

農業機械学会東北支部報

NO. 33. DEC. 1986

昭和61年12月

目 次

論説

東北支部の活性化の為に 清水 浩 1

研究報告

・トラクタの動的踏圧について 佐々木邦男・松森一浩 3

・クランク耕うん機の所要エネルギーについて 劉 蛟竜・鳥巢 諒・武田純一・伴野達也 9

・湛水中作溝条播方式による水稻の直播栽培技術の開発

菊池宏彰・木村勝一・小倉昭男・伊藤信雄・石原修二 13

・スピードスプレーヤの騒音低減に関する研究 福地 博・金須正幸・加藤弘道 17

・収穫同時播種機の開発に関する研究 荒川市郎・富樫信夫・橋本 進 21

・大気エネルギーによる穀物乾燥の研究 門 洪濤・清水 浩・西山喜雄 25

・広幅インペラ型脱ぶ機の特長 上出順一 30

・乾燥等実験計測処理の自動化 西山喜雄・佐藤宏之・青田 聡 34

・稲わら利用の経済性の機械化体系別の評価 片平 寛・清水 浩 38

・コンポスト化における熱および物質の移動現象の解明 佐藤勝彦・清水 浩・木村俊範 44

・地熱発電廃水利用の一事例について 西山喜雄・小野芳浩・木村俊範 49

・水浴式育苗における水流出時間の解析 坂上 修 53

・岩手県における農作業事故の現状分析（第2報） 武田純一・谷地禎彦・鳥巢 諒・伴野達也 59

・パーソナルコンピュータを利用した教育システムの開発

広間達夫・吉田 純・坂井 純・金 基大 65

・カリフォルニア農業の近況 佐々木邦男 69

・アメリカにおける人工知能応用農業研究の事例について 古川嗣彦・平藤雅之 73

シンポジウム 東北における農業機械研究と支部のありかた 77

東北地域における農業機械化研究の歩み 第7回山形大学農学部農業工学科農業機械学研究室 84

支部会記事 86

団体賛助会員名簿 89

東北支部の活性化の為に

清水 浩*

Activation for the Tohoku Branch of the JSAM

Hiroshi SHIMIZU*

今期（昭和61～63年度）、農機学会東北支部長をお受けすることとなった。丁度、農機学会は難しい曲がり角にあって、責任の重さを痛感するのであるが、お受けした以上、会員とその背景社会とに役立つ、活力ある学会へ育て上げるべく尽力したい。会員諸君の御協力を切望する次第である。

そもそも、農機学会東北支部会は昭和32年に設立された時以来、東北農試の主導に於いて、国と県との試験研究機関（以下、官と略称）の研究調整会議の折に、大学も参加し交流するという性格の集まりであったと聞いている。他地区の支部会が大学主導型で、官の研究者の参加が少なくなり、偏った狭い学会となりつつあるのと対比して、東北支部は官学が一体に参集し、協調と親睦の実を發揮している姿は、私もかねがね東北支部の優点として敬服していた。その優点は今後も維持し発展させて行きたいと願っている。

しかし、今日の支部会が持つ問題の第1は、その主導母体をなす官の体制が変化したことである。昭和30年代に始まる日本の農業機械化は実に目覚ましいものであった。欧米が産業革命（1765）以来の2百余年間で成し遂げた機械化を、独自の小型の体系で、その10分の1の期間・20数年間にて完遂したのであった。その急成長の期間では、農機研究もまた日の当たる場所であり、支部会も活発に派手やかであった。しか

し今や、機械化はその役割をすでに果たし終えたとの、有り難くも無い過大な評価を受けて、目下、官は徐々に縮小される過程にあるようだ。縮小には急成長期での機械化の歪も、影響しているようではあるが…。従って、古き良き時代をそのままに継承することは、既に困難になっている。今は、官依存の支部会の体質から会員全体の協体制へと改善する、必要急務を抱えている。従って、幹事とくに常任幹事の方々には、積極的に役割分担しての活躍を期待し、お願いしたい。

第2の問題は、学会の役割に関してである。そもそも、農機化の役割は明確に2分して評価するべしとというのが私の持論である。第1は省力化による兼業所得（農外所得）の増加であり、第2は合理化による農業所得の増加である。個々の農家では、2面が比重を持って共存しているが、全体としては圧倒的に第1が主体で、近年の機械化は進展したことは周知であろう。それは、日本の経済成長を労力面で支え、余得として農家総所得の増加に寄与してきた。農家が都市勤労世帯相当に所得増加できたのは、機械化の役割なのである。しかし、2種兼が多数を占め、農業の方が副業になった現状は、機械の歪としてのみ他部門の農業関係者の目に映り、農村社会を保全した機械化の役割は、余りにも評価されていない。まずこれを積極的に評価させることが学会の重要な役割であると私は思う。

それと同時に、機械化による農業所得増加の

* 岩手大学、農業機械学会東北支部長

実を發揮して行かねばならない。その方が主役であって、主分野での実績が弱くては、立場の強化は難しい。しかし、専門領域を分担研究する個々の学会員には、経営評価へ連結する総合化は難題であるらしい。個人では踏み込み難しい分野であればこそ、総合化は学会の仕事である。それはシンポジウムによる総意の結集と、合目的の分担研究によって達成可能と思う。その実績がこれまで欠如した所から農機の立場の弱体化が生じたと思うので、努力したい。

第3の問題は、学会員の構成である。従来の支部会は、官と学とが協調していた。そこへ産業界の積極的参加を計ることが、学会活性化の基本と思う。兼業農家型の機械化は、社会需要に乗った自然流として、農機産業界の売り込み策でこれまで普及増してきたが、農業合理化型の機械化は、機械の売り込みのみでは解決しない。国際競争下でも成立可能な技術として、机上論ではなくて実際に普及して行く技術として、体系化する必要がある。それにはぜひ共、産業界からの助言と実務協力とが入用であり、学会の場での産官学の協力が必要である。それを進めて行きたい。但し、ここに言う産とは、農機製造業のみではない。販売店も農家も農協もすべて産である。それらの人々の利益に直結する学会として、共に学び合う所から、総合化は可能になると思うのである。

第4の問題として、研究発表である。東北に関係したものに限るべしとの意見もあったが、もっと広く自由でありたいと思う。若い研究者にとっては支部会は試練に富む他流試合の場のようなものであって、聞き辛いではあろうが、産官の方にもお付き合い頂き広い視野から啓発して頂きたい。また、工業化社会で技術の地域性が薄れた今日、東北に限定した研究などは少ない。それどころか、国際化社会であり、東北

の研究者が国際舞台で活躍する時代である。大いに広い場での研究発表をお願いしたい。その時、専門差からの違和感を解消する方策として、例えば、2会場にし、談話室を設ける等、学会サロンのような和やかな雰囲気を出すことは可能と思う。

農機学会本部会はとかく学に偏重する体質で、研究は機械自体のハードな部門へ偏り、その何割が実効を持ったかは疑問なのだが、農機産業界への貢献が主目標であった。学会にとっては、農機を売り込むことが最終目的ではなく、機械化によって農業生産を振興し、あるいは、農村地域社会の文化興隆に役立つことが目的なのであるから、当然、ソフトの研究と検証とが並行すべきである。とくに今後は、農業の持つ環境保全への役割と生物資源の有効利用とが重視されるであろう。学会はそれへ即応して効果を挙げ、立場を強める必要がある。大いに活発な広い場面での研究発表をお願いしたい。

地元へお土産を残して行けるように、と言う提言があった。正にそうである。産官学が協力して学会の場で問題点を集約し、各々が得意とする問題分野を分担して究明し、学会の場で検討して総合化する。同業者の親睦の場であるだけでなく、学会は仕事の場でなければならぬ。積極的に有為な仕事を求める人々に、貢献できる学会へ体質改善して行きたい。

以上は、私個人の意見である。御同感頂ける所あれば幸である。異論ある所には、どしどし意見を具申して頂いて、より良い解決案を集約すること事態が、学会の仕事であろう。以上はその叩き台と御理解頂きたい。

農機学会は難しい場に立っているからこそ、今が重要な時なのであろう。虚心に積極的に、御協力頂き、輝かしい学会へと発展することを願って止まない。

トラクタの動的踏圧について

— 走行速度と深度との関係 —

佐々木邦男*・松森一浩*

On the Soil Compaction by Dynamic Pressure of Tractor Tires

— Relation of Running Velocity to Depth of Soil —

Kunio SAKAKI*, Kazuhiro MATSUMORI*

1 諸言

トラクタは、農業の生産性向上に極めて有用な手段である。反面、車輪の踏圧により土壌の緊密化を促進して、硬盤が形成される等の影響が生じ、土壌の物理的環境を悪化させ、作物の生育を阻害する¹⁾。

踏圧問題に関してこれまでに、モデル解析や有限要素法等の手法で、既にいくつかの内外の報告が見られる²⁾⁻¹¹⁾。それらの結果から要約して整理すると、車輪の踏圧力について、その作用力は土中の各方向に及ぶこと。土壌は圧縮沈下するが、踏圧面下の表層近くが最も大きくなること。同一個所の踏圧回数が多くなるにつれて、その程度が増す傾向にあること。又、タイヤの接地圧と密接な関係にあること。同時にこのような現象の発現は、土壌条件によっても異なること等が知られている。しかし実際圃場における実験例が少なく、特に走行速度との関係については、未だ明確ではない。

本実験は、耕耘整地状態の実際圃場において、走行を伴うトラクタタイヤの動的踏圧の影響が走行速度との関連で、踏圧面下の鉛直方向にどの深度まで及ぶかについて調べたものである。

トラクタ走行速度の違いによる土壌硬度形成のメカニズムを解析する一つの資料を得たので以下に報告する。

2 実験方法

供試トラクタは、車両総重量が2,240 kg、タイヤサイズが13.6-28、空気圧が前輪1.3 kg/cm²、後輪1.0 kg/cm²である。

トラクタ走行速度は重作業を想定して、変速レバーM2の同一条件で、eng・rpm. 1,500を低速、同じく2,500を高速として比較する。この際の走行速度は、前者が0.28 m/s、後者が0.49 m/sである。

踏圧力の測定は、load cell(2 R I - 2 T)を土中に埋設し、strain amplifier(6 M 53)に入力、visilight(5 M 21)に記録、解読する方法によった。load cellの設置は、幅1 m×長さ2 m×深さ1 mの穴を掘り、硬盤上にコンクリートブロックを台座として固定した。従って測定深度の調節は、ブロックの枚数によった。

測定深度は、車輪踏圧面下鉛直方向に10, 20, 30, 40, 60, 80 cmとし、耕耘整地状態を想定して、load cellの測点上や周囲を土塊径20 mm以下の均質土壌で覆った。

表層ち密度は山中式硬度計、土壌硬度はSR-2型、牽引負荷はPLT-2を使用した。

尚、供試圃場は本学附属農場で、土壌は埴土測定に日数を要したことから、含水比は45~52%であった。

* 宮城県農業短期大学

3 実験結果及び考察

(1) 平均接地圧

トラクタタイヤによる踏圧力と接地圧が密接な関係にあることは、諸言で解れた通りである。

そこで、供試トラクタの静的接地圧を平均接地圧 (P) で見たのが表1である。この測定は、供試トラクタの前後輪それぞれ片側のタイヤ接地面にポスターカラーを塗布して、接地跡を紙面に写し取り、プラニメータで求積して(1)式で整理したものである。

$$P = \frac{W}{2(F+R)} \quad (\text{kg/cm}^2) \quad \dots\dots(1)$$

ここで、W：車両総重量，F：前輪片側の接地面積，R：後輪片側の接地面積

尚、踏圧は通常土壌の沈下を伴うことから、沈下0 cmの外にウレタンマット上に沈下させる方法で、沈下量5、10cmについても確認して表示した。更に、トラクタは一般に前後輪の重量配分が異なる為、load cellを用いて供試トラクタの重量転移を割り出した。この結果、前輪が4.2、後輪が5.8の重量配分割合であることが導かれ、この割合から前後輪別の平均接地圧 (P') についても表示した。

沈下を伴わない0 cmの場合、沈下させた区に比べて、P及びP'の値はいずれも極端に大きい。これは0 cmの場合、接地はタイヤラグのみとなり、接地面積が小さい為である。同時に、前後

表1 供試トラクタの平均接地圧

測点	接地圧	P (kg/cm ²)	P' (kg/cm ²)
0 cm		4.44 (0.89)	F 5.69 (1.13) R 3.85 (0.78)
-5		0.46	F 0.63 R 0.40
-10		0.34	F 0.37 R 0.33

注1. Pは重量転移を考慮した前後輪別の平均接地圧 (F : R = 4.2 : 5.8)

注2. () 内はタイヤラグと谷間の面積が接地したと仮定した場合

表2 供試トラクタの基礎踏圧力 (測点0 cm)

測定状態	前後輪別	F (kg/cm ²)	R (kg/cm ²)
	静止		51.7
走行	低速	49.7	51.3
	高速	71.1	76.7

注1. 低速は0.28 m/s，高速は0.49 m/s

注2. 走行は5回の平均値

輪別のP及びP'の値について、前輪荷重が小さいにも拘らず、F > Rの関係が見られるのも同様といえる。

(2) 基礎踏圧力

供試トラクタの静的と動的な基礎踏圧力を、沈下を伴わない0 cmでload cellを用いて測定した結果が表2である。静的な場合の測点位置は、タイヤラグである。動的な場合は走行を伴うことから、車輪が通過する際load cellの測点上にタイヤラグが位置するとは限らないので、実踏圧力の見地から便宜的に平均値で示した。この際、基礎踏圧力は踏圧面下鉛直方向となる為、最大土中圧と考えられる。圃場内作業では走行を伴うことから、動的な基礎踏圧力の確認がより実際的といえる。

表2から、静的、動的いずれの場合もF < Rの関係が見られ、Pとは逆となった。このことは、Pの場合Wを面で支持する為、接地面積の多少が左右する。これに対し基礎踏圧力は、重量転移が関係して踏圧面直下の鉛直方向に対する踏圧力を、点で支持する為と考えられる。

基礎踏圧力は、走行速度が増すと大きくなっており、動的影響が認められる。

(3) 土壌沈下量

踏圧は通常土壌の沈下を伴うが、これは同時にタイヤの沈下量でもある。これに関して吉田¹²⁾は、タイヤの接地水平長として計測しているが、本実験では動的測定の為、土壌の沈下量のみとした。各測定深度それぞれについて、走行回数毎にタイヤラグ跡を測点とした土壌沈下量が図

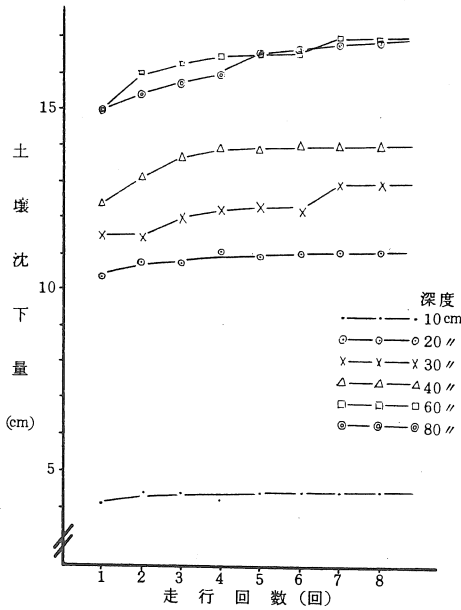


図1 低速時の走行回数と土壤沈下量

1及び2である。

まず、走行回数と土壤沈下量の関係では、低速-10cmを除けば多重走による土壤沈下量の増加が認められる。特に走行3~4回目までの増加割合は顕著であるが、ほぼ5回目以降については減る傾向となる。低速-10cmについては、タイヤ通過後両側に14mmの土壤の盛り上がりが見られたことから、土壤の圧縮沈下の容積範囲が小さい為と考えられる。

走行速度と土壤沈下量の関係では、表層から深部までの、いずれの測点においても、低速に比べて高速の土壤沈下量が大きい。特に、表層において顕著であり、測点10cmでは速度の倍加によって土壤沈下量も倍加している。又、高速-20cmの土壤沈下量が、低速-30cmと同程度になっている。これらのことから、速度の影響が明らかに認められる。

ここで、前項で確認した基礎踏圧力との関係

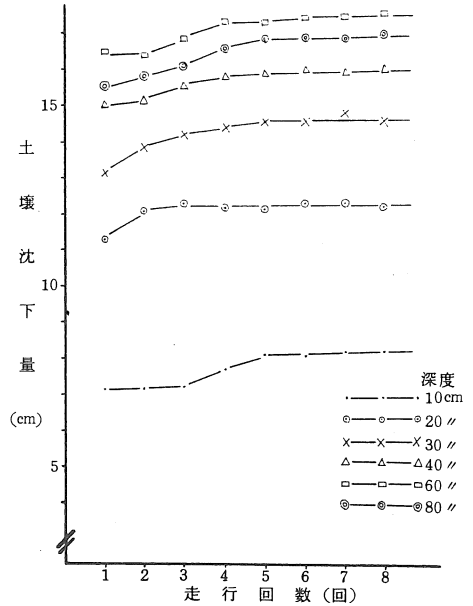


図2 高速時の走行回数と土壤沈下量

から、特に走行速度を増すことによって車輪の土壤圧縮力が高まり、土壤沈下量も大きくなると言える。

尚、測点が深くなるにつれて土壤沈下量も増す傾向が見られるのは、土壤の圧縮、沈下の容積範囲に相応する為と考えられる。

(4) 地層ち密度

トラクタタイヤの踏圧によって土壤が圧縮されると、土壤は緊密化して、ある硬さを持つようになる。そこで、タイヤラグ跡の土壤ち密度¹³⁾を山中式硬度計で測定し、これを便宜的に表層ち密度として示したのが、図3及び図4である。

走行回数と表層ち密度の関係で見ると、低速高速のいずれも走行3回程度までは、急勾配の増加傾向が見られる。それ以降の走行回数においては、低速での増加傾向は減少して横直状態となるが、高速では測定深度の深い部分で催ながら増加傾向が継続することが認められる。

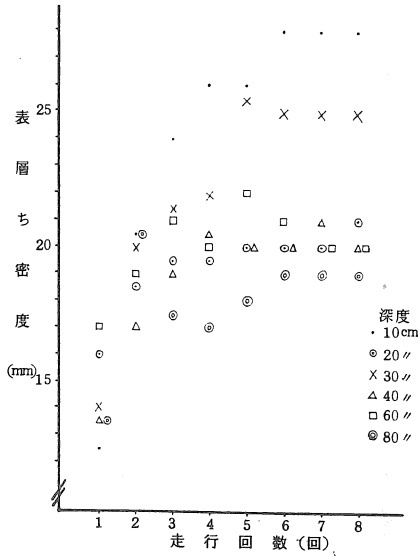


図3 低速時の走行回数と表層ち密度

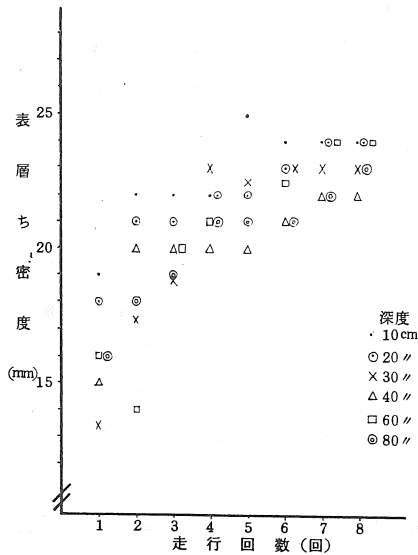


図4 高速時の走行回数と表層ち密度

走行速度と表層ち密度の関係では、低速、高速のいずれも測定深度が浅い程表層ち密度が高く、特に低速-10cmで著しい。高速では測定深度の深い部分で、相対的に低速の場合より高い表層ち密度が認められる。

尚、参考までにSR-2型で土壌貫入抵抗値を見た。高速-20cmの例で示したのが図5である。走行回数に応じて、踏圧面から5~10cm間の比較的浅い層に硬度の高まりが集中して見られ、同時に走行回数に応じて徐々に下層へ移行している。図4の表層ち密度と同様の傾向が、土壌硬度についても言える。

(5) 鉛直方向荷重

走行中のトラクタタイヤの踏圧面直下の踏圧力を、load cellで鉛直方向荷重として取り出し、走行速度別の平均鉛直荷重と深度との関係で示したのが、図6である。この際の平均鉛直荷重は、走行回数8回の平均値を用いた。

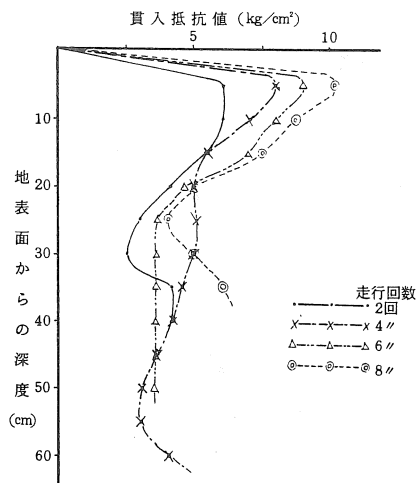


図5 走行回数と土壌硬度 (高速-20cm)

図6から、走行速度別の平均荷重は低速く高速の関係にあり、この際の荷重差について見たのが図7である。これは表層側がより大きい、特に前輪において著しい。

低速、高速いずれの場合も、測定深度が深くなるにつれて鉛直方向荷重は減衰する。この際の減衰の程度を、表2の基礎踏圧力を基準として(2)式で整理し、減衰率(Dr)として示したのが図8である。減衰率は共通的に深層程大きい、特に高速の表層落差が大きい。

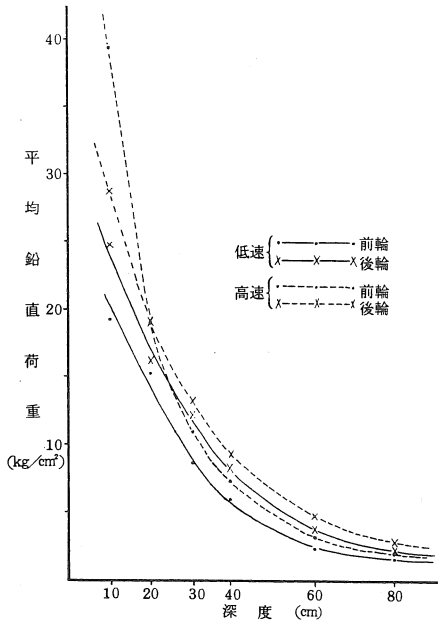


図6 走行速度別の深度と平均鉛直荷重

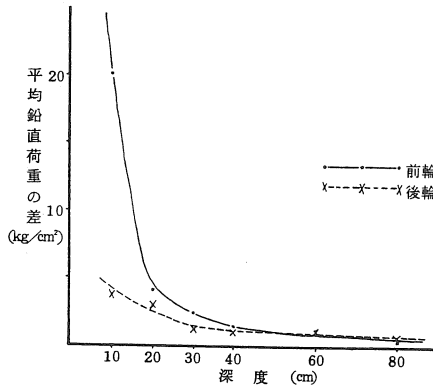


図7 走行速度別荷重差

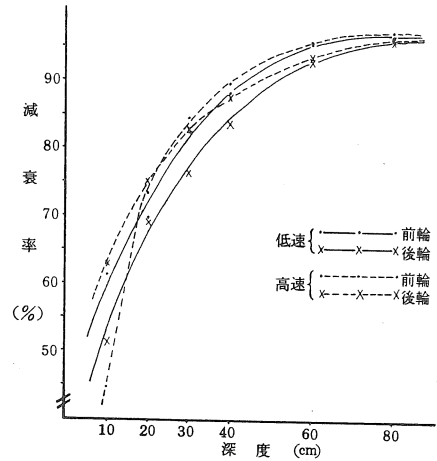


図8 走行速度別深度毎の減衰率

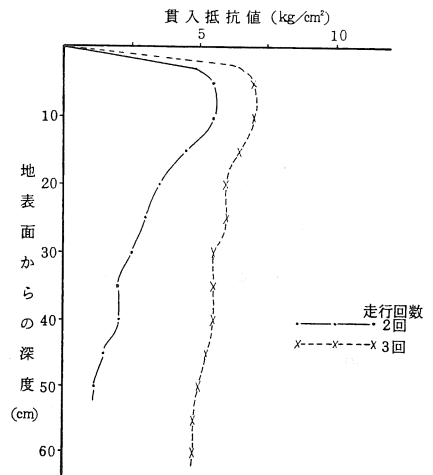


図9 牽引負荷時の土壤硬度

$$D_r = \frac{(W' - ap)}{W'} \times 100 (\%) \dots\dots(2)$$

ここで、 W' :基礎踏圧力、 ap 平均荷重尚、参考までに、牽引荷重を伴う場合の土壤硬度の変化状態をSR-2型で見たのが、図9である。牽引荷重を伴うことにより、踏圧力も増大して、土壤硬度の形成が土中深部にまで及ぶことが認められる。

4 摘要

以上の結果を総合し、次のように要約される。

- 1) 基礎踏圧力は、踏圧面直下の鉛直方向に対する最大土中圧と言え、後輪が大きく、支配的である。又、走行速度が増すと基礎踏圧力も大きくなる。
- 2) 土壤沈下量は、多重走によって増す。その発現は作土深によって異なり、深い作土層程大きくなる。
- 走行速度の影響も見られ、特に表層において速度の倍加に応じ、土壤沈下量も倍加する。
- 3) 表層密度及び土壤硬度も、土壤沈下量と相似して、多重走によって増加する。走行速度が増すと、作土の深部にまで影響が及ぶ。
- 4) 鉛直方向荷重は、速度が増すと大きくなり、速度による荷重差が認められる。

又、牽引荷重を伴うと土壤硬度の形成は、作土の深部にまで及ぶ。

従って、トラクタタイヤの踏圧力は、速度の増加によって大きくなり、土壤の深部にまで及ぶことから、動的影響が明らかに認められる。

参考文献

- 1) 土壤物理研究会：土壤の物理性と植物生育養賢堂 P 194 - 196 (1979)
- 2) 小林・伊藤・杉本：農業機械による牧草地の踏圧に関する研究、農機誌東北支部報 P 24 - 28, No 32 (1985)

- 3) 農業機械化研究所：土一機械系に関する測定・研究手法の調査 P 21 - 27 (1986)
- 4) 農業機械学会：改訂農業機械ハンドブックコロナ社 P 327 - 331 (1979)
- 5) W. J. Chancellor R. H. Schmidt: A study of soil deformation beneath surface loads, ASAE Annual meeting paper, No.61 - 121 (1961)
- 6) J. A. Vomocil W. J. Flocker: Soil compaction Its effects on storage and movement of soil air and water ASAE Annual meeting paper No. 60 - 129 (1960)
- 7) A. M. El - Domiaty W. J. Chancellor: Stress - strain characteristics of a saturated clay soil at various rates of strain, ASAE Vol. 13 No 5 685 - 689 (1970)
- 8) 田中 孝：土一機械系における相似性の研究、農機誌, No 123 P 300 - 310 (1973)
- 9) 吉田 勲：有限要素法による鋼車輪下の土中応力の算出、農機誌 No 123 P 312 - 317 (1973)
- 10) 広間・太田・須山：トラクタ車輪の接地圧分布に関する研究、農機学会東北支部報 No 32 (1985)
- 11) 常松 栄・他：農業機械化の知識、農業技術研究会 P 141 (1976)
- 12) 吉田 勲：車両走行に関する実験的研究、農機誌, No 121 (1972)
- 13) 三好 洋・丹原一憲：土の物理性と土壤診断 日本イリゲーションクラブ 64 - 68 (1977)
- 14) 常松 栄・他：農業機械化の知識、農業技術研究会 P 142 (1976)

クランク耕うん機の所要エネルギーについて

劉 蛟竜*・鳥巢 諒*・武田純一*・伴野達也*

Energy Requirement for Crank Tillage

Jiaolong LIU*, Ryo TORISU*

Junichi TAKEDA*, Tatsuya BANNO*

I はじめに

クランク耕うん機は歩行型として1950年代に普及しており、耕うん方式はちょうど鋤で耕起するのと類似した方式で、その機構としては図1の四節リンク機構が用いられてきた。

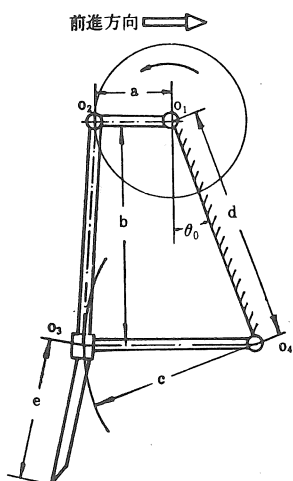


図1 従来型クランク耕うん装置 (I)

当時の研究によって、クランク耕うんは省エネルギー的な耕うんであることが明らかにされているが、振動が激しく、トラブルが多いなどの欠点を持っており、急速に性能を向上したロータリ耕うんに押されて、姿を消してしまった。

近年、土づくり対策の一つとして深耕が問題になっているが、クランク耕うん機（以下クランクと略す）は深耕化が容易な機構をしていること、エネルギー消費が少ないことなどより注目され、再検討をしてみる価値がでてきた。

今回、三菱農機開発本部の協力により、同社で試作されたパワークランクホーを実験する機会を得、ロータリ耕うん機（以下ロータリと略す）と対比して、そのPTO軸トルク、耕うん所要動力、耕うん比エネルギーを明らかにすることができたので報告する。

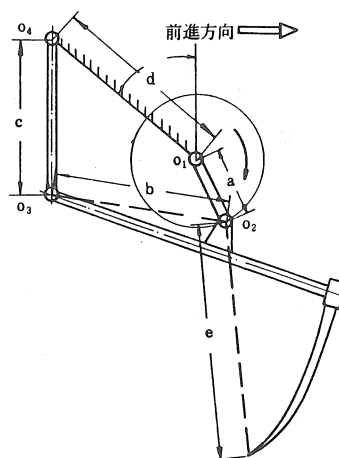


図2 供試したクランク耕うん装置 (II)

II 実験方法

1) 供試機械

トラクタ：三菱農機MT4201Dで、出力42PS（定格2700rpm）、4サイクル、4シリンダ水冷ディーゼルを搭載している。

作業機：クランクは耕うん要部が図2に示すような機構になっており、4組の並列ユニットとして、フレームに懸架されている。耕うん幅

* 岩手大学農学部

は 160 cm である。ロータリは小橋製の R B S - 1800 式で、耕うん幅が 180 cm である。

2) 圃場条件

供試圃場は岩手大学附属農場の大豆跡地を使用し、土壌硬度は S R - 2 土壌測定器で測定し、図 3 に示す通りであった。

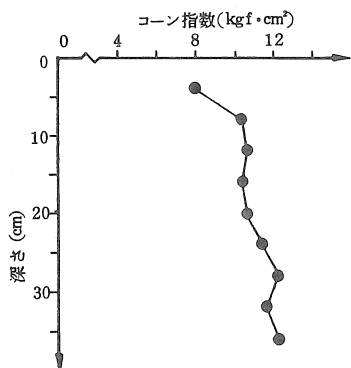


図 3 土壌貫入抵抗

3) 実験の構成

実験は表 1 の試験区を設定して行なった。

表 1 クランク、ロータリの耕うん条件

機種	実験 No.	設定エンジン 回転数 rpm	実測耕うん 速度 m/s	耕うん ピッチ cm	耕 深 cm
ク ラ ン ク	1	2700	0.31 (平均)	14 (平均)	15, 22, 28
	2	2700	0.31 (平均)	10 (平均)	15, 22, 28
ク	3	2400, 2100 1800; 1500	0.27, 0.23 0.20, 0.17	10 (平均)	22
ロ タ リ	4	2700	0.31 (平均)	5 (平均)	11, 14, 19
	5	2700	0.42 (平均)	7 (平均)	11, 14, 19
リ	6	2500, 2300 2100, 1900 1700	0.39, 0.36 0.33, 0.29 0.26	7 (平均)	19

4) 測定方法

耕うんエネルギーを計測するため、P T O 軸の回転数とトルクを測定した。回転数は電磁式パルス計を用い、トルク測定はストレインメータ

を用いて、データレコーダに記録した。

III 実験結果及び考察

1) P T O 軸平均トルク

クランクとロータリ(クランクと同幅に換算した)の P T O 軸平均トルク(以下トルクと略す)と耕深の関係は図 4 に示す通りとなった。クランクの場合は予備実験の結果、耕深 32 cm 程度の耕うんが可能であったので実験は 15-28 cm に設定した。ロータリの場合は予備実験の結果、耕深 19 cm 程度が限界であったので、11-19 cm に設定して行なった。クランクとロータリとも耕深が大きくなることによって、トルクが増加する傾向を示しているが、全体として、クランクの方が小さく、増加率もロータリより小さかった。

クランクにおいては耕うんピッチを 14 cm, 10 cm にして、トルクに対する影響を調べた。その結果は耕うんピッチ 14 cm の方のトルクが平均で 13% 程度大きくなった。その原因として次のことが考えられる。耕うんピッチを大きくした場合に、一回ごとに耕起する未耕土の体積が増え

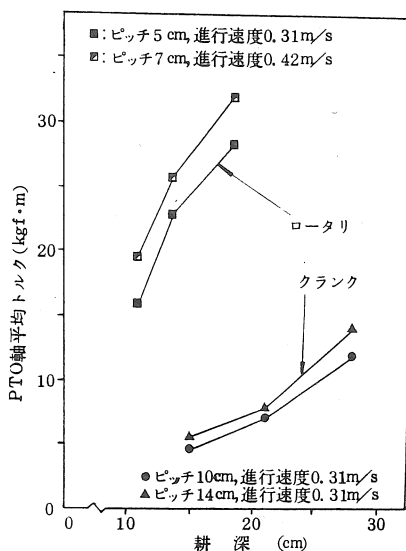


図 4 P T O 軸平均トルクと耕深の関係

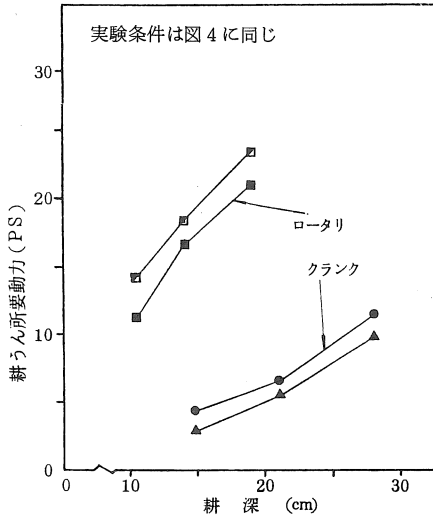


図5 耕うん所要動力と耕深の関係

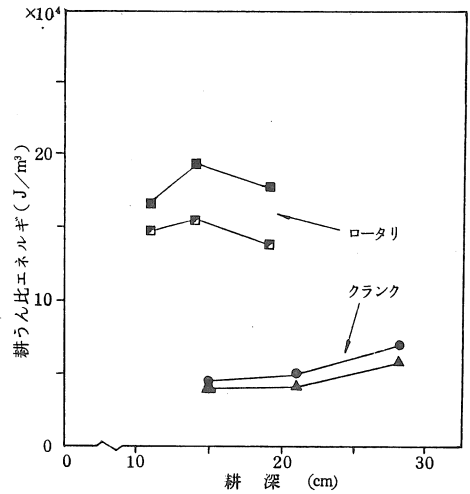


図6 耕うん所要比エネルギーと耕深の関係

ることによって、せん断面積、投てき抵抗なども大きくなるので、P T O軸トルクを増加させた。

2) 耕うん所要動力、耕うん比エネルギー

クランクとロータリの耕深、耕うんピッチを変えた場合の耕うん所要動力、耕うん比エネルギーは図5、6に示す通りであった。耕うん所要動力、耕うん比エネルギーはそれぞれ次式で求めた。

$$\text{耕うん所要動力} : N = \frac{T n}{716.2} \quad (\text{PS}) \quad (1)$$

$$\text{耕うん比エネルギー} : W = \frac{735 N}{HBV} \quad (\text{J/m}^2) \quad (2)$$

ここに、T : P T O軸トルク (kg・m)

n : P T O軸回転数 (rpm)

H : 耕深 (m)

B : 耕うん幅 (m)

V : 耕うん速度 (m/s)

クランクの場合は、耕深15cm耕起するのに5 PS程度、28cm耕起するのに12 PS程度であったが、ロータリの場合は11cm耕起するのに12 PS、19cm耕起するのに25 PS程度を要した。

クランクの耕うん所要動力は耕深を大きくすることによって増加したが、その理由としては次の

ことが考えられる。(1)耕うん爪の土に対する切削行程が長くなることにより切削抵抗は増加したこと。(2)耕起する土の量が多くなるため、反転投てきする抵抗も増加したこと。(3)耕深を大きくすることによって、投てき力が不十分になり、すでに耕起された土壌が次の耕うんの抵抗になる可能性が大きくなったこと。

クランクの耕うん所要動力の増加率はロータリよりも小さかった。

耕うん比エネルギーにおいてもクランクの方がロータリより小さく、平均で1/3となっている。また、耕うん比エネルギーは耕深による影響が少なく、ほぼ一定の値であったが、クランクの方が20cm以上になるとやや増加する傾向が見られた。その理由として、式(2)により耕うん所要動力の増加率より大きくなったことが考えられる。

クランクでは、耕うんピッチが大きくなるとトルクが大きくなったが、所要動力と耕うん比エネルギーが少なくなった。これは単位体積あたりの切削回数が少なくなったためと考えられる。

3) 耕うん速度

耕うん速度が耕うん所要動力、耕うん比エネルギーに及ぼす影響をみるために、耕深と耕うん

ピッチを一定にして、エンジン回転数のみを変えることによって行なった。その結果は図7のようになった。耕うん速度が大きくなると耕うん所要動力が大きくなったが、クランクの増加率はロータリより小さかった。耕うん比エネルギーはクランク、ロータリとも耕うん速度による差があまりなかった。つまり式(2)により、耕うん所要動力の増加率は耕うん速度の増加率とほぼ一致することが考えられる。

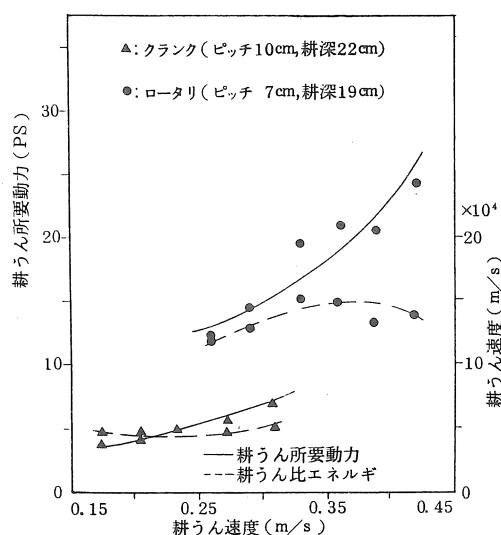


図7 耕うん所要動力、所要比エネルギーと耕うん速度の関係

IV まとめ

クランク及びロータリを用いて圃場実験を行ない、クランクについて次のことが明らかになった。

(1) 耕深を大きくすることによって、PTO軸トルクが増加する。また、耕うんピッチの大きい方のトルクが大きくなった。

(2) 耕深及び耕うん速度を大きくすることによって、クランクの耕うん所要動力は増加するが、

その増加率はロータリより小さい。今回の実験条件において、ロータリは19cmまで耕起するには耕うん所要動力が25 PS程度が必要であったが、クランクは28cmまで耕起するには12 PS程度でできた。また、耕うんピッチが大きくなると、耕うん所要動力が少なくなった。

(3) 実験条件において、クランクの耕うん比エネルギーは耕うんピッチの違いによって多少差があったが、耕深及び耕うん速度の違いによりあまり変化せず、平均でロータリの1/3となっている。

これらの結果を総合してみると、今回のような畑の土壌条件においてはクランクを用いることによって、20 PSクラスのトラクタで30cm程度の深耕が容易にできることが判明した。

今回の実験結果にしたがって、今後の課題として次のことが考えられる。

- (1) 深耕する時の反転投てき性能の改善。
- (2) 土塊の大きさと耕うん所要エネルギーの関係の究明。
- (3) 従来の課題である防振問題についての検討。

参考文献

- (1) 波沢・川村：深耕用アップカットロータリ耕うんづめの研究 (第4報)
農機誌 47 (2), 159 - 167, 1985
- (2) 木谷：各種耕うん装置比較のための基礎的研究 (第10報)
農機誌 27 (4), 231 - 238, 1964
- (3) 第10回農業機械化技術研修会
畑の土づくりとその機械化 (資料)

湛水中作溝条播方式による水稻直播栽培技術の開発

菊池宏彰*・木村勝一*・小倉昭男*・伊藤信雄*・石原修二*

Development of the Rice Direct Seeding Technique by the Method of Furrowing and Drilling under Water in Paddy Field

Hiroaki KIKUCHI*, Shoichi KIMURA*, Akio OGURA*,
Nobuo ITO*, Syuji ISHIHARA*

1 はじめに

水稻の湛水直播栽培法は、省力、低コスト化の可能性の高い栽培技術とされているが、倒伏、鳥害、出芽、初期生育不良など阻害要因も多く、まだ安定した栽培技術とはなっていない。米価抑制時代を迎え、この技術の安定化の要望はかなり強いものがある。

近年、湛水土壌中直播栽培法が開発され、出芽初期生育不良、倒伏はある程度回避できるようにはなったが、鳥害（カルガモなど）には技術的に無防備であり、さらに播種深さの許容幅が狭いなども、問題も残している。

そこで、カルパーなどの酸素発生剤の助けを借りずに、出芽を確保し、倒伏、鳥害を回避できる栽培技術の開発を試みた。

2 試験方法

供試機械：湛水中作溝条播機（試作、条数12、作業幅 3,720 mm、底幅65mmの舟底形作溝器付）、トラクタ（MF135、ゴムラグ付パイプ車輪装着）他

供試圃場：東北農試大区画水田の一部45 a

（90m×50m）、火山灰壤土、永年水田

供試品種・種子予措：ハヤニシキ、浸種水切り後、忌避剤（商品名アンレス）を乾籾重量の2.2%粉衣（昭和57年は1.8%、56年は0）。

水管理：表の通り

項目	年次				
	56	57	58	59	60
落水日数* (日)	28	16	8	15	11
落水期間中の湛水回数(回)	2	3	0	1	0
落水期間中の延湛水日数(日)	7	3	0	1	0

* 常時湛水（出芽後）までの日数

3 結果と考察

1) 開発した水稻栽培技術

普通に耕耘、代かきした圃場に、湛水したままで浅く（10~20mm）作溝して、その溝底表面に播種し、播種後出芽するまで落水するが、田面の乾燥程度によっては、この期間中でも走り水灌漑を行って、田面の過度の乾燥、ヒビ割れを防止する。稲の出芽後に再び湛水して除草剤の散布などの管理を通常的水稻栽培と同様に行なう方法であり、これによって水稻湛水直播栽培における鳥害、倒伏害を回避し、泥中に埋没した種子でも出芽が良化する技術である。

播種作業を湛水中とした理由は、播種精度の向上のため、落水による田面硬度の変異の幅を広げないため、さらにはトラクタの走行性を確保するためである。

2) 播種作業状況と播種精度

作溝深の目標を15mmとして播種作業を行った(図1)。湛水中での作業のため、種子はたちまち泥や泥水に埋まるが、播種後に落水することで溝の埋まりも少なく、種子の埋没深さも浅い。出芽したものだけについて（播種後ほぼ25日）の

* 農林水産省東北農業試験場



図1 播種作業状況

稲株元埋没深さは平均 5.2 (58年) ~ 7.5 mm (57年), 同変動係数は 52~77% となっている (表1)。ここではカルパーなどの酸素発生剤は使っていないが, 播種後に落水することで埋没した種子へも酸素の供給がなされるため, 泥中に埋没した種子でも出芽し, 苗立率は 50.1~78.8%, 播種後低温の続いた58年でも 52.8% の苗立率を示した。

表1 播種精度・生育収量

年度		56	57	58	59	60
播種時圃場条件	耕土深 { \bar{x} (cm) CV (%)}	20.8	20.1	18.6	14.9	19.8
		10.5	12.9	11.6	11.9	11.5
	土の硬さ { \bar{x} (cm) CV (%)}	4.0	4.3	4.3	4.3	4.7
		24.0	25.0	18.1	23.9	25.6
	水深 { \bar{x} (cm) CV (%)}	1.2	3.7	3.1	1.8	2.6
		73.9	23.6	20.7	32.8	27.6
播種時進行速度 (m/s)	0.82	0.76	0.68	0.69	0.72	
播種密度 (粒/m ²)	260.3	222.4	248.9	246.4	261.2	
苗立数 (本/m ²)	130.4	177.4	131.4	182.9	205.9	
苗立率 (%)	50.1	57.4	52.8	74.2	78.8	
出芽始めまでの日数 (日)	11	11	8	12	10	
株元埋没深	初期 { \bar{x} (mm) CV (%)}	7.2	7.5	5.2	5.5	5.6
		51.7	59.8	67.3	76.7	75.9
收穫期	{ \bar{x} (mm) CV (%)}	16.0	17.2	16.3	11.3	11.7
		46.6	33.3	38.2	51.5	53.3
減水深 (mm/日)	96→67	44.0	34→32	43.0	39.5	
倒伏面積 (%)	0	0	0	0.4	1.7	
出穂期 (月/日)	8/12	8/16	8/18	8/9	8/10	
稈長 (cm)	82.0	83.9	82.5	80.8	76.2	
穂長 (cm)	18.5	16.6	16.8	16.4	17.0	
穂数 (本/m ²)	370.8	401.3	424.3	466.1	459.0	
精玄米収量 (g/m ²)	494.7	555.2	572.1	593.9	539.2	
屑米収量 (g/m ²)	17.5	18.7	19.0	8.1	7.5	

注 ① 土の硬さは接地圧 0.04 Kg/cm² の荷重の沈下深
 ② 出芽始めまでの日数は埋没深 5 mm ぐらいのものにつ
 ③ 減水深 56年, 58年は動力中耕除草機をかけた前後の値

出芽所要日数は, 埋没深さ 5 mm 程度のもので 8~12日であり, 埋没深さが深いほど, 播種後田面の乾燥程度が低いほど, 出芽所要日数は長びく傾向にあった。また, 種子が完全に土面に露出してしまおうと出芽は遅れ, その後の生育も劣った。そのため, 播種時の田面水は, 播種後すぐ泥水が播き溝に廻りこんで来て, 種子を埋めるぐらいの水位は, 最低でも必要であった。

播種後落水することで, 田面にヒビ割れが生ずるが, この状態まで乾燥させたあとであれば, 湛水しても泥中に埋没してる種子であっても出芽して来ることがわかったが, 深水部 (ほぼ 10 cm 以上) では出芽はするものの, 芽の伸長が遅れ, 腐敗, 消滅するものが多かった。

3) 鳥害について

通常, 田面に水を湛えれば, 昼夜の別なくカルガモは飛来して種籾を食害したが, 播種後, 出芽までの期間落水することで, 被害は回避できた。出芽後に湛水するとカモはまた飛来するようになるが, この時期は土が硬化しているため, ほとんど種籾を喰えず, 喰えないと知ると飛来しなくなり, 実害はなかった。ただ, 田面の低いところなど, 水溜りがあるとか, 水口から水がもれ出して溜っているところなどでは, 落水後も被害を被った。

カモの害は初期は種籾の食害, 幼苗期は食害と田面をかきまわされることによる浮き苗の発生があるが, 出芽後に再湛水しても, 田面が硬化しているためか, カモが入っても浮き苗となるものはほとんどなかった。

播種後落水期間中は雀の害をうけ易いが, アンレス (雀などの忌避剤) を乾籾重の 2.0% ~ 2.2% を浸種水切りした種子に粉衣して播種することで, ほぼ完全に回避できた。

4) 漏水

播種後田面を乾燥させるため, 田面にヒビ割れが生じ, 漏水が多くなりやすく, 日減水深は



図2 播種後落水による田面の状況(昭58)

40~44mmとなった(表1)。56年は干し過ぎて96mmと過大な値となった。供試水田は、普通に代かきし、通常の移植栽培をした場合の日減水深は20~30mmであり、本法によって漏水はかなり多くなっている。56~58年は、漏水防止の目的で出芽、湛水後に動力中耕除草機を畦間に通し、漏水を少なくする効果を認めた。また、田面の乾燥度を低くおさえることでも漏水を少なくできた。

5) 雑草防除

本法では播種後ほぼ12日間落水するが、この間にヒエは2.0葉近くまで生育の進むものもあり、これの防除のためにモリネートの散布が不可欠であり、さらに広葉雑草にも有効な初期剤、中期剤の体系処理で本法の雑草防除は可能であった。なお、落水期間中の雑草防除のため、畑作用除草剤(ベンチオカーブ・プロメトリン)を播種、落水後に使用したが、効果が安定せず、実用的でなかった。

6) 田面硬度について

出芽後、再湛水直前の田面硬度は、播き溝間の中央、いわゆる山部で表面 1.9 kg/cm^2 、5cm深で 3.8 kg/cm^2 とかなり硬化しているが、これに湛水することで土は軟化し、湛水して3日後には表面で 0.2 kg/cm^2 、5cm深では 0.7 kg/cm^2 となった(図3、59年)。このことから、播種

後落水することによって稲の根の伸長が妨げられることは少なかったと思われる。

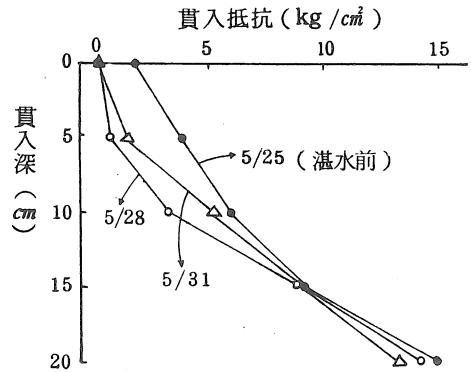


図3 土硬度の推移(SR-II小コーン)

ただ、再湛水することで土は軟くはなるものの、田面のヒビ割れはすぐには消えず、これによってすぐ漏水が少なくなることはなかった。

7) 稲の倒伏

収穫時の稲株元の埋没深さは、畦間に動力中耕除草機を通した56~58年は16.0~17.2mmとなり倒伏は皆無であった。59、60年は稲の株元に土を寄せるこれらの操作は全く入れていないが、収穫時の稲株元の埋没深さは11mmに達し、倒伏は圃場全体の面積比で59年は0.4%、60年は1.7%が、稲の穂が地面に着くぐらいに倒伏したにすぎなかった(表1)。

8) 10a当たり所要労働時間

本法における10a当りの所要労働時間は、灌水を自動化したことで、灌排水と畦畔管理時間を1時間と推定し、さらに、乾燥、調製時間を2.7時間(昭和58年農産物生産費調査結果-農水省統計情報部60年1月)とすると、11.2時間であった(表2、60年)。この中で人手除草時間1.98時間の内訳は、田面の高いところに残ったヒエを手取りした時間1.28時間、サヤヌカグサ、スズメノテッポーなど除草剤のききにくい草を手取りした時間0.7時間である。

播種準備は、あらかじめトラクタの行程確認

表2 10a当り作業別労働時間(Hr)

作業名	使用機械	組人員	延労働時間	備考
種子予措	⑪ ⑫	1	0.13	⑫忌避剤粉衣
耕 耘	① ②	1	0.28	
代 か き	① ③	1	0.24	
施 肥 壺	① ④	2	0.17	
播種準備・補播	-	2	0.41	準備→目印立て
播 種	① ⑤	3	0.57	
除草剤散布	⑬ ⑥	3	0.37	⑬2回, ⑥1回
人 手 除 草	-	1	1.98	
防 除	⑥	3	0.24	虫2回, 病2回
追 肥	⑥ ⑦	3, 1	0.46	⑥2回, ⑦2回
灌排水・管理	-	-	1.00*	自動灌水機使用
収穫・運搬・はりこみ	⑩ ⑭	3	2.32	
乾燥・調製	-	-	(2.70)	
わら処理・運搬	⑧ ⑨	1	0.34	
合 計	-	-	11.21	

注 ① *印は自動灌水機を使用しているため推定値。

② 乾燥調製2.70 Hrは昭和58年農産物生産費調査結果(農水省統計情報部60年1月), 東北地域500a以上層の値を使用。

③ 供試機械

- ①トラクタ ②ロータリ ③バデーハロー
 ④ライムソー ⑤直播機 ⑥パイプダスター
 ⑦背負動散 ⑧レーキ ⑨ロードワゴン
 ⑩自脱コンバイン ⑪脱芒機 ⑫コーティングマシン
 ⑬散粒機 ⑭運搬車

のための目印を立てた時間(湛水中播種のため、マーカーが使えず、畦畔上のポールを見通す方法で播種作業を行ったためであるが、ポール係が距離を測ってポールを立てれば良く、実際には不要な作業となる)である。

補播は行程と行程の間が広く開いたところに人手で播種した時間である。

9) 収 量

収量は56年を除き、冷害年を含め540～590 kg/10aの水準であった(表1)が、供試品種はあまり収量の高くないハヤニシキであることを考慮すれば、あながち低い収量ではなかった。ちなみに、ここでの供試水田と同じ圃場を畦畔で区切った隣接の圃場で本法と全く同じ方法で栽培した品種アキヒカリでは605 kg/10a(60年)の収量となっている。

4 まとめ

水稻の湛水直播栽培における阻害要因である倒伏、鳥害、出芽不良を回避でき、10a当りの延所要労働時間11.2時間、冷害年を含めて540～600 kg/10aの収量水準の水稻栽培技術を開発した。

すなわち、普通に耕耘、代かきした圃場に湛水したままで浅く作溝して、その溝底表面に播種し、播種後、出芽までの期間を落水し、田面を乾燥させることでカモによる種子の食害を回避でき、泥中に埋没した種子であっても出芽は良化すること、また播種時の溝は稲の生育中に自然に埋まり、倒伏防止に効果を発揮することを明らかにした。

雑草防除は、出芽後湛水してモリネットを散布し、これに初期剤、中期剤の体系処理で可能なことも明らかにした。

本法は漏水が多くなりやすいので、田面の過度の乾燥をさけるとともに、田面均平度の向上を心がける必要がある。

スピードスプレーヤの騒音低減に関する研究

福地 博* 金須正幸* 加藤弘道*

Noise Reduction of Orchard Air-Blast Sprayer

Hiroshi FUKUCHI*, Masayuki KISU*,
Hiromichi KATO*

1 緒言

現在、スピードスプレーヤ(以下SSと称す)は多種多様の形式、大きさのものが市販されており¹⁾、その性能は著しく向上してきた。しかし一方、オペレータは依然として騒音と農薬の被曝による苛酷な作業環境におかれている。とくにSSの騒音は他の農業機械と比較してもはるかに大きく、100 dB(A)を超えていることが多い^{2) 3)}。これはまた産業衛生協会の提示している1日の許容作業基準が30分の騒音レベルを超えており、騒音対策が急がれるところである。また送風機から発生する高周波の騒音の周囲住宅への影響も問題となっており、この騒音は送風機の吸込口方向すなわちSSの後方が最も高いといわれている⁴⁾。

これらはエンジン音に加え、送風機が大きな騒音源となっているため、騒音対策は両者に講じられねばならない。そこでエンジン音に対してはエンクローズの方法をとり、送風機音に対しては騒音の最も高い吸込口に長さ1 m程度の消音器を取り付け、その効果を検討した。

なお装置の試作及び実験にあたって当講座卒業の戸沢徹、河内勇人、堀岡政基君らの協力を得たことを記して謝意を表す。

2 実験装置及び実験方法

供試したSSは昭信自動車工業の3S-B02-D6である。これに図1に示す消音装置を試作装着し、対策前と装着時の騒音を比較検討

した。騒音の測定位置は座席上のオペレータ耳元付近と送風機吸込口後方(地上1 m)を基準にし、必要に応じて機体周囲の数点を加えた。計測には精密騒音計(ノード製2003形)、1/3オクターブ周波数分析器(同8005形)、レベルレコーダ(同5002形)を使用した。

図1の1形は延長風胴の内側に吸音材(グラ

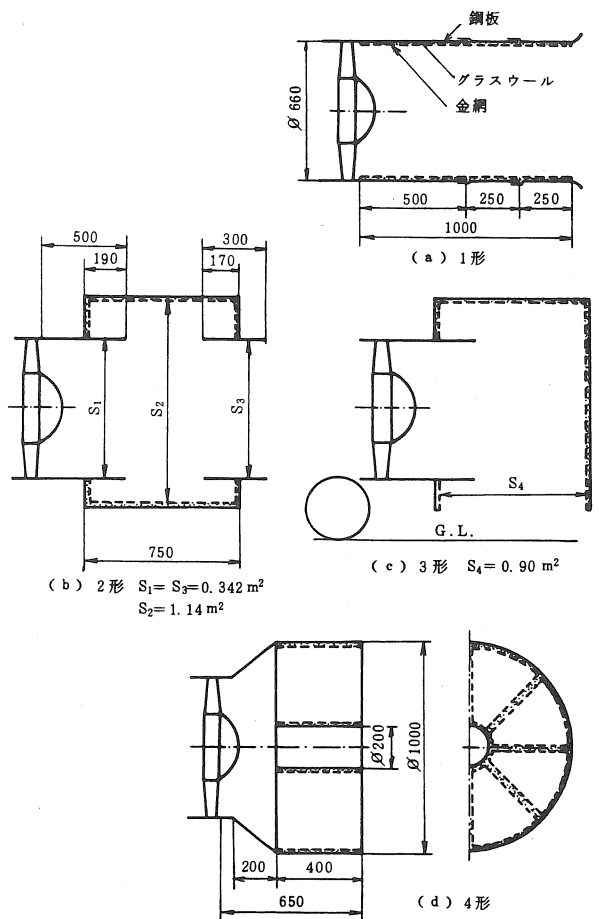


図1 試作消音装置

* 弘前大学農学部

スウール) を貼り 25mm 目のクリンプ金網で固定した吸収形消音器で、長さを 0.5 から 1 m まで変えて実験を行なった。2 形は吸込口に対して 3.3 倍の断面積を持つ膨張形消音器に、共鳴効果を期待した挿入管を加えたものであり、3 形は騒音の後方への直接伝播を防ぐ目的で下方吸込形としたものである。いずれも 1 形と同様にしてガラスウールを貼った。4 形は吸収形の 1 種であるが、吸込口を放射状に分割したスプリッタ形とした。ガラスウールの固定には 5メッシュの平織金網を使用し、風路の総面積が吸込口のそれ S_1 とほぼ同じになるようにした。使用したガラスウールは呼び厚さ 50mm、密度 10kg/m^3 であるが固定後の厚さは 20~30 mm の部分もある。

吸収形消音器には吸音ダクトの式が適用でき、その減衰量 R (dB) は次式で示される⁵⁾。

$$R = K \frac{PL}{S} \quad (1)$$

ここに P はダクトの周長 (m)、 S は断面積 (m^2)、 L は長さ (m)、 K は係数で残響室法吸音率 α_r によってほぼ定まる値である。ただしこの式が成り立つのは波長 λ が管径または 1 辺の長さ D より大きい場合で、周波数を f (Hz)、音速を c (m/s) とすると

$$f < c / D$$

の場合である。

膨張形消音器の透過損失 TL (dB) は次式で示される⁶⁾。

$$TL = 10 \log_{10} \frac{1}{4} \left\{ \left(1 + \frac{m}{m'} \right)^2 \cos^2 kL + \left(m + \frac{1}{m'} \right)^2 \sin^2 kL \right\} + \log_{10} \frac{m}{m'} \quad (2)$$

ここに $m = S_2 / S_1$ 、 $m' = S_2 / S_3$ 、 S_1 、 S_2 、 S_3 は各部断面積 (m^2)、 $k = 2\pi f / c$ である。また $m = m'$ のときは

$$TL = 10 \log_{10} \left\{ 1 + \frac{1}{4} \left(m - \frac{1}{m} \right)^2 \sin^2 kL \right\} \quad (3)$$

となり、 m が大きい程 TL は大きくなる。 TL は $f = [c / (4L)] (2n + 1)$ で最大となり、 $f = [c / (2L)] n$ で最小となる (ただし $n = 0, 1, 2, \dots$)。本装置では $S_1 = S_3 = 0.342 (\text{m}^2)$ 、 $S_2 = 1.14 (\text{m}^2)$ 、

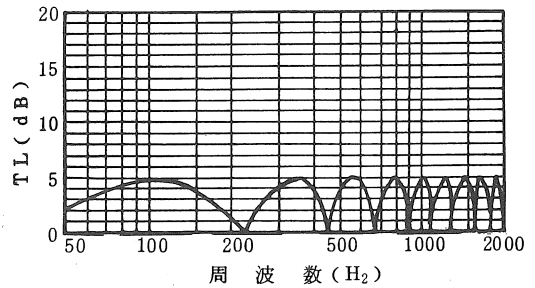


図2 2形消音器の透過損失 ($m = 3.3$)

$m = 3.3$ 、 $L = 0.75$ (m) であるから最大透過損失は約 5 dB となる。また最大透過損失を示す周波数は $f = 113, 340, 567, 790, 1020, 1250, 1450 \dots$ (Hz) となり、これを図示すると図2の如くなる。

一方エンジン部分は厚さ 3 mm のアクリル製の箱を作り、その内側にガラスウールを貼ったものをボンネットとの間隙に入れた。クラッチレバー類も箱の中に入れ、ラジエータの前面と床面の一部だけが開放となっている。以後これをエンジンカバーと呼ぶ。

3 実験結果及び考察

オペレータ耳元と送風機吸込口後方の騒音及びその周波数分析結果について述べる。吸込口後方の測定位置が装置によって異なるが、これは開放端からの距離を 1 m にとったため、数字は装着前の機体からの距離である。

1) 1 形による消音装置の長さの影響

図3は1形消音器の長さとの関係である。(1)式によれば、装置の長さには比例し

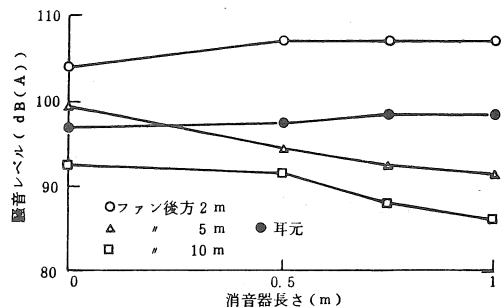


図3 吸収形消音器の長さとの騒音レベル

て騒音レベルが低下するはずであるが、後方 5 m及び10mにおける測定値にその傾向が見られる。装置の長さ 1 mでの減音量は約 7 dB(A)になる。後方 2 mにおいては逆に増加しているように見受けられるが、装置が長くなるほど測定位置が開放端に近くなるため、消音器無しの測定値も距離 1 mで測定するとこれより高くなるものと思われる。耳元での増加は装置の抵抗によりエンジン音が増加したためではないかと考えられる。

2) 2・3・4形消音器の効果

送風機から出る騒音の基本周波数 f_0 は、回転速度を N (rpm)、翼数を Z とすると $f_0 = NZ/60$ で与えられる。供試機は 12枚翼であるから、2700rpmにおける f_0 は 540Hz である。図 4 の装置無しの周波数分析結果を見ると基本周波数及び 3 次の倍音が特に高いことがわかる。

図 4 は 2 形及び 3 形の結果である。周波数目盛の最後にある A はオールパスの値で騒音計の A 特性の測定値と一致する。2 形では 500 Hz 以下での低下が見られるものの、2000 Hz 付近ではむしろ騒音が増加し、結果としてオールパス値で 2 dB の低下にとどまり、大きな効果は得られなかった。これは $m(S_2/S_1)$ を大きくできなかったのが原因であるが、種々の制約がありこれが限度であろう。3 形では後方がふさがれているため、オールパスで 12dB も低下し、ほとんど全部の周波数で低下しており、特に 500 Hz で著しい。しかし機体周囲及び耳元では、回折、地面での反射

等により装置無しと変わらないか若干増加の傾向にあった。また市販機に装着する場合、地上高が低いとごみ等を吸い込むため問題があると思

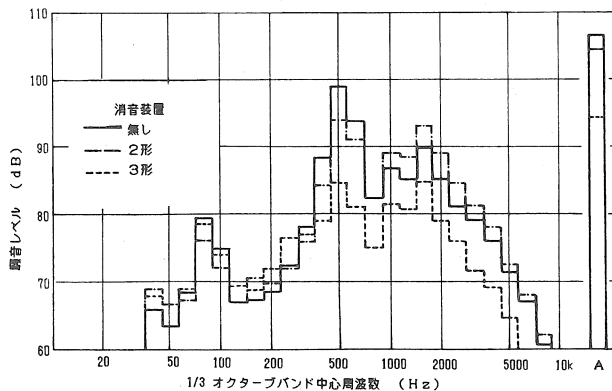


図 4 消音装置の有無と送風機吸込口後方の騒音スペクトル (2700 rpm, 2.25 m)

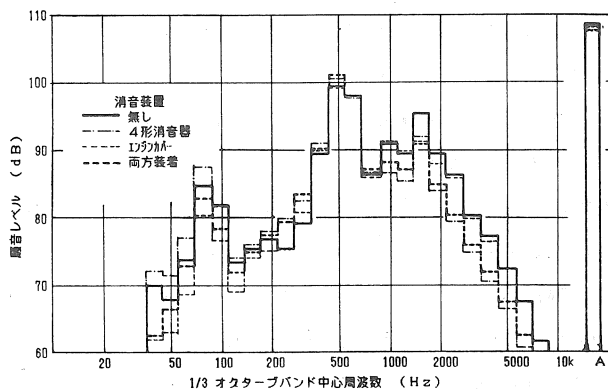


図 5 消音装置の有無と送風機吸込口後方の騒音スペクトル (2700 rpm)

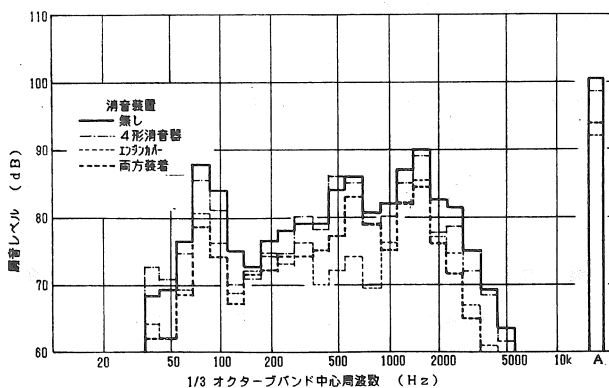


図 6 消音装置の有無とオペレータ耳元の騒音スペクトル (2700 rpm)

われる。

4形については図5に吸込口後方、図6にオペレータ耳元での周波数分析結果を一点鎖線で示した。吸込口後方では1kHz以上では各帯域ごとに4dB程度の低下が見られるが、500Hz以下で若干増加したためオールパス値ではほとんど差が見られない。耳元においては、送風機が音源の500及び1600Hzの音がもともと低いが、ほぼ2dB低下した。吸込口後方の低音域での増加は装置の振動が原因と考えられ、取り付け方、装置の板厚等を考慮する必要がある。

3) エンジンカバーの効果

吸込口後方においては図5に示すように効果が低いが、耳元では図6の通り8dB低下した。これは前者では送風機騒音の寄与率が高か高いのに対し、後者では近くにあるエンジン音の影響が大であり、そしてそれが大きく減音された結果とみなすことができる。図7はエンジン音の騒音スペクトルであるがオールパスで11dB低下させることができた。また密閉することにより内部の温度上昇が心配されたが、1時間の連続運転においても問題はなかった。現在市販のSSはごく簡単なボンネットの機種が多いが、密閉形とし内側に吸音材を貼るとエンジン音はかなり低くすることができると考えられる。なお密閉形とするためには、送風機、ポンプなどのクラッチの着脱をボタン操作で行なえるようにする必要がある。

4 摘要

SSの騒音低減を目的として、市販機の送風機吸込口に装着できる消音器を試作し、その効果を検討すると同時にエンジン音の消音を試みた。

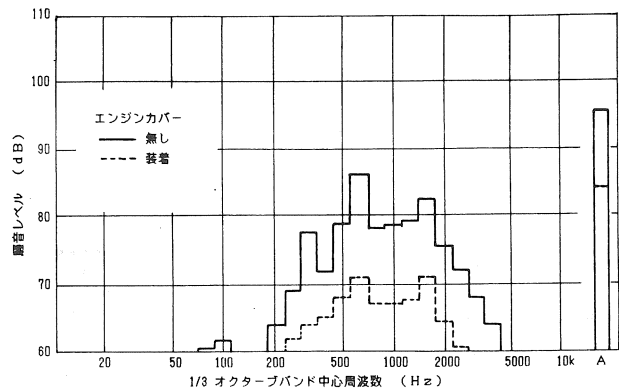


図7 エンジンカバーの有無とオペレータ耳元におけるエンジン音の騒音スペクトル

- (1) 1形消音器では後方騒音は装置の長さとともに若干の低下が見られ、1mにすると5m後方では7dB低下したが、耳元では効果がなかった。
- (2) 2形では2dBの低下にとどまりmを大きくとれないのが制約になっている。
- (3) 3形では後方騒音は著しく低下したが、他の方向では効果がなかった。
- (4) 4形では装置の振動が原因と考えられる騒音の発生のため、後方、耳元ともに2dBの低下にとどまった。
- (5) エンジンカバーの使用によりエンジン音は10dB程度低下させることができた。

参考文献

- 1) 武田太一：スピードスプレーヤ，今月の農業，最新防除技術 27(4)，173 - 180，1983
- 2) 戸崎絃一ほか：最近のスピードスプレーヤの騒音，農機学会講演要旨，1979
- 3) 西崎邦夫ほか：農業機械騒音，農機学会講演要旨，1982
- 4) 行本修ほか：スピードスプレーヤの騒音，農機学会講演要旨，1981
- 5) 福田基一：騒音防止工学，181 - 185，日刊工業新聞社，1976
- 6) 日本音響材料協会：騒音・振動対策ハンドブック，292 - 293，技報堂出版，1982

収穫同時播種作業機の開発に関する研究

荒川市郎* 富樫伸夫* 橋本 進*

Combination System of Crop Harvesting and Seed Planting Operation by Combine

Ichiro ARAKAWA*, Nobuo TOGASHI*, Susumu HASHIMOTO*

1 緒言

水田利用再編対策あるいは畑地の合理的利用の観点から、麦類、大豆等の土地利用型作物の栽培技術が注目されている。福島県は東西南部に位置し、気象条件からみれば水稲+麦、あるいは大豆+麦の1年2作体系が、一部を除き可能な地域である。しかし、これらの体系の現地における普及率は低く、麦・大豆の生産は不安定である。これらの原因として、水稲の収穫期と麦の播種期が接近しており、降水頻度も高いことから、麦の播種作業が適期内に完了できないことがあげられる。また、麦類の収穫期は梅雨に遭遇し、麦類の収穫すら困難な状態であり、大豆の播種期が遅れ生育が不安定で収量が低迷している。そこで、平野らによる水田麦の不耕

栽培、窪田らによる収穫・播種の同時作業、柴田らによる麦収穫同時大豆播種作業をもとに、自脱型コンバインに装着する同時播種作業機を試作したので、その概要を紹介する。

なお、機械の試作・改良について協力いただいた、当场種芸部影山義春氏に感謝の意を表する。

2 試験方法

1) 作業機の開発・改良

2条刈自脱型コンバイン(HD 1000)を基に、水稲の収穫と同時に麦を播種する稲収穫麦同時播種作業機については昭和59年から、麦類の収穫と同時に大豆を播種する麦収穫大豆同時播種作業機は昭和60年から試作を開始した。

稲収穫麦同時播種作業機的主要構成を図1に

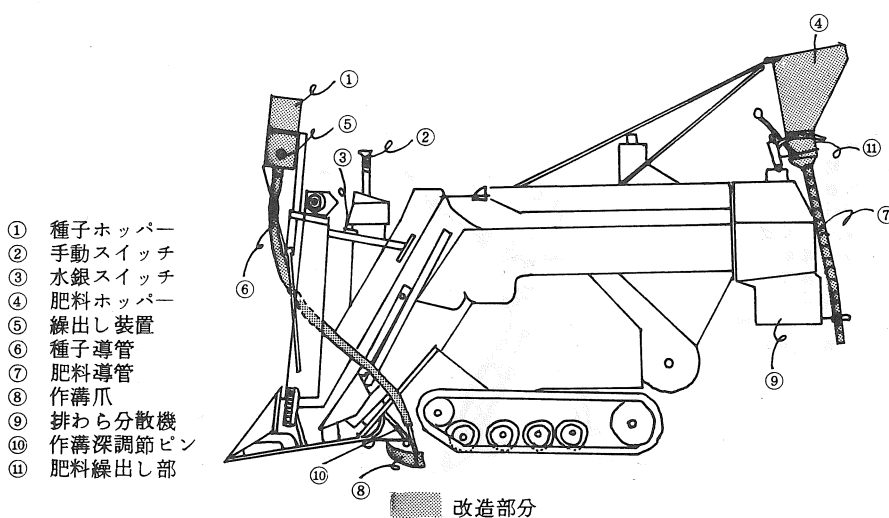


図1 稲収穫麦同時播種機(側面図)

*福島県農業試験場

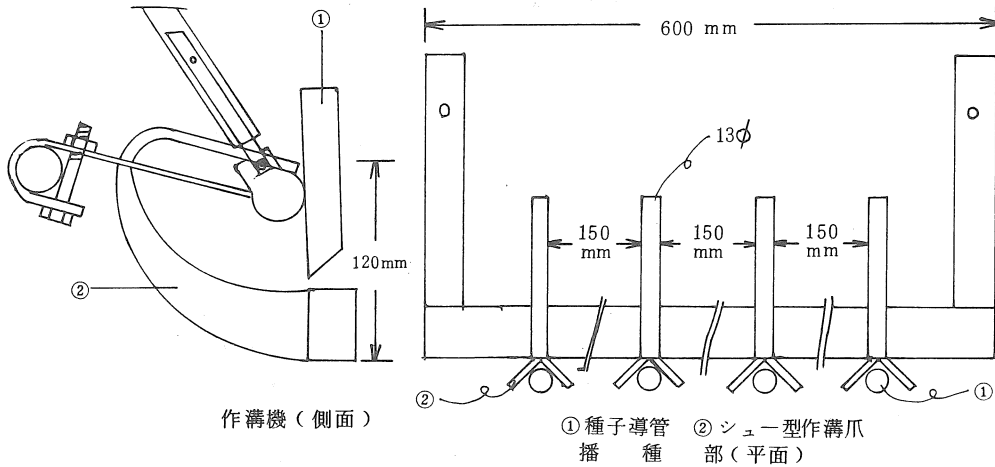


図2 作溝部および播種部の構造(稲収穫麦同時播種機)

示した。試作した播種機をコンバインの刈取部に、市販の肥料散布機を後部に装着した。また播種機の種子繰出しは、4連の塩化ビニル製のロールで行ない、条間15cmの密条播とした。施肥は、排わらの上部から肥料を全面散布した。これらの機械の駆動は、12Vの自動車用ワイパーモーターを用い、ギアによって所定の回転数に減速した。作溝部は図2のようなシュー型作溝機を使用し、深度は調節ボルトの差し換えに

よって0~5cmに調節が可能になるようにした。播種部の電源は、コンバインのバッテリーから供給しており、播種機はコンバインの刈取部に取り付けた水銀スイッチにより、刈刃の上下動に伴ない自動的に通電し、モーターが回転する機構とした。また、コンバインの作業速度の変化に伴ない播種量の微調整は、播種モーターへの供給電圧をレギュレータで調整し、回転数を変化させる方式をとった。さらに、種子ホッ

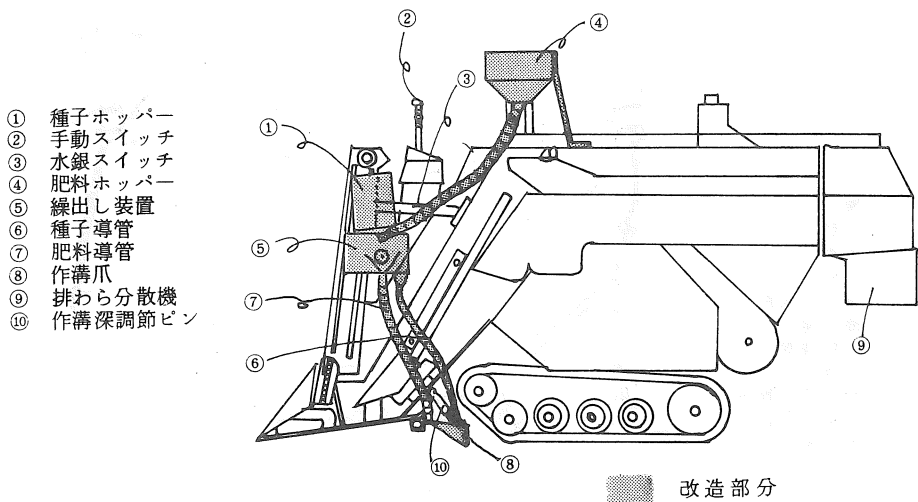


図3 麦収穫大豆同時播種機(側面図)

パーや肥料ホッパーにマイクロスイッチを付けて、種子切れ、肥料切れをブザーでオペレータに知らせるようにした。

麦収穫大豆同時播種作業機の構成を図3に示した。播種機はコンバインの刈取部の左側に装着した。また、肥料ホッパーをコンバインの中央上部に取り付けて、肥料繰出し部とパイプで連結し肥料を供給するようにした。播種ロールと肥料繰出しロールは、1個のモーターで駆動し、播種様式は条間65cmの条播とした。また播種量の調節は、ロールを交換する方式とし、施肥位置は播種溝の側方10cmに条播した。作溝は、図4のようなシュー型作溝機を用いているが、他の機構は稲収穫麦同時播種作業機と同様にした。

2) ほ場試験

試作した作業機を用い、麦播種は昭和59年10月15日に場内水田において、アキヒカリの刈取りと同時にトヨホコムギの播種を行った。播種量は8.0kg/10aに設定した。

また、大豆播種は昭和60年7月3日に石川町の現地は場で、トヨホコムギの刈取りと同時にシロセンナリを、株間9cm2粒点播となるよう播種した。

さらに、小麦はドリルシーダによる慣行播種区、大豆は小型播種機による慣行区をそれぞれ併設し比較した。

3 試験結果

1) 試作機の性能

表1 同時播種栽培の播種作業体系

区名	作業内容	作業時間 時/10a)
稲収穫麦同時播種区	稲収穫・播種・わら被覆・施肥	1.8
慣行ドリル播種区	稲収穫+耕起+施肥・播種	3.9
麦収穫大豆同時播種区	麦収穫・播種・わら被覆・施肥	1.9
慣行大豆播種区	麦収穫+施肥+耕起・碎土+播種	3.8

表中・は同時作業、+は個別作業を示す。

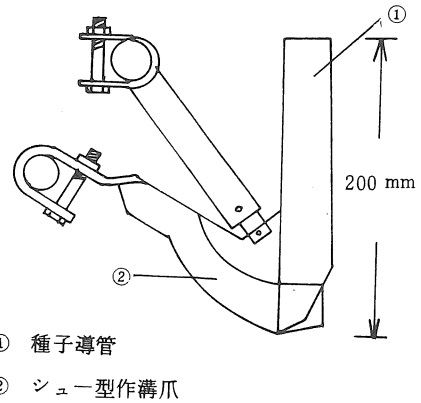


図4 作溝部および播種部の構造 (麦収穫大豆同時播種機)

試作機の播種精度はともに高く、稲収穫麦同時播種機では、大部分の種子が溝中に落下し、60.1%の苗立率を確保した。また、大豆は32本/m²の苗立ちを確保した。

試作機を利用した播種作業と慣行法の作業時間を表1に示した。とくに、播種機の操作を自動化したため、刈取作業に与える影響もなく、小麦、大豆とも慣行法の50%以下の作業時間で播種可能であり、全体の作業時間も短縮された。また、作業工程を統合したことにより、前作物の収穫から後作物の播種が1台の機械で同時に完了した。

2) 作物の生育・収量

小麦の生育・収量を表2に、大豆の生育・収量を表3に示した。小麦・大豆ともに同時播種栽培では慣行並からややまさる生育・収量を確保した。

4 考察

稲収穫麦同時播種作業機を利用した水稻+小麦の二毛作体系では、水稻の収穫と同時に能率よく小麦の播種が行なわれるため、水稻の収穫から小麦の播種晩限

表2 小麦の生育収量

区名	出穂期 (月・日)	稈長 (cm)	穂数 (本/m ²)	総重 (kg/a)	子実種 (kg/a)	千粒重 (g)	検査 等級
同時播種区	5・9	81.7	531	147.8	58.9	29.6	1
ドリル播種区	5・9	83.1	451	152.1	56.5	30.1	1

品種：トヨホコムギ 土壌型：沖積土 播種期：昭和59年10月15日

表3 大豆の生育収量

区名	苗立本数 (本/m ²)	主莖長 (cm)	主莖節数 (節)	総節数 (節)	さや数 (さや/m ²)	百粒重 (g)	子実重 (kg/a)
同時播種	32	53.0	12.5	16.6	633	23.0	32.4
慣行	28	54.0	12.4	17.4	611	21.7	30.2

品種：シロセンナリ 土壌型：火山灰土 播種期：昭和60年7月3日

が狭い地域では、有効な作業法と考えられる。また、ほ場の土壌水分がある程度高くとも、コンバインが走行可能であれば、播種が可能であるため、慣行法のように高水分土壌を耕起することによる苗立率への悪影響を防止できると推察される。また、同日に刈取りから播種まで完了するので、労力の省力化のみならず、降雨頻度の高い時期でもあい間をぬって作業が可能であり、小麦の播種が適期内に完了すると考えられる。しかし、不耕起播種のため、被覆わらの少ない部分では、小麦の苗立率が劣るとともに、スズメノテッポウ等による雑草害が認められるので、対策が必要と考えられる。

麦収穫大豆同時播種作業機による大豆栽培は、上記の水稻+小麦体系と同様な効果が期待できると考えられる。とくに大豆は、播種期の遅れによる減収と成熟期の遅延が著しいため、本作業機を利用した栽培体系は、子実生産の安定に寄与するほか、大豆跡の作物導入が容易になり、1年2作型を定着させるものと推察される。大豆の不耕起栽培では、生育期中耕作業に慣行以上の時間を要するため、小麦ほど省力化はで

きないが、梅雨下の作業競合を回避することができ、麦稈被覆のため鳥害防止の面でも有利と考えられる。この作業機の播種精度を高めるための前作物の播種様式は、条播が作溝精度の点から適応性が高いと考えられる。

以上のことから、本作業機は麦や大豆の生産安定化に寄与すると考えられるが、一般に普及するためには、作溝部の改良、3条刈コンバインへの対応、無段変速付コンバインへの対応、不耕起栽培の栽培体系確立、土壌型別の適応性について検討する必要がある。

引用文献

- 1) 平野寿助ら 水田麦の不耕散播栽培法確立に関する研究 中国農業試験場研究報告 A 59～82, 18, 1970
- 2) 窪田昌綱ら 稲麦2毛作における収穫・播種の同時作業 農業および園芸 995～999, 54(8), 1979
- 3) 柴田洋一ら 麦収穫同時大豆播種作業について 近畿中国農業研究 32-36 68, 1984

大気エネルギーによる穀物乾燥の研究

ドライストアにおける小麦乾燥の場合

門 洪壽*・清水 浩*・西山喜雄*

Grain Drying with Use of Atmospheric Energy
- On Wheat Storage Drying -

Hongto MEN*, Hiroshi SHIMIZU*, Yoshio NISHIYAMA*

1 はしがき

モンスーンアジアに属する日本では、収穫期に雨が多く、特に麦秋は梅雨期にあたる。そのため、乾燥が困難であり、乾燥費用が大きくなるという問題を抱えている。ヨーロッパなど、主要麦作国が乾燥地帯に属していることとは対比的である。この条件は、日本のみに限らず、東南アジアに属する発展途上国の多くにも共通する。従って、この問題の解決は、日本において主導して解決し、発展途上国へ技術援助する重要課題であると言って良い。

この課題への解決策として、標題の研究を行いつつある。これは乾燥の効率化、能率化を計るため、電算機を導入した制御法に関する研究である。この計算手法には、報告者中の西山が長年に渡って研究蓄積してきた球モデル乾燥シミュレーションを用いた。これを、比較的低温領域で、かつ、乾燥と吸湿との境界領域へ応用した計算手法を適用した。

この研究は、筆頭報告者・門洪壽の大学院修士論文の課題として行いつつある。その前任者・呉計春の研究成果を継承して発展させたものであることを付記する。

2 対象としたライスセンターの実績値と基づいた気象データ

本研究は飯岡農協（岩手県都南村）ライスセンターを対象とした。そこでの1985年小麦乾燥

時の、全稼働期間内における荷受け量と出荷量、及び両者の差としてのドライストアでの小麦の貯蔵乾燥量を求めて図1に示した。7月13日から7月16日までは乾燥ピークであったことがわかった。

図2は盛岡気象台の測候データである。対象ライスセンターと気象台とは近接しているのでこのデータに基づいてシミュレーションを行った。

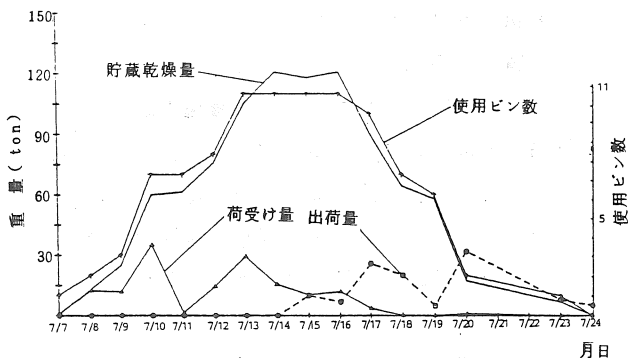


図1 1985年度稼働期間における荷受け、出荷量と使用ビン数

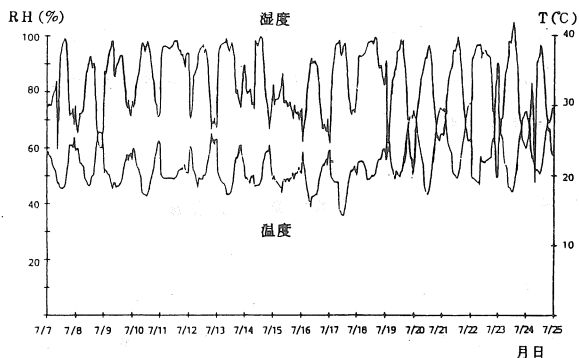


図2 全稼働期間の気象データ

* 岩手大学農学部

3 球モデルによる乾燥のシミュレーション方法

上記図1, 図2のデータを基にして, つぎの方法によってシミュレーションを行った。

(1) ドライストア (DS) の12基の貯留ビンの内, ローテーション用1基を除く11基のビンへ, 荷受けした小麦を高さ1 mに堆積するとして使用ビン数を求めた。それは図1に併示してある。但し, 収納量が11基を上回る時には, 一番良く乾燥している麦を2 mに堆積した。これを基本の堆積方法としたが, 他の堆積方法についても検討した。

(2) 使用ビン数へのみ送風するとして, ブロアの特性曲線から次項のように送風量と送風機による加温量とを求めた。気象データの気温にこの加温量を時間毎に加えて乾燥入気温度とした。

(3) ビン毎の含水率の経時変化と, 毎時水分蒸発量とを球モデルのシミュレーション法によって層毎, 時間毎に逐次計算して求めた。

(4) 次項のように求めた消費電力量と使用灯油量については, 電気料金を石油料金の2.7倍として, 石油換算の消費熱量を求め, 更にそれと水分蒸発量から計算した潜熱との比からエネルギー効率を時間毎に求めた。また, 日別の平均値も求めて検討した。

(5) 夜間などの高湿度条件の時間帯では, 送風を停止する場合, 及び, その時間帯を送風しながら石油で適正加温 (例えば5℃) した場合の計算を行い, 上記の連続通風の現状条件との結果を比較した。

4 ブロアによる送風空気に加温量

ドライストアに使われるブロアは静圧が大きいために, 入気に対する圧縮及び攪はんが大きくて, 空気の内部エネルギー, 即ち乾燥の入気温度が上昇するから, この部分の加温量が無視

し難い。

昨年 (1985) 実験室で米と小麦について実験を行ったが, 小麦の空気抵抗性は次式で示せた。

$$P/H = 5.5501 Q/A + 48.9382 \rho Q^2/A^2$$

但し, P: 全圧損失 (mmAg), H: 堆積高さ (m), Q: 通風量 (m³/min), A: ビンの断面積 (15.0582 m²), ρ : 空気の密度 (kg/m³)

上式に示した小麦の空気抵抗とドライストアへの堆積状態 (図1における使用ビン数と各々の堆積高さ) とから, ブロアの特性曲線上の値として, 送風機の送風量, 静圧, 総圧効率及び消費動力を求めた。それからブロアによる損失熱量を求めて, 入気への加温量を計算した。図3はこれらの結果である。

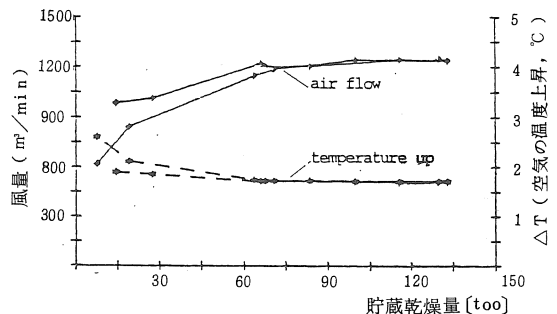


図3 収納量と送風量・加温量の関係

なお, 消費電力量は, ベルトの伝達効率を90%として上記のブロア消費動力から電動機出力を求めて, 電動機特性曲線上で求めた値である。

1986年度での小麦乾燥の時に, 実測した結果

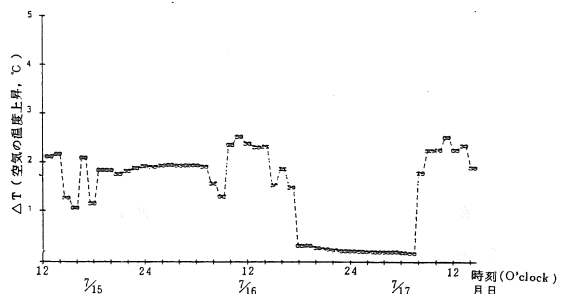


図4 実測したブロアによる実際の空気温度上昇

によれば、図4のように、ブローによる入気の温度上昇は2℃程度であって、シミュレーション結果と良く合っていたことが分かった。

図4には温度上昇が僅か0.2℃のところもあるが、これは乾燥を一時停止した時であった。

5 シミュレーション結果

(1) 各ビンの含水率変化

農家別に荷受けした小麦の初期含水率の実際値からシミュレーションを行った。各ビン別の含水率の経時変化は図5のようであった。

これは実際の場合と異なって、ローテーションを行わないでビンの中で連続乾燥するとして計算したものであるが、初期含水率が28%ぐらいの小麦を22%ぐらいに落とすのに、1日から2日間かかっていることは実際と符号しているようである。

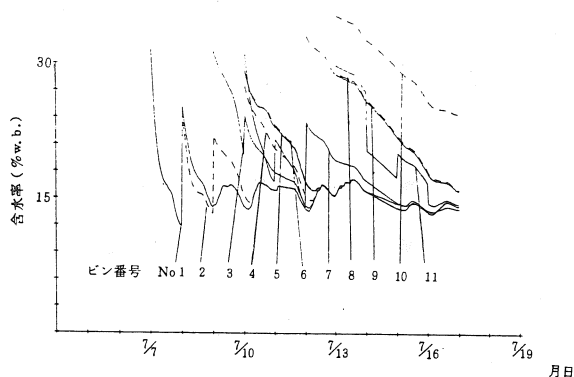


図5 シミュレーションした各ビンの含水率変化

(2) ビンからの排気が飽和空気になるとした場合の誤差

問題を明らかにするため、天気条件の異なる7月15日と7月18日とについて、初期含水率を幾つかの一定値にしておいて、張込み量を同一にしてシミュレーションを行うと、次のような結果が得られた。

図6と図7とに、排気が飽和空気状態になるとした簡易法で計算した場合と、初期含水率の異なる2つの条件で球モデルで求めた場合との結果を対比して示した。7月15日と7月18日(8ビン以上稼働)は風量比が少ないので(それぞれ0.176611と、0.307431 m³/s・t)、排気が飽和空気状態に近くなる場合が多いようであった。特に入気の相対湿度の高い段階と、初期含水率の高い段階には、二つの方法の差があまり大きくないと思われた。

しかし、両日とも、時間帯によって簡易法と球モデルとの差が大きくなったり小さくなったりしていたのは入気温度と穀温とのずれが考慮されるなどの結果であって、球モデル法がよ

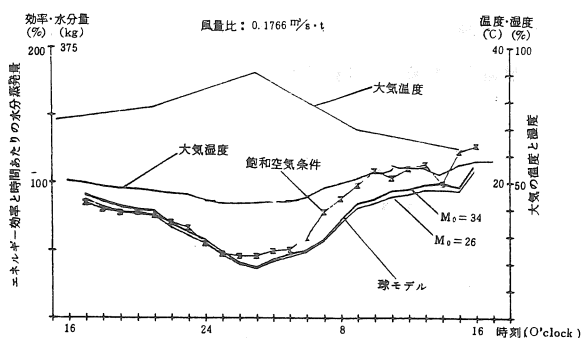


図6 排気が飽和空気になるとした場合との違い(7月15日)

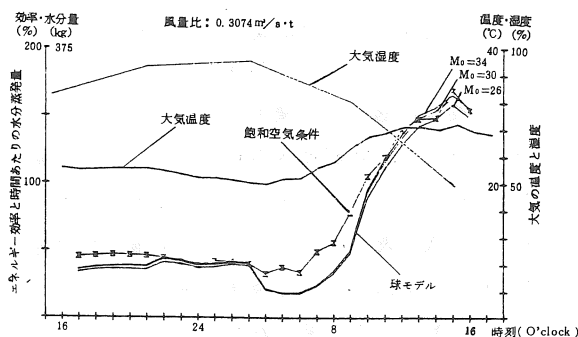


図7 排気が飽和空気になるとした場合との違い(7月18日)

り精度良くシミュレーションできているとみられた。

(3) 乾燥方法による優劣

夜8:30から翌朝8:30までの間の大気乾燥能の低い時間帯を、(a)連続送風した場合、(b)送風停止した場合、(c)5℃加温(プロアによる温度上昇を含む)して送風した場合の3つの条件についてシミュレーションして、効率(エネルギー効率の一日平均値)と能率(一日の総水分蒸発量)を求め、比較した結果は図8のようであった。

(a)の一日中連続乾燥した場合に比べて、(b)の夜間に送風を停止する場合は、乾燥効率は向上するが能率は低下してしまう。また、(c)の夜間に5℃加温する場合は能率が著しく高まると同時に、エネルギー効率も良くなって、適正加温の効果が明確であった。

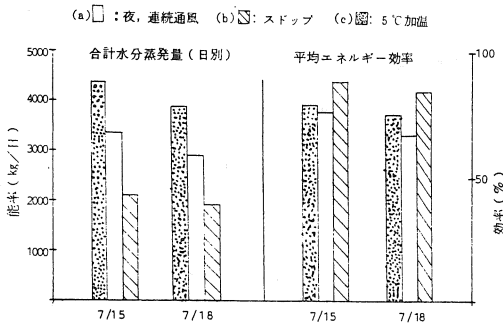


図8 三つの乾燥方法の比較
($M_0 = 26\% w. b.$)

(4) 堆積状態による優劣

図9と図10は初期含水率 M_0 が26% w. b.の場合について、7月15日と7月18日のそれぞれにおいて、次の表1に示した3つの堆積状態(図中記号 F_0, F_1, F_2)の条件においてシミュレーションを行った結果である。

前項同様に風量比の小さい条件下であったために、堆積状態による優劣差が現れ難かったが

図から分かるように均一に堆積した場合(F_2)では、能率も効率も高くなることが明らかになった。

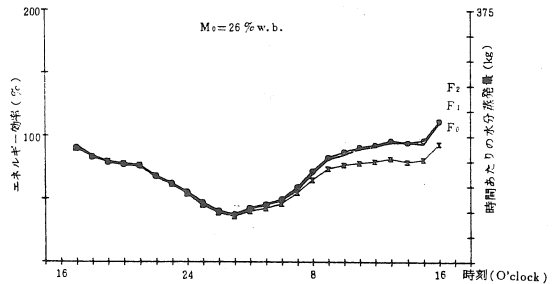


図9 堆積状態による優劣差 (7月15日)

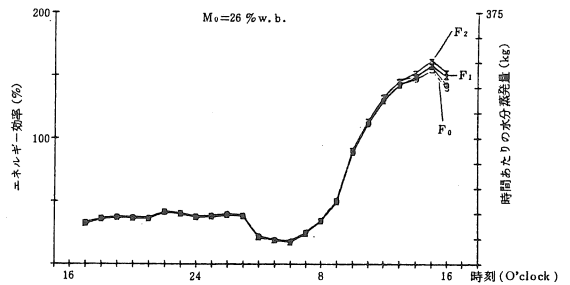


図10 堆積状態による優劣差 (7月18日)

表1 堆積状態における各ビンの堆積高さ(m)

ビン番号	7 / 15			7 / 18		
	F_0	F_1	F_2	F_0	F_1	F_2
1	2	2	均一に 1.122	1	1	均一に 0.962
2	2	1		1	1	
3	1	1		1	1	
4	1	1		1	1	
5	1	1		1	1.5	
6	1	1		1	0.5	
7	1	1		0.732	0.732	
8	1	1				
9	1	1				
10	1	1.5				
11	0.341	0.41				

(3) 最良制御条件で実験的に施設を計算機制御し、効果を確認する。

(5) 初期含水率による差異

図6と図7からわかるように、初期含水率が高い方が若干能率とエネルギー効率が高くなった。風量比の大きい条件では、より大きい優劣差がつくものとみられた。

6 今後の課題

(1) DS運転時に実測したデータを整理してシミュレーション結果と比較し、シミュレーション精度を向上する。

(2) 夜間の特定時間帯だけでなく、全時間帯について効率と能率を最良にするように、最適加温程度などを制御する方法を究明する。

参考文献

- (1) Yoshio Nishiyama: Deep layered grain drying simulation by sphere drying model, Journal of the Fac. of Agr., Iwate Univ., 16 (1), 1982
- (2) 呉・西山・清水: 大気エネルギー利用の乾燥調製施設についての研究, 農機学会東北支部報 31 (1984)
- (3) 呉・西山・清水: 大気エネルギー利用の籾乾燥施設についてのシミュレーションによる研究, 農業施設学会大会講演要旨 21 (1984)

広幅インペラ型脱稈機の特性

上 出 順 一*

Study on Rice Huller with Wide Impeller

Junichi KAMIDE*

1 はしがき

広幅インペラ型脱稈機について、所要動力、脱稈率、前後インペラへの供給粒の分配状況を調べ、また、インペラ内での粒の運動を知るため、ライニングへの粒の衝突状況を調べた。

実験に当たっては大竹製作所の御協力を得た、記して謝意を表する次第である。

2 実験方法

(1) 供試機及び供試材料

実験に大竹製作所製のインペラ型脱稈機“ハイパールFY10”を供試し、これに広幅インペラを装着して行なった。インペラの基本的構造は文献1)に詳述されている。広幅インペラは

従来のシングルインペラ2枚を前後に組み合わせてダブル幅(W幅)にした構造のもので、前後のインペラ幅はそれぞれおよそ5cm、直径は50.5cmである。粒はインペラ中央から供給されるが、前後のインペラへ粒が均等に供給されるように粒流入口が後インペラのほぼ中央部まで突出している(図-1)。供試粒は山形大学農学部付属農場の昭和60年産ササニシキで、含水率は約14%である。

(2) 所要動力及び脱稈率の測定

原動機と脱稈機の間で中間軸を設置し、軸のねじれから所要動力を測定した。測定軸の出力感度は $0.95 \mu / \text{kg} \cdot \text{cm}$ である。実験では万石部を取り外し、粒がらを除去した後、粒・玄米の混合物を直接回収して調査した。したがって、所要動力には万石部及び揚穀スローワの動力は含まれていない。供給流量は $10 \sim 25 \text{kg} / \text{min}$ 、インペラ回転数は $1,400 \sim 1,600 \text{rpm}$ である。

(3) インペラへの粒の供給状況

W幅インペラにおける前後インペラへの粒の分配状況をみるため、粒流入口の面積及び形状を種々変え、前後インペラからの排出物を別々に採取して測定した。

(4) インペラ内の粒の運動

インペラ内の粒の運動については文献2)で解析しているが、供給された粒がインペラ内でどのような経路を経てライニングに衝突するかをみるため、シングルインペラを供試し、ライニングを取り外したケーシング内面に両面粘着テープで白紙をはり、ポスターカラーで着色し

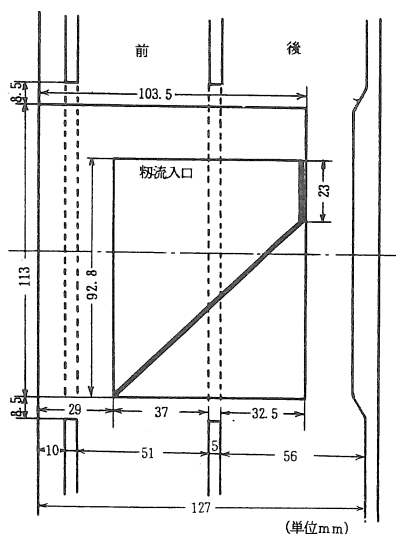


図1 粒流入口とインペラの関係

*山形大学農学部

た籾を供給し、白紙上の着色状態から籾の運動状態を調べた。籾は1cm巾のスリット状にあげた流入口から供給した。

3 結果及び考察

(1) W幅インペラの所要動力

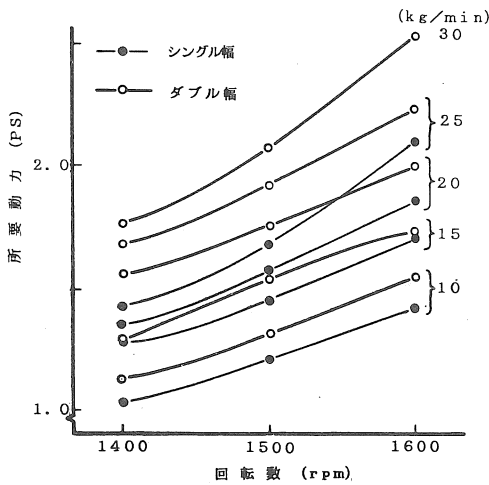


図2 所要動力と回転数の関係

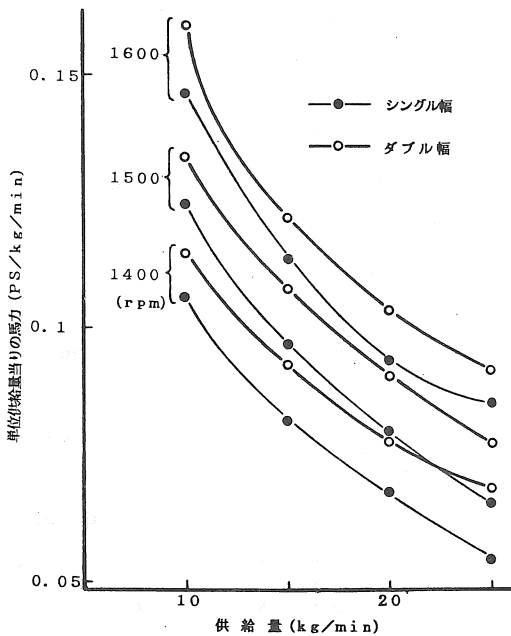


図3 単位供給量当りの所要動力と供給量の関係

インペラの回転数と所要動力の関係を図-2に示す。W幅インペラの所要動力は1~2.5馬力の範囲にあり、回転数及び供給流量の増加につれて増大するが、供給量が同じ場合はシングルインペラ(S)よりも大きく、また、単位流量当たり所要動力は供給流量が少ないほど大きく、かつ、W幅インペラで大きかった(図-3)。これは、W幅インペラの起風量がS幅インペラより大きいことによると考えられる。供給量と所要動力の関係をみると両インペラとも所要動力は供給量の増加につれてほぼ直線的に増大する。両インペラの無負荷時所要動力は0.8~1馬力程度であり、Sインペラで若干小さかった。

(2) 脱稈性能

脱稈率は両インペラとも回転数の増加につれて指数関数的に増加する(図-4)。回転数が

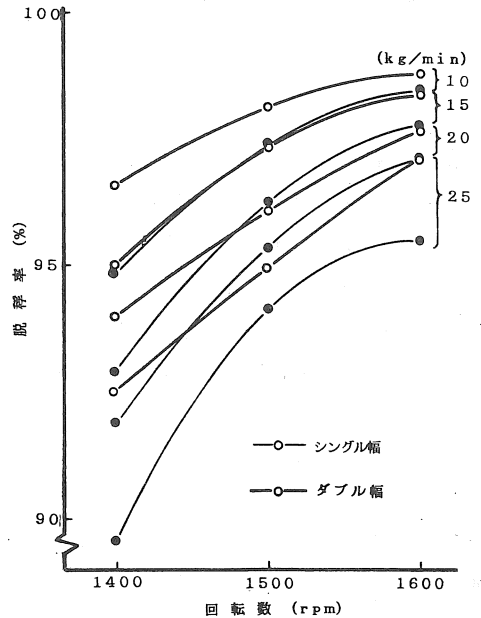


図4 脱稈率と回転数の関係

一定の場合供給流量の増加につれて直線的に減少するが、減少率は回転数の高いほど小さい。当然ながら、回転数の増大により、籾のライングへの衝撃は大きくなり脱稈率は増大するが、

両インペラの比較から明らかなように穀流量あたりのライニング面積が脱稈率に影響していると考えられる。脱稈率及び所要動力の面から両インペラを比較すると、W幅インペラの脱稈率が高いといってもその差は小さく、一方、所要動力はSインペラよりも高く、また、製作及び強度の面から、処理量 $25\text{kg}/\text{min}$ 以下ではW幅インペラのメリットはないと考えられる。

(3) 前後インペラへの粗の分配状況

前後インペラから別々に回収した混合排出物によりWインペラへの粗の分配状況を調べた。図-5は実装されている流入口を用いての供給

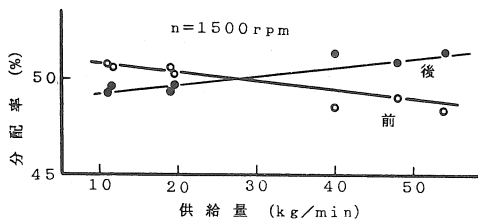


図5 分配率と供給量の関係

流量と分配率の関係を示す。なお、流入口の前後インペラへの開口面積比は約 $1.9 : 1$ で前インペラの面積が大きい。1,500 rpmにおける粗の分配率をみると、供給流量が小さいとき前インペラへの供給が多いが、流量が増加すると後インペラへの供給が多くなり、供給流量 $30\text{kg}/\text{min}$ でほぼ均等な分配が得られた。流入口の面積当たり供給流量は後インペラで大きいですが、粗が流入口からインペラへ空気の流入に伴って斜めに吸引供給されることを示している。供給流量一定($20\text{kg}/\text{min}$)のとき、回転数によって分配率には大きな差は見られなかった。

つぎに、流入口の形状と分配率の関係についてみる。実装されている流入口の一部を塞いで、流入口の形状及び面積を変えたときの分配率を図-6に示す。回転数1,500 rpm、供給流量 $18\text{kg}/\text{min}$ である。条件①では、流入口の面積

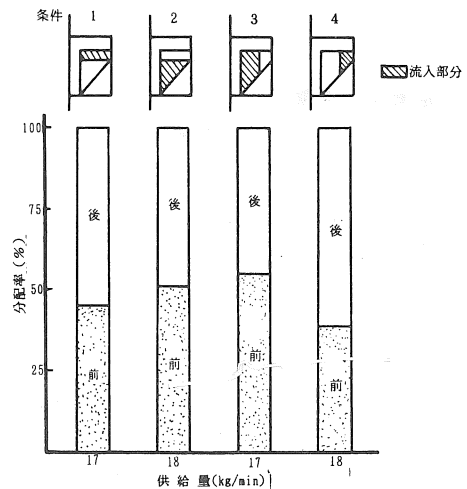


図6 粗流入口形状と分配率の関係

比(前/後)はほぼ1であるが、後インペラへの分配率は前インペラよりも約10%多く、条件②(面積比=3)では分配率はほぼ均等であった。これらの実験結果から、流入口の単位面積当たり供給流量は後インペラで多くなる傾向があり、分配率を均等にするためには、前インペラへの流入口面積は後インペラのそれに対し2~3倍程度大きくする必要があると思われる。なお、分配率は回転数及び供給流量によって変化するので、実用的には開口面積及び形状は上記の範囲でよい。

(4) インペラ内の粗の運動

図-7に粗のライニング面での衝突頻度分布を示す。粗の投入はインペラの軸心真下を 0° とし、インペラの回転方向(+)及び反対方向(-)にそれぞれ 40° ずらした位置から供給した。粗投入口とライニング上の最も衝突頻度の高い位置までの角度は平均 $150 \sim 160^\circ$ の範囲にあり、回転数及び粗の投入位置によって大きな変化はなかった。上記の角度はインペラによる粗の持ち回りによるものであり、これはイン

ペラ内の籾の運動方程式において、籾とインペラの摩擦係数を0.6として計算した場合とほぼ一致した。ライニング面での籾は滑り、転がり、跳躍しながら移動するが、着色状況からみた衝突範囲は 180° と広い。

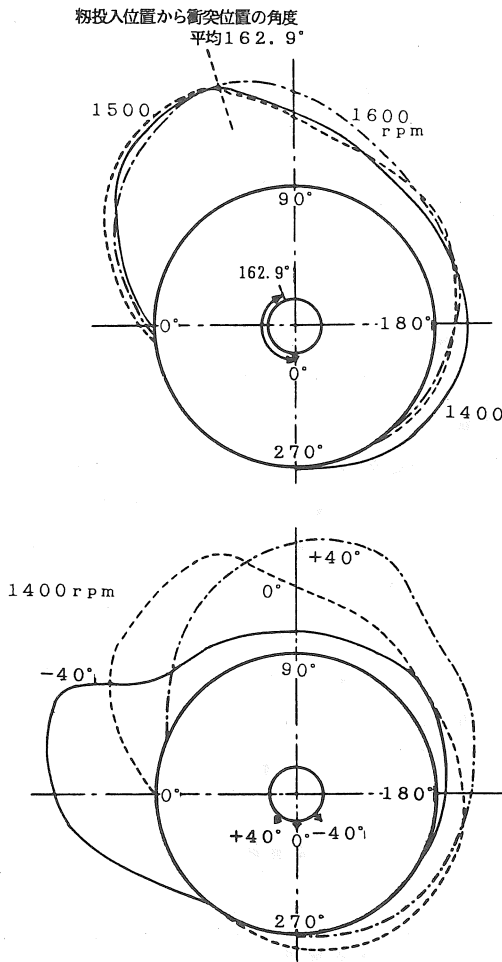


図7 籾の衝突位置

4 摘要

広幅インペラ型脱稈機の諸特性を調査するとともに籾のライニング上の衝突位置からインペラ内の籾の運動について調べた。

(1) 広幅インペラはシングルインペラより脱稈率は向上するが、所要動力は大きく、総合的にみて、処理量25/min程度においては有利性はみられない。

(2) 前後インペラの籾の分配率をみると、実装されている流入口によりほぼ均一に供給されていることが明らかになった。前後インペラへの分配率は回転数及び供給流量によって若干変化し、均等供給するためには、前後インペラへの流入開口面積比は2～3倍程度手前側を広くする必要がある。

(3) 籾流入口からライニング面の衝突位置までのインペラによる籾の持ち回り角度は $150 \sim 160^\circ$ であり、運動方程式からの計算結果とほぼ一致した。

参考文献

- 1) 土屋，上出，赤瀬：インペラ型脱稈機に関する研究（第1報），農機学会誌 42（3），1980
- 2) 上出，土屋：インペラ型脱稈機に関する研究（第2報），農機学会誌 42（4），1981

乾燥等実験計測処理の自動化

西山喜雄*・佐藤宏之*・青田聡*

Automated Data Processing from Laboratory and Field Experiments

Yoshio NISHIYAMA*, Hiroyuki SATO*, Satoshi AOTA*

I はじめに

乾燥実験に限らず、農産加工施設関係の実験計測及び解析には、長時間、多点のデータを処理する必要がある。このような場合従来は、レコーダの曲線を読み取るなど、時間と労力をかけて行なってきたが、現在ではその様なやり方は不可能で、計測処理の自動化を行なわざるを得ない。その様な計測処理の自動化を目指した一例として、計測処理解析を一貫して行なう方式を紹介する。

II 計測処理の流れとハード・ウェア

計測アナログ・データは全てデジタル化して、温度・湿度・含水率・エンタルピなどの状態値に変換し、この状態量の、ある時間間隔の平均値をディスク又はカセットに落とし、これをパーソナル・コンピュータ (NEC PC-9801) 又は大型計算機で解析処理をする。この時のデータ・フォーマットは出来るだけ統一させている。使用機器は、図1に示す様であり、

(1) センサー：

熱電対 (OCおよびCA)，湿度計 (アドバンド工業 AN-200-D, または Assman 型を適用して湿球温度を計測して変換する), 圧力計 (西山製作所デジタル差圧計 DM-1,000), 含水率計 (静岡製機コメント S, 又はデジタル天びんメトラ PM-600 で重量を計測してから含水率に変換), 日射計 (英弘精機 MS-61), 表面温度計 (ソア-TX-710), 熱流束計 (英弘精機 CN-9) 等。

(2) AD変換器：

パーソナル・コンピュータのインターフェイス・ボード型のもも使用できるが、次のデータ・ロガーをRS232C又はGPIB (主としてRS232C) を付けて使用している；

チーノ PROCOS VII, チーノ AA (ハイブリッド記録計), ESD製 Green Kit 88。

パソコンには通常RS232Cインターフェイスは標準で付いているが、GPIBは付いていない。複数のAD変換器をパソコンとつなげる時は、GPIBでは1個で複数をつなぐことができるが、1個のRS232Cに複数つなげるときは、マルチプレクサ (例えば、テクノパート 峯M-100A) を使わなければならない。

(3) データ収録用パーソナル・コンピュータ：

富士通 FM-8, 日本電気 PC-8801, PC-8201

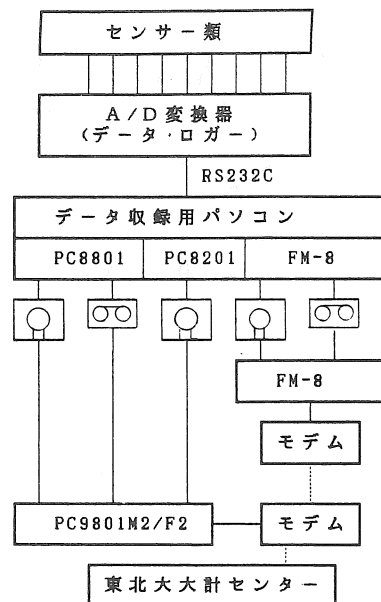


図1 計測処理システムの構成

* 岩手大学農学部

等、旧型で安価なものを使用している。テープにデータを落とすには、FM-8とPC-8201が容易である（PC-8801はRS 232 CとCMTを同時にオープン出来ない）。10文字（10 byte）からなるデータを片面60分のテープに記録し得る個数は、FM-8が約15,790、PC 8201が9,230、PC 8801（1200ボア）が705であり、PC 8801はFM-8の約1/22しか記録できない。これは、PC 8801はデータ毎にヘッダを付けているからと思われる。従って、PC 8801でデータをテープに格納する場合は、データを文字型で表わし、カンマで区切って連ぎ、255文字以下の文字型としてテープに記録する。そしてこのテープから、LINE INPUT文で読み取り、ディスクにそのままのイメージで書き込む。ディスクからはINPUT文でデータを読み込む。この様な方法で、10 byteのデータを23個ひとまとめにして格納すれば、片面60分のテープに記録し得る個数は、11,280に増加する。テープを使うよりもディスクを使用する方が、計算機の起動とデータの格納およびPC 9801への転送とも容易であるが、停電時にはディスクのデータ・ファイルはCLOSEされない為に実質的に作成されないが、テープでは停電時迄のデータは読み取ることができる。

(4) テープ・データは、PC-8801は直接PC-9801のCMTへ、PC-8201はディスクに変換してからPC-9801のディスクへ、又FM-8は電話回線でPC-9801のディスクへ転送してデータ・ファイルを作る。ディスク・データは、PC-8801およびPC-8201はファイル変換してPC-9801のディスクへ、又FM-8は電話回線でPC-9801へ転送してデータ・ファイルを作る。更にPC-9801 M2から、東北大大型計算機センターへつなぎ、計算結果（図形データを含む）をPC-9801M2に返送させる。

Ⅲ ソフトウェア

主としてBASICで組んだものであり、次の様なプログラム群から成っている。

(1) データ・ロガー用計測プログラム：

データ・ロガー（PROCOS VII, AA, Green Kit 88等）の計測プログラム（プログラム名PRCFM8, AAFM8, GKFM8, PRPCPC88, AAPC88, GKPC88等）である。計測チャンネルの内容、ディスプレイやCMT/DISKに書き出す状態量の指定はDATA文で書かれていて、計測器を起動させる時は、日時とCMT/DISKへの記録時間間隔を入力するのみでよい。かなり面倒なデータ・ロガーの初期設定もプログラムで自動で行なわれる。CMT/DISKに書き出されるデータは、次の様な統一フォーマットになっている。

<フォーマット1>

コメント

データ数(N)

時刻(年, 月, 日, 時, 分), データ1,

データ2, ……データN

時刻(年, 月, 日, 時, 分), データ1,

データ2, ……データN

;

END

<フォーマット2>

時刻がhr, またはmin.の単一単位で表わされる以外はフォーマット1と同じ。

異常状態の発見とその処理プログラム、及び、停電後の自動復帰はまだ組み込まれていないので今後の課題である。

(2) データ転送プログラム：

FM-8およびPC 9801M2/F2でディスク・ファイルを作ったり、他の計算機との間でデータのUP-LOAD/DOWN-LOADを行なうプログラム（プログラム名FILTRAN）。例えばFM8のFILTRANのメニューは、

```

*****
This is ASCII File Transportation
between FM-8 and Other Computers.
ASCII File is SENDING/RECEIVING.
300bps, 8bits, no parity chk, 2stop bits
Programmed by Y. Nishiyama '85.11.20.
*****
STOP --> PF9=FILE CLOSE
MODE
1) Other Computer ----> FM8 (Disk)
2) FM8 (Disk) ----> Other Computer
3) FM8 (Tape) ----> FM8 (Disk)
4) FM8 (Tape) ----> Other Computer
5) FM8 (Bubble) ----> FM8 (Disk)
6) FM8 (Bubble) --> Other Computer

Which Mode (1--6)?

```

このメニューの2), 4) を使ってPC-9801のシーケンシャル・ファイルを作成する。既に統一フォーマットになっているので、データは変換せずに文字型データとして、そのまま転送すればよい。

(3) 各種計算処理用データ変換プログラム：
図形処理プログラム (GRW1) や最小二乗法プログラム (LSM) 等用にデータを変換するプログラム (プログラム名DTGRW1, DTLISM)。

(4) 図形処理プログラム (GRW1) :
このプログラムのメニューはつぎのようになっている。

```

***** MENU *****
*
*   プログラムの説明 -----> 1   *
*   データの新規入力 -----> 2   *
*   データの印刷・検索 -----> 3   *
*   データの並べかえ -----> 4   *
*   データのマジ -----> 5   *
*   データの訂正 -----> 6   *
*   作図 -----> 7   *
*   グラフの積分 -----> 8   *
*   終了 -----> 9   *
*
*****

```

どの処理を選びますか？

ここで、各メニューの内容は次の様である。

MENU2: デジタイザやキーボードからの曲線データを入力して、GRW1用のデータ・ディスクを作る。

MENU3: 曲線をCRTへグラフとして表示する

と共に、データ番号を与えると、その点が赤丸で識別されるので、誤データを発見する事ができる。

MENU4: 曲線データをX軸、Y軸の値の大小順に並べ変える。

MENU5: 曲線群 A_1, A_2, \dots, A_m と、曲線群 B_1, B_2, \dots, B_n から、任意の数と順序の曲線群Cのデータ・ディスクを作成する。

MENU6: 曲線データの任意の点について、訂正・追加・取消しを行なう。

MENU7: 任意の曲線群を、色、線種を指定して、CRTやXYプロッタへ描画する。

MENU8: 曲線のシンプソンおよび台形公式で積分したり、閉区間の面積を計算する。

(5) 最小二乗法 (LSM):

多項式近似、指数関係近似、穀類乾燥の球乾燥モデルや・ヘンダーソンモデル等のパラメータの値を最小二乗法によって計算する。線形多項式以外はほとんど非線形であり、逐次近似法で求めなければならない。この方法では、パラメータの初期値として、解に近い値を与えないと発散してしまうので、特に球モデルでは、初期値計算に工夫をしている。

(6) 球乾燥モデルの計算 (SDM1)

次の球乾燥モデルによる薄層乾燥の基礎計算を行ない、図形処理プログラム (GRW1) 用のデータ・ファイルを作る。

(a) ϕ 関数の計算 (b) ψ 関数の計算 (c) 間断乾燥の計算 (平均含水率と表面含水率)

(d) 間断乾燥の計算 (各点の内部水分の時間的变化) (e) 間断乾燥の計算 (各時刻の内部水分分布) (f) 湿り空気状態値の計算。原・西山の提案した高精度簡易式を使用して、温度と

任意の1つの状態量から各種状態量を計算する。

なお、このプログラム利用して、球状の農産物の熱伝達境界条件 (熱伝達率、周囲流体温度) が、時間的に任意に変わる時の内部の温度分布

の変化が簡単に短時間に計算できる。

(7) 乾燥機シミュレーション (GDS) :

静置式乾燥機⁽²⁾、循環式乾燥機 (交差流型・並流型・向流型のテンパリング乾燥を含む) の乾燥過程を、球乾燥モデルによって計算するシミュレーション・プログラムである。穀物初期条件 (種類・初期含水率・重量・初期温度)、空気条件 (風量・温度・湿度の時間的变化)、乾燥機条件 (乾燥部容積・穀物循環流量)、計算条件 (計算分割時間間隔・分割層厚さ・計算終了条件) 等を与えて、穀物各層の平均含水率、表面含水率、温度、全体の平均含水率、飽和度効率等の時間的变化を計算する。計算結果はディスプレイやプリンタに書き出す他、ディスク・ファイルに格納し、これから折れ線グラフでディスプレイや X-Y プロットに出力する。また、乾燥機中の穀物含水率や温度を色で表示し、視覚的に乾燥経過を理解でき、計算機設計の援助手段とし得る。

(8) 東北大学大型計算機センター・ライブラリプログラム :

PC-9801M2 と電話回線でつないで TSS で東北大学大型計算機センターの ACOS 1000 を使用する。

FORTRAN で書かれた乾燥機シミュレーション・プログラムで計算すると、PC 9801M2 で 30 分程の計算が 2 ~ 3 秒で完了するが、300 ボーの伝送速度では、データの伝送に時間がかかる。その他、センターの各種ライブラリプログラムを利用できる。特に、作図ルーチン⁽⁵⁾を使って、等高線図等の作図をして、図面を PC 9801 M2 のディスプレイ画面上に表示したり、X-Y プロットに出力する。

IV 計測処理の自動化の結果と検討

この一連の、計測・データ収録・解析システムによって、計測に入手がかからない実験計測については、ほとんど自動化された。この結果、データの読み取り、コンピュータへの入力といった労力から解放され、また、多量のデータを取得できることによるデータ精度の向上が得られる。今後は、計測作業の自動化を進めることによって更に省力化の効果を上げ、実験量を増やすことができる。また、異常状態の発見とその処理、及び停電後の自動復帰が自動化には重要である。

一方、自動化の結果、従来とは比較にならない量と速度でデータが集積され、データ・ディスクの管理が必要となる。

参考文献

- 1) 西山喜雄・細川明：球乾燥モデルを使った穀類間断乾燥の計算法，農業機械学会誌，37 (2)，209-216，1973
- 2) Yoshio Nishiyama : Deep Layered Drying Simulation by the Sphere Drying Model，岩手大学農学部報告，16 (1)，49-59，1982
- 3) Michihiro Hara, Yoshio Nishiyama : Mathematical Expressions of Moist Air Conditions，岩手大学農学部報告，16 (2)，107-121，1983
- 4) 西山喜雄等：乾燥のセンシング・システム・生物医学のセンシング・システム，R & D プランニング，発行予定
- 5) 東北大学大型計算機センター：ライブラリー・プログラム説明書作図ルーチン編，1984

稲わら利用の経済性の機械化体系別の評価

片平 寛*・清水 浩*

Economical Evaluation of Mechanical Handling of Rice Straw

Hiroshi KATAHIRA,* Hiroshi SHIMIZU *

1 はじめに

稲わらは、かつては稲作の貴重な副産物であったが、今は、十分に活用されてはいない。産米年度によって多少の偏差はあるが、飼料としての利用は約15%程度にすぎない。その多くは、圃場へ切断散布されている現状である。それも有機質還元としての利用であると評価もできようが、元来、土壌へ還元するのなら、家畜の腹を通した後の糞を発酵処理してからの方が優れているのであるから、活用とは言い難いと筆者等は評価している。

稲わらが活用されていない一方で、飼料は濃厚飼料へと偏り、その輸入が我が国の食料自給率を著しく低下させている。つまりは、稲わらを飼料として利用可能とすることは、上記の2面の問題を同時に解決することになるので、重要である。その社会的意義をもって本研究を行っている。

しかして、稲わらが上記のように廃棄状態へと変化したのは、稲わらのもつ価値に対して稲わらを利用可能な状態へ収集し加工する生産費が近年の人件費単価の上昇で過重になり、採算が合わなくなったからだと判断される。従って稲わらが再び活用されるようになるためには、機械化による能率化で人件費単価を止揚することと、稲わらのもつ価値を一段と高めることとの2面からの改善が、人件費単価の上昇を来した技術革新の成果を生かして実行される必要

がある。そもそもは、工業での技術革新とそれによる経済成長に、稲わら利用が同調できなかったことから、稲わらが廃棄状態へと陥ったものと考えられる。従って、その技術革新こそが今日の農業危機からの脱却にとって重要でありそれこそが農業機械学の任務であると言えよう。

稲わら利用については、解繊してアンモニア処理して飼料とする方法を、農水省の研究補助によって行ってきて、成果を蓄積していた。しかし、近年、小型の自走式のロールベラーが開発されて、それは、収穫後の軟弱な水田圃場でも利用し易く、かつ、小型ベールは圃場内運搬車への積載が容易であるなど、機能性に優れている為に、稲わら収集作業を的確に改善できるとみられたので、それを利用する体系を含めて稲わら収集以降の経済性を検討し、評価してみた。解繊にはそれなりの効果があったと評価できてはいたが、解繊自体のエネルギー効率が当初の予想のように大幅改善できなかったもので、結局、上記の2面からの改善には困難が残るとみなされていた。本研究ではその成果をも総括して、飼料として利用する場合に経済性が成立可能な機械化体系を検討し評価した。

本研究は、稲わら解繊の研究から開始していた報告筆頭者の大学院修士論文の、収束過程での研究の一部として取上げたものである。この研究成果が、農業の実際面においても貢献できれば幸いである。

* 岩手大学農学部

2 稲わら収集のための機械化作業体系の設定

(1) 機械化作業体系

稲わらを束あるいはバールの形で収集運搬するために表1のように体系化した。体系1で、利用する結束機は新しく購入し、既存のコンバインに取り付けるものとし、島立て作業は人力で行い、島立てによって稲わらが乾燥した後に、収集し運搬するものとした。体系2では、稲わらはコンバインにより圃場に結束されずにバラ状で落とされ、乾燥後に自走式小型ロールベラー・運搬車により収集・搬出されるものとした。両体系ともに、わらの乾燥は天日により、運搬車は4種類を想定(後述する)し、各々の効果を評価してみた。作業は2人の労働力により行われることを基準としている。

(2) 利用機械の性能

表1のように、利用する機械は、結束機・運搬車・自走式小型ロールベラーである。結束機の価格は25万円とした。運搬車の仕様は表2に、自走式小型ロールベラーのそれは表3に

表2 運搬車の仕様

運搬車No	1	2	3	4
形式	歩行型	兼用型	兼用型	軽トラック
機関出力(PS)	G 5.4	G 6.6	G 7.0	G 2.9
走行部	ク	ロー	ラー	ホイール
荷台寸法				
長さ(mm)	1046	1569	2640	1940
幅(mm)	915	998	1085	1330
高さ(mm)	417	385	300	400
容量(m ³)	0.4	0.6	0.86	1.00
燃費(ℓ/hr)	1.58	1.93	2.05	6.38
価格(千円)	290	460	580	*120

* 軽トラックは所有の可能性あるいは年間の利用頻度が高いと考え、購入価格の20%とした。

表4 作業能率

作業	最大積載量 (束・ボール)	作業巾 (m)	作業速度 (km/hr)	総作業 走行距離 (km)	作業効率 (%)	作業能率 (hr/10a)	備考	
島立て	—	1.0	3 sec/min	—	50	1.67		
わら束運搬 作業	1	72	3.0	1.0 3.0	9.1	80	6.45	積み込み 1.67 sec/束 積み下ろし 1.17 sec/束
	2	108	3.0	1.0 4.0	6.38	80	4.55	
	3	153	3.0	1.0 6.0	4.74	80	2.78	
	4	265	3.0	1.0 15.0	3.09	80	2.69	
ボール運搬 作業	1	7	6.0	1.0 3.0	2.92	80	2.05	積み込み 16 sec/ボール 積み下ろし 8 sec/ボール
	2	9	6.0	1.0 4.0	2.38	80	1.58	
	3	15	6.0	1.0 6.0	1.27	80	0.87	
	4	18	6.0	1.0 15.0	0.73	80	0.81	
自走式小型 ロールベラー	—	—	—	—	—	1.00	カタログ値	

* わら束・ボール運搬作業の番号は運搬車の仕様番号(表2参照)を表す。

示した。なお、各々の燃費はガソリン単価を120円/ℓとして求め、価格・寸法等は、市販されているものの平均値をとった。

(3) 作業能率と稲わらの収量・圃場内密度

表4には、各作業の能率を示してあるが、その圃場あるいは倉庫での積み下ろしや積み上げの能率は、わら束・ボールともに、タイムスタディによって求めた。自走式小型ロールベラーの場合は、カタログの値を作業能率とした。また、収穫される稲わらのすべてを収集・販売するものとしている。

表5には、わら束とボールとの、計算上で必要な設定値を示している。

表1 作業体系

体系	圃場内	圃場内→外
I	結束機	島立て→<乾燥>→収集・搬出 (運搬車)
II	バラ状	<乾燥>→収集・搬出 (自走式小型ロールベラー・運搬車)

表3 自走式小型ロールベラーの仕様

走行部	クローラータイプ
梱包寸法(mm)	φ 460 × 600
梱包重量(kg)	15 (15%, w. b.)
機関出力(PS)	定格 3.7
燃費(ℓ/hr)	1.08
価格(千円)	800

表5 わら束・ベールの設定値

わら収量	540 kg/10 a [15%, w. b.]
数量 わら束	1,100 束/10 a
ベール	36個/10 a
重量 わら束	0.5 kg/束 [15%, w. b.]
ベール	15 kg/ベール [15%, w. b.]

T_y : 機械利用時間 (時/年)

S_t : 機械固定費 (円/年)

P : 機械購入価格 (円)

p : 償却後残存価格 (円)

N : 耐用年数 (年)

i : 利子率 [= 0.08]

β : 係数 [= 0.06425]

B_y : 人件費 (円)

T'_y : 作業時間 (人・時)

L_c : 労賃 [= 620] (円/時)

η : 作業能率 (人・時/アール)

x : 作業規模 (アール)

3 経営規模別の費用の推計とその結果

(1) 推計方法

前述した各々の作業能率等を用いて経営規模 (稲わらを収集する圃場面積) を変化させたときの機械利用費・人件費を式1~式3により求めた。

$$A_y = S_t + F \times T_y \dots\dots\dots < 1 >$$

$$S_t = (P - p) / N + (P + p) \times i / 2 + \beta \times P \dots\dots\dots < 2 >$$

$$= \{ \text{減価償却費} \} + \{ \text{投下資本利子} \} + \{ \text{税金} \cdot \text{公課} \cdot \text{保険} \cdot \text{倉庫料} \cdot \text{修理費} \}$$

$$B_y = L_c \times T'_y = L_c \times \eta \times x \dots\dots\dots < 3 >$$

A_y : 機械利用費 (円/年)

F : 燃料費その他の消耗費 (円/時)

また、稲わら販売額・利潤・生産コスト・労働報酬を下記の計算式で体系別に算出した。ここで、稲作農家からの稲わら売り渡し価格は、岩手県下での調査結果から21円/kgとした。

$$\text{稲わら販売額} = \frac{\text{単位面積当り} \times \text{経営} \times \text{稲わら売渡し} \times \text{稲わら収量} \times \text{規模} \times \text{価格}}{\text{稲わら収量} \times \text{規模} \times \text{価格}}$$

$$\text{利潤} = \text{販売額} - \text{合計費用}$$

$$\text{生産コスト} = \text{合計費用} / \text{稲わら収量}$$

$$\text{労働報酬} = (\text{人件費} + \text{利潤}) / \text{労働量 (人・日)}$$

表6 推計の結果

体系	項目 運搬車 規模 (ha)	I							II					稲わら 販売額 (千円)
		機械 経費 (千円)	労働 経費 (千円)	労働 時間 (hr)	生産費 (円/kg)	利潤 (千円)	労働 報酬 (千円/人)	機械 経費 (千円)	労働 経費 (千円)	労働 時間 (hr)	生産費 (円/kg)	利潤 (千円)	労働 報酬 (千円/人)	
1	1	151	51	82	37.4	-88	-1.8	246	19	31	49.1	-151	-17.1	113.4
	2	186	39	63	41.7	-112	-4.6	283	16	26	55.4	-185	-26.1	
	3	210	28	45	44.1	-124	-8.6	308	12	19	59.2	-206	-41.0	
	4	120	27	44	27.3	-34	-0.6	216	12	19	42.2	-114	-21.6	
3	1	181	152	245	20.5	7	2.6	256	57	92	19.3	27	3.7	340.2
	2	211	117	188	20.2	13	2.8	292	48	78	21.0	0	2.5	
	3	231	84	135	19.4	26	3.2	315	35	57	21.6	-10	1.8	
	4	146	82	132	14.1	112	5.9	225	34	55	16.0	81	8.4	
5	1	211	252	407	17.1	104	3.5	265	95	153	13.4	206	7.9	567.0
	2	236	193	312	15.9	137	4.2	301	80	129	14.1	186	8.2	
	3	252	138	223	14.4	177	5.7	322	58	94	14.1	187	10.4	
	4	173	136	219	11.4	258	7.2	234	56	91	10.8	276	14.6	
10	1	285	503	812	14.6	345	4.2	291	189	305	8.9	654	11.1	1134.0
	2	299	386	623	12.7	449	5.4	324	160	258	9.0	650	12.6	
	3	303	276	445	10.7	555	7.5	339	116	187	8.4	679	17.0	
	4	239	270	436	9.4	625	8.2	257	112	181	6.8	764	19.4	

(2) 結果

計算の結果を表6に示す。紙面の都合で経営面積が1, 3, 5, 10haの4通りのときだけを載せてある。また、図1には作業時間と経営規模との関係を、図2～図6までには各々作業時間と、機械利用費・合計費用・生産コスト・利潤・労働報酬との関係を示した。

作業時間に対して経営規模は、図1のように計算上直線的に増加するが、体系2のほうが体系1よりも2倍程上まわっていた(同じ運搬車で比較したとき)。機械化作業による優位性が顕著にみられた。

図2と3に示す規模当りの機械利用費・合計費用と作業時間との関係においては、作業時間の増加につれて固定費が減少してゆき、変動費に近づいてゆく変化をしめす。これは、機械利用時に作業時間が増加すればするほど費用が減少するという常識を示している。また、体系1は体系2に比べて規模当りの費用は高くなっていた。

図4の生産コストにおいても、体系2が100hrに達する前に21円/kgを下まわり、体系1よ

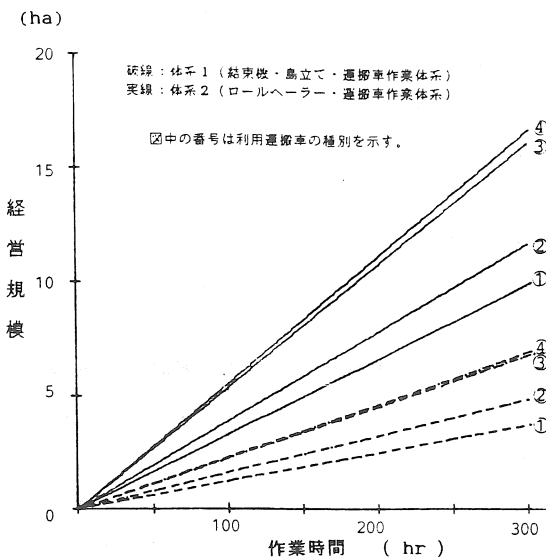


図1 経営規模と作業時間

り高い経済性を示していた。

図5の労働報酬では、労働時間が100hrで体系2の運搬車No.4と3において1万円/人・日を越えていた。また、図6の利潤でも、体系2の方が高い値を示した。

(3) 総括

体系2の体系1に対する優位性は、稲わらが収集可能な規模と、その規模での労働報酬額を比較の際にも明らかであった。もちろん、限ら

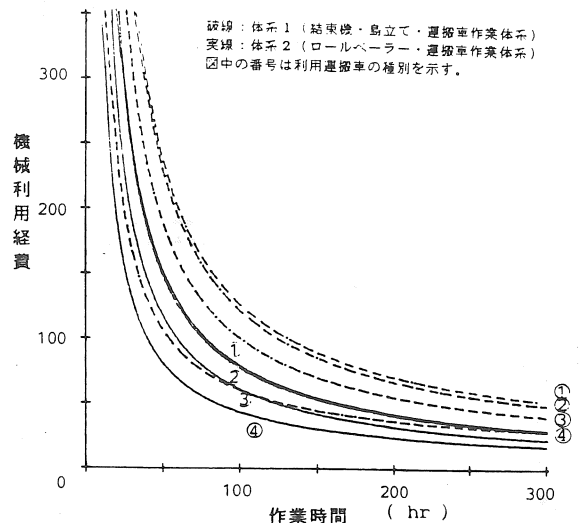


図2 機械利用費と作業時間

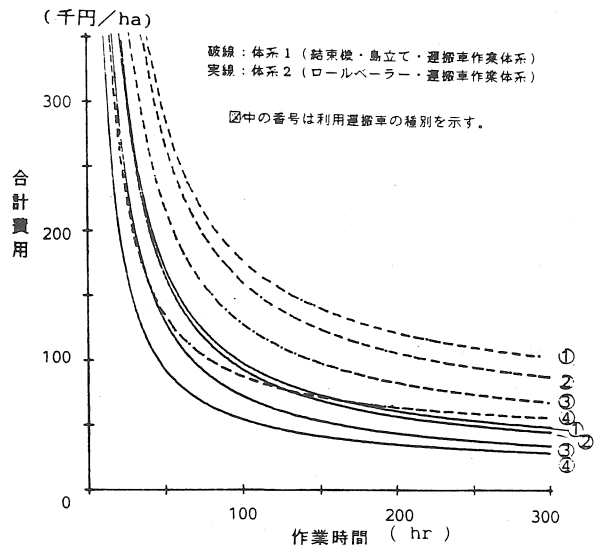


図3 合計費用と作業時間

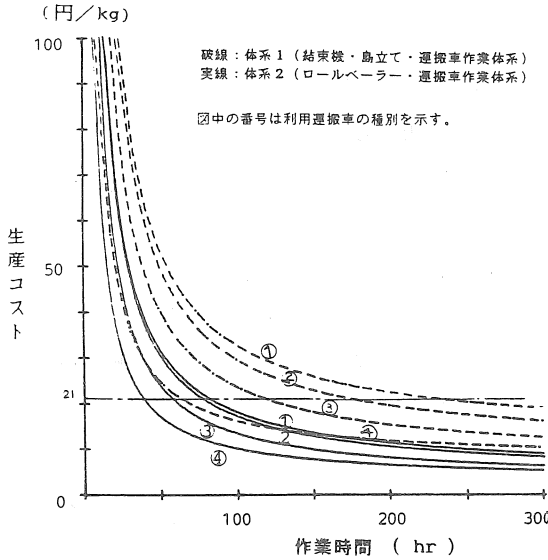


図4 生産コストと作業時間

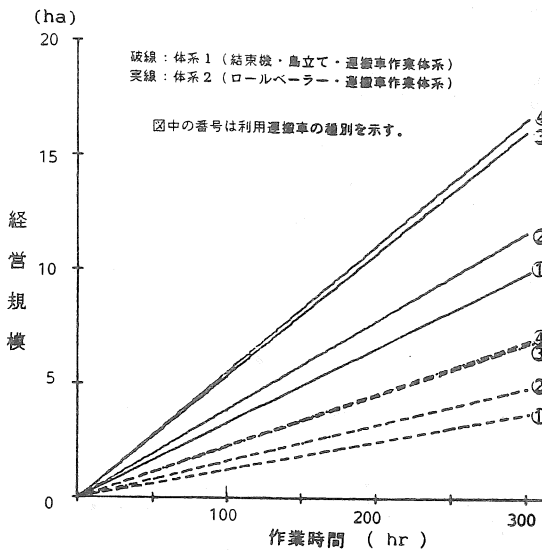


図5 利潤と作業時間

れた収穫時間内での稲わら収集を、より安価に効率的に行う為には、そして、1つの機械化作業システムとして成立する為には、農家の経営規模・労働力等の社会的・経済的な条件や、圃場状態・天候等の自然条件等が深く係わりあうことはいうまでもない。

水稻作付け農家の内で自脱コンバインを保有する農家割合は、28.7%⁽³⁾ (作業面積割合は約63%) であるが、稲わら利用の潜在的な可能性

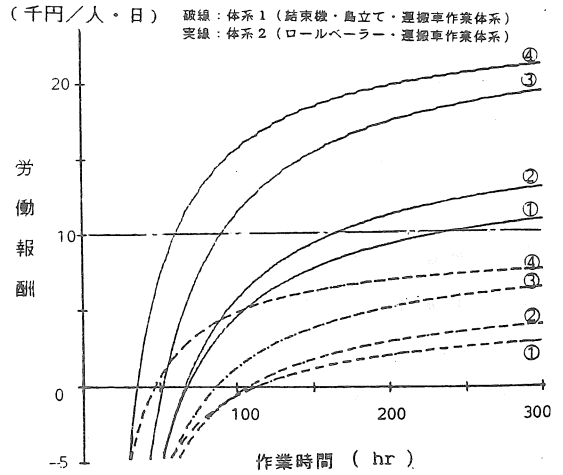


図6 労働報酬と作業時間

を想定するならば、稲わらの後処理のために、自走式小型ロールベラーを利用して収集・運搬を改善することは合理的である。稲わら収集のための労働報酬を他の兼業収入に匹敵させることも重要な問題である。推計の結果、作業時間を100 hr/年としたとき、体系2の運搬車No 4では生産コストが10.0 円/kg、労働報酬は15,600円/人日であり、同じく運搬車No 3では各々13.3円/kg、12,100円/人日となっていた。同じ体系の中でも運搬車の仕様による差が大きく見られた。運搬車No 4は軽トラックの場合であったが、軟弱田での作業であればその使用は不可能である。しかし、運搬車No 3の場合でも作業時間が100 hr/年あれば、労働報酬が他の兼業収入に匹敵できることが判明した。これらの点から自走式ロールベラーと適当な性能をもつ運搬車との組み合わせによる経済的な効果は大きいといえよう。

4 稲わらを飼料とするときの経済性の評価

TDN (可消化養分総量) と価格との関係では、配合飼料と稲わらとNH₃処理稲わらとの位置は各々図7に示すようであった。配合飼料は市販価格とそのTDNの値との16例についての調査結果から得た値であり、稲わらは先の研究成

果⁽⁴⁾であり、NH₃処理稲わらは次のようにして求めた値である。すなわち、NH₃処理は、ベール1個づつの入ったポリ袋に乾物比濃度2%のNH₃ガスを注入して反応させる方法をととした。その際のNH₃ガス単価を400円/kg、ポリ袋を40円/袋として計算して、稲わら乾物1kgあたり12.7円の生産コストを得た。

その結果、作業時間を100hrとしたとき、体系2では図7に示すように10~18円/kgの範囲にあった。稲わらの畜産農家渡し価格の現状は、調査結果では、28円/kgであった(耕作農家価格は前記の21円/kg)。図7で、配合飼料の位置と原点を結ぶ直線上に位置し、稲わらを飼料とする優位性が少なかったが、生産コストの低減で、稲わらの優位性を向上できる。またそれをNH₃処理を施した場合では22.7~30.7円/kgとなった。NH₃処理することにより生産費は高くなるが、TDNの増加によって稲わらの栄養的価値が増し、飼料としての稲わら需要が増加することを期待できるものとみられる。稲わらをミニベールというハンドリングの容易な形状

で、より一層の付加価値を与える労働が効率的に可能となるとみられた。

5 おわりに

稲わらを飼料とする目的でその収集にあたる場合、収集物の価値の割に人件費・機械利用費およびその作業時間の問題が大きく、収集が困難であった。よって、その行為の収支に目を向けて、利用する機械体系と収集する規模とによって、どのようになっているのかを試算したのが本研究の目的であった。その結果、前述したように、自走式小型ロールベアラと適当な運搬車を利用して稲わらを収集した場合には、条件によっては十分な利潤をあげ得ることを見出した。輸入粗飼料・配合飼料の大量使用で賄われている日本の畜産業の現状の下で、いくらでも自給飼料の消費を増すことと、未利用資源の有効利用ということとを目的にし、このような経済的な推計を試みたことは、技術的な可能性の追求あるいは既存の技術を効率的に適用する上で必要不可欠のことであったと思う。

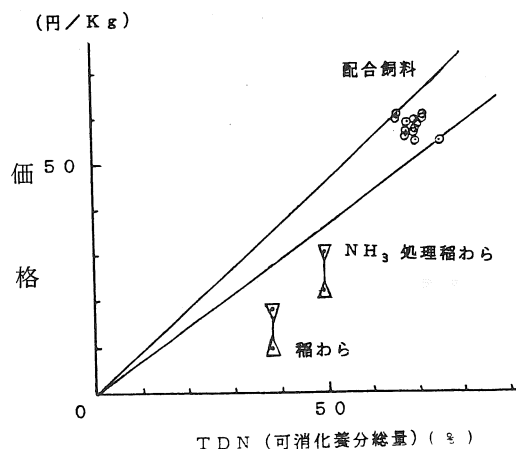


図7 稲わらのTDNにおける配合飼料との価格関係

参考文献

- (1), (2) 清水浩(1984)：稲わらの有効利用のための解繊方法の改善に関する研究，農林水産省特別試験研究費補助金による研究報告書
- (3) 古谷正ほか(1986)：自脱型コンバインの利用状況，農機学会誌第48巻第1号
- (4) 清水浩・片平寛・佐藤勝彦(1985)：稲わらの解繊とアンモニア処理とによる飼料化研究，農業機械学会東北支部報No.32

コンポスト化における熱および物質の移動現象の究明

佐藤勝彦*・清水 浩*・木村俊範*

Analysis of Heat and Mass Transfer during Composting

Katsuhiko SATO,* Hiroshi SHIMIZU,*
Toshinori KIMURA*

1 はしがき

有機廃棄物のコンポスト化の課題は、在来からの堆肥の他に、近年は大量の家畜糞尿の発酵乾燥処理の必要が加わり、さらに、農産加工場での大量の単一の廃棄物処理の課題が加わり、そしてさらに、下水道処理場・し尿処理場で発生する余剰汚泥の耕地還元への期待が生じてきて、実用上ではますます適用部門が拡大し、重要性を増しつつある。それに伴ってコンポスト化には大型・高価格の装置が使用されるようになってきた。しかし、コンポスト化の理論的究明については殆ど整備されておらず、その現象の正確な把握すら出来ていないと言っても過言ではない。

元来、コンポスト化は農業に起因した操作である。従って、その理論整備は農業工学の領域であり、その成果が他産業へも拡大して適用可能な、意義ある研究領域であるとみるべきであろう。農業基地としての東北では、特に重視すべき研究領域と思われる。

以上の状況の下において、この研究は、複雑なコンポスト化の過程を分析して理解し、かつ、計量的に把握する目的で計画された。この研究以前、1981以来⁽¹⁾極少量の試料を均一に発酵させるようにした、いわゆる『均一層の実験』を永年継続してきて多くの知見を得ていたが、実際層は均一層ではないので、あえて、それとは並行してこの研究を出発させたのである。この

研究では、実際規模層での発酵を表現するに足る最小規模のいわゆる『厚層の実験』を行なった。厚層の実験では、層内での熱と物質との移動現象が複雑に伴い、かつ、最小規模の半径方向への熱移動が無視しえぬ程に生じるので、その現象の解析はかなり難しい問題であるとされていた。それを、本研究では主に測温値を基にして解析して、ほぼ当初目的を達成できたようである。これによって、今までは想像の域を出なかった発酵層内の移動現象を、かなり明確に把握できるようになった。並行して継続中の均一層での成果と合わせる事により、一層に理解が深まるものと思われる。

この研究は、報告筆頭者の大学院修士論文として発足させた。未だ極く短期間の研究であって、今後さらに深く詳しく究明して行きたいと考えている。その第一歩としての今回の発表であることを御理解いただきたい。

2 実験装置および方法

実験には図1のような装置を用いた。フレームからワイヤーで吊り下げた円筒の発酵層は、内径264mm、試料充填高さ600mmで、周囲をビニール製断熱材で覆い、下方から所定風量を通気した。最上層には、大気との接触による水分拡散を防ぐため、多孔の落とし蓋を設けた。落とし蓋の有無による水分蒸発の差は、分けて考えることにした。標準試料として、乾燥鶏ふん

* 岩手大学農学部

と破碎稲わらの乾物重量比で2：1のものを用い、初期含水率約60% w.b，通気量は乾物1kg当たり1.0ℓ/minを標準値として、他の変化条件と対比した。

発酵層を10層に分け、各層の中心部における試料温度と空気温度、および入気温度・湿度を熱電対によって測定した。また、発酵量の総重量を懸吊式の荷重計で、発酵層の外側に逃げる熱量を熱流計でそれぞれ測定した。

これらはすべて、パーソナルコンピュータとハイブリッド自動記録計により、自動設定・記録した。また、試料の混合直後と実験終了時に試料を採取して、含水率と灰分率を測定した。

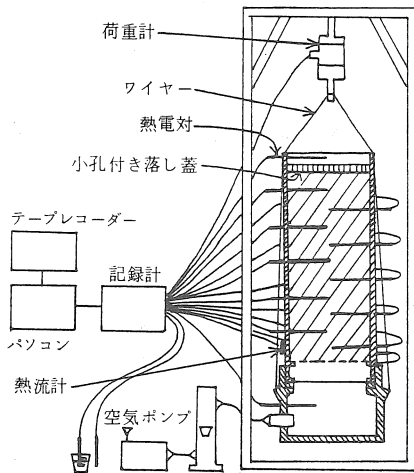


図1 実験装置の概略図

3 層別测温結果からのシミュレーション

(1) 温度測定結果

図2, 3は層別・時間別の品温測定結果の1例である。図中右上には実験時の設定条件を示した。また、空気温も同時に測定したが、この測定例では品温と大差はないようで、特定の層の空気温を後掲図8に示した。なお、図2は実験例のうちでも比較的通気量の多い場合であり、

温度もそれほど異がらなかった例である。これを見ると、最初の昇温速度は図2・3とも層別で大差はなかった。しかし、図2では温度の立ち上がりが早く、明らかに図3の例とは違う傾向を示している。逆に、最高温に達した後の層別の温度変化の違いは、通気量が多いほど大きいようであった。

(2) シミュレーションの方法

発酵層の層別品温及び空気温度、総重量を基にして、1) 発酵層通過空気の昇温の為の熱量 2) その空気が飽和状態にあるとした時の水分蒸発熱量 3) 発酵層の品温上昇熱量の計3量を層別に集計し、その熱量が鶏ふんの乾物燃焼熱量に相当するとして、層別・時間別に乾物減量を求めた。なお、最上層を通過する空気の持ち出す水分量と乾物減量の合計は、重量減の実測値と一致すべきなので、このシミュレーション精度を検証できる。この物質収支と熱収支からのシミュレーション法で、層別・時間別の変化が分析可能となった。

そのシミュレーションは、次のような仮定のもとで行った。1) 系外への熱の移動は無いものとする。2) 测温値はそれぞれ品温、空気温そのものとする。3) 貫入・貫流空気は相対湿度100%とし、第1層への入気のみ実測値を採る。

これらの仮定のもとで、下式にてシミュレーションを行なった。

θ 時間、層番号 $i = 1 \sim 10$ において

$$\Delta W_{(i)}: \text{重量減} = \Sigma W_{(\theta-1, i)} - \Sigma W_{(\theta, i)}$$

$$\Delta D: \text{乾物減} = \Sigma [\Delta \theta Q \gamma_a C_{pa} \{ T_{a(\theta, i)}$$

$$- T_{a(\theta, i-1)} \} + \Delta \theta Q \gamma_a \{ H_{w(i)} - H_{w(i-1)} \} q_e + W_{(\theta-1, i)} C_{pm} \{ T_{m(\theta, i)} - T_{m(\theta-1, i)} \}] / hm$$

$$\Delta w: \text{水分蒸発量} = \Delta \theta Q \gamma_a \Sigma \{ H_{w(i)} - H_{w(i-1)} \}$$

$$\Delta \theta = (\theta) - (\theta - 1): \text{時間間隔, } Q: \text{風量,}$$

$$\gamma_a: \text{空気密度, } C_{pa}: \text{空気比熱, } T_a: \text{空気温度,}$$

$$H_w: \text{絶対湿度, } W: \text{重量, } C_{pm}: \text{試料の比熱,}$$

$$T_m: \text{品温, } q_e: \text{蒸発潜熱, } hm: \text{乾物1kg当り発熱量}$$

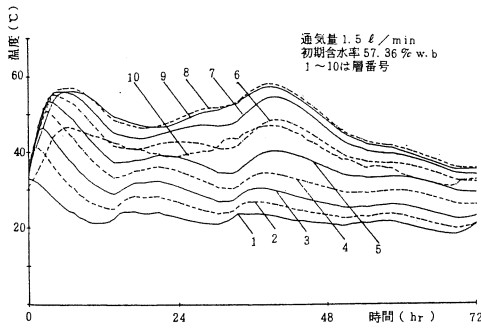


図2 測温結果の1例

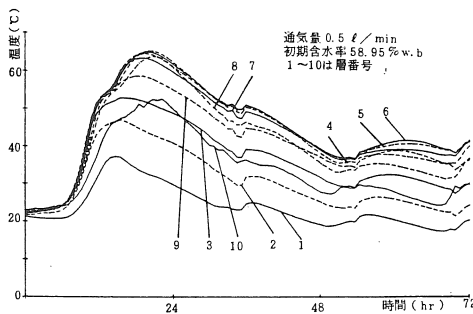


図3 測温結果の1例

4 シミュレーションの結果

先に述べた方法で、各物質収支の推計を行なった。対象としたのは、通気量 1.5 l/min ・初期含水率 57.36 \%w.b. の例であり、図2にはその測温結果を示した。シミュレーションは、開始0~72時間まで6時間ごとに行なった。

図4、5は乾物減・水分減のシミュレーション結果である。図4では層別と全体との乾物量及び乾物減率の、図5では含水率の変化を表わした。このように、層別・時間別の変化を推計することができた。乾物減率は、図2の測温結果における温度上昇時期に大きいという現象が表われていて納得できた。しかし、第10層では乾物が増加して現実と矛盾し、第1層では平均品温が他の層よりも低いにもかかわらず、乾物減が一番多く生じるという現象を生じた。これは、第1・10層では後記(5項)で検証した側

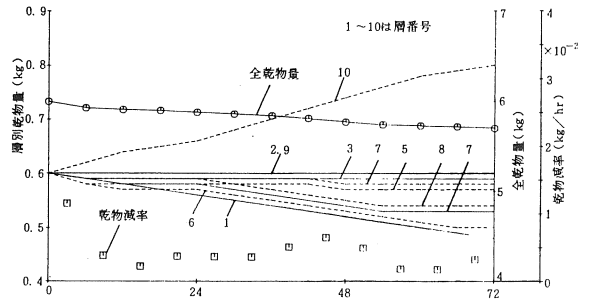


図4 乾物減のシミュレーション結果

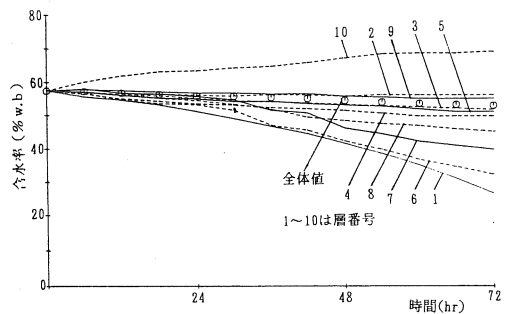


図5 水分減のシミュレーション結果

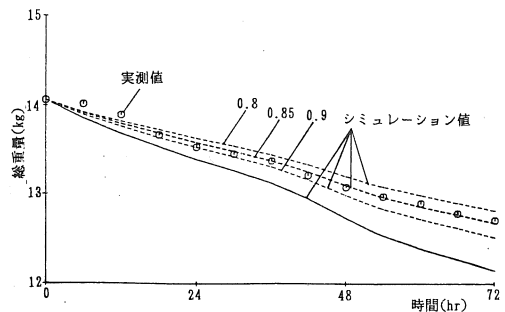


図6 重量減のシミュレーション結果

面方向への温度勾配と同様の現象が伴うためとみられ、別に検証し修正する必要があった。

ただ、全体値として見ると、第1層と第10層の影響が相殺され、平均乾物減・平均水分減についての従来の小層でのシミュレーション結果とほぼ同様な値となっていたようである。従って、上下端層を除いた中間層では、本研究によるシミュレーションによって、従来は未解明であった発酵層内の層別・時間別の含水率と乾物

減の推移がはじめて把握できることとなったとみてよい。

図6には、重量減のシミュレーション結果を、全体重量として表わした。⊙印が実測値、実線が計算値であり、点線については後述する。このように、実測値との間にはかなりの差がみられた。これは、モデル式において、水分減が過大となることが原因とみられ、これについては次項で検証した。

5 シミュレーション結果の検証

発酵層外周にはビニール製断熱材を施してあるものの、熱移動がかなりあるようであった。モデル式の前提として、系外への熱移動は無しとしているので、この放熱の影響を検討した。

任意の層における壁面温度と、壁面からの放熱量の測定結果から、この影響を検証した。壁面からの放熱量の経時変化は図7のようで、側面からの全放熱量に対する乾物分解による全発熱量の比で表わして13.5%程度であった。

図8は、同一層での中心部の品温と空気温及び壁面温度と室内温度の測定結果である。このように中心温度と壁面温度の間にはかなりの差があるが、それは層内半径方向の温度勾配に起因するとみられた。温度勾配については、前年度に実測した例を図9に示した。この例で平均温度を求めたところでは、中心温度1に対して0.94であった。

温度勾配があれば壁面付近での温度は低くなり、水分減・乾物減はその部分では小さいはずである。モデル式では中心温度によってシミュレーションを行なっているので、これと実際の平均温度との差がシミュレーション値と実測値との差となったとみられた。

しかし、温度勾配を常時測定するのは機械的に不可能なので、平均温度を中心温度のx倍としてシミュレーションを行ない、実測値との比

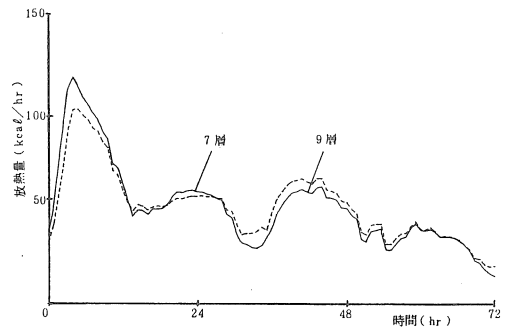


図7 系外への放熱量

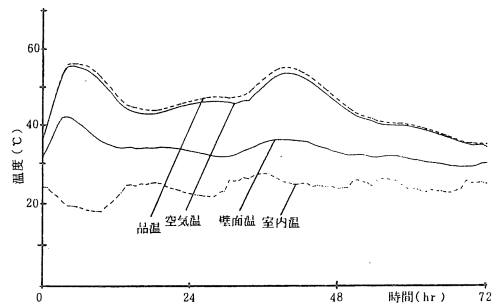


図8 同一層の温度測定結果

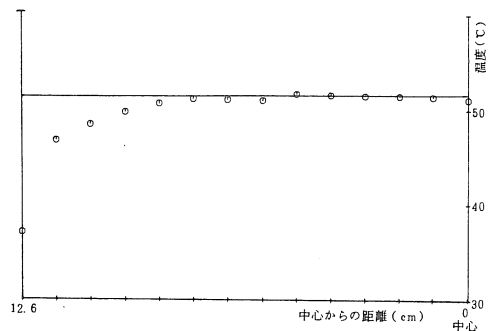


図9 同一層内の温度勾配

較を行なった。

図6中の点線は、それぞれ $x = 0.9, 0.8, 0.85$ とした場合の結果であり、このシミュレーションに用いた実験例の条件では、平均温度は中心温度の0.85倍とみられた。しかし、これは通気量や中心温度と外気温との差などの条件とともに変化と思われるが、実験期間内では図示の偏差内に取っていた。

6 むすび

ここまで、実験に用いた小径の厚層の発酵乾燥について解析してきた。しかし、実際の層では堆積面積無限大と考えて、平均温度ではなく中心温度によるシミュレーションをしても誤差が少ないと思われた。なぜなら、実際層では、壁面の温度勾配を持つ体積が、全体積に比して無視しえる程であるからである。また、それが無視しえない程度の有限の堆積面積の場合でも、ここに述べたような検証法によって、幾何学的に解析可能とみられる。上下面の問題など未整備の部分も残っているが、発酵におけるシミュレーションの手法は、このようにして確立できると思われた。

ここでは、コンポストの試料として、鶏ふんと稲わらに限定したが、その解析の手法は、他の有機廃棄物のコンポスト化にも応用可能であろう。また、コンポスト化の最適条件について究明することも可能であり、順次に研究を深めてゆきたい。

参考文献

- 1) 木村俊範・清水浩：家畜ふんの堆肥化に関する基礎的研究（第1報・第2報），農機誌43(2)(3)，1981
- 2) 有機廃棄物のコンポストに関するシンポジウム講演集：下水汚泥資源利用協議会，1985

地熱発電廃水利用の一事例について

西山喜雄*・小野芳浩**・木村俊範*

An Example of Geothermal Energy Use to a Green House

Yoshio NISHIYAMA*, Yoshihiro ONO**,
Toshinori KIMURA*

1 はじめに

地熱エネルギーは、豊富な自然エネルギーである。有数の火山国である日本は地熱エネルギーに恵まれていて、日本の利用可能な地熱エネルギーは、 1.3×10^{15} MJと言われ⁽¹⁾、これは日本の1985年の推定石油消費量(1.8×10^{13} MJ)⁽²⁾の72年分に当たる。この値は、人工的な地熱エネルギー取得技術の開発で更に増えるであろう。現在地熱エネルギー利用としては、地熱発電所の廃熱を熱(温)水として利用するのが、最も組織的かつ経済性の高い利用法と考えられる。地熱廃熱水の利用用途としては、農業用利用が最も地域産業の発展に貢献する用途でありながら、経済性が最も困難な分野でもある。

岩手県は地熱エネルギーに恵まれており、盛岡近郊にも、松川、葛根田の両地熱発電所を有し、松川発電所の廃熱水はハウス暖房用に使用が開始されている。葛根田発電所の熱水利用計画は更に大規模なものであるが、農業用利用計画は確定していない。工事が完成に近づくにしたがって、農業用利用計画は次々と縮小されてきているのが現状である。農業用利用で経済性が成立しないときには、工業用利用の使用後水を使用せざるを得なくなって、使用用途および使用法に制約を受けることになる。または、完全に切り捨てられることもあり得る。これは農業が、この豊富なエネルギーを失うことを意味する。したがって、経済性の高い農業用利用技術の開発が切望されている。

経済性の最も高い熱水の農業用利用形態とし

ては、ハウス暖房、水耕栽培、民生利用、畜舎暖房、養魚利用および融雪利用を組み合わせた、複合利用システムが考えられる。そこでこの様な複合利用システムを想定し、松尾村上寄木・高石野の地熱利用ハウスを中心にして、熱利用や経済性を検討してみた。なお本研究は、昭和60年度文部省科学研究費(エネルギー特別研究)の補助を得ている。

2 地熱エネルギー利用の現状(松川地区)

松川地熱発電所は昭和41年我が国最初の地熱発電所として誕生した。出力は22Mwと現在ではやゝ小型であるが、地熱源は乾き蒸気であり、ヒ素を含まず、発電用として、また発電廃熱の利用としても理想的な条件を有している。これは、岩手山の南隣にある葛根田地熱発電所と好対象である。農用地は、年平均気温は9℃、厳寒期-4℃、最低気温-15℃と、やゝ涼冷な気候条件下に、水田、野菜、畜産、果樹(りんご)を栽培・経営している。

松川地熱発電所からの廃熱を温水として、農業用および観光用に利用する計画が昭和55年に策定され、同時に松尾村が新農業構造改善事業(資源整備方式)地区に指定された。昭和56年に日本重化学工業(温水造成側)と八幡平温泉開発株式会社(配湯事業体)および松尾村の間に、温水の八幡平温泉郷とハウス団地への引湯共同施工および運営管理に関する資源利用協定が締結された。昭和57年には松尾村上寄木および高石野地区に施設野菜組合がそれぞれ7戸お

* 岩手大学農学部。

** 宮城県経済連

よび10戸で発足し、昭和58年1月から引湯工事が竣工し、昭和59年1月から温水供給が開始された。温水の造成は、次の2系統で行なっている。(1) 地熱発電装置復水器からの復

水(凝縮水と冷却水の混合水、温度47~48℃)を、温度約150℃の地熱蒸気で熱交換して70℃に加温する。造成量毎分約2.3ton、(2) 湧水(温度約10℃)を同じく、地熱蒸気で間接加熱して70℃に加温する。造成量毎分約1ton。地熱蒸気は発電に使用しない原蒸気であるが、熱交換しているため、地熱蒸気成分が混じることはない。しかし、復水を使っているため、硫化水素等が微量ながら混合する可能性がある。2系統の温水は八幡平観光株式会社に渡され、八幡平観光株式会社では、2系統の温水を混合し、毎分3.3tonの温水を引湯する。温水は一旦貯湯槽に貯めて、そこから農業用と観光用に分岐し、農業用には毎分1ton供給する。温水供給配管の長さは約13kmで、ハウスに供給する地点での温水温度は約60℃である。上寄木および高石野両地区の概要を表1に示す。

地熱利用ハウス等の建設費は、高石野地区1戸当たりについて見ると、1棟の面積215㎡のハウスを5棟有し(A棟が1棟、B・C棟が2棟ずつ、総面積1,075㎡)、1戸当たりハウス建設費(管理棟含む)は9,699千円で、1戸当たり自己負担金はその半分の4,849千円であるが、自己負担金の8割は農林漁業金融公庫の融資を受けている。温水の使用期間は10月半ばから4月半ばの、6か月の使用契約をしている。温水使用料はton当り25円、配管使用料が1か月ハウス㎡当り5円(1戸当り月5,375円)である。生産された野菜は市場に出荷する他、スキー客

表1 地熱利用ハウスの概要

	1次利用(A棟)	2次利用(B棟)	3次利用(C棟)	合計
上寄木(7戸)	9棟, 2,150㎡	18棟, 4,300㎡	18棟, 4,300㎡	45棟, 1,075ha
高石野(10戸)	10棟, 2,150㎡	20棟, 4,300㎡	20棟, 4,300㎡	50棟, 1,075ha
温度[℃]	入口60, 出口45	入口45, 出口30	入口30, 出口15	
作目(冬期)	ピーマン	ピーマン, 春菊 葉ニンニク スターチス	イチゴ 春菊, ミツバ 葉ニンニク	

を中心とする冬期観光客への供給を企図している。

ハウス内への引湯配管経路は、A棟には60℃の1次水が、B棟にはA棟からの2次水と60℃の1次水が、またC棟にはB棟からの3次水が供給される。流量調節は、絞り弁で手動で行なう。また、バルブ開閉は、ハウス室内温度を計測して、ON-OFF制御をするようになっているが、制御対象はA棟のみであり、B~C棟については、人間がこまめに管理しなければならない。したがってこの制御系は、あまり役に立っていない。放熱チューブは、折径16cm、厚さ0.4mmのポリエチレンや、折径14cm、厚さ0.3mmのポリブテン1のチューブを、1棟に約250mの長さに、畝マルチ上に置いて空気および地面を加熱するもの(地上加熱)と、外径約25mmのポリエチレン・パイプを地中に埋設したもの(地中加熱)の2種類の方法をとっている。昭和60年度からは地中加熱方式は殆ど見られなくなった。A棟にポリエチレン・チューブを使って、B、C棟に連続して温水を流すとA棟の圧が高くなってチューブが破裂してしまうので、B棟へは1次水のみを送り、A棟からの温水を送らないようにしたり、A棟ではポリブテン1のチューブを使うことにしたりしている。ビニール・チューブはポリブテン・チューブよりも安価であるが(折径160mm、厚さ0.4mmで100m当たり5,200円、ポリブテンは折径140mm、厚さ0.3mmで100m当たり

15,000円), 耐圧性・耐久性が少ない。ハウスの形状は単棟の切り妻型で, 床面積 215 m², ビニール・シート (三菱モンサント, ノービエース 0.15 mm) 被覆で, 内側に 1 層カーテンを同じ材料でしている。

3 ハウスの熱計測例

昭和59年度は松尾村高石野地熱利用ハウスA棟 (ピーマン), 昭和60年度は上寄木地熱利用ハウスA棟 (ピーマン), B棟 (ピーマン), C棟 (イチゴ) で, ハウス内の空気温度, 湿度, 地温, 外気温度, 全天日射量, 水温, チューブからの熱流量および熱水流量を計測した。その計測例を図1に示す (昭和60年上寄木A棟)。

ここでは熱交換チューブはポリブテンを使用しているが, ビニールもポリブテンも熱伝達は

かなり良く, 空気温度 10℃ の時, 温度 60℃ の熱水が 35℃ 位には下げることができる (ポリブテン, 長さ 180 m, 流量 5 l/min)。しかし, 熱水流量や天窗の開閉の制御は手動で行なっているため, 日中には 35℃ 以上, 夜間には 7, 8℃ の室内温度になることもあった。熱交換量は熱水流量が増えると増加するが, 熱水出口温度が入口空気温度迄下がった時の熱交換量に対する比として利用効率を定義すると, この利用効率は熱水流量が増加すると減少する。この実測例を図2に示す。図2から明かに, θ_{wi} , θ_{wo} を熱水入口・出口温度, θ_a を空気温度, F を熱水流量とすれば, 利用効率 η は次式で表わされる。

$$\eta = \frac{\theta_{wi} - \theta_{wo}}{\theta_{wi} - \theta_a} = \alpha \exp(-\beta F) \quad (1)$$

したがって,

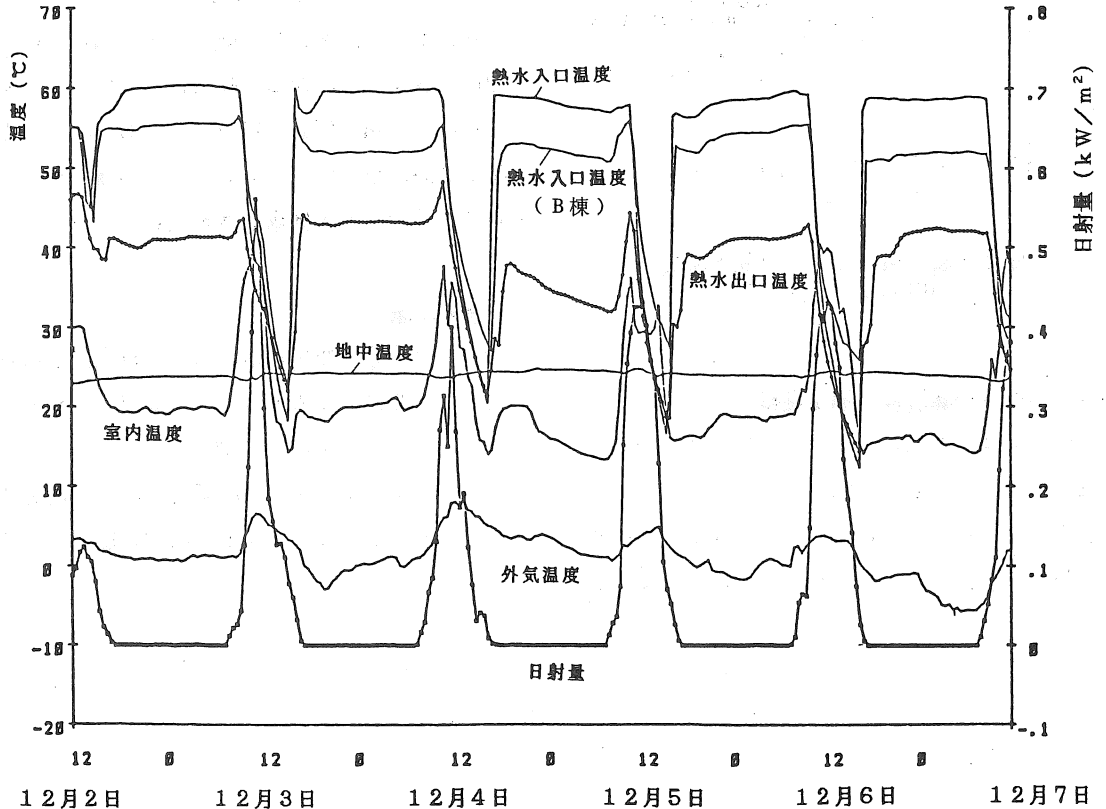


図1 地熱利用ハウス温度計測例 (A棟)

$$F = \frac{1}{\beta} \ln \frac{(\theta_{wi} - \theta_{wo})}{\alpha (\theta_{wi} - \theta_a)} \quad (2)$$

経済性を無視すれば、熱水流量制御系が備わっていることが望ましい。この場合流量計測が高価であれば、熱水出入口の温度と空気温度から、(2)式によって熱水流量が概算出来るから、流量計の代用とし得る。

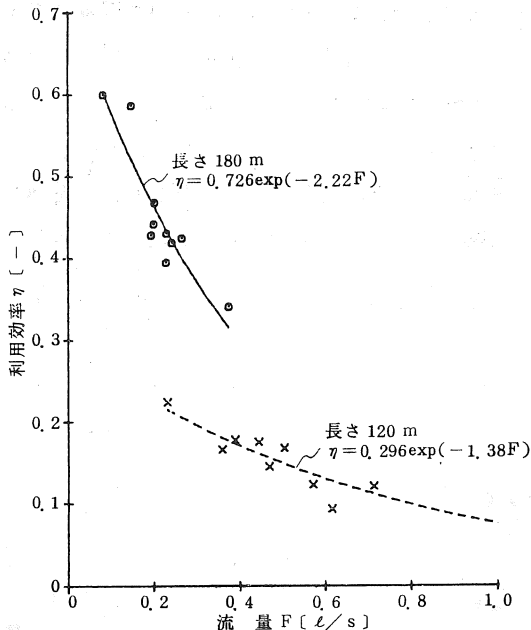


図2 熱交換チューブの熱水流量と利用効率 (ポリブテンチューブ)

4 ハウスの経済性と熱水価格

松川地区の地熱利用ハウスでは、昭和59年度は323万円の赤字、昭和60年度は1,512万円の黒字であった。しかし1戸当たりでは100万円弱の利益に過ぎない。しかも販売量は、冬季は夏

期の1/3程度に落ちてしまい、大変安価な熱水価格を生かし切っていない。これは例えば安価な熱水を使っても、特産品を開発するなど、換金性の高い作物を作り、しかもその販路を開拓することなくしては経営の安定は得られないことを示している。

農業用の熱水価格を考える場合、灯油暖房機で安定経営が行なわれているとして、この安価で、制御性の優秀な加熱機と代替できるか、と言う観点から価格を算定してみる。灯油発熱量を Q ($=39\text{MJ}/\ell$)、灯油価格 Y_c (円/ ℓ)、灯油暖房機の効率を η_c [-]、水の比熱を C_w ($=4.186\text{MJ}/\text{m}^3\text{K}$)、熱水入口・出口温度を θ_{wi} 、 θ_{wo} [°C]、灯油価格の何分の1とするかの指数を r とすれば、熱水価格 Y_w (円/ m^3)は、

$$Y_w = r C_w (\theta_{wi} - \theta_{wo}) Y_c / \eta_c Q_c$$

$$= 0.107 r (\theta_{wi} - \theta_{wo}) Y_c / \eta_c \quad (3)$$

いま、 $r = 1/2$ 、 $Y_c = 45$ 円/ ℓ 、熱水入口・出口温度を60°C、30°C、暖房機の効率 $\eta_c = 0.95$ とすれば、熱水価格は76円/ m^3 である。この程度が灯油価格45円/ ℓ に対する、農業用利用としての妥当な熱水価格と考える。

参考文献

- (1) 角清愛：農業利用からみた日本の地熱資源、施設農業への新エネルギー利用、フジ・テクノシステム、1980、p. 25
- (2) 日本エネルギー経済研究所編：新情勢化におけるわが国のエネルギー需要の展望、1976

水浴式育苗における水流出時間の解析

坂上 修*

Analysis of Water Flow-out Time at Raising Vegetable Seedlings by Bath Watering Method

Osamu SAKAUE *

1 はじめに

野菜栽培において、省力化のため水浴式灌水育苗を行う場合がある。このとき、水の排水時間の精密な制御が、給水不足による生育不良・枯死、給水過多による徒長・根腐れや酸素不足を防止する上で重要なファクターとなる。現行の水浴式育苗法では、タイマー灌水と自然流水方式が一般的であるが、流出時間の設定に関しては作業者の勘と経験に頼っていて、理論的な考慮は余りなされていない。本報では、水の流出時間について解析することにより合理的な排水法の策定に資する。

2 実験方法

- 1) 供試装置 水浴式育苗装置として図-1 に示すものを用いた。
- 2) 流出口の形状 7種類とし、具体的形状及び大きさは図-2のとおりとした。
- 3) 調査方法 流出口の下端の水位を0として、初期水位 $H_0 = 14\text{ cm}$ の位置より測定を開始、流出口の上端水位 $H_t = 5\text{ cm}$ までは、1cm 毎に、

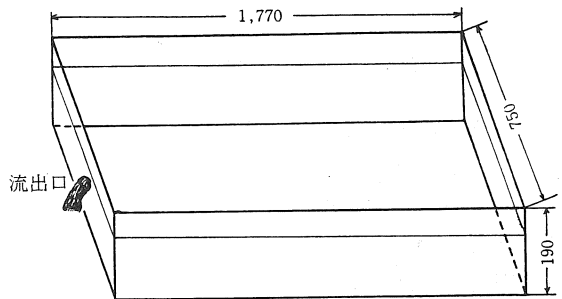


図-1 水流出実験ユニットの概念図 (単位: mm)

$H_t = 5\text{ cm}$ 以下は、0.5 cm 毎に流出所要時間を測定した。

3 理論

記号

Q : 単位時間当たり水の流出量 cm^3/sec

T : 流出時間 sec

A : 容器の断面積 $177\text{ cm} \times 75\text{ cm} = 13275\text{ cm}^2$

g : 重力の加速度 $980\text{ cm}/\text{sec}^2$

V : 水位 x における流出速度

$$\sqrt{2g(y-x)}\text{ cm}/\text{sec}$$

C : 流出システムの流量係数

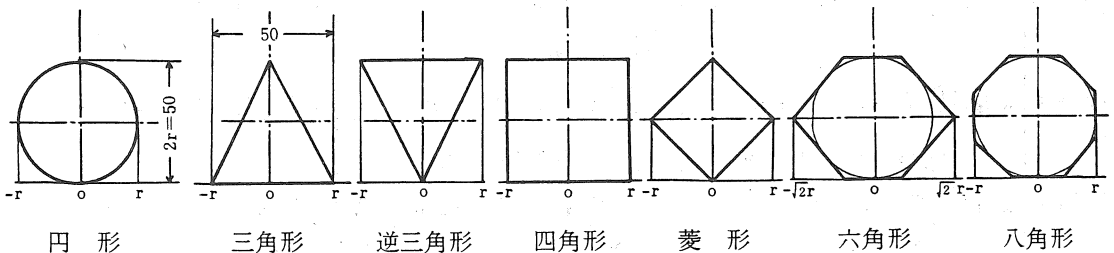


図-2 流出口の形状

* 農林水産省野菜試験場盛岡支場

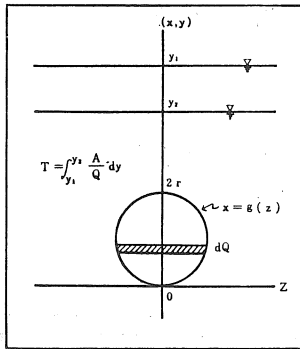


図-3 流出モデル

- r : 流出口の上下端の長さの半分 $H_0/2 = 2.5 \text{ cm}$
- H_0 : 流出口下端付近の水位 cm
- H_0 : 初期水位 14cm
- O : 流出口の下端中央
- y : 任意の水位 cm
- x : Oを原点とする縦座標 cm
- z : Oを原点とする横座標 cm

今、図3のように、水位が y_1 から y_2 に減少するとき、流出時間 T は、

$$T = \int_{y_1}^{y_2} \frac{A}{Q} dy$$

表-1 流出口の形状と単位時間当り流出量 Q

		流 出 量 Q		
水位 y	流出口	$2r \geq y > 0$		
		$H_0 \geq y > 2r$	$2r \geq y > r$	$r \geq y > 0$
		$2r \geq y > \sqrt{2}r$	$\sqrt{2}r \geq y > (2-\sqrt{2})r$	$(2-\sqrt{2})r \geq y > 0$
円	$2\sqrt{2}gC \int_0^{2r} \sqrt{y-x} \sqrt{r^2 - (x-r)^2} dx$		$2\sqrt{2}gC \int_0^y \sqrt{y-x} \sqrt{r^2 - (x-r)^2} dx$	
三角形	$\sqrt{2}gC \int_0^{2r} \sqrt{y-x}(2r-x) dx$		$\sqrt{2}gC \int_0^y \sqrt{y-x}(2r-x) dx$	
逆三角形	$\frac{4}{\sqrt{3}} \sqrt{2}gC \int_0^{2r} \sqrt{y-x} x dx$		$\sqrt{2}gC \int_0^y \sqrt{y-x} x dx$	
四角形	$2\sqrt{2}grC \int_0^{2r} \sqrt{y-x} dx$		$2\sqrt{2}grC \int_0^y \sqrt{y-x} dx$	
菱形	$2\sqrt{2}gC \left\{ \int_0^{2r} \sqrt{y-x}(2r-x) dx + \int_0^{2r} \sqrt{y-x} x dx \right\}$	$2\sqrt{2}gC \left\{ \int_0^y \sqrt{y-x}(2r-x) dx + \int_0^y \sqrt{y-x} x dx \right\}$	$2\sqrt{2}gC \int_0^y \sqrt{y-x} x dx$	
六角形	$2\sqrt{2}gC \left[\int_0^{2r} \sqrt{y-x} (\sqrt{2}+1)r-x dx + \int_0^{2r} \sqrt{y-x} (\sqrt{2}-1)r+x dx \right]$	$2\sqrt{2}gC \left[\int_0^y \sqrt{y-x} (\sqrt{2}+1)r-x dx + \int_0^y \sqrt{y-x} (\sqrt{2}-1)r+x dx \right]$	$2\sqrt{2}gC \int_0^y \sqrt{y-x} (\sqrt{2}-1)r+x dx$	
八角形	$2\sqrt{2}gC \left[\int_0^{2r} \sqrt{y-x} (\sqrt{2}+1)r-x dx + \int_{2-\sqrt{2}r}^{2r} \sqrt{y-x} r dx + \int_0^{2-\sqrt{2}r} \sqrt{y-x} (\sqrt{2}-1)r+x dx \right]$	$2\sqrt{2}gC \left[\int_0^y \sqrt{y-x} (\sqrt{2}+1)r-x dx + r \int_{2-\sqrt{2}r}^{2r} \sqrt{y-x} dx + \int_0^{2-\sqrt{2}r} \sqrt{y-x} (\sqrt{2}-1)r+x dx \right]$	$2\sqrt{2}gC \int_{2-\sqrt{2}r}^{2r} \sqrt{y-x} dx$	$2\sqrt{2}gC \times \int_0^{2-\sqrt{2}r} \sqrt{y-x} (\sqrt{2}-1)r+x dx$

であらわされる。^{1), 2), 3)}

供試した流出口について、単位時間当たりの流出量 Q は、接近速度水頭及び容器底面より流出口の下端までの高さによる影響を無視すると、表-1 に示したようになり、さらに積分計算を行うと次のようになる。

① 円形

$H_0 \geq y > 2r$ のとき、

$$Q = 2\sqrt{2}gC \int_0^{2r} \sqrt{y-x} \sqrt{r^2 - (x-r)^2} dx$$

この式は、直接積分できないが、まず、原点 O を上へ r だけ平行移動するときの x, y の新座標を X, Y とすると、

$$X = x - r$$

$$Y = y - r$$

となり、Q は

$$Q = 2\sqrt{2}gC \int_{-r}^r \sqrt{Y-X} \sqrt{r^2 - X^2} dX$$

である。

ここで、

$$f(X) = \sqrt{Y-X} \sqrt{r^2 - X^2}$$

$$u = \sqrt{Y-X}$$

$$v = \sqrt{r^2 - X^2}$$

とおくと、テイラーの展開式より、

$$f(X) = f(0) + f'(0)X + \frac{f''(0)}{2} X^2 + \dots + \frac{f^{(n-1)}}{(n-1)!} f^{(n-1)}(0)X^{n-1} + \dots$$

このとき、

$$f^{(n)}(X) = uv^{(n)} + {}_n C_1 u' v^{(n-1)} + {}_n C_2 u'' v^{(n-2)} + \dots + {}_n C_r u^{(r)} v^{(n-r)} + \dots$$

$$f^{(n)}(0) = u_0 v_0^{(n)} + {}_n C_1 u_0' v_0^{(n-1)} + {}_n C_2 u_0'' v_0^{(n-2)} + \dots + {}_n C_r u_0^{(r)} v_0^{(n-r)} + \dots$$

また、

$$u_0 = \sqrt{Y}, v_0 = r$$

$$u' = -\frac{1}{2}(Y-X)^{-\frac{1}{2}}, v' = -X(r^2 - X^2)^{-\frac{1}{2}}$$

$$u_0' = -\frac{1}{2} Y^{-\frac{1}{2}}, v_0' = 0$$

$$u'' = -\frac{1}{4}(Y-X)^{-\frac{3}{2}}, v'' = -(r^2 - X^2)^{-\frac{1}{2}} - X^2(r^2 - X^2)^{-\frac{3}{2}}$$

$$u_0'' = -\frac{1}{4} Y^{-\frac{3}{2}}, v_0'' = -r^{-1}$$

$$u''' = -\frac{3}{2 \times 2 \times 2} (Y-X)^{-\frac{5}{2}}, v''' = -X(r^2 - X^2)^{-\frac{3}{2}} + 3X^3(r^2 - X^2)^{-\frac{5}{2}}$$

$$u_0''' = -\frac{3}{2 \times 2 \times 2} Y^{-\frac{5}{2}}, v_0''' = 0$$

$$u^{(4)} = -\frac{3 \times 5}{2 \times 2 \times 2 \times 2} (Y-X)^{-\frac{7}{2}}, v^{(4)} = -(r^2 - X^2)^{-\frac{3}{2}} + \frac{3}{2} X(r^2 - X^2)^{-\frac{5}{2}}(-2X) - 2(r^2 - X^2)^{-\frac{3}{2}} + X \{ \dots \}$$

$$u_0^{(4)} = -\frac{3 \times 5}{2 \times 2 \times 2 \times 2} Y^{-\frac{7}{2}}, v_0^{(4)} = 3r^{-3}$$

であるから、

$$f(0) = r\sqrt{Y}$$

$$f'(0) = u_0 v_0' + u_0' v_0 = -\frac{r}{2} Y^{-\frac{1}{2}}$$

$$f''(0) = u_0 v_0'' + {}_2 C_1 u_0' v_0' + u_0'' v_0 = -\frac{\sqrt{Y}}{r} - \frac{r}{4} Y^{-\frac{3}{2}}$$

$$f'''(0) = u_0 v_0''' + {}_3 C_1 u_0' v_0'' + {}_3 C_2 u_0'' v_0' + u_0''' v_0 = \frac{3}{2r} Y^{-\frac{1}{2}} - \frac{3}{2^3} r \times Y^{-\frac{5}{2}}$$

$$f^{(4)}(0) = u_0 v_0^{(4)} + {}_4 C_1 u_0' v_0^{(3)} + {}_4 C_2 u_0'' v_0'' + {}_4 C_3 u_0''' v_0' + u_0^{(4)} v_0 = -3r^{-3} \sqrt{Y} + \frac{3}{2} r^{-1} Y^{-\frac{3}{2}} - \frac{3 \times 5}{2^4} r Y^{-\frac{7}{2}}$$

となり、

$$f(X) = r\sqrt{Y} - \frac{r}{2} Y^{-\frac{1}{2}} X + \frac{-\sqrt{Y}}{r} \frac{r}{4} Y^{-\frac{3}{2}} X^2 + \frac{\frac{3}{2r} Y^{-\frac{1}{2}} - \frac{3}{2^3} r Y^{-\frac{5}{2}}}{3} X^3 + \frac{-3r^{-3} \sqrt{Y} + \frac{3}{2} r^{-1} Y^{-\frac{3}{2}} - \frac{3 \times 5}{2} r Y^{-\frac{7}{2}}}{4} X^4 + \dots$$

$$\therefore \int_{-r}^r f(X) dX = \int_{-r}^r (r\sqrt{Y} - \frac{r}{2} Y^{-\frac{1}{2}} X + \frac{-\sqrt{Y}}{r} \frac{r}{4} Y^{-\frac{3}{2}} X^2 + \dots) dX$$

$$= r\sqrt{Y} \left[X \right]_{-r}^r - \frac{r}{2} Y^{-\frac{1}{2}} \left[\frac{X^2}{2} \right]_{-r}^r + \frac{\sqrt{Y}}{r} \frac{r}{4} Y^{-\frac{3}{2}} \left[\frac{X^3}{3} \right]_{-r}^r + \frac{(\dots)}{3} \left[\frac{X^4}{4} \right]_{-r}^r + \frac{(\dots)}{4} \left[\frac{X^5}{5} \right]_{-r}^r + \dots$$

ここで、右辺の第2項と第4項は0であるから、

$$\int_{-r}^y f(X) dX = \frac{103}{60} r^2 \sqrt{Y} - \frac{13}{120} r^4 Y^{-\frac{3}{2}} - \frac{1}{64} r^6 Y^{-\frac{7}{2}} + \dots$$

もとのx, y座標系に直すと、

$$Q = 2\sqrt{2g}C \left\{ \frac{103}{60} r^2 \sqrt{y-r} - \frac{13}{120} r^4 (y-r)^{-\frac{3}{2}} - \frac{1}{64} r^6 (y-r)^{-\frac{7}{2}} + \dots \right\}$$

$2r \geq y > r$ のとき、

$$Q = 2\sqrt{2g}C \int_0^y \sqrt{y-x} \sqrt{r^2 - (x-r)^2} dx$$

これも、前と同様の変数変換を行って、

$$Q = 2\sqrt{2g}C \int_{-r}^y f(X) dX$$

$$\begin{aligned}
 &= 2\sqrt{2g}C \left\{ r\sqrt{Y}(X)_{-r}^r - \frac{r}{2}Y^{-\frac{1}{2}}\left[\frac{X^2}{2}\right]_{-r}^r \right. \\
 &\quad + \frac{-\sqrt{Y}-\frac{r}{4}Y^{-\frac{3}{2}}}{\frac{2}{\sqrt{3}}}\left[\frac{X^3}{3}\right]_{-r}^r \\
 &\quad \left. + \frac{\left(\frac{r}{3}\right)}{\frac{2}{\sqrt{3}}}\left[\frac{X^4}{4}\right]_{-r}^r + \dots \right\} \\
 &= 2\sqrt{2g}C (0.6972r\frac{3}{2} + 0.8083r^2\sqrt{Y} \\
 &\quad + 0.225r^3Y^{-\frac{1}{2}} + \dots)
 \end{aligned}$$

を得る。

もとの座標系に直すと、結局、

$$\begin{aligned}
 Q &= 2\sqrt{2g}C \left\{ 0.6972r(y-r)^{\frac{3}{2}} + 0.8083 \right. \\
 &\quad \left. r^2\sqrt{y-r} + 0.225r^3(y-r)^{-\frac{1}{2}} + \dots \right\}
 \end{aligned}$$

となる。

$r \geq y > 0$ のとき、

$$Q = 2\sqrt{2g}C \int_0^y \sqrt{y-x} \sqrt{r^2 - (x-r)^2} dx$$

ここで、

$$u = y - x$$

$$v = \sqrt{r^2 - (x-r)^2}$$

とおき、テーラーの展開式より前と同様にして求めると、

$$\begin{aligned}
 Q &= 2\sqrt{2g}C \left\{ r\sqrt{y} \left[x \right]_0^y - \frac{r}{2}y^{-\frac{1}{2}}\left[\frac{X^2}{2}\right]_0^y \right. \\
 &\quad + \frac{1}{2\sqrt{3}}\left(-\frac{\sqrt{y}}{r} - \frac{r}{4}y^{-\frac{3}{2}}\right)\left[\frac{X^3}{3}\right]_0^y + \frac{1}{3\sqrt{3}} \\
 &\quad \left(\frac{3}{2r}y^{-\frac{1}{2}} - \frac{3}{2^3}ry^{-\frac{5}{2}}\right)\left[\frac{X^4}{4}\right]_0^y + \frac{1}{4\sqrt{3}}(-3r^3 \\
 &\quad \sqrt{y} + \frac{3}{2r}y^{-\frac{3}{2}} - \frac{3 \times 5}{2}y^{-\frac{7}{2}}r)\left[\frac{X^5}{5}\right]_0^y + \dots \right\} \\
 &= 2\sqrt{2g}C \left(\frac{121}{192}ry^{\frac{3}{2}} - \frac{11}{120r}y^{\frac{7}{2}} - \frac{1}{40r^3} \right. \\
 &\quad \left. y^{\frac{11}{2}} + \dots \right)
 \end{aligned}$$

である。

② 二等辺三角形

$H_0 \geq y > 2r$ のとき

$$Q = \sqrt{2g}C \int_0^{2r} \sqrt{y-x} (2r-x) dx$$

$$= \frac{4}{15} \sqrt{2g}C \left\{ -(y-2r)^{\frac{5}{2}} + y^{\frac{5}{2}} - 5ry^{\frac{3}{2}} \right\}$$

$2r \geq y > 0$ のとき、

$$\begin{aligned}
 Q &= \sqrt{2g}C \int_0^y \sqrt{y-x} (2r-x) dx \\
 &= \frac{4}{15} \sqrt{2g}C (y^{\frac{5}{2}} - 5y^{\frac{3}{2}}r)
 \end{aligned}$$

③ 逆二等辺三角形

$H_0 \geq y > 2r$ のとき、

$$\begin{aligned}
 Q &= \sqrt{2g}C \int_0^{2r} \sqrt{y-x} x dx \\
 &= \frac{4}{15} \sqrt{2g}C \left\{ (y-2r)^{\frac{5}{2}} - y^{\frac{5}{2}} + 5r \right. \\
 &\quad \left. (y-2r)^{\frac{3}{2}} \right\}
 \end{aligned}$$

$2r \geq y > 0$ のとき、

$$\begin{aligned}
 Q &= \sqrt{2g}C \int_0^{2r} \sqrt{y-x} x dx \\
 &= \frac{4}{15} \sqrt{2g}C y^{\frac{5}{2}}
 \end{aligned}$$

④ 正方形

$H_0 \geq y > 2r$ のとき、

$$\begin{aligned}
 Q &= 2\sqrt{2g}C r \int_0^{2r} \sqrt{y-x} dx \\
 &= -\frac{4}{3} \sqrt{2g}C r \\
 &\quad \left\{ (y-2r)^{\frac{3}{2}} - y^{\frac{3}{2}} \right\}
 \end{aligned}$$

$2r \geq y > 0$ のとき、

$$\begin{aligned}
 Q &= 2\sqrt{2g}C r \int_0^y \sqrt{y-x} dx \\
 &= \frac{4}{3} \sqrt{2g}C r y^{\frac{3}{2}}
 \end{aligned}$$

⑤ 菱形

$H_0 \geq y > 2r$ のとき

$$\begin{aligned}
 Q &= 2\sqrt{2g}C \left[\int_r^{2r} \sqrt{y-x} (2r-x) dx \right. \\
 &\quad \left. + \int_0^r \sqrt{y-x} x dx \right] \\
 &= \frac{8}{15} \sqrt{2g}C \left\{ (y-2r)^{\frac{5}{2}} - 2(y-r)^{\frac{5}{2}} + \right. \\
 &\quad \left. + y^{\frac{5}{2}} \right\}
 \end{aligned}$$

$2r \geq y > r$ のとき

$$Q = 2\sqrt{2g}C \left[\int_r^y \sqrt{y-x} (2r-x) dx + \int_0^r \sqrt{y-x} x dx \right]$$

$$= \frac{8}{15}\sqrt{2g}C \left\{ -2(y-r)^{\frac{5}{2}} + y^{\frac{5}{2}} \right\}$$

$2r \geq y > 0$ のとき

$$Q = 2\sqrt{2g}C \int_0^y \sqrt{y-x} x dx$$

$$= \frac{8}{15}\sqrt{2g}C y^{\frac{5}{2}}$$

⑥ 六角形

$H_0 \geq y > 2r$ のとき

$$Q = 2\sqrt{2g}C \left[\int_0^{2r} \sqrt{y-x} \{(\sqrt{2}+1)r-x\} dx + \int_0^r \sqrt{y-x} \{(\sqrt{2}-1)r+x\} dx \right]$$

$$= \frac{4\sqrt{2g}}{15}C \left\{ -4(y-r)^{\frac{5}{2}} + 5(1-\sqrt{2})r(y-2r)^{\frac{3}{2}} + 2(y-2r)^{\frac{5}{2}} + 5(\sqrt{2}-1)ry^{\frac{3}{2}} + 2y^{\frac{5}{2}} \right\}$$

$2r \geq y > r$ のとき

$$Q = 2\sqrt{2g}C \left[\int_r^y \sqrt{y-x} \{(\sqrt{2}+1)r-x\} dx + \int_0^r \sqrt{y-x} \{(\sqrt{2}-1)r+x\} dx \right]$$

$$= \frac{4\sqrt{2g}}{15}C \left\{ 5(\sqrt{2}-1)ry^{\frac{3}{2}} + 2y^{\frac{5}{2}} - 4(y-r)^{\frac{5}{2}} \right\}$$

$r \geq y > 0$ のとき

$$Q = 2\sqrt{2g}C \left[\int_0^y \sqrt{y-x} \{(\sqrt{2}-1)r+x\} dx \right]$$

$$= \frac{4\sqrt{2g}}{15}C \left\{ 5(\sqrt{2}-1)ry^{\frac{3}{2}} + 2y^{\frac{5}{2}} \right\}$$

⑦ 八角形

$H_0 \geq y > 2r$ のとき

$$Q = 2\sqrt{2g}C \left[\int_{\sqrt{2}r}^{2r} \sqrt{y-x} \{(1+\sqrt{2})r-x\} dx + \int_{(2-\sqrt{2})r}^{\sqrt{2}r} \sqrt{y-x} r dx + \int_0^{(2-\sqrt{2})r} \sqrt{y-x} \right]$$

$$\{(\sqrt{2}-1)r+x\} dx \int]$$

$$= \frac{4\sqrt{2g}}{15}C \left\{ 2(y-2r)^{\frac{5}{2}} + 5(1-\sqrt{2})r(y-2r)^{\frac{3}{2}} + 2y^{\frac{5}{2}} + 5(\sqrt{2}-1)ry^{\frac{3}{2}} - 2(y-\sqrt{2}r)^{\frac{5}{2}} - 2(y-(2-\sqrt{2})r)^{\frac{5}{2}} \right\}$$

$2r \geq y > \sqrt{2}r$ のとき

$$Q = 2\sqrt{2g}C \left[\int_{\sqrt{2}r}^y \sqrt{y-x} \{(\sqrt{2}+1)r-x\} dx + r \int_{(2-\sqrt{2})r}^{\sqrt{2}r} \sqrt{y-x} dx + \int_0^{(2-\sqrt{2})r} \sqrt{y-x} \{(\sqrt{2}-1)r+x\} dx \right]$$

$$= 2\sqrt{2g}C \left[-\frac{4}{15}(y-\sqrt{2}r)^{\frac{5}{2}} - \frac{4}{15}r \{y-(2-\sqrt{2})r\}^{\frac{3}{2}} + \frac{2}{3}(\sqrt{2}-1)ry^{\frac{3}{2}} + \frac{4}{15}y^{\frac{5}{2}} \right]$$

$\sqrt{2}r \geq y > (2-\sqrt{2})r$ のとき

$$Q = 2\sqrt{2g}C \left[\int_{(2-\sqrt{2})r}^y \sqrt{y-x} dx + \int_0^{(2-\sqrt{2})r} \sqrt{y-x} \{(\sqrt{2}-1)r+x\} dx \right]$$

$$= 2\sqrt{2g}C \left[-\frac{4}{15}r \{y-(2-\sqrt{2})r\}^{\frac{3}{2}} + \frac{2}{3}(\sqrt{2}-1) \{y-(2-\sqrt{2})r\}^{\frac{5}{2}} + \frac{4}{15}y^{\frac{5}{2}} \right]$$

$(2-\sqrt{2})r \geq y > 0$ のとき

$$Q = 2\sqrt{2g}C \int_0^y \sqrt{y-x} \{(\sqrt{2}-1)r+x\} dx$$

$$= 2\sqrt{2g}C \left\{ \frac{2}{3}(\sqrt{2}-1)ry^{\frac{3}{2}} + \frac{4}{15}y^{\frac{5}{2}} \right\}$$

4 実験結果及び考察

供試した形状の異なる流出口の単位時間当たりの流出量Qが推定できれば、求める流出所要時間Tは、①式に、A、g、r、H₀のパラメータの値を代入して、シンプソンの公式で積分を行うことにより計算できる。図-4は各流出口形状についてC=1として流出時間を算出したものである。実際の計算は、筑波の農林計算センターのプログラムライブラリを用いて大型電算機により行った。

一方、実際の水槽で流出実験を行った場合の流出所要時間を計測した結果は、図-5となった。この実流出時間をyで微分すると、深さ毎

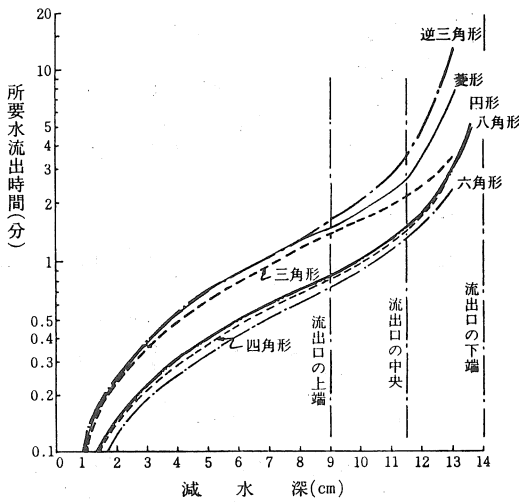


図-4 減水深と C = 1 の理論水流出時間

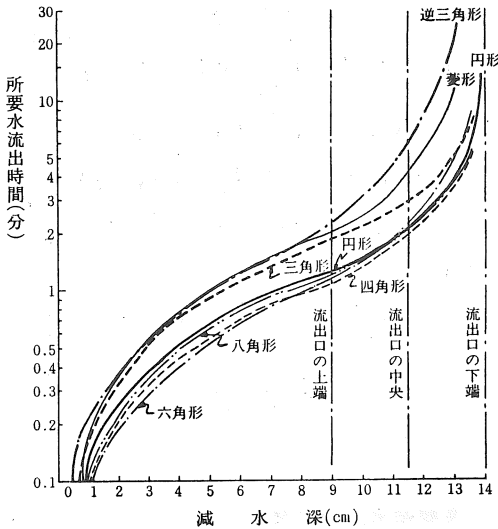


図-5 減水深と実際の水流出時間

の流出時間となり、これは、毎秒流出量の逆数である。この数値を t_1 とし、理論流出量 Q から求めた $t_0 = 1/Q$ と比較することにより、 $C = t_0 / t_1$ が、各深さ y における流量係数となる。各深さ毎の C を求めたのが、図-6 及び表-2 となった。

以上の結果より、流出口の下端幅が狭い逆三角形や菱形形状の流出口では、流出所要時間が大きいことがわかる。また、流量係数 C は、初期水位から流出口の上端までは、0.6~0.75 であったが、流出口の上端から直線的に減少しは

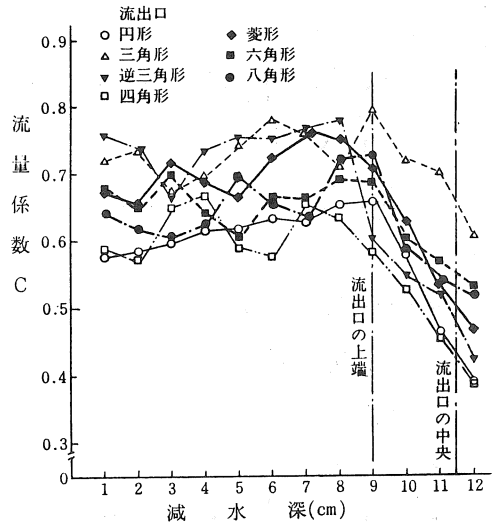


図-6 減水深と流量係数

表-2 流出口形状と流量係数 C

流出口形状	流量係数 C	
	$H_0 \geq y > 2r$	$2r \geq y > 0$
円形	0.617 ± 0.028	$0.201 + 0.0915y \quad r=0.995^{**}$
三角形	0.735 ± 0.040	$0.500 + 0.0589y \quad r=0.973^*$
逆三角形	0.727 ± 0.058	$0.321 + 0.0576y \quad r=0.973^*$
四角形	0.610 ± 0.040	$0.260 + 0.0649y \quad r=0.998^{**}$
菱形	0.705 ± 0.039	$0.299 + 0.0813y \quad r=0.998^{**}$
六角形	0.665 ± 0.027	$0.419 + 0.0506y \quad r=0.971^*$
八角形	0.657 ± 0.046	$0.347 + 0.0692y \quad r=0.998^{**}$

じめ、流出口の中央付近では、0.4~0.65 となり、流出口の下端付近では、流出効率が悪くなることが予想された。特に、円形、四角形、逆三角形の流出口では水位が流出口の上端を過ぎると流出効率が悪くなった。

水浴式灌水育苗システムの苗の必要十分な浸水時間が決定できれば、流出口の大きさ、形状、位置の最適値を推定することができ、効率的な灌排水方式を設計することが可能となろう。

参考文献

- 1) 日野幹雄 (1983) : 明解水理学, 丸善, 34-36
- 2) 白井清恒監修 (1986) : 農業土木ポケットブック, 講談社サイエンティフィック, 484-485
- 3) 国清行夫・木本知男・長尾健 (1981) : 演習水力学, 森北出版, 209-210

岩手県における農作業事故の現状分析 (第2報)

— 乗用トラクタ以外の事故について —

武田純一*・谷地禎彦**・鳥巢 諒*・伴野達也*

Analysis of Farm Accidents in Iwate Prefecture (Part 2)

— Accidents other than Riding Tractors —

Junichi TAKEDA,* Yoshihiko YACHI,**

Ryo TORISU,* Tatsuya BANNO*

1 緒言

乗用トラクタ以外の事故は、死亡事故の発生率が低い反面、傷害事故の発生率が高いと言われており⁵⁾ 回転部を安全カバーで覆うなどさまざまな安全対策が講じられてきたが、現在でもかなりの事故が発生している。

前報⁶⁾では、農作業事故の中でも最も死亡事故の多い乗用トラクタに関する事故について報告したが、本報では乗用トラクタ以外の農作業事故について報告する。なお、本調査は前報の一環として実施したものである。また、本報告をまとめるにあたり、岩手県農産普及課、岩手県警、岩手県立農業試験場千葉日出男氏、岩手県農業機械士協会の皆様より多大なご協力を賜った。ここに記して謝意を表す。

2 調査方法

死亡事故については、県農産普及課及び県警の協力を得て、昭和51~59年に発生したものについて資料を収集した⁷⁾ また、傷害事故、ヒヤリ事故、作業中の休憩の取り方などについてアンケート調査及び面接調査を実施し、278名より回答を得た。

3 調査結果及び考察

(1) 歩行用トラクタによる死亡事故の分析
昭和51~59年における全農作業死亡事故中の、

約 $\frac{1}{4}$ が歩行用トラクタによるものであり、岩手県下では乗用トラクタに次いで死者数が多い。全国統計¹⁾では乗用トラクタ、運搬車に次いで死亡事故が多い機種となっているが、本県においてもここ数年、歩行用トラクタによる死亡事故は減少傾向にある。

死亡事故の発生日と発生時間他と関係について図1に示した。発生月別では、乗用トラクタと同様に移動率の高い月に発生率が高く、春作業時(4・5月)と秋作業時(10・11月)にそれぞれ全体の31.0、24.1%が集中している。

発生時間別には、16・17時台が最も発生率が高く27.6%を占め、次いで11時台が10.3%を占めている。乗用トラクタと比較すると、発生時間帯の変動幅が大きく、特に6・7時台の事故が4件発生している。これらの事故は全て高齢者と女性によるものであった。また、9~11月には日の入後の事故が多発している。

作業別には、移動中の事故が51.7%、運搬・通常作業中の事故がそれぞれ20.7%を占めており、乗用トラクタの事故と類似していた。

年齢別には、50、60、40歳代がそれぞれ37.9、31.0、17.2%を占め、ほとんどの事故が40歳以上で発生している。20・30歳代の事故は3件で全て女性による事故であった。乗用トラクタと比較すると、50・60歳代に多発する傾向があり、40歳代は少なかった。これは各機械が普及した年代層と密接に結びついていることを示しているものと思われる。

* 岩手大学農学部

** 北上農業高等学校

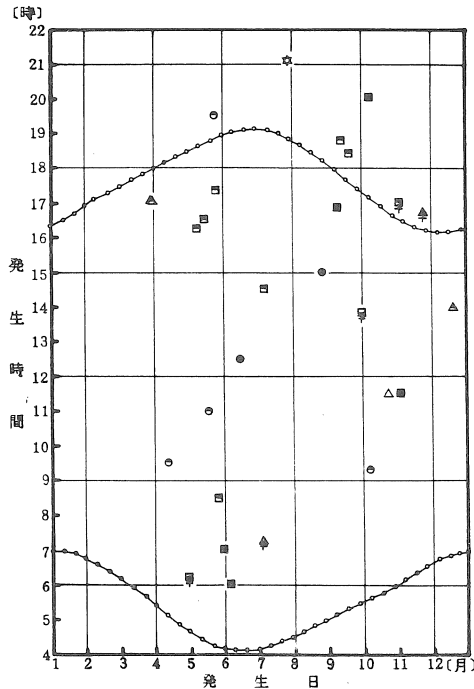
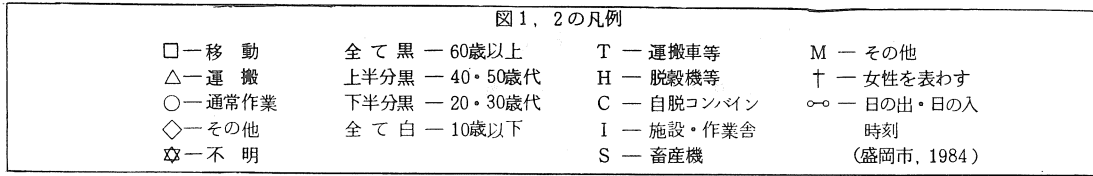


図1 歩行用トラクタ死亡事故の発生日と発生時間の関係

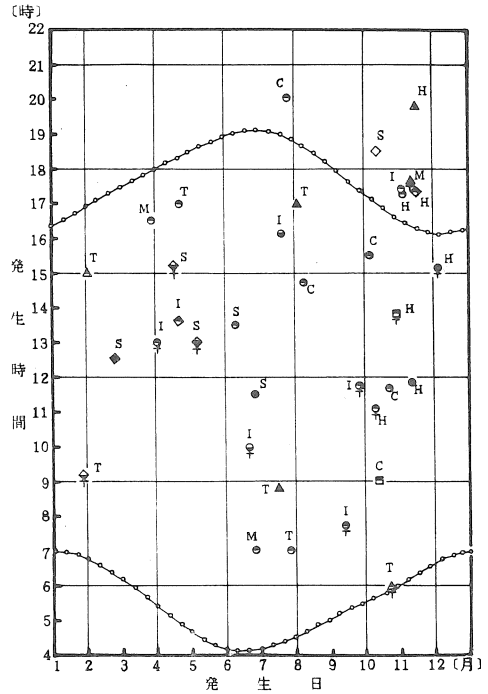


図2 その他の死亡事故の発生日と発生時間の関係

表1 歩行用トラクタによる死亡事故の分析

分 類		人数(人)	割合(%)
ロ リ	農 作 業 中	転 倒	3
		バック時狭圧	3
		ロータリ巻き込まれ	1
移動中	木橋の倒壊	1	
ト レ ー ラ	運転者死亡	転 倒	3(1)
		荷物による圧死	2
		衝突・追突	9(2)
	同乗者死亡	転 落	2
	衝突・追突	2(2)	
合 計		29(5)	100.0

*注1 岩手県での昭和51年～59年の合計値
 *注2 ()内は総数のうち女性数である。
 *注3 トラクタ・トレーラが転倒・転落せず運転者・同乗者のみが転落死した場合のみを、転落死とした。よって車体もろとも転倒・転落した場合は転倒事故に含めた。

歩行用トラクタ事故の特徴は表1に示すとおり、トレーラをけん引している時の事故が非常に多く全体の72.4%を占めていることである。その中でも52.4%は衝突・追突事故であった。

この衝突・追突事故の多くは、自動車側の不注意運転であるが、既に緒外国で実施されているように速度差の大きい農耕用車両を早く視認させるべく、大型の反射板を農耕用車両に装備する必要がある。また、トレーラの事故では荷を過積したため運転席後部の鳥居が折れ、ハンドルとの間に胸等を狭圧される例や、同乗者が死亡する割合も高い。作業中の事故は、転倒、狭圧がそれぞれ3件あった。バック時の狭圧に対しては当面ハンドルが持ち上がらないようにエンジン回転を低くしてクラッチをつなぐ、周囲の環境を作業前によく把握しておくなど作業側側の対応が必要だが、機械の側からもハンドルが持ち上がらないような装置を備える必要があると思われる。

(2) その他の機械・施設等による死亡事故
 乗・歩行用トラクタ以外の死亡事故については、図2

に発生状況を示した。発生月では、10, 11月にそれぞれ20.0, 17.1%が集中し、4, 6, 7月が11.4%で続いている。秋作業時には、コンバイン、脱穀機等の事故が集中しているが、他の事故については集中して発生する傾向は見られなかった。

発生時間別には、17時台が全体の17.1%で最も多く、次いで11, 13時台が14.3%, 15時台が11.4%となっている。特に11月の日の入後に集中して発生している時間帯がみられた。

作業別には、通常作業中が57.1%で最も高い割合を示している。

年齢別には、50, 60, 40歳代がそれぞれ45.7, 20.0, 17.1%で、高齢者の事故発生率が高いことがわかる。また、トラクタ事故と異なり女性の事故割合が37.1%と非常に高かった。

機種別の発生状況をみると、脱穀機等では補助作業者が回転部に巻き込まれる事故や、オペレータが他の物体との間で狭圧される事故が多

発しているが、コンバインでは、全てオペレータが機体もろとも畦畔等から転倒する事故であった。運搬車等では、荷台から転落する事故が多い。また、畜産機械では、PTO軸等のシャフトへの巻き込まれ事故が多く、かつ女性、子供の事故がほとんどである。施設・作業舎では女性による転落、酸欠事故が多い。その他の機械等ではSSの転倒事故が目についた。

自走式の運搬車、ハーベスタは操だ、クラッチ、ブレーキ操作いづれも手で行なう機種が多く、非常事態になった場合には機体を制御することが困難になる事が多いので、非常停止装置を装備するなど機械の側からの安全対策への対応が期待される。また、農業人口の高齢化・女性化に対しても機械の側から積極的にアプローチして行く必要があろう。

(3) 自分の傷害・ヒヤリ事故

傷害・ヒヤリ事故とも、表2に示すとおりコンバインの発生率が高かった。中でも脱穀中にエンジンを止めな

表2 自分の傷害・ヒヤリとすること（傷害は昭和57～59年の間のみ）

単位：人

場所	作業	状況	歩トラ		運搬車		コンバイン		防除機		草刈機		その他	
			ケ	ヒ	ケ	ヒ	ケ	ヒ	ケ	ヒ	ケ	ヒ	ケ	ヒ
農道	運搬	脇見・考え事をして圃場に転落 荷台から鉄橋がはずれ転落				1	1		1					
	移動	ブリッジなしの無理な畦畔越え等						3						
水田	草刈	刃が畦畔にぶつかり反動でケガをする 腰部の金具が突然はずれた									1	1		
	点検	ベルトに手をはさむ	1											1
	脱穀	つまりを取るため手を入れた バック時他人をひきそうになる 結束不能他					4	7						1
畑・果樹園	運搬	凹凸のある耕地を伴走した				1								
	耕起	軟弱地でハンドルをとられる ギア入れまちがい		2										
	刈取	刈取中手刈鎌を入れた ギア入れまちがい						1						1
草地	草刈	枝に刃がぶつかる									1			
	防除	傾斜地ですべる 作業中端によりすぎ横転寸前になる トラックへの積載時								5				
畜舎	運搬	暗くなったので無理な積載をした				1								
	草刈・ 収草	モーターの刃で石を飛ばす 睡眠不足と昼食後の作業で疲労あり 方向変換時崖から落ちそうになる												3
作業舎	ワラ切断	前かけが回転部に巻き込まれる												1
	点検 脱着	爪をはがす、手足がすべる 作業機の無理な脱着					1						3	1
宅地内	運搬	バック時つまづいてころんだ			1									
合計			1	2	1	3	5	12	0	6	2	1	4	7

*注 歩トラは歩行用トラクタ、ケはケガ、ヒはヒヤリの略

いでつまりを取ろうとするなど典型的なケースが多いことがわかる。また、現場では作業時間を短縮しようとして、落差のある無理な畦畔を上下するなど考えられない行動を取っているケースも有った。更に視界の悪さなどによるブリッジからの脱輪等が目立つ。防除機では、圃場が平坦でないことに起因するヒヤリ事故が多い。草刈機では傷害事故が2件あり、作業舎における傷害事故も3件発生していた。状況欄にあげられた項目の多くは、乗用トラクタの場合と同様一歩間違えると大事故につながる可能性を持ったものばかりであった。

(4) 他人のヒヤリ事故

表3に他人の作業を見ていてヒヤリとした事柄について示した。最も発現率の高い機種はコンバインで、その発生状況も自分の傷害、ヒヤリ事故とほぼ同様の傾向を持っている。

歩行用トラクタは、乗用トラクタと同様に悪路でハンドルをとられるケースが多い。また、

坂道でのトレーラ運転、特に荷を積載中の運転には十分気を付ける必要がある。

その他、防除機では傾斜地でのフロントアップ、モーアの飛石、エンジンを止めないで草づまりを処理するなどの項目があげられている。

自分のヒヤリ事故に現われていない項目は、飲酒運転、高齢者の運転などがある。これは、乗用トラクタの場合とよく似ているが、数的にはかなり少なかった。また、自分のヒヤリ事故に対する総数もほとんど変わらず、乗用トラクタ以外の機種については感心が薄いようである。

(5) 休憩時間の取り方等に関する調査

農繁期は作業が集中し、疲労が蓄積しやすい。疲労を少しでも和らげるためにも適度の休憩を取ることが大事である。農繁期の休憩の取り方を表4に示したが、定期的に休む人と疲れたら休む人の割合がそれぞれ43.2, 41.4%でほぼ同数であった。全く休まない人も7.5%いたが、若齢者や1人作業をする人に多かった。休憩時

表3 他人の作業を見てヒヤリとすること

単位：人

場 所	作 業	状 況	歩トラ	コンバイン	防除機	その他
一般道路	移 動	凹凸のある踏切を渡る時他	2			
農 道	移 動	路肩から脱輪し転倒しそうになる 軟弱路肩にハンドルとられる	2			1
	運 搬	バック時過積しており道路から落ちそうになる、ブレーキがきかず水田に転落 荷台から板がはずれ転落する	2	2		2
水 田	耕 起	不 明	1			
	脱 穀	つまりを取るため手動部に手を入れる フィードチェーンに手をはさめる		8		
果 樹 園	防 除	傾斜地でフロントアップ			1	
草 地	刈 取	モーアの刃で石を飛ばす エンジン不停止で草づまり除去、調整				3
作 業 舎	調 整	エンジン不停止で調整		2		
そ の 他	不 明	飲酒運転、高齢で敏捷性に欠ける 過積でバランスを失う他				4
合 計			7	12	1	10

*注 歩トラは歩行用トラクタの略

表4 休憩の取り方

項目	定期的に休む	疲れたら休む	休まない	不明	合計
人数〔人〕	120	115	21	22	278
割合〔%〕	43.2	41.4	7.5	7.9	100

表5 休憩時間

時間〔分〕	0	1～10	11～20	21～30	31～60	60～	不明	合計
人数〔人〕	21	21	82	105	7	8	34	278
割合〔%〕	7.5	7.5	29.5	37.8	2.5	2.9	12.2	99.9

表6 疲れを感じる時間帯

時間〔時〕	～8	8～10	10～12	12～14	14～16	16～18	18～	いつも	なし	不明	合計
人数〔人〕	44	4	15	15	45	119	26	2	6	2	278
割合〔%〕	15.8	1.4	5.4	5.4	16.2	42.8	9.4	0.7	2.2	0.7	100

間は表5に示すように、約7割の人が10～30分取っていた。また、最も疲れを感じる時間帯は、表6より16・17時台が42.8%で最も多く、次いで14・15時台、8時前が16.2、15.8%となっている。この結果と事故発生状況からもわかるように、日暮時間の近傍では、1日の作業の疲れが蓄積し、かつ視認性が低下するという人的要因、特に春・秋の寒さ、農道等の不整備などの環境要因、暗いライト、多種多様の機械でそれぞれ操作方法が微妙に異なるなどの機械要因が相互に作用し合って事故が多発しているものと考えられる。

なお、最も危険を感じる農業機械は、上位から順に、乗用トラクタ、自脱コンバイン、草刈機がそれぞれ32.7、16.9、7.6%であった。同じく危険である農作業は、稲刈、草刈、耕起がそれぞれ14.7、13.7、12.2%であった。

(6) 今後の課題

以上述べてきたとおり、乗用トラクタ以外の事故は高齢者、女性の発生率が高くこれらの作業者への安全対策を充実していく必要があろう。例えば機械の側からは操縦、操作系の統一化、易操作

化、安全機構の装備などがあげられる。また作業環境の整備、作業者の安全意識向上、労災保険への加入等、環境・人的要因についても不安全要素を抽出し、徐々に減らすようにしなければならない。

ここ数年本県の農作業事故死者数は、ほぼ10名前後で横ばい状況にあるが、農業人口は年々減少しており事故発生割合はむしろ上昇している。今後とも各担当者間でより一層有機的な連携を保ち、安全対策を充実していく必要があると考える。

4 摘要

岩手県内で昭和51～59年に発生した乗用トラクタ以外の農作業死亡事故64件を分析し、かつアンケート調査により、傷害事故、ヒヤリ事故、休憩の取り方等に関するデータを収集分析し次の結果を得た。

(1) 歩行用トラクタの事故は、乗用トラクタの事故と同様春・秋作業時に多発しているが、発生時間の変動幅が大きく、50・60歳代の事故が多い。また、トレーラけん引時の事故が全体

パンチャがそれぞれ接続され、NCフライス盤は別室に設置されている。

3 NCフライス盤 (たて型) の仕様

指令方式	インクリメンタル
制御軸数	3軸 (同時2軸)
入力テープ	8単位紙テープ
テーブル送り速度 (最大)	
X軸	1,000 mm/min
Y軸	1,000 mm/min
Z軸	600 mm/min
テーブル作業面積	1,120 × 270 mm
主軸回転数	60 ~ 1,800 rpm

本NCフライス盤は、主軸に取付けられた切削工具が回転し、3軸方向へはテーブルが移動する。

4 実行例

本教育システムを使用したロータリ耕うん刃の3次元模型の製作は次のように行った。

(1) 耕うん刃の図面

製作したロータリ耕うん刃模型の図面を図2に示す。これは、坂井ら²⁾が開発した水田耕うんシステムの主力機械であるトラクタ・ロータリ耕うんシステムに関する設計理論に基づいて描いたものである。

上記耕うん刃の3次元形状データの一部を図3に示す。このデータは、ロータリ耕うん軸中

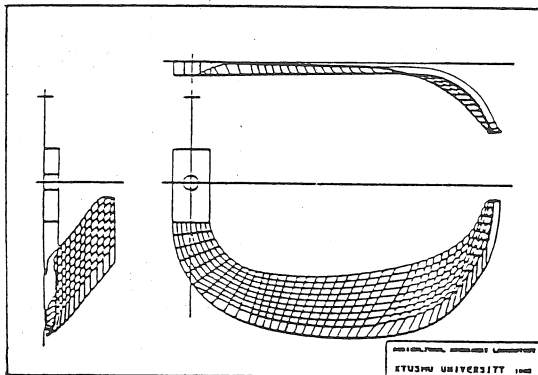


図2 耕うん刃の図面

心を原点とした各接点における絶対座標値であり、図2はこのような節点データをもとにして描かれたものである。節点は420ある。

(2) NCプログラム

当学科に設置されているNCフライス盤はインクリメンタル指令方式である。NC加工を行うにはこのような絶対座標値データをインクリメンタル座標値、さらにNCデータに変換してNCプログラムを作成しなければならない。図4にそのNCプログラムを示す。

本NCフライス盤は同時2軸制御である。実際の加工ではこの場合、X、Y軸方向を平面切削し次にZ軸方向を切込み切削する。そしてこれを繰り返す。

(3) シミュレーション

NCプログラムを数値解析して、切削工具中

```

TOTAL NUMBER OF POINTS = 420
3(F10.6,5X)
===== X ===== Y ===== Z =====
19.392593      -11.216300      4.814900
19.539597      -9.750360       4.847790
19.670807      -9.209190       4.835850
19.782104      -8.663560       4.823760
19.873398      -8.114200       4.811540
19.944504      -7.561840       4.799160
19.992706      -7.041940       4.786630
19.993393      -7.041960       4.783460
19.994003      -7.041980       4.786250
19.994598      -7.042000       4.788880
19.014999      -11.845100      4.414900
    
```

図3 耕うん刃の3次元形状データ

```

G80
M03
G00 X 193926 Y-112163
G01 Z -11851 F800
X 1470 Y 14659
Z 329
X 1312 Y 5412
Z -119
X 1113 Y 5456
Z -121
X 913 Y 5494
Z -122
X 711 Y 5524
Z -124
    
```

図4 NCプログラム

心の軌跡をディスプレイ上に2次元と3次元によりシミュレート，それをプリンタにハードコピーしたものを図5及び図6にそれぞれ示す。

両図は，シミュレーションが終了して図の左上のように，初期画面に戻る，シミュレーションの再現，ハードコピーする，X-Yプロットに出力する，の選択コマンド入力待ちの状態を示している。又，下方にはディスプレイにシミュレートする時の入力した加工原点の位置と実際のNC加工に関する情報を表示している。

この場合の加工原点は，シミュレーション作業範囲（縦300 mm，横400 mm）の原点（枠の左下角）から右（X軸）に100 mm，上（Y軸）に250 mmの位置にある。又，NC加工に関する情報については，NCプログラムの終了，主軸回転の停止，切削工具の加工原点復帰，最終テーブル送り速度80 mm/minを表示している。

(4) 加工素材

最近，加工素材に固形ワックスのような金属以外の軟質材を使い，立体形状物のモデルを短時間で製作する小型モデリングマシンをみかけ

る。今回は，これと同じように高速加工が可能で安価な発泡スチロールを使用した。

(5) 切削工具

たて形用フライス盤に使用される切削工具には正面フライス，総形フライス，Tみぞフライス，エンドミル等がある。ここでは，一般的に使用されているスクエアエンドミルではなく，型ほり用のボールエンドミル（ストレート，2枚刃，右ねじれ，直径10 mm，刃長20 mm）を使用した。

(6) 切削加工条件

金属材料の切削加工では，加工前に切削速度（エンドミルの周速度）と送り速度（テーブルの移動速度）を決定する。この2つは，加工素材の鋼種，切削工具の材質，切込み深さ等を考慮して決定される。しかし，今回のように発泡スチロールを加工素材にした模型製作においては，金属加工の切削加工条件はあてはまらない。そこで今回は，金属としては軟らかいアルミニウムの加工における基準切削条件と固形ワックスを加工素材とした小型モデリングマシンによる模型製作例³⁾を参考にして次のように決定した。

a. アルミニウム

エンドミルの材質	高速工具鋼
エンドミルの直径	10 mm
エンドミルの刃数	2枚
Z軸の切込み深さ	7 mm
X，Y軸の切込み深さ	5 mm

の場合，切削速度は60 m/min，送り速度は480 mm/minである。

b. 固形ワックス

エンドミルの材質が超硬合金の場合，最大送り速度は1,200 mm/minであった。

これらを参考にして，試し削り後，加工面の仕上がりが良好で，なおかつ短時間（15分程度）

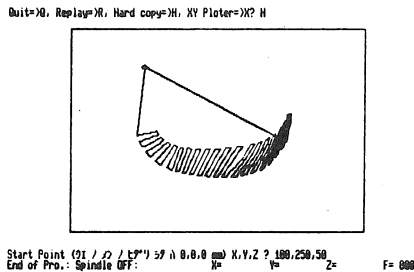


図5 プリンタ出力例(1)

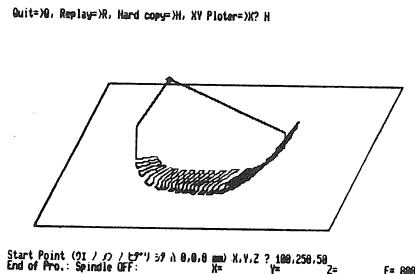


図6 プリンタ出力例(2)

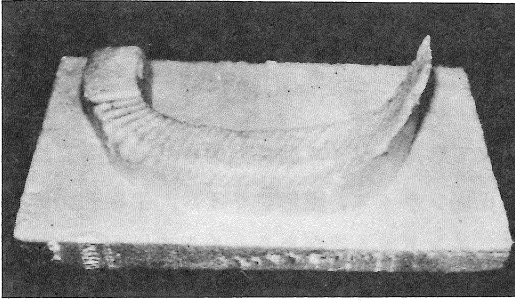


図7 耕うん刃の3次元模型

でNC加工が可能な発泡スチロールを加工素材にした、NCフライス盤による模型製作の切削速度を30m/min, 送り速度を200mm/minとした。

(7) 模型製作

図7のような模型を製作した。発泡スチロールは、縦20cm, 横30cm, 厚さ10cmの大きさであり、NC加工は耕うん刃の表面のみであった。これは、耕うん刃の表裏の加工が実際には不可能であったためである。又、まわりの部分はカッターナイフにより削り取り、図のように耕うん刃を浮上がったようにした。これは、ボールエンドミルの刃長が20mmであるために、爪高さ約50mmの耕うん刃の裏面のところまで届かなかったためである。

5 まとめ

パーソナルコンピュータを利用した教育シス

テムを使用して、ロータリ耕うん刃の3次元模型の製作を試みた。

製作図面から描いたイメージを立体形状物として実際に手にすることにより、実在物を実感としてしかも短時間で確認できるようになり、学生実習などにおいては実習の活発化、さらに機械部品や模型の設計製作時間の短縮を可能にしたなど、初期の成果をあげることができた。

今回は、加工上の問題点のために耕うん刃の表面しか加工できなかった。今後は、この点を考慮して立体形状物の製作をしたい。

参考文献

- 1) 広間達夫・吉田純：農業機械工作実習におけるパーソナルコンピュータを利用した教育システムの開発，農機学会東北支部報No32, 63-65, 1985.
- 2) 坂井純・橋口公一・金基大：トラクタ・ロータリ耕うんシステムの設計理論研究とその応用，農業機械学会九州支部誌No33, 7-13, 1984.
- 3) 日経メカニカル：12月30日号，日経マグロウヒル社，41-45, 1985.

カリフォルニア農業の近況

佐々木 邦 男*

On the Recent State of California's Agriculture

Kunio SASAKI*

1 はじめに

アメリカ農業の花形は穀物輸出産業である。特に、1970年代は、若者のUターン現象がみられる程、穀物景気に湧いた。ところが、80年代に入ってから、対ソ穀物禁輸政策と高金利政策のダブルパンチで、コーンベルトといわれる穀倉地帯の中西部諸州は不況のドン底に喘いでいる。昨年10月、東京において日米農業フォーラムが開かれた際、ネブラスカ州代表の農民から「10マイル行く毎に、1戸の農家が倒産している」という、ショッキングな発言が聞かれた程である。且つて、世界のパン籠を自認したアメリカ農業も、黄金の70年代から、灰色の80年代と化したのである。

一方、日本の国土面積の1.3倍の広さを持つカリフォルニア州は、俗にゴールデンステートと呼ばれるだけあって、中西部程の深刻な様子はみられない。だが、農場労働者の組合運動による高賃金化と、健康食への嗜好変化等から、いくつかの様変りが眼についた。

今回、3年ぶりにカリフォルニア農業を見る機会を得たので、その近況について報告すると共に、日米通商にかかわる農業関係の資料を表示したので、参考に供したい。

2 カリフォルニア農業概況

1982年の農家数は81,706戸で、その内、家族経営農家数が76%、共同経営農家数が16.6%、企

業経営農家数が6.6%である。平均農地面積は162ha、農家所得43,636ドル、年間農場雇用労働者は、就農日数150日以上が104,600人、150日以下の季節労働者が119,500人、合計224,100人が富めるカリフォルニア農業を支えている。尚州法で、農場労働者にも労働組合が合法化され、ストによる賃上げ闘争が圃場でくり広げられている。

1980年の農業生産物で、全米第1位にランクされている作目は、作物関係では紅花など4、野菜関係ではレタス、セロリーなど15、果樹関係ではアーモンド、ネクタリンなど14、そして、畜産関係では鶏卵など3となっている。

3 カリフォルニア米

主産地は州都サクラメント周辺のヨロ、グレン、コルサ郡である。1980年の作付面積は219,200haで1,765,000tの生産量を上げて、全米で第2位である。栽培品種は、短粒種が20%、中粒種が80%で、10年程前とは、逆転している。いずれもジャポニカ系で、南部諸州のインデカ系とは異っているのが特徴といえる。最近、健康食に着目して、wild riceを栽培する農家が出てきた。これは、西部沿岸の湖沼に自生しているもので、インディアンが食べていたものである。売値は通常の白米の10倍という高値を呼んでいる。健康食ブームに着目して、積極的に国内需用を狙った農家の知恵といえる。視察した

* 宮城県農業短期大学

John Bianch Rice Farmは、1,000 haの半分の水田にWild riceを栽培、冬期間に調整、袋詰して出荷していた。

◎水田造成法：従来はほぼ3年を基準に田畑輪換体系がとられ、その都度、等高線上に畦畔が築かれて、水田の区画形状は不整形の波形を呈していた。ところが、2年前から遠距離を直線的に進む性質を持つ、レーザー光線を利用した自動水平装置によって、永久畦畔を持つ長方形の8ha区画田(100m×800m)の水田造成が進められている。これによって、従来の水田より収穫物のロスが少なく、作業能率も向上して、生産性が更に上るといふ。

◎圃場準備作業手順：3～4月にかけて、Spring tooth chisel plowで耕起作業と共に稲株も埋没、disk harrowで碎土、land planeで均平、ammonia applicatorで液化アンモニアを土壌注入(13.5kg/10a)、P-K化成肥料(11-18, 17kg/10a)を空中施用、V-shaped furrow forming wheelで田面溝付け仕上げ、水口に灌水箱を設置して10～15cmの深さに灌水して、空中播種する。田面がコルゲーションとなっている為、波浪による種籾の移動がなく、節条に苗立ちする。

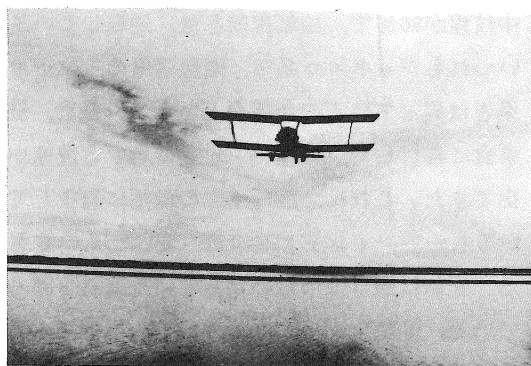


図1 軽飛行機による空中播種作業

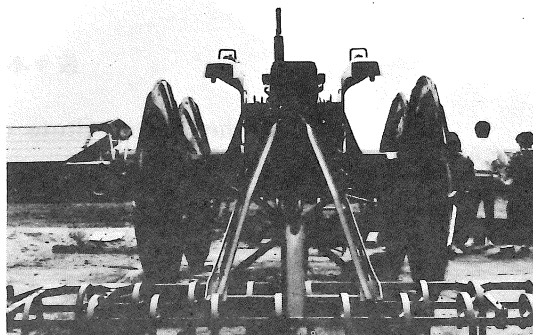


図2 V-Shaped Iron Wheel Tractor

◎播種：24時間浸漬籾を消毒後、トレーラーで水田の滑走路に運搬、ベルトコンベヤーでビンへ移し、クレーンで飛行機の種子ホッパーに(容量1,350kg)積込み空中播種する。畦畔の白い旗を目印に飛び、1回の散布幅は約10m、作業能率は1時間に80haである。除草剤散布後14日間は落水しない。播種は5月上旬まで完了する。

施肥、播種、農薬散布の空中作業は、航空会社への委託作業である。

この外、排水不良田の作業や、Sprayerによる畦畔除草のためのアイデア製品、V-shaped iron wheel tractorがみられた。(図2参照)

栽培全経費は通常の米で10a当り75ドル、Wild riceが125ドル、この差は種子代である。

農家収入は同じく、10a当り112.5ドルに対して、Wild riceの収量が半分でも250ドルとなっている。

従って、Bianch農場の年収は、1億3千万円(1ドル=160円換算)となる。

4 野菜

カリフォルニア州は、アメリカのサラダボウルといわれる程、野菜栽培が盛んで、その主産地の一つがモントレイ郡である。

従来、1畦2条に直播して、季節労働者の手

表2 日米貿易状況 (1984)

(I) 輸 入	(単位：額=千ドル その他=%)
(A)輸入総額	136,503,049
(B)米国からの輸入総額	26,861,967
(C)農産物輸入総額	18,634,795
(D)米国からの農産物輸入総額	7,690,673
(E)米国からの農林水産物輸入総額	9,723,678
(B) / (A)	19.7
(C) / (B)	28.6
(E) / (B)	36.2
(D) / (C)	41.3
米国からの原料品 (金属類, 非金属類)	2.4
米国からの鉱物性燃料	7.8
米国からの製品 (化学品, 機械機器類)	50.4

(II) 輸 出	(単位：額=千ドル その他=%)
(A)輸出総額	170,113,888
(B)米国向け輸出総額	59,937,269
(C)農産物輸出総額	2,246,067
(D)米国向け農産物輸出総額	160,197
(E)米国向け農林水産物輸出総額	632,870
(B) / (A)	35.2
(D) / (B)	0.3
(E) / (B)	1.1
(D) / (C)	7.1
米国向け軽工業製品 (繊維品, ゴム製品)	8.8
米国向け重化学工業製品 (化学, 金属, 機械機器)	89.3

出所(1)農水省国際局「1984 農林水産物輸出入概況」

(2)アメリカ商務省「Highlight of U.S. Exports & Imports Trade」

表3 米国からの主要農産物の輸入シェア (1984)

	金額 (千ドル)	数量 (t)	シェア (%)
総農産物	7,690,673		41.3
トウモロコシ	2,240,732	13,736,803	97.0
大豆	1,333,189	4,180,630	92.1
小麦	613,641	3,432,904	55.1
ソルガム	264,685	1,860,473	40.3
大麦	61,089	413,083	25.6
綿	667,967	382,347	49.8
牛肉	153,173	42,277	33.6
豚肉	86,327	22,948	12.1
タバコ	417,433	-	77.9
レモン	90,042	121,200	98.6
グレープフルーツ	88,534	149,884	96.8
オレンジ	82,483	88,465	99.3

出所「1984 農林水産物輸出入概況」農水省経済局

表4 1人当たり主要食品年間消費量 (1983)

	日 本	アメリカ
牛 肉	4.1 kg	36.3 kg
豚 肉	9.5	28.1
鶏 肉	8.6	30.0
卵	14.5	15.0
乳 製 品	67.2	139.4
魚 介 類	34.1	5.9
米	75.8	4.5
ジャガイモ	18.2	34.1
小麦粉	31.8	52.7
油	15.0	27.2
砂糖	21.3	32.2
果 物	39.0	79.0
野 菜	107.6	135.3

出所「Japan Agricultural Statistics」
Agricultural Affairs Office, U.S.
Embassy, Tokyo

で、ホーによる間引作業を行ってきた。しかし労賃がスト戦術で時間当り7ドルまで高騰し、経営費を圧迫、そのため、移植栽培に切換え移行している。この間引作業は、通常、収穫前作業時間の2分の1から3分の1を占める(表1)

野菜農家が移植栽培へ移行するのに合せて、新しく、育苗専門会社が出現している。その一つ、Golden Field Transplants は1棟60 aの温室を16棟持って、花と野菜の育苗で年間操業を行っている。種子は農家が現物持込制をとっている。

5 その他

健康食の煽りで、5万頭の肥育牛会社、Fat City が倒産していたこと。

バイテク会社 Plant Genetics で人工種子が見られたこと。

野菜集出荷会社、Mann Packing は日本へもアスパラガスなどの野菜を輸出していること。

日本の種苗会社が進出して、種子の生産、情報の収集、現地生産、現地販売の活動をやっていることなどが、特記すべき情報といえる。

表1 ha当り収穫前作業時間

作業名	カリフラワ	セロリ	レタス
圃場準備	7.41	13.58	12.35
畦成形、鎮圧	1.23	1.23	1.23
播種	1.23	2.47	2.47
灌水	24.70	101.88	25.93
中耕	6.17	9.88	6.17
ホーニング	14.82	34.58	14.82
間引き	29.60	69.66	49.40
その他	7.41	7.41	7.41
合計	92.57	240.19	119.78

6 おわりに

カリフォルニア米作りの事例から、生産性向上の飽くなき追求の姿をみることができるし、Wild riceのように、新規需用開拓に農家自身が知恵を出していることは、大いに参考に値する。

又、育苗専門会社のように、技術代行業という、カリフォルニア農業の新しい波を見ることが出来る。

一方、農場労働者のスト問題は、企業農業のデッドロックといえよう。

参考文献

- 1) A Statistical Picture of California's Agriculture, Leaflet 2292 U.C. (1982)
- 2) Rice Production Costs, U.C. Agricultural Extension Service, (1968)
- 3) Ann Foley Scheuring: A Guidebook to California Agriculture, U.C. Press (1983)
- 4) Rice Irrigation, Division of Agricultural Science, U.C. Leaflet 21175 (1980)
- 6) 坂上修: アメリカにおける野等作の機械化の現状と研究の動向, 農機学会東北支部報 No. 32 P 66-70 (1985)
- 7) 佐々木邦男: カリフォルニア農業の機械化栽培と生産費の実態, 農機学会東北支部報 No. 19 P 49-60 (1972)

アメリカにおける人工知能応用農業研究の事例について

古川嗣彦*・平藤雅之**

Examples of the Agricultural Artificial-Intelligence Research in U.S.A.

Tsuguhiko FURUKAWA*, Masayuki HIRAFUJI**

1 はじめに

近年、コンピュータ、データ通信等の情報に関連する技術開発はめざましいものがある。いわゆる「ニューメディア」が実用化段階に入りつつある。とりわけ、人工知能の進展はめざましく、専門家の知識や経験をデータベース化し、推論機能により問題の解決を行い、意思決定を支援するためのエキスパートシステムの開発が行われている。

農業分野においては、対象となる作物、家畜は生物であり、変動する気象などの条件の影響を受けやすいという農業独自の特殊性を有している。そのため、農業用エキスパートシステムの開発が期待されている。

農林水産省では、昭和60年度から5年間の研究プロジェクト「農業生産管理システム構築のための情報処理技術の開発」を開始した。このプロジェクトにおいて、情報処理技術の高度化をはかるために人工知能を導入した研究が推進されている。

このプロジェクトの効率的推進をはかるため先進国アメリカの農業研究におけるAI(人工知能)研究の現状を調査する機会があったのでその事例を紹介する。

2 AI研究の経過

AIという言葉は、1956年に米国ダートマス大学の会議において使用されたのが初めてであるといわれている。当時は、ゲーム、機械翻訳な

どにAIを応用しようとする動きが中心であった。1960年代に入って、AIを広範な分野に応用するには限界があることがわかり、応用の対象を広い領域から狭い分野へ限定するようになった。しかし、1970年代に入って、LISP, PROLOGなどの人工知能用言語が利用されるようになるとともに、スタンフォード研究所が開発した鉱物資源探査エキスパートシステム(PROSPECTOR)、スタンフォード大学の開発した血液感染診断エキスパートシステム(MYCIN)などの実用段階のシステムが開発された。

これらのシステム開発に大きな影響を与えたのが人工知能用言語の普及である。1950年代の後半に開発されたLISPは、LISPマシンが市販された1980年代に入ってから実用化された。また最近になって、ヨーロッパで開発された推論機能を持ったPROLOGが注目されるようになった。これらの人工知能言語は、メモリーを多く必要とすることと実行スピードが遅くなる問題もある。

AIへの期待はますます増大し、各国とも大きな関心を示し、国家レベルのプロジェクトが推進されている。英国においては「ALVEY」プロジェクト、EC関係では「ESPRIT」プロジェクト、米国では「MCC」プロジェクト、「CIS」プロジェクト、「SCI」プロジェクト等、大型のコンピュータ、通信、防衛に関するプロジェクトが開始されているといわれる。米国においては、防衛に関するものの開発がめざましく、自立走

* 農林水産省東北農業試験場
** 農林水産省農業研究センター

行車、パイロット支援システム、戦闘管理システムなどが開発されつつある。

日本においても「ICOT」(新世代コンピュータ技術開発機構)がPROLOGをベースとした第5世代コンピュータの開発を10年計画で、予算額1千億円という大型のプロジェクトを行っている。その他、科学技術庁関連では、自動翻訳システム、郵政省関係の自動翻訳電話システム、自動翻訳テレックス、通産省関係の医療用コンサルテーションシステム、運輸省関係では人工知能化船などのプロジェクトが開始されている。

3 エキスパートシステムの現状

人間が第6感をも働かせて行う広範な知的活動をモデル化することにより解明しようとする学問を認知科学と呼んでいる。それらの知的活動を工学的に実現しようとするのが人工知能である。人工知能の中で、知識ベースと推論機構とからなる問題解決の支援システムを開発するための技術が知識工学である。そして、エキスパートシステムは、対象とする領域の専門家の知識を知識ベース化して蓄積されコンサルテーションが可能な人工知能応用システムのことである。

エキスパートシステムの応用分野は広く、診断(病害、土壌、経営、生育、故障等)、予測(収量、生育、気象、経営等)、設計(機械等)、計画(作付、栽培等)、制御(ロボット、温室環境制御、用水制御等)、検索(植物、遺伝資源等)等が考えられている。

エキスパートシステムの知識ベースを分離し推論機能を残したシステムをエキスパートシステム構築支援ツールという。このツールは現在米国において2千システムあるといわれており、「KEE」、「OPS5」、「ART」、「LOOPS」、「PICON」、「COMEX」、「EXSYS」などがあり、我が国にも導入されている。日本では約200のツールが市販されているといわれている

が、日本独自で開発したツールもある。例えば、「BRAINS」(東洋情報システム)、「ZEUS」(三菱総研)、「ESHELL」(富士通)、「KBMS」(NTT)、「DOLSAI」(野村総研)等があり、現在急速に増加している。

一方では、エキスパートシステム構築用のAI用コンピュータも開発されている。米国においては、シンボリック社・リスブマシソ社、ゴールド・ヒル・コンピュータ社などが大学で開発された技術を導入して開発を行っている。日本においては、富士通が「FACOM α 」を、三菱電機は、ICOTのプロジェクト成果として、AIワークステーション「メルコムPSI」を市販する段階にいたっている。

4 アメリカの農業におけるAI研究の現状について

アメリカにおける農業分野のAI研究事例を文献検索によって検索すると非常に文献数が少ないことに気がつく。

例えば、イリノイ大学においては、病虫害予測、病気診断エキスパートシステムの研究が行われており、大豆の病気診断を行う「PRINT/ds」、トウモロコシのヨトウ虫被害を予測する「PLANT/cs」がある。これらはIF～、THEN～ルールによるプロダクションシステムで構築されている。

パデュー大学が最も研究例が多く、森林の収穫計画、土壌侵食、麦・大豆の間作等へAIを導入したエキスパートシステムの開発が行われている。

バージニア大学においては、果実収穫のための画像処理へのAIの導入が行われている。ケンタッキー大学では病害発生予測へのAIの応用、ミズーリ大学では家畜診療記録システムへのAIの応用、ペンシルバニア州立大学では、リモートセンシングによる森林情報管理システムへのAIの応用、フロリダ大学においては病虫害防除

診断へのAIの応用等が実施されている。

また、ロボット研究へのAIの導入も行われており、フロリダ大学のミカン収穫ロボット、パデュー大学の育苗移植ロボットへのAI導入の研究事例もある。

5 パデュー大学におけるAI研究

パデュー大学においては、農業工学科のスタッフが中心になり、農業経済、林業等、他の分野の研究者と共同でエキスパートシステムのアプリケーションシステムの開発を行っている。

広範囲のエキスパートシステムのプロトタイプを開発中であり、デモンストレーションが可能な段階に達している。

コンピュータに関しては、IBM-PC コンパチマシン、LISP マシン (EXPLORER)、IBM-PC・AT、スーパーミニコン (VAX-II 780) 等が整備されている。米国においてはコンピュータメーカーが大学等の研究機関にコンピュータを無償提供している場合が多いようであり、研究環境は非常にめざましい状況にある。

エキスパートシステムの開発には、パソコン上で走る「EMYCIN」と呼ばれるエキスパートシステム開発支援ツールを利用して構築されている。「EMYCIN」は、血液感染診断エキスパートシステム (MYCIN) の知識ベースをとり除いたシステムでエキスパートシステムを開発するための支援ツールに改良されたものである。

開発されたエキスパートシステム (ES) のプロトタイプの概要は次のとおりである。

① 小麦-大豆間作体系 ES

小麦-大豆間作体系における栽培エキスパートシステムであり、耕うん、施肥、は種、雑草防除、病害虫防除、収穫、乾燥をも含む間作栽培体系をシステム化したプロトタイプである。

このシステムの知識ベースは、パデュー大学の各分野において実施された間作に関する研究成果を基にして出版された普及のための技術指

導指針が基本となっており、この中に含まれている知識を知識ベース化し、エキスパートシステムを開発している。

② 森林の収穫 ES

木の収穫計画を立てる場合の支援システムとして開発された。この ES ではエキスパートシステム構築用ツール (プロダクションルールで構築される OPS5) を活用して開発された。

例えば、収穫予定区域と区域内の樹木についてのデータ (地面傾斜度、土壌の種類、樹木の密度等々) を入力すると材木の運搬システム (ケーブルシステム、バルーンシステム、トラクタシステム等)、収穫機等の選定を行う場合の支援情報が出力される。

③ 穀物の市場取引 ES

穀物市場の動向予測等によって穀物の売買や出荷を行うための支援エキスパートシステムである。穀物市場の相場予測はユーザが行う。この ES は農業経済の教授が提供する知識を知識ベース化して構築されている。

データベース管理、グラフの出力には、地元のソフトウェアハウスが市販する「Market Analyst」というプログラムを使用している。

④ 研究プロジェクトの評価 ES

企画された研究プロジェクトが科学的、経済的に価値があるのかどうか、研究を継続すべきかどうかを研究管理者が評価するための支援を行うシステムである。

⑤ その他

パソコン故障診断 ES がある。ES 開発の初期に作成されたシステムで、ES 開発のためのモデルである。故障の状態を入力して故障診断を行うシステムである。

土壌侵食についても AI を導入したエキスパートシステムを開発している。

6 企業における現状

(1) クインタス・コンピュータ・システムズ

社

現在のアメリカにおける先端技術、特にエレクトロニクスの進展はベンチャー企業に依存しているともいわれる。この会社もベンチャー企業の一つである。

PROLOG, LISP等の人工知能言語はメモリーを多く必要とし、速度が遅いという欠点があるが、ここでは、クインタス・プロログという世界最高速度のプロログ処理系を開発販売している。現在、日本においても購入することができる。

(2) SRI インターナショナル (スタンフォード研究所)

スタンフォード研究所は、アメリカ西海岸の実業家グループの要請に応じて、スタンフォード大学(私立)の全面的支援を得て自然科学の応用研究所として発足し、その後、総合研究コンサルティング機関に発展、現在は、米国政府(50%)と民間が出資する組織に改組され、SRI インターナショナルと改称されている。

研究活動は広範にわたり、科学、技術、経済、社会、政治の各分野におよんでいる。

事業は世界各国の企業、業界、政府機関からの委託に基づいて、研究開発、調査予測、コンサルティング等を行う。研究員、コンサルタントを含め3,000名の専門職員で構成されている。

SRIには人工知能センターが設置されており、世界的に最もすぐれた人工知能の機関であるといわれ、言語および情報研究のためのセンターである。

ここでは、エキスパートシステム構築用支援ツール「KEE」が開発されたところでもあり、多くのアプリケーションが「KEE」により構築されている。農業へのAIの応用に関する研究には着手していないとのことであったが、農業への応用事例など情報の収集も始めており、農業用ロボットに関する資料を収集していた。

(3) インテリコープ社

エキスパートシステム構築用支援ツール「KEE」を販売している会社である。すでに600セット販売したということであった。

これまでに市販したツールは「KEE 2」である。現在は「KEE 3」が市販の段階に達しており、デモを見ることができた。また、工場の生産ラインにおいて、部品がベルトコンベアで移動し製品に組み立てられる工程をアニメーションで表示することが可能なシミュレータのデモを見ることができた。これは、エキスパートシステムと数値シミュレーションシステムを組み合わせ、結果をリアルタイムでアニメーション表示させる方法である。今後はこのようなシステムの構築が農業分野においても重要である。

「KEE」は一般に高額なLISPマシン上でしか利用できないが、パソコンでも利用できる「PCHOST」が開発された。今後の利用動向が注目される。

7 おわりに

農業におけるAI研究はスタートしたばかりの研究領域であり、最も進展しているパデュー大学においてもプロトタイプの段階である。

しかし、米国においては、ES開発用コンピュータ(LISPマシン、スーパーミニコン)が会社の寄贈も含め整備されており、大学院生にはLISPプログラミングの教育をしているという。

今後の研究の進展は研究ポテンシャルに依存するところが大きく、ポテンシャルが高い米国の研究は急速に進展するものと思われる。

日本の農業が低コストの外国農産物と対抗していくためには、農業分野へのAIの早期導入をはかり高精度高能率農業生産を可能として、農業生産へのインプットの低減とアウトプットの増大を飛躍的にはかる必要がある。

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

日本農業をとりまく厳しい国内外の情勢の中で、あえて極言すれば農業そのもののあり方が問われている。農業機械関係の諸機関もまた、行政改革などによる機構改革や構成メンバーの配置転換などが実施されている。また、国立大学においても、臨教審による学部改革、大学院の博士課程設置などで大きい変革をせまられている。

このような背景のなかで、これまで東北農試を中心に運営されていた農業機械学会東北支部活動の方法がかなり困難な状況になりつつある。

今回、このような状況から脱脚し、さらに東北支部の学会活動を活性化させるため、「東北における農業機械研究と支部会のあり方」とい

うテーマで、シンポジウムが開催された。

司会には、宮城農業短期大学 佐々木邦男氏
 話題提供は、産業界からメーカを代表して、佐々木農機 佐々木忠一氏、ディーラを代表して五十嵐商会 五十嵐善正氏、官界から、県農業試験場を代表して、青森県農試 中島一成氏と福島県農試 富樫伸夫氏が、また大学からは、弘前大学 加藤弘道氏と岩手大学 木村俊範氏が行い、話題提供のあと総合討議が行なわれ、支部の今後のあり方について活発な意見が交換された。

以下に、話題を提供された各氏の要約を掲載する。

シンポジウム「東北における農業機械研究と支部のあり方」の司会に当って

……………宮城県農業短大 佐々木 邦 男

ディーラの立場から見た農業機械研究のあり方

……………五十嵐商会 五十嵐 善 正

農業機械の研究と東北支部のあり方

……………福島農試 富 樫 伸 夫

地方農試における機械研究の推移

……………青森農試 中 島 一 成

農業機械学会東北支部の在り方

……………弘前大学 加 藤 弘 道

地域農業と支部会活動について思う

……………岩手大学 木 村 俊 範

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」の司会に当って

宮城県農業短大 佐々木邦男

今、農業機械学会の活性化が叫ばれている。これは、本部、支部の別を問わない共通の問題である。本部学会においては、ここ数年来、学会の活性化に向けて種々の試みが為されてきた。例えば、学会誌の内容を刷新したり、業界代表の意見を徴したり、或いは、専門部会毎のシンポジウムを開くなどである。

本来、本部学会が全国共通の学会活動の場であるとすれば、支部学会はより地域に根ざした活動の場として存在意義があるといえる。当然のことながら、本部学会と支部学会は不離一体の関係にあるから、支部学会の活性化は取りも直さず、本部学会のそれに通じることになる。従って、我々は先ず、東北支部自体の活性化を計る必要がある。

翻って、これまでの東北支部学会の活動は、各県持廻り制による研究発表会と見学会を、東北農試が主催する成績検討会とセットで進められてきた。確かに、このセット開催は東北的アイデアで、効果的に機能してきたし、今後も望ましい姿といえる。だが、研究発表会と見学会のワンパターンのくり返しだけでは、凋落傾向に歯止めが掛けられないと憂慮せざるを得ない。既に行革路線の波が、国や県の試験研究機関を洗い流して、研究スタッフの数も研究費の額も、大幅削減、縮小に喘いでいるのが現状となっている。

私も支部幹事会で、活性化につながる支部学会の持ち方について、検討すべきではないかと思いを述べてきた。その一つとして、研究発表会に加えて、何等かの「おみやげ」を持ち帰れ

るイベントを考えてはどうかと思うのである。「おみやげ」の中味は、海外視察など、色々あると思われるが、差し当っては、時宜に叶った東北の地域的農業問題で、しかも農業機械の専門領域以外にも踏み込んで、シンポジウムを開催することはどうだろうか考えるわけである。例えば、ポスト3期対策に向けた、集団転作時代を想定して、とかく不慣れな大規模農場方式の運営管理法について、農業機械の視点で展開することなどはタイムリーと思えるのだが。このような、時宜に叶った、具体的な「おみやげ」があれば、各県の関係者の認識や理解が高まり、県段階の参加の道が開けてくるのではなからうか。同時に、会員にとっても、面である農業の中に、点である農業機械の位置関係が把握できて、研究活動に奥行きと広がりができるものと思われる。

今回は、東北支部学会の活性化に向けて、先づ、その手始めとして、産、官、学の方々から話題提供を頂戴し、会員でその方向性を模索することになったものである。それぞれの立場から、意義ある意見の開陳が披瀝されたことに對して、心から敬意を表したい。

魅力ある支部学会となるためには、研究活動の果実が農業生産の現場に還元されることではなからうか。それには、産、官、学が互いにパートナーシップに立つことであらう。

今回のシンポジウムが端緒となって、農業機械学会東北支部の活性化につながる、大きなうねりになることを望みたい。

ディーラの立場から見た農業機械の研究のあり方

五十嵐商会 五十嵐 善正

日本農業におかれた厳しい世界情勢の中で、コストの安い稲作りが求められています。農業機械を使うのは、農家ですから、農家自身がメリットのあると思う機械でなくてはなりません。

これまでの稲作作業の農業機械化の過程で、宮城県では、バインダと田植機が、目ざましく普及してきました。それなりに導入する価値が高かったからです。

今、側条施肥付乗用田植機の人気が高くなってきました。

当社は、ハード（機械）そのものだけを販売するのではなく、ソフト（利用技術）を一緒に売るように心掛けています。

指導には、県農業機械関係のOBに当社の営業指導室を担当していただき、当社から購入した農家では、その一軒、一軒が必ず増収に結びつくよう指導するシステムをとっております。60年度は、0.5～1俵位、他と比べて増収になったようです。もちろん、そのデータは、県にも提出しています。

今年も、購入者には、既に三度、各地で検討

会を開いて、利用技術の普及と充実に努めています。したがって、来年も更に、販売に拍車がかかるものと思われますので、退職予定の県の先生にお手伝いを願っております。

また、コイン精米所も好評です。これは、コインランドリと同じように、コインを入れて、精米ができるようにしたものです。既存の精米機メーカーは、精米機が売れなくなるからとその開発に否定的ですが、農家には、そのニーズがあります。農村の生活形態が、どんどん変化しています。それに対応しきれなくては、とり残されます。

機械の開発に携さわる技術者が、自己の技術の優秀さの誇示の為でしょうか、複雑怪奇と思われる機械も、たまには見受けられますが売れません。シンプルで使い易いのが一番です。

バイオテクノロジーの進歩は、目ざましく、またそれにあつた機械も開発され作られていきます。これから、ますます農業機械が面白くなっていきます。

農業機械の研究と東北支部のあり方

福島県農業試験場 富樫 伸夫

東北支部大会の開催、支部学会員数の問題については現在及び将来について憂慮すべきところが山積されています。したがって、今回表題についてシンポジウムが催され、産官学よりそれぞれの現状と問題点などが提言されました。この機に官の立場から発表させていただいたの

で、その要旨を三点に絞り、述べさせていただきます。

研究の現況と支部開催

まず、東北地域の研究の現況と支部大会開催の問題です。東北における試験研究機関のなか

で、農業機械の位置づけは他部門に比べ、構成人員、研究課題の主体性とも優位とは言えませんが、それぞれ地域農業発展を期し地域の特異性を考慮した農作業の研究を行っています。ここ数年間における東北地域の研究課題を部門別に分類しますと、水稻作に係る機械化試験が全体の38%を占めて最も多く、次いで機械の性能など各部門共通課題23%、普通畑作に係るもの18%、転換畑関係15%、野菜作3%、飼料作2%、その他の比率で過去に比べ水稻作の機械化試験が、やや下降気味となっているが、穀倉地帯東北では水稻に係る課題比率が依然高い位置を占めています。試験設計の構成は、いづれも農作業を主に作物や土壌を従とした内容になっています。これらの研究成果の発表は各県で行われて、さらに3月東北地域の研究会で簡単に披露する程度が現況です。このようなことから夏期に研究会と同時に開催される支部大会の意義は、我々試験研究機関に従事する者にとっては勉強の場であり、情報交換の場であり、非常に意義あるものです。このような学会を県はどのような見方をしているかは、県により若干の差はあるものの、任意団体と見ており、学会出席には公的な研究会と同時開催の現状では問題ないが、もし分離開催にでもなったら官の場合、発表者以外の出席は難しいものと考えられます。現在行われている支部大会は官の学会員にとっては条件が整っていると言えます。今後この開催方法を継続していただきたいので、学会と東北農試の親密な関係維持が大切と考えられます。その条件としては、夏に催される支部大会と東北農試主催会議の内容を学会員各位が理解し、会の主体性を重視し、会議進行に支障ないようお互に心掛けておくべきだと思います。

支部大会の発表課題

第二点として、支部大会の発表課題の問題を

官の立場から見ますと、支部学会の発表課題数でも推測できるように産官の関心度が下降気味です。学会加入による動機はメリットを得るためと考えられます。メリットには各々、種々な形で伝導されるものですから、一概に評価するのは難しいものです。しかし、メリットの分量が少ないと、学会費を納め多忙な日を費してまでも学会参加をと思う人は少くないと考えられます。我々は地域農業の現場で、役立つ技術が得られるものがあれば進んで参画し、進んで発表させてもらう場面もでてくるものと思われれます。現況を振り返って見る限りでは現場技術との懸け離れが、やや大きく業績積み重ねの要素が強いように感じます。基礎研究の重要性は充分知っていますが、我々が対等に話し合える応用研究や実証研究と言った泥臭いものを、もっと課題化し発表していただくことを望みます。

支部学会の活動

第三点として支部学会の活動の点ですが、入会者はそれぞれ問題意識を持つ人が多いものと考えられます。それぞれの問題を解決することは、難しく不可能に近いものですが、東北地域での重要問題や緊急に解決を要する問題を整理し、シンポジウムや研究会を催して問題解決の糸口をつかむ機会をもっと多くつくってほしいものです。これは問題解決のみならず、学会員相互の連絡が密になり、理解度が深まるものと考えられます。また、産官学の共同研究の場づくりも一考と思います。同じ問題を産官学でそれぞれ分担し、相互に有利なデータ収集できる場面づくりの企画を願いたい。一つ一つの会員間の接触が大きな結束となり、支部発展の起爆剤となることを期待するものです。

以上、思いつきのまま述べさせていただきました。

地方農試における機械化研究の推移

青森県農業試験場 中島 一成

農業構造改善時代に開花

昭和36年から始まった農業構造改善事業に呼応して、東北各県の農業機械化研究は大きく発展した。

大型トラクタを中心とする畑作、水田作における一貫作業体系に関する研究は、大学や地域農業で手がけるより先に、東北各地で試験が行われ、現地において実証されていた。

牛馬耕から耕耘機へ移り田園は小型トラクタの駆ける時期でもあったが、大型トラクタ、スピードプレーヤなどの研究には各県農試がこぞって若い頭脳を集めた時代でもあった。

したがって、学会活動も意欲的であり、新しい知見や実証的成果の研究発表を活発に行った。

この時期の主な研究テーマは、機械の性能、利用法に関するものであった。

米の生産調整で方向転換

東北地方は水稲主作地帯といわれるように、農業の中心は水稲栽培である。各県における試験研究もまた水稲に重きをおいている。

当然のことながら、農業機械化研究も水稲を対象としている云っても過言ではない。

ところが、水稲用機械の一連の研究が進み、ある程度の目途がついた昭和45年より米の生産調整が始まり、機械研究は休耕、転換作物へと分断されることになった。すなわち、転換作という新しい分野を担当する部所がないため、各県の多くは機械研究グループを当てることになった。

ここで、機械研究は圃場の排水や導入作物の栽培法、耐湿性などの試験業務も併合したもの

となり、従来の機械の性能や利用法に関する研究は著しく縮小された。

当然のことながら学会活動も、機械から作物、農作業、土壤肥料などの多岐にわたる学会へ分散する傾向となった。

各県における研究組織も解消、あるいは編成換え、縮小などが行われ、機械の研究スタッフは各県とも1～2名程度となり、往時の30～50%の人員にとどまる状況に至っている。

学会における地方農試の役割

農業関係の学会では、先端技術を研究するグループと生産現場を担当するものとの二極化が進んでいるように思われる。そして、学会発表のテーマとしてふさわしいのは、先端研究の成果、業績であるかのようなムードにもあり、地方農試の研究者のなかには学会ばなれ現象も散見される。また、学会発表の減少には、地方農試における研究者の年齢構成にも問題がある。若い研究者の補給も課題である。

ともあれ、産・学・官の連携が重要視されているなかで、地方農試からの情報も活用されるはずであり、論文のテーマ分野にかかわらず発表すべきであろうし、学会員として発表の責務があるものと思われる。

農業機械学会東北支部は、地方農試を中核として育ち、そして発展してきた経緯からも地方農試学会員諸氏に大いなる奮起を期待するものである。

農業機械学会東北支部会の在り方

弘前大学農学部 加藤 弘道

支部学会の年次大会での行事としては、これまで通りの研究発表会、見学会、シンポジウム及び懇談会を継続して欲しい。それは、この会が、見聞を広めるための勉強の場であるのみならず、情報交換の場、意見交換の場であると思うからである。

研究発表会

研究発表会については、全国大会での発表会との違いが明確でないように思われる。そしてそれはまた支部学会員の増加（少なくとも大会参加者の増加）を阻害しているように思われる。支部学会での発表を、他の支部員との挨拶代わり（名刺交換代わり）に行う、本部学会では内容的にやや劣るから行うなどがこのような違いのなさを生じてきたものと思われる。もちろん、どのような意図であれ、何も発表しないよりは優ることは論をまたないが、本学会のようにセクション（部門）に分かれての発表会でないこと、そして何よりも支部学会の発展を考えるときのままでよいのだろうかと気掛かりである。

私見としては、支部学会での発表の内容（少なくとも心構え）としては、①東北地域に密着したもの、あるいは、②基礎的なものにあっては、直接的に应用到繋がるものが適していると思う。例えば、試験場関係者にあっては、作業技術的なもの、各機種の利用状況・普及状況等（関係者間のブロック会議ではなされていると思うが）は大学又はメーカー関係者にとっては有意義と思われるし、また、メーカー関係者が製作又は販売にあたっての苦心談・エピソード等を発表されるのも他の関係者にとっては興味のあるものと思われる。

事務局問題

事務局は、東北支部では伝統的に東北農試に

置かれてきたが、今後は、同農試の都合で引き受けかねるとあらば、支部長のもとにあるのが妥当と思われる。なお、支部報の編集は幹事の何人かで行うのが適当であろう。

大学における教育

（なお、以下は当日発言すべく予定していたが、失念いたした事柄である。）

シンポジウムのテーマとして「大学における農業機械学の教育」について行ってほしい。

農機関係の講座のある大学は、現在東北には4年制4つ、短大2つの計6つがある。各大学ともカリキュラムについては他大学を参考にしながらも独自に作製し、また個々の授業内容については大筋では学科・講座からの多少の制約を受けながらもほぼ担当教官の裁量に委ねられているものと思われる。この方法をとやかく言うつもりは毛頭ないが、お互いに教育方針を語り合い、さらにメーカーまたは試験場関係者が大学教育に何を求め、期待しておられるかを、オフィシャルな場で聞ける機会としてのシンポジウムがもたれば幸いに思う。（勿論、断片的には卒業生、知人を通じて聞けることではあるが。）また、大学間の結び付きが弱いように感じる。東北地域での連合大学院についてこの学会で論じられたこともなく、さらには大学つぶしの臨教審答申について語られたこともない。来るべき大学縮小方針の臨調路線に備えて、農機教育（研究も含めて）をどのように充実を図るか、そのためには東北にはいくつの講座があればいいか等々を大学関係者のみならず、いろんな立場から論じあい、検討することは決して無駄ではないと思い、また前記のシンポジウムがその糸口になると思うのだが…。

地域農業と支部会活動について思う — 大学人の目から —

岩手大学農学部 木村 俊範

はじめに

東北の地にご厄介になって間もなく十年になろうとし、遅ればせながらようやくその農業が持つ特徴を理解できるようになり始めた若輩ではあるが、「地域農業と支部会活動のあり方」そしてそれと、筆者が奉職している「大学」における研究、教育との関連について、日頃考えていることを自身の反省を込めて披露してみたい。

1 共に働ける場を

農業がその土地における自然環境の制約の中で作物生産をあげる産業である以上、ローカル・プロブレムから無縁ではありえない。従って、それを基盤として存在する応用科学の一分野である農業機械学も同様であり、地域にあっては一層そのことが重要になろう。

よって、日本の代表的食糧基地である東北では、その自然環境に見あった独自の生産機構を持っていても良いはずなのだが、農業の機械化、施設化を見ても、その発展が充分とは言えないようである。即ち大学は基礎を重視するあまり、その発想においても結末においても農業から遊離してしまう傾向が指摘されているし、片や行政と結びついた試験研究機関では地域独自の応用技術を展開させるよりは中央からの画一化した指導に追従し過ぎるという声もある。

また農業全体におよぶ停滞基調に端を発した機械化関連部門（特に行政の）での予算や人員の削減があり、一方の大学も臨調路線により同じような状況下に置かれていて以前のように、各々が何から何までを自己完結的にこなすことが困難になってきていることも、上記の一因と

みられよう。

しかしこのような時にこそ、より高度の生産技術が望まれていることも確かで、このためには従来の独立独歩の個別対応から脱皮し、お互いの得失を補い合いながらこの共通の目的に向かうという合理性が求められよう。そこで支部会がコーディネータの役割を果たし、産官学協働の場を作って頂きたいものである。

2 共に学べる場を

上記に関連する実際のアクションの始まりとして、現場の実態とニーズとを把握することが必要とされる。しかし自分の努力が不足しているせいもあって、大学にいとこの機会が必ずしも多いとは言えない。この意味では、支部会が開催される折りの現地検討会は貴重な機会であると同時に、それが試験場、メーカー等、日常バックグラウンドを異にする方々と共有できることは、有意義で学ぶことも多い。換言するならば、バックグラウンドの違いや経験の多少から派生する様々な意見を一つの現場を通して聞くことができる。これは我われが個別に出かけて行って得られるものではない。

北海道では支部が主導するこの種の機会が年に3度はあったように記憶しており、そこで聞いた様々な話が後の仕事にかなり役に立ったと感じている。さらに最近はその足跡が外国にも及んでいる。これは一つの例に過ぎないが、支部会が各種の農業形態や地域農業を学ぶ機会を数多く提供し、地域技術の発展に貢献していることは確かであろう。

産官学が共に学び、仕事をする場を提供するための指導性を支部会活動に期待したい。

東北地域における農業機械化研究の歩み——第7回

山形大学農学部農業工学科農業機械学研究室

1 はじめに

山形大学は理、人文、教育、医、工、農の各学部から成り、国立では中規模の大学である。山形県は中央に月山があり内陸と庄内に分かれるが、農学部は他学部から離れ庄内の鶴岡市にある。

鶴岡市は庄内平野の中心に位置し、庄内藩の城下町として栄え、北に秀峰鳥海山、東に東北随一の霊場として知られる羽黒山、月山、南に朝日連峰、西に庄内砂丘、日本海がある。自然と人情味にあふれた美しい町である。全国的に有名なササニシキを生産する4万haの庄内平野は、農家の規模が大きく反収も全国一である。

2 農業機械学研究室の歴史

農学部は山形県立農林専門学校を母体として昭和24年発足した。当初農・林の2学科であったが、昭和32年農業工学科（農業機械、農業造構、農地造成、農業水利）が新制大学では全国に先がけて設置された。

農業機械学研究室は学科生みの親の土屋功位先生のもとに松尾昌樹助教授、穂波信雄助手が加わり、昭和35年に教育研究体制が確立した。その後昭和40年に林尚孝助教授となったが、昭和43年には土屋教授、上出順一助教授、赤瀬章助手となり、この体制が土屋教授退官の昭和61年まで続く。

昭和45年に大学院修士課程が設置され、当研究室では4名が修了している。昭和48年4月には農業機械学会の全国大会を東北地方ではじめて当農学部を会場にして行った。又昭和51年2月には同じく農業機械学会主催の第2回農業機械化技術研修会を行っている。

又これまで地元の農機メーカーとの協力関係を一貫して保ってきた。

山形大学農学部の名物教授であられた土屋先生は本年（昭和61年）3月で定年退官された。ここで先生について記したいと思う。先生は早くから動力耕耘機に取り組み、*“耕耘機の土屋”*の名前は全国的に有名である。更に山形県特産のサクランボの機械収穫に取り組みられるなど地域の農業機械化に尽力された。大学内では評議員、農学部長を、学会では理事、東北支部長を歴任された。また昭和43年から世界の農業視察を開始、世界各国をまわられました。退官を記念して「大空から大地に」を出版されました。

3 農業機械学研究室

1) 研究テーマ

昭和43年以降に研究室で取り組んだ主なテーマは次のものである。

果樹の機械収穫：サクランボは収穫が困難で能率が悪いので振動による収穫を試みた。トラクタの転倒：トラクタ事故を少なくする基礎試験として、トラクタのモデルを使って転倒を動力学的に検討した。コンバインカッタ：地元メーカーと協力して各種カッタの切削特性を明らかにした。インペラ脱稈機：インペラによる脱稈機構の解明を試みた。小型トレンチャ：各種ブレードを供試し切削動力等を検討した。

2) スタッフと学生

土屋教授退官のあとの研究室のスタッフは上出教授、赤瀬助手、梅木幸子技官である。

上出教授は上記共同テーマの他に靱の高周波

乾燥、籾と玄米の風選、揺動万石、パワーディスクなどに意欲的に取り組んで来られた頭脳明晰で努力家の先生である。昭和52年に「水田の耕耘整地および施肥の機械化作業に関する研究」で学位を取得、昭和53年にイランに海外技術指導・教育に行かれた。昭和55年には文部省在外研究員としてヨーロッパの農機事情を視察、昭和59年にはカナダ・北米農業機械シンポジウムに参加しておられる。現在は講義、卒論指導、就職担当補導委員、入試委員などで多忙な毎日である。趣味は囲碁（おそらく農機学会では横綱クラス）、将棋、麻雀、スキー、テニスと巾広い。

赤瀬は現在回転米選機（横型、縦型）に取り組み、まとめて忙しくしている。日頃心がけているのは学生との接触を密に保つこと。好きなことは釣り、野菜作りで、最近テニスをはじめ汗をかく楽しみを知った。

梅木技官は仕事が迅速にて正確、研究室のお母さんの存在、趣味は料理、野菜作り、山歩き。

学生は3年後期（10月）に入室し、現在4年生5名、3年生7名。出身地は県内県外約半数ずつといったところ。最近の就職は地元指向が強く、公務員に人気がある。

3) 研究室の1年

4月 花見コンパ……庄内名物のもうそう汁を囲み鶴岡公園で年度始めの和をはかる。卒論テーマの決定。5～7月ゼミ……外国論文の講読、学生は最初のうちは大変らしいが後半になると実力がつき余裕が出てくるようである。

8月研修旅行……車で1泊旅行。最近では粟島、佐渡島、飛島、青森県竜飛岬、岩手県碓石海岸等に行った。秋は卒論真盛り。10月3年生入室……山形名物の芋煮を囲んで心から歓迎。11月大学祭……学生等が“萬石屋”という屋号の手作り菓子屋を開くのが恒例になり、先輩が駆けつけてくれる。12月卒論中間検討会。2月卒論発表会。3月卒業式、追い出しコンパ……近くの温泉に1泊して麻雀大会、麻雀は当研究室の必須科目。4月花見コンパ……とつづく。

（赤瀬）