

東北研 ニュース

巻頭言

原発事故被災地域の支援研究

農業放射線研究センター

渡辺 満

巻頭言

原発事故被災地域の支援研究

研究の紹介

- ・ 安価・簡便にハウスを遠隔監視「通い農業支援システム」
- ・ 土壌放射性セシウムの「エイジング」を評価する方法
- ・ 水稻の根の広がり制限してカリウム欠乏を誘発し玄米の放射性セシウム濃度上昇リスクを評価する
- ・ コムギ遺伝資源の放射性セシウム蓄積性の解析
- ・ 市販の芝刈ロボットを農業利用？

人

・ 水田輪作研究領域 安江 紘幸



原発事故被災地域の 支援研究

農業放射線研究センター長
渡辺 満 (わたなべ みつる)

東日本大震災が発生した2011年3月11日、当時勤務地の盛岡市（農研機構東北農業研究センター本所）で経験したことのない振動を感じ、その後、目を疑うような光景を周囲のみならず映像として目の当たりにしました。震災により発生した原発事故の対応として、2012年には東北研福島研究拠点（福島市）に農業放射線研究センターが設置され、農研機構として被災地の復旧・復興への取り組みが強化されました。自身に関しては、2020年4月農業放射線研究センターへの赴任により原発被災地域の放射線対策、営農再開研究に携わることとなり現在に至ります。2021年は震災後10年の節目の年としてシンポジウムも複数開催されており、震災後の原発被災地域に対するこれまでの取り組みについて話題提供する機会も頂きました。現状、被災地域12市町村農地の営農再開率は32%に留まっており、震災後10年を経過しても営農再開支援が必要な状況は続いています。

大規模化への対応と きめ細かな対策

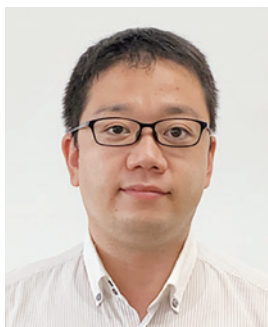
被災地では、農地の放射性物質対策が必要であるとともに、全国的な問題である高齢化と農業従事者を含む人口減少が他地域に比して急速に進展している状況にあります。従って作物への放射性物質移行低減技術により安全を確保した上で、他地域でも普及が進められているスマート農業技術を利用した省力化技術導入、及び農地集積の受け皿となる大規模な生産法人による営農再開、中山間地では農業者減少による分散した農地管理への対応が必要です。また、被災地で営農再開した生産者には特有の課題もあります。例えば、イネの育苗には温度管理が重要ですが、避難先から農業用ハウスと頻りに往来するのは負担が大きい、除染による地力低下を何とかしたい等の問題に対し、状況に応じたきめ細かなサポートも重要です。こうした多面的な対応を継続しながら、被災地の復旧・復興に貢献する必要があると考えています。

リスクに応じた 放射線対策の必要性

原発事故により大量の放射性物質として放射性ヨウ素や放射性セシウムが大気中に飛散しました。その中でも放射性セシウム（セシウム137）は半減期が30年と長く、事故後10年を経た現在でも土壌など環境中に存在することから、健康への影響を考慮すべき放射性核種の代表として対策に取り組んでいます。作物への放射性セシウム移行抑制手段の中核はカリ（カリウム）肥料による対策です。セシウムとカリウムは同族元素で特性が似ていることから、土壌中にカリが多く存在すると競合によりセシウムの吸収が抑制されます。なお作物毎にセシウム吸収を抑制するのに必要なカリ量は異なるため、栽培する作物に応じた施用が必要です。例えばイネの場合、土壌中のカリ量として25mg（/100g土壌）が推奨されており、基準値より低い場合、カリ肥料を追加施用します。一方、作物の放射性セシウム吸収量には土壌特性等複数の要因が関わることを明らかにしており、一律にカリ肥料を追加施肥するのは適正な対策とは言えません。カリ追加施肥には多額の費用と労力を要することから、地域の環境や肥培管理に基づく作物放射性セシウム吸収リスクを明らかにした上で、リスクに応じた対策を策定できるよう研究を進めています。

今後について

将来的に住民の帰還が困難とされた帰還困難区域に設定された特定復興再生拠点区域の一部では、2022年4月からの避難指示解除を目指しています。そうした中、2021年5月には大熊町・双葉町・葛尾村の当該区域で震災後初の水稻試験栽培の田植えが行われました。収穫物は全量廃棄予定ですが、作物栽培再開の端緒となる取り組みです。今後農業放射線研究センターとして、避難指示解除とともに営農を再開出来るよう外部機関とも連携しながら対策技術の開発・普及に取り組んでいきます。



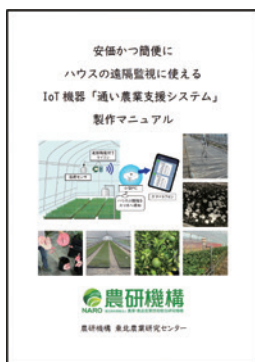
安価・簡便にハウスを遠隔監視 「通い農業支援システム」

農業放射線研究センター
山下 善道（やました よしみち）

はじめに

東京電力福島第一原子力発電所事故から10年が経過し被災地での営農は再開されていますが、労働力の確保や担い手不足の問題は被災地では特に深刻です。また、居住地から遠く離れたハウスを往來しながら農業を行う「通い農業」を行っている経営や、ハウスが複数箇所に分散している経営があります。そうした状況では、各ハウスの状況を現地で確認することは大変な作業です。

このような遠隔地のハウスへ通いながら行う農業において、リモートで生産現場の状況を確認できれば極めて有効な対応となります。一方で、市販のハウス遠隔監視システムは、通年で運用することを前提としており、水稻の育苗などの短期間だけの運用ではコスト的に見合いません。そのため、省力化のためにハウス遠隔監視システムの導入を検討している生産者も気軽に試すことができませんでした。これらの被災地でのニーズを踏まえ、高価で高精度な機器の運用ではなく、安



価で簡便なシステムとして、生産者がハウスから離れていても容易にハウスの温度等を確認できる「通い農業支援システム」を開発し、製作マニュアルを作成しました（写真、図）。

特徴

製作マニュアルに従ってシステムを構築することで、簡単に通い農業支援システムを導入できます。材料費は2万円から作成でき（表）、維持費は月に約千円と低価格です。通信機能付きマイコンと小型パソコンを組み合わせ、ハウスの情報をスマートフォンのメッセージアプリで確認できます。具体的には、ハウス内の温度、湿度、土壌水分を定期的にスマートフォンで確認できるほか、平均温度や最高、最低温度といった管理作業に必要な情報や、グラフによる履歴の確認も可能です。現在、水稻育苗の他、タマネギ育苗、花き、イチゴやマッシュルーム栽培などの園芸生産でも導入され、活用していただいております。

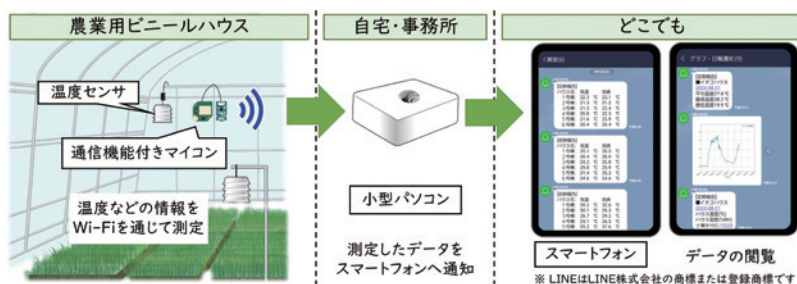
（単位：円）

必要な資材	1棟	3棟	6棟
通信機能付きマイコン	1,300	3,900	7,800
防水温度センサ	1,000	3,000	6,000
電源用USBケーブル	110	330	660
USB延長ケーブル	500	1,500	3,000
100V電源延長コード他	5,000	15,000	30,000
USB ACアダプタ	1,000	3,000	6,000
Wi-Fiルータ	5,000	5,000	5,000
小型パソコン	6,000	6,000	6,000
合計	19,910	37,730	64,460
1棟あたりの費用	19,910	12,577	10,743



▲写真／製作マニュアルとワークショップの様子

▲表／導入に必要な費用の試算



▲図／通い農業支援システムのイメージ

これから

福島県の震災被災地やその他福島県内外の生産者のみなさまの要望に応じ、ワークショップによる普及活動を行っています。今後、本システムの活用により、ハウスの見回り削減等省力化に貢献することを期待しています。



土壤放射性セシウムの「エイジング」を評価する方法

農業放射線研究センター
若林 正吉 (わかばやし しょうきち)

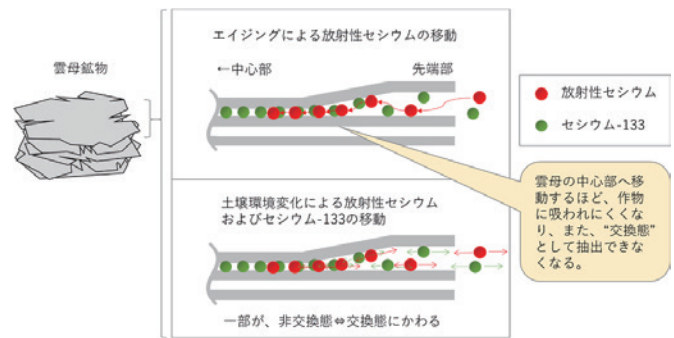
2011年3月の事故により、東京電力福島第1原子力発電所から放射性セシウム（以下、RCs）が大気中に放出され、福島県やその周辺地域の土壤に沈着しました。沈着したRCsは土壤中の「雲母鉱物」の内部へと強く引きつけられ、徐々に作物に吸収されにくい状態へ変化します。雲母鉱物は、薄い板が何枚も積み重なった層状の構造をしており、RCsは層間の広がったその先端部分から入り込み、層間の縮んだ奥部へと引き寄せられていきます（図1上段）。このようにしてRCsが雲母の層間への侵入が終了するまでには、長い年月がかかり、この過程のことを「エイジング」と呼んでいます。エイジングの進む速さを評価できれば、作物の汚染リスクが経年的にどの程度低下するのかを推定することができ、将来の対策を講じる上で重要な情報となります。そこで、茨城県つくば市の水田で2011～2015年にかけて土壤中のRCsの動態をモニタリングし、エイジングを評価するための手法を検討しました。

エイジングの評価手法の問題点

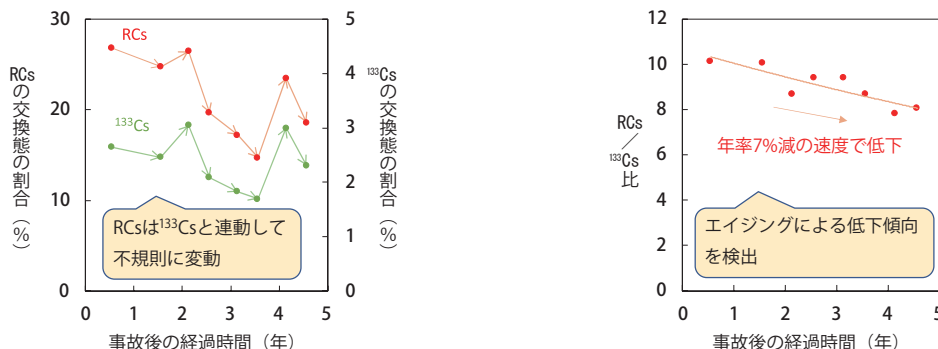
過去の研究調査では、土壤中のRCsのうち、酢酸アンモニウム溶液で抽出される「交換態セシウム」割合の減少過程をモニタリングすることで、エイジングの進行を評価していました。ところが、土壤中のRCsの分布は、エイジングの影響だけでなく、窒素の消長など土壤環境の変化によっても変動します（図1下段）。そのため、RCsの交換態割合の推移をモニタリングしても、不規則に変動し、エイジングによる減少傾向を読み取ることはできませんでした（図2左側）。

土壤環境の変化に影響されない手法の提案

ところで、土壤や雲母鉱物中には、放射線を放出しないセシウム-133 (^{133}Cs) がもともと存在します。この ^{133}Cs についても交換態割合をモニタリングした結果、土壤環境の変化によってRCsとともに、 ^{133}Cs も連動して変化することが分かりました（図1下段、図2左側）。一方、RCsのエイジングの過程では、原理上 ^{133}Cs を伴わずRCsのみが変化します（図1上段）。そのため、RCsの交換態割合と ^{133}Cs の交換態割合の比（RCs/ ^{133}Cs 比）については土壤環境の変化により変わらず、RCsのエイジングのみを反映して減少します。実際に、RCs/ ^{133}Cs 比をモニタリングしてみると、時間の経過に応じて低下しており、その変化から、エイジングの進む速さを評価することができました（図2右側）。エイジングの進む速さは土壤や土地利用の種類によって異なる可能性がありますが、今後、それらのタイプ別にRCs/ ^{133}Cs 比の推移を分析することで、作物の汚染リスクの年次変化について、将来予測ができるようになると思っています。



▲ 図1 / 雲母鉱物層内におけるセシウムの移動



▲ 図2 / 交換態のRCs、 ^{133}Cs とRCs/ ^{133}Cs 比の推移



水稲の根の広がりを制限してカリウム欠乏を誘発し 玄米の放射性セシウム濃度上昇リスクを評価する

農業放射線研究センター
藤村 恵人 (ふじむら しげと)

カリウム施用による 放射性セシウムの吸収抑制

東京電力福島第一原子力発電所事故により放出された放射性セシウムの化学的性質は、植物の3大栄養素（窒素、リン、カリウム）の一つであるカリウムと似ています。そのため、植物が吸収できるカリウムである土壌の交換性カリウム含量が多いほど、作物による放射性セシウムの吸収が抑制されます。放射性セシウムが沈着した地域では、水稲とダイズ、ソバなどを対象に、標準的な施肥量に上乗せしてカリウムの施用が行われています。

カリウム上乗せ施用の中止

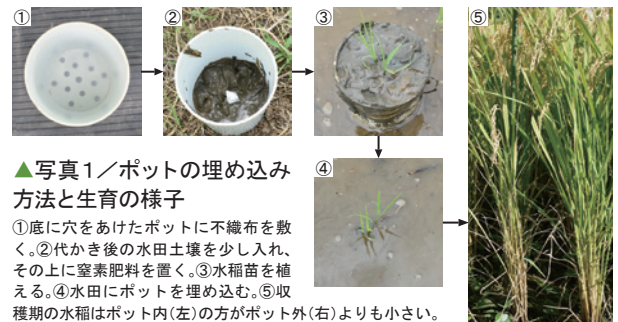
カリウム上乗せ施用の効果もあり、2016年以降は水稲とダイズ、ソバで基準値を超過する事例は発生していません。一方で、過剰な施肥はコストや環境保全の観点から望ましくありません。カリウムの上乗せ施用についても、安全性を確認する実証栽培試験を経て中止することが進められています。しかしながら、カリウム施用が不十分な栽培管理を長年にわたり続けた場合に、生産物の放射性セシウム濃度に及ぼす影響は分かっています。

根域を制限して栽培し カリウム欠乏を誘発

根域（根が伸びる範囲）を制限するとカリウムを含む養分欠乏が起こりやすくなります。そこで、カリウム欠乏が起きたときに玄米の放射性セシウム濃度が増加するかどうかを調べるために、水田に埋め込んだポットで水稲を栽培する方法を開発しました。

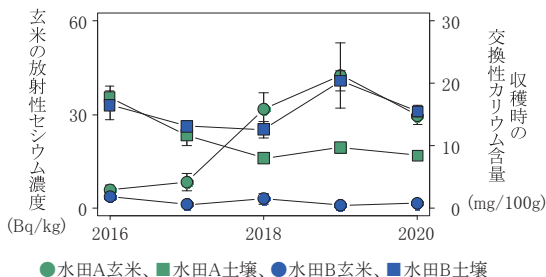
埋め込みポット栽培と カリウム無施用栽培の比較

土壌の性質により、不十分なカリウム施用の影響は異なると考えられます。そこで、土壌の性質が異なる水田Aと水田Bで試験を行い、どちらの水田でも5年間カリウム無施用で栽培をしました。埋め込みポット栽培（写真1）は2年目に行いました。カリウム無施用栽培により水田Aでは交換性カリウム含量が減少し、それに伴い、玄米の放射性セシウム濃度が増加しました（図1）。また、埋め込みポット内では交換性カリウム含量が少なく、玄米の放射性セシウム濃度が高くなりました（図2）。水田Bでは交換性カリウム含量と玄米の放射性セシウム濃度に変化は見られませんでした。また、埋め込みポット内での交換性カリウム含量の減少や玄米の放射性セシウム濃度の上昇は見られませんでした。以上のことから、ポットを水田に埋め込んで栽培することにより、カリウム施肥量が不十分であった場合の交換性カリウム含量の減少リスクと玄米放射性セシウム濃度の上昇リスクを水田毎に評価できると考えられました。

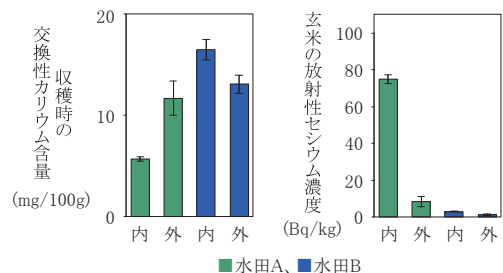


▲写真1／ポットの埋め込み方法と生育の様子

①底に穴をあけたポットに不織布を敷く。②代かき後の水田土壌を少し入れ、その上に窒素肥料を置く。③水稲苗を植える。④水田にポットを埋め込む。⑤収穫期の水稲はポット内(左)の方がポット外(右)よりも小さい。



▲図1／カリウム無施用栽培における収穫時の交換性カリウム含量および玄米の放射性セシウム濃度の経年変化



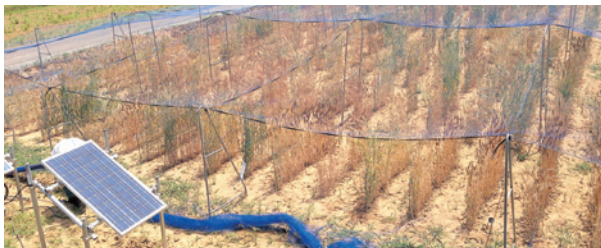
▲図2／埋め込みポットの内と外における収穫時の交換性カリウム含量および玄米の放射性セシウム濃度



コムギ遺伝資源の放射性セシウム蓄積性の解析

農業放射線研究センター
久保 堅司 (くぼ かつし)

2011年の原発事故により放射性セシウムが飛散した農地では、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きました。カリ肥料の施用量を適正化しつつ作物への放射性セシウムの移行を低減するためには、セシウムが蓄積しにくい品種とその特性の活用も有効な手段と考えられます。そこで、放射性セシウムの飛散の影響を受けた農地において、コムギの国内外の遺伝資源198系統の放射性セシウムの蓄積性を解析しました(写真1)。また、農地内の交換性カリ含量のバラツキがコムギ遺伝資源の放射性セシウムの蓄積性に及ぼす影響についても調査しました。



▲写真1 / コムギ遺伝資源の放射性セシウム蓄積性の評価

農地内の放射性セシウムと交換性カリ含量の分布

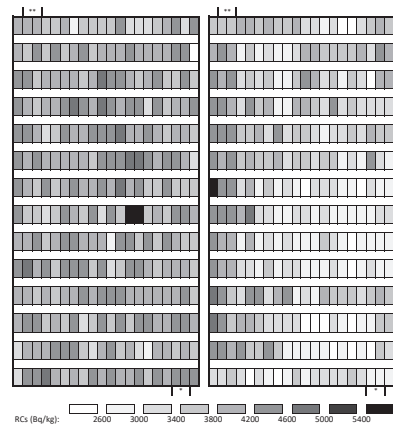
約8アールの農地を280区画に分割し、各土壌を分析したところ、交換性カリ含量に約4倍、放射性セシウム濃度に約2倍のバラツキが認められました(図1)。本農地は原発事故前に水田として利用されており、土壌の交換性カリ含量は水口付近で低く、含量の分布は用水の流入と流出の影響を受けたものと考えられました。

農地の交換性カリ含量の分布がコムギへの放射性セシウムの移行に及ぼす影響

この農地で栽培したコムギ子実と茎葉の放射性セシウム濃度には系統間で各々約10倍の差異が認められましたが、土壌の交換性カリ含量が低い地点で生育した系統の子実と茎葉の放射性セシウム濃度は高いという関係が認められ(図2)、作物体への放射性セシウムの蓄積に対する土壌の交換性カリ含量の影響は大変大きいことが示されました。

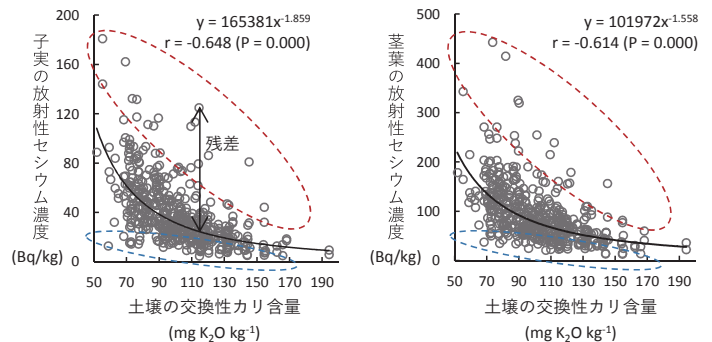
コムギ遺伝資源の放射性セシウム蓄積性の評価

土壌の交換性カリ含量と子実・茎葉の放射性セシウム濃度の回帰曲線(図2)を用いて、各系統の子実・茎葉の放射性セシウム濃度への土壌の交換性カリ含量の影響を補正することで、蓄積性が低い、または高いと推定される系統を抽出しました。今後、これらの系統の放射性セシウムの蓄積性をより詳細に評価する予定です。



*と**はそれぞれ、水田としての利用時の水口と水尻
圃場の面積は約8a

▲図1 / 農地の放射性セシウム(RCs)と交換性カリ含量(ExK)の分布



残差=実測値-回帰曲線での予測値
残差の値が負の値で小さい系統は蓄積性が低く(図中の青い囲み)、正の値で大きい系統は蓄積性が高い(図中の赤い囲み)と推定

▲図2 / 土壌の交換性カリ含量と子実(左)および茎葉(右)の放射性セシウム濃度との関係



市販の芝刈ロボットを農業利用？

農業放射線研究センター
金井 源太 (かない げんた)

はじめに

自動のお掃除ロボットは、実際に使っている方もいると思います。屋外で動くお掃除ロボットのような芝刈ロボットについてもコマースやWebページなどで見かけた方がいるかも知れません。元々は芝を定期的に刈り取り、手入れするためのロボットなのですが、最近では、除草用途としての応用や除草用の機種もあります。現在、私たちはこの自動芝刈（除草）ロボットを農業に利用できないか研究しています。

市販の除草ロボット

このロボットは、あらかじめ除草する対象エリアの周囲に電線（エリアワイヤー）を設置し、その範囲内をランダムに走行・除草する機械です。バッテリー残量が少なくなると自動で充電ステーションに帰り、また除草を行うというように充電と除草を自動で繰り返します。機体下にある回転刃で設定高さよりも高い草を刈る仕組みで、芝の手入れも除草も同様に可能です。また、動かない障害物にぶつくと反転して作業を続けるようになっています。国内で数社から販売中ですが、ほぼ同様に上記のような動作をします。

果樹園での利用

除草ロボットは障害物にぶつくと反転する仕組みにはなっていますが、茎が弱く押し倒されてしまうと作物であっても刈られてしまいます。その点で、果樹は木ですから除草ロボットも押し倒すことができず、植えたての若木などで無ければ誤って刈り取られることはありませんので、導入しやすい農業現場の一つです。慣行作業の乗用除草機で刈ることが難しい支柱や枝の下などの作業もできます（写真1、2）。

耕作中断圃場での利用

耕作を中断しているものの、将来的には営農再開を考えている圃場では、最低限の除草だけして圃場として維持している場合があります。そのような場面への除草ロボットの導入を想定し、作業頻度をどの程度減らすことができるかの検討もしています。その結果、きれいな芝地を維持するよりも低頻度の作業で圃場管理が可能との知見を得ています。



乗用管理機のみでは支柱の下は除草できない



除草ロボットでは作業可能

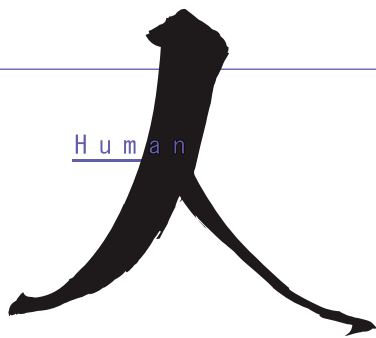
▲写真1 / 支柱の下を刈った様子



▲写真2 / 果樹の枝の下でも作業可能

今後の課題

この機械は電気で動きますが、電源が準備されている圃場は少なく、普及のためには太陽光発電による稼働が必要です。現在、どのような運用であれば太陽光発電による稼働が可能か研究中です。また、法面（斜面）での刈払い作業などは負荷が大きく、省力化が求められていることから、この除草ロボットの適用を検討中で、例えば滑り止めを兼ねた法面保護資材の敷設などを研究しています。



積小為大を信条に一步ずつ

水田輪作研究領域

安江 紘幸 (やすえ ひろゆき)



昨年、「第16回若手農林水産研究者表彰」農林水産技術会長賞を受賞されました。受賞の感想と研究業績を教えてください。

コロナ渦で沈んでいる中、明るいニュースが届き大変嬉しく思います。受賞対象となった研究業績は、東日本大震災による津波被災地域からの農業復興に向けて、被災農家自らが新商品開発に自発的に取り組めるよう、実験科学的な手法や介入研究に基づき6次産業化における商品開発・技術普及を支援する実用的ツールの開発です。また、その成果として開発した新商品は、「岩手県陸前高田市のふるさと納税の返礼品」に採用され、翌年には「いわて特産品コンクール」にて入賞しました。

研究を始めたきっかけと今のお仕事は？

現在、ドローンやロボトラ等のICTを活用した水田輪作システムに関する経営研究を行っています。もともとは研究者を目指していたのではなく、父の職業である経営コンサルタントとして、人の役に立つ裏方になりたいと思っていました。高校時代に父の仕事で海外に同行し、その時の現地パートナーが農業コンサルタントであったことから、農業を総合的かつ実践的に学びたいと思い「稲のことは稲にきけ」の東京農業大学へ進学しました。そこで農研機構OBである恩師に出会ったことが研究の道へと進むきっかけとなりました。



▲今年復旧した農地での実証試験(福島県南相馬市小高区)

ワークライフバランスを保つための工夫は？

妻とデートすることです。それ以外で特別に工夫していることはないです。妻には、いつもゆっくりできる環境を整えてもらっており感謝しています。また、子ども3人にも、「いってらっしゃい」「おかえり」といった言葉で元気をもらい感謝しています。



▲次女と一緒にハイキング(秋田県乳頭温泉郷付近)

休日の過ごし方は？

休日は家族と一緒に好きなことをしています。盛岡に来てから始めたSUPボードは、家族や友人らと一緒に楽しめるのでおすすめです。それと、コロナ渦でここ2年はしていませんが同僚の家族や若手を自宅に呼んで肉をひたすら焼き食べ続けるパーティをしていました。当然ながら野菜は東北農研一押しの特産物(草)です。



▲秋田県でのSUPボード(撮影:長女)

今後の抱負は？

今年から5年間津波・原子力災害被災地域の南相馬市小高区で現地実証試験を行っています。父の仕事を見て感じた「人の役に立ちたい」という思いは今も変わりません。これから福島の復興に尽力を注いでいきたいと思っています。

東北研 NO.8 2021.10 ニュース



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(農研機構) 東北農業研究センター
住所/〒020-0198 岩手県盛岡市下厨川字赤平4 ☎019-643-3414(研究推進部研究推進室)
<https://www.naro.go.jp/laboratory/tarc/>