

【講演 1】



農作業ロボット研究の現状と未来

農研機構・中央農業総合研究センター
長坂 善禎氏

一貫体系の稲作ロボット開発

私は中央農業総合研究センター作業技術領域に所属し、農作業ロボット体系プロジェクトで主に田植えロボットを担当しておりますが、本日はそのプロジェクトの現況や未来について、①土地利用型農業での農作業ロボット②なぜロボットか③農作業ロボットの開発状況④今後の展望についてお話しします。

まず土地利用型農業での農作業ロボットでは、耕うんから代かき、移植、収穫まで一貫した作業体系で稲作が行えるよう開発が進められています。進捗状況については、まだ製品ではないので不具合もあるものの、圃場でなんとか動くようになったというのが現状です。

基本構成としてはできるだけ共通化を図り、トラクタ、田植機、コンバインといった既存の農業機械を自動化して作業させるようになっていきます。センサは屋外で安定して誤差2cmの位置が取れるRTK-GPSと、IMU（姿勢センサ）をつけています。さらに既存の農業機械ということで、経路をあらかじめ設定してそれに従って走る自動走行をして、作業部の自動動作機能を搭載しています。これにはCANバスという共通した通信プロトコルを用い、航法センサ等を共通化し、使いまわすようにしています。共通化のイメージとしては、RTK-GPS+IMU（姿勢センサ）+PCのセットをまずトラクタに積んで耕うん・代かきを行い、次に田植機、さらにコンバインと、作業するときだけ共通のボットを乗せ換えていく仕組みです。位置情報は、昨今はGPS衛星やGLONASS衛星、準天頂衛星など活用できる衛星が増え、衛星が多いほど安定するので、精度をよくするためどんどん活用していこうとしています。

1人で複数機を管理するロボ体系

そして、ロボットについてですが、なぜ「ロボット」なのか。農家人口の減少に伴い、地域の

担い手による経営規模は大型化しておりますが、農地は分散しており、水田の大型化は容易ではなく、機械の大型化では対応困難なため、少ない人員で可能な生産技術として、1人で複数の作業機を管理する農作業ロボット体系が有効と考えられています。

例えば能率を2倍にするには、作業の省略や作業幅・作業速度の拡大などが考えられますが、1人で作業機2台を管理した場合も、能率が2倍になります。具体的には、1人の人間がある圃場で作業している時、同時に別の圃場でロボットが作業するというもので、圃場の分散にも対応できます。

そこで、農研機構は2008年からのプロジェクト「農作業ロボットによる分散錯圃に対応した超省力作業技術の開発」で水稻、麦、大豆の農作業ロボットの開発を行ってきました。それまでロボットは中央農研の田植機ロボットしかなかったので、作業の自動化を一貫してできるようにしようということで、それらを開発し、動くようになった。

そして次に、タイミング良く、2010年から農林水産省の委託プロジェクト「アシストプロ（稲麦大豆作等土地利用型農業における自動農作業体系化技術の開発）」が始まりました。これは北海道大学を中核として、京大や農研機構、生研センター、ヤンマーなどのメーカーも参加し、北海道の大規模農業地帯や関東の分散水田地帯で使えるようなロボット体系を開発していこうというものです。

関東の分散水田で複数トラを動かす

関東の分散圃場での成果としては、生研センターによる監視・無線操縦機能つきトラクタロボットがあります。これは完全に無人で動くものです。また、中央農研では同一圃場で2台のロボットを同時作業させる検証を行いました。2台でやるのは、2台を運ぶ経路が複雑になり、試験場で作業する分にはいいのですが、30a圃場では逆に手間がかかってしまう。圃場が60aや1haなど、規模が大きくなると、1枚の圃場に2台入れるのは効率がよいといえます。苗の補給については、10年前に中央農研で開発されたロングマット水耕苗を活用しています。30aから補給なしでいけるということで、ノンストップの1筆作業が可能になります。

2台同時作業の検証は、つくば農場にて、オペレータ1人で苗のセットから田植えまで全部行う試験を行っています。移動の所要時間は、トラック積載運搬の場合、自走より速度は速いものの、トラックにロボットを固定するのに手間がかかります。そのため、移動距離が1.76kmくらいまでなら自走したほうが移動が早いという結果が出ました。2台のロボット作業手順は、まずロボット①に苗を積載し、①を圃場Aに移動して自動作業させます。オペレータは自転車で基地へ移動し、ロボット②の苗を積載します。②を圃場Bへ移動し、自動作業させたらオペレータは圃場Aに戻り、Aの最外周を人の操縦で田植えした後、Bの最外周も人の操縦で作業し、基地に戻るという手順です。このようなやり方でオペレータ1人で作業できるというわけです。

自脱コンバインの自動収穫・排出

次に、京都大学の成果で、自脱コンバインの自動収穫・自動排出があります。マーカを施した軽トラックを近くに配置し、コンバインのグレンタンクがいっぱいになった場合、画像処理でマーカを見つけて、自動で軽トラに排出しに行きます。放っておけば延々と収穫・排出を行ってくれます。また、中央農研では大豆コンバインの自動収穫・荷受け伴走体系を研究しています。コンバインを止めずに、伴走した軽トラックに走りながら排出することで、荷受けの時間を短縮

するものです。

これまでの達成状況をまとめますと、(1) 耕うんから収穫まで、圃場内の作業自動化を達成(2) 「ロボットならではの」の自動作業を達成—長時間(夜間)作業が可能▽2台の運行が可能=作業員半減がほぼ可能▽追走体系、伴走体系▽走行精度については、田植えでプラスマイナス 10cm 程度(3) 監視・遠隔操縦(生研センター)(4) ロボット作業管理(日立ソリューションズ)(5) GNSS+IMU(トプコン) —のそれぞれができているというところにあります。

実用化に必要な安全確保策を検討

今後の展望についてですが、ロボットシステムのハードとソフトはもう少し追求していかなければならない。加えて、社会に容認してもらうには、教育や法制度、制度規制、保険制度が必要です。法制度や制度規制については、農林水産省で勉強会が始まりました。こうした受け入れられやすい社会システムの構築が必要かと思います。

そして、私どもはフルオートの機器を目指して研究しているわけですが、その前に今すぐ使えるシステムとして、GPS ガイダンスや自動操舵システムというのもかなり出てきています。私どもとしても、県の試験場などでいろんな体系で使ってみて、提案しているところです。

農作業ロボットへの期待としては、政府が平成 25 年 6 月に閣議決定した科学技術イノベーション総合戦略でも IT・ロボット技術による生産システムの高度化を記載しており、IT・ロボットなどの新技術を活用して、他産業との連携により農業分野でのイノベーションを目指していきたいと考えております。例えば、無人化・自動化による省力化・規模拡大の実現や、ロボットの農業導入のためのブレークスルーに取り組み、実用化に必要な安全確保策などの検討を行っていくというところです。

未来については、近い未来は、安全センサのコストとの兼ね合いというところで、スキルのあるオペレータが世界的にいない状況が続いている中、オペレータの助けになるように、技術革新しながら安全に対するハードルを下げるようなものが出てくるようにしなければいけないと思います。

【講演 2】



農業生産管理システムにおけるICT技術の現状と未来

富士通（株） ソーシャルクラウドサービス統括部
シニアディレクター 山崎 富弘氏

食・農クラウド「Akisai」で生産管理

2012年に、食・農クラウド Akisai の新聞発表及び製品サービスの開始をさせていただきました。あえて農だけでなく食まで入れてやっていこうというのは、農業におけるの出口を突き詰めていくと、やはり生産者の口に入るところまでやらないと農業のためにならないだろうと考えてやっております。

特に私どもとして注力しているのは、生産現場でのICT活用を起点に流通・地域・消費者をバリューチェーンで結ぶということで、いわゆるトレーサビリティといったことよりも、生産者が日々生み出している情報をもっといろんな形で使っていこうというところに主眼があります。Akisai の商品体系のうち、農業生産管理が主に私が作ってきたところになりますが、今日はここを中心に説明いたします。

すでに農業の生産管理をITでやるというのは20年も30年も前からやっているんですけども、なかなかうまく根付いていないという状況の中でやっております。そこはやはり生産者の記帳システムに終わってしまっただけだとダメだろうと考えております。やはり食・農ですから生産者と集約企業、これは流通や小売り、JA、県の指導員など生産者のデータを集める方々のことですが、両者をサポートしていくことと、生産現場と直結したマネジメントをやっていこうというものです。

生産者の実データを経営に活かす

富士通の目指す姿としてみますと、生産者が日々いろんなデータを生み出しているというのは、実態はいつ誰が何をしたかで、その実績データを経営という観点で使っていこうということです。農業以外は全産業でそれをやっていますが、農業は実データを掴むのが非常に難しい。農業では

なかなか根付いてないんですが、かなりICTの技術も変わってきたので、そろそろいい時期なのではないか。そのデータをきちんと分析・活用して経営に活かして儲かる農業を支援していきたいと思います。ICTはあくまで人間を補助するツールで、どう使うかにかかっているということです。

営農＝農業＋経営

営農は農業と経営、両方やるのが大事です。そのうち農業は農業技術です。美味しい野菜をどう作るかといったことや、農業機械をどうやって改善するかとか、農業そのものに関わることです。それと、経営です。経営をきちんとやらなければ儲かることはありえない。例えば大根1本、キャベツ1個について原価いくらですか、と聞いたときに答えられる生産者はほとんどいません。そういうところをきちんとやっていかないと、農業がだんだん下火になってしまいます。

ICTはツールと言ったんですが、経営課題を解決するには非常に便利なツールになります。何が便利かという、いったんデータ化するといろんな使い方ができるということです。ここで入れるデータは、計画と実績なんですね。いつ誰が何をしたという実績です。お金の面でみればコスト計算ができ、収量でみると、畑ごとの単収の比較が出来ます。1年を通じてどんな作業をしてきたかというのをみれば、作業の振り返りや人材育成に生きてきます。

生産者から小売りまでサポート

ここで、私どもの農業生産管理 SaaS がどういうものかを紹介します。いわゆるクラウドでやっております、メニューは生産マネジメントと集約マネジメントの2つあります。前者は、農業生産者に使ってもらうもので、後者は加工、卸、小売り、JA、自治体などに使っていただくものです。

生産マネジメントというのは、PDCAをベースに、どういう作業をするか、どういう作業をしたか、それによって経営や生産、品質の見える化をしていきたいと思いますというものです。最もしていただきたいのは、客観的な数字に基づいた経営判断です。集約マネジメントは、4定（定時、定量、定品質、定価格）の実現をやるものです。

システムイメージとしては、現場でスマホやタブレットでデータを入れていただくほか、センサーやカメラでデータを収集します。そして、クラウドでやっているのも、プログラムとデータは全て弊社のクラウドサーバーにおいてあり、データを蓄積・分析します。こうしたデータを活かして、生産管理や圃場管理、経営計画立案などの農業経営を行う。

データはクラウドにあるので、世界中どこにいても見られるほか、指導員がチェックしてアドバイスを出すという使い方もできます。具体的にどんなことができるかという、品目別・品種別作付け地図を色分け表示して、圃場ごとにいつ誰がどんな作業をし、資材は何を使ったかなどをみることができます。これによって、ミスを防ぎ、無駄なく作業を実行するというのに役立ててもらえます。

圃場ごとに進捗や作業履歴を表示

また、稲刈りなど作業の進捗状況を、圃場ごとに色分け表示もできます。クリックすると圃場の明細も出てくる。進捗状況を把握して、今後の段取りを考えるのに役立てていただく。それから、品種や栽培方法、圃場地域ごとに投入したコストが表示できる。これによって栽培を振り返

って次作の改善につなげることもできる。過去の実績についても、圃場ごとに前作や前々作の履歴が全て残っているので、連作障害などの予防にも活用できる。あとこれはまだ実現していませんが、多くの方々がデータを入力してもらえれば地域の方に農作業を委託されたときにも、この圃場で過去どんな作業がされて、どの作物がどれくらいとれたのかが分かる。こうした履歴があるとリスク回避になります。

スマホで写真を撮って送ることもでき、このときにGPSもついているので、誰がどの圃場で撮ったのか自動で判別します。圃場がわかるとどの作物かも分かります。コメントを入れられるようになっているので、キーワード検索などもできます。また、写真でみると、情報を共有しやすい。去年の今頃と写真で比較する方も多いですね。

データ活用で産地の生産力向上へ

そして、これから注力したいと思い、今年から少しずつ製品化していこうとしていることが地域生産力向上への活用です。

これはみんなで使うことで、例えば生産者の生産履歴情報やGAP遵守状況を確認・指導でき、産地の安全・安心を確認できます。また、リアルタイムで予想供給量を把握して、実需者が所要数量に足りないときに早めの対策が取れます。営農指導支援は普及員や指導員がデータをみることで、作業実績や写真を活用した的確なアドバイスや営農指導ができるようになります。

さらに、これらは開発予定ですけれども、作業じゃない生育情報を集めて、作業情報と合わせることによって情報をきちんとつかんでいこうと。また、地域や産地で作型ごとの栽培ルール（マニュアル）を定めて、生産者間で共有する機能も考えています。それによって、産地全体の品質の平準化に役立てていただこうというものです。

一方、施設栽培向けの環境制御のUECSクラウドもごさいます。これもデータ上をクラウドに集めていきます。どういうものかという、従来のハウスは集中制御だったので、これを自律分散型にしようというものです。UECS（ユビキタス環境制御システム）を使っております。

6次産業化のマネジメントシステムを

さて、農業生産管理システムにおけるICT技術の未来ですけれども、ICTに求められていることの面からいうと、生産者は経営者なので、企業活動全般をみていられるので、そこをサポートしてほしいとよく言われています。特に今は6次産業化が叫ばれておりますが、加工などについてそこをマネジメントするシステムがない。エクセルや人でやっててロスが多いということで、生産—加工—販売や、人事給与・会計、こういったものを連携できないかと話をいただいています。

あとはやっぱり、よりストレスフリーな入力です。トラクタなど農機連携で自動記録を行うとか、音声入力、晴天屋外でも視認できる端末など。暗黙知の形式知化に向けたデータ蓄積も重要です。農業は3年程度継続したデータがないと活用できないので、もっと頑張らないといけない。さらに、各種の標準化・コード化・データベース化などがない。

加えて、生産者から消費者までのバリューチェーン連携。他産業では、例えばスーパーや小売り系などはみんなEDI、電子データ交換で連携しています。そういったところは、加工品では特にやりやすいかと思います。営農では企業活動全般に対応する必要があるので、やるのがたくさんあり、そこらへんが大変かと思います。

【講演 3】



農業生産のための自動化技術の導入と今後への期待

愛知県岡崎市 六ツ美ライスセンター
高木 直樹氏

トラクタ4台に運転支援装置を導入

六ツ美ライスセンターは愛知県岡崎市の南側、平野部の六ツ美地区にあり、この地区には600ha規模の農地がありますが、このうち私どもが利用権を契約しているのが60haで、その半分が稲で30ha、残り半分を麦・大豆で30haずつで、合計90haの経営面積になります。その場所をブロックローテーションで2年3作でやっております。従事者は私と妻と従業員の3人が年間で働いていて、春と秋の農繁期には臨時アルバイトを雇っています。

運転支援装置の導入についてですが、平成24年6月、JAあいち三河本店の屋上にRTK基準局を設置いたしました。この基地局を実際に使っているのは3台です。合計4台のトラクタで運転支援装置を使用しており、そのうちの2台が自動操舵装置をつけて、実際に種まきなど活用しています。具体的には125馬力セミクローラトラクタ、117馬力ホイールトラクタにトリンブルの表示装置CFX750と自動操舵装置EZ-steerを取り付け、100馬力フルクローラトラクタにCFX750を搭載、100PSホイールトラクタにトプコンsystem110を搭載しております。

RTK基準局は衛星から受けた情報を基準点と比較し補正して、300メガヘルツの電波を利用してトラクタに電波を送ります。六ツ美地区ほぼ全域をカバーすることができます。トラクタは農協から送られてくる補正電波を受け、情報処理を行い、姿勢補正をして、ハンドルの横についているモーターで運転支援を行うようになっています。

作物管理に自分の労力を費やす

なぜ運転支援装置を導入したのかというと、私どもは家族経営で個人でやっているの、農業者の高齢化で水田面積が増えていく中、家族経営では対応仕切れなくなり、試験を行ってこれは

使えると思い導入に至りました。

実際に運転してみますと、トラクタのハンドルを切るといった運転労力を作業機のほうに費やすことができるので、種まきだと播種深さとか、作物管理に自分の労力を費やすことができ、以前より楽になりました。

また、農業機械を扱うには技術習得が難しく、1人前になるのに5年10年かかるような技術があると思いますが、新規就農者や後継の従業員が入ってきたときに、教えるのに時間がかかる。そういったリスクを少しでも減らすために、自動化出来る部分は自動で行い、人間がやらなければならない部分に労力を費やしてこういった装置を導入することにしました。

支援装置で作業時間短縮、資材使用量削減

そして、実際にどの作業でどの装置を利用するのか、精度が必要な作業はというと、トラクタ作業で播種（麦・大豆）▽基肥の施用（ブロードキャスタ）▽耕起（ロータリ、スタブルカルチ）▽明きよの作成（作溝機）▽心土破碎（サブソイラ）などがあります。

1年目は水田状態で水稻を栽培、その年の秋、11月に小麦の播種、翌年7月に大豆の播種というローテーションでやっているの、かなり精度よく小麦の播種や明きよの作成をしないと、大豆の播種のときかなり苦勞することになるので、RTKが活躍しています。RTKで運転支援を始めてまだ1年足らずなので、未熟なところもありますが、精度的には1～2cmの範囲で作業しています。

今まではこの圃場だと資材はこのくらいと目測で判断していたのが、圃場の行程で肥料をどのくらいやるという計算が簡単にできるようになり、勘に頼っていたときに比べ、資材使用量を2～3%削減できました。作業時間についても、従来は重複したり斜めに走ったりするなど無駄がありましたが、それが無くなった分、5～8%時間が短縮できました。習熟が進めばさらなる改善が可能だと考えています。

耕深センサ用いて播種深度を制御

次に、精密農業技術の導入についてですが、市販の耕深センサを使った播種深度の制御や、可変施肥のためのCropSpecの実験などを行っています。後者は葉色を計って施肥装置と連動させていく装置を水稻で使えないかと、トプコンにお願いして実験している段階です。

耕深センサは、耕耘機でどのくらいの深さで耕耘していくのか、そういった部分、後ろの均平板にロッドをつけまして、角度をセンサで計り、トラクタに情報を送って、その情報で深さを油圧を作動させて調節していく装置になります。トラクタの後方モニタで、作業中に前をみながら、加圧スプリングをどのくらい加圧されているのか、後方の状況を確認できるようにしています。

ただ、説明書通りにやってもなかなかうまくいかない部分がありまして、圃場の堅さや土壌水分により設定が必要なんですね。タイヤが沈み込んだ状態なのか、それともタイヤが土に刺さらないくらい堅い土壌なのかで、作業機の前後の水平状態が変わってくるので、油圧のトップリンクを使いまして、調節しながらやっていくと、市販のセンサでもまあまあできるのかなと思います。

耕深がなぜ大事なのかというと、種自体を土の表層から一定の深さにまくと、発芽率がよいとか、発芽のタイミングがそろうというのがあるので、いかに耕深を安定させるか。土質や水分で影響されても調節できるかというのを今試行錯誤でやっている段階です。そのため、一定の深さ

で耕うんして、一定の深さで播種していく目的でやっています。

CropSpec 計測で施肥量を自動判断

また、六ツ美地区は 10 年前に半分の 300ha が区画整理され、従来は 1 区画 10~20a だったのが、1~2ha になりました。そこでお米を作る場合、従来の 20a 区画では圃場内のバラツキはないものの、圃場整備した 2ha 区画では、過去の水田の影響が残っているものですから、区画整理前の差異で生育・品質のバラツキが出る。それは田植えと同時の側条施肥ではなかなか対応しきれない。その部分を可変施肥で補っていかうということ、基肥はブロードキャスタで緩効性肥料を必要量の 2 分の 1 散布し、田植え時には同時施肥はせずに、追肥をやっています。追肥は葉色を見ながら主導でブームタブラーのコントローラを操作しています。実際に作付けしてみて、その時々には水稻が必要としている適性量の肥料を与えられれば、高品質・高収量の生産の可能性が高まると考えて挑戦しています。

ただ、そうした施肥量は草丈、葉色等から判断しなければならず、経験がない者には判断が難しい。客観的な指標ができれば誰にも実施できやすくなるを考え、CropSpec 導入試験を行うに至りました。井関農機とトプコンに協力していただき、井関農機製の乗用管理機に CropSpec センサーと GPS アンテナを搭載し、試験をしました。これで 8 月上旬に、1.8ha の出穂 2 週間前の圃場に入り、実際に CropSpec で計測を行いました。その結果、葉色の分布をマップで示すことができ、バラツキが数値化できました。現状は自分の目で見て過去の経験から最適な施肥量を判断していますが、CropSpec で計測した結果と自分の感覚がピッタリ一致していることが判明しました。CropSpec とブームタブラーを連動すると、経験がなくても、機械が適正な施肥をやってくれるのではないかと考えます。

より一層の自動化を目指して

今後の研究の期待としては、後継者や新規就農者がもっと増えて欲しいので、農業の 3K を少しでも減らしたい▽CropSpec とブームタブラーを連動させるシステムの開発をお願いしたい▽市販されているものはかなり導入して自動化したがまだ負担が大きく、1 日 5ha やっても疲れなシステムにしたい▽走行軌跡を通信などで、他の作業機と共有できるようになるとよい▽トラクタ作業以外でも自動化したい—などを考えています。

【講演 4】



生研センターにおける農作業ロボット研究

農研機構・生物系特定産業技術研究支援センター
小林 研氏

40年に渡る生研センターの自動化研究

生研センターにおける農作業自動化研究の歴史は農業機械化研究所時代に遡ります。1970年には無人（圃場）作業装置を開発しています。これは水稲の畦畔を自動走行するガントリーに各種の作業機をぶらさげて、耕うんから収穫まで一連の作業を自動・無人で行うというものです。この装置によって、水稲作における無人化の可能性というものが実証できました。ほぼ同じ時期、1973年には電磁誘導方式による自走操縦式トラクタやスピードスプレーヤといった研究も行っています。

また、弊センターの現在に至るまでの主な農作業自動化研究をみると、車両型ではロボットトラクタやトラクタの直進作業アシスト装置、自動直進田植機、牧草地用除草ロボットなど、設置型では搾乳ロボットや搾乳ユニット自動搬送装置、イチゴパックロボット、マニピュレータ型では接ぎ木装置やイチゴ収穫ロボットを開発しています。

進化するロボットトラクタ

このうちロボットトラクタ研究については、1986年に遡ります。1986年に「自律走行システムの開発」ということで研究をスタートいたしました。当時はまだGPSが普及していなかったため、ターゲットを自動で追尾する光学測量装置を圃場外に設置、トラクタには光反射標識を搭載してこれを自動で追いかけて車両の位置を確認し、さらに地磁気方位センサで進行方向を制御していました。この研究はこの後1993～1996年の緊プロ事業「耕うんロボットの開発」に移行しました。この研究では、ロボットトラクタによる耕うん、播種、代かきといった無人作業を実証してまいりました。有人作業と同程度の能率・精度を得られ、この成果は圃場1筆では世界

初となりましたが、価格や安全対策に課題が残り、実用化には至りませんでした。

その後、GPSが民生用として非常に使いやすくなってきたことを受けて、2007年から改めて「ロボットトラクタの開発」にチャレンジしています。特徴としては低コストな機器構成と汎用性の高いロボット作業プログラム、共通通信制御インターフェースを利用していることで、RTK-GPSや地磁気方位センサ、ISO-BUSを利用しています。現在では農林水産省委託プロジェクト「アシストプロ」に参画して、内地における稲作のロボット作業を組み立てるための実証試験を行っているところです。

ロボットトラクタを遠隔操縦

生研センターで担当しているロボットトラクタの概要ですが、遠隔操縦と自律走行を組み合わせることで、より細かい自動作業を実現しようとしているものです。遠隔地にある基地局車から運転操作情報を現地圃場に送り、現地圃場ではその情報をもとに耕深センサや耕深調節用油圧シリンダなどを搭載した作業機が無人で作業を行うというものです。

トラクタの直進アシスト装置を開発

次に、トラクタの直進アシスト装置について説明します。これはGPSではなく、画像情報を使ってトラクタの直進を自動で行うものです。ここで使っているステレオビジョンシステムは、スバルが開発したアイサイトの試作機段階のもので、この試作機を車両に取り付けまして、前方に置いたターゲットや畝列、全工程の作業跡を追従させることで、自動直進させるものです。

さらに昨年度から緊プロ事業で三菱農機と「高精度直線作業アシスト装置の開発」として共同開発を行っています。ここではアイサイトで用いているステレオビジョンはなく、単眼カメラを用いてコストを下げ、これに画像処理装置が一体となりましたインテリジェントカメラを開発を進めております。このインテリジェントカメラの価格は5万円程度で、この5万円の画像システムと、自動操舵のための機構を組み合わせまして、最終的には30万円程度で直進アシスト装置が実用化できればと今精力的に取り組んでいるところです。この装置では、1行程目は圃場の前方奥においたターゲットを狙って直進走行します。2行程目以降からは前工程の作業跡、あるいは前工程でつけましたマーカー跡を拾って追従することで直進走行を行います。

能率2倍の搾乳ユニット自動搬送装置

続きまして、畜産分野の自動化について、緊プロ事業で開発・実用化した搾乳ユニット自動搬送装置を紹介します。搾乳の自動化は、欧米では放し飼い方式が前提の全自動搾乳ロボットが普及していますが、我が国は75%が繋ぎ飼いになっており、この繋ぎ飼い方式に適応した自動化ということで同装置を開発したものです。本装置は搾乳ユニットを搬送レールに沿って自動搬送するという作業支援型のロボットです。本装置を利用することによる作業能率は1人1時間あたり50tとなり、慣行方式の2倍の能力があり、規模拡大に期待できます。2003年から市販を行い、全国で200台以上普及しています。

収穫率6割のイチゴ収穫ロボット

続きまして、園芸分野ではイチゴ収穫ロボットを紹介します。これは高設栽培に対応▽画像処理により果実の着色度や重なりを判定して選択収穫▽収穫の際には果実に触れずにハンドリング

する果柄把持切断▽作業精度 100%を目指さず、収穫しやすい果実のみ収穫し、約4割の採り残しは人力収穫する人とロボットの協働作業一を想定したものです。

ロボットは畝の間を横方向に移動し、収穫作業を行います。収穫部分の自由度は3つあり、首を振る旋回、果実に対して前進後退、位置合わせのための上下を有しております。ロボットの性能は、収穫割合は60%、1果当たりの収穫時間は移動も含めて8.8秒となっています。ただし、足回りにかかりお金がかかってしまい、想定する市販価格が約1000万円になり、市販化が難しいかなというところです。

収穫ロボと移動栽培装置で低コスト化

そこで、次に紹介するのが、定置型イチゴ収穫ロボットです。うちのほうで別途開発している技術で、慣行の2倍くらい栽植密度を高められる高密植移動栽培装置と定置型イチゴ収穫ロボットを組み合わせて、ハウス全体でイチゴ栽培を効率化していこうということを検討しました。

その結果、足回りを除いたおかげで、ロボット本体は650万円程度に抑えられ、30a規模のハウスに導入すると最終的には経営的に成り立つという試算ができました。それによって、来年春に向けて実用化の準備をしているところです。

イチゴを自動でパック詰め

最後に、収穫した後のイチゴのパック詰め装置を紹介いたします。イチゴの10a当たりの作業時間は2000時間と稲作に比べ80倍の時間がかかっています。そのうち選別・パック詰めが約3割を占めており、その部分を省力化しようというものです。収穫箱から自動でイチゴを検出して取り出して、画像処理によって判別をして、グレードごとに平詰めのパックに入れていくという装置を開発いたしました。

現在、これをさらに発展して緊プロ事業「平詰めソフトパックシステム」で、パッケージセンターにおいて、選別されたイチゴを対象に平詰めのパックにイチゴをつめていくという装置を開発中です。こうした定置型収穫ロボットと、パック詰め装置を組み合わせで一層の省力化を構想しているところでございます。