかった。これは既に

- ①地域総合(キャベツ)での経験が蓄積されていたこと
 - ②地域総合(キャベツ)当時の技術系担当者が一部継続担当したことや豆類に知見のある栽培分野の担当者が増強されたこと
 - ③大豆用耕うん同時畝立て播種作業機があり、その汎用利用・高度化の方向でキーテクが指定できていた
- ことによる。

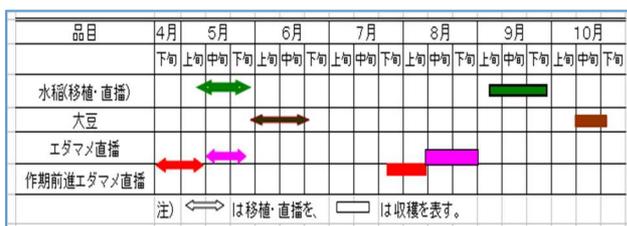
なお、現地実証試験に協力していただく農家として北陸研究センターが立地する上越地域内の水稲と大豆栽培がメインの大規模水田作経営を想定していたため、この野菜高度化事業では水田輪作2年3作体系は実施していない。

1) 実証研究に係るさまざまな議論とその対応

(1) 野菜高度化事業開始前における議論等

野菜高度化事業研究の目標は、水稲と大豆を基幹作物とする大規模水田作経営（50ha 規模）にエダマメを一定面積導入し、収益性を確保するというものであった。

エダマメの選定理由は、①既に大豆用に開発済みで新潟県内を中心に定着しつつある「（大豆用）耕うん同時畝立て（播種）作業機」をエダマメ直播にもそのまま利用できること、②水稲春作業と競合する時期に、エダマメの移植（畝立てしてマルチ移植する場合を含む）があるが、「耕うん同時畝立て（播種）作業機」の高度化と汎用利用で開発される作物期間前進技術（マルチ直播等）に相当の省力性が見込まれること、③収穫調製選別時期を農閑期の7月から8月に設定できるため、エダマメ収穫時期の作業競合はないこと等による。なお、エダマメ収穫時期の作業体系は地域の慣行体系に依拠する。この時期、開発予定のエダマメ作期前進技術を含めて想定された主要品目の播種移植時期と収穫時期の作業競合の想定はスライド6のとおりである。



スライド6

(2) 野菜高度化事業における開発技術の概要と導入効果—技術付加を行う耕うん同時畝立て作業機と汎用利用の導入効果—

主に水稲と大豆を栽培する 50ha クラスの大規模水田作経営が大豆の一部をエダマメ代替して取り組むことを前提とするが、一定面積のエダマメ栽培を確保しないとエダマメ栽培導入に係る初期費用を回収できず、目標の所得増効果が見込めない。そのため、以下の方法でエダマメ延べ作付面積の拡大を図ることとした。

- ①通常のエダマメ直播時期は大豆用耕うん同時畝立て播種作業機をエダマメ直播にも利用
- ②通常の前直播前のマルチ移植する時期に耕うん同時畝立て播種作業機をベースにした開発予定の作期前進技術（マルチ直播と不織布利用の2本立て）で作業を軽減して対応
- ③エダマメ直播とその作期前進技術を組み合わせ

以下順に、開発技術の概要とその導入効果（経営的評価に該当）を紹介する。

☆. 技術付加を行う耕うん同時畝立て作業機と汎用利用の導入効果 —エダマメ直播— (1) —水田作経営がエダマメ作を導入する場合—

① **エダマメ直播はエダマメ移植に比べ省力的**
 耕うん、畝立て、播種を一工程で実施。水稲春作業との競合を軽減。
 <春作業時期の作業時間の比較>
 ○移植・・・育苗管理、圃場準備、移植作業の合計時間は約13時間/10a
 ○直播・・・圃場準備、直播作業の合計時間は約3時間/10a

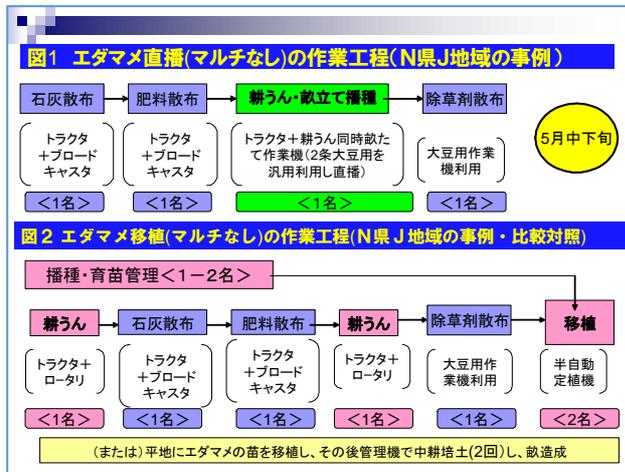
② **既にダイズ用耕うん同時畝立て播種作業機を所有する経営体は、本作業機をそのままエダマメ直播に利用可能。**
 <育苗資材、移植機等が不要（年額約10万円の支出が不必要）。>

③ **ただし、移植・直播とも収穫時期の作業機購入は必要**
 脱莢機、(2粒以上)選別機、水洗機で年額約30万支出。
 導入事例は地域需要の契約栽培と一部関東出荷対応のため、導入経費に計上していない。が、作付規模が大きい場合、「予冷庫等を本格的に設置する場合、その初期投資額は大きい。」

スライド7

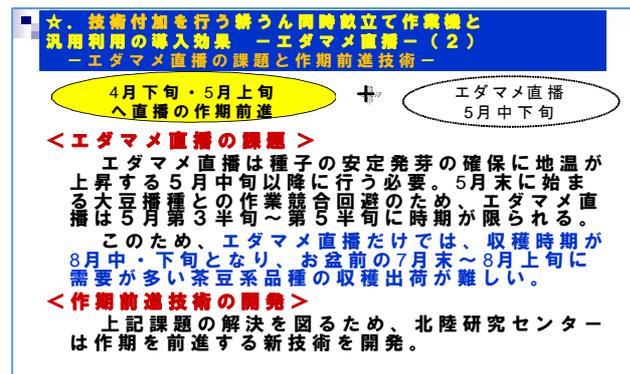
スライド7は、他作物との作業競合軽減のためエダマメ移植栽培の代わりにエダマメ直播（大豆用耕うん同時畝立て播種作業機をエダマメ直播に汎用利用）した場合の省力性と収穫時期（手収穫体系を想定）を含めた初期費用の設定である。

スライド8は、耕うん同時畝立て播種作業機利用のエダマメ直播（図1；マルチなし・不要の時期）とエダマメ移植栽培の慣行栽培（図2；マルチなし・不要の時期）における作業工程の比較である。前者の方が作業工程数を大幅に削減できていることがわかる。エダマメ移植栽培（図2）の作業時間が13時間/10aであるのに対して、耕うん同時畝立て播種作業機利用のエダマメ直播は約3時間/10aまで削減できる。



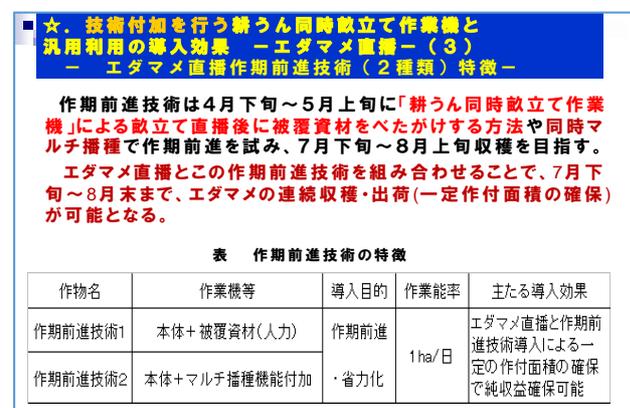
スライド8

入は困難である。そこで、耕うん同時畝立て播種作業機によるエダマメ直播を更に高度化（一技術付加を実施）して、マルチまで同時に実施し、作期を前進させる品種の選定及び播種時期と収穫時期の推定までを技術系研究者が一括して実施した。



スライド9

この課題解決のため、北陸研究センターは作期を前進する新技術（作期前進技術）の開発を目指すこととしたのである。



スライド10

以上は、大豆用の耕うん同時畝立て播種作業機をエダマメ直播にそのまま利用した場合の作業工程の話である。

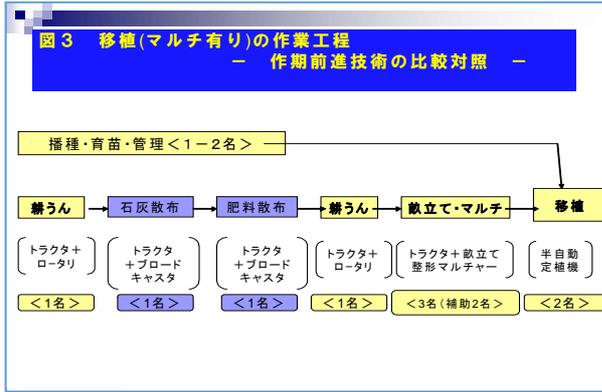
次は、野菜高度化事業の技術系の課題でもある作期前進技術の話である。

北陸研究センターのある上越地域では5月中旬以降はエダマメが直播可能であるが、それまでは畝立てマルチをして移植するのが慣行栽培である。しかしながら、水稻の耕うん・代かきは4月から開始され、5月は田植えのピークである。この時期にエダマメの畝立てマルチ後、移植をする慣行栽培では作業競合が激化し、導

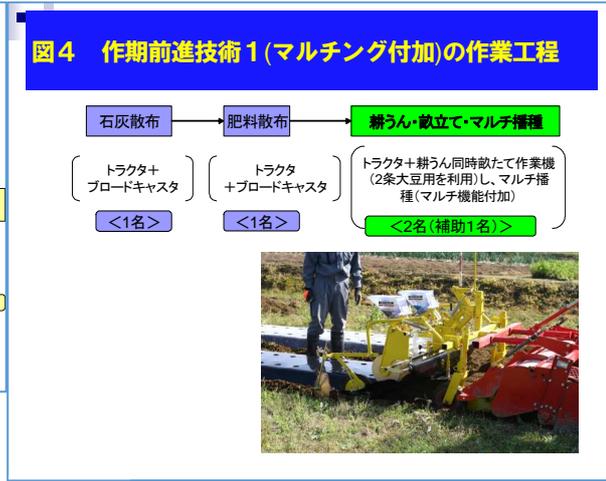
以後、このエダマメ直播の課題と作期前進技術に関して紹介する（スライド9）。

エダマメ直播の課題として、「種子の安定発芽確保のため地温が上昇する5月中旬以降に行う必要があるが、5月末に始まる大豆播種との作業競合回避のため、5月第3半旬～第5半旬にその時期が限られる。このため、エダマメ直播だけでは収穫時期が8月中・下旬となり、お盆前の7月末～8月上旬に需要が多い茶豆系品種の収穫出荷が難しい。」ことが指摘できる。

スライド10では開発した作期前進技術2種類を紹介している。作期前進技術は4月下旬～5月上旬に「耕うん同時畝立て作業機」による畝立て直播後に被覆資材をべたがけする方法と同時マルチ播種で作期前進を試み、7月下旬～8月上旬収穫を目指す。エダマメ直播とこの作期前進技術を組み合わせることで、7月下旬～8月末まで、エダマメの連続収穫・出荷(一定作付面積の確保)が可能となる。



スライド11



スライド12

スライド 11 は慣行栽培である移植(マルチ有り)の作業工程である (比較対照)。
スライド 12 は作期前進技術 1 (マルチング付加)の作業工程である。



スライド13

(参考) 作期前進技術-10aあたり労働時間

表 エダマメのマルチ移植栽培と作期前進技術の10aあたり投下労働時間

| 作業項目 | 周回時間 | 春作業時期の作業 | | | | | | 中耕 | 苗定植 | 手刈り | 水・肥料 | 国境整理 | 合計 | | | | | |
|--------------------|------|----------|------|-----|---------------------------------|--------|------|----|-----|------|------|------|----|------------------|----|----|----|-----|
| | | 石灰散布 | 肥料散布 | 耕うん | マルチ(種こべたがけ)を伴った作業(マルチを伴った作業はなし) | 移植(直播) | 初期除草 | | | | | | | べたがけ(春作業時期の作業合計) | | | | |
| マルチ移植栽培 | 0.2 | 4 | 0.1 | 0.1 | 1 | 7.2 | 6 | - | - | 18.4 | - | - | 1 | 2 | 15 | 68 | 5 | 105 |
| 作期前進技術1(マルチ選播機能付加) | 0.2 | - | 0.1 | 0.1 | - | 3 | - | - | 3.2 | - | - | 1 | 2 | 15 | 68 | 5 | 92 | |
| 作期前進技術2(不織布べたがけ) | 0.2 | - | 0.1 | 0.1 | - | 2 | 0.5 | 3 | 5.7 | 1 | 1 | 1 | 2 | 15 | 68 | 3 | 92 | |

注1) 周囲雑草は春作業時期にはほとんどない。全国的土壌利用が確立している地域では前年秋に施工可能なためである。
 注2) 耕うん同時畝たて播種作業は種子播種も含めて1名で実施可能だが、補助者1名を設定。作期前進技術2はこれに該当する。
 注3) 作期前進技術1は、同時にマルチ作業を行うための補助者(種子播種も行う)を1名設定し、かつ作業機の作業速度は作期前進技術2の約2/3とした。
 注4) 移植と直播の単位倍率は収穫以降の作業時期に影響を与えるが、事例調査(特種作系、800g袋詰)の結果を基に同一と設定。除草機、2輪刈り機、手動計量機、シヤは所有。手刈りに男子3名(うち1名が除草作業)、水・外観運別計量(袋詰・箱詰)などは女性4名で対応。計した時間からこれらの差を労働時間である。
 注5) 国境整理は移植栽培と作期前進技術1がマルチのほき取り時間など、作期前進技術2が不織布をはずす時間などである。

スライド14

スライド 13 は、作期前進技術 2 (+べたがけ (人力による不織布利用)) の作業工程である。
スライド 14 は、作期前進技術とマルチ移植栽培の作業性の比較である。
以上 2 種類の作期前進技術を以下、線形計画法利用のモデル分析で経営的評価する。

☆ 技術付加を行う耕うん同時畝立て作業機と汎用利用の導入効果 -エダマメ直播-(4)
- 水田作経営のエダマメ直播の導入効果 (新潟県J地域の事例を基にしたモデル分析) -

1) モデル経営の現状の設定
経営規模・部門 50ha規模
(水稲35ha転作15haでダイズ作付)

労働力 男子専従者3名、雇用4名

主要機械装備 トラクタ4台、田植機2台(8条)、自脱型コンバイン2台、乗用管理機1台、耕うん同時畝立て播種作業機1台(2条型、ダイズ播種・エダマメ直播)、ダイズ用コンバイン1台。
○エダマメ収穫「手収穫」。エダマメ脱莢機・選別機(エダマメ手収穫体系で1日の収穫面積は4aと設定)など <主要品種の収穫適期は3~4日>

スライド15

☆ 技術付加を行う耕うん同時畝立て作業機と汎用利用の導入効果 -エダマメ直播-(5)
- モデル分析とシナリオ -

モデル経営で転作圃場の一部にダイズに代えてエダマメ直播(作期前進技術を含む)を導入した場合の分析

《ケース1》延べエダマメ直播面積72a
(2品種;湯上がり娘と新潟茶豆、うち作期前進技術で48a)

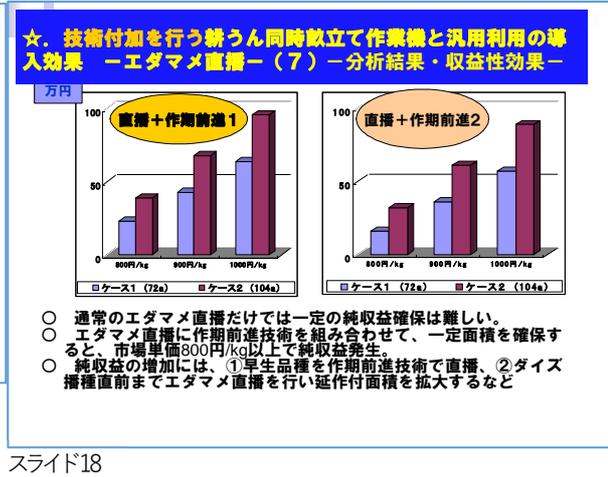
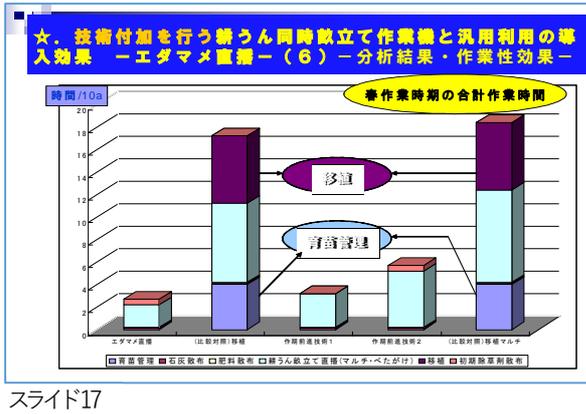
《ケース2》延べエダマメ作付面積104a(ケース1に加えて、庄内系茶豆をエダマメ直播で32a追加播種)

- ・ 作業性効果の分析 投下労働時間の比較
- ・ 収益性効果を分析 市場単価800、900、1,000円/kgで試算(注:新潟茶豆以外の品種の市場単価はその1割減と設定)

スライド16

スライド 15 はモデル経営の経営条件の設定、スライド 16 はモデル分析のシナリオである。

以下に、その分析結果の一部を紹介する。



導入効果はスライド 17-18 のように整理される。省力効果があり、一定の収穫面積を超えると経営体で純収益が発生する。作期前進技術によって若干異なるがエダマメを複数品種段蒔き栽培することで約 1ha 以上述べ作付けし単価 800 円/kg 以上の場合、100 万円程度の純利益が見込める。

なお、モデル上、プロセスに「複数品種の段蒔き」状況は考慮しているがこれは後述する（表 3 参照）。

(3) 実証研究中に明らかになった主な課題とその対処状況

作期前進技術を含むエダマメ直播に関しては、耕うん同時畝立て播種作業機をベースにすることで作業技術的には目処が立っていたが、収穫時期以降の作業体系は実証研究中に作業調査・経営調査で対応することになった。経営分析時の留意事項は表 2 のように整理できる。

表 2 実証研究に対応した主要な解決すべき課題と対処方法等

| 課題 | 対処方法等 |
|---------------------------------------|---|
| ① 作業ピーク「収穫時期」の体系と労働力確保 | 手収穫体系・引き抜き機・ハーベスタなどの収穫技術の設定に関して、実証試験していただいた経営だけでな上越地域での取り組みを作業調査して、最終的に決定 |
| ② 開発技術体系の比較対照である「慣行体系」 | 実証経営の慣行体系を作業調査、一部聞き取り |
| ③ 消費ニーズに応じた出荷荷姿（外観品質、サイズ等）と「コールドチェーン」 | 経営担当の報告者エダマメ部門を確立した実証経営農家の販路先を基に農業支援機関から聞き取りして設定（ただし、地元スーパーとの契約栽培から出発して地道に実績をあげ、様々な販路拡大をしてきたので毎年トレースする必要があった） |
| ④ 水田作経営がエダマメで販路確保の方法 | |
| ⑤ エダマメの呈味鮮度を保持する低温管理技術やコールドチェーンの調査・設定 | ○ 「出荷荷姿」（→販売単価・数量に影響）・最終的には、MA包装利用のコールドチェーンがメイン流通（A品は地元スーパーや関東市場出荷、その他B品は地域の振り売りや居酒屋等で実証経営が開拓した事例を地道に調査） |
| ⑥ 開発技術による（作期前進技術）直播と収穫時期のモデル分析での設定 | 実証経営での試験結果の他、試験場内での作業調査・予測モデルから設定 |

エダマメの収穫技術に関しては、手収穫、引き抜き機かハーベスタ利用（この時点ではエダマメコンバインはなかった）の 3つのパターンがあり、1日あたりの収穫面積、脱莢作業以降を自前でやるか委託するかも含めると多くのパターンが考えられるので、上越地域の複数のエダマメ取り組み事例を早朝から頻りに作業調査した。これにより、収穫作業は手収穫体系の設定、選別から袋詰までの出荷荷姿に

する工程までを農家段階で実施すること。また販路は地元スーパーとの取引契約に加えて、高値の時期には JA 等を通じて関東市場へも販売するという調査結果が得られた。モデル分析における播種－収穫時期の設定は現地実証試験のほか、試験場内試験とそれに基づく予測モデルの結果を利用して設定した（表 3 参照）。

表 3 モデルに考慮したプロセスの基礎となる品種別・播種日別（収穫日別）の状況

| | 品種 | 播種日 | 播種面積 | 収穫日 |
|----------------------|------------|-------|------|----------|
| エダマメのマルチ直播 作期前進技術 | 湯あがり娘(早中生) | 4月25日 | 12a | 7月26-28日 |
| | 湯あがり娘(早中生) | 4月30日 | 12a | 7月29~31日 |
| | 新潟茶豆(中生) | 4月30日 | 12a | 8月2-4日 |
| | 新潟茶豆(中生) | 5月5日 | 12a | 8月5-7日 |
| エダマメ直播 | 新潟茶豆(中生) | 5月12日 | 12a | 8月8-10日 |
| | 新潟茶豆(中生) | 5月18日 | 12a | 8月11-13日 |
| | 庄内5号(中晩生) | 5月12日 | 16a | 8月18-21日 |
| | 庄内5号(中晩生) | 5月18日 | 16a | 8月23-26日 |
| | 庄内5号(中晩生) | 5月24日 | 16a | 8月27-30日 |

注1) 湯あがり娘は茶豆風味の青豆系品種
注2) 播種日と収穫日の関係は、事例調査、試験研究データを基に設定した。
注3) エダマメ収穫物の収穫適期日数は3日を基本と設定した。ただし、中晩生の庄内5号のみ4日と設定した。
注4) 1日4aを収穫、収穫適期日数を乗じ、湯あがり娘と新潟茶豆は1回12a直播、庄内5号は1回16a直播すると設定。
注5) 延べエダマメ作付面積120aである。エダマメ直播で72a（新潟茶豆24a、庄内5号48a）、マルチ直播48a（湯あがり娘24aと新潟茶豆24a）を直播し、作期幅を拡大する。

| エダマメ収穫作業体系の設定 | | | |
|---------------|---------------|------------|--|
| 作業名 | 人員 | 作業機 | 具体的作業内容 |
| 手収穫 | 男子3名 | - | 引き抜き、収穫物を10束づつまとめ、一定量になると軽トラで作業場へ運搬 |
| 脱莢 | (男子1名) | 軽トラ 脱莢機 | 軽トラが作業場にバックで入り荷台から収穫物を脱莢機へ。 脱莢機（男子1名、枝豆もぎとり調整機使用）、枝豆機械選別（2粒以上を選別）、これを経て莢を2つの黄色コンテナに落とす。 |
| 選別 | 従業員 (女子4名) | - | 上記コンテナから網袋に2粒以上の莢を入れて、一定時間冷水につける。 |
| 冷水づけ | | - | 上記コンテナも一定量収穫物が貯まるとそれを水洗い。 水洗いした莢を乾かす。 |
| 水洗い | | 水洗い機 | 上記コンテナも一定量収穫物が貯まるとそれを水洗い。 水洗いした莢を乾かす。 |
| 外観選別 | | - | 外観品質が悪い莢（A品以外）を目視で除去。A品は袋詰めに。 |
| 計量袋詰め | | 秤、シーラー | 1袋300gで計量。袋詰めしたものをシーラーで閉じる。 |
| 運搬予冷 | - | 予冷库 | 20袋（1袋300g）単位で段ボール箱へ入れていく。 段ボール箱が一定ロット数になると、予冷库へ運搬。 |

注) 手収穫（男子3名）後、男子1名が脱莢に回る。収穫してから予冷まで、男子3名、女子4名で対応する。

スライド19

また耕うん同時畝立て播種作業機をベースにした作期前進技術に関しては、上越地域内の水稲と大豆をメインに行う大規模水田作経営で、面積は小さものの比較的スムーズに実証試験に協力していただいた。

以上のうち、経営的評価の担当者として最も労力を要したのが、エダマメの収穫技術とその選別調製・最終的な出荷荷姿を想定したコールドチェーンと販路の設定およびキーテクの対象技術としてのマルチ移植栽培の作業調査であった。

(4) 現地実証研究における技術の経営的評価で工夫した主たる事項

エダマメの実証試験をしていただいた経営体が3か年の間に、調製選別ラインを改良し続けたこと、7月から8月にかけてエダマメの収穫適期が3~4日しかないことから、以下を工夫した。

- ①品種別・播種時期別にエダマメを分割して複数プロセスを立てることになり、この時期はモデルの制約条件を詳細化した。またこれに当たり技術系と詳細なすりあわせをし、丁寧な議論をさせていただいた。
- ②エダマメ作期前進技術の定着条件の分析にあたり、利益係数の離散的パラメータ分析を実施した。これにより複数品種を何アール作付して単価いくら以上で純収益が発生するかを分析している。これを線形計画モデル（XLP利用の単体表）構築に考慮した。

3) 現場向けマニュアルや成果情報での経営的評価に対する要請事項やその位置づけ

野菜高度化事業における経営的評価の概要に関しては、前節で開発技術とセットで導入効果として掲載した。これは、2種類の作期前進技術があったためである。

しかしながら、現場向けマニュアルや成果情報では作物前進技術1（マルチ直播）のみを紹介した。これは、技術系との議論を踏まえたものであるが、耕うん同時畝立て播種の高度化という作業技術分野のキーテクのウエイトが大きかったことによる。なお作物前進技術2は通常の耕うん同時畝立て播種をそのまま利用した上で、不織布を利用した人力「べたがけ」であることは前述したが、もちろん栽培分野での新知見はある。

作物前進技術1と作物前進技術2の線形計画法を利用したモデル分析による経営的評価は論文化しているため、塩谷幸治ら³⁾⁴⁾を参照されたい。これら論文での経営的評価の指標ではその導入効果としての収益性分析の結果のみ提示している。

また、野菜高度化（エダマメ）の成果情報では前節の地域総合（キャベツ）と異なり、経営的評価を単独で提出しているのではなく、技術系の知見とセットで一本化して提出していることに着目してほしい。これは、報告者の「課題における開発技術の経営的評価の位置づけがあくまで開発技術が主役であり、経営的評価はそれを下支えるものである」との報告者自身の認識によっている。

最後に、経営的評価の成果の見せ方に関して結構指摘があったが、そのうち主要な2つを紹介する。

- ①また成果情報（技術・普及）の採択のための会議では、エダマメ開発技術の経営的評価のモデル分析の関連で、そのモデル分析の前提と導入効果を現状と比較可能な形で新技術モデル（開発技術の導入モデル）の比較の形で簡潔に提示することを条件に、その採択が認められた経緯がある。
- ②現場向けマニュアル刊行時には経営的評価は、「（エダマメの）収益性とセットで生産費（生産コスト）」を同時に提示すべきである。

上記①への対応状況は、成果情報（2008）「マルチを利用した播種期前進化による直播エダマメの作期拡大技術」（片山勝之ら⁵⁾）を参照されたい。

なお、課題の実施が数年以上前であるので、制度与件がかなり変わっており、収益性等の数値は当時に通用するのみであることにご留意いただきたい。なお、具体的データは経営的評価関連のみを掲載している。

掲載 URL は <http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/narc/2008/narc08-39.html>

前術の②への対応として、現場向けマニュアル⁶⁾で掲載するよう要請されたへの対応状況は 10a あたりの収益性と生産コスト（支払利子・地代算入生産費）は次のとおりである。

表4 マニュアル掲載の収益性と生産コスト

| | |
|------------------------------|---------|
| (1)粗収益(A品換算385kg; 単価900円/kg) | 346,500 |
| ①種苗費 | 8,775 |
| ②肥料費 | 19,810 |
| ③農業薬資費 | 6,805 |
| ④光熱動力費 | 6,650 |
| ⑤その他諸材料費 | 27,521 |
| ⑥土地改良及び水利費 | 4,630 |
| ⑦賃借料及び料金 | 1,297 |
| ⑧建物農機具減価償却費 | 39,515 |
| ⑨修繕費(上記割) | 11,855 |
| ⑩労働費(専従者の時間単価500円) | 51,600 |
| ⑪雇用労賃(臨時雇用の時間単価700円) | 37,100 |
| ⑫支払地代・利子 | 18,000 |
| (2)支払利子・地代算入生産費 計(①~⑫) | 233,557 |
| (3)流通経費(販売手数料+運賃) | 63,228 |
| (4)所得: (1)-(2)-(3)+⑩ | 101,315 |

注) 調査事例等に基づき設定した大規模水田作経営(50ha規模、水稲35ha、ダイズ15ha)がダイズに代替して新規エダマメの直播と無被覆直播を用いて3品種・9作型でエダマメを導入する線形計画モデルで最適化した結果(120a作付)から試算した10a当たりコストと所得(新緑茶豆の場合、その他品種の市場価格を割減と設定)である。

注1) 耕うん同時畝立て播種作業機は、出前技術指導や大豆 300A の代表的技術として NARO・SPECIALPRIZE 等一定の評価を得ることになる。が、その原型（プロトタイプ）は地域総合（キャベツ）の野菜用の移植床の畝造成技術にあるといえる。

引用/参考文献

- 1) 塩谷幸治(2003)「野菜を組み込んだ高度輪作営農システムに関する経営評価」、北陸研究センター農業経営研究第2号、53-75
- 2) 塩谷幸治(2003)北陸秋どりキャベツ作の大規模水田作経営への新技術導入効果、「成果情報(技術・参考)」
- 3) 塩谷幸治(2009) エダマメ・マルチ直播技術の導入効果、関東東山東海農業経営研究第99号、51-56
- 4) 塩谷幸治・片山勝之(2008) 大規模水田作経営におけるエダマメ直播導入の評価、東北農業経済研究 26(2),48-53
- 5) 片山勝之、細野達夫、細川 寿、塩谷幸治、成果情報(2008)「マルチを利用した播種期前進化による直播エダマメの作期拡大技術」(技術・普及)
- 6) 塩谷幸治(2009)、エダマメ作期前進直播技術の経営評価、北陸地域における野菜高度化マニュアル、24-25