

Hokkaido
Agricultural
Research
Center, NARO

北農研ニュース

国産畜産物の高付加価値化における
自給飼料の果たす役割
(経営体強化プロジェクト)

巻頭言

病害虫の発生を予測し、今後の防除に備える

特集企画

経営体強化プロジェクト(畜産)

研究情報

イアコンサイレージのルーメン内分解特性
と泌乳牛の採食パターン

北海道水稲の発育予測モデルにおける品種
の早晚を適切に推定するパラメータ作成法

ドローンを用いた牧草育種における個体選抜
の評価法

トピックス

日本育種学会賞受賞報告

日本草地学会賞受賞報告

稲作体験学習(田植え)開催報告

病害虫の発生を予測し、今後の防除に備える

農研機構北海道農業研究センター 生産環境研究領域長 奈良部 孝
Takashi NARABU



かつて農耕地における病害虫発生は予測不能であり、大きな脅威でした。例えばバッタの大群が突如現れ農作物を食い荒らす「蝗害（こうがい）」は中国の古い文献にもたびたび登場し、今もアフリカ諸国で猛威を振るっています。日本においても、開拓時代の北海道で大発生し、その名残は札幌市内の「手稲山口バッタ塚」等で見ることができます。また、ジャガイモを数日で茶色く枯死させる「ジャガイモ疫病（えきびょう）」は19世紀中頃ヨーロッパで大流行し、特にジャガイモを主食にしていたアイルランドを飢餓に陥れ、多くの移民をアメリカに送ることになります（ちなみに、その末裔の一人が第35代米国大統領JF ケネディとのこと）。ジャガイモ疫病は、現在も世界中で同様に発生していますが、現代では、このために減収することはほぼありません。効果のある防除薬剤と散布タイミングを示した「防除暦」、初発日を予測するプログラム、抵抗性を有する品種などが用意され、農家は正しい選択をすれば確実に被害を回避できるようになりました。このように、毎年ほぼ定期的に発生する病害虫に対しては、「発生予察情報」として、国（農林水産省）と都道府県（病害虫防除所）が協力して農家向けに発生動向と対策を情報発信しています。これらは農業研究の大きな成果と言えるでしょう。

では、突発する病害虫への備えはどうでしょう。例えばウンカ類はわが国水稻栽培上もっとも重要な害虫ですが、日本では越冬できず、毎夏、中国南部から東シナ海を越えて主に西日本へ飛来します。この移動には梅雨時に発達する南西風（下層ジェット）が関与することが分かり、気象シミュレーションを用いた「ウンカ飛来予測システム」が農研機構を中心に開発されました。さらに、発生源における殺虫剤耐性等の情報収集も行われ、我が国における対応策は大きく進歩しました。

このように病害虫の発生予測は高度に進化しましたが、それでも予測できなかったのが、近年相

次いだセンチュウ類の新規発生でした。主にジャガイモを加害するジャガイモシロシストセンチュウ（Gp）は2015年北海道の一部地域で、アブラナ科野菜やテンサイ等を加害するテンサイシストセンチュウ（Hs）は2017年長野県の一部でそれぞれ発生し、いずれも海外の特定地域で発生しているものの、我が国では未発生でした。準備期間のない中、研究機関と行政機関が協力して、情報収集と試験研究、有効な技術と分かれば即実践防除、といった慌ただしい対応策（緊急防除）が今も続いています。

そんな中でも実は、北農研は「備え」をしていたのです。現在、Gp防除の主役として利用されている、線虫密度低減に有効な捕獲作物「ポテモン」。北農研では近縁のジャガイモシロシストセンチュウ（Gr）に対する捕獲作物の効果を実証し、利用法を成果情報として公開していました。そのため、Gpに対する効果の検証、種苗会社による種子増産、普及センターによる播種法改良等が円滑に進み、発生翌年からの緊急防除に実践配備することができました。さらに抵抗性品種の探索では、北農研を中心とする国内バレイショ育種ネットワークが機能しました。海外から導入されたGp抵抗性候補遺伝資源を国内から収集して抵抗性検定を一気に行うことで、優良品種の選抜に成功しました。現在、種苗管理センター等で種いも増殖が行われており、早ければ初発生から6年目でGp抵抗性品種が現地栽培される見通しです。

このように、新規発生病害虫に対して迅速な対応ができたのは「備え」のおかげと考えます。「備え」が重要なのは、地球規模の災害への対応等と共通します。予測される全ての病害虫（災害）に備えるのは予算的にも人員的にも厳しいのが実情ですが、研究者は独自の嗅覚を磨き、本当に必要な「備え」に予算と努力を注ぐ対応が必要と考えます。

国産畜産物の高付加価値化における自給飼料の果たす役割 ～革新的技術開発・緊急展開事業（経営体強化プロジェクト） 「道産トウモロコシの安定供給に基づく高付加価値畜産物 生産技術の開発」研究成果から～



酪農研究領域長 大下 友子
Tomoko OSHITA

1. 研究の目的と概要

本稿では、計画の最終年度を迎えた経営体強化プロジェクト「道産トウモロコシの安定供給に基づく高付加価値畜産物生産技術の開発」研究について紹介します。本課題は、イアコーンサイレージ*（以下、ECSと略記）等高品質自給飼料を利用した道産畜産物の高付加価値化や海外産畜産物と

の差別化により、販路拡大を図り、生産者の収益性向上を実現するとともに、地域経済を活性化することを目指しています（図1）。課題構成としては家族型酪農体系と肥育家畜生産体系に大別され、低コスト飼料生産、効率的給与、畜産物の差別化の個別技術の開発と体系化に取り組んでいます。



注釈
*イアコーンサイレージ：
とうもろこしの雌穂（子実、芯、
穂皮）を乳酸発酵させた飼料

図1 課題（道産飼料）が実現を目指す地域戦略の概要

2. これまでの研究成果（ECSの給与効果）

家族型酪農体系の実証では、嗜好性の高いECS入りTMR*を高泌乳牛群に給与すると、夏季（6月～9月）の乳量低下を緩和できることを明らかにするとともに、官能評価試験から一般消費者はECS給与牛乳を“おいしい”と感じ、発酵乳（ヨーグルト）の香りや酸味にも違いが出ることを確認しました。

*生草、サイレージなどの粗飼料と穀物などの濃厚飼料を混ぜ合わせた混合飼料

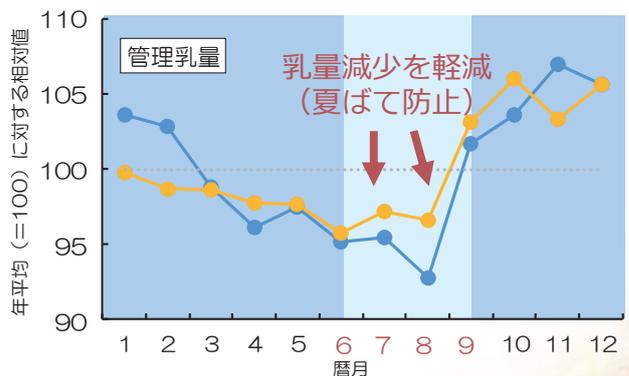


図2 高泌乳牛へのECS給与効果（夏季の乳量低下緩和）

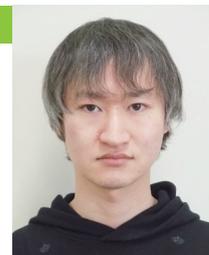
3. マニュアルのとりまとめに向けて

自給飼料を活用した国産畜産物の高付加価値化には、①“おいしさ”の理化学的証明と、②製品に産地情報や生産履歴情報を付与、が有効であることがECS給与牛乳を原料としたジェラートの販売実証等から明らかになっています。今年度作成予定の

マニュアルでは、現在公開中の第2版（2017年作成）の情報に加え、自給濃厚飼料の低コスト生産技術や畜種別効率的給与技術の成果に加え、履歴情報付与を含めた高付加価値化技術を提示していきたいと考えています。

イアコーンサイレージのルーメン内分解特性と 泌乳牛の採食パターン

酪農研究領域 自給飼料生産・利用グループ 多田 慎吾
Shingo TADA



日本の酪農業は圧ぺんとうモロコシに代表される輸入穀物飼料に大きく依存しています。穀物の国際価格の高騰は酪農家経営を大きく圧迫します。また、資源循環の視点からも、近未来的には自給飼料に基づく酪農業の展開が重要です。

イアコーンサイレージ (ECS) は、飼料用トウモロコシの雌穂 (子実、芯、穂皮) を発酵させてつくる飼料であり、デンプン含量の多い高エネルギー自給飼料として北海道を中心に注目が集まっています。ECSに含まれるデンプンは圧ぺんとうモロコシのデンプンと比べてルーメン (ウシの4つある胃の1つ目) 内で速く分解されます (図1)。過去の研究では、ルーメン内でのデンプン分解性が高い飼料は、乳牛の採食行動を代謝的に制限する、つまりウシはすぐ満腹になるため飼料の必要量を採食できず乳量が低下する例も報告されています。ECSを給与した場合も、採食パターンや飼養成績が制限されるのでしょうか？

図2にECSまたは圧ぺんとうモロコシを含む飼料を朝 (9:30) と夕方 (16:30) に乳牛へ給与した際の1日の採食パターンを示しました。夕方の飼料給与後は1~1.5時間ほど採食が続きますが、



写真1 ECSを採食する乳牛

その間に食べる量はECSの給与により少なくなりました。しかし逆に、その後翌朝の給与までの採食量はECS飼料の方が多くなりました。つまりECSの給与により、給与直後の採食は制限されても、その後の採食は活発、すなわち、満腹になるのは早くてもまたお腹が空いて食べられる、といった採食パターンでした。最終的に1日の採食量だけでなく、乳量および乳成分も低下しませんでした。

以上の結果から、ECSの給与で従来と異なる採食パターンとなるものの飼養成績には問題はないことが分かりました。ECSの利用をさらに推進するために、給与方法に関する研究情報をこれからも提供したいと考えています。

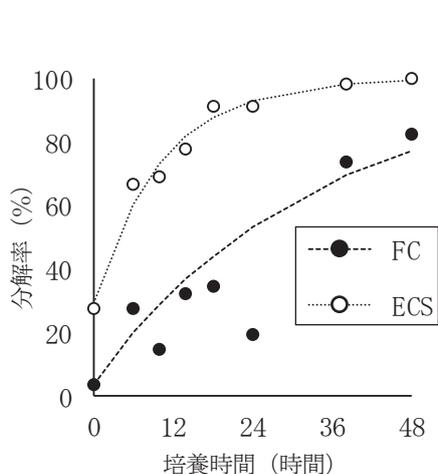


図1 ルーメン内デンプン分解率の推移

* FC: 圧ぺんとうモロコシ, ECS: イアコーンサイレージ

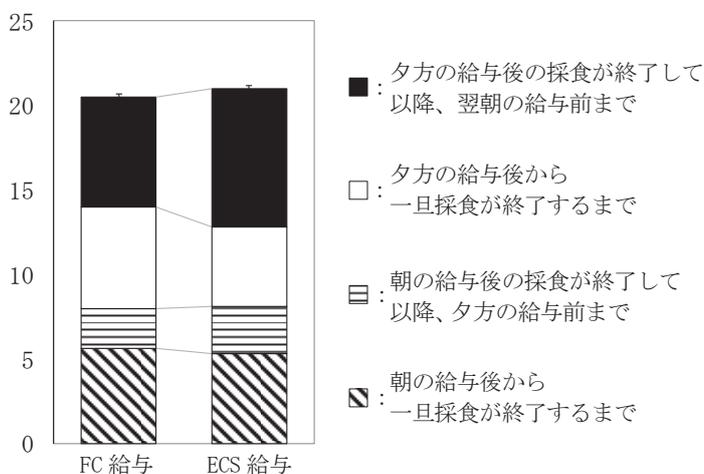


図2 泌乳牛の時間帯ごとの採食量 (乾物kg)
エラーバーは合計採食量の平均値の標準誤差

北海道水稲の発育予測モデルにおける品種の 早晩を適切に推定するパラメータ作成法



生産環境研究領域 寒地気候変動グループ 濱崎 孝弘
Takahiro HAMASAKI

水稲の栽培において、穂が出る時期（出穂期）や実が熟す時期（成熟期）などの発育ステージを見極め、予測することは、水管理や病害虫防除、収穫などを適切な時期に行うため、あるいは品種の栽培適地の判断をする上で重要です。発育の進み具合は天候等の影響を受けて変わるので、その予測には気温などの気象データから計算を行う“発育予測モデル”が利用されています。

北海道で用いられている発育予測モデルのうち“発育指数（DVI）”を用いた発育予測モデルは、計算に用いる気象データの入手や計算が比較的容易で、かつ推定精度が高いことからよく利用されていますが、現在用いられている計算式の係数（パラメータ）は、品種の早晩性（出穂期や成熟期の早い遅いの違い）が“やや早”の一部の品種にしか対応していませんでした。そこで、“やや早”以外の品種を含む主要品種について、発育予測モデルのパラメータの作成を行いました。

作成の対象としたのは、“早”の「大地の星」、 “やや早”の「ゆめぴりか」、「ほしのゆめ」、「おぼろづき」、「ななつぼし」、「きらら397」、「きたあおば」、「やや晩」の「ふっくりんこ」、「かなり晩」の「たちじょうぶ」です。

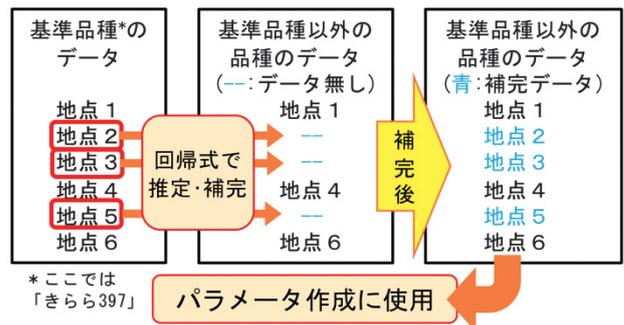
発育予測モデルによる推定結果は、対象とする地点によって一定の傾向を持った誤差（ずれ）を生じます。例えば、地点Aでは、毎年、出穂予測が2日ほど早めに予測され、一方、地点Bでは2日ほど遅めに予測される、などです。そのため、この地点Aのデータのみでパラメータを決めると、作成されたモデルは地点Aにはよく合うものの、地点Bでの発育を4日ほど遅く予測することになります。さらに品種によってこのデータ取得地点が大きく異なると、実際の品種間の早晩性の違いが正確に予測できなくなってしまいます。

それを解決するために、道内で広く、かつ長期間栽培されている品種（ここでは「きらら397」を使用）を基準品種とみなしてそのデータを用い、データ取得地点や年が限られた品種のデータを推定・補完する方法を考案しました（図1）。北海道で栽培されている水稲品種は栽培地域に関わらず出穂期などの発育ステージが品種間で直線的な関係を示すことから、補完したい品種のデータは基準品種のデータから簡単な線形（せんけい）の回帰式（かいきしき）で推定できます。このデータ補完により、パラメータ作成に使用する

データの取得地点や年度が、どの品種も擬似的に基準品種と同等となります。

この新しく考案した方法でデータを補完することで、従来方式でパラメータを作成した場合に正しく評価できなかった品種間の早晩の違いを、より正しく評価できるようになりました（図2）。

本パラメータ作成法は北海道の水稲品種について、新規に導入する品種や栽培地域が限定されていた品種など、栽培データが少なく、データ取得地域に偏りがある場合にも他品種との早晩の違いを正しく予測できるモデルを作成でき、作成された発育予測モデルは早晩性の異なる複数品種を栽培管理するための発育予測や、品種の適地判断に活用できます。



*ここでは「きらら397」

図1 基準品種を用いたデータ補完の模式図
(データの無い地点2、3、5を、回帰式を使って補完する。)

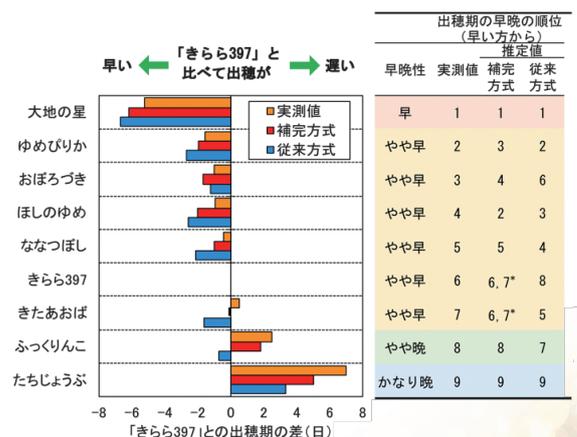


図2 新たなパラメータ作成法（データ補完方式）による推定出穂期の品種間の早晩の差の適正化

定期作況調査データおよび北農研独自調査データでパラメータを作成したモデルの、奨励品種決定基本調査データでの検証結果を示す。補完方式により値は実測値に近づく。

*「きらら397」と「きたあおば」は検証データの範囲内で推定出穂期が同じだった。

ドローンを用いた牧草育種における個体選抜の評価法



作物開発研究領域 飼料作物育種グループ 秋山 征夫
Yukio AKIYAMA

狩猟、農耕、工業、情報社会（Society 1.0～4.0）に続く新しい社会Society 5.0が提唱されています。スマート育種の実現はSociety 5.0における重要課題の一つです。ここでは我々の飼料作物育種分野でのスマート育種研究の取り組みの一例を説明します。スマート育種で重要なキーワードは、画像解析法、ドローンです。

画像解析法は、デジタル画像を利用することで視覚情報を客観的に扱えるようにする技術です。鳥のように空から圃場を眺めることができれば、沢山の個体を一度に見ることができます。ドローンは鳥の視界をデジタル画像として取得することが可能です。そこで、このデジタル画像にPC上の解析プログラムを組み合わせることで、客観的かつ効率的な牧草個体評価法を開発できるのではないかと考えました。

図1は1050個体が植わっているオーチャードグラスの育種圃場を、黄さび病が発症している時期にドローンで空撮した画像の一部です。この圃場を歩いて回って被害の評点（罹病程度）を付けると、急いでも1時間以上はかかり、じっくり見ると丸1日かかることもあります。ドローンを使うとわずか数分でこの画像が得られ、その後の画像解析も短時間で行うことができます。画像解析では緑の量を反映する指標rGRVI（相対緑赤植生指数）を算出しました*。株の大きさが大きい（草勢が良い）と画像中に占める1個体の緑の量が多く、つまりrGRVIが大きく、その逆は小さくなり、株が大きくても病気にかかれば緑の量が減ってrGRVIが小さくなる、という仮説（図2）を検証するためです。

草勢と罹病程度に関する育種家評点とrGRVIの関係を示したのが図3です。草勢、罹病程度ともに育種家評点とrGRVIに高い相関があることがわ



図1 オーチャードグラスの黄さび病発症の様子（黄色い部分が発生箇所）

かりました。つまり、この結果は図2の仮説を支持しており、rGRVIの高い個体＝優良個体である可能性が示されたこととなります。実際に同一集団から選抜した結果では、育種家とrGRVI法で選抜した2つの個体群で約半数が同一個体でした。

上記のような研究の実施には、以下のような背景があります。参加11カ国の協定「TPP11」が発効され、安価な食肉および乳加工製品の輸入による日本の酪農・畜産業界への影響が懸念されています。酪農、畜産物をこれまで以上に効率的に増産するため、エサとなる高収量かつ高栄養価の飼料生産の重要性が高まり、新しく優れた飼料作物の品種の開発が求められています。高収量で高栄養価な品種を開発するためには、越冬、越夏後などに良い草勢を示し、品質を劣化させないよう病気に強い個体を選ぶ必要があります。

こうした草勢や罹病程度は視覚情報であるため、現状では育種家の経験と能力に基づいた主観的な評価が行われています。つまり、優良な品種が育成されるかどうかは、担当する育種家の資質に依るところが大きいのです。また、少ない個体数よりも多くの個体数の集団から選んだ方が、優良個体が選ばれる可能性が高くなります。しかし、育種家が評価できる個体数には限りがあります。rGRVI法はこのふたつの問題、客観化と効率化に寄与できます。現在、rGRVIの実証試験を行っているところです。

*詳しくは秋山ら(2019)日草誌 65:8-14をご覧ください。

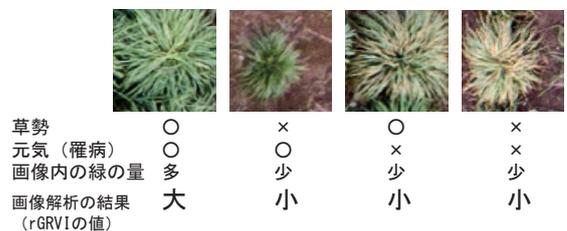


図2 個体の状態と予想されるrGRVI

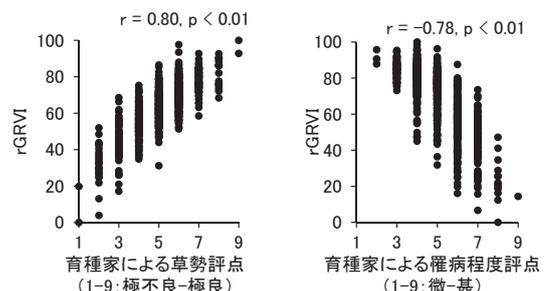


図3 育種家評点とrGRVIの関係

日本育種学会賞受賞報告

受賞業績名/苦味の無いダツタンソバ品種「満天きらり」の育成

受賞者/北海道農業研究センター ダツタンソバ品種「満天きらり」育成グループ

(代表:鈴木 達郎¹、森下 敏和²、六笠 裕治³、瀧川 重信⁴、野田 高弘⁴、横田 聡⁴、石黒 浩二⁴)

1 現農研機構九州沖縄農業研究センター、2 現農研機構次世代作物開発研究センター、3 故人、4 農研機構北海道農業研究センター

平成31年3月16日(土曜日)に千葉大学で開催された日本育種学会第135回講演会ならびに第69回総会で、北海道農業研究センターのダツタンソバ品種「満天きらり」育成グループは、2018年度日本育種学会賞を受賞しました。

ダツタンソバは、ポリフェノールの一種ルチンを多く含む機能性食品として期待されています。従来のダツタンソバ品種は、水を加えるとルチンの大部分が分解し、強烈な苦みが生じることから、普及が進みませんでした。

育成グループは、苦みの無い品種開発を目指し、平成18年から開発をスタートさせました。世界各地から収集した約500種類のダツタンソバ遺伝資源等の中から苦みの元となるルチノシダーゼをほとんど含まない種子を発

見し、交配・選抜や品質評価、現地試験、工場での実証試験等を経て、苦みの無いダツタンソバ品種「満天きらり」を平成23年に育成することができました。

育成後は、品種の普及活動を行いつつ、産地や食品加工企業等と連携し社会実装を進めてきました。その結果、オホーツク沿海北部の耕作放棄地解消や6次産業化の製品開発など地域に競争力のある新産業を築き、雇用創出と地域経済の活性化に貢献したことが高く評価され、栄えある学会賞に輝きました。



授賞式の様子

日本草地学会賞受賞報告

受賞業績名/放牧草地の効率的利用技術の開発と体系化に関する研究

受賞者/須藤 賢司(農研機構北海道農業研究センター)

平成31年3月26日(火曜日)に広島大学で開催された2019年度日本草地学会広島大会で、北海道農業研究センター酪農研究領域大規模家畜管理グループの須藤賢司グループ長は、2019年度日本草地学会賞を受賞しました。

日本の畜産業においては飼料自給率の向上と労働過重の解消が喫緊の課題であり、その解決策の一つとして乳牛や肉牛の放牧技術の開発が進められています。一方、放牧飼養条件下では、不適切な草地管理により十分な家畜生産性を得られない場合があります。このため、草地面積と放牧頭数のバランスや草地生産量の季節変動に関係する知見の蓄積、ならびにそれらの定量的な把握と評価に基づいた放牧技術の構築が求められていました。そこで受賞対象となった研究では寒地型牧草地を対象に、

1) 草種の特性に合致した放牧方式の開発、2) 放牧草地の利用性に影響する要因の定量的解明、3) 放牧を活用した草地利用技術の体系化を通じ、放牧草地の効率的利用技術の確立を図りました。これら一連の成果は、乳牛・肉牛に対する放牧飼養の可能性と重要性を示すとともに、畜産経営の収益性改善・生産物の低コスト化・飼料自給率の向上に資するものであり、草地農業の安定化と持続性の向上に大きく貢献する点が高く評価され、今回、栄えある学会賞に輝きました。



授賞式の様子

稲作体験学習(田植え)開催報告

農研機構北海道農業研究センターでは、都市部の子供たちに農業と食べ物についての理解を深めてもらうため、地元の羊丘小学校からの要請に応じて、5年生を対象に、稲作に関する体験学習を行っています。

6月3日に、その1回目として北農研の水田センターにおいて、田植え体験を行いました。この日は天気恵まれ、作物開発研究領域水稲育種グループの保田上級研究員から説明を受けた後、班に分かれてさっそく田植えを開始しました。

今回植えた稲は、良食味で乾田直播栽培(水を入れる前で畑状態の田んぼに直接種もみをまく方法)にも向き省力化や低コスト化が可能な新品種「さんさんまる」を始め、適度な粘りの強さと柔らかさが特徴の「おぼろづき」、ご飯の白さに優れツヤのある「ゆきさやか」、食味のバランスが良い「ななつぼし」の全部で4品種です。

子供たちは足から伝わる田んぼの土の感触に初めは声を上げますが、苗を持って植え始めたら表情は真剣です。あらかじめ引かれた目印の線に合わせて、手際よく苗を植えては前に進んでいきます。時折、足が深く埋まり抜けなくなる様子が見られましたが、職員のアドバイスを聞いて自力で脱出。大きく転倒する子はおらず、無事に予定していた田んぼへの植え付けが終わりました。

最後の質問コーナーでは、1株の稲からどのくらいのお米が穫れるのか、職員の手植えや田植機を使った田植えはどれだけ早いのか、などの質問に研究員が回答しました。



田植え体験の様子

■表紙

北農研では、生産現場から求められているニーズに対し、速やかな現場への実装を目指すためのさまざまな実証プロジェクト研究を行っています。

畜産分野では、イアコンサイレージ*を用いた自給濃厚飼料による生産コストを抑える技術などの開発を行っています。（詳細は、P2特集企画をご覧ください）。

*イアコンサイレージは、飼料用トウモロコシの雌穂(しすい:子実、芯、穂皮)を発酵させてつくる飼料です。



北農研生き物百景—カワセミ

Hokkaido
Agricultural
Research
Center, NARO

北農研ニュース

令和元年7月31日発行 No.64

■編集・発行

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

北海道農業研究センター 企画部 産学連携室

〒062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地

TEL 011-857-9260(広報チーム) FAX 011-859-2178

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/harc/>

Copyright © HARC All Rights Reserved.