

農業機械学会東北支部報

NO. 34. DEC. 1987

昭和62年12月

目 次

論説

支部活動に思う……………杉本清治…………… 1

研究報告

- ・ホイールトラクタの耕起速度に関する研究……………守屋高雄・小林由喜也・棟方晃三…………… 3
- ・傾斜地用トラクタ（テラトラックT T33）の作業性能……………田中勝千・本橋園司・嶋田 浩…………… 7
- ・駆動型ディスクプラウの性能……………小田原和弘・及川光史・菊池浩之…………… 11
- ・レーザ光利用による水田の自動均平化技術の開発（第1報）
木村勝一・石原修二・伊藤信雄・菊池宏彰・今園支和・坂上 修…………… 15
- ・岩手県南部における水稲湛水直播栽培の可能性……………荻原武雄…………… 19
- ・セル穴プレート往復式直播機の開発……………坂上 修・今園支和・菊池宏彰・木村勝一・伊藤信雄…………… 23
- ・水稲直播用芽出し播き機の開発……………菊池宏彰・今園支和・木村勝一・坂上 修・伊藤信雄…………… 27
- ・自動走行管理機の開発（第1報）……………大下泰生・古川嗣彦・屋代幹雄・矢治幸夫…………… 31
- ・大気エネルギーによる穀物乾燥の研究（第2報）……………門 洪濤・清水 浩・西山喜雄…………… 37
- ・閉鎖循環気系の減湿による高水分もみの一時貯留と乾燥……………戸次英二・大里達朗…………… 43
- ・火力乾燥における高水分もみの水分移行……………小南 力…………… 49
- ・スローワによる穀粒の損傷……………上出順一・赤瀬 章・石井正三…………… 53
- ・穀物充填層の圧力損失……………青田 聡・木村俊範・西山喜雄…………… 57
- ・受け網回転式軸流脱穀における乾材の動力特性……………屋代幹雄・矢治幸夫・大下泰生・古川嗣彦…………… 63
- ・ほ場区画とトラクタの効率利用について……………大浦信雄・武田純一・清水 浩…………… 67
- ・水稲の低コスト生産作業技術の確立……………伊藤信雄・今園支和・菊池宏彰・木村勝一・坂上 修…………… 73
- ・農用トラクタの慣性モーメントの測定法について……………鳥巢 諒・武田純一・伴野達也…………… 77
- ・地下埋設温水管による融雪について……………太田義信・広間達夫・西山喜雄…………… 83
- ・風力-熱エネルギー利用技術に関する研究
棟方晃三・小林由喜也・高橋春実・守屋高雄・高井隆次・杉本清治…………… 87
- ・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（第2報）
広間達夫・吉田 純・米沢康成・照井靖広・坂井 純・金 基大…………… 91
- ・マレーシアの農業・農業機械状況について……………富樫千之…………… 95
- シンポジウム……………農産物自由化圧力に機械化でどう対応するか…………… 99
- 東北地域における農業機械化研究の歩み……………第8回東北農業試験場農業技術部…………… 115
- 支部会記事…………… 117
- 会員名簿…………… 120

支部活動に思う

— 農業試験場，農業短大OBより—

杉本清治*

An Opinion for the Activity of the Tohoku Branch of JSAM

Seiji SUGIMOTO*

私は、農水省農業試験場を経て、秋田県立農業短期大学を今年3月で定年退職した者です。先日、清水支部学会長より「君は、14年も東北支部学会の世話になり、今後も秋田に定住するのだから、支部学会のために建設的な意見を申せ」と厳命を受け、止むを得ず、前後不統一ながら申し上げる次第です。

大学 ↔ 試験場 ↔ 農業機械メーカーの結び付きは、世間に云われている通りと思う。大学は理論、試験場はその応用技術、メーカーは具体化という考え方はもっともであり、また、その逆も一つの方向であり、実際には産、官、学共同の検討会も持たれている。然し、必ずしも十分ではない。その理由は、極端に云えば、各々の立場に固執し過ぎるからと思う。大学内で、学会への報文の数だけが評価の一つの基準ではあるが、その理論が現実の技術にどう結び付くかは必ずしも問われない。試験場では新技術の創出、メーカーでは会社への貢献度で評価されるであろう。自分一人の評価を上げることだけではいけない。

学会の合同検討会では、立派な意見でなくてもいい、思い付きでもいいから、虚心担懐に話

し合うべきであろう。その中から、いい考えが生れることもある。

東北支部学会は当初から大学と試験場との協力で行なわれて来たが、最近、分離せざるを得ない状況になって来たようである。止むを得ないのかも知れないが、共通のパイプだけはたくして置きたいものである。

次に、以前から云われている学会員増の問題であるが、現在までに、大学・研究所・農機メーカーの農業機械に係る方々はすべて入会しているであろう。会員を更に拡げることの出来る層は農協・普及員・農家ではなからうか。産・官・学の産に何故農業を入れて考えないのか。例えば、ある学者が一農家の問題点を解決する答を出したとする。学者にとっては大きな功績にはならないかも知れないが、農家としては喜ばしいことであり、学会加入も考慮するであろう。

以上、「どうか、学会と云えども、広く物事を考えてほしい」という気持一杯で述べた。それが、学会、ひいては農業発展に連なるのではなからうか。

* 元秋田県立農業短期大学

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。

ホイールトラクタの耕起速度に関する研究

守屋高雄*・小林由喜也*・棟方晃三*

Studies on the Plowing Speed of the Wheel Tractor

Takao MORIYA*, Yukiya KOBAYASHI*,
Kozo MUNAKATA*

1 はじめに

プラウによる耕起作業能率は、施回と調整に要する時間を除けば、耕幅と速度によって決まる。耕幅は、プラウの規格上の作用幅と略一致するので、同一規格のプラウでは、速度が作業能率と直接的な関係がある。

モールドボードプラウによる耕起作業において、エネルギー利用効率の高い速度は、5~6 km/hの範囲にあるとの研究結果が報告されている⁴⁾。耕起速度を増せば、プラウのけん引抵抗が大きくなり、トラクタに対する負荷が増大し、すべり率が多くなる。トラクタのけん引作業から見れば、最大けん引力を与えるすべり率よりも小さいすべり率で運転することが望ましく、一般的な値は、15%~20%であるとしている¹⁾。

本研究では、適正な耕起速度を知るために、モールドボードプラウを用い、耕起速度と作業能率、燃料消費量並びに、すべり率との関係を検討したので、その概要を報告する。

2 試験方法

1) 供試トラクタとプラウ

供試トラクタは、MF 194-4である。(第1表) 供試時のアワメータは、350時間であった。供試プラウは、スガノTB14×3である。(第2表)

2) 供試圃場と作業方法

秋田県南秋田郡大瀧村、秋田県立農業短期大学付属農場、9圃区において、1983年8月9

表1 供試トラクター主要諸元

名称 型式		MF 194-4 4輪駆動
機 関	型 式	立型水冷4サイクルディーゼル
	気筒数口径×行程 総排気量	4-100.9mm×127.0mm 4,062 cc
	出力/定格回転数	76PS/2,100 rpm
車 体 寸 法	全 長	3,080 mm
	全 幅	2,010 mm
	全 高	2,320 mm
	重 量	2,911 kg
タイ ヤ サイ ズ	前 輪	12.4/11-24 6PR
	後 輪	18.4/15-30 6PR

表2 供試モールドボードプラウ主要諸元

名称 型式	スガノTB
規 格	14"×3
カテゴリー	I-II
全 長	2,360 mm
全 幅	1,500 mm
全 高	1,170 mm
重 量	390 kg

日に試験を行った。供試圃場の土性は、国際土壌学会の分類で(HC)である。前作物は小麦(ドリル播)で、収量は、10a当たり292kgで

* 秋田県立農業短期大学

あった。供試圃場は、1964年干拓した圃場であるため土壌硬度は、深さ8cmで最高値7.8kg/cm²を示し、深くなるに従って低下し、深さ30cmで3.1kg/cm²であった。

トラクタの空転時機関回転数を、2,300rpmとし、変速ギヤー位置を各々4速、5速、6速、7速、8速の5段階とし、速度を変えて耕起作業を行った。1区25.5a（1,138m×2.24m）とし、いずれも外返し耕法で、U型旋回を行った。また参考のため、各変速ギヤー位置での無負荷時の走行速度を調べた。運転は、筆者の1人（年齢55歳、経験26年）が担当した。

3) 測定項目と方法

耕起作業時間は、トラクタの直進時と回行時に分けて、ストップウォッチで測定した。耕起速度は、直進作業距離を所要時間で除して求めた。燃料消費量は、各試験開始前に、平坦地において、満タンとし、作業後メスシリンダーで補給計量した。

すべり率は、後車輪左右5回転あたり進行距離を、各耕起速度について、2回測定し、平均値を求め、次式によって算出した。

$$S = \frac{L_0 - L}{L_0} \times 100$$

L₀ : 無負荷時の1回転あたり進行距離
L : 耕起作業時1回転あたり進行距離

耕深、耕幅の測定は、各耕起速度ごとに2m間隔40ヶ所について調査し、平均値で示した。

無負荷時の走行速度は、50m間を走行させストップウォッチで測定した。

3 試験結果及び考察

1) 耕起速度

無負荷時の機関の回転数を2,300rpmとして各変速ギヤー位置で作業をしたが、機関の回転数は、4速、5速で25rpm、6速で100rpm、7速で150rpm、8速では200rpm低下した。

これは、速度が速くなることによって、機関への負荷が増大したことによるものと思われた。

速度は、機関の回転数、機関から後車軸までの減速比、後輪タイヤの大きさ、すべり率が関係する。各変速ギヤー位置における無負荷走行時と、作業時の速度は第1図に示す通りであった。低速ギヤー位置では、無負荷時と、作業時の速度差は小さいが、高速ギヤー位置になるに従って、差は大きくなった。これは、作業時における負荷の増大による、機関回転数の低下とすべり率の増大によるものと思われる。

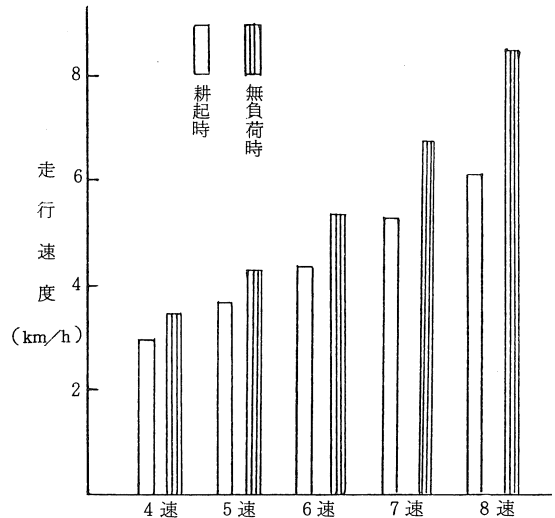


図1 各変速ギヤーにおける耕起時・無負荷時の走行速度

2) 耕起速度と作業能率・燃料消費量

各耕起速度における作業能率と、燃料消費量は第2図のようであった。毎時耕起面積は、耕起速度に比例して増加した。毎時燃料消費量は速度が速い場合程多くなった。これは、速度を増す事により、作業量が増大し、所要エネルギーが増加したことによるものと思われる。10a当たりの燃料消費量は、8速>4速>6速>5速>7速で速度の遅い4速と最も速い8速が多くなった。速度の遅い4速は、供試トラクタの

機関の定格出力（75 ps/2, 100rpm）に対して、耕起時の機関の出力を、比抵抗 0.66 kg/cm²、伝達効率を 0.83 として計算すれば、30.4 ps と小さいため、燃料消費率が高まり、10a 当たりの燃料消費量が増加したものと推定される。また、耕起速度の最も速かった 8 速は、車輪のすべり率が大きくなり、車輪のすべりによって失われる動力が多くなることから、10a 当たりの燃料消費量が増加したと思われる。

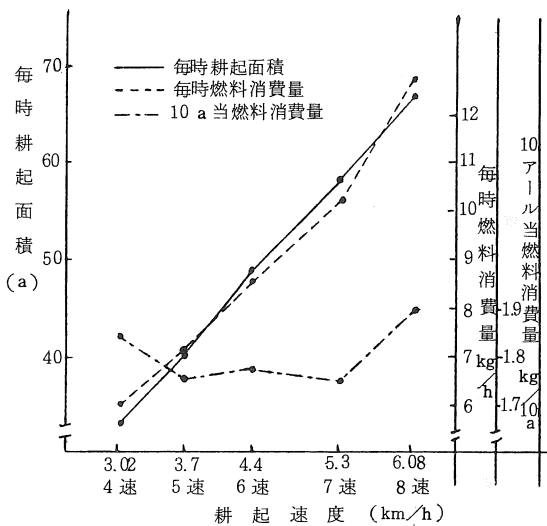


図2 耕起速度と毎時耕起面積同燃料消費量10a 当たり燃料消費量の関係

3) 耕起速度とすべり率・耕深・耕幅

各耕起速度におけるすべり率・耕深・耕幅を第3表に示す。耕起速度が速くなるに従って、すべり率が増加したが、特に、7速 22.7% に対し、8速では、30.6%と著しく増加した。

モールドボードプラウの場合、比抵抗は、速度の2乗に比例すると云われ、速度が速くなることにより、比抵抗が大きくなり、けん引抵抗が増大し、すべり率が増加したと思われる。

耕深並びに耕幅は、各耕起速度で大差なかった。

表3 耕起速度とすべり率・耕深・耕幅

変速ギヤー速	4	5	6	7	8
耕起速度 km/h	3.0	3.7	4.4	5.3	6.1
すべり率 右側車輪	12.5	17.3	19.2	22.9	31.5
左側車輪	14.7	17.4	19.7	22.5	29.3
平均	13.6	17.4	19.5	22.7	30.6
耕深 cm	111	112	112	112	112
耕幅 cm	26.0	26.3	26.3	26.2	26.1

4) 耕起速度とF値との関係

耕起作業におけるエネルギー利用効率を、単位体積の土壌を耕起するのに必要とされる燃料 (g-fuel/m²soil 以下F値) で検討した例がある。

この方法で、本試験結果からF値を求め、第3図に示した。

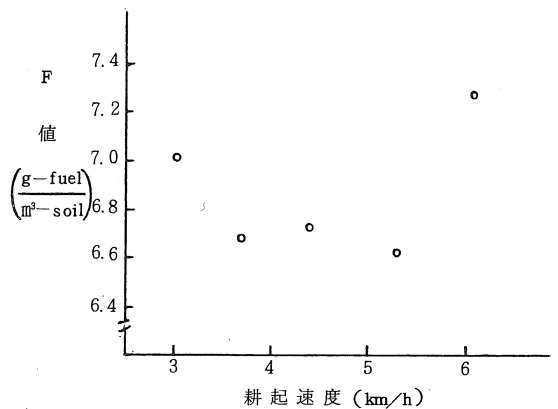


図3 F値と耕起速度の関係

F値は、5速、6速、7速では大差なかったが、最小値を示したのは、7速（速度 5.3 km/h すべり率 22.7%）であった。4速と8速は、F値が大きくなったが、4速は、機関の定格出力に対して、作業時の出力が小さく、燃料消費率が大きくなること、また、8速は、すべり率の増大によって、動力の損失が多くなったことによるものと考えられる。

5) 各耕起速度時の運転状況

4速から7速までの耕起作業では、安定した作業ができたが、8速(6.08km/h)では、試験中3回にわたり、すべり率が100%となり、油圧でプラウを揚げ、再スタートした。また、トラクタの振動が激しくなり、機関は過熱寸前であり、不安定の状態となった。

以上の結果、作業能率、エネルギーの利用効率、作業の安定性から見て、適正な耕起速度は5.3km/h(7速)であり、この時のすべり率は、22.7%であった。

モールドボードプラウによる耕起作業における実際現場で、適正な耕起速度を知る方法として、機関の回転数を定格回転とし、変速ギヤー位置を逐次上げていくと、すべり率の増大などによりトラクタの振動が激しく、不安定の状態となる。この状態から一段下のギヤー位置での耕起速度が、適正な耕起速度と考えられた。

最後に、本研究を遂行するに当たり、秋田県立農業短期大学付属農場、加藤恵治氏、小山栄太郎氏に多大のご協力を賜った。記して謝意を表する。

4 摘要

本研究では、モールドボードプラウを対象とし、適正な耕起速度を明らかにするため、速度と作業能率・燃料消費量・すべり率・作業の安定性などについて検討した。

1) 速度は、変速ギヤー位置により、3.02km/hから6.08km/hまで5段階に変えて試験を行った。無負荷時に対して、作業時の速度は、いづれも遅くなったが、この差は高速ギヤー位置ほど大きかった。

2) 作業能率と時間当たり燃料消費量は、速度を増すに従って増大した。10a当たりの燃料消

費量は、速度の遅い4速と、速い8速が多くなった。最も少なかったのは、7速(5.3km/h)であった。土壌1m³を耕起するに要する燃料消費量(F値)の最も少ない速度は、7速(5.3km/h)であった。

3) すべり率は、速度が速くなるに従って、増大した。特に、速度の最も速い8速(6.08km/h)では、30.6%に達した。

4) 変速ギヤー位置8速(6.08km/h)では、車輪のすべり並びに高負荷による機関の振動、機関の過熱により安定した作業はできなかった。

5) 作業能率、エネルギー利用効率、作業の安定性から見て、適正な速度は5.3km/h(7速)であり、この時のすべり率は22.7%であった。

6) 作業現場で、適正速度を知る方法として、機関の回転数を定格回転とし、ギヤー位置を上げていくと、すべり率の増大などで不安定な作業状態となる。このギヤー位置から一段下のギヤー位置での速度が、適正速度と推定でき、適正速度を知る一試案としたい。

参考文献

- (1) 土井淳多, 安田与七郎(1965)ホイルト
トラクタに於けるすべり率と振動現象, 農機誌27
- 2, 74-80
- (2) 伊藤信孝他(1975)トラクタのすべり率
負荷制御に関する研究(第2報), 農機誌37-
2, 156-161
- (3) 農業機械学会編(1969)農学機械ハンド
ブック 464, 463, 314, 315
- (4) 坂井直樹他(1984)土性, 走行速度を異
にするプラウ耕の燃料消費量, 農作業研究50号,
14-19

傾斜地用トラクタ (テラトラック TT33) の作業性能

—けん引・刈取・登降坂性能について—

田中勝千*・本橋圀司*・嶋田 浩*

Working Capacity of Hill Side Tractor, Terratrak TT33

—Performance of Drawbar Pull, Climbing and Mowing—

Katsuyuki TANAKA*, Kuniji MOTOHASHI*,

Hiroshi SHIMADA*

I はじめに

山間の傾斜地に造成された草地は、トラクタ (汎用型) の作業限界傾斜度によって採草地とするか、放牧地とするかその利用方法が決められる。¹⁾ いずれの草地でも立地条件からして山成りに造られたものが多く、例え採草地であっても草地面の傾斜度は一様ではない上、起伏の大きい所も少なくない。²⁾ この様なところでは一般に4輪駆動型トラクタが使われている。しかし、刈残しに代表されるように草地の維持管理が不十分となり易く、管理の及ばない所も少なくない。機械力によって草地の維持管理ができないとすれば、十分な放牧強度が得られない限り、草地の荒廃につながることは避けられない。とくに、公共牧場を中心とした山間の牧場では、人手不足・家畜不足が相まって、草地の維持管理が不十分になりがちであるのが現状と思われる。そこで、傾斜地に造成された草地において追肥・追播・掃除刈といった一連の維持管理作業が可能なトラクタが導入されれば、草地の荒廃を防ぎ安定した牧草生産が期待できると考え、傾斜地専用トラクタを導入し普及の可能性について検討してみることにした。本報では、コンクリート上でのけん引性能並びに草地での登降坂性能と刈取作業能率について報告する。

II 供試トラクタ及び作業機械^{3), 4)}

供試トラクタはスイス AEBI 社製で、エンジン出力 19.9kW (27 P S), 重量 9.32 kN (950 kgf) の4輪駆動型トラクタ (常時後車輪駆動、デフロック前後車輪可) である。図1にその平面図と側面図を示す。特徴的な点は、重心が低い上ホイールベース・前後のトレッドとも約 1.4 m とほぼ正方形の構造となっているので、上下方向だけでなく等高線方向に対しても高い安定性が期待できること、前後車輪とも同径の超低圧タイヤ { 空気圧 58.8 kPa (0.6 kgf/cm²) }

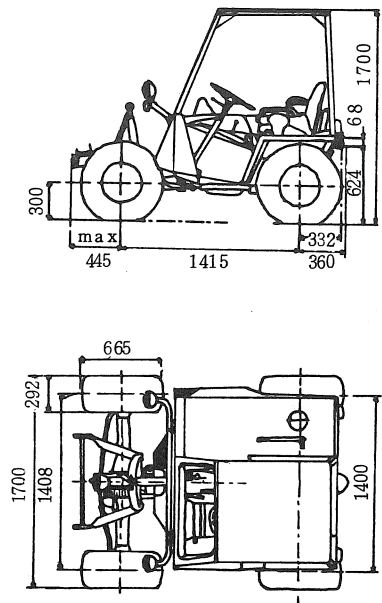


図1 供試トラクタの平面図と側面図

* 北里大学獣医畜産学部

を使っていることである。コンクリート上での平均接地圧は約49kPa (0.5 kgf/cm²)で、履带式トラクタの平均接地圧に相当する⁵⁾。また、変速機駆動型ではあるが、規格回転数がそれぞれ1000, 600 rpm (エンジン2918 rpm) のPTO軸を前部と後部に装備している。

刈取作業に供試したモアは、イタリア製の前装タイプの2ドラムモアである。表1, 表2にテクニカルデータの一部を示す。

表1 テラトラックTT33 諸元

型 式	AEBI テラトラックTT33
エ ン ジ ン	19.9kW (27PS)
重 量	9.32kN (950kgf)
ホイールベース	1,415mm
ト レ ッ ド	前1,408, 後1,400mm
最大作業角度	等高線方向にて約33度

表2 フロントドラムモア諸元

型 式	BELLON A-1550
重 量	1.96kN (200kgf)
作 業 幅	1,550mm
ドラム回転数	2,000rpm/PTO 1,000rpm
刃の周速度	77m/s
刈 取 速 度	4.0~8.7km/hr

Ⅲ けん引性能 (コンクリート上)

トラクタの性能は大きく区別してけん引性能と駆動性能となる⁶⁾。ここでは適応作業として、低馬力で済む肥料散布と掃除刈を想定しているので、駆動性能よりも傾斜地での登坂性能に関わるけん引性能が重要であると考えた。試験は本学実験実習棟内のコンクリート上で行った。被けん引車は外国製の重量24.5kN (2,500kgf)の2輪駆動型トラクタとし、けん引力の測定には引張圧縮型のロードセル (共和LU-2TE)を用いた。また、通常ドラムモアを前装して作業するのでモアを負荷荷重として試験した。⁷⁾

図2はけん引試験結果を示したもので、横軸

にけん引比、縦軸に後車輪の滑り率をとっている。図から、2輪駆動・4輪駆動時とも滑り率15~20%のところで最大のけん引比となる。また、けん引比の大きさは、4輪駆動時で0.65となり2輪駆動時の2倍となった。これらの結果は、汎用型トラクタのけん引試験結果 (トラクタ単体の場合)と大差はない。⁹⁾

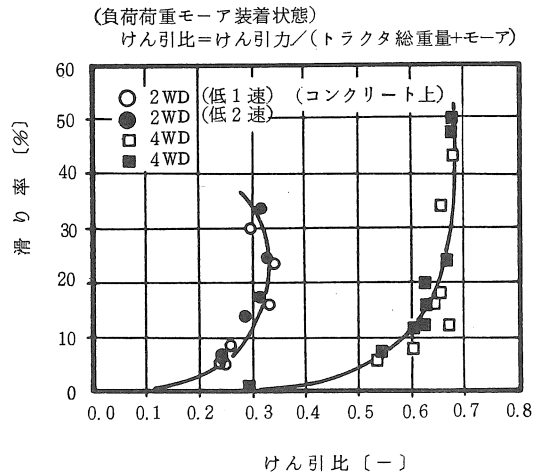


図2 滑り率とけん引比

Ⅳ 刈取作業能率

1) 試験地の概況

試験地の傾斜角度は10~25度で、平均約20度である。刈取面積は12a (斜面方向に40m, 等高線方向に30m)で比較的起伏の少ない南向き斜面である。植生は天然の放牧地であるため、野草の中に牧草が混在していた。また、前植生である赤松の根株が少数見られた。平均収量は約11N/m² (1.1tf/10a)であった。

2) 結果及び考察

2年間5回に渡る試験の結果、作業能率は平均0.45ha/hとなった。作業速度は平均3.6km/h, 刈取作業幅は約1.5mで、草の詰まり等は無かった。図3に作業経路を示す。

図4はモアの傾斜地能率比較である。¹⁰⁾いずれのタイプも圃場傾斜角度が大きくなると作業

能率は著しく低下し、0.20 ha/h以下となっている。別の文献¹¹⁾によると、供試機と同様の傾斜地用トラクタの作業能率（レシプロモータ装着）は0.25 ha/h前後とされている。本試験結果をこれらのデータと直接比較することはできない。草地面の凹凸や起伏が少なかったことを勘案すれば、現実的な作業能率は今回の値を下回ると考えられるが、汎用型トラクタに比べて作業能率は高いとみてよい。なお、刈取作業は4輪駆動で後車輪のみをデフロックした。

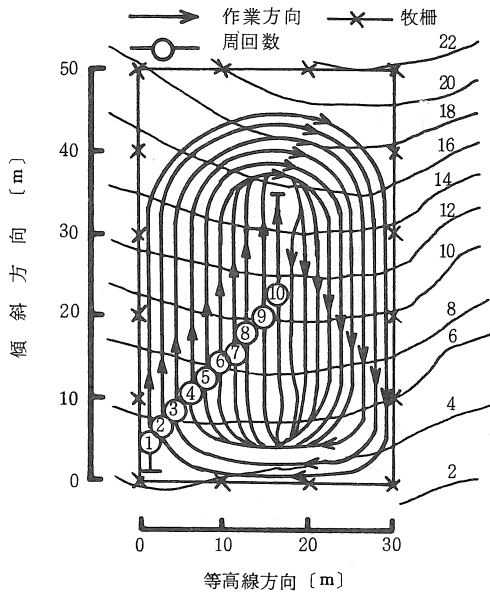


図3 刈取作業経路

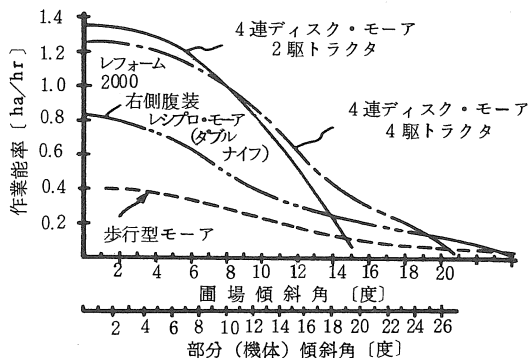


図4 モータの傾斜地能率比較¹⁰⁾

V 登降坂性能

トラクタの登坂能力は前述したけん引比に関係する。傾斜草地ではこの登坂能力が重要となるが、傾斜がきつくなるほど滑落の危険を伴うので降坂作業が安全に行えるかということも作業性能の評価基準となる。¹²⁾そこで、傾斜角度5～30度の範囲内で起伏の少ない草地を数ヶ所選り登降坂の刈取作業を行い、後車輪の滑り率（以下滑り率と省略）とそのときの傾斜角度を測定した。傾斜がきついたので4輪駆動とし前後車輪ともデフロックした。作業速度は登坂作業で平均3.2 km/h、降坂作業で平均3.8 km/hであった。図5は測定結果を示したもので、横軸に傾斜角度、縦軸に滑り率をとってある。測定範囲内での滑り率の最大値は、登坂作業で20%降坂作業で15%程度であった。草地の状態にもよるが、前者の滑り率20%という草地の裸地化という点で注意が必要であるものの、いずれの場合も作業上支障はなかった。しかし図示はしなかったが、旋回性を高めるために前車輪のデフロックを解除して試験したところ、25度を越えると滑り率は急激に増加し、登降坂作業とも最大25%の滑りを生じた。また、最大傾斜度付近では登れないこともあった。図中での点線（傾向線）は所有する国産4輪駆動型トラクタ { 30.9 kW (42 PS) } について調べたもので、デフロック解除の結果である（デフロック機構はあるが作業中維持できない）。傾斜角度20度の場合、登坂時の滑り率14%に対し、降坂時の滑り率は約20%に及び、これ以上の傾斜角度では4輪駆動時でもデフロックしなければ滑落の危険がある。ところで、山間地に開かれた牧場の草地傾斜度について調査したところ、傾斜度の頻度はほぼ正規分布することが見い出されている。²⁾汎用型トラクタの作業限界傾斜度が20～25度であることからすると、傾斜地用トラクタの作業限界傾斜度との差の分だけ傾斜地用トラ

クタの導入によって作業可能面積は広くなると予想される。

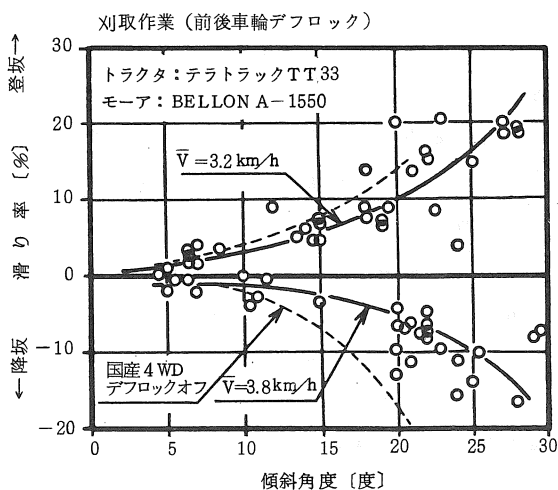


図5 滑り率と傾斜角度

VI 結 語

山間の傾斜地に造成された草地の維持管理用機械として傾斜地用トラクタを導入し、刈取作業能率及び登降坂性能について2年間に渡って調査した。これらの値は地形条件・草地の状態・オペレータの熟練度等によって変わるので、もっと多くのデータを集める必要がある。しかし、登降坂性能からすると機械力による維持管理が可能な草地面積は増えるものと思われる。

なお、本報告は昭和61年度専攻生六角昭男君の課題研究をまとめたものである。また、試験に当たっては本講座専攻生の協力をいただいた。併せてお礼を申し上げる。

引用・参考文献

1) 日本草地協会：草地開発事業計画設計基準，32-41，1978

2) 本橋圀司・田中勝千・高橋俊行：傾斜地への4輪駆動トラクタ導入効果調査，農機誌 47(5)，528-530，1986

3) 緑産株式会社：テラトラック TT33資料，1986

4) 同上：ロータモータ BELLON A1550資料，1986

5) 農機学会編：農業機械ハンドブック，コロナ社，358-359，1984

6) 同上：333-339，1984

7) 農業機械化研究所：鑑定試験成績，1980

8) 六角昭男：TT33トラクタの傾斜地での作業性能評価，北里大学獣医畜産学部畜産土木工学科課題研究，1987

9) 原 令幸：100馬力級トラクタの性能(第2報)，農機北海道支部報，No.21，1980

10) 平野 保：農機学会昭和57年度シンポジウム資料，機械化による農業再建を考える，農機学会，76-81，1984

11) 農業機械化研究所：研究成績 53-7，傾斜地用機械の研究，5-19，1979

12) 本橋圀司・田中勝千：4輪駆動型トラクタの登降坂時の前車輪の駆動力について，農機東北支部報，No.32，8-11，1985

13) 農用地開発公団：高標高地における草地利用システムの検討調査，1983

14) 農業機械化研究所：研究成績 53-7，傾斜地用機械の研究，35-36，1979

15) 本橋圀司・田中勝千・高橋俊行：傾斜草地牧場の機械作業(1. 牧場作業とトラクタスリップ)，農作業研究 46，1-6，1983

駆動型ディスクプラウの性能

小田原和弘*・及川光史*・菊池浩之*

Performance of Driving Disk Plow

Kazuhiro ODAWARA*, Koji OIKAYA*,
Hiroyuki KIKUCHI*

1 はじめに

最近、耕起作業にロータリの作業能率向上を図るあまり水田は浅耕となっている。これが浅耕状態で良好な作業能率と精度を確保しやすい田植機の普及とあいまって浅耕を定着させてしまった。一方、水田の単収向上には耕深の確保が重要であるが、これを解消するために作業能率が高く、土壤反転性・深耕が容易にできる作業機として開発された駆動型ディスクプラウの性能について検討したので報告する。

2 試験方法

供試機械及びその主要諸元は表1に示すとおりで、供試トラクタは26PSから32PSである。

供試圃場は、岩手農試圃場(壤土)及び雫石町(砂質埴壤土、礫有り)、紫波町(軽埴土)の3土壤タイプで行った。なお、耕起時期は秋耕でコンバインカット処理稲わら全量鋤込みである。

3 試験結果及び考察

1) 耕起作業

駆動型ディスクプラウを土壤条件の異なる水田(岩手農試・雫石町・紫波町)で耕起を行った結果は表2に示すとおりであった。岩手農試で土壤硬度(0~15cmの平均)が3.0 kgf/cm²の場合、耕深17.8cm・耕幅181.7cm・進行低下率8.5%・作業時間25分/10a、雫石町で土壤硬度2.6 kgf/cm²の場合、耕深15.7cm・耕幅180.8cm・進行低下率11.0%、作業時間25分/10a、紫波町で土壤硬度2.3 kgf/cm²の場合、耕深15.0cm・耕幅177.0cm・進行低下率31.4%・作業時間35分/10aであった。

雫石町のように耕盤が硬く礫が出現するような圃場では、ディスクの食い込みが悪くなりこれ以上耕起するのが困難となるような傾向がみられた。また、紫波町のように粘質土壤で土壤硬度が低い圃場では、車輪が沈下し進行低下率が大きくなり作業能率が低下し耕深の変動が大

表1 供試機械の諸元

型 式	駆動型ディスクプラウ PZ - 600	メインディスク径(cm)	50.8
全長×全幅×全高 (mm)	1,440×2,030 ×1,100	センター処理方式	クロス爪
重 量 (kgf)	375	耕 幅 (cm)	190±5
ワンウェイ・ツーウェイの別	ツーウェイ	耕 幅 (cm)	12~20
連 数	6	適応トラクタ(PS)	25~39

* 岩手県立農業試験場

表2 駆動型ディスクプラウによる耕起作業能率及び精度

試験場所		岩手農試		雫石町		紫波町		
供試機械	作業機	ロータリ	ディスクプラウ	ロータリ	ディスクプラウ	ロータリ	ディスクプラウ	
	作業幅(cm)	190	190(6連)	95	190(6連)	160	190(6連)	
	トラクタ(PS)	49	32	11	32	30	26	
圃場条件	土壌硬度	0 cm	2.3	1.3	1.4	1.3	0.7	0.8
		5 cm	4.1	2.5	2.2	2.3	0.9	1.0
		10 cm	3.6	2.8	2.5	2.5	1.9	2.1
	kgf/cm ²	15 cm	10.0	5.3	7.3	4.3	6.3	5.2
	平均		5.0	3.0	3.4	2.6	2.5	2.3
10a 当り作業能率		25分00秒	24分41秒	—	25分15秒	34分19秒	35分25秒	
作業速度(m/s)		0.44	0.47	—	0.50	0.38	0.31	
進行低下率(%)		—	8.5	—	11.0	18.8	31.4	
耕深(cm)		13.6	17.8	11.5	15.7	16.1	15.0	
耕幅(cm)		190.0	181.7	93.0	180.8	144.5	177.0	
圃場作業効率(%)		79.7	79.1	—	73.0	88.4	85.8	

注：土壌硬度はSR-II型小コーンで測定

大きく反転性も劣ることから、透水性の悪い圃場では暗きょ等の排水対策が必要と思われた。

土壌硬度と耕深の関係及び作業速度と耕深の関係は図1, 2に示すとおりで、駆動型ディスクプラウによる耕深は土壌硬度が低い場合には15cmは確保できるが、土壌硬度が高くなるとディスクの食い込みが悪くなり耕深が浅くなる傾向がみられた。また、紫波町のような粘質土壌では土壌硬度2.5kgf/cm²前後が作業の限界と思われた。

作業速度と耕深の関係についてみると、作業速度が早くなるとディスクの食い込みが悪くなり耕深が浅くなる傾向がみられた。

2) 耕起後の作業精度及び畦崩し作業能率

耕起後は図3に示すようにカマボコ型の畦を形成し、反転性・稲わらの鋤込み性はロータリ耕より良好で稲わらは土塊と土塊との間にサンドイッチ状にはさまれる。また、表3に示すように作業機の特長上、一定の耕深になるまで距離が約1.7m必要なため残耕が14~16m²生じた。

耕起後の碎土率は4cm以上の土塊の占める割合が岩手農試で10~25%, 雫石町で25~70%で、ロータリ耕に比較して土塊があらい傾向がみら

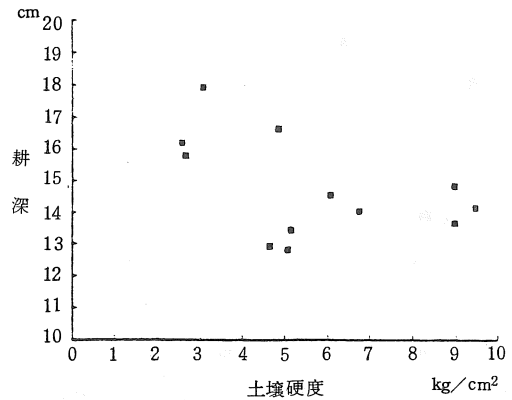


図1 土壌硬度と耕深の関係

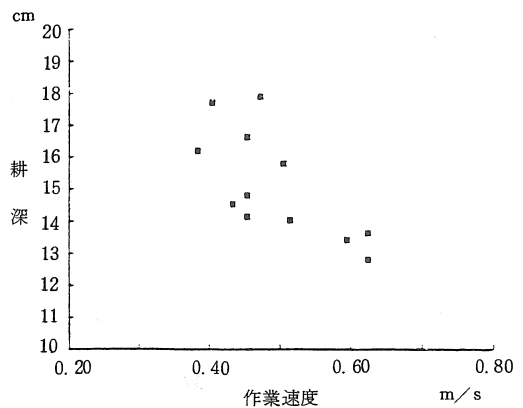


図2 作業速度と耕深の関係

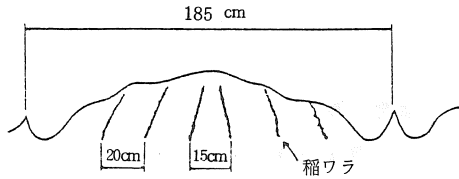


図3 耕起後の畦の形状と稲わら鋤込み状態

表3 残耕面積

	耕起後	均平作業後	備考
残耕面積(m ²)	16.2	14.0	四隅の合計
所定耕深到達距離(m)	1.76	-	

注：耕深の1/2以下を残耕とした。

表4 耕起後(畦崩し作業前)の肥料散布精度

ブロードキャストの位置	中央		端	
	溝	中央	溝	中央
畦の位置				
散布量 (g/m ²)	51.2	38.4	50.8	36.4
同上比	140	105	140	(100)

注：供試肥料：盛岡ブロック1号

表5 代かき後の肥料分布 (mg/100g)

試験場所	岩手農試		雫石町	
	溝	中央	溝	中央
畦の位置				
深さ (0~5cm)	2.30	1.73	2.13	1.98
(5~10cm)	2.70	2.13	2.97	1.95
(10~15cm)	2.95	1.40	2.85	1.23
平均	2.65	1.75	2.65	1.72

注：土壌中有効態リン酸〔Bray No.2 (1:10)〕

れた。

畦崩し作業能率は作業速度が早く10a 当り約10分で、耕起+畦崩し作業能率は10a 当り約35分でロータリ耕と同程度と思われる。

3) 耕起後の肥料分布状態

耕起後(畦崩し作業前)のブロードキャストによる肥料散布精度は表4に示すように、畦の中央部 38.4 g/m²、畦の溝部 51.2 g/m² となり、溝部に多く落下し中央部の約 1.4 倍となり散布むらが生じた。また、代かき後の土壌中肥料分

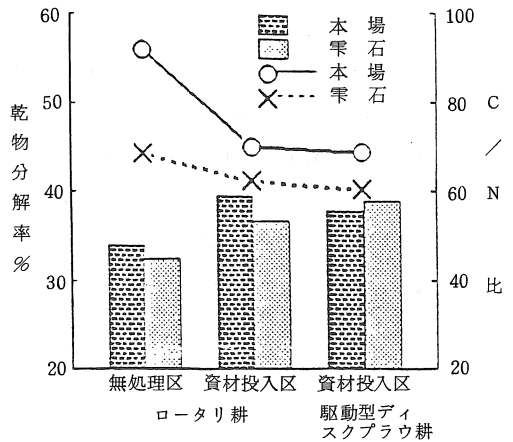


図4 稲わら分解程度

布<土壌中有効態リン酸〔Bray No.2 (1:10)〕により測定>は表5に示したが、ここでも畦の中央部 1.75mg/100g、畦の溝部 2.65mg/100g となり、溝部が中央部の約 1.5 倍となり、代かきによってもこの散布むらが解消されず、その後の生育、収量に大きな影響を与え、生育むらが生じ問題となった。しかし、畦崩し作業後に肥料を散布すると肥料の分布も均一になりその後の生育・収量に与える影響もなかった。

このことから、耕起後肥料を散布する場合には畦崩し作業後に肥料を散布する必要があると思われた。

4) 稲わら分解程度

稲わら分解程度は図4に示したように、乾物分解率及びC/N比は土づくり資材投入区で駆動型ディスクプラウ耕・ロータリ耕ともほぼ同様であった。また、土づくり資材を投入することにより稲わら分解力が高くなる傾向がみられた。

4 まとめ

1) 駆動型ディスクプラウはトラクタ出力に対する耕幅が広く、土壌が軟らかい圃場では小馬力のトラクタでも15cm以上の耕深の確保が容易で、耕起+畦崩し作業の作業時間は32~35分

／10a でロータリ耕と同程度である。

2) 耕深と作業速度及び土壌硬度とは密接な関係があり、作業速度が早いほど土壌硬度が高いほど耕深が浅くなる傾向がみられる。

3) 畦崩し作業後に肥料散布を行わないと、肥料の散布むらが生じ代かき後もその散布むらが残るその後の生育・収量に影響を与える。

4) 駆動型ディスクプラウの稲わら分解程度

はロータリ耕とほぼ同程度である。

5 参考文献

1) 新農業機械地域適応性実験調査事業実績報告書（昭58～60）

2) 東北農業試験研究成績・計画概要集 — 農業機械・農業土木 —（昭和58～61）

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。

レーザー光利用による水田の自動均平化技術の開発 (第1報)

—自動高低制御装置付きトラクタの応答性—

木村勝一*・石原修二*・伊藤信雄*・菊池宏彰*・今園支和*・坂上 修*

Development of Automatic Leveling Technique with use of Laser Beams at Paddy Field(1)

—Movement Response of Tractor with An Automatic Control System for Height—

Syoichi KIMURA*, Syuji ISIHARA*, Nobuo ITO*, Hiroaki KIKUCHI*,
Sasakazu IMAZONO*, Osamu SAKAUE*

1 はじめに

水稻直播栽培における出芽苗立ちを安定させるためには、播種床の均平化・均質化を高精度で行う必要がある。また、今後の農家の経営面積拡大に伴う区画の大型化に対応するには現在の作業法では圃場の均平精度に限界がある。

作業の熟練を要しないで高精度な均平作業を目的とし、レーザー光を用いてトラクタの電子油圧制御と組み合わせた自動高低制御装置を開発した。ここでは、試作した自動高低制御装置の性能について、主として自動深度制御・水平制御装置の応答特性について室内および小区画圃場において調査した結果を報告する。この装置の試作には石川島芝浦機械K・Kの多大な協力を得たので記して感謝致します。

記す), 作業機の傾きをレベルリンクで制御する自動水平制御(以後、水平制御と記す)が装備されている。さらに、今回レーザー光を利用した自動高低制御(以後、高低制御と記す)を試作装備した。操作ボックスのスイッチ切り替えで、これらのリフトアームをコントロールする位置・負荷・深度・高低のいずれかの制御方式の選択ができるようにした。水平制御はどの制

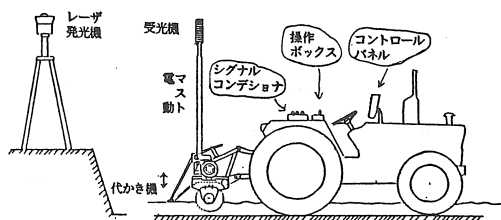


図1 自動高低制御装置の概要図

2 試験装置および方法

1) 自動制御装置の概要

トラクタ3点ヒッチの制御には、作業機の上移動を行なうリフトアームと、傾きを調節するレベルリンクをコントロールする必要がある。

試作した自動高低制御装置の概要を図-1に示した。供試トラクタの油圧装置には、図-2に示したように、リフトアームのコントロールをする通常の位置制御と負荷制御のほかに、耕深を制御する自動深度制御(以後、深度制御と

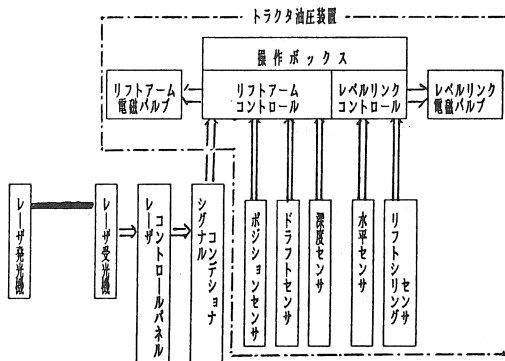


図2 自動制御機器の構成図

* 農林水産省東北農業試験場

御方式とも併用可能である。深度制御，水平制御は設定値を電圧であたえそれを越えると電磁バルブに作動信号（電圧）を流し油圧を作動させるON-OFF制御方式を採用した。

試作自動高低制御装置（図-1）は，圃場外に固定したレーザ発光機が半径 200 m の絶対水平面を作り，作業機上の受光機はその水平基準面からの高低をセンシングし，基準点からのズレに応じてパルス信号をトラクタの油圧装置に出力して，作業機の上下を自動制御した。受光機は，発光機からのレーザビームのズレを図-3に示すように5段階に判断し±0.6 cmは無信号，±4.6 cmはパルス波を，それ以上のズレでは連続した出力信号をシグナルコンディショナを通じて電磁バルブに電流を流しリフトアームをコントロールする。シグナルコンディショナはパルス波を図-3に示すように上げと下げを単独に調節可能であり，作業機の重量によってパルスの幅を調整して応答性の向上を図った。

2) 供試機械と付属装置

トラクタ：S社製，SE 7340 T I C，73PS，自動深度・水平機構付き電子油圧制御装置
 代かき機：K社製，P 360 AB，作用幅 3.2 m
 レーザ機器：レーザ発光機（SP社製，944-GS），有効半径200m，2mw，He-Ne ガスレーザ，プリズム回転数 600 rpm
 レーザ受光機（CLS社製，9921 オムニセンサー），受光範囲 ±14.6 cm
 コントロールパネル（CLS，9924 M）

3) 室内試験

自動高低制御装置の応答性について代かき機を装備した状態で，外部から上下変位として正弦波とステップ信号をレーザビームで与え測定する。自動深度制御，自動水平制御についても同様の周波数・過渡応答性を測定する。

4) 圃場試験

20m×50mの圃場に行進方向と直角に2カ所高低差15cmの凹凸のある圃場を造成し，代かき

(2往復，0.4 m/s) 後の均平精度を調査する。

3 試験結果および考察

1) 自動制御装置の応答性

周波数応答性については，0.05 Hz ~ 2 Hz の正弦波をセンサに入力して測定した。測定結果の波形の例を図-4に示した。波形解析により，入力と出力の振幅の比を示すgainと位相の遅れを各制御法別にボード線図で図-5~8に示した。その結果は一次遅れ系の特性を示し，ゲイン

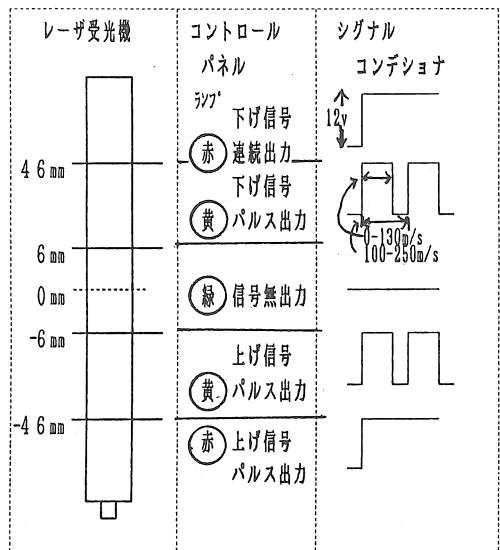


図3 レーザ受光機と出力信号

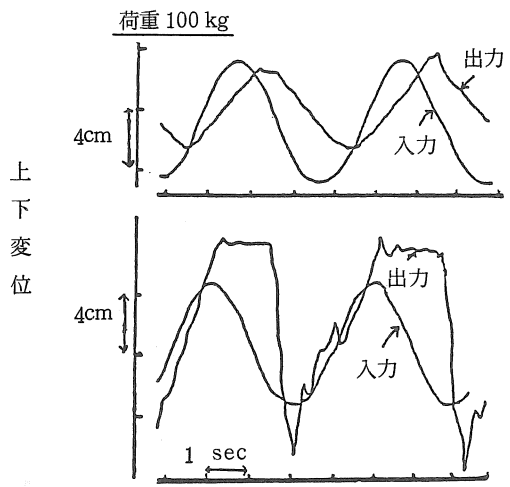


図4 負荷別に応答波形

0 dbの周波数の応答限界を表わす折点周波数は、高低制御が0.2 Hz、深度制御0.4 Hz、水平制御0.1 Hzであった。ステップ信号を与えての過渡応答波形を図-9に示した。計測結果を時定数（作動終了値の63%に達する時間）で表わすと、水平制御2.2 - 2.7秒、他は0.9 - 1.7秒であった。表-1に各制御装置の応答性の結果をまとめた。

これらから各制御方式の特徴を表わすとつぎのようであった。高低制御では、入力変位と出力変位の振幅が同じであることを表わしている折点周波数が0.2 Hzで1/6周期の遅れ（遅れ角60度）がある。深度制御は折点周波数が0.4 Hzで応答が他の制御よりやや速いが、上下振動を防ぐため不感応帯を設定してあるので、作業機の上下変位が3 - 5 cmあった場合に作動し始め、遅れ角が常に40度ある。水平制御も傾きが2 - 3度の不感応帯を設定してあり、油圧流量の不足のため応答速度が他の制御法より遅かった。

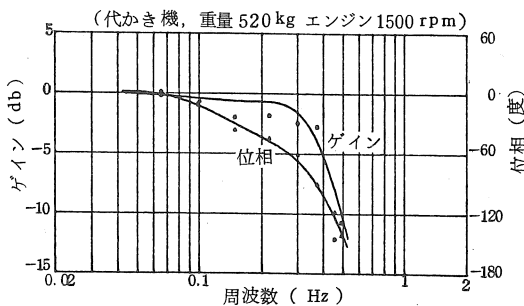


図5 高低制御のボード線図

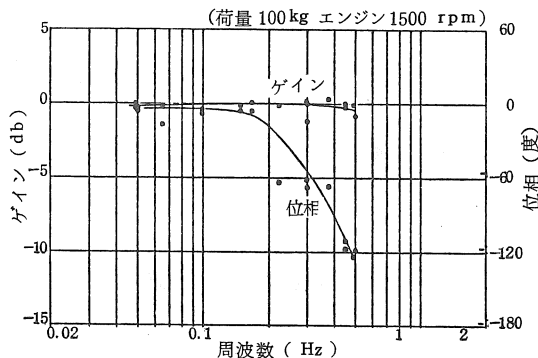


図6 軽荷量における高低制御のボード線図

2) 高低制御における作業機重量の影響

高低制御での制御する作業機重量の影響を知るため三点ヒッチに100 kg - 500 kgの荷重をかけ周波数応答性を調べた。試験結果の波形の例は前掲の図-4に、軽荷重の場合のボード線図を図-6に示した。変位の波形からみて軽重量ほど上下移動の安定が良かった。作業機重量に応じて出力パルスの波形をシグナルコンディショナで調節し、100 kgの軽い場合は上げのパルス幅を50 msに狭め油圧作動時間を短くし、かつ、下げのパルス幅を70 msに広くし油圧作動時間を長くした。500 kgの場合にはこの逆に設定して安定化を図ったが、作業機の高低（上下移動）を精度よく維持するには200 kg以下が望ましかった。また、油圧送油流量はエンジン回転数に比例しており、トラクタのエンジン回転数1500 rpm以上で制御に必要な送油量を確保でき、作動が安定していた。

3) 圃場試験結果

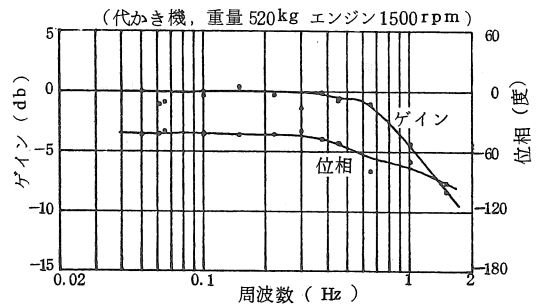


図7 深度制御のボード線図

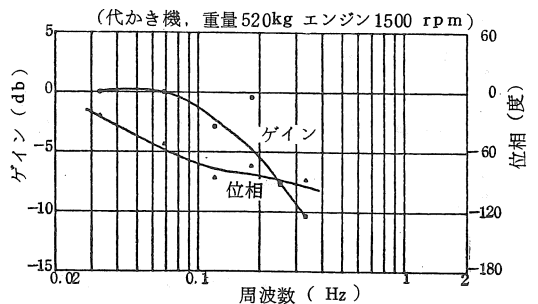


図8 水平制御のボード線図

供試圃場における代かき後の田面均平精度は、
 図-10に示すように高低制御と深度制御とに差
 が見られなかった。しかし、耕土深の変動は高
 低制御が少なく均一な耕深が得られた。

これらのことから、代かき機の高低制御が可
 能であったが、重量が500kg以上の作業機を不
 感応帯の±0.6cmの範囲内に保つには、トラク
 タのタイヤのたわみなどですぐに変動してしま
 い困難であり、通常は±4.6cmの間で上下変動
 し制御することになる。また、応答性も深度制
 御より劣った。一方、現状の代かき機では圃場
 試験の結果を見ても、泥を移動させる機能が不
 十分なことが明らかになった。従って、田面の
 均平精度向上のためには、高低制御の作用部分
 の負荷を軽くすれば応答性が良かったことから、
 代かき機全体の制御はトラクタの3点リンクを
 位置制御や深度制御で行い、代かき機の均平板

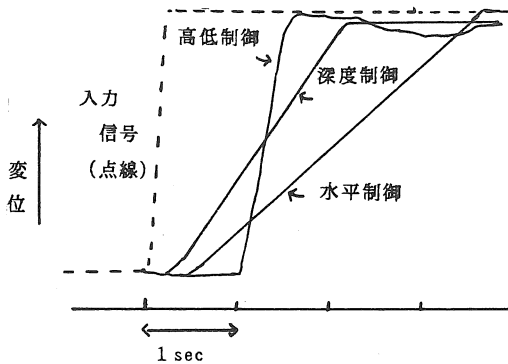


図9 各制御法の過渡応答波形

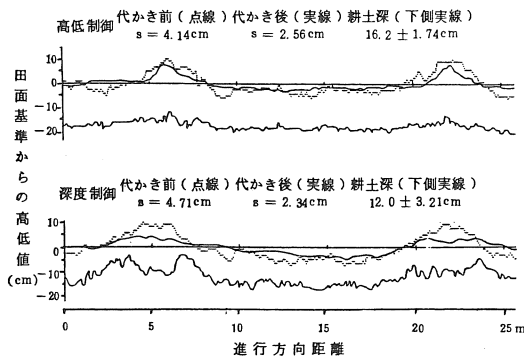


図10 制御法別圃場均平状態

表1 各制御法の応答性

自動制御名	エンジン回転数	過渡応答の時定数		周波数 応答の折点 周波数
		上昇	下降	
高低制御	rpm	sec	sec	Hz
	1,000	1.7	1.2	—
	1,500	1.3	1.7	0.20
深度制御	2,000	1.2	1.7	—
	1,000	3.3	1.0	0.40
	1,500	1.9	0.9	0.50
水平制御	2,000	1.0	1.0	0.40
	1,000	2.7	2.2	0.07
	1,500	2.7	2.2	0.10
	2,000	2.7	2.2	0.12

注 作業機の荷重は520kg（代かき機）

のみを高低制御する方法が良いと考えられた。
 さらに、均平性能向上のためには、代かき機に
 運土機能を持たせるように均平板の改造を行な
 う必要がある。

4 まとめ

レーザ光線を基準とした自動高低制御装置を
 トラクタに組み込み、その応答性をトラクタの
 備えている深度制御、水平制御と比較検討した。

高低制御は負荷を軽くすれば耕深を基準とす
 る深度制御と同程度の応答特性が得られること
 を明らかにした。今後さらに、高低制御の円滑
 化を図るためには、代かき機の重量を軽減する
 と同時に、運土機能を有した均平板のみを制御
 する方法が必要と考えられる。

5 参考文献

- (1) 榎木，添田：自動制御，日新出版，1982
- (2) 石川芝浦機械：I C 技術講習会資料，1984

岩手県南部における水稻湛水直播栽培の可能性

荻原武雄*

Possibility of Direct Under-ground Seeding of Rice to the Submerged Paddy Field in Southern Region of Iwate Prefecture

Takeo OGIHARA*

1 はじめに

稲作の大幅な低コスト生産をすすめるためには、栽培技術の面では移植栽培では限度があり直播栽培を指向せざるおえない状況にある。

岩手県南部において乾田直播栽培で早生種のハヤニシキを用いた栽培技術体系はすでに確立しているが、早生品種に限られたものである。

このため県南部の適品種を用いて湛水直播栽培の作期及び適応品種、栽培法について検討を行い導入の可能性について確認した。

2 試験方法

試験 1) 土中直播による作期の検討

- (1) 供試品種：アキユタカ、コガネヒカリ
- (2) 播種期：昭和59年4月24, 28, 5月4, 7, 60年4月27, 30, 5月2, 7日
- (3) 種子粒に対する処理：CaO₂コーティング

試験 2) 新苗立向上技術の開発

- (1) 供試年：昭和59~61年
- (2) 播種期：昭和59年4月27日, 5月4日, 60年4月26, 30日, 61年4月25, 28, 29日
- (3) 種子粒に対する処理内容：表1, 2, 3

3 試験結果

試験 1)

- (1) 播種~出芽までの積算温度は低温年で180~279℃, 高温年で128~195℃と変動が大きかった。しかし、10℃以上を有効温度とすると39~55℃でほぼ一定となり播種~出芽期ま

までの積算温度の指標となるものとみられた。

表1 種子粒に対する処理内容 (S59)

昭和59年	
区名	処理内容
1 無処理	
2 CaO ₂ コーティング	CaO ₂ を種子に粉衣
3 CaO ₂ +タチガレエース	CaO ₂ +カチガレエース粉衣
4 CaO ₂ +クン炭	CaO ₂ 粉衣種子にクン炭覆土
5 芽出し播き	鞘葉伸長まで加温
6 不完全葉伸長	30℃ 7日間20℃ 2日間
7 タチガレン×500	タチガレン500倍液中で催芽
8 " ×200	" 200倍液 "
9 1ℓ播き	1ℓ抽出始めまで加温

表2 種子粒に対する処理内容 (S60)

昭和60年	
区名	処理内容
1 CaO ₂ コーティング	前年に同じ
2 CaO ₂ +タチガレエース	"
3 芽出し播き	"
4 不完全葉伸長粒	不完全伸長まで加温
5 1ℓ伸長	1ℓ伸長まで加温
6 1ℓ+タチガレン×300	タチガレン液300倍液中で伸長
7 稚苗	-

表3 種子粒に対する処理内容 (S61)

昭和61年	
区名	処理内容
1 CaO ₂ コーティング	前年に同じ
2 無処理	-
3 MgO ₂ コーティング	MgO ₂ 粉衣
4 芽出し播き	前年に同じ
5 不完全葉伸長粒	前年に同じ
6 芽出し粒+ペースト状	土壌混和
7 不完全葉伸長粒+ペースト状	"
8 稚苗	-

* 岩手県立農業試験場

(2) 出芽～出穂期まではアキユタカでおよそ1716～1825℃, コガネヒカリで1800℃～1923℃と播種期が早いほど出穂が早まった。

(3) 高温年には播種期の違いによる出穂期の差は少く, 成熟期も同様である。

(4) 玄米収量は播種期が早いほど多収となりm²当り苗立本数がアキユタカでm²当り33本程度でもa当り70kgを得, コガネヒカリではm²当り30本でa当り68kgを得た。昭和60年の最多収はa当り71.1kgで稚苗移植栽培の70.4kgに勝った。

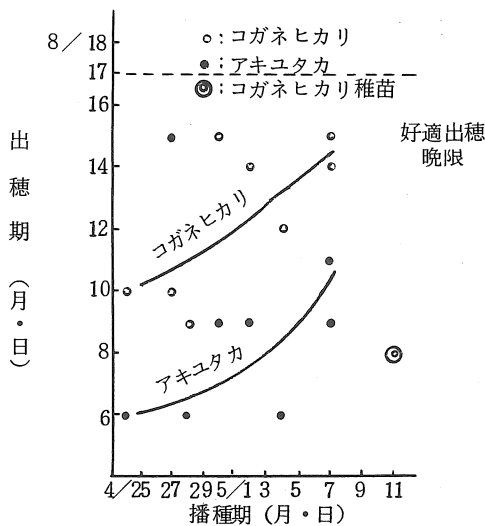


図1 播種期, 品種と出穂期 (S 59, 60)

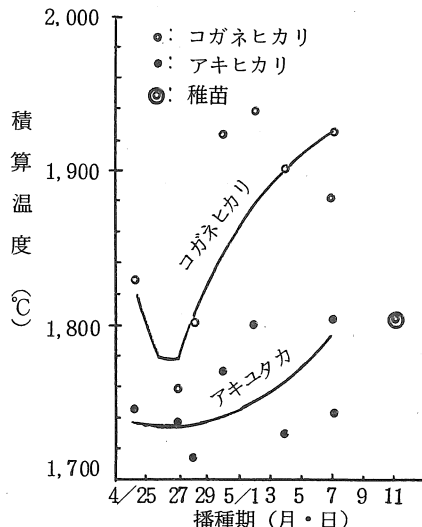


図2 出芽～出穂期までの積算温度 (S 59, 60)

試験 2)

(1) 昭和59年～61年の3か年の試験からCaO₂コーティング種子は苗立率が25～74%の幅で変動し, 出芽日数も最大19日と長期に及ぶ場合もあった。HgO₂コーティング種子はCaO₂コーティング種子よりも4～5%苗立率が向上し昭和61年は78～83%であった。

(2) また, CaO₂コーティング種子にヒドロキシソサキゾール・メタラキシルをコーティングした種子ではCaO₂のみよりも約9%苗立率が向上したものの34%にとどまった。

(3) CaO₂コーティング種子に播種後地温上昇を目的に播種溝内にクン炭を被覆した結果, 入水によって流亡し被覆効果は得られず, 出芽期苗立歩合とも無処理籾と同程度であった。

(4) 2日間催芽した芽出し籾やバット上で30℃7日間さらに20℃2日間日照下で加温し, 不完全葉抽出期まで伸長させた種子籾をそれぞれ播種したところ, 苗立率は26～44%程度で低かったが, 出芽日数は3～5日短縮され7～8日間で, 出穂期も1葉抽出籾播種区では2～3日早まった。

したがって, 芽出し籾播種の場合でも本葉1葉まで伸長させることによって出穂は早まるものの苗立率は低下することから, 鞘葉あるいは不完全葉伸長程度にとどめる方が苗立率の安定向上に好結果が得られると判断された。

(5) 昭和61年に芽出し籾を機械的に播種することを前提として, 育苗用床土と芽出し籾を1対15程度の割合で混和しダコニール500倍液でペースト状にし, ポリ袋の先端から棒状に押し出しながら落水した圃場の播種溝1cmの深さに注入した。

種子籾の出芽した幼芽および種子根は土壌との混和のための攪拌によっても折損はほとんど認められなかったが, 種子籾と土壌との混和割合について機械適応性も考慮しさらに検討が必

要と思われた。

(6) 圃場でのペースト状種子扱は土壤も含めて流亡がなく安定性が良かった。

出芽日数は芽出し粃ペースト状播種及び不完全葉抽出粃ペースト状播種とも CaO_2 コーティング種子よりも2日短縮され6日間であり、ペースト状でない場合に比べても2日短縮された。

苗立率も CaO_2 コーティング種子の72%に対し芽出し粃ペースト状播種で91.3%，不完全葉抽出粃ペースト状播種で62.7%であった。また、ペースト状にしない場合のそれぞれ44%，34%に対し大幅に向上した。

さらに、地温で1℃程度低く経過する漏水条件では芽出し粃播種では出芽が皆無の状態、ペースト状にすることにより71.3%と極めて良く、ペースト状播種法の優位性が確認された。

(7) m^2 当り播種粒数を調整しなかったため、5月27日の m^2 当り茎数が芽出し粃ペースト状播種は181.5本、不完全葉抽出粃ペースト状播種で254.1本で6月24日の調査で最高茎数に達しそれぞれ m^2 当り1185.5本、1292.0本となり、穂数は m^2 当り583.3本、716.7本を得た。

苗立本数を m^2 当り100本に調整した区では芽出し粃ペースト状播種区で m^2 当り穂数510本、不完全葉抽出粃ペースト状播種区では穂数578本であり、後者が穂数確保に有利であった。

(8) 玄米収量は90~94%と高い登熟歩合となったことから高く、芽出し粃ペースト状播種区でa当り68.7kg、不完全葉抽出粃ペースト状播種区がa当り73.0kgを得た。

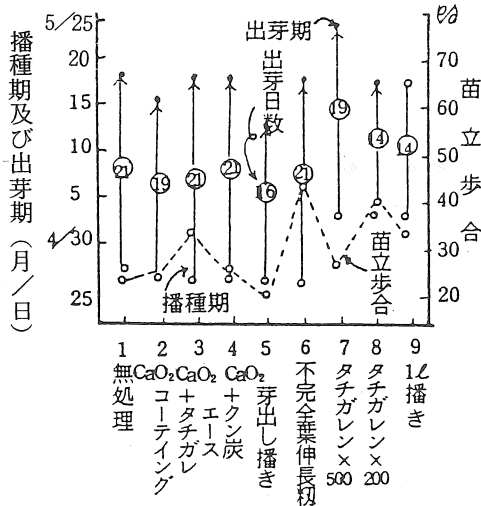


図3 出芽・苗立の状況 (S59)

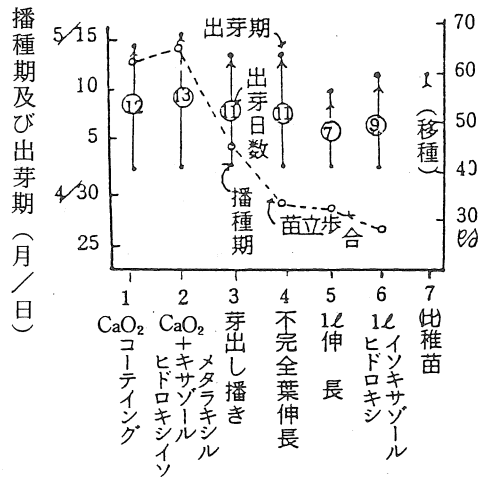


図4 出芽・苗立の状況 (S60)

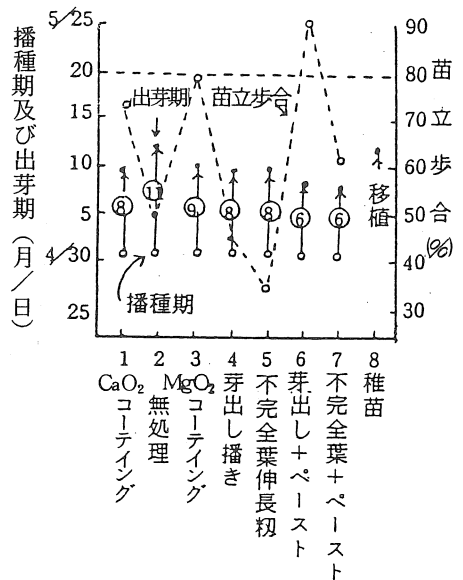


図5 出芽・苗立の状況 (S61)

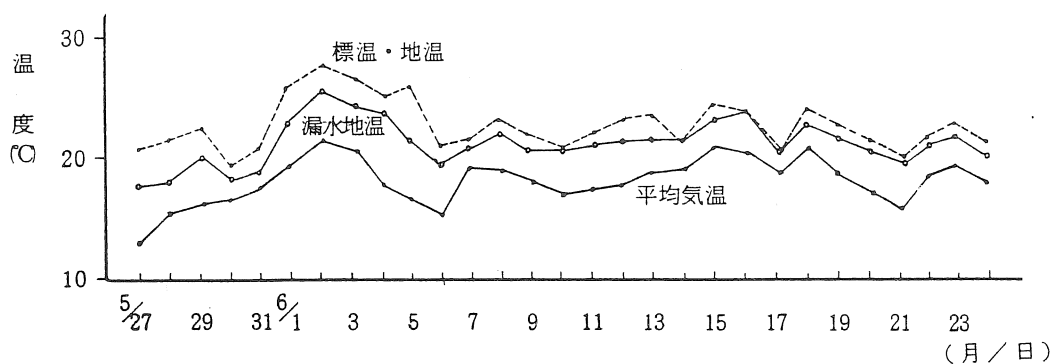


図6 気温及び水田地温（平均温度）

4 まとめ

(1) 岩手県中南部のササニシキ作付適地帯において、コガネヒカリ程度の熟期までの品種を播種期4月25日頃から5月7日頃で土壤中直播栽培が可能であることが確認された。

また、出穂期が好適出穂晩限8月17日より3か年の各処理区とも早く作期的に安全性が高いことも認められ、さらに晩生品種であるササニシキ導入の可能性も示唆された。

(2) 出穂期は早い播種期ほど早まるが、播種期から出穂期までの積算温度は4月27日頃の播種期がもっとも少い傾向を示した。

(3) CaO₂コーティング種子による土壤中直播栽培では苗立率が不安定であり必要苗立本数を確保できないこともあり、岩手県南部地帯では実用性に問題が残る。

(4) 苗立率、苗立本数の安定性確保技術として出芽状態を変えた種子粒では、出芽程度が進むほど出穂の遅れが少く、稚苗移植栽培よりも早まる場合もみられ、栽培期間の短縮には出芽の進んだ種子粒を播種することが有効である。

しかし、反対に苗立率が不安定になることも

確認された。

(5) 芽出し粒の苗立率安定化には土壌との混和によるペースト状播種法が高い効果が認められ、とくに鞘葉がわずかに伸長し始める程度に出芽させた種子粒によるペースト状播種法が安定し、出穂の遅れも少く栽培期間の短縮がはかれることも確認できた。

(6) ペースト状播種法は初期生育、m²当り穂数とも確保しやすいため雑草防除等の技術対応の選択の幅も拡大される。

(7) 残された問題としてペースト状種子粒の機械播種技術の確立と栽培技術体系の組立てが必要である。

また、低温年における生育の安定性の確認も残されている。

参考文献

- 1) 中村：低コスト増収の米作り，家の光協会 87-88
- 2) 岩手県立農業試験場県南分場：水田利用の近代化に関する研究，83-98，1974

セル穴プレート往復式直播機の開発と改良

坂上 修*・今園支和*・菊池宏彰*・木村勝一*・伊藤信雄*

Development and Improvement of Reciprocating Cell Plate-type Precision Planter

Osamu SAKAUE*, Sasakazu IMAZONO*, Hiroaki KIKUCHI*,
Syoichi KIMURA*, Nobuo ITO*

1 はじめに

粒径が均一な野菜コート種子の圃場内精密播種のため、従来の点播機と種子の繰出し方式が異なるセル穴プレート往復式直播機を開発した^{3),4)}。ハクサイ、キャベツ、ダイコン種子を使用し圃場内繰出し性能試験と栽培試験を実施して開発機のモデルの改良を行うとともに、その実用性を検討した。

2 原理と特徴

種子調量にセル穴を利用する場合、種子の調量率は、セル穴と種子層の接触時間と正の相関があることが知られている^{1),2)}。接触時間を長くするには、セル穴の移動速度を小さくするか、種子層を長くしなければならない。しかし、セル穴の移動速度が小さいと種子繰出しタイミングの変異が大きくなり、種子層を長くすると安定的な種子繰出しを維持するために必要量以上の種子を用意しなければならない。そこで、今回開発した播種機構は、図-1のように、円弧カムを介して駆動軸の回転円運動を種子ホッパ下に位置するアクリル製セル穴プレートの複数往復直線運動に変換させる方式を採用した。このため、種子層とセル穴の接触時間を長くでき、プレートの攪拌、振動作用とあわせて確実にコート種子を単粒調量する。種子の排出は、プレートの最長の前進行程でセル穴と受穴が同調して行われる。また、プレートは、種子ホッパ内を往復するため、ホッパ容積を小さくでき、効率的な種子の使用が可能である。

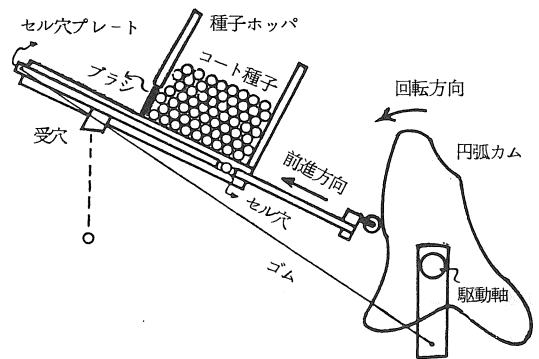


図-1 セル穴往復式播種機の作動原理

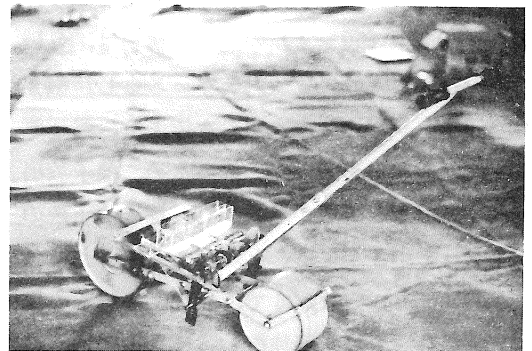


図-2 試作SH-03型播種機

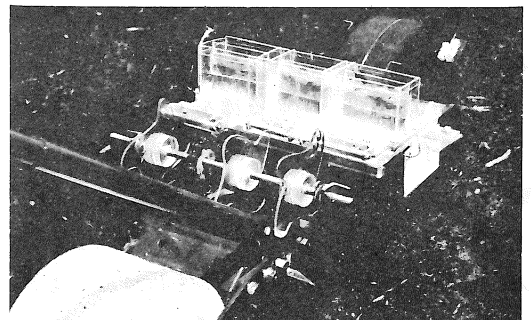


図-3 試作ST-01型播種機

* 農林水産省東北農業試験場

3 機構の概要

①SH-03型(図-2)の主要な構造は、T製ロール式播種機のフレームをベースとした。横3列の種子ホップと独立に作動する3枚(各5穴)のセル穴プレート及びシャッタ部から成り、駆動軸1回転(2π)で各プレートは3回往復する。プレートの前進行程は円弧カムの回転力によるが、後退行程はゴムの弾性力を利用し、種子排出のタイミングは $2/3\pi$ の位相差で行う仕組みである。1点4粒以下の播種を行う場合は、セル穴にフィルター等を詰めることにより、また、播種間隔を変える場合は、チェーンケースの歯車を交換することにより調整可能である。②ST-01型(図-3)の主要な構造は、SH-03型モデルを母体とし、円滑な運動ができるように駆動軸1回転当りプレート往復回数を4回に円弧カムの形状を改良した。また、シャッタ部を省略し、繰出し部との種子落下タイミングのずれによる排出ミスの解消を試みた。③ST-02型(図-4)の主要な構造は、S製ロール式播種機のフレームをベースとし、横2列の種子ホップに改造することにより、播種部のコンパクト化を図った。このため、種子放出口と地表面との距離が短縮され、種子落下後のちらばりを小さくすることができた。また、各プレートのセル穴数が4で、駆動軸1回転の場合、各プレートは4回往復し、種子を2回放出するため、播種間隔の調節が容易になる。

4 試験方法

①SH-03型は、対照機種をT製ロール式(普通種子)、M製ベルト式(普通種子)、S製ロール式(コート種子)の3機種とし、キャベツ「金春」、ハクサイ「初風」の2品種を供試して圃場内播種・間引き試験を行った。②ST-01型は、種子の繰出し性能についてキャベ

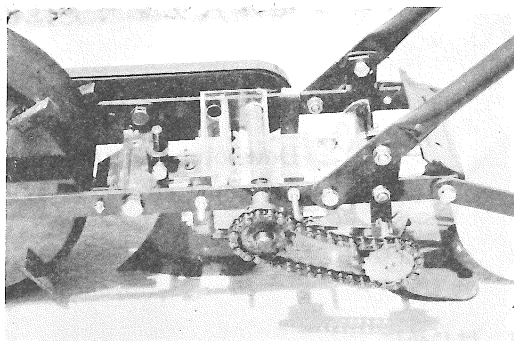


図-4 試作ST-02型播種機

表-1 供試種子の粒径とセル穴の諸元

コート種子名	キャベツ	ハクサイ	ダイコン	
			長径	短径
平均粒径 (mm)	3.2	3.2	6.1	5.0
標準偏差 (mm)	0.11	0.13	0.30	0.22
変動係数 (%)	3.5	3.8	4.8	4.4
セル穴径 (mm)	4.5	4.5	9.0	
セル穴深 (mm)	3.0	3.0	5.0	

(注) 粒径は25個体の数値を測定したものである。

ツコート種子「金春」を供試して圃場内播種試験を行った。ST-02型は、ダイコンコート種子「耐病総太り」を供試して圃場内播種試験を行った。

5 試験結果

(1) コート種子の粒径とセル穴の諸元 供試コート種子の粒径とそれに対応して製作したセル穴の直径及び深さは表-1のとおりであった。コート種子の粒径の変動係数は、すべての作物で5%以下であった。

(2) SH-03型の播種性能 ①市販機との比較による1点当りの出芽粒数は表-2となり、キャベツ種子使用のSH-03型は、苗立が安定していた。②落下間隔と左右・前後方向へのちらばりは表-3となり、SH-03型は、他の機種と比較して種子落下間隔のちらばりが小さかった。ベルト式の落下間隔のちらばりが大き

かったのは、種子放出部と地表の距離が大きいたことが影響していると考えられた。前後方向への種子のちらばりは、SH-03型、S製ロール式がやや小さかった。左右方向への種子のちらばりは、S製ロール式が最も小さく、ついでSH-03型であった。以上よりSH-03型は、全体的に種子の落下変異が最も小さく、播種精度が高かった。③繰出しの安定性についてみると、ハクサイ種子使用時のSH-03型は、円弧カムとセル穴プレートの滑動が悪く、しばしば欠粒や駆動停止を引き起こす原因となった。これより、SH-03型の最小播種間隔は35cmと想定された。間引き作業能率と間引き後株間は表-4となり、ベルト式は1個体当りの間引き作業能

率が他の機種よりやや低く、間引き後株間の変異も大きかった。これに対してSH-03型は、間引き後株間の変異が小さいため、収穫物の個体変異を少なくできると考えられた。

(3) ST-01型の播種性能は、表-5となり、1回当りの落下種子粒数、落下間隔、前後方向へのちらばりを従来の機種と比較すると、ST-01型は高精度の種子繰出しが可能であった。また、円弧カムの改良によりスムーズな繰出しが実現した。

(4) ST-02型の播種性能は、表-6となり、30cmの種子落下間隔でも安定した繰出しができた。また、出芽後の苗立も良好であった。

表-2 供試機別の出芽数

機 種 種 子 名	T製ロール式		ベルト式		SH-03		S製ロール式 SH-03 キャベツ			
	畦 No	1	2	1	2	1	2	1	2	1
測定個所数		27	27	34	34	26	26	25	24	24
設定繰出し数		4~5	4~5	3~4	3~4	5	5	3	3	5
平均出芽数		4.4	4.5	2.6	1.9	4.1	4.6	2.8	2.6	4.6
標準偏差		1.78	2.01	1.32	0.91	1.50	2.25	1.14	1.53	1.01
変動係数(%)		41	45	51	48	37	49	40	58	22

表-3 供試機別種子の落下間隔とちらばり

機 種 種 子 名	T製ロール式		ベルト式		SH-03		S製ロール式 SH-03 キャベツ			
	畦 No	1	2	1	2	1	2	1	2	1
設定株間 (cm)		34	34	34	34	34	34	41	41	41
平均株間 (cm)		39	39	31	29	40	39	42	42	45
同標準偏差 (cm)		3.0	10.6	7.8	8.5	2.2	3.1	4.4	3.7	3.1
同変動係数(%)		8	27	25	29	6	8	10	9	7
前後方向への ちらばり (cm)		6.8	5.8	7.8	4.8	4.5	5.0	4.2	5.1	4.0
左右方向への ちらばり (cm)		3.1	2.2	2.2	1.4	1.8	1.7	1.2	1.3	1.9

表-4 供試機別間引作業能率と間引後株間

機 種 種 子 名	T製ロール式		ベルト式		SH-03		S製ロール式 SH-03		
	ハクサイ						キャベツ		
畦 No	1	2	1	2	1	2	1	2	1
間引個数 (個体/10m)	91	76	50	38	74	73	-	-	-
間引作業能率(分秒/10m)	3'26"	2'05"	2'40"	1'20"	2'18"	2'22"	-	-	-
" (秒/個体)	2.3"	1.7"	3.2"	2.1"	1.8"	2.0"	-	-	-
間引後平均株間 (cm)	40	40	39	41	39	40	41	42	46
同標準偏差 (cm)	8.0	6.3	10.5	10.0	2.9	2.9	5.9	4.2	5.9
同変動係数 (%)	20	16	27	25	8	7	14	10	13

6 おわりに

以上の結果から、コート種子精密播種作業には、セル穴往復式播種機の使用が有効であることが確認され、実用性を認めた。今後の開発構想として、種子の確実な排出のためKNOCK-OUTプレートを取り付けることにより、たとえばダイコンの普通種子にも適用可能とすること、さらに、セル穴プレートの円滑な運動のために、ゴムのかわりにバネの弾性を利用する等の改良を行うことが考えられた。

参考文献

- 1) 大塚寛治・倉田久治・小堀 乃 (1986) :セル繰出し方式による精密は種の可能性 農業機械学会誌 48 (3, 4) 361 - 367
- 2) 小嶋和雄・村田 敏・吉村克規・大久保淳一 (1967) :回転皿式排種装置の研究 (第1報) 播種板上の分布について 農業機械学会誌 28 (4) 208 - 211, 203
- 3) 坂上 修 (1987) :コート種子用簡易は種機

表-5 試作ST-01型播種機の播種精度

コート種子名・品種	キャベツ「金春」
落下粒数	4.9±0.34 (CV 6.6%)
落下間隔	41.6±6.44cm (CV 15.5%)
前後のちらばり	11.7±4.43cm (CV 37.9%)

表-6 試作ST-02型播種機の播種精度

コート種子名・品種	ダイコン「耐病総太り」
落下粒数	3.9±0.26 (CV 6.6%)
落下間隔	30.5±4.22cm (CV 13.9%)
前後のちらばり	6.1±2.00cm (CV 33.2%)
出芽数	3.4±0.78 (CV 23.3%)
推定出芽率	87.2%
出芽間隔	33.7±4.55cm (CV 13.5%)
前後のちらばり	3.6±1.85cm (CV 51.6%)
左右のちらばり	1.4±0.66cm (CV 47.6%)

(注) 推定出芽率は出芽数/落下粒数×100より算出した。

- の開発 野菜・茶業試験場盛岡支場研究年報No
1 136 - 141
- 4) 坂上 修 (1987) :セル穴プレート往復式直播機の開発 第46回農業機械学会年次大会講演要旨 57

水稻直播用芽出し播き機の開発

菊池宏彰*・今園支和*・木村勝一*・坂上 修*・伊藤信雄*

Development of Sprout Seeder for Direct Sowing Paddy Field

Hiroaki KIKUCHI*, Sasakazu IMAZONO*, Syoichi KIMURA*,
Osamu SAKAUE*, Nobuo ITO*

1 はじめに

水稻の直播栽培は、低コスト化のためには有用とされているが、寒冷地では気象的な制約もあって、まだ安定した栽培技術とはなっていない。

あらかじめ芽を出させた種子を播種する方法は、稲、麦、野菜などの栽培で、生育促進や鳥害軽減のための技術として、古くから行われてきた。これらの機械化の試みもなされた経緯はあるが、現在、実用的な芽出し播き機は皆無に等しく、ゲル状高分子保水物質に芽出し種子を混和、浮遊させて、ゲルともども繰出す機構の播種機が若干見られる程度である。しかし、この方法は、稲や麦のように播種量の多い作物の栽培技術としては、なじみにくい方法とも考えられ、ゲルなどの資材を要しない水稻直播用芽出し播き機の開発を試みた。

2 芽出し種子繰出し機構の選定

繰出し機構開発の方向づけのため、異なる繰出し機構を有する既存播種機の、芽出し種子繰出し適応性の検討を行った。結果の一例を表1に示した。

これによると、いずれの形式の繰出し機構でも、排出口開度が小さい方が、また、繰出し速度が速い方が、折損も含めた芽の欠けは多くなり、角穴ロール式では41%もの芽の欠けを示した。また、ベルト式繰出し機構を使って繰出し方向、およびベルトの幅と芽の欠けの関係を検討した結果、水平面より下向きに繰出すほど、

表1 既存播種機の芽出し種子繰出し性能

排出機構	繰出爪 周速度 (mm/s)	芽の 欠け (%)	排出口 開度 (mm)	芽の 欠け (%)
角穴ロール	75	41.7	0	32.0
	36	3.0	2.5	18.3
丸穴ロール	73	27.0	0	21.6
	35	8.0	5.0	13.0
ベルト	118	15.3	5.0	16.3
	56	9.3	10.0	11.0

注) 供試種子の芽の長さ 平均 2.5 mm

またベルトの幅が広いほど芽の欠け少なくなり、さらにベルトの幅が広い方が槽内での架橋現象を軽減させるのに有効なことが明かとなった。

さらに、いずれの繰出し機構でも、供試種子の芽が長いほど、繰出し時の芽の欠けは多くなる傾向を示した。これらの結果、芽出し種子を安全に繰出すための条件として、静かに、重力に逆らわず、広幅で繰出すこと、また、種子の流れを阻害しない構造とすることが明かとなり、これを基に図1のような繰出し機構を開発した。

3 開発した種子繰出し機構の構造と作用

開発した芽出し種子繰出し機構の構造・作用は、図1に示したとおりである。

種子槽④は前板⑨、後板⑩各1枚と側板⑪2枚より成り、前板は種子槽の高さの約1/2の長さで種子槽の上部を形成し、その下に開いた面には遮蔽板①を種子槽の底との間に、槽内種子の繰出しに必要な間隙(排出口⑧)を保って、

* 農林水産省東北農業試験場

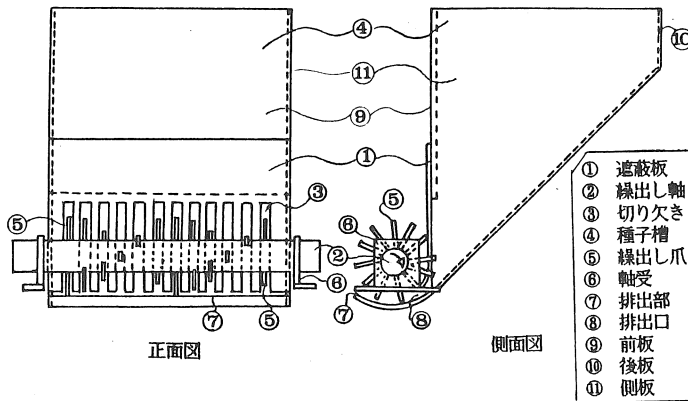


図1 開発した芽出し種子繰出し機構

上下に調節可能な構造で固定し、種子槽の一部を形成させる。遮蔽板には、種子槽の幅いっぱい、下方に開いた細長い切り欠き③を多数設け、さらに遮蔽板の下側は繰出し軸②に向かって、わずかに曲率をもたせた構造である。

後板は、種子槽の底をも形成し、その下端は繰出し軸の下方を包なように前方に伸び、種子の自然落下を防ぐ形である。

繰出し軸の円周状には、遮蔽板の切り欠きに合致する間隔で、切り欠きの幅より細い繰出し爪⑤を多数植え込み、軸受け⑥を介して回転自在に、遮蔽板の前、下方で繰出し爪の先端が、遮蔽板の切り欠きから種子槽内にわずかに入る位置で固定し、繰出し軸を矢印の方向に回転させることで、種子槽内の種子を排出口を経て、排出部⑦から連続的に機外に繰出す機構である。

なお、切り欠きは幅3mm、高さ50mm、10mm間隔で12個配置した。繰出し爪は、繰出し軸の外周上に、切り欠きに合致する間隔で、ひとつの切り欠きに対して上下に対抗して2本、隣合う爪相互の間には順次30度のズレ角を付けて配置し、さらに繰出し軸の回転方向に対して逆方向に10度程度倒してある。繰出し爪先端の回転直径は40mm、爪の径2mm、種子槽の容量は、約3ℓである。

4 開発した芽出し種子繰出し機構の性能

1) 排出口開度、繰出し速度と芽の欠け

供試種子の平均出芽長さ3.2mm、3.5mm、繰出し深さ（繰出し爪が遮蔽板の切り欠きから種子槽内に入る深さ）3mm、底板との間隙（繰出し爪先端と底板との間隙）7

mmの条件のもとで、排出口開度（遮蔽板の下縁と底板との間隙）と、繰出し速度を変えて種子を繰出したときの芽の欠けは表2のとおりであった。これによると、排出口開度が小さくなるほど、芽の欠けは多くなる傾向が認められたが、繰出し速度の増減では、芽の欠けは変わらず、この試験条件のもとで繰出された種子の芽の欠けは、ほぼ3%であった。

表2 排出口開度と芽の欠け

排出口開度 (mm)	繰出し爪 周速度 (mm/s)	供試種の芽の長さ		種子 含水率 (%)	芽の 欠け (%)
		平均 (mm)	変動係数 (%)		
13	39				2.2
10	39	3.5	88.0	33.7	3.8
7	39				4.0
13	39				2.8
10	39	3.2	69.6	35.5	2.6
7	39				5.4
10	68				3.6
10	39	3.5	88.0	33.7	4.2
10	16				3.0
10	68				2.4
10	39	3.2	69.6	35.5	3.0
10	16				3.2
10	68				2.0
10	39	3.5	64.9	35.9	1.4
10	16				1.2
10	68				2.0
10	39	3.5	64.9	34.9	2.2
10	16				1.4

2) 繰出し深さ、底板との間隙と芽の欠け

排出口開度10mm，繰出し爪の周速度39mm/sとし，繰出し深さ，底板との間隙を変えて，芽出し種子を繰出したときの芽の欠けは表3のとおりで，繰出し深さ3mmで3.2～5.2%，4

表3 繰出し深さと芽の欠け

繰出し深さ(mm)	底板との間隙(mm)	芽の欠け(%)	繰出量の變動係数(%)
3	7	3.2	7.8
	5	5.2	14.4
	3	4.0	7.1
4	7	3.5	14.3
	5	3.2	5.2
	3	4.2	6.6
5	7	7.2	10.4
	5	8.5	9.1
	3	8.0	3.8

・供試籾条件

含水率 35.2%

芽の長さ平均2.3mm，變動係数85.4%

mmで3.5～4.2%，5mmで7.2～8.5%の範囲を示し，繰出し深さが深すぎると芽の欠けを増加させる傾向がわかった。底板との間隙の関係は，はっきりしなかった。

3) 繰出し量の変異

繰出し量の変異を，5秒間毎の繰出し量の変動係数でみると，15%以下であり(表3)，条播機の繰出し機構としては，良好な性能を示した。

4) 遮蔽板および繰出し爪の形状と芽の欠け

遮蔽板の下側は，繰出し軸に向かってわずかに曲げることで，繰出し時の芽の欠けは少なくなった。即ち，遮蔽板の下側を，曲率半径55mmで繰出し軸方向へ10mm張り出させたもの，同53mmで，12mm張り出させたものと，曲率を付けない真直なものを比較すると，芽の欠けは曲率を付けたもので2～3%，真直なもので6

～9%となった(表4)。

表4 遮蔽板の形と芽の欠け

繰出し深さ(mm)	3			5		
	遮蔽板の曲率半径(mm)		真直	55		53
芽の欠け(%)	2.2	2.4	6.2	2.8	2.0	9.2

・供試種子含水率35.7%，芽の長さ平均2.9mm，同變動係数79.0%

また，繰出し爪は軸の回転方向と逆方向に，いくぶん倒すことで，種子槽底板との間で種子の噛み込みも減り，芽の欠けを少なくするのに有効であったが，遮蔽板下側の曲率と張り出し，繰出し爪の軸回転方向と逆方向への後退角の最適値の検討は行っていない。

5) その他の特徴

本繰出し機構は，握ると掌に付着するような高水分種子の繰出しであっても，種子槽内で架橋現象を呈することはほとんどなく，繰出し量は減るものの，繰出すことができ，芽出し播きのように種子を乾燥させにくいものでは，きわめて都合が良く，また，藁屑や枝梗付着粒などが少々混入した種子であっても，支障なく繰出すことができる。種子槽内の種子量の多少で繰出し量が変わらないなどの特徴があった。ただ，本繰出し機構は，他の繰出し機構より繰出し部の幅が広く，種子槽内の種子の残量が多くなりやすかった。

5 芽出し播き機の開発とその性能

この繰出し機構を利用して，トラクタマウント形の作溝芽出し播き機(トラクタのグランドドライブ式PTO駆動，舟底形作溝器付，10条用)を開発し(図2)，実際圃場で性能の検討を行った。

播種法は，普通に耕うん，代かきした圃場に，湛水したまま10～15mmの深さに作溝して，その溝底表面に播種し，カモ害回避と，埋没種子

への酸素の供給良化などのため、播種後出芽まで、ほぼ10日間落水するが、圃場が乾きすぎる時は、走り水灌水をする方法とした。

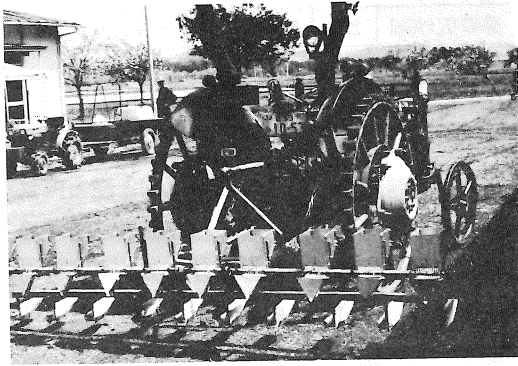


図2 開発した芽出し播き機

播種機を装着したトラクタがMF 135(48PS, ゴムラグ付パイプ車輪装着)で、車体が大きく、重いこと、供試圃場の区画が30m×50mと小さいことなどで、進行速度0.75m/sで作業を行ったが、播種作業能率は24.4a/hr, 圃場効率は30.6%にとどまった。作業精度そのものには問題はなかった。

苗立率は、芽出し種子播種で82%, 十分浸漬した種子を播種したもので77%(昭61年), 同79%, 72%(昭62年), 出芽, 出穂期は芽出し粗播種で表5のように早まった。

表5 芽出し播き機による播種精度

年 度	61		62		
	浸 漬	芽出し	浸 漬	芽出し	
出 芽 長 (mm)	0	4.4	0	2.7	
苗 立 率 (%)	76.6	81.8	71.9	79.1	
出芽所要日数(日)	4	2	6	2	
株埋没深(mm)	初 期	2.8	3.2	2.2	3.7
	収穫期	7.3	6.6	6.7	8.7
出 穂 期 (月/日)	8/20	8/17	8/14	8/11	
精玄米収量 (g/m ²)	589.4	658.5	655.9	690.4	

注 ①株元埋没深の初期とは、播種後32日(61年), 26日(62年)の値
②出芽所要日数は、埋没深さ5mm程度のものについて

本機の種子排出部は、図1に示したように、開放状態であるが、播種作業中はもちろん、旋回、移動などでも種子の飛散は全くなかった。ただ、種子槽に種子を投入する際、一気に投入すると排出口から種子がこぼれでる現象がみられ、その防止のため、排出口がかくれるくらいまでは、種子を静かに入れるような配慮が必要であったが、総体的にみて、本播種機の性能は実用に供し得るものと考えられた。

6 摘 要

1) 水稻の芽出し種子を安全に繰出すことのできる繰出し機構と、それを利用したトラクタマウント形10条作溝条播用芽出し播き機を開発した。

本繰出し機構で芽出し種子を繰り出した場合の折損も含めた芽の欠けは、平均出芽長さ3.5mm程度の種子で、ほぼ3%であった。

2) 本繰出し機構は、握ると掌に付くような高水分種子や、藁屑、枝梗付着粒が少々混入した種子でも、支障なく繰出すことができ、繰出し量の変異も変動係数で15%以下であった。

3) 開発した芽出し播き機で実際圃場に播種したときの苗立率は、芽出し粗で82%, 十分浸漬した粗で77%(61年), 79%, 72%(62年)

であった。播種作業中、種子のこぼれなどの問題はなく、作業精度は良好であったが、装着したトラクタが大きく(48PS), 圃場区画が30m×50mと小さい条件のもとでの播種作業能率は24.4a/hr, 圃場効率は30.6%であった。

自動走行管理機の開発 (第1報)

— 畦間無人操向制御について —

大下泰生*・古川嗣彦*・屋代幹雄*・矢治幸夫*

Development of the Microcomputer-controlled Small Vehicle (Part 1)
— Automatic Steering between Crop Rows —

Yasuo OHSHTA*, Tsuguhiko FURUKAWA*,
Mikio YASHIRO*, Yukio YAJI*

I はじめに

今日、農産物の輸入自由化問題等により、農産物の生産コストの低減が強く叫ばれている。農業機械においても、機械コスト低減、稼働率向上のための汎用化や、人件費低減、作業精度向上のためのコンピュータ利用による農作業の自動化が図られている。^{1) 2)}

筆者らは、とうもろこし、スイートソルガム等の長大作物の安定多収、労働生産性向上を図るために自動走行管理機の開発を試みた。

長大作物は播種直後から生育中期にかけて雑草害を受けやすく、安定多収のためには除草作業が重要である。また収量増大には生育中期における追肥が効果的と言われている³⁾。しかし、生育中期以降は草丈が大きくなり、トラクタを使用した管理作業は困難である。しかも、条間は茎葉が繁茂しており、人力による作業も容易でなく、管理作業はほとんど行われていないのが現状である。そこで、作物条間を無人で走行する小型の管理機が必要となる。

ここでは、畦間を自動走行しながら除草、追肥等の作業を行う管理機の制御方式及び走行性能について検討を行ったので報告する。

なお、本研究は大型別枠研究「バイオマス変換計画」の一部である「スイートソルガムの機械化作業技術の確立」の一環として行われたものである。

II 試作機の概略

1 システム構成

試作機の主要諸元を表1に示す。試作にあたり作物条間(71cm)を走行できるように小型化を図った。試作機の主な構成要素は制御部、検出部、走行部及び発電機である。図1に試作機側面図を、図2に上面図を示す。

表1 主要諸元

全長	99 cm
全幅	65 cm
全高	74 cm
質量	120 kg
制御部	CPU Z80A
1/0ボード	16ch入力ボード サーボモータドライバボード
検出部	超音波式近接スイッチ及びマイクロスイッチ
走行部	6輪式
操向方式	スキッドステアリング式
原動機	直流モータ 120 W×2台
回転検出方式	ロータリエンコーダ 800 P/R
動力伝達方式	遊星歯車式減速機, チェン駆動
発電機出力	750 W (AC 100 V, DC 12 V)

制御部はコンピュータ、サーボモータドライバ、入力ボード等からなる。使用した制御用コンピュータは立石電気機製で、CPUはZ80A(クロック周波数4MHz)である。このコンピ

* 農林水産省東北農業試験場

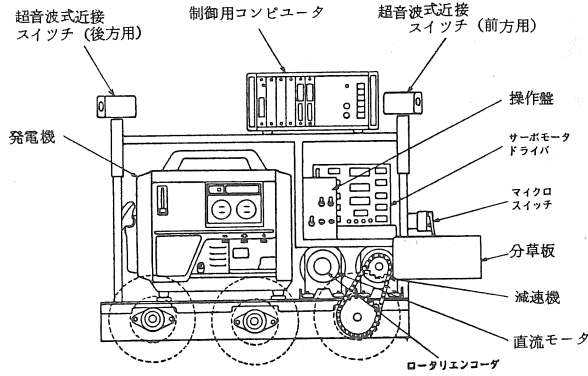


図1 畦間無人走行管理機側面図

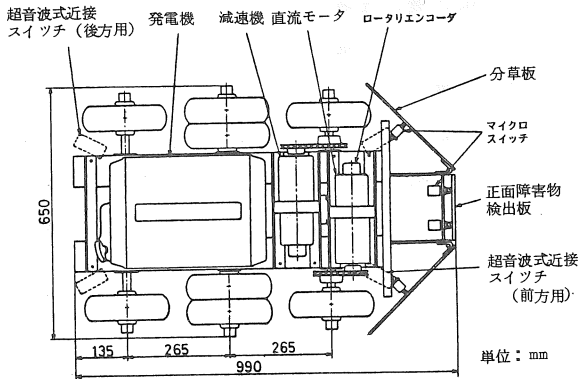


図2 畦間無人走行管理機上面図

コンピュータはバスラインにVME-8バス(立石電気オリジナル)及びI/Oチャンネルバス(モトローラ社オリジナル)を使用しており、このバス規格に適合する各種I/Oボードを使用することができる。試作機は16ch入力ボード及びサーボモータドライバを使用した。

16ch入力ボードは0V及び12~24Vのデジタル入力用であり、検出部のセンサ及び操作スイッチからの信号入力に用いた。

サーボモータドライバはPWH制御方式で、モータ制御容量は120Wである。命令コマンドは定速移動、指定距離移動、サーボロック等がある。

ソフトウェア開発環境については、パソコンをホストコンピュータとして使用し、アセンブラによりプログラムを作成した。プログラムの修正にはデバッグボード及びターミナルを使用

し、模擬運転を行い、最適化を行った後、プログラムをROMに焼付け制御用コンピュータに装着した。制御部のシステムブロック部を図3に示す。

検出部は超音波式近接スイッチ、マイクロスイッチ及び操作盤よりなる。

使用した超音波式近接スイッチは発振周波数20kHzで、前方については20~30cmの範囲内の障害物の検出を行った。後方に取り付けた超音波式近接スイッチは側方の作物列の検出に使用し、検出範囲は20~70cmであった。取付位置は前方及び後方の左右4ヶ所であり、高さは66cmであった。

マイクロスイッチは、超音波式近接スイッチで検出できない障害物の検出に使用した。スイッチは障害物検出板及び分草板の支持部に取付け、検出方向は正面及び前方左右の3方向であり、取付け高さは地上高20~30cmであった。

操作盤はメインスイッチ、走行モード切替スイッチ(自動、手動)、手動操作スイッチ等を備えている。

走行部はモータ、ロータリエンコーダ、減速機、車輪等からなる。操作方式はモータを2台使用し、1台のモータが片側3個ずつの車輪を駆動し、左右の車輪の速度差でステアリングを行う、いわゆるスキッドステアリング方式である。

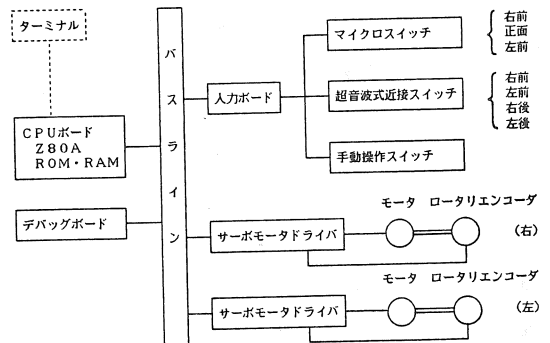


図3 システムブロック図

モータは出力120 Wの直流モータで、回転検出用ロータリエンコーダを内蔵している。サーボモータドライバは制御用コンピュータから速度指定命令を受けると、ロータリエンコーダによりモータの回転数を検出し、指定回転数になるようにモータの端子電圧を制御する。走行速度は0～0.25 m/sの範囲内で無段階に設定でき、回転方向も正転・逆転を行うことができるため、前後進、緩旋回及び左右の車輪をそれぞれ逆方向に回転させることにより超信地旋回を行うことが可能である。

車輪については、不整地での走行性、旋回性能を向上させるために、第2車軸にはダブルタイヤを装着し、車軸取付位置は、第1、3車軸取付水平面に対して1 cm低い位置に取り付けた。

発電機は出力750 Wで試作機の必要とする全ての電力を供給する。

2 運転プログラムの概要

自動走行を行うための制御方式は多種考え得

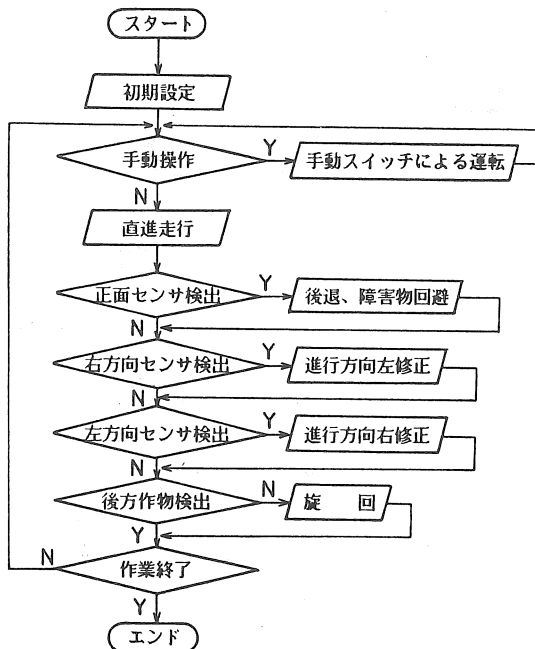


図4 運転プログラムのフローチャート

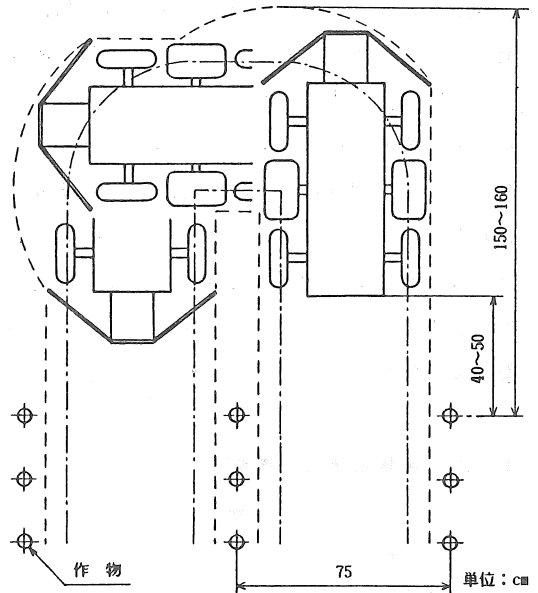


図5 枕地旋回方法

るが、試作機は比較的簡易な方法として、作物列をガイドとして畦間を走行する方式を採用した。図4にプログラムのフローチャートを示す。

コンピュータが起動すると初期設定値の読み込みを行う。設定値は走行速度、畦長さ、作業畦数等があり、ターミナルを使用してRAMに書き込みを行う。

次に、走行モード切替えスイッチの読取りを行う。手動操作モードでは手動操作スイッチにより前後進、旋回等の操作を行うことができる。

自動走行モードでは機体進行方向の障害物の検出を行い、障害物を避けながら走行する。正面障害物検出板より入力があった場合は30 cm後退し、進行方向を右または左（1行程目は左側、2行程目は右側、以後交互に切替え）に修正して再び前進する。右前方センサ（超音波式近接スイッチ及びマイクロスイッチ）より入力があった場合は進行方向を左に修正する。同様に左前方センサより入力があった場合は進行方向を右に修正する。進行方向修正時間は1回の障害物検出に対して0.5秒とした。

枕地旋回については、機体後方に取り付けた超音波近接スイッチにより作物列の有無を検出し、初期設定で入力した畦長より長く走行し、前方障害物及び作物列の無い状態が5秒間継続すると枕地と判断する。枕地旋回方法は図5に示すように、90度旋回して、20cm直進し、再び90度旋回して次の条に進入する。旋回を終えると初期設定で入力した作業畦数と比較し、所要作業回数を終了するまで運転を続ける。

Ⅲ 走行試験結果及び考察

1 S字コース走行試験

(1) 試験方法

試作機をは場内走行に供試する前に、芝生上に幅75cm、長さ5mのS字形のテストコースを設定し、走行試験を行った。コース両側には模擬株としてガラスボール（直径5mm、高さ50cm）を25cm間隔に設置した。S字カーブは1.5m直進し、右に10度曲がり、2m直進して、左に10度曲がったのち、1.5m直進するコースとした。このコースにおいて、試作機の走行速度、操向制御変数を変化させた場合の走行軌跡を調査した。

(2) 実験結果及び考察

図6は走行速度を0.11m/sの一定とし、操向制御時の左右車輪の速度比を4段階に変化させた場合の試作機の走行軌跡を模式的に示したものである。

使用した超音波式近接スイッチは直径5mmのガラスボールを検出することができず、マイクロスイッチを使用した分草板がガラスボールを検出した。図中の●印が分草板の接触したボールである。

試作機は進行方向を修正するとき、片側車輪の速度を低下させ、その状態を0.5秒間維持す

るプログラムとなっているため、左右車輪の速度比が大きいほど機体の進行方向の修正角が大きくなった。

速度比が1:0のとき、すなわち片車輪を停止させ方向修正を行った場合、進行方向修正角が大きく激しいジグザグ走行となり、円滑性を欠いた。そのため、ほ場内走行では進行方向修正時の機体のヨーイングにより作物へ損傷を与えることが懸念された。1:0.25の場合、ジグザグ走行は多少緩和された。1:0.5の場合、S字コースへの追従性は良好であった。1:0.75の場合、進行方向の修正角が小さく、同一列のボールに連続的に接触し、方向修正は緩慢であ

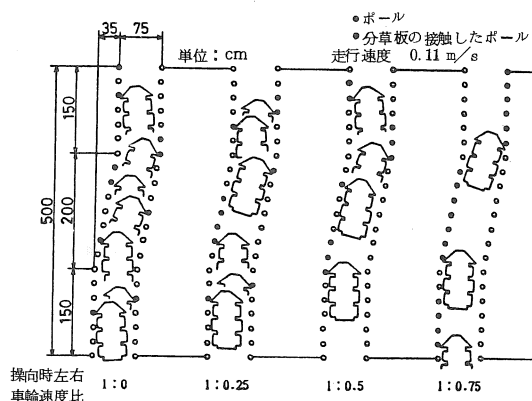


図6 S字コース走行試験結果
(操向時左右車輪速度比)

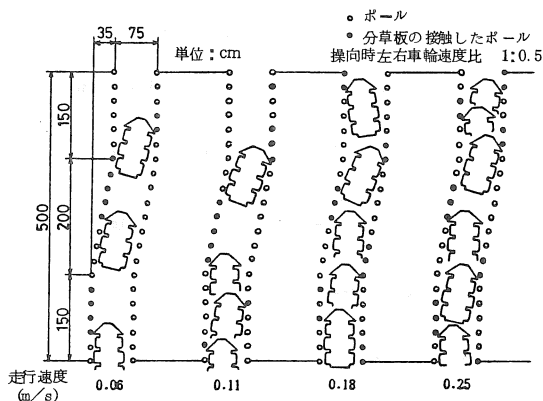


図7 S字コース走行試験結果
(走行速度)

った。

ほ場内の作物列の湾曲は試験コースの程度であることを考えると、操向制御時の左右車輪速度比は1 : 0.5が最適と考えられた。

次に、走行速度を4段階に変化させたときの走行軌跡を図7に示した。操向制御時の左右車輪速度比は1 : 0.5であった。

走行速度0.06m/sの場合、1回の進行方向修正時間（0.5秒）内での走行距離が少ないため進行方向修正角が小さく、同一列のポールに連続的に接触したが、カーブへの追従性は比較的良好であった。速度が増大するにしたがい、1回の障害物検出に対して進行方向の修正角が大きくなり、ジグザグ走行が激しくなる傾向がみられた。さらに0.25m/sを超える速度で走行した場合、障害物を検出して進行方向を修正するまでの応答の遅れがあること、制御プログラムの制約により1回の進行方向修正時間内に別の障害物に接触しても方向修正ができないこと、モータの出力が不足すること等の原因により制御が著しく不安定となった。

制御精度からみると走行速度は0.11m/sが最適であり、0.25m/sが限界と考えられた。

2 ほ場走行試験

(1) 試験方法

試作機をとうもろこし栽培区内（スイートコーン、6葉期前後、条間71cm）で走行させた場合の走行性能、障害物検出性能を調査した。走行速度は0.11m/s、操向制御時左右車輪速度比は1 : 0.5に設定した。

(2) 試験結果及び考察

ほ場内における試作機の直進性は比較的良好であったが、路面の凹凸の激しい場所や軟弱地ではモータの出力不足を生じた。供試したほ場は、中耕作業を行った直後で地表面が膨軟であり、車輪のすべりが多かった。試作機はスキッドステアリング方式のため、とりわけ旋回時の

土寄せが多く、車輪のすべりや走行抵抗の増大により180度旋回できず、次の条に進入できない場合が見られた。試作機は作業畦長さ、枕地旋回等の制御を時間、車輪の回転数により制御しているため、車輪のすべりを生じると、進行方向の修正、枕地旋回時の機体の方向修正角が不足する。制御性能向上のためには、走行距離や旋回角を測定する機能の検討が必要である。

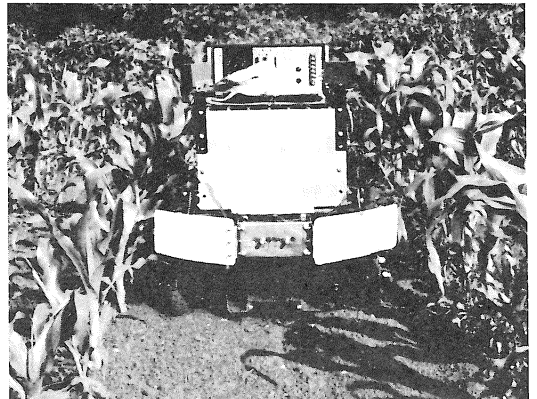


図8 ほ場走行試験状況

障害物の検出に関しては、超音波式近接スイッチが植物体の検出には不安定であり、大部分マイクロスイッチにより検出を行った。超音波式近接スイッチは、音の進行方向に対して反射面が垂直で均平であれば安定した検出が可能であるが、植物体のように表面が不均平で柔軟な物体に対しては超音波エコーが不安定となり、検出精度が低下した。マイクロスイッチによる接触式センサは検出が確実であったが、植物の種類、生育時期によりセンサの検出押力を適切に設定させる必要がある。作物への損傷を防ぐために、非接触式で植物体の検出に適したセンサの選定が必要と考えられた。

IV 摘要

畦間を自動走行する小型の管理機の開発を試みた。開発にあたり、コンピュータを使用し、作物列に沿って無人走行を行うための障害物検

出、操向制御、枕地旋回等の制御プログラムの検討を行い、次の結果を得た。

(1) 作物条間 71cm を走行するために、原動機にモータを使用し、6輪式スキッドステアリング方式を採用することにより、直進、旋回制御の容易な構造とすることができた。

(2) 試験走行用S字コースを設置し、操向制御時の性能を検討した結果、走行速度0.11m/s、操向制御時左右車輪速度比1:0.5のとき、試験コースへの追従性が最も良好であった。

(3) ほ場走行試験において、枕地旋回性能向上のために、距離、旋回角検出機能及び植物体検出に適した非接触式センサの検討が必要と考

えられた。

参考文献

- 1) 川村登, 藤浦建史, 浦元信, 近藤直: 果実収穫用ロボット, 農機誌47-2, p. 237~241, 1985
- 2) 小林享, 木谷収, 岡本嗣男, 岡部融: 桑園用管理機の自動走行, 農機誌48-1, p. 91~94, 1986
- 3) 農林水産省中国農業試験場グレイソルガム研究会: グレイソルガムの育種と栽培技術, 1977

大気エネルギーによる穀物乾燥の研究 (第2報)

—低温高湿度条件における加温効果について—

門 洪*・清水 浩*・西山喜雄*

Grain Drying with Use of Atmospheric Energy

—On Air-warming Effect in case of High Humidity & Low Temperature Air—

Hongto MEN*, Hiroshi SHIMIZU*,
Yoshio NISHIYAMA*

I はしがき

穀物を貯蔵するためには、それを一定含水率まで乾燥しなければならない。世界中、特にアフリカ、東南アジアなどでは収穫後、穀物の不良貯蔵による損失が驚くほど大きいことが知られている。発展途上国では、自然乾燥を行う国が多い。だが、収穫期間中、或いは直後に雨が降り続く地域は勿論、天候の良い地域でも、予想外の天候変化で莫大な損害が起きることもよくある。そこでこういう地域では、経済条件に合わせて安く有効な簡易乾燥施設を作ることが大切である。また、日本、アメリカなどの先進国では、穀物の乾燥は予備乾燥と仕上げ乾燥に分けられ、予備乾燥はドライストアで行われることが多い。但し、収穫期間が多雨は勿論、雨でなくても夜間には空気条件が悪くなるから、自然通風だけのドライストアでは吸湿がしばしば起こり、不合理である。ドライストアで加温通風して乾燥する共乾施設もあるが、不適当な加温により経済性が悪く、共乾施設の合理的運営に影響を与える⁽¹⁾。

本研究は中国を含めた発展途上国と先進国日本との両方の穀物乾燥の現状に合わせて、球乾燥モデル⁽²⁾のシミュレーションを用いて行ったものである。前報⁽³⁾では、麦収穫期間中のドライストアへの搬入量とその初期含水率の実績値に合わせてシミュレーションして、各ビンへの堆積量の均一化効果などについて究明した。今

回は、夜間などの低温高湿度条件における適正加温方法、適正風量比について検討した。また、中国・東南アジアなどを対象とする、プロペラファンで作った簡易乾燥装置(平型)をドライストアと比較して検討した。

II 研究方法

(1) ドライストアと平型乾燥装置にはそれぞれ静圧型プロアと風量型プロペラファンが使われている。この二種の送風機では、送風特性、特に電力消費と送風量との相互関係が異なるため、それぞれの利用効率が相違すると思われるので、おのおのをドライストアと平型乾燥装置とに使う条件で検討した。図1は検討に使用した二つの送風機の特性曲線である。

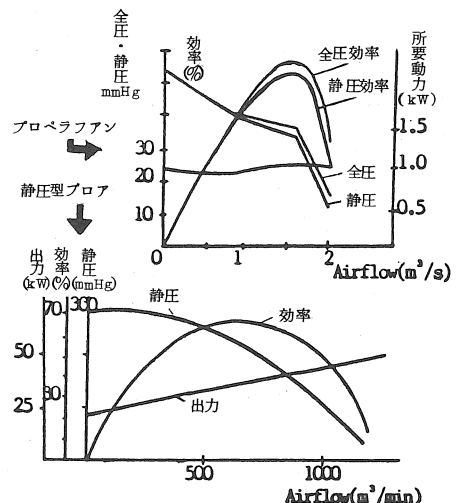


図1 静圧型プロアとプロペラファンの特性曲線

* 岩手大学農学部

(2) 共乾施設のドライストアとしては、岩手県都南村にある飯岡農協のライスセンター^(注1)を研究対象とした。飯岡農協のドライストアには12本のビンがある。盛岡市に隣接しているから、盛岡気象台の気象データを大気条件に取り、ブローによる温度上昇を加えて乾燥の入気条件とした(ブローによる温度上昇はブローの静圧と風量との関係から求められたものだが、実験でもチェックして、計算値の正しさを実証した)。

本研究中のあらゆるシミュレーションは本ライスセンターの1985年度小麦乾燥期間(7月9日~7月24日)での稼働実績に基づいたものである。

(3) 実験で得た穀物の空気抵抗係数から実際に堆積状態にある穀物の空気抵抗を求めた。そしてブローの特性曲線上の通風量と全圧とのバランスにおいて、ドライストアの使用ビン数と各ビンへの堆積状態からブローの総送風量と各ビンへの通風量を求めた。

(4) ビン内堆積高さを1mに一定し、使用ビン数の変化に基づく穀物堆積量、各ビン毎の通風量の変化条件で、実績の初期含水率からビン内層別の水分蒸発速度・穀温・通過空気温度などの乾燥特性を球乾燥モデルによってシミュレーションした。

シミュレーションを行うとき、堆積した穀物を40層に分けて、時間間隔を6分にした。その各時間間隔毎に、前時点に算出された含水率、穀温、表面含水率などを基にして堆積穀物の第1層から第40層まで層毎に順次に計算した。乾燥入気が大気温度によって変わるから、次の計算時点では新しい入気条件を用いて計算すると言ふような逐次計算方法を取った。

(5) 乾燥のコストと直接関係するエネルギー効率は、総蒸発水分量の蒸発潜熱を使用石油エネルギーと2.7電気エネルギーとの和で割った値として計算した。2.7は電気エネルギーを石油のそれに換換する係数である。生産能率は時

間当たりと一日当りの水分蒸発量で表わした。ドライストアの場合では使用ビン数、簡易型乾燥装置の場合では床面積を変化させて、異なる風量比について検討した。また、加温方法と加温温度を変えてその加温効果を討論した。

上記の研究の結果を好天日と悪天日の2事例について下記に報告する。

Ⅲ ドライストアにおける研究結果

(1) 無加温時の夜間吸湿現象と加温効果

図2は図示の条件での自然通風の場合における深夜の吸湿現象と加温した場合のその改善効果を示したものである。大気はブローの攪はんによって温度が多少上昇した後、乾燥入気としてビン中の穀物を通過するのである(加温通風の場合はバーナーによる加温も含む)。図(a)中の実線で示した方の入気温は無加温時であり、それと大気温との差はブローの攪はんによる加温量である。また、破線で示した入気温は夜間加温時の値であり、無加温時の入気温との差は夜間の石油による加温量である。

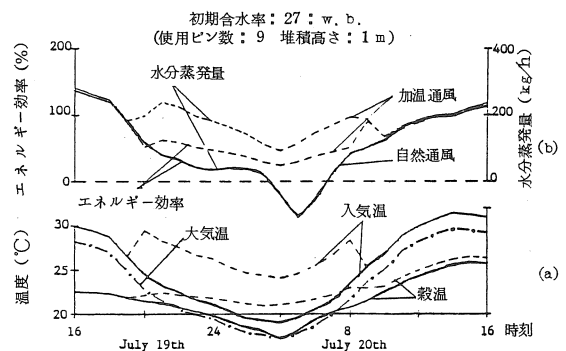


図2 無加温時の夜間吸湿と加温効果 (一定加温における)

7月19日から7月20日までの間は典型的な好天日で、日中の気温が高く夜間との差が大きく、従って一日の気温がきれいな波のように変化していた。一点鎖線で示したように、大気温は夜間には低くなって湿度が高くなるため、自然通風の場合では、深夜AM3:00~AM6:00

の3時間に渡って吸湿が起った。それは図(b)の自然通風に示した実線に示されている。そして吸湿が最も激しかったのは入気温が最低となった時刻よりもむしろ大気温が昇り始めた朝4時から5時の間であった。図(a)から分かるようにこの時は丁度穀物温度の最も低い点から一時間ほどずれた所である。吸湿が起ったのはやや暖かくなった空気がまだ冷たい堆積穀物内に入って飽和点に達して、凝縮した結果と思われる。

前報に報告された加温方法で夜間PM8:00~AM8:00の間空気を5℃加温した時は入気温が図(a)の破線のように変化して、図(b)の上の破線に示されたように吸湿現象が起らなくなった上に、水分蒸発量は高くなった。また、下の破線で示したようにエネルギー効率も一層高くなった。加温による乾燥能率とコストの改善効率は、それぞれ図(b)における加温時の水分蒸発量と無加温時の水分蒸発量との差、及び加温時のエネルギー効率と無加温時のエネルギー効率との差として示されている。

図(a)中の穀物温度も逐次計算でシミュレーションした各層穀物の平均値である。無加温の時、夜間に大気温の急な低下に従って穀温も次第に最低に下がっていた。このような低い穀物温度があるからこそ明け方に大気温が登り初める時深刻な吸湿が起ってしまった。だから夜間、雨天などの低温高湿度の天気条件では、空気を暖めることを通じて穀物温度の低下を避け、吸湿現象を防止することができる。そして昼間に大気温が上がってきて加温が停止されていても穀物温度の加温された効果がまだ残っている。これは勿論乾燥の推進に有益である。

上記の研究結果から夜間、雨天などの低温高湿度天気条件では、空気を加温して通風した方が吸湿現象が防止され、乾燥能率が上がり、コストも下がるので運営と収益上で有利であることが分かった。

(2) 加温方法について

図2の加温方法、即ち5℃一定の加温では、大気温の変化にしたがって、加温後の入気温が穀温の低い時間帯で温度上昇部分を持って不都合なので、図3のような加温方法に改良した。図2の一定加温のように、急に5℃加温するのではなく、図3の加温方法では大気温の低下に従って段々に加温して行って、図(a)の上の破線で示すように入気温を一定に保つという加温方法（一定温度までの加温）を取った。この加温方法では、図(a)に示されたように、穀物温度を始め、平均エネルギー効率、水分蒸発量などの変化がずっと緩やかになった。特に穀温の変化が少ないということは穀温の低い範囲でも好ましいことと思われる。

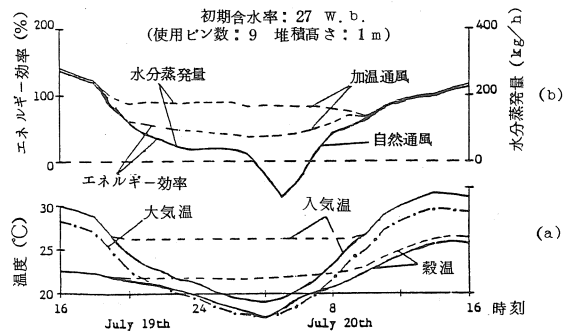


図3 無加温時の夜間吸湿と加温効果（一定温度までの加温における）

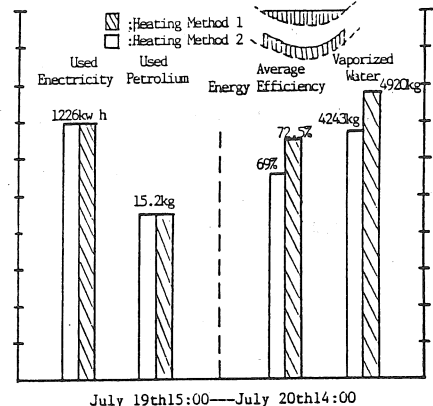


図4 一定温度までの加温と一定加温との比較

図4は上記の二つの加温方法の経済性について比較したもので、白枠は一定加温方法、斜線

棒は一定温度までの加温方法を表した。左から電気消費, 石油消費, 平均エネルギー効率, 及び一日中の合計水分蒸発量を比較した。7月19日15:00から7月20日14:00までの一日の間に, 同量の電気エネルギーと同量の石油を使用して, 一定温度まで加温した方は平均エネルギー効率と合計水分蒸発量が一定加温より高い値を示している。そのため, ドライストアでは図3の一定温度までの加温方法を取った方が経済的には有利なことが分かった。

図2と図3中のエネルギー効率は一時間当りの値で, 時刻による変化を表した。図4には, 加温方法を比べるために, 一日中の平均値を取って示した。

(3) 使用ビン数 (風量比) と乾燥効果

次の結果は全部図3の加温方法でシミュレーションしたもので, エネルギー効率は一日中の平均値である。

図5は好天日 (7月19日15:00~7月20日14:00) において, 夜間に加温通風して, 入気温度を28℃にした場合のシミュレーション結果である。使用石油量とは, 使用した合計重量である。飽和水分蒸発量とは, 排気が飽和状態を出ていると仮定した場合の水分蒸発量であり, 水分蒸発量とは球乾燥モデルでシミュレーションした値である。使用ビン数が少ない場合には, 風量比が大きくなるので排気が飽和状態に達せずに排出される。これは飽和水分蒸発量と水分

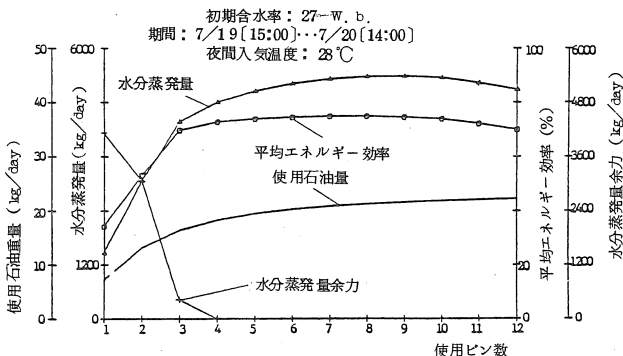


図5 使用ビン数 (風量比) と乾燥効果との関係 (好天日における)

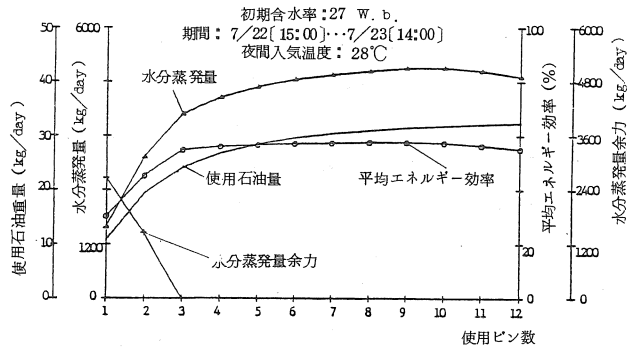


図6 使用ビン数 (風量比) と乾燥効果との関係 (悪天日における)

蒸発量との差で表わされる値であって, 水分蒸発余力と呼ぶことにする。図示のように, 使用ビン数が少ない場合, 水分蒸発余力は大きな値を取り, 水分蒸発量とエネルギー効率は低くなる。使用ビン数が増加すると, 水分蒸発余力は減少し, 水分蒸発量とエネルギー効率は共に高くなるが, 一定ビン数 (図示例ではビン数4) では, 排気は飽和空気となる。それ以上のビン数の微かな変化はブローの特性に起因する影響であり, 使用ビン数が7ぐらいに最良値が認められた。

1985年度の気象データによると7月22日15:00から翌23日14:00までの24時間は典型的な悪天候であった。その悪天日について, 同様の方法でシミュレーションした結果を図6に示した。夜間に28℃まで加温するためには, 当然, 悪天日の方が使用石油量が多く, 平均エネルギー効率が低い。水分蒸発量などの変化傾向は, 大体好天日と同様であった。

(4) 加温程度と乾燥効果

次は9本のビンについて検討する。

図7と図8の横軸は, 一定温度まで加温する方法を取った場合における夜間入気温度である。使用ビン数9の場合なので排気が飽和状態 (水分蒸発余力が例) でビンから出ているから, 加温量の増加にしたがって, 図示のように水分蒸発量は増加するがエネルギー効率は限界値へ

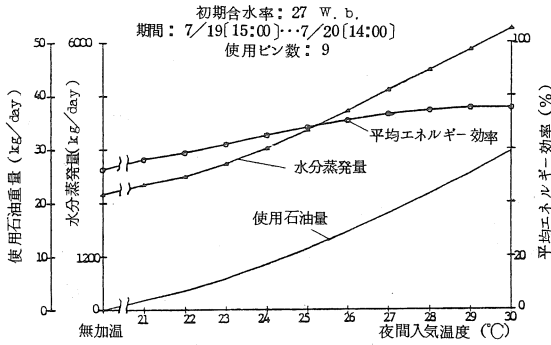


図7 加温量と乾燥効果との関係（好天日における）

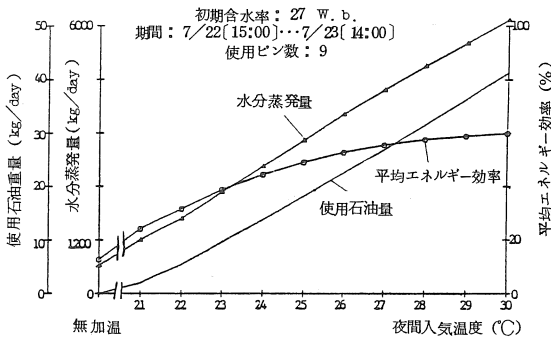


図8 加温量と乾燥効果との関係（悪天日における）

と接近していく。その増加量は好天日の方が悪天日よりもずっと大きい。故に天気条件の悪い日には加温通風する効果が大きいことが分かる。

IV 簡易乾燥システムにおける研究結果

簡易乾燥システム（平型）においても、プロペラファン^(注2)の特性と堆積穀物の空気抵抗特性とのバランスにおいてシミュレーションを行った。図9、図10、図11は、堆積高さ0.25mの一定条件で天候と床面積が相違する場合について検討した結果である。東南アジアでは様々な農業の副産物を使う場合もあるが、その消費エネルギーを使用石油量に換算して比較できる。図10と図11はそれぞれ好天日と悪天日について検討したものであるが

両方共に加温量の増加に従って使用石油量、水分蒸発余力と水分蒸発量は高くなっていく。しかし、平型乾燥装置では加温量の増加で平均エネルギー効率とは下がって行くのがドライストアと反対なことである。

また、床面積を変化させた二条件では、風量比が違うために図10、図11のように著しく相違した。平型乾燥装置では床面積が大きいと言うことは通風量が大きいと言うことだから、小さい床面積では水分蒸発量とエネルギー効率が当然ながら小さくなる。従って送風機の送風能力を有効に利用した床面積の大きい方が得である。

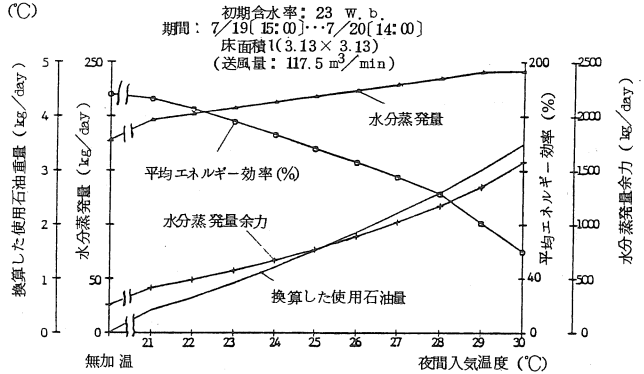


図9 加温量と乾燥効果との関係（簡易乾燥装置・大床面積・好天日における）

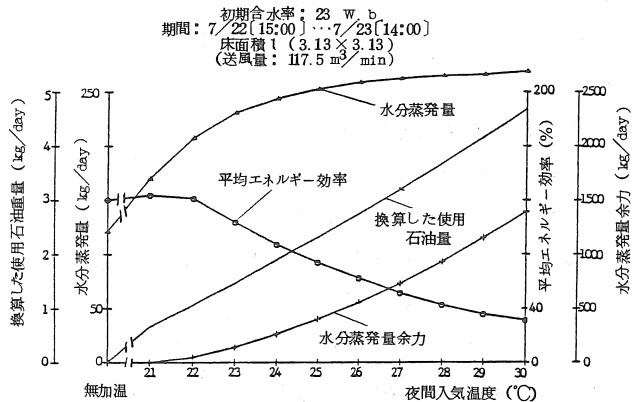


図10 加温量と乾燥効果との関係（簡易乾燥装置・大床面積・悪天日における）

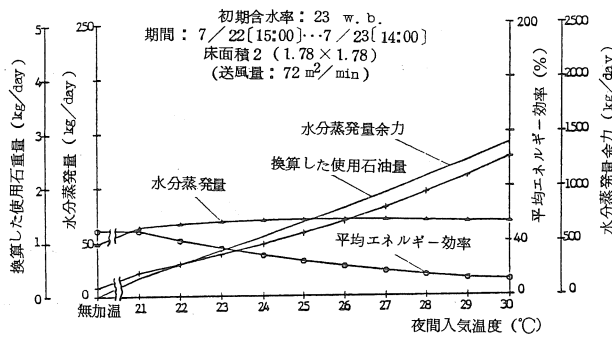


図 11 加温量と乾燥効果との関係 (簡易乾燥装置・小床面積・悪天日における)

V 考 察

(1) 夜間や雨天などの天気条件の悪い時に自然通風では吸湿現象が起きるが加温通風によって吸湿現象が避けられ、乾燥能率とエネルギー効率を向上できる。

(2) 一定温度までの加温方法を取ったドライストアについてのシミュレーション結果では、排気が飽和条件になる風量比までは、水分蒸発量とエネルギー効率の著しい向上効果があった。一例 (1 m 堆積) では、そのときの使用ビン数は好天日で 4、悪天日で 3 であった。また、両日共 9 ビンまでは小量向上効果が認められた。

(3) 同じシミュレーション結果で、加温量を増加した場合では好天日、悪天日共にエネルギー効率は向上したが限界値が認められた。水分蒸発量は加温量と共に増加するので、上記の限界値が最適条件と認められた。1 例ではその時の夜間入気温度は 28℃ であった。

(4) 簡易乾燥装置について好天日でシミュレーションした結果では、加温量の増加と共にエネルギー効率は減少した。従って加温効果は認め難かった。それは風量比が大きいためであると認められた。但し、悪天日ではエネルギー効率が低下し始めない加温量があり、その加温までの水分蒸発量の増加は大きかった。従って、

その加温が最適と認められた。1 例ではその時の夜間入気温度は 22℃ であった。

(5) シミュレーション結果では、静圧型ブローアのドライストアと風量型ファンの簡易型乾燥装置との、エネルギー効率は後者が格段と大きかった。1 例では好天日で約 3 倍、悪天日で約 2.5 倍であった。但し、風量型ファンでも、床面積が少ない装置では上記の効果は減殺された。

悪天日での一例では、ドライストアとほぼ同じのエネルギー効率であった。

(注 1) : 井関農機 (株) によって作られた。
ブローア: 明電舎 (株) N07 リミットロードファン

(注 2) : NCD-33*50Hz ファンの特性を使って計算した。

参考文献

- 1) 橋本俊英: ドライストアの予備乾燥効果についての研究, 岩手大学修士論文 (1982)
- 2) Y. Nishiyama: Deep Layered Grain Drying Simulation by the Sphere Drying Model, Vol. 16, No. 1, p49~59, 1982, Jour. of the Fac. of Agri. Iwate Univ.
- 3) 門洪壽・清水 浩・西山喜雄: 大気エネルギーによる穀物乾燥の研究 (ドライストアにおける小麦乾燥の場合), 農業機械学会東北支部報 No 33 p25~29 (1986)
- 4) 呉・西山・清水: 大気エネルギー利用の籾乾燥施設についてのシミュレーションによる研究, 農業施設学会大会講演要旨 21(1984)

閉鎖循環気系の減湿による高水分もみの一時貯留と乾燥

戸次英二*・大里達朗*

Temporary Storage and Drying of High Moisture Rough Rice
by Humidifying in Closed Circulating Air System

Eiji BEKKI*, Tatsuro OHSATO*

1 緒言

ドライ・ストアにおける荷受けもみの通気乾燥は、予備乾燥と称して翌日までに18%の水分へ達するように設計されており、この間に外気湿度が高いと、入気を5~10℃加温して降湿するように指導されている(農林省指導通達, 48農蚕第4662号, 1973)。しかし、下層の過乾による胴割れをおそれて加温を控えめに操作し、乾燥速度をおとす施設が多い。また、複数の貯留槽からなる1あるいは2系列に1台の送風器を共用する設計のため、エア・スィープでもみを排出する槽へ集中通気するときには、通気乾燥中の他の貯留槽で風量比が低下したり、通気が停止したりして、乾燥が進まなくなる。

この排出操作はローテーションや乾燥機への転送時に行われ、1日のうち数時間に及んで、通気時間が不足してしまう。この予備乾燥の能力低下分が次の本乾燥機へ過剰の負担増となっかかり、ドライ・ストアからの転送が遅れて、止むなく1.2m以上の高積み余儀なくされる。やがて荷受けの制限をせざるをえなくなり、予乾機能を失い、品質保持も懸念される事態となる¹⁾。また、施設の中でドライ・ストアの電力消費割合が、他の機器と比較して著しく高い²⁾。

これらの欠点を抜本的に改善するため、単独貯留槽に通気用のプロアと徐湿用のヒート・ポンプを備えた閉鎖循環気系を構成し、通気によ

る増湿とその凝結による減湿で確実に乾燥を進める方法を考えた。本研究は、上記の機構を模した実験装置で、菌類による高水分もみへの被害を回避しうる最低の通気条件を探る一方、高い乾燥速度についても検討するものである。高低両極の乾燥速度が明らかになれば、その間は任意に設定できるからである。

本報は61年度文部省科学研究費の補助を受けた一部である。謹んで謝意を表する。

2 実験方法

(1) 実験装置

貯留槽の前後に除湿器と吸引通気用のプロアを図1のように配置して、閉鎖循環気系を構成した。貯留槽は500φ×800の円柱状で、下部に高さ15cmのプレナム・チャンバ、上部に高さ15cmほどのヘッド・スペースを取れるようにした。床面は実際のドライ・ストアに使われているエア・スィープ・フロアを用いた。水分26.4%で整粒歩合89.6%のもみを貯留槽へ60kg投入すると、充てん高さは50.8cmの厚層となり、容積重は601.8kg/m³であった。この厚層における下層過乾と上層加湿を緩和しようと、20φの金鋼製円筒を内壁面に8本、中央部に5本立てた。もみ層に対する通気量の調節は、貯留槽に続くエア・ダクトに設けた開閉バルブで行った。

ヘッド・スペースには湿度制御器(日本ジヨ

* 弘前大学農学部

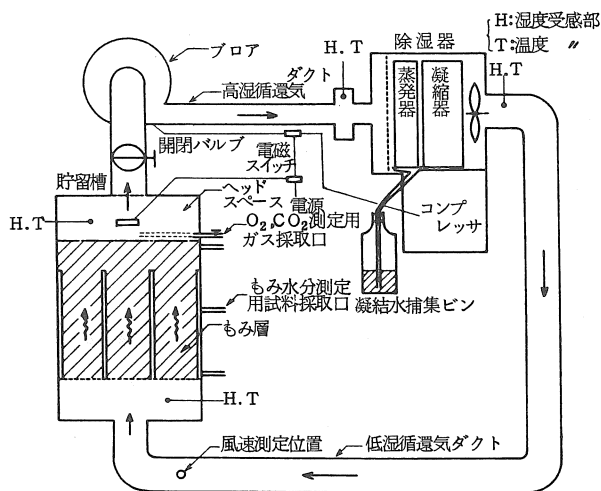


図1 実験装置

ンソンコントロールズ製、型式VHS)を取り付け、湿度90%でon-85%でoffの間欠動作を自動制御させた。低湿の入気ともみ層を通過し、もみからの蒸発水分を受けて高湿の排気となる経過を記録するため、プレナム・チャンバとヘッド・スペースに温・湿度計(エース製、型式AR66)の受感部をそう入した。この他ヘッド・スペースの O_2 と CO_2 の組成変化を知るため、ガス・クロマトグラフ(日立製、型式263-50)の計測用試料を採取する口を設けた。また、乾燥中のもみ水分の変化を充てん層の上中下の位置で知るため、槽の側壁に採取棒のそう入口を設けた。

除湿器は室内用の市販品(東芝製、型式RAD-35SD)を使用し、全体を密閉容器内に納めた。この除湿効果を確認するため、循環気の入排気側にエース式湿度計の受感部を取り付けた。排出される凝結水は容量5ℓのビンへ誘導して捕集するようにしたが、排水口からの外気しん入を防ぐため、ビン底部の水中へ放出させた。通気の循環はブロア(松下製、型式SAP)を用い、貯留槽と除湿器の間に置いて、もみ層からの吸気と除湿器への送気を行わせた。

通気量の測定位置はプレナム・チャンバ直前のエア・ダクトにとり、風速計(日本科学製、型式24-3111)を用いた。ブロアと除湿器を駆動する電力量は、ワット・メータ(日置製、型式3182)で計測し、デジタル・プリンタ(横河製、型式2543)に記録させた。また、もみ水分の測定には赤外線水分計(ケット製、型式F1)を用いた。

なお、本装置の貯留槽内の O_2 と CO_2 の組成を比較する標準として、側方にもみ15kgで満杯の密閉貯留槽を置き、同時に測定した。

(2) 実験条件

1) 間欠通気実験

一時貯留中の生もみがかびによる被害を避ける最低限の通気条件を探るため、61年10月6～19日に試行を重ねた。風重比を0.72, 1.07, 1.24, 1.24 $m^3/s \cdot t$ に設定し、通気はエネルギーを節減する意図から、ヘッド・スペースの湿度でon-off制御する間欠作動の方法をとった。その作動時間は全貯留時間の18.7, 13.0, 8.1, 33.6%とした。試行の結果はいずれも中上層の乾燥が遅れ、やがてかびの被害を受けるようになり、最も通気量の多い1.24 $m^3/s \cdot t$ -38.6%の実験区でも、玄米の班紋粒で0.5%の混入率になった。これ以下の通気量の区では1%以上の混入率であった。

かびによる被害粒を皆無にするため、なお通気量を上げる実験を62年度に予定しているが、ここでは風量比1.24 $m^3/s \cdot t$ -間欠作動時間割合38.6%の実験について、乾燥の状況とエネルギー消費率に限って述べるものである。すなわち、初期水分26.4%の生もみ60kgを貯留槽に投入し、貯留開始とともに間欠通気に入った。充てん高さ50cmに対するプレナム・チャンバ内の静圧は2mm水柱であった。なお、室内の平均温度は21℃で、初期もみ温も同じであった。

2) 連続通気実験

加湿もみ60kgを貯留槽に投入し、風量比を間欠通気の場合と同じ $1.24 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{t}$ に設定して、連続通気を行った。さらに高い乾燥速度を得る目的で半量の投入量30 kgに減し、風量比 $2.48 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{t}$ で同様に連続通気した。なお、実験は62年5月27日～6月4日に行ったため生もみの入手ができず、水分13%の前年産乾燥もみに4日間にわたる加湿で水分24%へ上げたもみを用いた。同水分の生もみと比較して粒内の水分こう配が急で、乾燥に有利と思われることから、62年産生もみで再確認の予定である。実験室内の平均温度は 20°C で、初期のもみ温も同じであった。

3 実験結果と考察

(1) 乾燥経過

貯留槽からの循環気に含まれる高湿分の一部を除湿器で凝結して低湿の循環気に変え、再び貯留槽のプレナム・チャンバに入って高水分もみの充てん層を通過するさいに、もみからの水分蒸発により増湿して高湿の循環気となる。この増湿と減湿の過程が繰り返されて乾燥は進行

するが、除湿器とブローを同時に間欠作動させた実験の湿度経過を図2に示す。

除湿器の入気側は貯留槽からの排気を受けて、常に飽和状態に近い98%の湿度を示すが、作動時にはこれをおよそ65%の水準へ33%下げて送り出し、停止時には高湿状態に戻る経過を繰り返した。また、入排気の湿度差は、除湿器内の凝縮器の上昇分が蒸発器の下降分を下まわるため、乾燥経過の前半に約 5°C 、後半に約 3°C の上昇を示した。連続操作の実験については記録しなかったが、入排気の湿度差はもっと大きく経過したものと予測される。

除湿器からの循環気は、貯留槽へ至るエア・ダクト内で $2\sim 3^\circ\text{C}$ の熱損失を示し、プレナム・チャンバ内での入気湿度は70～80%になった。これが高水分のもみ層を通過するさいに蒸発水分が加わり、ヘッド・スペースに達すると図3に示すように93～96%の水準を記録し、26～13%増湿した。

両器の作動が止まると、プレナム・チャンバからもみ層内にかけて全体に湿度が上昇し、貯留にとって好ましくない状態になった。再び作動に切り替わると、入排気の湿度差はもとに戻り、この過程を繰り返しながら経過した。除湿器と貯留槽における入排気の湿度差を図2と3に黒塗りで示す面積と比較すると、明らかに前者の方が小さいことから、除湿器で凝結水の排出が継続的になされていたことが裏付けられる。なお、貯留槽での入気温度がもみ槽内の温度より高く、水分蒸発に伴う温度降下を上回るため、乾燥経過の前半に約

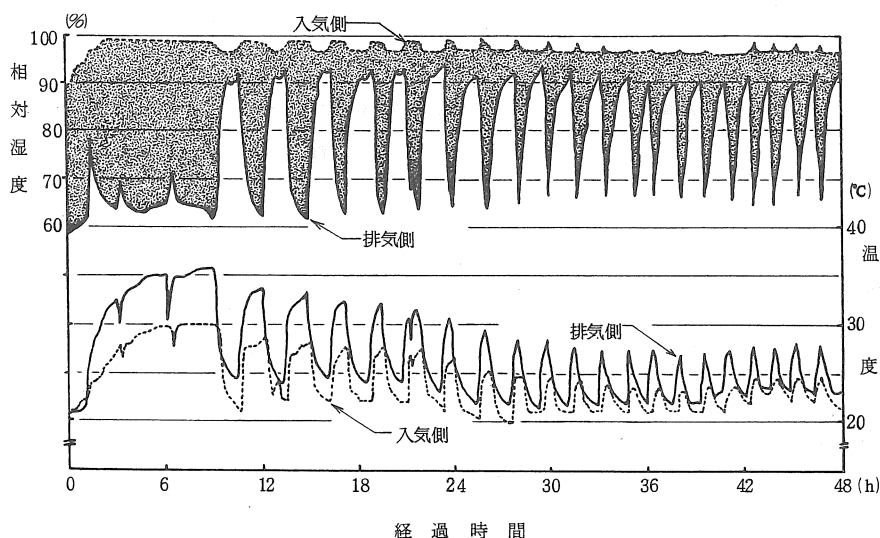


図2 除湿器での減湿

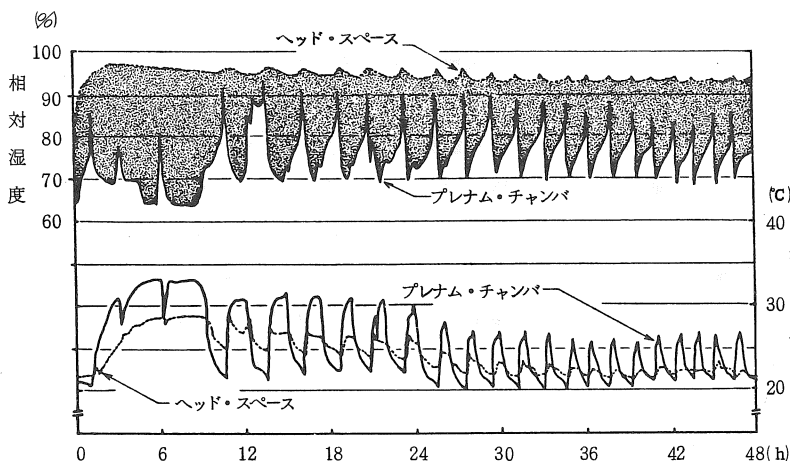


図3 貯留槽での増湿

3℃, 後半に約1℃の温度上昇を示した。

間欠通気におけるもみ水分の乾減経過は図4のとおりであった。貯留開始時に水分26.4%であったもみは, 12時間を経過して下層は18%へ下がり, 乾燥速度で0.7%/hと早かった。しかし, 中上層はその間に下方からの湿分移行により乾燥が進まず, 中層の1%と上層の0.5%程度の乾減にとどまり, 乾燥速度で0.12%/hと遅かった。なお, 上層水分について測定値のばらつきが大きいのは, 試料採取を重ねるうちにもみ層表面の乾いたもみが崩れて, 試料中に混入したためである。

水分24%の加湿もみを供試した連続通気実験

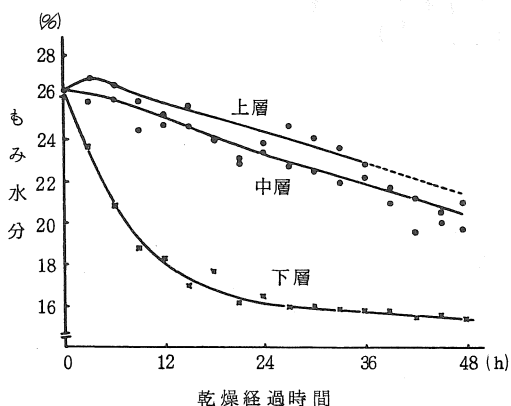


図4 間欠通気による緩慢乾燥

については, 捕集した凝結水量からもみ量全体の平均水分として計算した。乾減経過は図5のとおりで, 60kg投入の場合, 水分15%へ達するのに18.5時間を要し, 0.49%/hの乾燥速度であった。また, 30kg投入の場合は風量比が2倍となり, 水分15%へは11.5時間で達して, 乾燥速度は0.78%/hと早くなった。

連続通気の場合はもみ層内を常に循環気を通り, 湿度が漸次低下してもみ表面の乾燥がすすみ, かびの繁殖が抑制される。本実験では高い乾燥速度について検討するため, 風量比を比較的高い1.24m³/s・tに設定したが, 一時貯留を目的とするのであれば, 低い風量でもすむはずである。また, 間欠通気の場合は図2に示した除湿器の作動と停止時の湿度昇降の経過からみて, 停止時のもみ粒を取りまく雰囲気の高い湿度がかびの繁殖を促すものと思われる。よって, 今後は連続通気における許容最低限の通気量と間欠通気における通気間隔について検討したい。

なお, 本実験装置の貯留槽はドライ・ストアと同じ構造であるから静置式の厚層乾燥となり,

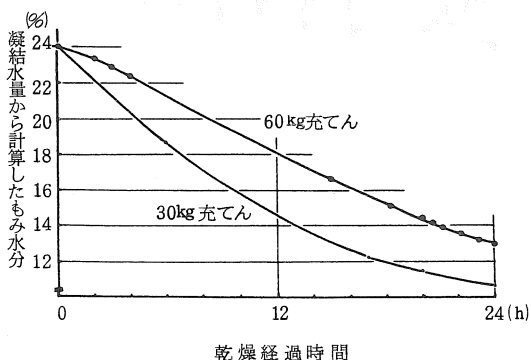


図5 連続通気による急速乾燥

垂直方向の水分むらは不可避である。よって、ローテーションあるいは攪拌による全層の混合が不可欠となる。

(2) O_2 と CO_2 の濃度変化と品質

高水分もみの 60 kg を貯留槽内に充てん率 80 % で投入して密閉放置すると、 O_2 は約 24 時間で 1 % 水準まで急減した後、そのまま経過し、 CO_2 は図 6 に示すように濃度をしだいに上昇させて行った。この貯留槽内の嫌気状態は直結するエア・ダクトの開閉バルブを開くと、若干低い CO_2 濃度ではあるが、循環気系全体に及んだ。ここで除湿器とブローを作用して循環通気すると、 O_2 は大気的水準まで急速に回復し、 CO_2 は 0.2 % の水準へ急降下して、好気状態に変わった。

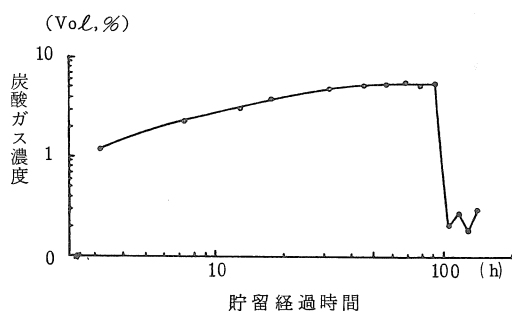


図 6 高水分もみの放置とその後の通気による CO_2 の濃度変化

密閉貯留の開始とともに両器を作用した場合には、図 7 のように O_2 にほとんど変化が見られず、 CO_2 は 2 % 以下の水準で経過した。循環通気によって好気状態になる理由として、密閉シーリングを系全体に慎重に施しているとはいえ、ブローによる吸気部分でピン・ホールからの外気しん入があったのではないかと思われる。この装置を実際規模へ適用する段階で、完全な密閉措置は甚だむずかしく、経費も高くなる。したがって、外気の吸引量が著しく多くなって、除湿負担がかからない程度にシーリングすべきであろう。

循環通気によって密閉貯留槽内は好気状態に

なるため、かびによる被害粒が通気量の少ない間欠通気の場合に観察された。特に、ヘッド・スペースの側壁や天板に生じた結露に触れたもみ粒に汚染が目立ったので、これを避けるため風向を上から下方へ吸引する形式に改良の予定である。

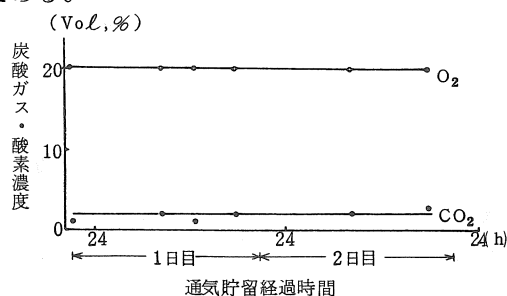


図 7 高水分もみの間欠通気における O_2 と CO_2 の経過

なお、密閉貯留と循環通気による変化を比較する標準として、実験装置の側方に水分 26 % の生もみ 15 kg で満杯となる小型の密閉貯留槽を置き、 O_2 と CO_2 の濃度推移と貯留後の品質を調べた。貯留開始とともに嫌気発酵で O_2 は減少して 1 % 水準へ急降下し、 CO_2 は対数関数的に増加して行った。貯留 4 日後に開封すると、もみの外見には異常が見られないものの、その炊飯米はわずかな黄味を帯び、古米臭を発生して、淡白な味と化していた。よって、嫌気性菌の繁殖を抑制するためにも、常温下であればもみ表面の乾減は不可欠である。

(3) エネルギー消費率

水分 24 % の加湿もみ 60 kg の充てん層に対し、除湿器とブローを連続操作した場合、水分 15 % へ達するまでに消費した電力は図 8 のとおりであった。これより凝結水量 1 kg 当り消費電力量を求めると、4,621 kJ/kg 水であった。30 kg の充てん量では 5,100 kJ/kg 水になった。また、間欠作動した場合には、緩慢乾燥により効率が若干下がり、5,168 kJ/kg 水となった。

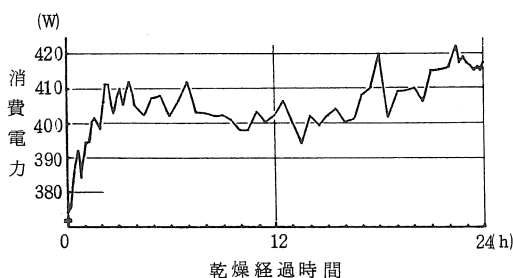


図8 消費電力の経過

これらの値は、普及している加熱式循環乾燥機のエネルギー消費量（電力と灯油）と毎時平均乾減率から試算した $5,700 \text{ kJ/kg}$ 水と比較して、劣らない。Hall³⁾ はこれをエネルギー効率と呼んで、とうもろこしに対する Cross Flow Commercial Dryer で $5,800 \text{ kJ/kg}$ 水、また Moreyら⁴⁾ はエネルギー消費率と呼んで、同じく $5,700 \sim 6,700 \text{ kJ/kg}$ 水の値を示している。本実験装置のエネルギー消費はこれらの値と比べても、劣らぬ結果である。

4 要約

ドライ・ストアの不安定な能力に代わる装置として、独立した貯留槽を中心に除湿器と通気ファンを前後に配した閉鎖循環気系を考えた。もみの充てん容量 60 kg の模型槽で実験した結果の要約は、以下のとおりであった。

(1) 高水分もみを密閉貯留槽に充てん放置すると、嫌気性菌による発酵で酸臭を発生し、 O_2 の急減と CO_2 の増加が顕著であった。そのまま長時間放置すると、もみの外見は変わらないにしても、炊飯米は古米臭を発生し、白さを失い、味を淡白化した。よって、密閉貯留でも通気によるもみ表面の乾燥は不可欠である。

(2) 乾燥所要エネルギーの節減を念頭に、許容最低限の乾燥速度を探る実験で、風量比 $1.24 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{t}$ の間欠通気を試みた。初期水分 26.4%

の生もみに対して、入気の温度 $33 \sim 27^\circ\text{C}$ と湿度 $80 \sim 70\%$ の下で、全貯留時間のうち 38.6% を間欠的に通気した。下層は $0.62\%/h$ の速度で12時間後に 18% に達したが、上層は $0.13\%/h$ で遅く、48時間後でも 21% であった。このため、ヘッド・スペースに結露を生じ、これに接触したもみ粒には好気性菌の繁殖が見られた。よって、間欠通気時間の割合をもっと高める必要がある。

(3) 一方、本装置での高い乾燥速度を知るため、水分 24% の加湿もみ 60 kg と 30 kg を貯留槽に充てんし、風量比をそれぞれ 1.24 と $2.48 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{t}$ に設定して、連続通気を試みた。その結果、水分 15% までの乾燥速度は $0.49\%/h$ と $0.78\%/h$ で、この間に菌類による被害はなかった。

(4) 水分 24% の貯留もみ 60 kg を 15% まで連続乾燥する過程で、除湿器とブローアの駆動に消費した電力は、凝結水量 1 kg 当たり $4,621 \text{ kJ}$ であった。間欠乾燥では $5,168 \text{ kJ}$ になった。これらのエネルギー消費率はこれまで報告されている $5,700 \sim 6,700 \text{ kJ/kg}$ 水と比較して劣らない。

参考文献

- 1) 戸次英二：ドライストア形式のライスセクターにおける予備乾燥の能力に関する理論的考察、青森県農業会議資料 pp. 1～20, 1976
- 2) 農機研：エネルギー利用体系化と利用方式、省エネルギー技術実用化促進事業報告書、p. 52, 1983
- 3) Hall, C.W.: Dictionary of Drying. p. 121, MARCEL DEKKER, INC., New York, 1979
- 4) Morey, R.V. et al.: Combination High Temperature, Ambient Air Drying. Trans. ASAE 24(2), 509-512, 1981

火力乾燥における高水分もみの水分移行

小南 力*

Moisture Transfer of High Moisture Rough Rice in Heated-air Drying

Chikara KOMINAMI*

1 はじめに

米の需要低下から良質米指向が高まり、地域における作付品種は、一本化の傾向にある。山形県庄内地方においては、ササニシキの作付面積比率が、昭和56年に90%を越え、その後現在まで95%前後と高く推移しており、このことは収穫の適期幅を狭めている。また、日本海側地域の収穫期は、秋雨前線の影響で天候不順年が多いことから、刈遅れによる活青の減少、光沢の低下がみられ、食味の評価を落す結果になる。

これらの状況から、現在では、収穫の開始時期を早める指導が行なわれており、収穫期の前半においては、25%を越える高水分もみを収穫する事態が予想される。加えて、良質品種は耐倒伏性に劣るため、この傾向を助長すると考える。

個別乾燥の場合は、高水分もみを収穫した時に、長時間連続乾燥や乾燥能率を上げるための高温乾燥で対応しているが、それでも翌日の収穫作業に支障を来したり、乾燥終了後のもみ水分の変動が大きいために、水高米あるいは過乾燥米、さらには胴割米の発生を招いている。

そこで、乾燥の途中でもみ水分が18%になった時に、乾燥を一時中断する二段乾燥法の特性を明らかにし、高水分もみの乾燥法として確立しようとする。ここでは、一時貯留時及び乾燥終了後の水分移行の結果を報告する。

なお、本試験を遂行するに当たり、当時職員の小栗幹雄、高橋譲の両氏に多大なる協力を得た。ここに記して謝意を表す。

2 試験方法

- (1) 試験月日 昭和61年 9月30日～10月6日
- (2) 試験場所 山形農試庄内支場農機調査室
- (3) 供試機械 Y社循環型乾燥機 2台
(NCD-117A型)

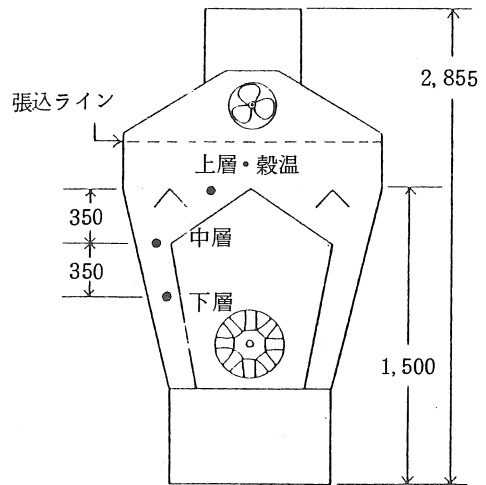


図1 Y社循環型乾燥機NCD-117A (単位:mm)

(4) 供試もみ条件

- ア 品種 ササニシキ
- イ 初期もみ水分 27.9%
- ウ 青もみ混入粒率 26.6%

(5) 乾燥方法

No.	区名	内容
1.	二段乾燥区	もみ水分18%まで一次乾燥し5日間貯留後に仕上乾燥する。
2.	連続乾燥区	乾燥終了まで昼夜連続乾燥する。

* 山形県立農業試験場庄内支場

(6) 水分測定法 表1 供試もみの内訳

ア もみ水分 赤外線水分計	項目	張込時生粳			玄米構成 (乾燥後)						
	比率	整粳	青粳	空粳	完全	腹白	活青	青未熟	白未熟	着色他	活青+青未熟
イ 玄米水分 5g 粒-	乾燥重量(%)	81.2	18.5	0.3	70.5	4.9	8.4	9.1	6.8	0.3	17.5
	粒数(%)	69.9	26.6	3.5							

105℃ - 5 hr

3 試験結果及び考察

供試したもみは、9月30日(出穂後積算温度1,051℃)に自脱型コンバインで収穫され、その時のもみ水分は27.9%であった。また、青も

み混入比率は、表1に示されるように、粒数比では約27%、乾燥重量比では約19%と玄米構成の活青粒と青未熟粒の合計値とは一致した。

表2 乾燥の状況

項目	区名	二段乾燥区		連続乾燥区	
		一次乾燥	仕上げ乾燥	連続乾燥	追乾燥
乾燥月日時刻		9/30, 16:30 ~10/1, 3:30	10/6, 9:00 ~14:00	9/30, 16:30 ~10/1, 7:50	10/6, 9:00 ~11:00
乾燥前粳重(kg)		947.2	—	948.5	—
乾燥後粳重(kg)		—	782.4	794.0	783.8
乾減重(kg)		—	(164.8)	154.5	(164.7)
乾燥開始時粳水分(%)		27.9	18.6	27.9	16.5
乾燥終了時粳水分(%)		18.7	14.3	15.0	14.0
同上ケット玄米水分(%)		—	15.7	14.3	15.3
乾燥時間(hr)		11.0	5.0(16.0)	15.3	2.0(17.3)
平均毎時乾減率(%)		0.84	0.86(0.85)	0.84	1.25(0.80)
燃料消費量(kg)		10.1	5.6(15.7)	16.4	1.9(18.3)
蒸発水分(kg/灯油kg)		—	—(10.5)	9.4	—(9.0)
平均送風温度(℃)		36.9	41.2	37.9	36.9
平均室内温度(℃)		19.6	20.7	19.0	20.6
平均送風湿度(%)		31	27	29	34
平均室内湿度(%)		78	79	78	78
開始時穀温(℃)		26.4	23.2	25.6	21.5
終了時穀温(℃)		32.5	37.9	36.5	33.2
軽胴割率(%)		2.0	4.0	4.0	5.0
重胴割率(%)		0	0	0	0

注) 粳水分測定は赤外線水分計, () は合算値, 温湿度は1時間毎の平均値, 連続乾燥区は水分戻り(15.0 → 16.5%)のために2時間の追乾燥

それによ

ると、乾燥機への生糶張込量は、両区ともほぼ同量の約 950 kg で、最大張込容量の 90% 程度になる。両区の乾燥中の平均送風温度は 37~41℃ で、平均室内温度が 20℃ 前後、また、平均送風湿度は 30% 前後で、平均室内湿度が約 80% で経過した。

乾燥特性をみると、最終的な乾燥時間は、二段乾燥区が 16.0 hr (100)、連続乾燥区が 17.3 hr (108) で、燃料消費量はそれぞれ 15.7 kg (100)、18.3 kg (117) になり、二段乾燥の省エネ性が認められる。また、胴割発生率においては両区とも大差なく、青もみ混入比率が高い上に、平均毎時乾減率が 0.8% 程度であったことによると考えられる。

二段乾燥区においては、乾燥開始から 11 時間を要して、もみ水分 18.7

% まで一次乾燥し、そのまま乾燥機停止状態で機内に一時貯留した。

一時貯留時の穀温の推移は、図 2 に示されるように、貯留開始から 5 時間目頃までは急激に低下し、その後は上昇傾向が認められた。これは、前者の低下が穀粒と穀粒の間の空気(雰囲気)の相対湿度が低いための気化熱(蒸

発潜熱)、後者の上昇が雰囲気の相対湿度が高くなり温度も下がったための凝結熱の影響を受けたと推察する。層位別の穀温は、上層が貯留時の穀温基準(気温プラス 5℃)を越える様相を示し、貯留時間が長くなる場合は、穀温調整機使用やローテーションの対応が必要となる。

また、一時貯留時の玄米構成別水分推移は、図 3 に示されるように、精玄米水分で貯留開始

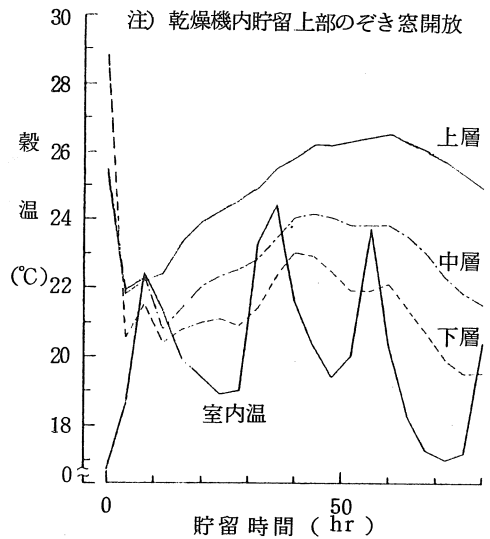


図 2 一時貯留時の穀温推移

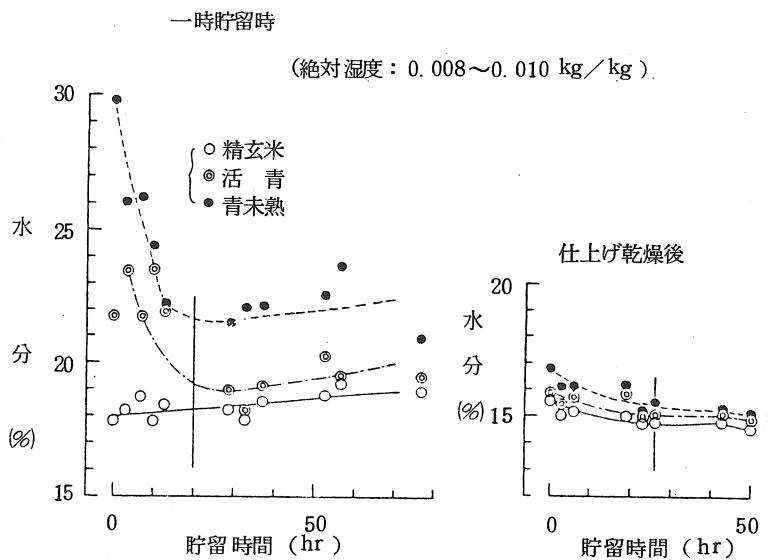


図 3 二段乾燥における玄米構成別水分の推移

時約 18% が僅かずつ高くなり、活青で約 22% が貯留 10 時間目を過ぎたあたりから低下し、25~30 時間目に精玄米より 1% 程度高目に落ち着いた。青未熟は、約 30% から直ちに低下し始め、20 時間目頃に 22% 程度になった。このように、一時貯留時の玄米構成間の水分差は、およそ 20 時間 (約 1 日) の経過でほぼ安定する。このことは、本来の水分平衡を論ずるものではなく、

短時間内での水分ムラの解消として位置付けた。貯留40時間目あたりからは、凝結熱による穀温上昇と関係深いと考えられる水分の増加が全体的に認められた。

さらに、二段乾燥区の仕上げ乾燥後の玄米構成別水分推移は、乾燥終了時点で精玄米水分が15.6%、活青が15.8%、青未熟が16.8%と玄米構成間の水分差が1.5%以内になっており、その後は全体的に余熱乾燥され、26時間後にそれぞれ14.8、15.1、15.5%にほぼ落ち着いた。その間に、精玄米水分は0.8%減少した。

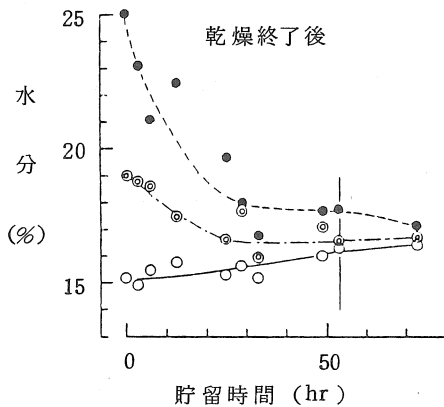


図4 連続乾燥における玄米構成別水分の推移

一方、連続乾燥区における乾燥終了後の玄米構成別水分推移は、図4に示されるように、精玄米水分が乾燥終了時点15.2%から少しずつ吸湿して高まり、活青が19.0%から少しずつ低下し、青未熟が25.0%から急激に低下した。玄米構成間の水分差は、50時間を越えてほぼ安定し、53時間後にそれぞれが、16.4、16.5、17.8%になった。その間の精玄米水分の戻りが1.2%と大きかったために、後に2時間の追乾燥を要した。

二段乾燥は、既にサイロ方式の共通施設で実施されているが、個別乾燥における高水分もみの品質向上のための乾燥技術として有効と考える。そのためには、収穫時25%を越える高水分

もみの平年次の比率、それに伴う一時貯留槽の必要容量、収穫作業を優先させた場合の可能もみすり量などを今後検討する必要がある。

4 摘要

(1) 二段乾燥区において、一次乾燥後の貯留時の水分推移は、およそ1日後に、活青が約22%から〔精玄米水分+1%〕程度まで、青未熟が約30%から〔精玄米水分+4%〕程度までそれぞれ接近した。

(2) 二段乾燥区の仕上げ乾燥終了時点の精玄米と活青及び青未熟の水分差は、1.5%以内で、その後、全体的に余熱乾燥されて26時間後にはほぼ落ち着き、その間に精玄米水分は0.8%減少した。

(3) 連続乾燥区における乾燥終了時点の水分は、精玄米が15.2%、活青が19.0%、青未熟が25.0%と水分差が大きく、ほぼ安定するまでに50時間以上を要し、53時間後に精玄米水分は1.2%増加した。

(4) 収穫時のもみ水分が25%を越える場合、二段乾燥は連続乾燥と比べ、乾燥終了時点における玄米構成間の水分差が小さく適正水分に仕上げるのが容易であり、実乾燥時間と燃料消費量が少なく省エネ性に勝る。

(5) 二段乾燥の仕上げ乾燥時においては、終了後に余熱乾燥されるので、過乾燥にならないように注意する必要がある。

参考文献

- 戸次英二(1983):米穀の乾燥・調製・貯蔵をめぐる諸問題, 米麦改良, 10月号, 24-34
- 笠原正行ほか(1986):二段乾燥における休止効果について及び二段乾燥循環型乾燥機の実用性, 農産研究懇, No. 2, 9-13

スローワによる穀粒の損傷

上出順一*・赤瀬 章*・石井正三**

On the Grain Damage by a Thrower

Junichi KAMIDE*, Akira AKASE*,
Masami ISHII**

1 はしがき

揚穀、穀搬装置としてスクリーオーガやスローワが広く利用されている。近年では、自脱型コンバインも袋つめに代わってグレンタンク及び穀搬機仕様のものが多く見られるようになり、本方式は今後急速に普及することが期待される。なお、ここでの問題は小型軽量で、穀粒に損傷を与えない穀搬機の装着である。スローワは小型軽量、構造簡単、かつ取り扱いが手軽であり、自脱型コンバインの揚穀機として格好のものと考えられるが、穀粒に損傷を与えるとの報告がある¹⁾。したがって、ここでは諸種の使用条件下でのスローワによる穀粒の損傷について実験調査したものである。実験にあたっては農業機械研究室の梅木幸子技官及び専攻学生の協力をえた、謝意を表する次第である。

2 供試機

石井製作所製スローワSL-350で、諸元及び主要部略図をそれぞれ表1、図1に示す。

3 供試材料

水稻ササニシキで、乾材(A)、湿材(B)及び生粳(C)を供試した。Bは乾材を1昼夜水に浸したもので、Cは収穫直後の生粳である。

表1 スローワ諸元

型 式	SL-350
ケイシング内径	349 mm
“ 内幅	57 mm
羽 根 枚 数	4 枚
“ 幅	44.6 mm
“ 長	105 mm
羽根先端クリアランス	5 mm

* 山形大学農学部

** 石井製作所

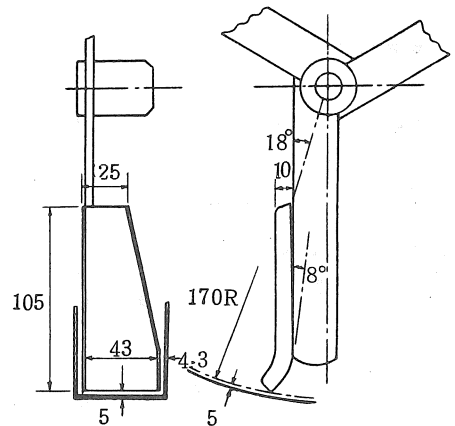


図1 主要部略図

それらの性状を表2に示す。損傷粒の判定では碎粒、脱ぶ粒、半脱ぶ粒及び重度の開穎粒を損傷粒としたが、その多くは半脱ぶ粒と重度開穎粒である。なお、開穎して玄米の表面が僅かでも見える程度のもも重度開穎粒に含めた。

4 実験条件及び方法

実験は羽根回転数、揚程、揚穀筒傾斜角を変えて実施し、それぞれ2~3反復した。また、流量は①多流量区5~6 t/h及び②少流量区約0.12 t/hの2段階で行なった。多流量とはシャ

表2 供試穀粒の性状

	含水率 (%)	精粒 (%)	損傷粒 (%)	軽度開穎 (%)	生産年
乾粳	13.0	98.5	0.27	1.28	1985
湿粳	26.7	96.0	0.59	3.39	“
生粳	25.0	89.3	0.19	10.41	1986

ッターを全開した状態で供給した場合であり、少流量とは、材料の供給によってスローワの羽根回転数の変化をきたさない程度の極少量供給の場合である。1回あたりの供試粉量は①では約8kg、②では約0.5kgである。損傷測定用サンプルは、①では揚穀開始直後及び終了直前をのぞいた定常状態揚穀時に回収した穀粒から、②では全穀粒から、それぞれから約150gづつ3個を採取した。

5 実験結果

実験結果を表3～5、図2～4に示す。図、表中の穀粒損傷の値はいずれも損傷増加率を示す。

(1) 最大揚穀量

本試験での最大揚穀量は5～6ton/hであっ

たが、1回当たりの供試粉量が8kgと少ないため時間測定誤差があるので、定常時ではこれ以上の揚穀量が見込まれる。

(2) 揚穀回数と損傷の関係

穀粒の搬送では同じような操作が繰り返され、その間に損傷の発生が予想される。図2は揚穀回数と損傷の関係を示す。繰り返し揚穀によって損傷は若干多くなる傾向を示したが、3回揚穀での損傷増加率は0.3%程度と少なく、損傷は掛回数によって有意な差は認められなかった。

(3) 揚穀可能最低回転数

最大揚穀時のスローワの揚穀可能最低回転数(最低回転数)は揚程、筒長及びその傾斜角によってきまる。垂直揚程4mの最低回転数は、生粉では855rpm、乾粉は830rpmであった。

表3 試験結果(乾粉)

筒長 (本)	傾斜角 (度)	掛回数 (回)	回転数 (rpm)		穀粒流量 (kg/h)	損傷粒 (%)		C	V
			無負荷時	負荷時		平均	標準偏差		
4	90	1	850	828	5705	0.20	0.23	1.15	
4	90	2	850	830	5685	0.13	0.13	1.00	
4	90	3	850	828	5555	0.31	0.10	0.32	
4	90	1	850	850	114	0.13	0.19	1.45	
4	45	1	830	811	4800	0.35	0.52	1.49	
4	45	1	830	825	124	0.18	0.12	0.67	
4	20	1	700	680	5100	0	0	—	
4	20	1	700	696	137	0.27	0.13	0.48	
2	90	1	750	733	4800	0.23	0.07	0.30	
2	90	1	950	929	5760	0.17	0.21	1.24	
2	90	1	1150	1106	7024	0.25	0.02	0.08	
2	90	1	1350	1201	7580	1.11	0.09	—	
2	90	1	1550	1440	8230	2.04	0.27	0.13	
2	90	1	750	748	116	0.41	0.54	1.32	
2	90	1	950	944	120	0.47	0.33	0.70	
2	90	1	1150	1145	113	1.71	1.10	0.64	
2	90	1	1350	1347	114	4.60	1.12	0.24	
2	90	1	1550	1546	123	9.16	1.90	0.21	
6	45	1	930	910	5143	0.10	0.19	1.90	
6	45	1	930	926	127	0.07	0.01	0.14	
6	20	1	880	863	4575	0	0	—	
6	20	1	880	878	125	0.18	0.25	1.39	

表4 試験結果(湿粉)

筒長 (本)	傾斜角 (度)	掛回数 (回)	回転数 (rpm)		穀粒流量 (kg/h)	損傷粒 (%)		C	V
			無負荷時	負荷時		平均	標準偏差		
4	90	1	880	854	6130	0.28	0.27	0.96	
4	90	2	880	850	5800	0.17	0.24	1.41	
4	90	3	880	852	5455	0.35	0.41	1.17	
4	90	1	880	880	119	1.24	0.13	0.1	
4	45	1	880	860	5630	0.06	0.14	2.33	
4	45	1	880	877	124	0.29	0.33	1.14	
4	20	1	770	752	4725	0.20	0.29	1.45	
4	20	1	770	770	133	0.52	0.44	0.85	
2	90	1	950	850	6130	0.14	0.01	0.07	
2	90	1	1150	994	6860	0.38	0.13	0.34	
2	90	1	1350	1211	7024	0.23	0.01	0.04	
2	90	1	1550	1384	7784	1.34	0.49	0.37	
2	90	1	750	749	128	0.65	0.11	0.17	
2	90	1	1150	1145	127	0.73	0.43	0.59	
2	90	1	1350	1347	136	2.47	0.42	0.17	
2	90	1	1555	1544	133	5.40	0.23	0.02	
6	45	1	1000	975	5770	0.16	0.18	1.13	
6	45	1	1000	999	127	0.32	0.22	0.59	
6	20	1	900	880	5050	0.16	0.09	0.56	
6	20	1	900	899	142	0.27	0.34	1.76	

表5 試験結果 (生粳)

筒長 (本)	傾斜角 (度)	掛回数 (回)	回転数 (rpm)		穀粒流量 (kg/h)	損傷粒 (%)		C	V
			無負荷時	負荷時		平均	標準偏差		
4	90	1	880	834	5430	0	0		
4	90	2	880	855	6220	0.02	0.033		1.65
4	90	3	880	853	6444	0.01	0.008		0.80
2	90	1	900	896	95	0.07	0.076		1.09
2	90	1	900	851	5649	0.01	0.016		1.60
2	90	1	1100	1098	103	0.04	0.089		2.23
2	90	1	1100	1052	5760	0.06	0.125		2.08
2	90	1	1302	1300	104	0.50	0.342		0.68
2	90	1	1300	1251	5649	0.29	0.163		0.56
2	90	1	1500	1498	106	1.56	0.363		0.23
2	90	1	1500	1449	5539	0.54	0.273		0.51
2	90	1	800	796	103	0.01	1.168		—
2	90	1	800	760	5018	0.02	0.037		1.85

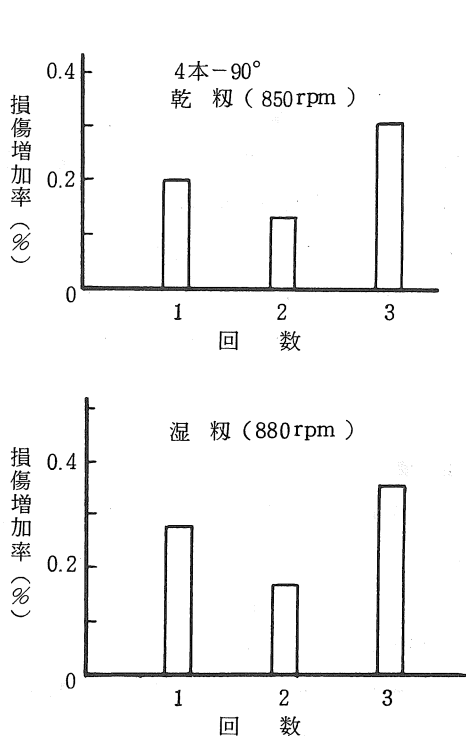


図2 揚穀回数と損傷

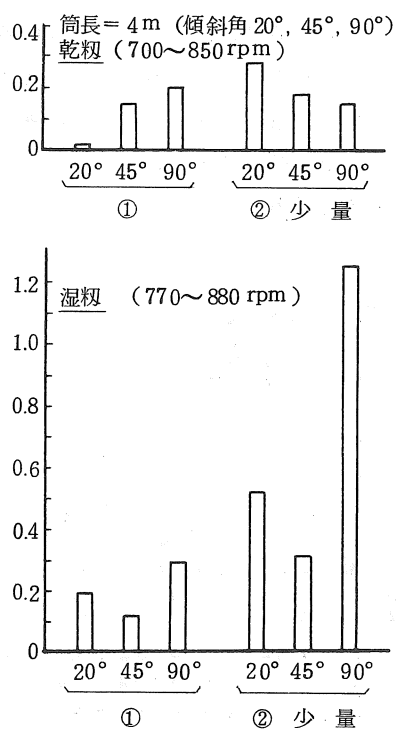


図3 揚穀筒傾斜と損傷

筒長が同じでも傾斜角が小さくなるにつれて実揚程が小さくなり、より低い回転数で揚穀が可能である。図3に示すように筒長が4mと同一であっても、傾斜角が小さいと損傷も少なくなっている。しかし、傾斜が小さい場合は筒内で穀粒が滞留しやすく、なんらかの原因で穀粒の流れが阻害されると筒内に詰まりを生じ揚穀が不能になることがある。したがって、傾斜揚穀の場合も垂直揚穀と同程度のスローワ回転数が

必要である。

揚穀時のスローワ回転数の低下は20~30rpmであり、低下率は無負荷時の2~3.5%になる。運転中の詰まりなどのトラブルを考える時、スローワ回転数は最低回転数よりも若干高めに設定すべきである。しかし、穀粒損傷の発生を抑えるためにはスローワ回転数は可能な限り低くすべきであり、揚程4mの場合、最低回転数は900rpm程度であり、余裕を見込んでも1000

rpm以下でよい。この時の羽根先端周速度は約18m/sである。

(4) スローワ回転数と損傷

スローワ回転数と穀粒損傷の関係を図4に示す。上段は材料の乾・湿及び流量による違い、下段は生糶での筒長及び流量による違いを示す。図中には各実験の平均値とばらつき(標準偏差)を示してある。いずれの場合もスローワ回転数が増加するにつれて損傷は増加し、とくに1100 rpm以上では損傷は急激に増加する傾向を示した。しかし、通常の使用状態での回転数は1000 rpm以下であるので、この場合の損傷増加率は0.5%以内である。軽度開穎粒は損傷粒に含めなかったが、処理前後とも、これらは損傷粒の4~6倍程度あった。

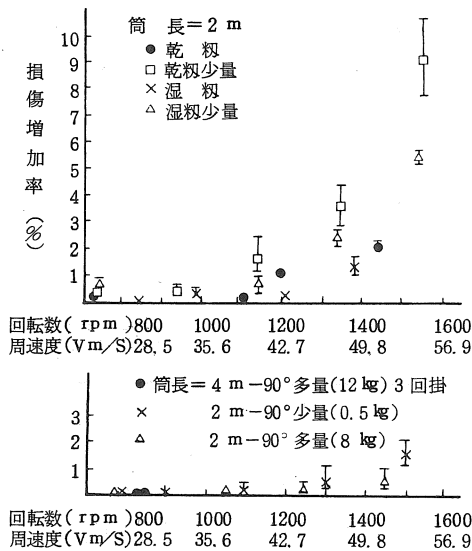


図4 スローワ回転速度と損傷

(5) 供給流量と損傷

1000 rpm以下では、各供試糶とも揚穀流量の多少は損傷の程度に影響を与えなかったが、1100 rpm以上では少流量②での損傷は多流量

①区の2~4倍に増加した。これは穀粒と羽根との直接接触が影響していると考えられる。すなわち、少流量では全ての粒子が羽根に直接接触しながら放出されるが、多流量の場合は、穀粒は層になって羽根上を滑動し、放出されるため、下層粒はクッションとして作用するため、穀粒と羽根との衝突割合が小さくなり損傷率は低下すると考えられる。いま、穀粒が羽根上を一様の厚さで滑動するとすると、1000 rpm, 5ton/hでは、粒子層厚さは10mmになり、平均粒子径を3mmとすると、穀粒はおおよそ3層になって放出されることになる。

(6) 穀粒性状と損傷

材料の性状と損傷の関係をみると、回転速度900 rpm以下では湿材の損傷が若干多かったが、乾、湿、生糶間に有意な差は認められなかった。1300 rpm以上では乾>湿>生の順に損傷は多くなり、その傾向は回転数が高くなるほど増加した。

6 摘要

(1) 損傷はスローワ回転数の増大とともに増加する。通常の使用条件(1000 rpm以下)では穀粒の損傷は0.5%以下である。

(2) 供給流量の少ない場合に損傷は多くなる。

(3) 損傷は乾>湿>生の順に多く、回転数が高くなるほどその傾向は大きくなる。

(4) 3回までの反復処理では損傷に有意な差は認められなかった。

参考文献

1) 新潟県農試：新規会地域適応実験調査結果報告書、昭和60年12月

穀物充填層の圧力損失

青田 聡*・木村俊範*・西山喜雄*

Pressure Drop of Grain Bed to Airflow

Satoshi AOTA*, Toshinori KIMURA*,
Yoshio NISHIYAMA*

1 はじめに

農産物の貿易自由化の外圧が高まる状況下における、穀物乾燥に対する現在の緊急課題は高速化と高品質生産であり、この相反する要求を満し得る乾燥法および乾燥機の開発が求められている。従来、乾燥機の設計には、乾燥特性のみを重視してきたが、穀粒流動と空気流動（これを穀粒ダイナミックスと呼ぶ⁽¹⁾）の重要性もそれ以上に大きく、この現象の解明なくしては、この困難な要求を満たすことはできない。

穀粒ダイナミックスは、粉体工学と流体力学に近い面もあるが、これとはかなり異なった理論的構築のされていない未開の分野である。

実際の循環型乾燥機中では、穀粒と空気との同時流動現象が認められるが、穀粒流動と空気流動を同時に測定するのが困難なため、特別な例として穀粒が静止状態での空気の流動特性について検討するのがまずは妥当と考える。

静止充填層中の空気流動特性は圧力損失と風速との関係で表されることが多く^{(2),(3)}、充填材料が穀物の場合も同様に扱われている^{(4),(5)}。

穀粒の圧力損失の実験は古くから行われているが^{(6),(7)}、同一穀物でも、品種の差異を始めとする種々の要因が影響して、信頼性の高いデータが得られているとは言い難い。すわわち、圧力損失は穀粒の含水率や詰め方、即ちバルク密度、空隙率、穀粒の配向等に影響を受けると考えられるものの、それらの影響をみたものは少ないようである。よって本報では、詰め方を変

えることによってバルク密度を変化させ、さらに穀粒の含水率も変化させ、それらの影響と圧力損失の関係を求めた。

また、圧力損失の式については、色々と言われているが本報の実験値とそれらの適合性についても比較した。

2 圧力損失の基礎式

圧力損失の式については、古くから化学工学で研究されている。一般式としては、Reynolds数で知られる Reynolds の式が有名である。流体中の粒子の抵抗は、層流条件で粒子と流体の相対速度 u に比例し、乱流条件では ρu^2 (ρ は流体の密度) に比例するとされている⁽³⁾。そこで、Reynolds は流体中の粒子に対する流体抵抗も同様になると考え、層流・乱流を考慮した次式を考えている。

$$\Delta P/L = av + b\rho v^2 \quad \dots\dots(1)$$

ここで、 ΔP : 圧力損失 [Pa]

L : 層厚 [m]

v : 空塔速度 [m/s]

ρ : 流体の密度 [kg/m³]

a, b : 係数

av が層流項、 $b\rho v^2$ が乱流項としている。係数 a, b は実験から求めることができる。

充填層については、粒子充填層を毛細管の集りと模したモデルの Kozeny-Carman などの次

* 岩手大学農学部

式がある。

$$\Delta P/L = \frac{(1-\epsilon)^2}{\epsilon^3} \mu S_v^2 v \cdot k \quad \dots\dots(2)$$

ここで、 ϵ : 空隙率 [-]

μ : 粘性係数 [Pa・s]

S_v : 比表面積 [m²/m³]

k : Kozeny 定数 [-]

この(2)式は層流条件時のものである。

また、Ergun は多くのデータから、次式を導き出している。

$$\Delta P/L = 150 \left[\frac{(1-\epsilon)^2 \mu v}{\epsilon^3 D_{ps}^2} \right] + 1.75 \left[\frac{(1-\epsilon) v^2 \rho}{\epsilon^3 D_{ps}} \right] \quad \dots\dots(3)$$

ここで、 D_{ps} : 球相当径 [m]

本式も(1)式と同様に、第一項が層流項、第二項が乱流項となり、小粒子充填層に対して適用範囲の広い式と言われている⁽³⁾。

また、Shedd⁽⁵⁾も下記の(4)式で穀物の圧力損失を表している。これを基に A.S.A.E.⁽⁴⁾ は穀物の圧力損失データを両対数軸上で直線となる次式をつなぎ合せた折線で整理している。

$$\Delta P/L = a' v b' \quad \dots\dots(4)$$

ここで、 a' 、 b' : 係数

ここでの係数 a' 、 b' も同じく実験から求めることができる。

さらに Shedd と同じデータを用いて、Hukill と Ives ら⁽⁶⁾ は、次式を提唱している。

$$\Delta P/L = \frac{b'' v^2}{\ln(1+a''v)} \quad \dots\dots(5)$$

ここで、 a'' 、 b'' は実験から求まる係数

3 実験装置と方法

実験装置の概略は図1に示すように、送風機(松下電機 S AM-DB1)、プレナムチャンバ(ベニヤ板製)、試料充填筒(内径84mmのアクリル製パイプ)から成る。なおこの時、筒の内径と供試粒子の直径との差が大きくないとランダム充填が困難となり、実験の再現性を低下させるが、ここでは内径が穀粒径(約4mm)に比べて十分大きいものとみなし、問題はないものと判断した。さらに、風速分布を均整化するために直径11mmの金属球(パチンコ玉)、厚さ17mmの整流部を設けた。送風機は最大風量11m³/min、静圧480mmAqのターボブロワである。風速の調節は、ブロワ吸込口の面積を変更して行なった。試料充填後、中心部の値を測るために、内径52mmの円筒を試料上の中心部に置き、風速計(日本科学工業6072)のプロブをこの円筒の中に差し込んで風速を測定し、空塔速度とした。静圧測点には、内径1mmの真ちゅうパイプを、先端が試料充填筒の中心に位置するように差し込み、テフロンチューブでデジタル差圧計(西山製作所DM-1000)につなぎ大気圧との差をその位置での静圧とし、2ヶ所の静圧測定値の差を求めて実験した。

また、空隙率はピクノメータ法で真密度 ρ_k [kg/m³] を求めそれより計算した。ピクノメータ法では、置換溶液にトルエンを使用した。バルク密度を ρ_b [kg/m³] とすれば、空隙率 ϵ [-] は次式で表される。

$$\epsilon = 1 - \rho_b / \rho_k \quad \dots\dots(6)$$

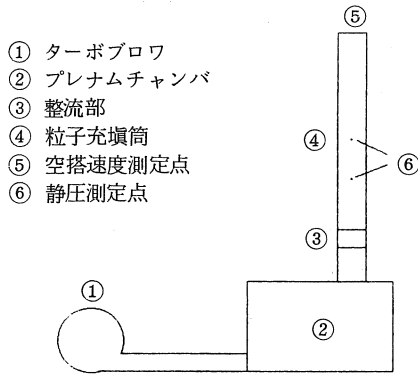


図1 実験装置

含水率を変えた時も真密度を求めた。

実験に用いた試料は、1987年7月、農林水産省東北農業試験場付属圃場で収穫された小麦、ナンブコムギであった。

4 実験結果と考察

本報では、先に示した幾つかのモデルのうち、以下の三つのモデルについて検討した。

一般の充填層での圧力損失は、圧力損失と空搭速度との関係で表わされることが多い。圧力損失と空搭速度についてプロットした結果を図2-1～図2-3に示す。図2-1は、実験結果と Reynolds の(1)式を最小二乗法で求めた計算値であり、設定空搭速度の範囲内では適合性が良好のように見える。図2-2は両対数軸にプロットしたもので、ここでは空搭速度 0.1～0.7 [m/s] の範囲で直線で表わし得ることがわかった。また、穀類に関する A. S. A. E.⁽⁴⁾ のデータも、この空搭速度域で同様に直線になっている。

図2-3も実験結果と(5)式の計算値と比較したものであり、図2-1の場合とほとんど同様な傾向が認められた。

しかしグラフの上では三者ともこの適合性には大差が無いように見え、信頼性や計算の容易さの点でどれが最も優れているかを見出すこと

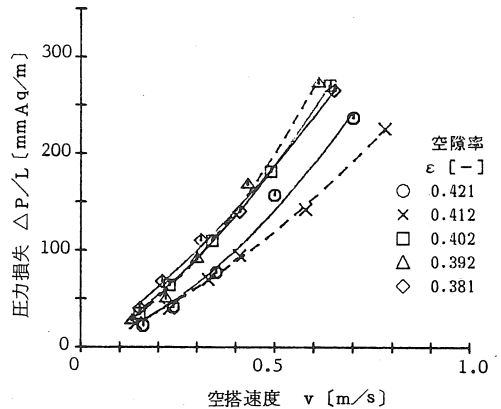


図2-1 Reynolds 式による圧力損失と空搭速度との関係

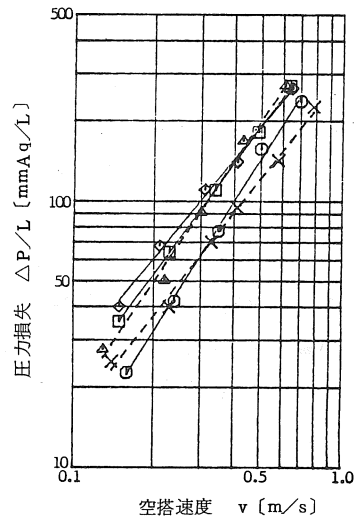


図2-2 Shedd 式による圧力損失と空搭速度との関係

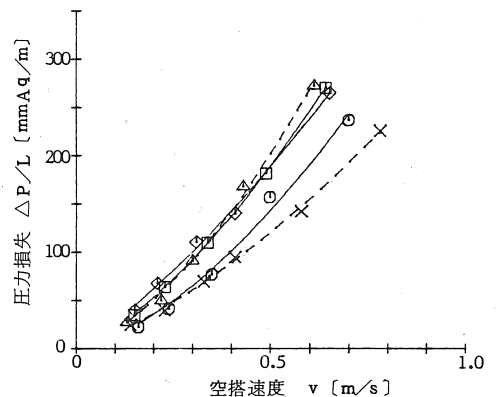


図2-3 Hukill と Ives 式による圧力損失と空搭速度との関係

の体積が増大することなど粒子自体の形状が影響を与えているためと考えられる。

実験中に高含水率の試料が乾燥し、含水率の値に変化が生じてしまうのが認められ、これも含水率の影響を特定することができなかった要因の一つとも考えられる。これの対策としては、同一含水率の試料をできるだけ短期間で測定し、反復実験の際には新たに同一の含水率に調整した試料を用いるなどの配慮が必要と考えられる。

5 結 言

穀粒ダイナミクス解析の基礎として、穀物充填層の圧力損失特性を検討した。

目的とした、空隙率が圧力損失に及ぼす影響については、明確な傾向を捕らえることができなかった。これは、実験装置がランダム充填を表現できなかったことや、風速測定での誤差が原因となるようであった。

また、含水率の影響も明瞭とはいえないが、層流項に対する影響が比較的大きいことがわかった。

圧力損失のモデル式については、Hukillらが指摘している通り、Sheddの式の適合性がやや低かった。Reynoldsの式とHukillの式とはほとんど同程度の適合性を示したが、空隙率や含水率とパラメータとの関連においては、Reynoldsの式の方が、特性を良く表現していた。

しかし、全般的には、実験精度の低さが解析を困難にしているため、精度および再現性の高い実験手段を考慮する必要があると認められた。

参考文献

- (1) 西山喜雄, 木村俊範, 菊池康二; 第45回農機学会年次大会講要, 157, 1986
- (2) 白井 隆; 流動層; 化学工学シリーズVI, 科学技術社, 1958

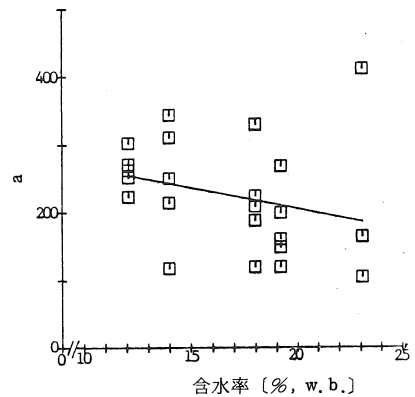


図6 Reynolds 式のパラメータ a と含水率の関係

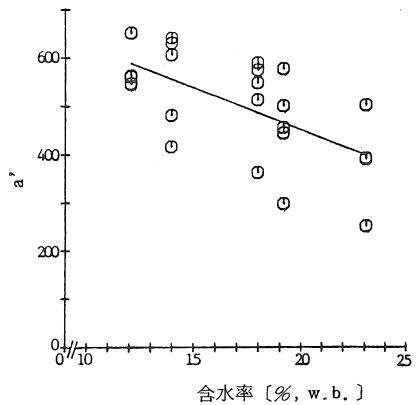


図7 Shedd 式のパラメータ a' と含水率の関係

- (3) 井伊谷鋼一, 三輪茂雄; 化学工学通論II, 朝倉書店, 1982
- (4) American Society of Agricultural Engineers; Agricultural Engineers Yearbook of STANDARDS, 13th Edition, 302 - 306, 1983
- (5) C.K.Shedd; Agricultural Engineering for September 1953, 616 - 619
- (6) W.V.Hukill and N.C.Ives; Agricultural Engineering for May 1955, 332 - 335
- (7) 岩元睦夫, 中馬 豊; 農機誌32(4), 322 - 327, 1971
- (8) 須山啓介, 清水 浩; 農機誌41(2), 263 - 269, 1979

受け網回転式軸流脱穀における乾材の動力特性

屋代幹雄*・矢治幸夫*・大下泰生*・古川嗣彦*

Threshing Power Requirement of the Concave Rotating Axial Flow Type Thresher with Drying Materials

Mikio YASHIRO*, Yukio YAJI*, Yasuo OHSHITA*,
Tsuguhiko FURUKAWA*

1 はじめに

畑作物の収穫作業の機械化に関する研究は、従来から積極的に進められてきたが、作物によって、また同じ作物でもその品種間で作物の持つ物理性が異なり、適応作物が狭く、汎用収穫機の開発は精度の面で限界がある。そこで、収穫機の高性能化を図るためには、これまでのハード面からの機械の開発に、先端技術であるメカトロニクスを導入し、ハードとソフトを融和させ、適応作物の拡大及び作業精度の向上を図る必要がある。

当研究室では、収穫機の高性能化を図り、最終的には汎用収穫機を開発することを目的として研究を行っており、これまでに汎用収穫機開発の上で最も重要な汎用脱穀装置の開発をめざし、受け網回転式軸流脱穀装置を試作した。今回は、この受け網回転式軸流脱穀装置で乾材を脱穀した場合の脱穀精度及び脱穀所要動力について調査したので報告する。

2 試験方法

(1) 受け網回転式軸流脱穀装置の概要

受け網回転式軸流脱穀装置は、こぎ歯を取り付けたこぎ胴と受け網からなり、こぎ胴が回転するばかりでなく受け網もその周囲を回転し作物を脱穀する軸流脱穀機である。装置の概略を図1に、また主要諸元を表1に示す。

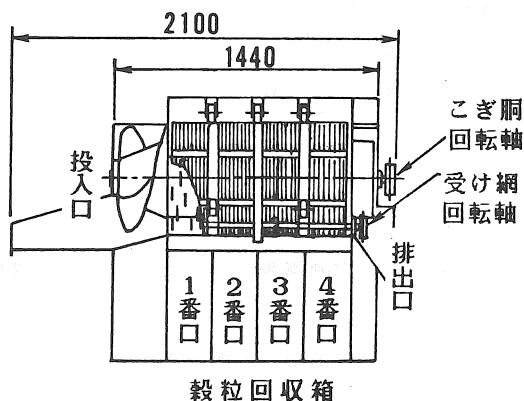


図1 受け網回転式軸流脱穀装置の概略図

表1 受け網回転式軸流脱穀装置の主要諸元

項 目		
全	長	2,100 mm
	幅	900 mm
	高	1,450 mm
こぎ 胴	全 長	1,160 mm
	直 径	420 mm
こぎ 歯	形 式	逆V字形線材ツース
	高 さ	65 mm
受け 網	全 長	1,000 mm
	内 径	600 mm
	形 式	クリンプ網
	目 開 き	18 mm
こぎ歯先端と受け網の間	包 囲 角	360°
	隙	25 mm

投入口から投入された材料は、脱穀部を軸方向に移動する間にこぎ胴のこぎ歯と受け網の間

* 農林水産省東北農業試験場

で脱穀作用を受け、脱穀された穀粒は受け網を通過し穀粒回収箱に漏下し、わらや茎稈は排出口から排出される。

こぎ胴及び受け網駆動軸には、ひずみゲージ（共和電業製）及びスリップリング（共和電業製；こぎ胴軸；RBE-4A，受け網軸；RBE-6A）を取り付け、軸トルクを測定できるようにした。また、各軸の回転数を測定するために、回転検出用歯車及び電磁式回転検出器（小野測器製；こぎ胴軸；MP-910，受け網軸；MP-981）を取り付けた。

動力の測定は、作製した動力計測システムを用いた。システムの概略を図2に示す。スリップリング及び電磁式回転検出器からの出力をそれぞれ歪計（共和電業製；DPM-611B）及び回転計（小野測器製；HM-611B）で増幅し、データレコーダ（共和製；RTP-501AL）及び電磁オシログラフ（横河製；TVP E2901）に記録させた。そして、試験終了後データレコーダからの出力をA/D変換器（カノープス電

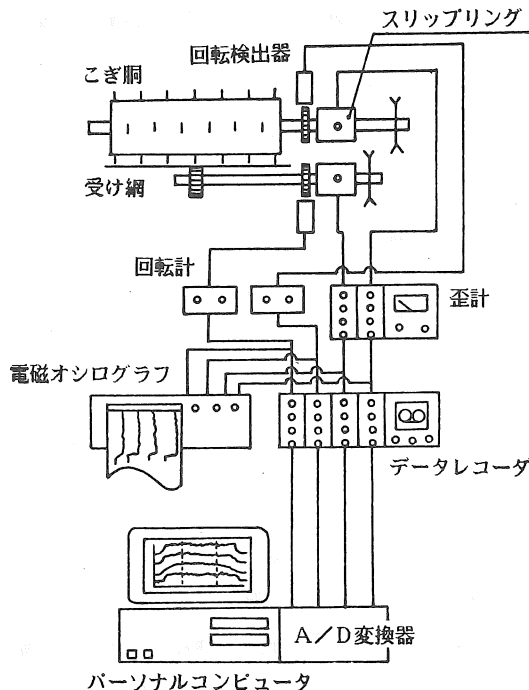


図2 動力計測システムの概略図

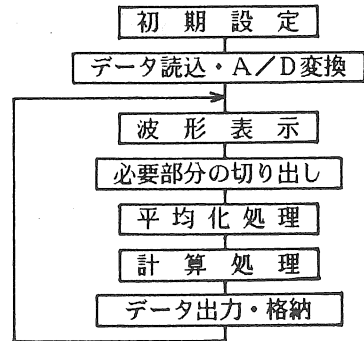


図3 計測処理用プログラムのフローチャート

子製：ADX-98E)でA/D変換し、パーソナルコンピュータ（NEC製；PC-9801）に取り込み、作製した計測処理用プログラムでその中から流量の安定している区間を選び、平均化し、動力測定を行った。計測処理用プログラムのフローチャートを図3に示す。

(2) 試験方法

供試材料は、表2に示す昭和61年度産大豆及び小麦で、収穫後十分に自然乾燥させたものを用いた。

試験は、大豆及び小麦それぞれ2品種を流量30 kg/minで供給し、こぎ胴内の流れが安定したのち脱穀精度とこぎ胴及び受け網の脱穀時の軸トルク及び回転数を測定した。

試験条件としては、受け網を固定しこぎ胴を310, 420, 530rpm（こぎ歯先端速度：9, 12, 15 m/s）で回転させた場合及びこぎ胴を420rpm（こぎ歯先端速度：12 m/s）に固定し、

表2 供試材料と平均含水率

供試材料	平均含水率 (% w.b.)			
	茎	莢	子実	
大豆	Williams 82	15.8	16.7	12.9
	ムツメジロ	16.9	18.9	15.6
小麦		茎	稈	子実
	ナンブコムギ	13.4		15.7
	キタカミコムギ	11.8		12.5

受け網をこぎ胴回転方向と同方向及び反対方向に100rpm（受け網周速度：3m/s）で回転させた場合の計5点を設定した。

3 試験結果及び考察

(1) 穀粒漏下率

受け網下の各穀粒回収箱の穀粒漏下率（全脱穀穀粒に対する各回収口の穀粒重量割合）を図4に示す。

軸流脱穀機では、投入材料は軸方向に移動しながら脱穀されるため、投入口から排出口にかけて軸方向で穀粒漏下率が異なり、1番口（投入口より25cm以内）が最も高い値を示し、2, 3, 4番口と順に低い値を示した。特に受け網をこぎ胴と同方向に回転させた場合、1番口の穀粒漏下率は高い値を示した。

こぎ胴回転速度と受け網回転速度の回転差（以下、相対脱穀速度という）と全穀粒漏下率（全脱穀穀粒に対する全漏下穀粒の穀粒重量割合）との関係を図5に示す。

受け網を固定した場合と回転させた場合とでは、全穀粒漏下率は異なり、受け網をこぎ胴と同方向に回転させた場合、高い値を示した。

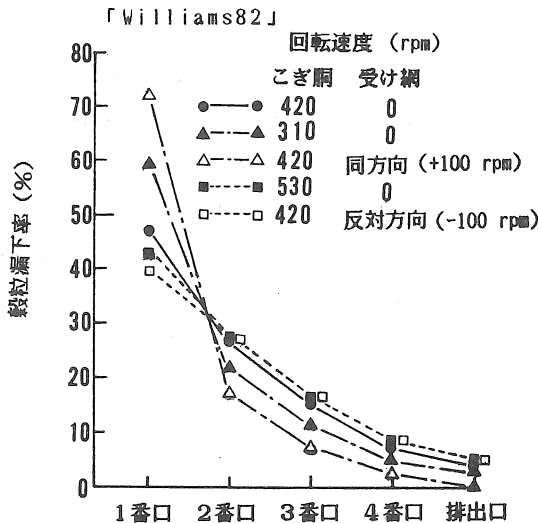


図4 各穀粒回収口の穀粒漏下率

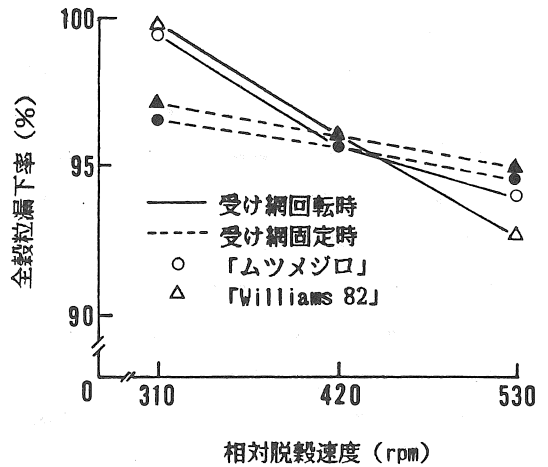


図5 相対脱穀速度と全穀粒漏下率との関係

(2) 脱穀精度

相対脱穀速度と穀粒損傷率（全脱穀穀粒に対する損傷穀粒の穀粒重量割合）との関係を図6に示す。

穀粒損傷率は、相対脱穀速度の増加と共に増える。しかし、受け網を固定し、こぎ胴だけで相対脱穀速度を増した場合とこぎ胴回転速度を固定し、受け網を回転させ相対脱穀速度を増した場合では、速度の変化に対する穀粒損傷率の増加率が異なり、受け網を回転させた場合、増加率は小さくなった。

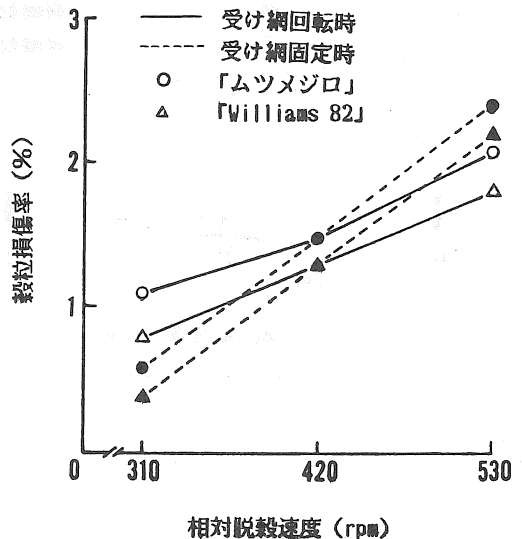


図6 相対脱穀速度と穀粒損傷率との関係

(3) 脱穀動力

こぎ胴回転速度を 420rpm (こぎ歯先端速度: 12m/s) に固定し、受け網回転速度を変えた場合のこぎ胴及び受け網軸動力を図 7 に示す。

受け網をこぎ胴回転方向と反対方向に回転させた場合、受け網を固定した場合より、受け網軸動力は増加し、こぎ胴軸動力は減少した。また、受け網軸動力は、こぎ胴回転方向と同方向に回転させた場合負の動力を示した。これは、こぎ胴と受け網間の材料の摩擦により受け網が引きずられているためと考えられる。

相対脱穀速度と脱穀所要動力 (こぎ胴軸動力と受け網軸動力の和) との関係を図 8 に示す。

脱穀所要動力は、無負荷時 1kW 以下、脱穀時 2~4kW であった。また、受け網を回転させた場合、同じ相対脱穀速度では固定させた場合より脱穀所要動力は高くなった。

脱穀所要動力は供試材料で異なり、大豆ではムツメジロ > Williams 82, 小麦ではキタカミコムギ > ナンプコムギであった。

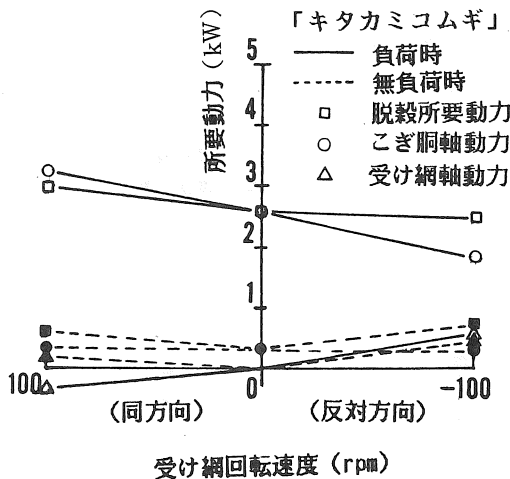


図 7 受け網回転速度と各軸動力との関係

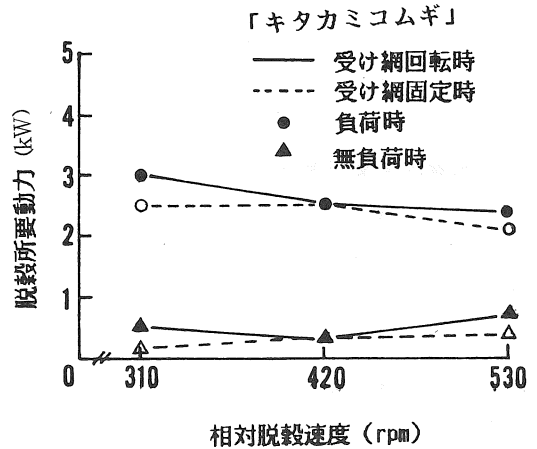


図 8 相対脱穀速度と脱穀所要動力との関係

4 摘要

受け網回転式軸流脱穀装置で乾材を脱穀した場合の脱穀精度及び脱穀所要動力について報告した。

本試験結果をまとめると次のようになる。

(1) 受け網をこぎ胴回転方向と同方向に回転させることによって、全穀粒漏下率は固定した場合より増加する。

(2) 相対脱穀速度の増加と共に穀粒損傷率は増えるが、その増加率は、こぎ胴回転速度を固定し、受け網を回転させ相対脱穀速度を増した場合、こぎ胴だけで相対脱穀速度を増した場合より小さくなる。

(3) 受け網を回転させた場合、同じ相対脱穀速度では固定させた場合より脱穀所要動力は高くなった。

(4) 無負荷時の脱穀所要動力は、1kW 以下であり、脱穀時は材料によって異なるが 2~4kW である。

ほ場区画とトラクタの効率利用について

大浦信雄*・武田純一*・清水 浩*

Effective Use of Farm Tractor in Relation to Fielded Lot

Nobuo OHURA*, Junichi TAKEDA*,
Hiroshi SHIMIZU*

1 はしがき

農産物貿易自由化圧力により、米生産費の低減が迫られている。しかし、日本の耕地は傾斜度が強く、また、降水量が多くては場の排水性が悪いので、米国などのような大区画へのほ場整備には困難が多い。無理に大区画へ整備して機械の走行性を悪化させることになっては、かえって作業効率を低下させるので、逆効果となる場合がある。従って、ほ場排水性を確保できる限界内の区画ほ場で、いかにして合理化の実を挙げるかが課題となる。

しかして、近年の乗用トラクタの普及過程において、小区画の軟弱ほ場での適応性が経験的に需要されて、改良された中型トラクタが次々に開発されてきた現状にあると見受けられる。よって、それらが、如何ような能力を備えるまでに至ったのかを、旧型や外国製と比較して評価し、今後の一層の改良を促すことも、この研究の目的に含めた。それによって、日本の耕地条件内で合理化の実を挙げ得ることを期待できるからである。

また、それらのトラクタを使用して、限定されたほ場区画にて、如何程まで利用すれば機械利用費を節減できるかをシュミレーションして、機械利用の改善の為の選択条件を究明した。その結果から、選択すべきトラクタ種類・ほ場区画の

大きさ・一台の担当耕地面積などの適性値を明らかにした。

この研究は、かつて清水が実施した研究方法を用い、大浦の卒論研究として彼が新資料を実測して適応計算し、武田も参加して三名で新分野へと発展させたものである。短期間での実測であったために収集資料量が限られているなど、今後一層の整備を必要とすると思われるが、今日的課題であるから、速報の意味も含めてこゝへ報告することとした。大方のご検討をうぐ次第である。

2 作業効率と能率の推計方法と結果

1) 基礎資料の測定

型式の異なるトラクタ（生産国、年式、馬力数、駆動輪数など）について、また、硬および軟質ほ場において、表1に示すように旋回性能に関する要素を測定した。（表1のトラクタA～Lの記号は以後引用する。）

測定対象は、雫石東地区8事例であり、過去

表1 測定結果と実験トラクタの名称

測定項目/記号	A	B	D	E	F	G	I	L
作業幅 (m)	1.60	1.50	1.60	1.60	1.50	1.65	1.60	1.65
枕地幅 (m)	4.80	4.50	4.80	4.80	4.50	4.95	4.80	4.95
機速 (m/sec)	0.48	0.48	0.56	0.51	0.61	0.64	0.48	1.13
旋回時間 (sec)	8.42	9.01	8.47	9.95	8.54	9.07	13.20	14.76
土壌条件	○	◎	○	○	△	●	▲	△

◎=良好 ○=やや良好 △=ふつう ●=やや不良 ▲=不良
(C, H, J, Kのトラクタは過去に測定され、効率、能率は既に解析されている。)

A: 日本製61年式	28 PS (4 駆)	C: 日本製44年式	13 PS (2 駆)
B: 日本製50年式	23 PS (2 駆)	H: 日本製45年式	24 PS (4 駆)
D: 日本製50年式	30 PS (2 駆)	J: 外国製35年式	60 PS (2 駆)
E: 日本製51年式	35 PS (4 駆)	K: 外国製40年式	45 PS (2 駆)
F: 日本製51年式	28 PS (4 駆)		
G: 日本製61年式	28 PS (2 駆)		
I: 日本製56年式	42 PS (4 駆)		
L: 外国製57年式	69 PS (4 駆)		

* 岩手大学農学部

い、カルパーを100%コーティング(対乾粒重)し、半日陰干し後供試した。供試時の含水率は24.1%、千粒重は57.8gであった。

3) 試験区の構成

(1) 繰出し性能試験(丸穴ロール式播種機構)

試験区	区分
ロール回転数 (rpm)	10, 20, 30, 40
ブラシ間隙 (mm)	0, 2, 4, 6

(2) 圃場作業試験(代かき同時播種機)

試験区	区分
播種前代かき	有, 無
播種時代かき深	浅, 深
爪軸回転数 (rpm)	190, 200, 210, 230

3 結果および考察

1) 繰出し性能試験

(1) カルパーコーティング粒の丸穴ロール式播種装置による繰出し量は、供試したロール軸回転数の範囲では、図3に示したようにロー

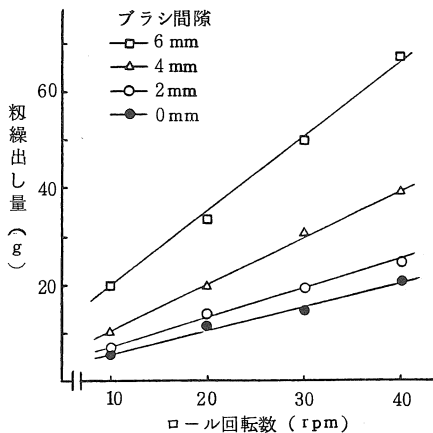


図3 丸穴ロール式播種装置の粒繰出し量

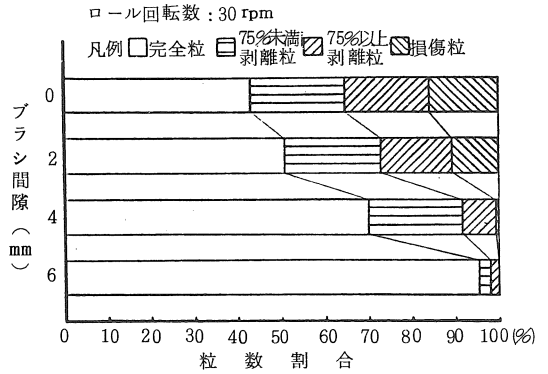


図4 繰出し粒のカルパー剥離状態

ル軸回転数の増加につれて直線的に増大した。また、丸穴ロールとブラシとの間隙を拡大することにより、繰出し量は増大するが、その増加率は、間隙の広いほど大きい値を示した。

(2) 丸穴ロール式播種装置から繰出された粒の中には、カルパーが剥離した粒や損傷粒が発生し、これらの割合は、図4に示したように丸穴ロールとブラシとの間隙がせまいほど増加する傾向が認められた。

(3) 以上のことから、カルパーコーティング粒の適正な繰出し量は、丸穴ロールとブラシとの間隙4~6mm、ロール軸回転数30~40rpmであることが明らかとなった。

2) 圃場作業試験

(1) 作業精度

湛水土中直播では一般的にカルパーコーティ

表1 播種深さ別苗立率

播種深さ (mm)	苗立率 (%)
0 ~ 5	88.7
6 ~ 10	72.8
11 ~ 15	33.7
16 ~ 20	15.7
21 ~ 25	5.0
26 以上	0.0

ング粃の播種深さは10 mm までとされている。本試験においても播種深さ10mm までは、表1に示したように70%以上の苗立率が得られたが、それ以上の深さでは苗立率は急激に低下し、25 mm 以上の播種深さからの出芽は認められなかった。

本機は代かき直後の泥流中に粃を落下し、泥の自然沈下により覆土するため、播種深さ(10 mm 前後)を一定に保つには困難であった。このため、播種深さ10mm 以下の粃の割合を多くし、苗立数を確保するため、播種時の代かき深さと播種作業前の代かきの有無について検討した。その結果、表2に示したように播種前に代かき1回掛を行い、播種時の代かきは土の表層を浅く攪拌する程度とすることによって、播種深さ10mm 以下の粃の割合が63.1%、苗立率73.1%を得た。さらに、播種位置を代かき機による泥流の少ない位置(後方20 cm 移動)に改造し、爪軸の回転数を下げることによって播種深さ10mm 以下の粃の割合は、表3に示したよ

うに約70%となり、ほぼ期待した値が得られた。播種時の代かきを深く行った場合、播種粃は概して深く埋まる傾向があり、安定した苗立数を得るためには浅目に代かきをする必要があった。

田面の極浅い部分に播種された粃は、出芽後に風や波の影響で浮苗になりやすいが、播種直後から2~3日落水し、土の表面を硬化させて粃を土中に固定することにより、浮苗の発生をほぼ完全に防ぐことができた。

(2) 作業能率

本機による代かき同時播種作業の能率は、表4に示したように20.0分/10 a、播種前の代かき1回掛の所要時間を含めても26.4分/10 aであり、歩行6条型湛水土中直播機を用いた一般的な作業法による代かきと播種を含めた作業時間(63分/10 a)の約40%の所要時間であった。圃場作業効率は48.2%と低いが、これは、代かき機上部の高い位置へ取付けたホッパーへの粃の補給に多くの時間を要したこと、50×60mの圃場区画により回行時間が多くなったこと等に

表2 播種深さ別種子割合と苗立率

試験区	項目 代かき深	播種深さ (mm)				苗立率 (%)
		0~5	6~10	11~15	16以上	
代かき播種	浅	37.9%	25.2%	12.7%	24.2%	54.9
	深	6.0	13.3	16.9	63.8	29.9
播種前代かき 代かき播種	浅	37.0	29.1	24.8	9.1	73.1
	深	8.3	30.6	25.0	36.1	38.1

表3 播種深さ別種子割合と苗立率

爪軸回転数 (rpm)	代かき深	播種深さ (mm)				苗立率 (%)
		0~5	6~10	11~15	16以上	
192	浅	44.4%	25.2%	15.3%	15.1%	75.3
	深	31.6	23.7	18.4	26.3	63.2
230	浅	32.1	27.6	17.1	23.2	71.4
	深	30.9	24.8	15.9	28.4	62.9

注) 播種前代かきと代かき同時播種との組合せ作業

起因している。30×100 mの標準的な30 a 区画圃場においては、回行の回数が半分となり圃場作業効率が改善されるとともに能率が10%程度向上するものと推定される。播種前に代かきを行うことにより、播種作業時のマーカーが判別しにくいという問題が生じたが、播種前の代かきを播種作業方向と直角に、しかも行程を重ね合わせることなく行って代かきをしない部分を帯状に残し、播種時にその部分を代かき機の端に合わせて作業することにより、支障なく作業ができた。短辺が30m前後の短い圃場では播種前の代かきを斜めに

表4 代かき同時播種機の10a当り作業時間

代かき (分)	代かき 回行 移動	4.82 1.32 0.23
合計 (分)		6.37
代かき播種 (分)	播種 回行 補給 移動 調整	9.66 4.56 3.64 1.96 0.20
合計 (分)		20.02
圃場作業効率 (%)		48.3
圃場区画 (m)		50 × 60

注) 作業速度 0.55 m/s

表5 歩行6条型湛水土中直播機の10a当り作業時間

代かき作業時間 (分)		35.00
播種 (分)	播種 回行 補給 移動 調整	14.67 4.82 3.54 1.14 4.13
合計 (分)		28.30
圃場作業効率 (%)		51.8
圃場区画 (m)		50 × 60

掛けることによって同様に作業ができるものと思われる。

(3) 代かき同時播種法における問題点

湛水直播栽培においては、苗立むら、雑草、鳥害等の問題が指摘されているが、代かきと播種作業を同時化することによる留意点について述べる。

① 播種時の代かき水量が多すぎる場合、

粃は深く埋まる傾向があるため播種時の水深は適正代かき水深とし、かつ田面の均平度の向上に務める必要がある。

② 畦畔際の作業行程では、代かき機によって生じた波が畦畔につき当り、播種面に折り返すため、粃が深く埋まり苗立数が低下する。

③ 自動深さ制御装置付のトラクタと代かき機により、播種時の代かき深さを制御したが、手動油圧コントロール装置のみのトラクタでは、作業にオペレータの熟練を必要とする。

4 まとめ

水稲生産の省力、低コスト化のために湛水土中直播における代かき同時播種機を開発した。

本機は、代かき機後方の代かき直後の泥中にカルパーコーティング粃を播種し、泥の自然沈下によって覆土する方式である。作業の手順としては、播種前に代かきの1回掛を行い、播種時の代かきは土の表層を浅く行うことにより、10mm以下の最適播種深さの粃の割合が70%以上となり、苗立も良いことが明らかとなった。

本機の作業能率は、20.0分/10aを示したが、播種前代かき時間を含めると26.4分/10aとなり、現行法の約40%に短縮できた。なお、本作業法においては、播種作業時の水深により苗立率が左右されるため、播種時の水深と田面の均平精度には特に留意する必要がある。

参考文献

- 1) 農機学会第8回技術研修会編 (1983) : 水稲の湛水土壤中直播栽培とその機械化技術
- 2) 中村善彰 (1976) : 湛水直播用コーティング種子の基礎的研究, 農機学会誌第38巻1号

農用トラクタの慣性モーメントの測定法について

鳥巢 諒*・武田純一*・伴野達也*

Measuring Mass Moments of Inertia of Farm Tractors

Ryo TORISU*, Junichi TAKEDA*,
Tatsuya BANNO*

1 はじめに

車両のある軸まわりの慣性モーメントとは、その軸まわりに車両が回転するときの回転しやすさ、しがたさを表す基礎的の力学量である。農業機械の分野でも、これまで、トラクタに関して測定例や測定手法がいくつか^{1),2),3)}報告されている。この慣性モーメント値は、農作業の高効率・高精度化という社会的要請の中で、マイクロコンピュータをはじめとする解析手段の進展化と相まって、農用車両の動的挙動の解析が高度化するにつれ、ますます重要になってくるものと思われる。

本報告は、農用車両に限らず広く車両系の慣性モーメントの測定手法をも含めて検討整理し、今後の農用車両慣性モーメント値の測定や、農業機械学専攻の学生実験の資料に供したい。

2 慣性モーメントの測定法

慣性モーメントは、慣性質量と同じく物体の動特性を表す際の基礎的な物理量である。慣性質量が重力質量に等しいという原理から重さの測定という静的状態に変換されて容易に測定されるのに対し、慣性モーメントは、計算で求められる単純な構造の系を除いて、一般に動的状態で測定する必要がある。このため角速度の変化する回転運動が利用される⁴⁾複雑な構造を有する車両システム等の慣性モーメントの測定は、Table 1 に示すように、物理モデル法と実車振動実験法の二つに大別される^{5),6)}前者は、実際の車両をワイヤやばねを利用することによって、必要な軸回りの慣性モーメントを算出できる簡単な1自由度や2自由度の力学モデルを表現できるよう車両を組み込んだ実験装置を構成し、

Table 1 慣性モーメントの測定法の分類

測定原理			測定 の 難 易		
			ROLL	PITCH	YAW
モデル化実験	振子系	物理振子法	◎	◎	×
		2本吊り振子法	×	×	◎
		振り振子法	×	×	○
		4本吊り振子法	○	○	○
	ばね-質量系	1自由度系	○	◎	△
		2自由度系	◎	◎	×
実車実験	同定法	過度応答法	○	○	△
		周波数応答法	○	○	×

注) ◎:最も適した測定法, ○:良好な測定法, △:かなりの工夫を要する測定法
×:ほとんど不適と考えられる測定法

* 岩手大学農学部

ほとんど変化しない。

そこで平衡状態に達した後の地表面と地中との温度分布を調べた。温水温度40℃および60℃の場合について図7に示す。温水管の埋設深さが10cmの場合には、管上の位置で高い地中温度を示すが、水平距離で10cm以上離れると、地中温度は急激に低下する。温水管の埋設深さが20cmの場合には、管上の位置で埋設深さ10cmより地中温度は低いが、10cm以上離れても地中温度にあまり下がらず、遠ざかるにつれて埋設深さ10cmの場合よりも地温が高くなっている。

次に地表面での融雪状態を観察すると、温水温度が60℃の場合は、温水管の埋設深さが20cmで地表面の融雪幅が40cm程度あり、埋設深さ10cm深さよりやや広いことが認められた。温水温

度が50℃および40℃の場合には地表面の融雪幅は約30cmであった。温水温度を30℃にすると、温水管の埋設深さが20cmの場合は融雪不可能となり、さらに温水温度を20℃に下げると、埋設深さが10cmでも融雪不可能となった。

図7において実験前の計算値と実測値とは比較的良好に一致しており、簡単な仮定によって地中に熱源のある場合の地中温度分布の傾向を計算できることを示している。

温水の温度降下を概算してみると、管長を2m、流量を3 l/min、温水温度を40℃、地表面温度を0℃とし α と λ は前述の数値を用いた場合、約0.2℃/mの温度降下が計算された⁽⁹⁾。本実験の場合は管長が短いので、温度降下が無視できたが、管長が100m程度の場合を考えると同じ条件で温度降下は15.0℃にもなり、配管に工夫が必要になってこよう。

5 むすび

地熱水を融雪に利用するために、基本的な1本の温水管を地中に埋設した場合の融雪特性を調べた。その結果、当地区においては温水温度が40℃以上あれば、埋設深さを20cmにした場合に地表面で30cm程度の幅で融雪できることが確かめられた。

今後の課題として、融雪時の土壤の熱伝導率や温水管の配置と融雪効果等の検討が残されている。

参考文献

- (1) 川下研介：熱伝導論，138～141，1966
- (2) 伊藤 実，瀬能誠之，岩根和夫：地中熱交換方式による空気温度変化量の算出について，農業施設，11(1)，15～21，1980
- (3) 岡田旭郎：地中埋設管の損失熱量と温度降下の概略計算法，空気調和・衛生工学，46(5) 1～13，1972

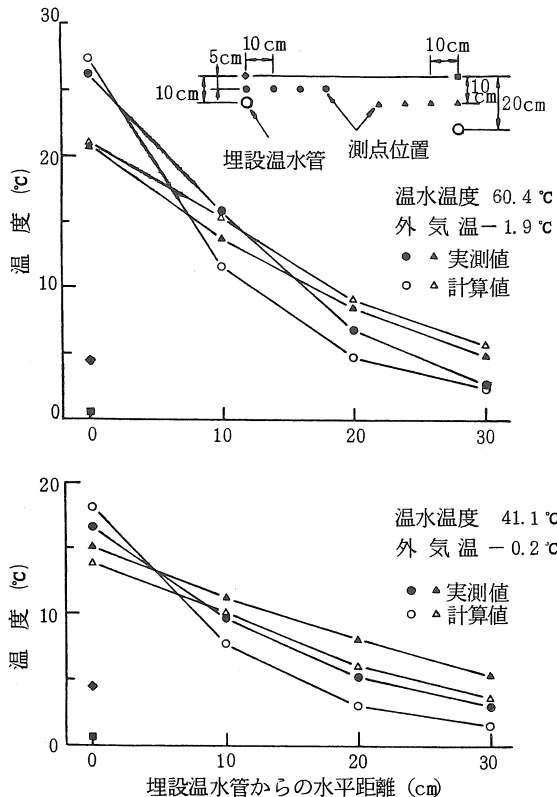


図7 埋設温水管を熱源とした地中温度分布

風力-熱エネルギー利用技術に関する研究

棟方晃三*・小林由喜也*・高橋春実*・守屋高雄*・高井隆次*・杉本清治*

Utilization System with Heat Energy by Wind

Kozo MUNAKATA*, Yukiya KOBAYASHI*,
Harumi TAKAHASHI*, Takao MORIYA*,
Takatsugu TAKAI*, Seiji SUGIMOTO*

I はじめに

第二次オイルショック当時、石油代替エネルギーの研究が盛んに提唱され、全国各地で各種の研究がなされていた。風力エネルギーの研究も全国の強風地域を対象に検討されていたが、これまでの風力エネルギーは熱エネルギーに変換しても貯蔵が困難であるため、電力に変換する研究が主であった。

本研究は熱エネルギーとしての利用を考え、蓄熱という点に主眼を置いたシステムである。

最も特徴的な点は、熱を水素の形に置き換えて貯蔵することである。

即ち、水素貯蔵合金（鉄とチタンとの合金）に熱エネルギーを与えると反応し、水素ガスを

発生する。逆にこの合金は水素と接触すると、水素化物を生成し、発熱する。

この特性を利用し、風のある時には熱エネルギーを水素ガスとしてタンクに貯蔵し、反対に熱を必要とする時には水素と反応させ、熱を取り出す。という蓄熱利用法が本研究の特徴である。

なお、熱の利用法としては温室暖房に用いている。

II システムの概要

1 風力熱エネルギーの利用システム(図1)

(1) 風車の得た風力エネルギーが、油圧ポンプ、油圧モーターを経て空気圧縮式熱発生装置

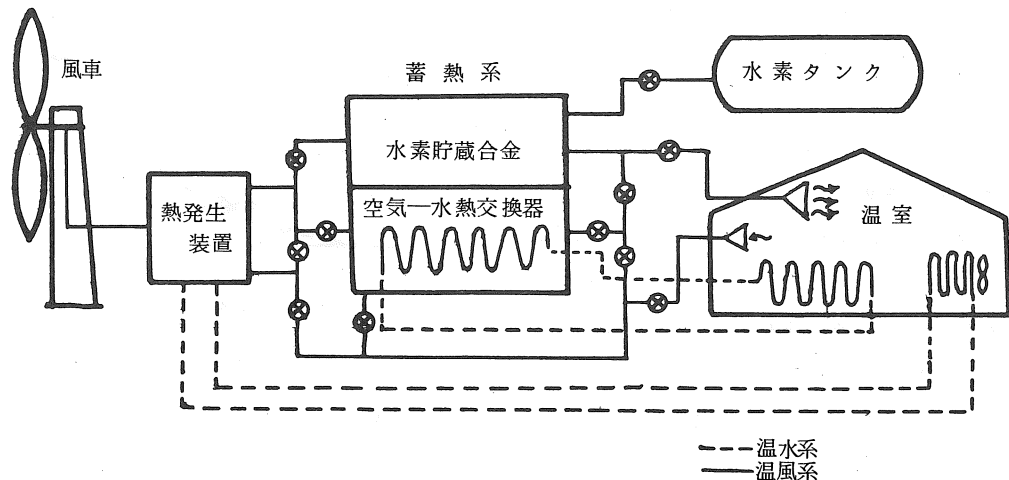


図1 システムの概要

* 秋田県立農業短期大学

により熱エネルギーに変換される。

(2) この高温空気が水素貯蔵合金の回路に入るパターンの時は、水素タンクに水素が貯蔵(蓄熱)されていく。

これは風のある時のパターンであるが、風がなく熱を必要とする時には水素タンクから水素を逆流させ、水素貯蔵合金と反応させて発生した熱を利用する。

(3) 熱の副次的な回収法として、空気-水熱交換器による温水熱利用と、さらに空気圧縮機の冷却水による放熱の二系統を有している。

2 主な仕様

(1) 風車

型式：尾翼風向追従式プロペラ型風車

直径：14 m 地上高：15 m

定格出力：20 kW (風速 8 m/s の時)

定格回転数：87 rpm 翼材料：FRP

(2) 熱発生装置

熱発生装置：空気圧縮式熱発生装置

最大吐出温度：170 °C

最大吐出圧力：3 kgf/cm²

定格回転数：615 rpm

(3) 蓄熱装置

蓄熱器：8 ユニット 合金使用量：2.4 トン

供給熱量：53000 kcal

合金成分：Fe-Ti-O 合金

III 結果および考察

実証試験の期間は昭和60年12月17日～昭和61年3月31日までの105日間であったが、調整運転の期間が長く、順調な運転に入れたのは2月中旬からの40日間程度であった。

後述するが、調整前に比べ、調整後では性能上でいくぶんの向上が見られた。以後に図示するグラフは調整後のものである。

1 風況と風力エネルギー量

全期間中の平均風速は 5.0 m/s (地上15 m) であった。月別に見ると12月(15日間) 5.1 m/s, 1月 5.9 m/s, 2月 4.8 m/s, 3月 4.3 m/s で、1月の風況が最良であった。

本風車の起動風速は 3 m/s 以上で、その出現率は70%, 風車出力が期待できる風速 5 m/s 以上の出現率は50%, ほぼ定格運転が可能な 7 m/s 以上の出現率は 28.5% であった。

起動風速以上の出現時間のうち、風車稼働時間は 1419 hr で、調整、突風等による運転休止時間を除くと、稼働率は88% となったが、調整後では99% に向向上している。

風向出現率としては西南西～北北西が61% を占めた。

期間中の風力エネルギー賦存量は 439 kWh/m², 日平均 4.2 kWh/m² であった。図2に日平均風速と風力エネルギーの関係および近似式を示した。

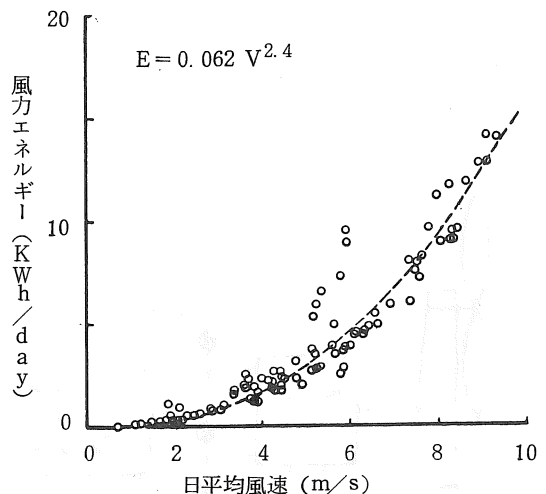


図2 日平均風速と風力エネルギー

2 風車出力と油圧モーター出力

風速と風車出力係数との関係を示すと図3のようになる。変換効率が最大となるのは風速 6

～7 m/sの当りで、45～50%程になるが、調整後の通算では39%となり、性能としては良好であった。

油圧モーターの効率もやはり風速6～7 m/sのところまで最大となり、75～80%の範囲に分布している。これは風車入力エネルギーの35～40%に相当する(図4)。

期間中の積算値で表わすと、風車入力54816 kWhに対し、風車出力は16809 kWh(30.7%)、油圧モーター出力は10888 kWh(19.9%)であった。

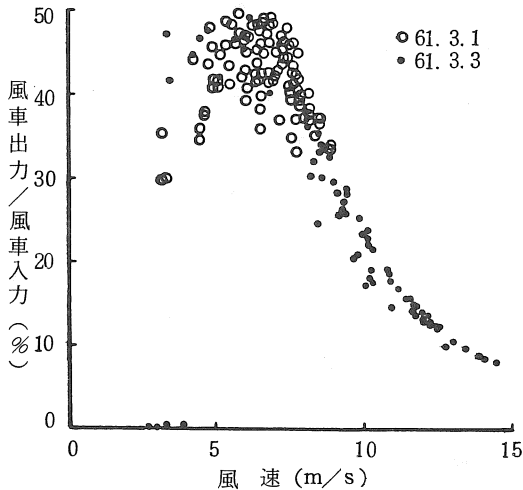


図3 風速と風車出力係数

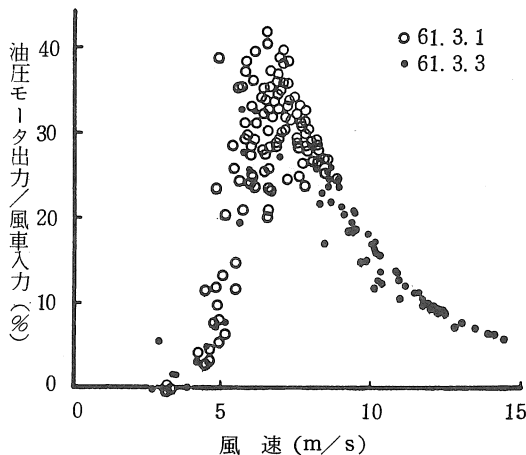


図4 風速と油圧モーター出力効率

3 風車入力と熱出力

全期間中熱発生装置が稼働した時間は1256 hrで、風車稼働時間(1419 hr)の88.5%に当る。残り11.5%の時間は、風車出力が足りず熱発生装置が稼働しなかったことになる。即ち、風車の無負荷運転であったと云える。

全期間を通じて有効熱出力風車回転数(50 rpm)以上の出現時間は1200 hr(84.6%)、ほぼ定格(80 rpm以上)といえる運転時間は362 hr(25.5%)であった。

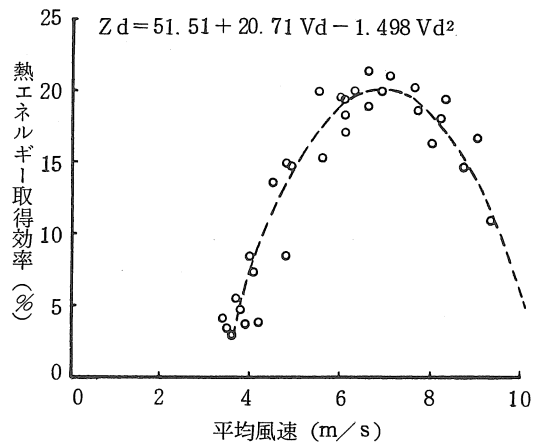


図5 (日)平均風速と(日)熱エネルギー取得効率

風車稼働時間内の平均風速は6.6 m/sであり、この間の熱発生装置による積算熱出力は約6238400 kcal(7254 kWh)で、これと風車入力エネルギー(54816 kWh)との比、熱エネルギー取得効率は13.2%であった。

この効率は、全期間を通じての値であるが、調整後では18.5%に向上している。

ただし、調整後の風向は南よりのものが多い、風速計が風車の風下に位置することになり、風力エネルギーの値が実際より低めに測定されるため、効率がやや高めに算出されていることになる。その分を考慮に入れると熱エネルギー取

得効率は17%程度と推定される。

日平均風速と熱エネルギー取得効率の関係を図5に示す。

熱発生装置による熱出力のうち、蓄熱系へ供給された熱量は3847500 kcal (61.7%)であり、熱発生装置の冷却水からの放熱として直接ハウスへ供給された熱量は2390900 kcal (38.3%)であった。

以上の結果から総括してみると、トラブルを含めトータルシステムとして順調に作動した日数が限られたこと。また、蓄熱系の制御シーケンス上に問題があり、度々変更を余儀なくされたことなどにより、調整に手間どったが、調整前と調整後では性能面で、かなりの差違が認められた。

まず、風車出力では26.6%から39.1%へと上昇し、油圧モーター出力では17.5%から24.8%へ、熱出力では10.8%から18.2%へと性能の向上が見られた。

60年度の実証試験結果では、期間中約6400 kWhの風車入力エネルギーがあり、前述の風車-熱発生装置間の熱エネルギー取得効率17%を見込むと、10900 kWh (9360000 kcal) の熱エネルギーが取得できることになる。さらに、発生した熱量の利用効率を70%程度と見込むと、利用し得る熱量はおよそ6500000 kcal であるといえる。

未だ多くの課題は残されているものの、一応システムとしての蓄熱法は確認された。

また、風車出力も20~22 kWであり、設計定格通りに制御することができた。

IV 摘要

直径14 m、定格出力20 kW の風車から得られる風力エネルギーを、熱エネルギーに変換して利用するシステムの開発を行ない、その実証試験を行なった。

このシステムの特徴は、水素貯蔵合金を用いて、風のある時に熱エネルギーを水素に置き換えて蓄熱し、風がなく熱を必要とする時には、水素を戻し、この合金と再び結合させ熱を発生させて利用するというものである。

また、この他に熱の回収経路として、空気-水熱交換器による温水放熱と熱発生装置の冷却水による放熱の、二つの回路を備えている。

実証試験の結果、風車熱出力としては、設計定格通り20~22 kWを得ることができた。

各部の効率の最大点は風速6~7 m/sの範囲で得られた。

最大附近の効率は、風車出力係数が45%、油圧モーター効率が80% (風車入力エネルギーに対しては40%)、熱発生装置による熱エネルギー取得効率が30%であった(平均値は17%)。

試験期間中の風車入力エネルギーが約6400 kWhあり、熱エネルギー取得効率17%を見込むと、10900 kWhの熱エネルギーが取得でき、さらに熱の利用効率も見込むと、利用し得る熱量はおよそ6500000 kcal と推定された。

本研究は、科学技術庁科学技術振興調整費による研究である。

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 (第2報)

— 耕うん刃模型の外周加工 —

広間達夫^{*}・吉田 純^{*}・米沢康成^{**}・照井靖広^{***}・坂井 純^{****}・金 基大^{*****}

Development of Personal Computer Aided Instruction System (Part 2)

— NC Milling of Periphery of Rotary Blade Model —

Tatsuo HIROMA^{*}, Jun YOSHIDA^{*}, Yasunari YONEZAWA^{**},Yasuhiro TERUI^{***}, Jun SAKAI^{****}, Ki-Dac KIM^{*****}

1 はじめに

近年、マシンングセンタに代表されるNC工作機械の発達と、設計開発や生産部門におけるCAD/CAMシステムの導入により、設計期間の短縮、生産現場での省力化、製品の品質向上などが可能になってきている。この様な進歩しつつある科学技術を大学の授業にも積極的に取入れることにより、授業をより活発化させることを目的としてパーソナルコンピュータを利用したNCプログラム作成用の教育システム¹⁾を開発してきた。

このシステムを発展させて、3次元形状物であるロータリ耕うん刃の刃体部表面をNC切削加工する模型製作システムを前報²⁾で紹介した。これは、模型製作前に耕うん刃の形状をディスプレイ上で2次元あるいは3次元に確認でき、かつ、NCフライス盤でNC切削加工をするためのNCテープを作成するシステムである。

本報では、これまでのロータリ耕うん刃の刃体部表面に加えて、外周、刃部、取付け部のNC切削加工も行い、また、16ビットパーソナルコンピュータで使用できるように改良したので紹介する。

なお、坂井・金がロータリ耕うん刃の設計システムを、広間・吉田・米沢・照井が模型製作システムを分担した。

2 システムの概要

本システムは、CAD/CAMにそれぞれ相当する設計と製作の2つから構成されている。以下、これらについて説明する。

(1) ロータリ耕うん刃の設計

金の開発したCAD³⁾を用いてロータリ耕うん刃を設計するが、外形などを決定する入力要素には次のようなものがある。

a 機械および作業要素に関するもの

- ・機体の走行速度
- ・耕うん軸の回転速度
- ・最大耕深

b 総体的な要素に関するもの

- ・最大回転半径
- ・耕うん刃の規格による刃先端位置角度

c 屈曲部のすくい面の形状要素に関するもの

- ・屈曲部の縦断面の長さ他

d 直刃部および首部の形状要素に関するもの

- ・直刃部の最先端の排絡角他

e 刃の形状要素に関するもの

- ・刃部の加工刃幅他

f 取付け部の形状要素に関するもの

- ・刃の取付け穴の中心から刃の首部の最先端までの距離他

g 耕うん刃ホルダの要素に関するもの

- ・耕うん軸の外径他

* 岩手大学農学部, ** 岩手大学農学部 (現在雫石町役場),

*** 岩手大学農学部 (現在和同産業), **** 九州大学農学部,

***** 韓国忠南大学校農科大学

これらの入力要素は全部で38種類あり、これらすべてが入力されることによって耕うん刃の外形が決定され、さらに、それを有限要素に分割して節点データが生成される。生成された節点データをもとにして描かれたロータリ耕うん刃の一例を図1に示す。ここで用いた主な入力要素の値は、機体の走行速度が0.5 m/s、耕うん軸の回転速度が290rpm、耕うん刃の最大回転半径が22.5cm、刃先端位置角度が60度である。

(2) ロータリ耕うん刃の模型製作

CADを用いて設計され生成された節点データは、ロータリ耕うん軸中心を原点とした各節点における絶対座標値である。当学科に設置されているNCフライス盤はインクリメンタル指令方式で作動する。このような絶対座標値をインクリメンタル座標値のNCデータに変換し、NCプログラムを作成してNC切削加工をする。

実際のNC切削加工において、インクリメンタル座標値のNCデータに変換され作成されたNCプログラムをそのまま使用すると、削り過ぎや削り残しが生じる。そこで、ロータリ耕うん刃の、より実際に近い模型を製作するためのNCデータとNCプログラムを作成し、模型の製作を行なった。

a 外周の切削

ロータリ耕うん刃の外周の節点データをそのまま使用して切削する場合の様子を図2に示す。

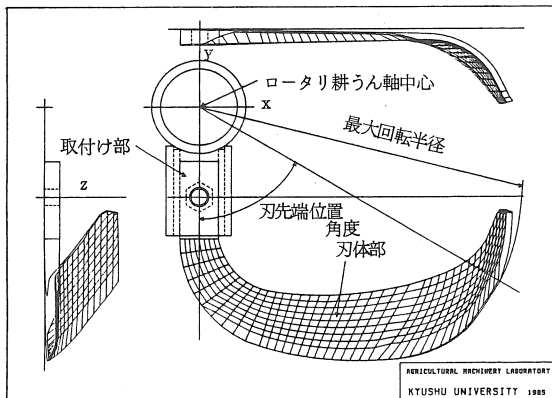


図1 ロータリ耕うん刃の図面

図で、A点、B点、C点は外周の節点データであり、エンドミルはA点からB点、C点の方向へ進む。この場合は、エンドミル中心の軌跡が耕うん刃の外周と重なって斜線部分が切削されるので、刃体部はエンドミルの半径幅だけ削り込まれる。その結果、模型は小さくなる。

この問題を解決するには、図3に示すように、エンドミルがその半径幅だけ外周の外を進むようにすればよい。エンドミル中心の軌跡が耕うん刃の外周よりもエンドミルの半径幅だけ外になるようなA'点、B'点、B''点、C'点のような節点データは計算して求める。

エンドミルの中心がA'点からB'点に達してC'点に進む時、エンドミル中心がB'点から直接C'点に進む時、エンドミル中心がB'点から直接C'点に進む時、エンドミル中心がB'点から直接C'点に進む時、

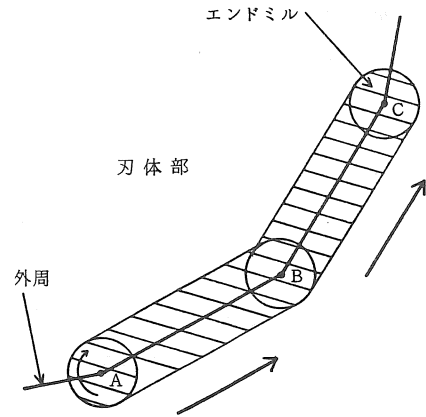


図2 外周の切削(1)

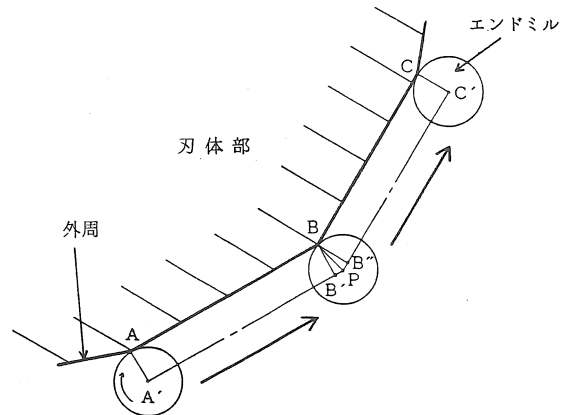


図3 外周の切削(2)

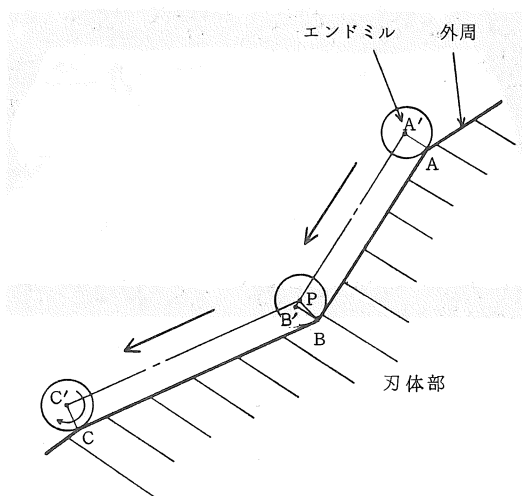


図4 外周の切削(3)

点に進むとB点とC点間に切込みが生じる。そこで、A'点とB'点を通る直線と、B'点とC'点を通る直線との交点、P点までエンドミルを進ませるようにした。

一方、図4のような凹面を切削する場合には、エンドミルがA'点からB'点に進む時は、エンドミルがP点で止まるようにして外周が削り込まれるのを防いだ。なお、切削は上向き削りとし、エンドミルは耕うん刃の外周を常に反時計方向へ進むようにした。

b 刃部の切削

ロータリ耕うん刃の刃部の切削の様子を図5に示す。設置されているNCフライス盤の制御軸数はX、Y、Zの3軸であるが、X-Y、X-Z、Y-Z軸のように、同時に2軸しか制御されない。前報で紹介したシステムでは、A点とB点の2点のデータによる刃部の切削において、図5左のように、エンドミルはまず水平面で動き、次に、刃の高さ方向に動くようにしていた。しかしこれでは、斜線部分が削られてA点とB点の間は大きな段差となり、さらに、刃体部まで削られる。

そこで、この問題を少しでも解決するために、右図のように、A点とB点の間でエンドミルを

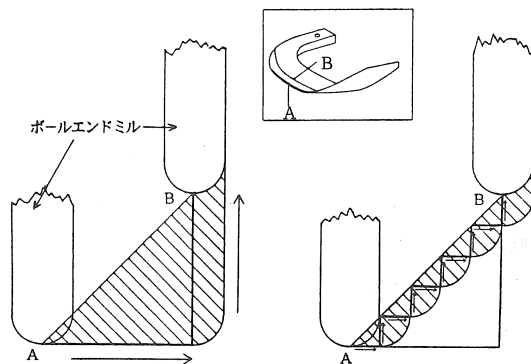


図5 刃部の切削

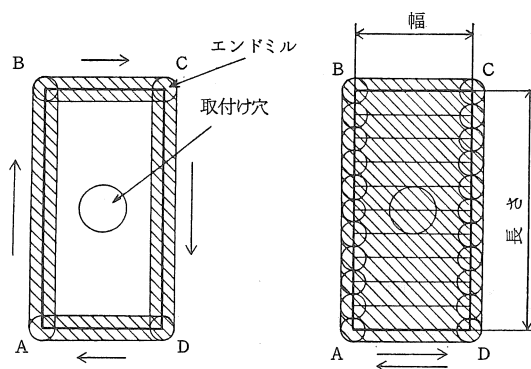


図6 取付け部の切削

階段状に移動させて滑らかに切削することにした。

c 取付け部の表面の切削

ロータリ耕うん刃の取付け部の表面の切削の様子を図6に示す。取付け部はA、B、C、Dの4点のデータからなっている。これら4点の節点データをもとにして、長さ方向を分割してそれぞれの分割点の座標データを求め、これらの点を結ぶ線上をエンドミルが矢印のように左右両方向に移動させることによって、取付け部表面の削り残り問題を解決した。長さ方向の分割数は、エンドミルの直径を考慮して自動的に計算する。

d NC加工前の形状確認

模型製作用のNCデータをもとに、NCテープを作成しNC切削加工をする。NCプログラムに間違いがある場合には、機械本体や切削工

具の破損を招いたり、寸法通りにNC切削加工をすることができない。

本システムでは、作成されたNCプログラムをシミュレートして、その結果をディスプレイ上に2次元あるいは3次元でエンドミルの中心軌跡として表すことができる。このような、2次元あるいは3次元で表された軌跡によって、これからNC切削加工をしようとする耕うん刃の形状の確認ができる。シミュレーション結果を、プリンタとX-Yプロッタに出力した一例を図7、8に示す。

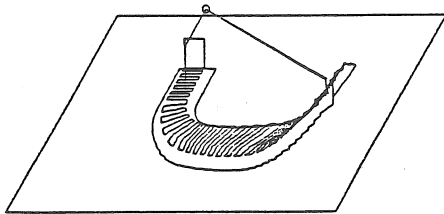
e NCテープの作成

シミュレーションによる形状の確認が終了したならば、NCテープを作成してNC切削加工をする。NCテープは8単位紙テープである。

f 模型の完成

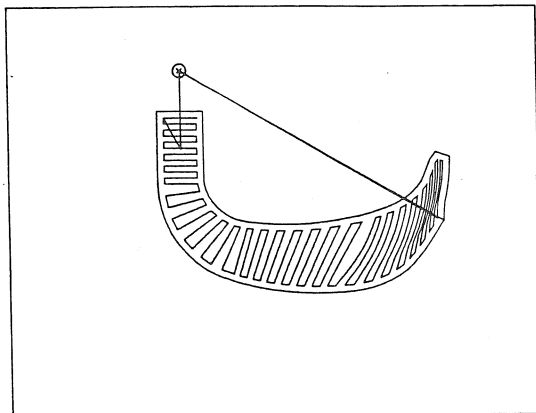
製作した模型の写真を図9に示す。耕うん刃

Quit=>Q, Replay=>R, Hard copy=>H ? H



Start Point (01 ノカノビ9) ヅ A 0.0,0 mm) X,Y,Z ? 130,250,50
End of Pro.: Spindle OFF: Xa 27 Ya -20 Za 10 F=2000

図7 プリンタ出力例



AREA= 488 * 397.692

図8 X-Yプロッタ出力例

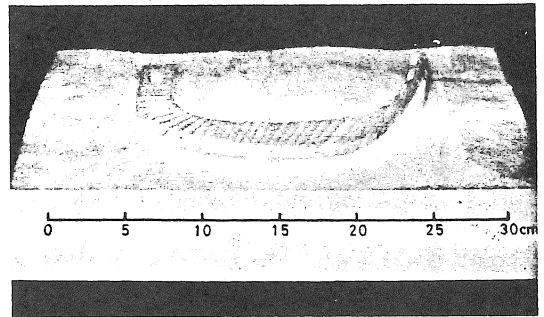


図9 ロータリ耕うん刃の模型

の外周、刃部、取付け部の切削上の問題点をそれぞれ解決して製作したので、前報で報告した模型と比べ全体的に、より模型らしくすることができた。

3 まとめ

3次元形状物であるロータリ耕うん刃を題材にして、パーソナルコンピュータとNCフライス盤による教育用CAD/CAMシステムを開発した。前報と比べ、より模型らしい模型を製作することができた。このように、立体形状物などの製作図面を見て描いたイメージのものを、短時間で実際に手にすることができるので、本システムは機械工作などの実習をより活発化させることが期待できる。

参考文献

- 1) 広間達夫・吉田純：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，農機学会東北支部報No.32，63-65，1985。
- 2) 広間達夫・吉田純・坂井純・金基大：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，農機学会東北支部報No.33，65-68，1986。
- 3) 金基大：トラクタロータリ耕うん部の設計理論研究とCADへの応用，九州大学博士論文，1986。

シンポジウム

農産物の自由化圧力に機械化でどう対応するか

- シンポジウム企画者として……………岩手大学農学部 清水 浩 99
- 農業経営者の立場から**
大規模経営における機械化の構築事例……………岩手県稲作経営者会議 家子憲昭
盛岡農業改良普及所 千葉日出男 103
- 農民の立場から**
33年の経験に基づく、農業における機械化についての主観的考察……………岩手農民大学 桜庭義也 107
- たばこ耕作の場合について……………日本たばこ産業(株)盛岡支場 河田千脇・谷田部一 109
- 八郎潟農業の現場について……………秋田県農業試験場大潟支場 岡田晃治 111

マレーシアの農業・農業機械状況について

富樫千之*

Present Situations of Agriculture and Agricultural Machinery in Malaysia

Chiyuki TOGASHI*

1 はじめに

1987年2月、2週間という短い期間であったが、マレーシアを訪問する機会を得た。その際、マレーシアの農業・農業機械に関して視察することができたので、その概要を報告する。

今回訪問した地域は、稲作が中心のケラント州コタバル、ゴム園、オイルパーム園が多いヌゲリ・スンビラン州バハウ、首都クアラ・ Lumpurである。

図1にマレーシアの全土図を示す。国土面積は329千km²で日本よりやや小さく、そのうちマレー半島は131千km²で全面積の39%に相当し、ボルネオ島のサラワク、サバ州はそれぞれ124, 74千km²である。

1986年の人口は1970年を基準にすると50%増の約1,530万人に達し、このうち約83%、1,270万人はマレー半島に住んでいる。マレーシアは多民族国家で、マレー半島の人口のうちマレー系56%、中国系33%、インド系10%、その他となっている。ここ約20年の人口比率の変化をみると、マレー系は4~5%増加し、その分中国系が減少し、インド系は横ばい状態である。

マレー系は政府、公共機関、及び農業分野に多く、イスラム教で、中国系は商業、工業分野を占め、経済関係を掌握し、仏教である。インド系はゴム園等のエステートの他、教育、法曹、弁護士関係に多くみられ、ヒンズー教である。¹⁾

2 農業状況

マレー半島の農業人口は世帯数から推定すると約450万人となり、マレー半島の人口の約35%を占めている。

マレーシアにとって農業は重要な産業であることは論を待たないが、プミプトラ優先政策と密接に絡んでいる。この政策はマレー人優先政策であり、稲作を中心とする一般の農家はほとんどがマレー人であるため、農業振興は政治の安定にとっても重要となっている。

主要な農産物はゴム、オイルパーム、米であり、その他の作物としてはココア、コーヒー、タバコ、ココナッツ、コショウ等がある。主要農産物の作付面積、生産量、輸出入量をそれぞれ表1、表2、表3に示す。

マレーシアの農産物として最大の輸出金額を誇るゴムは生産量の大部分を輸出している。しかし、ここ約10年は世界経済の低迷、科学技術の発達等の影響を受け、需要の伸びが期待でき

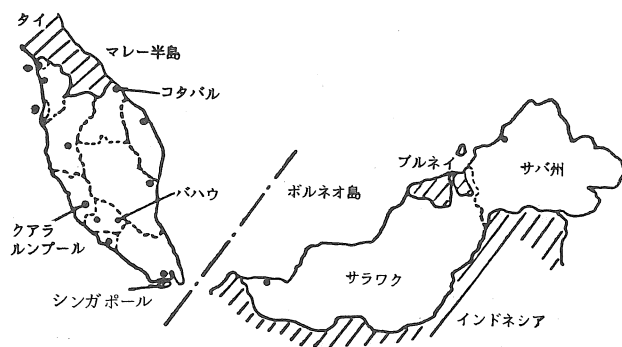


図1 マレーシア全土図

* 宮城県農業短期大学

ず、作付け面積、生産量ともほぼ一定の値で推移している。さらに詳細にみると、1975年のエステート作付け面積、生産量の割合は33%、42%であったが、1984年のそれは26%、34%と低下しており、その分小農が増加している。これは政府が小農に補助金を出し、援助した結果と考えられる。

オイルパームは単位面積当たりの採油量がナタネ、大豆のそれよりも3、10倍で著しく効率の良い油脂植物といえる。このため、気候が適し、開発可能地（森林）があるマレーシアは外貨獲得の手段とすべく1970年に29万ha（43万t）にすぎなかったのを、1984年には5倍近くの136万ha（372万t）にも拡大していった。さらに、当初輸出のほとんどが原油であったが、1984年にその比率は2%に低下している。しかし、特に原油生産工場が更新時期にさしかかっている現在、外資系企業はより労賃の安いインドネシア等に拠点を移しつつあり、工場の老朽化とパームオイルの供給過剰による価格低下に悩まされ、政府も他作物への転換を奨励している。バハウで陳氏の経営する原油工場を見学したが、氏によると「オイルパームはもう期待できず、今マッシュルームの栽培を研究しているところだ。」とのことであった。今後、オイルパームは増加できず、むしろ減少傾向で推移するものと考えられる。

米は自給率100%を目標に政府も力を注いでいる。米の増産戦略の基本的姿勢は、稲作用地の新規開拓よ

りも、むしろ既用地を圃場整備（軟弱地盤、区画の改良、完全かんがいの実施）し、二期作地の拡大と単位面積当たりの増収である。その代表地としてKemubu, MudaにAgricultural Development Authority (KADA, MADA)を設置し

表1 主要農産物の作付け面積 単位：千ha

年 品目	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
ゴ ム	2,000	2,007	2,005	2,007	2,007	1,997	2,000
オイルパーム	853	940	1,024	1,120	1,186	1,258	1,362
米*	446	562	530	523	493	547	489
ココア	60	89	124	165	202	232	242
コーヒー	-	15	19	20	21	22	-
タバコ	13	13	13	13	13	13	12

*マレー半島のみで、二期作含む

出所：MALAYSIA AGRICULTURAL DIRECTORY
& INDEX 1986/87

表2 主要農産物の生産量 単位：千t

年 品目	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
ゴ ム	1,583	1,570	1,530	1,510	1,494	1,564	1,529
オイルパーム	1,786	2,189	2,576	2,822	3,509	3,017	3,715
米(粳)*	1,229	1,799	1,761	1,749	1,596	1,707	1,647
ココア	18	27	37	45	66	69	88
コーヒー	-	4	4	4	4	4	-
タバコ	9	8	11	8	10	10	-

*マレー半島のみ

出所：MALAYSIA AGRICULTURAL DIRECTORY
& INDEX 1986/87

表3 主要農産物の輸出入量 単位：千t

年 品目	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
米*	394	301	203	267	391	385	424
ゴ ム	1,612	1,649	1,529	1,486	1,379	1,564	1,590
パームオイル	1,786	2,189	2,576	2,822	3,509	3,017	3,715
ココア	18	24	31	42	58	57	66

*輸入

出所：MALAYSIA AGRICULTURAL DIRECTORY
& INDEX 1986/87

た。その結果、第1次マレーシア5ヶ年計画が実施された1966年には12%程度にすぎなかった二期作率²⁾が、現在では約70%に達し、それに伴って自給率も向上して、1984年には78%になった。なお、輸入のほとんどがタイ国からのものである。政府はさらに1万ha規模の水田整備計画を10ヶ所程度もっている。

サバ、サラワク両州の1984年の作付け面積、生産量は19万ha、25万tで全体の5%程度となっている。

自給率のなお一層の向上は政府の輸入制限等の政策にもよろうが、国境に近いコタバルではタイ国からの密輸米が横行し、価格もマレーシア産の半分の1kg、1M\$であった。さらに、圃場整備した後に、約束を履行せずタバコを植えたりする農家もあるとのことであった。コタバル市街地周辺では農業機械不足のためか、休耕地もかなり見られた。

マレーシア経済は順調に伸び開発途上国というより、途上国と先進国の中間まで発展してきたが、世界経済の停滞の中で、その影響を受け、現在は厳しい状況にある。農業も同様に輸出の伸びがおもわしくなく、政府もオイルパーム、ゴム等からパパイヤ、マッシュルーム等の換金農作物への転換を奨励している。

3 農業機械状況

稲作の二期作の拡大によって、特に収穫、移植時期の労働力不足が深刻な問題となり、農業機械のより一層の導入が進められてきた。MADAではほぼ100%機械作業となり、KADAにおいても70%程度機械化が進んでいるといわれている。しかし、視察中は人力による田植え風景が見られた。また、機械化の影響によって、最近では水牛の数もかなり減って、コタバル周辺の視察中にその姿を見かけたのは数度であった。

マレーシアでは乗用トラクタの製造は行われておらず、すべて輸入に依存している。表4に所有形態別トラクタ台数を示す。乗用トラクタはプランテーションに最も多く、次いで農家となっているが、これはかなり裕福な農家で、一般的な農家の収入では所有することが不可能である。なお、プランテーションの所有台数は、400haに1台として推定したものである。請負耕作は二期作率の増加によって、最近上昇したもので、今後更に増えるものと考えられる。

表5に国別乗用トラクタ販売台数を示す。日本製シェアは25%前後を保っているものの、ここ数年の経済状態を反映して、減少傾向にある。価格は40PS程度で約150万円（大学卒初任者の1年分の収入に相当）でマレーシア人にとってはかなり高価なものである。

表4 所有形態別トラクタ台数 (1983年) 単位:台

所有形態	乗用トラクタ	歩行用トラクタ
農業省	480	164
請負耕作者	1,508	1,836
農家	1,836	3,279
農協組織	560	398
プランテーション※	3,000	—
公社関係	823	—

※1985年データ

出所: MALAYSIA AGRICULTURAL DIRECTORY & INDEX 1986/87

写真1はKA DAトラクタのFiatである。KADAはアジア銀行の融資を受けており、Fiatはその指定トラクタである。後輪の

表5 国別乗用トラクタ販売台数 単位:台

年 国名	1982	1983	1984	1985	1986
日本	373	307	290	326	195
イタリア	213	204	259	246	42
イギリス	493	312	312	317	54
西ドイツ	90	109	97	97	103
その他※	531	168	142	135	399
合計	1,700	1,100	1,100	1,121	793

※中古トラクタ含む

出所: KUBOTA AGRIC. MACH. Sdn. Bhd.

放射状の角材は湿田作業中に、車輪より長く出し、スリップを防ぐものである。しかし、圃場間移動の時、畦畔を越えなければならず、作業後はその修復が大変だそうである。ここにも圃場整備のおくれの一端を見ることができる。

歩行用トラクタはやや裕福な農家の所有が多く（表4）、マレーシア国内でも生産されている。1986年の販売実績によると383台で、この内約100台がローカルメイドで、その他の大部分は日本製である。ローカルメイドの価格は5PSエンジンのもので約1,000M\$, 日本製同馬力の半分となっている。写真2はローカルメイドの歩行用トラクタであるが、クラッチがなくその分ハンドルが長いのが特徴となっている。ちなみに水牛1頭の値段は約1,000M\$で、ローカルメイドトラクタとはほぼ同価である。

稲作の農業機械の利用は一般的に政府、公社等の機関から協同組合を通じて貸出す形態と、請負業者による賃耕の形態とがある。Kubota Agric. Mach. の調査によると賃耕の価格は8M\$±20%/1hrである。

4 おわりに

マレーシアの農家、特に稲作農家はマレー人がほとんどで、自給率の向上と共に所得の向上を目標にしてきたが、問題点としてKADA 土木部長のAhmad氏は次の3点を指摘している。1) 後継者不足による農民の高齢化、2) 農業機械の絶対数の不足、3) 圃場整備事業の一層の拡大。KADA 地域では農民の大部分が50歳を越す年齢で、若者は農業を継ぐ意志がないそうである。一頃日本で言われた三チャン農業が、現在ではマレーシアの問題となっている。農業機械はかなり不足しており、購売能力も一部の農家に限られるところから、ますます賃耕が普及していくものと考えられる。圃場整備は徐々に進

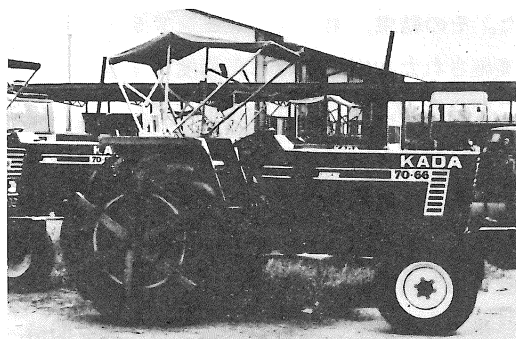


写真1 KADA 所有乗用トラクタ

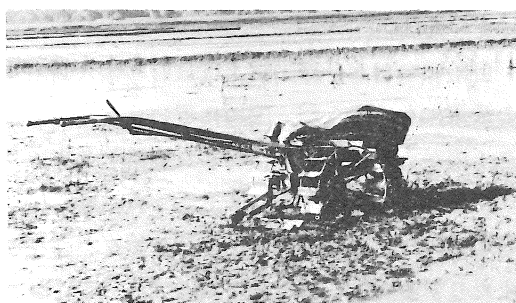


写真2 ローカルメイド歩行用トラクタ
(コタバル)

行しているものの、農業機械が入ることができない圃場がかなりあり、KADA 地域でも数多く見られた。

今後、徐々にではあろうが、農業機械は普及するものと考えられるが、パーツの供給を含め、メンテナンスの面でかなり問題がある。マーケットが小さいとはいえ、日本もメーカーを中心に少しでも協力できればと考えさせられた。

今回の視察に際して、労をとって頂いたJOCV 国内課平沢昭男氏、JOCV マレーシア駐在員八林明生氏、西村喜継氏、JOCV 大内力氏、マレーシア丸紅多田野宏一氏に記して感謝します。

参考文献

- 1) 米山正博：マレーシアの農業協力 News Letter No.111 国際農業機械化研 1983
- 2) 長谷川清：西マレーシアの食糧生産と農業政策 News Letter No.125 1985

農産物自由化圧力に機械化でどう対応するか

—シンポジウム企画者として—

岩手大学農学部 清水 浩

1 はしがき

農産物自由化圧力が現実問題となり、日毎に深刻度を増してきつつある今日、この問題へ機械化によってどのように対処すべきかという課題で、シンポジウムを企画した。この問題への対応は、結局、機械化によってどのようにして生産費を切り下げるかという課題と、どこまで生産費を切り下げることが可能かという二課題に、別けて扱うことができると考えられる。共に農機学会所属会員の関心事であろうから、学会の機会に意見交流をし、所信を切磋琢磨できれば有効だろうと思った。しかも、その機会に地元農民にも参加して載いて、その生きた体験談を聞き、一緒に可能性を議論する機会が得られればと考えた。それは、昨年、青森学会のシンポジウムの結論の一つ、地元へお土産を残して行くという学会開催の役割を果たすこととも成るであろう。

結局、岩手県農業経営者協議会会長の家子憲昭さんと、岩手農民大学（学長・石川武男）で活躍中の桜庭義也さんの二名に、農業実務者として参加して載いた。前者は20ha余の大規模稲作を展開して機械化による低コスト化を実現しつつある経営者であり、後者は標準規模経営で機械利用の合理化の途を模索しつつある農民であり、両者の比較は研究者へ貴重な経験を提供して載けることになった。また、日本たばこ産業株の全国に五箇所しかない試験所の一つが盛岡に在り、丁度、民営化して自由化圧力と的面

に闘かう立場に在るとみられたので、貴重な例題として話題提供を願うことにした。さらに、地元ではないが隣県の八郎潟農業はこのシンポジウムにとっての重要事例なので、その近況を秋田農試からご報告載いた。以上四課題に加えた序論として、私が蛇足を述べさせて載いた。

結果として、少し欲張り過ぎて時間不足気味となり、お叱りを戴くことにも成ったが、それだけに会場は活況を極め、約180名の多数者にご参加載いて会場はほぼ満杯となり、活発な議論を展開して、大きな成果を得ることが出来たようであった。さらに、次年度以降へと継承して拡大し、日本農業と当学会の発展に尽くしたいと希望している。

なお、このシンポジウムを開催するに当たって、岩手県庁農政部・岩手県農協中央会・同経済連・岩手県農機協会および岩手大学農学部後援会から、各々、ご協賛とご協力を戴いたことを付記して感謝申し上げる。

なお、序論として蛇足した私の講演概要と関連所感とを以下に掲げ、記録として留めさせて載いた。

2 標題についての学会の役割

前述のように、次の二面から問題を整理した。

(1) 生産費を引き下げる方法の究明

家子さん・桜庭さんの二事例が、丁度、生産費低減の二方法を示していたと見えた。つまり、家子さんは機械化・規模拡大による、言うなれ

ば薄利多売の低減方法である。また、桜庭さんは機械利用法の改善による、言うなれば節約型の低減方法を述べていたと見えた。両者共に、必要な手法であると思えた。

稲作など耕地型農業では、桜庭さんのような合理化方法だけでは限界があるので、経営を拡大して所得を確保する必要が起こる。しかし限り有る耕地内で、面積を拡大できる農民数は僅少であろう。従って、多数の農民は小面積経営のまま、稲作以外の伸長部門の導入によって、農業所得を確保する途を選ばざるを得ない。小面積で大所得を得る為には、結局、施設型農業の途を選ぶことに成ると思われる。この論理は、今回のシンポジウムの中で共通理解としてかなり固まって来たと思われたが、さらに、議論を尽くす必要がある。

冢子さんの機械化経営は大変に興味あるものであった。稲作の機械化は、主要機械が開発完了し普及を遂げているが、意外と補助作業が放置されていて、労働量を浪費している。機械化一貫体系として試験場レベルでは整備されていても、実際農家へは浸透していないで、単位投下労働量を低減し切れずに居る為のようである。個々の経営の問題と絡むので、試験場の体系が直に農家へ浸透し難いからとみられる。その点を、冢子さんは自分で工夫し、中古機械を改良するなどして、解決していた。愛妻の微笑ましい協力が効果を挙げているようであった。但し、試行錯誤の自己開発は意外と高く付き、結局、農機具費はかえって高くなって、単位生産費の低減効果を悪くしているようであった。冢子さん等の先人の貴重な経験を集約して、後輩が再び無駄を生まぬように、学会は橋渡しの労を採る必要の有ると考えられた。あるいは、農機業界に協力を仰ぐ場面も生じるのではないかと考えられた。

桜庭さんは、機械利用を合理化する為の提言を多数述べられた。貴重な体験として拝聴できた。但し、中には被害妄想と見られるような事柄も含まれていた。例えば、故意に壊れ易く機械を造って販売するようなこと等は、まず有り得無い。激しい販売競争の社会で、それは自縄自縛の行為と成って成立不能だからである。問題は農民がそのような意識を持つ程に、機械利用費が高く付く今日の農業に有ると思われる。その合理化について学会は実を挙げ、かつ、農民の余計な誤解を解く必要があるだろう。

(2) 生産費を引き下げる限界性の究明

冢子さんは稲作の規模拡大へ意欲を持って取り組んでおられた。しかし同時に、規模拡大が苦労だけに終わるなら、との不安も漏らしておられた。稲作の規模拡大による合理化で生産費を低減しても、米価が国際価格との相対で順次に低減しては、いちごっこで苦労だけが残る。結局は、米国やタイ国などの安い米価へまで、日本の稲作は合理化できるのかという問題へ逢着する。その終局を見極めねばならない。

NIRAや、それへ同調する者達は、日本の稲作は輸出産業にまで成り得ると言う。即時には無理であろうが、順次に合理化の実を挙げれば可能であると言う学者も多い。日本人は勤勉で利発だからと煽られて、それが可能だと言う農業経営者すら表われて、戦列を乱すことにも成っている。

そこまでの合理化が可能であるか如何かは、今後の農業改良の路線決定に極めて重大な影響を持つとみられる。従って、時流に乗った無責任な放言では無く、また、浅薄な誤った判断では無く、科学的な正確な予測が日本の農民と農業の為にぜひ必要である。それは機械化を手段とする合理化なので、かつ、主要稲作地帯を抱えるという意味を持って、当学会の責務で

あると考える。

この課題に関しては、私はイタリアにおける稲作の機械化による合理化の実績を紹介して、判断の参考に供した。次に、その概要を記す。

3 イタリアの稲作機械化

日本農業に比較的近い条件を持つとみられるイタリアの稲作について、紹介する。

イタリアでは、北部をベネチアへ向けて東西に流れるポー川の下流・ロンバルディア地方が古くからの稲作地帯として知られている。かの古典映画・「がい米の舞台も同地方であった。しかし、現在の米産地はポー川上流のペリチェリ町周辺地域に集中して、旧主産地は没落した。イタリア全体の70%約13万haが同地区に集中して、一面の水田地帯を形成しているのである。

ペルチェリ地区は、米生産に最適の諸条件を備えているからである。排水条件の良い上流地区へ灌がい水路を整備したことによって、この地区の優位性が決定的に成ったようであって、その好条件は機械導入の過程で実証された。

表1に、その過程を示す。一戸当たり稲作面積は表のように増加した。ここは、かつては複合経営の地域であったが、稲作の伸長につれて、全くの稲単作地帯に今は変わっている。モノカ

ルチュア農業化である。その牽引力になったのが機械化であった。表のトラクタ・コンバイン普及台数に示すように、機械化は近年に急浸透し、稲作面積増加はそれと正相関した。また、単位収量も稲作の振興と相関して増加してきた傾向があり、地域全体平均値5.5 粍 t / haは低くない。

図1は表を感性的に示したに過ぎないが、ha当たり投下労働時間と、農家当たり収量の推移を示す。正に劇的である。労働時間短縮には、図に示すスレッシャからコンバインへの転換、高性能トラクタへの転換の他に、広葉雑草用に次ぐ禾本科雑草用除草剤の導入など、経営としての体系的な合理化がもたらした総合効果が大きかったのだ。

しかし、重要な事は省力化ではなくて合理化であって、機械化による生産費低減効果である。それは経営規模との関係を持っている。ここにデータは無いが、40ha規模以下では兼業農家であるという。地域には200ha規模農家も数戸あるという。訪れたその一戸は、かつては養豚を含む複合経営であったが、今は稲作専門経営へ転身した。機械設備の利用合理化の為である。経営規模に相応した機械を装備し、償却しているのである。例えば、ヘリコプタなどはコスト

表1 イタリアの稲作での変化（ペルチェリ地区）

	1924	1936	1952	1961	1971	1980	
投下労働時間（時間/ha）	1,202	1,028	771	540	110	45	
トラクター	（台数）	—	638	1,641	4,852	8,789	11,130
	（ha/台）	—	212	82	28	15	12
コンバイン	（台数）	—	—	4	375	1,204	1,482
	（ha/台）	—	—	—	267	83	70
単位収穫（粍 t / ha）	3.9	5.3	4.8	4.8	4.6	5.5	
収穫量（粍 t / 戸）	5.8	9.0	11.0	16.0	75.5	220.0	
栽培面積（ha / 戸）	1.5	1.7	2.3	3.3	16.6	40.0	

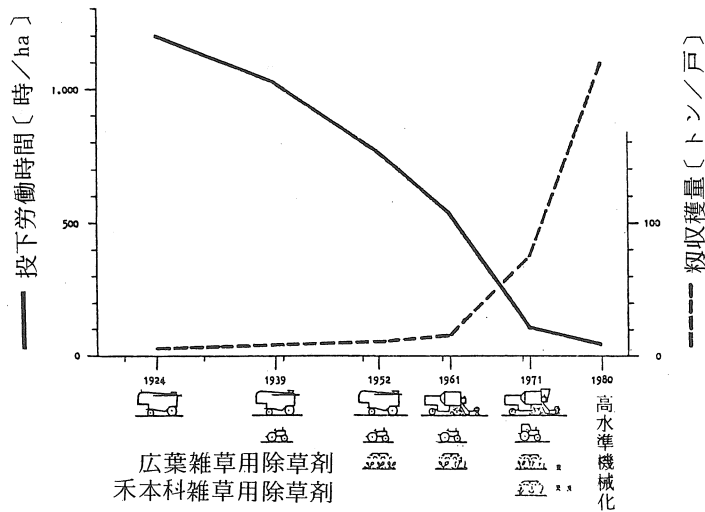


図1 イタリアの稲作機械化の推移（ペルチェリ地区）

高に成る為には使用しない。防除にはトラクタを活用していて、立毛水田中でそれが使えるようなほ場基盤を備えているらしいことに感銘した。

200haの経営者などは、常に米相場を聴取し有利な時期に出荷して、生産費との差額を利益に変える企業者なのである。

4 むすび

イタリアの稲作は、上記の経過を以って国際競争に生き残った。この経験から多くを学ぶことができるが、しかし、日本農業は同一の経過を採り得無いであろう。なぜならば、イタリアでは適地適作物の競争裡でペリチェリ地区が生き残ったのだが、日本でも大部分の米作地が衰退して良いのかが、第一の問題である。

第二はペルチェリに相当する地域が日本にどれだけ有るかの問題である。平坦地ほど都市化した今日で、それは不可能と見える。経営規模

の拡大とは別に、耕地傾斜度や多雨条件下での排水性などの技術条件が、国際比較の基礎から見失われているようである。

そして第三には、少量の農家への土地集積に取り残された多数の農民の行方である。農業以外に安定した職が得難い条件下では、彼等が農業で生きて行ける途を、狭い経営耕地の内へ求めねばならない。従って、イタリアの稲作のような耕地型農業の展開のみに、解決を求めることが不可能なのである。

家子さんの経営努力には大いに敬意を表すると共に、今後の発展を学会として後援し協働したい。日本の稲作の合理化に採っての必須要件と思うからである。しかし、それは必要条件であっても充分要件ではない。多数の農民が幸せに生きて行ける途を、機械施設の面からどのような形態で求めるか、なお継続討議する必要があると思われる。

大規模経営における機械化の構築事例

岩手県稲作経営者会議 家子 憲昭
盛岡農業改良普及所 千葉日出男

1 はしがき

昨今の農業機械化を技術的側面から眺めると、労働力不足による農業の衰退を、作業能力を高めて保持継続させる役割に止め、積極的に農業を改革するけん引力としての役割は、零細経営に阻まれて発揮できない状態にある。そのために生産費高騰の元凶と化して、ひ弱な経営の足を引っぱっているように見える。

こうした事態を解消するには、優れた農業者の養成、経営規模の飛躍的拡大、生産性の大巾な向上等、農業構造の改革を進めることが緊要とされているが、このことは一朝一夕で出来るものではないので、農業の成長過程に即した技術体系の定着化、とりわけ農業機械の体系化が構造改革を推進する最も手近な方策のように考える。

農業者は機械化体系を、農作業を能率的に、仕上りのよい仕事をなし遂げるためのものとか、作物や家畜の生育環境の改善に係わるものとして理解しているが、経営改善の主役であることの理解に乏しい。

そこで拙ない体験ではあるが、水田の大規模経営に即した農業機械化を確立するために、経済的無駄を少なく、作業者に無理なく、作物に好適条件を作り、近隣農家から評価を得られる内容とすることを目標に取り組み、一応の成果が出たので紹介する。

2 経営の動き

昭和43年、それまで長年続けてきた酪農と決別して耕地の総てを開田し、3.8 haの水田単作

経営となった。これと同時に機械・施設の装備を一新し、利用形態も共同利用で出発した。しかし共同利用による低コスト化の効果よりも、作業競合から生ずる水稻生産への悪影響や、隣人交際の陰りなどによる不利益が大きかったことから次第に各戸で機械を装備するようになって更新を契機に共同利用は消失した。こうして自己満足できる稲作生産体制を整えることになったが、個別経営では投資できる限界が低くなり、主要作業だけの跛行的機械化を余儀なくされた。

水田単作に移行した頃から、他産業へ就労する人が多くなり、50年代に入ってそれが定着し出すと農作業委託が増え、委託耕作、そして耕地の譲渡と次第に農業離れ農家が多くなってきた。

その中で、わが家での農地が集積される過程をみると、まず、機械作業の困難な水田の受託から始まる。それ等の圃場は土質の悪さや、開田工事の不良等が主因であることから、基本的には土壤改良や、工事のやり直しが筋ではあるが経費の面からみて無理があるので、機械の高性能化と作業方法の改善を組合せた次善策で、委託者も満足できる耕作を行った。このことが契機となって次第に良田の委託あるいは預かった農地の譲渡が受けられるようになった。

表1 年次別水田面積の推移(単位ha)

項目 \ 年次	昭43	昭48	昭53	昭58	昭61
自作地	3.8	3.8	5.2	11.4	16.4
借用地	—	0.7	2.8	2.7	4.2
計	3.8	4.5	8.0	14.7	20.6

経営規模が2桁台に入ると、中型機の改良では乗り切ることが困難となり、一段と高性能な機械に変えなければならない事態が生じた。しかし真面に新品を購入しては採算が合わないことが必定なので中古機の活用で経費負担の軽減を図った。

3 農業機械化の展開

水田規模が広がり、農業従事者当り作業量が増えると、仕事を省略、粗雑にしがちであるが、委託農家の手前があって手抜きは許されなかった。そこで作業員一人を原則（複数の場合は相手の都合に大きく支配されて計画が乱れることと、わが家の農従者は妻と2人だけということとで、メンバーとして不足であるということとで一人とした。）とした一貫作業体系を組立てて進めている。その主なところを紹介する。

表2 農業機械等の主な改善点

項	目	改 善 点
採 土 (昭 55)	床土取り	土木用バックホー(中古)の活用
	床土振り	土木用振るい(中古)をトラックの荷台に装着して選別積込みを同時に行う
	床土格納	飼料受けホッパーとベルトコンベア-の組合せで搬入
育 苗 (昭 56)	肥料混合	土木用コンクリートミキサー(中古)の活用
	土詰め	播種プラントにベルトコンベア-を連結して農閑期に行う
	育苗箱の運搬	パレット(手作り)に積み上げフォークリフト(中古)で運搬
耕 起	(昭59)	全面駆動型デスクブラウ利用
移 植 (昭 58)	苗と田植機搬運	トラック運搬車を連結して苗と田植機の同時移動
	田植	流状肥料と苗の補給装置(手作り)を開発
収 穫 (昭 56)	刈取り	コンバインの袋詰めを500kg入れバックに改造
	生籾運搬	トラックの荷台の前部を切り取りクレーンを装着
乾 燥 調 製 (昭 56)	籾の搬送	自動搬送装置の組合せ(手作り)
	乾籾の格納	機械格納庫に板囲いをして貯留
	出荷	パレットに袋を積みあげフォークリフトに乗せる

1) 育苗床土の準備

夏期の比較的農閑期に、近くの丘陵地や工事現場等の採土場に、土木用バックホー(スクラップを購入して自分で修理して活用。)を持ち込み採土してダンプトラックに積込む。積込む際にトラックの荷台に置いた土木用砂通しに原土を流して篩選し、細かい土壌だけが荷台に残るようにトラックに装置してある(独自のアイデア)。トラックで運搬された細土は、ホッパー付搬送ベルトコンベア(飼料受ホッパーを改造して土木用ベルトコンベアに結合し、ダンプトラックから落下する土壌を受け止めて搬送。)で貯留場(旧豚舎)へ持ち込み、長期間放置して自然乾燥をしている。

2) 育苗

冬期間に、貯留してあった床土をベルトコンベアで持出し、肥料混合機(スクラップのコンクリートミキサーを修理)に入れて肥料を混ぜ、床土を作る。できた床土をベルトコンベアで育苗プラントの土入れ装置に送り込む。育苗プラントを作動させて、育苗箱へ床土を詰める。

土詰めされた育苗箱はパレットに積み込んでフォークリフトで作業場の一角に搬送し、貯留する。

3) 移植

トラックに苗積棚(自作、1日分の苗を積込む。)を装置して苗を乗せ、更に元肥(側条用液肥)を積込む。トラックの後に田植機運搬用トレーラ(自作)を連結して1人で同時移動できるようにしている。

移植時の苗や液肥の補給には、自動的に正逆転するベルトコンベア(自作)で、苗供給と空箱回収を行っている。液肥はポンプ(農薬防除機を改造)で供給できるように工夫してある。

4) 収穫

コンバインから貯留タンクを取はずし、500 kg詰フレコン袋に直接貯留できるように改造し、満杯になった袋は、クレーン付トラック（自作）に積込むようにした。積込まれた生粳は半日毎に作業舎まで運搬し、クレーンでポッパ付ベルトコンベアにあげ、乾燥機まで搬送する。乾燥機を作動させて粳を機内に送り込む。

以上主要なものだけ挙げたが、いずれも1人で十分仕事を完遂できる仕組みとなっている。

しかし2人であれば作業の流れはより順調に進められるので、大方は夫婦2人で行うことが多い。

機械装置は、スクラップを継ぎ合せたものばかりであるために、1つの仕事をなし遂げるために余計な機械も組合っていて（例えばベルトコンベアは一枠毎にモーターがついているために距離が長くなると動力源が数個に及ぶ等。）無駄もある。これはスクラップや中古機で間に合せているため、製品化されたものを見慣れた人には大人の玩具にしか写らないものばかりである。

しかし一連の仕事を遂行するうえで必要な配慮が詰まっていて、製品化された機械のように部分作業を機構化したものとは異なり、農業経営を担当する者が総合的な充実感を味わうことができる。

5) 作業改善の成果

開田当初は、圃場を水平にすることや、耕盤の地耐力を高めること等に腐心をした。その甲斐あって現在ではどの圃場も農業機械が走行できる状態にある。近年は圃場再区画整備に乗り出して、1区画1ha以上の水田もできている。

このように、基盤を改良し、作業方法を改善し、機械操作等に熟達できたこと等の成果が徐々に出てきた。

そのことを10a当たり総労働時間でみると、13時間から15時間となり、岩手県の産米生産費調査60時間に対比して約1/4となった。しかし20haの水田を耕作することになると総稼働時間は約2,800時間で、1日8時間労働とすると350日となり、農従者1人当たりでは175日となる。

したがって稲作期間中は休日なしの状態と言っても過言ではない。

視点を変えて取扱う主要な物量を概算すると肥料3,000 kg、生産物30万 kg（生粳18万 kg、玄米12万 kg）、合計303 tとなり、これが2人の手に掛るので単純計算で1日1人当たり865 kgの物量となる。これが一時期の特定時間に集中するので、実際には何倍かの苦勞を強いられる。したがって機械力に移行できた作業（例、元肥施用生粳の運搬）は問題は少ないが、人手を煩わす作業（例、苗や出荷米等の運搬）については改善の必要がある。

また、機械力に移行できた代かき作業では、耕起と移植の峽にあって時間的制約が厳しく、そのうえ整地の最終仕上げであり、後作業への影響が大きいことから、高い精度が必要なために、最も困難な作業であり、改善を要する。

次に生産費について、モデル圃場の試算によると、10a当たり生産費は総額で100,993円となる。これは県の61年産米生産費143,802円に比較して30%低くなっているが、その内容は農機具費と光熱動力費（殆んど油脂代と電力費）に生産費の38%を要し、そのうえ諸材料費（機械・施設改良資材費含む。）を合せると50%を越す状態である。これは労働費削減の代償で当然の帰結とも見えるが、今後この面の合理化について検討の必要がある。

4 機械化の構築について

表3 10a 当たり所要労働時間

(単位 時間/10a)

区 画	育 苗	耕 起	代かき	元 肥 施 用	田 植	水管理	除 草	防 除	収 穫 乾 燥	籾 摺	その他	計
30 a 区画	2.65	0.56	1.52	0.31	0.90	0.60	0.25	0.16	2.90	0.85	4.33	15.03
120 a 区画	2.65	0.39	1.16	0.24	0.65	0.25	0.16	0.16	2.10	0.85	4.33	12.94
県 平 均	7.3	5.8		3.3	8.2	10.3	4.7	0.7	15.7	(乾燥含む) 3.0	0.9	59.9

注) 県平均は岩手統計情報事務所速報62-14に依る。

表4 10a 当たり一次生産費

(単位 円)

項 目	種苗費	肥料費	農薬費	光 熱 動 力 費	そ の 他 諸 材 料 費	土 地 改 良 水 利 費	賃 借 料 金	建 物 等 設 備 費	農 機 費	労 働 費	計
モデル圃場	2,098	8,475	14,441	7,986	13,676	7,903	6,443	1,084	30,631	8,256	100,993
県 平 均	3,041	16,264	5,996	3,012	3,391	7,269	10,681	4,301	40,923	48,924	143,802

注) 県平均は岩手統計情報事務所速報62-14に依る。

農産物の生産には長期間を必要とする。そのために作業は断続的となる。したがって部分作業を並列して、それに必要な日数を当てると作業体系ができると錯覚していることが多い。

農家においては作業目的に合った作業効果と同時に、生産全体としての経済効果を上げなければならないので、作業適期内で重複して行う作業種の同時化が不可欠となる。

同時化には①基幹的作業と副次的作業の組合せ(田植と苗補給、収穫と籾運搬等)。あるいは②基幹的作業間の組合せ(採土と篩選と積込み、収穫と乾燥)。そして③副次的作業間の組合せ(籾運搬過程の荷受けと移送等)のような関係がある。更に作業が連続的に結びついているもの(例、①、②、)と、同時併行的に行われるもの(例、③、)がある。前者の場合、作業が間欠的なので連携時間の短縮が作業量に大きく影響する。そのことに着目して作業員1人で行う装置を工夫してスムーズな作業の流れを作り、省力的に作業能率を向上できた。また後者は、組合っているそれぞれの作業の能率の均衡を保つことが肝要であるが、このことについては籾運搬時に、荷受けホッパーを取りつけて前後作

業の作業能率に干渉して、作業の流れをよくし、省力化を図っている。

このように、市販機械を並列するだけでは満たされない機械化の部分埋めることは、農業者として身につけなければならない技術である。

そのことを進める手立てとして、具体的な例を挙げると、かつては自動車免許(普通、大特、けん引)があればこと足りたが、これに加えて今後は、機械の整備技術、作業機の修理や加工のための溶接技術、更には燃料や潤滑油等を取扱う危険物取扱い技術等は最低でも修得しておくことが不可欠である。

なお経営規模拡大するためには、圃場を清潔にし作物収量が平均以上に良好な状態に保持すること、更にアイディアに富んだ仕組みを作りそれを実践して、農家の関心を引きつけることそして近隣との日常の交際に欠礼のないように努める等、信用を得るための努力が先決である。

以上、機械化の構築について、事例を主体として、技術的側面から私見を述べたが、ご叱正を賜われれば幸いである。

33年の経験に基づく、農業における 機械化についての主観的考察

岩手農民大学（九戸村） 桜庭 義也

私は、昭和29年3月、県立福岡高校を卒業、直ちに家業を継いで就農した。

当時の我が家では、県北畑作の伝統的な農法であった、ヒエ、ムギ、大豆の2年3毛作を中心とする畑作と水稻、それに、始めたばかりの酪農で、乳牛は、成牛2頭、それに、農耕用に道産子が1頭という経営であった。

村内では、先進的な位置にあったとはいえ、当時、我が家で保有していた農機具は、次のようなものであった。

プラウ、サクラ馬鍬、双用犁、両返し（培土機）、カルチベータ、ツースハロー、機械押し切り、縄ない機、リヤカー、馬ソリ、それに、2.5馬力の焼玉エンジンと丸宮式の脱穀機であった。

そして、その農機具を駆使する経営規模は、水田75a、畑1.6haであった。

当時の農業政策は、ことごとく増産政策であった。若い農夫達は、農研クラブ等に結集し、研鑽に励み、先進地を視察し、農村は正に活気に満ちていた。

時代はやがて農業基本法農政の展開となり、高度成長の時代、列島改造に湧き立つ中で、日本農業と共に、我が家の経営も、黄昏の時代を迎えた。

歳月は流れ、就農以来33年を経て私も既に51才、日本経済は、低成長からマイナス成長の時代に突入した。

それでは、我が家の農機具と経営規模はどのように変わったのだろうか。

23馬力ホイールトラクタ、（昭和44年購入）、

27馬力ホイールトラクタ（中古機）、ロータリ（中古機）、ボトムプラウ、水田用スーパーハロー、リヤマウントモータ（昭和44年購入）、ヘーメーカ、アクロバットレーキ（昭和44年購入）、マニュアルスプレッド（廃品を買い再生）、ブロードキャスタ、ライムソワー（中古機）、1tダンブトレーラ（昭和44年購入）、フロントローダ（昭和44年購入）、4WD軽トラ、耕うん機（中古機）、バインダ（2条刈）、田植機（中古機）、ヘーエレベータ（自作機）、スノーブル（自作機）、エンジンミルカ、（自作機）、電動バッテリー（自作機）、ミルカ、バルククーラ、糶すり機（昭和32年購入）、精米機（昭和32年購入）、10馬力セットカッタ（自作機）、kwセット長切カッタ（自作機）、育苗器（昭和44年購入）、電気溶接機、切断機、

そして経営規模は、

水田	150 a
畑	350 a
乳牛	13頭

である。

サラリーマンであれば、あと4年で定年退職という今日であれば、現在のこの状況は、我が農業の最終の姿といわなければならない。

それでは、私の農業人生において、「機械化」は、どういう意味があったのだろうか、或いは、「機械化」は、何を物語っているのだろうか。

本来ならば、科学的分析を行い、数字をあべ一定の考察を加え、発表すべきところであろうが、私はもともと、そうした立場にないのみならず、そういう能力もないので、この際やむな

く、「主観的考察」に留まるのは、当然の帰結である。

我が家の機械化の過程を振り返って見ると、機械化と規模拡大が、相呼応して進行してきた歴史であったといえる。

機械化は、その能力に見合った経営規模がなければ、コスト高を招く故に、機械化は規模拡大を、そして規模拡大は、機械化されていない部分の労働量の増大を伴い、その部分の再機械化を招くという図式ができるのであった。

しかし、それはその通りなのだが、始末が悪いことに、この機械化と規模拡大は、どちらも膨大な資金を要することである。しかも、農家は生来、現金の持ち合せがないものであるから事態は一層悪化するのであった。

私の親父の代は、人様に金を貸すことはあっても、人様から金を借りた、例がない堅実経営であった。それに引き替え、高等教育を受け、指導機関の指導と資金援助を十分に受けた、私の代になって、近代化の代償としての借金をしてしまった。

しかし、これは、広い世間で我れ一人の出来事でないことは、周知の通りであるが、この傾向を、より鮮明にする事例は、村内にいくつもある。

例えば、より大きく規模拡大し、より大型の機械を導入した人は、より大型の負債を抱え、後継者が自殺する例や、又ある者は「負債農家経済更生対策」の対象となっている等、枚挙にいとまがないくらいである。

こうした一連の機械化の功罪の特徴は、肉体的苦痛と、将来展望の喪失に帰する事である。

今年の夏、岩大農学部5号館において「農産物自由化圧力に機械化でどう対応するか」をテ

ーマに、シンポジウムが開かれた。

私も、このシンポジウムに呼んでいただき、冢子憲昭氏の講演を聞く好機を得た。

氏は、膨大な機械装備を駆使し、膨大な規模の経営をされているのには、ただただ驚くばかりであった。私も事業農家だが、その規模は、わずか5 ha、冢子氏のそれは、何んと20 haなのであった。

この恐らく岩手県一の大規模経営の冢子氏と、恐らく専業農家では岩手県一小規模経営の私が、図らずも同じ演壇に立った事は、何かの因縁があると思われるのである。

さて、その因縁とは何なのだろうか。シンポジウムに参加された先生方の指摘もあったように、両者共、農機具は、出来合いの新品は殆んどなく、中古機や、その改造品や自作機が多く、装備はあるが、金はかゝっていないという点が共通している所であった。

このことから引き出される結論は、「日本農業の危機」がいわれているが、危機の元凶は、高過ぎる農機具であり、機械代が安ければ、規模の大小を問わず、経営は成り立つという事である。

同時に、こゝに提起されている重要な問題は、農家の仕事の能率を向上させ、或は苛酷な労働からの解放のために、研究、工夫された諸理論、諸機械が一旦資本の手にかゝれば直ちに農家への収奪の手段となり、発明者の善意も願いも、実際には、農家への仇となって作用している現実を直視し、発明者、研究者、そしてそれを利用する農家が、共に手を携えて、この重要な矛盾に立ち向うことの必要性を教唆するものとして、心に留め置く必要があると思うのである。

たばこ耕作の場合について

日本たばこ産業(株)盛岡試験場 河田 千協・谷田部 一

外国たばこの流通自由化と円高、関税の撤廃によって、我国のたばこ産業は価格差なしの国際競争時代に突入しており、製造コストの大きな比率を占める原料葉たばこの価格をいかに国際水準に接近させるかが緊急の課題となっている。たばこ作の労働時間は年々減少してきているが、葉たばこ生産コストに占める労働費の割合は約50%であり、作業の機械化等による大幅な生産性向上が求められている。

1 機械化の変遷

たばこ作機械化の開発試験は昭和33年から始まり、30年代は耕運機の導入による耕起、整地、畦立作業の機械化に主力を注がれた。その成果は昭和39年からの第一次省力5ヶ年計画の推進において、育苗・栽培・乾燥・選別等一連の耕作法の改善とともに、労働時間の短縮と労働負担の軽減化に大きく貢献した。そして昭和44年の第二次省力計画では、移植機、施肥機、半自動収穫機、抜根機等のたばこ作専用作業機の開発へと展開した。昭和50年代は各作業機の高能

率化がはかられる一方、生産対策事業の実施により農業機械メーカーもたばこ用作業機の開発に積極的に取り組み、各種作業機の実用化が急速に進展した。昭和57年からは、それまでに開発された作業機を使用する機械化作業体系の実証展示農場が全国に設置され、産地の実態に即応した機械化の検証と普及の促進がはかられた。昭和58年からは5ヶ年計画で抜本的な生産性向上技術の開発が進められており、自動は種肥土詰機、全自動給苗移植機、自動葉もぎ収穫機、自動幹刈収穫機等の傑出した作業機が開発されている。

2 作業機の普及状況

東北地方を主産地とするバーレー種たばこ作の専用作業機の普及状況を表-1に示す。連編機は台数、普及率ともに最も高く、施肥機と堆肥散布機がこれに次いでいる。移植機、畦間作業車の普及率も10%を超えており、特に畦間作業車は最近になって急速な普及の傾向が認められる。

表-1 バーレー種たばこ作専用作業機の普及状況

区分	年次	堆肥散布機	施肥機	自走式移植機	高架型畦間作業車	畦間作業車	幹刈機	残処理機	連編機
台数	57	290台	554台	358台	39台	244台	一台	51台	4,483台
	58	394	632	390	58	386	—	81	4,537
	59	587	791	392	78	461	—	74	4,834
	60	595	961	434	100	575	255	104	4,689
	61	705	1,237	536	100	992	280	139	5,337
普及率 (面積)	57	7%	12%	8%	2%	2%	—%	2%	—%
	58	14	12	9	2	4	—	4	—
	59	18	15	10	3	5	—	5	—
	60	22	19	11	3	7	3	4	—
	61	21	24	12	3	12	4	5	42

表-2 作業別体系と使用する作業機

区分	耕起・整地	施肥	畦立・被覆	移植	防除	摘心・摘芽	収穫
現状	乗用トラクタ ロータリ	背負式施肥機 堆肥散布手作業	管理機 成畦被覆機	手作業 簡易移植機	背負式動噴	手作業	手作業
小型体系	乗用トラクタ スキ、ロータリ	施肥機 堆肥散布機	成畦被覆機	自走式移植機	畦間作業車 防除装置	手作業	
大型体系	乗用トラクタ ボトムプラウ ロータリ	施肥機 堆肥散布機	成畦被覆機	自走式移植機	高架型作業車 防除装置	手作業	
新耕作体系	乗用トラクタ ボトムプラウ ロータリ	施肥畦立同時被覆機 堆肥散布機		自動給苗 移植機	高架型作業車 防除装置	手作業	

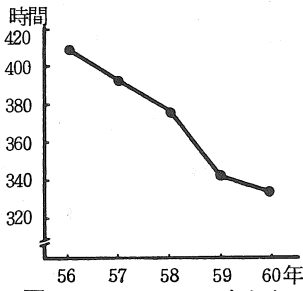


図-1 10アール当たり労働時間の推移

表-3 バーレー種たばこの作業体系別労働時間 時間/10a

作業体系	苗床	本畑 (耕起~摘心)	収穫乾燥	選別	合計
現状	21.0	70.2	168.0	78.8	338.0
小型体系	23.2	61.8	172.0	59.0	316.0
大型体系	21.7	44.1	140.8	59.0	265.6
新耕作体系	14.0	27.4	89.0	37.8	168.2

3 労働時間の推移

バーレー種産地のたばこ作における10a当たり労働時間は昭和40年の700時間から、昭和50年には428時間に減少し、昭和60年は338時間となっている。昭和56年以降の推移は図-1のとおりで、過去5年間においても約18%の低減がはかられたが、昭和59年以降は労働時間の減少に鈍化の傾向がみられる。

4 機械化作業体系と労働時間の比較

バーレー種たばこの専用作業機を利用した作業体系を表-2に示し、作業体系別労働時間を表-3に示した。機械利用の作業体系別労働時間を比較すると、新耕作体系の労働時間は現行作業体系の約1/2に低減しており、機械化の普及により大幅な生産性向上の可能性を示している。

5 機械化推進上の問題点

1) 品質・収量への影響

作業精度は機械化により手作業レベルよりも低下するのが一般的であり、園芸的耕作法から農耕的生産方式に転換していく場合に、品質と収量を確保するための新たな耕作技術の確立を必要とする。

2) 投資過剰の恐れ

単位面積当たりの労働時間の減少は同一労働力での規模拡大による収益増を基本として、作業機ごとに共同利用も含めた経営的見地からの投資限界の検討が必要である。

3) ほ地条件の適正化

作業機の性能を妨げないほ地環境の整備が必要となる。

6 国際化に対応した生産性向上施策

- 1) 高性能機械の開発と新耕作体系の確立
- 2) 専用作業機の簡易化と汎用化
- 3) 大型機械の導入を可能とする基盤整備
- 4) 農地の流動化促進による大規模農家の育成
- 5) 組織化、共同化による機械等の効率的利用

八郎瀉農業の現状

秋田農試・大瀉支場 岡田 晃治

1 はじめに

大瀉村における営農は、入植から20年を経過し、戸当り15ヘクタールの大規模区画農場での水稲・麦類・大豆を基幹とした、大型機械化一貫体系による田畑複合経営が行われている。

昭和62年度は15ヘクタールの農地を、水稲10ヘクタール、畑作5ヘクタールの割合で作付され、3～4年のローテーションで田畑輪換が行われている。

干拓地特有の低湿重粘土壌での機械作業の困難性あるいは、土壌に起因する麦類・豆類の連作障害の多発等、多くの障害を営農技術の高度化によってカバーしながら高所得農業をめざしている実態について報告する。

2 主要作物の作付面積および単収の推移

図-1 および2に示したように、水稲の作付面積は米過剰情勢での作付制限の初まった昭和50年から8.6ヘクタールで作付されていたが、60年から10ヘクタールに作付増加が認められたことによって、60年度以降大幅に変動した。

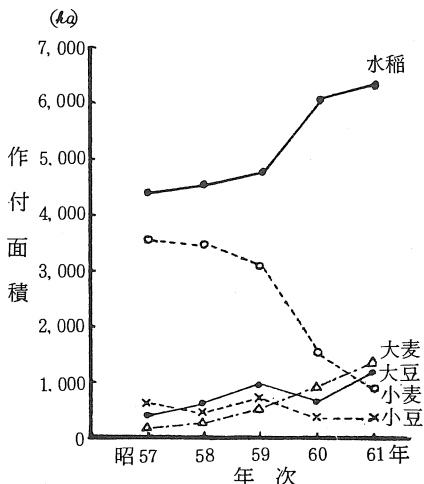


図-1 主要作物の作付面積の推移

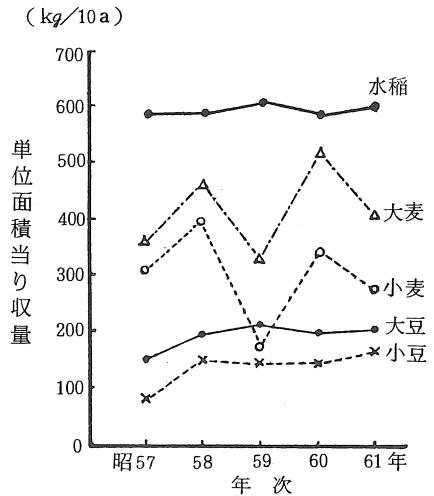


図-2 主要作物の単収

小麦については昭和57年の3,600ヘクタールで作付され、過去の最高面積で、その後減少傾向となり昭和60年には1,600ヘクタールまで減少し、昭和61年には1,000ヘクタールまで減少した。一方大麦は小麦に変わって年々増加傾向を示し、昭和61年には小麦を逆転して、麦類の主力となった。この原因としては、小麦の場合、収穫が梅雨期になり刈り遅れるによる減収と、品質の低下が大きな原因となり、又刈り遅れによって、後作の大豆・小豆・南瓜の作付が遅れることになり、作柄の不安定要因となることも一原因となる。

又近年小麦に連作障害の立枯性病害（本邦初発生の眼紋病）の発生が二連作位からあり、罹病すると早期に倒伏することから減収度が大きくなり、作付を控える農家が多くなっていることも原因となる。この病害は、他作物との輪作条件では発生がなくなるため、小麦の連作は殆んど見られない。又大麦は小麦より収穫時期が10日程度早くなることから、後作も安定しており、作付体系も余裕をもてることになる。

しかし大麦には飼料麦の政府買付限度枠があるため面積拡大にも問題を残している。

大豆は約84%が麦後作付であり、大麦の面積拡大とともに後作大豆が増えている、小豆は98%が麦後作付で300～500ヘクタールの作付で推移している。

単収は水稲が年次変動も少なく、略々10アール当り、600kg前後で(村平均)県内でも上位にランクされる位の多収地である。田畑輪換によって品種構成が複雑で、復元田初年目圃場では耐肥性の強い品種の作付であり、翌年畑作予定地には稲後麦が作付されることから早生品種が作付されることになる。

小麦・大麦の単収は前記した気象条件・諸障害等によって年次変動が大きく、作柄は非常に不安定である。

大豆・小豆は麦後作付が多いことから、極多収の例は少ないが、略々大豆が200kg程度、小豆が150kgの安定した単収で推移している。

その他大潟村では村の特産品として市場性の高いアムスメロンの栽培が盛んで、一時は約90ヘクタールまで面積が拡大されたが、周辺町村からの雇用労働の確保が困難になっていることから、戸当たり栽培面積の減少、栽培農家の減少等から昭和61年には50ヘクタール以下まで減少している。

3 田畑輪換の実態

昭和50年からの水田利用再編対策にともなって、水田8.6ヘクタール、畑6.4ヘクタールの田畑複合経営が行われるようになった、昭和60年からは水田10ヘクタールに増反されている。

この再編対策によって、大潟村においても本格的に畑作導入がなされることとなった。

大潟村の農地は干拓地の低湿重粘土壌であり、畑作地としては好適土壌とはいえない条件にあった。この畑作導入を契機に土壌基盤の改善を主眼においた、田畑輪換方式の導入を実施に移

表-1 田畑輪換面積の推移 (ha)

	輪換の形態				合計	
	稲→畑	畑→畑	稲→稲	畑→稲	水稲	畑
昭57	1,350	3,191	3,510	877	4,387	4,541
58	1,350	3,075	3,127	1,376	4,503	4,425
59	1,735	2,692	3,151	1,350	4,501	4,427
60	1,360	2,388	3,141	2,039	5,180	3,748
61	1,247	1,372	3,933	2,376	6,309	2,619

すことになり、現在に至っている。

大潟村における転作は水田面積の中から配分されるため、転作奨励金の交付も転作面積のみに交付されており、畑作面積については交付を受けないことになる。表-1に田畑輪換の推移を示した。水田・畑作の連作地では翌年には40～60%で転換されていることは知られる。この表から3～4年のサイクルで田畑輪換が行われていることもわかる。次の表-2・3では麦類あるいは豆類の作付体系別面積を示した。小麦・大麦の普通播(連作)か10～20%程度で、水稲後(転換初作目)が70～90%と割合が大きい。

表-2 麦類の体系別作付状況

		昭61年産		昭62年産	
		面積(ha)	比率(%)	面積(ha)	比率(%)
小麦	普通播	262	30.3	43	8.1
	水稲後	562	65.0	467	87.5
	大豆立毛間	24	2.8	18	3.4
	小豆立毛間	9	1.0	3	0.5
	その他	7	0.9	3	0.5
	小計	865	(100)	534	(100)
大麦	普通播	556	42.8	318	19.7
	水稲後	535	41.2	1,039	64.3
	大豆立毛間	146	11.2	188	11.6
	小豆立毛間	21	1.6	35	2.2
	その他	41	3.2	35	2.2
	小計	1,299	(100)	1,615	(100)
麦類合計		2,164		2,149	

表-3 豆類の体系別作付状況

		昭61年産		
		面積(ha)	比率(%)	
大豆	普通播	202	16.5	
	麦後	大麦	930	75.4
		小麦	100	8.1
	小計	1,232	(100)	
小豆	普通播	2	2.1	
	麦後	大麦	230	68.5
		小麦	99	29.4
	小計	331	(100)	
豆類合計		1,570		

一方豆類は80~90%が麦後作付で、大麦の作付拡大によって、安定した輪作体系が組まれている。

大潟村における2年3作・3年5作作付体系
(1年目)(2年目)(3年目)

水稲→小麦→大豆→大豆→小麦→大豆→水稲

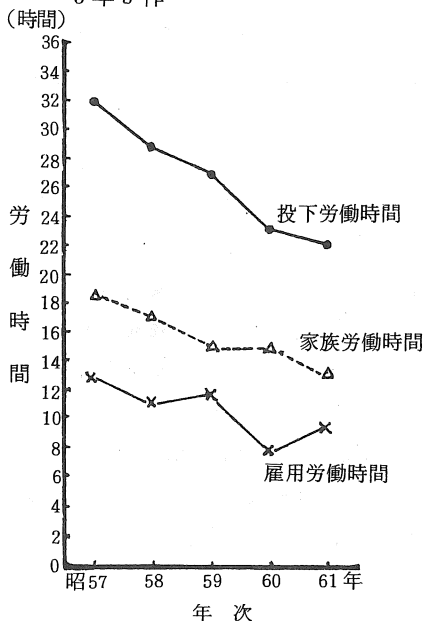
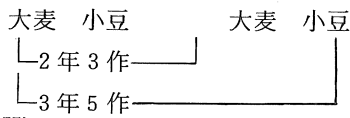


図-3 水稲10a当り労働時間の年次別推移

4 作業労働時間

水稲10アール当りの作業労働時間を図-3に示した。昭和61年は22時間となり、5年前の昭和57年時より約10時間も短縮されている。作業別では圃場整備作業・除草・育苗等が減少を示しており、やはり年数経過とともに圃場条件が安定してきていることと、低コスト化への技術的対応が定着されてきていることによると考える。ちなみに秋田県約50時間・全国約55時間となっている。

5 経営収支

経営収支を見たのが図-4であるが、粗収益が2,000万円以上になったのが昭和59年以降で、

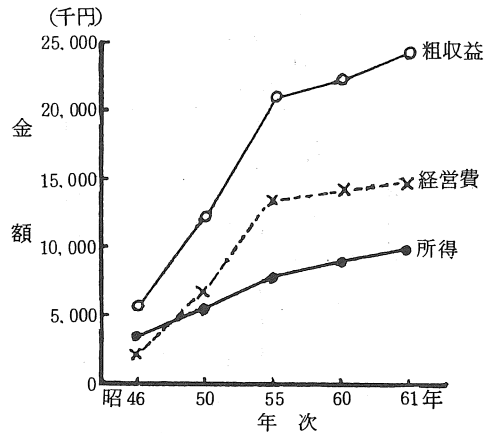
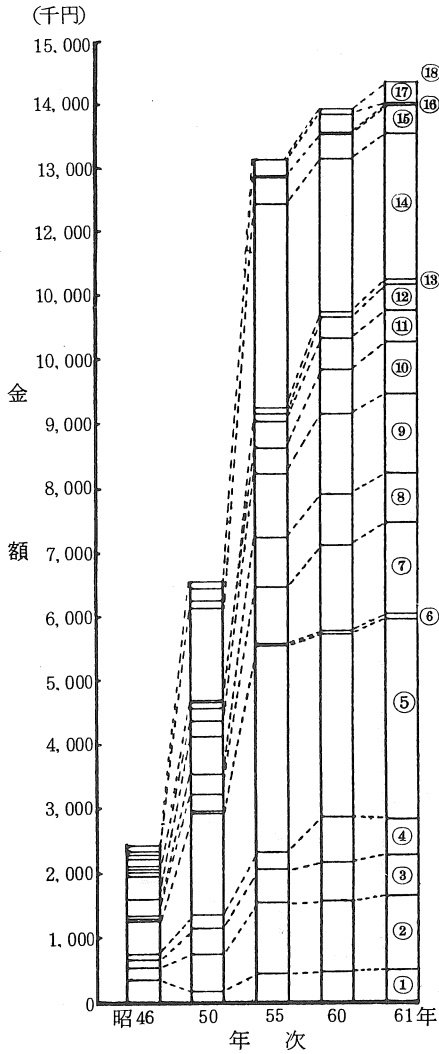


図-4 一戸当り経営収支の年次別推移

昭和61年は約2,400万円となっている。経営費は昭和59年以降横バイ傾向となり、その結果所得が徐々に上昇傾向を示し、昭和61年には約1,000万円となっている。低コスト化のため経費節減が徹底されてきていることがうかがわれる。

経営費の費目別支出割合を見たのが図-5で、大きい割合を占めているが、農具費で約22%となっている。

6 水稲10アール当り経営収支と生産費



- 1 種苗費
- 2 肥料費
- 3 農薬費
- 4 諸材料費
- 5 農具費
- 6 害鳥駆除費
- 7 建物費
- 8 光熱動力費
- 9 賃借料費
- 10 雇用費
- 11 水利費
- 12 保険料
- 13 農業用被服費
- 14 支払利息
- 15 公租公課
- 16 間接雑費
- 17 管理費
- 18 雑損失, その他

図-5 年次別一戸当り費目別支出額の推移

昭和61年の10アール当り粗収益が約20万円であった。経営費は約8万円で所得が約12万円と

表-4 水稲10アール当り経営収支・生産費

項目	大 潟 村		秋田県	全 国
	昭 61	昭 60	昭 60	昭 60
経営収支	円			
粗収益①	200,783	195,157	189,652	168,923
経営費②	80,631	83,753	89,168	89,992
所得③	120,152	111,404	100,484	78,931
所得率③/①	% 59.8	57.1	53.0	46.7
生産費	10アール当り			
	86,752	90,909	127,438	137,367
	60kg当り			
	8,239	9,075	12,676	15,768
	10アール当り労働時間			
	22.33	23.54	50.8	55.1
	10アール当り収量 kg			
	632	601	603	523

なり、昭和60年の秋田県・全国と比較すると、大潟村が2~4万円の増加となる。所得率は、大潟村59.8%・秋田県53.0%・全国46.7%で大幅に上回っている。一方表-4に示したように10アール当り生産費は約87,000円で、昭和60年の秋田県・全国と比較しても4~5万下回っている。これは主として、前記した労働時間の短縮に起因しているところが大きい。

7 まとめ

大潟村における営農は戸当り15ヘクタールの大規模農場での機械化一貫体系農業が行われている。現在、約半々の面積で田畑輪換が行われているが、今後もこのような輪作大系を取って行くとするれば、本論でも記したように、稲作は低コスト化による単収の安定、高収益が維持出来ると考えるが、畑作物においては基盤の改善を徹底させるとともに、輪作体系における、各作物の適品種の開発と、機械作業における、高精度が要求される。又基盤の改善にとともなう、土壌の化学性・物理性の変化に対応した処置を適切に溝じつつ、畑作物においても単収の安定化が、今後の大潟村農業における所得の向上につながるものであろう。

東北地域における農業機械化研究の歩み—第8回

東北農業試験場農業技術部

1 東北農試の沿革

東北農業試験場は昭和25年4月、現在地盛岡市下厨川字赤平四、岩手種畜牧場厨川分厩跡（旧岩手種馬所、明治40年創設）に設立された。これは当時全国的に実施された農業関係試験研究機関の整備総合計画の一環として、3支場・1支所・3試験地を統合して、国の地域農業試験場の一つとして発足したものである。

現在の組織は企画連絡室、総務部、栽培第一部（大曲）、栽培第二部、畑地利用部（福島）、環境部、畜産部、草地部、農業技術部、農業経営部で構成されている。

2 研究の背景と主要課題

東北地域の農業は、戦後、とくに経済の高度成長期以降著しい変貌を遂げた。作物の栽培技術の確立、寒冷気象に対応した農業技術の進歩に支えられて恵まれない自然条件や経済環境を次第に克服し、生産力は飛躍的に向上した。

しかし、近年の農産物需給は、米の構造的過剰基調、飼料の輸入依存など、不安定な状況にあり、食料の需給とそれを生産する農家経営の安定化が重要な課題となっている。

こうした社会経済情勢の変化や気象変動に耐える農業技術を開発し、多様な農家の経営条件に適合する低コストシステムの開発のため、昭和60年2月研究基本計画を作成して研究を推進するとともに、最近急激な進展を見せているバイオテクノロジーや情報・電子系技術を取り入れた研究を開始している。

3 農業技術部

当部は水田作、畑作の大規模機械化技術体系、畜産を含む田畑交互利用の技術体系の確立を目標に、栽培、農業機械、農業土木、畜産、農業経営などの専門分野から構成されている総合部（機械化栽培第1・機械化栽培第2・機械化作業第1・機械化作業第2・基盤整備・家畜多頭飼育・機械化経営の7研究室）であり、技術の体系化およびそのための素材研究を行っている。

技術の体系化については、昭和59年度から「汎用化水田における総合生産力向上技術体系の確立」試験を実施しており、各専門分野の共同研究によって問題解決のための技術開発、設定した個々の作目の技術水準の検証、技術の評価と適用条件の解明等を実施している。

4 機械化作業第1研究室

当研究室は、稲作の機械化大量生産技術の確立に関する研究のうち、直播栽培を軸にした稲作作業技術体系に関する研究に力を注いできた。昭和38年の発足当時は、構造改善事業による基盤整備や、大型機械類・共同乾燥調製施設の導入などによる労働生産性の向上と農業の近代化に大きな期待が寄せられていたところで、大型機械化湛水直播体系の試験とこれに関する素材技術の研究が実施され、この間、「水田の土壌基盤整備」・「生籾乾燥・貯蔵法」・「米の食味改善」・「機械化技術の緊急開発—水稻の移植・収穫作業」などの研究を実施した。

昭和50～54年においては、圃場乾燥わらの収集搬送・生わらの同時収集・大量わらの運搬等

の研究を実施した。

昭和51～55年においては、耕うん整地作業の高効率化・藁稈類植物残渣の処理法（能率的藁稈搬出・切断散布・すき込み）等の課題を実施した。

昭和54年から開始された「転換畑」研究においては、営農排水と高水分土壌における整地・播種作業の試験を行った。

引続き、麦・大豆を基幹とする作付方式の技術体系シミュレーションモデルの作成とそのマニュアル策定を行った。現在では、地域輪作技術情報システムの開発、火山灰土壌における耕盤管理技術の確立、輪換畑野菜作の機械化技術の開発等に関する研究を実施している。なお、水稻直播栽培の安定技術の確立を目指した、圃場の高能率・高度均平化技術の開発、水稻直播用芽だし播き機の開発と利用では、新しい手法を作出した。さらに、農作業におけるオートメーション技術の開発では、作物・生育のセンシング法について研究を始めている。

5 機械化作業第2研究室

昭和38年農業技術部の発足にあたり、畑作物の機械化作業体系の確立をめざして、旧農業経営部農機第1研究室を母体として発足した。

発足当時は、新たに造成された大規模圃場において、中・大型トラクタを基幹とした、畑作

物、飼料作物の機械化作業法や作業体系の研究、傾斜地実験圃場において傾斜地における各種作業法などの研究を行い、それまでの成果を現地に積極的に導入し、高冷畑作地帯の機械化作業体系や営農方式の確立を推進した。

また、飼料の大量貯蔵生産方式の確立、大豆の密点播技術の確立などを行い、昭和41年頃からは、転換畑における畑作物の機械化作業の研究を開始し、転換畑における畑作物生産の機械化技術の確立に先進的役割を果たした。昭和44年頃からは、転換畑における大豆、とうもろこし、牧草などの機械化作業体系の研究、半乾草など粗飼料の成形法の研究、畑作雑草の機械防除法等を中心に研究を行った。

昭和50～51年頃からは、転換畑特定作物として生産が要請されていた麦類、大豆、そば、飼料作物を中心に、畜産との有機的結合を前提とした複合農業生産技術の確立、機械や資源の有効利用技術の確立を目標とした研究を中心に行った。

昭和55年頃からは、間作の機械化、省資源・省エネルギー的機械化作業体系に関する研究を行い、現在ではスイートソルガムの機械化作業技術の開発、機械のインテリジェント化に関する研究に着手している。（東北農試、農業技術部 古川嗣彦、今園支和）