

農業機械学会東北支部報

NO. 32. DEC. 1985

昭和60年12月

目次

支部会員の皆さんへ	支部長 武田太一	1
農業機械学会東北支部規約		2
農業機械学会東北支部役員選挙規程		3
研究報告		
・農業トラクタのPTO軸出力特性に関する一事例 —アングライ機構搭載機関の出力例—	弘前大学農学部 武田太一・戸次英二・高橋照夫	4
・4輪駆動型トラクタの登降坂時の前輪の駆動力について	北里大学獣医畜産学部 本橋罔司・田中勝千	8
・トラクタ車輪の接地圧分布に関する研究	岩手大学農学部 広間達夫・太田義信・須山啓介	12
・水稻成苗用田植機に関する研究 —イグサ移植機の改造による水稻成苗移植実験—	東北農試 小倉昭男・原城 隆・黒澤 健・石原修二	16
・水田の耕深と田植機の作業性能	福島農試 荒川市郎・富樫伸夫・橋本 進	20
・農業機械による牧草地の踏圧に関する研究 —重粘土ホ場における踏圧実験—	秋田農短大 小林由喜也・伊藤寛治・杉本清治	24
・稲わらの解繊とアンモニア処理とによる飼料化研究	岩手大学 清水 浩・片平 寛・佐藤勝彦	29
・家畜ふん尿の処理・利用方式に関する研究(第3報) —牧草収穫調製における殺雑草種子法について—	東北農試 川村五郎・岡田 清・花坂昭吾・野口勝可	35
・テーパ溝による粒厚選別の基礎試験	山形大学農学部 赤瀬 章・土屋功位	39
・リンゴの風力収穫に関する研究(第1報)	弘前大学農学部 福地 博・金須正幸	43
・バイオマスエネルギーの超高効率利用についての研究 —液体燃料化と燃焼熱利用の研究を基礎にして—	岩手大学 清水 浩・R. パイリントラ・木村俊範	47
・もみ殻燃焼炉のハウス暖房性能	山形農試 小南 力(現山形農試庄内支場)・安達真道・田中 進	54
・岩手県における農作業事故の現状分析(第1報) —乗用トラクタの事故について—	岩手大学農学部 武田純一・谷地禎彦(現北上農高)・鳥巢 諒・伴野達也	58
・農業機械工作実習におけるパーソナル・コンピュータを利用した教育システムの開発	岩手大学農学部 広間達夫・吉田 純	63
・アメリカにおける野菜作の機械化の現状と研究の動向	野菜試験場盛岡支場 坂上 修	66
・タイ国農業・農業機械状況について	宮城県農業短期大学 富樫千之	71
・ナイルデルタの米作と機械化の問題点 —R・M・C・(Rice Mechanization Center)の現状から—	東北農試 木村勝一	75
東北地域における農業機械化研究の歩み—第6回 東北大学農学部附属農場—		79
研究成果の紹介		81
支部会記事		87
東北支部次期役員改選結果		89
団体賛助会員名簿		90
個人会員名簿		91

支部会員の皆さんへ

支部長 武田 太一

例年になく寒さのきびしい12月ですが、会員の皆様にはますますご健勝のこととお慶び申し上げます。

さて、今年の支部の行事は、7月9日に作業機部会との共催で東北農試の後援のもとに「畑作物の播種機と播種作業」のシンポジウムが行われ、次いで8月8日から支部の見学会・総会及び研究発表会が秋田県下で行われまして、いずれも盛会裏に終了することができました。そして、ここに支部報第32号を発行いたしまして、これをもって本年度の主なる行事は滞りなく終了する運びとなりましたので、改めて、東北農試・秋田県の関係者のかたがた及び会員の皆様がたのご協力に対しまして深く感謝申し上げます次第でございます。

ところで、実は数年前に夏のブロック会議が廃止されると言う話しがでて参りまして、一時は支部の例会開催を今後どのようにしたら良いかと心配いたしました。しかしその後、本田前農業技術部長さんがたのご尽力により、従来のブロック会議に代るものとして、ご承知のとおり、一昨年は重点課題の検討会（於福島県）がもたれ、昨年からは東北地域農業研究会（於山形県・秋田県）が開催されて参りました。そして、見学会もこれらの研究・検討会に関連する場所をそれぞれご案内いただきましたので、以前よりも一層有意義になったと見受けられます。今後とも、このように農試と支部の行事が結びついた形で進んで行けば、支部の理念と伝統を守りつつ、一層の発展が期待できるところと思います。

次に、明年度から岩手大学の清水先生が支部長になられることになりました。

つきましては、この3年間たいしたこともできませんでしたが、会員の皆様のご支援とご協力によりまして、これまで無事勤めさせていただきましたことを厚くお礼を申し上げます。

なお、残任期間が3ヶ月ほどありますが、微力を尽して参りますのでよろしく願い申し上げます。

農業機械学会東北支部規約

第 1 条 この支部は農業機械学会に属し、農業機械学会東北支部という。

第 2 条 この支部の事務局を、盛岡市下厨川赤平 4 東北農業試験場農業技術部内におく。

第 3 条 この支部は東北六県に在住又は在職する正会員（農業機械学会会員）及び賛助会員で組織する。ただし、賛助会員は支部規約に賛同する団体及び個人で幹事会の承認を得たものとする。

第 4 条 この支部は農業機械学会の設立趣旨にもとづき、東北地方における農業機械に関する学術の進歩発展及び普及に協力することを目的とし、次の事業を行なう。

1) 講演会・研究会の開催

2) 支部報の発行

3) その他必要な事業

第 5 条 この支部は毎年 1 回以上総会を開き、予算・決算・規約の変更・その他重要な事項を議決する。また、緊急の場合は幹事会を開き総会に代えることができる。

第 6 条 この支部には支部長 1 名、事務局長 1 名、常任幹事若干名、幹事若干名、監査若干名をおく。役員任期は 3 年とする。ただし、支部長は 2 期までしか連続して重任できないものとする。

第 7 条 この支部の運営に要する経費は、支部会費、農業機械学会からの補助金、及び寄附金による。会計年度は 4 月初日より 3 月末日とする。

第 8 条 支部会費は年額次のとおりとする。

1) 個人会員 1,000 円

2) 団体賛助会員 一般団体賛助会員 5,000 円 特別団体賛助会員 10,000 円

第 9 条 この規約の変更には総会の同意を得たのち、農業機械学会理事会の承認を得なければならない。

附 則

この規約は農業機械学会理事会の承認のあった日（昭和 59 年 4 月 1 日）から実施する。

農業機械学会東北支部役員選挙規程

第 1 条 この支部の役員を選出は、この規程による。

第 2 条 支部長（1名）の選挙は、全個人会員の直接無記名投票による。

第 3 条 幹事は12名とし、全個人会員の12名連記直接無記名投票による。

さらに、支部長の推選により若干名の幹事をおくことができる。

第 4 条 事務局長（1名）は幹事中より支部長が委嘱する。

第 5 条 常任幹事は4名とし、幹事中より支部長が委嘱する。

第 6 条 会計監査は2名とし、会員中より支部長が委嘱する。

第 7 条 投票による役員当選者の決定は次の方法による。

- 1) 得票数の多いものから順次当選とする。ただし、幹事は各県最低1名を含むものとする。
- 2) 得票数同数の場合は年長者を上位当選とする。
- 3) 任期中に欠員を生じた場合は、次点者を繰上げる。ただし、任期は前任者の残り期間とする。

第 8 条 役員選挙の結果は総会に報告する。

附 則

この規程は昭和58年7月20日から実施する。

農用トラクタのPTO軸出力特性に関する一事例

アングライヒ機構搭載機関の出力例

弘前大学農学部 武田太一・戸次英二・高橋照夫

1 はじめに

一般に、農用トラクタのPTO軸出力性能において、特にロータリ耕のような重作業に対しては、その過負荷時に対応する弾力性、いわゆる「ねばり」が要求される場所である。建設機械用機関においてはすでに機関にアングライヒ機構を採用することによってトルク特性の向上が得られているが、¹⁾最近農用トラクタにおいても同機構をもつ機関を搭載したトラクタが現われた。そのPTO軸出力特性を調査した結果、従来のものとは異った点が見られたので一事例として報告する。

2 供試トラクタ並びにガバナ装置

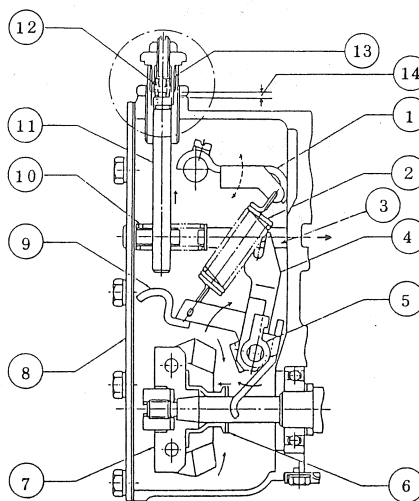
(1)供試トラクタ 水冷3気筒ディーゼル機関を搭載した小形四輪駆動トラクタ（公称定格出力16PS/2600rpm）である。搭載機関の主な仕様を表に示す。

(2)搭載機関のガバナ装置及びアングライヒ機構、ガバナ装置とアングライヒ機構の概要を図

表 供試トラクタ機関の主な仕様

シリンダ数	3
内径×行程 (mm)	76 × 84
排気容積 (cc)	1143
燃焼室方式	渦流室式
圧縮比	23
定格出力 (PS/rpm)	16 / 2600
機関重量 (kgf)	130

1に示す。ガバナ装置はフライウエイト利用の機械式であり、アングライヒ機構は同装置の中で過負荷時の燃料供給を規制するフルロードストッパーボルト⑪の一端に取り付けられている。その主な構成はアングライヒスプリング⑫と同調節ネジであり、その作動は次のようである。ガバナスプリング②の張力とフライウエイト⑦の遠心力が釣り合い回転が安定した状態から、負荷が増加して回転数が低下するとフライウエイトの遠心力が減少するためガバナスプリングが縮み、ガイドレバー④が矢印の方向に動いてコントロールラック③を移動させるので燃料の供給が増加する。さらに回転数が低下しアーム⑨



- ① 回転レバー
- ② ガバナスプリング
- ③ コントロールラック
- ④ ガイドレバー
- ⑤ 停止アーム
- ⑥ スリーブ
- ⑦ フライウエイト
- ⑧ カバー
- ⑨ アーム
- ⑩ アイドルスプリング
- ⑪ フルロードストッパーボルト
- ⑫ アングライヒスプリング
- ⑬ アングライヒアダプタ
- ⑭ アングライヒストローク

図1 供試トラクタのガバナ装置

がフルロードストッパーボルトにあたるようになると、アングライヒスプリングが押されて縮む。このためガイドレバー及びコントロールラックが移動し燃料の供給が継続されることになる。これによって過負荷領域でのトルク特性の向上を図ろうとするものである。

3 試験方法

試験は供試トラクタのPTO軸(変速段2速, 減速比3.752)を水動力計(タナカ式P-25#)に接続し, JIS D1005(建設機械用ディーゼル機関試験)の作業時負荷試験法に準じて実施した。無負荷時PTO軸回転数は700, 600及び500 rpmの3段階に設定し, 動力計荷重, PTO軸回転数及び燃料消費量を測定した。なお, 回転数の測定にはデジタル回転計(横河3632)を用い, 燃料消費量の測定はビュレット法で10~40 mlの消費時間を計時する方法で行った。

4 試験結果

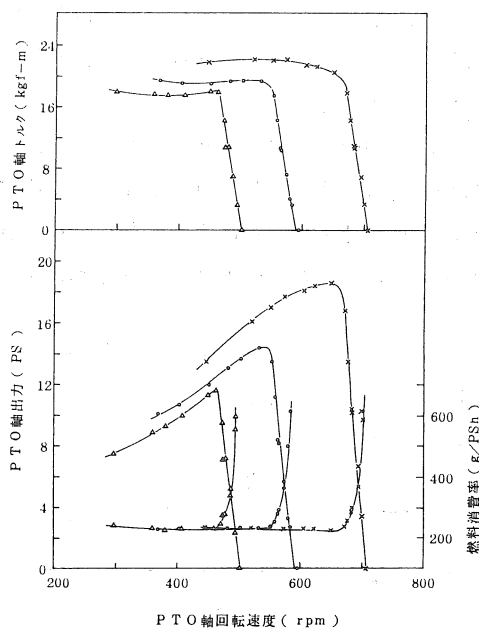


図2 供試トラクタのPTO軸出力特性

(1) PTO軸出力 図2に示すように, 無負荷回転数を最大付近の700 rpmに設定した場合PTO軸出力は, 負荷の増加にしたがい最大出力付近まで急増したあと回転数の低下とともに次第に減少するという従来の機種と同様の傾向であった。なお, 最大出力は18.6 PS(標準大気条件に修正済)であり, ほぼ仕様に記載通りの性能を発揮したものとみなされる。

ついで, 設定回転数を600, 500 rpmと低下させた場合, 部分負荷領域での出力線の立ち上がりは700 rpmの場合と同様であるが, 過負荷領域における出力線は設定回転数毎に異なり, 設定回転数の低いものほど下方に移行する傾向がみられた。従来の機関のPTO軸出力特性では, 設定回転数が異なる場合にも過負荷領域の出力線は一本に集束することが知られており, この点が特性図上著しく異なる点である。

(2) PTO軸トルク 各設定回転数におけるPTO軸トルク線は, それぞれ従来の一般的トルク線と同様, 回転数の低下とともに急増したあと増加が鈍り一定値に漸近する傾向となったが, 過負荷領域のトルク線は設定回転数が低いほど小さい値となった。このようにトルク線が一本に集束しなかったために上記のような出力線の結果となって現われたものである。

(3) 燃料消費率 従来機と同様, いずれの設定回転数でも過負荷領域に入るあたりからほぼ同じ値で一定になる傾向にあった。なお, その時の値は約220 g/PS-hrであり, 農用ディーゼル機関としては一般的数値であった。

5 考察

上述のように, 供試トラクタ機関ではアングライヒ機構を備えているため, 従来の

機関のPTO軸出力特性とは異なる傾向がみられたが、同機構がメーカー側で想定したような作動をしたかという点ならびに「ねばり」の点について検討する。

(1)供試トラクタのアンブライヒ機構の作動について メーカー側ではその作動を図3に示すように想定している。すなわち、機関回転数が負荷の増加にともない低下すると、はじめガバナ機構が働き燃料噴射量はA線のように増加する。さらに負荷が増加し、過負荷領域に入るとアンブライヒ機構が作動するようになりB線に沿って噴射量が増加する。この増加はアンブライヒストローク分だけ続き、そのあとは回転数とともに低下する。無負荷時設定回転数が低くなった場合にも同機構は上記と同様の経過で作動するが、ガバナスプリングの張力が弱まる分だけアンブライヒスプリングの縮みが少なくなるので、過負荷領域の燃料噴射量はB線を下回ることになって図に示すように変化する。従来機の場合には過負荷領域に入ったあとD線に沿って変化することになるので、アンブライヒ機構を装備している方がアンブライヒストローク分だけ燃料噴射量を増加させ得ることになり、トルクの増大化が図れるとしている。

次に、同機構の実際の作動状態を検討するため、横軸にPTO軸回転数から換算した機関回転数を、たて軸に機関回転当たり燃料消費量をとって両者の関係を示したのが図4である。同図

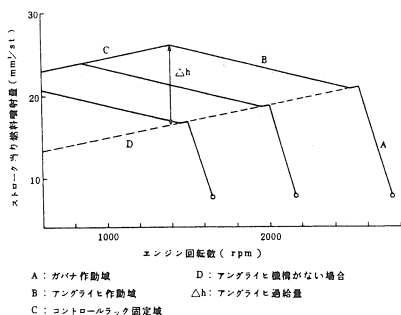


図3 供試トラクタのアンブライヒ機構作動想定図

によると、PTO軸回転数が700rpmに設定された場合、機関回転当たり燃料消費量はガバナ作用域では直線的に急増し、その区域を過ぎるとゆるやかに増加しておりアンブライヒ機構の作動域に入ったことを示している。その機関回転数が設定値よりも約600rpm低下した付近からは燃料消費量の増加がみられないが、これはアンブライヒストロークの限界付近になったためと推測される。以上の傾向はおおむねメーカー側で想定した作動に近いという。

一方、設定回転数を低下させた場合ガバナ作用域における回転数と燃料消費量の関係は上記の傾向とほぼ同様であるが、過負荷領域ではメーカー側で想定するような燃料消費量の増加がみられず、設定値から約400rpm低下する付近までは回転数の低下とともに燃料消費量も減少し、さらに回転数が低下した時点でやや増加に転じる傾向となった。この原因としては、設定回転数が低い状態のもとではガバナスプリングの張力が弱まるので、アンブライヒ機構の作動がやや鈍ったことなども考えられるが、過負荷領域では回転が安定しにくい測定精度が悪化したことによる影響も懸念され、上記の結果だけからは即断できない。

なお、一回転当たり燃料消費量（ただし、無負荷時分を差引いた値）とPTO軸トルクの関係は、図5のように比例関係がみられたが、燃料消費量が多くなるにしたがいトルクの増加割合がや

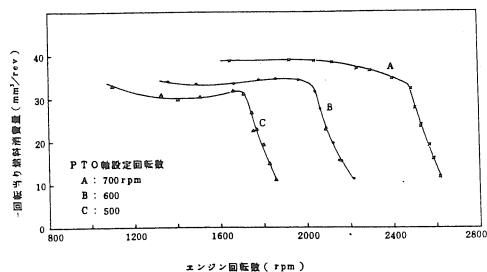


図4 供試トラクタのエンジン回転数と一回転当たり燃料消費量の関係

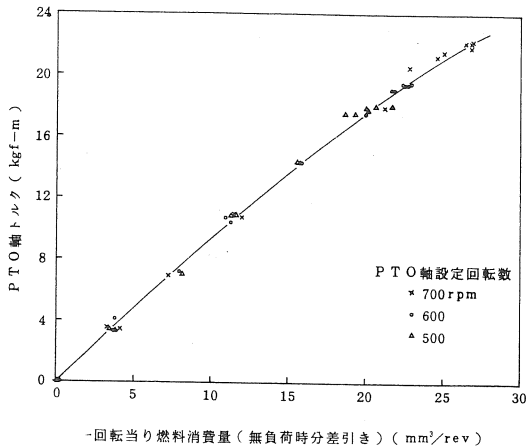


図5 一回転当り燃料消費量と PTO軸トルクの関係

や減少している。この理由としては摩擦抵抗の増大などによる機械効率の低下のほか、過負荷領域での空気過剰率の低下による不完全燃焼が発生したためと思われる。これは排気が黒煙化した場合がみられたことから推察される。

(2) 供試トラクタ機関の「ねばり」について「ねばり」を定格出力時のトルクを基準とする「トルクバックアップ率」で表わすと、ただし

$$\text{トルクバックアップ率} = \frac{\text{最大トルク} - \text{定格時トルク}}{\text{定格時トルク}}$$
 約0.38となり、同程度の出力のディーゼル機関の従来値0.1～0.3^{注)}に比べて2～5割高い値となった。これは負荷が過負荷領域に入るあたりからアンブライヒ機構が作動しトルクの増加が図られる結果、定格出力時のトルクとの差が従来機種の場合より大きく開くためである。ただし、設定回転数が定格出力付近より低い場合には最大トルクに達するまでの回転数の低下が著しくなるので、この場合のねばり特性は従来機種に比べて必ずしも優れているとは思われない。

以上の結果をまとめると、アンブライヒ機構を装備した供試トラクタでは、定格出力付近で使用される作業条件のもとでその機構の性能が最大限発揮されるということになる。

注) エンジンデータブック²⁾の数値による。

6 摘要

アンブライヒ燃料増量機構を装備した農用トラクタについて出力性能試験を行い、同機構の作動状態及び効果を検討した結果、次のようであった。

(1) 過負荷領域におけるPTO軸出力線及びトルク線は、設定回転数が低下すると順次低くなる傾向がみられ、この点が従来のディーゼル機関出力特性と異なった。

(2) アンブライヒ機構の作動状況を機関回転当り燃料消費量をもとに検討した結果、定格回転数付近ではほぼメーカーが想定したような作動をしたが、設定回転数を低下させた場合には同機構の作動が鈍るような状況が一部みられた。

(3) 供試トラクタ機関のねばりに関し、定格出力時のトルクを基準にしたトルクバックアップ率を求めると約0.38となり、従来機に比べ2～5割高い値となった。ただし、設定回転数が低い場合には従来機種に比べ特に優れているとは思われない。

参考文献

- 1) 日本建設機械化協会編：日本建設機械要覧，日本建設機械化協会，1968
- 2) '83国産エンジンデータブック，山海堂，1983

4輪駆動型トラクタの登降坂時の前輪の駆動力について

北里大学獣医畜産学部 本橋罔司・田中勝千

1 緒言

4輪駆動型トラクタ（以下4WDと略す）が傾斜地を登、降坂する時には前輪も駆動力や制動力を發揮する。この時の駆動力や制動力の大きさは平地の試験ではつかめない。機体の傾斜による重量の転移等がある事、また平地では予想できない現象が起るかも知れないからである。そこで傾斜地を走行している4WDの前、後輪トルクを測定して駆動力が平地とどう違ってくるか、特に前輪の駆動、制動力がどう違ってくるかを明らかにしようとした。

2 実験方法と装置

図1に示す4WDの左側前、後車軸に歪ゲージを取り付け車軸トルクを測定できるようにした。前車軸はゲージを取り付けられるよう改造した。このトラクタを使い、平地では牽引試験を、傾斜地では単体での登降坂試験を行った。

1) コンクリート路面上での試験 平地を走行している時の前輪の車軸トルクを調べる目的でコンクリート路面上での牽引試験を行った。

2) 傾斜地での走行試験 5, 10, 15, 20度の傾斜草地（刈跡）で登、降坂試験を行い、前、後車軸の駆動、制動トルク、重量転移、機体の傾斜、後輪のスリップ率（以下、断らない限りスリップ率は後輪での値）を測定した。

3) 実験装置の校正 図1は4WDの概略と車軸トルクの測定装置（×印はゲージ、車軸よりオーバーハングしているのがスリップリング）を示したものである。また、前車軸の荷重を検出するカンチレバーを取り付けた。カンチレバーの先端は前車軸とボールを介して接触し、車

軸の上下方向のたわみのみを検出する。実測した結果、供試4WDの総重量は1,610kgで重心は後車軸から前方840mmの所にあり、重心の高さは630mmであった。図2はトルク検出装置の校正結果を示したものである。丸印が前車軸、四角印が後車軸の歪とトルクの関係を示している。図3は前車軸の変動荷重とカンチレバーの歪の関係を示している。いずれも両者の関係は直線で近似された。しかし、カンチレバーは前車軸を370kgで水平に引っ張ると41.1kgの下向きの荷重が検出された。従って、前車軸に駆動トルクがかかると前軸の変動荷重には+側の、制動トルクがかかると-側の誤差が入る可能性があると予想された。

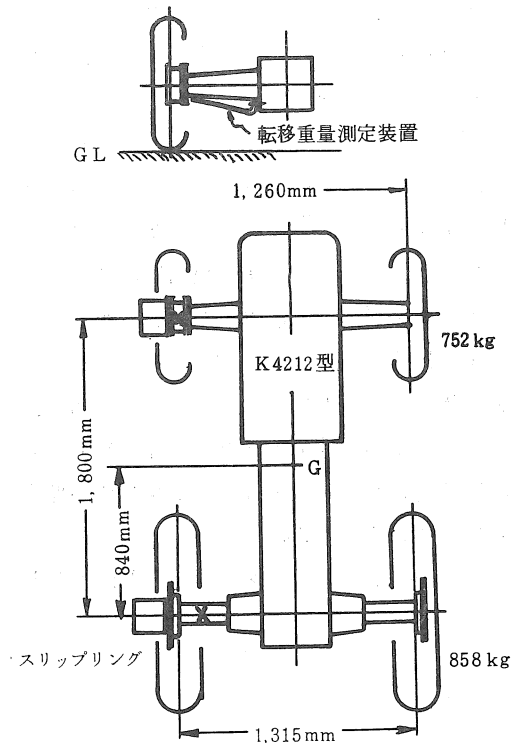


図1 実験装置

3 実験結果と考察

1) スリップ率 図4は前日に降雨のあった後の登降坂時のスリップ率を示したものである。同じトラクタを使い、2WDと4WDの状態で行った。○が2WDを、●が4WDを示している。スリップはいずれも5度附近の傾斜から始まった。登りは2WDの方が3~5%スリップが大きいものの、15度までは両者間で5%以内の差しか出なかった。しかし、20度以上の傾斜になると2WDでは登れない事が多かった。下りの時には10度附近から2WDのスリップが大きくなり、約18度で100%にも達した。それ

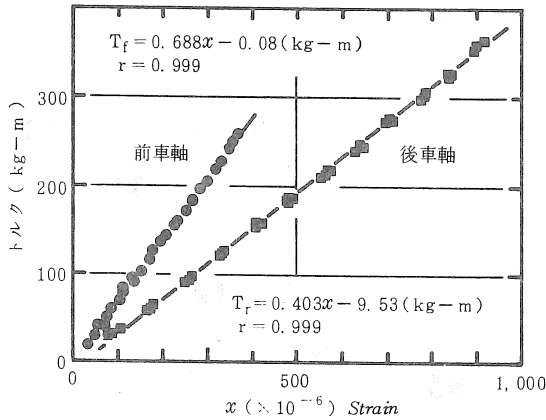


図2 車軸トルクの校正図

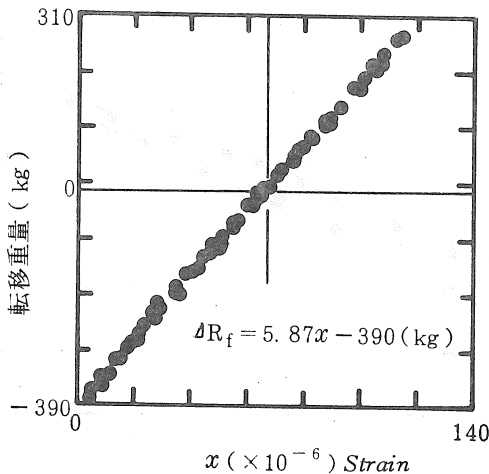


図3 転移重量測定装置の校正図

に対し、4WDは20度で約20%のスリップ率に留まった。下りの場合、スリップ率が30%位でも危険を感じないが50%を越えると滑り落ちるようになり、危険を感じる。図4から、下りでの4WDの安全性が示された。

2) 前輪の駆動力 図5はコンクリート路面上と傾斜草地上での前輪の出力割合とスリップ率、傾斜角の関係を示したものである。前輪の出力割合とは以下の式で示されるものである。

$$R = \frac{\text{トルクから換算した前軸の出力(PS)}}{\text{(前軸の出力) + (後軸の出力)}} (\%)$$

▲印はコンクリート路面上でのRとスリップ率の関係を示している。走行速度は0.5~2.07m/sで、この時の最大の牽引力は1,050~1,160kg、前後車軸出力を合せた最大の出力は26.3PSであった。コンクリート路面上での試験では牽引負荷が増してもRはほぼ一定した34%を示した。図5の丸印、四角印は傾斜地での試験結果である。59, 60年度の2回試験を行ったが、60年度は前日に降雨があった。この場合、横軸は傾斜角である。登りの場合、59年度の試験ではRは16度の傾斜近くで最大になった。しかし、60年度の試験では最大値らしきものは出なかった。下りでは5度の傾斜までR = 100%となり、前輪

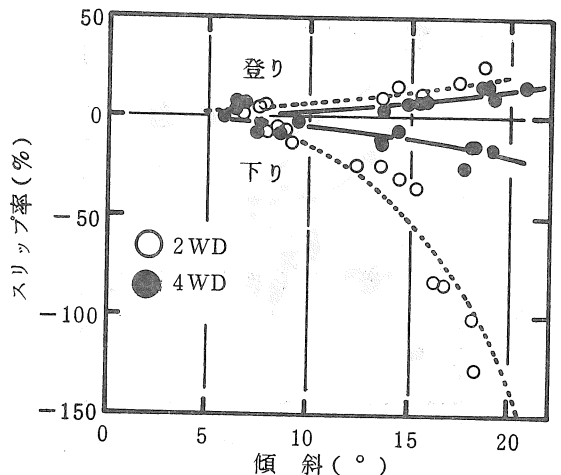


図4 傾斜角とスリップ率の関係

だけで制動されている。Rの値は年度で異なつたが傾向は同じで傾斜がきつくなるほど小さくなった。即ち、登りの時には後輪が、下りの時には前輪が駆動力、制動力の半分以上を分担している。しかし、コンクリート路面上では牽引負荷に関係なく、ほぼ34%と一定していた。傾斜地と平地（コンクリート路面）でのこのような違いが何に原因しているかを調べた。

3) 重量転移と車輪の回転比 トラクタは登り、下りの時重量転移が生ずる。重量の転移がおこればその分タイヤが変形するので前後輪の進行距離に狂いが生ずる。これが図5のような結果を生んだとも考えられる。そこで図1のカンチレバーを使い、重量転移を測定してみた。図6はその結果を示したものである。実測された図6の転移量は下りの時のものなので制動時に当り、-の誤差が入っている可能性があり、以下の理論式からの値よりも小さい値になった。

$$\Delta R_f = \frac{W}{L} \{ a (\cos \theta - 1) - h \sin \theta \} \quad (1)$$

ここで、 ΔR_f : 前車軸の転移量 (kg)

W : 機体総重量 (1,610 kg)

L : 車軸間距離 (1,800 mm)

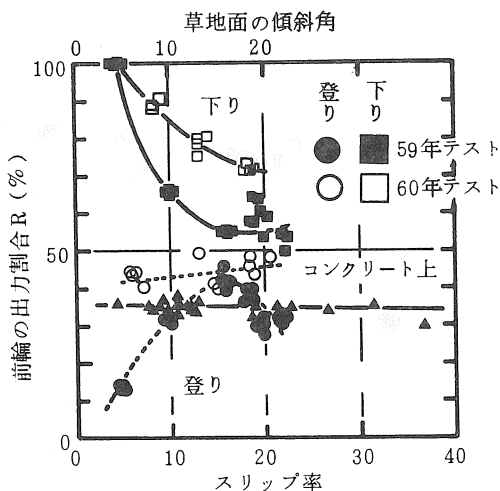


図5 傾斜地での前輪の出力割合

a : 後車軸から重心までの距離 (840 mm)

h : 重心の高さ (470 mm)

θ : 機体の傾斜角 (°)

図6については現在も装置の改良を加えつつ実験を行っている。しかし、傾斜地での重量転移は、2WD、4WD間で差がなく、走行中でもほぼ(1)式で表わされると言えそうである。

(1)式を使い、バネ定数をkとすると、前輪のタイヤ半径は登りの時、 $\Delta R_f/k$ だけ大きくなり、後輪半径は逆に小さくなる。従って、後車軸と前車軸のギャ比をeとすると、タイヤが変形した後の前後車輪の回転比は以下の(2)式から求められる。

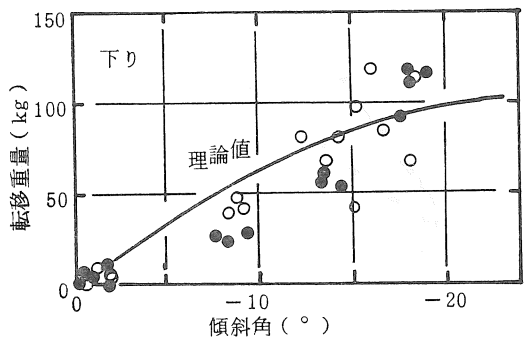


図6 傾斜角と転移重量

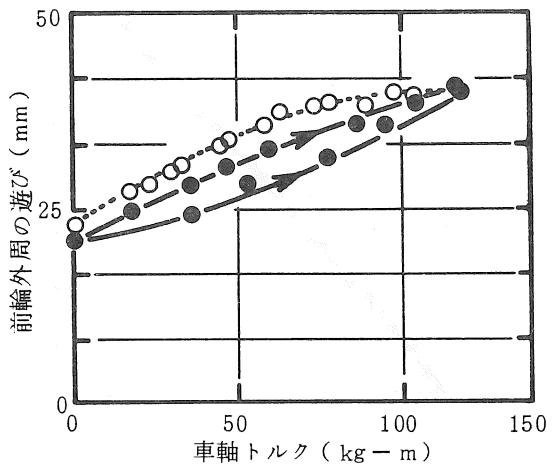


図7 動力伝達系の遊び

$$E = \frac{e(D_f L k_f - W\{a(\cos\theta - 1) - h\sin\theta\})}{D_r L k_r + W\{a(\cos\theta - 1) - h\sin\theta\}} \quad (2)$$

ここで、 D_f : 前輪のタイヤ半径 (395 mm)

D_r : 後輪のタイヤ半径 (593 mm)

e : ギヤ比 (1.5)

k : 前, 後タイヤのバネ定数

前輪の k は 15.12 kg/mm であったので、後輪もこれと同じと仮定し(2)式から E を求めてみると、登りでは傾斜がきつくなるほど E は小さくなり、20度では 0.935 に、下りでは 1.041 になった。どのようなときでも $E = 1.0$ であれば、回転比に狂いが生じないことになる。従って登りでは前輪が必要以上に回転し、機体を引っ張っている事になり、下りでは逆に前輪の回転が不足し、制動を掛けている事になるから、どちらかの車輪がスリップしていると考えられる。前輪がスリップし、この狂いをカバーしていると仮定すると、20度の登りでは前輪が 6.5%、下りでは -4.1% も余計にスリップしていることになる。従って、前輪の駆動、制動力の分担比が傾斜地とコンクリート上で図5のように異なったのは以上のような理由によると思われる。

(2)式を使い、条件を仮定して種々計算してみると、ホイールベースが大きく、車輪が前後同径で、バネ定数が大きく、重心が低い程、 E は

変化し難いことが示された。試みに傾斜地専用トラクタについて試算してみたところ、 E の変化は小さかった。

その他に、 E を狂わせる原因と考えられるのは動力伝導系の遊びである。図7は供試トラクタの走行系の遊びを測定したものである。後輪を固定し、前輪の片側車輪外周にどれだけ遊びがあるかを示している。この結果から、供試機では下り5度の時に、前輪に 30~60 kg・m のトルクがかかるので 1.5~3度の遊びが生ずると思われる。この遊びは下り、傾斜角が5度位の時にタイヤの変形から来る回転比の狂いに相殺される。登りでは前輪が必要以上に回転させられるので、傾斜3度附近で打ち消される。遊びによる回転比の狂いは、1度打ち消されればよく、タイヤの変形等から来る狂いとは異なる。

4 結 語

傾斜地で4WDトラクタの前輪に掛る駆動力、制動力は傾斜角によって、また、登りか下りかによって大きく変化する。これは重量転移から来るタイヤの変形や、動力伝達系統の遊びによって前後輪の回転比が変化するためではないかと思われた。

トラクタ車輪の接地圧分布に関する研究

岩手大学農学部 広間達夫・太田義信・須山啓介

1 はじめに

トラクタの走行性能、けん引性能に関する研究は、従来から数多く行われてきており多くの成果が得られている。しかし、作物が生育する圃場を走行する農用トラクタや作業機においては、この他に、車輪の踏圧による土壤の締めめや直接に作物に及ぼす影響等も考慮する必要がある。

現在、これらを明らかにするために、車輪と土壤との相互作用の観点から研究を進めている。今回、タイヤの静止時における接地圧分布を測定したので、その結果について報告する。

なお、実験には、ラグの効果を無視できる車輪として、ガーデントラクラ用のタイヤ（PD 18×7.00-8）を供試した。

2 軟らかい土壤上における場合

(1) 実験方法

土壤が軟らかくて車輪と共に土壤も変形するような場合は、接地面の圧力分布を測定することが困難である。そこで、表1の供試路面に供試タイヤを静かに置いて荷重を与え、その後にタイヤを取り除き、土壤表面上にできたタイヤの跡を石こうで固めて型をとり、この石こうの型を基にしてタイヤの変形状態を調べ¹⁾ 接地圧

表1 供試土壤条件

土質	砂質ローム	
含水率	67% (db)	
土壤硬度 (山中式硬度計)	S	0.15 kgf/cm ²
	D	1.64 kgf/cm ²
単位体積重量	S	0.90 gf/cm ³
	D	1.15 gf/cm ³

分布を推定することにした。石こうの型からタイヤの変形形状を測定したが、これはモアレトポグラフィ法の実体格子法²⁾ によった。

(2) 実験結果および考察

図1にタイヤの空気圧が1.0 kgf/cm²の場合について、接地部の進行方向に垂直な中心線に関する断面の変形形状を示した。接地荷重が増加すると、沈下量が増加してタイヤのショルダ部やサイド部まで土壤の中に入っていくが、タイヤの断面形状には大きな変化がなくて、タイヤの中心部の沈下量が最大であることが分かる。

図2に、タイヤの進行方向中心線に関する接地部の断面形状を示した。実験範囲内では、接地荷重を増加してもほぼ円形状を保っていることが考えられた。そこで、接地部の曲率半径Rを次式

$$R^2 = (x - x_c)^2 + (z - z_c)^2$$

で近似して求めてみた。この結果を、空気圧

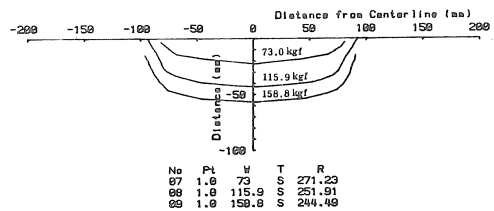


図1 進行方向に垂直なタイヤの接地部の断面形状

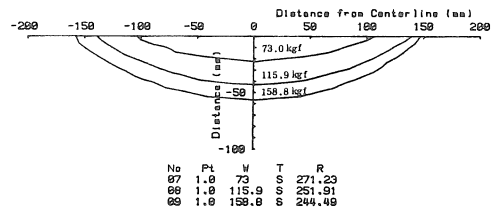


図2 進行方向中心線に関するタイヤの接地部の断面形状

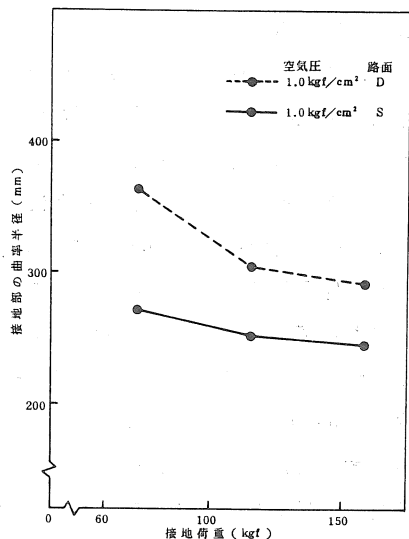


図3 接地荷重と接地部の曲率半径

1.0 kgf/cm² の場合について図3に示した。なお、変形前のタイヤ半径は450 mmである。接地部の曲率半径は、接地荷重の増加に伴い減少する傾向を示した。

接地荷重が小さくて沈下量が少ない場合は、接地面積が小さくて、その小さな接地部に接地荷重が集中するので、タイヤ中心部の変形量が周辺部より相対的に大きくなり、その結果として接地部の曲率半径が大きくなったと考えられる。

接地荷重を増加していくと、沈下量の増加に伴って接地面積が増加し荷重を支持する。この部分の変形量に対する中心部の変形量が相対的に小さくなった結果、接地部の曲率半径が小さくなった。このことから、接地部中心部の接地圧は、周辺部に比べて相対的に減少したと推定される。

3 剛路面上における接地圧分布

(1) 実験方法

供試タイヤをアムスラ型万能試験機のクロスバーに固定し、プラットホーム型荷重変換器の

上においた圧力測定用フィルム（富士写真フィルム製）に押しつけ荷重を与えて接地圧分布を測定した。タイヤは荷重を与え続けていると少しずつ変形していく。本研究では、接地圧測定の条件を圧力測定用フィルムの発色条件に従って、2分間荷重を保持した状態とした。

実験は、空気圧が0.4, 1.0, 1.2 kgf/cm², 接地荷重が80, 120, 160 kgfの条件で行った。なお、供試タイヤの最大空気圧（標準空気圧）は1.0 kgf/cm²である。

(2) 実験結果および考察

圧力測定用フィルムにより測定した接地圧分布の一例を、空気圧1.0 kgf/cm², 接地荷重120 kgfについて図4に示した。供試タイヤは5mmの深さの溝があり、この部分では接地圧を受け持たない。しかし、圧力フィルムにはこの部分もわずかに反応していたために、接地圧分布曲線に凹凸が生じている。接地部の形状は、接地長に比べて接地幅が長い楕円形をしていた。

この接地圧分布曲線を積分して接地荷重を求め、荷重変換器により測定した接地荷重と比較した。その結果を図5に示した。両者は良い一致を示し、十分信頼性あることが分かる。

図6に、車輪の進行方向に垂直な中心線に関する接地圧分布を、空気圧0.4, 1.0 kgf/cm²の場合について示した。図から、接地部の中心部ばかりでなく周辺部においても接地圧が高く

*** PD10120 ***
 Inflation Pressure = 1 kgf/cm²
 Weight(load cell) = 119.5 kgf
 Weight(pre scale) = 119.065 kgf
 Ground Contact Area= 161.684 cm²

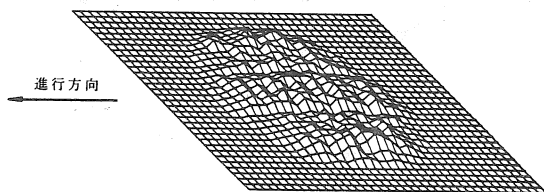


図4 接地圧分布（空気圧1.0 kgf/cm²）

なっていることが分かる。空気圧が低下したり接地荷重が増加すると、この傾向は顕著になる。S. J. Knight と A. J. Green.³⁾はタイヤ内壁の変形量を測定して、硬い路面上では、接地部の中心部と周辺部との中間部が大きく内側にたわむことを報告している。路面が変形しないので、タイヤの接地部は中心部と周辺部の接地圧が大きくなっていると思われる。この現象は、土壌が軟らかくて変形する場合と大きく異なっ

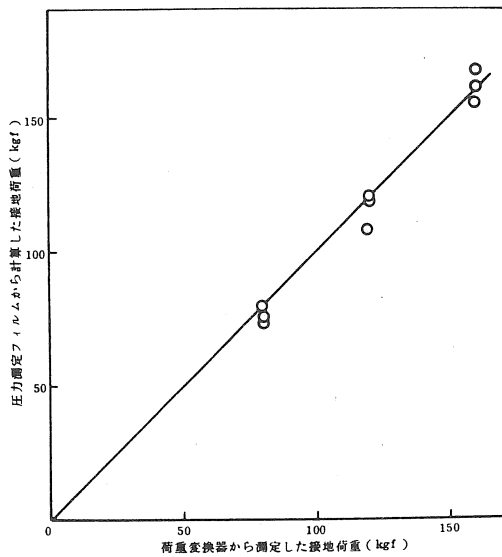


図5 圧力測定フィルムから計算した接地荷重の精度

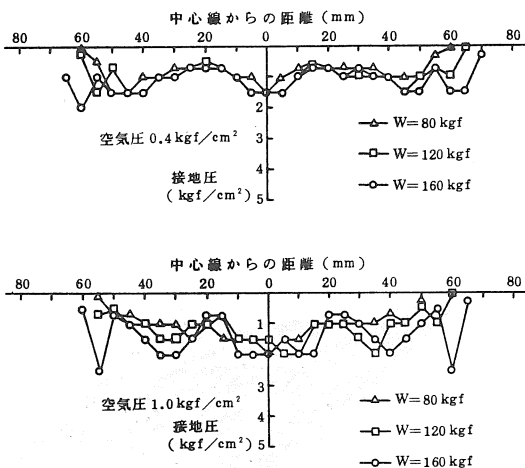


図6 進行方向に垂直な中心線に関する接地圧分布

ている点と考えられる。

図7に、進行方向中心線に関する接地圧分布を示した。接地部中心部の接地圧が高く、周辺部では接地圧は低くなっている。同一空気圧においては、接地中心部の接地圧は接地荷重にかかわらずほぼ一定値になる傾向を示した。この値は、空気圧が低くなると小さくなった。本実験条件においては、空気圧が1.0 kgf/cm²の場合は2.5 kgf/cm²であり、空気圧が0.4 kgf/cm²の場合は1.5 kgf/cm²であった。また、接地荷重が増加すると、接地部が広がっていくので、接地圧分布の形がなだらかになる。この傾向は空気圧が低いときに顕著である。空気圧が0.4 kgf/cm²の場合は、1.0 kgf/cm²の場合に比べて中心部の接地圧は低くなって接地長が長くなり広い面積で接地荷重を支持していることが分かる。

図8に、接地荷重に対する平均接地圧（接地荷重/接地面積）を示す。平均接地圧は、接地荷重の増加に伴い直線的に増加していることが分かる。前述したように、同一空気圧における中心部の接地圧は、接地荷重が増加しても大きく変化しない。したがって、中心部接地圧の平均接地圧との比は、空気圧が0.4 kgf/cm²の場

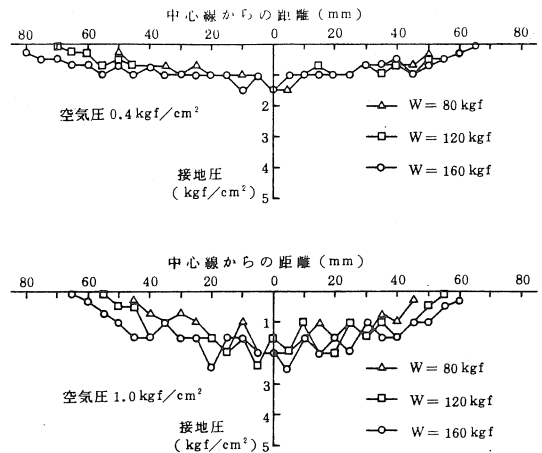


図7 進行方向中心線に関する接地圧分布

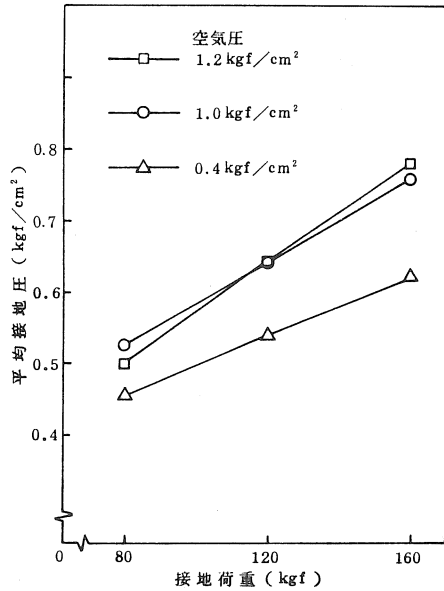


図8 接地荷重と平均接地圧（接地荷重／接地面積）

合は 2.7 (80 kgf) から 2.1 (160 kgf) に、
1.0 kgf/cm² の場合は 4.0 (80 kgf) から 2.9
(160 kgf) に減少してくる。

4 まとめ

ガーデントラクタ用（芝刈機用）のタイヤを

供試して、静止時の接地圧分布を測定した。得られた結果をまとめると、次のようである。

(1) 接地荷重の増加は、中心部の最大接地圧分布に大きく影響しない。

(2) 接地圧には、空気圧が大きく影響をする。空気圧を低くすれば、接地面積が増加して中心部の接地圧が減少する。

(3) 今回供試したタイヤは一種類であるが、タイヤが異なればタイヤ構造が異なり接地圧分布も異なることが予想される。これらについては、今後検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 広間達夫, 太田義信: 農用タイヤの接地部における変形形状, テラメカニクス, 第4号, P.16 - 20, (1984).
- 2) 植村恒義編: 画像計測入門, 昭晃堂, P.87 - 92, (1979).
- 3) S. J. Knight and A. J. Green: Deflection of a Moving Tire on Firm to Soft Surface, Trans. of the ASAE, Vol. 5, No. 2, P.116 - 120, (1962).

水稻成苗用田植機に関する研究

イグサ移植機の改造による水稻成苗移植実験

東北農試 小倉昭男・原城 隆・黒澤 健・石原修二

1 はじめに

水稻作の機械化はマット苗方式の稚・中苗用田植機と自脱型コンバインの普及により完成の域に達したといわれるほどになっている。しかしながらこと東北においては気象の変動が大きく、55年のヤマセに代表されるように冷害にさらされる危険を背負っているのが現状である。したがって水稻の生産技術に今後、一層の改善を要することは言うまでもない。

また新しい低コスト稲作技術として湛水土壤中直播が目目を浴びて、試験研究機関や一部の農家でも実施されている。稲作技術が省力・低コスト化に向うのは当然としても気象条件になるべく左右されない安定生産技術が望ましいのは当然である。

このような観点から生育初期の低温抵抗力、遅延型冷害の回避等に稚中苗より有効な成苗移植法をとりあげ、若干の試みを行った。成苗用田植機に関しては昭和40年代に根洗苗用の田植機が市販されたがマット苗方式の田植機の急速な普及によりその姿を消した。その原因については①作業精度、②作業能率、③苗取り能率のすべての要因がマット苗方式に比較して劣っていたことなどがあげられる。筆者らはこれらの点を改善すべく、イグサ移植機の改造による成苗移植実験を行い、新たな田植機開発の資料を得たので報告する。

なお本研究に進めるにあたり試験装置の提供や有意義な助言を頂いた農業機械化研究所の山影征男主任研究員に深く感謝申し上げます。

2 基本的な考え方と前提条件

(1) 研究の範囲

成苗移植技術確立のための研究課題を大きく分けると①成苗育苗法の確立 ②苗取り・苗運搬法の確立 ③成苗田植機の開発、の3部分に分けることができる。

(2) 成苗の性状

どのような性状の成苗を供試するかで開発すべき田植機の植付機構も変わってくる。

現在のマット苗方式で成苗を得るには播種密度を低くせねばならず育苗箱等の資材を多く要するなど問題がある。ここでは当面育苗箱を用いない畑苗育苗方式を想定した。

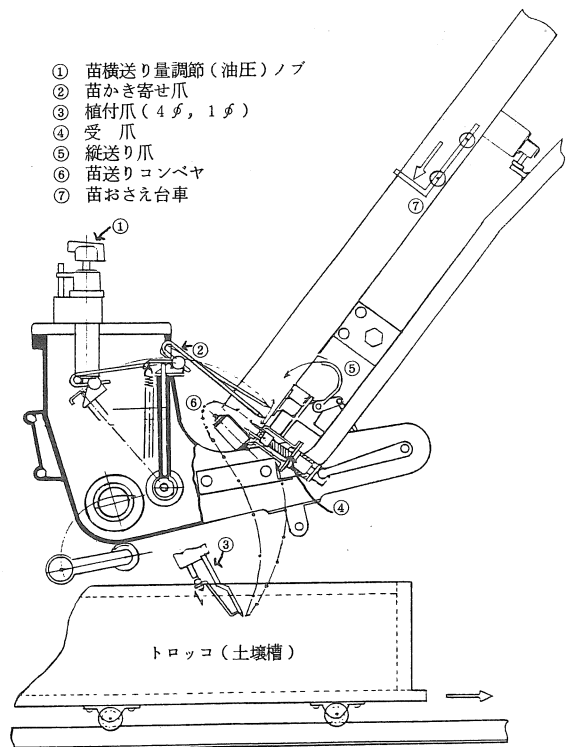


図1 成苗移植実験装置 (イグサ移植機の改造)

成苗は5葉程度のものとし、その性状はブロック苗（石こう液で苗根部を固めたもの）、ばら苗（根洗苗や土を落としただけのばらのもの）、土付帯苗（条播した苗を土付の固まりで掘取ったもの）などを対象とし成苗移植実験装置（図1）で移植精度を調べる。

3 試験方法

(1) 供試移植実験装置……農機研試作のイグサ移植実験装置を一部改造（図1）したものである。本機を実験室のコンクリート床上に固定し、植付部の下を幅20cm、長さ400cm、深さ20cmの木製土槽がレール上を動くようにした。

移植部の特徴は一般の田植機に比較すると、図1に示すように「かき寄せ爪」と苗のせ台が横移動する際に苗最前部が壁面との摩擦で乱れるのを防ぐための「苗送りコンベヤ」が設けられていることである。

今回は植付爪、かき寄せ爪形状の改造とかき寄せ爪の軌跡を変えるためのカムの試作を実施した。なお図1④の受爪は使用しなかった。

(2) 供試苗

ア 品 種……アキヒカリ

イ 育苗法……ビニールハウス内での畑苗代と苗取り作業の質的労力軽減のために育苗ネット（ビニール網）を敷設してから播種する方法を採った。

ウ 苗性状の定義

i) ばら苗……苗取りしたままの苗で土を落してあるもの（根洗苗も含む）

ii) ブロック苗……ばら苗を一握り程度その根部を石こう液（石こう：水＝1：2）に浸し、すぐに取り出し平らな所に放置固定させたもの（根部直径約10cm）

iii) 土付帯苗……苗代に条播したもので苗取りはカッターで土ごと帯状に取ったもので

帯幅は30mmである。（図4）

(3) 試験区

ア 試験区Ⅰ：ブロック苗とばら苗の分苗精度を明らかにする。

表1 試験区Ⅰ

区	要因 \ 水準	1	2	3
Ⅰ-A	苗の種類	ブロック苗	ばら苗	
	かき寄せ爪作動	有(10mm)	無	
	毎分植付回数(回)	50	70	90
Ⅰ-B	苗の種類	ブロック苗	ばら苗	
	毎分植付回数(回)	50	70	90

※かき寄せ爪 { 試験Ⅰ-A…4φ
試験Ⅰ-B…1φ (ピアノ線)

イ 試験区Ⅱ：ばら苗、土付帯苗を用い植付精度とくに1株本数と損傷苗の発生について試験する。

表2 試験区Ⅱ-A

要因 \ 水準	1	2	3
かき寄せ量 (mm)	0	5	10
毎分植付回数(回)	50	70	

表3 試験区Ⅱ-B

要因 \ 水準	1	2	3
条播密度(g/m ²)	100	200	
毎分植付回数(回)	50	70	90

表4 供試畑苗（試験区Ⅰ）

播種日	昭和59年9月11日	
育苗法	育苗ネット使用畑苗代	
播種量	60 g / m ²	
苗取り	昭和59年10月18日	
苗条件	草丈	18.2 cm
	葉令	4.5 葉
	茎数	2.0 本
	乾物重	55 mg / 本

4 試験結果

(1) 試験区 I

成苗の育苗，苗取り方法は今後の研究課題であるがここでは特定の育苗方式を前提とせずばら苗と石こうで固めたブロック苗の2種類を用いその分苗精度について試験した。

その結果を図2にまた供試苗条件を表4に示す。

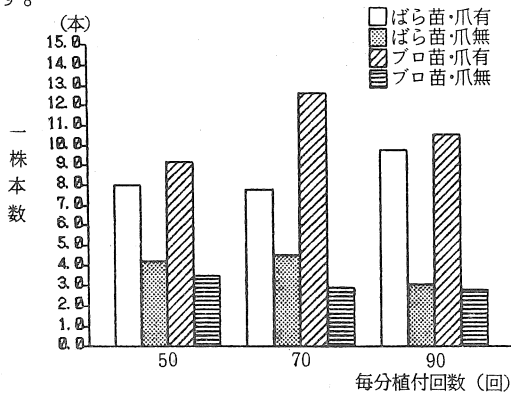


図2 植付速度別1株本数

試験区 I - A において植付速度別の1株本数を見ると，かき寄せ爪を作動させた場合（図では爪有）植付速度による差はみられなかったが，ブロック苗で平均 8.5（1～20）本，ばら苗で平均 10.5（6～19）本と，多すぎる結果となった。このためかき寄せ爪を停止させ（爪無）で図1に示す苗おさえ台車の荷重（2.0 kg）だけで実施してみた。その結果図2に示すように1株本数はブロック苗で 3.9 本，ばら苗で 3.2 本と減少したが，今度は欠株が両方とも 5～6%発生し安定性に欠けた。すなわち貯苗部での側方からの加圧だけでは植付爪のかき取り部に安定して苗を供給できないことがわかった。

試験区 I - B においては1株本数を 2～3 本（分けつ除き）にし，しかも欠株をなくすための一手段としてかき寄せ爪の直径を 4 mm からピアノ線を用いて 1 mm にし，曲げに対して弾性をもたせた。この結果図3に示すように1株

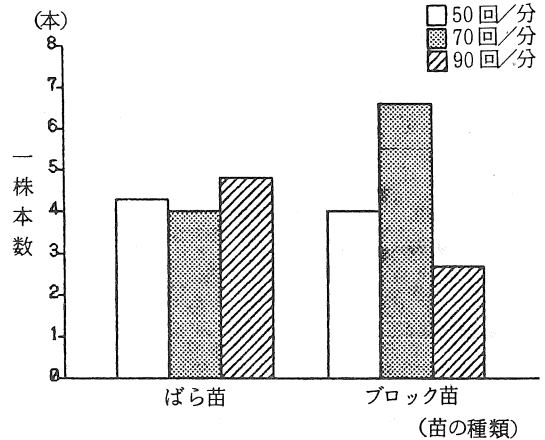


図3 かき寄せ爪改良の効果

本数はブロック苗で 4.6（1～12）本，ばら苗で 4.7（2～12）本とかき寄せ爪直径が 4 mm の場合に比べて減少し，また両苗種間での差は認められなかった。

しかしながらさらに1株本数のバラツキを減らす必要がある。

(2) 試験区 II

試験区 II - A では上記試験 I の結果をふまえ，1株本数を安定して分苗させるために，かき寄せ爪の直径をもとの 4 mm にもどし，その作動量を減らして，初期の目的を達成しようとした。このためにかき寄せ爪先尖の作動軌跡を 5 mm と今までの 1/2 にした。このときの供試苗条件を表5に，また試験結果を表6から表7に示す。

表5 供試苗条件

ばら	播種日	昭和60年4月22日	
	苗取り日	昭和60年6月17日（苗調査）	
	移植日	昭和60年6月18日（5℃保存苗）	
ブロック	播種量	100 g/m ²	
	草丈	22.8 cm	葉令 5.3 葉
	長径	3.2 mm	短径 1.8 mm

表6 1株本数(本)

かき寄せ量(mm)	0	5	10
毎分植付回数50	2.6(0~7)	2.4(1~5)	6.0(3~11)
毎分植付回数70	2.4(0~7)	3.5(1~5)	4.9(1~9)

1株本数については表6に示すように、かき寄せ爪のかき寄せ量を少くした結果毎分植付回数が50, 70回の場合それぞれ2.4本, 3.5本と目標とする2~3本の範囲に調整ができた。

しかし、かき寄せ爪の作動を停止させた場合も1株本数は目標値に近い値を示したが、欠株が11~15%も発生し実用的でなかった。

損傷苗の発生についてみると表7に示すようにかき寄せ爪を作動させない植付爪のみの場合損傷はみられなかったが、これは植付速度が低速であることと、かき寄せ爪による苗の圧縮がなく分苗密度が低かったためと思われる。また表7に示したように、損傷を受けた苗の半数以上が分けつ苗であることも注目され、それらが生育、収量に及ぼす影響等今後栽培面からの検討も必要と思われる。

表7 損傷苗率(%)

かき寄せ量(mm)	0	5	10
毎分植付回数50	0.0(0)	5.6(50)	0.0(0)
毎分植付回数70	0.0(0)	6.2(100)	9.7(80)

()内は損傷苗のうち分けつ苗の割合

試験区II-Bでは条播(播幅3cm)した苗を土付きのブロック状に掘り取ったもので、図4に示すようにマット苗を短辺方向に带状に切断した形状をしている。

表8 土付帯苗の供試条件

播種日	昭和60年6月4日		
育苗法	畑苗, 条播(播幅3cm, 畦間5.5cm)		
播種量	100g/m ² , 200g/m ²		
苗調査日	7月17日	移植日	7月22日
区	項目	草丈(cm)	葉令(葉)
100g/m ² 200g/m ²	37.5	4.7	90
	34.9	4.2	67

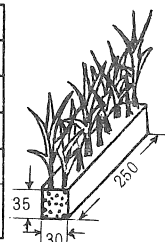


図4 土付帯苗

試験結果を図5に示す。

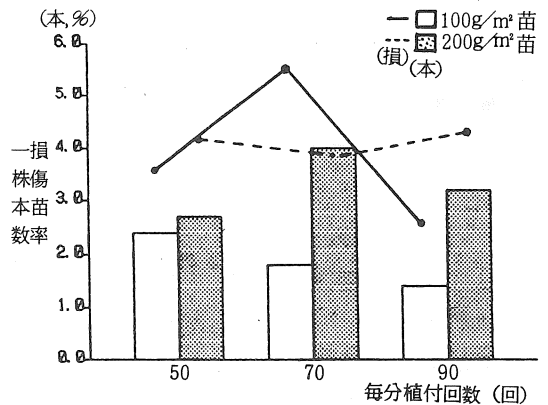


図5 土付帯苗の分苗精度

1株本数をみると毎分植付回数が70回以上では播種密度に比例し、200g/m²苗では100g/m²苗に比べ約2倍の3~4本と妥当な値を示した。毎分植付回数が50回の際の差が小さいのは播種密度のバラツキによるものであると推察する。

損傷苗率については植付速度および播種密度間に差があるとは認められなかった。

5 要約

- (1) 既存の育苗箱を使用しない育苗法によって育苗した性状の異なるブロック苗, ばら苗, 土付帯苗の3種を用い移植精度の室内実験を行った。
- (2) 供試実験装置は欠株防止のためにかき寄せ爪が移植爪の他に設けてあり、その作動量を変えることにより、ばら苗では1株本数の調整と欠株防止には有効であることを明らかにした。
- (3) 今回の実験は毎分植付回数が最大でも90回と低かったため、今後は実用的な200回/分程度で安定した植付精度が得られるよう、速度を上げた場合の試験が必要である。

参考文献

農機研: 昭和56年度事業報告, P73~79

水田の耕深と田植機の作業性能

福島農試 荒川市郎・富樫伸夫・橋本 進

1 緒言

近ごろ、水田の耕深が浅くなっていることが指摘されている。この原因は、耕うん法¹⁾の変化や能率のみを追求した作業法が考えられるが、一方において、歩行型田植機の深耕田に対する適応性や移植作業の困難性が、浅耕化を助長していると考えられる。しかし、異常気象下における水稲生産の安定化を推進するためには、水田の耕深確保が必要であり、このための深耕用の作業機が開発され15cm以上の耕深確保が容易になった。そこで、本試験は、耕深を異にする水田における、歩行型4条田植機の作業性能および作業の難易について検討したので報告する。なお、本試験は農業機械学会の深耕田植研究会において実施されたものであり、試験の実施にあたり終始御指導をいただいた大阪府立大学の梅田重夫教授、また機械の使用およびオペレータについて御協力をいただいた石川島芝浦機械株式会社および三菱農機株式会社の方々に心から謝意を表す。

2 試験方法

試験ほ場は、郡山市富田町の水田17aを使用した。試験ほ場の土壌は、細粒灰色低地土灰褐系に属し、地表面から14cmの深さにすき床が認められた。この水田は、前年までロータリで耕起し、水稲を慣行栽培していた。

試験区の構成は、表1のようにロータリ耕では耕深を15cmおよび12cmとし、駆動ディスク耕では、耕深を18cm、15cmおよび12cmとした。また、作業の順序を表1に、使用したトラクタおよび作業機を表2に示した。耕起作業は4月18日に実施し、枕地は最後に一括して12cmのロータリ耕とした。さらに駆動ディスク耕区については、5月1日にすき返しを実施した。代かき作業は、水田ロータの2回がけとし、5月10日に実施した。基肥は荒代後に人力で施用し、その後植代を実施した。ほ場は湛水状態を保ち、移植当日に落水した。移植作業はササニシキの稚苗を、30×14cmの栽植密度に田植機をセットし、5月13日に移植した。また、田植機は歩行型4条田植機を供試し、オペレータは37歳・経験年数13年の熟練者であった。

耕深の測定は1区あたり10か所とし、1か所につき5点を耕起直後に調査した。また、移植直前に1区あたり10か所をランダムに選び耕土深を測定した。移植後の植付条間の測定は、各区の第1行程と第2行程の隣接条とし、株間の測定は第2行程の右端の植付条とし約10m

表1 区の構成および作業の順序

区名	目標耕深 (cm)	耕うん (4月18日)	すき返し (5月1日)	代かき (5月10日)	田植え (5月13日)
18D	18	駆動ディスク	同左	水田ロータ	歩行型4条
15D	15	"	"	"	"
15R	15	ロータリ	-	"	"
12D	12	駆動ディスク	同左	"	"
12R	12	ロータリ	-	"	"

表2 使用機械の種類および諸元

機械の種類	型	式	諸	元
トラクタ	P 21 F	21 PS	4 輪駆動	
ロータリ	R S 3	145	サイドドライブ方式	耕幅 140 cm ダウンカット方式
駆動ディスク	J B - 400 S	2 ウェイ型,	前方ディスク 2 枚, 後方ディスク 4 枚,	耕幅 147 cm
水田ロータ	H A 2000 B	つめ型ロータ,		作業幅 200 cm
田植機	M P 460	歩行型 4 条,		車輪直径 66 cm

間を調査した。また、植付姿勢は第 1 行程と第 4 行程の右端の植付け条の株について、田植機の進行方向から 30°ごとに傾きを区分し、6 段階表示した。欠株・損傷苗・浮苗の調査は、第 2 行程と第 3 行程の各条 100 株について実施した。移植作業中は、オペレータに万歩メーター（山佐時計器製）を取りつけ、作業中の歩数を測定すると同時に、手首に心拍計（セイコーランナーズ S 229）を取り付けて作業前後の心拍数の変化を測定し、作業強度の目安とした。

3 結果および考察

耕起後の耕深は、図 1 のように各区の基準値に近い数値を示したが、18cm 駆動ディスク耕区では、基準よりも浅くなった。また駆動ディスク耕区は、耕幅の中央部が浅耕になり、ロータリ耕に比較して耕深のふれが大きかった。移植時の耕土深は各区とも耕起直後の耕深より深くなった。

表3 移植時のほ場条件

区名	水深 (cm)	土壌硬度* (cm)	耕盤硬度 (kg/cm ²)
18 D	0.2	10.0	10.8
15 D	0.3	9.7	11.5
15 R	0.3	9.5	11.2
12 D	0.2	10.3	11.2
12 R	0.3	10.0	10.5

* 注) 下げ振り貫入深

移植時のほ場条件は、表 3 のように 15cm ロータリ耕区で土壌がやや硬かったが、湛水深および耕盤硬度には区間差が認められず、移植作業に適した状態であった。移植作業における田植機のすべり率は、図 2 のように 11~14% であり、移植時の耕土深が深くなるにつれて機械がスリップする傾向が認められた。苗の移植株間は、図 3 のように耕土の深い区ほど狭くなり、設定株間との差が小さくなった。また、株間の変異係数は、耕深 12cm と 15cm の駆動ディスク耕区が小さかった。移植時の行程間における条間は、18cm 駆動ディスク耕区がほぼ 30cm であったのに対し、他の 4 区はオペレータが行程間を狭めたため、25~30cm となった。また、条間の変異係数は耕土が深くなるにつれて、大きな値を示した。田植機の移植精度は、図 4 のように 15cm ロータリ耕区で損傷株が多く認められたが、欠株率および浮苗は区間差が認められなかった。移植時の植付姿勢は、図 5 のようにほ

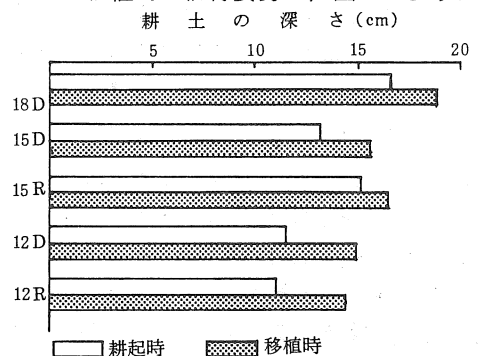


図1 耕起時および移植時の耕土深

ば垂直に植えられた株が大部分であったが、耕土が深くなるにつれて、斜めに植えられた株が増加した。

移植作業に要した時間は、図6に示したように耕土が深い区ほど多くなった。また、オペレータの作業後における心拍数の増加量は、18cm駆動ディスク耕区および15cmロータリ耕区が多く、作業中の歩数も同様の傾向を示した。作業後オペレータに聞きとり調査した結果、作業が困難なのは18cm駆動ディスク耕区>15cmロータリ耕区>15cm駆動ディスク耕区=12cmロータリ耕区>12cm駆動ディスク耕区の順であり、その理由は、歩行が困難で田植機のハンドルが左右にとられやすいことであった。

この試験における耕深の異なる水田の機械移植作業は、耕土が深くなるにつれて田植機がスリップし、株間の狭まりおよび植付姿勢の乱れに反映されると推察される。しかし、本試験における耕深の範囲では、田植機のすべり率は15%以下で、株間が設定値よりも広いことから、歩行型田植機が十分適応できるものと考えられる。また、移植作業における田植機の直進性は、条間の変異係数にみられるように耕土が深くなるにつれて悪化した。この結果は駆動ディスクで耕起した水田は耕盤に凹凸が残り、田植機の走行性が悪化するという従来の知見²⁾と、本試験における18cm駆動ディスク耕区では一致する。しかし、この試験における田植機の直進性・作業の難易度およびオペレータの作業強度を駆動ディスク耕区とロータリ耕区で検討すると、耕起作業の方法よりも、耕深の影響が大きいと考えられる。したがって、耕土が深くなるとオペレータの歩行が困難になり作業中の歩数が増加すると同時に田植機のハンドルがとられやすくなるため、操作に力を必要とし作業強度が大きくなり、心拍数の増加に反映されたものと推察

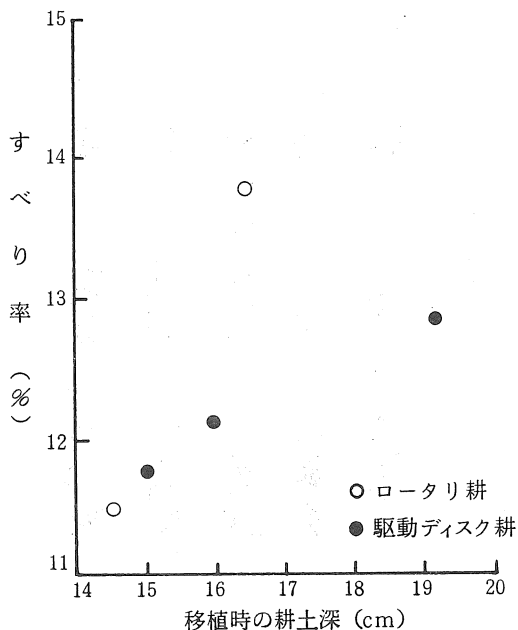


図2 耕土深と田植機のすべり率

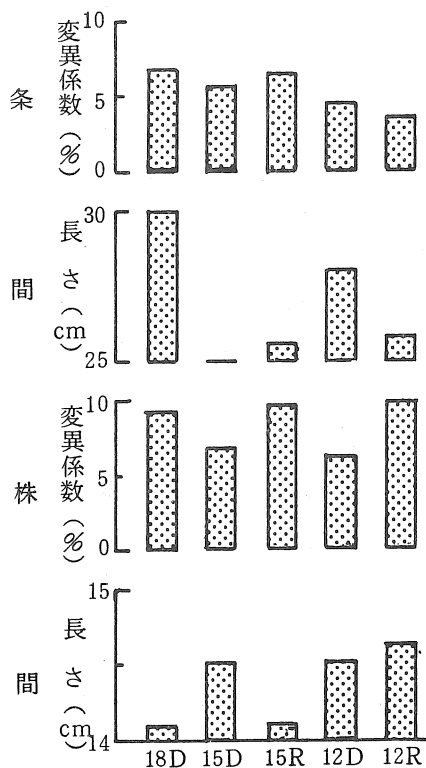


図3 耕深と移植時の条間・株間

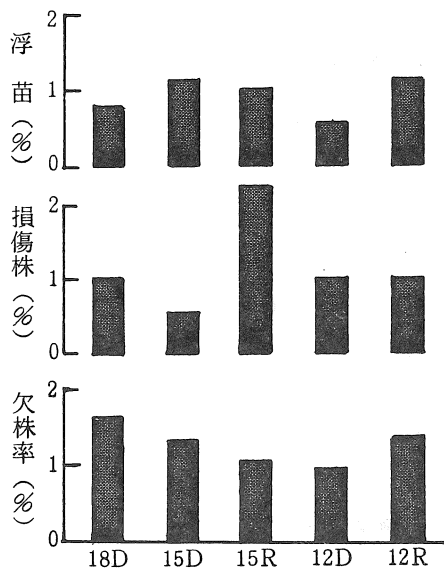


図4 耕深と移植精度

される。

以上のことから、水田の標準的な耕深とされる15cm程度のは場では、歩行型4条田植機による移植作業は、オペレータの負担は増加するが、移植作業精度は実用上問題ないと考えられる。

4 引用文献

- 1) 福島県農業試験場 土壤保全対策事業土壤環境対策調査成績書 1979～1983
- 2) 山形県立農業試験場機械土木部 昭和59年度農業機械に関する試験成績書 1984

43 - 46

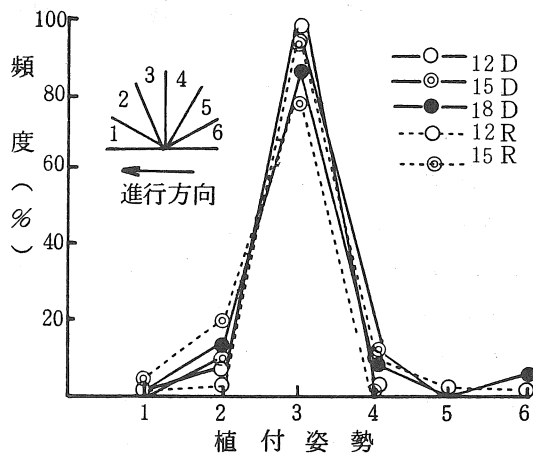


図5 耕深と植付姿勢

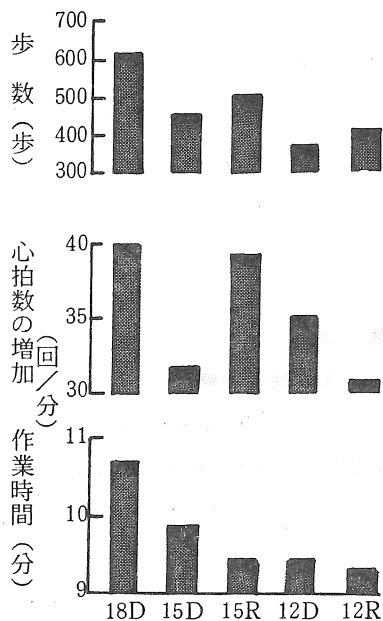


図6 耕深と作業時間およびオペレータの影響

注) 51.5 m × 4 行程の作業

農業機械による牧草地の踏圧に関する研究

— 重粘土ホ場における踏圧実験 —

秋田農業短大 小林由喜也・伊藤寛治・杉本清治

1 はじめに

農業機械によるホ場踏圧については古くから注目され、畑地における畦間踏圧などについて研究されてきた。また、トラクタ走行時の土壌圧縮機構に関する研究例も多い。牧草地（採草地）の場合、作物茎葉の上を機械が走行することに加え、利用機械の種類、走行回数も多く、しかも、最近では機械の大型化が著しい。したがって、踏圧の影響という観点からは、畑地に比べ悪条件下にあると考えられるが、実態は定かでない。特に、八郎瀧干拓地のような排水不良の重粘土ホ場の場合、踏圧による滞水などが懸念される。そこで、実態解明の第一段階として牧草地にモデル的な踏圧を施した試験区を設け、土壌の物理性、牧草の生育状況について調査した。

2 実験方法

1) 供試牧草地と試験区

昭和53年、54年秋に更新造成した八郎瀧干拓地内の採草地の一部に機械の進入を制限し、翌年（54、55年）試験区を設けた。詳細は表1のとおりである。

一試験区の大きさは10m×3mを標準とし、

表1 試験ホ場の草種と造成・踏圧時期

試験区名	造成年月	草種	踏圧年月日	踏圧時 土壌水分	備考
A区	53.9	オーチャードグラス ハイブリッドライグラス トールフェスク レッドクローバ	54.6.13	79%	イネ科+マメ科の混播
B区	53.9		54.9.9	86%	"
C区	53.9		55.7.26	75%	"
D区	54.9	オーチャードグラス, ハイブリッドライグラス, トールフェスク	55.6.1	65%	イネ科のみ
E区	55.5	D区草種+レッドクローバ+ホワイトクローバ	55.8.26	48%	黒ボク実験土槽

各試験区の間約2mの無踏圧部分を設けた。

踏圧はトラクタ(54年; MF135, 55年; FIAT540)を用い、車輪幅ずつ移動しながら行った。前後輪各1回通過を踏圧1回とし、走行速度をH(54年; 2.0, 55年; 3.7m/s), L(54年; 0.4, 55年; 0.9m/s)に変えて踏圧した。

2) 調査項目

各試験区を2分し、各々、土壌調査用、生育調査用とした。土壌調査は、深さ別に三相分布、土壌硬度(TN-4型)、透水性係数(変水位法)について各区3~5点ずつ調査した。

生育調査は、草丈(各区20点)、草高(各区6点)の経時変化、収量(各区1m×1m3点、または、全面刈り)、根の分布(25cm×25cm×30cmの土塊採取後、5cm毎に水流い)について行った。

3 結果と考察

1) 踏圧区の土壌物理性

踏圧時の土壌含水比を表1に示す。三相分布はE区を除き、固相、液相、気相が各々31~35%、54~58%、5~19%の範囲であった。

踏圧前後の土壌硬度の変化は図1、2のよう

に差があり、土壌圧縮する場合の最適含水比¹⁾が供試ホ場の場合、70~80%に存在することがわかった。踏圧回数との関係について見ると、4回、8回でほとんど変わらず、少ない踏圧回数で一定の硬度に飽和する傾向が見られた。また、走行速度を変えた場合、図1に示すように、H-4回踏圧で土壌硬度の増加が小さく、踏圧回数が少ない範囲では走行速度による違いがあるものと推察された。

踏圧後の三相分布について、無踏圧区との比

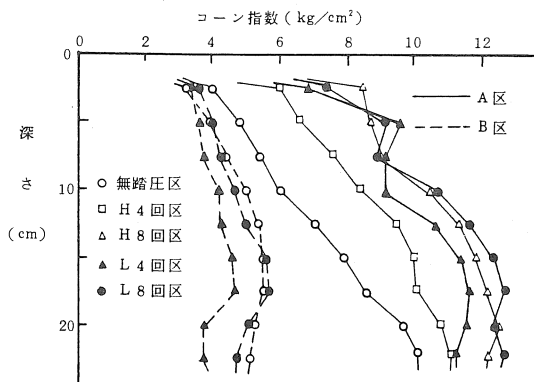


図1 踏圧直前・直後の土壌硬度

を図3に示すが、気相が減少し、固相、液相は若干増加した。透水係数については、0-10cmの表層で明らかに透水性が低下したが、変化量については変動が大きく、明らかにできなかった。

トラクタ走行時の土壌圧縮については、石井ら²⁾が火山灰土壌を対象に詳細な実験を行っており、本実験の結果もほぼ同様の傾向であった。

次に、土壌硬度の経時変化の例を図4、5に示す。前年度踏圧し、その後人手管理をした場

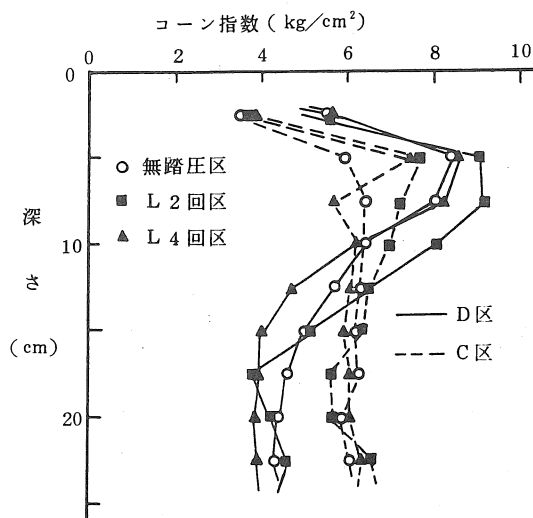


図2 踏圧直前・直後の土壌硬度

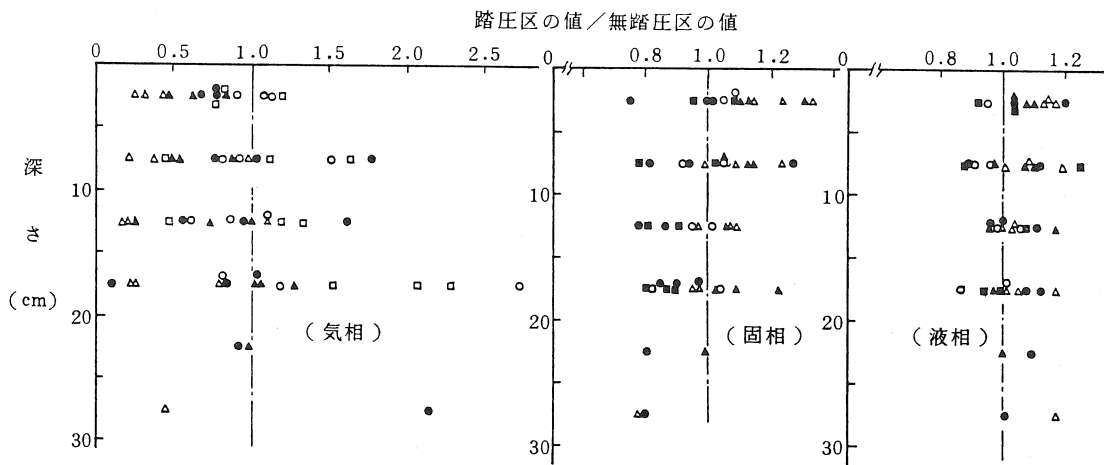


図3 踏圧区と無踏圧区の三相分布の比

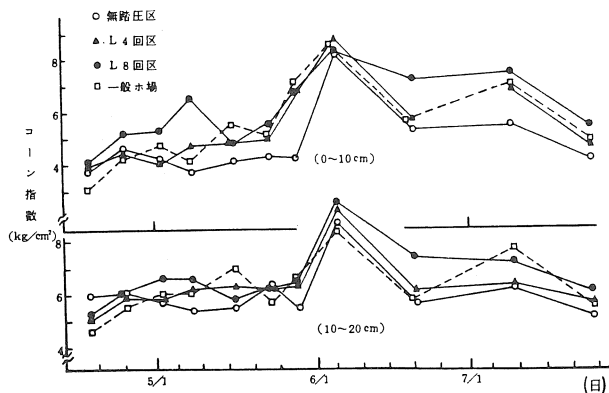


図4 踏圧ホ場における土壤硬度の経時変化 (A区・昭和55年)

合でも、踏圧区の土壤硬度は無踏圧区に比べ高く推移し、特に表層(0-10cm)では1~2 kg/cm² 高い。また、踏圧回数が2~8回と異っても大きな差はなかった。図に隣接した一般ホ場(機械収穫ホ場)の土壤硬度も示したが、踏圧区とほぼ同じレベルであった。

以上のように、踏圧により土壤の物理性が大きく変わる範囲は、深さ10cm程度までであるといえる。重粘土ホ場における表層の土壤理化学性が牧草の生育にどのような影響を及ぼすかについては今後の課題であるが、実験を通して踏圧による排水不良に起因すると思われるホ場滞水が目目された。

2) 踏圧区の牧草生育

踏圧区における牧草の生育状況について見ると、A、B、C、E区の草丈は、いずれも踏圧区が無踏圧区に比べ10~20%小さく、草高についても同様な傾向であった(図6, 7, 8, 9)。また、踏圧回数が多いほど無踏圧区との差は大きい。しかし、走行速度による違いは余り見られなかった。しかし、D区については踏圧区、無踏圧区との差がなく、踏圧時の土壤条件の違いによるものか、その他の要因(施肥の不均一など)によるものか確認できなかった。

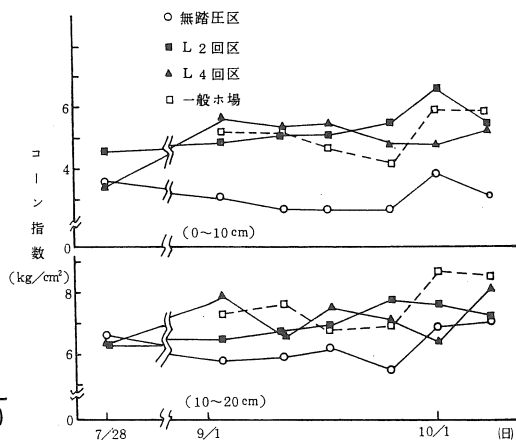


図5 踏圧ホ場における土壤硬度の経時変化 (C区・昭和55年)

次に、図10に踏圧区の乾物収量を示したが、草丈同様踏圧の影響が見られ、強度の踏圧区では30%もの収量低下があった。図10-C区の3番草の収量に示されるように、わずか4回程度の踏圧でもマメ科(レッドクローバ)の収量は激減した。このことは図11に示した踏圧区の根分布からも確認できた。即ち、踏圧区の全根量は無踏圧区に比べ60~80%に減少するが、特に0-5cmの減少率が大きく、マメ科のように、表層に多くの根群を持つ牧草は踏圧の影響を受けやすいことを示している。

本実験では、一度踏圧した試験区をその後人手管理した後の収量も調査したが、図10-B区のように半年後であっても踏圧区の収量は無踏圧区に比べ若干少ないが、踏圧後の収量ほどの差はない。また、マメ科については半年後には、収量の40%を占めるまでに再生繁茂し、土壤条件の悪化だけが牧草生育不良の原因でないことが考えられた。

以上のように、踏圧程度と牧草生育状況の関係は、土壤の物理性の悪化(土壤硬度の増大、気相の減少、透水性の低下)と踏圧程度との関係とよく符号するが、踏圧区の生育不良の原因は土壤条件の悪化のみではなく、刈取り後の牧草がタイヤ等により物理的な損傷を受け、回復に

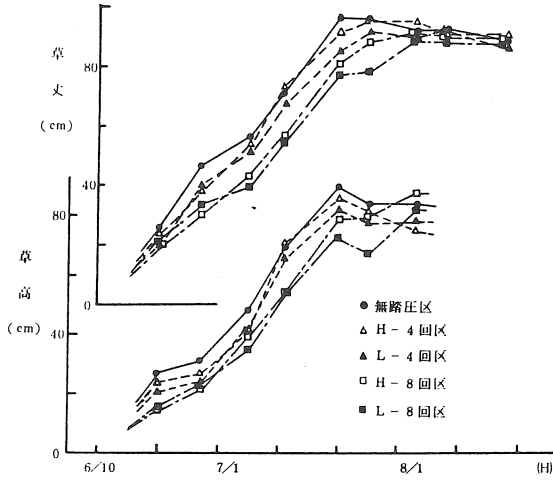


図6 踏圧区の草丈・草高 (A区・昭和54年)

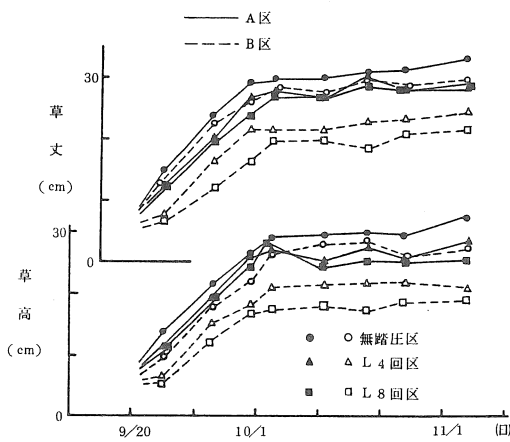


図7 踏圧区の草丈・草高 (A・B区・昭和54年)

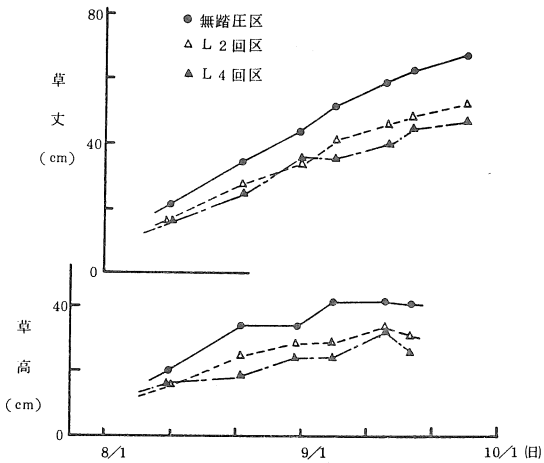


図8 踏圧区の草丈・草高 (C区・昭和55年)

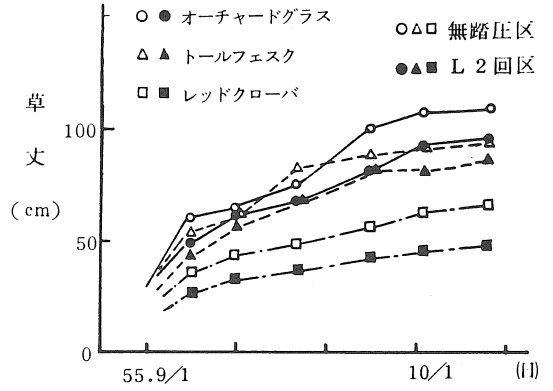


図9 踏圧区の草丈 (E区：ただしクローバは草高)

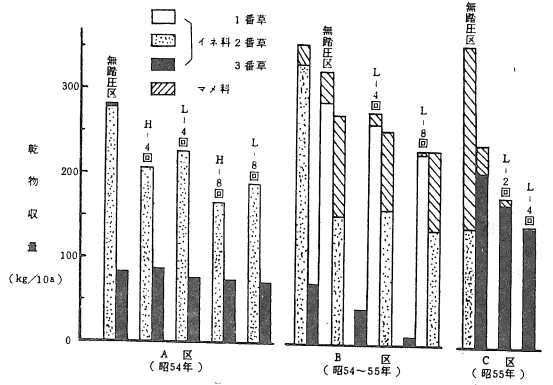


図10 踏圧区の牧草収量

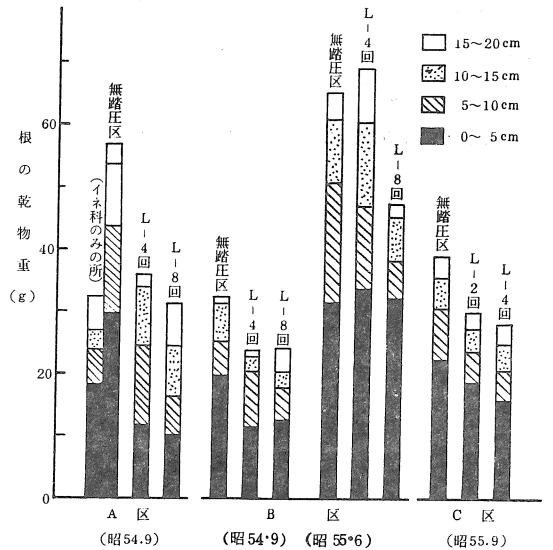


図11 踏圧区の根分布 (25cm×25cm×5cm内の根量)

時間を要することによる生育遅延も大きな要因と考えられる。前述したマメ科牧草の再生繁茂の例もそのことを暗示しており、また、図7のA区（半年前に踏圧後人手管理）とB区（造成後人手管理し、翌年9月に踏圧）の草丈の差も2番草刈取り後踏圧による物理的な損傷を受けたかどうかによる違いと考えられる。ここで、長期間更新しない牧草地について考えると、土壌物理性の悪化の程度は造成後初期の段階で一定の状態に飽和すると考えると、その後の機械走行による踏圧の影響は、牧草の受ける物理的な損傷による影響が大きい可能性がある。ちなみに、秋山ら³⁾は、牛の蹄で被圧された牧草の光合成能力が回復するのにかなりの時間を要すると指摘している。

4 おわりに

秋田県八郎潟干拓地内の重粘土の牧草地におけるモデル的な踏圧実験の結果、トラクタ単体による2～4回程度の踏圧でも牧草の生育が阻害されることが確認された。

今回の実験は、踏圧ホ場における牧草生育状況等の現象面のみ調査したものであり、踏圧された土壌の理化学性と牧草生育との関係等については今後の課題であるが、牧草の生育が阻害される主たる原因として次の二つが考えられた。

一つは、踏圧時タイヤ等により牧草が物理的な損傷を受け、回復に時間を要すること。いま一つは、踏圧により、深さ10cmまでの土壌条件が悪化することである。

実際のホ場で、踏圧による収量低下がどの程度になるか興味深い問題であるが、そのためにはホ場内の踏圧分布を知る必要があり、また、踏圧されない地点がホ場内に散在する場合、そこに生育する牧草の補償作用も考えられることから、これらの点についても検討が必要となろう。

ちなみに、本実験を行うにあたり、標準的な機械収穫体系を想定した時の踏圧回数分布を計算機で推定した結果、年3回収穫を行うとしてホ場内の各地点は平均4回程度（最大12回）の踏圧を受けると考えられた。これらの詳細については別の機会に報告したい。

参考文献

- 1) 石井和夫・徳永美治（1971）：土壌圧縮に及ぼすトラクタ走行の影響，第4報・土肥誌 42（12）447－452
- 2) 石井和夫・徳永美治（1972）：土壌圧縮に及ぼすトラクタ走行の影響，第5報・土肥誌 43（1）1－7
- 3) 秋山侃・久保祐雄（1978）：草地における蹄傷・草地試験場報告 第12号 23－29

稲わらの解繊とアンモニア処理とによる飼料化研究

岩手大学 清水 浩・片平 寛・佐藤勝彦

1 まえがき

自給飼料の比率拡大は、わが国農業における畜産と耕種との両面での、目下の最大の課題であると思われる。この課題の達成が農業粗生産額を増大し、かつ、畜産の生産費を低減する途に連がるとみられるからである。しかるに、稲わらの飼料としての利用は16%位に止っていて、十分に活用されているとは言えない。稲わらは主に土壤還元されている現状であるが、そうするためにも、飼料とした後の糞尿を堆肥化して施用する方が良策であるから、稲わらの飼料化の促進こそが重要であるとみられる。

稲わらの飼料化の比率が低迷している原因は、稲わらの飼料価値が低いためと思われる。畜産における生産効率の向上のためには、栄養価に富む飼料が求められるので、稲わらの利用量は限定される。一方、利用価値が低いために、稲わらの収集は疎かにされ、敷料にする稲わらすら不足する現状にある。つまり、稲わらに価値が増せば、収集も進展するとみられるのである。よって、稲わらへの加工処理によって、その栄養摂取量を増大し、その価値を高める研究こそが、重要であると判断した。

この報文は、稲わらを繊維方向に細長く破碎し（解繊と呼ぶ）、露出表面積を増加する操作によって、それ自体で可消化養分量を増加せんと期待し、かつ、解繊によってアンモニア処理効果の増大が期待できないかと意図して行った研究についてである。そもそもは、解繊操作を省エネルギーに、かつ、効果的に行う目的の研究として、農林水産省技術会議から1982～84年度の間の特別試験研究補助金を得て行った成

果の内の、該当部分についての報告である。消化率、可消化養分量等の測定については、岩手大学畜産学科近藤富美雄教授および農林水産省東北農試草部地筋原信男室長（現北海道農試）の協力を得た。記して謝意を表する。

2 研究方法

稲わらの解繊には、剪定枝等の破碎用として既存するハンマーミル（山本式C P - 30型）を当初は用いた。その受網・主軸回転数・原料供給量・受刃の有無などを変化させて、処理物の解繊の度合とエネルギー効率とを求めた。1984年度には、研究結果を集約した独自の解繊機を設計試作し、それを対象にして同様の条件変化で試験した。

図1にはその開発機の構造を示す。軸流式であり、投入口から供給された原料は、らせん式に設けたハンマーで軸方向へ流動しつつ解繊され、処理物は順次に受網A、Bから排出され、閉回路粉碎の原理が適用されて、最終には末端の大穴から排出される。抵抗板はハンマーとの間の摩擦力を増加して解繊を促進する意図で、摩擦面に凹凸を設けるなど各種を試験した。

解繊の度合は、原料稲わらに対する処理物の

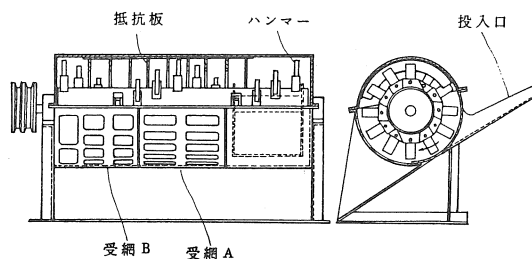


図1 開発した解繊機の構造

表面積増加率 α 、および、繊維方向と繊維を切断する方向との表面積の比率 β とを持って、下式のように数量表示できるようにした。

$$\alpha = (A + S + A_0 + S_0) / (A_0 + S_0) \quad \dots(1)$$

$$\beta = (S + S_0) / (A + A_0)$$

但し、A：繊維を切断する方向の表面積

S：繊維方向の表面積

添字0は初期値、なしは増加量を示す。

表面積増加量AおよびSの算出法とその基礎値の測定法については、既報した¹⁾。また、エネルギー効率 η は、処理量当りの機械の実際の消費エネルギーと、表面積増加量(A+S)のための真の必要エネルギー量との比として求めた。これも、上記の既報に示した。

なお、図1の開発機は、必要な α と β を達成し、かつ、 η を向上する目的で試作して、既存機よりはかなり改善効果が認められつつある。しかし、より一層に改善すべく部分改造と試験

とを続行中であり、後に報告する予定である。本報文には、解繊によって稲わらの飼料的価値がどの程度に改善されるかに主眼を置いた部分を、解繊の度合 α 、 β との関係で報告した。

3 栄養摂取量改善効果の検証

(1) 人工消化率試験結果(1982)

人工ルーメン法によるインビトロ乾物消化率(IVDMD)法により、稲わらの解繊とNH₃処理とによる栄養摂取量改善効果を検証した。測定は、1982年度、岩手大学農学部畜産学科近藤富美雄教授に依託し、原料稲わらの異種の解繊稲わらとを提供して、実施した。

測定は、解繊操作のみの効果と、解繊とNH₃処理とを組合せた効果の、2段階で行った。結果を合せて、表1に示す。

IVDMD値は、通常、粉碎した試料を用いるのだが、解繊の効果をみるために、表の上段部

は5mmに切断した試料を供した値である。

表の下段は、その必要がないのでNH₃処理後に粉碎して供試した。無処理稲わらに差のあるのは、その為とみられる。NH₃処理は、試料乾物当りにNH₃を2.5%、H₂Oを30%加え、45℃で5日間、密封容器内で処理した値である。その際、無解繊稲わらは約3cmに切断し、解繊稲わらはそのままで供試した。解繊状態は2種おのの表末に並示するよう

表1 人工消化率(IVDMD)試験(1982)の結果

	IVDMD(%)	PH	TOTAL VFA (mM/100ml)	VFA (mol %)		
				C ₂	C ₃	C ₄
稲わら	36.2 ± 0.6 (100)	7.61 ± 0.10	5.85 ± 0.16	46.3	48.9	4.8
精解繊稲わら	45.7 ± 0.5 (126)	7.80 ± 0.07	6.28 ± 0.18	53.7	38.3	8.0
粗解繊稲わら	45.6 ± 4.2 (125)	7.66 ± 0.08	6.75 ± 0.11	52.3	39.7	8.1
無処理稲わら	42.8 ± 1.3 (100)	7.05 ± 0.03	7.33 ± 0.28	42.2	48.6	9.2
NH ₃ 処理 稲わら	47.7 ± 2.9 (111)	7.09 ± 0.10	8.51 ± 0.10	51.6	41.3	7.1
NH ₃ 処理 精解繊稲わら	57.4 ± 1.5 (134)	7.04 ± 0.10	8.27 ± 0.58	41.8	51.4	6.8
NH ₃ 処理 粗解繊稲わら	57.3 ± 2.4 (134)	7.06 ± 0.04	9.45 ± 0.17	46.7	45.1	8.2

注 1) () 内 IVDMDの相対値

	水分(%)	乾物中(%)				
		粗蛋白質	粗脂肪	NDF	粗繊維	粗灰分
供試稲わら	8.12	4.45	0.96	42.52	34.10	17.97

注 2) 粗解繊は $\alpha = 7.2$ 、 $\beta = 50.9$ 、精解繊は $\alpha = 12.5$ 、 $\beta = 68.4$

であった。また、供試稲わらの栄養組成は、同表下段に添付するようであった。

表示のように、解繊操作のみでも IVDMD 値はやや改善されるが、解繊してNH₃処理した時は大幅に改善され、解繊せずにNH₃処理した時と大きな差異を示すことが分った。解繊度の差は、この2種間では有為差を示さなかった。

(2) 動物による消化試験結果(1983)

上記の人工消化試験結果を踏まえ、1983年度、東北農試草地部草地第4研究室(室長・箭原信

男)の協力を得て、動物による消化試験を実施した。1群4頭の去勢成羊3群計12頭を代謝試験ケージに収容し、粗砕アルファルファキューブを400g/日頭補給しながら、予備期8日以上、本試験6日とする全糞採集法によった。

試験結果は表2に示すようであった。供試稲わらと補給アルファルファの栄養成分組成は表下に並示するようであった。なお、稲わらのそれはNH₃処理しない第1,2区の平均値である。また、NH₃処理法は後掲(3)項へ並示した。

表2 動物による消化試験結果(1983)

		第1区 粗解繊成形	第2区 精解繊成形	第3区 粗解繊NH ₃	補給アルファル ファキューブ
水分(給与時)		13.0	16.5	12.0	9.1
消化率 (めん羊4頭 平均,%)	乾物	46.2 ± 0.8	49.1 ± 0.5	54.2 ± 0.6	57.5
	有機物	50.7 ± 1.1	53.5 ± 0.7	59.6 ± 0.9	61.5
	粗蛋白質	23.4 ± 2.8	32.5 ± 0.8	50.6 ± 1.6	74.0
	粗脂肪	25.1 ± 7.0	26.5 ± 5.0	32.1 ± 2.8	36.0
	N D F	45.8 ± 1.3	51.0 ± 0.3	62.4 ± 1.2	53.0
	セルロース	55.0 ± 1.5	58.8 ± 0.7	69.2 ± 1.9	60.0
ヘミセルロース		43.2 ± 1.8	46.7 ± 0.6	62.9 ± 2.0	63.0
栄養価 (%, DM)	D C P	0.9	1.3	5.0	14.6
	T D N	41.6	44.0	49.0	56.8

成分組成(%)	有機物	粗蛋白質	粗脂肪	NDF	セルロース	ヘミセルロース	リグニン	粗珪酸
供試稲わら	81.2	4.0	1.6	62.1	35.3	25.0	3.8	13.2
補給アルファルファ	89.3	19.7	2.3	44.1	26.0	10.0	8.1	5.3

注) 粗解繊は $\alpha = 4.98$, $\beta = 54.29$, 精解繊は $\alpha = 7.42$, $\beta = 51.58$

表3 動物による消化試験結果(1984)

成分別	処理区別	NH ₃ 2%添加処理稲わら		
		第1区無解繊	第2区粗解繊	第3区精解繊
水分(給与時)		15.9	18.9	21.6
消化率 (めん羊4頭 平均,%)	乾物	55.3	56.4	55.5
	有機物	61.2	61.5	61.5
	粗蛋白質	38.0	37.6	37.5
	粗脂肪	55.8	56.3	55.3
	N D F	67.4	67.8	66.8
	セルロース	76.1	75.6	72.4
ヘミセルロース		68.0	68.6	68.9
栄養価 (%, DM)	D C P	3.6	3.5	3.5
	T D N	52.9	53.2	53.1

成分組成(%)	有機物	粗蛋白質	粗脂肪	NDF	セルロース	ヘミセルロース	リグニン	粗珪酸
供試稲わら (NH ₃ 処理後)	83.7	9.4	1.4	67.5	39.4	23.5	4.8	11.6

注) 無解繊は約3cm長, 粗解繊は $\alpha = 7.44$, $\beta = 78.1$, 精解繊は $\alpha = 8.98$, $\beta = 64.2$

表示のように、1, 2, 3 区の順に栄養摂取量の改善が認められた。3 区のみ試験なので、無処理稲わらの値が採れず、基準値がないが、解繊およびそのNH₃処理の効果が確認できたものとみられた。

(3) 動物による消化試験結果 (1984)

これまでの試験結果から、単なる解繊のみよりも、解繊してNH₃処理する複合効果が大きいものと判断できたようなので、それを確認する目的で試験設計し、箭原研究室の協力を得て、前年同様に実施した。

結果は表3に示すようであった。補給アルファルファは前年と同一であるため、表から略した。表下の供試稲わらの栄養組成は、NH₃処理後の3区の平均値であり、3区間の差異は少なかった。

表示のように、試験結果は3区共に非常に良く、前年の解繊稲わらのNH₃処理(第3区)の結果をも大きく上廻った。補給に供したアルファルファキューブのTDN値に匹敵するなどの値を示した(表2と対比)。この結果から、解繊しない切断稲わらでも、解繊した稲わらでも、NH₃処理した場合には差異なく改善できるとする評価も生じた。

NH₃処理方法は、1983年度の表2の試験では、29%NH₃液を稲わらとの乾物比で2%、ビニール袋内の試料へ添加して密封し、太陽光下での保温状態で2週間反応させた。その間、ときどき上下を反転させた。1984年度でも同一方法を採用する予定で、

封入したビニール袋をグリーンハウス内へ一段に列べたが、事情で次の試験期まで放置され、結局、ハウス内へ86日間、その後のハウス外での密封保蔵を合せて合計121日間(17.3週間)反応させたこととなった。表3の結果は、このように異常に長期間反応させた場合の値であり、その条件では、切断稲わらでも同等に改善されることを示すと理解すべきであろう。

(4) NH₃処理条件別の人工消化試験 (1984)

上項の動物試験が処理日数の影響を受けたとみられたので、急拠、岩大・近藤教授へ依頼して、人工消化試験による検証を試みた。(1)項と同一手法により、切断稲わらと解繊稲わらとを、おのおの25℃下と45℃下とで密封保蔵し、経過日数別のIVDMD値を求めた。結果を表4へ示した。供試稲わらの栄養組成と解繊度を表下へ並示した。

表示のように、切断稲わらと解繊稲わら共に、処理後日数と共にIVDMD値が増加する傾向にあった。高温条件ではその増加が顕著であった。試験結果では限界値が究明できていないが、解繊稲わらは常に切断稲わらよりも優位にあった。

表4 NH₃処理条件別の人工消化率 (IVDMD) 試験結果 (1984)
IVDMD値 (%)

処理温度		種別 無処理 後日数	IVDMD値 (%)				
			切断稲わら	解繊稲わら			
			45.3 ± 1.0(100)	46.2 ± 0.4(100)			
25℃	1 (日)		45.6 ± 1.9(101)	50.6 ± 1.1(112)			
	10		57.2 ± 1.2(126)	54.5 ± 0.2(120)			
	20		58.2 ± 0.5(128)	57.9 ± 0.9(128)			
	30		60.9 ± 0.9(134)	62.9 ± 2.7(139)			
45℃	1 (日)		53.4 ± 0.7(118)	56.2 ± 1.0(124)			
	3		56.9 ± 1.1(126)	59.2 ± 0.9(131)			
	5		57.8 ± 0.9(128)	60.1 ± 1.6(133)			
成分組成		乾物中 (%)					
		水分 (%)	粗蛋白質	粗脂肪	NDF	粗繊維	粗灰分
稲ワラ		11.46	4.63	1.68	46.73	31.85	15.11
解繊稲ワラ		9.36	4.34	1.58	49.78	29.67	14.63

注) 解繊稲わらは $\alpha = 4.72$, $\beta = 59.15$

(5) 総括

以上の4種の試験結果を総括して考察する。

稲わらの差異(栄養組成など), NH_3 処理後日数, 温度などによって, 消化率改善の効果は微妙に相違するようで, 結果は単純化し難いようであった。また, 消化率測定値にも偏差があって, 厳密には対比し難いようであった。さらに, 3区の限定された動物試験では十分な比較をなし難かった憂いがあった。しかし, これらから次のように判断して良いように思えた。

(a) 稲わらへの NH_3 処理の効果は大きかった。 NH_3 処理によってリグニンが分解され, 粗繊維などの消化率が向上する結果であるといわれる。十分な NH_3 処理によっては, 稲わらは良質牧草に匹敵する可消化養分量を持つようになることが, 明らかになった。

(b) 十分な NH_3 処理効果を発揮させるために, 解繊操作は有効な方法の1つとみて良いようであった。ただし, 解繊の程度(α , β 値)は, 供試の範囲では有為差がなかったようである。

(c) 解繊しない切断稲わらでも, 十分な処理日数と温度とをもって NH_3 処理すれば, 良い効果が発揮されるようであった。解繊した稲わらでは相対して処理日数と温度との条件を緩和し, つまり, 解繊操作は NH_3 処理を簡易化する効果を持つものとみられた。

(d) 解繊のみで NH_3 処理しない場合でも, 消化率改善効果が若干は認められるようであったが, それはわずかなようであった。稲わらを飼料とするには, NH_3 処理を伴う操作が有効であるとみられた。

4 解繊による圧縮成形性改善効果の検証

切断稲わらを圧縮して成形状態を保たしめるには, 基礎値として 500 kg/cm^2 以上, 実用上で

は $1 \sim 2 \text{ t/cm}^2$ の圧力を要している。解繊した場合には繊維のからみつきが著しく向上するから, 上記より低圧力で成形できると予測された。よって, その効果を検証した。

直径 28.4 mm のシリンダとピストンを用い, 30 t アムスラ万能試験機で圧縮圧力を30秒間保持して, 成形片を作成した。試料には各種解繊度の稲わらを用いた。成形性は, A S A E の規格する Durability Rating 法に準じ, $31 \times 31 \times 46 \text{ cm}$ の網かご内で 13 rpm , 3分間作用し, 成形片の試験後残留重量の比率を持って表示した。

結果を図2に示す。A S A E規格では, 残留割合80%以上で満点と評価するから, 解繊稲わらでは 50 kg/cm^2 以上の圧力で十分に成形できることがわかった。図にはかさ密度 (g/cm^3) を並示したが, かなり粗な状態で成形を保つ

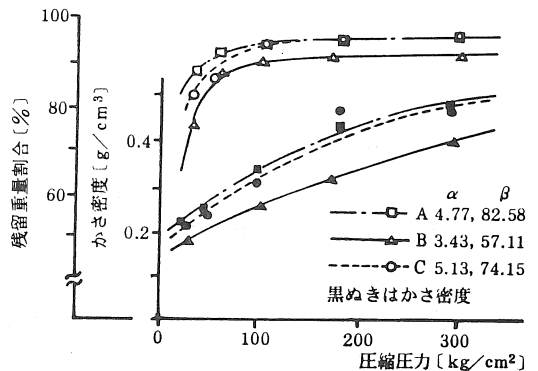


図2 解繊稲わらの圧縮成形性試験結果

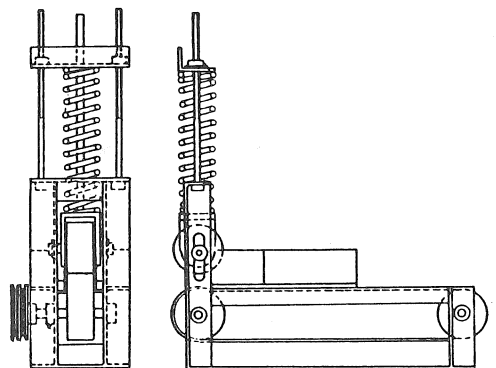


図3 試作したローラ式成形機の構造

ことがわかった。解繊度との関係は、B試料がやや劣るから、相関性があるようにみられた。

既成のプランジャ型圧縮成形機（アクト式）を5.5 kw電動機で駆動して、成形試験を試みた。既成機では解繊稲わらのシリンダへの送りが悪く、手で補助する必要があった。また、摩擦力が微妙に変化するようで、成形ダイの選択が難かしく、成形性が不安定であった。

元来、解繊稲わらが上記の低圧力で成形可能なことは、プランジャ式を必要とせず、ローラ式成形機で可能なことを意味しているとみられた。よって、その試行のため、図3の初歩的試験機を試作した。試験の結果、次の知見を得た。

(a) 送りを円滑にするには、相対する上下2個のローラを共に駆動する必要がある。(b) 圧縮比が大きいために、加圧ローラの直径は充分に大きいことが必要である。(c) 成形後のカッターが必要である。

5 あとがき

稲わらを飼料として活用する目的で、解繊とNH₃処理とについて研究した。充分なNH₃処理によって、稲わらの栄養摂取量は大幅に改善されることが判った。そうであれば、新たに飼料作物を栽培して収穫するための生産費を掛けるよりも、未利用状にある稲わらを収集し加工する方が遥かに安価に省力的に飼料が得られることとなる。稲わらが価値を持つとなれば、現状では放置され勝ちな稲わらの収集にも、熱が入ることとなる。

稲わらの飼料化に解繊が必須の操作だとは報者も断定はしていない。この報文では、解繊によって、NH₃処理後のハウス内等での保蔵日数

が短縮され、従ってハウス専有面積を減少し、保蔵稲わら量を減少できる効果は明らかにできたと思う。別の表現をすれば、限定日数内でのNH₃処理では、解繊によって稲わらのTDN値を増加できると結論して良いようであった。問題は、解繊が切断に較べて、労力上・消費動力上でどの程度の負担増になるかである。この解決は、解繊機の改良開発に拘ることで、目下、別途研究中なので結果に期待して頂きたい。

解繊操作では、塵埃の飛散の激しいことが他のいやな問題である。農機研では、従って、湿状で解繊する方法で研究開発しつつある。筆者は、圃場で乾燥した稲わらを移動しつつ収集し、同時に解繊し、さらに圧縮成形して袋詰めする作業機を想定している。そうであれば、塵埃は苦にならないし、作業の複合化で極く省力的となる。それは、ローラ式成形機と小型小動力の解繊機とが実現すれば、成立できる。コンパクトに袋詰めされた稲わらを、必要に応じてNH₃処理することで、飼料としての活用が進むのではないかと考えている。

以上は筆者の想定である。研究は多面的に活発に進展することが望ましい。この報文がその礎石となりうれば幸である。

参考文献

- 1) 清水浩，木村俊範，片平寛：いねわら解繊についての研究（第1報）—— 解繊度と解繊エネルギー効率との測定法およびそれらの現状，農機学会誌 45（4），1984
- 2) 清水浩：稲わらの有効利用のための解繊方法の改善に関する研究，農林水産業特別試験研究費補助金による研究報告書，昭和57，58，59年度

家畜ふん尿の処理・利用方式に関する研究 (第3報)

— 牧草収穫調製における殺雑草種子法について —

東北農試 川村五郎・岡田 清・花坂昭吾・野口勝可

1 はじめに

乳牛の飼養規模拡大、専門化がすすむ中で家畜ふん尿排泄物も増大し、経営外利用の必要度が年々高まり、その場合高品質で低コストのふん尿生産が強く望まれている。とくに、ふん尿の散布に起因すると言われている雑草種子の拡散、雑草繁茂の防除技術の確立が重要となっている。

そこで筆者らは、ふん尿施用に伴う効果的雑草防除技術の確立を含め、イネ科草地において2, 3番草に優占雑草として多く発生する「ノビエ」を対象に、雑草混入牧草収穫物の飼料価値の向上と、安定的な貯蔵技術の確立を図る目的で、検討をすすめてきたアンモニア処理法による殺雑草種子効果が、極めて高いことが明確になったのでその概要を報告する。

2 試験方法

試験-1: 牧草(オーチャードグラス)3番草の刈取時(昭59, 10/8)に、「ノビエ」の実を採取し、その実を小布袋(ガーゼ)に詰め、表1に示すような処理区を設定した。小布袋を

表1 処理区

項目 區別	処 理 条 件	
	予 乾	アンモニア処理
No. 1	×	×
2	×	○
3	×	○
4	○	○
5※	×	×

注) 試験年次: 1984年10月, 12月

※ 参考区 70℃ 60 hr 風乾

○ 処理, × 無処理

ラウンドベール作業時に牧草と同時に梱包し、堆積被覆密封後アンモニアガスを牧草原物重の2% (例: 堆積原物重1,000 kg, アンモニアガス20 kg) 注入, 約70日密封状態を保持させ、ベール解体時に処理雑草種子の試料をとり出し発芽試験(20~30℃明条件)を行った。

試験-2: ベールサイレージについては貯蔵30日経過後に、サイロの一端を解封し、そこからアンモニア注入ホースを差込み再度密封後、試験-1と同様2%のアンモニアガスを注入した区と、アンモニア無処理区を設け、各々給与時に「ノビエ」の種子を採取し発芽試験を行った。

試験-3: (室内実験) ①アンモニアガス処理; 直径15cmの大型ペトリ皿に10, 5, 2.5, 1%のアンモニア水を10ml注入, その中に雑草種子(メヒシバ, ヒメイヌビエ, イヌビユ, シロザ, オオイヌタデ)を置床した直径9cmのペトリ皿を置き, 大型ペトリ皿の上部をポリエチレンフィルムで密封, 30℃, 10日間加温後, 処理種子を他のペトリ皿に移し30/20℃明条件で発芽試験をした。

②アンモニア水処理; アンモニア水の濃度を10~0.05%の範囲で7段階に区分し, それぞれ雑草種子(試験-3-①と同じ)を9cmのペトリ皿に置床, 30℃10日間加温後, 種子を水洗し別のペトリ皿に置床, 30/20℃明条件で発芽試験をした。

3 試験結果

1) 試験-1

処理別の雑草種子（ヒメイヌビエ）発芽試験結果は図1のとおりである。

すなわちNo.1は雑草種子の予乾，アンモニアいずれも無処理（対照区）では，3反復平均発芽率が55.7%であったのに対し，No.2，3は同条件であるが，予乾をしないでアンモニア処理した場合，No.4は牧草のほ場予乾と同条件で調製（ラウンドベール）直前まで予乾し，アンモニアを処理した場合，いずれの区においても発芽率は0%であった。また，参考区として設定した70℃，60hrの熱風乾燥処理でも約12%の発芽率を示し，乾燥条件では死滅しなかった。

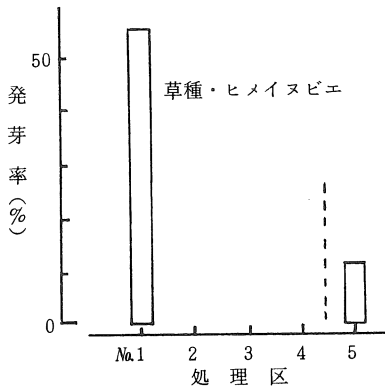


図1 アンモニアガス処理の殺種子効果

2) 試験-2

ラウンドベールによって調製したものをサイレージ化し，アンモニア処理による品質向上，アンモニア無処理の条件で，製品に混入している雑草種子を採取し，発芽試験した結果いずれも発芽は認められなかった。

3) 試験-3

室内実験ではアンモニアガス処理と，アンモニア水処理における供試雑草種の殺種子効果は，図2，3，4，5のとおりである。

アンモニア水から発生するアンモニアガスの殺種子効果は，図2で明らかなように1～10%のアンモニア水処理で，供試した5草種とも全て死滅した。このことは試験-1のラウンドベールによる牧草収穫調製における品質向上を目的としたアンモニアガス処理の混入雑草の殺種子効果を裏付けるものであった。

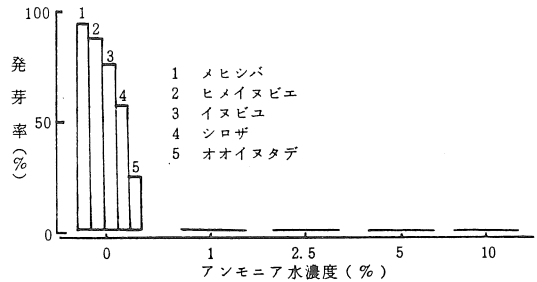


図2 アンモニアガス処理の殺種子効果

次に，直接アンモニア水に雑草種子を浸漬した場合の効果は，図3からアンモニア水濃度0.05～0.1%ではほとんど効果は認められなかったが，0.5～10%の濃度では供試した5草種はすべて死滅した。さらにアンモニア水の限界致死濃度を検知するため，ヒメイヌビエを供試して検討した結果，0.2%では約60%前後の発芽を見，0.3～0.5%では全く発芽が認められなかった（図4）。5草種を対象に0.2～0.35%の範囲での試験では図5のとおり草種間に若干の差が認められるが，0.25%がほぼ限界致死濃度と認められた。

4 考察

牧草地における雑草種子の伝播経路をみたのが図6である。牧草再生初期の段階では，とくに広葉雑草に対する除草剤処理の効果が認められるが，イネ科雑草には現在最適な除草剤の開発がおこなわれている。

収穫調製段階での雑草防除対策として，早期

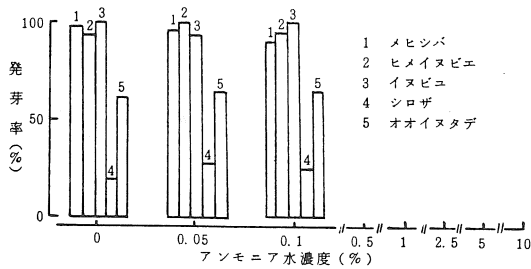


図3 アンモニア水処理の殺種子効果

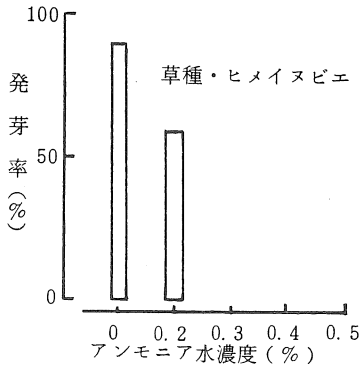


図4 アンモニア水処理の殺種子効果

収穫があげられるが、低収と作業効率低下の問題や、ダイレクト収穫による高水分サイレージ調製では品質不安定や、家畜に対する障害が懸念される等のことから、結局雑草種子混入の牧草乾草なり、水分調整後のサイレージ調製とならざるを得ない。これらが給餌され、家畜ふんとして排泄、雑草種子が堆きゅう肥、スラリー（液状きゅう肥）の中に混入し、ほ場に還元されていくというパターンを、収穫調製時、ふん尿貯溜時の段階で伝播を遮断する殺雑草種子法を開発しようと考えた。

次に、ふん尿施用に伴って雑草がどの程度発生していくかを図7, 8でみた。畑作大豆¹⁾の場合も、牧草地でもふん尿の増量によって雑草量も大となり、とくに牧草（Bほ場）では牧草率が55%まで低下する事例は、本試験の重要性を益々高めるものと云えよう。

以上のような前提で本試験を実施した結果、試験-1, 2から牧草2, 3番草に多発するノ

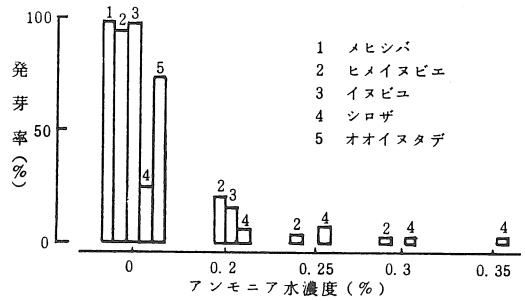


図5 アンモニア水の殺種子効果

ビエ（ヒメイヌビエ）に対して、アンモニア処理（原物重の2%）による殺種子効果が極めて大であることが確認された。他のイネ科、広葉雑草種子についても同様に、試験-3から発芽力が完全に失うことが認められた。

これまでも材料水分65%以上のサイレージ化によって殺雑草種子効果が高く²⁾、調製時期では夏場の調製で効果が高い³⁾等の報告や、低温期の低水分サイレージでは、イネ科、広葉雑草とも発芽力がほとんど低下しない³⁾等の報告もあり、本試験-2では低水分（材料水分約30%）ラウンドバールサイレージの混入種子の場合は、全く発芽を確認されなかった等、サイレージ化による殺雑草種子法には安定性を欠き、今後の検討課題として残される。

一方、牧草の収穫調製は作業の迅速化と省力化が不可欠であり、生産コストを下げる調製法が要求される。アンモニア処理は若干の投資を

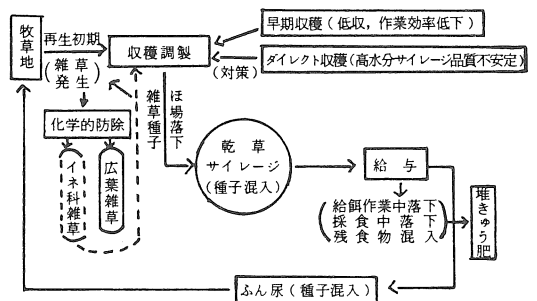


図6 雑草種子の移動経路（模式図）

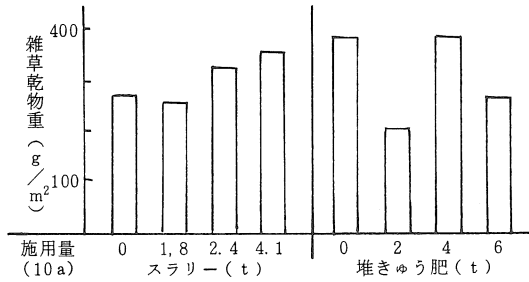


図7 有機物施用による雑草発生量
(1983 加茂ら)

注) 大豆畑 は種後55日目

伴なうが、天候急変時の粗飼料確保と品質向上のための調製法として、アンモニア処理が最適であり、同時にノビエの種子が混入されても殺種子効果が大であるから、収穫調製段階での殺雑草種子法として極めて有効な手段と考えられる。しかし、アンモニア無処理の牧乾草では混入種子が再びは場に伝播されるので、今後はふん尿の一時貯溜槽(ピット)の段階で、試験-3の知見を生かした殺種子法を検討する予定である。

5 要 約

ふん尿散布に起因するとされる雑草種子の拡散、雑草繁茂を防止するため、殺雑草種子法の検討を行った。

牧草収穫調製段階では、品質向上もみられるとされるアンモニアガス処理(原物重の2%注入)が、ノビエ(ヒメイヌビエ)に対する殺種

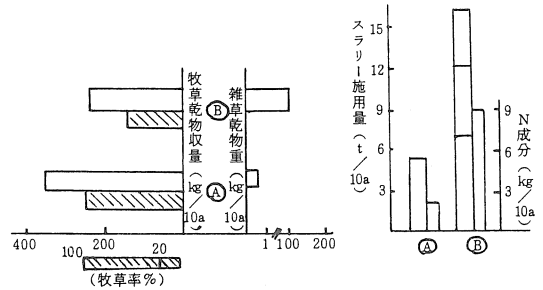


図8 スラリー増量に伴う牧草収量と雑草量

注) ① 牧草(オーチャードグラス)収穫初年目2番草

② 牧草(オーチャードグラス)収穫2年目2番草

子効果が極めて高いことが確認された。また、室内実験においても同様の結果を得た。

今後は、より安定した殺雑草種子法を、ふん貯溜中における処理法を検討する。

参考文献

- 1) 加茂幹男, 故小泉武紀, 吉原 徹, 深澤秀夫(1983): 大豆作における効率的雑草防除法に関する研究 東北農試研報第68号 P 95~112
- 2) 高井慎二, 佐々木泰斗(1969): サイレージの含水率が雑草種子の発芽におよぼす影響 東北農試研究速報10, P 35~38
- 3) 高林 実, 窪田哲夫, 阿部 林(1978): 牛の採食による雑草種子の伝播に関する研究, 農事試研報27, P 69~71

テーパ溝による粒厚選別の基礎試験

山形大学農学部 赤瀬 章・土屋功位

1 緒言

現在市販されている回転米選機（横型¹⁾,縦型²⁾及びテストグレーダ³⁾,ロータップシェーカー³⁾は玄米粒とスリットのはめあいによって粒厚選別をしている。それらは一度に比較的多量の粒を供給するものであり、粒がスリットに遭遇する確率は低い。更にスリットに到達したとしても粒の姿勢や他の粒による干渉により選別される確率も低い。そのため選別期間を長くすることによって選別精度を上げている。

そこで本報では観点を変えて玄米1粒を対象にし、確実に選別作用を受けるテーパ溝を利用した粒厚選別の基礎試験を行った。即ちガラス

板2枚でテーパ溝を作り、その間に粒を供給し重力落下させ、その静止位置を調べることによって粒厚を知る。更に連続選別を可能にするために、テーパ溝を有する円板を回転させた。

2 実験装置及び方法

(1) ガラス板粒厚選別装置

製作したガラス板粒厚選別装置を図1に示す。これは厚さ5mm、50cm平方のガラス板2枚を垂直に立て、上端部の間隙を5mmに、下端部のそれを0mmにしたものである。従ってそのテーパは1/100になる。1粒の玄米をガラス板の間隙に上方から供給すると、自由落下し粒の最少寸法（厚さ）とガラス間隙が一致した所で静止する。ガラス板の下からの距離とテーパから粒の厚さがわかる。

(2) テーパ溝付き円板粒厚選別装置

テーパ溝による粒厚選別作業を連続化するために、テーパ溝付き円板を製作した。図2に円板の断面図を示す。上図は設計段階のものであ

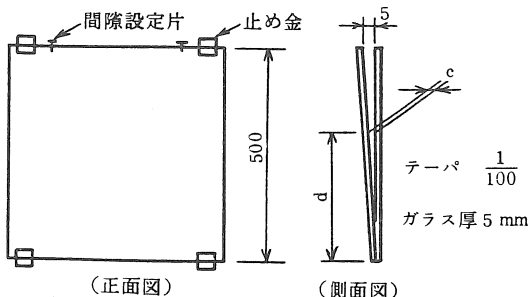


図1 ガラス板粒厚選別装置

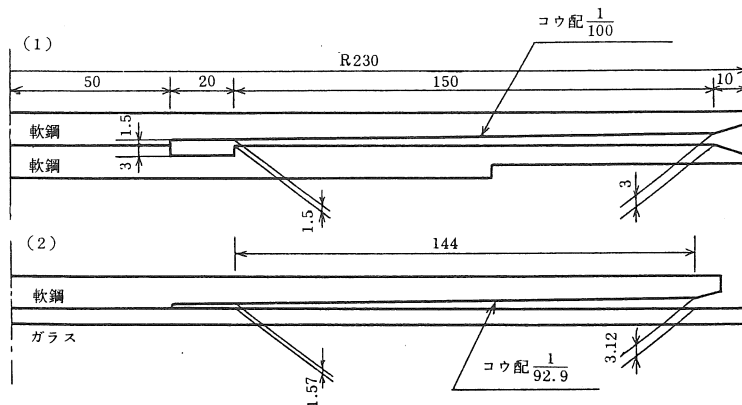


図2 テーパ溝付き円板（断面図）

- (1) 設計
- (2) 実際に使った円板

り、加工上2枚の軟鋼板にし、一方のみに1/100の勾配を付けた。間隙を玄米、小麦、大麦をカバーできるように1.5mmから3mmにした。2枚の軟鋼製円板を製作したが、実際に使用したのは図2下図のように勾配付き軟鋼製円盤とガラス板である。軟鋼製勾配なしの平板を使用しなかった理由は(1)製作した勾配なしの平板の加工精度が悪かった。(平面度、表面あらさが不十分であった。)(2)ガラス板の平面度、表面あらさがすぐれている。玄米との摩擦係数も小である。(3)ガラス板は透明で選別状態がよくわかる。分離点(大粒回収板先端位置)(後述)が直接チェックできる。

製作したテーパ付き円板粒厚選別装置を図3に示す。①の漏斗より玄米を供給すると①の回収板により大粒は大粒皿に入り、小粒は下方の回収板により回収される。分離点(大粒回収板先端位置)の設定は目盛板で行う。

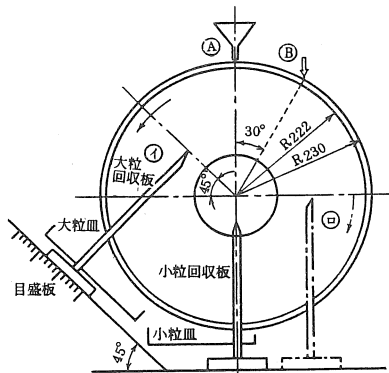


図3 テーパ溝付き円板粒厚選別装置(但し③は逆回転の場合)

3 実験結果及び考察

(1) ガラス板粒厚選別

ガラス板粒厚選別装置におけるガラス板下端からの距離とガラス板間隙の関係を図4に示す。間隙をブロックゲージで測定した結果、設計値(破線)との間に僅かのズレがあった。これは図1の止め金の影響と思われる。校正曲線は

$c = 0.01034d + 0.072$ となった。

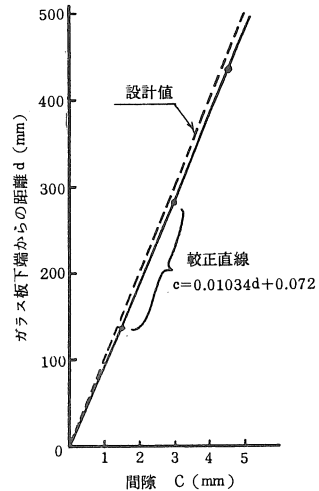


図4 ガラス板下端からの距離と間隙の関係(ブロックゲージによる)

ガラス板粒厚選別装置による粒厚測定の結果を図5に示す。これは装置に同一粒を10回反覆供給してガラス下端からの距離をはかり粒厚(X)を算出し、10回中の最小値(Xmin)との差(X-Xmin)の出現確率を求めたものである。但し粒の供給姿勢はランダムにし、確率は10粒の平均値である。X-Xminは0.01mmを示す時が最も多く、それよりに大になると確率は小となる。0.05mm以上を示すのは8%で内1%は0.67mmであったが、これは粒の厚さではなく幅方向でガラス板にひっかかったものである。

(2) テーパ溝付き円板粒厚選別

勾配付き円板(軟鋼製)の加工精度は真直度

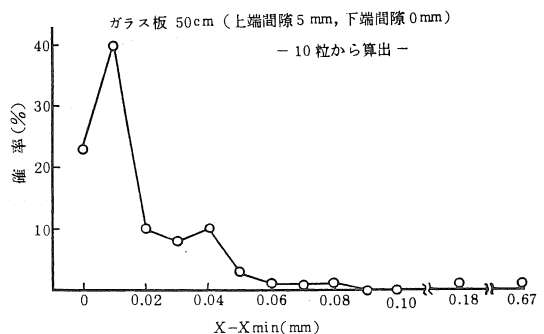


図5 ガラス板粒厚選別装置による粒厚測定同一粒を10回供給した時の粒厚の測定値(X)とその最小値(Xmin)の出現確率

0.01 mm/15 cm 表面あらさ12.5 S (最大高さ)であった。次にテーパ溝付き円板 (軟鋼製勾配付き円板とガラス製勾配なし円板) の溝部の位置と間隙の関係を調べた。(図6) ①はダイヤルゲージ, ②はブロックゲージによる測定であり, その平均として較正直線を定めた。(d = 93.5 c - 147)

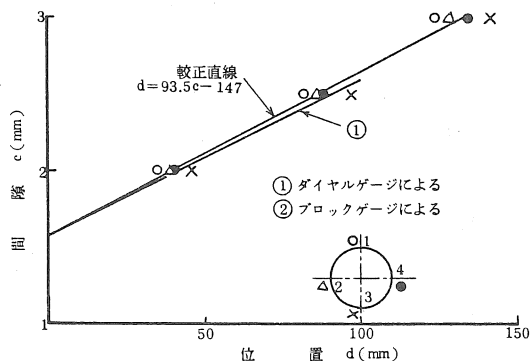


図6 テーパ溝付き円板 (軟鋼製勾配付き円板とガラス製勾配なし円板) の溝部の位置と間隙の関係

次に材料の供給口と回収口の位置の検討を行った。供給口としては真上をⒶ, 30°手前をⒷとし, 大粒回収口としては真上から45°を①, 90°をⒹとした。(図3ではⒹは円板を逆回転した場合について示している。) これは供給してから回収までの距離が大の方が選別には良いのではないかという予想のもとに行ったが, 予備テストではⒷでは手前に材料がこぼれ, Ⓓでは粒が回収前に移動してしまった。そこで供給口はⒶ, 回収は①で実験を行った。

供試材料としては Ro-Tap Shaker で選別した 2.0~2.2 mm のもの, 1.8~2.0 mm のものを各 1 g ずつ混ぜ, 計 2 g として使用した。ダイヤルノギスで供試材料の粒厚を調べた結果を図7に示す。実験は材料の供給速度と円板回転数を変えて行った。大粒回収板を 2.06 mm に設定した実験の結果を図7に示す。上産物と下産物から 20 粒ずつサンプリングし, その粒径をダ

イヤルノギスで測定しそれぞれ○, ×印で示した。中央で若干オーバーラップしているが選別はおおむね良好と言える。

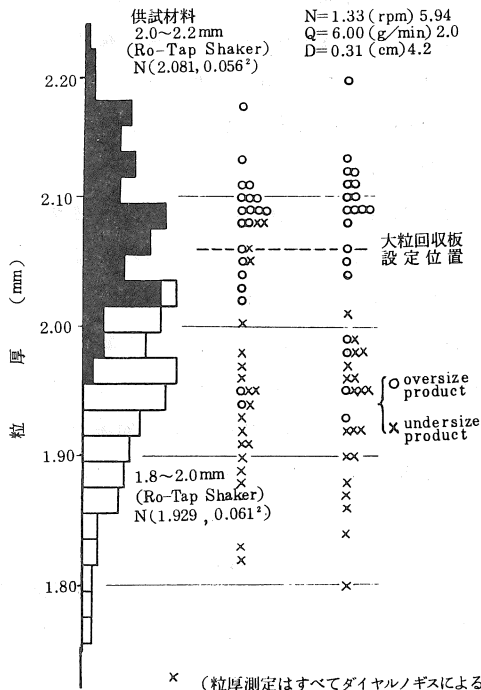


図7 供試材料 oversize product, undersize product の粒径分布

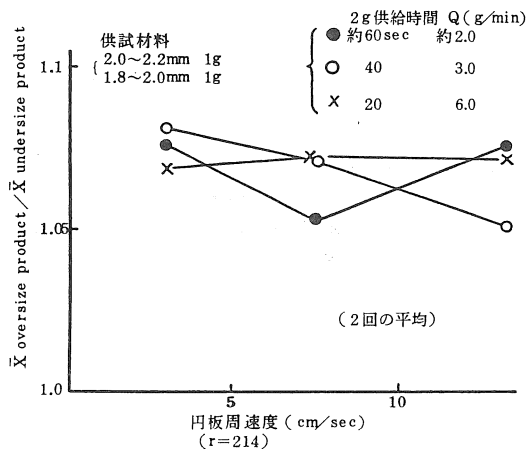


図8 テーパ溝付き円板粒厚選別装置による選別精度

材料の供給速度、円板周速度と選別性能の関係を見るために、下産物の平均粒径に対する上産物の平均粒径の比を図示した(図8)。供給材料及び大粒分離板の設定位置が同じならこの値が大なるほど選別が良い。実験の範囲では上記粒径比は1.05~1.08で選別はよい。ちなみに供試材料の平均粒径の比は $2.081/1.929 = 1.079$ である。

円板回転数から分離点における円板速度(cm/sec)が分かる。また供給材料の1粒の平均重量と供給速度から1秒当りの供給粒数が分かる。従って分離点における粒と粒の間の平均距離Dが分かる。Dの値を図9中の表に示す。粒間距離と前述の上下産物粒径比の関係を図9に示す。実験の範囲では一定の傾向は見い出されなかった。

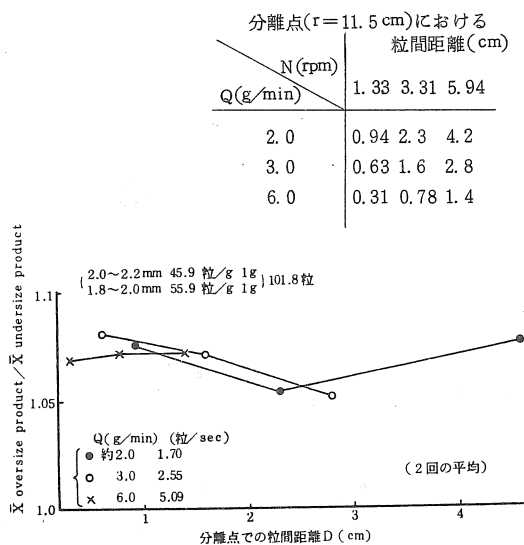


図9 分離点での粒間距離と選別精度の関係

4 テーパ溝による粒厚選別の実用性について

この選別方式は①回収板をいくつか使うと1つの円板でいくつかのサイズフラクションに分けることができる。また1つの円板で広い範囲の作物(玄米, 小麦, 大麦等)に利用できる。②少量の材料でも可能。③瞬時に選別可能。といった利点を有する。また選別精度の向上には2個の円板を直列にし、能率の向上にはテーパ溝を多粒並列にすることが考えられる。なお実用化の際に問題になるテーパ溝付き円板の材料及び製作法についてはまだ検討していない。

5 摘要

(1) ガラス板粒厚選別装置を使うと穀粒1粒ずつの粒厚を比較的簡単に知ることが出来る。

(2) テーパ溝付き円板粒厚選別装置は穀粒を連続的に選別することが出来、いくつかの利点を有するのでテストグレーダとしての実用性があると考えられる。

参考文献

- 1) 赤瀬 章, 土屋功位: 回転米選機に関する研究(第2報), 農機試No 166, 1983
- 2) 赤瀬 章, 土屋功位: 縦型米選機に関する研究, 第44回農機学会講演要旨, 1985
- 3) 赤瀬 章, 土屋功位: テストグレーダ及びロータップシェーカの選別性能について(第2報), 農機学会東北支部報No 31, 1984

リンゴの風力収穫に関する研究(第1報)

弘前大学農学部 福地 博・金須正幸

1 緒言

リンゴ栽培において収穫作業に要する労働時間は依然として高い割合を占めている。これはリンゴ果実が傷つきやすいために手作業にたよっているため、わが国でも振動を利用した機械収穫の研究¹⁾²⁾がなされたことがあるが、傷果の発生を防止することの困難さのために実用に至っていないと思われる。一方アメリカではカンキツ類を対象に脈動気流を利用して枝を振動させる風力収穫の研究³⁾⁴⁾がなされている。この特長は木にクランプを取り付ける必要がないので連続作業が可能なこと、木に与える機械的損傷が少ないと考えられる点である。

本研究はリンゴに対する風力収穫の可能性を検討すると同時に、スピードスプレーヤ(SS)の有効利用の観点から、市販SSの送風口に脈動装置を取り付けて実験に供した。また機械収穫のための基礎資料を得るために枝の固有振動数の測定、振幅・振動数を変えて加振した場合の離脱率の測定なども行った。なお傷果の防止は重要な問題であるが、本報では離脱率の向上に主眼を置いたため、損傷については果梗の状態についてのみ述べる。また本研究の遂行にあたって当講座卒業の永沢満、三上正博の両君の協力を得たことを記して謝意を表す。

2 風力収穫試験

(1) 実験方法

装置は図1に示すように市販SSの噴頭部に集風筒を取り付け、これを軸の回りにレバーによって回転させ吐出口を上下に揺動させるものである。揺動を手動で行なったため、揺動数は

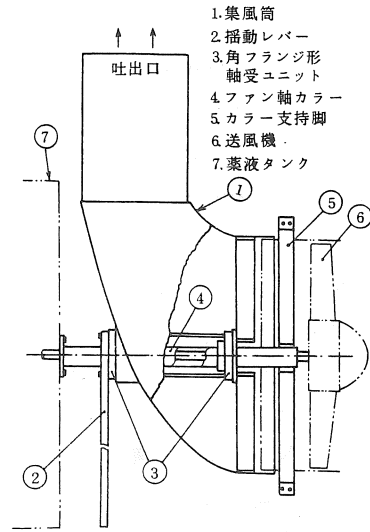


図1 揺動装置の概要

0.8~1.8 cps の範囲であった。揺動角度は30, 40, 50° の3通りとした。また走行速度は0.37 m/s 一定とし、これと停止して10秒間送風する方法を併用した。SSの走行路は対象樹から約2 mの距離にとった。

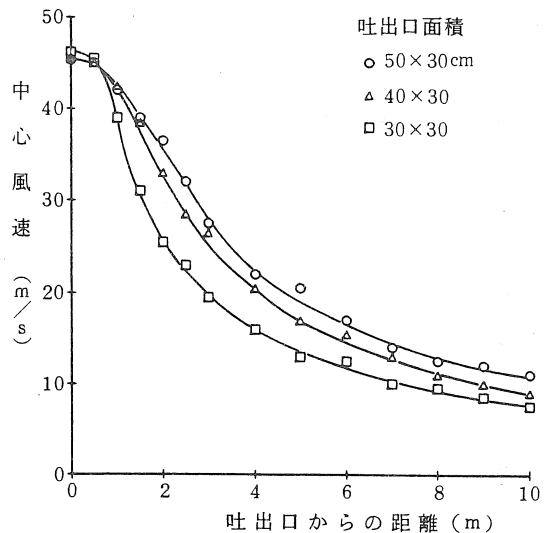


図2 無揺動時の中心風速の減衰(2800rpm)

吐出口は当初面積を小さくして初速を増加させようとしたが、図2に示すように期待した程増加せず、また吐出口が小さい程距離による風速の減衰が大きいので、30×50cmとした。吐出風速の平均初速は41m/s、風量は370m³/minである。風速の測定には熱線風速計（日本科学工業製Model 6141）を使用した。

送風後、落下した果実数と果梗の状態を調べた。落下果実数の着果総数に対する百分率を離脱率とした。

(2) 供試樹

実験に供試したリンゴ樹は表1に示す通りスターキングデリシャス（S）、ゴールデンデリシャス（G）及びふじ（F）の3品種である。開心形は2・3本の主枝から構成されている大形樹であるが、実験には主枝単位で供試した。主幹形と比べて垂れ枝が多い。

(3) 実験結果及び考察

図3は吐出口から2m離れた位置での揺動による風速の変化を示したものである。揺動数が増加するほど最大風速は小さくなるが、揺動の両端部の方が中心部よりも低下が少なく、最大最小の風速差が大きいため脈動効果も大きいと見られる。

離脱率を図4に示した。全体的に揺動数が高いほど離脱率も高くなる傾向が見られる。揺動角度の影響および走行と停止時の差は明らかでなかったため、これらの条件を無視してまとめた。品種によって離脱率に差が見られ、SDが

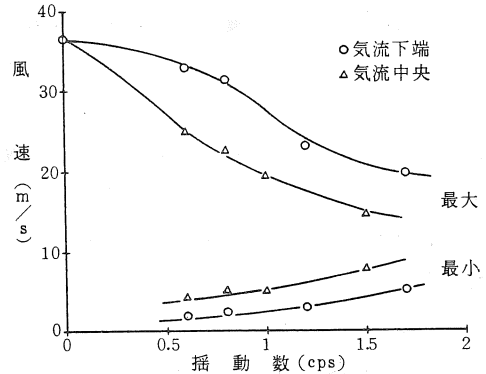


図3 揺動時の距離2mにおける最大風速と最小風速（吐出口30×50cm, 2800rpm）

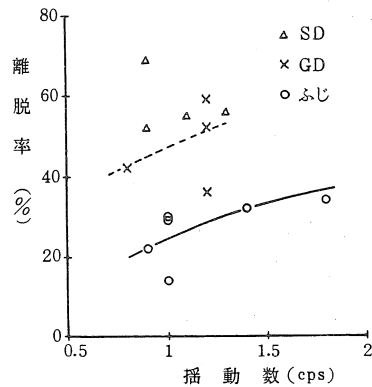


図4 風力収穫による離脱率

表1 供試樹の概要

樹形 番号	開心形				主幹形										
	S1	S2	S3	S4	G4	G5	G1	G2	G3	F1	F2	F3	F4	F5	F6
主枝（主幹）の径（cm）	12	11	10	10	20	20	10	9	13	10~13					
主枝の長さ（m）	3.0	3.5	3.0	3.5	5.0	4.0									
結果枝の長さ（m）	1~4	1~4	2~4	1~4	1~4	1~4									
樹高（m）							3.7	3.3	3.5	4.4	2.7	3.3	3.9	4.0	3.8
樹冠直径（m）							2.5	1.9	2.2	4.0	3.2	2.8	4.0	4.4	4.4
着果総数（個）	67	84	111	85	56	63	129	124	211	87	79	75	166	119	137
実験期日（57年）	10/25		10/29		11/10		11/10						11/19		

最も高く、ふじが最も低かった。ふじがとくに低いのは実施時期が遅れたことにより葉数が少なかったことと、送風によって葉が飛び受風面積が小さくなり、枝の揺れが小さかったのが原因と考えられる。またSDは開心形であり垂れ枝が多く、これらは揺れ易いために離脱率が高くなったとも考えられる。

しかしながら機械的振動による場合よりも離脱率はかなり低く実用のためにはさらに研究を要する。離脱率が低い原因としては揺動数が最大で1.8cpsと低いこと、吐出口から枝までの距離や枝の方向が不規則であり、対象とした樹あるいは枝の全てが所定の振動をしているとは限らないなどが考えられる。また走行による場合でも1回だけでは僅かしか落下しなかったため、今回の実験では数回の送風を繰り返した結果について述べたが、今後は作業能率などについても検討しなければならない。

離脱果実の果梗の状態を示したのが図5である。果梗が果実との接点で取れたものを無果梗、果梗の途中で切断したものを切断果梗とした。完全果梗の割合はSDでは38%であったが、GD及びふじでは70%以上と高かった。

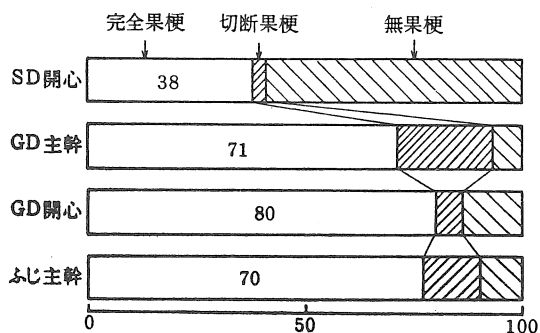


図5 離脱果実の果梗状態

3 枝の固有振動数

収穫に脈動気流を利用する場合、脈動数と枝

の固有振動数が一致した時に枝の揺れ幅は最も大きくなると考えられる。一方枝の固有振動数は、枝の太さ・長さ及び枝に加わる重量によって異なる。そこで若干の測定を行なった。測定法は枝に加速度計を付けて自由振動させ、記録された振動波形から読み取る方法を用いたが、一部はストップウォッチを用いて計測した。

図6に無着果時の枝の固有振動数を示す。固有振動数は枝が長いほど小さくなり、長さ1~3mの枝では3~1.5Hzの範囲にあった。着果時のそれは果実が落下してしまうので測定が困難でデータ数が少ないが、図7に示すように1~1.5Hz程度であった。枝を片持ち梁と考えると、固有振動数はたわみの平方根に反比例する。したがって枝が長いほど、また荷重が大きいくほど固有振動数は小さくなるが、図のように直線で表わすのが妥当かどうかは今後さらに検討したい。

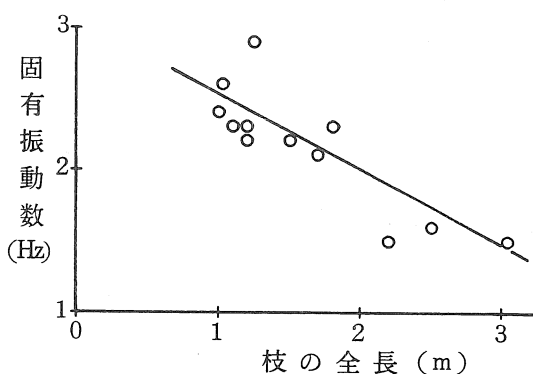


図6 無着果時の枝の固有振動数 (SD)

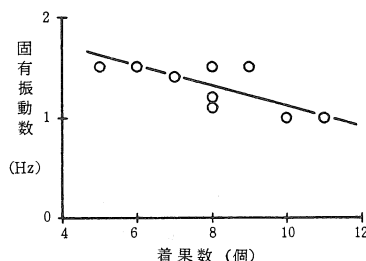


図7 着果時の枝の固有振動数 (枝の全長 1.1~1.8m)

4 機械的振動による離脱試験

GD及びSDの直径2.5～4.5 cm，着果数10個前後の側枝を選び，分岐部から1～1.5 mの位置に振動を加えた。振動数1～4 Hz，加振部における振幅5～20cm，加振時間10秒とし，水平及び垂直の2方向について実験を行なった。図8にはGDの離脱率を示した。横軸の加速度 g は振動数 f ，振幅 a から次式で計算される。

$$g = (2\pi f)^2 \cdot a / 980$$

この図から離脱率を100%にするには加速度が8～10 g 必要となる。なお同じ加速度でも水平振動の方が垂直振動よりも離脱率がやや高いようである。またSDの場合にはGDに比べ幾分落ちやすいようであったが，ほぼ同様の傾向にあったので省略した。またこの試験によって落下した果実の果梗状態を調査したところ，完全果梗の割合は水平振動の方が垂直振動よりも高く，それぞれ63%，48%であった。これは水平振動の場合には果梗に曲げモーメントが働くのに対し，後者では果梗に引張力が働くことによる差と考えられる。

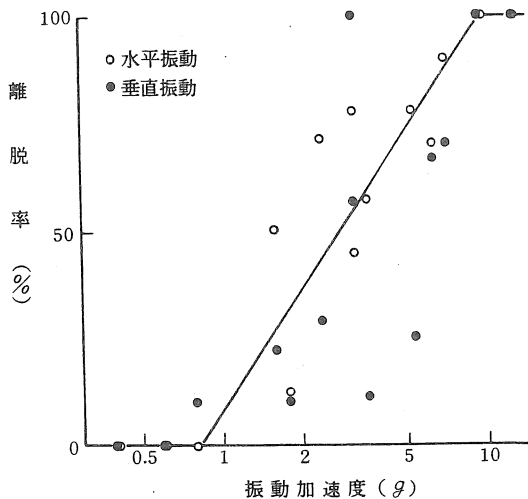


図8 振動による離脱率 (GD)
(振幅5～20cm，振動数1～4 Hz)

5 摘要

スピードスプレヤーの送風機を利用した，脈動気流によるリンゴ収穫の可能性について検討し，以下の結果を得た。

(1) 揺動数が0.8～1.8 cpsの範囲では揺動数が高いほど離脱率も高くなる。

(2) 離脱率は品種間で差がみられ，SD，GD，ふじの順であったが，樹形・葉量などの影響も受ける。開心形のほうが主幹形よりも離脱率が高い。

(3) 枝の固有振動数は無着果枝では1.5～3 Hzであったが，着果枝では1～1.5 Hzであった。

(4) 離脱率を100%にするには8～10 g の振動加速度を要する。

(5) 水平振動の方が垂直振動よりも離脱率が高く，完全果梗の割合も高い。

参考文献

- 1) 土屋功位：果実の機械収穫に関する研究(1) 農機誌33(2)，173－181，1971
- 2) 平田孝三：リンゴの省力的収穫技術の開発研究，農業機械化研究所報告14，1979
- 3) Whitney, J.D., D.R. Schultz: Analysis of Air Shaker Principles to Remove Citrus Fruit, Trans. ASAE 18, 1061－1064, 1069, 1975
- 4) Coppock, G.E., J.R. Donhaiser: Conical Scan Air Shaker for Removing Citrus Fruit, Trans. ASAE 24, 1456－1458, 1981

バイオマスエネルギーの超高効率利用についての研究

— 液体燃料化と燃焼熱利用の研究を基礎にして —

岩手大学 清水 浩・R.パイリントラ・木村俊範

1 はしがき

もみ殻の熱利用に始まった1974年以後の研究蓄積は、樹皮ペレット・廃材チップの熱利用へと拡大している。もみ殻燃焼炉は、ライスセンター用としての多数の普及例がある。樹皮ペレットについては、簡易型の実用炉がほぼ完成したので、施設園芸用等としての普及が発足するとみられる。廃材チップについては、実用炉が技術上で完成している¹⁾ので、それを燃料として供給するシステムの構築と並行して、その普及が推進されると、今後を期待している。工場残材・住宅廃材のチップ燃料化からスタートして、林地残材・間伐材へと順次に利用拡大する途を求めて行きたい。

もみ殻についても、ライスセンター用として上記の大規模炉とは別に、個別のもみ乾燥用に適する小型簡易の燃焼炉を完成する社会的必要にも迫られている。他に、ブロイラー糞の燃焼炉も、既存の炉が余りにも拙劣な現状にあるので、新規開発の要がある。採卵鶏糞・豚糞等は、有機質肥料等とする高度の利用法を採るのが本来ではあるが、有機肥料の需要がまだ不十分な現状なので、その一部を燃料として利用する方途の開発がまた必要である。糞を燃料とするのは勿体ないと感じるかも知れないが、メタン化の研究方途も熱利用であり、それと比べて下記の利点があるので、むしろ、直接燃焼の方が優れていると筆者等は判断している。(1) 季節性に支配される需給のアンバランスを生じることがなく、必要量だけ燃焼利用できる。(2) 余剰汚泥を生じることがなく、乾物量のほ

ぼ100%熱利用できる。

バイオマスを直接燃焼して熱利用する上記の方途とは別に、それを熱分解して生成した揮発分を動力利用や熱利用する間接燃焼の方途がある。揮発分の中で、常温で気体状をなす成分、いわゆるガス分のみを内燃機関の燃料とする研究として、先進国・開発途上国共に推進しつつある。わが国でも、(特)農機研の本格的施設での研究を頂点として、各所(三重大・九大・全農中研、等)で推進している。しかし、それらのガス利用に筆者等は懐疑的である。それは次の理由による。(1) ガス分中からタール分を除去し難いので、内燃機関の長時間運転が不可能な現状にある。(2) ガス分は低カロリーなので、内燃機関の出力低下を来す。(3) ガス分の貯蔵運搬が困難なので、過大施設を要し、かつ、移動作業用に適さない。(4) ガス分みの利用では、バイオマスの効率利用にならない。

よって、筆者等は、熱分解による揮発分中のタール分に着目し、内燃機関燃料として利用できる液体分をタールから抽出する研究が重要であると判断した。液体燃料にできる成分以外は、直接燃焼の技術蓄積を応用して熱利用しつつ、価値の高い液体分は直接燃焼せずに取得して動力用燃料にしようとするのである。

バイオマスから液体燃料を取得しようとする研究方途は、重要課題として従来から推進されていた。元来は、高温高压下での熱分解生成物の重合反応としてメタノールを取得する研究が、米独等で大規模研究として進められていたが、

熱効率が低く、実用化へは未だしの状態にある⁹⁾。他に、微生物分解により、あるいは触媒を用いる化学反応により液体燃料を取得する研究もあるが、いずれも今後の課題である。

これに対して本報の手法は、在来研究の蓄積を基盤とする現実的手法であって、容易に液体化し得る成分のみを取得して、他はその場で熱利用するので、簡易に、従ってローカル利用に適し、かつ、低コストで超高効率なことが特色である。

本報は、この手法に関する若干の基礎的研究の報告と、その研究結果を基盤に実用化構想を論じた報文である。研究は熱分解についての既往研究^{1)~5)}の継続研究として行い、筆者等の他に、1983年度専攻学生・阿部雄至の熱心な卒論研究を基盤としたこと、及び、文部省科学研究費エネルギー特別研究の一部を当てたことを附記して謝意を表する。

2 熱分解生成物の熱量比

図1の実験装置を用いて、加熱温度 T_0 にて試料量 M_0 を熱分解したときの揮発分が、常温でガス状をなす成分(ガス分)の質量 M_g 、同じく液体状をなす成分(液体タール分)の質量 M_e 、同じく固体状をなす成分(固体タール分)の質量 M_s を求めた。また、 M_0 中の灰分量 M_a と固体炭素分量 M_c とは、事前に同一試料にて測定しておいた。試料はもみ殻を基本として、 T_0 の変化条件で測定し、 $T_0 = 600$ ℃の特定条件で他の試料、樹皮ペレットと木材チップとを測定した。供試したもみ殻は岩手大学滝沢農場産の品種アキヒカリであり、樹皮と木材は小林林産雫石工場産の低質広葉樹(ブナが主体)を原料とするものであった。試料は105℃法で絶乾したものを供試し、絶乾状で $M_0 = 10$ gとした。

測定操作は、図1において、乾溜缶内に試料 M_0 を入れ、ポンプで真空にした後、 T_0 にした加熱炉内へ缶を入れ、圧力計が1気圧に達した時に三方コックを操作して、ガス分 M_g を末端開口から放散し、採取管・冷却コイル・三角フラスコ内のタール分 M_e と M_s の合計値を計量した。従って、 M_g は M_0 からの残量として求めた。 M_e は室温(約20℃)とした値として M_s と区分した。 M_a はマuffle炉で800℃、24時間焼いて求め、 M_c は図1の乾溜缶内へるつぼを挿入し、真空中で600℃、30分間乾溜して求めた。秤量は精密自動天秤(Mettler H 80型、秤量感度0.1mg)を用いた。

図2に、もみ殻についての熱分解生成物 M_g 、 M_e 、 M_s 、 M_c の原料乾物量 M_0 に対する比率を、加熱温度 T_0 との関係で示す。ただし、灰分の比率 $M_a / M_0 = 19.02$ %であった。

ガス分 M_g の化学組成をガスクロ(島津GC-7A, C-RIA)で分析し、その組成別発熱量から M_g の質量当り発熱量を、加熱温度 T_0 別に求めた結果は、既往報告²⁾に示している。その値を用い、かつ、供試もみ殻の乾物 M_0 当

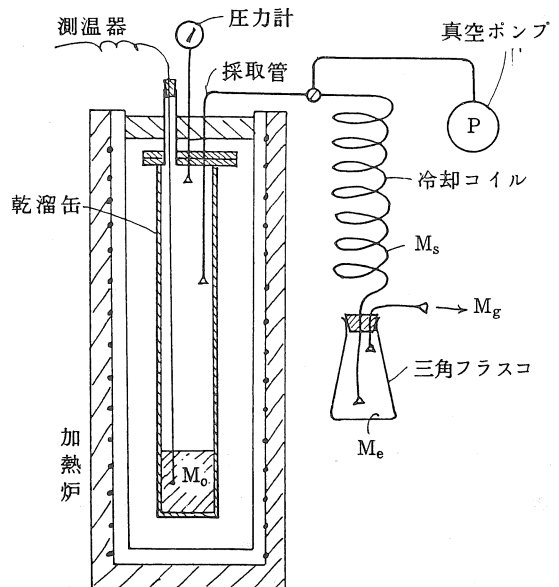


図1 熱分解実験装置

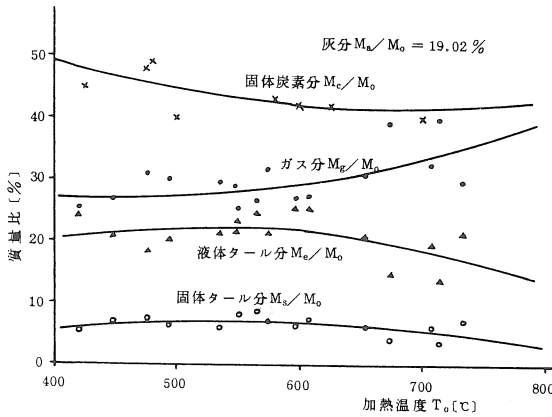


図2 もみ殻の熱分解生成物の質量比

りの発熱量（既往研究から 3,845 kcal/kg）に対する熱量比に、図2の質量比を換算して図3に示した。図3中には、 M_g の発熱量 Y を T_0 との2次式で表わして示してある。炭素分 M_c については、既往報告¹⁾ から 7,642 kcal/kg とみて同様の熱量比に換算して図3へ並示した。タール分については、発熱量が測定できていないので、もみ殻の乾物 M_0 の発熱量から既知の M_g と M_c との発熱量を差引いた、残量として示した。しかし、タール分をさらに区分するに当っては、固体タール分 M_s の発熱量を褐炭タール油のそれ（10,400 kcal/kg）に等しいとみた場合（推計線1）、液体タール分 M_e の発熱量をメタノールのそれ（4,717 kcal/kg）に等しいとみた場合（推計線2）、および、示差走査式熱量計（DSC, 理学電機製）で試行的に計測した M_s の発熱量（5,547 kcal/kg）を採った場合（推計線3）の3者の推計値を求めて、図3に並示した。

図2～3に示したように、ガス分の比率は大きくない。ガス分が低発熱量であるために、熱量比で示すと特に比率が小さくて、20%位であるにすぎない。従って、熱分解生成物中のガス分のみを利用する研究方途は不利であるとみられた。むしろ、タール分の方が熱量比としては大きく、重要である。その内の液体タール分を

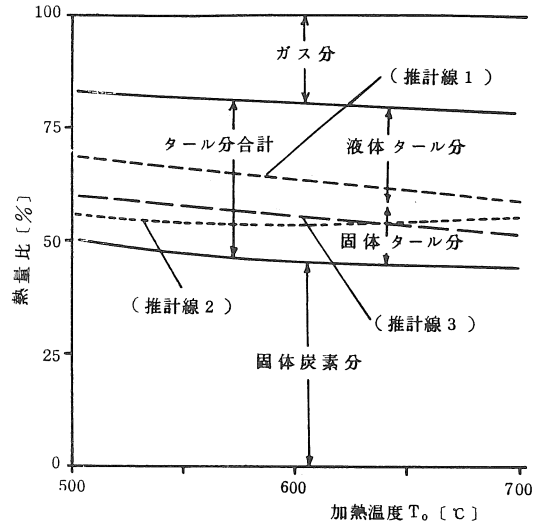


図3 もみ殻の熱分解生成物の熱量比

精製するならば、ガス分の利用よりも有利であると判断できた。また、固体炭素分の熱量比は大きいので、その活用が大切であるとみられた。

もみ殻以外の例として、前記した樹皮ペレットと木材チップとを加熱温度 $T_0 = 600$ °C で熱分解した結果を、もみ殻の結果と対比できるようにして表1に示した。もみ殻は図1の回帰線上の値を、他は3回測定平均値を掲げた。表示のように、樹皮と木材はもみ殻と較べて灰分が少なく、液体タール分の質量比が大きい。木材ではとくにそうであることが分った。

表1 バイオマス熱分解の揮発分組成

(単位: %, $T_0 = 600$ °C)

	もみ殻	樹皮ペレット	木材チップ
灰分	19.02	3.37	0.23
固体炭素分	22.9	30.33	23.15
固体タール分	7.1	6.18	7.19
液体タール分	21.8	29.86	45.43
ガス分	29.2	30.26	23.96
合計	100.0	100.0	100.0

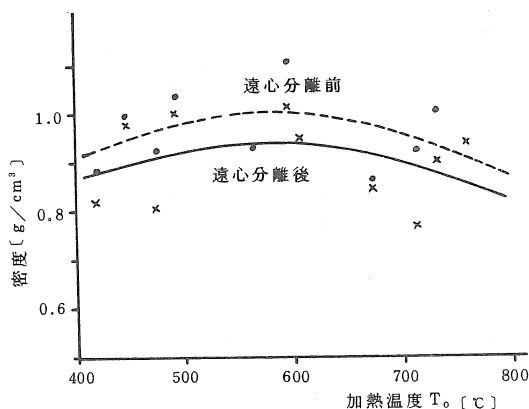


図4 もみ殻の液体タール分の密度

3 液体タール分の精製

液体タール分 M_e は、黒色で粘性が強く、強酸性を示し、内燃機関燃料には供し難いとみられた。それは、液体タール分中に有機酸類を含む固体タールの微粒子が混合したためとみられた。よってまず、遠心分離で精製する方法を試みた。

図1の装置で得た液体タール分 M_e を加熱温度 T₀ 別に約 5 ml 供試し、供試料と遠心分離機で 4,000 rpm 20 分間作用後の密度と PH とを求めた。結果を図4～5に示す。

遠心分離の効果はやや認められた。沈降管底に 0.3 ml 前後の沈澱が認められた。しかし、図示のように依然として強酸性であり、精製不十分とみられた。別の遠心分離機で、16,000 rpm 1 時間作用を試行したが、結果に有意差は認め難かった。

よって、分溜実験を行った。Vigreux 型蒸溜カラムとグラハム型(コイル)コンデンサとを組合せ、低温側から段階的に分溜した。供試料は、図1の装置による液体タール分であり、数回分の約 20 ml を 1 回の分溜実験に供した。

木材と樹皮について測定した結果を表2に示す。50 °C 以上 20 °C 間隔の分溜では、90～105 °C の分溜量が最大で、70～90 °C がそれに次いだ。

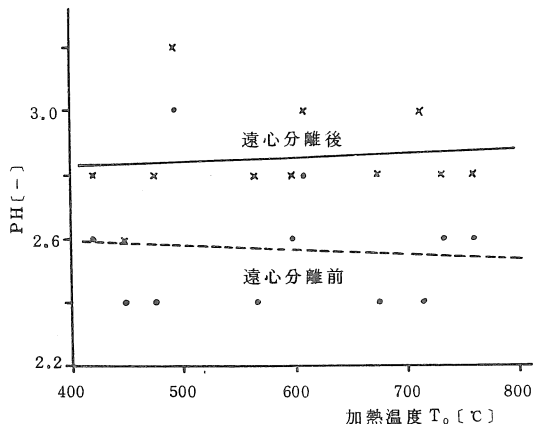


図5 もみ殻の液体タール分の PH

105 °C 以上の分溜量は認め難かった。残留固体分はコールタル状であった。分溜で得た液体分は、やや黄色でほぼ透明な清浄液であった。その動力用燃料としての特性、あるいは、より良く適合させるための改良法は今後の課題としたい。

表1の液体タールの質量比に表2のそれを掛け、原料乾物 M₀ 当りの精製液体分の質量比を表2中の算式のように求めた。樹皮で 24.5%，

表2 液体タール分の分溜結果

(単位：%)

	樹皮ペレット	木材チップ
分溜点～ 50 °C	1.06	2.55
～ 70	1.85	4.08
～ 90	7.58	15.90
～ 105	72.82	45.51
容器内残留分	0.74	0.55
計量損失分	2.80	4.95
液体分計	86.85	73.54
残留固体分	13.15	26.46
合計	100.0	100.0
揮発分組成の修正	0.2824×0.8685	0.4431×0.7354
精製液体分	= 24.53	= 32.59
合計固体タール分	9.92	20.15

木材で32.6%であり、相当量を取得できることが分った。なお、分溜後の残留固体分を表1の固体タール分に合算し、修正した固体タール分量も、表2に並示した。

供試した木材と樹皮は低質広葉樹であった。松や桧のような樹脂分の多い木材では、液体分の取得率がさらに高く表われる可能性がある。東南アジアで栽培されつつあるゴムや油やしの樹園の更新による廃材等を対象とすることは、一層有利で重要であろう。それらは、継続して計測する予定である。

4 バイオマス超高効率利用装置の構想

図6に、標題についての1具体例の構想図を示す。図中の乾溜塔(a)は連続交流式で、(特)農機研等の装置と同様であってもよい。但し、塔(a)から吸引される揮発ガスは液体タール分が凝固しない高温(後記)の必要があるので、その排ガスの熱量を有効利用するための熱交換器(d)を設ける。しかし、排ガス中のタール分を十分に凝固させるには、排ガスを充分な低温(50℃以下)へ冷却する必要があるので、大きい熱交換表面積と、その耐酸性とが必要である。よって、その条件を持つ別の熱交換器(e)が必要である。

例えば、園芸用温室の地下暖房や家庭用床暖房等の循環水の返還水温は30℃位の場合が多いから、熱交換器(e)に接続して上記のように機能し、熱利用でき

る。しかし、(e)を出た排ガス中には未だ微細なタールを含むので、また、熱量は2項で検証したように大きくはないので、排出口(h)で直接燃焼して熱利用して良い。また、(d)、(e)には、おのおの分離機(f)、(g)を設けて液体タール分を排ガス中から取得し、動力用等へ供しうる。

図6の乾溜塔(a)は在来型の改良例として示してある。(a)内は上部から、生原料の堆積層A、その乾燥層B、その乾溜層C、乾溜残物・固体炭素の燃焼層D、その還元層E、その消化層Fの状態にあり、(a)底の排出装置(c)の駆動で順次に下層へと移動する。D層下部には燃焼空気供給口(i)があり、その燃焼熱量は排ガスと共に矢印のように上昇してC層、B層の熱源となり、揮発ガスを含んだ高温で(d)へと吸引される。その吸引温度の適正值は今後の研究課題であるが、固体タール分の大部分は塔(a)内の原料(B層)へ捕捉し、液体タール分の大部分は排ガスと共に吸引できる温度として、約200℃を予測する。その吸引温度を適正值に維持するには、

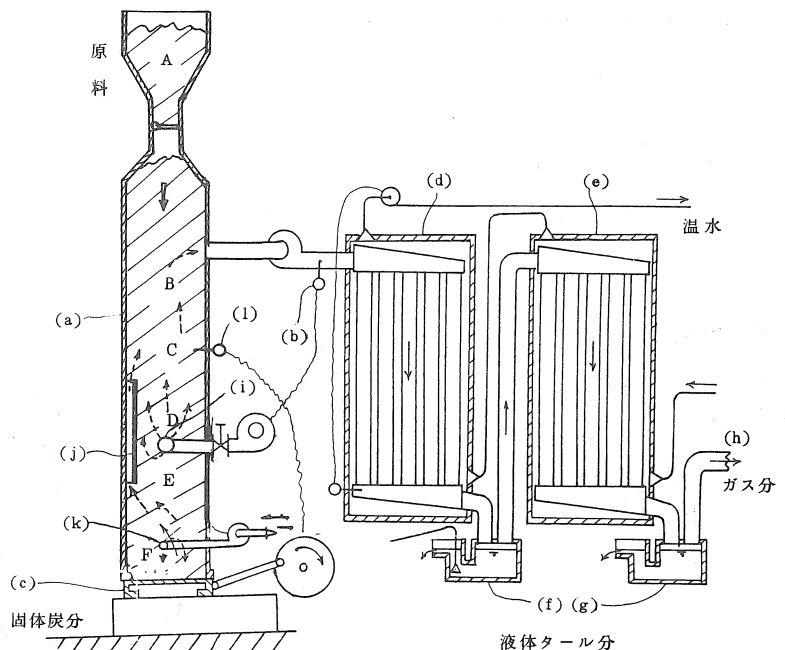


図6 バイオマス超高効率利用施設の構想図

口(i)からの給気量をセンサ(b)で制御すれば良い。

しかして、F層上部に給水口(k)を設けると、D層にて約800～1,000℃で燃焼した固形炭の残分が保有する熱量で水分蒸発し、その水蒸気はD層とほぼ同一高温のE層を通過するとき、主に、 $H_2O + C = H_2 + CO - \Delta E$ に反応し、その可燃ガスは短絡路(j)でD層をさけて吸引され、(h)でのガス熱量を強化できる。その反応が不充分なときの残留水分は(e)で凝固して潜熱回収できるから、温水として利用できる。(c)から排出する固形炭が低温の乾燥状にあるように、口(k)からの給水量を制御すればよい。また、塔(a)内にB・C・D層を適正配分するには、例えば、図示位置のセンサ(e)で装置(c)の駆動を制御すればよい。

かくして、原料バイオマスが保有するエネルギーは(f)、(g)からの液体タール、(h)からのガス、(c)からの固形炭、(d)、(e)からの温水として取得できる。温水とガスとはこの装置の近辺で、その発生時に利用するのが有利であるが、タールと炭とは運搬貯蔵が容易なので、その限定を受

けない。熱量損失は微少であり、バイオマスエネルギーを超高効率に利用できる。

図6の装置では、熱交換器(e)に実用化への困難がある。これに関し、別途研究中のバイオマス燃焼炉に附設した排ガス中水分の潜熱回収装置の成果を応用できる。ポリプロピレン管(内径18mm)を長さ約300m、機枠(30cm円筒)へ巻きつけた同装置では、入気温135℃で排気温45℃を実証した。その時の交換熱量は約8,000kcal/hrであった。但し、PB管の耐熱性から入気温は120℃以下であるのが好しかった。同装置は比較的小型安価であり、図6の装置へ応用して実用可能とみられた。

5 あとがき

バイオマスエネルギーの超高効率利用を目的として、その実現に必要な若干の基礎的研究の成果と、その成果と既往の研究蓄積とを総合した装置の構想とを、ここに報告した。

バイオマスの零細規模での利用は、施設が不備なために効率の低下を招き易い。例えば、近

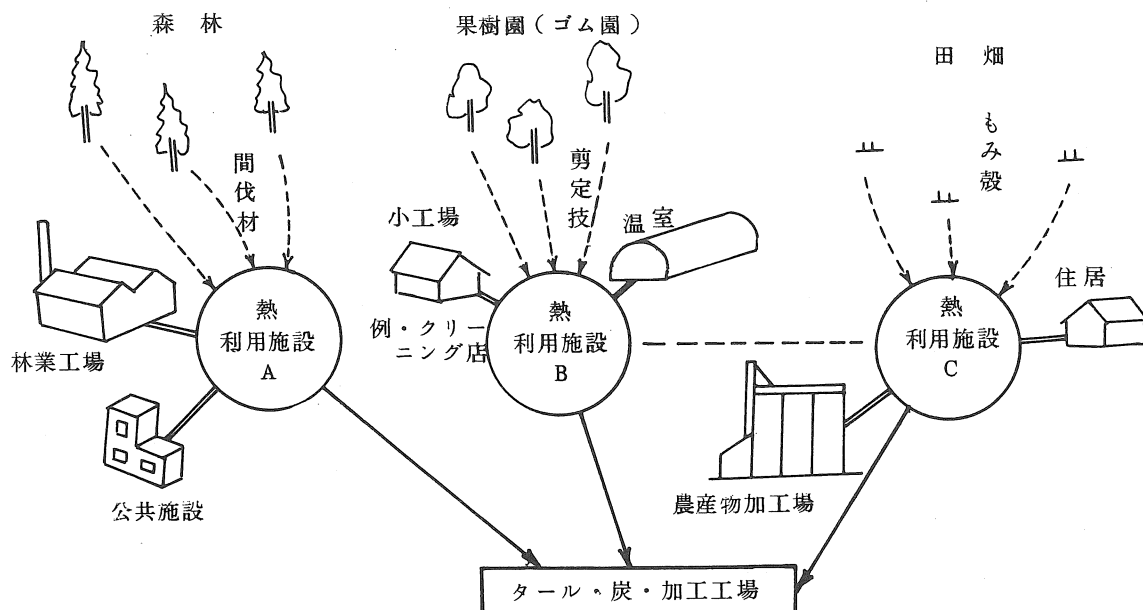


図7 バイオマス超高効率利用システムの概念図

年に増加したまき利用は、極めて低熱効率である場合が多いことは報告した^{4) 6)}。だからと言って、バイオマスは元来、粗大な薄い資源であるから、その利用施設が大規模に過ぎることも不利である。広範囲からの粗大資源の収集運搬と、施設の稼働率の維持のためのその貯蔵とが必要になるからである。従って、高効率に利用可能な限りでの最小規模の施設であることが必要と考えられる。

液体タールと固形炭とは運搬貯蔵が容易である。従って、タールはポリタンク等で運搬して集積地の精密な加工場で燃料等へ精製するのが良策である。固形炭も、零細単位で活用し易い練炭等へ加工するには、整備された大工場である方が有利であろう。一方、温水とガスとは運搬貯蔵が困難なのだから、需用地の近辺で、需用時期に需要量だけ生産するのが有利である。システムの概要を図示すれば、図7のようである。

また、バイオマスは生物生産による高級な化合物であり、単に燃焼利用するのは無駄だとの見解もある。それは一面、正論と思えるが、高級な利用、例えば液体燃料化へ専念する余り、エネルギー効率が低劣となつては本末転倒である。熱もまたバイオマスへ期待されているのであるから、液体化は容易に転換し得る部分のみに止め、他を熱利用する過程で取得するという本研究の構想が、最も高効率利用になると思うのである。

わが国のみならず、東南アジア・アフリカ等

では、エネルギー源としてのバイオマスの活用が望まれている。マングローブ等の未利用資源の他、ゴム・油やし等の廃材の活用が重要である。一方、森林の砂漠化は、バイオマスを粗雑に燃焼することに一因が在るとみられている。炭焼き等は、過半のエネルギーを揮発分としていたずらに放散させているのであって、無駄使用の現状を示す1例である。従って、バイオマスを超高効率に総合的に利用するシステムの構築こそが、緊要であると痛感される。

参考文献

- 1) 清水浩・菅野明宏・西山喜雄：燃料としてのもみがらの物性研究，農機誌，39(4)，1978
- 2) 清水浩・木村俊範：もみ殻燃焼における揮発分の研究，農機誌，42(3)，1980
- 3) 清水浩・木村俊範・西山喜雄・照井勉：もみがらの固形炭分の燃焼についての研究，農機誌，44(1)，1982
- 4) 清水浩：バイオマス熱利用の現状と将来，エネルギー資源，5(2)，1984
- 5) 清水浩：バイオマスの熱分解条件の究明（第1報），農機誌47(1)，1985
- 6) 木村俊範・西山喜雄・清水浩：木質系バイオマス燃焼装置の効率，農機東北支報30，1983
- 7) 清水浩：バイオマス燃焼炉についての研究，農機東北支報31，1984
- 8) エンジニアリング振興協会：木材のガス化による燃料油生産に関する調査報告書，1982
- 9) 林業試：木材工業ハンドブック，丸善，1982

もみ殻燃焼炉のハウス暖房性能

山形農試 小南 力 (現山形農試庄内支場)・安達真道・田中 進

1 はじめに

水稻副産物のもみ殻は、暗きょ、家畜敷料、堆肥、床土代替資材などに利用されているが、1983年農林水産省の調査によると、全体の約40%が利用されずに焼却、廃棄されている。

もみ殻が燃焼時に発生する熱を利用する方法は、大型もみ殻燃焼炉 (毎時もみがら燃焼量50kgクラス) が共同乾燥施設の乾燥熱源にされるなど実用化の例もある。

ここでは、新しく開発された小型もみ殻燃焼炉の性能を調査し、ハウス野菜の冬期夜間暖房熱源として検討を行ったのでその概要を報告する。

なお、本試験の実施には、(株)山本製作所技術研究部鈴木敏彰氏のご協力をいただいた。記して謝意を表する。

2 試験方法

試験は、暖房条件時と無暖房条件時の2回実施し、それぞれ、1984年2月20日~21日 (20日17時~21日9時30分までもみ殻燃焼炉を連続運転)、2月22日~23日の夜間に行った。ハウス内の地面は裸地状態である。

調査項目は、外気温度とハウス内の位置別温度の推移と、もみ殻燃焼炉の発生熱量、もみ殻燃焼量である。

表1 供試育苗ハウス

床面積	130m ² (間口7.2m, 奥行18.0m)
高さ	軒高1.5m, 棟高3.5m
表面積	250m ²
容積	360m ³
被覆資材	肉厚0.1mm透明ビニール1重
床面	土

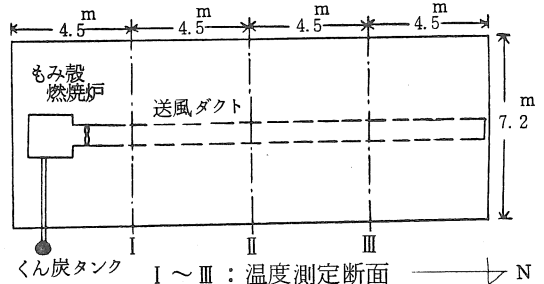


図1 供試育苗ハウス

供試したハウスは、床面積130m²の水稻育苗用のパイプビニールハウスで、その寸法を表1に示した。供試のもみ殻燃焼炉は、表2に示されるように、ガス化燃焼方式で熱交換後の毎時最大熱量10,000kcalの能力を持つ。その大きさは、業務用のポット式ストーブ程度である。燃焼炉は、ハウスの出入口の関係から南側に設置した。また、送風ダクトの寸法は、表3に示した。ダクトの穴は、50cm間隔の側方両側に手製で4cm四方の形状に開け、ダクト先端を結んでハウス中央部に配した。

表2 もみ殻燃焼炉 (山本, モミヒート)

型 式	MH-100F (温風型)	
機体寸法 (長×幅×高mm)	1,280×450×880	
機体重量 (kg)	78	
燃焼方式	ガス化燃焼 (間熱)	
発 熱 量 (kcal/h)	最 大	10,000 (もみ殻8.5kg/h)
	最 小	4,000 (" 3.5kg/h)
送 風 機	形 式	軸流有圧
	直 径 (mm)	300
もみ殻タンク容量 (kg)	8	
点 火 方 式	自動点火	
使 用 電 源	AC100V, 単相	
消 費 電 力 (w)	282	

表3 送風ダクト

材 質	ポリエチレン
折 幅 (mm)	550
長 さ (m)	15
穴	位置 形状
	50cm等間隔, 側方両側 4 cm × 4 cm, 56穴

3 試験結果及び考察

試験時の気象条件は、2回とも晴天微風で、ハウスの周囲には積雪があった。また、日入は17時頃、日出は6時30分頃である。

まず、暖房した場合の温度推移を、ハウス中央断面の高さ別平均温度でみると、図2のよう

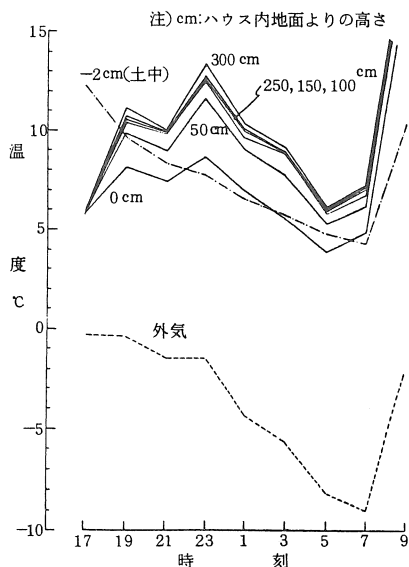


図2 暖房時の温度推移 (2月20~21日)

になった。-2cm(土中)は、試験開始時に土中からの伝熱が認められ、その後は0cm(地表面)と似た温度推移を示し、外気温度よりも10~11°C高かった。その他の高さ(50~300cm)においては、大差なく外気温度よりも13~14°C高く推移した。

次に、無暖房の結果を図3に示した。-2cmは外気温度よりも9°C前後、その他の地点では

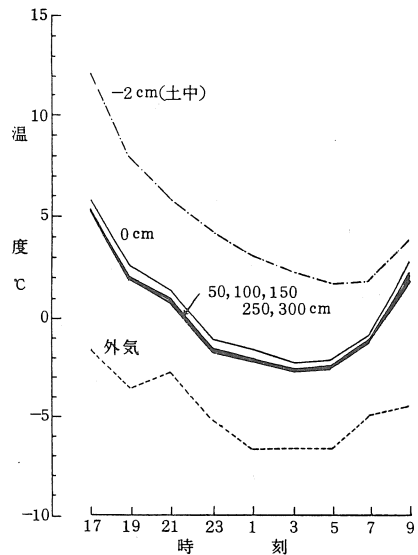


図3 無暖房時の温度推移 (2月22~23日)

3~4°C高く推移した。

これらのことから、もみがら燃焼炉の暖房による昇温の程度は、-2cmで1~2°C、0cmで約6°C、50cm~300cmで約10°Cであった。

また、午前3時におけるハウス内の位置別温度は、図4、図5に示される。図4は、ハウス中央垂直断面、図5は50cm高平面における温度で、外気温度は、暖房時-5.5°C、無暖房時-6.7°Cであった。

これより、ハウス内の温度分布をみると、暖

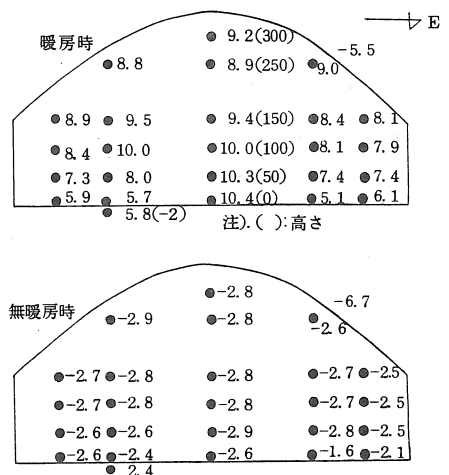


図4 ハウス中央垂直面温度分布(°C) 時刻3:00

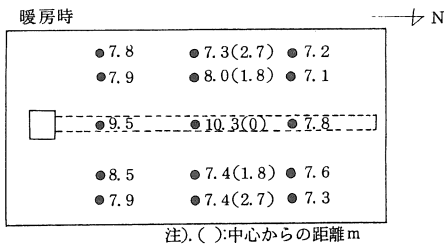


図5 ハウス50cm高平面温度分布(°C)
時刻 3:00

暖房時は、ダクトが配置されている中央部で、ダクトに近い下方及び燃焼炉側が高い傾向にある。一方周辺部においては、垂直分布では相対的に地表面が低く、100～150cmが高く、外気温度よりもそれぞれ約11℃、約14℃高かった。また水平分布では、燃焼炉及び送風ダクトからの距離により僅に温度差が認められる程度である。

無暖房時は、ハウス内の温度ムラが少なく、全体として外気温度よりも4℃程度高い-2.7(±0.28)℃であった。

もみ殻燃焼炉の性能は、表4に示されるように、平均毎時もみ殻燃焼量が6.8kgで、熱交換後の熱量が毎時約9,450kcalであった。この熱量は、もみ殻発生熱量を2,400kcal/kgとすると、58%の熱交換率に、また、灯油約1.1ℓ(灯油発生熱量8,400kcal/ℓ)に相当する。

この結果から、今までと視点を変え、もみ殻燃焼炉を使用した場合の暖房効果を、ハウス規模別に検討すると、外気温度-5℃の時に表5のようにハウス内温度が推定される。なお、計算式(1)は古在氏(千葉大)により、(2)は三原氏(元千葉大)、小倉氏(宇都宮大)の提唱し

表4 もみ殻燃焼炉の性能

熱量(熱交換後)*	9,448.8 kcal/h
もみ殻燃焼量	6.8 kg/h
くん炭発生量	1.8 kg/h

*ピトー管使用、4回平均値

表5 ハウス規模別の室内温度の推定

条件: 外気温度-5℃

ハウス規模 m ² (坪)	間口 m	奥行 m	軒高 m	棟高 m	表面積 m ²	室内温度(°C)			
						ビニール1重		ビニール1重・カーテン1層	
						1台*	2台	1台	2台
330(100)	7.3	45.5	1.8	3.6	574	1.1	3.3	4.1	7.4
264(80)	7.3	36.4	1.8	3.6	467	1.6	4.3	4.8	8.8

*もみがら燃焼炉の台数

$$\text{計算式 } Q = A_1 \cdot h \cdot (\theta_1 - \theta_0 - \Delta\theta_m) \cdot (1+r) \quad \dots\dots(1)$$

$$\Delta\theta_m = A_2 \cdot (35 - 2\theta_1 - 0.5\theta_0) / A_1 \cdot h \quad \dots\dots(2)$$

A₁: 表面積, A₂: 床面積, θ₁: 室内温度, θ₀: 外気温度, Q: 暖房機発生熱量(もみ殻燃焼炉1台, 9450kcal/h), h: 放熱係数(ビニール1重5.9, ビニール1重・カーテン1層3.6kcal/h・m²・°C)
Δθ_m: 地熱流によるハウス上昇温度, r: その他熱損失(5%)

た式を基に、(株)ネポンが設定した。

それによると、330m²のハウスでは、もみ殻燃焼炉1台の場合、ビニール1重で1.1℃、ビニール1重・カーテン1層で4.1℃に、2台の場合は、それぞれ3.3℃、7.4℃の温度になる。

また、表5の計算式を供試ハウスに当てはめた推定値と本試験の実測値(ハウス地表面温度)を比べると、外気温度と室内温度の差は、外気温度が-5℃の時26%、-8℃の時30%、推定値より実測値が大きかった。即ち、負荷暖房量の算出に用いられるこの計算式は、ハウスの構

造及び立地条件を考慮し、熱量に余裕を持っていると考えられた。

4 摘要

冬季夜間の最低気温 -8.9°C の条件で、もみ殻燃焼炉による水稻育苗用パイプビニールハウス（床面積 130m^2 ）の暖房試験を行った結果は、次の通りであった。

- (1) ハウス内の温度は、外気温度よりも、 -2cm （土中）及び 0cm （地表面）で $10\sim 11^{\circ}\text{C}$ 、 $50\sim 300\text{cm}$ 高で $13\sim 14^{\circ}\text{C}$ 高く推移した。
- (2) 無暖房時の結果を併せ考えると、燃焼炉による昇温の程度は、 -2cm で $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 、 0cm で約 6°C 、 $50\sim 300\text{cm}$ 高で約 10°C であった。
- (3) ハウス内の温度は、地表面でやや低いが、全体としてそのバラツキは少なかった。
- (4) 燃焼炉は、毎時もみ殻燃焼量が 6.8kg で、熱交換後の熱量は毎時 $9,450\text{kcal}$ であった。 1ha から産するもみ殻量は、約 1.5t としておお

よそ 220hr ／台稼動できる。

- (5) 330m^2 規模のハウスでは、燃焼炉2台、ビニール1重・カーテン1層被覆で、外気温度が -5°C の時、室内温度が 7.4°C と推定された。また、本試験の推定値と実測値の関係を考えれば、室内温度は26%増の 9.3°C まで期待できる。

参考文献

- 1) 鷹尾宏之進(1985)：もみ殻の有効利用，米麦改良，第8号，2-11
- 2) 戸次英二・岩崎義美(1983)：園芸ガラス温室におけるもみ殻燃焼熱の利用に関する調査，農施誌，第13巻，第1号，35-53
- 3) 古在豊樹(1981)：暖房負荷の算定法と伝熱諸元間の関係，農園，第56巻，第5号，13-18
- 4) 農林水産技術会議事務局(1980)：施設園芸の省エネルギー新技術，農林水産技術情報協会，21-31

岩手県における農作業事故の現状分析(第1報)

—乗用トラクタの事故について—

岩手大学農学部 武田純一・谷地楨彦(現北上農高)

鳥巢 諒・伴野達也

1 緒言

農作業事故については、農林水産省をはじめ¹⁾各方面から²⁾³⁾⁴⁾実態の報告、対策等が指摘されているにもかかわらず、全国的には毎年約370名(うち約270名は農業機械・施設作業に関する事故)もの死亡者を記録し、依然として減少の兆が見えない状態が続いている。

農作業事故の中でも乗用トラクタに関する死亡事故は、他の機械に関する事故に比較しても飛びぬけて多く、事故防止対策を早急に見直さなければならない時期に来ていると言えよう。

本報告では、岩手県内における乗用トラクタの事故について、その実態を明らかにし対策を示した。なお、本報告をまとめるにあたり、岩手県農産普及課、岩手県警、岩手県立農業試験場千葉日出男氏、岩手県農業機械士協会の皆様他より多大なご協力を賜った。ここに記して謝意を表します。

2 調査方法

死亡事故については、県農産普及課及び県警の協力を得て、昭和51~59年に発生したのものについて資料を収集した。また、傷害事故や傷害事故には至らないがヒヤリとした経験(これをヒヤリ事故と呼んでいる)、安全フレーム等(ROPS)についてアンケート調査及び面接調査を実施し、278名より回答を得た。

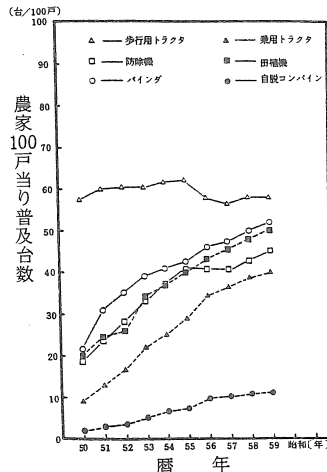


図1 主要農業機械の普及台数 (資料: 岩手県農政部農産普及課)

3 調査結果及び考察

(1) 主要農業機械の年次別普及台数

図1に示すように、この10年間における主要農業機械の普及台数の伸びは歩行用トラクタを除いては著しく、乗用トラクタ、自脱コンバイン、バインダ、田植機、防除機はそれぞれ4.1, 3.2, 2.2, 2.4, 2.3倍となっている。歩行用トラクタは最近普及率が減少し、乗用トラクタに移行していることがうかがわれる。

図2には、乗用トラクタの普及台数を馬力別に示した。この8年間では、31PS以上と20PS未満がそれぞれ3, 4%減少し、21~30PSクラスが7%増加しておりやや大型化している傾向がみられた。また、11~30PSのクラスは全普及台数の約85%を占め事故もこのクラスで多発している。

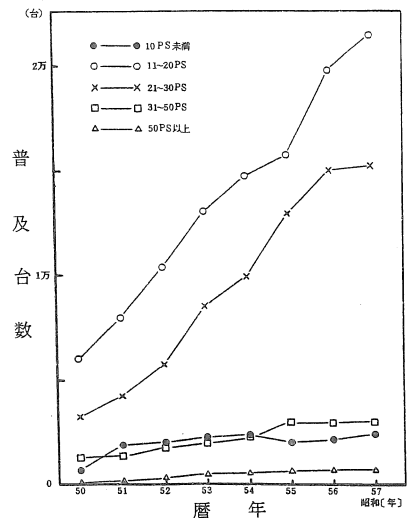


図2 乗用トラクタの馬力別推移 (資料: 岩手県農政部農産普及課)

(2) 機種別死亡者数の推移

表1に、昭和51～59年における岩手県での農業機械・施設に関する死亡者数を示した。表より明らかのように、死者の最も多いのは乗用トラクタに関する事故であり、全体の47.1%を占めていた。かつ、年次別にはかなり変動があるものの乗用トラクタの事故が多発する年は総死亡者数も多くなる傾向をもっていた。次いで、歩行用トラクタが24.0%であり、この2機種で全体の約70%を占めている。全国的にもこの傾向は一致しており、毎年60～70%がこの両機に関する事故で占められている。

死亡者のうち女性の占める割合は、年次によって変動があるが、全体の約20%を占め、施設・作業舎での死亡者割合が最も高かった。乗用トラクタでの女性の死亡者割合は12.3%で、自脱コンバインに次いで低かったが、ここ数年増加する傾向にある。

農業就業人口10万人当りの死亡率を年次別にみると、年々就業人口が減少しているのとあいまって、岩手県、全国とも増加する傾向にあるが、岩手県の方が常に高率であった。特に冷害年でもあった昭和57年には全国値の3倍以上に

もなっている。

乗用トラクタの普及台数10万台当りの死亡者は、この数年やや減少化傾向が見られるものの岩手県では10名以上を数え、全国値よりもかなり高い値を示している。

(3) 乗用トラクタの事故分析

図3に事故の発生日と発生時間他の関係を示した。発生日別にみると、4・5月の春作業時に最も発生率が高く、全体の56.1%を占め、次いで10・11月の秋作業時が17.5%を占めていた。両時期は最もトラクタの稼働率が高くなる時期でもあり、特に春作業時は秋作業時よりも作業が過密になる傾向にあるので、事故が多発するものと考えられる。

時間別にみると、15～17時台の事故が31.6%で最も発生率が高く、次いで9～11、18～20時台がそれぞれ22.8%、12～14時台が19.3%を占めていた。図に日の出、日の入時刻を示したが春作業時の日の入時刻近傍で、やや事故が多発しているようである。

作業別には、移動中の事故が61.4%、運搬中・通常の圃場作業中の事故がそれぞれ15.8%を占めていた。特に秋作業時には運搬中の事故が

表1 機種別死亡者数の年次別推移 (岩手県)

単位：割合の欄のみ【%】，その他は【人】

年次	乗用 トラクタ	歩行用 トラクタ	運搬用 トラック	脱穀機 ハーベスタ	自脱 コンバイン	施設・ 作業舎	畜産機	その他	合計	(A)		(B)	
										岩手県	全国	岩手県	全国
51	9(1)	4(3)		1			1(1)		15(5)	6.6	3.5	57.7	10.3
52	2	3	1	1	1				8(0)	3.7	3.2	9.9	8.8
53	4	3(1)	1						8(1)	3.8	3.6	15.2	8.3
54	6(1)	2		1(1)					9(2)	4.5	3.6	20.1	6.5
55	10(1)	6(1)		2		2(2)		1(1)	21(5)	10.5	3.2	29.2	6.8
56	3	3	1				1(1)	2(1)	10(2)	5.1	4.1	7.4	7.9
57	11	6	2(1)	1(1)	3	1(1)	1	1	26(3)	13.2	4.2	25.8	7.2
58	6(2)	1	1(1)		1	1	1(1)	1	12(4)	6.2	4.5	13.3	6.3
59	6(2)	1(1)	1	1		1	2		12(3)	6.2	—	12.9	—
合計	57(7)	29(6)	7(2)	7(2)	5(0)	5(3)	6(3)	5(2)	121(25)	—	—	—	—
割合	47.1	24.0	5.8	5.8	4.1	4.1	5.0	4.1	100.0	—	—	—	—

*注1 59年は未確定値で、増加の可能性はある。

*注3 (A)は農業就業人口1万人当りの死亡率

*注2 ()内は総数のうち女性の数である。

*注4 (B)は乗用トラクタ10万台当りの死亡率

多発していることがわかる。

年齢別では、40,50歳代がそれぞれ35.1, 21.1%で全体の半分以上を占め、20・30・60歳代がそれぞれ10.5%で続いている。最近は幼児の事故も多く、10歳未満の事故が8.8%も占めていた。

表2に示すように、乗用トラクタの事故の約75%は転倒事故によって占められている。中でも農道から転倒する事故が転倒事故の41.9%で最も発生率が高かった。一般道路・林道から転倒した例も含めると約70%に達し、道路から転倒する例が極めて多いことがわかる。次いで傾斜地の圃場または畦畔等で転倒する例が25.6%であった。同乗者の転落死は14.0%であるが、この事故は、幼児・女性の犠牲者が多い傾向がみられる。

(4) 傷害事故及びヒヤリ事故

傷害事故は表3に示すように3件のみで、内容的には可動部への接触、作業機の無理な脱着等である。乗用トラクタは自脱コンバイン等よりも傷害事故の可能性が低いが、死亡率の高い

機械とされており、その傾向の一端がうかがわれる。

自分の作業に対して感じたヒヤリ事故の発現率は、他機種と比較して極めて高く、43件(全機種の58.1%)もあった。中でも水田畦畔の移動中に関するものが34.9%で最も高い割合を示し、水田内の他の項目を加えると、50%以上にも達していた。内容はブリッジ無しで無理に畦畔を越えた例が10件と最も多かった。次いで農道に関するものが27.9%で、不整地農道にハンドルをとられる例などがあげられている。

次に、事故時の状況をより詳しく把握し、ヒヤリ事故の欠落部を補完することを目的に、他人の作業を見てヒヤリとすることはないかという問いをもうけた。その結果は表4に示すとおり、自分のヒヤリ事故の約3倍にも達していた。他人の作業に関しては、だいたい関心を持っているように推察される。傾向は表3と同様であり水田畦畔での移動中に関するものが39.6%で最も高率であった。内容的にも46件中38件はブリッジ無しの無理な畦畔越えである。表3と比較し新たに出現した項目に、転落、幼児同乗、ロータリ不停止走行、鈍い運動動作、飲酒、スピ

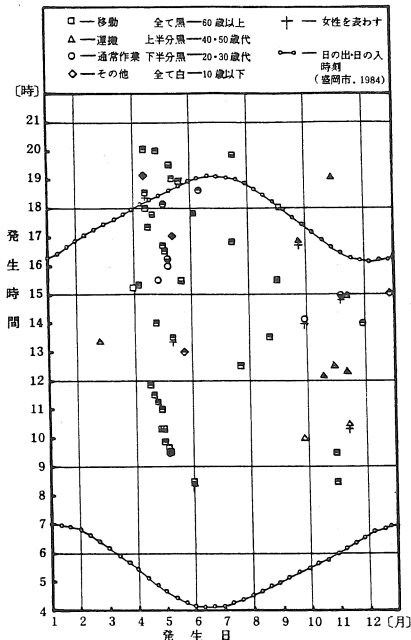


図3 乗用トラクタ死亡事故の発生日と発生時間の関係

表2 乗用トラクタによる死亡事故の分析

分	類	人数〔人〕	割合〔%〕
転倒事故	一般道路	7(1)	75.4
	林道	5	
	農道	18(1)	
	圃場内 宅地内	11 2	
同乗者	トラクタから	4(1)	14.0
転落死	トレーラから	4(3)	
運転者転落死		2	3.5
点検中事故死		1	1.8
ロータリに巻き込まれる		1(1)	1.8
他車または自転車による追突		2	3.5
合計		57(7)	100.0

*注1 岩手県での昭和51年～59年の合計値。ただし59年は未確定値のため、増加する可能性がある。

*注2 ()内は総数のうち女性の数である。

*注3 トラクタが転倒・転落せず運転者のみが転落死した場合のみを、運転者転落死とした。よって車体もろとも転倒・転落した場合は転倒事故に含めた。

ードの出し過ぎ等があるが、転落などは死亡、傷害事故と紙一重であったものと思われる。

これらの自分・他人のヒヤリ事故の項目は、おのおのが死亡・傷害事故と直接・間接的に結びついているものばかりであり、乗用トラクタ事故の原因の概略をほぼとらえることができた。

(5) 安全フレーム等に関する調査

乗用トラクタの転倒死亡事故を防止するには、安全フレームやキャビン（Roll Over Protective Structures略してROPS）が大変効果的であることは、北海道大学⁴⁾や海外の調査例⁵⁾からも明らかであるが、岩手県のみならず全国的にも現在のところあまり普及していない。そこで、本調査では、ROPSの装着実態と意識調査を行なった。

表5に乗用トラクタの馬力別分布とROPSの装着割合を示した。30PS以上の台数がかなり多く、実際の普及台数とは異なった分布になったが、大部分が大型特殊自動車に属するこの30PS以上クラスでも、ROPSを装着しているのは約40%にすぎず、20PS以下のクラスでは約5%とほとんど装着されていなかった。ROPSの型式は2,4柱式フレームがそれぞれ68.8, 31.2%で、キャビン式は無かった。またトラクタ購入時から装着されているものが約80%で、これは4柱式の全てと2柱式を装着している31PS以上のトラクタの大部分であった。購入先は、農協、農機具店がそれぞれ26.6, 67.2%である。トラクタ購入後に装着した例は2柱式を装着している30PS以下のトラクタに多いが、中には自分でフレームを作り溶接している例もあった。できれば安全鑑定適合フレームを装着するべきである。

装着後の感想については、安心、邪魔であるがそれぞれ40.6, 6.3%で、効果が出ている反面まだ改良の余地も残されているよう

ある。

一方、ROPSを装着していない214人は、図4に示すように、価格が高い、装着できない構造、有効性が無い、圃場が平坦である等の理由で装

表3 自分の傷害・ヒヤリとすること（傷害は昭和57～59年の間のみ）

場所	作業	状況	傷害	ヒヤリ	ヒヤリ割合
一般道路	移動	脱輪、追い越され時		2	4.6
農道	移動	脱輪、不整地道路でハンドルをとられる		7	27.9
	運搬	急坂のバック走行、傾斜地 脇見・ぼんやり運転で転落、居眠り運転 過積しフロントアップ 荷台からブリッジが落ち転落		5	
林道	運搬	傾斜地でトラクタに押される		2	4.7
		不明	1(1)		
畦畔	移動	ブリッジ無しの無理な畦畔越え、斜め降り ブリッジより脱輪、水路に脱輪		15	34.9
	運搬	バック時		1	
水田	耕起	方向変換時畦畔から落ちそうになる、 クラッチとブレーキを間違えて入れる		2(1)	16.2
	代掻	フロントアップ、居眠り運転、可動部接触	1	4	
畑	耕起	傾斜地回行、ギア入れ遅い 軟弱地でハンドルをとられる		4	9.3
	点検	エンジン不停止で点検中ギアに触れ走り出す		1	
作業舎	点検			1	2.3
	脱着	作業機の無理な脱着		1	
合計			3(1)	43(1)	100.0

*注1 単位は傷害、ヒヤリの欄が(件)、ヒヤリ割合が(%)

*注2 ()内は総数のうち女性の数である。

表4 他人の作業を見てヒヤリとすること

場所	作業	状況	ヒヤリ	割合
一般道路	移動	幼児同乗、脇見運転、安全不確認、脱輪	6	5.2
農道	移動	ロータリを回転しながら走行、暗い帰路 鈍い運転操作、カーブで転落	10	25.0
	運搬	幼児同乗、喫煙・飲酒・脇見運転、転落 過積しカーブで脱輪、急発進 バック運転、路肩に寄りすぎる	19	
畦畔	移動	ブリッジ無しの無理な畦畔越え 斜め降り、ブリッジより脱輪 フロントアップ	46	39.6
	耕起	急発進フロントアップ、幼児同乗 ロータリ不停止	5	
水田	代掻	フロントアップ、幼児同乗、ぼんやり運転 ハンドル操作不慣	4	7.8
	運搬	傾斜地での積載旋回、制動不良 積載不慣のためバランスをくずす	3	
畑	耕起	傾斜地回行、スピードの出しすぎ、転落 フロントアップ、ギア入れ遅い	10	11.2
	運搬	等高線走行、不整地で転倒しそうになる	2	
草地	草刈	急ハンドルで方向転換、等高線走行 バック走行	10	10.3
	運搬	老人のバック走行	1	
宅地内	運搬		1	0.9
合計			116	100.0

*注 単位はヒヤリの欄が(件)、割合が(%)

表5 乗用トラクタの馬力別分布とROPSの装着割合

馬力(PS)	台数(台)	割合(%)	2柱式	4柱式	合計	装着割合(%)
15以下	26	9.8	1	0	1	3.8
16-20	30	11.4	2	0	2	6.7
21-25	60	22.8	7	2	9	15.0
26-30	37	14.0	6	5	11	29.7
31以上	80	30.3	20	11	31	38.8
馬力不明	31	11.7	8	2	10	32.3
合計	264	100.0	44	20	64	24.2

着していないが、このうちの約60%は今後装着したいと答えていた。

(6) 今後の課題

調査結果より明らかとなっており、当面の事故対策としては、春作業時の事故を最小限に食い止める必要がある。そのためには、マスメディアや農村内の集会等を最大限に利用し、事故の実態を伝えると共に、安全教育の啓蒙に努める必要がある事は言うまでもないが、人間というブラックボックスはいつ・どこで不安全な行動をとるとも限らない。死亡者のうちの数名は、耕地整理され環境条件が良い場所で事故に遭っており、必ずしも環境条件の悪い所だけに事故が集中している訳ではないのである。人間こそは最大の不安全要因であるが、これを補完するためにも、機械の側から早急にROPSを装着すべきであると考えられる。またROPS装着時はシートベルト・ヘルメット等を着用するよう指導しなければ、オペレータがROPS外へ投げ出された場合には、やはり重大事故につながる可能性がある。今後ROPSを普及させて行くためには、安価なものを開発して行く必要があると思われるが、自動車のシートベルトと同様に、事故防止の観点からは、ある程度の法の規制を課しても早急にROPSを装着していくべきであろう。

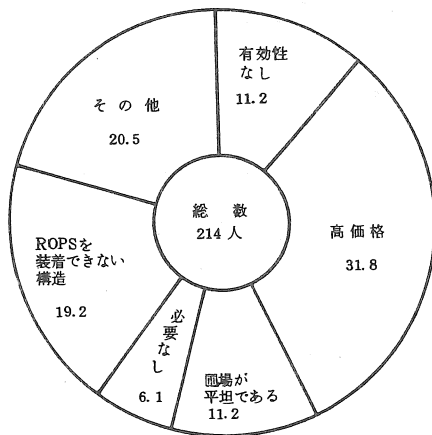


図4 ROPSを装着しない理由 単位 [%]

4 摘要

岩手県で発生した乗用トラクタの死亡事故57件を分析し、かつアンケート調査により、傷害事故、ヒヤリ事故、ROPSに関するデータを収集分析して、次の結果を得た。

(1) 乗用トラクタによる死亡事故は、4・5月の春作業時に56.1%発生し、中でも9～12時と15～20時までの時間帯で多発している。

(2) 作業別には、約60%が移動中の事故であるが、秋作業時は運搬中の事故が多かった。

(3) 年齢別には、40・50歳代が50%以上を占めていたが、最近では幼児の事故も多い。

(4) 事故の形態別には、転倒事故が75%を占め、その中でも農道をはじめ道路から転倒する事故が70%にも達している。

(5) 傷害事故は少なかったが、ヒヤリ事故はかなりあり、中でも水田畦畔移動中に関するものが多かった。

(6) ROPSの装着率は、30PSクラス以上ではやや高かったが、20PS以下では5%にすぎない。

よって、現状ではオペレータの安全教育とROPSの装着が事故防止上有効であると思われる。

参考文献

- 1) 農林水産省肥料機械課：昭和59年度農作業事故調査結果，1-16，1985
- 2) 岩手県，岩手県農作業安全対策協議会：岩手県農作業安全運動の推進，1-61，1985
- 3) 武田純一：農作業事故に関する基礎的調査研究，協同組合奨励研究報告第十輯，113-157，1984
- 4) 北海道大学農業機械学研究室：農作業死亡事故の現況分析，1-92，1984
- 5) 森芳明他：安全キャブ及び安全フレームとそのテスト(1)，農機学会誌46(3)，383-387，1983
- 6) 武田純一：東北地方における農作業事故の調査，農機学会東北支部報No29，52-56，1982

農業機械工作実習におけるパーソナル・コンピュータ を利用した教育システムの開発

岩手大学農学部 広間達夫・吉田 純

1 はじめに

岩手大学農学部農業機械学科では、教育の一環として「機械工作実習」を行っている。この実習は、「機械工作法」の講義において習得した理論と実際の工作技術の関連性を体得するためである。その内容は、機械工作全般、溶接、鍛造、熱処理等の実技である。将来、農業機械・施設の開発、設計、生産、農業経営者、教員をめざす者にとって有益な知識となり得ていると思う。

近年、生産工場においては製品の多様化に伴う多種少量生産、製造工程の自動化や省力化、高品質・低価格製品、複雑な形状の加工を可能とする各種工作機械が急速に進歩している¹⁾。数値制御(NC)によるNCフライス盤、NC旋盤、NCボール盤、NC中ぐり盤、マシニング・センタなどはその代表的なものである。

このNC工作機械は、多年の経験のある熟練者を必要とせず、切削すべき加工物の図面から寸法に関する数値情報と指令情報を紙テープや磁気テープにより、機械に入力して切削加工を行うものである。当学科にはNCフライス盤が設置されている。

さて、これまでのNC加工実習は、基本的内容であったが、これだけでは学生に創造的発想を求めることは困難であった。進歩する科学技術を積極的に実習に取り入れて、さらに活発化しなければならない。

そこで、現在広く用いられるようになったパーソナル・コンピュータを使用して、2次元あるいは3次元グラフィックスによりNC加工物

の形状の認識を行い、NC紙テープを作成したのち、NC加工を行えるようなシステムの開発を試みたので、その概要を報告する。なお、静岡県のある工業高校等²⁾では教育用パーソナル・コンピュータ付卓上型NC旋盤で同様な実習を行っているようである。

2 システム構成

これまでのNC加工実習は、

- 1) NCプログラミング
- 2) NC紙テープ作成
- 3) NCフライス盤によるNC紙テープの確認
- 4) NC加工

という過程をへて行ってきたが、プログラムにミスがあった場合には、再度同様な作業を繰り返さなければならなかった。

本システムは、学生の理解力の向上などの教育的目的、さらに実習時間の短縮、プログラムミスによる機械、切削工具の破損防止などを目的としたもので、使用者自らプログラミングと入力を行うようになっている。次の基本的な考え方

- 1) 使用者のプログラミングを手助けする
- 2) 切削工具の軌跡を2・3次元グラフィックスによりディスプレイ、プリンタ、X-Yプロッタに出力する
- 3) NC紙テープを作成する

を基にして、ハードウェアとソフトウェアを構成した。

(1) ハードウェアの構成

本システムのハードウェアの構成は図1の

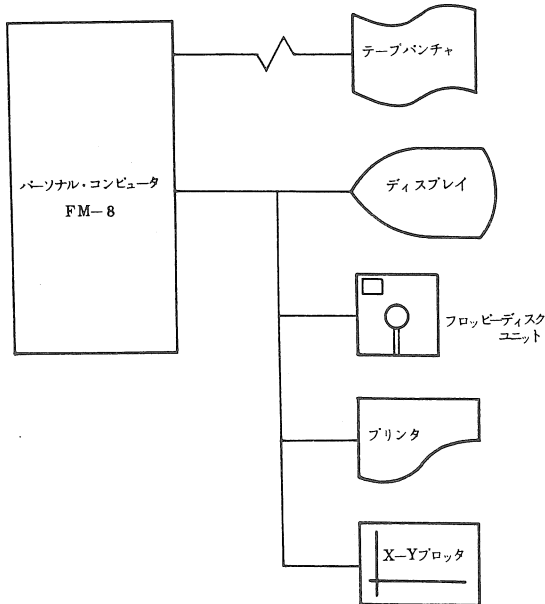


図1 ハードウェアの構成

ように、パーソナル・コンピュータのFM-8が基本になっている。これに入出力装置として、ディスプレイ、フロッピーディスクユニット、プリンタ、X-Yプロッタが接続されている。NC紙テープの作成はRS232Cインタフェースを介して、別室のパーソナル・コンピュータに接続されているテープパンチャで行う。

(2) ソフトウェアの構成

本システムのソフトウェアは、パーソナル・コンピュータからの呼び掛けに応じて、数値情報と指令情報を入力する対話方式である。特徴を以下に示す。

- 1) プログラムの修正・挿入・削除ができる
- 2) 数値情報をシミュレートする。
- 3) NCプログラムを保存する。
- 4) NC紙テープを作成する。

3 本システムによるNC実習例

(1) NCプログラム

学生の作ったNCプログラム例を図2に示す。

```

1 M03
2 M08
3 G80
4 G00X11000Y41000
5 Z-9000
6 G01Z-6000F200
7 Y-30000F200
8 X28000
9 Y17000
10 X20000
11 Y-10000
12 X25000
13 Y14000
14 G03X-39000Y39000I-39000F100
15 G01X-4000F200
16 Y-4000
17 G02X-26000Y-26000I-26000F100
18 G01X-4000F200
19 Z6000F100
20 G00Z9000
21 X-11000Y-41000
22 M05
23 M09
24 M02

```

図2 NCプログラム例

これを簡単に説明すると、

- 1) 主軸回転始動 M 0 3
- 2) 主軸回転停止 M 0 5
- 3) 切削工具の位置決め
G 0 0 X 11000 Y 41000
- 4) 切削工具の切り込み
G 0 1 Z - 6000 F 200
(F 200 は送り速度で 20mm/min である)
- 5) 直線切削 G 0 1 X - 4000 F 200
- 6) 円弧切削
G 0 3 X - 39000 Y 39000 I - 39000 F 100
- 7) 切削油供給 M 0 8
- 8) 切削油供給停止 M 0 9
- 9) プログラム終了 M 0 2

である。

(2) プリンタへの出力

入力した数値情報を2次元・3次元グラフィ

アメリカにおける野菜作の機械化の現状と研究の動向

野菜試験場盛岡支場 坂上 修

1 はじめに

著者は、科学技術庁の長期在外研究員として1982年11月より一年間、カリフォルニア大学デービス校(UCD)において「野菜の自動移植システムの開発研究プロジェクト」に参加した。

その時、アメリカ農業工学会(ASAE)の冬・夏期大会や各種研究集会への出席、農機展示会の見学、全米一の野菜の生産地であるサリナス盆地での栽培試験を通して、研究を含めたアメリカ、特にカリフォルニアを中心とする野菜作の機械化事情を見聞する機会を得たので、その一端を紹介したい。



図1 カリフォルニアの野菜産地

2 機械化の経過と現状

アメリカ、カリフォルニアと日本の野菜生産を比較したのが表1である。統計ベースの違いはあるもののアメリカの野菜の地位は、日本より低いことが推察されよう。全人口の1/3を擁するミシシッピ川以西での園芸生産額は、全体の2/3を占めるといえるが、なかでもカリフォルニアは、全米一の野菜の生産州である。カリフォルニアでの主な野菜の生産地を図1に示す。

野菜作の機械化は、第2次大戦後活発になり特に1950年代は、朝鮮戦争による増産ムード、1960年代は、メキシコとの労働協約の廃止に伴う労働者不足の懸念により、全盛期を迎え、収穫機の開発研究の一大ブームをまき起こした。

しかし、野菜は、GARRETT(UCD)が指摘するようにTLC(TENDER LOVELY CARE)を必要とする作物であるため、結局、機械による収穫物への損傷問題を解決できず、ジャガイモ、

表1 野菜生産の比較(1982)

	対象品目	作付面積 万ha (%)	生産量 万t (%)	生産額 億円 (%)	10a当り 収量 kg (%)	t当り 価格 円 (%)	農業生産額に 占める割合 %	年間1人当り 消費量 kg (%)
日本	37	60.9	1,665	19,028	2,670	114,300	17.7	111
アメリカ (対日本比)	11	88.1 (145)	1,939 (116)	8,468 (45)	2,202 (82)	43,170 (38)	2.6	95 (86)
カリフォルニア (対全米比)	11	27.0 (31)	1,035 (53)	4,084 (48)	3,833 (174)	39,460 (90)	-	-

(注) 1) 日本は、農水省「野菜生産出荷統計」, 「生産農業所得統計」1983
 2) アメリカ、カリフォルニアは、USDA「Agricultural Statistics」1983.
 3) 1ドル=240円換算

玉ネギ、加工用トマト等の一部野菜を除いて収穫機械の実用化は成功しなかった。さらに、農業労働者組合(UFW)の圧力も、機械の開発意欲にブレーキをかけた。ちなみに、カリフォルニアでの農業労働者数は、224,000人(1980)で、平均賃金は、時給4.66ドル(1983)と推定されている。

一方、最近のセンサやロボット工学を始めとするエレクトロニクス技術の導入や物性研究の進歩により、従来の困難を克服する新しい機械化の気運が盛り上がりつつある。

実用化段階での個別技術の現状を以下に述べる。

トラクタ：

エアコン付最新豪華設備のキャビンを有する150 kw級トラクタから、MULTI-TOOL CARRIERと呼ばれる25 kWの腹装型汎用トラクタ、TAISAN(台湾製)トラクタ、日本のガーデン・ティラーまであらゆるニーズに対応できるようラインアップされている。

耕耘・整地：

ボトムあるいはディスクプラウによる耕起、ハロー、レベラによる碎土・均平が一般的で、ロータリティラーは余り使用されていない。最近、レーザ・プリズム利用による精密均平システムが注目されている。この方式による均平誤差は $6\text{ cm}/800\text{ m}$ 以内といわれ発振・受信装置及びブレードを含めたセット価格は、2万ドルである。

播種：

空気式(ALLIS-CHALMERS)、フィンガ式(JOHN DEER)、ベルト式(STANHAY)等の精密播種機が普及、使用されている。

移植：

人力苗供給によるホルダ式4条移植機(HOLLAND、図2)のほかに、レタスでは請負方式

による育苗～自動移植システムがサリナスで実現している。

灌水：

うね間またはスプリンクラ方式が普通だが、近年、水の節約を目的としたDRIP灌水のほかに、自動化を指向したセンター・ピボットシステムと呼ばれる大規模灌水施設が導入されている。これは、40haを1人で操作でき、灌水幅は400m、走行速度は 10 km/hr でトマト、ジャガイモ、苗木等の灌水に使用されている。価格は37,000ドル。

除草：

高電圧(15 kV)による殺草機(LASCO)が展示会に出品されていた。7mの作業幅で、速度は 4.7 km/hr 。高電圧のワイヤが雑草に接触すると、細胞内の水分が蒸発して、植物体を枯

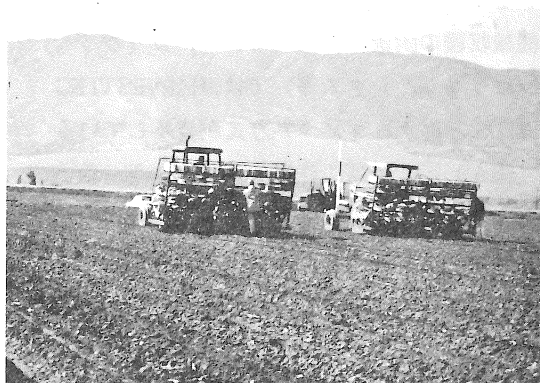


図2 ホルダ式移植機によるカリフラワ苗の移植(Salinas)

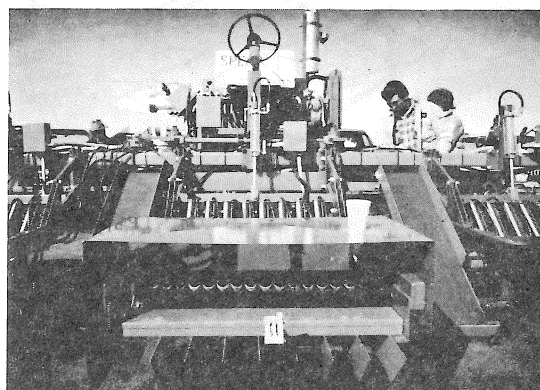


図3 選択式アスパラガス収穫機(SPEAR)

死させるもので、90kW以上のトラクタ出力を必要とする。高価格（16,000ドル）なため、年間210ha以上の稼働を要求される。

収穫：

選択式アスパラガス収穫機（8条×3畦、56kw、10万ドル）は、光センサにより一定高さ以上の株を検知すると、空気圧で作動するナイフで地上部を切断する方式である（図3）。加工用トマト収穫機（図4）は、カリフォルニアで1968年に1400台が稼働し、90%以上の加工用トマトが収穫された。ELECTRO-OPTICALセンサにより熟果の選別が可能な収穫機も市販され、価格は、35,000～40,000ドル以上であるが、労働力が従来の方式の半分で済むため、大規模経営農家に導入されている。テキサス州の玉ネギ収穫機では、落下させた時の反発力の違いを利用して玉ネギと土塊の分離を行っている。機械収穫の困難な野菜（セルリ、カリフラワ、ブロッコリ、レタス等）では、HARVESTING AIDSと称するコンベア方式が普及している（図5）。これは、作業システムの部分改良で、1人当りの生産性は向上する反面、機械投資を含めたトータルコストは高くなる場合もある。イチゴは手摘みであるが、圃場内移動に小さな手押し車を利用することもある。



図4 加工用トマト収穫機 (UC-Blackwelder)

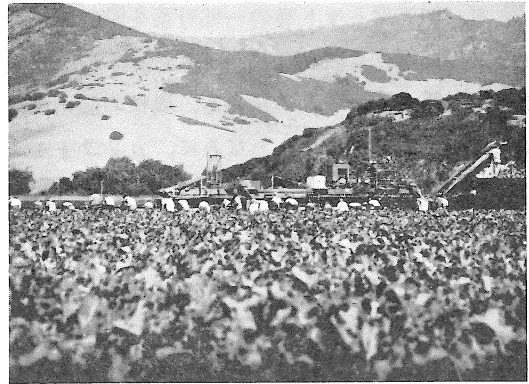


図5 Harvesting Aidsによるカリフラワの収穫 (Salinas) 運搬・ハンドリング：

加工用トマトでは、ダンプ式、カリフラワでは、ワゴン式のトラックが運搬に使用されている。コストの面から、最近、収穫物を選果場で選別・処理する方式 (SHED PACKING) から圃場内でパックする方式 (FIELD PACKING) へと移行しつつあるようだ。

3 研究の動向

例えば、カリフォルニアでの加工用トマト収穫の機械化の成功は、自然条件に恵まれていたこともあるが、何と云っても、耐病性芯止まりで一斉収穫が可能な品種 (VF-145, UCD HANNA教授) の開発と栽培法の確立におうところが大きかった。即ち、野菜作の機械化研究には、これら、育種・栽培・病虫害・物性等の専門家の協力が不可欠な要素である。アメリカでは、大学・公立試験研究機関のエンジニア達は、他の部門の科学者と密接な連携のもとに研究をすすめている。

播種：

UCDは、かつて 最初の野菜用真空式播種機の開発 (GIANNINIら1967) やシードテープシステムの研究 (CHANCELLER 1969) 実績があり、従来困難とされていた野菜の精密播種へ

の道を拓き、種子代の節約、間引の省力、収穫物揃いの向上等の恩恵をもたらした。現在は、サリナスのUSDA農業試験場で、マグネット式パンチプランタ（LENKERら、図6）空気流式マイコン（8080A）制御の播種機（WILKINら）の開発研究を実施している。また、近年、芽出し法によるゲル流体播種方式が注目されているため、この分野での試験研究が活発化している（GHATEら1981、SHAWら1980、SEARCYら1982）。

移植：

移植方式が増加していることから、カリフラワ、セルリ苗の自動移植システムの開発のためUCDとUSDAの共同プロジェクトが開始された。図7は、均質苗を得るためのセンサを利用したセルリ苗の選別装置のイラストである。

間引：

GARRETT（1967）らにより、PROBE WIRE センサとアクチュエータナイフを利用した選択式自動間引機が開発され実用化されている。

収穫：

トウガラシ収穫は、実の分離にくし状のSINGLE TINE（アリゾナ大学GENTRY 1976、 0.8 km/hr ）、SPIRAL ROLL（ミシガン州立大学MARSHALL 1978）、プラスチック・フィンガ（USDA LENKER 1982 1.2 km/hr 、図8）を利用することが考えられている。

r線（GARRETTら1969）またはX線（LENKERら1971）を使ってレタス球の堅さを判定して選択収穫を行う方法も考えられたが、機械の誤動作が問題になって実用化には至っていない。一方、レタス収穫後に、圃場内でラップする機械（LENKER 1984）が考案されている。カリフラワの選択収穫機（LENKER 1978）は、選別ローラと比較電子回路により花蕾の大きさを判別し、油圧回転刃で収穫すべき個体を切断するもので

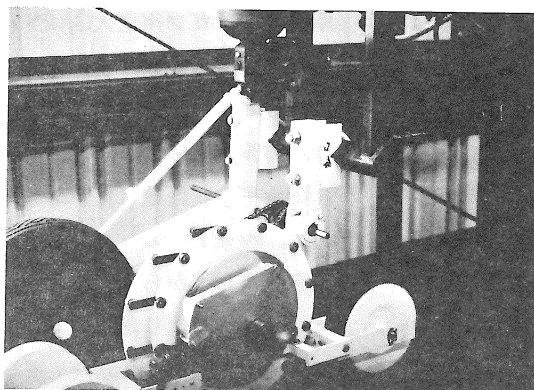


図6 レタス用パンチプランタ（USDA-ARS）

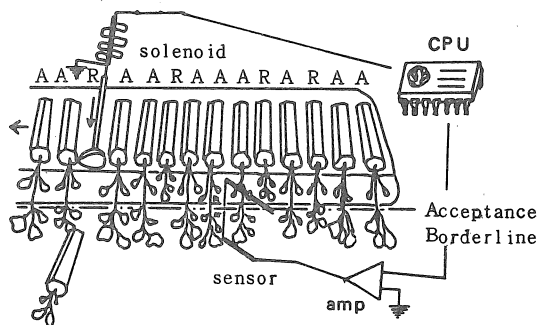


図7 マイコンによる均質苗の選別システム

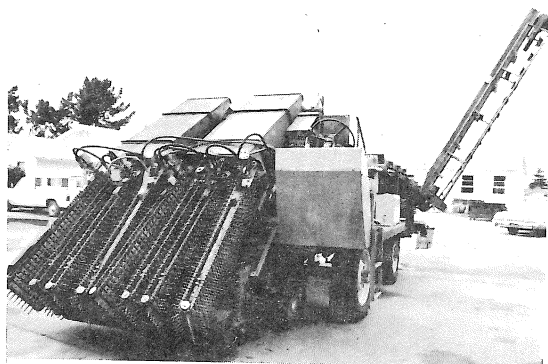


図8 プラスチックフィンガによるチリペパ収穫機（USDA-ARS）

ある。キュウリ収穫機（ミシガン州立大GARYら1982）は、従来機の欠点であるSサイズ果の回収率が低いのを、新しいスレッシング概念を導入することにより、23%から59%に向上させたと報告している。葉ネギの収穫機（クレムソン大HOODら1983）は、ルート カッターで根を切断しVベルトで茎を挾持しながら上方へ移送する。その時、土は、振動棒により落される。走行速度は、毎時1.6 kmで12,000束分のネギを収穫する能力があり、その概念機構は、わが国にも十分適用できると考えられる。

4 おわりに

アメリカの野菜作の機械化の現状は、日本と

比較して、普及、研究の両面で、質・量とも確実にすすんでいる。その原因は、経営規模の違いにもよるが、農業者のコスト意識が徹底しているため、技術革新の意欲が旺盛なこと、充実した研究スタッフの下に、大学、国公立試験研究機関対生産者団体、農業機械メーカーとの協力関係が確立され、豊富な予算を裏付けに実用化に根ざした研究が実施されているからである。

今後、わが国でも、農産物の貿易自由化などの国際化、価格競争に対応できる試験研究体制が整備されることを期待したい。

タイ国農業・農業機械状況について

宮城県農業短期大学 富 樫 千 之

1 はじめに

1984年12月、タイを訪問する機会を得、その折、タイの農業・農業機械に関する若干の資料を入手し、視察することができたのでその概要を報告する。

タイ74県は図1に示すように、中央部、東北部、北部、南部と大きく4地域に区分される。最近、香港の中国への返還の影響のため、国情が安定し、技術力が比較的高く、かつ国内マーケットが大きいタイへ海外企業が進出し、東南アジアの基地になりつつある。

2 農業状況

総人口約5,000万人のうち70%近くが農業に関係し、表1に示すように、総輸出額の50%弱を農産物が占めている。農業人口の比率、農産物輸出の割合とも経年的に低下しているものの、タイにとって農業は基幹産業で、農業の振興は重要であり、農業振興そのものが経済活動の活性化に結びつく。

タイの主要農産物は米、キャッサバ、ゴム、砂糖キビ、メイズ等であり、その生産量を表2に示す。

現在、タイ農産物の第1位である米の作付面積は950万ha（一期作900万ha、二期作50万ha）¹⁾で、生産量も最近の数年は干ばつ等による影響も認められず、増加傾向にあり、84年は2,000万tに達すると見込まれている。従来、タイの米の輸出能力は159~250万tとされてきたが、81年に初めて300万tを越え、国内の米消費量が約1,500万tであることから、84年は400万tを上回る勢いである。米の輸出先はアジアに

約40%、アフリカに約25%で、最近、イラン、サウジアラビア、ソ連向けの輸出が急激に増加している。

単位面積当たりの米の収量をみると一期作は約160kg/10a、二期作は約330kg/10aで二期作が2倍を上回

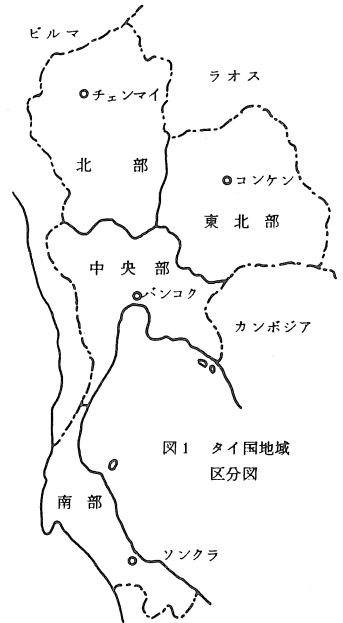


図1 タイ国地域区分図

表1 主要商品別輸出額

単位：千万バーツ

品目\年	1960	1970	1980	1981	1982
米	257	252	1951	2635	2246
タピオカ	29	122	1489	1643	1974
生ゴム	256	223	1235	1084	1212
砂糖	1	9	298	957	949
スズ	54	162	1135	910	833
メイズ	55	197	730	833	777
その他	209	512	6483	7241	8003

出所：Bank of Thailand

表2 主要農産物の生産量

単位：万t

作目\年	1980	1981	1982	1983	1984*
米	1740	1780	1680	1840	2000
キャッサバ	1650	1770	1780	1900	2000
砂糖キビ	1990	3020	2440	2260	2100
メイズ	300	340	300	370	420

出所：Office of Agricultural Economics

*見込み

る収量となっている。米の輸出量に占める二期作の生産量の割合を79, 80, 81年の3年でみると、それぞれ40, 70, 64%でその値は大きい。言い換えるならば、二期作の生産量によって米の輸出が支えられていることになる。

東南アジアにおいて、米の増産方法は緑の革命で知られるような高収量品種の導入、新規開拓による作付面積の拡大、既水田の高度利用等が考えられる。しかし、周知のとおり、基盤整備が不十分な水田面積が多く、水管理が難しいため、高収量品種の導入は必ずしも成功しなかった。また、新規開拓は開拓可能地の縮小、表土の流出の拡大が懸念されるため厳しい状況にある。そのため、今後、米の増産は既水田の高度利用、すなわち二期作水田の増進が最も期待される。

二期作水田の拡大は水利条件の改善を伴うホ場整備が必要であり、江崎は投資効率を考慮して「不完全かんがい農地を完全かんがい農地に転換する」方法が最良であるとしている。現在のところタイにおいて二期作面積の割合は中央部、北部、東北部、南部でそれぞれ80, 10, 6, 4%となっており、特に中央部以外の面積拡大が、農地保全を考慮しながら切望される。これら農業土木事業へ日本は技術援助を実施しているが、さらに一層の援助の増大を望むものであり、このことが今後のタイ農業の発展に寄与することになると考えられる。

換金作物で高度な栽培技術を必要としないキャッサバ（作物名称はキャッサバで、製品化す

表3 タピオカ製品の輸出状況 単位：万t

年	1979	1980	1981	1982	1983
合計	396	522	626	780	519
E C	381	500	560	747	471

出所：Office of Agricultural Economics

るとタピオカと名称が変化する)は畜産の飼料作物として、71年から東北部を中心として急激に普及し、82年には輸出額の第2位(表1)を占めるに至っている。東北部の所得は中央部の30%程しかなく、4地域中最下位であるため、キャッサバは他地域との所得格差を縮め、東北部の農家経済を支える作物と期待されたが、ホ場管理等の問題から表土流失が深刻化し、荒地の拡大を誘発している。加えて、タピオカ製品の主要輸出先であるECが地域内で競合する穀物生産を保護するために、輸入枠を83, 84年は500万t, 85, 86年は450万tに決定した。そのため表3に示すように、83年の輸出量は519万tと大幅に落ち込み、80年の水準にもどってしまった。輸出量の減少は製品のストックを生み、84年は200万tに達し、価格も下落し、政府もその対策に苦慮している。今後、キャッサバ栽培農家、特に東北部の農家に及ぼす打撃は大となり、東北部から中央部への出稼がさらに増加し、社会的問題となることが心配される。

他の換金作物であるメイズ、砂糖キビ、パイナップルなどは60年代以降急速に普及していったが、やや頭打ちの傾向にあり、今後は付加価値のある水産、畜産を含めた加工分野の進展が期待される。

3 農業機械状況

表4に農用トラクタの普及台数を示す。普及台数は5年間で74%の増加で、農業の機械化が

表4 農用トラクタの普及台数 単位：百台

年	1978	1979	1980	1981	1982
小型	1920	2306	2806	2844	3238
中型	270	312	362	392	457
大型	290	333	372	500	618

出所：Office of Agricultural Economics

着実に進行している様子が伺える。小型トラクタの大部分は耕うん機と思われ32万台を越え、四輪トラクタも10万台に達している。しかし、従来の指摘¹⁾のとおり、中央部、北部への集中が著しく約83%に達している。

耕うん機は一般に大型トラクタ、水牛が耕起したあとの代かき作業に使用⁴⁾されている。また、中型、大型のトラクタはその大部分が賃耕用に導入されている。

表4のとおり、トラクタの普及は目覚ましいが、その内容はかなり変化している。図2に45PS以上の輸入トラクタの推移を示す。合計は77年まで順調に増加したが、その後下降傾向に入り、83年は約1000台となっている。一方、75年頃より輸入が始まった中古トラクタは、77年を除く年で1000台以下であったが、82年は新品を上回り、83、84年には輸入の大部分が中古品で占めるに至っている。中古品のほとんどが英国製のFORDSONである。

中古トラクタの輸入は以前にも指摘⁵⁾され、英国でトラクタ規則の改定に伴って、ユーザーが既存のトラクタを売り、規則に合った新しいモデルを購入したために流入した一時的な現象と見られていた。確かに、中古トラクタ輸入の初

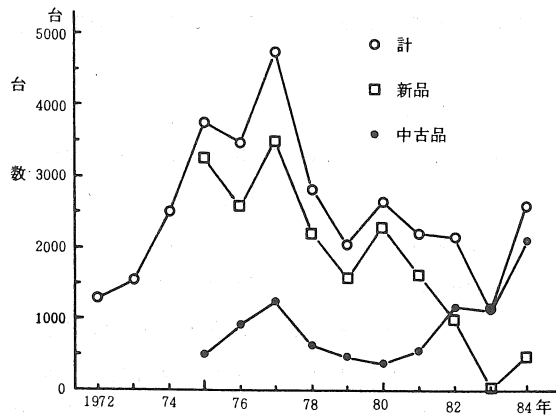


図2 輸入トラクタの推移 (45 PS以上)

(注) 84年は11月まで

出所: KTT

期は前述の理由によるものと考えられるが、以後中古トラクタの評価は定着し、逆に農家が中古トラクタの購入を希望するようになり、82年頃がその転換時期ではないかと考えられる。

図3に45PS以下の輸入トラクタの推移を示す。79年まで新品は順調であったが、80年頃より中古トラクタの輸入が始まり、早くも81年には新品を上回り、83、84年はほとんどが中古品で占めるに至っている。これは45PS以上の中古トラクタの評価の定着が、45PS以下の中古トラクタにも波及し、一気に増加したと思われる。45PS以下の輸入中古トラクタのほとんどが日本製のKUBOTAである。

20PS前後の中古トラクタの価格はエンジン付で40~50万円、新品の100~120万円の半以下となっている。タイ国産トラクタの価格は同PSエンジンなしで約40万円、エンジンを加えると中古トラクタよりやや上回る結果となり、完全に競合関係にある。

図4にトラクタの現地生産と輸入台数の推移を示す。現地生産は82年まで4500~5000台のコンスタントな生産ペースであったが、以降は中古トラクタに押され、極端な減産に追い込まれている。現在のところ、タイ政府は何らの対策も講じていないが、今後現地大手メーカーが直接的な影響を受けるようになれば、中古トラ

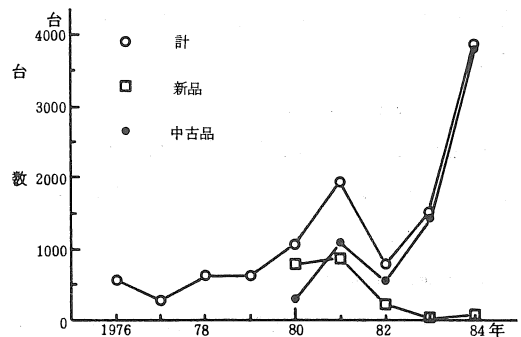


図3 輸入トラクタの推移

(注) 84年は11月まで

出所: KTT

クタ輸入に関する対策が実施されると考えられる。

中古トラクタは年間約 700 時間の稼働で、賃耕によってほぼ 1 年でペイする。2 年目以降は維持費のみで他は利益となるが、使用期間はほぼ 2 年間である。

中古トラクタの普及はタイ国内の日本農機メーカーにも大きな影響を与えている。しかし、農業の機械化がその形態、速度は異にしても、必然的方向と考えられるから、ここで後退することになれば、今後のタイ農業機械化進展における日本の基盤を失うことになる。逆に、今こそ日本メーカーの信頼を一層確固たるものにして、タイ農業発展に寄与すべきであると考えられる。

農用小型ディーゼルエンジンの現地生産は日本とタイの合弁会社によって、80年から始められた。現在、クボタ、ヤンマーの合弁会社 2 社で年約 10 万台の生産となっている。製品のうちタイ国産化率の目標を 70% に設定しているが、精密加工を必要とするクランク軸、カム軸、シリンダーヘッド、プランジャ等々は日本からの輸入に頼っている。

現地で生産されるエンジンの部品は規格外のものもあり、除々に良くなってはいるものの、生産直後はある部品の全てが返品になったこともあると、クボタ合弁会社 SKDC 中村氏の説明であった。

当初、現地生産によってディーゼルエンジンの価格の低下が期待されたが、輸入エンジンよりやや高く、農家への還元は思った程、実現されなかった。

収穫機は従来ほとんど普及していないが、穂刈りに準じた収穫方法が可能で、操作が容易な収穫機を、現地のニーズにこたえて、クボタが開発、販売したところ、84年には約 200 台の購

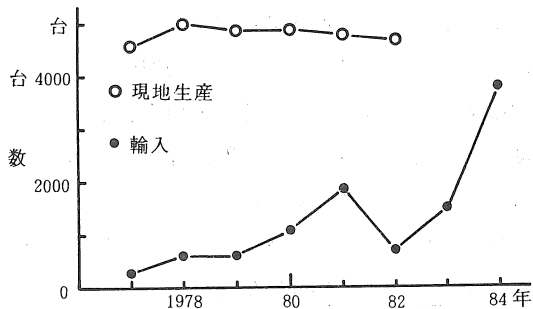


図 4 トラクタの現地生産と輸入台数の推移 (45 PS 以下)

(注) 84 年は 11 月まで
出所: KTT

入があった。今後さらに需要があるものと思われる、現地のニーズに添った農業機械開発がいかに大切かを痛感させられた。

4 おわりに

東南アジアの重要な地位にあるタイにとって、基幹産業である農業の発展は不可欠であり、そのためには農業土木、農業機械の技術が重要である。今後はさらに現地のニーズを考慮した技術援助が必要であると思われる。

本報告に関して、指導を頂いた本学今野博教授、さらにバンコックにおいて資料の提供、視察の労をとって頂いた KTT 社長田村幸稔氏、バンコック-日本の農協プロジェクトに参画している全国農協連合会吉田章氏に対し感謝する。

参考文献

- 1) 今野博: タイ国の農業とトラクタ国産化状況について, 農機学会東北支報 No. 27 1980
- 2) 江崎要: タイ国における Land Consolidation について, 熱研資料 No. 49 1980
- 3) NHK取材班: 飢えか戦争か都市の世紀末 21世紀は警告する 2 日本放送出版 1984
- 4) 吉田章: タイ国における農協組織育成に関する総合報告書, 全国農協連合会 1984
- 5) 国際農業機械化研究会: タイ農業の機械化 News Letter No. 51 1978

ナイルデルタの米作と機械化の問題点

— R.M.C. (Rice Mechanization Center) の現状から —

東北農試 木村 勝一

1 はじめに

1985年2月上旬から2ヶ月間、エジプト国で行われている米作機械化プロジェクトに国際協力事業団(JICA)の短期専門家として、中小農家を対象にした米作機械化体系の策定に携わった。幸いにも田中リーダー(北陸農試)をはじめ、日本人専門家、エジプト側職員の皆様の協力が得られ任務をはたすことができました。記して感謝します。その折に見聞したエジプトの米作について報告します。

2 エジプトの農業概要

エジプトの国土面積は約1億ha(日本の約3倍)あるが、年間降雨量30mm、平均気温23℃(カイロ)という気象条件で、居住地・耕地は、国土の2.3%, 233万ha(日本の半分)にすぎず、ナイル河沿とナイルデルタに限定される。人口約3,700万人で、経済活動人口のうち農業就業人口は39%、農業生産がエジプト経済に占める割合は、国内総生産(GDP, 1979年)でみると22%で近年低下して来ている。それはオイルショック以降の産油国(サウジアラビア、クウェート等)への出稼ぎや、カイロ等への農業労働者の流出が原因の一つといわれている。農家の経営規模は5フェダン(1フェダン=42a)以下の農家数が95%を占め零細である。米作機械化プロジェクトの拠点のカフルエルシェーク県の例を表1に示した。圃場利用は計画的灌漑の必要性から、政府の指導のもと農協組織によって20~50ha規模で、わた、米、とうもろこしの主要作物が作付される。灌漑は5月~11月の

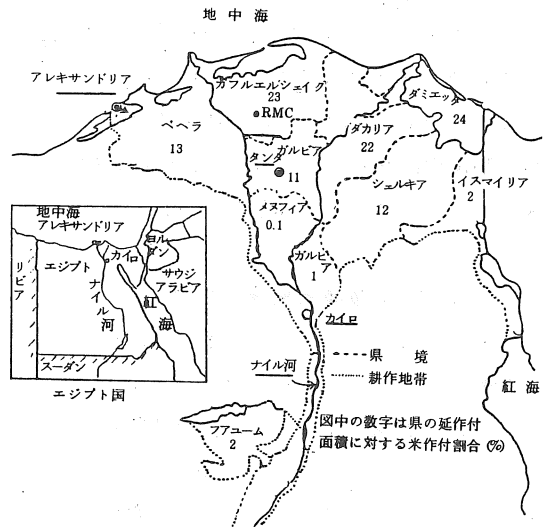


図1 ナイルデルタの米作付状態

表1 カフルエルシェーク県における規模別農家数割合

規 模	農 家 数	面 積
0.5 フェダン未満	6.9%	3.1%
0.5 ~ 1.0	6.4	7.1
1.0 ~ 3.0	79.7	31.9
3.0 ~ 5.0	4.1	21.9
5.0 ~ 10.0	2.2	20.9
10.0 ~ 50.0	0.7	15.1

(1984 RMC)

夏作期間中は4日給水-4日給水停止、冬作期間中は給水停止期間が10日になる。アスワンハイダムからの用水はナイル河から、一次-二次キャナルと導かれ、三次キャナルで給水管理されている。日本の水田のように田面より高い所に水路があるのではなく、0.5~1m位の低い所を流れていて、サキヤと呼ばれる畜力用揚水機によってくみ上げられる。近年これに替って

エンジン付のポンプの普及が著しい。作物の作付は、基本的には3年輪作が行われ、エジプト輸出品のワタ（夏作）－エジプシアンクローバー（ベルシウム）または小麦（冬作）－米またはとうもろこし－冬作物（ベルシウム・小麦）－夏作（米またはとうもろこし）が行われている。農家の作付面積は政府の指導で集団化されるので作物選択の自由度は少ない。図2にカフルエルシェーク県での作付体系の例を示した。耕地利用率は200%近くになり、近年冬作の玉ねぎ、ビートの作付が増加している。

3 エジプトの農業機械普及状態

機械の普及台数と普及目標を表2に示した。機械化の行われている分野は、トラクタによる耕うん・運搬、小麦の脱穀、ワタ防除用の動噴、灌漑用のポンプであり、畜力・人力に対する比重は、耕うん作業を除いてかなり大きい。トラクタは世界各地から導入され普及率は高いが、形式が古い。日本製の機械もトラクタ（20PS級）、田植機、自脱コンバイン、灌漑用ポンプ等が無償援助（第2KR等）で導入・利用されている。しかし、パーツ等が高価と云う。

農業省では米作の機械化のため1,000フェダン当り、代かき用として日本製トラクタ3台、田植機10台を普及目標としている。

4 ナイルデルタの米作

エジプトにおける米作は、夏作の一つとして、塩害に強い作物として重要視されている。その作付面積は、地図（図1）に示したように、ナイルデルタ下流に多く作付され、約41万ha（エジプトの延作付面積の20%）、もみの生産高250万トン（九州の面積規模に相当）、平均収量5.8t/haあり、日本と同水準にある。それは、ナイルデルタの肥沃な土、日本の2倍近い

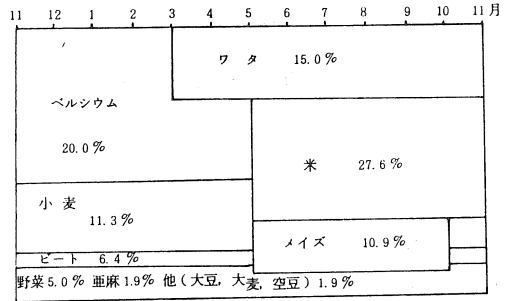


図2 カフルエルシェーク県の作付体系・率

表2 農業機械普及台数と普及目標

機 械 名	機 械 所有台数	1,000 フェダン (420ha) 当り	
		普及台数	普及目標
50-60HP トラクタ(台)	38,639	7.3	7.0
プラウ(台)	35,997	6.8	6.0
防除機(台)	12,610	2.4	4.0
脱穀機(台)	7,712	1.5	2.0
トレーラ(台)	17,819	3.37	6.0
灌漑用 動力(HP)	863,572	163.9	250.0
米作用機械	代かき用 トラクタ(台)	-	3.0
	乗用田植機(台)	-	10.0

出所（農業省 1981 - 1982）

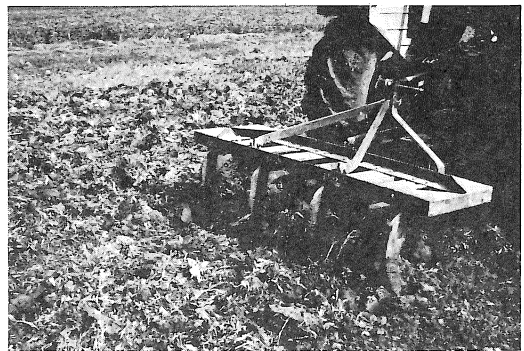


写真1 チゼルプラウによる耕うん

豊富な日射量、計画的な灌漑、少ない自然災害によるものと思われる。1980年ごろは輸出し、価格の低い小麦を輸入する方針をとっていた。現在は人口増加などで自給できず輸入している。

慣行の作業法を記すと次のようである。前作の小麦やベルシウム収穫後、圃場の一部に水苗代を作り、種子選別を行わず催芽もみをバラまき、35～40日後の6月に6～9葉の大苗をm²当り15株ぐらいランダム植が行われる。

1株当たり約20本植えられ、植痛みも激しい。

元肥は堆肥のみで、追肥は表3に示したように窒素肥料のみ2回行われ、Nで25~30kg/フェダン施用され、リン酸・加里肥料はほとんど使用されていない。病虫害としてイモチ病、ゴマハガレ、メイチュウが見られるが、特に薬剤散布は行われていない。昨年はイモチが大発生し被害は大きかった。10月中旬頃から人力刈取、地干し後、脱穀場でトラクタの踏圧による脱穀が行われる。したがって、土砂の混入のため米の品質が不良である。所要労力は約612時間/フェダン、育苗・田植が26%、収穫27%の比率になっている。

5 RMCについて

エジプトの農村労働者不足と食料増産計画の一環として、定着可能な米作機械化体系策定・実証のため、1982年より5ヶ年計画で、日本の

表3 カフルエルシェーク県の慣行移植作業体系

作業名		作業期間	所要労力 時/フェダン	作業内容・資材(フェダン当り)
苗代	苗代準備	4/下	2.5	苗代面積 350 m ²
	種子予借	~	2.5	種子70 kg 催芽剤
	播種	5/下	1.0	バラ播
	管理	4/下~7/上	71.0	育苗期間35~40日。すずめ追い
本	堆肥散布	4/上~7/上	75.0	1~2 ton
	耕うん	5/下~7/上	3.0	15~20 cm深さ、チゼルプラウ2回掛
	湛水均平	6/上~7/上	6.0	水牛+均平板
	苗取・運搬	6/上	24.0	ロバ等で運搬
	田植	7/上	56.0	人力、15株/m ² 、17~23本/株
	除草剤散布	6/上~7/上	6.0	サターン乳剤・動噴による散布
	追肥(2回)	6/下~9/上	3.0	田植後20~40日、田植後50~60日
	手取除草	7/中~9/中	96.0	田植後45日以降
田	水管理	6/上~11/上	103.0	代かき時水深6 cm、4日ごと灌漑
	刈取	10/上 ~ 11/下	30.0	手刈後地干し、男子
	集束		36.0	地干し3日後、女子による集束
	運搬		10.0	ラクダで脱穀場まで
	脱穀		12.0	トラクタ踏圧
選別・袋づめ	47.1		風選	
穫	わら収納	28.4	女子による収納	
合計			612.5	

稲作機械化技術を導入した米作機械化計画が始められ、その拠点はナイルデルタ下流のカフルエルシェーク県のミート・エル・デバのRMC(ライス・メカナイゼーション・センター)である。40haの圃場でエジプトに適合する中小農家を対象にした機械化体系の実証を行っている。これまでの試験の結果、RMCでは次のような事を明らかにしている。

機械化移植を行うことにより、適正な栽植密度が得られ、豊富な日射量などぐまれた自然によって、穎花数が6万/m²以上でも収量低下が見られず、籾収量8~10 ton/haが可能である。移植時期は5月中旬~6月上旬の早植ほど収量増になる(図3)。2期作も試みたが、日本の極早生品種を用いても不可能であり、エジプトの慣行作付体系からみても問題が多い。慣行の施肥法は、窒素施用のみで施用時期も適期に行っていない。RMCでは、N・P・Kの三

要素とも必要で、窒素は80~100 kg/haが良く、その配分は基肥に50%、分けつ肥・穂肥に各々25%が適正である。

機械化技術については、ロータリよりチゼルプラウ(写真1)がナイルデルタの重粘土に対し適応性が高い。機械移植は稚苗移植の育苗マニュアルが作成、普及に移され、田植機はスプリングプッシュタイプの爪が適している。収穫は在来種が草丈が大きく倒伏しているのでバインダーは普及性がない。それに替るものとして東南アジアで用いら

(1985 RMC)

れてるリーパーが良い。自脱コンバインは0.7 ha/日の作業能率である。これらの機械化により所要労力は慣行法の2分の1に軽減できる。

カフルエルシェーク県での田植機利用状態を紹介すると、105台導入されRMCエジプト側職員の指導で利用されている。65台の稼働調査結果を表4に示した。1台平均17.7ha、1日平均0.76ha作付されている。苗作りの水管理や指導者不足による失敗例もあり、使用されている田植機は前植タイプで走行ギヤ、ステアリングボックスの大きな故障もみられ、ナイルデル

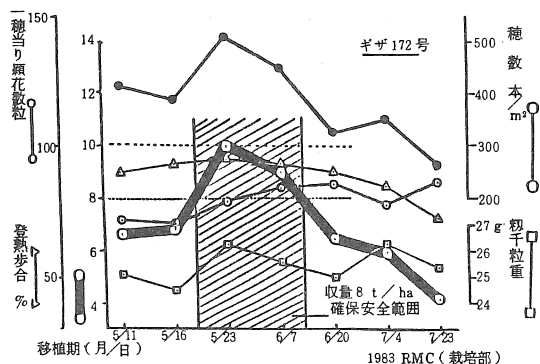


図3 移植時期と収量構成要素の関係

表4 カフルエルシェーク県の田植機利用

部名	米作付面積	機械移植面積	利用田植機台数			移植期間	稼働実積(ha)	
			乗8	乗6	歩4		1台当り	1日当り
カフルエルシェイク	20,680	278	3	14	53	16.4	0.60	
シダサレム	15,609	76	2	5	23	16.1	0.61	
カリフ	5,263	92	3	3	29	10.4	1.20	
ドヌーク	13,466	154	1	8	29	17.1	0.89	
フアー	5,036	80	4	4	34	20.0	0.87	
モトービス	6,662	60	3	4	42	19.9	0.54	
ナムール	12,653	126	6	3	29	14.0	0.74	
ヒアア	10,909	236	6	6	46	26.3	0.63	
計/平均	91,287	1,072	13	46	357	17.3	0.76	

※乗8=乗用8条, 乗6=乗用6条, 歩4=歩行4条 (1984 RMC)

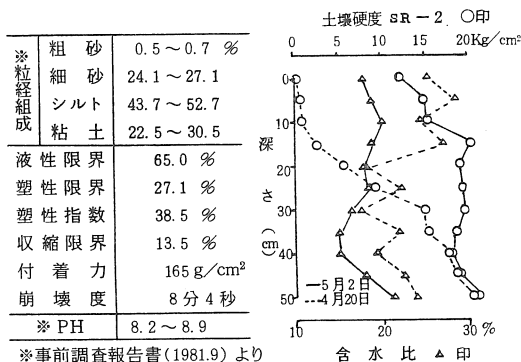


図4 ナイルデルタ土壌の性質

タ土壌の特殊性のため機械に対しての負担が大きい。

ここで、ナイルデルタ土壌の性質にふれると、アルカリ性で重粘土のため収縮性が大きく、乾燥すると亀裂が大きく硬度も大きい。しかし、水を含むと10分位で完全に崩壊する。また、泥の状態では粘着力が極めて大きい。これらは機械化にとって前述したように様々な問題を起す。

6 米作機械化の問題点

作付されている主要な品種はジャポニカタイプのギザ172号と日本品種のレイホーであるが、機械利用に適したレイホーはイモチの被害を受け作付禁止の状態にある。機械化には短稈種の導入が必要である。現在の品種に対しては、中干しの導入、追肥時期の検討をして短稈化をRMCで試みようとしている。

歩行用田植機は粘着性の強い土壌のため作業者の疲労度が大きく使用例は少ない。しかし、コストの面から歩行型が有利であり、歩行型の利用できる条件を明らかにする必要がある。また、この土壌は乾燥後、灌水すると短時間に崩壊し駆動型代かき機の作業は不要であり、均平板を利用した慣行の簡易な代かきで充分と思われる。簡易代かき同時田植の体系の検討を要する。

輸入した機械にとって常に問題となることであるが、エジプトに対しても機械のアフターサービスは今後も取り続けられるように望む。

参考文献

- 1) 長沢栄治, 他: エジプトの農業-現状と開発の課題-, 国際農林業協会(1984, 3)
- 2) 鳥山国土: エジプト農業の現状, 農業技術30, 8, P 353~358 (1975)
- 3) 菅原清吉, 木村安弘: RMCセミナー資料, No. 4, 5 (1985, 1)

東北地域における農業機械化研究の歩み — 第6回

東北大学農学部附属農場

1 農業機械化に関する教育研究について

東北大学農学部には農学、畜産、農芸化学、水産、食糧化学の5学科がありますが、農業機械化に関する学科あるいは講座は設置されていません。

カリキュラム上では農業機械学、酪農機械学などの講義科目があり、これらは従来、学部外の講師に依頼してきました。農業機械学の講義は、古くは二瓶貞一先生にはじまり、最近では昭和55年まで田原虎次先生に担当していただいております。昭和56年に農林水産省から阿部が附属農場助教授として着任し、これを担当することとなりました。酪農機械学の講義は本学高速力学研究所の相原利雄先生と日本大学の唯野哲男先生に担当していただいております。

これまで、農学部あるいは附属農場に農業機械関係の研究者がいなかったため、研究の歴史を御紹介することはできませんが、昭和56年以降は附属農場において農業機械関係の教育研究条件の整備に努力しており、今年から作業システムを卒論テーマに選んだ学部学生を受入れることができるようになりました。今後さらに努力して行くつもりです。

今回は、折角の機会をいただいたので、附属農場における農業機械化の歴史を御紹介します。

2 附属農場の農業機械化の歴史

東北大学農学部附属農場は、仙台市の北西約70 kmの奥羽山脈の麓、宮城、秋田、山形3県の県境にあたる宮城県玉造郡鳴子（なるこ）町にあります。鳴子町は温泉町として、また、こ

けしや木地玩具、塗物などでも知られる町です。古くからの馬産地で、芭蕉の「蚤しらみ馬の尿する枕もと」の尿前の関のある所です。

附属農場の用地は、もと陸軍の軍馬補充部として明治17年以降主として馬の放牧育成と飼料作物、牧草中心の作付により利用されてきたところでした。

軍馬補充部時代には古くから主として畜力（馬）中心の農機具の導入が図られてきました。すなわち、明治中期には畜力用プラウ、ハロー類や播種機、馬車などが、後期には米国からリーパ、ヘープレス、スレッシャ、唐箕などが輸入され、また大正初期になるとモータ、ヘレーキなども導入されています。

トラクタの導入は昭和9年で、この年米国キャタピラ社製20 HPクローラトラクタと14×2プラウが、また昭和11年にはコマツ社製25 HPクローラトラクタと耕うん整地用作業機類が導入されました。しかし附属作業機の種類が少なく、耕うん整地用作業機が主体であったため、この時の機械化は部分的なものにとどまったようです。これらの機械類は導入後数年間で使用不能になり、昭和10年代の末期には再び畜力中心の作業に逆戻りしたようです。

その後終戦によってこの用地は東北大学に移管され、昭和23年に農学部附属農場となりました。当時は終戦前後の混乱の影響により著しく減退した地力を取り戻すため、有機物の施用、土壌改良、基盤整備などに努めるとともに、養鶏、養豚などの畜産を主体とした農場運営を図りながら、農場実習にも対応するため水田を造

成して水稲作を開始したのははじめ、他の作目の増加にも努力しました。しかし、たのみとする耕馬も不足して思うように作業が進みませんでした。そこで農業機械化による作業能率の向上を目標に掲げ、農林省に交渉して農機具管理所から農業機械を譲渡してもらうことになりました。そして昭和25年以降にコマツD-40を2台、三菱T-25、久保田T-25各1台、合計4台のクローラクタと16°×3プラウ、スパイクツースハローなどが導入されました。しかしこれらは使い古したものであり、損耗が著しかったため故障が多発したこと、燃費が多かったこと、耕地の地形や形状が複雑であったため作業の能率や精度が上がらなかったことなどによって農作業の機械化が思うようには進みませんでした。

待望のホイールラクタが導入されたのは昭和30年でした。この年、小松ノルマーク28HPとボトムプラウ、ディスクプラウ、ディスクハロー、カルチベータ、モータ、トレーラが整備され、また昭和34年にはマッセイファーガソン37HPと一連の作業機が導入されて、本格的なトラクター化がようやく進行しはじめました。

このような経過をたどりながら農場の生産基盤、機械装備、機械化作業技術などの水準が次

第に向上して今日に至っています。現在はホイールラクタ7台、作業機約80台、ブルドーザ2台、トラクタショベル2台などを基幹とし、個別作業体系の水準向上を図りつつあります。これらを背景として現在は草地畜産と傾斜地利用の作物および林木生産を柱とする山地丘陵地の総合利用を目標に、自然の生態系に適合性の高い、環境保全的な生産技術の創出をめざしています。

これまで、当農場の特長は、同じ場所に設置されている附属演習林および草地研究施設と協力し、2,200 haの用地を利用して農・畜・林三位一体の総合生産に関する教育研究を推進してきたということにありました。しかし、昭和60年度からは附属演習林の廃止という大きな状況の変化がありました。そこで、現在は研究機能の強化をはかるとともに、教育面においても生産技術の総合化による技術実証研究の場を活用して、創造性の高い学生の教育を行うための具体的な方策と組織のあり方を探求しつつあります。このような状況下で、当農場における今後の農業機械化も新たな方向への展開が必要であると思います。（阿部篤郎・中鉢 勲※）

※元東北大学農学部附属農場 企画調整官

研究成果の紹介

研究論文

重粘土転換畑の碎土技術に関する研究

重粘土壌の転換畑における小麦、大豆栽培体系の中で大豆の播種可能な碎土技術について検討した。

1) 耕幅 1,460 mm の正逆回転ロータリ, 2) 耕幅 1,500 mm の広爪正転ロータリ, 3) 耕幅 1,600 mm の逆転ロータリの 3 機種を供試した。

その結果、逆転ロータリは有機物の埋没性と碎土性能に優れた傾向がみられ、特に表層に細土の集積が多くみられた。正逆回転ロータリは碎土性能に優れたが、表層への細土集積が劣るようであった。広爪正転ロータリは碎土性能及び表層への細土集積に劣る傾向がみられた。

重粘土転換畑における耕耘碎土は正回転ロータリと逆転ロータリを組合せた方法が表層に細土の量を多く集積することが明らかになった。

(水田高度利用のための作業技術体系の現地実証成績書 宮農セ, 1984)

宮農セ, 遠山勝雄[○], 広島和夫[○], 伊藤利信,
阿部俊彦 ([○] 現農農政部)

転換畑におけるハトムギの機械移植栽培法に関する研究

第 1 報 乗用型田植機による機械移植

畑作物栽培が困難な水田において、ハトムギの栽培法を確立するため、労力を多く要する移植作業の機械化を試みた。移植のための機械は 5 条植乗用型田植機を使用した。苗は育苗日数の異なる 20 日苗, 30 日苗を用いた。

その結果、(1)育苗期間中のハウス内の温度管理と水管理に注意し、草丈を 20 cm 以内に留める。(2)代掻き後の田面の土の固さは下げ振り深 10 cm 程度とし、均一な田面を保持するように

努める。(3)植付時の掻き取り本数が平均 2 本位になるように掻き取り幅を調節し、欠株のないようにする。以上の注意点を守ることによってハトムギの田植機による移植作業は可能と考えられる。(東北農業研究 35, 99~100, 1984)

宮農セ, 渋谷俊一, 根岸邦男[○], 菅原信義,
阿部俊彦

([○] 現白石農業改良普及所)

穀温調整機による火力乾燥籾の穀温降下法

火力乾燥した籾をそのまま籾槽などに堆積しておいた場合、穀温は下りにくい。そこで堆積した籾に有孔パイプを差し込み、吸引ファンで穀粒間の暖かい空気を吸引し、排気ビニールダクトを介して室外に排出する「穀温調整機」を供試した結果、次のような成果を得た。

- (1) 火力乾燥後の穀温は、おおよそ 30℃ であったが、本機を供試した場合、7~12 時間で全体の穀温を 20℃ 以下に下げることができる。
- (2) 放冷中の余熱乾燥により、生籾乾燥の場合籾水分で 1.0% 程度、玄米水分で 0.5% 程度の低下がみられ、水分の戻りはみられなかった。また、胴割れ粒の増加などもみられなかった。(山形県立農業試験場研究報告第 19 号, 67~72, 1985, 2)

山形農試 安達真道, 橋本重雄, 小南 力,
若松正夫, 深沢昭吾

専攻論文

大気エネルギーによる籾乾燥についての研究

大気を持つ乾燥能を活用して籾乾燥を行なうと意図した研究である。但し、従来の常温通風乾燥では、気温が下り湿度が上る夜間には乾燥能率が低下し、明け方等では吸湿を起すこととなって逆効果を生ずる。雨天等、悪天候時でも

そうである。よって、少量の適正加温によって、送風エネルギーをも含めてエネルギー効率が良好となる条件に制御する方法を研究した。

この研究に当っては、乾燥と吸湿との境界領域を含め、従来求められていなかった低温高湿度域の平衡含水率を、特殊な方法で求める研究から発足し、その他の基礎研究結果と合せてシミュレーションして、最適加温量を求めた。

研究結果の一部は本誌の58・59年度報にも掲載されているし、残部は別に報文として準備中である。また、この研究は後継者へ継承されて深化される予定である。

岩手大学 呉 計春

昭和59年度卒業論文

東北六県における農作業事故の実態

昭和56年以降の継続研究として、東北六県を対象に死亡事故報告を集計、統一した。それらより性別、年齢別、月別、機種別、事故発生場所別の考察を行なった。

事故の傾向としては、4、5、10月に集中して発生しており、高齢者になるにつれて発生件数が増加している。機種では、乗用型、歩行型両トラクタの件数が多く、段差、傾斜地など複雑な地形や悪路での転倒、転落事故が多くを占めている。

また、昭和58年度宮城県の事故例から事故発生の背景となる諸要因について、人間因子、機械因子、環境因子の相関性について一部分析を試みた。

東北工業大学 鈴木義信

塔型サイロに関する研究

サイレージがサイロ側壁にどのような力を及ぼすかを調べる目的で、1/30の模型サイロを作りサイレージの圧縮試験を行った。その結果、

サイロの水平方向圧力は一定しているのではなく常時変動している事が明らかにされた。

北里大学 小川亮子

傾斜草地の特性と機械作業に関する研究

高標高の採草地と平地の採草地の傾斜角を測定し頻度分布から傾斜草地の特性を求めた。その結果、傾斜角はほぼ正規分布し、高標高地のほ場ほど変動が激しく、変動幅は平地の倍近いこと、そのため機械作業が難しいことが明らかにされた。

北里大学 平野 力

サスペンションシートの振動低減効果

スポンジだけのシートとスプリング、ショックアブゾーバ付きのシートの振動特性を比較した。その結果、スプリング、アブゾーバの効果はあるが、オペレータの体型などで効果が違うことも示された。

北里大学 新津明広

牧草刈取り機の受ける加速度の研究

ディスクモアの受ける加速度の大きさ、頻度の測定を行った。その結果、作業機はトラクタより3倍以上過酷な条件下で使用されている事が明らかにされた。

北里大学 水島 毅

テッダに掛る加速度とほ場面プロフィールに関する研究

大学農場のほ場面凹凸のパワスペクトルを求めた。パワスペクトルはISO規格Very PoorからPoorの領域にあった。このほ場を走行した作業機には最大2.2gの加速度が発生した。作業機にも何らかの防振装置をつける必要がある

ると思われた。

北里大学 松田秀樹

草地造成における根株処理機械の開発研究

根株を地際から切断するスタンプカッタの作業調査を行った。その結果、根株切断に全作業の65%以上の時間を使っており、切断能力の向上が作業能率向上につながる。また本機は根株を切断しながら押しつぶす作用もしている事が明らかになった。

北里大学 横山伸之

揺動万石に関する研究

万石は、我が国で発明された誇るべき農具の一つである。本研究では揺動万石の選別性能に影響を与える因子の関係について検討した。籾混入率10%のササニシキを供試し、目開きの異なる4種類の網を用い、供給速度(毎分14, 20 kg), 振幅(4, 6 mm), 網の振動方向(0, 15, 30度)を変えて実験を行ない、分配率, 籾混入率, 選別効率を調べた。又、籾と玄米の網通過確率から理論値を求め、実験値と比較した。主な結果は次の通りである。①振動方向は角度をつけた方が良い。角度のある振動が網面上での籾・玄米の偏析による影響を与えるようである。②振幅, 供給速度と性能との関係は一定ではない。③四段網では供給速度毎分20 kg, 振幅4 mm, 振動方向30度の時, 選別性能が最も良かった。

山形大学 安部吉郎

上昇気流による籾, 玄米の分離について

上昇気流による籾, 玄米の分離選別機の実用化の可能性について検討した。実験装置は合流式, サイクロン式, 吸込式の3送風方式で, 選別部に円形管を使用した。管径は102mmφで

選別長は1,150 mmである。穀粒流量, 風速を変化させて行なった実験結果は次の通りである。

①選別効率は, 風速6.6~6.8 m/sでピークに達し, 穀粒流量が多いほど低下する。ただし, 風速の高い方へ移動する。②玄米回収率は風速が高いほど低下するが, 穀粒流量が変わっても変化しない。3サイクロン式が最も安定な気流を発生し, 選別能力も高い。④籾混入率0.3%の場合, 最も能率の高い運転条件は, 穀粒流量0.6 kg/min, 風速6.8 m/sで, その玄米回収率は70.6%であった。⑤処理量は, 管断面積にほぼ比例する。⑥上昇気流方式によって選別機の簡素化が期待される。

山形大学 今井俊之

回転米選機に関する研究

— 縦型米選機について —

近年, 縦型米選機が出現したので, その選別に及ぼす各因子(ラセン回転数及び形状, スクリーン回転数及び回転方向, 供給速度, 選別時間)の影響を究明し, 横型米選機の選別精度と比較した。ラセンとスクリーンは別のモータで駆動し, 前者は250, 350 rpm, 後者は(-75)~(+75) rpmで実験を行った。主な結果は次の通りである。①ラセン回転数250 rpm, ピッチ50 mmの時: 選別精度U値が高い。②スクリーン回転数(-75) rpmの時, U値は最大である。③供給速度が小さい程U値は高いが, 作業能率は低下する。④選別時間が大きくなる程U値が高い。⑤同じ供給速度では, 縦型のU値は横型より小さいが, 選別精度は十分である。⑥縦型はスクリーンの全面で選別を行なうので, 機械が小型化し, スペースが削減できる。

山形大学 上野 衛

回転米選機に関する研究

— スクリーンに及ぼす粒圧について —

回転米選機の選別精度，選別能率に影響を与える各因子と，スクリーンに及ぼす粒圧の関係を究明した。回分式回転選別装置のシリンダの一部にストレーンゲージを貼付し，粒圧を測定した。主な結果は次のとおりである。①攪拌棒の真下および前方で粒圧は大きくなる。②無次元回転数 N^* および無次元材料断面積 S_m^* が大きくなると，粒圧も大きくなる。③八角形シリンダでは角の部分で粒圧は大きくなる。④攪拌棒の無いシリンダの粒圧は，有するものより小さい。3，6，12本では6本が最大であった。⑤攪拌棒の直径が大きいもの，網からの位置が接近しているものほど粒圧の変動は大きい。⑥選別能力には粒圧の大小より，粒圧の変動および材料のスクリーンに対する相対速度が影響すると思われる。⑦攪拌棒を有する場合は，シリンダ真下よりやや後方部の選別が多い。

山形大学 加藤友之

回転米選機に関する研究

— 2段選別について —

回転米選機の選別性能向上を目的とし，2段選別を検討した。1段目では所定のスリット巾より大きなシリンダを用い，全屑米と良米の一部を網下物にし，2段目で所定のスリット巾のシリンダで屑米だけ選別する方法である。2段選別の性能を調べるため次のような条件で実験を行い，選別精度 U 値を求めた。1段目シリンダ：スリット巾 2.0mm，直径（430，280mm）で，回転数 N と供給速度 Q を変える。2段目シリンダ：スリット巾 1.8mm，直径（210，140mm）で， N ， Q 及び傾斜角 θ を変える。主な結果は次の通りである。①1段目は，直径が大きい方が Q の増加に伴う U 値下降率が小さい。②2段目は $Q = 2 \sim 3 \text{ kg/min}$ では $\phi 140$ ， $Q = 3 \sim$

6では $\phi 210$ の U 値が高い。③ $\theta = Z^\circ$ ，臨界回転数 N^* で U 値は高い。④ Q の増加による U 値下降率は1段選別より2段選別が小さい。

山形大学 高橋和浩

平板による砂の振動切削

前年度は室内土槽において乾砂と湿砂について，垂直平板による振動切削試験を行ったが，今年度は湿砂のみを対象とし，その硬度を変えて前年度と同様の実験を行った。

その結果，切削抵抗に及ぼす振幅，振動数及び走行速度の影響は，土壌硬度が変わっても傾向的には同じとなることが確認された。

弘前大学 寺中 肇

リンゴの風力収穫

SSの送風機の吐出口に送風の脈動装置を取り付けてリンゴを収穫しようとする風力収穫について，今年度は吐出口に数枚の風向板を取り付けた振動装置（平行型及び集中拡散型）を試作して実験を行った。

その結果，集中型よりも平行型の方が離脱率が高いこと，風の脈動速度が枝の固有振動数に近いほど枝の振幅は大となり離脱率が向上すること，開心型は主幹型より離脱率が高くかつ枝と果実との衝突による切傷が少ないこと，などが明らかになった。

弘前大学 吉田敏弘

スピードスプレーヤの騒音低減に関する研究

SS騒音の簡易で効果的な消音方法を見出す目的で，送風機吸込口に装着する消音装置を2種類試作しその効果を検討した。一方は挿入管をもつ共鳴形および膨張形消音器（吸込口と空洞部の断面積比 3.3）の組み合わせ形とし，かつ内面に吸音材（グラスウール）を貼り吸収形の効果も得ようとした。他方は騒音の後方への直接伝播を防ぐ目的で，上記の装置の後方を閉じ底部を開放して下方吸込形とした。なおエン

ジン部はボンネットの内側にグラスウールを貼った。この結果は組み合わせ形では騒音の低下は見られず、挿入管による特定周波数の消音効果もあらわれなかった。下方吸込形では後方の騒音は5 dB以上低下したが、側方・前方ではほとんど差が無く、満足する結果が得られなかった。

弘前大学 河内勇人

メロンのCA貯蔵に関する研究

プリンス・メロンについて、CA貯蔵の可能性と貯蔵に最適なCA条件（ガス組成、温度、湿度）を見出すために行った。試験区は、酸素濃度が3、5%と炭酸ガス濃度2、5、8%との組み合わせによる6区及び普通貯蔵区で、貯蔵温度は約7℃であった。

主な結果：①CA貯蔵のものは総じて普通貯蔵区より優れ、1.5ヶ月前後の貯蔵は可能と思われる。②メロンは花落部から軟化して完熟していくが、CA貯蔵はこの熟度進行を遅らせることができる。③貯蔵期間が長くなるにつれて果肉中の糖分およびビタミンC量は減少していくが、それらには二酸化炭素が大きく関与し、濃度が高まる程減少の度合は大きい。④貯蔵に用いるメロンは、貯蔵中の追熟を考えると、完熟していないものが適していると思われる。

弘前大学 犬飼堅二

モモのCA貯蔵に関する研究

本研究は、白肉桃大久保について最適なCA貯蔵条件特に酸素と炭酸ガス組成を見出す目的で行った。昨年度（既報No.31 p. 66）と異なる点は、炭酸ガス濃度の低い試験区、即ち4、6、8%区を設けた（酸素濃度は前年同様3、5%）

ことで、普通貯蔵区を含めた各試験区間の比較検討を行った。

主な結果：①モモは未熟果と成熟果とを供試したが、前者では酸素3%—炭酸ガス4%の試験区が、後者では5%—4%のものが好結果を示した。しかし、貯蔵中の熟度進行を考慮した場合あまり熟度の進んでいないものが望ましい。②炭酸ガス濃度が8%にもなると、モモの果肉にさまざまな悪影響を及ぼす。③貯蔵温度は凍害の生じる心配のない2℃程度が適している。④モモは貯蔵性に乏しく、CA貯蔵によっても貯蔵期間の大幅な延長は困難で、1ヶ月程度が限界と思われる。

弘前大学 藤田昌広

冷凍野菜の解凍に関する研究

解凍方法の違いが野菜の品質に及ぼす影響を検討するため、凍結貯蔵（貯蔵温度-20℃）したブロッコリ、カボチャ、カブについて、貯蔵1ヶ月、2、3、4ヶ月目に解凍速度が異なる3種類の解凍方法、即ち電子レンジによる急速解凍、20℃の恒温室内での中速解凍、及び6℃前後の電気冷蔵庫内での緩慢解凍を行い、新鮮物、ブランチング後、及び解凍後のビタミンC量、ドリップ率の測定、顕微鏡写真による細胞組織の観察を行い比較した。

主な結果：①カボチャは解凍速度が供試材料中最も遅く、細胞中の微生物や酵素の影響を受けやすいので、急速解凍が望ましい。②ブロッコリは、ビタミンC量の残存率、ドリップ率の面から緩慢解凍が望ましい。③カブは、ドリップ率と細胞組織の面から緩慢解凍が優れる。

弘前大学 伊東寿実