

人力から機械化, IT 化, その先の農作業

矢 治 幸 夫

秋田県立大学生物資源科学部客員教授

1. はじめに

農業生産は、①生産主体としての人間、②農地ならびに施設、機械などの生産手段、③肥料、農薬などの生産補助資材、④作物、家畜などの生産対象をおもな構成要素として成立している¹⁾。生産主体としての人間が行う農作業は、これまでの100年で人力・畜力利用を経て、トラクタ、田植機、自脱コンバインなどの農業機械が普及し作業能率の向上と人力作業の重労働からの解放が図られた。その後、センサーや制御技術の利用、作業の安全確保、作業環境の改善により、より高精度な作業をより快適な作業環境下で行えるようになった。

近年これら農業機械は、情報処理技術やロボット技術、GNSS(GPS)技術などが応用され、作物や土壌などのセンシング技術とGNSSを使った誤差数センチの正確な位置情報の利用、アシストスーツやドローンなどの革新技术に基づく高度な農作業とを合わせて、作物が持つ能力を最大限に活かす農作業が可能となってきた。有限な地球で今後も増加するであろう人類の食料確保を担う100年後の農作業を考えてみる。

ここでは、これまでの光合成を利用するほ場で食料生産を担う農作業の将来について、日本の稲作農業の三種の神器といわれるトラクタ、田植機、自脱コンバインを例として、それらの発達をレビューしながら今後どう変わってゆく可能性があるかという視点で述べてみる。

2. 農作業の機械化による発展

(1) 機械化による人力作業の重労働からの解放(1900年頃～1960年頃)

社会的な背景: 重労働からの解放、内燃機関の開発、食料増産

トラクタは、牛馬が牽引してあるいは人が鋤や鎌で行っていた耕うんや農作物の収穫、運搬などの重労働な農作業を、動力源として疲労がなく飼養管理が不要な蒸気機関や内燃機関(ガソリン機関、ディーゼル機関)を搭載して行えるようになった。

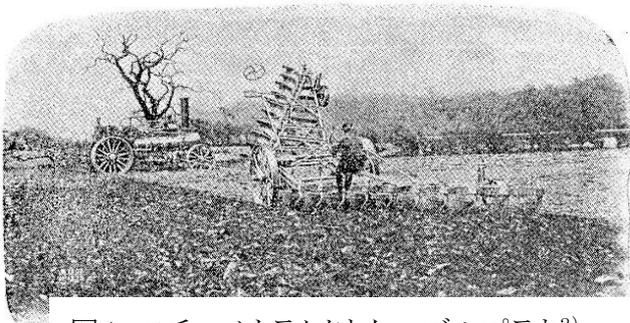


図1 スチームトラクタとケーブルプラウ²⁾

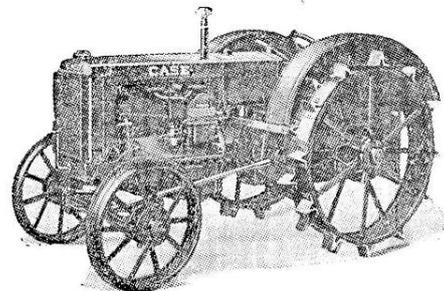


図2 1930年頃の汎用型トラクタ²⁾

田植機は、水を張った軟弱な田んぼで腰をかがめたきつい姿勢で手指を泥土中に差し入れる田植え作業を、何とか腰を伸ばして機械で行えないかとの農家の切実な要望から、クランク機構というメカニズムとマット苗を利用した田植機が実用化された。

自脱コンバインも、暑い田んぼで腰を屈めたきつい姿勢で鎌を使った稲刈りー結束ー運搬ーはざ架けー脱穀という一連の作業を何とか腰を伸ばして機械でやりたいという農家の切実な要望から、脱穀機とバインダを合体(コンバイン)させて自脱コンバインが実用化された。

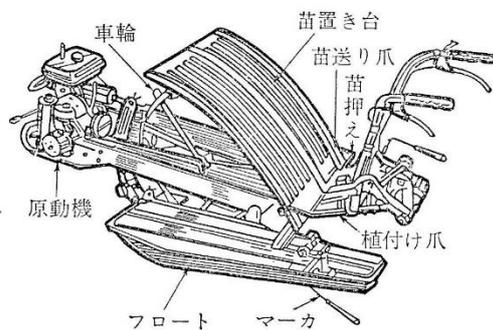


図3 歩行型田植機³⁾

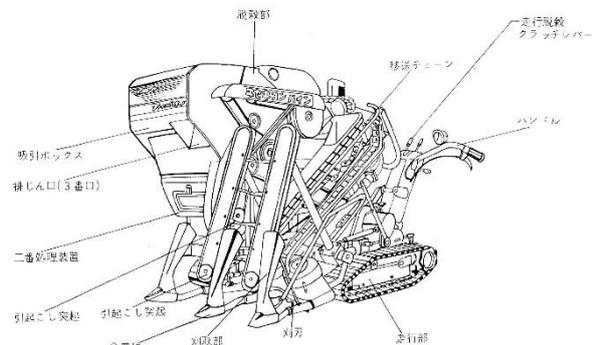


図4 歩行型自脱コンバイン⁴⁾

(2) 自動制御による高精度作業と軽労化の実現(1960年頃～2000年頃)

社会的な背景:食料増産、経済発展、農業労働力の流出、3ちゃん農業、自動制御
トラクタは、牽引したりベルト駆動で使用していたプラウやスレッシャーなどの作業機を車体後部に直装するための3点リンク機構とそれを制御するための油圧制御システム、作業機を駆動するためのPTOが装備され、電子制御技術により高精度な作業を行うことが可能となった。

田植機は、条毎の独立懸架と植付け爪などの改良が進み植付け精度の向上が可能となり、その後、多条化と乗用化、植付け方式もクランク式から偏心遊星歯車機構で2本の爪を装備した高速植付機構が開発されて作業速度が約2倍になり、作業能率が向上した。

自脱コンバインは、刈取部が機体前面の全幅で刈取る全面刈りを採用することで、畦際を手で刈取る必要がなくなり、また、中割などが可能となって作業能率が向上した。さらに、実用化当初は収穫した籾は30kg詰めの麻袋で受けて、田んぼに放出し、畦畔の軽トラに人力で運搬するというバッグ方式で、この作業は主として女性が担っていたが、重労働であった。グレンタンクが採用されてタンクが一杯になったら、畦畔のトラックへ直接排出するというグレンタンク方式へと進化して、籾袋を運搬する重労働が解消されるとともに、ワンマン作業が可能となった。

また、農作業安全の観点から、トラクタには転倒事故からオペレータの命を守る安全装置として安全フレーム、その後、より作業環境の改善のためのエアコン等が付いたキャビンが開発され、大型自脱コンバインにも装備されている。現在では、オペレータは強い日射がある屋外でのほこりや粉じんが多い作業環境から開放されて、日除けの麦わら帽子とぬかるみ用の長靴が必要であった作業から、汗をかかず靴も汚れない、いわゆるスニーカー農業といわれる快適な農作業が可能となっている。

さらに、田植機や自脱コンバインには高精度作業を補完するために、欠株警報、脱穀部詰まり防止のための過負荷警報などの各種センサーが取り付けられた電子制御化が進み、トラブルが少ない高能率、高精度な作業が行われるようになっている。

(3) ICT、GNSS、RT 技術を応用した農作業のスマート化(2000年頃～現在)

社会的な背景:担い手不足と高齢化、情報技術、ロボット技術、GNSS

トラクタは、エンジンと作業機を電子回路で結ぶ電子化が進められて、作業機の知能化とともにICT化が進んで、オペレータの負担軽減と高精度作業が実現されている。さらに、トラクタ本体と作業機をBUSで結んで、運転席のモニター画面から散布量や散布幅などの作業条件を

入力するだけで、トラクタの出力や回転数、車速と散布作業機が連動し、GNSS を利用して自動作成された作業経路に沿って無駄なく資材を散布するスマート作業が急速に進んでいる。

田植機は、可変施肥機を取り付けて、水田の肥沃度や作土深の測定データを基に、稲の倒伏を防ぐように可変施肥を行うスマート田植機が実用化された。また、GNSS を利用した直進アシスト田植機の市販化、枕地旋回を含めた全自動田植機が開発され、オペレータの負担軽減と高精度作業の実現、さらに、無落水移植による環境保全効果の実証も進められている。

自脱コンバインは、各種センサーを使った電子制御化が進み、負荷に応じた車速変化、ロスセンサーによる車速、脱穀・選別部の制御、水分センサー、タンパク質センサー、収量センサーを利用した情報化が展開されている。また、最近では、GNSS により自動走行するロボットコンバインが実用化されて、無人での高精度作業や ICT 農業の実現が図られている。



図3 スマート田植機 (イセキ)



図4 スマートアシスト自脱コンバイン (ヤンマー)

また、人力作業が必要とされる、収穫物を入れたコンテナや肥料袋などの重量物の運搬、果樹における枝の剪定や摘果といった腕を上げての連続作業、スイカなどの重量野菜の中腰での収穫などをアシストするロボットスーツの実用化による軽労化が図られている。

さらに、新しいリモセン技術として、これまでの衛星リモセンから GNSS と高精度カメラ搭載ドローンを使った低空リモセンの技術開発が進み、必要な時期に葉色等の生育情報取得が可能となった。ドローンは情報収集だけではなく、農薬散布などの農作業への応用も進んでいる。



図5 アシストスーツ (クボタ ARM-1D)



図6 農薬散布用マルチコプター (東光鉄工 TSV-AH1)

3. 農作業の未来は・・・ (~100年後頃)

社会的な背景: 世界の人口増、無人運転農機、AI
・人間がオペレータとして農業機械に乗らない、すなわち、基本的に田んぼや畑に人間が出る必要がない→農業機械の運転は GNSS や自動制御、AI に任せる無人作業、オペレータなどが乗らない新しいコンセプトのロボット農機による作業、



図7 Case IH Autonomous Concept Tractor

夜間も含めた 24 時間作業で作業負担面積倍増

・ドローンで、作物や病害虫などが発する人間がこれまで知覚できないフェロモンや色の変化をセンシングして、その情報を利用する→肥料や農薬を必要な部分のみに施用し、量を節減しつつ被害を軽減し、多収を実現できる農作業

・我が国のは場区画に合致した小型農機の群管理や協調管理による農作業→土壌踏圧を軽減した農作業⁶⁾、小型農機による高能率農作業

・人間は作物の生育と気象予測を AI に判断させ、高度な意思決定→高度な AI 農作業

・高齢者や障がい者の生きがいや介護予防として農作業を活用→農福連携農作業

・日本的な大規模営農と小規模自給的農業での農作業→スマート農業の二極化



図 8 Prof. Simon Blackmore, Harper Adams University, UK

4. おわりに

21 世紀も既に 18 年が経過している。21 世紀に臨む農作業(学)(括弧は筆者)の課題と役割として、①日本農業の労働力事情から、②日本と世界の食糧不足克服のために、③持続可能な農業、環境保全型農業の発展のために、④研究方法の発展のために、⑤農作業(学)の新たな社会貢献の場、が整理されて、その重要性が位置づけられている¹⁾。

また、平成 29 年 3 月には「農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン」が農林水産省から通知された。その中では、レベル0:手動操作、レベル1:使用者が搭乗した状態での自動化、レベル2:は場内やは場周辺からの監視下での無人状態での自動走行、レベル3:遠隔監視下での無人状態での自動走行と分けて、レベル2の安全性確保ガイドラインを作成通知した。農業機械の自動走行は今後さらに技術開発と実用化が進むであろう。

この自動走行する農業機械と組み合わせ、作物の生育環境を整え、肥料や農薬の無駄を減らした環境保全、ロスを削減して人間の食料となる収量の向上を実現する農作業が必要と考える。そのために今後開発が進む情報通信技術や各種センサーを活用したセンシング技術などを利用した新しい農業機械による農作業のスマート化が一層進むと考える。

これらの結果として、人間は農業機械にオペレータとして搭乗することから解放されて、高度な栽培管理上の意思決定を行うことになると予測している。

参考・引用文献

- 1) 日本農作業学会:農作業学、農林統計協会、平成 11 年
- 2) 川廷謹造・三枝浩三:大型トラクタとその利用、農業技術協会、昭和 45 年
- 3) 藪村光雄ら:新版農業機械学、朝倉書店、昭和 50 年
- 4) 江崎春雄:バイндаとコンバイン、農業図書株式会社、昭和 45 年
- 5) 武井 昭:日本稲作の技術的性格、p91-102、明文書房、昭和 59 年
- 6) 野口 伸:北海道大学ビークルロボティクス研究室資料
- 7) クボタ、ヤンマー、イセキ各社の HP から
- 8) 矢治ら:害虫の習性を利用した夜間無人防除作業の試み、秋田県立大 Web.J.B、2015
- 9) 長坂ら:大潟村現地水田における GNSS 直進田植機の無落水移植時の作業性能について、農業環境工学関連 5 学会 2018 年合同大会、2018.9