

 **農研機構**

TŌHOKUNŌKEN

56・57

2019. 2

- ◆ 科学的根拠に基づいて
- ◆ 衛星からの信号を利用して高精度に農業機械を運転
- ◆ 収量コンバインの収量マップを利用した精密施肥技術
- ◆ ヘアリーベッチで飼料用大豆の雑草を防除する技術
- ◆ ダイズの根系を改善するスリット成形播種
- ◆ 畦畔や法面を省力的に雑草管理する
- ◆ カリによるそばの放射性セシウム吸収と体内移行の抑制
- ◆ 省力的に米を作る乾田直播栽培の普及拡大にむけて
- ◆ 飼料用大豆の無除草剤栽培体系には耐倒伏性の高い晩生品種が適している
- ◆ 粗飼料多給下で離乳時期を遅らせると子牛の発育は向上する
- ◆ 寒冷地では水稻の出穂日を面的に推定できる
- ◆ 色の違いを利用して土着天敵ヒメハナカメムシ類を効率的に捕獲する
- ◆ 液体硫安の水田への簡易で均一な流入施肥方法
- ◆ 傾斜畑から土とセシウムの流出をとめるカバークロップ
- ◆ TOPICS / 東北地域マッチングフォーラム



科学的根拠に基づいて



技術支援センター長

村山 徹
MURAYAMA, Toru

表紙の言葉

表紙の写真は、東北農業研究センターの絶景スポットから撮影した、冠雪で真っ白になった岩手のシンボル「岩手山」と麦の試験ほ場の冬のひとコマです。

「岩手山」は、三寒四温を繰り返す北東北に春の訪れを感じる4月下旬からの雪解けとともに、鷺が羽を広げて羽ばたく姿によく似ていることから、地元では別名「岩鷺山」と呼ばれております。

そして、一面雪白だった麦のほ場が菜の花で黄色く染まり、残雪の「岩鷺山」を望む毎年5月には、「東北農業研究センター菜の花公開」を開催し、早春の景観を写真に収めようと3千人以上の地域の皆様が、東北農研の絶景スポットに訪れます。

また、初夏7月には、小麦がたわわに実をつけ風に揺られる風景と雄大な「岩手山」を楽しむこともできます。

間近に迫った新時代を迎えるにあたり、長年時代の変革を見続けてきた名峰「岩手山」の眼下で、東北地域における農業研究のより一層のスマートな歩みが期待されます。

(企画部産学連携室)

昨年2018年も台風や大雨、地震など自然災害をよく耳にする年となってしまいました。私が特に印象に残ったのは、9月6日に発生した北海道胆振東部地震です。その甚大な被害もさることながら、北海道全体が大規模停電に陥ったブラックアウトとその後の原発論議は東日本大震災を思い起こさせました。2011年3月11日には私は福島研究拠点に勤務していました。東京電力福島第一原発事故により職場は大混乱となり、そんな中私に下された指示は「秋野菜の作付けまでに放射性物質（セシウム）を野菜がどのくらい吸収するのか調べよ」というものでした。

先行文献から予想されたことでしたが、私の試験結果でも野菜に含まれる放射性物質の濃度はきわめて低く¹⁾、その後行った秋野菜の結果²⁾も含めて特に作付けに問題はないと考えられました。原発事故の後、野菜に含まれる放射性物質の暫定基準は500ベクレル/kgに設定され、その後2012年4月からは100ベクレル/kgに引き下げられました³⁾。暫定基準値でも一般的には健康に問題はないとされていますが、食品の国際規格を作成しているコーデックス委員会の指標が年間1ミリシーベルトを超えないように設定されていることから、それに相当する基準に改正されたのです。ベクレルとシーベルトは混同されがちですが、前者は放射性物質が放射線を出す能力の強さを表す単位、後者は放射線による人体への影響の大きさを表す単位になります。事故直後から栽培を始めた野菜に含まれていた放射性物質の濃度は、最も高い品目でも6.49ベクレル/kgでした。暫定基準未満なのはもちろん、改正された基準値の1/10以下でした。野菜中の放射性物質濃度は土壌中の放射性物質濃度によって変わるので、どのくらい吸収するかを示すには移行係数（野菜中の放射性物質濃度 ベクレル/kg生重）/（土壌中の放射性物質濃度 ベクレル/kg乾土）が用いられます。調査した野菜の中で、移行係数が最も高い品目で0.0055でした。つまり、土壌中の放射性物質濃度が10,000ベクレル/kgだったとしても、その野菜の放射性物質濃度は55ベクレル/kgで基準値内ということになります。実際には事故直後でも土壌中の放射性物質濃度は、ほとんどが5,000ベクレル/kg以下でした⁴⁾。このように、福島で生産された野菜を食べても当時でさえ何の問題もなかったことは、私以外の試験結果を含めて見ても明らかです。にもかかわらず、未だにSNSなどでは「福島の食べ物は危ない！」という感情的なコメントが飛び交い、国外では政争の具になっていて、福島の方々は風評被害に苦しめられ続けています。時に人は扇情的な情報に流されてしまいがちです。非常時にはなおのことです。あれからもうすぐ8年、食品中の放射性物質に係わる正しい情報は厚生労働省HP⁵⁾で継続的に提供されています。改めて、流れてきた情報には科学的根拠が示されているか、自分のためにそして他人を傷つけないためにも、常に確認を心がけたいものです。

1) https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/tohoku_news37p6.pdf

2) http://www.affrc.maff.go.jp/docs/nogyo_gizyutu/pdf/3_1.pdf

3) https://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/dl/leaflet_120329.pdf

4) http://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/h23_h/trend/part1/sp/sp_c2_2_02.html

5) https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000212863_00028.html

衛星からの信号を利用して高精度に 農業機械を運転

《大面積の水田での高精度な作業のために》

東日本大震災からの復興にあたり、仙台平野では2haを越える区画の大きな水田が整備されつつあります。このような水田では水稲、麦、大豆を順に作付けする輪作を行うことも多く、水稲作では乾田直播も導入されています。大きな区画であっても高速、高精度な作業が必要なことから、作業面積が大きくなればオペレータの負担も大きくなります。これらの負担をできるだけ小さくするための手段として、GNSS衛星の信号を受信して自分の位置を計算し、目標とする経路に沿って走行するよう自動でハンドル操作を行う自動操舵システムや、走行すべき経路を画面に表示し、オペレータがハンドル操作を行うガイダンスシステムがあります。

《自動操舵システムの利用》

水稲や麦の播種作業では、大型トラクタに播種機を取り付けて作業します。自動操舵システム（写真1）を使って播種作業を行うことにより、目標とする経路からのずれが3cm程度の精度で作業できます。耕うんや整地などの作業についても同程度の精度で作業できます。オペレータは作業状況の監視に注力でき、作業

途中でオペレータが交代しても作業精度には差が生じません。また目視に頼って運転していないため、日没後の地面が見えない状況でも高精度な播種作業が可能です（写真2）。



写真1 / 自動操舵システムの構成



写真2 / 日没後の麦播種作業

生産基盤研究領域

長坂善禎

NAGASAKA, Yoshisada



《ガイダンスシステムの利用》

市販のタブレットコンピュータに、インターネットからダウンロードできるガイダンスソフトウェアを導入し、GNSS衛星の信号を受信する受信機を接続することで、ガイダンスシステムを構成できます（写真3）。使用する受信機の計測精度にもよりますが、このガイダンスシステムを、農薬散布を行う乗用管理機に搭載して画面の情報に基づいて走行することで、20~30cm程度の精度で作業が可能になります（写真4）。非熟練者と熟練者が乗用管理機を運転する際の精度を比較すると、ガイダンスシステムを使う方が作業精度は向上し、その差も小さくなります。ガイダンスシステム利用



写真3 / ガイダンスシステムの画面表示

は、自動操舵ほど高精度ではありませんが、オペレータの熟練度による作業精度の差を小さくすることができます。



写真4 / ガイダンスシステムを利用した除草剤散布

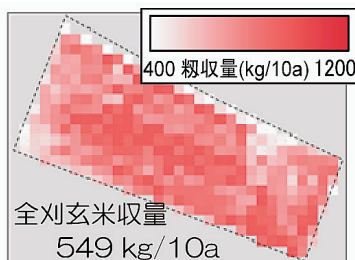
収量コンバインの収量マップを利用した精密施肥技術

圃場作業の効率化のため基盤整備などによる圃場の大区画化が進展しています。東北地域の先進的な農家では農家みずから圃場を合筆して大区画化を図る事例も見られています。一方、圃場の大区画化に伴い地力ムラが問題となり、水稻の生育不良や倒伏などの減収リスクが顕在化しています。私たちはこの問題を解決するため収量コンバインの収量マップを利用した水稻の精密施肥技術を開発し、宮城県仙台平野の津波被災水田の復興プロジェクトにおいて生産コストの低減効果を実証しました。

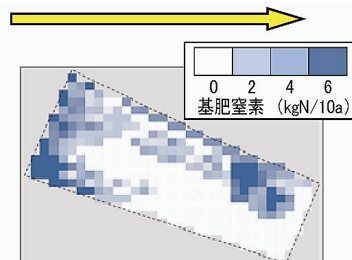
開発された収量コンバインはグレンタンク内の穀物流量を測る収量センサやGNSS受信機を備えています（写真1）。圃場内の収量データの収集は収穫作業中に自動的に行われ、GNSS位置情報に基づきマッピング処理を行います。収量マップは任意のメッシュサイズで表示することができます。大区画圃場の精密施肥は収量マップ、施肥マップ出力用ソフトウェアと可変施肥対応施肥機（写真2）を利用します。施肥マップは、収量マップ情報を基に「もみ収量」と「稲室素吸収量」の関係性から地力ムラを推定し、場所毎に適正な窒素吸収量が得られるように施肥量を設定します。作成した施肥マップは施肥マップ出力用ソフトウェアで作業用ファイルに変換し、可変施肥対応施肥機に入力します。可変施肥対応施肥機はGNSS位置情報とリンクし、施肥マップ情報に基づいて施肥量を自動制御することができます。

宮城県仙台平野の2.2~3.4ha規模大区画水田の稲麦大豆2年3作輪作体系乾田直播において実証試験を行いました。収量マップ情報を基に低収量地点に重点的に施肥を行う可変施肥により生育・収量の均一化が図られ（図）、実証圃場の全刈り精玄米収量が対照圃場より2016年で17%、2017年で7%多収となりました。両年とも可変施肥の実施による多収により追加費用を上回る収益を実現し、乾田直播栽培のみの方式に可変施肥を行うことで60kgあたり費用合計をさらに低減することができました。

収量マップを出力できるコンバインは2020年度までに実用化される予定です。大規模圃場向けの精密肥培管理技術として今後の生産現場への普及が期待されます。



収量マップ (2013年3.4haほ場)
大豆跡合筆圃場、無施肥栽培



施肥マップ (2016年)
左図低収量地点に重点施肥



可変施肥で生育・収量が均一化
対照圃場に比べ収量増

図/実証圃場における収量マップおよび施肥マップ
収量マップから圃場内の地力ムラを推定して可変施肥することで生育が均一化し収量が向上しました。

生産基盤研究領域
(現：中央農業研究センター)

関矢博幸

SEKIYA, Hiroyuki

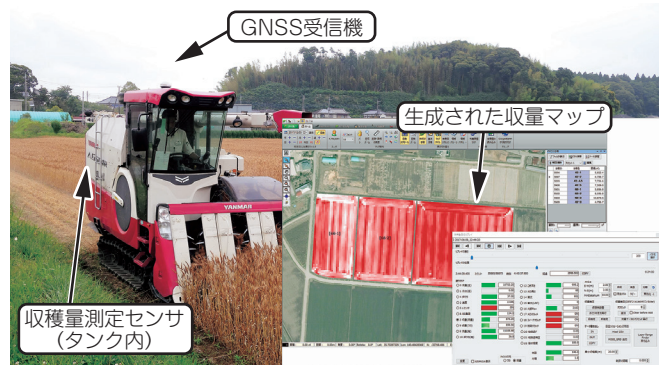


写真1/開発した収量コンバイン
機体に収量センサとGNSS受信機を備え、GIS機能を備えたプログラムで収量マップを作成できます。



写真2/可変施肥対応ブロードキャスト
GNSS受信機を備え、設定した施肥マップに従って適切な施肥量の肥料を散布できます。

ヘアリーベッチで飼料用大豆の雑草を防除する技術

牛乳はタンパク質が豊富な食品ですが、このタンパク質は元をたどれば牛が食べたエサに由来するものです。したがって乳牛のエサには、牛乳中のタンパク質の生産に見合う量のタンパク質が含まれていなければなりません。アメリカでは、そのためのエサとして、大豆を茎葉ごと収穫する飼料用大豆が栽培されています。大豆は、日本の気象や土壌への適合性が高く、国内の自給飼料としても有望ですが、日本では農薬使用基準が厳しく、飼料用大豆については使用できる農薬がありません。殺虫剤や殺菌剤は飼料用大豆の栽培に必ずしも必要ではありませんが、雑草だけは防除しないと大豆が覆われてしまい生育出来ず、まともなエサにはなりません。このため、ヘアリーベッチという草を被覆作物として利用して無農薬で雑草を防除する作付体系を開発しました。

《作付体系の概要》

まず、大豆を栽培する前年の9月下旬にヘアリーベッチを播種します。この草は蔓性の草で、翌春の雪解け後は互いに茎を絡ませながら地面を覆っていきます。6月上旬になると高さ60cmくらいの複雑に絡み合った被覆が完成しますので(写真上・左)、その被覆を不耕起播種機で切り裂きながら、裂いた溝に大豆を播種します(写真上・中)。このような播種法でも大豆は元気に芽を出します。ただし、そのまま放置すると、ヘアリーベッチに絡み取られてしまいますので、これを防ぐため、大豆が芽を出す前にディスクハローという機

械で、被覆を押し潰します(写真上・右)。この処理を行うと、被覆は厚さ5cm程度のマット状に圧縮されて枯れてしまいます。大豆はこの枯草のマットから抜け出て生長しますが、畦間の雑草は、枯草のマットに被陰されて芽を出すことができません(写真下・左)。このマットは徐々に分解して薄くなっていきますが、40日間程度は夏雑草を抑制してくれるので(写真下・中)、エサに混入する雑草は大幅に少なくなります(写真下・右)。

《今後の展開》

この作付体系では、大豆を生育させるためにヘアリーベッチを生育途中で枯らしますが、枯らさずに放置すると、開花・結実し、落下した種子は次の年に発芽します。また被覆が長期間維持されるため雑草を抑制できる期間も非常に長くなります。現在、東北農業研究センターではこの特性を利用して、耕作放棄地の雑草を長い年月に渡り省力的に防除する技術を開発中です。

企画部企画室

魚住 順

UOZUMI, Sunao



写真／被覆の経時的変化と大豆の生育状況

ダイズの根系を改善する スリット成形播種

水田作研究領域

高橋智紀

TAKAHASHI, Tomoki



《日本のダイズ収量は世界的に残念な水準》

2016年の世界平均のダイズ収量は281kg/10aでした。これに対して日本の平均収量は159kg/10a。世界平均の57%と、かなり苦戦しているのが実態です。

日本のダイズ収量が低い原因はいろいろ考えられますが、主因の1つは水田転換畑の問題でしょう。日本のダイズの80%は水田転換畑という主要な産地とは異なる環境で栽培されています。もともと水田はイネを栽培するための圃場ですので、水を貯めるための耕盤が存在します。このため一般的に水はけが悪く、ダイズの根張りも浅く十分ではありません。根域が狭い環境では雨が多いと簡単に過湿になってしまい、少ない時にはすぐに過乾燥となってしまいます。特に粘土の割合が高い土壌ではこのような傾向は顕著です。

《ダイズの根系を改善するスリット成形播種》

私たちが開発したスリット成形播種機（写真1）は、乾燥害を軽減するためにダイズの根を深部に誘導するための技術です。仕組みを簡単に説明します。スリット成形播種機は播種される条とほぼ同じ場所に20cm程度の深さの切れ込み（スリット）を作りながらダイズを播種していきます。するとダイズの根はスリットをみつけ、スリットに誘導されるように深部に伸長していくことができます（写真2）。実証試験の結果では、主根の長さが通常の播種法に比べ3cm深くまで伸び、さらに、その下の細かい根の密度が増加する様子が観察されました。このような効果により実証試験を行った粘土割合が高い圃場では、同じ播種機でスリットがない場合に比べ、13%の増収効果が認められました。



写真1 / スリット成形播種機。白枠線内はスリットを成形するブレードを示す

《真空播種の効果で苗立ちも向上》

スリット成形播種機のもう1つのメリットは、真空播種機という、海外の畑作で一般的な播種機を採用していることです。真空播種機は時速6キロ程度の高速で播種ができ、比較的碎土率が低い播種床でも精度の良い播種ができるため、作業性に優れます。また苗立ち率が高く、初期生育が優れているという結果も得られています。本技術では、こうした真空播種機を採用した点もダイズの安定多収に大きく貢献します。



写真2 / スリットに沿ってダイズの根が伸長する様子（写真提供：中山則和氏）

本技術に対応した真空播種機をすでに所有している方は、オプションのブレードと目皿を購入することでスリット成形播種ができるようになります。真空播種機の導入から検討する場合は、トラクターの適合性も問題になります。また、圃場条件や作業体系に合わせた工夫も必要になるかもしれません。これらの疑問を解決するためのポイントをまとめたマニュアルを農研機構のホームページに掲載しています（http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/080387.html）。興味のある方は是非ご一読下さい。

畦畔や法面を省力的に雑草管理する

東京電力福島第一原子力発電所の事故に対応した除染作業が農地でも進み、今後は営農を円滑に再開していくことが期待されています。そのためには農地の適切な管理が不可欠で、特に畦畔管理には多くの時間が必要になることから、できるだけ省力的な技術が求められます。そこで、除染後農地の畦畔に適用できる「除草剤・抑草剤」、「急速緑化のためのわら芝」、「防草シート」を用いた雑草管理技術の省力性とコストについて、刈り払いによる雑草管理と比較しました。

《畦畔管理技術の選び方》

畦畔や法面を省力的に除草管理する技術はいくつかありますが、技術を選ぶときにポイントになるのは畦畔の形状や種類と現在の雑草の状態（植生）です。まず、崩れても畦塗りなどで修復できる小さな畦畔は非選択性除草剤（例えばラウンドアップマックスロード液剤など）による管理がもっとも効率的です。一方、面積が大きかったり傾斜が急な畦畔は何らかの方法で地面を覆っておく必要があります。すでに多年生（宿根）の雑草が多い畦畔では、雑草を完全に枯らさずに伸びを抑える抑草剤（除草剤の一種で、グラスショート液剤など）の利用が有効です（写真1）。一年生（種子で増える）の雑草が多いとき、または多年生の雑草を防除する期間があるとき、わら芝（緑化用の種子を生分解性シートとわらに挟んだものを畦畔に敷設）などを用いた急速緑化や防草シートによる被覆が適しています（写真2、3）。

《畦畔管理技術の省力性》

まず、省力性について、防草シートやわら芝は導入時に長時間の作業を必要とするものの維持管理のための作業はほとんど不要なため、年平均では刈り払いよりも作業時間は短くなります。除草剤・抑草剤利用技術でも作業時間は短くなり、さらに作業の負荷も小さくなります。コストについて、防草シートやわら芝は導入コストがかさみますが、年平均では刈り払いとの差は小さくなります。除草剤・抑草剤利用技術のコストは刈り払いとほぼ同じです。

《さいごに》

各技術の特徴や雑草抑制効果、適用できる条件など、詳細は農研機構のHPに掲載している研究成果情報（「休耕地の畦畔や法面を省力的に除草管理する技術の比較」、http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/4th_laboratory/tarc/2017/tarc17_s18.html）や「除染後の省力的畦畔管理技術マニュアル」（http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/080388.html）にまとめています。このマニュアルは営農再開を待機して保全管理をし

農業放射線研究センター

好野奈美子

YOSHINO, Namiko



ている休耕地での活用を想定していますが、畦畔管理の各技術は全国の農地畦畔、法面にも適用できます。また、耕作中の農地畦畔、法面で除草剤を適用する場合、ラベルに書かれている使用基準にしたがい、周辺作物への飛散にも注意してください。



写真1 / 抑草剤を使用した畦畔



写真2 / わら芝を施工した法面



写真3 / 防草シートを施工した法面

カリによるそばの放射性セシウム 吸収と体内移行の抑制

2011年3月の東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所の事故により、放射性セシウムの影響を受けた地域では、土壌から作物への放射性セシウムの移行を低減するため、カリ肥料の増施対策がとられています。一方で、カリがそば子実の放射性セシウム濃度を低減する仕組みについては分かっていませんでした。そこでカリがそばによる放射性セシウムの吸収と体内分配に及ぼす影響を解析し、低減技術の効率化を検討しました。



農業放射線研究センター

久保 堅司

KUBO, Katashi

《吸収・体内移行の抑制》

土壌の交換性（植物が吸収しやすい形態の）カリ含量を高めることにより、土壌の交換性放射性セシウム濃度が低下し、そばの放射性セシウムの吸収が抑制されることが分かりました（図1）。土壌の交換性カリ含量を高めることで、そばの根から地上部、茎葉から子実への安定同位体セシウムの分配も低減しました（図2）。

放射性セシウム濃度を下げる効果は小さいことが分かりました（図4）。このことから、そばへの放射性セシウムの移行を低減するためにはカリ増施を基肥時に行うことが重要であると考えられました。

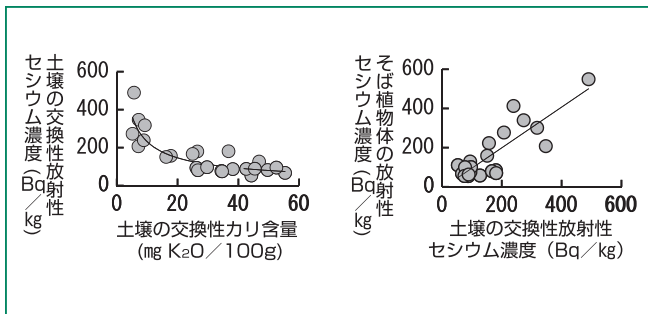


図1 / 左：土壌の交換性カリ含量と交換性放射性セシウム濃度との関係
右：土壌の交換性放射性セシウム濃度とそば植物体(地上部+根)の放射性セシウム濃度との関係

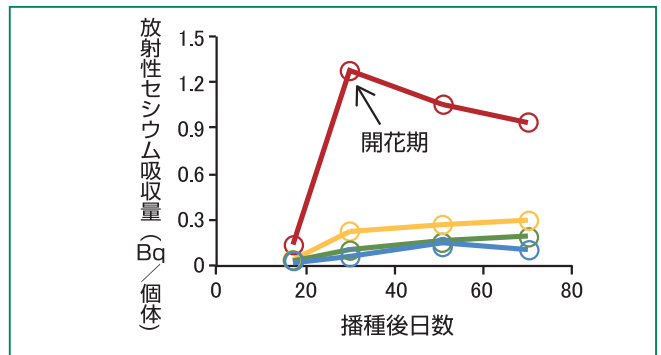


図3 / そば植物体の生育期間中の放射性セシウム含量の推移
○カリ無施用 (7.2mg K₂O/100g)、●、■、□はそれぞれ25、45、65mg K₂O/100gを目標に硫酸カリを施用

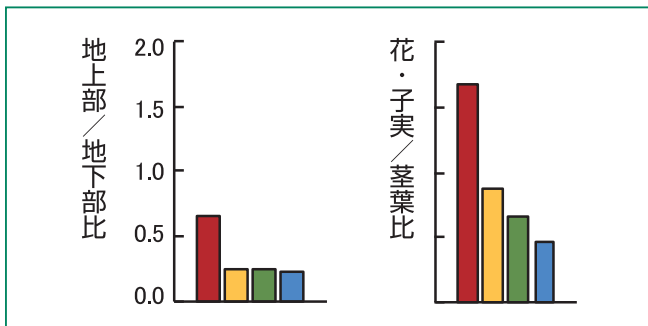


図2 / カリの施用が安定同位体セシウムの開花期のそばの体内移行(器官間の分配)に及ぼす影響
■カリ無施用 (7.2mg K₂O/100g)、●、■、□はそれぞれ25、45、65mg K₂O/100gを目標に硫酸カリを施用

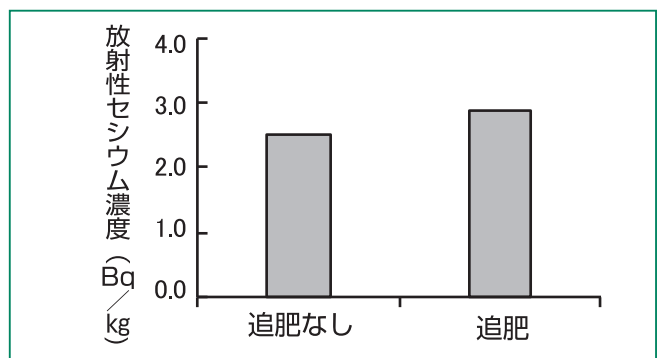


図4 / 開花期の硫酸カリ追肥 (+20mg K₂O/100g相当) がそば子実の放射性セシウム濃度に及ぼす影響
両区とも基肥で3kg K₂O/10aの硫酸カリを施用

《カリ施用のタイミング》

そばは開花期までに放射性セシウムを旺盛に吸収することと（図3）、開花期にカリ肥料を追肥してもそば子実への放

《今後について》

避難指示が解除された地域では、農地の除染が終了し、営農が再開されつつあります。このような地域で研究・技術開発の面から生産者の方々をお手伝いできればと考えています。

省力的に米を作る乾田直播栽培の普及拡大にむけて

米を作る際にはほとんどの場合、田植えによる移植栽培が行われます。しかし最近、生産者の高齢化や作付け面積の増加などにより、苗作りを省略し、田植え作業を行わないで田んぼに直接種をまく直播栽培が行われるようになってきています。直播栽培の中でも、乾いた田んぼに種をまく乾田直播栽培は、畑作で使用する機械を用いて省力的に作業ができることや、田植えより早い時期に播種作業が完了できることなどから、作付面積の増加に対応しやすく、移植栽培から乾田直播栽培に切り替える生産者も増えてきています。



苗作り



代かき作業

写真1 / 移植栽培



田植え作業



生産基盤研究領域

冠 秀昭

KANMURI, Hideaki

鎮圧します。種の撒く深さが安定して、出芽が良好になるだけでなく、鎮圧作業によって水の通りみちが少なくなり、代かきのように田んぼに止水層を作ることができ、代かき作業を行わなくても、田んぼに水を貯めることができますようになります。

《水田の土壌は多種多様》

田んぼの稲はどこでも同じように見えますが、その下にある田んぼの土は場所によって全く異なります。いつもぬかるんでいる水はけの悪い粘土の田んぼや、逆に河川や海岸の近くで砂を多く含む水はけの良い田んぼなどがあります。移植栽培では田んぼに水を入れて土を攪拌する代かき作業により、水を通しにくい土層を形成することで、田んぼに水が貯まるようにします。しかし、省力的な栽培法法の乾田直播栽培では代かきが省略されます。そのため、水はけの良い田んぼでは、これまで乾田直播を実施することができませんでした。田んぼに水が貯まらないためです。

《代かきをしないで田んぼに水を貯める鎮圧作業》

近年、乾田直播栽培で種をまく深さを安定させるために、田んぼの地表面を固くして播種をする方法が開発されました。この方法では重いローラによって田んぼの地表面を固く



畑状態では水みちである空隙が多い

圧縮して水みちを減らす

《これまでより多くの地域で乾田直播が可能に》

このような鎮圧作業を行うことによって、これまで乾田直播栽培に適していなかった地域でも乾田直播ができるようになります。これまで得られている田んぼの土壌のデータから試算すると、東北地方では4割の田んぼしか乾田直播栽培に適していませんでしたが、乾田直播栽培で鎮圧作業を行うことによって、さらに3割の地域で可能になることがわかりました。今後更に、どこでも、誰でも、乾田直播栽培ができるような技術を開発していきたいと考えています。

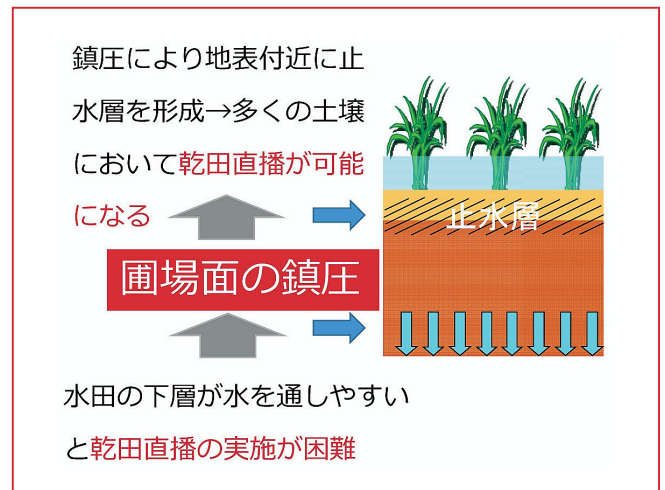


図1 / 乾田直播栽培におけるケンブリッジローラによる鎮圧作業と水みちの減少

図2 / 鎮圧作業による止水層の形成

飼料用大豆の無除草剤栽培体系には耐倒伏性の高い晩生品種が適している

《除草剤を使わずに飼料用大豆を作る》

牛乳はタンパク質を豊富に含んだ食料としてよく知られていますが、それを作るためにはたくさんのタンパク質源となるエサ（飼料）を乳牛に与える必要があります。タンパク質源飼料としては、「牧草の女王」とも呼ばれているアルファルファ乾草が最も広く利用されていますが、日本の酸性土壌や多湿な気象条件にはあまり適していないため、栽培面積は限られており、大部分を輸入に依存しているのが現状です。輸入飼料価格は、海外諸国の需給状況や為替等の影響を大きく受け、近年は乱高下しながらも値段が上昇する傾向にあり、我が国の酪農経営を圧迫しています。酪農家の経営安定化のためには、これまで以上に飼料の自給率向上が重要な課題となっています。

そこで、私達は、日本での栽培が難しいアルファルファに替わる自給タンパク質飼料として飼料用大豆（子実だけでなく茎葉も含めて飼料として用いる）に着目しました。飼料用大豆を栽培するにあたっては、登録農薬（栽培にあたって使用が認められている農薬で作物毎に定められている）が無いために無農薬で栽培しなければならないという課題がありましたが、それを解決する方法として、牧草（イタリアンライグラス）と飼料用大豆を連続栽培（以下、「連続栽培体系」）することによって、牧草の再生草をうまく利用して雑草を抑えながら飼料用大豆を栽培する体系を構築しました（写真、詳細は東北農業研究センターたより第47号に掲載）。



写真/再生した牧草の中で生育を続ける飼料用大豆の状況
これ以降も雑草はほぼ完全に抑制することができる。生育の進行に伴い、大豆に被陰されることにより、牧草も徐々に枯れていく。

《どんな大豆品種が適しているか》

連続栽培体系開発時には、大豆品種として、岩手県奨励品種となっていた「リュウホウ」や「スズカリ」を用いていました。しかし、ホールクロップ収量（茎葉も含めた植物体全体の収量）があまり高くないこと、また、中耕培土を行わない連続栽培体系においては、台風等による倒伏が生じやすいことなどの問題点がありました。そこで、東北地方以外でも栽培されている品種を含めた、より広範な大豆品種の中から、連続栽培体系により適した品種がないかを調べてみました。

畜産飼料作研究領域

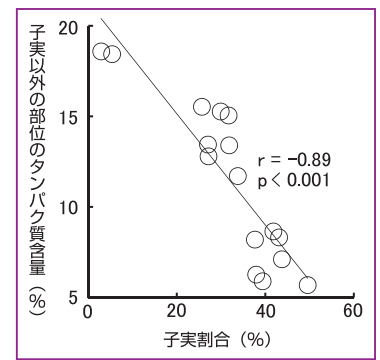
内野 宙

UCHINO, Hiroshi



早晩性の異なる大豆8品種のホールクロップ収量を比べたところ、晩生品種ほどホールクロップ収量が増加しました（表）。その一方で、植物体全体に占める子実の割合は晩生品種ほど低下しました。子実は大豆植物体の中で、最もタンパク質含量が高い器官であるため、その割合が低下することによりホールクロップ中のタンパク質含量も低下してしまうことが心配されました。そこで、子実の割合と子実以外の部位のタンパク質含量との関係性を調べたところ、子実の割合が低いほど、子実以外の部位に残っているタンパク質の量が高くなることがわかりました（図）。その結果、子実の割合が低い晩生品種であっても、ホールクロップ中のタンパク質含量は概ね20%を超え（表）、輸入アルファルファ乾草と遜色のないタンパク質源飼料として利用できることがわかりました。

これらを踏まえ、ホールクロップ収量が高く、アルファルファ乾草と同等以上のタンパク質含量であり、さらに収穫作業を行う際のロスの要因となる倒伏が生じにくい「タチナガハ」（表）が連続栽培体系に最も適していると考え、現在農家への普及に努めています。



図/子実割合と子実以外の部位のタンパク質含量との相関関係

表/連続栽培体系における早晩性の異なる各品種の収量およびタンパク質含量

品種	収量(kg/10a)		子実割合 (A/Bx100)	倒伏個体率 (%)	タンパク質含量 (%)
	子実(A)	ホール クロップ(B)			
リュウホウ	164	442	37	67	23.1
おおすず	157	418	37	48	24.8
スズカリ	155	447	35	61	22.9
エンレイ	166	466	36	60	22.8
ふくいぶき	192	464	42	32	23.4
きぬさやか	153	469	33	38	21.4
タチナガハ	169	510	33	2	20.6
フクユタカ	24	587	4	55	19.6

粗飼料多給下で離乳時期を遅らせると子牛の発育は向上する

《黒毛和種子牛の離乳時期》

離乳は、子牛にとって液状飼料から固形飼料への完全な切り替えを意味するため、離乳時期を決定する際は、ルーメン（第一胃）が十分に発達し機能していることが重要です。これまで、黒毛和種子牛の離乳は6～7ヵ月齢が目安とされてきましたが、近年は、母牛の繁殖機能の早期回復などをねらって離乳時期は早まっています。

《ルーメンの絨毛組織の発達について》

飼養管理作業の低減や自給率向上に向けて、放牧が見直されています。中でも、放牧のメリットを最大限発揮できる「周年親子放牧」という技術では、子牛は出荷まで母牛と同居しながら放牧し、そこでは粗飼料がエサの主体となります。一方、子牛のルーメンの絨毛組織の成長は、粗飼料の摂取によってルーメン内で主に産生される酢酸よりも、濃厚飼料の摂取によってより多く産生される酪酸とプロピオン酸が促進すると言われています。そこで、粗飼料多給下において最適な離乳時期を見極めるため、現在広く行われている3ヵ月齢離乳と、離乳時期を遅らせた7.5ヵ月齢離乳の2区を設定し、子牛の発育や血液性状などを比較しました。

《3ヵ月齢離乳と7.5ヵ月齢離乳の比較》

母牛と同居しているか否かを除くと、両区では全て同じ飼育環境だったにもかかわらず、7.5ヵ月齢離乳区では3ヵ月齢離乳区と比較し発育成績は大きく向上しました（図1）。飼料摂取量は、育成期間を通して両区で差はありませんでしたが、摂取脂肪量と関係がある血漿中総コレステロール濃度は、7.5ヵ月齢離乳区では離乳まで高値が維持されており、7ヵ月齢を過ぎても母乳が子牛の栄養源として大きく貢献していると考えられました（図2）。また、液状飼料から固形飼料への依存度が上がるにつれ上昇するとされる血漿中 β -ヒドロキシ酪酸濃度は、3ヵ月齢離乳区では離乳により急激に上昇しますが、7.5ヵ月齢離乳区では月齢とともにゆっくりと上昇しており、このことから7.5ヵ月齢離乳区では液状飼料から固形飼料への切り替えがスムーズに行われていることがわかりました（図3）。

《これから》

以上のように、子牛にとって、月齢が進んでも母乳は重要

畜産飼料作研究領域

東山由美

HIGASHIYAMA, Yumi



な栄養源であることや、粗飼料多給下ではルーメンの絨毛組織の発達速度を考えながら離乳時期を決定するのが良い、ということがわかりました。今後は、本研究成果もふまえ、より良い肥育ステージへと導ける子牛育成条件を明らかにしていきたいと考えています。

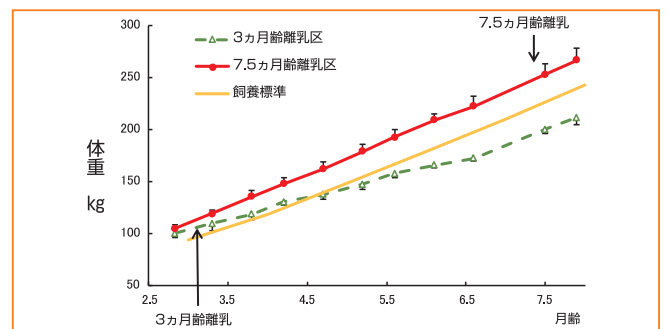


図1 / 体重の推移

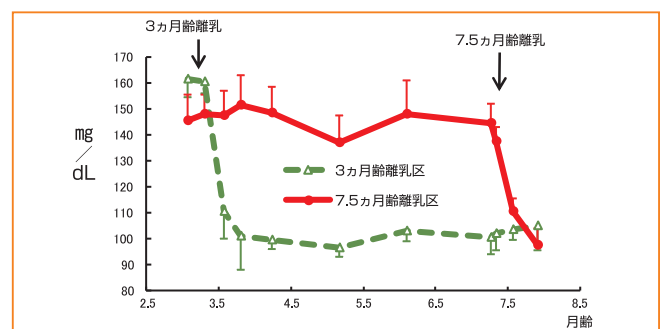


図2 / 血漿中コレステロール濃度の推移

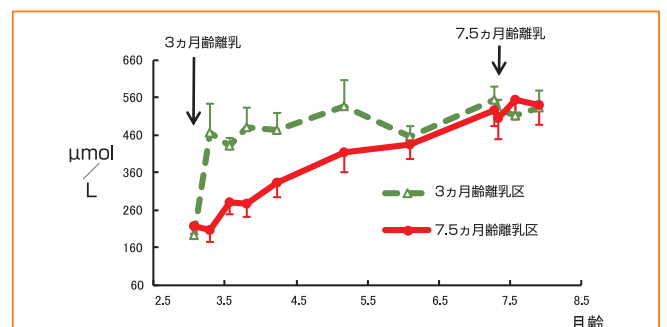


図3 / 血漿中 β -ヒドロキシ酪酸濃度の推移

寒冷地では水稻の出穂日を面的に推定できる

冷害や高温障害の防止対策のために、地域毎の水稻の生育情報の提供は重要です。それには、地域毎の水稻の生育状況に関する情報を常時入手する必要がありますが、これを実現するにはあまりにも煩雑で人手を要します。しかし、過去のデータであれば、水稻の生育概況に関しては農林水産省の統計資料があります。また、気温や日長などに関しては、日別気象データを作成・配信するメッシュ農業気象データが日々更新されています。そこで、これらのデータに基づき、出穂日を面的に推定する方法を開発しました。

《面的出穂日を予測する手順》

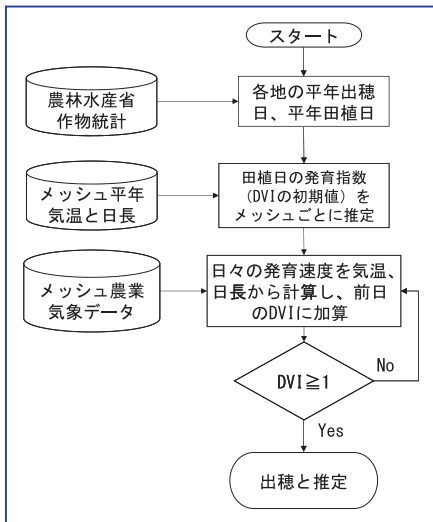


図1 / 面的出穂日を計算するフローチャート

出穂日を予測するフローチャートを図1に示します。30年平年出穂日と30年平年田植日、1 kmメッシュ30年平年気温と日長から、田植日の初期値（田植日の発育指数）をメッシュ毎に推定します。次に、当年の1 kmメッシュ気温、日長から日々

の発育速度を計算し、前日までの積算値に加算し、その値が1を超えた場合に、出穂日と判定します。出穂日と平年出穂日の差を出穂日の平年差とします。

《推定出穂日と実際の出穂日の比較》

面的出穂日予測を用いて、1981年から2010年までの30年間、東北地方の作柄表示地帯21地点、合計630データについて、出穂日を推定して、実際の出穂日と比較しました。両者の間には、大きな外れ値が無いこと、推定した出穂日と実際の出穂日の二乗平均平方根誤差は2日前後であり、推定精度が高いことが明らかになりました。これは、東北地域のような寒冷地では、秋季の気温の低下が西南暖地と比較して早く、出穂期間がある程度限定されるためです。本計算方法は、田植日、品種などの煩雑な条件設定なしで出穂日を面的に推定できる実用的な手法です。

生産環境研究領域

川方俊和

KAWAKATA, Toshikazu



《冷害年、高温年の出穂日のメッシュ図》

推定した出穂日の1 kmメッシュ図は、実際の作柄表示地帯の出穂日の分布をよく表しています。1993年には大冷害が発生しましたが、太平洋側と北東北における出穂日の遅れを、2000年の高温年には、出穂日が早まる傾向をよく再現しています（図2）。

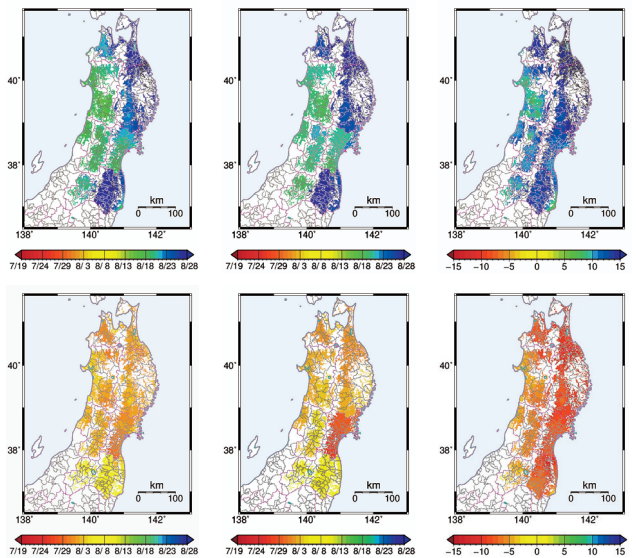


図2 / 冷害年（1993年）の出穂日の推定値（左上）、実況値（中上）、平年差（右上）、及び高温年（2000年）の出穂日の推定値（左下）、実況値（中下）、平年差（右下）、実況値は東北農政局発表を作図

《Web公開》

東北地方の毎年の水稻の面的出穂日予測は、試験公開されています。PCやスマートフォン、タブレットなどを用いて、下記のQRコード、URLから閲覧できます。



<http://www.headmesh.affrc.go.jp/>

色の違いを利用して土着天敵 ヒメハナカメムシ類を効率的に捕獲する

《はじめに》

ヒメハナカメムシ類は体長2mm程度の小型の肉食カメムシで、アザミウマやコナジラミなどの微小害虫を食べる天敵昆虫です（写真1）。作物にいる天敵の数は、害虫をどれだけ食べてくれる



写真1／ヒメハナカメムシの1種（写真：安部順一郎博士提供）。体長は2mm程度

のかを知る上で重要ですがヒメハナカメムシ類は小さいために数を調べることが簡単ではなく、これまでに効率よく調査する方法は知られていませんでした。

《色に対する反応を利用した昆虫の捕獲》

昆虫の目は人間と異なる構造をしていて、見える色の範囲が違います。また、特定の色に反応して“集まる”、“避ける”といった行動を取ることも知られています。このような習性を利用した昆虫の個体数の調査方法として、色の付いた粘着板が古くから利用されています。これまで青色の粘着板にヒメハナカメムシ類が集まることは知られていましたが、捕獲数があまり多くないのが問題でした。

最近の研究から、多くの昆虫は色と色の境界部分に集まりやすいこともわかってきました。そこで青色の粘着板に、粘着板より少し大きな白と黒のプラスチック板を貼り付けることで色の違う境界部分を作り、ヒメハナカメムシ類をより多く集めることができるかどうか実験しました。

《裏地をつけた青色粘着板の効果》

ヒメハナカメムシ類は「白色板貼付」>「裏地なし」>「黒色板貼付」の順に多く捕獲され（図1）、白色プラスチック板を貼ることで、「裏地なし」の青色粘着板と比べて約1.6倍のヒメハナカメムシ類が捕獲できました。「白色板貼付」と「裏地なし」で粘着板のどの位置に捕獲されているのかを比較すると明確な違いはなく、白い縁取りによって集まったのではないことがわかりました。3種類の粘着板の光反射率を色別に見てみると、「白色板貼付」では光反射率が高く、明るく見えていることがわかりました（図2）。

これらのことを総合すると、残念ながらヒメハナカメムシ

生産環境研究領域

田 研

TABUCHI, Ken

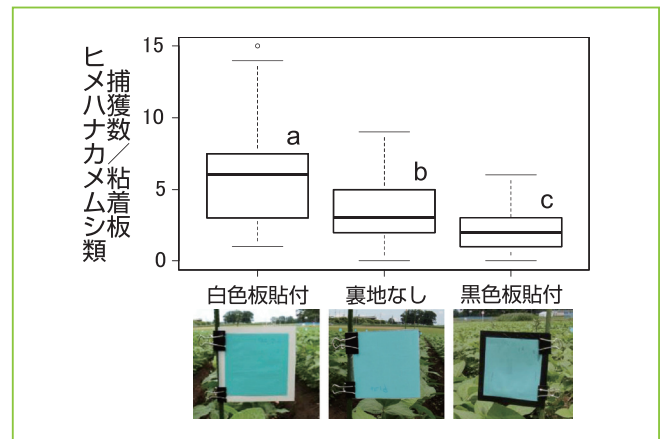


図1／白と黒のプラスチック板を貼り付けた青色粘着板と裏地なし粘着板によるヒメハナカメムシ類成虫の捕獲数。異なる英小文字間は統計学的な有意差あり。実験には12×12cmのプラスチック板（白・黒、厚さ0.2mm）に10×10cmの青色粘着板を貼り付けたものを使用。図中の太線は中央値。異なる英小文字間は有意差あり（一般化線型モデル後に多重比較, p < 0.001）

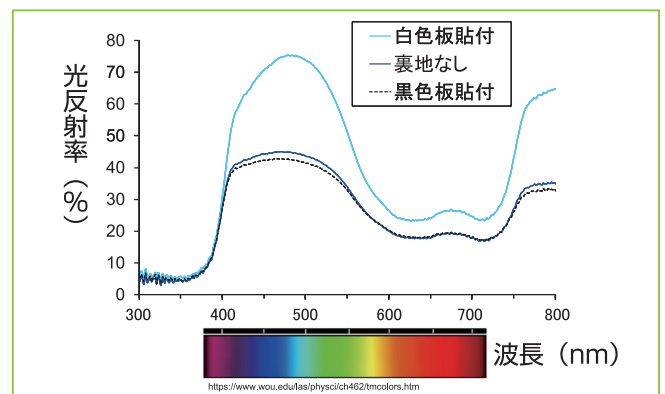


図2／青色粘着板3種の波長別光反射率。「白色板貼付」粘着板は紫～青～緑色の波長域（400-550nm）での範囲で他の2種粘着板より光反射率が高い。

類が色と色の境界部分に集まったわけではなく、白色のプラスチック板が粘着板から透けて全体的に明るくなったせいで捕獲数が多かったことがわかりました。今回の結果を元に、ヒメハナカメムシ類をより効率的に捕獲するトラップなどの技術開発に応用していきたいと考えています。

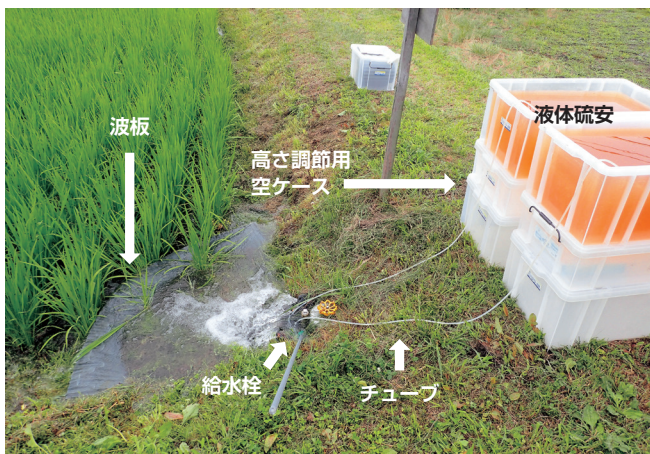
液体硫酸の水田への簡易で均一な流入施肥方法

《稲作と畜産の連携》

近年、家畜のエサとなるお米（飼料用米）の作付けが奨励されています。また、飼料用米を家畜に与え、家畜から出る排せつ物を飼料用米の生産に活用する「耕畜連携」により、地域資源循環型の農業を進める取り組みが行われています。昔からお米作りに家畜ふん堆肥はよく使われてきましたが、私たちは更に一歩進めて飼料用米作りに「液体硫酸」も使うことを試みました。液体硫酸は、家畜のふん尿を堆肥にする過程で発生するアンモニアガスを硫酸と反応させて回収することにより製造したものです。この液体硫酸を飼料用米作りに活用することで、アンモニアガスによる環境負荷を減らしながら飼料用米を多収穫できることが期待されます。しかし現在、液体硫酸を水田に一定速度で流入施肥するには専用器具が必要です。そこで、入手が容易な物品で簡易に、なおかつ均一に流入施肥する方法を検討しました。

《チューブを用いた簡易なサイフォン方式による流入施肥》

一定の高さに設置した衣装ケースなどの容器に液体硫酸を入れチューブを使うと（写真）、ほぼ一定の速度で液体硫酸が流下します。次に、用水とともに田んぼに流し込むのですが、単に流し込むと液体硫酸の分布にムラができてしまいます（図）。そこで、水口付近を波板などで囲むように仕切り壁を設置し（写真）、用水と液体硫酸とを水口で混和してから流入させることで液体硫酸が田んぼに均一に分布することが分かりました（図）。液体硫酸の分布にムラができてしま

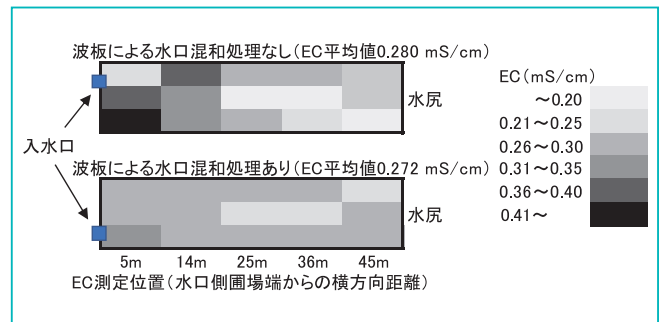


写真／液体硫酸の流入施肥の様子

水田作研究領域
（現：中央農業研究センター）

大平陽一

OHDRAIRA, Youichi



図／流入施肥した液体硫酸の圃場内の分布

注）流入施肥直後の田面水のEC測定値を示す。ECは液体硫酸の窒素濃度と高い正の相関関係にある。縦50m横10mの圃場2筆を用いて液体硫酸各2kgN/10a相当を流入施肥。

うと、多く分布した所で稲の生育が旺盛になり過ぎて倒れてしまったり、病虫害が発生しやすくなったりします。また、少なく分布した所は収量が低くなってしまいうことから、分布のムラがないようにすることが重要になります。

《流入施肥する液体硫酸量・チューブ本数の決定》

液体硫酸は畜産側で製造するのですが、窒素濃度が常に一定というわけではありません。ですので、田んぼに流し込む液体硫酸の量は、液体硫酸中の窒素濃度と田んぼに入れたい窒素量から算出します。また、あらかじめ田んぼに十分な水が貯まるまでの時間を把握しておき、流し込む液体硫酸の量に応じてチューブの本数を決めます。本方法では、液体硫酸の設置位置が高いほど早く流下します。こうしたことから、液体硫酸を一定の高さに設置し、内径4mmのチューブを使用することを前提として、液体硫酸量・チューブ本数を決定するための早見表を作成しました。この早見表および詳細な流入施肥方法については「飼料用米生産における豚排泄物由来肥料の製造・活用マニュアル」

http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/pub2016_or_later/pamphlet/tech-pamph/080326.htmlに記載していますので、こちらをご参照下さい。

傾斜畑から土とセシウムの流出をとめるカバークロープ

傾斜面上にある農地では、降雨によって作土が流亡してしまう土壌侵食の問題があります。東京電力福島第一原子力発電所事故によって放射性物質が降下した被災地域では、畑から流出した土砂が河川などへ流れ込むと、放射性物質も周囲の環境に拡がってしまいます。土壌の放射性セシウム濃度が高い田畑では、その濃度を下げるために、表土の剥ぎ取りと山砂などの客土が実施されます。しかし、この除染作業によって放射性物質は完全には除去できない上に、土壌は降雨の衝撃を受けやすい裸地状態となりますので、その後の土壌侵食には注意が必要です（写真）。そこで、土壌侵食と放射性セシウムの拡散を防止するための対策として、カバークロープ栽培の効果を検証しました。



写真／除染後傾斜畑において土壌侵食で生じた溝

《カバークロープの選択》

試験は、2015年10月から13ヵ月間にわたり、川俣町山木屋の除染済みの傾斜畑で行いました。この地区のように計画的避難区域に指定されていた地域では、避難指示が解除されても帰還される農家の数が少なく、除染直後から営農を再開するのは難しい状況です。営農再開時期が定まらない畑では、素早く地表面を覆い、追肥などの労力をかけずに、被覆が長期間維持されるような草種が必要となります。そこで、初期生育の早いペレニアルグラス、永続性のあるケンタッキーブルーグラス、根粒菌が窒素固定を行うシロクロバの3種を混播する方法を選択しました。一方、早期に営農再開を目指す圃場に向けては、表土剥ぎで低下した地力の回復も兼ねて、緑肥として肥効の高いヘアリーベッチを選択しました。

《カバークロープの効果》

試験地に、図1のような土砂捕集装置を設置し、上記2種のカバークロープを栽培した場合と、作物を植えずに耕起管理（除草目的で夏期の前後に耕起）のみを行った場合の土壌

農業放射線研究センター

若林正吉

WAKABAYASHI, Shokichi



流出量を比べました。その結果、カバークロープを栽培したことで、耕起管理と比べて土壌流出量は1割以下、放射性セシウム流出量も2割以下に減りました（図2）。ヘアリーベッチは、ペレニアルライグラスよりも初期生育が遅いので、秋播き後～冬季にかけての土壌流出量が混播栽培よりも多くなりましたが、翌年春季以降は混播栽培と差がありません。いずれのカバークロープも、土壌侵食と放射性セシウムの拡散に対して優れた防止効果を発揮することが証明されました。

カバークロープの有用性は、今回検証した土壌侵食防止効果に限られません。旧計画的避難区域では、雑草防除や地力回復などの観点からも、農地の省力的な保全管理手段としてカバークロープの活躍が期待されます。

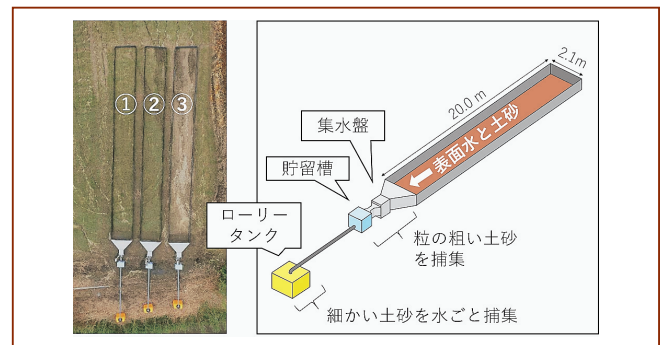


図1／土砂捕集装置の概要
①混播、②ベッチ、③耕起管理

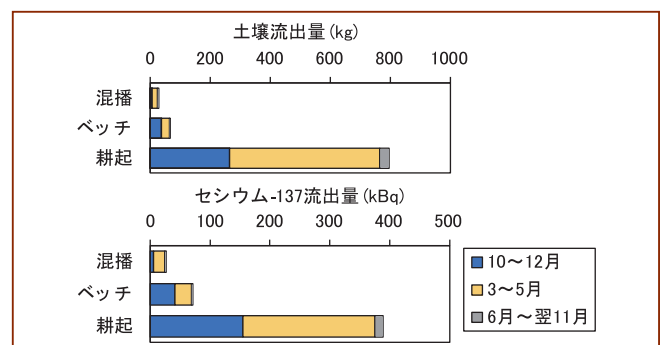


図2 / 10a当たりの土壌 (上) とセシウム-137の流出量 (下)
12月～翌3月までは積雪のため土壌侵食は生じなかった。

TOPICS

東北地域 マッチングフォーラム

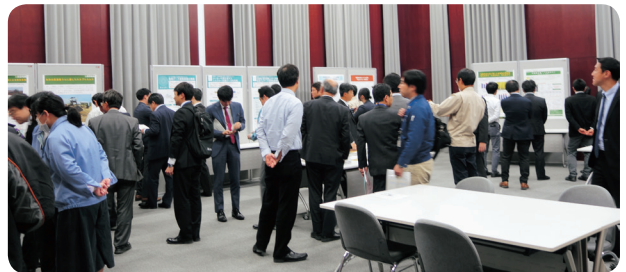
昨年11月16日、福島県郡山市のビッグパレットふくしまにおいて「平成30年度東北地域マッチングフォーラム」を開催しました。本フォーラムは、農業現場のニーズを踏まえた研究推進と成果の実用化、農業現場等への迅速な技術普及を促進することにより地域農業の振興を図るため、農業者、農業者団体、行政関係者、普及関係者、試験研究機関関係者並びに民間企業等が双方向の意見・情報交換を行う目的で毎年開催しています。今回は「米でビジネスチャンスをつかむ—ニーズに合わせた技術選択—」をテーマに、144名が参加しました。



講演（話題提供）の様子

開会挨拶の後、話題提供として、①石川県輪島市における「能登輪島米物語」のブランド化の取り組み（(株)百笑の暮らし 山本亮氏）、②水稻の乾田直播栽培技術と仙台平野、福島県浜通りにおける取り組み（農研機構東北農研 長坂善禎氏、JAいしのまき 亀山宏道氏）、③福島県育成米品種「天のつぶ」「里山のつぶ」（福島県農総セ 吉田直史氏、福島県相双農林事務所 佐藤雄一氏、(株)紅梅夢ファーム 佐藤良一氏）、④業務用米に東北農研育成米品種「萌えみのり」「ちほみのり」「ゆみあずさ」（農研機構東北農研 太田久稔氏、JA栗っこ 兵藤健一氏）、の講演が行われました。その後、総合討論（座長 農研機構東北農研 太田水稲育種グループ長）が行われ、各講演者をパネラーとして、会場参加者と各講演者との質疑に加え、米でビジネスチャンスをつかむための講演者の取り組みとして、乾田直播栽培のポイント、石巻地域における乾田直播栽培の面積拡大の要因、ブレンド適性が優れた「萌えみのり」の業務用米としての利点、等について熱心な議論が行われました。また、小会議室に設置した「開発技術の展示・相談コーナー」では、関連研究成果のポスター展示・紹介（1分間スピーチ）や技術相談を実施しました。

（企画部産学連携室）



開発技術の展示・相談コーナー

受入研究員

区分	受入先	派遣元機関	期間	受入人数
技術講習	畜産飼料作研究領域	青森県産業技術センター畜産研究所	H30.6.25～H31.3.31	1
	生産環境研究領域	岩手大学	H30.6.29～H30.8.6	1
	生産環境研究領域	弘前大学	H30.6.29～H30.8.6	1
	生産基盤研究領域	山形県庄内総合支庁	H30.7.1～H30.10.31	1
	生産環境研究領域	岩手大学	H30.7.17～H30.10.31	1
	生産環境研究領域	岩手大学	H30.7.30～H30.9.30	1
	畜産飼料作研究領域	青森県産業技術センター畜産研究所	H30.7.31～H31.3.31	1
	生産環境研究領域	秋田県立大学	H30.8.13～H30.8.21	1
	畜産飼料作研究領域	岩手大学	H30.8.21～H30.8.23	1
	畜産飼料作研究領域	栃木県畜産酪農研究センター	H30.8.27～H30.9.11	1
	畜産飼料作研究領域	岩手大学	H30.9.3～H30.9.7	1
	畑作園芸研究領域	岩手大学	H30.9.3～H30.9.13	1
	畑作園芸研究領域	東北大学	H30.9.18～H30.9.20	1
	畑作園芸研究領域	青森県産業技術センター畜産研究所	H30.11.8～H30.11.9	1
	畜産飼料作研究領域	岩手県農業研究センター畜産研究所	H30.11.19～H31.3.29	5
	畜産飼料作研究領域	山形県農業総合研究センター養豚試験場	H30.11.22～H30.11.22	1
	農業放射線研究センター	東京農業大学	H30.11.26～H30.12.7	1
	畜産飼料作研究領域	岩手大学	H30.12.1～H31.3.31	4
	生産環境研究領域	弘前大学	H30.12.3～H30.12.13	1
	生産環境研究領域	弘前大学	H30.12.3～H30.12.7	1
畜産飼料作研究領域	筑波大学	H30.12.10～H30.12.14	1	
畜産飼料作研究領域	宮城県古川試験場	H30.9.20～H30.12.21	1	
依頼研究員				

品種登録

植物の種類	品種の名称	登録年月日	登録番号	育成者
なたね	きらきら銀河	H30.8.13	26955	川崎光代、本田裕、由比真美子、山守誠、加藤晶子
ねぎ	TAM-3	H30.8.15	26976	山崎篤、山崎博子、野茶花き研究部門

特許

特許権等の名称	発明者	登録番号	登録年月日
動物の行動判別装置及び行動判別方法、プログラム (牛生産に重要な雌牛の発情を発見する「乗駕行動検知センサユニット」と牛の行動を判定する「行動検出アルゴリズムおよびプログラム」)	福重直輝、伊賀浩輔、志水学、(株)イーアールアイ	日本 第6395295号	H30.9.7
トコトリエノールの製造方法及びそのための植物 (新たに同定したビタミンE合成に関わるイネのOsGGR2酵素の活性を制御することで、ビタミンEの一種であるトコトリエノールを高純度に生産する技術)	木村映一、吉田泰二、木村俊之、東北大学、富山県	日本 第6403372号	H30.9.21

東北農業研究センターたより No.56・57

●編集／国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター 所長 住田 弘一

〒020-0198 岩手県盛岡市下厨川字赤平4 電話／019-643-3414 (企画部産学連携室)

ホームページ <http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/tarc/>

リサイクル適性(A)

この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。