

農業機械技術クラスター安全性向上委員会 議事録（抄録）

1. 話題提供

1) 農作業安全を考慮した農業生産基盤整備等の取組と課題（農林水産省農村振興局設計課施工企画調整室 杓掛専門技術指導官）

農村振興局は、農地や灌漑用水の事業計画・施設設計・工事、完成後の補修・管理、更新に関する事業、農村の下水・農道・インターネット等のインフラ整備に関する事業、農村振興・活性化に関する事業を所管しています。

国の直轄で実施される土地改良事業の計画や設計は、基準書に基づいて行われています。基準書には、全ての計画において守るべき規範、基本的な事項と一般的な技術解説、地域の特性や現場の状況によって選択制のある事項等が記されています。独自に基準書を整備することが難しい県等では、国の基準を適用している場合があります。この基準書の事務次官通知というのは、絶対に守らなければいけない規範、理念です。農村振興局長通知も主に守らなければいけない規範が書かれていますが、自然条件・社会経済的諸条件の異なる個々の計画を画一的に拘束するのではなく、地区の実情や技術の進展に応じて、柔軟に対処することを可能としています。例えば進入路について、事務次官通知には「進入路は、ほ場に自由に出入りできるように設けて農業機械の安全な走行を確保する配置、形状及び構造でなければならない」と書かれています。農村振興局長通知には「進入路は安全確保を第一に考え、農業機械の転倒・転落しないような配置・形状・構造でなければならない、特に勾配は作業者に危険を与えない角度としなければならない」と書かれています。しかし、これだけでは具体性に欠けるので、「進入路の勾配は12°以下とすることが望ましい」と示しています。これはあくまで諸条件によって変わってきます。進入路の幅員は「車道幅員以上を確保し、また4m以上の幅員を有する事が望ましい」、構造に関しては「水による侵食等に対して必要な強度が維持されるよう留意しなければならない」となっています。また、大区画ほ場では「1耕区あたり1~2か所設定するのが望ましい」と記されています。中山間地等の傾斜地における進入路についても、スリップ止めなどの舗装の行う等を要件としています。

令和3年度から農林水産省に農作業安全検討会が置かれ、その中間とりまとめで、農地、農道、農業施設等の安全対策を強化するよう都道府県に対してさらに徹底を図るとともに、先進的な優良事例を積極的に全国の地方自治体や土地改良区等に発信していく必要があるという事が打ち出されました。これを踏まえ、都道府県に対して、農作業の安全性を考慮して計画・設計していただくよう、改めて文書で都道府県に通知しました。

こちらは全国の取り組みの優良事例が30~40件ほど、ホームページでご覧いただけます。今日は、そのうちの10件ほどの優良事例をご紹介します。

最初の北海道妹背牛地区ですが、こちらはスマート農業にも対応できるよう、一般的な30a区画から2.2ha区画に拡大するとともに、用・排水路をすべて地中に埋め、農道の幅

員を広くし、農道ターンを設けるといふ工夫を取り入れています。

こちらの秋田県の事例は、30a 区画から 1ha 区画に拡大していますが、中山間なので農道の縦断勾配が 10%程とかなりあって、下って行った先に進入路があります。傾斜した農道から傾斜した進入路に機械が方向転換すると危険なので、進入路の部分の農道を水平にしました。農道の幅員も 5m とかなり幅広く取っており、安全で走行性の良い農道になりました。

続いてこちらにも北海道の事例ですが、ほ場と法面の境界が非常に不明確で機械の転落の可能性があった上に、ほ場の排水性が悪い地区でした。そのため畦畔の手前に排水路を掘ってそれを目印として、機械が土手まで行かないようにして転落防止に配慮した事例です。ほ場とほ場の間にある法面の維持管理の効率化のために、人がまっすぐに立てるような小段を 2 段設置しています。

こちらは青森県独自の設計指針を作ったリンゴ園の事例です。青森県の基幹産業であるリンゴについては、農作業事故の 3 分の 1 が樹園地で発生しているという危機感があり、スピードスプレーヤが安全に走行できる幅員・傾斜・旋回半径について数年かけて機械メーカーや JA、農家、県がタッグを組んで設計指針を作り上げたという事例です。

続いて新潟の高野地区ですが、こちらでご注目いただきたいのが右側の 1 番下にある写真、人が立っている畦畔の幅員です。通常、畦畔の幅員は設計基準では大体 30cm が通常ですが、ここでは 80cm とかなり余裕を持っています。そもそも畦畔は崩れやすいため、ある程度の崩落も見込んで、かなり大きく幅員が取られていますが、そのために手押し式草刈機が走行できるようになり、作業条件を改善できました。

次は典型的な中山間地の事例です。島根県の取組ですが、左側には、ほ場とほ場の間にかなり深い排水路がありまして、こういったところの草刈が非常に手間であり、危険も伴います。排水路をまたいで床板をかけた進入路がありましたが、安全性を考慮して排水路を管路化して地中に埋めた事例です。この地区の特徴としては、もともと法面の勾配は設計基準で 1:1.2 という角度で作るのが標準とされているところ、この県では標準を 1:1.5 にしてしまっていて、さらにこの地区では 1:1.8 まで寝かせております。潰れ地もかなり発生しますが、人手で除草しなくて済むようにラジコン草刈機の走行にふさわしい角度にしています。さらに田の法面を地被植物であるムカデ芝を植生して、通常年 4~5 回草刈りをするとところを年 1~2 回に減らせた事例です。

7 番目は、畦畔の草が伸びると給水柵のありかがわからなくなるため、少し広めにコンクリートで法面を覆って草刈り時の作業安全が向上したという事例です。

次は、犬走りといって排水路の両側をコンクリートで固めてしまっていて、そこを歩きやすくするとともに、水路の中で長靴を洗っても水流で転倒する事がないよう、水路の底を階段状にして流速を抑えた事例です。

最後に、今年度の農村振興局の取組についてご紹介します。今般、農作業安全が非常に注目されており、設計基準に踏まえる必要があります。また、スマート農業の推進に向け

て設計に関する技術図書を充実していく必要がある事から、土地改良事業標準設計「ほ場整備」の改定準備を今年から開始しております。それから今年度単独ですが、委託事業の中で機械メーカーさんや研究者の方達に、こういった基盤整備が農作業安全の視点で必要かについての調査を行っております。また、優良事例についても引き続き調査して行きたいと思います。

2) 農業機械と作業環境のミスマッチによる事故事例について（農研機構農業機械研究部門システム安全研究領域 皆川主任研究員）

私たちは協力関係にある道県から農作業事故調査結果の提供を受けるとともに、実際に現地調査も行いながら分析に取り組んでいます。これまでは被災者のミスばかりが事故要因とされてきましたが、私たちの調査では、人的要因だけで発生した事故事例は極めて少なく、機械や施設に関する要因、作業環境に関する要因、日頃の作業方法等に関する要因が重なって発生しています。人的要因への対策は、声かけや教育、手順書を備える等がありますが、ミスそのものを完全になくすことはできません。そのため、ミスをしても大事に到らないように、その他の要因も明らかにし、対策を導き出す必要があります。農林水産省の調査様式も令和元年度から新たに 4 つの要因が洗い出せるようになっていきます。

乗用トラクターの転落転倒事故は 108 件あり、乗用トラクター事故の 6 割近くを占めます。転倒した際に運転者を守るためにあるのが安全キャブ・フレームですが、シートベルトを装着しないとその効果は十分に発揮されず、転倒時にオペレータが投げ出されて、トラクターの下敷きになる可能性が高くなってしまいます。2 柱式安全フレームは、ハウス内作業などのために一時的に倒せるようになっていますが、立てていないと全く効果がありません。転落転倒事故 108 件のうち、被災者のシートベルト着用が確認されたものはなく、安全フレームが有ったことが判明している事故は 28 件ありましたが 4 分の 1 は 2 柱式安全フレームを倒したままでした。2 柱式安全フレームは必ず立てて、シートベルトを装着することが重要です。

こちらは実際に事故があった場所ですが、このように一見、何の変哲もない農道でも死亡事故は起きています。正面から右側通行でバイクがやって来たので、すれ違うためにこちらも右側に寄ったところ、路肩から転落転倒して被災者は機械の下敷きになって死亡してしまったという事例です。機械要因としては、安全キャブ・フレームがないトラクターでした。環境要因としては、路幅は 2m、路面と転落した畑との高低差は 50cm でした。これぐらいの段差でもトラクターは転倒してしまいます。路肩も雑草に隠れていました。このような見慣れた農村環境でも危険は潜んでいます。

こちらの事例では、1 つ上の田に行こうとしてトラクターで登っている時に路肩から 8.7m 下の田に落ちて被災者は骨折してしまったという事故事例で、宇都宮大学の両先生と一緒に調査した場所です。路幅は 1.4m ですが路肩が崩れていたため実質 1.2m ぐらい

しかありませんでした。三次元測量の結果、路面が横断面で見た時に谷側に向かって下がっていたことが明らかになり、農道の経年劣化も事故の環境要因として挙げられました。去年は通れたから今年も通れるという訳ではないという事、見慣れているつもりでも環境は変化しているという教訓を得た事例です。

こちらは、コンクリート製の進入路で起こった事故事例です。進入路を出た先の市道が整備された時に、この進入路も作ってもらったそうです。被災者はここを上がって市道に出ようとしたところでエンストしてしまい、後ずさりし始めたのでブレーキを踏んだが止まり切れずに横転してしまったという事故です。進入路の傾斜は 15° ~ 18° であり、進入路の工事は土地改良事業ではなかったため、基準書は参照されなかったと推測され、事故の環境要因となってしまった可能性があります。機械要因としては、トラクターのギアがエンジンの停止により中立になってしまう構造であったことが挙げられました。また、ブレーキの容量も小さかったことに加えて、被災者が高齢であったことから十分な制動力が得られなかった可能性もありました。

こちらは畑から転落してしまった事故事例です。この上の畑を耕していた時に、畑の端から下の畑に転落して被災者はトラクターの下敷きになってしまったという事故です。人的要因として、畑の端ギリギリまで作業してしまった事も挙げられますが、元々はこの下の畑と上の畑との間の法面はもっとゆるやかだったとのことでした。下の畑が耕うんする際に法先がどんどん削られていって傾斜がきつくなってきたそうです。転落事故を避けるためには、法面から十分に距離を取って作付けを行うことと、法面形状の管理の必要性が示唆された事例でした。

次はコンバインの転落転倒事故です。この農道を上の方から下りて移動している時に操舵不能となって左側の法面に転落し、被災者は投げ出されたという事故事例です。この農道の傾斜は 15° もあり、直進しようとしても左へ寄ってしまうため、こまめに操舵していたとのことでした。恐らく、操舵の際にクラッチが一瞬切れたタイミングで暴走したものと考えられました。コンバインの重心は前寄りなので急斜面を下るとつま先立ちのようになり、直進性が損なわれます。また、コンバインの重心は機体中心よりも左に寄っているため、履帯の接地が不十分な状態で走行すると、左に寄る傾向があります。被災者は、コンバインの下敷きにはなりませんでしたが、大ケガを負いました。

これは、ほ場内での事故事例です。ほ場内で後退していたところ畦に乗り上げ、慌てて止まろうとして変速レバーを手前に引いてしまい、機械ごと約 2m 下の隣の水田に落ちてしまったという事故です。コンバインは上下逆さま状態になりましたが、被災者は運転席にしがみついていたので、糞排出オーガと地面との隙間にとどまることができ、骨折はしましたが命は助かったという事例です。現場は変形ほ場であり、切り返しがやりにくい位置での事故でした。対策としては、畦に乗り上げても慌てずに停止できるよう畦の天盤に幅をもたせる、段差近くでは畦から余裕を持った位置で作業できるよう作付けする、バックモニタを装備したコンバインを導入するか、バックモニタを後付けする、段差がある畦

畔に目印となる竿などを等間隔に設置する等の対策が考えられました。

続いて、刈払機の事故事例です。排水路の法面を草刈り中に以前、排水パイプの先端を支えていたアングルに刈刃をぶつけた際に欠けたチップが被災者の手首の深くまで突き刺さったという事故です。事故当時には排水パイプを短くしていたため、このアングルは不要だったのですが、撤去せずにそのままにしていたため、草の中に隠れていて気がつかなかったとのことでした。機械要因としては、この刈払機は飛散物防止カバーが外されていました。作業方法としては腕まくりをしていたこと、環境要因としては危険物となるアングルが放置されていたことが挙げられました。作業する前には、不要な物を予め撤去する、給水栓など動かさない物には目印を付ける必要があります。

このように、農業機械と作業環境とのミスマッチが主な事故要因となっている事故事例も多く見られたことから、今後とも農業土木分野と連携して一緒に作業事故対策を進めていきたいと思っておりますので、よろしく願いいたします。

3) 農地基盤のデジタル化によるスマート農業の機能強化技術の開発～農地基盤情報デジタルプラットフォームについて～（農研機構農村工学研究部門 若杉上級研究員）

国際競争強化プロという今年度からの3年間のプロジェクトで農地基盤のデジタル化によるスマート農業の機能強化技術の開発に取り組んでいます。今日はその中で構築する、「農地基盤情報デジタルプラットフォーム」をご紹介します。

このプロジェクトの背景・目的ですが、インフラの維持管理あるいは土木工事をする技術者が減少傾向にある中で、BIM/CIM^注と言われる情報化施工という技術がどんどん進んでいます。こういった技術を農業の整備事業にも取り入れる事によって、工事の効率化を図ると共に維持管理やスマート農業にも役立てようというのが趣旨です。農水省の方でも情報化施工の数が増えています。国交省では令和5年度までに小規模な工事以外は原則BIM/CIMの技術を適応する方向で進んでいます。今回のプロジェクトでは、三次元農地基盤データのスマート農業での活用を実現させる事、さらには、情報化施工における設計変更に伴う三次元設計データの修正作業時間を3割削減、農地基盤施設の維持管理労力を2割削減、暗渠の再整備にかかるコストを半減という目標を掲げています。研究の中身で一番大きいのは農地基盤データプラットフォームの構築で、こういったものを維持管理に応用させたり、さらには調査、設計、施工の構築化にも資するような技術を開発します。農地基盤デジタルプラットフォームの開発ですが、給・排水施設、畦畔、法面、暗渠、用排水路、農場、土壌といった情報を農地基盤データと呼んでおります。このデータを設計・施工を担当する国や地方自治体、維持管理を担当する土地改良区、スマート農業を使う農家、農機メーカーや建設会社等が共有できるプラットフォームを作るという内容になっています。既存の筆ポリゴンや全国農地ナビ等のデジタルマップとの違いは、基本的には三次元位置情報を主としている点です。また、今までの農地マップは基本的には農地の区画や面積だけの情報ですが、我々がターゲットにしているのはむしろ

農地周辺の情報で、農道や法面、給・排施設、進入路等も含めて、三次元位置情報で示します。

三次元位置情報の取得方法ですが、ドローンによる測量と、スマホにも LiDAR 等が搭載されて簡単に形状を取ることができますので、そこと位置情報を紐づけてかなり高精度な三次元位置情報を取ることができます。また、整備をする際の三次元モデルや設計データもどんどん載せていく事によって、維持管理して例えば5年後10年後同じようなところで同じデータを取って差分を取る事によって、経年劣化も洗い出すことができます。スマート農業では、給・排水施設がどこにあるのかは大事な話ですし、ほ場の正確な形状も大事になります。さらには、暗渠排水の位置も三次元でどこに埋まっているのかわかりますので、営農で補助暗渠を作る際もきちんとエビデンスを持った排水計画を作る事ができます。草刈の面積もわかるので、草刈ロボットの導入の可否や、外部委託の際に面積ではなく労働力としてお願いするといったように、農業全般に使っていただけるようなプラットフォームにしたいと考えています。危険箇所の抽出など安全面にもうまく使えるのではないかと思います。設計の時に色々な条件を変えて検討することや、できたものに対してどういった機械を合わせたらいいいのかといった検討もできると考えています。このプラットフォームは、安全面に特化したアプリや営農に特化したアプリ等を搭載できる、拡張性をもった仕様になっています。まずは3年間でプラットフォームのメリットやユースケースをきちんと作って、最終的には国のプラットフォームとして自立させていきたいというふうに考えています。

注) BIM/CIM

Building Information Modeling, Construction Information Modeling, Management の略で、計画、調査、設計段階から三次元モデルを導入することにより、その後の施工、維持管理の各段階においても三次元モデルを連携・発展させて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産・管理システムの効率化・高度化を図ろうとすること。

2. 総合討議

● 座長（農研機構農業機械研究部門 志藤機械化連携調整役）

これから総合討議に入ります。まず、農村振興局の方から農機メーカーの皆さんに事前にアンケート調査をお願いしていましたが、その結果を一部抜粋してご報告させていただきます。15社にお配りいたしましてお答えいただいたのは9社でした。

問1の乗用農機の転倒転落に対する使用条件について、安全に使用していただく為にはどのような条件を設けているかという問いに対して、使用環境の制限や条件を設けていると回答したのは9社中5社で、作業者の制限を設けているとの回答は9社中6社でした。重複している社もありました。

次の乗用農機に危険が及ぶ使用条件については、続いて傾斜、段差、凹凸について言及

されているのは全社。狭さについては4社が触れていました。機械操作の速度については1社。視認性と障害物については各1社ずつが言及していました。

ほ場環境への改善事例を知っていると回答されたのは4社でした。北海道、青森、青森は先程紹介された果樹園の事例ですね。そして富山、静岡の実例があげられました。

社内の自主、安全に関する自主基準があると回答したのは7社でした。それについては農業機械の安全性検査の基準、あるいはJISやISOといった企画、道路運送車両法等の法令などがあげられました。

購入時にユーザーに安全指導を行っているかどうかとの問いについては、全社が現地の販売店が実施しているという事でしたが、具体的な内容や本当に実施されているかどうかについては不明な場合があると回答したメーカーも多くございました。

自社製品に関する事故調査の徹底度合いについては、9社中7社が警察、顧客、販売店等から連絡があれば実施していると答えていますが、死亡事故とかになると被災者のご親族の心情を斟酌して詳しい聞き取りを避けることもあるということでした。

調査に環境情報を含んでいるかという問いについては、必ず実施している、と可能な限り環境情報も調査している、と答えたのが5社、必要があれば実施している、事故要因に環境要因が含まれると思った場合のみ実施するのが1社、詳しくは調査ができないと答えたのが3社でした。

ユーザーが自社製品を危険な使い方をしているかどうか、それをちゃんと知っているかとの問いに対して、把握しようとはしているとの回答が2社ありました。しかし大部分は認知できていないというようなご回答の内容でした。

ほ場環境のどのような点が問題かとの問いについては、9社中4社がほ場外周、進入路、道路の寸法、経常、傾斜等について回答していました。

自社の事故調査の問題点についての問いについては、特にないと答えたのが9社中5社、事故調査は顧客のメリットがないと答えたのが1社、やりたいが情報収集が困難だと答えたのが2社、回答できないが1社でした。

より安全な基盤整備への基準改正への要望については9社中6社があると答えました。その具体的な内容については、機械導入を前提とした園地作り、それ以外では恐らく水田作の関係だと思えますが「基準はより安全側に改正してもらいたい、具体的なデータ数値については判りかねる」という回答でした。

安全な基盤整備のための行政への要望についての問いについては、大まかにまとめますと、まずは啓発活動、そして基盤整備のための助成制度、安全を確保するためのガイドラインやマニュアル等の整備、そして工事への助成といったような意見がみられました。

農業機械から農業土木に向けた啓発についての問いに対して挙げられた中では、危険予知活動を行う、継続的な指導者の育成を行う、関係者が集まってどのような方向性が必要か継続的に協議すべきだと言ったご意見がみられました。

土地改良サイドと連携可能な技術的アイデアがありますかとの問いについて、何らか

のアイデアを示したのは4社ありました。

以上がアンケート結果の概要です。これ農機メーカーの生の声でしたけども、客観的な視点から松井先生、農業機械側から土木に向けてのコメントをいただけませんか？

- 松井先生（宇都宮大学農学部農業環境工学科 教授）

先程ご講演いただいた中で、ドローン等のデータを活用することで危険性の高い場所をチェックできるようになるというお話がありました。アンケートの結果でも危険予知についても要望が挙がっていましたが、危険な状況に対する情報を提示していただければ機械側としては対応しやすいのではないかと思います。

基盤整備の基準での12度程度という傾斜に対する機械の転倒の危険性というのは農機メーカーもある程度認識していると思います。この運用についてあるいは基準についてこれらをどれだけの地域が、例えばそれらの基準を超えた設計や実際の工事がなされていて、それらを実際に機械が通過する時にどの程度の危険性があるのかといったような事に対するお互いの調査の整合性を取っていく事が重要だろうと感じました。私も実際に研究で、傾斜地での機械の動的挙動の解析を行っている中で、15度以上になると危険性がうんと上がって、20度近くなると極めて高い確率で転倒に至るという事がわかっております。これは農研機構の安全性検査における静的横転倒角の基準をクリアしている機械でさえも、運動している課程においてはそういった危険性を招く事が明らかになっています。環境と機械が mismatch を起こしている点や、当初はマッチしていても環境側も機械側も経年劣化することで危険性が増すといったことが、事故の重要な要因として挙げられたと感じました。

- 座長

もうお一人、農業機械側から石川先生お願いします。

- 石川先生（人間工学専門家、元農研機構）

振興局からのメーカーへのアンケートと同じような内容で、例えば自動車業界であったり家電品業界に聞いたらどんな内容の回答が来るでしょうか。例えば90社に出してもやっぱり60社くらいしか答えがこないのかどうか、エンドユーザーに安全安心を届けるというポジティブな意見がたくさん出てくるとか、他産業のメーカーの意識と比較したときに農機業界の問題点をはっきりと浮き彫りになるのではないかと思います。

それから話題提供の中で感じたことがいくつかあります。進入路の問題で幅4m、傾斜12度という話が出ましたが、これから進入路を再整備するという場合はだいたいが大区画化に伴う整備が多いと思います。3枚のほ場を1枚にするとか拡大を図ると、従来の畦があった所は栽培可能な面積になるわけです。つまり耕作可能面積が増える。その増えた面積を潰れ地となる進入路の拡大に充ててもよいのではないかと、と思いました。栽培面積は同じでも、より安全性が向上するわけですね。そういう視点でも考える必要があるだろうと思います。

次に、沓掛さんからご紹介いただいた優良事例や、皆川さんの事故事例を元にした対策について、実際にやってみて事故や危険性がどれほど減らせたのかを調査する必要があるのではないかと思います。

我々、人間工学専門家のグループで考えているのは、従来の起こってしまった事故に対して原因調査をして対策をたてという取り組みの他に、無事故で済んでいる事例から、その理由を明らかにする、いわゆる Safety II の考え方から農作業環境の安全性向上の為のヒントを得るのも非常に有効だと考えています。機械の面、人の面、環境面からも事例をベースとした対策例の実施も有効ですが、圧倒的に事例が多いこういった面からの視点で調査、研究を深めて行くという事も有効な手段ではないかと感じています。

- 座長

ありがとうございました。いくつか非常に興味深いご示唆をいただけたと思います。今度は農業土木側からの客観的な意見として田村先生からコメントいただけますか。

- 田村先生 (宇都宮大学 農学部 農業環境工学科 准教授)

農作業安全に向けた農業機械と農業土木の連携が、今日確実にその重要な一步を歩み始めたというふうに私は思っています。農業というフィールドにいろいろな専門家がいますが、専門分野以外の事を意外と知らないという事を改めて認識しました。例えば農業土木側の私でいうと、機械のメカニズムや挙動については充分存じませんし、農業機械側の方々もほ場整備の進め方とか制度的な設計等はなかなか知る機会が無かったと思います。これからやるべき課題を整理しなければならないと思いますが、非常に重要な一步を歩み始めたなと思います。現段階では「この問題は誰が詳しいのか」とか「この情報は誰が詳しいのか」といったあたりの整理がまだできてない段階ではないかと思います。先程来問題になっている進入路の勾配についても、なかなか答えが出ない問題だと思います。そういった問題に対して農業土木と農業機械の両側から摺り合わせていく必要があると思いました。

- 座長

ありがとうございました。

これまでの話でいくつか関連する部分があったと思います。松井先生の「農業機械側でも出せるデータはあるはずだ」という点と、田村先生の「誰がどういうデータを持っているのかわからない」という点があるかと思います。アンケートの中でも「土地改良の基準改正に向けてより安全に動いてくれるのはありがたいけども、具体的にどの数字をどのように変えるべきかはわからない」という回答が多いという結果でした。本来ですと石川先生がおっしゃられたように、他産業では自社製品の事故調査だけでなく、事故が起こってなくてもユーザーとのコミュニケーションをとって次の設計にフィードバックしていますが、農機メーカーさんは、ユーザーからのフィードバックを十分に得られていないと思わざるを得ません。自社製品に関する事故調査が行われていて環境要因も含めた

データの蓄積があれば、ある程度は「この機種に関してはこのくらいの勾配が限度」といった見通しは得られると思います。事故調査、情報収集が充分に行われていないところが一つの問題として浮かび上がります。現実的には、事故調査を農機メーカーさんだけに押しつけるのは無理があります。農作業事故調査には法令による後ろ盾がないために、誰が調査主体となってもなかなか難しいところがあります。アンケート回答にもあったように、被害者を斟酌して聞き取りづらい、といった問題も生じています。

一方で、我々は22道県から事故調査結果をいただいて分析をしています。今後、データが増えてくれば、農業機械のどのようなデータがどのような事故と関連付けられるのかが見えてくることが期待されます。例えば、皆川の話提供で触れた、15°の勾配の農道を汎用コンバインが下っていて操舵不能に陥って転落した事例から、この勾配では履帯式の走行車両が安定的に操舵・走行できないことがわかります。こういった事例に基づいて、実際に実験なりシミュレーションなりを行って限界値を明らかにすることは可能と考えられます。今後はそういった取り組みが必要と思われまます。

田村先生、松井先生と我々で現地での事故調査を行ったとき、田村先生は事故現場の三次元形状を精密測量して、我々は被災者からの聞き取り等事故要因を抽出し、松井先生は事故機のスペックから運動方程式を組み立てて、事故要因を踏まえた条件設定で事故現場の三次元形状での挙動をシミュレーションしてくださいました。これは農業土木と農業機械のデータの共有による取り組みの先駆けだったと思いますが、このご経験を踏まえて、農業土木と農業機械に関するデータの相互関係性についてのお考えをお示しただけませんか。

- 松井先生

判りやすいところだけで申し上げますと、勾配に関して12°という基準が絶対ではなく、現場に応じてある程度、変わってくることもあるということでしたが、皆川さんのご講演にありました、上段の畑を移動中にトラクターの前輪がスリップして左路肩から転落したという事象例では、農道の勾配が15°～23°でした。また、コンクリートの進入路の上端付近でトラクターがエンストして転倒した事例での勾配も15～18°。さらに、コンバインが農道を下っていて操舵不能になった事例でも15°でした。やはり、15°を超えると格段に事故の可能性が高まる、その境界が恐らくその辺りにあるのではないかということがわかってきます。このような事例を集め、それを踏まえて「15°は絶対超えてはならない」といった、上限を示す必要性を感じます。土地条件によっては15°を超えるのも致し方ない、というような解釈が成り立ってしまうとなると非常に危険になると思います。

土地改良の基準以外でも、若杉さんご紹介いただいたデータベースを活用して、15°以上の勾配がある場所の危険マップを示す事によって、次の改良事業の優先順位を明確化できるとともに、オペレータも「ここは非常に危険な場所なんだ」と認識をもって作業に臨めるのではないかと、両面からの対策が進められるのではないかと感じていま

す。

もう一点、コンバインの特徴と畦畔の寸法についても考える必要があると思っています。高低差が大きな法面がある田を大型コンバインで収穫する場合、最初の一周め二周めの旋回時に一旦、バックをしないとイケないのですが、タイヤと違って履帯だと重心位置を超えるまでは非常に安定した姿勢でバックできている気になります。しかし、次に前に進もうとした時の勢いで機体前部を浮き上がらせてしまい、そのまま後ろ向きに転落してしまうことがあります。私の非常に近い人がそういった転落を経験されていますし、実際に事故を調査しに行ってもそういう事が多いです。また、畦畔の天盤の幅が数十 cm 程度だとコンバインが踏みつぶして感触すら気づかない事もあります。そこで、コンバインが畦畔に乗り上げた状態でバックから前進に切り替えてもひっくり返らないためには例えば「隣接する田面に高低差がある場合は、天盤の幅を 1m 以上とする」というような対策も考えられるのではないかと認識しています。

- 座長

ありがとうございました。

事事故例から勾配や畦畔の寸法などのあたりはつけられそうですが、基準化するとなると検証する必要があると思います。そうなりますと各農機メーカーさんの手持ちのデータだけでは判断が付きづらい、実際に実験する必要がある場合もあると思われます。農作業事故に関する情報は量的に非常に限られていますので、関係機関が持っている情報を共有してお互いに補完する必要があります。また、石川先生からは、事故だけではなく、事故に至っていない事例からもヒントをつかむというアプローチも必要だという事もお示唆をいただきました。我々農機研が農機メーカーさんや大学等と協力体制を組んで、機械の特性と作業環境の条件との関係性を明らかにしていくといった取り組みも必要ではないかということが、ただ今の議論の中で見えてきました。ここで、農機研の安全研究の取り組み状況についてご紹介いただきたいのですが、富田領域長お願いします。

- 富田領域長（農研機構農業機械研究部門システム安全研究領域 領域長）

私たちは、起きてしまった事故の再発を防ぐ視点だけではなく、大事には到らなかった事例から得た要因を啓発に繋げていこうというような取り組みをしています。技術開発については、センサー等から得た情報をうまく処理して、危険の前兆を察知して事故を回避するといった事を主に構想しています。スマートであり安全でもある機械、また環境にやさしく安全でもある、といった機械の開発に繋げることができれば、安全研究で一番大きな障害であるコスト面の問題もうまく吸収していけるのではないかと考えているところです。

- 座長

ありがとうございました。

沓掛さん、ここまでの話の流れから、これから基準改正に取り組んで行こうとしている

立場としてご意見はありますか。

- 杓掛専門官

そうですね、やはり基準を改定するという事は、それなりの実験データや論文等の裏付けが必要だと痛感しました。そこで、我々が所管するツールを1つご紹介させていただきま。設計課施工室では官民連携事業、民間と研究機関の新技术の取り組みを応援させていただいています。例えば新種の素材が出てきた時の設計基準を明らかにするために企業や研究機関が共同研究していただいて、その経費の半分を国が助成するという制度を設けています。今後こういった形で安全に関する基準を改正していくかは今後も議論する余地はありますが、このようなツールもありますので、農研機構さん等と連携しながら何か基準の打ち出しみたいなのを長い目で見ていければなと思った次第です。

- 志村課長補佐（農林水産省農村振興局設計課 課長補佐）

ただ今、杓掛からお話しした基準ですが、勾配12度、幅員4mという数字を目安にしながら、安全度をしっかりと確保するよう整備を進めています。問題はこういった整備がなされていない、戦後早い時期に整備したままになっているような農地、特に中山間地域に機械が納入された時に現状の基盤が本当に安全かどうか、という点です。機械を納入する際に危険な箇所のチェック等を基盤整備の知見を持った者と農業機械運用の知見を持った者が一緒になって、危険度をしっかりとあぶり出していく必要があると認識しています。そういったところは、大型のほ場整備事業をやらなくても小規模な県の単独事業や、我々の「農地耕作条件改善事業」という小回りの利く数百万円以上でできる事業も活用できます。こういった小さな努力を積み重ねていかないとなかなか安全な作業環境が整っていかないと考えておりました、国から県に対しても連携しながらやっていきたいと思っています。

我々の側からの要望としては、機械を納入する際にその機械が安全に作業できる環境なのかをチェックできるシステムがあるといいのではないかと思います。もし危ない所があれば、我々基盤整備側にご相談いただけるよう連携した取り組みができたら良いのではないかと思います。

- 座長

どうもありがとうございました。土地改良事業は受益者からの申請に基づくものなので、まずは受益者が安全意識をちゃんと持っている必要があります。そのためには安全啓発の必要があります。アンケートでも「啓発が重要だ」という意見が多く見られました。あと導入時に土木と農機のそれぞれの専門家がチェックを行える体制についてですが、例えば販売店の方ならある程度自社製品はどういう環境で使われるべきかを把握されていると思います。農機の専門家がそういう場所に立ち会えるように結びつけることが現場で必要になる、ということがただ今のご発言で浮かび上がりました。そういったことも含めて、地域で農作業安全を主導する人材が必要になってきます。

農水省の技術普及課で農作業安全の指導者を育成する事業が今年度行われていて、指導者候補として農機販売店の方も手を挙げていただいていると聞いています。そういった方が安全研修の講義をするだけでなく、土地改良事業の時にアドバイザーとして関与していただくことも期待されるかと思います。田中補佐、この事業の概要についてご説明いただけますか。

- 田中課長補佐（農林水産省農産局技術普及課 課長補佐）

令和3年度、農作業安全に関する指導者向け研修というのを実施しておりまして、全国で2500人、農作業安全の推進を担っていただく指導者の養成をしているところです。今現在で定員を超えて約3800人（最終的には約4000人）が手を挙げていただいております。農業機械販売店の方の他にも普及指導員、県や市町村の職員、農協の営農指導員など、さまざまな方々がエントリーしていただいております。11月下旬から来年の3月にかけて全国47都道府県で対面研修を行い、それに参加できない方を対象としたweb研修を併せて行う予定です。

- 座長

ありがとうございました。

農業土木の技術面からご意見をいただきたいと思います。若杉さんからご紹介いただきましたデジタルプラットフォームですが、若杉さんも農作業安全に寄与できる部分があるのではないかとおっしゃられていました。例えば、農機と作業支援システムとの連携で、土地条件の三次元データが使えるとかなり機械側への情報量が多くなって作業も楽になるのではないかと思います。また、素人の思いつきで恥ずかしいですが、実際に農機が走り回った時の鉛直方向のデータも含めた作業軌跡がとれるようになると、土地改良事業完成当時の三次元データと比較することで経年劣化もわかってくるのではないかと、それが一定以上の程度を超えたら補修を勧めるアラートが出るようにするとか、そんな連携もできるのではないかと思います。若杉さん、いかがでしょうか。

- 若杉上級研究員

はい、今まで議論を聞いていまして、おっしゃったような利用方法はたくさんあるなど私も思います。松井先生がおっしゃった15°というお話がありましたが、それも設計とか施工の段階での修正も可能になりますし、基準がある程度わかればその段階で最初から危険箇所を潰す事もできます。あと、経年劣化についてですが、先程お話しがあったような使い方もちろんできますし、農道やほ場の設計データがありますので、例えば使っている農機をモデル化したシミュレータみたいなものを使って、サイバー上で走らせて危険な箇所を洗い出すこともできると思います。スマート農機でも、自動化レベル1やレベル2の機械にもうまく使える使い方はたくさんあるのではないかと考えていますし、さらには完全無人走行のレベル3についても使っていただきたいなと思っています。

- 座長

スマート農業的な ICT 技術を使うことで、これまでできなかったこと、やりにくかったことが容易に出来るようになるというお話しでしたが、これ以外にも活用場面が考えられるでしょうか。友正部長、もしありましたらお聞かせください。

- 友正部長（農研機構農村工学研究部門研究推進部 部長）

若杉からの話というのは、農地版の BIM/CIM 的な物を作った時にそれが何の役に立つのかということでしたが、一つは現状の作業環境や設計案を機械の方に安全かどうか評価してもらうのに使えるだろうという点。二つ目は経年劣化したときにもう一度測量しなおして、その変化した部分についても、機械の専門家に安全性をみてもらうという使い方がありえるという点になろうかと思えます。それから、いわゆる環境点検という、住民に居住環境を点検していただいて危ないところを補修するという、生活環境整備の分野では極めて古典的な手法がありますが、農作業でのヒヤリハットを洗い出すという形で農地の安全性評価にも応用できるのではないかとも思いました。例えば現状の農地の三次元モデルを見ながら、ここでこんな危ない事があったなと思い出しながら危険を洗い出すような、耕作環境の改善を図る上でのツールにもなりうると思いました。私どもではスマート農業の推進ということで、先行してほ場の水管理を自動化する装置をすでに市販化しておりますが、農家の方に追加でどこに設置したいですか？と要望を聞くと、わりとヒヤリハットと関係した話がでてきます。例えば中山間地域でしたら農道が行き止まりになっている所の奥に装置を付けたい、という要望については「手動だとそこへ軽トラで走って行って、帰る時ときはバックしないと出てこれず、それが怖いから」という理由が出てきます。あるいは「交通量の多い道に接しているほ場に車を置いて水管理するのは危ないから、そういうところには自動水管理機を置きたい」といった話が出てくると担当者から聞いています。これらは形を変えたヒヤリハットの事案だろうと思えますが、作業環境にどういった危険があってどうしたら取り除けるのか、農機メーカーの方には農機メーカーの見方があり、そこで生活されている方には生活者の見方があり、立場によって見えてくる世界が違います。それぞれの立場が三次元データを見て具体的なイメージを共有しながら洗い出すような事ができたらいいのかな、と思いました。

- 座長

ありがとうございました。

水管理の自動化装置のニーズ調査の中でもヒヤリハット的な情報も実は多く含まれているということは、私も初めて伺いました。なるほど違う切り口からでも安全に関する情報をとれるのだと一つ勉強になりました。ありがとうございました。

WEB 参加のみなさんからご意見ご質問を承りたいと思います。どうぞ。

- 八谷領域長（農研機構農業機械研究部門知能化農機研究領域 領域長）

いろいろと勉強させていただきました。今のレベル 2 のロボトラはまずオペレータが

乗ってほ場の形状をティーチングする必要があります。SIP2 で進めているレベル3 で完全無人化となればティーチングも自動化する必要があります。そのためにはまさに付属施設の形状や位置も含めた農地の三次元データが必須になってきます。

話は変わりますが、古い 10a 程度のほ場だと際ぎりぎりまで作付けしたくなるのは農家の心理としては当然ですが、区画が拡大するとこの考え方が変わってきます。農村振興局が事業を進めようとされている富山の水橋地区ですが、数年前までは 8~10a 程度の区画であったものが最低でも 1.2ha クラスになっております。そうしますと農家さんからは「それだけ区画が大きくなるともう際まで作付ける必要はないだろう、むしろ作業性を優先させたい」という要望が出てくるようになります。レベル2 のロボトラであっても、ほ場の際から 30~50cm くらい内側の所を作付け対象としてやることにすれば、ほぼほぼ完全な無人化作業ができるようになります。ただし今度はそこに雑草が生えるという問題が出てきます。このエリアに雑草が生えないような畦畔の形状の設計の仕方、またそれに向けてどういう除草機を作っていけばいいかといった点において、農工研と農機研のコラボで進めるべき仕事ではないか思いました。

それと若杉さんからお話がありましたデジタルプラットフォームについて、UAV で取得した三次元データを使って仮想農場を構築し、導入を検討しているロボット農機のスペックを入力することによって、どの農道の部分でこういった挙動が発生するか、こういった危険が発生しうるかといった事がシミュレーションできるということでした。これが実用化されれば、エンドユーザーの安心感につながると思っています。実際の機械は使わずに、仮想農場で走らせて危険箇所が可視化できるということ、サイバーとフィジカルを融合させた農業デジタルトランスフォーメーションのまさに典型的な姿であり、極めて重要な取り組みだと思っております。実は 10 月末に富山でロボトラの現地試験を行ったんですが、幅 5m ほどの支線農道から幅 2.8m の連絡道に進入させる必要が生じました。当初、幅 2.8m はかなり危険かなと思いき、シミュレーションで確認したところ、やっぱりある程度危険でもあったので、その支線農道と連絡道の間で隔切りを設けることにしました。実際に走らせずに安全性を確認できることの重要性を実感しました。

これまでは農機研が農作業安全の研究・啓発をずっとやってきましたが、農工研とのコラボでの取り組みが今後、重要になってくるとの印象を持っています。こういった研究会をまた企画していただけたらありがたいと思います。

- 座長

ありがとうございました。

限られた時間でしたが、農業土木と農業機械の連携による新たな農作業安全の取り組みについて、いくつか切り口が示されたのではないかと思います。皆さんから貴重なご意見をいただきました事、御礼申し上げます。今後も様々な角度から農作業安全について考えて参りたいと思います。これにて閉会とさせていただきます。どうもありがとうございました。