

# 農業機械学会東北支部報

NO.35. DEC. 1988

昭和63年12月

## 目 次

### 研究報告

・トラクタ車軸トルクの測定と応用	本橋闇司・田中勝千・嶋田 浩	1
・傾斜地用トラクタ（テラトラック TT33）の作業性能（第2報）	田中勝千・本橋闇司・佐野文彦・嶋田 浩	5
・レーザ光利用による水田の自動均平化技術の開発（第2報）	木村勝一・今園支和・菊池宏彰・伊藤信雄・坂上 修	9
・心土破碎・堆肥条施・播種同時作業機の開発	大下泰生・古川嗣彦・矢治幸夫・屋代幹雄	13
・水稻育苗用播種機の性能	小田原和弘・荻原武雄・及川光史・高橋 修	17
・作業機の無線制御プログラムの開発	屋代幹雄・古川嗣彦・大下泰生・矢治幸夫	21
・普通型コンバインの性能（第1報）	今 克秀・中島一成・森行勝也	25
・スローワによる穀粒の損傷（第2報）	上出順一	29
・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	大里達朗・戸次英二	33
・福島県における共同乾燥調製施設の稼動状況	荒川市郎	37
・ハトムギの乾燥法に関する研究（第1報）	渡邊千春・荒川市郎	41
・醣酵乾燥過程における通気量の影響について	呉 星五・清水 浩	45
・スィートソルガムの茎葉分離・搾汁システムについて	屋代幹雄・古川嗣彦・矢治幸夫・大下泰生	49
・トンネル型チューブハウスの開発	古川嗣彦・矢治幸夫・屋代幹雄・大下泰生	53
・大豆等蛋白穀類の肉状食品加工	西山喜雄・寺口太二	57
・農業用熱交換チューブの伝熱特性	西山喜雄・佐藤洋輔・吉田 敦	59
・大規模稲作のための機械化技術体系の実証	鶴田正明・荻原武雄・田中祐一	65
・超音波センサを用いた水稻草丈自動計測法について	木村勝一・今園支和・菊池宏彰・坂上 修・伊藤信雄	69
・ケニアにおける農業機械の保守管理について	太田義信・井上高司・A.O.オダワ	73
東北地域における農業機械化研究の歩み—第9回	秋田県立農業短期大学付属農場	79
支部会記事		81
団体賛助会員名簿		85



# トラクタ車軸トルクの測定と応用

本橋國司<sup>\*</sup>・田中勝千<sup>\*</sup>・嶋田 浩<sup>\*</sup>

Measurement and Application of Tractor Wheel Torque

Kuniji MOTOHASHI, Katsuyuki TANAKA,  
Hiroshi SHIMADA

## I 緒言

トラクタ車軸トルクに関する理論解析や実験的な研究についての報告は内外共に多い。目的は、牽引解析<sup>1) 2) 3)</sup> 傾斜地の登降坂性能<sup>4) 5)</sup> 4輪駆動トラクタのASSIST効果<sup>6) 7) 8)</sup> 等についてのものが多い。筆者らもこれらの点についても研究しようとするものであるが、主眼はこのトルクデータをオペレータに対するトラクタの状態表示に使うことにある。今回は試験装置と測定結果の一部について報告する。

## II 実験装置と方法

従来の研究では制動車を使い牽引力を測定している場合<sup>3) 6)</sup>、車軸に歪みゲージを張り付けて測定している場合<sup>1) 8)</sup> とがある。はっきりしないものもあるが、牽引力を測定したものは左右の車輪が同じ出力状態にあると仮定している。車軸の歪みゲージを使った場合には前後一輪ずつを測定している。しかし現実には機体が左右に傾斜する場合もありむしろ左右の車輪が同じ出力状態にある場合は少ない。以上のように考え 2輪駆動(2WD), 4輪駆動(4WD)切り換え使用可能なトラクタの4輪全部の車軸にトルク測定用ゲージを装着した。後車軸は改造なしでトルク測定が可能だったが前輪には60mmの延長軸を使用した。その様子を図1に示す。またトラクタの重心点近くに機体のX-Y方向傾斜を測定する傾斜計(TCM-ZX-90)を取り付け機体の傾斜と車軸トルクの関係が測定出来

るようになった。同時に左前車軸に重量転移量(2断面モーメント法)を求めるためのゲージを接着した。以上の結果この装置でトラクタの各車軸に発生するトルク(4データ)、機体の傾斜(2データ)、重量転移量(1データ)が同時に測定される。しかし、実際には重量転移量の測定に動歪み計の2チャンネルを使ったので7chのレコーダに全部のデータを記録仕切れなかった。そのため今回は横方向の傾斜測定をあきらめ、前後方向の傾斜のみを測定した。

以下に供試したトラクタの仕様を示す。

出力	31 kW
機体重量	16.37 kN
軸距	1.8 m
輪距	1.31 m
重心位置	0.83 m (後車軸から)
重心高さ	0.85 m
タイヤ	13.6-26(後輪) 6.0-16(前輪)

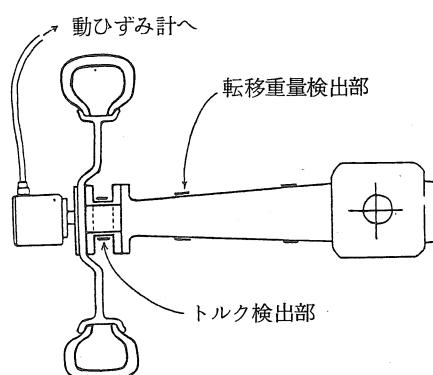


図1 前駆動軸改造図

### III 実験結果と考察

定速走行時のトラクタの走行抵抗は、 加速抵抗と空気抵抗を無視すれば、 ころがり抵抗、 勾配抵抗、 牽引抵抗の3つと考えてよい<sup>9)</sup>。即ち、

$$R = (\mu_r + \sin \theta) W + D_f \\ = T/r \quad (1)$$

この3抵抗が合わさって車軸トルクとなる。いま、 ころがりと勾配の項を等価勾配  $S_e$  とおくと ( $\mu_r \cos \theta$  の場合もある)<sup>10)</sup>

$$S_e = \mu_r + \sin \theta \\ T = (S_e W + D_f) r \quad (2)$$

ここで  $r$  は車輪の半径、  $T$  はトルク、  $W$  は機体重量、  $D_f$  は牽引抵抗である。

トラクタ単体の時は  $D_f = 0$  ゆえ、  $T$  は  $S_e$  についての情報を示しているから、  $T$  からは主として車輪のころがり抵抗（タイヤの変形、 すべり、 路面の変形等）や勾配についての情報が得られる。機体の勾配  $\theta$  が既知なら  $\mu_r$  と  $T$  との関係が得られる。

牽引抵抗のある場合、 短い時間、 例えば  $\Delta t$  秒離れた時のトルクをとり、  $D_{f1} = D_{f2}$  と置けば  $\Delta T = \Delta S_e r$  ゆえトルクデータから等価勾配が求まる。また  $S_e$  が求まれば逆に牽引抵抗も計算される。

以上のように車軸トルクから機体の等価勾配が求められるが、 その中で特にころがり抵抗に含まれる「すべり」の検出が実用上重要と考えている。

同様に前後車軸のトルクを比較すれば4輪駆動型トラクタの駆動特性、 即ち前後車輪の駆動力分担割合や、 重作業時のデフロック機構の作動タイミング等の情報が得られる。

また左右車輪のトルク差はデフロックのタイミングや等高線走行時の機体の左右傾斜を知るための情報源になるものと考えている。しかしころがり抵抗が左右の等価勾配にどう影響するかは、 まだ不明である。しかし、 理論的には前

後と同様、 左右の等価勾配も求まるはずである。

以上の他、 トルク情報と車輪の回転数、 重量転移量等を組み合わせるとトルクデータから実用上有益な情報を得ることが出来ると考えている。

図2は刈り取り後の傾斜草地を登降坂したときの傾斜度（度）と車軸トルクの関係を示したものである。左上に走行ギアレンジを示した。3-3は  $\approx 0.8 \text{ m/s}$ 、 以下  $1.0, 1.5, 2.0 \text{ m/s}$  の速度に相当する。斜めの実線は機体の傾斜  $\theta$  から勾配抵抗を求め片輪のトルクに換算したものである。

図3は同様、 左後車軸のトルクを示したものである。降坂時の-20度付近の○印で囲んだ部分は車輪がskipしたため計算から除いた。

これら車軸トルクを回帰してみると  
右軸  $T_r = 30.2 + 9.06 X \text{ (kgm)}$   
左軸  $T_l = 25.0 + 8.67 X \text{ (kgm)}$   
となり、 左右ほとんど同じ値を示した。

また図2、 3は牽引抵抗が0の場合なので機体の勾配と等価勾配抵抗の関係を示している。従って(1)式と回帰式

$$\mu_r = (T_r + T_l)/rW - \sin \theta$$

とから供試トラクタの傾斜草地におけるころがり抵抗係数が求められる。即ち、

$$\mu_r = 0.057 \text{ (20度)} \\ = 0.054 \text{ (0度)} \\ = 0.050 \text{ (-20度)}$$

降りの時、 ころがり抵抗係数が多少小さくなつたが、 実験の点数も少ないし実際に草のある傾斜地で実験しているのではっきりしない。文献10) の他にもころがり抵抗係数が傾斜度で変化すると言う研究<sup>11)</sup>がある。しかし、 この実験からはその傾向は明確でない。むしろ実験の範囲では一定としても良いと思われる。

また、 ころがり抵抗が車輪のスリップと共に増加するとの報告<sup>12)</sup>、 砂地ではスリップによっ

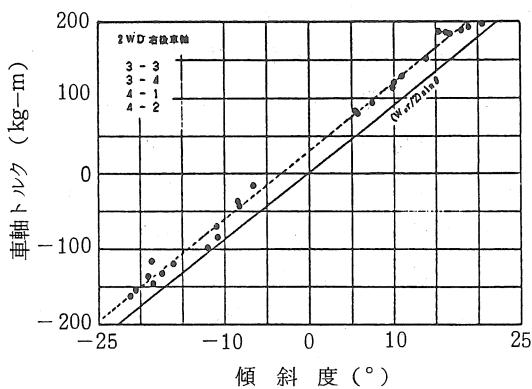


図 2 傾斜度と車軸トルクの関係（右）

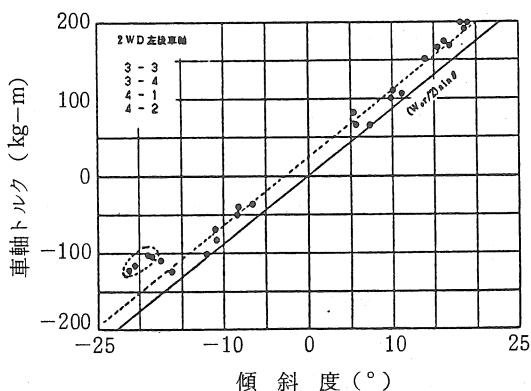


図 3 傾斜度と車軸トルクの関係（左）

て約10%内外増加すると言う報告<sup>13)</sup>等がある。図2, 3には-20度から+20度までのデータがあり、当然スリップの大きい場合のものも含まれている。しかし、図からは文献12), 13)のような結果が明確には読み取れなかった。このことはトルクがスリップ率のような速度成分を含まない為と思われる。

図2, 3の車軸トルクは傾斜度から物理的に計算されるトルクと殆ど平行している。このことは車軸トルクから走行路面の傾斜度を推定出来ることを示していると考える。別途傾斜計を備えない限り、傾斜0の点は正確には分からな

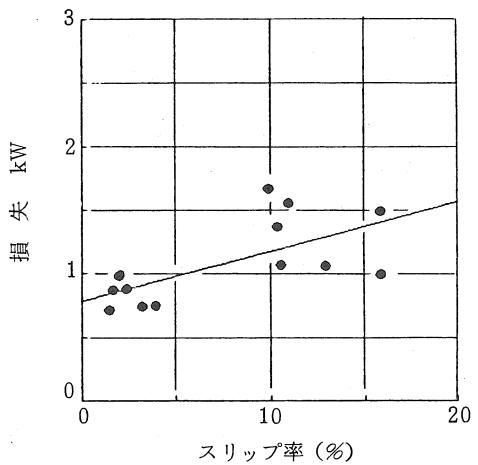


図 4 スリップ率と損失kWの関係（登坂）

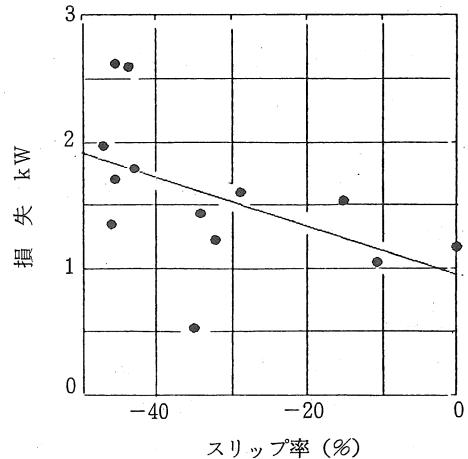


図 5 スリップ率と損失kWとの関係（降坂）

いことになり、等価勾配しか求まらない。しかし同じ路面を登降坂してみれば傾斜0のトルクが計算される。即ちトルクの回帰式を $Y = ax + b$ とすると、Y切片 $b = (Y_1 + Y_2)/2$ から傾斜0の時のトルクが計算される。

機体の速度やスリップ率は作業効率の計算や危険予知に必要な情報である。第5輪を使った速度やスリップ率の検出は実験的には普通に使われているものの、作業の邪魔になり実用的でない。RADAR<sup>14)</sup>を使った装置も開発されている。方法に付いては不明であるが実際にトラクタにスリップ率計が装着されている例もある。

これらの装置を使えばスリップ率や速度の検出は可能であるがトルク検出装置からもスリップ率の検出が可能なら、装置が簡単になり好都合である。図4, 5は以下の式を使ってスリップ率と損失動力の関係を見てみたものである。図のスリップ率は車輪の回転速度と進行距離を計って求めた。

$$s = 1 - v/v_0$$

縦軸のLOSS kWは

$$kW = (\Sigma T/r - W \cdot \sin \theta) v_0 / 102 \quad (3)$$

より計算した。データはかなりばらつくが両図とも0.6～0.5相当の相関をみとめた。ばらつきの原因、また登りと降りの回帰係数が0.039, 0.019と異なる点など究明すべき点が多いものの、この結果は車軸トルクからスリップ率測定の可能性を示したと考えている。なお図4, 5を作る上で、スリップと速度の関係を調べたが無相関であった。

#### IV まとめ

今回は2輪駆動時のころがり抵抗やスリップ率についてのみ報告した。4輪駆動については別途報告したい。なお本研究に対し北里大学獣医学部特別研究費(6222)の補助を受けた。記して感謝する。

#### 参考文献

- 1) Lee R. Erickson, William E. Larson: Four Wheel Drive Tractor Field Performance. TRANSACTION of ASAE 1346-1351 (1983)
- 2) 増田, 都築: 農用4輪トラクタのけん引解析(第1報), 農機学会誌23(3) 103-108 (1961)
- 3) 吉村, 阿部, 大塚: トラクタ車輪の対路面特性を表す諸係数とそのばね測定法(I), 農機学会誌43(1) 31-38 (1981)
- 4) 古川, 竹内, 伊藤: 駆動トレーラの登坂性能, 農機学会誌39(1) 21-30 (1977)
- 5) 吉村, 阿部, 大塚: 路面係数に基づいた車輪トラクタ登坂けん引作業性能線図の作成法, 農機学会誌43(2) 165-172 (1981)
- 6) 高橋, 八木, 西崎, 大竹, 杉浦, 大下: 四輪駆動トラクタのけん引性能, 農機学会誌48(2) 203-210 (1986)
- 7) 田野信博: 四輪駆動トラクタの前車輪アシスト効果に関する研究, 昭和60年度科学研修費補助金研究報告書(昭和61年3月)
- 8) L. L. Bashford, G. R. Woerman, G. J. Shropshire: Front Wheel Assist Tractor Performance in Two and Four Wheel Drive Modes, TRANSACTION of ASAE 23-29 (1985)
- 9) 平尾, 近藤, 亘理, 山本: 理論自動車工学 PP 2-16 山海堂(昭和54年)
- 10) 庄司, 佐野, 木谷: 農業機械学概論, P 87 養賢堂(1984)
- 11) 田中孝: 車輪の転動抵抗について, 農機学会誌20(1) 17-20 (1958)
- 12) 吉田, 権藤: 草地におけるトラクタ, 作業機の走行性の改善に関する研究, 草地試験場研究報告16 pp113-117 (1980)
- 13) 守田, 田中, 布野: 砂丘地における農用低圧タイヤについて, 農機学会誌34(2) 131-137 (1972)
- 14) N. A. Richardson, R. L. Lanning: Getting a true measure of GROUND-SPEED, Agricultural Engineering PP 14-20 June (1984)

## 傾斜地用トラクタ(テラトラック TT33)の作業性能(第2報) —けん引・登降坂・施肥播種性能について—

田中勝千<sup>\*</sup>・本橋園司<sup>\*</sup>・佐野文彦<sup>\*\*</sup>・嶋田 浩<sup>\*</sup>

Working Capacity of Hill Side Tractor, Terratrac TT33 (Part 2)  
—Performance of Drawbar Pull, Climbing and Broadcasting—

Katsuyuki TANAKA<sup>\*</sup>, Kuniji MOTOHASHI<sup>\*</sup>,  
Fumihiko SANO<sup>\*\*</sup>, Hiroshi SHIMADA<sup>\*</sup>

### I はじめに

山間の傾斜地に造成された草地の維持管理(追肥・追播・掃除刈)用機械として、外国産の傾斜地用トラクタを導入しその作業性について調べている。<sup>1) 5)</sup> 本報では供試トラクタにフロントドラムモーアとブロードキャスターを組合せた場合のけん引性能(コンクリート上), ブロードキャスターで追肥追播した場合の登降坂性能及び散布性能について報告する。

### II 供試トラクタ及び作業機械<sup>3), 4)</sup>

施肥播種作業に供試したブロードキャスターは、国産のフリッカータイプで、容量は280ℓ, 作業幅は4~12mである。表2にその諸元を示す。入力軸の規格回転数は9[1/s] (540 rpm)である。トラクタの後部PTO軸回転数をこれに合わせると、エンジン回転数は43.3[1/s] (2600 rpm)となる。傾斜地の施肥播種作業では、傾斜のきつい所の登降坂作業の場合、それ以上のエンジン回転数が必要となる。また、表1(トラクタ諸元)の後部リフト能力2.11kN (215kgf)及びブロードキャスターの重量0.69kN (70kgf)からすると、0.20kN (20kgf)の袋詰め7袋が積載限度となる。この容量でバケットがほぼ満杯である。なお、国産のブロードキャスターを装着する場合、供試トラクタの3点リンク形式が国産トラクタと異なるため、多少の改造を必要とする。

供試トラクタとフロントドラムモーア(以下モーアと省略)については前報<sup>1)</sup>を参照されたい。

表1 トラクタ諸元

型 式	AEBI テラトラック TT33
エンジン	19.9 kW (27 PS)
重 量	9.32 kN (950 kgf)
リフト能力	前 2.94 kN (300 kgf) 後 2.11 kN (215 kgf)

表2 ブロードキャスター諸元

型 式	BF-300
容 量	280 ℓ
重 量	0.69 kN (70 kgf)
長さ・幅・高さ	1190・1070・1045 mm
作 業 速 度	4~8 km/hr
作 業 幅	5.5~12m
装 着 方 法	3点リンク直装

表3 作業機の組合せによる重量配分比

作 業 機 械 の 組 合 せ	前輪:後輪
TT33単体	3:5
TT33+MW(モーア浮き)	6.4:5
TT33+MW(モーア回転)	5.1:5
TT33+B C(空)	2:5
TT33+B C(肥料7袋)	1:5
TT33+MW+B C(空)	4.5:5
TT33+MW+B C(肥料7袋)	2.8:5
汎用型単体(K-L-4212)	4.3:5

MW:フロントドラムモーア, BC:ブロードキャスター,  
肥料:20 kgf 入

### III けん引性能

#### 1. 試験方法と試験条件

試験は本学実験実習棟内のコンクリート上で行い、試験及びけん引力の検出方法は前報<sup>1)</sup>に従った。また、けん引時のエンジン回転数を43.3[1/s] (2600 rpm)に設定し、ギアを1速とした。作業機の組合せは表3に示した。比較のために、国産汎用型4輪駆動トラクタ単体(以下汎用型トラクタと省略)の場合も併せて行った。結果の整理は、けん引時の後車輪の滑り率(以下滑り率と省略)とけん引比(けん引力/全接地荷重)との関係で示した。

\* 北里大学獣医畜産学部

\*\* 明治大学農学部

## 2. 結果及び考察

図1は供試トラクタと汎用型トラクタの結果を示したもので、縦軸にけん引比、横軸に滑り率をとっている。いずれも単体の場合で、前者は前後車輪を、後者は後車輪のみをデフロックした。けん引比の大きさは両者に大差はなかった。滑り率20%時のけん引比は2輪駆動時、4輪駆動時各々約0.4, 0.6であった。図中の実線と破線は供試トラクタ傾向線である。図2に供試トラクタと作業機の組合せによる結果の例を示した。どの組合せも前後車輪ともデフロックした。4輪駆動時の場合、滑り率が20%以下では作業機の組合せによる違いはほとんどみられない。また、けん引比の大きさはトラクタ単体と同程度であった。2輪駆動時の場合、供試トラクタにブロードキャスターを後部に装着した場合のけん引比が他の組合せより大きい。駆動輪である後輪の接地荷重が大きくなつたことによる。図2からすればこの組合せだけで作業ができるように見える。けん引試験に先立ち、供試トラクタと作業機とを組み合わせた場合の重量配分比を調べた。供試トラクタは、表3に示すように前部と後部の重量配分は3対5である(汎用型トラクタは4.3対5)。前部に重錘を付けてないブロードキャスターを後部に装着したでは、重量配分が1～2対5となり舵取りが不安定になる。しかし、けん引比の大きさそのものに、その影響は現われなかった。傾斜地作業、特に登り作業では重量転移によって、平場以上に走行が不安定になる。施肥播種作業ではモーアを前装するか、同様の機種を導入している農家の様にバケットを前装し前部の重量配分を高める必要がある。

全体としてけん引比の大きさは極大値を取らずに漸増する。滑り率20%以降では大幅なけん引比の増大は見込めない。そこで、図2, 3の結果の検討では滑り率20%を一応の目安とした。供試トラクタの導入目的が草地の維持管理なの

で、草地面の植生を破壊しない滑り率の範囲でなければならない。この点について、草地面上でのけん引試験例を重ねて検討したい。

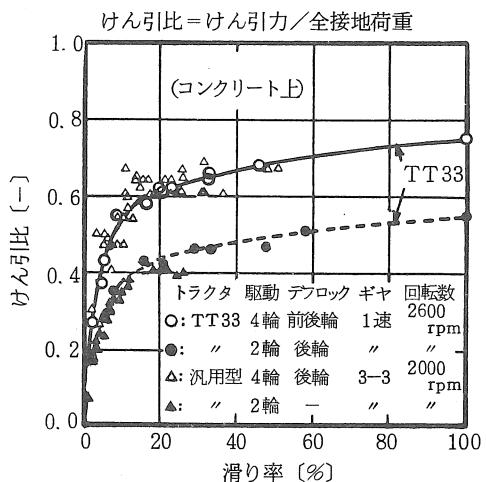


図1 滑り率とけん引比(トラクタ単体)

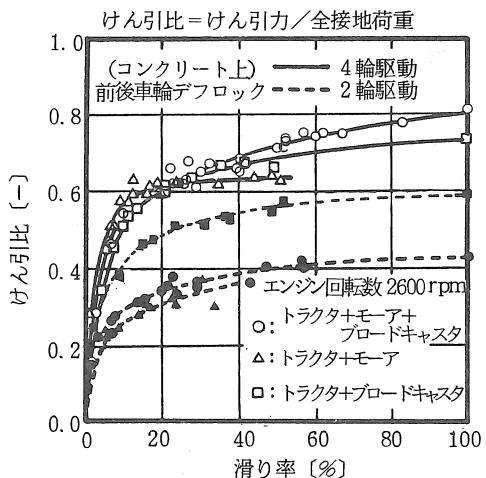


図2 滑り率とけん引比

## IV 施肥・播種作業

施肥・播種作業は、前報<sup>1)</sup>で供試トラクタにモーアを装着し刈取作業を行った5～30度の傾斜草地(試験地A)と、平均傾斜20度(19～21度)の傾斜草地(試験地B)の2ヶ所で行った。試験地Aでは傾斜25度未満の所で回り作業を、それよりきつい所では登降坂作業のみを行った。試験地Bでは登降坂作業と等高線作業を行った。

### 1) 傾斜角度と滑り率

刈取りの数日後、試験地Aで追肥追播作業時の後輪の滑り率とその時の傾斜角度を測定した。傾斜度の大小に拘らず後輪のみをデフロックした。エンジン回転数はブロードキャスターの入力回転数に合わせて43.3 [1/s] (2600 rpm) を標準とし、ギヤは1速とした。図3はその結果を示したもので、横軸に傾斜角度を、縦軸に滑り率をとっている。傾斜角度が20度を過ぎると、滑り率の増加割合が大きくなるのが分かる。傾斜角度30度では登降坂作業とも20%前後の滑り率となり、前後輪をデフロックして刈取作業をした場合と同様の滑り率となった。前輪もデフロックすれば滑り率はもっと小さくなる。また、両試験地とも平均20度の斜面で等高線作業を行った。積載重量に拘らず3.6 km/h程度の速度であれば十分に作業可能であると思われた。

### 2) 散布図

登降坂作業と等高線作業をした場合の肥料（窒素・磷酸・カリ）、土壤改良材（石灰）、牧草種子（ケンタッキーブルーグラス、ペレニアルライグラス、オーチャードグラス、シロクローバ）の分布を調べた。施肥播種量は青森県の不耕起草地の標準量に若干加味した。

#### ① 測定方法とデータ整理<sup>6)</sup>

肥料等の採取には受面積 330 cm<sup>2</sup> の篩用の升

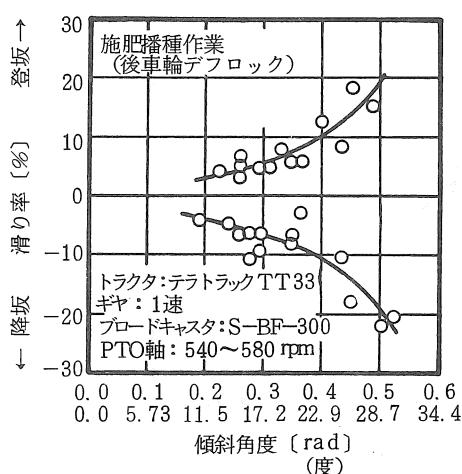


図3 傾斜角度と滑り率

（直径20.5 cm, 高さ6.0 cm）に、ポリエチレン袋をかぶせたものを用いた。登降坂作業、等高線作業とも、原則としてトラクタ進行方向に直角に50cm間隔に升を並べ、トラクタ通過後、升に入った肥料等の重量を上皿天秤（メトラーPC-400）で測定した。データ整理は、横軸に散布幅を縦軸に散布量をとり、散布量の変動が最小になるように図を重ね合わせ、有効散布幅を決定した。

#### ② 登降坂作業の場合

図4は試験地Aの傾斜28度の草地で、粒状の肥料を撒きながら、登降坂作業した場合の結果である。作業速度は3.2～3.8 km/hr、傾斜のきつい場所での登り作業では、PTO軸の回転数を9.7 [1/s] (580 rpm)とした。降坂作業9 [1/s] (540 rpm)より回転数が多い分、散布量が多い。機体の中心から左手の散布量にはらつきがある。横風の影響と思われるが、全体としては許容できる分布となっている。有効散布幅は14mとなり平場での作業と同様の散布性能が認められた。（1回散布、開度調整 粒状50 kgf/10 a）

#### ③ 等高線作業の場合

図5は試験地Bの傾斜20度の草地で、肥料、土壤改良材・牧草種子を混ぜ合わせたものを撒きながら、等高線作業した場合の結果である。作業速度は3.6 km/hr、エンジンは谷側に位置する。

（実線：散布量、破線：重合わせ時の散布量）  
傾斜度28度

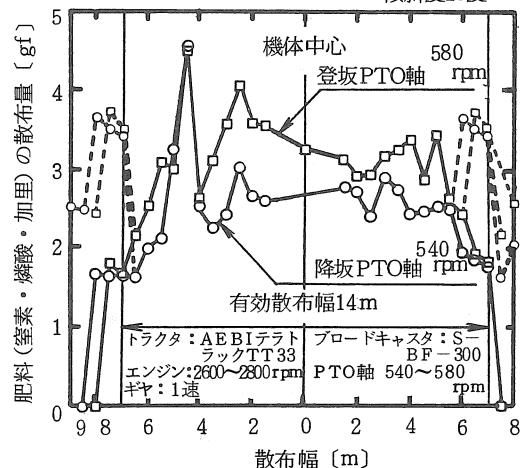


図4 散布図（登降坂作業）

比重の違いによって飛散の状態は異なり、肥料、土壤改良材、牧草種子の順に飛散距離が短くなつた。牧草種子の分布を基準とした重ね合せでは、有効散布幅は5 mであった。肥料、土壤改良材は相当変動のある分布となつた。各々が単独であれば概ね一様に散布できるが、それでは全体の作業能率が著しく低下する。実際の施肥播種作業では一緒に散布すると考えられる。その場合、各々の撒きむらは図5以上となる。同じ所で逆向きの等高線作業と登降坂作業を行つたが、同様の結果となつた。

## V 結語

コンクリート上でのけん引試験を行つた。その結果、トラクタ単体の性能は汎用型トラクタと同程度であること、4輪駆動時の場合作業機の組合せによる差異はないこと、ブロードキャスターを装着する場合は前部に負荷荷重が必要であることが分かった。また、施肥播種作業について調べた結果、傾斜方向では最大30度の、等高線方向では平均20度の傾斜草地でも一般のトラクタと同様の作業幅、散布状態が得られることを明らかにした。傾斜草地の傾斜度分布特性からすれば、平均20度の草地には最大30度の傾斜

がある<sup>2)</sup>。従つて、草地の維持管理用として供試トラクタを導入した場合、平均20度の傾斜草地であれば十分に利用できると思われる。

## 謝辞

本報告は昭和62年度文部省科学研究費試験研究(1)（山間未利用地での機械力による日本型不耕起草地造成工法の創出）、及び北里大学獣医畜産学部特別研究(6222)の補助を受けたことを記し感謝の意を表す。また、協力いただいた本講座専攻生にお礼を申し上げる。

## 引用・参考文献

- 1) 田中勝千・本橋閉司・嶋田 浩：傾斜地用トラクタの作業性能、農機東北支部報No.34, p 7-10, 1987
- 2) 本橋閉司・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)：テラトラックTT33資料, 1986
- 4) 佐々木農機(株)：ブロードキャスター資料, 1987
- 5) 竹中・木村：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課題研究, 1987
- 6) 農業技術協会：農作業試験法, p45-51, 1987

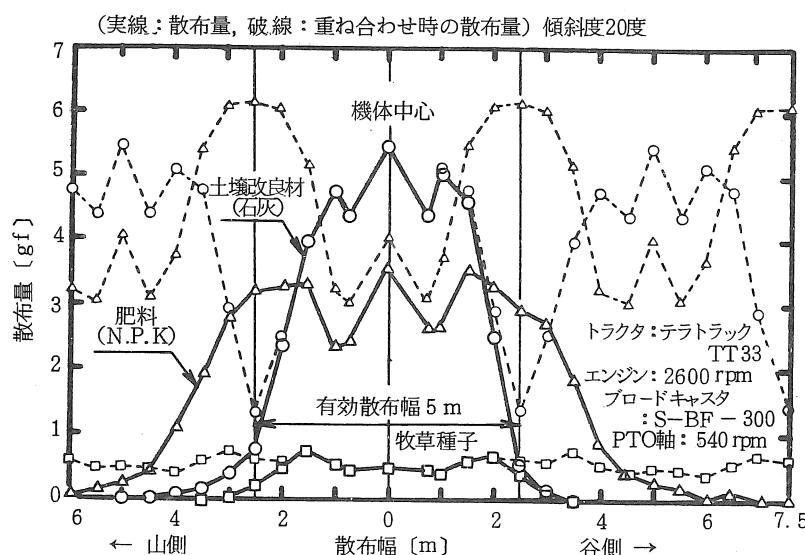


図5 敷布図 (等高線作業, 進行方向右手谷側)

# レーザ光利用による水田の自動均平化技術の開発(第2報)

## — レーザ光を用いた代かき作業性能 —

木村勝一<sup>\*</sup>・今園支和<sup>\*</sup>・菊池宏彰<sup>\*</sup>・伊藤信雄<sup>\*</sup>・坂上 修<sup>\*</sup>

Development of Automatic Leveling Technology with Use of Laser Beams  
at Paddy Field (Part 2)

Working Capacity of Paddy Harrow with An Automatic Control System for Height

Syoichi KIMURA<sup>\*</sup>, Sasakazu IMAZONO<sup>\*</sup>, Hiroaki KIKUCHI,  
Nobuo ITO<sup>\*</sup>, Osamu SAKAUE<sup>\*</sup>

### 1 はじめに

稲作の低コスト栽培のためには、圃場の区画拡大や直播栽培に対応した均平技術の開発が求められている。現在の作業法では大区画圃場の場合均平精度に限界がある。また、直播栽培の重要なポイントの一つは出芽苗立ちの安定化であり、播種床の均平化・均質化を高精度で行う必要がある。

前報では、レーザ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、既存の自動深度制御・水平制御装置との比較において機能特性を明らかにしたが<sup>1)</sup>、ここで水稻栽培(主に直播栽培)で求められている均平精度を検討した後、自動高低制御装置の改良と、運土機能付き代かき機を開発し、代かき作業におけるレーザ光高低制御法について検討したので報告する。

この装置の開発には石川島芝浦機械の多大な協力を得たので記して感謝致します。

### 2 試験方法

#### 1) 直播栽培の田面高低差(水深)と苗立

(1) 供試圃場 東北農試場内圃場

(2) 土性 火山灰土 壤土

(3) 栽培法 滋水直播 溝付け条播播種

#### 2) レーザ光利用による代かき作業

#### (1) 供試機械と付属装置

トラクタ: SE 7340 TIC, 53.8 kW(73 PS),

電子式自動深度・水平制御装置付き

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, 出力 2 mw, He - Neガスレーザ, プリズム回転数 600 rpm

レーザ受光機(GLS社製, 9921オムニセンター), 受光範囲 ±14.6 mm

コントロールパネル(CLS社製, 9924M)

#### (2) 供試圃場

東北農試場内圃場 63 a (50m×125m)

土性 火山灰土 壤土, 前作 なし

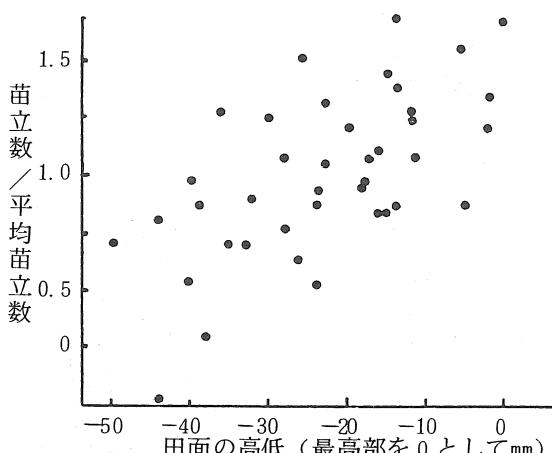


図1 田面の高低と苗立ち数

\* 農林水産省東北農業試験場

### (3) 調査項目

代かき前、および代かき後（2回掛、作業速度0.4～1.0 m/s）の均平精度を5m方眼で調査。

### 3 試験結果および考察

#### 1) 直播栽培の田面高低差と苗立の関係

均平精度の目標をどの程度に置くかについては、営農段階の移植栽培を対象にした場合は土5cmの均平精度が必要とされている<sup>2)</sup>。直播栽培の場合に必要な均平度を明らかにするため、湛水直播圃場で播種してから約1カ月後の苗立状態を田面高低差の点から調査した。図1に示したように、水深が5cm以上深いと苗立割合が低下した。このことから高低差が5～6cm以内が必要と考えられ、区画が大きくなても土3cm以内が95%以上を占める均平度が求められる。均平精度の指標を標準偏差で考えると、標準偏差の2倍の範囲に母集団の95%が含まれることが統計学上明らかにされている。したがって、直播栽培では土3cmの範囲に95%が含まれていることが必要とすると、1.5cm以下の標準偏差の均平精度が必要になり、この値を目標に考えたい。

### 2) レーザ光利用による代かき作業

#### (1) レーザ光を用いた自動高低制御の概要

圃場外に設置したレーザ発光機が、レーザ光線を回転させ水平基準面を作る。一方、圃場内のトラクタに装着された均平用作業機（乾田均平機、代かき機）上のレーザ受光センサが水平光を感知する。そして、均平設定基準面からのズレに応じてセンサからコントロールパネルを通じてトラクタの電子式油圧制御装置に上下運動の信号を送る。三点ヒッチや外部油圧シリンダが、均平用作業機を一定の高さにコントロールし、均平作業を能率良く高精度に行うものである（図2）。

一般のトラクタに装備されている自動深度制御（耕深制御）との違いは、耕深制御は耕土面を基準としているため、周期の大きな凹凸を修正するような均平が困難であるが、このレーザ光線を用いた方式によると、水平面を基準とするため圃場全体の均一化が可能となる。レーザ発光機の有効範囲は半径200mなので、最大長辺400mの圃場まで均平作業ができる。

#### (2) 高低制御装置の改良

三点ヒッチ（リフトアーム）による均平作業機（代かき機）の高低制御は、荷重約500kgあ

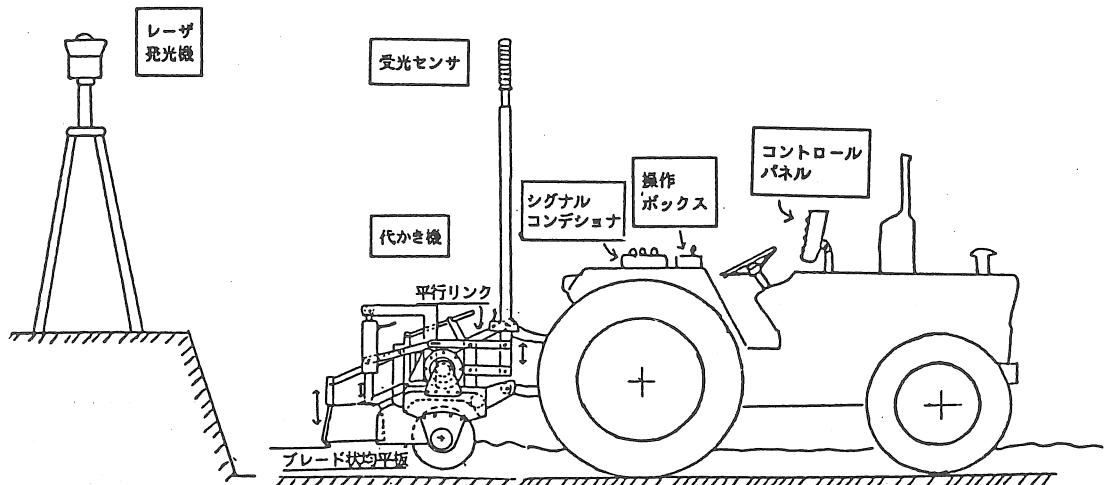


図2 自動高低制御の概要図

る代かき機全体を、1センチ単位で制御するには、代かき機の上下動によるタイヤのたわみの影響を受け、代かき機が振動し安定した制御は困難であった。前報で明らかにしたように、制御対象の作業機が軽荷重ほど動作が安定することがわかったので、リフトアームによる高低制御の他に、外部油圧シリンダを用いた高低制御機能を追加装備し、スイッチによりこれらを選択できるようにした。その制御機構図を図3に示した。本制御作用は、トラクタの外部油圧回路に電磁制御弁を取り付け、外部油圧シリンダをレーザ機器からの電気信号でコントロールし、高低制御作用部の代かき機均平板のみを制御できるようにした。その結果、負荷を軽くしたため制御は安定し、折点周波数0.2Hz、過度応答の時定数1.7秒であった。

### (3) 運土機能付き代かき機の試作

当初、市販されている代かき機に受光センサを取り付けただけで、三点ヒッチによる高低制御で代かき作業を行った。その結果、通常の代かき作業との均平効果の有意差が見いだせなかった。通常の代かき機では土の移動がこれまで



図4 自動高低制御の代かき作業

の経験からもむずかしいため、土が移動できるよう均平板をブルドーザの排土板と同様な形状にし、泥が横方向に逃げないような運土機構（約0.5m<sup>3</sup>）を附加して、この均平板を外部油圧シリンダで高低制御する代かき機（作業幅3.2m）を試作した。また、センサの取り付け位置を、均平板作用位置より約1m前方に移動して、田面の高低変動を速く感知し、平行四辺形のリンク機構を用いて均平板の動きを伝えるようにした。

実作業時における代かき機全体の上下制御はトラクタのポジションコントロールで行い、現

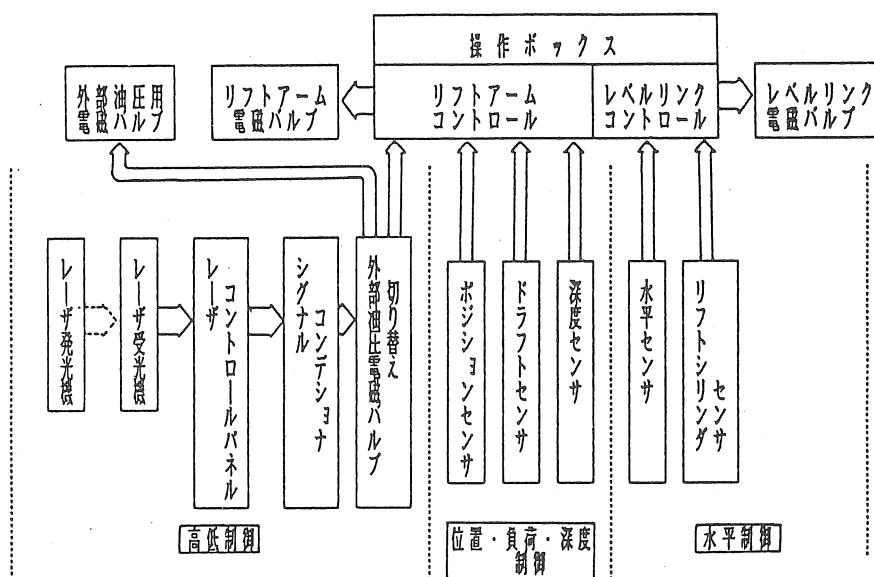


図3 自動制御の機構図

在のトラクタに一般的に装備されている自動水制御も併用した。

#### (4) 均平作業性能

均平作業で必要な運土作用の面からは、乾田状態による均平作業の方が容易であるが、土壤水分が均平精度に影響し、水田では過湿状態が多く、降雨などによっても均平精度が期待出来ないことが見受けられる。代かき作業ではこのようなことに左右されない利点があるので、運土機能付き代かき機による高低制御均平化作業を試みた。

作業方法は、予め作業対象圃場をレーザー光を用いて5m方眼の地点について測量し、パソコンにそのデータを入力して等高線図を作図した。高低差が極端に大きい地点のみ画面を見ながらオペレータが高い地点から低い地点に代かき機を用いて運土をした。その後、平均的な高さの地点で均平板を均平基準面に設定して縦横の2回掛け作業を行った（図4）。

63a（125×50m）圃場における代かき作業の結果を表1に示した。試験を行なった圃場は、長辺方向に高低がある圃場で、その高低差は12cmあった。2回掛けの作業結果では、高低差5cm以内の部分が95%を占めるように均平ができた。作業能率は作業前の圃場凹凸状態によって異なるが、この場合の作業時間は10a当たり20分であった。

## 4 要 約

- 水稻栽培（主に直播栽培）で求められている均平精度を苗立と水深の関係から検討した結果、1.5cm以下の標準偏差の均平精度が必要と考えられ、この値を目標値とした。

- 自動高低制御装置の改良と、運土機能付き代かき機を開発し、代かき作業におけるレーザ光高低制御法の検討を行った。

表1 代かきによる均平度

高低差 ± cm	代かき前 %	高低制御代かき %
4.5 <	8.8	2.4
3.5 ~ 4.5	4.5	1.8
2.5 ~ 3.5	14.3	3.8
1.5 ~ 2.5	11.9	23.1
0 ~ 1.5	60.5	68.9
標準偏差 S	2.56 cm	1.71 cm

m

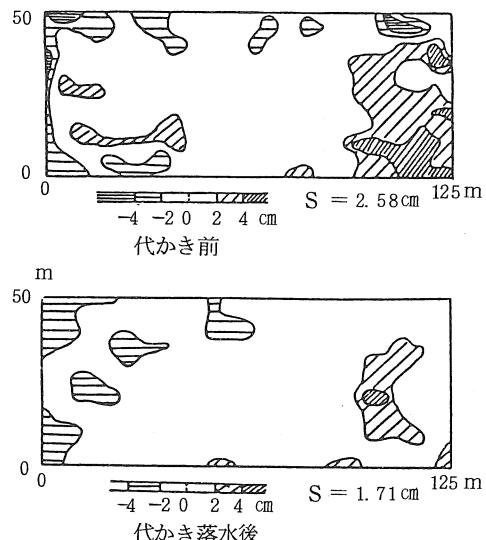


図5 代かき作業前後の田面状態

3) 63a（125×50m）圃場における代かき作業の結果は、2回掛けで標準偏差1.7cm、高低差5cm以内の部分が95%を占めるように均平ができ、作業時間は10a当たり20分であった。

## 5 引用文献

- 木村勝一、他：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），農業機械学会東北支部報No.34 P 15~18 (1987)
- 農林水産技術会議事務局：圃場整備に関する技術的問題検討会報告書，P 65 (1968)

## 心土破碎・堆肥条施・播種同時作業機の開発

大下泰生<sup>\*</sup>・古川嗣彦<sup>\*</sup>・矢治幸夫<sup>\*</sup>・屋代幹雄<sup>\*</sup>

Development of Combined Implement of Subsoiler,  
Manure Applicator and Seeder

Yasuo OHSHITA<sup>\*</sup>, Tsuguhiko FURUKAWA<sup>\*</sup>,  
Yukio YAJI<sup>\*</sup>, Mikio YASHIRO<sup>\*</sup>

### I はじめに

農産物の輸入自由化が進み国際競争力が激化している今日、農産物の生産コスト低減が急務となっている。とりわけ家畜用飼料作物においてはコスト低減のために大幅な収量増大、作業技術の改善が必要となっている。

スイートソルガムは高い生産力を有し、飼料作物、食品素材として注目されており、東北地域への導入が期待されている。スイートソルガム等の長大作物の生産力を増大させ、高能率、省力的機械化作業技術を確立するために、同時作業による作業能率向上をめざした心土破碎・堆肥条施・播種同時作業機を開発した。

本機の開発にあたり、長大作物は根深が1mにも達するため、根の伸長を促進させ根圈環境の改善を図るために心土破碎を行うこととした。また、土壤の肥沃化を図るため堆肥に注目し、堆肥を有効に作用させるために条施用機構を検討した。<sup>1)2)</sup>

ここでは試作機の構造及び作業能率について報告する。なお、本研究は農林水産省大型別枠研究「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 試験方法

#### 1) 試作機の概略

試作機の主要諸元を表1に、概略図を図1に

示す。試作機はトラクタ3点リンク装着式作業機で心土破碎機、堆肥条施機、施肥機、播種機からなる。

心土破碎機は振動式の2条用で、条間75cm、施工深20~30cmである。心土破碎効果を高め土中の通気性を良好にするためにチゼルにモールを取り付けた。また、堆肥を条施用するための溝切器をシャンクに取り付けた。溝切り器は深さ20cm、幅15cmである。

堆肥条施機は堆肥散布機をベースに改造を行った。主な改造点は、堆肥施用位置を心土破碎機の直後にするためにフロアコンベヤの搬送方向を前向きに変更し、溝切り器により作溝した溝に堆肥を落とすためにビータ、オーガを取り付けた。堆肥は2本の水平方向のビータにより

表1 試作機の主要諸元

全 長	420	cm
全 幅	167	cm
全 高	215	cm
機 体 質 量	1,080	kg
作 業 条 数	2	条
条 間	75	cm
堆肥 積載量	約 600	kg
心土破碎機	振 動 式	
堆肥条施機	オーガによる	
施 肥 機	条 施 用 方 式	
播 種 機	繰出ロール式	
	真 空 式	

- ① 心土破碎機駆動軸
- ② チゼル
- ③ 堆肥用溝切器
- ④ 堆肥搬送用パイプ
- ⑤ 堆肥埋込用ディスク
- ⑥ 真空式播種機
- ⑦ 播種機用吸引ファン
- ⑧ 油圧カプラ
- ⑨ 肥料繰出ロール
- ⑩ 電動機
- ⑪ 油圧モータ
- ⑫ フロアコンベヤ
- ⑬ 堆肥条施機駆動用エンジン

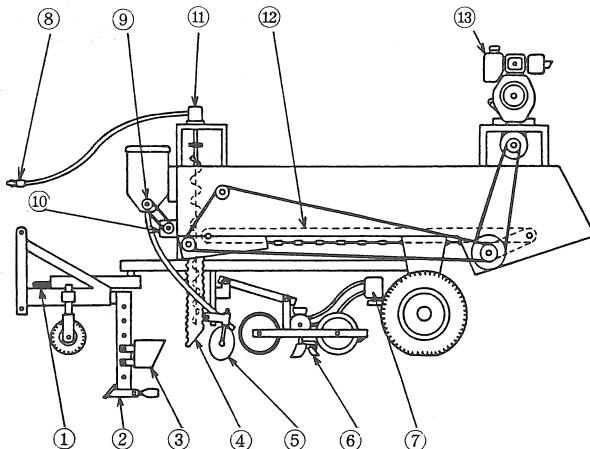


図1 心土破碎・堆肥条施・播種同時作業機概略図

拡散され、左右それぞれ縦軸の搬送用オーガによりパイプを通して溝に排出され、堆肥埋込用ディスクにより覆土される（図2）。水平方向の拡散用ビータは直径120 mm、長さ200 mm、翼高さ40 mm、翼のピッチ50 mmである。縦軸の搬送用オーガは上部がスクリュ式、下部がスプリング式であり、スクリュは直径120 mm、長さ200 mm、翼高さ40 mm、翼のピッチ50 mmで、スプリングは直径120 mm、線径4 mm、長さ200 mm、ピッチ50 mmである。堆肥搬送用パイプは内径150 mmのビニルパイプである。

播種機は野菜用小型真空式播種機を使用し、種子は堆肥施用後覆土された土壤の真上に一粒ずつ点播される。播種機はリンクにより懸架されており、播種床の凹凸に追従できる構造とした。

各部の駆動方式は、心土破碎機がトラクタPTO軸、フロアコンベヤ及び堆肥拡散用ビータが搭載エンジン（機関出力8 kW）、堆肥搬送用オーガが油圧モータ、施肥機及び播種機用吸引ファンがそれぞれ電動機により駆動される。

## 2) 堆肥繰出試験

堆肥の繰出性能を調査するために堆肥を満載し、繰出作業開始から全量排出までの1分毎の

左右オーガからの堆肥排出量を測定した。

供試堆肥は家畜糞を主とし敷わらが混在しており、含水率は56%であった。堆肥積載量は500 kg、フロアコンベヤ速度12 cm/分、ビータ回転数100 rpm、オーガ回転数325 rpmであった。

## 3) 作業能率試験

試作機を供試しほ場作業を行い作業能率を調査した。試験は心土破碎深30 cm、堆肥施用量2 t/10 a、栽植密度20,000本/10 aを目標とした。供試トラクタは機関出力70 kW、供試ほ場油圧モータ

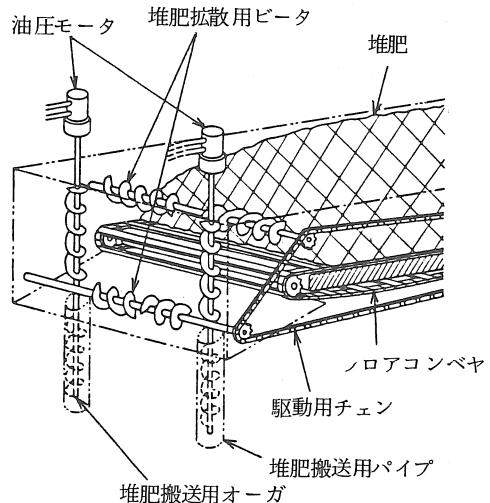


図2 堆肥繰出部概略図

は東北農業試験場内のほ場で面積4.9a(6×82m),供試作物はスイートソルガムFS304(ハイシュガー)であった。

#### 4) 土壌硬土測定

心土破碎後の土壤硬度分布を調査した。測定方法は走行方向横断面を幅15cm,深さ5cm間隔でメッシュ状に測定した。測定器はSR-2形土壤貫入抵抗測定器(コーン断面積2cm<sup>2</sup>)を用いた。

### III 試験結果及び考察

#### 1) 堆肥繰出試験

堆肥の繰出特性を図3に示す。堆肥の繰出時間は20分であった。堆肥はフロアコンベヤ上の前部と後部において積載高が低くなっているため、繰出開始直後はオーガに搬送される堆肥が少なく、繰出量が安定するまで約2分を要した。その後はほぼ一定の繰出量であった。終了8分前からは繰出量は漸減した。安定時の繰出量は左右それぞれ約14kg/分であり、10kg/分以上を安定繰出量とすると安定繰出時間は約11分間で、この間の繰出量は堆肥全量の約70%であった。また、機内残は9.5kg(堆肥全量の2.2%)であった。試験ではコンベヤ速度は一定であったが、繰出量はフロアコンベヤ速度により決定されるため、堆肥の繰出量に応じてコンベヤ速度を調節することにより繰出精度を高めること

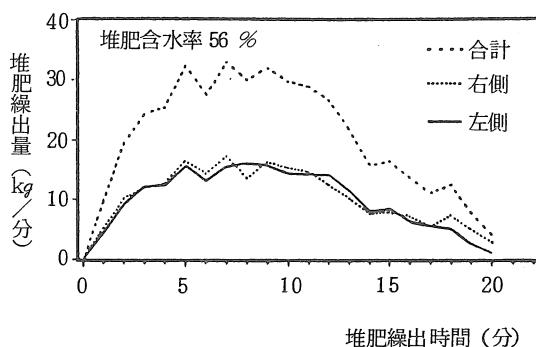


図3 堆肥繰出性能

表2 作業能率

作業面積	4.9 (a)
作業速度	0.15 (m/s)
心土破碎深	29 (cm)
作業能率	(分/10a) 時間割合 (%)
播種	83 (41)
旋回 <sup>1)</sup>	18 (9)
移動 <sup>1)</sup>	49 (24)
堆肥積込 <sup>2)</sup>	20 (10)
調整 <sup>2)</sup>	32 (16)
合計	202 (100)
基肥施用量 <sup>3)</sup>	N 12.6 (kg/10a)
堆肥施用量 <sup>4)</sup>	2.4 (t/10a)

- 1) ほ場及び堆肥置場間走行時間(距離約500m)
- 2) 種子・化成肥料補給、堆肥詰まり除去等
- 3) 化成肥料(N-P-K: 12-18-16)使用
- 4) 堆肥含水率 63%

が可能と考えられる。なお、さらに高水分の堆肥(含水率62%)を試用したがオーガやパイプ内壁に付着し、排出が困難となった。使用する堆肥としては比較的腐熟が進み水分が低下しているものが望ましい。

#### 2) 作業能率試験

表2に作業能率測定結果を示す。供試ほ場の堆肥施用量を2t/10aに設定したが、堆肥繰出試験の結果、繰出量は1条当り14kg/分が限界であったため、設定量を維持するためには作業速度を低くせざるをえず、0.15m/sの極めて低速となった。その結果、作業能率は202分/10aであった。作業はオペレータ及び作業補助者の合計3名で行った。

心土破碎深は29cmで所要の深さが得られた。堆肥の施用量は2.4t/10aで設定量より若干多い値となった。使用した堆肥は含水率が高い部分があり、時折堆肥搬送用パイプに付着したため排除のために10分程度の調整時間を要した。

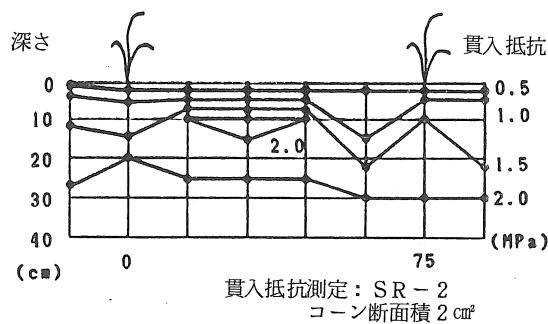


図4 心土破碎未処理区の土壤硬度分布の一例

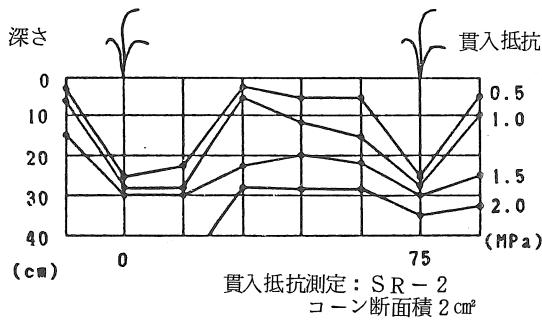


図5 心土破碎区の土壤硬度分布の一例

堆肥の積み込みには約500m離れた堆肥置き場まで移動しフロントローダ付きトラクタにより積み込んだ。移動時間は片道6分、堆肥積み込みは5分であり、1往復17分であった。4.9a作業するために2回の堆肥積み込み作業を行い、移動及び積み込みに要する時間は作業全体の約34%であった。

今後大区画ほ場への適用を考えるためには作業能率60分/10a程度、作業速度は0.5m/s程度に向上させる必要がある。そのためには堆肥繰出量増大、高水分堆肥への対応を考える必要がある。

### 3) 土壌硬度

試験区はトラクタ等の作業機の走行による踏圧層が深さ10~20cmに形成されているが(図4),心土破碎施工区では踏圧層が破壊され深さ30cmまで土壤は膨軟であった(図5)。しかし、心土破碎区では大きな土塊が地表面に浮上し、播種床の凹凸が激しくなった。そのため播種深、株間の変動が大きくなり、栽植密度が低下した。播種床の土塊、凹凸に対して簡易耕うん等による碎土・均平が必要と考えられた。

### IV まとめ

作物の根圈環境改善と土壤の肥沃化によりスイートソルガム等の長大作物の収量増大及び複数の作業を一工程で行うことにより作業能率向上をねらいとした心土破碎・堆肥条施・播種同時作業機を開発した。

試作機により、含水率56%の堆肥を繰出量14kg/分でほぼ均一に排出することができた。は場試験を行った結果、作業速度0.15m/s、心土破碎深29cm、作業能率202分/10aの性能が得られた。なお、さらに作業能率向上のために、堆肥繰出量の増大、高水分堆肥への適応性の拡大等の改良が必要である。

### 参考文献

- 1) 中尾清治：堆肥埋込装置の開発、農作業研究22-3, P.221~228, 1987
- 2) 農林水産省中国農業試験場グレインソルガム研究会：グレインソルガムの育種と栽培技術, 1977

## 水稻育苗用播種機の性能

小田原和弘<sup>\*</sup>・荻原武雄<sup>\*</sup>・及川光史<sup>\*\*</sup>・高橋 修<sup>\*\*\*</sup>

Performance of Seeding Machines for Paddy Rice Seedling

Kazuhiro ODAWARA<sup>\*</sup>, Takeo OGIHARA<sup>\*</sup>,  
Koji OIKAWA<sup>\*\*</sup>, Osamu TAKAHASHI<sup>\*\*\*</sup>

### 1 はじめに

最近、水稻の播種量は減少傾向にあり中・成苗の割合が増加してきている。このようななかで、播種精度、機械適応性とも高く欠株率の低い薄播き播種機の開発改良が行われ、現在6社から約30機種の播種機が市販されている。

そこで、各薄播き播種機の性能と特徴及び適応性を検討したので報告する。

### 2 試験方法

供試播種機及びその型式は表1に示すとおりで、播種機の特徴・播種精度・苗質及び田植機適応性等を調査した。なお、供試品種はアキヒカリである。

### 3 試験結果及び考察

1) 点播方式：有穴ベルトの繰り出し機構により種糲を横方向20点・3~5粒程度点播する方式で、有穴ベルトにより床土面に接近して播種されるため、糲の飛散が少なく点状に播種できる構造になっている。播種量の調整範囲は、育苗箱の送り速さ（縦方向の点播ピッチ）を変化させることにより70~130g/箱が可能である。

播種量70g/箱で試験を行った結果、播種状況は、完全な点播とはならず点播と散播の中間的な状態となり、播種量が多い場合にはむしろ散播のような状態になる。

1点当たりの播種粒数は3~5粒が多く、平均粒数3.8粒・CV25%と播種精度が高かった。苗質は、苗育日数42日で3.6葉前後の充実した苗ができた。また、田植機適応性は植付深さ・本数とも良好で、欠株も1.5%と少なく精度が高かった。

播種量が変わると縦方向の点播のピッチが変化するので、田植機の縦かき取り量を播種量（点播ピッチ）に合わせる。

2) 形穴点播方式：播種前に形穴ロールで床土に横16×縦32コ/箱の穴をあけ、そこに種糲を播種し、その後灌水する方式である。播種量は45~60g/箱で播種量の幅がせまい。

播種量50g/箱で試験を行った結果、完全な点播状況となり、1点当たりの播種粒数は2~4粒が多く、平均粒数3.4粒・CV31%と播種精度が高かった。育苗日数43日で葉齢4.0葉前後の充実した苗ができ、田植機適応性も植付深さ・本数とも良好で、欠株が1.5~2.5%と少なく

表1 供試播種機

播種様式	点播	形穴 点播	縦条播		ポット シート	丸型樹脂ポット	
			14条	20条		標準	薄播き
型式	YPH 301	SR 10 PD	YH 1400	HS 2520	PTH 200	LSP 1	LPS 3
播種量 g/箱	70~130	45~60	60~70	70~130	50~70	30~35	40~50

\* 岩手県立農業試験場

\*\* 岩手県農政部

\*\*\* 久慈農業改良普及所

精度が高かった。

田植機は横かき取り回数が16回・縦かき取りが18mm仕様の田植機が必要である。

3) 縦条播方式：育苗箱の縦方向に凹凸のローラーで床土にすじ状の溝を作り、その溝に種粒を播種する方式で、条数は14条と20条のものがあり、播種量は14条で60～70g／箱、20条で70～130g／箱である。

育苗箱は箱の縁が低い専用の育苗箱を使用するが、従来の育苗箱でも縁の部分の条が若干乱れるが実用上問題なく使用することができた。

土壤水分が少ない場合には溝の形成が悪くなることから、溝が形成できるように土壤水分を調整する必要がある。また、播種前灌水により溝の形成が悪くなる場合や、播種後灌水により溝が乱れる場合には 覆土後に灌水を行うなど溝が乱れないようにする必要がある。

条数14条・播種量70g／箱の場合、1条当たりの平均播種粒数182粒、CV16%で、条数20条・播種量70g／箱の場合は粒の重なりが少なく、1条当たりの平均播種粒数132粒、CV9%とどちらも播種精度が高かった。苗質は、14条・20条とも育苗日数42～43日で葉齢4葉前後の充実した苗ができ、田植機適応性も植付深さ・本数とも良好で、欠株が2.5～3.5%と少なく精度が高かった。

この方式では播種条数と横かき取り回数が同じ田植機が必要となる。

4) ポットシート方式：1箱544箱（横16×縦34コ）の成型紙ポットに1穴当たり3～5粒播種する方法で、作業手順は従来の方法と異なり、「成型紙ポット反転板セット→覆土→播種→床土入れ・鎮圧→反転→間土→灌水」となり、従来の作業より反転・間土作業が多いため作業人數・作業時間が多く、作業能率が劣る。

播種量は50～70g／箱で、播種量70g／箱で

試験を行った結果、1ポット当たり平均播種粒数は4.4粒、CV32%と播種精度は高かった。苗質は、播種量50g／箱・育苗日数41日で葉齢4.4葉、播種量70g／箱・育苗日数42日で葉齢4.1葉の充実した苗ができた。また、田植機適応性は植付本数・深さとも良好で欠株も0.5%と少なく精度は高かった。田植機は横かき取り回数16回・専用爪使用のものが必要である。

5) 丸型樹脂ポット方式：1箱448個（横14×縦32コ）の穴が開いた専用育苗箱を使用し、その穴に床土を入れロールで鎮圧した後播種していく方式で、播種量は標準40～50g／箱、薄播30～35g／箱である。1ポット当たりの平均粒数は標準3.3粒・CV24%，薄播き2.4粒・CV31%と播種精度が高かった。苗質は、標準、薄播きとも育苗日数44～45日で葉齢4.3～4.8葉の分けつのある充実した苗ができた。移植は丸型樹脂ポット専用の田植機を使用し、田植機適応性は欠株が0～3%と少なく、植付深さ・本数とも良好であった。

#### 4 まとめ

1) 従来の散播中苗方式に比較して1箱当たりの播種量を少なくしても単位面積当たりの播種粒のばらつきが少なく、植付精度も高い。また、苗質も葉齢の進んだ充実した苗ができ、移植後の初期成育も良好である。

2) 各播種機とも播種粒数のばらつきが少なく播種精度は良好であるが、種粒に枝梗が付着したり種粒が湿りすぎたりすると播種精度が低下する。

3) 播種機によって①育苗箱②床土の水分調整③灌水方法④作業方法等がそれぞれ異なる。

4) 苗質は各播種機とも育苗日数40～45日で葉齢4.0～4.8葉の充実した苗ができる。

5) 田植機適応性は育苗様式によっては専用

田植機を必要とするが、植付深さ・植付本数とも良好で、欠株も少なく適応性は高い。

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58～62）

## 5 参考文献

(1) 新農業機械地域適応性実験調査事業実績

表2-1 播種精度

播種様式	播種量 g/箱	播種精度		1点当たり播種粒数割合(%)							
		粒数	CV%	0	1	2	3	4	5	6	7
点播	70.8	3.8	25.4	—	0.7	5.4	31.0	41.5	16.3	4.8	0.3
ポットシート	66.1	4.4	32.0	—	1.1	5.6	20.5	27.2	23.9	14.2	5.6
丸型樹脂 標準	42.1	3.3	23.8	—	0.4	11.8	47.7	33.8	5.9	0.4	—
薄播き	28.7	2.4	30.3	—	8.9	52.3	33.8	5.1	—	—	—
形穴 火山灰土	47.7	3.4	31.3	0.9	2.8	11.3	38.1	34.4	9.7	2.2	0.6
点播 人工培土	47.1	3.4	30.8	—	1.6	16.6	39.7	27.5	11.6	2.8	0.3

表2-2 播種精度

播種様式	播種量 g/箱	播種精度		1条当たり播種粒数割合(%)					
		粒数	CV%	100-120	120-140	140-160	160-180	180-200	200-220
縦条播 14条	67.8	182.3	15.5	—	21.4	35.7	21.4	7.1	14.3
20条	70.8	132.4	8.6	17.5	55.5	57.5	—	—	—

表3 移植時の苗生育

播種様式	試験年次	播種量 g/箱	育苗日数	草丈 cm	葉齡 葉	第一葉鞘長 cm	第二葉鞘長 cm	地上部乾物重 g/100コ	乾物重 草丈 mg/cm
点播	62	70.8	42	17.2	3.6	3.1	7.0	3.83	2.23
形穴点播 人工培土	62	47.4	43	14.5	4.0	3.0	5.8	3.81	2.63
火山灰土	62	47.4	43	16.2	4.0	3.5	6.1	3.60	2.22
縦条播 14条	61	67.8	43	17.7	3.8	3.7	7.5	4.44	2.51
20条	62	71.1	42	19.6	4.0	3.5	7.2	4.78	2.44
ポットシート	61	66.1	42	17.1	4.1	2.8	5.6	4.02	2.35
	62	46.0	41	15.7	4.4	3.2	6.7	5.11	3.25
丸型樹脂ポット 標準	61	42.1	45	17.6	4.3	2.7	5.3	5.31	3.02
	62	39.9	44	18.7	4.8	2.9	5.5	6.48	3.47
	61	28.7	45	17.1	4.5	2.7	4.9	5.99	3.50
	62	28.8	44	19.2	4.6	2.9	6.1	7.38	3.84

表 4 植付け精度

播種様式	試験年次 年	植付本数		植付深さ		欠株率 (%)				植付姿勢 60°以上%
		本/株	CV%	cm	CV%	機械的	浮苗	埋没	計	
点播	62	3.8	44.1	2.8	21.7	1.5	0	0	1.5	98.5
形穴点播 人工培土	62	4.1	36.4	3.2	16.0	0.5	0	1.0	1.5	99.0
	62	3.9	41.7	2.6	31.8	0.5	2.0	0	2.5	96.5
縦条播 14条	61	3.3	36.7	3.6	19.6	1.9	0	0.6	2.5	95.0
	62	3.6	42.8	2.9	17.8	2.5	0	1.0	3.5	99.5
ポットシート	61	4.4	35.7	2.4	29.5	0	0	0	0	100.0
	62	3.4	52.5	3.1	13.5	0.5	0	0	0.5	99.0
丸型樹脂ポット 標準	61	2.9	—	4.0	—	0	0	0	0	93.7
	62	4.1	38.2	2.8	19.1	0	0	0	0	98.5
	61	2.7	—	3.6	—	2.5	0	0.6	3.1	91.3
	62	3.2	37.3	3.1	17.2	0	0.5	0	0.5	99.0
散播成苗 2条植	56	4.3	40.5	3.6	22.4	2.3	1.3	1.7	5.3	—
	56	3.1	60.0	2.8	30.2	4.0	1.0	0	5.0	—

## 作業機の無線制御プログラムの開発

屋代幹雄<sup>\*</sup>・古川嗣彦<sup>\*</sup>・大下泰生<sup>\*</sup>・矢治幸夫<sup>\*</sup>

Development of Wireless Control Programs for Farm Machinery

Mikio YASHIRO<sup>\*</sup>, Tsuguhiko FURUKAWA<sup>\*</sup>,  
Yasuo OHSHITA<sup>\*</sup>, Yukio YAJI<sup>\*</sup>

### 1 はじめに

我が国の農業は、経営規模が小さいため、農産物の生産コストが高く、国際競争力が低い。このような状況下で、諸外国の大区画圃場、大型機械を用いての大規模経営に対抗して、生産コストを低減させるためには、可能な限り規模拡大を図り、農業生産を合理化するとともに、多様で高品質の農産物を高度集約的に生産し、加工度の高いまた付加価値の大きい農産物を生産し、経営改善を図る必要がある。

そこで、土地生産性を向上させるための作業性能の向上と大区画および分散型圃場の大規模化に対応するため、汎用性の高い小型で高性能な作業機を各々の圃場に配置し、一台のコンピュータでこれらを同時に制御し、作業を行わせる複数作業機分散管理・制御システムの開発を行っている。

本システムの概要を図1に示す。本システムは、システムを制御するホストコンピュータを搭載した作業機制御車両とマイクロコンピュータを搭載した複数の作業機からなり、作業機制御車両を圃場の周辺に配置し、各圃場内の複数の作業機を無線電波を用い、同時に管理・制御するものである。

ここでは、その第一段階として、パーソナルコンピュータを用いた作業機制御プログラムを開発するとともに、無線電波を用い、パーソナルコンピュータとマイクロコンピュータとの間で作業機制御信号および作業機のセンシングデータの相互転送を行う双方向のデータ伝送試験を行った。

### 2 作業機制御プログラムの概要

作業機制御プログラムは、パーソナルコンピュータ（N社製PC-9801VX）を用い、C言語（M社製Microsoft-C）を用いて開発した。作業機の制御要因としては、アクセル開度、ハンドル角、左右クラッチ、左右ブレーキおよび作業機の昇降を想定した。また、センシング要因としては、アクセル開度、ハンドル角、ブレーキ・クラッチ状態、作業機の昇降状態、左右タイヤ回転速度等を想定した。

プログラムのフローチャートを図2に示す。

まず、制御システム全体を初期化したのち、作業機の作業条件を設定する。設定条件は、作

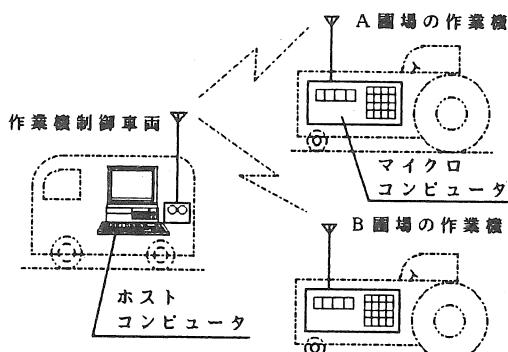


図1 複数作業機分散管理・制御システムの概要

業する圃場の長さ、幅および作業機の作業速度、作業幅である。

次に、作業機を自動的にスタートさせる制御信号を作業機に対し送信し、現在の作業機状態をモニター画面に表示する。

作業を自動的に行う場合には、あらかじめプログラム内に設定した制御内容に従って、作業機を自動的に操作する。作業機との通信は、まず、作業機呼び出し信号および制御信号を作業機に対し送信する。次に、作業機のデータ（前出のセンシング要因）を受信し、モニター画面に現在の作業機状態等を表示する。作業機との信号の送受信は、作業中定時的に行い、通信状態が不良の時は、その旨をモニター画面上に表示し、作業機を停止させる制御信号を送信する。

作業機の制御を手動で行う場合は、コンピュータのキーボードに設定された作業機制御キー

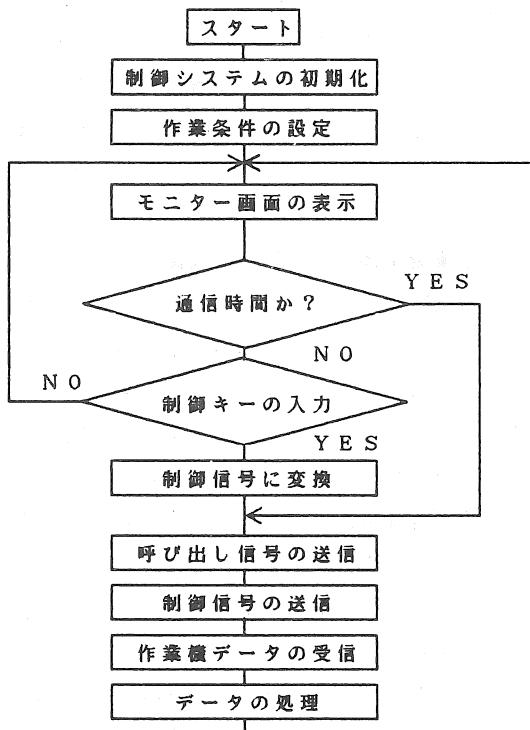


図2 作業機制御プログラムのフローチャート

を押すと、それに対応した制御信号が作業機に對し送信され、作業機を手動で遠隔制御できる。

作業機制御用モニター画面の一例を図3に示す。

モニター画面は、通信情報表示部、作業機の状態表示部と圃場内位置表示部からなる。

通信情報表示部では、作業機との通信情報や作業機の状態変化等を文章で表示する。作業機状態表示部では、作業機のアクセル状態、ハンドル状態、作業機の状態、作業機の昇降状態および作業方向を表示する。また、作業機位置表示部では、圃場全体に対する作業機の現在位置および未・既作業域をグラフィック画像で区別して表示する。

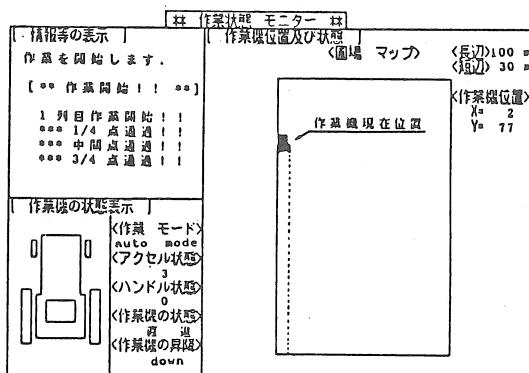


図3 作業機制御用モニター画面の一例

### 3 データ伝送試験

#### (1) 試験方法

市販の安価な無線送受信装置を用いて、パーソナルコンピュータ（N社製PC-9801VX）とマイクロコンピュータ（T社製PZ-80H）間で制御信号およびセンシングデータの双方向データ伝送試験を行った。データ伝送試験の概要を図4に示す。ここで、パーソナルコンピュータは作業機制御用ホストコンピュータとしてまた、マイクロコンピュータは作業機單体制御

用コンピュータとして用いることを想定した。

無線送受信装置として、設置型送受信装置（S社製HD-9600 v.2）と機器組み込み型送受信装置（S社製HD-9600/B）を用い、パソコン用コンピュータとはRS-232-Cを介して、また、マイクロコンピュータとは通信用IC（8251）を介して接続した。無線送受信装置の概要を表1に示す。

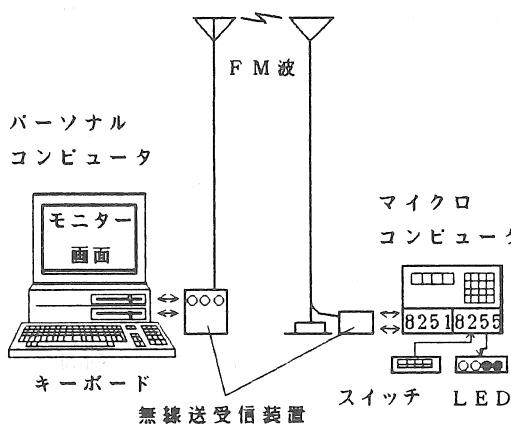


図4 データ伝送試験の概要

表1 無線送受信装置の概要

名 称	設 置 型	機器組み込み形
	HD-9600 v.2	HD-9600/B
通信方式		
全二重または半二重通信		
通信速度		
双方向 0~9600 Baud 非同期		
無線周波数		
VHF 2波 121.25, 130.25 MHz		
変調方式		
周波数変調方式		
受信方式		
ダブルスープーヘテロダイイン方式		
S/N 比		
40 dB以上		
インターフェース	RS-232-C準拠	LS-TTL受渡し
通信距離	見通し約 100 m以内 (電波法基準)	
外形寸法	70×60×240mm	61×116×21 mm
電源定格	AC 100 V	DC 5 V

なお、マイクロコンピュータにはスイッチを接続し、機械状態の模擬信号を入力した。またLED（発光ダイオード）を接続し、受信した際、LEDに制御信号を表示させた。ここで用いた電波はFM波で、電波法に規制されている範囲の微弱電波である。

パソコン用コンピュータおよびマイクロコンピュータの各送受信プログラムのフローチャートを図5に示す。

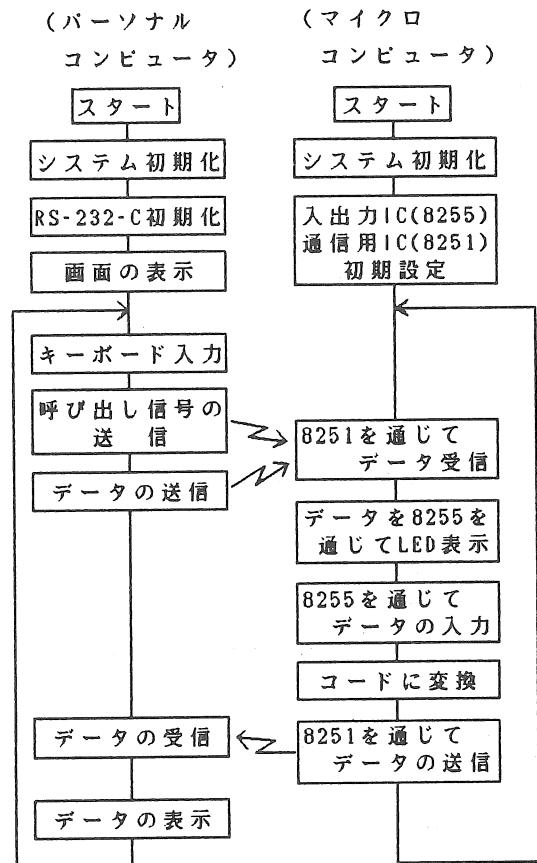


図5 送受信プログラムのフローチャート

マイクロコンピュータの制御プログラムは作業機側システムを初期設定したのち、通信用IC（8251）および入出力IC（8251）の初期設定を

行う。次にパーソナルコンピュータから呼び出し信号及び制御信号を受信すると、その制御信号を入力ICを通じてLEDに表示する。次に、現在のスイッチ入力状態を入力ICを通じて取り込み、あらかじめ設定されたコードに変換し、パーソナルコンピュータに送信する。

なお、プログラムはマシン語を用いて作成した。また、試験は通信速度 1200 Baud で行った。

## (2) 試験結果および考察

双方向データ伝送試験を行った結果、送受信アンテナ間に障害物がない場合で約 100 m の距離まで信号の送受信が可能であった。しかし、通信状態および他のノイズ等によって、誤った信号を受信することもあった。そこで、この対策として、誤信号送受信除去プログラムを作成し、両制御プログラムに付加した。

これは、送信するコンピュータを A コンピュータ、受信するコンピュータを B コンピュータとしたとき、A コンピュータが信号を送信し、B コンピュータが信号を受信した際、B コンピュータは受信した信号を再び A コンピュータに受信信号と同じ信号を送信する。A コンピュータは送信した信号と B コンピュータから送信された信号が同じでなければ、また、B コンピュータが信号を送信してこなければ、再度 B コンピュータに対し信号を送信する。これを両制御プログラムに付加することによって、誤信号送受信の可能性は、大幅に減少した。

## 4 まとめ

パーソナルコンピュータを用いた作業機制御

プログラムを開発するとともに、無線電波を用い、パーソナルコンピュータとマイクロコンピュータとの間で作業機制御信号および作業機のセンシングデータの相互転送を行う双方向のデータ伝送試験を行った。

本プログラムを用いることによって、無線による遠隔操縦でホストコンピュータから約 100 m 以内の範囲において、作業機を自動的に、また、手動でも制御することが可能となった。

これによって、以下のことが可能となると思われる。

(1) 現在の技術では完全自動化がむずかしい旋回等の制御は、手動で制御を支援できる。

(2) 作業機に搭載するコンピュータの負担を軽減でき、作業機搭載コンピュータを小型化できる。

今後、複数の作業機を同時に管理・制御できる分散制御システムを開発するとともに制御システムのインテリジェント化を図る予定である。

また、現在、利用する電波の出力については、電波法によって規制されており、100 m 以上の通信は免許が必要となる。そこで、微弱電波の中継等、大面積への対応技術を確立する予定である。

## 参考文献

- (社) 日本農業機械工業会編：昭和62年度  
農業機械のロボット化に関する調査研究  
事業報告書、昭和63年 9月

## 普通型コンバインの性能（第1報）

— 大豆、ハトムギの刈取 —

今 克秀<sup>\*</sup>・中島一成<sup>\*</sup>・森行勝也<sup>\*</sup>

Performance of Grain Combine (Part 1)

Katsuhide KON<sup>\*</sup>, Kazushige NAKAJIMA<sup>\*</sup>,  
Katsuya MORIYUKI<sup>\*</sup>

### 1 はじめに

水稻、小麦をはじめとして、大豆、ハトムギ、そば等、穀物全般を収穫する目的で開発された国産の普通型コンバインが市販され、青森県内にも導入されている。このコンバインは、その汎用性から、今後、転作を中心とした集団等に普及が進むものと考えられる。したがって、早急に、各種作物に対する刈取性能を調査し、その適応性および利用法を検討する必要がある。

青森県農業試験場では、昭和61年～62年に、2機種の国産普通型コンバインの各種作物に対する収穫性能を調査し、その実用性をみたので、その結果を報告する。

### 2 試験方法

(1) 供試機械 国産普通型コンバイン 2機種  
(表1)

(2) 供試作物 大豆、ハトムギ

(3) 試験年次 昭和61年、62年

(4) 試験場所

青森県北津軽郡金木町（大豆）

同上中里町（ハトムギ）

南津軽郡尾上町（ハトムギ）

(5) 精度試験調査法

助走区間約30m、測定区間10mとして、穀粒口および排稈口から試料を採取した。頭部損失は測定区間内の一定面積に落下した穀粒を採取した。

(6) 能率試験調査方法

16～30aのほ場1枚について作業時間を計測した。

(7) 機械の調整および運転操作

事前に試し刈りをし、選別および穀粒損失が最良の状態になるよう、メーカ技術者または現地オペレータが調整した。

表1 供試機仕様

機種 <sup>*</sup>	A機	B機
機体寸法 (mm)	6045 × 2280 × 2740	6180 × 2280 × 2765
重量 (kg)	3500	3700
エンジン (cc, ps / rpm)	2591, 60 / 2600	3219, 60 / 2400
刈幅 (mm)	2060	2050
脱穀方式	軸流 スクリューローラ	軸流、スパイクツース（大豆） 直流、ラスピバー（ハトムギ）
走行装置	フルクローラ、HST	フルクローラ、HST

\* A機: Y社CA600, B機: K社AX60

B機、ハトムギは大豆用ホッパ使用、他はグレンタンク使用

### 3 試験結果および考察

#### (1) 大豆の刈取

61年、62年とも供試した大豆は全般に生育量が小さく、分枝数も1.3～1.8本と少なかった。また、倒伏や雑草は少なく、ほ場条件は良好であった。しかし、61年の場合は、収穫期に降雨が多く、茎の水分が高かった。収量はほ場により差があり、150～250 kg/10 aであった。

このような条件では、両機種とも損失や選別精度を犠牲にせずに、1.5 m/s程度の高速作業が可能であった。

表2は、金木町の現地生産組合におけるコンバイン作業精度の調査結果である。

作業速度0.9～1.1 m/sにおける総流量は2.1～2.6 t/hrで、穀粒損失は両機種とも6%台であった。

この損失割合は慣行のハーベスター体系に比較して、同程度かやや少ないレベルにあると考えられる。損失の内訳は、頭部損失が大半で、脱穀部損失は0.7～1.9%と低かった。ただし、機械の調整や作業法によってはこれが著しく増加する場合があり、10%以上の脱穀部損失が発生した例もあった。

穀粒口に得られた子実は、整粒割合が99%以上で、夾雑物混入が少なく、選別精度は極めて良好であった。損傷粒は0.1～0.6%と少なく、問題はなかった。しかし、これも場合によっては増加する例がみられた。損傷粒が多くなると脱穀部損失も増加するので、損傷の発生を少なくする調整が大事となる。

大きな問題となったのが汚粒の発生である。これは茎の水分と関係があり、一般に茎水分40～60%以上で発生すると言われている。本試験では、茎水分65～72%で汚粒発生率(粒数割合)51～56%，同51～55%で28～34%の汚粒発生となつたが、表2のB機の例では、茎水分が35%

と低かったことから、ほとんど発生していない。

汚粒の程度は、いずれも軽微なものであるが、茎水分が50%以上ではかなりの汚粒が発生するものと考えなければならない。

現在は大豆クリーナで対応しているが、コンバインの機構改良が望まれる。

作業能率調査では、A機は作業速度1.5 m/s，B機は1.1 m/sで行った結果を表3に示す。ほ場は、30 aおよび16 aで、作業方法は回り刈りである。ただし、ほ場の両端4～4.5 mの枕地部分は最初から作付けられていないので、この部分は空走とした。

その結果、A機のは場作業量は62 a/hr，B機のそれは52 a/hrであった。作業時間の内訳

表2 大豆、作業精度

機種		A機	B機
試験期日(年、月、日)		61. 11. 8	62. 11. 12
試験場所	金木町	金木町	金木町
作物	品種	オクシロメ	オクシロメ
物	収量(kg/10 a)	189	146
条件	茎水分(%)	51.3	34.9
件	子実水分(%)	17.3	20.7
作業速度(m/s)		1.05	0.88
流量(kg/hr)	子実	1,177	1,153
	排稈	1,385	952
	合計	2,562	2,105
損失(%)	頭部	4.2	5.4
	刈残し	0.2	0
	脱穀部	1.9	0.7
	合計	6.3	6.1
穀粒口内訳(%)	整粒	99.7	99.0
	損傷粒	0.1	0.6
	未熟粒	0.1	0.2
	夾雜物	0.1	0.2
	汚粒	28.0	1.6

は、両機種とも刈取作業が約70%，空走，旋回その他が30%であった。

穀粒の排出は50~60 aに1回程度行い、排出作業の所要時間はグレンタンクがほぼ満杯の時、4~5分である。

刈取作業の組作業人員は、トラックによる収穫物運搬と合せて2人で、10 a当たりの労働時間は0.32~0.38hrとなる。これは、同時に調査した慣行のハーベスター体系に比較して、能率で5~6倍、労働時間で7~8分の1の省力になっている。

#### (2) ハトムギの刈取

表4はハトムギの収穫作業精度を調査した一例である。A機では作業速度0.71 m/sで、総流量6 t/hrで、穀粒損失14%，穀粒口の整粒割合が98.8%であった。成熟粒割合が比較的低いこともあって頭部損失は2.3%と低かったが、脱穀部損失が多くかった。

B機では脱穀方式を直流とし、直流ビータエクステンションを装着した。また、扱歯はラスバーとした。

作業速度1.03 m/sでは、総流量7.6 t/hr、穀粒損失8.8%，穀粒口整粒割合が99%であった。B機の場合は、成熟粒割合が高かったこともあり、頭部損失が多かった。他場所の試験でも、損失の主なものは頭部損失である例が多い。

また、B機の場合は、作業速度1.3 m/s、総流量9 t/hrの高速作業が可能であった。

作業能率調査の結果は表5に示す。

作業速度0.8~1.0 m/sで、ほ場作業量は、30 a/hr前後であった。全作業時間に占める刈取作業時間の割合は60%台とやや低かった。刈取作業の組作業人員は2人で、10 a当たりの労働時間は0.6~0.7 hrとなる。

ハトムギの収穫作業法としては慣行のバインダ、ハーベスター体系の他に専用自脱型コンバインによるものがあるが、普通型コンバインは、前者に比較して9~10倍、後者に比較して6倍

表3 大豆、作業能率

機種		A機	B機
試験期日(年,月,日)		61.11.13	61.11.13
作物	品種	オクシロメ	オクシロメ
条件	収量(kg/10a)	150	150
ほ場面積(a)		29.2	16.2
ほ場寸法(m)		99.4×29.4	99.4×16.3
作業速度(m/s)		1.50	1.12
ほ場作業量(a/hr)		61.9	52.1
作業能率(hr/10a)		0.16	0.19
作業内訳(%)	刈取	69.4	70.5
	旋回、空走	18.8	12.6
	穀粒排出	4.1	4.5
	ほ場移動等	7.7	12.4

表4 ハトムギ、作業精度

機種		A機	B機
試験期日(年,月,日)		62.10.5	62.10.7
試験場所		尾上町	中里町
作物	品種	中里在来	中里在来
条件	収量(kg/10a)	287	223
件	草丈(cm)	143.4	163.0
件	条間×株間	53.5×33.8	65.2×18.0
件	殻実水分(%)	48.1	37.9
件	茎葉水分(%)	70.9	73.1
件	成熟粒割合(%)	60.0	83.4
作業速度(m/s)		0.71	1.03
流量(kg/hr)	殻実	1,650	2,146
	排稈	4,415	5,413
	合計	6,065	7,559
損失(%)	頭部	2.3	6.3
	脱穀部	11.7	2.5
	合計	14.0	8.8
穀粒	整粒	98.8	99.0
口内	損傷粒	0.4	0.3
誤(%)	夾雜物	0.8	0.7
刈高さ(cm)		32	65

程度の能率を上げ得ると考えられる。

また、10 a当たりの労働時間では、ハーベスター体系に比較して11~13倍の省力になるものと考えられる。

穀粒損失については、自脱型コンバインで9~18%，バインダ体系でも作業方法によっては20%以上の損失が出ることがあるので、普通型コンバインが必ずしも多いとは言えない。

また、普通型ではかなりの高刈りが可能なの

表5 ハトムギ、作業能率

機種	A機	B機
試験期日(年、月、日)	62.10.5	62.10.8
作物条件	表4と同じ	表4と同じ
ほ場面積(a)	19.8	45.0
ほ場寸法(m)	80.3×24.6	100×45
作業速度(m/s)	0.81	1.00
ほ場作業量(a/hr)	28.1	31.6
作業能率(hr/10a)	0.36	0.31
作業	刈取	61.1
内訳	旋回、空走	32.1
(%)	穀粒排出	6.8
		62.6
		35.4
		2.0

で、従来むずかしかった草丈180cm以上のものの刈取も容易であると考えられる。

ただし、高刈りした場合の残稈処理は今後の問題として残されている。

#### 4 まとめ

国産の普通型コンバイン2機種について、大豆とハトムギの刈取性能試験を行った。大豆では、ほ場作業量50~60a/hr、穀粒損失約6%，選別精度は良好という結果であった。またハトムギでは、ほ場作業量30a/hr、損失9~14%，選別精度は問題がなかった。

したがって、これら作物に対する国産普通型コンバインの適応性は高く、慣行の作業法に比較しても高能率かつ省力的であることが確認できた。

しかし、大豆では汚粒発生の問題、ハトムギでは損失軽減が機構改良上の問題として残されている。また、ハトムギでは、高刈りした場合の残稈処理が作業法上の問題として残されている。

## スローワによる穀粒の損傷（第2報）

### －衝突による粒の損傷－

上出順一\*

On the Grain Damage by a Thrower (Part 2)  
Impact Damage to Rough Rice

Junichi KAMIDE\*

#### 1 はしがき

グレンタンク仕様のコンバインの普及につれて、収穫作業体系の中で穀搬、揚穀機は重要な位置をしめるようになってきた。なかでもスローワは小型軽量で構造簡単、かつ取り扱いが容易であることから、今後、普及が期待されるものである。スローワは脱穀機、粒摺り機等に古くから使われてきたが、これらはいずれも低揚程のものであり、また、乾材を対象にしたものであった。しかし、近年の収穫作業で使われるものは搬送距離 6 m以上、揚程 5 m以上のもので、羽根回転速度、穀粒速度は従来のものより 2~3 倍大であり、穀粒と搬機部材との衝突の影響は無視できない。また、生粒を対象とするため、損傷についても従来のものと違った問題が報告されている<sup>4)</sup>。前報<sup>1)</sup>においてはスローワの運転条件と粒の損傷の関係について報告したが、本報においてはスローワによる高速揚穀を想定して行なった衝突による粒の損傷についての基礎的実験の結果を報告する。実験では専攻学生須田均君の協力を得た、謝意を表する次第である。

#### 2 実験方法

##### 1) 実験装置

実験装置を写真 1 に示す。互いに逆回転する 2 個の加速ロールで粒をはさみ、速度を与えて粒を下方に放てきし、直下の衝突板に衝突させる。加速ロールは直径 30 mm、幅 50 mm の鋼製ア

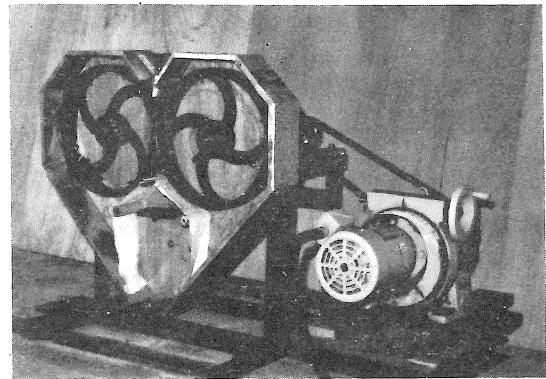


写真 1 実験装置

リに厚さ 6 mm の生ゴムを接着したものである。両ロール間隙は任意に調節でき、実験では粒の厚さにあわせてほぼ 2 mm (静止時) にセットした。予備調査によると、ロールの押圧による粒の損傷は認められなかった。衝突板は鉄製およびプラスチック製の 2 種類を用いた。なお、衝突板の角度は 15~90 度の範囲で可変できる。衝突、飛散した粒が再びロールやケーシング等に衝突しないように衝突板の周囲に布を垂らした。

粒の供給はそれがタテにやっと通る位の排出口をもつ細長い漏斗より行なった。したがって、粒はロールの回転方向に対してタテ方向に供給される。

##### 2) 供試粒

昭和 62 年度産水稻サニシキで、十分に稔実したものから、肉眼判定により外観に傷の認められないものを抽出し供試した。実験では表 1

\* 山形大学農学部

表 1 供試糀

種類	含水率 (w b %)	粒重 (mg)
乾 粳	12.3	25.1
湿 粳 A	26.1	30.3
湿 粳 B	27.9	31.1

に示す 3 種類の糀を供試した。乾糀は通風乾燥したもの、湿糀 A は自脱コンバインによる収穫直後の生糀、湿糀 B は湿糀 A を、ビニール袋に入れ、約 5°C で 2 ヶ月間貯蔵しておいたものである。

### 3) 測定方法

実験はロール回転速度 500 ~ 1,400 rpm の範囲で行なった。糀の放出速度はロールの周速度に等しいとみなすと、500 rpm で 8 m/s, 1,400 rpm では 23 m/s である。なお、衝突板の位置は糀放出部の近接直下であるので、糀の衝突速度は放出速度に等しいとみなすことができる。衝突角度は 15~90 度の範囲で 15 度ずつ変化させた。1 回の実験に 200 粒を供試し、3 反復した。なお、糀は 1 粒ずつ供給した。損傷は肉眼判定により、破碎粒、脱稃粒および半脱稃粒に分類した。ここで、半脱稃粒とは糀殻の 1 部が破損、剥離したり、わずかでも開顕しているものをいう。

## 3 実験結果および考察

### 1) 粀の性状と損傷

糀の性状と損傷の関係を見ると、衝突速度、衝突角度、衝突板の種類のいかんにかかわらず乾糀の損傷率が高かった。図 1 に衝突角度 15 度および 60 度の場合の例を示す。衝突速度が小さく、また衝突角度が小さいときは乾糀と湿糀の損傷率の差は小さいが、衝突速度 23 m/s を越えると、乾糀の損傷率は急増した。乾糀の損傷率は衝突速度 23 m/s においては、衝突角 15 度

の場合は 15% で湿糀の 6 倍、60 度の場合は 19% で湿糀の 5 倍程度になった。なお、湿糀 A, B では損傷率に差はほとんどなかった。

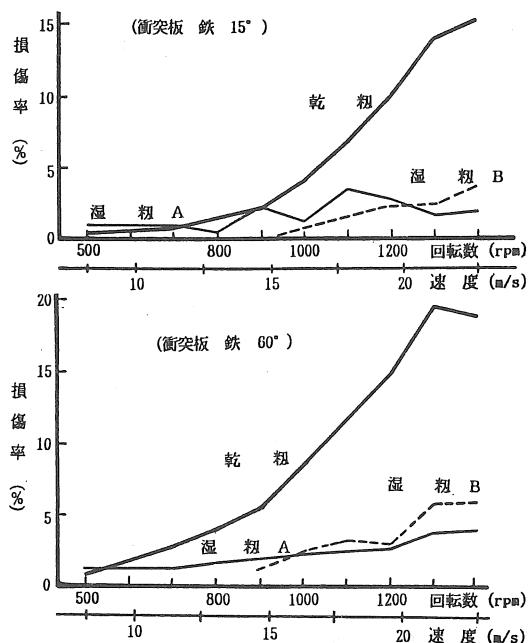


図 1 材料の違いと損傷

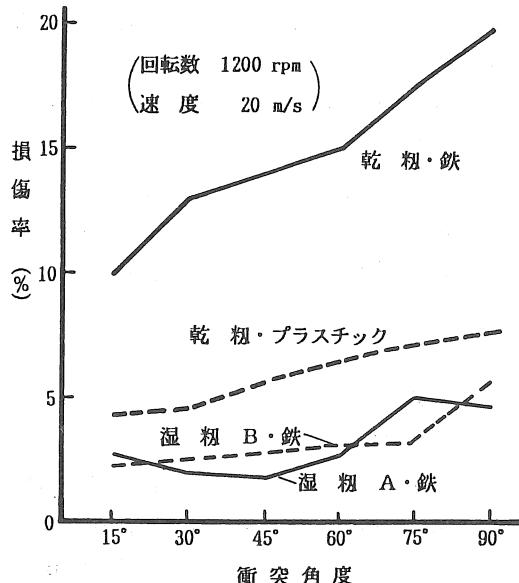


図 2 衝突角度と損傷

## 2) 衝突角度と損傷

図2に衝突速度20m/sの場合の衝突角度と損傷率の関係を示す。衝突角度が大きくなるにつれて、損傷率はほぼ直線的に増加する。衝突角15度と30度では損傷率に大きな差はない、とくに衝突速度の小さい場合には衝突角度による差は小さかった。また、乾穀の方が衝突角度による損傷への影響がはっきり現われている。

## 3) 衝突板材質の違いと損傷

実験では2種類の衝突板を用いたが、図3に示すように、鉄製衝突板がプラスチック製より全体的に損傷率は高かった。衝突角60度の場合でみると、衝突速度15m/s以上になると2種類の差は顕著であり、20m/sでは鉄製衝突板による損傷率はプラスチック製の約2倍であった。

## 4 損傷程度と要因

ローラ回転速度が大きいほど、すなわち、衝突速度が大きいほど穀粒の損傷は増大した。衝撃力は速度に比例するから、衝突による損傷は速度に依存することは当然である。なお、衝突速度の増大による損傷率の増加割合は、湿穀ではほぼ直線的であるのに対し、乾穀では指數関数的に増加する。

衝突角度と損傷との関係では、衝撃力の大

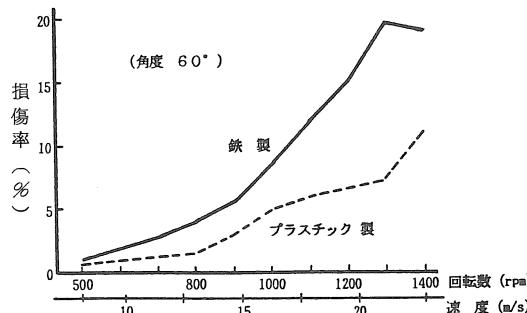


図3 衝突板の材質の違いと損傷

さは衝突前後の穀の運動量の変化量で表わされるから<sup>5)</sup>。穀の質量をm、穀と衝突板との反発係数をe、穀の衝突速度をV、衝突角度をθとすると、衝撃力の大きさは次式で表わされる。ただし、衝突板は滑らかであるとする。

$$I = m (1 + e) V \sin \theta \dots \dots \dots (1)$$

このことから、穀の損傷に衝突角度が影響することがわかる。狩野らの衝撃による穀の脱稃性実験によると<sup>3)</sup>、脱稃板傾斜角が60~70度のときに脱稃率は高くなっている。本実験の結果と異なるが、狩野らの脱稃板はゴム製であるため単に衝撃によるだけでなく、ゴム面での滑りによる摩擦が影響していることによると考えられる。

損傷の程度とその割合を図4に示す。湿穀の損傷の多くは半脱稃粒であり、このことは衝突速度、衝突角度が変わっても同じ傾向である。一方、乾穀では衝突速度10m/s以上において脱稃粒が出現し、衝突速度が大きいほど脱稃粒は多くなった。脱稃粒の全損傷粒に占める割合は、衝突角度の小さい場合は30%程度であった。

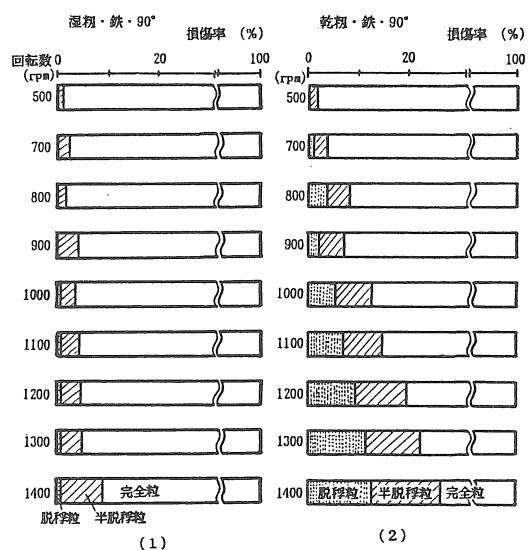


図4 損傷程度と割合

が、衝突角60度以上になると脱稃粒率は、およそ50%に増加した。糲の脱稃性は含水率によって変化し、含水率の高いほど脱稃性は悪くなる<sup>2)</sup>が、本実験における糲の性状による損傷率の違いは脱稃性の差によるものとみられる。

さらに、高水分になるほど、玄米、糲殻とも柔軟性を増し、衝突エネルギーは吸収され、衝撃力が弱わることになる。したがって、このことが湿糲の損傷率を低下させる要因にもなっていると考えられる。

## 5 摘 要

スローワ揚穀における、糲損傷の基礎的資料をうるため、衝突による糲の損傷について調査した。以下の結果をえた。

- 1) 損傷率は湿糲よりも乾糲で多い。しかも、湿糲の損傷はほとんどが半脱稃粒であるが、乾糲では脱稃粒が50%程度含まれる。
- 2) 衝突速度が増大すると損傷率は増加するが、湿糲は直線的に、乾糲は指数関数的に変化

した。

- 3) 衝突角度が大きいほど損傷は多くなる。また、プラスチックより鉄製衝突板で損傷率は高かった。

## 文 献

- 1) 上出順一・赤瀬章・石井正三：スローワによる穀粒の損傷、農機誌東北支報、No.34、1987
- 2) 上出順一・土屋功位・赤瀬章：インペラ型脱稃機に関する研究（第2報），農機学会誌，42(4)，1981
- 3) 犬野秀男・三浦保・後藤美明・宮沢福治：糲摺機に於ける脱稃性の向上に関する研究 第II報、農林省関東東山農試研究報告、第10号、1957
- 4) 新潟県農試：新機械地域適応実験調査結果報告書、昭和60年12月
- 5) 杉山隆二：基礎力学演習、培風館、昭和53年

# 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 —貯留・乾燥中のもみ水分推定—

大里達朗<sup>\*</sup> 戸次英二<sup>\*\*</sup>

Temporary Storage and Drying of High Moisture Rough Rice  
by Dehumidifying in Closed Circulating Air System  
— Estimating Grain Moisture during Dry-Storing —

Tatsuro OHSATO<sup>\*</sup>, Eiji BEKKI<sup>\*</sup>

## 1. 緒言

現在、穀類大型共同乾燥調製施設に設置されているドライ・ストア（D S）は通気開放系の構造であるため、外気の湿度に影響されて予期した乾燥速度を得られないことがある。特に秋季の夜間は高湿になることが多いので、加温を怠るともみ層底部に加湿のおそれさえある。

そこで、筆者らは計画どおりの乾燥を進める方法として、閉鎖循環気系にヒート・ポンプを配した除湿乾燥を試みた。これに関しては、Hogan ら<sup>1)</sup>の低温乾燥をはじめ、多くの研究例がある。わが国でも加藤ら<sup>2)</sup>の基礎研究のほか、最近は田原迫ら<sup>3)</sup>によっても利用拡大の研究が行われている。筆者らの研究の特徴は D S の改善の一策として取り入れようとしている。

本報は閉鎖循環気系内でもみ水分の検査用試料を採取することなく、除湿器からの排水量および貯留槽と除湿器のそれぞれの通気の増湿と減湿より、継続的にもみ水分を推定する方法について検討したものである。

## 2 実験装置

概略を図 1 に示す。貯留槽は充てん容量 60 kg の模型で、循環気系内に吸引通気用のプロアと除湿器を共に配置し

た。貯留槽は円筒状で、直径 50 cm、高さ 80 cm である。このうち下部に高さ 15 cm のプレナム・チャンバ（P C），上部に高さ 15 cm のヘッド・スペース（H S）を設けた。床面は D S のエア・スィープ・フロアを使った。もみ層を通過する風量の調節は貯留槽の排気部に設けたエア・バルブで行った。

もみ水分の蒸発で加湿された通気は除湿器（東芝製、ARD-35SD 型）のエバポレータで冷却・除湿され、コンデンサで加熱されて貯留槽に再び入る。温・湿度は図 1 に示す位置で受感部（エース製、AR66 型）により測定した。

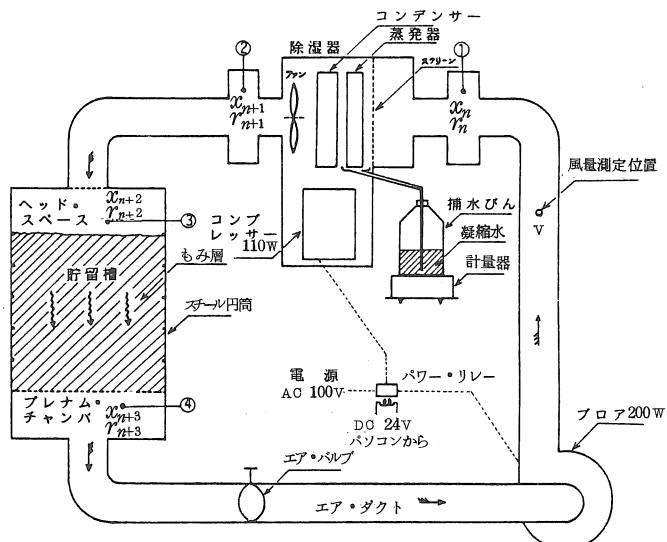


図 1 実験装置

\* 盛岡地区農業改良普及所  
\*\* 弘前大学農学部

### 3 制御方法

温・湿度の測定および通気と除湿の制御システムの管理は、パーソナル・コンピュータ（日本電気製 PC 8801 m k II）で行った。

システムの構成を図 2 に示す。

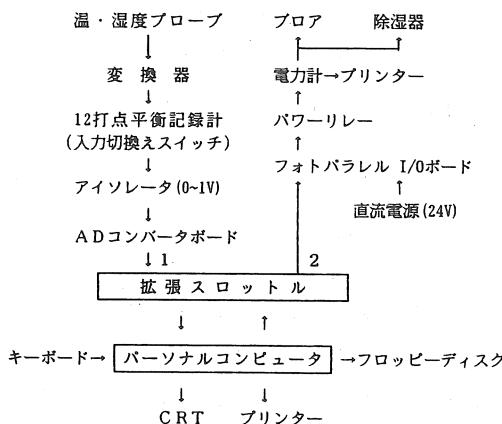


図 2 システム構成

温・湿度の受感部から変換器を経て12打点平衡記録計に入ったデータはさらに1点ずつコンピュータへ伝送されるように工夫した。このコンピュータの直前にはアイソレータを置いて0~1 V レンジに上げ、さらにA D コンバータ・ボードでA D 変換させて入力した。通気と除湿の操作はP C の湿度によって行い、設定した90 %を越えた時に開始し、85 %を割った時に停止するようにした。これらの命令信号はアイソレーション・パラレル I / O ボードを介し、プロアと除湿器に取り付けたパワー・リレーの回路を開閉するように出力した。

コンピュータによる制御の流れは図 3 のとおりにした。初期値として乾燥終了時のもみ水分を入力し、通気と除湿を開始する。その後、定時間隔で温・湿度のデータをコンピュータに取り込み、混合比を次の項で述べる方法によって計算し、さらに貯留槽を除湿器の入・排気の混合比の差からもみ水分を計算させる。これを初

期に設定した乾燥終了時のもみ水分と比較し、高い場合は温・湿度の入力を戻り、設定水分を割ったらプログラムを終了させて、貯留・乾燥を終える。

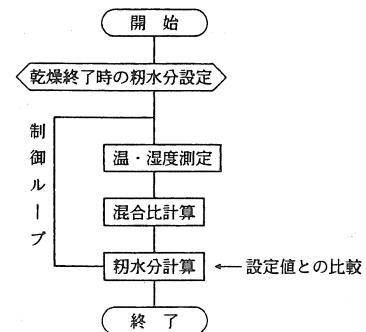


図 3 制御ダイヤグラム

### 4 コンピュータでの計算式

混合比  $x_n$  (kg/kg' 乾き空気) は

$$x_n = 0.622 \cdot \varphi_n \cdot P_{sn} / (H - \varphi_n \cdot P_{sn}) \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここに、  $\varphi_n$  : 相対湿度 ( $\times 10^{-2}$  %)

$P_{sn}$  : Wexler-Hyland の式による  
飽和蒸気圧 (K pa)

$H$  : 大気圧 = 760 mmHg

比重  $r_n$  (kg/m<sup>3</sup>) は

$$r_n = 0.465 (H - 0.3784 \varphi_n \cdot P_{sn}) / (273.15 + t_n) \quad \dots \dots \dots (2)$$

ここに、  $t_n$  : 乾球温度 (°C)

(1)と(2)式から凝縮水量  $W_c$  (kg 水/h) は

$$W_c = V (r_n \cdot x_n - r_{n+1} \cdot x_{n+1}) / (1 + x_{n+2}) \quad \dots \dots \dots (3)$$

ここに、  $V$  : 通気量 (m<sup>3</sup>/h)

$W_g$  (kg 水/h) も同様に、

$$W_g = V (r_{n+3} \cdot x_{n+3} - r_{n+2} \cdot x_{n+2}) / (1 + x_{n+1}) \quad \dots \dots \dots (4)$$

なお、理論的には  $W_g = W_c$  であるが、貯留槽のP C 部の結露の状態で相違する。

## 5 温・湿度の経時変化

貯留槽内の通気は HS から PC へ向かっているので、図 4 に見られるように入気は排気よりも温度で高く、湿度で低い状態で経過した。すなわち、もみからの水分蒸発に伴う温度降下と増湿である。また、除湿器内の通気により排気は入気より温度で高く、湿度で低い状態で経過した。すなわち、高湿分の凝縮に伴う温度上昇と減湿を示している。

室温が約22°Cの定常下の環境で、HS の入気温度は37~35°Cの範囲で経過した。このため、もみ温は初期に急上昇したものの数時間で安定し、乾燥終了時には32°Cくらいで終止した。これより HS に接する表層のもみに胴割れはほとんど認められなかった。また、貯留槽内の PC の湿度は 6 時間くらいを経過して降下はじめ、HS との差をしだいに縮めて行った。一方、除湿器では乾燥の後半に至るまで入気の高湿状態が続いた。これは 6 の(3)項で述べるように、PC 内の結露水の影響によるものと思われる。貯留槽の規模が大きくなかった場合には、PC のこのような高湿状態は長く続かないであろう。

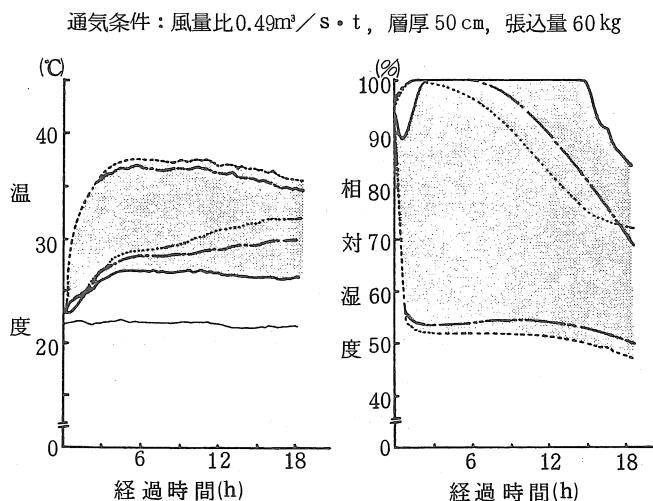


図 4 温・湿度の経過

## 6 排出水量の比較

乾燥の初期と終期のもみの重量差から求めた脱水量  $W_{g1}$ 、除湿器から実際に排出された凝縮水量  $W_{c1}$ 、通気の湿度差から計算した貯留槽での蒸発水量  $W_g$  と除湿器での凝縮水量  $W_c$  について、それぞれの値を累積して示すと図 5 のとおりである。

### (1) $W_{g1}$ に対する $W_{c1}$ の比較

$W_{c1} / W_{g1} = 0.98$  で、図 5 でも乾燥経過中にほとんど両者の差がなかったものとみられる。これより除湿器における回収率はきわめて高いことがうかがえる。乾燥の進行状態はこの排水量をもって比較的正確に、かつ容易に知ることができる。閉鎖循環気系では特別費用を要せずこの方法を採用しうるものである。

### (2) $W_{g1}$ に対する $W_c$ の比較

$W_c$  の方が乾燥の初期から中期にかけて平均で約 0.5 ℥、後期には約 0.7 ℥多く経過した。図 5 で  $W_c$  と  $W_g$  が  $W_{g1}$  を上回っている理由は、次の(3)項で詳述するとおり PC の結露に原因がある。しかしながら、 $W_c / W_g = 0.92 \sim 0.95$  であるから、使用した湿度計の測定精度 (± 3 ~ 5 %) を考慮する

と、その誤差を多少超した程度であり、また感湿部の取付け位置を変更することにより  $W_c$  を  $W_{g1}$  に相当近づけうると考えられるので、乾燥の進行状態を察知する目的であれば、実用性は高いと思われる。

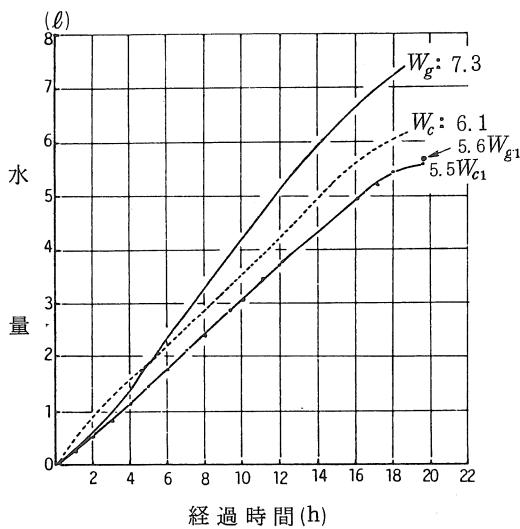


図5 除湿器からの排水量  $W_{c1}$  , 凝縮水量  $W_c$  , 蒸発水量  $W_g$  の累積経過

### (3) $W_g$ と $W_c$ の比較

$W_g$  は乾燥初期に  $W_c$  より低いが、5時間後には  $W_c$  を上回るようになり、累積率は高く経過した。終了時には 1.2 ℥もの差がついた。この理由は貯留槽の PC の中央部で、床面より 10cm 下方に設けた感湿部が内壁面と底板に付着した結露水からの蒸発の影響を受けて、PC への排気直後の湿度よりも高い  $x_{n+3}$  を示したためとみられる。すなわち、もみ層を通してしたばかりの高湿空気は温度のより低い内壁面や底板に触れて結露する。それが再び蒸発して PC 内の湿分として加わり、もみ層へぬけた直後よりも高い値を感湿部で感知される。 $W_g$  は標準として考える  $W_{g1}$  よりも 1.3 倍も多く、 $W_c$  も  $W_g$  と同様に結露の影響を受けている。よって実用性を増すには、結露の影響を回避するような位置に感湿部を取り付けるように、今後探る必要がある。

なお、通気を下向きにしたのは、結露水に触れるもみの湿潤とかびによる汚染を防ぐためである。

## 7 要 約

閉鎖循環気系内のもみ乾燥において、もみ水分を比較的正確に、しかも容易にリアル・タイムに知る方法を検討した。以下、実験結果の要約である。

1) 室温が 22°C と一定に経過したなかで、密閉循環気系内の温・湿度は、貯留槽内で水分蒸発に伴う降温と増湿、除湿器内で水分凝縮に伴う昇温と減湿の傾向を示して推移した。

2) 除湿器からの排水量は乾燥前後の重量差から計算した脱水量にはほぼ一致するので、乾燥状態を比較的正確かつ容易に知る目安とすることができる。

3) この排水量と除湿器での湿度差から計算した凝縮水量との差は 0.5 ~ 0.8 % であり、感湿部の測定精度からみて、乾燥中のもみ水分をリアル・タイムに推測する実用性はあると思われた。

4) 貯留槽と除湿器のそれぞれの入・排気部の湿度差は理論的に等しいはずであるが、乾燥終了時には貯留槽の方が約 1.2 倍の差を生じた。これは PC の内壁面や底板に結露した水の蒸発による加湿の影響が加わったものと思われ、今後、感湿部の取付け位置の改善により、両者の差を縮小しうるものと考える。

## 参考文献

- 1) Hogan, M.R., et al.: Heat Pump for Low-Temperature Grain Drying, *Trans. ASAE*, 1234-1238, 1983.
- 2) 加藤宏郎ら：乾燥機における排気エネルギーの再利用、農機誌37：613～623, 1975, 農機誌38：385～393, 1976.
- 3) 田原迫昭爾ら：常温除湿空気による穀類の通気乾燥、農業施設18(3)：23～33, 1988, 鹿大農報37：261～269, 1987.

## 福島県における共同乾燥調製施設の稼動状況

荒川市郎\*

Actual Conditions of Paddy Drying and Processing Facilities  
in Fukushima Prefecture

Ichiro ARAKAWA\*

### I はじめに

稲作の生産コストのうち、労働費・農機具費が高い割合を占めている。農機具費の作業別割合は、収穫乾燥調製に関する機械が大きい。これらの機械は、水稻の個別経営においては、使用する期間が短かく、水稻単作地帯では稲作以外に利用できないため、その利用率は低下する。福島県では、収穫乾燥調製の効率化をはかるため、昭和39年から水稻の共同乾燥調製施設の導入を推進しており、昭和62年まで235の施設が設置され稼動している。さらに本県では、機械施設の有効利用をはかるため、昭和43年から機械利用組織の診断助言を行なってきた。本報では、これらの資料をもとに、県内の水稻の共同乾燥調製施設における稼動状況と問題点について報告する。

### II 調査方法

昭和59年から62年までの資料<sup>1)</sup>から、共同乾燥調製施設に関する部分を利用した。また、県

内の代表的な施設について、荷受け状況を調査した。荷受け状況は、コンバイン利用による生糞の乾燥調製作業を対象とし、半乾燥糞や調製作業のみのものを除外した。また、米麦共用の施設については、水稻のみの実績を対象とした。

さらに、県内の共同乾燥調製施設の設置状況処理面積については、福島県農政部による調査資料<sup>2)</sup>を利用した。

### III 結果および考察

#### 1 共同乾燥調製施設の設置状況

本県における共同乾燥調製施設の設置状況は、表1のとおりである。施設の規模別では、20ha以下を対象面積とするものが多く、数の上では全体の60%を占める。これを地域別にみると、中通り北部の施設数は少ないが20ha程度の規模から、100ha以上を対象とする貯蔵乾燥調製施設まで、平均して分布しており、水稻作付面積に対する施設の普及率は高く、地域の水稻作付面積の50%にまで普及している町村がある。こ

表1 共同乾燥調製施設の設置状況

地 域	水稲作付 面積(ha)	施 設 の 規 模				計
		20ha以下	20~50ha	50~100ha	100ha~	
中通り北部	7,750	2	2	2	3	9
中通り南部	40,900	31	7	2	5	45
浜 通 り	22,300	10	14	4	—	28
会 津	26,500	17	8	3	—	28
計	97,400	60	31	11	8	102

昭和59年 農業改良課調べ

\* 福島県農業試験場

の地域は、果樹を中心とした営農形態が多く、一戸あたり水稻作付面積が少ないため、早くから共同化が進んでいる。

また、中通り南部は、100ha以上の施設がある反面、20ha以下の小規模施設が多く共同化は進んでいない。

浜通りは、20~50ha規模の施設が多く、100haを超える施設が導入されていない地域である。

会津地域は、20ha以下の施設が多く、水稻作付面積に対する普及率は他の地域よりも低い傾向にある。この地域は、県内でも多収地帯にあたり、水稻に依存する経営形態が多く自己完結型の営農形態をとっているため、共同乾燥調製施設の普及率が低いと考えられる。

## 2 共同乾燥調製施設の稼動状況

共同乾燥調製施設における処理面積をその施設の設計規模で除したものを、ここでは稼動率と呼ぶことにする(図1)。施設の稼動率は、20ha以下の規模が高い割合を示し、規模が大きくなるにつれて、稼動率の低い施設が増加する傾向が認められる。一般に小規模施設では、共同乾燥施設を構成する組合員数が少なく、自作

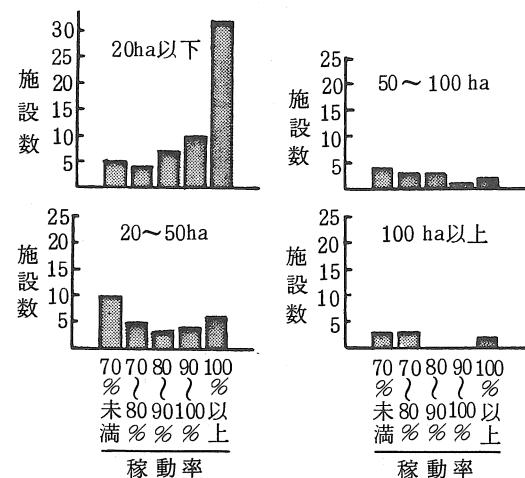


図1 共同乾燥調製施設の稼動率

地を対象としているため、処理面積に大きな変動はないものと考えられる。これに対して、100haを超える施設は、広い地域の農家を対象とし、個別相対の受委託農家と競合することや、転作面積の増加によって当初の処理面積を確保することが困難になっていると推察される。

つぎに、これらの施設の代表的なものの、稼動期間、稼動日数、取扱品種は、表2のとおりである。荷受け期間は、9月から10月であるが、

表2 共同乾燥調製施設の稼動状況

名称	区分	荷受期間(月日)		荷受け日数(日)	設計規模(ha)	取扱品種数	基幹品種	同左割合(%)	左作実績(ha)	地域
		始	終							
A	R C	9. 21	10. 23	24	70	6	ササニシキ	85	45	中通南部
B	"	10. 1	10. 25	20	40	5	"	37	34	"
C	"	9. 21	10. 7	11	20	1	"	100	15	会津
D	"	9. 14	10. 1	17	20	4	"	40	25	"
E	"	9. 24	10. 28	24	20	4	日本晴	47	11	浜通り
F	"	9. 9	10. 8	20	40	8	トヨニシキ	43	41	"
G	D S	9. 20	11. 5	33	150	3	コシヒカリ	62	150	中通北部
H	"	9. 25	10. 31	26	120	6	"	74	80	"
I	"	9. 22	10. 15	20	150	5	初星	64	60	中通南部
J	"	9. 15	10. 10	21	100	2	キヨニシキ	56	109	会津

生糉の乾燥調製の実績

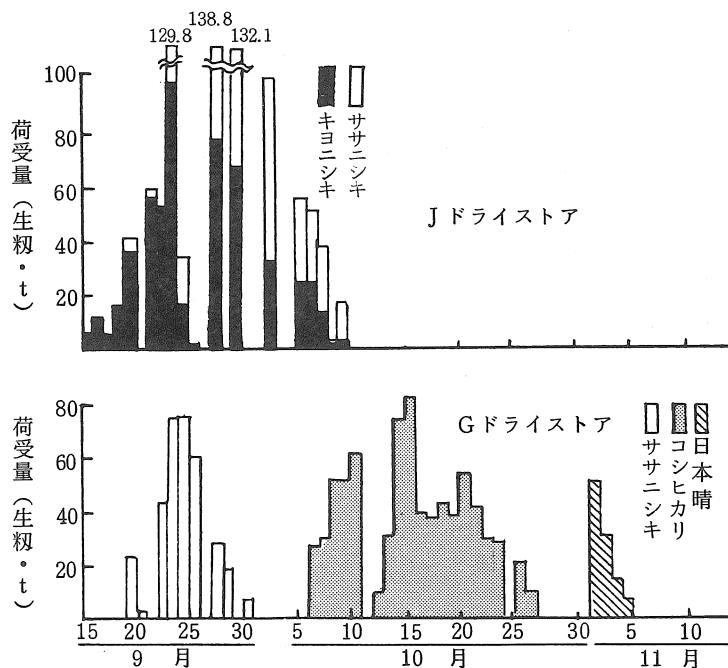


図2 ドライストアにおける日別荷受量

中通り北部のコシヒカリ作付地帯は、11月まで生穀の乾燥をしている。荷受け期間の終了期は、中通りおよび浜通りが遅く、会津地方が早い傾向が認められる。また、荷受け日数は11~33日で、会津が短かく、浜通り・中通りが長い傾向にある。この傾向は、作付品種構成と、浜通りが太平洋岸に位置し10月以降の降水量が少ないのに対し、会津は天候が不安定であり、作業期間が限定されるためと考えられる。

これらの施設で取り扱う品種は、その地域の基幹品種を中心に構成されているが、1品種に集中している施設は、作業実績が設計規模に対して低い傾向が認められる。

荷受けの方法は、会津平垣のCライスセンターは、対象品種がササニシキで、2台のコンバインを1組にして、1基の乾燥機に張り込む方式を採用し、充てん率を高めて乾燥機を効率よく利用している。また、中通りのAラインセンターは、ササニシキを中心に複数の品種を処理しているが、ササニシキの荷受けが30日間に及

んでおり、刈遅れによる品質低下の懼れがある。

会津のJドライストアは、熟期のほとんど同じ2品種を荷受けしており、同じ日に貯蔵ビンを分けて使用している。この施設では、しばしば荷受けのピークが認められ、張込みが深夜になることがある(図2)。これに対して、中通り北部のGドライストアは、コシヒカリを中心に、これより熟期の早いササニシキと遅い日本晴を計画的に作付し、荷受け期間を品種ごとに区分して処理しており、荷受けのピークは小さく稼動期間が長い特徴を有している(図2)。また、この施設は、刈取り作業を41の班体制で運営しており、1日当たりの荷受け量を班単位に割りあてている。これに対し、Jドライストアは、毎週1日荷受けを休んで荷受け量を調整しているが、刈取りは個別の農家単位であり、1日荷受け制限はしていない。

### 3 乾燥調製施設の部門別費用

E, FライスセンターおよびHドライストアの作業原価は表3のとおりである。EおよびH

表3 部門別費用割合及び作業原価

項目	E施設	F施設	H施設	
	刈取乾燥調製	刈取乾燥調製	刈取	乾燥調製
変動費 (%)	47	63	47	48
うち労務費 (%)	22	31	22	19
固定費 (%)	51	37	53	53
うち減価償却費 (%)	49	24	46	43
作業原価(円／10a)	32,763	23,018	14,416	23.7*
作業料金(〃)	29,853	25,343	13,044	20.0*

\* 生糀1kg当たり(単位円)

の施設は、作業実績が少ないため、費用に占める固定費、とくに減価償却費の割合が高く、作業料金を作業原価が上まわっている。しかし、F施設では作業面積が確保されており、作業原価は作業料金を下まわり健全な運営となっている。作業原価が料金を上まわっている施設は、生糀の乾燥以外に半乾糀の乾燥調製や糀摺作業だけの料金収入があり、施設全体では必ずしも収支が赤字ではないのが現状である。

4 共同乾燥調製施設をめぐる今後の課題  
本県には、大型の共同乾燥調製施設が少ない。また、稼動しているカントリーエレベータはないが、今後急激な農業の担い手の減少に伴ない、これらの大型施設の導入が促進されると考えられる。この場合、会津地域のようにササニシキ1品種に偏重した品種構成では、稼動期間が短かく高品質米確保のうえからも問題がある。会津では、徐々に1部の地域にコシヒカリが導入されているが、共同乾燥調製施設を効率よく利用するうえで大きな役割を果たすものと考えられる。また、コシヒカリを基幹品種としている中通り北部地域では、この前後の品種の品質

が安定していないため、今後これに代わる品種の導入が必要と考えられる。

また、共同乾燥調製施設の担い手は高齢化しており、機械のオペレータ確保が困難になっている。このような施設では、1日あたりの刈取面積がオペレータの不足から、本来の能力に達せず、機械施設の利用効率が低下している。このことは、単に秋作業のオペレータだけでは、担い手として定着が困難なことから、年間安定した就業形態がとれるような組織づくりが必要と考えられる。

さらに、作業面積の確保にあたっては、個別相対による受委託と作業料金や作業方法等で競合することがあり、施設としてより一層の低コスト化と機械銀行等の組織を利用した広域調整が必要と考えられる。

#### 参考文献

- 1) 福島県 昭和59～62年度農業機械導入利用診断報告書、1984～1987.
- 2) 福島県農政部 ライスセンター設置状況調べ、1984.

# ハトムギの乾燥法に関する研究(第1報)

## —熱風温度と乾燥速度および品質—

渡邊千春<sup>\*</sup>・荒川市郎<sup>\*</sup>

Studies on Drying of Job's tears (Part 1)

—Effect of Drying Air Temperature on Drying Rate and Quality—

Tiharu WATANABE<sup>\*</sup>, Ichiro ARAKAWA<sup>\*</sup>

### I はじめに

ハトムギは耐湿性が強いことから転作作物として注目され、1988年度では全国で約1000haの栽培面積が見込まれている<sup>1)</sup>。また、健康食品としてハトムギに対するニーズが強まるなかで、栽培技術の研究とともに、加工利用技術の開発も進められている<sup>2)</sup>。しかし、現状では機械化省力技術等未解決な問題も多い。特に、収穫後の乾燥技術が未確立のため、多大な労力と時間を費やさざるを得ず、乾燥不足や水分の戻り現象等により、品質の低下を招いている。このためハトムギの乾燥特性を明らかにし、効率的な乾燥法を確立することが急務となっている。

そこで、本研究では試作したハトムギ乾燥試験機(静置型)を用いて、熱風温度と乾燥速度および品質の関係について検討したので報告す

る。

なお、本研究は財団法人農産業振興奨励会の委託により行った。

### II 試験装置及び方法

#### 1. 試験装置

図1に示したように乾燥機全体が風道になってしまっており、渦巻型ファンによりポット式バーナによる熱風を吸引する方式とした。穀層部は、風道の途中に固定スクリーンと移動スクリーンで構成し、移動スクリーンを前後させることにより、穀層の厚さを調節できるようにした。風量はインバータでファンの回転数を変えることにより、任意に設定できるようにした。乾燥中の試料は、穀層部の横に設けた測定孔から採取できるようにした。

1 外気吸引	6 固定スクリーン	11 ポリュームダンバ
2 ポット式バーナ	7 移動スクリーン	12 ファン
3 燃料タンク	8 穀層部	13 インバータ
4 整流板	9 供給口フタ	14 排 気
5 温度センサ	10 排出口	

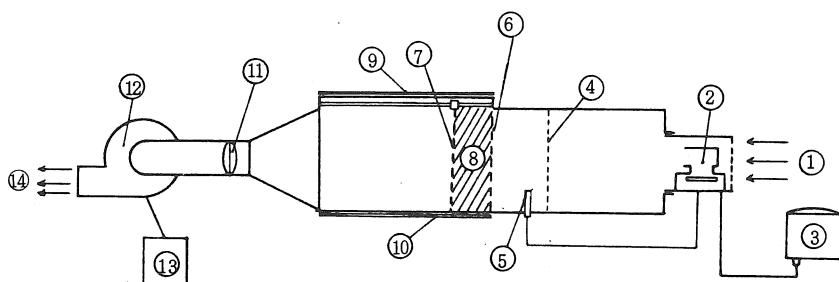


図1 乾燥試験装置の概略図

## 2. 供試材料

殻実水分の異なるハトムギ（品種は中里在来、殻実水分18～28% w.b.の4段階）を手刈りして、直ちに、バインダの車輪を用いて脱穀障害に留意しながら踏圧して脱粒した。その後、均分器に掛け、2～14日間2～4°Cの冷暗所で貯蔵したもの用いた。なお、貯蔵による発芽率の低下は認められなかった。

## 3. 乾燥方法

穀層を10cmの厚さに固定し、熱風温度を30, 40, 50および60°Cの4段階に設定（穀層直前で±5°C以内に制御）して連続通風乾燥した。試験中の外気の絶対湿度は0.006～0.009kg/kgであり、風量比は2.7～3.2m³/s・100kgで行った。また、冷暗所での貯蔵前および貯蔵後の試料についても天日乾燥を行った。

## 4. 殻実水分の測定

殻実水分は、乾燥開始直前、乾燥途中（乾燥開始2時間後までは30分毎にそれ以降は1時間毎に試料を採取）および乾燥終了時に常圧定温乾燥法（10g粒-105°C-24h法）で測定し、湿量基準含水率（%w.b.）で表示した。乾燥途中の試料は、3カ所の測定孔から採取した。

## 5. 発芽率の調査

乾燥終了後1ヶ月経過した試料を、30°Cの水に24時間浸漬し、十分に吸水させた2枚のろ紙を敷いた直径9cmのシャーレに、50粒づつ置床した。30°Cの恒温下に定置して、7日後における発芽粒数から発芽率を求めた（ハトムギ採取は生産物審査要領に準じた）。貯蔵前の天日乾燥に対する割合を補正発芽率とした。

## III 試験結果および考察

### 1. 热風温度と乾燥速度

本試験で行った各熱風温度についての乾燥速度の経時的推移を、図2～図5に示す。乾燥速

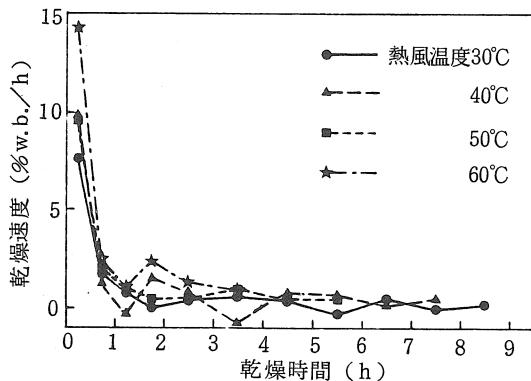


図2 殻実初期水分28%のときの熱風温度別の乾燥速度の経時的推移

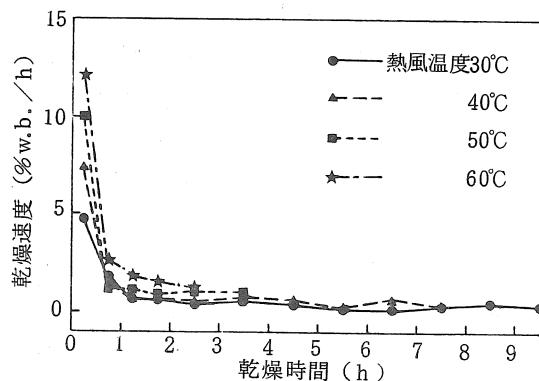


図3 殻実初期水分24%のときの熱風温度別の乾燥速度の経時的推移

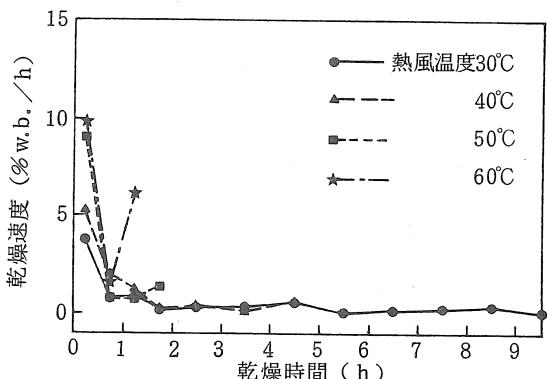


図4 殻実初期水分21%のときの熱風温度別の乾燥速度の経時的推移

度は乾燥初期が最も大きく、その後急激に低下して、乾燥開始後2時間からは乾燥速度の低下は緩慢になった。また、同一初期水分では熱風

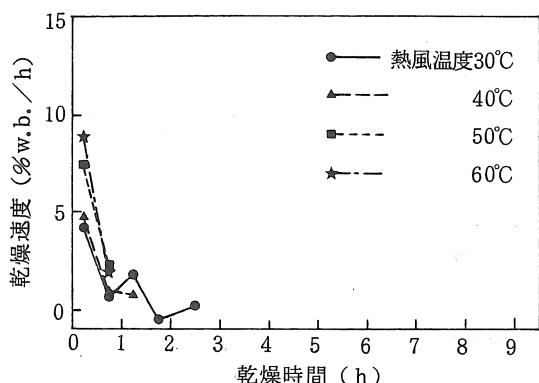


図5 穀実初期水分18%のときの熱風温度別の乾燥速度の経時的推移

温度が高いほど乾燥速度は大きくなつた。

熱風温度毎の穀実水分と乾燥速度の関係を図6～図9に示す。同一の熱風温度で乾燥中のとき、同一水分であっても、穀粒内の水分勾配が大きいと考えられる乾燥過程のものと、水分勾配が殆どないと考えられる乾燥初期のものでは、後者の方の乾燥速度は大きかった。しかし、乾燥開始2時間程度経過した後は、前者とほぼ等しい乾燥速度となつた。このことから、適当なテンパリング期間を設けることにより、効率的な乾燥を行うことができると推察される。山沢ら<sup>3)</sup>は穀におけるテンパリング時の玄米から稃への水分移動の大部分は、接触部の毛細管による液状移動であり、空隙を経路とする水蒸気拡

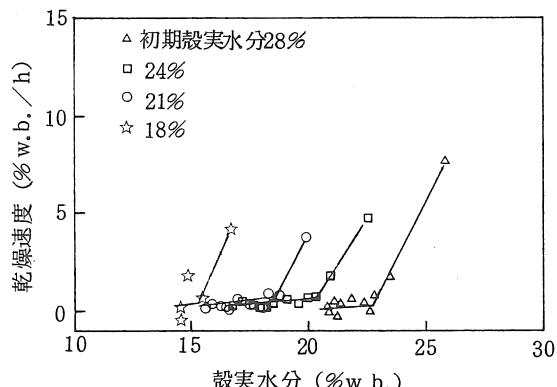


図6 热風温度30°Cのときの穀実初期水分の違いによる穀実水分と乾燥速度の関係

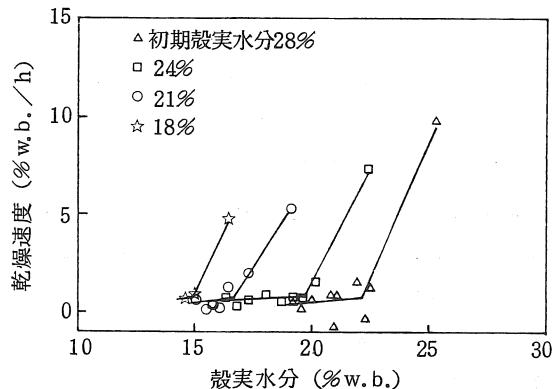


図7 热風温度40°Cのときの穀実初期水分の違いによる穀実水分と乾燥速度の関係

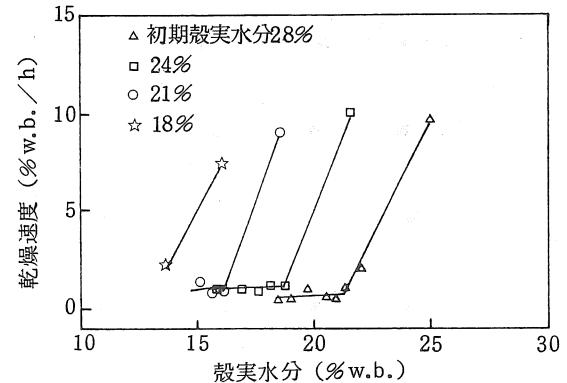


図8 热風温度50°Cのときの穀実初期水分の違いによる穀実水分と乾燥速度の関係

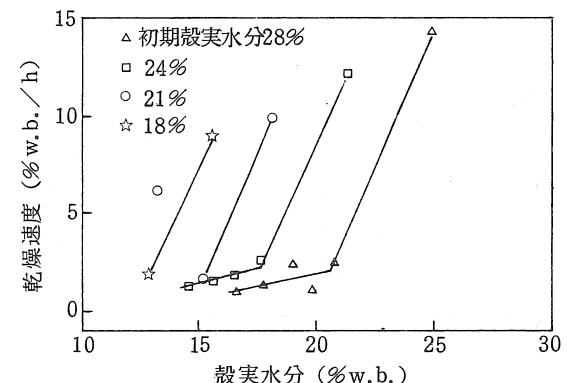


図9 热風温度60°Cのときの穀実初期水分の違いによる穀実水分と乾燥速度の関係

散によるものは少ないとしている。ハトムギは穀とその内部の子実との空隙が大きいため、穀に比較して水分移動速度は小さく、両者が平衡

に達するためのテンパリング期間は長いものと考えられ、効率的な乾燥を行うための、適当なテンパリング期間を検討する必要がある。

## 2. 热風温度と品質

本試験においては、乾燥後の品質の変化を発芽率から検討した。殻実初期水分および熱風温度と乾燥後の発芽率との関係を図10に示す。乾燥後の発芽率は熱風温度が高いほど低下し、殻実初期水分が高いほどその傾向は大きかった。

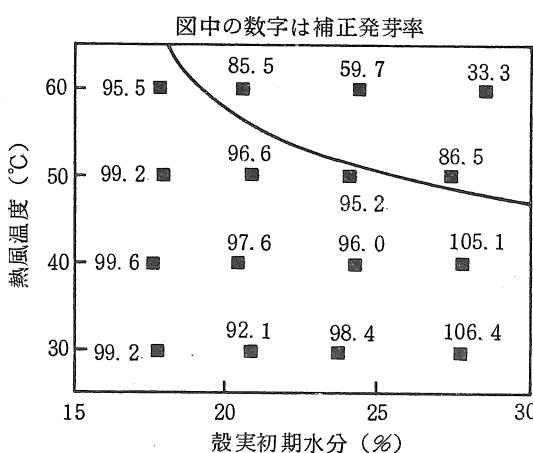


図10 热風温度および殻実初期水分と発芽率

初期水分が18%では、60°Cの熱風温度でも発芽率の低下は認められなかった。しかし、殻実初期水分が24%では、熱風温度が60°Cで、発芽率は約60%と大幅に低下した。また、殻実初期水分28%では、50°Cで約80%の発芽率となり、熱風温度が60°Cでは、約30%の発芽率まで低下し

た。通常、ハトムギの収穫は殻実水分20~30%で行われることが多いことから、発芽率を低下させないためには、40°C以下の熱風温度で乾燥する必要があると考えられる。

## IV 摘要

ハトムギの乾燥条件を明らかにするために、熱風温度と乾燥速度および品質との関係について試験し、以下の結果を得た。

1. 乾燥速度は乾燥初期が最も大きく、その後急激に低下した。
2. 同一初期水分では熱風温度が高いほど乾燥速度が大きかった。
3. 乾燥初期と乾燥過程の、同程度の水分時の乾燥速度は、前者の方が大きかった。
4. 热風温度が50°Cでは、殻実初期水分28%の時発芽率の低下が認められ、熱風温度60°Cでは、殻実初期水分21%で発芽率の低下が認められ、28%では大幅に低下した。

## 参考文献

- 1) 農林水産省農産園芸局農産課：昭和63年度ハトムギ作現地指導会議資料，1988
- 2) 小林甲喜：ハトムギの栽培と利用，農業及び園芸，58(1)，147－150，1983
- 3) 山沢新吾，吉崎繁，前川孝昭：農産物の乾燥に関する基礎的研究（第1報），農機誌，33(2)，192－199，1971

## 醸酵乾燥過程における通気量の影響について

吳 星五<sup>\*</sup>・清水 浩<sup>\*</sup>

Effects of Aeration Rate on Composting

Xingwu WU<sup>\*</sup>, Hiroshi SHIMIZU<sup>\*</sup>

### Abstract

This paper dealt with the effects of aeration rate on composting. Seven experiments, air velocities of 1.83 to 27.5 cm/min (as superficial velocities) had been carried out with a small-size experimental apparatus. The sample packed bed, 26.4 cm in diameter and 70 cm in depth, was divided into 10 thin layers, temperatures of air and material at the center of each layer were individually measured and recorded. Using the experimental data, a simulation method was presented to estimate the decreases of dry organic matter as well as water with the lapse of time. It was proved that the simulation results were precise.

### 1 はしがき

本題の醸酵乾燥操作は、家畜糞などの農産廃棄物ばかりでなく、近年は都市生活垃圾・有機産業廃棄物・汚水処理場の余剰汚泥なども対象とするようになってきて、農学以外の分野でも重視されてきた。しかし結局は、その製品を農業の場へ返すのだから、やはり我々が主導して指導する必要がある。在来の研究蓄積を生かして理論整理して農学の真価を發揮し、社会的需要へ応える必要がある。この研究はその一環である。

この報告は中国からの大学院留学生・吳が実務を担当し、清水の研究室で長らく蓄積してきた同種研究の成果へ積み上げたものである。ここには実用的な実験結果を主に掲げたので、他の学会誌への報告分と合わせて活用されることを希望する。

### 2 研究方法

図1の装置を用いて実験した。醸酵槽aは内径26.4cmのステンレス製で、内部には約60cm高さに試料bを充填し、全体を荷重計dで懸垂し

た。試料bの上面には多数個の小穴を設けた落とし蓋gを乗せて外気と遮断し、下方からの設定通気量のみが通過する条件を整えた。また、試料bを10層に等分して、各々の中心部に熱電対hを置き、その品温T<sub>mci</sub>と通過空温T<sub>aci</sub>とを別々に測定できるようにした。それら総ての測定出力はフロッピーディスクへ記録した。

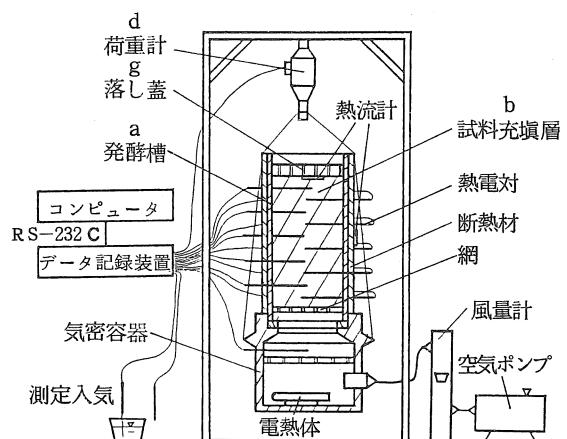


図1 実験装置の概要

Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus

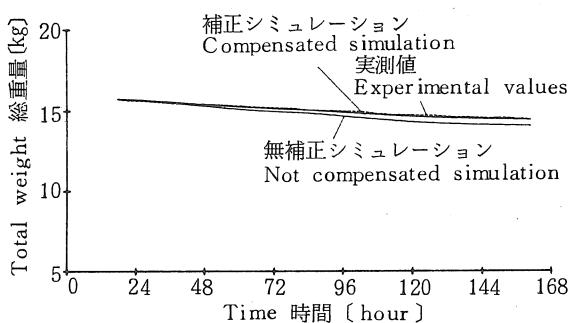


図2 シミュレーションの精度  
Fig. 2 Accuracy of the simulation

層別の  $T_{aci}$  と  $T_{mci}$  を基に、醸酵を伴う試料 b 内での熱と物質の移動現象をシミュレーションした。それは、b が外界と断熱条件にあり、かつ、通過空気は常に飽和湿度状態にあるとして、層内での醸酵（乾物減）に伴う発熱量に対して、層内での空温と品温の上昇および層内の水分蒸発に必要な吸熱量の合計値が、層毎で収支符合するとして求めた。しかし、上記の計算結果は、図2の例に無補正シミュレーション値として示すように、荷重計の読みとして得た実測値とかなり相違した。それは、醸酵槽 a の周囲からの熱損失が無視し難いからであって、その損失熱量を層別の品温との関係で熱貫流計によって求めて補正した。その結果は、図中に補正シミュレーション値として示すように実測値と良く一致したので、このシミュレーション法の正しいことが実証できたものとみなせた。

従って無補正シミュレーション値は、熱貫流の無い、つまり無限大量の堆積状態に相応する場合を表わしていると理解できた。また、層別の中心部の品温  $T_{mci}$  と空温  $T_{aci}$  とを測定した結果からのこのシミュレーション方法によって、水分と乾物との変化を層別に経時的に知ることができるようになった。それらの詳細は別報<sup>5)</sup>に譲り、この研究手法を用いて通気量を変化した時の成果を以下に報告する。

表1 実験条件

整番 No.	初期含水率 % w.b	乾物当り通気量 $\ell/\text{min} \cdot \text{kg DM}$	空塔速度 cm/min
1	59.20	0.167	1.83
2	60.14	0.333	3.70
3	59.98	0.500	5.48
4	59.83	0.667	7.30
5	58.45	0.833	9.13
6	60.20	2.000	21.90
7	59.87	2.500	27.45

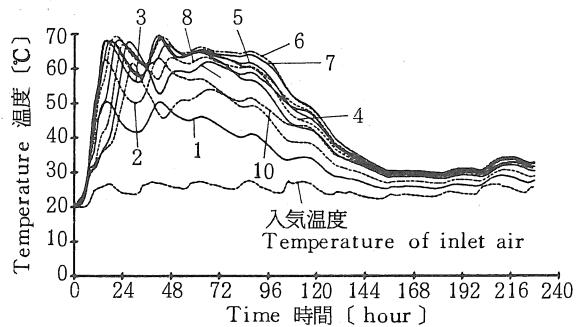


図3 層別の試料品温の経時変化(給気量 1.83 cm/min)  
Fig. 3 Changes of material temperature of each layer with time (airflow rate 1.83 cm/min)

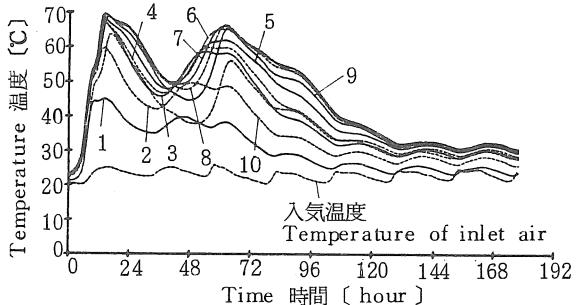


図4 層別の試料品温の経時変化(給気量 3.70 cm/min)  
Fig. 4 Changes of material temperature of each layer with time (airflow rate 3.70 cm/min)

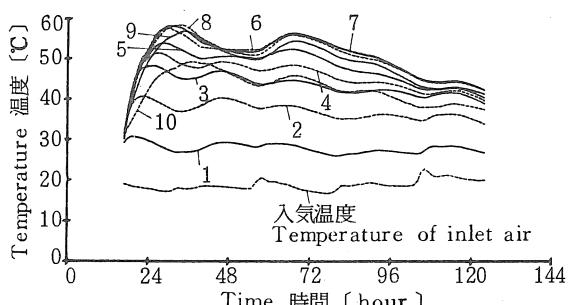


図5 層別の試料品温の経時変化(給気量 5.48 cm/min)  
Fig. 5 Changes of material temperature of each layer with time (airflow rate 5.48 cm/min)

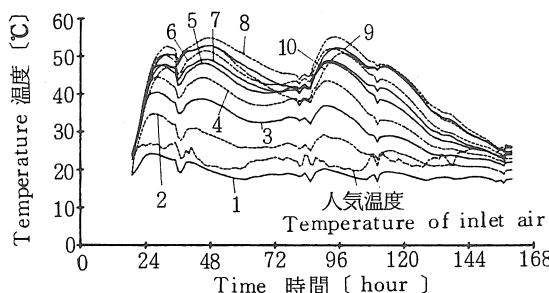


図6 層別の試料品温の経時変化(給気量7.30cm/min)  
Fig. 6 Changes of material temperature of each layer with time (airflow 7.30 cm/min)

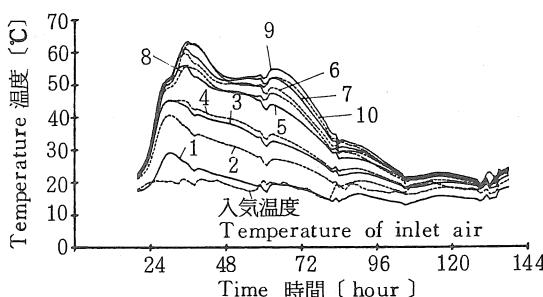


図7 層別の試料品温の経時変化(給気量9.13cm/min)  
Fig. 7 Changes of material temperature of each layer with time (airflow rate 9.13 cm/min)

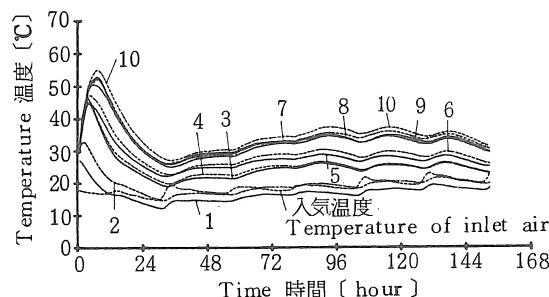


図8 層別の試料品温の経時変化(給気量21.90cm/min)  
Fig. 8 Changes of material temperature of each layer with time (airflow rate 21.90 cm/min)

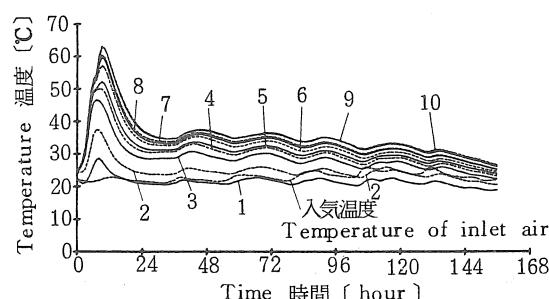


図9 層別の試料品温の経時変化(給気量27.45cm/min)  
Fig. 9 Changes of material temperature of each layer with time (airflow rate 27.45 cm/min)

本報の実験は通気量だけを多種類に変化して、他の条件はできるだけ一定にして行なった。試料には、乾燥鶏糞と解織した稻わらとを乾物質量比で2:1に混合し、合計含水率が60%wb位になるように加水し、数時間置いて平衡化した後に槽a内へ充填して、供試した。通気は室温を加温して約20°C一定となるようにした。実験区分別の仕様を表1に一覧する。通気量に関しては、いろいろな表示法で掲げてあるが、後述する。

### 3 実験結果と考察

図3～9には通気量を変化した条件別の結果である。空温の測定結果は、一般に数°C以内でこれより高いが省略した。また図10、11には、無補正シミュレーションで求めた水分蒸発量と乾物減量とを、全層平均の累積値で示した。これらの成果から、つきの知見を得た。

- (1) 小通気量の条件では、昇温経過に層別のずれが認められ、最高温度に到達する時間は上層ほど遅くなった。大通気量の条件ではその現象が消えて、全層が一体に昇温する傾向を示した。小空気量での酸素消費に起因する現象とみられた。
- (2) 升温経過は一般に複数個の峰を持ち起伏するが、その後、低下して醸酵終末に至る。その盛期の時間長は、小通気量ほど長い傾向にあった。大通気量ほど空冷効果が強いために、盛期時間が短縮するとみられた。
- (3) 升温最高温度は小通気量ほど高かった。また、その時には各層が順次に最高温度へと到達したが、大通気量だと下層ほど到達最高温度が低く、温度分布は常に層状をなした。
- (4) 最初の升温経過は小通気量ほど緩やかであり、大通気量ほど急速に升温した。

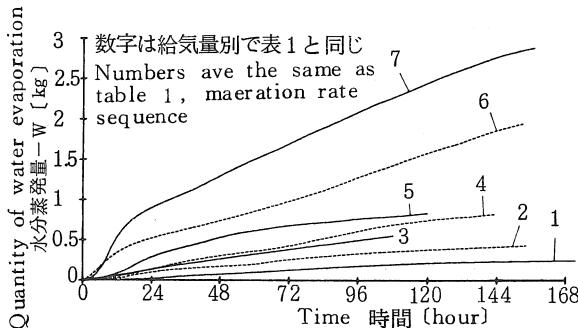


図10 累積水分蒸発量の給気量別比較

Fig. 10 Comparison of accumulated quantities of water evaporation at different aeration rates

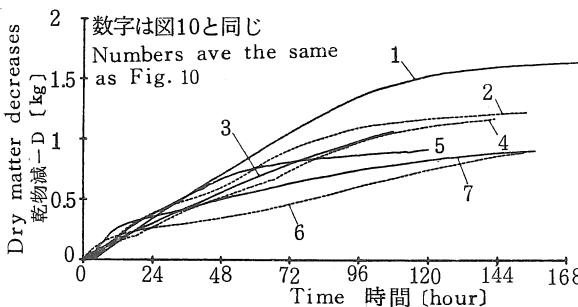


図11 累積乾物減量の給気量別比較

Fig. 11 Comparison of accumulated quantities of dry matter decreases for different aeration rates

(5) 酵酛乾燥に関する通気量の表示法には空塔速度 [ $\text{cm}/\text{min}$ ] が適当と認められた。例えば、乾物量当たり風量比 [ $\ell/\text{min} \cdot \text{kg DM}$ ] で表わす方法は、上層へ試料をさらに重ねて乾物量を増しても下層は同一に状態変化するから適当ではない。また、基準とする乾物量自体が酵酛と共に変化するからである。

(6) 堆積高さの適正寸法は空塔速度で表わす通気量と関係する、と理解できた。堆積高さが大きな場合には大通気量にするほど上層の酵酛乾燥が可能となるからである。

(7) 乾物減量の長時間累積値は、通気量による大きな差異が無かった。大通気量では最初の数時間で大きく、小通気量では持続するた

めであった。

(8) 水分蒸発量の累積値は、明らかに大通気量ほど大きかった。とくに、最初の数時間の最高温度が高い時間帯では大通気量の優位が絶大だった。

#### 4 あとがき

通気量をかなりの領域に渡って変化させて実験したが、通気量の上限値・下限値を究明するまでには至らなかった。今後さらに変化領域を大きく探って実験して限界値を確定したい。その研究結果から、通気量の影響を原理的に究明できるようになると期待している。それらは続報する予定である。また、本報告のような静置状でなく攪拌を伴う場合など、研究はなお一層に発展させ深化させる必要があり、順次に展開するつもりでいる。それらの研究成果が実社会の需要へ応えて、新技術開発へ役立つことを期待している。

#### 参考文献

- (1) 木村・清水：家畜糞の堆肥化に関する基礎研究（第1～2報），農機誌43(2～3)，1981，（第3報）投稿審査済み
- (2) 清水：家畜糞再利用の加工装置，近代酪農73，1983
- (3) 清水：家畜糞，未利用飼料資源の調査検討報告，日本飼料協会，48～69頁，1984
- (4) 清水・佐藤：屎尿コンポスト化装置の現状，有機質廃棄物のコンポストに関するシンポジウム講演集，111～112頁，下水汚泥資源利用協議会，1985
- (5) 清水・呉・木村・西山：有機物充填層の酵酛乾燥過程における熱と物質との移動現象に関する研究（英文），農施設誌，投稿中

## スイートソルガムの茎葉分離・搾汁システムについて

屋代幹雄<sup>\*</sup>・古川嗣彦<sup>\*</sup>・矢治幸夫<sup>\*</sup>・大下泰生<sup>\*</sup>

Leaves and an Ear Removing and Stalk Squeezing System of Sweet Sorghum

Mikio YASHIRO<sup>\*</sup>, Tsuguhiko FURUKAWA<sup>\*</sup>,  
Yukio YAJI<sup>\*</sup>, Yasuo OHSHITA<sup>\*</sup>

### 1 はじめに

スイートソルガムは、C<sub>4</sub>植物として高い生産力を有する高エネルギー資源である。最近、食品素材、飼料素材等への有望な素材として期待されており、また、寒冷な東北地域への新導入作物として注目されている。現在、スイートソルガムの葉・穂および搾汁残滓は飼料素材への、また、搾汁液は飼料等食品素材への開発研究が推進されている。

このスイートソルガムを東北地域に定着させるためには、その地域的システム化を図る必要があり、そのためには、栽培技術、前処理技術、変換技術等個々の栽培が合理的な一連の技術として、地域システムに位置付けられることが必要である。

ここでは、新しい茎葉分離技術および効率的搾汁技術を開発するための基礎資料を得るために、既存の茎葉分離機の性能を調査するとともに、既存の茎葉分離機および搾汁機を用い、スイートソルガムの茎葉分離・搾汁システムを構成し、その作業能率の調査を行った。

### 2 スイートソルガムの性状

3品種（品種名：F S 304（ハイシュガー）、S C S 405（シロップ2号）、K C S 105（スーパーシュガー））の、茎葉分離時の性状および茎糖度の経日変化を調査した。なお、糖度は手持屈折計（A社製Nタイプ）を用いて、茎先

端部から奇数節間部を測定し、平均値を求めた。

茎葉分離時の各品種の性状を表1に示す。また、茎糖度の経日変化を図1に示す。

スイートソルガムは、全長3～4mに達する長大作物である。また、茎糖度は、出穂後に増加し、収穫時にはほぼ10～15Brixに達する。

表1 各品種の性状

品種名	F S 304	S C S 405	K C S 105
全長(cm)	305.6	396.2	321.5
穂元まで の長さ(cm)	279.1	370.5	288.8
全重量(g)	524.5	444.4	569.4
茎重量(g)	391.9	462.5	458.6
葉重量(g)	92.1	31.1	97.8
穂重量(g)	40.6	25.0	13.1
茎割合(%)	74.7	89.2	80.5
節間数(コ)	9.1	13.2	11.7

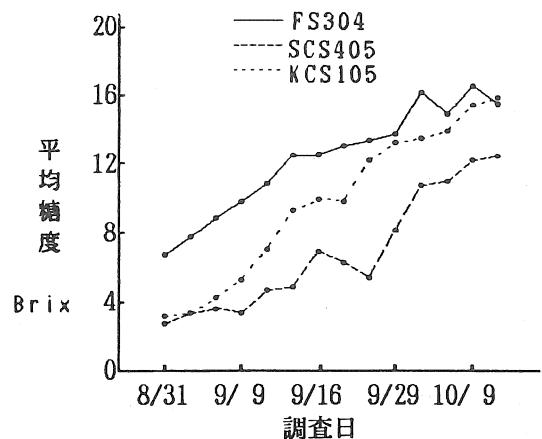


図1 茎糖度の経日変化

### 3 既存の茎葉分離機の構造および性能調査

#### (1) 茎葉分離機の構造

さとうきび用に用いられている小型脱葉機（B社製 BMC-250C）を調査した。機械の構造を図2に、また、その主要諸元を表2に示す。

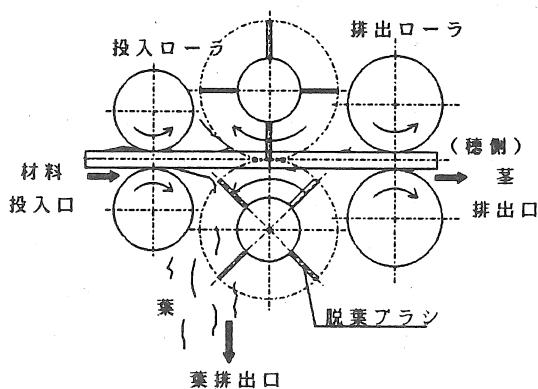


図2 供試した小型脱葉機の概要

表2 小型脱葉機の主要諸元

名 称		B社製 BMC-250
全 長		1,340 (mm)
全 幅		1,000 (mm)
全 高		1,350 (mm)
重 量		270 (kg)
脱 葉 幅		250 (mm)
ブ ラ シ 直 径	直 径	220 (mm)
ブ ラ シ 線 径	線 径	2.4 (mm)
ブ ラ シ 枚 数	枚 数	4 (枚)
入 口 ローラ 直 径		120 (mm)
排 出 ローラ 直 径		150 (mm)

本機は、穂部カット用のカッタ刃、投入および排出ローラ、脱葉ブラシからなっている。材料は、まず投入口そばにあるカッタ刃で穂を切断し、穂側から投入口に投入する。投入された材料は、投入口の投入ローラによって機内に引

き込まれ、脱葉ブラシによって葉が分離されたのち、茎は排出ローラによって排出口へ排出される。また、茎から分離された葉は葉排出口に排出される。脱葉ブラシは線径2.4 mmのナイロン線を植え付けたもので、ブラシ軸に放射状に4枚取り付けてあり、各々取り外しが可能である。また、脱葉ブラシと投入・排出ローラの回転速度比は、11.3:1に設定されている。

#### (2) 性能調査

##### ① 調査方法

スイートソルガム（品種名：SCS 405（シロップ2号））を人力で1本ずつ供給し、脱葉率（供試した材料の葉重量に対する葉排出口に排出された葉重量の割合）、折損率（供試した材料の茎重量に対する葉排出口に排出された茎重量の割合）および作業能率を調査した。

調査は、ブラシ先端速度（投入ローラ先端速度）を11.1, 13.8, 16.6, 19.4 m/s (0.98, 1.23, 1.47, 1.71 m/s) の4段階に、また、ブラシ枚数を2, 4枚の2段階に変えて行った。

なお、調査時の供試材料水分は茎71.3%wb、葉28.6%wb（105度24時間法）であった。

##### ② 調査結果

脱葉ブラシ先端速度と茎葉分離性能の一例を

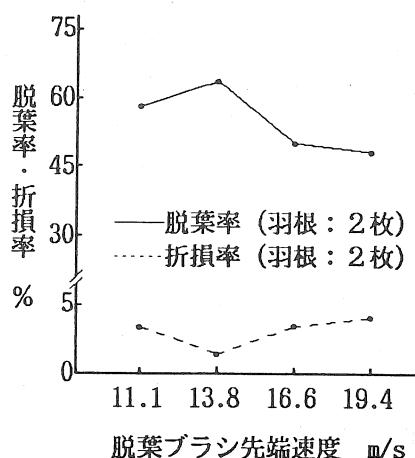


図3 脱葉ブラシ先端速度と  
茎葉分離性能の一例

図3に示す。

ブラシ先端速度13.8 m/s(送り込み速度1.23 m/s), ブラシ枚数2枚の時, 脱葉率が高く, 最も茎葉分離性能が良かった。また, 葉排出口に排出された茎を観察すると, 茎の先端部の細い部分が多く見られた。これは, 投入直後, 茎の先端部は片持ち状態にあり, この時に脱葉ブラシで叩かれ, 折れたものと考えられる。

作業能率は3人組作業(内訳: 投入作業1人, 投入補助作業1人, 後処理作業1人)で, 約120本/h(520 kg/h)であった。

#### 4 茎葉分離・搾汁システムと作業能率

##### (1) 茎葉分離・搾汁システムの概要

既存の茎葉分離機, カッタおよび生研機構で開発された搾汁機を用いて, 茎葉分離・搾汁システムを構成した。茎葉分離・搾汁システムの概要を図4に, また, カッタ, 搾汁機の主要諸元を表3に示す。

表3 カッタ・搾汁機の主要諸元

カッタ	
名 称	S社製 ホイール型カッタ
全 長	1,760 (mm)
全 幅	875 (mm)
全 高	2,140 (mm)
重 量	770 (kg)
切 断 刃	
種 類	凹刃
枚 数	2 (枚)
供 給 幅	175 (mm)
設定切断長	9 (mm)
所 要 動 力	2.5~4 (ps)

搾汁機	
名 称	生研機構製沪布併用対ローラ式
全 長	2,700 (mm)
全 幅	1,140 (mm)
全 高	1,590 (mm)
全 重	919 (kg)
駆動ローラ 直 径	600 (mm)
加圧ローラ 直 径	114 (mm)
供 給 幅	500 (mm)
沪 布 厚	4 (mm)

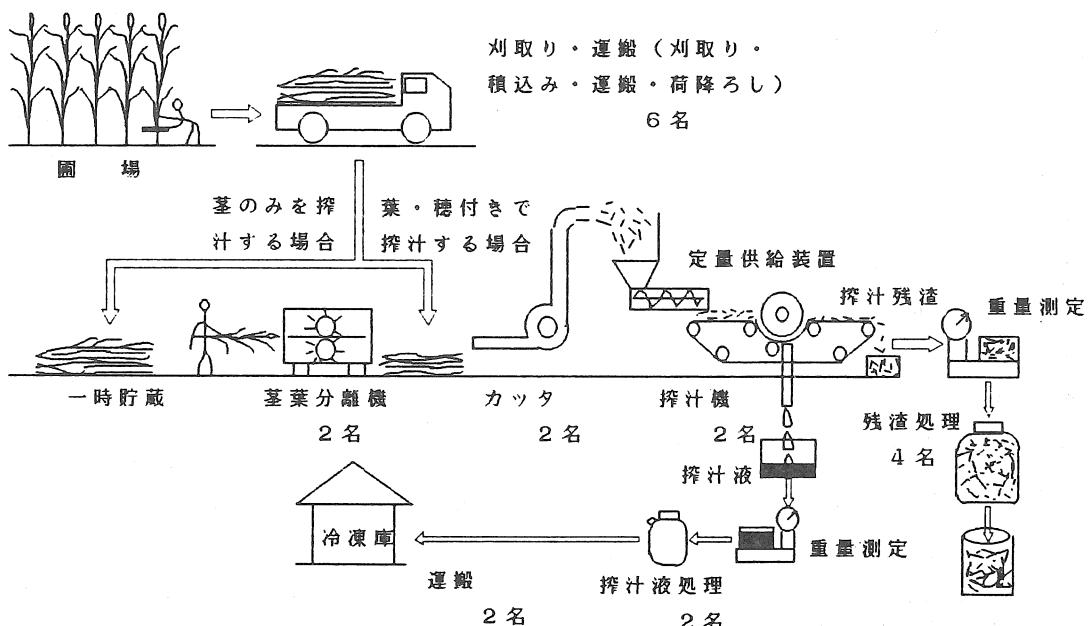


図4 茎葉分離・搾汁システムの概要

まず、収穫した材料を人力で茎葉分離機に投入し、茎葉を分離する。排出された材料は、人力によって、残った葉を取り除き、カッタに投入し、細断する。細断された材料は、定量供給装置に投入され、搾汁機に連続的に定量供給され、搾汁液と搾汁残滓に分けられる。また、本システムは茎葉を分離しない葉・穂付材料も搾汁することもできる。

なお、本システムの必要最低人員数は、20人である。

## (2) 作業能率

### ① 調査方法

調査は、圃場で人力によって、収穫した材料(品種名: FS 304(ハイシュガー))を供給し、茎のみを搾汁した場合および葉・穂付で搾汁した場合の作業能率を調査した。

なお、供試した材料の性状を表4に示す。搾汁機の、搾汁目標は茎のみの場合、搾汁率(供試材料の全重量に対する搾汁後の搾汁液重量の割合)約45%, 葉・穂付きの場合、約35%に設定した。

表4 供試材料の性状

品種名	FS 304
全長(cm)	245.7
穂元までの長さ(cm)	211.8
全重量(g)	593.5
茎重量(g)	385.7
葉重量(g)	127.4
穂重量(g)	80.4
茎割合(%)	65.0
節間数(コ)	9.1
含水率(105℃ 24時間法)	
茎(%wb)	76.1
葉(%wb)	74.5
穂(%wb)	39.2

### ② 調査結果

本システムにおける茎葉分離・搾汁作業の能率を表5に示す。

作業能率は、茎葉分離した場合約480 kg/h, 茎葉分離しない場合約380 kg/hであり、茎葉分離機および搾汁機の能率によって、制限された。これは、既存の機械を用いて構成したためで、より高能率の茎葉分離機および搾汁機を開発することによって、作業能率は、まだ向上する余地を多く含んでいる。

表5 茎葉分離・搾汁システム

	茎のみ搾汁	葉・穂付搾汁
搾汁率(%)	48.6	36.6
作業能率(kg/h)	486.7	380.6

## 4まとめ

既存の茎葉分離機の性能を調査するとともに、既存の茎葉分離機および搾汁機を用いた茎葉分離・搾汁システムにおける作業能率を調査した。

本試験結果をまとめると次のようになる。

(1) 既存の茎葉分離機を供試し、茎葉分離性能を調査した結果、ブラシ先端速度13.8 m/s(送り込み速度1.23 m/s), ブラシ枚数2枚の時、脱葉率が高く、最も茎葉分離性能が良かった。また、作業能率は3人組作業で、約120本/h(520 kg/h)であった。

(2) 茎葉分離・搾汁システムを開発した。このシステムにおける作業能率は、20名作業で茎葉分離した場合約480 kg/h, 茎葉付きの場合約380 kg/hであった。

今後本調査で得られた結果を基にして、より高精度で高能率な茎葉分離機を開発するとともに、細断することなしに長い茎の状態で搾汁することができる茎葉分離・搾汁システムを開発する予定である。

## トンネル型チューブハウスの開発

古川嗣彦<sup>\*</sup>・矢治幸夫<sup>\*</sup>・屋代幹雄<sup>\*</sup>・大下泰生<sup>\*</sup>

Development of Tunnel Type Tube House

Tsuguhiko FURUKAWA<sup>\*</sup>, Yukio YAJI,  
Mikio YASHIRO<sup>\*</sup>, Yasuo OHSHITA<sup>\*</sup>

### 1はじめに

北東北においては、やませ等による低温害を受け作物生産は不安定な場合が多い。この低温害を回避するためには、低温環境下における作物の生産環境制御が重要である。環境の制御による低温害の回避などによって生育が安定し单収が増大するとともに、作物の生育促進や早春、晩秋への作期拡大も可能となって土地利用率が高まり土地生産性が向上する。

これまで、環境制御の手段として、マルチ被覆栽培、トンネル栽培、ハウス栽培、べたがけ栽培などが行われているが、これらの栽培法における研究課題も多い。例えば、装置化・施設化による設備費の低減、トンネル栽培における温度管理の省力化、ハウス栽培の大規模化などである。

これまで保温性を維持しつつ、設備費を低減するための空気ハウス<sup>1)</sup>、空気膜ハウス<sup>2)3)</sup>が研究され、一部は普及段階に達している。空気ハウスはハウスの内部に空気圧力を加えてハウスを支持するのに対して、空気膜ハウスは、空気でふくらませた空気枕のような平面状のフィルムで被覆されたハウスで、ハウスの支持部材の省略などにより構造を簡略化できる。

ここでは、ハウス構造の簡略化、温度制御機構の単純化を図るためにポリエチレンチューブを利用したトンネル型チューブハウスを試作した。

### 2 トンネル型チューブハウスの構造

図1に示すように、大型トンネル用の支柱

を2.5m間隔に設置し、支柱と直交方向にポリエチレンチューブを配列して支柱に固定した。固定幅は、チューブに空気が満たされた時にチューブとチューブが接触して閉鎖系を構成できるように決定した。

ポリエチレンチューブは図2に示すように、折り幅40cmで、上端の1cmと下端の1cmの部分が連続的に熱溶着されている。両端の溶着された部分の内部にポリエステル樹脂性の線が入っており、チューブの一部に穴をあけてこの線を各支柱に固定した後、線に張力を与えて両端の支柱に固定した。

これらの各チューブの一端は大型トンネル用支柱とほぼ同じ大きさの門型空気分配パイプに接続されている。

ポリエチレンチューブの厚さは、0.03mm、空気

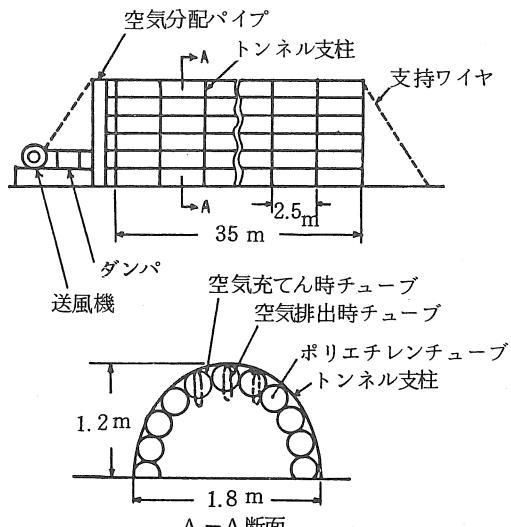


図1 トンネル型チューブハウスの概要

\* 農林水産省東北農業試験場

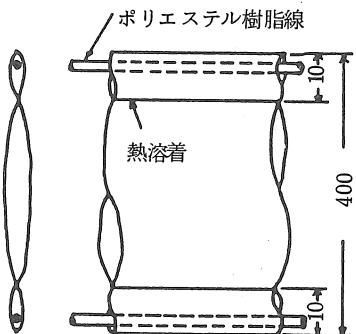


図2 ポリエチレンチューブの概要

を満たしたときのチューブの直径は24cmである。送風機はダンパを介して空気分配パイプに接続されている。送風機の出力は200 W / 2,800 rpm, 風量 7.5 cm<sup>3</sup>/min, 静圧・687 Paである。

### 3 温度制御の概要

ハウス内に温度センサを設置し、空気分配パイプの一部に圧力センサを装着した。これらセンサのON・OFF出力を、プログラマブルコントローラによって処理し、送風機とダンパを駆動してハウス内の温度を制御する（図3）。

ハウスの温度制御を事例的に述べると次の通りである。

ハウス内の温度が設定値以下の低温の場合は、ダンパが開放されて通風状態になるとともに、送風機が駆動されポリエチレンチューブに空気が満たされる。チューブとチューブを密着させてハウス内の閉鎖系を構成する。この場合、チューブとチューブを密着可能なチューブ内の設定空気圧力に達するとダンパを閉じて、さらに送風機を停止させる。しかし、ダンパ、送風機、チューブからの空気の漏えいがありチューブ内の空気圧力が設定値よりも低下するとダンパが開放され、空気圧が設定値に達するまで送風機によりチューブへの送風を継続する。従って、ハウス内の温度が設定値以下の低温の場合は、送風機は断続的に運転される。

ハウス内の温度が設定値以上に達するとダンパが開放され、送風機は停止するので、チューブが自重によって垂下しようとする力によってチューブ内の空気は空気分配パイプの一部に設けた空気排出口および送風機から排出される。チューブが垂下しチューブとチューブの間が分離するとハウス内外の空気は自由に移動するので、ハウス内温度は低下してハウス外の温度にほぼ等しくなる。

以上の動作が繰り返されてハウス内の温度が設定値に維持される。

サーモスタットはY社製(T631A)、温度設定範囲・0~40°C、温度設定精度・±2.5°C、動作すき間・約1.5°Cである。サーモスタットはハウス内のほぼ中間の高さである地上50cmの位置に設定した。

圧力センサはN社製のマイクロスイッチ式接

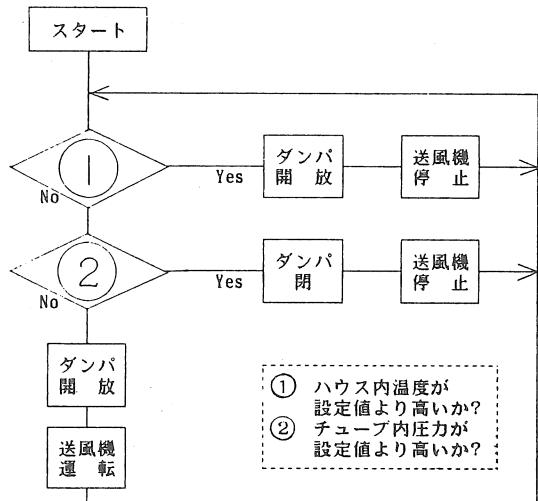


図3 温度制御フローチャート

点付圧力計(JM41-131)で、静圧・1471Paである。

プログラマブルコントローラは、O社製(S3D形)電源電圧・AC100V、センサ用電源出力・DC12V、入力数・4、出力数・4、出力形態・

リレー接点、ステップ数・60である。

#### 4 温度および日射量の測定

ハウスの概略の性能を把握するため、ハウス内外の温度と日射量を測定した。

温度はハウスの中間において、ハウス内の地上50cmの高さにおける気温と地表面から5cmの深さの地温、ハウスから1m離れた地点の地上50cmの気温、地表面から5cmの深さの地温を測定した。測定は熱電対（鉄-銅・ニッケル合金）の先端を接着剤でコーティングして設置し、打点式温度記録計に記録した。

日射量は温度測定と同一地点における地面に設置して測定した。日射計はA社製(MS-800)，出力・ $50\text{mv}/\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ を使用した。

#### 5 測定結果

##### 1) 閉鎖系ハウスにおける曇天時の温度および日射量

図4は、チューブが空気で満たされ、ハウスが閉鎖系を構成している場合の曇天時におけるハウス内外の気温、地温、日射量を示している。ハウス外気温が18°C程度の場合、ハウス内気温は外気温よりも10°C程度高く、ハウス内地温はハウス外気温よりも2~5°C高くなかった。ハウス内の日射量は、ハウス外の日射量にしたがって変化したが、ハウスの日射透過率は約60%程度で、この場合は日射量の変動に対して大きな変動は示さなかった。

##### 2) 開放系ハウスにおける晴天時の温度および日射量

図5はハウスが開放系を構成している場合の晴天時における事例である。ハウス内の温度が設定温度よりも高く、チューブが垂下している状態である。ハウス内外の気温はほぼ同一であり、太陽の位置やハウスの設置方向によって

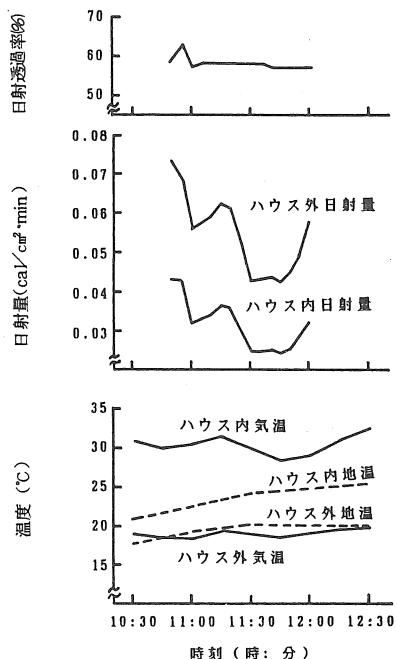


図4 曇天時における閉鎖系ハウス内外の温度・日射量

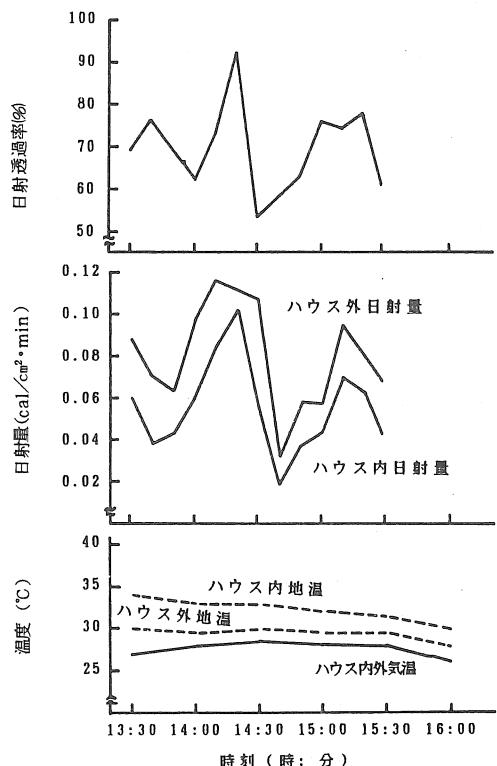


図5 晴天時における開放系ハウス内外の温度・日射量

太陽光線は直接ハウス内に入る場合もある。

ハウス内外の気温は26~27°Cで同程度であり、ハウス内の地温はハウス外よりも3°C程度高い。ハウス内の日射量はハウス外の日射量に応じて変化し、日射透過率は60~90%の範囲で変動した。これは、垂下しているチューブが風の影響を受けて揺れるため日射が直接ハウス内の地表面に達する割合が高くなるものと思われる。

### 3) 温度制御時におけるハウス内外の温度および日射量

図6はハウス内の温度を30°Cに設定して制御した場合の事例である。

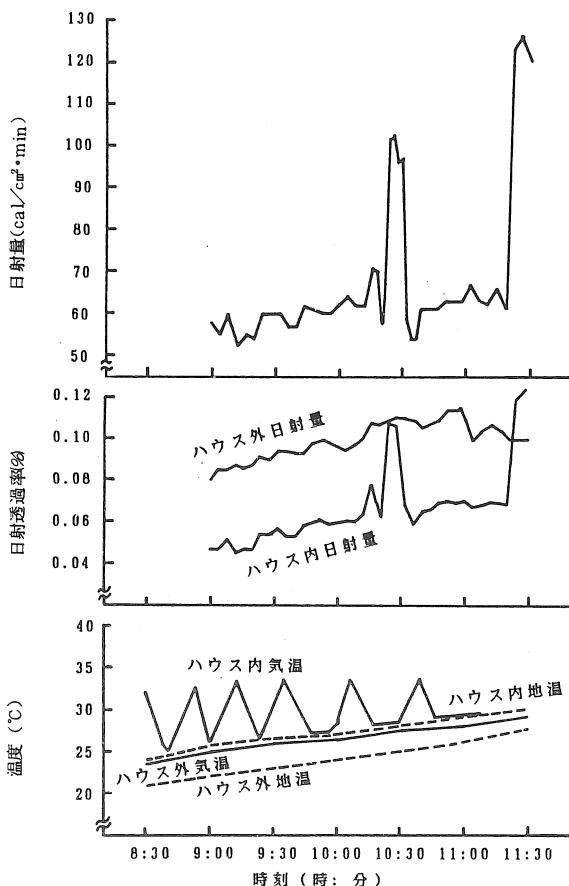
設定温度に対しておよそ3~5°Cの変動幅がある。これは、ハウス内の気温が上昇して設定温度に達すると送風機が停止し、チューブの空気が排出されてチューブが垂下し、ハウス内外の空気が移動して気温が低下するまでに時間を要することと、ハウスが開放系の状態でハウス内の気温が低下して設定温度に達し送風機が駆動されチューブに空気が満たされて閉鎖系を構成するまでに時間を要するためである。

ハウスの日射透過率は、ハウスが閉鎖系の場合には60%程度を示すのに対して、開放系の場合にはチューブが風によって揺れるため、時には100%以上に達する。

## 6まとめ

1) ポリエチレンチューブと大型トンネル用支柱によって構成されたトンネル型チューブハウスを開発した。ポリエチレンチューブはダンパを介して送風機に接続されており空気を満たすと閉鎖系のハウスとなり、チューブの空気を排出すると開放系のハウスとなる。

2) ハウス内の温度センサとチューブに接続した空気圧力センサ、プログラマブルコントローラを用いて送風機およびダンパを駆動するこ



第6図 晴天時における温度制御時ハウス内外の温度・日射量 - 設定温度30°C - とによりハウスの温度制御が可能であった。

3) ハウス内の日射透過率はおよそ60%以上であったがハウスが開放系の場合は100%以上の値を示す場合があった。

## 参考文献

- 1) F.I. Scribe, R.B. Curry; Simulation of lettuce growth in an air-supported plastic greenhouse, JAER 18, 133-140, 1973
- 2) R.A. Aldrich, G.S. Weaving; Structural response of an inflated roof greenhouse, Trans. ASAE 22, 1390-1397, 1979
- 3) 岡田益己, 林勇; 空気膜ハウスの簡易試作例とその特徴, 農業および園芸 58(1), 57-60, 1983

## 大豆等蛋白穀類の肉状食品加工

西山喜雄\*・寺口太二\*

Meat-like Food Production from Soybeans by Extruder

Yoshio NISHIYAMA\*, Taiji TERAGUCHI\*

### I はじめに - 機械家畜の提唱 -

大豆から製造される、豆腐、納豆などは、わが国においては古来から、重要な蛋白源食品であり、またアメリカでも健康食品として注目されている。また飢餓状態を脱した開発途上国においては、蛋白質摂取量を増やすことが課題となっており、従って安価なタンパク質食品を供給する必要がある。更に、現在の農業生産システムであれば、世界的規模でみれば、近い将来において人口増加に食料生産が追いつかなくなるであろう事は確実である。したがって、飼料蛋白効率の低い肉牛豚の生産を減らして、人造肉で代替していく必要があろう。この場合、穀類を肉状に加工する機械は、肉用家畜の代替と考えることが出来、"機械家畜"と称してもよいのではないか。肉牛豚が長期間かけて肥育されるのに、機械家畜は短時間で、高い変換効率で、しかも食肉に迄加工してしまう。

現在、大豆等の穀類からエクストルーダで肉状に加工する技術が開発され、食品製造会社や製鉄会社が製品化し販売している。畜産が農業であるのだから、"機械家畜"を使った加工産業も農業であるとも言える。しかし、農家または農業団体がこの新しい畜産業を経営するためには、機械家畜の価格を下げる他に、安定して製品が製造されなければならない。特にエクストルーダ加工は高温高圧下で行われるために、フランシングが起きやすく、これが大きな問題

点である。

この度、岩手県産官学（岩手県食品製造メーカー、県醸造食品試験場、水産試験所、岩手大学）共同研究組織、岩手ハイテク食品加工研究会（代表平川真人）の一員として、エクストルーダによる岩手県産素材を原料とした新食品・餌飼料の開発研究を行った<sup>(1)</sup>。このうち、大豆を主原料として組織化試験を行った結果について、上記観点から報告する。研究の機会を与えていただいた、岩手ハイテク食品加工研究会の方々、岩手県醸造食品試験場飯野久栄場長、岩手県商工労働部工業課大辻義弘課長に感謝の意を表します。

### II エクストルーダによる組織化の原理

蛋白を含水率30~60%，高温（150℃程度）、高圧（5 MPa以上）下で混練すると、蛋白の鎖が切れて溶融状態になる<sup>(2)</sup>。これを高圧で押し出すと、蛋白は配向が揃って纖維状に並び変わる。これを高温下で急激に減圧すると膨化してしまうので、クーリングダイによって冷却しつつ緩やかに押し出す。クーリングダイは材料への伝熱を良くするために、通常スリット状になっている。

### III 実験装置及び実験方法

#### (1) 実験機器

実験装置は、図1に示す末広鉄工製二軸式エ

クストルーダ  $\alpha = 50$  で、スクリュー径67mm、軸長1,310 mm,  $L/D = 20$ , スクリュー回転数0～350 rpmである。温度調節はバレル内にパイプヒータを4ヶ所に挿入して、PID制御器で制御する。温度を降下させるためには手動で冷却水を流す。スクリュー内圧力は2点(バレル先端および中間)で半導体圧力計で測定する。その他、スクリュー回転数、フィーダ回転数等を計測し、ハイブリッドレコーダ(横河電機製作所製、4081)でAD変換して記録するようになっている。

## (2) 計測制御

コンピュータによる計測制御のプログラムは西山が作製したものであり、パーソナルコンピュータ(NEC PC 9801 F2)との対話形式で、

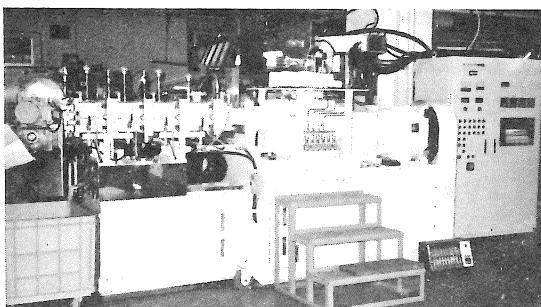


図1 二軸エクストルーダ実験装置

Fig. 1 Twin-screw extruder used for experiments.

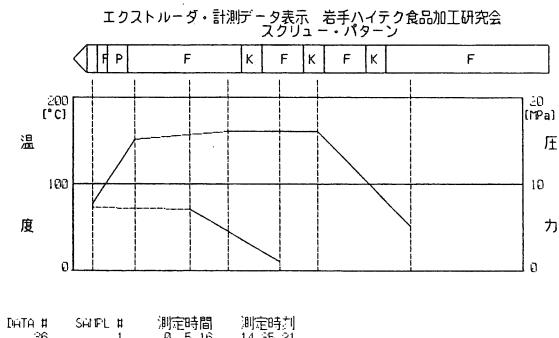


図2 計測制御のディスプレイ画面例

Fig. 2 An example of computer display for sensing control system programmed by Nishiyama.

次の実験手順が、ワープロ並の手軽さで行うことが出来る。

(a)スクリューパターンの入力・登録・読み込み・書き出し。(b)スクリューパターンの修正。(c)フィーダ回転数とフィード量の関係を最小自乗法で求め、グラフの作製および原料供給量を与えて、設定フィーダ回転数を求める。(d)原料含水率と製品含水率から水添量を決める。(e)データファイルの登録作製。

また、ハイブリッドレコーダとパーソナルコンピュータを、GPIBインターフェイスでつなぎ、つぎの処理を行うことが出来る。

(f)レコーダの初期設定。(g)測定値をディスプレイ上に数値表示したり、温度・圧力測定値をグラフ化表示する。(h)データを任意時間間隔でファイルに格納する。(i)異常圧力・温度に対する警告の発生。

ディスプレイ画面の一例を図2に示す。

組織化実験原料として使用したものは、(1)脱脂大豆(味の素、含水率12%)、(2)脱脂大豆に乾燥卵白(キューピー乾燥卵白Kタイプ)を混合したもの、(3)黄粉(松勘商店、含水率9.5%)及び(4)乾燥おから(含水率12%)等である。原料含水率を赤外線水分計で計測して、バレル温度、製品含水率、スクリュー回転数、原料供給量を変えて実験を行った。スクリューパターンは大豆原料に対して組織化がし易いと言われる、図3のパターンを使用した。

## IV 実験結果と検討

脱脂大豆等から肉状製品を作るための最適加工条件を見つけるために、バレル温度、回転数、水添量などを変化させて実験した。また、組織化の状態を見るためにせん断強度を、テンシプレッサー(タケトモ、TTP-508 X、ナイフ形プランジャー、20mm × 1mm)を用いて測

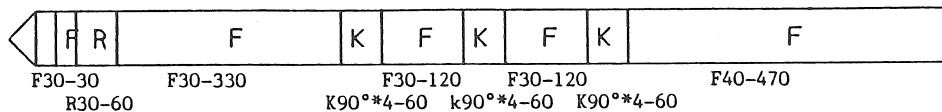


図3 スクリューパターン

Fig. 3 Screw pattern used in the experiment

スクリュー形状 F: フォワード, K: ニーディング, R: リバース

表示例: F30-40: Forward, pitch 30 mm, Length 40 mm K90° \*4-60 :Kneading, 90° 4枚組, Length 60 mm

表1 回転数と含水率の違いによる組織化の結果

Tab. 1 Results of texturization with respect to screw revolution and moisture content

組織化原料: No. 1 ~ 7 脱脂大豆のみ, No. 8 脱脂大豆 (75%) + 乾燥卵白 (25%)

組織化の状態: ○…方向性, 強度とも良好, □…方向性, 強度ともやゝ良好

△…方向性は見られないが, 強度はやゝ良好, ×…方向性, 強度とも無し

No.	スクリュウ回転数 (rpm)	原 料 供給量 (kg/h)	含水率 %, w.b.	水添量 (l/h)	バレル圧力 MPa		バレル温度 [°C]					組織化の状態	せん断強度 [Pa]	
					中 間	先 端	第 1	第 2	第 3	第 4	ダブレート		X方向	Y方向
1	100	21.2	53.2	23.8	1.9	2.0	48.6	161.5	160.2	150.7	53.0	×	56.4	51.1
2	"	19.1	44.7	9.2	—	—	49.1	160.1	159.5	148.1	—	○	186.7	336.9
3	130	19.6	63.4	23.8	8.9	11.0	50.0	160.9	160.3	151.1	76.7	×	93.1	78.4
4	"	19.5	56.2	15.0	4.7	5.9	49.1	159.1	158.9	149.3	76.6	◎	297.4	520.9
5	"	21.5	48.5	9.2	4.5	4.7	50.3	160.9	160.3	151.6	57.4	◎	296.5	691.9
6	"	36.6	54.5	27.0	1.2	1.9	52.4	160.5	160.0	151.5	62.3	△	243.0	234.0
7	160	36.2	56.5	42.8	2.6	3.4	49.2	159.2	160.0	150.5	73.6	○	166.6	312.4
8	130	20.7	52.1	15.0	1.0	7.1	50.6	160.6	160.7	152.5	76.8	◎	388.1	633.1

定した。組織化の度合の判定は、エクストルージョン方向をX、その垂直方向をYとして、X方向の強度およびX、Y両方向の強度の差で行った。

バレル温度は、第1から第4バレルの全てのバレルを、100 °Cから160 °Cまで変化させて実験したが、150 °C以上で初めて組織化した。しかし、第1バレル（すなわち、フィーダー供給部）の温度は、低温にても殆ど組織化への影響はなく、むしろ高温にすると、添加した水がすぐ高温の水蒸気となり蒸発してしまうので、

温度設定を低くした方がよいと思われる。これらの結果から、バレルの最適温度条件は、先端から150 °C、160 °C、160 °Cおよび50°Cと考えられる。Frazierらは、大豆の組織化の最適温度は160 °C以上と述べている<sup>(3)</sup>ことと一致する。

その他の結果は、表1に示すようになった。スクリューレvolution数は実験の範囲では、高回転の方が圧力、せん断力及び混合性が高まり組織化し易いが、回転を上げるとフランギングの起こる周期が短くなり安定状態が得られなくなった。

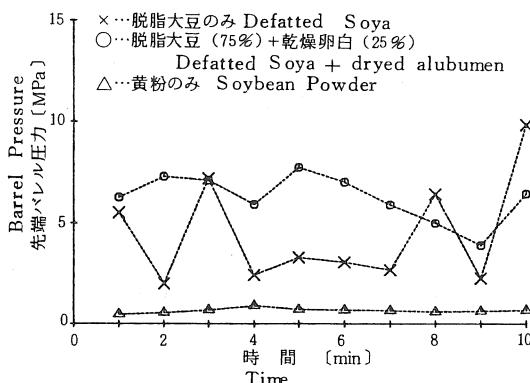


図4 先端バレル圧力の時間的変化例  
Fig. 4 End barrel pressure change

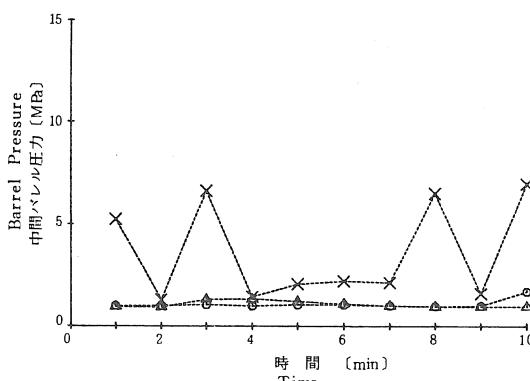


図5 中間バレル圧力の時間的変化例  
Fig. 5 Middle barrel pressure change

また、フィード量を多くすると、フラッキング間隔が少し長くなった。水添による組織化の違いは、製品設定含水率60%のものは殆ど組織化せず、しかし、設定含水率25%以下まで水添量を下げるとき、クーリングダイが詰まったり、焦げついたりして、エクストルージョン不能となつた。この結果、水添量を含水率40%前後に設定したもの（実験No.4, 5）が最も組織化した。また、No.8は脱脂大豆のみでの最適運転条件で、乾燥卵白を25%加えて行った実験である。乾燥卵白は結着、凝固性に優れているため<sup>(4)</sup>、良く組織化した製品が出来た。しかも、圧力は変動せず、フラッキングも無く、安定した製品が得られた。黄粉のみの実験は、スクリュー回転数、フィード量等を変えても、いずれも圧力が上が

らず組織化しなかつた。図4および5に、それぞれ先端および中間部の、バレル内圧力変動の計測例を示す。これから、脱脂大豆のみの原料では、先端および中間バレルとも、2～10 MPaの間を変動し、フラッキングが周期的に起こつて安定した製品が得られないことがわかる。また、きな粉では、先端・中間バレルとも圧力が1 MPa程度しか上がりず、組織化ができない。しかし、乾燥卵白を加えたものは、中間バレル圧力は約1 MPaで一定であり、先端バレル圧は多少の変動(5～8 MPa)があるが、フラッキングは起こらず安定している。また、中間・先端バレル間の圧力上昇が大きく、この間で組織化がかなり進行していると考えられる。

この実験のうち、実験No.4, 5および8で出来た製品は、大豆臭も殆どなく、また肉眼でもはっきり組織化していることが確認できた。食味した結果も味付けを施せば、一般の肉に近く、肉状製品として製品化が可能であると思われる。

#### 参考文献

- (1) 岩手ハイテク食品加工研究会：昭和62年度産学官共同研究推進モデル事業実績報告書、1～42, 1988。
- (2) 土井悦四郎：エクストルーダーによる食品の加工、食品工業における科学・技術の進歩(II), 光琳書院, 81～97, 1986。
- (3) P.J.Frazier, A. Crawshaw, N.W.R. Daniels, P. W. R. Eggitt: Optimization of process variables in extrusion texturing of soya, Extrusion Cooking Technology, Elsevier Appl. Sci. Publishers, 1～25, 1984.
- (4) 黒川徹：鶏卵・卵殻の高度利用：エクストルージョンクッキング, 光琳書院, 217～228, 1987。

## 農業用熱交換チューブの伝熱特性

西山喜雄<sup>\*</sup>・佐藤洋輔<sup>\*\*</sup>・吉田 敦<sup>\*</sup>

Heat Transfer Characteristics of Geothermal Heat Exchanger  
Tube for Agricultural Use

Yoshio NISHIYAMA<sup>\*</sup>, Yohsuke SATOH<sup>\*\*</sup>,  
Atsushi YOSHIDA<sup>\*</sup>

### Abstract

In order to evaluate the feasibility of introducing geothermal waste hot water to agriculture, thermal properties of a polyethylene tube heat exchanger were measured in the laboratory using the measuring unit shown in Fig. 1.

Efficiencies of heat exchangers were evaluated by the thermal efficiency ( $\eta_t$ ), defined as eq. (2). If overall heat transfer coefficients (O. H. T. C., U), are constant all through the tube, average O. H. T. C. ( $\bar{U}$ ) is expressed in eq. (4) and thermal efficiency, in eq. (10).

Average O. H. T. C. and thermal efficiencies were measured with respect to flow rate of hot water (Gw) as shown in Fig. 3. Average O. H. T. C. had a tendency to increase as to flow rate, however, water temperatures of 60°C and 70°C, had maximums and decreased thereafter. Thermal efficiencies were almost the same for all tempertures. The values of average O. H. T. C. obtained by the least square method using eq. (11) were very much close to 0.00124 [kW/mK], which were around 1/3 of the O. H. T. C. for polybutane thin tube heat exchangers.

### I はじめに

地熱の農業利用としては、地熱温水をハウスや温室（水耕栽培を含む）の暖房に使う方法がまず考えられ、実際に松川地熱発電所の温廃水を使用して、岩手県松尾村でハウス栽培が行われている。また、岩手県葛根田地熱発電所廃熱水利用工事が進行している。しかし石油価格が下落している現状では、地熱エネルギー利用は経済的にかなり苦しく、農業利用においては特に困難である。西山の熱水の適正価格算定式によれば<sup>(1)</sup>、灯油価格33円／ℓに対する、農業用利用熱水の適正価格は56円／m<sup>3</sup>である。この値段は当初予定価格200円／m<sup>3</sup>の約1/4であり、熱水供給体としては成立し得ない価格であ

ろう。従って農業利用については、更に経済性を追求しなければならない。特に、熱交換器の伝熱特性や温度制御性といった工学的性能と共に、価格・耐久性・運転経費などの経済性が重要である。

一般に農業用に使用される熱（温）水熱交換器には、①薄膜チューブ（ポリブテン又はビニール）、②硬質ポリエチレンチューブ、③強制通風式熱交換器などがある。この中で、強制通風式は温度制御が容易と思われるが、最も高価で、送風ファンや送水ポンプの運転経費（電気料）がかかる。薄膜ビニールチューブは最も安価であるが、耐久性が低い。筆者らはこれら全ての熱交換器熱交換効率を、温度効率として温

\* 岩手大学農学部

\*\* 建設省

水流量に対して測定した。このうち、硬質ポリエチレンチューブは地熱利用水耕栽培パイロットハウス（岩手県高冷地野菜センター）で使用されていた。現場では熱水流がわからないので、実験室で計測した。その結果、硬質ポリエチレンチューブは肉厚が厚く、伝熱効率が低いと思われたが、計測の結果、意外に高い温度効率を示した。本報では、この硬質ポリエチレンチューブの伝熱特性の計測法と計測結果について報告する。

## II 伝熱特性測定法

### (1) 測定原理

熱交換器の伝熱量  $Q_w$  [kW] は次の式で表せる。

$$Q_w = c_w G_w (\theta_i - \theta_o) \quad (1)$$

ただし、 $c_w$ ：水の比率 ( $= 4.1868 [\text{kW}/\text{kg}\cdot\text{K}]$ )、 $c_w$ ：温水の質量流量 [ $\text{kg}/\text{s}$ ]、 $\theta_i$ 、 $\theta_o$ ：熱交換器入口および出口の温水温度 [ $^\circ\text{C}$ ]。

流量  $G_w$  が一定のときの熱交換器の最大伝熱

量  $Q_{\max}$  は、出口温水温度  $\theta_o$  が周囲空気温度  $\theta_a$  [ $^\circ\text{C}$ ] になるときであるから、この熱交換器の熱交換効率は、次式の温度効率  $\eta_t$  が最も合理的であろう。

$$\begin{aligned} \eta_t &= Q_w / Q_{\max} \\ &= (\theta_i - \theta_o) / (\theta_i - \theta_a) \end{aligned} \quad (2)$$

熱交換チューブの微小長さ  $dx$  ( $x \sim x + dx$ ) [m] での熱通過率を  $U$  [ $\text{kW}/\text{mK}$ ]、水温を  $\theta_w$  [ $^\circ\text{C}$ ] とすると、

$$dQ_w = -c_w G_w d\theta_w = U dx (\theta_w - \theta_a) \quad (3)$$

(3)式を積分して、チューブ長さを  $L$  [m] とすると、熱交換チューブ全体の平均熱通過率  $\bar{U}$  [ $\text{kW}/\text{mK}$ ] は、

$$\bar{U} = (c_w G_w / L) \ln ((\theta_i - \theta_a) / (\theta_o - \theta_a))$$

この場合の平均水温  $\bar{\theta}_w$  は、

$$\bar{\theta}_w = \theta_a + (\theta_i - \theta_o) / \ln ((\theta_i - \theta_a) / (\theta_o - \theta_a)) \quad (5)$$

また、チューブの熱伝導率を  $\lambda$  [ $\text{kW}/\text{mK}$ ]、内壁面水との熱伝達率を  $\alpha_w$  [ $\text{kW}/\text{m}^2\text{K}$ ]、外壁面空

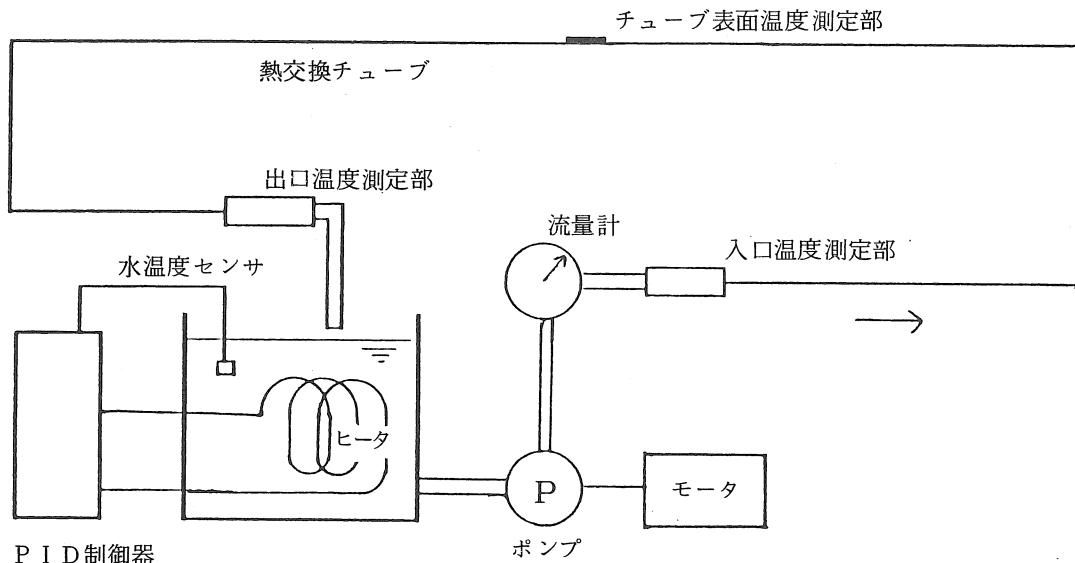


図1 チューブ伝熱特性測定装置概略図

Fig. 1 Schematic diagram of the heat transfer measuring unit for a tube.

気との熱伝達率を  $\alpha_a$  [kW/m<sup>2</sup>K]、内壁面温度を  $\theta_1$  [°C]、外壁面温度を  $\theta_2$  [°C]、チューブ内径を  $d_1$  [m]、外径を  $d_2$  [m] とすると、熱通過率  $U$  は、

$$U = \pi / [1/d_1 \alpha_w + \ln(d_2/d_1) / 2\lambda + 1/d_2 \alpha_a] \quad (6)$$

熱伝達率  $\alpha_w$ 、 $\alpha_a$  がチューブの入口から出口まで、壁面温度によらず一定とすれば、熱通過率  $U$  も一定となり、平均熱通過率  $\bar{U}$  に等しい。また(6)式から、一般に流量を増やせば、水との熱伝達率  $\alpha_w$  は増加し、熱通過率  $U$  は増加する。

(3)式から水温  $\theta_w$  は、

$$\theta_w = \theta_a + (\theta_i - \theta_a) \exp(-Bx) \quad (7)$$

$$\text{ここで, } B = U / c_w G_w \quad (8)$$

また、 $dQ_w = \pi d_2 \alpha_a (\theta_2 - \theta_a) dx$  から、

$$\theta_2 = \theta_a + U (\theta_w - \theta_a) / \pi d_2 \alpha_a \quad (9)$$

また、(7)式を(2)式に代入すると、

$$\eta_t = 1 - \exp(-LU/c_w G_w) \quad (10)$$

## (2) 測定法

水温の計測は、接着剤（コニシ、ボンドクイ

ック5）でコーティングした C-C 热電対をチューブ内に挿入した。空気温度の計測はやはり C-C 热電対を使い、チューブ表面温度は C-C 热電対で構成される热電対シートをチューブ表面に貼りつけた。これらのセンサーはデータロガー、チーノ製 PROCOSVII または ESD 製 Green Kit 88 で AD 変換して、RS 232 C でパソコン用コンピュータ、富士通 FM-8 または日本電気 PC 8801

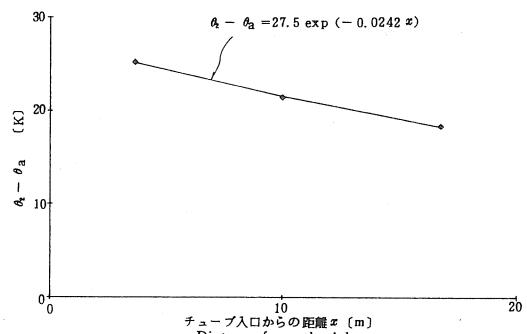


図2 チューブ位置による表面温度の変化

Fig. 2 Surface temperature decrease as to a distance from the inlet.

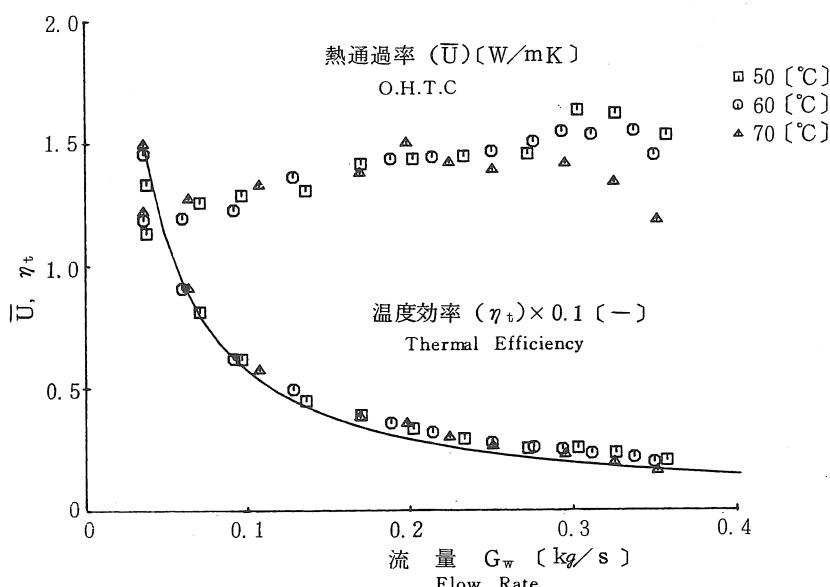


図3 热水流に対する伝熱特性値の変化

Fig. 3 Thermal efficiencies and overall heat transfer coeff. as to flow rate.

に転送して、ディスクに格納した。さらに日本電気PC9801F2に変換しデータ処理をした<sup>(2)</sup>。特に硬質ポリエチレンチューブ伝熱特性計測用に作製した室内実験装置の概要を図1に示す。

### III 実験結果

硬質ポリエチレンチューブ（外径27.7mm、内径20.8mm、長さ20m）の熱交換チューブを使用し、室内実験装置で3点の表面温度を計測して、(9)式の適用性を、(9)式を、

$\theta_2 - \theta_a = A \exp(-Bx)$  (A, Bは定数)  
として比較したものを図2に示す。この結果から、(9)式の妥当性が示され、また、(7)式の妥当性も推定することが出来る。

上記方法で計測し求めた、熱水流量に対する熱通過率および温度効率の変化の一例（熱水温度50, 60, 70°C）を図3に示す。この結果から、熱通過率は、熱水流量とともに増加しているが、熱水温度60°Cおよび70°Cでは、極大値を有し、ある流量以上では減少する傾向がみられた。しかし、変化量は大きいものではなかった。

ところが、熱水流量( $G_w$ )に対する温度効率( $\eta_t$ )は、各温度に対してほとんど等しかった。ところで、(10)式で流量にかかわらず熱通過率(U)が一定としたときは、次式で表される。

$$\eta_t = 1 - \exp(-b/G_w) \quad (11)$$

(11)式の係数bを最小自乗法で求めると、各温度についてほとんど等しい値となった。したがって図示のように、(11)式による温度効率の回帰曲線はほとんど等しくなった。また、このbの値から熱通過率を求めると次のようになる。

熱水温度 50°C : U = 0.00122 [kW/mK]  
熱水温度 60°C : U = 0.00123 [kW/mK]  
熱水温度 70°C : U = 0.00126 [kW/mK]  
したがって、この様にして温度効率から最小自乗法で求めた、いわば流量に対して平均化された熱通過率は、熱水温度によらずほぼ等しくなった。

西山が松尾村の地熱利用ハウスで計測した。  
ポリブテンチューブでは<sup>(3)</sup>、  
長さ128m(1986年冬計測) U = 0.0055 [kW/mK]  
長さ175m(1985年冬計測) U = 0.0029 [kW/mK]  
長さ120m(1985年冬計測) U = 0.0025 [kW/mK]  
であった。したがって、硬質ポリエチレンチューブの熱通過率の値は、ポリブテン薄膜チューブの値の約1/5～1/2程度と言える。

### 参考文献

- (1) 西山喜雄・小野芳浩・木村俊範：地熱発電廃水利用の一事例について、農業機械学会東北支部報、No.33, 52, 1986.
- (2) 西山喜雄・佐藤宏之・青田聰：乾燥等実験計測処理の自動化、農業機械学会東北支部報、No.33, 34～37, 1986.
- (3) Yoshio Nishiyama: Technical evaluation of geothermal energy use in agriculture. High Efficient Utilization of Energy Concerning to Bio-Resource, Repts of Special Project Res. on Energy under Grant in Aid of Science and Culture, Japan, SPEY 25, 179～184, 1987.

## 大規模稻作のための機械化技術体系の実証

鶴田正明<sup>\*</sup>・荻原武雄<sup>\*</sup>・田中裕一<sup>\*</sup>

Practice of Technical Systems with Agricultural machinery  
in Large Scale Rice Farming

Masaaki TSURUTA<sup>\*</sup>, Takeo OGIIHARA<sup>\*</sup>  
Yuich TANAKA<sup>\*</sup>

### 1はじめに

二年連続米価引き下げにみられるように、米をめぐる内外の情勢は一層きびしさを増しつつあり、稻作の低コスト化が望まれている。ここでは、個別農家経営を対象として、試験場・普及所・生産者が知恵を出し合い、最新の技術を実証しながら省力・低コスト稻作へとりくんだ事例を報告する。

### 2 対象農家の概況

- (1) 場所 岩手県和賀郡和賀町岩崎新田
- (2) 標高 150 ~ 160 m
- (3) 土壤 淡色多湿黒ボク土

表1 経営概要

		項目	項目	項目
水田面積		(a)	1,349	1,349
水 稲			1,138	1,245
転 作 作 物			211	104
内 訳	牧 草		77	77
	アスパラガス		107	—
	そ の 他		27	27
普通畑		(a)	10	10
ハウスピーマン			10	10
なめこ		(箱)	5,000	5,000
作業 授託	施 肥	(a)	120	120
	耕 起	(a)	1,052	1,327
	代 握	(a)	902	1,207
	田 植	(a)	28	28
	脱 穀	調 製	348	368
家族構成	本 人	36才	栽培全般・経営管理	
	妻	35	アスパラ、管理作業・家計	
	父	60	水稻	
	母	58	なめこ、ピーマン	

表2 圃場の区画 (7団地 平均距離1.1km)

区分	面積	割合	枚数
20 a 未満	261 a	19.3%	18
20 ~ 30 a 未満	331 a	24.5%	14
30 ~ 40 a 未満	396 a	29.4%	11
40 a 以上	361 a	26.8%	8

表3 機械施設整備状況 (価格 単位:千円)

区分	名称・形式・能力	取得年	価格
耕起	トラクター-63PS	53	2,700
運搬	フロントローダ等	53	1,390
	ロータリ等	53	2,800
	トラクター-37PS	57	3,550
	トランク 2 ton	51	1,200
	ティラー	54	250
	軽トラック	56	858
	トレーラ	51	262
	管理用バイク	50	80
	ブリッジ	57	50
	トランク 4 ton	62	1,770
育苗	播種機	54	120
	育苗機 1,200箱	51	350
	育苗機自作	54	120
	育苗機 1,600箱	62	自作
	催芽機 200ℓ	53	200
移植	田植機乗用8条	58	650
	側条施肥機	60	160
管理	刈払い機 3台	50・53	320
	灌水ポンプ	58	65
	動力除草機 3台	55	74
防除	スピートスプレーヤ	53	1,000
	動力散布機	56	100
収穫	コンバイン 4条	51	2,800
	コンバイン中古 4条	56	1,300
	コンバイン 5条	62	5,000
	乾燥機 70石	51	2,000
	乾燥機42石 3台	61	3,300
	糊搗機 1,500kg時	48	160
	パックヘルパー	55	240
	グレーダ	56	129
	コンバイントレーラ	54	250
	昇降機	61	100
	スクリューコンベア	61	120
建物	作業場鉄骨45坪	61	5,800
施設	" 20坪	51	2,870
	" 木造18坪	51	1,397
	育苗ハウス25坪 2棟	51	780
	" 40坪 1棟	55	212
	" 45坪 4棟	58	800
	" 36・33坪 各 2棟	61	1,000

\* 岩手県立農業試験場

### 3 技術体系

表4 技術体系

作業名	栽培技術	作業技術・機械・資材	新技術の実証試験
種子消毒	濃厚液短時間浸漬法	ベンレートT 20倍液10分間浸漬	
播種	自然床土、条播 100 g	電動播種機	
出芽	加温出芽 30 ℃	自作育苗機 1,600 箱 3 回転	
苗追肥	置床無依存	細粒化成 2 回追肥・動力散布機	
育苗	ハウス育苗		
耕起	秋耕・春耕 15 cm	トラクタ 63 PS + ロータリ 2 m	
代掻き	荒代～植代整地	“ + 代掻きロータリ 3.3 m	
施肥	全層 60% + 側条 40%	ブロードキャスター + 側条施肥田植機 500 kg入れタンクによるペースト肥料の運搬供給。	L P による一回施肥体系
移植	栽植密度 21 株/m <sup>2</sup>	乗用 8 条田植機（ペースト用に改造）	高速田植機 8 条
雑草防除	初期一発除草剤	動力散布機	
追肥	栄養診断による	動力散布機	
防除	初期害虫防除 いもち・紋枯病 イネアオムシ・カメムシ	サンサイド低濃度箱施用 動力散布機・粉剤 “	
水管理	昼間止水 中干し間断かんがい	取水口の簡易改良 溝切り	
収穫	適期刈取	バラ糲運搬（グレンタンク付コンバイン・リフト付トラック・フレコン運搬）	汎用コンバイン
乾燥調製	ふるい目調製	乾燥機 3.3 t 3 台	

### 4 評価及び今後の課題

#### 1) 投下労働時間

自作の大型育苗機、電動播種機の導入、500kg入れタンクによる側条施肥用ペースト肥料の運搬供給、バラ糲搬送体系の確立などの改善体系により、10 a 当り投下労働時間は目標とした30時間を切っている（表5）。

しかし、旬別作業時間を見ると（表6）、5月の中旬と10月中旬に労働ピークがあり、移植作業と収穫・乾燥・調製作業のより一層の省力化が望まれている。また、大規模圃場での効果的な除草体系、水管理、畦畔の草刈作業の合理化なども今後の課題として残っている。

#### 2) 生産費・収益性（表7）

60 kg当り一次生産費 10,000 円以下、10 a 当り所得 116,000 円以上を確保することが、この試験の当初目標である。

60 kg当り一次生産費は 8,000 ~ 9,000 円で目標に達している。しかし、所得面では、①転作に伴い水稻の作付面積を約 1 ha 減少したこと、

②コンバインをグレンタンク付のものに更新したこと、③中古ではあるがリフト付トラックを新たに導入したこと、などの理由により目標に到達できていない。また、収量が目標 600 kg に達していないこともその原因の一つであり、収量を増加させるための品種配置・栽培法等も考えていかなければならない。

#### 3) 新技術の実証試験結果

##### (1) 高速田植機（表8）

8 条植高速田植機での性能調査の結果、従来型に比べて約 30% ほど作業能率が高く、10 a 当り作業時間は 25 分 56 秒であった。しかし、6 条植高速田植機と比較した場合条数の増加分ほど作業能率は高まらなかった。これは、機体幅が広いことから、①やや作業速度を抑えている、②旋回や苗供給がしつらい、などによるものと思われる。この機械の負担面積は 6 条植で 8.5 ha、8 条植で 11.8 ha であり、これ以上の規模経営であれば、省力低コスト化を図るために有力な機械となる。

## (2) 汎用コンバイン(表9)

作業期間16日、作業請負料金15,220円／10aとした場合、負担面積17.0ha、下限面積15.1haであり、水稻のみでの使用では更に規模が大きくななければならない。

従って、利用コストや負担面積を考えると水稻以外の麦、大豆等との組合せ使用がより合理的であり、現状の経営では、コスト高になり導入が困難である。

## (3) 基肥一回施肥体系(表10)

緩効性肥料配合の基肥一回施肥体系は、慣行に対して初期生育がやや劣ったものの7月上旬以降はほぼ同等の生育を示した。収量も10a当たり583kgとほぼ慣行並であった。今後、側条施肥との組合せで初期生育を安定させることにより、無追肥体系が可能と考えられる。

## 参考文献

- 1) 竹本平一: 21世紀型稻作農業, (1984-5)  
P34, 富民協会

表5 対象農家の10a当たり投下時間 (単位: 時間／10a)

年次	種子播	苗一刈	耕起	施肥(基)	田植	追肥	除草	水草刈	防除	収穫乾燥調製	計
62年	0.3	5.4	3.3	0.3	4.0	0.3	3.1	5.1	0.8	5.2	27.8
61年	0.3	7.2	2.2	0.2	4.7	0.5	1.1	6.3	0.6	6.8	29.9
岩手県61年	0.7	6.6	5.8	3.3	8.2	0.9	4.7	10.3	0.7	18.7	59.9
竹本56年 <sup>1)</sup>		3.5	2.9	2.1	2.7		1.2	6.6	0.7	5.6	25.3

表6 句別労働時間(水稻のみ)

(単位: 時間)

月	62年		61年		62年		61年		62年		61年	
	上	中	上	中	上	中	上	中	上	中	上	中
3月	—	—	56.5	101.5	6	上	128.0	105.0	9	上	146.5	19.5
			85.0	199.5		中	172.8	110.0		中	74.5	56.5
計	141.5	301.0			6	下	61.0	76.0	月	下	185.5	91.5
						計	361.8	291.0		計	406.5	167.5
4月	上	150.5	253.0	7	上	12.9	121.5	10	上	206.5	302.0	
	中	298.5	198.5		中	131.5	149.5		中	224.5	265.5	
月	下	139.5	213.0		下	130.0	83.5		下	78.5	223.5	
計	588.5	664.5			月	計	274.4	354.5		計	509.5	791.0
5月	上	235.0	361.5	8	上	139.5	125.5	11	上	17.0	66.0	
	中	414.5	454.5		中	67.5	57.5		中	3.0	32.0	
月	下	154.0	373.0		下	95.0	42.5		下	19.0	13.5	
計	803.5	1,189.0			月	計	302.0	225.5		計	39.0	111.5

表7 生産費・収益性

項目	10a当たり			60kg当たり		
	61年	62年	県平均61	61年	62年	
作付面積(a) 単収(kg)	1,245 548	1,138 562	114.6 563	1,245 548	1,138 562	
費用	種苗料費 農業薬剤費 光熱費 諸賃料費 建物・土地改良費 水利費 農機具償却費 労務費用 所用料費 所得的経費	1,652 13,198 4,898 2,935 1,531 — 6,107 1,746 22,910 25,607 80,584 55,759	2,063 11,553 5,769 3,119 5 — 7,810 1,911 29,541 23,763 85,534 62,221	3,041 16,264 5,996 3,012 3,391 10,681 4,301 7,269 40,923 48,924 143,802 95,809	177 1,412 524 314 164 — 653 187 2,451 2,740 8,622 5,966	220 1,234 616 333 1 — 834 204 3,155 2,538 9,135 6,646
粗収益	主産物収入 副産物収入 計	168,298 1,413 169,711	171,022 1,275 172,297	174,009 6,926 180,935	18,007 151 18,158	18,266 136 18,402
所得	一次生産費 1時間当たり所得 資本利子 地代 二次生産費 土地純収益	79,171 113,952 3,811 7,175 29,000 115,346 83,365	84,259 110,076 3,960 8,750 29,000 122,009 79,288	136,876 85,126 1,421 7,855 34,074 178,805 36,204	8,471 12,192 3,811 768 3,103 12,342 8,919	8,999 11,756 3,960 935 3,097 13,031 8,468
投下労働時間(hr)		29.9	27.8	59.9	60.3	27.8

表8 高速田植機（PA 850 MFW）の作業性能

項目	作業速度 m/s	圃場 作業量 a/hr	10a 当 作業時間 分 秒	植付本数 本/株	欠株率 %	植付姿勢		予備苗 台箱数
						0-30 %	30-90 %	
高速田植機 8条	0.81	23.1	25.56	3.8	2.2	1.8	92.2	16
同 6条	0.93	22.1	27.11	3.3	2.8	1.4	98.6	6
従来型 6条	0.45	15.8	38.00	4.8	7.4	12.9	87.1	6

表 9 汎用コンバインの作業性能

供試条件		供試機械：AX 60 水稻品種：アキヒカリ 圃場面積：36.4 a 稈長 73.6 cm, 穂長 17.1 cm, 立毛角 70~80度 穀粒含水率 22.4 %, 茎葉含水率 68.3 %, 収量 620.3 kg/10 a			
作業能率	作業速度	0.50 m/s (倒伏時：0.34)	作業速度	m³/s	0.40
	作業時間	92分20秒	刈高さ	cm	17.7
	刈取時間	28分44秒	穀流口流量	kg/h	1,717.0
	内旋回時間	6分38秒	損傷粒	%	0.2
	排出時間	13分53秒	頭部損失	%	0.9
	その他	3分05秒	脱穀選別損失	%	1.7
圃場作業量	圃場作業量	23.4 a/hr	穂切・枝梗付着粒	%	9.9
	10 a 当作業時間	25分22秒	穀粒碎粒	%	0.2
			脱ぶく粒	%	2.1
			わら屑・夾雜物	%	1.1
					1.8

表10 被覆尿素配合肥料（LP）区と慣行側条区との生育収量の比較

区名	基肥肥料	供試面積 (a)	基肥(kg/10a成分)			追肥(kg/10a成分)		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
L P区	被覆尿素配合肥料	37.9	14.3	29.6	14.3	0	0	0
側条区	全層(配合肥料 60%) + 側条(ペースト 40%)	42.5	10.1	26.8	9.1	4.0	1.9	4.0

区名	移植 月日	出穗期 月日	6月17日			7月3日			7月17日			成熟期		
			草丈 cm	葉齡 葉	莖數 本	草丈 cm	葉齡 葉	莖數 本	草丈 cm	葉齡 葉	莖數 本	稈長 cm	穗長 cm	穗數 本
L P 区	5.23	8.11	34.8	7.5	272	38.9	9.7	687	57.2	11.2	756	73.6	17.1	481
側条区	5.19	8.11	37.4	7.7	340	42.4	9.7	695	54.2	11.2	735	72.3	17.1	457

区名	稟重	精粦重	精玄米重kg/10a		粦步 %	摺合 %	屑米重 kg/10a	玄米 千粒重 g	m <sup>2</sup> 粦数 千粒	登步 %	熟合 %	一穗 粒数
	kg/10a	kg/10a	1.7mm	1.9mm								
L P 区	527	777	620	583	79.8	3.5	21.1	21.1	37.1	79.3	77.1	
側条区	525	734	595	562	81.1	3.1	21.2	21.2	35.4	80.2	77.4	

表11 品種別作付面積・坪刈収量

## 超音波センサを用いた水稻草丈自動計測法について

木村勝一<sup>\*</sup>・今園支和<sup>\*</sup>・菊池宏彰<sup>\*</sup>・坂上 修<sup>\*</sup>・伊藤信雄<sup>\*</sup>

Method of Automatic Rice Shoot Height Measuring with  
Use of Ultra Sonic Senser

Syoichi KIMURA<sup>\*</sup>, Sasakazu IMAZONO<sup>\*</sup>, Hiroaki KIKUCHI,<sup>\*</sup>  
Osamu SAKAUE, Nobuo ITO<sup>\*</sup>

### 1 はじめに

寒冷地の水稻の安定生産を図るためにには、生育診断技術とそれに基づく情報のシステム化によって、生育制御をきめ細かく行う必要がある。その際、草丈、茎数、葉色等の生育情報を普及所規模の地点から迅速に集約することが求められる。そのため、生育情報収集の自動化を目的にマイクロコンピュータを用いて草丈・茎数のセンシング法を基礎的に解明する。ここでは、定置状態で草丈を測定する草丈自動計測機について検討したので報告する。

### 2 試験方法

#### 1) 超音波センサによる草丈先端部検出の可能性の検討

超音波センサには40KHzの発信機能を持つデジタル・アナログ出力付きを供試した。

#### 2) 草丈自動計測機の試作

超音波センサを持った草丈感知部を、リニアヘッドで移動させ、草丈の先端部を検出して、その移動量を記憶・プリンタ出力させる機構とし、これら一連の制御をワンボードマイコンで行う。

##### (1) 構成機械

ワンボードマイコン (MCC-1003)

[CPU Z80, パラレル入出力 (8255×2)]

シリアル入出力 (8253), A/D コンバータ (12ビット 16ch), D/A コンバー

タ (12ビット 2ch), カウンタ, タイマ組込み]

リニアヘッド (T社), 移動量23cm, ステッピングモータ駆動

超音波センサ (RS-2410) 距離計測用, 発信周波数 40 KHz

##### (2) 使用したソフトウェア開発装置と言語

パソコン (NEC PC9801Vm), 8ビット変換ボード (カノープスplus-180) 及びインサー・キットエミュレータ (マイテックNICE-Z80)

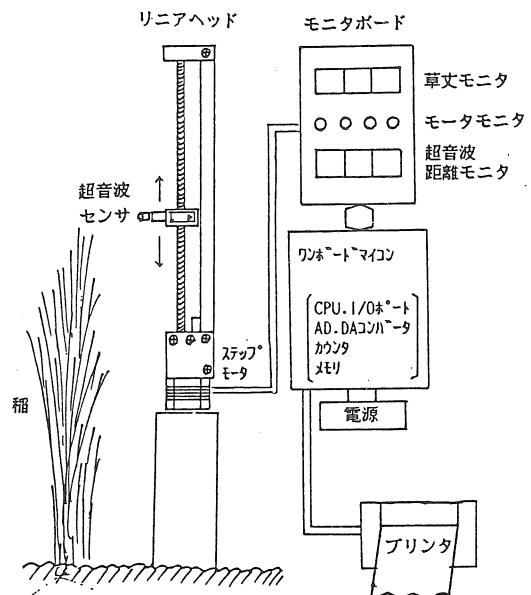


図1 草丈自動計測機の概要

プログラムはマシン語で記述

### 3 試験結果

1) 超音波センサによる草丈先端部検出の可能性について

供試した超音波センサは、波長 8.5 mm を 0.6 msec 間、毎秒 20 回発信し、照準物体からの反射波到達時間を距離に換算・表示しアナログ出力させる距離計仕様のを用いた。

草丈の先端検出方法は光センサを用いることも考えられたが、屋外での使用は太陽光線が強く誤動作の可能性があった。

照準物体の形状と送受信素子の関係を調べた結果を表 1 に示した。送信と受信素子の間隔を大きく取ると遠距離まで検出可能であるが、2 ~ 3 cm の間隔にすると径 2 mm 程度の物体でも 2

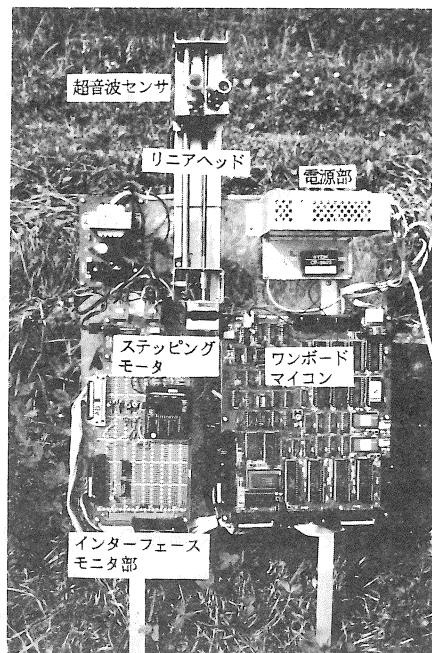
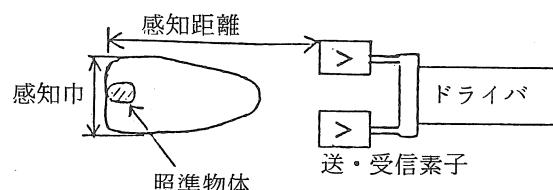


図 2 草丈自動計測機

表 1 超音波センサの照準物体検出能力

照準物体 形 状 (mm)	送・受信素子の間隔					
	2 cm		5 cm		7 cm	
	感知距離 (cm)	感知巾 (cm)	感知距離 (cm)	感知巾 (cm)	感知距離 (cm)	感知巾 (cm)
棒状・径 1.0	—	—	—	—	—	—
〃 1.3	2 ~ 3	1.5	—	—	—	—
〃 1.5	2 ~ 5	2	—	—	—	—
〃 2.0	2 ~ 6	3.5	—	—	—	—
〃 3.8	2 ~ 8	—	—	—	—	—
〃 5.0	2 ~ 10	4	4 ~ 5	1.5	—	—
〃 8.0	2 ~ 12	—	3 ~ 10	3	5 ~ 12	2
板状・巾 12.0	2 ~ 25	7	3 ~ 25	8	5 ~ 15	4
〃 15.0	2 ~ 30	—	3 ~ 35	10	5 ~ 28	5
〃 30.0	2 ~ 48	9	3 ~ 50	12	7 ~ 53	6



～5 cmの距離範囲内で検出が可能であった。

これらのことから、供試した超音波センサは、葉に対して直角に超音波を発射させることにより非接触による草丈の検出が可能であった。

## 2) 試作した草丈自動計測機の概要

試作した草丈自動計測機の概要を図1と図2に示した。また、作成した回路図を図4に示した。草丈自動計測機は、超音波センサによる葉の感知部を持ったリニアヘッド、ワンボードマイコン、プリンタ、および、これらを結合し作動状態を表示するインターフェイス。モニタ部のハード部分と、機械語で書かれた制御プログラムから成る。

作動内容は、スイッチ投入と同時に超音波を発信して、非接触で葉の位置を検出しながらステッピングモータで駆動されるリニアヘッドが移動し、上昇位置をカウントする。葉の無いことを感知したら上昇を停止し、その上昇位置をメモリに格納。プリンタ出力させる。その後、モータを逆回転させ元の状態に戻して1回の計測を終える。1回の計測に要した時間は約1.5分であった。超音波センサは葉の有無の検出のリミットスイッチとして使用した。

制御プログラムのフローチャートを図3に示した。開発した制御プログラムは、マシン語で約0.8 Kバイトあり、ステッピングモータ駆動、リニアヘッド上昇位置記憶、超音波センサのアナログ出力をA/D変換して設定距離以外ならモータ停止・逆転信号出力、上昇位置を10進法に換算しプリンタ表示などの処理をサブルーチン化している。

プログラム開発のシステムは、ターミナルとしてのパソコン(PC-9801Vm)上でプログラムをZ80用アッセンブリ言語で記述して、マクロアッセンブリによって機械語に変換した。そのプログラムをデバッカ(インサーキットエミ

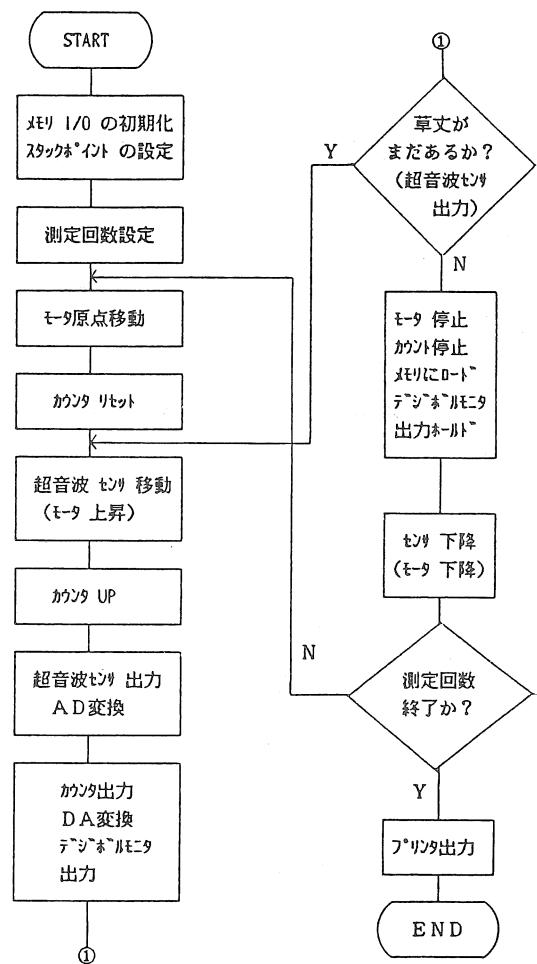


図3 草丈計測機のフローチャート

表2 圃場における実測結果

稲株からセンサまでの横方向距離	草丈計測の誤差
5 cm	0 cm
10 cm	-2 cm
12 cm	-8 cm
15 cm	-9.5 cm
20 cm	-10 cm

レータ)でトレースして、目的どおりの動作をするか調べ、プログラムの修正を繰り返した。

正常な動作確認後にROMにプログラムの焼付を行って完成させた。

### 3) 圃場における計測結果

測定結果を表2に示した。葉までの距離が近いほど精度が良く、5cm以内であると誤差が1cm以内、10cm以上になると葉の先端の検出が甘く、20cm以上あると実際の草丈より10cm以上短く表示した。

これらの対策としてリニアヘッドの近くに葉とセンサの距離の変動を少なくするためのガイドを設ける必要があった。

## 4 要 約

1) 生育診断技術とそれにもとづく情報のシステム化によって生育制御をきめ細かく行うため、草丈のセンシング法を検討した。

2) 超音波による草丈先端部の検出が可能なことを明らかにし、これを有する草丈自動計測機を試作した。

3) マイクロコンピュータを利用した制御技術は、仕様変更がソフトウェアで容易に出来るが、ノイズによる誤動作が起こり易いので、その対策を十分に行う必要があった。

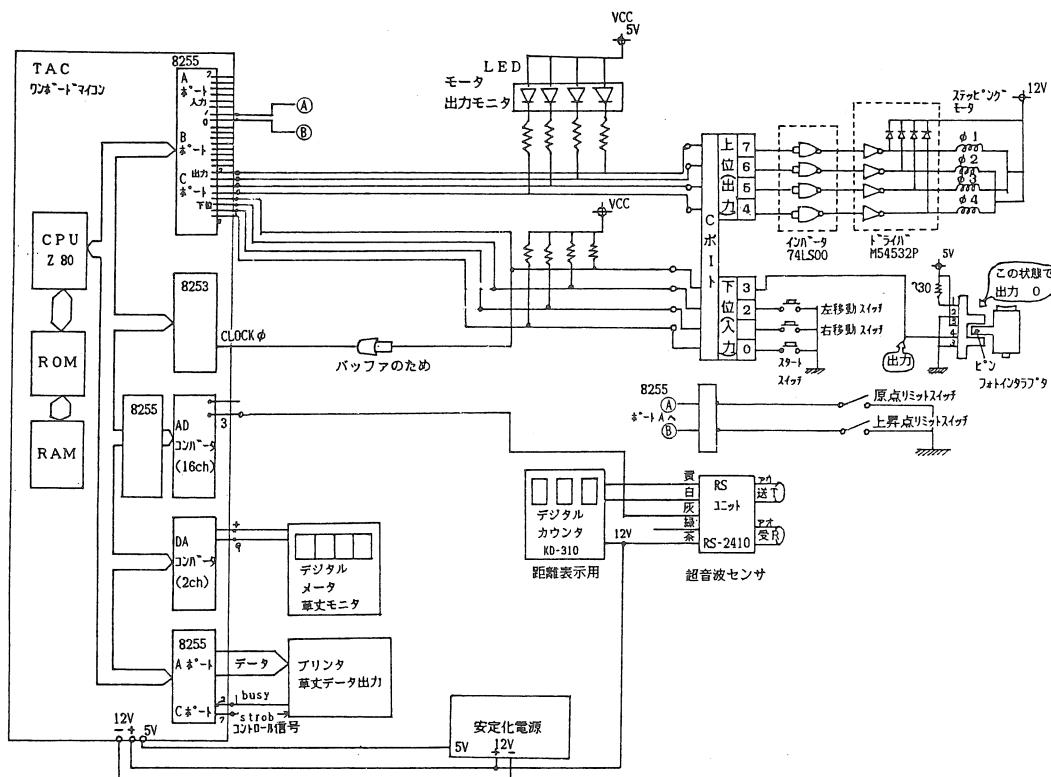


図4 回路図

## ケニアにおける農業機械の保守管理について

太田義信\*・井上高司\*\*・A.O.オダワ\*\*

Studies on Maintenance Management for Farm Machinery in Kenya

Yoshinobu OHTA\*, Kouji INOUE\*\*,  
Anthony O. ODAWA\*\*

### 1 はじめに

ケニア国において農業人口は総人口の約80%に及んでいるが、農用トラクタの利用は、一戸当たり平均土地利用面積700haを有し、小麦、メイズ、コーヒー、紅茶等の換金作物を栽培している僅かに約3,700戸の大農部門が大部分を占めている。大農部門に対して、小農部門では約270戸の農家数を有し、一戸当たり平均土地利用面積は1.2haであり、メイズ、ビーン、ソルガム等の自給作物を人力や畜力利用により栽培している。<sup>1)</sup>

近年、ケニア政府はこの小農部門の機械化を促進するために、各地でトラクタ賃耕サービスを行い、そこでは大型トラクタによる耕起作業を請負っている。したがって、農用トラクタ利用台数の大半は、この両者と考えられる。また、トラクタ作業機としては、円板プラウ、はつ土板プラウ、円板ハロー、カルチベータ、ロータリカッタ、グレーンドリル等が使用されている。

一方、ケニア国内でのトラクタの動向をみると、ケニア国内への輸入トラクタ台数は1976年から1985年の10年間の年平均で約2,000台であり、ケニア国内のトラクタ普及台数は約9,000台と推定されている。<sup>2) 3)</sup>

一般にトラクタの耐用年数は8~10年(8,000~10,000サービスメータアワー)と言われるが、輸入台数からみると現在の普及台数では、ケニアにおけるトラクタの使用年数が、かなり短いように推察される。この原因として、ケニア国

内でのトラクタ整備が十分でないために、故障を起こしたトラクタが修理不能となり、早期に廃棄されてしまう場合が多いと言われている。

このような状況下で、本研究はケニアにおける農業機械の保守管理状態を把握するために、現在使用中のトラクタおよび主力作業機である耕うん作業機について整備状況を調べた。

これらはジョモ・ケニヤッタ農工大学(Jomo Kenyatta College of Agriculture and Technology, JKCATと略する)<sup>4)</sup>における技術教育の資料とし、さらにはケニアにおける農業機械の保守管理上の要点を見出そうとしたものである。本研究のトラクタに関する部分については、既に英文報告した<sup>5)</sup>が、耕うん作業機に関する補足を加えて、ここに和文として公表するものである。

なお、本研究は著者の太田が国際協力事業団(JICA)の長期専門家として派遣された、ケニア共和国のJKCATプロジェクトにおいて、1986年度JICA現地調査研究費により行われたものであり、関係各位に謝意を表する。

### 2 調査方法

トラクタの外観検査を行うために、エンジンから車輪までの32項目にわたる整備点検表を作成した。耕うん作業機を対象とする整備点検表は、円板プラウ、はつ土板プラウ、ロータリティラー、円板ハローについて作成した。また、トラクタエンジン内部の状態を調べるために、

\* 岩手大学農学部

\*\* ジョモ・ケニヤッタ農工大学

稼働中のトラクタからエンジンオイルを採取し、原子吸光分光光度計によりオイル分析を行うこととした。さらに農作業現場においては、関係者からトラクタおよび耕うん作業機の整備状況や故障履歴などの聞き取り調査を行った。

まずはじめに、予備調査としてJKCAT内の教材用トラクタ3台および各種耕うん作業機により目視検査を行い、整備程度の評価基準を検討した。その結果、整備良好の場合は「good」、軽度の整備を要する場合は「fair」、完全な整備不良の場合は「bad」と定めた。次にトラクタのエンジンオイル採取は、オイルレベル点検穴から手動ポンプ吸引によりおこなった。

トラクタおよび作業機の調査地域は、図1の7地域を設定したが、その地域内で実際に稼働しているトラクタ台数は不明なので、現地に直接出向き調査をすることとした。

### 3 結果および考察

調査したトラクタの地域別台数は、表1に示したように全部で30台である。所有者別では、民間農場の所有が10台、農業省が15台、JKCAT農場が5台である。当初は民間農場で稼働しているトラクタおよび作業機を主な調査対象と計画したが、民間農場のトラクタは日中は農作業で稼働中であり、この調査のために時間を割けない場合が多かった。そのため、農業省管轄の中央農業機械整備場や各地区の農業機械サービス・ステーション所属のトラクタや作業機が主な調査機種となった。

調査トラクタの搭載エンジン出力別の台数は表2に示し、サービスメータ時間別の台数は表3に示した。

ここにトラクタ整備の目安となる「サービスメータ時間」とは、十分なトラクタ作業が行える特定のエンジン回転数をトラクタメーカーが設

定し、そのエンジン回転数で1時間連続運転した場合に、1hrを表示するメータの読みである。

サービスメータ時間は、最初は500時間で区切り、後は1,000時間毎に区切って、その中にに入るトラクタ台数を示した。この中で500～999hrのトラクタが8台で最も多いが、サービスメータ無しも6台ある。聞き取り調査によれ

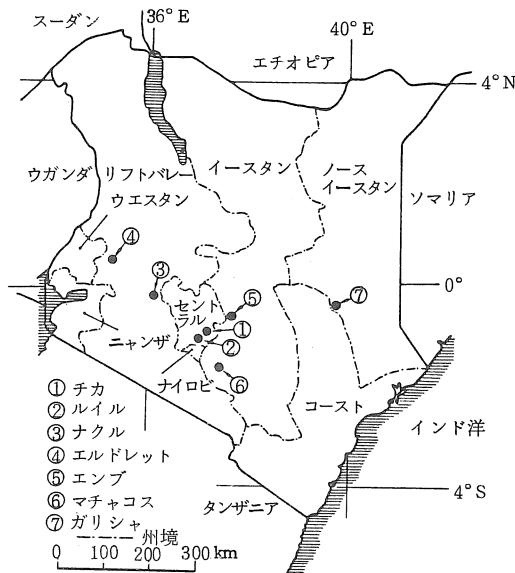


図1 農業機械の調査地域

表1 調査地域別のトラクタ台数と機種名

調査地域名	トラクタ台数	トラクタ機種名
①チカ	7	ISEKI-6000, KUBOTA-M7500 YANMAR-330T MASSEY FERGUSON-135, 194-4
②ルイル	2	AGRIA-4800, SAME-60
③ナカル	3	MASSEY FERGUSON 194-4 VALMET-604, YANMAR-330T
④エルドレット	9	DEUTZ-DX90, FIAT-640, FORD-5000 INTERNATIONAL HARVESTER-384 MASSEY FERGUSON 240, 290
⑤エンブ	3	SAME-80
⑥マチャコス	2	MASSEY FERGUSON 165
⑦ガリシャ	4	INTERNATIONAL HARVESTER-785
トラクタ全数	30	

表2 搭載エンジン出力別の調査トラクタ台数

エンジン出力kW (P S)	14.7~22.0 (20~29)	22.1~29.3 (30~39)	29.4~36.7 (40~49)	36.8~44.0 (50~59)	44.1~51.4 (60~69)	51.5~58.7 (70~79)	58.8~66.1 (80~89)
トラクタ台数	1	6	4	4	8	6	1

表3 サービスマータ時間別の調査トラクタ台数

サービスマータ時間数 (hr)	0 499	500 999	1,000 1,999	2,000 2,999	3,000 3,999	4,000 4,999	サービス メータ なし
トラクタ台数 (%)	4 (13.3)	8 (26.6)	4 (13.3)	4 (13.3)	2 (6.7)	2 (6.7)	6 (20.0)

ば、メータ無しのトラクタは使用8年前後が多かった。

サービスマータ時間と聞き取り調査による使用年数から推測すると、営農トラクタの場合、500~1,200時間/年であり、トラクタの平均寿命は5,000時間前後と見られる。なお、ケニアにおけるトラクタの年間使用時間は平均1,000時間との報告もある。<sup>3)</sup>

次にトラクタの整備点検表による目視検査の結果を、図2にまとめた。整備項目の評価点は、「good」の場合は0点、「fair」の場合は1点、「bad」の場合は2点と換算して、32項目について集計した。

その結果、トラクタ1台当たり平均評価点は12.9点であり、これは「fair」の状態なら13項目、「bad」の状態なら6~7項目の整備不良箇所があることを意味している。

内容的には、エンジン関係の整備不良が4.1点(31.8%)と最も多く、Vベルトの張り不良や損耗、エアクリーナーの目詰り、オイルの油量不足や油洩れおよび冷却水の水不足、水もれ等である。2位は操縦装置の整備不良が3.4点(26.6%)であり、ペダル、レバー、かじ取りハンドル等の調整代や操作力が不適切な場合である。3位は走行装置で2.5点(19.4%)である。その内容としては主にタイヤの摩耗で、ラグが丸

くなるほどに摩耗している場合が多い。他にはピンや軸受けの給脂不足と摩耗である。4位は電気装置の1.5点(11.6%)である。この内容は電解液不足や端子の腐食などのバッテリの整備不良が大部分であり、バッテリを搭載していないトラクタも見受けられた。その他の項目では、作業装置のPTO軸カバーの破損や3点ヒッチリンクの曲げや折損、計器類の欠落も見られた。

サービスマータ時間別によるトラクタ整備不良の程度は、図3に示した。

これによれば、トラクタの整備状態の悪い時間帯は、0~499 hr, 1,000~1,999 hr, 4,000~4,999 hrである。トラクタの慣らし運転時間も含めて0~499 hrの時間帯の整備不良箇所は、

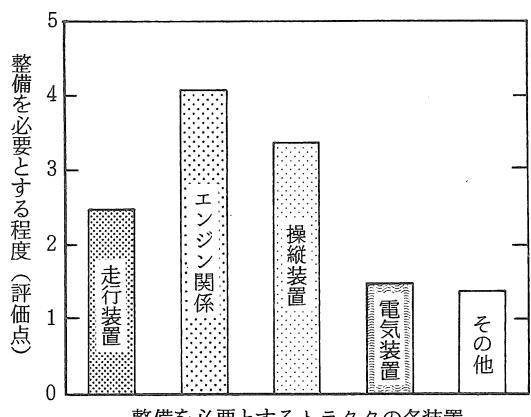


図2 トラクタ1台当たりの各装置別の整備必要程度(評価点)

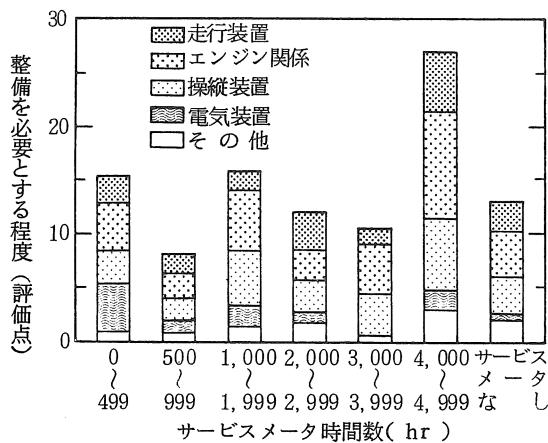


図3 サービスマータ時間別のトラクタ  
1台当たりの整備必要箇所と程度  
(評価点)

意外に多い。特にエンジンの附属機器の整備が悪い点と、バッテリの整備不良等が目立っている。

次に1,000～1,999 hrでは、エンジン回りの整備不良と操縦装置の不具合が発生している。これは年1回ほどの定期点検整備が十分に行われていないことによると考えられる。

4,000～4,999 hrでの整備不良箇所は最も多く、トラクタの末期的な不具合とも考えられる。すなわち、エンジン関係、操縦装置、走行装置の不具合と全般的に多く、27.0点にも達している。また、メータ無しのトラクタの場合、外観的には中庸の整備状態の様に見える。

次に採取したエンジンオイルの分析結果を示したのが図4である。

その中で第1に鉄成分が、許容値を越えてエンジンオイルに混入しているトラクタ台数が約半数もある。これはクランクシャフトやカムシャフト、エンジンオイルポンプ等の摩耗によるものである。この場合の許容値とは、オイル中に混入している対象摩耗粉の含有量をキャタピラ・トラクタ社の整備基準に準拠して定めた数値である。<sup>6)</sup>

また、アルミニウム成分の許容値を越えているトラクタも多い。これはメインおよびコネクティングロッドのベアリング、ピストン等の摩耗によるものである。シリコン成分も12台のトラクタで許容値を越えている。これはじんいや土のエンジン内への侵入によるものである。また、銅成分はオイルポンプブッシュ、ロッカーアームブッシュ等の摩耗によるものであり、クローム成分はピストンリング、バルブシステム等の摩耗によるものである。<sup>7) 8)</sup>

これらをサービスマータ時間別に示したのが、図5である。ここでも、最初の0～499 hrでの各成分のオイル混入率が高いのが目立っている。特にシリコン、鉄、銅成分のオイル混入が多く、慣らし運転後のオイル交換を適切な時期に実施していないように見受けられる。<sup>9)</sup>このような各成分のオイルへの混入が長時間に及べば、各運動部の摩耗が増大し、終極的にはエンジン寿命を短くする原因になっているものと考えられる。

また、2,000～2,999 hrの時間帯では、シリコン、アルミニウム、鉄、銅成分が許容値を越えている場合が見られる。さらにメータ無しのトラクタの場合も、オイルの交換などの定期的

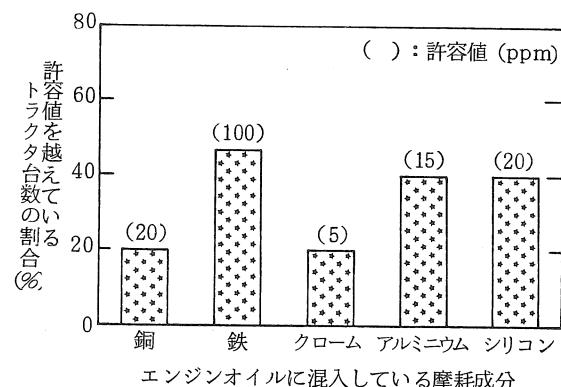


図4 エンジンオイル分析結果による  
各摩耗成分と許容値を越えている  
トラクタ台数の割合

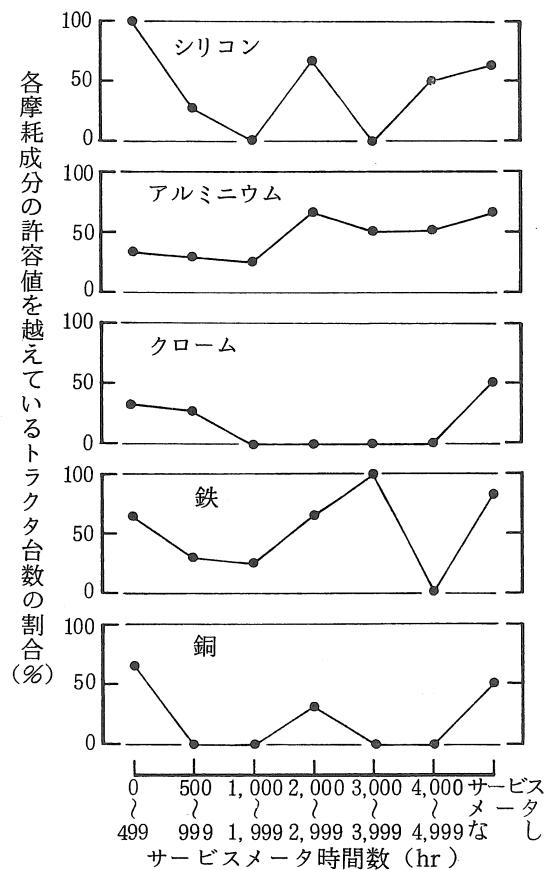


図5 サービスマータ時間別の各摩耗成分と許容値を越えているトラクタ台数の割合

な整備管理が悪く、5成分とも半数以上のトラクタが許容値を越えた状態で使用されている。

ケニアの耕土は主にラテライト性土壤であり、乾期にはひび割れが入るほど硬くなっているが、雨期に入ると透水性が悪く粘りが生じて扱いにくくなる。したがって栽培適期の雨期に入る直前に、耕うんし播種することが望まれる。しかし、乾期の耕土は硬化しているので、人力や畜力での耕うんには困難を伴い、トラクタ農業においても、大型化したトラクタと強力な耕うん作業機を必要とする。ここに耕起作業においては、所要けん引力が比較的小さくて重粘土壤にも適合する円板プラウが、はつ土板プラウよりも多く使用されている。また、耕起後の土壤は、一般に円板ハローで碎土しているので、ロータリティラーによる作業も少ない。

円板プラウと円板ハローは、円板と軸受を輸入して他は国内製造している物と完全な輸入品とがある。はつ土板プラウとロータリティラーとは輸入品である。

調査した耕うん作業機の整備状況を表4にまとめた。円板プラウについては、スクレーパの

表4 耕うん作業機の整備状況

作業機名	調査台数	大きさ	整備不良状況
円板プラウ	9	直径 26"~28" 2~3連	スクレーパの脱落 円板の摩耗 取付けピンの不適合 マストの変形 尾輪の脱落
はつ土板プラウ	7	刃幅 14"~16" 2~3連	刃先、刃板、地側板の摩耗 円板コールタの脱落 マストの変形、破損修理 バネ式過負荷安全装置の故障
ロータリティラー	2	P S - 1300 ハワード E 60	耕うん爪の摩耗、折損、脱落 耕うん爪の取付けゆるみ P T Oカバーの変形、脱落 ヒッチピンの不適合
円板ハロー	6	直径 16"~20" オフセット型 8×2, 10, 14, 24枚 タンデム形 20枚	円板のさび付き、摩耗 円板取付けボルトの脱落 マストの変形、破損修理 ギャンギングフレームの変形・破損 ヒッチピンの不適合

脱落が多く見られた。その他では円板の摩耗や尾輪の脱落など土接触部の不具合と、ヒッチマストやフレームの変形および破損修理などけん引強度部材の不具合、ならびにピン等の結合部品の不適切な代替品使用が見られた。はつ土板プラウにおいても、土切削部の損耗やコールタの摩耗と脱落とが見られた。また、ヒッチマストやスティーの変形と溶接修理もあった。ロータリティラーでは、耕うん爪の摩耗、折損、脱落および取付け部のゆるみが見られた。円板ハローでは、円板プラウの項目での指摘の他に、円板取付けボルトのゆるみや脱落、ギャングフレームの変形と破損後の溶接修理等も見られた。

これらから、けん引負荷が大きい状態でトラクタ作業が行われていることと、日常の点検整備が十分には行われていないことが推察される。

#### 4 まとめ

これまでに得られた結果を要約すると、次の通りである。

(1) ケニアにおけるトラクタの年間使用は、500～1,200時間で一般的であるが、耐用年数は約5,000時間と推察され、トラクタ寿命が比較的短い。

(2) サービスマータで0～499 hrおよび1,000～1,999 hrの時間帯に、エンジン関係、電気装置および操縦装置の整備不良が多い。

(3) エンジンオイル分析から、シリコン、鉄およびアルミニウム成分のオイル混入量が、許容値を越えている場合が多くみられた。これはじんあいや土がエンジン内部に侵入していることと、エンジンオイルの交換時間が長いことによるものである。

(4) 円板およびはつ土板プラウ、ロータリティラー、円板ハローの整備状況からは、土切削部の過度の損耗と土接触部品の脱落、けん引強度部材の変形・破損、結合部材の欠損等が見ら

れた。

(5) トラクタの日常点検整備とオイル交換等の定期点検整備を励行し、運転者にトラクタの構造や性能に関する技術教育を実施してトラクタへの理解を増せば、ケニアにおけるトラクタの耐用年数はさらに向上するであろう。

#### 参考文献

- 1) 國際農林業協力協会編：ケニアの農業一現状と開発の課題一，26—57，國際農林業協力協会 1984
- 2) Central Bureau of Statistics: Statistical Abstract 1986, Republic of Kenya 1987
- 3) The Weekly Review: Wide range of farm machinery available, 28th Mar. 6—8, 1986
- 4) 松田清明：ジョモ・ケニヤッタ農工大学の概要とケニアの農業事情，農業機械学会誌47(2) 247—252, 1985
- 5) Ohta, Y., K. Inoue and A. O. Odawa: Studies on maintenance management for farm tractors in Kenya, 岩手大学農学部報告 19(1) 55—64, 1988
- 6) 重田研二：オイル分析サービスによる修理費の低減，建設の機械化 12 63—67, 1980
- 7) Caterpillar Tractor Co.: Oil and your engine, SEBD 0640 3—27, 1983
- 8) Zalar, F. V. and D. E. Nisbett: Current developments in diesel engine oil technology, SAE Paper No. 780182 1978
- 9) John Deere Co.: Fuels, lubricants and coolants, Fundamentals of Service FOS 58 41—44, 1970

## 東北地域における農業機械化研究の歩み－第9回

### 秋田県立農業短期大学附属農場

#### 1 附属農場の沿革

当農場は、昭和48年4月、本学開学と同時に、八郎潟干拓地内、八郎潟新農村建設事業団の、実験農場並びに訓練農場跡地に開設された。

昭和50年までの3ヶ年において、管理棟を始め、機械格納庫、作業舎、温室、牛舎、豚舎、鶏舎、サイロなどを建設した。圃場は、昭和46年と、47年休耕したので、一面が「ヨシ」原と化した。これをブルトーザで再整備したが排水不良の軟弱地盤で、圃場整備と並行して、農場運営が続けられている。耕地 163 ha 中 83 ha（約50%）に暗渠が施工され、圃場条件は改善されているが、未施工圃場のかなりの面積は、排水不良であり、作業は難渋し、作物の生育は不良である。

農場運営並びに、学生の農場実習に要する機械は、昭和50年までに整備されたが、その後、必要となった機械を導入すると共に、耐用年数を過ぎた機械については更新している。

現在の農場組織は、管理室、圃場科（作物係、園芸係、機械係）、家畜科（大家畜係、中小家畜係、草地係）で構成されている。

#### 2 附属農場の農業機械化と研究

農業の機械化に必要とする科目として、農業機械学、農業機械利用論、機械工学、農業動力学、また、園芸および農業の装置化の科目として、農業施設学、農業環境調節学などがある。これらの科目の教育・研究は、農業工学科が担当している。したがって、農場における機械の研究は、農場運営ならびに、学生に対する実習

教育に必要とする研究である。

本稿では、当農場における機械化の現状と研究、並びに将来展望について述べる。

本学では、附属農場を、講義と実習の一体化による実践的な教育研究の場として位置づけ、総面積 190.3 ha の大規模機械化農場として整備充実を計っている。

現在の作付状況は、水稻 25.8 ha、畑作 36.0 ha、やさい 2.2 ha、果樹 5.9 ha、草地 88.2 ha、実験圃場 4.9 ha、計 163 ha である。家畜は、乳牛 51 頭、肉牛 13 頭、豚 51 頭、鶏 1,300 羽を飼養している。

このような大農場を円滑に運営するには、機械並びに施設の整備と、利用技術の向上が最も重要な事項である。機械の整備並びに施設の管理は機械係が担当し、整備士 2 名を配し、万全を期している。

##### 1) 機械・畑作

大潟村では、昭和54年当時、農家 580 戸に対して、自脱型コンバインが 395 台、普通型コンバイン 149 台所有し、水稻と麦類の収穫に利用されていた。普通型コンバインの所有をめぐり、収穫機装備の適正化の研究を行った。

八郎潟干拓地の軟弱地盤において、4 輪駆動トラクタのけん引性能を 2 駆の場合と比較検討した。

モールドボードプラウを対象とし、耕起速度と作業能率・燃料消費量、すべり率・作業の安全性について検討した。

大潟村の風況を明らかにすると共に、小型並びに大型風車の性能を明らかにした。

麦類の栽培では、ドリルで播種、普通型コンバインで収穫、大豆は、4条播種機で播種、普通型コンバインで収穫の体系が一応確立している。馬鈴薯についても、プランター播種、ポテトハーベスター収穫の体系で実施されている。今後は大豆、馬鈴薯に対する精度の高い中耕、培土法、大麦跡地に、部分耕起、大豆播種、除草剤同時散布法について研究する計画である。

## 2) 稲作

稻作では、育苗用床土の碎土、篩別、肥料、薬剤の混合作業に、碎土機・コンベア・コンクリートミキサーを利用して合理化した。

本田作業については、除草剤並びに薬剤散布、追肥などの作業は、背負型散粒機を背負って水田を歩かなければならぬつらい作業である。

大潟村の農家は、中古乗用田植機の植付部を取りはずして、散粒機を搭載し、作業することで解決している。また、田植機に苗を補給するのに従来1枚ずつ行っていたが、8枚を同時に使う方法を開発し、実用化している。

当場では、水稻収穫後の水田に1.5m間隔にモールドレーナで、もぐら暗渠を施工し、効果を検討している。

## 3) 草地

草地では、雑草「ギシギシ」が繁茂し、防除は極めて困難であった。この対策として、ブームスプレーヤで、10月中下旬と、4月下旬に、2.4-Dソーダ塩10アール当たり150gを水100ℓに溶して散布する方法で、かなりの抑制効果があることが分った。クローバ混播の場合は使用できない。

乾草を調製する場合、梶枹から収納作業に多くの労力を要する。梶枹乾草の積込機としてスタッカクルーザの利用が考えられるが、本機は

高価な上、格納庫の制約があり、一般に利用するのはむずかしい。当場では、中古の自走フォーレージハーベスターのピックアップ部を取りはずし、ペールローダを装着し、枠付きトレーラをけん引して積込む方式で、かなりの労力を節減している。

スチールサイロ(200t)に、サイレージの材料を積込むには、フォーレージプロアを利用しているが、この動力は約100馬力を必要とする。当場では、中古ダンプトラックのエンジンに、逆転装置を取付けて利用している。

フォーレージハーベスターで拾い上げ、細断積込作業を行う場合、ワゴンをけん引して作業を行う。ワゴンに材料が満杯になる毎に、手動で脱着すると時間のロスが大きい。この対策として、運転席で制御できる自動ヒッチを開発実用化している。

サイレージの材料は、ワゴンからフォーレージプロアに自動的に排出するが、この場合両者の位置関係を正確に保持する必要がある。このため、ワゴン用のプラットフォームを設けた。

## 4) 園芸

果樹栽培では、スピードスプレーヤと乗用草刈機を利用している程度である。

露地野菜では、間引と収穫を除き機械化している。

## 3まとめ

大潟村には、15haを経営する580戸の農家が集団として存在し、熱心に農業の機械化研究に取組んでいる。これらと提携して、現実の栽培を一步でも前進させる機械化研究に取組んでいきたい。(秋田県立農業短期大学、附属農場長、守屋高雄)