

昭和56年度農業機械学会誌にみる研究成果の概要

〔東京大学農学部 相良 泰行〕

1. 報文の概要

昭和56年度(第43巻1～4号)に掲載されたオリジナル論文(報文)の総数は52編であり、速報・資料として掲載された論文は6編であった。さらに特集として「播種と移植」(2号)、「穀類収穫の機械化」(4号)が企画され合計31題の記事が掲載された。本年度の報文をその内容から大まかに分類して表1に示した。

報文数から本年度の研究動向を観ると、昨年度に続いて加工分野の研究が最も数多く行なわれたことを示している。この分野では、穀類乾燥機の省エネルギー、米粒の胴割れや吸湿現象等の穀類乾燥プロセスとその周辺の諸問題および青果物や穀粒の理工学的特性に関連する基礎的研究などが活発に行なわれた。

表1 報文の内容別分類

項	目	編数
1.	土(土-機械系, 土-流体系)	4
2.	トラクタ	9
3.	作業機(播種・移植・管理・収穫・運搬等)	10
4.	施設(選果・畜産等)	8
5.	加工(調製・冷凍・貯蔵・乾燥・物性等)	19
6.	その他(システム解析等)	2

本稿では表1の分類に従って、各分野の研究動向と特徴を概説すると共に、昭和57年度農業機械学会学術賞および森技術賞を受賞した次の2業績の梗概(農機誌第44巻2号)を転載して紹介する。

1. 自動索抄緒機の開発に関する研究; 川名茂
(農林水産省蚕糸試験場)

2. 暖地多雨地帯における水稻乾田直播及び麦播種用複合(同時)作業機の開発研究; 永田雅輝(宮崎大学農学部)

2. 各分野の研究動向と特徴

(1) 土

截頭くさび状の突出部を有する無限体に帯状荷重が対称に作用する際の支持力がすべり線解法により解析された。この支持力解は、例えばトラクタが畦畔等を走行する場合の土の支持力、ローラ等によるほ場面の均平作業に必要な力および金属材料の押し込み加工時の押し込み力の推定などの問題に対して有用な理論的指針を与え得ると考えられている。また、有限要素法を土に適用することの有用性を立証するために、自然土の粘弾性定数の決定および剛体車輪の静的沈下現象過程のシミュレーションが為され実験結果との一致が得られた。昨年度に引き続き、サブソイラ作業に要するエネルギーを低減させるために、水によってサブソイラの進行する前面の土壌破壊によるけん引抵抗力を減少させる実験が行なわれ全エネルギーの30%節減が達成された。

(2) トラクタ

車輪型トラクタが比較的堅い平坦及び傾斜路面を走行する場合の車輪の対路面特性を表わす諸係数(路面係数)の測定法とこれらの係数及び路面傾斜角等を用いてトラクタの動力・けん引特性を表す諸因子を、各種駆動方式のトラクタに対して統一的に表す方法が検討された。これらの結果を基に四輪駆動及び後輪駆動トラクタに関する登はんけん引作業性能線図が作成された。この線図は各サイズのトラクタの諸動力・けん引性能、トラクタの作業限界やけん引作業のエネルギー効率や作業能率を最

高にするためのけん引負荷等を知るのに有用である。この他に、ロータリー耕うんトラクタの自動制御、深耕ロータリー耕うんに関する耕うんパターンおよび耕うん反力について重粘土と砂土を対象に実験が行なわれ、耕うん軸トルクなどの諸特性が明らかにされた。

トラクタの操縦性に関して、動力耕うん機の旋回操作・作業の機械化、同じ目的に対して旋回そのものを無くするための試み、すなわち機体の両端に作業機を装着してクラブ・ステアリングにより機体を平行移動することにより次行程の作業へ移る試みおよび一般的装軌式連結車輻の旋回運動方程式を誘導し、数値解析によって連結車輻の特性あるいは操舵方式と旋回特性の関係を明らかにした研究が挙げられる。また、横軸スクリー耕うん刃の畦立て性能とその耕うん刃に関する基礎的研究が報告されている。

(3) 作業機

チェーンソーの木材鋸断時における切削抵抗に関する研究が4報に渡って報告された。この研究はチェーンソーなしでは今日の伐木造材を語れない状況にもかかわらず、チェーンソー切刃に関した切削性能上の基礎的知見が不足している点に着目したもので、第1報では目的のために開発試作した実験装置とその性能、第2報では典型的な最近の刃型4種類の持つ切削抵抗特性の解析、第3報では目立て角度と切削抵抗の関係、第4報では樹種による切削抵抗の変化等について報告されている。レンコン栽培では、その収穫作業に重労働が強いられるためにこれの機械化が強く要望されてきた。この解決をはかるために噴流水利用によるポンプ搭載式、ポンプ定置式の掘取機の開発が進められてきた。また、これらの開発の過程で明らかとなったレンコンの土中分布状況、レンコンの性状、圧縮・曲げ強度等の特性が報告された。この他に水稻の湛水土壌中直播機、対ローラによる牧草のコンディショニング作用および防除機への自動希釈装置の導入に関する実用化の研究が行なわれた。

(4) 施設

農畜産排棄物の有効利用を目的として、家畜ふんの堆肥化および圧搾脱水特性、もみがら膨軟化装置の負荷特性と所要馬力に関する研究が行なわれた。この他に温室等の熱風土壌消毒機、選果場等のエアースライドコンベアに関する開発研究およびカキ果実の等級選別に關する人間工学的研究が報告された。

(5) 加工

農産物の工学的特性に関連する研究として米粒の粘弾性、米粒胚乳の応力緩和係数、乾燥プロセスにおける玄米内部応力の計算法、緑茶のDLE特性とDLE装置による農産物の選別および農産物の形状解析等が挙げられる。また、穀類の乾燥に関連する研究では、粳の流動層乾燥理論、高水分稈麦の多段落下型乾燥機による乾燥法、穀物乾燥機のエネルギー評価法と排気エネルギーの再利用および穀類の吸湿現象等に関する研究が多方面かつ豊富に報告された。この他に粳や玄米の風選、農産物の輸送エネルギーや航空輸送時の環境条件と包装材料および自然対流冷却式冷蔵庫用水槽設計に関する研究が行なわれた。

(6) その他

植生利用による騒音防止および粗飼料生産のシステム解析が昨年度に引き続き報告された。

3. 自動索抄緒機の開発に関する研究

製糸工程において、繭糸のほぐれをよくするため繭を煮るが、その煮た繭から1本の糸口を出す工程を索抄緒工程と呼んでいる。糸口を出す際、むだ糸(緒糸という)を生ずることから、この工程の

よしあしは生糸収率に直接影響を及ぼす重要な要因の一つとなっている。現在、かなり機械化されているが、なお、この工程に一工場3～4人の人手を必要としており、性能的にも緒糸量が多いなどの欠点が見うけられる。本研究は、この索抄緒工程を完全自動化および高性能化するため、合理的な自動索抄緒機の開発を目的として行った一連の開発研究である。

繭から1本の糸口を出すには、湯中の繭の表面から多数の繭糸(緒糸)をつかみ出し、それをさらに引き出して1本の糸口を出す。この基本的方法は変りようがないが、機械化する場合はその作業方法が問題となる。即ち、どのような作業方法をとったら緒糸量が少なく、効果的に糸口が出せるかということである。そこで、まず作業方法を分類整理し、収率、効率、実用性等から検討を加えた。その結果、次のようにすれば実用的に有利であることがわかった。

- (1) 繭を1粒ずつ扱う。
- (2) 緒糸を巻き取らずに、繭の方を移動させて緒糸を引き出す。
- (3) あらかじめ決められた長さの緒糸を引き出す。

このような作業方法は、従来機と全く異なる。特に(3)については、従来機は1本の糸口がでるまで緒糸をとり続ける方法をとっているが、糸口がでた時を機械的に判別するのは困難なことが判明したため、この方法は実際的でなく、必要以上にむだ糸を生ずることがわかった。

次に(3)をより具体化するため、個々の繭からとる緒糸の長さについて検討した。まず、1本の糸口がでるまでの緒糸の長さの分布を調べ、この分布は品種、引張速度、煮繭条件等によって余り影響されず、平均1 m前後、標準偏差0.57 m前後の対数正規分布をとることを明らかにした。そして、この分布を用いて、繭からとる緒糸の長さを均一にそろえた方が、むだ糸が少なく、効果的に糸口が出せることを計算によって示した。著者は、この方法を均一抄緒法と名づけた。均一抄緒法の場合、繭からとる緒糸の長さは、実用的には2～3 mで十分であることもあわせて示した。なお、従来機のそれは、平均4.6～8.9 m(90%信頼限界)であることが工場調査によって知られた。

次に、基礎研究の結果を基に、全く新しい索抄緒機構を考案した。この機構の特徴は、従来機のように箒を用いず、マジックテープをはりつけた索緒ベルトによって索緒プールを介して繭の表面から多数の繭糸をつかみ出し、このベルトに緒糸の端を付着させたまま繭を流下させて緒糸を引き出すところにある。そして構造を単純化した1号機を試作し、この機構で糸口が出せることを確かめた。さらに自動運転を目的に改良した2号機を、つづいて実用化をめざして改良した3号機を試作し、本機の完全自動運転は可能であること、その性能は従来機を上まわる可能性が大きいこと等を確認した。なお、試作3号機は、繭からとる緒糸の長さを1.8 mから3 mの間で自由に設定できるようになっている。

最後に、本機の実用性能を実際に確かめるため、さらに改良をすすめて4号機を試作し、これを試験工場に設置して従来機との性能比較試験を実施した。その結果、試作4号機は完全自動運転が可能であること、緒糸量が従来機より少なくてすむこと等が確かめられた。

本機は従来機に比し大型であるが、機構が極めて簡単なため、機械のコストが従来機より安あがりであり、維持修理も容易である。実用化すれば、人件費の節約や緒糸量の減少による増収なども考慮されるため、本機の実用化は経済的に十分引き合うものと思われる。

4. 暖地多雨地帯における水稻乾田直播及び麦播種用複合(同時)作業機の開発研究

本論文は、水稻乾田直播栽培及び麦栽培における播種作業の機械化に関する研究であるが、その狙

いは、暖地多雨地帯水田における降雨障害対策に論点を置き、播種を中心とした小型機械による効率的な複合（同時）作業機の開発と、播種作業技術の改善にある。

すなわち、暖地多雨地帯では、降雨日数が多いため、種々な障害を誘発する。とりわけ、水稻乾田直播栽培は播種時期が梅雨期間にあたり極めて深刻である。

そこで、本研究は当地帯での降雨障害の回避並びに米麦二毛作の合理的播種作業体系化を計るために、耕うんから播種までの諸作業の短期完了と湿害防止対策の作業技術の確立、それを可能にするところの耕うんと播種と畦立を複合化（同時化）する作業機（耕うん播種機）の開発研究を目的に、特に小型機械化作業体系を中心とするロータリ耕うん機ベースの複合（同時）作業機について碎土、播種、畦立の三工程にわけて研究を進めた。

(1) 耕うん装置に関する研究

まず、現在使用されているロータリ耕うん機の耕うん性能を播種作業の立場から研究した。その結果、水田圃場等での一行程耕うん後の碎土性能は、1 cm以下の碎土率が50%以下であり、直ちに播種可能な性能は得難いことが判明したので、碎土性能の向上に関する研究を進め、従来の爪軸（耕幅60 cm、爪数14～16本）の2～3倍の爪を有する多数爪方式の爪軸を提案した。本爪軸は、耕幅内の爪数が多いため、同じ回転数、作業速度では、ピッチがより小さくなることが特長である。そこで、耕幅60 cmで爪数26本、32本、52本の三種類の多数爪方式爪軸を試作した結果、耕うん性能は、従来機の爪軸に比べて約3～4割の性能向上を認めた。特に、52本爪軸は、水田圃場の一行程耕うん後でも、直ちに、播種に適した高い碎土性能（1 cm以下の碎土率が80%）が得られた。一方、耕うん動力は従来機より1～2 PS増加する程度であった。よって、多数爪方式爪軸は、耕うん播種の同時化を進める際の耕うん碎土用爪軸としての利用価値を認めた。

(2) 播種機構に関する研究

繰出し装置や導管、飛散土を床土用と覆土用に分配する土塊制御板などについて総合的に研究した。繰出し装置（ロール式）については、種子の排出挙動を高速度撮影して、点播性の機構解析を行ない、点播性への要因の一つとして、セルから排出する種子群の排出時間差の影響を明らかにした。種子導管については、屈曲度が15度以下の場合では、落下する種子群が管壁に衝突しても点播性への影響は無視できること、などを明らかにした。

点播用シャッタに関しては、その効果とタイミングについて究明した。高速度写真解析の結果から、シャッタは点播性能を高める効果をもつが、それはシャッタの開口速度が4.1 rad/sec以上の速い速度の時であることが判明した。従来のカム式機構では、ロール回転数によってシャッタ開口速度が変わるため、ロール回転数が20 rpm以下では、効果は低く、また、タイミングの設定も困難であるので、タイミングの理論的解析を行い、新たに電磁式は、シャッタ開口速度が一定で速いこと、カム式よりシャッタ閉じ時間を約2割延長できることなどから、タイミングの設定が容易となり、しかも種子が一団となって落下するなど、従来のカム式に比べて多くの利点が認められた。すなわち、電磁制御によるシャッタ開閉機構は点播機能の高精度化への利用価値が充分認められた。

(3) 畦立機構に関する研究

畦立機構に関しては、梅雨時期の均一な発芽と苗立を確保し、米麦二毛作体系を確立する畦立装置について研究した結果、畦形や土性、水分等の土壌物理的諸々の要因においても回転圧縮作用で畦立と鎮圧を行う機構が最も効率的であることが認められたので、鼓型をした畦成形鎮圧輪を開発した。

(4) 耕うん播種機の試作と圃場試験

以上の各工程の基礎研究をもとに、ロータリ耕うん機の尾輪位置に播種装置をもつ新しいタイプの耕うんと播種と畦立の複合（同時）作業機を試作した。本機は、従来機に比べるとコンパクトな構造にすることができたが、後部荷重の増加で、旋回時の操作性がやや劣った。これは材質等の改良で軽量化できる。水田圃場での適用試験の結果、単一作業の3～4倍の能率を示し、耕うん、播種、畦立の諸性能も良好であり、試作の段階でも実用性を認め、所期の目的を果たした。