



北海道における 農林業の担い手 人材育成



北海道における農林業の担い手 人材育成

人口減少の影響が全国各地で見られるようになってきました。北海道における基幹産業の一つである農林業でも人手不足への対応がますます重要となっています。

その解決方法の一つとして、農地面積、森林面積が国内で一番広い北海道では、先端技術を使ったスマート化や省力化を含め、多くの作業を機械化することによって労働力の不足をカバーする取り組みが進められています。

また、農林業経営を取り巻く環境も変化していることから、担い手の方々にも多くの知識が求められています。こうした専門的な技術等を身につけるため、農業大学校等があり、近年ではスマート農業等のプログラムも導入されています。

この冊子では、農業・林業を対象とした専門の学校で学んでいる学生を紹介するとともに、最先端の技術を開発している研究者や現場で行われているスマート農業の普及活動の事例を紹介しています。併せて「愛林のまち」津別町を舞台に持続的な地域づくりに向けて新人や移住者などを育成している行政や企業をレポートしました。

北海道の農業や林業を幅広い観点から知っていただき、これらの産業を新たに志す方、関連する産業に関心のある方への参考になれば幸いです。

目次

I 新人教育の現場から

北海道立農業大学校	2
北海道立北の森づくり専門学院（北森カレッジ）	4
北の森づくり専門学院 前学院長 寺田 宏	6
連絡・問い合わせ	9

II 北海道におけるスマート農業について

野口 伸（北海道大学農学部副学長・教授）が進めている
ビークルロボティクスを中心に

III スマート農業技術の人材育成

北海道農政部生産振興局技術普及課
十勝農業試験場駐在 馬淵 富美子

普及活動事例	21
--------------	----

IV 津別町における林業振興と人材育成

V 北海道農業の人手不足に対応した農業技術について

北海道開発協会 開発調査総合研究所長 黒崎 宏

北海道立農業大学校

十勝の大地で学び、 これからの農業を支えていく

酪農地帯で知られる十勝地方。その東北部、本別町にある「北海道立農業大学校」。1946（昭和21）年に「北海道庁立農業講習所」として発足して以来70余年、北海道で農業を学ぶため、全道、全国から学生たちが集まり、専門的な知識と高度な技術を身につけてプロの農業経営者を目指しています。卒業生は道内各地で農業経営者、また地域の力となる人材として活躍しています。



実習と課題をこなして 今の農業を身につけ、 幅広い視野と創造力のある プロ農家を目指す

これからの農業の担い手として求められるのは社会の変化に広い視野で対応し、豊かな創造力で農業と農村のリーダーとなれる人材。そのために先進農家・先進企業での体験学習や、さまざまな実習で自ら設けた課題にチャレンジできる教育内容が組み込まれています。在学中に多くの資格や免許を取得できる環境も魅力的です。



広大なキャンパスで 充実した学生生活を

240haもの広さがある敷地の中には校舎、用途に合わせた農場、温室、牛舎（肉牛・乳牛）、ミルクパーラー、加工施設、実験室、体育施設などが整備。次代の農業経営者を目指すため、学生生活を充実させるための設備が揃っています。

全寮制から生まれる繋がりを

広大な敷地の中で朝・夕に実習があるため、農業大学校は全寮制です。最初は慣れない寮生活ですが、自主的な共同生活を通じて得るものは大きく、卒業後の社会生活に役立っています。サークル活動や搾乳のアルバイトなど課外活動も可能です。

農業大学校から農業の仕事へ



北海道立農業大学の 学生さんに聞きました

※2021年11月に取材

お話を聞かせてくれたのは二十歳の2年生（取材時）。酪農に興味を持ち、道外から北海道にやって来た畜産経営学科の学生さんです。牛と北海道が大好きなお二人の話から、農大ならではの貴重な学生生活が見えてきました。



農業大学校を知ったきっかけは？

大場 農業高校の先生に教わりました。羽幌町で農大のお話を聞く機会があってきっかけになりましたね。

藤原 高校の修学旅行で十勝に来て知りました。他の大学も考えたんですが、より実践的な勉強ができると聞いて決めました。

入学する前の印象とは違ったことなどはありますか？

大場 遠別の農業高校では羊が相手だったので、まず牛の大きさにびっくりしました。

藤原 寮が広くて、ご飯が美味しくて感動しました。特に食堂のカレーがおいしい（笑）。

※女子寮は新しく、一人部屋なので快適（ちなみに男子は二人部屋）

大場 農業は細かい作業のあちこちに喜びを感じられます。自分の成長も実感できるというか。牛の世話など嬉しいことがたくさんあります。

卒業後の目標はありますか？

大場 まずは働いて仕事を覚えるところから。その後で考えていきたいですね。

藤原 いずれは新規就農したいです。アニマルウェルフェア（動物福祉）を意識した放牧がしてみたいです。

大場さんは農家へ、藤原さんは酪農ヘルパーの会社とそれぞれ道内の就職先が決まっています。これからの農業の担い手としての心強さを感じられるお二人でした。



おおば ひより
大場 日和さん

静岡県出身。元々乳製品が好きだったこと、そして中学生の時の酪農体験がきっかけとなり、遠別の農業高校を経て農業大学校へ。



ふじわらのの
藤原 野々華さん

大阪府出身。小学6年生の時に酪農家のファームステイを体験したことがきっかけ。高校卒業後、北海道へ。

農業は力仕事が多いイメージですが、実際は？

藤原 力仕事が意外に少ないと思いました。以前は剣道部だったので、逆に体力は落ちてしまったかも？

大場 農大だと搾乳の時にミルクカー（搾乳のための機械）を運ばないので楽です。搾乳のアルバイトや研修で行く牧場によっては力仕事もあるので、私は体力が付いてガタイが良くなったような（笑）。

先生 実習の中では女子も大きなトラクターを運転しますよ。

藤原 デントコーンの収穫をしました。

先生 農大でもハイテク化に向けた授業がありますが、スマート農業を取り入れることで、農業のキツさが軽減される部分もあります。

大場 牛につけた機械で発情がわかるので、その時期に集中して観察できて助かりました。

生き物を相手にする実習の中でどんな体験がありましたか？

大場 出産に立ち会って、生まれたての子牛に初乳を飲ませた時は感動しました。帝王切開手術で子牛を取り出す様子も見ることができました。

藤原 牛の胃袋の位置を治す手術も見学しました。

大場 大抵のことは学生に任されていて、牛の除角もします。

藤原 肉牛のオスの去勢もしますよ（男子は逃げがちな作業で女子の方が得意らしい）。2年間の実習経験で、色々な作業スピードが速くなったことが嬉しいです。



先生にも聞きました。

農業大学校の学生さんはどんな方？

高校を卒業して入学する学生が多く、2年間の養成課程には畜産と畑作園芸の二つの学科があり、それぞれ定員30名です。畑作園芸経営学科は実家が農家の農業後継者の学生が9割。畜産経営学科は半分ほどが道内の農家、半分は非農家の家庭から来ている印象ですね。現在、2年生は27名で、女子は9名。毎年5～10名の女子が入学します。女子の方が農家出身ではない子が多い傾向があります。

卒業後、いずれは新規就農を目指す学生もいれば、従業員を目指す子も。いずれにしても農業に携わっていきたい学生がほとんどです。道外出身の学生を含め、ほぼ道内の農業関係の仕事に就職しています。

農業大学校で学ぶことの良いところは？

学校では午前中に講義を受けて知識を深め、午後からは体を動かして実習します。ただ作業するだけではなく、なぜこの作業をするのかを理解して動く。学校が目標とする実践的な実習を通じて、改善点に自分で気づいて取り組んで次のステップに進みます。

また全寮制で生まれた人間関係で、ここでしか得られないつながりができます。卒業生は北海道各地にいますので、全道のネットワークができるところも農大の良さと言われています。卒業後も悩みや新しい挑戦についてなど、先輩や仲間、先生たちに相談できますから。人との繋がりが、2年間に学んだ中での大きな財産だったという卒業生もいます。

北海道立農業大学校 主査（畜産）川上あづさ先生



北海道立北の森づくり専門学院

キャンパスはまるごと北海道 百年先の森を作る人材に

広大で豊かな森林に恵まれている北海道。林業や木材産業が盛んで、木材の生産量、生産額、植林面積、木材の自給率は全国一です。そして現在、人工林の7割が樹齢40年以上となり、まさに収穫時とされています。今求められるのは北海道の生態系を育む森林を次世代に引き継げる人材。

そこで2020年4月、林業・木材産業が盛んな旭川市に「北海道立北の森づくり専門学院(北森カレッジ)」が開校しました。

現場で力を発揮できる、 山のスペシャリストを育てる

道内外から入学してきた学生は2年間、基礎から応用まで段階的に学びます。授業の3分の2が実習で、卒業までに林業機械やチェーンソーなど最大14もの資格を取得し、就業後すぐに現場で活かせる技術力を磨いています。また、将来を見通せる森林経営、地域課題の解決に関する実習も行い、森林に関わる担い手が育つ場として注目されています。

実習先は全道各地

北海道の広大な森林は広葉樹林、針葉樹林、人工林など地域によって種類も多様。学生たちは実習で各地に滞在し、森の特性や地域の現状を学びます。旭川のキャンパスを中心に地域や産学官と連携した教育プログラムを実施し、全道各地の林業・木材産業の現場で実践実習やインターンシップを行う学生たちをオール北海道の教育体制で支えています。



北森カレッジ 林業・木材産業学科(定員40名)



森林・林業・木材産業の
基礎知識、
作業技術の基礎実習、
資格取得



全道各地で長期の実習、
インターンシップと就業実践、
応用実習、地域づくり活動



森林組合
種苗関係企業
造林・造材関係企業
森林土木関係企業
木材加工関係企業
など

木材の魅力が日々 伝わってくる新校舎

2021年に完成した校舎には北海道の主要樹種、トドマツ、カラマツなどを使用し、玄関ではチェーンソーアートがお出迎え。ガラス張りの教室や実習室、吹き抜けのホールには木の香りが漂います。外からの光をうまく取り入れて空調を管理できる大きな窓と天井、無柱の実習室には新しい建築部材のCLT(木材を縦と横に組み合わせることで強度を出した厚い板)を活用した棚、道産の木質チップを燃料とする木質バイオマスボイラーなど、木の温みがあったところで感じられる校舎では伝統的・先進的な工法や木材の活用を見て触れることができます。

全国初、フィンランドの 林業教育プログラムを導入

北海道と気候等で類似点の多いフィンランドは林業先進国。北森カレッジではフィンランドの林業専門学校と覚書を結び、教員や学生の相互交流、林業機械のシミュレーターを使用した教育プログラムを導入しています。



北森カレッジの 学生さんに聞きました

※2021年11月に取材

居心地の良い新校舎でお話を聞いたのは道外から北海道へやってきた男女二人の2年生。学院の一期生です。ここまでの道のりはまったく違うお二人ですが、北森カレッジでの日々でどんな経験を積んだのでしょうか。



どうして北森カレッジへ？

鎌田 祖父が林業に携わっているので興味はありましたが、仕事のことはよくわからなかったので、まずは大学で森林に関わる勉強をしました。でも資格を取ることができず、祖父母のいる北海道で北森カレッジが開校することを知り、林業を学びながら全国各地で実習できる、資格も取れる！ということで入学を決めたんです。また、自分は満員電車で会社に通うような仕事は向いていないなと思っていたこともあって……。実は最初、長野の大学の教授や親にはなぜ？とあまり賛成はされませんでした。林業をやりたい気持ちを説明してわかってもらいました。

下谷 結婚後、関東で暮らしていました。でも、子どもの病気をきっかけに自然豊かな場所で育てたいと思ったんです。両親が北海道出身ということもあり、道内で暮らした経験もあったので、こちらに移住することにしたんですが、「資格がなければ就職は難しい」と親戚に聞いたんです。そこで調べていたらこの学院を知って、学びながら資格を取れることが魅力的で周りや相談して決めました。入学してからは泊まりの実習が多いので家族に協力してもらっています。

全道あちこちを見ていかがですか？

鎌田 一週間の実習を3回連続で行った時は全国各地、道東から道南まで移動距離が長くて、わかってはいたけど北海道の広さを実感しました(笑)。実際に工場の機械を見て話を聞いたり、各地の違いもわかって良かったです。

下谷 実習の場所によって地形も樹種も違うので広さを感じましたね。今まで山に入るのはレジャーでしたが、実習や部活を重ねて山への印象が変わりました。

鎌田 山を見ると笹に注目するようになりました。笹の生え方で積雪量がわかるので、ここは雪がこれくらい積もるのかなどイメージしています。



かまだ かずき
鎌田 和希さん

横浜市育ちの25歳。長野県の大学で森林について学んでいたが、技術を身につけたいと卒業後に北森カレッジへ。祖父母がいることも北海道に移住するきっかけに。

部活でも森に関わっているんですね。

下谷 私は山菜部と山部に入っています。

鎌田 山部と競技チェーンソー部です。山部は所有者さんに土地をお借りして、まずは踏査して境界や地形を調べます。それからみんなでどんな山にしようか話し合い、道を通したり、倒木を使って家具を作ったりしています。

※残念ながらコロナ禍でチェーンソーの大会は中止になってしまったそう。



インターン先での体験を教えてください。

鎌田 実習では実際に(チェーンソーの)大会に出ている方に教えてもらったりして、3日間で100本近く切らせてもらうこともできました。力作業で大変だよと周囲に言われたんですが、学生時代からバスケをしていたこともあって、体を動かす仕事が向いているなと思っています。

下谷 正直、まだ女性が少ない世界なので、山に入るとトイレの問題はあります。でも作業の前後など工夫していますし、インターンの際は気遣ってもらえました。実習先で出会う会社の方には「無理せず、できる範囲で一生懸命やればいいよ」と言ってもらえたり。一見無口に見える年配の方も、慣れていくと優しく教えてくれましたね。こちらがやる気を見せていると気持ちは伝わるなと思いました。これは林業に限ったことではないんでしょうけど。

※2年生の女子は2人、1年生では6人。少ないながらも増えています。

林業に興味を持つ人が迷っていたら何と伝えますか？

鎌田 百聞は一見にしかずでしょうか。職業体験をしている会社も増えていて、業界としてウエルカムな雰囲気があります。実際に山に入ってハーベスターが動く様子を見たらいいと思います。腰袋(山の道具入れ)を下げている姿はカッコいいですよ。今まで見た自分の世界との違いを感じられて社会勉強にもなると思います。

下谷 興味があるならチャレンジしてみたらいいと思います。もし都会に疲れている人がいたら、こういった山の仕事もあるんだよと知ってもらいたいですね。

しもたに あき
下谷 亜記さん

横浜市出身の39歳。二人のお子さんがいるお母さん。祖父が東川町にいて、子どもを自然豊かな場所で育てたいという思いから北海道へ。



就職先が決まったお二人、今後目指していきたいことは？

鎌田 現場も事務もできる就職先に入ることができました。学院でも技術と経営について学んだので将来は林業に関わるすべてのことができるようになりたいです。でもまずは山を見る目を養いたいですね。インターン先で遠くから見ても樹種がわかる人、材を見て判断できる人に出会って、こうなりたいなと思いました。

下谷 私も山に入る仕事があるので樹種の区別がつけられるようになりたいですね。まずは就職先の仕事を覚えて。後々は会社に企画などを提案できるようになりたいです。

知識や技術はもちろん、経営や地域が抱える問題への提案など、幅広く実習してきた一期生。100年先の森を作る第一歩を踏み出しました。

道立北の森づくり専門学院（北森カレッジ）

－森を育て、人を育てる学び舎－

前学院長
北海道水産林務部森林環境局長
寺田 宏

はじめに

北海道では、戦後造成された人工林が収穫期を迎えており、今後森林の伐採や伐採後の植林・保育など事業量の増大が見込まれています。しかし、近年進む人口減少や高齢化等により林業・木材産業の労働者を確保することが難しくなっており、業界からは森林づくりの担い手を育成する教育機関の設立を望む声があがっていました。

このため、道では、2020（令和2）年4月に道内初の林業の専門学校となる「北の森づくり専門学院」を旭川市に創立しました。

本稿では、学院の概要をはじめ、学院に期待されている役割や成長産業化のカギとなる「スマート林業」について生徒が学んでいる内容等をご紹介します。



写真－1 校舎外観

1. 北森カレッジの概要

本学院、略称「北森カレッジ」は、1学年40名を定員とする2年制の専修学校で、国内の林業専門学校の中では最大規模となります。現在の生徒数は77名で、その2割は転職やUIターンで入学した社会人であり、全体

の2割を道外出身者が占めています。また、最近では、林業機械オペレーターなど林業生産現場で働く女性が増えており、北森カレッジでも林業を学ぶ女性が全体の1割を占めるなど、多様な人材が集まっています。

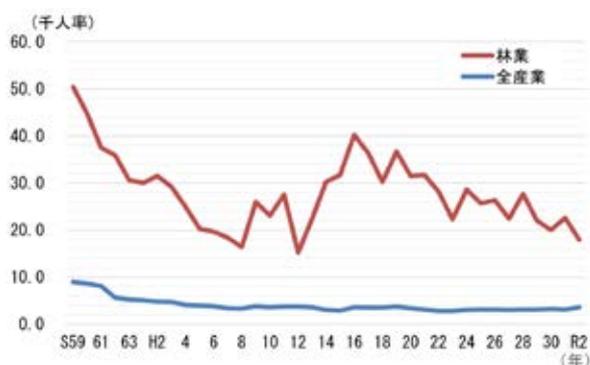


写真－2 学院第2期生

学院の教育方針では、林業・木材産業の即戦力となり、企業の中核を担う人材の育成を掲げています。このため、林内作業を安全かつ確に行えるようカリキュラムの3分の2を実習としており、川上から川下に至る現場作業で必要な14の資格等を在学中に取得できるようにしています。また、樹木学をはじめ、森林計画や林業経営、木材利用など林業・木材産業の知識を幅広く習得するとともに、全道一円で実習やインターンシップを行っており、道内各地で特色のある森林や林業等について学ぶことができます。

2. 北森カレッジに期待される役割

北海道における林業の死傷年千人率¹⁾は、長期的には減少傾向にありますが、22.6(2019(令和元)年)と全産業平均の約7倍と高く、業界にとって労働安全の向上は長年の懸案となっています。



図ー1 労働災害による死傷者発生率(道内)
北海道水産林務部林務局林業木材課資料

こうした背景には、林業生産活動がチェーンソーで1トンを超えるような立木を伐倒したり、樹木の生長を妨げる下草を刈払機で刈ったりするなど、刃物を使った危険な作業が多いことがあげられます。近年は、立木の伐倒から枝払い、丸太の生産まで一連の作業を行える高性能林業機械や搭乗型の草刈り機等が導入され、安全性が向上していますが、急峻な場所では依然として人力作業に頼らざるを得ません。

また、道内の多くの林業事業者は中小零細であり、安全に対する投資や組織的な取組みに余力がないことや、林業労働者の急速な減少や高齢化によって熟練者の技術が若手に引き継がれてこなかったことがあげられます。さらに、チェーンソーや林業機械等に関する資格等は比較的容易に取得できますが、技術の上達や研鑽は、実際の現場作業を通じて行われている実態にあります。このため、こうした技術や安全管理のノウハウは、作業員個

人に滞留される傾向にあり、検証が行われないうまま個人から個人に伝承されてきました。

こうしたことから、北森カレッジでは企業の意見も聞きながら、企業内で培われてきた技術を一般化・マニュアル化するとともに、練習メニューの作成等を通じて体系的・段階的に習得できるよう努めています。その取り組みの一つとして、林業先進地であるフィンランドの教育機関で使用されている高性能林業機械の3Dシミュレーターを11台導入し、安全かつ効果的に技術を習得できる環境を整備しました。3Dシミュレーターを使用した授業は国内初となるため、フィンランドにあるリベリア林業専門学校の講師からオンラインでシミュレーター操作や練習プログラムの開発について指導・助言を頂きながら、生徒に教えています。



写真ー3 高性能林業機械シミュレーター

また、チェーンソーと高性能林業機械の操作に関して、より高度な技術を集中的に学ぶアドバンスコースを令和3年度に開講するとともに、今後は、日本伐木チャンピオンシップ(JLC)への選手派遣や高性能林業機械シミュレーターの競技大会を開催するなど生徒の意欲を引き出しながら技術を身につける取り組みを積極的に進める予定です。

道では、林業における労働安全衛生の向上を図るため、国や労働基準監督署とも連携し、

1) 死傷年千人率：1年間の死傷者数／1年間の平均労働者数×1,000

研修の開催をはじめ、作業現場の巡視や行政指導等を行っていますが、その効果は限定的にならざるを得ませんでした。しかし、道内に北森カレッジができたことで、今後は労働安全の基本的な知識と技術を身につけた人材を安定的に輩出するとともに、林業労働者の安全意識や技術の底上げを図ることが期待されています。

3. 北森カレッジで学ぶスマート林業

近年、人口減少社会や生産性向上の処方箋としてデジタル化やAI等の先進技術が注目されており、道においてもこうした技術を取り入れた林業を「スマート林業」と称し企業等と一体となって推進しています。こうした技術は、林業の生産フィールドが広大かつ多様で人里離れた場所にあることや林業労働者が減少傾向にあることを踏まえれば必要不可欠なものと言えます。



写真-4 ドローンの林業利用

このため、北森カレッジでは、将来の森林づくりを担う生徒に対して、森林GISやドローンの操作、森林リモートセンシング技術の活用方法、ICTを活用して市場と木材の生産状況を共有できる林業機械等について学習するカリキュラムを組み立てています。また、アフターコロナにふさわしい教育環境を提供するため、タブレット端末等を活用した学習スタイルを構築するとともに、生徒と教員の情報共有やアクティブラーニングを行うため

のデジタルプラットフォームを整備し、生徒がICTやクラウド技術に触れ、使いこなすことができるよう努めています。

おわりに

北森カレッジは、2020年4月に開校しましたが、新型コロナウイルスの感染拡大によりカリキュラムの大幅な見直しや各種行事の中止等を余儀なくされ、厳しい船出となりました。これまでは、感染対策として毎日の消毒や検温、講義室での定期的な換気等を徹底しており、幸いにも学院内での集団感染は発生していません。これは授業の多くを屋外の実習に充てており、自然と3密が回避されたことで感染者の発生抑制に繋がっているのかもしれない。

新型コロナウイルスの感染拡大により、テレワークや自宅勤務など働き方が多様化する中、移住・定住ブームも後押しして自然環境の豊かな土地で働きたいと考える若者が増えています。林業・木材産業は、本道の基幹産業であり、カーボンニュートラルやSDGsに貢献する特殊な産業であることから、社会の変化を的確に捉え、地方に人を呼び込みながら地域の振興と豊かな暮らしを実現していくことが重要です。北森カレッジは、こうした活動を推進するエンジンとして、100年先を見据え、人材の育成と豊かな森林づくりに努めてまいります。

連絡・問い合わせ先

北海道立農業大学校



〒089-3675 北海道中川郡本別町西仙美里25番地 1

Tel 0156-24-2121

Fax 0156-24-2421

<https://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/ngd/index.html>



北海道立北の森づくり専門学院（北森カレッジ）



〒078-8381 北海道旭川市西神楽 1 線10号

Tel 0166-75-6161

Fax 0166-75-6160

<https://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/kms/index.html>



(このページは北海道 農政部・水産林務部のホームページより抜粋し、作成しています)

北海道におけるスマート農業について

一般財団法人 北海道開発協会
開発調査総合研究所

はじめに

スマート農業とは、基本的にICTやロボット等の新技術を使うとともに、データを活用した新しい農業です。北海道では、大規模農家を中心に、GPSガイダンスシステムを装着したトラクターが増えており、各地で無人で走行できるロボットトラクター等の実証実験が展開されています。スマート農業は、データの効果的な利活用を通じて、若手農家の活躍や新規就農のハードルを下げることにもつながります。

スマート農業研究の第一人者である北海道大学大学院農学研究院副研究院長の野口伸教授のお話しを中心に、北海道におけるスマート農業の取組みを紹介します。

1. スマート農業の背景と意義

2020年農林業センサスによると、全国の基幹的農業従事者（普段仕事として主に自営農業に従事している者）は136万人（個人経営体）で、5年前から比べて39万人（22%）減少しています。しかも、基幹的農業従事者の70%が65歳以上で、平均年齢も5年前の67.1歳から67.8歳へと高齢化が進んでいます。北海道の基幹的農業従事者は、平均年齢では58.5歳と少し若いものの、5年前から17%減少して7万人となっています。北海道農業においても、農業就業者の減少と高齢化にともなう労働力不足は、早急に解決すべき課題の1つとなっています。北海道では、広いほ場で様々な農作物を栽培していますが、現在の農業機械を利用しても、1人でできる作業は限界が



あります。北海道では、農家が離農しても、地域に残った農家が農地を取得して経営規模を拡大してきましたから、否応なしに農業者1人当たりの農作業量が増えているのです。北海道でも、農業者は更に減少していくと予想されていますから、将来的には耕作されない農地が増えていくことが懸念されます。

そうした課題の解決策としてスマート農業があり、「将来、遠隔操作が可能な無人ロボット農機が実用化し一般に広く普及すれば、一人で管理できる範囲が格段に広がります。農作業を効率化し、生産性を上げることで、農業者一人当たりの負担を減らしつつ、これまで以上の収量を確保することも可能になります。」と野口教授は話しています。

北海道の食料自給率は200%を超えていますが、近年では全国の自給率が低下傾向であ

ることから、食料基地としての北海道の役割は大きくなっています。スマート農業という新しい技術で、北海道が直面する人口減少などの問題を少しでも緩和していかなければなりません。

スマート農業の推進には、国も大変力を入れており、戦略的イノベーション創造プログラム（以下、SIP）の一つとして「次世代農林水産業創造技術」が選定され、産学官の連携による研究開発が推進されました。野口教授は、このプロジェクトの中核となるプログラムディレクターを務め、水田農業のスマート化に係る研究等に取り組みました。

2. データ駆動型農業の実践

野口教授は、スマート農業には、3つの機能があるといいます。1つ目はデータ駆動型農業の実践で、2つ目は自動化・ロボット化による省力化、そして3つ目は、「スマートフードチェーン」で、農業生産だけでなく食産業から消費者まで情報をつなぐことです。

第1のデータを活用した農業については、北海道でもベテランの農家がどんどんとリタイアしていき、労力不足だけでなく、経験に培われた農業技術や知識が消失してしまうことが課題でした。また、経営規模を拡大してほ場の数が増えていくと、ベテラン農家でも各ほ場の施肥管理や作業手順等を判断するのが難しくなります。このため、衛星画像やドローン、農機によって、ほ場の作物生育状況や収量予測、土壌条件などの空間情報を収集し、さらに気象予報データ等を加味したデータを分析することで、適切な農作業計画を立案します。これにより、播種や収穫などを適期に行うとともに、肥料や農薬等の投入資材の最適化を図ることができ、作物生産量の増大とコスト縮減に結びつきます。つまり、従来の「経験と勘」による農業から、データ駆

動型農業に転換することによって、若い農業者の技術習得を早めることができ、所得増加によって後継者難の解消につながることも期待されます。農業には様々な知識や技術が必要なことから、農家の子弟以外の方が農業に参入するのは難しい面がありますから、スマート農業の普及は、農業以外からの新規就農へのハードルを下げることにもつながります。個々の農家だけでなく、地域全体で取り組むことによって、農産物の高品質化、ブランド化を図ることで、地域の活性化にもつながります。「食料・農業・農村基本計画」（令和2年3月31日 閣議決定）では、「2025（令和7）年までに農業の担い手のほぼ全てがデータを活用した農業を実践することを目指す」と掲げています。

データ駆動型農業を実践するためには、効率的にデータを集めることが重要ですので、SIPでは田植機等の農機にセンサーを装着し、作土深や肥沃度等のデータを自動的に把握するシステムを開発しています。従来、こうしたデータは、個々の農家や民間事業者等で利用していたものもありましたが、相互の連携がなく散在しており、データ形式等もバラバラで、中には個人情報を含むなど慎重な情報管理が必要となる等の課題があったため、SIPでは様々なデータを連携・共有・提供することができる「農業データ連携基盤（WAGRI）」を開発しました。既に、「農研機構」が運営主体となって運用が始まっています。例えば、「道総研」の各地の農業試験場では様々な作物の栽培技術等が研究され、役に立つ指針等が公開されていますが、農家が必要な情報を探するのが難しい場合もありますので、既存の各種情報を使いやすく整理することも重要です。また、データの活用を広めていくためには、データの取得コストを抑えることも必要です。WAGRIは“データを

共有する”、“データを連携する”、“公的なデータを提供する”ことで、農家や農業団体をはじめ、農機具メーカーなどが最新情報等を利用しやすくしています。

3. 農作業の自動化・ロボット化

2つ目の自動化・ロボット化は、非常にわかりやすい機能です。人手のかかる作業をロボット技術で省力化するもので、SIPでは自動運転が可能なロボットトラクター等を開発し、2018（平成30）年には商品化されています。また、北海道では水田農家の規模拡大が進んでおり、ほ場が多く分散していることも多いため、ほ場毎の給水栓を操作して適切な水管理を行う作業が大変になっています。SIPでは水管理の自動化システムも開発しており、水管理作業が大幅に省力化できるようになりました。水田の農薬散布には、産業用無人ヘリコプターが使われていましたが、最近は低価格でドローンを活用できるようになりました。ドローンで薬剤を散布すると同時に生育情報をモニタリングし、収穫時期の予測等ができるシステムが開発されています。夏場に刈払機で畦畔の除草をするのも重労働の一つですが、草刈りロボットの実用化に向けた研究も進められています。

北海道では、トラクターや田植機に自動舵装置を装着する農家が増えています。6条・8条植えの田植機では、オペレーターと苗箱補給作業などで3人の組作業が必要となりますが、田植機を手放しで操作することによって運転手を減らすことができ、繁忙期には大きな助けとなります。さらに、野口教授は、岩見沢市北村地区をフィールドに、世界最先端のロボット技術の開発を進めています。これは自動化レベル3「無人状態での完全自律走行」の実用化に向けた研究です。市販のロボットトラクターは、基本的に目視で

監視できる範囲内でしか走行できません。これをNTTグループと共同して、5Gなど複数のネットワークを活用した高品質通信による高精細映像と遅延のない制御指示の伝送を実現し、遠隔地からの自動運転農機の監視、操作を行うものです。実証実験では岩見沢駅前の監視室から、北村地区の農機2台と、札幌にある北大農場の農機2台の作業を、遠隔監視によって同時に管理し、農道を無人で走行してほ場間を移動することも可能とさせました。4台の農機は、搭載したAIが障害物を認識すると、警報を発して自動停止するようになっており、1人でもコントロールできるそうです。



遠隔操作実験の様子

提供：北海道大学ビークルロボティクス研究室

「農業では、耕起や移植、防除、収穫など各々の作業に専用の農機を利用します。そうした作業を外部に委託できれば、個々の農家は労力や機械経費を節減することができます。一方、受託作業にレベル3農機が実用化できれば、少人数のスタッフで大面積の作業を請け負うことが可能となり、民間での受託サービス事業も採算が合うようになる想定しています。」野口教授は、将来の人手不足に対応した、新しい農業の姿についても語っていました。

4. スマートフードチェーンの展開

3つ目の「スマートフードチェーン」は、SIP第2期が実現を目指しているものです。

食品産業の国内生産額は100兆円を上回る規模となっており、生産者は、消費者のニーズ、嗜好に合わせて生産することが重要です。農家は青果物等の販売情報から消費者のニーズを知ることができ、消費者は農産物の生産から流通等の履歴情報によって、鮮度や品質を確認することができます。こうした情報を双方向で伝達、活用しながら、効率的な物流システムと結びつけていくことにより、農業と食産業の活性化、フードロスの削減、農産物の輸出拡大、農業や食産業に関わる人の労働時間の削減が実現されていくことを期待するものです。

5. スマート農業の普及に向けて

北海道でスマート農業を推進していくうえでの課題もあります。機器の購入には少なくない初期投資が必要となることから、普及を進めるためには、まず、農家の方々に、「スマート農業を導入することによって、経営が改善される」という確信を持ってもらうことが重要です。また、道内でも稲作、畑作、酪農と様々なタイプの農業が営まれ、地域によって栽培される作物や品種が違ってきますか

ら、地域に適合したスマート農業技術を開発し導入していくことが成功のカギとなります。さらに、スマート農業技術の進展は極めて早いことから、農家はもとより、自治体、農業改良普及センター、JAなど農業関係機関が、技術動向や各地の導入事例等を敏感に察知しながら取り組んでいく必要があります。

北海道大学には2022年に「スマート農業教育研究センター(仮称)」が誕生します。工学・情報科学の研究設備なども完備し、新しい農業の拠点として大きな期待が寄せられています。野口伸教授は、語っています。「札幌駅の近くでアクセスが良く、最新設備が整うとともに、実験農場も隣接しています。ここで学ぶ学生、共同研究をする方にとって、大きな魅力になるでしょう。また、研究成果を多くの方々に見ていただくのにも有利です。農業に関係していない方に、ぜひ最新のスマート農業技術と今後の可能性を知っていただきたいと思います。」

本稿は、2021年10月に行われた座談会「北海道米の将来展望」における野口教授の講演内容を基に、開発調査総合研究所が構成したものです。



スマート農業教育センター 完成イメージ

スマート農業技術の人材育成

北海道農政部生産振興局技術普及課十勝農業試験場駐在
馬 渚 富美子

はじめに

「スマート農業」は、2013（平成25）年農水省が、「スマート農業の実現に向けた研究会」を設立した後から広く使われるようになった言葉です。それ以前は、「精密農業」、「IT農業」、「ICT農業」などの名称が使われていました。2021（令和3）年11月の農水省によるスマート農業の展開についての説明では、「農業」×「先端技術」＝「スマート農業」。

「スマート農業」とは、「ロボット、AI、IoTなど先端技術を活用する農業」、「生産現場の課題を先端技術で解決する農業分野におけるSociety5.0（政府が提唱するテクノロジーが進化した未来社会の姿）の実現」と説明されています。

農業の担い手、労働力不足の問題と高品質な作物生産を続けるという難題を解決する1つの手段がスマート農業技術であることに疑問を持つ人は少ないと思います。本稿では、スマート農業という名称が使われ始める以前から取り組まれた過去10年間の北海道農政部技術普及課、農業改良普及センター（以下、普及センター）の取組みについてまとめました。また、スマート農業の人材育成について、北海道立農業大学校（本別町）での取り組み等を紹介いたします。

1. 北海道農業の現状

1.1 北海道農業の推移

北海道の販売農家戸数は、1990（平成2）年の約87,000戸から2020（令和2）年には約32,200戸と約37%に減少しています。これに

伴い農家1戸当たりの耕地面積は着実に増加し、北海道の平均は30.2ha（2020（令和2）年）となっています。農業産出額は、1兆2,558億円と10年ほど微増傾向で推移しており、1戸当たり農業産出額は、年々増加しています（図-1）。今後も農家戸数が減り続ける中で生産を維持するには、より一層省力化が求められます。

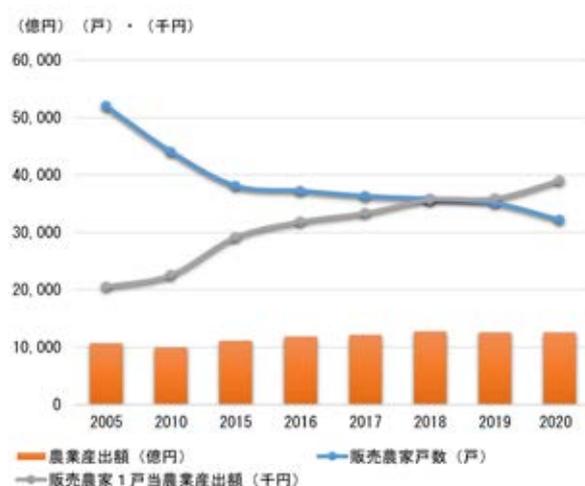


図-1 北海道農業産出額・販売農家戸数・販売農家1戸当農業算出額

出典：『北海道農業・農村の現状と課題』より作図

1.2 ガイダンスシステム等の導入状況

北海道における2008（平成20）年以降2020（令和2）年までのGPSガイダンスシステムの販売台数は18,350台です。さらに、GPSガイダンスシステムと連動してステアリングを制御する自動操舵装置は、2020（令和2）年までに11,840台出荷されています（図-2）。時速2km程度の速度に達してから直線走行する従来機に対し時速0.1km程度の低速からの

使用を可能にする機能や旋回機能が付加された機器も導入されています。ガイダンスシステムの最も早い導入は、2003（平成15）～2004（平成16）年頃であり、既に17～18年が経過しました。道農政部技術普及課では、2008（平成20）年から道内の農機販売企業などの協力を得て、ガイダンスシステムの販売台数を取りまとめ始めて13年になります。調査は、現在も継続して行われており、普及の進展を示す指標として多くの関係者が活用しています。ガイダンスシステムや自動操舵装置を事例として、技術の導入状況を説明します。

2020（令和2）年農林業センサスの農業経営体数（34,913）に対する出荷台数の割合は、ガイダンスシステム52%、自動操舵34%です。新技術などの普及過程を示すとき用いられる理論に当てはめると既にイノベーター（革新者）、アーリーアダプター（初期採用者）が導入する段階は終了し、多くの農業者が導入する段階に相当しています。自動操舵トラクターによって、手放しでまっすぐに走ることは、農業者にとって、馬耕からトラクターに置き換わったときと同じくらいインパクトの

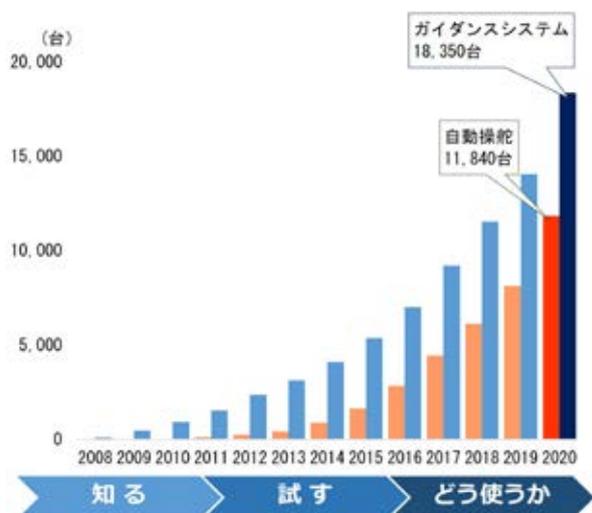


図-2 GPSガイダンスシステム等販売台数と技術の導入段階による取組イメージ

出典：北海道農政部技術普及課

大きな技術革命です。自動操舵やガイダンスシステムなど先進技術の導入状況がどの段階にあるかによって「知る」、「試す」、「どう使うか」、という取組のスタンスが違います（図-2）。地域によって、導入する技術が施設園芸の環境制御やモニタリング、各種のセンサー、あるいは、収穫ロボット、ロボットトラクターなどと置き換えて考えることができると思います。

2. 北海道の取組経過

2.1 知る。機械セミナーの開催

北海道では、「スマート農業」という名称が使われる2年前の2011（平成23）年、地域農業の条件にあった省力化・高精度化・自動化等の新たな農業機械作業体系の普及を目指し「次世代農業確立普及推進事業」を開始しました。時を同じくして同年8月に「オホーツク新農業機械実用化実践セミナー」が開催され、管内外から多くの農業者や関係機関が参集しました（写真-1）。



写真-1 オホーツク新農業機械実用化実践セミナー

振興局、普及センター、道総研（地方独立行政法人 北海道立総合研究機構）農業試験場の共催で、企画・運営は普及センターが行いました。道内では、現在でこそガイダンスシステム、自動操舵装置等の普及が進み、技術の進展は著しいですが、当時はまだ先進技

術情報が少なく、セミナー開催によるその共有には大きな意味がありました。この後、北海道での事業は「ロボット農作業機等実用化普及推進事業」2014（平成26）年、「スマー

ト農業推進ネットワーク事業」（2015（平成27）～2017（平成29）年）に引き継がれ、現在、「スマート農業総合推進事業」を実施中です（表-1）。

表-1 北海道の取組経過

年	北海道	農業改良普及センター 農業大学校	取り巻く情勢
平成23 (2011)年	次世代農業確立 普及推進事業	活用事例調査、セミナー開催、 GPSガイダンス等導入状況 調査	圃場の走行ラインがわかるGPSガイダンス等 導入が進む。累計1,510台。 「次世代農業確立推進協議会」設立。
平成24 (2012)年	次世代農業確立 普及推進事業	活用事例調査、セミナー開催、 GPSガイダンス等導入状況 調査	GPSガイダンス等導入2,340台。 市町村主体でRTK基地局設置始まる。
平成25 (2013)年	次世代農業確立 普及推進事業	活用事例調査、セミナー開催 普及指導員対象に専門技術研修	走行軌跡だけでなく、ハンドル操作を自動化し た自動操舵装置450台と増えつつある。 農水省「スマート農業研究会」発足。
平成26 (2014)年	ロボット農作業 等実用化実践 事業	活用事例調査、セミナー開催 普及指導員対象に専門技術研修	市町村、JAでRTK基地局設置検討増える。 「スマート農業研究会」が5つの将来像を示す。
平成27 (2015)年	北海道スマート 農業推進ネット ワーク事業	活用事例調査、セミナー開催 普及指導員対象に専門技術研修	農水省ロボット農作業機導入実証事業全国で 17のうち道内14か所で実証事業実施、RTK 基地局設置と自動操舵装置の導入進む。
平成28 (2016)年	北海道スマート 農業推進ネット ワーク事業	セミナー開催 指導機関職員を対象に 「ICT農作業機等実践研修」	ガイダンスシステム5,350台及び、自動操舵装 置1,350台。販売農家戸数38千戸の18%。 「北海道スマート農業協議体」設置。 農業競争力強化プログラム発表。
平成29 (2017)年	北海道スマート 農業推進ネット ワーク事業	セミナー開催 指導機関職員を対象に 「ICT農作業機等実践研修」	自治体やJA単位でRTK基地局設置に取り 組む。 産地パワーアップ事業等を活用し、自動操舵 装置等の導入が進む地域がある一方、地域で 差がある。
平成30 (2018)年	北海道スマート 農業推進ネット ワーク事業	セミナー開催 指導機関職員を対象に 「ICT農作業機等実践研修」	帯広で国際農業機械展示会開催。 枕時旋回が可能な自動操舵装置の販売。 農業機械化促進法廃止。
令和元 (2019)年	北海道スマート 農業総合推進 事業	指導機関職員を対象に 「ICT農作業機等実践研修」 、スマート農業技術研修	スマート農業加速化実証事業、道内5か所で 実施。北海道内ガイダンスシステムは、累計 で1万台突破。農水省、農業技術の現場実装 推進プログラム公表令和2年3月推進方針北 海道農政部で「スマート農業推進方針」作成。
令和2 (2020)年	北海道スマート 農業総合推進 事業	指導機関職員を対象に 「ICT農作業機等実践研修」 、「リモートセンシングセン 修実施」、スマート農業技術研 修	スマート農業加速化実証事業4カ所、ローカ ル5G事業1カ所で実施。 北海道内ガイダンスシステムは、累計で 14,000台。

出典：北海道農政部技術普及課

2.2 試す。普及センターによる事例調査

普及センターは、2011（平成23）年からGPSガイダンスシステムなどの先進技術を導入した農業者の実態を聞き取り、効果や課題、

今後への期待などの情報を整理しました。調査の結果をまとめると、ガイダンスシステム等が資材、労働力の合理化と生産性向上に幅広く効果を発揮することは明らかでした。資

材の効率化では、作業経路の可視化による肥料や薬剤散布における重複や隙間の回避、速度連動機能による散布量の均一化、可変施肥による過剰施肥の回避も可能になり、燃油の節減にも結びついています。労働の効率化では、トラクター誘導のため事前にマーカーを設置する作業が不要になりました。走行経路が効率化され、作業幅の掛け合わせが少なく作業時間が節減できます。作業内容の高度化としては、水田の代かきなど走行跡が見えづらい作業、夕方や天候により視界が悪い状況でも正確な作業が可能となり、これまで熟練者に集中しがちなオペレータ作業が経験の浅い作業にも従事可能になりました。長時間続く圃場での作業で自動操舵を活用することにより、肉体的、精神的な負担が少なくなり、効果の数値化は難しいものの、導入のきっかけになっていると考えられます。生産性の向上では、生育センサーを活用した可変施肥により、生育のばらつきが解消され、収量、品質の向上が明らかにされました。

2.3 どう使うか。スマート農業関連事業

2019（令和元）年からスマート農業技術の社会実装を図るため、先進技術を実際の生産現場に導入して2年間実証を行い、技術導入による経営への効果を明らかにすることを目的として、「スマート農業加速化実証プロジェクト」が全国各地で実施されています。北海道では、2019～2020（令和2）年は5か所、また、2020～2021（令和3）年は5か所で実証試験が行われました。普及センターはコンソーシアムの一員となり、地域の課題解決のための実証試験に参画し、技術の現場への普及に対応しています。農業者・関係者ともに

「どう使うか」を考える段階といえます。

3. スマート農業技術の人材育成

3.1 北海道立農業大学の概要

スマート農業技術は従来の農業機械や作物栽培技術と比較して導入には大きな投資を伴います。どのように使うか、効果的な使用法を深く理解し指導できる人材が必要です。2016（平成28）年以降、北海道立農業大学校（以下、農大）で行ったスマート農業技術を学べる環境整備および地域の農業をけん引する指導機関の職員を対象とした人材育成研修について紹介します。

農大は、次代を担う優れた農業経営者の育成を目的として、1946（昭和21）年の設立以来、約5,000名の卒業生を送り出しています。卒業生の多くは農業経営者として道内各地で活躍しており、北海道農業の担い手に対する研修教育機関として大きな役割を担っています。また、農大は「農業者」、「農業に従事しようとする者」、「指導機関・団体職員」を対象とした一般研修と農業機械研修を実施しています。農大の学生および研修生の指導にあっているのは普及指導員と機械講師（北海道農業公社からの派遣職員）です。

3.2 農大でのICTを活用する環境整備

農大ではICTを活用した農業の人材育成をめざすため、環境整備・機器の整備を進めました。2016（平成28）年は校舎屋上にRTK基地局¹⁾を設置し、既存トラクターにガイダンスシステムと低速対応できる自動操舵装置を取り付けました。2017（平成29）年には、ISOBUS²⁾対応自動操舵トラクター、携帯型NDVIセンサー³⁾、2018（平成30）年は、

1) RTK基地局：設置した「基地局」により、高い精度の測位を実現する

2) ISOBUS：トラクターと作業機が情報をやり取り（情報通信）するために国際業界団体が定義する実装基準

3) 携帯型NDVIセンサー：植物の特性を利用し、特定波長光の反射率で植生の分布状況や活性度を示すセンサー

ISOBUS対応施肥機、マッピングソフト、ドローン等、2019（令和元）年は、センシング用ドローン、マルチスペクトルカメラ、画像処理ソフト、画像解析用パソコンを導入し、日進月歩する技術の進展に対応できる環境を整え、研修部門及び学生の授業に活用できるようにしました。ICT機器は、まわりに乗り遅れまいという意識で経営に導入するだけでは、その効果を十分に発揮することはできません。それぞれの経営や地域の実情にあったスマート農業技術を選択し活用できるかが重要です。農業教育現場へスマート農業をカリ

キュラム化して実習実践に取り入れるためには、RTK基地局などの環境整備が必要でした。また、実践中心の農大では、技術の進歩が加速化している現状にあっては最新のスマート農業技術を学ぶことのできる環境を常に整備しておくことは重要です。農大では、高校生、農大学生、農業者、指導機関職員別に内容を検討し、ICTを使いこなす能力を向上させる研修・授業を実践しています。ITリテラシー（深く理解する能力）を向上させる研修・授業の実践について整理しました（図-3）。

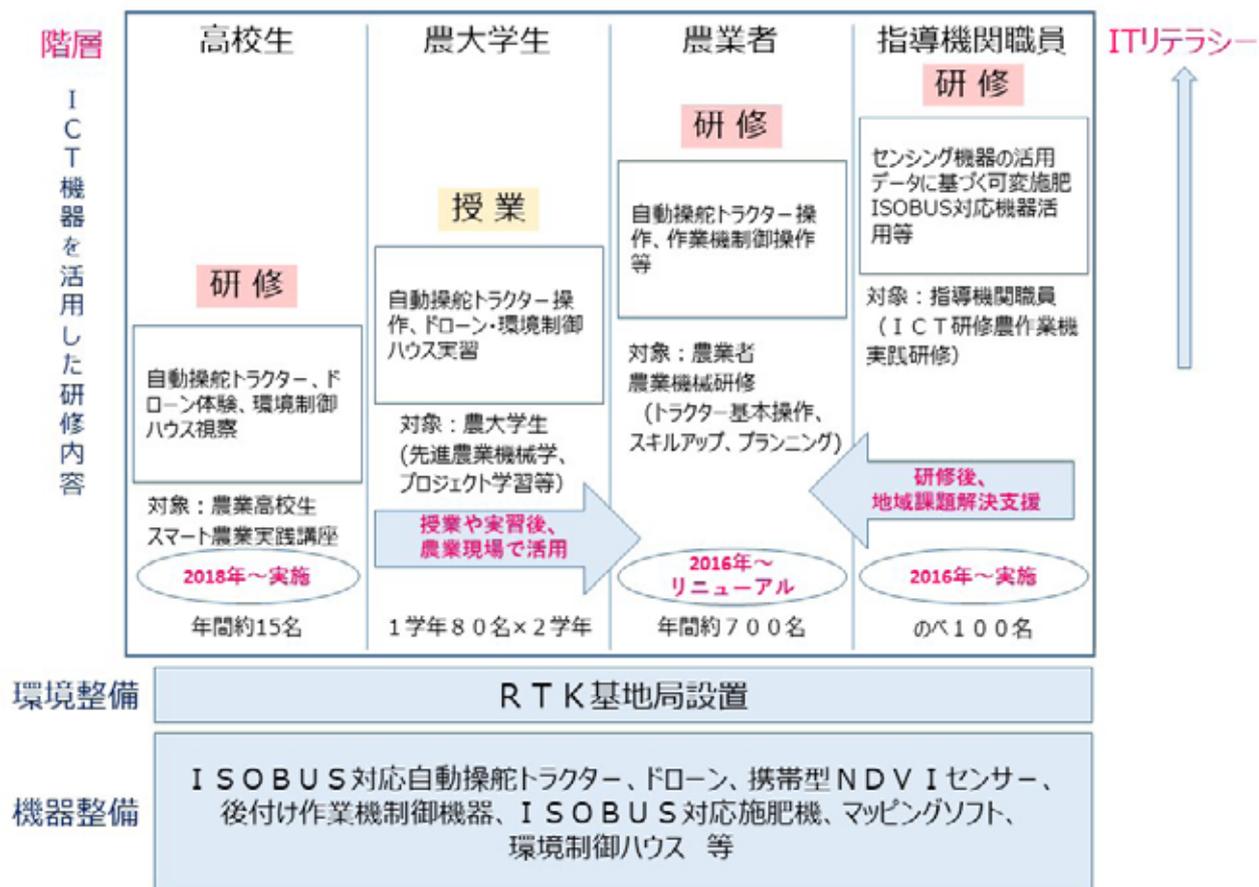


図-3 ITリテラシーを向上させる研修・授業の階層イメージ
出典：北海道農政部技術普及課

3.3 ICT農作業機実践研修

2016（平成28）年より、市町村、農業関係団体、普及指導員など指導機関の職員を対象とした、「ICT農作業機実践研修」を農大で実施し現在も継続中です。ICTを活用した農業の普及には、地域の課題を熟知し、それぞれに対応した技術を当てはめることのできる地域をけん引するリーダーの存在が必要です。そこで研修では、製品のスペック（仕様）を紹介することではなく、ICTを活用した技術を「地域でどのように活かしていくかを考える」、「指導者が考えるためには、まず、指導者自身に技術を知ってもらう」ことを目的としました。内容は、自動操舵トラクター、手動トラクターの乗り比べ体験、可変施肥などより精密な施肥管理手法も体験してもらえる研修カリキュラムとしました（写真－2）。



写真－2 ICT農作業機実践研修可変施肥技術の説明

実体験のあとは、ICT活用のメリットを知り活用方法を考えてもらうディスカッションを全員で行い自らの地域農業ビジョンを考える時間としました。また、2020（令和2）年からは、「リモートセンシング実践研修」、2021（令和3）年からは「ロボットトラクター実践研修」が行われています。

3.4 普及指導員を対象とした研修

2013（平成25）年より3年間、「知る」ことを中心として企画し、花・野菜技術センターを会場に開催しました。この時期は、自動操舵トラクターは試乗体験の段階でした。2016（平成28）年以降は、普及指導員も農大のICT農作業機実践研修に参加することにより、「試す」、「どう使うか」を考えることができる内容としました。道農政部技術普及課では、2019（令和元）年からは、地域に合ったスマート農業技術を活かして地域の課題解決に結びつける有効な解決策を提案できる人材を育成するため、スマート農業技術研修を実施しています。

4. 道農政部技術普及課の取り組み

2016（平成28）年より、農大を会場に農業高校生を対象としてスマート農業を実践的に学んでもらう研修を行っています。研修圃場で自動操舵トラクター、手動トラクターの乗り比べを行う体験やドローンで上空から作物の生育状況を把握するシステムなど紹介しています。2021（令和3）年からは女性農業者を対象としたスマート農業技術体験研修を開催しています。北海道では、2020（令和2）年3月に、国や市町村、関係機関・団体などと連携を一層強化し、地域や個々の営農状況に応じたスマート農業を推進する共通の指針として、「北海道スマート農業推進方針」を策定しました（2021（令和3）年10月改訂）。道農政部技術普及課のスマート農業の推進のWEBページには、スマート農業技術導入実証や、関連製品・サービス、スマート農業啓発動画などを紹介しています。また、2021（令和3）年3月には、「北海道スマート農業推進連絡会議」を設置しました。行政機関・試験研究機関・農業団体・民間団体を構成員として関係者がそれぞれの役割を果たしながら

ら、地域段階における検討や実証試験等の実施を促進させ、スマート農業技術の円滑な普及と定着を促進することを目的としています。同年8月には、全道の普及センターに「スマート農業相談窓口」が設置されています。普及センターでは、「スマート農業に係る普及事例」(P21～)を収集整理し、紹介しています。

5. スマート農業技術をどう生かすか

ICT機器活用は、初期段階では、省力化、効率化、作業の軽減効果など性能や効果を明らかにし、効果の発揮に向けた取り組みが必要です。次の段階では、課題解決のためにどのように活用しICT機器の普及定着に向けて開発メーカー、販売会社、地域の農業関係団体、農業者をコーディネートできる人材の育成が重要です。

技術が進展するなかで、今後は、単に機器の活用方法ではなく、地域システムをデザインする力が求められています。地域の課題を解決するために、スマート農業という道具をどう使うかが重要です。スマート農業をめぐる情勢は変化し技術の進展は著しく、ドローン、ロボット技術、AI、IoTの進展により、省力化された時間をどう使うか、地域をどうしていくのかのビジョンを持って取り組む必要があります。これからのスマート農業技術は、単に効率化や品質向上ばかりでなくSDGs（持続可能な開発目標）達成にも貢献する持続可能な農業につながると考えます。また、肥料・農薬等の環境負荷の低減に繋がるスマート農業技術により、「みどりの食料システム戦略」⁴⁾の実現にも貢献するものです。スマート農業の推進に乗り遅れないよう

に導入するのではなく、それぞれの地域や経営にあった道具を取り入れ、どう使うかを切磋琢磨することが重要であると考えます。

【参考文献】

- ・馬淵富美子 2021 『ニューカントリー』 2021年10月号、11月号、12月号 スマート農業の変遷
- ・北海道農政部 2020 『北海道農業・農村の動向』
- ・馬淵富美子 2018 『農業経営通信』 No.273 ICTを活用した農業の人材育成
- ・馬淵富美子 2016 『北農』 第83巻1号 北海道におけるICT・スマート農業の普及と課題
- ・北海道農政部技術普及課 2021.12.14閲覧 <https://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/gjf/smart.html> 「スマート農業の推進」 <https://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/gjf/62273.html> 「スマート農業相談窓口」
- ・農水省基本政策スマート農業 2021.12.14閲覧 <https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/>

4) 「みどりの食料システム戦略」：農林水産省において、我が国の持続可能な食料システムの構築に向け、食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現するために令和3年5月に策定された



スマート農業に係る普及活動事例



北海道農政部技術普及課

1 経営面積拡大に対応する手法としてスマート農業を導入

(空知農業改良普及センター中空知支所)

背景

【滝川市の概要】

- 耕地面積5,058haで、水稻を基幹とした水田複合経営が行われているが、後継者不足を背景とし、農家戸数減少と経営面積拡大が急速に進んでいる
- 道営土地改良事業の実施によるほ場の大区画化が行われている

【地域の課題】

- H7に834戸経営面積5.5haの農家がH27には329戸12.4haと急激に減少、R7には179戸21.7haへの減少が生じる事が予想される
- 経営面積拡大に対応する作業効率化が求められている
- 労働力の不足に対応する技術導入が必要

普及活動内容

- スマート農業技術の導入
滝川市ICT農業利活用協議会が活動を実施、普及センターは、導入する技術内容についての検討を行った
- 重点地区に実証展示ほを設置
(自動給水栓についての効果)
- 重点地区展示ほでの青空教室

水管理を省力化したい！



設置された自動給水栓



自動給水栓の効果確認（青空教室）

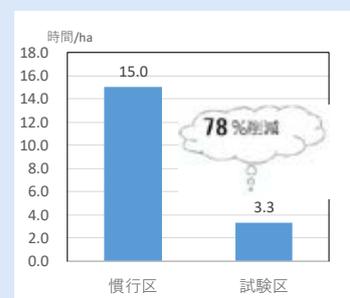
普及の成果

【具体的な成果】

- 実証展示では水管理時間が4分の1に削減された



自動給水栓 (WARTRAS)



【成果のポイント】

- 活動に理解があり協力の得やすい重点地区の農家に実証展示ほを設置し、意見を反映しながら取り組めた
- 今後も地域関係機関と連携して活動を継続

(連絡先：空知農業改良普及センター中空知支所 TEL 0125-74-2281)

2 適期収穫における収量・品質向上に向けた省力化技術の導入 ～衛星リモートセンシング活用～ (石狩農業改良普及センター石狩北支所)

背景

【新篠津村の概要】

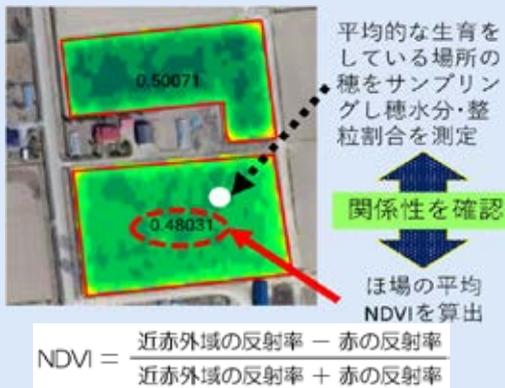
- 高齢化・労働力不足により1戸当たりの経営面積が拡大し、米価の低迷や生産コストの増加など農業経営維持のためには、低コスト・省力化技術の導入が望まれている
- 現在、収穫期の判定や収穫順番は、秋まき小麦は「穂水分+目視」、水稻は「整粒割合+目視」により決定
 - ・サンプリングによる穂水分や整粒割合の測定を多くのほ場で行うことは労力が掛かる
 - ・目視による判断は正確性に欠けるなどの問題点があった

【地域の課題】

- 適期収穫における収量・品質向上に向けた省力化技術の導入
 - ・衛星リモートセンシングで算出されるNDVIを用いて、秋まき小麦及び水稻の収穫時期を決定
 - ・「NDVIから決めた収穫順番」と「穂水分・整粒割合から決めた収穫順番」の整合性を確認
 - ・労働軽減効果と乾燥コストへ及ぼす影響を確認

普及活動内容

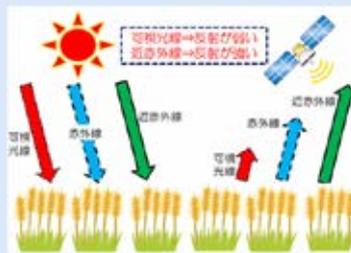
○NDVIによる収穫時期の検証



○NDVIによる収穫順番の整合性確認

～収穫順番の決め方～

- NDVI………値の小さい順に決定
- 穂水分………値の低い順に決定
- 整粒割合………値の高い順に決定



○NDVI順番で収穫した場合の乾燥コストへの影響確認

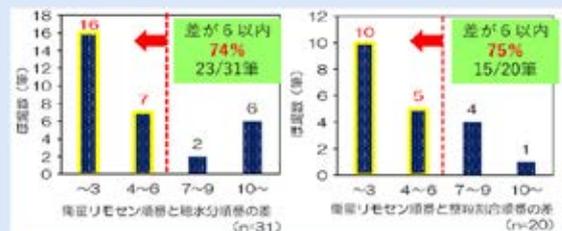
普及の成果

【具体的な成果】

- 「NDVIから決定した収穫順番」は従来判定方法との整合性を確認
- コスト面では、従来判定の順番と比較し、燃料代は同等であった

【成果のポイント】

- 衛星リモートセンシングは、調査日の気象条件によりNDVIが変化するため収穫時期の決定まではできなかったが、収穫順番の決定には利用可能
- 衛星リモートセンシングの導入により、穂水分等のサンプリング時間やほ場巡回による目視を削減でき省力化につながった
- ほ場数が多いほど、本技術導入による省力化の効果は大きい
- 衛星リモートセンシングの導入利用農家は70戸(R1)→120戸(R2)



(連絡先：石狩農業改良普及センター石狩北部支所 TEL 0133-23-2146)

3 後志におけるRTK-GNSS自動操舵補助システムの導入効果実証 (後志農業改良普及センター)

※自動操舵：RTK-GNSS自動操舵補助システム

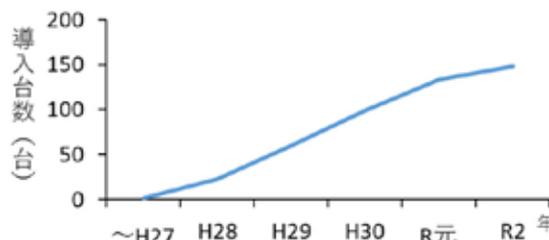
背景

【普及センター本所管内の概要】

- 本所管内の経営は水稲、畑作、野菜、畜産と多様
- ホクレンの低コスト型RTK基地局実証実験（H29年）に伴い、RTK-GNSS自動操舵補助システムの導入が急増
- 農業者からは、導入効果や事例について求められていた

【地域の課題】

- 自動操舵※の導入による作業の省力化
- 新規就農者、後継者や女性等の多様な担い手の高精度作業の習得と作業の効率化



普及センター本所管内におけるRTK-GNSS自動操舵補助システムの導入台数の推移

普及活動内容

- 導入した農業者への聞き取り調査による自動操舵※を評価
<評価の高かった農業者のコメント>

- ・身体的、精神的負担が軽い。
- ・熟練者があらかじめトラクター設定を行い、後は非熟練者に任せても作業精度が高く、作業効率が良かった。

- 自動操舵※の動画解析による作業時間、精度、効率化を検討

自動操舵※停止時(手動操作)



- ・視線はかけあわせや車輪位置確認
- ・ハンドルを握る肩から手にかけては常に力が入る。

自動操舵※稼働中



- ・作業にゆとりができ、リラックスした状態で何度も後方確認を行う。

聞き取り調査項目	5段階評価(平均)
収量・品質	3.3
作業時間	4.0
資材費	3.0
身体的・精神的負担	4.5
適期作業の実施	4.0
非熟練者の作業	4.8
経済性	-

5段階評価
1：効果なし<<<
3：変わらない<<
5：効果あり

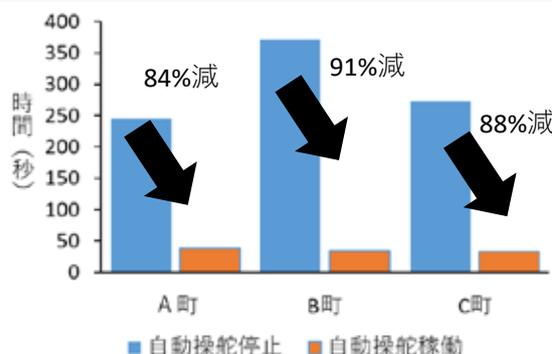
普及の成果

【具体的な成果】

- 自動操舵※導入による身体・精神的負担の軽減効果を整理
- 畝の掛け合わせのずれ等の自動操舵※使用時の留意点を整理

【成果のポイント】

- JAやホクレンと共に自動操舵※の導入効果を整理することで導入が促進
- 時間短縮に向けて、畝飛ばしや旋回自動化等の課題を整理



自動操舵停止時(手動操作)と稼働時のハンドル操作時間の削減(H29年、小豆は種作業)

(連絡先：後志農業改良普及センター TEL 0136-22-1072)

4 “地域の農業振興” につながる安全・安心な直売活動支援

～POSシステム活用～

(胆振農業改良普及センター)

背景

【仕管町の概要】

- 水稻や畑作物、野菜、果樹など多種多様な農産物を生産
- 道の駅そうべつ情報館 i (アイ) 農産物直売所サムズ (以下、「サムズ」) では、町の約半数の農業者が会員登録し、農業の魅力を広く発信
- 「サムズ」では、農業者のほか、家庭菜園的生産者 (非農業者) も出荷

【地域の課題】

- 直売所の現状
 - ・ 非農業者へ安全・安心の理解を進める必要 (リスク懸念) → 理解を進めないと、出荷量が減少する不安
- 安全・安心な道の駅樹立のための仕組みづくりが求められた

※POSシステム：物品販売の売上実績を単品単位で記録し集計するシステム

普及活動内容

「サムズ」出荷組合員 76名を 対象に活動を展開 (H28～R2)

- 安全・安心に対する出荷者の理解度把握と意識醸成



繰り返し
研修会を
開催
(計8回)

- 生産履歴管理の体制づくり支援
 - ・ POSシステムとQRコードを活用したトレーサビリティシステムの導入・運用、ルールを整備



POSシステム



QRコード

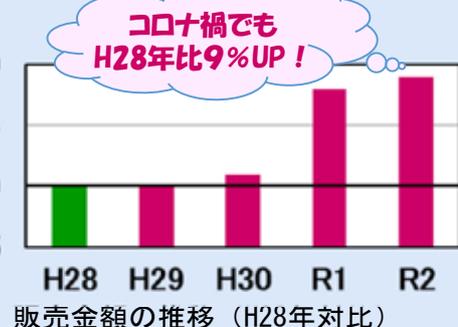
普及の成果

【具体的な成果】

- 全出荷者が栽培暦・生産履歴・ほ場図を作成
 - ・ クラウドシステムにより管理
- 安全・安心の仕組みを整備
 - ・ 生産履歴の提出を義務化
 - ・ 生産履歴の検証 (役員でほ場を確認+外部委託により全ての生産履歴を再検証)
- 安全・安心が消費者の購買意欲につながり、販売金額が増加
- 実証展示では水管理時間が4分の1に削減された

【成果のポイント】

- 「サムズ」代表者、役員、店長、出荷者との合意形成



(連絡先：胆振農業改良普及センター TEL 0142-23-3195)

5 POSデータを活用した魅力ある直売所の支援活動

(日高農業改良普及センター)

背景

【日高地域の概要】

- 12ヶ所の農産物直売所が営業している
- 外部仕入れに依存した品目があり、不安定な在庫量による販売額の減少が見られる

【地域の課題】

- 顧客ニーズに合った魅力ある商品が必要である
- 安定した供給量が必要である



写真1 大盛況！日高の農産物直売所

普及活動内容

※POS：レジ売り上げ蓄積データ

- POSデータから「いつ」「何が売れているか」を解析した「出荷カレンダー」を作成し、作付け提案を行った

	4月		5月		6月		7月		8月	
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬
アスパラガス										
あついでアスパラガス										
雷アスパラガス										
キャベツ										
ホウレンソウ										
たまねぎ										
白菜										
夏ねぎ										

図1 在庫時期がわかる「出荷カレンダー」

- 不足品目の継続出荷を促すため、生産技術の支援を行った



写真2 POSデータを基に直売活動を考える農業者たち

普及の成果

【具体的な成果】

- 計画的な作付と生産意欲が高まり、安定生産につながった
- 商品説明がわかりやすく、在庫時期がわかることで顧客満足度up

【成果のポイント】

- POSデータから「売れ筋商品」「繁忙期と閑散期」「商品の不足時期」等の事実が明確化
- 農業者と検討する場を設けたことが直売活動の意欲をかきたて、安定した経営につながった

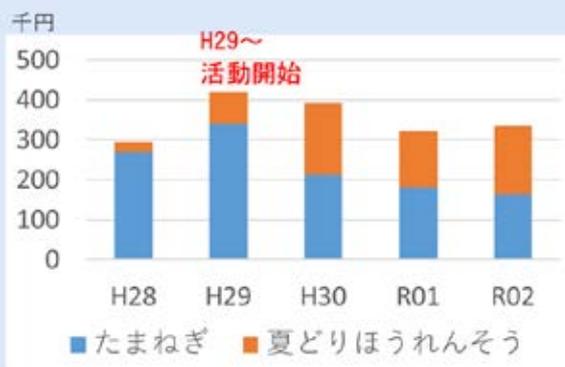


図2 売れ筋商品の販売実績

(連絡先：日高農業改良普及センター TEL 0146-42-1489)

6 GNSSってスゴイ!! 直進アシスト機能付き田植え機の導入効果実証 (渡島農業改良普及センター)

背景

【北斗市の概要】

- 経営は、水稻と園芸との複合が多い
- 園芸は、施設はトマトやキュウリ、露地ではネギの生産が多い
- 近年は、離農や後継者不足に伴う農家戸数減少と1戸あたり経営面積の拡大が進んでいる

【田植え作業の現状】

☆最も人手を要する田植え作業!!→最低でも5人は必要…



田植え

オペレーター1人、
補助1~2人



苗運搬

2人

※苗1箱6kg1haで約2tも運ぶ



苗箱洗い

1人

【田植え作業を取り巻く状況】

- ☆人手が足りない…
- パートさんの確保、難しい
- 短期雇用、人が集まらない
- 高齢化、「もう体ツライ…」

もっと楽で、人手がかかかない田植えのしかた、ないかな…



普及活動内容



普及員

☆提案および実証内容

直進アシスト機能付き田植機っていうスグレモノ、ありますよ!!

☆直進アシスト機能付き田植機

- マーカー跡なくてもまっすぐ植える!!
- 「まっすぐ植え」のプレッシャーから解放!!
- 補助員削減につながる!!

自動走行



遜色ない植付後の「まっすぐ」状況

オペレーター走行

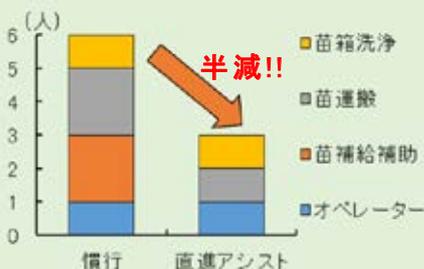


オペレーター1人で苗補給

普及の成果

【実証結果】

- ☆効果①：田植え作業人数が減る!!
- 高密度播種との組み合わせ、さらに良い!!



☆効果②：浮いた人手を園芸の作業へ!!



トマト定植



キュウリ収穫



ネギ定植

【普及状況】

☆ここ数年で、導入台数が増えています!!

八雲町	森町	北斗市	七飯町	木古内町	知内町
1台	1台	13台	3台	5台	3台

(R3.1月現在、農機メーカー聞き取り)

(連絡先：渡島農業改良普及センター TEL 0138-77-8242)

7 基盤整備後の課題解決にスマート農業を活用

(檜山農業改良普及センター檜山北部支所)

背景

【今金町の概要】

- 地域内の農地の多くが排水不良で小区画ほ場が分散しており、農作業の支障となっていた
- 国営の基盤整備がH27から着工しており、R2末現在50%程度が完了している
- ほ場の大区画化等により、作業が効率化された

【地域の課題】

- 高齢化に伴う農家戸数の減少や米価低迷等、多くの課題があり、早期の解決が求められる
- 基盤整備後のほ場は、客土等により一部で収量・品質の低下や生育ムラが確認され、対策が必要となっている



米価の低迷、労働力不足
後継者不足、手が回らない
基盤整備後の作付けは？

普及活動内容

- 1 檜山北部管内の農業関係機関と一体になった活動の展開 (H30～R2)
- 2 課題解決に向けた技術の提案と実証

【基盤整備後の生育ムラ解消の取組】

可変施肥技術の提案

センサーで生育を測定し、生育に合わせた施肥量を自動で散布



水稲では前年にドローンでのセンシングを行い、NDVIデータを元に基肥で可変施肥を実施

秋まき小麦ではトラクタに装着したCropSpecセンサーで測定しながら、可変施肥で追肥を実施



普及の成果

【具体的な成果】

- 可変施肥による生育ムラの解消

1 水稲

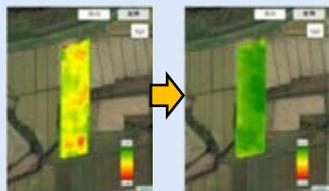


図1 生育ムラの変化
(NDVI図、左R1.8月 右R2.8月)

可変施肥により、生育のパラッキ、収量ムラが改善！

表1 各地点の収量比較

区分	精玄米量 (kg/10a)		対比 (生育良区を100とする)	
	R1	R2	R1	R2
生育良区 (R1)	420	518	100	100
生育不良区 (R1)	406	541	97	104

2 秋まき小麦

表2 各地点の起生期茎数・収量比較 (R2)

区分	起生期 茎数 (本/m ²)	粗原収量 (kg/10a)	子実量			
			製品 (2.4mm) (kg/10a)	生育良区比 (%)	製品率 (%)	蛋白値 (%)
生育良区	3,184	708	568	100	80.2	12.9
生育不良区	1,504	650	585	103	90.0	12.4

起生期の可変施肥 (追肥) により、製品収量で同等となった！

【成果のポイント】

- 関係機関との役割分担、協力で多くの課題に取り組み、成果を情報共有し、全体に波及した

(連絡先：檜山農業改良普及センター檜山北部支所 TEL 0137-84-5514)

8 加温促成トマトの環境制御技術導入による生産性向上の取組み

(上川農業改良普及センター)

背景

【旭川市の概要】

- 地域は水稻が主力品目であり、水稻＋野菜の複合経営が多い
- 近年は高齢化や後継者不足を背景に、野菜の生産量及び作付面積が減少している
- 今後も野菜産地の弱体化が懸念される

【地域の課題】

- 生産性の向上・維持による収益の確保
- ハウス管理作業の省力化及び効率化
- 次代を担う農業者のモチベーション向上



普及活動内容

- ①見える化ツールの活用
環境測定装置により、
ハウス内環境をモニタ
リング



- ②省力化ツールの活用
自動換気装置により、
ハウス側窓の換気を自
動化



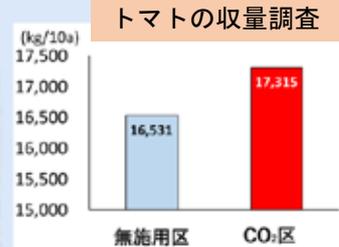
- ③生産性向上ツールの活用
CO₂発生装置により、
ハウス内で不足した
CO₂を補ってトマトの
光合成を促進



普及の成果

【具体的な成果】

- ハウスの換気作業が省力化され、営農にゆとりが生まれた
- トマトの着果が改善し、収量が向上した



【成果のポイント】

- 関係機関と連携し、農業者にスマート農業について知ってもらうための研修会を開催
- 旭川市の補助事業も相まって、省力化ツールを中心に急速に普及が進んだ
- 収量が向上することで、農業者の営農意欲も向上

(連絡先：上川農業改良普及センター TEL 0166-84-2017)

9 水田センサーを活用した湛水直播栽培支援

(留萌農業改良普及センター)

背景

【羽幌町の概要】

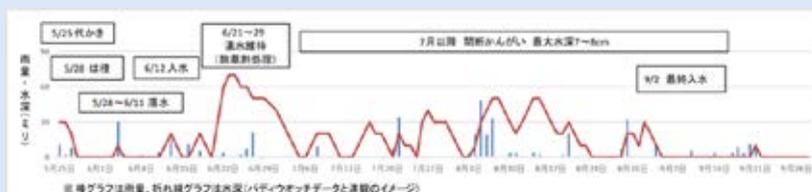
- 農家戸数の減少により、1戸あたりの水稲作付面積の増加が顕著となっている
- 農業従事者も減少しており、水稲栽培の省力化に向けた農家の期待は大きい

【地域の課題】

- 普及センターの重点対象地域では、水稲の疎植栽培に取り組んでいたが、さらなる省力化を目指して、令和2年度から湛水直播栽培に取り組む事とした
- 湛水直播栽培は町内で10年ほど前から行われていたが、苗立不良や雑草の被害で、移植栽培並みの収量が確保できず、栽培面積が減少傾向だった
- そのため、直播栽培の安定生産技術の確立が課題となった

普及活動内容

- 湛水直播栽培の安定生産に向けた施肥、は種や水管理について技術支援を行った。
- ホクレンと連携して、直播ほ場に「パディウオッチ（水田センサー）」を設置。普及センターは農家と情報共有して、水管理の支援に活用した



は種から収穫までの水管理データを研修会で活用



水深データがスマホで確認可能！

普及の成果

【具体的な成果】

- 適切な水管理で、苗立ち本数178本/m²（基準は150本/m²以上）を確保できた。
- 減水深を確認して除草剤を処理することで、雑草の発生を抑制できた
- 初年目の目標収量の94%を確保できた

【成果のポイント】

- 見える化した水深データを、農家と共有して水管理を支援したこと



直播ほ場の収穫風景

(連絡先：留萌農業改良普及センター TEL 0164-62-1779)

10 ロボット搾乳における生菌数低減の取組

(宗谷農業改良普及センター)

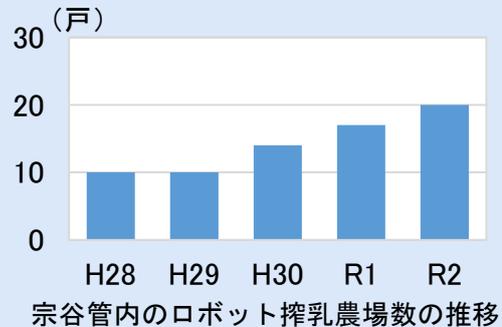
背景

【宗谷管内の概要】

- 1戸あたりの飼養頭数の増加に伴い、牛舎新設時に搾乳ロボットを導入する農場が増加
- 人が搾乳している場合と比較し、搾乳ロボットで生産される生乳は生菌数が多い傾向があり、乳質の低下が懸念される状況

【地域の課題】

- 搾乳ロボットで搾乳された生乳の生菌数の低減が必要
- 生菌数低減のための具体的な手法の確立



普及活動内容

- ロボットの搾乳ユニット周辺の“汚れ”を見える化
ATP拭き取り検査 (A3法) 実施

各所を10秒間拭き取りし、RLU値*を計測
*高いほど汚れていることを示す

- 搾乳ユニット周辺の手洗浄方法の改善を提案

〈例〉・ユニット周辺の手洗浄回数 2回/日→3回/日
・洗浄方法 ホースの流水で洗浄→ブラシを使った手洗浄
・洗剤の有無 なし→中性洗剤使用

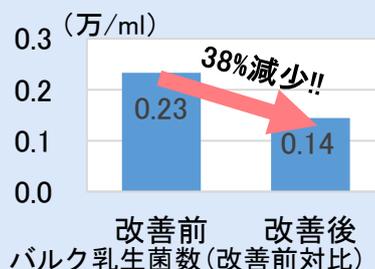


ATP拭き取り検査 (A3法) の検出器

普及の成果

【具体的な成果】

- ロボット搾乳時に乳頭が触れる搾乳ユニット周辺の“汚れ”が減少 (RLU値が低下)
- バルク乳の生菌数の低減



ATP拭き取り検査 調査箇所 (抜粋)

【成果のポイント】

- 汚れを見える化したことで、手洗浄の重要性が理解された
- 他の搾乳ロボット導入農場でも同様の改善でバルク乳の生菌数が減少したことから、汎用性のある取組である

(連絡先：宗谷農業改良普及センター TEL 01634-6-1414)

11 栽培技術の向上と営農の効率化による持続可能な地域農業の確立 (網走農業改良普及センター網走支所)

背景

【網走市第21地区の概要】

- 営農集団による機械の共同利用・共同作業体制が確立
- 基幹作物の新品種導入と低収傾向
- 高齢化に伴う労働力不足の懸念

せっかく導入した機械を有効活用したい！



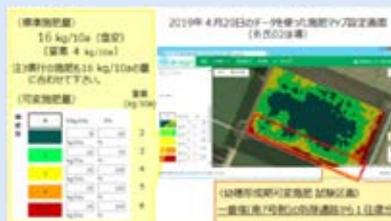
収量確保と省力化の効果を検証しましょう！

【地域の課題】

- 栽培技術改善による所得確保
- 効率的で働きやすい労働体系の確立

普及活動内容

- 秋まき小麦の変態施肥による生産性向上



変態施肥提案時の資料

- てんさいの栽培管理作業の効率化
- GNSSガイダンス・自動操舵装置を利用した管理作業の実施
- ばれいしょ施肥方法の工夫による省力化
GNSSガイダンスとブロードキャスタによる表層施肥法を組み合わせた施肥時間の短縮

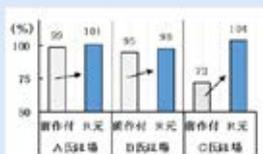


ICTを活用した表層施肥作業

普及の成果

【具体的な成果】

- 秋まき小麦
→生育ムラ解消
生産性向上！



地区平均収量対比

- てんさい
→作業精度向上と労働負担軽減を確認！

作業名	時間	精度	疲労	備考
耕起・整地	○	◎	△	掛け合わせ減少、ほ場の利用効率向上
施肥	△	◎	□	施肥位置のズレ解消(誤差±3cm)
移植	△	◎	◎	移植作業状況の把握が容易
中耕	○	◎	○	経験年数に関わらず高い作業精度

◎:極めて効果あり, ○:効果あり, △:やや効果あり, □:変わらない(手動対比)

ICT活用による作業効果測定結果

- ばれいしょ
→施肥時間を大幅に短縮しつつ、慣行と変わらぬ収量を確保！ (分:秒)

区分	作業	直進	旋回	肥料充填	計
慣行(作業施肥)		18:00	2:34	8:43	29:17
表層施肥		3:24	0:21	1:58	6:01

施肥作業時間 (分/1ha)

【成果のポイント】

- 営農集団体制による情報の共有化により、地区内での意思疎通や波及が速やかに行われた！

(連絡先：網走農業改良普及センター網走支所 TEL 0152-41-0667)

12 高位安定生産性を実現する生産システムの推進

(十勝農業改良普及センター十勝東北部支所)

背景

【本別町の概要】

- 農家戸数の減少で、急激に規模拡大が進行
- 耕作地が分散され、労働時間が増加し、労働力が不足



【地域の課題】

- 作業機械のシェアや共同作業が行われている地域で、ICTやGNSS・GISを活用した精密農業の導入が必要



普及活動内容

- ICTやGNSS・GIS機械（機器）の活用を提案、導入効果を検証



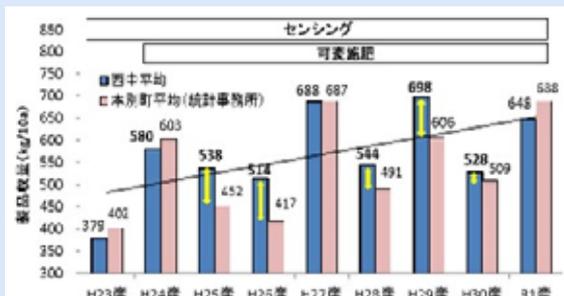
- センシングデータを活用し、小麦の可変施肥技術を提案、導入効果を検証



普及の成果

【具体的な成果】

- 地域全体で小麦の可変施肥に取り組み、収量の高位安定化を実現



【成果のポイント】

- 試験場やメーカーと協力して実証試験を行ったことで、栽培データが「見える化」され、導入効果の実感が得られ、地域に定着した



(連絡先：十勝農業改良普及センター東北部支所 TEL 0156-25-4326)

13 スマート農業技術を活用した発情発見手法の改善

(釧路農業改良普及センター釧路東部支所)

背景

【厚岸町の概要】

- 北海道東部に位置する酪農専業地帯
- 家族経営を主体とした酪農経営であるが、1戸当たり出荷乳量は700t/年を超え、経営の大型化が進んでいる
- 飼養頭数が増加する中で、高齢化や労働力不足が顕在化している

【地域の課題】

- 規模拡大が進み従事者1人当たりの飼養頭数が増加する中で、飼養管理・環境の改善による生乳生産の省力化・効率化が必要となっている

頭数が増えたから、全部の牛の繁殖状況が頭に入らないよ



普及活動内容

- 牛舎新築(増頭)を機にICTを活用した牛群管理システムで繁殖成績の改善を実現

改善前(紙台帳と目視による観察)

- ・発情周期の管理が煩雑
- ・発情兆候の見逃し
- ・授精・妊娠鑑定の結果の反映に時間を要す



写真1
紙に書いた繁殖台帳

改善後(電子機器での管理)

- ・発情周期・発情兆候をスマホが通知
- ・授精・妊娠鑑定の結果がリアルタイムで牛群の動態に反映



写真2
スマホに届いた、発情アラートをパソコンの牛群リストで確認

普及の成果

【具体的な成果】

- 発情周期の追跡の効率化により、増頭後も授精適期を逸する牛が増加せず

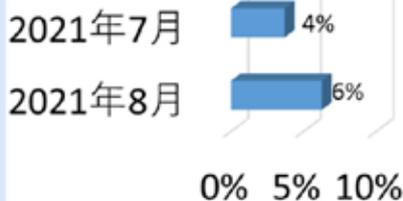


図 分娩後201日以上で未授精牛の割合(取組途中)

うちは飼養頭数が1.2倍に増えたけど、繁殖成績は現状を維持できているよ



【成果のポイント】

- 電子化された牛群管理について、農業者とともに確認したことで、その有効性が理解され繁殖成績が改善された



次回発情、はこの画面を見ればOK



(連絡先：釧路農業改良普及センター釧路東部支所 TEL 0153-65-2021)

14 搾乳ロボット導入時の支援スキルの向上

(根室農業改良普及センター)

背景

【根室振興局管内の概要】

- 搾乳ロボット（以下搾ロボ）の導入農場が増加（R2現在 91戸）
- 搾ロボ導入や利用に関わる情報量が不足
- 根室管内で6割を占めるつなぎ飼養農家の省力化対策が求められる。

【地域の課題】

- 搾ロボ導入に向けた課題整理が不十分
- 搾ロボ利用時のデータ活用方法の整理が必要
- つなぎ牛舎の搾ロボ導入効果の把握が必要

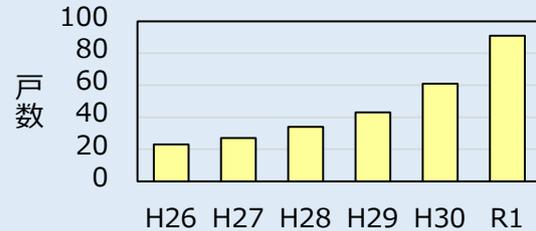


図1 累計導入戸数の推移

普及活動内容

- H27～28年度に搾ロボ導入に係る課題等の整理、R1年度に搾ロボから得られるデータ活用等の調査に取り組んだ
- R1年度に大学、試験場、JA、農機具会社と連携したつなぎ搾ロボの導入効果の検証支援に参画した



搾乳機器販売会社で情報収集

普及の成果

【具体的な成果】

- 搾ロボ導入における施設ガイドラインや搾ロボの講習会資料が完成
- 効果検証に参画し、つなぎ搾乳ロボット導入マニュアルが完成

【成果のポイント】

- 搾ロボ導入に係る課題整理により、円滑な農家相談対応が実現
- これまでの活動を踏まえ、R3年度にスマート農業事例集を発刊予定



施設ガイドライン

(連絡先：根室農業改良普及センター TEL 0153-75-2301)

針葉樹、広葉樹。山に樹々が広がる
 当たり前の景色。それは世代を越えて
 人の手で育んだ風景でした。

北海道木材紀行～津別町～

絵と文：新岡薫 / エトブンス社



津別の町をドライブしていると畑のうしろに
 植えられた苗木の列と枝打ちや間伐などの
 手入れがされた樹々、豊かな針広混交林が
 織りなす風景が印象的でした。

四季折々の森林の風景、木材の香りや手触り。木は姿カタチを
 変えて癒しの存在となっています。北海道の森林面積は約554万
 ha。全国の中でも特に広く（約22%）、豊かな生態系を育む山や
 森に恵まれ、その森を育てる林業や木材産業への期待が高まっています。

今回の旅は「愛林のまち」をキャッチフレーズにしている津別町へ。私たちの暮らしに欠かせない木材を作り、
 森を育てる林業に関わる方々を訪ねました。

森と暮らす「愛林のまち」津別町

道東、オホーツク管内の内陸部にある津別町は林業
 と農業が主要産業。町の総面積のうち86%が森林で、
 1978（昭和57）年に「愛林のまち」を宣言。造林、
 造材、運材、製材、加工と、林業に関係する町の産業
 を通じて森林資源を「植えて、育てて、伐って、また
 植えて」と循環させ、次世代に受け継げるようにして
 います。

また、阿寒摩周国立公園に接している道内でここだ
 けの「森林セラピー基地」に認定された「ノンノの森」
 や樹々に囲まれたチミケップ湖など、森に親しむ観光
 地があることでも知られています。

町と森のお話を聞くために津別町役場に到着。木材
 をふんだんに使った新しい庁舎にびっくり。なんて居
 心地の良い役場なのでしょう。「建物の88%が町産材、

すべて道産材で作られているんですよ」と、出迎えて
 くれたのは林政係長の渡辺さん。町で作られたカラマ
 ツやトドマツの合板など、温かみのある庁舎は2021
 （令和3）年に開庁したばかり。椅子や机などの調度
 品からも木材の魅力が伝わってきます。

役場見学の後には渡辺さんの案内で町有林に向かいま
 す。車窓からは針葉樹と広葉樹、行儀よく木が並ぶ人
 工林の山々が。国有林、道有林、町有林、私有林があ
 り、天然林の割合が高いそう。「天然林の雑木林は色々
 なところがありますが、津別町のように針葉樹と広葉
 樹が混ざった（針広混交林）天然林を持っている自治
 体は少ないんです」。途中から、そんな町の天然林の
 林道に入って山中の目的地に到着。



津別町役場
 渡辺 新さん
 大学では林学を学び、道職員として
 林業に関わってきたけど、
 ひとつの町で育っていく木を
 見続けること、市町村の山の管理に
 興味を持ち津別町に初住。



愛林のまちらしい庁舎。
 合板を使った議会場に入ると針葉樹の良い香りがします。

木を伐って守ることも林業の仕事

「ホーイ！！」いきなり渡辺さんが森の奥に向かって叫びます。しばらくして、クマ？ではなく、熊鈴の音を鳴らしながら青年が山から下りて来ました（森の中ではチェーンソーを使うこともあり、声がよく通るホーイと呼びかけるそう）。彼は造林・造材の会社、北野産業の社長、菊池さんです。今日は何のお仕事をされていたんですか？「ここは間伐予定地なので、木の太さを測ったり、立木の状態を調べていました」。腰にぶら下げている大きな物差しは輪尺（りんじゃく）という木の直径を測る道具。「成長が悪くて下から腐ってしまいそうな木や枯れ木を優先的に選んでいます」。林業は産業として木を伐り出す以外にも、こうした森の手入れが重要な仕事。「間伐した木は材として利用しています。菊池さんたちは環境に配慮した森づくりをお願いできる貴重な人材なんですよ」と渡辺さん。

現在、木材の需要は増え、また道内の人工林は収穫の時期（約40年）を迎えています。ただ、林業の担い手は全国的に足りません。津別町でも人手不足で造林が追いつかない課題もあり、就業支援等の体制を整えています。そんな中、大学から新卒で林業の会社に飛び込んだ菊池さん。約10年、どんな思いで働いて来たのでしょうか。「自然の中で働ける、ということがこの世界に入る決め手でした。ただ、実際に植え付け作業をしたら想像以上に大変で。一度諦めかけましたが、やはり現場で作業することが向いていたんだと思います。これしかないと思えて未経験から始めました。今は入社した頃に植えた木が育ち、除伐という林の手入れをする段階に来て、成長を見ると感慨深いです」。



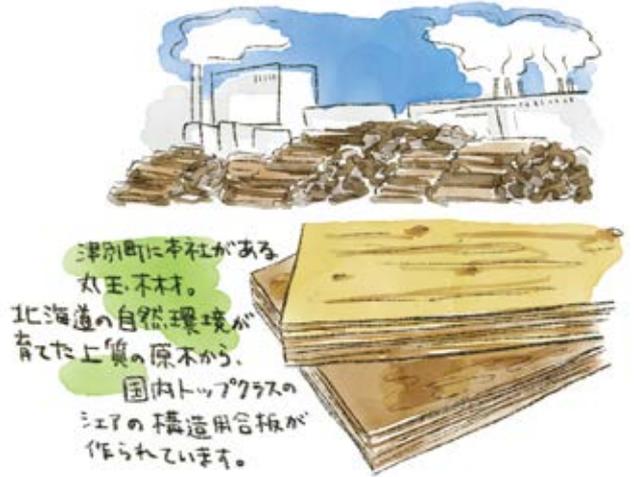
成長したのは木だけではないのでしょうか。現場の仕事に加え、経理などの事務仕事も覚えていった菊池さん。そんな仕事が認められ、先代の社長から代表を受け継ぎました。「年齢も経験も下から数えた方が早く、社員の皆さんから教わることも多いです」と話す社長は32歳。社員の年齢層は30、40代がメイン。この日の作業では2020年に入社した社員、村山さんも一緒です。菊池さんより若い小柄な女性。思わず、力仕事は大変じゃないですか？と聞いてしまいました。「体力面は現場で鍛えています。山が好きなので、自然の中にいられて楽しいですよ。現場で経験を積むとだんだん体が慣れていくそうで、山での動きや効率よく道具を使えるのは高齢の方とのこと。「造林はやる気があればできる仕事。老若男女は関係ないと思いますよ」と菊池さん。

苗木の植え付け、下草刈り、地ごしらえ、枝打ち、除伐、間伐、皆伐と四季を通じて作業がある林業。「最初は誰でもキツいんですが、コツをつかんで乗り越えれば長く続けられます。世代を越えて続いていく、この先も無くならない仕事ですね」と、渡辺さんの話を聞きながら皆伐の現場を眺めていると、木の側で働く喜びが伝わって来ました。



津別の森と町を支えて広がる、 小さな町の大きな取り組み

森づくりの現場の後は、木材加工の会社を訪ねます。人口5千人弱の津別町。この町を代表する会社のひとつは全国規模で構造合板を生産し、町の暮らしを支えている丸玉木材。もうひとつは若き3代目が世界に繋がるチャレンジを続けている山上木工です。



人のために、町のために、環境のために

丸玉木材株式会社

広い敷地の中には丸太が積まれ、工場や社屋が並んでいます。津別町に本社がある丸玉木材にやって来ました。社長の大越さんにご挨拶。すると、「森は海の恋人と言われているのをご存知ですか」と話を聞くと、もりが逆に質問されました。森の栄養が海に流れて生き物を育てるといっていいのでしょうか。「そうですね。森林は二酸化炭素を最も食べていて、環境保全の最前線なんです」。

地域に根ざした林業・木材産業のためには森を育てて環境を守ることが大切。町や林業、育林のために毎年寄付もしています。「私たちは山を使う立場。山に入る人を増やし、木を育て、木を活かし、森林を保護することは森と共に生きる企業としての務めです」。その思いは脱炭素の取り組みに繋がります。「合板生産で出る端材を燃料にし、工場でする熱や電気を賄っています」。木材関連会社と協同組合を作り、化石燃料を使わない資源循環型のバイオマスエコ事業を進めている丸玉木材。「若手社員を中心に脱炭素社会に向けたプロジェクトを進めていきたいですね」と、笑顔の大越さんの言葉は力強く、木材を使用する私たちが森のことをもっと意識して生活したいと思いました。



創業1902年、マッチ軸木の製造から始まる丸玉木材株式会社。1910年から合板製造。現在は北海道産の植林木「カラマツ、トドマツ」を原材料とした針葉樹構造用合板を生産しています。「木材は工業資源にもなり、再生もできる。燃え殻まで100%利用できて、産廃もゼロ。何より雇用を生み出してくれます。会社の目的は雇用を守る、これに尽きますね」と大越さん。丸玉木材は雇用だけでなく、社員や町の人々のために病院や給油所なども経営。会社として町の暮らしを支えています。

木材資源の造林、育林、利用で地産地消できる 資源循環型バイオマスグリーンサイクル



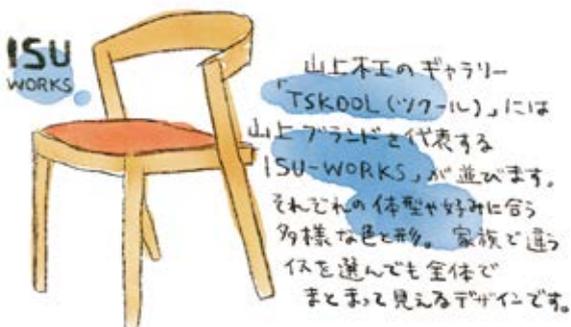
この町から世界に繋がる時代です

株式会社山上木工

次の目的地は元の津別町立活汲(かっくみ)小学校。廃校になった校舎を活用した「TSKOOL(ツクール)」です。2018年にこの場所で新しいチャレンジをはじめたのは地元の木工所、株式会社山上木工の専務、山上さんです。新庁舎で見た素敵な椅子もこちらの製品。「ここは自社ブランドのショールームであり、津別町に人を呼び込めるような場所になればと取り組んでいます」。窓が開くようなTSKOOLのロゴからも思いが伝わって来ます。

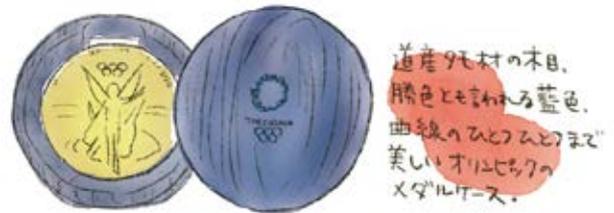


1984年に津別町で生まれ、今では津別町の良さを発信している山上さんですが、学生時代は都会に憧れて東京の大学へ進みました。名古屋の工作機械メーカーに勤めて家庭を持ち、海外での仕事も通じて自信を持ったそうです。「小さいころから祖父母に三代目と呼ばれて育ち、経験を積んだ今なら親父の力になれるのでは?と自信を持って戻ってきました」。30歳手前の決断で地元に戻った山上さんでしたが……。「全然違いましたね。それは大きな会社の歯車の一つで、ここでは幾つもの歯車になって回さないと自走できない。零細企業だとすべてをこなす必要があったんです」。現場、事務、掃除、営業、設計と仕事の守備範囲の広さを実感します。「親父のやっつてくことはダセエなんて言いながら自分では何もできない。現実を



受け入れるまでに時間がかかりましたね」。

だんだんと自分で営業して作って喜ばれる仕事の楽しさがわかるようになった山上さん。木工以外に特殊加工の技術も伸ばし、東京2020オリンピックでメダリストに手渡されるメダルケースのコンペに参加。見事選ばれて、津別町の名前が新聞などで報じられました。「大きいイベントに挑戦することに意味があると参加しましたが、まさか採用されるとは」そこから最終的な製品になるまで、色形、使用感などこだわり抜いた逸品が生まれ、世界のアスリートに渡って行きました。



山上さんは各地の作家やプロダクトデザイナーとコラボして多彩な物を生み出しています。ただ、一緒に働く社員にはある条件があるそう。「条件はただ一つ、津別町に住んでもらうことです」。道産材が安定供給される恵まれた環境。ただ都会暮らしに慣れた人にはハードルが高いでしょうか?「今はリアルタイムで情報が届きます。むしろ手厚い補助があり、家賃も安い田舎で働く方がメリットを感じる時代だと思いますよ」。

今、ローカルから世界に向けた製品を創り出している山上さん。今後の活動が楽しみです。オホーツクで面白いことを始めている人を繋ぐ場TSKOOLには活汲小学校の校章が飾られていました。ここにも山上さんやここに集う皆さんの地元愛を感じます。



北海道農業の人手不足に対応した 農業技術について

北海道開発協会 開発調査総合研究所長
北海道大学大学院公共政策学研究センター研究員
黒崎 宏

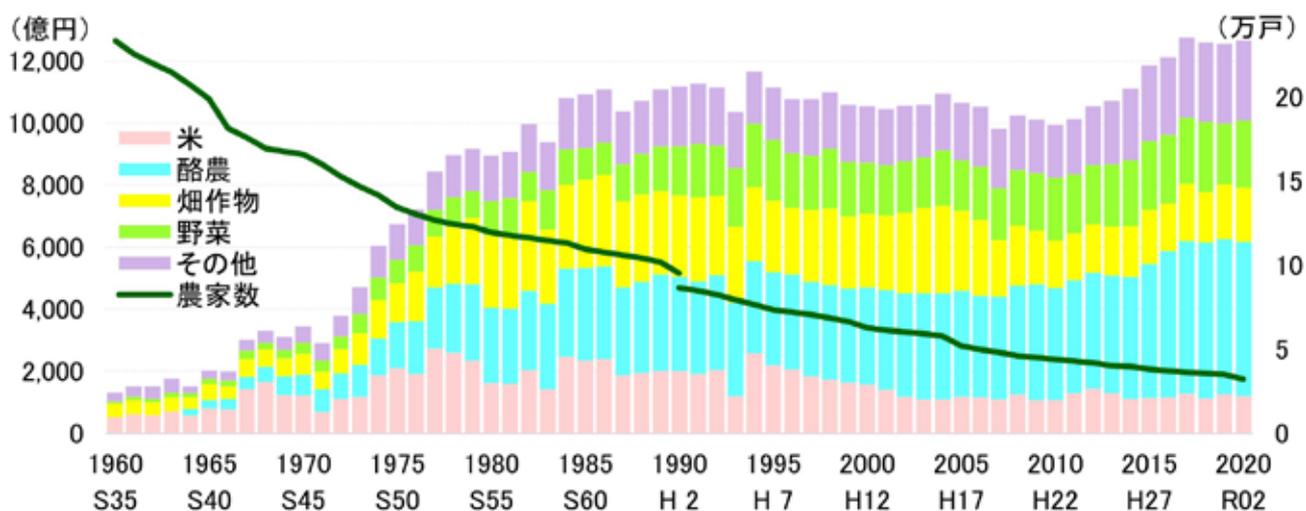
はじめに

北海道は、わが国国土面積の22%を有し、豊富な資源を活かした農林水産業と関連産業が営まれています。一方、北海道の人口は全国の4.1%で、1995（平成7）年をピークに減少が続いており、特に、農林水産業が地域経済の柱となっている地方部での人口減少、高齢化が顕著となっています。

中でも、北海道の農家戸数は、1950年代から減少が続いていますが、地域に残った農家は、離農跡地を取得し経営規模を拡大してきました。規模拡大を可能としたのは、米やてん菜等の作物栽培で、移植から収穫までの作業をほぼ機械化した農業技術の開発と普及です。農家は積極的に農業機械等に投資をしながら、省力化技術を活用してきました。こうして、北海道の農地面積や農業生産は、近年でも概ね横ばいで推移しています。

しかし、これまでの北海道農業を支えてきた、「団塊の世代」がほぼリタイアする時期をむかえ、農家数は、今後も減少していくと予想されますから、労働力不足は一層深刻さを増していきます。現在の農業生産を維持していくためには、経営規模の更なる拡大が必要ですが、そのためには、ロボット農機など超省力化が可能な新たな農業技術の開発と普及が不可欠です。

北海道では、酪農や畑作など多様な経営形態が展開していますので、農業技術の面でも作物の種類や地域毎に固有の課題を克服していく必要があります。本稿では、北海道の大規模経営を中心とした、省力化技術の活用状況を紹介するとともに、今後の持続的な農業生産の実現に向けた農業技術の方向についても触れていきます。



図ー1 北海道の農業総産出額と農家数 —全国の14.2%を算出—

※ 1990年以降は販売農家

資料：農林水産省「生産農業所得統計」、「農林業センサス」

1. 北海道農業の現状と課題

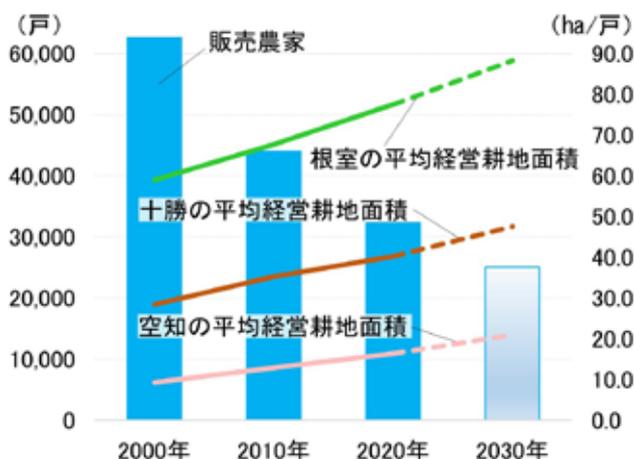
北海道の農家戸数は3万2,232戸（販売農家）で全国の3.1%ですが、販売金額が1,000万円以上の農家が3分の2と都府県の9%を大きく上回っており、専門的な農家が大宗を占めています。農業産出額は1兆2,667億円（2020年）と全国の14.2%で、小麦、大豆、ばれいしょ、てん菜などの畑作物や、たまねぎ、かぼちゃ、スイートコーンなどの野菜、生乳や牛肉など数多くの農畜産物が全国第1位の生産量となっている、わが国最大の食料供給地域です。

また、北海道は、地理的に広大なことから、地域によって気象や立地条件が異なり、各々の地域ごとに特色ある農業が営まれています。道南地域では、温暖な気候を生かし、野菜や米を中心に、ばれいしょ、豆類等の畑作物を加えた集約的な農業が営まれており、道央地域では、水資源が豊富で比較的高温な夏季の気候を生かして、米や野菜などを主体とした農業が展開されています。十勝・網走地域では広大な農地を生かした大規模な畑作や酪農が行われており、宗谷・釧路・根室地域では大規模な草地型酪農が大宗となっています。

一方、北海道立総合研究機構（以下、道総研）

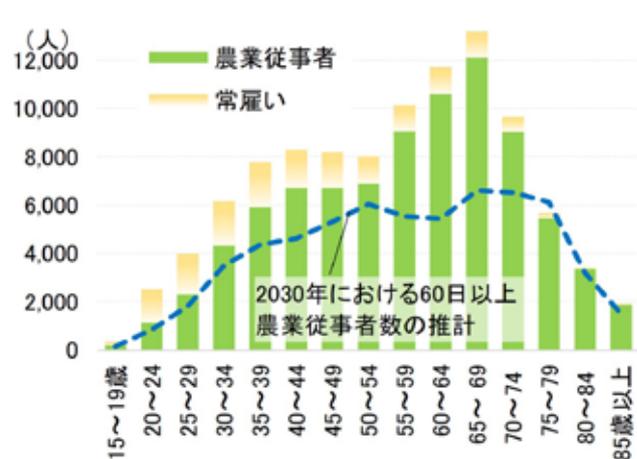
農業研究本部の行った、今後の農家数の予測によると、2030年には、販売農家が2万5千戸にまで減少すると推計されています。これに伴い、地域の農地が一定の水準で維持されることを前提とした農家1戸当たり経営耕地面積は、現在より更に拡大すると見込まれ、水田地帯の空知では1.3倍に、畑作主体の十勝で1.2倍に、酪農地帯の根室では1.1倍と少ないものの、平均でも約90haの規模にまで拡大すると予測されています。

農業従事者数を見ると、60歳代が一番多くなっており、今後、この世代のリタイアに伴って、労働力不足は厳しさを増すことが予想されます。一方、少子化が進む中で、道内の新規就農者数は2010（平成22）年以降、減少傾向で推移しており、2020（令和2）年は474人となりましたが、近年は農業後継者以外の新規就農者の割合が増えています。また、大規模農家では農作業を家族だけではまかないきれないことから、雇用者として農業に携わる人も多くなっています。地域農業の活性化には、こうした多様な担い手の活躍が欠かせません。新規就農者も含め、最先端の農機の操作等をはじめ、各農作物に則した農業技術を効果的に活用していく必要があります。



図一 販売農家の推移と予測

資料：2020年までは、農林水産省「農林業センサス」
2030年は、道総研による予測数値



図二 農業に60日以上従事した農家経営体の家族及び構成員(2020年)と2030年推計値

破線推計値には雇用者は含まない
資料：農林水産省「農林業センサス」

2. 北海道稲作の省力化技術

2.1 水田農業の現状

北海道の水田作経営では、面積規模が急速に拡大しています。水稲を15ha以上栽培する経営体は、平均23haの水稲作付面積で、水稲全体の45%（2020年）を担っています。道総研の予測では、水田地帯の規模拡大の割合が最も大きいとされていますから、10年後には大規模層の水稲作付面積は平均でも30ha程度に拡大すると思われます。

明治から戦後にかけての北海道稲作の目標は、冷害を克服して収量を増やすことでした。米の生産調整の開始から平成の時代には、消費者のニーズに対応した良食味米など品質向上に向けて新品種の育成や栽培技術の改良が進められてきました。そして現在では、北海道全体の問題でもある人口減少に対応し、「労力をかけない」米づくりに取り組んでいます。もちろん、省力化によって品質や収量が不安定になっては、収益が確保できず、経営が成り立ちません。様々な条件を考慮して、多収量、高品質を確保しながら、省力化が可能となる技術を導入していくことが肝要です。

お米では、昔から「苗半作」と言われるように、苗を上手につくれば、米づくりの半分

は終わったようなものですが、その分、育苗には多くの時間と労力がかけられています。米の生産費調査データを見ても、育苗作業は直接投下労働時間の3分の1を占めています。

2.2 水稲の直播栽培

「直播」は、苗をつくらず田んぼに直接播種する栽培方式です。ほ場条件によって、湛水直播（播種前に湛水を伴う方式）と乾田直播（湛水していないほ場に播種する方式）の2種類があります。

最大のメリットは、移植栽培で必要とされる育苗管理や田植機の運転などの春作業が3分の1近くにまで削減できることです。移植栽培では、1台の田植機で適期移植を行えるのは最大20haが限界と言われているので、農家が水稲作付面積をさらに拡大する場合は、田植機や育苗ハウスを増やしたり、何より、苗づくりや苗の搬送、田植機操作などに要する労働力を確保しなければなりません。直播栽培を導入することによって、1人で従来の倍以上の面積に水稲を作付けすることができますから、家族の労力を他の作物の春作業に振り向けることも可能となります。

一方、直播では新たな機材や作業が必要となります。湛水直播では専用直播機（条播、点播など）が必要となりますし、乾田直播では、レーザーレベラーによる均平整地や播種後のケンブリッジローラーによる鎮圧などの作業が必要になります。また、北海道の直播では、苗立ちを150～200本/m²としなければ「遅れ穂」が増え収量が安定しないため、播種する種子量が10a当たり10～13kg（移植の約3～4倍）も必要となります。

北海道では、明治後半から大正の時代には水稲の8割が直播でした。当時の水苗代¹⁾による育苗の播種は5月上旬で、寒い春には育苗が不安定でしたので、少し遅い5月中旬に

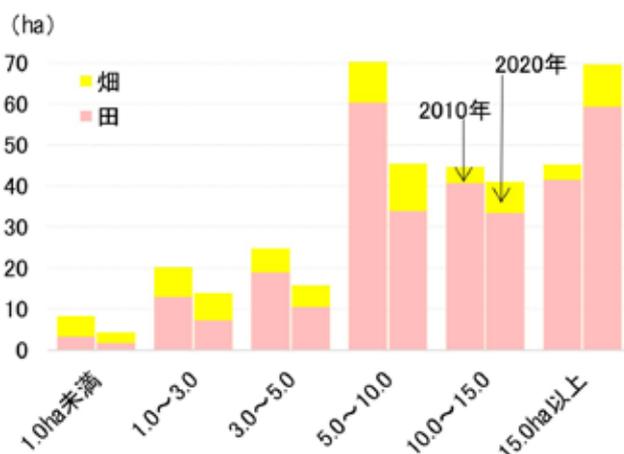
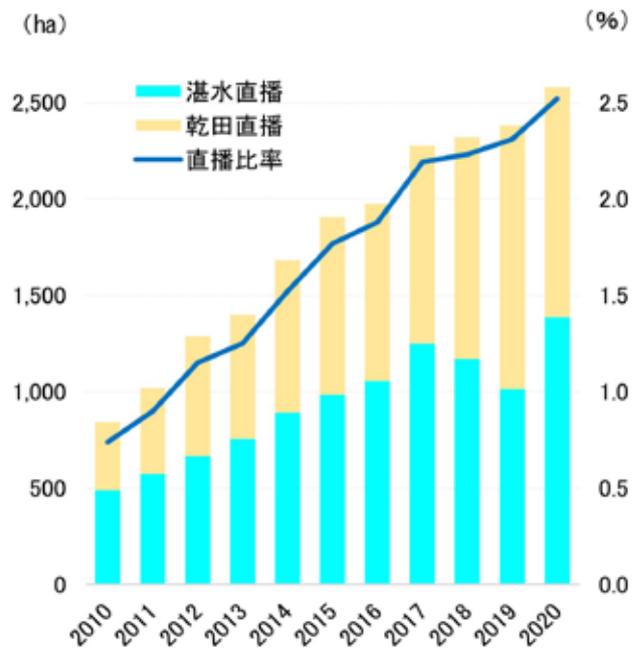


図-4 水田作経営の水稲作付面積規模別耕地面積
資料：農林水産省「農林業センサス」

ほ場に直接、種もみを播く直播とすることで低温の影響を受けにくく、移植苗の活着による生育停滞もないため、直播の収量は水苗代に比べ遜色がなかったのです。人手が少ないまま水田面積が増えていった中で、農家の考案による「タコ足式直播器」が普及し、直播面積が急速に拡大しました。しかし、1930年代前半に数年間も連続した冷害に見舞われ、その対応として、種子を4月に播いて移植までの苗の生育量を確保できる「温床育苗」が開発されます。生育期間が1か月も伸び、成熟期も速くなり収量が顕著に向上したことから、苗代栽培が普及していきました。

北海道の水稲直播面積は、1980年代末には数十haにまで減少しましたが、2010年頃から、空知地域や道南地域を中心に増加しています。この背景には、農家1戸当たりの水田面積の拡大により、移植栽培だけでは米の作付拡大が困難になってきたことや、品種改良（「大地の星」や「ほしまる」）により直播栽培の収量が安定化してきたことがあげられます。水稲栽培の省力化技術に対するニーズは一層高まっており、2019（令和元）年から低温苗立ち性が良く、食味も向上した新品種「えみまる」の本格的な栽培が始まり、2020（令和2）年の直播栽培は56市町村で2,580haとなっています。湛水直播は、上川や渡島地域で多く、専用播種機による条播や点播のほか、タブラー（種子や粒状肥料の散布機）や無人ヘリによる散播など、多様な方式が取り組まれています。乾田直播は、空知が大部分で、専用播種機だけではなく畑作物用の播種機の利用により、低コスト化に向けた取り組みが行われています。



図－5 水田作経営の水稲作付面積規模別耕地面積
資料：田中英彦「北海道の水稲直播栽培による落水出芽法の開発」（2016年9月）
2014年以降は「米に関する資料」（北海道農政部）

地域によって気象条件等に差がありますから、道内でも直播栽培の収量が不安定な地域があります。また、田植機等の資本装備の状況から、採算面を考慮して移植栽培を継続する場合もあります。移植栽培の省力化技術では、箱マットの育苗箱で播種量を通常の2～3倍に増やす「高密度播種短期育苗²⁾」や、移植する苗の株間を通常（12～13cm）の2倍に広げ、苗の旺盛な分けつを活用する「疎植栽培³⁾」があります。

2.3 水管理の自動化

田の水は、イネの吸収や蒸発等によって減っていきますから、生育ステージ毎に適切な水深に調節する必要があります。農家は毎日田を見回り、ほ場毎に給水口を操作して水位

1) 水苗代：水田の一部に種もみを撒いて苗を育てる方法。育った苗を移植した（田植え）。

2) 高密度播種短期育苗：苗箱を減らして、育苗作業や移植作業を省力化するとともに育苗資材費も削減できる

3) 疎植栽培：必要な育苗箱が少なくなることで、生産コストや労働時間を削減でき、苗運びや苗の充填が減少して作業能率が向上する。

を調整しますので、水管理は水稻の直接労働時間の2割を占めています。規模拡大によって田の枚数が増え、ほ場が分散してくると、水管理に要する時間も多くなります。このため、水田センサーによって水位や水温を遠隔監視し、ほ場毎に自動給水栓を設置して離れた場所から水位を操作する技術が実用化されています。

2.4 田畑輪換の取り組み

国内の米の需要量は、減少傾向が続いています。このため、水田作経営では、小麦や大豆等の畑作物の割合が増えつつあり、水稻作業の省力化とともに、畑作物の効率的な栽培が課題となっています。また、水稻は、主に河川からかんがい用水を引いてほ場に湛水させ、還元状態⁴⁾の土壌で栽培する等の特性から、「連作障害」が発生せず、地力の消耗もあまりありません。一方、畑作物を同じほ場で何年も栽培すると、収量低下等の連作障

害に見舞われます。近年の石狩や空知における小麦や大豆の収量低下の要因の一つとして、連作障害が指摘されています。

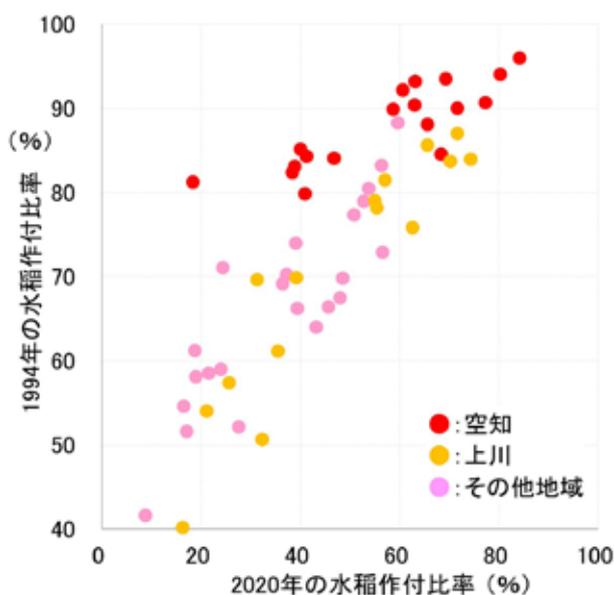
さらに、水田における畑作物の作付け状況は、気象、土壌条件や経営規模などによって、様々となっていますので、地域の特性に応じた輪作の組合せや、栽培技術の向上が必要です。空知地方では、水稻、大豆、小麦及びなたね等を順に作付けする「空知型輪作」により、連作障害を避け収量を向上させる取り組みが行われています。

3. 北海道畑作の省力化技術

3.1 北海道畑作の現状

北海道の十勝地域や網走地域では、小麦や豆類、ばれいしょ、てん菜など土地利用型畑作物の生産が主体となっています。畑作物は、一般に同じ作物を同じほ場で栽培を続けると地中の偏った栄養分過多や細菌の増殖などの連作障害（「いや地」とも言われます。）により、収量の低下や品質劣化が発生します。このため、畑作経営では、複数の作物を組み合わせた輪作体系の維持に取り組んでおり、網走では3年輪作、十勝では4年輪作が中心となっています。

十勝、網走地域では、1990年代以降、秋まき小麦、大豆など豆類、ばれいしょ、てん菜の作付面積が、概ね横ばいで推移しています。一方、農家数は、十勝では2000（平成12）年の7,472戸（経営耕地のある販売農家）から、2020（令和2）年には4,781戸に減少しました。網走でも同じく、6,655戸から3,599戸に減少しました。経営耕地面積規模別にみた畑作経営は、30～50ha規模が一番多く、2020（令和2）年では、10年前と比較して、50ha規

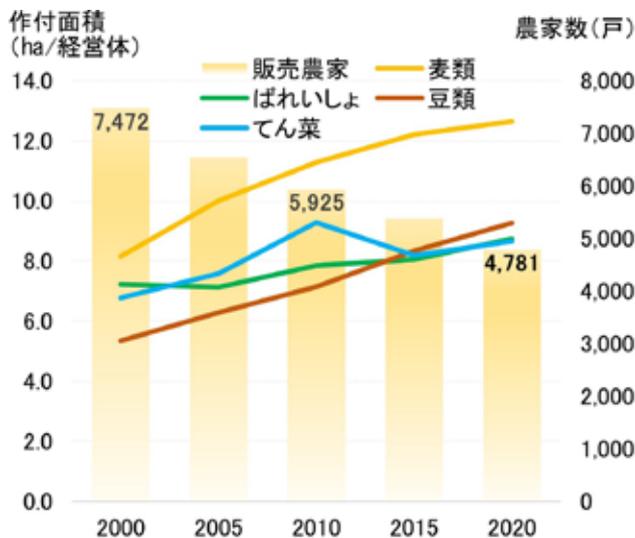


図ー6 市町村別の水稻作付比率（1994・2020）
資料：農林水産省「作物統計」、「耕地及び作付面積統計」

4) 還元状態：湛水などによって土壌酸素が少くなると、活動する微生物の種類が好気性菌から嫌気性菌へと変化し、還元物質がたまって還元状態となる

模以上の経営体が増加しています。

十勝と網走における作物別の平均作付面積をみると、麦類（主に小麦）が12haで20年前に比べ約1.6倍に増加しており、豆類は十勝で9.3haと同じく1.7倍となっています。また、ばれいしょは約9haで20年前と比べ、1.2～1.4倍に、てん菜は9～10haで同じく1.3倍の伸びになっています。経営規模の拡大に伴って、麦類、豆類の作付面積割合が顕著に拡大しています。



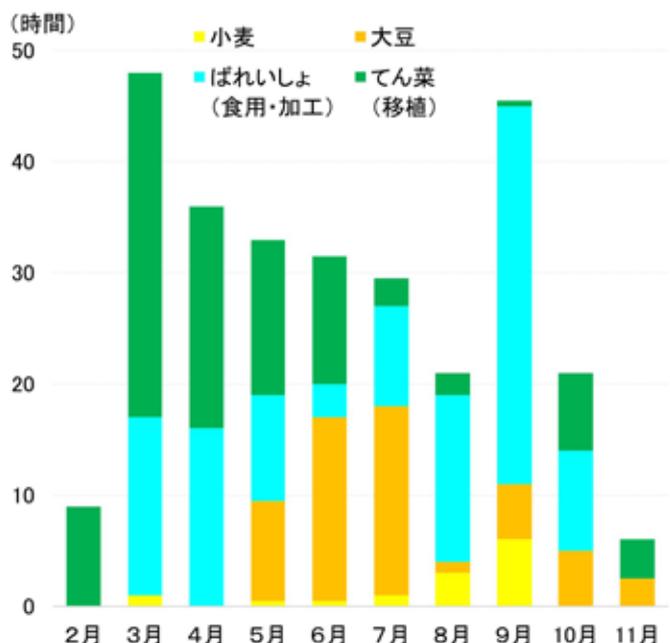
図ー7 十勝の農家数と作物作付面積

資料：農林水産省「農林業センサス」
※作物別の作付面積は1経営体当たり（2000年は販売農家1戸当たり）

ばれいしょは、ポテトチップスやでん粉に加工され、てん菜は砂糖に加工されて全国の消費地に供給されています。いずれも、わが国の食料自給率を底支えしているとともに、食品産業の雇用等を含め、地域の経済、社会の基礎を支える作物となっていますから、その生産振興が必要です。

3.2 畑作農業における農作業の競合

「北海道農業生産技術体系」より、主要な畑作物の1ha当たり労働時間をみると、小麦（14.4時間）やそば（12.8時間）では少なくなっていますが、大豆は54.8時間、でん粉原料用ばれいしょは52.9時間となっています。単位面積当たりの所得が大きいてん菜では103.8時間（移植栽培）、食用・加工向けばれいしょでは113.6時間と、大豆の2倍の労働時間が必要です。投下労働時間を月別にみると、ばれいしょ、てん菜の植付け・移植期である3～4月と、収穫期の9月がピークとなっています。



図ー8 畑作4品目の月別投下労働時間

資料：「北海道農業生産技術体系」第5版（北海道農政部署を基に作成）

仮に、畑作4品目を十勝の平均規模で作付けする経営面積40haの農家では、9月の農作業に必要な時間は420時間余りとなります。秋作業では大型機械を利用することが多く、降雨が多いとは場がぬかるんで機械を入れることができないため、9月の作業可能日数は20日程度です。十勝では、農家1戸当たりの

基幹的農業従事者が平均2.7人と比較的恵まれていることもあり、実作業日当たりの1人の作業時間は7.7時間と計算されます。繁忙期でも月の実働が20日で1日8時間弱の労働時間は、他産業のサラリーマンと変わらないと思われるかもしれませんが、農業の場合は、直接作業時間以外に、資材の準備や機械の保守にも時間を要しますし、ほ場が分散していれば機材等の移動時間も見込まなければなりません。こうした準備作業等は、ほ場での作業時間の5割程度に及ぶこともあり、家族だけでは農作業をまかないきれず、十勝では、常雇いや臨時雇いを雇用している経営が4割を超えています。

畑地帯でも規模拡大は今後も続くとみられ、十勝の平均的な経営規模は、10年後には50ha近くにまで拡大すると予測されています。畑作物の輪作体系を維持しながら、地域の農業生産を現在と同じ水準で確保していくためには、ロボット農機などの新たな省力化技術を導入していくとともに、農作業の时期的な競合を抑えられるよう、品種改良や栽培技術の改善を実現していくことが求められています。

3.3 てん菜生産の課題と新技術

てん菜は、畑作4品目のうち単位面積当たりの粗収益、所得が最も大きな作物です。1980年代半ばには全道の作付面積が7万5千haを超えましたが、近年は農家戸数の減少や高齢化に伴う労働力不足等により、減少傾向にあります。十勝でも、ピーク時には3万2千haを超えていましたが、2021（令和3）年産では、25,343haにまで減少しています。十勝の畑作4品目の合計面積は、概ね12万haと横ばい傾向ですから、農家1戸当たりの規模拡大に伴って、てん菜のような投下労働時間の大きな作物が敬遠され、労働時

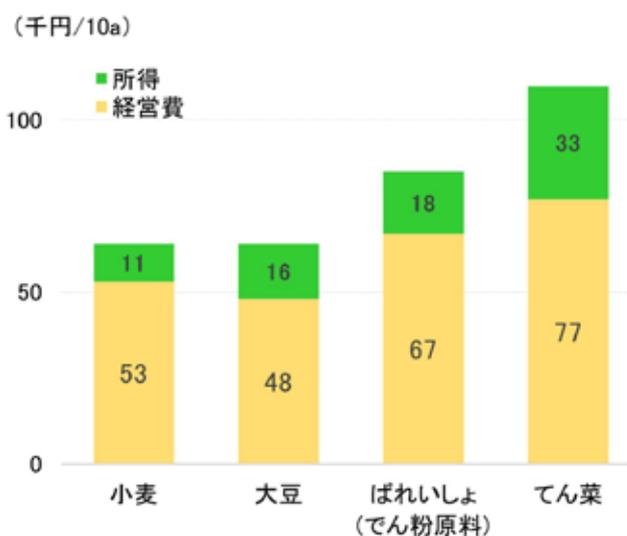


図-9 畑作4品目の収益性

資料：「てん菜をめぐる事情」2021年2月（農林水産省地域作物課）

間が少なく、他品目との作業競合も少ない小麦生産の拡大につながっています。

北海道における戦後のてん菜生産が拡大した要因の一つは、紙筒移植で、これは、北海道で開発された日本独自の技術です。てん菜も、当初は、種子を畑に直接播種していましたが、移植栽培の導入によって、生育の安定化と単位面積当たりの収量（単収）が飛躍的に増加しました。移植栽培は、3月中旬に育苗用の土を入れた紙筒にてん菜の種子を播種してビニールハウス内で育苗し、4月下旬～5月上旬に畑に移植します。移植栽培は、1961（昭和36）年以降急速に普及が進み、1968（昭和43）年には栽培面積の5割に、1990年代には90%以上に達しました。これにより、1961（昭和36）年に2,417kg/10aだった収量は、10年後には4,310kg/10aに増え、近年では6,000kgを超える水準となっています。単収の増加と共に、農作業の機械化も進展します。収穫作業では、まず茎葉部をタッパー（茎葉処理機）で切断してから、根部をビートハーベスターで掘り起こして収穫します。収穫されたてん菜は、各農家のほ場周辺

に設けられた土場に一旦堆積され、そこからダンプトラックによって製糖工場に運ばれます。1960年代後半から国産のハーベスターが普及し、さらに、専用の播種機や移植機が開発されたことによって、てん菜栽培の10a当たり投下労働時間は、1970（昭和45）年の約50時間から2019（令和元）年には11.6時間にまで減少しました。それでも、労働時間は大豆の2倍、小麦の4倍と長く、特に、育苗と移植を合わせた作業時間が37%を占めていることから、1戸当たりの経営規模が拡大していくもとの、4月の作業競合が厳しくなっています。

このため、近年ではてん菜栽培でも直播が見直され、2005（平成17）年以降に急速に拡大しており、2020（令和2）年には直播面積が3割以上となりました。てん菜の直播栽培は、出芽不良や初期生育における風害や遅霜などにより収量が不安定となりがちでしたから、その克服が課題でした。近年、水稲やてん菜の直播栽培収量が安定化してきた要因としては、温暖化による影響もあるようですが、基本的には、試験研究機関やJA等の関係団体が連携して、直播栽培に適した品種の導入をはじめ、播種技術の向上、ソイルクラスト（土壌の硬化）対策、風害対策等の多くの技術が開発され、普及を図ってきたことがあげられます。こうして、従来は移植に比べて直播の10a当たり収量は1,000kg以上低いと言われていましたが、最近では直播で7,000kgを穫る農家も少なくなく、移植栽培と遜色のない水準に近づいています。

十勝では畑作の輪作体系にナガイモやゴボウ等を組み入れる経営も見られていますが、こうした根菜類の収穫は、てん菜の収穫時期と競合します。北海道では、経営の規模拡大に伴う労力不足に対応するため、農作業の一部を外部組織に委託する農家が増えてきてお

り、酪農分野における飼料作物の収穫や調整作業を請け負うコントラクターも含め、335組織（2020年3月末時点）となっています。てん菜の収穫作業等を請け負う組織はまだ少ないのですが、JA上士幌町では自らコントラクター事業に乗り出し、てん菜の収穫作業を請け負っています。利用農家にとっては、てん菜の収穫作業を委託することで、ナガイモ等の野菜類を導入しても、てん菜生産を継続することができ、ビートハーベスターの更新など追加投資節減の効果もあります。

農村地域における人手不足は、様々な分野で顕在化してきているため、てん菜の収穫作業をさらに省力化するため、浦幌町下浦幌地区では、ドイツ製の超大型自走式ビートハーベスター（テラドス）を導入し、利用組合を設立して150haの収穫作業に利用しています。国産のハーベスターは一般に1列収穫ですが、テラドスは4列収穫が可能で、作業効率も3～4倍になるようです。

3.4 ばれいしょ生産の課題と新技術

北海道は、国内産ばれいしょの8割を生産しています。一口にばれいしょと言っても、道内ではスーパー等に並ぶ青果用、ポテトチップスやフレンチフライの原料となる加工用、でん粉原料用、種子用が生産されており、それぞれ栽培方法が違ってきます。

現行のばれいしょ栽培における作業時間のピークは、いも切りから植付けまでの4月上旬～5月上旬と、収穫期（品種によって8月～10月）にあり、経営規模を拡大していくためには、この時期の作業を効率的、省力的に行う必要があります。

ばれいしょは、収穫時にイモが衝撃を受けると貯蔵期間中に変色するなど品質低下につながるため、青果用やポテトチップス用の場合、収穫機のポテトハーベスターを操作する

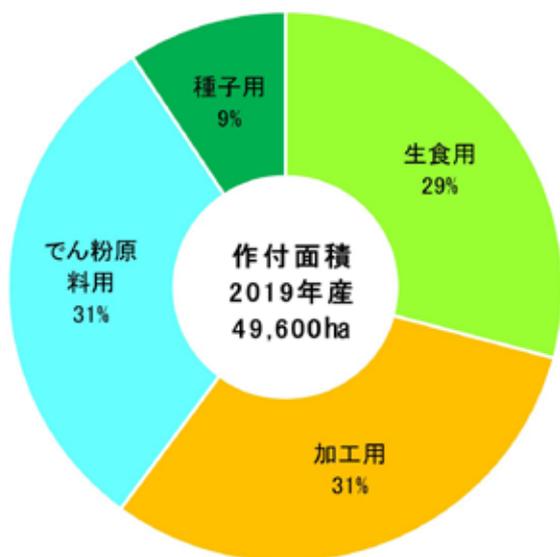
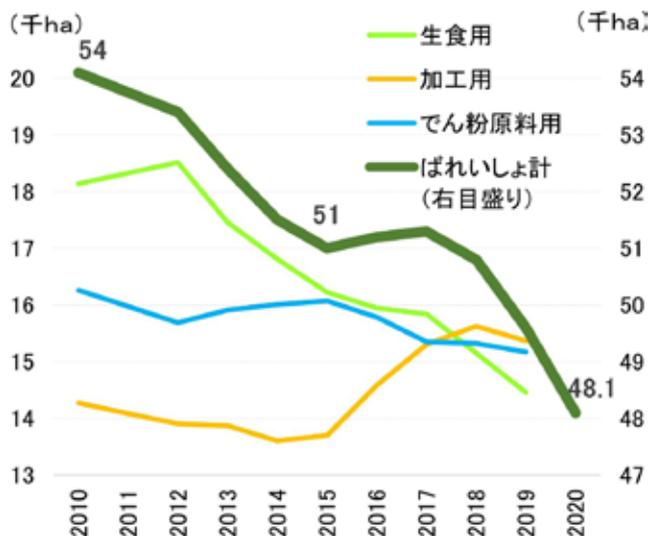


図-10 上) ばれいしょ用途別作付面積
 ※ばれいしょ計には種子用を含んでいる
 下) ばれいしょ用途別作付面積割合 (2019年)
 資料：「北海道の畑作をめぐる情勢」(北海道農政部) より作成

オペレーターとともに、機上で石礫や腐ったイモを取り除くための数名の作業員が必要となります。この作業は1日で1ha程度しかこなせず、ほ場の石礫や土壌水分が多かったりすると作業効率が落ちますので、農家によっては、ばれいしょ収穫作業が1ヶ月間に及ぶこともあるようです。作業の遅れは、イモの腐れや病原菌による品質低下をもたらしま

す。また、畑作の輪作では、ばれいしょの後作に秋まき小麦を栽培する場合がありますが、小麦の播種が遅れると越冬前の生育を十分に確保できず、小麦収量の低下につながります。

近年は高齢化、人口減少が進み、機上選別のアルバイトを募集しても、必要な人数を確保できなくなっていることから、少ない人数で生食用ばれいしょ等を収穫する技術が導入されています。土壌条件の良いところでは、ロータリーヒラーによる早期培土を採用しているところが多いようですが、石礫の多い地域では、ソイルコンディショニング(播種床造成法)を導入している事例があります。これは、予めベッドフォーマーでほ場に高畦を形成し、その播種床からセパレーターで土塊や石礫を除去してからポテトプランターで種イモを深植えすると同時に培土を行う一連の栽培技術です。条件の良い畦を準備しておくことで、緑化イモ等が減り加工用の歩留まりが向上するほか、収穫時の機上選別人員を減らしながら収穫機の走行速度を上げることが

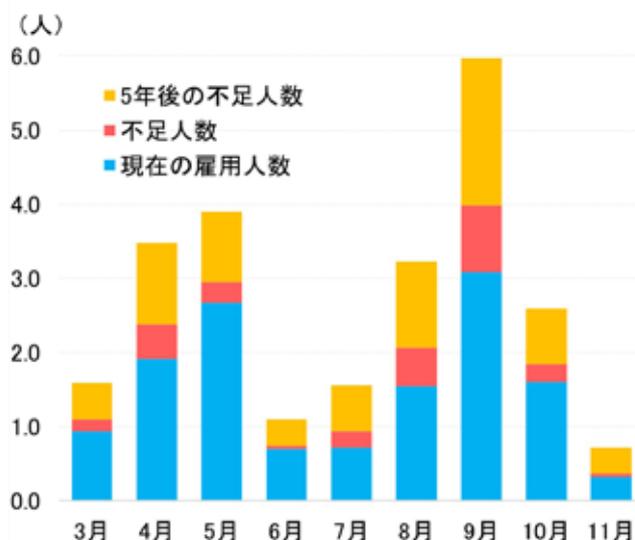


図-11 畑作農家の季節雇用の実態と不足状況 (1農家当たり、2017年)
 資料：「道東6 JA 耕種農家71戸へのアンケート調査」平成29年12月 (JA北海道中央会調べ)

できます。ソイルコンディショニングは、省力化効果は大きいものの、セパレーター等の初期投資が大きいことから、大規模経営体やコントラクターで導入されているようです。機上選別人員を少なくする上で、ほ場外に選別を行う施設を設ける場合がありますが、これには加工場との調整や施設運営など産地ぐるみの対応が必要です。最近では、AIの機械学習によって画像データからイモと石礫を高精度で見分け、機上選別を自動化する技術の研究も始まっています。

ばれいしょの食用部分は茎が肥大した「塊茎」ですから、イモを春に植え付けると芽が出て生育します。種イモの重量が30g以下だと十分な収量が得られませんので、種子用ばれいしょの規格は40～230gとなっています。小さな種イモは全粒（無切断）で植え付けますが、60g以上の大きいものは2～4個に切り分けます。各片に芽が2つくらい残るように切っていくのですが、ばれいしょの面積が10haにもなると20トンの種イモを切断しなければならず、時間がかかります。さらに、種イモからウイルス病などの伝染性病害が広がるリスクがありますので、切断刀は種イモ毎に消毒しなければなりません。ばれいしょの病害虫で触れておかねばならないのは、ジャガイモシストセンチュウの発生地域の拡大です。このセンチュウは、土壌中に生息し、ばれいしょの根に寄生して大幅な減収をもたらします。その卵は、シスト（包囊）という形で低温や乾燥から守られているため、一度発生すると根絶困難であることから、汚染地域の土壌を拡散しないよう措置されています。世界的にも最重要害虫の一つとして認識されていますので、日本では生のばれいしょを原則として輸入していません。北海道で

は、ジャガイモシストセンチュウ抵抗性品種の開発と普及拡大に取り組んでいます。青果用では、「男爵薯」、「メイクイン」といった従来品種に根強い需要があることから、抵抗性品種の認知度を高めていくための工夫も求められています。

3.5 小麦生産の課題と新技術

気候が冷帯に属する北海道は降雨も少ないため、湿潤な日本の中にあっては小麦生産に適しています。また、品種改良によって耐冷性、耐雪性が高まってきたとともに、機械化によって投下労働時間が少なく、粗放的な栽培が可能のため大規模経営での導入が進んでいます。2021（令和3）年産の、北海道における小麦の栽培面積は約12.6万haで、その86%が秋まき小麦となっています。また、石狩や空知の田で作付された面積は27%となっています。

3.2に見たように、北海道の小麦の労働時間は他の作物に比べて短く、うち整地から播種までの作業時間が33%、刈取、調整が14%となっています。

秋まき小麦の収穫では、刈り遅れると降雨による穂発芽などの品質低下が生じ、また、収穫した小麦は共同乾燥施設に搬入することから、燃料費を抑えるため穂水分が30%以下に低下してから収穫する必要があります。このため、刈取適期が1週間ほどとタイトになっていることから、共同利用の大型コンバインで昼夜を問わず収穫作業が行われます。JAめむろでは、ほ場の標高条件等によって小麦の生育に差があるため、衛星画像の活用によってコンバインの効率的な稼働を図っています。これは、衛星リモートセンシングによるほ場のNDVI値⁵⁾に基づいた成熟期マッ

5) NDVI値：植物による光の反射特性を利用した植生指標

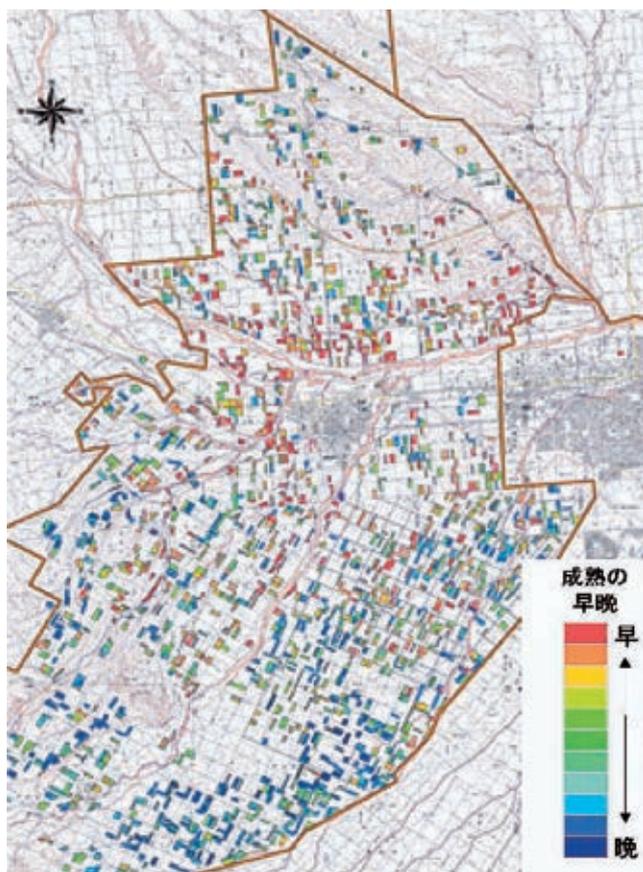


図-12 衛星画像による成熟期早晩マップ（芽室町全域）

資料：ホクレン アグリレポート2005年8月号

プを利用し、ほ場毎の最適な刈取時期を計画するものです。

秋まき小麦は、積雪下での越冬に耐えられるよう、越冬時に5葉程度の主茎葉数が確保できるように播種することがポイントです。播種が遅れると、十分な有効積算気温が確保できず、冬損の割合が高まるリスクがあります。秋まき小麦の適期播種を確保するためには、前提として前作物の収穫を終えている必要がありますが、畑作地帯で該当する作物は、早生品種のばれいしょや菜豆⁶⁾、スイートコーン等の野菜類と限られており、水田地帯の主要作物である水稲と大豆の収穫時期は、秋

まき小麦の播種適期よりも後となります。こうした背景から、小麦が連作されるほ場が少なくなく、収量低下の要因の一つとなっています。秋まき小麦の連作を避ける手法の一つとして、空知地域等では大豆間作小麦栽培に取り組んでいます。これは、大豆収穫前の葉の黄化が始まる頃（9月上旬）に、ブロードキャスター⁷⁾等で小麦種子を散播するものです。一般にはドリルシーダー⁸⁾を用いて小麦の種子を2～3cmの深さに植え付けますが、大豆間作では、ばらまかれた種子の上に大豆の落ち葉が被さり覆土のかわりとなります。ばらまき播種では小麦の種子量が余分に必要となったり、天候によって収量が不安定になる場合がありますが、専用の播種機を使わないことで収益性が高くなる利点があります。

小麦は苗の時に低温にあたらないと穂が出ませんので、日本でも古くから田の裏作として秋まき小麦が栽培されていました。北海道では、厳冬によって小麦が枯死してしまうことがあったため、低温感受性の低い品種を利用して、春まき小麦が栽培されてきました。春まき小麦は生育期間が短いことから秋まき品種に比べて収量が低いのですが、道総研北見農業試験場で開発された「ハルユタカ」などタンパク含量が高い品種が多く、製パン用として根強い需要があります。このため、多収化の技術として、春まき小麦を根雪直前に播種し、生育量を確保する「初冬播き栽培」が行われています。これは、積雪下で発芽させ、融雪と同時に生育を開始させることにより生育量を確保する栽培技術です。播種作業が晩秋となりますので、春と秋の農作業競合の軽減が実現でき、また、収穫期が早まるこ

6) 菜豆：インゲンマメのこと

7) ブロードキャスター：種や肥料の散布機

8) ドリルシーダー：すじ状に種をまくことができる播種機

とで、降雨による穂発芽等の被害リスクの分散につながります。一方、積雪が少なく土壌が凍結する地域には不向きです。また、春まき品種は、根雪前に出芽すると枯死するリスクが高いため、播種時期の選定が重要です。現在は、過去の気象データから播種日の目安を決めていますが、根雪始めは年によって大きく変動しますので、精度の高い気象予測情報の提供が望まれます。

今では、北海道産小麦を使用したパン製品が東京等で販売され、道内でも地産地消にこだわるパン屋が増えていますが、その契機となったのが「ハルユタカ」でした。農産物の安定的な生産を図るとともに、消費者や流通・加工業者と情報を共有しながら品質の向上等に取り組んでいくことも、農業技術の一つと考えられます。

3.6 豆類（大豆）生産の課題と新技術

大豆など豆類は、輪作体系の基幹的作物となっています。豆類の生産は、気象条件や病虫害発生等により、年によって収量や品質が大きく変動する傾向があり、消費者や食品加工業からは、高品質で安全な生産物の安定供給が求められています。

大豆は気温との反応性が高いことから、主に地域の積算気温と無霜期間によって栽培できる品種が限定されます。また、種皮色や粒径の違いが大きく、さらに豆腐、煮豆、納豆、味噌など用途も幅広いことから、北海道においても、道内各地の気象条件等に適合し、加工適性が優れた品種が開発され、数多くの品種が栽培されています。

大豆は、元来、成熟すると莢が裂開し、子実を遠くまで飛ばして子孫を残そうとする性質があります。この易裂莢性^{いれつきょうせい}は、収穫時に地面にこぼれ落ちてしまう子実が多くなり、機械収穫の際に減収となるのが課題でした。こ

のため、難裂莢性遺伝子の解析等を活用しながら、機械化に対応した品種の開発が行われました。難裂莢性品種の実用化と併せて、大豆専用コンバインの開発、普及が進み、大豆の労働時間は15年前に比べて半減しました。近年は播種に小麦用のドリルシーダーを用い、小麦用の大型コンバインで収穫することにより、小麦並みの労働時間で大豆を栽培する経営もあるようです。

それでも、大豆の10a当たり労働時間は5.5時間と小麦の2倍となっており、その4割が中耕防除の作業です。雑草の繁茂は収量低下の要因となり、コンバイン収穫時の汚粒発生にもつながることから、播種後の薬剤散布や中耕・培土作業で対応しますが、残った雑草を手作業で取り除く負担が大きくなっています。米国では遺伝子組換えにより除草剤耐性を付与した大豆の栽培が大部分で、除草作業は大幅に省力化され、単収量面でも北海道を上回っています。



図-13 大豆の投下労働時間

資料：「工芸農作物等の生産費」（農業経営統計調査）

北海道では、大豆の作付規模が大きくなると、労力的な制約から粗放的な管理になりやすく、殺虫剤や除草剤の使用も多くなりがち

です。狭畦栽培による雑草繁茂の抑制も試みられていますが、収量性の課題も抱えているようです。今後、有機栽培面積の拡大が要請されることも踏まえると、より省力的で効果的な雑草抑制技術の導入が必要でしょう。欧州では既に太陽光で駆動するロボット除草機が市販されており、雑草だけを選択的に引き抜いたり、薬剤散布ができます。道内でも、AIを活用した選択式株間除草ロボット等の開発が進められています。

4. 北海道酪農の省力化技術

4.1 北海道酪農の現状

北海道の酪農は、戦後の積極的な草地開発事業の実施など飼料基盤の拡大によって、乳用牛の飼養頭数を増加させてきました。現在の北海道における乳用牛飼養頭数は、約83万頭（2021年2月時点）で全国の8割を占め、生乳生産量は415万トﾝ（2020年）と全国の55%を生産しています。

一方、北海道では毎年約200戸のペースで酪農家の離農が続いており、1戸当たりの飼料作付面積と搾乳牛頭数が年々増加しています。飼養頭数の増加に伴って、酪農経営の労働時間は増加傾向にあり、北海道の個人経営体では年間8,029時間と、畑作（3,958時間）の2倍、水田作（2,681時間）の3倍となっています。酪農では、一般に朝晩2回の搾乳

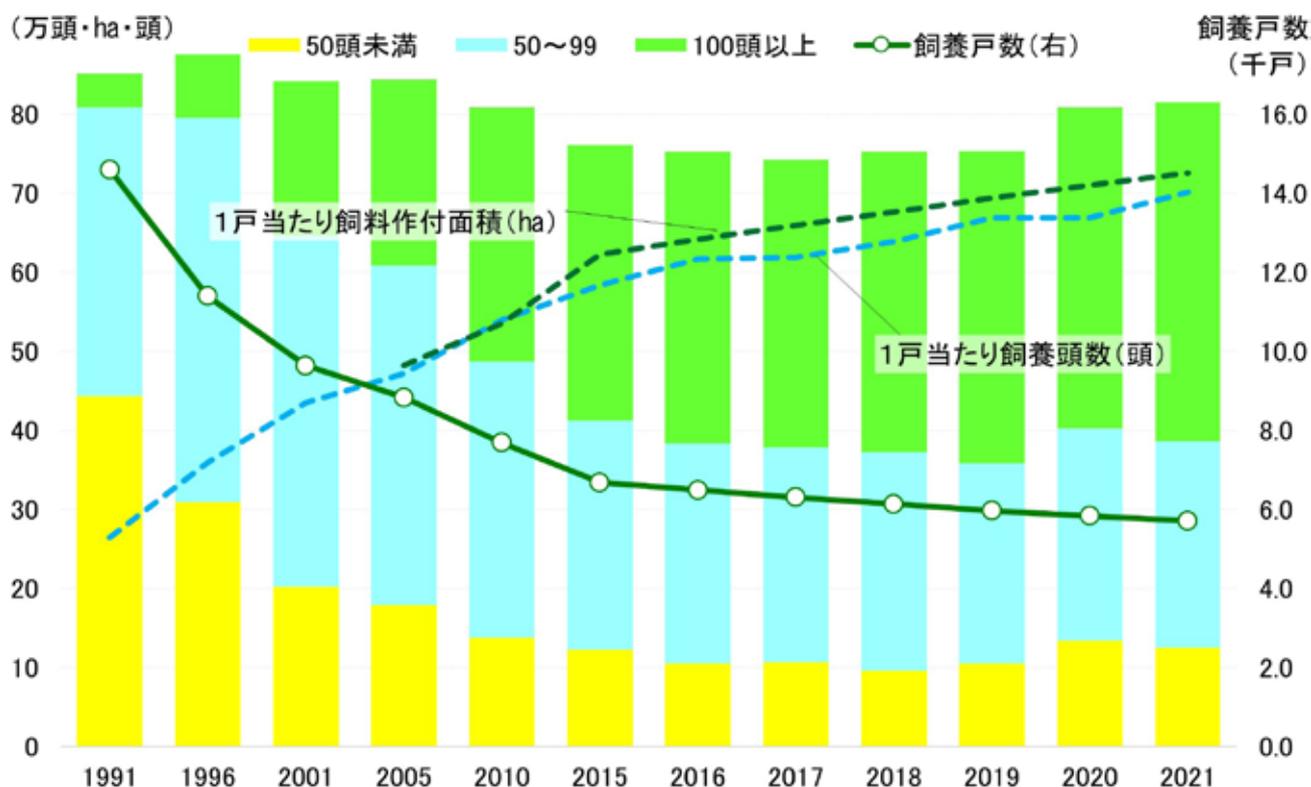


図-14 乳用牛飼養頭数と飼養農家戸数

※「子畜のみ」の戸数、頭数は含まない

資料：「畜産統計」（農林水産省）

を毎日欠かすことができませんから、労働時間の55%が搾乳に係る作業時間となっています。この他、乳牛の餌やりや繁殖管理、きゅう肥⁹⁾の搬出等の作業があり、さらに、牧草等の収穫や与えるサイレージ¹⁰⁾の調製などが必要です。

北海道の酪農家の飼料作付面積は41万haで、離農農家の牧草地等の大部分は、地域に残った酪農家に引き継がれています。先にも述べたように、道内では飼料作物部門等の作業を外部組織に委託して、家族労働力を乳牛の飼養管理に集中することにより、乳用牛の多頭化と労働時間の縮減を図る酪農家が少なくありません。飼料作物を収穫するコントラクターは142組織（2019年）で延べ収穫面積は18.6万haと10年間で1.6倍に増えました。また、粗飼料（牧草サイレージ等）に濃厚飼料とミネラル等を加えた混合飼料を複数の酪農家に配送するTMRセンターも2019（令和元）年には83か所に増えています。これらの外部受託組織では、大型の収穫機やトラック等を活用して効率的な飼料生産を図っていますが、受託面積の拡大に伴ってほ場が分散したり、傾斜した牧草地など条件の悪いほ場が増えると、効率が悪くなります。近年は、オペレーター等の人手不足が顕在化していることから、地域で多様な酪農経営が存続していく上でも、飼料生産に係る作業の省力化が重要となっています。

4.2 飼料生産の課題と新技術

牧草の収穫作業のポイントは栄養価の高い牧草を刈り取ることで、イネ科牧草では出穂始めが適期となります。刈取後はテッターと

いう機械で牧草を攪拌して乾燥させ、乾草やサイレージとして利用されます。収穫作業は天候に左右されますので、大型機械を用いて短時間で行います。TMRセンター等のサイレージの収穫調整作業においては、ほ場でのフォレージハーベスター¹¹⁾等による収穫やダンプトラック等による運搬、大型バンカーサイロ¹²⁾への詰め込みの作業が同時に進行します。自走式ハーベスターは、1日に30ha以上収穫できますが、作業受託組織は500～1,000haと大面積の収穫作業を行うものも少なくなく、収穫機を2～3機装備している組織もあります。

飼料生産の現場でも、牧草の刈り取り作業等にGPSガイダンスシステムを装着したトラクターが利用され始めていますが、牧草地は水田と異なり、急傾斜地や起伏のあるほ場があるなど条件が厳しいことから、自動運転の実用化には課題があります。自走式ハーベスターでは、細断した牧草の吹き出し口を、伴走するトラックに自動追従させて収穫ロスを減らしたり、収量・水分計を搭載し、収穫時にデータを蓄積できるものもあります。

広大な草地の状況を目視によって確認するには困難な場合があるため、衛星やドローンの画像から、牧草の生育状況や雑草繁茂を確認し、適期作業や草地更新の判断に活用する研究も行われています。

4.3 乳用牛の搾乳、飼養管理の課題と新技術

北海道でも酪農経営の6割は、乳用牛を繋ぎ飼いで管理しています。搾乳牛は1頭ずつストールと呼ばれる小区画の牛床に横並びで

9) きゅう肥：(厩肥) 家畜の糞や敷き藁など

10) サイレージ：飼料作物を発酵させたもの

11) フォレージハーベスター：補足「スマート農業、省力化にかかる農業機械」P63を参照

12) バンカーサイロ：補足「スマート農業、省力化にかかる農業機械」P63を参照

繋がっています。この方式は、餌やりや発情の確認等がし易いのですが、搾乳作業は、搾乳ユニット（牛の乳頭にティートカップを装着し負圧で乳を吸入する機器）を1頭毎に移動させながら行う必要があります、人手と時間がかかります。搾乳器によって搾られた生乳は、畜舎内に配置されているパイプラインによってバルククーラー¹³⁾に運ばれ、冷蔵保存されます。搾乳労力を軽減するため、搾乳ユニット自動搬送装置等が導入されています。

近年は、牛が畜舎内で自由に動き回れるようにして（フリーストール牛舎）、搾乳ロボットを利用する方式も増えてきています。道内では430戸で搾乳ロボットが稼働（2021年2月現在）しており、搾乳にかかる実働が基本的に不要となるため、酪農家が飼養頭数を増加させることができます。搾乳ロボットは、乳頭の位置等をセンサーで検知し、乳頭

洗浄から搾乳カップ装着などを自動的に行うとともに、濃厚飼料の給餌や、乳量・乳質データの取得が自動的に行われます。牛が自ら搾乳ロボットに入ることによって1日の搾乳回数が増え、乳量の増加にも結びついています（3回程度が適当）。

この他、毎日の飼養管理作業では、自動給餌装置やエサ寄せロボット、敷料散布機、徐糞ロボット等によって、労働時間の節減が図られています。

乳牛の日乳量は、仔牛を出産した後1～2か月でピークとなり、4か月を過ぎると大きく減少します。このため、個体の健康を維持しながら乳量を増加させるためには、分娩間隔が400日程度となるよう受胎させることがポイントです。これにはタイミング良く人工授精を行う必要があります、対象牛の観察によって発情（排卵）兆候を的確に把握することが



写真－1 搾乳ロボット

提供：別海町(株)mosir／小林牧場

13)バルククーラー：集乳車が来るまでの間、搾乳した生乳を保存するためのタンク

不可欠ですが、フリーストールで頭数も多くなると、人による観察だけでは限界があります。このため、牛に活動量計を装着したり、体温等をセンシングすることにより発情を検知するシステムが利用されています。また、搾乳ロボット等には黄体ホルモンを収集できる生乳分析器を備えているものもあり、発情等の指標となります。

分娩事故を少なくすることも重要です。個体識別まで可能な高精度の監視カメラや、膣内の温度変化を感知する分娩監視装置の利用によって、長時間にわたって直接妊娠牛を監視していなくても、分娩介助や子牛の早期ケア等の対処が可能となります。

子牛は、免疫ゼロの状態で生まれますが、母牛が分娩後に最初に分泌する初乳には特異的に免疫グロブリンが含まれていますから、それを飲ませることによって、免疫が得られます。その後、子牛は代用乳で育てられますが、人力による哺乳作業は朝晩で3～4時間を要することがあるため、哺乳ロボットが導入されています。哺乳ロボットに代用乳や添加剤をセットすると、後は子牛が自由に飲みにくるため、哺乳作業が大幅に軽減されます。さらに、子牛への給与回数を増やすことにより1日の哺乳量も増えて発育が促進されることで、初回の人工授精までの期間が短縮できます。

4.4 ICTを活用した経営支援システム

北海道の経産牛1頭当たり生乳生産量は、1980（昭和55）年には6千kgでしたが、現在は9千kgにまで増加しており、乳用牛群能力検定（牛群検定）では農家平均9,878kgと1万kgの水準に迫っています。こうした生産能力の向上は、各酪農家が、乳量や乳成分率等の個体データを記録し、そのデータを専門機関で分析して、乳牛改良に活用すると

ともに、酪農家が分析結果に基づいて飼養管理を改善することによって実現しています。近年は、ICTを活用した管理システムが普及しており、搾乳ロボットや各種センサーの実装に伴い、乳牛の個体基本情報や乳量、乳質、搾乳時間等の搾乳関連情報、発情や分娩、疾病や投薬履歴等の健康状態などのデータを、一元的にリアルタイムで集計できるシステムも利用されています。牛群検定や人工授精、生産資材受払など提供先が異なるデータも関連付けて取り込むことができ、さらに、農協の組合員勘定制度（クミカン）の管理システムと統合している地域もあります。

これらの情報を、個別の経営者が把握、分析して収益性の改善等を進めるだけでなく、農協や家畜診療所、TMRセンター等の支援機関の間でも情報共有することにより、疾病障害等に対する予防や迅速な対応、牛群の能力に応じた粗飼料生産計画の策定など、地域全体で酪農生産の持続性を高めていくことに結びつくと考えられます。

5. 農業経営の持続的な発展に向けて

5.1 農業経営におけるコスト縮減

農業経営の規模拡大には、農地の取得や大型機械の導入等の経費が必要となりますが、それらの投資によって収益性が確保されなければ、経営を持続させていくことができません。北海道農業においても、家族経営が大宗を占めている状況を踏まえると、農業生産によって一定の農業所得が確保されることが必要です。

農業所得は、

$$\text{農業所得} = \text{収穫物数量}(Q) \times \text{価格}(P) - \text{生産コスト}(C)^*$$

※Cには農家の自家労賃分を含まない

となりますから、ここでPを所与とすれば、

所得を増やすためには、Qを増加させることと、Cを削減することが必要です。

もちろん、良食味米や高品質の野菜等の導入によって、販売価格を高めることは重要ですが、小麦やてん菜など主要な畑作物や生乳等については、価格面も含めた実需者のニーズに応じていく必要があります。

生産費調査によって、主要な作物の10a当たりの生産費を見ると、省力化技術の普及を背景に労働費が減少している一方、農機具費が増加傾向となっており、肥料費や農業薬剤費も増加しています。今後も、新たな省力化技術の導入に必要な農機等への投資は避けられないと考えられ、先端技術等を効果的に活用しながら、いかにして導入コストを抑えていくかが課題となります。

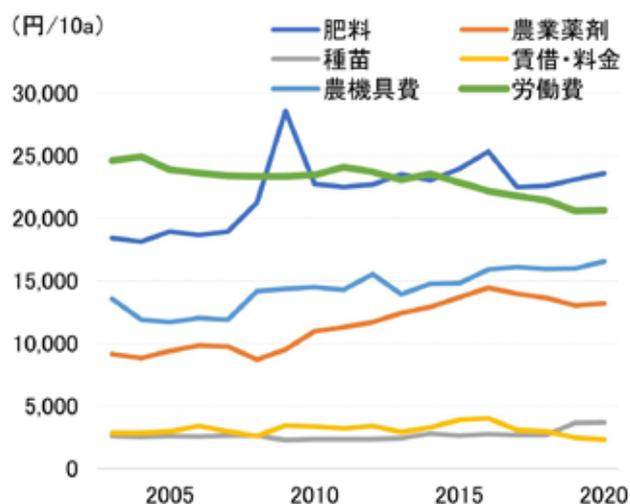


図-15 てん菜10a当たり生産費 (平均)

資料：「農業経営統計調査-工芸農産物等の生産費」
(農林水産省)

小麦の節でも述べたように、大型コンバイン等の導入においては、利用組合による導入やコントラクターの活用が行われています。また、農協等がコントラクターを設立し、個々

の農家の投資を抑えながら、地域で高能率の農業機械を利用する取り組みも行われています。スマート農業や直播栽培の導入に必要な農機については、発展途上の技術でもあることから、その導入に際して、過重な投資とならない工夫も必要です。「妹背牛町水稲直播研究会」では、20年以上も前から直播栽培に取り組んでおり、新品種や新型農機の導入を図っています。研究会では、直播用機械などの共同利用組合を設立することによって、参加者の費用を抑えながら、新技術を活用していくことを可能としています。また、研究会では、共同で生育・収量調査を行うとともに、栽培履歴などの管理台帳を作成し、成績検討会や事例発表等を実施して、直播栽培の収量向上を図っています。データを活用した農業が、構成員の仲間意識と情報共有を促進し、全体としての技術のレベルアップに結びついています。

5.2 収量向上に向けた栽培技術、品種改良

北海道農業は、冷害との戦いの歴史でしたから、温床苗代など栽培技術の改良や、交雑育種により耐冷性、病虫害抵抗性の優れた新品種を開発し、作物の多収化、安定化に取り組んできました。

収量性を高めるための最近の栽培技術としては、収量コンバイン¹⁴⁾や衛星画像等を基礎とした収量マップから施肥マップを作成し、ほ場内の収量の低い部分にピンポイントで施肥を行う可変施肥が普及しつつあります。既に、生育センサーによる可変施肥技術は、道東を中心に900~1,000haで利用されています。

可変施肥技術の適用は現在のところ窒素成分のみとなっており、小麦では、総施肥量の7~8割が追肥で施用されることから、生育状況

14) 収量コンバイン：収穫しながらセンサーにより収量や水分やタンパクの含有率などのデータが収集できる

に応じた施肥の調整で効果が得やすいと思われます。しかし、ばれいしょやてん菜などでは、基肥が生育に与える影響が大きく、植付前の基肥の施用に施肥マップを利用することで、作物の生育を見ることなく施用量を調節し、低収量部分の底上げが可能となります。

農作物の収量性を高めるうえで、品種改良は重要な技術ですから、北海道では、国、道の試験研究機関とともに、ホクレンや市町村、民間企業が連携しながら、新品種の開発に取り組んでいます。道内における水稲、小麦、大豆等の品種は、ほとんどが道総研農業試験場で開発されたものです。近年では、輸入農産物との差別化の必要性から、育種目標においても、品質向上や食味向上が重視され、道総研の開発した「ゆめぴりか」は、良食味米としてのブランドを確立しました。讃岐うどんの原料であったオーストラリア産「ASW¹⁵⁾」に匹敵する小麦の「きたほなみ」も開発されました。ばれいしょでは、ジャガイモシストセンチュウ抵抗性のあるポテトチップス向け品種「オホーツクチップ」等が育成されています。これらは、北海道農業の競争力強化に大いに貢献してきました。

一方、北海道の主要な土地利用型作物である、水稲、小麦、大豆、ばれいしょ、てん菜では、いずれも近年の単収の伸びが停滞している状況にあります。物材費が増加している中で、農業所得を確保していくためには単収の向上が不可欠です。道総研の中期計画では、安全で高品質・高品位な食料安定供給技術の確立に向けた研究に重点化するとされています。省力化技術の開発とともに、さらなる収量性の向上を実現する品種開発と栽培技術の改良に期待したいと思います。

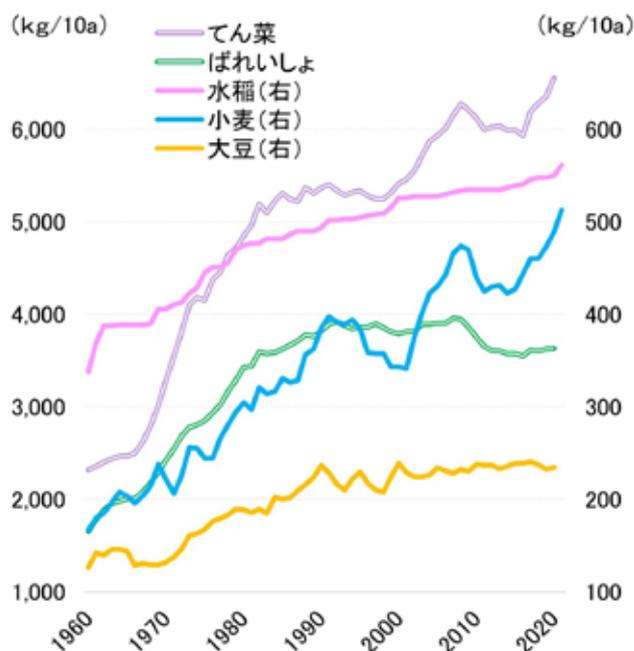


図-16 主要作物の平均単収 (北海道)
資料: 「作物統計」(農林水産省)

5.3 環境と調和した持続的な農業生産

農作物の栽培には、窒素(N)、リン酸(P)、カリ(K)の三大元素に加え、鉄やマンガン等の微量元素の補給が不可欠です。特に窒素は、植物体のアミノ酸や核酸を構成する重要な元素ですが、土壌中には少ないため、古くから堆肥やふん尿を農地に投入することによって農作物の収量を増やしていました。それが、1910年代になって、「ハーバー・ボッシュ法」によって、工場でアンモニアが合成できるようになり、農業に化学肥料が導入され、世界の穀物生産量は飛躍的に増加しました。

一般に土壌の窒素は、作物残渣などの有機物の形態で存在し、それらが、微生物の働きによって分解され、アンモニア態窒素から硝酸態窒素へと変化していきます。



15) ASW (オーストラリアン・スタンダード・ホワイト): 西豪州で収穫される、日本向け独自仕様の小麦銘柄

農作物のほとんどは、窒素をアンモニア態または硝酸態の形で吸収するため、化学肥料の多くは、植物に吸収されやすい形態に加工され、農作物の生育状況に合わせて施用量を調節できます。

ただし、肥料を施用する場合、農作物の根に直接供給することは出来ませんので、農地ほ場に供給された肥料成分のうち、農作物が利用できるのは、窒素で20~60%、リン酸で10~20%、カリは40~60%程度といわれています。農作物に吸収されなかった窒素成分は、時間を経て硝酸態窒素に移行（その由来が化学肥料であれ、有機質肥料であれ）しますが、これは土壤に吸着されないため、降雨等によって農地から流出し、水域の汚染物質の一つとなっています。また、リン酸は、土壤中の鉄やアルミニウムと反応して容易に固定されますので、肥料として施用しても作物に利用される割合が小さく、残りが土壤中に蓄積されていきます。農作物の適切な生育と収量を得るためには、作物が各々の養分を必要とする時期に、過不足なく根群域に存在するように肥料を施用することが肝要です。

このため、北海道では積極的な土壤診断と、それに基づいた適切な施肥や土壤管理を推奨しています。道内では、農業改良普及センター、市町村、JAなど100ヵ所以上の施設で土壤分析が行われており、土壤診断の実施点数は約10万点（2013年）にのぼっています。診断結果を反映する処方箋（施肥量など）は、JAや民間企業によっても提供されていますが、その基礎は、「北海道施肥ガイド2020」として統一的に運用されています。施肥ガイドは「生産技術としての環境保全への配慮」、「生産コストの低減」等を掲げ、土壤診断結果に基づく適正施肥量や堆肥施用など、各作物別、地帯別の施肥対応の基準を示しています。

直近では、世界的な原油価格や穀物相場の高騰を背景に、濃厚飼料や化学肥料等が高値となっています。日本は肥料原料のほとんどを輸入しており、2008（平成20）年にも肥料価格の高騰を経験しています。こうした状況もあり、国は、CO₂排出ゼロや化学農薬・肥料の大幅低減、有機農業の拡大など、環境にやさしい持続的な農業を目指す「みどりの食料システム戦略」を掲げています。

北海道では、1991（平成3）年から、堆肥等の有機物の施用などによる土づくりに努め、化学肥料や化学合成農薬の使用量の抑制を目指す「クリーン農業」を推進しています。さらに、2008（平成20）年からは、化学肥料・農薬を使用しない等を基本とする「有機農業」を推進していますが、有機農業に取り組んでいる面積は約4,800ha（2020年）にとどまっていることから、これを今後10年間で2倍以上の11,000haに拡大することを目標に、取り組みを拡大することにしています。

有機農業の栽培面積を拡大していくためには、スマート農業の技術を活用していくことが重要です。化学合成農薬に頼らずに、農作物の病虫害を抑えていくためには、気象データ等から害虫発生を予察する技術やロボット除草機等の省力化技術の開発・普及が不可欠でしょう。また、有機質資材の施用によって現行の単収を更に増加させていくためには、資材毎の成分分析や土壤中の分解過程の把握等によって、農作物の生育ステージに応じた可給態養分を供給していく必要があります。

一般に有機物の分解は、地温や土壤中の水分、理化学性によって左右されるとされていますが、土壤中の分解者はミミズ等の小動物からセンチウ類、糸状菌（かび）、細菌など多岐にわたり、こうした土壤中の微生物と物質循環の過程については、現時点では限られた知識しかありません。これまでに、植物

病害の原因となるフザリウム等の糸状菌や青枯病菌等の細菌、豆類と共生する根粒菌（プロテオバクテリア）などの生態等が部分的に知られているものの、土壌1g中の細菌は約 10^{10} （100億）個、6,000～10,000種類に及ぶといわれており、しかも、寒天培地など通常の培養法では1%程度しか培養できておらず、ほとんどの種の生態が明らかになっていません。こうした分析技術の制約は、最近の遺伝子分析技術の急速な発展により、土壌中の微生物の数や種類など多様性の把握が可能となりつつあります。

既に北海道では、窒素固定菌を含んだ微生物資材が広く利用されていますし、今後、様々な微生物の働きが解明され、その応用によって、化学肥料の節減に結びついて行くことが期待されます。

5.4 新技術の活用と農業基盤整備

今後の北海道農業の持続可能性を高めるためには、省力的で収量性の高い栽培技術・新品種の開発や、データを活用する農業などスマート農業技術を効率的に活用していく必要があります。土地利用型農業では、農地の形状や用排水の条件、ほ場の分散などが、農業機械の利用効率を高める上での制約要因となっているため、その改善を図る必要があります。水田農業では、近年、経営規模の拡大が急速に進んでいることから、田植機やコンバインの効率的な作業が可能となるよう、ほ場の大区画化、集約化を図る土地改良事業が積極的に実施されています。水田ほ場の大きさは、従来は30a程度でしたが、2014（平成26）年には1ha以上の区画が11.5%となり、2018（平成30）年には16.2%にまで拡大して

います。小麦や大豆等の畑作物では、単収を高める上で排水性の改良が不可欠となっており、地表水を排除する明渠排水路や、土中の地下水位を下げる暗渠排水の整備が進められています。排水不良のほ場では、降雨後に大型機械が何日も入れないことがあり、適期作業が出来ずに収量低下にもつながります。

スマート農業技術の導入に対応した整備も必要となっています。農林水産省では「自動走行農機等に対応した農地整備の手引き」(令和2年2月27日)を公表しており、自動走行農機の効率性、安全性に適した区画やターン農道¹⁶⁾の設置、用排水路の地下埋設などの留意事項が示されています。自動走行では高精度の測位を確保するため、RTK-GNSS方式¹⁷⁾での位置補正情報の取得に地上局の設置が必要となります。近年の農地の大区画化の工事等でも、施工段階でGNSSやドローン等を用いた測量が導入されてきており、整備後のほ場や周辺構造物の座標データが、ロボット農機を利用する営農でも活用できるでしょう。



写真-2 ターン農道（国営上士別地区）
提供：北海道開発局 農業計画課

16) ターン農道：ほ場外で農業機械が旋回できるように設けたスロープ

17) RTK-GNSS方式：GPSを含めた衛星を利用した測位システムGNSS (Global Navigation Satellite System) を使い、基準点と観測点の2つのポイントを同時に観測する測位方法で、測位精度は数cm程度と高精度

さらに、作物収量の増加や有機農業に対応した整備も必要となるでしょう。例えば、北海道の畑地帯の農地は火山灰土が多いのですが、火山灰土に多く含まれる遊離アルミニウムと施用されたリン酸とが結びつき農作物が利用できない形になることから、客土や土壌改良材の投入によってリン酸肥沃度を改善してきました。畑作物では一般に好気性細菌の働きを高めることが必要です。根粒菌はニトロゲナーゼという酵素によってアンモニア合成を行います、大気中の窒素分子は極めて安定な三重結合となっていますから、その切断に大きなエネルギーを必要とします。そのエネルギーとして酸素呼吸によって産生されるATP¹⁸⁾が利用されますから、大豆の根の周辺は、活発な呼吸が出来るよう通気性を良くしておく（排水改良）必要があります。

土壌中で多様な微生物が存在するためには、団粒構造が重要とされています。団粒構造に富む土壌は、農作物の根張りを良くするとともに、大小様々な孔隙によって水や空気、温度などの環境が異なり、多様な微生物のすみか（ミクロハビタット）を提供します。こうした構造は、堆肥など有機物の投入によって発達することが経験的に知られています。土地改良事業でもほ場を大区画化する際に、農家が長年にわたり肥沃度を高めてきた表層の土壌を一旦剥ぎ取って、下層土を均平してから元に戻す工事を行っています。

可変施肥でも述べましたが、北海道では1枚のほ場が数haから10haに及ぶことから、同一ほ場内でも作物生育にバラツキが生じます。これには土壌条件等の違いが大きく影響しています。作物の遺伝子に基づく生産量は、環境の影響を受けて収量として実現しま

すから、水稻のように完全なかんがい条件下で、周到的な施肥など栽培管理を行っても、実収量は遺伝的生産力の6割程度といわれています。また、農作物の栽培では、個々の植物体の生育をコントロールするのではなく、収穫時に、ほ場トータルで最適な生育量となっていることが目標です。つまり、ほ場単位で、土壌の物理性や理化学性、水分挙動などが、出来るだけ斉一となっていることが重要です。これまでも、経験的に土づくりや基本技術の励行を重視してきましたが、今後は土壌微生物学等の知見を踏まえながら、農業基盤整備において、ほ場の均一性を実現するため技術開発を進めていくことが望まれます。

おわりに

北海道における農業技術の開発と普及は、北海道開拓使が、1876（明治9）年に開校した札幌農学校に起源があるといわれています。札幌農学校は、多くの農業実務家と農事指導者を輩出するとともに、研究面でも農業現場とのフィードバックを重視し、今日の北海道農業の礎となる農業技術の開発に寄与しました。当時から、北海道の寒冷な気象や大きな経営面積は、府県とは様相を異にしていたから、独自の農業形態を目指していく必要がありました。1901（明治34）年に開設された北海道農事試験場は、道内各地の試作場と合わせて、農家と直接に結びつく技術開発を推進しました。戦後になって、農業経営に自主的に取り組む農業者の育成を旨に「農業改良助長法」が制定され、全道各地に展開する農業改良普及センターの枠組みが定められました。農業者の直面する課題に対して、直接農業者と接しながら種々の技術を提供

18) ATP（アデノシン三リン酸）：全ての植物、動物および微生物の細胞内に存在するエネルギー分子。細胞の増殖、筋肉の収縮、植物の光合成、菌類の呼吸および酵母菌の発酵などの代謝過程にエネルギーを供給するためにすべての生物が使用する化合物

し、支援していくことが「農業改良普及員」の任務となりました。

その後、北海道農業を取りまく社会経済環境は目まぐるしく変化し、農業構造も大きく変化していきませんが、道内各地の特性に応じた多様な作物栽培と経営形態の確立が進み、北海道農業のプレゼンスは年々高まっています。その主体は、「競争か離農か」という厳しい環境に起立する農業者なのですが、冷害の克服に向けた数々の品種の開発や、機械化も含めた栽培管理技術の改良など、実用的な新技術の普及が大きな役割を果たしました。それは同時に、道内各地の農業現場で、農家の悩みや課題に寄り添い、その解決に向けて試験研究機関と連携して地道に取り組む、数多くの普及活動の過程でもありました。

北海道農業が直面する農業者の減少に対応して、ICTやロボット技術を活用したスマート農業の実装が大いに期待されています。一方で、農業は、環境と相互作用を行う植物体や動物を対象とする生命産業であることに変わりはありませんから、各地域に固有の気象や土壌条件に適合する作物栽培技術と最先端の農機を組み合わせることが重要です。北海道では、地域毎に農業行政、農業改良普及センター、農業試験場、家畜保健衛生所などで構成する「地域農業支援会議」を設け、

地域の農家等が直面する課題の解決に向けて取り組んでいます。さらに、近年の農業の担い手は、雇用就業も含めて農家以外の出身者の割合が多くなっており、加えて、課題解決に必要な手段についても、ますます高度で幅広い分野に及んでいますので、農機等の開発メーカーや保守を行うベンダー、流通や資金手当を担うJA等も含めた情報共有の仕組みをつくるなど、現場農家が必要とする支援について、迅速かつ余すことなく応えていくことが求められているのではないのでしょうか。

【参考文献】

1. 道総研農業研究本部ほか「北海道の米づくり(2011年版)」
2. ホクレン農業協同組合連合会米穀部「事例でわかる米づくりの省力化－北海道の水稲省力化技術最新実例集」(2020年1月31日)
3. 北海道農政部技術普及課「農業機械導入計画策定の手引き」(2014年3月)
4. 原仁「北海道農業の現状と農業試験場の技術開発」(2017年1月 北農)
5. 辻博之「北海道畑作の大規模化における課題と今後の展望」(2018年 農作業研究53号)
6. 青木康浩「酪農現場におけるスマート技術の現状」(2019年 乳業技術)
7. 池田成志「共生微生物と農業」(2017年8月 第17回有機農業公開セミナー)



写真－3 ロボットトラクター複数台協調作業実演
提供：北海道農政部

補足 スマート農業、省力化にかかる農業機械①

作物の発芽、苗立ちを安定化させ、斉一にするためには、ほ場の均平が不可欠です



レーザーレベラー
「令和3年 北海道の小麦づくり」



GPSレベラー
「乾田直播栽培体系標準作業手順書」

てん菜の収穫は、まず、タッパーでビートの葉を切った後、ハーベスターで掘り取ります



タッパー
「北海道農作物営農作業図典」



ビートハーベスター
「農業・農村リアル素材」北海道農政部

生食用ばれいしょの等では、石礫や土塊による打撲等を避けるため機上選別が行われます。それらの作業を省力化するため、ソイルコンディショニングを行い、あらかじめ畑の石礫や土塊を取り除き、種イモを深植えします



ポテトハーベスター
「北海道農作物営農作業図典」



ソイルコンディショニング(右)
種イモの深植え(左) 種イモの補給(右下)
農研機構 北海道農業研究センター

「令和3年 北海道の小麦づくり」(北海道農産協会)

『乾田直播栽培体系標準作業手順書-プラウ耕鎮圧体系-「東北地方版」Ver. 1』(農研機構)

「北海道農作物営農作業図典」(令和3年3月 北海道土地改良設計技術協会)

「農業・農村リアル素材」北海道農政部 <https://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/nsi/real/>

補足 スマート農業、省力化にかかる農業機械②

石礫などが無いほ場では、2畦ハーベスターとトレーラーによる省力化も可能となります



2畦ハーベスターによる収穫
農研機構 北海道農業研究センター

牧草の反転・乾燥を行うテッターと裁断して積み込むフォレンジハーベスター



テッター
「北海道農作物営農作業図典」



フォレンジハーベスター
「北海道農作物営農作業図典」

バンカーサイロでは牧草を詰め込んで、乳酸発酵させます



バンカーサイロへの詰め込み
「農業・農村リアル素材」北海道農政部



シートをかけて発酵
「農業・農村リアル素材」北海道農政部

「北海道農作物営農作業図典」(令和3年3月 北海道土地改良設計技術協会)
「農業・農村リアル素材」北海道農政部 <https://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/nsi/real/>

北海道における農林業の担い手 人材育成

令和4年4月

一般財団法人 北海道開発協会

〒001-0011 札幌市北区北11条西2丁目

セントラル札幌北ビル

(代表) 011-709-5211

このパンフレットのイラストや画像の他、テキストの無断転載・無断使用を禁じます



一般財団法人 **北海道開発協会**
Hokkaido Development Association