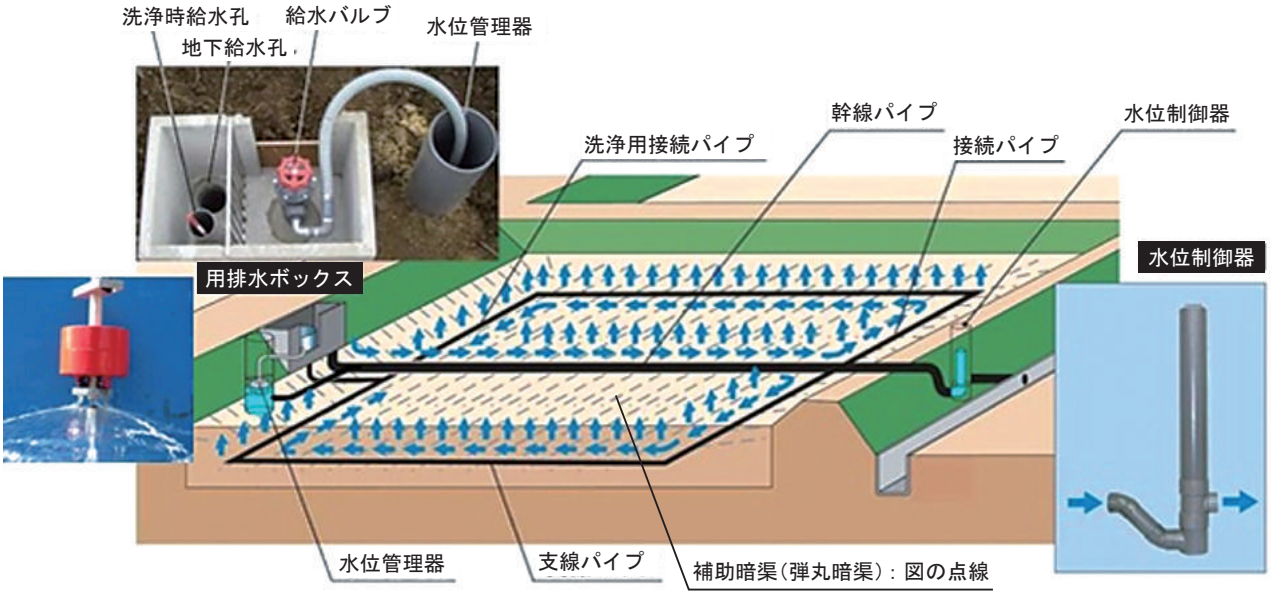
Ⅱ－２．新しい農業の実現に向けた技術

生産現場　普及関係者　大学・試験研究機関

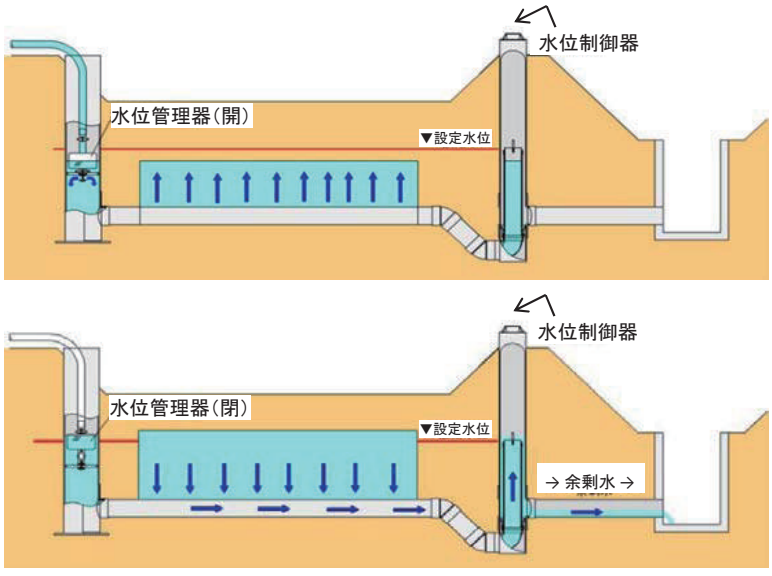
地下水位制御システムによる水田高度利用

津波により被災した沿岸域の水田に対して、将来の高度な営農を見越した基盤整備が進められています。多くの水田で導入される地下水位制御システム（FOEAS）は、水稲の乾田直播栽培や転作大豆栽培など、水田の高度利用に有効な技術です。

本システムは、深さ 60cm に水平に埋設された 3 本の暗渠排水管、密な補助暗渠および用水・排水側に設置される制御機器により構成されます。灌漑と排水の両方の機能を持ち、地下水位から湛水位まで地表面 -30 ～ +20cm の範囲で水位を自動的に制御することにより、作物に好適なほ場の水管理を実現します。



システムの概要



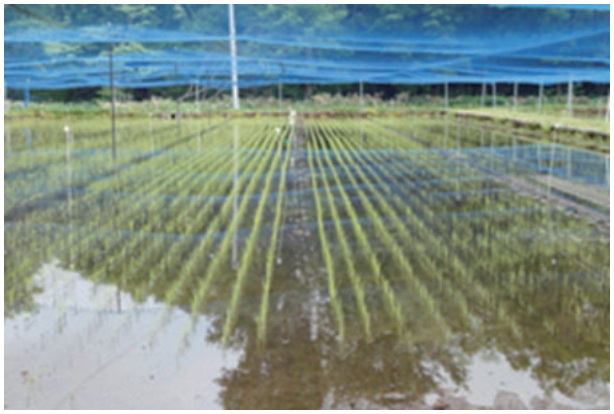
地下水位制御の様子（上は地下灌漑、下は地下排水）

システムでは、予め用水側と排水側で水位を設定することにより、地下水位を自動的にほぼ一定に保ちます。

地下水位が設定水位より低い時には、上流側の機器から自動的に給水され、設定水位に達すると自動的に給水が停止します。

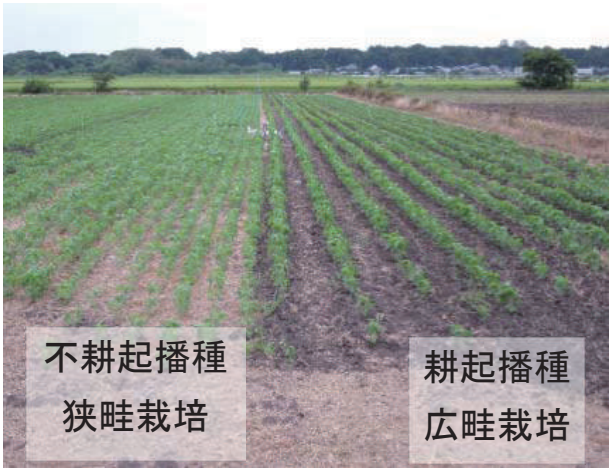
また、雨が降って地下水位が設定水位より高くなると下流側の機器から自動的に排水され、設定水位に達すると自動的に排水が停止します。

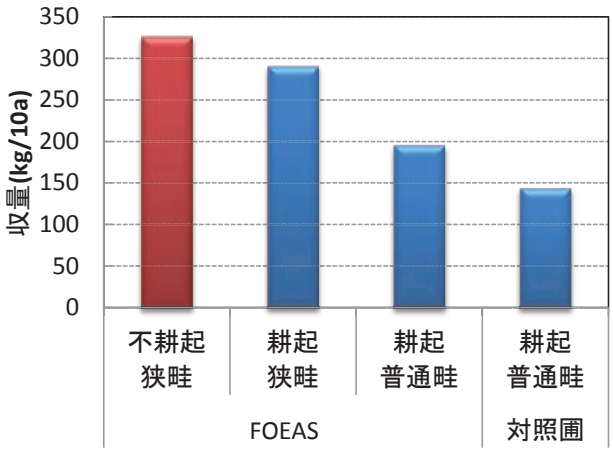
水田の高度利用へのシステムの活用の一例は、水稲の乾田直播栽培での出芽・苗立の安定です。播種後に雨が少なく表面が乾燥しているとき、地表面の色が変わる程度に地下灌漑を行うことにより、出芽・苗立を安定させることができます。



水稲乾田直播栽培における地下灌漑の様子（左）と苗立の安定化（右）

システムの活用の別の例は、転作大豆栽培です。梅雨期には湿害を避けるため、下流の機器を外して地下排水を促進します。夏期には、上流と下流の機器を地表面下約 30cm にセットして、この水位で地下灌漑を行います。これらにより、湿害と乾燥害の影響を小さくして収量を高位安定化させることができます。品種によっては、不耕起や狭畦栽培との組み合わせが有効です。





転作大豆栽培における地下排水促進（左）と地下水位制御による収量への効果（右）

注意点

このシステムの活用には、排水路の水位を適切に下げるなど、幾つかの留意点があります。詳しくは、下記の関連情報「水田輪作における地下水位制御システム活用マニュアル」をご参照下さい。インターネットから無料でダウンロードできます。

問い合わせ先

農研機構　農村工学研究所　防災研究調整役　電話 029-838-8193（システムの概要）
中央農業総合研究センター　情報広報課　電話 029-838-8979（栽培への活用）

関連情報

地下水位制御システム（FOEAS）調査・設計・施工マニュアル改訂版（H23.7）
水田輪作における地下水位制御システム活用マニュアル（H26.1）
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/narc/052038.html

生産現場　普及関係者

プラウ耕・グレーンドリル播種方式の寒冷地向け乾田直播体系

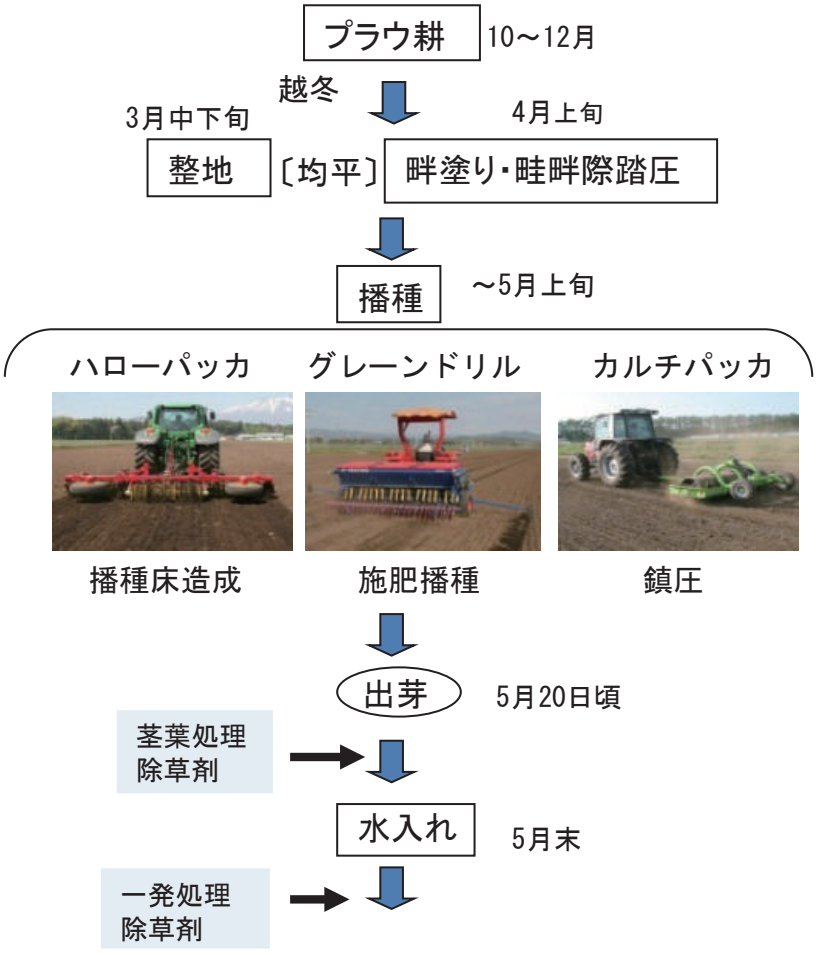
これまでの直播栽培は、作業速度や機械コスト、収量の面で生産コストの削減効果は必ずしも大きくありませんでした。また、乾田直播では、漏水や、苗立ちの不安定性、雑草対策等が普及拡大の障害となっていました。そこで、前年秋のプラウ耕と播種前後の鎮圧を組合せ、麦用グレーンドリルで高速播種する乾田直播栽培体系を開発しました。

この技術は、水田輪作に麦を大規模に取り入れている経営、乾田直播を大規模に導入したい経営に適しています。

乾田直播で苗立ちを良くするため、プラウ耕（チゼルプラウを含む）を実施し、融雪後の圃場乾燥を促進させます。

グレーンドリルを寒冷地の乾田直播に用いるためのポイントは、播種前後の鎮圧です。

除草体系は、水入れ前の選択性茎葉処理剤と水入れ後の一発処理剤の２回の体系を基本とします。



プラウ耕・グレーンドリルの播種方式乾田直播の作業体系

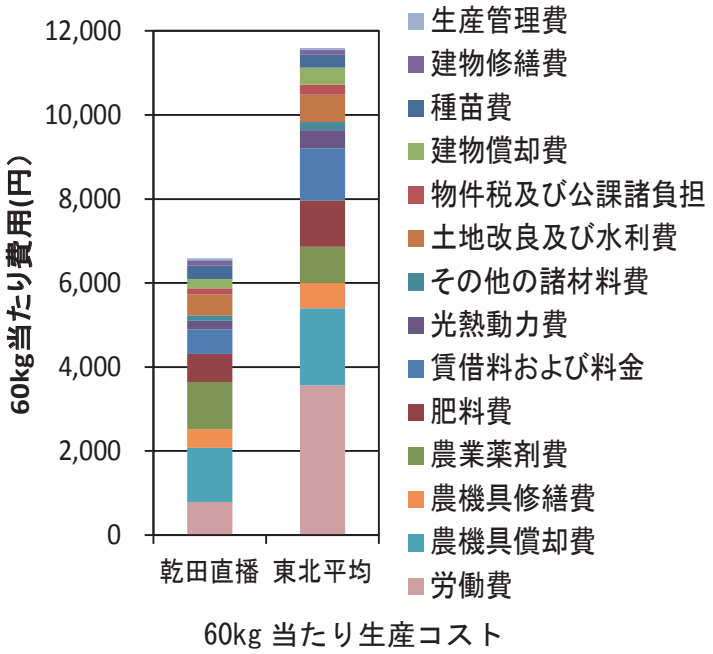
岩手県花巻市での実証試験の結果、良食味で稈長が短く直播適性の高い品種「萌えみのり」を用いれば、苗立ち数 100 本 / ㎡以上で、通常の条件では 600kg/10a 程度の収量が得られます。

実証圃場の苗立ちおよび収量

年度	播種量	苗立ち数(率)	収量		穂数	籾数	千粒重	登熟歩合
			全刈り	坪刈り				
	kg/10a	本/㎡(%)	kg/10a		本/㎡	粒/㎡	g	%
2008	5.9	180(86)	610	691	546	31784	24.5	88.7
2009	5.2	144(79)	633	639	591	33063	24.0	80.8
2010	4.8	182(84)	615	636	492	31314	24.1	85.5
2011	4.6	96(61)	611	667	509	36925	24.2	75.4

注1）圃場は2007年に2筆を合筆して面積67.3a，土質は灰色グライ土
注2）品種は「萌えみのり」，注3）収量は粒厚1.9mm以上の精玄米
注4）登熟歩合は精玄米粒数の籾数に対する割合

実証試験における 10a 当たり労働時間は約 6 時間です。
収量 611kg/10a の場合、60kg 当たり費用合計は 6,587 円であり、東北平均の 57%まで低下します。



60kg 当たり生産コスト

仙台平野は、肥沃で水持ちのよい土壌が多く、乾田直播の適地です。復興基盤整備が進むことで、本技術を導入する経営も増えると思われます。そのような経営を技術面から支援します。

注意点

十分な経済効果を得るためには多収品種を用いることが前提であり、品種、肥効調節型肥料の混合比、作期などについて、地域性に配慮する必要があります。

問い合わせ先

農研機構　東北農業研究センター　業務推進室　電話 019-643-3419

関連情報

農研機構　技術紹介パンフレット
「乾田直播栽培技術マニュアル Ver. 2. 3 －プラウ耕・グレーンドリル播種体系－」
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/kanden2.pdf

生産現場　普及関係者

水稲品種「萌えみのり」の鉄コーティング湛水散播栽培

田植機や育苗ハウスが使えなくなった場合でも、「萌えみのり」の鉄コーティング湛水直播なら、背負式動力散布機や、無人ヘリの作業委託により、播種機を購入せずに、「ひとめぼれ」の移植栽培並収量が得られます。また、専用点播機は田植機より安価であり、出芽の早い密封式鉄コーティングを使うと播種適期を広げることができます。

鉄コーティングの方法には、コーティング後苗箱等に広げて乾燥させる慣行式とポリ袋等で密封する密封式があり、慣行式よりも密封式の方が作業時間が短縮されます。10a 当たり播種作業時間は背負式動力散布機で 6.4 分・人、無人ヘリで 14.0 分・人です。密封式は開封後発熱するため 1 時間以内に播種する必要がありますが、散播の場合は播種時間が短いため十分可能です。

各コーティングの特徴

事項	密封式	慣行式
コーティング作業時間（分/5kg）	消毒, 浸種　12.8 コーティング　8.7	消毒, 浸種　12.2 コーティング+乾燥　20.1
重量増加率(乾籾比) 鉄0.5倍重	1.90倍	1.68倍
コーティング時発熱	なし	不十分な乾燥で発熱
播種時発熱	開封後1時間以内に播種	発熱なし
常温保存性	5日	数ヶ月
活用場面	個人コーティング 遅い播種時期	大規模コーティング 農閑期コーティング

密封式は慣行式より 1 葉到達が約 4 日早いですが、苗立率に差はなく 50％～80％です。播種量 5kg/10a で目標の苗立数 100-150 本 /m^2 が得られます。

初期生育と苗立ち
（3 年、延べ 10 カ所）

処理	播種日	播種量 g/m2	1葉到達日数	苗立 率 %	苗立 本数 本/m2
慣行		5.2	18.8	66	120
密封		5.0	14.9	64	113
検定		－	***	ns	ns

***は0.1%水準で有意差あり

密封式は慣行式より出穂が 2 日早いですが、収量、検査等級、食味はコーティングによる差はなく、一般品種の移植栽培と同等です。両コーティングとも倒伏程度は一般品種の移植栽培より小さいです。

現地試験における出穂期、全刈収量、検査等級と倒伏程度
（3 カ年、10 カ所の平均）

品種	栽培法	処理	出穂期	全刈収量 kg/10a	籾数 100/m^2	検査等級 1-3	食味官能 -3～3	稈長 cm	倒伏程度 0-5
萌えみのり	散播	慣行	8/14 ＊	619 a	338 ns	1.3 a	0.0 ns	70.7 ns	0.1 ns
		密封	8/12	619 a	333	1.3 a	0.0	70.6	0.1
一般	移植			591 a		1.2 a			1.2

一般品種・移植栽培の倒伏程度は一部の試験場所のデータ
一般品種は「ひとめぼれ」、または「あきたこまち」
同じアルファベットは　5%水準で有意差がないことを示す
＊は5%水準で密封式と比べて有意差あり
食味官能試験は秋田県大仙市で移植栽培した「あきたこまち」を基準とした

無人ヘリ体系では、作業時間は約 6 時間 /10a で平成 21 年統計値（全国 15ha 以上）の約 40%に低下し、60kg 当たり費用は統計値の約 80%に低下します。

無人ヘリ体系の米生産費用等（2 年平均）

項目	単位	実証試験（統計比%）
10aあたり費用合計	円	68,776 （ 93 ）
資材費	円	46,072 （ 121 ）
償却費	円	14,578 （ 90 ）
労働費	円	8,126 （ 41 ）
10aあたり労働時間	時間	5.8 （ 42 ）
10aあたり収量	kg	580 （ 115 ）
60kgあたり費用合計	円	7,132 （ 81 ）

統計比は農林水産省「農業経営統計調査平成21年産米生産費」の全国15ha以上に対する比

注意点

「萌えみのり」は、葉いもち抵抗性が“やや弱”、穂いもち抵抗性が“中”のため、適切にいもち病の防除をして下さい。

問い合わせ先

農研機構　東北農業研究センター　業務推進室　電話 019-643-3419

関連情報

農研機構　技術紹介パンフレット「萌えみのり」の鉄コーティング直播栽培マニュアル(ver1.4)
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/024281.html

生産現場　普及関係者

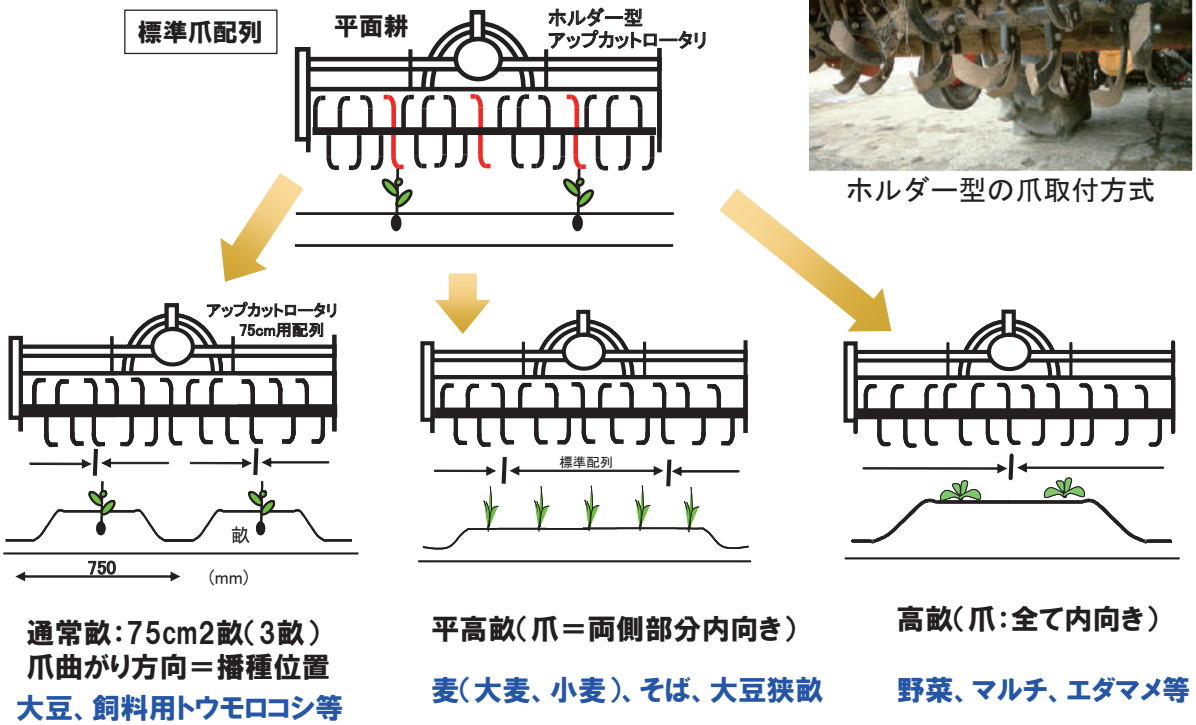
耕うん同時畝立て作業機を利用した大豆・麦・野菜等の栽培

地震により排水性が低下した圃場で大豆・麦・野菜などを栽培すると、湿害を受ける可能性が高くなります。耕うんと同時に畝立てを行うことにより、湿害を軽減できます。さらに、同時に播種を行うことで、耕うんから播種までが一工程になり、作業性が向上し作業途中に降雨を受けるリスクが軽減されます。

作業機は、砕土性の高いアップカットロータリを使用しているため、全体の砕土性向上に加え、表層の播種床の土塊が細かくなります。耕うん爪の取付方法はホルダー型にしています。ロータリの場合、耕うん爪の曲がりの方向に、土塊が移動する特徴があるため、曲がりの方向を揃えることにより、畝の形を変えることができます。ホルダー型の場合、曲がりの方向を比較的自由に調整でき、しかも耕うん残りが出来にくくなります。標準爪配列では平らな状態、畝の中心に耕うん爪の曲がり方向を揃えると大豆、飼料用トウモロコシ等の通常畝（約 75cm 畝：畝幅調整可）、中央部分を標準配列にし、両側各約 30cm を内向きにするとムギ、ソバ、大豆狭畦栽培等の平高畝、全て内向きにすると野菜等の高畝にすることができます。また、作業機を交換・追加することにより、マルチ展張作業、エダマメのマルチ同時直播作業等を行うことができます。耕うん幅 150、160、170、180、220cm の 5 機種の作業機が販売されています。

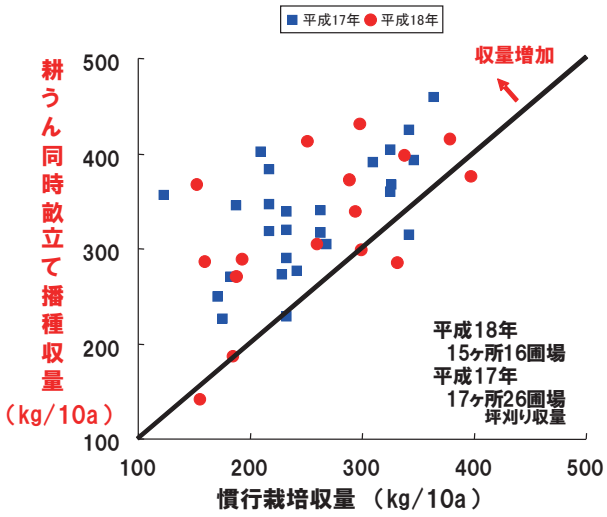
大豆通常栽培の場合、耕うん幅 220cm のロータリでは、75cm の畝が 3 条同時に作れます。40 ヶ所程度での現地試験の結果、多くの圃場で慣行栽培に比べ耕うん同時畝立て栽培の坪刈り収量が増加しました。特に慣行平播き栽培で収量が低い圃場ほど、収量が増加する割合が高い傾向が見られました。

ホルダー型の爪取付方式



爪配列と畝形状
（左：ダイズ等の標準畝、中央：ムギ・ソバ等の平高畝、右：野菜等の高畝）

ダイズの耕うん同時畝立て播種作業機（75cm 畝）



ダイズの耕うん同時畝立て播種の収量

麦の耕うん同時畝立て播種作業機

麦やソバ、大豆の狭畦栽培の場合は、播種条間が狭いため、耕うん幅の両端部分に排水溝を作りながら、播種を行います。成型板等を装着して、より深い溝を作ることもできます。

水田転換畑等で野菜を栽培する場合、排水性が悪く土壌の乾燥が進みにくい圃場では、十分に土塊を細かくすることができず、砕土性や作業性が低下する場合があります。そこで、土が細かくなりやすいアップカットロータリを使用し、耕うんと同時に野菜用の畝立てマルチ展張作業を行う作業機により、省力的に作業を行うことができます。また、穴あきマルチを使用し、耕うんと同時に畝立てとマルチ展張に加え、穴位置にエダマメを直接播種する作業機により、移植栽培で必要なて育苗作業を省略できます。

耕うん同時畝立てマルチ作業機

エダマメ用耕うん同時畝立てマルチ直播作業機

注意点

暗きょ等の再整備や弾丸の施工、排水溝の明渠への接続等圃場排水も同時に実施する必要があります。

問い合わせ先

農研機構　中央農業総合研究センター　情報広報課　電話 029-838-8979

関連情報

農研機構　「耕うん同時畝立て作業技術」パンフレット
http://www.naro.affrc.go.jp/narc/contents/files/dlive-p09.pdf

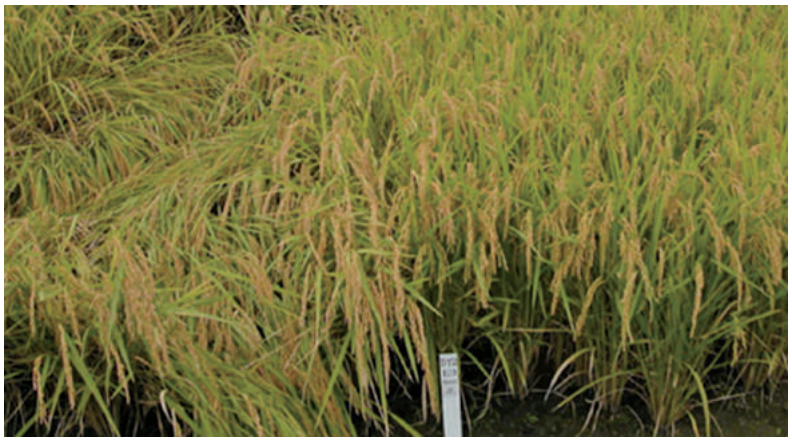
生産現場　普及関係者　行政担当者　民間企業　大学・試験研究機関

東北地域での栽培に適した新しい作物品種

全国の約 1/4 の農地を持つ東北地方は、日本の重要な食料生産基地です。被災地域は、稲、麦、大豆などの土地利用型作物の生産に大きな役割を担っています。ここで紹介する新品種は、直播適性、耐倒伏性、耐病性など栽培適性に優れており、地域農業の復興に役立てていただけると期待するものです。

水稲　－直播栽培向け品種「萌えみのり」－

「萌えみのり」は耐倒伏性が強く、直播栽培に適した良食味の食用米品種です。本品種の直播栽培では、一般品種の移植栽培と同等かそれ以上の収量が得られています。また、被災地の宮城県、岩手県で銘柄認定品種となっており、普及面積が着実に増加しています。本品種により、水稲栽培の省力・低コスト化が進み、商品性が高い作物への重点的な労力投入が行えます。



あきたこまち　　萌えみのり

「萌えみのり」と「あきたこまち」の倒伏程度

麦　－超強力小麦「銀河のちから」－

「銀河のちから」はグルテンの力が非常に強い小麦で、地元で生産される軟質小麦、硬質小麦、もち小麦、そば、米粉等とブレンドすることにより、多彩な加工品を製造することができます。被災県の岩手県で奨励品種、宮城県で産地品種銘柄に指定されています。

米粉をブレンドしたパン

サービスエリアで販売されているラーメン

大豆　ー大粒で豆腐加工に適する寒冷地向け品種「シュウリュウ」ー

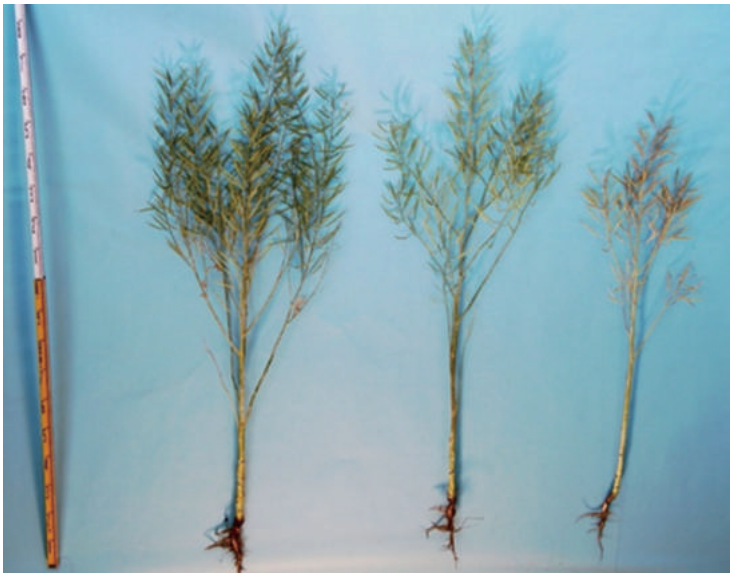
「シュウリュウ」は、東北地域北部に適した中生の早で耐病性と機械化適性を有し、豆腐などの加工適性の高い品種です。岩手県で奨励品種となっていて、被災地の沿岸地域においても高品質で安定生産が見込まれています。

シュウリュウ　リュウホウ　スズカリ

上：シュウリュウ豆腐
下：市販品豆腐

ナタネ　ー寒冷地向けダブルローのナタネ品種「きらきら銀河」ー

従来のダブルロー品種よりも収量性が高い品種です。ダブルローの品種は、油にエルシン酸を含んでいないので食用油に適しており、種子中に家畜に有害なグルコシノレートをほとんど含んでいないために搾り粕を飼料として利用できます。



きらきら銀河　キザキノナタネ　キラリボシ

注意点

導入・利用する際には、信頼できる取り扱い先からの種子の入手と種子更新をお願いします。また、品種の自然交雑を避けるために他の品種と近接して栽培することは避けて下さい。

問い合わせ先

農研機構　東北農業研究センター　業務推進室　電話 019-643-3419

関連情報

農研機構　「東北農業研究センターで育成した品種パンフレット（改訂版）」
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/kind-pamph/025187.html

生産現場　普及関係者

IT を活用した水稲栽培管理システム

津波による被災地を含む東北地方の水田を対象に、各農家の圃場位置、品種、苗の葉齢、移植日に対応した水稲の生育状況、冷害・高温障害、いもち病と紋枯病の発生予測情報を提供する水稲栽培管理のための情報システムを運用しています。これらの情報は、携帯電話からも利用できるため、圃場での農作業の合間でも予測情報を確認できます。農家の圃場に冷害・高温障害や病害発生の危険性が予測された場合には、警戒情報メールを自動配信し、圃場の調査および対策の実施を促します。

Google マップ上でユーザーの圃場の位置を選択し、品種（東北地方主要 12 品種）、移植日、移植日の葉齢を入力することにより、1 週間先までの生育（主桿葉齢、幼穂発育、玄米発育）を予測可能としました。湛水直播栽培の生育予測も可能です。1 ユーザー当たり 5 圃場の設定を登録可能とし、複数品種を栽培するユーザー等の利便性を高めています。

地図データ ©2016 Google, ZENRIN

入力画面

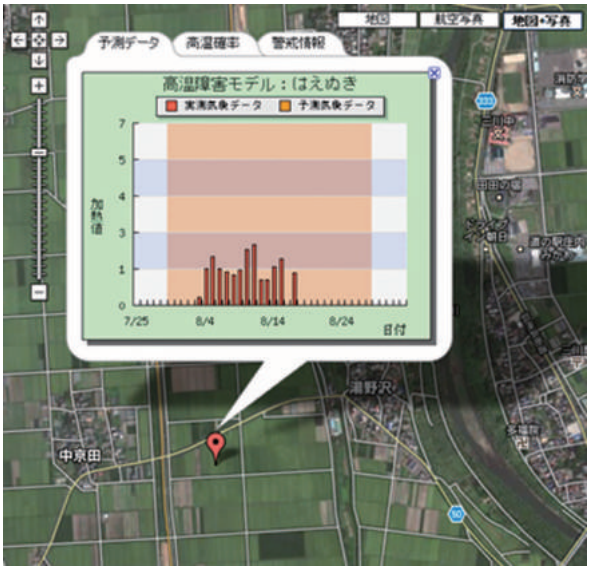
地図画像から自分の圃場をクリックして、品種、移植時の葉齢、移植日を入力します。

地図データ ©2016 Google, ZENRIN

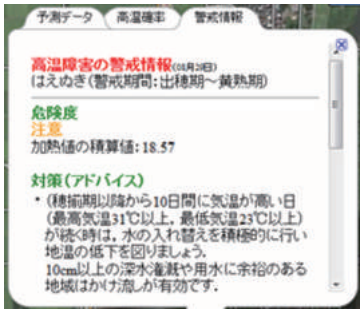
パソコンからのトップ画面

主稈葉齢モデルの平年値（青）、本年値（赤）、予測値（黄色）が示されています。グラフの縦軸は主桿の葉数。本年は、8 月中旬からの高温により成熟期は平年より 11 日早いのがわかります（右下）。

気象予測データに基づいてユーザー圃場での冷害や高温障害の危険期間を推定し、1週間先までの危険度を予測できます。予測された内容に応じた技術情報も表示され、被害の発生が予測される場合には、回避に向けた深水管理、用水掛け流し等の対策の効果的な実施が期待されます。



地図データ ©2016 Google, ZENRIN



高温障害発生予測モデルの結果

オレンジ色の部分は生育予測モデルから推定されたイネの高温障害危険期。平均気温が高温障害の発生する基準温度より高くなると加熱値が算出されます（加熱値＝平均気温－基準温度）。加熱値の積算が大きいほど、高温障害の危険が高くなります（警戒情報）。

イネいもち病発生予察システム（BLASTAM）を用いて、5日先までのいもち病菌の感染好適条件を予測できます。また、イネ紋枯病発生予察システム（BLIGHTAS）を用いて、現在までの紋枯病の被害度を推定できます。これらの病害発生に関する予測・推定情報により、今後の薬剤散布による防除対策の効果的な実施が期待されます。

地図データ ©2016 Google, ZENRIN

イネいもち病発生予察システム（BLASTAM）の結果

右の棒グラフは、BLASTAMによる当日～5日先の感染好適条件の出現予測結果。左上の葉いもち対策カレンダーでは、各日の背景色によって過去の感染好適条件の出現が示されます。また、いもち病に対する注意喚起や薬剤散布に関する情報なども状況に応じて表示されます。

携帯電話からも利用できるシステムとしたことから、農作業の合間に圃場からでも予測情報を確認できるなど、ユーザーの利便性は高く、日常的な利用が期待できます。ユーザー圃場に冷害・高温障害および病害発生の危険性が予測されたときは、警戒情報メールを自動配信して、効果的な圃場の調査および対策を促すことが期待できます。ユーザーはパソコンおよび携帯端末から圃場の様子、警戒情報に対する対策、システムへの質問等をシステム管理者へ送信できるほか、ユーザー間の情報交換も可能であることから、本システムを通じて被害回避に向けた技術の普及や高度化も期待できます。

注意点

本システムの使用には、ユーザー登録が必要です。システムの初期画面（http://map2.wat.soft.iwate-pu.ac.jp/）からユーザー登録画面に入っていただき、利用規約に同意して、氏名、住所、メールアドレス等を入力すると、パソコンのメールアドレスにIDとパスワードが発行されます。初期画面にIDとパスワードを入力すると使用できるようになります。使用料は無料（別途通信料が必要）で、東北地方の4-10月の稲作期に運用しています。

問い合わせ先

農研機構　東北農業研究センター　業務推進室　電話 019-643-3419

関連情報

グリーンレポートNo.522（2012年12月号）P.10-11（全農）

生産現場　普及関係者　行政担当者　民間企業　大学・試験研究機関

土地利用型大規模経営向け運転支援・作業自動化技術

測位衛星等を用いた省力化・高精度作業のための運転支援技術、農作業ロボットを活用した作業自動化技術により、大区画水田での作業を省力化します。水田輪作体系へ適用することで、高能率な作業を実現することができます。

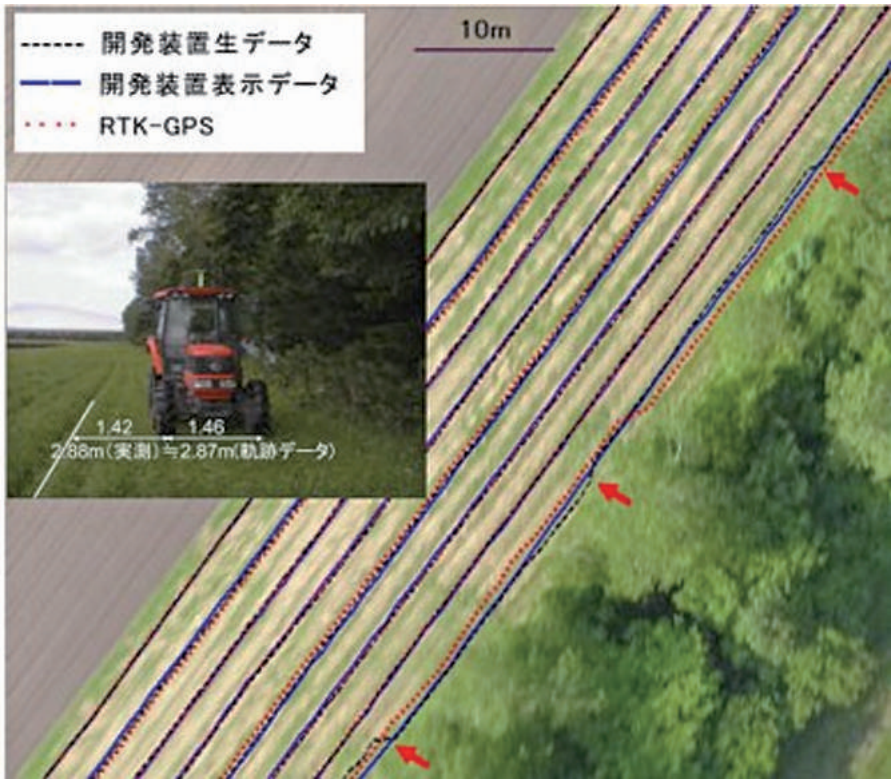
ジャイロと加速度センサを内蔵した高精度･高安定ハイブリッド GNSS（グローバル･ナビゲーション・サテライト・システム）航法装置　－高精度作業のための運転支援技術－

衛星測位部と 3 軸ジャイロ、加速度センサを内蔵する一体型航法システムです。測位衛星からの位置情報と速度、加速度、3 軸方向情報などを組み合わせ、位置、方向、速度の情報の安定化と精度向上を図り、防風林付近でも位置精度± 40cm 以内で作業できます。

ジオサーフ株式会社との共同研究成果です。東京計器株式会社から AG-RiDER の商品名で販売しています。

製品版コンソール（上）と
2 次元ガイダンスビュー（下）

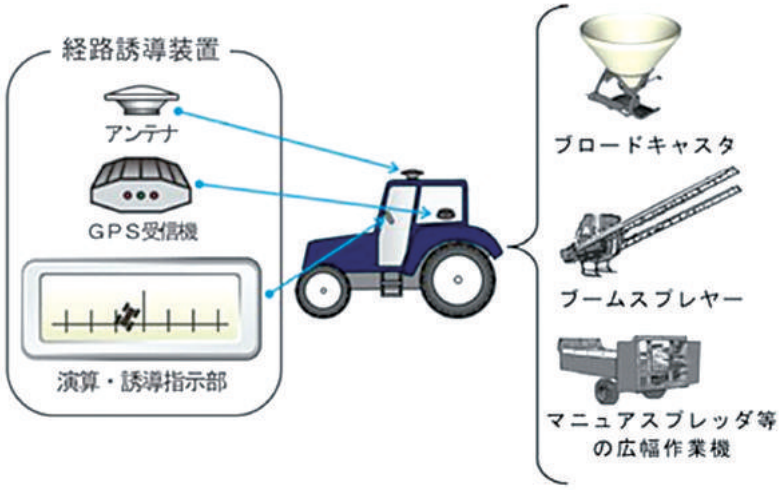
ハイブリッド GNSS



防風林付近での走行軌跡

作業機との連携機能を備え汎用的に利用できる経路誘導装置
－省力化のための運転支援技術－

GPS の位置情報に基づき、任意の 2 地点を結ぶ基準直線に対して等間隔で平行な直線作業経路を作業者に指示し誘導する装置です。施肥、農薬散布、堆肥散布などの作業幅の広い作業に汎用的に利用でき、誘導経路間隔の設定、作業機の動作の開始・停止を自動的に行うことができます。



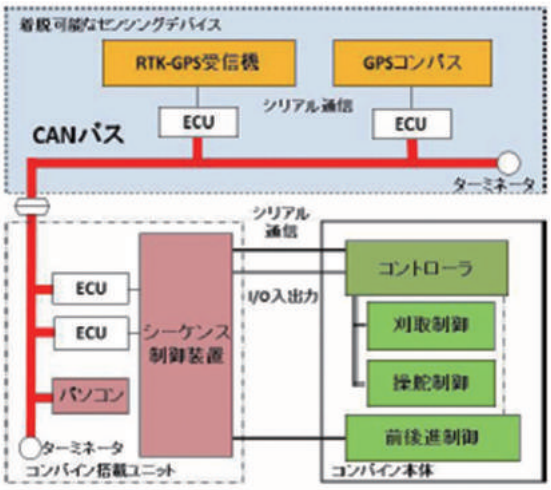
開発機の構成と適応作業機の例

市販された誘導装置

CAN バス利用によりセンシングデバイスの共用が容易な自脱コンバインロボット
－農作業ロボットを活用した作業自動化技術－

開発したコンバインロボットは、GPS 等のセンシングデバイスからの情報に基づき、予め計画した目標経路に追従して自律走行による収穫作業を行います。さらに CAN（コントローラー・エリア・ネットワーク）バスを介した制御によりセンシングデバイスの着脱と共用は容易になり、ロボット農作業体系のコストを低減できます。

コンバインロボット



コンバインロボットの制御ブロック図

問い合わせ先

農研機構　中央農業総合研究センター　企画管理部情報広報課　電話 029-838-8979
北海道農業研究センター　企画管理部情報広報課　電話 011-857-9450
生物系特定産業技術研究支援センター　企画部機械化情報課　電話 048-654-7030

関連情報

農研機構　成果情報
「ジャイロと加速度センサを内蔵した高精度・高安定ハイブリッド GNSS 航法装置」
https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/harc/2011/160d0_01_27.html
「作業機との連携機能を備え汎用的に利用できる経路誘導装置」
https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/brain/2011/600b0_01_64.html
「CAN バス利用によりセンシングデバイスの共用が容易な自脱コンバインロボット」
https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/narc/2010/narc10-25.html

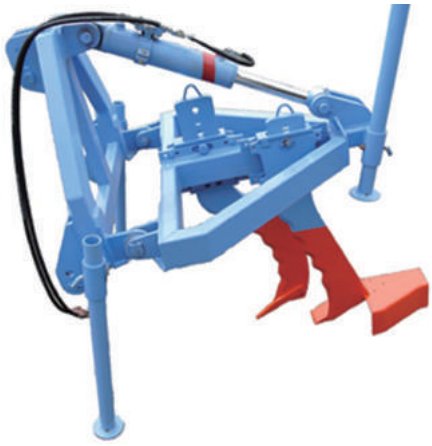
生産現場　普及関係者　行政担当者

農家が使える無資材・迅速な穿孔暗渠機「カットドレーン」

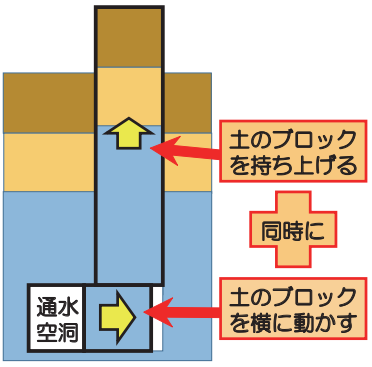
畑作物の生産力を強化する上で、圃場の排水改良は不可欠である。しかし、排水対策としての暗渠の老朽化と性能低下による排水不良が現場の課題となっています。そこで、新たに開発した穿孔暗渠機「カットドレーン」は、農家自らが、資材を使わず迅速・簡単に、暗渠と同様の排水機能をもつ通水空洞を構築でき、低コスト排水改良として活用できます。

暗渠と同様の排水効果があり、農家が簡単に施工できる排水改良技術である穿孔暗渠機「カットドレーン」は、管路や疎水材を用いることなく、トラクターに装着した施工ユニットを土に挿入するだけで、暗渠と同じ 70cm までの任意の深度に 10cm 四方の大きな通水空洞を作ることができます。この空洞の成形方法は、従来の弾丸暗渠と異なり、土を 2 つの四角形のブロックに切り出して動かすことで通水空洞が確保されることから、これまでにない独創的な新しい方法です。

カットドレーンは、土を切断する点と溝の横側に空洞を成形する点により空洞の崩落を防ぎ、施工に適する泥炭土や重粘土において、おおよそ 3 ～ 5 年ほど空洞が維持されます。また、この穿孔した空洞をとおして排水が促進されます。



穿孔暗渠機「カットドレーン」の外観



穿孔方法

グライ土での施工状況
（上：施工後、下：2 年目）

降雨後の排水状況

カットドレーンの施工概要

秋コムギの播種前にカットドレーンを施工した圃場では、多雨時でも表面滞水が発生せず、土壌水分が低く保たれ、機械走行が可能な圃場の状態が保たれます。一方、未施工圃場では、全面が表面滞水し、土壌が軟弱な状態となり、降雨後に農作業ができない圃場の状態になります。このように、カットドレーンによる排水性の確保は、適切な農作業の実施に貢献します。

また、カットドレーンは、暗渠としての排水機能を有しており、大豆などの湿害に弱い畑作物の生育に適した土壌条件を確保し、湿害回避による増収効果を発揮します。

表面滞水と秋コムギ生育の状況（左：カットドレーン区、右：対照区）

大豆生育の状況（左：カットドレーン区、右：対照区）

穿孔暗渠機「カットドレーン」の施工効果

カットドレーン施工による畑作物の増収効果

土壌	作物	カットドレーン区の収量(kg/10a)	対照区との収量比
灰色低地土	ダイズ	246	105
灰色低地土	ジャガイモ	4,430	112
泥炭土	コムギ	659	111
泥炭土	アズキ	161	118
泥炭土	テンサイ	6,330	112

注意点

使用にあたっては、次の点に留意してください。砂 50% 以上又は土性（農学会法）S・SL では使用できず、L の土壌では耐用期間が短くなります。砂礫層或いは 5cm を超える石礫に富む場合、直径 5cm を超える埋木がある場合は施工できません。

問い合わせ先

農研機構　農村工学研究所　防災研究調整役　電話 029-838-8193

関連情報

農研機構　成果情報　「農家が使える無資材・迅速な穿孔暗渠機「カットドレーン」」
https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2013/13_001.html
株式会社北海コーキ　「カットドレーン」パンフレット
http://hokkai-koki.sakura.ne.jp/productslate/kcdm/

生産現場　普及関係者　行政担当者

畦畔法面におけるシバ（*Zoysia japonica*）の二重ネット工法による植栽技術

被災地の復旧による農地の規模拡大に伴い、畦畔法面の拡大も進みます。特に、急傾斜地の多い中山間地域の復興現場においては、急斜度の畦畔法面となるため、畦畔管理の省力化が喫緊の課題です。そこで、解決策の一つとして、低草高で管理し易いシバ（*Zoysia japonica*）を主体とする芝生畦畔への速やかな植生転換を実現するため、急斜度の畦畔法面においても、生産者が植栽が容易にできる『シバ二重ネット工法』を提案します。

芝生畦畔について

通常の雑草畦畔では年４回程度の草刈りが必要ですが、芝生畦畔では少なくとも夏期の草刈りを１回削減できます。さらに、芝生畦畔では足元の状況が確認し易く、草刈時に転倒の危険性が低くなります。しかし、従来の張芝工法やポット苗工法では、斜度 30° から 45° の畦畔法面では生産者らによるシバの植栽は難しく、植生転換は進みませんでした。

ロール（シバ二重ネット）

シバ二重ネットの展開

芝生畦畔

シバ二重ネットの施工方法

シバ二重ネット工法では、あらかじめ前植生を野焼きや除草剤で処理したところに、5cm の床土を入れて、６月上旬に畦畔の天端から、ほぐし芝を挟んだ木綿の二重ネットを展開し、直ちに 1cm の目土を入れます。

畦畔法面では灌水が難しいため、シバの植栽は入梅期６月に実施、植栽年には９月に１回、次年からは５月、７月および９月の年３回の刈取りで、おおむね２年から３年で芝生畦畔が成立します。

シバ二重ネット工法の利点

シバ二重ネット工法では、前植生の除去が必要なものの、斜度 30° から 45° の畦畔法面において、生産者ら 5 人程度の小人数の組作業で、従来の植栽工法よりも高い作業能率でシバが植栽できます。

シバ二重ネット工法による植栽例

施工例	日時		作業内容	作業者	作業能率（㎡/人時）
①福山市	4月17日	9:00	床土入れ	男性4名	18
天端12m、法長6m		10:00			
斜度30°	6月5日	9:00	二重ネット展開、	男性4名	16
		10:10	目土入れ、散水		
②福山市	4月24日	9:00	床土入れ	男性4名	21
天端21m、法長6m		10:30			
斜度35°	6月4日	9:00	二重ネット展開、	男性5名	17
		10:30	目土入れ、散水		
③陸前高田市[2)]	6月11日	10:30	二重ネット展開、	男性4名	10
天端40m、法長1.2m		11:40	目土入れ、散水		
斜度45°					

1）機材として、床土、目土入れに①、②では、トラクター55馬力、バケット幅1.6mをそれぞれ1台ずつ、③ではトラック2トンと一輪車を1台ずつ用いた。①、②、③いずれも運搬車、散水機、トンボ、篩、スコップ、鋏、目串等を用いた。

2）新規造成圃場のため、床土無しで施工した。

畦畔法面におけるシバ二重ネット工法と従来工法との作業等比較

工法	作業者	人数	作業能率（㎡/人時）	資材費（円/㎡）	養生期間
二重ネット工法	農家	5	16	800～850	2～3年
張芝工法[2)]	技能者	−	6	500～950	2～3か月
ポット苗工法[3)]	農家	10	2～8	200～800	2～3年
種子吹付法[4)]	技能者	−	10～100	200～2,500	1～2年

1）施工法面の規模は、表1の①と②を参照のこと。

2）切芝は竹串で法面に固定する。

3）植栽時に25cm～50cm間隔でセル苗を法面に打ち込む。

4）種子吹付機等で法面に吹き付ける資材の厚さは1mm～50mm。

注意点

シバは在来品種「朝駆」、「朝萌」、「ひめの」等が適し、木綿の二重ネットには、ほぐし苗として、新鮮重で 200 g / ㎡、本数で 400 本 / ㎡程度が挟持されています。床土、目土には真砂土を用います。新規造成圃場では前植生の処理および床土は、不要な場合もあります。

問い合わせ先

農研機構　近畿中国四国農研センター　水田作研究領域　電話 084-923-4100（代表）

関連情報

農研機構　技術紹介パンフレット

「畦畔法面における二重ネット工法を用いたシバ（Zoysia japonica）の植栽技術」

生産者等向けおよび普及員等向け

http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/warc/059322.html

生産現場　普及関係者　民間企業

施設園芸栽培の省力化・高品質化

地震とそれに伴う津波により、東北地方の海岸地域の園芸施設は大きな被害を受けました。従来の施設栽培ではハウスの規模が小さいため高度なシステムが導入できず、装置化した先進的栽培を行うことが困難でした。そこで、環境計測・制御の高度な装置化・自動化や、高機能環境制御・情報利用システムを導入した大規模生産施設での大幅な省力化や緻密な生育管理による高品質・多収生産を実証しています。このほか、大規模施設以外についても、高断熱資材（布団資材）で保温性を高め、ダブルアーチで構造強化したパイプハウスや温室内の気流・気温分布を改善するための制御手法を開発しました。

大規模生産における省力化・高品質化のキーテク

Ａ 高機能環境・生育制御システム

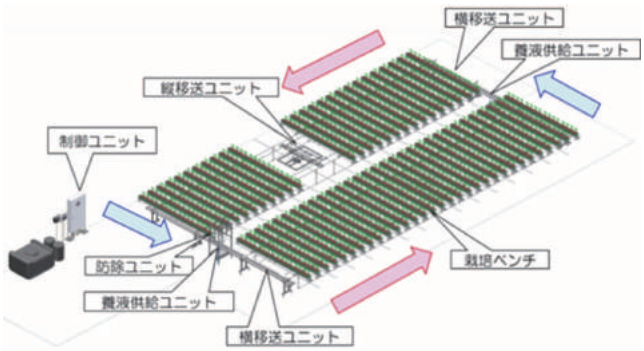
作物に好適な環境を創出するためには、合理的な制御が可能なコンピュータシステムが必須です。ユビキタス環境制御システム（UECS）は、ネットワーク通信により低コストで高機能な制御が可能な次世代型のシステムです。通信規格が公開されてメーカー間の互換性が確保されています。今までになかった高度な環境管理ソフトウェアが開発されつつあります。

UECS の環境管理ソフトウェアの例

養液栽培による低段摘心トマトの高糖度生産

Ｂ 作業自動化システム

大規模生産では、各種作業の合理化と自動化が重要です。移動栽培システムは、人間が移動するのではなく、作物が移動するもので、列間に人が入る必要がないので密植が可能で、作物管理の場所を特定の場所で行えるメリットがあります。



イチゴの移動コンテナ式栽培システム

Ｃ 総合的病害虫管理（IPM）技術

大規模生産では、化学農薬の散布を極力抑えるため、天敵や紫外線の利用などの物理的手法を取り入れた、総合的病害虫管理（IPM）技術が重要です。

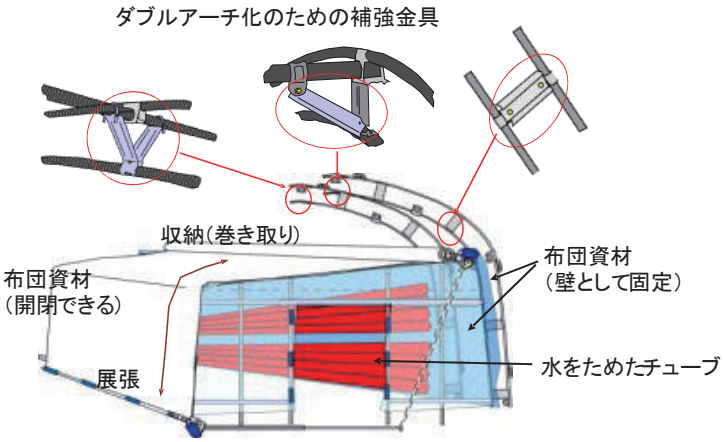
ハダニ類の天敵のチリカブリダニ

注意点

大規模生産施設では初期コストが高価です。大人数の雇用が必要で、その効率的な運用が経営的にも大きく影響します。持続的な生産のために、排液や残渣の適正な処理、再生可能エネルギーの導入など、地域環境・地球環境に配慮した手法の導入が望まれます。

高断熱資材で保温性を高め、ダブルアーチで構造強化したパイプハウス

布団資材（多層断熱被覆資材）を内張りに利用することでパイプハウスの保温性能が向上し、暖房負荷が慣行ハウスの約半分になります。さらに、水蓄熱併用で暖房負荷を慣行2重被覆ハウスの3分の1に軽減できます。

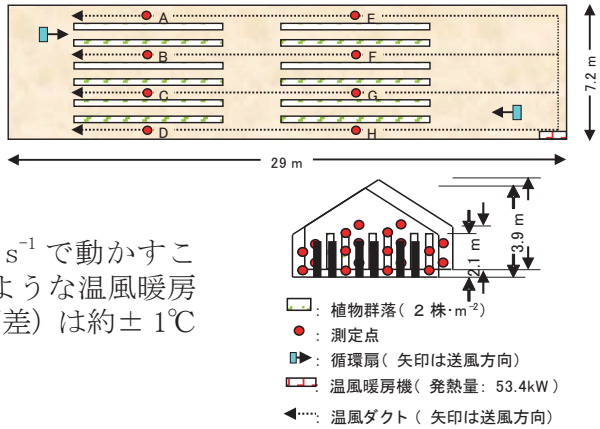


ダブルアーチ構造の採用により、25.4mmパイプハウスでも耐風速35m/s以上の強度が得られます。

ダブルアーチの強度向上と施工性改善のために、アーチパイプを2重にして連結する部材（鋼板製平行補強金具）に加えて、アーチパイプと桁行き直管と直交させて連結する部材（鋼板製直交補強金具）およびアーチパイプと妻面とを連結する部材（鋼板製妻金具）を新たに開発しました。

温室内の気流・気温分布を改善するための循環扇の制御手法

温室内の気流は、温度、湿度、二酸化炭素濃度等の均一化、作物の結露抑制などに寄与します。循環扇は出力の小さなモーターで大量の空気を動かすことができるので、温室内の空気流動に有効な環境制御装置です。例えば、トマトのような丈の高い作物を生産する温室で、1000m^{2}当たり5～10台循環扇（風量 79m^3・min^{-1}）を導入すると、室内の空気を0.3～0.5m・s^{-1}で動かすことができ、ダクトの風上と風下に気温差を生じるような温風暖房でも、その気温差（右図の20ヶ所での気温の標準偏差）は約±1℃に制御できました。



問い合わせ先

農研機構　野菜茶業研究所　野菜生産技術研究領域　電話 029-838-8823
（省力化・高品質化）
近畿中国四国農業研究センター　傾斜地園芸研究領域　電話 0877-62-0800（代）
（ダブルアーチパイプハウス）
農村工学研究所　防災研究調整役　電話 029-838-8193（循環扇制御手法）

関連情報

農研機構　成果情報
「高断熱資材で保温性を高め、ダブルアーチで構造強化したパイプハウス」
https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/warc/2012/141c0_01_16.html
「温室内の気流・気温分布を改善するための循環扇の制御手法」
https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2011/141b0_10_02.html
次世代型パイプハウスの開発
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/warc_manual_next-generation_greenhouse_20130114.pdf
超省エネ・高強度な次世代型パイプハウス施工マニュアル
https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/warc_manual_ultra-energy-saving_and_high-strength_greenhouse_20130112.pdf
温室における循環扇の設置マニュアル，農研機構農村工学研究所，pp.16，ISBN-978-4-9904324-5-4

生産現場

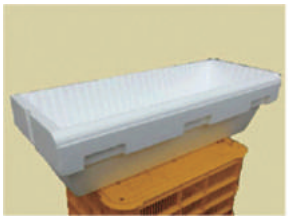
イチゴ産地の早期復興を支援する

津波により被災した東北地方有数のイチゴ産地である宮城県山元町、亘理町の早期復興を支援するために、除塩未了地区や新規営農団地で生産再開に適した高設栽培ほかの新技術の導入・営農指導をサポートしています。また、東北地方の気象条件を活かした夏秋生産に適した優良品種の育成、栽培技術も開発しています。このほか、東北地域でも活用できる環境保全的なうどんこ病菌、アブラムシ類、ナミハダニ等が防除できる蒸熱処理装置を開発しました。

早期の産地復興のために高設栽培の導入・栽培指導を支援するための取組み

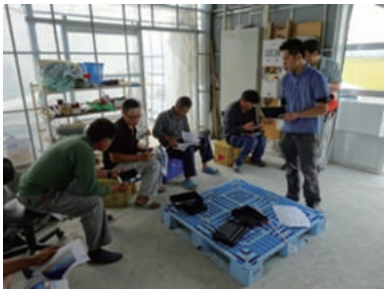
除塩未了地区や新規営農地で、速やかに生産を再開するため、高設栽培の導入にあたり、栽培技術の共有や蓄積、栽培指導や問題解決を効率よく行うため、民間企業や県、JA などが開発した多数のシステムから現地のニーズに即したイチゴ高設栽培の共通仕様を構築し、提案しています。

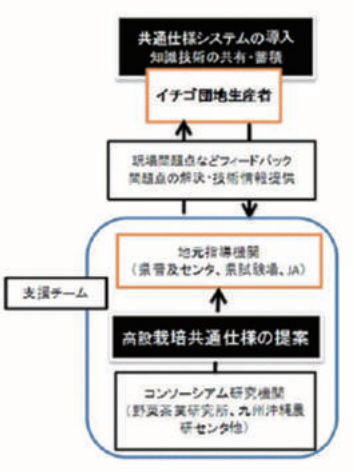
独立した発泡スチロール製栽培槽を用いる独立プランタ型栽培ベッドを共通仕様として採択しました。独立プランタなので、土壌病害被害の拡大を抑制でき、地盤沈下で栽培ベッドが沈下しても排水が滞留しません。また、連続型ベッドで必要となる培地を包む防根シートがないため、シートの目詰まりによる排水不良が生じません。



寒冷地では培地加温が有用ですが、連続型ベッドで用いられる熱交換パイプは、共通仕様として採用した独立型の栽培槽には構造上、設置が困難です。そこで、クラウン加温システムを利用すると、低温期の生育促進と暖房用燃料消費量の削減が図れます（クラウン温度制御装置は市販されています）。

UECS ベースの環境データ（気温、湿度、CO_2 濃度、生育状況）モニタリングシステムを試験的に導入しています。試験導入後には、定期的な勉強会を開催し、コミュニケーションの活性化とともに、技術、ノウハウの蓄積を図っています。その中で、ICT を活用した情報共有システムの有効性を実証しています。





イチゴ団地における
地元指導機関および
研究機関の指導体制

夏秋期に美味しく大きい果実を生産できる四季成り性品種「なつあかり」

夏期冷涼な東北地方では、イチゴの端境期となる夏秋期に国産イチゴを生産・供給できます。とくに、四季成り性品種「なつあかり」（農研機構東北農業研究センター育成）は、大果で糖度が高い特性を持ち、夏秋期に美味しく大きい果実を生産できます。「なつあかり」は、夏期にやや花を着けにくい性質を持っていますが、長日処理（電照）を行うことで着花を促進でき、増収となります。

美味しく大きい四季成り性品種
「なつあかり」

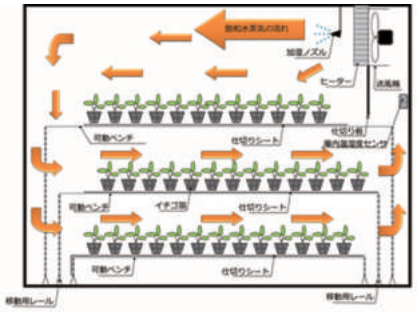
長日処理区

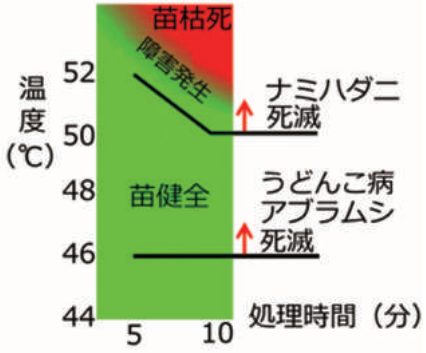
無処理区

長日処理（電照）による着花促進

うどんこ病菌、アブラムシ類、ナミハダニ等が防除できる蒸熱処理装置

この装置は、内部をほぼ飽和した水蒸気で満たし、湿度を保ったまま加熱しながら気流を循環させることにより、苗の温度を均一に上昇させ、葉面に寄生した病害虫を熱により殺虫殺菌します。イチゴ苗に寄生するうどんこ病菌、アブラムシ類、ナミハダニ等は、50℃ 10 分間の蒸熱処理で、同時防除できます。





九州の盛夏期の苗（あまおう・さがほのか）では、50℃ 10 分の蒸熱処理で、経済栽培上問題となるような障害は生じません。（※耐熱性は、品種、育苗ステージ、前歴温度などにより、異なる可能性があるので注意）

注意点

「なつあかり」苗の入手先：
http://www.naro.affrc.go.jp/tarc/symple_blog/hinsyu/025658.html

問い合わせ先

農研機構　東北農業研究センター　業務推進室長　電話 019-643-3419（なつあかり）
農研機構　野菜茶業研究所　野菜生産技術研究領域長　電話 029-838-8528（高設栽培）
農研機構　九州沖縄農業研究センター　広報普及室　電話 096-242-7682（蒸熱処理装置）

関連情報

農研機構　技術紹介パンフレット
「東北地域における四季成り性品種を利用した夏秋どりイチゴの栽培技術」
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/sikinari_ichigo.pdf
「四季成り性イチゴ「なつあかり」における増収のための長日処理方法」
http://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/seika/jyouhou/H25/yasaikaki/H25yasaikaki001.html
植物苗の病害虫防除方法及び設備　特許第 5751476 号
植物苗の病害虫防除設備　特許第 5413615 号
植物苗の病害虫防除装置　特許第 5481670 号
農業新技術 2009　解説編　イチゴのクラウン温度制御
http://www.s.affrc.go.jp/docs/pdf/2009_explain.pdf

生産現場　民間企業

トマトの高収益周年生産システム

被災した園芸産地において、新たな生産システムを導入し、将来に向けた安定生産が求められています。低段密植養液栽培は、年間３～４ 回の周年生産が可能で、技術が平準化されています。そのため、新規の参入者が技術習得と習熟をする上でも有利な栽培システムです。

本栽培システムにおいて、安定した収量が得られるような育苗方法と品種を組み合わせることにより、復興の現場においても、高品質な果菜類の安定生産が可能となります。

低段密植養液栽培に適した育苗法

土耕栽培で高品質安定生産を実現するには草姿の制御が重要です。養液栽培環境でも、草勢が制御可能な栽培法を開発しています。

低段密植養液栽培に適した育苗法

低段密植に適した栽培法

条間 130cm、株間 15cm で、10a 当たり約 5000 株の定植が可能となります。初期の過繁茂を抑制することで、光合成が適切に行われ、高品質のトマトが安定生産されるとともに、防除などの栽培管理、収穫などが容易になります。

低段密植養液栽培によるトマトの栽培

低段密植に適した栽培品種

３～４果房の収穫を想定した際に、高所作業車を使用しなくても管理および収穫が可能な節間であるとともに、良食味の果実が得られるトマト品種が適します。現在までのところ、“桃太郎ヨーク”および“スーパー優美”などの品種が有望です。

※品種に関しては現在検討中です。今後よりよい品種が育種・選定される可能性があります。

低段密植養液栽培による収穫期の桃太郎ヨーク

一段密植栽培向けトマト着果処理ロボット

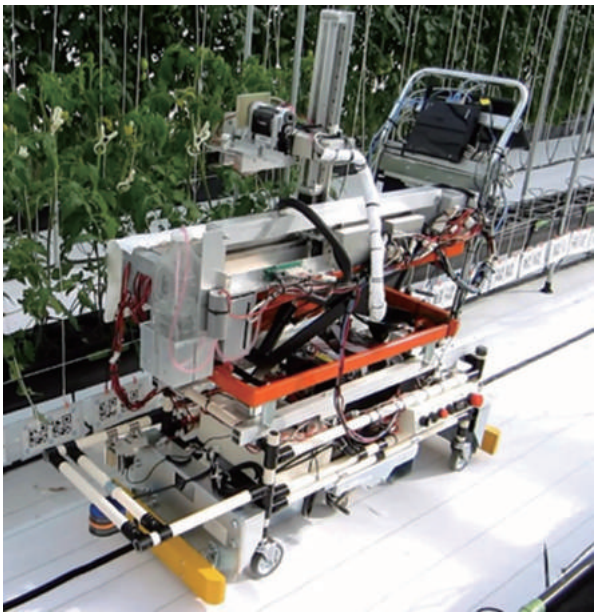
着果ホルモン剤は生長点に付着させたり、同一花房に複数回噴霧すると生理障害を引き起こすことがあるので、手作業によって、花房を確認しながら行われていて多くの時間を要しています。

そこで、草姿が単純な一段密植栽培向けに、着果処理ロボットを開発しました。

着果処理ロボットは、走行部と手動昇降装置、噴霧ノズル、ノズルの縦横移動および伸縮を行う3台の電動シリンダ、カメラ、LED光源、バッテリー、制御部などから構成されています。

作業の際には、通路に敷設した磁気テープに沿って走行します。また、栽培ベッドの下部に設置されたQRコードを読み取って、位置を計算します。

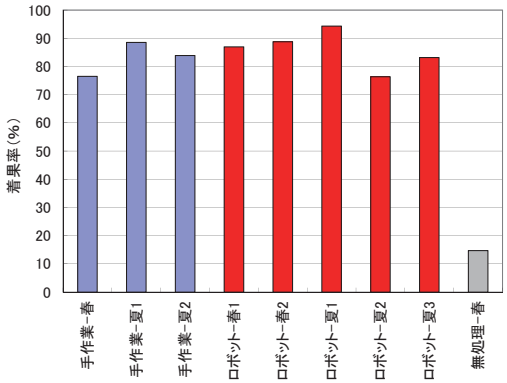
機体寸法	全長1,425×全幅480mm 全高1,250～1,750mm (手動昇降装置により変動)
走行部	磁気テープ追従式 障害物検出センサ搭載 QRコード認識による位置検出
必要通路幅	800mm、カメラ-主茎間500mm
電源	車載用12Vバッテリー2個(合計24V)
花房検出カメラ	カラーCMOSカメラ34万画素 LED照明
制御部	CPU Core2 Duo E4600 2.4GHz メモリ 1GB
噴霧ノズル	ニ股ノズル 噴霧量1花房あたり4ml
ノズル可動範囲	上下300mm、前後600mm ノズル伸縮200mm
処理可能高さ	花房平均地上高950～1,450mm ばらつき±150mmの範囲



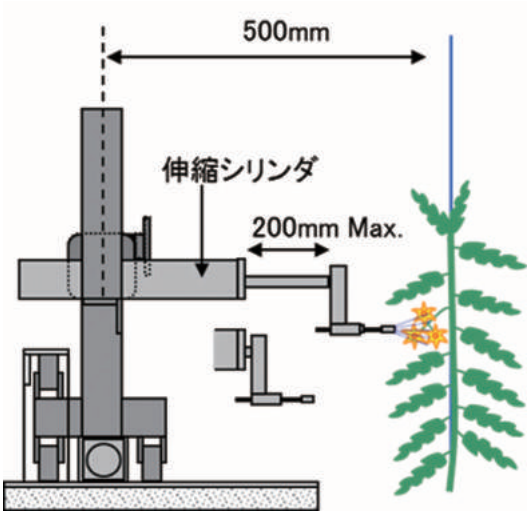
一段密植栽培向け
トマト着果処理ロボット
(本体下に見える磁気テープに沿って走行)

トマトの花弁と茎葉を色相の違いから認識します。また、花房の花弁面積から開花数を推定し、着果処理適期の花房に着果ホルモン剤をスポット噴霧します。さらに、一度処理した花房の位置を記憶するので、次回の走行では未処理の花房にだけ着果処理を行います。

十分な認識率を得るために、誘引作業時に花房を、ロボットからよく見えるように通路側に向けておく必要があります。また、昼間は花房認識率が低下するため、ロボットの稼働は人間が作業できない時間帯を有効に活用して、夜間に稼働させます。



ロボットと手作業による着果率では双方とも平均85%程度で有意差はありませんでした。



トマト着果処理ロボットの
噴霧動作

注意点

得られた知見は、地域の気象および環境条件により異なります。基本的な栽培技術にしたがって、現地の状況に合わせた技術の改良・調整が必要です。

問い合わせ先

農研機構　野菜茶業研究所　野菜生産技術研究領域　電話 029-838-8823

関連情報

農研機構　成果情報
「トマト一段密植栽培用の着果処理ロボット」
https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/vegetea/2014/vegetea14_s01.html
黒崎ら「着果処理装置」特許第5652756号(2014年11月28日)

生産現場　普及関係者

単為結果性ナス品種「あのみのり」「あのみのり２号」根こぶ病強度抵抗性ハクサイ品種「あきめき」

優良な野菜品種は、被災地域における園芸生産の再開、さらには、新たな発展のための重要な基盤技術として位置づけることができます。着果処理が不要な単為結果性ナスF1品種「あのみのり」「あのみのり２号」を用いることで、省力生産が可能になります。

また、根こぶ病高度抵抗性と黄化病抵抗性を持つ、ハクサイF1品種「あきめき」は、既存あるいは新たに取り組む生産者における、継続的な安定生産に寄与します。

単為結果性ナスF1品種「あのみのり」「あのみのり２号」

受粉しなくても結実する単為結果性を持っていますので、労働時間の約３割を要していると言われる着果処理作業が不要で省力生産が可能です。

より省力生産に適した「あのみのり」

側枝の発生と伸長がゆるやかなので、一般の品種に比べ整枝作業の省力化も可能です。側枝の発生がゆるやかなため、単収はやや劣りますが、労働時間あたりの所得はむしろ高くすることができ、他品目も含めた作付面積の拡大など、経営全体の生産性・収益性の向上が期待できます。

省力性と単収を高いレベルでバランスさせた「あのみのり２号」

「あのみのり２号」は側枝の発生が特段ゆるやかではないので、一般的な経済栽培品種に遜色のない反収が得られます。また、果形もより市場性が高いと考えられる長卵形果実が周年的に生産できます。

それぞれの経営形態などに応じて、使い分けて下さい。

品種名	単為結果性	果形安定性	側枝発生	省力性	収量性
あのみのり	◎	△	△	◎	△
あのみのり2号	◎	○	○	○	○
千両二号	×	◎	◎	△	◎

根こぶ病高度抵抗性と黄化病抵抗性を持つハクサイ品種「あきめき」

アブラナ科野菜全般で、根こぶ病の被害は深刻で、アブラナ科野菜の作付けを放棄する生産者も少なくありません。特にハクサイの場合、根こぶ病菌の病原性の分化に伴い、抵抗性品種が罹病化することが問題となっており、抵抗性遺伝子を集積し多様な根こぶ病菌に抵抗性を示す品種育成が望まれています。

「あきめき」は、品質に優れたこれまでにない強い根こぶ病抵抗性品種で、黄化病にも罹病しにくく、ハクサイ栽培で問題となる２つの難防除土壌病害に抵抗性の品種です。

根こぶ病菌の４つの病原型に対する「あきめき」の抵抗性

品種名	グループ１	グループ２	グループ３	グループ４
あきめき	R	R	R	R
はくさい中間母本農９号	R	R	S	R
CR 隆徳、秋理想	S	S	R	R
SCR ひろ黄	S	R	S	R
無双	S	S	S	S

根こぶ病菌の病原型のグループ分けは､「CR 隆徳」と「SCR ひろ黄」を用いた Hatakeyama ら（2004）の方法に従った。グループ１に属する菌は「CR 隆徳」と「SCR ひろ黄」､グループ２は「CR 隆徳」、グループ３は「SCR ひろ黄」をそれぞれ加害する。グループ４は抵抗性遺伝子を有しない「無双」のみを加害する。

R：抵抗性、S：罹病性

「あきめき」の黄化病抵抗性

品種名	供試個体数	発病株率（%）	平均発病指数
あきめき	14	14.3	0.18
秋理想	48	16.7	0.13
黄久娘 65	90	88.3	2.03
黄久娘 80	81	53.1	0.81

黄化病汚染圃場での発病程度を調査
病徴；0：発病なし、1：一部が黄化、2：株の半分が黄化、3：株全体が黄化
黄久娘 65：罹病性品種、黄久娘 80：中程度抵抗性

「あきめき」の結球形態（白色バーは 10cm）

根こぶ病の予防にはフルスルファミド粉剤等の化学合成農薬が使用されていて、10a あたり 20 ～ 30kg の農薬散布が推奨されています。「あきめき」は、これらの化学合成農薬を用いなくても栽培が可能となるため、約 10,000 ～ 15,000 円 /10a の薬剤費が削減できます。

問い合わせ先

農研機構　野菜茶業研究所　野菜育種・ゲノム研究領域　電話 050-3533-3861

関連情報

農研機構　成果情報
「根こぶ病に強い抵抗性を示すハクサイ F1 品種「あきめき」」
https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/vegetea/2013/13_009.html

生産現場　普及関係者　民間企業　大学・試験研究機関

人工光型植物工場で生産可能な高機能スプラウトとその栽培法

人工光型植物工場での低コスト生産に有望な品目として付加価値の高いスプラウト類に着目し、ルチンを豊富に含むダッタンソバのスプラウトの果皮（種子の殻）の除去に遠赤色光の照射が有効であること、カリフラワーのスプラウトはブロッコリーなど他のスプラウトと比較してビタミンCが1.4倍以上多く含まれ、強い光を連続的に照射することにより含量をさらに高められることを明らかにしました。

はじめに

人工光型植物工場では高い生産コストの低減化が求められています。そこで、短い栽培期間、光照射期間で生産でき、リーフレタス類よりも低コストでの生産が可能な高付加価値なスプラウト類に着目し、その生産技術について検討しました。

遠赤色光の照射でダッタンソバスプラウトの果皮を除去する方法

一般的な白色蛍光灯や単波長LED（青、緑、赤）でダッタンソバのスプラウトを栽培すると、果皮が残り、商品価値を損ねます。

遠赤色光を照射することで、子葉が展開し、果皮が除去できます。

遠赤色蛍光灯　白色＋遠赤色蛍光灯　白色蛍光灯　青色LED　緑色LED　赤色LED

異なる照射光質で栽培したダッタンソバスプラウトの草姿

光合成有効光量子束密度（PPFD）を70-80μmol m^{-2} s^{-1}（遠赤色光は光量子束密度を21μmol m^{-2} s^{-1}）に設定した各光源の連続照射下で6日間栽培。

カリフラワーのスプラウトはビタミンCが多く受光量の増加に伴い含量は向上する

カリフラワーのスプラウトは、ブロッコリーなど他のスプラウトと比較してビタミンCが1.4倍以上多く含まれます。

蛍光灯を用いた試験では、強い光を連続で当てて栽培することでカリフラワースプラウトのビタミンCはさらに多くなります。

カリフラワー、ブロッコリースプラウトのビタミンC含量に及ぼす蛍光灯の効果

	栽培条件	新鮮重量（mg/本）	ビタミンC含量（mg/100g-FW）	ビタミンC含量（μg/本）
カリフラワー	自然光（夜間暗所）	45.6 ± 2.5	71.0 ± 1.8	32.4 ± 0.8
	連続明所（PPFD 70μmol/m^2/s）	57.4 ± 3.0	125.7 ± 6.2	72.2 ± 2.7
	連続明所（PPFD 160μmol/m^2/s）	60.5 ± 4.0	165.3 ± 6.3	100.0 ± 9.5
ブロッコリー	自然光（夜間暗所）	50.2 ± 3.9	47.6 ± 2.8	23.9 ± 1.4
	連続明所（PPFD 70μmol/m^2/s）	62.9 ± 3.7	78.9 ± 3.0	49.6 ± 2.0
	連続明所（PPFD 160μmol/m^2/s）	67.7 ± 5.9	112.8 ± 4.5	76.4 ± 8.6

自然光（夜間暗所）：3日間暗所で発芽させ以降屋内の自然光で栽培（夜間暗所下）
連続明所：3日間暗所で発芽させ以降連続して蛍光灯を使用して明所で栽培（25℃）
栽培期間：9日間

注意点

ダッタンソバスプラウト

遠赤色光を照射する光源は蛍光灯に限りませんが、光量が少ない場合には効果がみられないことがあります。特に赤色光を多く含む場合、遠赤色光の光量は多めに必要です。

遠赤色光の照射期間が長いほど、果皮の除去率は高くなります。

カリフラワースプラウト

ブロッコリーのスプラウトはすでに市販されており、カリフラワーもスプラウト用の種子が安価に大量に生産可能となることで実用化できます。

一般に食する花序（花蕾）は、カリフラワーよりもブロッコリーの方がビタミンCが多く含まれます。

発光ダイオード（LED）等の高効率光源との代替により省電力栽培が可能ですが、蛍光灯よりも明るい光源ではスプラウトが徒長せず商品性を損なう可能性があります。

問い合わせ先

農研機構　九州沖縄農業研究センター　広報普及室　電話 096-242-7682

関連情報

農研機構　成果情報

「遠赤色光の照射でダッタンソバスプラウトの果皮を除去する方法」
https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/karc/2014/karc14_s08.html

「カリフラワーのスプラウトはビタミンCが多く受光量に伴い含量は向上する」
https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/karc/2014/karc14_s18.html

Sci.Hortic., 185:167-174. “Far-red light enhances removal of pericarps in tartary buckwheat (Fagopyrum tataricum Gaertn.) sprout production under artificial lighting”

日本食品科学工学会誌，61(6)，218-222「アブラナ科スプラウトのアスコルビン酸含量」

生産現場

果樹の省力栽培技術

被災地では、高い収益性が期待できる果樹栽培を導入することにより農家の経営安定、引いては地域の発展を図れるものと期待されますが、果樹栽培への取り組みを進めるためには、栽培技術の省力化・軽労化が重要です。

リンゴでは、受粉専用品種を利用することで、「ふじ」等収益性の高い品種に限定した単植化が可能となります。また、JM 台木（農研機構果樹研究所が育成したわい性台木）を利用した低樹高栽培では、従来の栽培法に比べ、摘果等の栽培管理に要する時間を 2 ～ 4 割程度削減することができます。

ブドウでは、花穂整形器等を利用することで、開花期の作業時間を大幅に短縮することができます。

ニホンナシの主力品種である「幸水」では、溶液受粉技術を利用することで、人工受粉にかかる作業時間を半分程度まで削減することができます。

リンゴの省力栽培技術　－受粉専用品種の利用による単植化－

「ふじ」及び「つがる」では、「センチネル」等の受粉専用品種の中から開花期の異なる 2 品種を選択し、15m 程度の間隔で経済品種の間に混植すれば十分な結実を確保することができます。交雑和合性があり、開花期が一致すれば、「ふじ」、「つがる」以外の経済品種でも利用できる技術です。

「ふじ」及び「つがる」と受粉専用品種の交雑和合性

受粉専用品種	ふじ		つがる		開花期
	結実率（%）	種子数（個）	結実率（%）	種子数（個）	
センチネル	88	6.9	93	8.3	早
メイポール	83	8.2	100	9.9	早
レッドバッド	88	8.2	79	9.7	中
スノードリフト	92	8.1	92	9.4	中

JM 台木を利用した低樹高栽培

JM 台木は、高品質果実の生産と低樹高の維持が可能で、挿し木発根性にも優れたわい性台木です。JM 台木を利用した樹では、地上 1m 付近に側枝を車枝状に配置し、主幹延長枝の生育を抑制することなどにより、樹高を 3m 以下、結実部位を 2m 以下に抑えることができます。このため、脚立を使用する必要がほとんどなく、摘花・摘果、収穫等にかかる作業時間を従来の栽培法よりも 2 ～ 4 割程度削減することができます。

JM 台木を利用した低樹高栽培
（「ニュージョナゴールド」／ JM7、定植 7 年目）

ブドウの省力的着果管理技術

花穂整形器は、穂軸を挟んで下から上げるあるいは下ろすだけという簡単な操作で花穂整形できる手のひらサイズの道具です。本器を利用すると花穂作業に要する時間をハサミを利用する場合に比べて５～６割程度削減することができます。

花穂整形器による花穂整形作業の省力化

ニホンナシ「幸水」の溶液受粉技術

溶液受粉技術は、しょ糖や食用色素を添加した寒天液に花粉を懸濁し、柱頭に散布することで受粉を行うものです。ニホンナシの主力品種である「幸水」では、溶液受粉でも実用的なレベルの結実率を得ることができ、かつ、手受粉に比べ受粉にかかる作業時間を半分程度に削減することができます。

受粉方法が「幸水」の結実率等に及ぼす影響

	結実率 (%)	種子数 (個)	果実重 (g)
溶液受粉	60	1.4	400
手受粉	90	1.4	375

注意点

リンゴ　受粉専用品種の中では、「センチネル」のように潜在ウイルスに罹病性の品種があるので、高接ぎの際には注意する必要があります。JM 台木は、ネズミの食害を受けやすいため、殺そ剤利用等の対策を取る必要があります。

ブドウ　整形後の花穂の長さや残す位置などは、品種や栽培法によって異なりますので、目的に応じた基準を確認する必要があります。

ニホンナシ　溶液に懸濁した花粉は、時間の経過とともに発芽率が低下しますので、受粉は懸濁後３時間程度を目安に行う必要があります。溶液受粉では、手受粉に比べ、使用する花粉量が２～７割程度多くなります。

問い合わせ先

農研機構　果樹研究所　栽培・流通利用研究領域　電話 029-838-6461

関連情報

農研機構ホームページ　技術紹介パンフレット

「リンゴ単植化の手引き」
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/ringo_tansyokuka.pdf

「JM 台木を利用した低樹高栽培『側枝形成法』」
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/jmdaigi_teijukousaibai.pdf

「ブドウの花穂整形器使用マニュアルー簡単な操作。短時間で房作りー」
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/kasui_man_1.pdf

「ニホンナシ溶液受粉マニュアル」
https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/fruit_nasi_jufun2014.pdf

生産現場

渋皮が剥けやすいクリ「ぽろたん」と高収益が望めるブドウ「シャインマスカット」

被災地の中山間地においては、低コスト栽培が可能な作目の導入が重要です。クリは省力果樹であり、その中でも「ぽろたん」は大果で収量性が優れるニホングリの長所を持ちながら、渋皮剥皮性が優れるという高い付加価値も兼ね備えています。果実に傷を付けて加熱するだけで剥皮できるため、加工コストの中で通常最大の比率を占める剥皮工程のコストを大幅に削減可能です。

また、ブドウ生産地においては、産地の復興のために収益性の高いブドウ品種の導入が重要です。大粒・種なし栽培が可能で、肉質が優れる「シャインマスカット」は、高品質、食べやすさ、栽培のしやすさを兼ね備えた品種で、高い収益性をあげることが可能です。

「ぽろたん」は､9 月上旬に成熟する早生のニホングリです。果実の大きさは 30g 程度と大きく、収量は既存のニホングリと同程度です。果肉の色は黄色味が濃く、食味は良好です。病害果の発生は他品種と同程度、虫害果の発生はやや多い傾向にあります。

ぽろたんの果実特性

品　種	収穫期	果実重(g)	収量	果肉色	食味	腐敗果	虫害果
ぽろたん	9/15	31	中	黄	良	少	やや多
丹　沢	9/4	28	中	黄	中～良	少	やや多
国　見	9/14	32	中	淡黄	中	少	中

「ぽろたん」の最大の特長は、傷を付けて軽く加熱するだけでチュウゴクグリ並みに渋皮が剥けることです。加熱方法は電子レンジの他、熱湯やオーブントースターなどによっても同様に剥けます。家庭での調理が簡単になり、加工業務の場面では大幅なコスト削減が可能になるだけでなく、高い付加価値を持った商品開発も期待されます。

ぽろたんの渋皮剥皮性

左から：チュウゴクグリ、ぽろたん（ニホングリ）、筑波（ニホングリ）

果肉に達する傷を入れて、700W の電子レンジで 2 分加熱

現在、宮城県で「ぽろたん」の栽培実証が行われており、樹齢 3 年目において、通常の立木仕立てで 50kg/10a 以上、ジョイント仕立てでは 100kg/10a 以上の収量が期待出来、十分な結実が見られています。

「シャインマスカット」は､2 回のジベレリン処理で大粒･種なし果実を生産できます。噛み切りやすくて硬い肉質とマスカット香を持ち、糖度は高く酸含量が低いため、食味が優れます。種なし果実は果皮と果肉が密着し、果肉もさらに硬くなるため、皮ごと食べられる食べやすさも兼ね備えています。裂果性がなく、縮果症もほとんど発生しません。また、べと病、晩腐病に対して「巨峰」並みかそれ以上の抵抗性があります。このため、これまでの高品質ブドウである「マスカットオブアレキサンドリア」や「甲斐路」に比べ､栽培が容易です。収量は､「巨峰」や「デラウェア」よりやや多い、1.8t/10a 程度が見込まれます。また、花芽の着生が良いため短梢剪定栽培による省力栽培も可能です。さらに､「シャインマスカット」は黄緑色ブドウのため、黒系および赤系ブドウに見られるような着色不良が発生せず、赤系品種で行われる除袋・透明カサの利用といった着色処理も必要としません。

シャインマスカット

「シャインマスカット」の果実特性

品　　種	果粒重 (g)	裂果性	果肉の硬さ	糖度 (%)	酸含量 (g/100ml)	収量 (t/10a)
シャインマスカット	12	なし	硬	19.2	0.29	1.8
巨　　峰	13	なし	中	19.8	0.55	1.5
デラウェア	2	なし	中	20.8	0.76	1.5

注意点

「ぽろたん」　クリは自家不和合性のため受粉樹の混植が必要です。受粉樹としては、「美玖里」、「石鎚」、「利平ぐり」、「岸根」の 4 品種は、渋皮がむけ難いものの、収穫期や外観が大きく異なることから「ぽろたん」と混在する危険性が少ないため適しています。

「シャインマスカット」　種なし果の安定的な生産のためには、ストレプトマイシン 200ppm の開花前散布が有効です。黒とう病抵抗性は強くないので、黒とう病に対応した薬剤散布や越冬源になる発病枝の除去などの防除が必要です。生育期に降雨が多い地域では、雨よけ栽培により安定した栽培が可能になります。若木のうちは新梢伸長が強く、果粒重が大きくなりにくいので、強剪定を避け、樹冠を拡大することが重要です。

問い合わせ先

農研機構　果樹研究所　品種育成・病害虫研究領域　電話 029-838-6464（ぽろたん）
ブドウ・カキ研究領域　電話 0846-45-4740（シャインマスカット）

関連情報

果樹研究所報告第 9 号、P1-9「ニホングリ新品種‘ぽろたん’」
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/naro-se/fruit9_01.pdf
農研機構　品種紹介パンフレット「ぽろたんの話」
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/kind-pamph/012682.html
果樹研究所研究報告第 7 号、P21-38「ブドウ新品種‘シャインマスカット’」
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/naro-se/fruit7_03.pdf
最新農業技術　果樹 vol.2　農山漁村文化協会
農研機構　「シャインマスカット」
http://www.naro.affrc.go.jp/fruit/shine-muscat/index.html

生産現場　民間企業

果実の鮮度保持技術

リンゴやナシの生産が盛んな被災地において、果樹生産農家の収益を向上させ、経営の安定化を図るには、戦略的な販売を可能とする果実の鮮度保持技術が重要です。平成22年11月に、リンゴ、ナシ、カキを対象に農薬登録された1-MCP（1-メチルシクロプロペン）は、果実の老化を促進するエチレンの作用を抑制することによって、これらの果実に対して極めて高い鮮度保持効果を示します。

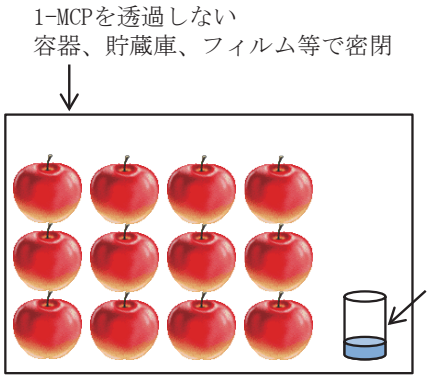
1-MCPを処理した果実は、常温下でも鮮度が高く保持されるため、冷蔵にかかる経費を削減することができます。また、国内はもちろんのこと、温度管理の難しい輸出においても流通・販売過程におけるロスを軽減することができます。

1-MCPを処理したリンゴは、軟化、減酸、油上がり、貯蔵やけ等が抑制され、日持ち性が向上します。1-MCPの処理は、果実を気密性の高い容器や貯蔵庫に密閉し、くん蒸剤に水を加えて発生させた1-MCPを暴露することによって行います。日本における農薬登録上の使用条件では、リンゴでは1ppm、ナシおよびカキでは0.5～1ppmの濃度で処理する必要があります。くん蒸時間は12～24時間必要で、速やかに1-MCPを製剤から放出させ、果実に取り込ませるためには、常温（20～25℃）で処理することが望ましいです。1-MCPを処理した果実は、常温でも鮮度が保持されますが、冷蔵すると、さらに貯蔵期間を延長することができます。

1-MCP処理　　無処理

「ジョナゴールド」における油上がりの抑制

（1-MCP処理後、20℃で１ヶ月貯蔵したもの）



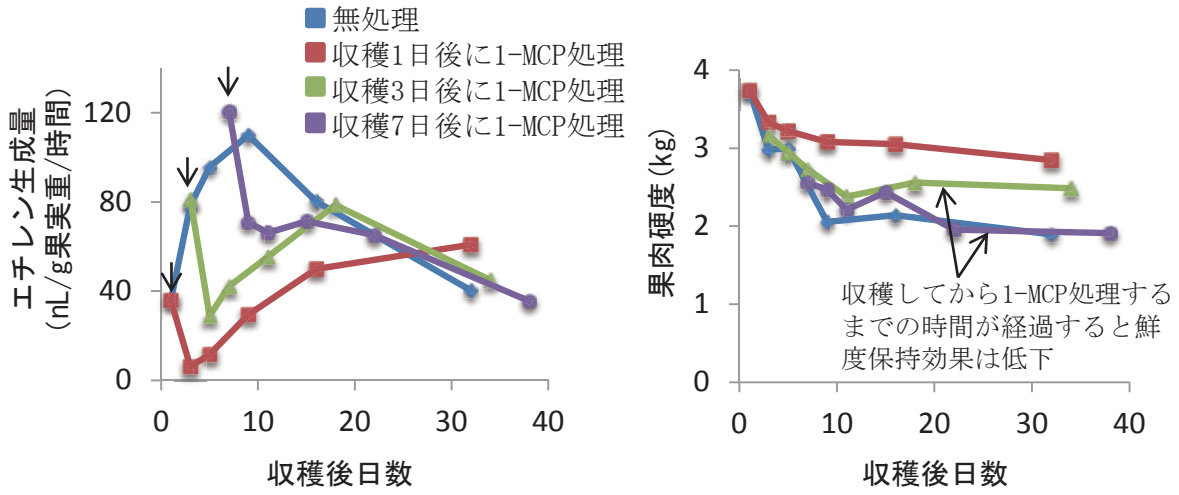
1-MCP処理方法

1-MCP処理条件

樹種名	使用時期	濃度	使用回数	くん蒸時間
リンゴ（ふじ、王林除く）	収穫直後～6日後	68mg/m^3（1ppm）	3回以内	12～24時間密閉条件で暴露
リンゴ（ふじ）	収穫直後～21日後			
リンゴ（王林）	収穫直後～10日後			
ナシ	収穫直後～2日後	34-68mg/m^3（0.5-1ppm）	1回	
カキ				

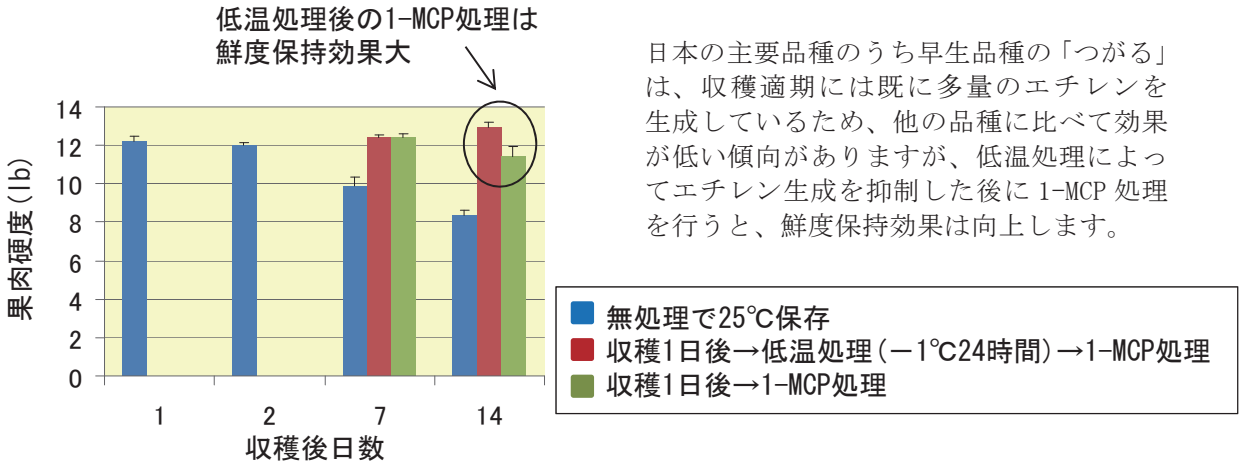
「リンゴ（ふじ、王林）」に使用する場合、使用時期が遅くなると追熟が進み効果が劣る場合があるので、収穫後は必要に応じて薬剤処理時まで冷蔵保存すること

1-MCP の鮮度保持効果は、処理をする時の果実のエチレン生成量によって大きく左右され、エチレン生成量が多いと低くなります。果実のエチレン生成量は、収穫後、時間が経過するとともに増加するため、収穫から処理までの時間が長いと 1-MCP の鮮度保持効果は低下します。そのため、安定した効果を得るには、エチレン生成が上昇する前に 1-MCP 処理を行うことが肝要です。



1-MCP を処理した「王林」果実におけるエチレン生成量（左）と果肉硬度（右）の変化

（収穫 1 日後、3 日後または 7 日後に 1-MCP 処理をした（左グラフの矢印）後、20℃で貯蔵した）



日本の主要品種のうち早生品種の「つがる」は、収穫適期には既に多量のエチレンを生成しているため、他の品種に比べて効果が低い傾向がありますが、低温処理によってエチレン生成を抑制した後に 1-MCP 処理を行うと、鮮度保持効果は向上します。

1-MCP を処理した「つがる」果実における果肉硬度の変化

注意点

1-MCP を未熟な果実に処理すると、日数が経過しても成熟が進まず、青臭い品質不良の果実を消費者に届けることになります。熟度を見極め、高品質果実に処理することが重要です。

1-MCP 剤の販売は行っていないため、処理は専門業者に依頼する必要があります。

問い合わせ先

農研機構　果樹研究所　栽培・流通利用研究領域　電話　029-838-6502

関連情報

農研機構　成果情報

「リンゴ果実のエチレン生成量が 1-MCP による鮮度保持効果を左右する」
http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/fruit/2006/fruit06-22.html

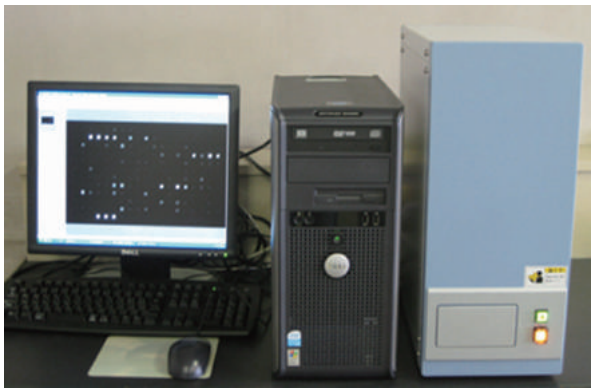
「リンゴ「つがる」では予冷することで 1-MCP 処理による鮮度保持効果が高まる」
http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/fruit/2011/330a0_10_01.html

民間企業

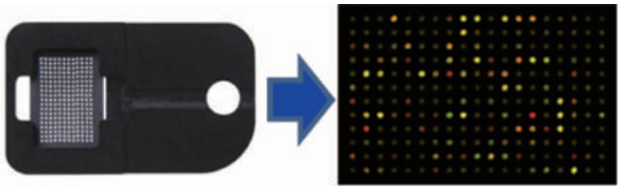
農産物の高付加価値化のための機能性評価および加工・流通技術

復興現場の栽培作物の導入に際して、機能性成分の分析技術、機能性評価技術を活用することで、機能性成分高含有作物が生産できます。
機能性成分高含量作物などの高品質農産物を用いた加工を進める際に、対象となる作物や想定される食品及び食品素材に適用可能な新しい先端的な加工技術を導入することで、高付加価値化を実現します。

フラボノイドなどのポリフェノール類をはじめとする農産物成分の機能性評価技術により、導入作物の高付加価値食品としての展開を支援します。これらの評価技術を、農産物の加工中の機能性成分の挙動や未利用部位などの検索などに活用することにより、高付加価値化食品が開発できます。



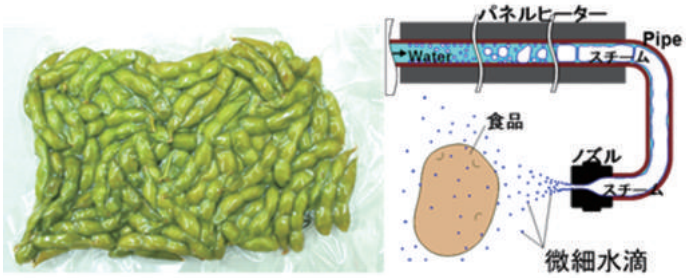
DNA チップによる機能性評価



炎症に関係する遺伝子の誘導・抑制をチップ１枚で評価できる

農産物抽出液中の抗炎症作用を評価

素材の品質を損なわないブランチング処理、表面殺菌処理は美味しくて安全な食材調整に活用できます。



アクアガスによる高品質１次加工

高アミロース米をゲル、ペースト化して麺やパン、菓子などの素材として利用する技術は、多様な消費者ニーズに対応した新しい米加工食品に活用できます。

高アミロース米の物理加工処理

注意点

機能性評価については、それぞれの用途に応じた多種の評価系が開発されていますので、ご相談下さい。

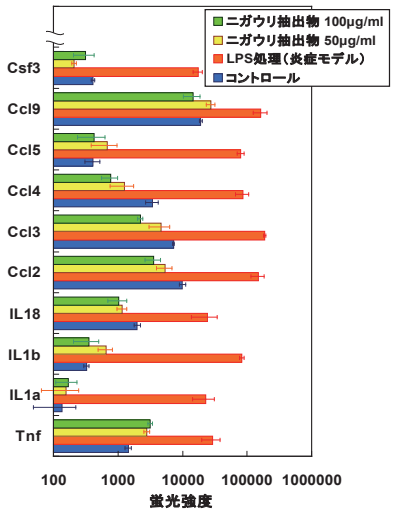
加工技術については個別技術の導入だけでなく、工程全体の改良が必要な場合がありますので、ご相談下さい。

問い合わせ先

農研機構　食品総合研究所　食品機能研究領域長　電話 029-838-8011（機能性評価関連）
食品工学研究領域長　電話 029-838-8014（加工・流通関連）

関連情報

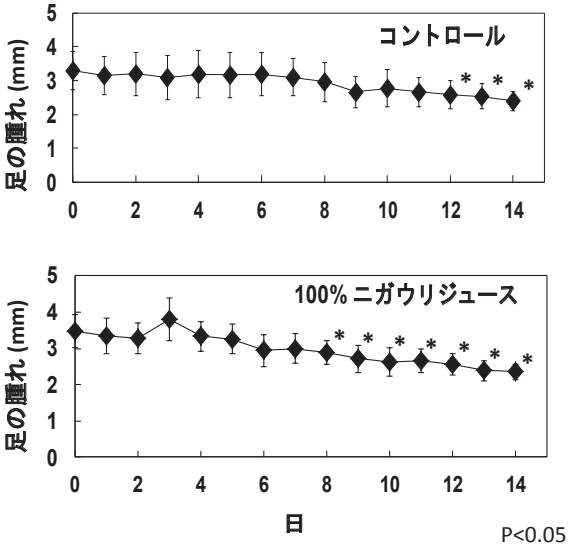
DNA チップにより実験動物や培養細胞を用いた様々な機能性評価が可能であり、これまでに、ニガウリの炎症抑制効果やフラボノイドのフィセチンの喘息抑制作用メカニズム等を明らかにしています。また、機能性成分の肥満やメタボリックシンドローム改善作用の評価も行っています。



マクロファージの炎症反応により、65遺伝子の発現が上昇し（蛍光強度で3倍以上）、ニガウリ抽出物により抑制された。

DNA マイクロアレイの測定結果

ニガウリ抽出物はマクロファージの炎症反応を抑制する



ニガウリジュースのマウス関節炎改善作用

ニガウリジュースは関節炎による足の腫れを改善する

アクアガスによる高品質 1 次加工

平成 17 年度食品研究成果情報「微細水滴を含む過熱水蒸気（アクアガス）を用いた高品質食材の調製技術の開発」 http://www.nfri.affrc.go.jp/research/seika/seikah17/pdf/p08.pdf

調理関係の情報　女子栄養大学アクアガス事務局　http://www.eiyo.ac.jp/aqua-c/

高アミロース米の物理加工処理

特許出願、特願 2011-211897（2011.9.28）、「米加工素材およびその製造法」

生産現場　普及関係者　民間企業

新商品開発による地域農業の活性化

加工適性、健康機能性など付加価値を持つ作物を生産し、新商品を開発することによって収益性を向上させることが、地域農業の復興につながります。ここでは、ポリフェノールなどの機能性成分を豊富に含む水稲、もち性やグルテンの力が弱いという特徴を活かして様々な加工品が製造できる小麦、大粒で外観が優れ、甘みや香りのよい美味しいソバ粉がとれるソバなど新たな需要の創出が期待できる品種と機能性成分が豊富でよく膨らむ玄米粉パンの製造法を紹介します。

赤米モチ水稲品種「夕やけもち」

「夕やけもち」は早生で耐冷性が強く、東北地域での栽培に適した赤米モチ品種です。本品種には、タンニンやカテキンなどのポリフェノールと食物繊維が豊富に含まれています。赤飯、赤がゆ、雑穀飯などの着色米飯、さらに赤餅、赤米醸造酒などの加工品への利用が可能です。岩手県で銘柄認定品種となっています。

「夕やけもち」の加工品

紫黒米モチ水稲品種「朝紫」

「朝紫」は早生で東北地域での栽培に適した紫黒米モチ品種です。本品種には、アントシアニンなどのポリフェノールと食物繊維が豊富に含まれています。赤がゆ、雑穀飯などの着色米飯、さらに大福、おやき、麺などの加工品への利用が可能です。岩手県で銘柄認定品種となっています。

「朝紫」の加工品

世界的に珍しいもち小麦品種「もち姫」

もち性の特徴を活かした新しい食感を持つ和菓子、洋菓子、パン類、煎餅等を製造することができます。小麦のもちは米のもちに比べ、かみ切りやすく、のど通りが良く、高齢者等福祉関連の食材として注目されています。また、パン、洋菓子の原料に混ぜるともちもち感と共に日持ちが良くなります。青森県、岩手県で栽培されています。

「もち姫」の加工品

寒冷地向け薄力小麦品種「ゆきはるか」

グルテンの力が弱い寒冷地向け薄力小麦で、バランスよくふくらみ食感がよく、地場産原料で和菓子、洋菓子等を製造することができます。岩手県で栽培されています。

スポンジケーキ断面

高品質のソバ粉ができる品種「にじゆたか」

従来のソバに比べ、倒れにくく栽培しやすい品種です。子実は黒くふっくらとした大粒で外観が優れ、収量性・加工適性も良く、甘みや香りのよい美味しいソバ粉がとれます。

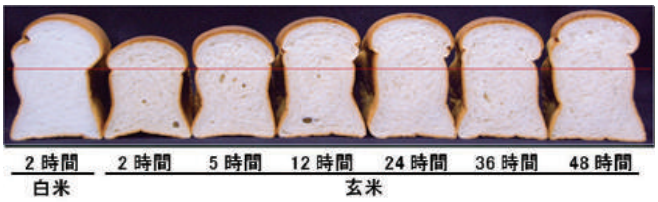
ソバの品質特性

	製粉歩留（%）	官能評価				ソバ粉白度
		味	香り	硬さ	弾力	
にじゆたか	89.4	5.9	5.7	6.1	5.9	71.6
階上早生	88.8	5.0	5.0	5.0	5.0	70.6

育成地（東北農業研究センター）の平成21～22年産ソバの平均値
製粉歩留は丸抜きベースの測定値
石臼挽き粉8割の手打ち麺による実需評価
官能評価 は 1，3，4，5（標準「階上早生」），6，7，9点の7段階評価
ソバ粉白度は色相（湿式）測定結果による計算値

機能性成分が豊富でよく膨らむ玄米粉パンの製造法

玄米粉は高い栄養価と製造コストの削減が期待できる米粉であり、簡単な前処理後に気流粉砕するだけで製造可能です。この玄米粉を用いれば、よく膨らんで食味が良く、食物繊維やイノシトールなどの機能性成分が豊富な高付加価値の米粉パンを焼くことができます。



吸水時間の違いによるパンの膨らみ

適当な時間だけ浸漬した玄米を気流式粉砕することによって、損傷デンプン含有率が低くて粒度が細かい、そしてパンの膨らみが良い玄米粉が調製できます。

玄米粉パンの各種成分含有量

	白米粉パン[1]	玄米粉パン[1]	
水分	35.9 g	37.2 g	
タンパク質[2]	13.8 g	13.1 g	
脂質	6.3 g	6.7 g	
灰分	1.3 g	1.6 g	基礎成分
糖質	42.0 g	39.4 g	
エネルギー	281 kcal	274 kcal	
食物繊維	0.7 g	2.0 g	
イノシトール	20 mg	96 mg	
ギャバ（γ-アミノ酪酸）	検出せず	5 mg	機能性成分
フェルラ酸	3.9 mg	14 mg	

[1] パン 100g 当たりの含量
[2] 20% グルテン添加分を含む

注意点

導入・利用する際には、信頼できる取り扱い先からの種子の入手と種子更新をお願いします。また、品種の自然交雑を避けるために他の品種と近接して栽培することは避けて下さい。

吸水玄米の製粉には渦流式気流粉砕機が適しています。それ以外の粉砕機を用いる場合は、湿度調整を行う必要があります。

問い合わせ先

農研機構　東北農業研究センター　業務推進室　電話 019-643-3419（品種）
作物研究所　企画管理室　電話 029-838-8260（玄米粉パン）

関連情報

農研機構　成果情報
「東北農業研究センターで育成した品種」
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/kind-pamph/025187.html
「パンの膨らみが向上する玄米粉の作製法および製パン特性」
http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nics/2011/a00a0_01_80.html

生産現場　普及関係者　行政担当者　民間企業

コントラクターによる分散圃場の効率的利用に有効な飼料用トウモロコシの不耕起栽培

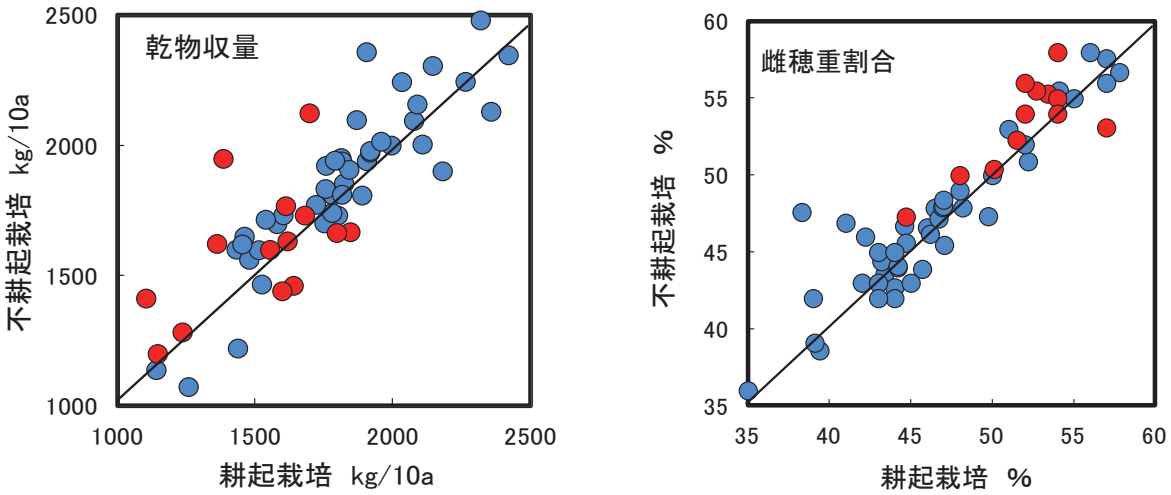
東北地方では、分散圃場での飼料生産が多くみられます。また、震災の影響で増加している耕作放棄地は、潜在的な飼料生産基盤として期待されていますが、これらも分散しているという共通の特徴をもっています。不耕起栽培を導入すると、播種に要する工程と作業時間を大幅に短縮することができるので、コントラクター等の大規模飼料生産組織が、分散する飼料畑や耕作放棄地を効率的に管理・利用することができます。

不耕起栽培では、プラウ耕と砕土・整地の工程を省略できるため、作業時間が 10a 当たり 1 時間程度短縮できます。多数の分散圃場では、作業時間の短縮に加え、アタッチメントなどの運搬・脱着の手間も減らすことができるので、その省力性はさらに増大します。外国製の不耕起播種機は、大型で小回りが利かないため、1 筆が数 ha 以上ないと省力性が発揮できませんでしたが、農研機構では狭小圃場向けの小型・高性能な不耕起播種機を開発しました。この機種を用いれば、東北地方に多くみられる狭小な圃場でも効率的に不耕起栽培ができます。

外国製の大型不耕起播種機

農研機構生研センターが開発した
トウモロコシ用不耕起播種機

トウモロコシの不耕起栽培は、北南米では広く普及している技術で、東北地方でも耕起栽培と遜色のない収量性が得られることを確認しています。東北地方に広く分布する黒ボク土壌において、品種、栽培地、栽培年次、播種期、施肥量などの条件を様々に変えて、不耕起栽培と耕起栽培の収量性を比較すると、乾物収量、雌穂重割合ともに不耕起栽培と耕起栽培で差はみられません。

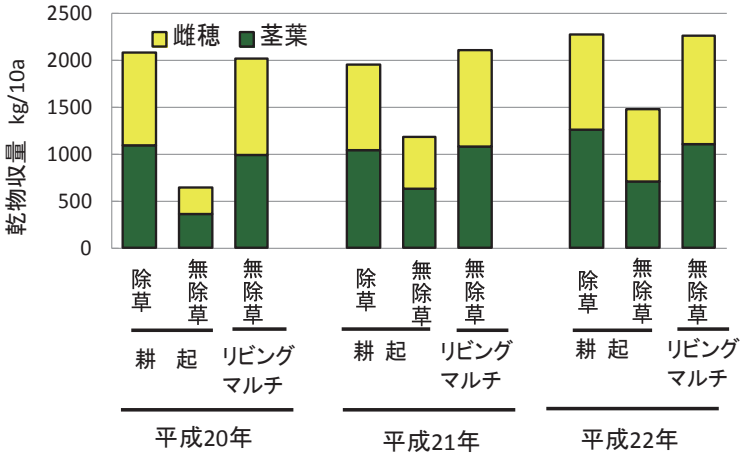


不耕起栽培と耕起栽培の収量性の比較

●：試験場内の小規模試験、 ●：実用機を用いた実証試験.

東北農業研究センターと岩手県農業研究センター畜産研究所のデータを集約して作成。図中の値が中央の斜線より上にあると不耕起栽培＞耕起栽培、下にあると耕起栽培＞不耕起栽培。

農研機構では、裏作に被覆作物のヘアリーベッチやシロクローバを作付け、その中に飼料用トウモロコシを不耕起播種するリビングマルチ栽培技術を開発しました。これにより除草剤を用いることなく雑草を抑えることができ、トウモロコシの収量性も高い栽培を行うことができます。



ヘアリーベッチを用いたリビングマルチ栽培の収量性

注意点

不耕起栽培は、排水不良地には向きません。また、裏作の刈り残しや未集草残渣が多いと、機種によっては上手く播種できない場合があります。

問い合わせ先

農研機構　東北農業研究センター　畜産飼料作研究領域　電話 019-643-3543

関連情報

農研機構　成果情報

「トウモロコシは不耕起栽培でも耕起栽培と同等の収量性が得られる」
http://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/seika/jyouhou/H19/to07003.html

「高速作業が可能な不耕起対応トウモロコシ用播種機」
http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/brain/2011/600a0_01_63.html

「飼料用トウモロコシの有機栽培に活用できるシロクローバのリビングマルチ」
http://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/seika/jyouhou/H21/souchi/H21souchi001.html

「ヘアリーベッチのリビングマルチを用いた飼料用トウモロコシの無除草剤栽培」
http://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/seika/jyouhou/H22/souchi/H22souchi004.html

日本草地学会誌 58、1－8「ヘアリーベッチを用いたリビングマルチによる飼料用トウモロコシの雑草防除」

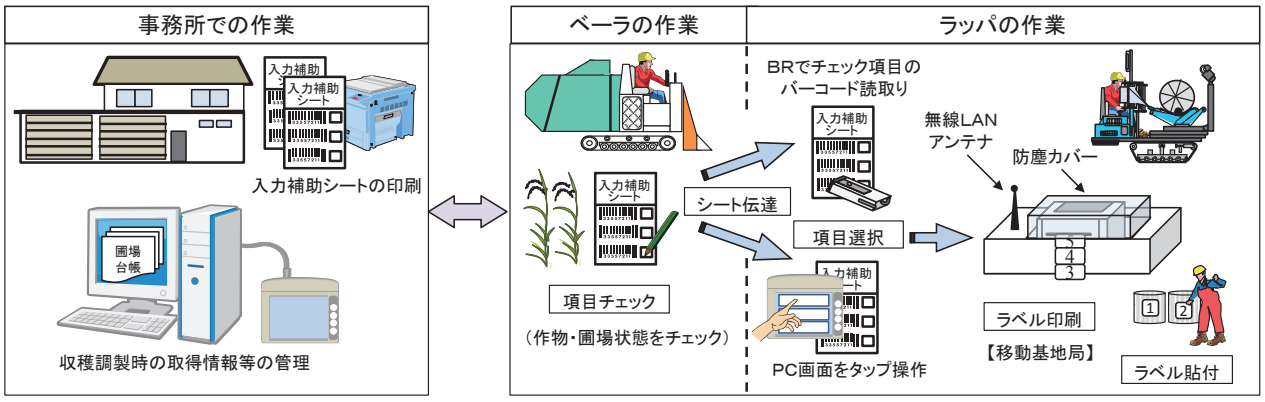
生産現場　普及関係者　民間企業　行政担当者

飼料イネや発酵ＴＭＲの広域流通技術および稲発酵粗飼料給与による牛肉の高付加価値化

震災によるパイプラインの崩壊や液状化現象などによって水田機能が失われ、地域内から飼料イネを入手することが困難な地域や自給飼料生産ができなくなった地域があります。このような地域の畜産農家に対して、生産履歴が明確で良質な飼料イネのロールベールサイレージ、飼料イネをはじめとする自給飼料や食品製造副産物などの地域資源を活用して調製した発酵 TMR などを広域的に流通することで、安定的な飼料供給ができます。

稲発酵粗飼料は、抗酸化能を有するビタミンＥ（α－トコフェロール）が豊富に含まれていることが特徴です。肥育牛に稲発酵粗飼料を給与すると、乾草を給与した対照牛と比べて牛肉中のビタミンＥ含量が増加し、冷蔵保存中の脂質酸化や肉色の変色が抑制されます。機能性成分を高めた特色ある牛肉を生産することにより牛肉がブランド化され、被災地域の畜産業の活性化が期待できます。

被災地の畜産農家に飼料イネのロールベールを安定的に供給するためには、広域的な流通を行うことが必要になります。生産者と畜産農家が「顔の見えない関係」で取引することになる広域流通では、飼料イネを安心して利用できるように、生産者名や品種、収穫時期や熟期等の情報を的確に畜産農家に提供することが必要になります。開発した生産履歴管理システムは、生産現場で各情報を簡易かつ正確に取得・管理し、その情報をロールベールに貼付するためのラベルを印刷します。このシステムを活用することで、生産履歴管理作業時間を手書き作業の約 1/3 に短縮することができます。また、広域流通体制においてはロールベールを一時保管し、その後に大型トラックによる大量輸送を行いますが、トラックへの荷積み、荷降ろし時にロールベールの変形による品質劣化を防ぐための荷役具が市販化されています。



飼料イネの広域流通を促進するための生産履歴管理システムの主な機器と作業フロー
（入力補助シートにチェックされた項目選択は、バーコード、PC 画面のどちらからでも行える）

広域流通のためのロールベールの一時保管と荷役具による荷積み作業
（保管場所で貯蔵されたロールベール（左）とロールベール荷役具による大型トラックへの荷積み）

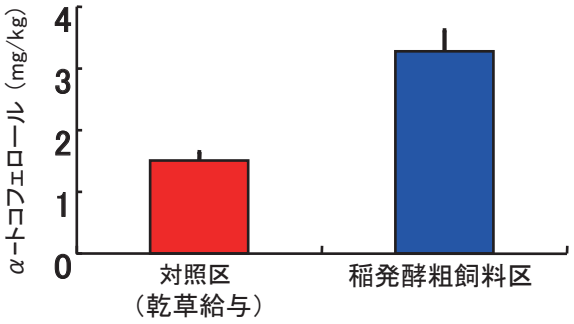
飼料イネや他の自給飼料、食品製造副産物等の地域資源と混合し、さらに発酵させて貯蔵する発酵 TMR は、従来の TMR（フレッシュ）とは異なり、一定期間の貯蔵が可能であり、開封後の変敗も抑制できます。また、発酵 TMR の流通形態にはフレコンバッグやロール型、角型の梱包があり、流通に適した飼料です。特にロール型発酵 TMR は飼料イネ等のロールベール荷役具が活用できます。この荷役具を活用することで、ロール型発酵 TMR の変形を防止できるとともに、流通先の畜産農家にベールグラブ等のハンドリング機械がなくても、ロール発酵 TMR の荷降ろしや牛舎までの運搬作業を行うことができます。

ロール型発酵 TMR の調製と荷役具（簡易版）を装着したロールの大型トラックへの荷積み作業

（ロール型 TMR センター（左）と荷役具（簡易版）によるロール型発酵 TMR の荷積み）

黒毛和種去勢牛に稲発酵粗飼料を肥育の全期間給与すると、乾草を給与した対照区と比べ、牛肉中のα-トコフェロール（ビタミン E）含量が高くなります。

黒毛和種去勢牛に稲発酵粗飼料を肥育の全期間給与すると、脂質の酸化が抑制され、乾草を給与した対照区と比べ肉の色が変色しにくくなります。



稲発酵粗飼料の給与が牛肉中のα-トコフェロール含量に及ぼす影響

稲発酵粗飼料の給与が肉色に及ぼす影響

注意点

生産履歴管理システムは「稲発酵粗飼料流通基準」の収穫調製時に取得する情報管理に対応していますが、肥培管理や農薬使用状況等の栽培情報管理には対応していません。ロールベール荷役具の使用にあたっては、装着時に吊りベルト等に破損がないことを確認してから使用して下さい。飼料イネの刈取時期の遅れや予乾処理は、稲発酵粗飼料中のα-トコフェロール含量を低下させる点に留意する必要があります。また、α-トコフェロール含量の高い稲発酵粗飼料は、β-カロテン含量も高い傾向にあるため、ビタミン制御型肥育を行う場合は給与量や給与時期に注意する必要があります。

問い合わせ先

農研機構　畜産草地研究所　企画管理部業務推進室　電話 029-838-8618

関連情報

農研機構　成果情報

「吊り上げ式の簡易ロールベール荷役具」
http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2009/nilgs09-02.html

「稲発酵粗飼料の肥育全期間給与により牛肉の脂質酸化が抑制される」
http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2010/nilgs10-18.html

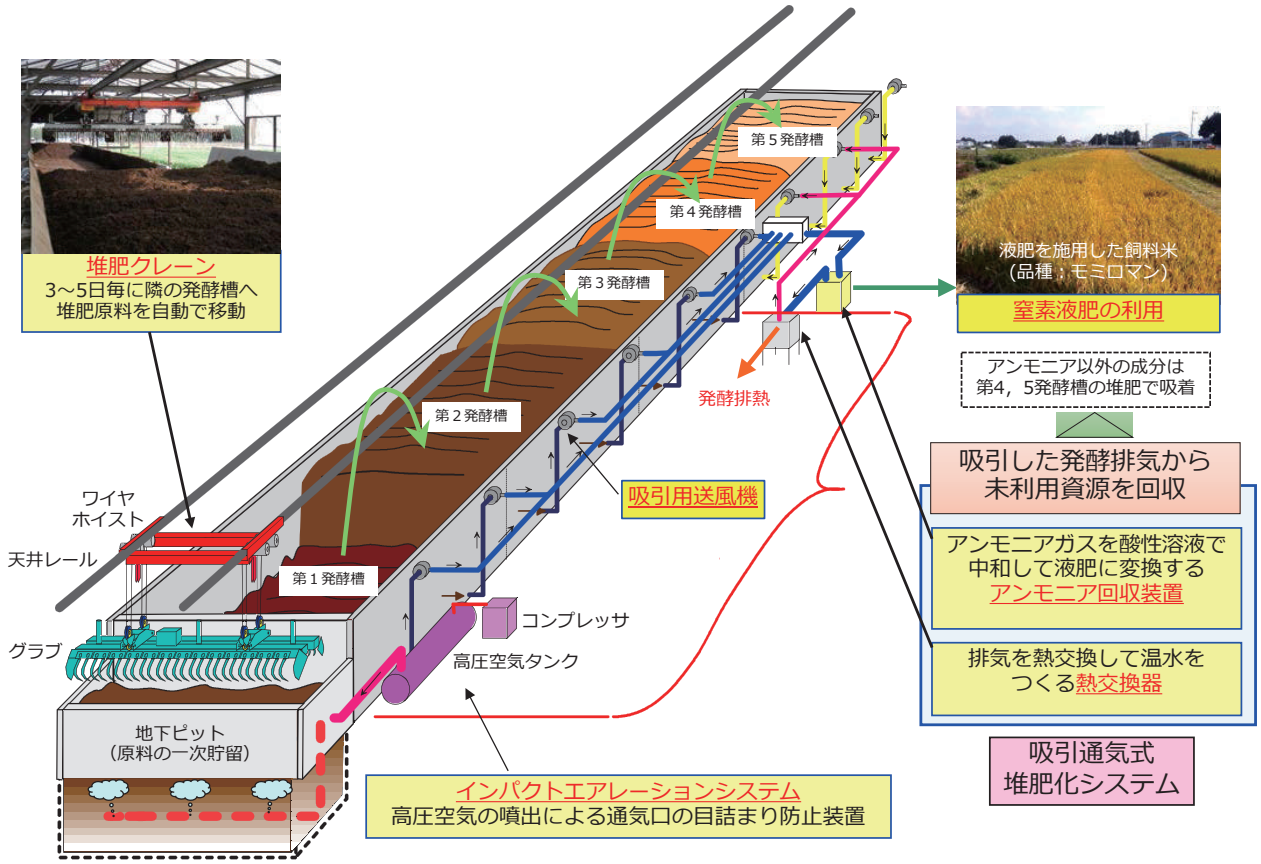
「フィールド端末機を用いた稲発酵粗飼料の生産履歴管理システム」
http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2012/120c6_03_18.html

生産現場　普及関係者　民間企業

吸引通気式堆肥化処理システムで回収する畜ふん由来の窒素液肥の利用

本技術は、家畜ふん尿の堆肥化過程で散逸していたアンモニアを窒素液肥として回収し、硫安や尿素などの化学肥料の代替として利用しますので、堆肥と回収した窒素液肥を肥料として利用する循環型農業を実践するケースに最適です。また、被災地域の生産者が、新たに堆肥センターなど共同利用型施設を再編して耕畜連携を推進する場合などにも有効な技術です。

堆肥の底部から送風機で空気を吸引する吸引通気式堆肥化処理システムの腐熟促進効果は、一般的な圧送通気方式と同等です。堆肥化過程で発生するアンモニアは、圧送通気式では散逸してしまいますが、吸引通気式では窒素液肥（リン酸アンモニウムや硫酸アンモニウム）として回収できます。回収した窒素液肥は、スラリーやメタン発酵消化液などに比較して窒素を 10 ～ 20 倍多く含み、速効性があることから化学肥料の代替として利用できます。しかも、夾雑物がほとんどないことから、ブームスプレーヤの利用や水田での水口施用などが可能で、多くの労力をかけずに施肥作業ができます。



吸引通気式堆肥化処理システム

回収した窒素液肥の肥料成分

回収した窒素液肥の種類	pH	EC (S/m)	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)
リン酸アンモニウム溶液	6.6	11.8	6.3	18.9	<0.001%
硫酸アンニウム溶液	7.6	>20.2	7.6	-	-

飼料用トウモロコシの栽培における
回収した窒素液肥の利用
施肥機械は農薬散布用のブームスプレーヤを転用

飼飼料用米の栽培における
回収した窒素液肥の利用
簡易な装置（マリオット）で水口から窒素液肥を定量滴化することで、一筆の水田に窒素成分の定量供給が可能

注意点

アンモニアを堆肥化過程で回収するためには、リン酸や希硫酸など、今までの堆肥化処理ではあまり用いなかった資材を使いますので、その分のコストと労力が上乗せされます。

また、本技術の導入を検討する際には、窒素液肥の利用方法についても同時に検討する必要があります。

問い合わせ先

農研機構　畜産草地研究所
問い合わせ専用フォーム　http://www.naro.affrc.go.jp/nilgs/inquiry/tech.html
企画管理部業務推進室　電話 029-838-8618　FAX 029-838-8606

関連情報

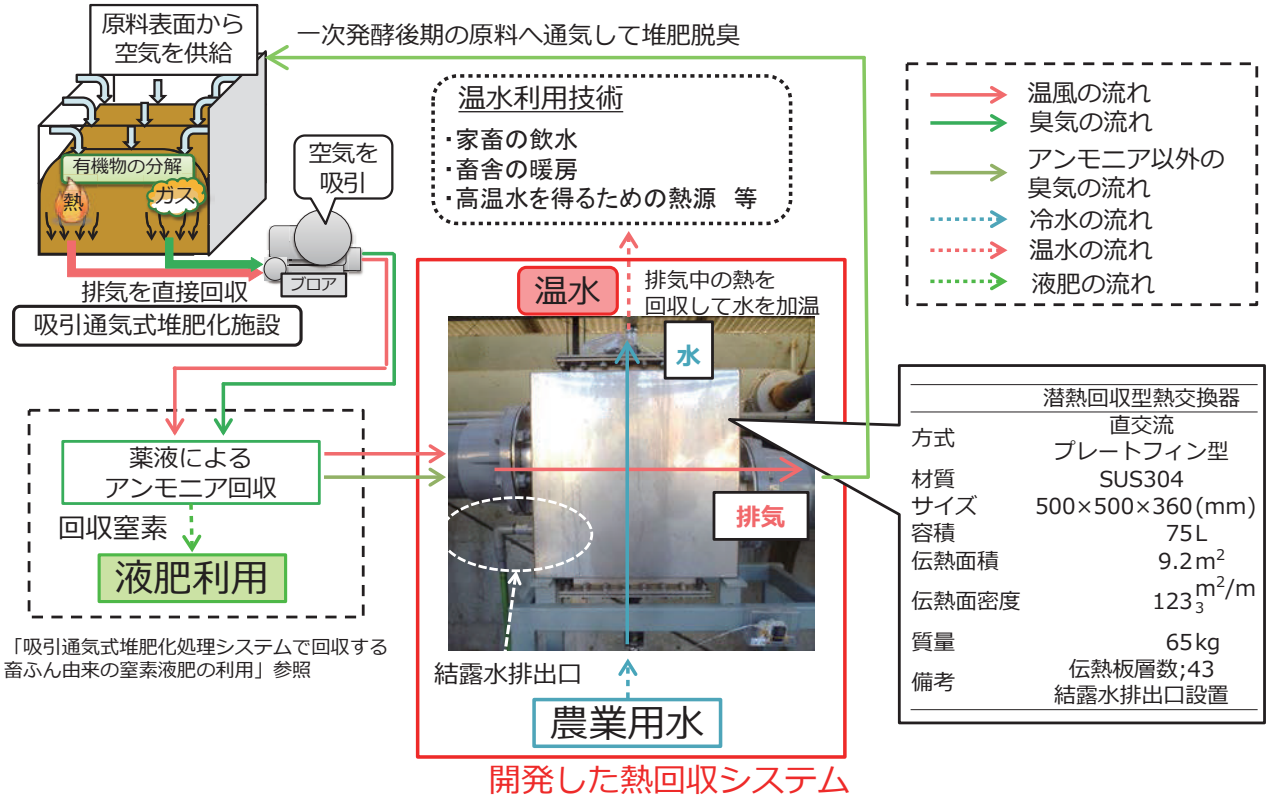
農研機構　成果情報
「堆肥化中に発生するアンモニアを効率的に回収する吸引通気式堆肥化システム」
http://www.naro.affrc.go.jp/project/result/laboratory/nilgs/2006/nilgs06-03.html

生産現場　普及関係者　民間企業

低温熱源である堆肥発酵熱を回収して温水へ変換するシステム

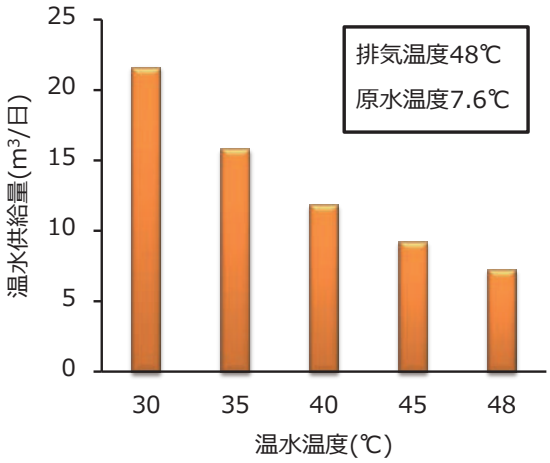
本技術は、家畜ふん尿の堆肥化処理で発生し、これまで有効利用できなかった発酵熱を、吸引通気式堆肥化処理システムや密閉型堆肥化装置で排気として回収し、堆肥発酵促進のためのブロワ動力のみで水の加温に利用するもので、良質な堆肥生産とエネルギ生産の両立が可能です。得られた温水は、家畜生産性の向上や畜舎保全、経営内の衛生管理などに利用することができ、循環型農業と省エネルギ型農業を実践するケースに最適です。

堆肥の底部から送風機で空気を吸引する吸引通気式堆肥化処理システムや密閉型の堆肥化装置では、高温・高湿度の発酵排気が得られます。これまで有効利用できなかったこの発酵熱を、排気中の高濃度のアンモニアガスを酸性の薬液で中和・回収した後、発酵排気の特性に合った熱交換器を用いることで、水を加温するための熱源として利用することができます。吸引通気方式では 45 ～ 65℃、密閉方式では 40 ～ 70℃程度の発酵排気が発生し、この排気の熱を利用して、30 ～ 50℃の温水が得られます。この温水は、家畜の飲水に供給したり、畜舎の暖房や凍結防止対策に利用することができます。また、ボイラー等と組み合わせることで、殺菌・洗浄・消毒用途の高温水の補助熱源とすることも可能です。



発酵熱回収システムのフロー図

高湿度の発酵排気からの熱回収に対応するために、熱交換器には結露水排出口が設けてあります。
また、粉じんの多い排気や夾雑物の多い農業用水等による熱交換器内部の詰まりを予防・解消するために、排気と水の通過面は大きく開放できる構造で、内部を直接洗浄することができます。

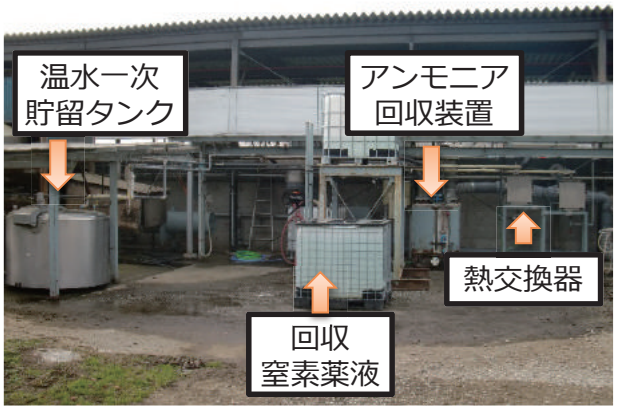


温水の供給特性

*120 頭規模酪農家の場合
3 月期（外気温度 9.7℃条件）の試験

発酵熱回収システムでは、供給する水の量によって得られる温水温度が異なります。例えば 40℃の温水であれば、１日乳牛１頭あたり 100kg 生産されます。

この温水を搾乳牛の飲水として給与する場合、温水の一次貯留タンクを導入し、水が一次貯留タンクと熱交換器間を常時循環・再加温されることで、飲水需要の大きな搾乳前後の時間帯を含め、一日中安定した温水を供給することが可能です。また、冬季の搾乳牛に温水を給与すると、冷水のまま給与する場合に比べて、飲水量が増加することも分かっており、家畜の健全性や生産性の向上に寄与することができます。



搾乳牛への温水給与用発酵熱回収システム

搾乳牛への飲水給与

注意点

良好な堆肥発酵がなされていないと、十分な量の熱の回収が難しい場合があります。また、堆肥化施設と熱の利用場所の距離等によって、得られる温水温度が低くなる可能性があります。畜種や利用法によって熱回収システムの構成や最適運転条件は異なります。

問い合わせ先

農研機構　畜産草地研究所
問い合わせ専用フォーム　http://www.naro.affrc.go.jp/nilgs/inquiry/tech.html
企画管理部業務推進室　電話 029-838-8618　FAX 029-838-8606

関連情報

農研機構　成果情報
「低温熱源である堆肥発酵熱を回収して温水へ変換するシステム」
農業施設，45(3)，99-107，「吸引通気式堆肥化施設で回収した発酵熱による水の加温」

生産現場　民間企業

ヒートポンプを活用した未利用熱エネルギーの農畜利用

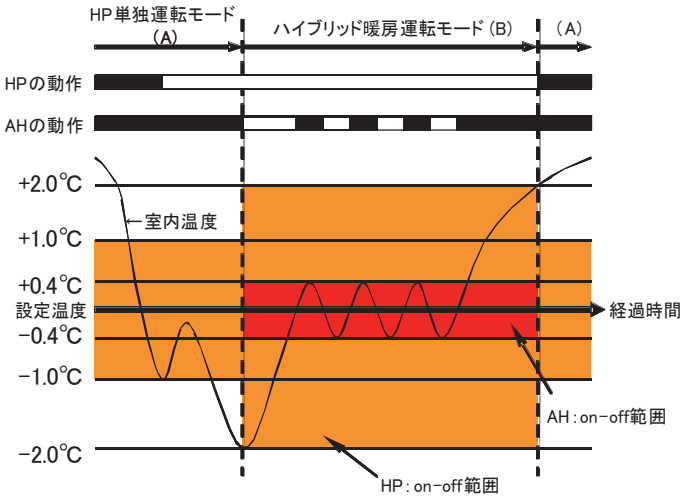
暖房も冷房も可能なヒートポンプは、園芸施設の暖冷房や除湿、畜舎での冷却と温水の同時供給など周年活用できます。ヒートポンプ利用に際して、従来システムとのハイブリッド運転や未利用熱エネルギーの利用などの工夫で大幅な省エネが実現できます。

温室暖房のハイブリット運転システム

ハイブリッド運転は、ヒートポンプを主暖房、温風暖房機を補助暖房とし両者を自動制御して暖房を行う方法です。ヒートポンプによる暖房量だけで不足する時は温風暖房機を併用します。温風暖房機だけの従来方式より投入エネルギー、運転経費および二酸化炭素排出量を削減できます。

施設園芸では、ハイブリッド方式を採用したヒートポンプの導入が進んでいます。

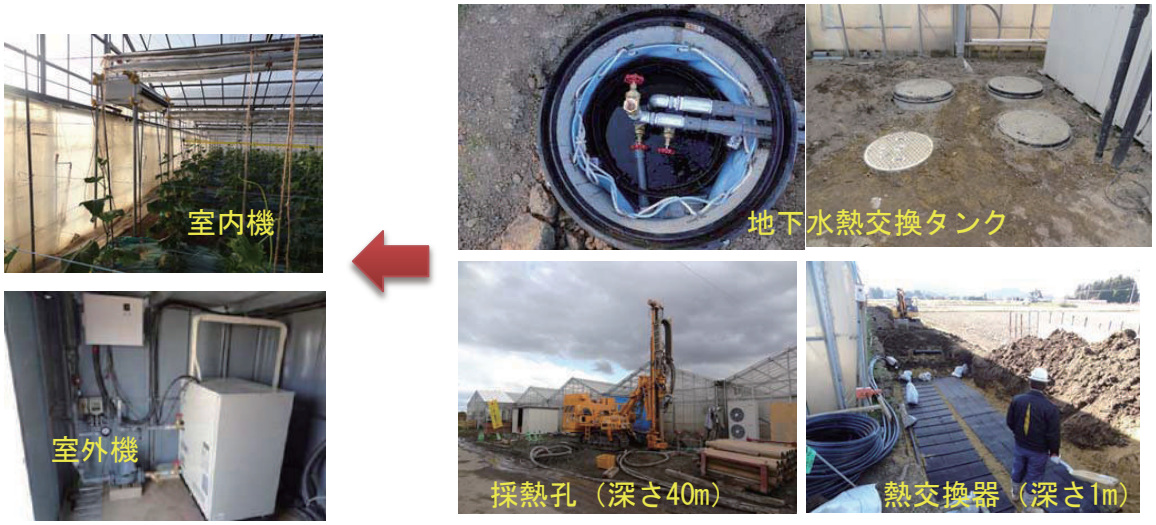
農業用ヒートポンプの例



ハイブリッド運転方式の概要→
ヒートポンプ（HP）と温風暖房機（AH）の動作　（□：稼働、■：停止）

宮城県南部沿岸地域の水資源・未利用エネルギーを活用した中規模園芸生産システムの技術開発

地下水および地中を熱源とする園芸施設の暖房用ヒートポンプシステムについて現地実証温室において技術開発を行なっています*。



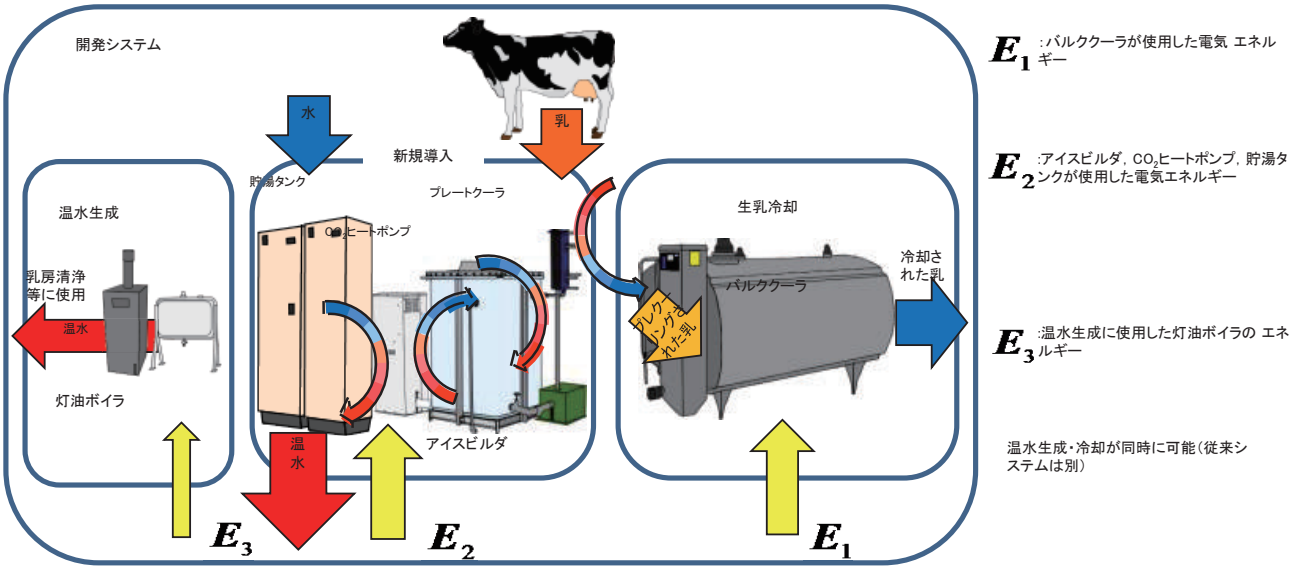
現地実証温室における地下水熱源・地中熱源と水熱源ヒートポンプ

* 食料生産地域再生のための先端技術展開事業「農村地域における未利用エネルギー利活用実証研究」

CO_2 ヒートポンプを利用した生乳のプレクーリングシステム

本システムは、生乳冷却と同時に生乳のプレクーリング用の氷生成時に発生する排（廃）熱を回収し約 85℃の温水を生成できます。プレクーリングにより乳温は 7 ～ 10℃に低下するため、生乳冷却のためのバルククーラーの稼働時間、電力消費を抑えることが可能です。温水生成と生乳冷却を個別単独運転する従来システムに比べて、年間のエネルギーを約 4 割、CO_2 排出量を約 3 割削減できます。

自然冷媒である CO_2 を使用しているので、今後予想される代替フロン規制に即時に対応可能な技術であり、日本国内のみでなく世界での利用も期待されます。本システムは 2015 年 12 月現在国内 4 カ所（栃木 2、茨城 1、福島 1）で稼働中です。



CO_2 ヒートポンプを利用したプレクーリングシステム構成

注意点

これらシステムでの試算結果は、環境やシステム条件、光熱単価などの個々の前提条件により変化します。

問い合わせ先

農研機構　農村工学研究所　防災研究調整役　電話 029-838-8193
近畿中国四国農業研究センター　傾斜地野菜生産研究グループ
電話 0877-62-0800
畜産草地研究所　環境工学研究グループ　電話 029-838-8678

関連情報

農研機構　成果情報
「省エネルギー効果の高いヒートポンプと温風暖房機のハイブリッド運転方式」
http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/vegetea/2007vegetea07-03.html
「温室暖房システムにおける代替エネルギーの貢献度」
http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2009/nkk09-03.html
「高温水が生成できる CO_2 ヒートポンプによる生乳のプレクーリングシステム」
http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2011/220d0_01_38.html

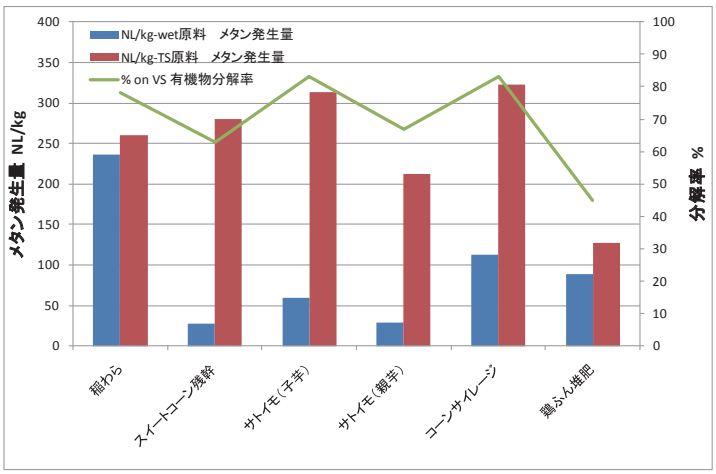
行政担当者

バイオマスを利用した再生可能エネルギーの活用技術

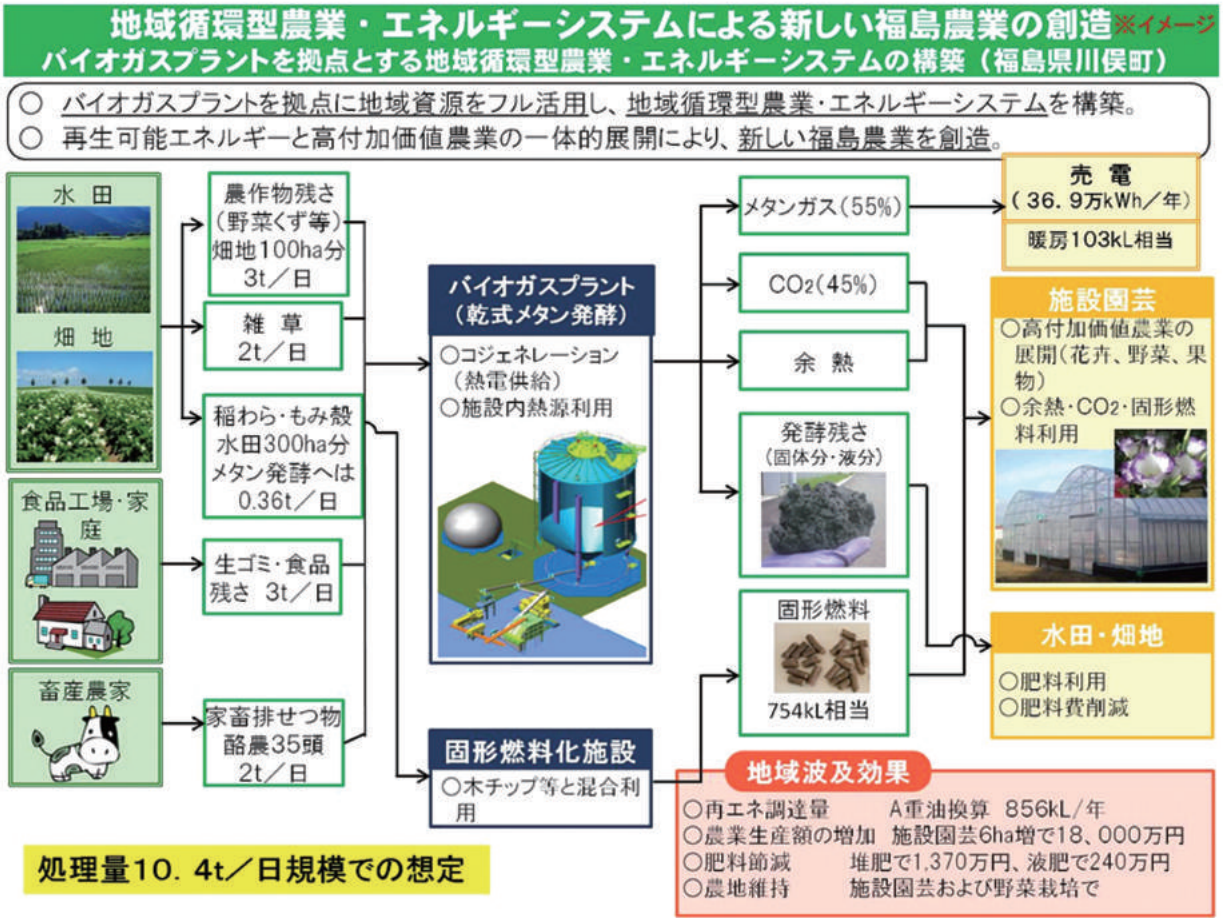
東京電力福島第一原発事故での避難対象となった地域において、葉たばこの耕作地に機械化栽培のできる野菜類を栽培し、そこで発生する作物残さや、生ごみや食品残さ、家畜ふん尿や雑草を原料に乾式メタン発酵を行い、木質チップや稲わらなどを固形燃料として利用することにより、施設園芸の代替エネルギー化をはかるとともに、メタン発酵残さ液肥などの有機系肥料として利用することにより資源循環型の高付加価値農業の普及を目指します。

乾式メタン発酵の概要

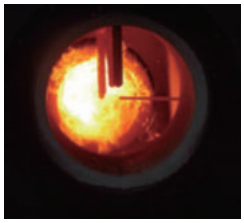
乾式メタン発酵
固形状
汚泥濃度：15 ～ 30%
水分含量：70-85%



50℃以上の高温メタン発酵のため、稲わらや雑草中の繊維類もメタン発酵でガス化できます。
メタンガスは発電と施設園芸の暖房にそれぞれ 50%使用し、発電廃熱で木質チップを乾燥します。

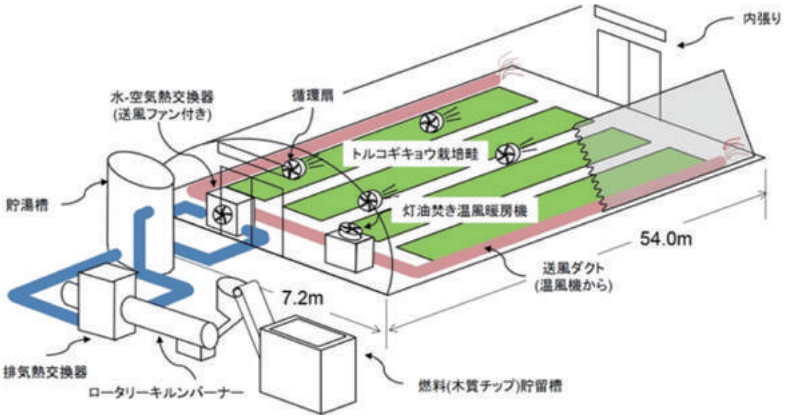


木質チップ



燃焼状況

ロータリーキルン式バーナー



施設園芸での利用のイメージ

- 温湯式熱交換器を使用
- 20㎜ アンダーの木質チップを使用
- 燃料価格は灯油 1L 換算 50 円

木質チップを活用した施設園芸の脱石油化

注意点

乾式メタン発酵は 10t/ 日以上の規模で採算がとれるようになります。

乾式メタン発酵槽に投入できる原料は、除染作業が終わり放射性セシウム濃度が肥料の基準値以下になったものを使用します。また、木質チップも木質燃料の基準値以下のものを使用します。

問い合わせ先

農研機構　中央農業総合研究センター　情報広報課　電話 029-838-8979

行政担当者

バイオマス資源作物の新品種開発と選抜および現地適応性の検証

農地維持とエネルギー生産が可能な産業の創出を目指して、草本資源作物エリアンサの品種を開発し、同時に浪江町において適応性の高い有望個体を選抜し、今後の利活用に備えています。エリアンサスは定植すれば 20 年間程度は継続して栽培でき、主な管理作業は年 1 回の収穫のみであることから、エリアンサスを導入することで超省力的に農地の維持・荒廃防止ができます。収穫物をペレットに加工すれば再生可能エネルギーとして利用できます。食料生産のための農地への復元は容易にできます。

エリアンサス品種「JES1」は、浪江町でも越冬し、実用レベルの能力を発揮します。これに加えてさらに適応性を高めるため現地に選抜圃場を設置し、エリアンサス 400 個体、3 倍体ススキ 300 個体、2 倍体ススキ 100 個体を 2 年間評価し、越冬性、乾物生産性および早晩性から、エリアンサス早生 6 固体、中生 3 個体、晩生 3 個体と 3 倍体ススキ 4 個体を選抜しました。選抜した株を掘り取り、東北農研福島研究拠点で保存しています。これらの選抜株は越冬後にも旺盛に生育し、浜通りエリアに対する適応性が高いと考えられます。福島被災地における農地荒廃防止やエネルギー生産の具体策が必要になった場合に備えて、直ちに品種化して種苗を供給する準備をしています。

エリアンサス品種「JES1」」

エリアンサスの機械収穫

2011 年 7 月より先行的に福島研究拠点（福島市荒井）において草本資源作物の評価を開始し、品種開発の有効性を見極めました。

2014 年 6 月より浪江町田尻においても系統選抜を開始し、福島浜通りエリアで能力を発揮できる有望個体の選抜を行いました。

定植から 2 年目の 2015 年 11 月にはエリアンサスは順調に 3 m程に生長しました。翌年はさらにサイズアップし、4 年目以降は 3 年目の収量が維持されることが期待されました。

2015 年 11 月に選抜し、堀上げた株はポットに移植し、東北農研福島研究拠点に保存されています。エリアンサスやススキ類の利用に対し、準備を進めています。

バイオマス利用を目的として栽培される資源作物の中でもエリアンサス（*Erianthus arundinaceus*）は永年性で生産力が高いことから、LCA や経済性において優れており、最も有望な作物の一つと考えられます。その種苗供給や栽培・収穫・貯蔵に関わる技術がおおよそ確立しましたので、効率的な原料生産が可能になっています。熱エネルギーの地産地消を想定し、エリアンサスによる原料供給をベースとした事業モデルを考えてみました。年間で乾物 5000 トンの原料からペレットを生産する小規模な工場に対して栽培に必要な面積は 150ha で、この土地は農地として確実に維持されます。原料生産費は 6 円 / 乾物 kg と試算でき、これを 10 円 / 乾物 kg で工場に販売すれば、原料生産段階の収益 2000 万円 / 年を見込むことができ、この段階で雇用が生まれ、地権者へは地代も収入になります。ペレット工場は 5000 トンの原料から 10 円 / 乾物 kg でペレットを生産し、これを 30 円 / 乾物 kg で温室暖房用等として販売すれば、ペレット生産段階の事業収益は 5000 万円 / 年と見込むことができ、この段階でも雇用が生まれます。ペレットの発熱量を重油の半分とすると地域内で 2500KL の重油が節約でき、ペレットは熱量ベースでおよそ 60 円 /L の重油に相当しますので、相場にもよりますが多くの場合経済的に成立します。ペレット量に余裕があれば FIT 活用の発電や火力発電における石炭混焼にも利用できます。

このモデルは同じ草本資源作物のススキ類においても当てはまるモデルです。

注意点

当面は既に育成したエリアンサス「JES1」で対応できます。ススキ類に関しては、「ジャイアントミスカンサス」で対応できます。熱利用に際しては、草本用ボイラーの開発や原料段階の燃焼適性の確認が必要です。

問い合わせ先

農研機構　九州沖縄農業研究センター　広報普及室　電話 096-242-7682
畜産草地研究所　企画管理部業務推進室　電話 029-838-8618

関連情報

農研機構　成果情報
「超多収バイオマス資源作物エリアンサス新品種候補「JES1」の育成」