

# まえがき

本誌は平成 25 年度補正予算「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術研究展開事業」（産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立）の成果をとりまとめたものです。

【技術体系編】は、新たに開発した個別の技術を組み合わせた技術体系を、その技術が農林漁業経営体にどのような効果をもたらしたかという点も含めて 8 頁にまとめたものです。

【要素技術編】は、本事業で開発した様々な要素技術について技術の成果を各 2 頁で簡潔にまとめたものです。

本誌に掲載された著作物を転載・複製・翻訳する場合には執筆分担に記載されている者の許可を得てください。

## ※当成果集(PDF)の使い方

### ①目次

表題をクリックするとそのページに移動します。

### ②-1 索引（最後方）

キーワードをクリックすると、キーワードを含む表題の先頭ページに移動します。

### ②-2 索引

ページ番号が複数あるところは、キーワードを含む表題が複数あり、各ページ番号をクリックすると、各表題の先頭ページに移動します。

### ③しおり （左側）

分野ごとに各成果がまとめられており、開くとその表題が記載されています。表題をクリックするとそのページに移動します。

### ④[Ctrl+F]でもキーワード入力、検索できます。

CD ラベルの写真は現地農家のコムギの穂の写真です。（提供 渡邊好昭）

平成 29 年 3 月 31 日 発行

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）

生物系特定産業技術研究支援センター（生研支援センター）

〒 331-8537 埼玉県さいたま市北区日進町 1-40-2

Tel. 048-669-9190（新技術開発部革新技術創造課）

URL <http://www.naro.affrc.go.jp/brain/tenkai/index.html>

# 攻めの農業を支える革新技術

## 要素技術編

### 目次

#### 水田輪作

野菜を組み込んだ水稲・大麦・大豆の超省力作業体系	1
新形状の耕耘爪で耕うん同時畝立て播種機の作業速度を向上	3
GPS ガイダンス装置と速度連動散布装置による高精度散布技術	5
秋田式水田ロボット除草機の開発と除草効果	7
生産費4割減を実現する稲作経営技術パッケージ	9
水稲高密度育苗移植栽培技術	11
ほ場で直接液肥が作れる水稲用流し込み施肥装置	13
安定的な水田輪作に向けた新たな転作作物“子実用とうもろこし”	15
前年整地体系で春先らくらく、水稲乾田直播栽培	17
暖地における多収品種を用いて	
水稲の生産コストを4割以上削減する乾田直播体系	19
べんモリ湛水直播を基軸とした2年4作輪作体系	21
アップカッターロータリと	
新規多収品種を活用した稲麦大豆一工程播種輪作体系	23
部分浅耕一工程播種による水稲乾田直播を	
基軸とした省力的な水田輪作体系	25
水稲の安価で簡易な湛水直播（べんモリ直播）	27
一工程で耕起と同時に種子を表層に全面播きできる表層散播機	29
「あきまる」狭条晩播栽培における難防除雑草防除のための栽培技術	31
浮き楽栽培による水稲育苗省力化と葉菜類栽培でハウス活用	33
水稲V溝乾田直播栽培および	
大豆晩播狭畦栽培による水田作省力栽培技術体系	35
ネギの越冬苗を用いた収益性の向上	37

コーティング不要！水稻の代かき同時浅層土中播種技術	39
準天頂衛星の精密測位用補強信号を用いた農業用試作受信機	41

## 畑作

有材補助暗渠機「カットソイラ」	43
地力窒素に基づいた可変施肥	45
ブロードキャストによる可変施肥技術	47
原料用かんしょと冷凍加工用ホウレンソウの機械化一貫体系	49
原料かんしょ苗生産の軽労・省力化技術	51
大型乗用収穫機械利用で冷凍加工用ホウレンソウ栽培の労働時間大幅削減	53
自動操舵に用いる高精度位置情報の精度	55

## 地域作物

遺伝子組換えによる新機能シルクの実用生産・開発	57
農家での遺伝子組換えカイコの飼育管理	59
遺伝子組換え繭・シルクの加工と製品化	61
灌水を活用したサトウキビの機械化一貫体系	63
梅雨明け後の早期灌水によるサトウキビの増収効果	65
計画的・戦略的な営農に資する茶園管理マネジメント	67
新製茶ハイブリッドラインによる	
てん茶、CTC緑茶および蒸し製玉緑茶生産技術	69
中山間地茶園における高品質新香味釜炒り茶生産技術	71
落花生の超省力生産体系	73
疎植栽培でラッカセイ収穫機の反転性能向上	75
播種とマルチ敷設および	
マルチ穴あけの同時作業が可能な落花生用シーダーマルチャ	77

産業用素材用のいぐさの生産・加工技術体系〔技術体系〕	79
産業用素材用のいぐさの生産・加工技術体系	81

## **畜産**

次世代の閉鎖型プッシュ&プル横断換気牛舎	83
肉用鶏の生産性を向上させる鶏舎LED照明システムの開発	85
遅羽性遺伝子の解析結果を活用した地鶏生産技術	87
飼料自給率50%以上の地鶏生産技術	89
中小家畜に対するプレミアムイアコーンのスマートフィーディング	91
イアコーンサイレージを活用した肉用牛への給与技術	93
草地管理支援システム	95
省力的家畜飲水自動供給システム	97
不耕起栽培を利用した省力的な多毛作体系の開発	99
強化哺育技術による肉用子牛の発育改善	101
バンカーサイロを用いた稲WCS収穫調製技術	103
SGS(ソフトグレインサイレージ)製造プラントの開発	105
飼料自給率100%の豚肉生産	107
肉用牛繁殖農家における飼養管理の省力化	109
飼料用米を含む発酵TMR給与による肥育技術	111
移動式搾乳システムの開発による放牧酪農技術	113

## **施設園芸**

蜂群への恒温カバー装着により経費削減、奇形果防止	115
イチゴの単収10トン10ヶ月採り高位生産体系	117
イチゴの多植栽培システム「スライドらくラック ドリーム10」	119
イチゴ‘かおり野’未分化子苗の直接定植技術	121
EOD技術による特産園芸産物の革新的な生産技術実証	123

暖地施設野菜生産のための増収・省エネルギーに関する技術体系	1 2 5
暖地におけるキュウリの CO2 施用を中心としたハウス環境制御	1 2 7
可動式光反射シート・炭酸ガス・密植化の組み合わせで、 収量と果実品質が向上する	1 2 9
夏秋トマト栽培の好適な施設内光環境を実現する自動調光システム	1 3 1
無育苗栽培法を核とした省力・多収イチゴ高設栽培システム	1 3 3
間欠冷蔵処理によるイチゴの花芽分化促進	1 3 5
トマト水耕栽培における革新的生産技術体系の確立	1 3 7
トマト果実品質を向上させるカリウム施肥技術	1 3 9
高機能作物栽培のための培地内ミネラル連続計測技術の開発	1 4 1
土壌センサーによる土壌溶液窒素濃度の ICT 制御	1 4 3
アスパラガス栽培管理ソフトウェアの開発	1 4 5
土中蓄熱暖房を利用した施設アスパラガスの作期拡大	1 4 7
野菜の効率的な生産を可能とする施設園芸技術体系	1 4 9
イチゴの低コスト・高品質・多収・周年安定供給を可能とする 地下水熱源ヒートポンプ利用複合型局所温度制御技術	1 5 1

## **露地野菜**

生育予測を組み込んだ日別・圃場区別収穫量管理システムを 用いた出荷調整支援	1 5 3
レタス葉齢推定モデルとべた掛け・トンネル被覆内気温推定モデル	1 5 5
安定出荷を支援する集出荷コントロール技術	1 5 7

## **果樹**

東アジア中元節・中秋節をターゲットにしたモモの輸出	1 5 9
海上コンテナ輸送における防湿段ボール箱の活用	1 6 1
マルドリ方式を活用した高品質カンキツ安定生産のための技術体系	1 6 3

雨水利用によるマルドリ方式導入と幼木の生育促進技術	165
マルドリ方式におけるかん水・施肥管理の適正化技術	167
ジョイント栽培と省力機械を活用した果樹の省力・軽労型生産技術体系	169
ミカンの主幹形仕立ての階段園における省力・軽労型生産体系	171
トールスピンドルシステムによるリンゴの省力・軽労型生産技術	173
水稲育苗ハウスを活用した果樹栽培	175
果色の客観的評価のためのシャインマスカット専用カラーチャート	177

## 鳥獣害

シカを減らすための捕獲技術の体系	179
人のネットワークと ICT 技術でシカの動きを予測する	181
自動給餌器でシカの誘引コストをほぼ 1/10 に	183

## 林業

広葉樹林化を安全・確実に進めるための技術体系	185
------------------------	-----

## 水産業

定置網の箱網からクラゲ類を効率的に排出	187
漁獲物の組成に応じた粗選別が可能な船上型選別装置	189
閉殻力で選抜した母貝用優良アコヤガイ	191
貝殻真珠層で選抜したピース用優良アコヤガイ	193
輸出増進を目指す次世代型大規模ブリ養殖技術	195
大型生簀からの省人化捕り上げ技術	197
水中カメラ利用をしたブリ養殖管理	199
生鮮水産物のスーパーチリング高鮮度流通	201
イカ内臓を活用した安全・安心で飼料効率の高いブリ養殖技術	203
ICT を活用したホタテガイ増養殖管理技術	205

エア一式自動揚網システムを導入した定置網漁業	207
カキ、アサリの増重、増殖を目指した施肥技術体系	209
クルマエビとアサリの複合養殖技術	211
既存・遊休施設の有効利用による二枚貝稚貝の低価格大量生産	213
ATP を利用した高品質冷凍ブリ生産・流通システム技術体系	215
全自動高速魚体処理システムの開発	217
高品質冷凍ブリ流通技術（ATP ブリの冷凍褐変抑制）	219
索引	221

## 野菜を組み込んだ水稲・大麦・大豆の超省力作業体系

試験研究計画名：「北信越地域における高性能機械の汎用利用と機械化一貫体系を基軸とした低コスト・高収益水田輪作の実証」

研究代表機関名：農研機構中央農業総合研究センター

### 技術体系開発のわらい：

主穀作の2年3作体系で、水稲の乾田V溝直播にGPS自動操舵システムを導入し、耕うん同時畝立て播種で行う大麦・大豆の播種に同じトラクタを利用します。また、これらの作目の収穫で小型汎用コンバインを利用して機械装備を簡素化します。さらに、エダマメやニンジンについても、トラクタやロータリ等主穀作と同じ機械装備を利用します。

これらの作業機の汎用利用によるコスト低減と、省力的な作業の導入による余剰労働力の活用とで、収益の向上を目指します。

### 開発技術の特性と効果：

GPS自動操舵システムにより、乾田V溝直播の播種作業を現地慣行の約1.5倍に高速化できるほか、トラクタやコンバイン等を汎用利用する技術体系の導入により、稼働率が向上し、機械コストの低減が実現できました。また、水稲では乾田V溝直播の覆土装置の改良により発芽の揃いが良くなったほか、大豆では刈残し等による収穫ロスが少なくコンバイン収穫適性の高い品種「シュウレイ」の狭畦栽培で、収量が約4割増加しました。

さらに新規複合部門として露地野菜（エダマメ等）を導入することで、多様な農地利用が実現し、集落営農の場合、出役総量（総労働報酬）の確保につながりました。



写真1 GPS自動操舵トラクタによる大画面圃場でのV溝直播



写真2 耕うん同時畝立て播種による大豆播種  
※写真1の水稲播種と同じトラクタを使用

表1 経営モデルに基づく農地利用と作業体系

作目	品種	面積 (ha)	1年目			2年目							
			4月	9月	10月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	
水稲：湛水直播	てんたかく	8.8	○(播種)	—		■(収穫)							
	コシヒカリ	12.5	○(播種)	—		■(収穫)							
	：乾田V溝直播	21.3	○(播種)	—		■(収穫)							
大麦	ファイバースノウ	18.7		○(播種)	—				■(収穫)				
大豆(麦跡)	シュウレイ	18.7					○(播種)	—				■(収穫)	
エダマメ	たんくろう	3.3				○(段播き)	—	○	—		■(収穫始)	—	■(収穫終)

※1 面積は線形計画法により試算したモデル的な作付面積(経営面積は64.6ha)



## 開発技術の経済性:

水稲・大麦・大豆にエダマメを加えた輪作体系において、主穀作の収穫を担う汎用コンバインや畑作物の耕うんから播種までを担う耕うん同時畝立播種機を導入することで、作業機の稼働率が向上し、各作物の生産費で減価償却費が減少します。基幹作物である水稲の全算入生産費は平成24年の富山県平均と比べて約3割削減されました。また、覆土機構を改良した乾田V溝直播により発芽揃いが良くなることで、収量の安定化が期待できます。さらに、大区画圃場整備地域では、GPS自動操舵システムによる作業速度の高速化で顕著な省力効果（労働費の節減）があり、60kg当たり生産費の一層の削減が期待できます。

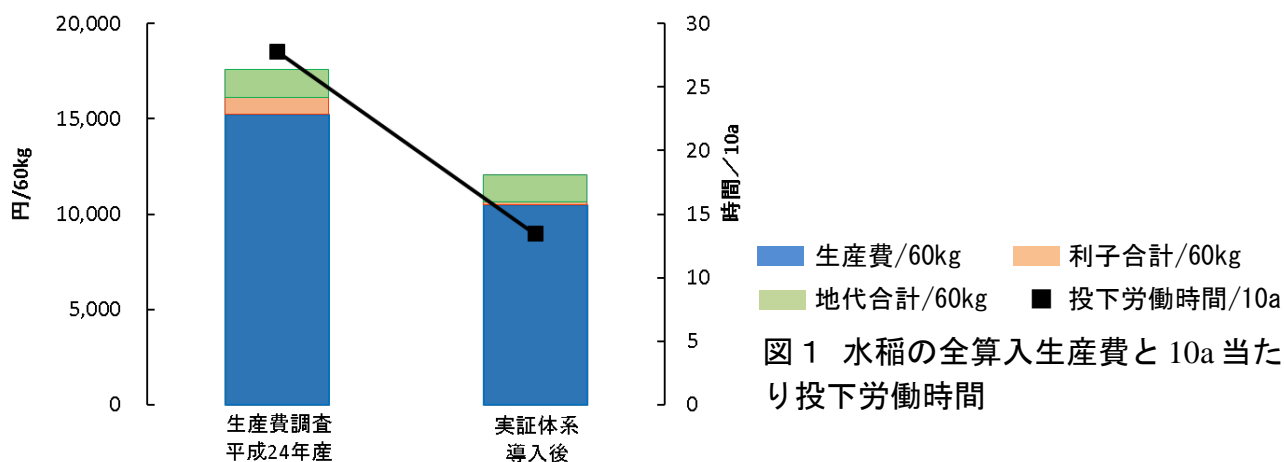


図1 水稲の全算入生産費と10a当たり投下労働時間

## こんな経営におすすめ:

水稲、大麦、大豆の輪作体系を基本とし、エダマメ等複合部門の導入を検討している経営規模60ha程度の経営体（本成果の実証経営体相当）を想定しています。この他、経営体の状況に応じて本成果で示した技術体系の個別要素を切り取って適用することも可能です。

## 技術導入にあたっての留意点:

- ・ GPS自動操舵トラクタは、大区画圃場整備地区でより大きな効果が期待できます。
- ・ 野菜を導入する場合の品目の選定にあたっては、機械の汎用利用の可能性を考慮しながら、各経営体の生産能力を踏まえた検討が必要です。

**研究担当機関名:** 農研機構中央農業総合研究センター、長野県農業試験場、長野県野菜花き試験場、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、福井県、国立大学法人信州大学、株式会社クボタ、積水化学工業株式会社、松山株式会社、三菱マヒンドラ農機株式会社、菱農エンジニアリング株式会社、富山県農林水産部農業技術課広域普及指導センター、長野県豆腐商工業協同組合、柄木田製粉株式会社、株式会社クロスアビリティ、全国農業協同組合連合会長野県本部、丸七商事株式会社、株式会社やまびこ

**お問い合わせ先:** 富山県農林水産総合技術センター

電話 076-429-2111(代)

**執筆分担** (富山県農林水産総合技術センター農業研究所栽培課 吉田 稔、  
企画管理部企画情報課 柴垣健太郎、園芸研究所野菜課 西畑秀次、岡田 功)

## 新形状の耕耘爪で耕うん同時畝立て播種機の作業速度を向上

試験研究計画名:北信越地域における高性能機械の汎用利用と機械化一貫体系を基軸とした  
低コスト・高収益水田輪作の実証

研究代表機関名:農研機構中央農業総合研究センター

### 開発のわらい:

水田における転換畑作物の栽培で問題となっている湿害を軽減する方法として、改良アップカッターロータリによる耕うん同時畝立て播種技術があります。この技術は、碎土率が向上して出芽・苗立ちを確保でき、播種と同時に畝が立てられることから湿害を軽減できます。しかし、逆転耕のため作業速度が遅い問題がありました。耕うん負荷を減らすために事前耕うんと組み合わせることで作業速度が向上しますが、天候によっては事前耕うんができない場合があります。このため、作業速度の向上と碎土性を低下させない耕うん負荷を減らす耕うん爪について検討しました。

### 開発技術の特性と効果:

耕うん同時畝立て播種技術の改良アップカッターロータリ（逆転方式）は、正転方式のロータリより所要動力が一般的に20~30%増加し、そのため作業速度が遅くなります。そこで、耕うん爪を負荷の少ない形状の爪に交換（写真1）することにより、耕うん負荷を10%程度抑えることができました。耕うん爪を交換することによる耕うん性能の低下が懸念されましたが、碎土率は標準で利用している爪と交換した爪でほぼ同等（写真2）で問題はなく、また、作業速度も1.5倍（0.8km/h→1.2km/h）と改善されました。

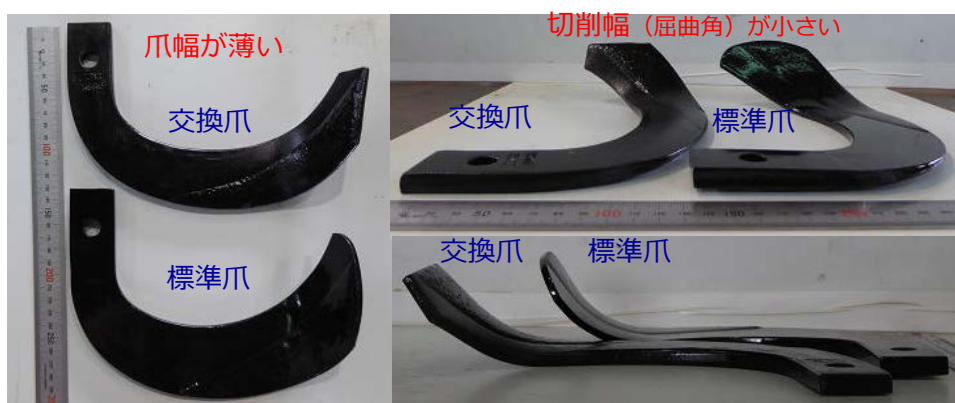


写真1 市販機の耕うん爪（標準爪）と今回使用した耕うん爪（交換爪）

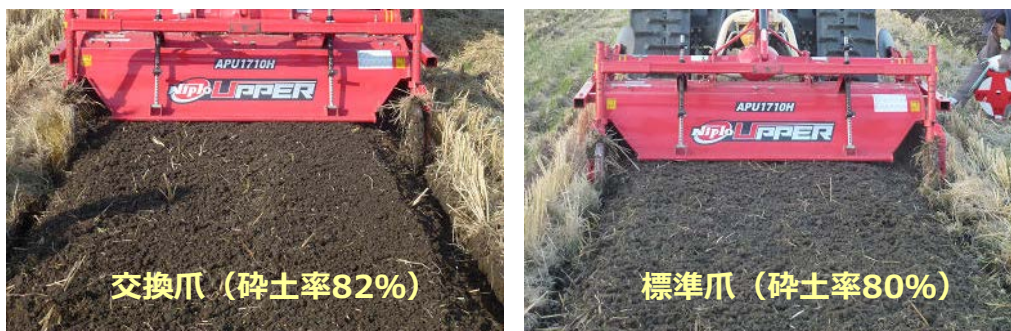


写真2 耕うん爪の交換による碎土の状況（水稻あと・事前耕起なし）

### 開発技術の経済性:

現地実証圃場において、事前耕うんをしていない大麦あとで大豆の耕うん同時畝立て播種を行ったところ、耕うん爪を交換した播種作業の労働時間は10a当たり51分と、標準爪を利用した播種作業の60分/10aに比べ9分短縮でき、生育や収量(270~285kg/10a)にも差が見られませんでした(写真3)。耕うん爪の希望小売価格は交換爪、標準爪とも同じです。本技術を導入するには耕うん爪の交換費用が必要となりますが摩耗などによる耕うん爪を取り替えるときに交換すれば費用の増加はありません。



写真3 現地における大麦あとの大豆(左:交換爪、右:標準爪)

### こんな経営におすすめ:

改良アップカッターによる耕うん同時畝立て播種機を導入済みで、現状よりも作業速度を上げたい生産者を想定しています。天候が不安定な地域やオペレータの労働競合が激しいなどにより事前耕うんの導入が困難な場合にはおすすめです。また、耕うん負荷が小さくなるのでトラクタの出力不足を感じる場合にも効果が期待できます。

### 技術導入にあたっての留意点:

本実証試験では1.7m作業幅(松山 APU1710H)を利用し、大麦、大豆とも平高畝の畝形状で行い、耕うん爪はほぼ新品を使用しました。現在の作業速度に不満がない場合(作業速度2km/h程度以上)には本技術をわざわざ導入する必要がありません。また、使用した耕うん爪はH9Gで、松山(株)から市販されており、両サイドの変形爪は標準のまま利用します。

**研究担当機関名:**農研機構中央農業総合研究センター、長野県農業試験場、長野県野菜花き試験場、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、福井県、国立大学法人信州大学、株式会社クボタ、積水化学工業株式会社、松山株式会社、三菱マヒンドラ農機株式会社、菱農エンジニアリング株式会社、富山県農林水産部農業技術課広域普及指導センター、長野県豆腐商工業協同組合、柄木田製粉株式会社、株式会社クロスアビリティ、全国農業協同組合連合会長野県本部、丸七商事株式会社、株式会社やまびこ

**お問い合わせは:**農研機構中央農業研究センター北陸研究拠点北陸農業研究監

電話 025-526-3210 E-mail omatsu@affrc.go.jp

**執筆分担**(農研機構中央農業研究センター北陸研究拠点 関正裕、加藤仁、山本亮)

## GPS ガイダンス装置と速度連動散布装置による高精度散布技術

試験研究計画名：北信越地域における高性能機械の汎用利用と機械化一貫体系を基軸とした  
低コスト・高収益水田輪作の実証

研究代表機関名：農研機構中央農業総合研究センター

### 開発のわらい：

ブロードキャストやブームスプレーヤのように作業幅の広い散布作業では、目印を立てるなどの補助作業を省略すると、散布の重なりや空きが生じやすくなります。そこで、GPS の情報を利用して、最適な作業経路に誘導するためのガイダンスシステムを開発するとともに、GPS の速度情報を利用したブロードキャストの可変散布装置と組み合わせることで、均一で高精度な作業を実現しました。

### 開発技術の特性と効果：

GPS 情報を利用して、写真1のようにトラクタの現在位置および設定した作業軌跡をモニタ画面に表示できる装置を開発し、作業速度に応じてシャッター開度を自動調節できる車速連動ブロードキャストと組合せて、肥料などの散布において均一な散布が行える装置を開発しました（写真2）。

ブロードキャストの施肥作業は、一般に作業幅が広く、目による作業幅の確認は困難です（図1）。また、作業行程の重複を避けるためのマーカー設置は手間がかかります。そこで、GPS ガイダンスを利用すると、モニタ上で作業幅を確認できるため、作業の重複や施用ムラを防ぎながら、マーカー設置作業も不要になり、作業時間の短縮にも繋がります。

自車位置とガイダンスラインのずれを表示



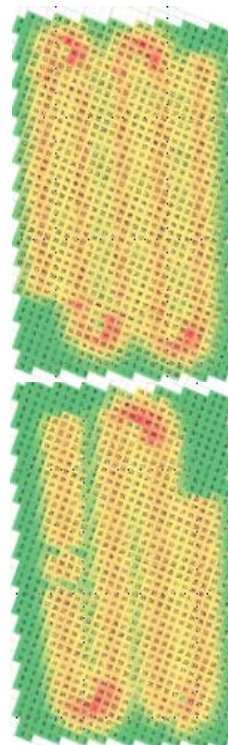
速度、作業済み面積、走行距離の表示

作業軌跡の表示  
青色：作業済み部分  
ピンク：重複部分  
緑色：未作業部分

写真1 GPS ガイダンス装置のモニタ画面



写真2 装置一式（実証地での散布）



### GPSガイドン作業

計画通り2往復半の行程で作業が実施できました。

作業条件：散布幅を設定しガイダンスラインに沿って散布を実施しました。

### 慣行作業(マーカー設置無)

間隔を誤り2往復しか作業できていません。

作業条件：作業者には2往復半で作業することを伝え、目視で散布を行いました。

実際の散布作業による資材散布量分布シミュレーションの解析結果

図1 GPS ガイダンス装置活用の効果例

### 開発技術の経済性:

本装置の一式の価格は27万円と同程度性能の従来装置に比較して半額程度で、機能が絞ってあるため直感的に操作できます。本装置を利用することによりマーカ―設置が不要となることから、マーカ―設置のための人手および作業が省略できます。マーカ―設置作業が不要になると、30a圃場あたり作業時間を15分程度削減できます。また、ガイダンスによって作業行程の重複がなく、車速連動ブロードキャストとの組合せによる散布作業の組合せにより、肥料ムラによる生育ムラを生じにくくします。他には、作業幅が広い例えば代かき作業や防除作業では本装置が目安として問題なく利用できることを確認しています。

表1 資材散布における作業時間比較

	作業時間	作業内容
GPSガイダンス作業	1分以下	装置への作業幅入力
慣行作業(マーカ―設置無)	16分	作業条間の測定とマーカ―設置

### こんな経営におすすめ:

管理作業の省力化による規模拡大を目指している生産者を想定しています。本システム一式が27万円(税込み)と安価であるためGPSガイダンスを利用したい初心者向けの入門機として、またすでに高精度なGPS装置を購入した生産者にも2台目の管理作業向けとしておすすめです。

### 技術導入にあたっての留意点:

建物や木などの陰に入った場合、衛星信号が途切れる場合があります。また、衛星の状況にもよりますが、最大50cm程度の誤差があるので、播種や移植のように数cm以内で位置合わせが必要となる作業での利用は精度の点からおすすめできません。また、紹介した本技術を利用するにはブロードキャストなどの作業機は車速連動対応であることが必要となります。

**研究担当機関名:**農研機構中央農業総合研究センター、長野県農業試験場、長野県野菜花き試験場、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、福井県、国立大学法人信州大学、株式会社クボタ、積水化学工業株式会社、松山株式会社、三菱マヒンドラ農機株式会社、菱農エンジニアリング株式会社、富山県農林水産部農業技術課広域普及指導センター、長野県豆腐商工業協同組合、柄木田製粉株式会社、株式会社クロスアビリティ、全国農業協同組合連合会長野県本部、丸七商事株式会社、株式会社やまびこ

**お問い合わせは:**(株)クボタ 農業ソリューション技術部 武智貫太  
電話 072-241-2211 E-mail kanta.takechi@kubota.com

**執筆分担** ((株)クボタ 後藤義昭、武智貫太)

## 秋田式水田ロボット除草機の開発と除草効果

試験研究計画名:秋田式水田ロボット除草機の実用化と実証試験

研究代表機関名:公立大学法人 秋田県立大学 生物資源科学部

### 開発のわらい:

有機農法は、農薬や化学肥料を使用せず、農業に伴う環境への負荷を低減することと、消費者に安心して安全な生産物を供給することを理念とした農業生産方法です。この有機農法によって生産される米は、付加価値が高く、慣行米の2~3倍の価格で取引され、農家にとって高収益が見込まれますが、除草剤が使用できないため雑草管理は難しいです。そこで、ホバークラフトによって稲株のある田面を自在に走行でき、ブラシローラーによって株元および株間の除草ができる秋田式水田ロボット除草機を開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

本除草機の特長と効果は次の3点です。

- ①ホバークラフトによる走行: ホバークラフトによって浮游するため、稲株の上であっても、水深の浅い場所であっても座礁することなく水田内を自由に走行できる。
- ②ブラシローラーによる除草: 搭載したブラシローラーによって土壌をわずかに動かし、十分に活着していないコナギやノビエなどの一年生雑草の実生を防除します。ブラシローラーはイネの株元や株間に届くので、除草の難しかった株間・株元の除草ができます。
- ③ロボット化: 自律走行機能が搭載されているので、除草が始まればオペレータは不要です。燃料がなくなるまでの4時間は、他の作業が可能です。

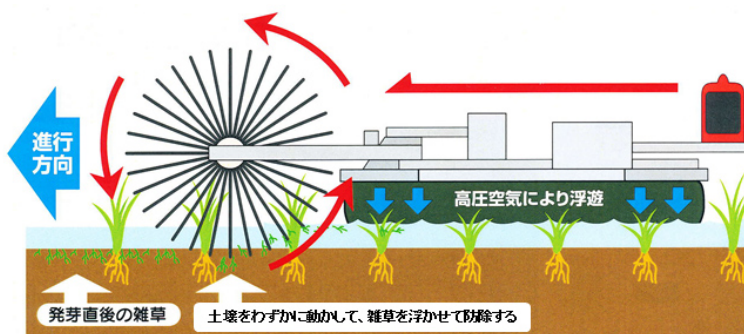


図1 走行方法とブラシローラーによる除草機構



写真1 自律走行中の本機

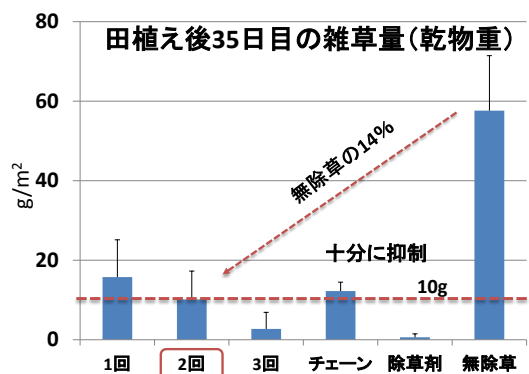


図2 除草効果: 8日×2回の除草で十分に雑草抑

## 開発技術の経済性:

量産時の本体価格は150万円です。機器費は高額ですが、自律走行機能や直進アシスト機能が搭載されており、人件費は抑制されます。表1の条件で試算した場合には、10aあたりの除草経費は、自律走行型で6,773円、ラジコン操作型で11,900円です(表2)。アイガモ農法でのカモの価格は10aあたり5,000~6,000円です。一発除草剤も3,000~4,000円です。このことから考えると本機の除草経費はそれほど高いものとは言えません。

表1 経費算出のための条件

項目	数値	備考
除草面積	6ha	6筆、100×100m
除草日数	8日	
1日あたりの走行回数	2回	
自律走行オペレータ労働時間	0.1時間/10a	
走行速度	0.5m/秒	
旋回時間	6.1秒	180度旋回
ブラシローラ幅	180cm	20cm重複
燃費	0.174L/10a	

表2 秋田式水田口ボット除草機の経費/10a

項目	自律走行	ラジコン操作
機器費	5,606円	4,772円
燃料代	167円	167円
労働費	1,000円	6,960円
合計	6,773円	11,899円

## こんな経営におすすめ:

本機はイネ6条分の走行幅があり、走行速度は0.5m/秒です。1日あたり2回走行で、2haの除草が可能です。そのため、1週間に2日の割合で使用しても、1機あたりの除草面積は最大で6haになります。有機農法での稲作において手取り除草の人夫の確保が難しくなっている大規模農家におすすめです。

## 技術導入にあたっての留意点:

次の2点が留意点です。

- ① 多年生雑草の防除は難しい: 本機は、一年生雑草の防除に特化した除草機です。発芽深度の深い多年生雑草については、ブラシローラーの先端が届かないので防除効果は劣ることになります。実際の有機農業の現場で使用するには、多年生雑草の防除に適した他の除草方法と組み合わせて使用することになります。
- ② イネへのダメージ: 除草によってブラシローラーがイネの茎葉に触れることになるため、除草回数の増加に従ってイネの茎数は減少します。この茎数減少はチェーン除草でも確認されており、除草機具がイネに触れる除草方法では普通に生じている可能性があります。苗を多めに植え付けることによって、茎数の減少を低減できます。

**研究担当機関名:** 公立大学法人秋田県立大学生物資源科学部、株式会社秋田テクノデザイン、大潟村農業協同組合

**お問い合わせ先:** 秋田県立大学生物資源科学部附属フィールド教育研究センター

電話 0185-45-3941 E-mail kentaroy@akita-pu.ac.jp

**執筆分担**(保田謙太郎 秋田県立大学 生物資源科学部 附属フィールド教育研究センター)

## 生産費4割減を実現する稲作経営技術パッケージ

試験研究計画名:農業生産法人が実証するスマート水田農業モデル(IT 農機・圃場センサ・営農可視化・技能継承システムを融合した革新的大規模稲作営農技術体系の開発実証)

研究代表機関名:国立大学法人 九州大学

### 技術体系開発のわらい:

米の生産コストを現状の全国平均から4割削減することが政策的目標として設定されています。そこで、本研究においては、30ha~160haの我が国を代表する稲作経営(農業生産法人4社)が参画し、米生産費4割減を達成できる革新的な次世代稲作経営技術パッケージを確立するための大規模実証研究を行いました。

### 開発技術の特性と効果:

開発した稲作経営技術パッケージは、各経営の戦略や立地条件に対応した実践的技術の最適組合せです。図1には、本研究に参画した農業生産法人4社の稲作経営技術パッケージを例示しています。例えば「機械体系1セットによる100ha超稲作経営技術パッケージ」では、圃場集積・団地化・大区画化(平均33a、最大2ha)、多品種・作期分散(2カ月半)、作業専門化、従事者の自立分散型生産管理等により、田植機・コンバイン各1台で100ha超の作付けを可能にし、機械・施設稼働率向上・生産コスト低減を実現しています。

想定規模	農場略称	稲作経営技術パッケージ名称	機械体系1セットによる100ha超稲作経営技術パッケージ
150ha	F	高収量150ha超稲作複合経営(野菜)技術パッケージ	①圃場集積と団地化(2.5km四方)、圃場連坦による大区画化(平均32a) ②7品種組合せによる作期拡大(田植4月中旬~6月下旬、収穫8月中旬~10月下旬) ③農作業専門化(田植機OP1人、水管理1人、収穫コンバインOP1人、...)による人材マネジメント(技能習得期間短縮、動機づけ等) ④従業員の自主性を重視した自立分散型生産管理方式
120ha	Y	機械体系1セットによる100ha超稲作経営技術パッケージ	
30ha	B	高収益低コスト稲作複合経営(加工)技術パッケージ	
30ha	A	低コスト稲作複合経営(畜産)技術パッケージ	

図1 稲作経営技術パッケージ

表1は、本研究で開発・実証した主要要素技術を示しています。栽培技術では、高密度育苗栽培技術(玄米1kgあたり5.8円~8.8円削減)、流し込み施肥技術(同1.1~2.9円削減)、気象変動対応型栽培技術(同8.7円削減)等により、一層の生産コスト低減(技術導入費用考慮済み)が可能であることも明らかにしました。また、IT関連では、

表1 本研究で開発・実証した主要要素技術

区分	技術名	効果(コスト減は玄米1kgあたり)	実用化段階
栽培技術	高密度育苗による移植栽培技術	コスト削減(5.8~8.8円)	普及:田植機発売予定
	流し込み施肥器による施肥技術	コスト削減(1.1~2.9円)	普及:施肥器発売(特許)
	気象変動対応型栽培技術	追肥により収量増(4%) コスト削減(SPAD使用時8.7円)	普及:WEB開始予定(4月)
	良質良食味米安定生産技術(飽水管理等)	収量向上(飽水管理で8%、仮説)	実証
IT情報技術	FVSクラウドシステム(水田センサ含む)	水田水位・水温等を1000圃場で計測・可視化(1000圃場)。 省力化(水管理5割減)	普及 水田センサ発売(2月)
	IT農機連動による生産履歴クラウドサービス(コンバイン収量管理システムと連動)	圃場別の収量、水分含量、農機作業軌跡・作業時間等を自動的に収集・可視化(1000圃場)	普及 実サービス(1月)
	FVS農機ドライブレコーダ+作業映像コンテンツ	省力化(作業時間削減、熟練者1割減、初心者5割減)	普及 商品化検討
	UAV(ドローン)搭載可視光カメラ利用による省力的葉色計測手法	市販の葉色版とUAVを活用して群落葉色を計測	実証 ソフトウェア公開(4月)
	自走型軽量土壌分析システム(土壌分析と組合わせて含水比・有機含有量・pH・EC・CN比等32項目マッピング)	土壌センサの軽量化(150kg減、1人オペレーティング可能に)	実証 注文生産予定(H28年度、研究用)



営農可視化システム FVS 水田センサによる水管理省力化（労働時間約 5 割減）、FVS（Farm Visualization System）農作業映像コンテンツによる作業時間削減（熟練者 1 割、初心者 5 割減）、ICT を活用した圃場均平化や飽水管理による収量向上（5～8%）等の効果も確認されています。

この他、本研究で既に実践段階にあることが実証された技術パッケージの主な実践技術は、大区画化均平化、施肥、育苗栽培方法に区分できます。各区部の技術は、各農業法人の営農現場で実際に実践されているもので、実用性が高く全て普及段階にあります。例えば、土壌分析・単肥施肥（玄米 1kg あたりコスト 1.9 円削減）やフレコン発酵鶏糞ペレット施肥（同 1.9 円削減）、苗箱施肥（同 0.1～13 円削減）、疎植（同 3.9 円）等の要素技術の組合せの普及により、米生産費の削減が期待できます。

### 開発技術の経済性：

全国平均全算入生産費は玄米 1kg あたり 256.9 円（2014 年産）ですが、開発した技術パッケージにより 30ha 規模ではコスト 40%削減、100ha 超規模では 42%削減されます。全国 15ha 以上層の生産費に比較しても、2～3 割のコスト低減が期待できます（図 2）。

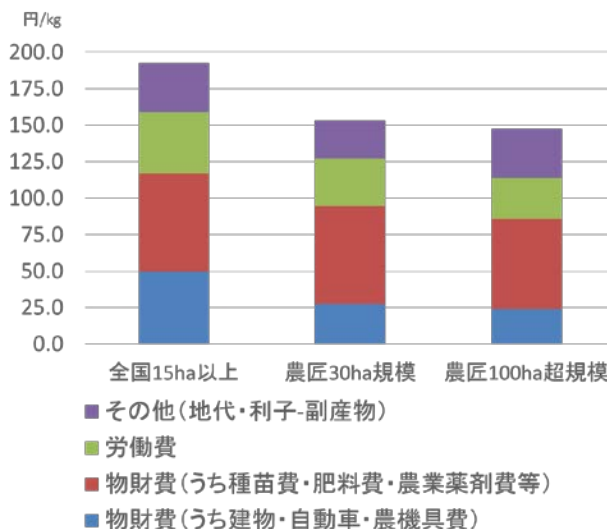


図 2 全国 15ha 以上層との農匠技術パッケージの玄米 1kg 生産費比較

### こんな経営、地域におすすぬ：

開発した技術パッケージは、水稻作付面積 30～150ha 規模の農業生産法人 4 社（滋賀、茨城、石川、熊本）における現地実証に基づいており、関東～九州まで幅広い地域で適応可能です。また、経営革新の意向がある個別稲作経営や集落営農組織へも適用できます。

### 技術導入に当たっての留意事項：

本研究で開発・実証した要素技術の水稻高密度育苗移植栽培や水稻用流し込み施肥技術は実用化も進んでおり実証導入段階にあります。また、FVS 水田センサによる水管理省力化（労働時間約 5 割減）、農作業映像コンテンツによる作業時間削減（熟練者 1 割、初心者 5 割減）、圃場均平化や飽水管理による収量向上（5～8%）、苗箱施肥によるコスト低減（2～9%）等、その他、本技術パッケージに関する最新情報などは農匠ナビ 1000 公式 WEB サイト

<http://www.agr.kyushu-u.ac.jp/lab/keiei/NoshoNavi/NoshoNavi1000/>を参照下さい。

**研究担当機関：**九州大学、（有）フクハラファーム、（有）横田農場、（株）ぶった農産、（株）AGL、ヤンマー（株）、ソリマチ（株）、滋賀県農業技術振興センター、石川県農林総合研究センター、茨城県農業総合センター、茨城県南農林事務所、東京農工大学、農研機構九州沖縄農業研究センター、中央農業総合研究センター

**お問い合わせは：**九州大学大学院農学研究院・南石晃明・長命洋佑

E-mail: nanseki@agr.kyushu-u.ac.jp, chomei@agr.kyushu-u.ac.jp

**執筆分担：**九州大学大学院農学研究院 南石晃明・長命洋佑

## 水稻高密度育苗移植栽培技術

試験研究計画名:農業生産法人が実証するスマート水田農業モデル(IT 農機・圃場センサー・営農可視化・技能継承システムを融合した革新的大規模稲作営農技術体系の開発実証)

研究代表機関名:国立大学法人 九州大学

### 開発のねらい:

育苗資材費の削減や管理労力および移植作業時間の低減など水稻生産の低コスト化のため、育苗箱に種籾を高密度に播種し、移植に使用する苗箱数を削減する技術は、これまでも各地で取り組まれています。本研究では、従来にない高い密度で播種し、その密播苗から高精度で掻き取り移植する田植機を用いることで、移植に使用する苗箱数を劇的に少なくする技術の開発を目指しました。

### 開発技術の特性と効果:

高密度育苗は、育苗箱に高密度に播種すること、その密播した苗を高精度田植機で植えること以外は慣行の資材で、慣行の育苗および本田管理に準じて栽培できます。育苗箱当たり乾籾 250~300 g の高密度で播種し、その苗を 1 株当たり 4 本程度で移植します。これにより使用する育苗箱数が大幅に少なくできます。3.3 m<sup>2</sup> 当たり 50 株の栽植密度では 10a 当たり 5~7 箱の苗で移植が可能です。移植時の目標とする苗姿は、育苗日数 15~20 日の葉齢 2.0~2.3、苗丈 10~15cm です。平均気温 15℃ 以上で気象の安定する時期の移植で苗の生長や移植後の速やかな活着および初期生育を確保しやすくなります。収量と品質は慣行と同等です。



図1 播種量の比較  
1箱当たり乾籾  
100g播(上)、  
300g播(下)

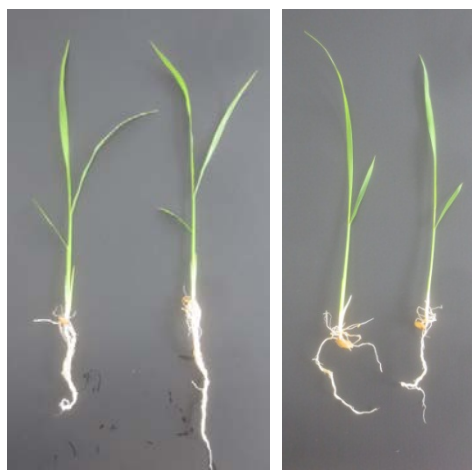


図2 移植時の苗の比較  
100g播(左)、300g播(右)

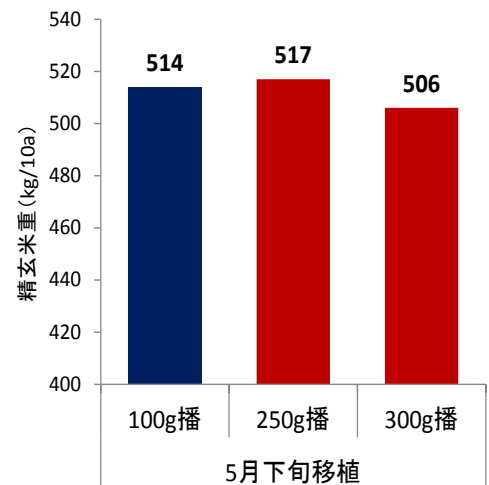


図3 10a 当たり収量  
5月下旬移植コシヒカリ  
石川農試

## 開発技術の経済性:

種子予措から移植までのコストを試算したところ、慣行は苗1箱当たり624円、高密度は同1,292円となりました。これにより10a当たりの苗箱使用実績に基づいた試算では、慣行が10a当たり12,784円、高密度が8,400円となり、10a当たり費用合計で4,384円(34.3%)、単収約500kg/10aで玄米1kg当たり5.8円(25.7%)のコスト低減効果があることとなります(表1)。高密度育苗を全面導入したとして、この1kg当たり5.8円の低減額を単収500kg/10aとして全収量に適用すると、水稻30ha規模の経営で約87万円の生産コスト低減が期待できます。

表1 高密度技術と慣行技術のコスト比較(平成27年産の事例)

	人件費 (円/10a)	機械・資材費 (円/10a)	費用合計 (円/10a)	H27年度収量 精玄米 (kg/10a)	精玄米1kg コスト (円/kg)
高密度技術	1,040	7,360	8,400	504.1	16.7
慣行技術	2,358	10,427	12,784	569.7	22.4
削減額	<b>-1,318</b>	<b>-3,066</b>	<b>-4,384</b>		<b>-5.8</b>
削減率	<b>-55.9%</b>	<b>-29.4%</b>	<b>-34.3%</b>		<b>-25.7%</b>

## こんな経営におすすめ:

高密度育苗は現在稚苗移植栽培を実施している地域で導入が可能と考えています。品種としては、籾サイズが大きなものは播種密度の確認が必要ですが、一般的に栽培されている品種であれば適用が可能です。高密度育苗の技術は、大規模水稻経営体においては繁忙な春作業時期において労働力の削減ができることで更なる規模拡大に繋げることができます。使用する苗箱数が減ることで育苗ハウスの使用面積が少なくて済み、余剰ハウスを受託育苗や施設園芸の拡大などにも有効利用できます。

## 技術導入にあたっての留意点:

種子予措は慣行に準じますが、移植時の苗揃いのためハトムネ催芽を良く揃えることが大切です。育苗管理では、苗の生長の進む育苗後半は好天時に蒸散が激しくなるので灌水不足にならないように注意する必要があります。

移植機は、高密度苗を高精度に移植できる専用の田植機を使用します。収量確保のためには連続欠株を防ぐことが大切です。田植えに当たっては、土壌が硬くなりすぎないこと、田面水はごく浅水で行うことで植付後の苗の姿勢が安定します。また、移植後は急激な深水入水を避け、浮き苗発生を防止します。

**研究担当機関名:**九州大学、(有)フクハラファーム、(有)横田農場、(株)ぶった農産、(株)AGL、ヤンマー(株)、ソリマチ(株)、滋賀県農業技術振興センター、石川県農林総合研究センター、茨城県農業総合センター、茨城県南農林事務所、東京農工大学、農研機構九州沖縄農業研究センター、中央農業総合研究センター

**お問い合わせ先:**石川県農林総合研究センター 企画調整室

電話: 076-257-6911 E-mail: nk-kika@pref.ishikawa.lg.jp

**執筆分担:**(株)ぶった農産 佛田利弘、石川県農林総合研究センター 澤本和徳、ヤンマー(株) 伊勢村浩司

## 分野：水田輪作

# ほ場で直接液肥が作れる水稲用流し込み施肥装置

試験研究計画名：農業生産法人が実証するスマート水田農業モデル（IT 農機・圃場センサー・営農可視化・技能継承システムを融合した革新的大規模稲作営農技術体系の開発実証）

研究代表機関名：国立大学法人 九州大学

### 開発のわらい：

流し込み施肥技術は、水田の水口から灌漑用水と一緒に液肥や溶解性の高い粒状肥料を流し入れる施肥法です。従来から様々な流し込み施肥の取り組み事例がありますが、肥料の散布ムラによる収量・玄米品質の低下が懸念されていました。そこで農業生産法人と共同し、散布ムラの少ない新たな流し込み施肥装置を開発し、現地実証試験によりその効果を確認しました。

### 開発技術の特性と効果：

安価で入手しやすい粒状尿素を使用し、ほ場で直接流し込み溶液を作成できる流し込み施肥装置を開発しました（図1）。開発した流し込み施肥装置（以下、施肥装置）の主な特徴は、①一般的に入手でき水に溶けやすく安価な尿素等の粒状肥料を使用して、圃場で直接流し入れる液肥が作れること、②施肥装置から圃場へ滴下する流量の調節が可能で、一度調節した滴下流量は長時間経過してもほぼ一定であることの2点です（図2）。施肥装置を使って試験を行った結果、施肥前日から落水して流し込むことで散布ムラが抑えられ、かつ玄米収量・玄米品質（玄米タンパク・整粒歩合）も慣行の背負式動力散布機による追肥と同等であることが実証されました。



図1 開発した流し込み施肥装置

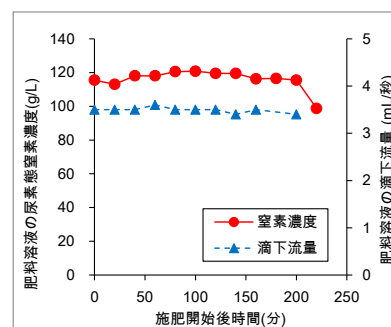


図2 流し込み施肥装置からの滴下流量と窒素濃度の推移

### 開発技術の経済性：

流し込み施肥にかかる作業能率は10a換算で約4分となり、現地慣行の背負式動力散布機による追肥作業（10分/10a）と比較して約6割作業能率が改善されます。また、本研究において、乾田直播栽培の播種時に肥料を施用せず種子のみ播種を行い、苗立期以降に生育ステージに合わせて安価な尿素を用いた流し込み追肥を計4回行う施肥体系を実証し、播種同時に肥効調節型肥料を施用する全量基肥施肥体系と比較したところ、収量は全量基肥施肥体系と同水準以上を確保しつつ、肥料散布にかかる資材費及び労働費が大幅に削減できることが（有）横田農場の試算結果により明らかとなりました（表1）。この成果は、

圃場の大区画化が進む水田地帯において、直播による省力的な播種作業と流し込みによる省力的かつ低コストな施肥作業が融合された新たな栽培管理技術として期待されます。

表1 乾田直播栽培における施肥にかかる労働費および肥料費の試算結果

栽培体系	作業時間 による人件費 (円/10a)	肥料費 (円/10a)	計 (円/10a)	H27収量 粗玄米 (kg/10a)	粗玄米1kg あたりの費用 (kg/10a)
乾田直播(肥効調節型肥料)	221	7,422	7,644	581	13.2
乾田直播(尿素流し込み)	358	1,930	2,288	592	3.9
削減			▲ 5,356		▲ 9.3

注1) 有限会社 横田農場(茨城県龍ケ崎市)によるH27の試算結果。

注2) 品種は「あきだわら」。乾直の播種日は4月25日。

注3) 肥効調節型肥料は播種同時施肥、尿素流し込みは生育期間中に計4回施肥を行った。

注4) 施肥量は窒素換算で計12kg/10aを施用した。

注5) 人件費単価は1,500円/時間、肥料費はLPコート251.3円/kg、尿素75円/kgとした。

注6) 上記試算には、機械費やその他経費は含まれていない。

### こんな経営におすすめ：

流し込み施肥は、水稻を栽培する生産者であれば、特別な技術を必要としないため、誰でも取り組むことができます。しかし、特に導入メリットが高いのは、真夏に追肥作業を必要とする大規模経営体です。一般的に、水稻では肥効調節型肥料による全量基肥施肥体系が普及していますが、少しでも資材費を削減したい生産者におすすめです。近年では全国的に飼料米等の作付けが増加しており、より低コストで飼料米を栽培したい生産者にもおすすめできます。

### 技術導入にあたっての留意点：

本施肥装置を用いた流し込み施肥のポイントは以下のとおりです。

①流し込みを行う圃場は、通常よりも特に田面を平らに仕上げる必要があります。レーザーレベラ等の機械装備があるならば事前に圃場を平らに整地しておくことが有効です。②流し込み開始時に田面水が多すぎると、施肥ムラを生じる原因になるため、流し込み開始時の田面水は水深0cmを目標に、可能な限り落水して流し込みを行うようにします。一方、乾かし過ぎは、田面に亀裂が生じ施肥ムラの原因になりますので、注意が必要です。③本施肥装置を使った流し込み施肥法は、灌漑水とともに肥料溶液を少量ずつ長時間かけて流し込む方式のため、対象圃場では灌漑水の流量がしっかりと確保されていることが重要です。また、漏水田での流し込み施肥は不適です。④流し込み終了後は、水口をしっかりと止めることが重要です。流し込み終了後、肥料がないまま灌漑水のみを流し続けていると、施肥ムラを生じる原因となります。⑤水口が複数ある大区画圃場では、水田内に灌漑水を流入させる水口の数だけ施肥装置を設置して、同時に肥料を流し入れる必要があります。

**研究担当機関名：**九州大学、(有)フクハラファーム、(有)横田農場、(株)ぶった農産、(株)AGL、ヤンマー(株)、ソリマチ(株)、滋賀県農業技術振興センター、石川県農林総合研究センター、茨城県農業総合センター、茨城県南農林事務所、東京農工大学、農研機構九州沖縄農業研究センター、中央農業総合研究センター

**お問い合わせは：** 茨城県農業総合センター農業研究所

電話 029-239-7212 E-mail ta.mori@agri.pref.ibaraki.jp

**執筆分担：**茨城県農業総合センター農業研究所 作物研究室 森 拓也、飯島智浩

# 安定的な水田輪作に向けた新たな転作作物 “子実用とうもろこし”

試験研究計画名:道産米の国際競争力強化と持続的輪作体系の両立に向けた実証  
 研究代表機関名:農研機構北海道農業研究センター

## 開発のわらい:

水田作地帯において、子実用とうもろこしは既存の機械設備をある程度活用した栽培が可能であり、導入のハードルが比較的低い作物です。また、管理作業が少なく省力的で、根張りや収穫残渣の圃場還元による土壌物理性の改善効果があり、他品目の収量向上に寄与できることから、新たな転作作物として近年期待を集めています。全国的に栽培が広がっていますが、栽培体系全体に関する情報が十分でないことから、現地での土壌物理性改善効果及び収穫機の利用性を主体とした栽培を実証するとともに、子実用とうもろこしの生産費を整理しました。

## 開発技術の特性と効果:

子実用とうもろこしを栽培することで、根張りや残渣のすき込みによる透水性の向上や土壌硬度の低下が認められることから、輪作体系への定着によって圃場生産性の改善・向上を期待することができます(表1)。畑地化初年目の泥炭土圃場における子実収量は1.1t/10a(子実水分14%換算)に達し、低地土・台地土と遜色ない水準を期待できます。

実証機(普通コンバイン中型機種「AVERO240」、コーンヘッド及びセミクローラ装着)による1日あたり収穫面積は約4.5haで、1日分の収穫子実は、合計容量500石の米麦乾燥機で乾燥できます(写真1、表2)。実証地域(南空知)において個別農家(20ha以上)の所有する乾燥機合計容量が1戸あたり約180石であることから、実証機は3戸程度での共同利用により、収穫能力を十分に発揮することが可能となります。

表1 子実用とうもろこし作付けによる土壌物理性の改善効果

調査時期	圃場	層位 <sup>※1)</sup>	飽和透水係数の比率 <sup>※2)</sup>	貫入抵抗値 <sup>※3)</sup> (MPa)
収穫前	①	1	300	-0.01
		2	226	0.12
	②	1	7	-0.19
		2	0	-0.21
収穫後 (残渣すき込み後)	③	1	14	0.12
		2	672	0.04
	④	1	143	-0.26
		2	0	-0.09

※1) 飽和透水係数は層位1が5cm深、層位2が20cm  
 貫入抵抗値は層位1が0-15cm、層位2が15-30cmの平均値  
 ※2) とうもろこし区/裸地区 ※3) とうもろこし区-裸地区



写真1 実証機「AVERO240」と収穫した子実

表2 実証機「AVERO240」の負担面積及び必要となる乾燥機の合計容量

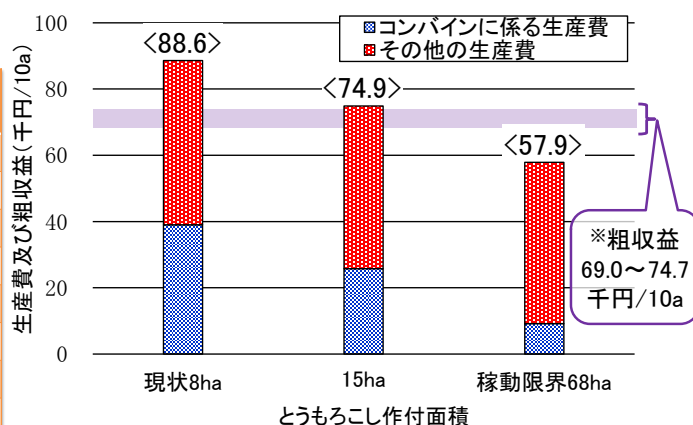
出力	146kW	
条数、タンク容量	5条、5600L	※1)8時間/日、実作業率70%
作業能率	0.8ha/h	※2)収穫期間:10/16~11/9、作業可能日数率61%
日あたり面積 <sup>※1)</sup> 、及び負担面積 <sup>※2)</sup>	4.5ha、68ha	※3)実証での乾燥前容積重0.75t/1000Lで計算
” 収穫量(水分25%、1.3t/10a)	58.2t	
必要となる乾燥機の合計容量 <sup>※3)</sup>	500石(90000L)	

## 開発技術の経済性:

子実用とうもろこし栽培の ha あたり投下労働時間は、約 17 時間と省力的です(表 3)。一方で生産費は、コンバイン(実証機)に係る費用の占める割合が高いため、収穫面積に大きく影響されるのが特徴です。コンバイン(実証機)を導入してとうもろこしを栽培すると、とうもろこし作付面積が 8ha(実証農家現状)の時の全算入生産費は 88.6 千円/10a であり、粗収益(69.0~74.7 千円)を上回ります。しかし、作付面積 15ha を確保することで粗収益で全算入生産費を賄うことが可能となり、コンバインの稼働限界面積となる 68ha まで拡大すれば、さらに収益を高めることができます(図 1)。

表 3 実証における子実用とうもろこし作業体系と投下労働時間

作業時期	作業内容	投下労働時間 (h/ha)
前年秋	心土破碎	0.9
5月上旬	耕起	0.7
5月上~中旬	碎土整地	4.5
	施肥・播種	2.4
	鎮圧	0.5
6月上旬	除草剤散布	0.6
10月中~下旬	収穫・運搬	2.5
	乾燥	2.8
	残渣処理	2.2
	合計	約17時間



コンバインに係る生産費は、面積によらず固定的に生じる償却費  
 ※粗収益は実証収量(14%、1.1t/10a)の水準において、  
 品代30~35円/kgと、水田利活用交付金35,000円/10aの合計

## こんな経営におすすめ:

子実用とうもろこしは、転換畑へ導入することで輪作体系の維持と土壌物理性改善効果による収量性の維持・向上を期待できる作物です。経済的メリットを得るにはコンバインの稼働面積の確保がポイントとなります。北海道では、南空知や石狩地域等の転作率の高い水田作地帯において、大規模な経営や複数戸でコンバイン、乾燥機の汎用利用をおこなう経営での導入が適します。

## 技術導入にあたっての留意点:

水田作地帯で導入される普通コンバインは、畑作地帯での主力サイズよりも小さな機種が想定されますが、サイズ選定には乾燥体系とのバランスを十分に検討する必要があります。また、軟弱地盤で有利なセミクローラ型の収穫機を導入した場合でも、作土が過湿な状態での作業は、土壌物理性の悪化(泥濘化)をもたらすため、避ける必要があります。

**研究担当機関名:** 農研機構北海道農業研究センター、北海道立総合研究機構中央農業試験場 国立大学法人北海道大学、農研機構農村工学研究所、株式会社クボタ、ヤンマー株式会社 エム・エス・ケー農業機械株式会社、空知農業改良普及センター、JA いわみざわ

**お問い合わせは:** 北海道立総合研究機構中央農業試験場生産システムグループ

電話 0 1 2 3 - 8 9 - 2 0 0 1 (代表)

電話 0 1 2 3 - 8 9 - 2 2 8 7 (グループ直通)

E-mail central-agri@hro.or.jp

**執筆分担** (北海道立総合研究機構中央農業試験場 吉田邦彦、藤井はるか、  
 北海道立総合研究機構十勝農業試験場 平石 学)

## 前年整地体系で春先らくらく、水稲乾田直播栽培

試験研究計画名：道産米の国際競争力強化と持続的輪作体系の両立に向けた実証研究

代表機関名：農研機構北海道農業研究センター

### 開発のわらい：

北海道の水田作地帯では、今後、畑作・酪農地帯に比べて急激な農家人口の減少が予想される中で、いかに規模を拡大し水田作地帯を維持・発展させていくかが課題となっています。しかし、北海道では、短い春に育苗、移植等の作業が集中することから、慣行の移植栽培では家族経営の場合、移植水稲の作付け面積 20ha、経営規模にして 40～50ha が限界であると考えられています。このため、春作業の軽減をすることで水稲直播栽培の経営規模限界が拡大されることが期待されています。

### 開発技術の特性と効果：

水稲乾田直播栽培は慣行の移植栽培に比べ省力的ですが、播種前後の作業工程は多く天候にも左右されるため、播種適期が限られ春作業が繁忙になるというデメリットがあります。そこで乾田直播栽培の前年中（前作の秋まき小麦の収穫直後）に圃場を整地し、冬期間の積雪と融雪によって鎮圧と同様の効果を得て鎮圧作業を省くことが可能となり、翌年は播種するのみとした栽培体系を開発しました。泥炭土壌では春に均平作業で手直しが必要になることが多いですが、手直しする場合にも GNSS（衛星測位）バギー等を活用して（写真 1）、圃場高低差マップを作成・活用することにより最大で 50%の作業時間節減が可能でした（図 1）。



写真 1 GNSS バギー車による計測作業の様子

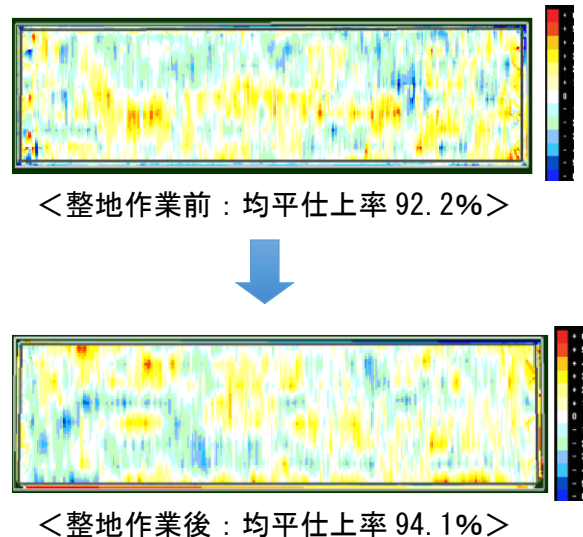


図 1 2015 年、妹背牛町 S 氏前年整地圃場での GNSS バギー測定均平度データ



### 開発技術の経済性:

前年整地によって水稲乾田直播栽培の春季繁忙期の作業時間が最大で3~4割節減、手直しの均平作業が必要とされる場合でもICTを活用することで通常の春季の均平に比べて作業時間半減が期待できます。作業時間の節減を水稲乾田直播栽培に向けるとすると、現状面積(約8ha)と同じ作業時間で20~40%程度の処理面積の拡大が見込まれると試算されました(図2)。

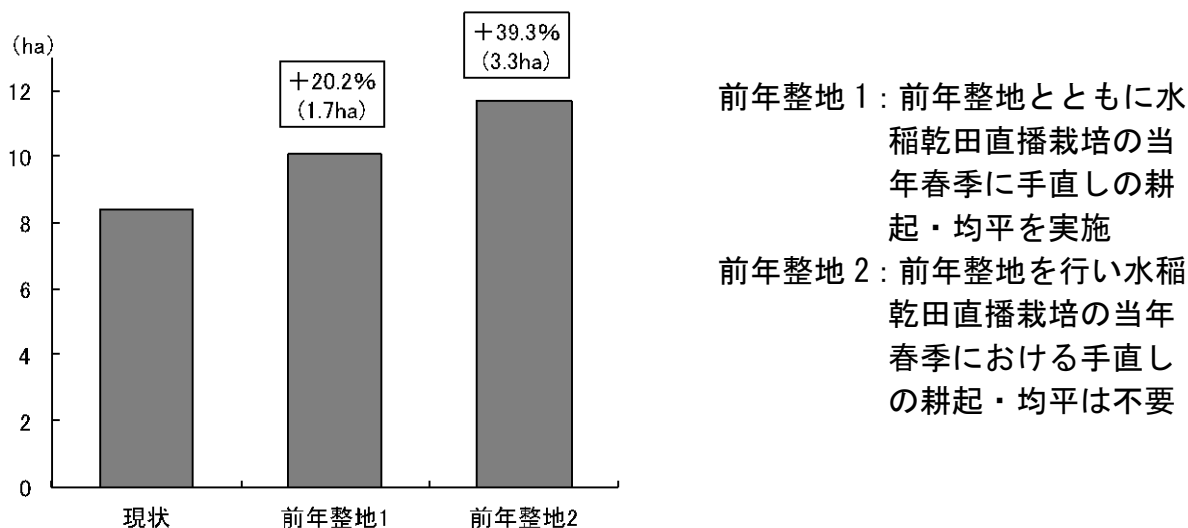


図2 水稲乾田直播栽培を前年整地体系に置き換えた場合の処理可能面積の試算

### こんな経営におすすめ:

開発技術は、北海道上川南部以南の水稲乾田直播の導入が可能な地域に導入可能です。大区画圃場や地下灌漑が整備された地域で、高精度GNSSの基準局の設置など、ICT活用に積極的な地域が望まれます。

経営体としては、秋まき小麦等との田畑輪換を実践しつつも、水稲の作付け面積を維持しての規模拡大を志向する生産者で取り入れられることが期待されます。

### 技術導入にあたっての留意点:

北空知における地下灌漑を備えた大区画圃場(1区画2.2haと4.4ha)での実証試験結果に基づく成果です。圃場高低差は自治体で整備した高精度GNSS基準局及び高低差測定用車両(バギー)を利用して取得しました。

前年整地は、移植水稲の収穫後では厳しく、基本的には前作秋まき小麦の収穫後に実施します。均平作業は作業前に圃場の高低差マップがあれば、一層の省力化が期待できます。

**研究担当機関名:** 農研機構北海道農業研究センター、北海道立総合研究機構中央農業試験場、国立大学法人北海道大学、農研機構農村工学研究所、株式会社クボタ、ヤンマー株式会社、エム・エス・ケー農業機械株式会社、空知農業改良普及センター、JAいわみざわ

**お問い合わせ先:** 農研機構北海道農業研究センター産学連携室

電話011-851-9141(代表)011-857-9212(コミュニケーター番号)

E-mail cryoforum@ml.affrc.go.jp

**執筆分担** (農研機構北海道農業研究センター 牛木純)

# 暖地における多収品種を用いて水稲の生産コストを 4割以上削減する乾田直播体系

試験研究計画名:温暖地における業務用多収品種と省力栽培技術を基軸とする大規模水田高  
度輪作体系の実証

研究代表機関名:農研機構 中央農業総合研究センター

## 技術体系開発のわらい:

水稲の生産コストの大幅な削減が求められています。そこで、業務用多収品種を用いて不耕起播種機やチゼル・ドリルシーダ、小明渠浅耕播種機、V溝直播機などの高能率播種機で作業時間を大幅に短縮し、基肥一発施肥による施肥技術、地下水位制御システム(FOEAS)による精緻で省力的な水管理などの技術体系により、収量目標 600 kg/10a 以上、60 kg当たり全算入生産費を地域平均に対して4割以上削減する水稲乾田直播の技術体系を確立します。

## 開発技術の特性と効果:

関東・東海・近畿の温暖な平坦地を対象に、水稲乾田直播による技術体系を開発して2年間実証栽培を行いました(図1)。FOEASによる基盤整備を導入した80haの大規模営農における千葉県現地の例では、「ふさこがね」や「あきだわら」品種を用いて、不耕起播種機による高能率な播種を行い、肥効調節形肥料を用いた基肥一発施用による追肥の省略、地下灌漑・浅水管理で齊一な苗立ち確保、大型鎮圧ローラによる強鎮圧、土壌処理剤を用いる除草体系により雑草発生を遅らせて除草剤使用回数の削減等を可能にしました。さらに作業に余裕のある冬季においては野菜作を組み入れるため、長ネギの小苗から大苗まで移植できるマルチステージ苗移植による機械化一貫体系を導入し、水田輪作と組み合わせても労働ピークの少ない周年労働を確保できる複合水田営農を実証しました(図2)。

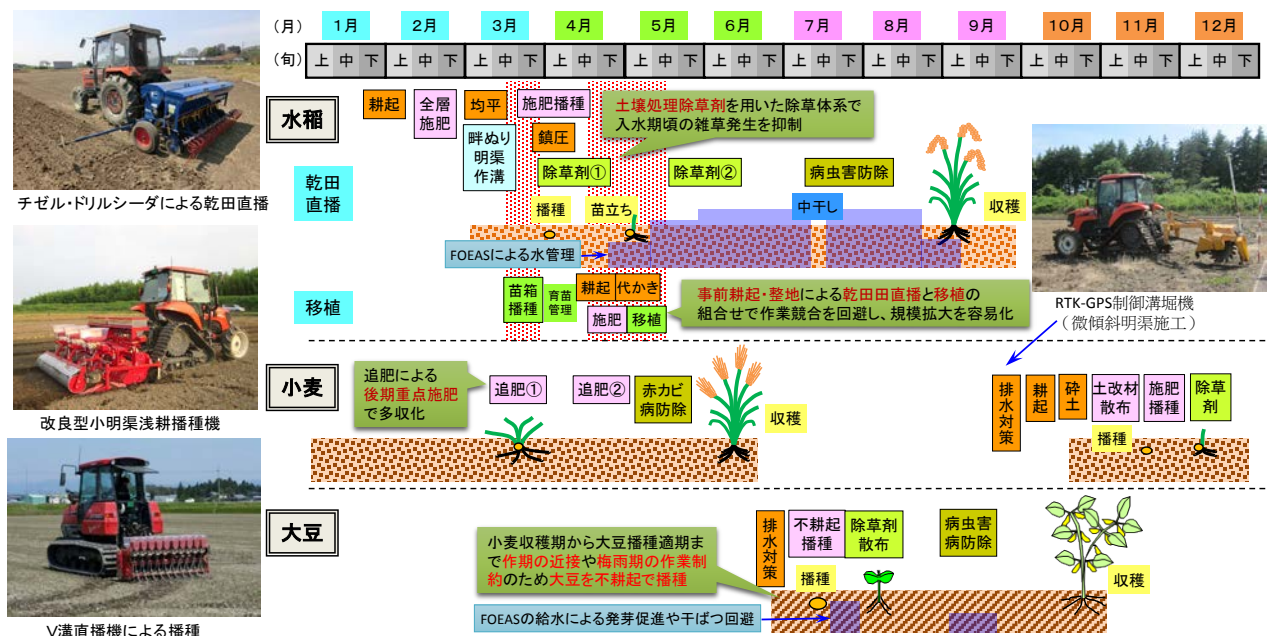


図1 実証地における水稲-小麦-大豆による輪作体系(千葉県現地の作業体系例)

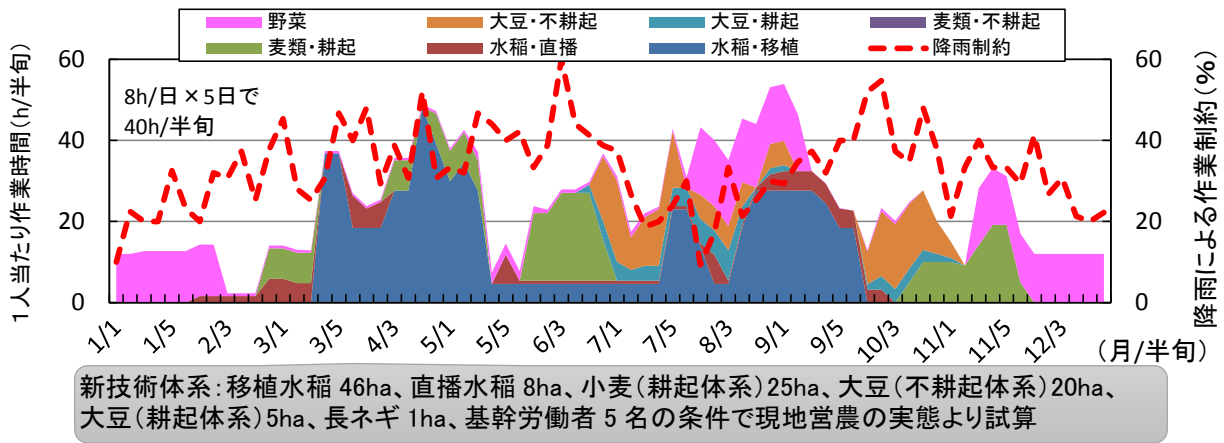


図2 千葉県現地の1人当たりの半旬別作業時間の推移

**開発技術の経済性:** 稲麦大豆による輪作体系では、多収品種を用いた水稻乾田直播や小麦の追肥主体の施肥体系による多収化を図り、高能率な播種機の活用で水稻乾田直播や大豆の不耕起栽培では労働時間を短縮し、省力化を促進することが可能になりました。千葉県の水稻乾田直播の例では、収量 595~720 kg/10a の多収を確保し、10a 当たり労働時間の短縮による労働費の削減効果等により、60 kg 当たり全算入生産費を 50% 削減でき、地域の平均的な移植栽培の生産費に比べて、目標の 6 割削減を達成できました (図 3)。

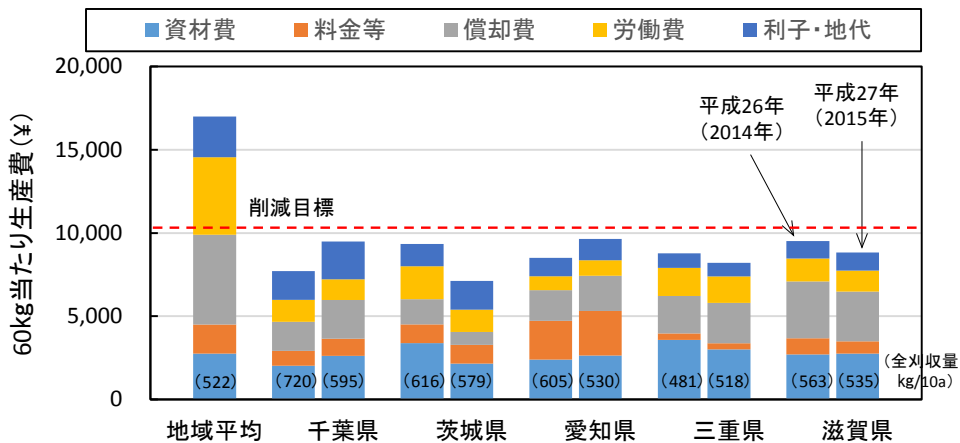


図3 各実証地における乾田直播水稻の60kg当たり生産費

**こんな経営におすすめ:** 温暖な関東、東海、近畿地方の平坦な水田地帯で 100~200ha 程度の雇用型大規模法人や集落営農組織に適用できます。基盤整備がされた圃場で大型機械を基幹とした作業体系を導入した水田営農で高い省力性とコスト削減効果が得られます。

**技術導入にあたっての留意点:** 田畑輪換による作付けを行うため、水稻作における湛水と畑作物栽培時の排水性を両立できる FOEAS や暗渠施設等の基盤整備が導入され、ブロックローテーションによる輪作体系が可能な圃場が必要です。

**研究担当機関名:** 農研機構 中央農業総合研究センター、農村工学研究所、千葉県農林総合研究センター、茨城県農業総合センター農業研究所、石川県農林総合研究センター、愛知県農業総合試験場、三重県農業研究所、滋賀県農業技術振興センター、国立大学法人京都大学大学院農学研究科、株式会社クボタ、株式会社やまびこ、井関農機株式会社、初田工業株式会社、株式会社トプコン、スガノ農機株式会社、株式会社ニコン・トリンプル

**お問い合わせは:** 農研機構中央農業研究センター産学連携室 電話029-838-8509

E-mail [www@naro.affrc.go.jp](mailto:www@naro.affrc.go.jp)

執筆分担 (農研機構中央農業研究センター 大下泰生)

## べんモリ湛水直播を基軸とした2年4作輪作体系

試験研究計画名：北部九州における稲麦大豆多収品種と省力栽培技術を基軸とする大規模水田高度輪作体系の実証

研究代表機関名：農研機構九州沖縄農業研究センター

### 技術体系開発のわらい：

稲・麦・大豆の2年4作輪作体系が広く行われている北部九州の水田において、従来法より安価で種子被覆の容易な「べんモリ被覆種子」による湛水直播栽培を導入するとともに、新品種を活用した大豆の早期・密播及び麦類の表層散播により、安定多収を確保し、省力・低コスト化を実現する技術を開発しました。

### 開発技術の特性と効果：

水稲は、べんがらとモリブデン化合物を被覆したべんモリ被覆種子（写真1）を、ショットガン直播機などの土中に浅く播種できる播種機で湛水直播します（写真2）。大豆及び麦類は、アップカッターロータリを汎用利用し、大豆では「サチユタカA1号」の早期・密植により中耕培土を省略した低コスト栽培（写真3）、大麦では「はるか二条」の表層散播による多収栽培を実現します（写真4）。べんモリ被覆は、必要な資材量が少なく、被覆時の発熱もないので、作業が簡便であり、また、土中播種により倒伏リスクが低減し、多品種での湛水直播が可能です。アップカッターロータリでは一工程播種が可能であり、適期播種により大豆の安定多収が期待でき、表層散播では播種密度を高めることが可能で、麦類の多収が実現できます。



写真1 べんモリ被覆した種子



写真2 ショットガン直播機による湛水直播



写真3 大豆「サチユタカ A1 号」の狭畦密植栽培（5葉期）



写真4 大麦「はるか二条」の表層散播

### 開発技術の経済性:

水稲のべんモリ被覆は、被覆資材を変更するだけで、従来のショットガン直播機や一般に栽培されている品種がそのまま利用できます。過酸化カルシウム粉粒剤での被覆に比べて、資材費を1,000円/10a程度削減、作業時間を1/3程度に短縮できます。大豆・麦類ではアップカッターロータリの汎用利用により農機具費の削減が可能で、耐天候性の向上や一工程播種により稼働率の向上が期待できます。

### こんな経営におすすめ:

稲・麦・大豆の輪作体系を実施している暖地や温暖地への導入が想定されます。大規模農家や少数のオペレーターで作業を実施している生産組織などでの活用が期待されます。水稲の湛水直播栽培では、水管理などに注意が必要であり、過酸化カルシウム粉粒剤での被覆や鉄コーティングなど、従来法で湛水直播栽培を実施してきた農家が適します。

### 技術導入にあたっての留意点:

べんモリ被覆は雀による食害への抑制効果はないので、雀が多い水田での実施は避ける必要があります。また、スクミリンゴガイの食害回避のため、前年に大豆を栽培した水田での実施が望まれます。なお、大豆品種「サチユタカ A1 号」及び大麦多収品種「はるか二条」は新品種のため、奨励品種への採用県が限られています。

**研究担当機関名:** 農研機構九州沖縄農業研究センター、福岡県農林業総合試験場、佐賀県農業試験研究センター、佐藤商会、井関農機株式会社、株式会社クボタ、日本ブライス株式会社

**お問い合わせ先:** 農研機構九州沖縄農業研究センター産学連携室

電話 096-242-7682 E-mail q\_info@ml.affrc.go.jp

**執筆分担**（農研機構九州沖縄農業研究センター 原嘉隆、土屋史紀）

## アップカットロータリと新規多収品種を活用した 稲麦大豆一工程播種輪作体系

試験研究計画名：北部九州における稲麦大豆多収品種と省力栽培技術を基軸とする大規模水田高度輪作体系の実証

研究代表機関名：農研機構九州沖縄農業研究センター

### 技術体系開発のわらい：

2年4作の輪作体系が広く行われている北部九州地域の水田において、アップカットロータリの汎用利用による水稲乾田直播栽培、麦・大豆の一工程播種栽培を導入し、多収品種の活用と適期播種・湿害回避効果により、経営規模拡大に対応した省力・低コスト輪作体系を実現することとしました。

### 開発技術の特性と効果：

水稲については業務用多収品種「たちはるか」を導入し、アップカットロータリを活用した表層散播一工程播種（写真1）と振動鎮圧による漏水防止（写真2）による乾田直播を行います（図1）。大豆についてはアップカットロータリと山形鎮圧輪を組み合わせた一工程播種（写真3）を行います。麦類については大麦の多収新品種「はるか二条」を導入して表層散播一工程播種を行います。アップカットロータリを活用した一工程播種は天候に左右されにくいことから、適期播種により安定した多収が期待できます。また、乾田直播の播種作業時期は通常の新作時期よりも早く、作業分散が可能です。さらに、「たちはるか」は晩生品種であることから、収穫時期の分散も可能となります。



写真1 表層散播一工程播種  
※水稲乾田直播、麦類の播種が可能



写真2 振動鎮圧による漏水防止  
※麦作後でも乾田直播栽培が可能



図1 表層散播と振動鎮圧による乾田直播栽培の作業工程



写真3 大豆一工程播種  
※天候に左右されにくいことから適期播種が可能

### 開発技術の経済性:

アップカッターロータリを保有している場合、乾田直播に利用する表層散播機と振動鎮圧ローラを新規に導入する必要がありますが、表層散播機は麦播種に、振動鎮圧ローラも麦踏みに汎用利用が可能です。また、乾田直播の導入により育苗や苗の運搬、代かきを省略することから、水稲では10aあたりの労働時間を約6割、生産費を約4割削減することができます。

### こんな経営におすすめ:

水稲麦類大豆の輪作体系を実施している地域への導入が想定されます。特に、乾田直播は梅雨入り前の播種が望ましいことから、小麦よりも収穫時期の早い大麦を作付けしている地域が想定されます。また、アップカッターロータリには高馬力トラクタが必要なことから、経営面積の大きい生産者への導入が期待されます。

### 技術導入にあたっての留意点:

水稲品種「たちはるか」は、主に業務用米として利用されることから買い取り価格は通常品種よりも10~15%低いものの、収量は通常品種よりも2割程度多いことから相殺されます。なお、水稲乾田直播の播種時期は梅雨入り前が好ましいことから、小麦よりも収穫時期が早い大麦後での導入が望まれます。

**研究担当機関名:** 農研機構九州沖縄農業研究センター、福岡県農林業総合試験場、佐賀県農業試験研究センター、佐藤商会、井関農機株式会社、株式会社クボタ、日本ブライス株式会社

**お問い合わせは:** 農研機構九州沖縄農業研究センター産学連携室

電話 096-242-7682 E-mail q\_info@ml.affrc.go.jp

**執筆分担** (農研機構九州沖縄農業研究センター 大段秀記、土屋史紀)

## 部分浅耕—工程播種による水稲乾田直播を基軸とした 省力的な水田輪作体系

試験研究計画名：北部九州における稲麦大豆多収品種と省力栽培技術を基軸とする大規模水田高度輪作体系の実証

研究代表機関名：農研機構九州沖縄農業研究センター

### 技術体系開発のねらい：

米—麦—大豆—麦の2年4作輪作体系が普及している北部九州平野地帯では、担い手の高齢化により省力化・軽労化が求められています。そのため、水稲栽培に部分浅耕—工程播種による乾田直播を導入することで播種関連機械の汎用化を図るとともに、麦類や大豆栽培の省力化や安定栽培を実現することとしました。

### 開発技術の特性と効果：

水稲・大豆では、麦類の後作で荒起こしを省略した部分浅耕—工程播種を行います。部分浅耕—工程播種は、正転ロータリの爪の一部を短い管理機の爪に交換することで、播種条を浅く、条間を深く耕起しながら一工程で播種する技術です（図1）。適期播種がしやすく、苗立ちも良好なため、水稲・大豆ともに安定多収が期待できます。特に大豆では播種期が梅雨の終盤にあたりますが、本技術により適期播種がしやすくなります。また、水稲では、部分浅耕—工程播種後に振動鎮圧を実施することで漏水を防ぎ、移植と同等の収量を実現します（図2、表1）。麦類でも浅耕播種により播種にかかる労力が削減され、収量及び品質は慣行播種と同等です。

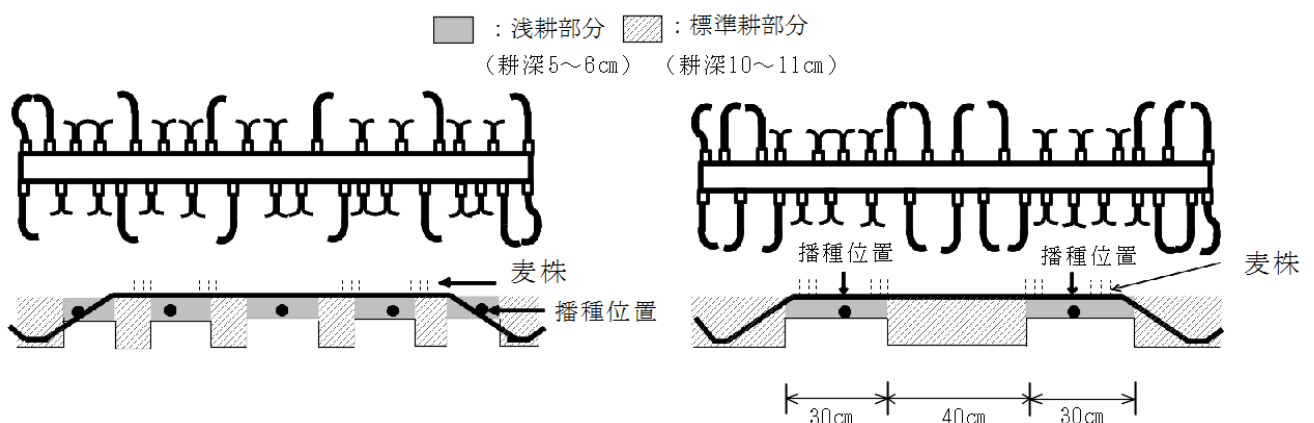


図1 部分浅耕—工程播種用のロータリー爪配列（左：水稲乾田直播、右：大豆）



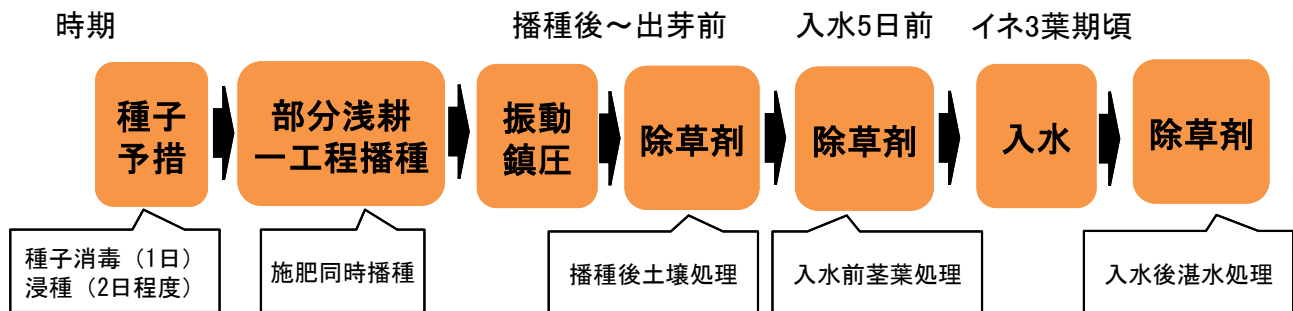


図2 部分浅耕一工程播種による水稻乾田直播

表1 部分浅耕一工程播種による水稻乾田直播の生育及び収量(平成26~27年)

栽培法	成熟期 月.日	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m <sup>2</sup>	千粒重 g	収量 kg/10a	検査等級
乾田直播	10.20	73	19.4	320	20.6	483	1等
移植	10.19	79	19.9	339	20.5	480	1等
t検定	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

品種はつやおとめ。粒厚1.8mm調製。

### 開発技術の経済性:

麦や大豆の生産者で、正転ロータリや播種機、ブームスプレーヤーなどを所有していれば、振動鎮圧用の転圧ローラ（税抜 507 千円）を導入することで本体系の乾田直播栽培が可能です。転圧ローラは麦の踏圧にも使用できるため、本体系は、育苗・耕起・代かき・田植えなどの作業が省略されることにより、労働時間を2時間/10a 短縮でき、播種関係機械の汎用利用による機械コストの低減等により、物財費が2400円/10a 減少しました。

### こんな経営におすすめ:

米-麦-大豆-麦の2年4作の輪作体系（土地利用率が200%、生産調整率が40%程度）で麦収穫後に普通期水稻を作付けする地域を想定して体系化しました。

### 技術導入にあたっての留意点:

米-麦-大豆-麦の2年4作の輪作体系で水稻を乾田直播するため、麦類の収穫期から水稻の播種期（5月下旬～6月上旬）に作業が集中するので、乾田直播を予定する圃場は収穫期が早い大麦の栽培が適します。漏水が大きな圃場では、本技術による水稻乾田直播は不向きです。複数のトラクタを所有している個別大規模経営体や集落営農法人などでは、播種と鎮圧の2台のトラクタで作業を実施することがおすすめです。

**研究担当機関名:** 農研機構九州沖縄農業研究センター、福岡県農林業総合試験場、佐賀県農業試験研究センター、佐藤商会、井関農機株式会社、株式会社クボタ、日本ブライス株式会社

**お問い合わせ先:** 農研機構九州沖縄農業研究センター産学連携室

電話096-242-7682 E-mail q\_info@ml.affrc.go.jp

**執筆分担** (福岡県農林業総合試験場筑後分場 大野礼成)

## 分野:水田輪作

### 水稻の安価で簡易な湛水直播(べんモリ直播)

試験研究計画名:北部九州における稲麦大豆多収品種と省力栽培技術を基軸とする大規模水田高度輪作体系の実証

研究代表機関名:農研機構九州沖縄農業研究センター

#### 開発のねらい:

水稲作において、直播は移植に比べて省力な方法と期待されますが、全国的にはまだ1%を超える程度しか普及が進んでいません。移植と同じ代かきした水田に播種する湛水直播では、苗立ち確保のための過酸化カルシウム粉粒剤による種子被覆が行われますが、この種子被覆には費用と手間がかかり、このことも普及が進まない要因となっています。そこで、これまでの種子被覆と同様の苗立ちが得られ、しかも資材費が安く、被覆の手間もかからない種子被覆法を開発しました。

#### 開発技術の特性と効果:

土壌中に播種された種子の近傍は、酸素不足が急速に進行し、還元状態となって硫化物イオンが生成し、このことが苗立ちを阻害する一因となっていることが分かりました。そこで、有害な硫化物イオンの生成を抑制するモリブデン化合物(三酸化モリブデン)と、種子の流亡を抑制するためのべんがら(酸化鉄)と、種子に接着するためのポリビニルアルコールを混合した粉(べんモリ資材)を種子に被覆するべんモリ被覆を開発しました。種子に被覆する資材の量は、種子の0.1倍重と少ないため、資材費が安く、被覆も容易です。北部九州の農家の水田において、従来法である過酸化カルシウム粉粒剤で被覆した方法と比較した結果、苗立ちや収量に有意な差はみられませんでした(表1、表2)。



写真1 べんモリ被覆した種子

表1 べんモリ直播の苗立ちと収量  
(種子被覆を変えての比較)

播種年	水田	種子被覆	苗立ち率 (%)	苗立ち本数(/m <sup>2</sup> )	収量 (kg/10a)
2014	A	過酸化Ca	56	49	528
		べんモリ	68	54	604
	B	過酸化Ca	57	51	459
		べんモリ	64	50	539
2015	C	過酸化Ca	58	16	518
		べんモリ	53	20	494
	D	過酸化Ca	80	23	749
		べんモリ	78	30	745
平均	過酸化Ca	63	48	508	
	べんモリ	65 <sup>ns</sup>	59	548 <sup>ns</sup>	

現地試験の結果。「過酸化Ca」は、過酸化カルシウム粉粒剤による被覆。「べんモリ」はべんモリ被覆を示す。品種は「たちはるか」。nsは5%の水準で有意差がないことを示す。

表2 べんモリ直播の苗立ちと収量(品種)

播種年	品種	筆数	平均苗立ち率 (%)	平均苗立ち本数 (/m <sup>2</sup> )	平均収量 (kg/10a)
2014	たちはるか	3	67	53	563
	ふくいずみ	2	56	44	400
	にこまる	5	73	58	471
	ヒヨクモチ	2	64	51	567
	さがびより	3	63	50	544
2015	夢しずく	1	82	64	247
	たちはるか	2	65	25	620
	ふくいずみ	3	68	32	612
	にこまる	1	76	35	626
	ヒヨクモチ	7	56	27	520
	さがびより	5	58	27	570
	夢しずく	1	68	28	356

収量は坪刈りの値だが、2014年の「ふくいずみ」のみ全刈り概算値。

### 開発技術の経済性:

従来法である過酸化カルシウム粉粒剤の代わりに、べんモリ資材（混合済の状態で購入可能）を種子に被覆するだけで、従来法と同様に土中播種機を用いて播種できます。鉄コーティング用の表面播種機でも専用部品（メーカーから購入可能）を取り付けることで播種できます。資材費は、種子 1kg につき、過酸化カルシウム粉粒剤で被覆した方法では約 450 円に対し、約 70 円（流通経費別）と安価です。また、専用機を購入することなく、汎用的なコンクリートミキサーを用いて種子 30kg を 10 分程で被覆できます（過酸化カルシウム粉粒剤では、専用機を用いて種子 15kg を 20 分程で被覆）。



写真2 コンクリートミキサーでの被覆

### こんな経営におすすめ:

暖地や温暖地において、簡易に水稲直播を実施したい農家に適します。主食用水稲だけでなく、費用と手間をかけることができない飼料用水稲での栽培にも適します。現在、過酸化カルシウム粉粒剤で種子を被覆して湛水直播を実施している水稲農家は、被覆資材を変えるだけで実施できます。また、表面播種機を用いて鉄コーティング直播を実施する農家でも、播種機に土中播種用の器具を装着するなどによって実施できます。

### 技術導入にあたっての留意点:

湛水直播の基本的な技術はきちんと実施する必要があります。鉄コーティング直播（早めに被覆して保管した乾燥種子を土壌の表面に播種）とは異なり、過酸化カルシウム粉粒剤での被覆と同様に、播種前に被覆した催芽粒を土壌中に浅く播種します。雀による食害への抑制効果はないので、雀が多い水田での実施は避けます。また、スクミリンゴガイによる食害への抑制効果もないので、生息地域では、前年に大豆を栽培した水田など食害を受けにくい条件で実施します。

**研究担当機関名:**農研機構九州沖縄農業研究センター、福岡県農林業総合試験場、佐賀県農業試験研究センター、佐藤商会、井関農機株式会社、株式会社クボタ、日本ブライス株式会社

**お問い合わせ先:**農研機構九州沖縄農業研究センター産学連携室

電話 096-242-7682 E-mail q\_info@ml.affrc.go.jp

**執筆分担**（農研機構九州沖縄農業研究センター 原嘉隆）

## 一工程で耕起と同時に種子を表層に全面播きできる表層散播機

試験研究計画名:北部九州における稲麦大豆多収品種と省力栽培技術を基軸とする大規模水田高度輪作体系の実証

研究代表機関名:農研機構九州沖縄農業研究センター

### 開発のわらい:

北部九州においては、稲・麦等の播種は一般的に条播で行われますが、品種・作目によっては密播に収量増等のメリットがあります。しかし、条数を増やすことは機械的・コスト的に制限があり、条件によっては散播が有効です。ソバなどの散播では種子を散粒してからロータリで土壌と種子を攪拌する全面全層播もありますが、作業工程が増えるとともに、播種深度が耕深と同程度にばらついて過度の深浅が生じるなどの問題があります。そこでアップカットロータリの特性を活用した一工程で全面播きを可能とする播種法で、表層に播種する「表層散播機」を開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

アップカットロータリを活用した畑状態の圃場に麦・ソバ・稲等を播種する機械であり、ロータリの整地板を外した状態で、ロータリ後方に飛散する土の中に種子を散粒することにより、目的とする播種深度を保ちつつ全面播きを一工程で可能とします(図1、図2)。アップカットロータリによる一工程播種は省力的だけでなく、播種まで未耕起なので降雨直後でも播種が可能な場合が多く、また、条播と異なって、播種装置が土壌に直接接触しないので、土壌水分が比較的高い条件でも播種が可能です。さらにロータリ爪の配列を変えることで、平畝、高畝を選択できます。2年4作の輪作体系が広く行われている北部九州地域の水田においては、表層散播機は麦・水稻(乾田直播)への汎用利用が可能であり、経営規模拡大に対応した省力・低コスト輪作体系を実現できます。

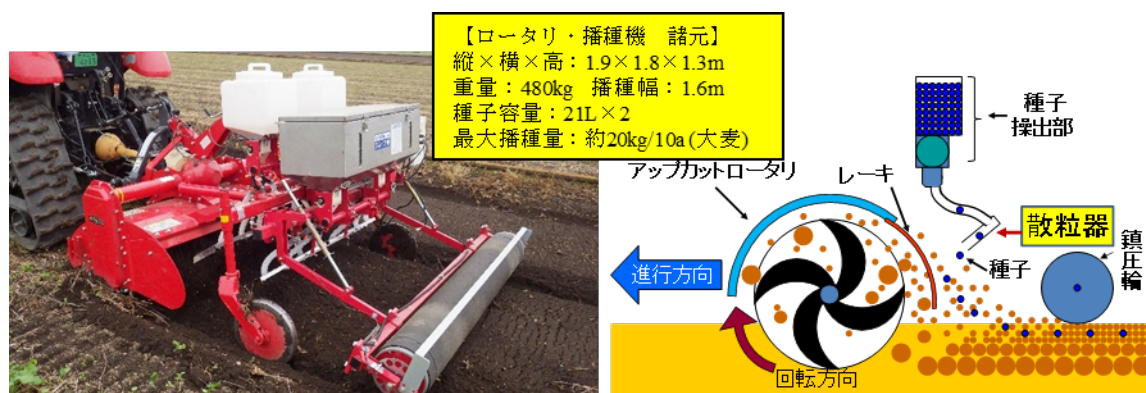


図1 表層散播機 播種状況および概念図

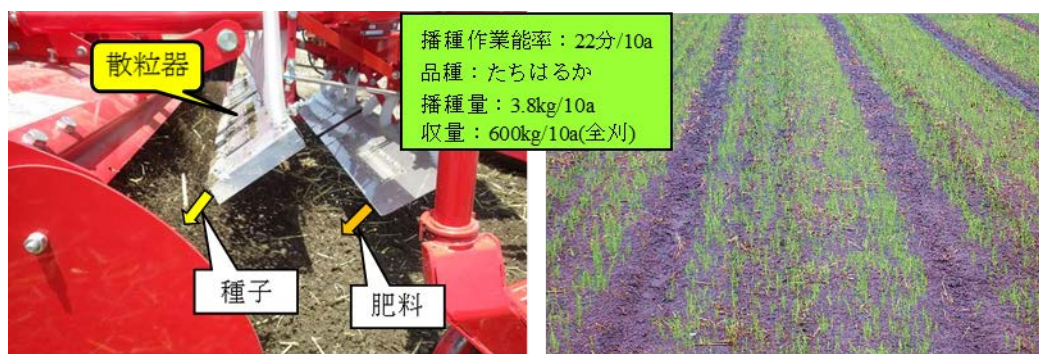


図2 散粒器による種子散粒状況と出芽状況(水稲「たちはるか」)

### 開発技術の経済性:

表層散播は、一工程播種による省力化とともに、耐天候性が高いため作業可能日数が増え、稼働率を向上できます。水稲の乾田直播栽培では、育苗、苗運搬、代かき等が省略できます。また、表層散播機は水稲（乾田直播）や麦類の播種、アップカッターロータリは大豆の一工程播種にも利用可能であり、機械の汎用化を進めることで大幅なコスト低減が可能となります。

### こんな経営におすすめ:

アップカッターロータリの活用の点から、水稲・麦類・大豆の輪作体系を実施している地域への導入が想定されます。また、アップカッターロータリには40PS以上の高馬力トラクタが必要なことから、ある程度経営面積の大きい生産者への導入が期待されます。

### 技術導入にあたっての留意点:

慣行栽培との比較試験から条件によっては倒伏リスクが高まりますので、そのような場合には耐倒伏性の高い品種との組合せが有効となります。なお、大豆等の大粒種子では種子が土壌に弾かれて播種深度が浅くなり地表に出やすくなり、また、ナタネのような球に近い種子では散粒幅が不十分になり播種分布にムラが生じるので不向きです。

**研究担当機関名:** 農研機構九州沖縄農業研究センター、福岡県農林業総合試験場、佐賀県農業試験研究センター、佐藤商会、井関農機株式会社、株式会社クボタ、日本ブライス株式会社

**お問い合わせ先:** 農研機構九州沖縄農業研究センター産学連携室

電話 096-242-7682 E-mail q\_info@ml.affrc.go.jp

**執筆分担** (農研機構九州沖縄農業研究センター 土屋史紀)

## 分野:水田輪作

### 「あきまろ」狭条晩播栽培における難防除雑草防除のための栽培技術

試験研究計画名:中山間地等条件不利地の集落営農法人における軽労・効率的作業管理技術を核とする水田作の実証

研究代表機関名:農研機構近畿中国四国農業研究センター

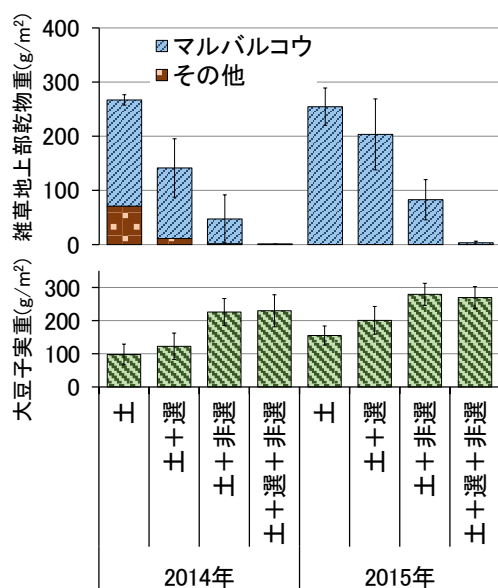
#### 開発のねらい:

中山間地域の大豆栽培で収量低下の一因となるマルバルコウなど難防除雑草の多発地域を対象に、収量の底上げを図ることをねらい、天気の安定した梅雨明け後に播種を行い、雑草の要防除期間を短くする栽培体系として、晩播適性のある大豆品種「あきまろ」による収量確保、FOEAS（地下水水位制御システム）の灌漑機能による出芽苗立ちの安定、除草剤の適期散布による完全防除を目的とした技術を開発・実証しました。

#### 開発技術の特性と効果:

7月中下旬の梅雨明け後に畦間30cmの狭畦密植栽培を行い、播種直後の土壌処理剤（ジメテナミド・リニュロン乳剤）、大豆2葉期の選択性茎葉処理剤（ベンタゾン液剤とキザロホップエチル水和剤）の全面散布および大豆5葉期の非選択性茎葉処理剤（グルホシネート液剤）のつり下げノズルによる畦間株間散布を適期に行うことにより、ほぼ完全な防除が可能になり、雑草が残った場合と比べ収量も向上します（図1）。

梅雨明け後の播種でも、FOEASによる灌漑などを用いることで苗立ちが促進されました（図2）。晩播による収量の低下は、晩生の大豆品種「あきまろ」を密植で栽培することにより軽減することとし、出芽苗数約25本/m<sup>2</sup>の密植栽培を行うことにより倒伏の増加が認められたもののコンバイン収穫時で218~256kg/10aの収量が得られました（表1）。2015年の試験結果では、倒伏は摘心処理により軽減されました。



土:ジメテナミド・リニュロン乳剤(土壌処理剤)  
 選:ベンタゾン液剤とキザロホップエチル水和剤(大豆2葉期)  
 非選:グルホシネート液剤(大豆5葉期)  
 ただし、エラーバーは標準誤差(n=3)、播種日は  
 両年共に7月28日、条間は30cm、株間は2014年:  
 19cm、2015年:16cm。

図1 除草体系別の除草効果と収量

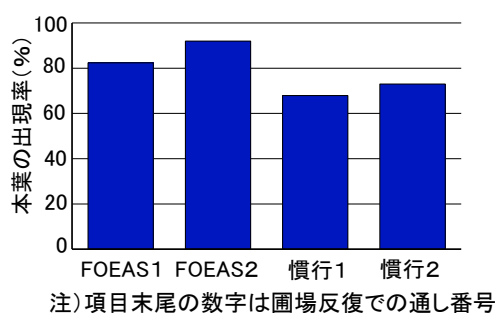


図2 大豆播種後14日目の本葉の出現率

表1 「あきまろ」晩播の収量

年次	区	条間×株間 (cm)	出芽本数 (本/m <sup>2</sup> )	出芽率 (%)	成熟期 (月日)	倒伏角度 (°)	最下着莢高 (cm)	坪刈収量 (kg/10a)	コンバイン収量 (kg/10a)
2014	密植	30×11	26.2	86.5	11.12	54.9	21.8	400	256
	標植	30×19	16.9	96.5	11.13	44.5	16.6	379	210
	密植	30×11	24.2	79.9	11.13	43.4	16.3	400	229
	標植	30×19	15.1	86.3	11.14	40.7	16.1	357	147
2015	密植	30×11	26.2	78.8	11.07	73.9	25.5	384	218
	密植	30×11	24.2	70.1	11.09	45.3	21.9	324	219

注)圃場にはいずれもフォアスを設置、播種日は2014年:7月24日、2015年:7月21日

## 開発技術の経済性:

東広島市にあるA集落営農法人（経営面積約100ha、大豆作付面積約14ha）における経費の実績値に基づいた経営評価によれば、難防除雑草等による低収量を問題としている地域に開発した「あきまる」晩播の除草体系を導入することにより、10aあたり約23千円の収益向上が見込まれます（表2）。

- 注1)大豆数量払は2等3等各50%として計算している。  
 2)生産費は現地試験対象法人に基づいており、新体系には増加する資材、機械が加算されている。  
 3)現地慣行の単収125kg/10aは統計値を用いており2010～2014年の5年平均(中国地域)であり現地単収より多い。  
 4)農機具の固定費は、現地慣行では上記法人2012年の経営規模(約84ha)に、晩播体系では2014年の経営規模(103ha)に基づいて算出している。  
 5)地下水水位制御システムの償却費は23a規模で法人自ら施工した際の金額をもとに1割を法人が負担するとして算出している。  
 6)ここでの所得は粗収益－物材費とした。  
 7)ほかには公課諸負担の固定費分として慣行で988円/10a、新体系で857円/10aがあるが省略した。  
 8)表中の数字は小数点以下まで計算し、10aあたりの値を求めた時点で四捨五入している。

表2 「あきまる」晩播体系の収益性

項目	(円/10a)		
	現地慣行① サチユタカ 標播	晩播体系② あきまる 晩播	②－①
生産量(kg)	125	231	106
販売単価(60kg)	8,400	8,400	0
戦略作物助成	35,000	35,000	0
畑作物の直接支払	23,938	44,237	20,299
<b>販売粗収益</b>	<b>76,438</b>	<b>111,577</b>	<b>35,139</b>
種苗費	4,736	5,184	448
肥料費	7,170	7,170	0
農薬費	7,287	10,511	3,223
燃料費	1,886	2,020	134
諸材料費	368	725	357
土地改良及び水利費	0	0	0
賃借料及び料金	2,011	2,532	521
物件税及び公課諸負担	1,141	1,141	0
建物費	697	604	-93
農機具費	19,136	24,890	5,754
フォアス償却費 <sup>注5)</sup>	0	2,000	2,000
<b>費用合計</b>	<b>44,433</b>	<b>56,777</b>	<b>12,344</b>
<b>所得</b>	<b>32,005</b>	<b>54,800</b>	<b>22,795</b>

## こんな経営におすすめ:

本技術は梅雨明けが比較的早い西日本地域で有効で、FOEASで利用するための灌漑による用水確保が可能であり、難防除雑草であるマルバルコウが多発し収量の低下等の問題が発生している大豆栽培圃場への導入が適しています。また、大規模に大豆の作付けを行っている法人組織などで、作期分散による作業集中回避を目的として利用することが可能です。

## 技術導入にあたっての留意点:

通常、晩播を行うと収量は低下しますので、難防除雑草防除や梅雨時の湿害回避、作業分散などの目的がある場合に利用下さい。大豆品種「あきまる」は、実証地域でこれまで栽培されていた「サチユタカ」に比べ蛋白含有率は43%程度と低めで、晩生で晩播適性があり、最下着莢位置が高い特徴を持っており、平成28年現在では広島県において奨励品種に採用されています。

**研究担当機関名:**農研機構近畿中国四国農業研究センター、広島県、兵庫県立農林水産技術総合センター、山口県農林総合技術センター、ゾイシアンジャパン株式会社、(株)ますやみそ、(農)ファーム・おだ

**お問い合わせ:**農研機構西日本農業研究センター企画部産学連携室

電話084-923-5231 E-mail w-renkei@ml.affrc.go.jp

**執筆分担**(農研機構西日本農業研究センター 奥野林太郎、窪田潤、岡部昭典、竹田博之、坂本英美、橋雅明)

## 浮き楽栽培による水稲育苗省力化と葉菜類栽培でハウス活用

試験研究計画名:中山間地等条件不利地の集落営農法人における軽労・効率的作業管理技術を核とする水田作の実証

研究代表機関名:農研機構近畿中国四国農業研究センター

### 開発のわらい:

中山間地域が多い広島県では、集落営農法人が農業の主な担い手となっています。その基幹品目は水稲で、法人化に伴う規模拡大により育苗作業の効率化・省力化が求められています。また、園芸品目の導入による収益性の向上や周年雇用のための技術開発が求められています。そこで、「良質な水稲の苗づくり」と「育苗ハウスの遊休期間を活用した葉菜類栽培」を同一設備で低コスト、省力的に実現できる浮き楽栽培法を開発、実証しました。

### 開発技術の特性と効果:

培地を充填した水稲育苗箱を発泡スチロール製フロートに載せ、プールに浮かべて管理する方法で、栽培設備を市販の部材で自作できます。育苗箱底面が5mmほど浸水した状態で浮かせることがポイントで、これにより育苗箱の底面から給水し、かん水作業が不要となります。また、育苗箱の搬入はプールの端から順次搬入し、浮いている状態で移動させるので、楽に作業できます。水稲育苗では、スプリンクラー等による頭上かん水に比べて、かん水ムラがなく、生育が揃った良質苗を生産できます。水稲育苗終了後には同一設備を利用して、リーフレタス及びベビーリーフなどの葉茎菜類を栽培でき、育苗ハウスの周年活用と収益・雇用の創出につながります。

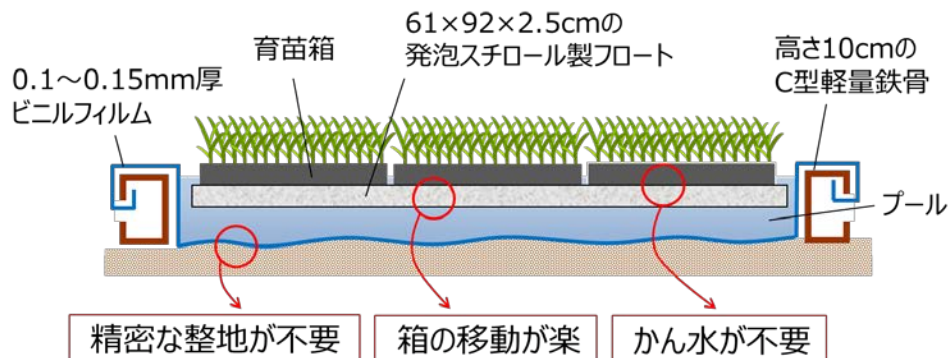


図1 浮き楽栽培法の模式図

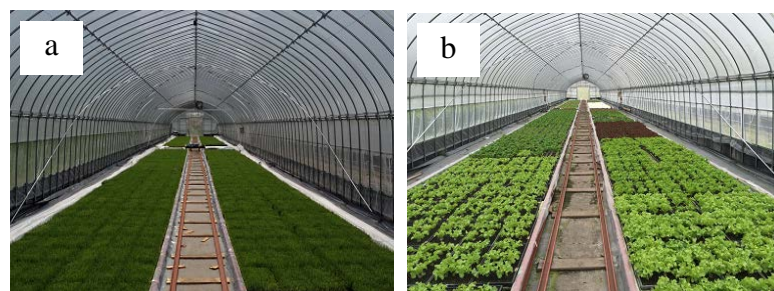


図2 浮き楽栽培法による水稲育苗 (a) およびリーフレタス栽培 (b)



## 開発技術の経済性:

- ・ プールおよびフロート等の資材費は 6.3m × 75mハウス（育苗箱約 1,300 箱分）で約 31 万円です。
- ・ 水稻育苗では育苗箱搬入出とかん水にかかる時間の合計を従来比 60%に削減できます。
- ・ リーフレタスを導入することにより、法人全体で年間 266 万円（2 棟分）の所得の増加が期待できます（上記:ハウス 1 棟分で 6 作し、産直市場やレストラン等へ出荷した場合）。
- ・ これにより、育苗ハウスの有効活用効果と冬季の未利用労働力の活用効果が得られます。

表 1 水稻育苗における育苗箱搬入出およびかん水に係る作業時間

	作業時間(分) <sup>2</sup>				頭上かん水比
	苗搬入	かん水	苗搬出	合計	(%)
浮き楽	80.8	6.0	64.4	151.2	57.7
頭上かん水	51.0	154.5	56.5	262.0	100.0
プール育苗	92.8	108.0	59.3	260.1	99.3

<sup>2</sup>育苗箱の搬入出はハウス 1 棟(1,280箱)分を6人作業として算出。

頭上かん水のかん水時間は、かん水ムラ回避のための育苗箱の並び替えの作業を含む。

苗搬入およびかん水は現地実証調査データを、苗搬入は農業技術センター調査データを用いた。

労賃の削減効果については、広島県立総合技術研究所農業技術センター「浮き楽栽培法マニュアル水稻育苗編」の事例を参照（同センターホームページで公開）。

## こんな経営におすすめ:

- ・ 育苗ハウスを利用した水稻育苗を実施している全国の経営体において導入が可能です。
- ・ 水稻育苗で日々のかん水管理を省力化したい経営体や育苗ハウスの有効活用を検討している経営体、あるいは遊休労働を野菜栽培に活用したい経営におすすめです。
- ・ 水稻育苗において、頭上かん水によるかん水ムラで苗質が安定していない経営体では、苗質の均一化も期待できます。
- ・ リーフレタスでは、夏季高温長日条件下で抽苔が発生するため、プール水温の昇温抑制に冷たい地下水を利用できる地域で有利です。冬期にはプールへのトンネル設置や電熱温床線によるプール水温の加温により、周年または栽培期間の延長を実現できます。

## 技術導入にあたっての留意点:

- ・ 本栽培法の詳細については、広島県立総合技術研究所農業技術センターのホームページでマニュアルを公開しています。
- ・ リーフレタス栽培では、根域の酸素欠乏を防ぐため粒状の培地を用います。市販の水稻育苗培土が利用できます。また、プール水循環のため、水中ポンプが必要です。

**研究担当機関名:** 農研機構近畿中国四国農業研究センター、広島県、兵庫県立農林水産技術総合センター、山口県農林総合技術センター、ゾイシアンジャパン株式会社、(株)ますやみそ、(農)ファーム・おだ

**お問い合わせ先:** 広島県立総合技術研究所農業技術センター栽培技術研究部

電話 082-429-3066 E-mail ngcsaibai@pref.hiroshima.lg.jp

**執筆分担** (技術: 広島県立総合技術研究所農業技術センター、坂本隆行)  
(経営: 農研機構西日本農業研究センター、坂本英美)

## 分野名：水田輪作

# 水稲V溝乾田直播栽培および大豆晩播狭畦栽培による 水田作省力栽培技術体系

試験研究計画名：東北日本海側多雪地域における畜産との地域内連携を特徴とした低コスト大規模水田輪作体系の実証

研究代表機関名：農研機構東北農業研究センター

### 技術体系開発のわらい：

北東北では転作集団の集落営農化や法人化、あるいは個別経営の大規模化などが展開されていることから、①農閑期に代かき整地を行い、早い時期に播種を終えることが可能で播種速度も速い水稲のV溝乾田直播栽培、②大豆の大規模栽培において、晩播となっても慣行栽培よりも多収が見込め、かつ中耕の必要がない大豆晩播狭畦栽培を核とした水田作省力栽培技術体系を構築しました。

### 開発技術の特性と効果：

水稲のV溝乾田直播栽培は省力と低コストを両立した水稲栽培法で、乾田直播の欠点の漏水問題も克服できます。前年秋にロータリー等で耕起しておき、融雪水を利用して代かきをし、代かき後、土が落ち着いてから排水します。秋に整地してから融雪水を溜め、圃場の漏水の程度に応じて漏水防止対策を取ることで、農閑期への作業の分散と生育・収量の安定化を図られます（写真1）。

大豆晩播狭畦栽培は、通常の播種適期より1ヶ月遅い6月中旬から下旬に条間を狭めて播種するもので省力的で安定的な収量が確保できます（図1）。条間を狭めて播種するために播種ユニットを増やし、慣行の半分程度（30～40 cm）にします。このため、同じ播種量では標準条間（60～80 cm）の場合に比べ、株間は約2倍に広がります。播種ユニットを増やす以外は新たな機械・器具の購入は必要ありません。また、小麦や乾田直播水稲などに使用しているドリルシーダー等を利用することもできます。条間が狭いため、中耕・培土作業は行いません。



写真1 融雪水を利用した代かきの増加

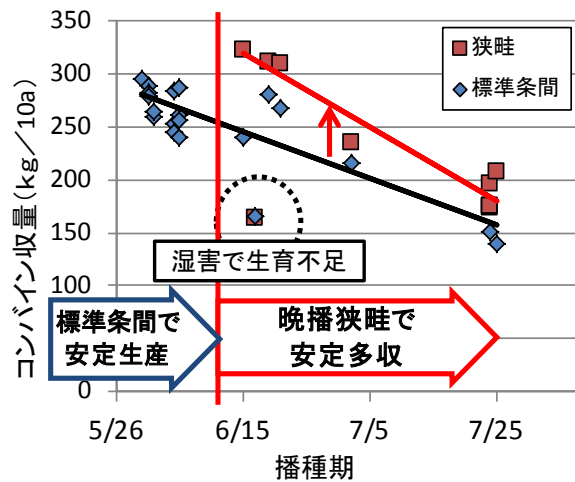


図1 大豆狭畦栽培による晩播条件での収量

### 開発技術の経済性：

水稲V溝乾田直播栽培の労働時間は現地慣行のロータリーシーダー播種乾田直播に比べて0.43時間/10a短縮され、大豆の晩播狭畦栽培は慣行栽培に比べて0.80時間/10a短縮されました。全算

入生産費は、慣行栽培に比べて、水稻V溝乾田直播栽培で888円/60kg、大豆晩播狭畦栽培で3,090円/60kg減少しました(表1、表2)。また、整数計画法で、新技術の経済性を分析した結果、作付可能な規模(171ha、集落営農法人前提)は変わりませんが、収益性は水稻V溝乾田直播栽培で利潤が447千円増加、大豆晩播狭畦栽培で同7,689千円増加しました。

表1 水稻の生産費			単位：円/60kg	表2 大豆の生産費			単位：円/60kg
	V溝 乾直	慣行 乾直	東北 平均	項目	晩播 狭畦	晩播 慣行	東北 平均
10a当たり収量 (kg/10a)	569	567	554	10a当たり収量 (kg/10a)	264	194	154
種苗費	308	386	296	種苗費	1,365	1,151	874
肥料費	1,069	1,401	1,085	肥料費	2,013	2,109	1,668
農業薬剤費	849	938	887	農業薬剤費	1,773	2,015	1,587
光熱動力費	32	44	482	光熱動力費	48	123	683
その他の諸材料費	4	4	185	その他の諸材料費	8	11	26
土地改良及び水利費	422	423	542	土地改良及び水利費	908	1,237	1,160
賃借料及び料金	1,578	1,583	1,261	賃借料及び料金	490	668	4,246
物件税及び公課諸負担	60	74	213	物件税及び公課諸負担	73	54	298
建物費	10	10	575	建物費	185	252	417
自動車費	24	24	384	自動車費	51	69	463
農機具費	1,116	1,382	2,478	農機具費	861	1,117	2,687
生産管理費	0	0	44	生産管理費	321	437	85
労働費	579	646	3,436	労働費	973	1,720	4,958
副産物価額を含めた生産費	6,050	6,915	11,573	副産物価額を含めた生産費	9,069	10,962	19,091
資本利子	109	125	503	資本利子	162	185	647
地代	1,964	1,970	2,018	地代	3,242	4,416	4,470
全算入生産費	8,123	9,011	14,094	全算入生産費	12,473	15,563	26,398
注 東北平均はH24年の数値				注 東北平均はH24年の数値			

### こんな経営におすすめ:

汎用化を可能とする基盤整備および農地利用の団地化が進められている平坦水田で、大型機械を所有する70ha程度の大規模経営におすすめです。大豆の相対的優位性の向上に基づき、大豆を主部門とした経営の規模拡大を目指す場合に有効です。

### 技術導入にあたっての留意点:

水稻V溝乾田直播栽培では、過湿な条件下で無理に播種すると、覆土が不足して出芽が遅れるので、圃場が乾燥してから播種します。また、天候により出穂期が遅れる可能性があるため、安全出穂晩限までに出穂期に到達する品種を選定します。大豆晩播狭畦栽培では、湿害を受けると大豆の生育量が確保できず、大豆葉の遮光による雑草抑制ができないので、排水不良の圃場は避ける必要があります。

**研究担当機関名:** 農研機構東北農業研究センター、農研機構近畿中国四国農業研究センター、青森県産業技術センター、秋田県農業試験場、山形県農業総合研究センター、国立大学法人弘前大学、公立大学法人秋田県立大学、公立大学法人岩手県立大学、国立大学法人山形大学、国立大学法人鹿児島大学、農林水産航空協会、ヤマハ発動機、ヤンマーヘリ&アグリ、三菱樹脂、石井製作所

**お問い合わせは:** 農研機構東北農業研究センター企画部産学連携室

電話019-643-3414 E-mail [www-tohoku@affrc.go.jp](mailto:www-tohoku@affrc.go.jp)

**執筆分担:** (農研機構東北農業研究センター 生産基盤研究領域 長谷川啓哉、青森県産業技術センター 農林総合研究所 作物部 野沢智裕)

## ネギの越冬苗を用いた収益性の向上

試験研究計画名:東北日本海側多雪地帯における畜産との地域内連携を特徴とした低コスト大規模水田輪作体系の実証

研究代表機関名:農研機構東北農業研究センター

### 開発のねらい:

寒冷地の秋田県におけるネギの出荷期間は8月中旬から積雪前の12月中旬ですが、生産現場からは、単価の向上が期待される出荷期の前進化に向けた新たな作型の開発が求められています。8月中旬から出荷するには、2月上旬に育苗容器である連結紙筒に播種し、葉齢2・葉鞘径2mm程度の小苗を簡易移植器で4月中旬に定植する作型が必要です。しかし、秋田県では、積雪のため春先の定植期が早くても4月中旬に限定されるため、このような小さい苗を植える育苗・移植体系では、出荷期を8月中旬より早めることができない状況にあります。そこで、播種を前年に前倒し、無加温ハウスで育苗した越冬大苗を定植することで在圃期間を短縮し、8月中旬より早い時期から収穫できる栽培法を開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

ネギの播種を前年の10月中旬に行い、育苗容器である連結紙筒の1穴当たり株数を1本とし、無加温ハウスで越冬育苗した葉齢4・葉鞘径5mm程度の大苗(越冬大苗)を4月中旬に定植すると(写真1)、慣行(慣行小苗)の夏どり作型の8月中旬収穫より20日程度早い、7月下旬から目標収量の300kg/aを上回って収穫できます。越冬大苗による栽培では、肥大が不足する7月においても、販売単価が高い太い規格の2LとL規格の割合が大きくなる特徴があります(表1)。



越冬大苗

慣行小苗

写真1 越冬大苗の定植期の生育

表1 越冬大苗による7月収穫における収量

試験年度	調査日	試験区	調製後 <sup>z</sup> 地上部		規格別 <sup>y</sup> 比率	
			重 (g/株)	収量 (kg/a)	2L (%)	L (%)
2014	7月25日	越冬大苗	214	449	93	7
2015	7月21日	越冬大苗	176	369	33	67

<sup>z</sup>2.5~3.5葉に調製し60 cmで葉切り

<sup>y</sup>2L:180 g以上, L:120 g以上180 g未満

### 開発技術の経済性:

ネギの越冬大苗による7月どり収穫では、単価の高い2LとL規格の割合が高まることから、慣行の夏どり作型に比べ粗収益が増加することで所得の増大が期待されます(表2)。さらに、収穫期が慣行小苗の夏どり作型より20日程度前進化することで、作期分散により作付面積の拡大と農家所得の向上に寄与できます。

表2 越冬大苗移植栽培の10a当たりの経営収支 (単位:円)

項 目		越冬大苗7月どり (7月21日収穫)	慣行夏どり (8月10日収穫)
粗 収 益	販売額	1,134,875	876,620
	収量(kg)	3,690	4,010
	規格別比率(%)		
	2L	33	0
	L	67	0
	M	0	93
経 営 費	S	0	7
	種苗費	86,250	101,250
	肥料費	37,325	37,325
	農業薬剤費	24,897	26,487
	光熱動力費	13,564	14,006
	土地改良及び水利費等	74,765	74,765
	流通経費	324,772	309,779
計	561,573	563,612	
所 得		573,302	313,008

注)「越冬大苗7月どり」の「粗収益」は2015年7月21日と30日の規格別平均単価、「慣行夏どり」の「粗収益」は2015年8月10日と20日の規格別平均単価から算出した。

### こんな経営におすすめ:

積雪により春の定植時期が制限される寒冷地での導入が期待されます。作期拡大による経営規模の拡大を目指す経営体におすすめです。

### 術導入にあたっての留意点:

連結紙筒の1穴当たり株数を1本とした大苗(越冬大苗)は、8月中旬になると肥大過多となることから収穫期は8月上旬までとします。8月中旬以降については、越冬大苗より肥大を抑制でき、慣行小苗の夏どり作型より2LとL規格の割合を高くすることが可能な、連結紙筒の1穴当たり株数を1本・1本・2本の順序とした苗(1.3本苗)を用います。

**研究担当機関名:** 農研機構東北農業研究センター、農研機構近畿中国四国農業研究センター、青森県産業技術センター、秋田県農業試験場、山形県農業総合研究センター、国立大学法人弘前大学、公立大学法人秋田県立大学、公立大学法人岩手県立大学、国立大学法人山形大学、国立大学法人鹿児島大学、農林水産航空協会、ヤマハ発動機、ヤンマーヘリ&アグリ、三菱樹脂、石井製作所

**お問い合わせ先:** 秋田県農業試験場 電話 018-881-3312 E-mail akomachi@mail2.pref.akita.jp

**執筆分担** (秋田県農業試験場 野菜・花き部 本庄 求、企画経営室 高山真幸)

# 分野：水田輪作

## コーティング不要！水稻の代かき同時浅層土中播種技術

**試験研究計画名：東北日本海側多雪地域における畜産との地域内連携を特徴とした低コスト大規模水田輪作体系の実証**

**研究代表機関名：農研機構東北農業研究センター**

### 開発のわらい：

水稻の湛水直播栽培では鉄や過酸化石灰資材等を用いた種子コーティングが一般的に行われています。種子コーティングには苗立向上効果があり、湛水直播をする上でこれまで必要なものとされてきました。一方、種子コーティングは湛水直播の春作業時間の削減効果や低コスト化を妨げるだけでなく、その特殊な作業が湛水直播を取り組みにくいものにしてきました。種子コーティングが不要になれば、湛水直播栽培の普及がより一層進むと考えられます。そこで、代かきと同時に浅層土中に播種する、種子コーティングをしなくても必要な苗立ちが得られる湛水直播栽培技術を開発しました。

### 開発技術の特性と効果：

2.0mから3.1mの一本もの代かきハローに播種ユニットとマーカ、鎮圧ローラーを取り付けた播種機を使って仕上げ代かきをしながら催芽種子を浅層土中に播種します（写真1）。播種作業時間は平均で0.33時間/10aで（表1）、1ha近く無補給で播種できます。播種深さが浅いため品種は耐倒伏性の強い品種が適しています。苗立率は約60%と鉄コーティング直播と同程度で、5~6kg/10aの播種量で必要な苗立数である100本/m<sup>2</sup>が確保できます。播種後は落水することにより苗立ちを促進します。全刈収量は平均624kg/10aで鉄コーティングや地域の平均反収と同程度でした。

表1 播種時間、苗立ち、収量

年	実証 試験 地	品種	播種 後水 管理	播種 時間 h/10a	播種量		苗立			全刈 収量	
					kg/10a	/m <sup>2</sup>	%	鉄%	kg/10a	鉄	
2015	大仙	萌えみのり	湛水	0.34	6.6	163	67	52	651	583	
		萌えみのり	落水	0.15	5.9	64	30	52	600	583	
	横手	萌えみのり	湛水	0.32	6.2	159	72	66	641	641	
		萌えみのり	落水	0.41	6.6	169	72	66	641	641	
2014	鶴岡	はえぬき	落水	0.26	4.4	105	66				
	中山	はえぬき	落水	0.33	4.6	150	86		570		
	能代	べごのみ	湛水	0.26	9.4	111	36		573		
2014	大仙	萌えみのり	湛水	0.37	7.3	129	47	54	616	688	
		萌えみのり	落水	0.22	6.0	101	44	54	658	688	
	横手	萌えみのり	湛水	0.45	6.3	163	73				
		萌えみのり	落水	0.32	5.3	143	76				
鶴岡	はえぬき	落水	0.41	5.7	142	67		600			
中山	はえぬき	落水	0.51	7.5	270	79		688			
平均				0.33	6.3	144	63	58	624	637	

実証試験地は秋田県大仙市、横手市、能代市、山形県鶴岡市、中山町



写真1 代かき同時播種機

### **開発技術の経済性:**

本技術は種子コーティングが不要で、仕上げ代かきと同時に播種するため、従来の湛水直播と比べて作業時間が0.4時間/10a程度削減できます。播種量が5kg/10aの場合、鉄コーティング（（重量比）種子：鉄＝1:0.5）より2,100円、カルパーコーティング（種子：カルパー＝1:2）より5,500円の資材費がそれぞれ削減できます。2.6mハローまで対応できる播種機はハローを除いて約70万円で市販される予定です。これは、8条の鉄コーティング直播機（車体を除く）より少し安価で、車体付きの6条播種機の約1/3の価格です。

### **こんな経営におすすめ:**

東北地域で春作業のピークが経営の制限要因になっている複合経営や大規模経営で春作業の平準化効果が期待できます。同時に移植栽培より収穫が遅くなるので、コンバインや乾燥調整施設の稼働率の向上も期待できます。飼料用米やWCS用水稲に倒伏しにくい専用品種を用いている経営では低コスト化が見込めます。施肥が別作業で、補給が少なく済むので、降雨にも強いと思われ、計画作業を重視する経営にも向いています。その他、苗箱運搬の重労働を減らしたい方、一人で播種作業をしたい方、湛水直播をしたいが種子コーティングが面倒で不安な方にもおすすめです。

### **技術導入にあたっての留意点:**

湛水直播に適した水田で行うことが基本です。すなわち、給排水が自由に行え、減水深が2cm以下で、しかも鳥害や雑草が少ない水田が適しています。転び型倒伏の恐れがあるので品種は耐倒伏性の高いものが適しています。

**研究担当機関名:** 農研機構東北農業研究センター、農研機構近畿中国四国農業研究センター、青森県産業技術センター、秋田県農業試験場、山形県農業総合研究センター、国立大学法人弘前大学、公立大学法人秋田県立大学、公立大学法人岩手県立大学、国立大学法人山形大学、国立大学法人鹿児島大学、農林水産航空協会、ヤマハ発動機、ヤンマーヘリ&アグリ、三菱樹脂、石井製作所

**お問い合わせは:** 農研機構東北農業研究センター企画部産学連携室

電話：019-643-3414 E-mail：www-tohoku@naro.affrc.go.jp

**執筆分担**（農研機構東北農業研究センター 白土宏之）

## 準天頂衛星の精密測位用補強信号を用いた農業用試作受信機

試験研究計画名:準天頂衛星の精密測位を活用した農作業の自動化・効率化に関する実証研究  
 研究代表機関名:(株)コア

### 開発のわらい:

農業従事者の高齢化の進展による担い手の不足、耕作放棄地の拡大、農業所得の低下といった状況の中で、農業の競争力を強化し、持続可能なものとするために進められているIT農業を活用した農機の自動走行化への取り組みでは、精密な位置情報の必要性が高まっています。このため、従来の測位方法に比べて費用が抑えられ、安定した測位が可能になる日本版測位衛星である準天頂衛星の精密測位信号受信機を開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

従来からの精密測位の手法では基準点の設置(RTK-GPS方式。測位誤差は基準点とユーザーとの距離に応じて大きくなるため、ユーザーのある程度近くに基準点が設定されている必要があります。)や携帯電話による位置情報の補正等(VRS方式、RTK-GPS方式)が必要であり、これらの整備が十分でない地域では利用できません。

これに対して準天頂衛星による精密測位技術(MADOCA-PPP)は、地上の基準点によらずユーザーの絶対位置を精密に測位する技術であり、基準点が整備されていない地域でも利用可能です。また補正情報を準天頂衛星から配信するため、携帯電話網が不要であり、整備が遅れている地域でも利用可能です。この精密測位技術を用いて精密な位置情報を出力する農業用試作受信機を本委託事業で開発しました。

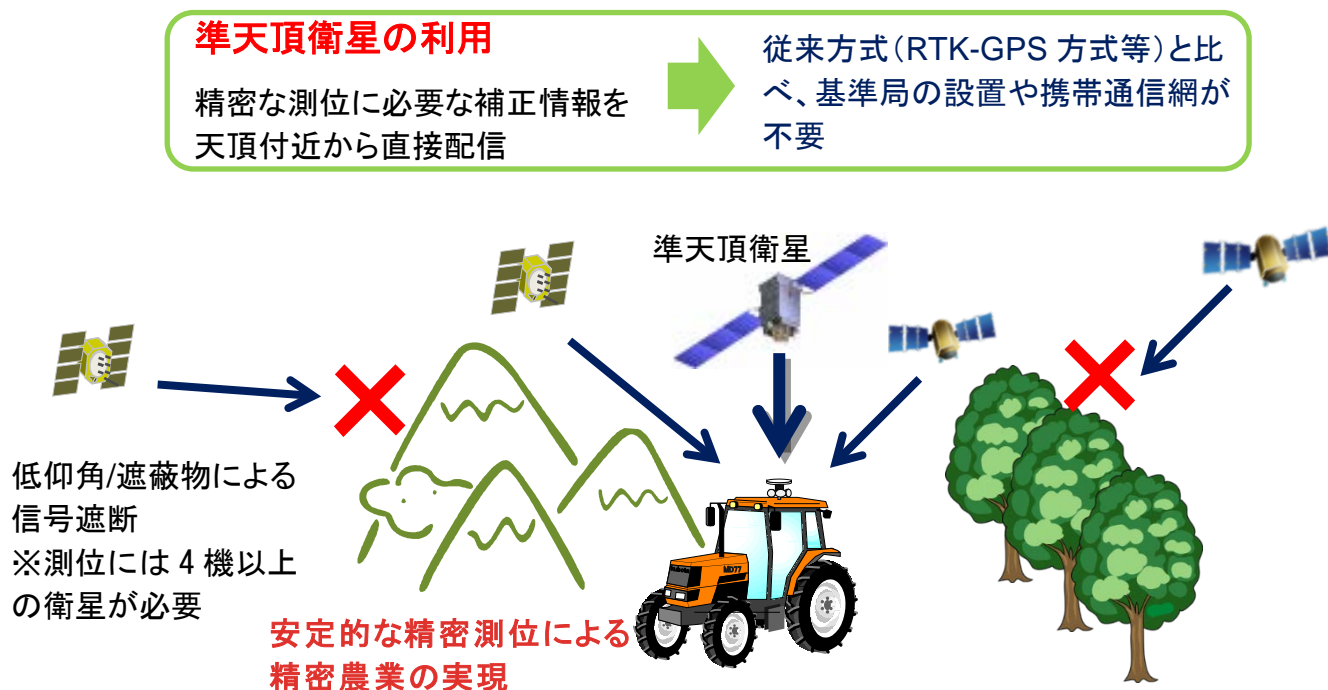


図1:準天頂衛星を活用した精密測位技術(MADOCA-PPP)



## 開発技術の経済性:

本農業用試作受信機は準天頂衛星からの信号に対応しているため、受信機単独で精密な位置情報を利用することができます。このため、従来型の測位手法では必須であった基準局の設置や携帯電話による位置情報の補正が不要となり、コスト削減効果が期待できます。



写真1 農業用試作受信機

### <削減できる費用項目>

- ・初期費用：基準局の設置費（装置費、工事費、スペース費用。約200万円）
- ・ランニングコスト：基準局の保守費、基準局とユーザー間の通信費等（1ヵ月約5円）

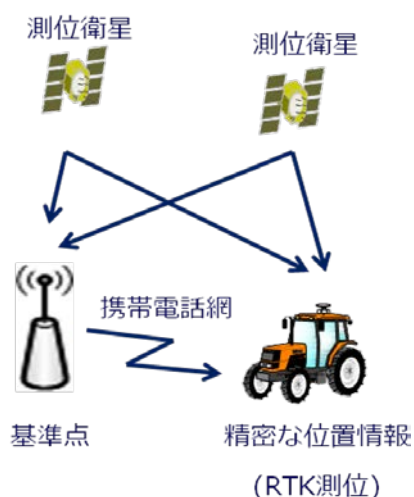


図2：従来型の RTK-GPS 測位

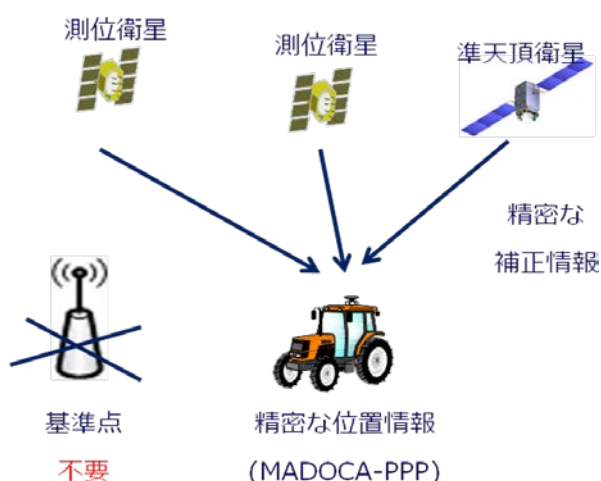


図3：MADOCA-PPP 測位

## こんな経営におすすめ:

準天頂衛星を活用することで基準点整備の難しい地域や携帯通信網の整備が十分でない地域であっても農機の自律走行制御が可能となり、継続的な運用を低コストで行うことができます。

## 技術導入にあたっての留意点:

準天頂衛星は2018年度から正式サービスがスタートされる予定であるため、それまでの期間は、準天頂衛星からの信号配信時間が限られるので注意が必要です。

また、現状高精度な位置情報を得るために測位開始時に初期化時間（約30分間）が必要となりますが、改善されていく見込みです。

**研究担当機関名:** (株)コア、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

**お問い合わせ先:** (株)コア エンベデッドソリューションカンパニー 営業統括部  
電話044-989-5115 E-mail gnss-info@core.co.jp

**執筆分担** (株)コア 営業統括部 GNSS カスタマー担当 黒川 涼

## 有材補助暗渠機「カットソイラ」

試験研究計画名:寒地畑作地域における省力技術体系と ICT 活用を基軸としたスマート農業モデルの実証

研究代表機関名:農研機構北海道農業研究センター

### 開発のわらい:

テンサイ生産の省力化を図るため直播栽培が広まりつつありますが、湿害による苗立ちや収量の不安定性が課題となっています。そこで、テンサイ直播の安定化を図るため生産者自ら施工できる有材補助暗渠機「カットソイラ」を活用して、畑作経営における排水施工技術を開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

有材補助暗渠機「カットソイラ」は、地表面にある麦ワラなどの作物残渣や堆肥等の有機質資材を疎水材として心土（深さ 40~50cm 程度）に埋設することで、土壌の排水性や物理性を改善します（図 1）。120 馬力程度のトラクタでけん引できるため、生産者自らが容易に施工できます。圃場の排水性を改善することで、テンサイなどの作物の湿害を回避して増収効果が見込めます（表 1）。



図 1 カットソイラの外観・施工断面・施工方法

表 1 テンサイ直播栽培におけるカットソイラの施工効果

試験区	出芽率 (%)	単収(根重) (kg/10a)	根中糖分 (%)	糖量 (kg/10a)	収量比
カットソイラ区	95.1	7,920	17.43	1,397	113
対照区	92.4	6,608	16.53	1,131	—

### 開発技術の経済性:

「カットソイラ」の施工費は10a当たり5千円未満と非常に低コストです。さらに、畑作物に対する施工効果が高いことから、増収による増益で施工費を十分に賄うことができます。とくに、単位面積当たりの収益性が高いにも関わらず、作業適期が短く、深根性で湿害に弱い直播テンサイなどの作目に対して効果的です。

表2 カットソイラの作物に対する効果と経済性

栽培作物	埋設資材	土壌	処理区		増益 (千円 /10a)	施工費 / 増益
			収量 (kg/10a)	収量比		
テンサイ(直播)	麦ワラ	灰色台地土	7,920	120	23.6	0.15
アズキ	トウモロコシ	灰色台地土	274	106	5.6	0.61

\*対照区は施工区と暗渠や排水路などの設置状況、栽培農家と栽培法が同一である

\*施工費は毎年50ha施工する場合の試算3,426円/10a(トラクタ120ps経費・施工機経費・燃料・賃金等)とする。施工費にワラ粉碎や堆肥散布費は含まれない

\*テンサイは原料代金と戸別所得補償制度を考慮、アズキは売り渡し価格

### こんな経営におすすめ:

排水不良圃場や地域において、導入の難しい直播テンサイ等の収量安定化に寄与できます。圃場作業量2.4m間隔施工の場合では0.74ha/時間と大きいため、1台当たり年間50ha程度の稼働が可能です。そのため、家族経営であれば複数戸で機械を共同利用することが望ましいといえます。

### 技術導入にあたっての留意点:

粗大な石や礫が存在する圃場を除けば、幅広い土壌に適用可能です。とくに重粘土や堅密な台地土、黒ボク土に適しています。地下水位が浅い圃場では、暗渠が施工されていることが望まれます。また、施工に当たっては傾斜方向に対して直行もしくはやや斜めに施工することが望ましいです。

### 研究担当機関名:

農研機構北海道農業研究センター、農村工学研究所、地方独立行政法人北海道立総合研究機構農業研究本部十勝農業試験場、鹿追町農業協同組合、士幌町農業協同組合、株式会社IHI、株式会社ズコーシャ、株式会社日立ソリューションズ、エム・エス・ケー農業機械株式会社、十勝総合振興局産業振興部十勝農業改良普及センター

### お問い合わせは:

農研機構北海道農業研究センター産学連携室  
電話 0155-62-9201 (コミュニケーター番号)  
E-mail renkei@affrc.go.jp

執筆分担 (農村工学研究部門 北川 巖)

## 地力窒素に基づいた可変施肥

試験研究計画名: 寒地畑作地域における省力技術体系と ICT 活用を基軸としたスマート農業モデルの実証

研究代表機関名: 農研機構北海道農業研究センター

### 開発のわらい:

北海道東部の畑作地域は一筆の圃場が広大なため、均一施肥を行った場合、圃場内でも地力のムラに起因する生育ムラが発生し、局所的には収量が低下します。そこで地力のムラをリモートセンシングにより把握し、それに応じてテンサイの施肥量を調整する可変施肥技術を開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

裸地画像を対象とし、担当技術者が空撮用無人ヘリコプタを利用したリモートセンシング技術により地力窒素のムラを把握します。また、その地力窒素マップに基づいて施肥機の繰り出し部を自動で制御することで、肥料の繰り出し量を増減させて可変施肥を実現します。可変施肥に対応する施肥は4畦施肥機、全層施肥機のそれぞれでラインナップされていますので、①基肥可変施肥、②基肥均一施肥+追肥可変施肥等、様々な条件で可変施肥を行うことができます。今回の調査から可変施肥の実施により慣行区に比べて平均24.8%の減肥を達成するだけでなく、糖量も平均8.7%増収が図られました。

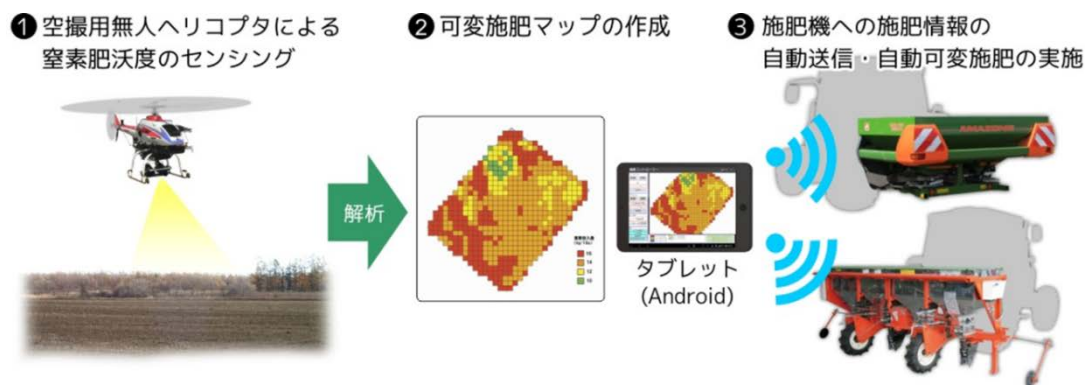


図1 地力窒素に基づいた可変施肥システムの仕組み

表1 テンサイ可変施肥区、慣行区の窒素施肥量

		窒素施肥量(kgN/10a)		減肥率	糖量(t/10a)		増収率
試験圃場	栽培方法	可変施肥区	慣行区	(%)	可変施肥区	慣行区	(%)
圃場A	移植	15.8	18.4	14.1	1.33	1.22	9.0
圃場B	移植	6.8	15.1	55.0	1.46	1.32	10.3
圃場C	直播	10.8	11.4	5.3	1.25	1.17	6.7
平均				24.8			8.7

### 開発技術の経済性:

可変施肥の経済効果は、窒素肥料の減肥と増収効果により平均で 15,985 円/10a と見積もられます。地力窒素マップは、比較的变化の小さい土壌項目であり、一度、詳細を把握すれば、客土等の攪乱が行われたい限り複数年にわたって使用できるため、継続的に肥料コスト削減に貢献できます。

表 2 可変施肥導入に伴う経済評価

試験圃場	栽培方法	肥料削減費 (円/10a)	増収益 (円/10a)	経済効果 (円/10a)
圃場A	移植	3,020	12,209	15,229
圃場B	移植	8,528	14,771	23,299
圃場C	直播	442	8,984	9,426
平均		3,997	11,988	15,985

### こんな経営におすすめ:

北海道畑作地域のテンサイ作付圃場において適用できます。とくに窒素肥沃度のバラツキの激しい圃場で高い効果が期待できます。導入に当たっては、可変施肥に対応可能な施肥機を所有していることが前提となります。

### 技術導入にあたっての留意点:

効果は圃場の窒素肥沃度のバラツキに影響します。また、窒素肥沃度以外の要因（礫層の浅深、排水の良否）によって影響を受ける場合もあります。

### 研究担当機関名:

農研機構北海道農業研究センター、農村工学研究所、地方独立行政法人北海道立総合研究機構農業研究本部十勝農業試験場、鹿追町農業協同組合、士幌町農業協同組合、株式会社 I H I、株式会社ズコーシャ、株式会社日立ソリューションズ、エム・エス・ケー農業機械株式会社、十勝総合振興局産業振興部十勝農業改良普及センター

### お問い合わせは:

国立研究開発法人農研機構北海道農業研究センター産学連携室

電話 0155-62-9201 (コミュニケーター番号)

E-mail renkei@affrc.go.jp

執筆分担 (株式会社ズコーシャ 丹羽勝久、横堀 潤)

## ブロードキャストによる可変施肥技術

試験研究計画名:精密可変施肥システム、および可変施肥対応型散布量制御装置  
 研究代表機関名:(株)IHスター

### 開発のねらい:

生育コスト削減のため、生育中の作物の衛星画像により得られた生育中の作物状況に合わせて追肥施肥量を変えるブロードキャストによる精密な施肥作業が行えるシステムを開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

トラクタの走行経路誘導機能、およびブロードキャストと組み合わせたの車速連動機能を搭載した農業用 GNSS ガイダンスシステムに、ISO11783 形式の施肥マップ読み込み機能を追加しました。このガイダンスシステムを搭載したブロードキャストを使用することで、施肥マップの設定値に基づいてピンポイントで施肥量を変えながら散布作業をおこなえます。

小麦の追肥作業について、窒素含有量を画像化したデータを元に施肥マップを作成し、窒素含有量の高いエリアには肥料を薄く、低いエリアでは肥料を濃くまくことで、全体の肥料量の削減と生育の均一化を図ることができました。

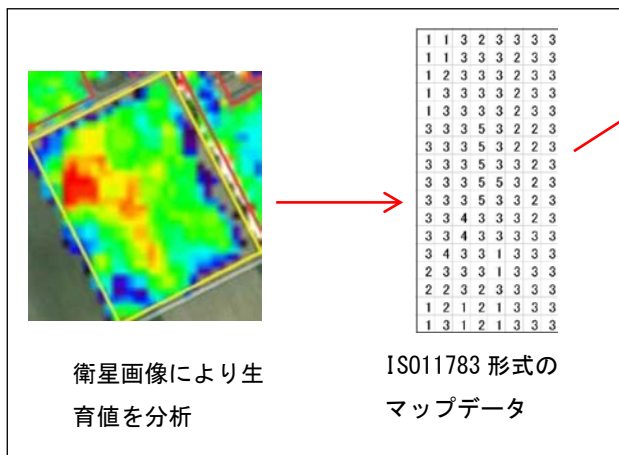


図1 施肥マップ作成



図2

マップを記憶した外部メモリをセットしたガイダンスシステムをトラクタに搭載



図3 マップの数値に従い、ポイントごとに施肥量を変えながら散布

現在位置をGPSにより判別

## 開発技術の経済性:

下表条件下での小麦の追肥作業では、肥料削減のためにシステムを使用した場合、収量を維持しながら1haあたり¥26,000の経済効果が見込まれます。

	1回目	2回目	3回目	年間
追肥時のN量(kg/ha)	80.0	40.0	40.0	160.0
肥料の窒素含有率	(BB肥料)8%	(BB肥料)8%	(硫安)20%	
可変施肥をしない場合の1haあたりの肥料(kg)	1000.0	500.0	200.0	
可変施肥をしない場合の1haあたりの肥料価格 ・BB肥料 ¥100/kg ・硫安 ¥60/kg	¥100,000	¥50,000	¥12,000	¥162,000
可変施肥を実施し、16.25%減肥した場合の経済効果 (1haあたり)	¥16,250	¥8,125	¥1,950	¥26,325
下記条件下での追肥作業をモデルケースとして計算した				
<ul style="list-style-type: none"> <li>・追肥回数: 3回(1回目、2回目をBB肥料、3回目を硫安で散布)</li> <li>・施肥量(N値): 80kg/1ha(1回目)、40kg/1ha(2回目、3回目)</li> <li>・想定するBB肥料: N成分8%、20kgあたり¥2,000(¥100/kg)</li> <li>・想定する硫安肥料: N成分20%、20kgあたり¥1,200(¥60/kg)</li> <li>・施肥マップ作成用の営農支援システムは導入せずみとする(費用に含まない)</li> </ul>				

## こんな経営におすすめ:

- ・追肥作業において、収量を維持しながら肥料を削減したい。
- ・生育のバラツキを解消し、さらなる増収を目指したい、とする農家。

## 技術導入にあたっての留意点:

本システムを搭載した弊社製品は、本稿執筆時点(平成28年3月)では開発中(未発売)となっております。また、ISO11783形式の施肥マップを作成するには、現時点では海外製のシステムを導入する必要があります。今後上記形式の他、様々なフォーマット形式のマップへの対応や、より簡単で安価なマップ作成方式の研究を進め、早期の製品化を目指していきます。

**研究担当機関名:**株式会社 IHI スター

**お問い合わせは:**株式会社 IHI スター 開発部

電話 0123-26-1125      HP <http://www.ihistar.com>

**執筆分担** (株式会社 IHI スター 開発部 IT・制御システム課 森 素広)

原料用かんしょと冷凍加工用ホウレンソウの機械化一貫体系

試験研究計画名：暖地における原料用かんしょと加工用露地野菜の大規模機械化

生産体系の確立

研究代表機関名：農研機構九州沖縄農業研究センター

技術体系開発のわらい：

南九州地域で全国生産量の半分以上を占める原料用かんしょ（以下、かんしょ）と冷凍加工用ホウレンソウ（以下、ホウレンソウ）の生産地を維持するため、規模拡大による生産費低減と収益性向上が必須です。そのため、かんしょでは育苗・採苗作業の省力化、ホウレンソウでは収穫作業の省力化が可能となる機械化一貫体系を確立しました。

開発技術の特性と効果：

かんしょ（夏作物）では苗床造成から本圃植付けを機械化して、機械化一貫体系を確立しました。茎長 15cm の小苗の導入により育苗から本圃植付け作業時間が 50%削減され、作業姿勢が大幅に改善されて作業負担が軽減されます。また、小苗用移植機を使用すれば植付けと同時にベンレート等の土中施用が可能となります。収穫前にかんしょ茎葉は収穫し飼料にします（図 1）。ホウレンソウ（冬作物）では、播種から圃場管理までを乗用管理機で行い、大型乗用収穫機により収穫をします。大型乗用収穫機の導入により収穫作業時間が 90%削減されます（図 2）。

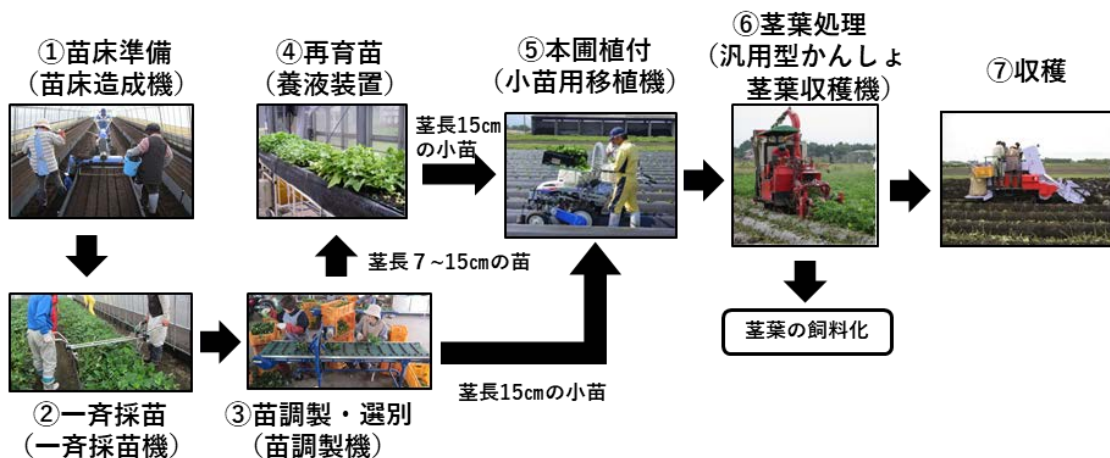


図 1 かんしょ小苗育苗・植付技術とかんしょ茎葉の飼料化技術による機械化一貫体系



図 2 冷凍加工用ホウレンソウの乗用機械化一貫体系



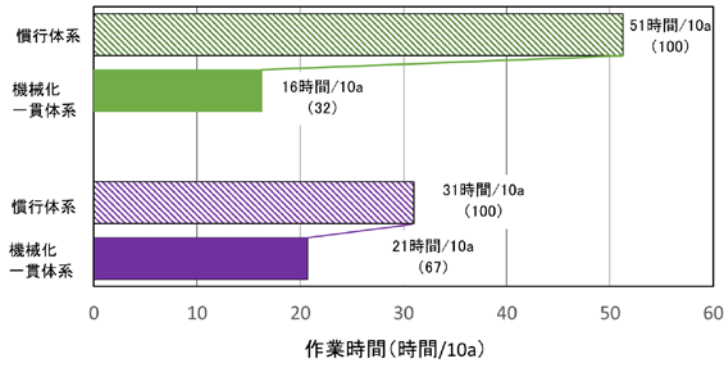


図3 機械化一貫体系に導入による原料用かんしょ（紫色）と冷凍加工用ハウレンソウ（緑色）の作業時間削減効果

**開発技術の経済性:**

機械等の導入により、減価償却費は増加しますが、労働費等の減少により、生産費はかんしょで約11~16%、ハウレンソウで25%削減できます。かんしょ・ハウレンソウの経営モデル（経営面積35ha（内、かんしょ16ha、ハウレンソウ16ha）構成員1人、構成員以外の常時従事者10人、臨時雇用あり、現状：労働報酬5,115千円 年間労働時間2,127時間）では40haまでの規模拡大が可能となり、労働報酬15%の増加が試算されました(図4)。なお、本試算ではハウレンソウの機械収穫作業はコントラクターへの委託としています。

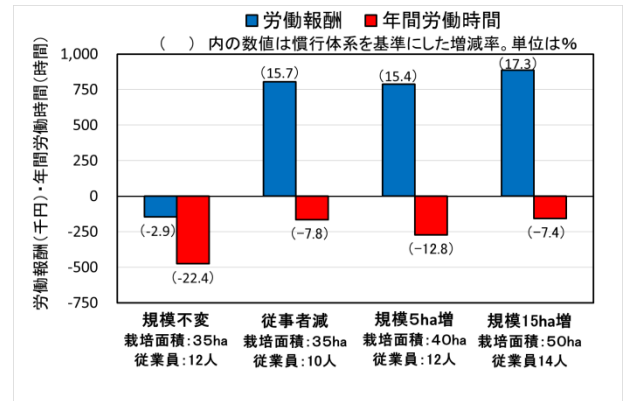


図4 労働報酬及び年間労働時間への効果

**こんな経営におすすめ:**

主に南九州において、かんしょ・ハウレンソウ輪作体系（経営面積30~50ha）の生産法人を対象にしました。しかし、同一圃場でのかんしょとハウレンソウの連続栽培体系である必要はありません。また、かんしょ栽培あるいはハウレンソウ栽培単独でも作業時間の短縮及び生産費の削減効果が期待できます。さらに、かんしょ小苗の生産技術は単位面積当たりの苗生産性が高いため、苗専門生産者にも利用していただきたい作業体系です。

**技術導入にあたっての留意点:**

かんしょでは、養液育苗工程が加わり、苗づくりの重要性が高くなります。ハウレンソウでは、品種の選定や収穫機に合わせた栽植様式の変更が必要です。また、かんしょの苗床造成機やハウレンソウの小型乗用管理機等は単独の導入や他作目への利用が可能です。

**研究担当機関名:** 農研機構九州沖縄農業研究センター、宮崎県総合農業試験場、鹿児島県農業開発総合センター、井関農機株式会社、株式会社藤木農機製作所、松元機工株式会社、文明農機株式会社、（株）ジェイエイフーズみやざき

**お問い合わせ先:** 農研機構九州沖縄農業研究センター産学連携室

電話 096-242-7682 E-mail q\_info@ml.affrc.go.jp

**執筆分担**（農研機構九州沖縄農業研究センター 杉本光穂）

## 原料かんしょ苗生産の軽労・省力化技術

試験研究計画名:暖地における原料用かんしょと加工用露地野菜の大規模機械化生産体系の  
 確立

研究代表機関名:農研機構九州沖縄農業研究センター

### 開発のわらい:

南九州地域の基幹作物である原料かんしょの慣行栽培では育苗・挿苗作業がほぼ人力作業で行われており、生産者の高齢化に伴って作業負担が大きくなっています。これを解決するため、慣行苗（茎長約 25 cm）より小さくまっすぐな苗（茎長 15 cm：以下、小苗）を導入し、育苗・本圃植付け作業に対応した作業機械を複数開発し、軽労・省力化を図ります。

### 開発技術の特性と効果:

小苗育苗は、一斉採苗および機械植付けによる省力化と、種いもの縦植え・密植苗床および一斉採苗で発生した茎長 15 cm未満の苗の再育苗による単位面積当たりの苗本数の向上が特徴です。そのため、専用の苗床造成機、採苗の省力化を図る一斉採苗機、本圃植付け可能な茎長 15 cmに苗を調製しさらに再育苗のための 7~15 cmの苗を選別する苗調製機、植付けの省力化を図るためベンレート土中施薬が同一行程で行える小苗用移植機を使用します（図 1）。

この機械化技術により、育苗作業時間は慣行育苗の 11.7 時間/10a から 7.0 時間/10a に、本圃植付け作業時間は 6.7 時間/10a から 2.1 時間/10a に短縮します（図 2）。また、屈んだ姿勢での作業が多かった慣行作業から解放され、作業姿勢も大幅に改善します。また、縦植えの苗床育苗は種いもの発芽勢に優れており、原料のみならず生食用かんしょの慣行育苗への導入も期待できます。

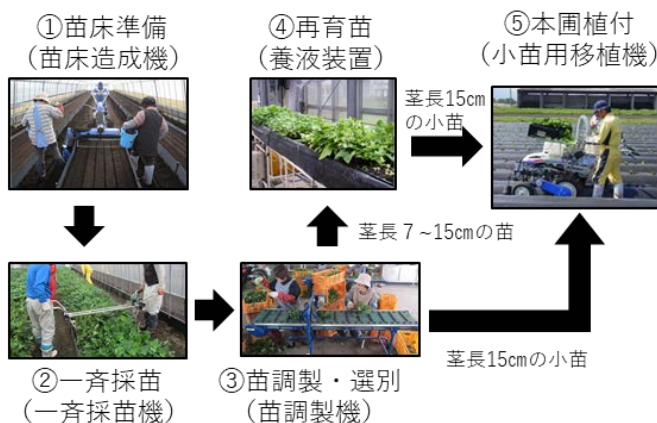


図 1. かんしょ小苗の育苗から植付け作業における機械化技術

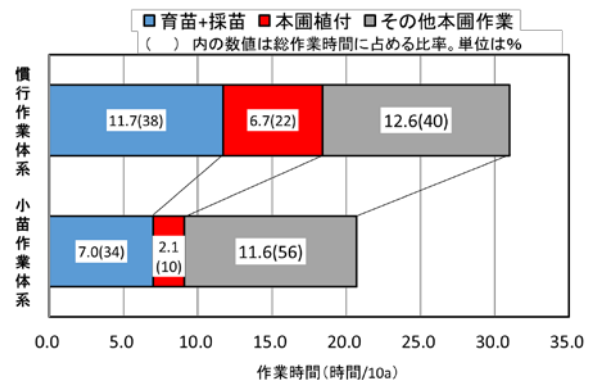


図 2. 10a 当たりの作業時間の比較

### 開発技術の経済性:

4月から5月までの採苗期間の育苗栽培単位面積当たりから採苗される苗数は慣行育苗の約1.5倍となります。機械化による省力化と採苗数の増加で、本圃10a当たりの作業時間は短縮します。そのため、小苗の生産に係る生産費（種苗費）は、小苗関連機械の導入にもかかわらず、慣行育苗と比較して同等以下になります。また、小苗用移植機の導入により減価償却費は増加しますが、作業時間が短縮されるため、でん粉原料用かんしょの全生産費は約9%の削減が可能となります（図3）。

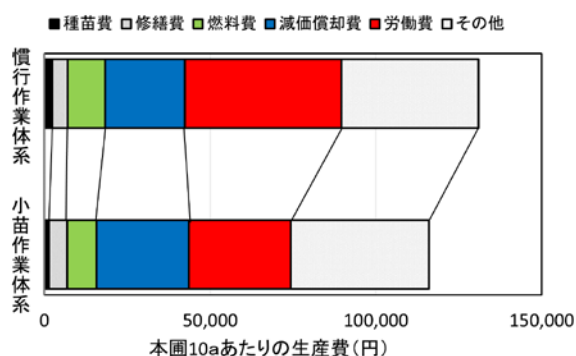


図3. 慣行作業体系と小苗作業体系ののでん粉原料用かんしょの10a当たりの生産費の比較

### こんな経営におすすめ:

主に南九州の生産法人を想定して開発を行いました。原料かんしょを生産している生産者全般が対象になります。屈んだ姿勢での作業が少なく省力化に優れているため、規模拡大や採苗・植付けのための労働力の確保が難しい方に特に適しています。また、単位面積当たりの苗生産性が高いため、苗専門生産者の方にもお勧めします。

### 技術導入にあたっての留意点:

小苗生産技術のメリットを生かすためには、関連機械の一括導入が望ましいです。特に小苗は植付け後の乾燥に弱いため、灌水装置が付いている小苗用移植機は不可欠です。なお、小苗用移植機では垂直植えになるため、収穫いもの形が重要な生食用かんしょ栽培には適さないと考えます。

**研究担当機関名:** 農研機構九州沖縄農業研究センター、宮崎県総合農業試験場、鹿児島県農業開発総合センター、井関農機株式会社、株式会社藤木農機製作所、松元機工株式会社、文明農機株式会社、(株)ジェイエイフーズみやざき

**お問い合わせ先:** 農研機構九州沖縄農業研究センター産学連携室

電話 096-242-7682 E-mail q\_info@ml.affrc.go.jp

**執筆分担** (農研機構九州沖縄農業研究センター 杉本光穂)

## 大型乗用収穫機械利用で 冷凍加工用ハウレンソウ栽培の労働時間大幅削減

試験研究計画名:暖地における原料用かんしょと加工用露地野菜の大規模機械化生産体系の  
確立

研究代表機関名:農研機構九州沖縄農業研究センター

### 開発のねらい:

近年、冷凍加工用ハウレンソウの需要は大きく伸びています。しかし輸入品が多く、これに対抗するためには、生産コストの削減が必要です。特に、慣行の人力収穫体系の全作業時間の60~80%以上を占める人力収穫作業の省力化が最も効果が大きいと考えられます。そこで、大型乗用収穫機導入による収穫作業時間の大幅削減を目指して技術を開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

ハウレンソウ大型乗用収穫機(松元機工株式会社、野菜収穫機 MCV-8 型)を中核とした機械収穫体系の開発を行いました。大型乗用収穫機の導入により収穫作業時間は3.2h/10aとなり、人力収穫体系と比べ92%の削減となります。さらに、乗用型管理機を汎用利用した播種・除草・追肥の作業により管理作業の省力化を図ることができます。特に除草は乗用管理機でのタイン型除草機を利用することで人力収穫体系の作業時間(約8h/10a)を大幅に削減できると算定しています。収穫機を中核とした機械収穫体系は人力収穫体系と比べ68%の作業時間が削減されます。



図1 大型乗用収穫機を中核とした加工用ハウレンソウ機械収穫体系

### 開発技術の経済性:

大型乗用収穫機、フロントローダー、乗用型管理機などの導入により、機械燃料など光熱水費、機械導入コストや維持管理のための農機具費が増加します。しかし、主に収穫作業の労働時間の大幅な減少による労働費減少などにより、収穫機利用による収穫ロスの発生を考慮しても、生産費が27.6%削減されます。

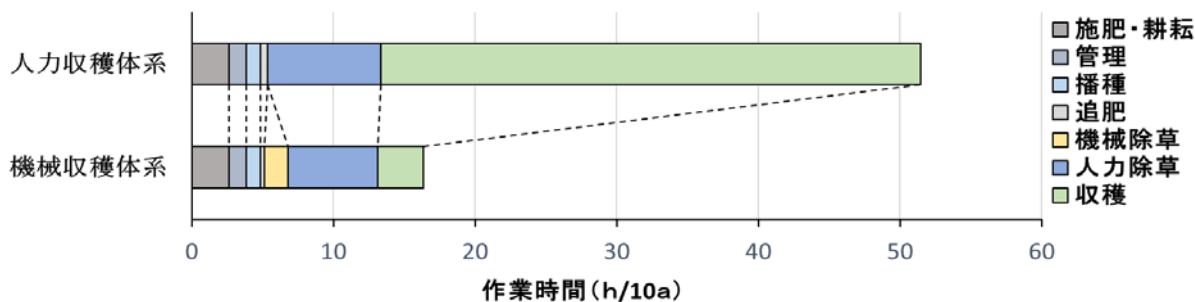


図2 機械収穫体系での冷凍加工用ホウレンソウ原料生産労働時間(h/10a)

注：図は平成26年度現地試験データ、平成27年度現地試験では除草は機械除草(1.7h/10a)のみ、人力除草作業は未実施

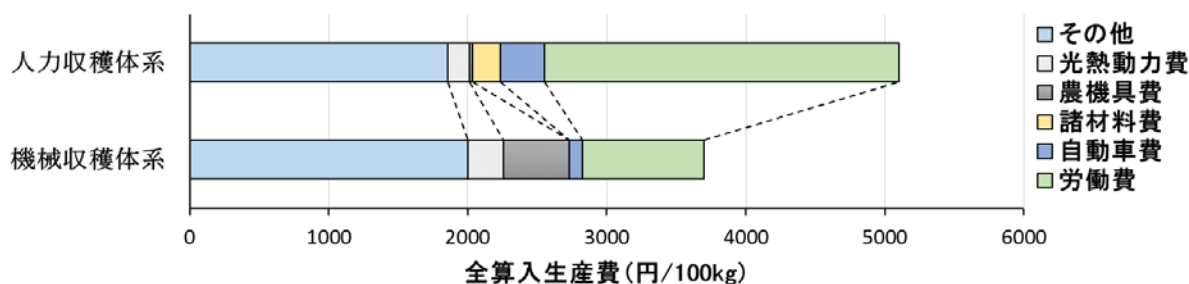


図3 機械収穫体系で試算された冷凍加工ホウレンソウ原料全算入生産費(¥/100kg)

注：経営規模50ha、ホウレンソウ作付面積20haの生産法人を想定し試算。

### こんな経営におすすめ:

収穫機械の能率が高く、一日50a程度の収穫が可能であるため、本事業で想定しているホウレンソウの栽培面積(16~25ha)では稼働日数は約50日となり、出荷シーズン(南九州では12月から4月頃)の約50%の稼働率となります。そのため機械の効率的な運用が図られる栽培規模が必要であり、大規模生産者による所有や共同購入のほかに、大規模冷凍加工工場等によるコントラクターの活用が考えられます。

### 技術導入にあたっての留意点:

機械収穫体系では、大規模冷凍加工工場などの大口の出荷先確保と期間を通じ出荷先の必要量を供給できる栽培規模、生産・作業計画などの出荷体制の構築が必要です。

また、機械収穫の導入に当たっては収穫物への雑草などの夾雑物対策の強化が必要です。機械除草では雑草が大きくなると難しくなるので、収穫前に人力作業を投入することになりますので、除草のタイミングを逃さないようにしてください。また、加工工場間で夾雑物混入に対する許容度が異なりますので実需者との連携が重要となります。

**研究担当機関名:** 農研機構九州沖縄農業研究センター、宮崎県総合農業試験場、鹿児島県農業開発総合センター、井関農機株式会社、株式会社藤木農機製作所、松元機工株式会社、文明農機株式会社、(株)ジェイエイフーズみやざき

**お問い合わせは:** 農研機構九州沖縄農業研究センター産学連携室

電話096-242-7682 E-mail q\_info@ml.affrc.go.jp

**執筆分担** (農研機構九州沖縄農業研究センター 石井孝典)

## 自動操舵に用いる高精度位置情報の精度

試験研究計画名: IT農業インフラとしてのインターネット接続による高精度位置情報を活用する大規模・省力化推進ネットワークシステムの実証  
 研究代表機関名: エヌ・ティ・ティ・データ・カスタマサービス(株)

**開発の狙い:** 高精度作業を行うことのできるオペレータが少なくなってきました。その対策としてRTK方式によるGNSSガイダンスシステムや自動操舵等運転支援技術の利用が有効と考えられます。しかし、その精度については十分なデータがないことから、大規模畑作において必要とする精度を明らかにするとともに、自動操舵に用いるRTK方式による位置情報の精度を明らかにしました。

**開発技術の特性と効果:** 北海道の大規模畑作農業では、畝の直線距離が500mに及ぶことがあります。その畝の中央走行方向に対し左右5cm以上のずれが生じない様な精度が必要になります。一方、春の播種や植え付けの走行経路を秋の収穫時等に用いるため、復元精度が重要になります。今回の実証において、95%の確立で走行経路左右5cm以内に入ることが要求されることが分かりました(図1)。現在の技術では基地局から10km以内であれば目標とする精度が達成されることが明らかになりました(図2)。

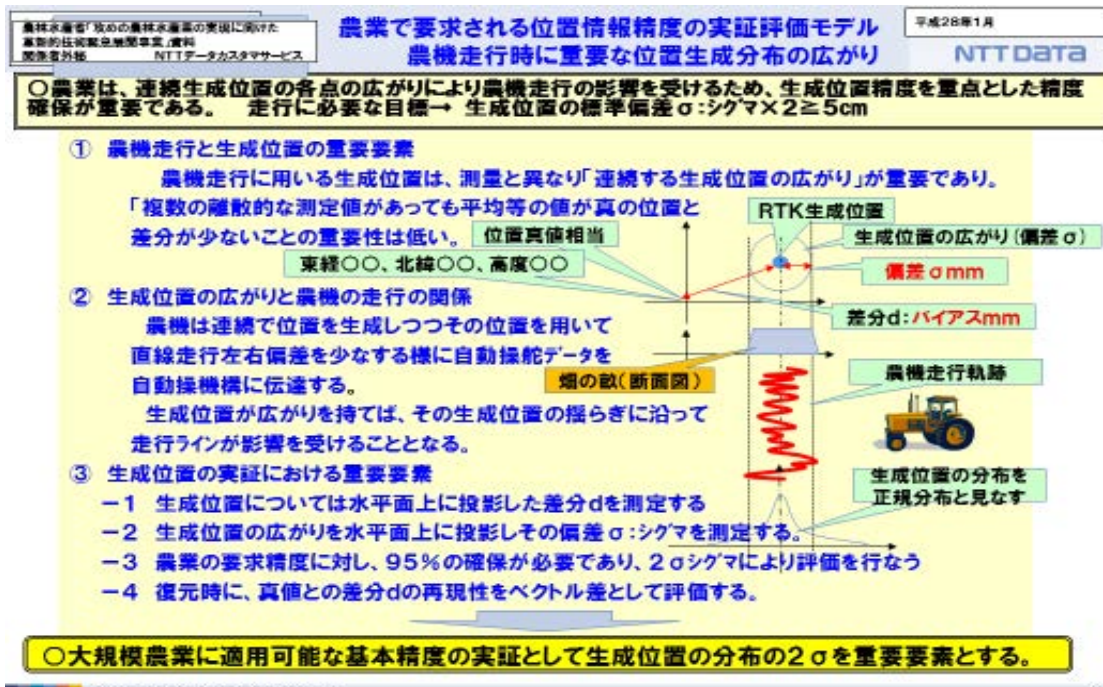


図1 農業で要求される位置情報精度

**開発技術の経済性:** 一地域内の普及利用者数に対するシステム設備コストについて「RTK地域基地局方式」と測量等で用いられる「VRS方式」を比較すると地域内の導入数が50台以上の場合には2年経過後から地域RTK基地局方式が経済性に優れると試算されます。なお、RTK基地局からの信号伝達方式として、「無線方式」と「インターネット方式」がありますが、その両者を比較すると、無線方式は導入が簡易ですが電波法規上出力が限定され、地域内をカバーすることが難しく、地域内を安定し

てカバーするインフラとしてはインターネット方式が適しています。

**こんな経営におすすめ:** 北海道畑作地帯の大規模生産法人や個別農場において耕作農地が 40ha を越える経営など、自動操舵やガイダンスを導入する経営が、地域内に 50ha 以上見込める地域。

**技術導入にあつての留意点:** 春の播種データを秋の収穫等に復元して用いる等の高精度は基地局から 10km 内で、北海道から関東（北緯 36 度以北）で適用できません（図 3）。



図 2 基地局からの距離が精度に及ぼす影響

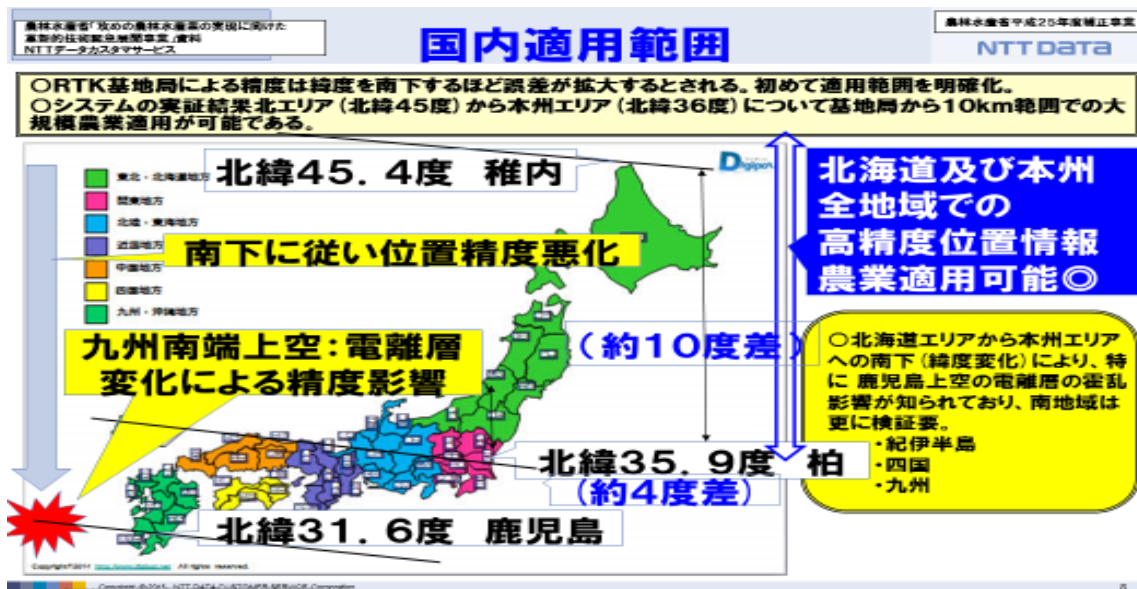


図 3 適用範囲

**研究担当機関:** エヌ・ティ・ティ・データ・カスタマサービス (株)

**お問い合わせ先:** エヌ・ティ・ティ・データ・カスタマサービス (株) 北海道支社ソリューションシステム部農林水産省実証研究担当

電話 011-522-0503 Email bswatanabey@nttdata.co.jp

**執筆分担:** (川原政範・渡邊泰夫 エヌ・ティ・ティ・データ・カスタマサービス (株))

## 遺伝子組換えによる新機能シルクの実用生産・開発

試験研究計画名：組換えシルク生産と加工技術の開発による実用化実証研究

研究代表機関名：国立研究開発法人農業生物資源研究所

### 技術体系開発のわらい：

遺伝子組換え技術を利用して開発された、これまでに存在しない全く新しい特性を持つシルクやそれを利用した最終製品は、機能と品質に裏打ちされて極めて高い付加価値を持ちます。これらの新機能シルクの実用生産を推進することにより、繭生産現場のみならず製糸・製織等の川下業種も一体とした蚕糸・絹業の新展開・振興を図ることができます。

### 開発技術の特性と効果：

繭層重・生糸量歩合を向上させて養蚕農家での実用生産に適合した緑色蛍光タンパク質を含む繭糸を生産する組換えカイコの品種ができました。農家で遺伝子組換えカイコを飼育する施設のモデルとして試作したパイロット蚕室を用いて、組換え系統も非組換え系統と同様の手順で飼育可能であることを明らかにしました。蛍光繭の製糸では処理方法の改良により、繭の処理速度が2倍以上に向上し、超極細繭を原料とし、織度管理装置を用いることにより、7d生糸を安定的に生産することが可能となりました。蛍光生糸は精練法の改善により風合いが2割程度向上し、7d生糸の製織工程では塩縮加工等の後加工を施すことで織度ムラの抑制が可能となりました。

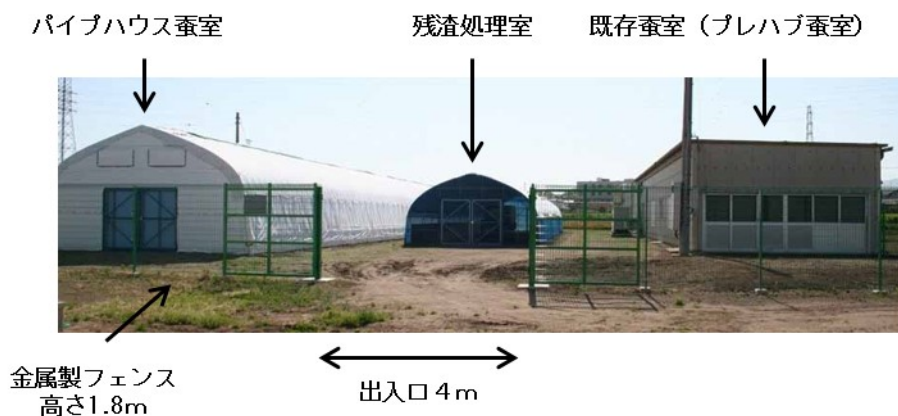


図1 遺伝子組換えカイコの試験飼育に用いたパイロット蚕室



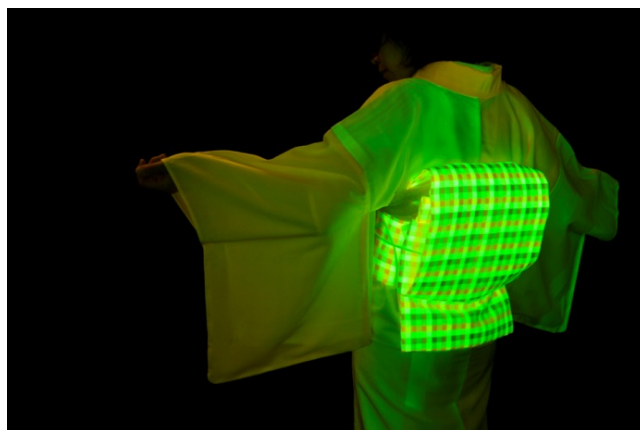
### 開発技術の経済性:

遺伝子組換えカイコの飼育による組換え繭の生産には、蚕室に網を張るための費用や粉碎機の導入は必要になるかもしれませんが、飼料や労働のコストは通常の養蚕と同様です。一方組換え繭や組換えシルクは、通常のシルクにない新たな機能を付与しているため、差別化商品として、通常のシルクの2～数倍の価格で取り引きされることが見込まれています。また、その特性を生かした用途開発により新たな分野の製品が開拓されて、市場の拡大が見込まれています。

写真1 燃糸後の蛍光生糸の繭



写真2 蛍光シルクで試作した名古屋帯



### こんな経営におすすめ:

すでに養蚕を実施している地域や農家であれば、既存の桑畑をそのまま利用することができます。蚕室についても、通常のパイプハウスや木造、プレハブ等であれば、網を張るなどの改修を加えるだけです。導入は容易です。製糸・燃糸・製織段階では基本的な機械を保有していれば、本プロジェクトで開発した装置を安価で導入することが可能です。

### 技術導入にあたっての留意点:

遺伝子組換えカイコを養蚕農家で飼育するには、品種・系統ごとに生物多様性影響のおそれがないことを示し、「カルタヘナ法」に基づく第一種使用等として、農林水産省と環境省において、科学的な評価を受けて大臣承認を得ることが必要です。

**研究担当機関名:** 国立研究開発法人農業生物資源研究所、群馬県蚕糸技術センター、群馬県是蚕種協同組合、(株)宮坂製糸所、碓氷製糸農業協同組合、群馬県繊維工業試験場、浜縮緬工業協同組合、東北燃糸(株)、齋栄織物(株)、(株)高原社

**お問い合わせは:** 農研機構 連携広報部

電話029-838-8988

**執筆分担** (農研機構生物機能利用研究部門 新産業開拓研究領域 新特性シルク開発ユニット 富田秀一郎、河本夏雄、中島健一、カイコ機能改変技術開発ユニット 飯塚哲也)

## 農家での遺伝子組換えカイコの飼育管理

試験研究計画名:組換えシルク生産と加工技術の開発による実用化実証研究

研究代表機関名:国立研究開発法人農業生物資源研究所

### 開発のわらい:

遺伝子組換えカイコは蛍光を発する生糸や極細生糸を生産するこれまでにない特性があります。しかしその飼育は「カルタヘナ法」の規制を受け、野生種と交雑しないようにする必要があります。もともとカイコは人間が世話をしない野外では生存・繁殖できないのですが、飼育後の残渣に繭が残って、野生種と交雑する可能性は0ではありません。このことから、農家での遺伝子組換えカイコの飼育のために、法規制に対応し、野生種との交雑が生じない飼育管理手法を開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

通常のカイコと同様に、遺伝子組換えカイコも養蚕農家では幼虫から繭（蛹）まで飼育することが想定されています。幼虫が蚕室から逃亡することがないように、パイプハウス型の蚕室の内側や、プレハブ型の蚕室の窓等に網を張る構造を取り入れました。また、飼育後に残るクワの枝などの残渣に遺伝子組換えカイコが残らないように、残渣をチップパーで粉砕する処理手法を開発しました。



写真1 パイプハウス型の蚕室



写真2 チップパーによる残渣の粉砕

### 開発技術の経済性:

蚕室に網を張るための費用は必要になりますが、クワの葉を枝ごと与えるなど、飼育作業そのものは通常の養蚕と同様ですので、飼料や労働のコストが高くなることはありません。また、飼育残渣の粉碎処理についても粉碎機の導入は必要ですが、上蔭の後で繭を収穫するまでに、蚕室の清掃の一環として比較的短時間で完了させることが可能です。遺伝子組換えカイコの繭の価格は高めになると想定されますので、従来の養蚕より高い利益が得られることが見込まれます。



写真3 遺伝子組換えカイコの飼育

### こんな経営におすすめ:

すでに養蚕を実施している地域や農家であれば、既存の桑畑をそのまま利用することができます。蚕室や上蔭室（繭を作らせる部屋）についても、通常のパイプハウスや木造、プレハブ等であれば、網を張るなどの改修を加えるだけです。多くの養蚕農家に導入可能です。

### 技術導入にあたっての留意点:

遺伝子組換えカイコを養蚕農家で飼育するには、農林水産省と環境省において、科学的な評価を受けて大臣承認を得ることが必要です。このため、承認のための飼育試験を実施する研究機関等の協力が必要です。

**研究担当機関名:** 国立研究開発法人農業生物資源研究所、群馬県蚕糸技術センター、群馬県是蚕種協同組合、(株)宮坂製糸所、碓氷製糸農業協同組合、群馬県繊維工業試験場、浜縮緬工業協同組合、東北撚糸(株)、齋栄織物(株)、(株)高原社

**お問い合わせは:** 農研機構連携広報部

電話 029-838-8988

**執筆分担** (農研機構生物機能利用研究部門 新産業開拓研究領域 新特性シルク開発ユニット 河本夏雄)

## 遺伝子組換え繭・シルクの加工と製品化

試験研究計画名：組換えシルク生産と加工技術の開発による実用化実証研究

研究代表機関名：国立研究開発法人農業生物資源研究所

### 開発のわらい：

組換えシルクの機能性を生かした製品を開発し、最終的に商品として社会に提供するため、その機能を損なうことのない製糸・製織技術が求められています。そのため、目的の機能を十分に発揮させる繭や生糸の処理技術などを開発しました。

### 開発技術の特性と効果：

蛍光繭の製糸では試作した真空式煮繭機と処理方法の改良により、温度を上げることなく処理を行う事ができるとともに、繭の処理速度が当初の2倍以上に向上しました。また、精練条件を検討して2割程度風合いを向上させました。

超極細繭では、織度管理装置を用いることにより、7d生糸を安定的に生産することが可能となりました。製織工程では塩縮加工等の後加工を施すことで織度ムラの抑制が可能となりました。



写真1 試作した真空式煮繭機と蛍光繭の繰糸状況



写真2 7d生糸の繰糸状況

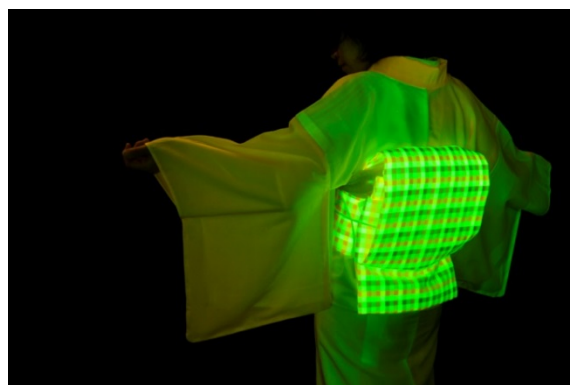


写真3 試作した蛍光シルクによる名古屋帯

### 開発技術の経済性:

組換えシルクは通常のシルクに機能性を付与しているため、その機能性を発揮できる幅広い用途に利用できます。また、差別化商品として、通常のシルクの2～数倍の価格で取り引きされることが見込まれ、利益も増加すると思われます。

また、提供先は国内のみならず、欧米のマーケットでも取り引きされることが見込まれるため、消費拡大が図られます。

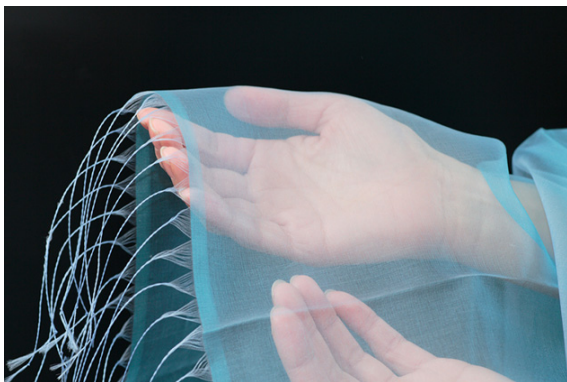


写真1 フェアリーフェザー（齋栄織物（株））

現在、商品化されている最も薄い織物。

### こんな経営におすすめ:

基本的な機械を保有していれば、本プロジェクトで開発した付属装置を安価で導入することが可能です。

また、かつて蚕糸業を行っていて、現在地域興しを検討している地域にあっては、養蚕から製品化までのトータルのコーディネートが可能です。

### 技術導入にあたっての留意点:

蛍光生糸の製造に当たっては、低温で繭を煮繭可能な装置の導入が不可欠です。また、その後の加工工程でも、低温で精練を行うノウハウが必要です。

超極細生糸の製造に当たっても、織度管理装置の導入が不可欠です。

**研究担当機関名:** 国立研究開発法人農業生物資源研究所、群馬県蚕糸技術センター、群馬県是蚕種協同組合、(株)宮坂製糸所、碓氷製糸農業協同組合、群馬県繊維工業試験場、浜縮緬工業協同組合、東北撚糸(株)、齋栄織物(株)、(株)高原社

**お問い合わせは:** 農研機構 連携広報部

電話029-838-8988

**執筆分担** (農研機構生物機能利用研究部門 新産業開拓研究領域 新特性シルク開発ユニット 中島健一、カイコ機能改変技術開発ユニット 飯塚哲也)

## 分野: 地域作物

# 灌水を活用したサトウキビの機械化一貫体系

試験研究計画名: サトウキビの安定・多収栽培技術の実証と高バイオマス量サトウキビの生産性評価

研究代表機関名: 農研機構九州沖縄農業研究センター

### 技術体系開発のねらい:

サトウキビでは植付けや収穫、株出し管理の作業時間が長く、省力的な機械体系が必要です。また生産の安定には、干ばつ対策が必要になります。そこでハーベスタで収穫した茎を植付けるビレットプランタ、堆肥条散布機、株出し管理一行程機を活用した機械化一貫体系により省力化するとともに、灌水技術により生産の安定化を図ることを目標とします。

### 開発技術の特性と効果:

サトウキビ生産の機械化一貫体系と灌水技術を組み合わせることで、大幅な省力化と生産の高位安定を図ることができます(図1)。

栽培型	体系	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	12~4月						
夏植え	作業	ほ場準備		植付け		管理作業														収穫					
	慣行	堆肥全面散布		手刈り+全茎式プランタ																					
	新体系	堆肥散布なし		ハーベスタ採苗+ビレットプランタ		堆肥条散布機									灌水										
株出し	作業																			株出し管理作業	管理作業		収穫		
	慣行																			株揃え+根切り排土+除草剤散布					
	新体系																			株出し管理一工程機		堆肥条散布機		灌水	



図1 栽培型別機械化一貫体系

### 開発技術の経済性:

家族労働2名の経営で、借地率8割、農機具の補助率を3割とした経営モデルにより評価しました。なお機械の減価償却費は、既存のハーベスタの活用や複数の作業を一台でこなせるため増えません。また適期作業が可能となるとともに灌水効果により、慣行より収量が1t/10a増加すると仮定しました。所得が最大になるのは、慣行では夏植え4.8ha、株出し9.6ha、収穫受託15haの時に308万円/年ですが、新体系では夏植え7.2ha、株出し14.4ha、収穫受託12haの時に861万円/年となりました(表1)。このように新体系では、栽培面積と収量の増加により、農家所得が大幅に増加する試算になりました。

表1 所得を最大化する経営モデル

	慣行	新体系
栽培面積(ha)	19.2	28.8
夏植え植付け	4.8	7.2
夏植え	4.8	7.2
株出し	9.6	14.4
単収(t/10a)		
夏植え	7	8
株出し	5	6
圧縮償却費(万円)	46	47
サトウキビ生産量(t)	816	1440
収穫受託面積(ha)	15	12
農業所得(万円)	308	861

### こんな経営におすすめ:

ハーベスタを所有する経営におすすめします。

### 技術導入にあたっての留意点:

経営モデルでは、収穫、株出し管理、春植え作業が競合するため、春植えが採択されません。実際の技術導入には、労働力の保有状況に応じて、作型を選定する必要があります。

**研究担当機関名:**農研機構九州沖縄農業研究センター、鹿児島県農業開発総合センター、沖縄県農業研究センター、国立大学法人東京大学、南部地区さとうきび生産振興対策協議会、久米島町さとうきび振興協議会

**お問い合わせは:**農研機構九州沖縄農業研究センター連携普及室

電話 096-242-7682 E-mail q\_info@ml.affrc.go.jp

**執筆分担**(鹿児島県農業開発総合センター徳之島支場 佐藤光徳、小牧有三、馬門克明)

分野: 地域作物

## 梅雨明け後の早期灌水によるサトウキビの増収効果

試験研究計画名: サトウキビの安定・多収栽培技術の実証と高バイオマス量サトウキビの生産性評価

研究代表機関名: 農研機構九州沖縄農業研究センター

### 開発のわらい:

南西諸島におけるサトウキビの収量は不安定であり、その原因の一つが梅雨明け後の干ばつと考えられます。そこで、茎の伸長が最も盛んな梅雨明け直後から灌水を積極的に行い、茎伸長速度を高く維持して多収化するための早期灌水法を開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

梅雨明け前後の茎伸長速度の推移を見ると、梅雨明け頃には茎伸長速度は最大になり、その後は土壌水分量が十分でなければ茎伸長は徐々に低下します。梅雨明け直後から継続して灌水を行うことにより、高い茎伸長速度が維持され(図1)、収量も増加しました。

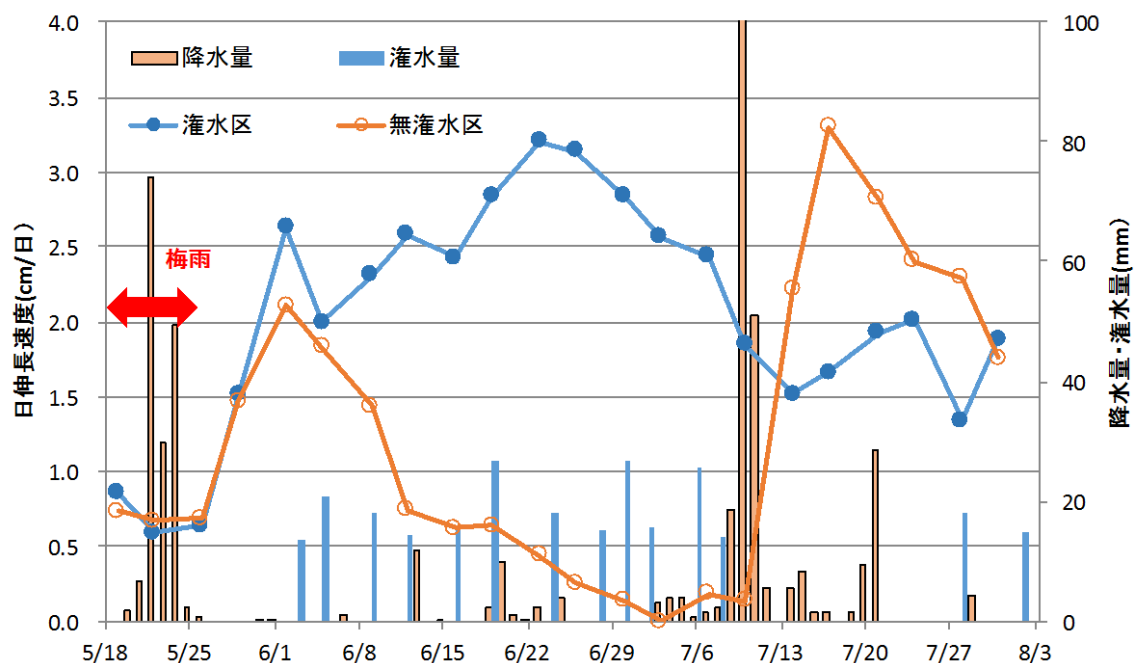


図1 梅雨明け後の灌水による茎伸長速度の推移  
沖縄県農業研究センター 宮古島支所、2015年度春植え





図2 早期灌水によるサトウキビ生育効果  
宮古島2015年7月6日撮影(株出し)

### 研究成果の経済性:

沖縄県宮古島の春植え、夏植え、株出しの各作型において、早期灌水の実施により無灌水区に比べて1.20～1.58倍の収量差が得られました。灌水に係る経費を差し引いた粗収益の増加は、ハーベスタ収穫では26～92万円/ha、手刈りでは38～132万円/haとなり、早期灌水の実施により収益増加が見込まれます(表1)。

表1 宮古島における灌水による粗収益の増加効果

作型 試験区	灌水	
	灌水区	無灌水区
春植え		
夏植え		
株出し		

### こんな経営におすすめ:

干ばつ被害を受けやすい土壌でサトウキビを栽培し、灌漑施設が整備されている経営におすすめします。

### 技術導入にあたっての留意点:

梅雨明け後から積極的に灌水する必要があります。

**研究担当機関名:** 農研機構九州沖縄農業研究センター、鹿児島県農業開発総合センター、沖縄県農業研究センター、国立大学法人東京大学、南部地区さとうきび生産振興対策協議会、久米島町さとうきび振興協議会

**お問い合わせ先:** 農研機構九州沖縄農業研究センター連携普及室

電話 096-242-7682 E-mail q\_info@ml.affrc.go.jp

**執筆分担** (沖縄県農業研究センター 比屋根真一、伊禮信、砂川喜信、大見のり子)

## 計画的・戦略的な営農に資する茶園管理マネジメント

試験研究計画名:国内需要向け茶生産における高収益生産体系の実証研究

研究代表機関名:農研機構野菜茶業研究所

### 技術体系開発のわらい:

多くの茶産地でみられる多数の茶農家からなる共同製茶条件で、高品質・低コスト生産のためには、高付加価値化やコスト低減技術を導入するとともに、多数の分散茶園の気象状況や生育予測などを把握した上で栽培管理を効率化することが必要です。そこで、計画的・戦略的営農に資する茶園管理システムを活用した栽培管理技術体系を開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

製茶工場を中心に小区画多数生産者からなる生産者集団において、メッシュ農業気象データで、基準地域メッシュ毎または茶園毎に摘採期予測を行い、結果を地図表示する機能を組み込んだ茶園管理支援ソフトを核に、高付加価値化やコスト低減につながる栽培技術とあわせて、集団の営農の最適化を図る技術体系です。

新技術の導入により計画的な適期作業を行うことができます。労働時間は、一般栽培体系に比較して局所施肥技術で約30%、IPM体系で70%削減可能です。白葉茶栽培では、一重被覆資材の活用により被覆作業の労働時間で60%程度の短縮効果が得られます。局所施肥技術は農閑期に作業ができるため、農繁期の作業の平準化が可能です。

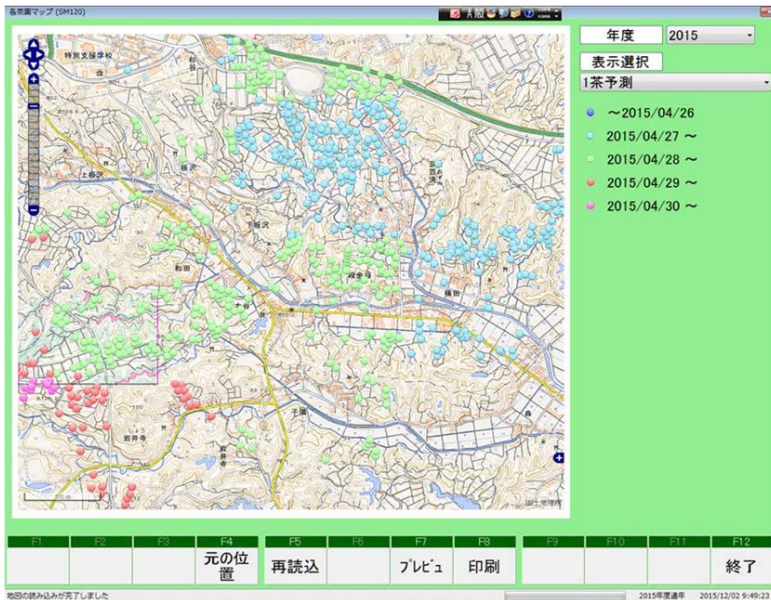


図1 茶園管理支援ソフトの一番茶摘採期予測結果の地図画面



写真1 茶園局所施肥機  
茶樹の樹冠下の土壤に緩効性肥料を打ち込み施肥作業回数を削減



写真2 白葉茶の摘採  
新芽生育期に遮光率ほぼ100%で2週間程度被覆を行う白葉茶

## 開発技術の経済性:

労働時間を削減できる革新的技術の導入でコスト削減効果がみられます。また、白葉茶はアミノ酸含有率が極めて高い製品の特徴を活かした有利販売により極めて高い収益を得られます。さらに、多数茶園の情報を管理し茶新芽の生育予測をする茶園管理支援ソフトを活用して計画的に適期作業を行うことにより、茶の収量減、品質低下を防止でき、それらの恩恵として収益向上が期待できます。

表 1 革新的技術の経済性

革新的技術の課題	慣行農法 (一般栽培)	実証試験	経済効果		備考
	(円/10a)	(円/10a)	(円/10a)	(%)	
1. 省力的な施肥・IPM防除等					
(1) 局所施肥	89,992	63,045	-26,947	29.9	
(3) IPM技術	64,771	47,466	-17,305	26.7	
(4) 点滴灌漑	89,992	58,312	-31,680	35.2	
小計	244,754	168,823	-75,931	31.0	
2. 高付加価値製茶製造技術体系の実証 (被覆資材)					
(2) 白葉茶栽培技術	371,299	1,103,695	732,396		黒三重
		1,098,108	726,809		銀一重
仕上げ茶単価 (小売価格)	(円/1kg) 8,014	(円/1kg) 33,333	(円/10a) 781,058	(%) 415.9	小売単価

資料: プロジェクト提案書、研究成果報告書、調査結果より作成。

注1: 雇用労賃は、技術原単位で用いられている850円/時間で算出した。

注2: 単収は、1番茶650kg/10a、白葉茶250kg/10aを用いた。

注3: 経済効果は、小売価格1,000円/30gより求めた。

## こんな経営におすすめ:

茶園管理支援ソフトは、個々の生産者が個別の判断で広域に分布する茶園から、原料を持ち込んでいる共同製茶工場で、計画的な作業により、原料生葉の均質化及び荒茶の高品質化、工場の効率的な運営への改善を望む生産者に適します。栽培管理技術は、規模拡大を目指す生産者、量の確保と品質の向上を目指す生産者にも適します。

## 技術導入にあたっての留意点:

白葉茶栽培では、被覆資材の導入コストは通常の被覆(かぶせ)茶の3倍を要し、収量は半分以下となりますが、有利販売により極めて高い収益を得ることが可能です。

局所施肥では、芽出し肥以外の施肥を11月から2月の期間に1回行い、1台の局所施肥機で約18haの茶園に施肥することが可能です。

**研究担当機関名:** 農研機構野菜茶業研究所、静岡県農林技術研究所茶業研究センター、静岡県中遠農林事務所、公立大学法人岩手県立大学、静岡県公立大学法人静岡県立大学、落合刃物工業株式会社、カワサキ機工株式会社

**お問い合わせは:** 農研機構果樹茶業研究部門茶業連携調整役

電話 0547-45-41015 E-mail cha-renkei@ml.affrc.go.jp

**執筆分担** (農研機構果樹茶業研究部門 荒木琢也)

分野：地域作物

# 新製茶ハイブリッドラインによるてん茶、CTC緑茶および蒸し製玉緑茶生産技術

試験研究計画名：海外輸出に対応できる日本茶生産体系の実証研究

研究代表機関名：農研機構野菜茶業研究所

## 開発のねらい：

日本茶を海外に輸出するためには、国によって異なる嗜好性や利用形態に対応する必要があります。特に海外で求められる高い香気や低コストで高品質なてん茶、あるいは最も需要が多いティーバッグ原料となるCTC緑茶の加工技術を確立することが急務です。そこで、新製茶ハイブリッドライン（以下、新製茶ラインと略す、図1）を用いて、省力で低コスト、かつ高品質なてん茶、CTC緑茶および蒸し製玉緑茶の製造技術を確立しました。

## 開発技術の特性と効果：

新製茶ハイブリッドラインはてん茶とCTC緑茶を製造可能です。

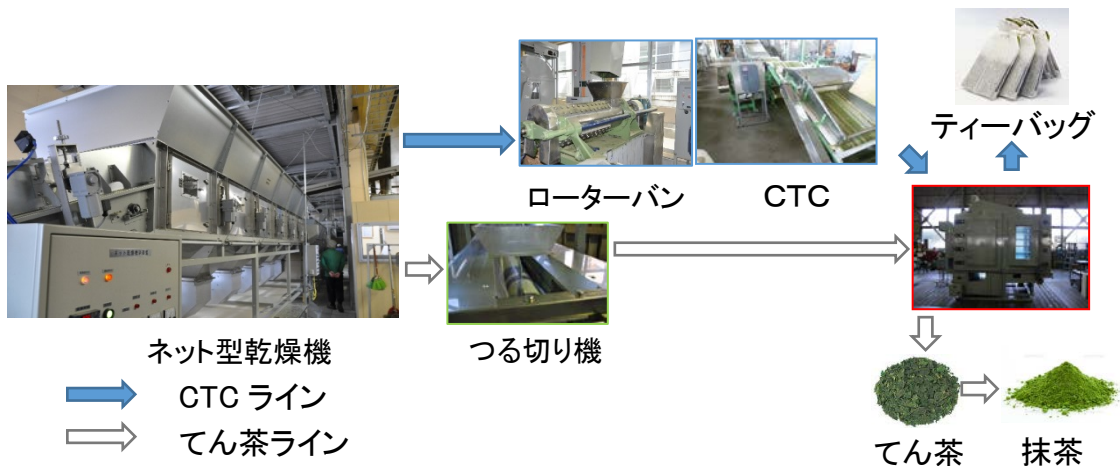


図1 新製茶ハイブリッドライン（炒蒸機—冷却機—回転打圧機は省略）

新製茶ラインを用いた加工用てん茶の製造法は、従来の製造法に比べて生葉処理量を約4倍に向上でき、その一番茶てん茶を粉砕した抹茶は従来のてん茶機製の上・中級抹茶と同等の色を有します（図2）。

新製茶ラインを用いたCTC緑茶の製造時間は約1時間で、従来の製法より大幅に短縮できます（図4）。新製茶ラインに玉緑茶の製造工程（中揉機、再乾機、締機）を組み合わせて、玉緑茶にすることも可能です。

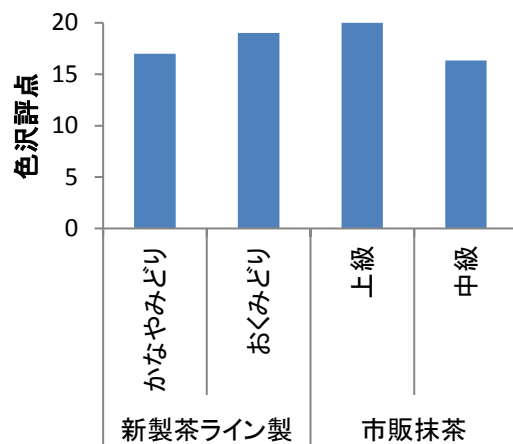


図2 新製茶ライン製と市販抹茶の品質比較  
市販抹茶のランクは価格(20g当たり)で以下のとおり分類した。

上級：1,500円以上、中級：700～1,500円

### 開発技術の経済性：

新製茶ラインにおけるてん茶 1kg 当たりの重油消費量は約 2L で、従来のてん茶製造の 3.5L に比べて約 40%削減可能です(図3)。

新製茶ラインを用いた緑茶は従来製法の蒸し製玉緑茶製造と比較して、秋冬番茶の場合、時間、燃料等製造にかかる経費ともに 5 割ほど削減できます(図 4、図 5)。

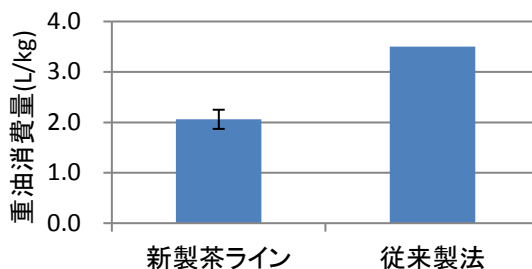


図3 新製茶ライン(てん茶)の重油消費量

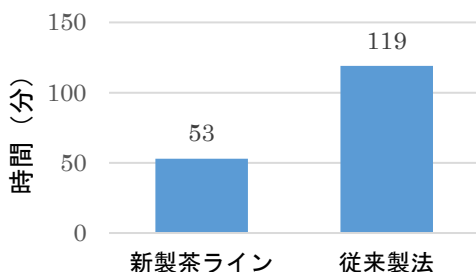


図4 秋冬番茶における蒸し製玉緑茶の製造時間

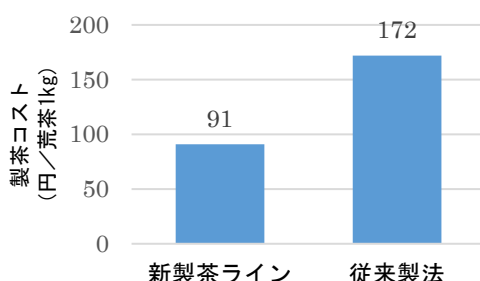


図5 秋冬番茶における蒸し製玉緑茶の製茶コスト(重油、ガス、電気)

### こんな経営におすすめ：

輸出向けとして需要拡大が期待される加工用てん茶やティーバッグ等新規茶種の生産を志向する工場や、複数の製茶ラインを有する製茶工場の一部ラインを再編し、多様な茶種の生産を計画している大規模経営体等への導入に適しています。

### 技術導入にあたっての留意点：

新製茶ラインによるてん茶・CTC緑茶製造に適する品種や摘採時期があるので、所有する品種で検討を行う必要があります。また、CTC緑茶については、一番茶～秋冬番茶までの荒茶のブレンドによる品質の検討も行う必要があります。

**研究担当機関名：**農研機構野菜茶業研究所、食品総合研究所、静岡県公立大学法人静岡県立大学、公立大学法人岩手県立大学、鹿児島県農業開発総合センター、宮崎県総合農業試験場茶業支場、長崎県農林技術開発センター、カワサキ機工株式会社、松元機工株式会社、JAかごしま茶業株式会社、鹿児島県南薩地域振興局、宮崎県西臼杵支庁、長崎県農産園芸課技術普及班、県央振興局大村・東彼地域普及課

### お問い合わせは：

鹿児島県農業開発総合センター茶業部 長崎県農林技術開発センター 茶業研究室  
電話 0993-83-2811 電話0957-46-0033

E-mail chashi@pref.kagoshima.lg.jp E-mail h-ota@pref.nagasaki.lg.jp

**執筆分担**(鹿児島農開セ 内村浩二、長崎県農技セ 太田久、カワサキ機工 岡田猛)

## 中山間地茶園における高品質新香味釜炒り茶生産技術

試験研究計画名：海外輸出に対応できる日本茶生産体系の実証研究

研究代表機関名：農研機構野菜茶業研究所

### 開発のねらい：

中山間地茶業は立地条件から大量処理生産が難しく、経営向上のためには高品質高単価取引が可能な新たな技術導入が求められています。そこで、香気発揚が期待できる新型萎凋機を用いた高品質新香味釜炒り茶生産技術の実証を行うことで、中山間地茶業の経営向上に貢献します。また、機能性成分を活かすことの出来る製茶実証、高適性品種を明らかにすること等により、海外輸出に対応できる生産体系技術を確立することが可能になります。

### 開発技術の特性と効果：

開発した新型萎凋機は、断熱材に覆われたドラム型の構造でドラムの回転時間、速度、間隔及び機内温度を多段階に制御できます。回分式で生葉換算 50～80kg/回/台の萎凋処理が可能です（図1）。日干萎凋後の茶葉（重量減5%程度）を、新型萎凋機に投入し機内温度（20～25℃の範囲内）とドラム回転条件を設定し13～16時間処理することで良好な香りが発揚します。「みなみさやか」「べにふうき」の新香味釜炒り茶は、国内のコンテストで高い評価を得ており（表1）、外国人の評価も高いものでした。「べにふうき」の新香味釜炒り茶は、通常の釜炒り製法と比べてメチル化カテキンが約1.2倍増加することを実証しました（図2）。

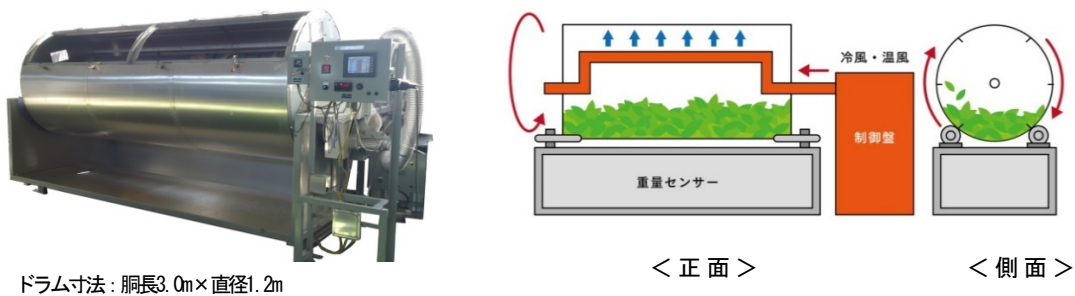


図1 開発した新型萎凋機

表1 外部評価

2014年	日本茶AWARD2014 特別賞(香り部門1位)
	品種「みなみさやか」,実証地:宮崎県五ヶ瀬町
2014年	日本茶AWARD2014 審査員奨励賞
	品種「べにふうき」,実証地:宮崎県高千穂町
2015年	日本茶AWARD2015 特別賞(香り部門1位)
	品種「みなみさやか」,実証地:宮崎県高千穂町

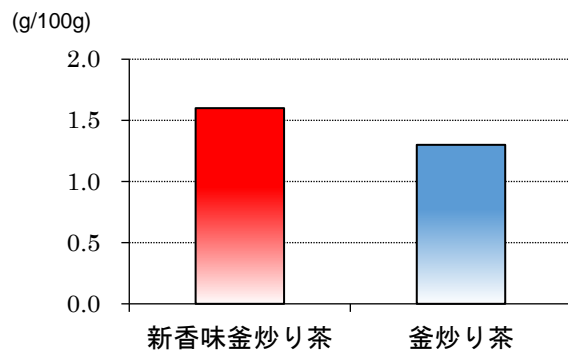


図2 製茶方法の異なる「べにふうき」のメチル化カテキン含有量

## 開発技術の経済性：

「みなみさやか」のような高適性品種を用いることで、高い需要が期待でき大幅な収益増加が見込まれ、通常の釜炒り茶生産と比べて収益率200%以上が可能です。また、新型萎凋機を導入することで、1回あたり200円程度の電気料が発生するものの、手作業で13～16時間かけていた萎凋処理（静置・攪拌）を自動化できるため、大幅な省力化となり人件費削減が可能です（表2）。

表2 新型萎凋機導入による人件費削減効果

項目	導入前	導入後	備考
(A) 萎凋に伴う費用(人件費)	700,080円/年	—	①室内萎凋時間:13時間(実労働時間8時間) ②揺青機1台分の生葉を手作業で行う場合の必要人数:3名(経営主1名、雇用2名) ③室内萎凋に要する1日当たり人件費 経営主:1,177円/時間(自家労働単価)×8時間×1名/日=9,416円 雇 用:870円/時間(雇用労働単価)×8時間×2名/日=13,920円 人件費合計:23,336円/日 ④年間作業日数30日の場合、30日×23,336円=700,080円/年(人件費)
(B) 新型萎凋機導入による費用(電気代)	—	6,000円/30日/年	実証データ 電気代=200円/日 稼働日数=一番茶:15日、二番茶:15日(合計30日)
(C) 萎凋機導入に伴うコスト削減効果			(A)700,080円-(B)6,000円=(C)694,000円(約70万円)

## こんな経営におすすめ：

新型萎凋機は主に中山間地における釜炒り茶生産農家を対象とした香気発揚機械です。新香味釜炒り茶は、各茶期において生産可能ですが、特に二番茶、三番茶、秋冬番茶での価格向上対策に有効です。釜炒り茶製茶ラインであれば、新型萎凋機を導入するのみで生産が可能です。

## 技術導入にあたっての留意点：

新型萎凋機はカワサキ機工株式会社から2015年に「ドラム式萎凋機」という名称で販売しています。新型萎凋機には日干萎凋した茶葉を投入することを前提とし、日干萎凋は手作業等で行う必要があります。萎凋機で処理した後は、釜炒り茶の製茶機械を用いて製茶します。

**研究担当機関名：**農研機構野菜茶業研究所、食品総合研究所、静岡県公立大学法人静岡県立大学、公立大学法人岩手県立大学、鹿児島県農業開発総合センター、宮崎県総合農業試験場茶業支場、長崎県農林技術開発センター、カワサキ機工株式会社、松元機工株式会社、JAかごしま茶業株式会社、鹿児島県南薩地域振興局、宮崎県西臼杵支庁、長崎県農産園芸課技術普及班、県央振興局大村・東彼地域普及課

## お問い合わせは：

宮崎県総合農業試験場茶業支場

電話 0983-27-0355 E-mail sogonoshi-chagyo@pref.miyazaki.lg.jp

カワサキ機工株式会社

電話 0537-27-171 FAX 0537-27-1435

**執筆分担：**(宮崎県総合農業試験場茶業支場 高嶋和彦、カワサキ機工 岡田猛)

## 落花生の超省力生産体系

試験研究計画名：落花生の超省力生産体系の実証

研究代表機関名：農研機構中央農業総合研究センター

### 技術体系開発のわらい：

落花生栽培では播種から収穫まで人力で実施されている作業が多く、機械化による省力化、低コスト化が強く求められています。そこで、重労働である播種作業と労働時間の43%をしめる収穫・乾燥・調製の機械化を進め、落花生の超省力生産体系を確立します。

### 開発技術の特性と効果：

シードテープ加工した落花生の播種とマルチ敷設、土かけが同時に作業できる落花生用シーダマルチャを開発し、手作業による従来作業に比べて作業時間を6割削減できるようになりました。一行程で掘取りと土ふり、反転を行うラッカセイ収穫機により、従来の手作業による掘取り反転作業に比べて投下労働時間を半減できました。また、ラッカセイ収穫機に向く栽培様式として、品種「千葉半立」では、慣行より疎植の株間45cm2条で栽培することで収穫機による株の反転率が高くなり、慣行並みの収量が得られます。さらに、温風乾燥機の導入により、天日乾燥の期間を短縮でき、天候に左右されない高品質乾燥が可能になります。



図1 シーダーマルチャ



図2 ラッカセイ収穫機

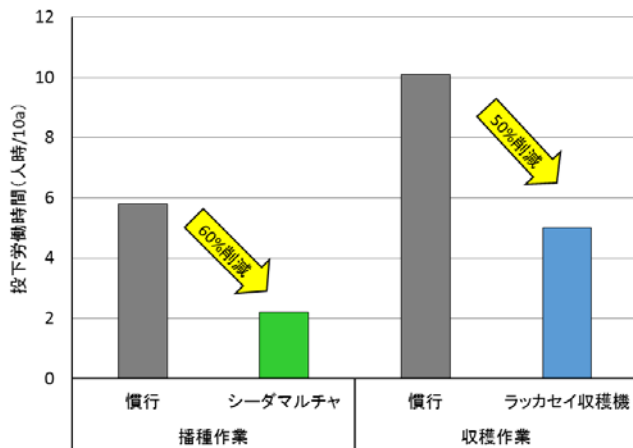


図3 播種と収穫の省力効果

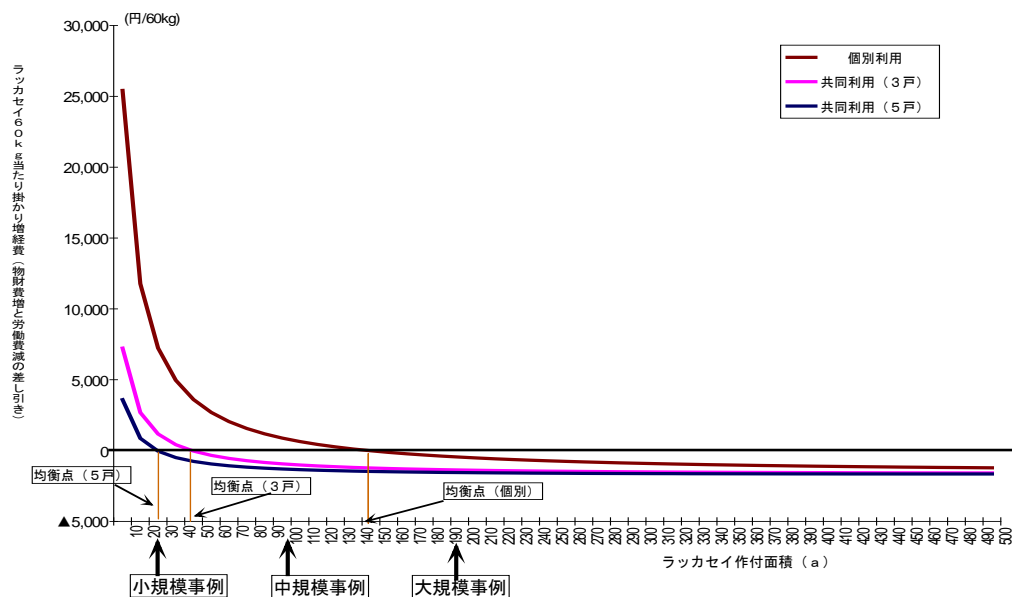


図4 温風乾燥機



## 開発技術の経済性:

シーダーマルチャ導入により機械費とテープ加工コストが発生しますが、生じる余剰労働時間を利用してマルチ敷設と播種を請け負うことで従来よりも所得は向上します。落花生収穫機は、労働費を約9,000円/10a削減し、導入にあたる物材費増分と労働費削分が等しくなる均衡点は、個別導入の場合148a、共同利用の場合は戸数に応じて下図のようになります。



## こんな経営におすすめ:

シーダーマルチャ、ラッカセイ収穫機ともに、作業をできるだけ省力化したい、あるいは規模拡大を考えている経営体に向いています。また大規模経営だけでなく、機械の共同所有や余剰労働時間を利用した作業請負を行うことにより、小規模でも導入メリットが得られます。さらに、温風乾燥機は、ラッカセイ集荷業者の所有を想定しますが、その業者が主体となって面積を集積し、シーダーマルチャや収穫機による作業請負を行うことも一つの方向として考えられます。

## 技術導入にあたっての留意点:

シーダーマルチャは、播種深度の安定化、マルチフィルムの張り具合など、事前の機械調整が重要です。また、収穫機に適する栽培様式は疎植栽培のため、特に1粒播きの場合には発芽率が高い種子を確保する必要があります。ラッカセイ収穫機は18kW{25PS}以上のトラクタを必要とします。収穫機はトラクタ装着状態で運搬するため、新たに運搬手段を用意する必要が生じる場合があります。

**研究担当機関名:** 農研機構中央農業総合研究センター、千葉県農林総合研究センター、茨城県農業総合センター、松山株式会社、有限会社朝日製作所、NPO 法人ちば農業支援ネットワーク、千葉県農林水産部、千葉県落花生商工組合連合会、茨城県南落花生組合、茨城県中部落花生組合

**お問い合わせ先:** 農研機構中央農業研究センター 電話 029-838-8481 (代)

**執筆分担:** (農研機構中央農業研究センター 生産体系研究領域 深山大介)

## 疎植栽培でラッカセイ収穫機の反転性能向上

試験研究計画名：落花生超省力生産体系の実証 ラッカセイ収穫機の性能を発揮する栽培様式の実証

研究代表機関名：農研機構中央農業総合研究センター

### 開発のわらい：

落花生の収穫作業では、掘り取り株を乾燥するために、上下反転させて畑に立てることが必要です。この労働負担が大きい作業を省力化するために、掘り取りと反転を一工程で行うラッカセイ収穫機が開発されました。しかし、落花生の生育状況によっては反転率が低下することが課題でした。そこで、収量を確保しつつ、安定して高い反転率が得られる栽植方法を明らかにしました。

### 開発技術の特性と効果：

株が横に広がる半立性の「千葉半立」では、株間 45cm 2条で栽培することで、隣接株との枝の絡みや生育状況による影響の差が少なくなり、75%以上の株を安定して反転させることができました。1株1本立ちでも慣行並みの収量が得られ、莢損失率が低くなりました。また、収穫と株反転の作業時間は、慣行の株間 30cm で根切り機を用いた体系の 4.9 時間に対して、株間 45cm でラッカセイ収穫機を用いた体系では 2.6 時間となり、約 50%削減できました。

表1 落花生の生育、収量及びラッカセイ収穫機の反転率

試験区	分枝の	株重	生莢重	分枝数	分枝長	収量	同左比	莢損失率	反転率		
株間 (cm)	条数 (本/株)	重なり (cm)	(g/株)	(g/株)	(本/株)	(cm)	(kg/10a)	(%)	(%)		
30	2	1	29	608	189	56	52	442	100	2.4	55
45	2	1	14	783	230	66	50	417	94	1.5	77
45	2	2	18	845	256	70	50	437	99	3.6	71

注) 1 開花期後94日目収穫、品種「千葉半立」

2 莢損失率：収量に対する、ラッカセイ収穫機の作業時に地表面に落莢した重量割合

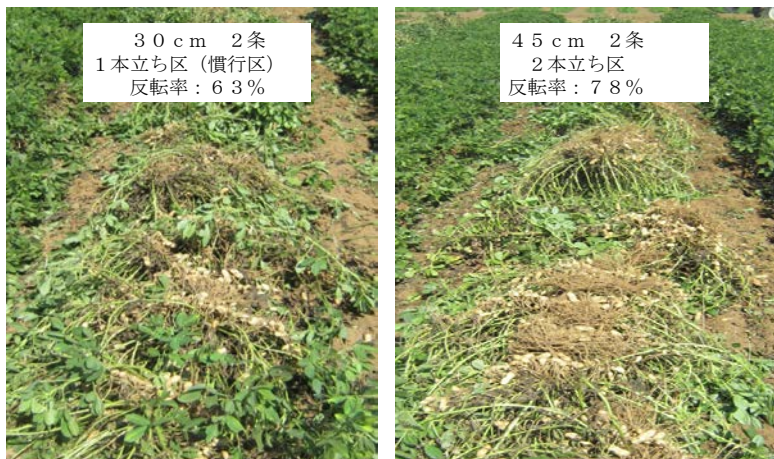


写真 収穫作業直後の反転状況

注) 45cm株間2条区の方が反転率が高いため、緑葉の割合が少なく、莢や根の割合が高い。

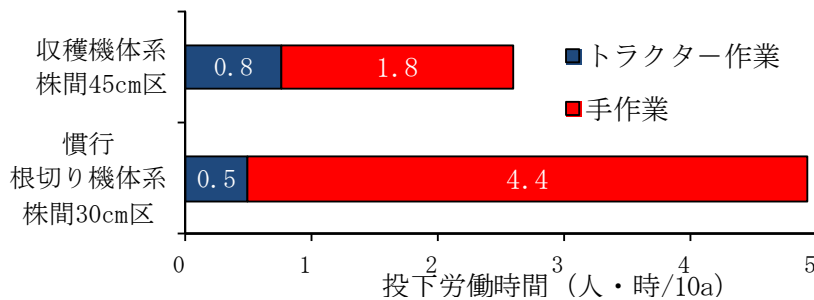


図1 現地圃場における収穫・株反転作業に要した投下労働時間の比較

- 注) 1 收穫機体系・株間45cm区は、ラッカセイ収穫機を装着したトラクターで作業後、手作業で株反転修正作業を実施。  
 2 慣行根切り機体系・株間30cm区は、トラクターで根切りし、手作業で掘り上げ、土落とし、株反転作業を実施。

### 開発技術の経済性:

現地実証圃場における10a当たりの収穫・株の反転作業時間が、慣行の根切り機体系の約50%に削減できたことより、労働費が10a当たり8,896円削減できると試算されました。また、10a当たりの落花生収量を285kg、燃料費分の増加が28円、減価償却費を1年当たり130,000円(10年償却)と想定した場合、導入メリットが得られる作付面積は、ラッカセイ収穫機1台当たり148a以上と試算されました。

### こんな経営におすすめ:

落花生の作付面積が概ね150aを超える大規模経営では、ラッカセイ収穫機の個別利用であっても導入メリットが得られます。また、取引している落花生加工業者が主体となって面積を集積し、収穫機による作業請負等を行うことも一つの方向として考えられます。

標準的な経営では、数戸で共同利用して、合計の作付面積が150a以上になれば導入メリットがありますが、収穫機利用が重ならないように調整が必要になります。

### 技術導入にあたっての留意点:

疎植で栽培するので、特に1粒播きの場合には発芽率が高い種子を確保する必要があります。また、「ナカテユタカ」等の立ち性品種では、反転率が低いため、全株を反転修正することが必要となりますが、掘り上げされた株から土がふり落とされるため、作業時間の短縮が図れます。ラッカセイ収穫機を装着したままで遠隔地に運搬する場合、3tクラスのトラックが必要です。

**研究担当機関名:** 農研機構中央農業総合研究センター、千葉県農林総合研究センター、茨城県農業総合センター、松山株式会社、有限会社朝日製作所、NPO法人ちば農業支援ネットワーク、千葉県農林水産部、千葉県落花生商工組合連合会、茨城県南落花生組合、茨城県中部落花生組合

**お問い合わせ先:** 千葉県農林総合研究センター 水稻・畑地園芸研究所 畑地利用研究室  
 電話: 0478-59-2200 E-mail: h.kyshm@pref.chiba.lg.jp

**執筆分担**(千葉県農林総合研究センター水稻・畑地園芸研究所畑地利用研究室 清島浩之)

## 播種とマルチ敷設およびマルチ穴あけの同時作業が可能な 落花生用シーダーマルチャ

試験研究計画名:落花生の超省力生産体系の実証

研究代表機関名:農研機構 中央農業総合研究センター

### 開発のねらい:

落花生の播種作業は、手作業で行われているため多くの労働時間を要します。そこで、市販化されている野菜用のシーダータープ播種機（以下、シーダーマルチャ）を活用して、省力的な落花生播種技術を開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

- ① シーダータープによる落花生播種とマルチ敷設およびマルチ穴あけの同時作業が可能なシーダーマルチャを使って、落花生播種の機械化が可能になりました。（写真1）。
- ② 作業機の調整により一定の播種深度（3～4cm）が確保できるため、播種後の土かけ無しでも慣行（人力播種）と同程度の収量性が得られます（表1）。
- ③ シーダーマルチャによる落花生播種は、人力播種と比較して作業時間を約6割削減できます（表2）。



写真1 シーダーマルチャ  
（落花生仕様）

表1 シーダーマルチャ播種による落花生の収量性（H26）

試験区		莢実				子実			
播種方法	土かけの有無	全莢実重 (kg/10a)	上莢 (kg/10a)	下莢 (kg/10a)	上莢歩合 (%)	全子実重 (kg/10a)	上実 (kg/10a)	下実 (kg/10a)	上実歩合 (kg/10a)
機械播種	無	463	408	56	88	325	310	15	95
〃	有	378	327	52	86	265	251	14	95
人力(対照)	有	486	414	72	85	323	308	16	95

注1) 品種は「ナカテユタカ」。

注2) 莢実重および子実重は風乾重。

表2 落花生播種にかかる作業時間（H26）

試験区	使用した作業機（方法）			作業時間（hr/10a換算）			
	マルチ敷設	播種	土かけ	マルチ敷設	播種	土かけ	合計
実証区1 （機械播種・土かけ無し）	シーダーマルチャ	シーダーマルチャ	—	2.1	—	—	2.1
実証区2 （機械播種・土かけ有り）	シーダーマルチャ	シーダーマルチャ	シーダーマルチャ	2.2	—	—	2.2
慣行区 （人力播種・土かけ無し）	マルチャ	人力	人力	1.0	3.6	1.2	5.8

注1) 慣行区の播種及び土かけは、それぞれ1名で行った場合の作業時間。

注2) 慣行区のマルチ敷設と実証区の機械作業はオペレーター1名と補助作業員1名の計2名の延作業時間。

注3) 機械播種の土かけは、試作した覆土板を播種機に装着して播種と同時に実施した。

注4) 作業速度は、実証区1で0.38m/s、実証区2で0.36m/s。慣行区のマルチ敷設は0.44m/s。

注5) 作業幅は、実証区1.25m、慣行区1.3m。

### 開発技術の経済性:

機械播種は慣行（人力播種）と比較して農機具費に加えて諸材料費（テープ加工代金、リール代金）が発生します。そのため、機械播種は慣行よりも農業所得が低下するものの、播種にかかる労働時間の削減により余剰労働時間が生じます。余剰労働時間 500 時間を上限に、播種機を導入してマルチ敷設と播種の作業を 1 万円/10a で作業受託する請負モデルを想定して試算したところ、慣行の作付面積 6 ha に対し、請負モデルの作付面積は 11.8ha と試算されました。農業所得は慣行で 7,120 千円、請負導入モデルで 7,415 千円となり、播種機導入により、慣行よりも農業所得が約 30 万円増加します（図表略）。

### こんな経営におすすめ:

高齢化や労働力不足により、落花生の播種作業をできるだけ省力化したい経営体に向いています。また、近年開発されたラッカセイ収穫機との併用により、落花生の栽培面積を現状よりも規模拡大させたい経営体にもおすすめできます。

### 技術導入にあたっての留意点:

- ① 従来の野菜用シーダーマルチャは、そのままでは落花生等の大粒種子には対応していないため、落花生仕様（市販品）のものを使用します。
- ② シーダーテープ素材は P.V.A フィルムを使用します。
- ③ 機械の調整により一定の播種深度が確保されるため、播種後は、慣行で行われているマルチ穴の上からの土かけは必ずしも必要としませんが、土かけがされていない分、マルチがしっかりと張られていないと強風によりマルチが飛ばされやすくなることが予想されます。播種時にマルチフィルムがしっかりと土と密着するように事前に作業機の調整が必要です。
- ④ 本機は種子をセンサーで感知してマルチに穴を開けるため、播種開始前には試運転を行い、播種機の調整によりマルチ穴と種子位置を合わせることが重要です。

**研究担当機関名:** 農研機構中央農業総合研究センター、千葉県農林総合研究センター、茨城県農業総合センター、松山株式会社、有限会社朝日製作所、NPO 法人ちば農業支援ネットワーク、千葉県農林水産部、千葉県落花生商工組合連合会、茨城県南落花生組合、茨城県中部落花生組合

**お問い合わせは:** 茨城県農業総合センター農業研究所  
電話 029-239-7212 E-mail ta.mori@agri.pref.ibaraki.jp

**執筆分担**（茨城県農業総合センター農業研究所 作物研究室 森 拓也、飯島智浩）

## 産業用素材用のいぐさの生産・加工技術体系

試験研究計画名：湛水性作物(産業素材用いぐさ)の導入による新たな水田農業の確立  
 研究代表機関名：熊本県農業研究センターい業研究所

### 技術体系開発のわらい：

熊本県を中心に栽培され、畳表の原料となる“いぐさ”は近年、和室の減少等により需要は減少傾向にあります。一方、いぐさや畳には多くの機能があることが知られています。そこで、いぐさと化成素材とを組み合わせ、両者のメリット（機能）を持った産業用素材を開発し、その原料としてのいぐさの需要開拓を目指しました。

### 開発技術の特性と効果：



産業素材用いぐさの新生産方法について、現いぐさ生産と比べて収量1.8倍で労働時間約40%減少の省力・多収栽培技術を検証し、産業素材用として収穫いぐさを細断し生産提供する技術を開発しました。なお、いぐさ品種は「ひのみどり、涼風」が適しており、現いぐさ畳表生産経営とほぼ同等の収益が得られ、単位労働時間当たり稲作比約1.2倍の所得で、水田作として稲作等からの参入が可能です。

また、この細断・粉体いぐさを複合化した開発複合材について、調湿、抗菌、脱臭、吸音、抗カビ、抗ウィルスなどの機能性を増幅改良し、バイオマスマーク50のいぐさボード、塗料等の機能性商材を開発しました。



### 開発技術の経済性:

省力化：産業素材向けに細断いぐさを生産する技術では、慣行のいぐさ栽培よりも収穫作業の回数が増えました。しかし、畳表生産特有の倒伏防止管理・泥染め作業・畳表製織作業が省略されることで、作業体系全体を比較すると労働時間を約40%減少させることができました。

収益性：現いぐさ畳表生産経営と比べて、ほぼ同等の収益が得られ、単位労働時間当たり稲作比約1.2倍の所得で、水田作として約300万円の設備投資で稲作等からの参入が可能と考えられます。

10a 当たり経営試算比較

	いぐさ (畳表)	産業素材用 いぐさ(細断)	稲作
粗収益(千円)	690	655	109
経営費(千円)	395	313	82
所得(千円)	295	342	26
労働時間(h)	514	303	28
所得/労働時間(円/h)	574	1,129	946

※いぐさ(畳表)・稲作は、H19農水省統計値

※ 産業素材いぐさ粗収益は、収量:1370kg×184%、販売価格:260円/kgで試算

### こんな経営におすすめ:

産業素材向けいぐさ生産体系は、水田があり水稻等からの転換を図っている経営体での技術導入を想定しています。また、現いぐさ生産農家では、ほ場、労働力に余力がある経営体や、畳表生産をやめて省力的にいぐさ栽培のみを行いたい経営体を想定しています。

### 技術導入にあたっての留意点:

- ①収穫(摘採作業)のため、幅約140cmの畝状にいぐさを植え、畝間に50~60cmの作業路を設ける。
- ②収穫(摘採作業)時には、両肩式肩掛けベルトを装着して負担軽減を図る。
- ③収穫に2条刈りバインダーを用いる場合、1条分だけ刈り取る、バインダー後方にあるバランスウエイトを取り外すなどの工夫が必要です。

**研究担当機関名:** 熊本県農業研究センターい業研究所、日本ペイントホールディングス株式会社 公立大学法人北九州市立大学、株式会社東洋クオリティワン

**お問い合わせは:** 熊本県農業研究センターい業研究所

電話 0965-52-0372 E-mail koushi-y@pref.kumamoto.lg.jp

**執筆分担:** (熊本県農業研究センターい業研究所いぐさ研究室 室長 合志善隆)

## 産業用素材用のいぐさの生産・加工技術体系

試験研究計画名：湛水性作物(産業素材用いぐさ)の導入による新たな水田農業の確立

研究代表機関名：熊本県農業研究センターい業研究所

### 開発のわらい：

いぐさや畳には多くの吸放湿性などの様々な機能があることが知られています。そこで、いぐさ粉末と化成塗料を組み合わせ、両者のメリット（機能）を増幅した産業用素材（いぐさ塗料）を開発し、その原料向けの新たないぐさ栽培体系を開発しました。

### 開発技術の特性と効果：

- ◆ 開発したいぐさ塗料は、調湿、抗菌、脱臭、吸音、抗ウイルスの機能を備えており、医療機関や公共施設等での需要を見込んでいます。塗料原料として適したいぐさ品種は「涼風」や「ひのみどり」です。
- ◆ いぐさは塗料の製造過程で粉末化されます。そのため、従来の畳表用いぐさ栽培のように長く伸ばさせる必要がありません。さらに、いぐさを畳表に加工する「製織（せいしよく）」作業が不要なため、年間の労働時間が大幅に削減できます。
- ◆ 新たないぐさ栽培体系では年4回の収穫が可能です。具体的には、5～7月に可搬式茶摘採機を用いて中間収穫作業（計3回）を行います（図1，2）。その後、7月下旬に水稲用 バインダーを用いて最終収穫作業を行います（図3）。このため、従来の栽培体系（年1回収 穫）と比べて高い収量（約2t/10a）が得られます。

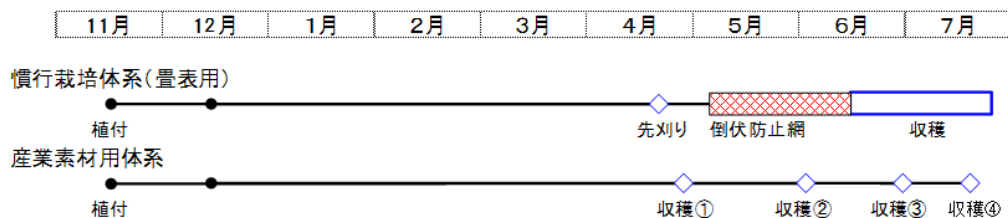


図1. いぐさ栽培体系の比較



図2. 可搬式茶摘採機による中間収穫



図3. 米麦用バインダーによる最終収穫



## 開発技術の経済性:

### ◆省力化:

産業素材向けに細断いぐさを生産する技術では、慣行のいぐさ栽培よりも収穫作業の回数が増えるので、その分の労働時間が増加しましたが、畳表生産特有の倒伏防止管理・泥染め作業・畳表製織作業を省略することができるので、作業全体を比較すると労働時間を約40%減少させることができます(表1)。

### ◆収益性:

従来の畳表生産経営と比べてほぼ同等の粗収益が得られますが、全体の労働時間が大幅に削減できるので、単位労働時間当たり所得が大幅に向上します。また同規模の稲作経営と比べても約1.2倍の労働生産性となります(表1)。

### ◆導入可能性: 収穫用機械など 約300万円の設備投資により、稲作等からの参入が可能と考えられます。

表1. 10a 当たり経営試算比較

	いぐさ (畳表)	産業素材用 いぐさ(細断)	稲作
粗収益(千円)	690	655	109
経営費(千円)	395	313	82
所得(千円)	295	342	26
労働時間(h)	514	303	28
所得/労働時間(円/h)	574	1,129	946

※ いぐさ(畳表)・稲作は、H19農水省統計値

※ 産業素材いぐさ粗収益は、収量:1370kg×184%、販売価格:260円/kgで試算

## こんな経営におすすめ:

- ◆ 稲作からの転換を考えている経営体
- ◆ ほ場、労働力に余力があるいぐさ・畳表生産経営体
- ◆ 畳表生産をやめて、いぐさ栽培のみを省力的に行いたい経営体

## 技術導入にあたっての留意点:

- ◆ 可搬式茶摘採機による中間収穫作業を円滑に行うため、幅約140cmの畝状にいぐさを植え、畝間に50~60cm程度の作業路を設けましょう。
- ◆ 最終収穫に2条刈りバインダーを用いる場合は、①片側1条分だけを刈り取る、②バインダー後方にあるバランスウエイトを取り外すなどにより、走行性(直進性)を確保しましょう。

**研究担当機関名** 熊本県農業研究センターい業研究所、日本ペイントホールディングス株式会社 公立大学法人北九州市立大学、株式会社東洋クオリティワン

**お問い合わせ先:** 熊本県農業研究センターい業研究所

電話 0965-52-0372 E-mail koushi-y@pref.kumamoto.lg.jp

**執筆分担:** (熊本県農業研究センターい業研究所いぐさ研究室 室長 合志善隆)

## 次世代の閉鎖型プッシュ&amp;プル横断換気牛舎

試験研究計画名:次世代閉鎖型搾乳牛舎における省力・精密飼養環境制御、バイオセキュリティ向上技術の実証

研究代表機関名:国立大学法人 宇都宮大学

## 開発のわらい:

酪農生産の大きな課題の1つに暑熱の問題があります。一般に換気量を多くする目的で日本に多く採用されている軒高さを5m以上とり、開口部を大きくした開放型牛舎でさえ、梁から多くの送風機を下げ、細霧冷房を行っていますが、これでも暑熱対策は充分ではないのが現状です。牛は夏季では呼吸の際の潜熱で体からの熱を逃しているのですが、空気中の水分の影響を非常に受けやすくなります。細霧冷房を行うと乾球温度は下がりますが、舎内の相対湿度が上がり、結果的に牛への熱負荷軽減とはならず、逆に負荷になる場合が多々あります。

そこで、2～3 m/秒以上の速い気流速で牛体から熱をよく奪うことができる換気システムの有効性について実証しました。

## 開発技術の特性と効果:

牛舎内に均一に2～3 m/s以上の気流を提供するために閉鎖型のLPCV(Low Profile Cross Ventilation)という換気方式を採用しました。牛舎の長手方向の一方の側壁から入気し、反対側の側壁から排気する換気方式で(図1)、入気側に換気扇を設置して外気を押し込む方式にしているところが世界的にも特徴がある点です。また、舎内空間を分割して換気扇の回転数を制御することが可能ですので、局所環境制御ができます。環境要因の空間分布が生じにくい、天井を低くあるいは棟高さを低く(屋根勾配がなだらか)して換気容積を小さくできる、棟高さが低いので建設コストを抑えられるというメリットもあります。

閉鎖型プッシュ&プル横断換気牛舎では、既存の送風、細霧の防暑対策をした開放型牛舎内と比較して温熱指標は有意に低くなり(図2)、日最高温度は2℃低く、日最低気温も低くなりました。この結果、呼吸数も夏季で約8回/分ほど開放型牛舎の牛よりも低くなり(図3)、熱負荷が軽減されました。



図1 閉鎖型プッシュ&プル横断換気牛舎

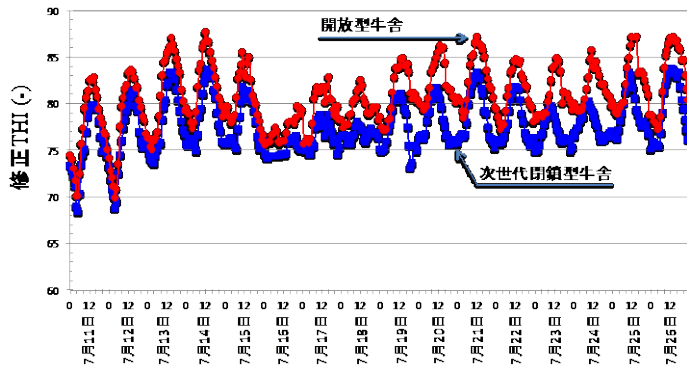


図2 開放型牛舎との温熱指標（修正 THI）の比較例

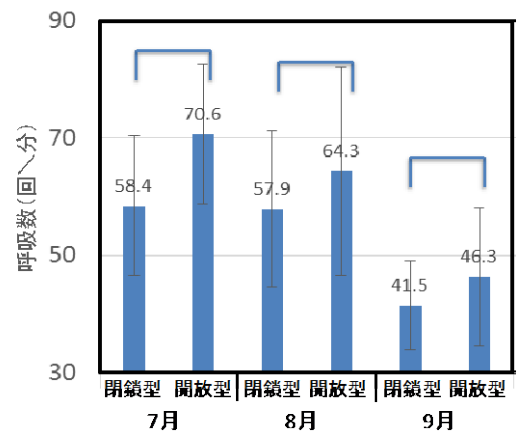


図3 開放型牛舎の牛よりも呼吸数が低下

### 開発技術の経済性:

暑熱対策の効果に伴う経済性を同規模の開放型牛舎と比較し、7～10月分の乳量増加効果で、生産額は7,183千円の増と推計できました。乳量が増加したことによる飼料費の増加分が1,832千円であったが、受胎率の向上効果として乳牛1頭あたりの種付け回数が改善され、ロス飼料の解消効果として1,114千円が推計されました。次世代閉鎖型の減価償却は3,595千円/年、開放型牛舎は2,617千円/年と推計されました。これらより次世代閉鎖型牛舎のほうが5,487千円/年の収益増加が見込まれました。この場合の試作費の回収期間は、17.1年、換気ファンの台数を半減した場合をシナリオでは14.6年と試算されました。

### こんな経営におすすめ:

- 1) 暑熱負荷の大きい西南地域で効果をより発揮します。
- 2) 現状の防暑対策がうまくいっておらず、夏季の種付け、乳量の減少等の課題がある場合に導入の検討をおすすめします。

### 技術導入にあたっての留意点:

- 1) 建物自体の建設費は開放型とほぼ同等ですが、換気扇、電設設備の費用が開放型牛舎の約2倍かかります。
- 2) 牛舎内のレイアウトによって換気扇の設置位置や台数が変わります。
- 3) 換気扇の回転数制御は気象条件、牛舎内レイアウト等により調整が必要です。

**研究担当機関名:** 国立大学法人宇都宮大学、パナソニック環境エンジニアリング株式会社、有限会社グリーンハートティーアンドケイ、株式会社釜石電機製作所、オリオン機械株式会社、農研機構畜産草地研究所、農研機構動物衛生研究所、栃木県畜産酪農研究センター

**お問い合わせ先:** 国立大学法人宇都宮大学 農学部 生物資源循環工学研究室

電話 028-649-5483 E-mail ikeguchi@cc.utsunomiya-u.ac.jp

**執筆分担** (国立大学法人宇都宮大学農学部 池口厚男)

## 肉用鶏の生産性を向上させる鶏舎 LED 照明システムの開発

試験研究計画名:肉用鶏生産者収益を向上させる革新的鶏舎光線管理技術の実証

研究代表機関名:日本フネン株式会社

### 開発のねらい:

鶏は鶏舎内の光に敏感な動物です。即ち、鶏舎内の光線管理は肉用鶏の生産性に影響を与える重要な技術と言えます。一方、白熱電球が生産中止になり、LED 電球への切り替えを検討されていますが、生産費高騰に苦慮する国内の肉用鶏生産者は、導入コストが掛かる LED 電球の選定に慎重になっているのが現状です。そこで、様々な色調、照度を組み合わせることにより、生産性を向上させることができる LED 光線管理技術の開発を行いました。

### 開発技術の特性と効果:

飼育期間内にブロイラーの成長に合わせて最適な色調、照度の光を照射することができる LED 電球の開発を行いました(写真 1、図 1)。この LED 電球を用い、青色光を使用した独自の LED 光線管理プログラムにて飼育実証を行ったところ、ウィンドレス鶏舎において 70g、開放鶏舎において 50g 出荷時の平均体重を増加させることができました(表 1、2)。さらに、LED 照明システムの導入にあたってはコストを抑える必要があります。そこで、既存の鶏舎では交流送電で行われていた電源供給を直流送電に変更し、LED 電球個々に内蔵されていた電源を一括にまとめることで、導入に係るコストを抑える LED 照明システムの設計を行いました(図 2)。

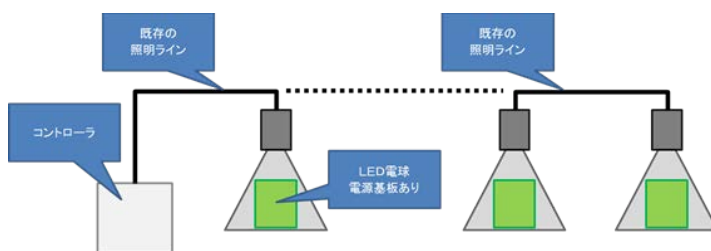


図 1. 交流送電時の LED 照明システム概略図



写真 1.  
LED 電球 (青色点灯時)

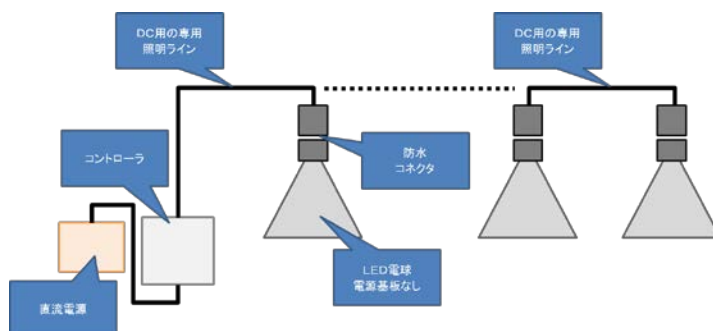


図 2. 直流送電時の LED 照明システム概略図

表 1. ウィンドレス鶏舎飼育実証結果  
(1 回目)

鶏舎	入雛 羽数 (羽)	日齢 (日)	平均 体重 (g/羽)
試験区	8,245	49.4	3,178.5
対照区	8,240	49.4	3,131.0
差	5	0.0	47.5

平均体重 :  $p < 0.05$

表 2. ウィンドレス鶏舎飼育実証結果  
(2 回目)

鶏舎	入雛 羽数 (羽)	日齢 (日)	平均 体重 (g/羽)
試験区	10,320	49	3,008.0
対照区	10,320	49	2,909.5
差	0	0	99.4

平均体重 :  $p < 0.05$

### 開発技術の経済性:

ウィンドレス鶏舎へ直流 LED 照明システムを導入し、育成成績向上の効果により 1 羽当たり 10 円増収した場合について試算を行うと、年間飼育回数 4.8 回。年間出荷羽数 48,000 羽程度の鶏舎に導入した場合 10 年後には 2,500,000 円以上、市販 LED 照明よりも収益が増加することが試算されました。

### こんな経営におすすめ:

開発した光線管理技術は、規模を問わず全国のブロイラー生産農家を対象にしていますが、特に大規模集約型農業を営むインテグレーター、規模拡大または老朽化等で改修を検討中の農家の方々にお勧めします。併せて直流 LED 照明システムの導入を行うことで、イニシャルコストを抑えつつ、肉用鶏生産性を向上することができます。

### 技術導入にあたっての留意点:

鶏舎新築時に直流での LED 照明システムを導入することで、イニシャルコストを抑えることができます。また、開放鶏舎に比べ、空調制御等により鶏舎内の環境を一定に維持することができるウィンドレス鶏舎では、より安定して LED 照明システムによる育成成績向上の効果を得ることができます。

**研究担当機関名:** 日本フネン株式会社、株式会社イシイ、株式会社イシイフーズ、国立大学法人神戸大学、徳島県立農林水産総合技術支援センター

**お問い合わせは:** 株式会社イシイ ウィンドウ部

電話 088-678-2226 E-mail yoshida531@ishii-co-ltd.jp

**執筆分担:** (日本フネン株式会社 和田 敬宏)

## 遅羽性遺伝子の解析結果を活用した地鶏生産技術

試験研究計画名：ゲノム解析及び地域資源を活用した特産地鶏「長州黒かしわ」の効率的、省力的な生産技術体系の確立

研究代表機関名：山口県農林総合技術センター

### 開発のわらい：

「長州黒かしわ」は雌雄混合飼育されていますが、雌雄で出荷時期が異なります。雄は闘争心が強く商品化率を低下させたり、雄出荷時の選別労力がかかるため、初生ヒナにおいて簡易な雌雄鑑別により雌雄分離飼育する方法が求められていました。そこで、簡易な雌雄鑑別法の一つである羽性鑑別法を導入するためには、羽性に関与する性染色体上の遺伝子領域を調べ、雄系種鶏を速羽、雌系種鶏を遅羽に固定する必要があります。本研究では「長州黒かしわ」や他の地鶏等で羽性鑑別を可能とするため、羽性との関与が知られている遺伝子領域（UR：Unoccupied region）及び UR 以外の羽性に関与する遺伝子領域を明らかにし、簡易な雌雄鑑別の導入を目指しました。

### 開発技術の特性と効果：

ニワトリの羽性発現に関与する遺伝子領域のうち、UR の品種間差を明らかにしました（表 1）。また、UR 以外でも、遅羽性遺伝子がホモ型かヘテロ型かを正確かつ簡便に判断できる遺伝子領域を 3ヶ所明らかにし、そのうち 1ヶ所で遅羽、速羽を分離する SNP（一塩基多型、Single Nucleotide Polymorphism）を確認しました（図 1）。

「長州黒かしわ」の雄系種鶏「やまぐち黒鶏」の羽性を速羽に固定する際には UR、雌系種鶏「ロードアイランドレッド」の羽性を遅羽へ固定する際には UR 以外の遺伝子領域を活用しました。これにより、「長州黒かしわ」では 1年で雄系及び雌系の種鶏選抜を完了し、2年目で「長州黒かしわ」の雌雄分離飼育の実証ができました。

表 1 URの制限酵素切断型における品種間差（日本鶏28品種のみ抜粋）

品種名	検体数	速羽	遅羽	品種名	検体数	速羽	遅羽	品種名	検体数	速羽	遅羽
J1-A	18	B, C	-	J10	12	B	A	J20	12	B	-
J1-B	11	B, C	-	J11	16	-	A & B	J21	12	B, C	-
J2	19	B, C	B	J12	12	B	-	J22	8	B	-
J3	15	B, C	-	J13	14	B, C	-	J23	8	B, C	-
J4	12	B, C	-	J14	12	C	-	J24	8	B	-
J5	12	B	-	J16	18	B, C	-	J25	8	B, C	-
J6	18	B	-	J17	13	B	-	J26	8	B	-
J7	18	B	C	J18	12	B	-	J27	8	C	-
J8	28	B, C	C	J19	12	B	-	J28	19	B, C	-
J9	18	A, B, C	C								

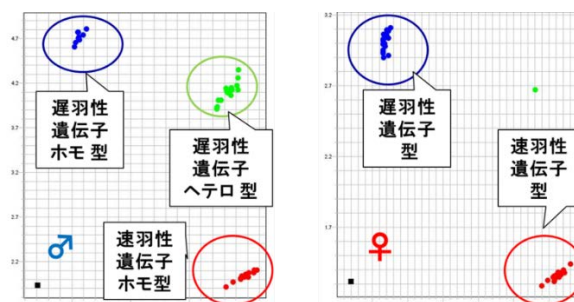


図 1 SNPジェノタイピングアッセイによる解析結果

### 開発技術の経済性：

複数の品種を交配して新たな品種を造成する際に、UR 及び UR 以外によるホモ・ヘテロ型識別を可能とする品種を選抜することにより、羽性鑑別を可能とする品種を計画的に造成することができます。また、SNP ジェノタイピングアッセイは、従来の羽性遺伝子型を判別する手法に比べて、迅速かつ簡易に調べることができます（92 サンプルを 30 分で一度に解析可能）。特にこれまで困難であった雄の遅羽性遺伝子のホモ型、ヘテロ型を簡易に判別できます。

また、「長州黒かしわ」の雌雄分離飼育は、雌雄混合飼育と比較して出荷に係る労働力を約 19%削減（約 330 羽で 10 分）することができます（表 2）。

表 2 雌雄分離飼育と雌雄混合飼育の出荷に係る労働時間の比較

	雌雄分離飼育			雌雄混合飼育		
	♀	♂	平均	♀	♂	平均
出荷体重(kg)	2.5 (163羽)	2.83 (171羽)	2.67 (334羽)	2.46 (175羽)	2.83 (160羽)	2.64 (335羽)
出荷作業時間(分)	20	23	43	23	30	53

### こんな経営におすすめ：

雌雄で出荷日齢や肉質、飼養目的が異なる地鶏・銘柄鶏の作出に導入をおすすめします。

### 技術導入にあたっての留意点：

交配させる品種によって、速羽形質及び遅羽形質の表現度に差があるため、技術の導入を検討される方は品種の遺伝子型や表現型の程度について広島大学及び家畜改良センターにお気軽にお問い合わせください。

**研究担当機関名：**山口県農林総合技術センター、国立大学法人広島大学、(独)家畜改良センター、深川養鶏農業協同組合、有限会社長門アグリスト

### お問い合わせは：

山口農技セ 電話：0837-52-0258 E-mail：a17606@pref.yamaguchi.lg.jp

広島大学 電話：082-424-7904 E-mail：sei-kyo-sien@office.hiroshima-u.ac.jp

(独)家畜改良センター 電話：0248-25-2231 兵庫牧場 電話：0791-66-0801

深川養鶏農業協同組合 電話：0827-22-2121

(有)長門アグリスト 電話：0837-22-4671 E-mail：nagato-agrist.co@hot-cha.tv

**執筆分担** (山口農技セ 伊藤直弥 岡崎亮 関谷正男、広島大学 都築政起 利重匡亮 竹之内惇、家畜改良センター 佐藤慎一 大竹剛 堀田友美、深川養鶏 河上実夫、長門アグリスト 末永裕治)

## 飼料自給率 50%以上の地鶏生産技術

試験研究計画名:ゲノム解析及び地域資源を活用した特産地鶏「長州黒かしわ」の効率的、省力的な生産技術体系の確立

研究代表機関名:山口県農林総合技術センター

### 開発のわらい:

輸入飼料価格の高止まり等を始めとした厳しい畜産情勢の中で、国内畜産業を維持していくためには、輸入品と差別化された畜産物を提供することに加え、今まで以上の生産コストの低減が必要です。そのため、山口県長門市地域の未利用資源（水産加工品の製造途中の残渣物や大麦、規格外の大豆など）を活用し、「長州黒かしわ」の生産性や肉質特性を損なうことなく、自給率 50%以上の飼料による低コストな地域資源循環型の地鶏生産体系の確立を目指しました。

### 開発技術の特性と効果:

「長州黒かしわ」のモモ肉は「ブロイラー」と異なる特有の噛み応えを持ち、タウリンやアンセリン含量が高いこと（表 1）、自給率 50%以上の飼料の給与でも「長州黒かしわ」の特徴を損なうことなく生産できることが明らかとなりました（表 2、3）。これらの特徴を PR することにより、消費者の「長州黒かしわ」に対する購買意欲を高めることが期待できます。

また、試作した未利用資源飼料化装置により「魚練り製品残渣」や「規格外大豆」を短時間で飼料化できましたので、粳米やハダカ麦、魚練り製品残渣などを活用した自給率 50 %以上の飼料により「長州黒かしわ」を生産することができます。

表 1 タウリンとイミダゾールジペプチド含量の比較（モモ肉）

	長州黒かしわ		長州どり
	♂ (n=12)	♀ (n=12)	(n=24)
タウリン	238.9 ± 19.1 a	224.8 ± 19.9 a	183.2 ± 35.6 b
カルノシン	111.0 ± 29.3	126.9 ± 14.4	117.8 ± 27.6
アンセリン	345.5 ± 25.9 b	387.4 ± 37.3 a	278.2 ± 31.6 c
ジペプチド総量 (mg/100g)	456.5 ± 44.1 b	514.3 ± 38.3 a	396.0 ± 44.4 c

平均値±標準偏差

異符号間に有意差あり (P<0.05)

表 2 飼料の違いによる食味の比較

モモ肉 (分析型官能評価)				ムネ肉 (3点識別法)			
	自給率55%区 n=12	対照区 n=12	結果	組み合わせ	回答者数	正解者数	結果
やわらかさ	5.3 ± 0.6	5.0 ± 0.7	有意差無し	自給率55%区 と対照区	30	11	有意差無し
多汁性	4.9 ± 0.4	4.9 ± 0.7	有意差無し				
風味の強さ	5.0 ± 0.4	5.1 ± 0.3	有意差無し				
オフフレーバー	1.1 ± 0.1	1.2 ± 0.2	有意差無し				

平均値±標準偏差

やわらかさ: 1=非常にかたい~8=非常にやわらかい  
多汁性: 1=非常にない~8=非常にある

風味の強さ: 1=非常に弱い~8=非常に強い

オフフレーバー: 1=非常に弱い~4=非常に強い



表3 嗜好型官能評価による食味の比較(2点嗜好法)

部位	自給率55%区 選択者	対照区 選択者	結果
モモ肉	50	54	有意差無し
ムネ肉	64	63	有意差無し

### 開発技術の経済性:

粳米やハダカ麦、規格外大豆を安価に入手できるルートを開拓し、水産加工業者が安価に魚練り製品残渣を飼料化する条件を満たせば(写真1)、こうした未利用資源を活用した自給率50%以上の飼料により、飼料コストを市販配合飼料と比較して約21%低減した「長州黒かしわ」の生産体制が構築できました(図1)。



写真1 水産加工業者に設置した飼料化装置

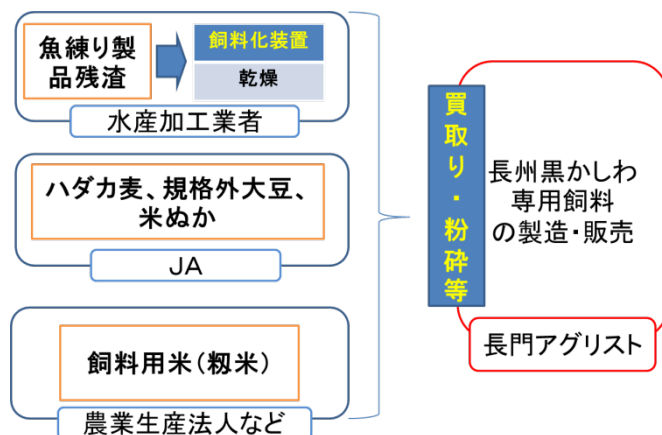


図1 未利用資源を活用した飼料生産体制

### こんな経営におすすめ:

未利用資源を活用した地鶏生産技術は、規格外の麦や大豆ならびに魚練り製品残渣等の有効活用を検討されている地域におすすめです。

### 技術導入にあたっての留意点:

魚練り製品残渣等の飼料化にあたっては原材料の状態により、化製場法等の関係法令により許可が必要な場合があること、また、脱脂、脱臭等の処理が必要な場合があるので留意が必要です。なお、本試験で活用した未利用資源飼料化装置は試作機ですが、ご希望がありましたら試作機メーカーから販売が可能です。

**研究担当機関名:** 山口県農林総合技術センター、国立大学法人広島大学、(独)家畜改良センター、深川養鶏農業協同組合、有限会社長門アグリスト

### お問い合わせは:

山口農技セ 電話: 0837-52-0258 E-mail: a17606@pref.yamaguchi.lg.jp

(独)家畜改良センター 本所 電話: 024-825-2243

深川養鶏農業協同組合 電話: 0827-22-2121

(有)長門アグリスト 電話: 0837-22-4671 E-mail: [nagato-agrist.co@hot-cha.tv](mailto:nagato-agrist.co@hot-cha.tv)

**執筆分担** (山口農技セ 伊藤直弥 岡崎亮 関谷正男、家畜改良センター 齋藤薫 佐久間弘典 尾花尚明、深川養鶏 長尾英樹、長門アグリスト 末永裕治)

# 中小家畜に対するプレミアムイアコーンのスマートフィーディング

試験研究計画名：イアコーン等自給濃厚飼料活用型低コスト家畜生産体系の実証

研究代表機関名：農研機構北海道農業研究センター

## 開発のわらい：

中小家畜向けの配合飼料原料は6割以上が輸入トウモロコシであり、生産コストの大半を占める飼料費が海外情勢に大きく左右されています。このため、より安価な国産濃厚飼料の生産利用技術の開発が期待されています。そこで、イアコーンよりも栄養価の高いプレミアムイアコーンの中家畜への給与技術を開発しました。

## 開発技術の特性と効果：

プレミアムイアコーンとは、小麦収穫に用いる普通コンバインに雌穂収穫用のスナッパヘッドを装着し、子実や芯入り子実を収穫し、粉碎・密封したサイレージです。プレミアムイアコーンであるハイモイスターシェルドコーン（HMSC：子実サイレージ）とコーンコブミックス（CCM：芯入り）主体飼料を肥育豚（図1）に市販飼料の6～7割代替しても、増体量は市販飼料区と同様であることがわかりました（表1）。また、肉用鶏に7割、採卵鶏に5割代替給与しても、増体性（表2）や産卵性は遜色ありませんでした。官能評価の結果、豚肉、鶏肉の“総合的なおいしさ”は市販飼料給与と差はありませんでした。以上のことから、プレミアムイアコーンは豚鶏の生産性を落とさずに利用でき、飼料自給率を飛躍的に向上できる飼料であることが示されました。

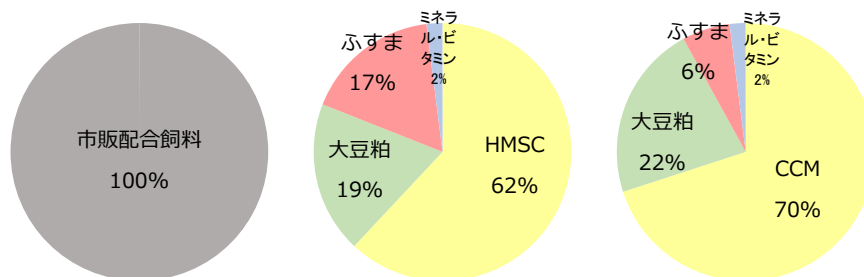


図1 肥育豚への飼料メニュー例

表1 肥育豚の肥育成績

	対照	HMSC	CCM
日増体重 (kg/日)	1.01	0.96	0.97
飼料摂取量 (乾物kg/日)	2.38	2.48	2.48
飼料要求率	2.36	2.6	2.57
背脂肪厚増加量 (mm)	10	7.9	7.2
枝肉歩留り	0.73	0.73	0.73
と体長 (cm)	92.3 <sup>a</sup>	94.7 <sup>ab</sup>	94.9 <sup>b</sup>
と体幅 (cm)	34.1	33.6	34.1
コース断面積 (cm <sup>2</sup> )	27.3	25.6	24.9
肉色 (1～5)	3.1	2.9	3.1
脂肪色 (1～5)	1.2	1.1	1.1

表2 肉鶏(♂)の飼養成績

		雄		
		対照	HMSC	CCM
摂取量 (乾物kg)	4～17週	10.1	11.2	10.9
	10週齢	1.82 <sup>b</sup>	2.20 <sup>a</sup>	1.97 <sup>a</sup>
体重 (kg)	17週齢	3.44	3.65	3.53
	正肉 (モモ肉)	23.8	24.5	23.9
正肉 (%と体重)	ムネ肉	16.1	16.2	15.9

## 開発技術の経済性:

プレミアムイアコーンの生産コストは乾燥穀実よりも安価であるものの、現在 70 円 /TDN1kg 程度です(表 3)。収量増加や収穫面積の拡大および調製技術の省力化等が進めば、2 割以上のコスト削減が期待できます。また、小麦収穫に使う普通コンバインを利用するので、収穫機械の作業競合を回避できます。資源循環型養豚で生産された豚肉を、消費者は通常よりも 1-2 割高の価格でも購買する意欲があるとの市場調査結果から、国産豚肉の高付加価値化が期待できます(図 2)。

表 3 プレミアムイアコーンの生産コスト試算

	乾燥穀実	HMSC
作業委託等経費 (円/10a)		
播種	6,825	10,640
収穫	13,910	9,500
機械償却費	0	9,800
資材費	15,924	17,481
乾燥経費	21,945	0
経費合計(円/10a)	58,604	47,421
生産コスト (DM1kgあたり)	87	64
生産コスト (TDN1kgあたり)	97	71

\* HMSC乾物収量740kg、DM63%、20ha収穫、鉄コンテナ利用(2015 美瑛町)  
乾燥穀実(JAふらの(2009)提供資料参考  
収穫費(コンバインリース代等)、償却費(ヘッド&粉碎機)

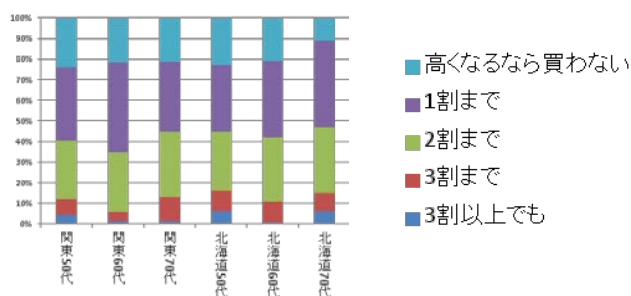


図 2 資源循環型養豚で生産された道産豚肉に対する購買意欲調査

(消費者 700 人に対するインターネットアンケートより)

## こんな経営におすすめ:

国産飼料をより多く利用した資源循環型養豚、養鶏に関心のある経営での利用が期待されます。また、乳酸発酵した飼料ですので、リキッドフィーディングの施設を有する養豚農家への導入が期待されます。さらに、プレミアムイアコーンは国産でかつ非遺伝子組み換え (Non-GMO) 飼料ですので、現在、Non-GMO トウモロコシ(輸入)を利用している農家におすすめです。

## 技術導入にあたっての留意点:

プレミアムイアコーンは輸入圧片トウモロコシ並みのエネルギー価を有し、同等の採食量が期待できますが、乾燥穀実よりも水分のあるサイレージであるため、カビ等による品質劣化が起こりやすいことから、給餌ラインの見直しや開封後の密封保管に留意が必要です。また、保存期間中のネズミ等獣害対策も不可欠です。

**研究担当機関名:** 農研機構北海道農業研究センター、地方独立行政法人北海道道立総合研究機構農業研究本部畜産試験場、根釧農業試験場、十勝農業試験場、日本ハム株式会社中央研究所、

**お問い合わせ先:** 農研機構北海道農業研究センター連携普及室

電話 0 1 1 - 8 5 7 - 9 2 1 2 E-mail renkei@affrc.go.jp

**執筆分担:** (道総研畜産試験場 甲田洋子、小泉 徹、日本ハム(株) 長谷川隆則、農研機構北海道農業研究センター 大下友子)

# イアコーンサイレージを活用した肉用牛への給与技術

試験研究計画名:イアコーン等自給濃厚飼料活用型低コスト家畜生産体系の実証

研究代表機関名:農研機構北海道農業研究センター

## 開発のわらい:

肉用牛の肥育経営では給与飼料の大部分が輸入トウモロコシを原料とする配合飼料に依存しています。そのため、飼料コストの削減や国産牛肉の差別化に向けた取り組みとして安価な国産濃厚飼料の開発が期待されています。生産性を損なわず、飼料自給率を高める肥育牛に対するイアコーンサイレージの給与技術を開発しました。

## 開発技術の特性と効果:

黒毛和種去勢牛の肥育全期間における濃厚飼料中の TDN40%をイアコーンサイレージ (ECS) で代替し、10~27 か月齢まで給与しました(図1)。その結果、市販配合飼料を給与する対照区と比べて採食性および発育が良好で、脂肪交雑など肉質は同等で枝肉重量、バラ厚などは優れていました(表1)。また、同様な飼料構成でホルスタイン種去勢牛に給与した現地試験でも、慣行飼料による対照区と比べて肉質が同等で増体性は優れていました(図2)。現地試験で生産された牛肉(リブローズ)について分析型官能評価を行った結果、匂い、柔らかさ、脂の口どけ等のいずれの項目においても配合飼料給与の対照区と差がなく、生産性を損なわず、肥育牛の飼料自給率を4割まで高めることができました。

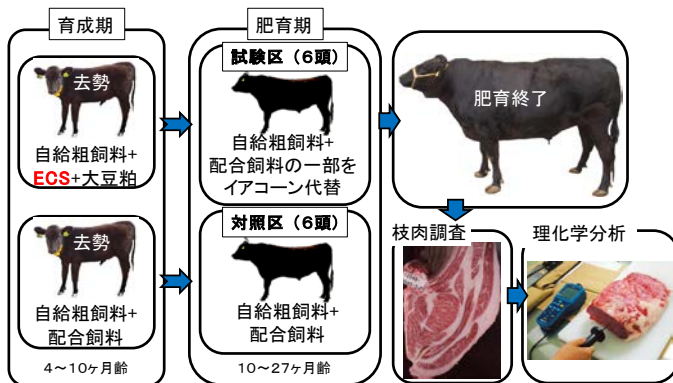


図1 肥育試験の概要

表1 黒毛和種去勢牛の肥育成績

	試験区	対照区
頭数	6	6
肉質等級	3.8	4.0
BMS No.	6.5	6.5
BCS No.	3.8	3.7
枝肉重量	<b>529.2</b>	480.8 *
ロース芯面積(cm <sup>2</sup> )	60.3	57.3
バラ厚(cm)	<b>8.4</b>	7.3 **
皮下脂肪厚(cm)	2.7	2.3
歩留基準値	73.9	73.7

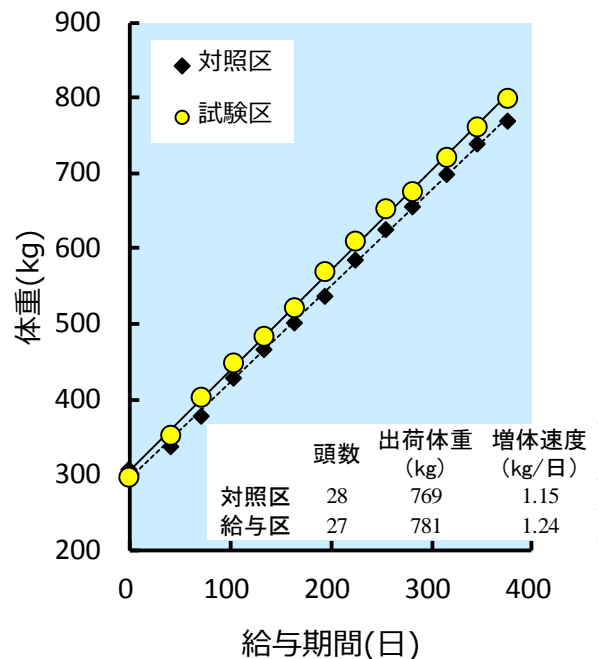


図2 乳用種去勢牛の体重の推移 7~20 か月齢の成績。試験区にはECSを全飼料の35.5% (TDNベース, 期間平均) 給与。

## 開発技術の経済性:

肉牛肥育経営における ECS の生産コストを調べたところ、通常の栽培管理費に加えて収穫調製作業などをコントラクタ組織や畑作農家に委託する費用が必要になるため割高になりますが、原物 1kg 当たり 26~33 円と肥育農家の購入限界価格を下回ると試算されます(表 2)。また、ECS は嗜好性が良く、かつ繊維質を適度に含むので、牛の健康に必要な繊維を効率よく摂取でき、購入乾草・わら類の節減も期待できます。

表 2 ECS の委託生産費用と購入限界価格の試算結果

	地域間連携 道央(畑作) →十勝(肥育)	地域内連携 十勝(畑作) →十勝(肥育)
栽培管理費または委託料(円/10a)	24,365	42,000
収穫調製作業委託費(円/10a)	22,368	23,563
合計(円/10a)	46,733	65,563
ECS原物収量(kg/10a) *	1,800	1,978
ECS生産コスト (円)		
原物1kg あたり	26.0	33.1
TDN1kgあたり	54.1	69.0
肥育農家の購入限界価格(円/原物1kg) **	<41.6	<33.5

\* 地域間耕畜連携における肥育農家は非遺伝子組み換えトウモロコシ利用

\*\* ECS収量および購入限界価格は2014~2015年の給与試験時の飼料価格より試算

## こんな経営におすすめ:

国産飼料をより多く利用した資源循環型畜産に関心のある肉用牛の肥育経営での利用が期待されます。現在、非遺伝子組み換え (Non-GMO) トウモロコシ(輸入)を利用している農家には、ECS は国産でかつ Non-GMO 飼料ですので、特におすすめです。なお、約 600kg の細断ロールベールを取り扱うロールグラブをすでに所有していることが望まれます。

## 技術導入にあたっての留意点:

ECS はエネルギー飼料であることから、肥育配合飼料の代替として利用する場合は、たん白質飼料を補う必要があります。また、ECS を飽食で給与しますと、牛の採食性が良く食べ過ぎるため、内蔵廃棄が多くなる恐れがあるのでご注意ください。また、ECS の購入や委託生産にあたっては、生産者である耕種側と十分に意思の疎通を図ることが重要で、各地域において信頼できるコーディネータを育成することが望まれます。

**研究担当機関名:** 農研機構北海道農業研究センター、独立行政法人家畜改良センター十勝牧場、地方独立行政法人北海道立総合研究開発機構農業研究本部畜産試験場、根釧農業試験場、十勝農業試験場、日本ハム株式会社中央研究所)

**お問い合わせ先:** 農研機構北海道農業研究センター連携普及室

電話 0 1 1 - 8 5 7 - 9 2 1 2 E-mail renkei@affrc.go.jp

**執筆分担** (農研機構北海道農業研究センター 青木康浩、大下友子、独立行政法人家畜改良センター十勝牧場 武田和也、杉山あかね、日本ハム(株) 長谷川隆則)

## 草地管理支援システム

試験研究計画名: 効率的な家畜管理・草地管理法導入による公共牧場および繁殖農家の生産性向上技術の実証

研究代表機関名: 農研機構 畜産草地研究所

### 開発のねらい:

放牧草地内における家畜の行動は均一ではないため、単純な管理を継続すると地力の偏在や植生の悪化を助長します。そこで、これまで経験と勘に頼ることの多かった草地管理を「プログラム化」もしくは「見える化」することで、投入資材や労力の合理化を図り、収益力の高い経営を実現します。

### 開発技術の特性と効果:

本システムは、地理情報システム (GIS) を基本とするクラウド型のシステムです。電子地図や衛星写真から作成される牧区図を基本とし、そこに地形情報や家畜の利用状況を重ね合わせることで、草地管理に必要な施肥等の各種作業エリアを絞り込むことができます。牧場管理者は、作業エリアを目安に資材や労働力の適切な配分を行うことで、効率的に管理を進めることができます。本システムは、a) 地図 (GIS) 機能、b) 台帳機能、c) 解析機能から構成されます (図 1)。



図 1 草地管理支援システムの機能

a) 地図 (GIS) 機能では、牧区内の地形図や牧区界, 施設情報等の地図データを管理・

閲覧することができます。b) 台帳機能では、牧区内をさらに細分化して各場所の牧草、雑草割合等を植生ノートで管理できます。解析機能では、上記 a) と b) で管理されているデータをもとに、作業の必要なエリアを GIS の空間解析処理を利用し抽出します。

### 開発技術の経済性:

本支援システムの導入効果を実証試験地（252ha）で検証すると、システムの10年間利用を前提とした場合、年当たりで肥料費の20%（109万円）、施肥労働費の55%（32万円）がそれぞれ削減され、施肥の合理化効果だけでもシステムの利用料（41万円）を大幅に上回る十分な差益（100万円）が生じるものと試算されました（表1）。

表1 草地管理支援システムを活用した管理コストの削減効果（/年）

	現 行	システム 導入後	削減率	技術内容と試算の前提
化成肥料費	546万円	437万円	20%	施肥量20%削減（施肥エリアへの播き分けと緩効性肥料の利用による肥効改善）
施肥労働費等	58万円	26万円	55%	施肥回数の削減（現行1.9回→1.0回） 施肥量削減で15%減
草地管理支援システム費		41万円		標準タイプ：初期負担170万円、年額24万円、10年利用を前提
費用等合計	604万円	504万円	17%	差額 100万円

注：実証試験地の放牧草地 252haで計算。化成肥料は2013・2014年実績を平均して算出。労働費等は燃料費も含めて@2,000円、1日8時間3人作業で日数と面積から試算。

### こんな経営におすすめ:

本支援システムの導入先は、面積50ha以上で、飼養頭数50頭以上の牧場を想定しており、草地の管理に必要な資材や労力の合理化を望む牧場、職員の退職等による技術の継承に不安を持つ牧場などにおすすめです。

### 技術導入にあたっての留意点:

本システムを含む「牧場管理効率化マニュアル」を作成しました。以下よりダウンロードできます。

牧場管理効率化マニュアル

検索

合わせて解説動画も作成しました。以下にてご覧下さい。

草地管理支援システムの紹介

検索



A4版 149ページ

**研究担当機関名:** 農研機構畜産草地研究所、中央農業総合研究センター、動物衛生研究所、食品総合研究所、北海道農業研究センター、独立研究法人家畜改良センター、栃木県畜産酪農研究センター、山梨県酪農試験場、森永酪農販売（株）、（株）相馬工学、（株）パスコ、（株）サージミヤワキ

**お問い合わせは:** 農研機構畜産研究部門 企画連携室

電話 029-838-8611

E-mail koho-nilgs@affrc.go.jp

**執筆分担**（農研機構畜産研究部門 井出保行）

## 省力的家畜飲水自動供給システム

試験研究計画名:効率的な家畜管理・草地管理法導入による公共牧場および繁殖農家の生産性向上技術の実証

研究代表機関名:農研機構 畜産草地研究所

### 開発のわらい:

耕作放棄地放牧では、家畜の飲水確保が必須ですが、近くに水源がない場合はタンクなどに水を入れて頻繁に運搬・供給する必要があります。また、水源が確保できる状況であっても水源が放牧地より低い位置にある現場では、エンジン式動力などによる取水・給水が必要となるため、家畜飲水管理の省力・軽労化技術の開発に取り組みました。これにより、肉牛繁殖経営の省力・軽労化が図られ、経営規模の拡大などに繋がります。

### 開発技術の特性と効果:

開発されたシステムは、放牧現場において、直流電源で駆動する揚水ポンプシステムを導入し、自動的に家畜の飲水を供給するものです。システムは、直流ポンプ、発電・蓄電制御のための充放電コントローラ、飲水槽などの水位制御のためのフロートスイッチ、ポンプのON-OFF制御のためのポンプコントローラで構成されています(図1)。傾斜地等に複数の牧区が隣接しているような放牧場では、1台のシステムがあれば、最も高い位置に揚水し、高低差を利用して低部の牧区に飲水が供給できます(図2)。また、複数の牧区が分散している場合でも、システムをパッケージ化しておくことで、各牧区に飲水システムを設置する必要はなく、牛の移牧に合わせてシステム一式を移動して利用することができます(図3)。このシステムは、一般的に導入されている太陽光電気牧柵と組み合わせることができます。開発技術の導入により、飲水供給に係る水運搬等の従来の作業はすべて不要となります。

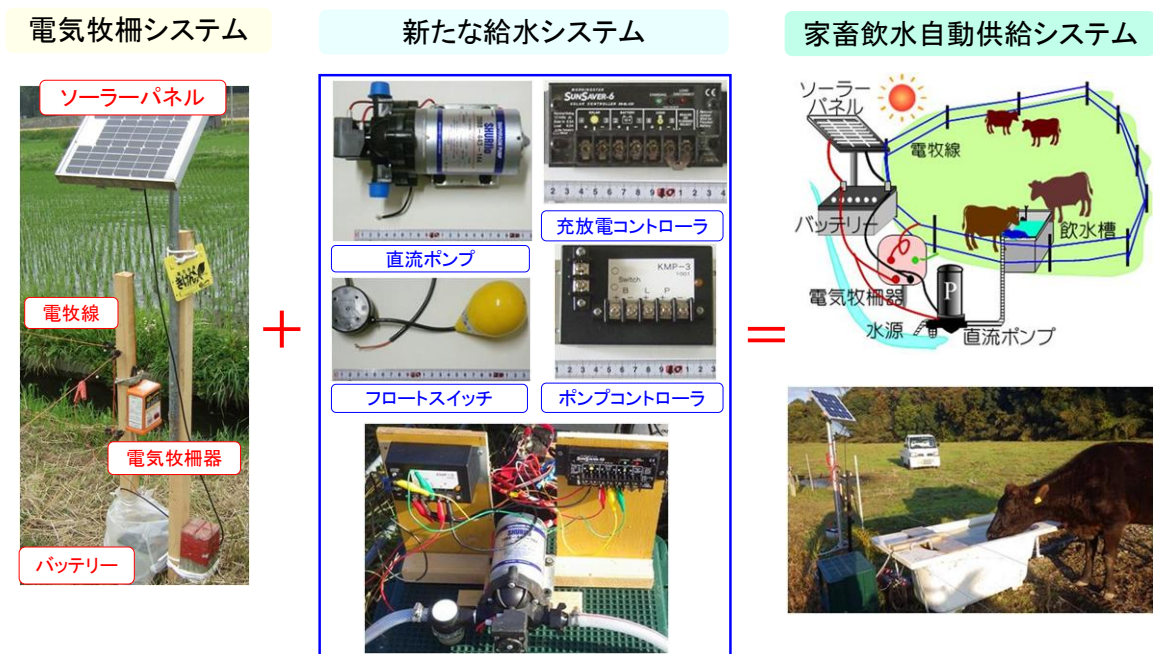


図1 開発された家畜飲水自動供給システム



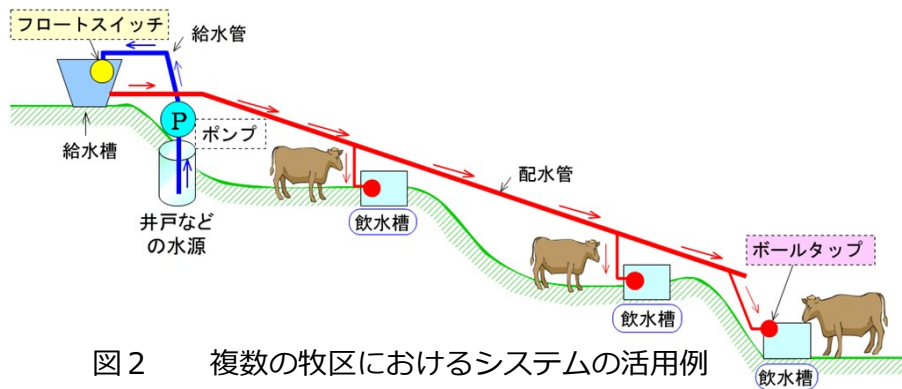


図2 複数の牧区におけるシステムの活用例



図3 パッケージ化されたシステムの例

### 開発技術の経済性:

本技術の導入には、ポンプシステム（7万円程度）のほかに、飲水槽や吸・送水配管などの整備に係る初期経費が必要となります。ポンプシステムは、下のサイトから入手できる「導入マニュアル」を参照していただくことで、比較的容易に短時間で組み立てることができ、設置後の維持費は基本的に不要です。ポンプの稼働時間を1日2時間（水量では約800リットル）とした場合、ポンプの期待寿命（2,000時間）から、おおむね3年間はポンプ交換（約3万円）の必要はなく、比較的経済的です。

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/tech-pamph/055278.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/055278.html)

### こんな経営におすすめ:

本技術は耕作放棄地や遊休農地を活用して放牧を実施している農家・経営体や新規に放牧導入予定の農家・経営体を対象としています。システムによる放牧可能頭数は天候とポンプ稼働時間による電力バランスに依存しますが、ポンプは1時間に約400リットルの水を供給できるため、5～10頭程度の放牧規模が理想的です。

### 技術導入にあたっての留意点:

本技術は、放牧地あるいは放牧予定地の近隣に河川などの水源があるか、簡易掘削などにより地下水が確保できる地区での導入を前提とします。

**研究担当機関名:** 農研機構畜産草地研究所、中央農業総合研究センター、動物衛生研究所、食品総合研究所、北海道農業研究センター、独立行政法人家畜改良センター、栃木県畜産酪農研究センター、山梨県酪農試験場、森永酪農販売（株）ミック事業部、（株）相馬光学、（株）パスコ、サージミヤワキ（株）

**お問い合わせ先:** 農研機構畜産研究部門 企画連携室

電話 029-838-8611 E-mail koho-nilgs@affrc.go.jp

**執筆分担**（農研機構畜産研究部門 中尾誠司）

## 不耕起栽培を利用した省力的な多毛作体系の開発

試験研究計画名：九州における飼料生産組織、TMRセンター、子牛育成センターが連携する地域分業化大規模肉用牛繁殖経営の実証

研究代表機関名：農研機構九州沖縄農業研究センター

### 開発のねらい：

新たに多毛作に取り組むためには、作物の組み合わせを検討するだけでなく、作付回数増加に伴う作業量の負担を解消できる、省力的な栽培技術が必要になります。そこで、2毛作に取り組む繁殖牛向けの大規模飼料生産組織を対象に、不耕起栽培を導入した、省力的な3毛作体系を開発しました。

### 開発技術の特性と効果：

慣行のスーダングラス・イタリアンライグラスの2毛作体系に、エンバクの晩夏播き栽培を取り入れた3毛作体系を開発しました（図1）。その結果、慣行の2毛作体系の年間乾物収量は990kg/10aだったのに対し、3毛作では1,363kg/10aと約4割増収しました（図1）。また、多毛作の導入を容易にするため、スーダングラスおよびエンバクの播種時には不耕起栽培を導入しました（写真1）。その結果、慣行の播種作業時間0.80h/10aに対し、不耕起栽培では0.34h/10aとなり、4割に減少しました。1作当たりの播種から収穫までの平均作業時間は2割減少し（図2）、省力的に多毛作に取り組むことが可能になりました。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間乾物収量
<b>2毛作 (慣行体系)</b>	イタリアンライグラス					スーダングラス			イタリアン			990kg/10a	
<b>3毛作 (実証体系)</b>	イタリアンライグラス					スーダングラス			エンバク			1363kg/10a	

図1 2毛作（慣行体系）と3毛作（実証体系）の作付体系

不耕起栽培を導入

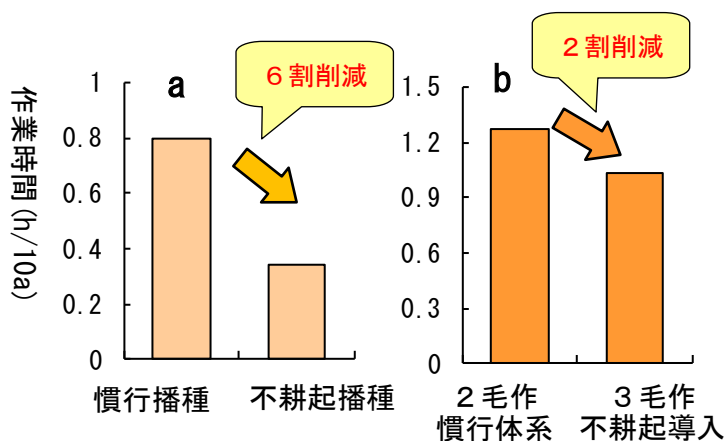


図2. 慣行と不耕起の播種作業時間 (a) および1作当たりの播種・収穫作業時間の比較 (b)



写真1. 不耕起播種作業の様子

## 開発技術の経済性:

実証組織での調査を基に、播種・収穫作業に伴う資材費、労働費を算出し、3毛作では新たに必要となる不耕起播種機償却費を加え、飼料生産にかかるコストを算出しました。その結果、2毛作では29,328円/10a、3毛作では36,201円/10aとなりました。乾物1kg当たりのコストに直すと、慣行の2毛作は29.7円/kg、3毛作では26.6円/kgであり、不耕起播種機償却費を含めても、慣行の2毛作と比べ、12%減少しました(図3)。

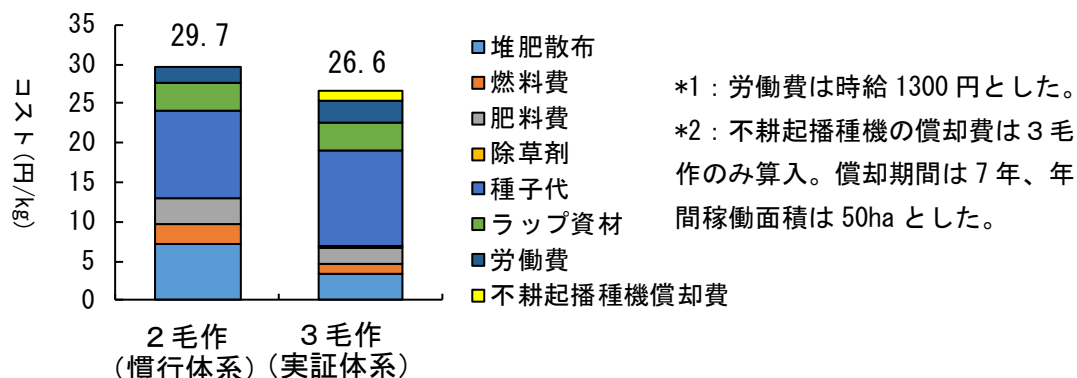


図3 乾物1kgあたりの播種・収穫作業に伴う資材費、労働費および不耕起播種機償却費 (不耕起播種機償却費は3毛作のみ)

## こんな経営におすすめ:

気候の温暖な暖地は多毛作を導入しやすい地域です。不耕起栽培は播種作業の負担を軽減できるので、新たに多毛作に取り組む場合や、作業量の増加がネックとなっている飼料生産組織で利用できます。また、3毛作体系で生産されるイタリアンライグラス、エンバク、スーダングラスは、繁殖牛経営での飼料として利用されており、自給飼料の利用を中心としたTMRセンターを運営する際に、飼料生産体系の一つとして利用できます。

## 技術導入にあたっての留意点:

不耕起栽培の導入にあたっては、雑草の防除が重要になります。スーダングラスでは播種前に除草剤(グリホサートカリウム塩剤)を使用した後、播種します。エンバクの晩夏播き栽培では、使用できる除草剤が無い場合、前作の雑草量を減らすことが重要です。また、播種時期が遅い程、気温が低下し、夏雑草の生育量も低下するため、播種適期の範囲内で播種を遅らせることも有効です。また、不耕起播種機の条間が狭い方が(20cm以下)、雑草を抑制しやすくなります。

**研究担当機関名:** 農研機構九州沖縄農業研究センター、畜産草地研究所、鹿児島県農業開発総合センター畜産試験場、福岡県農林業総合試験場、長崎県農林技術開発センター、熊本県農業研究センター畜産研究所、大分県農林水産研究指導センター、宮崎県畜産試験場、広島県立総合技術研究所畜産技術センター、株式会社藤原製作所、株式会社NTTドコモ、独立行政法人家畜改良センター鳥取牧場、鹿児島県大隅地域振興局、鹿児島きもつき農業協同組合、鹿児島県経済農業協同組合連合会

**お問い合わせ先:** 農研機構九州沖縄農業研究センター 連携普及室

電話096-242-7682 E-mail q-info@ml.affrc.go.jp

**執筆分担** (農研機構九州沖縄農業研究センター 加藤直樹)

## 強化哺育技術による肉用子牛の発育改善

試験研究計画名：九州における飼料生産組織、TMRセンター、子牛育成センターが連携する地域分業化大規模肉用牛繁殖経営の実証

研究代表機関名：農研機構九州沖縄農業研究センター

### 開発のわらい：

肉用牛繁殖経営において子牛の発育向上は重要です。そこで、平成25年度に鹿児島県農業開発総合センター畜産試験場が開発した強化哺育マニュアルを子牛育成センターに導入して実証試験を行い、従来型飼養管理による子牛と比較して全体的なフレーム（体高・体幅）重視の発育改善と、哺育期間の短縮による飼料費の低減を評価し、マニュアルの導入効果を明らかにしました。

### 開発技術の特性と効果：

強化哺育技術とは高タンパク低脂肪代用乳を給与することで、子牛の発育を改善する技術です。代用乳を4.5倍希釈による給与プログラムに改編し、240日齢で去勢285.8kg（DG0.99kg）、雌262.6kg（DG0.94kg）と良好な成績を実証しました（表1）。1,000頭規模の子牛育成センターにおいて、5倍希釈の哺乳体系を農場全体の管理技術としたところ、出荷成績が向上し、出荷日齢が導入前5か月平均と比較して導入後7か月平均では去勢牛で13日、雌牛では10日短縮され（図1）、出荷時体重も去勢牛、雌牛とも約30kg向上しました（図2）。

表1 4.5倍希釈哺乳における発育成績（240日齢）

	n	体重(kg)	日齢	DG(kg)
去勢	9	285.8	239.6	0.994
雌	7	262.6	240.1	0.941

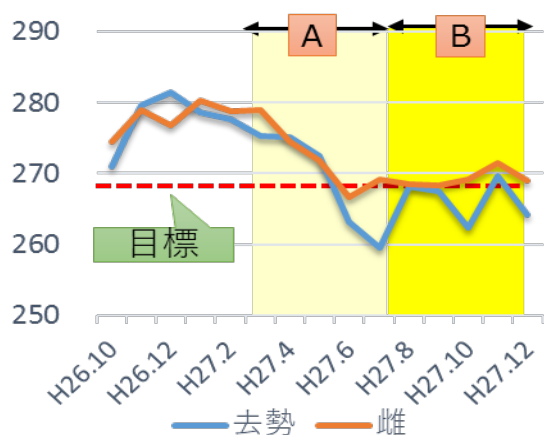


図1 農場全体の平均出荷日齢（日）の推移

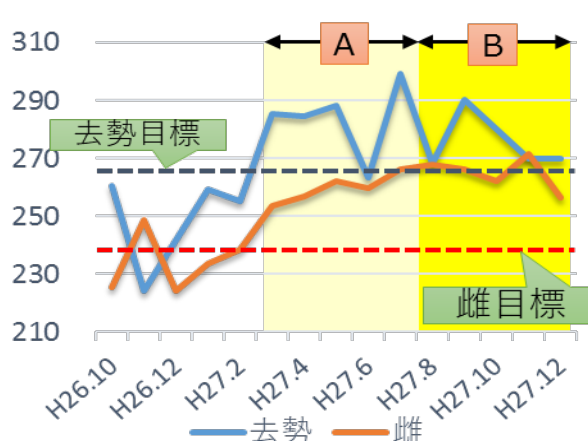


図2 農場全体の平均出荷体重（kg）の推移

毎月約80頭が出荷対象

- A. 高タンパク・低脂肪代用乳を導入後の出荷牛
- B. 通常（6倍希釈）より高濃度（5倍希釈）で短期間哺乳を導入後の出荷牛

### **開発技術の経済性:**

哺乳期間を 80 日から 56 日に短縮したことで 1 頭あたりの代用乳給与量が 18kg 減少し、出荷成績（出荷日齢、発育成績）が向上しました。哺乳期間が 24 日短縮され、出荷日齢も去勢牛で 12.4 日、雌牛で 9.4 日短縮されることで、哺乳・育成子牛の飼料費が削減され、子牛 1 頭あたり飼料費は 20.3%削減すると試算されました。

### **こんな経営におすすめ:**

強化哺育マニュアルは生時体重別に給与プログラムを示していますので、きめ細やかな対応が可能な小規模肉用牛繁殖経営で低コスト、高品質な子牛育成が図れます。今回の大規模経営における実証試験で生時体重にかかわらず給与方法を統一した場合でも効果が得られましたので、どのような規模の繁殖経営体においても導入可能です。

### **技術導入にあたっての留意点:**

強化哺育マニュアルでは 1 回最大 600g の代用乳を給与することになります。5 倍希釈にすると約 4L のミルク量となり、3L 哺乳瓶では不足しますので、2 つの哺乳瓶に分けるなど 1 回 600g の代用乳を確実に摂取させることが重要です。また、消化器系の負担を少なくするためには、毎回の代用乳希釈を正確に行うことも大切です。子牛育成は、離乳後の飼養管理も重要になるため、人工乳（スターター）を摂取できる環境づくりと減乳による人工乳摂取量の増加が必要です。離乳日数を明確にして、離乳時には最低でも 1 日 1Kg 以上の人工乳を摂取させることが重要です。

**研究担当機関名:** 農研機構九州沖縄農業研究センター 畜産草地研究領域、鹿児島県農業開発総合センター畜産試験場、福岡県農林業総合試験場、長崎県農林技術開発センター、熊本県農業研究センター畜産研究所、大分県農林水産研究指導センター、宮崎県畜産試験場、広島県立総合技術研究所畜産技術センター、株式会社藤原製作所、株式会社 NTT ドコモ、独立行政法人家畜改良センター鳥取牧場、鹿児島県大隅地域振興局、鹿児島きもつき農業協同組合、鹿児島県経済農業協同組合連合会

**お問い合わせは:** 農研機構九州沖縄農業研究センター 連携普及室

電話 096-242-7682 E-mail q-info@ml.affrc.go.jp

**執筆分担**（鹿児島県農業開発総合センター畜産試験場 西 博巳、靄田洋一、農研機構九州沖縄農業研究センター 服部育男、吉川好文、梶雄次）

## バンカーサイロを用いた稲WCS収穫調製技術

試験研究計画名：飼料用稲(飼料用米・稲WCS)を最大限に活用した飼料供給システム実証研究  
 研究代表機関名：熊本県農業研究センター

### 開発のねらい：

国産飼料である稲WCSの需要が高まり、WCS用稲の作付面積は拡大していますが、収穫作業等の担い手は慢性的に不足し、既存の作業体系でのさらなる生産拡大は難しい状況となっています。そこで、作業の効率化・低コスト化を図る為、短期間で大面積の収穫調製が可能な大型汎用収穫機とバンカーサイロを組み合わせた技術体系を確立しました。

### 開発技術の特性と効果：

大型汎用収穫機（フォーレージハーベスタ）でWCS用稲を収穫し、バンカーサイロ（240m<sup>3</sup>/基）でサイレージ調製を行う体系では、専用コンバインベアラ（クボタWB1030）と自走式ラッピングマシン（タカキタSW1110W）の収穫体系と比較して、30%以上の収穫時間短縮ができました。時間当たりの収穫量が増大する為、収穫作業の効率化には運搬や調製作業の能力向上も欠かせません。特に、収穫圃場とバンカーサイロの距離が離れ、運搬能力が低下すると、大型汎用収穫機の待機時間が増え、収穫能力を十分に発揮出来なくなるケースがありました。この場合、運搬車輛の積載能力を高めたり、台数を多くして、運搬能力を高く維持することが必要となります。稲WCSの収穫調製作業の効率化は、刈り遅れを解消し、適期収穫の可能性が高まり、さらには収穫面積の拡大も可能とします。バンカーサイロで調製された稲WCSの発酵品質に関しては、2cm程度に細断し、ホイロードで鎮圧、密封保管することにより、pH4.0、Vスコア90点以上の良質なサイレージとなりました。また、地域内に畜産農家やTMRセンター等がバンカーサイロを所有している場合には、既存施設を活用出来るというメリットがあります。



写真1：収穫作業体系

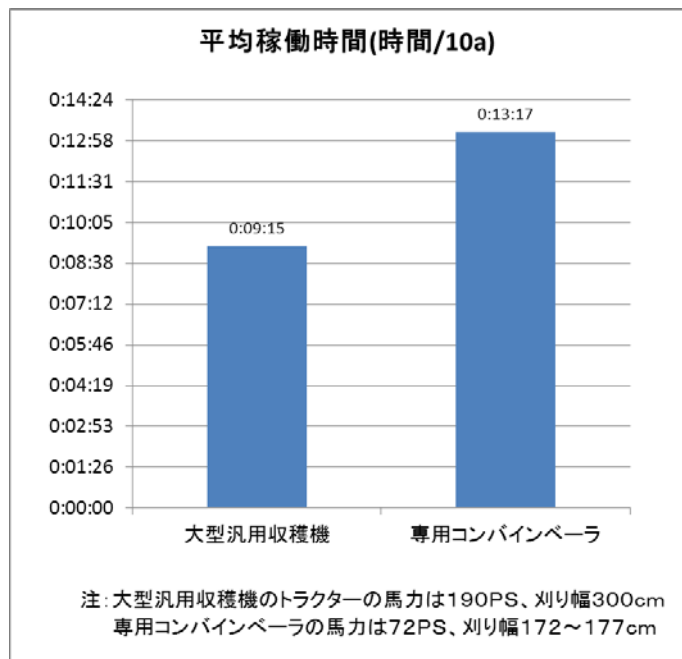


図1：収穫作業時間の比較

### 開発技術の経済性:

10a当たりの収穫調製費用は、大型汎用収穫機とバンカーサイロの体系で8,546円、専用コンバインベアラと自走式ラップマシンの体系で11,419円となり、25%の費用減となりました。大型汎用収穫機は、高額な機械ですが、専用コンバインベアラと比較して作業時間が短縮されることと、汎用性を活かし、飼料用トウモロコシなど他作物の収穫まで作業の幅が広がれば、作業面積の増加に繋がり、減価償却費の低減が可能となります。

種類	大型汎用収穫機	専用コンバインベアラ
生産資材費・賃料	5,886	5,109
減価償却費	1,504	3,446
労働費(@1,500円)	1,155	2,865
合計	8,546	11,419
労働費を除く	7,391	8,554

注: 収穫面積は、大型汎用収穫機が100ha規模、専用コンバインベアラが50ha規模  
収量は10a当たり1500kgとした

表1: 大型汎用収穫機体系と専用コンバインベアラ体系の費用比較(円/10a)

### こんな経営・地域におすすめ:

大型汎用収穫機とバンカーサイロの体系は、短時間で多くの収穫調製作業が出来ることから、大規模な面積を作業する生産者、飼料生産組織、作業受託組織に適した技術と言えます。一方、地域的には、効率的な収穫作業を実施していくことを考慮すると、圃場の集積や条件等が整備された水田地帯になります。また、バンカーサイロは、地域内の畜産農家やTMRセンターに設置し、収穫圃場とバンカーサイロとの距離が離れていないことが輸送コストを掛けない為の重要なポイントです。

### 技術導入にあたっての留意点:

大型汎用収穫機による作業は、道路幅や圃場入り口の狭さ、圃場に沿ってある低い電線等が障害となり、収穫が困難となる場合があります。また、圃場面積や形状等の圃場条件、収穫物の運搬能力によって、収穫能力が制限されることもあります。その為、大型汎用収穫機の能力を発揮させるには、圃場やその周辺の条件整備、収穫能力に応じた運搬や調製作業体制の構築も併せて必要です。

**研究担当機関名:** 熊本県農業研究センター畜産研究所、東海大学、熊本県酪農業協同組合連合会、菊池地域農業協同組合、ヤンマーアグリジャパン株式会社九州カンパニー

**お問い合わせは:** 熊本県酪農業協同組合連合会 生産本部 指導部 営農推進課  
電話096-388-3510 E-mail S2601@mothers.or.jp

**執筆分担** (熊本県酪農業協同組合連合会 増田 靖)

## SGS(ソフトグレインサイレージ)製造プラントの開発

試験研究計画名:飼料用稲(飼料用米・稲WCS)を最大限に活用した飼料供給システム実証研究  
 研究代表機関名:熊本県農業研究センター

### 開発のわらい:

安定した価格の国産飼料として飼料用米の畜産利用が進められています。飼料用米利用を進めるには、輸入トウモロコシ並の価格で大量かつ安定的な供給が求められます。

そこで、飼料用玄米と比較して乾燥・糲摺の経費が不要で、さらに屋外で保存が可能なSGS(ソフトグレインサイレージ)に注目しました。SGS製造は飼料用米が収穫される短い期間に1年分の調製を行う必要があります。そこでSGSを大量に製造できるプラントを開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

開発したSGS製造プラントは、飼料用米の受入、破碎、貯留、加水、計量、脱気装置で構成(図1)され、調製する飼料用米は、加水・計量し一定量フレコンバックに詰め込み、脱気を行うことで屋外での保存が可能となります。

プラントは3名程度で操作可能で、処理能力は最大3.5t(生糲)/時間、平均2.9t/時間で処理することができます。また、フレコンバックに詰めたSGSは1年間保存が可能(表1)です。

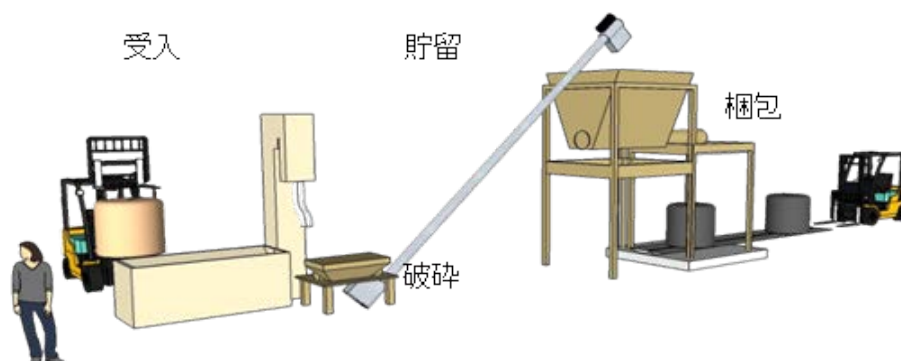


表1 SGSの発酵品質

水分(%)	pH	有機酸(新鮮物中%)			VBN/ T-N	V-スコア
		乳酸	酢酸	酪酸		
36.4	4.5	1.16	0.11	0.07	9.8	84.5

1) 調製日:平成26年10月24日、開封日:平成27年10月6日

2) 調製方法は、生糲を破碎後に加水し乳酸菌の添加は行っていない。

### 開発技術の経済性:

SGS製造に係る経費は、前提条件をSGS販売単価25円/kg、年間生産量100t(約12ha:生糲収量750kg/10a、10%加水で試算)、3人×10日間作業、SGS製造プラント建設コスト1500万円(減価償却150万円/年)とし、消耗品・電気水道料金を製造量に応じて試算したところ10年程度でSGS製造プラントの減価償却ができます。(表2)

また、上記の前提条件でSGSを販売した場合の飼料価値は圧ペントウモロコシと同等となりました。(表3)



表2 SGS製造プラント経営試算

売上	SGS販売代金	①	2,500,000	@25円/kg×100t
経費	SGSプラント減価償却		1,500,000	施設費1500万円、耐用年数10年
	消耗品		304,942	フレコンバック等
	光熱水費		35,298	電気料金・水道料金
	人件費		300,000	@10,000円/人×3人×10日作業
	計	②	2,140,240	
差引		①—②	359,760	

表3 乾物(DM)可消化養分総量(TDN)あたり単価比較

	購入単価	乾物1kgあたりTDN単価
圧ペントウモロコシ	37.6円/kg	46.97円/kg・DM・TDN
SGS	25円/kg	45.96円/kg・DM・TDN

SGS水分:30%、圧ペントウモロコシ水分:14.5%で算出

### こんな経営・地域におすすめ:

大量の飼料用米をSGSに調製する能力を活かすためには、年間100t以上のSGSを生産できる地域であるとともに、輸送コストを削減するために畜産地域あるいは畜産地域との結びつきが強い地域であることが適当です。

特に稲作農家側は限られた期間で1年分のSGSを調製する必要があるため、刈取から調製までの時間を減らすため、団地化が欠かせません。そのため大型集落営農組織が中心となり計画的に水田農業を営んでいることが望ましく、一方畜産農家側ではSGSだけでなく稲WCS、稲わら及び水田への堆肥散布も含め、長期間安定的に水田飼料を志向する経営体が必要です。

### 技術導入にあたっての留意点:

プラントの稼働には400V電源を確保する必要があります。200V電源でも稼働出来ますが処理能力が低下します。また、加水用の水(水道水で可)を確保する必要があります。

生粳のまま破碎しサイレージ化するSGS用の飼料用米は残留農薬防止のため出穂以降の農薬は控え、やむを得ず使用する場合は決められた農薬のみを使用してください。  
([http://www.famic.go.jp/ffis/feed/tuti/21\\_658.html](http://www.famic.go.jp/ffis/feed/tuti/21_658.html)参照)

乳酸発酵による良質なSGSを製造するためには、製品のSGS水分含量を35%程度に調製する必要があります。原料の飼料用米の刈取時期等により粳米の水分含量が異なるため、加水量には注意が必要です。

また、露天保管フレコンバックの鳥害や鼠害によるピンホールや穴あけはSGSの変敗に繋がります。気密性を確保して良好な発酵状態を確保してください。

**担当機関名:** 熊本県農業研究センター畜産研究所、東海大学、熊本県酪農業協同組合連合会、菊池地域農業協同組合、ヤンマーアグリジャパン株式会社九州カンパニー

**お問い合わせ先:** 熊本県農業研究センター畜産研究所飼料研究室

電話096-248-6433 E-mail: ookawa-n@pref.kumamoto.lg.jp

**執筆分担**(熊本県農業研究センター畜産研究所 大川 夏貴)

## 飼料自給率100%の豚肉生産

試験研究計画名:家畜飼料の完全自給を目指した給与システムの確立  
 研究代表機関名:宮崎県畜産試験場

### 開発のわらい:

安全・安心な国産豚肉の生産と安定供給を行っていくためには、価格変動の大きい輸入飼料から国内で生産・供給可能な飼料へ転換することが求められています。そこで、国内で供給可能な飼料原料を用いた肥育豚向け飼料を開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

飼料用米（玄米・粉砕）やエコフィード（お菓子屑、パン屑等）、焼酎粕、豆乳粕等を用いた飼料自給率100%の飼料は、肥育期間が23%程度長くなるものの、出荷時体重や枝肉重量は、配合飼料を給与した場合と同等であったことから、飼料自給率100%の飼料での豚の肥育ができます。次に、飼料自給率100%の飼料から生産された豚肉は、生肉の見た目が良好であるとの回答が約63%、調理後の肉の食感では、「口どけが良い」や「やわらかい」との回答が約70%、全体的に味が良いとの回答は約77%となりました（図1）。さらに、アンケート回答者の約半数で豚肉の販売価格は、市販されている豚肉価格よりも1~2割高くてもよいとの回答が得られました（図2）。このことから、飼料自給率100%の飼料を用いた給与体系は、付加価値のある豚肉生産ができることが明らかとなりました。



飼料自給率100%飼料給与      配合飼料給与

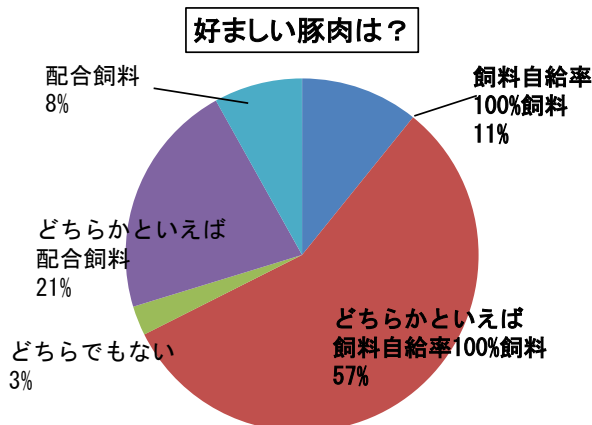


図1 飼料自給率100%飼料で生産された豚肉（上）と食味性の評価（下）

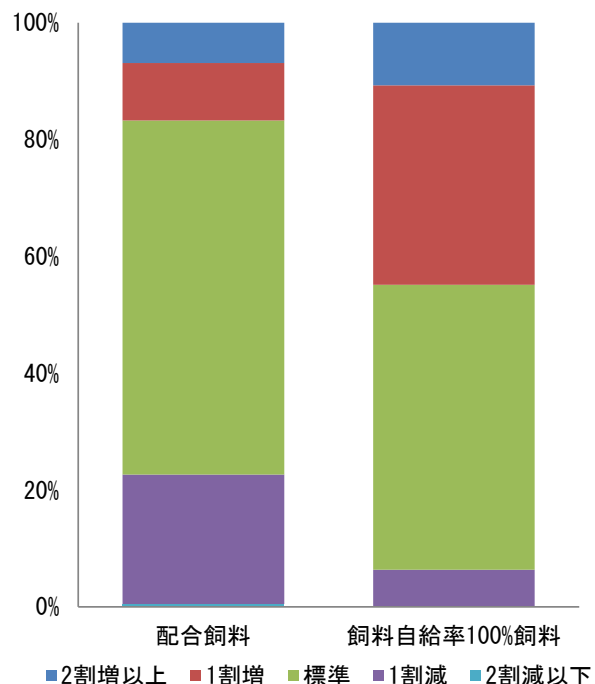


図2 豚肉の付加価値に関するアンケート結果

## 開発技術の経済性:

飼料自給率 100%の肥育豚向け飼料を用いた給与体系では、配合飼料と比べて、飼料コストは約 15%削減できました。飼料自給率 100%を給与した肥育豚は、出荷までの日数が延長したことにより諸経費が約 20%増となりましたが、諸経費以上に飼料価格の低コスト化の効果を受け、生産費は 10%削減となりました（表 1、図 3）。さらに、豚肉の食味も優れることから、豚肉の販売価格に付加価値をつけることによって粗利益はさらにプラスされると考えられます。

表1 豚肉生産に係わるコストの比較

	飼料コスト (円/頭)	出荷までの 諸経費 (円/頭) *	生産費 (円/頭)
配合飼料	14,266	1,504	15,770
飼料自給率 100%飼料	12,178	1,826	14,003

\*肥育豚1頭あたりに必要な経費（動力光熱費、雇用費、減価償却費等の合計）は、20.6円/日で積算



図3 飼料原料と飼養状況

## こんな経営におすすめ:

飼料自給率 100%の飼料は、国内で供給可能な飼料資源を利用しています。飼料資源として、食品製造副産物やコンビニ、スーパー等から排出されたパン屑やお弁当の残り等の食品残さ、および飼料用米を用いています。このような飼料資源を入手できる養豚経営体または地域への導入が可能です。

## 技術導入にあたっての留意点:

飼料自給率 100%の飼料を用いた肥育体系では、市販されている配合飼料を用いた一般的な肥育体系と比べて肥育日数が長くなる傾向があります。しかし、生産された豚肉は、一般的な肥育体系で生産された豚肉と比べて、精肉の見た目も良く、食感もやわらかくなる特徴を有しています。このことから、より付加価値を高めるための販売戦略が必要です。

**研究担当機関名:** 宮崎県畜産試験場

**お問い合わせ先:** 宮崎県畜産試験場

電話 0984-42-1122

E-mail chikusan-shikenjo@pref.miyazaki.lg.jp

**執筆分担** (宮崎県畜産試験場 西村慶子、宮崎県畜産試験場川南支場 西 礼華)

## 肉用牛繁殖農家における飼養管理の省力化

試験研究計画名:家畜飼料の完全自給を目指した給与システムの確立

研究代表機関名:宮崎県畜産試験場

### 開発のねらい:

配合飼料価格の高止まりによる収益性の低下が肉用牛繁殖農家にとって大きな問題となっています。そこで、輸入飼料に依存しない自給飼料を利用した低コスト生産と、省力的飼養管理技術の開発を行いました。

### 開発技術の特性と効果:

肉用牛繁殖牛向けの飼料として、飼料用米や飼料用イネホールクロップサイレージ、焼酎粕等を原料とした飼料自給率 100%の発酵混合飼料（発酵 TMR）は、維持期の繁殖牛に給与した場合（写真 1、2）、牛の嗜好性や消化性は、輸入トウモロコシなどの配合飼料と同等で有り、健康への影響は認められませんでした（図 1）。さらに、発酵 TMR を利用した飼養体系では、畜産農家における飼料生産に係わる作業の削減により飼料作物生産に係る労働時間を 20%削減できることと、配餌回数の削減による作業の省力化が可能となります。



写真1 発酵TMR調製の様子



写真2 発酵TMR給与の様子

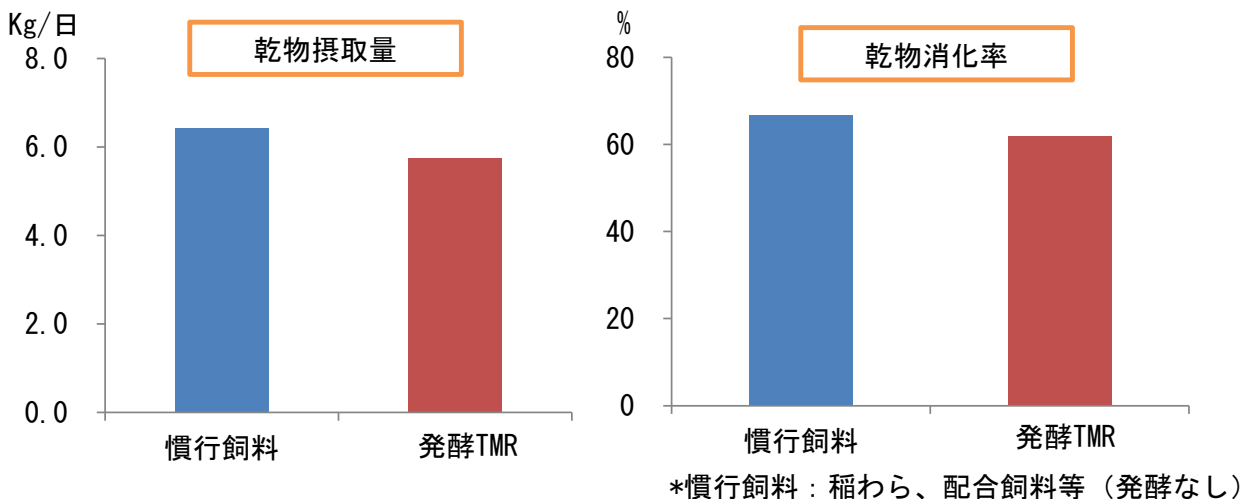


図1 肉用牛繁殖牛の摂取量と消化性の比較

## 開発技術の経済性:

飼料自給率 100%の繁殖牛向け発酵 TMR を利用した場合、肉用牛繁殖農家における飼料生産に係る作業時間の削減により、年間労働時間の約 20%削減が可能となります(図 2)。次に、飼料自給率 100%の発酵 TMR における飼料原価は、一般的に給与されている配合飼料と粗飼料を組み合わせた飼料費よりも約 8%削減できます。発酵 TMR を利用する場合には、TMR センター等で調製することから、飼料原価に調製費および輸送費を加算する必要があります。今回の事例において、発酵 TMR の飼料原価に調製費・輸送費を加えると約 45 円/kg となりましたが、この価格は、肉用牛繁殖農家での飼料生産に係る作業時間や必要経費を勘案した場合、農家で購入可能な範囲であることが示されました。

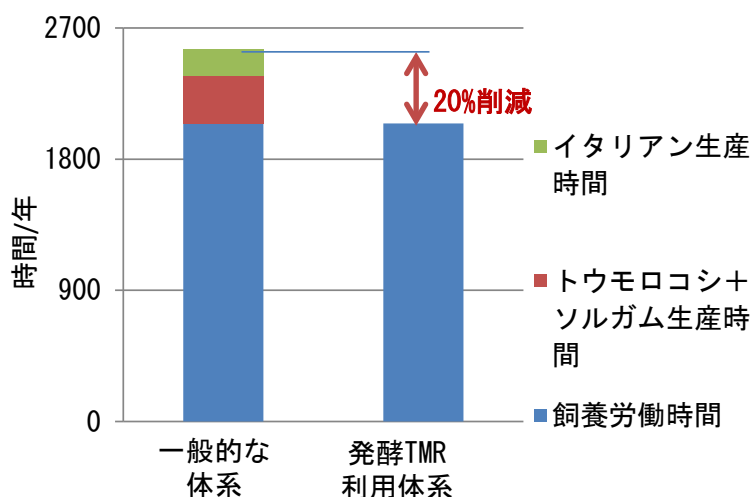


図2 肉用牛繁殖農家における年間労働時間の比較

表1 飼料生産から給与までに係る作業項目

	一般的な体系	発酵TMR利用体系
施肥	○	—
播種	○	—
刈取	○	—
調製	○	—
給与	○	○

\*○：作業有、—：作業無

## こんな経営におすすめ:

自給飼料を利用することで飼料コストを削減したい農家。飼料の生産調製をコントラクターや TMR センター等の外部組織が請け負うことから、大規模農家や規模拡大農家、飼料基盤や飼料作物用機械を所有していない新規就農者等での利用にも適した技術です。

## 技術導入にあたっての留意点:

コントラクターや TMR センターのような飼料生産・調製組織を有している地域への導入が有効的です。これらの組織を活用した場合、畜産農家の飼料生産に係る作業の外部化が図られ、畜産農家における作業の省力化が実現できます(表 1)。なお、飼料給与量については、牛の栄養状態や分娩前の増し飼い、分娩後の哺乳時期などの生理ステージを考慮して、給与量を増減する必要があります。

**研究担当機関名:** 宮崎県畜産試験場

**お問い合わせ先:** 宮崎県畜産試験場

電話：0984-42-1122

E-mail：chikusan-shikenjo@pref.miyazaki.lg.jp

**執筆分担** (宮崎県畜産試験場 西村慶子、中武 真)

## 飼料用米を含む発酵 TMR 給与による肥育技術

試験研究計画名:破砕飼料用米を含む発酵 TMR 給与が肥育牛の発育、飼料利用性ならびに産肉性に及ぼす影響の実証

研究代表機関名:国立大学法人鹿児島大学

### 開発のわらい:

飼料用米の家畜への給与は肉用牛、特に肥育牛への部分的・短期的利用が試みられているものの、長期給与による検討は十分になされていませんでした。そこで、発酵 TMR 給与体系の肥育において積極的に飼料用米を取り入れ、黒毛和種去勢牛に破砕飼料用米を上限 25%まで肥育期間全体に給与し、低コストに牛肉を生産する技術を開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

飼料用米として極長稈型、直播適性、耐倒伏性、早植条件で多収性および耐病性に優れた「タチアオバ」を使用し、粒度 5mm 以下に破砕した玄米と粳米を乾物重量比で 7:3 に混合して給与しました。肥育牛の成長段階に応じて前期 (10~15 カ月齢)、中期 (16~19 カ月齢)、後期 (20~23 カ月齢) および仕上げ期 (24~28 カ月齢) に分け、各期の発育目標をそれぞれ 1.0、0.8、0.6 および 0.4kg/日・頭に設定しました。

黒毛和種去勢牛に、配合飼料、発酵 TMR および稲ワラと配合飼料の上限 25% (TDN 換算) までを破砕飼料用米で代替する区 (試験区) と飼料用米を給与しない区 (対照区) との間で発育、飼料利用性、枝肉量および肉質等級に違いは認められませんでした (図 1 および表 1)。したがって、濃厚飼料の 20%を飼料用米にした飼料を肥育期間全体で利用することが可能でした。

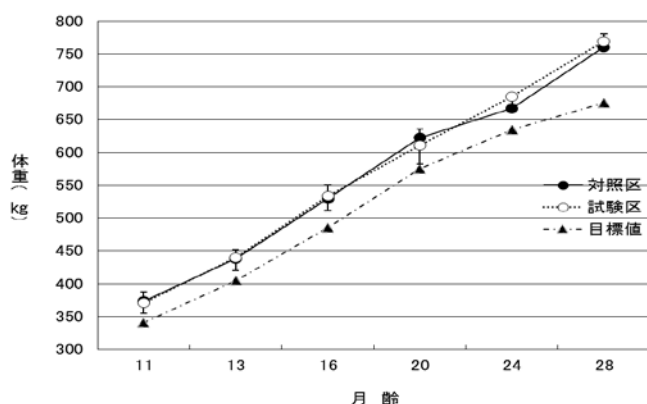


図1. 肥育実証試験牛の体重の推移(各区 6 頭)  
目標値は全国和牛登録協会(2004)「黒毛和種正常発育曲線去勢肥育牛平均」より作成

表 1. 肥育実証試験牛の枝肉成績

調査項目	区 分	
	対照区	試験区
枝肉重量 (kg)	464.3	477.6
ロース芯面積 (cm <sup>2</sup> )	52.9	55.0
ばらの厚さ (cm)	7.1	7.2
皮下脂肪の厚さ (cm)	2.1	2.3
歩留基準値 (%)	73.3	73.4
脂肪交雑 (BMS No.)	5.3	5.7
肉色 (BCS No.)	4.0	3.8
締まり・きめ等級	3.5	3.7
脂肪色 (BFS No.)	2.7	3.0
格付等級	B2 : 1 頭	A2 : 1 頭
	A3 : 1 頭	A3 : 1 頭
	A4 : 4 頭	A4 : 3 頭
		A5 : 1 頭

## 開発技術の経済性:

1頭当たりの濃厚飼料費は対照区と比べて試験区で約7%節減出来ました。また、枝肉評価は対照区よりも試験区でやや優れていたため、試験区の枝肉販売額が高くなりました。さらに、肥育期間中の生産費と枝肉販売額から試算した粗収益は対照区と比べて試験区で約11%増となりました(表2)。

表2. 肥育実証試験における生産費と収益性

費目	区分	
	対照区	試験区
飼料費(円/頭)	370,555	348,394
配合飼料	306,280	255,391
飼料用米	—	28,728
粗飼料	64,275	64,275
治療費(円/頭)	702	1,613
諸経費(円/頭) <sup>1)</sup>	983	1,292
枝肉販売額(円/頭)	1,044,822	1,095,302
粗収益(円/頭) <sup>2)</sup>	672,582	744,003

<sup>1)</sup> ビタミン剤等

<sup>2)</sup> 枝肉販売額 - (生産費: 飼料費 + 治療費 + 諸経費)

## こんな経営におすすめ:

発酵TMRを調製するには、TMR原料を混合し、それを梱包するミキサーやラッピングマシンが必要であり、飼料用米を破碎処理するには、破碎機が必要です。これらの機械は大型かつ高額であるため、経費がかかり、肥育農家が個人で導入することは難しいです。したがって、全国各地で設立されているTMRセンターにおいて稲WCSや地域未利用資源(食品製造副産物や農場副産物など)を原料として発酵TMRを調製したり、飼料用米を破碎したりしてこれらの飼料を肥育農家へ供給するシステムを利用することが望ましいです。

## 技術導入にあたっての留意点:

- ・ 破碎飼料用米中に粒度2mm以上の粒の割合が多いと消化性が低下するので、30%以下にします。
- ・ 飼料用米を急に多給するとルーメンアシドーシスを発症する危険性があるので、配合飼料の代替率については11ヵ月齢で5~10%、12ヵ月齢で15%、13ヵ月齢で20%、14~24ヵ月齢で10~20%、25~28ヵ月齢で25%へと段階的に増やしていきます。なお、肥育期間全体の平均代替率は20%です。
- ・ 粗飼料を食べ残さないようにするため、粗飼料→発酵TMR→配合飼料の順序で与えます。

**研究担当機関名:** 国立大学法人鹿児島大学、農研機構中央農業総合研究センター、農業生産法人(有)錦江ファーム

**お問い合わせ先:** 国立大学法人鹿児島大学農学部家畜管理学研究室

電話 099-285-8592 E-mail ntaka@agri.kagoshima-u.ac.jp

**執筆分担** (国立大学法人鹿児島大学 中西良孝)

## 移動式搾乳システムの開発による放牧酪農技術

試験研究計画名：移動式搾乳システムの開発による放牧酪農技術の実証

研究代表機関名：（公財）農村更生協会 ハヶ岳中央農業実践大学校

### 開発のわらい：

自ら歩いて草を食べる牛本来の能力を活かした放牧酪農転換技術の開発を行い、過度な穀物依存と労力を軽減することはもとより、ゆとりある健全な酪農経営の確立を目指しています。また、乳牛の放牧を行うことで、生の草をそのまま食べることにより牛乳のβ-カロチン等を向上させ、消費者ニーズに応えた乳製品のブランド化も併せ、新たな酪農モデルの構築を目指します。

### 開発技術の特性と効果：

未利用農地（遊休農地）や、公共牧場は、酪農家から離れて搾乳が難しいため、これまで乳牛の放牧に利用できませんでした。そこで、現地で搾乳が可能な日本型移動式搾乳機（写真1）を開発しました。

放牧した牛の生乳とこれから製造した乳製品はβ-カロチンと共役リノール酸が増加しました（図1～4）。これにより、放牧牛乳・乳製品は一般製品と異なる販売展開ができる可能性があります。



写真1 日本型移動式搾乳機（MMP）（特願 2015- 207952）

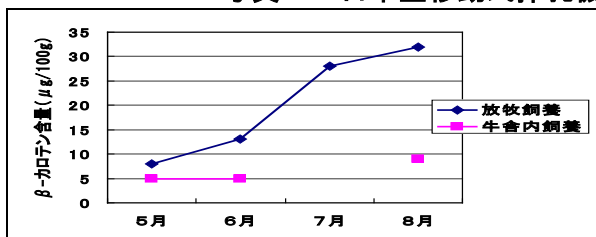


図1 生乳中のβ-カロテン濃度

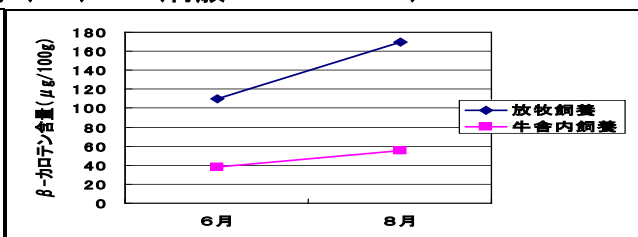


図2 チーズ注のβ-カロテン濃度

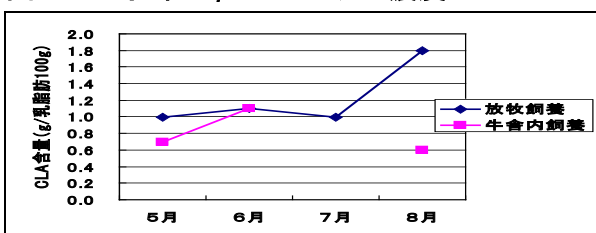


図3 生乳の共役リノール酸含量の推移

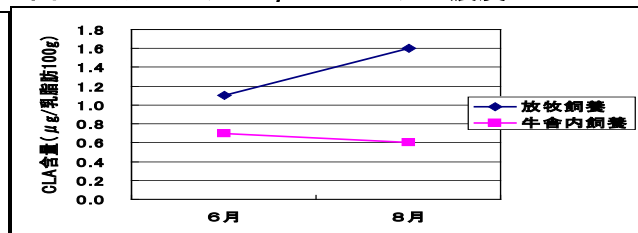
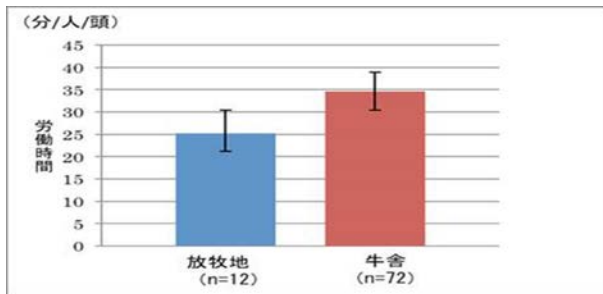


図4 チーズの共役リノール酸含量の推移





### 開発技術の経済性：

開発した移動式搾乳機による放牧地での搾乳時間は1頭当たり25分程度かかりましたが、牛を放牧地に出しているため、牛舎内での給餌作業などが無くなるので、1頭当たりの労働時間は減少し、作業の省力化が図れることを実証しました。

図5 放牧地搾乳と牛舎搾乳の労働時間の比較 搾乳牛1頭あたりの収益（売上から経費を減した数値、施設の償却費は含まない）は、放牧実施区で213千円（放牧期間5月から10月中旬、その期間以外は舎飼い）、舎飼い区で66千円と大きく収益性を増加させました。

表1 調査期間の放牧酪農に係る収支状況

平成27年 放牧飼養を含む

単位：千円

搾乳牛1頭あたり	舎飼い期間				放牧期間					舎飼い期間			合計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
収入													
生乳販売	56	67	71	84	80	82	92	83	85	83	86	95	964
その他	23	41	38	17	0	1	1	0	0	21	24	15	181
合計	79	108	109	102	80	83	93	83	85	104	110	111	1,145
経費													
飼料費	38	33	45	43	18	17	18	15	16	45	48	51	386
動力光熱費	2	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	8
燃料費	1	1	1	1	11	11	11	11	11	1	0	0	58
診療医薬品費	1	1	3	5	0	0	0	0	0	4	4	5	24
修繕費	4	3	3	8	20	0	40	48	0	2	5	5	138
賃借料	1	1	1	1	0	0	0	0	0	2	2	2	11
資材費	1	12	2	1	0	0	0	0	0	3	2	4	26
敷料費	2	1	1	1	0	0	0	0	0	2	4	7	18
雑費	1	0	4	3	8	3	0	0	0	3	5	4	31
その他	28	93	31	26	55	53	170	112	7	29	33	27	663
合計	80	146	92	90	38	31	65	52	36	92	104	106	933
収入－経費	-1	-37	16	11	42	52	27	31	49	12	6	4	213

注：償却費は含まず。

### こんな経営におすすめ：

このモデルはすべての農業者に対して対応しており、特に日本型放牧酪農を実践してみたい経営者、これから新たに低投資で酪農経営を始めたい専業・兼業農家、地域において村おこしにより特色ある農産物を創りたい集団など、幅広い方々に利用いただければと思います。必要なものは、放牧が可能な草地や遊休農地があり、牧草を利用した乳牛を飼う意欲とこの移動式搾乳機（250～900万円：現行機トラクター別）です。そのほか緊急・災害時や、イベント等（共進会など）での搾乳シーンでも利用が想定できます。

### 技術導入にあたっての留意点：

この技術は放牧地で搾乳する技術をサポートする機械です。必ずしも牧草があることが前提ではなく、乳牛を野外で飼養できる環境があれば導入が可能です。利用にあたっては、導入する方々のイメージ、ロケーションに併せて展開が可能です。

このシステムを利用し6次化まで展開を考える場合は、地域の関係機関との調整し実施することが必要です。また、この放牧で得られた乳製品についてアンケートを実施したところ、8割程度の消費者から「大変良い」、「良い」の評価をいただきましたが、においや後味の満足度がやや低く、放牧特有の香が製品開発の課題となっています。

**研究担当機関名：**（公財）農村更生協会 八ヶ岳中央農業実践大学校、山梨県酪農試験場

**お問い合わせは：**（公財）農村更生協会 八ヶ岳中央農業実践大学校 畜産部

電話 0266-74-2111 E-mail nirasawa@yatsunou.jp

**執筆分担**（八ヶ岳中央農業実践大学校畜産部 荏澤 靖、町田成史、山梨県酪農試験場草地環境科 保倉勝己、日本獣医生命科学大学システム経営学教室 長田昌宏）

## 蜂群への恒温カバー装着により経費削減、奇形果防止

試験研究計画名:施設園芸の安定供給を支える花粉媒介用ミツバチの健全飼養技術の実証  
 研究代表機関名:国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所

### 開発のねらい:

ミツバチは受粉が必要な作物の花粉媒介昆虫として広く使われています。しかし、施設で使用するには様々なストレス、とりわけ高温や低温の影響を強く受け、巣の寿命が短くなることが知られています。そこで、ミツバチの巣箱の温度を一定に保つことができる「恒温カバー」を開発し、これを用いることでストレスの軽減と受粉効果の向上を通じて経費削減、奇形果の防止を実証しました。

### 開発技術の特性と効果:

開発した恒温カバーは、融点（固体が融解しはじめるときの温度）を常温に持つ潜熱蓄熱材の性質を利用したもので、低温期は日中に吸熱し、夜間に熱エネルギーを放出することで巣箱を温め、高温期は夜間に放熱し、日中に吸熱することで巣箱の温度上昇を抑えることができます（図1）。

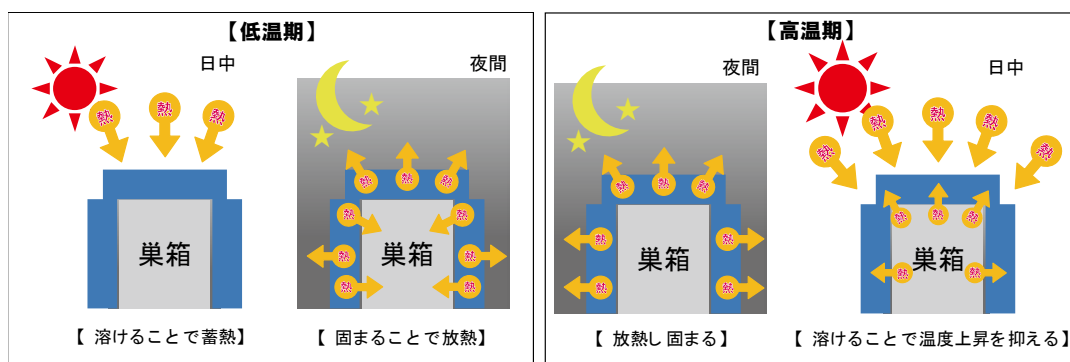


図1 潜熱蓄熱材を用いた恒温カバーの仕組み

図2は恒温カバーを装着した巣箱と非装着巣箱の内部温度の変動を示したものです。恒温カバーを装着することで、巣箱内部の温度が一定に保たれていることがわかります。

図3は、恒温カバーを装着した巣箱と非装着巣箱の働き蜂数や巣房の状況を観察した結果です。恒温カバーを装着した巣箱は働き蜂の減少はあまりないで

すが、非装着巣箱では働き蜂数は徐々に減少し、四ヶ月後

には新たにミツバチを追加導入しなければならない状況になり、働き蜂の訪花不足（受粉不足）が原因による奇形果が発生していました。

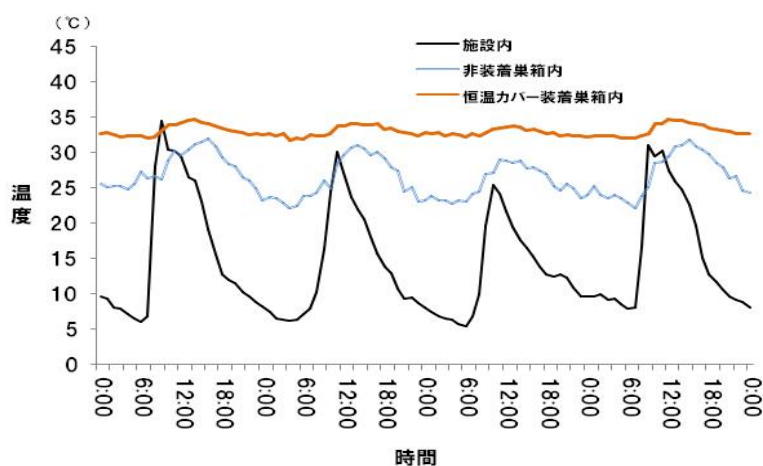


図2 恒温カバー装着巣箱内と通常設置巣箱内温度の差

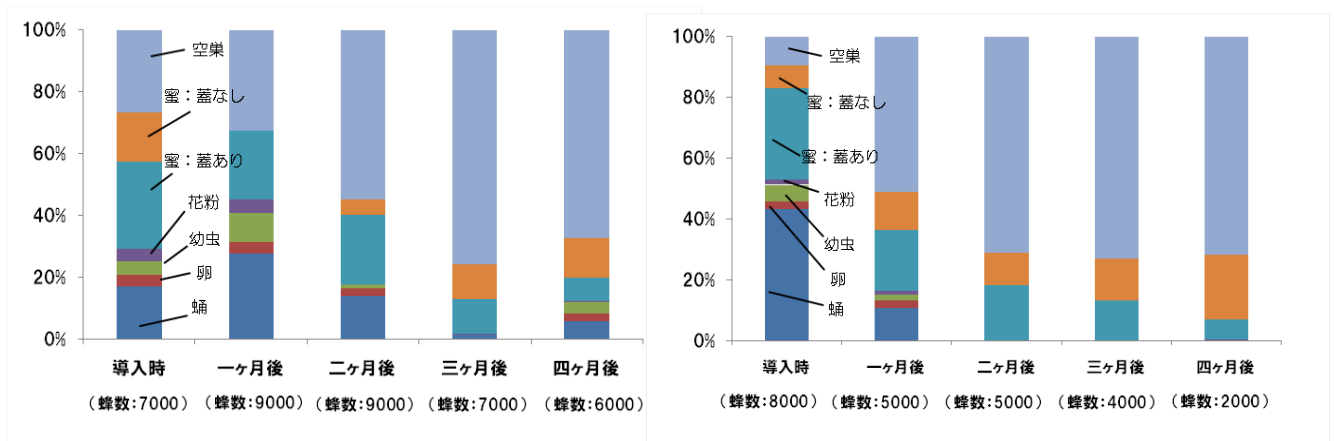


図3 恒温カバー装着巣箱と非装着巣箱内の状態変化（左：カバー装着巣箱 右：非装着巣箱）

### 開発技術の経済性:

通常、1シーズンにミツバチを2箱使用すると仮定した場合（1箱20,000円）、年間40,000円の受粉経費が必要です。一方、恒温カバーを利用した場合、1シーズンに1箱使用とし、恒温カバー代（36,000円）と合わせると56,000円となり、16,000円の追加投資が必要ですが、恒温カバーは翌年以降も使用できるため、2年目以降は通常使用時よりも経費削減が見込まれます。なお、5年目になると累計で64,000円の削減となります。また、イチゴの平均収量2,940kg/10aとした場合、恒温カバー非装着時の収穫シーズン後期（1,470kg/10a）は奇形果が発生し約8%減収となるため、イチゴ価格1,071円/kgとした場合、1シーズンで125,950円の増収が見込まれます。



### こんな経営におすすめ:

イチゴやナス等の果菜類や果樹類の交配用にミツバチを使用している経営で利用が可能です。さらに、ミツバチを花粉媒介昆虫以外で飼養する場合でも有効です。

### 技術導入にあたっての留意点:

- ・恒温カバーを利用している場合、圃場内の花数が少ないと花粉や蜜が不足し働き蜂は減少するため、必要に応じて給餌が必要です。
- ・恒温カバーにはサイズが2種類あります。お使いのミツバチ巣箱に装着できるサイズをご使用ください。

【はち頭巾（中）】本体寸法（展開時）縦 520mm×横 940mm×幅 60mm 生地：ターポリン

【はち頭巾（大）】本体寸法（展開時）縦 540mm×横 965mm×幅 60mm 生地：ターポリン



恒温カバー商品名 【はち頭巾】

**研究担当機関名:** 農研機構畜産草地研究所、中央農業総合研究センター、近畿中国四国農業研究センター、国立研究開発法人農業環境技術研究所、国立大学法人筑波大学、（株）アグリ総研

**お問い合わせ先:** （株）アグリ総研 電話 029-834-5455 E-mail [s\\_kohara@agri-insect.com](mailto:s_kohara@agri-insect.com)

**執筆分担:** （株）アグリ総研 研究開発部 小原慎司

## イチゴの単収 10トン 10ヶ月採り高位生産体系

試験研究計画名：栽培施設リノベーションと6次産業化による攻めのイチゴ生産実証

研究代表機関名：山口県農林総合技術センター

### 技術体系開発のわらい：

イチゴの全国平均単収が過去10年で3t/10aの頭打ちとなっています。生産者の高齢化や担い手不足等による産地の脆弱化・縮小化が生産力低下に直結しており、イチゴ生産の革新が求められています。そこで、中小規模経営で実現可能な、植物工場並みの単収10t・10ヶ月採りを実現するイチゴの高位生産体系を確立しました（表1）。

### 開発技術の特性と効果：

① 栽培施設の機能を低コストに向上：株当たり減価償却費は1割削減

一般パイプハウスを基に、導入費を新設建て替えの約5割に抑えつつ、採光性と耐候性に優れたダブルアーチ構造ハウスとするリノベーション施工技術を確立しました（図1）。

栽植密度を一般高設栽培システムの1.8倍に高める「スライドらくラック」の構造計算により、安全性を担保して、面積当たり導入費を約3割削減する改良を行いました。

② 単収向上：単収10t・10ヶ月採りを実現

多植栽培システムにおいて、栽植密度向上とクラウン温度制御の相乗効果により、単収10t・10ヶ月採りを実現しました（図2）。

③ 省力化：育苗作業と育苗ハウスを省略

品種「かおり野」の親株から切り離し直後の子苗を、花芽未分化状態で本ばに直接定植する「子苗直接定植」において、従前と同程度の年内収量を得る管理方法を明らかにし、育苗作業と育苗ハウスを省きつつ、長期採りにも対応する技術を確立しました。

表1 実証した高位生産体系と従前体系の比較

体系	項目	技術内容
実証体系	ハード 栽培システム	・構造解析で安全に低コスト化した多植栽培システム「スライドらくラック」
	栽培ハウス	・遊休ハウスを利用し、リノベーション施工で強化したダブルアーチ構造ハウス
	ソフト 品種・育苗技術	・「かおり野」子苗直接定植技術：6cmポット鉢受け→未分化で本ば直接定植（育苗過程は省略し、育苗ハウスは不要）
	栽培技術	・「スライドらくラック」クラウン部局所温度制御機能による高効率管理 ・炭酸ガスを積極的に施用
従前体系	ハード 栽培システム	・一般高設栽培システム「らくラック」
	栽培ハウス	・一般的なパイプハウス（シングルアーチ構造）
	ソフト 品種・育苗技術	・「とよのか」9cmポット育苗（専用育苗ハウスで約100日必要）
	栽培技術	・温風暖房機でハウス内全体を加温 ・炭酸ガス施用無し



図1 実証栽培施設の外観(上)とダブルアーチ構造ハウス(下左)と多植栽培システム(下右)

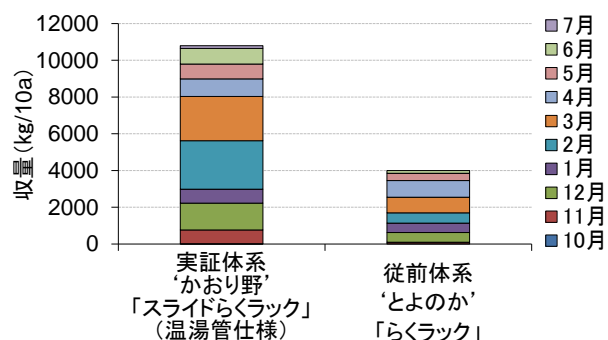


図2 実証体系と従前体系の収量性比較 (2014年作実績)

## 開発技術の経済性:

従前体系では採算割れとなっていたのに対して、実証体系は、一般市場出荷を前提として300万円/10aの収益を上げられます(損益分岐点は11.5a)。これは、リノベーション施工等における施設の低コスト化と、多植栽培システムや環境制御で実現した高単収によるものです。‘かおり野’「子苗直接定植」の導入により、10a当たり150万円相当の施設装備削減(育苗ハウス・ベンチ)と54時間の育苗労働時間削減を可能としています(表2)。

表2 実証体系の経営試算

項目	実証体系 (かおり野)	従前体系 (とよのか)	備考
販売量(t)	11	4	実証値(かおり野)及び県指標値(とよのか)
粗収益	1,024	378	販売量×平均単価(全農共販実績:山口県過去5カ年)
変動費			
資材・光熱費	108	97	実証実績をもとに算定
雇用労賃	68	2	家族労働は夫婦2人、雇用労賃単価は800円/時
販売費	218	80	包装資材、出荷手数料等
固定費			
減価償却費	272	168	栽培施設見積値をもとに算定
修繕費	24	15	栽培施設見積値をもとに算定
管理費	35	20	支払利子、地代、保険等
経営費計	724	382	
農業所得	300	-4	

注1) 単位: 項目内に(カッコ)書きのないものは「万円」

2) 平均単価は品種別に総販売額を総収量で除して算出

3) 本試算は施設及び機械の購入に必要な費用のうち、1/3補助を想定したもの

## こんな経営におすすめ:

イチゴ経営の失敗で最も多いのは育苗に関する事例です。本体系は、育苗過程を省いて新たな担い手がイチゴ経営に取り組み易くすると同時に、小規模経営から収益確保が可能であり、以下の経営体にお勧めします。

- ・ 中小規模イチゴ農家: スケールメリットを發揮しにくい中小規模経営においては、同規模のまま、生産性向上による経営のステップアップが可能となります。
- ・ 法人経営体: イチゴ経営は、集落営農法人における冬季労力を活用した収益確保が期待できます。‘かおり野’「子苗直接定植」により、秋季の水稻収穫作業とイチゴ定植作業の競合を回避できます。
- ・ 6次産業化経営体: 実証経営体では、6次産業化経営(ジャム加工/販売・カフェ経営)の中に本体系を組み入れ、高い収益を上げています。

## 技術導入にあたっての留意点:

- ・ パイプハウスのリノベーション施工は、既設ハウスの歪みや傷み程度によっては、できない場合もあります。
- ・ 「子苗直接定植」は‘かおり野’のような極早生品種に適用できるものです。

**研究担当機関名:** 山口県農林総合技術センター、独立行政法人国立高等専門学校機構宇部工業高等専門学校、(株)瀬戸内ジャムズガーデン、佐藤産業(株)、(株)サンポリ

**お問い合わせ先:** 山口県農林総合技術センター 農業技術部 園芸作物研究室

電話: 083 - 927 - 0211 (代表) E-mail: a17201@pref.yamaguchi.lg.jp

**執筆分担** (山口県農林総合技術センター 鶴山 浄真)

## イチゴの多植栽培システム「スライドらくラック ドリーム 10」

試験研究計画名:栽培施設リノベーションと6次産業化による攻めのイチゴ生産実証

研究代表機関名:山口県農林総合技術センター

### 開発のわらい:

全国の生産量低下が10年以上継続しているイチゴ生産の革新を目指し、単収向上を可能とする多植栽培システムが複数提案されています。山口県農林総合技術センターと(株)サンポリが2009年に共同開発し、一般高設栽培に対して約1.8倍に栽植密度を高める多植栽培システム「スライドらくラック」は、導入費が高く普及が進んでいません。本システム構造の安全性を担保して低コスト化するとともに、クラウン温度制御で長期安定生産を実現し、普及型の多植栽培システム「スライドらくラック ドリーム 10」に改良しました。

### 開発技術の特性と効果:

3次元構造計算プログラムで「スライドらくラック」の構造特性を把握し、使用荷重に耐え得る十分な構造強度を確保した上で、骨材の軽量化と共有化により、導入費を約2割削減しており、最終的には約3割削減可能となる見込みです。また、体重60kgの作業者が姿勢を崩してベンチに寄りかかっても転倒しない安全性を力学的に導きました。

「スライドらくラック ドリーム 10」はクラウン部直下2cm位置にPE管を配置しており、これに温湯を供給し省エネルギー暖房とする温湯管仕様と、ヒートポンプで冷温水供給し積極的クラウン温度制御で早期収量を確保するヒートポンプ仕様としています。

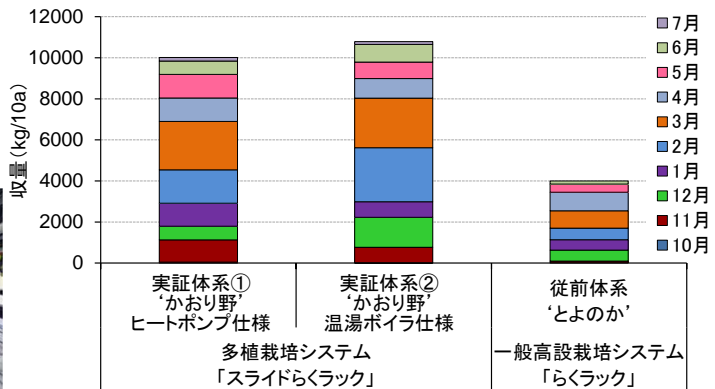
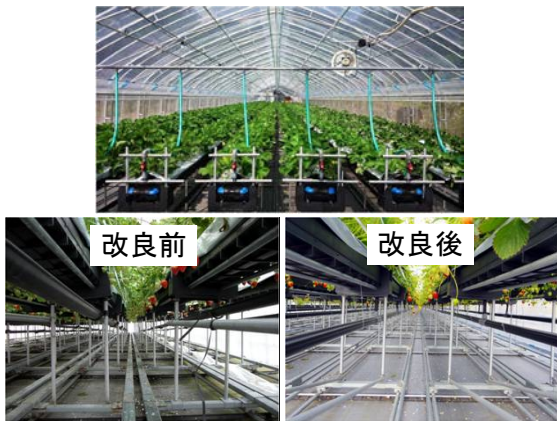


図1 システム外観(上)と改良前後の移動部(下) 図2 実証体系の収量性(2014年作)

表1 実証体系の冷暖房ランニングコスト(2014年作)

栽培体系 <sup>z</sup>	暖房方法	投入エネルギー (ハウス当たり)	収量 <sup>y</sup> (kg/10a)	冷暖房ランニングコスト		
				面積当たり <sup>x</sup> (千円/10a)	株当たり (円/株)	収穫物当たり (円/kg)
実証体系① ヒートポンプ仕様	・ヒートポンプでクラウン部局所温度制御 ・クラウン部を15℃以上25℃以下に維持	暖房電力: 4,184kwh 冷房電力: 3,384kwh	10,016	115.3	91.5	115
実証体系② 温湯ボイラ仕様	・温湯ボイラでクラウン部局所加温 ・株元培地を15℃以上維持	灯油: 1,044L	10,790	659	52.3	61
従前体系	・温風暖房機でハウス全体を加温 ・ハウス内気温8℃以上維持	灯油: 818L	4,000	516	73.8	129

<sup>z</sup> 実証体系のハウス面積は136㎡、従前体系は163㎡

<sup>y</sup> 実証体系はセンター内試験ハウス実測値、従前体系は山口県経営指標における「とよのか」の値

<sup>x</sup> ハウス当たりエネルギー使用実績とハウス面積をもとに10a当りに換算

灯油単価は102.9円/L(石油情報センター調べ、山口県配達灯油価格、平成26年12月)

電力コストはヒートポンプの電力消費量をもとに中国電力の低圧電力契約で算出

[基本料金(1090.8円×設備容量4.6kw×10ヶ月+545.4円×設備容量4.6kw×2ヶ月)+電力量料金(13.43円×電力量kwh)]

### 開発技術の経済性:

改良した「スライドらくラック ドリーム 10（温湯管仕様）」の導入費は、改良前に対して2割削減可能となることを実証し、最終的には約3割削減可能となる見込みです。改良後の施設導入費は、一般高設栽培システムに対して株当たりでは高いですが、多収性を踏まえた収穫物当たりでは、同程度～約1割低くなります。

多植栽培システムの移動部に適応した収穫台車及び防除機を試作しました。

表2 「スライドらくラック」及び「らくラック」の施設導入費

		多植栽培システム 「スライドらくラック」			一般高設栽培 システム 従前「らくラック」
		改良前	改良後 (ドリーム10)	改良後 (最終見込値)	
面積当たり(千円/10a)		21,088	16,595	15,024	6,196
内訳	ラック部材費	4,200	3,949	3,496	2,255
	移動部材費	7,039	5,109	4,087	-
	施工費	5,077	2,678	2,563	916
	その他部材費	4,772	4,890	4,878	3,025
株当たり(円/株)		1,674	1,317	1,192	885
収穫物当たり(円/kg)		1,917	1,509	1,366	1,549



図3 試作した収穫台車(上)及び防除機(下)

### こんな経営におすすめ:

「スライドらくラック ドリーム 10」は、多植構造とクラウン温度制御機能により、安定した生育と多収性を得られ、小規模経営から収益確保が可能となります。

- ・ 中小規模イチゴ農家：スケールメリットを発揮しにくい中小規模経営においては、同規模のまま、生産効率向上による経営のステップアップが可能となります。
- ・ 6次産業化経営体：実証経営体では、6次産業化経営（ジャム加工/販売・カフェ経営）の中に本体系を組み入れ、高い収益を上げています。

### 技術導入にあたっての留意点:

- ・ 本システム設置ハウスの地面均平レベルは、±1cm範囲と高い精度での整地が要求されることから、専門業者による施工を前提とします。
- ・ 「スライドらくラック」でのイチゴ栽培管理方法は、従来式に準じます。
- ・ 「スライドらくラック」のクラウン温度センサーは、株元直下の地際に設置します。本システム設置ハウスには、基本的に温風房機を装備する必要はありません。

**研究担当機関名:** 山口県農林総合技術センター、独立行政法人国立高等専門学校機構宇部工業高等専門学校、(株)瀬戸内ジャムズガーデン、佐藤産業(株)、(株)サンポリ

**お問い合わせ先:** 山口県農林総合技術センター 農業技術部 園芸作物研究室

電話：083-927-0211（代表） E-mail：a17201@pref.yamaguchi.lg.jp

株式会社サンポリ 電話：0835-23-6020 E-mail：info@eco-sunpoly.co.jp

**執筆分担**(山口県農林総合技術センター 鶴山 浄真、株式会社サンポリ 三ヶ尻 検)

## イチゴ‘かおり野’未分化子苗の直接定植技術

試験研究計画名:栽培施設リノベーションと6次産業化による攻めのイチゴ生産実証

研究代表機関名:山口県農林総合技術センター

### 開発のねらい:

イチゴ促成栽培で年内収量を得るため、イチゴ栽培では一般的に、専用ハウスで最大90日程度の育苗管理を行い、花芽分化確認後に短期間で定植作業を行わなければなりません。イチゴ品種‘かおり野’は極早生性を有しており、定植日が早く花芽分化が十分でない苗を定植しても出蕾遅延が起こりにくいとされています(北村ら,2015)。そこで、イチゴ促成栽培での育苗過程省略による省力化と定植期間分散を目的として、花芽未分化で本ぽハウスに定植する「子苗直接定植技術」を確立しました。

### 開発技術の特性と効果:

品種‘かおり野’の親株ランナーから鉢受けした6cm小型ポット子苗を、切り離し後即定植する技術です。定植する本ぽハウスの暑熱対策により、適応可能な時期が異なります。

- ① ハウス外部遮光資材を高機能白色資材※<sup>1</sup>とする場合  
鉢受け後30日以内の子苗を8月上中旬に定植して、慣行育苗と同程度の収量を得られます。
  - ② 上記①ハウスにおいて「スライドらくラック」でクラウン温度制御を行う場合  
①と同じ直接定植法により、収穫前進化が可能となり11月までの極早期収量が増加します。
  - ③ ハウス外部遮光資材を一般遮光資材※<sup>2</sup>とする場合  
鉢受け後30日以内の子苗を9月上中旬に定植して、慣行育苗と同程度の収量を得られます。
- ①或いは②と③を組み合わせる「順次鉢受け-順次切り離し即定植」する作業体系により、定植期間は最大40日まで拡大します。

※<sup>1</sup> らーくらくスーパーホワイト W65(日本ワイドクロス社):定植前より9月中旬まで展張

※<sup>2</sup> ふあふあシルバーSL-40(ダイヤテックス社):定植前より9月下旬まで展張

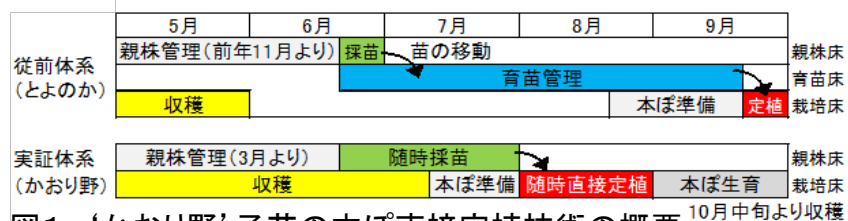


図1 ‘かおり野’子苗の本ぽ直接定植技術の概要

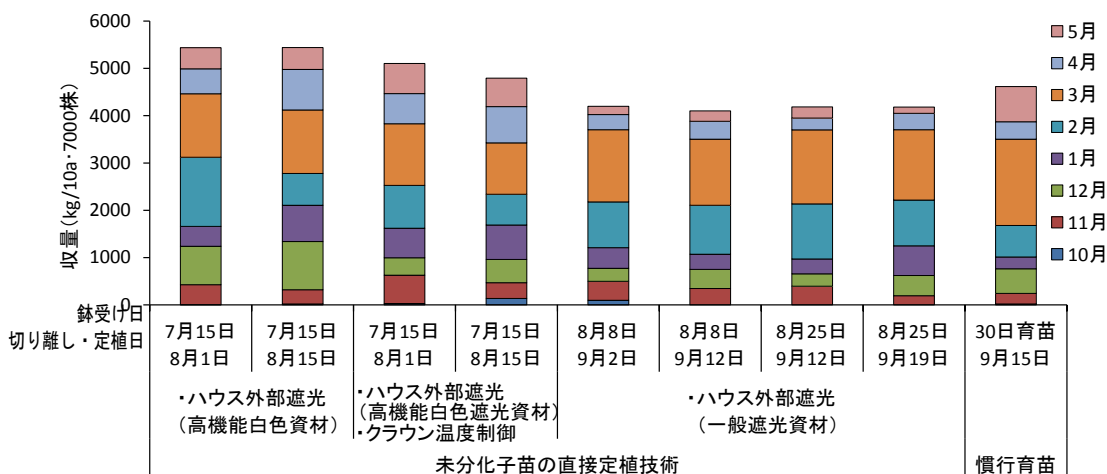


図2 ‘かおり野’子苗の本ぽ直接定植技術における収量性(2014年作)

※「スライドらくラック(12,600株/10a)」で得たデータを7,000株当たり換算して慣行育苗と比較



### 開発技術の経済性:

本技術導入により、従前体系で必要であった育苗施設（ハウス・ベンチ：10a 当たり 150 万円相当）及び育苗管理（灌水・葉掻き作業：10a 当たり 54 時間）が不要となります。また、苗の小型化（9 cmポット→6 cmポット）により、定植作業が約 4 割削減（同一株数当たり）できます。



図3 直接定植時の子苗

表1 育苗方法が異なる場合の定植時間

育苗方法	苗の大きさ	定植時間		削減率 (対9cm苗・%)
		(時間/10a)	(秒/株当り)	
子苗直接定植	6cm	29.9	8.5	41.7
慣行育苗	9cm	28.5	14.6	—

作業者: 40代男性、60代男性

### こんな経営におすすめ:

イチゴ経営の失敗で最も多いのは育苗に関する事例です。本体系は、育苗過程を省くと同時に育苗施設の導入費を削減することで、新規生産者が取り組み易い技術となります。

- ・イチゴ新規生産者：育苗失敗の回避と栽培施設導入費の削減が期待できます。
- ・法人経営体：水稻栽培主体の集落営農法人が、冬季労力の活用策としてイチゴ経営に取り組みむ場合に、秋季の水稻収穫作業とイチゴ定植作業の競合を回避できます。
- ・6次産業化経営体：実証経営体では、6次産業化経営（ジャム加工/販売・カフェ経営）に本体系を組み入れ、削減した労働時間を他部門に投じています。

### 技術導入にあたっての留意点:

- ・本技術は‘かおり野’のような極早生品種に適用できるものです。
- ・育苗施設は不要となりますが、親株床及び採苗スペースは従来通り必要です。
- ・定植時における子苗の根量は少ないので、定植後にしっかり手灌水して下さい。

**研究担当機関名:** 山口県農林総合技術センター、独立行政法人国立高等専門学校機構宇部工業高等専門学校、(株)瀬戸内ジャムズガーデン、佐藤産業(株)、(株)サンポリ

**お問い合わせは:** 山口県農林総合技術センター 農業技術部 園芸作物研究室

電話 083 - 927 - 0211 (代表) E-mail a17201@pref.yamaguchi.lg.jp

**執筆分担** (山口県農林総合技術センター 鶴山 浄真)

## EOD 技術による特産園芸産物の革新的な生産技術実証

### 試験研究計画名:普及性が高い広照射 LED(FR)照明器具の開発

研究代表機関名:鳥取大学農学部

#### 技術体系開発のわらい:

日照時間が少ない地域においては特に秋冬季の栽培品目は収量・品質が大幅に劣ります。この営農環境改善の一助として消費電力が少なく長寿命の遠赤色 LED を活用した照明器具を開発し、日没直後 (EOD) の栽培技術に役立てることにしました。開発目標は、照射範囲が白熱灯や既存 LED (FR) 電球の 2 倍以上と広く、既存の電照用配線が活用でき、照明設置密度を 1/2 以下とする。設計寿命 40,000 時間、定価 10,000 円程度とし、単位面積当たりの光源コスト/寿命が白熱灯の約 3 割、既存 LED (FR) 電球の 6 割以下と入手しやすい照明器具の開発を目指しました。

#### 開発技術の特性と効果:

照明器具のラインナップは、L600 (FR) 1 灯タイプ、L600 (R/FR) 混載 1 灯タイプ、L300 (FR) × 2 灯タイプの 3 タイプを開発しました (図 1)。照明器具の性能については、既存の白熱灯及び、電球型 LED 照明との比較にて優位性を明確に示しました (表)。照射有効面積は、白熱灯や電球型 LED 照明器具の 9 m<sup>2</sup> に対して、2 倍以上の 18 m<sup>2</sup>~24 m<sup>2</sup> を達成し照明器具の設置灯数を 1/2 以下とすることが可能です。単位面積当たりの光源コスト (寿命) は白熱灯比: 25%、電球型 LED 照明比: 60% であり、さらにランニングコストにおいても白熱灯比: 5%、電球型 LED 比: 40% 程度と大幅な削減を実現できました。



図1 3タイプ(L600(FR)×1灯、R/FR 混載および L300(FR)×2灯)の製品



## 開発技術の経済性:

ストックでは、EOD-FR 照射による計画的な出荷と切り花長の規格向上により、価格安定と農業所得の向上が期待できます。トルコギキョウでは切り花長の規格が1段階上位規格になることで所得の向上が期待できます(図2 および表1)。また、低日照地帯の11月出荷が可能となり、新作型による労力分散と経営改善が期待できます。いずれも初期投資が必要ですが、使用可能年数内に回収可能で合理性があると評価されています。

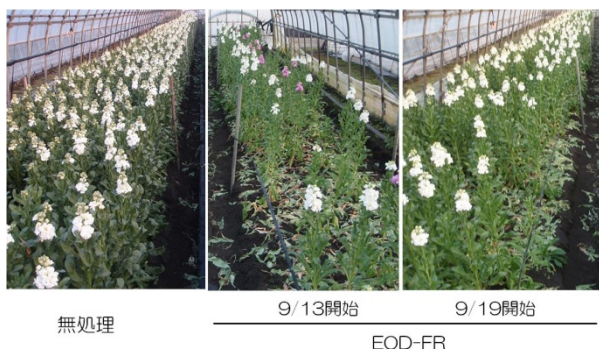


表1 ストックにおける経営評価

経営評価対象品目		ストック	
経営評価区分		比較対象	モデル導入
経営体のイメージ		家族経営	家族経営
栽培面積(a)		48	48
栽培条件		年内出荷・ 光照射なし	年内出荷・ EOD光照射
作業体系	家族・社員数(人)	2.5	2.5
	家族・社員労働時間(h)	1,184	1,184
	雇用労働時間(h)	731	731
資本設備(初期投資)(千円)		13,894	15,947
粗収益(千円)		8,064	8,736
		予想販売単価(円/kg)	60
		収量(本/10aあたり)	28,000
農業所得(千円) ( )は対粗収益比率		1,414(17.5%)	1,730(19.8%)
単位生産物あたり全算入生産費(円)		69	69
設備投資見合キャッシュフロー(千円)		1,071	1,519
		減価償却費(千円)	1,493
投資回収期間(年)		13	10.5

(出展:株式会社日本総合研究所)  
農研機構生研センターによる「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業」のうち「経営評価研究」の成果より

## こんな経営におすすめ:

全国のストック栽培地域で適用可能です。特に、開花促進による後作への影響を回避、または最小限にすることが可能であることから、輪作体系の中でストックが導入されている栽培体系で推奨されます。比較的冷涼で花芽分化が早まり、短茎化しやすい地域にも対応可能です。トルコギキョウにおいては、草丈が低くなりやすい9月下旬から10月下旬出荷作型へ適用できます。

## 技術導入にあたっての留意点:

ストック、トルコギキョウ共に EOD-FR 照射により草丈の伸長が促進されますが、同時に茎が柔らかくなり、ストックでは花穂の伸長も促進され品質が低下する可能性があります。したがって、品種特性として茎が柔らかい品種、花穂が伸びやすい品種(ストック)では、途中で照射を打ち切る、または照射時間を短縮するなどの工夫が必要です。

**研究担当機関名:** 国立大学法人鳥取大学、鳥取県園芸試験場、鳥取県農林水産部農業振興戦略監とっとり農業戦略課、株式会社フジ電機

**お問い合わせ先:** 鳥取県農林水産部農業振興戦略監とっとり農業戦略課研究・普及推進室  
電話 0857-26-7327 E-mail nougyosenryaku@pref.tottori.jp

**執筆分担** (鳥取県農林水産部農業振興戦略監とっとり農業戦略課研究・普及推進室 鷹見敏彦)

## 暖地施設野菜生産のための増収・省エネルギーに関する技術体系

試験研究計画名：ICT を活用した暖地における施設園芸生産支援システムによる先進的栽培管理技術の確立

研究代表機関名：国立大学法人 岡山大学

### 技術体系開発のわらい：

施設園芸生産にとって、暖房コストの削減と単位面積当たりの収量を高めることは収益の増加を図る上で非常に重要です。そこで、高断熱カーテンと木質ペレット暖房機を利用した省エネルギー技術の開発と、CO<sub>2</sub>施用を中心とした増収を目的とした環境制御技術の確立を目的として研究を実施しました。

### 開発技術の特性と効果：

熊本県のトマト栽培施設、宮崎県のキュウリ・ピーマン栽培施設で開発した技術の導入効果を検証しました。トマトは、CO<sub>2</sub>施用の目標濃度を換気窓開度によって変える制御とドライミスト噴霧等の制御を組み合わせることにより30%の増収が可能でした（図1）。キュウリ・ピーマンでCO<sub>2</sub>施用を検討した結果（写真1）、キュウリでは約20%の増収効果がありました。高断熱カーテンを利用することで暖房コストの30%削減が可能でした（表1）。燃焼条件を細かく調節することが可能な木質ペレット暖房機を開発しました。これらの技術を組み合わせることで化石燃料に依存せずに、トマトとキュウリの促成栽培において約30%の暖房費をカットすることが可能であることを実証しました。

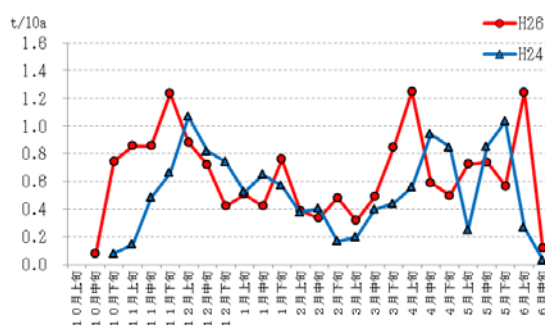


図1 平年値 (H24) と比較した環境制御実施時 (H26) のトマト旬別収量の変化

写真1 CO<sub>2</sub> 局所施用装置全容

表1 高断熱カーテン使用時のヒートポンプの消費電力と重油使用量

	高断熱カーテンハウス	対照ハウス
ヒートポンプ消費電力 (kWh)	6720.3	6635.5
重油使用量 (L)	883.15	1683.83

※ 実験は11aのピーマン栽培を実施中の温室で実施した。  
 ※ 平成26年12月1日～平成27年2月2日のデータで示した。  
 ※ 1Lを10.9kWhで換算した場合31%のエネルギー削減率になる

### 開発技術の経済性:

開発技術（CO<sub>2</sub>施用機、ドライミスト、UECS等）の導入により30aのトマト栽培では、初期投資額が41,250千円となり導入前よりも約16,000千円増加しますが、収量が30%増収し16.3t/10aとなることで、農業所得が3,213千円に増加することが試算されました（表2）。また、ピーマン栽培に関して、高断熱カーテンと木質ペレット暖房機の利用で省エネルギー効果が認められますが、経済面については燃料価格を見つつ導入を検討する必要があります。

表2 トマト促成栽培経営収支試算例（30a）

項目	比較対象	モデル導入
収量（kg）	37,620	48,990
単価（円/kg）	330	330
粗収入（千円）	12,415	16,167
経営費（千円）	9,550	12,953
種苗・肥料・薬剤費	1,044	1,044
動力光熱費	2,024	1,993
内訳		
修繕費	234	234
減価償却費	1,646	3,391
物流・出荷費	3,697	4,808
その他	905	1,483
農業所得（千円）	2,864	3,213

### こんな経営におすすめ:

CO<sub>2</sub>施用とドライミスト等に関する環境制御技術は熊本県内の20a規模のトマト促成栽培施設で適応可能です。また、宮崎県の10a規模のキュウリ栽培施設において、CO<sub>2</sub>施用技術および高断熱カーテンと木質ペレット暖房機の導入効果が期待できる。ピーマンにおいてはCO<sub>2</sub>施用未実施温室でのCO<sub>2</sub>濃度変化をモニターの上導入を検討する。

### 技術導入にあたっての留意点:

宮崎県内のピーマン栽培施設においてCO<sub>2</sub>施用を実施しなくてもCO<sub>2</sub>濃度が高い場合があります。そのような施設ではCO<sub>2</sub>施用を導入する必要がないため留意する必要があります。開発した技術は熊本県、宮崎県の標準的な施設で検証を行ったものであり、その条件から大きく外れる場合の技術導入効果は明らかでない。

**研究担当機関名:** 国立大学法人岡山大学、熊本県農業研究センター、宮崎県総合農業試験場、(株)長友農機、九州オリンピック工業(株)、熊本県八代地域振興局農業普及・振興課、宮崎県営農支援課、宮崎県中部農林振興局農業経営課、宮崎県中央農業協同組合

### お問い合わせは:

国立大学法人 岡山大学農学部 電話：086-251-8304

執筆分担（国立大学法人岡山大学農学部、安場 健一郎）

## 暖地におけるキュウリのCO<sub>2</sub>施用を中心としたハウス環境制御

試験研究計画名:ICT を活用した暖地における施設園芸生産支援システムによる先進的栽培管理技術の確立

研究代表機関名:国立大学法人岡山大学

### 開発のわらい:

宮崎県は温暖な気象条件を活かした施設園芸が盛んでキュウリの生産量は全国1位です。園芸品目の一大産地として、農家所得の向上による産地の維持・強化や輸出を見据えた国際的な競争力強化のためには、より一層生産性を引き上げることが必要です。そのような中、宮崎県総合農業試験場では、これまでに試験用の小型ハウスにおいてCO<sub>2</sub>施用による増収やUECS（ユビキタス環境制御システム）の実用性を確認しています。この取り組みでは、キュウリについて現場圃場におけるCO<sub>2</sub>施用及びUECSの有効性を実証しました。

### 開発技術の特性と効果:

この技術は、UECSとCO<sub>2</sub>施用技術を組み合わせて導入することで、CO<sub>2</sub>制御を含む環境制御を効率よく実施することができます。近年のハウス内環境モニタリング装置の普及により、現地圃場の環境は多種多様であることがわかっています。温暖な気象の宮崎県では、低温期であっても他地域に比べハウス換気の頻度が高く、無駄のないCO<sub>2</sub>施用のためには、ハウス内CO<sub>2</sub>濃度を把握し適量を施用することが重要です。キュウリ摘心栽培実証圃場では、午前9時からCO<sub>2</sub>濃度が低くなり、12時には換気されるため（図1）、その3時間のみCO<sub>2</sub>を施用した結果、低温期の草勢が良好に維持され、1000ppmの全体施用、600ppmの局所施用のどちらとも、約20%増収しました（図2～4）。

図1 各ハウス内CO<sub>2</sub>濃度の推移(1月1日)

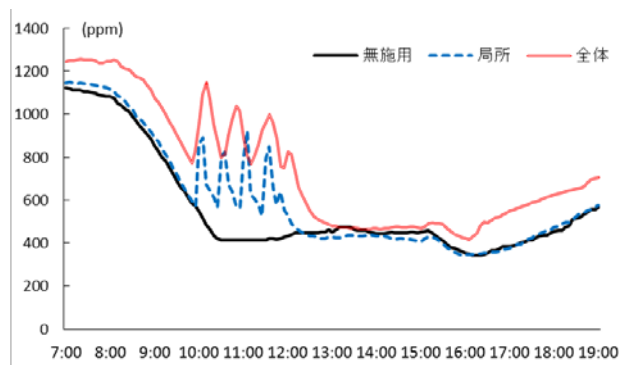


図2 月別可販果収量

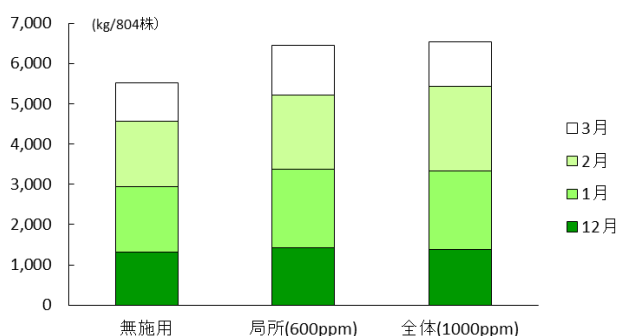


図3 CO<sub>2</sub>局所施用の状況



図4 UECS CO<sub>2</sub>センサー



\*CO<sub>2</sub>局所施用は液化炭酸ガスを気化させ、多孔質ゴム製チューブ（直径1.4cm）により作物群落内へ施用、全体施用は灯油燃焼式CO<sub>2</sub>発生機により発生したCO<sub>2</sub>を加温用ダクトによりハウス全体に施用した。

### 開発技術の経済性:

収益：CO<sub>2</sub>施用により10aあたり約62万円、無施用に対し16%粗収益が増えました。

CO<sub>2</sub>施用機の減価償却期間を7年とした場合、1年でCO<sub>2</sub>局所施用では38万円/10a、全体施用では54万円/10a所得が増えます。

コスト：CO<sub>2</sub>全体施用は、局所施用に比べ、コストが約3分の1になります（表1）。

表1 CO<sub>2</sub>施用に係る経営試算

	(千円/10a)		
	無施用	CO <sub>2</sub> 局所	CO <sub>2</sub> 全体
粗収益	3,819	4,435	4,435
対無施用(A)		616	616
イニシャルコスト*	0	138	52
ランニングコスト	0	98	25
コスト合計(B)		235	77
粗利益(A-B)		381	539

地域の経営指針(月毎収量)に試験で得られた増収率を乗じて試算

\* CO<sub>2</sub>施用機のイニシャルコストは減価償却期間7年で試算

### こんな経営におすすめ:

この技術の導入対象は、年内から年明けにかけて収穫する促成作型の果菜類を想定しています。

自動開閉装置や自動かん水・液肥混入機等がある場合やUECS利用にあたりパソコン等のIT関連に詳しい方の場合は導入がスムーズです。

### 技術導入にあたっての留意点:

生産現場におけるそれぞれのハウス内環境は、過去の栽培履歴や土質、温度管理、栽植密度やハウスの容積、被覆資材の材質や密閉度等の要因により異なるため、本技術を導入する際は、事前にCO<sub>2</sub>濃度が低下しやすい低温期の晴天日を含む数日間のハウス内CO<sub>2</sub>濃度の推移を測定し、CO<sub>2</sub>施用の必要性の有無や日中のどのタイミングで施用が必要かを判断することが重要です。

なお、現時点ではCO<sub>2</sub>局所施用のコストは全体施用に比べて高くなりますが、化石燃料を使用しない点や作物群落内へ効率的にCO<sub>2</sub>施用を行う点では、局所施用にメリットがあります。

**研究担当機関名:** 国立大学法人岡山大学、熊本県農業研究センター、宮崎県総合農業試験場、(株)長友農機、(株)九州オリンピック工業、熊本県普及支援課、宮崎県営農支援課、宮崎県中部農林振興局農業経営課、宮崎中央農業協同組合

**お問い合わせ先:** 宮崎県総合農業試験場 野菜部

電話0985-73-2332

E-mail sogonogyoshikenjo@pref.miyazaki.lg.jp

**執筆分担** (宮崎県総合農業試験場 加藤三郎、野崎克弘、壹岐怜子)

## 可動式光反射シート・炭酸ガス・密植化の組み合わせで、 収量と果実品質が向上する

試験研究計画名:地域間連携による低投入型・高収益施設野菜生産技術体系の実証

研究代表機関名:徳島県立農林水産総合技術支援センター

### 開発のねらい:

「可動式光反射シート（以下、反射シートと呼ぶ。）」には光反射率の高い資材を高設ベッド横に設置し、植物体に太陽光を反射させて光環境を改善する効果があります。高設イチゴ栽培において、反射シートを導入したときの密植化による収量向上効果と果実品質改善効果を明らかにします。また、光利用効率向上技術と炭酸ガス施用の併用効果を明らかにし、経営評価を行います。

### 開発技術の特性と効果:

高設イチゴ栽培において、反射シートを設置すると植物体上方からの日射量が同じでも、イチゴ群落と果実周辺の受光量が増加します。その結果、収穫時期が前進し花数が増加することで、株あたり収量が34%増加します。さらに、密植化と炭酸ガス施用を組み合わせることで、収量が約8 t/10aとなり、最大40%増加しました。果実品質においては、反射シートを設置することで、外観品質に関係する赤色指数と食味に関係するBrixが有意に増加し、果実品質改善効果もあります。



写真1 反射シートを展開した様子

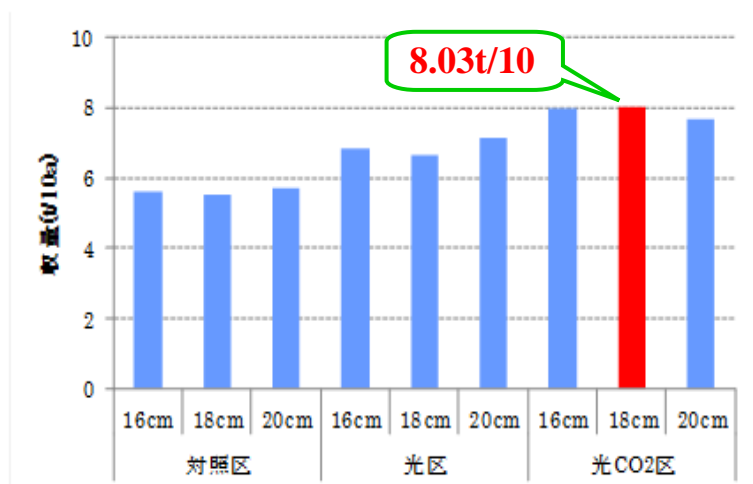


図1 反射シートと炭酸ガス施用、密植化が収量に及ぼす影響  
(品種‘紅い雲’、収穫期間11月~5月末)

表1 反射シートと炭酸ガス施用、密植化が果実品質に及ぼす影響

試験区	赤色指数	Brix (%)
対照区		
株間 16cm	25.8	9.7
株間 18cm	25.6	9.7
株間 20cm	26.5	9.7
光区		
株間 16cm	36.2	10.1
株間 18cm	35.9	10.0
株間 20cm	37.1	10.1
光CO <sub>2</sub> 区		
株間 16cm	37.6	10.4
株間 18cm	37.4	10.3
株間 20cm	38.0	10.2
処理	**z	**
株間	ns	ns
処理×株間	ns	ns

<sup>z</sup> \*\*は1%, \*は5%水準でそれぞれ有意差あり, nsは有意差なし(二元配置分散分析)



## 開発技術の経済性:

密植化と反射シート、炭酸ガス施用の 10a あたりの年間経費は、それぞれ 41 千円と 83 千円、98 千円です。反射シートを設置することで、反収が増加し収益が 1,213 千円/10a 増加しました。さらに、反射シートと炭酸ガス施用、密植化の組み合わせによって、イチゴの収益を最大 1,866 千円/10a 増加させることができました。

表 2 10a あたりの経営試算

試験区	反収の増減 <sup>z</sup> (t/10a)	収益の増減 <sup>y</sup> (千円)	経費			差 <sup>u</sup> (千円)	備考
			密植化 <sup>x</sup> (千円)	反射シート <sup>w</sup> (千円)	炭酸ガス <sup>v</sup> (千円)		
処理 株間(cm)							
対照区	16	-0.12	-111	93	-	-	-204
	18	-0.19	-170	41	-	-	-212
	20	-	-	-	-	-	- 慣行
光区	16	1.11	1,006	93	83	-	831
	18	0.94	846	41	83	-	722
	20	1.43	1,296	-	83	-	1,213
光CO <sub>2</sub> 区	16	2.24	2,030	93	83	98	1,756
	18	2.31	2,088	41	83	98	1,866
	20	1.95	1,760	-	83	98	1,579

<sup>z</sup> 慣行栽培である「対照区・株間20cm」と比較した反収の増減。

10aあたりの栽植本数は株間16cm, 18cm, 20cmで, 9,259株, 8,230株, 7,407株である。

<sup>y</sup> 単価は2011～2013年の愛媛県平均単価を使用。

<sup>x</sup> 密植化することで必要となる経費(種苗費や肥料費等)。

<sup>w</sup> 可動式光反射シートの導入経費を耐用年数(4年)で除した数値。

<sup>v</sup> 炭酸ガス発生装置の導入経費を耐用年数(7年)で除した数値と1年間にかかるランニングコストを合算。

<sup>u</sup> 収益の増減から経費を引いた数値。

## こんな経営におすすめ:

反射シートは果実付近の光量を増加させるため、着色を改善して果実品質を向上させる技術として有効です。また、イチゴ群落付近の光量も増加するため、特に日照時間が短い中山間地域や日射量が少なくなる厳寒期における光環境の改善技術として有効です。

## 技術導入にあたっての留意点:

「可動式光反射シート」は愛媛県と東宇和農業協同組合が共同で特許を取得(特許第5521163号)。本技術の導入にあたっては、許諾業者である(株)第一から装置を購入する必要があります。

**研究担当機関名:** 徳島県立農林水産総合技術支援センター、農研機構近畿中国四国農業研究センター (株)オーガニック nico、広島県立総合技術研究所農業技術センター、兵庫県立農林水産技術総合センター農業技術センター、国立大学法人岡山大学 香川県農業試験場(地独)大阪府立環境農林水産総合研究所 愛媛県農林水産研究所、島根県農業技術センター 徳島県立農林水産総合技術支援センター高度技術支援課、吉野川農業支援センター、三好農業支援センター

## お問い合わせは:

愛媛県農林水産研究所 電話: 089-993-2020

愛媛県農林水産部農産園芸課 電話: 089-912-2565

**執筆分担** (愛媛県農林水産部農産園芸課野菜花き係 大西亮樹)

## 夏秋トマト栽培の好適な施設内光環境を実現する自動調光システム

試験研究計画名：地域間連携による低投入型・高収益施設野菜生産技術体系の実証

研究代表機関名：徳島県立農林水産総合技術支援センター

開発のねらい：

西日本の夏秋トマト栽培では、夏季の高温・強日射による生育、収量および果実品質の低下が問題となっています。この対策として寒冷紗による遮光が挙げられますが、曇天時は光不足になるため、天候に応じて寒冷紗を開閉する必要があります。そこで、低コストで既存のアーチ型パイプハウスにも導入でき、天候に応じて寒冷紗を自動的に開閉し、植物の生育に最適な施設内光環境とする「自動調光システム」を実用化しました。

### 開発技術の特性と効果：

本システムの特徴は、設定した日射量に応じて寒冷紗などの遮光資材を自動開閉し、植物の生育に最適な施設内光環境を実現します。構成は、制御部（日射量センサ+制御盤）および駆動部（遮光資材を被覆した内張りにモータを接続）から成り立ちます。操作は、作物に応じた日射量とセンサーの感知間隔時間を設定するだけです。本システムの効果は、徒長や強日射による生育低下もなく、裂果や尻腐れ果の発生が軽減でき、夏秋トマト栽培において慣行の遮光や無遮光と比較して可販果収量が約15%増加します。特に曇天と晴天の繰り返しが多い年では増収効果が高まります。本システムの制御盤はDC24VとAC200Vモーターに対応し、増設オプションにより多数の駆動部に対応可能です。

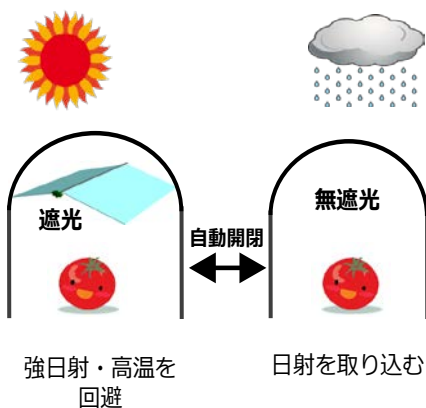


図1 自動調光システムのイメージ図

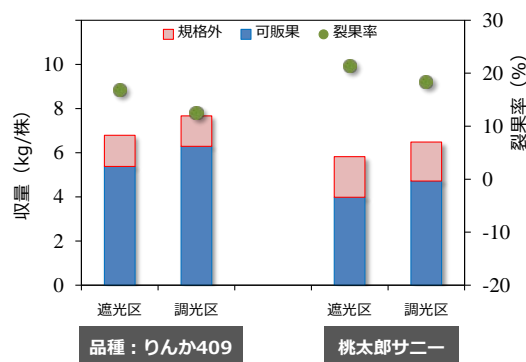


図2 システムによる夏秋トマトの増収および果実品質の向上効果

遮光区および調光期間：7/17～8/31



図3 実用化した自動調光システムの制御盤

播種：3/26、定植：5/14、収穫：6/27～12/15

### 開発技術の経済性:

システムの導入コストは約 75 万円/10a(寒冷紗約 20 万円、内張り資材約 30 万円、モーター約 10 万円、システム制御盤約 15 万円(予定価格, 要問合せ)で、施設条件に応じて必要な資材のみ購入することでコスト低減が可能です。

夏秋トマトでの本システムによる可販果の増収分約 15%は、約 35 万円/10a(収量 12t/10a、平均単価 210 円/kg)に相当しますので 2~3 年で導入コストを回収することができます。

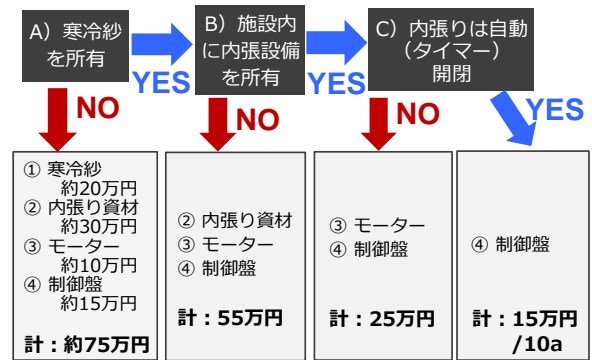


図 4 施設条件に応じたシステムの導入フロー (施工費別)

### こんな経営におすすめ:

- 本システムは一般的なアーチ型パイプハウスや重装備なガラス施設にも設置が可能です。
- 西日本地域の夏秋トマトなど、夏季の栽培で高温・強日射により生育、収量および果実品質が低下する品目および地域において、本システムの利用が有効です。
- 夏季の常時遮光により徒長などの生育の低下、光量不足による光合成と収量低下が懸念される栽培において、本システムの利用が有効です。

### 技術導入にあたっての留意点:

- 本システムの施工方法および栽培技術については広島県立総合技術研究所 農業技術センター、システムの制御盤については株式会社 寿エンジニアリングにお問い合わせください。
- 遮光資材を開閉する日射量などの制御方法は、品目に応じた設定が必要です。

**研究担当機関名:** 徳島県立農林水産総合技術支援センター、農研機構近畿中国四国農業研究センター (株)オーガニック nico、広島県立総合技術研究所農業技術センター、兵庫県立農林水産技術総合センター農業技術センター、国立大学法人岡山大学 香川県農業試験場 (地独)大阪府立環境農林水産総合研究所 愛媛県農林水産研究所、島根県農業技術センター 徳島県立農林水産総合技術支援センター高度技術支援課、吉野川農業支援センター、三好農業支援センター

**お問い合わせ先:** 広島県立総合技術研究所農業技術センター 栽培技術研究部

電話 082-429-3066 E-mail ngcsaibai@pref. hirosshima. lg. jp

(連携企業)株式会社 寿エンジニアリング

電話 082-855-2128 FAX 082-854-7797

(システム制御盤の取り扱い) 大信産業株式会社

電話 0848-46-0714 FAX 0848-46-0627

**執筆分担** (広島県立総合技術研究所農業技術センター栽培技術研究部 川口岳芳)

## 無育苗栽培法を核とした省力・多収イチゴ高設栽培システム

試験研究計画名:地域間連携による低投入型・高収益施設野菜生産技術体系の実証

研究代表機関名:徳島県立農林水産総合技術支援センター

### 技術体系開発のわらい:

イチゴ高設栽培は導入時のコストが高いため経営規模の小さい中山間地域には導入が難しい面がある一方、イチゴは収益性が高く地域の基幹作物になる可能性があります。そこで、育苗の省力・低コスト化が可能な「無育苗栽培法」をコア技術として、中小規模経営でも持続可能なイチゴ高設栽培システムを開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

育苗コストの大幅な低減と育苗作業時間の半減を実現し、10aあたり総収量8t以上を狙える3年を1サイクルとする「省力で多収可能なイチゴ高設栽培システム」を開発しました。システム導入後2、3年目に前作の栽培株を親株として、そこから発生したランナー子株を直接植付け栽培する「無育苗栽培法」を核として、花芽分化の前進・安定化をもたらす「気化潜熱利用培地冷却技術」と、植物体受光量を増加させる「光利用効率向上技術」を組合せたシステムです(図1)。多様な高設栽培方式に適応可能で、培地冷却技術と極早生品種(例‘かおり野’)の導入により年内収量が安定して多く(図2)、光反射シートを敷設する光利用効率向上技術により密植栽培による収量増が可能となります(図3)。



図1 開発したイチゴ高設栽培システムのイメージ

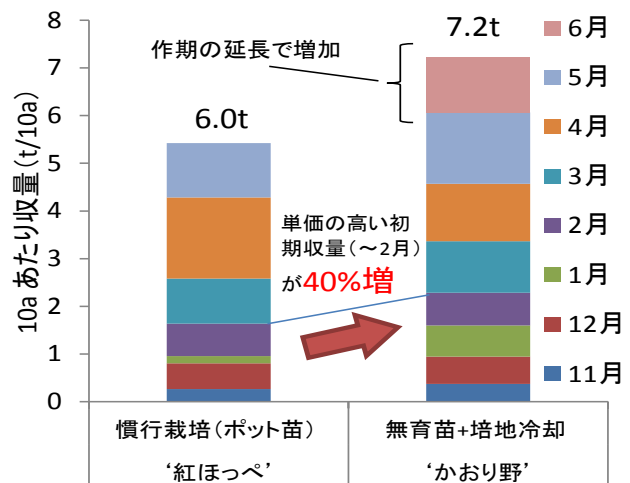


図2 無育苗栽培法に培地冷却技術を導入して極早生品種‘かおり野’を栽培した場合の増収効果 (7,000株/10a換算, 島根農技セ)

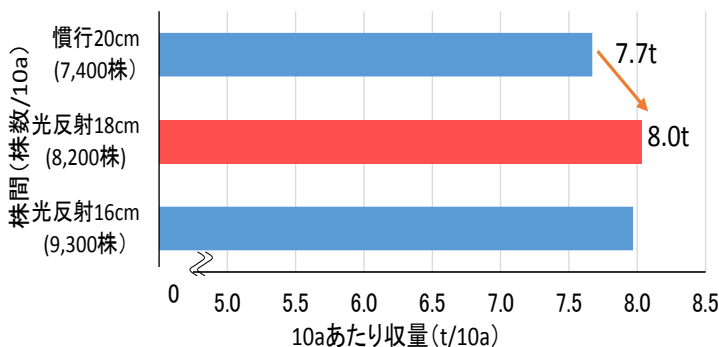


図3 光利用効率向上技術を用いた密植栽培による増収効果 (‘紅い雫’, 愛媛農研)

## 開発技術の経済性:

無育苗栽培法では、育苗施設・育苗システムが不要なため、新規にイチゴ高設栽培に取り組む場合、これらの導入コスト約300万円分を抑えられます。また、慣行法に比べて育苗に係る作業時間を半減させることができます(図4)。極早生品種を用い、本システムの気化潜熱を利用した培地冷却能を有する高設栽培方式に切り替えた場合、出荷時期の前進と延長により総収量が最大で倍増(4~6t/10a→8t/10a)となり、高単価な時期に出荷可能となることから粗収益の大幅な増加も期待できます(表1)。

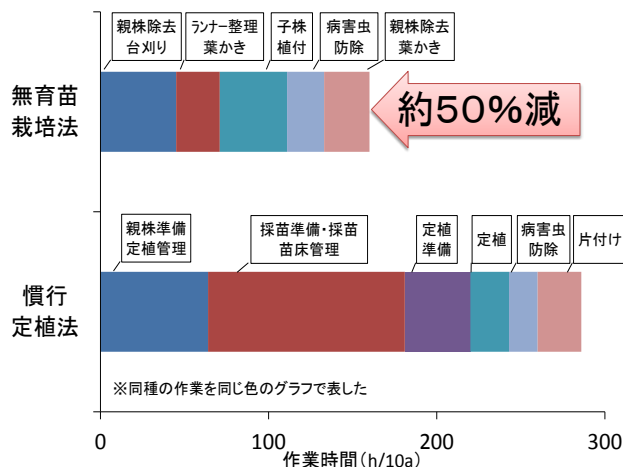


図4 育苗から定植に係る作業時間の比較

表1 粗収益増加の試算例(20a経営)

慣行栽培法	
品種	‘紅ほっぺ’
栽植密度(株/10a)	6,000
収量(12~5月, t/10a)	6.0
平均単価(円/kg)	956
20a粗収益(円)	12,100,000
開発技術体系	
品種	‘かおり野’
栽植密度(株/10a)	8,000
収量(11~6月, t/10a)	8.0
平均単価(円/kg)	993
20a粗収益(円)	16,400,000
粗収益の差(収益向上額)	4,300,000

## こんな経営におすすめ:

3~4名の家族経営、期間雇用が1~2名程度、促成栽培のイチゴ専作で生産規模が20~30aの経営体を対象としています。全国のイチゴ産地に対して導入可能です。育苗にかかる労力・コストの低減が可能のため経営規模拡大にも貢献できます。新規にイチゴ栽培を始める場合でも、事前にイチゴの生理生態に関する基礎的知識を習得し、イチゴ促成栽培への理解や栽培経験を有していることが望ましいです。

## 技術導入にあたっての留意点:

本システムで安定した年内収量を確保するには、花芽分化が早い極早生品種(例‘かおり野’)の利用が必須となります。農薬の使用に際しては、使用時期が「育苗期」や「定植時」と記載のある薬剤は使用できないなど、注意が必要です。使用可能薬剤が制限されるので、天敵製剤の積極的な利用をお勧めします。炭疽病の発生が著しい地域では、システム導入前から栽培期間中にかけて徹底した防除が必要です。

**研究担当機関名:** 徳島県立農林水産総合技術支援センター、農研機構近畿中国四国農業研究センター、(株)オーガニックnico、広島県立総合技術研究所農業技術センター、兵庫県立農林水産技術総合センター農業技術センター、国立大学法人岡山大学 香川県農業試験場(地独)大阪府立環境農林水産総合研究所 愛媛県農林水産研究所、島根県農業技術センター 徳島県立農林水産総合技術支援センター高度技術支援課、吉野川農業支援センター、三好農業支援センター

**お問い合わせ先:** 農研機構西日本農業研究センター綾部研究拠点

電話0773-42-0109 E-mail kskyama@affrc.go.jp

**執筆分担**(農研機構西日本農業研究センター 山崎敬亮、島根県農業技術センター 金森健一)

## 間欠冷蔵処理によるイチゴの花芽分化促進

試験研究計画名:間欠冷蔵処理によるイチゴの花芽分化促進

研究代表機関名:国立大学法人岡山大学

開発のねらい:

クリスマス需要などによる市況変動が経営に及ぼす影響を避けて、経営規模拡大を進めるためには、イチゴの花芽分化を人為的に制御して定植期を分散化させ、開花並びに収穫量を平準化することが望まれます。イチゴの間欠冷蔵処理は、広く普及している果実予冷用の冷蔵庫を利用できるため、多くの産地・生産者が新たな投資をせずに導入することが可能で、新規のイチゴ花芽分化促進技術として普及し始めています。しかし、早期の間欠冷蔵処理では効果が安定しないため、普及を促進するには不安定化する要因を解明することが最も重要です。そこで、低温処理前の育苗条件や非低温処理時の光・温度条件などの環境条件についてその作用を解明し、安定した間欠冷蔵処理技術を構築しました。

開発技術の特徴と効果:

3日15°C冷蔵/3日自然条件を2~3回繰り返すイチゴの間欠冷蔵処理については、処理を開始する適期が品種によって異なり、早生性の品種ほど、また充実した苗ほど早期処理に反応しやすくなります。しかし、極端な早期処理はかえって開花を遅延させるので避ける必要があります。

また、冷蔵前後の日射量不足や冷蔵処理直後(特に1回目)の高温によって処理の効果が大きく低下することがあり、処理効果の安定には処理期間を通じて苗の炭水化物栄養状態を高く維持することが重要です。高温や天候不順が続くような年には、気象情報に留意して冷蔵処理開始時期を遅らせることで安定した効果を得ることができます。特に全国的にイチゴの花芽分化が遅れるような高温年に12月の収量を確保するには効果的です。

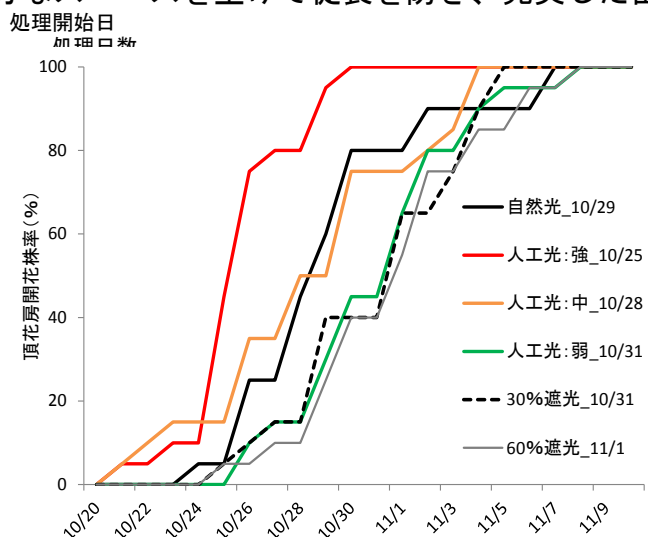
間欠冷蔵処理開始までの3週間程度、十分なスペースを空けて徒長を防ぎ、充実した苗を育成すれば安定した処理効果が得られます。6日+3日、3日2回と6日1回の間欠冷蔵処理を組み合わせることによって1坪のプレハブ冷蔵庫で6000株以上の苗(35穴イチゴ育苗用トレイ, 7cm×7cm, 130ml)の花芽分化促進処理が可能です。定植時期と開花期の分散化によって、労働負荷削減と経営安定化の両立が可能となります。

図1. 非低温処理期間中の人工光照射、遮光条件の違いが頂花房の開花日に与える影響(さちのか)  
※凡例の試験区名右の値は平均開花日

表1. 主要なイチゴ品種の間欠冷蔵処理(3日/3日3回)開始適期と定植前進化限界

	女峰より早い	女峰並	女峰より遅い
処理開始	8月20~22日	8月25日頃	8月30日~
定植限界	9月8~10日	9月11~13日	9月18~20日
	かおり野 さぬき姫 さがほのか スカイベリー 新潟S3号	アスカルビー おいCベリー 古都華 とちおとめ 紅ほっぺ ゆめのか まりひめ	おおきみ 熊研い548 さちのか 福岡S6号 越後姫

(2010-12に2014-15のデータを加筆)



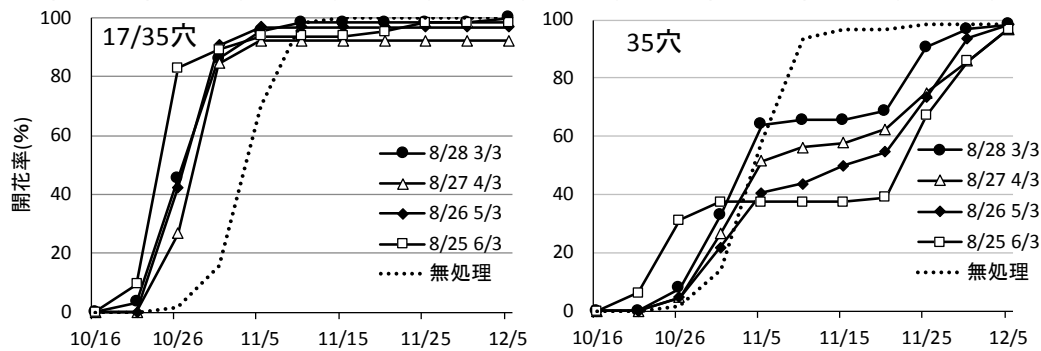


図2. 35穴すくすくトレイで育苗した‘女峰’の開花に及ぼす1回目の冷蔵処理日数(凡例は処理開始日と1回目/2回目の15℃冷蔵処理日数)と育苗期間中(処理開始前)のスペーシングの影響。(2015)

**開発技術の経済性:**

一坪型の果実予冷用プレハブ冷蔵庫に棚を設置すれば、35穴トレイが60枚程度収納可能で、3回転の間欠冷蔵処理で、合計6300株の花芽分化促進が可能です。搬入/搬出のために育苗期の労力負担は増えますが、直管パイプを利用した棚の設置など2万円程度のわずかな初期投資で作型の分散と前進化が可能です。定植期の労働負荷軽減と年内収穫量の平準化による経営の安定化を達成することができます。

**こんな経営におすすめ:**

一坪型冷蔵庫で対応可能な面積は約8aであることから、20a程度までは間欠冷蔵処理のみで経営面積全体の収穫量平準化を達成できます。20~30aの家族労働中心のイチゴ栽培に適した技術ですが、50aを超えるような大規模経営でも、夜冷処理施設との組み合わせ処理やより大型の冷蔵庫導入により、前進作型の面積を増やすことが可能です。

**技術導入に当たっての留意点:**

経営面積が30aを超えると2坪程度の冷蔵庫が必要になります。育苗ハウスと冷蔵庫の距離が離れていると冷蔵庫の近くに育苗スペースを確保する必要があり、どちらかを新設する場合には設置場所に留意することが重要になります。

**研究担当機関:**(執筆分担): 岡山大学(吉田裕一)、栃木県農業試験場(大橋 隆)、新潟県農業総合研究所(濱登尚徳)、和歌山県農業試験場(東 卓弥)、奈良県農業研究開発センター(西本登志)、香川県農業試験場(松崎朝浩)、長崎県農林技術開発センター(前田 衡)、農研機構近畿中国四国研究センター(山崎敬亮・矢野孝喜)

**お問い合わせは:** 岡山大学農学部 吉田裕一 E-mail [yyoshida@okayama-u.ac.jp](mailto:yyoshida@okayama-u.ac.jp)

間欠冷蔵処理による開花促進と開花期の分散化による連続収穫体系モデル

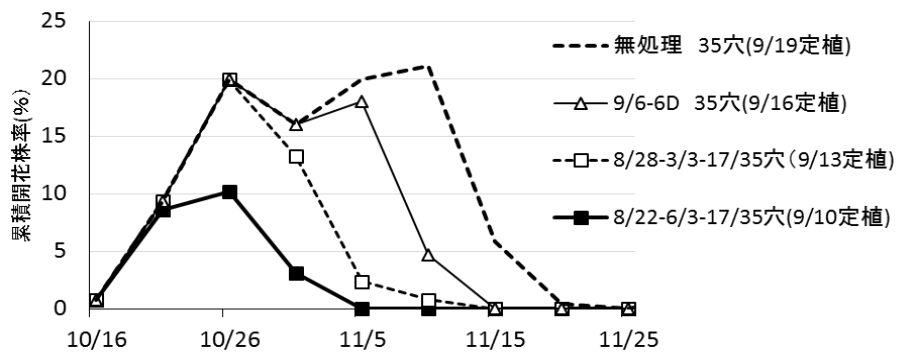


図3. 6日+3日, 3日2回と6日1回の間欠冷蔵処理と無処理区を組み合わせると同数ずつ栽培した場合の頂花房開花期の変動モデル. 約4%の個体は11月26日以降に開花(女峰, 2015, のぞみふぁーむ)

## トマト水耕栽培における革新的生産技術体系の確立

試験研究計画名:農業産業化ジャパノクオリティ・システム形成に向けた革新的技術体系の確立

研究代表機関名:テザイナーフーズ株式会社

### 技術体系開発のねらい:

現在、食品に対する消費者や実需者の志向は多様化（安全・美味しさ・健康）しているため、農業生産現場でもニーズに沿った対応が必要です。そこで、野菜市場で流通量が最も多いトマトで、消費者ニーズに合致するトマト生産のための技術体系を確立します。

### 開発技術の特性と効果:

トマト養液栽培において、より厳密に培地中カリウム濃度をコントロールすることで、トマト果実の糖度やリコペン含量などが向上することが明らかとなりました。さらに、より効果的な養液中カリウム濃度や施肥タイミングを解明し、地上部環境と地下部ミネラルイオン濃度のモニタリングによるトマト栽培環境を見える化し(写真2)、トマトの主要病害を抑制する紫外線照射技術を導入して栽培した高品質トマト（高糖度、高リコペン、高抗酸化力）の収量増加を実証しました(図1)。また、栽培した高品質トマト（高糖度、高リコペン、高抗酸化力）を選別するために改良した小型ライン付非破壊検査装置(写真3)で選別した高品質トマトは、消費者ニーズに合致することで、通常よりも高い価格で販売が可能であることを実証しました。

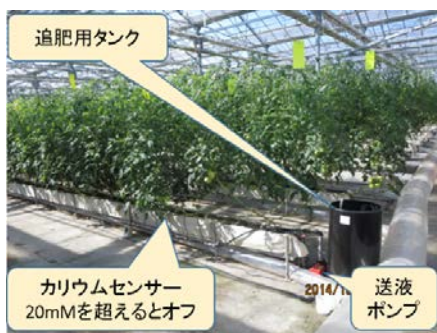


写真1 生産現場で導入可能な、カリウムセンサーで制御する追肥システムの概略図



写真2 栽培計測データ視覚化アプリのモバイルタブレット画面例（栽培環境の見える化）



写真3 小型ライン付非破壊検査装置による選果と、試食販売の様子

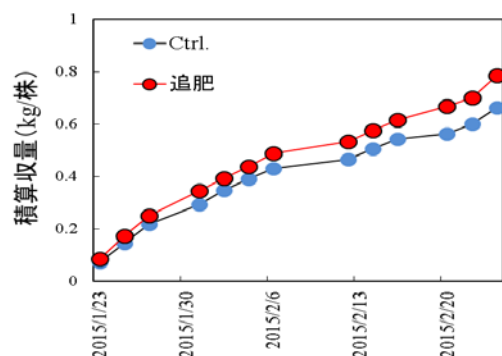


図1 追肥システムの導入によるトマト収量の増加



### 開発技術の経済性:

本開発技術体系は既存の水耕栽培圃場に追加設置するものであるため、技術導入による既存設備への弊害はないと考えられます。また、施肥制御も視覚化アプリケーションからの設定のみであるため、作業時間の増加もほとんどありません(表1)。40aの圃場に対して、追加初期費用は1,480万円程度ですが、収量の増加及び品質向上による価格単価の向上が考えられるため、年間売上として、粗収益で、約1,000万円の増加が見込まれます。

表1 本技術の採算性評価

経営評価区分	比較対象	モデル導入	
栽培面積(a)	40	40	
栽培条件	—	カリウム施用	
作業体系	家族・社員数(人)	4	4
	1人当たり作業時間(年間)	510	513
	1人当たり作業時間(最大月)	74	76
資本設備(初期投資)(千円)	106,814	121,619	
粗収益(千円)	23,344	33,582	
	予想販売単価(円/kg)	342	410
	圃場面積(a)	40	40
	収量(kg/10aあたり)	17,064	20,477
農業経営費(千円)	21,160	25,180	
主な変動	付帯設備の減価償却費	1,308	3,743
	物財費	4,297	5,057
設備投資見合	キャッシュフロー(千円)	3,631	11,289
	農業所得(混合所得)(千円)	2,183	8,402
	減価償却費(千円)	2,286	4,721
	税負担額(16%)(千円)	349	1,344
	家計費負担分(10%)(千円)	490	490
投資回収期間(年)	29.4	10.8	

### こんな経営におすすめ:

本開発技術体系は導入に難しい技術は必要がなく、通常のとまと施設栽培であれば導入可能ですので地域を選びません。また、導入当初から収量に差がみられるため、低段密植栽培から長期多段栽培まで圃場規模も選びません。とまとを樹上完熟させることでより品質の向上がみられますが、使用するとまと品種により反応性が異なる可能性があります。

### 技術導入にあたっての留意点:

圃場にセンサおよびフィールドサーバを設置するため、圃場内に家庭用電源(AC100V)が必要です。また、地上部環境とミネラルセンサを制御するのがタブレットのアプリケーションのため、圃場内にWifi環境があると効率的です。カリウムセンサについては、現在商品化に向けて調整中です。

**研究担当機関名:** デザイナーフーズ株式会社、株式会社イーラボ・エクスペリエンス、株式会社三菱総合研究所、農研機構 野菜茶業研究所、農研機構 花き研究所、国立大学法人三重大学、国立大学法人豊橋技術科学大学、国立大学法人静岡大学、国立大学法人東京農工大学、兵庫県立農林水産技術総合センター、長野県野菜花き試験場、香川県

**お問い合わせは:** デザイナーフーズ株式会社

電話 052-745-3255 E-mail office@designerfoods.net

**執筆分担** (デザイナーフーズ株式会社 有井雅幸、山本紘平、

農研機構野菜花き研究部門 中野明正、静岡大学 二川雅登)

## トマト果実品質を向上させるカリウム施肥技術

試験研究計画名：農業産業化ジャパンクオリティ・システム形成に向けた革新的技術体系の確立  
 研究代表機関名：テザイナーフーズ株式会社

### 開発のねらい：

トマトは、H23年青果物卸売市場調査では主要野菜の中で最も取引額の高い野菜です。消費者や実需者からは、安全・美味しさ・健康などの多岐にわたるニーズがあるため、それに沿ったトマト生産ができるようになれば、ビジネスモデルとして確立できます。トマト養液栽培において培地中カリウム濃度を制御することで、リコペン等の機能性成分が向上することが分かっていますので、それら成分が最大化される施肥条件を解明しました。

### 開発技術の特性と効果：

トマトのカリウム施肥において、果実重量を維持しながらリコペン含量を向上させるには、培地のカリウム濃度を10~20mMになるように変動させて管理することが必要であることが判明しました。また、安定的なリコペン向上効果には、第1果房開花期当初からカリウム濃度を高めるのが適切であることも分かりました。図1には低段密植少量培地栽培におけるカリウム高濃度施肥がトマト果実に及ぼす影響を示します。これらの成果をもとに、カリウムセンサで制御する、生産現場で導入可能な、追肥システムを開発しました（図2）

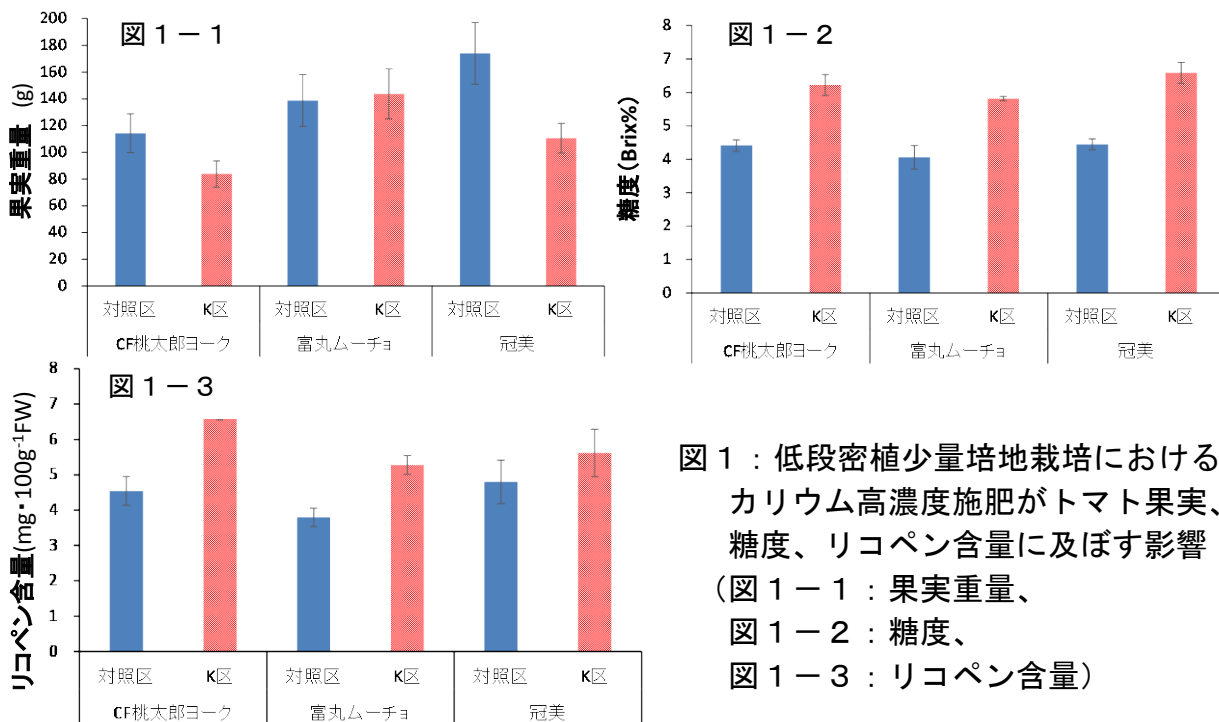


図1：低段密植少量培地栽培におけるカリウム高濃度施肥がトマト果実、糖度、リコペン含量に及ぼす影響  
 (図1-1：果実重量、  
 図1-2：糖度、  
 図1-3：リコペン含量)

### 開発技術の経済性:

トマト収量を低下させずに、効率的に品質向上（高糖度、高リコペン、高抗酸化力）が可能となる技術です。技術導入した圃場では、10a 当たりの装置導入コストと追肥による肥料価格の増加分、電気代の合計は 29 万円（10 ヶ月栽培）でした。高品質化によって kg 単価が 1 割増加できれば、62.5 万円（単価 250 円/kg × 収量 25t/10a で計算）の収入増加が想定される場合、33.5 万円/10a の増益効果があります。

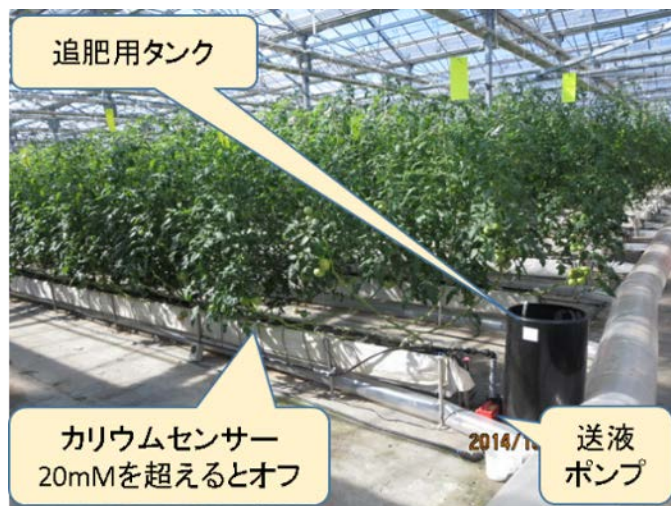


図 2：生産現場で導入可能なカリウムセンサーで制御する追肥システムの概略図

### こんな経営におすすめ:

本開発技術体系は導入に難しい技術は必要がなく、通常のトマト施設栽培であれば導入可能ですので地域を選びません。ただし、培地中カリウム濃度を制御するため、また、導入当初から収量に差がみられるため、低段密植栽培から長期多段栽培まで圃場規模も選びません。トマトを樹上完熟させることでより品質の向上がみられますが、使用するトマト品種により反応性が異なる可能性があります。

### 技術導入にあたっての留意点:

トマト品種によってはカリウム施肥によるリコペン含量向上効果がなかった事例もあります。根域の活性や地上部の光合成活性など様々な要因が関与すると予想されるため、生産現場での植物体の生理情報を細かくセンシングする必要があります。また、カリウムは根から吸収されることを考慮すると、培地量ができるだけ少ない方が効率がよいと考えられます。

設置箇所は、液肥タンク側と培地内の最低二か所の設置を推奨します。栽培面積が大きくなり、生育バラツキが大きい場合は、より培地観察点を増やす必要があると考えられます。

**研究担当機関名:** デザイナーフーズ株式会社、株式会社イーラボ・エクスペリエンス、株式会社三菱総合研究所、農研機構 野菜茶業研究所、農研機構 花き研究所、三重大学、豊橋技術科学大学、静岡大学、東京農工大学、兵庫県立農林水産技術総合センター、長野県野菜花き試験場、香川県

**お問い合わせは:** デザイナーフーズ株式会社

電話 052-745-3255 E-mail office@designerfoods.net

**執筆分担** (デザイナーフーズ株式会社 有井雅幸、山本紘平、農研機構野菜花き研究部門 中野明正、静岡大学 二川雅登)

## 高機能作物栽培のための培地内ミネラル連続計測技術の開発

試験研究計画名:農業産業化ジャパノクオリティ・システム形成に向けた革新的技術体系の確立  
 研究代表機関名:テザイナーフーズ株式会社

### 開発のねらい:

トマト養液栽培において、カリウム施肥による品質向上には培地中のカリウム濃度制御が必要です。しかし、既存のミネラルセンサは現場設置による連続測定に不向きであるため、カリウムイオンを主とするミネラル成分を直接・連続的に計測できる新たなミネラルセンサを開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

開発したミネラルセンサは、液肥タンク内や培地内のカリウムイオンを主とするミネラル成分を直接・連続的に計測でき、小型でかつ突き刺すことができる形状をしており、図1のように培地内を計測することもできます。また、耐久性の高さから、栽培現場での連続計測を可能とします(図2)。栽培現場で得られたデータはクラウドに蓄積でき、データ閲覧や灌水制御に利用可能です。別途開発した栽培計測データ視覚化アプリで見える化でき(図3)、オンタイムの培地ミネラル濃度の制御が可能です。また、このミネラルセンサでは電気的な外乱ノイズに影響されないため、安定したリアルタイムモニタリングが可能となります。



図1 ロックウール培地へセンサを挿入

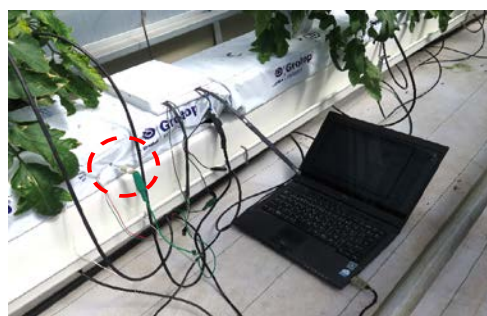


図2 栽培現場での連続計測の様子



図3 栽培計測データ視覚化アプリのモバイルタブレット画面例(栽培環境の見える化)

### **開発技術の経済性:**

培地内を直接計測しカリウムなどのミネラル成分の濃度を知ることは高機能作物の栽培に欠かせない技術となっています。ミネラルセンサヘッドのコストは、2,000円/個であり、3か月ごとに交換するとした場合、年間のコストは、1か所あたり、8,000円/年となります。今回の試験を例に、ミネラル量をコントロールし養液栽培を行うことにより、初期投資を含めても約10年間で投資分が回収できます。(トマトの収量および単価が約15~20%上昇することが見込まれます。)

### **こんな経営におすすめ:**

カリウム施肥栽培とのセット運用が基本となる技術です。トマト水耕栽培においてカリウム施肥は経営条件に適應しますが、他の野菜においても本技術の単独運用は可能であるため、低カリウム栽培を目指した養液栽培でも応用可能と考えられます。

### **技術導入にあたっての留意点:**

新規ミネラルセンサは実証段階であり、栽培現場での長期計測を適用し、その有用性を実証中の技術です。ミネラルセンサヘッドは使い捨てのため、定期的な交換が必要ですが、従来のガラス電極などと比較すると、単価が安く、1計測あたりのコストは低くなります。設置箇所は、液肥タンク側と培地内の最低二か所を推奨します。栽培面積が大きくなり、生育バラツキが大きい場合は、培地上の観察点を増やす必要があると考えられます。

**研究担当機関名:** デザイナーフーズ株式会社、株式会社イーラボ・エクスペリエンス、株式会社三菱総合研究所、農研機構野菜茶業研究所、農研機構花き研究所、三重大学、豊橋技術科学大学、国立大学法人静岡大学、国立大学法人東京農工大学、兵庫県立農林水産技術総合センター、長野県野菜花き試験場、香川県

**お問い合わせは:** デザイナーフーズ株式会社

電話 052-745-3255 E-mail office@designerfoods.net

**執筆分担** (デザイナーフーズ株式会社 有井雅幸、山本紘平、農研機構野菜花き研究部門 中野明正、国立大学法人静岡大学 二川雅登)

## 土壌センサーによる土壌溶液窒素濃度の ICT 制御

試験研究計画名:ハウス土壌除塩のための養液土耕栽培自動制御システムの開発

研究代表機関名:明治大学

### 開発のわらい:

土壌センサーが広く普及し、土壌水分、土壌電気伝導率 (EC) を手軽に測定できるようになりました。一方、養液土耕栽培における培養液供給量の自動制御は進みましたが、培養液濃度の自動制御については土壌センサーで測定するECに補正が必要なため、遅れていました。そこで、培養液濃度の自動制御に利用可能なECの補正法を確立し、供給培養液の量と濃度を自動で同時に制御するICT養液土耕栽培自動制御システムの開発を目指しました。

### 開発技術の特性と効果:

土壌溶液の窒素濃度は、土壌の水分と EC との回帰直線の傾斜から推定できます (図 1)。

土壌溶液の窒素濃度は、土壌の全てが水に置換えられた状態、すなわち、体積水分率 ( $W_s$ ) =1 に補正すると、土壌センサーの水分と EC から推定可能になります (図 2)。

この関係を利用して、開発した ICT 養液土耕栽培自動制御システムでは、実際に測定している土壌の水分と EC との相互変化から、 $W_s=1$  での土壌溶液窒素濃度を常に計算します。これを制御指標として栽培者が目標値を定めると、システムが目標値に近づけるように供給培養液濃度を制御すると、制御開始から 20 日ほどかけて、土壌溶液の窒素濃度は目標値に安定します (図 3)。

この機能を組込んだことで ICT 養液土耕支援システムでは、土壌水分と土壌溶液窒素濃度の双方での制御が可能になりました。

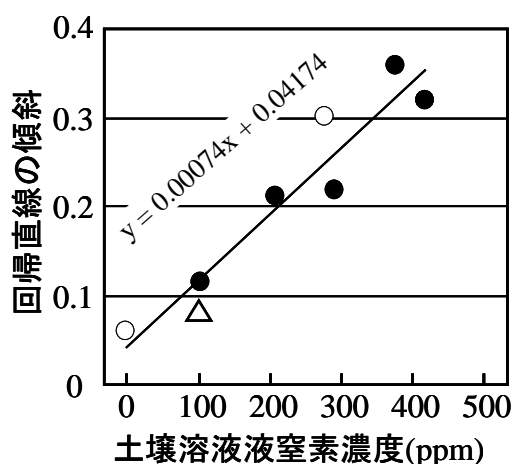


図1 土壌溶液窒素濃度と、土壌センサーで測定した土壌水分とECの直線回帰式の傾斜との関係

大塚ハウス1号と同2号を等量混合した培養液を供給してトマトを栽培した。土壌が供給培養液で満たされた条件で、「土壌溶液窒素濃度=供給培養液窒素濃度」とした。土壌の水分とECから、回帰式  $EC(S/m) = \text{傾斜} \times W_s + b$  を求めた。

●: 黒ぼく下層土、○: 砂壤土、△: 沖積土

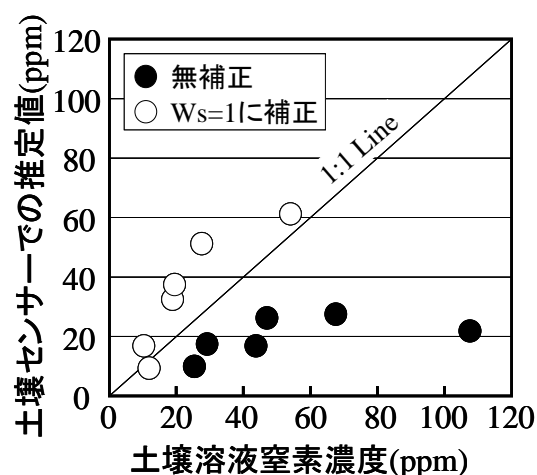


図2 土壌溶液濃度の実際値とセンサーでの推定の関係に及ぼす土壌水分補正の影響

土壌溶液は、遠心分離で採取した。「 $W_s=1$ に補正」では、実際値、推定値ともに補正した。

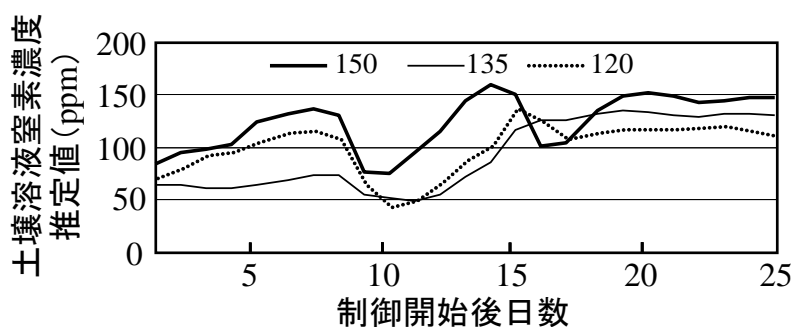


図3 本推定法による土壤溶液窒素濃度の制御例

露地栽培のナスでの土壤溶液窒素濃度をICT養液土耕支援システムで制御した。土壤溶液窒素濃度は、 $W_s=1$ に補正した。図中の数字は、目標とした土壤溶液窒素濃度である。2回の土壤溶液窒素濃度の低下は、雨による。

### 開発技術の経済性:

本システムにより土壤溶液中の窒素濃度を指標に施肥管理することで、従来の土壤水分を指標とした管理に比べて、ナスでは16%増収しました。また、水田に囲まれたハウスなど、下層土からの水供給が多いハウスで、高濃度培養液の少量供給が可能になるので、過湿害の軽減が期待できます。

### こんな経営におすすめ:

下層土からの水供給が多くて困っているハウスでの養液土耕栽培にお勧めです。本システムの適正規模は、20-50aです。

### 技術導入にあたっての留意点:

ECに、アンモニア、尿素は反応しないので、本法は硝酸を主体とした培養液で有効です。本法の有効性は、黒ボク下層土、砂壤土、沖積土などで確認されています。海水など硝酸以外の原因でECが高い土壤に本法を適用すると、培養液供給が少ないときに養分供給が過少になり、葉の退色が起こります。このようなハウスでは、制御目標とする土壤溶液窒素濃度を高めます。

**研究担当機関名:** 明治大学農場、電気化学工業株式会社・ライフイノベーション研究所、株式会社ルートレック・ネットワークス、群馬県農業技術センター

**お問い合わせは:** 明治大学農場 小沢 聖

電話 044-980-5300 E-mail kozawa@meiji.ac.jp

**執筆分担** (喜多英司、株式会社ルートレック・ネットワークス)

## アスパラガス栽培管理ソフトウェアの開発

試験研究計画名:寒地における革新的技術を実装した高収益施設アスパラガス経営の実証  
 研究代表機関名:学校法人 酪農学園 酪農学園大学

### 開発のねらい:

このソフトウェアは、酪農学園大学を始めとする学術研究成果と内山農園による40余年のアスパラガス栽培の経験知を反映させることで、寒地におけるアスパラガス栽培に最適な環境条件をその成長段階に分け、センシングシステムと天気予報サイトからの情報をもとに、最適条件範囲の継続時間が最大になるよう施設（ハウス側窓開閉とモミガラボイラーの温水循環）を制御するソフトウェアを目指しました。

### 開発技術の特性と効果:

本ソフトウェアは、萌芽促進期、春取り期、立茎期、夏秋取り期、株養成期、茎葉黄化期、休眠期の7つの成長段階（管理モード）の内1つを設定するだけで、圃場環境センサーと連携し、最適環境を保つよう、ハウス側窓の開閉とモミガラボイラーの温水循環を制御します。その特徴は、成長段階を選択するだけで最適環境条件を長時間維持できること、ハウス側窓の開閉装置および土中蓄熱暖房システムの温水循環装置を直接制御できること、既にセンシングシステム（比較的普及している製品に限る）が設置されている生産者は、既存システムから直接取得できる仕組みを用意していること、などです(図1)。

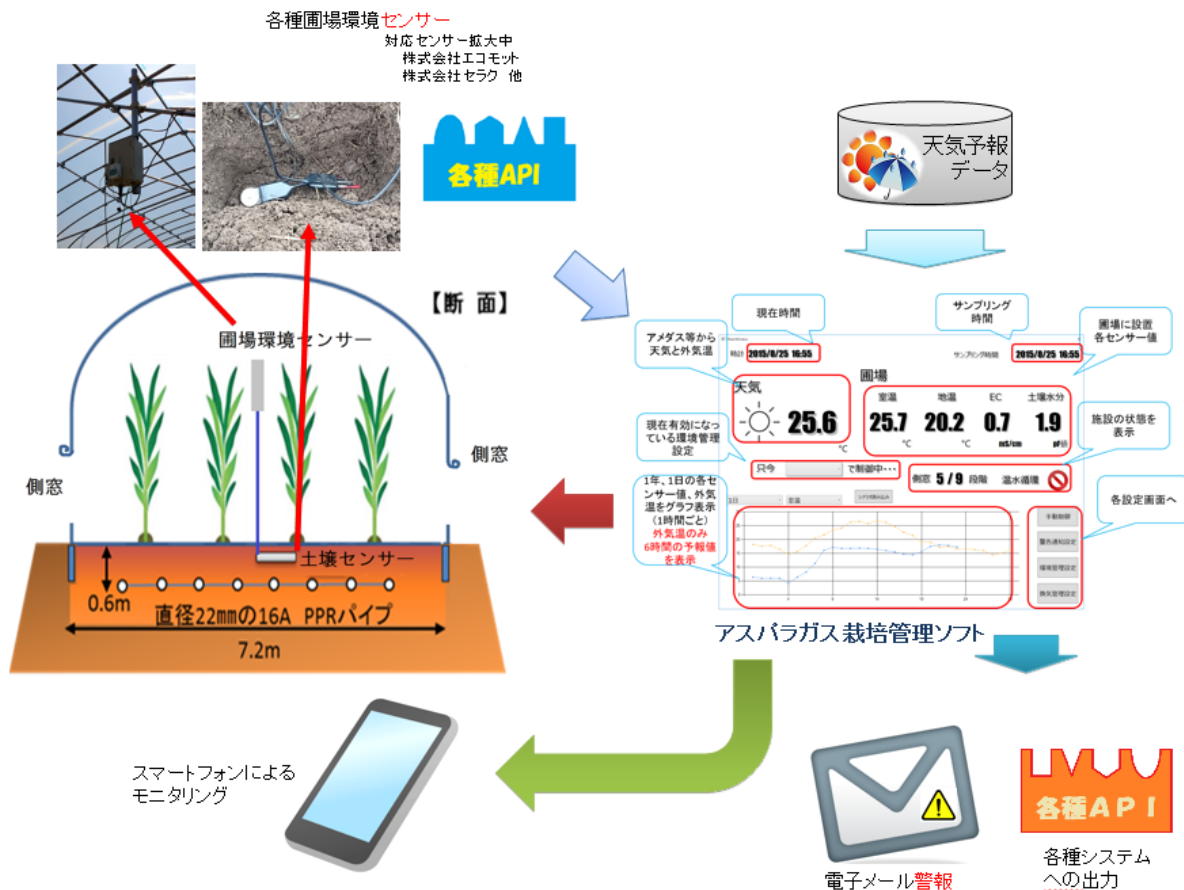


図1 アスパラガス栽培管理ソフトウェアの概要



### 開発技術の経済性:

本ソフトウェアの導入により、新規生産者であっても計画的で安定的な生産ができるため、定植3年目から慣行に比べて3倍程度の大幅な所得向上になると考えられました(図2)。また、既存の生産者が土中蓄熱暖房システムを導入した場合は、減価償却費が低減することから、10a当たり所得はより向上すると考えられました(3年目:1,087千円、8年目:1,495千円)。

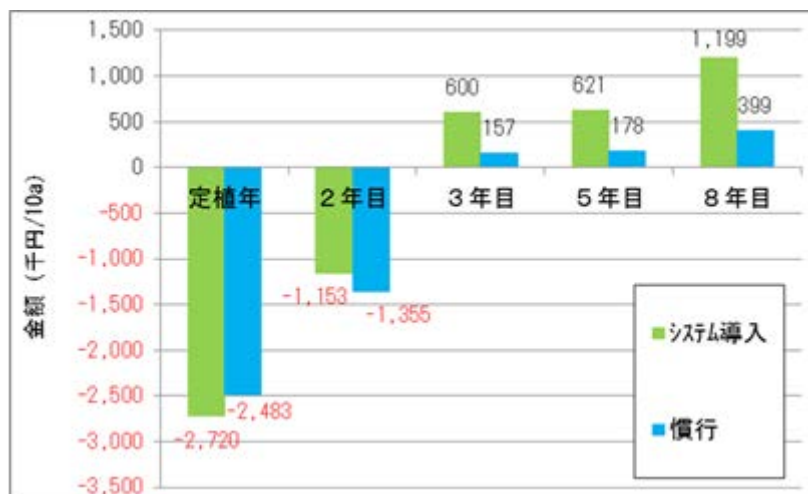


図2 モミガラ温水ボイラーと栽培管理ソフトウェアによる土中蓄熱暖房システムを導入した場合の所得の推移

### こんな経営におすすめ:

本ソフトウェアを導入すると、カンや経験を数値や図表に置換えられることで技術の視覚化や共有化が測られます。したがって、アスパラガス栽培の新規参入者だけでなく、既存の生産者であっても生産技術の向上に有効であると考えます。また、栽培環境をモニタリングすることによって、管理作業の省力化が図られるので、大規模生産者にはより有効な技術となります。

### 技術導入にあたっての留意点:

機器類は故障やトラブルが避けられません。したがって、農作業の基本である圃場の見まわりは随時行ってください。このソフトウェアは、手動による施設制御装置の操作が可能になっています。緊急(異常事態)時には、手動にて側窓開閉や温水循環停止など適時対応してください。

**研究担当機関名:** 酪農学園大学、株式会社ソラール、株式会社CSソリューション、内山農園、美唄市農業協同組合

**お問い合わせ先:** 酪農学園大学 農食環境学群 循環農学類 農場生態学研究室  
電話011-388-4793 E-mail tsonoda@rakuno.ac.jp

**執筆分担:** (酪農学園大学農食環境学群循環農学類 園田高広、株式会社ソラール 黒田邦臣、株式会社CSソリューション 澁谷良治・庄内道博・武田一真、内山農園 内山裕史、美唄市農業協同組合 原田光晴・坂内文仁・北藤吉浩・山本峻也・北藤雪子)

# 土中蓄熱暖房を利用した施設アスパラガスの作期拡大

試験研究計画名:寒地における革新的技術を実装した高収益施設アスパラガス経営の実証

研究代表機関名:学校法人 酪農学園 酪農学園大学

## 開発のわらい:

寒地における施設アスパラガス栽培は、環境条件の影響で出荷期間が短いことが問題でした。そこで、本実証研究では、春は萌芽に必要な温度を確保するとともに、秋から冬にかけて気温の低下が激しい時期には十分な光合成と養分転流期間を確保し、作期を拡大することをねらいとして、作土層そのものを暖める土中蓄熱暖房システムを開発し実証試験を行いました。

## 開発技術の特性と効果:

土中蓄熱暖房を行った定植2年目の実証区では、収穫前期の収量が対照区に比べて334%、作期全体でも134%増となりました(図1)。また、秋冬期における貯蔵根のBrix糖度は、10月下旬以降は対照区と同等になり、光合成と養分転流期間を確保できました(図2)。生育についても、対照区と同等となりました(図3)。これらのことから、土中蓄熱暖房は、施設アスパラガスの生育に影響を与えずに収穫開始時期が約1ヶ月、収穫終了時期が約1ヶ月延長できたことから、作期拡大に有効な技術であると考えます。

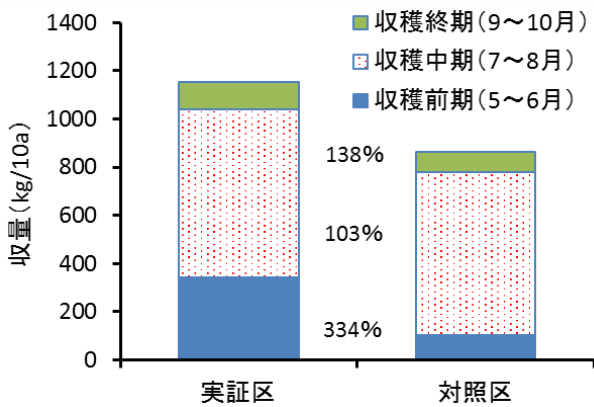


図1 土中蓄熱暖房がアスパラガス半促成栽培における収量に及ぼす影響

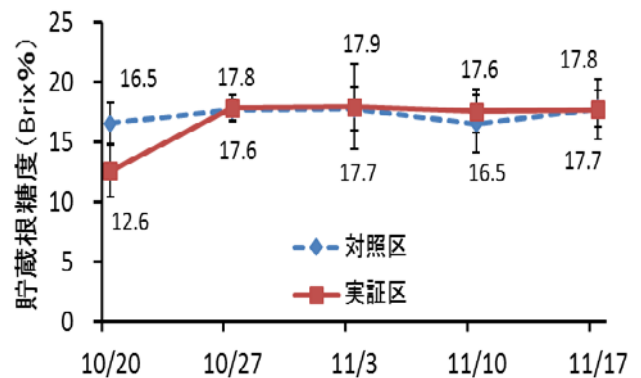


図2 土中蓄熱暖房がアスパラガス半促成栽培における秋冬季の貯蔵根糖度の推移に及ぼす影響

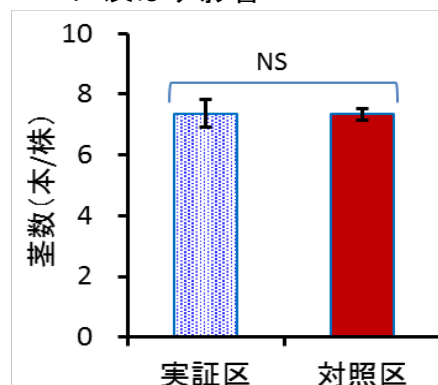
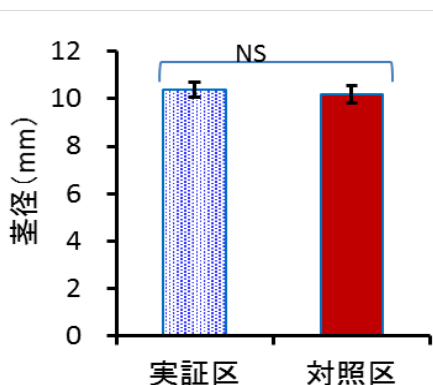


図3 土中蓄熱暖房がアスパラガス半促成栽培における茎径および茎数に及ぼす影響

## 開発技術の経済性:

土中蓄熱暖房による作期拡大が実証されたため、当初計画どおりの収量が得られると仮定した場合は、定植3年目から無加温ハウス栽培（慣行）に比べて3倍程度の大幅な所得向上になると考えられます。また、既存の生産者が本技術を導入した場合は、ハウス資材および農機具等の減価償却費が低減することから、10a 当たり所得はより向上すると考えられます（3年目：1,087千円、8年目：1,495千円）。

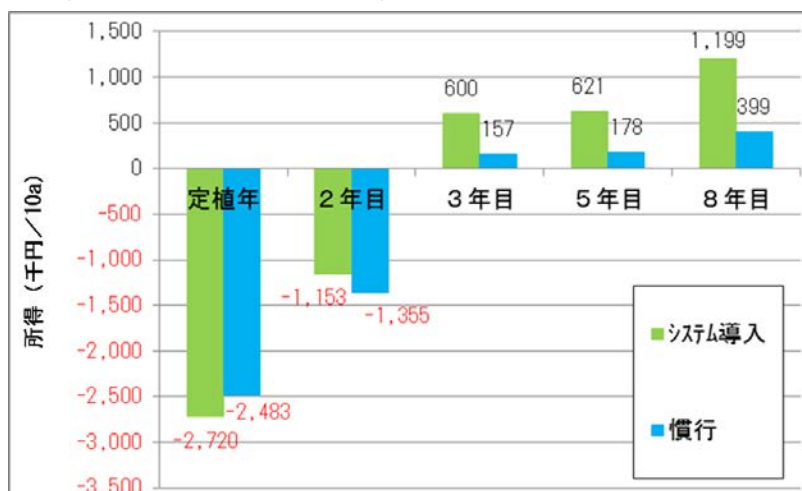


図4 土中蓄熱暖房システムを導入した場合の所得の推移

## こんな経営におすすめ:

作期拡大を可能とする土中蓄熱暖房は、作業の平準化が必要な100坪ハウス30棟(1ha)などの大規模栽培においても、集約的に取り組む小規模栽培においても、活用できる技術であると考えます。本技術の導入にあたっては、それぞれの栽培規模に応じた生産計画に基づき、本システムの導入規模を想定することで、本システムがより有効に活用できると考えます。大規模栽培では1/3~1/5に本技術を導入することで作業の平準化が図られます。また、10a程度の小規模栽培であれば、すべての施設に本技術を導入することで収量を大幅に増やすことができます。

## 技術導入にあたっての留意点:

土中蓄熱暖房では、配管中に空気だまりが発生し、温湯が循環しなくなるリスクがあります。したがって、放熱パイプを敷設する掘削底は、パイプに段差がないように掘削して下さい。また、放熱パイプの敷設は、パイプの巻癖（より）を戻して配置して下さい。

**研究担当機関名:** 酪農学園大学、株式会社ソラール、株式会社CSソリューション、内山農園、美唄市農業協同組合

**お問い合わせ先:** 酪農学園大学 農食環境学群 循環農学類 農場生態学研究室

電話011-388-4793 E-mail tsonoda@rakuno.ac.jp

**執筆分担**(酪農学園大学農食環境学群循環農学類 園田高広、株式会社ソラール 黒田邦臣、株式会社CSソリューション 澁谷良治・庄内道博・武田一真、内山農園 内山裕史、美唄市農業協同組合 原田光晴・坂内文仁・北藤吉浩・山本峻也・北藤雪子)

## 野菜の効率的な生産を可能とする施設園芸技術体系

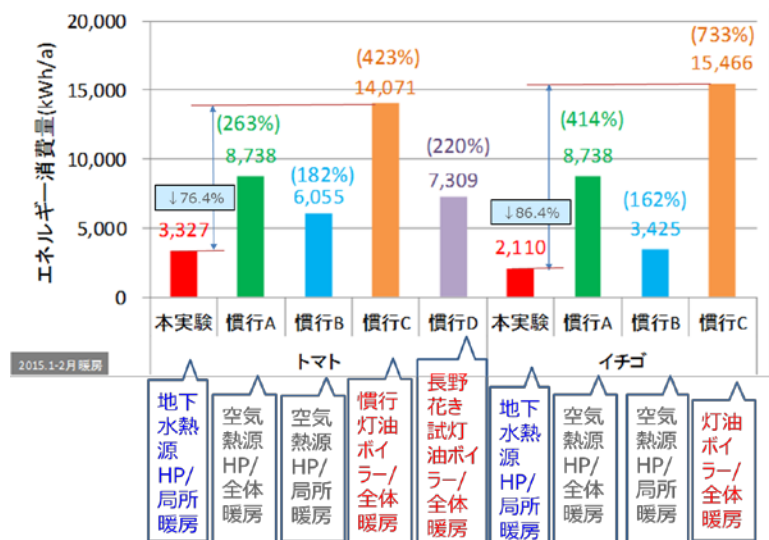
試験研究計画名：施設園芸栽培作物の低コスト・高品質・周年安定供給技術の確立

研究代表機関名：国立大学法人信州大学工学部

**開発のねらい：** 施設園芸作物が生育する上で重要な成長点や果実部を低エネルギーで適正温度に保つとともに作物残渣を有効利用した CO<sub>2</sub>の施用技術を開発することにより、夏期高温下や冬季低温下でも高品質な作物が周年安定的に高収量かつ低コストで生産できる全国展開可能な栽培方法を確立します。

### 開発技術の特性と効果：

夏秋イチゴとトマトのハウス栽培において地下水熱源ヒートポンプシステム（写真 1）を用いた実証ハウスで、生長点や果実部を重点的に冷暖房する複合型局所温度制御方式（写真 2）を開発・導入した結果、厳冬期のみならず酷暑期においても作物周辺を適正温度に維持でき、ボイラー暖房を使用した慣行栽培ハウス比ではイチゴ 86.4%、トマト 76.4%の暖房エネルギー消費量が削減でき（図 1）、



イチゴ栽培では、収量が 11.98 t /10a で、可販果率は全定植区で 95%を超えました。また、トマトでは平均可販収量が対照区の 8.3 t /10a に対し実証区は 11.1 t /10a となりました。開発技術の導入により、イチゴおよびトマトの低コスト・高品質・安定多収量栽培が可能となりました。作物残渣を利用した CO<sub>2</sub>施用については、アンモニアなどの有害ガス発生を抑えた低価格発酵装置が開発されていますが、実用化に当たり残された課題について研究が進んでいます。



写真 1 地下水熱源ヒートポンプシステム



写真 2 複合型局所温度制御方式

## 開発技術の経済性:

イチゴの慣行栽培（長野県における夏秋・高設イチゴ農業経営指標）およびトマトの慣行栽培（長野花き試験場データ）を実証試験結果と共に経済分析した結果を図2（左:イチゴ、右:トマト）に示します。なお、算定に当たっては、ヒートポンプ・電気・ユビキタス設備コストは実証試験経費で算出し、熱源水用の井戸設備コストは掘削総延長28m（ケースA, C）あるいは実証施設実績の140m（ケースB, D）とするとともに、イチゴの販売価格はサイズを2L固定で年間一律2,290円/Kg(=27,073千円/10a/年；ケースA, B)あるいはサイズS~2Lは実証区実績で信大BS8-9卸実績価格の1,725円/Kg(=20,400千円/10a/年；ケースC, D)としています。一方、イチゴ栽培ではBrix糖度が8~13、ビタミンC含量30~57mg/100gFW、クエン酸含量0.7~1.45%と高品質な上、促成栽培の3t、夏秋取りの2tと比べて周年栽培が可能となった実証試験で11tの可販収量実績（10a/年）が示され、実証試験技術を利用したハウス栽培が慣行栽培と比べて圧倒的優位にあることが実証されました。

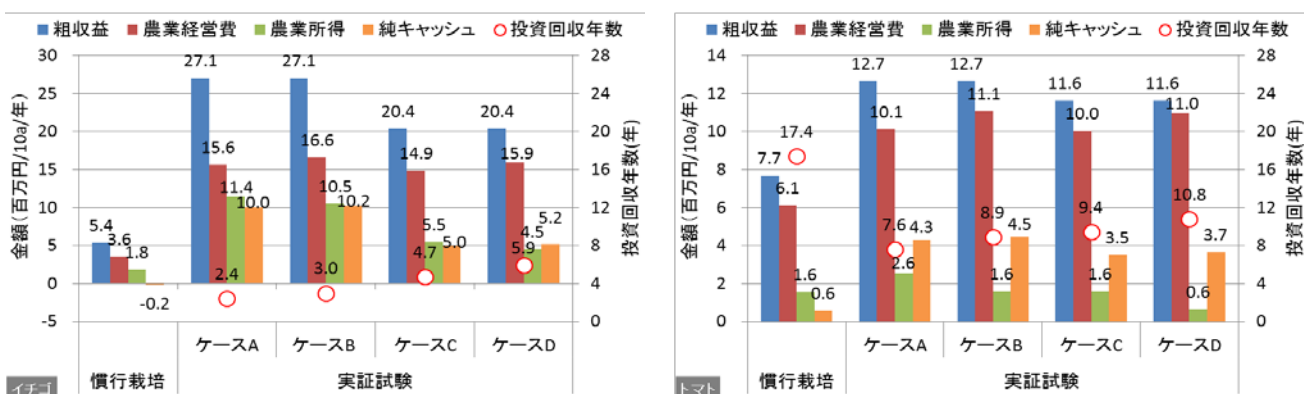


図2 開発技術体系の実証試験と慣行栽培の経済性比較「注：農業所得=粗収益-農業経営費(ランニングコスト+減価償却費)=純キャッシュ+家計費+税金」

## こんな経営におすすめ:

既に井戸がある既設ハウスなどで熱源のみ変更する場合には、施設建設に関わる初期費用が大幅に削減できます(実証試験における井戸掘削費用は8.2万円/m)。また、冷暖房が可能のため、栽培と出荷が計画的に調整でき、周年で高度安定営農が可能となります。

## 技術導入にあたっての留意点:

本技術では冷暖房に地下水を熱源としたヒートポンプシステムを利用しているため、地下水が得られない地質条件の場所では施設の立地が困難です。なお、井戸掘りが必要な箇所では井戸掘り費用がかかります。また、投資回収年数は極めて短いものの施設建設にある程度の初期投資が必要であること、地下水熱源ヒートポンプシステムの運転や環境制御システムの運用は多少の習熟が要求されることにご注意下さい。

**研究担当機関名:** 国立大学法人信州大学、農研機構農村工学研究所、野菜茶業研究所、株式会社シバサキ、長野県野菜花き試験場

**お問い合わせ先:** 信州大学工学部 藤縄 克之

電話 026-269-5253 E-mail fujinawa@shinshu-u.ac.jp

**執筆分担:** (信州大学工学部 藤縄克之、信州大学農学部 大井美知男、信州大学繊維学部 高橋伸英、農研機構農村工学研究部門 奥島里美、農研機構野菜花き研究部門 安東赫、株式会社シバサキ 今井正、長野県野菜花き試験場野菜部 山口秀和)

# イチゴの低コスト・高品質・多収・周年安定供給を可能とする 地下水熱源ヒートポンプ利用複合型局所温度制御技術

試験研究計画名：施設園芸栽培作物の低コスト・高品質・周年安定供給技術の確立

研究代表機関名：国立大学法人信州大学工学部

**開発のねらい：** 地下水を熱源とするヒートポンプシステムをイチゴの園芸施設に導入し、作物が生育する上で重要なクラウン部や果実部などに複合的な局所冷暖房を行って最適温度に維持管理することにより、冷暖房エネルギーが削減でき、冬期低温下のみならず夏期高温下でも、

高品質な作物が同一株で周年連続安定栽培ができ、高収量（目標：年間で10トン以上/10a）かつ低コストで生産できる全国展開可能な栽培方法を確立しました。

## 開発技術の特性と効果：

地下水熱源ヒートポンプシステムと複合型局所冷暖房方式(写真1)の開発により厳冬期においても作物周辺を最適環境に維持することにより、ボイラー暖房利用の慣行栽培ハウス比で86.4%の消費エネルギーが削減できました(図1)。さらに、同技術を酷暑期の冷房に利用して夏場におけるイチゴの低コスト・高品質・安定栽培が実証できました(185㎡の実証ハウスでの6~10月期の冷房コストは約11万円/月でした)。四季成り性イチゴ品種「信大BS8-9」の栽培試験では、栽培期間を通して生育促進と連続開花が認められ、果実の糖度(図2参照)、ビタミンC、クエン酸などの品質指標も極めて高品質であることが確認でき、11月定植区の周年収量が11.4t/10a(図3参照)となるなど、すべての定植区で周年収量10tを超えることが予想されました。

地下水熱源HP/局所暖房

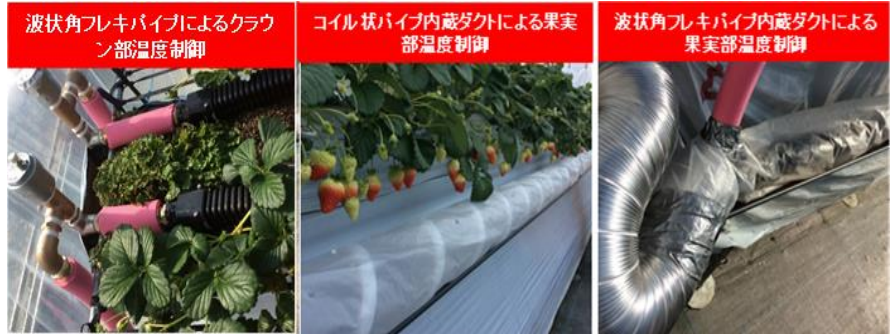


写真1 複合型局所温度制御



図1 消費エネルギー比較

## 開発技術の経済性：

イチゴの慣行栽培(長野県における夏秋・高設イチゴ農業経営指標)を実証試験結果と共に経済分析した結

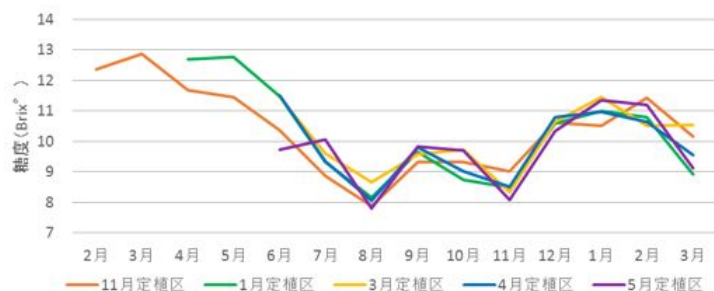


図2 定植区別の月平均糖度

果を図4に示します。なお、算定に当たっては、ヒートポンプ・電気・ユビキタス設備コストは実証試験経費で算出し、熱源水用の井戸設備コストは掘削総延長28m(ケースA, C)あるいは実証施設実績の140m(ケースB, D)とする

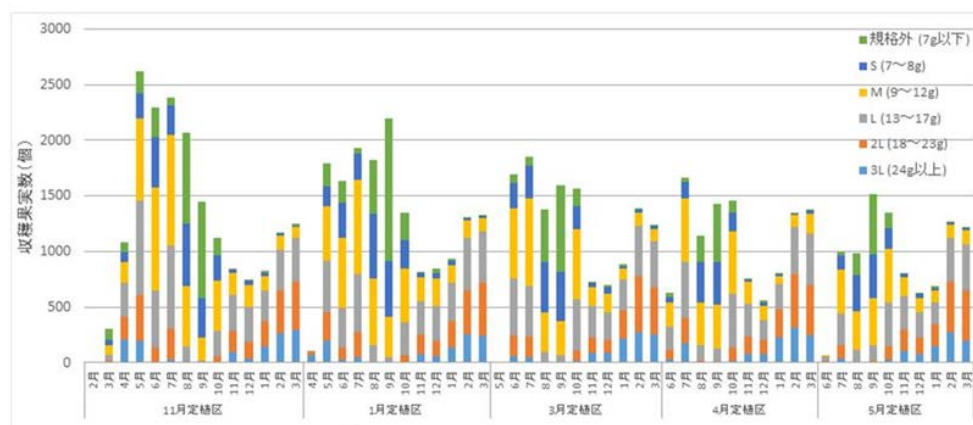


図3 四季成り性イチゴ品種「信大BS8-9」の月別収穫果実数

とともに、イチゴの販売価格はサイズを2L固定で年間一律2,290円/Kg(=27,073千円/10a/年; ケースA, B)あるいはサイズS~2Lは実証区実績で信大BS8-9卸実績価格の1,725円/Kg(=20,400千円/10a/年; ケースC, D)としています。本システムの展開コストは、井戸の掘削深度により若干の相違はありますが、10a規模で初期費用約7,000万円、売上高約2,500万円/年、農業経営費約1,700万円/年程度になるものと推定しています。ちなみに、「農業所得=粗収益-農業経営費(ランニングコスト+減価償却費)=純キャッシュ+家計費+税金」です。

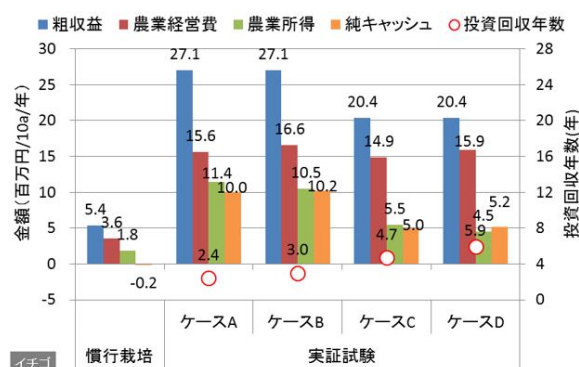


図4 実証試験と慣行栽培の経済性比較

### こんな経営におすすめ:

既に井戸がある既設ハウスなどで熱源のみ変更する場合には、施設建設に関わる初期費用が大幅に削減できます。また、冷暖房が可能なため、栽培と出荷が計画的に調整でき、周年で高度安定営農が可能です。

### 技術導入にあたっての留意点:

本技術は冷暖房に地下水を熱源としたヒートポンプシステムを利用しているため、地下水が得られない地質条件の場所では施設の立地は困難です。また、投資回収年数は極めて短いものの施設建設にある程度の初期投資が必要であること、地下水熱源ヒートポンプシステムの運転や環境制御システムの運用は多少の習熟が要求されることにご注意ください。

**研究担当機関名:** 国立大学法人信州大学、農研機構農村工学研究所、野菜茶業研究所、株式会社シバサキ、長野県野菜花き試験場

**お問い合わせは:** 信州大学工学部 藤縄 克之

電話 026-269-5253 E-mail [fujinawa@shinshu-u.ac.jp](mailto:fujinawa@shinshu-u.ac.jp)

**執筆分担:** (信州大学工学部 藤縄克之、信州大学農学部 大井美知男、信州大学繊維学部 高橋伸英、農研機構農村工学研究部門: 奥島里美、野菜花き研究部門安東赫、(株)シバサキ 今井正、長野県野菜花き試験場野菜部 山口秀和)

# 生育予測を組み込んだ日別・圃場区別収穫量管理システムを用いた 出荷調整支援

試験研究計画名:レタス・キャベツ周年安定供給のための産地間連携・産地内協調  
支援システムの構築と実証

研究代表機関名:農研機構 野菜茶業研究所

## 技術体系開発のわらい:

消費の過半を占めるに至った加工・業務用向け契約栽培では、長期間の定時定量出荷が求められています。収穫適期の短いレタスでは、多数圃場区への連続作付を行っています。気象条件による収穫期変動、多数圃場区の生育状況が変化する中で、着実に出荷量を確保することは容易ではありません。さらに、契約出荷量を遵守するために行っている過剰作付から生じる計画余剰生産物を、日々の契約出荷をこなす中で、獲り損ね・売り損ねせずに、販売していくことが契約栽培の要諦とも言えます。そこで、生育予測により、収穫労務・販売調整を行うための時間的余裕を作り出す出荷調整支援システムを開発しました。

## 開発技術の特性と効果:

定植日別品種植え付け面積とメッシュ気象データを入力条件とした生育モデルシミュレーションと結球開始期の目視確認情報に基づく生育予測システムおよび収穫・出荷などの業務フローの見える化により、作業・販売状況推定が可能となりました。次に、収益に及ぼす影響を見ながら、出荷調整量・時期を、手引き書に従って、探索することにより、逸失利益の最小化が図れます。

大規模生産法人の生産現場では、気象条件の変動により求められる収穫作業・出荷・販売の当初計画からの修正に、対応が間に合わず、収穫ロスや販売機会逸失ロスが、約10%程度生じていることを明らかにしましたが、本技術体系により、これらの損失を大幅に減少させることができます。また、産地リレーの計画段階でも、産地・季節ごとのリスクを定量的に判断できます。

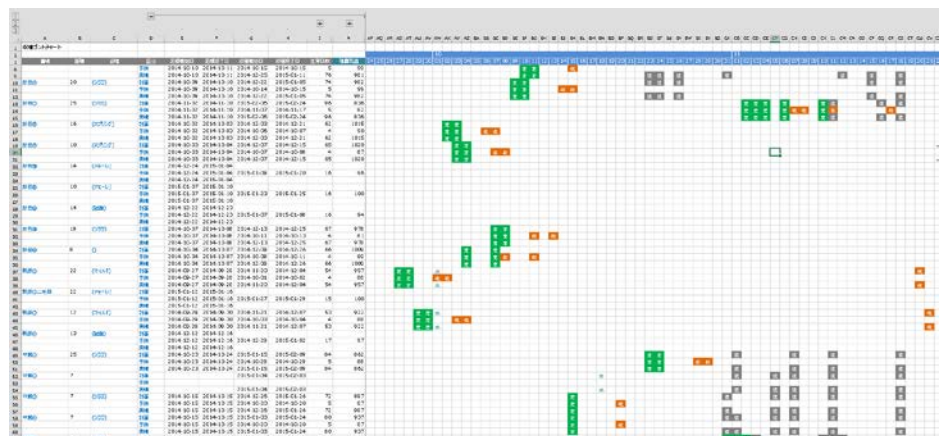


図1 生育予測を組み込んだ日別・圃区別収穫量管理システム (実体はExcel アプリです。図は定植日・収穫始期・終期などのガントチャート表示シート)



## 開発技術の経済性:

生育予測を組み込んだ日別・圃場別収穫量管理システムは無料配付することとしています。また、日別・圃場区別定植数などの必要データは、本技術導入の前提条件である既存生産管理システムからのデータインポートによるので、新たな導入コストを掛けることなしに、収穫ロスや販売機会逸失ロスを削減できます。ただ、その削減効果については、ロスの割合がそもそも天候不順程度により変動する上、個々の経営の販売力・労務調整力に依存するので、一定ではありませんが、10%のロスが生じた場合、大幅な削減が期待できます。

## こんな経営におすすめ:

規模・圃場数・圃場の分散程度が大きく、かつ、契約栽培が主体の経営では、収穫ロス・販売機会逸失ロスが生じやすくなります。生産管理システムが導入済みであれば、新たな導入コストがほぼ不要であることから、導入効果が大きいと期待されます。

## 技術導入にあたっての留意点:

現在使用している生産管理システムの出力データが本システムで必要とするデータ項目を満たしているか否かについては、確認が必要です。

**研究担当機関名:** 農研機構 野菜茶業研究所、農研機構 中央農業総合研究センター、茨城県農総七園芸研究所、静岡県農林技研、長野県野菜花き試、香川県農試、(株)JSOL、キューピー(株)研究開発本部

**お問い合わせ先:** 農研機構 野菜花き研究部門 野菜生産システム研究領域長

電話 029-838-8528 E-mail Okada\_Kunihiko@affrc.go.jp

**執筆分担** (農研機構 野菜花き研究部門 野菜生産システム研究領域 岡田邦彦)

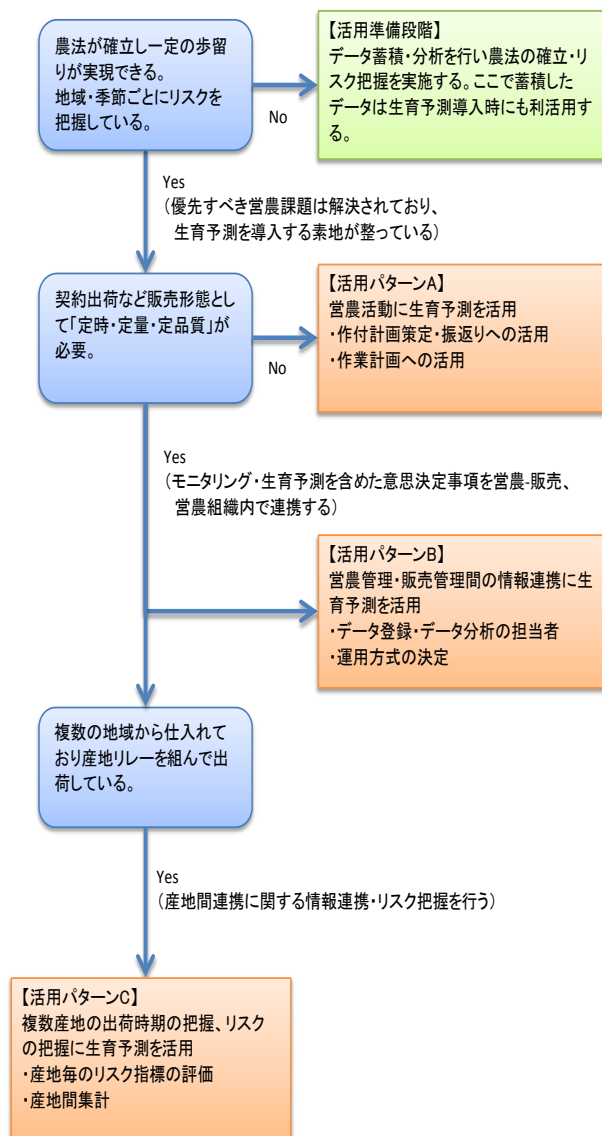


図2 生育予測の導入チェックフローチャート

# レタス葉齢推定モデルとべた掛け・トンネル被覆内気温推定モデル

試験研究計画名：レタス・キャベツ周年安定供給のための産地間連携・産地内協調支援システムの構築と実証

研究代表機関名：農研機構 野菜茶業研究所

## 開発のわらい：

消費の過半を占めるに至った加工・業務用向け契約栽培では、長期間の定時定量出荷が求められています。収穫適期の短いレタスでは、多数圃場区への連続作付を行っていますが、気象条件により収穫期変動するなか、獲り損ね・売り損ねを最小にするためには、生育予測により計画からのずれを早期に認識し、十分な収穫労務や販売調整を行える時間的余裕が必要です。そのためのキーテクとして、レタス生育モデルおよびべた掛け・トンネル被覆内の気温を一般気象データから推定する手法の開発が必須です。

## 開発技術の特性と効果：

3次メッシュデータシステムからデータ取得可能な日平均気温・日射量から予測可能なモデルとしました。葉齢を結球開始期前後で傾きの異なる積算温度の1次式で葉齢を推定したのち、葉齢-結球葉数推定式から結球葉数を推定します。その際、べた掛け・トンネル被覆内気温については、被覆資材・被覆方法（トンネル換気法・換気幅）ごとに定めた推定式により求めます。

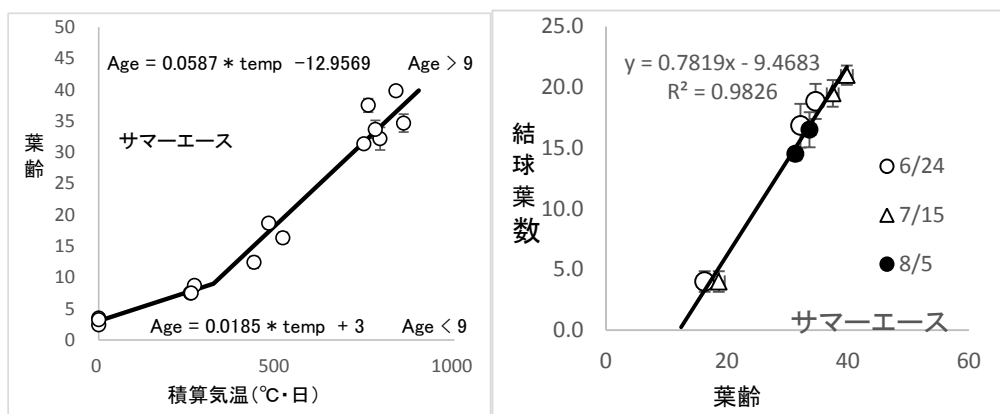


図1 葉齢・結球葉数予測モデル

(左：葉齢推定モデル、右：葉齢-結球葉数推定モデル (図は品種「サマーエース」のもの)

表1. 葉齢増加モデル・結球葉数推定モデルパラメータが得られている品種リスト

サマーエース	スプリングヘッドグラス	シニア	クールガイ
サマーヘッドグラス	ラブトル	ラブトル	トリガー
エスコート	パーナル、	TLE-505	シスコビバ
スターレイ	スティンガー	TE-242	ゴジラ
マイルド	アスレ	モデナ	スプリングヘッドグラス
ステディ	アモーレ	プラノ	トップギャラン

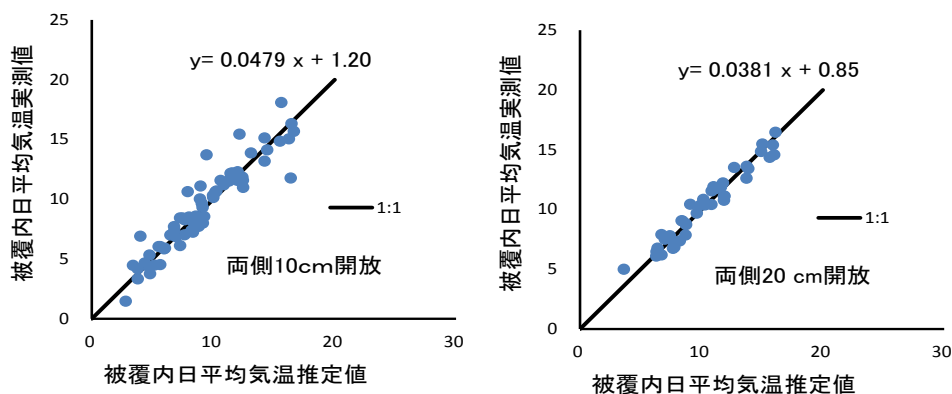


図2 トンネル内気温(畝中央 15cm 高) 推定式モデルの推定値と実測値の関係  
 図は塩ビフィルムトンネルの裾上げ両側 10cm と両側 20cm の場合を例示。  
 図中式凡例 y: 日平均気温の被覆内外差 x: 日射量

### 開発技術の経済性:

本モデルを組み込んだ日別・圃場別収穫量管理システムは無料配付することとしています。また、日別・圃場別定植数などの必要データは、同システム導入の前提条件である既存生産管理システムからのデータインポートによれば、特段の追加ランニングコストは必要ありません。

### こんな経営におすすめ:

日別・圃場別収穫量管理システムの有効活用が見込める、規模・圃場数・圃場の分散程度が大きい経営では利用価値が高いほか、地域農協単位での出荷予測にも活用が可能です。

### 技術導入にあたっての留意点:

生育モデルの各パラメータは品種ごとに異なるものを用いているため、現時点でパラメータが得られていない品種については、モデルパラメータを決定するためのデータ取得のための試験が必要となります。同様に、トンネル被覆内気温についても、パラメータが得られていない被覆資材や換気方法については、同様に別途データ取得が必要となります。以上について、個別の相談は下記の問い合わせ先に照会してください。

**研究担当機関名:** 農研機構 野菜茶業研究所、農研機構 中央農業総合研究センター、茨城県農総七園芸研究所、静岡県農林技研、長野県野菜花き試、香川県農試、(株)JSOL、キューピー(株)研究開発本部

**お問い合わせ先:** 農研機構 野菜花き研究部門 野菜生産システム研究領域長  
 電話 029-838-8528 E-mail Okada\_Kunihiko@affrc.go.jp

**執筆分担** (農研機構 野菜花き研究部門野菜生産システム研究領域 岡田邦彦)

## 安定出荷を支援する集出荷コントロール技術

試験研究計画名：高度な計画出荷を可能にする集出荷コントロールに関する研究

研究代表機関名：NECソリューションイノベータ株式会社

### 開発のねらい：

日々の生産量が天候に左右されやすい野菜生産においても、市場ニーズに応える「計画出荷」が求められています。保存の効かない軟弱野菜では計画出荷のため、特に多くの労力が必要となります。計画出荷の実現には集出荷場と複数の生産者とが連携し、日々の生育状況から収穫日や収穫量を判断、それを集計し、計画出荷量の確保に努める必要があります。集出荷コントロール技術は、集出荷場と生産者との間で交わされる集出荷計画に関する情報を集約、見える化、分析する仕組みを提供し、計画出荷に要する労力を軽減します。

### 開発技術の特性と効果：

インターネットを介して、収穫や出荷の計画を集出荷管理者と複数の生産者とで共有し、日々の収穫計画を調整する機能により、集出荷管理者は生産者との頻繁な電話連絡から解放され、生産者はタブレット端末やスマートフォンを用いて、収穫計画を圃場で確認、計画変更を集出荷管理者に伝えることが容易となります。また、集出荷場の入庫状況や出荷準備状況を見える化する機能により、出荷当日の収穫量変更の判断が迅速となり、追加収穫の手間や農産物の廃棄を減らすことができます。季節ごと、圃場ごと、品種品目ごとに収穫量と出荷量の関係を実績振り返りの機能は、収穫や出荷の計画の精度を向上させ、より安定的な出荷量の確保に役立ちます。



図1 収穫計画調整支援の画面



図2 集出荷状況見える化の画面

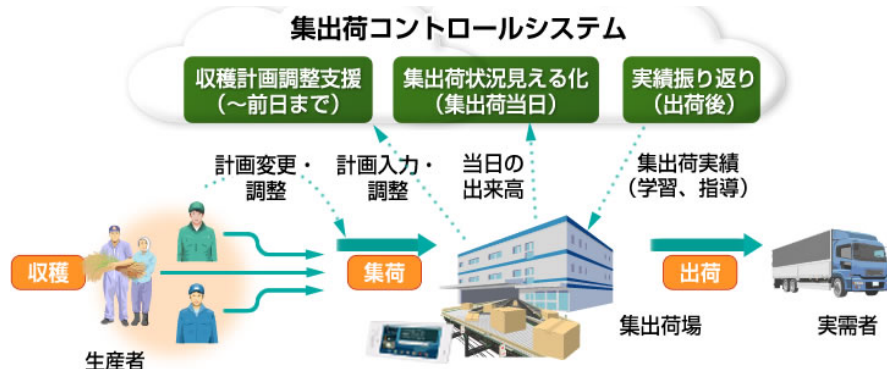


図3 集出荷コントロール技術を活用したシステムのイメージ

## 開発技術の経済性:

事前に出荷量を定める契約出荷は、一般的に市場出荷より高値取引ですが、契約量を出荷できないリスクを避けるため、確実に確保できる量で契約されます。契約量を増やすためには、集出荷管理者と生産者とが連携し、出荷量を調整、安定出荷を実現することが重要ですが、この調整は容易ではありません。開発した技術は、ICT（情報通信技術）を活用し、調整作業のコストを削減します（おおや高原有機野菜部会[兵庫県養父市]における2015年の実証実験で35～59%削減を確認）。この技術を導入することで、大きな労力をかけずに安定出荷を実現し、生産者の収益増に繋げることが可能となります。

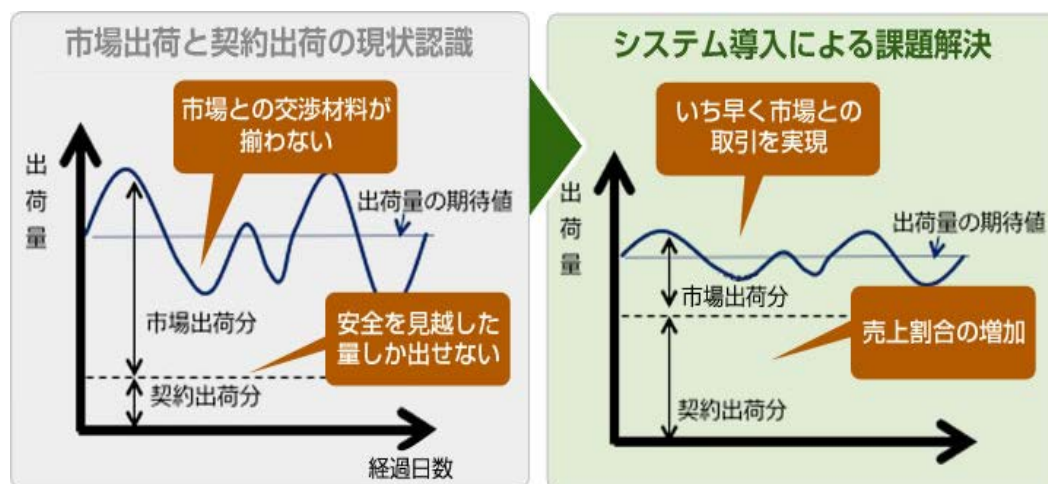


図4 集出荷コントロールシステム導入による安定出荷実現のイメージ

## こんな経営におすすめ:

集出荷管理者と生産者とが協調することで安定出荷や収益性の向上を実現したいと考える生産者団体、農業協同組合、農業法人への普及、利用を想定しています。軟弱野菜に限らず、多数の生産者から集荷、出荷量を早期に確定することで高値取引ができる花き等の集出荷でも利用可能です。また、生産者全員の利用が困難な場合でも、利用する生産者間の調整により集出荷量が安定するため一定の効果が期待できます。

## 技術導入にあたっての留意点:

インターネットを利用するシステムのため、情報の入力／閲覧のために、タブレット端末やスマートフォンが通信ネットワークに接続されている必要があります。無線通信インフラ未整備の山間などにある圃場、集出荷場では、通信圏内に移動して入力／閲覧するなど運用上の工夫、あるいは有線のインターネット回線の用意が必要となります。

**研究担当機関名:** NECソリューションイノベータ株式会社、有限会社アグリハイランド金谷、たじま農業協同組合、養父市役所、兵庫県但馬県民局朝来農林振興事務所 朝来農業改良普及センター

**お問い合わせ先:** NECソリューションイノベータ(株) イノベーション戦略本部

電話: 03-5534-2419, E-mail: bipo-inquiry@nes.jp.nec.com

**執筆分担** (NECソリューションイノベータ(株) イノベーション戦略本部 田口 大悟)

## 東アジア中元節・中秋節をターゲットにしたモモの輸出

試験研究計画名:東アジア中元節・中秋節をターゲットにした日本産高級モモの輸出流通

システムの構築

研究代表機関名:国立大学法人 岡山大学

### 技術体系開発のわらい:

東アジアにおける祭事の贈答用として、国産モモの需要が期待されます。本研究では、モモを10℃あるいは1~0℃下に置くことにより、低温障害の発生なく、モモの鮮度を約2週間保持できることに基づき、生産地近郊での貯蔵や流通・輸送における適切な温度制御を核とした、東アジアの中元節・中秋節に合わせた低コストな海運輸出システムを開発します。

### 開発技術の特性と効果:

中晩生白桃系品種は10℃設定コンテナで過熟となりますが、1℃設定では凍結・低温障害とも発生せず、輸出が可能でした。一方、晩生~極晩生品種では1℃および5~10℃設定コンテナのいずれでも輸出が可能でした(図1)。この場合、5℃設定でも6日間程度であれば、果実周辺温度は約7℃を推移し、低温障害が発生しませんでした。また、収穫後、産地近郊に温度ブレの小さい高性能の冷蔵施設を導入し、0℃において1週間程度貯蔵した後、空輸により香港に輸出することによっても、低温障害の発生がなく、輸出が可能でした(図2)。

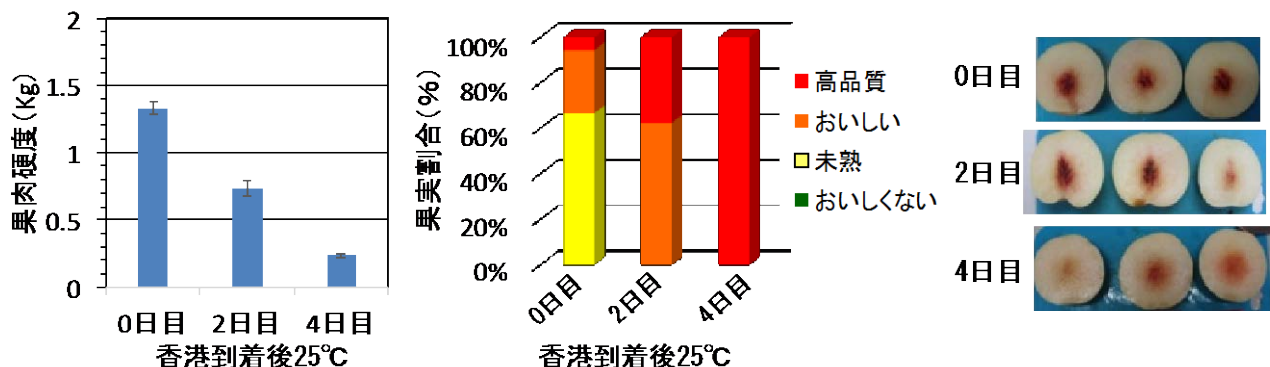


図1 1℃設定コンテナにより香港中秋節時期に輸出した岡山産晩生品種‘恵白’の香港での果肉硬度(左)、食味評価(中央)果実の状態(右)

### 開発技術の経済性:

海運輸出により、空輸と比べて約8割の輸送コストの削減が見込まれます。また、輸出時期の調整によって、中元節・中秋節の祭事あるいは品薄の時期を狙い、贈答用としてなど高値販売が期待できます。香港の商社や小売への聞き取り調査では、8月中旬の品薄の時期には、1~2割程度の高値を示されたこともありました。

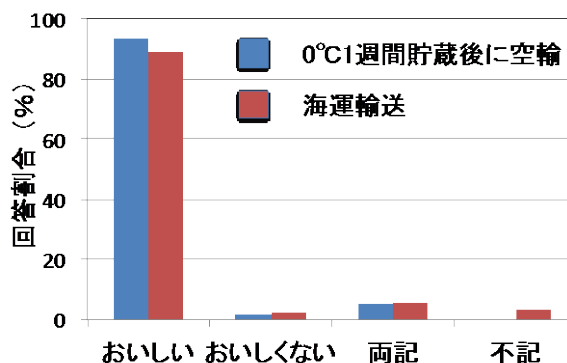


図2 1°C設定コンテナ（約1週間）および0°C1週間貯蔵＋空輸により、中元節時期に香港に輸出した‘おかやま夢白桃’の果実の様子（左）と Food Expo 来場者による試食結果（右）

### こんな経営におすすめ:

海運による輸送費削減を最大限に活用するには、高い積載率が望ましく、合同出荷体制を持つ大きな産地や、多品目を集め混載輸出する商社と連携を持つ経営体への導入が勧められます。特に、単価の安い果実を輸出する場合は、利益に対する輸送費の割合が大きいため、海運による低コスト化が望まれます。一方、産地近郊での貯蔵後の空輸は、小規模であっても高級果実を扱う経営体において、出荷時期の分散や祭事に合わせた出荷により高値販売に有効な手段となります。

### 技術導入にあたっての留意点:

モモは5°C前後で最も低温障害が発生しやすくなります。1°Cコンテナによる海運であっても、他の荷物の予冷が不十分な場合、庫内温度が上がり、果実付近が5°C近くになって低温障害が発生する可能性があります。また、5°C設定のコンテナでは、本研究の6日間の香港への海運期間においては果実付近が7°C程度であり、低温障害の発生はありませんでしたが、それより長い海運期間では果実が5°C下に曝され障害発生危険が高まります。さらに、1~0°Cの保存・流通であっても、1ヶ月近くの長期になると低温障害が発生します。モモでは品種により低温障害や渋みの発生に違いがあるため、低温貯蔵の予備試験で確認することが必要です。

### 研究担当機関名:

国立大学法人岡山大学、レンゴー（株）中央研究所、（株）日本植生グループ本社

**お問い合わせは:** 国立大学法人岡山大学環境生命科学研究科（農学系）農産物利用学分野

電話 086-251-8337 E-mail rnakano@cc.okayama-u.ac.jp

**執筆分担**（岡山大学 福田文夫、森永邦久、レンゴー（株）中央研究所 志水基修、（株）日本植生グループ本社 岡村憲一、長谷川圭則）

## 海上コンテナ輸送における防湿段ボール箱の活用

試験研究計画名:東アジア中元節・中秋節をターゲットにした日本産高級モモの輸出流通

システムの構築

研究代表機関名:国立大学法人 岡山大学

### 開発のわらい:

海運では空輸より大幅な輸送コストの削減が見込まれます。しかしながら輸送期間が長期となり、蒸散による青果物の萎れや、コンテナ内での箱の水分吸収のために箱強度が低下し、箱潰れが発生する問題があります。本研究では、防湿加工された段ボール箱の利用により、箱潰れの防止および青果物からの蒸散抑制が可能であることを明らかにします。

### 開発技術の特性と効果:

香港への約1週間のコンテナ輸送において、15段の高積みに対応する加重をかけた輸送試験を実施した結果、主産地で使用されている現行箱では潰れが生じましたが、一方、防湿加工した0425形類似段ボール箱では、無加工の段ボール箱と比べ、箱の吸水(含水量)が抑えられ、箱潰れが発生せず、15段の高積みでの輸出が可能であることが実証されました(図1、写真1)。また、海運したモモの重量減少率は、空輸と比較して、無加工段ボール箱で2.6倍でしたが、防湿段ボール箱では1.6倍に低減されました。これにより、防湿段ボール箱は保湿性能にも優れることが示されました。

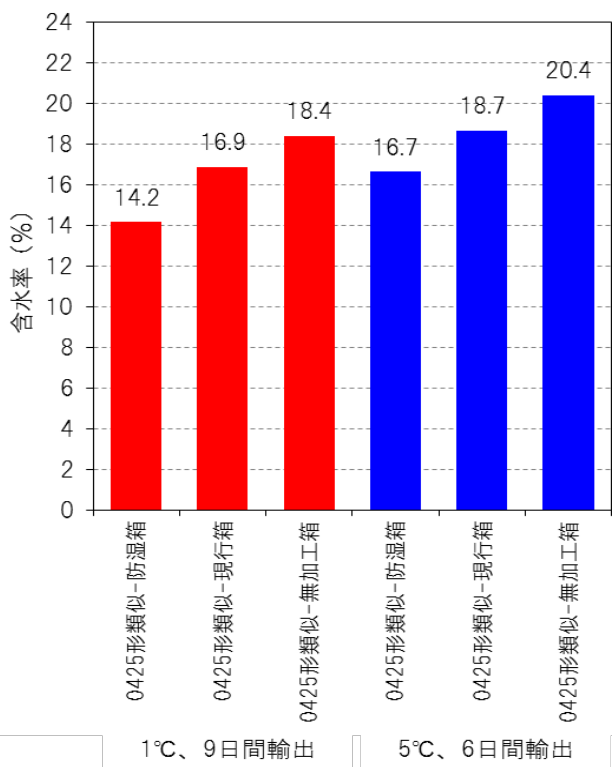


図1 0425形類似段ボール箱での1°C設定および5°C設定コンテナ輸送後の含水量



無加工箱



防湿箱

写真1 0425形類似防湿段ボール箱による箱潰れの防止



### **開発技術の経済性:**

現行では、箱潰れのために、コンテナの容量に対して5~7割程度の積載率であることが多く、モモの箱積みにおいても6~10段程度に留まっています。しかし、防湿段ボール箱の利用により、段数を1.5~2.5倍にできることが明らかとなり、コンテナ輸送コストを33~60%低コスト化できる可能性が出てきました。また、強度を保つために段ボール原紙を多く用いていましたが、防湿段ボールでは原紙量を低減できるため、資材費の削減も期待できます。さらに、萎れのために海運が困難であった青果物において、防湿段ボールの蒸散抑制効果により海運輸出が可能となれば、空輸と比べ、8割以上の輸送コストの削減が見込まれます。具体的には、空輸による香港輸出では、400円~600円/kg(4kg箱の場合、一箱あたり1,600円~2,400円)の輸送経費が掛かると計算されますが、これが50円~100円/kg程度に抑えられます。

### **こんな経営におすすめ:**

海上コンテナ内の箱潰れは、多くの青果物で問題となっており、積載量の制限要因にもなっているため、モモに限らず様々な青果物、特に重量の重い青果物を扱う経営において有効です。また、防湿ダンボール箱の蒸散抑制効果により、葉物など萎れが問題となる青果物を扱う経営においても有効です。なお、本技術を導入し、高い積載率による輸送費削減を最大限に活用するためには、合同出荷体制を持つ大きな産地や、多品目を集め混載輸出する商社との連携を持つ経営体への導入が望まれます。特に、単価の安い果実を輸出する場合は、利益に対する輸送費の割合が大きいため、海運による低コスト化が勧められます。

### **技術導入にあたっての留意点:**

防湿性能の異なる数種類の防湿段ボール箱が開発されています。また、箱の形状によっても強度は大きく変わるため、箱に入れる青果物の蒸散量や輸送温度、さらにその変化に合わせて、最適な箱を選択する必要があります。実輸送においては、予想外の環境変動が発生することがあり、実証試験が重要です。

**研究担当機関名:** 国立大学法人岡山大学、レンゴー(株)中央研究所、(株)日本植生グループ本社

**お問い合わせ先:** 国立大学法人岡山大学環境生命科学研究科(農学系)農産物利用学分野  
電話086-251-8337 E-mail rnakano@cc.okayama-u.ac.jp

**執筆分担**(岡山大学 福田文夫、森永邦久、レンゴー(株)中央研究所 志水基修、(株)日本植生グループ本社 岡村憲一、長谷川圭則)

## マルドリ方式を活用した高品質カンキツ安定生産のための技術体系

試験研究計画名:マルドリ方式・ICTなどを活用した省力的な高品質カンキツ安定生産技術体系とその実現のための傾斜地園地整備技術の実証

研究代表機関名:農研機構近畿中国四国農業研究センター

### 技術体系開発のわらい:

担い手が減少し、耕作放棄地が増加する現状を打破し、カンキツ産地を維持発展させるには、嗜好性の高い新品種を導入し、高品質果実を省力的に安定生産することにより、収益性を向上させる必要があります。そこで、マルドリ方式を利用する農家・組織に、栽培管理の改善サイクルを構築して収益性の向上を図る技術体系を提案します。

### 開発技術の特性と効果:

本技術体系は大きく4つの技術から構成されています。1) 歩行型耕耘機を改造した作業道造成機により、傾斜地の山なり園に幅60cm~1.2mの作業道を造成します(写真)。これにより、運搬作業などの軽労化ができます。2) 園内道の側溝などを使って雨水を集め、雨水をソーラーポンプシステムで揚水します。これにより、水源の少ない園地でも自動点滴かん水施肥が可能になり、幼木の生育が促進できます。3) 簡易土壌水分計などの客観的な指標に基づき、的確なかん水管理や施肥管理を行います。これにより、果実糖度が向上し、収量も安定します(図1)。4) 積み上げたコンテナに貯蔵用シートを被せ簡易貯蔵します。これにより、棚貯蔵に比べて入庫時間を約3割、出庫・選果の時間を約5割短縮できます。この技術体系に基づいて、マルドリ方式を効果的に活用することにより、高品質安定生産に向けて栽培管理の改善を図ることが可能になります(図2)。



写真 作業道造成機による小規模園内作業道の造成



図1 マルドリ方式の液肥施用による収量安定効果 (品種「はれひめ」)



図2 マルドリ方式による高品質果実安定生産のための栽培改善サイクルの構築

## 開発技術の経済性:

マルドリ方式を導入すると、新規投資等に伴う追加的な費用（5～10万円/10a）を必要とするものの、粗収益が増加します（図3）。経営モデルによる分析結果では、①優良中晩柑品種へ転換を図る中で、中晩柑にもマルドリ方式を適用することが有利になる、②さらに高い収益を確保するには、高品質果実率を向上させるとともに販売単価の上昇が必要となる、③高価格販売条件の下で、経営内におけるマルドリ方式の導入比率を拡大することが農業所得の改善に大きく寄与する、と試算されました（図4）。

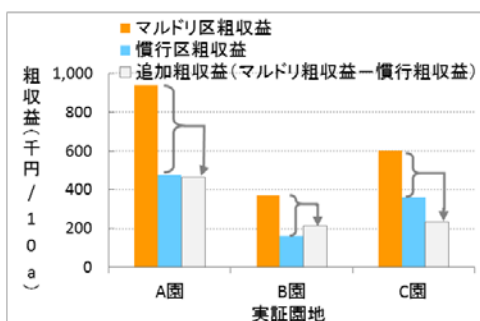


図3 マルドリ方式導入による粗収益の増加（「極早生ウンシュウミカン」）

注:追加的な費用を上回る追加粗収益(マルドリ方式導入による粗収益の増加分)が得られる。

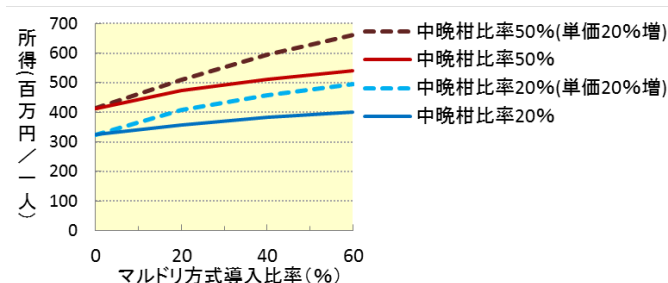


図4 マルドリ方式導入による農業所得の改善（試算）

注:経営面積4ha、家族専従者3人、温州ミカン+中晩柑の経営モデル。「単価20%増」は、マルドリ方式での品質向上により、全品種の販売単価が産地平均に対して20%上昇した場合を仮定。

## こんな経営におすすめ:

マルドリ方式の活用は、カンキツ新品種のブランド化を積極的に進める産地において、産地戦略を遂行する上で有効な手段の一つと期待されます。また、営農条件を踏まえて生産者の組織化を図り、水源や基幹施設を共用する「団地型マルドリ方式」に取り組むことで、本技術体系の効果がより一層発揮されます。

## 技術導入にあたっての留意点:

マルドリ方式を導入するには、点滴かん水に必要な水源を確保することが基本的な条件になります。水源や貯水施設の整備・設置に個人で対処することが難しい場合、基盤整備事業等により産地として対応することが求められます。

**研究担当機関名:**農研機構近畿中国四国農業研究センター、農村工学研究所、果樹研究所、愛媛県（農林水産研究所果樹研究センター、中予地方局産業振興課産地育成室、東予地方局産業経済部今治支局産地育成室）、静岡県農林技術研究所果樹研究センター、三重県（農業研究所紀南果樹研究室、紀州地域農業改良普及センター）、山口県農林総合技術センター、香川県農業試験場府中果樹研究所、NEC ソリューションイノベータ株式会社、株式会社ビジョンテック、中国紙工業株式会社、えひめ中央農業協同組合、越智今治農業協同組合

**お問い合わせは:**農研機構西日本農業研究センター産学連携室

電話084-923-5231 E-mail w-renkei@ml.affrc.go.jp

**執筆分担**（農研機構九州沖縄農業研究センター 根角博久、農研機構西日本農業研究センター 棚田光雄）

## 雨水利用によるマルドリ方式導入と幼木の生育促進技術

試験研究計画名: マルドリ方式・ICTなどを活用した省力的な高品質カンキツ安定生産技術体系とその実現のための傾斜地園地整備技術の実証

研究代表機関名: 農研機構近畿中国四国農業研究センター

### 開発のわらい:

傾斜地や島しょ部のカンキツ産地では、水源の確保が難しいことや、改植後の未収益期間の長いことが、新品種の導入を妨げる要因となっています。そこで、限られた水資源である雨水を有効に利用し、マルドリ方式を効果的に活用することにより幼木の生育を促進し、短期間で収益性の高い園地を確立するための技術を開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

園内道の側溝や傾斜地対応型の片屋根ハウスから雨水を集め、タンクに10t程度を貯水し、太陽電池と小型ポンプを組み合わせたソーラーポンプシステムを用いて、高所にある2tのヘッドタンクに揚水することで、傾斜地園に設置した10a規模のハウスにおいてマルドリ方式を実現できます(写真、図1)。集積された雨水のうち、特に片屋根ハウスからの流出水の量・質がともに良好であり、点滴かん水用水として十分利用できます。また、苗木定植直後からマルドリ方式による効果的な肥培管理を行うことにより、樹容積は定植後3年目に露地栽培の約2倍に達し(図2)、初結実させることができます。成園化が早まることから早期に収益性のある園地の確立が可能です。

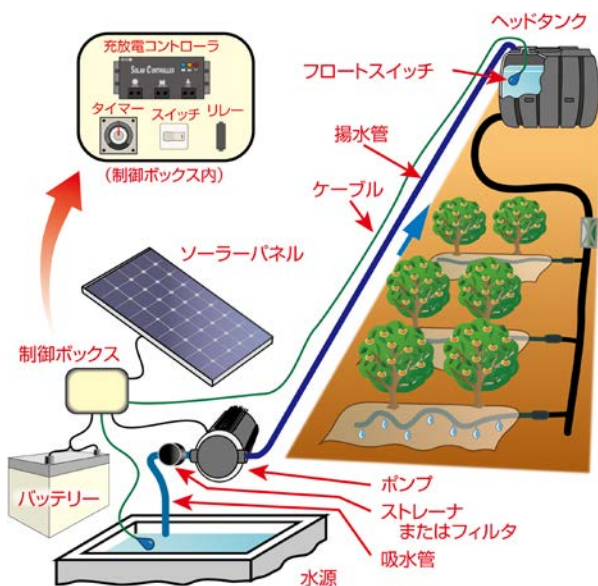


図1 傾斜地カンキツ園の点滴かん水のためのソーラーポンプシステム



写真 片屋根ハウス・園内道による雨水集積

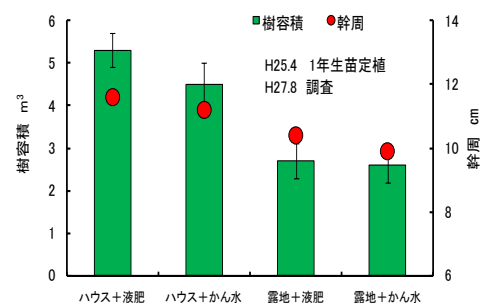


図2 マルドリ方式による幼木の生育促進(定植後3年目、品種「愛媛果試第28号」)

### 開発技術の経済性:

雨水を含め水源を確保し、ハウス内でマルドリ方式を利用すると、降雨による果皮傷害を防ぎ、露地栽培より高品質な果実の収量が向上し、また、高単価なブランド果実で販売できることから、粗収益は大幅（3倍程度）に高まります（図3）。施設整備をハウスとマルドリ方式に限定すると、減価償却費を考慮しても露地栽培を上回る所得が見込まれます。

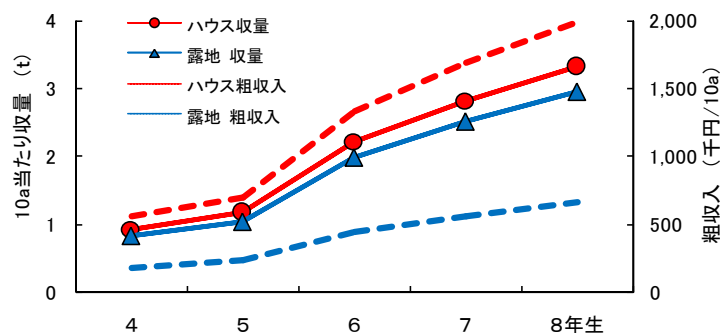


図3 樹齢別の収量と粗収益（品種「愛媛果試第28号」）

注：研究センター内での試験による。収量は高品質果実の比率（ハウス：75%、露地：45%）を考慮して算出。単価はハウス：800円/kg、露地：500円/kg。

### こんな経営におすすめ:

園地集積を図る大規模経営体における一定面積のまとまった傾斜地カンキツ園において、苗木定植後の未収益期間を短縮することで、高収益が期待できる優良品種の導入を円滑に進め、収益性の改善を図る場合に活用できる技術です。

### 技術導入にあたっての留意点:

園内道の側溝などを利用し、雨水を点滴かん水用水として利用する場合、水と一緒に流れてくる土砂などを取り除く工夫が必要になります。苗木定植と同時に設置されたマルドリ方式施設は成園での施設と同じであり、成木となってもそのまま使用できます。

**研究担当機関名:** 農研機構近畿中国四国農業研究センター、農村工学研究所、果樹研究所、愛媛県（農林水産研究所果樹研究センター、中予地方局産業振興課産地育成室、東予地方局産業経済部今治支局産地育成室）、静岡県農林技術研究所果樹研究センター、三重県（農業研究所紀南果樹研究室、紀州地域農業改良普及センター）、山口県農林総合技術センター、香川県農業試験場府中果樹研究所、NEC ソリューションイノベーション株式会社、株式会社ビジョンテック、中国紙工業株式会社、えひめ中央農業協同組合、越智今治農業協同組合

**お問い合わせ先:** 農研機構西日本農業研究センター産学連携室

電話 084-923-5231 E-mail w-renkei@ml.affrc.go.jp

**執筆分担**（農研機構九州沖縄農業研究センター 根角博久、農研機構西日本農業研究センター 棚田光雄）

## マルドリ方式におけるかん水・施肥管理の適正化技術

試験研究計画名: マルドリ方式・ICTなどを活用した省力的な高品質カンキツ安定生産技術体系とその実現のための傾斜地園地整備技術の実証

研究代表機関名: 農研機構近畿中国四国農業研究センター

### 開発のわらい:

高品質カンキツ生産の取り組みにおいて、近年、気象変動などにより、果実品質や収量が不安定になっています。そこで、天候に対応して高品質果実を安定生産できるマルドリ方式をより効果的に活用するため、土壌の乾燥状態や樹の栄養状態を客観的に把握し、かん水管理や施肥管理の適正化を図る技術（簡易指標・診断基準）を開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

カンキツ栽培用の簡易土壌水分計（図1の写真）を用いると、土壌の乾燥程度を判断することができます。樹が吸水できないほど土壌が乾燥すると、塩ビ管内の水が土壌中に出て水位が低下し始めます。1日当たりの水位低下量はカンキツが受けている乾燥ストレスの指標になり、かん水を始める目安にもなります（図1）。また、小型反射式光度計（RQフレックス）を用いて葉柄中の硝酸イオン濃度を測定することで、樹の栄養状態が容易に分かります。硝酸イオン濃度の測定値と診断基準（目安）を比べることで、果実生育期間の施肥が適正かどうか判断できます（図2）。このような客観的な指標に基づいて養水管理することにより、安定した収量が得られます（図3）。

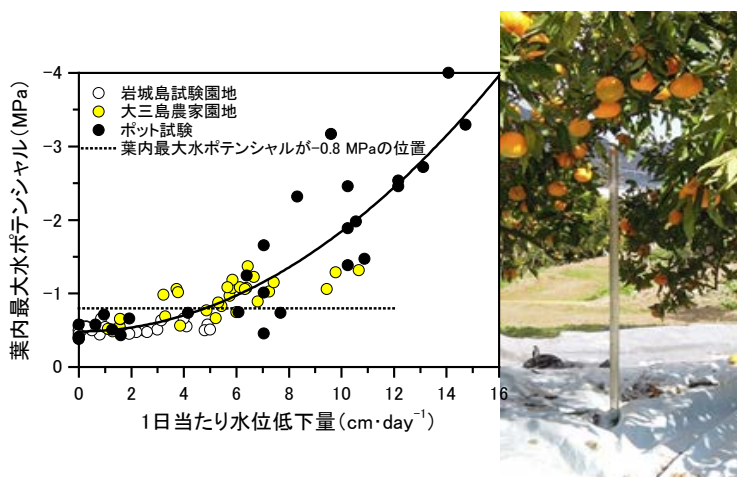


図1 1日当たりの水位低下量と葉の乾燥ストレスとの関係

注: 1日当たり水位低下量が5 cm程度の際は、適度な乾燥ストレス状態にあり、9 cm以上になるとすぐにかん水を開始する必要がある。写真は、カンキツ園での簡易土壌水分計の設置例。

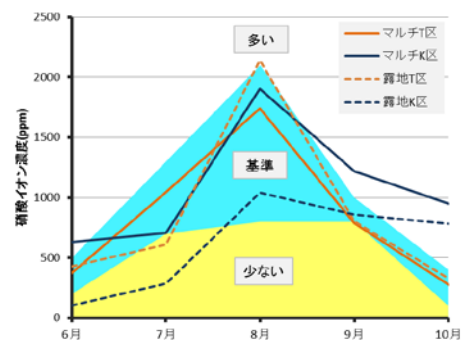


図2 果実生育期間における葉柄中の硝酸イオン濃度と適量範囲（品種「青島温州」）

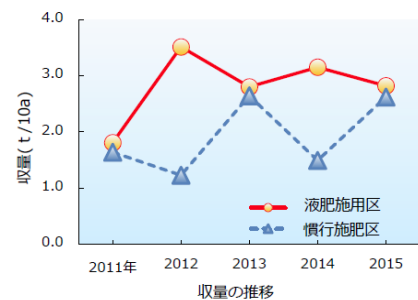


図3 マルドリ方式による収量の安定化（品種「はれひめ」）

## 開発技術の経済性:

マルドリ方式の粗収益は、樹体の養水分管理を的確に行うことで収量が増加し、産地が定めるブランド基準の合格率が向上するため、慣行（露地）栽培を上回ります。増収効果が得られない場合でも、新たに創出されたブランドにおいて、マルドリ方式の導入によってブランド基準合格率が高まり、慣行栽培より粗収益が増加しました（図4）。

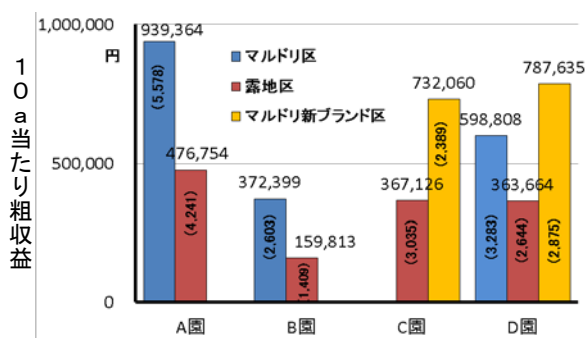


図4 マルドリ方式と慣行栽培の粗収益（「極早生ウンシュウミカン」）

注：「マルドリ区」、「露地区」は従来のブランド果実を生産、「マルドリ新ブランド区」は、新たなブランド果実をマルドリ方式によって生産。（ ）は10a 当たり収量（kg）。

## こんな経営におすすめ:

簡易指標・診断基準を用いることで、かん水・施肥のタイミングを外すことなく、マルドリ方式による綿密な養水分管理を園地ごとに行えます。マルドリ方式は園地単位で実施されて効果を発現することから、経営面積の大小を問わずカンキツ作経営に導入でき、果実の高品質化が販売価格に反映される品種（例えば、ブランド化された品種）に適用することで経済的な有利性がより高まります。

## 技術導入にあたっての留意点:

簡易土壌水分計は、雨が降った後、土が十分に湿っている時に設置することで、土壌との密着性が良くなります。簡易土壌水分計の水位が低下し始めたら、「水分ストレス表示シート」等により、樹体の乾燥ストレス状態を確認するようにします。葉柄中の硝酸イオン濃度の測定では、採取した葉柄を速やかに分析できない場合は冷蔵で保管しておきます。

**研究担当機関名:** 農研機構近畿国四国農業研究センター、農村工学研究所、果樹研究所、愛媛県（農林水産研究所果樹研究センター、中予地方局産業振興課産地育成室、東予地方局産業経済部今治支局産地育成室）、静岡県農林技術研究所果樹研究センター、三重県（農業研究所紀南果樹研究室、紀州地域農業改良普及センター）、山口県農林総合技術センター、香川県農業試験場府中果樹研究所、NEC ソリューションイノベーション株式会社、株式会社ビジョンテック、中国紙工業株式会社、えひめ中央農業協同組合、越智今治農業協同組合

**お問い合わせ先:** 農研機構西日本農業研究センター産学連携室

電話084-923-5231 E-mail w-renkei@ml.affrc.go.jp

**執筆分担**（農研機構九州沖縄農業研究センター 根角博久、農研機構西日本農業研究センター 棚田光雄）

# ジョイント栽培と省力機械を活用した果樹の省力・軽労型生産技術体系

試験研究計画名:省力型樹形を基盤とする省力・軽労型生産技術体系の実証

研究代表機関名:農研機構果樹研究所

## 技術体系開発のねらい:

我が国の果樹農業は生産農家の減少と高齢化が急速に進行し、その規模も約6割が1ha未満と零細です。その大きな要因は、極めて長い労働時間にあります。労働時間を大幅に削減し、経営規模の拡大を進め生産性を向上させるためには、近年開発された新技術や省力機械を最大限に活用し、作業の省力化を図ることが不可欠です。

## 開発技術の特性と効果:

ジョイント栽培園において、ゴルフカートとして市販されている自動走行車に軽微な改造を施し、自動走行運搬車として利用する作業体系を開発しました。この運搬車を用いることにより、収穫作業やバッテリー式せん定ハサミを併用したせん定作業において、作業時間を2割程度削減できることを実証しました(図1、写真1、写真2)。また、自動走行車に人工受粉機を組み合わせた場合、人工受粉の作業時間が8割削減できました。加えて、ジョイント栽培園において、平棚栽培用に開発された新型スピードスプレー(防除機)の利用により農薬散布量の2~3割が削減可能であること(図2)、および4輪駆動乗用草刈機の利用により草刈り時間が4~8割削減できることを明らかにしました。

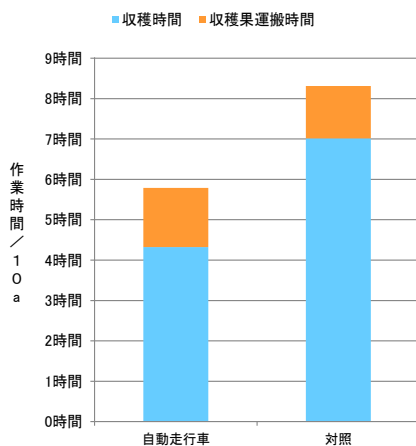


図1 自動走行車を活用したナシの収穫と果実運搬作業の省力効果



写真1 自動走行車を活用したナシの収穫・果実運搬作業



写真2 自動走行車・バッテリー式せん定ハサミ活用によるスモモせん定作業の省力化

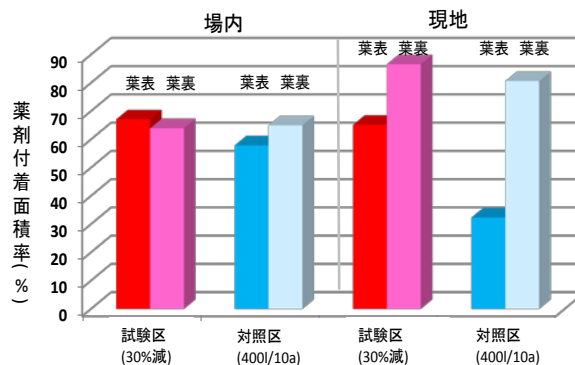


図2 ナシジョイント栽培園における平棚用新型SSの薬剤量慣行3割削減防除による薬剤付着率の比較



## 開発技術の経済性:

ニホンナシの慣行栽培区とジョイント栽培+機械活用区の実証試験で得られた主要な栽培管理における作業時間を単位面積当りに換算し、それを基に年間の作業時間を試算したところ、ジョイント栽培+機械活用区は慣行栽培区と比較して年間で26%作業時間を削減できることが明らかになりました(図3)。

省力効果の認められた作業機械を一式導入すると、経費は697万円になりますが、慣行栽培150aの経営とジョイント栽培+省力機械の導入により栽培面積を200aに拡大した省力・軽労型大規模経営を比較すると、生産量の増加と労働費の削減等により年間335万円の所得増になると試算されました(表1)。

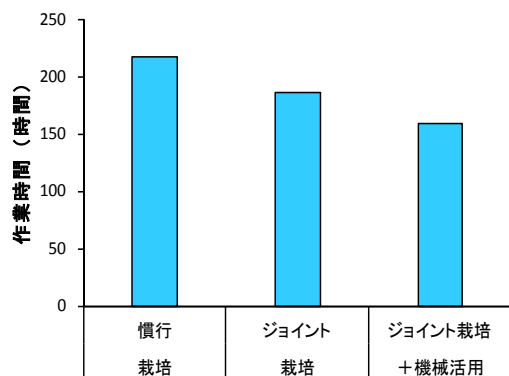


図3 ニホンナシの栽培法と機械活用による10a当りの作業時間

表1 栽培体系の違いによるニホンナシ‘豊水’の経済性の比較

区分	項目	ジョイント栽培+新規機械活用		
		慣行栽培	150a	200a
収益	栽培面積	150a	150a	200a
	収量 (t)	67.5	67.5	90.0
経営費	粗収益① (円)	15,322,500	15,322,500	20,430,000
	植物 (円)	878,513	878,513	1,171,350
	農薬費 (円)	1,229,805	860,864	1,147,818
	その他経営費 (円)	1,099,500	1,099,500	1,466,000
	既存農業機械 (円)	711,477	197,063	197,063
	新規農業機械 (円)	0	693,977	693,977
	施設 (円)	50,467	50,467	50,467
	流通経費 (円)	2,730,090	2,730,090	3,640,120
	労働費 (円)	3,093,675	2,280,000	3,040,000
	合計 (円)	9,793,527	8,790,473	11,406,795
農業所得 (円)	5,528,973	6,532,027	9,023,205	
作業時間 (時間)	3,255	2,400	3,200	
1時間当りの農業所得 (円)	1,699	2,722	2,820	

注:「ジョイント栽培+新規機械活用」はスピードスプレイヤー等を買換え、農薬費を当該試験成果により30%削減して算出した。  
労働費は家族労働費と雇用労働費の合計額

## こんな経営におすすめ:

ニホンナシではジョイント栽培により改植、規模拡大、新規参入を考えている大規模経営体または共同経営体が対象となります。

スモモでは棚栽培を経営の基幹とし、ジョイント栽培による改植、規模拡大を志向している農業経営体で、機械の利用効率を向上する面からスモモ+ナシの複合経営も対象となります。また、カキではジョイント栽培1ha以上の経営体が対象となります。

## 技術導入にあたっての留意点:

自動走行車は毎時3kmの定速で走行し、リモコンのON、OFF操作により最短210cm前後の間隔で自動停止が可能です。また、列間3mのジョイント栽培園では隣の列への旋回に幅6mの外周が必要になります。自動走行車を傾斜地園地に導入する場合、機械の安全な旋回を確保するため、斜度10度以下の園地が望ましいと考えられます。

ジョイント栽培園における平棚用新型スピードスプレイヤーによる農薬散布量を3割削減した防除では、慣行防除に比べて付着状況がやや劣りましたが、ドリフト量は少なくナシ黒星病の防除効果はほぼ同程度でした。

**研究担当機関名:** 農研機構果樹研究所、長野県南信農業試験場、新潟県農業総合研究所園芸研究センター、群馬県農業技術センター、福岡県農林業総合試験場、神奈川県農業技術センター、長野県果樹試験場、全国農業協同組合連合会長野県本部、広島県立総合技術研究所農業技術センター

**お問い合わせ先:** 神奈川県農業技術センター生産技術部果樹花き研究課

電話0463-58-0333 (内線331)

**執筆分担** (神奈川県農業技術センター 柴田健一郎)

## ミカンの主幹形仕立ての階段園における省力・軽労型生産体系

試験研究計画名:省力型樹形を基盤とする果樹の省力・軽労型生産技術体系の実証研究  
 代表機関名:農研機構果樹研究所

### 開発のねらい:

ミカンの主幹形仕立ての階段園に、クローラ型防除機やクローラ型運搬車、自動かん水システムを導入し、防除、施肥、かん水、収穫の作業時間の短縮および作業強度の軽減効果を明らかにします。また、摘果剤散布器具（フード付きノズル）による枝別摘果や摘蓄器を利用した着果管理作業における作業時間および作業強度の軽減効果も明らかにし、慣行の開心自然形仕立ての慣行生産技術体系に比べて労働時間が2割以上削減可能な体系を確立します。

### 開発技術の特性と効果:

技術体系は、階段園にミカンの主幹形仕立てを栽植するとともに（図1）、クローラ型防除機（写真1）と運搬車の導入、施肥回数の削減、自動かん水システムの設置、および摘果剤の利用を組み合わせた省力・軽労型体系です。この体系により、作業時間は、開心自然形仕立てのウンシュウミカン「石地」に比べ防除で50%、運搬で53%、かん水で42%、除草で35%、摘果で26%、施肥で27%でした（図2）。また、作業全体では作業時間226.0時間/10aを131時間に短縮し、約40%の削減となりました（図2）。

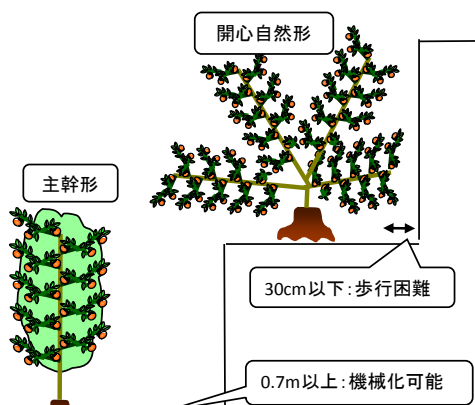


図1 階段園に主幹形仕立てを栽植



写真1 クローラ型防除機で防除

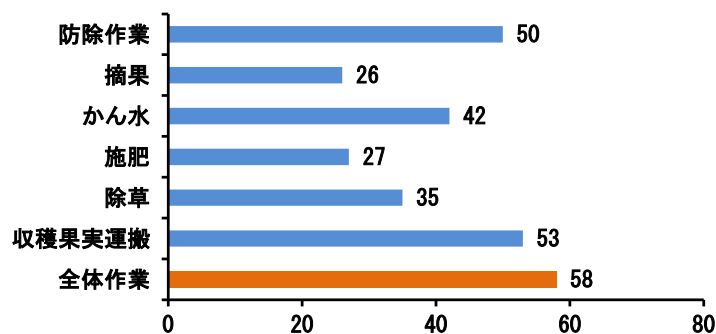


図2 開心自然形仕立ての慣行体系と比較した省力軽労化生産体系の作業時間割合 (%)

## 開発技術の経済性:

クローラ型防除機兼運搬車の価格は約 100 万円（改造費込）であり、1ha の園地で利用すると 10a 当たり 5 年償却で約 2 万円/年となります。また、タイマーオートバルブ式は導入費用が 6.5 万円/10a で各材料の耐用年数を 5~10 年とし、10a 当たり 1.17 万円/年、かん水量を均一化するテラス別バルブは 3.5 万円/10 年で 10a 当たり 0.35 万円/年です。主幹形仕立てマルチ栽培導入で従来の開心自然形仕立て栽培に比べて販売量が 40%、単価が 23% 増加し（広島県経営指標）、さらに今回の機械化導入により作業時間が減少するので、農業所得は 10a 当たり約 8 万円、1 時間当たり約 1,000 円の増加が期待できます（表 1）。

表 1 開発技術と慣行技術の経済性の比較

単位：千円/10a

科 目	県農業経営指標		実証区
	開心自然形	主幹形	機器導入
費用			
肥料費	60	50	50
小農具・諸材料費	3	78	93
減価償却費	68	147	167
流通費用	146	225	225
その他	75	84	84
費用計	352	583	618
収益			
果実売上	474	818	818
農業所得	122	235	200
自家作業労働時間 (h/10a)	226	172	131
1h 当り農業所得 (円/h・10a)	540	1,365	1,531



## こんな経営におすすめ:

階段園で、ミカンの主幹形仕立てを導入している 1ha 規模の経営体（広島県で既存 2 事例があります）を対象とし、特に摘蕾・摘果、施肥、水管理、地表面管理（除草・マルチ資材）、収穫作業について、さらなる単純化や省力化、軽労働化を求めている経営体にお勧めします。

## 技術導入にあたっての留意点:

防除や運搬、着果管理において、機械作業が円滑に行われるよう園地内の通路に樹から枝がはみ出さない枝梢管理が必要です。なお、本研究の実証試験に使用した高品質果実生産のためのシートマルチは生産中止となったため、代替資材を選定中です。

**研究担当機関名:** 農研機構果樹研究所、長野県南信農業試験場、新潟県農業総合研究所園芸研究センター、群馬県農業技術センター、福岡県農林業総合試験場、神奈川県農業技術センター、長野県果樹試験場、全国農業協同組合連合会長野県本部、広島県立総合技術研究所農業技術センター

**お問い合わせ先:** 広島県立総合技術研究所農業技術センター果樹研究部

電話 0846-45-5471 E-mail ngcgijutsu@pref.hiroshima.lg.jp

**執筆分担**（広島県立総合技術研究所農業技術センター 川崎陽一郎、塩田俊、竹岡賢二）

## トールスピンドルシステムによるリンゴの省力・軽労型生産技術

試験研究計画名:省力型樹形を基盤とする省力・軽労型生産技術体系の実証

研究代表機関名:農研機構果樹研究所

### 開発のわらい:

果樹農業の振興には規模拡大による生産性の向上が不可欠です。しかし、リンゴ栽培は単位面積当たりの労働時間が長いいため規模拡大が難しいのが現状です。そこで、機械導入がしやすく、早期多収が期待できるリンゴのトールスピンドルシステム園において、高機動型高所作業台車利用などの省力化技術を導入して、単位収量当たりの労働時間を削減できる体系を実証しました。

### 開発技術の特性と効果:

リンゴのトールスピンドルシステムは、わい性台木を利用したわい化栽培ですが、栽植本数が250本/10aと高密度栽培で、樹の上部の空間利用効率が高く収量が多くなります(写真1)。従来のわい化栽培の目標収量は10a当たり4t程度ですが、トールスピンドルシステムでは6t程度の収量が得られます(図1)。

また、円柱状の斉一な樹体が連続して壁のようになっているため、高所作業台車により管理作業を効率よく行うことができます。さらに、摘花剤・摘果剤の利用による着果管理の省力化や葉摘みの省略による収穫前管理の省力化が可能となり、労働時間が削減できます。収穫果実1t当たりの労働時間は、慣行の栽培体系に比べて20%以上削減できます(表1)。

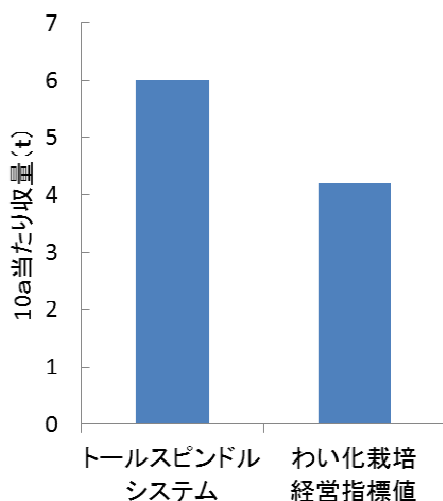


図1 トールスピンドルシステムの収量



写真1 トールスピンドルシステムの収穫

表1 実証ほ場における「ふじ」トールスピンドルシステム園の収量と労働時間(平成27年)

試験区	収量(t/10a)	10a当り労働時間(時間)	収量1t当り労働時間(時間)
トールスピンドル省力体系	6.0	153.4	25.6
トールスピンドル慣行体系	5.4	212.8	39.4
新わい化栽培経営指標値	4.2	146.5	34.9

注)省力体系は高所作業台車利用、摘花剤・摘果剤利用、葉摘み省略、収穫は上下に分けてそれぞれ一斉収穫。新わい化栽培経営指標値は長野県農業経営指標(平成21年)より。

## 開発技術の経済性:

トールスピンドルシステムの経済性の試算では、導入により収量が増加し、新わい化栽培と比べ粗収益と純利益は増加します。ただし、脚立での慣行管理（慣行区）では労働時間が長く、雇用労賃が増加するため、純利益の増加はわずかとなります。トールスピンドルシステムに摘花剤・摘果剤の利用、高所作業台車の導入、着色管理の省力化および一斉収穫を組み合わせること（総合実証区）で、労働時間の短縮が同時に可能になり、純利益は新わい化栽培に比べて5割程度増加します（表2）。

表2 リンゴトールスピンドルシステムの10a当たり経営収支の試算（平成27年）

区分	項目	新わい化栽培	トールスピンドルシステム	
		経営指標 2ha	慣行 2ha	総合実証 2ha
経営費	農薬費、資材費等	114,403	111,423	113,166
	償却費	162,179	281,495	243,050
	共済掛金等	27,233	27,246	27,246
	雇用労賃	114,270	165,984	119,652
	流通経費	448,650	578,260	598,200
	合計	866,735	1,164,408	1,101,314
収益	生産物収量(kg)	4,500	5,800	6,000
	粗収益	1,111,500	1,432,600	1,482,000
	利益	244,766	268,192	380,686
新わい化栽培対比%		100	110	156

（単位：円）

## こんな経営におすすめ:

リンゴのトールスピンドルシステムは、規模拡大により高所作業台車の利用率が向上するので、3ha程度のリンゴ専作経営に適します。また、機械利用の効率を高めるため、少なくとも1ほ場が30~40a程度以上の園地に集積できることが望まれます。

## 技術導入にあたっての留意点:

樹勢の維持のためにM.9台木等わい化度が高いわい性台木を用います。早期多収のために側枝が十分発生した優良苗木を10a当たり250~300本程度植え付けます。適正な樹体生育のために園地の排水対策とかん水設備が必要です。また、樹高がやや高めとなるので、樹体を支えるために同程度の高さのトレリス支柱が必要です。

**研究担当機関名:** 農研機構果樹研究所、長野県南信農業試験場、新潟県農業総合研究所園芸研究センター、群馬県農業技術センター、福岡県農林業総合試験場、神奈川県農業技術センター、長野県果樹試験場、全国農業協同組合連合会長野県本部、広島県立総合技術研究所農業技術センター

**お問い合わせは:** 長野県果樹試験場栽培部

電話 026-246-2411 E-mail kajushiken@pre.nagano.lg.jp

**執筆分担**（長野県果樹試験場 小松宏光、玉井 浩、船橋徹郎）

## 水稻育苗ハウスを活用した果樹栽培

試験研究計画名:革新的技術導入による水稻育苗ハウスを利用した省力低コスト果樹栽培の実証研究

研究代表機関名:新潟県農業総合研究所園芸研究センター

### 技術体系開発のわらい:

水稻育苗ハウスを利用した果樹栽培は、既存経営資源が有効に活用でき、省力的で単純な技術構成ならびに稲作作業との労力競合が少ないことから北陸各県で増加しています。この技術を大規模水田農業経営体へ導入することを想定し、省力・高品質化技術を組み合わせることで技術の体系化を図りました。さらに消費者ニーズに応える高品質果実生産の実現を目指しました。

### 開発技術の特性と効果:

開発したぶどうアーチ栽培といちじく養液コンテナ栽培は、通常通り水稻育苗を行いながら果樹栽培ができる技術です。ぶどうアーチ栽培では、省力器具の利用や摘心技術で省力化を図りました(図1)。また、環状はく皮や効果的なハウス換気で着色が向上しました。「シャインマスカット」のカラーチャートで、収穫時等の着色の統一が可能となりました(写真1)。いちじく養液コンテナ栽培では、簡易で移動可能な栽培システムを試作し、適正な養液管理方法を確立して品質を向上させました。これらの技術を体系化し大規模水田農業経営体への導入を想定した経営試算を加え「水稻育苗ハウスを利用した果樹栽培(ぶどうアーチ栽培編)、(いちじく養液コンテナ栽培編)」を作成しました(写真2)。

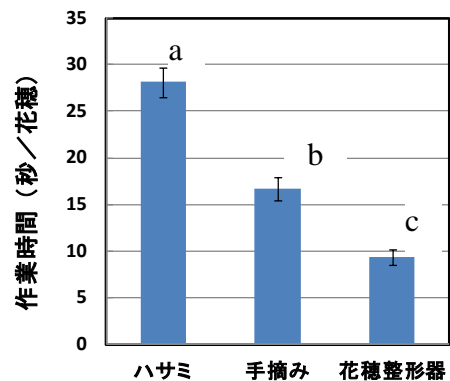


図1 花穂整形における省力効果



写真1 試作した「シャインマスカット」果実カラーチャート

### 開発技術の経済性:

水稻育苗ハウスを活用した果樹栽培は既存施設を有効利用するので、初期導入コストが低く抑えられ、1a当たりぶどうアーチ栽培ではおよそ7万円、いちじく養液コンテナ栽培でもおよそ20万円と試算されます。ぶどうアーチ栽培では植栽後3年目から収穫が可能で1a当たり約17万円、いちじく養液コンテナ栽培では植栽した年から収穫が可能で1年目に1a当たり約2万円の所得が見込まれます(表1)。このように、これまでの果樹栽培に比べ未収益期間が短く、導入経費を早期に回収できます。

水稻作35haの稲作経営体が複合営農として取り組む場合、「シャインマスカット」(1400円/kg)を20a導入すると開園7年目で340万円/20a、いちじく(500円/kg)を10a導入すると開園4年目以降で77万円/10aの所得向上が期待できます。



写真2 マニュアル「水稲育苗ハウスを活用した果樹栽培」

表1 ぶどう「シャインマスカット」アーチ栽培（上）といちじく養液コンテナ栽培（下）を1a導入した場合の経営指標

	金額 (円/a)	摘要
粗収入①	200,340	販売単価 1,400円/kg (全て直売) 収量 150.7kg/a (うち出荷量 143.1kg/a)
生産原価②	肥料費	2,940 果樹専用基肥肥料: 2,940円
	農薬費	5,362 農薬費: 1,462円 植物調節剤費: 3,900円
	資材費	23,600 出荷箱 @96円×200 19,200円 果実袋 @ 4円×400 1,600円 果実笠 @ 7円×400 2,800円
所得①-②	168,438	

※労賃等は含んでいない。

	1年目	2年目以降	4年目以降**	
収量(kg)	119	198	198	
粗収入①	59,500	99,000	99,000	販売単価 (500円/kg)
生産原価*②	肥料費	23,894	25,006	5,674 タンクミックスF&B、IB化成S1号、エコロングトータル
	農薬費	2,966	3,895	3,895 殺虫剤 (ハダニ類、アザミウマ類)
	資材費	12,100	12,100	12,100 ダブルマルチ、点滴チューブ
所得①-②	20,540	57,999	77,331	

\* 労賃、光熱水費は含んでいない。

\*\*4年程度経過し、肥効調節型肥料に切り替えた場合

### こんな経営におすすめ:

水稲育苗ハウスを活用するため初期導入コストが低く、小規模な個別経営体でも導入しやすい技術です。また大規模な集落営農や法人組織においても、経営部門の一つとして導入し、水稲単作では季節的に偏りがちな労力を効率的に分散して利用することができます。

ぶどうやいちじくは直売での需要が高く、大規模稲作経営体の新しい商材として顧客の確保が期待されます。

### 技術導入にあたっての留意点:

水稲育苗ハウスを活用した果樹栽培は新規の栽培者にも取り組みやすいよう単純な栽培技術となるように内容を組み立ててありますが、果樹は永年性であることから今後の栽培計画や経営環境などを考慮して長期的な視点での取り組みが必要です。

**研究担当機関名:**新潟県農業総合研究所園芸研究センター、富山県農林水産総合技術センター果樹研究センター、石川県農林総合研究センター農業試験場砂丘地農業研究センター、新潟大学農学部、農研機構果樹研究所

**お問い合わせ先:**新潟県農業総合研究所園芸研究センター

電話0254-27-5555 E-mail nedu@ari.pref.niigata.jp

**執筆分担** (新潟県農業総合研究所園芸研究センター 根津 潔、山澤康秀、富山県農林水産総合技術センター果樹研究センター 徳満慎一、石川県農林総合研究センター農業試験場砂丘地農業研究センター 松田賢一、新潟大学農学部 元永佳孝、農研機構果樹茶業研究部門 薬師寺 博)

# 果色の客観的評価のためのシャインマスカット専用カラーチャート

試験研究計画名: 革新的技術導入による水稲育苗ハウスを利用した省力低コスト果樹栽培の実証研究

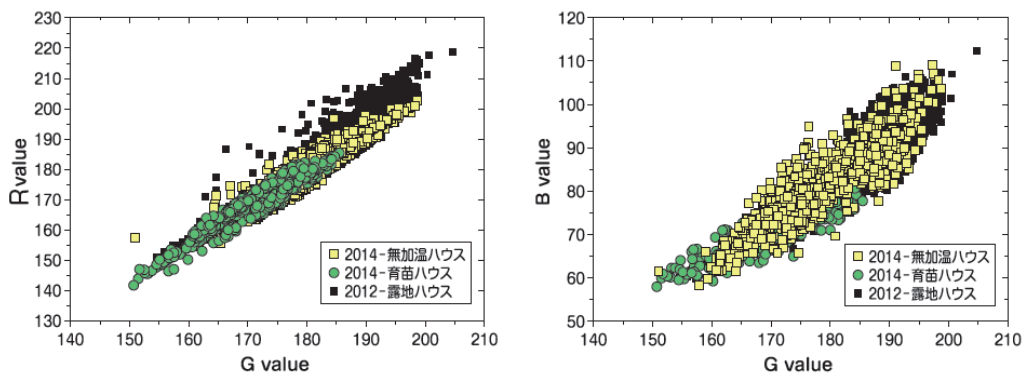
研究代表機関名: 新潟県農業総合研究所園芸研究センター

## 開発のねらい:

ぶどうアーチ栽培は新規導入者にも取り組みやすい技術ですが、「シャインマスカット」の栽培では販売時の果実品質の均一化が望まれています。特に出荷時の果色の揃いが課題であることから、品質管理を図るための指標となるカラーチャートを作成しました。

## 開発技術の特性と効果:

このカラーチャートは、RGB 色空間で直線的に変化する果色変化モデルに基づき果色の値が等間隔になるように果粒写真を配置し、12段階の指標として作成しました(図1、2)。果粒写真を用いているため、従来品のカラーチャートに比べて色調の適合度が高く、評価者や評価環境が異なっても高い精度で評価できます(図3)。



(a) GR 座標 (b) GB 座標  
図1 RGB 色空間での果色分布と果色変化モデル(H24, H26)

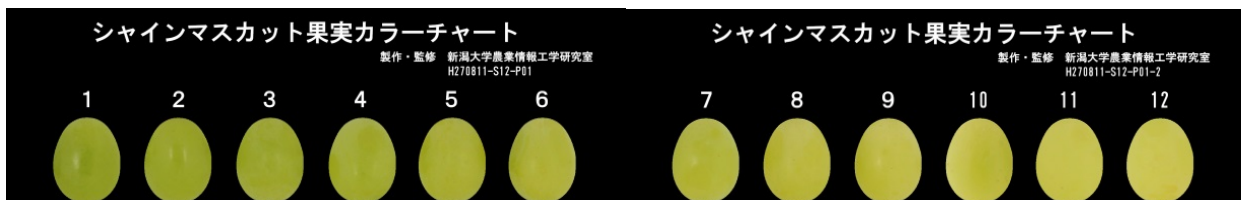


図2 基本の12段階のカラーチャート

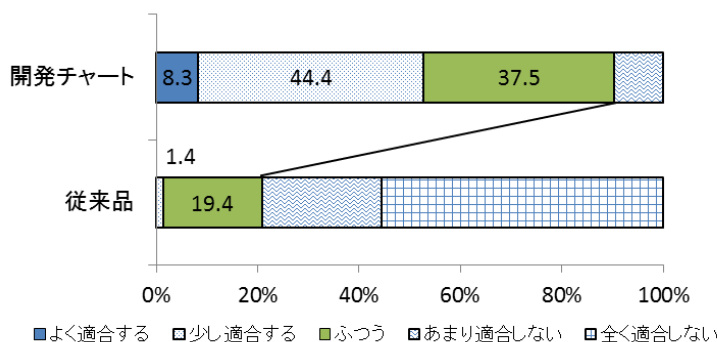


図3 カラーチャートによる色調適合度の比較  
(同一の果粒6粒を12人で比色し適合度を判定)



### 開発技術の経済性:

このカラーチャートは広い果色域を有しているため、利用目的にあわせてチャートの段階数を選択することが可能で、利便性の向上を図ることができます(図4)。収穫や出荷時にカラーチャートを利用して簡単に色合わせすることができるため、労力的な負担も少なく「シャインマスカット」の品質安定化を図ることができます。一定の着色の果実を消費者へ提供することで、有利販売による所得の向上が期待されます。



図4 (例)チャート数を変化させ、オリジナルのチャートを作成可能

### こんな経営におすすめ:

水稲育苗ハウスを活用するシャインマスカットのアーチ栽培は初期導入コストが低く、植栽後3年目から収穫が可能となるため、新規に栽培を開始する経営体での導入が想定されます。開発したカラーチャートは評価者や評価環境の違いを問わず、高い精度で評価ができるため、新規栽培者も利用しやすく製品の外観統一など品質向上が期待できます。

### 技術導入にあたっての留意点:

カラーチャートの使用は、直射日光を避け明るい日陰で果粉を拭き取らずに比色します。収穫や出荷の際の果色の指標としてカラーチャートを利用しますが、気象条件や栽培環境により糖度などの果実品質は変化しますので、食味を確認してから収穫・出荷してください。

**研究担当機関名:**新潟県農業総合研究所園芸研究センター、富山県農林水産総合技術センター果樹研究センター、石川県農林総合研究センター農業試験場砂丘地農業研究センター、新潟大学農学部、農研機構果樹研究所

**お問い合わせは:**新潟県農業総合研究所園芸研究センター

電話0254-27-5555

E-mail nedu@ari.pref.niigata.jp

### 執筆分担:

(新潟大学農学部 元永佳孝、新潟県農業総合研究所園芸研究センター 根津潔)

## シカを減らすための捕獲技術の体系

試験研究計画名：ローカライズドマネジメントによる低コストシカ管理システムの開発

研究代表機関名：国立研究開発法人森林総合研究所

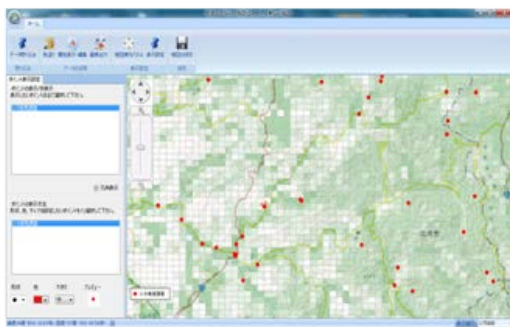
### 技術体系開発のわらい：

林業は生産期間が長く、あらゆる生産段階でシカ被害が発生するため、個体数調整がもっとも有効な対策です。しかし、急激に増加するシカに対して、捕獲の担い手であるハンターの数は減少しつつあります。こうした問題に対処するため、伝統的な大人数による巻き狩りによらない、少人数で実施可能な捕獲技術を開発しました。

### 開発技術の特性と効果：

生産者や地元住民からスマートフォン等を通じて提供されたシカの見撃情報を用いてシカの出没を予測し、捕獲者に情報を提供するシステムを開発しました（図1）。捕獲者には使用する銃種と装弾および射手の技術要件を定め、地域を定めて集中捕獲を繰り返すローカライズドメネジメントを実施した結果、シカの密度を短期間に急激に減少させ、低密度状態が持続することが分かりました。（図2）。また、一時的な給餌によりシカを誘引すると捕獲効率は大幅に向上しますが、給餌にかかる労力が大きいのが難点でした。このため、設定時間だけ給餌口が開く「自動給餌器」を開発しました（写真1）。

こんなアプリです「やるシカない！」



フィードバック情報

シカ目撃情報や被害痕跡情報を報告



図1 シカ出沒予測アプリ「やるシカない！」

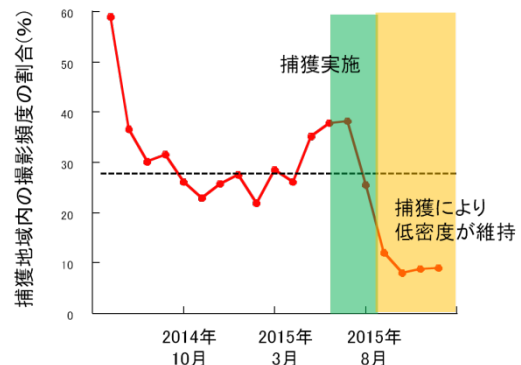


図2 集中して捕獲を繰り返した結果シカ低密度状態が持続した



写真1 自動給餌器に誘引されたシカ

### 開発技術の経済性:

捕獲効率の向上：誘引を行った場合の捕獲者1人1日あたりの捕獲数は、誘引を行わなかった場合の8～10倍高く、周辺地域で行われている通常の巻き狩りに比べて、それぞれ32～48倍、3.2～6.4倍に効率が向上しました（表1）。

省力化：全体の作業量の28%を占めていた給餌作業量（図3）が自動給餌の導入により約4%に低減され、この他、悪天候時や捕獲当日など給餌人が立ち入れない場合にも給餌が可能になる、などの利点があります。

表1 捕獲作業別の捕獲効率

作業の種類	捕獲者1人1日あたりの捕獲数
誘引による捕獲（捕獲作業のみ）	7.8～11.5
誘引をとまなわない捕獲	0.8～1.4
巻き狩り	0.2

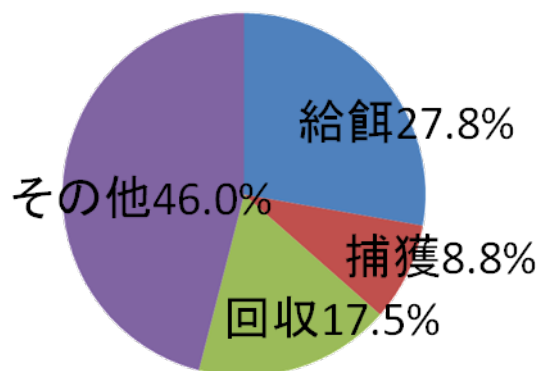


図3 各作業の作業量割合

### こんな経営におすすめ:

捕獲による個体数管理は、防護柵と異なり、防除面積が大きくなるほど単位面積あたりのコストが低下するという特徴があります。したがって、団地化を図るなどして防除対象地を大規模にすると利点を活かすことができます。また、路網が整備され、捕獲者の移動効率が高くなると、単位面積あたりのコストがさらに低くなります。

### 技術導入にあたっての留意点:

少人数の捕獲には、ボルトアクション式の小口径ライフル銃に有効射程30～250mに調整した装弾が適しており、射手は50m先の固定標的に5発撃ち、直径5cmの円内に集弾させる技術を有することが必要です。また、捕獲の前後10日間ずつ同じ場所にセンサーカメラを設置し、撮影されるシカの頭数を指標に捕獲効果を測定することが大切です。

**研究担当機関名:** 国立研究開発法人森林総合研究所、一般財団法人自然環境研究センター、国立大学法人信州大学、静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター、NPO 法人若葉、愛知県森林・林業技術センター、NPO 法人穂の国森林探偵事務所、（株）マップクエスト

**お問い合わせは:** 国立研究開発法人森林総合研究所広報普及科

電話 029-873-3211 E-mail [www@ffpri.affrc.go.jp](mailto:www@ffpri.affrc.go.jp)

**執筆分担**（国立研究開発法人森林総合研究所 小泉 透）

## 人のネットワークと ICT 技術でシカの動きを予測する

試験研究計画名：ローカライズドマネジメントによる低コストシカ管理システムの開発  
 研究代表機関名：国立研究開発法人森林総合研究所

### 開発のねらい：

シカ捕獲は熟練したハンターにしかできないことと思われがちですが、ハンターの減少が続くなかで、ハンター以外の人たちがシカ捕獲の計画や評価をおこないながら、捕獲の実施方法の改善にまで関わって行く必要がでてきました。生産者や地元住民等人のネットワークからの情報を ICT 技術を通じてシカの出没を予測するシステムを開発しました。

### 開発技術の特性と効果：

目撃情報や出猟捕獲情報を収集・利用するための支援ツールとして、スマートフォンやタブレットなど携帯用電子機器を使用して5kmメッシュや250mメッシュごとにシカ情報を地図上に表示する「ニホンジカ個体確認・ニホンジカ被害確認通報システム」を開発しました（図1）。こうした情報に、地形や植生に関するGISデータ、テレメトリー法で記録されたシカの動きや捕獲情報を加え、数理モデル（注）により愛知県東部の250mメッシュごとのシカ出現頻度を推定しました（図2）。さらに、これらの手法を静岡県伊豆地域にあてはめ、同様の推定が可能であることを示しました（図3）。

### やるシカない！地図ビューア PCから

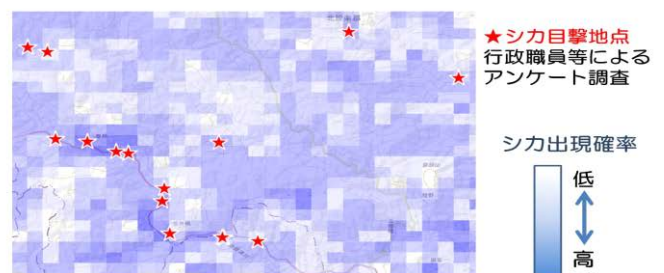
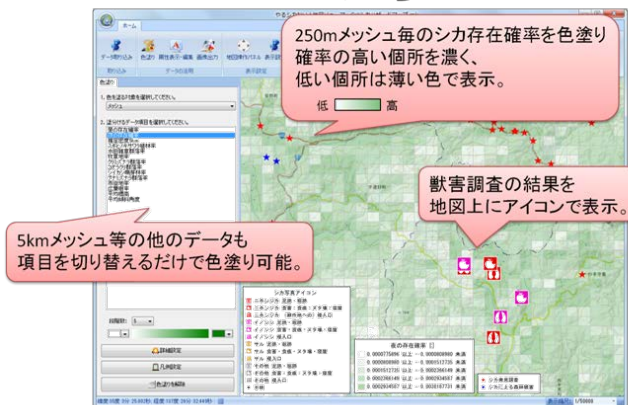


図2 愛知県東部のシカの出現確率マップ  
(250mメッシュ単位)

### スマートフォンから

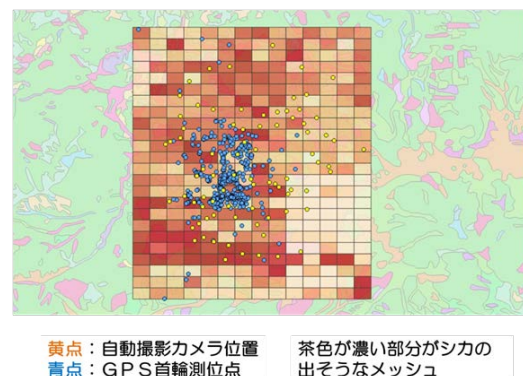


図1 シカ出没予測アプリ「やるシカない！」 図3 伊豆地域におけるシカの出現確率  
 (注) ここでは、状態空間モデルを階層ベイズモデルとして構築したモンテカルロマルコフチェーン法を用いました。

## 開発技術の経済性:

捕獲情報と各種の GIS データを組み合わせた数理モデルを作成することにより、生息密度の分布とその時間的な推移を示すことが可能となりました。また、これまで熟練したハンターの知識と経験に頼って決めてきた重点的に捕獲を行うべき地域や捕獲を実施する地点ハンター以外の人からの情報を活用することで選定することが可能になりました(図1)。選定した場所は生産者や住民からの情報によって逐次更新されます(図2)。



図1 情報提供を呼びかけるポスター

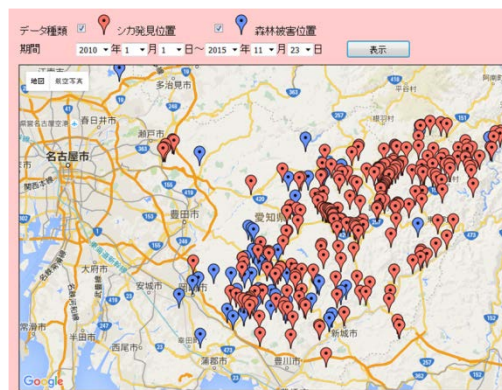


図2 提供された情報をウェブ上で公開

## こんな経営におすすめ:

これからシカによる被害が進行すると予想される地域では、「ニホンジカ個体確認・ニホンジカ被害確認通報システム」に地域ぐるみで取り組むことにより、シカ出没情報が広範な地域から収集されるようになります。出没予測マップを常時更新しながらシカの動きに対応した対策ができるようになります。

## 技術導入にあたっての留意点:

シカの出没予測が、農地と林地が混在するメッシュで高くなる場合には、捕獲に加えて防護柵を設置して農地への侵入を阻止するような「複合的な防除」が有効です。また、人家が近いところでは銃器が使えないためワナによる捕獲を行います。さらに、出没頻度や被害状況をモニタリングして防除の効果が上がったのかどうかを確認しておくといでしょう。

**研究担当機関名:** 国立研究開発法人森林総合研究所、一般財団法人自然環境研究センター、国立大学法人信州大学、静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター、NPO 法人若葉、愛知県森林・林業技術センター、NPO 法人穂の国森林探偵事務所、(株) マップクエスト

**お問い合わせ:** 国立研究開発法人森林総合研究所広報普及科

電話 029-873-3211 E-mail [www@ffpri.affrc.go.jp](mailto:www@ffpri.affrc.go.jp)

**執筆分担** (国立研究開発法人森林総合研究所 小泉 透、愛知県森林・林業技術センター 江口則和、石田朗、山下昇、(株) マップクエスト 岡田良平、鈴木千秋、中村侯太)

## 自動給餌器でシカの誘引コストをほぼ 1/10 に

試験研究計画名:ローカライズドマネジメントによる低コストシカ管理システムの開発

研究代表機関名:国立研究開発法人森林総合研究所

## 開発のねらい:

家畜飼料等を、同じ人が、同じ時刻に、同じ場所に、同じ量を繰り返し与えると、シカは日中でも給餌場に頻繁に出現するようになります。これを利用して、シカを誘引すると捕獲効率は大幅に向上しますが、給餌にかかる労力が大きいのが難点でした。このため、給餌時間を自由に設定できる、周辺に餌をまき散らさない、10日分の餌を貯蔵できる「自動給餌器」を開発しました。これにより、給餌作業のコストをほぼ1/10に低減しました。

## 開発技術の特性と効果:

給餌作業の省力化・低コスト化を図るため、以下の仕様により自動給餌器を設計製作した。ニホンジカだけに誘引効果が高いヘイクューブを用い給餌器内で餌が詰まらない構造である、地面にまき散らかさず設定時間に自動で給餌できる、ベルト等で立木へ設置しやすい構造である、低温下(−5℃程度)で作動する、連続で10日以上作動し、現地で交換可能な電源による設定時間だけ給餌する、1人で設置・運搬可能な形状と重量である(表1)。また、給餌器の蓋はマイコンコントローラにより制御し、ラジコン用の300:1の高ギアドモーターにこれに合うよう製作したラック&ピニオンギア(写真1)を組み合わせることで省電力かつ十分なパワー(2250:1)で蓋を開閉できるようにしました。

表1 自動給餌器諸元表

名称	材質	外形寸法 (mm)	重量 (kg)
本体	鉄、塩ビ管	850×300×480	18
えさ容器	塩ビ管	Φ140×1000	5
制御箱	ABS樹脂	400×300×250	4

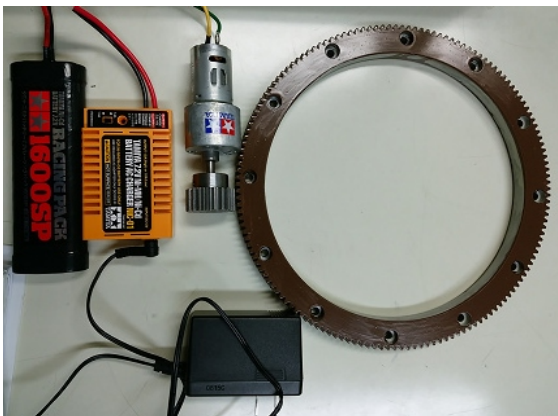


写真1 駆動部主要構成

上から ラック&ピニオンギア  
タミヤ(株)社製高ギアドモーター  
バッテリー充電器  
充電式7.2Vバッテリー

### 開発技術の経済性:

自動給餌器の総重量は27kgとなり、1人で運搬と設置が可能でした(設置時間約10分)。給餌器設置後、1週間以内にはシカが誘引され(写真2)餌は概ね10日間隔で補充すれば誘引効果は低下しませんでした。これらの諸元を用いて給餌コストを計算したところ、自動給餌の導入により作業の負担(労力)は、ほぼ1/10(88%軽減)に軽減することができるとわかりました(表2)。



写真2 自動給餌器に誘引されるシカ

表2 自動給餌器導入による給餌作業の軽減化

給餌期間：50日	
【人が給餌した場合】	
給餌作業時間：	2人×50日=100人日
【自動給餌器を使用した場合】	
機器の設置および撤収：	2人×1日=2人日
餌の補充作業時間：	2人×5日=10人日
合計：	12人日
【労力の軽減率】	
	$12 \div 100 = 0.12$

### こんな経営におすすめ:

給餌による誘引は銃器による捕獲を前提とします。また、給餌場は複数(1km毎に20箇所程度)を設置することが多いため、林道の路網が整備されていると作業効率は高くなります。また、対象面積は大きい方が単位面積当たりの作業コストが低くなるため、団地化を図るなどして防除対象地を大規模にするとこの方法の利点を活かすことができます。

### 技術導入にあたっての留意点:

給餌にかかる労力は大いに軽減できますが、自動給餌器の初期導入に費用がかかります。このため、捕獲を継続させて導入費用を償却することを含めて計画を立てることが大切です。給餌器を20器導入し、給餌期間を50日、作業員の日額単価を20,000円とすると、 $200,000 \text{円} \times 20 \text{台} \div 20,000 \text{円} \times (100 - 12) = 2.3$ となり、3回以上の捕獲を継続させる必要があることが分かります。

**研究担当機関名:** 国立研究開発法人森林総合研究所、一般財団法人自然環境研究センター、国立大学法人信州大学、静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター、NPO法人若葉、愛知県森林・林業技術センター、NPO法人穂の国森林探偵事務所、(株)マップクエスト

**お問い合わせ先:** 国立研究開発法人森林総合研究所広報普及科

電話029-873-3211 E-mail [www@ffpri.affrc.go.jp](mailto:www@ffpri.affrc.go.jp)

**執筆分担**(国立研究開発法人森林総合研究所 小泉 透、静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター 大橋 正孝)

## 広葉樹林化を安全・確実に進めるための技術体系

試験研究計画名：広葉樹林化技術の実践的体系化研究

研究代表機関名：国立研究開発法人森林総合研究所

### 技術体系開発のわらい：

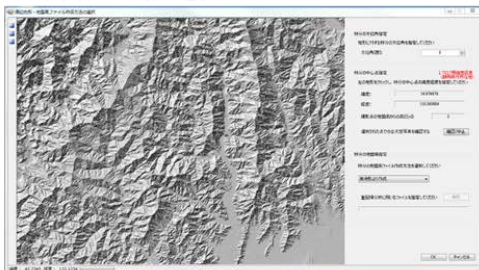
経済林として維持するのが困難と予想されるスギやヒノキなどの人工林の一部で、生物多様性保全や水土保全機能などの公益的機能を高めるため、人工林を広葉樹林化する施策が期待されています。そこで、針葉樹の人工林に広葉樹を定着させるための現場ツールとして目標林形を設定する技術、目標林型へ誘導するための施業計画を設定する技術のパッケージ化を行いました。

### 開発技術の特性と効果：

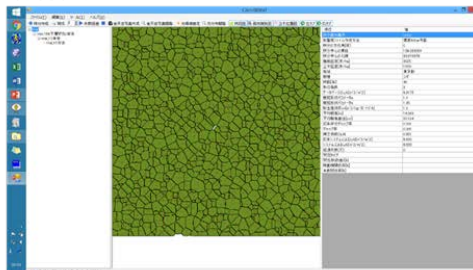
広葉樹林化は、どの林分で広葉樹林化すべきかを合理的に判定するために、前生稚樹の密度を予測するウェブアプリケーションと潜在的な広葉樹組成を予測するツールを開発しました。この情報を元に、現場の踏査を行ない、広葉樹林化の方針を修正・確定します。

太陽光の15%から25%くらい量が林床に届く程度が広葉樹林化には適しています。そこで、そのような光環境を創り出す間伐計画の樹立を支援するためにWindowsのアプリケーションCan-Standを開発しました。

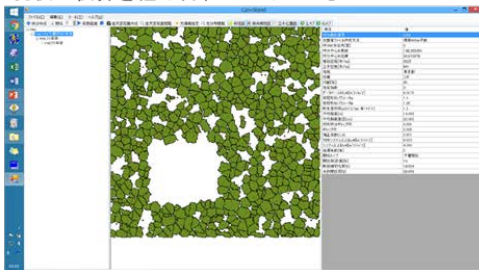
①地形や緯度が光環境に大きく影響するので、まず対象林分の場所を指定



②林分情報を入力し、コンピュータ内に対象林分を再現する



③コンピュータ内で間伐行なう。ここでは定性間伐と孔状の伐採を組み合わせてみている



④5年後の様子。間伐の痕が塞がってきており、その下は暗くなっていることが予想される

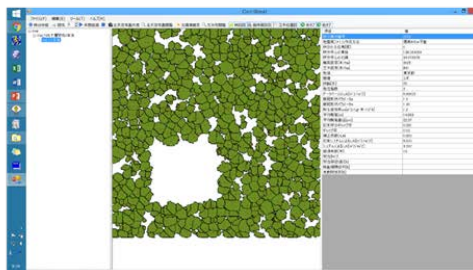


図1 広葉樹林化のためのWindowsアプリケーションCan-Standを実行する流れ

### 開発技術の経済性：

広葉樹林化のために間伐を行います。そのために必要な経費は、三重県内の急斜面に位置する33年生と48年生のヒノキ人工林で実施した実証事例では、主にタワーヤーダでチェーンソー伐倒した間伐木を集材する方式で行なった結果、1回の作業でhaあたり



995,000 円の経費が必要でした。また、北海道の緩斜面に位置するトドマツ林過去 15 年間に 3 回の間伐（23 年生、29 年生、38 年生）を行なった実証試験の費用を集計したところ、チェーンソー伐倒した間伐木をトラクタで集材した 3 回の作業でヘクタールあたり合計 1,100,000 円と計算されました。間伐材のうち、市場価値のあるものを販売することでこのコスト負担を軽減することができます。

### こんな経営におすすめ:

広葉樹林化は、奥地に位置していて経済的に成立しにくい状況にある針葉樹の人工林に新たな価値を与えるものです。ただし、直近の収益に結びつくものではないので、公的資金で環境機能改善のための森林施業を行なう目的で導入するのに適しているでしょう。また、国際的な森林認証制度である FSC などを取得するために、人工林の一部を広葉樹林化して生物多様性を高めるのにも適しています。

本技術を使いこなすためには、森林生態系に関する一定レベルの知識が要求されます。従来の林業は自然を単純化して扱いやすくする営みですが、広葉樹林化はそれとは逆に、単純化した自然をもとの複雑な姿に戻す施業であるといってもよいでしょう。ゆえに、多様な広葉樹の生態に関する知識がどうしても求められます。

広葉樹林化を行なうにあたっては、PDCA のサイクルをしっかりと組み込んで組織的に進めていただく必要があります。そのようなシステムがすでに定着している事業体では、広葉樹林化は現実的な施業オプションといえるでしょう。

注) 森林認証制度：環境に配慮した林業によって生産された木材であることを認定する国際的な制度。ドイツで最初に創設された FSC の他、PEFC、SGEC などがあります。

注) PDCA：計画（Plan）→ 実行（Do）→ 評価（Check）→ 改善（Act）を繰り返すことで事業を改善していくことを指します。

### 技術導入にあたっての留意点:

広葉樹林化を行なうにあたって、広葉樹林化が実行可能な状態にある林分であるかどうかの見極め、現実的に誘導可能な目標林型を具体的に描くことが大切です。また、PDCA サイクルでその効果を客観的に評価し施業を進めるとともに、強度の間伐や皆伐で広葉樹林化を行わず、広葉樹林化が万が一うまくいかなかった時に備えて、いつでも通常の施業体系に戻れるようにしておくこと、広葉樹林化のための間伐作業に入った時には、作業員が稚樹を踏みつけないように注意することなどが求められます。

**研究担当機関名:** 国立研究開発法人森林総合研究所、北海道立総合研究機構林業試験場、秋田県林業研究研修センター、山形県森林研究研修センター、新潟県森林研究所、長野県林業総合センター、岐阜県森林研究所、富山県農林水産総合技術センター、和歌山県林業試験場、愛媛県農林水産研究所林業研究センター、新潟大学、静岡大学、株式会社森林再生システム、岐阜県立森林文化アカデミー

**お問い合わせは:** 国立研究開発法人森林総合研究所

電話 029-829-8222 E-mail [masaki@ffpri.affrc.go.jp](mailto:masaki@ffpri.affrc.go.jp)

**執筆分担**（国立研究開発法人森林総合研究所 正木隆、伊東宏樹、酒井武）

## 定置網の箱網からクラゲ類を効率的に排出

試験研究計画名:定置網漁業における生産基盤強化システムの開発

研究代表機関名:国立研究開発法人水産総合研究センター 水産工学研究所

### 開発のねらい:

定置網は全国で広く営まれ、海面漁業生産量の約1割を担う重要な漁業です。地先海面に設置した大型の網漁具に漁獲対象生物が入網するのを待つ受動的漁法であるため、漁獲対象外の生物が大量に入網する場合があります。なかでも、ミズクラゲ類などの中型クラゲ類の大量入網は全国でしばしば発生し、漁獲物の損傷や鮮度低下の原因となっています。そこで本事業では、入網したクラゲ類を効率的に排出できる簡単な装置を開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

定置網内での行動観察の結果、ブリなどの主要魚種は底層を遊泳する性質があり、揚網終盤でも海面付近に達することはほとんどありませんでした(図1)。他方、クラゲ類は揚網終盤に海面付近に密集していました。ミズクラゲは春から夏にかけては日没前及び日出後に底層から表・中層に移動する性質があるうえ、遊泳性が乏しいために揚網時の網の動きで受動的に駆集され、表層に集まったと考えられます。そこで、これらの特性を活用してクラゲ類のみを効率的に排出するために、揚網終盤に、網内に浮かべた樋の上で船の雑用水によってクラゲ類を押し流す装置(図2)と、甲板上に設置した容器(図3)にクラゲ類を投入し、混入した漁獲物を取り除いたうえで、その容器の底部からクラゲを排出する装置を開発しました。

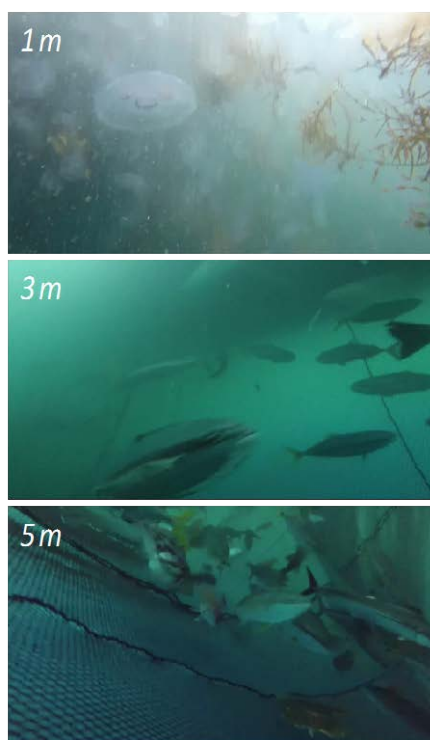


図1 網内の深度帯別観察例



図2 クラゲ類排出装置Ⅰ型  
(網内に浮かべるタイプ)



図3 クラゲ類排出装置Ⅱ型  
(船上に設置するタイプ)

### 開発技術の経済性:

これまで、定置網におけるクラゲ類対策としては、垣網の大目合化や端口前面への防除網の設置など、入網自体の防除が中心でしたが、これらの手法では、漁獲対象種の入網量の減少も懸念されます。これに対して、本研究で提示した手法は、漁獲対象種の入網を妨げることなくクラゲ類を除去可能です（図4）。また、クラゲ類の漁獲物との接触による魚体の損傷や、魚倉への混入による冷却効果の阻害を防ぐことにより、漁獲物の単価向上に結びつくことも期待されます。一方、各装置の製造原価はI型が約8万円、II型が約26万円で、より大きな出費を伴う網自体の大幅な改造は不要です。

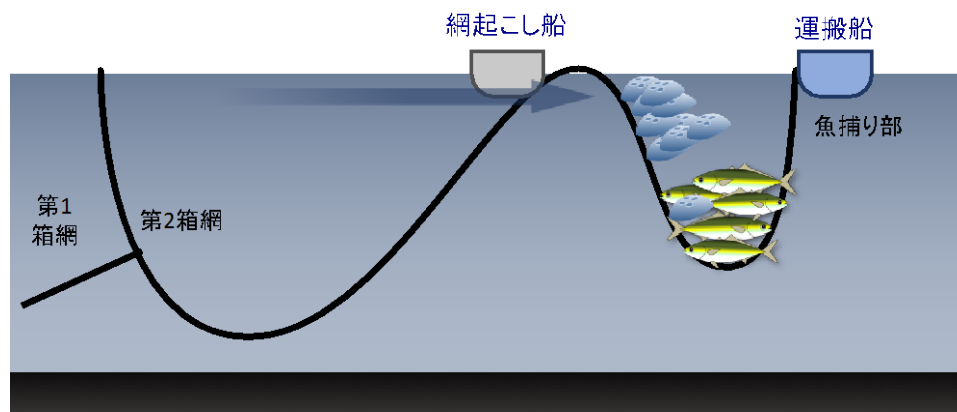


図4 漁獲物と接触する前にクラゲ類を網内から排出可能

### こんな経営におすすめ:

現在日本では、海面を有するほぼ全てにあたる38都道府県においておよそ6700経営体によって定置網漁業が営まれています。これに対してミズクラゲ等のクラゲ類の大量発生による被害分布は日本海、瀬戸内海、太平洋の各沿岸の広範囲にわたっており、本装置は、広範な地域での活用が期待されます。

### 技術導入にあたっての留意点:

本装置は、揚網による駆集作用と、明け方に起こるクラゲ類の浮上行動の双方を利用しています。一般には「朝まずめ」の時間帯に魚類の入網が多いことから日出後に揚網を行う地域が多く、これらの地域では本装置は安定した効果を発揮すると期待されます。なお、夜間や日中に揚網作業を行うような場合には、クラゲ類が十分に表層に密集しない可能性も考えられますので、導入の可否は操業実態を考慮して決める必要があります。

**研究担当機関名:** 国立研究開発法人水産総合研究センター水産工学研究所、京都府農林水産技術センター海洋センター

**お問い合わせ先:** 国立研究開発法人水産研究・教育機構水産工学研究所漁具・漁法グループ  
電話 0479-44-5951 E-mail ochiy@affrc.go.jp

京都府農林水産技術センター 海洋センター 研究部

電話 0772-25-3078 E-mail y-ueno34@pref.kyoto.lg.jp

**執筆分担** (国立研究開発法人水産機構水工研 越智洋介、京都海洋セ 上野陽一郎)

## 漁獲物の組成に応じた粗選別が可能な船上型選別装置

試験研究計画名:定置網漁業における生産基盤強化システムの開発

研究代表機関名:国立研究開発法人水産総合研究センター 水産工学研究所

### 開発のねらい:

定置網は全国で広く営まれ、海面漁業生産量の約1割を担う重要な漁業です。地先海面に設置した大型の網漁具に漁獲対象生物が入網するのを待つ受動的漁法であるため、多様な種類・サイズの漁獲物が入網します。これは多様な水産物を供給できるという点で本漁業の利点である反面、漁獲物の選別処理には多くの労力と時間を要します。そこで本事業では、船上で漁獲物を粗選別できる簡単な選別装置を開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

船上で漁獲物を粗選別するためには、コンパクトな装置であることが求められます。定置網内から汲み上げた直後の漁獲物はまだ生きており、スリット上で激しく動きます。本装置はこの動きを利用してふるいに掛けているため、小さくても効率的な選別が可能となりました。また、定置網に入網する漁獲物の組成は地域や季節によっても異なることから、簡単な仕組みでスリット間隔を調節して選別サイズを変更可能にしています(図1、2)。試用試験の結果、本装置による船上での粗選別率は97%以上、帰港後の選別時間短縮率は26%以上と推定され、十分な選別能力を有します(図3)。

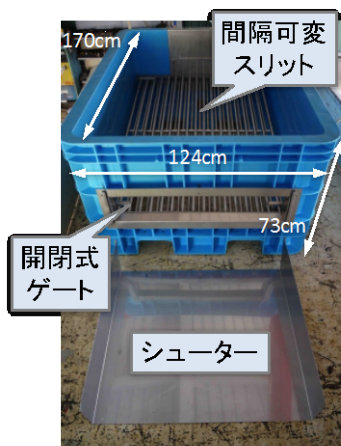


図1 船上型選別装置



図2 選別過程

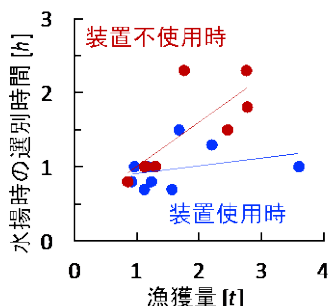


図3 漁獲量と選別時間の関係

### 開発技術の経済性:

多様な魚種が入網する定置網では、帰港後に常温下で長時間かけて行う漁獲物の選別作業は労力を要するうえに、品質低下の要因となります。根拠地が浦々に分散している本漁業では複数の事業者が水揚施設を共有する事例は少なく、数千万円規模の投資を要する陸上選別システムの導入は困難です。今回開発した装置では、製造原価が約45万円という安価な投資で粗選別割合97%以上、選別時間の短縮率26%という選別作業の効率化が可能となり、漁獲物の品質改善・魚価向上が期待されます。さらに、選別サイズ可変のため汎用性が高い点も特徴です。



図4 船上選別風景

### こんな経営におすすめ:

現在日本では、海面を有するほぼ全てにあたる38都道府県においておよそ6700経営体によって定置網漁業が営まれています。定置網漁業は受動的漁法であり、一般に、多様なサイズ・魚種が混在して漁獲されるため、漁獲物の効率的な選別処理はいずれの地域においても大きな課題となっています。本事業において開発した船上型選別装置は、安価で汎用性が高いことから、広範な地域での活用が期待されます。

### 技術導入にあたっての留意点:

本事業では、19トンの漁船上で使用することを想定して、水産用1トンコンテナを改造して選別装置を開発しました。このため、小型定置網などで、ごく小さな漁船を用いて行う場合には、使用は困難かも知れません。今後は、京都府の事業において、より小型のコンテナを用いた装置の開発を行う予定です。

**研究担当機関名:** 国立研究開発法人 水産総合研究センター 水産工学研究所、京都府農林水産技術センター海洋センター

**お問い合わせ先:** 国立研究開発法人水産研究・教育機構水産工学研究所漁具・漁法グループ  
電話 0479-44-5951 E-mail ochiy@affrc.go.jp  
京都府農林水産技術センター 海洋センター 研究部  
電話 0772-25-3078 E-mail y-ueno34@pref.kyoto.lg.jp

**執筆分担:** (国立研究開発法人水産機構水工研 越智洋介、京都海洋セ 上野陽一郎)

## 閉殻力で選抜した母貝用優良アコヤガイ

試験研究計画名:優良アコヤガイの導入等による真珠品質の向上と安定化の実証研究  
 研究代表機関名:国立研究開発法人水産総合研究センター増養殖研究所

### 開発のわらい:

近年、真珠養殖では疾病や貝の弱体化等により、真珠養殖の途中で母貝が死にやすくなり、真珠の生産効率が悪化していますが、貝殻を閉じる力である閉殻力の強い貝を選抜して母貝に使用すると、真珠の生産性向上に有効であることが明らかになってきました(図1)。そこで、閉殻力を測定して閉殻力の強い母貝用の優良アコヤガイ系統(日本貝)を選抜し、それを母貝とした場合の真珠の品質向上と経済性を検証しました。

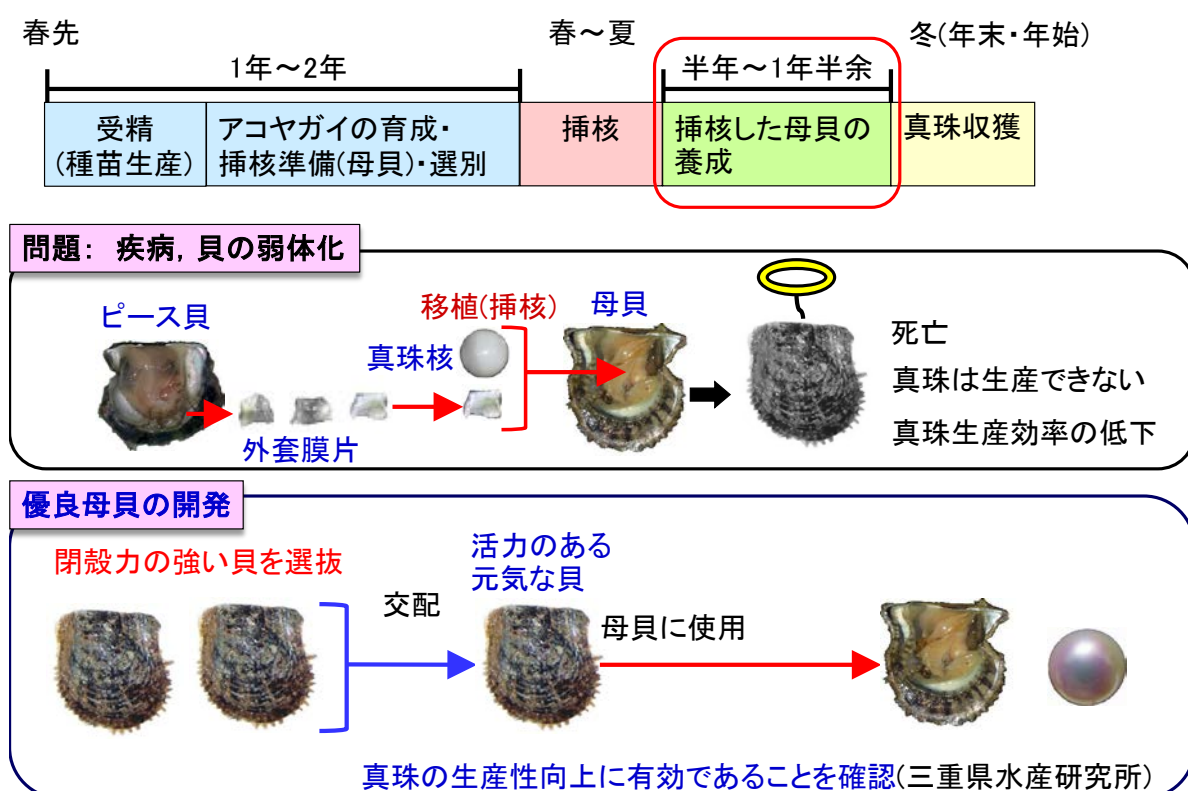


図1 閉殻力で選抜した優良アコヤガイを母貝に用いた真珠生産

### 開発技術の特性と効果:

閉殻力で選抜した日本貝を母貝に用いて三重県の英虞湾や五ヶ所湾で真珠を試験生産し(H26年度:29業者、収穫数約16,000個、H27年度:25業者、収穫数約14,000個)、生産した真珠の品質、製品率および収益性を従来の母貝(交雑貝(中国のアコヤガイと日本のアコヤガイを交雑したアコヤガイ))で生産した真珠と比較しました。その結果、生残率は交雑貝と同様に高く(H26:81.6±8.9%、H27:81.7±10.9%)、真珠の品質も向上する傾向が見られました。

### 開発技術の経済性:

閉殻力で選抜した優良アコヤガイ(日本貝)と従来の母貝(交雑貝)で生産した真珠を比較した結果、H26年度の真珠の製品率は日本貝が交雑貝よりも平均で約5%高く、単価(金額係数)も高くなりました。また、売上見込額(係数)は日本貝の方が約25%高くなる結果となりました。H27年度の真珠の製品率は日本貝が交雑貝よりも平均で約4%高く、単価(金額係数)も高くなりました。また、売上見込額(係数)は日本貝の方が約28%高くなる結果となりました。

表1 優良アコヤガイと従来の母貝の製品率、単価、売り上げ見込額

	製品率 (平均値±標準偏差)	金額係数 (平均値±標準偏差)	売り上げ見込額(係数) (平均値)
優良母貝	52.4±12.2% 約5%向上	24.5±12.2 高品質の傾向	1,394.2 約25%増加
従来の母貝 (市販母貝)	47.5±13.6%	21.3±9.5	1,111.7
優良母貝	54.0±12.4% 約4%向上	21.5±10.6 高品質の傾向	1,160.1 約28%増加
従来の母貝 (市販母貝)	50.3±15.9%	18.3±9.3	906.4

製品率: 製品になる真珠が得られた母貝数÷挿核した母貝数×100

\* 民間企業(2社)の専門家が真珠を再選別し金額係数を算出

金額係数: 最も品質が高かった真珠の金額を100とした時の金額  
(年によって入札額が異なっても同様に金額計算が可能)

売り上げ見込額(係数): 製品率×金額係数

:H 26年度

:H 27年度

### こんな経営におすすめ:

三重県水産研究所は閉殻力を指標としたアコヤガイの選抜方法をとりとめ、種苗生産機関である三重県栽培漁業センターに普及しています。この閉殻力を指標とした選抜により種苗生産された優良アコヤガイ(母貝)稚貝の県内養殖業者の方への配布数は、H25年度の115万個(真珠生産額に換算して年間約2億8,750万円)からH27年度は230万個(真珠生産額に換算して年間約5億7,500万円)に増加しています。今後も、配布数は増加する見込みで、種苗生産機関である三重県栽培漁業センターにおいて増産される予定です。

### 技術導入にあたっての留意点:

飼育管理方法はこれまでの母貝と同様です。

**研究担当機関名:** 国立研究開発法人水産総合研究センター増養殖研究所、三重県水産研究所、国立大学法人愛媛大学、愛媛県農林水産研究所、国立大学法人豊橋技術科学大学、三重県真珠養殖連絡協議会、愛媛県漁業協同組合連合会、一般社団法人日本真珠振興会

**お問い合わせ先:** 国立研究開発法人水産研究・教育機構増養殖研究所業務推進課

電話0599-66-1830 E-mail suisinka-nria@ml.affrc.go.jp

**執筆分担** (国立研究開発法人水産研究・教育機構増養殖研究所 正岡哲治、三重県水産研究所 土橋靖史)

## 貝殻真珠層で選抜したピース用優良アコヤガイ

試験研究計画名:優良アコヤガイの導入等による真珠品質の向上と安定化の実証研究

代表機関名:国立研究開発法人水産総合研究センター増養殖研究所

### 開発のねらい:

真珠の真珠層はピース貝の貝殻真珠層の特徴を受け継ぎます。また、真珠層は炭酸カルシウム結晶とタンパク質の薄い膜が交互に積み重なってできており、この1つ1つの結晶の厚みによって干渉色の色が変わり、干渉色の色によって真珠の品質と評価が異なります。そこで、貝殻真珠層の干渉色と結晶層の厚さ(平均)をもとに優良ピース貝を作出します。

### 開発技術の特性と効果:

貝殻真珠層の干渉色と結晶層の厚さ(図1)をもとに選抜し、H25年度に生産した優良ピース貝と、最も評価が高くて広く使用されている市販のピース貝を用いて愛媛県宇和海で真珠を試験生産(愛媛県内6業者、収穫数約6,500個)したところ、市販のピース貝よりも1、2級品の真珠の割合(製品率)が平均で5%高くなりました。また、ピース貝の結晶層が厚い(444nm)区の方が、薄い(364nm)区よりも高い評価を得ました。さらに、この優良ピース貝を用いて生産した真珠が、第37回愛媛県浜揚真珠品評会(H27.11開催)で、農林水産大臣賞(最優秀賞)を受賞しました。

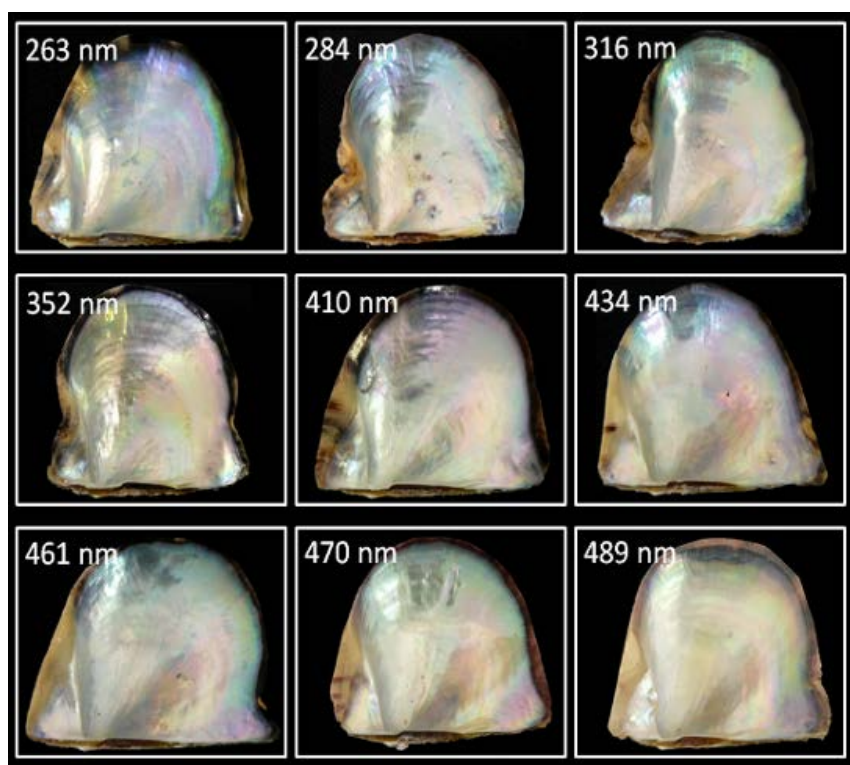


図1 ピース貝貝殻真珠層の結晶層厚と反射色の関係



### 開発技術の経済性:

H26 年度に生産した優良ピース貝と市販のピース貝を用いて、愛媛県宇和海で真珠を試験生産（愛媛県内 7 業者、収穫数約 8,500 個）した結果、最も評価が高い市販のピース貝よりも平均売上見込額(係数)が約 9%高くなりました。

表 1 優良アコヤガイ（ピース貝）と従来のピース貝の製品率、単価、売り上げ見込額

	製品率 (平均値)	金額係数 (平均値)	売り上げ見込額(係数) (合計)
優良ピース貝	85.2% 約2.6%向上	33.6 高品質の傾向	1,986.9 約9%増加
従来のピース貝 (市販ピース貝)	82.6%	31.5 高品質の傾向	1,823.6

製品率: 製品になる真珠が得られた母貝数 ÷ 挿核した母貝数 × 100

\* 民間企業(2社)の専門家が真珠を再選別し金額係数を算出

金額係数: 最も品質が高かった真珠の金額を100とした時の金額  
(年によって入札額が異なっても同様に金額計算が可能)

売り上げ見込額(係数): 製品率 × 金額係数

### こんな経営におすすめ:

愛媛県農林水産研究所は、以前から愛媛県漁業協同組合連合会を通じてピース貝を業者に販売しています。そこで、貝殻真珠層を指標として選抜した優良アコヤガイ(ピース貝)も愛媛県農林水産研究所のピース貝の親貝として使用し、優良なピース貝の稚貝を養殖業者に販売します。ピース貝の愛媛県漁業協同組合連合会への販売額は、殻長 2mm の稚貝 1 個につき 2 円(消費税別)です。今後 2 年以内(H29 年まで)に、ピース貝の稚貝を年間 30 万個程度販売(真珠生産額に換算して年間 18 億円程度)する見込みです。

### 技術導入にあたっての留意点:

飼育管理方法はこれまでのピース貝と同様です。

**研究担当機関名:** 国立研究開発法人水産総合研究センター増養殖研究所、三重県水産研究所、国立大学法人愛媛大学、愛媛県農林水産研究所、国立大学法人豊橋技術科学大学、三重県真珠養殖連絡協議会、愛媛県漁業協同組合連合会、一般社団法人日本真珠振興会

**お問い合わせは:** 国立研究開発法人水産研究・教育機構増養殖研究所業務推進課

電話 0599-66-1830 E-mail [suisinka-nria@ml.affrc.go.jp](mailto:suisinka-nria@ml.affrc.go.jp)

**執筆分担** (国立研究開発法人水産研究・教育機構増養殖研究所 正岡哲治、愛媛県農林水産研究所 小田原和史、国立大学法人愛媛大学 尾崎良太郎)

## 輸出増進を目指す次世代型大規模ブリ養殖技術

試験研究計画名：定品質で高い輸出競争力をめざした次世代型ブリ養殖管理システムの開発  
研究代表機関名：一般社団法人マリ/フォーラム21

### 技術体系開発のわらい：

ブリは、わが国の海面養殖業における主要魚類であり、農林水産省が策定した「水産物輸出戦略」における重要生産品目です。国内向けはもとより輸出をめざして大規模養殖を行うことにより、コスト削減を図り、定品質のブリを安定的に供給する養殖管理システムを開発し、特に輸出力を向上させる養殖業の確立を目指しました。

### 開発技術の特性と効果：

養殖業者は大型生簀導入が経営改善に効果的であることを認識しています。しかし、出荷時捕り上げ作業で多くの要員を要することで中小業者は大型生簀導入に躊躇しています。

そこで、大型生簀で利用できる省人化捕り上げ方式（浮上式敷網方式と捕り網方式）を開発し(写真1)、1~2隻と5名（他にダイバー2名）で捕り上げ作業できるようになり、大型生簀導入に向けた大きな障害を取り除くことができました。

漁場に複数のカメラと水質観測機器（水温、D0、塩分濃度、濁度、pH等）を設置し、電源のない漁場から動画と観測値を定期的に陸上に伝送するシステムを開発しました(写真2)。低額・定額な通信料金で稼働し、保守回数を低減したシステムで、陸上から漁場の水質を知り、作業状況、養殖魚の挙動を観察できます。

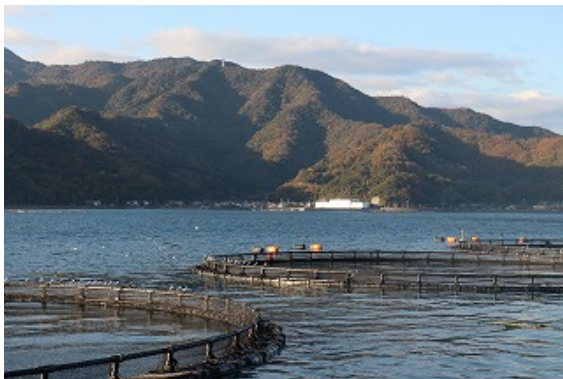


写真1 大規模ブリ養殖漁場（左）と 浮体式敷網による捕り上げ実験（右）



昇降式カメラ



吊下式カメラ



海面監視カメラ

写真2 漁場から送信された画像例

## 開発技術の経済性:

大型生簀と同容積の小割生簀 10 台の投資コストはほぼ同額ですが、耐用年数を考慮した大型生簀の年間コストは小割生簀 10 台の約 4 割です。毎日の給餌作業時間が低減して製品の品質を揃えやすく大型輸出商談に応えるようなロット規模での生産を実現します(図 1)。

漁場にカメラを導入することは養殖魚生産のコストや品質に直ちに結ぶつくものではありませんが、漁場の把握と映像で記録できることで、漁場の遠隔監視、情報共有化、作業の標準化等を実現し、長い目で見てコスト低減と品質向上が期待できます。

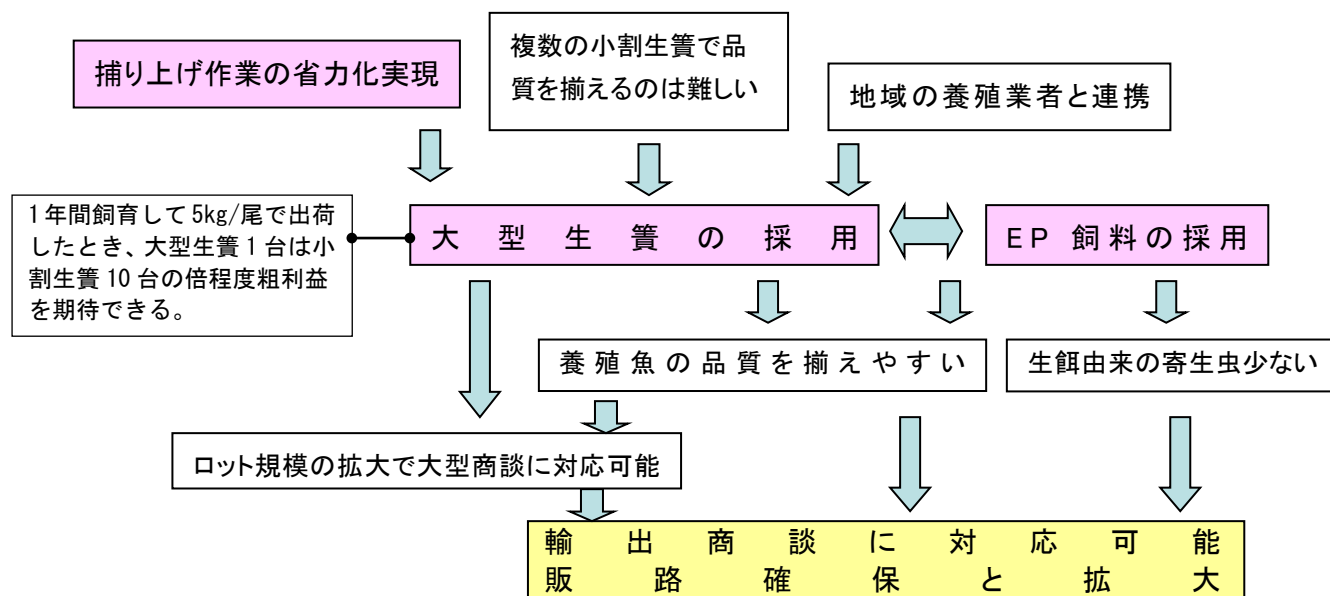


図 1 輸出増に向けた大型生簀導入効果

## こんな経営におすすめ:

30 台以上の小割生簀や複数の大型生簀を所有または拡大を計画し、輸出増を想定しているブリ養殖経営体向けに開発した技術体系です。

## 技術導入にあたっての留意点:

クレーン・キャプスタン付きの 19t 程度の作業船を所持し、運用できる資格者を社員として雇用していれば、その他に特別な設備を新たに導入する必要はありません。大型生簀導入に当たっては、生簀を組立てることのできる用地(生簀 3 台分の面積を必要とする)とクレーン車 3~4 台を確保できることが必要です。

導入する経営体では Windows パソコン、インターネット設備が運用されていることを前提としています。

**研究担当機関名:** 一般社団法人マリノフォーラム 21、水口電装株式会社、西日本ニチモウ株式会社、福伸電機株式会社、有限会社富高水産

**お問い合わせ先:** 一般社団法人マリノフォーラム 21 開発部

電話 03-6280-2792 E-mail hasimoto@mf21.or.jp

**執筆分担** (一般社団法人マリノフォーラム 21 白石 學、吉田 儀弘、岸 真二郎、水上 洋一、橋本 民雄)

## 大型生簀からの省人化捕り上げ技術

試験研究計画名:定品質で高い輸出競争力をめざした次世代型ブリ養殖管理システムの開発  
 研究代表機関名:一般社団法人マリ/フォーラム21

### 開発のねらい:

海面養殖業で大型生簀は導入コストと運営コスト削減に効果的といわれています。しかし、小割生簀と比較して捕り上げ時に作業船と要員の確保（一例として 6~8 隻または 1 隻と 19 名）が導入障壁となっています（図 1）。

中小養殖業者が大型生簀での捕り上げ作業時の要員確保という課題を解決するために利用回数の多い間引き出荷用(浮体式敷網)(図 3)と全量出荷用(捕り網)(図 2)の 2 方式を開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

開発した捕り上げ方を漁場の大型生簀で実験し、作業船数の減少(6~8 隻→1~2 隻)、要員数の減少(8~10 人→5 人、他にダイバー2 人)が実現でき、大型生簀導入時の障害を解決できました。

捕り上げ作業日を決める際に周辺から作業船と要員を集めるという難題を回避し、自社の都合でのみ出荷計画を立案できることで、大型生簀の導入が可能となり、大型生簀の多様な効用が実現し、輸出に向けた大型商談に対応できるようになりました。

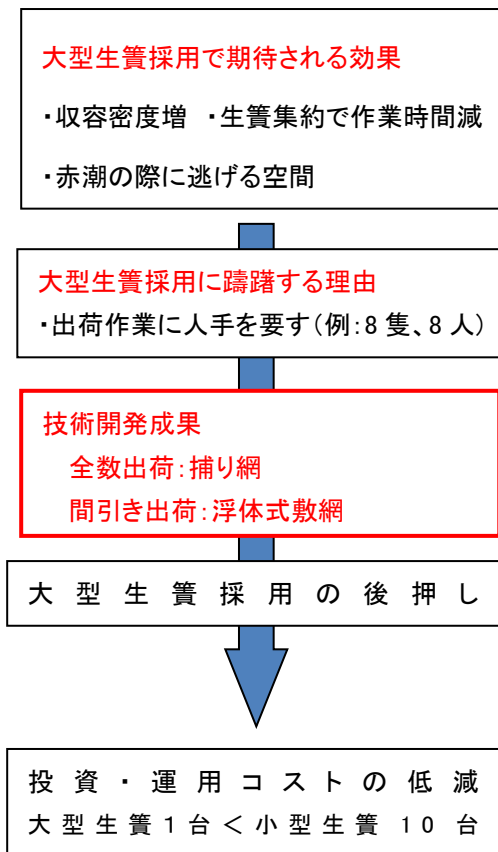
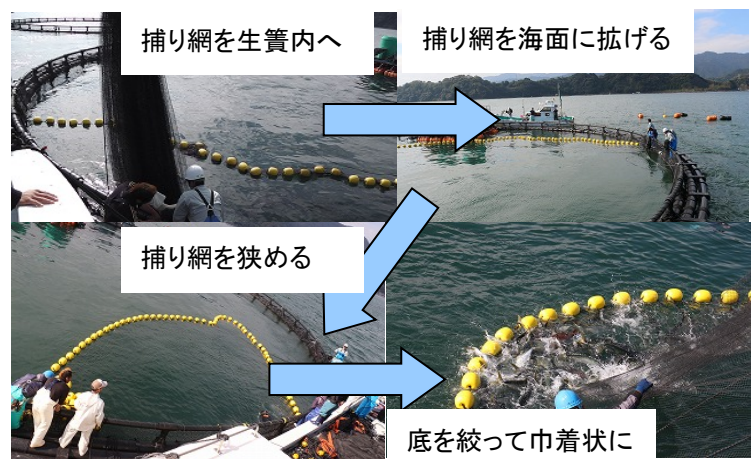
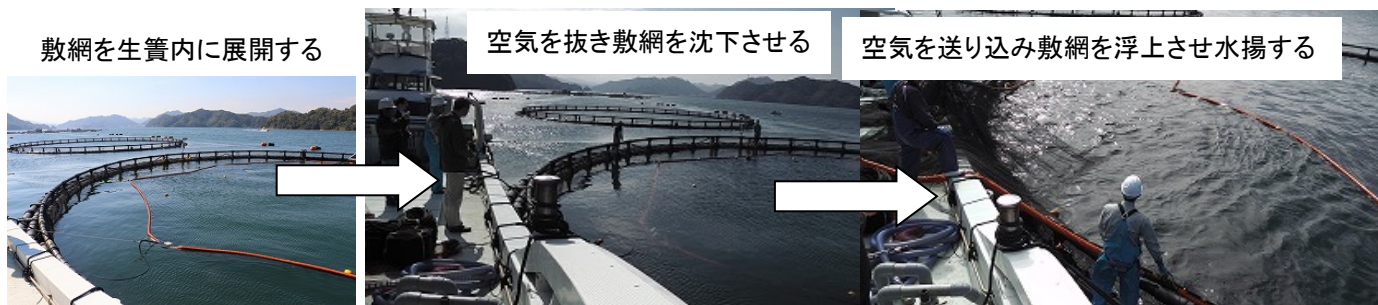


図 1 省人化捕り上げ方式開発の背景と効果



捕り網(いわゆる巾着網)で生簀内の全量を入れ込み、網底を絞って巾着状にし、櫛網で掬い、活魚船または小型生簀へ水揚げする

図 2 開発した捕り網の作業手順



浮体式敷網：生簀内の一部を出荷時に用いる。網底に沈下させた敷網にコンプレッサで敷網（いわゆる座布団網）周囲の浮体に船上から空気を送り込んで浮上させ、櫛網で魚を掬う

図 3 開発した浮体式敷網の作業手順

### 開発技術の経済性：

大型生簀と同容積の小割生簀 10 台の投資コストはほぼ同額ですが、耐用年数を考慮した大型生簀の年間コストは約 4 割です。毎日の給餌作業時間が低減して製品の品質を揃えやすく大型輸出商談に応えられるロット規模の生産を実現します。

開発した捕り上げ機材のインシヤルコストは浮体式敷網が 800 万円、捕り網が 400 万円程度で、別途に運送費と消費税が必要となります。作業船数、要員数の減少を実現できることから、捕り上げ作業時の傭船費・燃料費と人件費のコスト削減が見込めます。

### こんな経営におすすめ：

30 台以上の小割生簀や複数の大型生簀を所有または拡大を計画し、輸出増を想定しているブリ養殖経営体向けに開発しました。

### 技術導入にあたっての留意点：

クレーン・キャプスタン付きの 19t 程度の作業船を所持し、運用できる資格者を社員として雇用していれば、その他に特別な設備を新たに導入する必要はありません。

大型生簀導入に当たっては、生簀を組立てることのできる用地（生簀 3 台分の面積の岸壁を必要）とクレーン車 3~4 台を確保できることが必要です。

**研究担当機関名：**一般社団法人マリノフォーラム 2 1、水口電装株式会社、西日本ニチモウ株式会社、福伸電機株式会社、有限会社富高水産

**お問い合わせは：**西日本ニチモウ株式会社

電話 083-282-8161 E-mail t\_wada@nichimo.co.jp

**執筆分担**（西日本ニチモウ株式会社 和田 隆行、大谷 豊、田口 真吾、池田 怜史、平井 ともか）

## 水中カメラ利用をしたブリ養殖管理

試験研究計画名:定品質で高い輸出競争力をめざした次世代型ブリ養殖管理システムの開発  
 研究代表機関名:一般社団法人マリ/フォーラム21

### 開発のねらい:

養殖経営体で経営者は漁場の様子や作業状況を陸上から知ることはできず、作業員からの報告のみが情報源となっています。また、複数の作業員の作業方法の違いを把握することは困難です。そこで、漁場に複数のカメラと水質観測機器を設置して陸上に伝送して漁場の様子を知る手段と利用法を養殖経営体向けに開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

漁場に複数のカメラ(写真1、2、図1)と水質観測機器(水温、D0、塩分濃度、濁度、pH等)を設置し、電源のない漁場から動画と観測値を定期的に陸上に伝送するシステムを開発しました。低額・定額な通信料金で稼働し、保守回数を低減したシステムで、陸上のパソコン、スマートフォンで漁場の水質を知り、作業状況、養殖魚の挙動を観察できます。

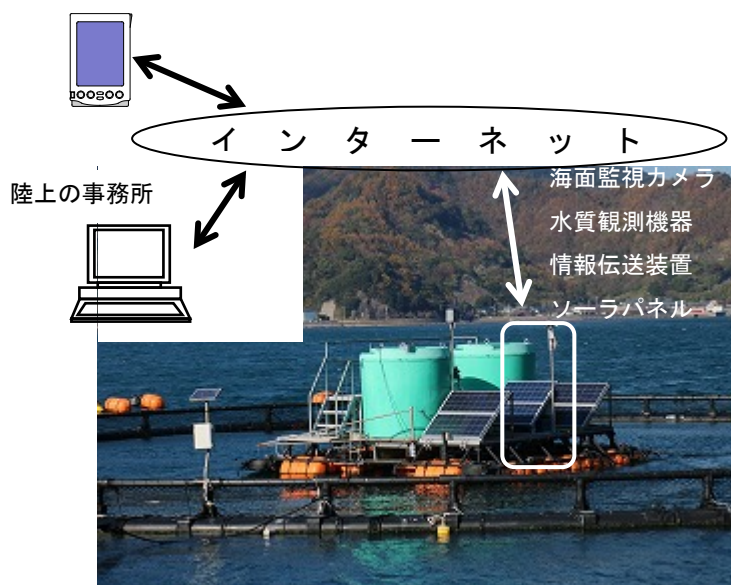


写真1 漁場に設置したカメラ(白枠内)

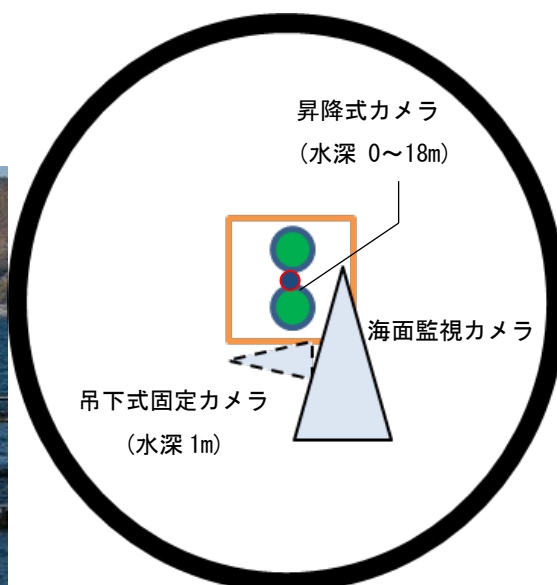


図1 3台のカメラの視野



写真2 昇降式カメラ(左)と吊下式固定カメラ(右)の映像例

## 開発技術の経済性:

開発した技術を導入することが養殖魚生産のコスト削減や品質向上に直ちに結びつくものではありません。映像で記録できることで、漁場の遠隔監視、斃死魚の早期発見、情報の共有化、漁場での作業の標準化、設備の経時変化を知ることが実現し(表1)、長い目で見てコスト削減と養殖魚の品質向上が期待できます。

海上に設置する設備のイニシャルコストは300万円程度で毎月の通信費用は4千円程度です。陸上で映像を受信する設備は別途ですが、陸上の設備は事務管理等の用途にも応用できます。陸上設備は既存設備を併用することも可能です。

表1 カメラで検知可能な事象例

	海面監視カメラ	昇降式カメラ	吊下式固定カメラ
海象気象	波浪の強さ、潮流・波浪の向き、生簀海面の動向、天候(晴れ、曇り、雨)、視界、日照量	透明度	波浪、透明度、日照
施設	生簀枠の浮力、海面のゴミ浮遊、昇降式カメラの挙動、灯標点滅	網底の汚れ、ゴミ	
養殖魚の挙動	海面で浮遊 海面で回る	浮遊深度、遊泳方向、 遊泳速度、弱った魚	遊泳状況(魚種)
作業	給餌船での作業、撒いた餌の飛沫 餌タンクへの補給作業 生簀メンテナンス作業		
摂餌状況(給餌船)	摂餌行動		
摂餌状況(給餌機)	摂餌行動	摂餌行動	摂餌行動
斃死魚	海面に浮いた斃死魚	網底の斃死魚	
その他	鳥の接近、遊漁者の接近		
取引先、見学者、消費者に宣伝効果			

## こんな経営におすすめ:

10台以上の小割生簀や複数の大型生簀を所有、複数漁場を所有、事務所から離れた漁場所有等の海面養殖経営体を想定しています。ブリ養殖だけでなく、クロマグロ養殖等の他魚種でも応用可能です。導入する海面養殖経営体にはWindowsパソコン、インターネット設備が運用されていることを前提としています。

## 技術導入にあたっての留意点:

漁場で利用可能な通信インフラが普及している地域。インターネット回線として光回線を敷設できる地域。Windowsパソコン(最低でもブラウザ操作)、スマートフォンを利用できるリテラシをもった経営者、社員がいる経営体。

**研究担当機関名:**一般社団法人マリノフォーラム21、水口電装株式会社、西日本ニチモウ株式会社、福伸電機株式会社、有限会社富高水産

**お問い合わせは:**水口電装株式会社

電話 083-266-4321 E-mail c\_mizuguchi@mizuguchi-densou.co.jp

**執筆分担**(水口電装株式会社 水口千津雄、水口 勲、山田 孝磨、藤井 聡志、水口 昭弘、清水 恒夫)

## 生鮮水産物のスーパーチリング高鮮度流通

試験研究計画名:スラリーアイスを用いた生鮮水産物のスーパーチリング高鮮度流通の実証

研究代表機関名:公益財団法人函館地域産業振興財団

### 開発のわらい:

生鮮水産物の海外向け輸送が各地で取り組まれており、コールドチェーンが確立していない地域においても高鮮度を維持して輸送できるような技術開発が強く求められています。一方、スラリーアイス（シャーベット氷）は、低温性と微細な氷結晶により水揚げされた魚を急速に冷やすことができますので各地の漁港などでの導入が進んでいます。本研究では、スラリーアスを魚体の冷却のみでなく、流通の場面においても活用し、長時間の鮮度保持が可能な 0℃以下のスーパーチリング環境を作り出し、高鮮度な生鮮魚介類を低コストで輸送できる技術の構築と実証を行いました。

### 開発技術の特性と効果:

スラリーアイスから水分を除いた、軽量の脱水氷を連続的に製造する装置を開発しました（写真 1）。脱水氷は、適度な塩分を含み、雪のように魚を優しく包みながらスーパーチリング温度を長時間保持できます。また、シンプルな構造の二重底タイプの発泡スチロール容器を開発しました。水が外に漏れませんので航空便や宅配便による小口の鮮魚輸送が可能となりました（図 1）。

スーパーチリングによる鮮度保持効果の生化学的な証明と北方系魚種の最適保管温度などのノウハウ構築をとおして、実証地である北海道森町から首都圏、東南アジアに向けてシロザケ、ブリ、マツカワガレイなどの鮮魚の輸送試験を行いました。その結果、常温下での輸送にもかかわらず、容器内はスーパーチリング温度を維持しており、到着後の鮮度は良好でした（図 2）。これにより、常温宅配便による高鮮度な鮮魚輸送が可能となりました。



写真 1 スラリーアイス脱水装置



図 1 二重底タイプの発泡スチロール容器

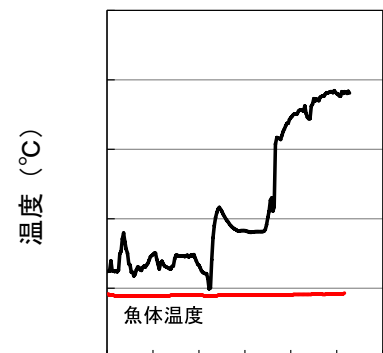


図 2 バンコクへ輸送中の温度変化



### 開発技術の経済性:

スラリーアイスを用いた常温宅配便輸送により、国内輸送では一箱 600 円程度必要となる冷蔵コストが不要となりました。これは内容量を 5kg とすると、キロあたり 120 円のコストの削減となります。また、脱水氷は従来の砕氷よりランニングコストが安く、安価に製造できますので、氷コストの 30%削減が期待されました。

タイのバンコクに向けた鮮魚の空輸試験では、脱水氷とアルミ蒸着袋などの既存の副資材とを組み合わせることでスーパーチリングでの輸送が可能となりました。現地において刺身として十分に喫食できる鮮度であることを確認しました。従来と同等以下の輸送コストで、高鮮度で輸送できたことから、東南アジアも含めたより遠方の消費者に、新鮮な日本産の鮮魚を提供することが可能となりました（写真 2）。



写真 2 バンコクの日本料理店に到着した高鮮度鮮魚

### こんな経営におすすめ:

生鮮水産物の海外輸送を検討されている漁業者、漁業協同組合、出荷業者。特に生産現場（水揚げ）から消費地にむけた発送まで、一貫して管理できる漁業者、組合等におすすめします。

### 技術導入にあたっての留意点:

- ・脱水氷はスラリーアイスからつくられますので、スラリーアイスを製造する装置の導入が必要となります。
- ・スーパーチリング温度は魚体の凍結温度でもあるので、魚体が凍結しないように、それぞれの魚種の最適な輸送条件を把握しておく必要があります。
- ・あらかじめ輸送テストを行い、スーパーチリング輸送の有効性を確認しておくことが望まれます。

**研究担当機関名:** 公益財団法人函館地域産業振興財団、株式会社ニッコー、積水化成品工業株式会社、株式会社ジョウヤマイチ佐藤、国立大学法人北海道大学大学院水産化学研究院

**お問い合わせは:** (公財) 函館地域産業振興財団 (北海道立工業技術センター)  
電話 0138 - 34 - 2600

**執筆分担** ( (公財) 函館地域産業振興財団 研究開発部 研究主幹 吉岡武也)

## イカ内臓を活用した安全・安心で飼料効率の高いブリ養殖技術

試験研究計画名:脱 Cd イカ内臓飼料の最適化による高品質ブリ養殖の実証

研究代表機関名:国立大学法人愛媛大学

### 開発のねらい:

イカの内臓は、水産加工において大量に発生する重要な動物性資源ですが、人体に有害なカドミウム (Cd) を多く蓄積することから、飼料への利用が制限されてきました。そこで、北海道大学等により開発されたイカ内臓から効率的に Cd を除去する技術を応用し、Cd を除去した安全・安心な「脱 Cd イカ内臓溶解液」を作製するとともに、その加工法と配合を検討してブリの摂餌や飼料効率を高めた養殖用飼料を開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

脱 Cd イカ内臓溶解液 (図 1) に対して、ブリは他の魚種 (マダイやマグロ、フグ等) に比べ嗜好性が低いことが課題でしたが、脱 Cd イカ内臓を適切に熱処理することで、ブリの嗜好性が飛躍的に高まることを見出しました。ブリ養殖現場での実証試験では、2 歳魚に対して脱 Cd イカ内臓を 1% 添加することで飼料効率が約 1.2 倍高まることを明らかにしました (図 2)。また、当歳魚に対しては低魚粉飼料の開発を試み、脱 Cd イカ内臓を 1% 配合することで、5% 以上の魚粉削減が可能であることを見出しました (図 3)。脱 Cd イカ内臓による成長促進や飼料効率向上効果は、水温が下がる時期に顕著に現れることもわかりました。



図 1. 脱 Cd イカ内臓溶解液 (20kg)

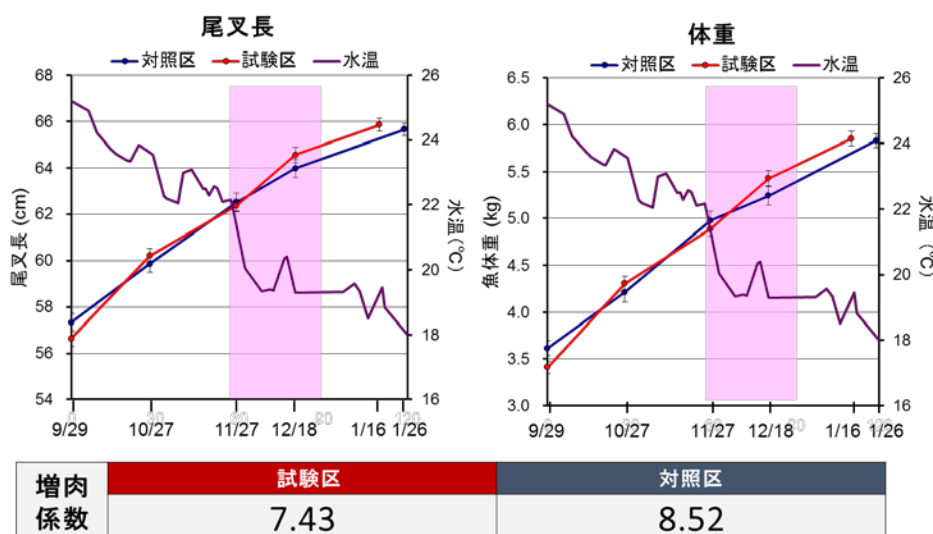


図 2. ブリ 2 歳魚に対する脱 Cd イカ内臓の養殖現場実証試験

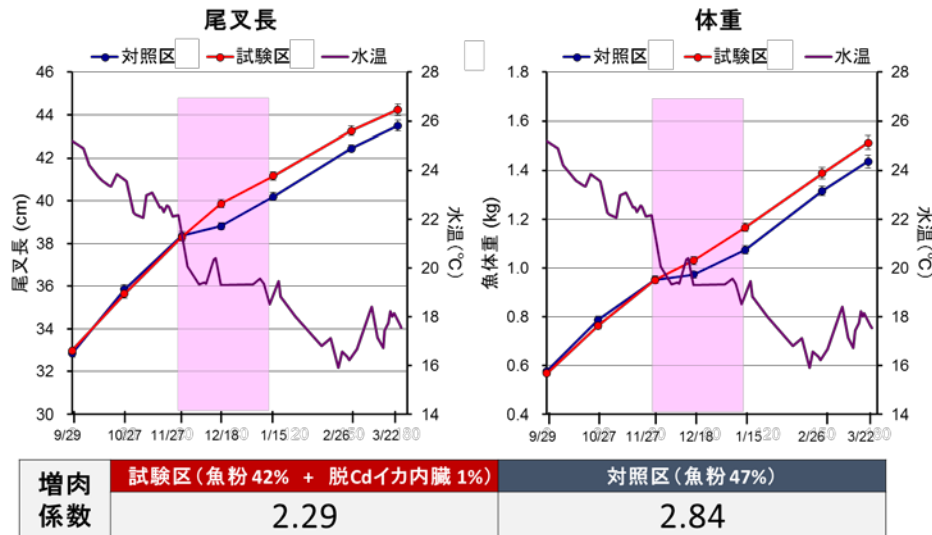


図3. ブリ当歳魚に対する脱Cdイカ内臓の養殖現場実証試験

### 開発技術の経済性:

熱処理した脱Cdイカ内臓を飼料に使用することで、ブリに対する飼料効率を高めることができ、養殖業者の収益改善が期待されます。脱Cdイカ内臓は、ブリの摂餌を安定させるだけでなく、ブリ体内での消化吸収を高めることも明らかになりました。そのため、脱Cdイカ内臓を使用することにより、飼料に必要とされる魚粉の含有量を削減し、飼料価格を抑えることも可能になります。仮に、魚粉価格を200円/kg、飼料価格を250円/kgとした場合には、生産されるブリは115.9円/kgのコストダウンになると試算されました。

### こんな経営におすすめ:

飼料価格の高騰に悩まされる養殖業者や、ブリの冬季の安定的な成長を希望される養殖業者におすすめです。本技術は、国内で有効に利用されていない動物性資源であるイカ内臓の新たな活用法です。天然魚を原料とした魚粉への過度の依存を解消することにより地球環境に配慮するだけでなく、有害なCdを除去することで消費者の安全性も確保した、新たな水産養殖を実現することができます。

### 技術導入にあたっての留意点:

脱Cdイカ内臓は、エクストルーデッドペレット (EP)、ドライペレット (DP)、モイストペレット (MP) 等の各種配合飼料に使用することができます。熱処理した脱Cdイカ内臓を1%~3%配合した組成の飼料を設計します。特に、低水温期に飼料効率向上効果がみられますが、ブリを飼料に十分に慣れさせるために、水温が下がり始める前から継続して与え続けることが重要です。

**研究担当機関名:** 国立大学法人愛媛大学、尾鷲物産株式会社、株式会社愛南リベラシオ、久良漁業協同組合

**お問い合わせ先:** 国立大学法人愛媛大学 南予水産研究センター

電話 0895-82-1022 E-mail miutake@agr.ehime-u.ac.jp

**執筆分担:** (国立大学法人愛媛大学 南予水産研究センター 教授 三浦 猛)

## ICT を活用したホタテガイ増養殖管理技術

試験研究計画名:ICT 技術を応用したホタテガイの精密増養殖管理支援システムの開発

研究代表機関名:国立大学法人 北海道大学 北極域研究センター

### 技術体系開発のわらい:

北海道の主要増養殖業であるホタテガイ（二枚貝）に焦点をあて、ホタテガイの垂下式養殖が行われている噴火湾沿岸およびサロマ湖を実証対象の海域としました。本試験研究では、水産業におけるICT利用により省エネ・省燃費を実現し、付加価値の高い水産物を低環境負荷で生産するとともに、海洋空間情報を活用した各種の手法を確立し、安定した食料供給に貢献する次世代スマート水産業モデルの実証を目指しています。このことにより、MSC（海洋管理協議会）等の認証の獲得のほか、ブランド価値の確立と維持を図り、所得の安定化および担い手確保等を通じて食料生産基盤の維持・拡大に貢献することを目標としています。

### 開発技術の特性と効果:

海洋環境情報である水温、塩分、濁度、クロロフィルa濃度、水深を説明変数、各層の成長量を目的関数とし、一般化加法モデル（GAM）および一般化線形モデル（GLM）を用いて成長予測モデルを開発しました。さらに、この成長予測モデルを噴火湾全域に適用し、成長予測マップを作成しました。このマップを見れば、海域や深度による成長量の違いを容易に把握できます。

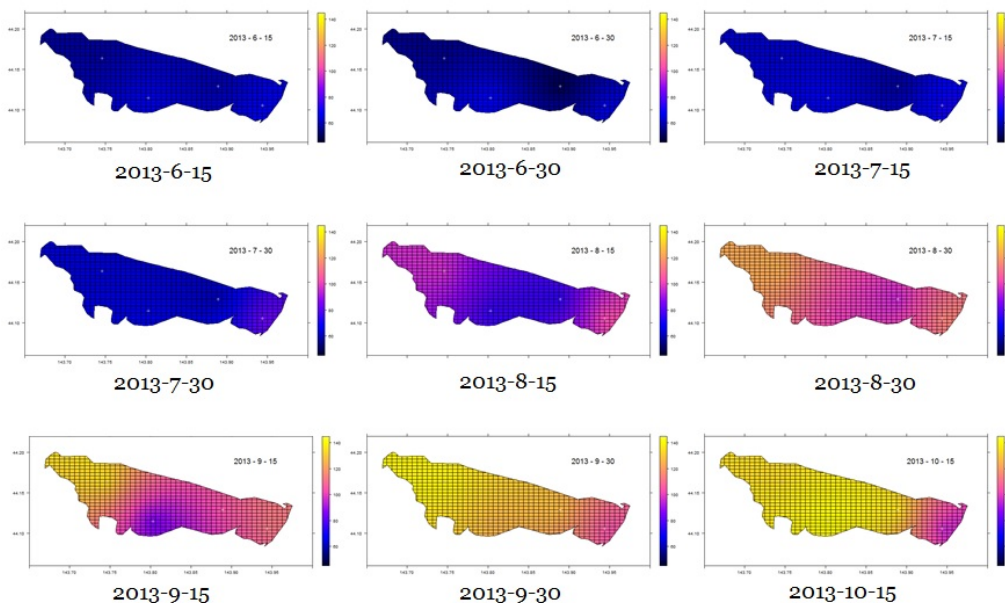
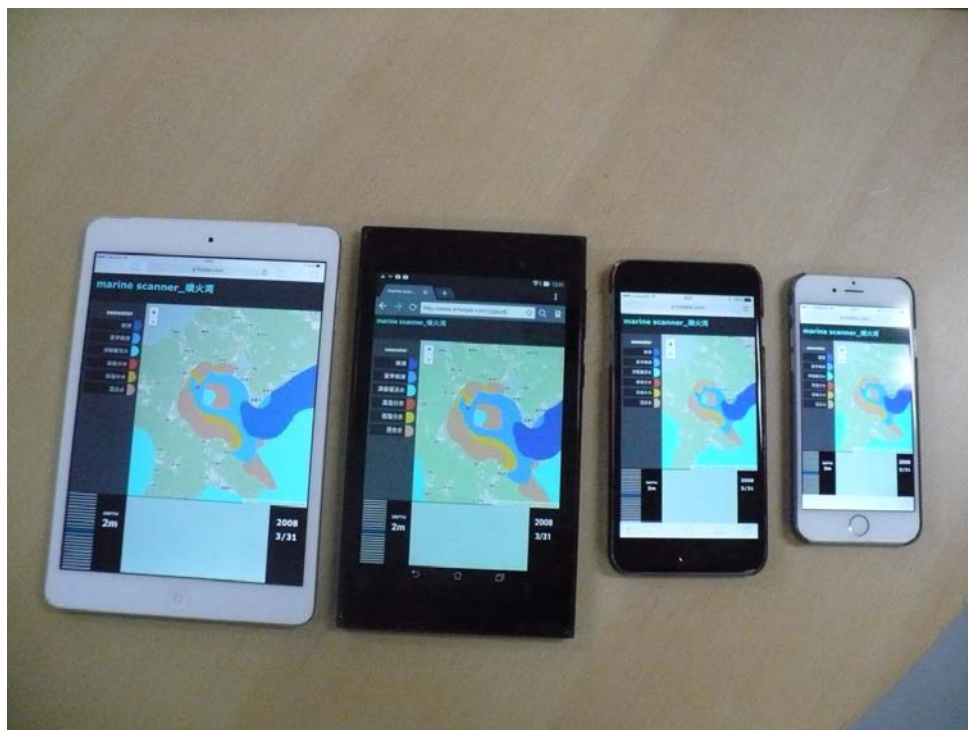


図1 サロマ湖のホタテガイ成長量分布マップ

### 開発技術の経済性:

Web-GISによる「見える化」(可視化)により、漁業者が理解しやすいユーザーフレンドリーな情報取得環境を提供できます。このWebサイトのホタテガイ3次元成長モデルや生産管理支援システムを利用することにより、漁獲量や漁獲時期の予測による出荷調整が可能となるほか、市場のニーズに合った大きさや鮮度の良い付加価値のあるホタテガイを消費者に提供できるようになり、生産コストに対する収益率の増加が見込めます。



噴火湾サイトの利用例 (iPad, iPhone、アンドロイド端末など各種端末で使用可能)

### こんな経営におすすめ:

- ・生産管理による出荷調整によって、消費者ニーズに合った大きさや鮮度のホタテガイを提供したいと考えているホタテガイ漁業経営者および漁業普及関係機関。

### 技術導入にあたっての留意点:

- ・本成果の対象水域は噴火湾およびサロマ湖です。
- ・ホタテガイ3次元成長モデルおよび生産管理支援システムの利用に際しては利用者登録が必要です。北海道大学北極域研究センター(下記の問い合わせ先)までご連絡ください。

**研究担当機関名:** 国立大学法人北海道大学北極域研究センター、地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部函館水産試験場、サロマ湖養殖漁業協同組合

**お問い合わせ先:** 国立大学法人北海道大学北極域研究センター

電話: 011-706-9073 E-mail: ssaitoh@arc.hokudai.ac.jp

**執筆分担** (国立大学法人北海道大学北極域研究センター 齊藤誠一)

## エア式自動揚網システムを導入した定置網漁業

試験研究計画名:定置網漁業の操業支援システムの実証研究

研究代表機関名:一般社団法人海洋水産システム協会

### 技術体系開発のねらい:

多数の漁業者が長時間・重労働をこなす定置網漁業において、漁業者の高齢化、担い手不足といった深刻な課題を解決するため、長時間かつ重労働であった操業を揚網装置が担い、魚群を自動的に追い込むエア式自動揚網システムを開発しました。本システムの導入により、操業の効率化が実現され、軽労化・省人化の効果が期待できます。

### 開発技術の特性と効果:

開発したエア式自動揚網システムは、浮沈機能を備えた高密度ポリエチレンパイプ(写真1)を箱網下に設置し、高圧エアポンプからパイプ内に空気を注入する(図1)ことによって網とともに浮上させます(図2)。通常の操業と同様に箱網の手前から奥の魚捕りにかけて魚を追い込みながら網を揚げていく作業を自動的に行います。



写真1 空気揚網システム

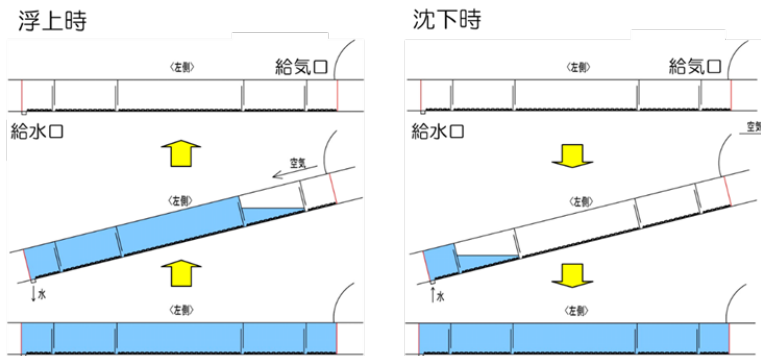


図1 段階式注水沈下方式のイメージ図

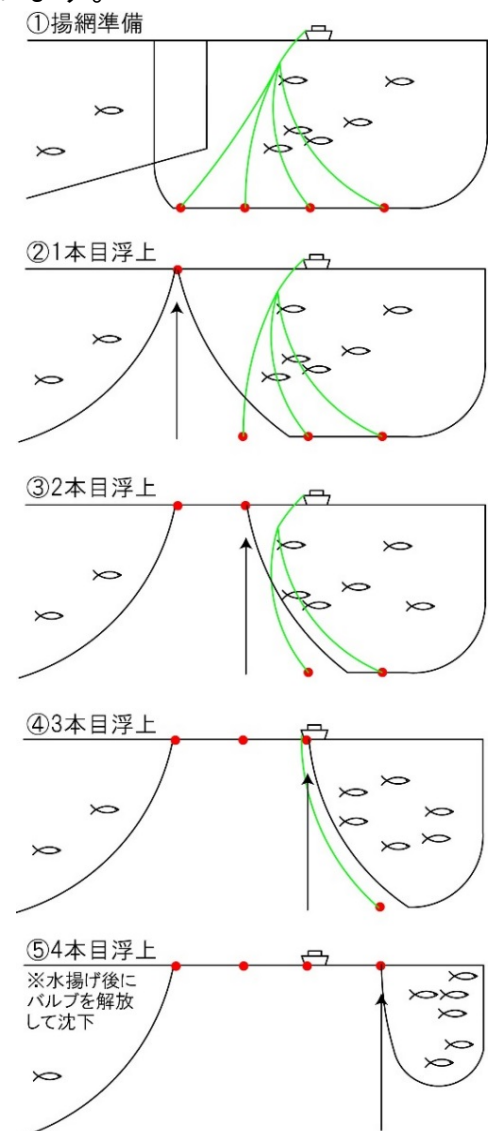


図2 操業方法

### 開発技術の経済性:

通常の網起こしと同等の作業内容を、約半数の10名で実施できました。通常操業とシステム導入後のランニングコストの比較を表1に示します。これらの結果、当該システムを導入することにより船団構成が既存より1隻減となる場合、年間約43,000千円の費用が削減されることから、システムの導入費用50,000千円は約1.2年で償却が可能であると試算されました。また、船団構成の変更がない場合でも1.5年で償却が可能です。

表1 通常作業とエア式揚網システムの年間のランニングコスト

(単位:千円)

		通常操業	エア式揚網システム
人件費		35,000	—
19トン型漁船償却費		(7,000)	—
燃料費		(3,000)	—
給排気パイプ交換		—	2,000
電気代		—	75
合計	船団構成維持	35,000	2,075
	船団構成変更	(45,000)	

### こんな経営におすすめ:

空気揚網システムは小型から大型の定置網まで十分に導入メリットはあります。また、本システムは定置網の規模に応じて相応の導入費用が必要となりますが、省力化という観点に立った場合、例えば浮沈構造体を1本のみ導入し、網起こしの中で最も労力を要する揚網開始部分を浮上させるだけでも十分なメリットがあります。

### 技術導入にあたっての留意点:

本技術は網の改造をせず、既存の定置網に設置して使用することをコンセプトに開発しました。したがって、空気揚網システムを導入するだけで、どの漁場でも自動揚網の効果を得られます。また、規模の大小を問わず、小型定置網から大型定置網まで、あらゆる定置網に適応できるシステムとなっています。現在のところ、本事業の継続的な操業試験で耐久性を検証した後に、その適用可能性を検討する見込みです。

**研究担当機関名:**一般社団法人海洋水産システム協会、日東製網株式会社、東京大学生産技術研究所、網代漁業株式会社

**お問い合わせは:**日東製網株式会社 函館工場 技術部 総合網研究課

電話 0138-49-1420 E-mail hosokawa-takashi@nittoseimo.co.jp

**執筆分担** (日東製網株) 細川貴志、海洋水産システム協会 酒井拓宏)

## カキ、アサリの増重、増殖を目指した施肥技術体系

試験研究計画名:二枚貝増産のための革新的環境改善技術体系の確立

研究代表機関名:国立大学法人広島大学

### 技術体系開発のわらい:

我が国の沿岸域（例えば瀬戸内海西部海域）では貧栄養化が進行しており、窒素・リン等の栄養塩だけでなく、最近では鉄イオンも不足していることが分かってきました。二枚貝（アサリ、カキ等）の成長には、餌となる植物プランクトンや付着微細藻の増殖が必要です。

そこで、私ども研究グループは、藻類の増殖促進によってアサリやカキなど二枚貝の生産量を増やすことを目的に、窒素・リン・鉄を持続的に溶出する材料およびその適用方法を開発しました。

### 開発技術の効果:

**カキ:** 栄養成分を溶出する施肥材を不織布で袋詰めした施肥具を、カキ養殖用の丸籠に取り付けてカキの養殖試験を行った結果、20%以上のカキ重量増加率が確認されました（図1）。

**アサリ:** 干潟にあぜ板を埋め込んで周囲を囲い、施肥材を干潟に鋤き込んだのちに、アサリ稚貝を散布し、食害防止用の網を被せて、アサリの生育試験を実施しました（図2）。その結果、半年後に、施肥材を 1,600 g/m<sup>2</sup> 散布した場所で、散布しない場所と比べて全体の重量で 70%増加したほか、アサリの個体重量も重くなっていました（図3）。

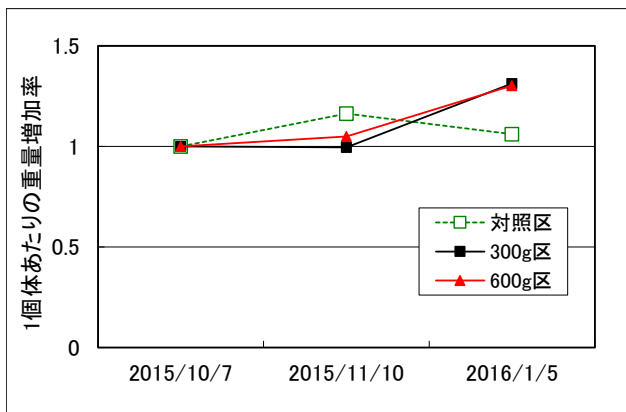


図1 カキの重量増加率の推移（広島県東広島市三津湾での試験結果）

図2 アサリ干潟試験のあぜ板設置状況

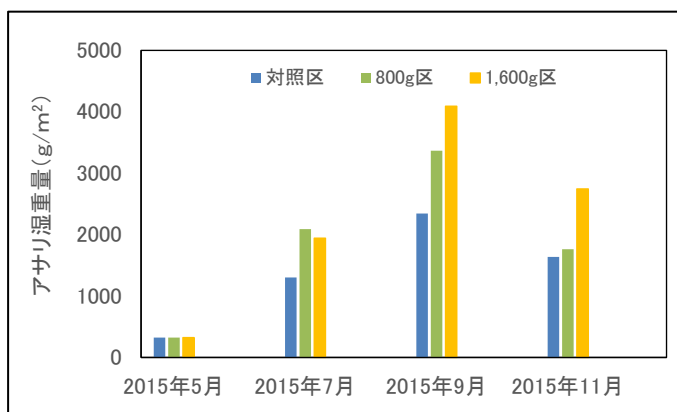


図3 アサリ重量の推移（広島県尾道市浦崎町での試験結果）



### 開発技術の経済性:

カキ：カキ筏 1 台あたり施肥材 150 g 入りの施肥具を 200 個設置してカキの身入りが 20% 増重すると、カキ筏 1 台当り 10 万円以上の増収が見込まれます。

アサリ：干潟に施肥材 1600g/m<sup>2</sup> 散布してアサリが 70% 増重すると、1 m<sup>2</sup> あたり約 2,600 円の収益増が見込まれます。

表 1 カキ筏用施肥具の費用対効果

	施肥具あり※1	施肥具なし
① 施肥具単価(円)※2	690	0
② 筏1台当りの設置本数(本)	100	0
③ 設置費用(円) ①×②	69,000	0
④ 漁獲高(円/筏)※3	1,200,000	1,000,000
⑤ 増収額(円/筏)⑤-③	131,000	0

※1 施肥材150 g 入り2個付きを1本の紐につなげた仕様。

※2 造粒費用、梱包費用、輸送費、粗利などを含めた販売価格

※3 筏1台当りの漁獲高を100万円とし、施肥具設置により漁獲高が20%増加すると仮定。

表 2 アサリ施肥材の費用対効果

		施肥材あり	施肥材なし
漁場面積	m <sup>2</sup>	120	
施肥材散布量	kg	192	0
アサリ漁獲高		2,436	1,433
漁業収入	円	1,227,400	722,000
漁業支出	漁具、燃料等	80,000	77,000
	施肥材	192,000	0
収益額		955,400	645,000

注1：施肥材の価格は1,000円/kgと設定。

注2：あぜ板等の費用として30,000円を設定。

注3：漁船、ジョレンを用いての漁獲高を基に試算。

### こんな経営におすすめ:

カキ：カキの身入りを増やしたいカキ養殖事業者。

アサリ：アサリの餌不足、エイなどの食害等による漁獲高の低下を改善したいアサリ漁業関係者。

### 技術導入にあたっての留意点:

カキ：施肥具の設置については、潮通しの緩やかな海域や、カキ筏の中央など溶出した栄養成分が滞留しやすい場所に設置することで、施肥効果が高まります。

アサリ：散布した施肥材の効果を持続するため、施肥材を散布した場所にあぜ板などを埋め込んで周囲を囲う必要があります。そのほか、エイやクロダイなどの食害を防ぐため、施肥材を散布した干潟の上に食害防止用の網を被せることも重要です。

**研究担当機関名:** 国立大学法人広島大学、日の丸産業株式会社、横山製網株式会社、一般財団法人広島県環境保健協会、東広島市産業部農林水産課、早田原漁業協同組合、安芸津漁業協同組合、牛窓町漁業協同組合

**お問い合わせは:** 横山製網株式会社 営業部 小林陽介 (カキ用施肥具)

電話 0869-25-0111 E-mail: seimo@po.harenet.ne.jp

日の丸産業株式会社 環境改善素材課 清田忠志 (アサリ干潟用施肥材)

電話 082-281-4292 E-mail: jhsmkyt@yahoo.co.jp

**執筆分担** (国立大学法人広島大学: 山本民次、日の丸産業株式会社: 清田忠志、横山製網株式会社: 小林陽介、一般財団法人広島県環境保健協会: 中原真哉)

## クルマエビとアサリの複合養殖技術

試験研究計画名:セミスマートな二枚貝養殖技術の開発と応用

研究代表機関名:国立研究開発法人水産総合研究センター 日本海区水産研究所

### 開発のねらい:

クルマエビ養殖池は底面が砂泥でアサリ等の二枚貝の生息に適しています。また、エビの残餌や排泄物が栄養となり、二枚貝類の餌となる植物プランクトンが大量に増殖します。そこで、今まで利用されなかった植物プランクトンを有効利用し、クルマエビ養殖池でアサリを大量に生産する技術の開発に取り組みました。

### 開発技術の特性と効果:

広いエビ養殖池を使ってクルマエビとアサリを一緒に育てると、アサリの成長が早まり、養殖開始約6カ月後には商品として出荷できることを明らかにしました。これは、クルマエビの残餌や排泄物が栄養源となり、アサリの餌となる水中の植物プランクトンが大量に増殖し、長期間、高い密度で維持されるためと考えられます。この方法は天然海域での養殖と異なり、アサリの成育が海況に左右されないほか、アサリへの給餌は不要であり、生産経費はアサリの収穫にかかる人件費だけなので、低コストで省力的なアサリの養殖方法です。



写真1 複合養殖試験を行ったエビ養殖場  
(姫島車えび株式会社)

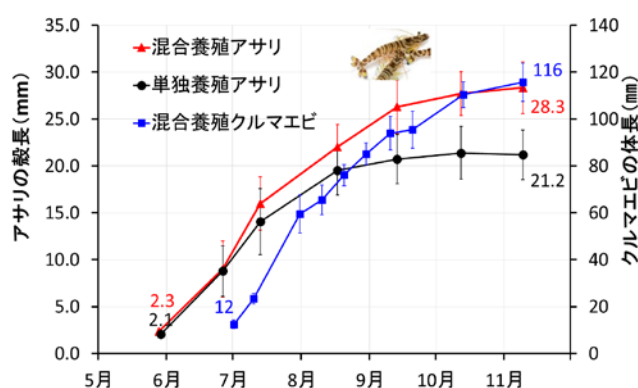


図1 複合養殖したアサリの成長 (●)

### 開発技術の経済性:

大分県姫島で行った養殖試験では、5月に平均殻長2mmの稚貝を養殖池に收容すると、10月には殻長30mm以上のアサリが現れました。その後もアサリは順調に成長し、池内のアサリの量は約11トン、260万個と推定されました。11月に3,750kgのアサリを収穫し、その中から大型個体を選別し出荷販売できました。

販売に当たっては、身入りの良い時期のアサリを真空凍結し、「凍結アサリ」として1,000円/kgで販売することにより、更なる収益の増加が図られました。

### こんな経営におすすめ:

- ・クルマエビ養殖場を保有し、生産経費と労力をかけずにクルマエビ以外の魚介類生産を検討している企業で利用可能です。
- ・生産したアサリの収穫出荷だけでなく、養殖場を活用した潮干狩り場やバーベキュー施設等を設けた複合的な経営を検討している企業で利用できる技術です。
- ・地域内連携による地元貢献として、商品サイズに達しない小型個体については、地域や漁協等が実施するアサリの漁獲量を増やすための放流事業等に向けて、アサリ稚貝として生産・提供できる技術です。

### 技術導入にあたっての留意点:

- ・西日本で行われているクルマエビ養殖では、クルマエビの収穫後、整備のために池内の海水を排水するため、12月までにアサリを商品として出荷できる大きさに育てなければなりません。そのためには、池に收容する最適な稚貝の大きさと收容時期、成長速度等を把握しておく必要があります。
- ・アサリの収穫を容易にする機器は未開発です。既存のアサリ漁獲方法（じょれん掘）の利用や、農業用の収穫装置を改良した新たな機器の開発が必要です。
- ・収穫したアサリのうち、商品に適さない小型の個体については、地先海域での放流や養殖稚貝としての販売等、有効活用できます。
- ・アサリの養殖では、養殖用の稚貝（殻長2～3mm）を大量に安定して確保する必要があるため、各機関で稚貝を生産する技術を習得するか、あるいは複数の機関が共同で稚貝を生産、供給する体制を構築することが必要です。

**研究担当機関名:** 国立研究開発法人水産総合研究センター日本海区水産研究所、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター、島根県、山口県、大分県農林水産研究指導センター、熊本県水産研究センター、佐世保市、長崎大学水産学部、東北大学農学研究科生物海洋学分野、株式会社東京久栄

### お問い合わせは:

大分県農林水産研究指導センター水産研究部浅海内水面グループ 浅海チーム

電話0978-22-2405

E-mail yamada-hidetoshi@pref.oita.lg.jp

国立研究開発法人水産研究・教育機構 日本海区水産研究所

電話0772-25-1306

E-mail sakiyama@affrc.go.jp

**執筆分担**（大分県農林水産研究指導センター 山田英俊、国立研究開発法人水産研究・教育機構 崎山一孝）

## 既存・遊休施設の有効利用による二枚貝稚貝の低価格大量生産

試験研究計画名:セミスマートな二枚貝養殖技術の開発と応用

研究代表機関名:国立研究開発法人水産総合研究センター 日本海区水産研究所

### 開発のねらい:

養殖用の二枚貝稚貝（アサリ、イワガキ）の低コスト大量生産に向けて、多大な経費と労力を要する餌の培養や給餌作業を大幅に削減できる技術の開発に取り組み、エビ養殖の遊休池への施肥により池の中に植物プランクトンを大量に発生させ、アサリ稚貝を大量に低コストで生産する技術、および魚介類飼育の排水に含まれる大量の植物プランクトンと有機物をイワガキ稚貝の餌として利用するシステムを開発しました。

### 開発技術の特性と効果:

アサリについては、既設の大型水槽を利用した幼生の飼育技術を開発し、殻長 2mm サイズの稚貝 1,600 万個を 0.014 円/個の経費で生産しました。この稚貝を遊休池に收容し、池に施肥することによりアサリの餌となる植物プランクトンを大量に発生させ、1.5ha の池で 20mm サイズのアサリ稚貝を 2,000 万個、250 円/kg の経費で生産できました(写真 1)。

イワガキについては、魚類や甲殻類用の屋外大型水槽を利用して大量の付着稚貝を省力的に生産する技術、および魚介類飼育の排水に含まれる大量の植物プランクトンを安定的に連続培養し、稚貝の餌に利用するシステムを開発しました(図 1)。また、藻食性魚類を使って水槽に繁茂する海藻と付着生物を除去する方法を考案しました。



写真 1 素掘り池（遊休池）を利用したアサリ稚貝の大量生産技術

写真上: 遊休池 写真下左: アサリ収穫装置 写真下右: 収穫風景

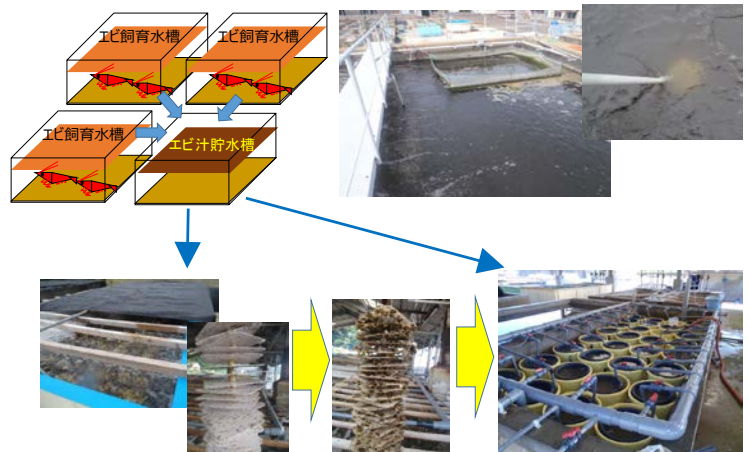


図 1 魚介類飼育排水を利用したイワガキ稚貝の生産システム

### 開発技術の経済性:

既設の大型水槽や遊休池を利用したアサリの生産経費は、殻長 2mm サイズで 0.014 円/個、10~20mm サイズでは 250 円/kg (約 0.2 円/個) であり、現在、放流用として流通して

いるアサリの販売価格（現在 400～500 円/kg）よりも安く、各地の養殖や放流事業への貢献が期待できます（表 2）。イワガキでは、生産コストを従来の 1/4 に縮減できました（図 2）※。害敵の多い海上ではなく陸上水槽で中間育成が可能となったこと、また大量の餌を供給できることから、稚貝の生残率が高まったほか成長が早まりました。

表2 従来法と開発法のアサリ稚貝生産単価比較

2mm稚貝生産 従来法: 屋内1トン水槽での生産経費			20mm稚貝生産 従来法: 0.5ha池での生産例(H25)		
生産経費(千円)	従来法	開発法	生産経費(千円)	従来法	開発法
人件費※1	122	52	人件費※1	2,082	2,053
母貝購入費	11	22	2mm稚貝購入費	840	231
電気代	65	29	電気代	424	700
肥料代	101	54	肥料代	1,059	203
その他	231	14	減価償却費・消耗品費	495	813
合計	530	170	合計	4,900	4,000
稚貝生産数(千個)	4,300	12,200	稚貝生産数(kg)	15,700	16,000
単価(円/個)	0.12	0.014	単価(円/kg)	312	250

約1/9に激減

※1: 事務職員、管理職員の賃金を含まない。

約20%カット

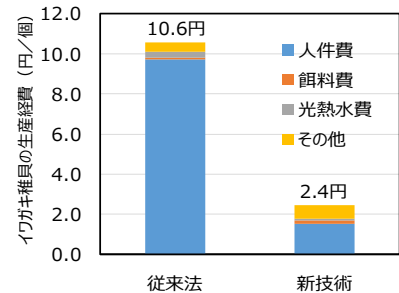


図2 イワガキ稚貝の生産コスト  
従来法：付着した稚貝を海上で飼育  
新技術：飼育排水を利用して陸上水槽で飼育

### こんな経営におすすめ:

魚介類生産の端境期に空いた水槽の有効利用を希望している栽培漁業センターや民間の種苗生産機関、漁協など、地域内からアサリなど二枚貝の稚貝の生産と供給を求められている機関に推奨できる技術です。未利用となっているエビ養殖池の有効活用に役立つほか、ほとんどの生産機関で発生する魚介類飼育排水の処理対策としても有効であることから、新たな技術導入により生産経費を削減するとともに、二枚貝稚貝の販売拡大を目指している機関に利用していただきたい技術です。

### 技術導入にあたっての留意点:

遊休池を利用したアサリ稚貝（20mm）の生産では、池内の海藻の繁茂やアサリを食害する生物の侵入を防止するために、稚貝収容前に池内の清掃、生物除去を徹底して行うことが重要です。また、遊休池で生産したアサリの収穫装置を開発しましたが、収穫作業をより効率的に行うためには、装置の使用法の簡便化等、改良をさらに進める必要があります。大型水槽を利用した稚貝の生産技術については、アサリやイワガキだけではなく他の魚介類での利用も期待できます。

**研究担当機関名:** 国立研究開発法人水産総合研究センター日本海区水産研究所、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター、島根県、山口県、大分県農林水産研究指導センター、熊本県水産研究センター、佐世保市、長崎大学水産学部、東北大学農学研究科生物海洋学分野、株式会社東京久栄

### お問い合わせは:

山口県水産研究センター

電話 0839-84-2116 E-mail: kishioka.masanobu@pref.yamaguchi.lg.jp

佐世保市水産センター

電話 0956-48-5222 E-mail hirosi.niiyama@city.sasebo.lg.jp

水産研究・教育機構 日本海区水産研究所(宮津)

電話 0772-25-1306 E-mail sakiyama@affrc.go.jp

**執筆分担** (山口県水産研究センター 岸岡正伸、佐世保市水産センター 新山 洋、国立研究開発法人水産研究・教育機構 崎山一孝)

## ATP を利用した高品質冷凍ブリ生産・流通システム技術体系

試験研究計画名: 養殖ブリ類のストレスレス水揚げシステムと大型魚全自動高速魚体フィレ処理機開発

研究代表機関名: 国立大学法人鹿児島大学

技術体系開発のわらい:

養殖ブリの水揚げ時の魚へのストレス負荷低減およびフィレ加工も含めた作業効率性の向上を目指し、電気刺激鎮静化装置、高速生きしめ機、全自動高速魚体処理機の開発を行いました。また、魚肉中の ATP 作用を利用した冷凍流通中の血合肉の変色を抑制する技術を確認し、一酸化炭素 (CO) 処理なしでブリ冷凍品のグローバル流通を目標としました。

開発技術の特性と効果:

水揚げシステムでは、電気刺激鎮静化装置(図 1)と生きしめ機を開発しました。電気刺激で約 90 秒間鎮静化でき、 $\times$ 操作で激動するブリを押さえ込む動作が無くなり作業時間は軽減されました。生きしめ機は、魚の大きさに影響されず適正な $\times$ 位置の調整が可能で処理能力は作業員 1 名で 1800 尾/時間でした。全自動高速魚体処理機(図 2)では高速のヘッドカッターと内臓処理機を開発し、連動機としました。魚の大きさが異なっても適正な位置でヘッドカット可能で、処理能力は作業員 1 名で 1500 尾/時間でした。これら一連の鎮静化によるストレスレス水揚げと高速魚体処理による処理時間の短縮および生きしめ処理後の時間と温度管理により調製される高濃度 ATP 含有冷凍ブリは $-20\sim-25^{\circ}\text{C}$ での褐変が約 3 ヶ月抑制されました(図 3)。また、解凍後の血合肉の褐色化を抑制する方法も確立し、CO 処理なしにブリのグローバル冷凍流通が可能となりました。

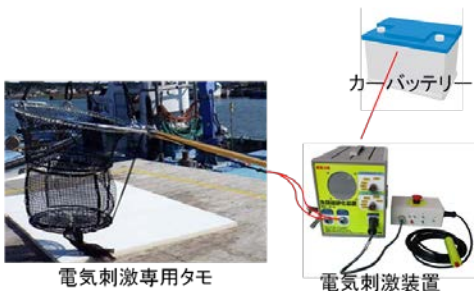


図 1 電気刺激鎮静化装置



図 2 全自動高速魚体処理機

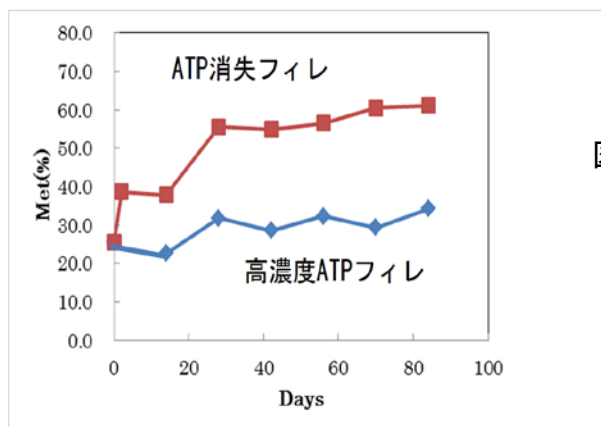


図 3 冷凍保存中のメト化率変化 ATPの影響

### 開発技術の経済性:

生産コスト改善効果については、①開発した電気刺激鎮静化装置 と効率活きしめ機、全自動高速魚体処理機の導入に係る費用、生産の効率化と人員の削減効果との関係、および②製品の輸送方法で現状のチルド輸送から冷凍輸送へ変更した場合の大幅なコスト改善効果が期待できます。想定される装置仮価格と人員の削減数および平均賃金から、システム導入2年目には投資額は償却されることが期待され、3年目以降は生産コスト減として計上できます。

表1 想定される導入費用とコスト改善効果

想定されるシステム・装置導入費用	期待される生産コスト・輸送コスト改善効果
1) 装置の初期投資額 (合計@3600万円) ①電気刺激鎮静化装置 (@100万円) ②活きしめ機 (@500万円)、 ③全自動魚体処理機 (@3000万円)	1) 装置導入による生産コスト減 (@2400万円/年) ・水揚げ時の人員削減効果(5名の作業であれば1名減) ・ヘッドカット内臓除去作業(既存装置を使っている場合7名→2名で5名減) 2) チルド輸送(航空運賃)から冷凍輸送(船便)への変更による輸送コスト減 航空運賃(@500円/kg)→船便(@30円/kg)

### こんな経営におすすめ:

本開発技術体系が想定する経営体は、養殖ブリの海外輸出量を拡大する計画にあり、特にアジア諸国、EU等への輸出を計画している、あるいは輸出実績のある養殖業者、輸出業者です。

### 技術導入にあたっての留意点:

養殖ブリの水揚げ時の魚の仕分けが可能であり、活きしめから脱血冷却、ヘッドカット、内臓除去の加工操作、フィレの真空パックが効率良く行えること、-40℃程度の急速冷凍設備を有すること等が条件です。水揚げ時のストレスの程度は、各養殖場により異なることが予想されるので、各養殖場に対応した鮮度管理方法を予め調査する必要があります。

**研究担当機関名:** 国立大学法人鹿児島大学、東洋水産機械株式会社、ニチモウ株式会社、黒瀬水産株式会社、鹿児島県水産技術開発センター

**お問い合わせは:** 国立大学法人鹿児島大学水産学部

電話 099-286-4210 E-mail kimura@fish.kagoshima-u.ac.jp

**執筆分担** (国立大学法人鹿児島大学水産学部 木村郁夫)

## 全自動高速魚体処理システムの開発

試験研究計画名:養殖ブリ類のストレスレス水揚げシステムと大型魚全自動高速魚体フィレ処理機開発

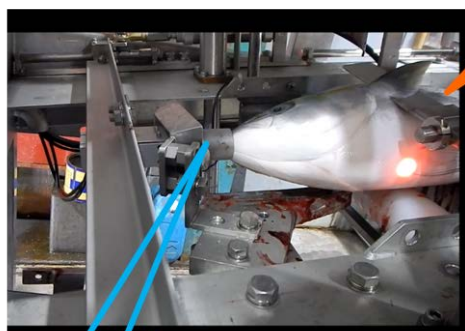
研究代表機関名:国立大学法人鹿児島大学

### 開発のわらい:

養殖ブリの加工処理迅速化のために1時間当たり1500尾処理可能な高速ヘッドカッターと高速内臓除去機を開発しました。この2装置は連動可能で一連の処理ラインシステムとして構築しました。この連動システムではブリラウンドを投入するだけで、頭部切断(魚体の大小にかかわらず最適位置決めを自動で行う)→頭部分離→姿勢切り替え→開腹→内臓除去→メフン膜除去→メフン除去の手順で頭部切断・内臓除去処理を行うことができます。

### 開発技術の特性と効果:

魚体処理工程ではヘッドカットと内臓除去(メフン除去も含む)が行われますが、現状では、人による手裁割あるいはヘッドカッターと内臓除去機を用いて行われています。現有機のヘッドカッター機では魚体の投入は人によりヘッドカット位置の調整が行われています。また、ヘッドカット後の内臓除去では魚体の投入や位置決めを手で行い、その後のメフン除去も手で行われています。これらの装置を用いる工程では、7~8名の作業者を要します。本研究事業では、作業員1名が魚体の投入のみを行い、あとは処理能力1500尾/時間で最適な頭部切断位置を自動調整したヘッドカット(写真1)と内臓・メフン除去(写真2、3)を連続して行うことができる連動装置を開発しました。



頭押さえ

ヒレガイド

写真1 ヒレガイドを用いた頭部切断位置調整



写真2 内臓除去機



写真3 魚体処理後の状態



**開発技術の経済性:**

本装置を用いることにより既存のヘッドカッターと内臓除去機を使用している工程に比べて、5人程度の作業員減が可能です。また、全て手作業で裁割を行っている処理に比べて、本装置は50人分の処理能力があります。装置の導入費は約3,000万円と想定しており、1年当たり2,000万円程度のコスト削減が期待されますので、2年程度で償却が可能です。

**こんな経営におすすめ:**

養殖ブリの加工処理は熟練者を必要とする工程ですが、熟練作業員を確保することが難しくなっています。また、年末年始の繁忙期では処理量が大幅に増加することに対処が必要など、加工作業工程を高速効率化し、品質の高度安定化を目指すブリ養殖加工業者に活用していただきたい。

**技術導入にあたっての留意点:**

本装置はブリの魚体重6kg程度までのサイズに対応する仕様になっています。これ以上の大型サイズのブリを処理する必要がある場合は、別途相談に対応します。

**研究担当機関名:** 国立大学法人鹿児島大学、東洋水産機械株式会社、ニチモウ株式会社、黒瀬水産株式会社、鹿児島県水産技術開発センター

**お問い合わせ先:** 東洋水産機械株式会社営業部澤口

電話 072-273-9351 E-mail info@tosuiki.co.jp

**執筆分担** (東洋水産機械株式会社 塚越智頼、国立大学法人鹿児島大学 木村郁夫)

## 高品質冷凍ブリ流通技術(ATPブリの冷凍褐変抑制)

試験研究計画名: 養殖ブリ類のストレスレス水揚げシステムと大型魚全自動高速魚体フィレ処理機開発

研究代表機関名: 国立大学法人鹿児島大学

### 開発のわらい:

ブリの輸出では、冷凍中に血合肉の変色が進行し商品価値を失うのが技術課題となっています。対処方法としては、一酸化炭素(CO)処理によりCOミオグロビンを生成させる方法がありますが、鮮度誤認の問題があり米国でしか許可されていません。アジア諸国、EUなどへの輸出を拡大させるためには、CO処理に代わる世界のどこにでも冷凍輸出できる方法の開発が必要なことから、魚肉中に含まれるATPの変性抑制効果を利用した方法を確立しました。

### 開発技術の特性と効果:

ブリの冷凍流通で問題となる血合肉の褐変は、ATP高含有魚肉で約3ヶ月間抑制できることが明らかになりました(図1)。魚肉中で継続して高濃度ATPを維持するには、水揚げ時のストレスを最小にする方法の構築が必要です。また、養殖場により水揚げ状況が異なるので、ATPを高濃度に維持する管理手法等についての検討が必要です。一方、冷凍後解凍した魚肉は、血合肉褐変がチルド保存3時間程度で進行しますが、これを抑制する処理方法も確立し(写真1)、CO処理なしでブリのグローバル冷凍流通が可能となりました(写真2)。

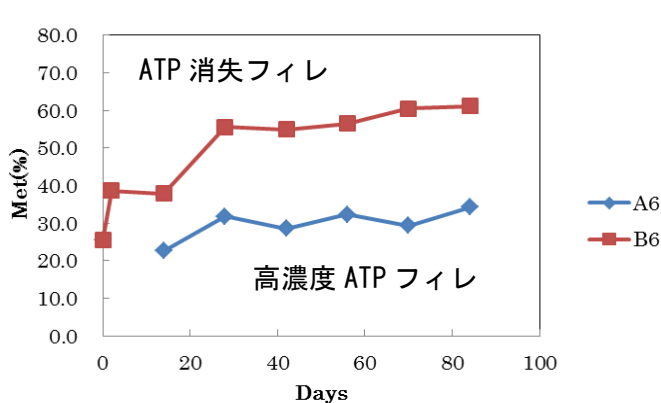


図1 -25°C保存メト化率変化(ATPの影響)

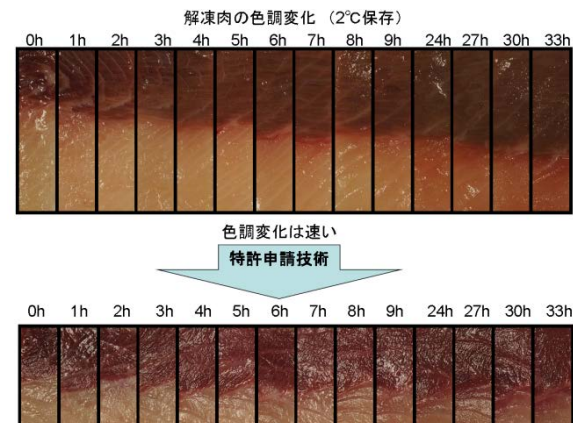


写真1 解凍肉変色抑制技術



写真2 ブルッセルシーフードショーにて冷凍解凍ブリの品見

**開発技術の経済性:**

CO<sub>2</sub> 処理なしに冷凍ブリの流通が可能となり、輸出先が米国一辺倒からアジア諸国、EU への拡大が可能で、種苗の確保や効率的な養殖生産の構築も必要ですが市場規模を 2 倍程度まで拡大することが見込めます。また、現状の航空便でのチルド輸送（約 500 円/kg）から船便による冷凍輸送（約 30 円/kg）が可能となり、輸送コストを 1/10 以下に大幅に低減します。

**こんな経営におすすめ:**

養殖ブリの海外輸出量を拡大する計画があり、CO<sub>2</sub> 処理が許可されていないアジア諸国や EU 等への輸出を計画している、あるいは輸出実績のある養殖業者、輸出業者をおすすめの経営体として想定しています。

**技術導入にあたっての留意点:**

魚肉中の ATP 濃度を生産規模で管理できることが必要です。そのため水揚げ時のストレスの程度は、各養殖場により異なることが予想されますので、各養殖場に対応した鮮度管理方法を予め調査する必要があります。調査と管理方法等については、各養殖業者からの依頼があれば、鹿児島大学が協力します。なお、フィレの真空パックが効率良く行えること、-40℃程度の急速冷凍設備を有することが技術導入の条件になります。

**研究担当機関名:** 国立大学法人鹿児島大学、東洋水産機械株式会社、ニチモウ株式会社、黒瀬水産株式会社、鹿児島県水産技術開発センター

**お問い合わせ先:** 国立大学法人鹿児島大学水産学部

電話 099-286-4210 E-mail kimura@fish.kagoshima-u.ac.jp

**執筆分担**（国立大学法人鹿児島大学水産学部 木村郁夫）

[使い方] 「しおりの表題」または「索引のキーワード」をクリックすると、キーワードを含む表題の先頭ページに移動します。  
また、キーワードのページ番号が複数あるところは、キーワードを含む表題が複数あり、各ページ番号をクリックすると、各表題の先頭ページに移動します。

## 【 索引 】

### 〔 英 数 字 〕

4畦施肥機	45
7d生糸	61
ATP	215, 219
Can-Stand	185
CO <sub>2</sub>	117
CO <sub>2</sub> 施用	125, 127, 129
CTC 緑茶	69
EC	143
EOD(日没直後)	123
FOEAS	19, 31
GIS	95
GNSSガイダンス	47
GNSSバギー	17
GPSガイダンス	5
LED光線管理プログラム	85
LED電球	85
LPCV	83
Non-GMO	91, 93
RQフレックス	167
RTK-GNSS	41, 55
V溝乾田直播	35
V溝播種	1
βカロチン	113

### 〔 あ 行 〕

アーチ栽培	175, 177
青色	85
あきまる	31
アコヤガイ	191, 193
アサリ	209, 211, 213
アスパラガス	145, 147
アップカットロータリ	3, 23, 29
雨水	165
アンセリン	89
エアコーンサイレージ	93

い草	79, 81
移植	11
イタリアンライグラス	99
イチゴ	117, 119, 121, 129 133, 135, 149, 151
一工程播種	23
いちじく	175
一酸化炭素処理	215, 219
一斉採苗機	51
遺伝子組換えカイコ	57, 59
移動式搾乳機	113
稲作経営技術パッケージ	9
稲 WCS(ホールクroppサイレージ)	103, 109
イワガキ	213
浮き楽栽培	33
エア一式自動揚網システム	207
エコフィード	107
枝肉歩留まり	93
越冬大苗	37
遠赤外 LED	23
エンバク	99
大型生簀	195, 197
大型乗用収穫機	49, 53
大麦	1, 21, 29
温度	145

### 〔 か 行 〕

海運輸出システム	159, 161
かおり野	117, 121, 133
カキ(貝)	209
かき(果物)	169
家畜飲水自動供給システム	97
カットソイラ	43
褐変	219
可動式光反射シート	129
カドミウム	203
可搬式茶摘採機	81

株間除草	7
可変施肥	45, 47
カメラ	195, 199
カラーチャート	175, 177
カリウム	137, 139, 141
カルタヘナ法	57, 59
簡易指標	167
簡易貯蔵	163
簡易土壌水分計	163
換気システム	83
間欠冷蔵処理	135
還元状態	27
かんしょ	49
かんしょ茎葉収穫機	49
灌水	63, 65
乾田直播	17, 19, 23, 25
干ばつ	63, 65
間伐計画	185
気温	155
機械化一貫体系	49, 63
基地局	55
機能性商材	79
キャベツ	153
牛舎	83
強化哺育	101
共同製茶工場	67
業務用多収品種	19
共役リノール酸	113
魚介類飼育排水	213
局所温度制御	117, 119, 149, 151
クラゲ類排出装置	187
クルマエビ養殖池	211
クローラ型防除機	171
黒毛和種去勢牛	93
計画出荷	157
蛍光シルク	57, 62
鶏舎	85
耕うん爪	3
耕うん同時畝立て	3
耕うん同時畝立て播種	1

恒温カバー	115
広照射LED	123
高所作業台車	173
高精度位置情報	55
高精度散布	5
高設栽培	129, 133
高速活きしめ機	215
高断熱カーテン	125
高密度育苗	11
広葉樹林	185
小苗育苗	49, 51
子苗直接定植	117, 121
小苗用移植機	51
小麦	29, 47

### [ さ 行 ]

催芽種子	39
砕土性	3
栽培管理ソフトウェア	145
魚練り製品残渣	89
作業道造成機	163
さとうきび	63, 65
残渣処理	59
シーダーマルチャ	73, 77
シカ	179, 181, 183
紫外線照射	137
自給飼料	91, 93, 103, 105, 107, 109, 111
子実用とうもろこし	15
湿害	43
自動かん水システム	171
自動給餌	179
自動給餌器	183
自動走行運搬車	169
自動操舵	1, 55
自動調光システム	131
自動点滴かん水	163, 165
地鶏	87, 89
遮光	131
収穫計画	157
収穫量管理システム	153

集出荷コントロールシステム	157
集中捕獲	179
雌雄判別	87
雌雄分離飼育	87
主幹仕立て	171
出荷調整支援システム	153
出現確率マップ	181
出現予測	181
準天頂衛星	41
ジョイント栽培	169
常温宅配便輸送	201
焼酎粕	107
乗用型管理機	53
暑熱対策	83
白葉茶	67
自律走行	7
飼料用米	105, 107, 109, 111
新香味釜炒り茶	71
診断基準	167
振動鎮圧	23
水質観測装置	195, 199
水田センサ	9
水田ロボット除草機	7
水稲	1, 7, 11, 13, 17, 19, 21 25, 27, 29, 33, 35, 39
水稲育苗ハウス	175, 177
水分ストレス表示シート	167
スーダングラス	99
スーパーチリング	201
ストック	123
巣箱	115
スピードスプレヤー	169
すもも	169
スライドラック	117, 119
スラリーアイス	201
生育予測	153, 155
生産費	9
成長予測モデル	205
生物多様性	185
精密測位技術	41

精密測位信号受信機	41
施肥	209, 213
全自動高速魚体処理機	217
船上型選別装置	189
全層施肥機	45
浅層土中は種	39
織度管理装置	62
前年整地	17
早期出荷	37
草地管理支援システム	95
速度連動散布装置	5
粗選別	189
そば	29
ソフトグレインサイレージ	105

〔た行〕

第一種使用	57, 59
大規模飼料生産組合	99
大豆	1, 21, 25, 31, 35
大豆晩播狭畦栽培	35
代用乳給与量	101
タイン型除草機	53
タウリン	89
脱Cdイカ内臓溶解液	203
脱水氷	201
ダブルアーチ構造ハウス	117
湛水直播	21, 27, 39
遅羽性遺伝子	87
地下水熱源ヒートポンプシステム	149, 151
窒素	209
千葉半立	73, 75
茶	69, 71
茶園管理支援ソフト	67
茶園局所施肥	67
超極細シルク	57
超極細繭	62
長州黒かしわ	87, 89
地力窒素マップ	45
地カムラ	45
追肥	13

低温障害	159
定置網	187, 189, 207
摘果剤	171, 173
摘花剤	173
摘採期予測	67
鉄コーティング	209
電気刺激沈静化装置	215
テンサイ	45
てん茶	69
トールスピンドルシステム	173
土壌水分	143
土壌電気伝導度	143
土壌物理性	15
土中蓄熱暖房	147
トマト	131, 137, 139, 141, 143, 149
ドライミスト	125
ドラム式萎凋機	71
捕り上げ方式	197
捕り網	197
鶏肉	91
塗料	79, 81
トルコギキョウ	123

[ な 行 ]

内臓除去	217
苗調整機	51
苗箱数	11
流し込み施肥	13
難防除雑草	31
肉用牛	111
肉用牛繁殖経営	99, 101, 109
ニホンジカ個体確認	ニホンジカ
被害確認通報システム	181
日本なし	169
乳用牛	83
ネギ	37
農匠技術パッケージ	9
飲み水自動供給	97

[ は 行 ]

培地冷却	133
ハイブリッドライン	69
ハイモイスチャーシェルドコーン	91
バインダー	79, 81
ハウス	143, 145
ハウス外部遮光資材	121
ハウス環境制御	125, 127
箱網	187, 207
羽性	87
発酵TMR	109, 111
バッテリー式せん定ハサミ	169
発泡スチロール容器	201
花芽分化促進	135
バンカーサイロ	103
晩播	31
肥育	111
光環境	185
光反射シート	133
ひのみどり	79, 81
非破壊検査装置	137
表層散播	23
表層散播機	29
表面散播	21
肥料ムラ	5
ビレットプランタ	63
プール育苗	33
フォーレージハーベスタ	103
複合養殖	211
不耕起栽培	99
浮体式式網	195, 197
豚肉	91, 107
普通コンバイン	15
ぶどう	175, 177
部分浅耕一行程播種	25
ブリ	195, 197, 199, 203 215, 217, 219
プレミアムイアコーン	91
ブロイラー	85
ブロードキャスト	5, 47

閉殻力	191
閉鎖型プッシュ&プル横断換気牛舎	83
ヘッドカット	217
べにふうき	71
べんモリ被覆種子	21, 27
哺育期間	101
防湿性断ボール箱	161
放牧	97
放牧酪農	113
ハウレンソウ	49
牧区図	95
牧場管理効率化マニュアル	95
ホタテガイ	205
ホルスタイン種去勢牛	93

[ ま 行 ]

マルドリ	163, 165, 167
みかん	163, 165, 167, 171
ミツバチ	115
みなみさやか	71
ミネラルセンサ	141
未利用資源飼料化装置	89
無育苗栽培	133
無コーティング	39
蒸し製玉緑茶	69
メフン除去	217
木質ペレット暖房機	125
モミガラボイラー	145
もも	159, 161
モリブデン	27

[ や 行 ]

有機農法	7
遊休池	213
有材補助暗渠	43
優良ピース貝	193
優良母貝	191
ユビキタス環境制御システム(UECS)	125, 127
養液コンテナ栽培	175
養液栽培	137, 139, 141

葉茎菜類	33
葉齢推定モデル	155

[ ら 行 ]

ラッカセイ	73, 75, 77
ラッカセイ収穫機	73, 75
リーフレタス	33
リコペン	139
粒状尿素	13
涼風	79, 81
リン	209
リンゴ	173
輪作体系	15
冷凍ブリ	219
冷凍加工用ハウレンソウ	53
レタス	153, 155
漏水防止	23
労働ピーク	19
ローカライズドマネジメント	179, 181, 183

[ わ 行 ]

わい性台木	173
-------	-----