

ファーマーミングシステム研究

Farming System Research

FARMING
FARMING
FARMING

11
2012

北陸特有の環境条件に即した野菜安定生産技術の開発

SYSTEM RESEARCH
FARMING
FARMING
FARMING
SYSTEM RESEARCH
RESEARCH

ファーミングシステム研究

No.11 (2012)

目次

北陸特有の環境条件に即した野菜安定生産技術の開発

はじめに

序 1

I 編 露地野菜の作期拡大・安定生産技術

第1章 基盤技術の開発

1. 畝立て栽培における肥料の養分動態解析 9
2. 畝立て同時作業の技術追加による高機能・省力作業技術の開発 20

第2章 新技術を導入した作目別栽培技術の開発

1. 前年秋季畝造成によるブロッコリー春まき作型の安定化技術の開発 29
2. 前年秋季の畝仮造成による初夏どりキャベツの安定生産技術 34
3. 前年秋季畝造成による初夏どりカリフラワーの栽培技術の開発 38
4. 直播エダマメの収穫期予測モデルの開発 44
5. エダマメ直播の播種前進化による作期拡大技術の開発 55
6. 加工用源助ダイコンの省力栽培技術の開発 60
7. 大カブの播種期分散を可能とする耕うん同時作業機による省力作業体系 66

II 編 施設野菜の作期拡大・安定生産技術

第3章 基盤技術および作期拡大・安定生産技術の開発

1. 地域資源を活用した低コスト循環栽培技術（イチゴ） 69
2. 地域資源を活用した低コスト循環栽培技術（トマト） 79
3. 早期秋冷と寡日照を活用したイチゴ‘越後姫’の10月出荷技術の開発 85

III 編 水田複合経営を踏まえた野菜作技術の経営評価

第4章 新技術を導入した作目別栽培技術の導入効果・定着促進条件

1. 新技術を用いた野菜作の導入・拡大と野菜の産地化 92
2. 水田複合経営におけるイチゴの新技術導入効果と生産拡大支援策の解明 97
3. 水田複合経営におけるカリフラワーの新技術導入効果と生産拡大支援策の解明 103
4. 大規模水田作経営におけるキャベツ、大カブの新技術導入の評価 108
5. 水田複合経営におけるブロッコリー、ダイコンの新技術導入効果と生産拡大支援策の解明 118
6. 大規模水田作経営におけるエダマメ直播導入の評価 125

総合考察 134

研究成果および研究発表一覧 135

はじめに

稲作への依存度の高い北陸地域では、水田農業構造改革の下で効率的かつ安定的な水田作経営の育成が緊急の課題である。北陸地域では、売れる米作りとともに、野菜の導入・拡大による水田作経営の複合化を促進し、経営基盤の強化と地域農業の担い手の育成・確保を推進している。北陸地域の野菜作は、作付面積の約45%が水田転換畑で占められているという特徴がある。このため、水利条件が良く、規模拡大が容易で、連作障害も回避できる利点がある。一方、透水性の悪い重粘質土壌により作業性や湿害等の問題や冬季の多雪・寡照等によって野菜の生育や作期・作型の拡大が著しく阻害されるため、野菜の品目や生産量が制約される問題もある。このような問題を解決するために、冬季の多雪・寡照や重粘土壌等北陸特有の環境条件を克服した野菜の安定生産技術の開発が重要である。

そこで、農林水産省の競争的研究資金「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業（旧先端技術を活用した農林水産研究高度化事業）」を活用して、「北陸特有の環境条件に即した野菜安定生産技術の開発」という課題で平成18年度から平成20年度までプロジェクト研究を実施した。

プロジェクトでは、露地野菜栽培での技術開発、施設野菜栽培での技術開発および開発技術の経営評価の3つの研究内容で構成されている。具体的には、露地ではブロッコリー、キャベツ、カリフラワーの早春期作型安定生産技術、エダマメ直播栽培の作期拡大技術および源助ダイコンと大カブの省力化技術の開発、施設ではイチゴ品種‘越後姫’の早期出荷作型および地域資源を活用したトマトの低コスト循環栽培技術の開発、そして、開発された生産技術の経営評価と体系化である。

プロジェクト遂行により、露地では前年秋季畝造成技術による初夏どり野菜生産の安定化、エダマメのマルチ直播栽培技術による播種期の3週間前進化、秋冬大カブと源助ダイコンの耕うん、畝立て、施肥、農薬散布、播種作業技術の一工程化技術による作業時間がそれぞれ11.8%と59.6%の削減化、施設ではイチゴ‘越後姫’の越冬苗技術開発による3ヶ月前進出荷が可能となった。本書はその研究成果を取り纏めたものである。

研究は中央農業総合研究センター（北陸研究センター）を中核機関として、新潟県農業総合研究所、富山県農業技術センター、石川県農業総合研究センター、新潟大学を参画機関とする共同研究により実施された。研究の推進に当たって、元筑波大学名誉教授高柳謙治氏には外部有識者として有益なご意見・講評を頂いた。農林水産省北陸農政局生産経営流通部園芸特産課の方々には叱咤激励とともに大変お世話になった。また、研究の実施にあつては、担当研究者に加えて、事務職員、業務職員の多くの方々からご協力、ご支援を頂いた。ここにお礼を述べさせていただく。

(片山勝之)

序

ここでは、実施したプロジェクトの研究計画・実施体制についての概要を紹介する。1～4についてはプロジェクト報告書の内容を転載したものである。また、5の対応表ではプロジェクトの各課題が本書のどの章と対応するかを示した。

1. 試験研究の全体計画

稲作への依存度の高い北陸地域では、水田農業構造改革の下で効率的かつ安定的な水田作経営の育成が緊急の課題である。管内では、売れる米作りと共に野菜作振興を重視し、野菜の導入・拡大により水田作経営の複合化を促進し、経営基盤の強化と地域農業の担い手の育成・確保することが重要である。このため、冬季の多雪・寡照や重粘土壌等北陸特有の環境条件を克服した野菜の安定生産技術を開発する。本研究では、1. 北陸の環境条件に即した水田転換畑における露地野菜栽培技術の開発、2. 北陸特有の気象・資源に即した野菜栽培技術の開発、3. 水田複合経営を踏まえた野菜作技術の経営評価と体系化により初夏どり野菜の安定生産、作型の1～2週間前進、業務用野菜の作業時間の6.5～15%削減、イチゴ‘越後姫’の3ヶ月前進出荷を目標とする。その結果、1. 「水稲+野菜」による複合経営化が促進・定着、2. 管内での地産地消の促進及び野菜の自給率向上に資することが期待される。

2. 研究内容

1) 北陸の環境条件に即した水田転換畑における露地野菜栽培技術の開発

冬季の多雪や重粘質土壌等北陸特有の環境条件を克服した水田転換畑での野菜の安定生産を目指し、耕うん同時畝立技術をベースに前年秋季畝造成を利用したブロッコリー等の初夏どり野菜の生産安定・拡大技術開発、直播エダマメの作期拡大技術開発及び畝立て同時作業の技術追加による源助ダイコン、大カブの省力作業技術を開発する。

(1) 畝立て栽培における肥料による養分動態解析

対象作型の野菜生育に効果的な施肥量や肥効タイプ等を明らかにするため、1, 2年目で実施されている事例から施肥法を抽出し(1, 2年目)、施肥窒素動態等の解析、環境保全的効果の検証、新潟大学農学部農場および現地農家圃場での実証試験を実施する(2, 3年目)。

(2) 生分解性マルチによる雑草防除技術の確立

水田転換畑で雑草発生を抑制するために生分解性フィルムの選定と効果的的被覆方法を明らかにする。生分解性フィルムの種類と分解特性、畝及びマルチの形状と被覆方法について検討し(1～2年目)、選定フィルムと被覆方法について現地で検証する(2～3年目)。

(3) 畝立て同時作業の技術追加による高機能・省力作業技術の開発

初夏取り野菜の早春期作型技術及び同時作業による省力作業技術を確立するため、(1) および(2)の成果を導入しながら、初年目は作業機のプロトタイプを開発し、2年目に関連課題(4)、(5)、(6)、(7)において試験を行うとともに作業機の改良を加え、3年目に実証試験を行う。

(4) 前年秋季畝造成による初夏どり野菜の生産安定・作期拡大技術の開発

ブロッコリー、キャベツ、カリフラワーを融雪後の早春に定植するため、(1)、(2)、(3)の技術を活用して前年秋季に耕うん同時畝立て・施肥・マルチ作業機によって畝造成する。初年目から2年目

は野菜の生育調査を行い、2年目から3年目は現地実証する。

(5) 直播エダマメの播種前進化による作期拡大技術の開発

(1), (3)の技術を導入してエダマメ直播栽培による作柄安定と播種作業省力化を図る。初年目は4月下旬から5月上旬の発芽・苗立ちに及ぼす地温や土壌水分等の環境要因を解析し、2年目はマルチ被覆を前提とした播種前進化と安定生産技術を開発し、3年目に現地実証する。また、作期拡大のためには収穫期予測に基づいた段播きによる継続的な収穫が必要であり、初年目から3年目にかけて収穫期予測モデルを構築する。

(6) ダイコンの播種時の省力作業化による規模拡大化技術の開発

冬季の業務用ダイコンの需要が高まっていることから、水稻や大麦の後作にダイコンを作付けする水田輪作を主体とした新たな加工向けダイコン産地の育成が急務となっている。しかし、作期の播種時期が8月下旬から9月上旬の短期間に限定され、作付けできる面積が限られているため、規模拡大が進んでいない。規模拡大を図るためには畝立て・播種作業の省力化による作業時間の短縮が必要である。そこで、重粘質土壌でのダイコン導入・生産拡大を図るため、(1), (3)の技術を導入して省力安定生産技術を確立する。初年目は、全量基肥栽培に適した肥効調節型肥料の選定と施肥位置の検討に基づいた作業機の改良を行う。2年目は肥効調節型肥料の年次による生育安定性の検証、施肥位置や施肥量の影響を解析し、効率的な施肥法を開発する。3年目は開発した耕うん同時畝立て施肥播種作業機を利用した省力安定生産技術を現地で実証する。

(7) 大カブ規模拡大のための畝立て・播種時の省力作業技術の開発

主穀作経営体が豊富な水田転換畑を活用した秋冬作大カブ栽培を導入し、経営の複合化を図るにあたって、①畝立てや播種作業が水稻収穫時期と重なり労働競合すること、②播種時期の天候が不安定で播種可能な日が限られること等の理由から作付けできる面積が限られ規模拡大が進んでいない状況にある。規模拡大を図るためには、畝立て・播種作業を省力化して作業時間を短縮するため、(1), (3)の技術を導入して同時施肥技術を開発する。初年目は肥効調節型肥料を活用した効果的施肥技術を、2年目は肥効調節型肥料の年次による安定性の検証と施肥位置や施肥量を検討し、効率的な施肥法を開発する。3年目は開発した耕うん同時畝立て施肥播種作業機を利用した省力作業技術を現地実証する。

2) 北陸特有の気象・資源に即した野菜栽培技術の開発

イチゴ品種「越後姫」を用いて、早期秋冷を利用し、冬季の寡照条件に対応した果実の肥大促進、ならびに豊富な地域資源である籾殻等を用いた培地での養液循環栽培を利用した早期出荷作型を開発する。

(1) 地域資源を活用した低コスト循環式養液栽培システムの構築

北陸地域に豊富な籾殻や間伐材による炭等の培地利用技術および廃液の循環利用を検討し、環境負荷軽減技術を確立する。1, 2年目は、地域資源利活用技術の開発及び循環型養液栽培における培養液管理法を確立し3年目に実証する。また、完全循環栽培の安定化技術と栽培システムも開発し、3年目に実証する。

(2) 早期秋冷と寡日照を活用したイチゴ「越後姫」の10月出荷開始作型の開発

イチゴ「越後姫」の10月出荷開始作型の技術開発を行う。初年目は、花芽分化操作を中心とした開花率向上技術を開発する。2年から3年目は効率的な育苗技術と気象条件を活用した品質向上技術を明らかにする。さらに(1)で開発した循環型高設栽培システムにおける収量及び品質向上技術を確

立すると同時に現地実証を行う。

3) 水田複合経営を踏まえた野菜作技術の経営評価と体系化

露地及び施設での野菜の安定生産技術の体系化を核にした規模拡大について経営評価を行い、マニュアルを作成する。

(1) 水田複合経営における野菜作の新技术導入効果と生産拡大支援策の解明

1 - (4), (5), (6), (7) 及び 2 - (2) で開発された生産安定・拡大技術を既存の園芸部門に導入した場合の生産性や収益性の向上効果を推計するとともに、野菜生産の拡大に向けた各種支援策を明らかにする。初年目は、対象野菜を導入している水田複合経営の事例調査を行い、経営資源の賦存状況、技術構造、収支構造等の特徴を明らかにする。2年目は、技術評価に必要なデータを収集し、生産安定・拡大技術を導入した場合の技術構造や収支構造に及ぼす影響を推計する。3年目は新技术の導入効果の推計を引き続き行うとともに、野菜生産の拡大に向けた各種支援策を出荷・販売面も含め明らかにする。

(2) 野菜作新技术を水田複合経営に導入したマニュアル作成

(1) で経営評価と体系化された野菜作新技术について、水田複合経営に導入したマニュアルを作成する。

3. 年次計画

研究項目	2006 年度	2007 年度	2008 年度
1. 北陸の環境条件に即した水田転換畑における露地野菜栽培技術の開発			
(1) 畝立て栽培における肥料による養分動態解析	畝立て栽培の肥料養分動態解析 (新潟大学)		
(2) 生分解性マルチによる雑草防除技術の確立	生分解性マルチによる雑草防除技術の開発 (富山農セ)		
(3) 畝立て同時作業の技術追加による高機能・省力作業技術の開発	畝立て同時作業の高度化技術の開発 (農研機構中央農研)		
(4) 前年秋季畝造成による初夏どり野菜の生産安定・作期拡大技術の開発	前年秋季畝造成による生産安定・作期拡大技術の開発 (石川農研, 新潟農研, 富山農セ)		
(5) 直播エダマメの播種前進化による作期拡大技術の開発	直播エダマメ播種前進化による作期拡大技術の開発 (農研機構中央農研)		
(6) ダイコン播種時の省力作業化による規模拡大化技術の開発	ダイコン省力規模拡大技術の開発 (石川農研)		
(7) 大カブ規模拡大のための畝立て・播種時の省力作業技術の開発	大カブ省力規模拡大技術の開発 (富山農セ)		
2. 北陸特有の気象・資源に即した野菜栽培技術の開発			
(1) 地域資源を活用した低コスト循環式養液栽培システムの構築	地域資源活用技術と循環式養液栽培システムの構築 (新潟農研, 石川農研)		
(2) 早期秋冷と寡日照を活用したイチゴ「越後姫」の10月出荷開始作型の開発	イチゴ「越後姫」10月出荷開始作型の開発 (新潟農研)		
3. 水田複合経営を踏まえた野菜作技術の経営評価と体系化			
(1) 水田複合経営における野菜作の新技术導入効果と生産拡大支援策の解明	野菜作の新技术導入効果と生産拡大支援策の解明 (農研機構中央農研, 新潟農研, 富山農セ, 石川農研)		
(2) 野菜作新技术を水田複合経営に導入したマニュアル作成			マニュアル作成 (農研機構中央農研, 新潟農研, 富山農セ, 石川農研)

4. 研究担当者

研究項目	担当機関	研究担当者
研究総括者	中央農業総合研究センター	片山勝之
1. 北陸の環境条件に即した水田転換畑における露地野菜栽培技術の開発	中央農業総合研究センター	細川 寿
(1) 畝立て栽培における肥料による養分動態解析	新潟大学	高橋能彦
(2) 生分解性マルチによる雑草防除技術の確立	富山県農業技術センター	北田幹夫 布目光勇(～2007.3) 沢田耕一(2007.4～)
(3) 畝立て同時作業の技術追加による高機能・省力作業技術の開発	中央農業総合研究センター	細川 寿
(4) 前年秋季畝造成による初夏どり野菜の生産安定・作期拡大技術の開発	石川県農業総合研究センター	平井英行(～2007.3) 藤田和久(2007.4～2008.3) 平井英行(2008.4～) 松下太洋(2008.4～)
	新潟県農業総合研究所 富山県農業技術センター	大井克則 布目光勇(～2007.3) 沢田耕一(2007.4～)
(5) 直播エダマメの播種前進化による作期拡大技術の開発	中央農業総合研究センター	片山勝之 細野達夫
(6) ダイコンの播種時の省力作業化による規模拡大技術の開発	石川県農業総合研究センター	平井英行(～2007.3) 藤田和久(2007.4～2008.3) 平井英行(2008.4～) 松下太洋(2008.4～)
(7) 大カブ規模拡大のための畝立て・播種時の省力作業技術の開発	富山県農業技術センター	北田幹夫 石丸明恵(～2008.3) 沢田耕一(2008.4～)
2. 北陸特有の気象・資源に即した野菜栽培技術の開発	新潟県農業総合研究所	倉島 裕(～2007.3) 増田浩吉(2007.4～)
(1) 地域資源を活用した低コスト循環式養液栽培システムの構築	新潟県農業総合研究所	倉島 裕(～2007.3) 増田浩吉(2007.4～) 西原英治(～2007.3) 種村竜太(2007.4～)
	石川県農業総合研究センター	岡田憲一郎(～2008.3) 松下太洋(2008.4～) 藤田敏郎(2008.4～)
(2) 早期秋冷と寡日照を活用したイチゴ「越後姫」の10月出荷開始作型の開発	新潟県農業総合研究所	倉島 裕(～2007.3) 増田浩吉(2007.4～)
3. 水田複合経営を踏まえた野菜作技術の経営評価と体系化	中央農業総合研究センター	土田志郎(～2008.3) 片山勝之(2008.4～)
(1) 水田複合経営における野菜作の新技術導入効果と生産拡大支援策の解明	中央農業総合研究センター	土田志郎(～2008.3) 塩谷幸治(2008.4～)
	新潟県農業総合研究所	牛腸奈緒子 大井克則
	富山県農業技術センター	松本浩二(～2007.3) 布目光勇(2007.4～)

<p>(2) 野菜作新技術を水田複合経営に導入したマニュアル作成</p>	<p>石川県農業総合研究センター 中央農業総合研究センター 新潟県農業総合研究所 富山県農業技術センター 石川県農業総合研究センター</p>	<p>工藤卓雄(～2007.3) 田治裕敏 (2007.4～2008.3) 中村逸朗(2008.4～) 片山勝之 倉島 裕(～2007.3) 増田浩吉(2007.4～) 大井克則 北田幹夫 平井英行(～2007.3) 藤田和久(2007.4～2008.3) 平井英行(2008.4～)</p>
--------------------------------------	--	--

5. 研究項目と本編の対応表

研究項目	本編対応章
<p>1. 北陸の環境条件に即した水田転換畑における露地野菜栽培技術の開発</p> <p>(1) 畝立て栽培における肥料による養分動態解析</p> <p>(2) 生分解性マルチによる雑草防除技術の確立</p> <p>(3) 畝立て同時作業の技術追加による高機能・省力作業技術の開発</p> <p>(4) 前年秋季畝造成による初夏どり野菜の生産安定・作期拡大技術の開発</p> <p>(5) 直播エダマメの播種前進化による作期拡大技術の開発</p> <p>(6) ダイコンの播種時の省力作業化による規模拡大化技術の開発</p> <p>(7) 大カブ規模拡大のための畝立て・播種時の省力作業技術の開発</p>	<p>I編 露地野菜の作期拡大・安定生産技術</p> <p>第1章 基盤技術の開発</p> <p>1. 畝立て栽培における肥料の養分動態解析</p> <p>(第2章2に一部記載)</p> <p>2. 畝立て同時作業の技術追加による高機能・省力作業技術の開発</p> <p>第2章 新技術を導入した作目別栽培技術の開発</p> <p>1. 前年秋季畝造成によるブロッコリー春まき作型の安定化技術の開発</p> <p>2. 前年秋季の畝仮造成による初夏どりキャベツの安定生産技術</p> <p>3. 前年秋季畝造成による初夏どりカリフラワーの栽培技術の開発</p> <p>4. 直播エダマメの収穫期予測モデルの開発</p> <p>5. エダマメ直播の播種前進化による作期拡大技術の開発</p> <p>6. 加工用源助ダイコンの省力栽培技術の開発</p> <p>7. 大カブの播種期分散を可能とする耕うん同時作業機による省力作業体系</p>
<p>2. 北陸特有の気象・資源に即した野菜栽培技術の開発</p> <p>(1) 地域資源を活用した低コスト循環式養液栽培システムの構築</p> <p>(2) 早期秋冷と寡日照を活用したイチゴ「越後姫」の10月出荷開始作型の開発</p>	<p>II編 施設野菜の作期拡大・安定生産技術</p> <p>第3章 基盤技術および作期拡大・安定生産技術</p> <p>1. 地域資源を活用した低コスト循環栽培技術(イチゴ)</p> <p>2. 地域資源を活用した低コスト循環栽培技術(トマト)</p> <p>3. 早期秋冷と寡日照を活用したイチゴ「越後姫」の10月出荷開始技術の開発</p>
<p>3. 水田複合経営を踏まえた野菜作技術の経営評価と体系化</p> <p>(1) 水田複合経営における野菜作の新技術導入効果と生産拡大支援策の解明</p> <p>(2) 野菜作新技術を水田複合経営に導入したマニュアル作成</p>	<p>III編 水田複合経営を踏まえた野菜作技術の経営評価</p> <p>第4章 新技術を導入した作目別栽培技術の導入効果・定着促進条件</p> <p>1. 新技術を用いた野菜作の導入・拡大と野菜の産地化</p> <p>2. 水田複合経営におけるイチゴの新技術導入効果と生産拡大支援策の解明</p> <p>3. 水田複合経営におけるカリフラワーの新技術導入効果と生産拡大支援策の解明</p> <p>4. 大規模水田作経営におけるキャベツ、大カブの新技術導入の評価</p> <p>5. 水田複合経営におけるブロッコリー、ダイコンの新技術導入効果と生産拡大支援策の解明</p> <p>6. 大規模水田作経営におけるエダマメ直播導入の評価</p> <p>なし(マニュアルは刊行済み)</p>

本編執筆者名・所属一覧（所属は、2012年3月31日現在）

掲載順（共著者名は各項末に記載）

片山勝之（東北農業研究センター 水田作研究領域） はじめに，第2章5，総合考察

高橋能彦（新潟大学 農学部） 第1章1

細川 寿（中央農業総合研究センター 水田利用研究領域） 第1章2

吉秋 斎（石川県農業総合研究センター） 第2章1と6

北田幹夫（富山県高岡農林振興センター） 第2章2と7

大井克則（新潟県農業大学校） 第2章3，第4章3

細野達夫（中央農業総合研究センター 水田利用研究領域） 第2章4

種村竜太（新潟県農業研究所 園芸研究センター） 第3章1

松下太洋（石川県奥能登農林総合事務所） 第3章2

増田浩吉（新潟県新潟地域振興局） 第3章3

土田志郎（東京農業大学 国際食料情報学部 国際バイオビジネス学科） 第4章1

牛腸奈緒子（新潟県農業総合研究所） 第4章2

布目光勇（富山県高岡農林振興センター） 第4章4

工藤卓雄（石川県農業総合研究センター） 第4章5

塩谷幸治（中央農業総合研究センター 水田利用研究領域） 第4章6

I 編

露地野菜の作期拡大・安定生産技術

第1章 基盤技術の開発

1. 畝立て栽培における肥料の養分動態解析

1) はしがき

北陸地域における水田転作ではムギやダイズの栽培が一般的だったが、近年ではエダマメやキャベツ等の野菜作導入が検討されている⁽¹⁾。多くの露地野菜栽培では雑草抑制等のためにマルチ資材での被覆栽培を取り入れている。この場合、株元への追肥は困難であるため畝間に施用している事例もある。また、北陸地方の春季は融雪や天候条件の問題から圃場の乾燥が進まず、春季に適期作業を開始することが困難な地域も多い⁽³⁾。これらの問題を解決するため、追肥に相当する溶出パターンを有するシグモイド型被覆尿素（以降、CUS と表記）の基肥施用や前年秋の圃場条件が良好な時期に耕起・畝立て・施肥・マルチを実施し、翌年の早春にキャベツやカリフラワー等の早期栽培を実施する作業体系⁽⁴⁾を検討した。本技術体系を確立させるため、マルチの有無や土性の違い、あるいは施肥深度の違いが施肥窒素の形態変化を含む動態にどう関係するか報告する。また、冬季間における被覆肥料からの窒素溶出や動態についても同時に追跡した。

2) 材料と方法

(1) 野菜における追肥代替 CUS の利用

a) 試験圃場

2006年に新潟市西区の新潟大学農学部フィールド科学教育研究センター新通圃場で栽培試験を実施した。

圃場は水田から畑転換して8年目であり、排水性の悪い細粒灰色低地土（作土の土性：シルト質埴土（SiC）、CECは $22.9\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ 、以下「粘質土壌」と表現）と、一部に砂を客土した中粗粒褐色低地土（作土の土性：壤土（L）、CECは $11.4\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ 、以下「壤質土壌」と表現）である。

b) 栽培概要と CUS の施肥法

2006年にエダマメ‘新小平茶豆’を粘質土壌で、ブロッコリー‘緑嶺’を粘質土壌と壤質土壌の両圃場で栽培した。両圃場とも黒マルチ資材で被覆した「マルチ区」と被覆しない「無マルチ区」を設けた。CUSの施用とマルチの有無以外の管理は新潟県の野菜栽培指針⁽⁶⁾に従った。各処理区の面積（畝間も含む）、マルチの幅×長さは、粘質土壌については 2.8m^2 、 $80\text{cm} \times 200\text{cm}$ 、壤質土壌では 5.6m^2 、

80cm × 400cm で各区 2 反復とした。エダマメの播種は 9.5 粒 m^{-2} (1 株 2 粒播種)・75cm × 27cm で 5 月 16 日に、ブロッコリーの定植は 4.1 本 m^{-2} ・70cm × 35cm で 8 月 23 日, 24 日に行った。

エダマメは基肥を施用せず, 追肥相当の CUS として N で 7.2 g m^{-2} , ブロッコリーは基肥として N で 21.0 g m^{-2} (アンモニア態 13.5g, 尿素態 7.5g), CUS を N で 12.0 g m^{-2} 施用した。CUS は耕うん, 畝たて後, 基肥施用前に播種・定植条の真下を 20cm 深までスコップで掘り, 手で条施用した。施用後は同じ深さの土を埋め戻して表面に基肥を施用し, 10 ~ 15cm 深までの土壌を耕耘し, 播種・定植を実施した。

c) CUS の肥料タイプの選定

被覆尿素からの窒素溶出は, 当該圃場の前年 5 月中旬から 11 月末の無マルチ 20cm 深の地温を, Hara⁽²⁾ の作成したエクセルテンプレートに代入して推定した。その結果に基づき, 5 月中旬播種のエダマメの場合, 7 月初旬の開花期追肥に対応するタイプとして CUS40, 及び早生の作型もしくは収穫直前までの追肥に対応しては CUS30, 60, 80 の中から適当なタイプを検索した。8 月下旬定植, 9 月上旬と 10 月上旬に追肥予定のブロッコリーの場合については CUS30 と CUS60 を選定した。尚, 各タイプの数字は湛水 25°C 条件下で窒素成分の 80% が溶出するまでの日数を示している。

d) CUS からの窒素溶出

栽培期間中の施肥深 (20cm 深) の地温をマルチの有無別に記録式温度計 (テイアンドデイ社, おんどとり Jr. TR-52) で計測した。地温を基に Hara⁽²⁾ がリチャーズ式より誘導した以下の式を利用して窒素溶出パターンを推定した。

$$n = N \cdot [1 + d \cdot \exp\{\exp(d+1) - 1 - k \cdot t\}]^{-1/d}$$

n : 25°C での時間 t までの窒素溶出量 (g もしくは %), t : アレニウス温度変換日数 (25°C) (日),

d : 曲線の形を示す値 (無次元), k : 標準温度 (25°C) における速度常数 (日⁻¹),

N : 最大溶出量 (g もしくは %)。本式は最大容水量の 150% 条件下で導かれたものである。

また, 各 CUS30, 40, 60, 80 を現物 3g ずつメッシュ袋に入れて施肥位置 (20cm 深) に埋設し, 埋設後 10 日ごとに 2 袋ずつ回収した。回収 CUS は硫酸・過酸化水素分解⁽⁶⁾ してインドフェノール法で残存窒素を分析し, 1 日当たりの窒素溶出量を求めた。

栽培期間中, 施肥深に相当する 15 ~ 25cm 層の土壌を適宜採取し, 105°C 乾燥で含水比を追跡した。

e) 施肥深の異なる CUS から溶出した窒素の動態

2006 年 5 月 24 日に直径 11cm, 長さ 30cm の無底塩ビパイプの下層 15cm に下層土, 上層 15cm に作土を充填し, メッシュ袋に入れた CUS40 現物 3g を 5cm あるいは 20cm 深に埋め込み, パイプ全体を圃場に 0 ~ 30cm の深さまで埋設した。また, 無肥料区として土壌だけを充填したパイプも埋設した。供試土壌は前述した粘質土壌を用いた。2 カ月後の 7 月 25 日にパイプを回収し, 5cm 層ごとに土壌中の無機態窒素含量を測定した。アンモニア態窒素は 10% 塩化カリ抽出後にインドフェノール法, 硝酸態窒素は 0.01% 塩化アルミ液で抽出後⁽¹²⁾, 濃縮してカタルド法で分析した。回収した CUS40 の残存窒素量から埋設期間中に溶出した窒素量を計算した。

(2) 前年秋施肥体系における CUS の利用

a) 試験圃場

肥料埋設等の試験は 2006 年 10 月から 2007 年 6 月に新潟大学農学部フィールド科学教育研究センター新通圃場で実施した。当該圃場は前述の粘質土壌であり, 排水性が悪く, 0 ~ 5cm 深土壌で飽和透水係数 $2.1 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$, 15 ~ 20cm 深土壌で $2.6 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$ であった。

積雪時期の気温と地温の関係は新潟県川口町 (現在, 長岡市) にある新潟県農業総合研究所中山

間地農業センターのデータを利用した。

b) 気温と地温の関係

新潟大学農学部附属フィールド科学教育研究センター新通圃場の転換畑で2007年5月～8月にマルチ有無別の地表下5cmの地温と気温の関係、2006年11月～2007年6月にマルチ下5cmと20cm深の地温と気温の関係を測定した。また、新潟県農業総合研究所中山間地農業センターで2007年11月～2008年4月の地表下5cm地温と気温を基に積雪深を含めて地温の推移を調査した。地温はおんどり Jr. TR-52S で計測し、気温はそれぞれの地点のアメダスデータを収集した。

c) 被覆尿素からの窒素溶出の予測と実測

地温の推移予測を基に Hara の予測式⁽²⁾ でシグモイド型溶出タイプ被覆尿素 (CUS) からの窒素溶出を予測した。施肥時期を10月中旬、10月下旬、11月上旬とした場合の肥料候補を CUS30, CUS40, CUS60 とした。

施肥窒素の溶出を実測するため、2006年10月30日に耕うん畝立てし (畝幅75cm, 畝高20cm, 長さ8m×2畝), 畝下に人力で尿素および CUS を埋設した。供試肥料は、粒状尿素, CUS30, CUS40, CUS60, CUS80 および CUS100 を選定した。各 CUS の溶出抑制期間はそれぞれ順に約15日, 20日, 30日, 40日, 50日である。現物3gの尿素および CUS をナイロン製不織布袋に入れ、湿潤土壌1kgに包埋して更にナイロン網袋に入れた。肥料の中心が畝上面から深さ5cmあるいは20cmになるように各肥料を2反復で埋設した。畝は黒ビニルマルチで被覆する処理 (マルチ区) と裸地のまま (無マルチ区) の2処理区を設定した。

2006年10月30日から2007年6月30日までの期間中に8回埋設肥料と包埋土壌を回収した。土壌は乾燥・篩別し分析に供した。土壌は10%塩化カリ液で抽出し、インドフェノール法でアンモニア態窒素, 0.01%硫酸アルミニウム液で抽出⁽¹²⁾, 濃縮後にカタルド法で硝酸態窒素を分析した。回収した CUS (粒状尿素は溶解溶脱のため回収不能) は-20℃で冷凍保存した後に解凍し、乳鉢で摩砕し硫酸・過酸化水素分解⁽⁶⁾して、インドフェノール法で残存窒素を分析した。

d) 肥料埋設部位の土壌環境の追跡

埋設した CUS60 に密着する形で温度・水分・EC同時計測プローブ (Decagon Devices 社: ECH20 TE センサー) を埋設した。5本のプローブはそれぞれ、マルチ区と無マルチ区の5cm深の CUS60 の埋設深別 (5cm, 20cm) および対照区として無施肥土壌 (マルチ) の10cm深に設置した。それぞれ、1時間ごとに地温、土壌水分、土壌バルク EC を計測し、日当り平均値を求めた。

3) 結果と考察

(1) 夏季栽培における追肥代替 CUS の利用

a) 土壌水分と地温の推移

図1-1-1と図1-1-2にエダマメおよび引き続き栽培したブロッコリーの栽培期間中の土壌水分と地温の推移をそれぞれ示す。2006年は6月の雨量が70mm (アメダス, 新潟) と少なく、7月の雨量は466mmと多かった。粘質土壌の含水比は6月では 0.2 g g^{-1} 前後に低下し、7月以降は $0.25 \sim 0.3\text{ g g}^{-1}$ に上昇した。梅雨入り直後の比較的雨量が多い時期 (6月30日から7月5日) 以外はマルチ区の水分が高かった。壤質土壌では 0.15 g g^{-1} 程度の値であった。

試験開始時から8月末までの地温はマルチの有無による差は少なかったが、8月末以降はマルチ区の日平均地温の方が高く推移した。また、壤質土壌の方が粘質土壌より高めに推移した。これは水分の違いにより、土壌の比熱や熱伝導率が異なる⁽⁷⁾ことが影響していると思われる。

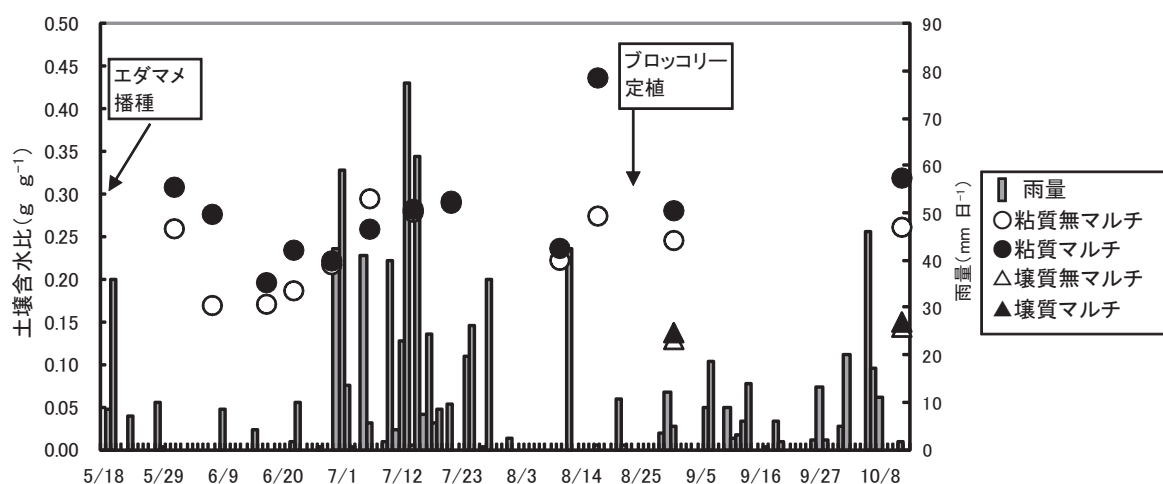


図 1-1-1 土性の違いおよびマルチの有無と土壌水分 (2006 年)

土壌は 15 ~ 25cm 深の層から採取

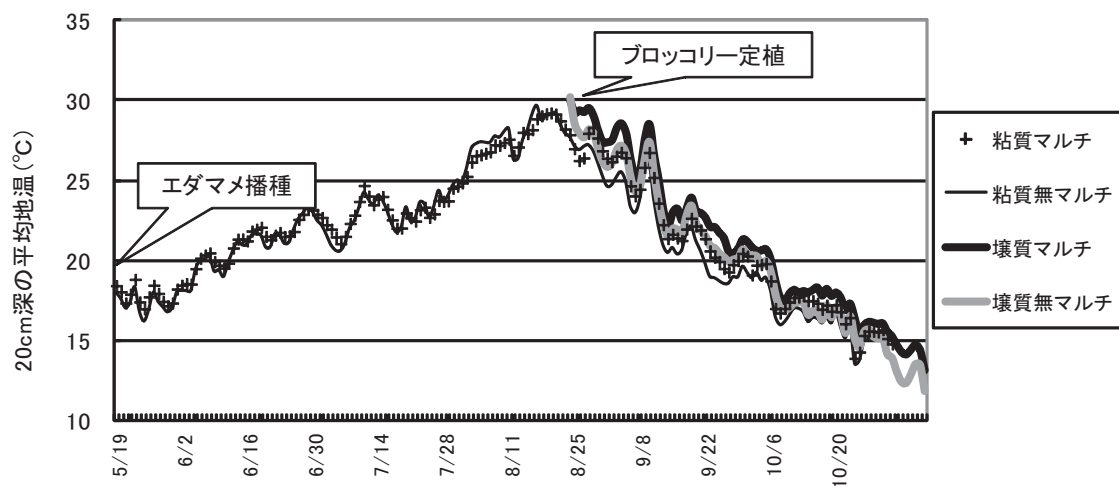


図 1-1-2 土性の違いおよびマルチの有無と地温の推移

壤土は 8 月後半から計測

b) 被覆尿素からの窒素溶出

図 1-1-3 にエダマメ圃場での各種被覆尿素からの窒素溶出パターンを示す。無マルチ区の CUS30, 40, 60 及びマルチ区の CUS30 と 60 は概ね推定溶出パターンと実測溶出パターンが合致したが、両区の CUS80 は明確な実測溶出ピークが認められなかった。マルチ区の推定溶出パターンは無マルチ区とほぼ同様であるが、実測溶出パターンはやや速い傾向が伺えた。特にマルチ区の CUS40 は推定溶出より実測溶出の方が 2 週間程度速かった。藤澤ら⁽¹⁾ は被覆肥料からの成分溶出速度は、土壌水分が十分である場合 (最大容水量の 60%) に比べて土壌水分が最大容水量の 40% より低い場合は低下すると報告している。本試験でも 6 月は雨が少なく、6 月 7 日の粘質土壌は最大容水量 (0.83g g^{-1}) の 20% 程度まで乾燥し、乾燥の著しい無マルチ区はマルチ区より実測の溶出が若干遅れる傾向であった。本試験においてはマルチ区、無マルチ区とも比較的乾燥している状態であったが、CUS30, 40, 60 について既存の推定法の適用が可能であった。CUS80 は推定と実測が異なった。これについては、水分条件の変動等が影響していることも考えられ、事例を積み重ねる必要がある。

図 1-1-4 にブロッコリー圃場における被覆肥料からの窒素溶出パターンを土性別に示す。壤質土壌の含水比は約 0.15g g^{-1} と少ないが、最大容水量 (0.37g g^{-1}) の 40% であり、同時期の粘質土壌と

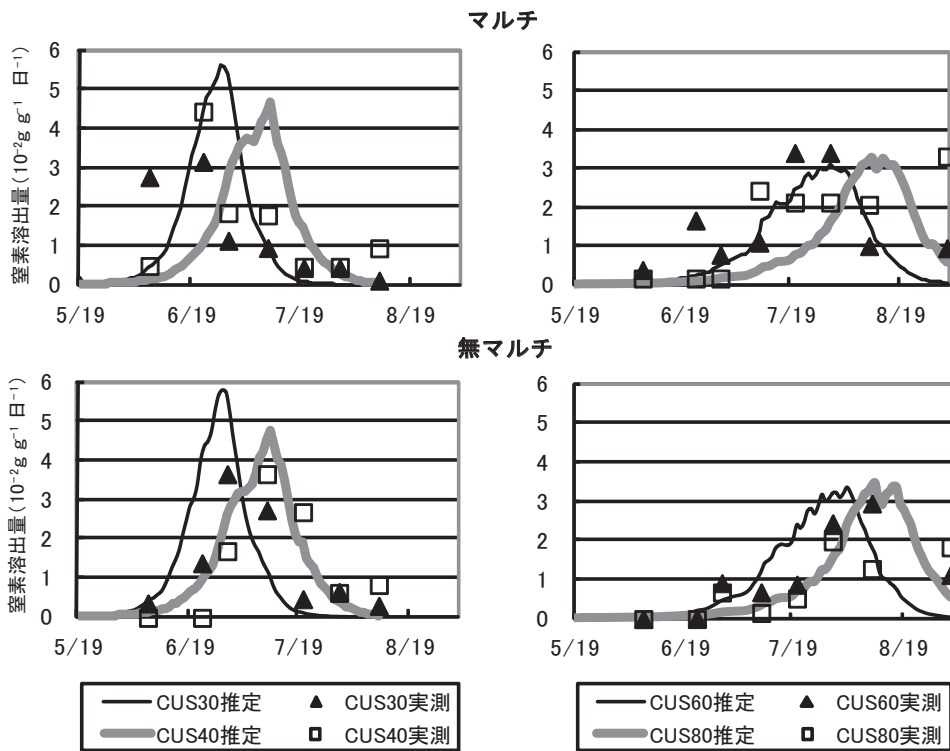


図 1-1-3 各種 CUS からの窒素溶出のマルチの有無による違い (エダマメ圃場)
 窒素溶出単位は CUS 含有窒素 1 g からの 1 日当たり窒素溶出量

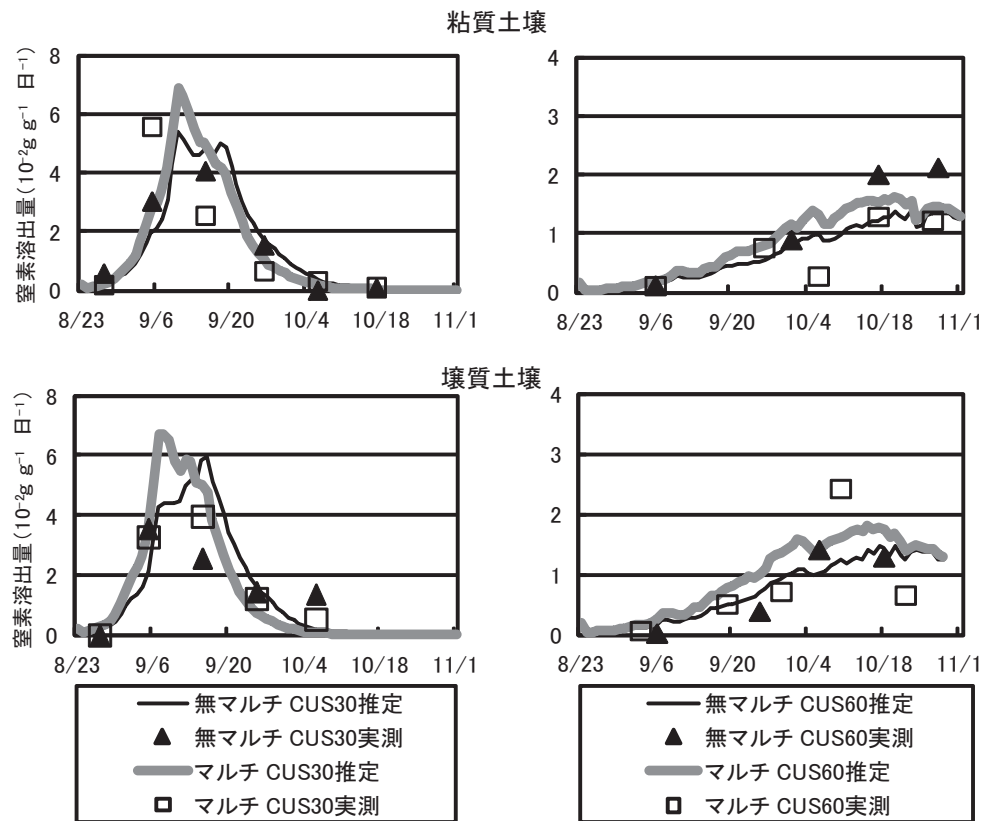


図 1-1-4 CUS からの窒素溶出の土性およびマルチの有無による違い (ブロッコリー圃場)
 窒素溶出単位は CUS 含有窒素 1 g からの 1 日当たり窒素溶出量

同等であった。壤質土壌は地温が高く推移したために、推定溶出は粘質土壌より少し速かった。また、CUS30 は溶出ピークが認められ、CUS60 については推定、実測とも明確な溶出ピークとならなかった。これは溶出ピークの時期が地温の低下する時期と重なったためと考えられる。

c) 施肥深度と土壌窒素動態

無底パイプの深さ 5cm と 20cm にそれぞれ施用した CUS40 から溶出した窒素の動態を図 1-1-5 に示す。2 ヶ月の埋設期間後回収した CUS40 の窒素残存量から、この期間中に 5cm 深施用区では 88%、20cm 深施用区では 85% の窒素が CUS40 から溶出したと推定された（データ省略）。硝酸態窒素量は各層において微量であったが、これは 7 月の雨量が 466mm と多く、被覆尿素から溶出し硝化された窒素はほとんどが 30cm 以下の層へ溶脱した結果と思われる。CUS から溶出し、0～30 cm の層にアンモニア態窒素として残留している割合は、5cm 深施用区では 1.2% に対して、20cm 深施用区では

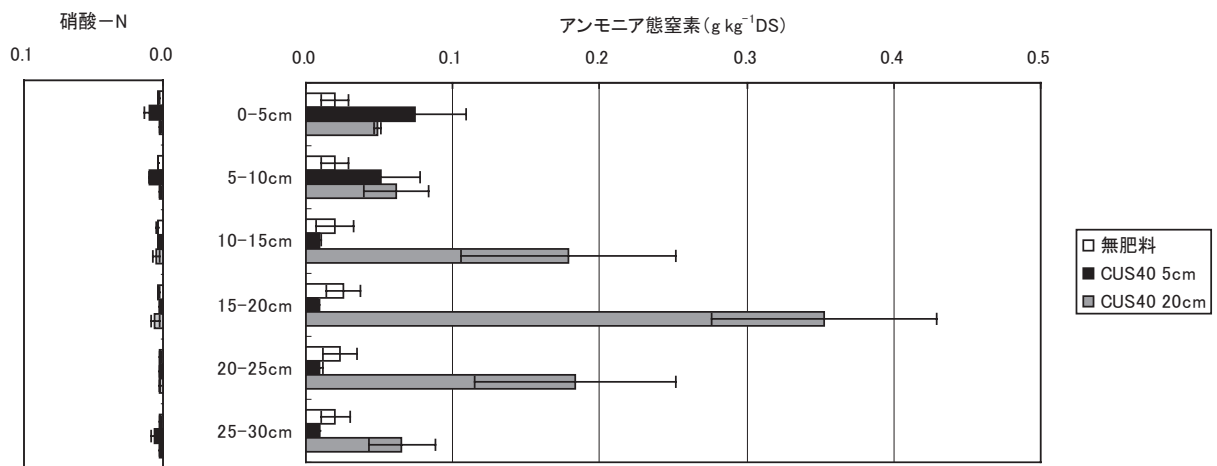


図 1-1-5 パイプ埋設法による CUS40 の施肥深と深度別の無機態窒素濃度（粘質土壌）

2006 年 5 月 24 日～7 月 25 日埋設。図中のエラーバーは標準偏差を示す。

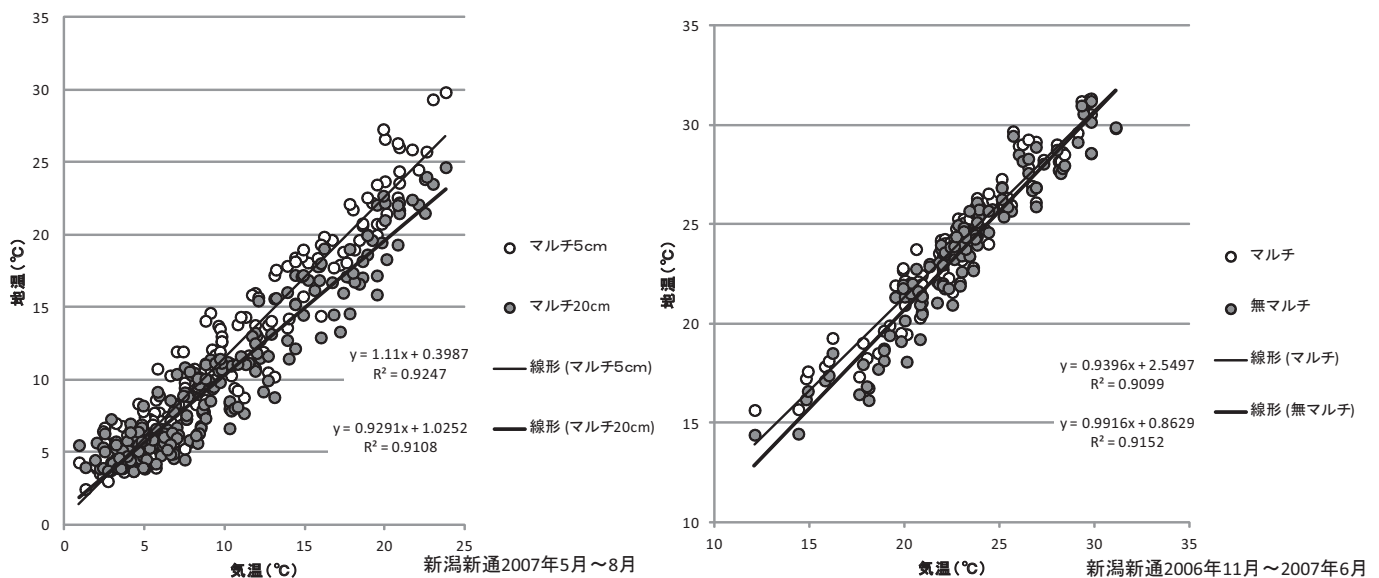


図 1-1-6 気温と地温の関係

28%と約20倍多かった。これは転換畑の深層土壌は硝酸化成能が低い⁽¹⁰⁾ことに起因していると考えられる。

白井ら^(8,9)は条施肥では硝酸化成が阻害されることによりアンモニア態窒素濃度が高くなり、キャベツの生育が遅れると報告している。この傾向は特に根群形成が少ない冬採り収穫の場合に明確であり、特に冬場の微生物活性の劣る条件ではこの問題が大きくなる可能性がある。しかし、硝酸態窒素よりアンモニア態窒素を好む作物を栽培する場合は、施肥深度による硝酸化成能の違い⁽¹⁰⁾を利用して、施肥窒素の溶脱を抑制する環境保全的施肥として検討に値するものと考えられる。本報告で用いた窒素溶出推定法により作物・作型にあった溶出パターンを持つ被覆尿素を選択し、施肥深度を変えることにより硝酸化成を調整することは、作物の安定生産と環境保全型農業の両立を図る技術となり得る。

(2) 前年秋施肥体系におけるCUSの利用

a) 気温と地温の関係

土壌からの窒素発現や被覆肥料からの窒素溶出を予測するためには通常5cm深の地温データを用いている。しかし、データロガーを使用した5cm深の地温データ収集は限定されるため、アメダスの気温データから地温を推定する試みがある。本稿においては、夏季および積雪地域における冬季間の気温と地温データの関係およびビニルマルチの有無や深さ別による気温と地温の関係を検討した。

通常積雪深20cm以下の新潟市新通では、5月から8月における気温と地温の関係は、日射があり気温が高くなる条件ではマルチ効果により5cm深の地温が20cmより高くなる傾向であった(図1-1-6)。11月から翌年6月ではマルチの有無に関わらず気温・地温の関係はほぼ1:1であった(図1-1-6)。

積雪地域である新潟県川口町(現、長岡市)の11月から翌年4月までの気温と地温の関係をみると積雪により地温の変動が少なくなりほぼ0~0.5℃で一定となった(図1-1-7)。積雪20cm以上の期間を地温0℃に換算したところ、気温と地温(マルチ、5cm深)はほぼ1:1の関係となった(図1-1-7)。

秋施肥において施用被覆肥料からの窒素溶出を予測するためには、当該地域の平均気温から地温を換算できること、地温変動はマルチの有無に関係ないこと、積雪が20cm以上となる期間は地温0℃と一定に換算する必要があることを確認した。

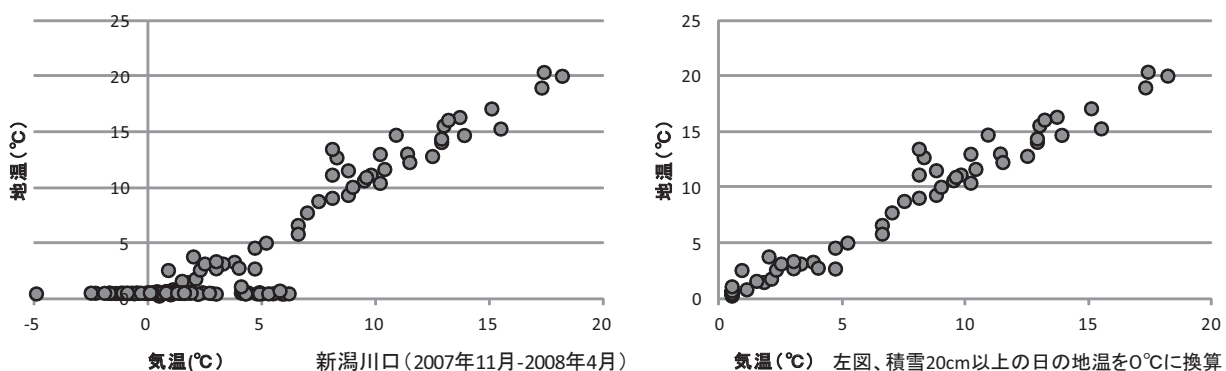


図1-1-7 積雪条件を含む気温と地温の関係

b) 降水量の推移

新潟市新通の試験期間中、12月の降水量は310mmと平年値(204mm)より多かったが、1～2月は暖冬傾向で降雨・降雪が少なく平年の半分近い降水量であった。過去30年間の最大積雪深の平均は12月と3月で約10cm、1月と2月は30cmであるが、試験年は3月上旬に一時的に6cmの積雪が観測された以外、積雪は認められなかった。3～4月は平年並みの降水量で推移した。圃場は3～4月でも排水が悪くぬかるんだ状況であった。

c) 地温の推移

図1-1-8に地温の推移を示す。計測期間中、新潟市の12月から2月の月平均気温は5～6℃であり、過去30年間の平均と比較すると1月と2月は2.6℃、12月と3月は0.6～0.8℃高かった。図1-1-8に示された地温はほぼ気温の変化に対応して変化し、冬季間は5℃前後で推移し、3月後半か

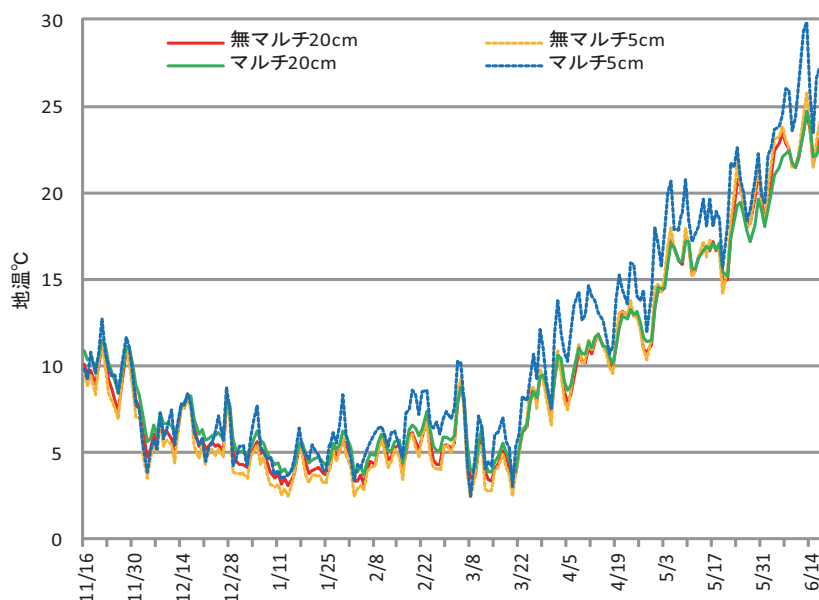


図 1-1-8 地温の推移

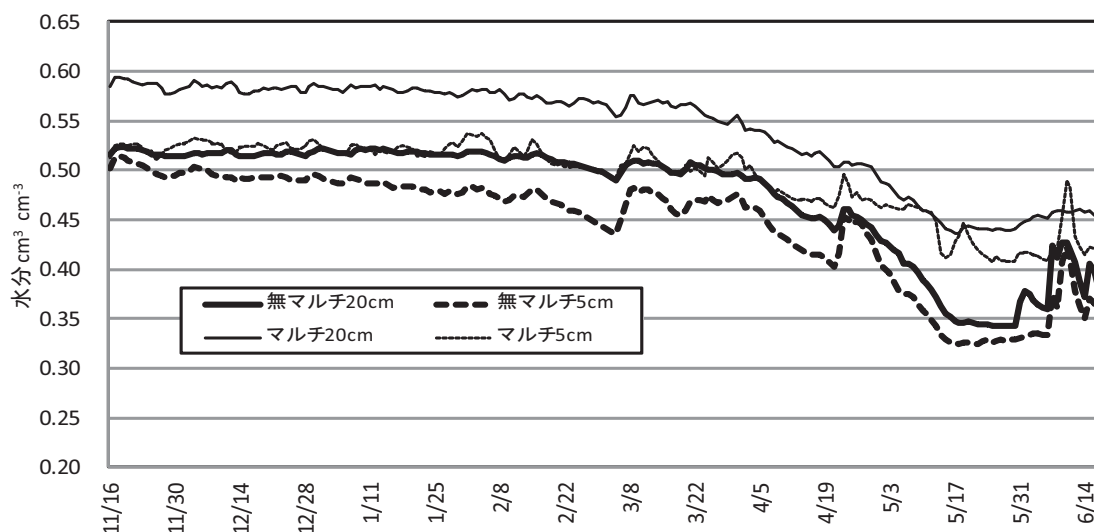


図 1-1-9 土壌水分の推移

ら上昇する傾向であった。この中でマルチ5cm深の地温は4月上旬から他より日平均で約2℃高く推移したが、無マルチ5cm深と20cm深およびマルチ20cm深はそれぞれ同様の温度変化であり、マルチの地温上昇効果は20cmの深さでは認められなかった。

d) 土壌水分の推移

図1-1-9は試験期間に測定した土壌体積含水率である。土壌水分は1月までは全区とも最大容水量と同程度の水分で推移し、2月以降無マルチ5cm深区の土壌水分が相対的に低下する傾向であった。5月になるとマルチ両区より無マルチ両区の土壌水分が低下する傾向であった。藤澤ら⁽¹⁾は被覆尿素からの窒素溶出速度は、土壌水分が最大容水量の40%以下となると低下すると報告している。当該土壌の最大容水量は $0.56 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ で、その40%は $0.22 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ に相当する。したがって、試験期間中の土壌水分は被覆尿素からの窒素溶出を抑制する程度までは低下しなかった。

e) 土壌電気伝導度 (EC) の推移

図1-1-10にプローブをCUS60に密着させた土壌ECの推移を示す。マルチ5cm深区では3月後半からEC値が高くなり、5月後半にピークとなった。無施肥土壌とマルチ5cm深区を除けば他の3区は5月初め頃からEC値が上昇し、5月後半から6月前半にピークとなった。また、無マルチ区ではマルチ区よりピークの高さが低かった。マルチ5cm深区では地温の上昇により早めに溶出した窒素がEC値を上昇させたと考えられるが、間接的手法であり、肥料とECプローブの密着程度や溶出尿素的アンモニア化成や硝酸化成までの時間的差異および土壌水分の移動に伴う無機態窒素溶脱量等が反映され、誤差が生じる可能性もある。同様の地温で推移したマルチ20cm深区に比べて、無マルチ両区では5月後半から6月にかけてのEC値の上昇が少なく、溶出窒素が硝酸化成され20cm以下の下層に溶脱したと考えられた。

本試験でのEC値と後述するCUS60の周辺土壌に残存する硝酸態窒素量とは $r=0.896$ 、無機態窒素(アンモニア態窒素および硝酸態窒素)量とは $r=0.935$ の相関があり、施肥部位周辺の窒素動態を簡易に計測するためにECプローブの利用は一定程度有効と考えられるが、上記に述べたように間接的手法であり、別途直接的手法を併用して精度を確認していく必要がある。

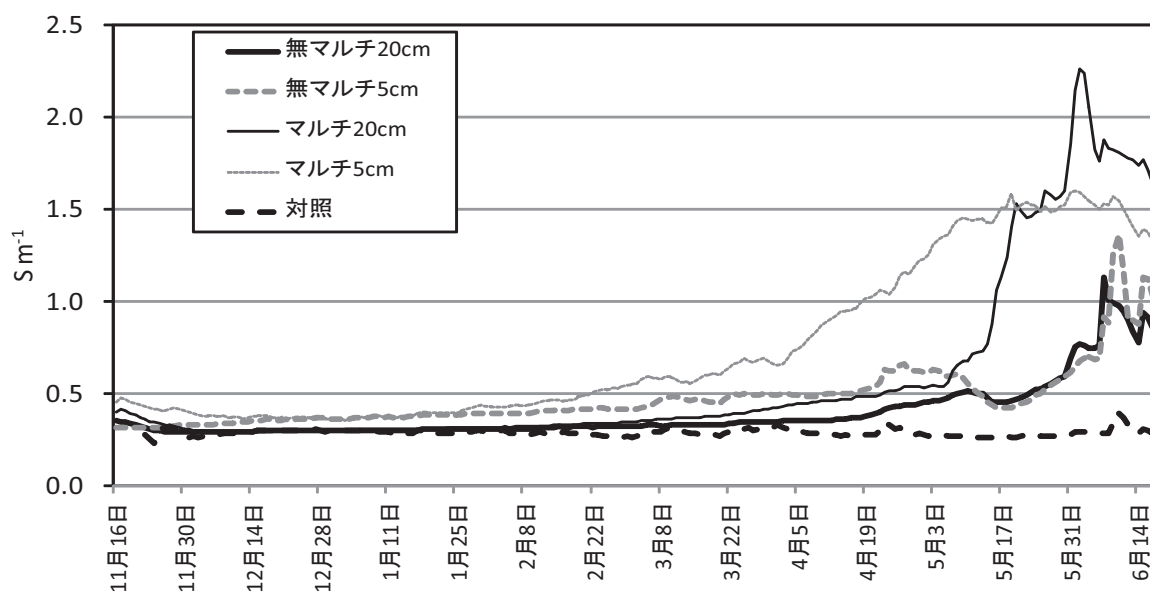


図1-1-10 土壌EC値の推移

ECプローブとCUS60を密着させて計測した。

f) 肥料埋設周辺土壌の無機態窒素残存量

回収した肥料の周辺土壌に含有される無機態窒素量を図 1-1-11 に示す。尿素区の無機態窒素はマルチの有無や施肥深度に関わらず速やかに減少し、3月20日では 30Nmg kg^{-1} 以下となった。マルチ 5cm 深区の減少程度は遅かったが、マルチ 20cm 深区では無マルチ両区と同程度の速さで減少した。これは夏季に当該圃場の施肥深別に施肥窒素動態を検討したところ、5cm 深施用に比べて 20cm 深に施用した施肥窒素の溶脱が少なかったという図 1-1-5 の結果と異なった。この理由は本試験のマルチ 20cm 深部位は土壌水分の横方向や 20cm より下層への肥料窒素の移動があったためと推定される。これは尿素区だけでなく、各 CUS 区でも同様の傾向であった。

溶出の速い CUS30 では土壌残存無機態窒素量のピークが 3月～4月であり、以降は減少した。同様に他の CUS も溶出の時期に応じて土壌に集積する傾向であった。マルチ 5cm 深区では他の区に比べて硝酸態窒素の含有量が多かった。表層土壌は硝酸化能が高く、土壌水分の上下移動が大きい無マルチ 5cm 深区では生じた硝酸態窒素は速やかに溶脱するが、水分移動の小さいマルチ 5cm 深区では溶脱が抑制された結果と考えられる。

4) 摘要

転作畑において、春から夏における地温はマルチ有無で差は少なかったが、夏から秋ではマルチ区の地温が高く推移した。無マルチ区はマルチ区より土壌水分が少なく推移した。CUS を深層に施用

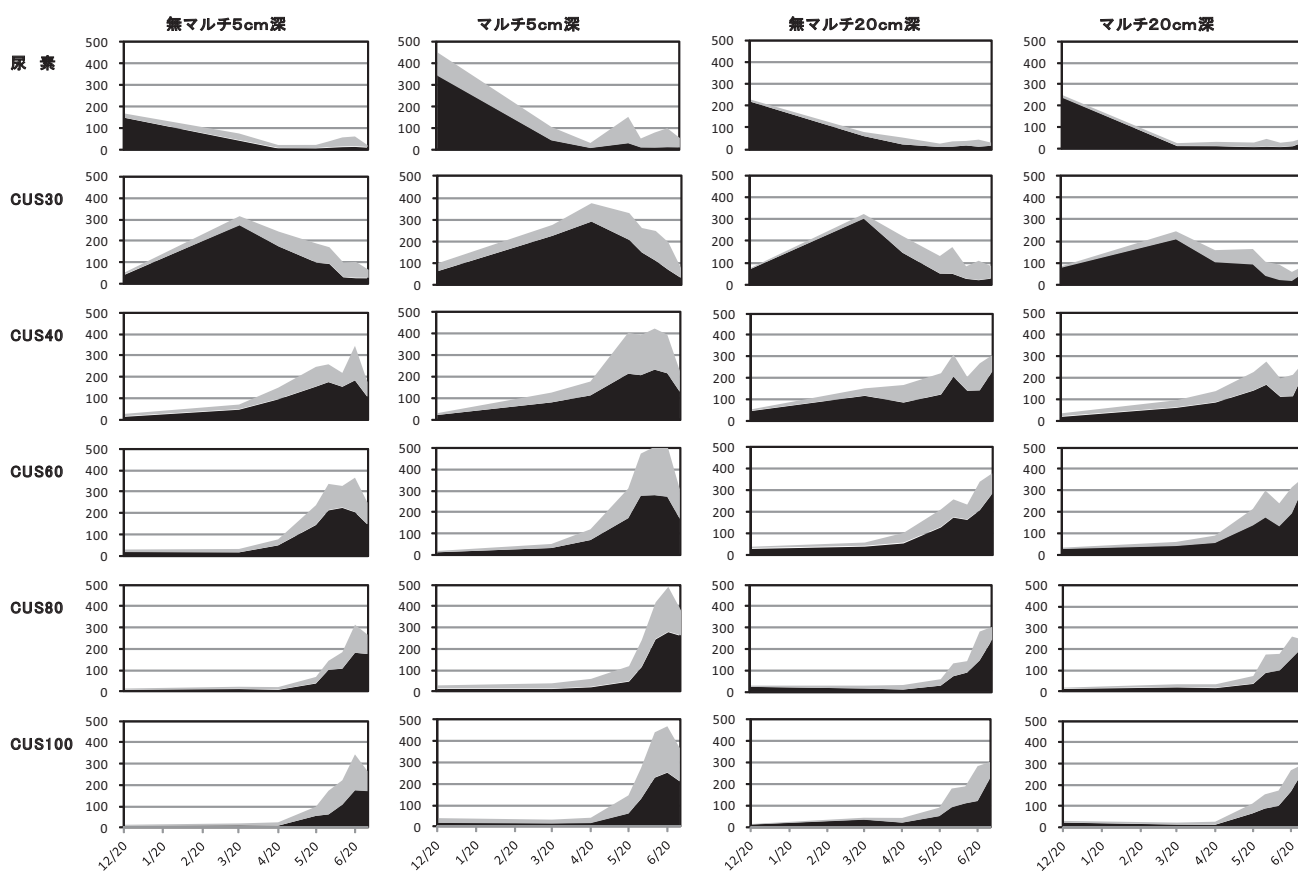


図 1-1-11 埋設肥料周辺土壌の窒素残存量 (単位: mg-N kg^{-1})

■ 硝酸-N
■ アンモニア-N

した場合は、溶出窒素の多くがアンモニア態窒素として存在していた。

前年秋畝たて・施肥・マルチ作業体系でキャベツやカリフラワー等の野菜を翌春に栽培する場合、定植の時期と栽培期間の長短に対応する溶出タイプの肥料を選定することで施肥効果の向上が期待できた。具体的な事例として新潟市等で10月末から11月初旬に畝立て施肥を実施し、4月上旬に定植する栽培体系ではCUS40が適切な肥効パターンを有するタイプであり、栽培が7月頃までと長期間になる場合はCUS60との併用が適当と考えられた。また、マルチの有無や施肥深度別に肥料のタイプを変更する必要はないと思われた。本作業体系はマルチを基本としているが、無マルチの場合は施肥窒素の溶脱による損失が想定される。

5) 引用文献

- (1) 藤澤栄司・小林 新・羽生友治 1998. 被覆肥料の溶出速度に及ぼす土壌水分の影響, 土肥誌, 69, 582-589
- (2) Hara, Y. 2000. Estimation of nitrogen release from coated urea using the Richards function and investigation of the release parameters using simulation models, *Soil Sci, Plant Nutr.*, 46, 693-701
- (3) 伊藤公一 2000. 北陸地域の水田転作の実態と園芸作物導入上の課題, 園芸学会北陸支部平成12年シンポジウム講演要旨, 14-21
- (4) 片山勝之 2006. 北陸特有の環境条件に即した野菜安定生産技術の開発. 農林水産省高度化事業18015. <http://www.afftis.or.jp/project/hightech/h18/pdf/18015.pdf>
- (5) 新潟県農林水産部 1994. 野菜栽培指針
- (6) 大山卓爾・伊藤道秋・小林京子・荒木 創・安吉佐和子・佐々木修・山崎拓也・曾山久美子・種村竜太・水野義孝・五十嵐太郎 1991. 硫酸一過酸化水素分解による, 植物, 厩肥試料中に含まれる, N, P, Kの分析. 新潟大学農学部研報, 43, 111-120
- (7) 佐久間敏雄 1984. 土壌学, p.125-129, 文永堂, 東京
- (8) 白井一則・井上恒久 1999. 被覆尿素の施肥位置が秋冬キャベツ(年明け採り)の生育に及ぼす影響, 愛知農総研報, 31, 121-130
- (9) 白井一則・山田良三・今川正弘 2001. 鉍質土壌畑での全量基肥栽培における施肥位置が秋冬野菜の生育に及ぼす影響, 愛知農総研報, 33, 161-168
- (10) 高橋能彦・池主俊昭・中野富夫・大山卓爾 1993. ダイズ栽培圃場において追肥または深層施肥した被覆尿素の土壌中における動態, 土肥誌, 64, 338-340
- (11) 高山真幸 2005. 稲単作地域における転作野菜の生産拡大方策. 東北農業研究, 58, 259-260
- (12) 八槇 敦 2003. 紫外部吸光度法を利用した土壌中硝酸態窒素の迅速測定法, 土肥誌, 74, 195-197

(○高橋能彦¹・南雲芳文²・岩本嗣¹・大山卓爾¹)

¹新潟大学農学部, ²新潟県農業総合研究所

2. 畝立て同時作業の技術追加による高機能・省力作業技術の開発

1) はしがき

北陸地域の農耕地に占める水田の割合は約 90%であり、重粘な土壌も多く存在する。そのため、転作作物を作付ける場合は、重粘な水田転換畑が対象となることから、土壌の碎土率低下が問題となる。また碎土率向上を重視すると作業速度が低下し、結果として作業能率が低下する。これまで、ダイズの安定発芽・安定生産を目的とし、耕うんと同時に畝立てと播種を行い、畝立てによる湿害軽減とアップカッターロータリによる碎土性の向上、一工程作業による作業性の向上を図るダイズ用の作業機を開発している⁽¹⁾。一方、北陸地域の大規模水田作経営においても収益性の確保や作業の平準化のために、一部の地域においては、野菜作が導入されている。しかし、野菜作においても碎土性や作業競回避のための作業性の問題は重要であるため、畝立てや施肥播種等の作業の高精度化、高能率化が重要である。

野菜作栽培においては、特に春先の低温時の作付けや、生育途中の雑草抑制のために、畝立てした圃場にマルチを展張する場合が多い。重粘な土壌でのマルチ作業は、マルチ押さえ用の覆土の確保や作業能率の低下が問題である。さらに、北陸や東北等の一部地域では、新規に水田転作作物としてエダマメを導入する動きがみられる。エダマメは、通常育苗後移植を行うが、省力化等を図るためには、種子を直接圃場に播種する「直播」が効果的と考えられる。直播栽培の耕起から播種作業については、ダイズ用に開発した耕うん同時畝立て播種作業機が一部の地域で導入されている。しかし、エダマメ直播の場合でも、早期に収穫・出荷が可能になると販売面で有利となるが、そのためには地温が上昇しない低温時期に播種を行う必要があり、マルチ被覆をしないと低温により、生育の遅れやタネバエの被害が発生する。またマルチ被覆を別工程で行うと、作業能率が大幅に低下する。

そのため、ダイズ用に開発した耕うん同時畝立て播種作業機を野菜へ応用する場合の爪配列の検討、マルチを同時に展張する場合の作業機、同時に施肥や薬剤散布を行う作業機の構造やエダマメのマルチ直播作業機等について検討した。また、関連課題での使用作業機として、エダマメの深層施肥、キャベツの生分解マルチ・畝上面マルチ、ブロッコリーとカリフラワーのマルチ、エダマメのマルチ直播作業機、源助ダイコン、加工用カブにそれぞれ対応した作業機を試作し、各担当者とともに、作業機の動作、安定性等の検討を行った。さらに、耕うん同時畝立てマルチやエダマメのマルチ直播作業機については、現地試験を行った。

2) 材料と方法

(1) 耕うん部

作業機の耕うん部は、耕うん幅 160～170cm のアップカッターロータリの耕うん軸をホルダー型に改良して使用した。爪の曲がりの方向を変えることにより、2種類の畝を成型した。図 1-2-1 に示すように、75～80cm × 2 畝の場合は、それぞれの畝中心の方向に爪の曲がりの方向を揃え、150～160cm × 1 畝の場合は、全ての耕うん爪をロータリの中心（畝の中心）方向に揃えて取り付けた。150cm × 1 畝の場合は、耕うん爪による畝立てに加え、マルチャーの成型器を装着して成型を行った。さらに、マルチ展張時の問題点を改善するための爪配列方法について検討した。

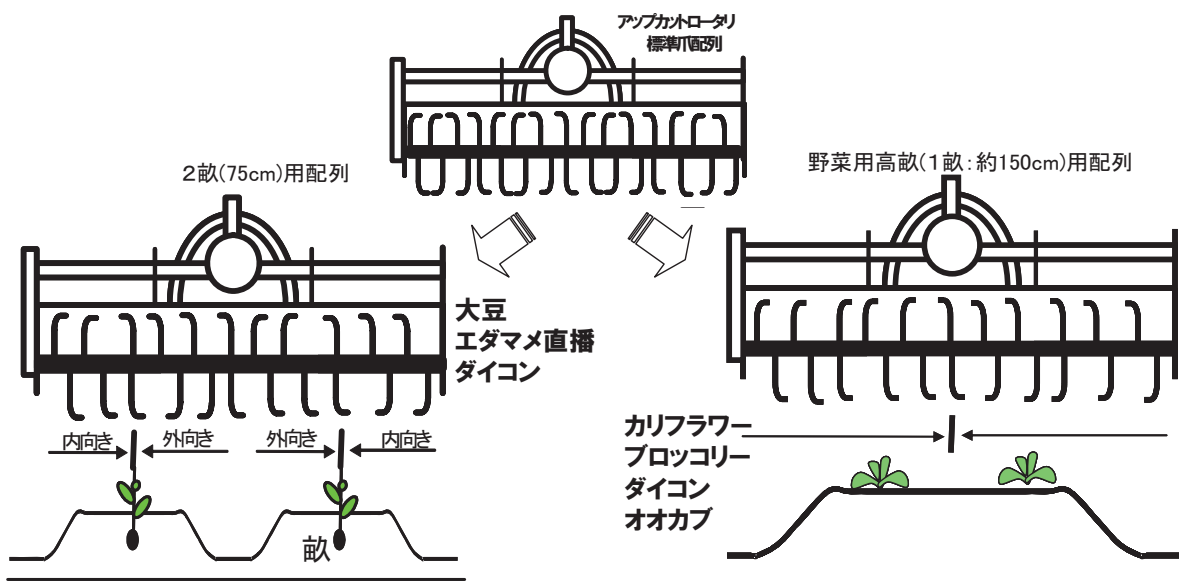


図 1-2-1 畝形状と耕うん部爪配列



写真 1-2-1 2畝用耕うん同時畝立てマルチ



写真 1-2-2 1畝用耕うん同時畝立てマルチ



写真 1-2-3 有孔マルチを利用したマルチ直播作業機



写真 1-2-4 耕うん同時畝立てマルチと施肥機の種類

(2) 畝成型機マルチ作業機

2 畝成型の場合は、写真 1-2-1 に示すようにロータリ後方に鋤柄農機 (株) の RM2-110 を装着し、1 畝用のマルチの場合は、写真 1-2-2 に示すように同社製 PHM-A-14 を装着し、耕うんと同時にマルチ展開作業を行い、その問題点等について検討した。装着方法は、播種機等装着用の 60mm の角パイプを使用し、ピン 2 本と押さえボルトで固定した。

(3) エダマメ用耕うん同時畝立てマルチ直播作業機

a) 作業機の構造

作業機は、耕うん幅 160, 170cm のホルダー型アップカットロータリの爪曲がり方向を畝中央にし、後方には畝成型機と有孔マルチの穴を利用し、目皿式播種機の繰り出しを同期させて播種を行う、写真 1-2-3 に示す耕うん同時畝立てマルチ直播用作業機 (以下マルチ直播作業機) を装着した。ロータリ爪と成型板により畝を成型し、マルチ下で畝上面に播種溝を掘り、マルチ上では目皿式播種機落下口からマルチ開孔部までシュートで種子を誘導し、シュート出口にあるソリ式の開閉フタによりマルチ穴部分でフタが開いて種子を落下させ、マルチ下のレーキで覆土を行う構造である。目皿式播種機の駆動は、畝上面を鎮圧してマルチを密着させるロールにより行っている。有孔マルチは黒色で、幅 150cm, 条間 40cm, 株間 20, 24cm, 直径約 6cm, 厚さ 0.02mm のチドリ状穴と、幅 180cm, 条間 45cm, 株間 25cm, 直径約 6cm, 厚さ 0.02mm の平行状穴を使用した。材質はポリフィルムと生分解フィルム (丸井加工 (株) 製) を使用した。

b) 播種精度

(i) 播種精度試験

試験 1 : 8 穴 1 列の皿を使用し、播種量設定用減速比 (駆動用ローラに対する播種目皿軸の回転数比) を変えた場合の平均種子落下数、駆動ローラのスリップ率を測定した。(播種日: 2008/05/02, 調査日: 05/29, 6/26, フィルム: 黒ポリ, 品種: '新潟茶豆' (JA 全農新潟))

試験 2 : 1 穴 2 粒播種を目標とした場合の、目皿の形状 (8 穴×2 列, 16 穴×1 列) と平均播種粒数、変動係数を測定した。(播種日: 2008/04/28, 調査日: 05/30, フィルム: 黒ポリ, 品種: '新潟茶豆', 現地実証試験区 No. 5)

試験 3 : 作業速度を変えた場合の 1 株当たりの播種粒数と発芽時のマルチ穴から外れて出芽できない種子の割合やズレの量を測定した。(播種日: 2008/05/08, 調査日: 05/29, フィルム: 透明ポリ, 品種: '湯あがり娘' (カネコ種苗))

なおフィルムは、丸井加工 (株): 幅 150cm, 株間 24cm, 穴径 6cm, 厚さ 0.02mm を使用した。

(ii) 現地実証試験

開発した作業機を、新潟県上越市 2 カ所、富山県高岡市 1 カ所の現地農家圃場で試験を行い、播種時の状況、発芽状況の調査等を行った。

(4) 施肥・薬剤散布装置

施肥機として、ダイズ等の施肥播種機として使用されているアグリテクノ矢崎 (株) 製の施肥ユニット (TDR-K) をモータ駆動で使用した場合と接地輪からの回転動力を、チェーンユニットで施肥機まで伝達した場合について、比較検討した。また、モータ駆動でホップ容量が大きく、施肥量と薬剤散布量を多くすることが可能な、(株) ジョーニシ製の RS-405 を使用し、施肥や薬剤散布作業時の作業性を検討した。施肥・薬剤散布装置機は、写真 1-2-4 に示すように、ロータリ上方に角パイプを

装着して固定した。

一方、エダマメ、源助ダイコンやブロッコリー栽培時に使用する局所施肥については、エダマメとダイコンは75cm 畝の最下部（畝上面から深さ約20cm）に施用し、ブロッコリーについては、写真1-2-5に示すように、150cm 畝の畝上面から約10cm 前後の位置に肥料が施用できるように、ロータリ後方で耕うん爪に近い位置に外径約 ϕ 27mm（内径約23mm）の誘導パイプと上方に、アグリテクノ矢崎（株）製の施肥ユニット（TDR-K）を取り付け、接地輪からのチェーンユニットを使用して駆動した。

（5）関連課題の作業機の構成

本実用技術開発事業の関係課題で実施する耕うん同時畝立て作業機については、すべてホルダー型アップカットロータリをベースに試作した。作業機はロータリ幅、畝形状、成型機、マルチ展張作業機、施肥、薬剤散布、播種等の各作業機を試験条件にあわせて選択して装着した。作業機の一覧を表1-2-1に示す。

3）結果と考察

（1）耕うん部分

爪配列の変更により、75cm 畝、150cm 畝ともに、耕うんと同時に畝立てを行うことが可能であった。75cm 畝の場合は、ロータリ均平板で畝表面を平らにするが、畝高さは最大で約15cm 程度であった。150cm 畝の場合は、成型器を使用しない場合の畝高さは、約20cm 程度、マルチャー用の成型器を使用すると、畝高さ約25cm 程度となった。マルチ展張作業時は、マルチ押さえ用の覆土が必要であり、全て内向きに爪を取り付けるとマルチ展張時に、覆土がなくなる場合が認められた。そのため、図1-2-2に示すように、外側に近い部分（外側から約30cm）の爪を1～2本外側に向けることにより、マルチ押さえ用の土が確保された。

（2）畝成型機マルチ作業機

2 畝用の耕うん同時畝立てマルチ作業機を装着して、幅95cm、厚さ0.02mmの透明ポリマルチにより展張作業を行った結果、標準の設定では、覆土が不足し、マルチを十分に押さえることができなかった。覆土用のディスクの土中への入り込みが少ないのが原因と考えられたため、覆土用ディスクの形状を円盤型から星型（写真1-2-1）に変更した。しかし、土中への入り込み量がまだ不足した状態であったため、マルチャー中央部に、ウエイト用の台を設置した。約40kgのウエイトを搭載することにより、ディスクの切り込み量が深くなり、覆土が十分に確保され、連続して作業が可能であった。75cm 畝用のマルチ覆土用ディスクの機構は、150cm 畝用とほぼ同じで、150cm 用ではディスクの動作に問題が認められなかったことから、75cm 畝用の作業機は、ディスクの数が4個と150cm 畝用の2倍であることが、土中へ入り込む際の抵抗が大きくなる原因と考えられた。

（3）エダマメ用マルチ直播作業機

a) 作業機の構造

有孔マルチによる直播は、土壌水分が高く砕土性が劣る土壌では、畝上面とマルチの密着が不足し、種子の覆土も十分でないなどの問題が認められた。しかし、土壌表面に細かい土が集まり、アップカット耕うんの効果が発揮できる圃場状態の場合は、連続して作業が可能であるとともに、種子の覆土も十分であった。



写真 1-2-5 耕うん同時畝立てマルチの局所施肥

表 1-2-1 作物毎の作業機の構成

関連項目	作目	畝形状	耕うん幅 (cm)	畝成型*	マルチ	施肥	薬剤散布	播種方式	課題担当
第1章1	エダマメ	75cm 畝×2	160	無し	無し	深層施肥	—	目皿式	新潟大学
第2章1	ブロッコリー	150cm 畝	160	有り	黒ポリ・生分解	局所・全層	—	—	石川県
第2章2	キャベツ	160cm 畝	170	有り	黒ポリ・生分解等 (畝上面)	事前施肥	—	—	富山県
第2章3	カリフラワー	160cm 畝	170	有り	透明ポリ	事前施肥	—	—	新潟県
第2章5	エダマメ	150cm 畝	160	有り	黒ポリ (有孔)	事前施肥	—	目皿式一部改	北陸セ
第2章6	源助ダイコン	75cm 畝×2	160	無し	無し	深層施肥	—	シートテープ	石川県
第2章7	大カブ	160cm 畝	170	有り	無し	事前施肥	モータ駆動 大型	後播き	富山県

* 畝成型は、PHM-A-14 による

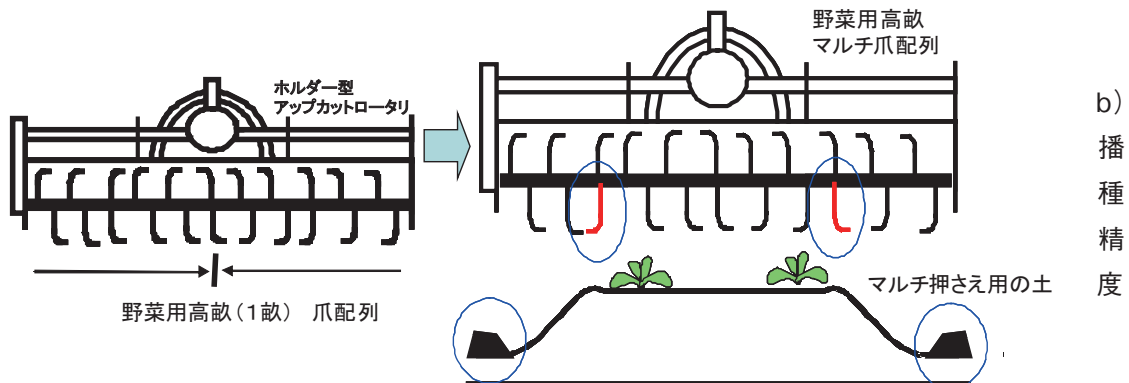


図 1-2-2 有効マルチによる直播作業機

(i) 播種精度試験

駆動ローラからの減速比に比例して1株当たりのエダマメの播種量は増加した。しかし、図1-2-3に示すように、播種量設定を増加させるほど、播種ロールのスリップ率が増加し、実際の播種量が減少するため注意が必要と考えられた。また、1株当たりの播種量の変動を小さくするためには、1粒ずつ落下させる目皿が良いと考えられた(表1-2-2)。また作業速度が増加すると、1株当たりの播種粒数の変動が多くなるとともに、マルチ穴からの種子のズレも大きくなる傾向が認められた(表1-2-3)。種子の落下に進行方向の作業速度が加わり、地表部に落下後に移動したと考えられた。

(ii) 現地実証試験

富山県高岡市の実証試験では、同一品種で比較を行うと人力播種に比べて同等以上の発芽数が得

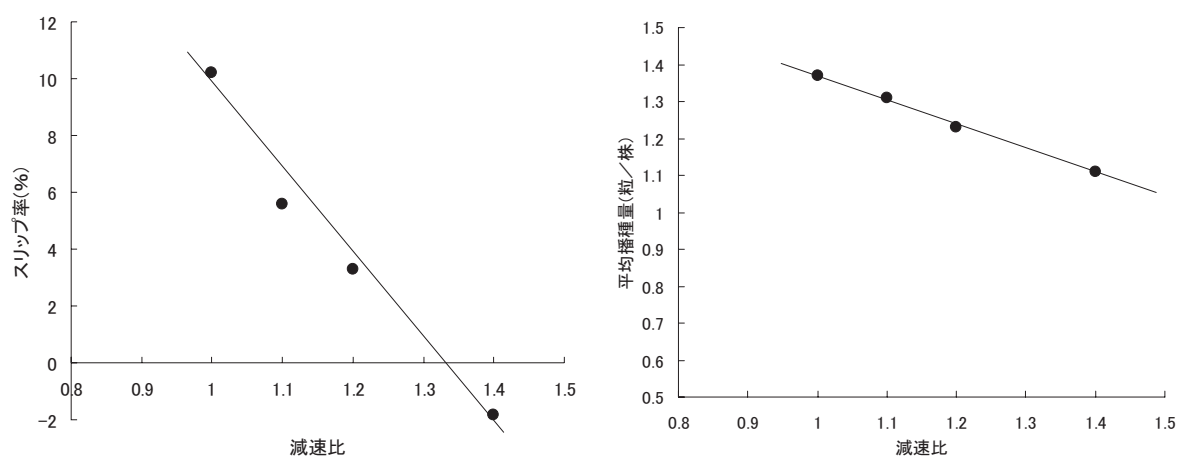


図1-2-3 播種量調整用減速比と1株播種量(左)、スリップ率(右)

表1-2-2 目皿形状と発芽変動

目皿形状	1株当たり発芽数	
	平均	変動係数
16穴1列	1.76	0.36
8穴2列	1.56	0.57

作業速度：0.16m/s, 目標粒数(2粒/株)

表1-2-3 作業速度と発芽変動、発芽位置不良割合

作業速度 (m/s)	目皿形状 (粒/株)	目標粒数 (粒/株)	1株当たり播種数		播種位置不適	
			平均	変動係数	不適粒数割合(%)	不適量(mm)
0.13	8穴1列	1	1.0	0.38	0	0
	16穴1列	2	2.1	0.46	6.5	18
0.27	8穴1列	1	1.1	0.46	12.5	23
	16穴1列	2	1.9	0.70	13.8	33

不適粒数割合＝マルチ穴から外れた種子数 / 播種粒数

不適量＝マルチ穴の端から外れた距離の平均

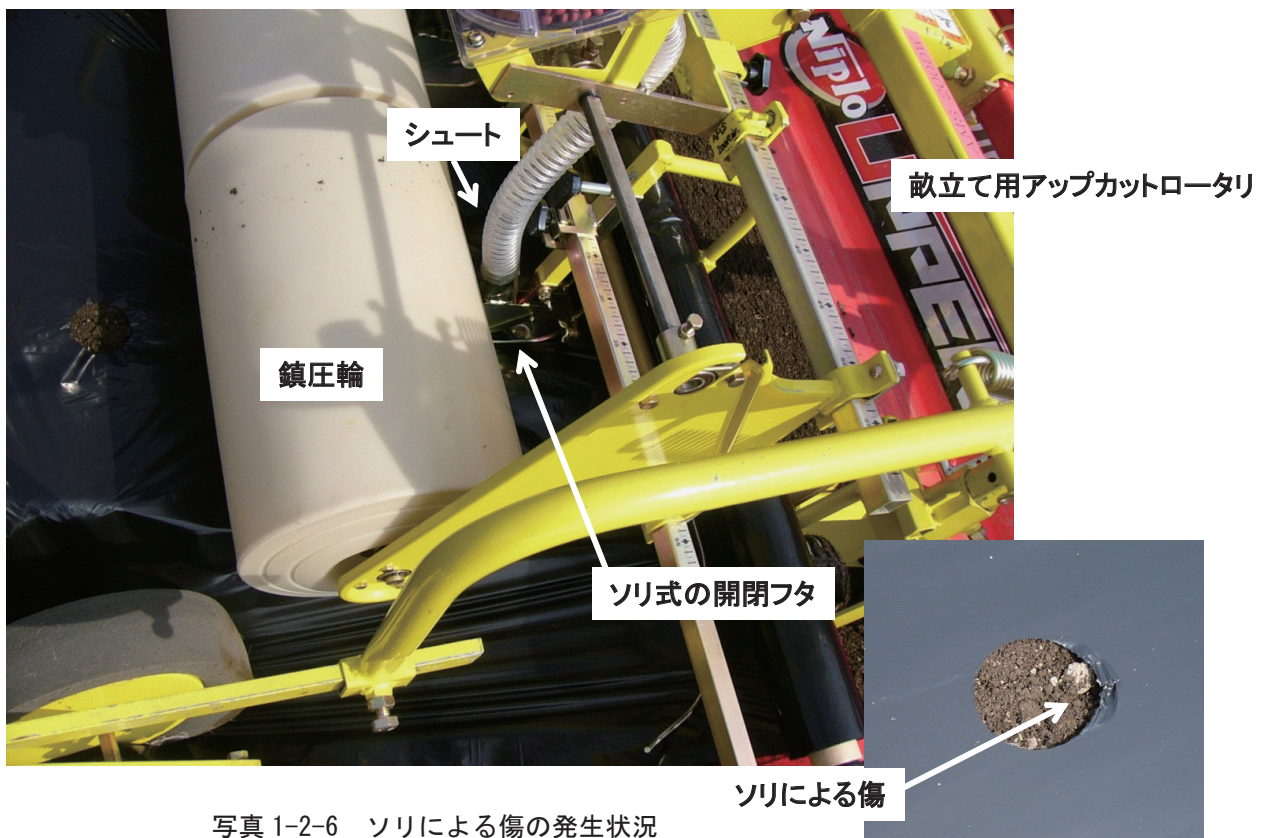


写真 1-2-6 ソリによる傷の発生状況

表 1-2-4 現地実証試験の状況 (2008 年)

No.	播種日 月 / 日	実施 組織	播種方法	品種	事前 耕うん	目標播種量 (粒 / 株)	マルチの 種類	作業速度 (m/s)	平均 播種粒数	播種粒数 変動係数
1	4/22		マルチ後人力播種			約 2	穴無ポリ	—	1.28	0.60
2	4/23	高岡市 A 経営	耕うん同時畝立て	快豆黒頭巾	有り			0.21	1.97	0.28
3	4/23		マルチ播種作業機	たんくろう		2	有孔ポリ	0.21	1.17	0.63
4	4/26				無し			—	1.37	0.50
5	4/28	上越市 B 経営	耕うん同時畝立て マルチ播種作業機	新潟茶豆	有り	2	有孔ポリ	0.16	1.76	0.36
6	5/2	上越市	耕うん同時畝立て	新潟茶豆	有り	1	有孔ポリ	0.16	1.08	0.48
7	5/2	C 経営	マルチ播種作業機				有孔生分解	0.16	1.05	0.41

られた。また、新潟県上越市の実証試験では、表 1-2-4 に示すように、ポリフィルム、生分解フィルムともに同等の能率、精度で作業を行うことが可能であった。生分解フィルムの場合、種子出口の開閉フタのソリにより、少し傷が付く場合があり（写真 1-2-6）、ソリの動きを良好にし、開閉時の抵抗が少なくなるように調整することが重要と考えられた。

(4) 施肥・薬剤散布装置

施肥装置は、モータ駆動で常に一定の量を施用するためには、作業速度を一定にする必要があるため、圃場条件に応じて作業途中で任意に作業速度を変えることができなかった。接地駆動輪では、作業速度に連動した施肥が可能であった。ホoppa容量が 8.4リットルの施肥装置では、接地輪駆動で最大約 100kg/10a（駆動用ユニットギア比最大、ホoppa 4 個）まで施肥が可能で、それ以上の施肥量の

場合は、モータ駆動が適すと考えられた。作業性は良好であり、作業能率の例として、従来2名で3～4日の作業が、2名で1日以内であった。耕うんからマルチ展張までの一工程作業による省力化に加え、施肥も同時に行うことが可能であるため、作業従事者の高齢化対策としても有効であると考えられた。

ダイコン等の深層施肥については、パイプの形状や曲がりの角度を調整することにより、作業途中の施肥の詰まりは発生しなかった。作業時の注意点としては、作業初め、作業終わりともに、常にトラクタを前進しながら、深層施肥作業機（ロータリ）の昇降作業を行うことにより、パイプ出口部への土の詰まりを避けることができた。

(5) 関連課題毎の作業機の構成

それぞれの作業機は、市販の作業機や取付け用部品を中心に組み立てた。畝幅によりロータリ耕うん幅を選定し、畝形状とマルチ展張の有無から爪配列を決定し、マルチを展張する場合は、成型機を必ず使用した。施肥は、局所や深層施肥等の施肥位置試験の場合は、開発部品を使用した。それ以外は試験用としての使用のため事前散布を実施した。現地における実証試験時は、施肥量が多い場合は、肥料の補給作業等を考慮して事前施肥を行う場合と作業工程を省力するために、施肥の同時作業を行う場合もあった。薬剤散布は、施用量が約30kg/10aと多い大カブのみであった。播種は、エダマメとダイコンであったが、エダマメは目皿式播種機、ダイコンはシードテープ用の播種機を使用した。全ての作目において、ほぼ所期の目的を実施することが可能な作業機とすることができた。

4) 摘要

- (1) ホルダー型のアップカットロータリの爪配列を変更し、耕うんと同時に75cm×2畝や150cm×1畝を作ることが可能な作業機を開発した。
- (2) ロータリの後方に2畝用や1畝用のマルチャーを装着し、爪配列等を調整すると耕うんと同時に畝立てとマルチ展張作業が可能となった。
- (3) 有孔マルチを使用し、耕うん、畝立て、マルチ展張と同時に播種を行う、エダマメ用のマルチ直播作業機を開発し、現地実証試験を行うとともに、市販化された。
- (4) エダマメやダイコン用の深層施肥、ブロッコリーの局所施肥等が可能な施肥装置を開発した。

5) 引用文献

- (1) 細川寿(2004) 大豆の耕うん同時畝立作業機による重粘土転換畑の湿害回避技術。農機誌, 66(5), 14-15

(細川 寿)

第2章 新技術を導入した作目別栽培技術の開発

1. 前年秋季畝造成によるブロッコリー春まき作型の安定化技術の開発

1) はしがき

ブロッコリー栽培は、3月中旬から4月下旬に定植し、5月上旬から6月下旬に収穫する春まき作型と、8月中旬から9月上旬に定植し9月下旬から12月下旬に収穫する夏まき作型がある（図2-1-1）。しかしながら、春まき作型では、特に水田転換畑において、冬季の積雪や春先の天候不順等により、3月上旬に計画的な圃場準備が行えず、定植時期が遅れるといったように作付作業が不安定なものとなっている。そこで、計画的に3月中旬からの定植作業が行えるようにするため、前年の水稻収穫後の秋季に畝を造成（施肥、畝立て、マルチ展張）し、春まき作型の安定化を図る技術を開発する。

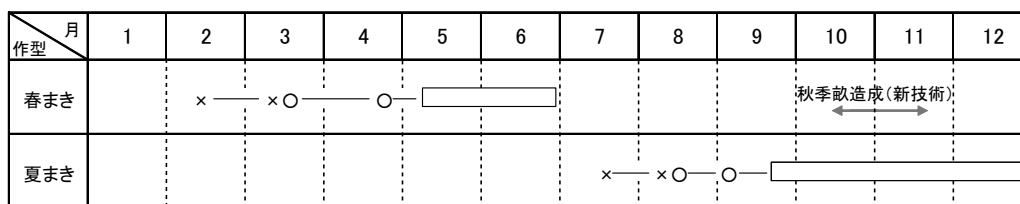


図2-1-1 石川県におけるブロッコリーの作型

2) 材料と方法

(1) 畝造成時期及び窒素肥料の種類の検討（2006-2007年）

畝の造成時期として、苗を定植する前年の2006年10月27日に畝を造成した10月期と、11月22日に畝を造成した11月期の2区(前年秋畝造成区)及び慣行の春季畝造成区(2007年3月15日畝造成)の合計3区を設けた。また、前年の秋季畝造成時に施用する窒素肥料の種類としては、溶出がリニアタイプの肥効調節型肥料LP30, LP40, LP50及びシグモイドタイプのLPS40施用の4区を設けた(10月及び11月畝造成区の両方)。前年秋畝造成区では、圃場全面に、苦土石灰を 140 g m^{-2} 、リン酸・カリ肥料(PKS36号)を 160 g m^{-2} (P_2O_5 , K_2O の施用量が慣行と同量の各 29 g m^{-2})、及び根こぶ病防除のフルスルファミド粉剤を $20\sim 30\text{ g m}^{-2}$ 散布した後、耕うんし、窒素肥料を畝内に施用(各LP肥料を 69 g m^{-2} 、Nとして慣行と同量の 29 g m^{-2})、畝立て、マルチ展張(厚さ $0.02\sim 0.03\text{ mm}$ の黒色ポリエチレンマルチ)を行った。また、春季造成区では、慣行に従い基肥(窒素成分 19.4 g m^{-2} 、固形30号、燐硝安加里S604、熔燐、硫酸加里)と追肥(窒素成分 9.6 g m^{-2} 、NK化成2号)に分けて、N, P_2O_5 , K_2O の施用量が各 29 g m^{-2} となるよう施肥した。試験区の規模は1区 12.6 m^2 (反復なし)とした。

2007年2月19日にブロッコリー品種‘ピクセル’(サカタ)を128穴のセルトレイに1粒播種し、約1ヶ月間後の3月20日に前年秋畝造成区及び春季畝造成区でセル苗を定植した。栽植密度は、畝幅 140 cm 、株間 40 cm 、条間 50 cm 、2条植え(10a当たり3,571株)とし、定植後の生育を促進するため、定植直前にハイパーCDU細粒5肥料(窒素31%)をトレイ当たり 50 g 苗箱施用した。定植直後から4月21日まで、保温のため不織布をべたがけ被覆した。5月中旬から花蕾の収穫を開始し、商品収量、花蕾重、花蕾径、品質を調査した。

(2) 畝造成時期及び窒素肥料の種類の検討 (2007-2008 年)

畝の造成時期として、苗を定植する前年の 2007 年 9 月 26 日畝造成区、10 月 31 日畝造成区、11 月 27 日畝造成区の 3 区（前年秋畝造成区）及び慣行の春季畝造成区（2008 年 3 月 13 日畝造成）の合計 4 区を設けた。畝の造成は (1) と同様の方法で行った。試験区の規模は 1 区 25.2 m² (2 反復) とした。また、窒素肥料の種類として、LP30, LP40, LP50, LPS40 及び LP50 入り複合肥料 BB444-50 号施用の 5 区を設けた（10 月畝造成区のみ）。そして、10 月造成区に準じて土中に埋め込んだ LP 肥料の溶出率を継続的に測定した。畝の造成は (1) と同様の方法で行った。試験区の規模は 1 区 25.2 m² (2 反復) とした。

2008 年 2 月 20 日に品種‘ピクセル’を 128 穴のセルトレイに 1 粒播種し、約 1 か月間後の 3 月 21 日に前年秋畝造成区及び春季畝造成区でセル苗を定植した。栽植密度、栽培方法は (1) と同様の方法で行った。4 月中旬及び収穫開始期の 5 月中旬に生育調査（葉数、株重）行うとともに、5 月中旬から花蕾の収穫を開始し、商品収量、花蕾重、花蕾径を調査した。

(3) 秋季畝造成の実証試験

2008-2009 年に、石川県加賀市の現地圃場において秋季畝造成の実証試験を行った。また、石川県農業総合研究センター圃場（以下農総研圃場と記す）においても同様の栽培試験を行った。畝の造成は、加賀市現地圃場では前年の 2008 年 11 月 3 日に、農総研圃場では 11 月 13 日に行い、畝の造成方法は (1) と同様の方法で行った。試験区の規模は、加賀市現地圃場を 150 m² (反復なし)、農総研圃場を 1 区 60 m² (反復なし) とした。

2009 年 2 月 20 日に品種‘ピクセル’を 128 穴のセルトレイに 1 粒播種し、加賀市の現地圃場では同年 3 月 20 日に、農総研圃場では 3 月 18 日に前年秋畝造成区及び春季畝造成区でセル苗を定植した。栽培方法は (1) と同様の方法で行った。5 月中旬から花蕾の収穫を開始し生育、花蕾重、花蕾径、商品収量を調査した。

3) 結果と考察

(1) 畝造成時期及び窒素肥料の種類の検討 (2006-2007 年)

2006-2007 年の結果を表 2-1-1 に示した。畝の造成時期の比較では、10 月畝造成区が、11 月造成区よりも花蕾の商品収量が高い傾向にあり、対照の慣行春季畝造成区と比べて同等かやや高い結果となった。秋畝造成区における窒素肥料の種類による差には一定の傾向は認められなかったが、10 月畝造成では LP40 と LP50 を施用した区で商品収量がやや高くなった。慣行春季畝造成区は、花蕾重は重かったが、欠株が多かったため (18%)、商品収量が高くはならなかった。等級 A 品率では LP30 がやや劣る結果となった。春季畝造成を行った 2007 年 3 月は、12 日まで雨や雪の日が多く、7 日には 15cm 程の降雪となり 12 日まで積雪として残った。そのため、圃場がなかなか乾かず 15 日ようやく畝を造成することができた。一方、前年 (2006 年) の秋は、10 月中旬から 11 月上旬にかけて、降水量が少なく天気が安定しており、10 月下旬には畝造成の作業が容易に行えた。

以上のことから、気候的に安定しており作業が容易な前年の 10 月期に畝を造成し、肥効調節型肥料 (LP40, LP50) を施用すればよいと考えられた。

表 2-1-1 畝造成時期及び肥料の種類とブロッコリーの収量及び品質 (2007 年)

畝造成時期	肥料の種類	10a 当たりの 商品収量 (kg)	花蕾重 (g)	花蕾径 (cm)	L 級以上 率 (%)	等級 A 品 率 (%)
10 月期 (10 月 27 日)	LP30	909 (102)	268 (89)	12.1 (97)	65	71
	LP40	1,026 (115)	287 (95)	12.5 (100)	80	100
	LP50	1,116 (125)	313 (104)	13.3 (106)	81	90
	LPS40	943 (106)	278 (92)	12.5 (100)	47	95
11 月期 (11 月 22 日)	LP30	886 (99)	261 (87)	12.0 (96)	58	74
	LP40	823 (92)	231 (77)	11.4 (91)	50	85
	LP50	858 (96)	240 (80)	11.6 (93)	50	90
	LPS40	920 (103)	258 (86)	12.2 (98)	75	85
対照 (慣行春季畝造成)		891	301	12.5	70	76

注：畝造成時期は、対照以外は 2006 年秋季。商品収量、花蕾重、花蕾径の括弧内の数字は対照の値を 100 とした場合の値を示す。L 級以上率は、花蕾径が 12cm 以上のものの割合を示す。等級 A 品率は、花蕾の品質によって A と B の 2 等級に区分し、優れた A 品の割合を示す。ただし、A 品とは、品種固有の形状、色沢を有し、病害虫その他の損傷がなく、花蕾の良好なもの。

表 2-1-2 畝造成時期及び肥料の種類とブロッコリーの生育及び収量 (2008 年)

畝造成 時期	肥料の種類	定植 32 日後 (4 月 22 日)		収穫開始日 (5 月 19 日)		10a 当たりの 商品収量 (kg)	花蕾重 (g)	花蕾径 (cm)
		葉数 (枚)	株重 (g)	葉数 (枚)	株重 (g)			
9 月期 (9 月 26 日)	[LP50]	9.0 (101)	90 (148)	18.8 (98)	1,374 (83)	1,569 (90)	531 (96)	15.4 (99)
	LP30	9.3 (104)	84 (138)	17.6 (92)	1,479 (90)	1,635 (94)	572 (103)	16.0 (103)
	LP40	8.8 (99)	74 (121)	19.3 (101)	1,621 (98)	1,734 (99)	579 (105)	15.9 (103)
10 月期 (10 月 31 日)	[LP50]	8.8 (99)	87 (142)	19.2 (101)	1,576 (96)	1,776 (102)	581 (105)	15.7 (101)
	LPS40	9.4 (106)	90 (148)	19.8 (104)	1,496 (91)	1,637 (94)	555 (100)	16.1 (104)
	BB444-50	8.8 (99)	89 (146)	19.6 (103)	1,720 (104)	1,548 (89)	605 (109)	16.6 (107)
11 月期 (11 月 27 日)	[LP50]	9.1 (102)	76 (125)	19.4 (102)	1,572 (95)	1,631 (93)	550 (99)	15.4 (99)
対照 (慣行春季畝造成)		8.9	61	19.1	1,649	1,747	553	15.5

畝造成時期は、対照以外は 2007 年秋季。9 月期と 11 月期は LP50 のみ施用
各値の下の () 内の数字は対照を 100 とした場合の値を示した

(2) 畝造成時期及び窒素肥料の種類を検討 (2007-2008 年)

2007-2008 年の結果を表 2-1-2 に示した。定植 32 日後 (4 月 22 日) の生育調査の結果では、前年秋畝造成区の方が全般に株重で慣行の春季畝造成区よりも勝っていたが、5 月 19 日 (収穫開始期) の生育調査の結果では、前年秋畝造成区の株重は春季畝造成区と同等か、逆に区によってはやや劣る結果となり、商品収量でも春季畝造成区と同等か、区によってはやや劣る結果となった。畝の造成時期 (LP50 施用) の比較では、10 月畝造成区が、9 月造成区や 11 月造成区よりも商品収量が高い傾向にあり、慣行の春季畝造成区と同等の結果となった。10 月畝造成区における窒素肥料の種類との比較では、LP40 と 50 施用区で商品収量がやや高く、慣行の春季畝造成区と同等となったが、BB444-

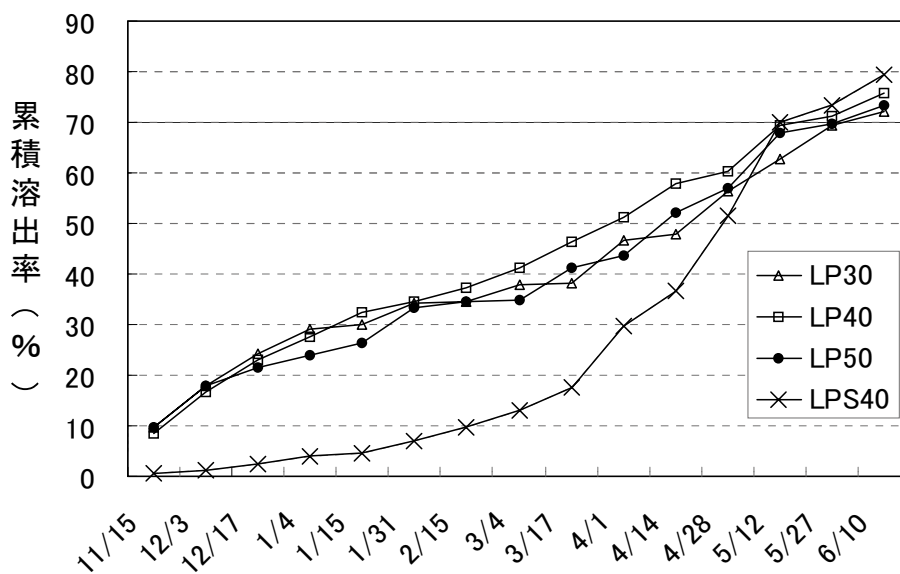


図 2-1-2 被覆尿素肥料の累積溶出率

50号施用区では商品収量が低かった。図2-1-2で示した様に、定植時の3月中旬にリニアタイプ(LP30, 40, 50)で40%程度、シグモイドタイプ(LPS40)で20%程度溶出しており、収穫終了時の6月上旬にはいずれのLP肥料も70%以上が溶出していた。リニアタイプの肥料間では、溶出率に大きな差はなく、ほぼ同様の溶出パターンを示した。春季畝造成を行った2008年3月は、10日まで雨や雪の日が多く、11日からようやく晴天が3日続いたことから、13日に畝を造成することができた。一方、前年(2007年)の秋は、9月上旬から10月下旬にかけて、降水量が少なく天気が安定しており、9月下旬と10月下旬には畝造成の作業が容易に行えた。

以上のことから、気候的に安定しており作業が容易に行える前年の10月期に畝を造成し、肥効調節型肥料(LP40, LP50)を施用すれば、収量にも優れ慣行とほぼ同等の商品収量が期待できると考えられた。

(3) 秋季畝造成の実証試験

秋季畝造成の実証試験の結果を表2-1-3に示した。加賀市現地圃場の結果では、前年秋畝造成区が葉数は少ないものの商品収量では慣行春季造成区と同等となった。また、農総研圃場での結果では、前年秋畝造成区の花蕾重及び商品収量は、対照の慣行春季造成区よりもやや劣る結果となった。春季畝造成を行った2009年3月は、積雪はなかったものの、雨やあられ、みぞれの降る日が多く、18日と20日によりやく畝造成を行うことができた。2008年の秋は畝造成を予定していた10月下旬に雨が続いたため、11月前半に畝造成を行うことになったが、11月の前半は降水量が少なく畝造成の作業は容易に行えた。前年の秋に畝を造成しておくことで、計画的に3月中旬からブロッコリーの定植作業が行えるようになり、収量も慣行とほぼ同等となることから、前年秋季畝造成法の実用性は高いものと考えられた。

表 2-1-3 秋季畝造成の実証試験におけるブロッコリーの生育及び収量

試験地	畝造成時期	全重 (g)	葉数 (枚)	花蕾重 (g)	花蕾径 (cm)	10a 当たりの 商品収量 (kg)
現地圃場	11月3日	833 (105)	12.7 (88)	290 (108)	12.4 (102)	861 (103)
	対照 (春季)	791	14.5	268	12.2	836
農総研圃場	11月13日	1,346 (109)	12.4 (91)	288 (94)	12.6 (98)	912 (94)
	対照 (春季)	1,240	13.7	305	12.8	966

各値の下の () 内の数字は各試験地における対照を 100 とした場合の値を示す。

畝造成時期は、2008 年秋季または 2009 年春季。

4) 摘要

前年の 10 月下旬頃に、肥効調節型肥料を用い、畝立てし黒マルチを被覆しておくことにより、春季に畝を造成する慣行栽培と同等の収量が得られた。肥効調節型肥料としては、LP40 又は LP50 を慣行量（窒素成分 29 g m⁻²）全量基肥として畝内に施用するのが良いと考えられた。前年の秋に畝を造成しておくことで、計画的に 3 月中旬からブロッコリーの定植作業が行えるようになり、春まき作型でも安定的な栽培が可能となった。

(平井英行・藤田和久・○吉秋 齋)

2. 前年秋季の畝仮造成による初夏どりキャベツの安定生産技術

1) はじめに

北陸における初夏どりキャベツの作型は、秋植え及び春植えがある。富山県の秋植え作型は前年11月に定植し翌年5～6月に収穫となり、春植え作型は融雪後ほ場が乾燥する4月に定植し6～7月に収穫する。しかし、秋植えは多雪年には腐敗しやすく暖冬年には抽苔の危険を伴うことから、また、春植えは畝立て作業が遅く4月中下旬に定植となることから、収穫が梅雨期と重なり病害等で作柄が不安定となりやすい。そこで、これらの初夏どりキャベツ生産における問題点を解消し、5～6月に安定栽培できる新しい生産技術を開発する。

2) 材料と方法

(1) 普通栽培での比較

2006年10月19日に幅160cm、高さ25cmの畝を仮造成し、翌春3月16日に仮造成した畝を崩さないように成形ロータリを用いて畝立てし、3月20日に定植した畝仮造成区を設けた。これを慣行秋植え及び春植え区と比較した。施肥は $N:P_2O_5:K_2O = 25:23:21$ (kg/10a)とし、慣行秋植え区のみ $N = 5$ (kg/10a)を追肥で付加した。栽植密度は3500株/10a、品種は‘中早生2号’を用いた。試験規模は1区35株、2連制とした。

(2) マルチ栽培での比較

2007年10月19日に畝仮造成し、翌春3月6日に畝立てと同時に定植した畝仮造成区に、マルチ被覆の有・無区を設け、慣行秋植えのマルチ有と比較した。施肥は $N:P_2O_5:K_2O = 30:23:21$ (kg/10a)とし、マルチ資材として生分解性の黒色フィルム（ポリブチレンサクシネート、幅95cm）を被覆した。同様に3月12日に生分解性の3資材（A：デンプン、B：PBS（ポリブチレンサクシネート）、C：紙を主原料とする黒色フィルムで幅はいずれも95cm）を慣行の黒色ポリエチレン及び無被覆と比較した。定植は3月17日、いずれも栽植密度は3500株/10a、品種は‘中早生2号’を用いた。試験規模は1区35株、2連制とした。

(3) 現地実証試験

富山県N市及びT市の2ほ場で2007年10月31日に畝仮造成した。翌春N市では3月27日に畝立てし4月2日に定植、T市では4月7日に畝立てし同日に定植した。施肥は $N:P_2O_5:K_2O = 30:23:21$ (kg/10a)とし、マルチ資材として生分解性の黒色フィルム（デンプン、幅95cm）を被覆した。栽植密度はN市で4200株/10a、T市で3500株/10a、品種はN市では‘若女将’、T市では‘春ひかり7号’を用いた。

3) 結果と考察

(1) 普通栽培において、秋に畝を仮造成した場合の土壌物理性は不耕起の対照と比較して、春においても畝立前、畝立後ともに土壌の孔隙率が高くなることから、固相率、液相率が低く、気相率が高くなった（表2-2-1）。また、畝立て後の土壌水分は対照と比較して含水比で2～7%低く推

表 2-2-1 前年秋季の畝仮造成による土壌物理性の向上

処理	三相分布 (%)			孔隙率 (%)
	固相率	液相率	気相率	
畝仮造成 (畝立前)	35.9	26.4	37.7	64.1
畝仮造成 (畝立後)	34.2	27.8	38.0	65.8
対照 (不耕起)	48.5	38.7	12.8	51.5

注：地表面下 1～6cm (処理区は畝中央部) で比較，畝の仮造成は 2006 年 10 月 19 日，調査は 2007 年 3 月 20 日

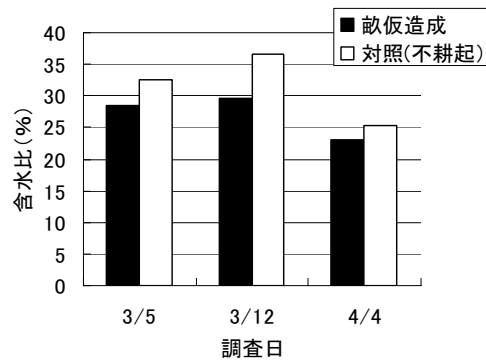


図 2-2-1 前年秋季畝仮造成による土壌水分の差異 (2008 年)

注：地表面下 1～6cm (処理区は畝中央部) で比較

表 2-2-2 前年秋季の畝仮造成と慣行作型の収穫日及び収量比較 (普通栽培, 2006～2007 年)

処理	畝立日 (月/日)	播種日 (月/日)	定植日 (月/日)	収穫日 (月/日)	結球重 (慣行比) (g/株)	商品化率 (%)	欠株率 (%)	収量 (t/10a)
畝仮造成	3/16	1/31	3/20	6/12	1702 (109)	92	0	5.5
慣行 (秋植)	11/9	10/6	11/13	5/25	1559 (100)	95	0	5.2
慣行 (春植)	4/20	3/26	4/27	7/6	1556 (100)	90	0	4.9

注：品種‘中早生 2 号’，畝仮造成は 2006 年 10 月 19 日，栽植密度 3500 株/10a，収量は規格外を除く商品収量

移した (図 2-2-1)。

キャベツ (品種‘中早生 2 号’) の収穫は慣行の秋植えと春植え栽培のほぼ中間となる 6 月中旬になった。結球重は慣行よりやや重く，商品化率は 90%以上と高くなったことから，収量性に問題がないと考えられた (表 2-2-2)。

- (2) マルチ栽培において，前年秋季に畝仮造成し 3 月上旬に畝立てと同時に黒色フィルムを被覆して定植した場合には，収穫は慣行の秋植え栽培と同じ梅雨前の 5 月下旬になり，欠株がなく，結球重がやや大きくなり，収量性が高まった。なお，畝立て時のマルチ被覆無区では，慣行秋植えとほぼ同等の収量となった (表 2-2-3)。マルチ資材として生分解性の 3 資材を比較したところ，慣行のポリエチレンに比較して，破断強度では紙が高く，デンプン，PBS がやや低かった。しかし，破断時の伸びは慣行に比較していずれも小さかったものの，デンプン，PBS ではやや大きく，紙では極端に小さかった。また，地際部の分解は紙，PBS，デンプンの順に進んでいた。平均地温は生分解性フィルム間で差異が無く，慣行ポリエチレンよりやや低かったものの，無被覆に比較して

表 2-2-3 前年秋季の畝仮造成及びマルチ被覆の効果（マルチ栽培，2007～2008年）

処理	畝立日 (月/日)	播種日 (月/日)	定植日 (月/日)	収穫日 (月/日)	結球重(慣行比) (g/株)	商品化率 (%)	欠株率 (%)	収量 (t/10a)
畝仮造成(マルチ有)	3/6	1/11	3/6	5/28	1272(111)	90	0	4.0
畝仮造成(マルチ無)	3/6	1/11	3/6	5/28	1113(97)	85	0	3.3
慣行(秋植マルチ有)	11/20	10/9	11/26	5/28	1145(100)	85	5	3.2

注:品種‘中早生2号’,畝仮造成は2007年10月19日,栽植密度3500株/10a,収量は規格外を除く商品収量.
マルチは畝立て時に被覆し,黒色生分解性フィルム(幅95cm,厚さ0.02mm)使用

表 2-2-4 生分解性資材の特性と地温(畝面下10cm)及びキャベツの生育の関係

資材	主原料・厚さ	資材の特性			平均地温 (°C, 3/19 ~4/25)	生育 (4/25)**
		破断強度 (N)*	破断時の伸 び(mm)*	分解程度 **		
生分解A	デンプン・0.02mm	1.7	2.0	+	11.5	134
生分解B	PBS・0.02mm	1.6	1.7	++	11.5	132
生分解C	紙・0.07mm	8.4	0.8	+++	11.4	122
慣行ポリ	ポリ・0.02mm	2.0	2.8	-	11.9	131
無被覆	-	-	-	-	10.7	100

*感圧軸に幅5mmのパネルカッターを用い80mm/minで破断

**被覆後70日の地際部の分解程度:-無、+少、++中、+++多

***定植日3/19、無被覆の地上部重を100とした指数

表 2-2-5 現地ほ場における前年秋季の畝仮造成及びマルチ被覆の効果

試験場所・品種名	畝立日 (月/日)	播種日 (月/日)	定植日 (月/日)	収穫日 (月/日)	結球重 (g/株)	商品化率 (%)	欠株率 (%)	収量 (t/10a)
N市・若女将	3/27	2/5	4/2	6/10	1306	90	0	5.0
T市・春ひかり7号	4/7	2/5	4/7	6/10	1461	90	0	4.7

注:畝仮造成は2007年10月31日,栽植密度はN市で4200株,T市で3500株,収量は規格外を除く商品収量.
マルチは畝立て時に被覆し黒色生分解性フィルム(幅95cm,厚さ0.02mm)使用

高くなった。キャベツの生育はデンプン、PBSでは慣行ポリエチレンと同等で、紙はやや劣ったものの無被覆に比較して良好であった(表2-2-4)。

(3) 現地の使用品種に合せた実証試験では、いずれも6月10日収穫で、10a当り4.7～5.0tの商品収量となったことから実用性が認められた(表2-2-5)。

(4) 以上のことから、積雪の影響を受けて作柄の不安定な北陸地域の初夏どりキャベツ生産を安定させるために、前年秋季に畝を仮造成することで土壤物理性が改善され、早春に畝立てできることから定植が早まり、栽培が安定した。また、マルチ被覆を併用することで、慣行秋植え栽培と収穫時期が変わらず、天候の良い5月下旬から収穫が可能であった。このことは、マルチ被覆による地温上昇、土壤水分の保持等が影響したものと考えられた。また、この作型に向く生分解性資材を慣行のポリエチレンと比較したところ、ポリエチレンの特徴である破断時の伸びが比較的大きかったのは、デンプン及びPBSで破断強度も比較的高かった。生分解性資材の特徴である分

解性はデンプンが遅く, PBS, 紙の順に早く, キャベツの生育には問題がない程度であったことから, いずれも実用性が認められた.

4) 摘要

- ・初夏どりキャベツの生産を安定させるために, 早春に畝立て後定植する方法について検討した.
- ・栽培の前年秋季に畝を仮造成し, 翌春に畝を立て3月中旬に定植することで, 初夏どりキャベツの栽培が安定した.
- ・マルチ被覆を併用し3月上旬に定植することで, 慣行秋植え栽培と収穫時期が同じで収量性が高まった.
- ・使用するマルチ資材として, 生分解性のデンプン及びPBSを用いるとポリエチレンとほぼ同等の生育となった.

(北田幹夫)

3. 前年秋季畝造成による初夏どりカリフラワーの栽培技術の開発

1) はしがき

新潟県におけるカリフラワー栽培は、積雪地域の水田転換畑において8月に定植し、9月中旬から収穫する秋どり作型が主体である。しかし、秋どり作型の前に初夏どりカリフラワーを導入する場合、消雪の遅れから圃場準備が間に合わず作付けされていないほ場もみられる。そこで、水田転換畑における前年秋季の耕うん同時畝立技術を活用した初夏どりカリフラワーの栽培技術を開発するために、品種、定植苗の大きさおよび施肥量について検討した。

2) 材料と方法

(1) 初夏どり作型に適した品種の選定

カリフラワー産地小千谷市の水田転換畑において2006年、2007年に試験を行った。初夏どり作型に適すると考えた4品種‘バロック’（サカタのタネ）、‘スノークラウン’（タキイ種苗）、‘ホワイトマウンテン’（武蔵野種苗園）、‘知月’（野崎採種場）を供試した。育苗は温室内の電熱線温床で行い、播種は3月中旬に育苗箱にすじまきし、鉢上げを本葉2枚時に黒色9cmポリポットに行った。定植は4月下旬に透明ポリエチレンマルチフィルムを被覆した畝に行った。栽植密度は畝幅180cm、株間36cm、条間30cm、2条千鳥植えで、定植直後から5月中旬まで気温の低い期間は透明ポリオレフィン系（以下、P0）フィルムトンネル被覆で保温した（写真2-3-1）。初夏どり作型に適した品種の選定は各品種20株について収穫時期および収穫物の出荷調整後の重量、品質について測定し、10a当りに換算した合計重量の比較により行った。なお、2006年は4月下旬にほ場準備を行い、2007年は2006年の10月中旬に耕うん同時畝立て・マルチ作業機（写真2-3-2）を使用し、春先の地温を上げるためマルチを被覆した。その際の施肥量は $N-P_2O_5-K_2O=26-43-26$ kg/10aであるが、2008年の試験は施肥後、定植まで6ヵ月、収穫終了まで8ヵ月を経過するためLPコート70を6%含む肥料を使用した。



写真 2-3-1 初夏どりカリフラワー生育初期の様子



写真 2-3-2 耕うん同時畝立て・マルチ作業の様子

(2) 初夏どり作型に適した定植苗の葉数の選定

(1) と同じほ場において2006～2008年に‘バロック’と‘知月’を供試して栽培試験を行い、定植苗の葉数について検討した。育苗は温室内の電熱線温床で行い、播種は3月上旬と中旬に育苗箱へすじまきし、鉢上げを本葉2枚時に黒色9cmポリポットに行った。定植は2006年4月下旬で定植時の葉数は8～9枚と9～10枚、2007年も4月下旬に定植し、定植時の葉数は6枚と8枚、2008年は4月中旬～下旬に3回定植し、定植時の葉数は4～5枚と6～7枚とした。初夏どり作型に適した定植苗の葉数の選定は各葉数20株について収穫時期および収穫物の出荷調整後の重量、品質について測定し、10aあたりに換算した合計重量の比較により行った。なお、ほ場準備および施肥量、栽植密度、定植後の透明P0フィルムによる保温管理は(1)と同じとした。

(3) 初夏どり作型に適した施肥量の選定

(1) と同じほ場において2006～2008年に‘バロック’と‘知月’を供試して栽培試験を行い、施肥量について検討した。育苗は温室内の電熱線温床で行い、2006～2007年の育苗は(1)と共通である。2008年も同様に3月中旬に播種、その後鉢上げを行った。定植は2006～2007年は4月下旬、2008年は4月中旬に透明マルチフィルムを被覆した畝に行った。ほ場準備は2006年4月下旬、2007年および2008年は前年の10月中旬におこなった。その際の10aあたり施肥量は2006年がN-P₂O₅-K₂O=22-16-21kg, 26-19-24kg, 31-22-29kg, 2007年は21-35-21kg, 26-43-26kg, 2008年は26-43-26kg, 31-52-31kgとした。なお、2007年および2008年の試験は施肥後、定植まで6ヵ月、収穫終了まで8ヵ月を経過するためLPコート70を6%含む肥料を使用した。初夏どり作型に適した施肥量の選定は各施肥量20株について収穫時期および収穫物の出荷調整後の重量、品質について測定し、10aあたりに換算した合計重量の比較により行った。栽植密度および定植後の透明P0フィルムによる保温管理は(1)と同じである。

3) 結果と考察

(1) 初夏ど리카リフラワーの品種の選定

2006年の出荷量が最も多い品種は‘バロック’で1560kg/10aであった。しかし、目標の2000kg/10aに及ばなかった。収穫開始が早い品種は‘バロック’、‘スノークラウン’、‘ホワイトマウンテン’で6月第1半旬、知月は6月第2半旬であった(表2-3-1)。2007年の出荷量が多い品種は‘知月’の2,000kg/10a, ‘バロック’の1859kg/10aであった。‘スノークラウン’は約1600kg/10a, ‘ホワイトマウンテン’は約1,200kg/10aと少なかった。収穫開始の早い品種は‘バロック’、‘スノークラウン’、‘ホワイトマウンテン’で6月第2半旬、‘知月’は6月第3半旬であった(表2-3-1)。

‘バロック’はアントシアニンの発生がわずかにあったが出荷量への影響は少なかった。‘知月’は異常花らいの発生が少なく商品化率が高かった(表2-3-2)。

以上のことから、初夏ど리카リフラワーに有望と思われる品種は、‘バロック’と‘知月’であり、この品種を用いることで収穫量および品質ともに高い初夏ど리카リフラワーの栽培は可能であると思われた。

(2) 初夏どり作型に適した定植苗の葉数の選定

2006年は、4月下旬に‘バロック’、‘知月’の8～9葉苗、9～10葉苗を定植すると6月第3半旬が収穫盛期となった。10aあたり出荷量は9～10葉苗が多く、‘バロック’で約1,900kg, ‘知月’

表 2-3-1 初夏どりカリフラワーの品種と出荷量

試験年度	品種名	定植日 月/日	定植時 葉数	収穫時期および収穫量, kg/10a					収穫量計 kg/10a	出荷量計 kg/10a
				6月 第1半旬	6月 第2半旬	6月 第3半旬	6月 第4半旬	6月 第5半旬		
2006	バロック	4/29	8~9	195	212	1037	545	81	2080	1560
	スノークラウン			547	876	470			1892	1247
	ホワイトマウンテン			93	331	315	613	204	1556	848
	知月				388	786	598		1771	1006
2007	バロック	4/25	6		289	1511	387		2187	1859
	スノークラウン				225	2098			2323	1627
	ホワイトマウンテン				75	996	592		1663	1184
	知月					1397	727	39	2163	2000

注：施肥量は、Nで26kg/10a。出荷量は、収穫量のうち出荷規格に該当した重量。重量はいずれも、調査株重量を10aあたりに換算したもの。

表 2-3-2 初夏どりカリフラワーの品種と品質

試験年度	品種名	時期別の異常花らい等発生率, % (6月)											
		第2半旬			第3半旬				第4半旬			第5半旬	
		L	R	I	L	R	A	I	R	A	I	R	I
2006	バロック	0.0	2.5	0.0	0.0	2.5	0.0	2.5	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0
	スノークラウン	12.5	15.0	0.0	2.5	5.0	5.0	2.5					
	ホワイトマウンテン	0.0	2.5	2.5	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	15.0	5.0	10.0
	知月	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	5.0	2.5	0.0	15.0		
2007	バロック	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	5.0	0.0		
	スノークラウン	2.5	0.0	0.0	10.0	0.0	22.5	0.0					
	ホワイトマウンテン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	17.5		
	知月				0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0

注：半旬毎に、各品種40株を調査した結果。ただし、Lはリーフィー、Rはライシー、Aはアントシアニン形成、Iは形状不良。複数の異常を重複発生した株あり。空欄は収穫なし。第2半旬のAとI、第4半旬のL、第5半旬のLとA、は該当なし。

で約1,700kgであった(表2-3-3)。2007年は、‘バロック’、‘知月’ともに4月下旬に6葉苗、8葉苗を定植すると6月第3半旬が収穫盛期となった。10a当たり出荷量は6葉苗と8葉苗で差は少なく、‘バロック’が約1,900kg、‘知月’が約2,000kgであった(表2-3-3)。また、異常花らいの発生は軽微で実用上問題とならなかった(表2-3-4)。2008年は、‘バロック’、‘知月’ともに4月中旬に4~5葉苗、6~7葉苗を定植すると収穫盛期が4月23日定植および4月30日定植より10日ほど早い6月第2半旬となった。4月16日定植では、10a当たり出荷量は4~5葉苗と6~7葉苗で差は少なく、‘バロック’で約1,900kg、‘知月’で約2,000kgであり(表2-3-3)、異常花らいの発生も軽微で実用上問題とならなかった(表2-3-4)。

軟腐病の発生は、2006年にわずかにみられたが、2007年、2008年はみられなかった。この初夏どりカリフラワー作型では、軟腐病の発生は実用上問題にならなかった。

表 2-3-3 初夏どりカリフラワーの定植時葉数と出荷量

試験年度	品種名	定植日 月/日	定植時 葉数	収穫時期および収穫量, kg/10a						収穫量計 kg/10a	出荷量計 kg/10a		
				5月 第6半旬	6月 第1半旬	6月 第2半旬	6月 第3半旬	6月 第4半旬	6月 第5半旬			6月 第6半旬	
2006	パロック	4/28	9~10		844	353	684	212				2093	1903
		4/29	8~9		195	212	1037	545	81			2080	1560
	知月	4/28	9~10		173	520	1270					1963	1740
		4/29	8~9			388	786	598				1771	1006
2007	パロック	4/24	8			147	2217					2363	1950
		4/25	6			289	1511	387				2187	1859
	知月	4/24	8			186	1824	226				2235	2068
		4/25	6				1397	727	39			2162	2000
2008		4/16	6~7	151	535	1184	71	60				2001	2001
			4~5			1303	500	137	70			2010	1932
	パロック	4/23	6~7			140	982	633	199			1954	1843
			4~5					1514	308			1822	1773
		4/30	6~7						1512	198	7	1717	1562
			4~5						999	849		1848	1739
		4/16	6~7		952	1080	144					2176	2176
			4~5			1980	214					2194	2019
	知月	4/23	6~7					1754	363			2117	2063
			4~5					169	1778	30		1977	1801
	4/30	6~7						1919			1919	1848	
		4~5						1477	229		1706	1501	

注：施肥量は、Nで26kg/10a。出荷量は、収穫量のうち出荷規格に該当した重量。重量はいずれも、調査株重量を10aあたりに換算した。

表 2-3-4 初夏どりカリフラワーの定植時葉数と品質

試験年度	品種名	定植時 葉数	収穫時の異常花らい等発生率, % (6月)												
			第1半旬		第2半旬				第3半旬				第4半旬		
			L	R	L	R	A	I	L	R	A	I	R	A	I
2006	パロック	9~10	2.5	2.5	10.0	0.0	2.5	0.0	2.5	0.0	0.0	7.5	0.0	0.0	5.0
		8~9	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5
	知月	9~10	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0
		8~9			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	5.0	2.5	0.0	15.0
2007	パロック	8			2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	10.0			
		6			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	5.0	0.0
	知月	8			0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	5.0
		6							0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0
2008	パロック	6~7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		4~5			0.0	0.0	2.5	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	知月	6~7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
		4~5			0.0	17.5	0.0	7.5	0.0	5.0	0.0	2.5			

注：各半旬毎に、各品種40株を調査した結果。ただし、Lはリーフィー、Rはライシー、Aはアントシアニン形成、Iは形状不良。複数の異常を重複発生した株あり。空欄は収穫なし。第1半旬のAとI、第4半旬のLは該当なし。2008年は、4月16日定植のデータ。

以上の結果、9葉以上の大苗から、4~5葉の小苗まで、定植苗の葉数によって収量・品質に大きな違いは見られなかった。大苗の場合、育苗期間が長くなることに加え、機械定植への適合性に難がある。その点では、できるだけ小苗の方が望ましく、2008年の結果から、4~5葉苗の4月中旬定植は収穫盛期が早く出荷量も多いので、春まきカリフラワーの育苗・定植方法として有望と考えられた。

(3) 初夏どり作型に適した施肥量の選定

2006年は、4月下旬に高度化成肥料を施用して畝を形成した。‘バロック’は施肥量の増加にともなって出荷量が多くなったが、‘知月’は施肥量が増加しても出荷量は増加しなかった。また、収穫盛期はすべての施肥量で6月第3半旬で、施肥量の増減による収穫盛期の変動はなかった(表2-3-5)。なお、異常花らいの発生は、‘知月’のN22kgで初期生育が抑えられたためかライシーが多く見られたが、それ以外は軽微で実用上問題とならなかった。2007年は、作付前年の10月にLPコートを含む肥料を施用して畝を形成した。‘バロック’、‘知月’ともに施肥量の増加にともなって出荷量が多くなり、N26kgとN31kgで約2,000kg/10aであった。また、収穫盛期はすべての施肥量で6月第3半旬で、施肥量の増減による収穫盛期の変動はなかった(表2-3-5)。なお、異常花らいはN31kgで多く、‘バロック’ではアントシアニン、‘知月’ではリーフィーが発生した。2008年も、作付前年の10月にLPコートを含む肥料を施用して畝を形成した。‘バロック’、‘知月’ともに出荷量はN26kgとN31kgで、その差はわずかであった。また、収穫盛期はすべての施肥量で6月第2半旬で、施肥量の増減による収穫盛期の変動はなかった(表2-3-5)。なお、異常花らいの発生は軽微で実用上問題とならなかった。

以上のことから、春まきカリフラワーにおける秋施肥マルチ栽培の施肥量は、26kg/10a程度が良いと考えられた。

表 2-3-5 初夏どりカリフラワーの施肥量と出荷量

試験年度	品種名	窒素施肥量 kg/10a	定植時 葉数	収穫時期および収穫量, kg/10a					収穫量計 kg/10a	出荷量計 kg/10a
				6月 第1半旬	6月 第2半旬	6月 第3半旬	6月 第4半旬	6月 第5半旬		
2006	バロック	22	8~9	73	268	1131	529	79	2080	1425
		26		195	212	1037	545	81	2070	1560
		31		189	598	927	237	72	2022	2009
	知月	22		244	1119	388	20	1771	1273	
		26		388	786	598		1771	1006	
		31		200	1203	306	43	1751	1074	
2007	バロック	22	6	181	1691	159			2032	1473
		26		289	1511	387		2187	1859	
		31		45	2210			2256	2199	
	知月	22			2000	114		2114	1639	
		26			1397	727	39	2163	2000	
		31			2124	41		2165	2057	
2008	バロック	26	4~5		1303	500	137	70	2010	1932
		31			1591	275	184		2050	2049
	知月	26			1980	214		2194	2019	
		31			1973	65		2038	1989	

注：出荷量は、収穫量のうち出荷規格に該当した重量。重量はいずれも、調査株重量を10aあたりに換算した。

4) 摘要

- (1) 北陸地方の重粘土転換畑で、前年秋季畝たてによる初夏どりカリフラワーの栽培技術を開発するために、品種選定、定植時の葉数、施肥量を検討した。
- (2) 出荷量の多い品種は、‘知月’の2,000kg/10aと‘バロック’の約1,900kg/10aで収穫開始は‘バロック’が6月第2半旬、‘知月’が6月第3半旬であった。‘スノークラウン’は約1,600kg/10a、‘ホワイトマウンテン’は約1,200kg/10aと少なかった。
- (3) 4月中旬に‘バロック’と‘知月’の4～5葉苗と6～7葉苗を定植した場合、どちらも6月第2半旬が収穫盛期となり、出荷量は‘バロック’で約1,900kg、‘知月’で約2,000kgであった。
- (4) 作付前年の10月にLPコートを含む肥料を施用して畝を形成する栽培技術の場合、施肥量 $N-P_2O_5-K_2O=26-43-26$ kg/10aと $31-52-31$ kg/10aでは、出荷量の差はわずかであった。
- (5) 以上のことから、北陸地方の重粘土転換畑での前年秋季畝たてによる初夏どりカリフラワーの栽培において、施肥量はLPコートを含む肥料を $N-P_2O_5-K_2O=26-43-26$ kg/10aとし、品種は‘バロック’または‘知月’を使用して、4月中旬に4～5葉苗を定植することで、10a当たり約1,900～2,000kgの出荷量が見込まれると考えられた。

5) 参考文献

野菜栽培指針（2003） 新潟県農林水産部，270-275

（大井克則）

4. 直播エダマメの収穫期予測モデルの開発

1) はしがき

エダマメは収穫後の品質低下が速く、1～2日の貯蔵が限界といわれているまさに生鮮野菜（果菜類）である。また、エダマメはダイズの子実肥大期の中途で収穫するものであり、収穫適期は短いと考えられる。従って、市場や食品スーパーなど取引先のニーズに応じて継続的な出荷を行うため、さらには、多大な労力を要する収穫および調製・選別作業の分散化を図るためには、複数の作期および品種を組み合わせた計画的な作付けが必要となる。出荷したい時期にエダマメが収穫適期を迎えるようにするための最適な播種日を決めるには、各品種について、任意の播種日から収穫適期を予測できなければならない。

種々の作物の収穫期の予測に、気象情報に基づいた発育モデル（フェノロジーモデル）が有効に利用されている。作物の発育にとって決定的な気象要因は、温度と日長であり、発育モデルは、基本的には温度・日長反応を何らかの形でモデル化するものである。例えば、鮫島⁽⁷⁾は、簡易な発育モデルである発育速度（以下、DVR）モデルによりダイズの出芽、開花、子実肥大開始などの時期を予測できることを示している。また、ダイズの開花後の発育に及ぼす温度と日長の影響についても研究されている⁽⁹⁾。

近年、エダマメは水田転換畑における転作作物として一定の作付面積があり、さらに増える傾向にある。新潟県などのエダマメの主力産地では移植栽培が主であるが、田畑輪換の中で導入する場合には水稲作との作業競合回避などの点で直播栽培が有利であり、北陸地域の転換畑においても、すでに北陸研究センターが開発した耕うん同時畝立て播種技術⁽¹⁾を用いたエダマメの直播栽培が広がりつつある。

そこで、エダマメの直播栽培を対象として、発育ステージを播種から出芽まで、出芽から開花まで、および開花から収穫適期まで、の3つに分け、各発育ステージにおけるDVR推定式を検討した。早晚性の異なる15のエダマメ用品種を対象とした作期試験において、種々の温度・日長条件下で得られた栽培データに、多項式DVR計算プログラム⁽⁵⁾を適用し、多項式で表されるDVR推定式とした。

2) 研究方法

(1) エダマメの発育データ

DVR推定式の作成のために必要な実測データとして、新潟県上越市稲田の北陸研究センター内の重粘土圃場において2005年～2009年に実施した、エダマメの作期試験⁽⁴⁾における発育データを用いた。いずれの圃場も土壌の粘土含量が25%以上の強粘質土壌であり、いわゆる重粘土圃場である。本稿で対象としている直播栽培の播種日および品種は表2-4-1の通りである。全部で15品種であるが、品種毎の総作期数は様々である。被覆資材を利用した早期直播栽培の安定化⁽²⁾⁽³⁾についての試験も含まれる。また、より広範囲な温度・日長条件下での栽培データを得るために、ガラス温室において重粘土を充填した大型バットでのエダマメの直播栽培も行った。また、2005年は出芽日の調査を行わなかったが、開花日および収穫適期の調査データを、表2-4-2に示した移植栽培試験のデータとともに、開花以降の発育の解析すなわち、開花から収穫適期までのDVR推定式の作成に用いた。

全ての試験において、施肥量や栽植密度等は、基本的には慣行⁽⁶⁾に準じて設定した。施肥法、栽

表 2-4-1 使用した栽培データの品種および作期（直播栽培）

品種（会社*）	播種日（月/日）	収穫適期 莢厚, mm
莢音（雪印）	2008年 4/24, 5/8, 5/16, 5/27, 6/5 2009年 4/21, 5/1, 5/10, 5/20, 6/1	10
げんき娘（カネコ） おつな姫（サカタ） たんくろう（丸種） 快豆黒頭巾（タキイ）	2009年 4/21, 5/1, 5/10, 5/20, 6/1	9
福成（タキイ）	2005年 4/26, 5/10, 5/24, 6/7 2006年 2/16 [†] , 3/2 [†] , 3/17 [†] , 3/30 [†] , 4/28, 5/12, 5/26, 6/9, 8/31 [†] , 9/25 [†] 2007年 5/1, 5/10, 5/24, 6/7 2008年 4/24, 5/8, 5/16 2009年 4/21, 5/1, 5/10, 5/20	8
滝姫（柳川）	2007年 4/26, 5/1, 5/10, 5/24, 6/7 2008年 4/24, 5/8, 5/16, 5/27, 6/5 2009年 5/10, 5/20	8
湯あがり娘（カネコ）	2005年 4/26, 5/10, 5/24, 6/7 2006年 2/16 [†] , 3/2 [†] , 3/17 [†] , 3/30 [†] , 4/19, 4/28, 5/12, 5/26, 6/9, 8/31 [†] , 9/25 [†] 2007年 4/26, 5/1, 5/10, 5/24, 6/7 2008年 4/24, 5/8, 5/16 2009年 4/21, 5/1, 5/10, 5/20, 6/1	9
新潟茶豆**（JA全農 にいがた）	2005年 4/26, 5/10, 5/24, 6/7 2006年 2/16 [†] , 3/2 [†] , 3/17 [†] , 3/30 [†] , 4/28, 5/12, 5/22, 5/26, 6/8, 6/9, 6/11, 8/31 [†] , 9/25 [†] 2007年 5/1, 5/10, 5/24, 5/30, 6/7 2008年 5/8, 5/16, 5/27, 6/5, 6/17, 6/30 2009年 4/21, 5/1, 5/10, 5/20, 6/1, 6/12, 6/24	8
越後ハニー（原）	2007年 5/1, 5/10, 5/24, 6/7 2008年 5/8, 5/16, 5/27, 6/5, 6/17, 6/30 2009年 5/10, 5/20, 6/1	8
庄内5号**（阿部農園 または佐藤政行）	2005年 4/26, 5/10, 5/24, 6/7 2006年 2/16 [†] , 3/2 [†] , 3/17 [†] , 3/30 [†] , 4/28, 5/12, 5/26, 6/9, 6/13, 6/20, 8/31 [†] , 9/25 [†] 2007年 5/1, 5/10, 5/24, 6/7 2008年 5/27, 6/5, 6/17, 6/30 2009年 5/20, 6/1, 6/12, 6/24	9
庄内7号**（佐藤政行）	2008年 5/27, 6/5, 6/17, 6/30 2009年 4/15 [†] , 5/20, 6/1, 6/12, 6/24	8
萩娘**（北越農事） 秘伝（佐藤政行）	2007年 6/20 2008年 3/18 [†] , 4/1 [†] , 5/27, 6/5, 6/17, 6/30 2009年 4/7 [†] , 6/1, 6/12, 6/24	9
肴豆**（ヒラタ）	2008年 5/27, 6/5, 6/17, 6/30 2009年 4/7 [†] , 6/1, 6/12, 6/24	9

* 育成会社または採種・販売会社。「雪印」は雪印種苗株式会社、「カネコ」はカネコ種苗株式会社、「サカタ」は株式会社サカタのタネ、「丸種」は丸種株式会社、「タキイ」はタキイ種苗株式会社、「柳川」は株式会社柳川採種研究会、「原」は株式会社原育種園、「佐藤政行」は株式会社佐藤政行種苗、「北越農事」は北越農事株式会社、「ヒラタ」は株式会社ヒラタのタネ。

** 在来種。会社は採種・販売会社。

† ガラス温室内の大型バットでの直播栽培。

表 2-4-2 使用した栽培データの品種および作期（移植栽培）

品種	播種日（定植日），月 / 日
福成	2005年 4/5（4/26），4/22（5/10），5/2（5/24），5/20（6/7）
湯あがり娘	2006年 4/28（5/12），5/12（5/26），5/26（6/9），6/9（6/22）
新潟茶豆	2007年 3/28（4/17），4/26（5/10），5/10（5/24），5/24（6/7），6/7（6/20）
庄内5号	2008年 3/31（4/17）
滝姫 越後ハニー	2007年 4/26（5/10），5/10（5/24），5/24（6/7），6/7（6/20）

育苗はガラス温室内で行った。上記以外に、2007年3/28播種、4/17定植で、‘福成’、‘滝姫’、‘湯あがり娘’、2008年3/31播種、4/17定植で、‘莢音’、‘福成’、‘滝姫’、‘湯あがり娘’の移植栽培を行った。

植密度等を異にする試験区が設定されている場合には、慣行区の発育データを主に用いた。

各作期について、出芽日、開花日（開花始期）および収穫適期は以下のような発育調査によって決定した。出芽は、子葉が地上に露出した時点とした。出芽が確認できた株数を調査し、播種した株数に対する割合を出芽率とした。出芽率が、播種後十分な日数（最長で1ヶ月程度）が経過した後の出芽率の50%を超えた日を出芽日とした。開花日は、苗立ち株数に対する開花始期に至った株数の割合が50%を超えた日とした。収穫適期については、莢の厚さが一定値を超えた日を収穫適期（の初日）と定義した。莢の厚さは、各作期、各品種につき6個体を選び、各個体の中で主茎の上位節を中心に順調に肥大をしている莢の中から2莢、合計12莢の莢厚を、莢の厚さが6mmを超える頃から収穫適期を過ぎるまで2～4日おきにデジタルノギス（ミツトヨ製、Super Caliper）で計測し、その平均値とした。各品種で収穫適期とする莢厚については、必ずしも一般化された目安は示されていないが、本研究では莢肥大速度の低下などを基準に決定し、表2-4-1に示した。まれに、莢厚の平均値が適期莢厚に達しない場合もあった。

（2）DVR 推定式の決定

DVRモデルは、DVR（発育速度）とDVI（発育指標）という概念を用いて発育ステージを表すモデルである。本報では、DVRは1日あたりの値を考え、DVIは日々のDVRを積算したものである。作物の発育には気温と日長が影響を及ぼすため、DVRは、通常、気温と日長の関数で計算（推定）され、各発育ステージに応じて様々な関数形が提案されている。DVR推定式に多項式を用いると、実測データに線形最小二乗法を適用することにより解析的に係数が求まるという利点がある⁽⁵⁾。本研究では、前述の栽培データ（出芽日、開花日、収穫適期）と気象データから、出芽以降のステージについて、多項式・関数式のDVR計算表示プログラム⁽⁵⁾を使用して、気温（日平均気温）および日長の3次項までを含む全ての組み合わせ（8種類）の多項式の中から、「予測誤差」が最も小さくなる式を選択することとした。このプログラムの「予測誤差」とは、モデルの安定性を確認するためのクロスバリデーションの一種であるLOOCV法の手順により計算されるものである。ただし、栽培データが少ないなどの理由で、予測誤差が小さく計算されても通常の気温・日長の範囲で明らかに不自然なDVR曲線となるものは除外した。気温（1.5m）は北陸研究センター気象観測露場のデータを用い、日長は日照時間とした。

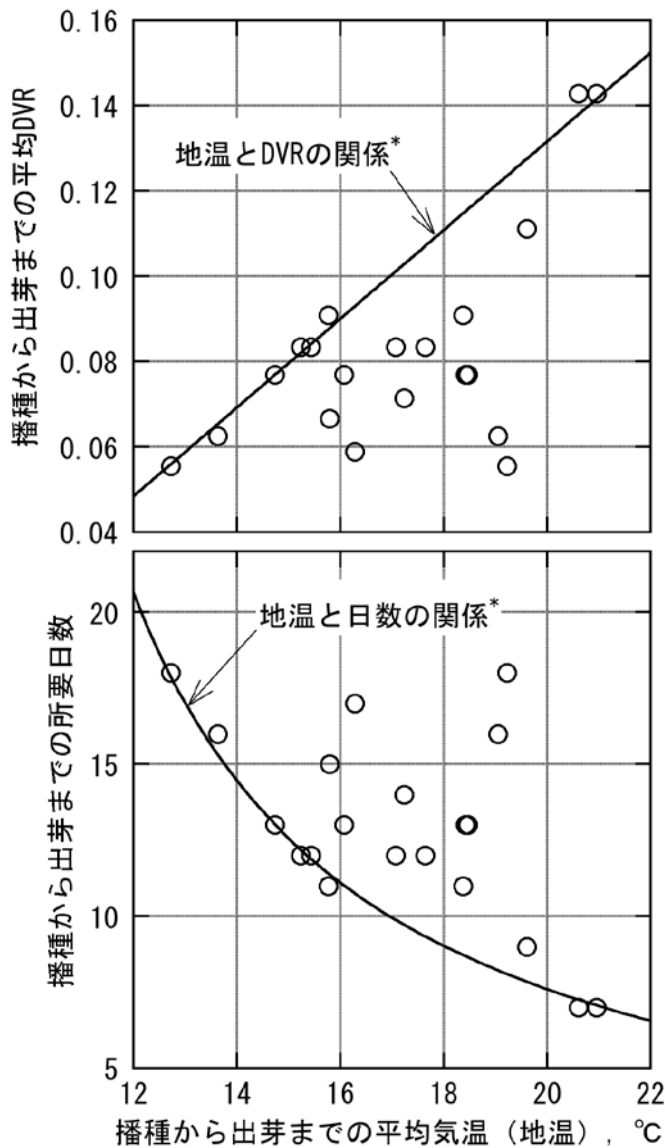


図 2-4-1 播種から出芽までの平均気温と平均 DVR（上図）および所要日数との関係（下図）。品種：‘湯あがり娘’。
 * 図中の、「地温と DVR の関係」および「地温と所要日数の関係」の曲線は、既報⁽²⁾で得られたもの。

3) 結果と考察

(1) 播種から出芽までの DVR

播種から出芽までの間は、種子は土中にあるため、DVR には日長の影響は無いものと考えられている。また、出芽に影響する温度は、気温ではなく種子の周囲温度であるので、播種から出芽までのステージの DVR は地温から推定するのがよいと考えられる。エダマメの出芽は地温を用いた有効積算温度法でモデル化することができ、エダマメの播種から出芽までの DVR は、地温と直線関係になる⁽²⁾。地温 -DVR 直線の x 切片および傾きの逆数が、有効積算温度法における、それぞれ基準温度（有効温度）および播種から出芽までに必要な有効積算温度となる。

本研究で用いたエダマメ発育データの出所である栽培試験では通常は地温を計測していなかった。

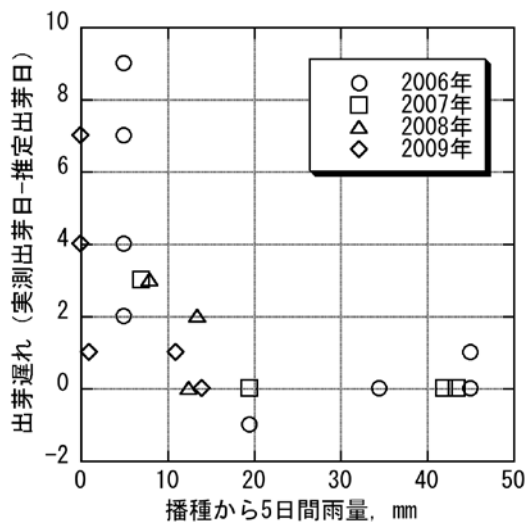


図 2-4-2 播種後 5 日間雨量と出芽遅れとの関係

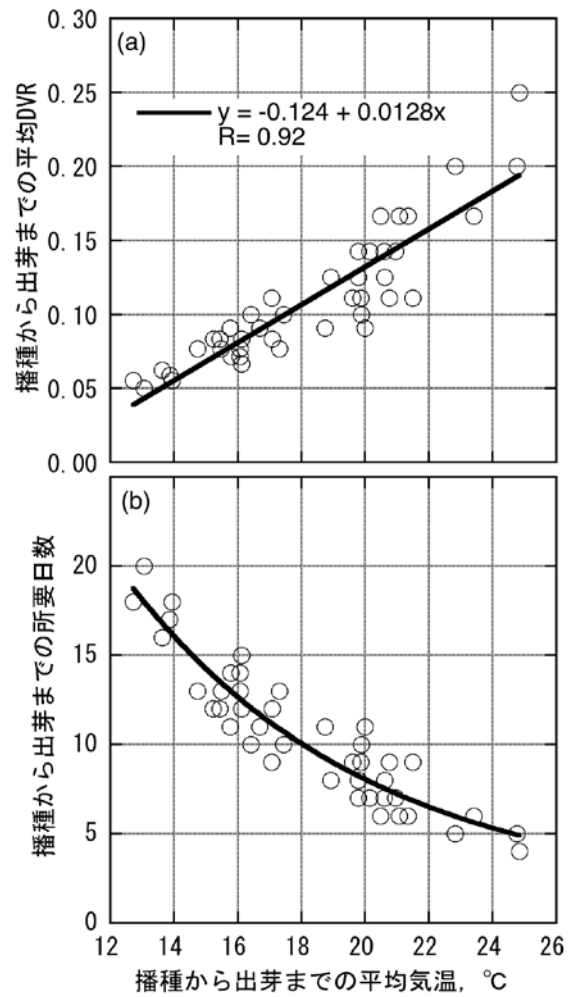


図 2-4-3 播種から出芽までの平均気温と DVR および所要日数との関係

そこで、播種から出芽までの平均気温と平均 DVR（播種から出芽までの所要日数の逆数）の関係を調べた。図 2-4-1 に、品種、湯あがり娘についての結果を示す。データは、屋外試験で、直播のデータに限定している。また、べたがけやマルチを使用した場合については地温が高くなるため、その場合のデータは除いている。図中の直線は、既報⁽²⁾ で得られた地温と DVR の関係である。直線から大きく外れている点があるが、これは、日平均地温と日平均気温の不一致により生じたものではなく、播種後の土壤水分不足により出芽が遅れたためと推察される。土壤水分は種子の発芽に大きく影響を及ぼす因子である。高橋ら⁽⁶⁾ によれば、ダイズの場合、種子の含水比が 130% を超えないと発芽しない。したがって、土壤の水ポテンシャルが低い場合、ダイズの吸水速度が小さくなり発芽が遅延する、あるいは出芽に至る前に死んで出芽率が低下する。土壤水分は計測していなかったため、播種後の土壤水分を反映する指標として、播種後 5 日間（播種日を含む）の降水量を考え、図 2-4-1 と同じデータについて、出芽の遅れとの関係をプロットした（図 2-4-2）。ここで、「出芽の遅れ」とは、実際の出芽日から推定出芽日を引いた値（日数）であり、推定の出芽所要日数は推定 DVR の逆数の小数点以下を切り上げた数とした。播種後の降雨量が少ない場合に「出芽の遅れ」が大きいケースが多く見られる。図 2-4-1 および図 2-4-2 のデータの場合、播種後 5 日間の降水量が概ね 10mm 以上であれば DVR 直線の近傍に分布している。図 2-4-1 では、約半数の事例で、不十分な土壤水分に

よと思われる出芽遅延が生じており、そのモデル化が今後の課題である。

一方、土壤水分条件が十分であれば、播種から出芽までの DVR 直線に、日平均地温の代わりに日平均気温を当てはめて出芽日を推定しても概ね妥当な結果が得られるものと推察される。そこで、播種前後の雨量などから、土壤水分が十分であったと思われるデータのみを用いて、播種から出芽までの平均気温と、DVR および所要日数との関係をプロットし、図 2-4-3 に示した。図 2-4-3 は全ての品種のデータを含んでいる。出芽所要日数には品種間差も若干認められたが、図 2-4-3a の式を用いて日平均気温から DVR を計算すれば、品種に関わらず概ね 2～3 日の誤差で、水分条件が良好な場合の出芽所要日数を気温から推定できると思われる。なお、マルチ等の被覆をした場合には地温が上昇するので無被覆よりも出芽が早まる。細野ら⁽²⁾ など、既往の知見を参考に、マルチ等による地温上昇効果の分だけ気温に一定値を上乗せすることにより、被覆をした場合の出芽所要日数も推定できる。

(2) 出芽から開花までの DVR

出芽から開花までの DVR 推定式は、表 2-4-4 のように、多くの品種で気温と日長を含む式となった。一般に、ダイズは短日条件で開花が促進されるが、日長の影響は晩生品種ほど大きく、早生品種では日長の影響が小さくなる⁽⁷⁾。本研究で用いた品種についても、早晩性と日長反応の強弱の傾向は、図 2-4-4 に示したように、全く同様であった。

出芽から開花までの所要日数は、DVR モデルによる推定により、幅広い実測値のばらつき（表 2-4-3）を、概ねよく説明できた。例として、4 品種の出芽から開花までの所要日数について、実測値と推定値の関係を図 2-4-5 に示す。細かくみると、最大 6 日程度の誤差が生じる場合がある。この原因について、現在のところ結論には至っていないが、DVR の推定に用いる気温（高さ 1.5m での測定値）とエダマメの生長点付近の気温とのわずかな差異が、低温期には大きな日数の予測誤差につながる可能性などについて検討が必要である。

表 2-4-3 出芽から開花までの DVR 推定式作成のため用いた実測データの概要

品種	データ数	所要日数* 平均± S.D.
莢音	13	27.9 ± 3.3
快豆黒頭巾	7	29.7 ± 2.3
げんき娘	7	29.1 ± 3.6
おつな姫	7	30.1 ± 3.3
滝姫	22	36.1 ± 3.9
福成	32	35.6 ± 8.6
湯あがり娘	53	37.7 ± 7.6
たんくろう	7	33.9 ± 2.9
新潟茶豆	52	39.9 ± 9.3
越後ハニー	13	36.7 ± 6.3
庄内 5 号	35	44.9 ± 12.5
庄内 7 号	10	42.2 ± 5.2
萩娘	12	41.7 ± 5.8
秘伝	13	40.1 ± 5.5
肴豆	9	41.9 ± 6.5

* 出芽から開花までの所要日数の平均±標準偏差

表 2-4-4 出芽から開花までの DVR 推定式

品種	推定式*	標準偏差	予測誤差
		日**	日**
莢音	$2.40 \cdot 10^{-3}AT - 1.05 \cdot 10^{-2}$	1.0	1.2
快豆黒頭巾	$2.44 \cdot 10^{-3}AT - 9.84 \cdot 10^{-3}DL + 1.27 \cdot 10^{-1}$	0.5	0.9
げんき娘	$2.56 \cdot 10^{-3}AT - 1.55 \cdot 10^{-2}$	1.3	1.7
おつな姫	$2.38 \cdot 10^{-3}AT - 1.37 \cdot 10^{-2}$	0.6	0.9
滝姫	$3.01 \cdot 10^{-3}AT - 1.69DL + 2.12 \cdot 10^{-1}$	1.9	2.2
福成	$4.95 \cdot 10^{-3}AT - 5.64 \cdot 10^{-5}AT^2 - 1.04 \cdot 10^{-3}DL - 3.14 \cdot 10^{-2}$	2.3	2.6
湯あがり娘	$2.70 \cdot 10^{-3}AT - 1.56 \cdot 10^{-3}DL - 2.49 \cdot 10^{-3}$	1.8	1.9
たんくろう	$1.48 \cdot 10^{-3}AT + 9.66 \cdot 10^{-5}$	1.1	1.7
新潟茶豆	$-3.75 \cdot 10^{-4}AT - 7.98 \cdot 10^{-5}AT^2 - 2.35 \cdot 10^{-3}DL + 3.26 \cdot 10^{-2}$	1.5	1.9
越後ハニー	$1.51 \cdot 10^{-2}AT - 2.85 \cdot 10^{-4}AT^2 - 2.22 \cdot 10^{-2}DL + 1.56 \cdot 10^{-1}$	1.3	1.8
庄内5号	$3.53 \cdot 10^{-3}AT - 3.04 \cdot 10^{-5}AT^2 - 3.51 \cdot 10^{-3}DL + 1.18 \cdot 10^{-2}$	1.6	1.8
庄内7号	$1.21 \cdot 10^{-3}AT - 1.02 \cdot 10^{-2}DL - 1.41 \cdot 10^{-1}$	2.3	3.3
萩娘	$1.17 \cdot 10^{-3}AT - 9.23 \cdot 10^{-3}DL - 1.27 \cdot 10^{-1}$	4.7	6.2
秘伝	$9.71 \cdot 10^{-4}AT - 7.81 \cdot 10^{-3}DL - 1.12 \cdot 10^{-1}$	4.9	6.3
肴豆	$1.42 \cdot 10^{-3}AT - 1.71 \cdot 10^{-2}DL + 2.33 \cdot 10^{-1}$	0.6	0.8

* 式中の AT は日平均気温 (°C), DL は日長 (可照時間, h) を示す。

** 標準偏差と予測誤差は DVR 計算表示プログラム⁽⁵⁾により計算されるものである。「標準偏差」は、残差の標準偏差であり、実測データのあてはまりのよさを示す。「標準誤差」は予測の良さを示す指標である。

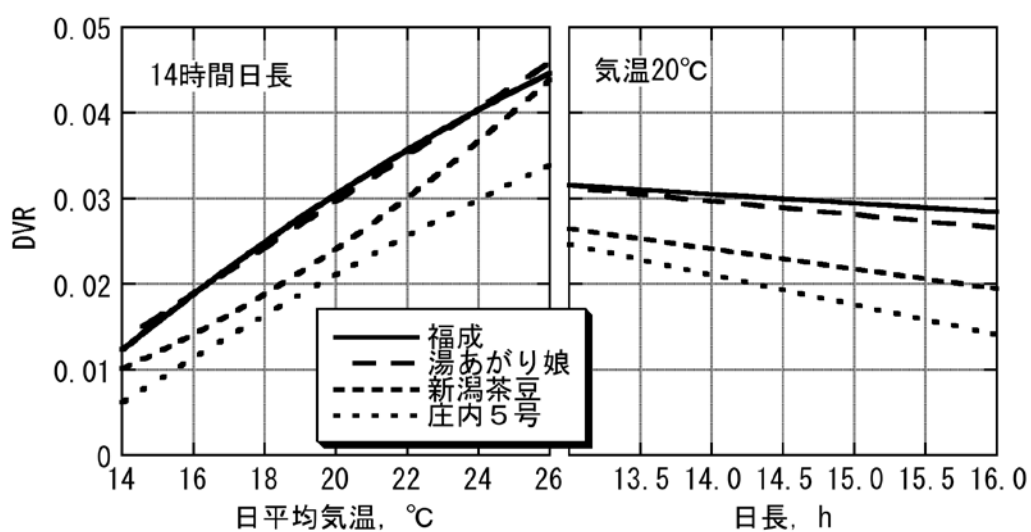


図 2-4-4 エダマメ 4 品種についての出芽から開花までの DVR と気温・日長との関係

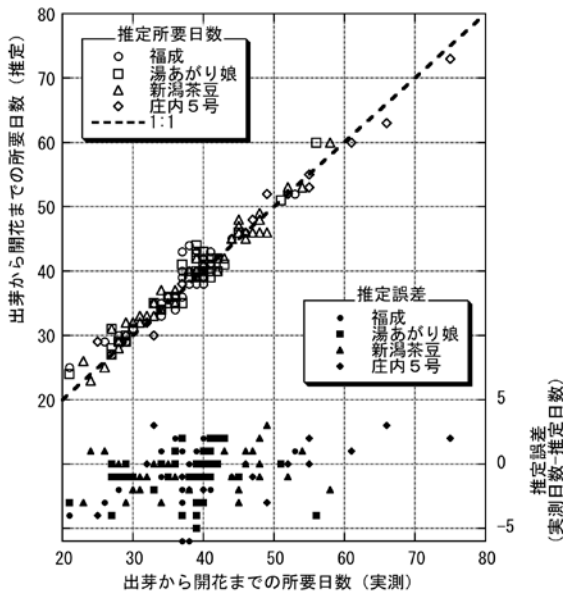


図 2-4-5 エダマメ 4 品種の出芽から開花までの所要日数の実測値と推定値および推定誤差との関係

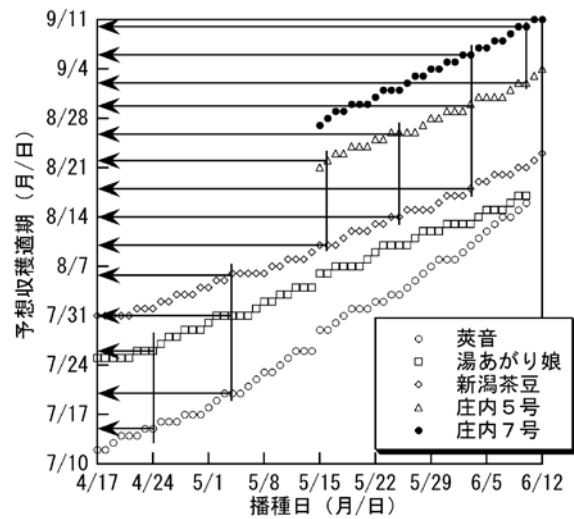


図 2-4-6 エダマメの収穫適期予測に基づく栽培計画のイメージ

4月24日以降、6回の播種日を設定（図中の縦線）し、7月15日から9月10日まで、3～6日おきに収穫適期がくるような計画とした。各品種の収穫適期は気温の平年値と可照時間を用いて予測したもの。対象地点は上越市。ただし、5月14日まではマルチ被覆。

(3) 開花から収穫適期までの DVR

開花から収穫適期までの所要日数(Dfh)は、表 2-4-5 に示すようであった。概して早生品種では短く、晩生になるほど長くなる傾向にあった。開花から収穫適期までを一つの生育ステージと考え、DVR 推定式を作成すると、表 2-4-6 に示すように、気温と日長を含む式となる品種が多く、DVR は短日で大きくなる傾向にあった。温度に対する反応は、温度が高いほど DVR が大きくなる品種と、低温の方が大きくなる品種が見られるが、概して温度依存性は弱い傾向にあった。Dfh の予測誤差は全体的に大きく、実測データのばらつきを温度・日長だけでは明瞭には説明できなかった。しかし、開花から収穫適期までの所要日数の変化範囲は、出芽から開花までの日数と比較すると小さいため、一部の栽培例数の少ない品種を除いて、予測誤差は概ね 4 日以内におさまっており、ある程度の予測は可能である。

ダイズの開花後の発育に及ぼす温度と日長の影響については種々の研究がなされている。Zheng ら⁽⁹⁾は、ダイズ（‘エンレイ’および‘フクユタカ’）の開花(R1)から着莢(R3)までの所要期間が、短日により早まったが、温度の影響は見られなかったとしている。鮫島⁽⁷⁾は、開花から子実肥大開始までの日数が短日条件で短く、高温でやや長くなることを示している。表 2-4-6 の DVR 推定式で見られる、DVR が短日で大きくなるという傾向は、それら既往研究の知見と定性的には一致する。

Dfh の予測誤差が大きい原因として、開花から収穫適期までを一つのステージと考えることが適切でないとも考えられる。開花から子実肥大開始までは気象要因に大きく影響を受けるので温度・日長で説明できる可能性が高いのに対し、子実が収穫適期のサイズまで肥大する過程は乾物生産速度や炭水化物や窒素の子実への転流という物質収支に影響されるので、温度と日長のみで説明することには無理があると考えられる⁽⁷⁾。したがって、開花から収穫適期までの所要日数の予測精度を高めるためには、子実肥大始期あるいは着莢期を境に 2 つの発育ステージに分割してのモデル化も検討する必要があると思われる。

(4) 推定 DVR による播種から収穫までの所要日数推定例

前述の通り、各ステージにおける DVR の推定精度には改善の余地があるものの、播種日と気温、日長を与えれば、前項までに説明した DVR 推定式を用いて、3つの発育ステージにおける DVR を計算でき、出芽日、開花日、収穫適期を順次、推定できる。そのように、播種から収穫適期までを順次推定した場合の、播種から収穫適期までの日数の推定誤差を調べた。結果を表 2-4-7 に示す。ただし、DVR 推定式作成に用いる栽培データが少ない場合、得られた DVR 推定式による発育ステージ予測の信頼性・安定性は低くなると考えられる。ここでは、比較的多くの作期のデータのある 4 品種についての結果を示した。この例では、播種から収穫までの所要日数は平均 80 ~ 96 日という長期間であり、かつ標準偏差が 10 日程度と、ばらつきも大きい。それを DVR モデルによって推定した場合の誤差は ± 3 日程度である。この程度の誤差で推定できるならば、播種スケジュールの作成などの場面で、利用価値は高いと考えられる。

アメダス地点等における日平均気温の平年値と日長を用いれば、当該地点において各品種について直播栽培での平年的な発育予測の一覧表、すなわち播種日と予想開花日および予想収穫適期の対応表を作成できる。北陸のアメダス地点における一覧表を、暫定的に北陸研究センターホームページで公開しており(2010年9月現在)、このような一覧があれば、図 2-4-6 に示したようなイメージで、播種スケジュールの作成に大いに参考になるとと思われる。干害や湿害による出芽不良や生育阻害があった場合には発育遅延が生じるが、栽培途中で出芽日や開花日を把握できれば、一覧表を用いて、収穫適期がどの程度遅延するかを予測することも可能となる。

本研究で示した DVR 曲線については、どの程度一般的に適合するのか、例えば、北海道や九州で栽培した場合の推定精度はどの程度か、といったことは検証する必要があるが、上越市と緯度や標高などが極端に異なる地域であれば十分、参考になると考えられる。また、各地域で栽培されているエダマメ主力品種についての DVR 曲線を、本研究と同様の手法で作成すれば、それぞれの地域でより有益な情報となるだろう。

4) 摘要

- (1) 直播エダマメの発育ステージを、播種から出芽、出芽から開花、開花から収穫適期、の3つにわけ、発育ステージ毎に DVR 推定式を作成した。
- (2) 播種後の雨量が少ない場合、出芽が遅延する可能性が高くなるが、土壌水分条件が良好であれば、播種から出芽までの DVR は日平均気温を用いて計算でき、出芽日の推定誤差は ± 3 日程度と考えられた。
- (3) 出芽から開花までの DVR は、気温と日長の多項式により計算され、開花日の推定誤差が 6 日程度と大きい場合もあるが、概ね ± 2 日の精度で推定できると考えられた。
- (4) 開花から収穫適期までのステージについても、日平均気温と日長の多項式により計算される DVR 推定式を作成した。開花から収穫適期までの日数のばらつきを明確には説明できなかったものの、推定誤差は概ね ± 4 日程度であった。
- (5) 播種日と温度、日長を与えれば、モデルにより順次、出芽日、開花日、収穫適期を推定できる。‘福成’、‘湯あがり娘’、‘新潟茶豆’ および ‘庄内 5 号’ について、DVR モデルによる播種から収穫までの日数の推定誤差は ± 3 日程度であった。

表 2-4-5 開花から収穫までの DVR 推定式作成のために用いた実測データの概要

品種	データ数	所要日数* 平均± S.D.
莢音	18	35.5 ± 2.1
快豆黒頭巾	7	36.7 ± 3.6
げんき娘	7	38.4 ± 3.7
おつな姫	7	37.3 ± 3.0
滝姫	39	35.1 ± 2.5
福成	62	33.8 ± 3.0
湯あがり娘	68	37.3 ± 3.2
たんくろう	7	36.7 ± 2.0
新潟茶豆	81	34.2 ± 3.0
越後ハニー	18	35.5 ± 2.1
庄内5号	46	38.9 ± 4.0
庄内7号	9	39.4 ± 2.7
萩娘	13	52.2 ± 7.5
秘伝	13	51.6 ± 9.4
肴豆	10	50.4 ± 3.8

* 出芽から開花までの所要日数の平均±標準偏差

表 2-4-6 開花から収穫適期までの DVR 推定式

品種	推定式*	標準偏差 日**	予測誤差 日**
莢音	$3.56 \cdot 10^{-4}AT + 2.00 \cdot 10^{-2}$	1.8	2.1
快豆黒頭巾	$2.70 \cdot 10^{-2}$	3.3	3.8
げんき娘	$2.58 \cdot 10^{-2}$	3.4	4.0
おつな姫	$2.67 \cdot 10^{-2}$	2.8	3.2
滝姫	$-1.10 \cdot 10^{-4}AT - 7.36 \cdot 10^{-3}DL + 1.37 \cdot 10^{-1}$	2.2	2.4
福成	$3.67 \cdot 10^{-4}AT - 5.54 \cdot 10^{-3}DL + 1.00 \cdot 10^{-1}$	2.5	2.6
湯あがり娘	$-3.55 \cdot 10^{-5}AT - 3.80 \cdot 10^{-1}DL + 1.30 \cdot 10^{-2}DL + 2.80$	1.7	1.8
たんくろう	$2.72 \cdot 10^{-2}$	1.8	2.1
新潟茶豆	$-1.71 \cdot 10^{-4}AT + 6.44 \cdot 10^{-2}DL - 2.56 \cdot 10^{-3}DL^2 - 3.64 \cdot 10^{-1}$	2.3	2.5
越後ハニー	$6.74 \cdot 10^{-4}AT - 4.32 \cdot 10^{-3}DL + 7.29 \cdot 10^{-2}$	1.6	1.8
庄内5号	$-3.33 \cdot 10^{-4}AT + 2.48 \cdot 10^{-2}DL - 1.04 \cdot 10^{-3}DL^2 - 1.08 \cdot 10^{-1}$	3.1	3.6
庄内7号	$2.52 \cdot 10^{-2}$	2.6	2.9
萩娘	$1.88 \cdot 10^{-2}$	7.3	8.0
秘伝	$-1.72 \cdot 10^{-3}AT - 3.64 \cdot 10^{-3}DL + 1.11 \cdot 10^{-1}$	3.6	5.1
肴豆	$-2.09 \cdot 10^{-3}AT + 7.19 \cdot 10^{-4}DL + 6.01 \cdot 10^{-2}$	1.4	1.8

* 式中の AT は日平均気温 (°C), DL は日長 (日照時間, h) を示す。

** 標準偏差と予測誤差は DVR 計算表示プログラム⁽⁵⁾により計算されるものである。「標準偏差」は、残差の標準偏差であり、実測データのあてはまりのよさを示す。「標準誤差」は予測の良さを示す指標である。

表 2-4-7 DVR モデルによる播種から収穫適期までの日数の推定誤差の例

品種	実測日数 平均±標準偏差	データ数	推定誤差, 日
福成	80.0 ± 8.3	28	3.7
湯あがり娘	83.3 ± 9.8	27	3.1
新潟茶豆	81.7 ± 11.4	44	2.4
庄内5号	96.4 ± 10.3	27	3.2

「実測日数」は、北陸研究センター圃場における直播栽培のデータ (2005年～2009年)。「推定誤差」は、播種日と栽培中の気温、日長から、各ステージにおける DVR 推定式により順次、収穫適期まで推定したときの誤差 (RMSE) である。

5) 引用文献

- (1) 細川 寿・足立一日出・松崎守夫・伊藤公一 (2005) 碎土性を向上させる耕うん同時畝立て作業技術の開発. ファーミングシステム研究, 7, 46-53
- (2) 細野達夫・片山勝之・細川 寿 (2010) 北陸重粘土転換畑での早期エダマメ直播栽培における地温と出芽に及ぼすマルチ・べたがけの効果. 中央農研報, 14, 17-31
- (3) 片山勝之・細野達夫・細川寿 (2009) 被覆資材と被覆尿素の利用が早期直播エダマメ栽培の生育・収量に及ぼす影響. 北陸作物学会報, 44, 46-49
- (4) 片山勝之・細野達夫・細川寿 (2011) 播種期前進化による直播エダマメの作期拡大技術の開発. 中央農研報, 16, 1-15
- (5) 川方俊和 (2006) 発育ステージ予測のための多項式・関数式DVRの計算表示プログラム. 平成 17 年度東北農業研究成果情報,
<http://www.naro.affrc.go.jp/top/seika/2005/tohoku/index.html>
- (6) 新潟県経営普及課他 (2003) "えだまめ". 野菜栽培のマニュアル. 新潟県農林水産部農産園芸課編, 新潟県農林公社, 352-368
- (7) 鮫島良次 (2000) 気象環境要因に対するダイズの生育反応の解析およびモデリングに関する研究. 農研センター報, 32, 1-119
- (8) 高橋智紀・細川 寿・松崎守夫 (2008) 重粘土転換畑における土壌鎮圧によるダイズ種子の吸水促進効果. 土肥誌, 79, 1-7
- (9) Zheng, S. H., Maeda, A. and Fukuyama, M. (2003) Genotypic and Environmental Variation of Lag Period of Pod Growth in Soybean. Plant Prod. Sci., 6, 243-246

(○細野達夫・片山勝之)

5. エダマメ直播の播種前進化による作期拡大技術の開発

1) はしがき

水稲作が中心の北陸地域では、ダイズ、オオムギが転作作物の主要品目であるが、米価低迷の中、収益確保のためにはエダマメなどの高収益作物を水田転換畑に導入していく複合経営が望まれる。新潟県において4月から5月上旬にかけて開始される作型の場合、黒色のポリエチレン製マルチ用フィルム（以下ポリマルチと略称）で畝を被覆した移植栽培が一般的である⁽¹⁰⁾。しかし、水稲・ダイズ作の水田複合経営農家においてエダマメを導入する場合、この時期では水稲の育苗管理や移植作業と重なって作業競合が起きることから、直播栽培による省力化が求められている。新潟県におけるエダマメの直播栽培は低温による出芽遅延を回避するために、平均地温が15℃以上になる5月中旬以降に開始される⁽¹⁰⁾。羽田野⁽²⁾は、スリット入りマルチと貼付マルチを併用するならば、4月1日からの直播栽培が可能であることを示した。しかし、水田複合経営農家が取り組むには資材費と管理作業の両面から困難なことが推察される。近年、中央農業総合研究センターにおいてアップカットロータリによる耕うんと同時に畝立て・有孔ポリマルチ被覆・播種作業を行う作業技術が開発された⁽³⁾。また、片山らは追肥作業の省略のために、緩効性肥料を用いた全量元肥栽培試験を行い、莢乾物重や商品収量（A品重）が慣行栽培並であることを報告した⁽⁵⁾。さらに、4月下旬から5月上旬での早期栽培においてポリマルチ被覆した直播栽培の生育量、莢収量と商品収量はべたがけ直播栽培や無マルチ直播栽培および黒色ポリマルチ移植栽培よりも高いことを報告した^(6, 7)。そして、現地実証試験圃場において細川ら⁽³⁾が開発した市販機で早期直播栽培の有効性を実証した⁽⁷⁾。ところで、生育促進という点で透明ポリマルチ被覆が優れていたが、過繁茂、倒伏、雑草繁茂等を招くため黒色ポリマルチ被覆が実用的であると判断した⁽⁷⁾。本報告では、雑草抑制と地温上昇効果がある⁽⁸⁾といわれている緑色ポリマルチによる直播栽培を行い生育・収量に及ぼす影響と有用性について検討した。また、ポリマルチ被覆した直播栽培がエダマメの内部品質に及ぼす影響についても明らかにした。

2) 材料と方法

(1) 被覆資材が生育・収量に及ぼす影響（試験1）

北陸研究センター内の水田転換畑圃場（転換2年目）において、‘湯あがり娘’（中早生品種、カネコ種苗）を供試し、2007年4月26日に播種した。施肥量は慣行⁽⁹⁾に従い、10a当たりの総施肥量は、 $N-P_2O_5-K_2O=16.3-13.6-16.4$ kgとした。2007年4月10日に苦土石灰を120kg/10a、なたね粕を80kg/10a（4kg/10a相当のNを含む）、4月25日に基肥として「早生えだまめ専用肥料」を80kg/10a（ $N-P_2O_5-K_2O=6.4-12.0-12.0$ kg/10a）施用した。追肥として開花期に窒素加里化成E989号を20kg/10a（Nおよび K_2O 、それぞれ3.6kg/10a）、収穫前7日に尿素を5kg（Nで2.3kg）施用した。追肥を省略する全量基肥区も設定した。全量基肥区では、追肥以外の肥料の種類と施用量は慣行と同じとし、追肥のN及び K_2O 施用量に相当する肥料として、被覆尿素LPコートS40を9kg/10a（Nで3.6kg/10a）、被覆尿素LPコートS60を5.75kg/10a（Nで2.3kg/10a）、塩化加里7.2kg/10a（ K_2O で3.6kg/10a）を基肥施用した。被覆尿素的の選定にあたり、Hara⁽¹⁾の被覆尿素からの溶出予測モデルを利用した。播種前日に基肥を施用後、改良型アップカットローター（松山（株）、PU1705H）に平高マルチ作業機（鋤柄農機（株）、PHM-A-14）を装着して畝巾150cm、畝高約20cmの平高畝を造成した。

被覆資材は透明，緑色，黒色の有孔ポリマルチ（幅 150cm，株間 20cm，条間 40cm，穴径 6cm，2条，厚さ 0.02mm）とべたがけ用に不織布（幅 180cm，パオパオ 90，MKV プラテック）を使用した．種子は深さ 3cm に株当たり 2 粒播種し，栽植密度は 10a 当たり 6,667 株とした．試験区は被覆 5 処理（ポリマルチ（透明，緑色，黒色），べたがけ資材，無被覆）を設定した．処理 1 区当たりの面積は 22.5 m²とし，3 反復とした．べたがけ資材区の不織布は播種後 1 ヶ月で除去した．

(2) 被覆による直播栽培と移植栽培における生育および収量（試験 2）

2008 年の試験設定は透明ポリマルチ直播区，黒色ポリマルチ直播区，べたがけ直播区，無被覆直播区および黒色ポリマルチ移植区の 5 処理区とした．北陸研究センター内の重粘土水田転換畑圃場（転換 3 年目～4 年目）において，‘滝姫’（早生品種，柳川採種研究会）と‘湯あがり娘’を供試し，2008 年 4 月 23 日に播種した．施肥量は慣行⁽⁹⁾に従い，2008 年 4 月 9 日に 10a 当たり苦土石灰を 120kg，なたね粕を 80kg 施用した．播種日前日の施肥法，被覆および耕うん法は(1)に準じた．播種は深さ 3 cm に株当たり 2 粒ずつ手播きした．‘滝姫’は一株 2 本立て，‘湯あがり娘’は播種後 3 週間目に 1 本立てとした．‘滝姫’の栽植密度は 13.3 本/m²，‘湯あがり娘’は 6.7 本/m²とした．また，慣行として移植区を設定した．育苗トレイ（128 穴）に 1 穴当たり 1 粒播種し，無加温の温室内で育苗し，3 週間後に黒色ポリマルチで被覆した畝に同一栽植密度で移植した．移植栽培のみ活着するまで如露による灌水を行った．処理 1 区当たりの面積は 22.5m²とし，3 反復とした．

(3) 調査項目

子葉が地上に露出した時点で出芽とし，出芽が確認できた株数を調査し，播種した株数に対する割合を出芽率とした．収穫日は株当たりの莢の 5 割の莢厚が‘滝姫’は 8mm，‘湯あがり娘’は 9mm に達した時とした．収量調査は 1 区当たり 1 畝×1m（1.5m²）を刈取り，主茎長，莢収量の調査を行った．また，JA が作成した新潟県青果物検査協会・農協・経済連の出荷規格に従い，薄莢，病・虫害による被害莢，黄・茶色等の変色莢や変形莢を除いた 2・3 粒莢の莢収量を商品収量とした．試験(2)では，採取した剥豆について糖類と遊離アミノ酸を抽出して⁽¹¹⁾，3 種類（スクロース，フルクトース，グルコース）の糖含量と 6 種類（アスパラギン酸，グルタミン酸，スレオニン，セリン，グリシン，アラニン）の遊離アミノ酸含量をそれぞれ高速液体クロマトグラフ（日立 L-6000，島津 RF-10XL）で測定した．

3) 結果および考察

(1) 被覆資材が生育促進に及ぼす影響

表 2-5-1 に被覆資材が湯あがり娘の出芽日，出芽率，収穫期の主茎長，地上部乾物重，莢乾物重，莢数および商品収量に及ぼす影響について示した．出芽日は，無被覆区に比べて透明ポリマルチ区で 4 日，緑・黒色ポリマルチ区で 3 日，べたがけ資材区で 2 日早くなった．細野らによれば，出芽に影響を及ぼす播種後 10 日間の畝表面下 5cm の平均地温は，無被覆区に比べて透明ポリマルチ区で約 4℃，べたがけ資材区で約 2.4℃，緑・黒色ポリマルチ区で約 1℃高かったと報告されている⁽⁴⁾．一般に被覆資材による地温の上昇効果は日射透過率が高いほど大きいといわれている⁽⁸⁾．透明ポリマルチで最も大きく，次いでべたがけ資材，緑色ポリマルチ，黒色ポリマルチの順と予測される⁽⁸⁾．べたがけ資材区において緑・黒色ポリマルチ区よりも平均地温が高かったにもかかわらず出芽日が遅れた．細野らは，べたがけ資材区の畝内土壌水分の変化がポリマルチ区に比べて大きくかったことが出芽に影響したことを明らかにしている⁽⁴⁾．

出芽率は透明ポリマルチ区が最も高く、次いで緑色ポリマルチ区、黒色ポリマルチ区、べたがけ資材区の順に低下し、無被覆区が最も低かった。特に出芽率の低かった無被覆区では、タネバエの幼虫による被害で発芽の停止・遅延が認められた。このことは、低温による発芽の遅延が、タネバエの幼虫による被害を受ける確率を増大させることを示唆している。

収穫期において被覆資材を利用した処理区の主茎長および地上部乾物重は無被覆区よりも有意に高かった。被覆資材の中では透明ポリマルチ区の主茎長が緑色ポリマルチ区、黒色ポリマルチ区およびべたがけ資材区よりも有意に高かった。地上部乾物重は緑色ポリマルチ区と黒色ポリマルチ区が透明ポリマルチ区よりも有意に低かったが、べたがけ資材区よりも有意に高かった。莢乾物重と商品収量に関しては、3種類のポリマルチ区がべたがけ資材区や無被覆区よりも有意に高かった。莢乾物重では各ポリマルチ処理間で有意差が認められなかったが、商品収量では緑色ポリマルチ区と黒色ポリマルチ区が、透明ポリマルチ区よりも有意に高かった。これは、透明ポリマルチ区のエダマメは過繁茂になり倒伏によって乾物生産が低下したため薄莢が多くなったため、栽植密度や栽植本数を減らす等の検討が必要と考えられた。

以上から、早期直播栽培においてポリマルチやべたがけ資材による被覆資材の昇温効果により出芽がそれぞれ2～3日程度促進された。ポリマルチ区の出芽率は、べたがけ資材区および無被覆直播区よりも高く、生育量および商品収量も有意に増大した。一方、透明ポリマルチ区では雑草が株元と畝面を覆い、マルチの押し上げが認められたが、黒色ポリマルチ区と緑色ポリマルチ区では株元に雑草が少し認められる程度であった（データ略）。ところで、緑色ポリマルチの資材コストは透明ポリマルチや黒色ポリマルチに比べて約1.7～1.8倍と高い（日本農業システム）。従って、地温上昇には透明ポリマルチが優れているとされるが雑草抑制に関しては難点であり、緑色ポリマルチは雑草抑制には優れているが、資材コストが他のポリマルチに比べて高いことから黒色ポリマルチがより実用的と考えられる。

（2）被覆による直播栽培と移植栽培における莢の内部品質

透明ポリマルチ直播区と黒色ポリマルチ直播区の生育量、莢収量および商品収量はべたがけ直播栽培や無マルチ直播栽培および黒色ポリマルチ移植栽培よりも同等以上の高い値を示した⁽⁷⁾。また、透明ポリマルチ直播区と黒色ポリマルチ直播区の個体群生長速度が他の処理区に比べて高いこと、そしてその要因として早期からの葉面積指数の拡大によることが明らかにされている⁽⁶⁾。

表2-5-2に被覆資材が‘滝姫’と‘湯あがり娘’の剥豆の糖含量と遊離アミノ酸含量に及ぼす影響について示した。‘滝姫’の遊離アミノ酸含量は透明ポリマルチ区と黒色ポリマルチ移植区が他の処理区よりも有意に低かったが、糖含量では処理間差は認められなかった。‘湯あがり娘’では黒色ポリマルチ移植区の遊離アミノ酸含量と糖含量が他の処理区よりも有意に低かった。一般に、エダマメの糖含量は収穫適期に最大値が得られその前後は低下するが、遊離アミノ酸含量は収穫適期よりも早い時期に高く、その後徐々に低下することが報告されている⁽¹⁰⁾。従って、‘滝姫’の透明ポリマルチ区と黒色ポリマルチ移植区の遊離アミノ酸含量、‘湯あがり娘’の黒色ポリマルチ移植区の遊離アミノ酸含量と糖含量が他の処理区よりも低かった原因として、収穫期が適期よりも少し遅れたことが推察されるが本試験では明らかにできなかった。

以上から、上越地域平野部で4月下旬から5月上旬の平均地温が15℃よりも低い時期に行う直播栽培において、黒色ポリマルチで被覆することで慣行の黒色ポリマルチ移植栽培よりも生育量、莢収量および商品収量のみならず剥豆の糖含量および遊離アミノ酸含量の内部品質においても同程度

表 2-5-1 被覆資材が‘湯あがり娘’の出芽日、出芽率、収穫期の主茎長、地上部乾物重、莢乾物重、莢数および商品収量に及ぼす影響

処理区	出芽日 (月/日)	出芽率 (%)	収穫期				
			主茎長 (cm)	地上部乾物重 (g/m ²)	莢乾物重 (g/m ²)	莢数 (莢/m ²)	商品収量 (g/m ²)
透明ポリマルチ	5/5	94.9 ± 2.4	65.7 a	601 a	287 a	470 a	607 b
緑色ポリマルチ	5/6	95.4 ± 4.5	53.5 b	550 b	267 a	473 a	640 a
黒色ポリマルチ	5/6	92.1 ± 6.3	49.2 b	526 b	265 a	479 a	638 a
べたがけ資材	5/7	79.5 ± 6.4	48.1 b	423 c	199 b	364 b	540 c
無被覆	5/9	61.2 ± 19.7	36.2 c	357 d	185 b	338 c	526 c

注) 同一英小文字は処理区間に5%水準で有意差が無いことを示す (Tukey法).

表 2-5-2 被覆資材が‘滝姫’と‘湯あがり娘’の剥豆の糖含量と遊離アミノ酸含量に及ぼす影響

品種	処理区	糖含量 (%)	遊離アミノ酸含量 (mg/100g新鮮重)
滝姫	透マ直播	3.77 a	403 b
	黒マ直播	3.55 a	507 a
	べた直播	3.37 a	493 a
	無被覆直播	3.42 a	542 a
	黒マ移植	3.13 a	392 b
湯あがり娘	透マ直播	4.12 a	729 a
	黒マ直播	4.04 a	676 a
	べた直播	3.93 a	732 a
	無被覆直播	4.19 a	709 a
	黒マ移植	3.21 b	494 b

注1) 透マ直播, 黒マ直播, べた直播, 黒マ移植はそれぞれ透明ポリマルチ直播区, 黒色ポリマルチ直播区, べたがけ直播区, 黒色ポリマルチ移植区の略称.

注2) 同一英小文字は処理区間に5%水準で有意差が無いことを示す (Tukey法).

以上が示された。本栽培技術の確立により、慣行の直播栽培に比べて播種時期が3週間程度早くなることから作期拡大が可能であることを示唆している。

4) 摘要

エダマメ直播の播種前進化による作期拡大技術の開発を目的として、2007年と2008年にかけてエダマメ直播栽培の作期前進化試験を行い、ポリマルチ被覆による早期直播栽培の有効性を評価して、以下の結果を得た。

- (1) 早期直播栽培においてポリマルチやべたがけ資材による被覆資材の昇温効果により出芽がそれぞれ2～3日程度促進された。3種類のポリマルチ区の出芽率は、べたがけ資材区および無被覆直播区よりも高く、生育量および商品収量も有意に増大した。地温上昇には透明ポリマルチが優れているとされるが、

雑草抑制に関しては難点であり、緑色ポリマルチは雑草抑制には優れているが、資材コストが他のポリマルチに比べて約1.7～1.8倍高いことから黒色ポリマルチがより実用的と考えられた。

- (2) 黒色ポリマルチ直播区の剥豆の糖含量および遊離アミノ酸含量は黒色ポリマルチ移植区と比べて同等以上であった。

5) 引用文献

- (1) Hara, Y. (2000) Estimation of nitrogen release from coated urea using the Richards function and investigation of the release parameters using simulation models. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 46, 693-701
- (2) 羽田野一栄 (2004) 収穫機 (ハーベスター) に対応した早生エダマメの直播栽培技術と草姿改善. *エダマメ研究*, 2, 52-53
- (3) 細川寿・片山勝之・細野達夫・塩谷幸治 (2009) 耕うん同時畝立て作業機による野菜の同時マルチとエダマメのマルチ直播技術. 平成20年度研究成果情報 (共通基盤・作業技術), <http://www.naro.affrc.go.jp/top/seika/2008/01narc/narc08-02.html>
- (4) 細野達夫・片山勝之・細川寿 (2010) 北陸重粘土転換畑での早期エダマメ直播栽培における地温と出芽に及ぼすマルチ・べたがけの効果. *中央農研報*, 144, 17-31
- (5) 片山勝之・細野達夫・細川寿 (2009) 被覆資材と被覆尿素の利用が早期直播エダマメ栽培の生育・収量に及ぼす影響. *北陸作物学会報*, 44, 46-49
- (6) 片山勝之・細野達夫・細川寿・塩谷幸治・野村幹雄 (2011) 北陸地域の水田転換畑エダマメ作におけるポリマルチ被覆した早期直播栽培が生育・収量に及ぼす影響. *日作紀*, 80 (2), 213-219
- (7) 片山勝之・細野達夫・細川寿 (2011) エダマメの早期直播栽培技術の確立. *中央農研報*, 16, 1-15
- (8) 小寺孝治 (2003) “マルチ・べたがけ資材と利用”. 五訂 施設園芸ハンドブック. 日本施設園芸協会, 75-84
- (9) 中頸城農業改良普及センター・中頸城農業振興協議会園芸振興部会編 (2004) えだまめ良食味栽培指針. 8
- (10) 新潟県経営普及課他 (2003) “えだまめ”. 野菜栽培のマニュアル. 新潟県農林水産部農産園芸課編, 新潟県農林公社, 352-368
- (11) 高橋晋太郎 (2004) エダマメの糖類及び遊離アミノ酸の定量分析法. *エダマメ研究*, 2, 20-26

(○片山勝之・細野達夫)

6. 加工用源助ダイコンの省力栽培技術の開発

1) はしがき

石川県の特産野菜の一つである源助ダイコンは、肉質、旨味や煮炊きしても煮くずれしない等の特性から、近年、従来の生食用に加え、おでん具材等の加工向け需要が増大している。このため、既存の砂丘地を中心とした産地以外に、早生水稲後圃場などでの栽培による生産拡大が求められている。しかしながら、水田作経営での栽培では、図2-6-1に示すように、ダイコンの播種時期と水稻の収穫時期が重なることから省力・効率的な播種準備並びに播種作業が必要となる。

そこで、耕うん・施肥・畝立て・播種・施薬が一工程で行うことができる同時作業機を利用し、さらに施肥も被覆尿素肥料を利用した全量元肥施用とし追肥作業を省略する栽培技術を開発する。

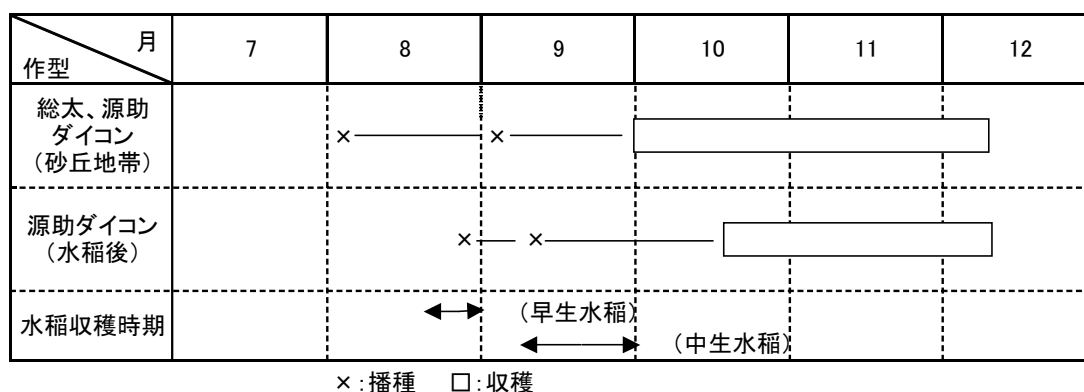


図 2-6-1 石川県における夏まきダイコンの作型

2) 材料と方法

(1) 畝立て方法とダイコンの生育及び品質

畝立て方法として、2条播き畝1区、1条播き畝2区の計3区を設け、ダイコンの収穫における作業性、生育、収量、品質を調査した。2条播き畝は、トラクター（イセキ TR633）＋ロータリー（クボタ RT414）で正転耕うん畝立てを行い、畝幅は140 cm、2条播き、株間27 cm（10 a 当たり5,290株）の植栽密度で、試験規模を1区168 m²、2反復とした。1条播き畝（慣行畝立て機）は、トラクター（ヤンマー AF120）＋ロータリー（ヤンマー RCA900M）で正転耕うん畝立てを行い、畝幅は80 cm、1条播き、株間27 cm（10 a 当たり4,630株）の植栽密度で、試験規模を1区96 m²、2反復とした。1条播き畝（開発機）は、トラクター（イセキ TR633）＋開発機（独立行政法人 中央農業総合研究センター・北陸研究センターが開発した同時作業機、耕うん・施肥・畝立て・播種・施薬同時作業機、写真2-6-1）で逆転耕うん畝立てを行い、畝幅は80 cm、1条播き、株間27 cm（10 a 当たり4,630株）の植栽密度で、試験規模を1区96 m²、2反復とした。試験場所は、石川県農業総合研究センター河北潟干拓地圃場（土性: 埴土）で、2007年9月5日にダイコン‘長根系源助’の種子を2粒ずつ27 cm間隔で封入したシートテープを用いて播種した。施肥量は苦土石灰を100 g m⁻²、PKS36を44 g m⁻²、FTEを4 g m⁻²、LP50を14.7 g m⁻²とした（N、P₂O₅、K₂Oの施用量は、それぞれ6.2、8.0、8.0 g m⁻²）。播種後の栽培管理は慣行に従い、11月7日に収穫調査を行った。



写真 2-6-1 同時作業機による作業風景

(2) 被覆尿素肥料を利用した全量基肥施肥法

a) 被覆尿素肥料の種類

被覆尿素肥料の種類として LP30, LP40, LP50, LP50 入り複合肥料 (BB444-50 号) 施用の 4 区を設けてダイコンの生育, 収量等を調査した. 試験区の規模は 1 区 40 m² (反復なし) とした. 試験場所は, 河北潟干拓地圃場 (土性: 埴土) で, 北陸研究センターが開発した同時作業機を用い, 逆転耕うん畝立て・施肥・播種を行った. 2008 年 9 月 10 日にダイコン '長根系源助' の種子を 2 粒ずつ 27 cm 間隔で封入したシードテープを用いて播種した. 栽植密度は, 畝幅 80 cm, 株間 27 cm, 1 条播き (10 a 当たり 4,630 株) とした. 施肥量は, LP30, 40, 50 各施用区においては, 苦土石灰を 100 g m⁻², PKS36 を 49 g m⁻², FTE 4 g m⁻² とし, それに LP30, 40, 50 を各 21 g m⁻² とした. BB444-50 号施用区では, PKS36 と LP 肥料の代わりに BB444-50 号を用いた. 対照の慣行施肥区は, 基肥に粒状固形 30 号を, 追肥に苦土有機入り特 A801 号を施用した (N, P₂O₅, K₂O の施用量は, 各 8.8 g m⁻²). 播種後の栽培管理は慣行に従い, 12 月 10 日に収穫調査を行った.

b) 被覆尿素肥料の施用位置と施用量

被覆尿素肥料の施用位置として, 全層施肥及び深層施肥 (畝中央天部から 23 cm 深部に条施肥) の 2 区を設け, それと施肥量 3 区 (慣行量, 30%減量, 50%減量) を組み合わせた 6 区でダイコンの生育, 収量等を調査した. 試験区の規模は 1 区 60 m², 2 反復とした. 試験場所は, 河北潟干拓地圃場 (土性: 埴土) で, 北陸研究センターが開発した同時作業機を用い, 施肥・逆転耕うん畝立て・播種を行った. 2008 年 9 月 10 日にダイコン '長根系源助' の種子を 2 粒ずつ 27 cm 間隔で封入したシードテープを用いて播種した. 栽植密度は, 畝幅 80 cm, 1 条植え, 株間 27 cm (10 a 当たり 4,630 株) とした. 施肥量は, 苦土石灰を 100 g m⁻², FTE を 4 g m⁻² とし, 慣行量区は BB444-50 号を 65 g m⁻², 30%減量区は 45.5 g m⁻², 50%減量区は 32.5 g m⁻² とした (N, P₂O₅, K₂O の施用量は, 慣行量区で各 9.1 g m⁻², 30%減量区で各 6.4 g m⁻², 50%減量区で各 4.6 g m⁻²). 播種後の栽培管理は慣行に従い, 12 月 10 日に収穫調査を行った.

(3) 同時作業機 (北陸研究センター開発機) の現地実証試験

石川県小松市の現地圃場 (35a, 土性: 植壤土) において, (独) 中央農業総合研究センター・北陸研究センターが開発した同時作業機 (イセキ TR633 + 耕うん・施肥・畝立て・播種・薬剤施用同時

作業機，逆転耕うん畝立て，写真 2-6-1) の実証試験を行った。2007 年 9 月 9 日に同時作業機を用いてダイコン‘打木源助’ (普通系) の種子を 2 粒ずつ 20 cm 間隔で封入したシードテープを用いて播種した。栽植密度は，畝幅 80cm1 条，株間 20 cm (10 a 当たり 6,250 株) とした。施肥量は，苦土石灰を 100 g m^{-2} ，PKS36 を 39 g m^{-2} ，FTE を 4 g m^{-2} (以上の肥料は播種同時作業前に施用し耕起)，LP50 を 19 g m^{-2} とした (N, P_2O_5 , K_2O の成分量は，それぞれ 8.0, 7.0, 7.0 g m^{-2})。播種後の栽培管理は慣行に従い，11 月 14 日に収穫調査を行った。

3) 結果と考察

(1) 畝立て方法とダイコンの生育及び品質

畝立て時の畝形状は，表 2-6-1 に示すように，1 条播き畝 (慣行畝立機) 区の高さが最も高かった。開発機で造成した 1 条播き畝 (開発機) 区は天幅が広く，高さはやや低いものの高さ 20 cm となり，栽培には十分な高さであった。

11 月 7 日の収穫時点での作業性や収量等を表 2-6-2 に示した。1 条播き畝のダイコンの生育量は標準的であったが，2 条播き畝区は生育がやや劣った。引抜荷重及び付着土量を根重 1kg 当たりで換算すると，引抜荷重は 1 条播き畝区のいずれも 2 条播き畝区に比べて小さかった。付着土量は 1 条播き畝 (慣行畝立機) 区が最も少なかった。10 a 当たりの収穫本数は，栽植密度の違いもあり 2 条播き畝区に比べ 1 条播き畝区では少ないが，1 本平均の根重が重いいため収量は高い傾向が認められた。また，1 条播き畝区ではいずれも外観品質は良く A 品率が高かった。内部障害については，各区とも空洞と褐変したものが多かったが，畝立て方法間に差はなかった。

表 2-6-1 畝立て方法と畝の形状

畝立て方法	畝の形状	
	高さ (cm)	天幅 (cm)
1 条播き畝 (開発機)	20	26
1 条播き畝 (慣行畝立て機)	27	22
2 条播き畝	24	73

表 2-6-2 畝立て方法とダイコン収穫作業性及び収量・品質

畝立て方法	根重 (g)	1kg 根重当たり		10a 当たり		等級 A 品率 (%)	内部障害率 (%)
		引抜荷重 (kg)	付着土量 (g)	収穫本数 (本)	商品収量 (kg)		
2 条播き畝	649	17.4	415	4,786	2,454	38	31
1 条播き畝 (慣行畝立て機)	943	10.0	243	4,406	3,761	55	35
1 条播き畝 (開発機)	1,027	12.0	617	4,156	3,571	54	33

注：商品収量は，全収量から裂根などの障害のある格外品を除いた値を示す。等級 A 品率は，品質によって A～C の 3 等級に区分し，最も優れた A 品の割合を示す。ただし，A 品とは，品質、形状および色沢が良好で、病害虫その他の被害及びス入り・空洞のないもの。内部障害率は，ス入りや空洞などの内部障害が認められるものの割合を示す。

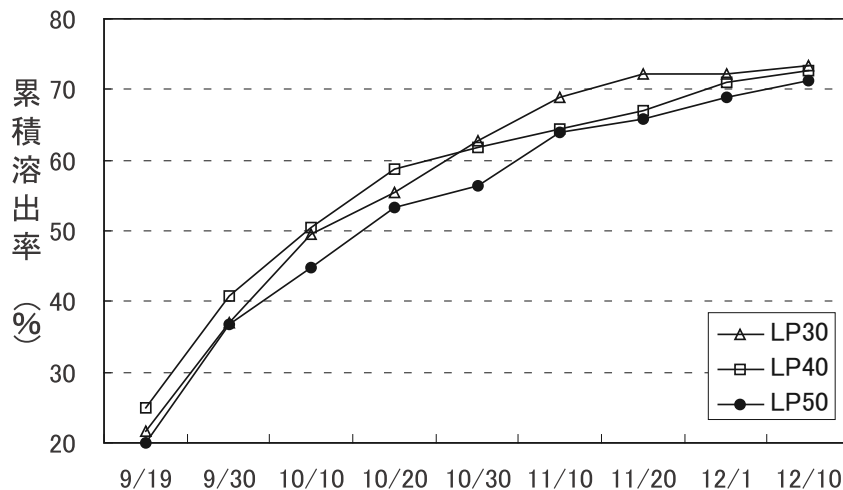


図 2-6-2 被覆尿素肥料の累積溶出率

表 2-6-3 肥料の種類とダイコンの生育状況及び商品収量

供試肥料	初期生育状況 (10月21日)		収穫時の生育状況 (12月10日)				10a 当たりの 商品収量* (kg)
	葉重 (g)	根重 (g)	葉重 (g)	根重 (g)	根長 (cm)	根径 (cm)	
LP30	235 (89)	123 (96)	305 (91)	1,309 (102)	25.7 (102)	9.3 (100)	6,057 (102)
LP40	273 (104)	130 (102)	276 (82)	1,266 (98)	25.4 (100)	9.3 (100)	5,599 (94)
LP50	203 (77)	107 (84)	353 (105)	1,521 (118)	27.8 (110)	9.2 (99)	6,411 (108)
BB444-50	283 (108)	140 (109)	366 (109)	1,652 (128)	27.8 (110)	10.2 (110)	7,007 (118)
対照 (慣行施肥)	263	128	335	1,288	25.3	9.3	5,963

* 商品収量は、裂根や岐根を除いた収量
各値の下の () の数字は対照を 100 とした時の値を示す

(2) 被覆尿素肥料を利用した全量基肥施肥法

図 2-6-2 に示すように、被覆尿素肥料の溶出は、10 月下旬まで LP50 が他に比べやや少なかったが、収穫時の 12 月上旬にはいずれの肥料も 70% 以上の溶出率であった。被覆尿素肥料の種類別にまとめたダイコンの生育及び収量を表 2-6-3 に示した。ダイコンの初期生育は、LP50 でやや劣り、BB444-50 でやや優れていたが、収穫時には LP50、BB444-50 でやや優れる傾向となった。商品収量は、LP40 を除き慣行施肥と同程度以上となり、BB444-50 で最も高かった。多くの試験区で対照の慣行施肥とほぼ同等かそれを上回る商品収量となったことから、被覆尿素肥料を利用した全量基肥施肥法による栽培が可能であり、肥料の種類では LP50 又は BB444-50 が適当ではないかと考えられた。

次に、施肥位置と施用量別のダイコンの生育、収量を表 2-6-4 に示した。全層施肥区に比べ深層施肥区では、生育が優れ、収量も高い傾向となった。また、深層施肥区では施肥量を 30% 削減しても全層の慣行量施肥より生育が優れ、多収となった。全般に施肥量が少ないほど生育、収量が劣る傾向にあり、収穫時にはその差が顕著となった。商品収量は、慣行量施肥と比較して、30% 減量の

表 2-6-4 施肥位置及び施肥量とダイコンの生育状況及び商品収量

施肥位置	施肥量	初期生育状況 (10月21日)		収穫時の生育状況 (12月10日)				10a 当たりの 商品収量* (kg)
		葉重 (g)	根重 (g)	葉重 (g)	根重 (g)	根長 (cm)	根径 (cm)	
	慣行量	151	75	213	977	24.4	8.4	4,155
全層施肥	30%減量	66 (44)	38 (51)	128 (60)	807 (83)	22.8 (93)	8.0 (95)	3,533 (85)
	50%減量	48 (32)	24 (32)	73 (34)	420 (43)	16.6 (68)	6.5 (77)	1,746 (42)
深層施肥	慣行量	176 (117)	81 (108)	281 (132)	1,393 (143)	23.7 (97)	9.6 (114)	6,017 (145)
	30%減量	188 (125)	102 (136)	260 (122)	1,162 (119)	23.9 (98)	9.0 (107)	4,800 (116)
	50%減量	133 (88)	91 (121)	155 (73)	924 (95)	23.1 (95)	8.3 (99)	3,960 (95)

* 商品収量は、裂根や岐根を除いた収量
各値の下の () の数字は「全層施肥 - 慣行施肥量」を 100 とした時の値を示す



写真 2-6-2 現地実証試験圃場におけるダイコンの生育状況 (10/25)

表 2-6-5 播種に要した作業時間

作業名	作業人数 (人)	35a 延べ 時間 (分)	10a 当たり 時間 (分)
トラクター運転 (うち播種実時間)	1	204 (126)	58 (36)
播種補助作業 (1) *	2	408	117
播種補助作業 (2) *	1 ~ 2	26	7
計		638	182

* 播種補助作業 (1) : 機械補助、シードテープ切りと埋め込み作業
播種補助作業 (2) : 肥料・農薬・シードテープ補充作業

表 2-6-6 現地圃場におけるダイコンの生育・収量及び品質

根重 (g)	根長 (cm)	根径 (cm)	10a 当たり 収量 (kg)	等級 A 品 率 (%)	障害根 率 (%)	内部障害 率 (%)
952	20.0	9.1	5,556	87	8	0

場合には全層で 20%程度、深層で 15%割程度の低収に、50%減量の場合には全層で 60%程度、深層で 35%割程度の低収となる傾向が認められた。以上より、全量基肥施肥においては、深層部に条施肥する方が多収となり、施肥量は慣行と同量又は 30%程度減量とすれば良いと考えられた。

(3) 同時作業機（北陸研究センター開発機）の現地実証試験

同時作業機を用いた播種作業では一人のオペレーターと、播種補助作業として、機械作業補助、シードテープ切り及び埋め込み作業に二人、肥料、農薬、シードテープ補充作業に一人から二人で作業を進めた。表 2-6-5 に示すように、トラクターによる作業時間は、10 a 当たり 58 分で、補助作業の 124 分を含めると延べ 182 分であった。トラクターの巡回時間を除いた播種のみによした実時間は 36 分で作業性は良好であった。播種後のダイコンの生育は順調で、写真 2-6-2 に示すように、生育の揃いも良好であった。11 月 14 日に行った収穫調査の結果では、表 2-6-6 に示すように、平均根重は 950 g あり、根長は 20 cm で、根径は 9.1 cm と順調な肥大であった。10 a 当たりの収量は 5,500 kg と県目標収量 5,000kg 以上の値であった。外観品質は良く、A 品率は 87% であり、障害根の発生率は 8% と少なかった。また、内部障害の発生はみられなかった。

4) 摘要

耕うん・施肥・畝立て・播種・施薬の一行程作業と被覆肥料を基幹とする省力栽培技術を石川県の特産野菜である源助ダイコンに適用し、作業性及び収量・品質に及ぼす影響を調査した。

- (1) 畝立て方法は、2 条播き畝よりも 1 条播き畝の方が収量は高く、良質のものが生産できた。
- (2) 被覆尿素肥料を利用した全量基肥施肥法は、肥料の種類は LP50 又 BB444-50 が適していた。また、全層施肥より深層施肥の方が多収となったことから、深層施肥が適しており、施肥量は慣行と同量が良く、30%程度の減肥も可能であると考えられた。
- (3) 現地圃場で行った北陸研究センター開発機の実証試験の結果は、機械の作業性は良好で、ダイコンの生育、収量・品質も良好であった。

5) 参考文献

- (1) 細川 寿 (2006) 排水不良地域における耕うん同時畝立て播種技術. 研究ジャーナル, 29 (12) , 20-24

(平井英行・藤田和久・○吉秋 斎)

7. 大カブの播種期分散を可能とする耕うん同時作業機による省力作業体系

1) はじめに

大カブは肥大根の直径で10～15cm、根重で1kg以上となり、かぶら寿しや千枚漬け等の加工用原料となる。栽培の担い手となる主穀作経営体が、秋冬作大カブ栽培に取り組む際の問題点は、畝立て及び播種作業が、水稻収穫作業と競合することや、天候等の要因で9月の一時期に集中しやすく、収穫期が11月下旬～12月上旬の短期間となりやすいことである。そこで、新たに薬剤散布と施肥機能を追加した耕うん同時作業機を利用して、畝立て作業の省力効果を検証し、さらに播種期分散による収穫期拡大の可能性を検討した。

2) 材料と方法

試験に用いた耕うん同時作業機を写真2-7-1に示した。本機は、アップカットロータリに畝立て用の成型板、薬剤散布装置、施肥装置を組み合わせて改良し、省力効果については表2-7-1に示す現地慣行の作業体系と比較した。

2008年9月2日及び12日に畝幅170cmに畝立てし、根こぶ病防除用薬剤を30kg/10a散布し、同時に肥料(N:P₂O₅:K₂O=13.0:14.5:12.6 kg/10a)を全量基肥で施用した。その後それぞれほぼ5日間隔で4回ずつ大カブを播種した。1株4粒播種とし、株間35cm、2条植えて、それぞれ2回ずつ間引きして5～6葉展開期に1本とした。

また、2006年から2008年の3年間、8月下旬から9月中旬にかけて播種したデータに基づいて、



写真2-7-1 耕うん同時作業機の仕様

- ①アップカットロータリ:N社製, 耕幅170cm, 35～45PS対応, ②成型板:N社製,
③薬剤散布装置:J社製, ④施肥機:Y社製

表2-7-1 畝立て等作業の省力効果 (10a当たり延作業時間)

作業内容 (工程)	慣行		同時作業体系	
	作業機名	hr	作業機名	hr
根こぶ病薬剤散布	なし(手播き)	2.0	耕うん同時 作業機	4.8
施肥	動力散布機	2.0		
耕起	トラクタ(2回耕起)	2.0		
畝立て	管理機	6.0		
四工程計		12.0		4.8

注: 協力経営および場内ほ場での調査データ等をもとに試算

播種日と根重が 1kg 以上の規格に達する収穫日の関係を解析した。

3) 結果と考察

- (1) 大カブを播種する際の慣行作業体系は、トラクタで2回耕起し、管理機で畝立てするとともに根こぶ病防除用薬剤及び肥料の散布が必要となる。耕うん同時作業機は、薬剤散布（根こぶ病防除用）、施肥、耕起、畝立ての四作業工程を一工程で作業することから、延べ作業時間は慣行の4割程度に短縮された（表 2-7-1）。また、水稻収穫後で土壌水分の高い現地大カブ栽培圃場の砕土率は 85%と高く、慣行作業体系に較べて大きく上回った（図 2-7-1）。
- (2) 収穫期を拡大させるために播種期を分散することが有効である。その場合に播種作業時の雑草発生量が多いと作業しにくく、大カブの生育が抑制されることから、畝立て後の雑草発生量を播種作業に影響する畝上について調べた。雑草は、9月1半旬に畝立てした場合も9月3半旬の場合も、畝立て後10日頃から発生し、特に9月1半旬に畝立てした場合には、畝立て後21日までに急激な生体重の増加が認められ、ほとんどがイネ科雑草で占められた（図 2-7-2）。このことから、畝立て後10日以内に播種することで、作業性に問題ないと考えられた。
- (3) 目標根重を 1kg 以上とし、播種期を9月1半旬から9月5半旬まで分散させた場合、大カブが根重 1kg 以上となる時期は10月下旬から12月下旬になり、収穫期を拡大させることが可能であった（図 2-7-3）。
- (4) 2006年から2008年の3年間のデータに基づき、播種後の積算温度（X）と根重（Y）の関係を解析したところ、

$$Y = 2.532X - 1697 \quad (r = 0.882^{**}, n = 95)$$

の相関関係が得られた。この回帰式と富山県砺波市における日平均気温の平年値を基に根重増を予測したところ、8月30日から9月20日の播種までは根重 1kg 以上となったものの、9月25日播種では12月末までに 1kg に達しなかった。このことから、根重 1kg 以上の規格内収量が高くなる限界播種期は9月20日から25日の間にあると推測された（図 2-7-4）。また、播種後の平均気温を回帰式に当てはめることで、収穫時の根重（収量）を予測することが可能であった。

- (5) 以上のことから、改良した耕うん同時作業機を用いることで、播種の前段の畝立て等四工程作業が一工程に省力化された。この作業を8月6半旬～9月1半旬及び9月2～3半旬に実施することで、8月6半旬から9月4半旬にかけて計画的な播種が可能となった。大カブ栽培において問

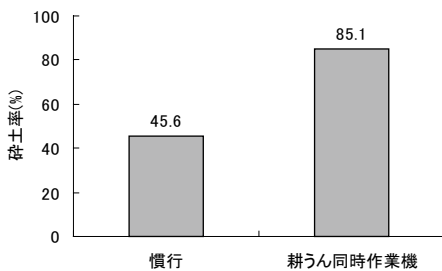


図 2-7-1 現地圃場での砕土率
(2008年9月10日)

- ・南砺市の現地圃場（水稻早生品種収穫後）
- ・含水率 40.5%
- ・砕土率：畝下 10cm までの直径 19mm 以下の土塊比率

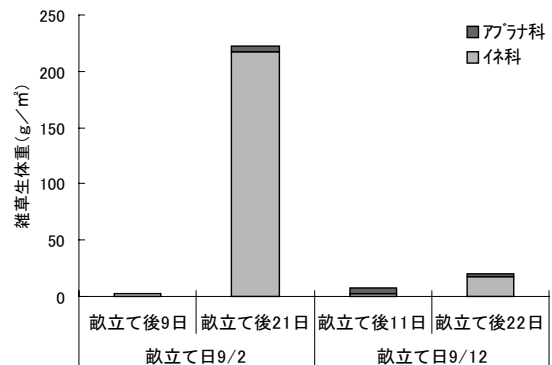


図 2-7-2 畝立て後の雑草発生量（2008年）

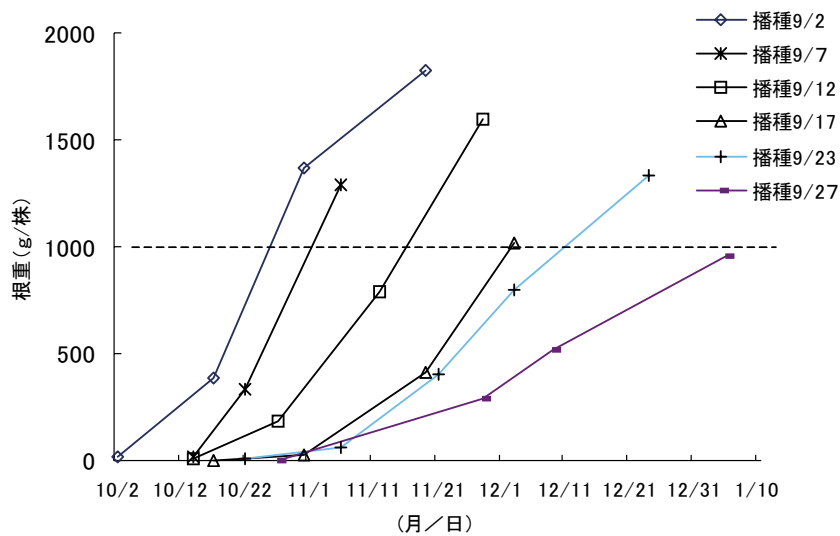


図 2-7-3 大カブの播種日と根重の関係

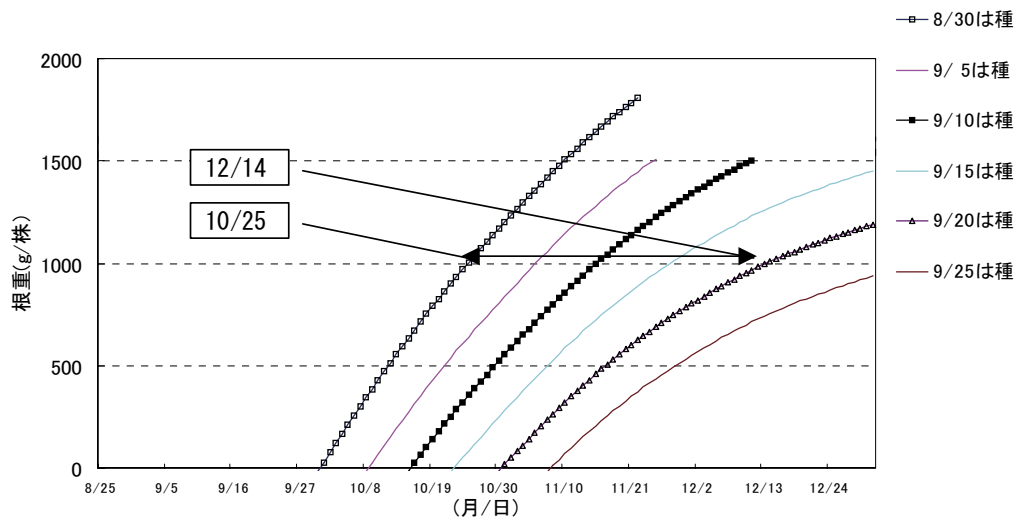


図 2-7-4 播種日と日平均気温（平年値）に基づく根重予測の関係

題となっていた播種期の集中が回避されることで、収穫期が分散されることから、収穫期は10月下旬から12月下旬に拡大できた。このことから、大カブの計画生産が可能となった。

4) 摘要

- ・大カブの畝立てや播種作業時の問題点を改善するために、改良した作業機を用いて播種期の集中を回避し収穫期を拡大することによる安定生産技術について検討した。
- ・畝立て作業時に薬剤散布と施肥機能を追加した耕うん同時作業機を利用することで、畝立てを含む作業時間が慣行の4割程度に短縮された。
- ・畝立て作業を8月6半旬～9月1半旬及び9月2～3半旬の2回実施し、播種を8月6半旬から9月4半旬にかけほぼ5日間隔に行うことで、雑草による作業性の低下がなく、収穫期は10月下旬から12月下旬に拡大できることから、計画生産が可能となった。

(北田幹夫)

II 編

施設野菜の作期拡大・安定生産技術

第3章 基盤技術および作期拡大・安定生産技術の開発

1. 地域資源を活用した低コスト循環栽培技術（イチゴ）

1) はしがき

イチゴの養液栽培は、施設園芸において大きな問題となっている土壌病害や連作障害を回避できるだけでなく、栽培の省力化・マニュアル化や作業労力の軽減が可能なことから、新潟県においてはイチゴ栽培面積の50%以上を占めるまでに導入が進んでいる。養液栽培の培地は導入当初はロックウールが主体であったが、コストや更新時の処理の問題から、もみ殻くん炭とピートモスを等量混合したものが普及している。しかし、もみ殻くん炭は導入時における焼成労力や焼成時の煙が問題であるため、安価で安定的に入手できる培地資材が求められている。また、養液栽培の培養液管理は肥料成分を含む余剰培養液がハウス外へ排出される「かけ流し方式」であるため、環境へ与える負荷が問題となっており、環境保全に配慮した循環型養液栽培技術の確立が望まれている。イチゴ養液栽培の循環型養液管理やもみ殻培地、チップ炭培地に関する研究事例は少ない。そこで、もみ殻や木材チップ炭などの北陸地域に潤沢に存在する地域資源を培地に用い、排液のでない循環型養液栽培技術の検討を行った。

2) 材料と方法

(1) 培地と循環型養液管理方法の検討

品種は‘越後姫’を供試した。2007年6月1日に採苗後9cmポットで育苗し、8月1日から低温暗黒処理（12℃，24日間）を行い、8月25日に定植した。培養液組成は大塚養液土耕6号とした。試験区は培地としてもみ殻+培土の2層式（もみ殻区）、もみ殻くん炭+ピートモス（くん炭区）の等量混合培地、チップ状木質炭化物（チップ炭）+培土の2層式（チップ炭区）の3水準、養液管理として1000倍液を補充する一定区と培養液ECが0.8～1.0dS/mになるように補充する培養液濃度を調整するEC調整区の2水準を設け、それぞれを組み合わせた6区を設けた。対照区としてもみ殻くん炭+ピートモスの等量混合培地のかけ流し管理（1500倍液，EC 0.8dS/m）を設けた。循環管理は、給排液共用タンク（容量1.0L/株）を設置し、かん水チューブを用いて培地上面より給液し、イチゴの吸収による培養液の減量分はタンクへ自動補充した（図3-1-1）。11月1日より保温を開始し、

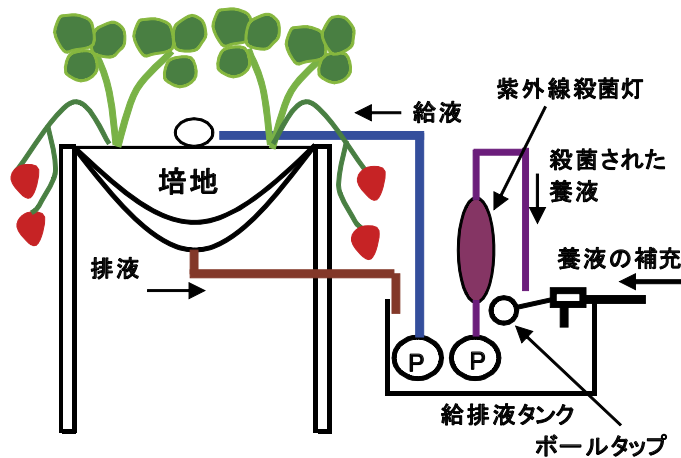


図 3-1-1 使用した循環型養液栽培システムの模式図

11月14日より最低温度8℃で加温を開始した。収穫は5月31日まで行い、調査はタンク内の培養液EC、組成及び収量について行った。試験規模は1区10株、2反復とした。

(2) 生育阻害物質の除去を目的とした活性炭処理の検討

循環型養液管理では、植物の根や培地から滲出する物質によって従来のかけ流し管理と比較して収量が低下することが懸念される。そこで生育阻害物質の除去を目的として活性炭の処理方法と処理量の検討を行った。

2006年(8月26日定植)に処理方法の検討を行った。試験区は、活性炭を1作目の際に培地に混和した培地混和区、栽培装置の排液がタンクへ戻る途中に活性炭フィルターを設置したフィルター区、並びに無処理区を設けた。活性炭量は培地混和区が150ml/株、フィルター区が12.5ml/株とした。2007年(8月25日定植)、2008年(8月25日定植)にフィルター処理における活性炭処理量の検討を行い、試験区は2007年が無処理、2.5ml/株、5ml/株、12.5ml/株、2008年が無処理、1ml/株、2.5ml/株、5ml/株とした。活性炭はヤシ殻活性炭(Y-10SF:味の素ファインテクノ株式会社)を用いた。養液管理は、2006年、2007年はイチゴの吸収による減量分を養液土耕6号の1000倍液を補充し、2008年は培養液ECが0.8~1.0dS/mになるように培養液濃度を調整して補充した。

(3) 紫外線照射による培養液殺菌技術の検討

紫外線照射による殺菌効果を検証するため、培養液の循環栽培システムに紫外線殺菌灯を組み込み、糸状菌数の変化を調査した。培養液タンク内の培養液をポンプで汲み上げ、紫外線殺菌灯装置(紫外線照射度 11400 μ W/cm²)内を経由してタンクに戻るシステムで実施。ポンプ及び殺菌灯は24時間連続運転とし、処理開始時と6日後に糸状菌数の測定を行った。更に、培養液の紫外線殺菌処理が収量に及ぼす影響を確認するため、2008年8月25日に定植し、もみ殻くん炭+ピートモスの等量混合培地を用いて栽培試験を行った。培養液には大塚養液土耕6号を使用し、イチゴの吸収による減量分を養液土耕6号の1000倍液を補充した。

3) 結果と考察

(1) 培地と循環型養液管理方法の検討

培養液の EC は、EC 調整区ではほぼ設定値の 0.8 ~ 1.0dS/m 以上で推移したのに対し、一定区では 10 月下旬以降は徐々に低下し、12 月から 5 月上旬までは対照区の給液 EC である 0.8dS/m 以下で推移した(図 3-1-2, 図 3-1-3)。また、EC 調整区では調整を行っているため培地による差は見られなかったが、一定区では、もみ殻区、チップ炭区、くん炭区の順で高く推移した。培養液の pH は、くん炭区やチップ炭区では養液管理による差は小さく、くん炭区では 7 以下、チップ炭区では 7 以上で推移したのに対し、もみ殻区では養液管理による差が見られ、一定管理では 7 程度、EC 調整管理では 6 程度で推移した(図 3-1-4, 図 3-1-5)。培養液 NO₃-N 濃度は、もみ殻区とくん炭区ではほぼ全期間を通じて一定区と比較して EC 調整区で高く推移したのに対し、チップ炭区では、10 月下旬から 1 月下旬にかけて一定区で高く推移した(図 3-1-6, 図 3-1-7)。また、EC 調整を行っても培地によって培養液 NO₃-N 濃度は大きく異なり、チップ炭培地で最も低く推移した。培養液 Fe 濃度は、もみ殻区

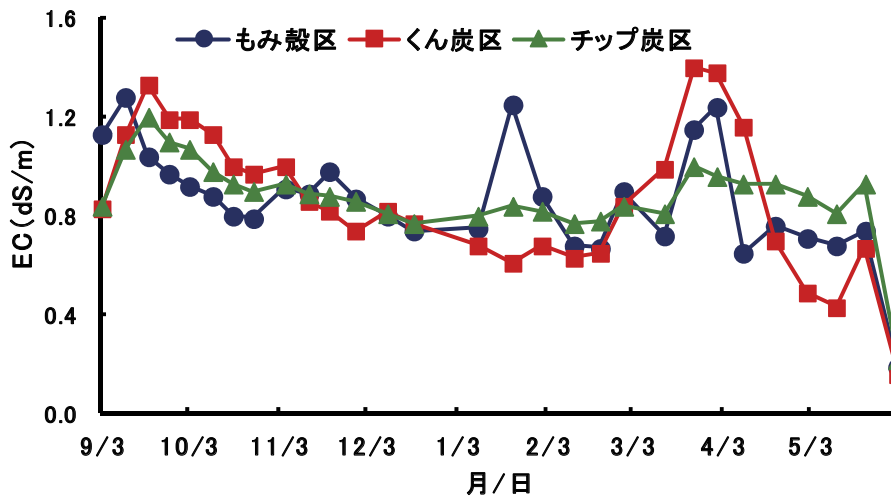


図 3-1-2 EC 調整区における培養液 EC の推移

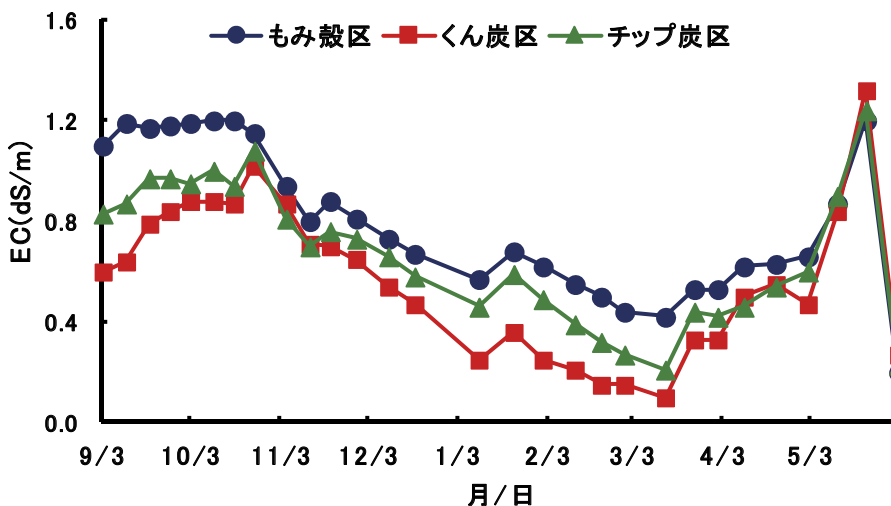


図 3-1-3 一定区における培養液 EC の推移

とチップ炭区ではくん炭区と比較して著しく低く推移し、特にチップ炭区では2月上旬から葉に軽微なFe欠乏症状が発生した(図3-1-8, 図3-1-9)。チップ炭区ではもみ殻区やくん炭区と比較して培養液pHが高く7以上で推移していたことから、キレート態Feとして供給されたFeが分解されて不溶化したために著しく低く推移し、欠乏症状が発生したと考えられる。商品果収量は、一定区と比較してEC調整区で高く、何れの培地においても対照のかけ流し管理と同等であった(図3-1-10)。もみ殻区ではイチゴ株元付近からキノコの発生が見られた。

秋季から冬季の日照が少ない新潟県では、頂果房の開花から果実肥大の養分が十分に必要な生育ステージにおける吸水量が少ない。そのため、一定区では対照の掛け流し管理と比較して高い濃度の培養液を補充していたにもかかわらず、ECやNO₃-N濃度が低下していったために十分な養分が確保できず、商品果収量が掛け流し管理やEC調整区と比較して劣ったと考えられる。本試験で使用したチップ炭のような木質炭化物は、微細な孔隙にアンモニア態、硝酸態の両窒素イオンを吸着する⁽³⁾、⁽⁴⁾、⁽⁶⁾。チップ炭の窒素吸着能はくん炭の2倍程度であり⁽⁶⁾、そのために培養液のNO₃-N濃度がチッ

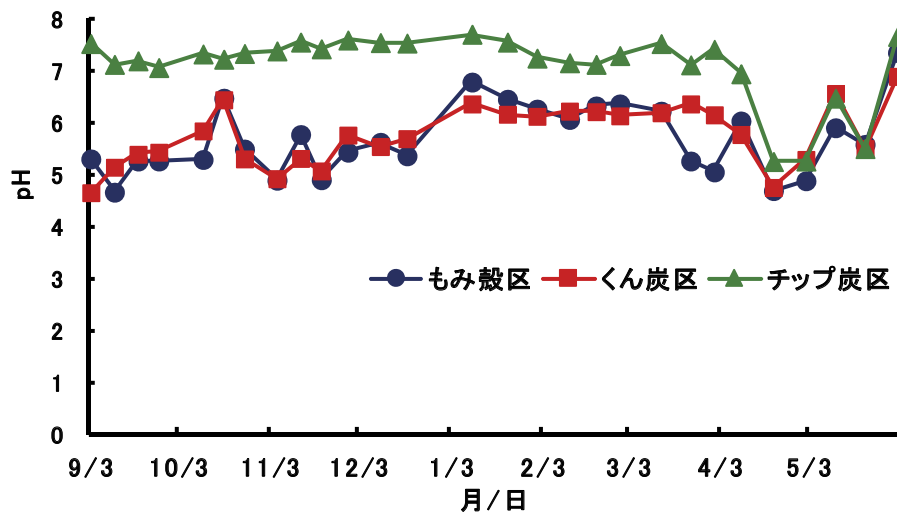


図 3-1-4 EC 調整区における培養液 pH の推移

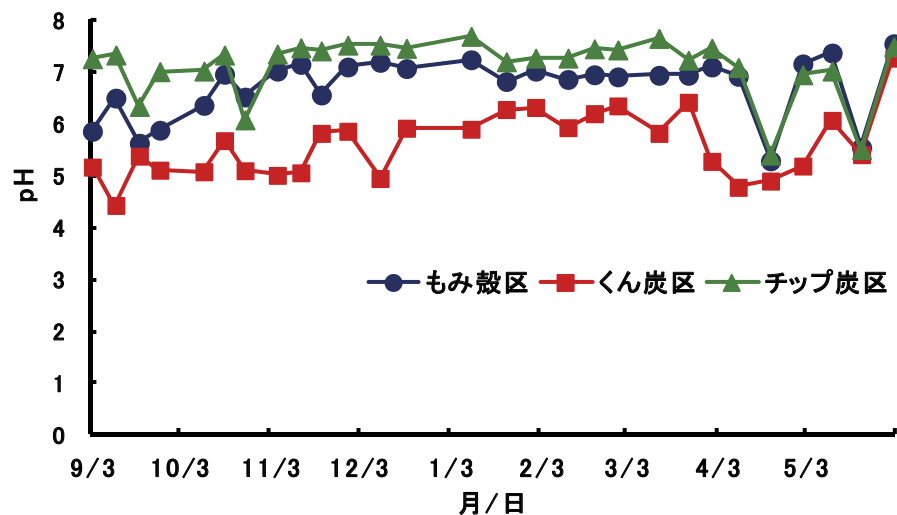


図 3-1-5 一定区における培養液 pH の推移

ブ炭培地で最も低く推移したと考えられる。チップ炭培地では他の培地と比較して培養液 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が著しく低かったにもかかわらず同等の商品果収量が得られた。これは、チップ炭に吸着された窒素は植物が吸収可能であり⁽⁶⁾、供給された窒素が培地へ吸着されるものの、吸着された窒素をイチゴが吸収利用していたためと考えられる。一方、チップ炭ではFe濃度が低く推移し、軽微な欠乏症状の発生も認められたが、商品果収量は低下しなかった。これは、培養液へ添加されたFeが不溶化される前にイチゴへ供給されて吸収利用されたためと考えられる。Feの不溶化や濃度低下については、定植前にチップ炭に培養液を十分に供給しpHを下げることによって防ぐことが可能であると考えられる。養液栽培では培地更新に大きな労力が必要となる。くん炭培地は連用するにつれて粒が壊れ、細くなるもののトマトの養液栽培では最低5年は利用可能とされている⁽⁸⁾。チップ炭はくん炭と比較して硬く、粒が壊れにくいいため耐久性に優れる⁽⁶⁾。そのため、新潟県において現在普及しているくん炭+ピートモス混合培地と比較して培地の利用可能年数が長く、更新間隔を長くすることが可能と思われるため、培地更新にかかる労力・経費を抑えることができる。また、もみ殻は

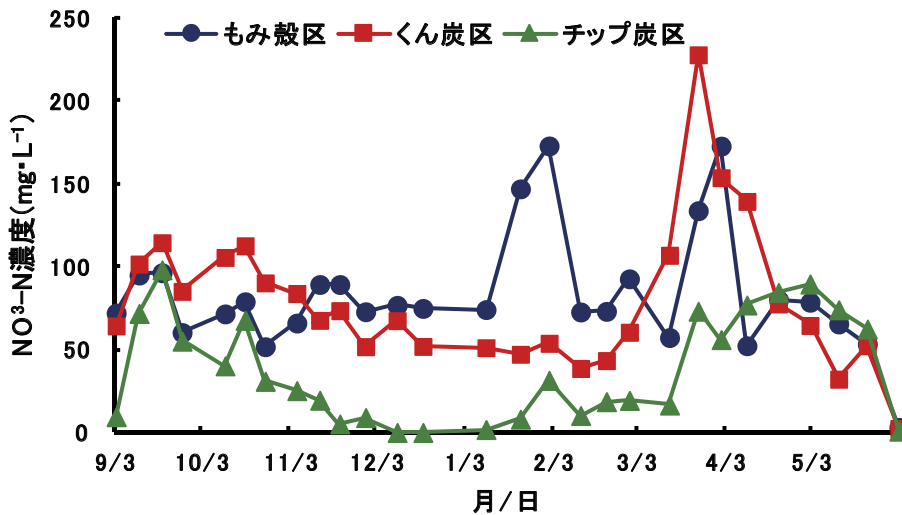


図 3-1-6 EC 調整区における培養液 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の推移

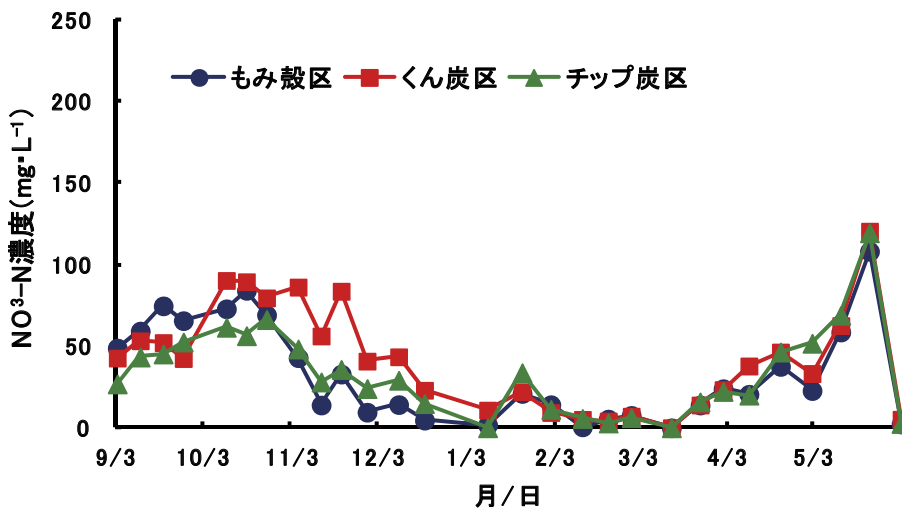


図 3-1-7 一定区における培養液 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の推移

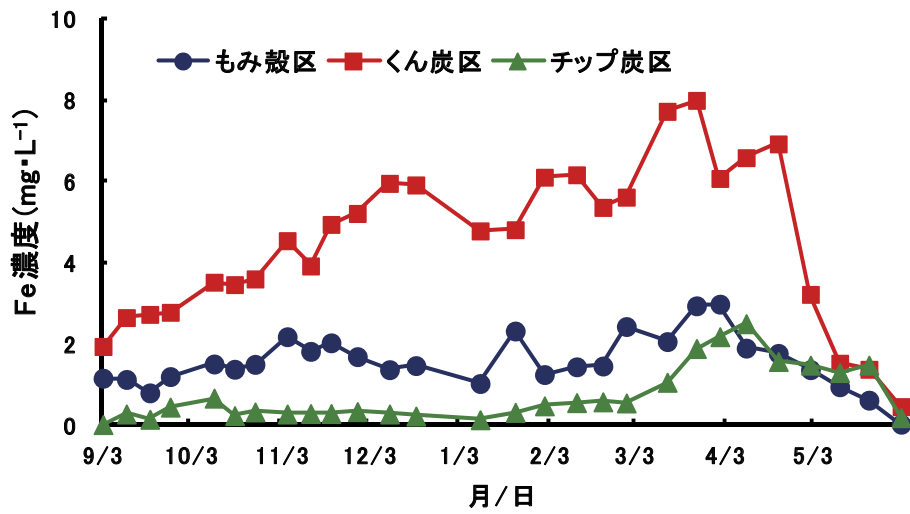


図 3-1-8 EC 調整区における培養液 Fe 濃度の推移

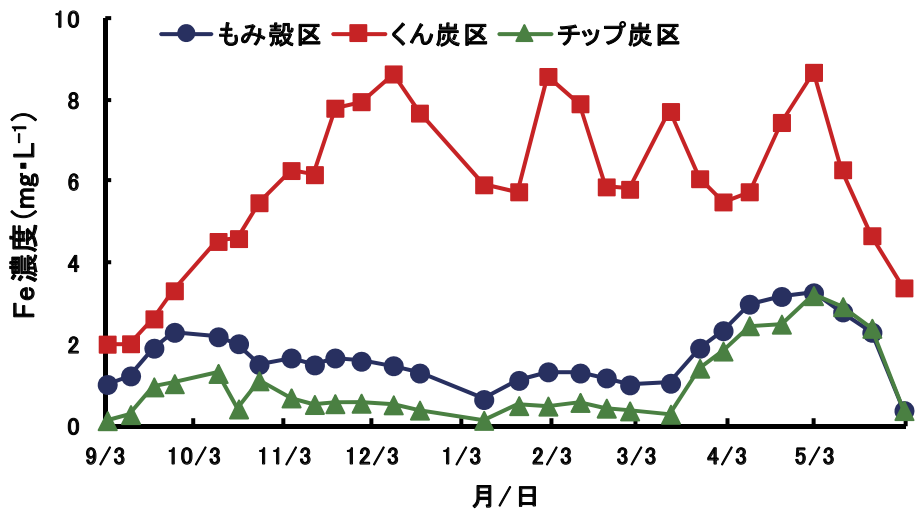


図 3-1-9 一定区における培養液 Fe 濃度の推移

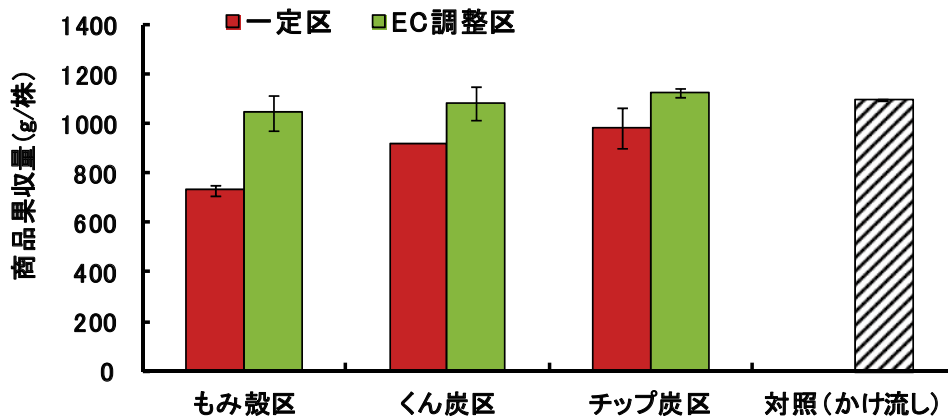


図 3-1-10 培地と養液管理の違いが商品果収量に及ぼす影響
(図中のバーは標準偏差 n=2)

稲作が盛んな北陸地域において、安価で安定的に入手可能な培地資材である。チップ炭と比較して耐久性は劣るものの、生育・収量が確保され、入手しやすく安価であることからイチゴ養液栽培の培地に適していると考えられる。

以上のことから、もみ殻やチップ炭はイチゴ養液栽培の培地として適応性が高いと考えられる。また、養液管理についても、循環管理でも培養液 EC を 0.8dS/m に保つことによって従来のかけ流し方式と同等の商品果収量が得られることが明らかとなった。

(2) 生育阻害物質の除去を目的とした活性炭処理の検討

商品果収量は、活性炭の培地混和処理やフィルター処理を行うことによって無処理と比較して高くなったが、対照のかけ流し管理と比較すると低かった(表 3-1-1)。果実糖度や酸度、硬度などの品質に差はなかった。活性炭の培地混和処理は、処理量も多く、混和労力もかかることから処理方法はフィルター処理が適していると考えられた。

2007 年定植の試験では、活性炭処理量により商品果収量の増加する試験区も見られたが、その程度は小さく、何れも対照区と比較して低かった(図 3-1-11)。一方、2008 年定植の試験では、活性炭処理による増収効果は見られなかった(図 3-1-11)。

表 3-1-1 活性炭処理方法の違いが収量と品質に及ぼす影響

処理方法	商品果収量			硬度		Brix 糖度 (%)	果実 酸度 (%)
	果数 (果/株)	重量 (g/株)	平均1果重 (g)	果皮 (g)	果肉 (g)		
無処理	49.6	741.9	15.0	573.7	553.8	10.4	0.56
培地混和区	56.5	822.6	14.6	547.9	539.2	9.7	0.58
フィルター区	56.8	852.4	15.0	548.6	547.3	9.9	0.57
対照区(かけ流し管理)	63.0	922.2	14.6	537.4	547.3	9.6	0.53
F値	12.0*	50.0**	<1	<1	<1	4.4*	3.5

F値の**は1%水準、*は5%水準で有意差あり

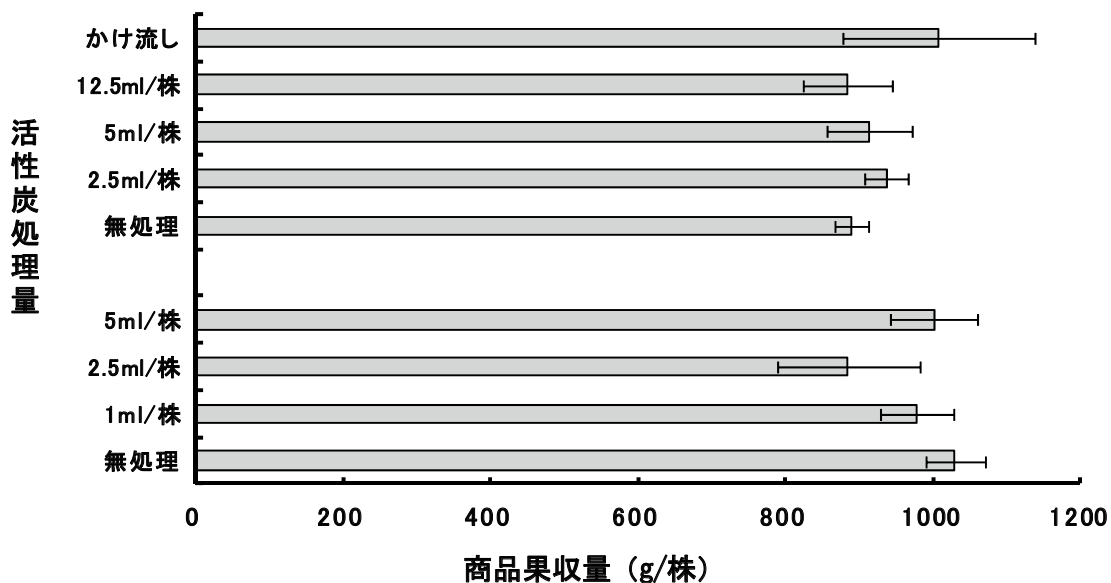


図 3-1-11 活性炭フィルター処理における処理量の違いが商品果収量に及ぼす影響

(図中のバーは標準偏差 n=2)

イチゴやキュウリの水耕栽培では、培養液の更新を行わないと根から滲出するアレロパシー物質によって収量が抑制され、活性炭の添加により回復すると報告されている^{(1)・(2)}。また、高設栽培における培地中の根の腐敗により自家中毒物質が生成されるとの報告もある⁽¹⁾。本試験においても培養液を更新しない循環型養液管理でかけ流しと比較して収量が低下し、活性炭の添加によってある程度回復する結果が得られていることから、イチゴ根からなんらかの生育阻害物質が滲出し、活性炭に吸着されている可能性が示唆される。しかし、前述したように循環型養液管理においても養液管理方法を改善することにより活性炭処理無しでかけ流し管理と同等の収量を維持することが可能であった。また、養液管理を改善した条件で活性炭処理量を検討した2008年定植の試験では活性炭処理による収量増加効果は見られていない。従って、イチゴ循環型養液栽培では、栽培期間中に根から生育阻害物質が滲出している可能性はあるものの、養分供給が十分であれば滲出した物質が収量に与える影響は小さく、活性炭処理などの阻害物質除去を目的とした処理は必要ないと思われる。

(3) 紫外線照射による培養液殺菌技術の検討

培養液に紫外線を照射することにより糸状菌数は著しく減少した(図3-1-12)。紫外線殺菌装置を組み込んだ栽培試験では、栽培期間中の培養液Fe濃度が無処理と比較して著しく低く推移し、冬期間に軽微なFe欠乏症状が葉に発生したが、商品果収量に差は見られなかった(図3-1-13, 図3-1-14)。

養液栽培において循環型養液管理は肥料成分を含む余剰培養液が排液としてハウス外へ排出されることがないため環境に優しい管理方法であり、供給した肥料は全て植物が利用するため肥料の無駄が無くランニングコストの低減にもなる。一方で、培養液が病原菌に汚染されると大きな被害となることから、培養液殺菌技術が必要となる。培養液の殺菌技術については古くから検討されており、紫外線、オゾン、抗菌フィルター、光触媒などがある。なかでも紫外線殺菌は安全性が高く、微生物の種類に関係なく高い殺菌効果が得られるとされており⁽⁵⁾、本試験においても高い殺菌力を示していた。しかし、紫外線殺菌には培養液中に含まれるキレートFeを不溶化してしまう問題点もある。

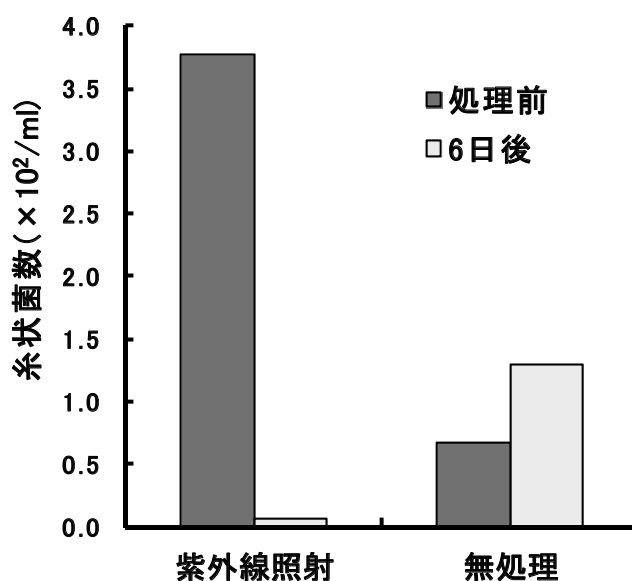


図 3-1-12 培養液の殺菌効果

紫外線:水中殺菌灯(11,400 μW/cm² 20mm), 流速 15L/分 連続処理

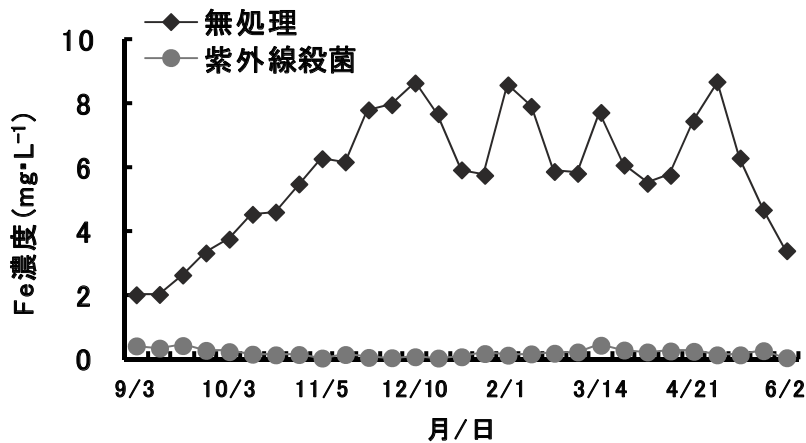


図 3-1-13 培養液 Fe 濃度の推移

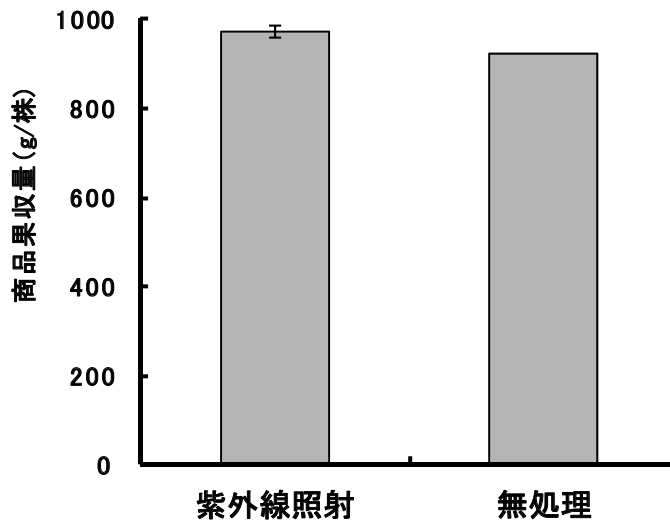


図 3-1-14 培養液への紫外線照射が商品果収量に及ぼす影響

ただし、培養液中に含まれるキレート Fe の全てが不溶化されるまでには装置の種類や構造によって多少はあるが一定の時間が必要となる⁽⁹⁾。本試験で培養液 Fe 濃度が著しく低く推移したにもかかわらず商品果収量が確保された要因としては、供給された培養液中のキレート Fe が速やかにイチゴへ供給されていたためと思われる。

4) 摘要

- (1) もみ殻や木材チップ炭などの北陸地域に潤沢に存在する地域資源を培地に用い、排液のでない循環型養液栽培技術の開発を行った。
- (2) 北陸地域に潤沢に存在する地域資源である「もみ殻」や、ダムの流木や間伐材のチップを炭化処理した「チップ炭」はイチゴ養液栽培の培地として適応性が高いと考えられる。
- (3) 培養液の循環管理では、循環する培養液の EC を 0.8dS/m に保つことによって従来のかけ流し方式と同等の商品果収量が得られた。
- (4) 栽培期間中に根から生育阻害物質が滲出している可能性はあるが、養分供給が十分であれば活性炭処

理などの阻害物質除去を目的とした処理は必要ない。

- (5) 培養液に紫外線を照射することにより菌数が減少する。また、培養液 Fe 濃度が低く推移するが生育や収量に大きな影響はない。

5) 引用文献

- (1) 浅尾俊樹ら(1998) 水耕キュウリの培養液非交換による収量の減少と活性炭添加による回復. 園学雑, 67, 99-105
- (2) 浅尾俊樹ら(2003) 水耕培養液非更新および活性炭添加がイチゴの生育に及ぼす影響. 園学雑, 72別 2, 398
- (3) 磯部武志(2002) ゼオライト, 木炭添加による花壇苗用土からの窒素成分流亡防止. 園学研, 1 (1), 45-48
- (4) 今野一男・西川介二(1993) 炭化条件の異なる各種木炭粉の施用が畑作物の生育・養分吸収に及ぼす影響. 土肥誌, 64, 190-193
- (5) 草刈眞一(2008) 養液栽培の培養液殺菌法のいろいろ. 農耕と園芸, 7, 32-36
- (6) 新潟県農業総合研究所(2009) 木質チップ炭は養液栽培の培地に適する. 新潟県農業総合研究所研究成果集, <http://www.ari.pref.niigata.jp/nourinsui/seika09/katuyou/08/090208.html>
- (7) 西原英治ら(2004) イチゴの自家中毒候補物質の探索. 園芸学雑, 73別 2, 178
- (8) 種村竜太・倉島裕(2006) 果菜類の養液栽培における低コスト栽培技術の開発. 新潟園研成績書(野菜), 127-130
- (9) 種村竜太・増田浩吉(2009) 北陸特有の環境条件に即した野菜安定生産技術の開発. 新潟園研成績書(野菜), 121-122

(種村竜太)

2. 地域資源を活用した低コスト循環栽培技術（トマト）

1) はしがき

トマトの固形培地耕では、培養液を培地にかける方式が主流となっているが、排液の発生による環境負荷や肥料成分のロス、培地更新にかかる労力や資材コストが問題となっている。

これらコストの削減と排液による環境負荷を解消するため、作物が必要とする無機成分を必要な時期に必用な量だけ与える「量管理法」を用いたトマトの循環型養液栽培システムに着目し、地域の未利用資源で、低コストで簡単に入手でき、廃棄に伴う環境負荷が少ないモミガラや赤土を培地として活用する栽培技術を開発する。

2) 材料と方法

(1) 培地資材の検討（2006年）

モミガラ、赤土およびそれぞれにパーライトを等量混合した混合培地についてトマトの生育、収量へ及ぼす影響について検討した。

モミガラは未粉碎のものを殺菌処理を行わずに使用した。赤土は石川県北部に広く分布する赤色土壌（以降、赤土と表記）を殺菌処理を行わずに使用した。赤土はpHが4程度と低いため、酸度矯正をしたものを供試した。パーライトは粒径2mmのものを使用した。

モミガラ培地、モミガラとパーライトの等量混合培地、モミガラと赤土の等量混合培地、赤土培

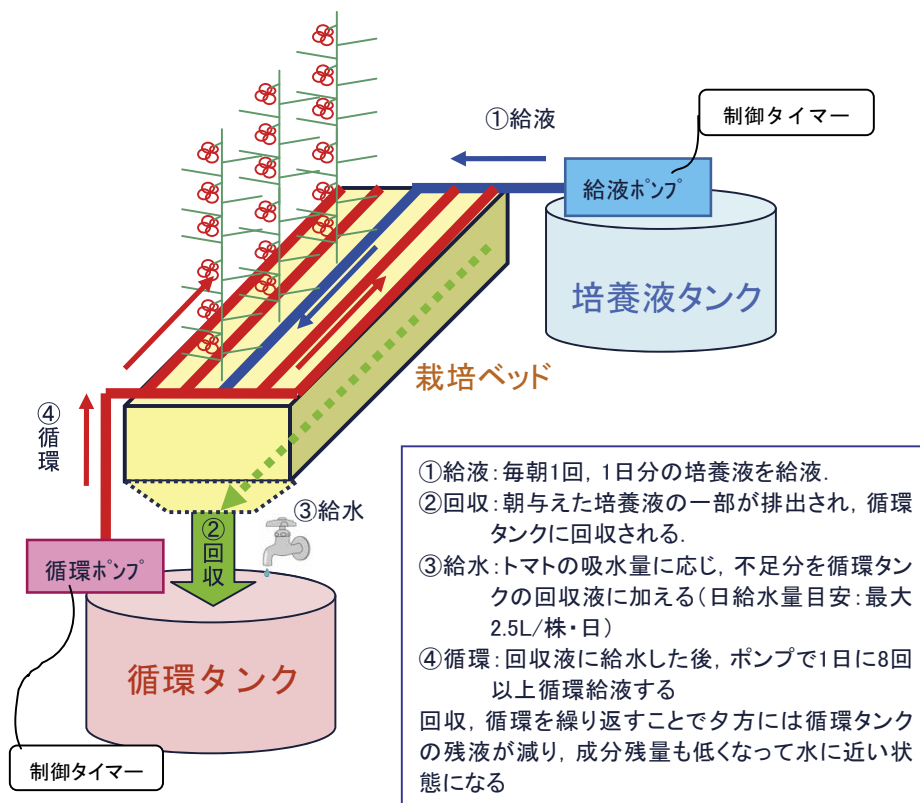


図3-2-1 モミガラ培地耕の循環システム

地の4種類を供試し、幅35cm、深さ15cmの発泡スチロール製隔離ベッド(図3-2-1)に各培地を株あたり8L充填した。

‘桃太郎ファイト’(自根苗)を供試し、8月8日に定植した。栽植密度は、株間40cm、2,000株/10aとした。

定植から8月14日までは水のみを給液し、8月15日に循環タンクへ大塚A処方1/2濃度培養液を給液した。その後、9月7日までは循環タンクへの培養液原液の補充は行わず、水のみ補充した。9月8日以降は循環タンク内の培養液のEC値が1.5dS/mとなるように随時、培養液を補充した。栽培ベッドへの給液は点滴チューブを用い、生育に応じて株当たり0.5~2.0Lを1日数回に分けて循環給液した。培地による給液量の差は設けなかった。

(2) モミガラ培地の連用がトマトの収量および培地の保水性に及ぼす影響(2007年)

a) 培地の連用がトマトの生育、収量に及ぼす影響

1作目および3作目(使用2年目)のモミガラ培地をそれぞれ図3-2-1の栽培ベッドに株当たり8L充填し、ともに量管理と濃度管理を行う区を設けた。

‘桃太郎ファイト’(自根苗)を4月5日に定植し、モミガラ培地の連用がトマトの生育、収量に及ぼす影響について検討した。栽植密度は、株間40cm、2,000株/10a、6段階摘心とした。

量管理では生育段階に応じて次の窒素施用量とした。

第1花房開花 ~ 第3花房開花: 70mg/株・日、第3花房開花 ~ 第5花房開花: 100mg/株・日

第5花房開花 ~ 第2花房収穫: 130mg/株・日、第2花房収穫 ~ 栽培終了: 70mg/株・日

量管理区は、大塚A処方1/2濃度培養液の所定量を毎朝1回、培地へ施用した後、栽培ベッドからの排出液を回収し、減少分を給水しながら循環給液した。

濃度管理区は、毎朝1回、大塚A処方1/2濃度培養液を加えて、循環タンク内の培養液のEC値が1.5dS/mとなるように補正しながら循環させた。1日当たりの給液量は、量管理、濃度管理区ともに7L/株・日とした。

b) モミガラ培地の連用による保水性の変化

1作目および3作目のモミガラ培地を栽培ベッドに株あたり8L充填し、TDRセンサーを培地内の深さ5cmの位置に横向きに埋め込み、給液に伴う体積含水率の変化を1分間隔で測定した。TDRセンサーは各区(各栽培ベッド)に3ヶ所ずつ設置し、3ヶ所の平均値を出した。

(3) モミガラ培地の量管理法における窒素施用量の検討(2008年)

新しいモミガラ培地は腐熟にともなう窒素の取り込みが大きいと考えられることから量管理を行う場合の日窒素施用量について検討した。

a) モミガラ培地による窒素の取り込み量

1,2作目(使用1年目)と4作目(使用2年目)、のモミガラ培地をそれぞれ、図3-2-1の栽培ベッド(長さは2mとした)に約80L充填し、5月8日から大塚A処方1/2濃度培養液を1日に8回、1回に5Lを循環給液し、循環前後の培養液中の硝酸態窒素濃度を測定した。培地の窒素取り込み量は循環前後の培養液量×濃度の差から計算した。

b) 窒素施用量が生育、収量に及ぼす影響

新しいモミガラを図3-2-1の栽培ベッドに株あたり8L充填した。試験(2)-a)の窒素施用量を標準量とし、1日当たりの窒素施用量が標準量、標準の1.5倍量、標準の3.0倍量の3区を設けた。

‘桃太郎ファイト’（自根苗）を3月27日に定植し、量的管理を行った。栽植密度は、株間40cm、2,000株/10a、6段階摘心とした。

各区の栽培ベッドごとに所定量の大塚A処方1/2濃度培養液を毎朝施用し、循環タンクに回収した排出液に不足分の給水を行い、1日8回、1回1L/株となるよう循環給液した。

循環タンクの満水容量は、栽培ベッドの植え付け株数×2Lとし、ボールタップで給水量を調整した。これにより1回の循環給液でタンク容量の50%にあたる量の培養液が循環するようにした。

(4) モミガラ培地における循環給液方法の検討（2008年）

使用1年目のモミガラ培地は保水性が劣ることから、量管理法を用いた場合の循環給液方法について検討した。

図3-2-1の栽培ベッドに新しいモミガラを株当たり8L充填し、1日の循環給液回数と1回当りの循環給液量が異なる区を設けた。試験区の給液回数と1回の循環給液量は次の通りとした。

- ① 16回/日－1.0L/回、② 8回/日－1.0L/回、③ 4回/日－1.0L/回、④ 16回/日－0.5L/回、⑤ 4回/日－2.0L/回

窒素施用量は基準量の1.5倍とした。

3月27日に‘桃太郎ファイト’（自根苗）を定植し、生育、収量に及ぼす影響について検討した。栽植密度は、株間40cm、2,000株/10a、6段階摘心とした。

3) 結果と考察

(1) 培地資材の検討（2006年）

モミガラ培地では、平均果重、収量等が赤土培地より大幅に減少した。モミガラに赤土またはパーライトを等量混合した培地では、平均果重と総収量が向上した（図3-2-2）ことから保水性の低さが収量低下の大きな要因と考えられた。

この試験では給液方法について細かなところまで検討できなかったが、モミガラのような保水性の低い培地では給液頻度や給液量を増やすことで増収できる可能性が示唆された。

また、モミガラ培地は連用すると腐熟が進んで保水性などの物性が変化する（次項参照）ので、培地を連用した場合について検討する必要があると考えられた。

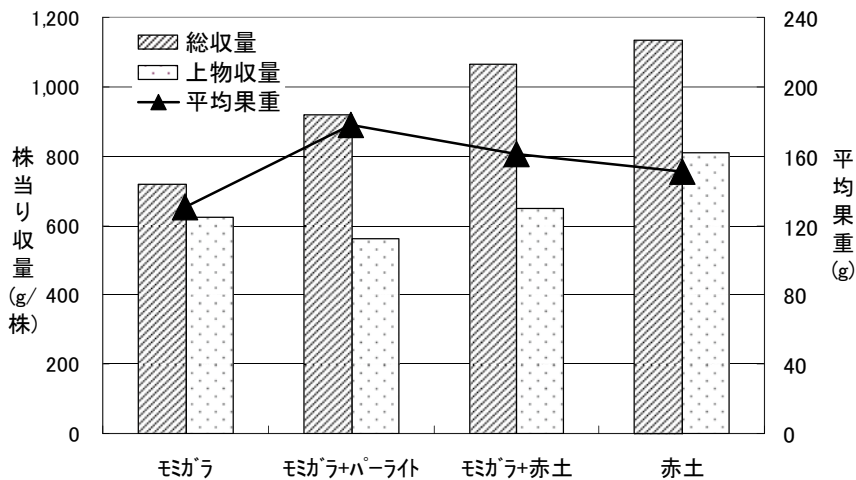


図3-2-2 培地の種類が果重、収量に及ぼす影響

(2) モミガラ培地の連用がトマトの収量および培地の保水性に及ぼす影響（2007年）

3作目の培地は1作目に比べ保水性が向上し、トマトの果重や収量が増加した(図3-2-3, 3-2-4)。濃度管理法と量管理法のいずれの管理法でも同様の傾向がみられ、管理法による収量差が小さいことから、モミガラ培地においても量管理法が適用可能であることが示唆された。

本試験では、過去の赤土培地を用いた試験で良好な結果が得られた窒素施用量と同等量の窒素を施用したが、1作目のモミガラ培地では不足していると考えられた。

(3) モミガラ培地の量管理法における窒素施用量の検討（2008年）

1, 2作目(使用1年目)の培地では、1株分、8L当りに換算すると1日に30～50mgの窒素が微生物による分解に伴って取り込まれていると考えられた(図3-2-5)。

基準の1.5倍量を施用すると取り込まれる分を補う形となり収量が向上する傾向が見られた(図3-2-6)。

(4) モミガラ培地における循環給液方法の検討（2008年）

収量は16回×1.0L区が最も優れ、4回×1.0L区は最も劣った(図3-2-7)。16回×0.5L区の収量が8回

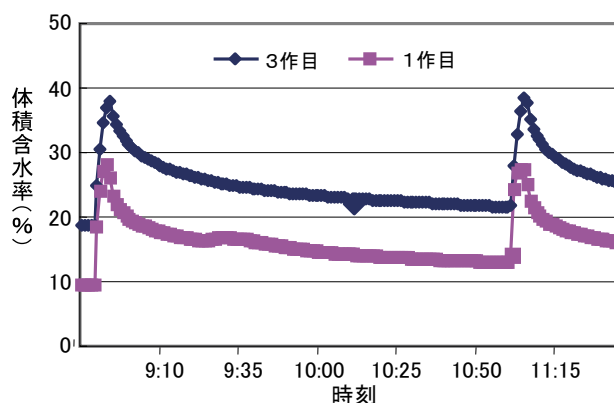


図3-2-3 モミガラ培地の作付け回数が保水性に及ぼす影響

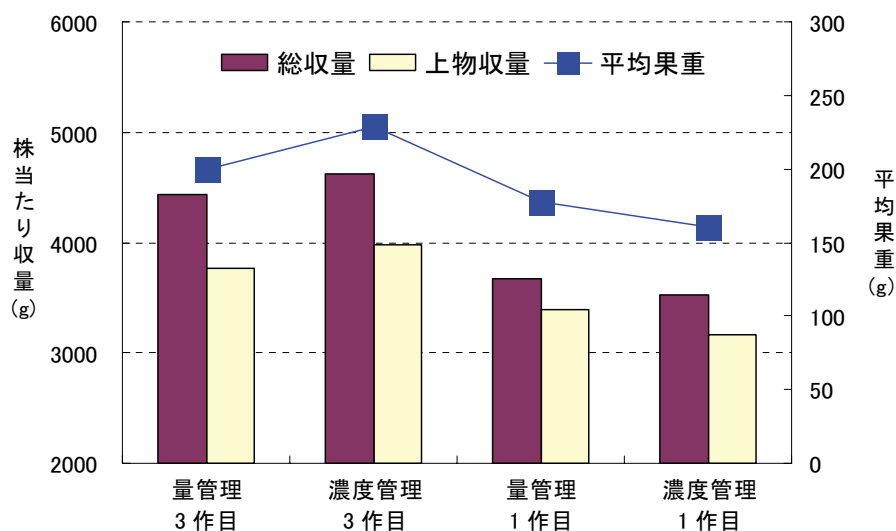


図3-2-4 モミガラ培地の作付け回数と給液管理法がトマト収量に及ぼす影響

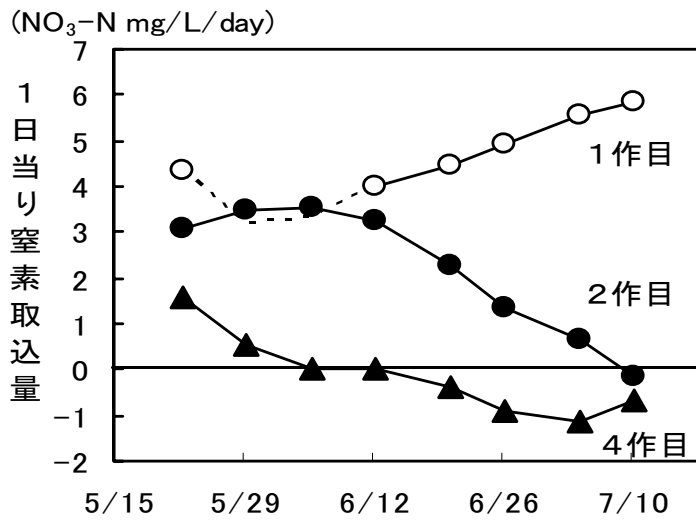


図3-2-5 モミガラ培地による見かけ上の窒素取り込み量

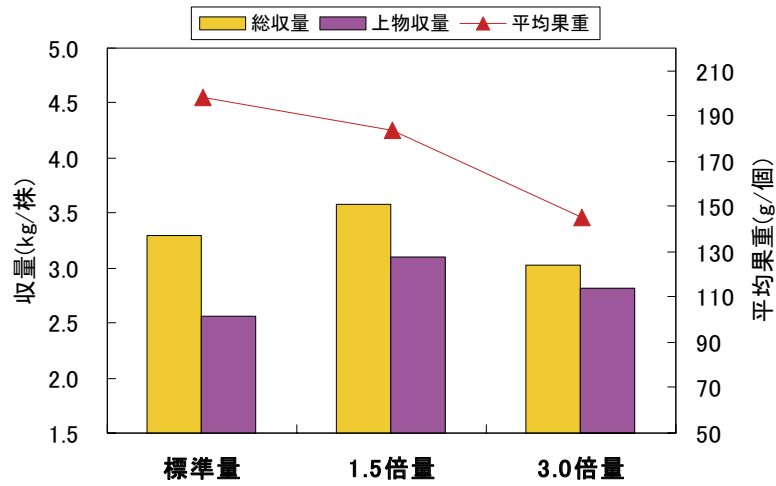


図3-2-6 1作目培地における施肥量と収量の関係

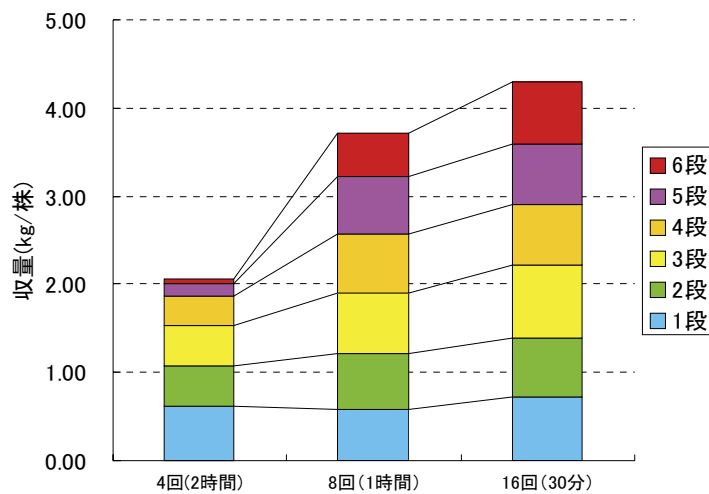


図3-2-7 1作目培地における循環給液回数が収量に及ぼす影響
括弧内の時間は循環給液の間隔を示す

ー 1.0L 区より劣ったが (データ略), 要因として1回当たりに循環される給液量が循環タンク容量の1/4 と少なく (他区は 1/2), タンク残液に含まれる窒素の循環供給が効率的に行われなかったためと考えられた.

また, 3 段果房以降で区ごとの収量差が大きくなり, 循環給液回数や1回当たり給液量が少ない区で4段以降の収量が伸び悩んだ. 植物体が大きくなるにしたがって吸水量が増大することから, 3 段果房以降の果実肥大期に給液回数や給液量の制限が水ストレスとして影響した可能性も想像される.

以上より1作目のモミガラ培地では循環給液回数が 16 回 / 日程度, 必用と考えられた. また, 1回当たりの循環給液量については, 循環タンク容量の 1/2 程度が必要と判断された.

4) 摘要

- (1) 量管理法を行う際の培地資材として赤土は適しており, 保水性の問題を改善できればモミガラ培地についても有効であると判断された.
- (2) モミガラ培地の保水性は, 3 作目には, 問題にならないまでに向上し, 収量が増加した.
- (3) 1, 2 作目のモミガラ培地では窒素がさかんに取り込まれ, 窒素施用量を増やす必要性が示唆された. 1, 2 作目のモミガラ培地においての適正な日窒素施用量は, 赤土培地や3 作目以降の培地で栽培する場合に 比べて 50%増量することで収量が高くなることが明らかとなった.
- (4) さらに, 保水性が低い1 作目のモミガラ培地では, 循環給液の回数を 16 回程度まで増やすことで株当たり収量が 4kg (半促成, 6 段摘心) まで向上することが明らかとなった.

(松下太洋)

3. 早期秋冷と寡日照を活用したイチゴ‘越後姫’の10月出荷技術の開発

1) はしがき

‘越後姫’は新潟県総合農業研究所園芸研究センターが育成したイチゴ品種である（品種登録1996.10）．‘越後姫’は新潟県内において食味等で高い評価を得ているが、花芽分化が遅いため促成栽培の収穫開始時期は1月下旬にとどまっている．生産サイドからは、高単価な年内出荷に向けた作型の前進化が求められている．そこで、安定的な花芽分化促進技術及び早期秋冷と寡日照を活用可能な定植日を検討し10月出荷作型を開発した．また、あわせて現地においても実証した．

2) 材料と方法

育苗は2008年の育苗容器の試験以外は9cmポットを用いて行い、施肥はIB化成をポット当たり2粒置き肥した．採苗日及び定植日は試験内容にあわせて設定した．定植前に12℃で25日間の暗黒冷蔵処理を行った．栽培様式は高設栽培で、ベンチ間隔150cm、ベンチ幅は30cmの架台に株間25cm、2条植えて定植した．ベンチ構造は二重ハンモック式で培地は株当たり3リットル、粗がらくん炭とピートモスの等量混合（容積比）を用いた．養液管理は、1液式または2液式を用い定植から3月中旬まではEC0.7～1.0の範囲で管理し、それ以降は水道水を排液率30%で掛け流した．定植後10日間黒寒冷紗で遮光した．10月下旬から内張カーテン被覆、11月下旬から3月まで最低気温8℃で加温管理した．試験規模は1区10株2反復とした．

(1) 花芽分化促進技術

表3-3-1に花芽分化促進にかかわる試験内容を示した．2006年は異なる採苗日の苗を用いて育苗日数の検討を行った．2007年は前年秋に採苗する越冬苗における採苗時期及び秋施肥の効果を検証した．2008年は越冬苗（前年10/25採苗）における春施肥時期及びセルトレイ適性を検討した．

(2) 定植日の検討

2008年は、10月出荷を達成するため定植日を8月20日、8月25日、9月1日の3段階に設定し収穫開始時期、年内収量の検討を行った．使用した苗は前年10月25日採苗の越冬苗である．

(3) 現地実証

場内試験と平行して新潟県新発田市真野原の面積80坪のパイプハウスで現地実証を行った．活性炭フィルター及び紫外線殺菌灯を組み込んだ循環栽培システムに2006年は6月1日採苗の当年苗を8月28日に定植し、2007～2008年は前年10月25日採苗の越冬苗を8月21日と20日にそれぞれ定植した．

表3-3-1 花芽分化促進にかかわる試験内容

年 度	試験内容
2006	当年苗 採苗時期と育苗日数（6/20-40日、6/11-50日、6/1-60日）
2007	越冬苗 採苗時期（10/16、10/24）、秋施肥（有り、なし）
2008	越冬苗 春施肥時期（入庫74日前、67日前、60日前） 育苗容器（9cmポット、35穴セルトレイ）

3) 結果と考察

(1) 花芽分化促進技術

a) 育苗日数

育苗日数が長い方が大苗に仕上がりに、葉色も低下していた。花芽分化においても育苗日数が長くなると分化が進む傾向が見られた。育苗日数が長く花芽分化が進んでいるほど早期に開花し年内開花株率が高い傾向が見られた。花芽分化の最も遅れていた40日育苗は年内開花株率が極端に低下した。40日育苗は年内収量がほとんどなく、合計収量では育苗日数が長くなるほど多くなった。(表3-3-2, 図3-3-1)

イチゴの花芽分化に関係する要因は、直接的には低温と短日条件であるが、間接的には苗の窒素レベルと苗の大小が影響する⁽¹⁾とされている。本試験においても育苗日数が長く充実した苗の方が花芽分化程度が進み、年内開花株率、年内収量及び合計収量も増加することが明らかになった。花芽分化を安定させるためには育苗日数を長くして大苗に上げることが有効であるが、当年採苗では採苗時期までに実際栽培に必要な子苗数を確保することが困難である。そのため子苗数の確保が容易な前年秋に採苗する越冬苗を検討することとした。

b) 越冬苗の検討

入庫時の苗質は採苗日に違いによって差は見られなかった。秋施肥の有無では秋施肥有りの方が大苗に仕

表 3-3-2 当年苗の生育と開花状況

育苗日数	定植時の苗の生育					開花始め 10月x日
	苗重 (g)	根重 (g)	クラウン径 (mm)	葉色 (SPAD)	花芽分化 ^z (指数)	
40日	17.1	6.7	7.3	32.8	1.1	—
50日	20.9	5.9	8.8	32.3	1.8	7.5
60日	24.8	9.1	8.8	30.2	2.4	3.0

Z: 0 未分化, 1 分化初期, 2 肥厚初期, 3 肥厚中期, 4 肥厚後期, 5 がく片分化期
開花始め: 10株中3株以上開花日

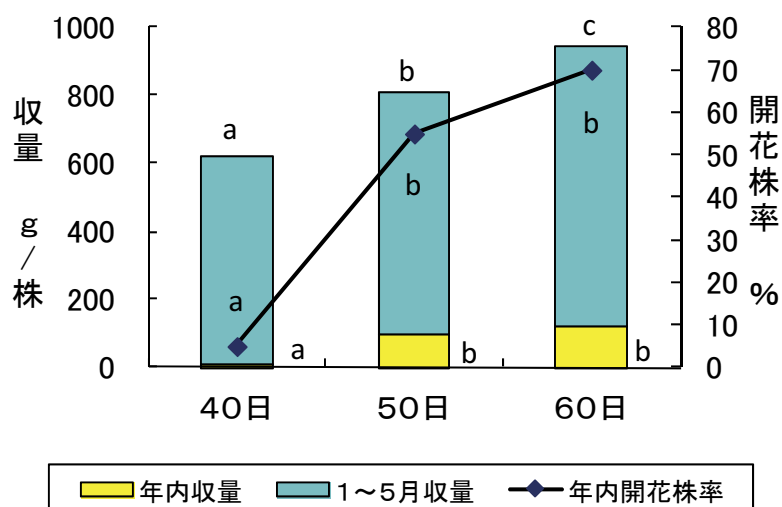


図 3-3-1 育苗日数と年内開花株率及び収量

各項目(棒の上は収量合計)で同一英小文字は処理区間に5%水準で有意差が無いことを示す。

上がったが、花芽分化状況に差は見られなかった(データ省略)。年内開花株率は各区とも80%前後で良好であった。収穫開始時期、年内収量、総収量に大差は見られなかった(表3-3-3)。

春施肥時期の違いでは、苗重及び根重は施肥時期が早いほど軽くなる傾向となったが、葉色と花芽分化状況に差は見られなかった(表3-3-4)。開花開始日はいずれも9月21日であり、開花株率も80%以上となった。商品果収量においても大きな差が見られなかった(表3-3-5)。

表3-3-3 越冬苗の採苗時期と秋施肥の影響

採苗日	秋施肥	定植日	年内開花株率 (%)	収穫始 (月/日)	商品果収量						
					早期収量				合計		
					10月 (g/株)	11月 (g/株)	12月 (g/株)	年内 (g/株)	個数 (個/株)	重量 (g/株)	平均果重 (g)
10/16	有り	8/24	75.0	10/16	17.0	57.3	41.4	115.7	68.5	985.3	14.5
	無し	8/24	85.0	10/20	13.1	61.2	53.0	127.3	70.3	987.3	14.3
10/25	有り	8/24	85.0	10/15.5	17.8	64.2	45.1	127.1	67.2	963.7	13.7
	無し	8/24	80.0	10/18	12.3	56.1	41.7	110.2	61.9	883.3	14.4
採苗日 : A		10/16	8.0		150.3	592.4	472.4	1215.0	694.0	9862.8	14.2
		10/25	8.3		150.6	601.6	433.9	1186.0	645.3	9234.6	14.3
	F値		<1		<1	<1	<1	<1	1.1	<1	<1
秋施肥 : B	有り		8.0		173.9	607.6	432.5	1214.0	678.3	9744.7	14.4
	無し		8.3		127.0	586.4	473.7	1187.1	661.0	9352.8	14.1
	F値		<1		8.4*	<1	<1	<1	<1	<1	<1
交互作用 : A×B	F値		1.3		<1	<1	2.7	1.5	<1	<1	<1

F値で、*は5%水準で有意差あり

表3-3-4 春施肥時期が苗質及び花芽分化に及ぼす影響

施肥時期	入庫時の苗の生育						定植時 花芽分化 ^z (指数)
	苗重 (g)	根重 (g)	葉数 (枚)	草丈 (cm)	クラウン径 (mm)	葉色 (SPAD)	
60日前	93.9	66.2	4.8	32.6	10.6	26.8	3.6
67日前	84.1	57.3	4.6	29.4	8.5	25.3	3.6
74日前	60.2	37.6	4.1	30.5	8.5	26.5	4

z : 0 未分化, 1 分化初期, 2 肥厚初期, 3 肥厚中期, 4 肥厚後期, 5 がく片分化期

表3-3-5 春施肥時期が開花及び収量に及ぼす影響

施肥時期	開花始期 ^y	開花株率 ^x (%)	収穫開始	商品果収量			
				年内収量 (g/株)	個数 (果/株)	重量 (g/株)	1果重 (g)
60日前	9月21日	90	10月13日	159.7	74.3	1091.8	14.7
67日前	9月21日	100	10月10日	185.8	88.7	1194.3	13.5
74日前	9月21日	85	10月10日	164.5	78.5	1117.3	14.2
F値		<1		<1	12.2*	3.3	3.4

y : 定植株の30%の株が開花した日, x : 10月20日までに開花した株率

育苗容器の違いでは、入庫時の苗質でポット苗の方が大株となりセル苗はクラウン径が小さく、苗重や根重はポット苗の50%以下であった。花芽分化状況はポット苗が進んでおり、最も花芽分化が遅れていたセル苗・秋施肥有りで開花株率が著しく低かった。商品果収量においてもポット苗の方が高くなった(表3-3-6, 表3-3-7)

越冬苗の採苗時期は10月中下旬であれば入庫時の苗質に差はなく、花芽分化及び開花株率も大差がない。秋施肥を行うことで大株に仕上げることが可能であるが、秋施肥を行わなくても越冬後のポット内の根張りは充分であるため秋施肥を行う必要性はない。逆に、越冬時に苗の生育が大きいと花芽分化し翌年春に開花結実するため、それを取り除く作業が煩雑となる。

春施肥の時期については花芽分化及び商品果収量に大差は見られなかったが、春施肥の時期が早いと入庫時のポット内の根の黒変・老化程度が進み根重が減少するため暗黒低温処理前60～67日前が適当と思われる。

表 3-3-6 育苗容器と秋施肥が苗質及び花芽分化に及ぼす影響

育苗容器	秋施肥	入庫時の苗の生育						定植時 花芽分化 ^z (指数)
		苗重 (g)	根重 (g)	葉数 (枚)	草丈 (cm)	クラウン径 (mm)	葉色 (SPAD)	
ポット	有り	86.7	59.6	4.8	32.8	10.4	26.2	3.6
	無し	73.7	49.8	4.4	30.1	8.9	26.2	3.6
セル	有り	42.7	29.1	3.5	32.1	7.7	28.1	2
	無し	30.4	19.0	3.4	25.3	7.0	26.3	2.4

z: 0 未分化, 1 分化初期, 2 肥厚初期, 3 肥厚中期, 4 肥厚後期, 5 がく片分化期

表 3-3-7 育苗容器と秋施肥が開花及び収量に及ぼす影響

育苗容器	秋施肥	開花始期 ^y	開花株率 ^x (%)	収穫開始	商品果収量		
					個数 (果/株)	重量 (g/株)	1果重 (g)
ポット	有り	9月21日	95	10月10日	85.5	1209.5	14.1
	無し	9月21日	95	10月10日	80.4	1183.1	14.7
セル	有り	9月22日	55	10月15日	66.3	1024.9	15.5
	無し	9月21日	95	10月13日	73.8	1097.1	14.9
F値(育苗容器)			5.3		34.5**	12.4*	7.9*
F値(秋施肥)			5.3		0.3	0.4	0.0
F値(育苗容器×秋施肥)			5.3		8.3*	1.7	5.0

y: 定植株の30%の株が開花した日, x: 10月20日までに開花した株率

F値で, **は1%水準, *は5%水準で有意差あり

表 3-3-8 入庫時における苗の生育と花芽分化状況

定植日	入庫時の苗の生育						定植時 花芽分化 ^z (指数)
	苗重 (g)	根重 (g)	葉数 (枚)	草丈 (cm)	クラウン径 (mm)	葉色 (SPAD)	
8月20日	86.7	59.6	4.8	32.8	10.4	26.2	3.6
8月25日	52.4	28.4	4.8	28.5	8.3	26.8	3.2
9月1日	30.8	14.2	3.7	26.6	7.6	28.5	3.6

z: 0 未分化, 1 分化初期, 2 肥厚初期, 3 肥厚中期, 4 肥厚後期, 5 がく片分化期

セル苗は育苗培土が少なく育苗面積もとらないなど利点も多いが、ポットに比べて容量が小さいため根重が軽く、根の黒変・老化も進む傾向が見られた。また、セル苗はクラウン径が小さいなど苗の充実度が劣り収量的にもポット苗に及ばないことから10月出荷作型における適性は低いと判断された。

(2) 定植日の検討

入庫時の苗は、定植時期が遅くなるほど小さくなる傾向があったが、葉色や花芽分化状況に差は見られなかった。(表3-3-8) 開花株率は苗質の劣っていた9月1日定植で低かった。収穫開始は、定植が5日遅くなると約10日遅れた。商品果収量では定植日が遅くなるほど収穫個数が少なくなる傾向が見られた。(表3-3-9)。10月収量は8月20日定植が8月25日定植より高くなったが、年内収量では大差は見られなかった。9月1日定植の10月収量はわずかであった(図3-3-2) 10月に出荷するには9月末まで開花することが必要であり、開花が早いほど収穫までの日数が短く、逆に開花が遅れるほど長くなる傾向が見られた。(図3-3-3) 果実糖度は10度以上で推移したのに対し酸度は徐々に低下した(図3-3-4)。

10月中旬の果実は、高温により収穫日数が短いため小果で酸味が強く商品性が低い。8月20日以前の定植は、元来大果になれる果房上位果をムダにし年内収量を低下させる可能性が高い。食味が向上し果重が

表 3-3-9 定植日が開花と収量に及ぼす影響

定植日	開花始期 ^y (月/日)	開花株率 ^x (%)	収穫開始 (月/日)	商品果収量		
				個数 (果/株)	重量 (g/株)	1果重 (g)
8月20日	9月21日	95	10月10日	80.4	1183.1	14.7
8月25日	9月25日	95	10月20日	79.2	1192.1	15.1
9月1日	10月6日	70	10月31日	66.5	1065.7	16.0
F値		31.1**		46.8**	7.8	<1

y：定植株の30%の株が開花した日，x：10月20日までに開花した株率
F値で，**は1%水準で有意差あり

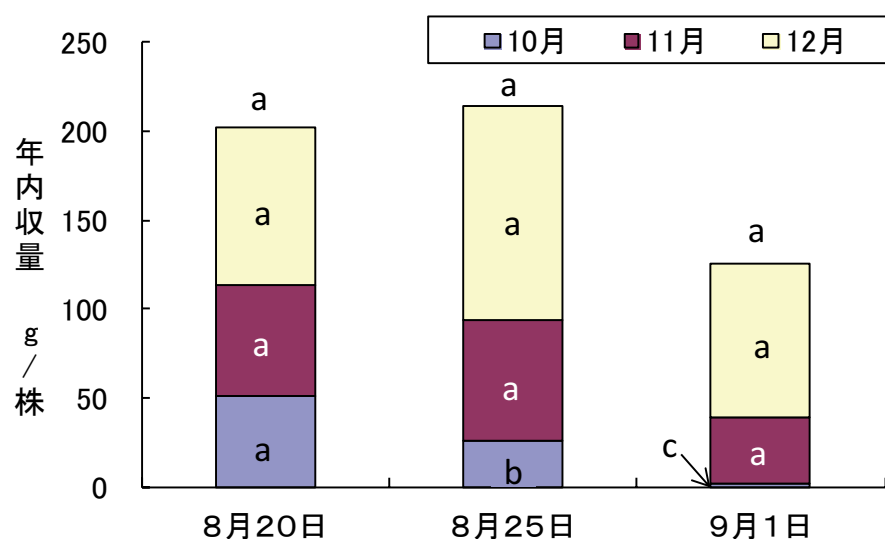


図 3-3-2 定植日が年内収量に及ぼす影響

各月収量(棒内)および年内収量(棒の上)で同一英小文字は処理区間に5%水準で有意差が無いことを示す

増加してくるのは10月下旬以降であるが、定植日が9月に入ると10月出荷が達成されないばかりか、年内収量も減少してしまう。また、定植日が遅くなるとポット内の根の黒変・老化程度が進むなど苗質が劣化し植え傷みなどで開花株率や収量に影響を及ぼすと考えられる。10月出荷を達成し年内収量と果実品質のバランスを考慮すると定植適期は8月20日から25日までのごく短い期間と考えられる。

(3) 現地実証

2006年は当年苗で遮光をせずに定植したところ開花株率は67.5%と低くなったが、越冬苗で遮光を行った2007年は76.6%、2008年は92.3%となり開花株率は向上した。また、収穫開始もそれぞれ10月19日、10月14日と10月出荷開始作型は現地栽培においても実証された。

現地実証圃は、JA北越後イチゴ部会の現地指導会の会場としても活用され10月出荷開始作型の普及に役立つこととなった。その結果、2009年の10月出荷開始作型の栽培面積は140aでイチゴ部会全体の23%を占め急速に拡大している。更に、県内各地のイチゴ産地においても導入事例が見られるようになってきている。

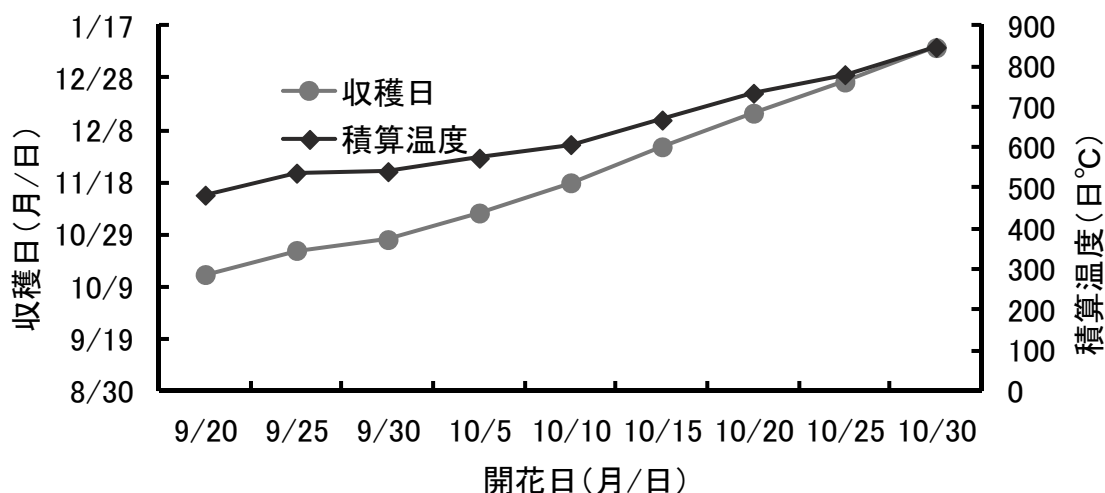


図 3-3-3 開花日と収穫日数及び積算温度

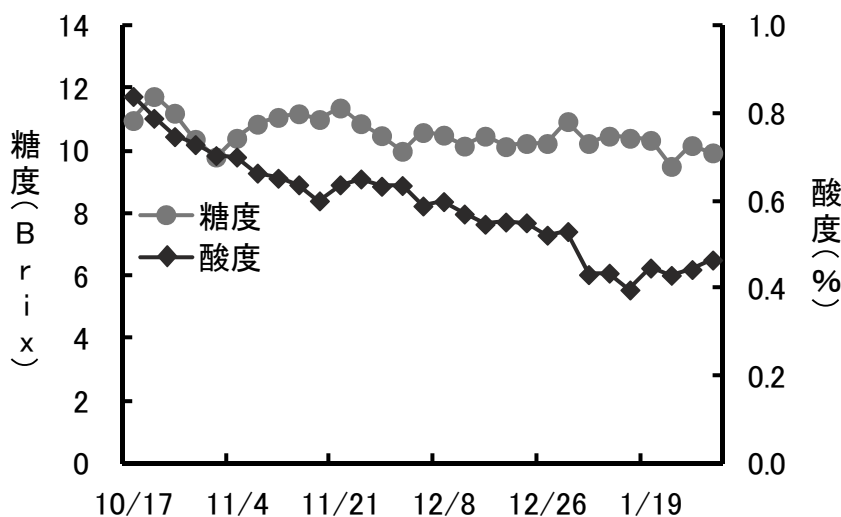


図 3-3-4 果実糖度と酸度の推移

4) 摘要

- (1) 花芽分化が遅いため収穫開始時期が1月下旬にとどまっているイチゴ‘越後姫’の10月出荷作型を開発した。
- (2) 安定した花芽分化を得るためには育苗日数を長くして充実した大苗を育苗することが必要であるが、当年苗では採苗時期に必要な子苗数を確保することは困難である。
- (3) 定植前年10月中下旬に採苗し露地で越冬させる越冬苗は子苗の確保が容易であり、越冬時には根系が形成されているため充実した大苗を育苗可能で花芽分化及び開花株率が安定する。春施肥の時期は早すぎると根の黒変・老化程度が進むため、暗黒低温処理前60～67日前が適当と思われる。セルトレイ育苗は、苗が小さく収量的にもポット苗に及ばないことから、10月出荷開始作型に対する適性は低い。
- (4) 収穫時期が早いと果実は高温により収穫日数が短いため小果で酸味が強く商品性が低い。一方、定植日が9月に入ると10月出荷が達成されないばかりか、年内収量も減少してしまう。10月出荷を達成し年内収量と果実品質のバランスを考慮すると定植適期は8月20日から25日までのごく短い期間と考えられる。

5) 引用文献

- (1) 倉島裕・種村竜太 (2005) クリスマスイチゴ「越後姫」を実現するための高品質安定生産技術の開発。新潟園研成績書, 93-94

(増田浩吉)

III編

水田複合経営を踏まえた 野菜作技術の経営評価

第4章 新技術を導入した作目別栽培技術の 導入効果・定着促進条件

1. 新技術を用いた野菜作の導入・拡大と野菜の産地化

1) 野菜作の導入・拡大の意義と必要な対応

良質・良食味米産地の北陸地域においても、米価の大幅下落傾向が続く中で戸別所得補償方式が導入されたことから、これまで以上に、米の生産調整にいかに取り組んでいくかが営農上の大きな課題となっている。水田が9割近くを占め、兼業化も進んでいる北陸地域では、米・麦・大豆が今後も重要な農作物であることに違いはないが、農業所得を確保し農業の活性化を図るためには、稲・麦・大豆作以外にも野菜作の導入・拡大を推進し、経営の複合化を目指すことが重要である。

北陸地域は野菜の地域内自給率が低いことから、域内の消費者に新鮮な地場野菜を供給していくことが求められており、この点からも野菜作の振興が期待される。しかし、一般に野菜作は、水稻作に比べて価格変動や単収変動が大きいことに加え、投下労働1時間当たりの所得額も低い傾向にあり、経営体への導入・定着は簡単ではない。そのため、北陸地域での野菜作の導入・拡大には、品質を向上させ省力・安定生産を可能にする新技術の普及に加え、地域の自然条件や圃場条件を十分吟味した上での適地適作、販路の確保、産地としての生産・販売体制の確立等が不可欠となる。

2) 新技術の導入が期待される経営体

前章までに紹介した新技術は、カリフラワー、エダマメ、カブ、ダイコン等の露地野菜作と、イチゴやトマトといった施設野菜作の2つを対象にした高品質・省力・安定生産のための技術である。農業経営の観点からは、これらの新技術がどのような経営体に活用されるかがポイントとなる。

図4-1-1は新技術の導入が期待される農業経営のタイプを示したものである。まず、露地野菜作の新技術は、専従者が確保され、労力的に比較的余裕があり、5～10ha以上の水田を耕作する経営が転作田を利用して本格的な野菜作を行う場合に効果を発揮する技術といえる(図の左側)。それゆえ、主な転作対応は大豆や麦で行い、新たな所得源の確保と経営資源の有効利用を図る目的で野菜作にもチャレンジしようとする経営での導入が期待される。また、露地野菜作を主に行っている経営が転作田等を利用して野菜生産の安定的拡大を図ろうとする場合も、利用可能な技術である。

一方、施設野菜作で開発された新技術は、施設園芸の経験のない水田作経営がいきなり導入するような技術ではなく、既に施設野菜作を行っている経営が、安定生産や生産量の拡大を図るために導入

する技術といえる（図の右側）。一般に、施設園芸は基本技術の習得に一定の年数を要することから、未経験者が初めて取り組むにはややリスクがある。この点で本新技術は、専従者が確保された小規模水田複合経営や施設野菜作経営で、施設野菜部門の生産拡大や収益のより一層の向上を目指す場合に有効となる技術である。

3) 新技術の導入に際してのチェックポイント

本章の次節以降では、開発した新技術の具体的内容とそれを現場の経営に実際に適用した場合の効果を個々の対象野菜ごとに明らかにするが、それに先だってここでは新技術を導入する場合の一般的なチェックポイントについて簡単に述べておくことにする。図4-1-2にその具体的なチェック項目を示した。

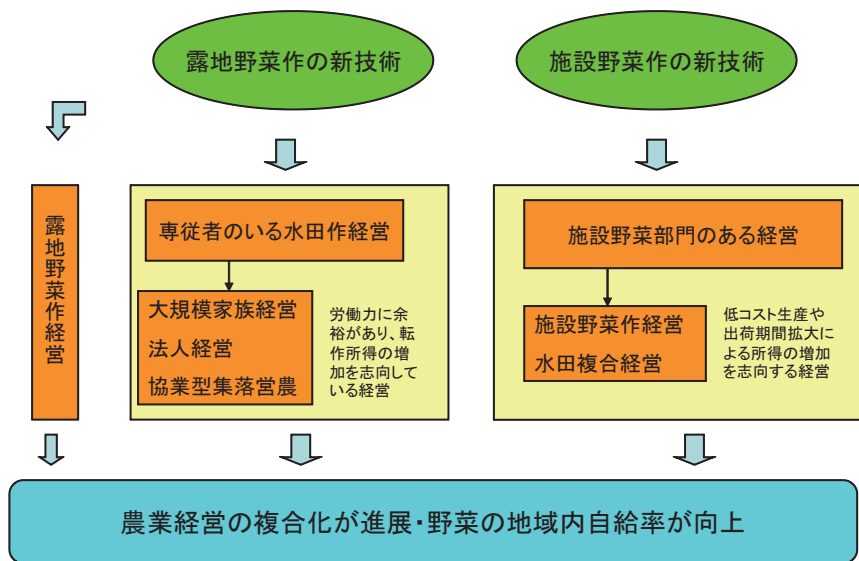


図4-1-1 新技術の導入が期待される農業経営

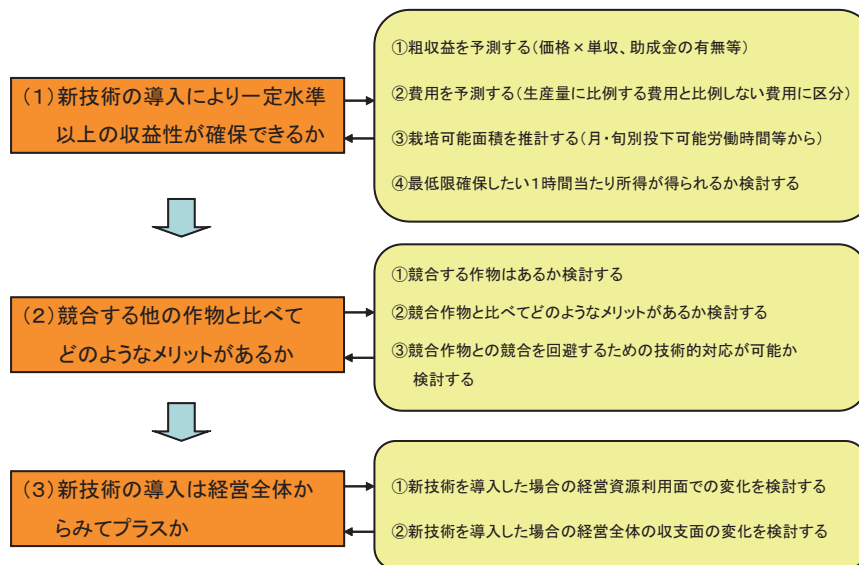


図4-1-2 新技術を導入する際のチェック項目

第1は、新技術の導入によって目標とする一定水準以上の収益性が確保されるかどうかをチェックすることである。「一定水準以上の収益性」の具体的内容は、農業経営の経営形態や経営目標によって異なるが、一般的な家族経営の場合であれば、少なくとも労働費（経営者が最低限必要と考える1時間当たり労賃×投下労働時間）を含む生産費が回収できる収益性水準が1つの目安になる。それゆえ、検討対象とする野菜の販売価格、単収、生産費、助成金等がどのような水準になるかを見極めることが重要である。特に、予測の難しい販売価格に関しては、過去の市場価格等を参考にして、最も低価格で推移するような場合であっても再生産が可能となるか、多方面から慎重に検討する必要がある。

第2は、競合する作物の有無の検討と競合作物との有利性比較である。土地利用、労働力利用、機械・施設利用の点で競合しそうな作物はないかどうかを調べ、ある場合はその作物との具体的競合内容の検討とそれら作物との収益面での有利性の比較が重要になる。基本的には、競合作物と比べて何らかのメリットがなくては、新技術は選択されない。

第3は、現在の経営条件下において、野菜作や新技術を導入した場合に経営全体にどのような変化（利点・問題点等）が生じるか、十分にチェックすることである。新たに導入・拡大しようとする野菜作が一定程度の収益を確保できるとしても、既存の生産部門の収益をそれ以上に減じることになったり、作業競合の結果、新たな労働過重が発生して専従者の健康を害するようなことになったりしては意味がない。前章までに紹介した新技術は、このような事態が発生することのないように工夫されているが、具体的な経営条件は個々の経営で異なるため、これらの点を再度十分にチェックすることが肝要である。

4) 産地化に向けた地域としての取り組み

海外産の農産物が大量に輸入され、国内の産地間競争も激化する状況下では、安全で新鮮な農作物を生産しているだけでは十分ではない。安全で新鮮は当然のことであり、それらに加え、販売の仕方をいろいろと工夫することが欠かせない。生産のみに専念していればよかった時代は過去のものとなり、生産者や農業団体はマーケティング活動にも積極的に取り組んでいく必要がある。新技術を用いた野菜作の導入・拡大を行う場合も、まったく同様である。

まず、生産規模や技術力に応じて、適切な販売ルートを開拓・確保することが重要になる。前章までの新技術は本格的な野菜作を目指すためのものであることから、当然、これまでよりも生産・出荷量は多くなる。したがって、最終的に目指す販売ルートは市場流通販売か契約取引になる可能性が高い。もちろん、近隣に農産物直売所等がある場合には、そこに生産した野菜の一部を出荷することは可能である（技術力を高めながら徐々に生産量を拡大したり、生産野菜に対する消費者の評価を直接把握したりするために、直売所販売を行ってみるのも一つの選択肢である）。

それでは、卸売市場出荷では、どのような対応が必要になるであろうか。図4-1-3に、新技術を用いて生産した野菜の販売対応手順を示した。地域（旧村や合併前市町村）として初めて本格的な野菜作に取り組む場合は、市場での評価を得るために、一定期間、一定量以上のロットを継続出荷できるように努める必要があるが、そのためには野菜生産に取り組む経営が相互に協力しあい新興産地として県内での知名度を高めていくことが大切である。このようにして、当面は、卸売市場を通じた県内出荷で実績を積み上げる必要があろう。これに対して、既にある程度の野菜産地となっている地域では、新技術の導入によって出荷期間の拡大や出荷量の増加が見込まれるので、市場での評価がさらに高まることが期待される。また、生産拡大が一層進み市場評価も高まった場合は、

県内の他産地とも協力して県外出荷を行うことも積極的に検討すべきであろう。

他方、契約取引を行う場合は、一般に卸売市場販売と比べ、販売価格が安定化するというメリットがある。契約取引を中心とした野菜販売のチェック項目を整理すると、図4-1-4のようになる。契約取引では、取引相手にとっても何らかのメリットがなくてはいけないので、双方にとって納得できる価格を設定することが重要となる。このため、生産者が満足できる価格が常に実現することにはならない（例えば市場価格が大幅に上昇した場合であっても契約に基づいた価格での供給が基本となる）。しかし、契約取引では、安定した販売価格の下で計画的な生産・出荷ができる点に最大の利点があり、長期的視点からは魅力のある販売形態の1つといえる。継続的・安定的な契約取引を行うには、個々の経営や産地の生産能力（技術力、生産規模、リスク対応力）をある程度高めた

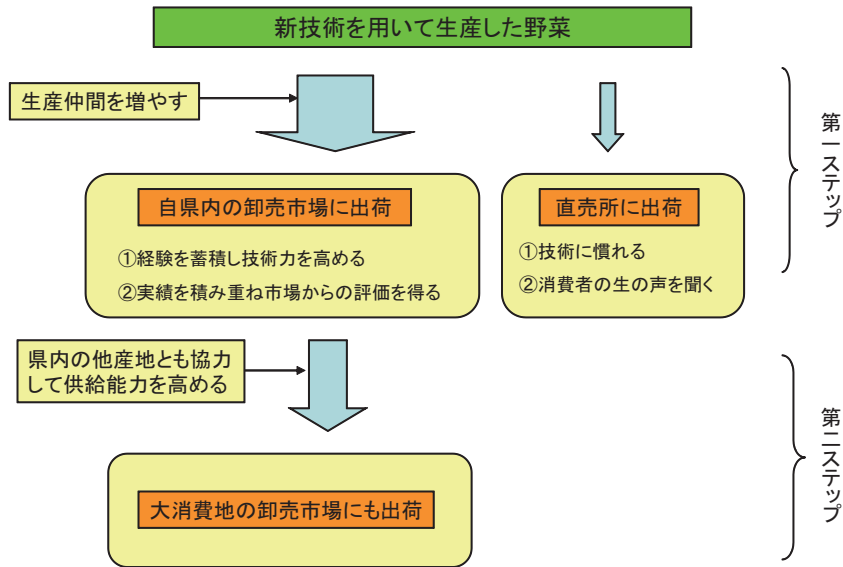


図4-1-3 卸売市場出荷を中心とした野菜販売

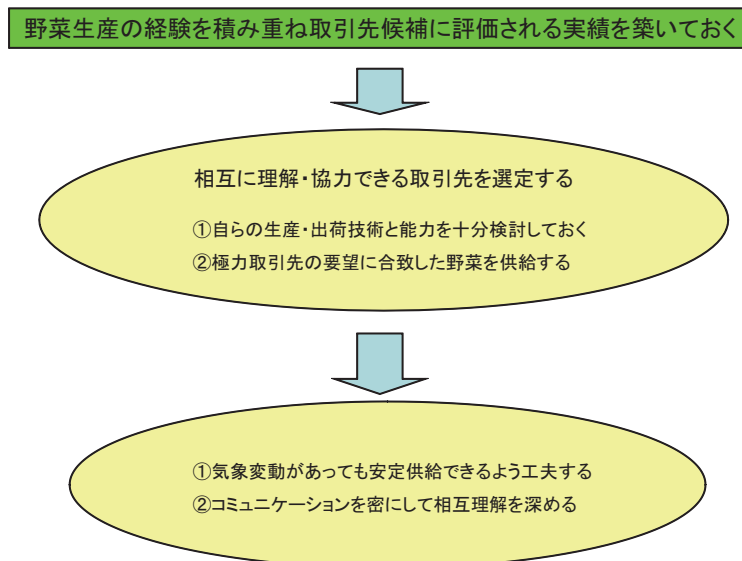


図4-1-4 契約取引を中心とした野菜販売

上で、それに見合った取引先を選定することが大切である。取引先との協議では相手のニーズをしっかりと把握し、それに応じた野菜を安定的に供給していくことができる生産・出荷体制の構築が何よりも重要となる。さらに、取引先とのコミュニケーションを密にして相互理解を深めることが、契約取引を継続するための必要条件といえる。

(土田志郎)

2. 水田複合経営におけるイチゴの新技術導入効果と生産拡大支援策の解明

1) はしがき

イチゴ‘越後姫’は食味評価が高く、新潟県内の栽培面積は年々増加している。その約半数は高設ベンチを用いた養液栽培で生産され、余剰養液をほ場外に排出する養液掛け流し方式が主流であり、また、1月下旬から出荷が始まる作型が多く栽培されている。

イチゴは、消費者からも出荷拡大が期待されている複合化有望品目であることから、新潟県農業総合研究所は生産拡大をめざした新技術として、もみ殻等を培地として活用した低コスト循環式栽培システムを用い、10月から出荷開始できる作型を開発した。

そこで、この新技術を水田複合経営に導入した効果を推計して経営評価を行い、その結果と生産者ニーズに基づき生産拡大を支援する方策を解明する。

2) データと方法

(1) 経営評価

水稲とイチゴの複合経営を想定し、イチゴ作の一部に新技術（10月出荷開始作型、低コスト循環式栽培システム）を導入した場合の経営評価を行うため、水稲4haとイチゴ15a（3aハウス5棟）、家族労働力2名の経営のイチゴハウス1～2棟に新技術を導入した場合の収益性や生産性の変化を、試算計画法⁽¹⁾により比較検討する。

イチゴ作にかかる収益性・生産性のデータは、新潟県S市で水稲とイチゴの複合経営を行っているA経営の調査結果を用いた。A経営は新技術の実証栽培に取り組んでおり、新技術のデータもA経営の実証結果を用いた。また、水稲作データは、同市内の稲作農家の調査結果を用いた。

(2) 生産拡大支援策

生産者ニーズを把握するため、イチゴ経営に関するニーズを抽出して構造化し、その解析によって導入支援策を解明する。

生産者ニーズは、新潟県S市のイチゴ生産者を対象にグループインタビューを2グループ8名に行い、その発言からニーズを抽出しデータを得て、上位下位関係分析法⁽²⁾によりニーズ構造を整理した。

3) 結果と考察

(1) 経営評価

イチゴ新技術の面積当たり収益は、図4-2-1に示すように、収穫開始が慣行栽培に比較して3ヶ月早まり、10～12月のイチゴの高単価時期に出荷できることから、慣行よりも向上した。表4-2-1に示した面積当たり収支は、慣行栽培に比較して流通経費や冷蔵庫電気料等の費用がやや増加するが、それを上回って収益が向上するため、所得は向上した。新技術のポイントとなる苗冷蔵処理には、ハウス3a分の苗冷蔵処理のために2坪冷蔵庫1台の容量が必要となるが、イチゴ生産者が通常所有している出荷予冷用冷蔵庫を活用することができる。また、養液循環を簡易な装置（資材費6万円

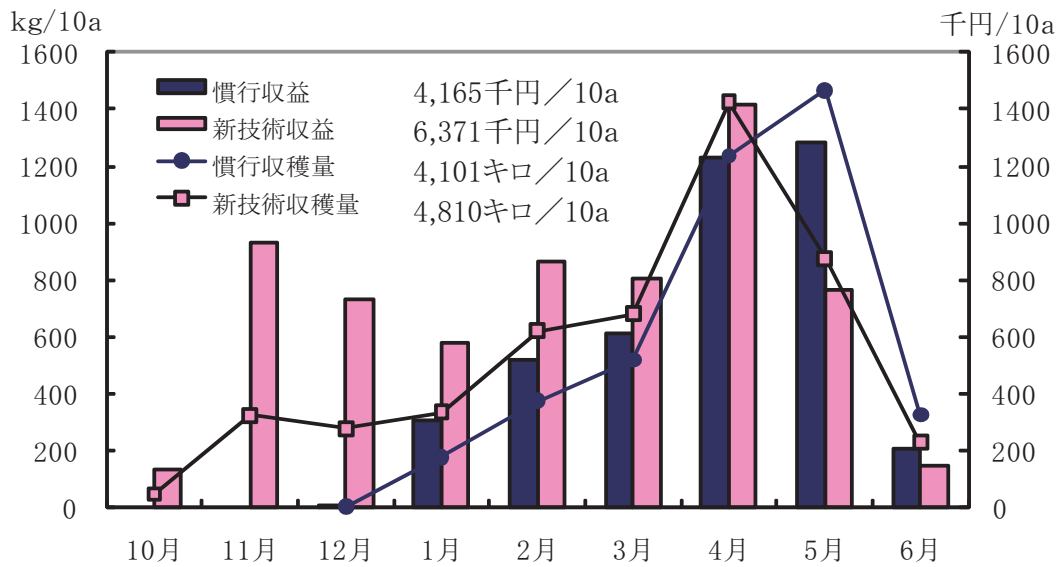


図 4-2-1 10a 当たり月別収穫量と収益

注) 慣行は収穫を1～6月、新技術は10～6月に行う作型である。

表 4-2-1 10a 当たり収支

	(千円)		
	新技術(A)	慣行(B)	増減(A-B)
粗収益	6,371	4,165	2,206
種苗費	51	51	0
肥料費	52	34	18
農薬費	43	43	0
光熱費	530	457	74
諸材料費	311	301	11
減価償却費	754	715	39
その他	87	82	5
労働費(900円/hr)	1,723	1,247	475
費用合計	3,551	2,930	622
流通経費	977	733	244
所得	1,843	503	1,340

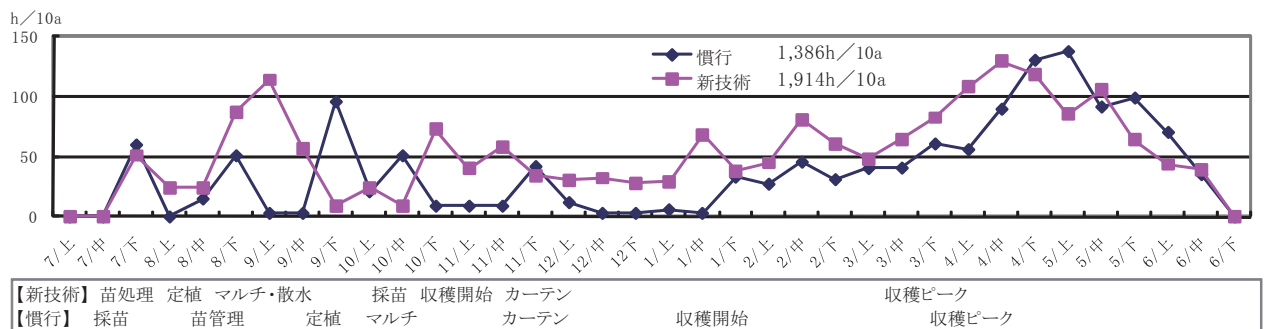


図 4-2-2 10a 当たり半旬別労働時間

／100坪)で行うため、新技術導入に伴う多額な投資は不要である。新技術の労働時間についてみると、苗冷蔵処理や定植後散水等の作業が増え慣行栽培よりも全体に増加するが、それらの作業は労力に余裕のある時期であり（図4-2-2）、労働競合の点で問題はない。

水稲+イチゴ経営に新技術を導入した場合の所得向上効果を、表4-2-2に示した。水稲4haとイチゴ15a（3aハウス×5棟）の複合経営のハウスのうち1棟3aに新技術を導入すると、慣行よりも所得が54万円向上した。イチゴ15aを作付けすると4～5月の収穫作業が家族労働2名の労力限界に達するため、慣行作型のままでは規模拡大による所得向上は望めないが、新技術により同規模での所得拡大が可能になる。さらに、2棟6aに新技術を導入した場合、試算では所得が100万円向上した。しかし、2棟6a分の苗冷蔵処理を行うためには、通常所有している冷蔵庫に加えて新たに2坪冷蔵庫を1台確保する必要があり、設置場所や利用率の問題から現実的には難しいと思われる。

水稲+イチゴ経営に新技術を導入した場合の労働時間は、図4-2-3に示すように、イチゴ作をすべて慣行作型で栽培した場合に比べて、労力の繁忙が緩和された。イチゴ作の一部に新技術を取り入れることにより、9月下旬のイチゴ定植作業ピークを分散させ、農閑期であった晩秋に収穫作業が加わるためである。年間を通じて最も労力を必要とする4～5月の収穫作業ピークは、慣行と新技術の間で大きな差はない。

表4-2-2 新技術導入による所得向上効果

(千円)

		水稲4ha イチゴ慣行15a	水稲4ha イチゴ慣行12a イチゴ新技術3a	水稲4ha イチゴ慣行9a イチゴ新技術6a
収益	水稲	5,661	5,661	5,661
	イチゴ慣行	6,248	4,999	3,749
	イチゴ新作型		1,911	3,823
	計	11,909	12,571	13,233
費用	水稲	4,097	4,097	4,097
	イチゴ慣行	3,624	2,899	2,174
	イチゴ新作型		842	1,765
	計	7,721	7,838	8,036
所得		4,189	4,734	5,197
冷蔵庫必要台数 冷蔵庫用途		2坪1台 予冷用	2坪1台 予冷・苗処理兼用	2坪2台 予冷・苗処理兼用 苗処理に2台必要
費用のうち冷蔵庫の償却費		82	82	163

注) 費用は、労働費を除き、流通経費を加えた金額で試算した。

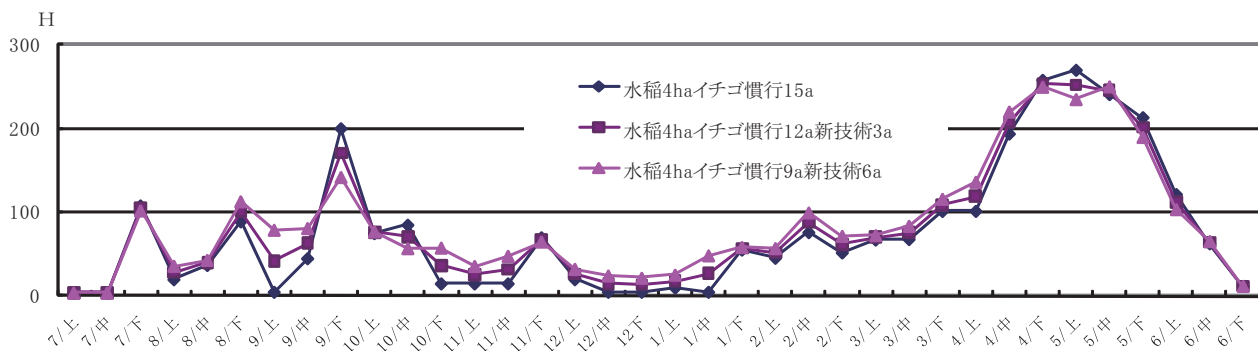


図4-2-3 水稲+イチゴ経営の半月別労働時間

新技術の導入は、地域資源であるもみ殻を培地として利用できるため低コストで省力的に培地の準備ができること、また、簡易な装置で循環式栽培ができるため環境保全型農業を推進できるなどの利点がある。

新技術の導入規模は、苗処理用冷蔵庫の容量に制限されること、新技術は定植前後の労力が必要なこと、また新技術は気象変動の影響を受けやすいことから、イチゴ作の一部ないしは半分程度を上限に導入すると安定して所得向上効果を得られると考えられる。

(2) 生産拡大支援策

イチゴ生産者がイチゴ経営に関して持っているニーズとその構造は、図4-2-4のように整理された。ニーズ構造の分析は、マーケティング目的の調査で多く行われている手法である。消費者ニーズの構造は、目的と手段の関係でつながる層構造を成しているとされ、その最上位には「〇〇になりたい」と表現される存在ニーズが、中位には「〇〇をしたい」と表現される行為ニーズが、そして最下位には「〇〇が欲しい」と表現される所有ニーズが位置づけられる²⁾。これらを生産者ニーズの分析では、存在ニーズを経営ニーズ、行為ニーズを生産ニーズ、所有ニーズを技術などのニーズと読み替えて、

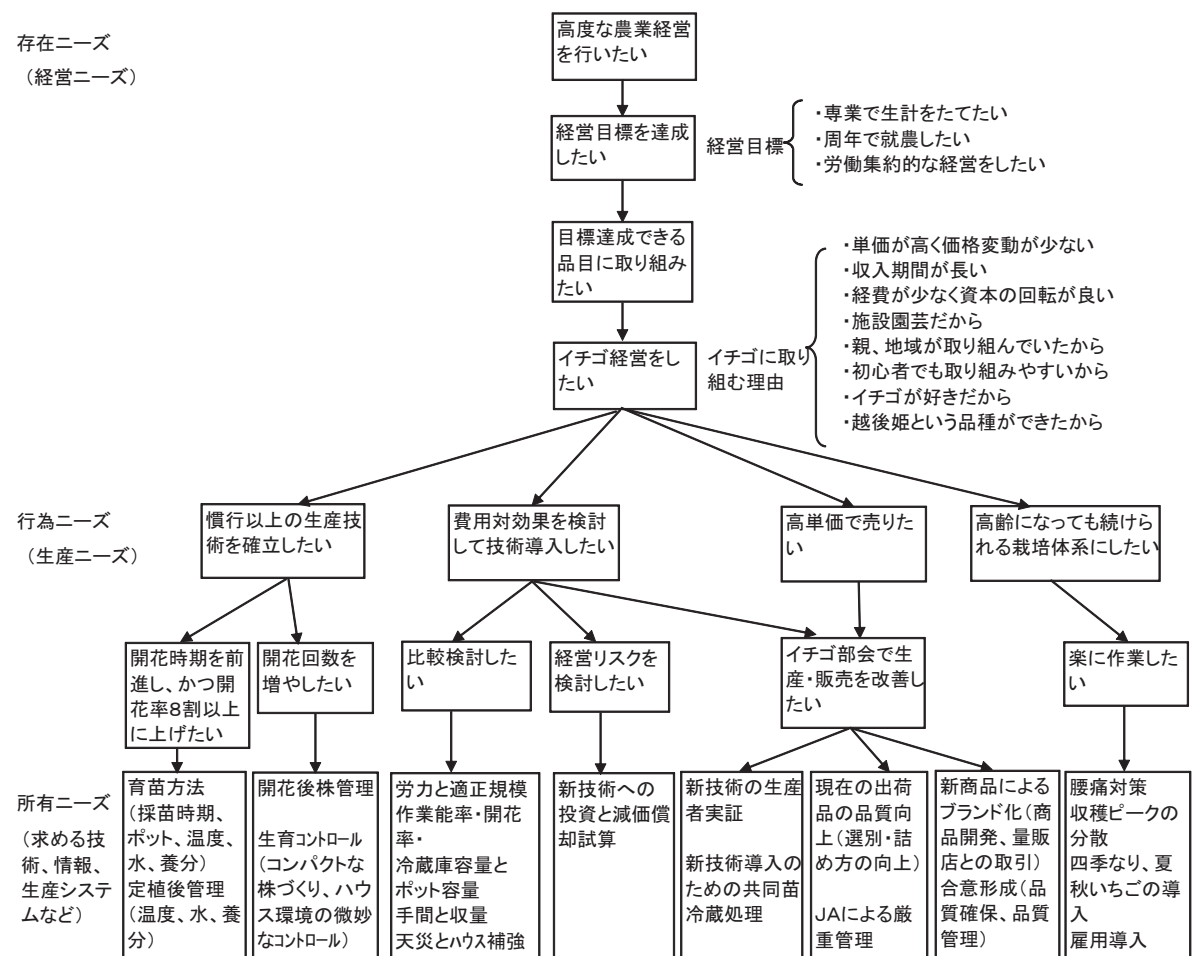


図4-2-4 イチゴ経営に関するニーズ構造

注) 上位下位関係分析法はニーズを層構造としてとらえ、構造図では上位は普遍的、下位ほど具体的であるが環境や条件により変化するニーズを示す。上下関係は目的と手段の関係を表し、ニーズは矢印の上下で「そのためには」のキーワードでつながる。求める対象が下位ニーズと共に上位ニーズにも応えていると受容性が高い。

その関係を解析し新技術の導入促進について仮説的判断を行った。

まず、経営ニーズからみると、イチゴ生産者がイチゴ栽培に取り組む主な理由は、イチゴ作が「単価が高く価格変動が少ない」、「収入を得る期間が長い」、「経費が少なく資本の回転が良い」品目と判断されているものと分析された。生産ニーズに関しては、「慣行以上の生産技術を確立したい」「費用対効果を検討して技術導入したい」「高単価で販売したい」「高齢になっても続けられる栽培体系にしたい」と分析された。本研究において開発した新技術は、収穫期前進により高単価時期に出荷でき、収穫期間の長期化により収量が増加し、大きな投資や労力を必要としないため、イチゴ生産ニーズやその上位ニーズである経営ニーズに概ね合致しており、生産者が高度な技術の導入を望んでいることから、この新技術は生産者から積極的に取り込まれ、産地に普及する可能性が大きいと考えられる。

この新技術のうち収穫時期前進技術に関しては、表4-2-3に示すように、「開花率を上げたい」、「効率的に苗冷蔵処理を行いたい」といったニーズを持っている。このことから、開花率向上のための技術を確立し、苗処理用冷蔵庫を確保すると、新技術導入による生産拡大を促進できると考えられる。具体的に、開花率向上のためには、採苗時期、ポットの種類、育苗管理、定植後管理等と開花率の関係を示す情報が要望されている。さらに、本収穫時期前進技術は、イチゴの生育が抑制される高温時期に定植し花芽を生長させなければならないため、気象変動や病虫害防除に迅速に対応するなど、慣行栽培より一層きめ細かな管理が必要である。管理のポイントとなる時期ごとに指導機関から情報を提供し、生産者間の技術交流を促進すると、早期に普及を図ることができると思われる。また、冷蔵庫確保については、3aハウス2棟以上の規模で新技術を導入する場合は、苗冷蔵処理期間だけ冷蔵庫を借用する、または共同で大型冷蔵施設を借用するなど、効率的な苗処理のしくみを作ると新技術普及を促進できると思われる。

なお、新技術のうち養液循環技術については、生産者はコストのかからない方法、循環養液の水温や窒素分などで生育を不安定にさせない方法を望んでいる。このことから、低コストで導入と維持管理ができ、水温と化学成分が制御された養液を循環できる技術が開発されれば、養液循環技術の導入を促進できると思われる。

4) 摘要

水稲とイチゴの複合経営に新技術（10月出荷開始作型、低コスト循環式栽培システム）を導入した場合の経営評価を行い、生産拡大支援方策を検討した。水稲4haとイチゴ15a（3aハウス×5棟）

表4-2-3 新技術に関するニーズと導入支援策

	10月収穫開始作型	循環式栽培システム
ニーズ	1) 第1果房の開花率を上げたい 2) 効率的に苗冷蔵処理をしたい	1) 新たなコストをかけたくない 2) 生育に影響を与えたくない
導入支援策	1) 開花率向上技術の確立 開花率が安定して高まる採苗時期、ポットの種類、育苗管理、定植後管理方法の解明 2) 苗冷蔵処理用冷蔵庫の確保 低コストで冷蔵庫を借用するシステム	1) 低コストな循環栽培技術の確立 経費及び管理労力が少ない方式 2) 生育に影響しない循環栽培技術の確立 水温や窒素分が生育に影響しない方式

の複合経営のハウス5棟のうち1棟3aに新技術を導入すると、所得が54万円向上する。新技術導入に伴う多額の投資は不要であり、労力面でも問題はない。新技術は、イチゴ生産ニーズにほぼ合致しているため生産者から積極的に取り込まれる可能性が高く、生産拡大を支援するためには、開花率向上技術を確立して情報提供し、苗暗黒冷蔵処理用の冷蔵庫を確保する必要がある。

5) 参考文献

- (1) 農業技術の経営評価マニュアル策定委員会編(1995) 農業技術の経営評価マニュアル. 農林水産省農業研究センター
- (2) 梅澤伸嘉(1993)“11章 分析の秘訣” 実践グループインタビュー入門, ダイヤモンド社, 159-189

(牛腸奈緒子)

3. 水田複合経営におけるカリフラワーの新技術導入効果と生産拡大支援策の解明

1) はしがき

「北陸特有の環境条件に即した野菜安定生産技術の開発」で新たに開発された水田転換畑における前年秋季畝造成による初夏どりカリフラワーの生産安定・作期拡大技術を生産現場に普及・定着させるには、どのような支援策が必要かを検討した。ここでは、初夏どりカリフラワー試験栽培による生産性や収益性および労働時間の調査結果とカリフラワー産地の生産者が導入した場合の収支面や作業面の効果を推計した。

2) 材料と方法

(1) 初夏どりカリフラワー試験栽培による生産性・収益性および労働時間調査

積雪地域のカリフラワー産地である小千谷市のほ場約8aで2006～2007年に初夏どり作型の試験栽培を行い、生産性・収益性および労働時間を調査した。

生産性は収穫量のうち出荷できる量に販売単価を乗して算出した値を10aあたりに換算した。なお、販売単価は太田市場および築地市場の2002～2007年6月単価の平均を用いた。収益性は生産性調査で算出した値から試験栽培に使用した資材費や出荷にかかるであろう経費を差し引いて算出した値を10aあたりに換算した。労働時間は試験栽培に要した時間を10aあたりに換算した。

(2) 既存カリフラワー生産者が初夏どりカリフラワー導入した場合の収支面や作業面の効果

2008年に積雪地域のカリフラワー産地である旧川口町（現長岡市）の水稻+カリフラワー複合経営農業者に初夏どり作型の試験栽培を依頼し、生産性・収益性および労働時間を調査した。その調査結果から県内のカリフラワー産地に初夏どり作型を導入した場合の収支面や作業面の効果を推計し、新技術導入効果と生産拡大支援策を検討した。なお、生産性は収穫量のうち出荷できる量に販売単価を乗して算出した値を10aあたりに換算した。その際の販売単価は太田市場および築地市場の2002～2007年6月単価の平均を用いた。収益性は生産性調査で算出した値から試験栽培に使用した資材費や出荷にかかるであろう経費を差し引いて算出した値を10aあたりに換算した。労働時間は試験栽培にかかった時間を10aあたりに換算して算出した。

(3) カリフラワー産地に初夏どりカリフラワー導入した場合の導入効果

新作型の初夏どりカリフラワーが経営全体に与える導入効果を推計するため、現地実証試験協力経営や小千谷市の現地調査圃場のデータを参考にして、新作型の初夏どりカリフラワーを導入するモデル経営を策定、新技術による初夏どりカリフラワー新作型を導入した場合の10aあたりコストと所得を試算した。モデル経営体は、周辺地域の平均的な水稻と秋どりカリフラワーを栽培する家族経営が初夏どりカリフラワーを新規に導入する場合を想定して算出した。

3) 結果と考察

(1) 初夏どりカリフラワー試験栽培による生産性・収益性および労働時間調査

a) ‘バロック’を用いた10a当たりの出荷量は2,199kg(366箱)となり粗収益は406千円となった。また10a当たりの経費は280千円、所得は126千円となった(表4-3-1)。

b) 10a当たりの労働時間は191時間となり、既存の秋どり作型より89時間多くなった。これは、初期生育の促進と異常花らいの発生を防ぐため、秋どりカリフラワーより葉数の大きい苗を使用したため、育苗管理や鉢上げに時間を要したことや、定植後の保温にトンネル被覆を行ったためである(表4-3-2)。

c) 以上の結果から、カリフラワーの初夏どり作型は労働時間が多くかかるものの、水田転換畑を利用した6月上・中旬に収益を得る作目(作型)として実用性があると考えられた。

表4-3-1 初夏どりカリフラワー経営指標(10a当たり)

収	出荷量	2,199kg	366箱(6kg/箱)				
入	粗収益	402,260円	1,110円/箱				
経 費	費用項目	試算値	資材名	数量	単価	金額	備考
	種苗費	8,331	種子代	2	5,554	8,331	
	肥料費	24,036	苦土炭カル	10	430	4,300	
			魚沼すいかメロン	8	2,467	19,736	
	農薬費	5,943	殺虫剤	1	2,521	2,521	
			殺菌剤	2	913	1,826	
			除草剤	1	1,596	1,596	
	諸材料費	96,636	マルチフィルム(透明)	7	2,220	15,540	
			トンネルフィルム	5	14,070	70,350	3年償却
			トンネル支柱	625	231	144,375	5年償却
			トンネル杭	625	37	23,125	5年償却
			トンネルひも	5	932	4,660	3年償却
			野菜培土3号	20	850	17,000	
			育苗トレー	58	168	9,744	5年償却
	光熱動力	6,095	白色不織布	1	18,093	18,093	5年償却
			ガンソリン	20	130	2,600	
			軽油	1	486	486	
			潤滑油	1	1,809	1,809	
		水道他	1	1,200	1,200		
	土地改良水利費	6,000				6,000	
減価償却費	5,862				5,862	表4-3-3	
修理費	586				586	減価償却費の10%設定	
租税公課	6,000				6,000		
流通経費	104,219	運賃	366	35	12,810		
		箱代	366	63	23,058		
		予冷代	366	48	17,568		
		手数料	1		50,783	販売額の12.5%	
費用合計	263,708	円					
経 営 数 値	所得	142,552	円				
	所得率	35	%				
	労働時間	191	時間				
	日当たり所得	5,971	円				

* 出荷量は、現地調査ほ場実績値を使用した(品種:バロック, 3月9日は種, N-P₂O₅-K₂O=31-52-31kg/10a)

* 販売単価は、太田市場および築地市場のH14~H17の6月単価を平均した。

* 種苗費および肥料費、農薬費、諸材料費は、現地調査ほ場実績値を使用した。

(2) 既存カリフラワー生産者が初夏どりカリフラワー導入した場合の収支面や作業面の効果

a) 調査対象の経営は、従事者3名で水稲5.2ha、普通畑20aを耕作している。また、農業機械は田植機からコンバインまでひとつおとり所有している(表4-3-3)。

b) 調査対象の主な栽培品目は、水稲3.7ha、秋どりカリフラワー20a、初夏どりカリフラワー2aである。試作を行った初夏どりカリフラワーは地元の農産物直売所に出荷した。2a当たりの販売額は72千円。経費は約53千円で所得は約19千円となった(表4-3-4)。

c) 初夏どりカリフラワーの2a当たり労働時間は46時間で、定植を行った4月下旬に多くの時間を要した。消雪が遅くなるとは場準備作業が困難で作柄も不安定になりやすい。また、初夏どりカリフラワーは、水稲との労力競合が少なかった(表4-3-5)。

表4-3-2 初夏どりカリフラワー労働時間(10a当たり)

月	10	3			4			5			6			初夏 どり
	旬	中	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	
														労働 作 業 時 間 別
圃場準備	3.1													
は種		3.0												3.0
鉢上げ			11.0											11.0
育苗管理			7.0	9.0	10.5	11.0	14.0							51.5
定植準備							3.0							3.0
定植							35.0							35.0
防除										2.5				2.5
管理							3.8	11.9	2.5					18.2
収穫・調整											2.0	53.0		55.0
圃場管理													8.8	8.8
旬別労働時間	3.1	3.0	18.0	9.0	10.5	11.0	55.8	11.9	2.5	2.5	2.0	53.0	8.8	191.1
月別労働時間	3.1	30.0			77.3			16.9			63.8			
旬	中	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
月	10	3			4			5			6			

表4-3-3 調査対象の経営資源

		規模
土地	水田所有地	4.4ha
	水田借入地	3.0ha
	普通畑	20a
固定資産 (機械)	田植機	5条 1台
	トラクター	28PS 1台
	トラクター	15PS 1台
	コンバイン	3条 1台
	管理機	1台
	軽トラック	2台
	乾燥機	4反 1台
固定資産 (施設)	作業庫	116m ²
	育苗ハウス	270m ²
人材	専従者	3名
	臨時雇用	なし

表4-3-4 初夏どりカリフラワーの経営指標

	カリフラワー	
	春まき	夏まき
栽培面積	2 a	20 a
出荷量	480 個	500 箱
販売単価	150 円/個	1,100 円/箱
販売額	72,000 円	555,000 円
経費	52,560 円	338,550 円
所得	19,440 円	216,450 円
出荷先	農産物直売所	JA

表 4-3-5 労働時間から推計した初夏どりカリフラワーの栽培面積

	3月			4月			5月			6月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
①労働可能時間(時間)	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
②水稲労働時間(2ha/時間)	0	0	0	0	0	66	67	72	0	0	32	66
③余剰時間(時間)=①-②	160	160	160	160	160	94	93	88	160	160	128	94
④初夏どりカリフラワー労働時間(10a/時間)	3	18	9	8	63	4	12	3	3	25	31	9
⑤初夏どりカリフラワー労働時間(20a/時間)	6	36	18	21	126	8	24	5	5	50	61	18
⑥初夏どりカリフラワー労働時間(30a/時間)	9	54	27	32	189	11	36	8	8	74	92	26
⑦初夏どりカリフラワー労働時間(25a/時間)	8	45	23	27	158	10	30	6	6	62	76	22

(3) カリフラワー産地に初夏どりカリフラワー導入した場合の導入効果

a) モデル経営の概要は、①労働力が専従者2名、②経営耕地面積(水田)2haうち転換畑0.5ha、③主要機械装備としてトラクター1台、田植機1台、自脱型コンバイン1台、管理機1台、トラック1台、動力噴霧器1台を装備、④水稲1.5ha、転換畑0.5haで野菜を作付け、特にカリフラワーを主力野菜とし、新作型の初夏どりカリフラワー20a、秋どりカリフラワー40aを作付する設定で算出した。

b) モデル経営体が新作型の初夏どりカリフラワー20aを新規導入する場合について、試算分析による新技術の導入効果を経営指標で見ると、10a当たりの費用合計額は約46万円、10a当たり所得は約11万円となる(表4-3-6)。この結果、初夏取りカリフラワー20aの新規導入で経営体の総所得増加額は約22万円となる。

c) 新技術の初夏どりカリフラワーの導入が期待される経営タイプは、既に秋どりカリフラワーを栽培している水稲複合経営で、初夏どりカリフラワーを新規導入することで所得向上を目指す経営体、あるいは、水稲複合経営に初夏どりカリフラワーを新規導入することで所得向上を目指す経営体が期待される。

d) 普及・定着を促進するための条件・支援策として、初夏どりカリフラワーは、積雪地において前年秋季に施肥・耕うん・畝立て・マルチ被覆を行うため、秋季畝造成に必要な耕うん同時畝立て作業機が必要になる。生産者の負担を軽減するため本作業機はJAや生産部会等で購入し、生産者にリースするなどの生産者の負担軽減の取り組みが重要になる。また、育苗を積雪のある3月から開始するため、耐雪型の育苗施設が必要になるが、生産者が個人で設置するには負担が大きいため、

表 4-3-6 初夏どりカリフラワーの10a当たりコストと所得(単位:円)

(1)粗収益(337箱/6kg×1,327円)	447,199
①種苗費	8,331
②肥料費	24,036
③農業薬剤費	5,943
④光熱動力費	6,095
⑤その他諸材料費 (マルチフィルム,トンネル資材等)	112,564
⑥土地改良水利費	6,000
⑦賃借料及び料金	27,000
⑧建物農機具減価償却費	30,855
⑨修繕費(⑧の10%)	3,086
⑩租税公課	6,000
(2)費用合計(①~⑩)	229,910
(3)流通経費(販売手数料,運賃)	107,033
(4)所得:(1)-(2)-(3)	110,257

JA等の既存施設を利用するか、生産部会で施設を建設する等、共同育苗体制づくりが必要になる。

e) 生産者個人単位の出荷では一定の出荷量確保への対応には限界があるため、一定量を一定期間安定出荷するため個々の生産者を組織化し、個々の経営の生産・出荷計画を経営間で調整することも必要になる。これには従来から主に秋どりカリフラワーの栽培に習熟し、関連機械装備を所有する生産者を対象にするのも一つの方策として考えられる。また、生産面だけでなく販売面でもJA等関係機関の支援が重要とる。

4) 摘要

- (1) 「北陸特有の環境条件に即した野菜安定生産技術の開発」で新たに開発された水田転換畑における前年秋季畝立て造成による初夏どりカリフラワーの生産安定・作期拡大技術を生産現場に普及・定着させるには、どのような支援策が必要かを現地調査をもとに検討した。
- (2) ‘バロック’を用いた初夏どりカリフラワー試験栽培における10a当たりの所得は126千円、10a当たりの労働時間は191時間となり、既存の秋どり作型より89時間多くなった。これは、秋どりカリフラワーより葉数の大きい苗を使用したため育苗管理や鉢上げに時間がかかったことや、定植後の保温にトンネル被覆を行ったためである。
- (3) 秋どりカリフラワー生産者が初夏どりカリフラワー導入した場合、2aで所得は約24千円となった。2a当たり労働時間は46時間で、定植を行った4月下旬に多くの時間を要したが、水稲との労力競合は少なかった。
- (4) 秋どりカリフラワー生産者が現在の経営条件で初夏どりカリフラワーの作付面積をどの程度まで増やすことが可能か労働時間から推計した。その結果、作付面積を35aまで増やすことが可能であり、その所得は、約34万円が見込まれた。
- (5) 新作型の初夏どりカリフラワーが経営全体に与える導入効果を推計するため、現地実証試験協力経営者小千谷市の現地調査圃場のデータを参考にして、新作型の初夏どりカリフラワーを導入するモデル経営を策定、新技術による初夏どりカリフラワー新作型を導入した場合の10a当たりコストと所得を試算した。モデル経営体は、周辺地域の平均的な水稲と秋どりカリフラワーを栽培する家族経営が初夏どりカリフラワーを新規に20a導入する場合を想定した。試算分析による新技術の導入効果を経営指標でみると、10a当たりの所得は約11万円となり、20aの新規導入で総所得増加額は約22万円となる。
- (6) 初夏どりカリフラワーの導入が期待される経営タイプは、既に秋どりカリフラワーを栽培している水稲複合経営で、初夏どりカリフラワーを新規導入することで所得向上を目指す経営体、あるいは、水稲複合経営に初夏どりカリフラワーを新規導入することで所得向上を目指す経営体と考えられた。

(大井克則)

4. 大規模水田作経営におけるキャベツ，大カブの新技术導入の評価

4-1 キャベツ新技术導入の評価

1) はじめに

北陸における初夏どりキャベツの作型は，秋植え及び春植えがある．富山県の秋植え作型は前年11月に定植し翌年5～6月に収穫となり，春植え作型は融雪後圃場が乾燥する4月に定植し6～7月に収穫する．しかし，秋植えは多雪年には腐敗しやすく暖冬年には抽苔の危険を伴うこと，春植えは畝立て作業が遅く定植が4月中下旬になり，収穫が梅雨期と重なるため病害等が発生しやすいことから，作柄が不安定となりやすい．

このため，富山県農林水産総合技術センターでは北陸研究センター等との共同研究により，耕うん同時畝立て作業機により前年秋季に畝を仮造成し，翌春に畝立てと同時に局所施肥および生分解性マルチの被覆を行う初夏どりキャベツの安定生産技術（以下，「新作型」と略記）を開発した⁽³⁾．本稿では，新作型のメリットを慣行の秋植え作型との比較を通じて整理・分析したうえで，試算分析法によるモデル分析を行い，収益性とコストを指標として明示する．

2) 材料と方法

a) 分析方法の概要

富山県N地域でキャベツ栽培を行っているS法人（表4-4-1）での調査結果と試験研究データをもとに，水稻と大豆・大麦が基幹の大規模水田作経営がキャベツ新技术を導入する効果を分析する．まず，慣行の秋植え作型と比較した場合のメリットを定性的に整理・分析する．

つぎに，大豆・大麦の一部に替えて新作型キャベツを導入した場合の収益性とコストを定量的に把握するため，試算分析法により導入効果を計測する．これらの導入効果を計測するため40ha規模の大規模水田作経営の分析モデルを策定する．キャベツは，分析を行う新作型（初夏どり）に慣行の夏植え作型（秋冬どり）を組み合わせ，導入面積は労働時間を制約要因とし算出する．そのうえで初夏どりキャベツの市場単価を変化させ，所得の増加額を把握する．

表 4-4-1 調査事例 S 法人の経営概況
(平成 19 年度)

項目	概要
経営形態・労働力	農事組合法人(3法人によるグループ)，常時従事者6名，常時雇用者18名，パート延べ180名．
経営耕地	水田270ha，畑地3ha，転作団地はブロックローテーション[グループ全体]．
主要機械	トラクタ3台，田植機3台，コンバイン3台，乗用管理機(液剤散布機付)1台，大豆コンバイン1台，成形ロータリ1台[S法人]，ライスセンター3施設[グループ全体]．
部門構成	水稻200ha，大麦65ha，大豆55ha，野菜4ha(うち初夏どりキャベツ0.3ha，秋どりキャベツ0.7ha)，リンゴ3ha[グループ全体]．

b) 分析モデルの経営概況の設定

分析モデルの経営概況は、40ha 規模の集落営農組織での導入を想定し、次のとおりに設定した⁽²⁾。
 なお、キャベツの導入面積は1旬あたりの労働時間を制約要因として算出した。

- ①専従者2名，農繁期従事者（作業時間 約1,000時間/年）2名，構成員の出役は1旬あたり200時間以内。
- ②転作率は26%⁽²⁾とし，新作型（初夏どり）キャベツ0.6ha，秋どりキャベツ1.2ha，水稲29.6ha（うち湛水直播9.6ha），大麦9.8ha，麦後作大豆9.2ha。
- ③生分解性マルチは95cm幅を使用し，畝上面のみを被覆。
- ④耕うん同時畝立て作業機1台（大豆にも利用），半自動定植機1台（2戸共同利用）を新規導入。
- ⑤機械装備は，水稲等で利用している乗用管理機（液剤散布機付）1台をキャベツにも利用し，その他の主な機械はトラクタ2台（46ps×2），田植機2台（6条×1，多目的8条×1），コンバイン2台（5条×2），大豆コンバイン1台（2条×1）などとし，施設は格納庫のみで，水稲・大豆・大麦の乾燥調製はJA施設を利用する。

3) 結果と考察

a) 慣行の秋植え作型と比較した定性的メリット

事例S法人の常務理事（生産本部長）は，慣行の秋植え作型と比較した新作型のメリットとして次を指摘していた。

- ①前年秋季の畝の仮造成により融雪後すぐに畝立て作業が可能となるため，土壌条件の良いときに畝立てができ，定植を計画どおりに実施できる（新作型による作業遅延リスクの回避（図4-4-1））。
- ②水稲作業繁忙期（4～5月）の主な管理作業は防除のみであり，作業競合を緩和できる。
- ③水稲の田植・直播作業が終了する5月下旬から収穫が開始できる（新作型による作期前進，水稲との作業競合の回避（図4-4-1））。

また，事例S法人での調査結果や所内圃場での試験研究データにより，次のことが確認できた。

- ④手取りによる除草作業および追肥作業を省けることから，本圃準備・定植・圃場管理の労働時間合計が大幅に減少する（マルチ，全量基肥施肥による省力効果（表4-4-2））。
- ⑤生分解性マルチの畝上面被覆により，株間の雑草発生を畝全面被覆と同程度に抑制できる。マルチフィルムは収穫後に残渣とともに鋤込むことができ，畝上面被覆での雑草防除に係る費用は慣行の無被覆に対し2割程度の増加にとどまる（畝上面のみの被覆によるコスト抑制，図4-4-2）。

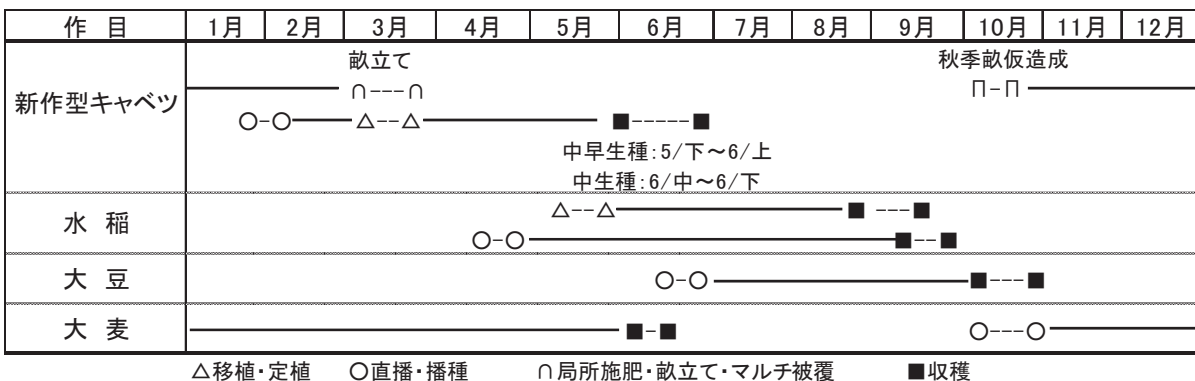


図4-4-1 新作型キャベツ・水稲・大豆・大麦の移植・播種と収穫時期

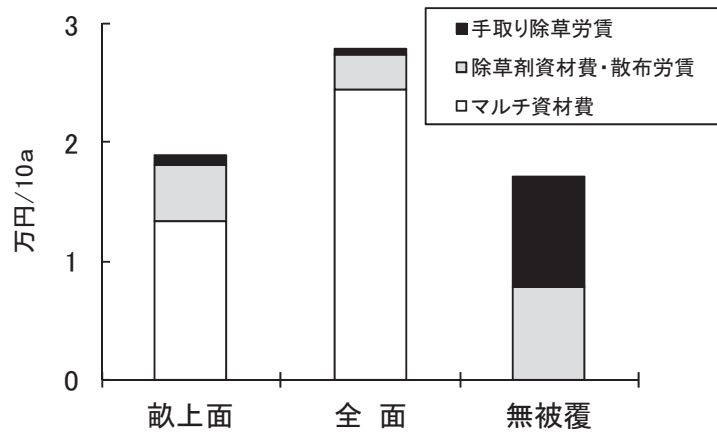


図 4-4-2 生分解性マルチの被覆方法と雑草防除に係る 10a あたり費用の比較
 注) 畝上面は幅 95cm, 畝全面は幅 180cm のデンブレン製資材 (厚さ 0.02mm) を使用

表 4-4-2 新作型キャベツにおける 10a あたり投下労働時間 (単位 : hr)

作業内容		新作型	<参考> 慣行秋植え
本圃準備	土壌改良剤施用	2.1	0.8
	畝仮造成		-
	排水対策	2.0	1.0
	耕起	3.8	1.6
	施肥・畝立て		2.4
マルチ被覆(畝上面)	-		
小計		7.9	5.8
定植	播種・育苗管理	4.8	4.8
	定植	5.8	5.8
	除草剤散布	2.6	3.5
	圃場管理	0.8	13.3
	追肥	0.0	6.0
防除	防除	2.5	2.5
	小計	16.5	35.9
本圃準備～圃場管理 計		24.4	41.7
収穫・調製・選別		56.0	45.0
合計		80.4	86.7

注) 事例S法人および所内圃場での調査データ等をもとに試算

表 4-4-3 新作型キャベツにおける 10a あたり費用と所得 (単位 : 円)

(1)粗収益(平均単価 70円/kg × 3.2t)	224,000
①種苗費	6,770
②肥料費	27,560
③農業薬剤費	12,050
④光熱動力費	4,300
⑤その他諸材料費	25,260
⑥賃借料及び料金	1,440
⑦建物農機具減価償却費	25,060
⑧修繕費	5,930
⑨労働費(専従者等の時間単価1,500円)	78,000
⑩雇用労賃(臨時雇用の時間単価700円)	19,600
⑪支払地代(前作で1/2負担)	5,000
(2)費用合計(①～⑪)	210,970
(3)出荷経費(販売手数料等)	29,120
(4)所得:(1)-(2)-(3)+⑨	61,910

注) 事例S法人での調査データ等をもとに、本文中に示した条件に基づき試算

⑥慣行の秋植え作型よりも収量が増加するため、収穫・調製・選別作業の労働時間が増えるものの、投下労働時間合計では約7%の省力効果が発揮される（表4-4-2）。

b) 収益性とコスト

試算分析の結果は、以下のとおりである。

① 収益性分析として、新作型の商品収量を3.2 t /10a（圃場利用率90%，商品化率80%）と設定し、初夏どりキャベツの市場単価（円/kg）を60円、70円、80円、90円と変化させた場合の所得増加額を把握した。市場単価70円/kg（富山中央卸売市場における6月の平均単価：H15～19の5ヶ年のうち、中位3ヶ年の平均をもとに設定）の場合、10aあたり所得は6.2万円となる。なお、この場合の10aあたり費用合計は21.1万円、新作型60a導入による所得合計は37.1万円となる（表4-4-3，図4-4-3）。

② 臨時雇用の労賃（表4-4-3の⑩）や支払地代（表4-4-3の⑪）は費用として認識されるが、集落営農組織、特に「ぐるみ型」^(注1)で運営を行う組織では、いずれも組織の構成員に対して支払われるものであり、その原資は生産活動を通じて生み出された「付加価値」である⁽¹⁾。よって、集落営農組織では「所得」よりも付加価値の合計である「純生産（表4-4-3の所得+⑩+⑪）」を重視すべきであり、市場単価70円/kg場合10aあたり純生産は8.7万円、新作型60a導入による純生産合計は51.9万円となる（図4-4-3）。

c) 新技術の普及・定着条件

新作型の防除期間は水稻の田植期間と重なるため、効率的な防除作業が必要となる。また、耕うん同時畝立て作業機は大豆栽培に利用可能である。このため、新作型「耕うん同時畝立て作業機により前年秋季に畝を仮造成し、翌春に畝立てと同時に局所施肥および生分解性マルチの被覆を行う初夏どりキャベツの安定生産技術」の導入が期待される経営のタイプとしては、乗用管理機（液剤

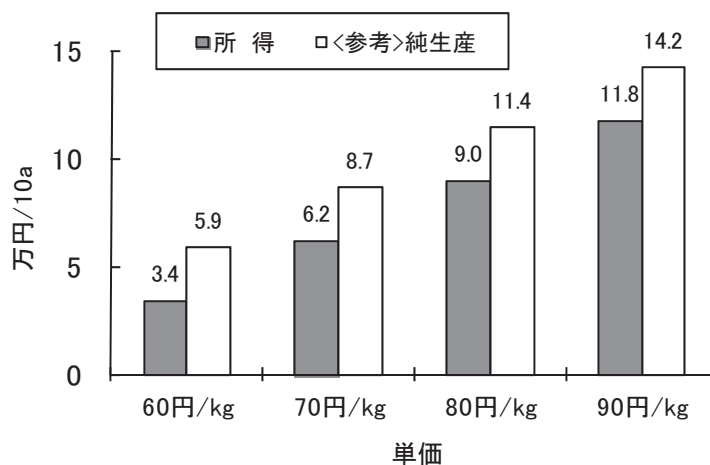


図4-4-3 新作型キャベツ60a導入による10aあたり所得

注) 所得:利益+労働費(表4-4-2の(1)-(2)-(3)+⑨), 純生産:利益+労働費+雇用労賃+支払地代(表4-4-2の(1)-(2)-(3)+⑨+⑩+⑪)

散布機付)を所有し、耕うん同時畝立て作業機を用いた大豆栽培を行う経営で、キャベツ収穫期間に一定数の労働力を継続的に確保できる水田作経営(集落営農組織や個別大規模経営)が適している。青果用キャベツの収益を安定させるためには、契約取引による安定的な販路の確保と単価の維持が最も有効な手段である。また、学校給食や直売所など多様な販売先の開拓も不可欠であり、JAや関係機関による営農・販売指導が重要となる。

北陸における初夏どりキャベツは、慣行の作型では出荷時期が不安定であったが、新作型では5月下旬から6月下旬まで安定して出荷できるため、契約栽培を行うことで普及・定着が可能であると考えられる。

4) 摘要

新作型「耕うん同時畝立て作業機により前年秋季に畝を仮造成し、翌春に畝立てと同時に局所施肥および生分解性マルチの被覆を行う初夏どりキャベツの安定生産技術」について検討した。

慣行の秋植え作型と比較した新作型のメリットとして、①融雪後すぐに畝立てが可能となるため定植作業を計画どおりに実施できる(作業遅延リスクの回避)、②マルチ被覆により手取り除草を省ける、③水稻作業繁忙期(4~5月)の主な管理作業は防除のみであり作業競合を緩和できることを確認できた。

新作型の導入効果を40ha規模の集落営農組織での導入を想定し試算したところ、60aの作付が可能であり、収益性としては、市場単価70円/kgの場合10aあたりでの所得は6.2万円(純生産額8.7万円)、費用合計は21.1万円であり、新作型60a導入による所得合計は37.1万円(純生産額51.9万円)となった。

(注1) 構成員の協力により集落ぐるみでの活動を重視して運営される集落営農組織。これに対し、活動の大部分を特定のオペレータ等が担う集落営農組織は「オペレータ型」と呼ばれている。

5) 引用文献

- (1) 池田太(2009) 水田経営所得安定対策への移行と集落組織の運営。農林水産政策研究所, 水田・畑作経営所得対策下における集落営農組織等の動向と今後の課題, 81-88
- (2) 富山県農林水産部農業技術課(2007) 水稻+大豆+大麦40ha 組織法人。農業経営の発展指標, 22-23
- (3) 富山県農林水産部(2010) 前年秋季の畝仮造成による初夏どりキャベツの安定生産技術。平成21年度農業分野試験研究の成果と普及, 5-6

参考文献

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, 2, 53-75

富山県農林水産部農業技術課(2007) 組織法人経営 水稻+大豆+大麦+キャベツ。

農業経営の発展指標, 80-81

4-2 大カブの新技術導入の評価

1) はじめに

富山県農林水産総合技術センターでは北陸研究センター等との共同研究により、水田転換畑での畝立て・播種作業の省力化と計画的な段播きによる長期出荷を目指して、耕うん同時畝立て作業機により段播き数回分の畝立てと同時に施肥および根こぶ病防除薬剤散布を行い、畝立て後5日おきに段播きすることで収穫期間が10月下旬から12月下旬に拡大する大カブの秋冬どり栽培技術(以下、「新技術」と略記)を開発した⁽⁴⁾。

本稿では、新技術のメリットを慣行栽培との比較を通じて整理・分析したうえで、試算分析法によるモデル分析を行い、収益性とコストを指標として明示する。

2) 材料と方法

a) 分析方法の概要

富山県N地域で大カブ栽培を行っているK法人(表4-4-4)での調査結果と試験研究データをもとに、水稻と大豆・大麦が基幹の大規模水田作経営が大カブ新技術を導入する効果を分析する。

まず、慣行栽培と比較した場合のメリットを定性的に整理・分析する。

つぎに、大豆の一部に替えて新技術大カブを導入した場合の収益性とコストを定量的に把握するため、試算分析法により導入効果を計測する。これらの導入効果を計測するため、40ha規模の大規模水田作経営の分析モデルを策定する。大カブの導入面積は労働時間を制約要因とし算出する。そのうえで、大カブの契約単価を変化させ、所得の増加額を把握する。

b) 分析モデルの経営概況の設定

分析モデルの経営概況は、40ha規模の集落営農組織での導入を想定し、次のとおりに設定した^(2,3)。なお、大カブの導入面積は1旬あたりの労働時間を制約要因として算出した。

①専従者2名、農繁期従事者(作業時間 約1,000時間/年)2名、構成員の出役は1旬あたり200時間以内。

②転作率は26%⁽³⁾とし、新技術大カブ1.5ha(麦後作0.9ha、水稻後作0.6ha:5回段播き)、水稻29.6ha(うち湛水直播9.6ha)、大麦10.4ha、麦後作大豆9.5ha。

表4-4-4 調査事例K法人の経営概要(平成19年度)

項目	概要
経営形態・労働力	有限会社(1戸法人)、従事者3名、常時雇用者2名
経営耕地	水田37ha、畑地3ha、転作団地はブロックローテーション
主要機械	トラクタ2台、田植機2台、コンバイン2台、乗用管理機(液剤散布機付)1台、大豆コンバイン1台
部門構成	水稻25ha、大麦6ha、大豆12ha、大カブ0.7ha、干柿3ha

- ③ 耕うん同時畝立て作業機 1 台（大豆にも利用）、シーダーマシン（手押し式）1 台、大カブ洗浄機 1 台を新規導入。
- ④ 水稲・大豆・大麦の乾燥調製は JA 施設利用、その他の主な機械装備はトラクタ 2 台（46ps × 2）、田植機 2 台（6 条 × 1、多目的 8 条 × 1）、コンバイン 2 台（5 条 × 2）、大豆コンバイン 1 台（2 条 × 1）、乗用管理機（液剤散布機付）1 台など。
- ⑤ 機械装備は、水稲等で利用している乗用管理機（液剤散布機付）1 台を大カブにも利用し、その他の主な機械はトラクタ 2 台（46ps × 2）、田植機 2 台（6 条 × 1、多目的 8 条 × 1）、コンバイン 2 台（5 条 × 2）、大豆コンバイン 1 台（2 条 × 1）などとし、施設は格納庫のみで、水稲・大豆・大麦の乾燥調製は JA 施設を利用する。
- ⑥ 大カブは、かぶらずし^(注1)等の加工業者との契約栽培とし、根部のみを出荷。

3) 結果と考察

a) 慣行栽培と比較した定性的メリット

事例 K 法人に平成 19 年に段播き技術を、平成 20 年には耕うん同時畝立て作業機を試験導入した。従来から段播き第 3 回目の播種時期（9 月 2 半旬：9/6～9/10）は気象条件に恵まれず、水稲早生品種の収穫作業との競合もあり畝立てできないことが多く安定出荷の障害となっていた。降雨リスクによる作業可能日数を試算すると、平成 18・19 年の播種時期には畝立て作業の適期がほぼなかった

表 4-4-5 大カブの時期別畝立て作業可能日数（単位：日）

播種時期	年次					平均
	H16	H17	H18	H19	H20	
1回目 8月6半旬	5	6	6	2	3	4.4
2回目 9月1半旬	2	2	4	4	4	3.2
3回目 9月2半旬	1	3	0	0	4	1.6
4回目 9月3半旬	3	3	2	2	5	3.0
5回目 9月4半旬	2	4	4	5	4	3.8

注) 作業可能日数は、南砺高宮アメダス日降水量をもとに、「当日 5mm未滿かつ前日 15mm未滿かつ前々日 30mm未滿」をみたした日数。なお降水量の設定は、大豆施肥播種作業の作業可能降水量（「水田農業確立のための技術指針」農林水産省（1987））を利用。

図 4-4-4 大カブの播種と収穫時期

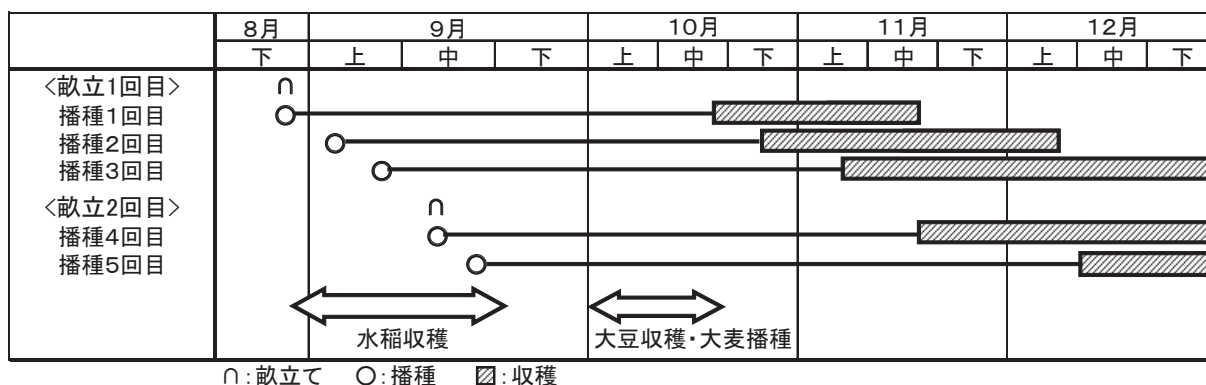


表 4-4-6 大カブ新技術における 10a あたり投下労働時間（単位：hr）

	作業内容	新技術 ¹⁾	<参考>慣行 ²⁾
本圃準備	土壌改良剤施用	}	2.0
	根こぶ病薬剤散布		2.0
	耕起		2.0
	施肥・畝立て		6.0
	殺虫粒剤施用 ³⁾		1.0
播種	播種 ³⁾	}	2.0
	除草剤散布		3.0
圃場管理	間引き①	5.0	5.0
	間引き②	—	5.0
	追肥①	—	1.0
	追肥②	—	1.0
	病害虫防除	4.0	4.0
本圃準備～圃場管理 計		19.6	34.0
調製・選別		88.0	88.0
合 計		107.6	122.0

1) 事例K法人および場内ほ場での調査データ等をもとに試算

2) 4ha規模の個別経営体での実績(大カブ0.3ha)

3) シーダーマシンに薬剤散布ユニット(オプションとして発売済み)を装着することで、同時作業が可能

ことが分かる(表 4-4-5)。

K法人では、水稻収穫前の第1回目の播種時期にあらかじめ第3回目の本圃準備をしておくことで平成19年においても計画どおりに播種することができ、加工業者が希望する規格を安定的に出荷することができた(図 4-4-4)。

平成20年に耕うん同時畝立て作業機(施肥装置および根こぶ病薬剤散布装置付)を現地実証し、畝立て同時作業、発芽揃いの向上による間引き回数の減少、追肥作業の省略による本圃準備作業および圃場管理作業の省力効果を確認した(表 4-4-6)。

b) 収益性とコスト

試算分析の結果は、以下のとおりである。

① 収益性分析として、新技術の商品収量を3.2t/10a(圃場利用率90%、商品化率75%)と設定し、大カブの契約単価(円/kg)を60円、70円、80円、90円と変化させた場合の所得増加額を把握した。契約単価70円/kg(富山県内各振興センター調べ:H14～18の5ヶ年のうち、中位3ヶ年の平均をもとに設定)の場合、10aあたり所得は9.2万円となる、なお、この場合の10aあたり生産費は21.4万円、新技術1.5ha導入による所得合計は約138.3万円となる(表 4-4-7、図 4-4-5)。

② 臨時雇用の労賃(表 4-4-7の⑩)や支払地代(表 4-4-7の⑪)は費用として認識されるが、集落営農組織、特に「ぐるみ型^(注2)」で運営を行う組織では、いずれも組織の構成員に対して支払われるものであり、その原資は生産活動を通じて生み出された「付加価値」である⁽¹⁾。よって、集落営農組織では「所得」よりも付加価値の合計である「純生産(表 4-4-7の所得+⑩+⑪)」を重視すべきであり、契約単価70円/kgの場合10aあたり純生産は12.1万円、新技術1.5ha導入による純生産合計は181.5万円となる(図 4-4-5)。

表 4-4-7 大カブ新技術における 10a あたり費用と所得（単位：円）

(1)粗収益(平均単価 70円/kg × 3.2t)	224,000
①種苗費	2,640
②肥料費	22,470
③農業薬剤費	15,490
④光熱動力費	3,750
⑤その他諸材料費	1,100
⑥賃借料及び料金	1,560
⑦建物農機具減価償却費	21,450
⑧修繕費	5,390
⑨労働費(専従者等の時間単価1,500円)	111,000
⑩雇用労賃(臨時雇用の時間単価700円)	23,800
⑪支払地代(前作で1/2負担)	5,000
(2)費用合計(①～⑪)	213,650
(3)出荷経費(販売手数料等)	29,120
(4)所得:(1)-(2)-(3)+⑨	92,230

注) 事例K法人での調査データ等をもとに、本文中に示した条件に基づき試算

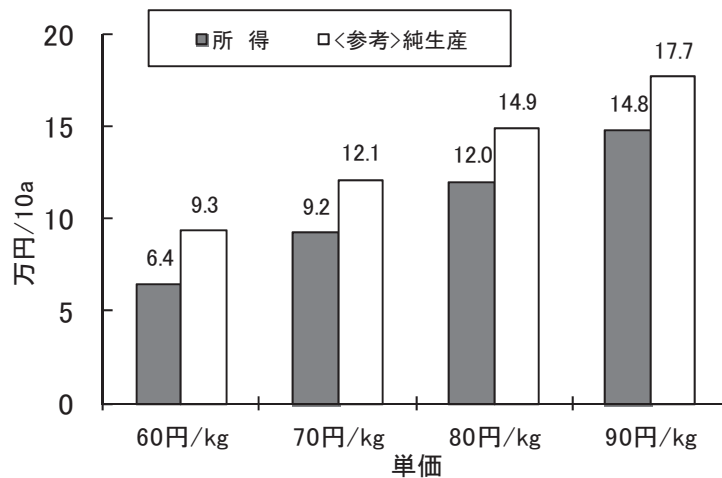


図 4-4-5 大カブ新技術 1.5ha 導入による 10a あたり所得

注) 所得:利益+労働費(表 4-4-7 の (1)-(2)-(3)+⑨), 純生産:利益+労働費+雇用労賃+支払地代(表 4-4-7 の (1)-(2)-(3)+⑨+⑩+⑪)

c) 新技術の普及・定着条件

新技術「耕うん同時畝立て作業機により段播き数回分の畝立てと同時に施肥および根こぶ病防除薬剤散布を行い、畝立て後 5 日おきに段播きすることで収穫期間が 10 月下旬から 12 月下旬に拡大する大カブの秋冬どり栽培技術」の導入は、以下のようなタイプの経営に適している。すなわち、富山県の西部地域など、近隣にかぶらずし等の加工業者があり、耕うん同時畝立て作業機を用いた大豆栽培を行う経営で、大カブ収穫期間に一定数の労働力を継続的に確保できる水田作経営（個別大規模経営や集落営農組織）である。

大カブで収益を確保するためには、安定した販路であるかぶらずし等の加工業者との契約取引が

前提となる。そのため、契約先が求める規格を確認し、要望された規格で安定継続出荷することが重要である。

4) 摘要

慣行栽培と比較した新作型のメリットとして、①第1回目の播種時期(8/26～8/31)に降雨による作業遅延リスクが大きい第3回目(9/6～9/10)の本圃をあらかじめ準備しておくことで計画的な段播きが可能となる、②耕うん同時畝立て作業機により本圃準備作業が大幅に削減されることが確認できた。

新技術の導入効果を40ha規模の集落営農組織での導入を想定し試算したところ、新技術では1.5haの作付が可能である。収益性としては、契約単価70円/kgの場合10aあたり所得は9.2万円(純生産額12.1万円)、費用合計は21.4万円であり、新技術1.5ha導入による所得合計は138.3万円(純生産額181.5万円)となった。

(注1) なれずしの一つで、輪切りし塩漬けした大カブに、塩漬けしたブリ(鰯)の薄切りをはさみ、麴、千切りニンジン仕込み熟成させたもの。北陸の冬の特産物として全国的に人気がある。

(注2) 構成員の協力により集落ぐるみでの活動を重視して運営される集落営農組織。これに対し、活動の大部分を特定のオペレータ等が担う集落営農組織は「オペレータ型」と呼ばれている。

5) 引用文献

- (1) 池田太(2009) 水田経営所得安定対策への移行と集落組織の運営. 農林水産政策研究所, 水田・畑作経営所得対策下における集落営農組織等の動向と今後の課題, 81-88
- (2) 富山県婦中農業改良普及センター(1995) 水稲+露地野菜(大かぶ). 経営類型別農業経営改善モデル, 25-41
- (3) 富山県農林水産部農業技術課(2007) 水稲+大豆+大麦40ha組織法人. 農業経営の発展指標, 22-23
- (4) 富山県農林水産部(2009) 大カブの播種時期分散を可能とする耕うん同時畝立て機による省力作業体系. 平成20年度農業分野試験研究の成果と普及, 15-16

参考文献

- 農林水産省(1987) 営農モデルの作成の手引き. 水田農業確立のための技術指針, 101-141
- 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, 2, 53-75

(布目光勇)

5. 水田複合経営におけるブロッコリー，ダイコンの 新技術導入効果と生産拡大支援策の解明

5-1 ブロッコリーの省力・安定生産技術の導入効果・定着促進条件

1) はしがき

米価が低迷する中，野菜作の導入による水田作経営の所得向上が求められているが，野菜作は面積当たり投下労働時間が多いことが作付けの制約となっている。制約緩和のためには，作業の省力化や作期分散のための新技術の確立が必要であり，石川県内の初夏どりブロッコリーにおける早期収穫の作型については，慣行の早春期における定植準備の機械作業が天候に左右されて不安定であるため，それに対応した安定生産技術確立が課題となっている。そこで，水田転換畑におけるブロッコリーの作期拡大にむけた省力・安定生産のための新技術導入の意義と効果を明らかにするとともに，技術定着の促進のための条件を整理する。

2) 材料と方法

a) 石川県内のブロッコリー産地において，新技術導入試験を行ったH農家（個別家族経営）に対し新技術導入の意義について聞き取り調査を行う。

b) 現地調査をもとに水田複合経営モデルを策定し，新技術が経営全体に及ぼす効果を推計する。なお，モデルの策定に当たってはH農家の他，同地域においてブロッコリーを栽培している経営体の事例も参考にし，個別家族経営モデルとする。

3) 結果と考察

a) 新技術の導入試験を実施した農家における新技術導入の意義

新技術導入試験を行ったH農家の経営概要を表4-5-1に示す。労働力は主たる従事者2名と補助作業員1名，経営面積は17.4ha（30a区画），経営部門は水稻（14ha），大豆（2.1ha）とブロッコリー（初夏どり・秋どり各1.3ha，計2.6ha）である。

試験導入した新技術の特徴は，①耕うん，畝立て，施肥，マルチ被覆の定植準備に係る作業を同

表 4-5-1 新技術導入試験を行ったH農家の経営概要

① 経営形態	個別家族経営
② 労働力	主たる従事者 2名，補助作業員 1名
③ 経営耕地	水田 17.4ha(1区画30a以上) 生産調整は集落単位で団地化し連作は回避
④ 経営部門	水稻 14ha，大豆 2.1ha，ブロッコリー 2.6ha(初夏どり・秋どり各1.3ha)
⑤ 主要機械	トラクター 3台(46PS, 34PS, 22PS) 田植機 2台(乗用型8条, 5戸で共同所有) コンバイン 2台(5条と6条, 5戸で共同所有) 大豆機械 JAの機械銀行から借用 ブロッコリー半自動型移植機(1条) 1台(収穫は手取り) 畝立てマルチ機 1台(北陸研究センター貸し出し)

表 4-5-2 H 農家周辺地域の機械作業可能日数率 (%)

月	平均値*
3月	60.8
10月	67.1
11月	51.8

*1998～2007年の小松アメダスデータを用いて計算した10年分の機械作業可能日数率の平均値

表 4-5-3 新技術と慣行の作業合理化部分の労働時間

(単位:時間/10a)

	新技術	慣行技術
施肥		0.4
耕うん	1.7 (一工程)	0.5
畝立て		0.8
マルチ被覆		0.6
合計	1.7	2.2

時に行えること、②被覆尿素肥料を用いた全量基肥一括施肥技術により、初夏どりブロッコリーの定植準備作業を前年の秋に実施するため、早春期の計画的な定植が可能となることである。

モデル試算に先立ち、上記②について、新技術の導入による5月上旬から中旬の早期収穫作型の実施可能性を、機械作業可能日数率により検討した。機械作業可能日数率は、「主として農業のための気候表」(気象庁観測技術資料第11号、1958年)を参考に、アメダスデータを用いて算出した。新技術を導入した場合の定植準備時期に当たる10月における機械作業可能日数率は67.1%であり、新技術を導入しない慣行の場合に定植準備する必要がある3月の機械作業可能日数率60.8%より高くなった。また、新技術における定植準備は11月にも可能であることから、新技術の導入により早期の初夏どりブロッコリーの定植準備作業を安定的に行うことが可能と考えられた(表4-5-2)。

以上より、①新技術は複数の定植準備に係る作業を同時に行えることから省力化できることと、②新技術と4月以降に定植準備を行う従来の技術との組み合わせで作期の拡大と労力分散ができ、初夏どりブロッコリーの作付拡大が可能になることのメリットがある。

b) 水田複合経営モデルによる新技術導入効果の試算

策定したモデルの労働力は、主たる従事者2人+補助作業員1人である。経営面積は20ha、経営部門別の作付面積は、水稻14ha、大豆4.5ha、ブロッコリー初夏・秋どり各1.5haの計3haである。なお、新技術導入による面積当たり収量及び単価は慣行と同じ700kg/10a、400円/kgとし、収穫物の品質には差が生じないと仮定した。

なお、初夏どりブロッコリーの作付可能面積については以下のように考えた。まず、新技術導入により前年秋の10月～11月の天候の良い時期に定植準備を行い、定植は翌年3月中旬～4月上旬の晴天時に、10日おきに30a(圃場1区画)を3回に分けて行うこととした(この3回分は、べたがけをして保温)。また、マルチ等の被覆を必要としない4月10日からの定植は、4月以降に定植準備

表 4-5-4 新技術と慣行との 10 a 当たりコストと所得 (単位: 円)

	新技術	慣行
(1)粗収益	280,000	280,000
①種苗費	13,310	13,310
②肥料費	22,545	30,405
③農業薬剤費	14,834	14,834
④光熱動力費	7,704	7,704
⑤その他諸材料費	14,834	14,834
⑥建物農機具減価償却費	20,069	18,069
⑦修繕費	4,262	3,840
⑧労働費(1,500円/hr)	102,750	103,500
(2)費用合計(①~⑧)	200,308	206,496
(3)流通経費	89,600	89,600
(4)所得:(1)-(2)-(3)+⑧	92,842	87,404

表 4-5-5 新技術を用いた水稲+大豆+ブロッコリーの複合経営モデルの試算結果

作目	作付面積 (ha)	粗収益 (千円)	経営費 (千円)	所得 (千円)	労働時間 (hr)
水稲	14.0	17,780	12,715	5,065	1,806
大豆	4.5	3,912	3,451	461	270
初夏どりブロッコリー	1.5	4,575	3,285	1,290	1,027.5
秋どりブロッコリー	1.5	4,500	3,075	1,425	888
計	21.5	30,767	22,526	8,241	3,991.5

注) 1. 粗収益には、大豆、ブロッコリーの生産調整(転作)等の助成金や米の価格補填金の収益も含む。
 2. 10a当たり収量は、水稲540kg、大豆200kg、初夏どり700kg、秋どりブロッコリー750kgとする。
 3. kg当たり単価は、水稲210円、大豆114円、初夏どり、秋どりともブロッコリー400円とする。
 4. 支払地代は1万円/10aとし、自作地は1.5haとする。

備した圃場 30 a を 2 回に分けて、4 月末まで行った。これにより、5 月の連休明けから 6 月いっぱい
 の収穫が見込め、30 a 1 区画の収穫は手穫りではほぼ 10 日で終了することから、150a の作付けが可能
 となった。

試算の結果、10a 当たり労働時間は、慣行栽培の場合には定植準備作業に係る労働時間として耕う
 ん 1.0 時間 /10a、施肥 0.2 時間 /10a、畝立て 0.7 時間 /10a、マルチ被覆 0.3 時間 /10a と延べ合計
 で 2.2 時間 /10a にかかるが、これら作業を一工程で行う新技術では労働時間が 1.7 時間 /10a と 0.5
 時間 /10a の省力化となった (表 4-5-3)。

また、10 a 当たり所得は新技術導入で慣行より約 5 千円 /10a 増加した (表 4-5-4)。これは、新技
 術では秋の定植準備時に同時施肥する際に、局所施肥により施肥量を窒素成分で 30% 削減できるこ
 とにより肥料費を低減できるためである。

試算の結果、全部門の合計所得は 8,241 千円となり、ブロッコリーの所得は初夏どりと秋どりを
 合わせて計 2,715 千円であり、全部門合計の 3 割以上を占めた (表 4-5-5)。

c) 新技術の定着促進条件

この新技術の導入が期待される経営タイプとしては、ブロッコリー作のための畝立て同時施肥マルチ機等一定の機械装備があり、計画的な収穫出荷を行うための労力が確保されている家族や法人による水田複合経営で、労働力や土地の有効活用により所得の向上を図る経営体が考えられる。

今後、新技術の普及・定着を促進しブロッコリーの生産を拡大するための生産者の条件及び関係機関の支援策として、ブロッコリーの収益は最終的には価格と単収に規定されるため、生産者はA級品（市場出荷規格の秀，優でサイズはL以上）の割合と単収を高める栽培・管理が必要となる。JA等関係機関については、特に、産地ブランドの確立を目指して大消費地市場へ出荷する場合は、産地としてA品を一定量、一定期間安定出荷するため個々の生産者を組織化して、生産・出荷の計画を調整する必要がある他、A級品だけでなくB級品（市場出荷規格の秀，優でサイズはM，S）以下のブロッコリーも有利販売できるよう、産地として多様な販売先（地元小売店の契約取引や直売所等の活用）を確保・開拓することが大切である。

また、ブロッコリーはとくに鮮度が失われやすいので、収穫・箱詰・予冷といった一連の作業を素早く効率的に行うために、生産者の意識の改革や技術力の向上のほかに、JAや関係機関によるきめ細やかな営農指導が必要となり、場合によっては、生産者が共同で利用できる畝立て同時施肥マルチ機の導入幹旋や選果、予冷施設等をJA等で提供するなどの支援も必要となる。

4) 摘要

初夏どりブロッコリーに対して、前年秋季に畝を造成する新技術を導入することにより、機械による定植準備作業が早春期の天候に左右されず安定的、計画的に行うことができるため、早期収穫作型の作付面積拡大が可能となった。また、耕うん、畝立て、施肥、マルチ被覆の定植準備作業を同時に行えるため、労働時間は2.2時間/10aから1.7時間/10aに省力化することができた。

5-2 加工用源助ダイコンの省力・安定生産技術の導入効果・定着促進条件

1) はしがき

米価が低迷する中、野菜作の導入による水田作経営の所得向上が求められているが、野菜作は面積当たり投下労働時間が多いことが作付けの制約となっている。制約緩和のためには、省力作業技術の確立が必要であり、石川県内の加工用源助ダイコンについては、耕うんから播種までの作業が水稻の収穫作業と競合するため、それに対応した省力化技術の確立が課題となっている。そこで、水田転換畑における加工用源助ダイコンの省力化技術導入の意義と効果を明らかにするとともに、技術定着の促進のための条件を整理する。

2) 材料と方法

a) 石川県内で加工用源助ダイコンの栽培を新たに開始し、新技術導入試験を行ったY集落営農組織の代表者に対し新技術導入の意義について聞き取り調査を行う。

b) 現地調査をもとに水田複合経営モデルを策定し、新技術が経営全体に及ぼす効果を推計する。なお、モデルの策定に当たってはY集落営農組織の他、県内の従来から源助ダイコンを栽培している事例を参考にしつつ、県の標準的集落規模である20haの集落営農組織モデルとする。

3) 結果と考察

a) 新技術の導入試験をした集落営農組織における新技術導入の意義

新技術導入試験を行ったY集落営農組織の経営概要を示した表4-5-6より、労働力は主たる従事者5名と集落内の労働力を活用した臨時雇用25名、経営面積は水田56ha(30a区画)、経営部門は水稻(38.1ha)と大麦(16.0ha)、大豆(3.2ha)を主に、収益部門確保のために加工用源助ダイコン(1.1ha)を近年、新たに導入している。

試験導入した新技術の特徴は、施肥、施薬、耕うん、畝立て、播種までの一連の作業を同時に行えることである。

表 4-5-6 新技術導入試験を行ったY集落営農組織の経営概要

① 経営形態	特定農業団体に準ずる組織
② 労働力	主たる従事者5名 臨時雇用(集落内) 25名
③ 経営耕地	水田56ha, 1区画30a以上, 生産調整は集落単位で団地化しブロックローテーション
④ 経営部門	水稻 38.1ha, 大麦 16.0ha, 大豆 3.2ha, 加工用源助ダイコン 1.1ha
⑤ 主要機械	トラクター 3台(50PS×2台, 30PS×1台) 田植機 3台(乗用8条植え) コンバイン 3台(5条刈り2台, 6条刈り1台) 大麦播種機 1台(8条) 大豆播種機 農協リース 大豆コンバイン 農協リース ダイコン洗浄機 1台、(収穫は手抜き) 耕うん同時畝立て・施薬・施肥・播種機(北陸研究センター等貸し出し)

試験結果を踏まえたY集落営農組織の代表者に対する聞き取り調査より、新技術は、①水稲の収穫作業との競合を緩和しつつ、②単収も高く、品質の良いものが収穫できることから、③組織として一定の収益向上につながるというメリットがあると評価している。これらのことから、Y集落営農組織では、加工用源助ダイコンを新規の高収益部門として位置づけ継続的に取り組んでいる。

b) 水田複合経営モデルによる新技術導入効果の試算

策定したモデルの労働力は、主たる従事者1人+補助作業員14人である。経営面積は20ha、経営部門別の作付面積は、水稲14ha、大麦5ha、加工用源助ダイコン1haである。なお、面積当たりの収量は、実証圃のデータを基に、新技術は3,200kg/10aであり、慣行の2,500kg/10aに比べ700kg/10a多いと設定した。価格は90円/kgとした。

試算の結果、10a当たり労働時間は、慣行技術体系（畝幅1.4m、2条手押し播種）の場合には施肥0.3時間/10a、施薬0.2時間/10a、耕うん1.0時間/10a、畝立て1.5時間/10a、播種1.7時間

表 4-5-7 新技術と慣行の作業工程合理化部分の労働時間

(単位:時間/10a)

	新技術	慣行技術
施肥		0.3
施薬		0.2
耕うん	1.9	1.0
畝立て	(一工程)	1.5
播種		1.7
計	1.9	4.7

表 4-5-8 新技術と慣行との10a当たりコストと所得

(単位:円)

	新技術	慣行技術
(1) 粗収益	288,000 (A級換算収量 3,200kg/10a)	225,000 (A級換算収量 2,500kg/10a)
①種苗費	12,500	12,500
②肥料費	13,734	16,433
③農業薬剤費	18,253	18,253
④光熱動力費	18,314	19,036
⑤小農具費	16,790	16,790
⑥建物農機具減価償却費	59,973	45,980
⑦修繕費	12,496	9,698
⑧労働費(1,500円/hr)	106,650	110,850
(2) 費用合計(①~⑧)	258,710	249,540
(3) 流通経費	66,900	57,100
(4) 所得:(1)-(2)-(3)+⑧	69,040	29,210

表 4-5-9 新技術を用いた水稲+大麦+加工用源助ダイコンの複合経営モデルの試算結果

作目	作付面積 (ha)	粗収益 (千円)	経営費 (千円)	所得 (千円)	労働時間 (hr)
水稲	14.0	17,780	11,527	6,253	1,806
大麦	5.0	3,824	2,703	1,121	235
源助ダイコン	1.0	2,880	2,190	690	711
計	20.0	24,484	16,420	8,064	2,752

注) 1.粗収益には, 大麦の生産調整(転作)等の助成金や米の価格補填金の収益も含んでいる。
 2.10a当たり収量は, 水稲540kg, 大麦300kg, 源助ダイコン3,200kg(A級品)とする。
 3.kg当たり単価は, 水稲210円, 大麦37円, 源助ダイコン90円とする。
 4.支払地代はないものとする。

/10a と延べ合計で 4.7 時間 /10a かかるが, これら作業を一工程で行う新技術の労働時間は 1.9 時間 /10a と 2.8 時間 /10a の省力化であった (表 4-5-7)。

また, 10 a 当たり所得は新技術導入で慣行より約 40 千円 /10a 増加した (表 4-5-8)。これは, 新技術では面積当たり収量が高く粗収益が増加するためである。

経営試算の結果より, 全部門の合計所得は 8,064 千円となり, 部門別では加工用源助ダイコンの所得は 690 千円であった。全部門合計の所得に占める割合は 1 割程度であるが, 集落内の労働力を活用した新たな雇用の創出として大きな意味を持っている (表 4-5-9)。

c) 新技術の定着促進条件

新技術の導入により, 施肥, 施薬, 耕うん, 畝立て, 播種といった最も煩雑な一連の作業が一工程に省力化され, 少人数で効率的に作業できることから水稲の収穫作業との競合を回避しつつ, より収益性の高い加工用源助ダイコンの作付けが可能となった。この新技術の導入が期待される経営タイプとしては, 麦の後作等の土地の有効利用を図りつつ収益の向上を目指す経営体で, 集落内の労働力の有効活用によりダイコンの収穫時に一定数の労働力が確保できる組織経営体が考えられる。今後, 新技術を導入した加工用源助ダイコンの普及・定着を促進するための条件及び関係機関の支援策として, 加工用源助ダイコンの収益は最終的には価格と単収に規定されるため, 生産者は A 級品 (市場出荷規格の秀, 優, 良でサイズは M 以上) の割合を高める栽培・管理が重要となり, そのためには生産者の意識改革や技術力の向上のほか, JA や関係機関によるきめ細やかな営農指導が必要である。また, 加工用源助ダイコンは, 現在契約栽培による一定量取引での生産が主体となっており, 作付拡大には JA 等関係機関が一体となった新たな販路の開拓が必要となる。

4) 摘要

水田作経営における加工用源助ダイコンの作付けに対して, 秋季に行う施肥, 施薬, 耕うん, 畝立て, 播種の一連の作業が同時にできる新技術を導入することにより, 労働時間は 4.7 時間 /10a から 1.9 時間 /10a へと大幅な省力化が可能となり, 水稲収穫との作業競合が緩和できる。

(○工藤卓雄・中村逸朗・田治裕敏・平井英行・藤田和久・岡田憲一郎)

6. 大規模水田作経営におけるエダマメ直播導入の評価

1) はしがき

(1) 背景と課題

新潟県は、売れるコメづくりに加え、水田転換畑でダイズや園芸作物等の生産振興に努めている。同県J地域でもエダマメ等露地野菜を振興し、水稻とダイズを基幹とする水田作経営で新規にエダマメ栽培に取り組む事例は少数だが存在する。水田作経営が新規にエダマメ栽培を導入する場合、移植栽培の導入は現実的とはいえない。エダマメ育苗、圃場準備、畝立て（マルチ）作業が必要で、水稻春作業との競合が厳しいからである。エダマメ直播は、移植栽培に必要な育苗資材、移植機、畝立て作業機等投資を軽減できる他、移植に比べ育苗等が必要ない分省力的である。しかしながら、エダマメ直播はその作業適期幅が制限される等の課題が残る。エダマメ直播は、種子の安定発芽の確保に地温が上昇する5月中旬以降に行う必要がある。そのため、6月初旬に播種を開始するダイズとの作業競合を考慮すると、作業的にはエダマメ直播時期は5月中下旬に限定され、エダマメ直播だけで投資に見合う採算を確保できるかどうかは厳しいものがある。そこで、こうした直播の課題解決を図るため、北陸研究センターは移植栽培に比し水稻春作業との作業競合を大幅に軽減する直播でエダマメを作期前進する新技術を開発した。この作期前進技術は、4月下旬から5月上旬に耕うん同時畝立て作業機にマルチ播種を付加・改良することでマルチ張りと同エダマメ直播を一工程で行い、5月上旬以前にも直播時期を前進させる新技術である。即ち、これはエダマメの5月上旬以前のマルチを必要とする移植の代替技術とも言える。新技術導入により、北陸研究センターはエダマメをすべて直播し一定期間連続収穫出荷する体系を開発した。具体的には水稻春作業との競合を大幅に軽減する茶豆系品種の市場価格が高い7月下旬から8月上旬に収穫を可能とするマルチを張るエダマメ直播作期前進技術（以下、「マルチ直播」と略）と、8月中下旬の収穫は通常のダイズ用耕うん同時畝立て播種技術をそのまま用いたエダマメ直播技術（以下、「エダマメ直播」と略）とを行い、多品種・作型の組み合わせで一定期間連続収穫出荷し、純収益を確保する可能性を提示した。本稿は、このエダマメ直播、マルチ直播の組み合わせでどの程度の作付面積や収穫物の価格であれば、収益（農業所得）が確保できるかを定量的に明示する等「エダマメ直播+マルチ直播」の導入効果を分析する。まず「エダマメ直播+マルチ直播」のメリットを移植栽培との比較を通じて整理・分析した上で、線形計画法によるモデル分析で定量的にその導入効果を収益性を指標として明示し、併せてそのコストも示す。

(2) エダマメ直播及びマルチ直播の概要

マルチ直播はエダマメ栽培の春作業時期に耕うん・畝立てマルチ・播種作業までを一工程で実施

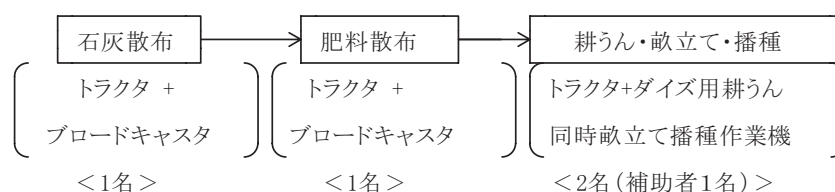


図 4-6-1 エダマメ直播（ダイズ用耕うん同時畝立て播種作業機使用）

する作業技術である。ダイズ用耕うん同時畝立て作業機（2条タイプ）を改良してマルチ播種機能を技術付加している。また本技術では、施肥効果を安定させるためエダマメ専用肥料を基肥として散布する際に遅効性肥料を混和する方法をとっている^[1]。

春作業時期におけるエダマメ直播及びマルチ直播の作業工程は図4-6-1、図4-6-2の通りである。比較対照として移植栽培（マルチ）の作業工程を図4-6-3に示す。

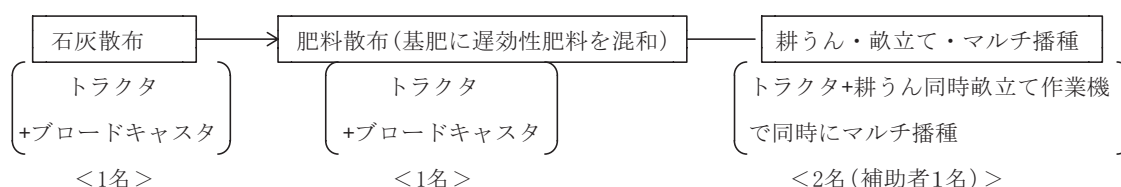


図4-6-2 エダマメ・マルチ直播（耕うん同時畝立作業機にマルチ播種機能を付加し実施）

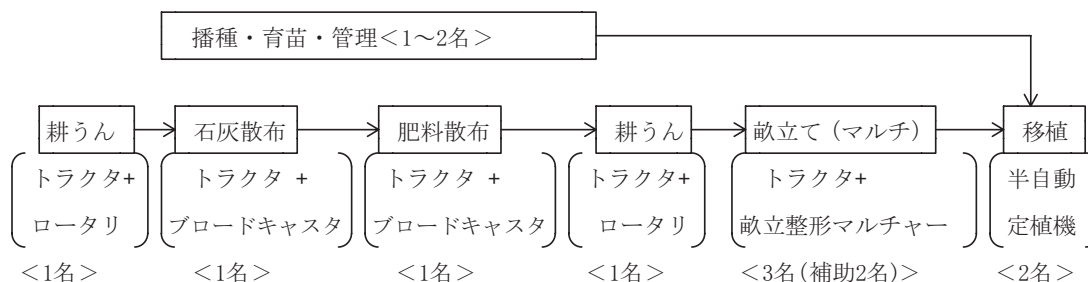


図4-6-3 エダマメ移植栽培（マルチ）の作業工程（比較対照）

2) 材料と方法

(1) 分析方法の概要

新潟県J地域でエダマメ直播を導入している2事例（A（表4-6-1）、B（表4-6-2））の調査結果と試験研究データを基に水稻とダイズを基幹とする大規模水田作経営モデルが「エダマメ直播+マルチ直播」を導入する効果を分析する。

まず、移植栽培と比較した場合のメリットを定性的に整理・分析する。

次にをダイズの一部に代えてエダマメを導入した場合の収益性とコストを定量的に把握するため、線形計画法で「エダマメ直播+マルチ直播」の導入効果を計測する。これらの導入効果を計測する

表4-6-1 調査事例A法人の概要

（平成18年現在）

部門構成	水稻, 大豆, エダマメ, 施設野菜(トマト・ホウレンソウ等), 果樹(梨)
農業従事者	理事2名, 組合員8名, 従業員(雇用7名), 事務員2名 (従業員は田植補助作業や野菜の選別・袋詰作業を主に対応)
経営耕地と作付状況	経営耕地は約110ha(自作地4.5ha, 借地106.5ha) 水稻82ha, 残りは転作(固定団地)で大豆22haやエダマメ1.7ha(移植・直播)等
主要機械・施設	①トラクタ6台(100PS, 70PS×2, 35PS, 33PS×2) ②田植機3台(10条×2, 8条) ③コンバイン3台(5条刈×2, 6条刈) ④乾燥機(50石×3, 28石), 一部JAカントリー利用 ⑤大豆作業機(播種機, コンバイン等は一式装備, 耕うん同時畝立て播種作業機はレンタル) ⑥エダマメ関連作業機(収穫は手収穫) 脱莢機1台, 2粒選別機1台, 脱水機1台

表 4-6-2 調査事例B法人の概要

(平成 18 年現在)

部門構成	水稻, 大豆, エダマメ等
農業従事者	男子専従者3名(機械オペレータ)+臨時雇用(集落より), 理事数名(組合運営が主) (田植作業時期は集落からの出役. エダマメの選別~袋詰作業は集落からの臨時雇用で対応)
経営耕地と 作付状況	経営耕地は約51ha(すべて利用権設定) 水稻34ha, 残りは転作(ブロックローテーション)で大豆15haやエダマメ(ソバ)1ha等
主要機械・施設	①トラクタ4台(64PS, 50PS, 40PS×2) ②田植機2台(8条×2) ③コンバイン2台(5条刈×2), 乾燥はJAのカントリー利用 ④大豆作業機(耕うん同時畝立て播種作業機, コンバイン等は一式装備) ④枝豆関連作業機 2粒選別機1台, 脱水機等(収穫機はレンタル) ⑤その他乗用管理機等

注) 集落をベースとした農事組合法人である。

ため、水稻とダイズを基幹とする 50ha 規模の大規模水田作経営の農業所得最大化（経営体の純収益最大化）を目的とする線形計画モデルを策定する^[2]。エダマメ直播を一定面積導入した上で、次にマルチ直播を導入・拡大すると設定する。分析モデルでは「エダマメ直播+マルチ直播」を、7月中旬から8月末まで収穫・出荷する場合を品種と作型の組み合わせで3ケースに分けて設定する。その上で、エダマメ市場単価（‘新潟茶豆’の市場価格）を変化させ、純収益の増加額を把握する。

(2) 分析モデルの経営概況等の設定

分析モデルの経営概況は、当初水田規模 50ha、水稻 35ha、転作ダイズ 15ha を作付、労働力は男子専従者 3 名、臨時雇用 4 名（田植時期とエダマメ収穫時期のみ）とする。主要機械装備はトラクタ 4 台、田植機 2 台、自脱型コンバイン 2 台、乗用管理機 1 台、ダイズ用耕うん同時畝立て播種作業機 1 台（2 条型を改良、ダイズとエダマメ直播、マルチ直播に利用）、ダイズ用コンバイン 1 台、エダマメ脱莢機・選別機・水洗機（手収穫で最大収穫面積は 4 a / 日）等を装備し、ダイズの一部に代えてエダマメを導入する設定とした。エダマメ収穫作業体系は事例 A（手収穫体系）を基にした（表 4-6-1）。以上の所有機械は、補助金なしで取得したものと設定し、法定耐用年数を用いて年額の減価償却額を計算し、その合計額を線形計画法での最適化後、経営体の純収益から固定費として控除した^[3,4]。

また、分析モデルでは「エダマメ直播+マルチ直播」において、品種と作型の組み合わせで最大 7 月中旬から 8 月末まで収穫・出荷する場合を 3 ケースに分けて設定する。ケース 1 はマルチ直播 48a とエダマメ直播 72a の合計 120a をエダマメ栽培をする。ケース 2 はケース 1 にマルチ直播（早生品種 1 品種 12 a）を追加した合計 132a である。ケース 3 はさらにマルチ直播（早生品種 2 品種 24a）を追加した合計 144a である。その上で、エダマメ市場単価（新潟茶豆の市場価格）を変化させた分析も行う。なお、‘新潟茶豆’以外の品種の市場価格は‘新潟茶豆’の 1 割減と設定する。

分析モデルは農業所得最大化（経営体の純収益最大化）を目的関数とする線形計画モデルで、そのプロセス、制約、技術係数、利益係数等に関する主な条件は次の通りである。

(3) プロセス

作目構成は、水稻、ダイズ、エダマメである。水稻は 2 品種で、‘コシヒカリ’移植、‘コシヒカリ’直播、‘こしいぶき’移植とする。ダイズは‘エンレイ’1 品種とする。エダマメは 5 品種で、早生（‘莢音’、‘滝姫’）、中早生（‘湯あがり娘’）、中生（‘新潟茶豆’）、中晩生（‘庄内 5 号’）とする。エダマメ直

表 4-6-3 水稲・ダイズ・エダマメの移植・直播と収穫時期

品目	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月		
	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬		
水稲(移植・直播)			←→																		
大豆						←→															
エダマメ直播			←→																		
エダマメ・マルチ直播	←→																				


注) ←→ は移植・直播を、 は収穫を表す。

表 4-6-4 モデル経営の品種別エダマメ直播の播種時期と収穫時期

			品種	播種日	播種面積	収穫日
ケース1 ケース2 ケース3	エダマメのマルチ直播 (作期前進技術)	莢音(早生)	4月23日	12a	7月20-22日	
		滝姫(早生)	4月23日	12a	7月23-25日	
		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日-7月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) ‘莢音’は青豆系, ‘滝姫’は茶豆系, ‘湯あがり娘’は茶豆風味の品種

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, ‘莢音’, ‘滝姫’, ‘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。

播が‘新潟茶豆’(2作型), ‘庄内5号’(3作型)である。マルチ直播が‘莢音’(1作型), ‘滝姫’(1作型), ‘湯あがり娘’(2作型), ‘新潟茶豆’(2作型)である。これらの播種時期及び収穫時期は表4-6-3, 表4-6-4の通りである。作物プロセス数は水稲が3, ダイズが1, エダマメが10~12(ケース1~3)である。

(4) 土地と労働の制約条件等に係る設定

①土地制約は次の通りである。経営耕地50haはすべて水田で借地, 小作料は10a当たり18,000円とした。転作率をほぼ現状の30%とし15ha転作する。作付上限面積(作付制約)は, 水稲が35haで‘コシヒカリ’移植9ha, ‘コシヒカリ’直播9ha, ‘こしいぶき’移植18haである。転作の現状はダイズ15haであり, これに代えてエダマメを導入すると設定した。

②労働制約は主要労働力は男子専従者3名で, その旬別の労働制約量は各旬単位に日長時間と旬別日数から休暇日数1日を除いた日数を乗じ, それに天候からみて安全性を考慮した月別機械作業可能日数率^[5]を乗じて求めた作業可能時間を設定した。ただし田植え最盛期の5月上中旬と新潟茶豆収穫最盛期の8月上旬は休日をつけていない。5月上中旬は, 近隣地域から田植補助として雇用4名を雇うと設定した。エダマメ収穫時期の屋内作業場で外観選別から袋詰作業には雇用4名を設定した。

③エダマメはその鮮度・呈味保持のため素早く外観選別から袋詰まで行う必要があること、連日早朝に手収穫が続くことから1日の最大収穫面積を4aとした。‘莢音’、‘滝姫’、‘湯あがり娘’と‘新潟茶豆’の収穫適期が3日、‘庄内5号’が4日として、1品種を1日に直播できる面積は以上4品種は12a、‘庄内5号’は16aまでとし、これを制約に設定した。

(5) 技術係数

水稲とダイズの技術係数は事例Bの調査結果を基に設定した。エダマメ直播、マルチ直播の技術係数の基である10a当たり投下労働時間は表4-6-5の通りとした。エダマメ直播、収穫作業体系(表4-6-6)は事例Aの調査結果を基に設定。マルチ直播は事例Aでの試験データと北陸研究センター内の試験研究データに基づいている。

表 4-6-5 エダマメ直播, マルチ直播の10a 当たり投下労働時間 (単位 時間/10 a)

	周囲明渠	春作業時期の作業								中耕培土・除草	病虫害防除2回	追肥2回	手収穫・運搬	脱莢, 水洗, 選別, 計量, 袋詰等	圃場整理	合計
		育苗管理	石灰散布	肥料散布	耕うん	畝立て	マルチング(エダマメ直播はなし)	移植(直播)	初期除草剤散布							
エダマメ・マルチ直播栽培	0.2	-	0.1	0.1	3			-	3.2	-	1	-	15	63	5	87
エダマメ・マルチ移植栽培	0.2	4	0.1	0.1	1	7.2	6	-	18.4	-	1	2	15	63	5	105
(参考)エダマメ直播	0.2	-	0.1	0.1	2			0.5	2.7	1	1	2	15	63	1	86

- 注1) 周囲明渠施工は春作業時期に含まない。集団的土地利用等が確立している地域では前年秋に施工可能なため。
- 注2) エダマメ直播は、耕うん畝立て播種作業機のオペレータ1名に補助者1名(種子補給を行う)を設定した。
- 注3) マルチ直播は耕うん畝立てと同時にマルチ張りを行うため補助者(種子補給も行う)を1名設定。作業速度はエダマメ直播の2/3である。
- 注4) 移植と直播の単収格差は収穫以降の作業時間に影響を与えるが、事例調査(移植体系, 300g袋詰)の結果を基に同一と設定。脱莢機, 2粒選別機, 手動計量機, シーラは所有。手収穫に男子3名(うち1名が脱莢作業へ), 水洗・外観選別・計量・袋詰・箱詰などは女子4名で対応。計上した時間数はこれらの延べ労働時間である。
- 注5) 圃場整理はマルチのはぎ取り時間などである。

表 4-6-6 モデル経営のエダマメ収穫から袋詰までの作業手順

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束ずつまとめ、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	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。
選別		脱莢機	脱莢機(男性1名, 枝豆もぎり調整機使用), 枝豆機械選別(2粒以上を選別), これを経て収穫物を2つの黄色コンテナに落とす。
冷水づけ	従業員(女子4名)	2粒選別機	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
水洗い		-	上記コンテナも一定量収穫物が貯まるとそれを水洗い。
外観選別		水洗い機	水洗いした収穫物を乾かす。
計量袋詰		-	外観品質が悪い収穫物(A品以外)を目視で除去, A品は袋詰。
運搬予冷		秤, シーラ	1袋300gで計量。袋詰したものをシーラーで閉じる。
	予冷库	20袋(1袋300g単位)で段ボールへ入れて行く。段ボールが一定ロット数になると, JA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。収穫してから袋詰めまで, 合計男子3名, 女子4名で対応する。

表 4-6-7 モデル経営の作物別利益係数

	水稲			大豆	エダマメ マルチ直播				エダマメ直播	
	コシヒカリ (移植)	こしいぶき (移植)	コシヒカリ (直播)	エンレイ	莢音	滝姫	湯あがり娘	新潟茶豆	新潟茶豆	庄内5号
販売単価 円/60kg (エダマメ 円/kg)	17,000	15,000	17,000	6,000	810	810	810	900	900	810
単収 kg/10a	480	510	450	220	289	385	385	385	350	315
販売額(Z)	136,000	127,500	127,500	22,000	233,888	311,850	311,850	346,500	315,000	255,150
比例費用(C)	73,158	73,158	68,644	29,713	130,027	147,095	135,768	140,966	124,389	113,413
利益係数(Z-C)	62,842	54,342	58,856	▲ 7,713	103,861	164,755	176,082	205,534	190,611	141,737
助成金(産地作り助成 金+黄ゲタ)	-	-	-	62,032	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
助成金を加算した 利益係数	62,842	54,342	58,856	54,319	123,861	184,755	196,082	225,534	210,611	161,737

注 1) 固定費として機械施設の減価償却費及び小作料がある。機械施設の原価償却額は年額約 1,053 万円(うち、エダマメ収穫時期の機械は年額約 30 万円)、小作料は 18,000 円/10a で借地 50a の小作料総額は 900 万円である。エダマメのマルチ直播の固定費として 60 万円(5 年で減価償却と設定)、比例費用にマルチ資材費等を加算している。

注 2) ‘滝姫’、‘湯あがり娘’、‘新潟茶豆’の全収量は直播で 5 トン/ha、‘庄内 5 号’は 4.5 トン/ha とした。‘莢音’は場内試験データより滝姫の 75 % 収量と設定した。全品種で、全収量の A 品率は 6 割とし残りのうち B 品 2 割が A 品の半値で売れるものと設定した。その結果、全品種ともに実質 A 品収量は全収量の 7 割の設定となった。マルチ直播は 10% 程度増収すると設定。

注 3) ‘新潟茶豆’以外のエダマメ市場価格は、‘新潟茶豆’の 1 割減とした。

注 4) 平成 16～18 年の過去の実績に基づく緑ゲタ(固定払い)は線形計画法の最適化後加算した。大豆の黄ゲタ(成績払い)は収穫物を全量 2 等として計算し利益係数に加算した。産地作り交付金は新潟県地域をベースに設定した。

(6) 利益係数

水稲及びダイズの 10a 当たり単収、比例費用、1 俵当たり価格は 2 事例の調査結果や県の仮渡金(平成 16～18 年度)等を基に設定した。また、産地作り交付金等助成金は新潟県 J 地域の現状を適用した。品目横断的経営安定対策の固定払いは線形計画モデルの最適化後に固定費として助成総額を経営体の純収益に加えた。エダマメ直播の 10a 当たり単収、比例費用は 2 事例の調査結果等を、マルチ直播のそれは試験データ等を基に設定した。エダマメ市場単価は調査事例や農業関係機関等からの調査結果を基に設定した。作物別の 10a 当たり利益係数は表 4-6-7 の通り。

3) 結果と考察

主たる分析結果は次の通りである。

(1) 春作業時期における移植栽培と比較した定性的メリット

数年前から移植でエダマメ栽培を行っていた事例 A に平成 18 年に耕うん同時畝立て作業機でエダマメ直播を試験導入した結果、事例 A の代表は移植と比較したエダマメ直播のメリットとして、春作業時期における①延べ作業者数の減少、②耕うん・畝立て・播種の同時作業による機械作業回数の減少、③降雨があった場合の作業の中断・遅延リスクの減少、④水稲作との作業競合の軽減を指摘している。また、平成 19 年にはマルチ直播の導入試験も行ったところ、直播栽培の作期を早め、茶豆系品種が市場で高値を形成する 7 月下旬から 8 月上旬に収穫・出荷を可能とし、調査の結果、収穫時期が数日前進することに加え、エダマメ直播と同程度の省力的効果を発揮することを確認した。

表 4-6-8 モデル経営体からの純収益増加額

新潟茶豆の市場価格	700円/kg	800円/kg	900円/kg
(その他品種の市場価格)	(630円/kg)	(720円/kg)	(810円/kg)
ケース1 (120aモデル)	11万円	45万円	70万円
ケース2 (132aモデル)	20万円	57万円	95万円
ケース3 (144aモデル)	29万円	69万円	110万円

注1) ‘新潟茶豆’以外のその他の品種の市場価格は‘新潟茶豆’の1割減と設定

注2) ケース2はケース1に早生1品種12aを追加

注3) ケース3はケース2に早生1品種12aを追加

表 4-6-9 エダマメ・マルチ直播の10a当たりコストと所得(単位:円) - ‘新潟茶豆’の場合 -

(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農業薬剤費	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3割)	11,855
⑩労働費(専従者の時間単価1500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) 2 事例の調査データ等を基に本文中の条件を基に試算
(‘新潟茶豆’をマルチ直播した場合)

(2) 収益性とコスト

収益性分析として‘新潟茶豆’の市場単価(円/kg)を700円, 800円, 900円と変化させた場合の純収益増加額を把握した。表4-6-8に示すように, 早生品種2つ加え144aまで延べ作付け面積を増加させると, 「エダマメ直播+マルチ直播」は市場単価900円/kgの場合, ケース2で純収益増加額100万円に接近し, ケース3で達成する。なお, この場合の‘新潟茶豆’の10a当たり費用合計は約23万円, 10a当たり所得は約10万円となる(表4-6-9)。

(3) 残された課題と新技術の普及・定着条件

以上の分析では夏場早朝の連日収穫を考慮して1日の収穫面積を4aとしたが, これが5aへ拡大可能になればエダマメ直播の純収益は大きく向上する。もちろん, このためには, 収穫作業能率向上や作業場での作業効率の一層の改善を検討する必要がある。この他, 極早生品種をマルチ直播を用いて直播し, エダマメの延べ作付け面積を拡大させる方法も純収益増加策として検討の余地がある。

新技術「エダマメ直播+マルチ直播」導入が期待される経営のタイプとしては, 既にダイズ用耕うん同時畝立て播種作業機を用いたダイズ栽培を行う経営で, エダマメ収穫時期に一定数の労働力

が確保ができる水田作経営（個別大規模経営や集落営農）が期待できる。

本技術を普及・定着を促進する条件・支援策としては、エダマメの収益は最終的には価格と単収に規定されるため、A品（一定の外観品質をクリアする2粒以上入った莢）の割合と単収を高める栽培・管理が重要になる。また収穫時にエダマメの呈味と鮮度を保持するため、収穫・脱莢・袋詰・予冷等一連の作業を効率的に行う必要がある。以上のことを確実に実行するには、生産者の意識改革や技術力の向上に加え、JAや関係機関によるきめ細かな営農指導も不可欠である。さらに、ケースによっては生産者が共同利用できる予冷庫をJA等で提供するなど支援も必要である。

一方、産地ブランドの確立を目指し大消費地の市場へ出荷を行う場合、個別経営での努力には限界があるので、JA等関係機関の支援が重要になると考える。例えば、産地としてA品を一定量、一定期間安定出荷するには、個々の経営の生産・出荷計画に加え経営間での調整も必要になる。また、A品だけでなくB品以下のエダマメも有利販売できるよう、産地として多様な販売先確保（地元小売店と契約取引や直売所の活用）を確保・開拓することも重要と考える。

4) 摘要

新潟県ではコメづくりに加えて水田転換畑でエダマメ等園芸作物振興に努めている。水田作経営が新規にエダマメを導入する場合、エダマメ移植栽培は水稲春作業との作業競合の状況から現実的とはいえない。また6月初旬頃にはダイズ播種が開始される。以上の状況を踏まえ、北陸研究センターはダイズ用耕うん同時畝立て作業機の汎用利用機を開発し、本来エダマメ移植時期に作期前進新技術として「マルチ直播」を、それに続く「エダマメ直播」にダイズ用耕うん同時畝立て作業機を用いる体系を開発した。これには上述の作業回避効果の他に、エダマメ移植に必要な作業機等投資の軽減効果等がある。開発新技術は4月下旬～5月上旬にダイズ用耕うん同時畝立て作業機にマルチ張り機能を付加した直播を行い、茶豆系の価格が高い7月中旬～8月上旬収穫を可能とする。本稿では「エダマメ直播+マルチ直播」で7月中旬～8月末の一定期間の連続収穫出荷体系を確立し、その導入効果と定着・促進条件を分析する。水稲とダイズが基幹の経営モデル（50ha規模）を構築し、線形計画法で「エダマメ直播+マルチ直播」の経営効果を測定した。主要結果は、①早生から晩生までの5品種と作型の組み合わせでエダマメの最大栽培面積は144a、②経営体の現状からの純収益増加額は、「新潟茶豆」の市場単価（円/kg）900円（他品種はその1割減と設定）で約100万円、③この場合、「新潟茶豆」10a当たり費用合計は約23万円、10a当たり所得は約10万円となる。エダマメ栽培による一層の純収益向上には、収穫作業能率や調製・選別等の作業工程の改善が必要である。新技術「エダマメ直播+マルチ直播」導入が期待される経営タイプは、既にダイズ用耕うん同時畝立て播種作業機を用いてダイズ栽培を行う経営で、エダマメ収穫時期に一定数の労働力が確保ができる水田作経営といえる。本技術の普及・定着促進条件は、A品割合と単収を高める栽培・管理の徹底の他、エダマメの呈味と鮮度保持のため、収穫から袋詰までの一連の作業工程の効率化が指摘できる。この他、生産者が共同利用できる予冷庫をJA等が提供するなどの経営的支援も必要である。

注

- [1] マルチがあっても畝間に追肥（通常2回）することはできるが、本技術では施肥効果を安定させるため最初のエダマメ専用肥料を基肥として散布する際に肥効調節型肥料（10a当たりLPS40を9kg、LPS60を5.75kg、塩化カリを7.2kg施用）を混和する方法をとっている。
- [2] モデル構築には中央農業総合研究センター開発の数値計画ソフトXLPを使用。

- [3] 主要機械施設は、掲載されている価格⁽²⁾の90%で取得購入したと設定した。
- [4] なお、分析モデルでは、ダイズ用耕うん 同時畝立て作業技術にマルチ直播機能を付加した改良費用は購入費用費60万円で耐用年数5年と設定し、固定費として処理した。有孔マルチ資材や基肥に混和する遅効性肥料を比例費用に加算した。
- [5] 向井⁽¹⁾による。

5) 引用文献

- (1) 向井三雄(1968) 農林省農事試験場機械化経営研究資料「水田作機械化標準作業体系の設計と経済的評価に関する研究」, No 4, 130-133
- (2) (社) 日本農業機械化協会(2006) 「2005/2006 農業機械・施設便覧」, (社) 日本農業機械化協会, 1-303

(塩谷幸治)

総合考察

本プロジェクトでは冬季の多雪・寡照や重粘土壌等北陸特有の環境条件を克服した野菜の安定生産技術を開発するために、目標として初夏どり野菜の安定生産、作型の1～2週間前進、業務用野菜の作業時間の6.5～15%削減、イチゴ‘越後姫’の3ヶ月前進出荷を掲げて全て達成することができた。

露地野菜栽培では、前年秋季畝造成技術を開発したことで早春季のブロッコリー、キャベツ、カリフラワーの計画的な定植が可能となり生産の安定化や作期の拡大が図れることになった。また、前年秋季畝造成技術における肥料窒素動態や被覆尿素の施用効果を明らかにし、マルチ栽培における基肥施用法を開発した。エダマメでは、黒色ポリマルチで被覆することにより、低温期の播種でも安定した栽培が可能であることを明らかにするとともに、耕うん同時畝立てマルチ直播作業機を開発したことによって播種期が慣行直播栽培よりも3週間前進化した早期直播技術を確立した。また連続出荷のためにエダマメ収穫期予測モデルも開発した。源助ダイコンでは、施肥・農薬散布・耕うん・畝立て・播種が一工程で行うことができる北陸研究センター開発の同時作業機と肥効調節型肥料を利用した省力的な栽培技術を確立した。秋冬大カブの収穫時期分散のための9月安定播種技術の開発では、晴天日に一工程作業機により畝立てを行うことにより、計画的な段播きが可能となり収穫期間が拡大した。このように、耕うん、畝立て、施肥、農薬散布、播種作業の一工程化による省力作業技術開発により作業時間は慣行に比べて秋冬大カブで11.8%、源助ダイコンで59.6%の削減が可能になった。

施設野菜栽培では、北陸に豊富に存在する資源としてトマトでは籾殻を、イチゴでは籾殻及びチップ炭を培地に活用し低コスト循環養液栽培システムを開発した。イチゴでは循環タンク内の培養液の濃度管理による収益性の向上や活性炭の生育阻害物質吸着、紫外線殺菌灯の効果を明らかにした。トマトでは籾殻培地の作付け回数に応じた量的管理法により2～5割の肥料コストの削減が可能であった。北陸特有の早期秋冷と寡日照がイチゴの品質向上に有効であることを明らかにし、イチゴ‘越後姫’の10月出荷開始作型を開発した。前年秋に採苗し露地で年越しさせる越冬苗と暗黒低温処理を組み合わせた花芽分化促進技術を確立し、これによって開花株率80%以上、出荷開始を3ヶ月間前進させることに成功した。また、現地実証の波及効果により主要産地に10月出荷開始作型が定着した。

野菜安定生産技術を作業性・収益性の面から総合的にみた経営評価では、イチゴの新技术に関して収穫開始時期の前進による所得増効果が、初夏どりカリフラワーの新技术に関して春先の移植の安定性向上による所得増効果が認められた。キャベツと秋冬大カブの新技术に関してはモデル経営を想定した試算分析による所得増効果が認められた。ブロッコリーと源助ダイコンの新技术に関しては移植・播種時期の作業の省力性と安定性向上が認められた。エダマメの新技术に関しては慣行直播栽培との組合せで所得増効果が認められた。一方、施設栽培のトマトについては技術開発のみで経営評価までには至らなかったことから今後の検討が必要である。

そして、経営評価と体系化された野菜作新技术について水田複合経営に導入したマニュアル（冊子体：北陸地域における野菜安定生産技術のマニュアル、簡易版：北陸特有の環境条件に即した野菜安定生産技術の開発）を作成した。

（片山勝之）

研究成果および研究発表一覧

(1) 学術論文

タイトル, 著者名, 学会誌名, 巻, ページ, 発行年月	機関名
「転作野菜畑に深層施肥した被覆尿素の窒素動態」, 南雲芳文, 高橋洋介, 藤原菜世, 大山卓爾, 高橋能彦, 日本土壌肥科学雑誌, 79 (2), 183-187 (2008, 4)	新潟大学, 新潟県農業総合研究所
「被覆資材と被覆尿素の利用が早期直播エダマメ栽培の生育・収量に及ぼす影響」, 片山勝之, 細野達夫, 細川寿, 北陸作物学会報, 44, 46-49 (2009, 3)	農研機構中央農業総合研究センター
「秋季畝たて, 施肥, マルチ作業体系における被覆尿素の冬季から春季にかけての窒素動態」, 藤原菜世, 浦田悠, 平井英行, 片山勝之, 細川寿, 岩本嗣, 高橋能彦, 日本土壌肥科学雑誌, 80 (4), 387-391 (2009.8)	新潟大学, 石川県農業総合研究センター, 農研機構中央農業総合研究センター
「エダマメ・マルチ直播技術の導入効果」, 塩谷幸治, 片山勝之, 関東東山東海農経研, 99, 51-56 (2009)	農研機構中央農業総合研究センター
「北陸重粘土転換畑での早期エダマメ直播栽培における地温と出芽に及ぼすマルチ・べたがけの効果」, 細野達夫, 片山勝之, 細川寿, 中央農研報, 14, 17-31 (2010.1)	農研機構中央農業総合研究センター
「エダマメの早期直播栽培技術の確立」, 片山勝之, 細野達夫, 細川寿, 中央農研報, 16, 1-15 (2011.3)	農研機構中央農業総合研究センター
「北陸地域の水田転換畑エダマメ作におけるポリマルチ被覆した早期直播栽培が生育・収量に及ぼす影響」, 片山勝之, 細野達夫, 細川寿, 塩谷幸治, 野村幹雄, 日作紀, 80, 213-219 (2011)	農研機構中央農業総合研究センター

(2) 口頭発表

タイトル, 発表者名, 学会等名, 発表年月	機関名
「DVR モデルによるエダマメ (茶豆系) 4 品種の開花予測」, 細野達夫, 片山勝之, 日本農業気象学会 2006 年春季大会, (2006. 4)	農研機構中央農業総合研究センター
「耕うん同時畝立て作業機の野菜への汎用利用-汎用利用の可能性と問題点」, 細川寿, 塩谷幸治, 帖佐直, 大嶺政朗, 2006 年度農業機械学会関東支部第 42 回年次報告講演要旨, (2006. 7)	農研機構中央農業総合研究センター
「個別経営の実態と課題」, 工藤卓雄, 平成 18 年度農林水産業北陸地域研究成果発表会, (2006. 8)	石川県農業総合研究センター
「重粘土転換畑における積雪・融雪期の地温・土壌水分」, 細野達夫, 片山勝之, 農業環境工学関連学会 2006 年合同大会, (2006. 9)	農研機構中央農業総合研究センター
「重粘土転換畑での被覆資材利用が早期直播エダマメの生育・収量に及ぼす影響」, 片山勝之, 細野達夫, エダマメ研究, 5, 90-91 (2007. 3)	農研機構中央農業総合研究センター

「エダマメ直播作期前進技術の事前評価」, 塩谷幸治, 片山勝之, エダマメ研究会, 5, 92-93 (2007.3)	農研機構中央農業総合研究センター
「野菜作を導入した水田複合経営の展開条件」, 工藤卓雄, 北陸野菜研究会, (2006.10)	石川県農業総合研究センター
「イチゴ「越後姫」の循環式高設栽培における活性炭培地混合の影響」, 倉島 裕, 西原英治, 種村竜太, 園芸学会北陸支部, (2006.11)	新潟県農業総合研究所
「トマト養液栽培の量的管理法における培地の種類と窒素施用量が収量に及ぼす影響」, 岡田憲一郎, 吉住隆司, 平井英行, 園芸学会, (2007.3)	石川県農業総合研究センター
「エダマメのマルチ直播技術の開発-作業機の構造と特徴」, 細川寿, 片山勝之, 塩谷幸治, 細野達夫, 2007年度農業機械学会関東支部第43回年次報告講演要旨, 8-9 (2007.7)	農研機構中央農業総合研究センター
「大規模水田作経営におけるエダマメ直播導入の評価」, 塩谷幸治, 東北農業経済学会, (2007.8)	農研機構中央農業総合研究センター
「エダマメ直播作期前進技術の導入効果」, 塩谷幸治, 片山勝之, エダマメ研究, 6, 66-67 (2008.3)	農研機構中央農業総合研究センター
「秋季に造成した畝内の土壌水分変化」, 細野達夫, 片山勝之, 吉田修一郎, 細川寿, 農業環境工学関連学会2007年合同大会, (2007.9)	農研機構中央農業総合研究センター
「茶豆系エダマメ4品種の開花-収穫適期日数に及ぼす気温・日長の影響」, 細野達夫, 片山勝之, エダマメ研究, 6, 48-49 (2008.5)	農研機構中央農業総合研究センター
「被覆資材が早期直播エダマメの生育および収量に及ぼす影響」, 片山勝之, 細野達夫, 日本作物学会紀事第224回講演会要旨・資料集, 76 (別2), 72-73 (2007.9)	農研機構中央農業総合研究センター
「トマト養液栽培における籾殻培地の使用年数が培地の保水性及び収量に及ぼす影響」, 岡田憲一郎, 吉住隆司, 園芸学会, (2007.9)	石川県農業総合研究センター
「秋季造成畦の冬期間の土壌構造の変化~マルチ展帳による前年秋季畦立て技術の可能性の検証~」, 吉田修一郎, 細野達夫, 片山勝之, 細川寿, 第49回土壌物理学学会, 76-77 (2007.10)	農研機構中央農業総合研究センター
「エダマメの開花から収穫適期までの日数のDVRモデルによる予測-子実肥大始期でステージを二分しての予測-」, 細野達夫, 片山勝之, 日本農業気象学会2007年度北陸支部大会, (2007.11)	農研機構中央農業総合研究センター
「初夏どりキャベツにおける生分解性マルチ被覆方法が雑草発生と収量に及ぼす影響」, 沢田耕一, 北田幹夫, 園芸学会北陸支部 (2007.11)	富山農業技術センター
「イチゴの閉鎖型養液栽培における活性炭の培地混和が培養液組成と収量に及ぼす影響」, 種村竜太, 増田浩吉, 西原英二, 倉島裕, 園芸学会北陸支部, (2007.11)	新潟県農業総合研究所
「イチゴ「越後姫」の早期出荷作型における育苗日数及び定植日の違いが収穫時期と収量に及ぼす影響」, 増田浩吉, 種村竜太, 倉島裕, 園芸学会北陸支部, (2007.11)	新潟県農業総合研究所

「野菜における耕うん同時畝立て作業機の活用」, 細川寿, 第12回テクノフェスタ シンポジウム, (2007.12)	農研機構中央農業総合研究センター
「出前技術指導の概要と汎用利用」, 細川寿, 平成19年度耕うん同時畝立て栽培技術研究会, (2007.12)	農研機構中央農業総合研究センター
「耕うん同時畝立て汎用利用と導入効果」, 塩谷幸治, 平成19年度耕うん同時畝立て栽培技術研究会, (2007.12)	農研機構中央農業総合研究センター
「被覆資材と緩効性肥料を利用した早期直播エダマメの生育および収量に及ぼす影響」, 片山勝之, 細野達夫, 細川寿, 日本作物学会紀事第225回講演会要旨・資料集, 77(別1), 100-101 (2008.3)	農研機構中央農業総合研究センター
「エダマメの早期直播栽培におけるマルチ・ベたがけによる出芽および開花促進効果」, 細野達夫, 片山勝之, 細川寿, 日本農業気象学会2008年度全国大会, (2008.3)	農研機構中央農業総合研究センター
「イチゴの循環型養液栽培における活性炭処理方法の違いが収量と品質に及ぼす影響」, 種村竜太・増田浩吉・西原英治・倉島裕, 園芸学会平成20年度春季大会, (2008.3)	新潟県農業総合研究所
「耕うん同時畝立てマルチの野菜・花き栽培への利用-作業機の構造と利用例-」, 細川寿, 片山勝之, 細野達夫, 農業機械学会関東支部第45次会年次報告, 38-39 (2009.7)	農研機構中央農業総合研究センター
「畝たて栽培における肥料の養分動態解析」, 藤原菜世, 高橋能彦, 日本土壌肥料学会名古屋大会, p125 (2008.9)	新潟大学
「転作野菜に対する効率的施肥技術の検討」, 浦田悠, 高橋能彦, 日本土壌肥料学会関東支部会, p7 (2009.10)	新潟大学
「マルチ直播作業機によるエダマメの省力栽培技術」, 片山勝之, 細野達夫, 細川 寿, エダマメ研究, 7, 56-57 (2010.3)	農研機構中央農業総合研究センター

(3) 出版図書

区分：①出版著書，②雑誌，③年報，④広報誌，⑤その他

区分	著書名, (タイトル), 著者名, 出版社名, 発行年月	機関名
⑤	「露地, 直播, 無マルチのエダマメ (茶豆系) 4品種の開花予測」, 細野達夫, 中央農研北陸研究センター ホームページ: http://narc.naro.affrc.go.jp/inada/edamame.htm , 2006.5	農研機構中央農業総合研究センター
②	「転作田の野菜利用の現状」, 片山勝之, 農耕と園芸, 61(11), 16-20, 2006.11	農研機構中央農業総合研究センター
④	「北陸特有の環境条件を克服した水田転換畑での野菜の安定生産をめざして」, 片山勝之, 中央農研北陸研究センター, 2006.12	農研機構中央農業総合研究センター
④	「大豆からそば・麦・野菜へ, 180人出席で平成18年度『耕うん同時畝立て技術研究会』開催」, 細川 寿, 中央農研北陸研究センター, 2007.3	農研機構中央農業総合研究センター
④	「みながらつくる「越後姫」高設栽培」, 倉島 裕, 新潟県農林水産部農産園芸課, 2007.3	新潟県農業総合研究所

②	「(独) 農研機構中央農業総合研究センター北陸研究センター」, 片山勝之, 施設と園芸, 137, 62-63, 2007. 4	農研機構中央農業総合研究センター
②	「多雪地帯(北陸)における施設園芸ハウスの降雪対策の知恵」, 細野達夫, 施設と園芸, 2007. 4	農研機構中央農業総合研究センター
⑤	「転作作物安定栽培のための耕うん同時畝立て播種作業機汎用利用」, 細川寿, 中央農研, 2007. 12	農研機構中央農業総合研究センター
④	「平成 19 年度『耕うん同時畝立て栽培技術研究会』開催-現地からの報告, 236 名の出席で-」, 細川 寿, 中央農研北陸研究センター, 2008. 2	農研機構中央農業総合研究センター
⑤	「北陸特有の環境条件に即した野菜安定生産技術の開発」, 片山勝之, 平成 19 年度北陸食料・農業・農村情勢報告, 北陸農政局, 168, 2008. 5	農研機構中央農業総合研究センター
⑤	「野菜成果発表会」, 片山勝之, 中央農研北陸研究センター, 2009. 3	農研機構中央農業総合研究センター
⑤	「マルチを利用した播種前進化による直播エダマメの作期拡大技術」, 片山勝之, 細野達夫, 細川寿, 塩谷幸治, 平成 20 年度研究成果情報(関東東海北陸農業・北陸・水田作畑作): http://www.naro.affrc.go.jp/chousei/shiryou/kankou/seika/kanto20/12/20_12_07.html , 2009. 3	農研機構中央農業総合研究センター
⑤	「耕うん同時畝立て作業機による野菜の同時マルチとエダマメのマルチ直播技術」, 細川寿, 片山勝之, 細野達夫, 塩谷幸治 平成 20 年度研究成果情報(共通基盤・作業技術), http://www.naro.affrc.go.jp/top/seika/2008/01narc/narc08-02.html , 2009. 3	農研機構中央農業総合研究センター
⑤	「北陸地域における野菜安定生産技術のマニュアル」, 中央農研北陸研究センター, 1-49, 2009. 1	農研機構中央農業総合研究センター, 新潟県農業総合研究所, 富山県農林水産総合技術センター, 石川県農業総合研究センター, 新潟大学
⑤	「北陸特有の環境条件に即した野菜安定生産技術の開発(簡易版)」, 中央農研北陸研究センター, 2009. 1	農研機構中央農業総合研究センター, 新潟県農業総合研究所, 富山県農林水産総合技術センター, 石川県農業総合研究センター, 新潟大学
⑤	「直播エダマメの播種前進化による作期拡大技術」, NARO 代表的研究成果(技術) 2009, p9, 2009. 4	農研機構中央農業総合研究センター
⑤	「播種期の前進化によってエダマメ直播栽培の作期を拡大」, 片山勝之, 中央農研北陸研究センター, 2009. 11	農研機構中央農業総合研究センター
①	「直播枝豆の作期拡大技術」, 片山勝之, 農業日誌, p382, 2010. 9	農研機構中央農業総合研究センター

(4) プレスリリース等の開催

区分：①プレスリリース，②新聞記事，③テレビ放映

区分	記事等の名称	掲載紙・放送社名	年月日	機関名	備考
③	転換畑への耕耘同時畝立て播種機の導入効果	上越有線放送	2006年4月24日	農研機構中央農業総合研究センター	
②	「集落営農に園芸品目導入の意義」	日本農業新聞	2006年11月23日	石川県農業総合研究センター	
②	「越後姫」東京デビュー	新潟日報	2006年12月2日	新潟県農業総合研究所	
③	「越後姫」クリスマスに向けて本格出荷	NHK新潟	2006年12月11日	新潟県農業総合研究所	現地試験圃場より中継
③	エダマメ収穫技術と作業性	上越有線放送	2007年5月17日	農研機構中央農業総合研究センター	
③	「越後姫」の10月出荷開始	BSN新潟放送	2007年10月22日	新潟県農業総合研究所	現地試験圃場より中継
③	エダマメの呈味保持技術	上越有線放送	2007年1月30日	農研機構中央農業総合研究センター	
③	耕うん同時畝立てマルチ作業機	上越有線放送	2007年3月予定	農研機構中央農業総合研究センター	
②	北陸特有の野菜生産で成果発表	上越タイムス	2008年12月20日	農研機構中央農業総合研究センター	
②	播種期前進化による直播エダマメの作期拡大技術	上越有線放送	2010年5月26日	農研機構中央農業総合研究センター	

(5) 普及に移しうる成果

区分：①普及（製品化）にうつされたもの，②普及（製品化）のめどがたったもの，

③主要成果として外部評価を受けたもの

区分	成果の名称	普及（製品化）年月	主な利用場面	普及状況	機関名
①	ホルダー型アップカッター（畝立て仕様）+マルチャー	2007年7月	野菜（レタス）の耕うん同時畝立てマルチ	販売実績1台	農研機構中央農業総合研究センター

所長
寺島 一男

Director General
Kazuo Terashima

編集委員会
Editorial committee

委員長
渡邊 朋也

Editor-in chief
Tomonari Watanabe

副委員長
梅本 雅

Deputy Editor-in chief
Masaki Umemoto

編集委員
渡邊 好昭
加藤 直人
本多 健一郎
細川 寿
上原 泰樹
矢頭 治

Editor
Yoshiaki Watanabe
Naoto Kato
Kenichiro Honda
Hisashi Hosokawa
Yasuki Uehara
Osamu Yatou

事務局
関谷 修三

Editorial Secretariat
Shuzo Sekiya

ファーミングシステム研究 No.11

平成 24 年 7 月 20 日 発行

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
中央農業総合研究センター
所長 寺島 一男

〒305-8666 茨城県つくば市観音台3-1-1

Tel. 029-838-8979 (情報広報課)

URL <http://www.naro.affrc.go.jp/narc/>

本誌に掲載された著作物を転載・複製・翻訳される場合は
中央農業総合研究センターの許可を得てください。

**FARMING
SYSTEM
RESEARCH
No.11
2012**