

農業機械学会東北支部報

NO. 39 DEC. 1992

平成 4 年 12 月

目 次

支部会員のみなさんへ	支部長 上出順一	1
農業機械学会全国大会（弘前大学）の開催案内		2
研究報告		
・ 測距輪による走行軌跡の計測	本橋圀司・嶋田 浩・田中勝千	3
・ 2 輪トレーラ系の車線変更時のフィードバック・ゲインの選択について〔英文〕	S. W. ムグシア・鳥巢 諒・武田純一	7
・ アップカットロータリ耕うんすくいづめの振動数	片岡 崇・渋沢 栄・朽木靖之・広間達夫・太田義信	13
・ ホッパの排出性能に関する研究（第 2 報）	赤瀬 章・上出順一・山本明彦	19
・ ヒートポンプによる生籾の除湿乾燥に関する研究	張 林 紅・戸次英二	27
・ 汎用共同乾燥施設のコスト低減効果	小南 力・小林英明	35
・ 冷凍サトイモの解凍に関する研究	片平光彦・加藤弘道・福地 博	39
・ 家畜糞を主原料とした有機質資材の特性	岩渕和則・上出順一	43
・ 農業用ロボットハンドのための接近動作制御について	高橋照夫・陳 浩	47
・ 円環型二分力計の試作	高橋照夫	51
・ 大区画圃場に対応した超省力水稻散播作業法の開発（第 3 報）	木村勝一・今園支和・高橋英博	55
・ 大区画圃場に対応した超省力水稻散播作業法の開発（第 4 報）	高橋英博・今園支和・木村勝一	59
・ 成型紙ポット利用全自動野菜移植機の性能と利用法	鶴田正明・八重樫耕一・高橋寿一	63
・ 乗用田植機用スクリュ型作溝機の開発	和田山安信・影山義春・橋本 進	67
・ 転換畑における耕盤管理技術について（第 2 報）	大下泰生・伊澤敏彦・屋代幹雄	71
・ 蓄熱利用による農産物貯蔵装置（第 2 報）	大下泰生・屋代幹雄・伊澤敏彦	77
支部会記事		
庶務報告、会計報告およびシンポジウム		83
農業機械学会東北支部規約・農業機械学会東北支部投稿要領		90
団体賛助会員名簿および大学・試験研究機関一覧		93
特集：農業機械学会東北支部創立 35 周年記念——東北支部の歩み——		97

支部会員のみなさんへ

支部長 上 出 順 一

この度の支部役員の改選により、支部長に選ばれましたが、会員の御協力を得て3年間の支部の運営に微力を尽くしてまいりたいと思います。

学会の活性化が叫ばれて久しく、とくに、農業情勢が厳しくなると短期的成果への期待が大きいあまり、時には学会は役に立たないなどと言われたりします。元来、研究はあくまで個人の自由ですから、学会の活性化は会員個人の活性化が基本になろうかと思えます。ところで、学会規則によると、「農業機械学会は農業機械、農業施設および農業機械化に関する学術の進歩発達を図ることを目的とし……」とあり、さらに、支部規約には、「東北地方の農業機械化に関する……」と謳ってあります。学会はその趣旨に賛同するものの自由な参加であり、さらに、研究は個人の自由であります。支部規約にあるように、支部はその活動を通して地域農業の活性化になんらかの貢献をすることが必要と考えます。現在農業の置かれている状況は極めて厳しいものがあります。農業従事者の高齢化、農村の過疎化とそれに伴う農業生産の担い手の不足、さらに、コメ輸入自由化の問題は東北の農業に重くのしかかっています。こうした状況のなかで、東北支部が地域の農業と農業機械化に少しでも役立てることを願っております。もし、学会が地域の農業から遊離するならば、その社会的役割を果たせないばかりでなく、会員個人の研究そのものの否定にもつながることになるのではないのでしょうか。

東北支部は設立当初から、試験場と大学、すなわち官学が一体となって東北農業の機械化を共通のテーマとして活動してきましたが、このことは当支部の誇るべき伝統と考えています。なお、近年、試験場関係者の学会への参加は少なくなり、それにとまって支部会員のテーマや研究姿勢も変貌してきております。研究への関心は会員の立場によって同じでなく、また、国際化時代にあつて、ローカルな課題にのみ終始することは学問の発展につながるものではありませんが、東北農業の現場を直視することも大切と思えます。

今後の支部学会の運営に当たっては、これまで先輩が築いてきた東北支部の良き伝統を継承し、地域の農業に直接携わる人々の広い参加を得て、いわゆる足が地に着いた研究のために支部活動を発展させて行きたいと思っております。会員の皆様の一層のご指導とご協力をお願い申し上げます。

農業機械学会第52回（平成5年度）年次大会の開催案内

農業機械学会第52回（平成5年度）年次大会は、弘前大学を会場として開催されますので、お知らせします。

記

I 期 日

平成5年4月6日（火）～4月8日（木） なお、4月8日には見学会が予定されています。

II 会 場

弘前大学農学部（青森県弘前市文京町3） ☎0172－36－2111（代）

III 大会事務局

農業機械学会年次大会運営委員会

（☎036 青森県弘前市文京町3 弘前大学農学部農業システム工学科生産機械学講座）

☎0172－36－2111（代）

内線 4752（委員長，戸次英二） 4751（高橋照夫），4742（加藤弘道）
4743（福地 博）

FAX 0172－35－9000（農業機械学会宛と明記して下さい）。

IV 日 程

第1日	4月6日（火）	9：00～17：00	講演会，総会，評議員会
		17：30～19：30	懇親会
第2日	4月7日（水）	9：00～17：00	講演会
第3日	4月8日（木）	9：00～16：30	見学会

V 理 事 会

別途各理事あて，ご連絡いたします。

VI 評議員会 4月6日（火）11：00～12：00 教養部会議室

VII 総 会 4月6日（火）13：00～15：00 教養部大講義室

VIII 講 演 会

1. 講演申込み

講演要旨原稿及び講演申込み料の受理をもって，講演申込みの受付をしたこととします。

2. 講演要旨原稿締切日（申込み締切日）

平成5年1月6日（水）（必着のこと）

3. 講演要旨原稿作成要領

農業機械学会誌第54巻6号（1992）の「会告」をご覧ください。

IX 懇 親 会 4月6日（火） 17：30～19：30 弘前大学学生会館 会費 5,000円

X 見 学 会 4月8日（水） 9：00～16：30

参加費3,000円（昼食付き）。りんご果汁生産施設，りんごCA貯蔵施設，弘前市農協光センサー選果機，青森県りんご試験場ほかを見学します。16：30弘前駅にて解散となります。申込み先着順50名で締め切らせて頂きます。

測距輪による走行軌跡の計測

本橋 圀司*・嶋田 浩*・田中 勝千*

Measurement of Running Trace by the 5th Wheel

Kuniji MOTOHASHI*, Hiroshi SHIMADA*, Katsuyuki TANAKA*

1. 緒言

前報¹⁾でトラクタの前輪を使った走行軌跡の計測について報告した。この方法は文献2~4のレーザー装置^{2~4)}などより装置が単純という長所があるものの、前輪は傾斜地での等高線走行や急激な舵取り時には横滑りが発生する。また、後輪には駆動による前後方向の滑りが発生する。従ってこれらを補正してやらないと正確な走行距離、舵取り角が求まらない。また、4輪駆動で使われる時、前輪は舵取りによる横滑りと駆動による滑りとが共存し、補正はいつそう複雑になる。そこでこれらの問題点をクリアできる補助車輪について、計測に必要なとされる機能を検討し、装置を試作した。これを使って走行試験を行い走行軌跡の計測精度について検討した。その結果、試作機の性能と問題点とが明らかにされた。

2. 測定原理と試作計測車輪

2-1. 測距輪による距離の測定原理

外径(D)の変形しない1対の車輪と車輪の回転数(n)を計測する装置があれば、進行距離($L = \pi Dn$)と舵取り角(α)は以下の(1)、(2)式から計算される。

$$L_i = (L_5 + L_6) / 2 \quad (1)$$

$$\alpha = \tan^{-1}\{(L_5 - L_6) / r\} \quad (2)$$

ここで、 L_5 、 L_6 : 左右車輪の進行距離
 r : 車輪間隔(トレッド)。従って車軸中点の座標(X , Y)は

$$X = \sum L_i \sin(\alpha) \quad (3)$$

$$Y = \sum L_i \cos(\alpha) \quad (4)$$

より求められる。

2-2. 測距輪の機能と試作測距輪

補助車輪によって舵取り角を求めるには式(2)から明らかなように第5、6輪が必要である。また、トラクタ本体が横滑りしていると本体は進行方向に対して角度を持つ。そのための誤差を避けるには測距輪を常に進行方向に向けて置くキャスト装置が必要である。そのほか測距輪の装着場所として作業機装着上邪魔にならない事と、計算を容易にするためには車軸中点の座標(X , Y)をトラクタの後車軸中点と一致させなければならない。また、キャスト角を制限して後退出来る構造とした。

図1に試作1号測距輪を示す。それぞれの測距輪は鋳鉄製タイヤにゴムを焼き付けた直径300mm、接地幅30mmのもので接地荷重はスプリング力+自重で13.4kgfであった。これの回転数をマイタギヤを介しロータリエンコダ(RMW-38, 4096pulse/rev)にて測定し、

* 北里大学獣医畜産学部

刻々のX, Y座標をトラクタに登載したコンピュータで計算し画面に表示させた。

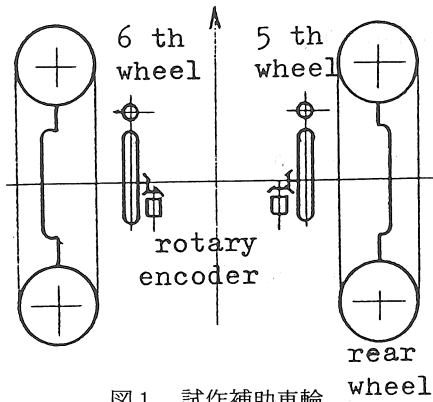


図1. 試作補助車輪

3. 計測誤差の検討

3-1. 基準パルス

アスファルト駐車場で50 mの区間を取り出されるだけ正確に測距した(この中には巻尺テープの誤差も含まれるがこれは無視した)。この区間を直線的に5~20回走行し、パルス数を0.1秒間隔で計算機に取り込む。これをFDに記録し、パルス数の変動、走行速度の影響等を調べ、これを基準パルスとした。

同様の方法でオフロード上(平坦ではあるが5 cm程の草があり、1~2 cmの凹凸もある)での基準パルスをも求めた。

3-2. 切り捨て誤差

基準となるパルスを求めるとき、走行速度をV m/s, サンプリング時間をt secとすると、 $0 \leq \text{切り捨て} \leq vt$ (m) の範囲で切り捨てが生ずる。従ってサンプリング時間を出来るだけ小さく、また、測距長を大きく取るほど相対誤差は小さくなる。L = 50 m, t = 0.1 sec とすると、切り捨て誤差は0.2%以下になる。しかし、この誤差は計測終了時にしか発生しないので、基準パルスを求めるとき以外は問題とならない。

3-3. 偶差

単輪でn回測距を行った場合、最確値は算術平均Zになる。測定値Lとの差をVとすると、

$$V_i = L_i - Z$$

中等誤差M, 確率誤差Perは

$$M = \pm(\sum V_i^2/n)^{1/2} \tag{5}$$

$$Per = 0.6745M \tag{6}$$

本装置は左右2輪で測定し、それらの平均の測距値を使うので測距誤差は1輪の測距値の1/(測距輪数)^{1/2}, 71%になる。

舵取り角は左右の車輪の進行距離差を車輪間距離(r)で除して求める。従って各車輪の測距誤差はそのまま舵取りの誤差になる。

3-4. キャスタなし車輪の機械誤差

後車軸線上に装着した第5, 6輪のキャスタ装置を固定すると後輪と同じ機械誤差を持ち、旋回中心が後車軸線上にないときに誤差を生じる。図2のように6輪の旋回半径がRで、左側に旋回しているトラクタの旋回中心が後車軸からAだけ前方にあったとする。いま、第5, 6輪のトレッドをTRD6とすると

$$S = \sin^{-1}(A/R) \tag{7}$$

$$T = \tan^{-1}(A/[R\cos(S)+TRD6]) \tag{8}$$

このS, Tは5, 6輪の横滑り角であり、横滑りに相当する測距誤差が生ずる。O点の旋回角をa (rad) とすると、固定された5, 6輪の見かけ上の旋回角は

$$a_5' = a \cos(T) \tag{5輪}$$

$$a_6' = a \cos(S) \tag{6輪}$$

$$L5' = a\{R\cos(S)+TRD6\}\cos(T)$$

$$L6' = aR\cos^2(S)$$

ゆえに、本来の旋回角aと計算値 $a' = \tan^{-1}\{(L5' - L6')/TRD6\}$ の比は以下のようにになる。この場合、 $a'/a \geq 1$ で、旋回中心が後車軸上にあるときのみ正しく測定できる。

$$a'/a = \{\cos(S)\cos(T) - \cos^2(S)\} / \{R/TRD6 + \cos(T)\} \tag{9}$$

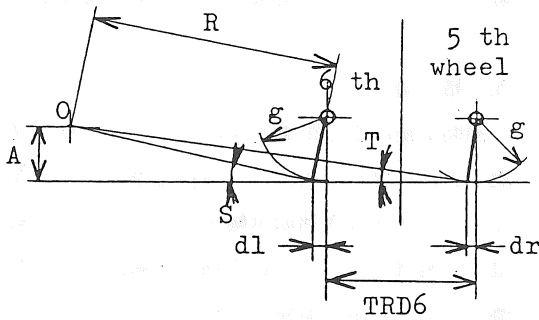


図2. 旋回中心のずれと補助輪のキャスト

進行距離は旋回半径に比例するから5, 6輪の正しい進行距離をL5, L6とすると

$$L5'/L5 = [R\cos(S)+TRD6]\cos^2(T) / (R\cos(S)+TRD6) = \cos^2(T)$$

$$L6'/L6 = R\cos^2(S)/R = \cos^2(S)$$

故に進行距離の誤差の平均値は

$$Li' = (\cos^2(T)+\cos^2(S))/2 \quad (10)$$

$Li' \leq 1$ で、旋回角は過大に、進行距離は過小に評価される。これらの関係をシュミレートした結果を図3に示す。

3-5. キャスタ付き車輪の機械誤差

5, 6輪のキャスト角S, Tはピボット点にロータリエンコダを取り付ければ計測でき、(7)、(8)式からR, Aを計算できる。

$$\begin{aligned} dl &= g \sin(S) \\ dr &= g \sin(T) \\ TRD5 &= TRD6 + dl - dr \quad (11) \\ \log(R) &= \log(TRD5) - \log\{\sin(S-T)\} \\ &\quad + \log\{\sin(T)\} \end{aligned}$$

$$A = R \sin(S)$$

旋回中心が後車軸線上に無い場合は5, 6輪間隔が変動する。しかし、(11)式を使って修正できる。計算時第5, 6輪のトレッドを修正しなかった場合、旋回角は以下ようになるが、こ

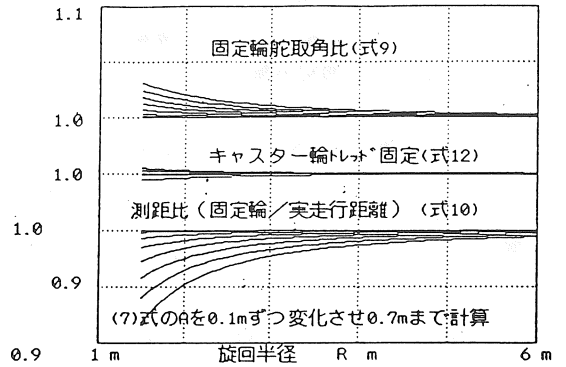


図3. 補助車輪の誤差の検討結果

れによる誤差は小さい。

$$a' = \{ \{ R[\cos(S)-\cos(T)] + L[\sin(S)-\sin(T) + TRD6] / \cos(T) \} / TRD6 \quad (12)$$

4. 装置の性能

4-1. 測距精度

表1は後輪駆動時、走行距離10m当たりのパルス(基準パルス)を示したものである。基準パルスは路面によって変わり、変化割合(差/基準パルス)は前輪が最も小さく、5, 6輪が最大で0.6%であった。測距のばらつきに相当するパルスの変動係数はオフロードでは駆動している後輪が最も小さく、径の大きい車輪ほど安定していた。なお、トラクタ単体の牽引抵抗は、アスファルト上で平均637N、オフロード上で平均803Nであった。従って駆動輪の滑りは小さかったと思われる。なお、2m/sまでの範囲では基準パルスへの走行速度の影響は認められなかった。以上の結果からすれば、補助車輪の測距誤差は余裕を見ても1%以内に納まると見なせよう。しかし、舵取りに付いては左右車輪に0.2%の測距誤差があると、走行速度1m/s, 10Hzのサンプリング間隔のときで0.018°/1サンプリングの誤差が生まれる。この誤差一つ一つは小さいが積算されれば最後

表1. 基準パルス

(1, 2 : 前輪 ; 3, 4 : 後輪 ;
5, 6 : 補助車輪)

車輪	基準パルス			変動係数	
	アスファルト	オフロード	差	アスファルト	オフロード
1	46817	46732	84	0.174	0.197
2	46911	46845	65	0.168	0.237
3	24060	24092	-32	0.265	0.154
4	24025	24101	-76	0.253	0.148
5	43664	43492	171	0.295	0.399
6	43681	43424	257	0.200	0.338

に不きな誤差となるので、基準パルスを高い精度で求めて置く必要がある。

図4は表1の基準パルスを使って右下に5-9度傾斜した牧草畑の等高線上を50 m直線走行したときに前輪と5, 6輪が認識した軌跡の1例である。5, 6輪による測距は蛇行したように認識した分短くなり-1.18%の49.41 m

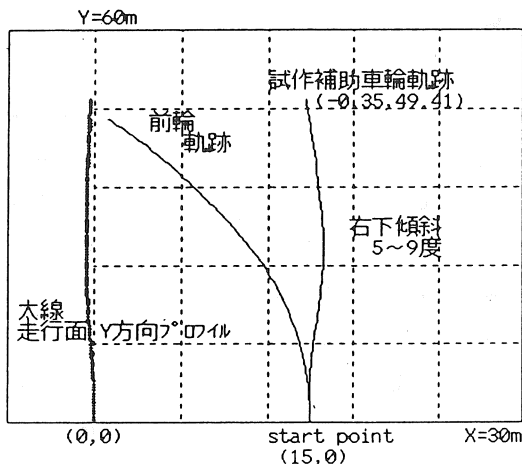


図4. 傾斜地走行軌跡の一例

となった。しかし、前輪の軌跡と比べ実走行軌跡に近くキャストの効果を確認できる事が出来る。

5. 結語

補助車輪による距離計測に付いて、必要な機能と誤差に付いて検討し、傾斜地等の走行を考えてキャスト付き補助車輪をトラクタの後車軸直下に装着した。その試作補助車輪によって距離を計測し、走行軌跡を計算する実験を行った。その結果、走行距離はオフロードであっても誤差1%以内で計測できそうな事が分かった。しかし、車輪直径が小さいほど路面の影響を受ける事、変動も激しい事が明らかにされた。舵取りに付いては左右車輪の測距誤差が積算される。実際に傾斜地を走行し、距離と軌跡を計算させた所、キャストの効果は確かめられたがまだ実際とのズレがあり改良の必要があった。今後の課題としては測距補助輪を出来るだけ大径の物に交換する事と、正確な舵取り角認識に必要な測距精度を得るにはどうしたら良いか検討したい。

参考文献

- 1) 本橋, 嶋田, 田中 : 農機学会東北支部報No. 37:13-16, 1990
- 2) C. H. Choi, D. C. Erbach, R. J. Smith. 1990; Trans. ASAE33 (3):699-706
- 3) I. Shumulevich, G. Zeltzer, A. Brunfelt. 1989; Trans. ASAE32 (2):425-430
- 4) 張, 寺尾, 上野 : 農機学会北海道支部報 31:1-6, 1990

〔閲読者コメント〕本システムは誤差を小さくできれば、比較的簡単に測距、測定ができると考えられますので、今後の研究に期待致します。

2輪トレーラー系の車線変更時のフィードバック・ゲインの選択について

S. W. ムグシヤ*・鳥巢 諒*・武田 純一*

要 旨

人によるトラクタ・2輪トレーラー系の操従特性を明らかにするために、既に提案した連結車両系に関する人の制御動作モデル（認識モデル）と連結車両の運動学モデルを用いて、車線変更時のクロード・ループ特性をシミュレーションによって検討した。本論文ではシミュレーション過程におけるフィードバック・ゲインの決定法について述べたほか、実車実験の結果とシミュレーションの結果から、人が車線変更時に多段階にわたりフィードバック・ゲインを変えて系を操従していることを理論的に明らかにした。

Selection of Feedback Gains in Lane Change Maneuver of a Tractor-Trailer Combination

Steve W. MUGUCIA*, Ryo TORISU* and Junichi TAKEDA*

I Introduction

The driver of a vehicle has a significant influence on the handling of the vehicle. Due to the complex behavior of a human pilot, the driver is usually neglected while dealing with many problems of vehicle handling. However, the effective control of any vehicle requires a satisfactory match of the vehicle characteristics with the controller characteristics of the human operator. Studies dealing with closed-loop characteristics of vehicles and, the human operator models proposed, have tended to be based on single unit vehicles^{2) 3)}. The gains in most of the human operator models involved have been constant thereby failing to take into account the adaptive characteristics of the operator. Multi-stage computer simulation, of the lane change maneuver of a tractor-trailer combination with a human pilot, is analyzed. In this paper, only backward motion is considered though forward motion can be treated in a similar manner.

Nomenclature

A	: center of front axle of tractor	$A(x_A, y_A)$
B	: center of rear axle of tractor	$B(x_B, y_B)$
C	: hitch	$C(x_C, y_C)$
D	: center of trailer axle	$D(x_D, y_D)$
α	: steer angle of tractor front wheels	
θ	: tractor heading angle	

* Faculty of Agriculture, Iwate University

θ_G	: the desired tractor heading angle
β	: trailer heading angle relative to the tractor
β_G	: the desired trailer heading angle
V	: backward velocity of vehicle
ℓ_1	: tractor wheelbase
ℓ_2	: distance of the trailer axle behind hitch (trailer length)
h	: distance between the tractor rear axle and hitch
H	: lateral displacement of desired path
y_A	: lateral displacement of point A
y_B	: lateral displacement of point B
y_D	: lateral displacement of point D
λ_θ	: tractor heading feedback gain
λ_{y_D}	: lateral displacement feedback gain
λ_β	: trailer heading feedback gain

II Vehicle Model

A simple kinematic vehicle model, in a fixed plane axis as shown in Fig. 1 is utilized. The vehicle is assumed to be moving at a constant speed V with small angular deviations in heading. The vehicle equations of backward motion, derived by Torisu et al.⁴⁾, are :

$$\ell_1 \dot{\theta} + V\alpha = 0 \quad (1)$$

$$\dot{y}_B - V\theta = 0 \quad (2)$$

$$\dot{y}_A - V(\alpha + \theta) = 0 \quad (3)$$

$$\ell_2 \dot{\beta} - V\beta + (\ell_2 + h)\dot{\theta} = 0 \quad (4)$$

$$\dot{y}_D - V(\theta + \beta) = 0 \quad (5)$$

where the dot represents a derivative with respect to time.

III Operator/Vehicle System Equations

The model characterizing the human operator behavior is taken from Torisu et al.⁵⁾. In this model the lateral deviation of the vehicle in respect to the desired path as well as the deviation in its heading, are perceived by the operator as control cues. The operator would then steer the vehicle so as to minimize these deviations. In the backward maneuver, the operator usually controls the tractor-trailer combination while watching the rear of the trailer. The lateral deviation of point D is thus assumed to be the position control cue. The corresponding human operator describing function is :

$$\alpha(t) = \lambda_\theta(\theta(t) - \theta_G) + \lambda_{y_D}(y_D(t) - H) + \lambda_\beta(\beta(t) - \beta_G) \quad (6)$$

For simplicity, θ_G and β_G are assumed to be zero. To obtain the operator/vehicle model, the vehicle equations of motion are solved simultaneously with the human

operator describing function. The resulting reduced operator/vehicle system of differential equations are shown in Table 1.

IV Solution of Operator/Vehicle System Equations

In order to solve the operator/vehicle system of differential equations, the roots of the characteristic equation have to be determined. The initial and final conditions must also be specified. The roots of the characteristic equation can be determined if the vehicle parameters, vehicle velocity and the gains are known. The vehicle parameters are determined by the vehicle whose motion is to be simulated. The main task in the simulation problem therefore, is to determine the proper gains. This task will be dealt with in detail later on in the paper.

The characteristic equation is a third order polynomial whose roots are found by using Cardan's formula for the roots of cubic equations¹⁾. The roots of the characteristic equation determine the stability of the motion of the operator/vehicle system. If all the roots have negative real parts, the system is stable. This means that the operator can bring the vehicle to the desired path. Any parameter combination yielding at least one characteristic root with a positive real part, would result in an increasing deviation from the desired path, that is, operator's loss of control. There is a transition from a stable domain to an unstable one depending on the movement of the eigenvalues in the s-plane. The eigenvalues are either real or they appear in complex conjugate pairs. The transition is due to a pair of complex conjugate eigenvalues crossing the imaginary axis.

V Selection of Gains

The simulation of the motion of the operator/vehicle system will depend on the choice of gains. In order to establish permissible ranges of feedback gains, it is necessary to

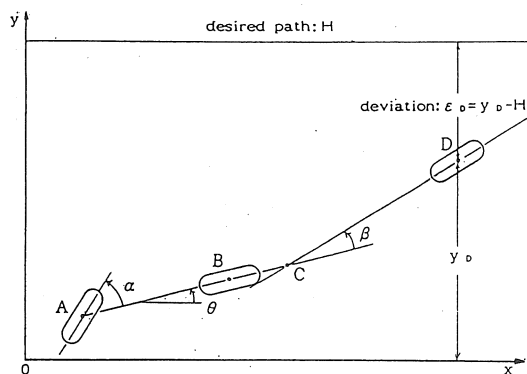


Fig. 1. Layout of tractor-trailer combination

Table 1 Operator/vehicle system of differential equations for backward motion

Variable	characteristic equation
y_D	$\Delta_{\theta D \beta}(s) y_D = V^3 \lambda y_D H$
y_B	$\Delta_{\theta D \beta}(s) y_B = V^3 \lambda y_D H$
y_A	$\Delta_{\theta D \beta}(s) y_A = V^3 \lambda y_D H$
α	$\Delta_{\theta D \beta}(s) \alpha = 0$
θ	$\Delta_{\theta D \beta}(s) \theta = 0$
β	$\Delta_{\theta D \beta}(s) \beta = 0$

Kernel polynomial operator :

$$\Delta_{\theta D \beta}(s) = \ell_1 \ell_2 s^3 - V(\ell_1 - \ell_2 \lambda \theta + \ell_2 \lambda \beta + h \lambda \beta) s^2 - V^2(\lambda \theta + h \lambda y_D) s - V^3 \lambda y_D$$

Human operator describing function :

$$i \alpha = \lambda \theta + \lambda y_D (y_D - H) + \lambda \beta \beta$$

Note s : Laplace operator

obtain the stability diagrams. A typical stability diagram is shown in Fig. 2. In single-stage simulation, suitable constant gain values are selected by trial and error. The roots of the characteristic equation are then determined. Given the initial and final conditions, $y_D(t)$ is calculated at given time intervals. The values of $\alpha(t), \beta(t),$ and $\theta(t)$ are then determined from the operator/vehicle equations of motion, for the same time intervals. The values of $y_A(t)$ and $y_B(t)$ are then determined and the trajectories of y_A, y_B and y_D plotted. Single-stage simulation has however been found to be inadequate, since the human operator seems to change his gains with time. For this reason, multi-stage simulation, in which the gains are changed during the maneuver, is employed.

Multi-stage simulation

In multi-stage simulation, the maneuver is divided into several stages. In the first stage, the initial and final values of the gains are chosen by trial and error. The gains are then changed by equal amounts per time interval during the duration of the stage. In the subsequent stages, the final gain values of the previous stage are adopted as the initial gain values for the new stage. The final gain values for the new stage are again selected by trial and error. This process is repeated until the final stage is reached. With each change of gain values, the new roots of the characteristic equation are determined.

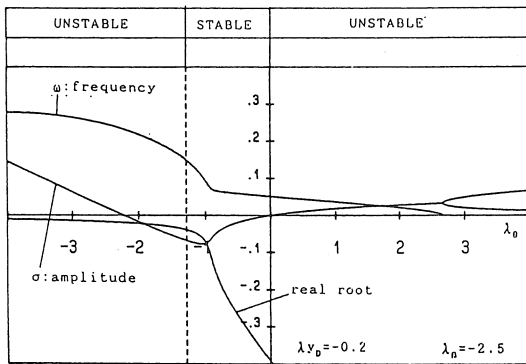


Fig. 2 Nature of characteristic roots as the tractor heading gain λ_0 changes

Table 2 Vehicle parameters

Parameter		Value
tractor wheelbase	ℓ_1	1.32 (m)
hitch distance	h	0.42 (m)
trailer length	ℓ_2	1.60 (m)
travel velocity	V	0.22 (m/s)
lane change width	H	6.0 (m)

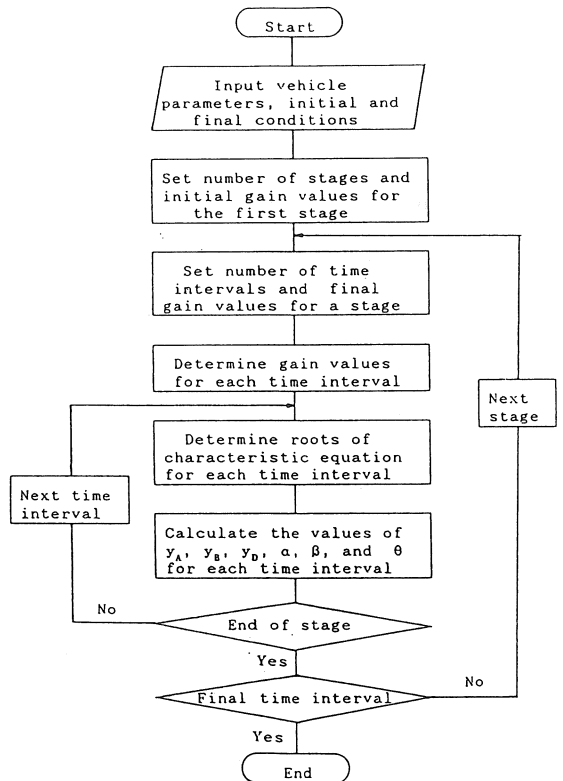


Fig. 3 Flow chart of multi-stage simulation process

The values of $y_A(t)$, $y_B(t)$, $y_D(t)$, $\alpha(t)$, $\beta(t)$, and $\theta(t)$ are then determined. The process is summarized in the flow chart shown in Fig. 3.

VI Analysis of the Motion of Tractor-Trailer Combination

A tractor/trailer combination, whose parameters are shown in Table 2, was operated by operators of varying skills, in simulated lane change maneuvers, at a constant velocity on a flat tarmac surface. The trajectories of the centers of the tractor front axle, tractor rear axle and trailer axle, were recorded. The time histories of the steer angle and the trailer heading angle relative to the tractor were also recorded.

Multi-stage simulation of a number of sample lane change maneuvers was carried out. It was found that using multi-stage simulation, the motion of the tractor-trailer combination could be predicted adequately. Fig. 4 shows the results of a sample actual maneuver. The simulated result of this maneuver is shown in Fig. 5. The simulation was carried out in six stages. It is evident that the actual and simulated trajectories are quite similar. The change of the gains during the simulation are shown in Fig. 6. In choosing the gains it was observed that, with all the gains in the stable range, it seemed that the motion of the vehicle was very sensitive to any slight change in the lateral displacement gain λ_D . On the other hand, as long as the value of gain λ_β was in the stable region, changes in the value of this gain didn't seem to have any significant effect

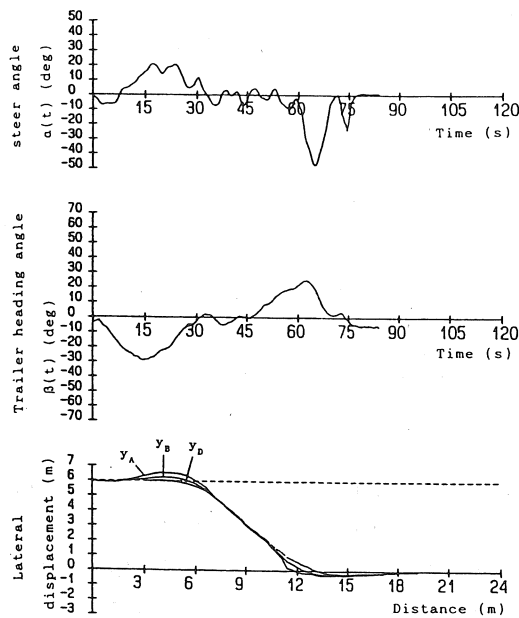


Fig. 4 Actual backward lane change maneuver

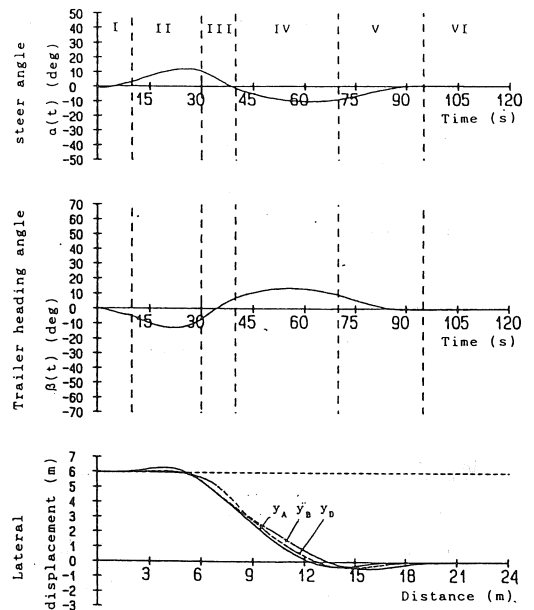


Fig. 5 Multi-stage simulation of the backward maneuver

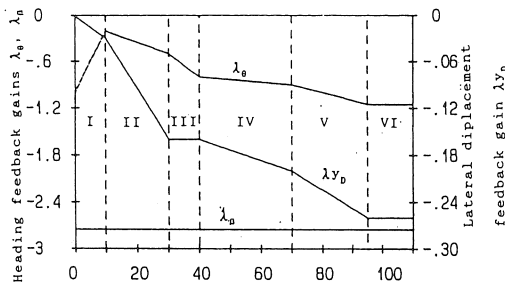


Fig. 6 Change of feedback gains during multi-stage simulation of the backward maneuver

on the motion. Gain λ_β could therefore be kept constant. Although the vehicle motion didn't seem to be very sensitive to changes in gain λ_θ , there was still an appreciable effect. This can be interpreted to mean that, an operator operates a tractor-trailer combination with relatively more emphasis placed upon the perception of the lateral displacement than on heading.

VII Conclusions

The following conclusions can be drawn from this work

- 1) Multi-stage simulation of the motion of a tractor-trailer combination with a human pilot has been analyzed, and the selection of the gains in the human operator describing function explained.
- 2) The motion of a tractor-trailer combination with a human pilot can be adequately predicted by multi-stage simulation.
- 3) It was observed that, the human operator seems to operate a tractor-trailer combination, with relatively more emphasis placed upon the perception of lateral displacement than on the heading.

References

- 1) Dickson, L. E. : Elementary theory of equations, John Wiley & Sons. Inc., 31 — 37, 1914
- 2) Hoffman, E. R. : Human control of road vehicles, Vehicle System Dynamics, 5, 105 — 126, 1975 / 76
- 3) Reid, L. D., Solowka, E. N. : A systematic study of driver steering behavior, Ergonomics, 24 (6), 447 — 462, 1981
- 4) Torisu, R., et al. : The kinematics and open-loop characteristics of tractor-trailer combinations, J. Fac. Agric. Iwate Univ, 20 (4), 299 — 314, 1992
- 5) Torisu, R., et al. : The human operator behaviour in lane tracking of a tractor-trailer combination (I), Human operator model and forward maneuver, J. Fac. Agric. Iwate Univ, 21(1), 9-19, 1992

〔読者コメント〕 車線変更における各ゲインは、Fig. 4の人の走行軌跡に合うように求めたのでしょうか。つまり、Fig. 4は理想的な軌跡を示しているのでしょうか。また、今後の展開についてお聞かせ願います。

〔著者解答〕 本論文の目的は、実際の人の操縦の仕方をできるだけ忠実に模擬するように、各ゲ

インを決定する仕方を示すことです。図4の結果が人の理想的な操縦法ではありません。この例の場合には、このようなゲイン値になるということで、他の例では違った結果になります。

今後は、操縦時の時間遅れや不連続的な操作などを考慮して、さらに人-車両系の研究を進めたいと思っています。

アップカッターロータリ耕うんすくいづめの振動数

片岡 崇*・渋沢 栄**・朽木 靖之***・広間 達夫*・太田 義信*

Frequency of Sukui-dume used for Reverse Rotational Rotary Tillage

Takashi KATAOKA*・Sakae SHIBUSAWA**・Yasuyuki KUCHIKI***・
Tatsuo HIROMA*・Yoshinobu OTA*

Abstract

When we cultivated heavy clay soil using the reverse rotational rotary tiller with the special blade called "Sukui-dume", the cut clods frequently had many cracks and minute undulation on their surfaces across the cutting direction. That is to say, there was high speed and minute blade interaction, such as the elastic vibration, between the clods and the blades, which was different from the rotational soil cutting action.

This paper describes the result of the natural frequency of the blade and the blade elastic vibration on soil cutting. The blade vibrations were measured by strain gages set on the blade surface. The natural frequencies and the number of vibrations of the vertical part of this blade are calculated by Fourier analysis. The torsional vibration is approximately 160 Hz and the bending vibration is approximately 300 Hz. When the blade is cutting the soil, the torsional vibrations of vertical part of the blade are 100 - 270 Hz and 500 - 600 Hz.

1. 緒言

すくいづめと呼ばれる特殊な耕うんづめを装備した深耕用アップカッターロータリ耕うん装置(傾小橋製UC-120)は、ただ1度の切削作用で土を切削し、そのまま後方へ投てきする機能を有している¹⁾⁻⁸⁾。重粘土を対象として、この装置でアップカッターロータリ耕うんした際に、未耕地側に形成された亀裂や、切り出された土塊表面に生じたフラクタル性を示す亀裂など多様な土側の挙動が観察された^{9) 10)}。切り出された土塊は再耕うんを受けておらず、その表面には切削方向と直角に亀裂や微小な起伏が、周期的に形成され

ていた。これは耕うんづめが土と接触する際、高速微小な運動(振動)をしていたためである¹⁰⁾。

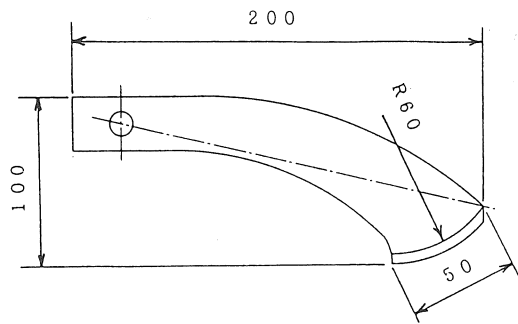
ここでは、このように土の挙動に注目して土と耕うんづめの相互作用を考えるために、耕うんづめを弾性体として扱うべく、すくいづめと呼ばれるこの耕うんづめの固有振動数の計算および耕うん切削時に耕うんづめの示す微小な振動の性質について報告する。

2. 実験システムおよび方法

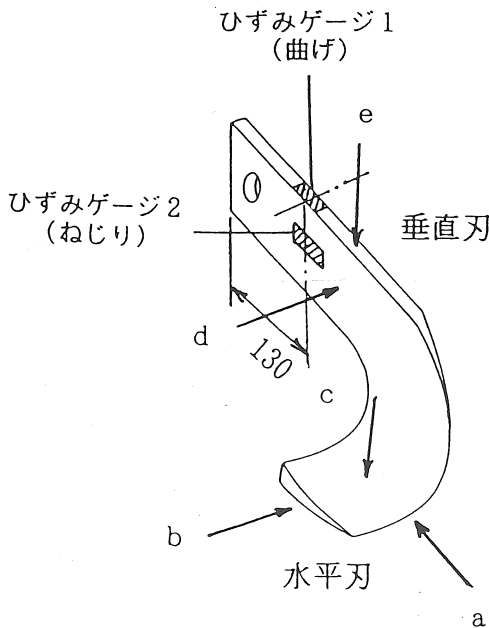
(1) 耕うんづめ固有振動数

耕うんづめの固有振動や切削時における微小な運動(振動)は、図1に示すように耕うんづめに直接ひずみゲージを貼付して測定した。

耕うんづめの固有振動数の測定は、図2に示



(a) 耕うんづめの主な寸法



(b) ひずみゲージを貼付した耕うんづめ (1)

図1. 供試耕うんづめ

すように耕うんづめを実験室内コンクリート地面にアダプタを用いて固定し、耕うんづめ各部にハンマで衝撃荷重を加えることによって行った。衝撃荷重の方向は図1(b)中に矢印a~eで示した。

ひずみ量はひずみ計、A/Dコンバータ(八戸ファームウェア12 A/E-L)を介しラップトップコンピュータにてデータ収録した。サンプリング時間は100 μ sとし、計測した波形からフーリエ解析によって耕うんづめ振動の周波数分析を行った。

(2) 耕うん軸装着時の耕うんづめ振動数

(1)と同じ実験システムおよび方法で耕うんづめを実機耕うん軸に装着し、固有振動数を計測した。

(3) 耕うんモデル実験装置装着時の耕うんづめ振動数

図3に示す耕うんモデル実験装置に、耕うんづめを取り付けこの時の耕うんづめ固有振動数を測定した。これは、このモデル実験装置で耕うんづめの挙動に注目したアップカッターロータリ耕うんの切削機構を観察することが可能であ

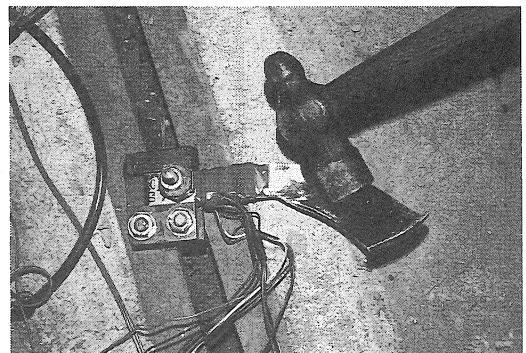


図2. 耕うんづめコンクリート地面固定状態

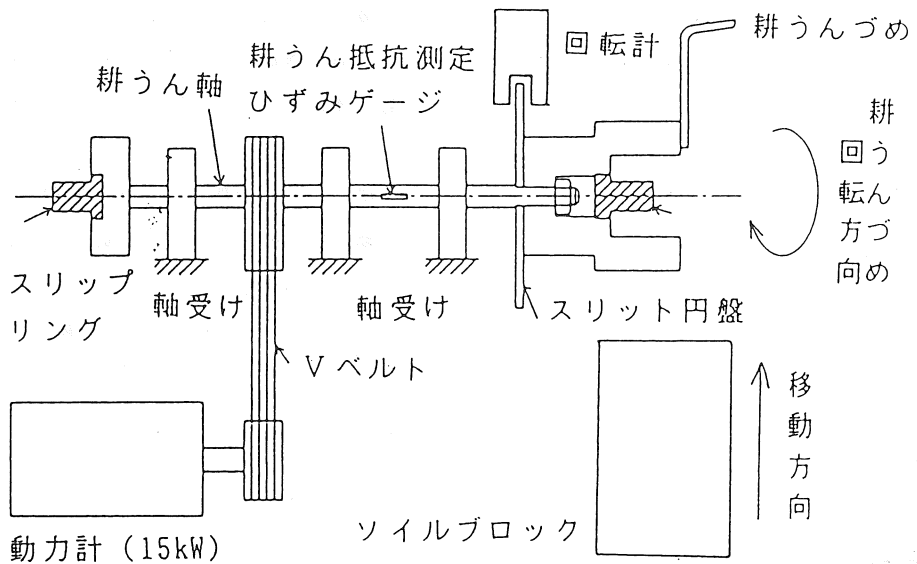


図3. 耕うんモデル実験装置

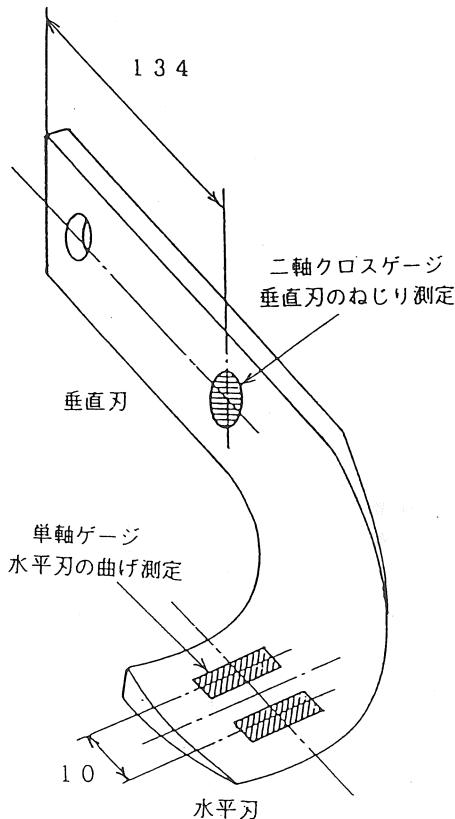


図4. ひずみゲージを貼付した耕うんづめ (2)

るか検証するためのものである。

ここで供試した耕うんづめを図4に示す。垂直刃のねじり振動と水平刃の曲げ振動が測定できるようにひずみゲージを貼付した。ここでは、動ひずみ計によって得られた信号をデータレコーダ (TEAC R-71) に一度収録し、A/Dコンバータ (共和電業 ADC-116A) を介し振動波形を計測した。サンプリング時間は1msとした。

(4) 耕うん切削時の耕うんづめの運動

(3)項に示したモデル実験装置にてソイルブロックを切削耕うんし、この時の耕うんづめの運動について測定した。耕うん軸回転数は1回転で1パルスを出力する電磁ピックアップにて測定し、約170rpmに設定した。耕深は約25cm、ソイルブロック移動速度は約5cm/sとした。

供試土には、切削後土塊が形成されるよう久慈産の粘土を用いた。この粘土の組成分析結果を表1に示す。ソイルブロックは、供試土を5面が鉄板で覆われた鉄製のケースにつめ、約0.2kPaで残りの1面側から圧縮を加えて成形製作した。

ソイルブロックは高さ 25 cm, 長さ 40 cm, 幅 10 cm で, 実験時の含水比は約 22 % d. b. であった。

表 1. 供試土組成分析結果

15 °Cにおける土粒子真比重	2.65 g/cm ³
液性限界	40.0 %
塑性限界	18.8 %
粘度分析	砂 21.5 %
	シルト 35.2 %
	粘土 43.3 %

3. 実験結果及び考察

耕うんづめをコンクリート地面に固定した時の耕うんづめ固有振動波形を図5に示す。実機耕うん軸装着時の固有振動波形を図6に示す。表2には、耕うんづめコンクリート固定時と実機装着時で得られた波形からフーリエ解析によって計算された周波数分析結果を示す。

耕うんづめをコンクリート地面に固定した場合、耕うんづめのコヒーレントな振動数成分が明瞭な波形が得られた。実機耕うん軸に装着し

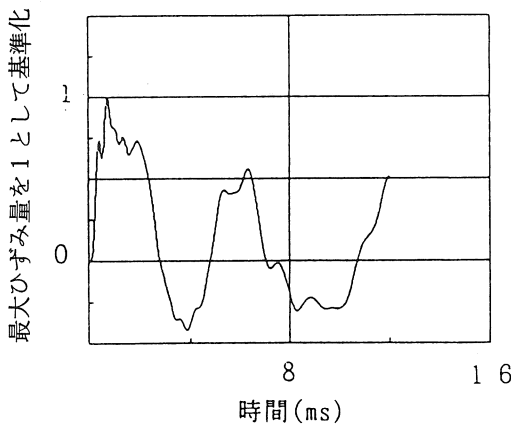


図5. コンクリート地面固定時の耕うんづめ固有振動波形 (垂直刃ねじり振動)

衝撃位置：図1のa方向

た場合は、耕うん軸など他の弾性部の影響により、固有振動に相当すると考えられる大きな振動は確認できるものの、これよりも高い振動数成分を含んでいた。

耕うんづめ垂直刃部の固有振動数は、ねじり振動が約 150 Hz, 曲げ振動は約 300 Hz とそれぞれ計算された。垂直刃の曲げ振動については、そのひずみの量がねじり振動に比べ約 1/2

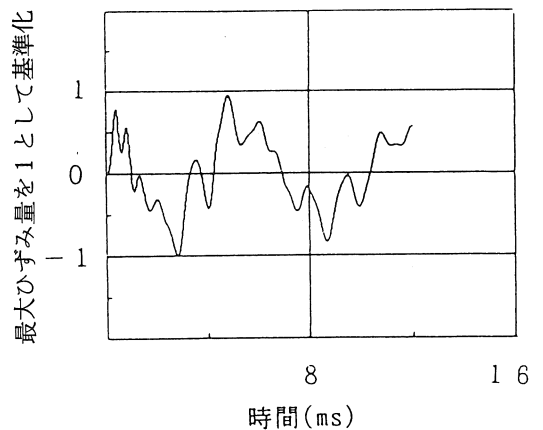


図6. 耕うん軸装着時の耕うんづめ固有振動波形 (垂直刃ねじり振動) 衝撃位置：図1のa方向

表2. 耕うんづめの支配的な周波数 (単位: Hz)

衝撃位置	コンクリート固定		耕うん軸装着	
	曲げ	ねじり	曲げ	ねじり
a	333	167	250	167
b	333	83	83	83
c	365	164	83	83
d	500	83	500	167
e	83	167	83	167

であった。垂直刃の曲げ振動は、図1からわかるように垂直刃の長手方向の曲げである。このため、その曲げ振動の減衰の程度が大きかった。これから耕うんづめの振動は垂直刃のねじり振動がより支配的であると考えられる。

図7には、耕うんづめをモデル実験装置に装着した時の固有振動波形を示す。この時の耕うんづめ固有振動数は、垂直刃ねじり振動が約175 Hzであった。そして、この値は先に示した耕うんづめの固有振動数とほぼ同じである。これから、このモデル実験装置で十分耕うんづめ振動などの問題を取り扱う実験が可能であると判断される。一方、水平刃の曲げについては、そのひずみ量がほとんど出力されなかったため振動数の計算はできなかった。

モデル実験装置でソイルブロックを耕うん切削している時の耕うんづめの振動（切削抵抗による挙動）の波形を図8に示す。耕うん作用によると考えられる一つの大きな山形波形（図中回転角約55°～210°）がみられた。そして、

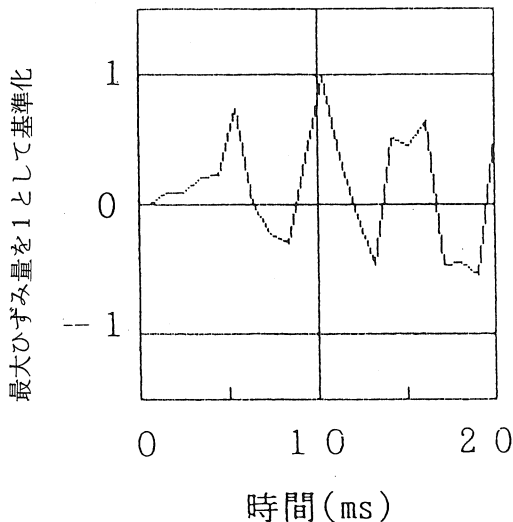


図7. モデル実験装置装着時の耕うんづめ固有振動波形（垂直刃ねじり振動）
衝撃位置：図1のa方向

耕うん切削時に相当するこの山形波形の立ち上がり部分（図中回転角約55°～105°）には、3個程度のピークをもつさらに高周波の波形がみられた。この波形に関する周波数分析結果を表3に示す。

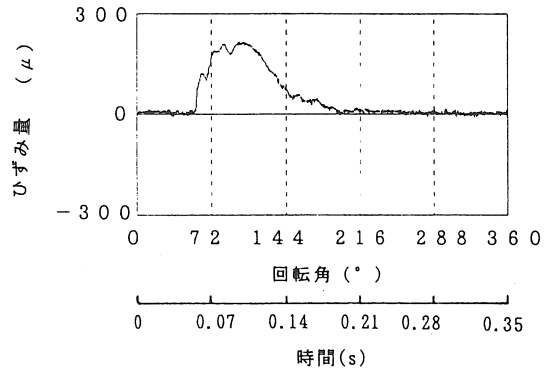


図8. 耕うん切削時の耕うんづめ運動波形（垂直刃ねじり振動）

表3. 耕うん切削時における耕うんづめの微小運動の振動数

	垂直刃 ねじり運動	水平刃 曲げ運動
切削時の 振動数	100～270Hz 500～650Hz	100～250Hz 500～600Hz

耕うん切削時において、垂直刃ねじり振動には、その固有振動とほぼ対応する100～270 Hzとその約2倍に当たる500～650 Hzの振動数が計算された。前者は、耕うんづめの固有振動数に相当する振動が切削時に支配的に存在していたためと考えられる。一方、後者については、このモデル装置に耕うんづめを装着した状態で空転させた時、耕うんづめに700～800 Hzの垂直刃ねじり振動（550～900 Hzの水平刃曲げ振動）が発生していたことから、この影響によることも考えられる。これらの振動数を引き

起こす原因については、他の要因の存在等を含めさらに検討していきたい。

水平刃曲げ振動についても、垂直刃ねじり振動とほぼ同じ振動数が計算された。しかし、このひずみ量は垂直刃ねじりに比べ1/3と小さく、また水平刃の曲げ方向は垂直刃のねじり方向と対応しているので水平刃曲げ振動数は、垂直刃ねじり振動に依存したものと考えられる。

4. 摘要

深耕アップカットロータリ耕うん用耕うんづめ、すくいづめの固有振動数は垂直刃のねじり振動が約170 Hz、垂直刃の曲げ振動は約330 Hzと推定された。また、粘土を耕うん切削している時、垂直刃は約100～270 Hz、約500～650 Hzのねじり振動をしていた。耕うんづめの切削時における高速微小な運動(振動)は、ほぼ固有振動に相当する領域の振動が支配的と考えられる。

今後、亀裂形成に直接関係する振動数を正確に断定するとともに亀裂形成のメカニズムと土塊亀裂のもたらす効果について検討していく予定である。

なお、本研究を進めるに当たり、北海道大学農学部寺尾日出男教授にはご助言、ご指導を頂きました。記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 川村登他：深耕ロータリ耕うんに関する基礎的研究(第1報), 農機誌 42(2), p. 37—46, 1980.
- 2) 渋沢栄他：同上(第2報), 農機誌 43(2), p. 181—187, 1981.
- 3) 渋沢栄他：同上(第3報), 農機誌 44(1), p. 9—16, 1982.
- 4) 渋沢栄他：同上(第4報), 農機誌 45(1),

p. 43—48, 1983.

- 5) 渋沢栄他：深耕アップカットロータリ耕うんづめの研究(第1報), 農機誌 46(3), p. 325—331, 1984.
- 6) 渋沢栄他：同上(第2報), 農機誌 46(4), p. 459—464, 1984.
- 7) 渋沢栄他：同上(第3報), 農機誌 47(1), p. 11—18, 1985.
- 8) 渋沢栄他：同上(第4報), 農機誌 47(2), p. 159—167, 1985.
- 9) 渋沢栄他：ロータリ耕うんにおける土塊の形成過程(第1報), 農機誌 52(1), p. 69—75, 1990.
- 10) 渋沢栄他：同上(第2報), 農機誌 52(2), p. 3—9, 1990.

〔閲読者コメント〕土塊の亀裂形成メカニズムを耕うんづめの振動特性との関連で究明しようとする試みは、大変ユニークで、今後の発展が期待されますが、伝動系の振動特性、土の性質などとの関連はどのようにお考えでしょうか。

〔著者回答〕本研究で注目している耕うんづめの振動数は数10 Hzから200 Hz程度の領域のものであります。伝動系の振動特性の耕うんづめ振動への影響については、モデル実験装置での空転状態の500 Hz以上の高い振動数にはほぼ対応すると思われませんが、今後確認することを考えています。ご指摘の通り土の性質は、土塊の亀裂形成に大きく影響すると思われれます。砂やシルト系の土壌では、亀裂を発生せずに破壊する現象がみられ、亀裂や土塊の形の観察が困難です。このためにここでは粘土を供試しました。しかし、今後他の土における亀裂形成についても検討していきたいと思っております。

ホッパの排出性能に関する研究 (第2報)

— 平底ホッパにおけるプラスチック粒の排出 —

赤瀬 章*・上出 順一*・山本 明彦*

Studies on the Discharge Characteristics of the Hopper (II)

— On the Flow Rate of Plastic Particles in the Flat-Bottom Hopper —

Akira AKASE*, Junichi KAMIDE*, Akihiko YAMAMOTO*

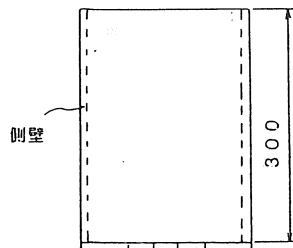
Abstract

Authors investigated the discharge characteristics of three kinds of plastic particles using the flat-bottom hoppers with the orifices of various shapes and sizes. Main results are as follows;

1. The relation of diameter d (cm) and volume flow rate Q_V (cm^3/s) of the circular orifice is $Q_V = 4.994d^{3.107}$
2. Volume flow rate has less effects of kind of particles than mass flow rate.
3. Volume flow rate of particles with large internal friction angle is small.
4. The volume flow rate per unit orifice crosssectional area is flowing velocity. It is reasonable to use effective crosssectional area in order to compute flowing velocity.
5. In a rectangular orifice Q_V/d_n^2 is nearly constant at any aspect ratio of rectangle.
6. The effect of the sidewall of the hopper on flow rate is small.

1. はじめに

第1報⁸⁾では、ホッパ^{1, 3, 5-9)}における粒の流動状態と排出性能についてかなり広範な実験を行い報告した。本報では、平底ホッパにおけるプラスチック粒の排出に限定して実験を行い、その排出特性について検討した。



2. 実験装置および実験方法

1) 実験装置

ホッパとしては図1に示すような平底ホッパ (断面積 200×200 mm, 高さ 300 mm) を供試した。底面は中央に円形, 正方形, 長方形のオリフィスを有する。側壁材料はベニヤ板 (横目,

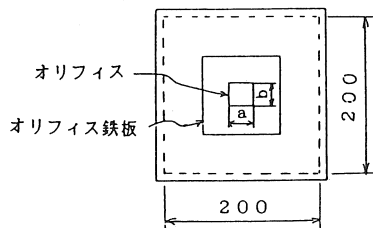


図1 供試ホッパ

縦目), アクリル板である。なお横目とは木目方向が粒の移動方向と直角のものを言う。

2) 実験材料

3種のプラスチック粒(A粒, B粒, C粒)を供試した。その形状は, 図2のようにそれぞれ丸みを帯びた円柱, 円柱, 丸みを帯びた円盤である。三軸径, 三軸幾何平均径, 真密度, かさ密度を表1に, 粒の側壁材料に対する摩擦角および内部摩擦角を表2に示す。なお摩擦角は傾斜法で測定した。また内部摩擦角は, 積み重ねた上下の枠⁴⁾(断面積200×200 mm)に粒を充填し, 下枠を速度2.98 cm/minで引っ張りその時の剪断抵抗を, 片持梁に貼付したストレンゲージによって測定した。

3) 実験方法

ホッパに粒を充填し, 流出開始から材料高さが約150 mmになるまでの所要時間と流出量(質量)を測定し, 質量流量を算出した。データは全て3回の平均である。

4) 実験の組合せ

プラスチック粒, 壁面材料, オリフィス形状, 大きさを組み合わせて実験を行った。

プラスチック粒: A粒, B粒, C粒

壁面材料: ベニヤ板(横目, 縦目), アクリル板

オリフィス形状, 大きさ:

円形(直径 $d = 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0$ cm)

正方形(一辺長 $a = 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0$ cm)

長方形(断面積 $S = 4, 8$ cm²)


縦横比 $R (= a/b) = 1, 2, 3, 4$)

3. 実験結果および考察

1) 円形オリフィス, 正方形オリフィス

C粒, ベニヤ板(横目)を使った時の円形オリフィス, 正方形オリフィスの質量流量を縦軸に, オリフィスの直径または一辺長を横軸に取

A 粒 

B 粒 


C 粒 

図2 プラスチック粒形状

表1 プラスチック粒の特性

種類	真密度 (g/cm ³)	かさ密度 (g/cm ³)	三軸径 (mm)			三軸幾何平均径
			x	y	z	
A 粒	0.932	0.602	3.48	3.63	3.92	3.67
B 粒	0.937	0.541	3.02	3.52	3.79	3.43
C 粒	0.914	0.567	4.74	4.63	2.37	3.73

表2 プラスチック粒の摩擦特性

種類	摩擦角（度）			内部摩擦角（度）
	ベニヤ（横目）	ベニヤ（縦目）	アクリル板	
A 粒	20.9	17.7	18.6	19.1
B 粒	28.4	26.2	20.6	24.1
C 粒	24.6	23.0	21.6	16.7

(a) 質量流量

(b) 体積流量

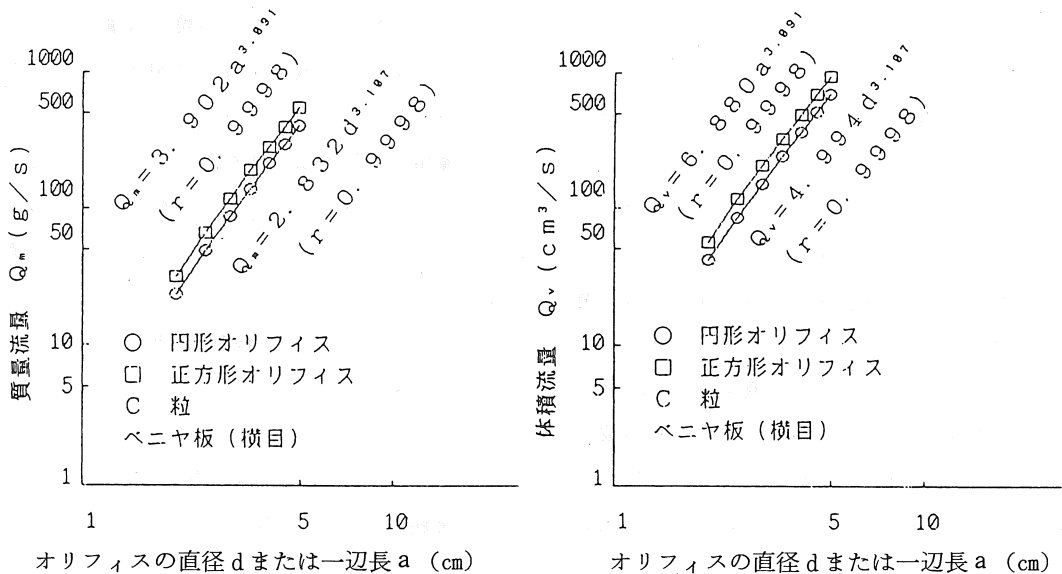


図3 オリフィス直径または一辺長と流量の関係

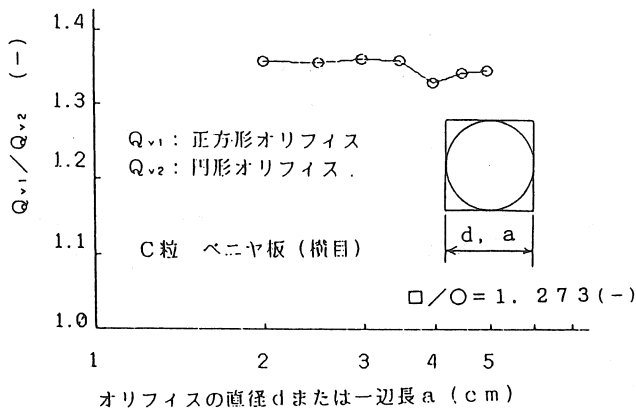


図4 正方形オリフィスと円形オリフィスの体積流量の比較

り図示したのが図3(a)である。両対数表示するとほぼ直線になりその相関係数は高い。指数は一般的には穀粒で2.5~3.0と言われている^{1,9)}。本実験では少し高めにしているのは、プラスチック粒のため流動性が良いからだと思われる。

質量流量とプラスチック粒のかさ密度から1秒間の流出体積を算出したのが体積流量である。

$$Q_v = Q_m / \rho_B \quad (1)$$

ここに Q_v : 体積流量 (cm^3/s)

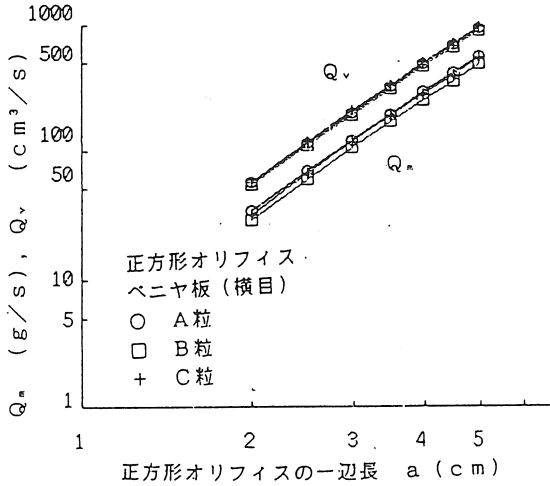


図5 質量流量と体積流量の比較

Q_m : 質量流量 (g/s)

ρ_B : かさ密度 (g/cm³)

図3(b)は(a)の質量流量を体積流量に書き換えたものである。オリフィスの直径または一辺長が同じであれば正方形の体積流量の方が大きくなっている。そこで円形オリフィスの体積流量 (Q_{V2}) に対する正方形オリフィスのそれ (Q_{V1}) の比を図4に図示した。値はdまたはa

に関わらず約 1.35 を示した。ちなみに正方形と円形の面積比は図4の中に示すように 1.273 である。

図5は粒の種類を変えて質量流量と体積流量を図示したものである。質量流量は粒の種類の影響を受けているが体積流量はその影響が少ないことが分かる。すなわち体積流量表示の方が普遍性が高いと言える。図5が対数表示なので差がわかりにくいので、C粒に対するA, B粒の流量の比を図6に示した。質量流量では開きが大きく体積流量では小さい。さらにこの図から粒の種類による流量はA粒, C粒に比べB粒が

小さいことが分かる。それはB粒の形状が図2で分かるように角ばっていることにより内部摩擦角(表2)が大きいことによるものである。

C. S. Chang 氏は、穀粒を使い大規模なホッパの実験を行っている⁹⁾。すなわちホッパの大きさは2.4×2.9×2.2(高さ)mでありそのオリフィスは30.5×30.5cmである。筆者とChang氏の実験結果を同一図に示したのが図7である。

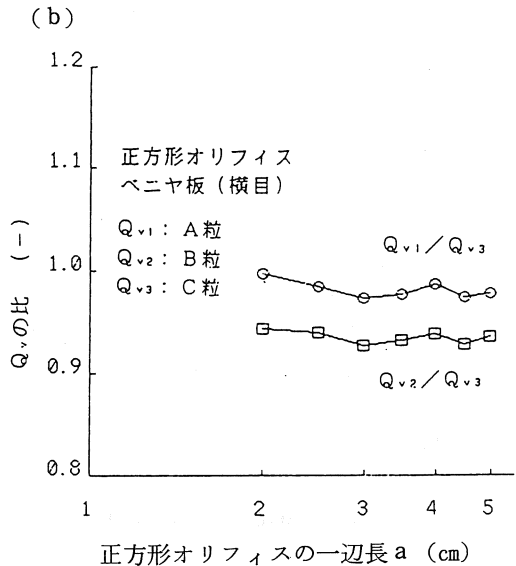
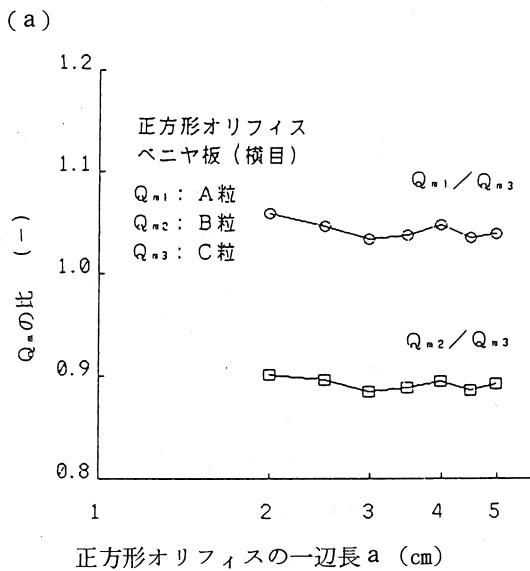


図6 粒の種類と Q_m , Q_v の関係

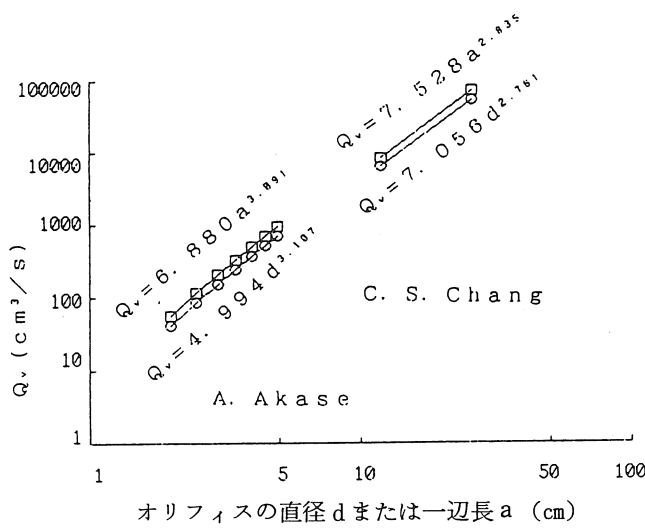


図7 Chang と筆者による体積流量の比較

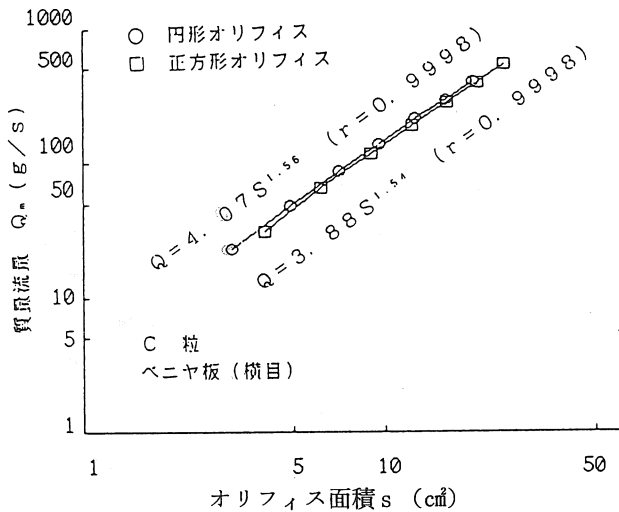


図8 オリフィス面積と質量流量の関係

オリフィスの大きさはかなり異なるが、傾向は同様である。オリフィス径が粒径の20倍以下なら粒の大きさが影響すると言われているが、筆者の実験ではその領域に入っている。

図8は図3(a)の横軸をオリフィス断面積にして書き換えたものである。正方形より円形の流量が大きいのは水の場合と同様である。

2) 流出速度

体積流量をオリフィス断面積で除した Q_v/S を図9(a)に示した。これはオリフィスから流出する速度を表すことになる。断面積で除しているため2線はほぼ重なっている。2線の勾配に着目すると d または a の増大に伴って勾配が僅かに小さくなっている。そこでオリフィスの有効直径 d_e または有効一辺長 a_e を考えた。

$$d_e = d - 1.0D - 0.4D \quad (2)$$

$$a_e = a - 1.0D - 0.4D \quad (3)$$

ここで D : 粒の三軸幾何平均径 (cm) 式(2), (3)中の $1.0D$ は、粒の中心が通る面積はオリフィス面積より小さくなることによるものであり、 $0.4D$ は縮流²⁾によるものである。 d_e または a_e から有効断面積を出し体積流量を有効断面積で除したものを図9(b)に示す。(a)に比べ相関係数が高く直線性が良くなった。

円形オリフィス：

$$S_e = \pi(d - 1.4D)^2/4 \quad (4)$$

長方形オリフィス：

$$S_e = (a - 1.4D)^2 \quad (5)$$

ここに S_e : 有効断面積 (cm²)

3) 長方形オリフィスの流量

長方形オリフィスの断面を、8.4 cm² に固定してその縦横比を1~4に変化させて流量をみたのが図10である。断面積が同じでも縦横比が大きくなると流量は約3割も低下している。Beverloo氏は水理学における hydraulic diameter を導入している¹⁾。

$$d_h = 4 \times S/L \quad (6)$$

ここに d_h : hydraulic diameter (cm)

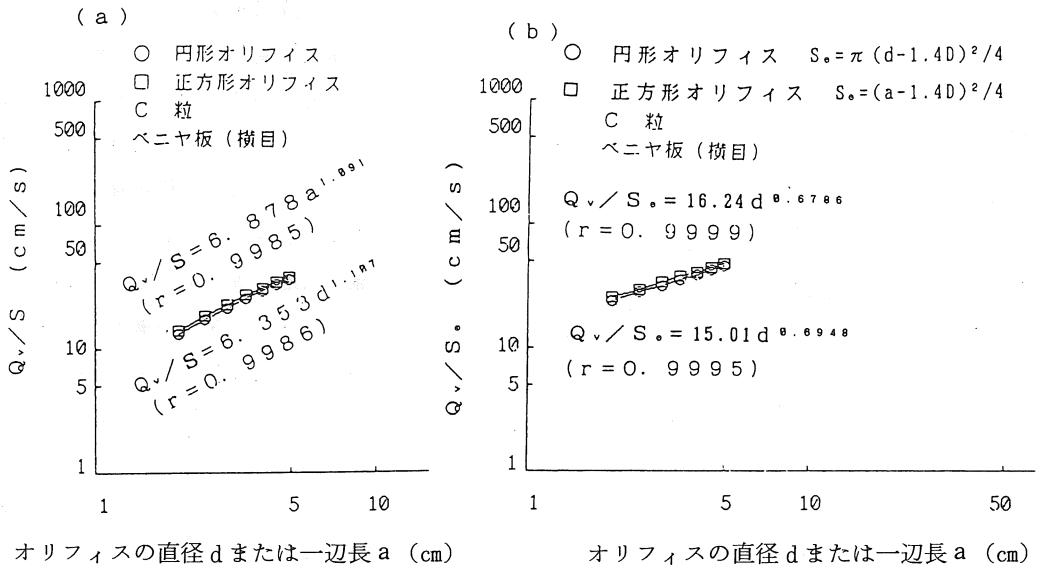


図9 流出速度 (cm/s)

S : 断面積 (cm²)
 L : 周長 (cm)
 $R = a / b$ (7)
 ここに R : 縦横比 (-)
 a : 長辺長 (cm)
 b : 短辺長 (cm)

$S = a \times b$ (8)
 ここで d_h を S と R で表すと
 $d_h = 2 \times S^{1/2} \times R^{1/2} / (1+R)$ (9)

図11は d_h , S , R の関係である。図10の Q_m を Q_v に変え、さらに Q_v を d_h^2 で除したものを図12に示した。 Q_v/d_h^2 は粒の種類の影

響は少なく、また縦横比が変化してもほぼ一定になり、断面積のみで異なる。次に Q_v/d_h^2 と d_h の関係を図13に示した。長方形オリフィスもほぼ直線に乗るが、直線性は正方形より良くない。

4) ホッパ側壁材料の影響

ホッパ側壁材料を変えて流量を測定した(図14)。(a)は円形オリフィス、(b)は正方形オリフィスを示す。アクリル板ではベニヤ板横目、縦目より若干流量が小さかったが誤差の範囲であろう。

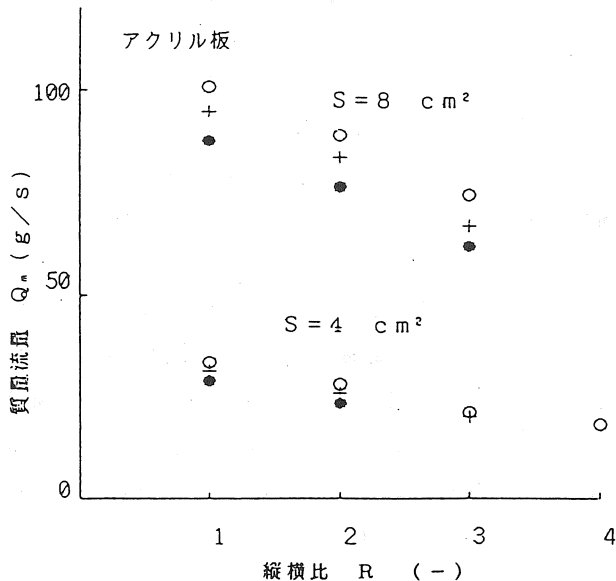


図10 オリフィスの縦横比が質量流量に及ぼす影響

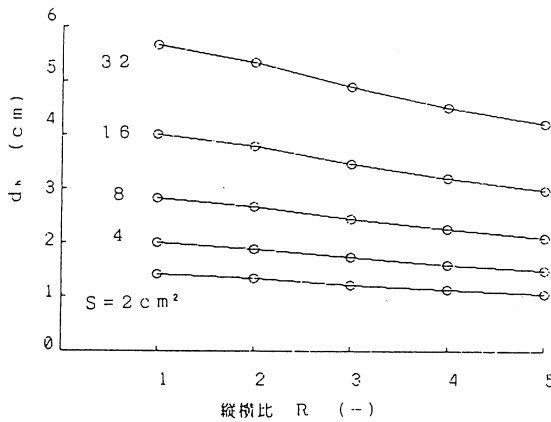


図11 Hydraulic diameter

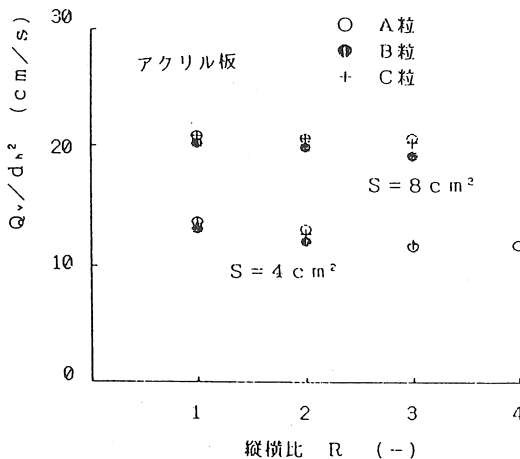


図12 Q_v / d_h^2 と R の関係

4. 摘要

各種形状、大きさのオリフィスを有する平底ホップを供試し、3種のプラスチック粒の排出特性を調べた。主な結果は次の通りである。

- (1) 円形オリフィスの直径 d (cm) と体積流量 Q_v (cm³/s) の関係は $Q_v = 4.994d^{3.107}$ である。
- (2) 体積流量は質量流量より粒の種類による影響が小さい。
- (3) 内部摩擦角の大きい粒は体積流量が小さい。
- (4) 体積流量とオリフィス断面積の比は流出

速度を表す。断面積としては有効断面積を使う方が合理的である。

(5) 長方形オリフィスでは、 Q_v / d_h^2 は縦横比が変化してもほぼ一定である。(d_h : Hydraulic diameter (cm))

(6) ホップの側面材料が粒の流量に及ぼす影響は少ない。

参考文献

- 1) W. A. Beverloo: The flow of granular solids through orifices, Chem. Eng. Sci., 15, 1961
- 2) 三輪茂雄: 粉体工学通論, p.121, 日刊工業新聞社, 1981
- 3) C. S. Chang: Flow rate of corn through orifices as affected by moisture content, Trans. of ASAE, 27(5), 1984
- 4) E. B. Moysey: Friction properties of fertilizers, Canadian Agric. Eng., 27 (2), 1985
- 5) J. M. Gregory: Equation describing granular flow through circular orifices, Trans. of ASAE, 30 (2), 1987
- 6) E. B. Moysey: Flow rates of grains and oilseeds through sharp-edged orifices, Trans. of ASAE, 31 (1), 1988
- 7) C. S. Chang: Flow rates of wheat and sorghum through horizontal orifices, Trans. of ASAE, 31 (1), 1988
- 8) 赤瀬 章, 小林健一: ホップに関する研究 — 粒の流動状態と排出性能について —, 農業機械学会東北支部報, 第37号, 1990
- 9) C. S. Chang: Flow rates of grain trough various shapes of vertical and horizontal orifices, Trans. of ASAE, 34 (4), 1991

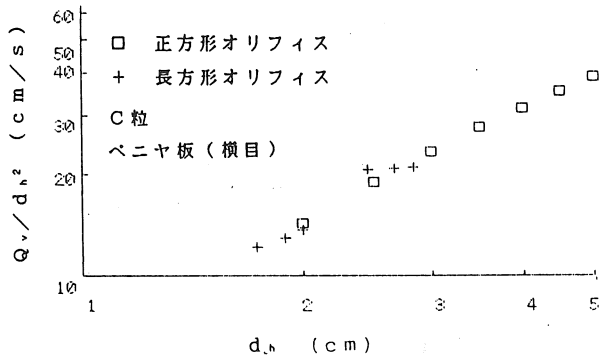


図13 正方形, 長方形の流出速度

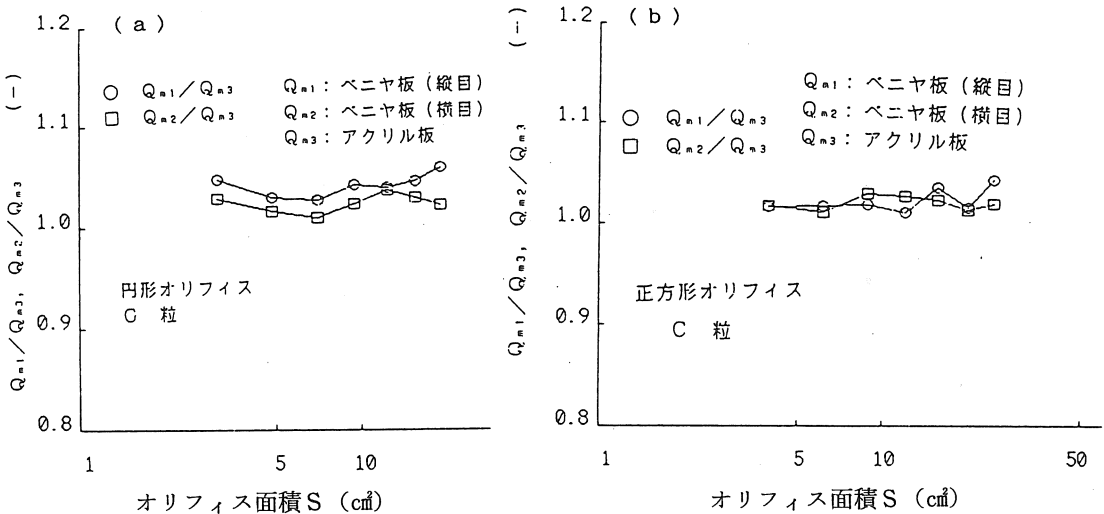


図14 ホップ側壁材料の影響

[読者コメント] ホップの排出特性には、粒およびオリフィスの形状が影響することが理解できた。ところで、図7の C.S.Chang 氏と著者による体積流量の比較に用いたデータには、どの形状の粒を使ったのでしょうか。

[著者回答] C. S. Chang 氏のデータは、トウモロコシ(水分12.3%)、著者のデータはプラスチック粒(C粒)のものである。材料は全く異なりますが比較のために、両者の体積流量を同一図に示してみました。

ヒートポンプによる生粳の除湿乾燥に関する研究

— 循環式乾燥機に用いた乾燥結果について —

張 林 紅*・戸次 英二*

Rough Rice Drying by Heat Pump Dehumidification

— On the Drying Result Applied to a Circulating Type Dryer —

Lin-hong ZHANG*, Eiji BEKKI*

Abstract

After removing burner parts from a commercial circulating type dryer, replacement was made with a 0.3 kW dehumidifier and a 1.8 kW supplementary electric heater. The rate of dehumidification and drying capacity was decided upon to keep equipment investment cost as low as possible. Experiments on dehumidifying drying were carried out by charging the dryer with 1.4 tons of rough rice corresponding to about sixty percent of full loaded batch of 2.4 tons and air flow rates were regulated at three levels in the range of 3.5 to 4.0 m³/s.t in the drying column. The air which passed through the dehumidifier and the heater could be controlled easily, rising several degrees in temperature and dropping below 65% relative humidity at the different air flow rates. The drying rates obtained were around 0.1%/h, resembling the results that several domestic researchers found under the similar conditions. These low rates are difficult to match with the high harvesting abilities (e. g. 20 a/h) of a small combine. It may be necessary to adopt a new drying method which incorporates temporary storage bins to hold eight times as much receiving capacity as usual circulating dryers. Quality of rice after dehumidifying drying was the same as that processed by natural drying and better than that obtained by high rate drying using burner heat.

I. 緒 言

近年、日本の米をめぐる情勢は量より食味を重視する時代になりつつある。ポストハーベットの乾燥も食味に影響する要因の一つで、これまでバーナ加熱の循環式乾燥機が主流を占めてきた。実用の乾燥速度は胴割れ発生の許容限界から毎時 0.8%/h を得られ、コストの面でも

低いと見られている。しかし、消費者が品質を優先して見るようになってきた昨今、自然乾燥米を嗜好して従来の乾燥法の見直しを求めている。すなわち、周囲温度に近い通気乾燥である。本報は 1991 年の収穫期に市販の循環式乾燥機のバーナ加熱部を除湿機に置き換えて、減湿と昇温による乾燥を試みたものである。

* 弘前大学農学部 弘前市文京町 3

II. 実験装置

循環式乾燥機の前部に備えられている加熱装置を取り外し、図1に示すとおり断面0.4×0.4 mで長さ4.5 mのダクトをそこに取り付け、先端部に除湿機を挿入した。入気口の切り替えダンパを組み入れているのは、入気湿度によって除湿機を on-off させると同時に、その開閉を入気の湿度で選択するためである。ただし、本実験ではその機能を止め、周囲の空気条件に関係なく除湿機を連続操作した。また、除湿機前方に常時使用のヒータを置いたのは、除湿機の能力向上を意図したことと、殻温があまり上がらない時には入気温度を多少高めて、より低湿化を狙ったためである。通気量は乾燥機の排気ダクトに設けた蝶弁で調節した。

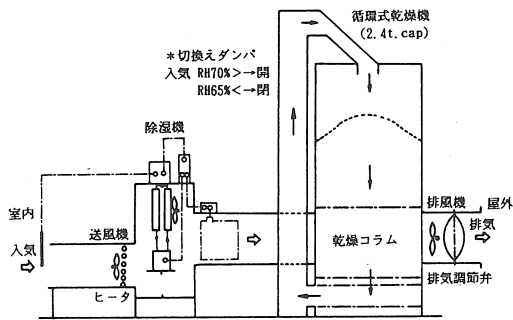


図1. 除湿乾燥装置

除湿機：日立製作所のRD-1602LD型（容量0.3kW）を使用した。除湿能力は室内温度27℃で湿度60%の場合に24時間で14.0～16.0ℓ、室温を5℃に下げると3.4～3.8ℓに低下した。

加熱部：坂口電熱製の1.8kWヒータを使用した。

循環乾燥部：佐竹製作所製の24CA-5型（容量2.4t）を利用した。乾燥速度がバーナ加熱によるよりも遅くなるので、籾の循環サイクルを長くする必要があった。そのため張り込

み量1,200kgを110分間で一巡するように、コントロールボックス内の一部のメモリを変えて、ロータリバルブのon-offの30秒間中にonを10.5秒間取れるようにした。

III. 実験方法と測定項目

供試材料：1991年10月1日、4日、8日の3回にわたり、付属農場で収穫された生籾（品種むつはまれ）を供試した。初期水分は表1に示すとおりであった。

実験区：表1に示す風量比になるように排気弁で調節し、三つの実験区を構成した。ただし、実験1では乾燥速度が予想以上に遅かったため、次の収穫予定日に迫ってしまい、水分17.1%で一旦休止せざるを得なかった。これを8日後に再開して実験1'とした。

実験手順：循環式乾燥機への張込み量を台秤で計量し、初期水分を測定した。乾燥経過時の籾水分の測定は1循環ごとに採取して行うようにし、その時刻はロータリバルブの作動onと休止offの時間割合から目安をつけた。採取間隔は張込み量により実験1で3時間、実験2で3時間30分、実験3で3時間40分となった。実験終了は、籾水分が15.0%に近づいた時点とした。また、胴割れ率については、水分測定用に採取した籾から任意に250粒を抽出し、手で殻を取り除いて、透視光で軽重の程度を判定した。その際、室内で自然乾燥させた籾とバーナ加熱で循環乾燥させた籾を同様に調べて比較した。

測定項目：1) 籾水分：乾燥機のバケットエレベータ下部から籾を試料として採取し、赤外線水分計（ケットF-1A型）で3回測定して平均値を求めた。2) 通気の温・湿度：入気から乾燥機本体へ至る温・湿度の測点は図1に示すとおりとした。すなわち、入気部、ヒータの入

表 1. 除湿乾燥の実験条件とその結果

実験	初 期							終 期				
	投入粗量 (kg)	* 整粒粒歩合 (%)	1 循環時間 (min)	吸 気 量 (m ³ /s)	排 気 量 (m ³ /s)	** 風 量 比 (m ³ /s.t)	水分 (%)	水分 (%)	所用時間 (h)	乾減率 (%/h)	総循環回数 (回)	排出粗量 (kg)
1	1,440	94.7	106.7	0.20~0.13	0.12~0.08	1.85~1.20	22.8	17.1	66.0	0.09		
1'				0.18~0.15	0.08~0.07	1.67~1.39	17.1	15.0	58.0	0.04	71.7	1,204
2	1,392	88.7	103.1	0.42~0.38	0.77~0.68	3.89~3.52	24.5	15.1	89.7	0.11	52.4	1,181
3	1,457	91.7	107.9	0.53~0.60	1.00~1.12	4.90~5.56	23.0	15.0	84.3	0.09	47.3	1,278

実験 1 は中間水分までの一次乾燥, 実験 1' は終期 (仕上が) 水分までの二次乾燥。

* 小枝梗付着粒約 3% を含む。 ** 乾燥コラムの容量 (108 kg) を対象。

口と出口, 除湿機の入口, 乾燥機の入口の 5ヶ所である。それらの測定器として, ①はサーミスタ絶対湿度センサと温度センサを使用し, PID 制御の温湿度指示調節器 (芝浦 SC-370) から出力した。②と④は通風式乾湿球形の温湿度発信器 (チノ R 321) よりの抵抗入力を温湿度変換器 (チノ 5340-11) でリニアライズし, 10 mV の出力に変換した。③は温度についてのみ测温抵抗体を用い, 電子式ミニ記録計 (チノ ES-200-06) に記録させた。⑤はフランジ形電子温湿度計 (チノ HN-P 30) からの入力を変換器 (チノ HN-T 114) で温湿度信号に変えた。3) 風速: 入気には芝浦電子製のデジタル風速計 (芝浦 PA-2611) を, 排気には科学工業製の熱線風速計 (日本科学工業 アネモスタ 24-2111) を使用した。

IV. 実験結果

1. 籾水分の乾減経過

3 回の実験結果を表 1 に, その経過を図 2 にまとめた。

実験 1: 排気弁を表 1 に示す風量比となるように絞ったため, 排気 (吸気) 量が送気量を下回るようになり, 中間にある乾燥機本体の隙間から送気の余分量が洩出し, 周囲空気を粉塵で汚染して, 室内の温・湿度を高める結果を招いた。すなわち, この結果は乾燥部を通過した送

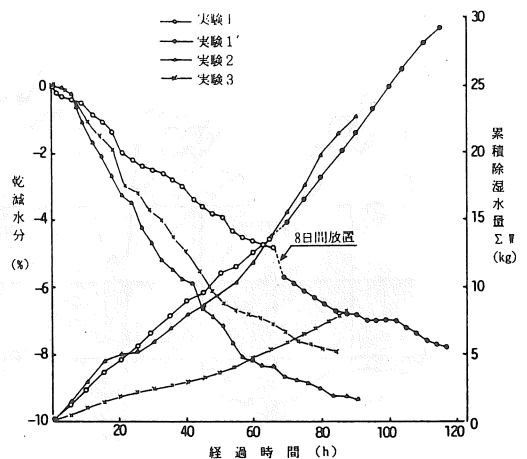


図 2. 乾減水分 (%) と除湿水量 (kg) の経過

気が排気となって屋外ばかりでなく室内へも排出されたものである。しかしながら, これは乾燥そのものに不利をもたらすものではなかった。毎時平均乾減率は一次乾燥までの経過で 0.1 %/h を若干下回った。それ以後の仕上げ段階における二次乾燥では, 同様の通気条件にもかかわらず 0.04 %/h と低かった。

実験 2: 排気弁を中程度の開度にして表 1 に示す風量比に設定したところ, 実験 1 の場合とは逆に排気量の方が送気量より上回り, 乾燥機本体の搬送部を通して周囲空気を洩入した。送排の両風量が等しければ最適であるが, 実際に調節は難しいので, この状態が本乾燥機の通常の風量設定に相当するものである。乾燥を連続して進めた。風量をこれよりも高く設定した次

の実験3と比べ、乾減率はむしろ高い0.11%/hであった。

実験3：排気弁を満開にして本乾燥機で最も高い風量比で行なった。除湿機の蒸発器に当たる風量が大きくなって冷気を周囲に放散し、鋼板製収納箱の内壁面を蒸発器のように冷却して結露した。そのほか、除湿水の排水口を詰まら

せたり、乾燥コラムの下部コンベアから整粒を吸引して排気中に混ざるようになった。このような異常な運転状態にあったため、乾減率を0.09%/hに下げた。

3回の実験とも後半に乾減曲線の勾配が緩やかになり、乾減率が極端に低下した。これより、除湿乾燥の前半を連続で、後半は入気の上限湿

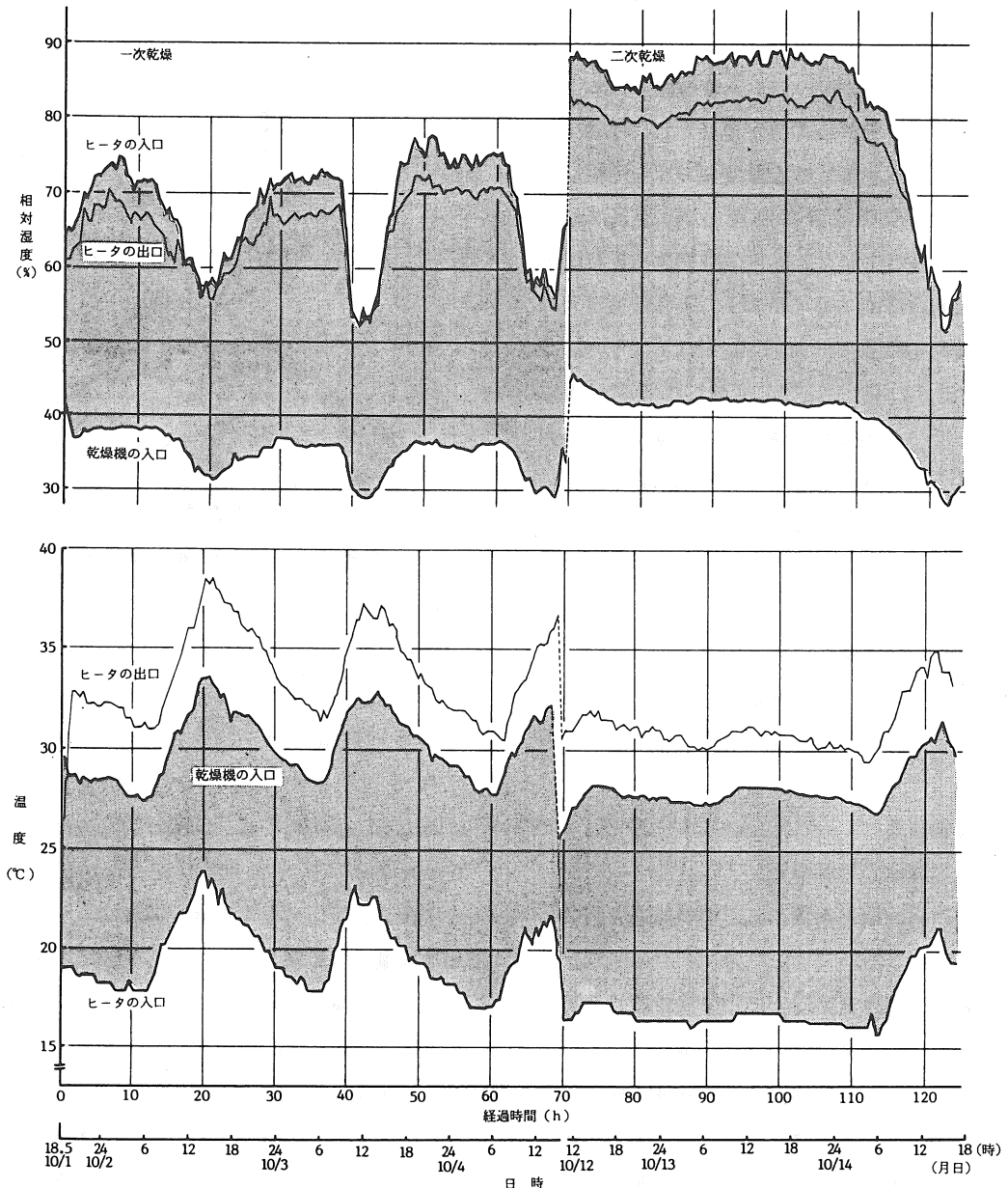


図3. 昇温と減湿の効果 (実験1, 1')

度を設定して除湿機を選択的に操作する方法が、品質保持あるいはコストを低下させる目的からも得策と考えられる。

2. 乾燥経過中の温・湿度
 入気温度は外気温に追従した。ヒータの入口と排気口、乾燥機の入口の各温度はほぼ一定の温度差を保って経過した。

実験1：外気および室内の入気に対し、蒸発器による減湿および凝縮器とヒータによる昇温の効果については、送気量が少ないため、図3に示すように約10℃の昇温と35%~45%の減湿であった。特に湿度は全過程を通じて45%以下の低水準にあった。

実験2：昇温と減湿の効果は、図4に示すとおり7℃の上昇と夜間の約20%および昼間の約10%の降下となった。それでも湿度は全過程を通じて60%を越えることがなかった。

実験3：通気量をこの乾燥機の最高能力に設定したところ、図5に示すとおり5℃の上昇にとどまり、湿度降下もわずかであった。それでも、全過程で湿度は65%以下にあった。

3. 乾燥籾の胴割れ調査結果

標準として設定した自然乾燥米と除湿乾燥米については、仕上がり水分15%付近まで乾燥した籾の中から無作為に採取して調べた。両者は乾燥前後に胴割れ粒の増加を見ず、良好な品

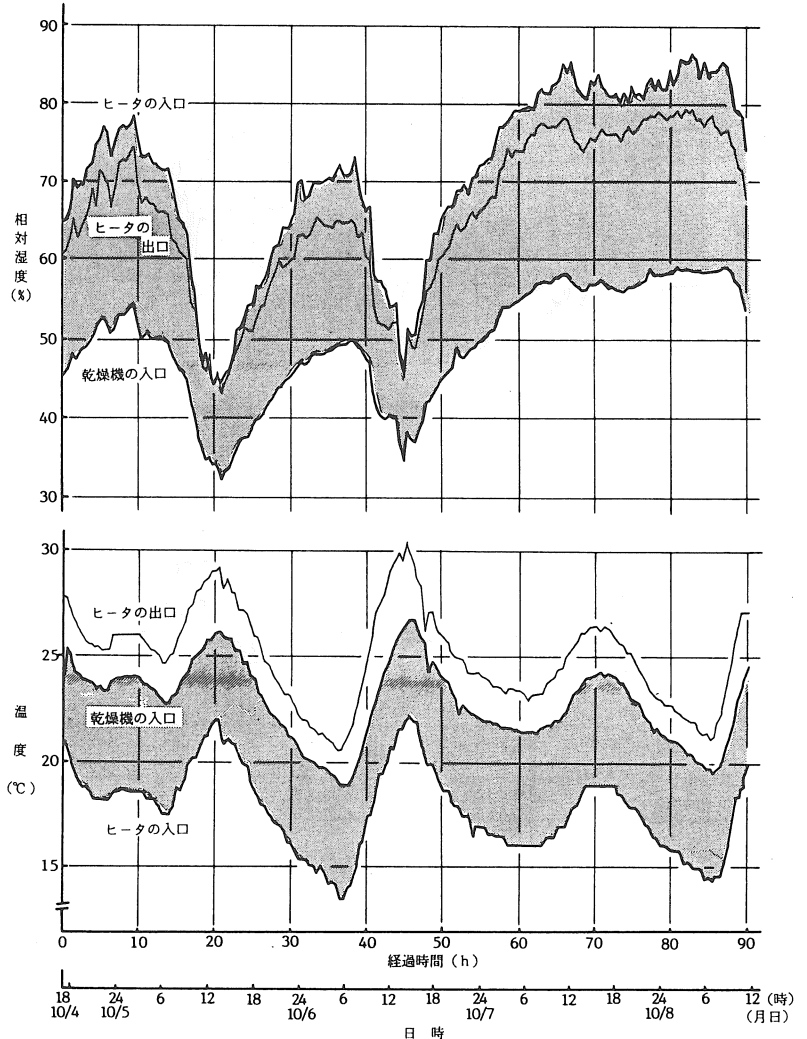


図4. 昇温と減湿の効果（実験2）

質であった。その間の差もほとんどなかった。参考に調べたバーナ加熱の循環式乾燥機による乾燥籾は、供試1,000粒に5粒の重胴割れ粒を観察した。しかし、食糧検査基準に定められている被害粒の上限5%を上回っていない。以上のことから、除湿乾燥米の胴割れ率は自然乾燥したものと変わらず、従来のバーナ加熱の高温乾燥米に比べて明らかに低いと言える。

V. 考察

(1) 入気の温度上昇：通気がヒータと除湿機

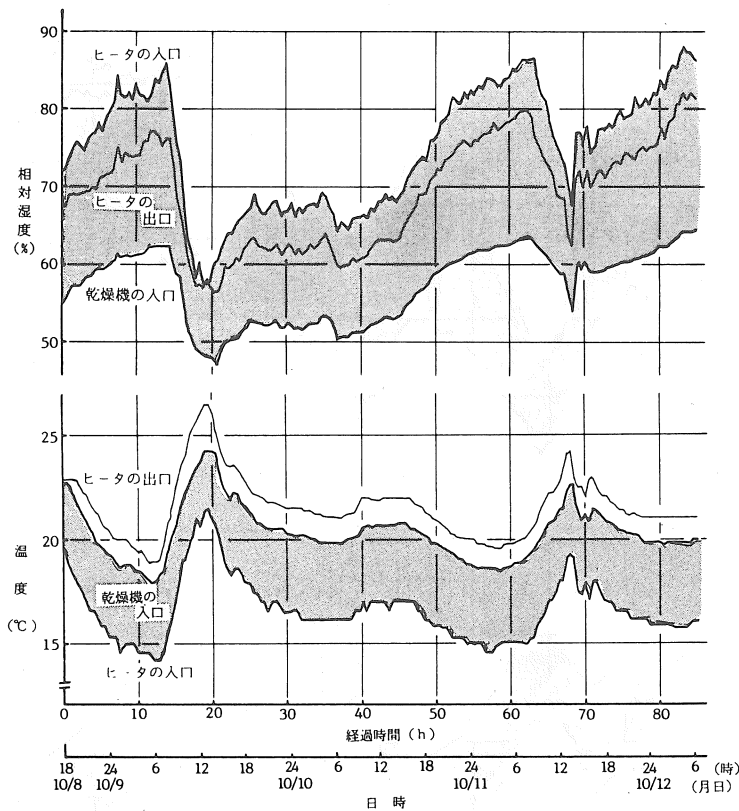


図5 昇温と減湿の効果(実験3)

を通過する前後の温度差 (Δt , °C) は次式で推量される。

$$\Delta t = t_2 - t_1 = e(\alpha w_1 + w_2) / Grc \dots\dots\dots(1)$$

- ここに、 t_1 : 通気の除湿機前の温度 (°C)
- t_2 : 通気の除湿機後の温度 (°C)
- e : 3,600 kJ/kWh
- w_1 : 除湿機の消費電力 (kW)
- w_2 : ヒータの消費電力 (kW)
- α : 凝縮器の成績係数
- G : 通気量 (m^3/h)
- r : 空気密度 (kg/m^3)
- c : 空気の比熱 1.0 kJ/kg°C

kg' は乾き空気を示す。

3回の実験で観察されたそれぞれの上昇温度 Δt は(1)式に近似した。除湿機通過前の入気温

度 t_1 に 5°C 程度を加温して乾燥しようとする場合、ヒータを付けなければ ($w_2 = 0$)、風量 G を若干下げる必要がある。それによる除湿水量の差は小さいが、乾減率には影響する。

(2) 入気の湿度降下: 除湿機における通気の減湿量と蒸発器からの除湿水量 W (kg/h) を等しく置いて、

$$r_1 \chi_1 - r_2 \chi_2 = W / G \dots\dots(2)$$

ここに、 χ : 混合比 (kg水/kg')

実験1の温・湿度経過から χ と r を求め、右辺の $W/G = 4.48$ と比較すると、ほぼ等しかった。なお、 W は実験1と2で 0.2 と 0.3 kg水/h で、供試除湿機の仕様書に記載されている 0.8 kg/h と比べ、かなり低い

能力であった。実験1'の低水分段階の過程で、除湿機前方の入気の湿度は夜間に70%以上と高く経過していたので、除湿操作は必要であったが、極めて低い乾減率の結果から推して、籾の乾燥にはさほど有効でなかったと思われる。すなわち、乾燥の後半で粒内部の遊離水を除去するには、それまで以上の乾燥能力を持つ通気が必要となる。乾燥に係わる要素は、前半の籾粒表面を取り巻く温・湿度や風量等の総合的な条件から、後半の内部を移動する水分の拡散速さに関与する穀温へ主に移って行くので、後半は選択的な除湿と間欠的な通気操作をした方が、エネルギーの利用面でも経済的である。

(3) 除湿水量 W と乾減能力 D (kg/h) との関係: 除湿機での減湿と乾燥機での増湿を湿り空気線図に模式的に記入すると、図6のとおり

である。

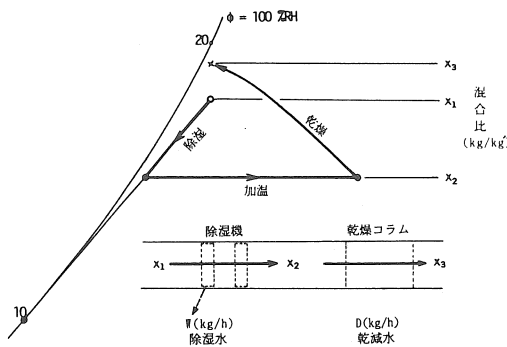


図 6. 湿り空気線図における減湿（除湿）と増湿（乾減）との関係

両者の比 r は次式で表わされる。

$$r = D/W = (x_3 - x_2) / (x_1 - x_2) \dots \dots \dots (3)$$

ダクトは一方流れの開放形であるから、除湿水量は通気量を変えない限り図 7 に示すように大きく変化しない。一方、乾減水量は時間の経過とともにかなり変化する。常に $r > 1$ の状態で経過し、その大きさは通気量によって影響を受けるので、 r の最大値に達する点で通気量を決めればよい。その際、品質や食味を損わない最低通気量に留意しなければならないが、本実験あるいは既往の文献でも低速度 0.1 %/h の乾燥下で、異常が観察されていない。なお、実験 1 では $r = 4.48$ 、実験 2 では $r = 6.77$ であった。供試乾燥機の最大風量比に設定した実験 3 は不調であったから、 r の最大値を見出すには至らなかった。今後改めて検討の予定である。

(4) 乾燥速度について既往の資料との比較：
 籾に関する除湿乾燥の資料は海外に見当たらないが、国内には最近以下に示す種々の例が見られ、乾燥速度が記されている。

加藤ら (1975)¹⁾ は籾 32 kg を充填した模型槽に 0.2 kW のヒートポンプを取り付けた実験で、1.31 %/h の乾燥速度を、1976 年には²⁾

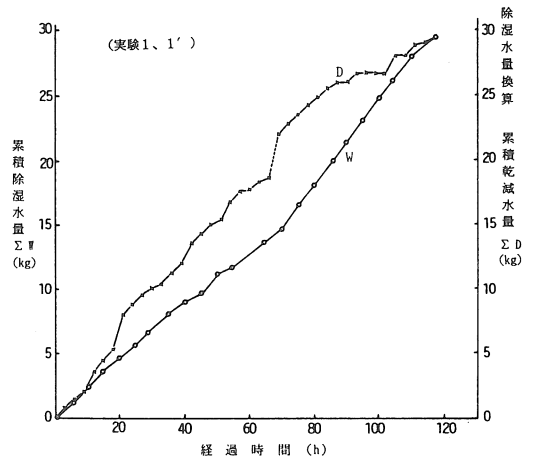


図 7. D と W の累積経過

循環式乾燥機（金子農機 S M - 122 S, 1,200 kg 容量）に 2.4 kW のヒートポンプを差し換え、籾 600 kg の充填で 2.24 %/h、また 1982 年には³⁾ 同装置で 1.19 %/h を得ている。これらは充填量に対するヒートポンプの能力が大きいので、高い乾燥速度になっている。

田原迫ら (1988)⁴⁾ は静置乾燥部に 1.7 kW のヒートポンプを設けた常温、除湿の通気乾燥で、0.14 %/h を得ている。これは充填量に対するヒートポンプの能力を小さくしているため、低い乾燥速度になっている。

実用規模の調査では、村田 (1991)⁵⁾ が貯留ビン (50 t 容量) の 7 槽にヒートポンプ (ヤンマー農機 D A G 20,000, 15 kW) を備えた共乾施設で、乾燥の前半に充填量を所定の 1 m 堆積より高くしたため、風量比を下げ、0.08 %/h と 0.1 %/h に達せず、体積高さを上げた時には 0.025 %/h を報告している。

これまで市販されている除湿乾燥機については、榎 (1990)⁶⁾ がヤンマー農機の除湿機 D A G 2,000 で 0.1 ~ 0.2 %/h を、農産業振興奨励会のコンサルタント・レポート (1989)⁷⁾ では、山形多管の連続流下式乾燥機 (6 t 容量)

に1.5kWのDAGをセットして、初期に0.3%/hと仕上げ段階に0.17%/hを紹介している。その他、山本製作所の除湿冷却機付きの筒型循環乾燥貯蔵装置(SSD-100SHC, 10t容量)、三菱電機のDAGシステム(KFH-2KHA 1.5kW)クボタの山形多管形の連続流下式乾燥機(CD50, 5t容量)に1.5kWのヒートポンプをセットしたもの、佐竹製作所の共乾施設用オーダメード(ACS-10GA, 7.5kW)等がある。

VI. 摘要

満量2.4tで送気量0.58 m³/sと排(吸)気量1.00 m³/sの循環式乾燥機(消費電力:1.6kW)に0.3kWの除湿機と1.8kWの補助ヒータを取り付け、約60%の1.4tの張り込みのもとで除湿乾燥を試みた。

入気の上昇と降湿は確実に、毎時平均0.1%の乾燥速度が得られた。既往の文献の乾燥速度と比べると、充填量に対して除湿能力の高いヒートポンプを備えたものでは従来と劣らぬ高い乾燥速度が得ているが、コストを配慮した低い能力のヒートポンプを設ける場合には、0.1%/h付近の結果が多い。したがって、普及している高い収穫能力(20a/h)と急速乾燥(0.8%/h)の従来の組み合わせ体系には、コストの観点から除湿機の導入は適さない。適期収穫を理由に収穫能力を従前どおりとするならば、除湿乾燥には8倍の収容量を有する貯蔵槽との組み合わせが、コストの抑制と品質保持の両面から必要と思われる。

参考文献

- 1) 加藤宏郎・松田良一: 乾燥機における排気エネルギーの再利用(第1報), 熱ポンプによ

- る排熱の回収, 農機誌37(4), 621, 1975.
- 2) 加藤宏郎・松田良一: 同上(第2報), 熱ポンプを用いた乾燥システムの設計, 農機誌38(3), 387, 1976.
- 3) 加藤宏郎・山下律也: 同上(第3報), 熱ポンプによる粒乾燥システムの性能とエネルギー流れ, 農機誌43(4), 590, 1982.
- 4) 田原迫昭爾・繆治煉・林純男・吉原国彦・朝隈寛治: ヒートポンプ除湿機の除湿性能および穀類乾燥への利用, 鹿大農報37, 267, 1987.
- 5) 村田敏: 久保田町農協常温除湿乾燥施設調査結果報告, 全農施設資材部, p.11~12, 1991.
- 6) 榎悟: 常温定湿乾燥機(DAG)による穀物乾燥について, 農業電化43(10), 30~34, 1990.
- 7) 泉田収: DAG乾燥システム, コンサルティング・レポート, p.3, 農産業振興奨励会, 1989.

〔閲読者コメント〕除湿乾燥機の最適操作に迫ろうとする価値ある研究です。評価基準としては、 AD/W (AD : 除湿による乾減能力増加)の方がよいと思いますが如何でしょうか。

〔著者回答〕乾減水量 D は除湿水量 W に従属しますので、その比が高いほど除湿操作が乾減に寄与したことになります。その D を乾減能力 AD にしてはどうかとのことですが、経過時間全体を図と合わせて見ていくのであれば D でよいし、評価基準を数字で設けて、変化を表わそうとするのであれば、 AD の方がよいと思います。

汎用共同乾燥施設のコスト低減効果

小南 力*・小林 英明**

Study on Effects of Multiple Usage of Drying Plant on Cost Reduction

Chikara KOMINAMI*, Hideaki KOBAYASI**

1. 緒言

本県の転作面積は、水田農業確立対策事業がスタートした1987年に水田面積の20%に相当する約20,000 haに達した。東北農政局の調査によると、1991年に本県では、大豆が4,320 ha、麦類が1,304 ha作付されている。

益々厳しくなると予想される農業事情を考えると、今後は、大豆等の土地利用型作物による輪作農法を確立して収益性の安定を図る必要がある。なかでも、大豆は、収穫・乾燥・調製作業に多くの時間（全体の40～50%）を要していることからその機械化が大きな課題になっている。

一部で既に、コンバイン収穫し、その生脱大豆を改良した米麦用乾燥施設で乾燥している事例が出てきている状況にある。本調査は、これまでの米麦用の共同乾燥施設（以下、共乾施設）を大豆にも利用出来るように改良した汎用共乾施設を対象に実施し、その結果から汎用化したことによるコスト低減量を推定した。

2. 調査方法

(1) 調査施設 東田川郡三川町大字猪子

(事業主体：庄内三川町農協)

「麦等大規模乾燥調製施設（1980）」、併設「大豆乾燥調製施設（1988）」

(2) 調査年次

ア. 水稻：1988～1990年の3作

イ. 大豆：1988～1990年の3作

ウ. 大麦：1989～1991年の3作

(3) 調査項目

ア. 施設及び機械の装備状況と装備費用

イ. 施設及び機械の稼働状況と運営費用

ウ. 施設及び機械の作目別利用料

(4) コスト低減量推定

上記の調査結果を基に、本施設を水稻あるいは大豆に単独使用した場合の利用料を試算し、汎用施設利用のコスト低減量を推定した。但し、単独利用の試算は、当然のことながら使用しない機械費・建物費を除いて行った。

3. 結果及び考察

(1) 汎用共乾施設の概要（図1）

荷受設備の毎時能力は、水稻・麦類が10 t、大豆が4 tである。乾燥・貯留設備は、一次乾燥を行う「循環デポ」が10 tタイプ8基と35 tタイプ2基、累積仕上げ乾燥を行う「攪拌デポ」が250 tタイプ2基からなる。

大豆乾燥は、荷受けした大豆を「循環デポ」に最大堆積高1 mまで張込み、循環せずに昼夜常温通風乾燥する。初期水分18%程度大豆は、2日で約16%まで低下し、その後「攪拌デポ」に移行し、常温通風で累積仕上げ乾燥を行う。

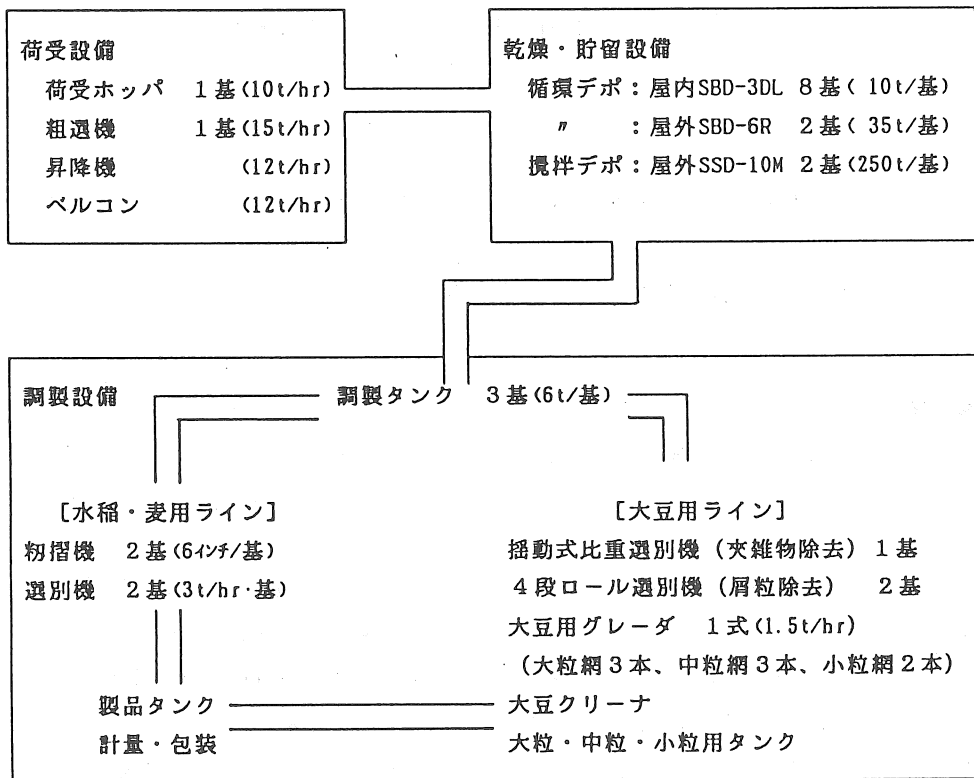


図1. 汎用共同乾燥施設の機械装備量

- 註) ① 荷受設備は水稲・麦の能力を示し、大豆の能力は60%減
 ② 施設及び付属の全敷地面積は1,376 m²

調製設備は、調製タンク以降、水稲・麦用ラインと大豆用ラインに分かれ、水稲・麦類は毎時5t、大豆は毎時1.5t程度の作業能率である。

(2) 汎用共乾施設の稼働状況(表1)

本施設の過去3ケ年の荷受面積は、大麦が117~149ha(施設計画150ha)、水稲が93~101ha(同、100ha)、大豆が199~230ha(同、250ha)である。

3ケ年の平均をみると、大麦は、6月10日から6月21日まで128ha(493t)を荷受けし、荷受・乾燥作業と並行して6月13日から7月9日まで調製包装を行っている。その後、機械・施設の掃除に3人で3日間を要している。

水稲は、9月15日から10月6日まで96ha(782t)を荷受けし、9月19日から10月26日まで調製包装を行っている。水稲の調製作業とその後の大豆荷受作業が7日間重複する状況にあり、その間に機械・施設の掃除を行い延べ6人を要している。このように、施設能力及び大豆荷受作業との競合から水稲の荷受面積は、100ha程度が限度である。

大豆は、前述のように、未だ水稲の調製が終了していない10月20日から翌年2月18日までに214ha(447t)荷受けし、その約95%は12月20日までに荷受けしている。その後の機械・施設の掃除は、延べ6人を要している。

運営の状況を見ると、大麦は10人の作業体

表1. 過去3ヶ年の施設稼働実績（日最大荷受量及び調製量は最大年次の値）

項目 作物	荷受	荷受	荷受	日最大	総荷	調製	調製	日最大	総調
	期間	日数	面積	荷受量	受量	期間	日数	調製量	製量
	月/日	日	ha	t	t	月/日	日	t	t
大 麦	6/10- 6/21	11	128.3	91.2	492.7	6/13- 7/ 9	23	30.2	368.2
水 稻	9/15-10/ 6	16	96.2	93.4	782.4	9/19-10/26	31	27.8	536.3
大 豆	10/20- 2/18	59	214.4	38.0	446.8	11/ 5- 2/26	78	11.7	402.9

制で製品 50 kg 当たりの利用料が 1,000 円である。水稲は大麦同様の作業体制で、籾水分 18% を越える「うるち」が製品 60 kg 当たり 1,450 円（16% 以下で調製のみ、750 円）の利用料である。大豆は 8 人の作業体制で、荷受け時の子実水分が 18% を越える場合、製品 1 kg 当たり 27 円（15% 以下で調製のみ、15 円）になっている。

(3) 汎用共乾施設のコスト低減量（表2）

本施設の総事業費と過去3ヶ年の稼働実績から労働費等の変動費を調査し、まず、汎用利用した場合の各作目ごとの利用料を試算した。次に、大豆あるいは水稲に施設を単独利用した場合の利用料を試算し、前者と比較した。労働単価は隣接市町村農業委員会の協定料金とし、また、単独利用の総事業費は不必要な機械費及び建物費は除外して試算した。

その結果、汎用利用することにより、表2に示されるように、水稲が 26%、大豆が 22% それぞれ単独利用の場合よりもコスト低減できると推定された。表2は、施設補助率を圧縮した試算結果であり、圧縮しない場合においては、それぞれの利用料は上昇するが、汎用利用のコスト低減量が大豆、水稲とも 5% 程度拡大する。

また、汎用利用した場合の試算値と前述した本施設における現行の利用料を比較すると、

① 大麦（円/50kg）：試算 1,015 / 現行 1,000

② 水稲（円/60kg）：試算 1,470 / 現行 1,450

③ 大豆（円/kg）：試算 27.0 / 現行 32.1

になり、現行利用料と試算値とのズレは、現行利用料の詳しい算定基礎を調査できなかったが、次の設定条件の違いによると考えられる。

① 作目ごとの固定費案分率

② 施設計画利用面積と実際の利用面積

③ 労賃（現行：男 6000・女 4700 円/8 hr）

④ 施設補助率（実際：米麦 50・大豆 58%）

4. 摘 要

(1) 麦類・水稲・大豆の汎用共乾施設は、水稲あるいは大豆の単独共乾施設と比較し、水稲が 26%、大豆が 22% それぞれ利用料をコスト低減できる。

(2) 水稲の調製作業とコンバイン収穫の生大豆荷受作業が重複するので、水稲の荷受量には限度が生じる。

(3) 汎用乾燥施設は、麦類及び大豆を広域的に集中管理すると共に、水稲における糯米等の少量作付品種を乾燥する地域の施設として有効と考える。

参考文献

1) 東北農政局：山形農林水産統計年報。

2) 山形県立農業試験場庄内支場：農業機械に関する成績書、1989～1991。

表2. 汎用共乾施設の収支とコスト比較

(単位：千円)

施設種類 規模 (ha)		汎用 (麦類・水稲・大豆)			水稲単独		大豆単独	
		麦類 (150)	水稲 (100)	大豆 (250)	水稲 (100)		大豆 (100)	
項目	内 訳	機械費	建物費		機械費	建物費	機械費	建物費
固定費	事業費	145,201	80,625		79,261	64,390	105,570	48,430
	耐用年数 年	8	25		8	25	8	25
	補助圧縮率 %	50	50		50	50	50	50
	年間固定費率 %	20	10		20	10	10	10
	年間固定費	14,520	4,031		7,926	3,220	10,557	2,422
	同上合計		18,551		11,146		12,979	
固定分費	作目名	麦類	水稲	大豆				
	案分率 %	20	35	45				
	案分額	3,710	6,493	8,348				
変動費	労働費	2,700	3,250	3,460		3,250		3,460
	燃料光熱費	1,610	2,120	1,796		2,120		1,796
	包装資材費	1,125	1,350	2,445		1,350		2,445
費用合計		9,145	13,213	16,049		17,866		20,680
利設定料	収 量 t/ha	3.0	5.4	2.0		5.4		2.0
	面 積 ha	150	100	250		100		250
	利用重量 t	450	540	500		540		500
	1 t 当利用料	20.3	24.5	32.1		33.1		41.4
コスト比較指数		—	74	78		<u>100</u>		<u>100</u>

註) ① 敷地利用料は、建物費の固定費に2%見込んだ。

② 汎用施設の固定費案分率は、施設稼働日数から算出した。

③ 労賃は、基幹(男)が7,000円/8hr, 補助(女)が5,500円/8hrとした。

〔閲読者コメント〕 麦・大豆作付が減少傾向にあり、共乾施設の汎用化がこの傾向を歯止めすることができるのでしょうか。また、他に必要な技術課題は何でしょうか。

〔著者回答〕 本県は、麦が減少傾向にあり、大

豆が横バイの状況にあります。大豆収穫がコンバイン化されつつある現在、生脱大豆の乾燥施設が必要となり、それには既存施設の汎用化が望ましく、また、後継者不足・土地荒廃対策として行政のバックアップが必要と考えます。

冷凍サトイモの解凍に関する研究

片平 光彦*・加藤 弘道*・福地 博*

The Study on Frozen Taros Thawing

Mitsuhiko KATAHIRA*・Hiromichi KATO*・Hiroshi FUKUCHI*

Abstract

The purpose of this study is to determine the optimum thawing method of frozen taros. The test provided six blocks. Free drip and expressible drip were used for the method of selection, because both methods were an index of quality changing.

The result of test has the better data in the thawing temperature block 50°C, 20°C, 5°C (Free drip is less than 1%. Expressible drip is 30~40%) than the other temperature block. When a high thawing temperature of 50°C was used, the temperature difference between center and surface were quite large, in the order of 10°C. However temperatures of 5°C and 20°C produced small differences about 2~3°C, therefore they are the optimum temperature of thawing frozen taros.

1. 緒言

冷凍野菜の利用頻度はコールドチェーンの充実にもともない増加の傾向にあるが、それらを実際に食する際に必要とされる解凍については、冷凍野菜それぞれに良好な解凍方法が存在するとされ、解凍機構の解明、特に解凍速度と氷結晶水の体内への戻りなど未だ十分に解明されていない。そこで本報では冷凍サトイモを用い、その解凍機構の解明と最適な解凍方法の選定を目的として研究をおこなった。

2. 実験方法

(1) 供試試料

実験当日に弘前市内の青果市場から購入した。品種名は青森県産石川いもで、規格はLであった。

(2) 凍結前処理

サトイモを水道水を用いて水洗いをおこなった後、皮をむきそれぞれを2.5×2.5×2.5 cmの立方体に調整した。その後、100°Cの熱湯で約2分間のブランチングをおこない、冷水で冷したのち水きりをおこなった。そのように処理を施したものを10個ずつポリエチレンの袋に入れ、合計12袋を4ヶ月間凍結貯蔵した。

(3) 冷凍方法

本学内の-50°Cに調節した超低温槽内で、空気を媒体とした急速凍結をおこなった。その際凍結終温は-20°Cとした。凍結速度はPlankの式から算出し $0.88 \times 10^{-2} \text{m/h}$ であった。その後、本学内にある-20°Cの恒温室内に貯蔵した。

* 弘前大学農学部

(4) 解冻方法

電子レンジでの急速解冻，5℃の恒温槽内での緩慢解冻，20℃の恒温槽内での中速解冻，50℃の恒温槽内での中高速解冻Ⅰ，70℃の恒温槽内での中高速解冻Ⅱ，100℃の恒温槽内での高速解冻の6試験区とした。なお，解冻終温は冷凍サotimeが有効解冻温度帯を十分に通過した中心温度5℃となった時点とした。

(5) 測定項目

4ヶ月の貯蔵期間内で，1ヶ月ごとにそれぞれの解冻試験をおこなった冷凍サotimeに対して，以下の各測定をおこなった。解冻速度を除く各測定値は，それぞれ測定を3回おこないその平均値を表記した。含水率は常圧105℃24時間絶乾法から求めた。ビタミンC量残存率はインドフェノール法を用いて求めた。流出ドリッパ率は解冻前後の試料の重量割合から求めた。圧出ドリッパ率は流出ドリッパ率測定後の試料と，それに0.15MPa(1~2kgf/cm²)の圧力を1分間かけたものの重量割合から求めた。解冻速度(V)は，銅—コンスタンタン熱電対を用いて温度変化を記録させた電子式自動平衡記録計の読みから解冻時間を測定し，次式により算出した。

$$V = D / 2H$$

(D: 試料の厚さ H: 解冻時間)

表1. 各試験区の解冻速度 (m/h) (×10⁻²)

緩慢解冻	0.23	中高速解冻Ⅱ	2.73
中速解冻	0.70	高速解冻	4.62
中高速解冻Ⅰ	1.56	急速解冻	81.00

3. 実験結果および考察

(1) 解冻速度

6試験区4ヶ月平均の解冻速度は表1に示されているとおりでである。なお，急速解冻区は熱電対を用いての測定が不可能であったので，解冻時間(本試験では1分)と試料の形状から推定の値を求めた。解冻速度は，緩慢解冻区から高速解冻区に向け1段階(1試験区)増すごとにはほぼ2~3倍の値を示している。これらの解冻速度の差が生じるのは，図1に示した解冻曲

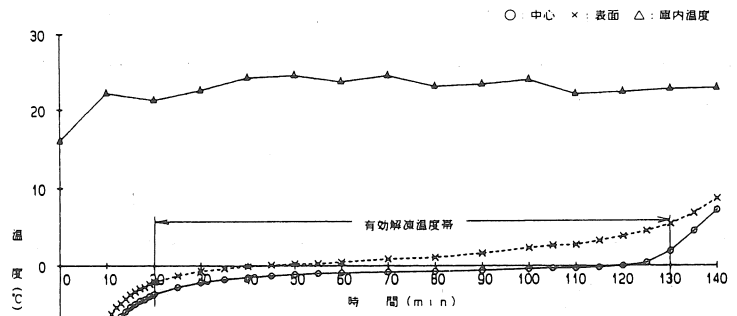


図1. サotimeの中速解冻曲線

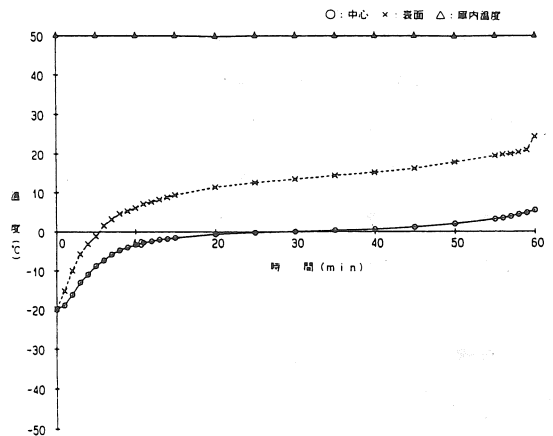


図2. サotimeの中高速解冻Ⅰ曲線

線の中の有効解凍温度帯と呼ばれる熱的平坦部を通過する時間差が原因である。その時間の短い高速・中高速解凍Ⅱ区では、図2に示されたように中心と表面の温度差がはっきりし、また急速解凍ほどこの差が大きくなり、試料にとって好ましくない結果となった。

(2) ビタミンC量残存率

ビタミンC量残存率は表2に示してあるように、試料の個体差からの多少のばらつきはみられるが、中高速解凍Ⅱ区以下の温度帯での試験区ではほぼ40%以上の残存率を示し、それ以上の温度帯での解凍区との有意差を認めることが

表2. 各試験区におけるビタミンC量残存率

	サトイモ		
	mg %	%	
新鮮物	5.61	100.00	
ブランチング直後	5.55	98.93	100.00
1ヶ月目			
急速解凍	3.67	65.42	66.13
高速解凍	6.54	116.58	117.84
中高速解凍Ⅱ	2.93	52.23	52.79
中高速解凍Ⅰ	2.67	47.59	48.11
中速解凍	4.49	80.04	80.90
緩慢解凍	3.77	67.20	67.93
2ヶ月目			
急速解凍	1.48	26.38	26.67
高速解凍	3.23	57.58	58.20
中高速解凍Ⅱ	1.40	24.96	25.23
中高速解凍Ⅰ	4.01	71.48	72.25
中速解凍	2.95	52.58	53.15
緩慢解凍	4.13	73.62	74.41
3ヶ月目			
急速解凍	1.45	25.85	26.13
高速解凍	3.26	58.11	58.74
中高速解凍Ⅱ	1.45	25.85	26.13
中高速解凍Ⅰ	5.16	91.98	92.97
中速解凍	3.09	54.19	55.68
緩速解凍	2.32	41.35	41.80
4ヶ月目			
急速解凍	1.33	23.27	23.96
高速解凍	5.38	95.90	101.08
中高速解凍Ⅱ	1.25	22.28	22.52
中高速解凍Ⅰ	5.45	97.15	102.34
中速解凍	4.11	73.26	74.05
緩慢解凍	4.38	78.07	78.92

[注] ビタミンC量は、供試野菜の可食部分100gの含有量[mg]であり、単位は[mg%]で示した。

ビタミンC量残存率において、ブランチング直後を100%とした場合を[%]の右側の欄に示した。

できる。ただし、高速解凍区の残存率がその上下の解凍区の値と比較して良好であり、現在追試を試みているところである。

(3) 流出・圧出ドリップ率

解凍をおこなった際の品質変化を端的に表す図3の流出ドリップ率の変化は、緩慢・中速・

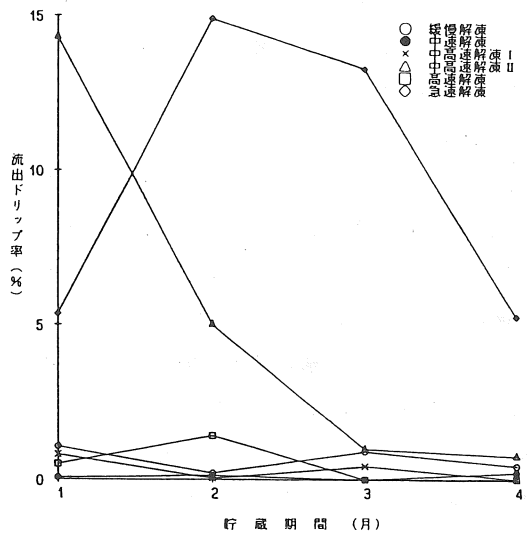


図3. 流出ドリップ率

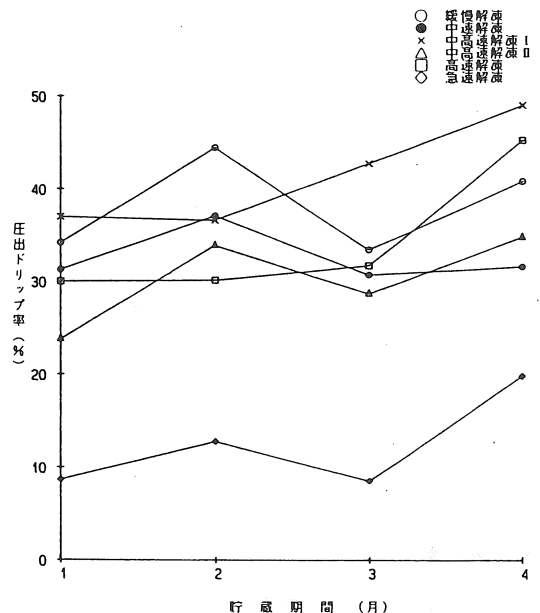


図4. 圧出ドリップ率

中高速Ⅰ・高速解凍区の各値が1%未満となり、試料中のビタミンC等の水溶性分の流出が極めて少ない結果となった。また、それらの試験区は図4に示した圧出ドリップ率が大きく、そのことは解凍をおこなった際の細胞組織への機械的損傷が少なく、氷結晶水の体内への戻りが良好であった結果である。以上の結果は試料の品質、特に目的とした氷結晶水の戻りがどのようなものであるか、また流出・圧出ドリップ率の反比例関係を示している。

(4) 含水率

含水率は表3から分かるように、全体的に87～80%前後の値を示しており、含水率が多いものほどビタミンC量が多く滴定された。また、貯蔵1ヶ月目と4ヶ月目ではその差が若干開いているが、これは貯蔵期間の長期化に伴い氷結した水分が昇華し全体的に含水率が減少した結果である。このことがひいては、流出ドリップ率の貯蔵期間後半での減少を引き起こす要因の一つとなったといえる。

表3. 各試験区における含水率(%)

新鮮物	83.21		
ブランチング直後	82.93		
1ヶ月目 急速解凍	83.35	3ヶ月目 急速解凍	82.38
高速解凍	87.40	高速解凍	87.35
中高速解凍Ⅱ	86.95	中高速解凍Ⅱ	83.08
中高速解凍Ⅰ	86.08	中高速解凍Ⅰ	86.32
中速解凍	86.45	中速解凍	80.51
緩慢解凍	80.56	緩慢解凍	82.56
2ヶ月目 急速解凍	84.64	4ヶ月目 急速解凍	79.21
高速解凍	87.41	高速解凍	86.30
中高速解凍Ⅱ	80.93	中高速解凍Ⅱ	83.99
中高速解凍Ⅰ	84.42	中高速解凍Ⅰ	83.37
中速解凍	80.28	中速解凍	80.33
緩慢解凍	82.36	緩慢解凍	82.55

4. 摘要

冷凍サトイモの解凍機構の解明と、最適な解凍方法について検討をおこなった結果、以下の

結論を得た。

冷凍サトイモは、ビタミンC量残存率・流出・圧出ドリップ率の各値から中高速解凍Ⅰ・中速解凍・緩慢解凍の方法での解凍が望ましい。しかし、解凍媒体の温度が高い場合、中心と表面の温度差が大きくなるため、図1のようにその差が小さい中速解凍・緩慢解凍が最も望ましい。

参考文献

- 1) 加藤舜朗・石渡憲治：食品冷凍法，恒星社厚生閣版，1972.
- 2) 田中和夫・小嶋秩夫：食品冷凍工学，恒星社厚生閣版，1976.

〔読者コメント〕

測定結果としては、非常に興味がありました。この試料の大きさとしては、中速解凍もしくは緩慢解凍が良好ですが、試料が大きくなるほど、緩慢解凍に近付くと思います。品質良好の許容範囲として、表面温度と中心温度の差はどの位まででしょうか、また組織学的に顕微鏡観察や、品質については官能試験も行って欲しい。

〔著者回答〕

品質良好の許容範囲としての表面と中心の温度差については、中高速解凍Ⅰ区で見られる10℃が上限であると思います。顕微鏡観察については、現在写真撮影を含め検討中です。官能試験は品質を考えるうえで欠くことのできない項目なので、今後の課題にしたいと思います。

家畜糞を主原料とした有機質資材の物性

岩淵 和則*・上出 順一*

Physical Properties of Dairy Cattle Solid Waste

Kazunori IWABUCHI*, Jun-ichi KAMIDE

Abstract

This paper describes the physical properties of dairy cattle solid waste including saw dust of a Japanese cedar. We determined a specific gravity and a specific surface area of the solid waste particles, and three phase (solid, liquid, gas) ratio in the piled solid wastes, 0.8 m in height, for a month. The results obtained are summarized as follows:

1. The mean of the specific gravity is about 1.5.
2. The specific surface area of the particle is about $315 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$.
3. The distribution of the three phase ratio does not change from the surface to the bottom of the piled solid waste. The ratio of solid and gas are about 4.3, 24.5 and 71.2%, respectively.
4. The three phase ratio does not change so much if the piled solid waste is compressed by its own weight.

1. はじめに

堆肥化過程解析の基礎資料とするため、ここでは材料の真比重、比表面積、有機質資材堆積層の三相分布を求めた。

真比重は重量一体積間の換算に不可欠であり、堆肥化装置を設計する際にも重要である。比表面積は気-液間接触面積を評価するために重要である。三相分布は堆肥層における気体の透過係数、熱伝導率および水分拡散係数等の推定の際に必須のパラメータとなる。

また実用規模の堆肥化プラントでは堆肥化が進行するにしたがって、次第に堆積高さの減少が観察されることがある。これは、主に自重による圧密や高温による生物組織の軟化が原因と考えられる。このような沈下にもなって三

相分布が変化し、堆肥化過程における材料物性変化が予想されるため、これについても三相分布の項で検討を行なった。

2. 三相系物質の構成

有機質資材等の堆肥化の材料は固相 (Solid Phase)、液相 (Liquid Phase)、気相 (Gas Phase) の三つの構成要素から成り立つ三相系物質である。液相は固相の分子間力で引きつけられているので、固相を取り囲むように存在している。三相系物質の概念図を Fig. 1 に示した。

なお、この図から本論文で用いた体積含水率等は以下のように定義される。

$$\text{体積含水率} = V_L/V$$

* 山形大学農学部

体積含水比 = V_L/V_S

固体粒子真比重 = $W_s/(\rho_L \cdot V_s)$

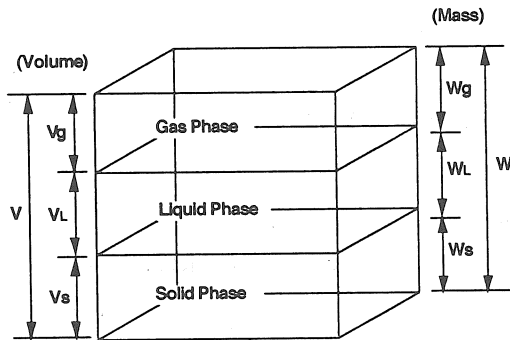


Fig. 1 Schematic diagram of solid, liquid and gas phase.

3. 供試材料および実験方法

供試材料 家畜糞は山形大学農学部附属農場牛舎より採取した新鮮牛糞を，おがくずは製材所より採取した杉材のものをを用いた。これを重量比4：1で混合したものを以下有機質資材とよぶ。

実験方法

1) 真比重

試料を105℃で絶乾した後，ピクノメータ法，土壌三相計（大起理化工業㈱，DIK-1120）を用いた方法によって真比重の測定を行なった。ピクノメータ法において真空ポンプによる脱気は約15分間行なった。

2) 比表面積

比表面積は吸引法，加圧法，蒸気圧法によって得られた有機質資材の pF - 体積含水比曲線から単分子吸着水量を推定することによって比表面積を求めた。

3) 三相分布

三相分布はFig. 2 に示すような塩ビカラムに初期含水率72.8% w.b. の有機質資材を充填し，

実験室内に1ヶ月間放置した後，構造を乱さぬようこれを5分割した。分割された層のうち，水分が蒸発しやすい最上層を除く4つの層の固液，気相率を各層の含水率，真比重より推定した。

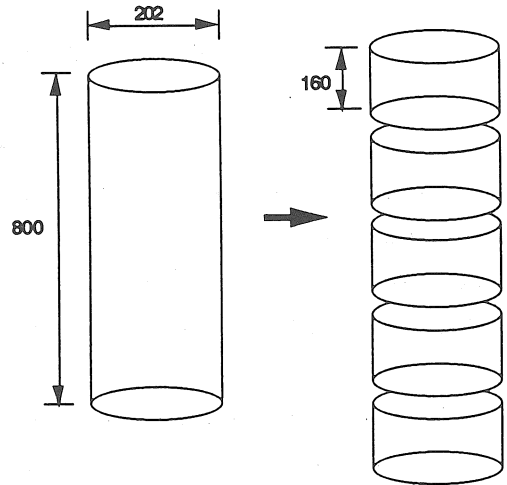


Fig. 2 Schematic diagram of column.

Table 1. Specific gravity of the experimental materials.

	Specific gravity
Feces (G_F)	1.54
Saw dust (G_{SD})	1.47

4. 実験結果および考察

1) 真比重

ピクノメータによって測定した結果の平均値をTable 1 に示した。家畜糞，おがくず，とも約1.5を示している。

鳥巣ら³⁾は家畜糞の比重について詳細な検討を行なっている。その結果，新鮮糞の真比重は1.40～1.60の範囲にあるとしている。本実験結果も糞の真比重は鳥巣らによる結果と同じ範囲にあることから，一般的に家畜糞の真比重は約1.5とみなしてさしつかえないものとする。

Fig. 3に土壤三相計による、有機質資材の真比重を計38点測定した結果を示した。平均値1.53 (標準偏差0.0774)であり、家畜糞とほぼ同じ値をとることがわかる。これは、おがくずの真比重も糞に近いことより、有機質資材の真比重も同様な値になると理解される。

2) 比表面積

Fig. 4に有機質資材の pF — 体積含水比曲線を示した。土壤物理学における BET 理論によれば、水分子の固相に対する単分子吸着の終了点を pF 6.3に相当する¹⁾。pF 6.3に相当する体積含水比は、Fig. 4に示されている近似曲線より、13.32 (%)と計算される。固相1gに吸着している水分量は

$$\frac{100V_L}{V_s} = 13.32 \quad (1)$$

$$\therefore V_L = 0.1332 \frac{W_s}{\rho_L G_s} \quad (2)$$

から求められる。したがって、固相1gあたりの表面積 (S_r) は、 H_2O 分子直径 (= 2.76 Å), $W_s = 1.00 \times 10^{-3}$ (kg), $\rho_L = 1000$ (kg · m⁻³), $G_s = 1.53$ を用いると

$$S_r = \frac{0.1332}{2.76 \times 10^{-10}} \frac{W_s}{\rho_L G_s} \cong 315 \text{ (m}^2 \cdot \text{g}^{-1}) \quad (3)$$

と計算される。

比表面積が大きいといわれる粘土鉱物のモンモリナイト、アロフェンはそれぞれ 800, 600 (m² · g⁻¹) であり、土中の腐植物質は 200—300 (m² · g⁻¹) である²⁾。これより有機質資材は、同じ有機質である腐植物質とほぼ同じ比表面積をもつものと考えられる。

3) 三相分布

Fig. 5に1ヶ月間放置後の三相分布を示した。横軸は堆積層上端からの距離、縦軸には三相の体積率を示している。有機質資材堆積層の固相率は平均で4.3%であり、土壤に比べてかなり低く、粗な状態にあることがわかる。本実験では1ヶ月間放置後の沈下量が約8cm(初期高さの10%)と比較的少なく、また三相分布は0.8mの堆積高さでは堆肥層上端から下端までほとんど

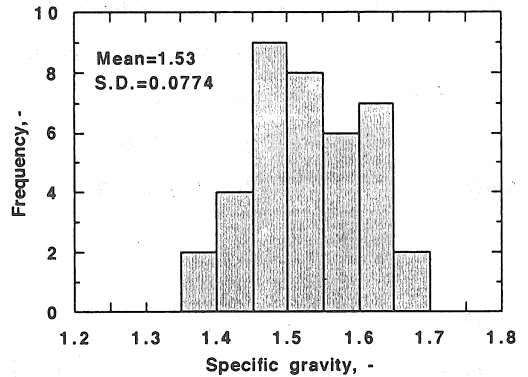


Fig. 3 Specific gravity of dairy cattle solid wastes.

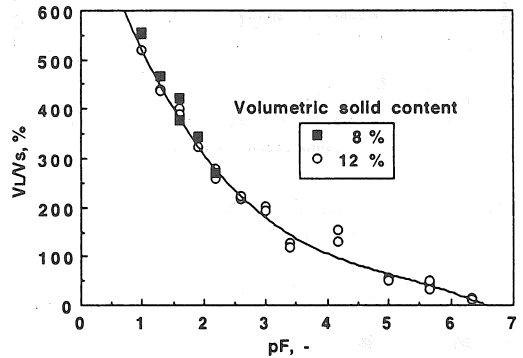


Fig. 4 Moisture characteristics of dairy cattle solid wastes.

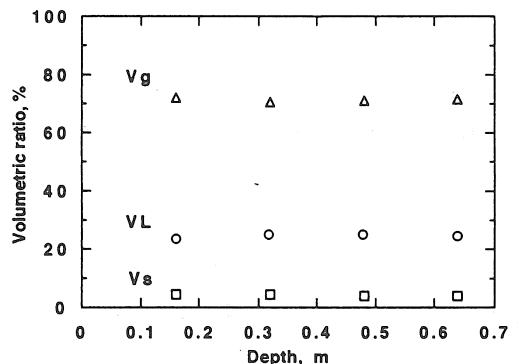


Fig. 5 Three phase distribution of piled dairy cattle solid wastes.

ど変化がなかった。

そこで、大きな沈下量が三相分布に及ぼす影響を計算によって見積もることを試みた。この

結果を Fig. 6 に示した。堆積高が 35% 沈下後においても固相率でわずか 2.2%, 液相率で 8.7% の変化しか認められなかった。また同様に見かけ密度もほとんど変化が認められなかった。したがって実規模の堆肥化において観察される堆積高さの沈下は三相分布に大きな影響を与えないと考えられる。

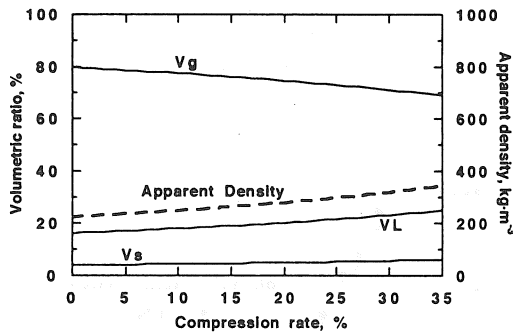


Fig. 6 Calculated three phase distribution and bulk density as a function of compression rate. (Initial moisture content = 73% w.b., $V_s = 4\%$)

5. 結 論

1) 糞の真比重は約 1.5 とみなせる。また有機質資材の真比重も糞と同様な値であった。

2) 有機質資材の比表面積は $315 \text{ (m}^2 \cdot \text{g}^{-1}\text{)}$ であった。

3) 有機質資材堆積層の三相分布は 0.8 m の堆積高さでは堆積層上端から下端までほとんど変化がなかった。また、固相率、液相率、気相率はそれぞれ 4.3, 24.5, 71.2% であった。

4) 堆積高さ 0.8 m の堆肥の自重による沈下は、三相分布に大きな影響を与えない。

<記号>

G	: 真比重	—
S_r	: 比表面積	$\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$
V	: 体積	m^3
W	: 質量	kg
ρ	: 密度	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

<添字>

F	: 糞
g	: 気相
L	: 液相 (水)
S	: 固相
SD	: おがくず

参考文献

- 1) 土壤物理研究会編：土の物理学，森北出版，1979.
- 2) 岩田進午：土のはなし，大月書店，1985.
- 3) 鳥巢諒，木村茂信，田代克己：牛ふんの物理的性質の評価 (I)，農業施設，9 (2)：34-38，1979.

[読者コメント] 堆肥化反応にかかわる基礎物性に着目して研究されたことは評価に値する。今後、堆肥化反応の進行とパイル内の三相分布変化との関係などを明確にして頂くよう期待する。

[著者回答] 堆肥化の進行とともに三相分布が如何に変動するかという問題は、材料の熱物性、水分特性、ガス透過特性とかかわり、非常に興味深いところであります。これまでのデータを参考にしつつ、解析を行なう予定であります。

農業用ロボットハンドのための接近動作制御について

— 接近動作の制御アルゴリズムの検討 —

高橋 照夫*・陳 浩*

A Control Algorithm for Reaching Movement on
Agricultural Robot Hands

Teruo TAKAHASHI*・Jie CHEN*

1. はじめに

最近農業機械分野でもロボットに関する研究がなされているが¹⁾、エンドエフェクタとして極めて重要な農業用ロボットハンドの制御については、対象物の多様性、複雑性のために生じるハードウェア及びソフトウェア両面での難しい課題がまだ数多く見受けられる。

本報では、りんごや野菜などいろいろな農作物を対象として、一台で管理、収穫、選別など多用途に利用できるように農業用ロボットハンドの開発に資するため、「自律的」な制御を目標に、その第一段階として接近動作の制御アルゴリズムについて若干の検討を行った。

2. 「自律的」制御について

上述のような目的のロボットハンドの制御では、ロボットがある程度自分で周囲の状況を判断しながらそれに対応した動作が行えること、いわゆる「自律的」な動作が可能になることが必要と思われる。最近のニューロ・ファジィ制御の研究の中にもそうした点を指向したものが見られるが^{1,4)}、現状ではCPU能力がまだ不十分のようである。

本報では、ハンドの接近動作制御に関する課題として次の事項を取り上げて検討した。①人間が機械的のハンドを対象物に接近操作する場合

の「認識・判断」の流れ、②それと類似した操作を、コンピュータに行わせるための「制御アルゴリズム」の開発、③そのアルゴリズムを用いたロボットハンドの接近動作制御の実験。

(1) 人間によるロボットハンドの接近操作^{2,3)}

ハンドを対象物に接近させる動作の制御概念としては、人間による場合もロボットの場合も、図1のように、ハンドと対象物との位置・状態関係を認識・判断してハンドを操作する、という形で表される。

ところで、人間が機械的のハンドを操作する場合、「認識・判断」の作業は図2のような過程をたどると考えられる。すなわち、視覚などから情報が入力すると、それをもとにそれまでの実際の動き及び現在の状態を認識する。次に、前回の動作が予想通りになされたかについて評価を行って、次回の操作の手順をどのようにす

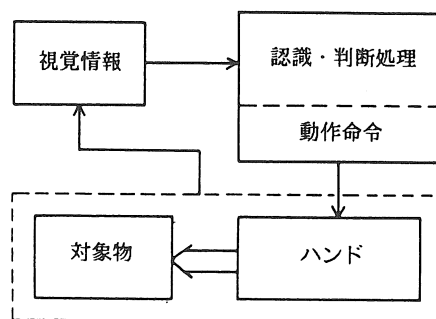


図1 接近動作の制御の概念

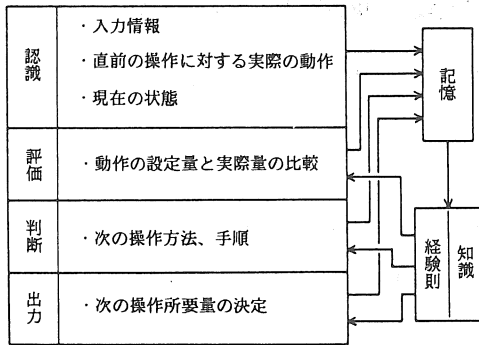


図2 人間による接近操作の「認識・判断」の流れ

べきかを判断する。さらに、その判断に基づいて操作の所要量を決定する。

こうした一連の作業の中で、とくに判断の過程では実際の動作に関してそれまでに得られた学習・経験則が大きく関与し、その蓄積と利用が種々の状況において「自律的」な操作を可能にする要因になっていると推測される。

(2) ロボットハンドのための制御アルゴリズム

ハンドを対象物に接近させる方法としては、テレビカメラの入力画像をコンピュータ処理して両者の位置関係を認識・判断し、ハンド各部を制御する方式が種々研究されている^{1,4)}。

本研究でも基本的にはそのようなハードウェアシステムをめざしているが、その場合の「認識・判断」を前項の流れに沿ってロボットに行わせることを考慮し、制御アルゴリズムについて図3のようなブロック構成を考えた。

同図では、はじめに前回の動作直後における対象物までの距離測定値を入力部に取り入れ、認識・評価・判断部及び出力部を通して図2に準じた作業を行わせる。その際、それぞれのデータを記憶部に記憶すると同時に、評価の結果などを経験則として別にまとめて蓄積し、随時利用できるようにする。

3. 実験方法

上述の制御アルゴリズム、とくに「評価」及び「経験則の蓄積、利用」の検討のため、市販の簡易ロボットハンドを供試して接近動作の実験を行った。

(1) 供試ロボットハンド 供試ハンドの主な仕様は表1のようであり、コンピュータ(NEC PC-9801), I/O インターフェースで構成・制御される。ハンドの可能な動作は、腕の上下、胴の旋回、手首のひねり及び指の開閉で、それぞれ直流モータのON-OFF駆動でなされる。なお、回転角センサ等は備えておらず、また前腕部分は歯車機構で常に水平状態を保つ構造である。

腕の上下動作による手先の軌跡は、図4(a)の破線の通りで、その動作特性を駆動モータのON-OFF回数と同一回当たりの回転角の関係で表すと、UP動作では図4(b)のようになり、回転角はほぼ一定であるがハンドの位置によってやや異なる。DOWN動作も同様な傾向で、値は全体的にUP動作より10%程度大きかった。

(2) 実験方法 実験は、腕の上下動作における手先の軌跡線上に起点と目標点を設定し、手先が目標点(許容範囲±2mm)に到達するまで、順次手先から目標点までの直線距離を測定

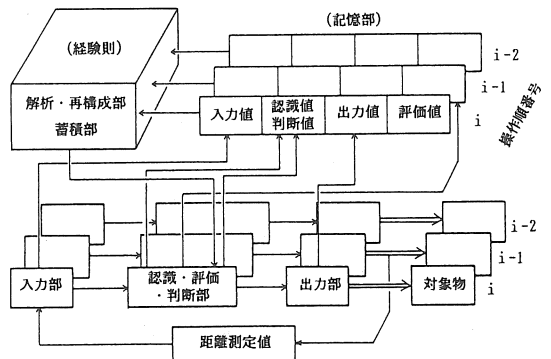


図3 制御アルゴリズムのブロック構成

表1 供試ロボットハンドの仕様

構造	関節形
動作自由度	3 (除ハンド開閉)
胴体旋回範囲	115度
上腕回転範囲	241度
ハンド開閉範囲	最大130mm
可搬重量	約3N
駆動モータ	直流モータ
同制御方式	ON-OFF制御
質	約1.3kg

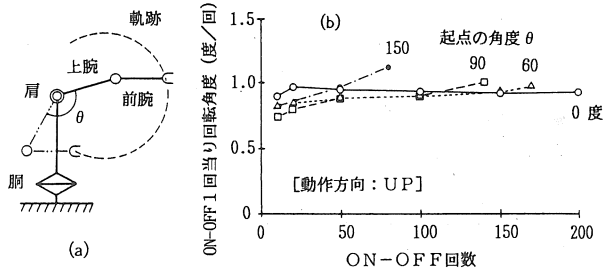


図4 ハンドの上下動作及び動作特性

してキーボードから入力する方法で行った。

実験条件は、①起点を常に同じ下端の位置(ホームポジション)とした場合(実験A)と、②目標点を新たな起点にして次の目標に接近するという動作を順次繰り返す場合(実験B)で、起点から目標点までの直線距離は5~20cmの範囲とした。

ハンドの接近動作の制御は、入力値から腕の所要回転角をコンピュータで逆算して求め、それに対応するモータのON-OFF回数を設定動作量として駆動することにより行われるが、各条件の実験ではモータのON-OFF一回当たりの回転角を特性値平均の約70%に設定して開始した。

制御プログラムの中で「評価・判断」及び「経験則の蓄積」の部分は、図5の内容で行った。「評価」は、入力値をもとに直前の動作について、設定動作量と実際の動作量の比を補正率として算出する。「経験則の蓄積」では、予め上下方向

とも4区分した距離範囲(2~10, 10~60, 60~120, 120~220mm)について、新たな補正率を加えて平均補正率の再計算を行い記憶する。「判断」では、入力された距離範囲に応じて補正率を選び、次の動作量計算で使用する。すなわち、ここでは補正率を評価・判断・経験則の因子に用いて、モータのON-OFF回数の修正を行っている。

4. 実験結果及び考察

(1) 実験Aの場合 起点から直線距離20cmの目標点への接近からはじめ(図6の①), 18, 10, 5cmの順(②~④)で各目標点について2回づつ繰り返した。結果は図6の通りで、横軸は各目標点に到達するまでのモータのON-OFF回数の累積値、縦軸は目標点から手先までの直線距離を上下方向を正負に対応させて表している。

①の1回目の動作(○印)ではON-OFF一回当たりの回転角が前述のように過小に設定されたため、直線距離で最大8cm以上の誤差が発生した。しかし、その後目標点に到達するまで上下動作を繰り返している間に距離範囲別の補正率を算出・記憶して利用するため、①の2回目の動作(△印)では接近誤差が小さくなり目標点までのON-OFF回数が半減している。引き続き行った②の場合(目標点18cm)では、①の結果が生かされたため1回目の動作で目標点に到達した。他の場合には①と同様な経過をたどった。

(2) 実験Bの場合 結果を図7に示す。なお

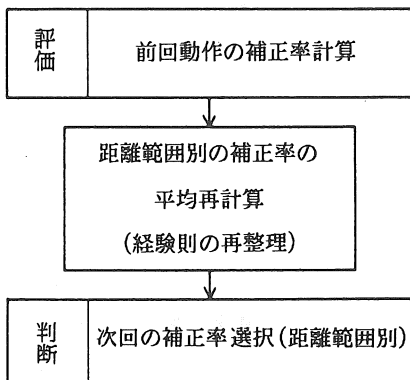


図5 制御プログラムでの「評価・判断」の方法

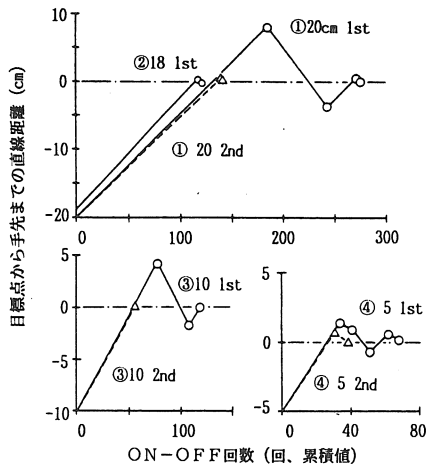


図6 実験Aの結果

図で丸数字及び符号数字は実験順番, 上下移動の方向及び距離を表す。この場合も①の20 cm 目標点への接近では, 実験Aと同様の誤差となっている。しかし, その後の目標点(②以降)への接近では上下方向へ実験Aよりも種々の距離範囲で動作しているため, 距離範囲別の補正率が万遍なく算出・蓄積され, 全体として実験Aより接近誤差が小さくなった。

以上より, 上記のような接近動作制御では, 学習・経験の仕方に左右される面があるものの, 前述のアルゴリズムがおおむね有効に機能することが分かった。なお同アルゴリズムを「自律的」制御の方向に発展させるためには, 評価・

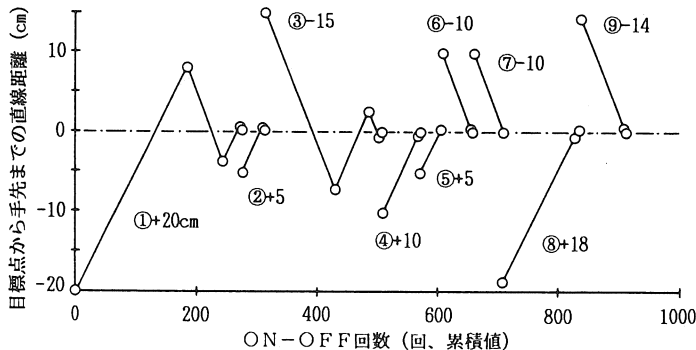


図7 実験Bの結果

判断及び経験則の因子の選定, 処理方法などについて, 今後さらに検討する必要がある。

5. 摘要

本報では, 自律的制御の可能な農業用ロボットハンドの開発に資するため, 接近動作制御について, 人間による機械的ハンド操作での認識・判断作業に類似する流れのアルゴリズムを作成し検討した。そのアルゴリズムの特徴は, 動作の「評価」と「経験則の蓄積・利用」部分を設けた点であり, 簡易ロボットハンドを用いた実験では, おおむね有効に機能することが分かった。今後さらに複雑な接近動作制御への適用, 「自律的」制御に向けた「評価・判断・経験則」の取り扱いなどを検討する予定である。

参考文献

- 1) 岡本嗣男他: 知能ロボット工学, 実教出版, 1992
- 2) 中野栄二: ロボット工学入門, オーム社, 1983
- 3) 日本機械学会編: 生物と機械, 共立出版, 1992
- 4) 広田薫: あいまい制御知能ロボット, マグロウヒル, 1985

〔読者コメント〕学習による制御は農業ロボットに欠くことのできない制御技術だと思いますので, 研究の発展を期待します。適正な学習回数の見直しなどについて何か知見が得られておりましたらご教示下さい。

〔著者回答〕学習・経験の方法, 回数, 評価は今後の重要な課題と考えております。

円環型二分力計の試作

高橋 照夫*

Development of a Load Ring for Measurement
on Force Components

Teruo TAKAHASHI*

1. はじめに

土の切削抵抗特性を解析する研究などにおいて、抵抗の x 、 y 両成分力を測定するための分力計としては、これまでひずみゲージ使用の片持ちはり方式や八角形（拡張円形）方式の荷重點位置とゲージ位置との差異によって生じるモーメントの影響などが計測上問題になることが少なくない^{1,2)}。

本報では、土を回転切削する際の刃（爪）の抵抗成分を回転軸上で測定するための方式として、円環を利用した比較的製作の容易な二分力計を試作し、負荷に対するひずみ出力特性と精度を検討した。

2. 測定原理及び構造

(1) 測定原理 荷重測定に円環を利用する方法は、簡便ながら高精度な方式として従来から用いられている。その円環を二分力測定用として利用する場合には、円環の二点を支持する必要上、その形状を拡張円形や八角形にするなどの工夫がなされている。

本報では円環の利用法として、図1のように、円環中心を通過して直交する二組の剛体で円周を連結（点AとB並びに点CとD）し、その中心に負荷を加える構造とした。この場合、負荷による円環の変形は次のようになる。

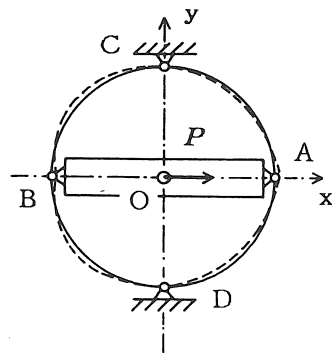


図1 試作二分力計の原理

いま、点C、Dが固定された状態で、負荷が剛体ABの中央に右向きに作用すると、円環はおよそ図の点線のように変形し、円周AC、ADの外側面は圧縮、同BC、BDの外側面は引張状態となる。また、負荷が同様に上向きに作用した場合には、円周ACBの外側面が引張り、同ADB外側面が圧縮状態となる。これらの関係を直交軸から45度の円環上の位置についてみると、負荷の向きが変わることにより各位置の変形状態が入れ替わるものの、全体としては負荷に対する変形の対称性が保たれる。

そこで、ひずみゲージを円環上の図2(a)の位置4ヶ所に2組貼付し、同図(b)のように4ゲージ法で結線すると、外力の x 、 y 成分をそれらに比例したひずみ出力として測定することができ、またモーメントの影響も小さいと予想される。

* 弘前大学農学部

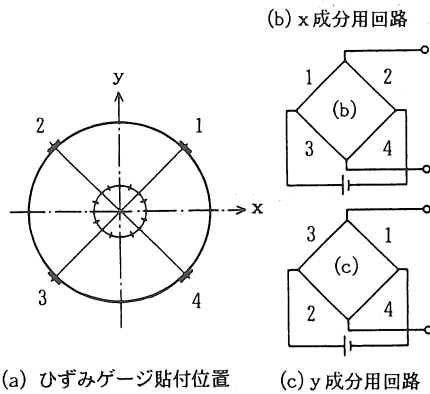


図2 ひずみゲージ貼付位置及びブリッジ回路

(2) 主な構造 試作した二分力計は、最大負荷及びトルクをそれぞれ 500 N 及び 150 N・m に設定し、円環として外径 75 mm の鋼管（厚さ 1.5 mm、幅 36 mm）を用いた。その構造は図3に示すように、円環①の上下部分に平鋼板②を取付けて、それらを 4 本のボルト（径 10 mm）③で固定し、一方回転軸支持用の菱フランジ形玉軸受ユニット④を横向きに配置して円環に固定してある。なお、円環と各支持部材との固定は、両者ができるだけ線接触状態を保つようにするため、円環内側には半円柱状の中間具⑤を、外側には平板⑥を用いてボルト締めにした。

3. ひずみ出力特性と精度

任意の方向の負荷に対する円環のひずみ出力

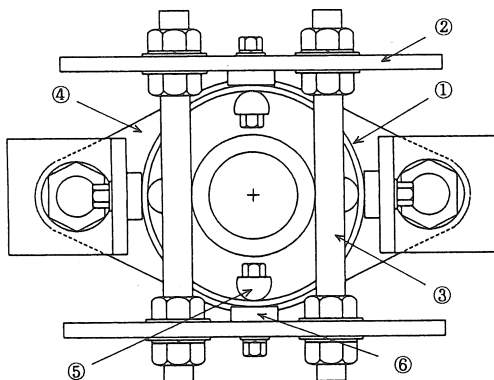


図3 試作二分力計の構造

からその負荷の大きさを求めるためには、予め x 、 y 各軸方向に関するひずみ出力の校正式を得ておく必要がある。そこで、はじめに x 、 y 軸それぞれの方向の負荷に対するひずみ出力特性を調べ、ついで、斜め負荷に関する実験より測定精度を検査した。

(1) 実験方法 負荷の方法は、アムスラー式荷重試験機に丸軸付き L 形補助具を取付け、試作二分力計の軸受中央部分に圧縮荷重を加える方式とし、負荷の正負は二分力計の配置(姿勢)を変えることにより与えた。ひずみ出力の測定は、動ひずみ計（共和電業製 DPM 310 B）で増幅後 AD 変換してパーソナルコンピュータで演算処理する方法で行った。

x 、 y 各軸方向の負荷条件はそれぞれ -600 ~ 600 N の範囲について 40 N ごと、また斜め負荷の条件は各座標軸から約 45 度の方向について 20 ~ 520 N の範囲で 100 N ごとに設定した。

(2) 実験結果及び考察

i) x 、 y 各軸方向への負荷結果 負荷とひずみ出力の関係を図4(a)、(b)に示す。同図で○印は x 成分、×印は y 成分のひずみ出力であり、負荷と同一方向に対するひずみ出力は、両者とも実験範囲全域にわたり正比例の関係となった。また負荷に対して直角方向のひずみ出力は、 y 軸方向の負荷の際に x 成分にやや負の出力がみられたものの、両負荷ともほぼ零付近にあり無視できる程度であった。したがって、 x 、 y 各力成分 P_i は、

$$P_i = a_i \varepsilon_i \quad (1)$$

で表される。ここで、 a_i は各成分の係数、 ε_i は各成分のひずみ。

ところで、上記のような負荷状態においてひずみ測定位置の応力 σ は、曲がりはりの式を適用すると次のように求められる。

$$\sigma = KP/(2A) \quad (2)$$

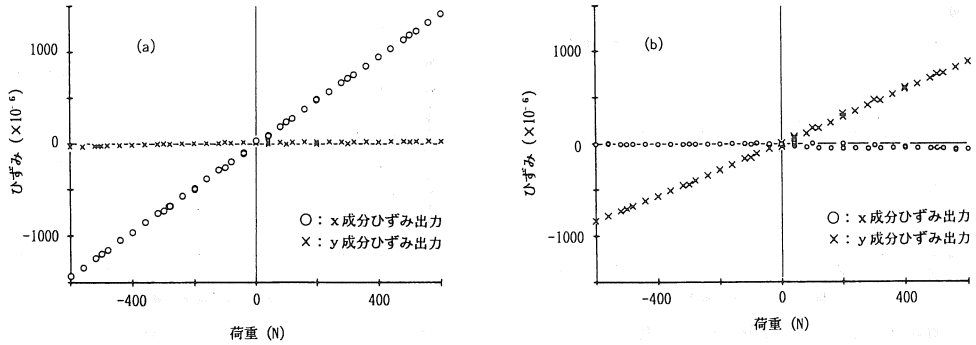


図4 x軸方向(a)及びy軸方向(b)の負荷に対するひずみ出力特性

ただし、

$$K = \frac{2}{\{\pi(1+\kappa)\} + h[2/\{\pi(1+\kappa)\} - \sin\phi]} \cdot \frac{1}{\{\kappa(D+h)\}} \quad (3)$$

ここで、P：荷重、A：円環断面積、D：同直径、h：同厚さ、 ϕ ：45度、 κ ：曲がり回りの断面係数。

そこで、応力式(2)を用いてひずみ出力線を計算すると、図4(a)、(b)の両直線の間付近を通ることになり、実験結果はそれに比べてx成分の出力が大きく、y成分の出力が小さくなった。その原因としては円環のy軸方向における連結部材の強度不足の影響が考えられる。すなわち、y軸方向の連結に用いた4本のボルトの強度が円環に比べて十分大きいとはいえず、負荷によって円環とともにボルトにも変形が生じ、その結果円環のひずみが相対的に減少したためと推測される。一方、x軸方向に関しては連結用の軸受ユニットが鋳鉄製であり変形が無視され得る強度であったと思われる。

ii) 斜め負荷に関する実験結果 図5は、x軸から48度の傾きの負荷に対するひずみ出力の測定例で、x、y成分とも負荷に比例して増加した。また、ひずみ測定値から前項の校正式(1)を用いて換算した荷重合力値は、実荷重値との間にほぼ一対一の関係がみられた。他の斜め負荷の場合においても同様な結果が得られた。

以上の結果より、前述の原理による二分力の測定が可能であることが確認された。

(3) 精度について 斜め負荷における実験結果をもとに、実荷重に対する測定荷重の大きさ及び方向の精度をまとめたものが図6及び図7である。両面とも横軸には、原点に対する負荷の向きをx軸から反時計回りを正としてとっている。図6によれば、荷重方向にかかわらず測定荷重と実荷重との差がおよそ-10~+20Nの範囲内にあり、測定荷重の精度は20Nとみなされる。また、荷重の方向については図7のように、実角度に対して-4~+4度の差の範囲にあり、その精度は4度と考えられる。

したがって、試作二分力計は最大負荷が500N程度である土の切削抵抗測定用として、おおむね実用的精度をもつと判断される。

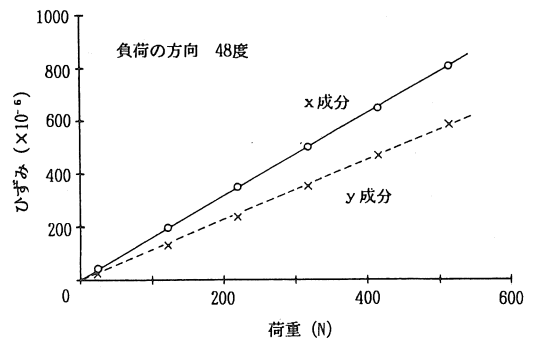


図5 斜め負荷に対する測定例

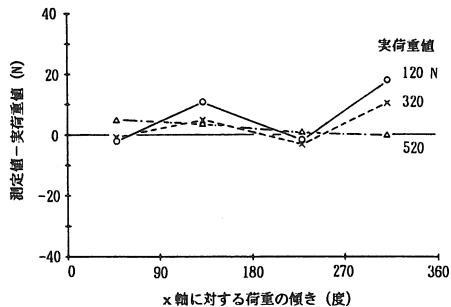


図6 斜め負荷に対する精度(荷重の大きさ)

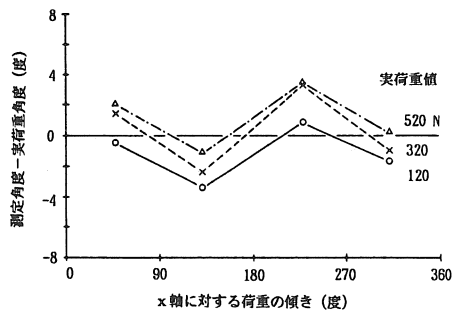


図7 斜め負荷に対する精度(荷重の方向)

ただし、図6、7に見られるように、荷重の大小に関係なく誤差が大きな場合がみられたが、これは円環の支持部材やボルト締結部分などで残留応力が発生した影響と推定される。また、円環と連結部材の材質の違いのため外気温度の影響がひずみ出力特性に及ぶ状況も懸念された。したがって、さらに信頼性及び測定精度の向上を図るためには、円環の連結用部材の選定及び円環の固定方法を検討する必要がある。

4. 摘 要

土の回転切削時の抵抗成分を回転軸上で測定するため、円環を利用した二分力計を試作し、ひずみ出力特性と精度を調べた。結果の概要は次の通りである。

(1) 測定原理は、直交する2組の剛体で円環上の各2点を連結固定し円環中心に負荷を加えたとき、直交各軸から45度の円周上に生じる応力が負荷と比例関係にあることを利用する。

(2) 主な構造は、円環のx軸方向を菱フランジ形玉軸受ユニットで、y軸方向を平鋼板及び4本のボルトでそれぞれ連結固定してあり、中央に回転軸を通すようになっている。二成分力測定用として、ひずみゲージが円環外周の4箇所、4ゲージ法で2組貼付されている。

(3) -600~600Nの負荷に対するひずみ出力

特性は、x、y成分とも正比例の関係となった。また精度は、荷重の大きさについて20N、荷重の方向について4度であった。

(4) 以上より、試作二分力計は当初の利用目的に対し十分実用性があると判断された。信頼性及び精度をさらに向上させるためには、円環と連結固定部分の残留応力対策及び温度ドリフト対策を検討する必要がある。

参考文献

- 1) Hoag, D. L., R. R. Yoerger : Designing Load Rings for Measurement, Trans. ASAE, 251-253, 261, 1974
- 2) 広間達夫, 太田義信 : 拡張円形分力計および八角形分力計の応力特性, 農機学会東北支部報 36 : 57-62, 1989

〔読者コメント〕2分力の新しい測定法として興味深く拝見した。

図1によると支持点A、B、C、Dは、回転自由支持になっているが、製作する場合にはこの条件をどの程度満足すれば良いか、ご教示願いたい。

〔著者回答〕実際の製作では回転支持は困難であり、支持部分で残留応力が発生しないように工夫すれば、固着状態でも良いと思われま

大区画圃場に対応した超省力水稻散播作業法の開発 (第3報)

— 噴頭回転式広幅散布機の汎用利用について —

木村 勝一*・今園 支和*・高橋 英博*

Development of Labor Saving Operation Technique for Direct Sowing Rice Cultivation Coping with Large Divided Field (Part 3)

— Utilizations of Riding-tape Automatic Wide Scatter —

Shoichi KIMURA*, Sasakazu IMAZONO*, Hidehiro TAKAHASI*

「キーワード」 大区画, 直播, 広幅散布機, ターンテーブル反転制御

1. はじめに

水稻栽培の超省力・低コスト生産技術の一環として湛水散播に着目し, 落水状態の水田で噴頭を左右に振りながらカルパーコーティング種子を散布する乗用型噴頭回転式広幅散布機を試作した。これまでその実用性について調べ, 本試作機の大区画圃場での性能は, 従来の移植栽培, 湛水直播技術と比較して大幅に作業能率を向上できることが確認された。

ここでは, 本機の汎用利用を図るため播種だけでなく, 粒剤を用いた施肥・防除法と液剤利用の方策を検討した。また, 広幅散播の収量性についても検討した。

2. 試験方法

供試機：噴頭回転式散布機3号機（2号機のタンク容量を大型に改良）

噴頭回転式散布機の汎用利用法：粒剤の他に液剤散布の可能性を検討

供試資材：粒状肥料（NK化成），細粒肥料（サイコー12号），液剤（模擬剤として水を使用）

表1に資材形状を示した。

噴頭回転式散布機による湛直散播栽培：

平成3年度, 供試品種 つがるおとめ・4倍

重種子（乾粃1, カルパ3の重量比）, むつほまれ・3倍重種子（乾粃1, カルパ2の重量比）

3. 試験結果

1) 噴頭回転式散布機3号機について

2号機はタンク容量が40リットルで, カルパーコーティング種子が15a分しか搭載できなく, 補給時間が全作業量の40%を占める結果となっていたので, タンクを120リットルの容量に改良した(図1, 図2)。本機はエンジン, 送風機,

表1 資材形状

資材名	平均径 mm	密度 kg/m ³	重量 g
4倍重 種子	平均	5.063	1259.3
	標準偏差	0.361	166.0
	最大	6.100	1927.6
	最小	4.100	715.4
3倍重 種子	平均	4.743	1083.2
	標準偏差	0.266	110.4
	最大	6.300	1431.4
	最小	3.960	544.3
細粒肥 料	平均	1.590	1136.3
	標準偏差	0.292	259.7
	サイコー 最大	2.280	1799.7
	12 最小	0.960	334.6
粒状肥 料 NK化成	平均	3.718	984.0
	標準偏差	0.700	201.1
	最大	5.090	1527.3
	最小	2.060	414.8

タンクの全体を回転させる機構で、200 kg以上を毎分10回以上回転することになったが、ターンテーブルを補強して対応した。その結果、補給作業時間が短縮され、全体の作業時間の補給が20%程度であった。

そのほか、操作パネルをハンドル近くに装備し、噴頭回転速度、噴頭角度、吐出調量装置を遠隔操作可能にした。噴頭回転範囲はターンテーブル上にマグネットを取付、マグネットの移動により0から330度の範囲に容易に回転範囲を設定できるようにした。

2) 噴頭回転式広幅散布機の汎用利用による各種散布法について

① 噴頭回転方式（圃場内走行）

a. 種子散播，粒剤散布

圃場内走行を前提として資材を先端から放出する直管噴頭を使用した。人力で肥料などを手で左右にふりながら散布するのと同様で、噴頭を左右に機械的に動かしながら散布する方法で

ある（図1）。

各散布方式の散布状態を図3に示した。

粒状資材散布（肥料・種子）の作業は、散布幅50 m，作業能率3.2 ha/Hrであった。

b. 液剤散布

本機には液剤散布装置を装備していないので、本機の噴頭取付部分に直管噴頭の替わりに畦畔ノズルを取付、圃場外に準備した走行動力噴霧

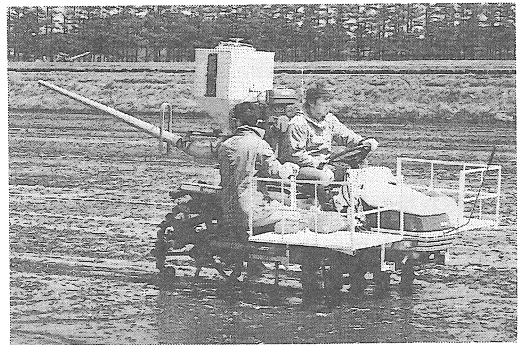
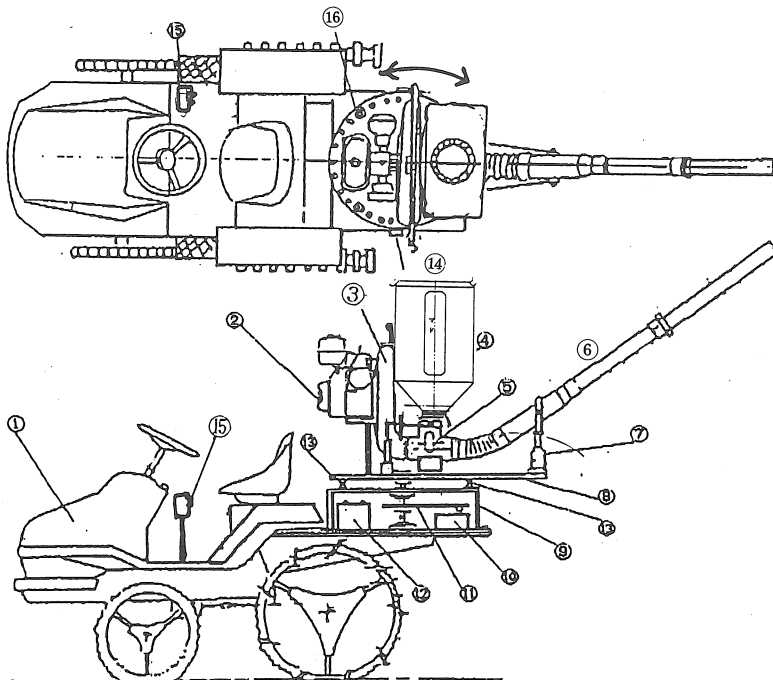


図1 噴頭回転方式による播種作業
（噴頭回転式散布機3号機）



主要諸元（噴頭なし）

全長 (mm)	1400
全幅 (mm)	800
全高 (mm)	980
全重 (Kg)	140

各部名称

- ① 田植機
- ② エンジン
- ③ 送風機
- ④ タンク
- ⑤ 吐出調量装置（電動）
- ⑥ 直管噴頭
- ⑦ 噴頭角度調節装置（電動）
- ⑧ ターンテーブル
- ⑨ シャーシ
- ⑩ モータ
- ⑪ チェーン
- ⑫ バッテリー（24V）
- ⑬ キャスターローラ
- ⑭ 噴頭回転リミットスイッチ
- ⑮ 操作パネル
- ⑯ 噴頭回転設定角マグネット

図2 噴頭回転式散布機3号機の概要図

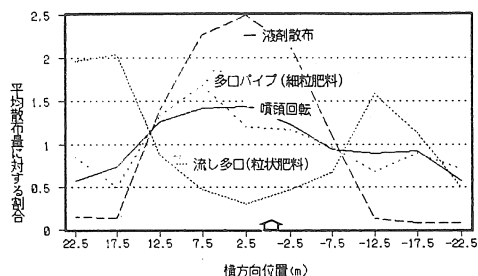


図3 各散布方式による横方向分布

機からホースを介して圧送された薬液を写真(図4, 図5)に示したように、畦畔ノズルを左右にゆっくりふらせる散布作業法を行った。

散布作業幅25mで、組作業人員は最低2人を要した。粒剤散布より粒子が小さくなるため風の影響を受け易く、風速が2m/s以下の状態が望ましかった。畦畔ノズルの先端のみから放出させる散布パターンの方が、左右にふらせる場合には横方向散布分布が均一になると思われた(図3)。

② 流し多口噴頭固定方式

本機の噴頭取付部に流し多口噴頭を取付、走行方向に対し横90度に固定して、圃場の長辺方向の農道か、畦畔近くの圃場内を走行する散布方式で、粒剤による散布法を試みた(図6)。背負い防除機で追肥作業を行うのと同様な作業法である。本機の噴頭回転式散布機の直管噴頭を流し多口噴頭に変更するだけで可能な作業である。図3には圃場の両側から散布した結果を示した。散布幅は25mが限界で、散布分布の変動係数は60%であった。それぞれの資材の性状に合った流し多口噴頭が必要と思われる。

③ 多口ホース方式

走行方向に対し横90度の本機を固定して、本機の噴頭取付部に多口ホースを取付、圃場の長辺方向の農道か、畦畔近くの圃場内を走行し、補助作業者が機械走行の他方の長辺に沿ってホースのはじを持って作業する方法で、細粒資材



図4 噴頭回転方式による液剤散布

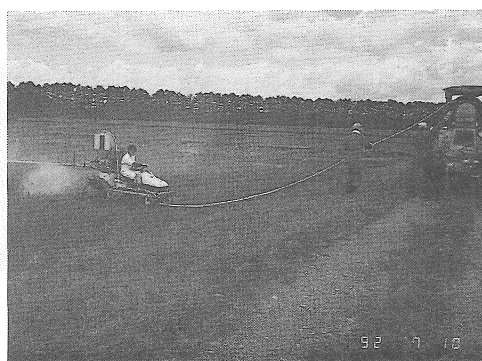


図5 圃場外からの液剤供給状態



図6 流し多口噴頭固定方式による作業

による散布法を試みた(図7, 図8)。組作業人員が2名である。粉剤及び粒剤の散布ができ、風速5m/s以下で可能と思われた。作業幅は市販のホースを利用し60m-100mで、作業能率は3.9ha/Hrであった。散布精度は噴頭回転式と同程度で変動係数30%であった(図3)。欠

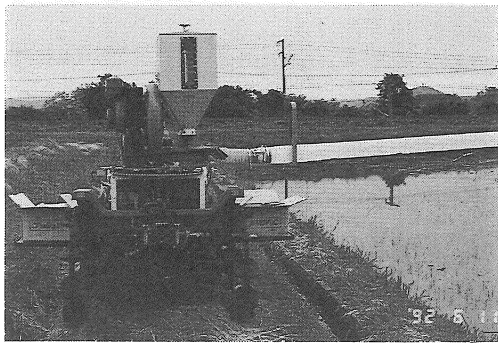


図7 多口ホース方式



図8 多口ホース方式による作業

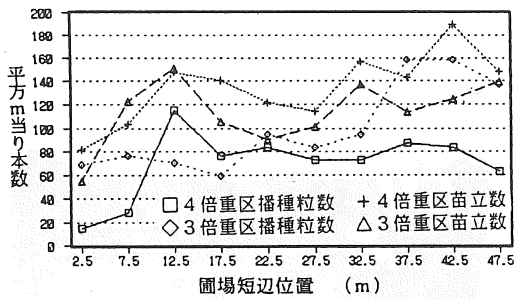


図9 横方向の播種粒と苗立数の分布

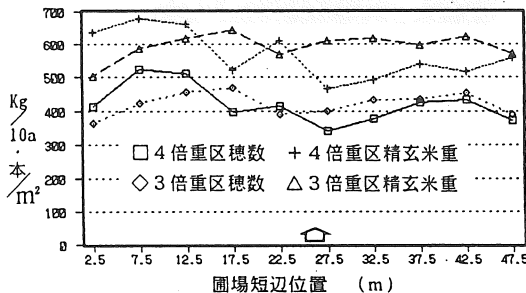


図10 横方向の穂数と精玄米重の分布

点は粒剤用の多口ホースの耐久性が劣り価格も高くコスト高となることが考えられる。

3) 噴頭回転式散布機による湛直散播栽培について

3倍重及び4倍重種子を代かき後に落水して広幅散播した平成3年の玄米収量は、570—594 kg/10 a (全刈り 504—553 kg/10 a)であった。1行程 50 m散播のコーティング種子横方向苗立状態は、代かき後の田面の土壌硬度の硬軟により苗立ちむらが生じ変動係数は23%であった(図9の播種粒数と苗立数調査区は同一場所ではない)。しかし、作物生育の補償作用により横方向の収量のむらの変動係数9%と小さくなった(図10)。

4. まとめ

1) タンク容量を120リットルに改造した噴頭回転式広幅散布機3号機を作製した。

2) 噴頭回転式広幅散布機の汎用利用を図るため播種だけでなく、粒剤を用いた施肥・防除法と液剤利用の方策を検討した。

3) 広幅散播の収量性について検討し、散播による横方向のばらつきがあっても、作物生育の補償作用で収量のばらつきが小さくなった。

4) 大区画圃場での施肥防除等の管理作業は、圃場内作業が不可欠と考えられ、最低地上高の高い管理機による圃場内走行と無人作業機の開発が必要で、当面、遠隔操作によるワンマンオペレーション施肥播種管理作業の実用化を目指す。

参考文献

木村勝一, 今園支和, 1991. 大区画圃場に対応した超省力水稻散播作業法の開発(第1報), 農機学会東北支部報No. 38, p.15—18

大区画圃場に対応した超省力水稻散播作業法の開発 (第4報)

— コーティング種子の散布シミュレーション —

高橋 英博*・今園 支和*・木村 勝一*

Development of Labor Saving Operation Tecnique for Direct Sowing Rice
Cultivation Coping with Large Divided Field (Part 4)

— Simuration for Sowing Operation of Calper-coated Rice Seed —

Hidehiro TAKAHASHI*, Sasakazu IMAZONO*, Shoichi KIMURA*

「キーワード」 大区画, 直播, 広幅散布機, シミュレーション

1. はじめに

水稻栽培の超省力・低コスト生産技術の一環として、噴頭を左右に振りながらカルパーコーティング種子を散布する乗用型噴頭回転式広幅散布機を開発し、その実用性について検討してきた。これまでに問題点として、散布密度を均一にするのが難しい、風の影響を受け易く散布種子がドリフトする等が指摘された。この解明のために、第2報においては、飛行中のコーティング種子の運動解析法とその解析に基づいた飛行モデルについて報告した。本報では、さらに散布シミュレーションモデルを開発し、散布密度の均一性と散布時の風の影響について検討したので報告する。

2. コーティング種子散布の変動要因

1) 本散布機により定点から種子を散布した場合、種子形状や初速等のばらつきにより、図1のような広がりを持った散布結果が得られる。

ばらつきの無い理想的な条件で散布シミュレーションを実施すると、その中心軌跡(散布軌跡)は図2のようになる。この軌跡は進行方向に対して不連続であり、中央部と両端では散布

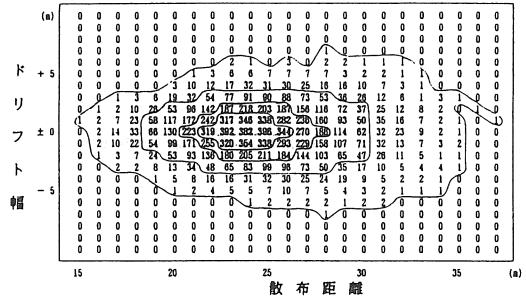


図1 定点散布による分布の広がり

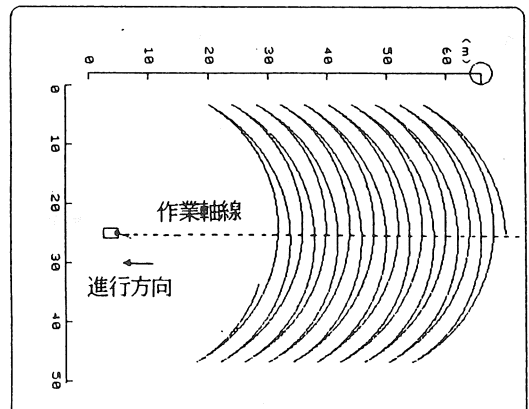


図2 散布シミュレーションによる中心軌跡

* 農林水産省 東北農業試験場

間隔が異なる。また、横方向に対しても、中心軌跡が弧を描くため、やはり中央部と両端では散布状態が変化する。したがって、均一性を考える場合には、作業機の進行方向と横方向の各々について検討する必要がある。

2) 進行方向の均一性は、中心軌跡の間隔と散布の広がりとのバランスの問題と考えられる。軌跡の間隔は、作業速度と噴頭の首振り速度・振り幅(角度)によって変わる。一方、散布の広がり、種子の直径(3軸平均径)・比重(単位体積質量)、噴頭からの飛び出し角度(水平角・垂直角)、初速のばらつきが要因となる。

3) 横方向に対しては、連続して散布されるため、ある程度の均一性が期待できるが、両端では噴頭の首振り幅による変動が問題となる。

4) また、本散布機では種子を飛ばして播種するため、風の影響を受ける。その度合は風速と風向、種子形状や垂直角等で変化する。

3. シミュレーションモデルによる解析

1) シミュレーションモデルの概要

用途別に3種のプログラムを開発した。飛行モデルは単粒の散布状態を見るもので、上または横から見た飛行軌跡を画面表示し、落下地点、滞空時間等を入力する。定点散布モデルは、正規乱数を用いて定位置からの散布の広がりを、散布作業モデルは、作業機を動かした場合の散布状態を見るもので、これらは、画面に落下地点を表示するとともに、散布結果として1mmメッシュで集計した粒数をファイルに出力する。

シミュレーションの基本パラメータの標準値は試験に使用した4倍重種子(粃1:カルパー3の重量比でコーティング)、圃場作業での実測値を基準にした値である(表1)。ただし、モデルにより算出した飛距離が実測値より小さいので、初速を大きくして調整した。また、種子直

表1 基本パラメータと標準値

種子の初速 (m/s) :	[31.0]
種子の初速の分散 :	[3.5]
噴頭の垂直角 (deg) :	[21.0]
種子の垂直角の分散 :	[2.5]
噴頭の水平角 (deg) :	[0.0]
種子の水平角の分散 :	[4.0]
種子直径 (mm) :	[5.06]
種子直径の分散 :	[0.30]
種子比重の相関の傾き :	[400.0]
種子比重の相関の切片 :	[-765.0]
種子比重の分散 :	[60.0]
作業機速度 (m/s) :	[0.4]
首振り速度 (deg /s) :	[24.0]
首振り幅 (deg) :	[120.0]

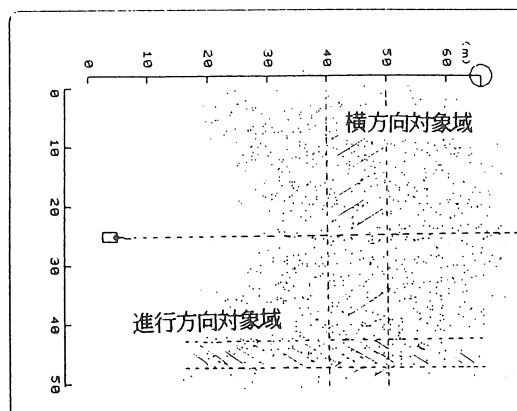


図3 散布作業モデルによる散布変動の比較

径と比重には相関が認められたので¹⁾それを考慮している。風については、地面と平行に時間・高さに関わらず一様として扱っている。

2) シミュレーションによる解析

(1) 定点散布モデルにより散布の広がりを求め、粒数の多いメッシュから累計し、散布総数に占める比率の上位30%、60%、90%、100% (散布全域)までの4段階に分類した。散布総数は13,000粒(種子約1kg相当)で、各メッシュの粒数は3回の平均値を用いた。

(2) 進行方向の散布変動を検討するため、散布作業モデルにより首振り速度を3段階(24、

12, 8 m/s) に変えてシミュレーションを行った。比較には、散布端側の幅 5 m の合計粒数を用い、散布粒数は 50 粒/0.1 秒とした (図 3)。

(3) 飛距離への影響を見るため、垂直角、種子形状 (直径・比重)、初速の 3 要因について、定点散布モデルにより各要因の分散を 0 としたシミュレーションを行った。水平角の分散は 0 としてドリフトは無視した。散布粒数は 13,000 粒、各メッシュの粒数は 3 回の平均値とした。

(4) 横方向の散布変動を検討するため、散布作業モデルにより首振り幅を 5 段階 (140, 120, 100, 80, 60 度) に変えてシミュレーションを行った。比較には幅 10 m の合計粒数を用い、散布粒数は 50 粒/0.1 秒とした (図 3)。

(5) 風の影響を検討するため、飛行モデルにより風速・風向を変化させ、その落下点を求めた。風速は 1~6 m, 風向は 0~180 度とし、その他は標準値とした。また、垂直角に対する風の影響を見るため、9~45 度の範囲で落下点を求めた。このとき、無風状態における標準値の飛距離を基準に初速を調整した。同様に、種子形状に対する風の影響を見るため、相関を考慮し種子直径 3.00~7.50 mm, 比重 435~2235 kg/m³ の範囲で落下点を求めた。風の設定は、いずれも風速 5 m, 風向 90 度とした。

4. 結果及び考察

1) 標準値での定点散布による分布 (図 1) は、進行方向が 15~37 m, 横方向は ±7 m となり、実測値より全体的に広がったが、分布形状は類似した。上位 30%, 60%, 90% の進行方向の分布幅は、それぞれ 5, 8, 12 m であった。

2) 首振り速度を変え、中心軌跡の間隔を広げて進行方向の変動を見ると、8, 12 deg/s では周期が認められた (図 4)。このとき、中心軌跡の間隔は両端で 12 m および 8 m である。しか

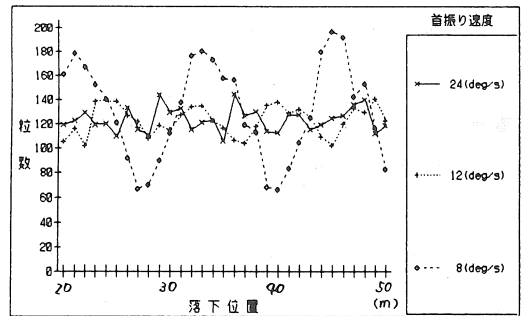


図 4 進行方向の散布粒数の変動

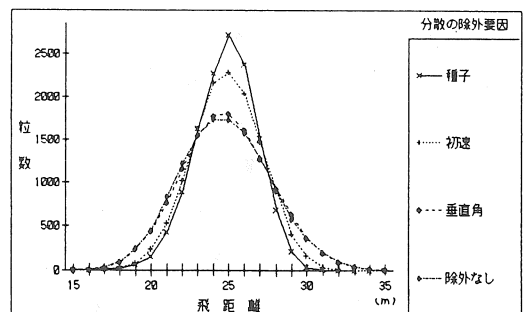


図 5 飛距離分布に対する諸要因の影響

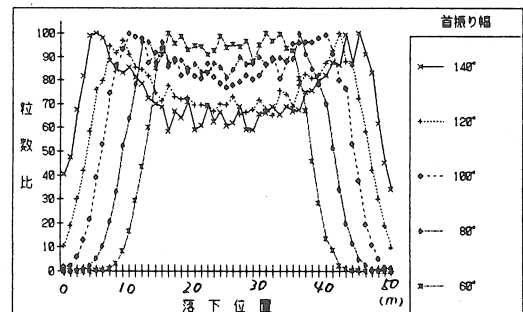


図 6 横方向の散布粒数の変動

し、変動幅は 12, 24 deg/s で同程度であることから、散布の広がりに対比すると、上位 60% の散布幅が一つの目安として考えられる。

3) 飛距離に対する諸要因のばらつきの影響を見ると、垂直角では通常分布と差がなく、種子形状の影響は初速よりやや大きい (図 5)。飛距離分布の広がりを調整する場合は、初速のばらつきに対する種子形状の影響も想定される

ので、種子形状が主になると考えられる。

4) 横方向の散布変動を見ると、首振り幅 140~100 度では両端にピークが生じた(図6)。播種密度が異なるので、各区の最大粒数を 100 とした粒数比で比較すると、中央部の幅 15 m の平均値は、それぞれ 64, 69, 82, 86, 95 となり、60 度では変動幅はかなり小さくなる。首振り幅を小さくすると横方向の均一性は高くなるが、作業幅は狭くなるため、実際の作業では圃場区画を含めた判断が必要である。

5) 飛行モデルにより風の影響を見ると、逆風による飛距離の減衰は、順風による増加よりやや大きく、横風による変異は、進行方向に比べ大きい(図7)。本作業法では、噴頭を振ることで相対的に風向が変化するため、風による変異が一様ではなく補正が難しい。また、垂直角に対する影響を見ると、9~45 度の範囲では、垂直角とドリフト幅はほぼ比例するが(図8)、これ以上の角度ではドリフトが強くなる。種子形状に対しては、直径・比重の増加に反比例してドリフト幅が減少するとともに(図9)、飛距離が増加する。垂直角を低くして飛距離を調整することにより、風の影響に対して相乗効果が期待できる。

5. まとめ

飛行モデルから諸要因のばらつきを考慮した散布シミュレーションモデルを開発し、実測値に近い散布状態を再現できるようになった。

散布の均一性では、散布幅の両端部が問題で、散布の適度な広がりが必要である。また、首振り幅を広げると両端のピークが大きくなるため、散布幅の設定の影響を受けることになる。

風の影響に応じた補正は困難で、種子の直径・比重を大きくする、垂直角を低くするなど風の影響の緩和を図ることになる。

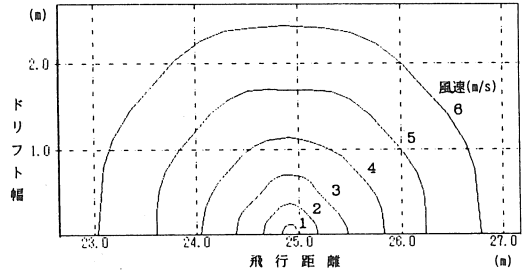


図7 風による落下位置の変動

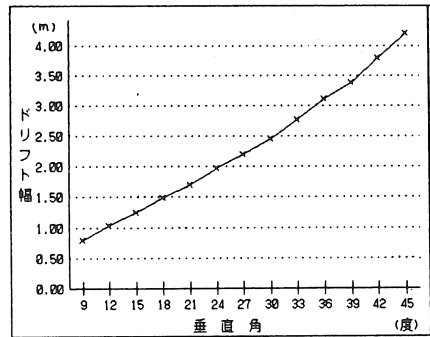


図8 垂直角と風によるドリフト幅の変動

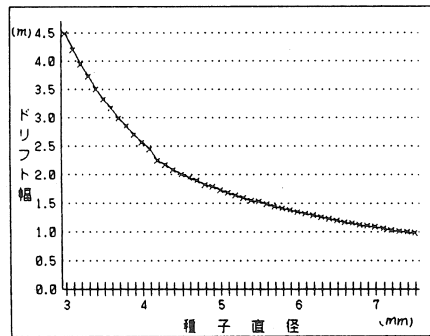


図9 粒子形状と風によるドリフト幅の変動

今後の課題として、噴頭形状や資材を変えた場合のモデルの有効性、風がある場合の実測データとの対比、噴頭から吹き出す噴流による加速効果の導入等を検討している。

参考文献

- 1) 村上則幸, 今園支和, 木村勝一, 1991, 大区画圃場に対応した超省力水稻散播作業法の開発(第2報), 農機学会東北支部報No.38, p.19-24

成型紙ポット利用全自動野菜移植機の性能と利用法

鶴田 正明*・八重樫耕一*・高橋 寿一**

Capacity and Utilizing Method of Complete Transplanter for Vegetable Seedling Raised in Paper Pots

Masaaki TSURUTA*, Koichi YAEGASHI*, Toshiichi TAKAHASHI**

1. はじめに

近年、高標高地の冷涼気象、沿岸部や県中南部の冬季温暖気象など岩手県の多様な気象特性を活用した野菜栽培が行われてきている。

しかし、農作業における機械化が進むなかで、野菜栽培においてはほとんどが人力に依存している。特に、移植・収穫作業には多くの労力を要しており、その機械化が求められている。

現在、野菜の移植機は数社から市販され実用化されつつあるが、その一機種である成型紙ポット利用全自動野菜移植機について、葉菜類野菜を対象としてその性能および専用苗の育苗方法について検討したので報告する。

2. 試験方法

(1) 試験場所

岩手県岩手郡岩手町農家ほ場、岩手農試ほ場、岩手園芸高冷地開発センターほ場

(2) 試験年次 平成元年～3年

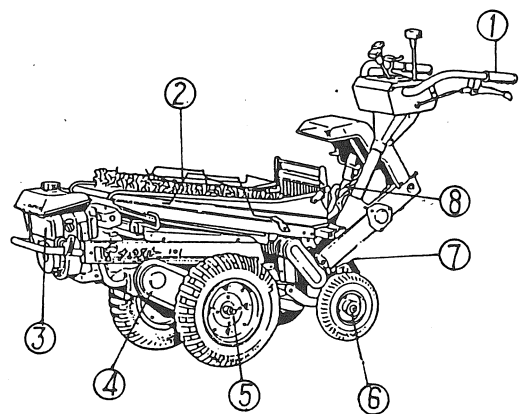
(3) 供試作物 レタス、ハクサイ、キャベツ

(4) 供試移植機 1社 PV 100, PV 101

3. 試験結果及び考察

(1) 移植機の性能

移植機には平畦2条（1条ずつ往復）タイプと全面マルチ用1条タイプがある。10 a 当り作業能率は2時間～3時間と慣行作業の1/4～1/5であった。



- ① 傾斜調節レバー・オフセット式ハンドル
- ② ロングベルト式苗タンク(1.5箱連続植付)
- ③ 遠心クラッチ内臓エンジン(1.3～1.6PS)
- ④ 油圧による畦高さ上下追従装置
- ⑤ 3段階トレッド調節(ピンの差替えによる)
- ⑥ 4輪同時に上下するスイング機構
- ⑦ 作孔・覆土・鎮圧機構(鎮圧ローラー)
- ⑧ ダブルロータリ植付装置

図1 供試移植機の概要図

株間は株間ギヤを交換することにより22～50 cmまで切り替えることができる。傾斜があるほ場では設定した株間より2～3 cmずれる。レタスでは植付姿勢や株間の変動が生育のバラツキにつながるため10°以上の急傾斜地では使用を控える。

* 岩手県立農業試験場

** 岩手県園芸試験場高冷地開発センター

表 1 移植機の作業能率

区	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	
使用機種	PV 100	PV 100	PV 100	PV 100	PV 100	PV 101	PV 101	
調査年月日	H 1.6.13	H 2.6.5	H 2.5.31	H 2.5.28	H 3.6.15	H 3.6.15	H 3.6.15	
調査場所	岩手町	岩手町	岩手町	岩手町	岩手町	岩手町	岩手町	
作物名	キャベツ	キャベツ	レタス	はくさい	キャベツ	レタス	はくさい	
ほ場形状	23×34 m	30×45 m	25×45 m	40×45 m	7×85 m	9×122 m	23×39 m	
ほ場面積	789 m ²	894 m ²	965 m ²	960 m ²	595 m ²	1110 m ²	890 m ²	
傾斜度	5~6°	3~5°	3~5°	1~2°	3~5°	2~10°	1~2°	
碎土率	—	—	—	84.4%	94.7%	—	—	
ポットの種類	①	①	①	①	②	③	②	
作業時間	合計	122' 06''	106' 21''	152' 19''	141' 34''	93' 55''	154' 12''	170' 57''
	移植	78.3%	72.3%	66.2%	62.8%	77.7%	70.6%	51.5%
	苗補給	13.2%	15.0%	13.1%	8.2%	7.5%	12.5%	3.9%
	旋回調整	8.1%	10.6%	5.7%	13.5%	4.9%	4.5%	10.2%
	調整	0.4%	2.1%	15.0%	15.5%	0.9%	12.4%	34.5%
分/10a	154	117	134	125	156	122	126	
速度	上り	0.24 m/s	0.25 m/s	—	0.26 m/s	0.23 m/s	0.23 m/s	0.23 m/s
	下り	0.26 m/s	0.28 m/s	—	0.29 m/s	0.26 m/s	0.25 m/s	0.26 m/s

(注) 10 a 当りの作業時間は調整（調整，故障）時間を除いて計算した。

表 2 株間の変動

区番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	
設定値	30 cm	30 cm	25 cm	40 cm	30 cm	25 cm	40 cm	
上り	平均値	24.7 cm	30.8 cm	24.8 cm	39.1 cm	27.8 cm	23.5 cm	40.5 cm
	CV%	6.6%	3.9%	3.9%	3.4%	1.1%	0.3%	0.2%
下り	平均値	32.6 cm	34.4 cm	26.5 cm	43.8 cm	30.6 cm	25.7 cm	42.6 cm
	CV%	0.8%	3.3%	9.5%	2.7%	1.7%	0.3%	3.6%
差	7.9	3.6	1.7	4.7	2.8	2.2	2.1	

(注) ⑥区は8~10°の部分の調査データである。

☆ 株間の差は2~3 cmである。

植付深さは、植付深さ調節レバーの位置を変更することで調節する。深植えになりやすく、傾斜地の下りで植付角度が悪くなる傾向がみられた。

マルチの穴あけは、田植機の爪のようなもので引き裂く方式（フィンガーカット方式）である。株間と連動しているので株間に合わせたカムを用いるが、株間が広がると、穴の長さがやや長くなる。また、マルチをあまり早く張ると移植時に穴が大きくなるので、移植の2~3日前に張る方が作業精度は良い。

表 3 移植時の植付深さ
(単位: cm)

区No	①	②	③	⑤	⑥	⑦
上り	0.4	1.4	0.8	1.3	1.0	3.3
下り	0.6	1.4	0.6	0.8	0.4	2.4

(注) ポット上面と地表面の差を測定した。各区 20 株の平均値。

(2) 専用苗の育苗法

育苗には、専用の成型紙ポット（表4）と水稲の中苗用育苗箱を用いる。コート種子を用いることにより、播種精度は良好で播種時間も短い。床土を詰め、播種するにはポット形状によって専用の播種板及び鎮圧ロールを用いる。また、育苗センターなど大規模に播種する場合は専用の播種機を用いる。

播種時間は播種板の場合1箱約2.5分であり、10 a当りの播種作業時間はレタスの場合③ポットで2時間25分と慣行のほぼ半分であった。育苗用床土は専用培土を用いるのが望ましく、ほぼ慣行の育苗法によるものと同等の苗質が得られた。育苗管理では、播種後10日目に追肥（N 0.4 g /箱）をしなければならない。また、苗の生育を揃えるため、箱のスラン作業を実施して育苗箱の下に伸びている根を切断しなければならない。最初から、育苗箱を地面に設置しない場合は、スラン作業をしなくてよいが、ポットが乾燥しやすいので夏場には特に水管理に注意する必要がある。また、育苗箱の位置を変えることによって苗の生育ムラを調整する必要がある。

移植の適期は、本葉3葉（育苗期間約20～25日）である。

表4 成型紙ポットの種類と形状

区分	上幅	下幅	高さ	ポット数/箱
①	16 mm	23 mm	31 mm	200
②	14 mm	25 mm	38 mm	200
③	19 mm	30 mm	38 mm	144

(注) 商品名：ナウエルポット、寸法は内寸

表5 播種作業時間

作業条件	調査年月日	H1.6.13	H3.5. 8	H3.5. 8
	調査場所	岩手町	岩手町	岩手町
作物名	キャベツ	キャベツ	レタス	
品種	YR青春	YR青春	エクシード	
種子種類	Lコート	Lコート	Lコート	
ポット種類	①	②	③	
使用機材	播種板	播種板	播種機IVH50	
作業人数	1人	1人	3人	
作業時間	床土詰め	72秒/箱	72秒/箱	} 45秒/箱
	播種	25秒/箱	40秒/箱	
	覆土	30秒/箱	47秒/箱	38秒/箱
	合計	127秒/箱	159秒/箱	83秒/箱
使用床土量	4.4 l /箱	5.4 l /箱	6.4 l /箱	

表6 10 a当り播種作業時間

作目	株数 / 10 a	使用ポット	作業時間	使用床土量
レタス	8,400	② 42枚	105分	227 l
	8,352	③ 58枚	145分	365 l
キャベツ	5,600	① 28枚	70分	126 l
はくさい	3,600	① 18枚	45分	81 l

表7 レタスの苗質

(岩手町及び農試本場)

年次	品種	播種月日	育苗日数	ポットの種類	葉数	最大葉				生体重	
						長さ	cv%	幅	cv%	g /本	cv%
H1	エクシード	5.23	23	成型紙ポット①	3.1	5.0	7.7	2.8	9.4	0.6	14.1
				ソイルブロック27 mm	3.4	6.1	9.6	3.5	14.6	0.9	23.0
				ソイルブロック35 mm	3.7	7.7	9.3	4.8	9.6	1.6	21.2
				ペーパーポット特12	3.6	6.7	8.9	4.1	15.6	1.3	16.9
H2	ステディ	5. 8	20	成型紙ポット①	2.2	3.4	9.2	1.5	14.1	0.3	19.4
	エクシード	6.12	23	成型紙ポット①	2.5	3.7	9.3	1.7	9.1	0.4	15.0
			30	成型紙ポット①	2.8	2.0	33.9	1.1	38.7	0.1	55.9
H3	サクラメント	4.26	25	成型紙ポット①	4.8	6.5	7.8	3.1	13.1	1.1	28.2
				成型紙ポット③	5.3	8.3	12.3	4.1	15.6	1.8	32.1
				ペーパーポット特12	4.1	4.9	19.7	2.4	19.8	0.8	41.4
	エクシード	5.20	26	成型紙ポット③	3.9	6.5	13.4	3.7	18.2	1.1	37.3

(3) 移植機での品質, 収量

キャベツ, はくさいなどの作物では活着も容易であり, また深植えの影響もあまりみられないので品質・収量の低下は小さい。

レタスの場合は, 植付深さ・株間の変動・植付角度などが生育の遅れ, 変形球の発生をもたらす慣行法より収量, 品質とも低下することから, 深植えにならないように, また移植角度はできるだけ90°になるように運転操作を注意しなければならない。また, 碎土が悪いと移植精度が落ちるので碎土はていねいに行なわなければならない。

4. ま と め

(1) 移植機には平畦2条(1条ずつ往復)タイプと全面マルチ用1条タイプがある。10a当り作業能率は2時間~3時間と慣行作業の1/4~1/5である。

(2) 移植機専用のポットを用いると10a当りの播種作業時間はレタスの場合2時間25分でありほぼ慣行の半分である。

(3) 移植用の苗はほぼ慣行の育苗法と同等の苗質が得られる。

(4) 移植機を用いた場合, キャベツ, はくさいでは品質・収量の低下は小さいが, レタスの場合は, 慣行法より収量, 品質とも低下する。

表8 キャベツの収穫時調査

農試本場 H3年

区	項目	全重 g	球重 g	外葉数 枚	最大葉		球 径		備 考
					幅	長さ	縦	横	
成型紙ポット③ 専用培土	平均値	1798	1030	9.9	37.9	39.5	12.1	17.5	播種日: 4月26日 移植日: 5月21日
	C V%	21.9	28.1	15.6	11.3	7.1	8.0	8.6	
ペーパーポット特12 慣行培土	平均値	1837	1050	9.7	36.5	38.5	12.6	17.2	
	C V%	25.5	25.2	10.7	8.4	6.8	20.0	7.1	

表9 はくさいの収穫時調査

区	項目	全重 g	球重 g	外葉数 枚	最大葉		球 径		備 考
					幅	長さ	縦	横	
④ 成型紙ポット① 専用培土	平均値	2344	1433	10.5	31.1	44.2	28.5	16.4	岩手町 平成2年 未成熟球35% 腐敗球2.3%
	C V%	25	30	16	9	3	7	12	
成型紙ポット③ 専用培土	平均値	3463	2048	15.5	33.2	45.0	28.1	16.6	農試本場 平成3年 播種日: 4月26日 移植日: 5月21日
	C V%	24.9	25.5	16.2	14.3	8.3	7.3	12.2	
ペーパーポット特12 慣行培土	平均値	2412	1499	11.9	28.3	40.7	26.3	15.3	
	C V%	22.3	22.5	13.5	16.8	9.5	5.4	9.1	

表10 レタスの収穫時調査

農試本場 H2年

区	移植 方法	移植時 葉 数	全 重 g	球 重 g	外葉数 枚	最大葉		球 径		
						幅	長さ	縦	横	
No.1 成型紙 ポット①	機械	平均値	3.1	872	459	11.9	34.2	25.3	12.0	14.2
		C V%	10.0	16.6	21.3	14.2	7.3	8.0	6.5	6.2
No.2 ペーパー ポット特12	人力	平均値	3.6	1048	636	11.8	37.0	26.3	12.5	14.2
		C V%	5.4	10.2	11.2	12.9	6.3	5.7	7.6	6.5

品種 エクシード, 5月23日播種, 6月15日定植
調査日: 成型紙ポット 8月8日, ペーパーポット特12 8月2日

乗用田植機用スクリュ型水田作溝機の開発

和田山安信*・影山 義春*・橋本 進*

Development of Screw Type Furrow Opener for Riding Type Rice Transplanter

Yasunobu WADAYAMA*, Yoshiharu KAGEYAMA*, Susumu HASHIMOTO*

1. はじめに

福島県内の排水不良田においては、水稻の生育期間中の水管理と収穫期の落水効果を高めるため、中干し前後に作溝作業が行われている。

作溝作業は、歩行型の機械を利用して行われている例が多いが、近年、圃場区画の大型化に伴い、労働強度の小さな動力作溝機の開発が要望されている。

本課題では、年間稼働時間の短い乗用型田植機を利用した乗用型の作溝機を開発したので、試作機の大区画水田における適応性について報告する。

2. 試験方法

(1) 作溝機の試作

試作した作溝機は、乗用田植機の植付け部を取り外し、作溝部を装着したものである。作溝部は、スクリュ型で、スクリュの後部に整形板を取り付けた。溝幅は、水稻条間に作溝するため10~15 cmに、溝深さは大区画水田においてもできるだけ大きな溝の勾配をとるため、15~20 cmに可変できるように設計した。

作溝位置は、作溝作業の所要動力を軽減するため、本機の右車輪走行跡とした。作溝部の動力は、植付け部駆動プーリからVベルトで取りだし、交差軸伝導装置を介して、スクリュを駆動した。

(2) 試作機の圃場適応性試験

1) 供試圃場 相馬市, 保原町, 矢吹町, 猪苗代町水田 57.9~144.9 a

2) 平均作溝間隔 5~10 m

3) 作業方法

作溝は、水稻条間に沿って(区画長辺方向)5~10 m間隔に作成し、さらに、各溝を連結するための作溝を、排水口側に(区画短辺方向)1本作成した。溝相互の連結の手直しと排水口との連結は、手作業で行った。

4) 調査項目 試作機の作業性能

水稻の損傷株数, 収量

(3) 地耐力の調査

地耐力は、SR-II型土壌抵抗器の矩形板沈下量で求めた。矩形板は25×100 mmを用い、矩形形板への荷重は、10 kgf・20 kgf・30 kgfの3段階とした。

表1 試作機の主要諸元

走行部 (PL400)	機関出力 (PS)	輪距(mm)		ラグ幅(mm)	
		前輪	後輪	前輪	後輪
4.2~5.3	750	665	60	95	
作溝部	全長	全高	溝深	溝幅	回転数
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(rpm)
440	660	150-200	100-150	220	

* 福島県立農業試験場

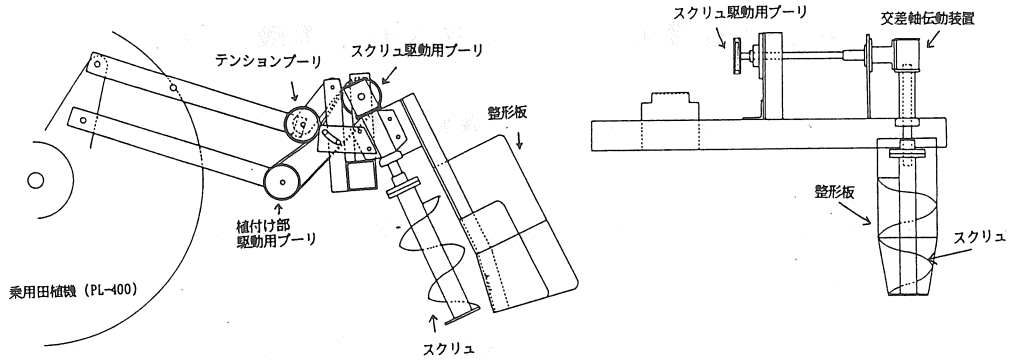


図1 試作作溝機



図2 作溝機を装着した外観



図3 試作機による作業風景

3. 試験結果及び考察

(1) 試作機の走行性

試作機の圃場内走行は、各圃場の耕盤までの深さが14～17 cmの条件では、走行に支障はなかった。しかし、基盤整備直後である猪苗代町の大区画圃場では、耕盤までの深さが20 cmを大きく越える場所があり、一部走行不能となった。

(2) 作溝の形状

試作機による作溝は、深さ約15 cm、幅10～15 cmの溝が安定して作成できた。スクリュによる作溝のため、土壌硬度の高いところでも一定の溝が掘ることができた。作業中の圃場の水深は、1～10 cmの範囲であったが、作溝作業に支障はなかった。

また、溝の両側には断続的に土が盛られるため、溝への水の流入は容易であった。

中干し前に作成した溝は、収穫期においても明瞭に残っていた。

(3) 作業能率

作業能率は、圃場作業量で38.1～59.5 a/hであった。作業速度は、水稻条間を走行するため、0.4 m/s前後が安定した作業をするための上限であると考えられた。

溝相互の連結及び排水口と溝の連結は、手作業による手直しを要し、総作業時間の概ね2割を占めた。

(4) 水稻の損傷及び収量

作業時の水稻の損傷は、直線走行時は、条間の乱れている一部の箇所以外、ほとんど損傷は

発生しなかった。回転時は、1 回転当たり 50 ～ 70 株が損傷を受け、回転部分の玄米重は、無回転部分に比べてやや低下した。しかし、圃場全体での損傷株割合は、最も旋回回数の多かった 5 m 間隔の作溝圃場においても 0.5% 未満であり、減収割合は軽微であると考えられた。

(5) 作溝の効果

供試機による作溝作業により、圃場内の停滞水の箇所は、明らかに少なくなった。また、作溝した圃場の水稻収穫期における地耐力は、作溝しない圃場に比べ、やや高くなる傾向があった。

表 2 作業条件及び作業効率

項目	相馬市 I	相馬市 II	保原町	矢吹町	猪苗代町 I	猪苗代町 II
作業年月日	1991. 6. 25	1991. 6. 25	1991. 6. 28	1990. 7. 6	1992. 7. 7	1992. 7. 7
圃場区画 (m)	49.5 × 117	49.5 × 117	88.8 × 107.1	210 × 45.2	70 × 200	70 × 172
作溝間隔 (m)	5	10	5	5.5	7.8	7.8
水稻の栽植様式 (cm)	15.0 × 30	15.0 × 30	15.0 × 30	16.0 × 30	14.3 × 33	14.3 × 33
水稻の草丈 (cm)	53.4	51.4	56.4	46.5	38.8	37.0
土壌の種類	灰色低地土	灰色低地土	灰色低地土	黒ボク土	灰色低地土	灰色低地土
耕盤までの深さ (cm)	13.7	15.9	17.0	—	20.7	22.1
下げ振り貫入深 (cm)	7.2	8.1	6.8	7.6	9.1	8.7
水深 (cm)	10.0	2.7	1.5	4.2	1.0	2.0
作業速度 (m/s)	0.38	0.38	0.39	0.46	0.39	0.40
総作業時間 (時:分:秒)	1:31:09	0:58:25	1:51:20	1:52:29	2:27:56	2:31:07
実作業時間(%)	65.8	59.8	64.4	58.7	69.2	59.5
手直し時間(%)	22.6	20.0	24.5	15.6	20.1	21.3
その他(%)	11.6	20.2	11.1	25.7	10.7	19.2
圃場作業量(a/h)	38.1	59.5	51.3	50.6	57.6	49.0
有効作業量(a/h)	57.9	99.3	79.6	86.3	83.1	82.3
有効作業効率(%)	65.8	59.9	64.4	58.7	69.2	59.5
組作業人員(人)	1	1	1	1	1	1

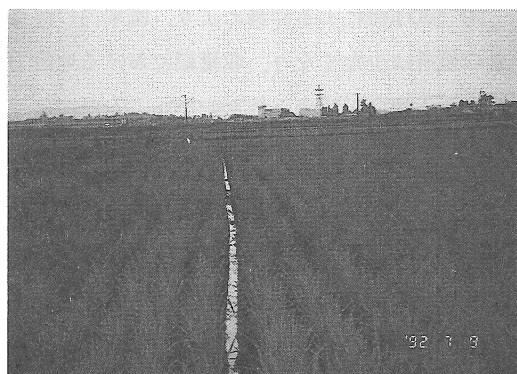


図 4 試作機で作溝された溝



図 5 旋回における枕地水稻の損傷風景

表3 水稲収穫期の地耐力(1991年 相馬)

項 目	水口部での荷重			水尻部での荷重			全 体			
	20kgf	30kgf	40kgf	20kgf	30kgf	40kgf	20kgf	30kgf	40kgf	
5 m間隔 作溝田	地耐力(cm)	5.0	8.5	11.6	6.7	11.0	13.7	5.9	9.8	12.6
	標準偏差(cm)	4.4	5.1	4.5	4.2	4.3	3.3	4.4	4.1	4.1
	変動係数(%)	86.6	60.5	38.6	62.8	39.1	24.3	74.2	50.1	32.2
10 m間隔 作溝田	地耐力(cm)	—	—	—	1.9	5.3	10.0	1.9	5.3	10.0
	標準偏差(cm)	—	—	—	1.6	3.4	4.4	1.6	3.4	4.4
	変動係数(%)	—	—	—	83.4	65.4	43.8	83.4	65.4	43.8
対 照 田	地耐力(cm)	5.4	10.3	12.8	8.1	12.5	14.3	6.8	11.4	13.5
	標準偏差(cm)	3.7	4.5	3.7	4.0	3.3	2.5	4.1	4.1	3.2
	変動係数(%)	68.8	43.3	28.7	49.7	26.7	17.6	60.5	35.8	23.8

表4 1旋回(180度)当り損傷株数及び損傷割合

項 目	相馬市I	相馬市II	保原町
損傷程度小	5.4	1.8	8.1
損傷程度中	28.8	29.8	17.2
損傷程度大	27.8	33.6	42.3
合 計	61.0	55.2	67.3
全 損 傷 数	332	610	942
損傷株割合(%)	0.47	0.26	0.45

注1) 損傷程度小; 茎数の20%未満が埋没
 損傷程度中; 茎数の60%未満が埋没
 損傷程度大; 茎数の60%以上が埋没

注2) 損傷株割合は、圃場内全株数に対する
 全損傷株数割合

表5 90度旋回部分の収量(1991年保原町)

項 目	坪刈面積 (m ²)	粗玄米重 (kg/a)	精玄米重 (kg/a)
旋回損傷部	2.1	42.6	39.9
対 照	1.2	46.3	43.6

4. ま と め

乗用田植機にスクリュ型作溝機を取り付けた、乗用作溝機を試作し、大区画水田での適応性を検討した。

(1) 試作機による作溝で、深さ約15 cm、幅10～15 cmの溝が作成できる。

(2) 作業能率は、大区画水田を5～10 m間隔に作溝した場合、手直し時間を含めて40～60 a/hである。

(3) 作業時の水稲の損傷は、1旋回(180度)当たり50～70株である。大区画水田を5 m間隔で作溝した場合、損傷株率は0.5%未満で、減収割合は軽微である。

(4) 試作機による作溝により、圃場内の停滞水の箇所は少なくなり、収穫期における地耐力が高まる傾向が認められた。

転換畑における耕盤管理技術について (第2報)

— 耕盤破壊法の違いによる大豆の生育収量および復元田への影響 —

大下 泰生*・伊澤 敏彦*・屋代 幹雄*

Break up Method of Hardpan in Drained Paddy Field for Upland Crops (Part 2)
— Effect of Tillage on the Yield of Soybean and Characteristics
of Rotational Paddy Field —

Yasuo OHSHITA*・Toshihiko IZAWA*・Mikio YASHIRO*

Abstract

One of the main factor for a rotational paddy field to be made effective good soil property is to dispose hard pan. For a drained field, it is necessary to break hard pan for drainage and aeration. Conversely, for a paddy field, hard pan prevent water leakage.

Three types of tillage were compared; one broke completely hard pan with a deep rotary tillage, two broke partly hard pan with a subsoiler, three maintained hard pan.

Aeration, drainage, and the yield of soybean in a drained paddy field with completely and prtly broken hard pan were better than maintained hard pan. The paddy field with completely broken hard pan needed much irrigation requirement. Furthermore, transplanting machines fell in a paddy field with completely broken hard pan.

With a synthetic decision, the partly breakage of hard pan is best way for rotational paddy field.

Keyword : Rotational paddy field, Hard pan

1. はじめに

稲・麦・大豆・野菜等水田における栽培作物の多様化, 消費動向・政策等による栽培作物の転換, 水田の高度利用のために水田の畑転換および水田への復元を短期間で円滑に行う技術の確立が要望されている。一般に転換畑において耕盤は排水性・通気性不良の原因となり破壊する必要がある。一方, 復元田においては漏水防止, トラクタ・田植機等作業機の走行安定化のために耕盤が必要である。そこで, 田畑輪換を円滑に行うためには耕盤の破壊, 形成を適切に

行うことが重要である。

第1報では耕盤破壊作業を効率的に行うために, 耕盤を部分破壊しながら耕うん・施肥・播種作業を1工程で行う心土破碎ロータリシダを試作し, 試作機の負荷特性について報告した。

本報では東北地方で多くみられる火山灰土壌水田を対象に田畑輪換栽培の中で, 畑転換時に耕盤を全面破壊・部分破壊・耕盤維持の処理を行い, 大豆栽培における収量性・機械作業性能・土壌物理性等について調査した。さらにこの圃場を水田に復元し, 代かき用水量・減水深・

* 農林水産省東北農業試験場

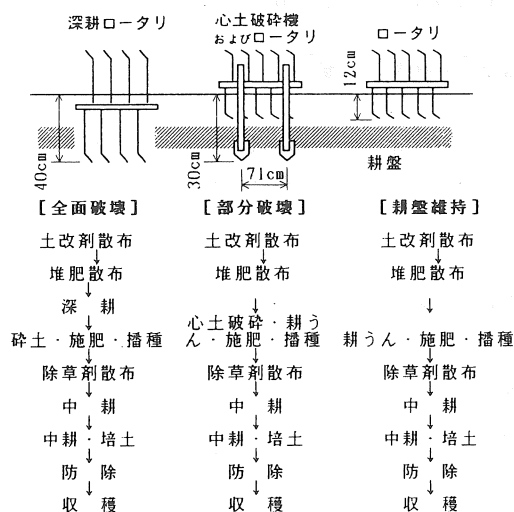


図1. 耕盤処理および大豆栽培作業工程

田植機走行性等の特性を調査し、田畑輪換に適した耕盤管理方法について検討した。

なお、本研究は東北農業試験場内の耕盤管理研究班により、機械作業技術に関しては矢治幸夫氏（現農林水産技術会議）、藤井清信氏（現農業研究センター）、大豆栽培に関しては持田秀之氏、農業土木に関しては藤尾福蔵氏（現退職）らとの共同研究により実施したものである。

2. 試験方法

1) 耕盤処理方法

供試圃場は東北農業試験場内の火山灰土壌（多湿黒ボク土）水田で、水稻を9年間連作した後に畑に転換し、転換1年目に耕盤を全面破壊、部分破壊および維持したの3通りの処理区を設けた。処理方法および大豆栽培における作業工程を図1に示す。

全面破壊区は深耕ロータリを用いて深さ40 cmまで耕うんして耕盤を完全に破壊した後、ロータリシダにより深さ15 cm程度までの表層の土壌を砕土しながら施肥・播種を行った。使

用した深耕ロータリは耕幅1.6 m、耕深約40 cmであった。

部分破壊区は試作した心土破碎ロータリシダの心土破碎爪により耕盤を深さ30 cm、71 cm間隔で部分破壊し、同時に表層をロータリ耕うん爪により耕起・砕土しながら施肥・播種を行った。試作機の主な諸元は、心土破碎爪2本、心土破碎爪間隔71 cm、ロータリ耕うん幅1.5 m、ロータリ耕深約12 cm、大豆2条播種であり、心土破碎爪による耕盤の部分破壊位置と大豆の播種条を一致させるように各部を配置した。

耕盤維持区はロータリシダにより表層のみ耕うんして施肥・播種を行い、耕盤はそのまま維持した。使用したロータリシダは耕幅1.5 m、耕深約12 cmであった。

なお、耕盤処理作業には機関出力69 PS {51 kW}の4輪駆動型トラクタを使用し、作業時

表1. 耕盤処理および大豆栽培作業性能 (畑転換1年目)

項目	全面破壊	部分破壊	耕盤維持
〔動力性能〕			
深耕 ¹⁾	深耕ロータリ	—	—
作業速度 (m/s)	0.49		
耕深 (cm)	40		
所要動力 (PS)	48.4		
燃料消費量 (ℓ/10a)	6.86		
耕うん施肥播種 ¹⁾	ロータリシダ	心土破碎ロータリシダ	ロータリシダ
作業速度 (m/s)	0.62	0.55	0.58
ロータリ耕深 (cm)	15	11	12
心土破碎深 (cm)	—	27	—
所要動力 (PS) × ²⁾	27.8	27.8	18.3
燃料消費量 (ℓ/10 a)	4.76	4.80	4.36
〔作業時間〕 (分/10 a)			
土改剤散布 ¹⁾	8	8	8
堆肥散布 ¹⁾	21	10	10
深耕 ¹⁾	39	—	—
耕うん施肥播種 ¹⁾	48	43	45
除草剤散布	12	12	12
中耕培土 ¹⁾	31	31	31
防除 ³⁾ (2回)	62	62	62
収穫 ⁴⁾ (2回)	21	21	21
作業時間合計	242	187	189

1) 69 PSトラクタ使用、2) 未計測、3) 動力噴霧機使用、4) 大豆用コンバイン (刈幅1.4 m) 使用

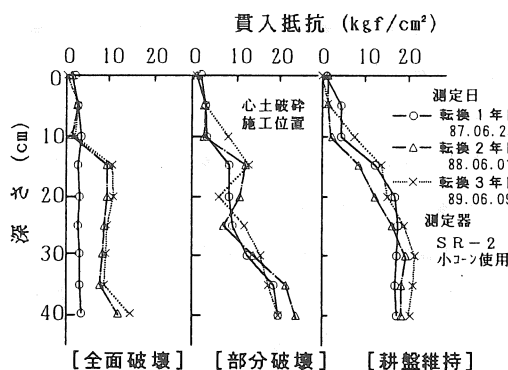


図2. 土壌貫入抵抗

のけん引所要動力・P T O動力・燃料消費量、作業時間等を測定した。

2) 大豆栽培方法

畑転換した圃場に大豆を3年間連作し、土壌硬度、三相分布、土壌含水比等の土壌物理性、大豆の根系分布、生育収量等の変化について調査した。大豆品種はスズカリ、栽植密度は14千本/10a（条間75×株間9cm）、施肥量は6—20—20化成肥料50kg/10a（窒素3kg/10a）を基肥として施用した。

なお、耕盤処理作業は転換1年目にのみ行い、2年目以降は通常のロータリ耕うん（耕深約12cm）を行った。供試圃場は1処理区7.5a（15×50m）であった。

3) 水田復元時の圃場特性

3年間畑使用した圃場を水田に復元し、代かき作業時の用水量、減水深、および田植機の走行性を調査した。各処理区を一筆圃場として入水して用水量を測定し、代かきを行った後の一筆減水深を測定し、田植機を走行させ、車輪の沈下量、走行時のすべり率を測定し、作業性を評価した。

3. 試験結果および考察

1) 耕盤処理作業性能

耕盤処理における作業性能を表1に示す。

全面破壊区は、耕盤を全面破壊するための深耕作業を別工程で行ったことにより総作業時間が他の区に比べて長くなった。さらに深耕作業における所要動力は極めて大きく、燃料消費量も多かった。部分破壊区は試作した心土破碎ロータリシーダを使用することにより心土破碎・耕うん・施肥・播種作業を1工程で行うことが可能となり、所要動力は耕盤維持区のロータリシーダに比べて5割程度増加するが、作業時間は同等であった。

2) 土壌硬度

畑転換した3年間の土壌貫入抵抗の変化を図2に示す。転換1年目の全面破壊区および部分破壊区の心土破碎施工位置の土壌は軟らかく、特に全面破壊区では深耕を行った深さ40cmまで貫入抵抗値が5kgf/cm²{0.5MPa}以下と極めて膨軟な状態であった。しかし転作2年目

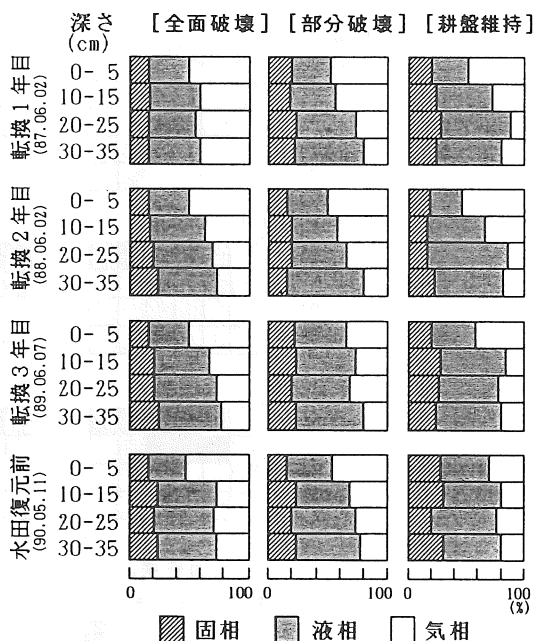


図3. 土壌三相分布

降は次第に土壌が硬化し、とりわけ深さ15~20 cmの貫入抵抗値が高くなり、耕盤が形成され始めたと考えられる。転換3年目においても全面

破壊区および部分破壊区の心土破碎施工位置の貫入抵抗値は耕盤維持区に比べて低く、耕盤破壊の効果は維持されていた。

3) 三相分布

転換畑における大豆播種後および水田復元前の土壌三相分布を図3に示す。

全面破壊区の気相率は深耕を行った深さ40 cmまで高い割合を示したが、年次を経過するにしたがい低下した。毎年耕うんを行っている深

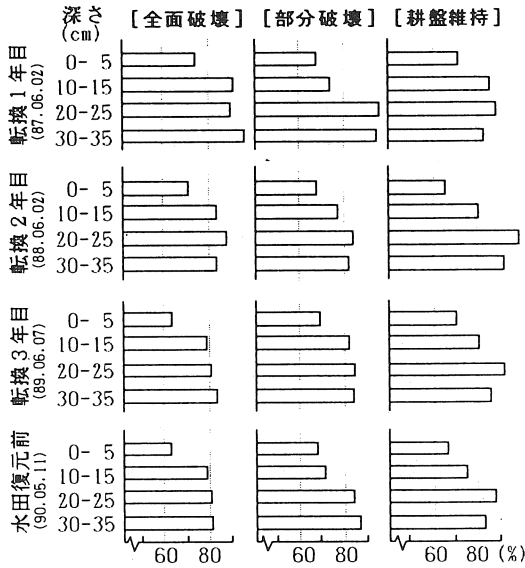


図4. 土壌含水比

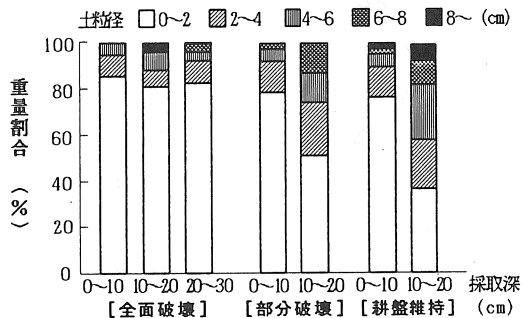


図5. 土塊分布割合

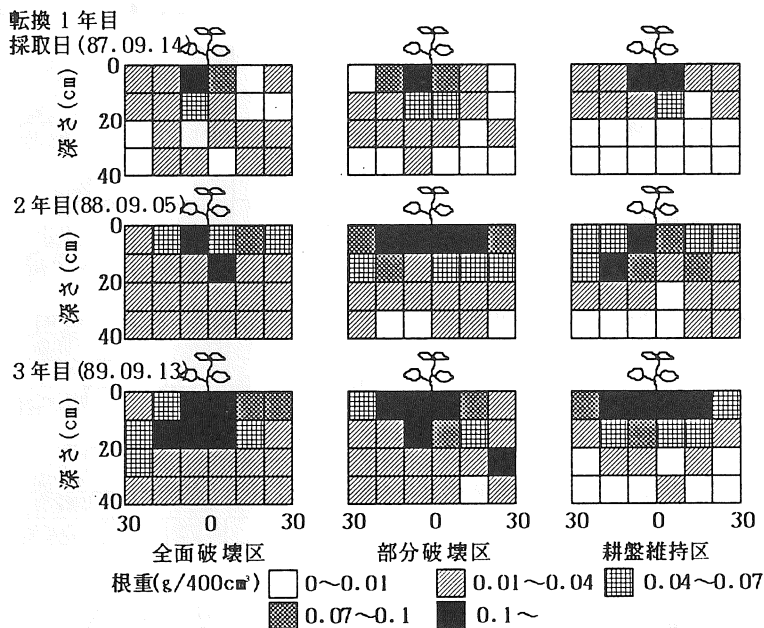


図6. 大豆の根系分布

表2. 大豆の子実収量

項 目	全面破壊	部分破壊	耕盤維持
転換1年目 (kg/10a)	309	318	318
転換2年目 (")	452	464	427
転換3年目 (")	239	232	227
平均 (")	333	338	324
収量比率	(103)	(104)	(100)

さ約15 cmまでの表層の三相分布は年ごとにばらつきが見られるが、深さ20 cm以下の層では気相率が45%から25%程度まで低下した。部分破壊区の気相率は全面破壊区に比べると低いが、耕盤維持区よりは高く、4年目の水田復元前でもこの傾向は維持されていた。

4) 土壌含水比

大豆播種後および水田復元前の土壌含水比を図4に示す。土壌含水比は処理区の間大きな差は見られなかったが、深さ20 cm以下の層で全面破壊区が若干低い値を示した。

5) 土塊分布

耕盤処理作業後における深さ10 cmごとの各層の土塊分布割合を図5に示す。

地表面から深さ10 cmまでの層では各区分とも同様の分布割合であった。全面破壊区は深さ30 cmまで十分に碎土されており、粒径2 cm以下の土塊割合はほぼ一定であった。部分破壊区の10~20 cmの層では心土破碎爪により土壌に亀裂が入っており、耕盤維持区に比べると細かい土塊の割合が高くなっているものの、全面破壊区に比べるとその割合は低かった。

6) 相系分布

大豆収穫時の相系分布を図6に示す。

転換1年目においては、耕盤を全面または部分破壊した区では深さ20 cm以下の層にも根が分布していたのに対して、耕盤維持区では深さ20 cm以下の層で根はほとんど見られず、耕盤によりそれ以下の層に根が伸長できないことが

確認された。2年目以降は耕盤維持区においても根が深層に分布しており、土壌の乾燥により耕盤に亀裂が生じるなどして根の伸張が容易になったものと考えられる。しかし、転換3年目においても深層への根の分布は全面破壊・部分破壊に比べると少なく、耕盤の影響は残っていると考えられる。全面破壊区と部分破壊区では各年とも特に顕著な差は見られなかった。

7) 大豆収量

転換畑における3年間の大豆子実収量を表2に示す。

転換1年目においては、耕盤維持区に対して部分破壊区が同等、全面破壊区がやや減収した。全面破壊区は深耕により深層まで土壌が膨軟になり播種作業時に播種機が沈下して播種深が大

表3. 水田復元時の圃場特性

項 目	全面破壊	部分破壊	耕盤維持
代かき用水量 (mm)	157	114	101
平均取水量 (ℓ/秒)	6.51	8.35	6.92
一筆減水深 ¹⁾ (mm/日)	88	79	80
一筆減水深 ²⁾ (mm/日)	34	34	39
田植機車輪沈下 (cm)	39	22	19
田植機すべり率 (%) (無負荷走行時)	62	3	1

1) 代かき1回目 (パディーハロー3回がけ)
2) 代かき2回目 (パディーハロー3回がけ)

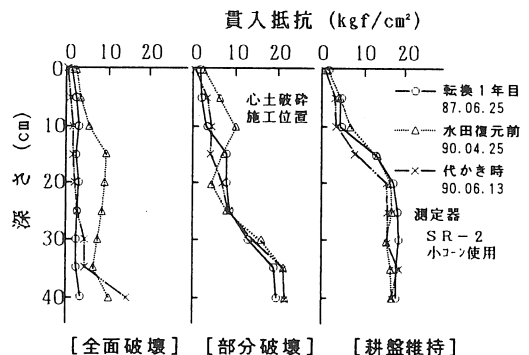


図7. 水田復元時の土壌貫入抵抗

きくなり大豆の苗立ちが不良となったこと、地力の乏しい下層土が表層の土と混和して大豆根域の地力が低下したこと等が原因と考えられる。

転換2年目以降は耕盤全面破壊・部分破壊区とも耕盤維持区に対して増収した。3年間の平均では部分破壊区>全面破壊区>耕盤維持区の順に収量が高くなり、耕盤の破壊により通気性・排水性向上等根圏環境が改善され、耕盤維持区に対して増収したものと考えられる。ただし、増収割合は約3~4%程度にとどまった。

8) 水田復元時の圃場特性

水田復元時の土壌貫入抵抗を図7に、代かき用水量や減水深等の圃場特性を表3に示す。

代かき用水量は全面破壊区>部分破壊区>耕盤維持区の順に大きくなり、特に全面破壊区の用水量が多くなった。1回目の代かき作業後の一筆減水深は各区とも顕著な差はなかったものの漏水が多く、2回目の代かき作業で所要の減水深(適正減水深50mm/日以下)が得られた。代かき後に田植機(植付部無し)を走行させた結果、耕盤維持区および部分破壊区では車輪の沈下量・すべり率とも少なく、作業上特に問題はなかった。全面破壊区では代かき後、耕盤を破壊した深さ40cmまで土壌硬度が著しく低下した。そのため田植機の手輪が大きく沈下して、すべり率は60%以上あり、通常の作業は困難であった。

4. おわりに

田畑輪換を前提とした耕盤管理方法を確立することを目的として、畑転換時に耕盤を全面破壊・部分破壊・耕盤維持の処理を行い、機械作

業性、土壌物理性、大豆栽培における生育収量、水田復元時の圃場特性等について検討し、以下の結論を得た。

- 1) 耕盤を全面破壊する作業法は作業時間が長く、所要動力も大きかった。部分破壊する作業法は耕盤を維持する作業法に比べて若干所要動力が増加するものの、同等の作業時間であった。
- 2) 耕盤を全面破壊または部分破壊することにより土壌硬度が低下し、気層率は向上した。
- 3) 耕盤により、大豆の根の伸長が阻害され、特に転換1年目は耕盤より下層に分布根はほとんど見られなかった。
- 4) 耕盤を全面破壊または部分破壊することにより大豆は増収した。
- 5) 転換畑を再び水田に復元した場合、全面破壊区の代かき用水量が特に多かった。さらに、全面破壊区では田植機の手輪の沈下量・すべり率が大きくなり、作業性が著しく低下した。

これらの結果から総合的に判断すると、水田を田畑に転換して使用する場合、耕盤を部分破壊する方式が最適と考えられる。

参考文献

- (1) 大下泰生, 矢治幸夫, 伊澤敏彦, 屋代幹雄, 古川嗣彦: 転換畑における耕盤管理技術について(第1報), 農機東北支部報, 37, p.67~70, 1990.
- (2) 持田秀之, 大下泰生, 矢治幸夫, 原正紀: 火山灰土転換畑における耕盤管理の違いが大豆の生育収量に与える影響, 日本作物学会東北支部報 33, p.61~63, 1990.

蓄熱利用による農産物貯蔵装置 (第2報)

— 水稲苗貯蔵時の温度制御特性と苗の貯蔵限界 —

大下 泰生*・屋代 幹雄*・伊澤 敏彦*

Agricultural Products Storage System Utilizing Thermal Storage (Part 2)

— Temperature Control Performance of Rice Seedling Storage
and Storage Limit of Rice Seedling —

Yasuo OHSHTA*・Mikio YASHIRO*・Toshihiko IZAWA*

Abstract

A storage facility cooled by natural energy of winter coldness was described in the previous report. In this research, the working test for storage of rice seedling was achieved from May to July. The temperature of storeroom was regulated so as to be at about 8–12°C in May. The performance of temperature controlling was approximately satisfactory. The temperature, however, sometimes rose more than 20°C for the reason of poor heat insulation and high temperature of outside in June.

The rice seedling stored for shorter than 30 days took roots after transplanting to paddy field. The rooting ability of the rice seedling for about 60 days storage decreased approximately one-half. The rice seedling treated germicide had a higher rooting ability than the intact rice seedling.

Keyword : Thermal storage, Rice seedling storage, Rooting ability

1. はじめに

水稲移植栽培における省力化, 水稲苗の移植適期供給, 農繁期における労力分散のための新技術として水耕栽培による育苗と, 苗の長期貯蔵技術の開発が進められている^{1) 2)}。また, 川村らは水耕育苗による水稲苗の貯蔵条件の解明を行い, 長期貯蔵のための適正温度や照明・乾燥防止処理等の貯蔵性への効果について明らかにしている³⁾。

そこで, 苗貯蔵技術の実用化を進め, さらに

今日地球規模で問題となっている地球温暖化防止や環境保護対策として自然エネルギーを有効利用する技術を組み合わせた貯蔵装置の開発を行い, 第1報では冬季冷熱を氷として蓄熱し, 春季以降の冷房用熱源として利用する蓄熱型貯蔵装置の開発について報告した。本報では試作した蓄熱型貯蔵装置を用いて水稲苗を貯蔵し, 温度制御特性を明らかにするとともに, 貯蔵した苗の活性を調査して貯蔵限界について検討した。

* 農林水産省東北農業試験場

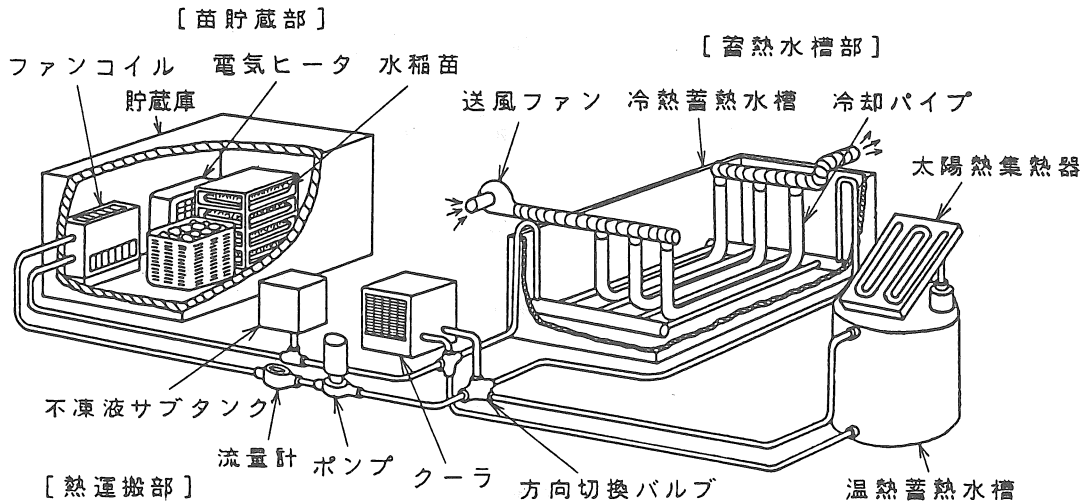


図1. 貯蔵装置の概略図

2. 試験方法

1) 貯蔵装置の概略

試作した貯蔵装置(図1)は、冬季冷熱を氷として蓄熱する冷熱蓄熱水槽部、水稲苗を貯蔵するための苗貯蔵部、および不凍液を媒体として蓄熱水槽部の熱を苗貯蔵部まで運搬する熱運搬部により構成される。冷熱蓄熱水槽は冬季の寒冷時に送風ファンにより冷却パイプに送風された冷気で生成された氷を貯蔵する。また、本試験では試作中のため運転を実施していないが、日中集熱器により太陽の放射熱を温水に変換し、温水をタンクに備え、夜間の低温時に暖房用熱源として利用する温熱蓄熱水槽も備えている。貯蔵庫の温度が設定値より上昇した場合は冷熱蓄熱水槽の冷熱またはクーラにより冷房を行い、設定値より下降した場合は温熱蓄熱水槽の温熱またはヒータにより暖房を行う。これらの運転はプログラマブルコントローラにより自動運転される。各部の構造および運転制御方法は第1報で報告した通りであるが、その後の運転試験の結果から冷熱蓄熱水槽、貯蔵庫および不凍液

循環用パイプ等の熱損失を減少させるために断熱対策の強化、クーラの設置位置の変更等の改良を行った。

2) 苗貯蔵試験方法

水耕育苗による水稲苗(あきたこまち、播種量200g/箱)を供試して、①貯蔵日数:0(貯蔵無し)・18・28・40・50・63日、②殺菌剤:処理(ダコニール水和剤100倍液を1箱当たり50cc散布)・無処理の条件で蓄熱型苗貯蔵装置に貯蔵し、貯蔵運転は1992年5月1

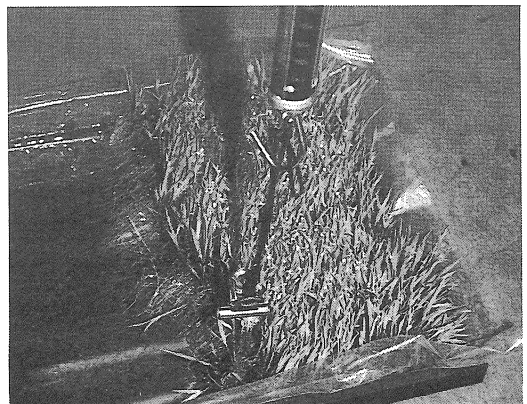


図2. 引抜抵抗の測定方法

日から7月3日まで行々た。苗はビニールシートを張り、水を満たしたプラスチック製育苗箱に入れて、それぞれの育苗箱を上下に20 cmの隙間を設けて収納棚に入れた。さらに苗の乾燥を防止するために、収納棚全体をビニールシートで覆い、3～4日毎に散水した。貯蔵温度は8℃に設定し、照明処理（12 hr 照明—12 hr 暗黒）を施した。

苗貯蔵中の温度制御特性や蓄熱水槽部の蓄熱性能を調査するために熱電対および温度記録計により各部の温度を記録した。温度測定は、外気温・冷熱蓄熱水槽（3点）・熱運搬部不凍液（6点）・貯蔵庫（3点）について行った。

貯蔵を終了した苗は、葉齢・草丈・根数・乾物重、引抜抵抗（苗マットより5本程度の苗を上方に引き抜くときの抵抗力、図2参照）等を測定した。さらに貯蔵後の苗の活性を評価するために水田に移植して10日後に生存した苗の乾物重等を調査し、活着率（生存苗のある株数/移植株数、移植株数約200）を求めた。

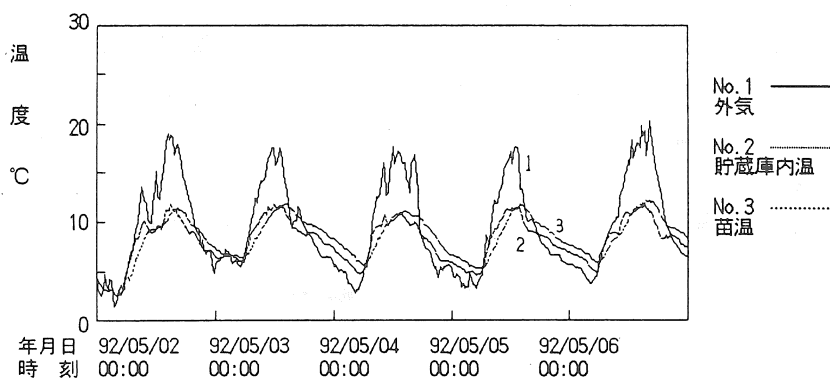


図3. 苗貯蔵時の温度変化の一例（5月）

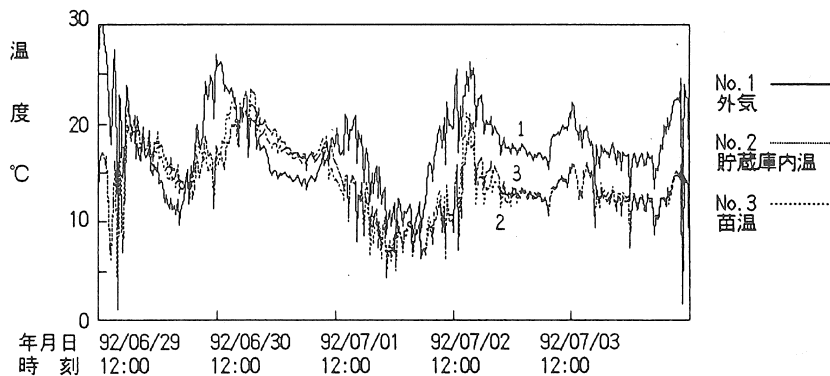


図4. 苗貯蔵時の温度変化の一例（6～7月）

3. 試験結果および考察

1) 苗貯蔵時の温度制御特性

貯蔵を開始した直後の温度変化の一例を図3に、6～7月の外気温の高い時期の温度変化の一例を図4に示す。

5月中の平均温度は、外気温 11.7℃、貯蔵庫内温 9.4℃、苗温 9.8℃であった。今回の運転試験では冬季間の冷熱蓄熱が不十分であったため冷熱蓄熱水槽の水は苗貯蔵を開始した5月1日以前に融解し、冷房は専らクーラにより行った。5月中の最高気温は28℃であったが、クーラによる冷房で苗の最高温度は12℃にとどまった。今回の運転試験では温熱蓄熱水槽が試

作中であったこと、暖房は特に必要ないと予想されたこと等によりヒータによる暖房は行わなかった。しかし、貯蔵開始直後に最低気温が1.4℃となり、苗温は2.5℃まで低下し、その後も苗温が5℃程度まで低下する日があったが、特に低温障害等の問題は見られなかった。

6月以降の平均温度は、外気温17.3℃、貯蔵庫内温12.2℃、苗温12.1℃であった。貯蔵庫周辺では最高外気温が31℃まで上昇し、苗温は20℃程度まで上昇した(途中クーラ故障により一時的に25℃まで上昇した)。東北地方では田植作業はほとんど5月中に行われ、6月以

表1. 苗貯蔵試験結果(1992年)

貯蔵日数		0	18	28	40	52	63	
育苗開始日		5/13	4/17	4/17				
貯蔵開始時	貯蔵開始日	—	5/11	5/01				
	葉齢 ¹⁾	—	3.1	2.9				
	地上部乾物重 ²⁾	—	0.54	0.34				
	地下部乾物重 ²⁾	—	1.34	1.52				
	根数(本)	—	6.0	6.6				
	最大根長(cm)	—	7.9	5.2				
水田移植時	移植日	5/29	5/29	5/29	6/10	6/22	7/03	
	葉齢 ¹⁾	①	3.1	3.7	3.1	3.0	3.1	3.4
		②	—	3.4	3.0	3.0	3.1	3.5
	地上部乾物重 ²⁾	①	0.54	0.52	0.38	0.42	0.40	0.40
		②	—	0.58	0.38	0.44	0.42	0.44
	地下部乾物重 ²⁾	①	1.06	1.22	1.22	1.10	1.04	1.02
		②	—	1.26	1.20	1.08	1.08	1.08
	根数(本)	①	6.1	7.2	5.0	6.2	6.6	7.0
		②	—	6.8	5.7	7.1	8.0	8.3
	最大根長(cm)	①	12.3	7.6	6.6	6.2	6.7	6.8
②		—	7.6	5.6	6.0	6.2	7.2	
活着調査時	活着調査日	6/09	6/09	6/09	6/22	7/03	7/13	
	葉齢 ¹⁾	①	4.6	4.9	4.9	5.0	5.7	6.4
		②	—	5.0	4.9	5.0	5.9	6.5
	地上部乾物重 ²⁾	①	1.08	1.04	0.88	0.84	1.04	1.40
		②	—	0.86	0.92	0.78	1.00	1.74
	地下部乾物重 ²⁾	①	1.46	1.64	1.50	1.70	1.20	1.48
		②	—	1.48	1.44	1.34	1.22	1.64
	根数(本)	①	13.0	12.7	11.7	10.2	11.1	10.6
		②	—	12.4	10.8	11.0	11.9	10.7
	最大根長(cm)	①	11.5	9.2	8.6	10.2	6.7	8.2
②		—	8.4	7.5	7.8	6.6	7.2	

※ ①は殺菌剤無処理区

②は殺菌剤処理区(貯蔵開始時ダコニール100倍希釈液50cc/箱を散布)

1) は不完全葉を含む葉齢

2) は苗100本当りの乾物重(g)

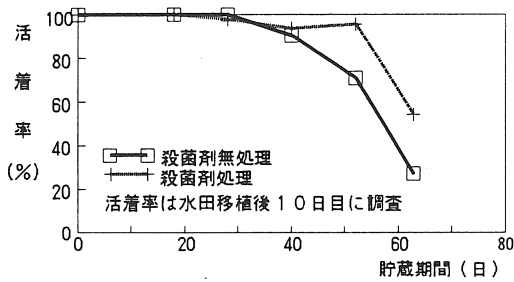


図5. 苗の活着率

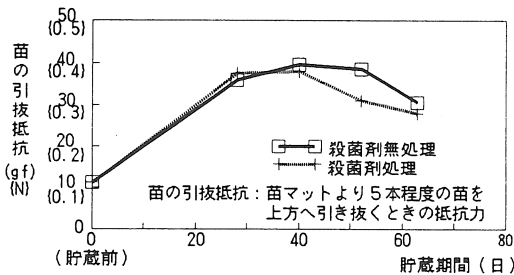


図6. 苗の引抜抵抗

降まで水稻苗を貯蔵することは少ないが、他の農産物の貯蔵を行うためには貯蔵装置の冷却能力と貯蔵庫の断熱性能の向上が必要と考えられる。

2) 貯蔵苗の性状

貯蔵前および貯蔵後の苗の葉齢、乾物重、根数等を表1に示す。

- 貯蔵日数0日、18日および28日区は移植日を同じにするよう異なる育苗装置で育苗した苗を使用し、40日、52日および63日区は28日と同じ時期に育苗した苗を移植日を変えて試験した。いずれの苗も貯蔵開始時に比べて葉齢・乾物重・根数が増加しており、貯

蔵中においても若干の苗の生長が認められた。殺菌剤の処理区・無処理区との間に大きな差は見られなかった。

3) 貯蔵苗の活着率

貯蔵日数と活着率の変化を図5に示す。

貯蔵日数が28日までの区は殺菌剤処理区・無処理区ともほとんどの苗が活着した。殺菌剤無処理区では40日を越える頃からかびが発生し、63日貯蔵苗は全面にかびが繁殖し、活着率は52日貯蔵苗で71%、63日貯蔵苗で27%に低下した。殺菌剤処理区は63日貯蔵苗でもかびの発生は少なく、活着率は52日貯蔵苗で95%、63日貯蔵苗で54%と、無処理区に比べて高く、殺菌剤の効果は大きかった。

4) 貯蔵苗の引抜抵抗

5月1日より貯蔵を開始した苗の引抜抵抗の変化を図6に示す。貯蔵前の引抜抵抗に比べて40日までは日数を経過するにしたがって引抜抵抗は増加している。これは貯蔵中の根数の増加により根の絡みが密になり引抜抵抗が増加したものと考えられる。しかし、52日以降では引抜抵抗は減少した。かびの発生や長期間の貯蔵により苗の活性が低下し、根の引抜抵抗が減少したものと考えられる。殺菌剤の処理区・無処理区を比較すると52日貯蔵区で大きな差が

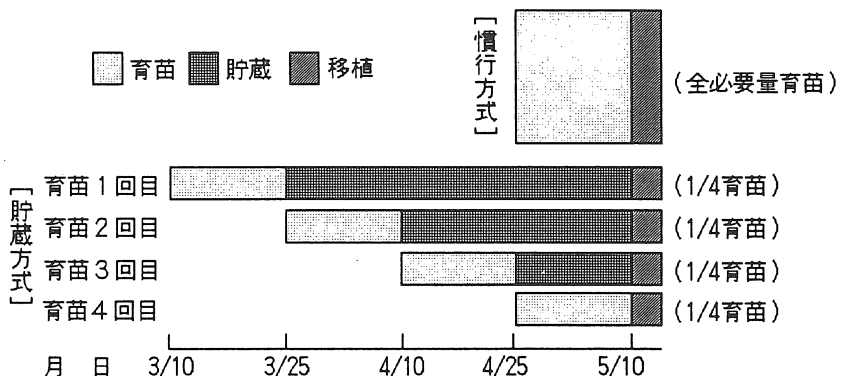


図7. 水耕育苗・貯蔵・移植体系の構想

見られるが、供試した苗の個体差と考えられ、試験を反復する必要がある。引抜抵抗の減少は活着率の低下の傾向と完全に一致しているとは言えないが、苗の活性を示す指標として利用が期待できる。言い換えれば、苗を移植して活着率より苗の活性を評価する方法では日数と移植の手間を要するが、根の引抜抵抗を測定するだけで苗の活性が予測できれば試験の効率化につながる。これに関してはさらに試験データの蓄積が必要である。

4. おわりに

蓄熱型貯蔵装置を使用して水稻苗の貯蔵試験を行い、以下の結果を得た。

- 1) 開発した自然エネルギー蓄熱型貯蔵装置は所要の調温性能が得られた。ただし6月以降の運転を考慮すると冷房能力の向上が必要である。
- 2) 水稻苗は貯蔵期間が30日程度までであれば水田移植後ほとんど活着し、60日程度まで貯蔵しても活着する苗が認められた。
- 3) 殺菌剤を使用してかび等の発生を抑えることにより苗の貯蔵性を高めることができた。

最後に、今回の試験で苗貯蔵技術の見通しが得られたことにより、この技術が確立された場合の技術体系を図6に示す。苗の1回の育苗期間を15日、十分な貯蔵性が確保できる日数を50日と仮定し、最初に育苗装置に播種する日を3月10日、移植適期を5月10日とすると、

育苗は全部で4回繰り返すことが可能で、最も貯蔵期間の長い苗は3月25日から5月10日までの45日となる。これにより従来、必要とする苗を一回で育苗する方式に比べて育苗装置は1/4ですみ、育苗装置や緑化装置の規模縮小による機械コスト低減につながる。また、育苗作業が一時期に集中することなく分散するため、4～5月の農繁期の労働強度低減にも役立つことが期待できる。さらに苗を貯蔵しておくことにより移植時期の変更にも容育に対応できる。今後貯蔵技術の確立に向けてさらに検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 屋代幹雄, 古川嗣彦, 大下泰生, 矢治幸夫: 簡易ハイドロポニクス装置による水稻育苗の可能性について, 農機学会東北支部報, 36, p. 105 ~ 108, 1989.
- 2) 屋代幹雄, 伊澤敏彦, 大下泰生, 古川嗣彦: 水稻育苗用ハイドロポニクス施設の開発, 農機学会東北支部報, 37, p. 85 ~ 88, 1990.
- 3) 川村五郎, 高橋英博, 黒澤 健: 水耕育苗による水稻苗の貯蔵技術, 農機学会東北支部報, 38, p. 93 ~ 96, 1991.
- 4) 大下泰生, 屋代幹雄, 伊澤敏彦: 蓄熱利用による農産物貯蔵装置 (第1報), 農機学会東北支部報, 38, p. 81 ~ 84, 1991.

“特集” 農業機械学会東北支部創立 35 周年記念
 ≪東北支部の歩み≫

目 次

東北支部創立 35 周年を迎えて	支部長 上 出 順 一	98
東北支部創立 35 周年を祝う	会 長 木 谷 収	99
東北支部行事年表 (昭和 58 年度～平成 4 年度).....	伊 澤 敏 彦	100
東北支部報にみる最近 10 年間の歩み	太 田 義 信	102
最近 10 年間の農業機械事情		
青 森 県	中 島 一 成	104
岩 手 県	鶴 田 正 明	105
宮 城 県	遠 山 勝 雄	106
秋 田 県	岡 田 晃 治	107
山 形 県	安 達 眞 道	108
福 島 県	橋 本 進	109
東北支部の思い出		
農業機械学会と私とのかかわり.....	一 戸 貞 光	111
東北支部の思い出	武 田 太 一	112
東北支部の思い出	清 水 浩	113
東北支部事務局の思い出	古 川 嗣 彦	115
東北支部歴代役員一覧 (昭和 58 年度～平成 4 年度)	大 下 泰 生	117
記念行事スナップ写真		119
東北支部創立 35 周年記念行事の経過報告	赤 瀬 章	120

東北支部創立 35 周年を迎えて

農業機械学会東北支部

支部長 上 出 順 一

農業機械学会東北支部は昭和32年3月に創立されたので、本年度で35周年を迎えました。昭和32年当時といえば、動力耕うん機が普及し始めたとはいえ、まだ畜力耕がみられた頃で、田植機やコンバインはもちろん、大型トラクターもなかった時代です。機械化の隆昌をみた今日からは全く隔世の感があります。初代支部長には本部学会会長でもあった二瓶貞一先生があたられ、その後支部長は、森田昇（弘前大）、土屋功位（山形大）、武田太一（弘前大）、清水浩（岩手大）の各先生へと引き継がれ、現在の東北支部の基礎を築いてこられました。なお、東北支部は、当時東北農試の研究室長をされていた酒井学先生（その後、新潟大学に移られて退官）のご尽力により、農試と大学の縁結びの結果として創立され、支部例会も農業機械関係のブロック会議と融合した形で開催されておりました。そのような経過からわかるように、支部規約には、東北の農業機械化に寄与するとの趣旨が明記されております。この創立当初の理念は現在の支部学会の活動にも受け継がれております。

この35年の間に農業機械化は急速に発展し、稲作にあっては一貫機械化体系は完成したとさえいわれるようになり、そして、東北地方は日本の食糧供給基地としての重要な位置を占めていますが、今後も東北農業の役割は益々高まっていくものと思われます。ところで、近年は、コメをはじめとする農産物の過剰基調のなか、農村の兼業化、高齢化、過疎化の進行に伴う農業生産の担い手の不足、さらに、農産物輸入の増大など、東北の農業も極めて厳しい状況下にあります。満35歳というば人間では働き盛りです。この困難な時代に、支部学会が東北農業のけん引力となり、その発展にいくらかでも寄与できることを念願しております。そして、会員の皆様とともに当支部学会の益々の発展を誓いたいと思います。

東北支部創立 35 周年を祝う

農業機械学会

会長 木 谷 収

東北は日本農業の中心地帯といわれる。厳しい自然環境に打ち勝って生産性をあげてきたのは、東北の人々のねばりと不屈の努力によるものであろうが、それを支えてきたのが東北支部の諸先達をはじめ多くの機械化関係者であると思う。東北支部が発足した昭和30年代前半はちょうど動力耕うん機が急激に普及して本格的な機械化が進展した時代であり、東北支部の35年はまさに日本の圃場機械化の発達史そのものとも言えよう。

かつて青森県の山間地を訪れたとき、私は強く心打たれたことがある。その山村からは久しく男たちの姿が消えていた。出稼ぎにいていたのである。ところが東北の山間地ということで日較差が大きく、しかもかつての馬産地帯の伝統か、まめに堆肥を作って施用するので大変品質のよい野菜類がとれる。高速道路が整備され、東京市場にも出荷できるようになると、大変な高値がつく。出稼ぎなどよりずっとよいと、男たちも戻ってきた。息子たちも張り切って野菜作りに励んでいて農協も活気にあふれている。ただ一つ気がかりなのは嫁にきてがほとんど無いことだと言う。私は野菜作りと出荷の作業をみせてもらった。朝というより夜中の3時すぎには起きだして仕事にかかる。大きなトマトを手でみがき、重い堆肥も手でまいている。私はそのひたむきさに打たれたが、同時にこんなことをしていたのでは嫁がこないのはあたりまえだし息子たちもいずれ離れていくと思い、小さな機械をつかうことを強く勧めた。

東北の農業は今後とも日本の中心であり、縮図であると思う。しかしその形は時代とともに変わり、機械化できない作業や作目はいずれ消えていくことであろう。立派な東北の農産物が減ることのないよう、農業機械学会東北支部の会員の皆様方ますますのご活躍を願っております。

さらに、明年4月の年次大会を東北支部でお引き受け下さり、弘前の地で開かれることは意義深いこととあります。35周年を機に貴支部がますます発展されるよう願ってやみません。

東北支部行事年表

(昭和58年度～平成4年度)

年・月・日	行 事	場 所	参集 人員	備 考
昭和 58. 7. 19～20.	総会・研究発表会 見学会(畑作地帯・福島県たばこ 試験場他)	福島県郡山市熱海町 (郡山簡易保険センター) 郡山市・石川市・滝根町	60	役員改選, 支 部規約一部改 正
59. 8. 1～2	総会・研究発表会 見学会(汎用化水田・山形農試・ 榊山本製作所他)	山形県上市市(月岡ホテル) 山形市・天童市他	80	支部規約一部 改正
60. 8. 8～9	総会・研究発表会 見学会(リンゴ栽培・野菜栽培・ 畜産)	秋田県岩城町 (秋田厚生年金休暇センター) 西目町リンゴモデル園・由利 町・矢島町他	70	
60. 7. 9	シンポジウム 「畑作物の播種機と播種作業」	岩手県盛岡市 (東北農試)	70	本部学会他共 催
61. 7. 22～23	総会・研究発表会 シンポジウム 「東北における農 業機械研究と支部会のあり方」 見学会(転換畑作および砂丘地の 野菜作)	青森県五所川原市 (ホテルサンルート) 木造町・砂丘分場・車力村他	70	役員改選
62. 7. 28～29	総会・研究発表会 シンポジウム 「農産物自由化圧 力に機械化でどう対応するか」 見学会(転換畑作・高原野菜作)	岩手県盛岡市 (岩手大学) 胆沢町農協野菜選果場・宮森 村野菜団地他	70	

年・月・日	行 事	場 所	参集 人員	備 考
63. 8. 10～11	総会・研究発表会 シンポジウム 「生産性向上と農 業機械における安全性について」 見学会（大区画水田・大規模転換 畑・古川農試）	宮城県鳴子町 （鳴子観光ホテル） 南郷町・米山町・古川市	150	
平成 1. 8. 2～3	総会・研究発表会 シンポジウム 「農業機械におけ るハイテク利用」 見学会（選果施設・果樹生産組合 ・精米施設他）	福島県福島市飯坂町 （みちのく荘） 飯坂農協・北福島農協・福島 県経済連他	80	役員改選，支 部規約・選挙 規定・投稿要 領一部改正
2. 8. 21～23	総会・研究発表会 シンポジウム 「米の品質向上の ための新生産技術」 見学会（選果施設・花き生産施設 ・ライスセンター他）	山形県天童市 （天童ホテル） 大石田町・寒河江市・高島町	190	本部学会他共 催
3. 7. 30～31	総会・研究発表会 シンポジウム 「大瀧村の農業機 械化の現状と展望」 見学会（大瀧村の農作業法及び農 業施設）	秋田県農業短期大学 （男鹿温泉） 大瀧村	80	
4. 8. 18～19	総会・研究発表会 シンポジウム 「21世紀に向け て農業機械研究・教育・開発製 造業・普及の連帯を考える」 見学会（大規模畑作）	青森県深浦町 （不老不死温泉） 鱸作興農組・黄金崎農場	70	役員改選，設 立 35 周年記 念事業
4. 9. 18	学術講演会 「ドイツにおける農業機械と農 業工学教育について」	岩手県盛岡市 （岩手大学）	40	岩手大学と共 催

(とりまとめ：東北農業試験場 伊澤敏彦)

東北支部報にみる最近10年間の歩み

1. はじめに

東北支部の創立25周年を記念して「東北支部の歩み」が昭和57年12月発行の第29号に特集された。それから10年を経過した本年8月の東北支部総会において、東北支部創立35周年を記念して「東北支部の歩み」続編の刊行が承認された。したがって、ここでは支部報に掲載された最近10年間(No.29~38)の論文や紹介記事等を取りまとめることとした。

2. 支部報内容の推移

表1に最近10年間の論文数とその内容分類等を示した。もとより、この分類項目および論文の分類作業は厳密なものではなく、論文によっては幾つかの分類項目に関連しているものも

あるが、記載内容により著者が独自に分類したことをおことわりしておく。

まず全体の論文数に関して、25周年刊行時の15年間('67~'81)の平均掲載数は13.4件/号であったが、ここ10年間('82~'91)の平均掲載数は17.3件/号と増加しており、研究活動の活発化がみられる。この10年間は農業機械化の急成長期から普及成熟期に入った時代であり、論文内容から際立った区切りはなく、ひとつの時代とみなせる。

掲載論文の内容をみると、従来から継続しているトラクタ、耕うん、肥培管理等の耕種部門、および乾燥、貯蔵、調製加工等の農産加工部門の2大分野の論文数は多い。その中には、レーザ光利用による自動均平化技術(No.34~37)、

表1 支部報発行年次一覧及び論文内訳

No.	発行年月	巻頭言等数	内 訳																	その他	研究成果紹介	研究の歩み	特集・シンポジウム		
			原動機	トラクタ	耕うん・整地	施肥・播種	移植・管理	散水	防除	収穫	選別	調整加工	乾燥・貯蔵	搬送・輸送	家畜飼養	バイオマス	施設栽培	作業体系	ロボット化					人間工学性	エネルギー
29	'82.12	17	2	1		1	1	1			1	1	2	2	1		2	1			1	○	○	○	
30	'83.12	11							1		2		2	1	1		4					○	○		
31	'84.12	15		1	1	1		2	2					1	1	1			1	1	1	2	○	○	
32	'85.12	17	3		2	1	1	1	1			1	1				1	1			3	1	○	○	
33	'86.12	16	1	1	1	1	1			1	1			1	2		1	1	1	1	2	1		○	○
34	'87.12	21	3	3	3					1	3	1				1	1		2		1	2	○	○	
35	'88.12	19	2	1	1			1			3	1	1	1	1	2	1			2	1	1	○		
36	'89.12	22	6	2		2	1	1					1	2	1	2	1			2		1	○	○	
37	'90.12	18		4		1					2		1	3	1	1	1			2		2	○		
38	'91.12	17		1	2	1	1	1		1	5		2							2		1	○		

傾斜地用トラクタの作業性能 (No. 34～36), 自然エネルギーの乾燥利用 (No. 29, 31, 33, 38), 除湿乾燥 (No. 34, 35, 37), 乾燥穀内のマイクロ組織 (No. 38) など, 新しい研究方向がみられる。

先の25周年時の取りまとめにはなかった分類項目として, バイオマス, ロボット関係, エネルギー等があり, 時代の先端的課題に取り組まれている論文も散見する。

「バイオマス」の標題名がNo. 30に初出してからバイオマスの燃焼炉や熱分解装置など, 論文発表が続出している (No. 30～37)。また, ロボット関係では自動走行管理機 (No. 34, 36), 作業機の無線制御 (No. 35), ロボットアーム (No. 36), 自律型トラクタ (No. 37) など, 目新しいものがある。さらにエネルギーに関しては, 風力 (No. 29, 34) や太陽熱エネルギー (No. 29), 大気エネルギー (No. 31, 34, 38), 地熱発電熱排水エネルギー (No. 33, 34) など, 化石燃料に依存しない農用エネルギーが模索されている。

その他に東北地域農業に根差した農作業法を追求するミニマム・ティレッジ (No. 33, 35, 37), 大規模稲作技術 (No. 35, 36) など, 地味ではあるがローカルな作業体系の研究が一貫して続けられている。その一方で, 急速な農業機械化に伴い農作業事故が多発し社会問題となったが, 農作業事故の調査分析 (No. 29, 30, 32, 33) や農用作業車の転倒解析 (No. 36, 37) などが, 時代に即応して行なわれている。

また, 養液栽培による水稻育苗 (No. 36～38) や東北地域への新規導入作物のスイートソルガムの収穫調整 (No. 35～38) など, 斬新な研究もみられる。支部会員の見聞を広げるといふ視点では, 海外事情などもユニークで興味引かれる論文である。

その他に特筆される記事としては, 「東北地域における農業機械化研究の歩み」として, 各県農業試験場や大学農業機械学関係などを紹介した記事がNo. 27 (1980) からNo. 37 (1991) まで12回も連載されている。そのなかには東北人の粘り強さと官・学の協調をみる思いがする。

3. おわりに

最近10年間の支部報の内容を概観してみたが, そこから鳥瞰して得られることは, 研究内容が時代に相応して多様化し, かつ拡大・深化しつつあることである。その中において, 本学会誌投稿では研究成果の完成度が要求されるが, 現時点で萌芽的あるいは独創的研究であり, 今後の発展が期待される論文などが支部報にみられるし, そのような速報としての価値が問われる場合には, 大いにこの支部報を活用して頂きたいと思う。

また, 最近数年間の傾向として, 各県農業試験場関係の論文数が減少してきている。東北支部設立の理念にある農試と大学とが協調し, 農業機械化の進歩発展を図るといふ二人三脚の精神は, これからも重要な支柱であろう。

今後, どのように支部報は変遷していくのであろうか。日本農業にとって国内外ともに厳しい時代を迎えて, 農業機械・施設への期待は大きく, その変容を推し量ることは難しい。しかし, この10年間の取りまとめを担当してみて, 支部報は「東北支部の歩み」という名の示すように, 支部活動の道程の軌跡であり, その過ぎさった時代を反映している鏡であり, かつ将来の農業技術に結びついている道標であることを痛感し, 支部報の存在価値をあらためて見直した。

(岩手大学農学部 太田義信)

最近 10 年間の農業機械事情

〔青 森 県〕

1. その前の 20 年のあゆみ

戦後の復興にあわせて、昭和 30 年代の中頃から始まった大型機械の研究も、すでに 30 年を経過した。ごく大雑把にこの期間を振り返ってみると、最初の 10 年間は、アメリカなどから導入したビックマシンの使いこなすのに費やされたようである。官民こぞって大型と高性能の名があればとにかく使ってみた時でもある。その代表がトラクタとコンバインに見られるのである。付随して、ヘリコプタによる水稻の直播も盛んに研究されたが収量が不安定であえなく敗退した。次の 10 年間は日本型機械の誕生を精力的に進め、日本の農業事情にマッチした独自の機械の開発に取り組んできた。バインダや自脱型コンバイン、自送式スプレーヤなどの開発と普及が本格的になった。

2. 満ちたりた 10 年間

新幹線のフル規格では手間取っているものの青森県民の気性ともいうのか、とにかく新しい物好きである。したがって、新型機が出回ると全国に先がけて導入しないと気が着かないようだ。大型トラクタに始まり、スプレーヤ、コンバインなど自らの経営規模はともあれ、便利なものはただちに利用してきた。ただ、県の農業構造が津軽地方と県南とは成り立ちから異なるので、少しばかり考え方に違いがある。

すなわち、ヤマセ地帯の県南は熟慮型であり、安定農業地帯の津軽は直感的な行動面が強い。このような背景にあるため、農業機械の普及はどちらかという津軽が先行し、県南が締めくる構図ができ上がっている。いずれの地域においても、もはや十分過ぎるほどの機械が整備

されている。あとは、収穫ハンドリングの軽作業化が残された課題となっているだけである。

3. 省力で軽作業がベスト

稲作を例に取ってみるとバインダからコンバインになっただけでもかなりの省力であるが、水田が軟弱であったためにタンク式コンバインの導入が遅れた地域ではいまだに俵搬出で作業はかなりの重労働となっている。早急に乾田化を促進して乾燥・調製までの搬送をタンクで行い、少人数でしかも軽作業体系を定着させたい。

一方、野菜収穫作業の機械化は依然として進まないが、その理由として葉・果菜類は選別収穫であることと、収穫物の損傷と汚染が嫌われている。また、ポテトハーベスタもかなりの台数が導入されているはずであるが、なかには、利用組合員の減少などにより組作業人員が集まらず稼働ができない時もある。

4. ダイコンなど根菜類の収穫

特産のナギイモ収穫は、チェーン型のトレンチャに定着した感がある。使用の当初時期では、不慣れから作業事故などもあったが、今ではそれこそ手足のごとく見事に使いこなしている。

重量野菜の代表格のダイコンは、いまだに重労働の収穫作業に甘んじている。比較的小面積の青果用は市場のセリ時刻に合わせるために、未明のころから起き出して収穫をしている実情である。また、大面積経営の多い加工栽培では長期間に及ぶ収穫作業に作業育は疲労困憊しており健康上の課題を残している。このため、新規参入や若い経営者には疎んじられている。

いまや、ダイコンの収穫機と洗浄・調製施設のマッチングが最も待ちこがれているプロジェクトのひとつとなっている。ともあれ、来る老

齢化する農業・農村に快適な生活環境を作り出すためにも、心の通う機械化を進めたい。

(青森農試砂丘分場 中島一成)

〔岩 手 県〕

— 岩手農試の農業機械に関する主な研究

課題から最近の10年間をふりかえる —

1. 耕耘・整地関係の研究

昭和55年から続いた冷害の教訓から、健苗と土づくりの大切さが再認識された。とくに、ロータリー耕の普及により耕深が10～12cmと浅くなっていることから、土作り対策として登場した駆動型ディスクプラウの性能、使用法、問題点などについて昭和58年から61年まで検討している。

昭和63年から平成2年までは、地域水田農業技術確立試験研究の中で、復元田での耕盤状況を明らかにするとともに、転換畑の耕起方法に対応した耕盤管理技術を作成している。

2. 育苗・移植関係の研究

昭和55年から冷害が続ぎ、耐冷性安定化のための技術確立を早急に実現する必要があった。特に機械移植面積の56%を占めている稚苗の低温抵抗性が県中北部で問題にされており、稚苗・中苗より耐冷性に優れている成苗用播種機及び移植機の技術確立を推進した。

また、同時に稚苗から成苗までの苗の組合せによる作期の拡大をめざした研究も行われ、作期拡大のための技術的指針も示すことができた。

田植機の性能調査については、新型機種について毎年のように実施してきたが、移植と同時に施肥できる田植機として側条施肥田植機の検討を昭和56年から61年にかけて行っている。また、平成元年からは側条二段施肥田植機の検討を行っており、いずれも普及指導上の参考事項として技術指針を提出している。

田植機の植付機構は、従来のクランク式からロータリー式植付機構が考案され、昭和61年から高速田植機として市販されている。現在では乗用型田植機は殆どこの方式になっており、昭和62年に「高速田植機の利用と経済性」として普及指導上の参考事項にしている。

水稻の育苗・移植の研究の進展と比べて、野菜に関する研究はようやく緒についたばかりである。昭和58年から野菜作における効率的作業技術の研究が始まり、ソイルブロックマシン、野菜移植機、マルチシダなどについてその実用性について検討している。

3. 直播に関する機械研究

直播の研究は、岩手農試でも昭和30年代から何度か実施されているが、寒冷地での出芽・苗立が不安定なこと、倒伏が多いこと、効果的な鳥害対策がないことなどから普及技術として確立されなかった。昭和60年代に入って内外のコスト低減圧力のなかで、直播栽培技術の見直しと技術確立が求められるようになった。湛水土壤中直播栽培法の研究では、カルパー粉衣による湛水土壤中直播機や背負動力散布機利用による散播直播を現地実証している。しかし、依然として初期の生育の不安定さと倒伏しやすい点の問題を抱えていた。これらの弱点を回避する方法として平成2年から「新湛水直播栽培法の確立」研究がはじまり、芽だし直播機の開発とその栽培法について研究を進めている。

4. 収穫に関する研究

この10年間の中で最も注目に値する収穫用機械は、汎用コンバインである。当試験場でも、昭和61年から水稻、小麦、大豆、そばなどの機械適応性を検討し、62年に参考事項として普及を図っている。

5. 農業機械に関する研究員の動向

長年、農業機械の研究・行政・普及で活躍さ

れた吉田功三・千葉日出男両氏は、平成4年3月に退職された。及川光史・小田原和弘氏は農蚕課、菊池浩之氏は一関普及所、石山伸悦氏は農業短大、荻原武雄氏は県南分場、高橋修氏は県北分場で活躍中である。

(岩手農試 鶴田正明)

〔宮城県〕

はじめに、農業機械に関する研究の流れについて振り返ってみると、昭和50年代後半における水田転作の中心は土地利用型農業で、それらを如何にして安定的に定着させるかが大きな課題であった。

特に、麦・大豆を組合せた2年3作体系の機械化作業体系確立は至上命令で、麦の収穫時期と大豆の播種時期の調整を図るために、立毛間播種機の開発や麦収穫時に大豆を同時播種する機械の開発等に取り組む一方で、省力化・品質向上対策技術として大豆の普通型コンバイン収穫・汚染粒洗浄機械の実用化・加温通風乾燥技術の解明なども思い出多い研究の一つであった。

さらに、転作物として野菜の導入が盛んになった時期でもあり、吸引方式による細粒種子の高精度播種機の試作も実験を繰り返した。

蕎麦の収穫機械の開発改良にも取り組んだが、研究が成功する前に蕎麦の作付けが県内に無くなってしまい、研究成績書を取り纏めて報告したら当時の農政部長に呼び出され、大目玉を頂戴した笑えぬエピソードもあった。

丁度この時期は、本県の基幹作物である米の価格低迷傾向があらわれ、他県との産地間競争が激しくなり始めた頃で、銘柄米ササニシキの品質向上が大きくクローズアップしてきたため各部門の研究者が班を編成して研究に取り組んだが、機械関係では機械乾燥と貯蔵技術の関連性や選別手法などについて研究を重ねたが、こ

れらの一連の研究のなかで乾燥前の貯留が大きな問題であることに着眼して、網袋貯留技術を完成し発表した。

最近では、大型は場整備の進展に伴う機械化作業の効率化が主要課題となっており、直接的に機械関係の研究課題は姿を消してしまっており、時代の変遷なのだろうが機械に携わったものとしては淋しい限りである。

研究機関における組織の変革も大きく、以前は農機具部として独立していたのが、昭和48年にそれまでの農業試験場が農業センターに衣替始すると同時に経営部門を抱え込み営農機械部として新たなスタートをした。

機械関係は、農業機械科と作業技術科の2科となり、研究員や予算面でも充実されたが、現在では作業機械科1科になってしまい戦力の低下も否めない。

人の移り変わりも大きく、当支部役員を務めた伊藤省吾氏は営農機械部長・農業改良普及所長を歴任して退職し、一時農業機械メーカーに就職したが、地元の要請で町の社会福祉関係の仕事に就かれ活躍したが、現在では悠悠自適の毎日でお孫さんの誕生を待ちわびている。

営農機械部に勤務した泉正則氏は古川農業試験場の栽培部長を最後に退職し、現在も農業機械メーカーで活躍しておられる。

営農機械部・土壌肥料部に勤務した岩淵竜夫氏は各地の農林事務所課長を歴任して今春退職し、数多い趣味に没頭しておられる由のことである。

10年前に勤務した現職の人達も全員配置替えとなり、広島和夫氏はコンピューター技術が評価され情報関係課の課長補佐に、菅原信義氏は農林事務所の次長に、大内誠一氏は後継者養成施設の課長にそれぞれ栄転し活躍している。

こうした人事の移動状況からしてみると、農業機械を専攻したものは余所の部門でも活躍できるが、他の部門から機械部門への移行は中々馴染んでは貰えないものなのだろうか？

（宮城県中新田農業改良普及所 遠山勝雄）

〔秋 田 県〕

この10年間は、稲作の機械化作業体系が、安定的に定着された時期である。秋田県における稲作作業労働時間を見ても、昭和55年の61時間/10aに対して平成2年の41.4時間となり、約20時間の減少である。特に、多条・高速化の進んでいる田植作業、農薬・除草剤の高防除効果による防除回数の減少、高能率コンバインによる収穫作業の減少が大きい。

最近の農機具導入傾向を見るとトラクターでは、20～30psクラスが主力で、20ps以上が急激に増加しており、高馬力化傾向が顕著である。田植機は10年間の変動は大きく、歩行型から乗用型への移行、多条化が進んでいる。又、近年高速田植機の導入が目立っている。田植機の更新では、大部分が高速田植機である。収穫・乾燥用機械では約90%が生脱・乾燥の現状からしてバインダーは減少を示し、コンバインの増加が大きい。最近ではグレンタンク付コンバインの導入が著しい。一方、秋田県は稲作偏重から社会情勢の変化に伴う野菜・花き生産の振興によって、まだ小規模栽培であるが機械化が徐々に進んでおり、野菜用の機械導入が目立ってきている。

又、この10年間はコスト低減が強く要求された時期でもあり、生産費に占める農機具費の割合が注目の的であった。幸なことに、近年低下傾向を示しており、平成2年で28%となっている。しかし、規模別によっては30%以上を占める例もあり、今後ますます農機具費の低

減につとめる必要がある。

次に農業試験場における試験の動向であるが、試験も近年多様化してきており、稲作中心の試験から、転作に伴う小麦、大豆を組込んだ水田農業確立関連試験、野菜生産振興に伴う野菜の機械化栽培と機械分野で扱う作目も極めて多くなった。一方、各種試験も1研究担当で完結出来る研究テーマは少なく、大部分のテーマが数担当によるプロジェクト研究が多くなった。

試験テーマの中から、主な成果を紹介する。

(1) 粳の乾燥法と食味：良食味米の産地間競争が激しくなる中で、秋田県は過乾燥米が多く、品質等級を下げる例が多く、その対策が重要である。農試でも昭和61年～63年に北陸地域3県と東北地域2県で、「不良天候下における高水分穀・豆類の収穫乾燥機械化技術」のテーマで乾燥問題を試験された。秋田県も参画し、高水分粳の乾燥法等について成果が報告されており、その1つに「乾燥方法が米の食味に及ぼす影響」の中で、循環型乾燥・除湿乾燥の乾燥粳を自然乾燥粳と対比しながら食味試験を実施すると、収穫間もない新米時では、品種（あきたこまち・アキヒカリ）・乾燥方法による差は認められなかった。しかし、翌年の越夏後の食味試験結果では循環型乾燥と自然乾燥では有意な差は認められなかったが、除湿乾燥は、香り・味・総合の項目で良の判定結果となり、品種ではアキヒカリの方が、その差が大きかった。除湿乾燥は、各々の品種の食味形質の変化を小さくし、固有の食味保持にすぐれていることが認められた。

次に田畑輪換関係の試験では、水稻・麦・大豆の2年3作体系の中で、水稻に転換した時に無代かき移植をすることによって、次に畑転換した場合、作業・栽培共好条件となることが認められた。1つには、自然排水が良くなるため、

特に、排水対策を講じなくとも畑作物の栽培には支障がなく、又、碎土率が極めて良好となる。ただ水稻の無代かき移植栽培では減水深が多くなり、水持ちが悪くなるため、毎日湛水しなければならぬ。無代かき移植栽培では、表面碎土率の向上と直後湛水による土のいつきを講ずることが大切である。

秋田農試では、この輪換体系に野菜を組込んだ体系を試験しており、特に長ネギの直播栽培では、好結果を示している。

このネギの直播栽培は、転換畑での碎土率の向上と伴って、直播作業性が良好となり、出芽、生育とも順調で従来の移植栽培を組合せた体系で作期の拡大に寄与出来るし、又、ネギの品質でも極めて良く、今後品種等を加味しながら、周年栽培を可能にするべく確立を図って行きたい。

今後の県農試での機械分野の役割として、地域特産の作物、マイナー作物の機械化の方策を考慮しながら試験を実施したい。

(秋田県農政部農業技術開発課 岡田晃治)

〔山形県〕

1. 農業試験場の移転

昭和57年4月、県立農業試験場が山形市鉄砲町の70年間の歴史を閉じて、山形市のみりが丘に移転した。また、農業試験場庄内支場も昭和60年に全面的な改築整備が行われた。これらは県の農業機械研究においても大きな転換期であった。

まず組織体制では、移転を機に新設された農業土木部門と一緒に機械土木部が設置された。また、調査施設や整備施設、測定機器、農業機械、ライスセンター等も整備され、パソコン、精密測定機器、各種整備機具等を駆使した近代的な研究が開始された。

2. 変わる研究のテーマ

農業機械研究のテーマも農業情勢の流れとともに変わり、また農業の流を変えていく。

旧試験場時代のテーマはほとんどが稲作、転作作物の低コスト生産に関する研究であった。新しい試験場に移転した後もこれらの研究は引き継がれたが、近年では消費者志向にあった良食味米の生産のための新しい乾燥技術や乾燥機の研究、集落農業を推進するための機械化体系の研究、野菜栽培機械化の研究等が中心に進められている。本県の主要産物である果樹についても労働力の確保が大きな課題となっており、農業機械にかける期待は大きい。

また、昭和50年前後に開発研究された大規模実験農場における乾田直播技術、送風形の防霜装置、粒状肥料の側条施肥機、攪拌形乾燥調製貯蔵施設などは昭和60年前後に新たな技術として普及し始めている。農業機械研究は往々にして突飛な研究が多いと見られがちだが、将来を見通した研究が多いことの証明かも知れない。

3. 各分野で活躍する先輩達

この10年間、農業機械研究に携わった先輩諸氏の活躍もめざましいものがあつた。

まず、鎌水惣一さんは県の農林水産部長、企業管理者(特別職)を歴任、県行政に疎腕をふるわれた。また、橋本重雄さんは庄内支場長の後、農業流通課の流通主幹として活躍している。この他、深沢昭吾氏が主任専門技術員、児玉氏が農業改良普及所普及企画課長へ転出するなど、先輩諸氏が農業機械以外の分野でも県行政にその能力を生かしながら活躍されている。

しかし、この10年間に庄内支場で活躍された枅谷精治さん、山形大学の土屋功位先生が亡くなられるという訃報があつた。ご冥福をお祈りしたい。

なお、本県の農業機械の行政、研究、普及等に携わった方々で、鎌水さんを会長とする農業機械関係者の集いを毎年、天童温泉で盛大に開催している。

4. 農業機械研究の今後の方向

各県とも共通と思われるが、農業機械研究に携わる若い研究者が少ない。また、普及所においては農業機械を専門とする普及員は児玉さんと私のみである。大規模農家の育成、地域農業の確立、集約作物の労力確保対策等、今後の農業も農業機械がキーワードとなることを考えると何らかの対策が必要であろう。普及の現場で一部農家の非効率な作業法、農業機械の粗雑な管理等を見るにつけ、農業機械の適正な利用法が最大の所得向上につながると思っている。

今後も研究、行政、普及が一体となった本県農業の機械化を進めていきたい。

(山形県山形農業改良普及所 安達眞道)

〔福島県〕

1. 農業機械の動向

福島県における主な農業機械の普及状況は、トラクタが152,830台で、うち乗用型が70,530台で、田植機が77,840台、コンバインが26,590台である。農家100戸当たりでは、歩行型トラクタが74.7台、乗用型が64.1台、田植機が70.7台、コンバインが24.2台の普及状況である。近年の傾向としては導入機械も高性能化しており、高馬力・多条化・自動化のものが多くなっている。農業機械の普及台数も10年前に比べてトラクタが29%、田植機12%、自脱型コンバインが21%程度増加しているが、逆に歩行型トラクタ、バインダ等は減少している。

水稲作における10a当り労働時間も、各種農業機械の導入普及とあいまって年々減少し、現在では42時間で、10年間に比べると24時

間も少なくなっている。また、作業環境の一つである圃場区画整備も大区画化へ進み、現在では、50a以上の汎用化大型圃場は4,000ha以上となっている。

2. 農業機械研究の歩み

農業機械研究の10年前を振り返ると、米の生産過剰による生産調整が1段と強化された時期で、転換畑に関する研究にあげくれた毎日である。現在の研究は、転換畑関係はもちろん、大規模化、省力化、低コスト化等を柱にした研究が多くなっている。

昭和50年代後半の転換畑関係の研究課題は、圃場基盤関係では、圃場排水を図るための土壌型別暗キョ施工法、暗キョ資材と排水効果及び作物の生育収量について検討した。また、機械化作業技術関係では、麦、大豆を基幹とした機械化作業、落花生の播種、収穫機械化等の省力化技術を検討した。

地域低コスト稲作技術確立の課題名で水稲・小麦1年2作体系を確立するため、無代かき水稲機械移植、稲収穫・麦同時播種機の開発を進めた。さらに麦跡大豆作の省力化を図るため、麦収穫と同時に大豆不耕起播種装置（コンバイン装着用）を開発し、省力技術を確立した。転換作物としてのハトムギの機械化栽培について、移植から収穫乾燥の機械化一貫体系を組立てた。

水稲作関係では、側条施肥田植機の出現により、それらの利用技術試験を実施するとともに、湛水土中直播栽培試験を実施している。

新機械の実用化研究では、高速田植機、普通型コンバイン、無人ヘリコプター、成苗（樹脂ポット苗）田植機、高性能防除機、野菜移植機、イチゴ高畦成畦機、大豆脱粒・選別機等の性能試験を実施している。その他野菜の播種、移植の機械化研究及びイチゴ収穫作業台車を試作し実用化された。

現在の主な研究は、大区画圃場における水田輪作体系化技術確立の課題名で、大区画圃場の簡易排水対策と均平化技術の開発、超低コスト技術を確立するための、水稻乾田直播、大豆、麦作における耕起から播種、鎮圧の一工程作業技術の開発と乗用化による効率的な防除、追肥、作溝作業等大区画圃場における管理作業技術研究に取り組んでいる。また、大区画圃場における3年4作体系（水稻乳苗—小麦—大豆—水稻乾直）の現地実証を1ha圃場で実施中である。その他水稻乳苗の機械化栽培法、加工トマトの移植、収穫の機械化、アスパラガスの定植、株

掘取り、ナタネの収穫、乾燥調整の機械化等農業機械研究は20課題以上になっている。

当農業試験場における農業機械研究体制は、種芸部農機具研究室で、他に稲作、畑作、情報システムの3研究室があり、農機具研究室は4人体制で研究にあたっている。本県の試験研究機関では農業機械研究（作業技術研究）業務は当場のみのため、他分野からの研究要請も多く年々研究課題が多くなる傾向があるが、研究内容を吟味しながら少人数で頑張りたい。

（福島農試 橋本 進）

東 北 支 部 の 思 い 出

農業機械学会と私とのかかわり

一戸 貞光*

去る8月に開催された農業機械学会東北支部の総会において感謝状を頂戴した。まことに名誉なことであり、嬉しい限りのことである。ただ原稿依頼があった時点でいろんなことを考えさせられた。

まず第1に支部が発足して満35年を迎えたところがあるが、その昭和32年には東北農試から北海道農試に転じて土壌保全と傾斜地営農の研究に従事していた。そのころ傾斜地用プラウ及びカルチベータの性能比較試験に高橋俊行氏の指導を受けたことが、農業機械（当時は農機具と呼んでいた）との最初の出合いである。

第2に、昭和34年関東東山農試（のちの農事試）に転じ新設の畑作部・作業体系研究室において、大規模機械化畑作酪農における総合技術組立試験を担当するに至り、漸く中・大型トラクタの利用を中心とした機械化栽培の体系化を指向することとなった。当時の農業機械、作物栽培、農業経営の各分野の既往の研究成果に総合技術組立試験や体系化研究の推進に直接役立つ素材技術は乏しく、とくに中・大型トラクタ利用を中心とした機械化栽培技術は皆無と言ってもよかった。そのため機械化を前提とする技術確立のために新たな研究集団を発足させる必要に迫られ、昭和40年に“日本農作業研究会”を発足させることになった。したがって、この時点では農業機械学会には入会していなかったのである。

第3に、昭和45年、技術会議研究管理官となって研究推進構想の策定を主任務とする一

方で、農業機械分野を担当したこともあって、地域農試の農業機械分野と農機研との任務分担・人事等にかかわりを持つようになった。そのため関係する学会とのかかわりはうすめざるを止むなくなったのである。

第4に、昭和48年、東北農試農業技術部長に転じ、部内に農業機械学会東北支部の事務局と、農作業研究会北東北地域の事務局を置くことになった。また、東北農試が主催する農業機械関係ブロック会議の担当部長でもあったことから、森田・土屋・須山先生の方々よりの注文としてブロック会議と支部学会との併行開催できる方途を検討してほしいという一項目があった。これはほぼ実現することができた。

第5に、昭和53年、中国農試作物部長に転じ、農業機械研究室を持ち、農業機械関係のブロック会議を主催し、昭和56年、再度東北農試の次長に転じたが、ブロック会議と農業機械関係の会合にはいつも出席させて貰った。更に昭和58年に中国農試場長を最後に退官し、60年、北里大学飼料農地造成学講座を担当するようになって支部の会員に入れて貰った記憶がある。ブロック会議、支部会議には今もご案内をいただいで、できるだけ出席するように努めているところである。

第6に、感謝状には“あなたは永年にわたり支部活動に尽くされそのご功績は誠に大きいものがあります……云々”とあるが、支部活動に直接関与したことがなく、間接的支援に留まっていたのにこんな名誉にあずかったことはまさに恐縮に存ずる次第である。

第7に、私事で申訳がないが、私は大学では園芸学教室に席を置いていた。学徒出陣で海軍

*元東北農試農業技術部長

航空隊に入り、終戦を迎えて復学し昭和21年卒業して農事試に就職、三本木原営農支場に配属された。苜蓿地勇司さんと一緒である。昭和25年、東北農試に転じて栽培第二部で土壤侵食の研究を、昭和30年、北農試に転じて農芸化学部で土壤保全と傾斜地営農の研究を、昭和34年、関東東山農試に転じて畑作部で大規模機械化畑作酪農の技術組立の研究を、昭和45年、技術会議に転じて研究の目標・管理運営・体制を主任務とし、併せて農業機械部門を担当した。昭和48年、東北農試農業技術部長に転じて水田作及び畑作の機械化栽培・機械化作業・機械化経営・家畜多頭飼育の研究を所掌し、昭和53年、中国農試作物部長に転じて水稻・小麦・ソルガムの育種、水稻・小麦・大豆・ソルガム・野菜の栽培及び作付体系の研究、加えて機械化・農業気象の研究を所掌した。昭和60年、北里大学に移って、農地造成学、栽培学汎論、飼料作物学を担当してきた。また、付属農場長も兼務した。

以上のように、園芸学に端を発し、農業試験場に身を置いて営農、土壤肥料分野で作物栽培、農業気象を視座として土壤保全と傾斜地営農の研究を約15年間続けた。その後、畑作の分野で酪農を視座として中・大型機械利用を中心として大規模栽培技術体系の確立を目標とした10年間が続く。そこから研究管理の途に進み約15年間にわたり多くの部門・分野の人々と接触し、遂には自分の専門を失ない。“あなたの専門は何ですか？”と問われ、答に窮することが間々あった。

最後に一つだけ述べたいことがある。農学の分野で、専門部門が多くなっているが、マイナーの部門が数少なくない。“農業機械”もその一つであるように思われる。マイナーはそれ自体悲しいことでない。マイナーに埋没してしま

わないことが大事なことであって、常に新しい課題を求め、必要手法を開発して相関連する隣接分野の人々と接触し、未開の分野に挑戦していくことに学問の魅力があると考えたい。具体的に言うならば、“農業機械”は一人歩きも良いけれども、隣接分野たとえば農作業学会、農業土木学会、農業施設学会だけでなく、作物学会、園芸学会、草地学会、経営研究会、畜産学会等との間で特定課題を求めて合同のシンポジウムを共催することなどは地域の支部学会の在り方として、大いに検討してみる必要があるのではないだろうか。

感謝状を頂戴して置いて、注文をつけるなんて失礼千万なことであるが、今後の支部活動の方向として一言述べて見たかったのである。

東北支部の思い出

武田 太一*

昭和32年3月に東北支部が設立されましたが、支部誕生前の20年代半ばから30年にかけては、従来の畜力利用から動力耕うん機・ハンドトラクタの利用への転換が行われようとしている時代でした。ブロック会議では、森田、土屋の両先生方や、そうそうたる畜力利用の大家の方々も出席されて、動力耕うん機の問題点などについて、昼間はもちろん、夜の部においても一層華々しく白熱した研究検討会が行われたことを懐しく思い出されます。丁度この頃、酒井 学先生が東北農試に着任されてこの検討会の様子をご覧になり、大学と農試のパワーをより強く結集しようと、支部設立のために奔走されて念願の支部が誕生しました。その後、機械化の情勢は耕うん機・ハンドトラクタの小形機から、さらにパワーとスピードを求めて大形トラクタの導入問題が取り上げられ、昼夜の研究会も一

*元支部長

段とパワーアップしたのです。支部報にも耕うん機関係に代って大型トラクタに関するものが見られるようになりました。

このようにして、有数の馬産地であった東北においても馬耕に代る動力耕うん機が急速に普及し、そして、その後トラクタ時代に入って今日にみる大型トラクタを中心とした機械化作業体系が確立しました。この2つの大きな改革の蔭にはいろいろと多くの困難な問題があったことは前述のとおりで、私もその苦労を味わった1人として満足感を覚えております。

しかし、最近の日本農業は、米問題をはじめとして農業に対する評価も変わり、農家の後継者不足を来すなど深刻な状態にあります。東北農業も例外ではなく、支部としてもこれまでの農試と大学の結びつきを一層高めるよう努力されて問題の打開に取り組んでいただきたいと思えます。

私はこの春に退職いたしました、長い間支部にお世話になって参りました。このたび、支部創立35周年にあたり、支部長の上出先生より寄稿依頼を受けまして今なお印象深い若い頃の思い出の一端を述べました。

終わりに、支部の一層の発展と会員皆様のご健勝をお祈りいたしまして筆をおきます。

東北支部の思い出

清水 浩*

私が農業機械研究を志して農林省農事試験場の農機具部（鴻巣）に奉職したのが昭和22年であり、東北支部の創立は昭和32年ということです。それからの時代の流れ、私にとっては人生を掛けた長い時の流れを、そこに感じるのです。第一、「農機具」などという言葉すら既

に使われなくなったのですから。

私が農機研究を志した頃は「おしん」の時代でした。耕耘機は勿論、動力脱穀機すら普通には使われず、鋤で田畑を起こす人達もまだ多かったのです。耕耘機があるなどと聞くと遠くまで汽車に乗って見に行ったものでした。したがって、その頃の農民の労働は大変でした。農繁期には体重がめっきり減るのです。農夫病と言って、苛酷な労働のために農民は短命だったのです。しかも、国民の過半数が農民なので、その多数の農民の苦労を機械化で救いたい。その仕事に私は自分の人生を掛けよう。それが若かりし頃の私の決意であり、農機研究へ入った動機だったのです。その願いが、こんなにも早く達成できて、小型ではあるが欧米先進国並みに農業が機械化されるとは、当時は思ってもみぬことでした。

農業機械化が活性化したのは、朝鮮戦争後に始まる高度経済成長下の、丁度、東北支部が出来た頃からです。機械化の急速な成長に対応して、東北にも支部会を設立しようという先人達の動きとなったのでしょう。そして、機械化の進展と共に支部学会も活性化し、東北という食料生産基地を土俵に踏まえて、特徴ある展開を遂げてきたものと思われまます。

私は、富山県立短大から昭和50年に岩手大学に転職し、関東支部会から東北支部会に移動して来ました。その頃の支部会は楽しみの一つでした。研究室の学生達を全員引きつれて参加して、学会後の懇親会も無料でご馳走になり、車を連ねて見学した後は、余勢を駆って長距離ドライブを楽しんだのでした。支部会にも随分とご負担を掛けたのでしようが、財政も豊かだったためか鷹揚でした。その頃の農機の学生達は幸せだったと思います。

しかし、その頃が機械化にも支部会にとって

* 前支部長

も峠の頂だったのでしょう。古き良き時代の思い出は、そこまでです。私が支部長をお引き受けした昭和60年の頃には、どうやったら支部会を維持できるかが問題となる有様で、支部は空中分解寸前の状態でした。この窮状をどう打開するかでシンポジウムを開いたのも思い出に残る一駒でした。

なぜ、そのように変遷したのか。勿論、農業を取り巻く社会の変化、つまりは、米の減反政策に象徴される農業の立場の弱体化に起因することですが、もう一つ、機械化がその役割を果たし終えて、社会的ニーズが減衰したからだと思はれています。

古き良き時代の機械化のスピードは猛烈でした。欧米が200年掛けて造り上げた機械化を、日本は20年で成し遂げたのです。小型個別利用のために過剰投資が明らかで、機械化貧乏などと悪評された形態ではあったけれど、前述のように、農民を苛酷な労働から開放して、今日の如き豊かで文化的な農村を築き上げたのは、機械化が有ればこそその成果なのです。機械化貧乏などという現象は、農村へ皺寄せされた高度経済成長の歪みであって、機械化はその歪みを緩和する役割を果たしていたのに、あらぬ濡れ衣のみを着せられたのでした。そのえん罪に対して十分な反論もできずに同調するかのようだったから、あの良き時代に行政における確固たる地歩を築くこともできず、衰退期を迎えてしまったのだと私は残念に思うのです。

過剰投資の機械化なのですが、それは農業生産の場での評価であって、別に農家には農外所得が有ります。高度経済成長期に農外所得が拡大した結果、豊かな農村に変貌できたのであって、それは機械化で農業労働が軽減できたからです。従って、農業生産としては過剰投資でも農家総所得としては有効投資なのです。機械化

は単に農民の労働を軽減しただけでなく、農家総所得を増大して農村を豊かにしたのです。だからこそ、機械化は日本の農家にあれほど渴望されて急速に浸透したのでした。

機械化が浸透し終えた今日、農外所得の方が農業所得より圧倒的に多い農家、第2種兼業農家が大多数を占めるように変わりました。農家と言っても主に農外所得で生計を立てているのです。若者の多くは割りの悪い農業へ就業しようとしません。農業就業者の高齢化が進んでいます。つまり、農家自体が既に農業から離脱しているのです。機械化で農民を救おうとした目的はもう解消したのでした。地域に立脚した支部学会は農村の変化に対応し、役立つ研究を蓄積せねば駄目です。その予見は大問題です。

農業も国際競争の場に置かれて、ますます立場は難しくなっています。その中でも、機械化による生産拡大によって合理化を達成した事例が散見できて、大いに敬意を表するのですが、所詮、多数例とは成り得ないでしょう。現に専業農家比率は少ないし、日本農業が置かれた国際的に厳しい立地条件下では、規模の論理の限界は明白だからです。その後援も大切だとは思いますが、それとは別の、もっと広い基盤を持つ新方向が求められているのです。

この問題は、私が支部長をお引き受けしていた頃も同じでした。しかし、この方向と独断できないが故に、シンポジウムで皆さんに考えて戴いたのでした。毎年度、当番県の幹事さんには大変なご苦勞を戴いたのですが、東北支部のユニークな企画となっていました。その努力にもかかわらず、異論百出で、統一見解を出すには道遠しの感が有りました。では、どうしたら良いでしょうか。

思うに、学会なのでですから、構成員の一人一人が納得できるよう勉強し合って、自然に合意

されねばなりません。そこに長老の指導力も必要でしょう。シンポジウムとは別に紙上討論を試みてはどうでしょう。投書欄のように、簡潔に意見を闘わせてはどうでしょうか。試みて戴ければ幸いです。

まず、自ら範を示すべきでしょう。私の意見は率直に言って次のようです。

日本農業は難しい場面に在りますが、農村は豊かに美しく保たねばなりません。主要な農村が荒廃しては日本も終わりです。美しい農村と共生して住みよい都市も成立できるはずであり、地球環境保全の原点は農村にあるのです。したがって、共生に必要な機械化技術が都市部から農村へ求められているのです。それに応えるのが我々の新方向と私は思います。岩手大学を定年退官して、Clean Water Engineering（清水工学の意味も含むのですが）と称して、私は今その仕事を手懸けています。かつて、若かりし頃に決意した天職は、予想外に早くその役割を果たし終えたのです。残された人生を新方向で有効化しようと頑張っているのです。思い出にばかり浸っていないで、思い出を肥やしに、次の飛躍を成し遂げてください。

東北支部事務局の思い出

古川 嗣彦*

昭和60年4月東北農試農業技術部機械化作業第2研究室（現、施設工学研究室）へ転勤した。研究室は、矢治研究員（現技術会議事務局）と深澤研究員（現農研センター）が頑張っていた。また、当研究室は農業機械学会東北支部の事務局がおかれており、事務局の業務は矢治、深澤両氏が実質的に進めていた。その後、事務局業務は屋代、大下両氏が分担した。

当時の支部長であった弘前大学の武田先生か

ら事務局長を引き受けてほしい旨の依頼を受けた。しかし、私のような若輩ではこの大任を果たすのは困難であると思われたので、お断りしようと考えていたが、東北農試は組織的に公立機関と連携して研究を推進しており、また、大学、民間とも関連が多いので、東北農試に事務局をおいたらしいことが判った。また、今後の研究は産学官の連携が重要であるとも考えていたこともあり、深く考えもせずに事務局長を引き受けることにした。

ベテランの三浦事務局長から新米の事務局長になり、武田支部長はじめ常任幹事、幹事の皆さんに大変ご迷惑をかけることになったが、武田支部長の懇切なご指導や常任幹事の方々からのご意見をいただきなんとか事務局業務を処理することができた。

国の研究機関の見直しが始まり、農業技術部の改組がささやかれ出してきた。この研究組織の見直しにおいては、これまでの研究成果の評価、今後の研究方向が問われることになり、場合によっては研究室の存続に関わるので、かなりの時間をこの対応に費やした。

このような組織再編を考慮し、国際動向、消費ニーズ等に対応して食糧の安定確保を図るためには、東北の環境、生物など地域性を基盤とする農業機械の研究が重要であり、これまでの研究の延長線のほかに、次世代型の研究を推進する必要があると考え、メカトロについての勉強会を進めながらその研究を開始することにした。これまでの研究の継続と将来をみようとした新しい研究の開始によって研究業務が拡大した。

一方、最近の研究員の昇格は、主として研究報告の評価により行われており、全体のレベルが徐々に高まっているなかであって、研究業務以外の業務が増加して研究員に負担が大きくなるように考慮する必要もあった。

* 農業研究センター

このような状況において、研究業務と事務局業務の両立が困難になるものと予想された。そこで、東北農試の内部体制を前提に当時の機械化作業第1研究室の今園室長とも相談して、事務局体制の見直しを場内の学会員全体で検討したこともあるが、いずれの研究室も状況は同じであり名案はなかった。

そのころ支部長には岩手大学の清水先生が就任しており、事務局体制についてご検討いただけるよう相談したところ、常任幹事会、幹事会において検討いただく機会が得られた。特に、

支部長の清水先生、常任幹事の方々から多くの貴重なお意見をいただき、業務の分担運営体制が構築された。

この件に関しては、清水支部長はじめ常任幹事、幹事の方々に多大なお迷惑をかけた。

この様な中で、清水支部長の強力な指導のもとでシンポジウムの開催、支部規約の改正、支部報投稿要領の改正、支部会員拡大など精力的な活動が行われ、東北支部はますます活性化した。

東北支部歴代役員一覧

(昭和58年度～平成4年度)

昭和58年4月1日～昭和61年3月31日まで

支部長	武田 太一 (弘前大学)	乾 事	小 南 力 (庄内支場)
常任幹事	石原 修二 (東北農試)	〃	土屋 功位 (山形大学)
〃	須山 啓介 (岩手大学)	〃	橋本 重雄 (山形農試)
〃	伊藤 正吾 (宮城県庁)	〃	尾形 浩 (福島農試)
〃	伊藤 俊一 (秋田農試)	〃	富樫 伸夫 (福島農試)
幹 事	金須 正幸 (弘前大学)	事務局長	三浦 恭志郎 (東北農試) ²⁾
〃	中島 一成 (青森農試)	〃	古川 嗣彦 (東北農試) ³⁾
〃	岡島 正昭 (岩手農試) ¹⁾	監 査	千葉 日出男 (岩手農試)
〃	吉田 功三 (岩手農試)	〃	伴野 達也 (岩手大学)
〃	佐々木 邦男 (宮城農短)		1) 昭59.4.1から
〃	遠山 勝雄 (宮城農セン)		2) 昭60.3.31まで
〃	守屋 高雄 (秋田農短)		3) 昭60.4.1から
〃	上出 順一 (山形大学) ¹⁾		

昭和61年4月1日から平成元年3月31日まで

支部長	清水 浩 (岩手大学)	幹 事	千葉 日出男 (岩手農試)
常任幹事	武田 太一 (弘前大学)	〃	五十嵐 道正 (宮城農機協会)
〃	伴野 達也 (岩手大学)	〃	遠山 勝雄 (宮城県庁)
〃	佐々木 邦男 (宮城農短)	〃	守屋 高雄 (秋田農短)
〃	伊藤 俊一 (秋田農試)	〃	上出 順一 (山形大学)
幹 事	金須 正幸 (弘前大学)	〃	土屋 功位 (山形大学)
〃	中島 一成 (青森農試)	〃	富樫 伸夫 (福島農試)
〃	池田 弘 (東北農試)	事務局長	古川 嗣彦 (東北農試)
〃	石原 修二 (東北農試)	監 査	西山 喜雄 (岩手大学)
〃	須山 啓介 (岩手大学)	〃	小 南 力 (庄内支場)

平成元年4月1日から平成4年3月31日まで

支部長	清水 浩 (岩手大学)	幹事	棟方 研 (東北農試)
常任幹事	中島 一成 (砂丘分場)	"	五十嵐 道正 (宮城農機協会)
"	西山 喜雄 (岩手大学)	"	遠山 勝雄 (宮城県庁)
"	佐々木 邦男 (宮城農短大)	"	平田 孝三 (東北工大) ⁴⁾
"	伊藤 俊一 (秋田農試)	"	守屋 高雄 (秋田農短大)
"	上出 順一 (山形大学)	"	小南 力 (庄内支場)
"	富樫 伸夫 (福島農試)	監査	鳥巢 諒 (岩手大学)
幹事	武田 太一 (弘前大学)	"	橋本 重雄 (山形県庁)
"	戸次 英二 (弘前大学)	事務局長	古川 嗣彦 (東北農試) ⁵⁾
"	本橋 罔司 (北里大学)	"	伊澤 敏彦 (東北農試) ⁶⁾
"	今園 支和 (東北農試)		4) 平2.4.1から
"	太田 義信 (岩手大学)		5) 平2.3.31まで
"	岡島 正昭 (岩手農試)		6) 平2.4.1から
"	伴野 達也 (岩手大学)		

平成4年4月1日から平成7年3月31日まで

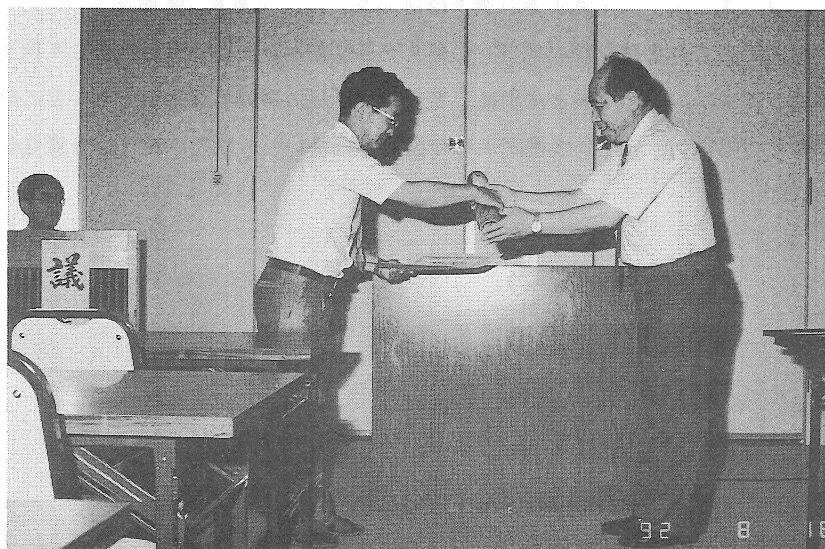
支部長	上出 順一 (山形大学)	幹事	鳥巢 諒 (岩手大学)
常任幹事	戸次 英二 (弘前大学)	"	五十嵐 道正 (宮城農機協会)
"	太田 義信 (岩手大学)	"	棟方 晃三 (秋田農短大)
"	西山 義雄 (岩手大学)	"	守屋 高雄 (秋田農短大)
"	佐々木 邦男 (宮城農短大)	"	小南 力 (庄内支場)
"	岡田 晃治 (秋田県庁)	"	富樫 伸夫 (福島農試)
"	赤瀬 章 (山形大学)	"	橋本 進 (福島農試)
幹事	中島 一成 (砂丘分場)	事務局長	伊澤 敏彦 (東北農試)
"	本橋 罔司 (北里大学)	監査	遠山 勝雄 (宮城県庁)
"	今園 支和 (東北農試)	"	広間 達夫 (岩手大学)
"	岡島 正昭 (岩手農試)		

(注：役員任期中に所属機関の移動があった場合、前後いずれか一方の機関のみ記入した。)

創立 35 周年記念の支部総会スナップショット



支部長のあいさつ



感謝状と記念品の贈呈

東北支部創立 35 周年記念行事の経過報告

農業機械学会東北支部は昭和32年3月19日に発足した。今年が35周年にあたるので何か行事をしたらという話が持ち上がったのは、今年の初夏であり、既に新旧役員の交代の常任幹事会は終わっていました。

前回は10年前に25周年記念行事を行いました。30周年には何もしませんでしたので、今回を逃すとインターバルがあき過ぎます。そこで支部長、事務局長、庶務幹事で記念行事の検討を始めました。①支部会活動に寄与された先輩に感謝状を贈呈する。(前回贈呈した方以降の若干名、70歳前後の方) ②本年度の支部報に創立35周年の特集を組む。以上2点を6月26日付けで支部幹事にお諮りし併せて功労者の推薦をお願い致しました。幸い幹事の皆様の御賛同が得られ、さらに推薦も頂きました。その中から2名の方を、8月10日付けで支部幹事にご推薦し、8月17日の常任幹事会、8月18日の幹事会、総会でご了承を頂きました。

支部報の特集については、タイトルは農業機械学会東北支部創立35周年記念《東北支部の歩み》とし、歩み編集委員は太田義信(支部編集幹事)、守屋高雄、武田純一の3氏に決まりました。

総会時に、支部設立35周年記念事業として功労者の表彰式が行われ、下記の2氏に上出支部長から感謝状と副賞(津軽こけし)が贈呈されました。

◇ 須山啓介氏 (元岩手大学教授)

◇ 一戸貞光氏 (元東北農試農業技術部長、元中国農業試験場長)

なお両氏は都合で出席されませんでしたので、《東北支部の歩み》で思い出を執筆して頂く予定です。

なお今後のことですが、記念事業とは別にしても、5年毎に功労者表彰をすることに決めておけば、毎回70歳前後の方が対象となり各機関からの推薦が得易いのではないかという意見が、幹事会でありました。

(庶務幹事 赤瀬 章)