

農業機械学会東北支部報

NO. 30. DEC. 1983

昭和58年12月

目	次
御挨拶	支部長 武田太一 1
研究報告	
・高水分小麦の合理的乾燥について	宮城県農業センター 広島和夫・遠山勝雄・阿部俊彦 3
・穀物乾燥のエネルギー効率と能率	岩手大学 呉 計春・木村俊範・西山喜雄・清水 浩 7
・木質系バイオマス燃焼装置の効率	岩手大学 木村俊範・西山喜雄・清水 浩 11
・中高齢者の農業機械の使用について	
-運動能力と安全テストの結果から-	宮城県農業センター 中沢直子・広島和夫 17
・乗用型トラクタの転倒・転落死亡事故の実態分析	
-昭和57年、宮城県内の調査事例から-	宮城県農業短大 佐々木邦男・増淵尊重 宮城県農業センター 広島和夫 20
・農用トレーラの運搬特性に関する研究(第2報)	
-粗大物高積載時の側方転倒について-	東北農試 木村勝一・伊藤信雄・菊池宏彰・小倉昭男・ 石原修二・篠崎浩之(現九州農試) 24
・農作業の変容と労働のひずみ	新潟大学農学部 酒井 学 28
・ひまわり栽培の機械化に関する二、三の知見	東北農試 矢治幸夫・三浦恭志郎・深沢秀夫・月館鉄夫 大分県農業技術センター畑作部 三苦功吉 31
・草地用作業機械の走行時応答特性(第2報)	北里大学獣医畜産学部 田中勝千・本橋罔司・高橋俊行 36
・ディスクモアの刈取時負荷変動とその頻度	北里大学獣医畜産学部 本橋罔司・田中勝千・高橋俊行 40
・テストグレーダ及びロータップシェーカーの選別性能について	山形大学農学部 赤瀬 章・土屋功位 43
研究成果の紹介	47
東北地域における農業機械化研究の歩み-第4回 岩手大学農学部農業機械学科	54
支部会記事	57
支部規約	2
支部役員選挙規程	35
団体賛助会員名簿	60
・総目次 (No.1 ~No.30)	61

御 挨 拶

農業機械学会東北支部

支部長 武 田 太 一

このたび、新支部長に選出されまして誠に光栄に存じ上げます。しかし、器量不足の身をもってこの重責を果すことができるかどうか懸念いたしておりますが、幹事の方々及び会員皆様方のお力添えにより微力を尽して参りたいと存じますので、よろしくお願い申し上げます。

ところで、東北支部の目的は、規約第4条に「……………、東北地方における農業機械に関する学術の進歩発展及び普及に協力することを目的とし、云々」とありまして、東北の農業機械化に寄与することを明確にうたっております。この理念は、酒井先生（東北支部の生みの親）が取り持たれました農試と大学の縁結びから生まれたものであって、支部発足以来、毎年の例会は農試関係のブロック会議と一諸に開催されて来て今日まで受け継がれて参りました。昨年、支部創立25周年を迎えましたが、二瓶先生及び森田先生の揺籃時代から、土屋先生の代になって立派な軌道が敷かれるに至りました。そして、森田・土屋両先生をはじめ諸先輩方は「東北支部は地味かも知れないが足は地についており、会員は皆渾然と融和して、ざっくばらんな親しみの中で互いに協力し合って歩んで来た」と言われております。

以上のような誇るべき伝統と良い気風を皆様と共にいつまでも持ち続けて行きたいと念願するものであります。また、東北農業が益々重視されて来ている反面、種々の問題も抱えている時に際しまして、今後一層、支部の活動や支部報の充実を図って行かねばならないと思いますので、会員皆様方の御指導と御協力をお願い申し上げる次第で御座います。

以上、簡単で御座いますが御挨拶といたします。

農業機械学会東北支部規約

- 第 1 条 この支部は農業機械学会に属し、農業機械学会東北支部という。
- 第 2 条 この支部の事務局を、盛岡市下厨川赤平 4 東北農業試験場農業技術部内におく。
- 第 3 条 この支部は東北六県に在住又は在職する正会員（農業機械学会会員）及び賛助会員で組織する。ただし、賛助会員は支部規約に賛同する団体及び個人で幹事会の承認を得たものとする。
- 第 4 条 この支部は農業機械学会の設立趣旨にもとづき、東北地方における農業機械に関する学術の進歩発展及び普及に協力することを目的とし、次の事業を行なう。
- 1) 講演会・研究会の開催
 - 2) 支部報の発行
 - 3) その他必要な事業
- 第 5 条 この支部は毎年 1 回以上総会を開き、予算・決算・規約の変更・その他重要な事項を議決する。また、緊急の場合は幹事会を開き総会に代えることができる。
- 第 6 条 この支部には支部長 1 名、事務局長 1 名、常任幹事若干名、幹事若干名、監査若干名をおく。役員任期は 3 年とする。ただし、支部長は 2 期までしか連続して重任できないものとする。
- 第 7 条 この支部の運営に要する経費は、支部会費、農業機械学会からの補助金、及び寄附金による。会計年度は 4 月初日より 3 月末日とする。
- 第 8 条 支部会費は年額次のとおりとする。
- 1) 個人会員 1,000 円
 - 2) 団体賛助会員 一般団体賛助会員 5,000 円 特別団体賛助会員 10,000 円
- 第 9 条 この規約の変更には総会の同意を得たのち、農業機械学会理事会の承認を得なければならない。

附 則

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

高水分小麦の合理的乾燥について

宮城県農業センター 広島和夫・遠山勝雄・阿部俊彦

1 はじめに

南東北では小麦の収穫・乾燥時期が梅雨の最盛期にあり、また、大豆などの後作との関連もあって、作業期間は短い。このため、小麦の収穫・乾燥は、穀粒水分が品質などに影響が少なく、燃料消費量も経済的な30%以下になるのを待てず、しかも、コンバインの稼働率を上げるため、送風温度を小麦の品質劣化の要因とされる高温とするなど、問題の多い作業である。

一方、転作小麦の作付増加に伴い、流通段階では品質に対する評価が厳しくなり、¹⁾外観のみでなく、製粉特性や製めんなどの二次加工適性にその基準を置くように変化して、高温乾燥についても議論されるようになってきた。

ところが、その送風温度と品質の関係については、送風温度が低い場合でも問題があるとする結果や、70～90℃の高い温度でも特に問題はないとする結果などがあり、品質が保障される限界は明らかでない²⁾

本報では、従来、小麦の品質に影響があるとされている送風温度60℃以上の区³⁾と、問題がないとされている50～60℃の区⁴⁾を設け、市販循環式乾燥機による合理的乾燥法について検討したので、その結果を報告する。

2 試験方法

試験区は、送風温度を65℃としたもの2区 (A₁: 6月29日収穫、農業センター産とA₂: 7月1日収穫、仙台市七郷産)と50℃ (B₁: 6月29日収穫、農業センター産)、55℃ (B₂: 7月1日収穫、仙台市七郷産)のそれぞれ1区、及び常温通風の5つとした。

供試品種は、転作田で多く栽培されているフクホコムギ (早生、粉状質) を用い、農業センター及び仙台市七郷とも全面全層播栽培とした。なお、乾燥試験前の小麦水分は、天候条件から収穫期が遅れ27～28%であった。

供試機は最大張込容量1,000 kgwの循環式乾燥機 (乾燥部形式: スクリーン型4層式) 2台と坪刈用平型静置式乾燥機とした。循環式乾燥機には高周波容量式の自動水分計 (AM1056) が装備されている。また、坪刈用乾燥機は、常温通風区用に、送風機のみ稼働させた。なお、A₁、B₁区の試験の場合の水分測定は、試料を乾燥機下部のスクリューコンベアとバケットエレベータの間にあるサンプル取出口から採取して、これを同じ高周波容量式自動水分計・AM1055 B型を供試して行なった。

調査項目は、a) 試験状態を示すデータ: 送風温度、穀温、吸入空気温湿度、穀物張込み量、仕上げ量、穀物循環流量など、b) 能率及びエネルギー消費に関するデータ: 乾燥時間、灯油消費量、電力量など、c) 品質に関するデータ: 発芽率、製粉試験 (製粉歩留、ミリングスコア、灰分・蛋白含有率、反射率) 及び二次加工適性 (ファリノグラム、エキステンソグラム、アミログラムなど) である。なお、発芽率を除く品質に関する調査は、東北農業試験場に依頼した。

3 試験結果と考察

図1にA₁とB₁の乾燥速度特性を示した。A₁の小麦張込量はB₁に比較して約130kg程度少なく、乾燥時間も1/2となっている。これは、図

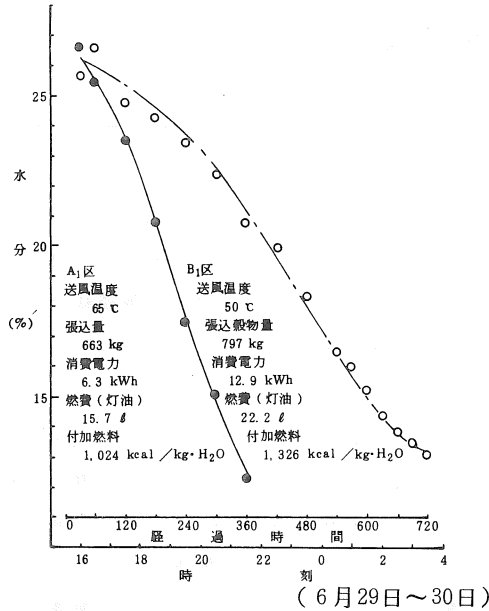


図1 送風温度別乾燥速度特性

2にも示したとおり、A₂、B₂でも同じで、A₂区はB₂区に比べて2/3であった。一方、使用したエネルギーについても、電力量は、ほぼ乾燥時間に比例しているの、高温区では消費量は少ない。灯油については、付加燃料量で示したとおり、高温のA₁、A₂区が少なく、50、55°C (B₁、

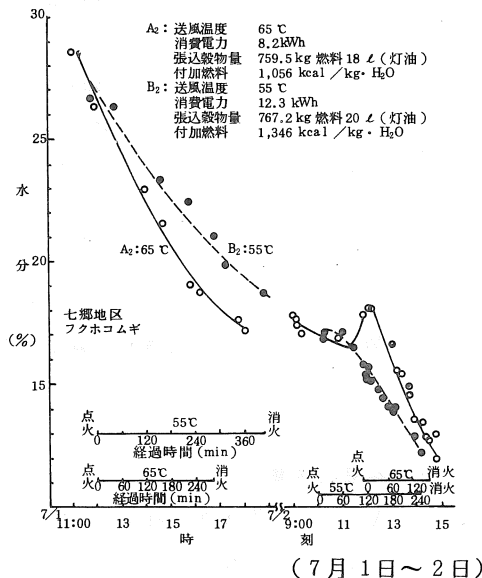


図2 送風温度別乾燥速度特性

B₂) 区がほぼ同じ値であった。すなわち、この結果は、送風温度条件を10～15°C変えただけで、能率とエネルギー消費に有利な影響があることを示しており、農家が制約された条件の中で能率を上げるために、送風温度を高くするのは当然と言える。なお、A₂、B₂の試験は、途中、バーナ故障のため2日間に亘った。A₂区は、2日目の点火直後に水分が一時的に高くなる現象が見られたが、これは、高周波容量式の自動水分計の特徴と考えられる。また、2日目の初期水分は、初日の終了時より高く、戻りの現象が認められる。

次に、試験時の各部の温度ならびに穀温の測定結果の例を図3に示した。穀温と乾燥機貯留タンク内の穀粒間温度は、供試した乾燥機においては、65°Cの高い送風温度でも予想されるほど、高くならないことを認めた。これは、送風温度が高くなっても、それだけ穀粒内の水分が蒸発するため潜熱が奪われ、穀温がそれほど高くないものと考えられる。

発芽率の調査結果を図4に示した。常通風区は発芽率も高く、発芽も早い傾向が認められた。しかし、加熱乾燥した区間については、送風温度の高低による差は少ない。

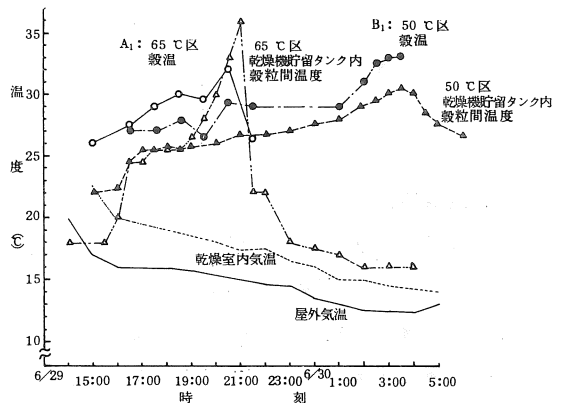


図3 小麦乾燥時の各部温度

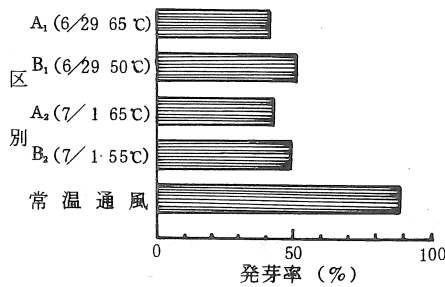


図4 各区別の発芽率

一方、表1に区別の品質検定結果を示した。製粉歩留りは、常温通風区のものが多い値を示しているが、加熱乾燥区では送風温度による差は認められなかった。ミリングスコアについても、常温通風した区は高く、製粉歩留りと同じ傾向を示した。なお、ミリングスコアは、製粉特性を歩留りと灰分を基に、合理的及び総合的に表現したものである。そして、このスコアは、歩留りが高く灰分が少ない程、高い値となる。また、その値は、国内産小麦では80前後が標準とされているので、この場合、加温により品質低下が生じたとは言えない。蛋白においても各区間の差は認められない。そして、測定値も通常の国内産小麦の範囲8~9%の値にあり、普通粉(めん用)として用いられる含量である。

反射率については、光電比色計554 μ (R₅₅₄)の波長で測定された全体の色を表わす値のみ示したが、各区間の差は認められないし、ここに示さない胚乳部の色を表わすR₄₅₅についても

表1 各区の品質検定結果

試験区別	A	B	C	D	E
試験期日	6/29	6/29	7/2	7/2	6/29
送風温度	50°C	65°C	55°C	65°C	常温
製粉歩留%	71.4	71.5	71.9	71.9	72.9
ミリングスコア	79.7	79.8	80.9	80.2	85.0
灰分%	0.49	0.49	0.48	0.50	0.43
蛋白%	8.8	8.7	8.8	8.9	8.7
反射率 R ₅₅₄	69.0	69.1	68.2	68.8	69.1
フェリノ吸水率	52.5	53.6	52.4	52.7	53.9
グラムバロリメータ	44	39	42	40	39
エキステン面積(cm ²)	56.2	65.6	71.0	69.5	57.5
ソグラム形状係数	1.8	2.9	2.3	2.8	1.8
アミログラム(最高粘度B.U.)	755	925	1,030	1,030	935

R₅₅₄と同様な結果であった。

次に、二次加工適性のフェリノグラムの吸水率及びバロリメータ・バリュ(V.V.)について調べたが区間の差はない。そして、吸水率は、国内産小麦の標準値より多少低い傾向を示しているが、V.V.は普通小麦粉の標準値内にあった。

アミログラムは小麦粉の水懸濁液の粘度を調べ、澱粉分解酵素の作用力及び高温蒸煮の際の澱粉性状変化について、その判定に用いられる。各測定値には、300 B.U.程度の差があるが、実質的に標準的な値500 B.U.を上まわっており、問題はない。また、送風温度との一定の関係も認められない。

最後に、醗酵工程中における生地(生地)の性質を判定するエキステンソグラムの形状係数を表中に、図5、6に90分、135分の結果を示した。形状係数(伸長度(mm)/伸長抵抗(B.U.))は送風温度の上昇に伴ない、大きくなる。また、グラフからも高温になるほど、伸長抵抗が大きくなり、伸長度が小さくなる傾向があつて、麩質が硬化することが認められた。すなわち、この試験から、小麦粉が加熱により品質低下すること⁹⁾を確認した。ただ、送風温度50°Cの場合は、常温通風区とはほぼ同じ値を示しており、加温の影響が極めて少なかったものと考えられる。しかし、送風温度が最も高い65°C区でも、形状係数は2.8~2.9と標準的な値にあり、品質の許容範囲にあると言える。

4 摘要

南東北における小麦の乾燥は、その時期が梅雨の最盛期という最も悪い条件にあるためと思われるが、品質面で問題にされつつある。そこで、本報では、品質悪化の要因とされる高水分小麦の高温乾燥について、二次加工適性の試験を行ない検討した。その結果、次の知見を得た。

1) 送風温度65°Cと50°C及び55°Cの各区の乾燥能率を比較したが、初期水分27~28%の小麦

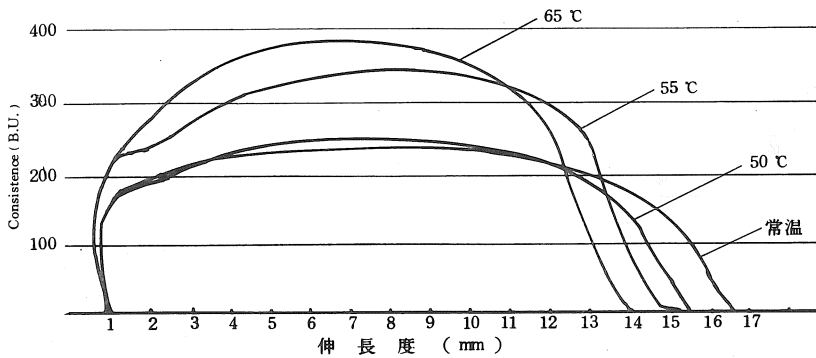


図5 各送風温度とエクステンソグラムの例 (90分)

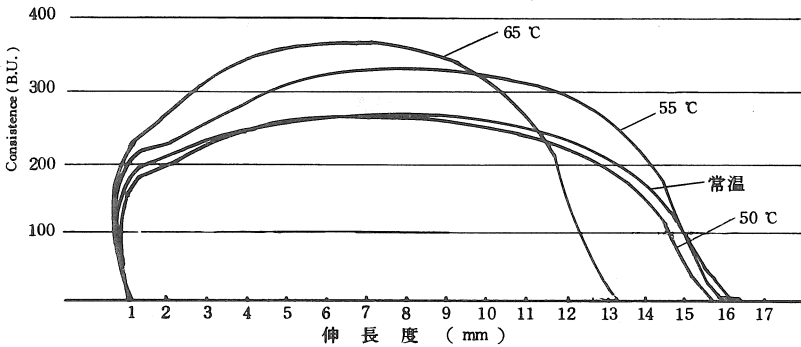


図6 各送風温度とエクステンソグラムの例 (135分)

100 kgの仕上時間にして、65℃区で54～58分、55℃区で85分、そして50℃区で90分と送風温度が高いほど能率は良い。

2) 乾燥時の消費エネルギー差は、電力及び灯油について認められ、これも、送風温度が高い区が少ない傾向が認められた。

3) 乾燥中の各穀温は、65℃区では55及び50℃区に比較して5℃程度高いが、40℃を越えることはなかった。

4) 送風温度による品質の差は、エクステンソグラムを除く試験項目について、常温通風(対照)区と加温区との間で認められた。しかし、加温区内における差は、ほとんどなかった。一方、エクステンソグラムについては、送風温度による明確な差が認められた。ただ、50℃の場合は、対照区との間に差はない。

5) 供試乾燥機については、初期水分28%程度の場合、送風温度を65℃程度に高めても、品質上問題になる影響は受けてないことが明らかとなった。

参考文献

1) 飯塚正雄：国内産麦類検査規格の改正について、米麦改良，5，27～38，1983

2) 鷹尾宏之進：乾燥と品質，農機誌，第44巻3号，525～533，1982

3) 渡辺修，他4名：小麦製粉と小麦粉の性状について(第14報)

小麦収穫後の加熱処理が小麦と小麦粉の性質に及ぼす影響，食糧研報，13～14，1958

4) 農機学会：米麦乾燥調製貯蔵施設の合理化技術，第7回農業機械化技術研修会資料，2～14，1971

5) 日本麦類研究会・全国米麦改良協会：小麦の火力乾燥に伴う熱損被害粒に関する試験，35～42，1982

6) Ghaly, T. F., R. A. Edwards and J. S. Ratcliffe: Heat induced damage in wheat as a consequence of spouted bed drying, J. of Agric. Engng Res., 18, 95～106, 1973

穀物乾燥のエネルギー効率と能率

岩手大学 呉 計春・木村俊範・西山喜雄・清水 浩

1 はじめに

穀物乾燥について、省エネルギーのためには、乾燥効率が高いことが望ましい。一般に、乾燥効率が高くなると乾燥能率は低くなる¹⁾しかし、乾燥効率と乾燥能率とは、どんな関係を持ち、外気条件によってどのように変化するかを明らかにすることは有効である。本報では、厚層シミュレーションに基づいて、両者の関係を経済上から検討した。そして、一定の能率を実現するとともに、なるべく効率を上げるための対策を論じた。ただし、ここでは外気条件を一定とした。また、吸湿になる外気条件では計算しなかった。

2 計算の方法

(1) シミュレーションの概略

本研究では、球乾燥モデルによる穀類厚層乾燥のシミュレーションを用いた²⁾乾燥常数Kと平衡含水率Meとは次の式を用いた。

$$K = 22.49 \exp(-2739 / (T + 273)) \text{ (min}^{-1}\text{)}$$

$$Me = 17.7 \exp(-58.58 \Delta p) \text{ (\%d.b.)}$$

ここで、Tは通風空気の乾球温度(°C)であり、 Δp は通風空気の乾球温度の蒸気圧と湿球温度の蒸気圧との差(atm)である。

各層と通風空気の間には熱および物質収支が成立するとした。

(2) 能率Rの定義

$$R = (M_0 - M_f) / \theta \text{ (\%w.b./h)} \quad (1)$$

ここで、 $M_0 = 23\%w.b.$ 、 $M_f = 18\%w.b.$ 、 θ は通風時間である。 $M_f = 18\%w.b.$ としたのはドライストアでの乾燥実態を考慮したものである。

(3) 単位質量の試料を M_0 から M_f まで乾燥

する時の効率 η の定義。

$$\eta = W_0 / (W_1 + W_2) \quad (-) \quad (2)$$

ここで、 W_0 ：蒸発潜熱(kJ)、 W_1 ：送風用電気エネルギー(kJ)、 W_2 ：加熱用灯油エネルギー(kJ)である。ただし、同じエネルギーを産するのに必要な電気コストと灯油コストは違うので、電気エネルギーは2.7倍にしてから加熱用灯油エネルギーとプラスした³⁾

3 計算条件

表1に示したように、計算条件は外気条件と設定条件二つに分けた。外気条件は東北地方の秋季(10~11月)における値を参照して決定した。設定条件は風量比と加熱温度であって、それぞれを変化させて計算した。故に、計算条件は表1内のデータの組合せである。

表1 計算条件

外気条件		設定条件	
外気温度 °C	外気湿度 %	風量比 m ³ /s/ton	加熱温度 °C
$T_0 = 12$	$F_0 = 60$	$Q_1 = 0.583$	$T_1 = 0 \text{ } \circ$
$T_0 = 16$	$F_0 = 70$	$Q_2 = 0.833$	$T_2 = 2 \text{ } \bullet$
		$F_0 = 80$	$T_3 = 4 \text{ } \triangle$
			$T_4 = 8 \text{ } \blacktriangle$
			$T_5 = 12 \text{ } \square$
		$Q_6 = 1.833$	$T_6 = 16 \text{ } \blacksquare$

4 結果と考察

計算結果は、図1、図2、図3に示した。

図1は、外気条件が一定で($T_0 = 12^\circ\text{C}$, $F_0 = 60\%$)、設定条件を変化させた結果である。実線で示したのは風量比が一定条件のものであり、

破線で示したのは常温通風で風量比を次第に増加させた条件での計算結果である。

例えば、 $Q = Q_1$, $T = T_1$ の設定条件下で、

$$\eta = 1.04, R = 0.04$$

$Q = Q_3$, $T = T_2$ の設定条件下で、

$$\eta = 0.13, R = 0.08 \quad \text{となる。}$$

それぞれは図1のa点とb点に示した。

実線に沿って、白丸は無加熱のもので、黒丸は2℃加熱したものである。図1のように、少しだけ加熱すると、能率はあまり向上しないのに、効率は急に下がる。従って、破線で示したように常温通風で風量比は大きい方がより合理的であると考えられる。例えば、 Q_2 において、2℃加熱する(c点)と、 $\eta = 0.15$, $R = 0.065$ となるが、 Q_2 から Q_3 に変化させる(d点)と、 $\eta = 0.49$, $R = 0.068$ となる。そこで、吸湿状態でなければ、或いは穀物の含水率が平衡含水率より充分に高ければ、常温通風はよいのであ

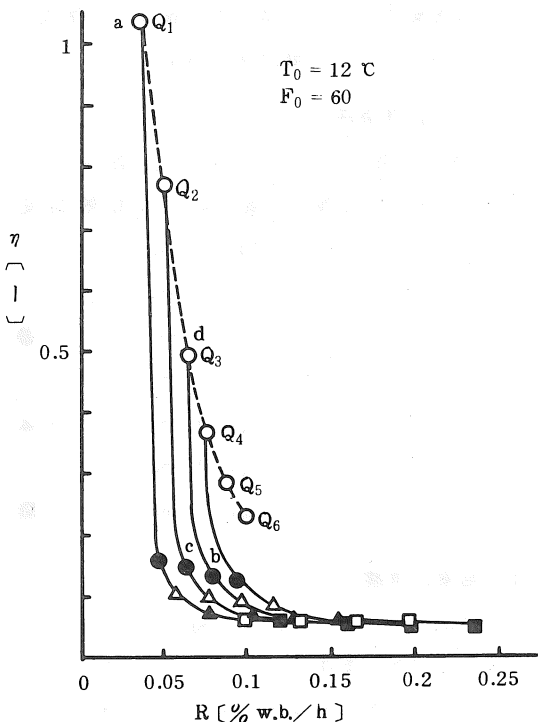


図1 一定外気条件下の $R - \eta$ 関係

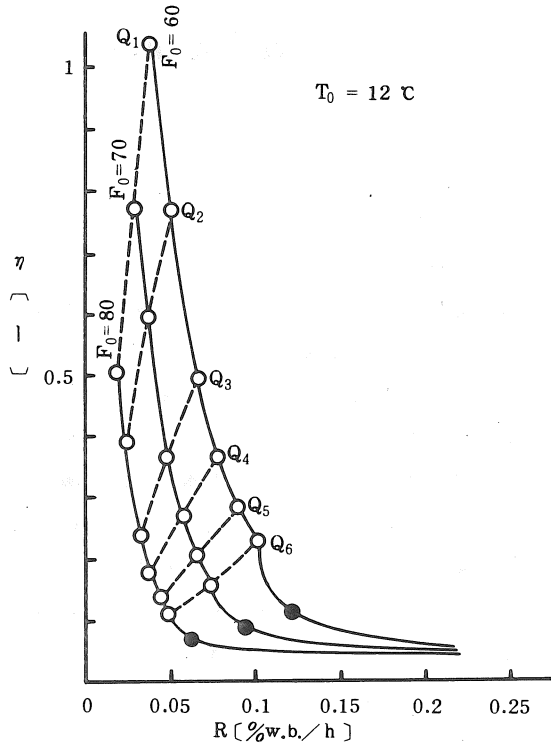


図2 同温度下の最良曲線の分布

るところが、風量比が過大になると、穀物は流動層になるから、ある程度能率を確保するためには、加熱しなければならない。

同じく図1で、白四角は12℃加熱した場合で、黒四角は16℃加熱した場合である。明らかに、12℃以上加熱すると、風量比による η の変化は少ないが、 R は著しく増大する。全般を考えると、実用上その最良曲線は常温通風と加熱通風とを組合せた二段曲線となる。外気湿度が変化した場合に対して、最良曲線は図2に示したようになる。図2において、破線は風量比を一定にしたものである。湿度が高くなると、 η が低く、かつ曲線の傾斜角度が大きくなる傾向も持ち、従って、常温通風で通風量を増加しても効果があまり期待できない。しかしながら、加温通風し、加熱温度が高くなる程、温度による η の差が少なくなる。

図3は、外気湿度が $F_0 = 70\%$ において、外気

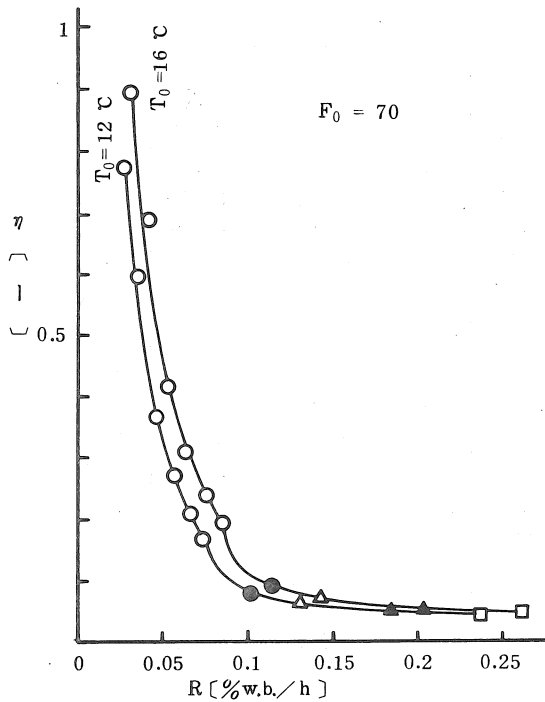


図3 同湿度下の最良曲線の分布

温度が変化した場合を同様に示したものである。図2と比べてみると、外気温度による影響は外気湿度程大きくはない。

5 Rとηを改善する一方法の提案

図2に示したように、常温通風では能率Rが低い、効率ηは高い。一方、加熱通風ではηは低い、Rは高い。それによって、もし両条件をある時間比率で適当に組合せれば、Rもηも高い条件を策定できる。今、平均乾減率が一定と見なせる風量比条件において究明する。

前に述べたように、最良曲線上の点と設定条件との間には、1対1の関係がある。ここで、設定条件*i*に対して、(*i* = 0, 1, 2)

$$\text{能率: } R = R_i$$

$$\text{効率: } \eta = \eta_i$$

$$\text{時間: } \theta = \theta_i$$

であるとす。

今、($R_0, \eta_0, \theta_0 = 5/R_0$)を比較する基準とする。設定条件1と設定条件2とを組合せて、それぞれ θ_1/N_1 と θ_2/N_2 で作用させる。(θ_i/N_i の意味は設定条件*i*で θ_i の N_i 分の一によって乾燥を行うのである。) 組合せた後の時間と能率が比較する基準とする R_0, θ_0 を一致させるためには、次の両式が成立しなければならない。

$$\theta_0 \cdot R_0 = (\theta_1/N_1) R_1 + (\theta_2/N_2) R_2 \quad (3)$$

$$\theta_1/N_1 + \theta_2/N_2 = \theta_0 \quad (4)$$

ここで、効率上から考察する。一定量Aの蒸発潜熱を生じるために、設定条件0で、効率、能率R、時間はそれぞれ η_0, R_0, θ_0 である。(2)式によって、所要エネルギー量はA/η₀である。条件1と条件2を組合せた条件での所要エネルギー量は

$$(A/\eta_1) (\theta_1/N_1) / \theta_1 + (A/\eta_2) (\theta_2/N_2) / \theta_2$$

である。条件0と組合条件の比によって、次の効率改善率Yを定義する。

$$Y = \frac{\eta_0^{-1}}{\eta_1^{-1} (1/N_1) + \eta_2^{-1} (1/N_2)} \quad (5)$$

(3), (4)両式を満足させながら、Yの最大値、かつY > 1条件 (R_1, η_1, θ_1) と (R_2, η_2, θ_2) を求めた。その計算結果を表2に示した。

なお、計算は、外気条件が $T_0 = 12^\circ\text{C}$ 、 $F_0 = 60$ %で、 $R \leq 0.24$ の範囲で行った。

表2に示したように、 $Y_{\max} (> 1)$ の値が存在する。

例えば、 $\theta_0 = 41$ (h)

$$R_0 = 0.119$$

$$\eta_0 = 0.113$$

に対して、組合せ条件

$$\theta_1/N_1 = 29, \theta_2/N_2 = 12$$

$$R_1 = 0.10, R_2 = 0.175$$

$$\eta_1 = 0.232, \eta_2 = 0.073$$

によって

表2 データ表

θ_0	R_0	η_0	θ_1/N_1	R_1	η_1	θ_2/N_2	R_2	η_2	Ymax
29	0.172	0.074	2	0.100	0.232	27	0.178	0.072	1.002
30	0.167	0.076	4	0.100	0.232	26	0.177	0.073	1.007
31	0.161	0.078	7	0.100	0.232	24	0.179	0.072	1.016
32	0.156	0.080	9	0.100	0.232	23	0.178	0.072	1.029
33	0.152	0.082	11	0.100	0.232	22	0.177	0.073	1.045
34	0.147	0.083	13	0.100	0.232	21	0.176	0.073	1.064
35	0.143	0.085	16	0.100	0.232	19	0.179	0.072	1.087
36	0.139	0.086	18	0.100	0.232	18	0.178	0.072	1.114
37	0.135	0.088	20	0.100	0.232	17	0.176	0.073	1.144
38	0.132	0.089	23	0.100	0.232	15	0.180	0.072	1.179
39	0.128	0.094	25	0.100	0.232	14	0.179	0.072	1.171
40	0.125	0.098	27	0.100	0.232	13	0.177	0.073	1.179
41	0.122	0.104	29	0.100	0.232	12	0.175	0.073	1.168
42	0.119	0.113	32	0.100	0.232	10	0.180	0.072	1.137
43	0.116	0.125	34	0.100	0.232	9	0.178	0.072	1.088
51	0.098	0.236	8	0.087	0.284	43	0.100	0.232	1.007
52	0.096	0.242	13	0.085	0.299	39	0.100	0.232	1.007
53	0.094	0.249	23	0.087	0.284	30	0.100	0.232	1.007
54	0.093	0.257	31	0.087	0.284	23	0.099	0.232	1.004
55	0.091	0.265	39	0.087	0.284	16	0.099	0.233	1.001

$$Y_{max} = 1.168$$

即ち、 θ_0 および R_0 と同じ時間と能率において、組合せ条件の1（常温通風）で29時間、2（加熱通風）で12時間で通風した方が効率が高くなるものと見られる。

6 今後の課題

上の結論は吸湿状態ではなく、平衡含水率より充分に高い含水率をもつ穀物について得られたものである。吸湿状態が起こると平衡含水率が高くなる場合とに対して、効率と能率の関係はどんなになるか、これは今後の課題になる。そのために、外気湿度が80%以上の場合での乾燥常数Kと平衡含水率Meを求める必要がある。

なお、結論を一般化するために、外気条件（ T_0, F_0 ）が経時変化する場合をシミュレーションする。また、上記の改善法を一般条件で求める必要があり、検討中である。

参考文献

- 1) 木村俊範：寒冷地における穀類共同乾燥調製施設の合理的運用について 農機学会北海道支部会報24, 1983.
- 2) 西山喜雄：球乾燥モデルを使った穀類厚層乾燥のシミュレーション 岩大農学部報告15, 1982.
- 3) 農業機械化研究所：エネルギー利用体系化と利用方式——共同乾燥施設を中心とする。1983. 3.

木質系バイオマス燃焼装置の効率

岩手大学農学部 木村俊範・西山喜雄・清水 浩

1 はじめに

代替エネルギーとしてのバイオマス資源において、木質は最も大量な資源であり、現実性が高いと言われている。清水の試算¹⁾では、その採可量は全バイオマスエネルギーの85%以上にもなるという。

しかし、我国での木質エネルギー利用は、昭和30年にエネルギー自給の10%強を示したのを最後に減少し、今日では全く局所的な利用に留まっている。この理由は木質燃料のコストをはじめ、流通、ハンドリングおよび燃焼制御特性などが石油に比して著しく劣るためと考えられている。

一方、農業をとり巻くエネルギー事情は悪化しつつあり、石油に換わる代替燃料への期待が高まりつつある。特に東北地方においては、単純熱源を必要とするハウスなどの農業施設が数多く設置されており、代替燃料の重要性が認識されつつある。さらに林業部門においては、第二次大戦後の人工林における除伐、間伐材の有効利用問題が派生しており、木質系代替燃料成立の要因が整い始めている。

かかる現況に鑑み、本報では木質バイオマスの現状と問題点、およびその実用燃焼装置の効率、性能を調査し、木質系代替エネルギーの有効利用に資そうとするものである。

尚、本報は日本木材住宅センター委託の調査プロジェクトの一部を成すものである。また調査に協力された岩手県庁藤田次席専技、葛巻町の方々、ボイラを貸与下さった旭鉄工所（札幌市）ならびに燃料の提供、ストーブの貸与をされた葛巻林業、さらに実験に協力された学生諸

兄に衷心より謝意を表する。

2 固形木質燃料の現状と問題点

(1) 生産上の問題点

従来からの素材形態型「まき」、オガライトに加え、近年新しい成形燃料が導入されたり、開発されたりしている。

それらの代表例を下に示す。

素材形態—まき（粒まき）

チップ化—チップ

成形 $\left\{ \begin{array}{ll} \text{抽出成形} & \text{オガライト} \\ \text{ロール} & \text{ウーデックス,} \\ \text{転圧成形} & \text{バイオキューブ} \end{array} \right.$

新しいタイプの成形・加工燃料の多くは、木質燃料退潮の理由として挙げた、ハンドリングおよび燃焼制御特性の悪さを粒状化によって改善している。しかし我国の場合、これらの原料となる木材自体のコスト（伐採、搬出）が高く、それに加工コストを上乗せするとすると、石油に対する価格面での優位性を大きく期待できないというのが現状である。¹⁾ 森林基盤の厳しい我国において、それを克服するのは至難とされており、EC諸国で同種プロジェクトが実用化しつつある²⁾のと違う点である。

したがって現時点では加工に要するコストを極力抑え得るような形態の燃料を考える必要があり、清水は末木などを10cm長に切断するのみでまきにするという「粒まき」を提唱し、コスト試算の結果から成立が可能としている。¹⁾

(2) 燃焼上の問題点

木質を始めとする従来の固形燃料は、形が粗

大であるためにハンドリング、燃焼制御が困難であり、液体あるいは気体燃焼によって駆逐されて来た。この欠点については、上述のような方法での改善がなされ、燃焼性、制御性共に良好な新燃料が供給されつつある。木質燃料の固有の問題は、材料中の含水率である。

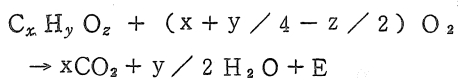
すなわち発熱量は木質の元素構成で定まる。

$$H = 8080 c + 34200 (h - o / 8) \quad (1)$$

H : 総発熱量, kcal / kg

c, h, o : 木材乾物 1kg 中の炭素, 水素, 酸素量, kg

しかし、含水率として含まれている水は蒸発して、排気中の蒸気として外部に排出されるので、蒸発に要する潜熱 (600 kcal/kg) の分は利用不能である。さらに固体分の基本元素構成と完全燃焼時の反応とは下記のようにであり、その反応によって水素から水が生成することがわかる。この生成した水は、先の含水率と同様に潜熱を消費することになる。



E : 反応熱, kcal / kmol

したがって、利用可能な正味の発熱量 (低発熱量) は以下のようにして求められる。

$$H_l = H (1 - w) - 600 (9h + w) \quad (2)$$

H_l : 木材 1kg の低発熱量, kcal / kg

w = 木材 1kg 中の水分, kg

(1), (2) 式による試算例を表 1 および図 1 に示す。樹種はナラ、カバそれに成形燃料であるウーデックス (国産品) とし、それらの組成は文献³⁾と実測とによった。

図 1 は水分発生、含水率が低発熱量に及ぼす影響を示しており、ほとんどの木質で含水率が 40% w. b. になると高発熱量の半分の熱取得に留まることがわかる。さらに含水率 35% w. b. で潜熱中の水分発生に依存する部分と含水率に依存する部分との比率が等しくなる。含水率がさらに増すと、潜熱が増して、約 85% w. b. ではほとんど熱取得が無の状態に達する。

以上から、木質を効率良く利用するためにはまず含水率を低下させることが必要であるのがわかるが、コストをかけずに実施することを考えなければならない。また 35% w. b. 以下の含水率では水素に起因する水分発生の寄与の方が大きいから、木質が用いられる限り、この問題は宿命的であるので、燃焼後の処理として排気から潜熱を物理的に回収するような、一段と積極的な対策が必要と言える!¹⁾

3 実用装置の効率

(1) 供試装置

① 温水ボイラ A : 酪農家に普及している小形

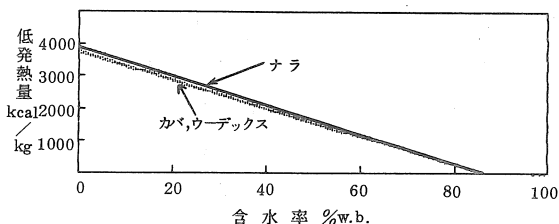


図 1 低発熱量と含水率との関係

表 1 構成元素に基づく高発熱量試算例

種類	C(%)	H(%)	O(%)	H(kcal)
ナラ	50.16	6.02	43.45	4,254.3
カバ	48.88	6.06	44.67	4,112.4
ウーデックス	48.10	5.50	40.00	4,057.5

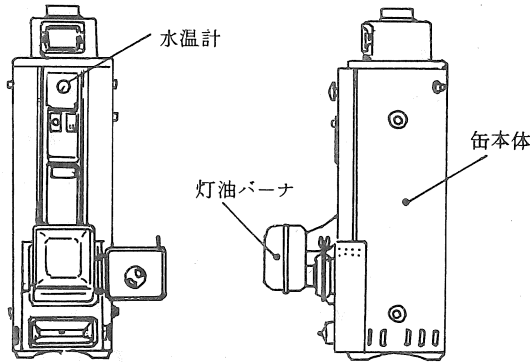


図 2 温水ボイラ A の構造

ボイラで貯湯量82ℓ，給湯能力800ℓ/h，缶体は煙管式立型，固形燃料と灯油とを切替えて用いることができる。自然給気。図2参照

②温水ボイラB：上記と同能力のもので，固形燃料の専焼式である。自然給気。

③温水ボイラC：スウェーデン製のボイラで上2種よりも大きく，貯湯量は270ℓ，缶体は図3に示すようなジャケット構造となっている。

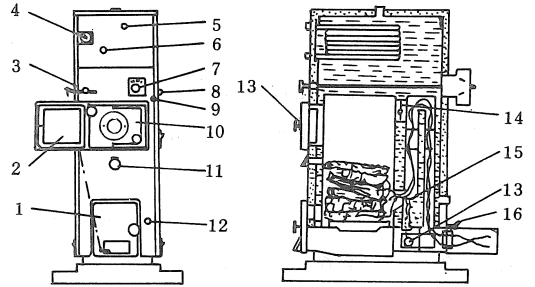
給気は自然式であるが，水温に連動するダンパによって一次空気量を制御すると，二次空気供給部より後方の煙道を長くして伝熱面積を大きくしているのが特長である。

④ストーブA：ウーデックス専焼ストーブ（国産）で，毎分25～30gのウーデックスを燃焼室で燃す。強制通気。

⑤ストーブB：シイタケ栽培の廃ホダ材用のストーブで，シイタケハウスの暖房に使用。自然通気。

(2) 効率の求め方

熱効率是一般に，投入熱量に対する有効熱量の比で与えられる。蒸気ボイラにおいては，



- | | |
|------------|------------------|
| 1 灰出ドア | 9 バイパスダンパー用ハンドル |
| 2 焚口ドア | 10 バーナ取付台 |
| 3 通風制御器 | 11 検査孔 |
| 4 温度水圧計 | 12 ボイラ・ドレン |
| 5 給湯出口 | 13 2次空気バルブ(左右) |
| 6 " 入口 | 14 バイパス・ダンパー |
| 7 ミキシングバルブ | 15 2次空気供給管(左右側面) |
| 8 サーモスタット | 16 煙道ダンパー |

図 3 温水ボイラ C の構造

$$\text{ボイラ効率} = \frac{W (i_2 - i_1)}{H \cdot G} \times 100 \quad (3)$$

W：発生蒸気量，kg/hr

i_1 ：ボイラ用水のエンタルピ，kcal/kg

i_2 ：発生蒸気のエンタルピ，kcal/kg

G：燃料使用量，kg/hr

である。供試のボイラは温水ボイラであるので i_2 を温水のエンタルピとし，高発熱量，低発熱量に対する比 η_1 ， η_2 として表示した。

またストーブの効率は，煙突からの排気エンタルピを測定し，その熱量以外を有効なものとして効率を計算した。

(3) 調査結果

効率調査結果の1例を表2に示す。

一般的に木質用燃焼装置の小型のものは効率が悪いことがわかる。特に小型ボイラの効率が低い，これは蒸気発生ではなく，温度の低い温水交換であること，また現実に農家において

使用されているものであって、缶内の交換部に汚れが付いていることなどが原因と考えられた。

一方、やや大型のボイラCやウーデックス用のストーブAでは比較的良好な効率を示し、特にストーブAでは家庭用の石油ストーブ（バルンス式）に近い値を示した。

2つのグループの違いをみると、前者は自然給気であり、後者は空気量制御装置付または強制通気式であることから、燃焼時の空気量の適否がこのような効率の違いを生むものと推測された。

そこで燃焼中の空気比（理論空気量に対する供給空気量の比）と効率との関係について調べてみた。空気比は燃焼した燃料の量と組成、および燃焼中に供給した空気量とから求めることができるが、木質のような粗大固形物が燃焼する場合には定常的な燃焼にはならないから、経時的な空気比を求めることが難しい。よって本報では排ガスの組成をガスクロマトグラフにより分析し、その結果を物質収支によって空気比に変換する方法を用いた。

上記により、効率と空気比とを調べた結果を表3に、ボイラCの運転例を図4、5に示す。

ここに、ボイラAに比し、ボイラC、ストーブAの空気比がかなり小さいことがわかる。すなわちボイラAでは過剰な空気によりエネルギーが煙突から大量に逃げてしまい、低効率を示したことがわかった。

一般に理想的な空気比は1.5～2と言われているが、木質の場合、形が粗大であるために燃焼が局在化し易いので結果的に未使用空気が多くなる。また、もし一次空気量を制限して空気比を理想値に近づけると木質は多量の揮発分を発生するのでその対策として二次空気を充分に供給しなければならなくなる。

以上のような理由から、表3のストーブAの

結果が示すように、木質においては理想値よりも若干高い空気比（3前後）が最良値と考えた方が良いかもしれない。

なお図5はボイラC運転中の炉内温度、排気温度、空気比の変化を示したものであり、排気温度がかなり規則的に変化し、空気量調節ダンパが作動しているのがわかる。ここでの空気比測定は偶然ではあるがダンパが開いた時にサンプリングしており、その結果、空気比が高めに表われているものと思われる。したがって実際には3.5～4の空気比での燃焼のようである。

ストーブBは廃ホダ材を燃料とするので、廃ホダ材の発熱量を推定した。まずホダ木はシイタケ菌によってその有機成分を消費されるから、有機成分比率が低下し、灰分が上昇するものと考えられる。よってホダ木が生の場合、灰分の比率が5、10、15、20%の場合について試算した。その結果を図6に示す。

さらに熱量計によって廃ホダを実測したところ、高発熱量で4,160 kcal/kgであり、灰分が5%未満であることがわかった。

ストーブBの効率は、高含水率の材料を用いているため低発熱量当りの効率はボイラCに近いが、ストーブAと比べると低く、排気損失は供試装置中最大の50%を示し、過大な空気比での燃焼を予想させる。

4 実用装置の使用評価

(1) ボイラA

前述のように小型であり、かつ自然給気であるために効率は低かった。一次空気の調節口は付いているが、実際の農家では燃焼状態に合わせて調節をすることはない。したがって空気量調節を自動化すると効率も改善しよう。

しかし、構造が簡単で安価であること、灯油バーナが付いている場合、それを用いて容易に

表 2 木質燃焼装置の効率

燃料種類	温水ボイラA	温水ボイラB	温水ボイラC	ストーブ A	ストーブ B
	自家製まき	まき+古材	市販まき(ナラ)	ウーデックス	廃ホダ
含水率, %w.b.	14.1	15.9	18.9	10.0	40.6
投入量, kg	4.7	4.72	9.25	0.83	1,346.3
総発熱量, kcal	18,168	17,865	31,882	3,100	3.33×10^6
低発熱量, kcal	16,462	16,333	28,435	2,739	2.75×10^6
交換熱量, kcal	4,285	7,301	17,259	2,596	1.51×10^6
平均排気温, °C	209	260	272	91	156
温水温度, °C	58.4	61.9	71.5	—	(64.2)
温水量, kg	105.6	108	228	—	—
効率 η_1 , %	23.6	40.9	54.1	83.7	45.3
効率 η_2 , %	26.0	44.7	62.9	94.8	54.9

() 内: 交換温風温度

表 3 木質燃焼装置の効率と空気比との関係

燃料種類	温水ボイラA	温水ボイラC-1	C-2	C-3	ストーブ A	
	自家製まき	粒まき(白カバ)	市販まき	市販まき	ウーデックス	
含水率, %w.b.	15.4	9.8	9.7	9.7	} 表 2 に 同 じ	
総発熱量, kcal	28,756	80,756	100,069	111,971		
低発熱量, kcal	25,955	72,002	90,589	101,361		
交換熱量, kcal	6,679	48,729	55,998	74,498		
温水温度, °C	77.7	57.5	57.5	66.5		
温水量, kg	111	847	1,480	1,379		
効率 η_1 , %	23.2	60.3	56.0	66.5		
効率 η_2 , %	25.7	67.7	61.8	73.5		
排気損失, %	45.5	—	17.9	14.4		16.3
平均排気温, °C	234	214	153.3	142.1		91
空気比, —	6.2	4.5	3.7	4.9	3.2	

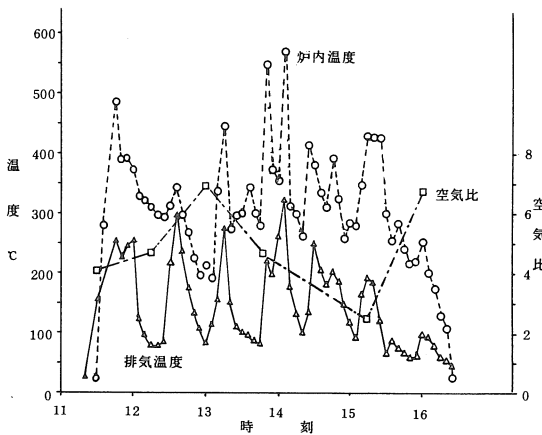


図 4 ボイラCの運転例(表3, C-3の場合)

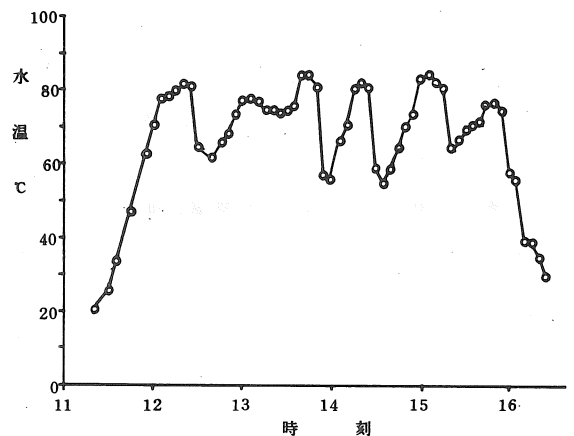


図 5 ボイラC運転中の水温変化

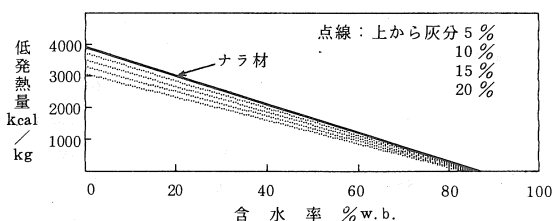


図6 廃ホダ材（ナラ）の発熱量試算

焚きつけができるのは優れている。

(2) ボイラ B

上記とほぼ同様の性能であったが、灯油バーナが無いために焚きつけに手間がかかる。

(3) ボイラ C

空気量の自動調節ができるので、燃焼が安定し、かつ効率も良かった。その値は石油燃焼の蒸気ボイラにも匹敵する。

また、一次空気量を充分に供給しておけば、かなり粗大な材料でも燃焼可能で、排気も比較的良好で、汚れは少なかった。

ただし石油バーナが付けられるが、燃焼室の高い位置につけられるために、ボイラ A のように固形燃料の焚きつけ用には使用できず、不便である。

ウーデックスのような比較的小さい粒子状燃料にもアタッチメントにより対応ができ、現時点では最も完成度の高い小型ボイラと言える。

(4) ストープ A

従来からのポット式石油ストーブに似た空気ハンドリングをしており、効率、燃焼状態共に良好であった。

構造も簡単であるが、燃焼量調節範囲が狭く、室内を暖めすぎることがある。

(5) ストープ B

構造が極めて簡単であるために、伝熱効率が悪く、排気損失が大きい。燃料が高含水率のために、燃焼が安定するのに時間がかかり、安定するまでの間の排気はかなり汚れている。

5 まとめ

木質用の実用装置はほとんどが小型の個人用で、多種が市販されているが、本報で調査しただけでも性能にかなりの差があることがわかった。

その原因は主に空気量の調節の適否によっており、強制通気式、あるいは自動式の調節ダンパを備えるものの効率が高かった。

しかし、効率の良い機種にしても、従来からの石油用に比べて同等かむしろ劣っており、性能面での絶対的な優位性はない。

したがって、燃料自体のコスト等々での優位性を増すか、あるいは木質燃料の制約を越え得る方式の開発が、今後の木質利用の鍵となるものと考えられる。

参考文献

- 1) 清水 浩：昭和57年度エネルギー特別研究報告書，1983
- 2) The Agricultural Institute, Ireland : Production of Energy from Short Rotation Forestry, 1980
- 3) 右田伸彦 他：木材化学（上），共立出版，1968

中高齢者の農業機械の使用について

運動能力と安全テストの結果から

宮城県農業センター 中沢直子・広島和夫

1 はじめに

現在、日本の人口は平均寿命の伸び、出生率の低下に伴い、¹⁾高齢者の占める割合が年々増加している。農村部においても例外ではない。²⁾ただ、昨今は、家族の若い働き手が別の仕事に出るために、老・婦人が農作業に従事せざるをえない状況にある。しかし、中高齢者は、生理・身体・精神的機能が低下しつつあることから、機械化された農作業において問題が多いと言われている。³⁾昨年度、宮城県内の農業機械による死亡事故12件中50才以上の死亡事故は8名と全体の66%にも達しており、このことを裏書きしている。⁴⁾今後、早急に中高齢者の事故対策を行わなければならない。

そこで、本報では、この対策立案の基礎資料を得るため、まず、中高齢者の体力や精神的機能が若年者層とどのように異なるか調査し、その違いの農作業事故との結びつきについて若干のデータを基に考察したので報告する。

2 調査方法

調査は、体力測定として文部省のスポーツテストを、また機械類の操作適性を調べるために労研式安全テスト⁵⁾を行った。なお、体力測定項目は、筋力（握力と背筋力）、柔軟性（前屈と上体そらし）、瞬発力及び敏捷性（垂直とび・反復横とび）である。また、反射能力は労研式落下棒で、身体機能は視力の検査を行った。安全テストは、全9項目の内、特に運転適性にかかわる被験者の運動能・弁別能・記憶力・判

断力・集中力及び敏捷性などの個々の測定から、総合的な機械操作における安全適性を調べるものである。

被験者は、50才以上の中高齢者が16名（平均年齢61才、男：50-72才、11名、女：52-76才、5名、このうち14名は、農業従事者または元従事者）であり、20-30才代の者は11名（男：28-38才、6名、20-35才、5名）となっている。

3 結果及び考察

第1表に、体力測定の結果を示した。中高齢者と20-30才代には大きい差はないが、女子には、背筋力、握力の両者に有意差が認められた。これは、男子が、一般に筋力を使う農作業が多く、女子程の衰えはないものと考えられる。また、握力に関しては、農作業の中で、日常頻繁に行われる動作であることが、その要因と思われる。⁶⁾一方、柔軟性の項目では、両者に差は見られるものの、前屈については差はない。この理由としては、老人が自然に腰が曲ることにもよるが、以前に行っていた農作業が、前屈の多いものである⁷⁾ことが、その要因と考えられる。

持久力は、踏み台昇降運動により求めたが、男女とも明らかな差が認められ、中高齢者が20-30才代と同じ作業量・時間従事することには、無理があることを示している。また、反応時間や瞬発力についても差が認められ、操作中の危険を回避する能力の衰えなどが⁸⁾トラクタなど

表1 体力測定の結果

			男子 17名					女子 9名				
			20~30才代6名		50才以上11名		有意差	20~30才代4名		50才以上5名		有意差
			MEAN	S・D	MEAN	S・D		MEAN	S・D	MEAN	S・D	
体 力 測 定	筋力	握力 kg	55.9	6.9	46.3	12		36.6	26	26	1.9	**
		背筋力 kg	155.5	36.1	136.4	38.5		112	6.8	62	45.1	
	柔軟性	前屈 cm	11.8	4.6	8	5.2		15.8	5.1	14.4	4.8	
		上体そらしcm	53.9	9.2	33.8	6	**	54.4	11.2	22	6.1	**
	瞬発力	ジャンプcm	54.4	6.2	27.6	8.3	**	42.6	7.4	19	3.1	**
	敏捷性	反復横とび回	35.3	5.6	24	6	**	38	4.6	19.2	6.4	**
	持久力	踏台昇降運動	76.8	12.5	48	16.7	**	65.4	12.8	39.2	7.6	**
総合判定		24.3	3.1	14.4	3.3	**	27.5	1.3	13.6	3.6	**	
身体機能	安静時の脈拍	70.1	8.5	64.3	9.3		67.5	4.4	67.2	12.4		
	視力	0.98	0.3	0.5	0.2	**	0.51	0.4	0.6	0.3		
反射能力	落下棒	204.2	21.8	231.8	30.6	0.07	206.3	20.6	265	37.6	**	

の転落時に死亡事故になるのではないかと推定される。

今回の調査では、年齢別変化による低下は、男子の平均において、背筋力、87.7%、跳力が50.7%であった。そして、過去の調査結果⁹⁾と比較してみると、特に瞬発力にかなりの低下が見られる。また、この体力調査の結果を一般的な体力調査と対比を試みたが、文部省においても、従来から30~59才までは、壮年体力調査がなされていたにすぎず、全項目について比較できなかった。なお、56年度に実施された結果で、この調査と共通する項目は、第2表に示すとおりである。比較となる年齢層が異なることにもよるが、中高齢者では握力を除き、筆者等の調査と壮年体力テストの間には、かなりの差が認められる。

第3表に、安全テストの結果について示した。男子においては、弁別能力に有意差が認められ、記憶力には、7%とかなり高い起生確率が認められた。女子では、殆どどの項目に有意差が認

表2 壮年体力テストの結果(文部省)

性別	年齢	反復横とび(回)		垂直とび(cm)		握力(kg)	
男	30~34	45.22	σ5.56	54.10	σ7.26	50.36	σ6.30
	50~54	37.97	σ5.52	42.35	σ6.55	44.44	σ5.86
	55~59	35.47	σ5.39	33.96	σ6.76	42.87	σ5.91
女	30~34	39.76	σ5.37	36.05	σ6.00	31.87	σ4.66
	50~54	31.37	σ4.76	26.51	σ5.44	28.31	σ4.46
	55~59	30.26	σ4.85	24.46	σ5.21	27.04	σ4.48

められ、特に記憶力・判断力には、はっきりした有意差が認められる。男女とも、記憶力の低下が認められたことについては、機械を操作する上で、記憶し、常に頭の中に入れておかなければならないことが、忘れられるため、その結果として、事故発生確率を高めていると思われる。

4 まとめ

体力測定及び安全テストの結果とも20-30才代と中高齢者の間に、有意差が認められた。

表3 安全テストの結果

		男子 17名					女子 9名					
		20~30才代6名		50才以上11名		有意差	20~30才代4名		50才以上5名		有意差	
		MEAN	S・D	MEAN	S・D		MEAN	S・D	MEAN	S・D		
柔軟性	被験者のペース	20.3	3.2	21.5	6.2		29.3	11.2	17	11.4		
	// 早いペース	31.8	2.1	29.2	10.2		50	3.6	20.2	9.3	**	
	// 遅いペース	698.3	444.1	1,106.8	528.4		254	311	1,338	492.2	**	
弁別能力	No. 1	作業量	90.8	10.9	63.3	17.6	**	94.6	8.6	55	17.4	**
		誤	18.8	12.6	9.7	5.3	*	9	4.2	8.7	6.9	
		正解	72	10.2	53.6	16.6	*	85.7	4.7	46.2	14.9	**
	No. 2	作業量	79.6	16.9	52.9	8.5	**	78.7	15	41	14.9	
		誤	21.8	13.8	15.3	5.0		17.5	3.7	15.4	4	
		正解	57.8	12.2	37.5	7.8	**	61.2	15.2	25.6	13.2	**
記憶力		139.5	41.8	103.1	34.7	0.07	180.5	46.3	74	32.6	**	
判断力		34.5	8.0	27.0	8.9		39.7	5.5	17.6	6.4	**	
総アメリ 合リ抹 消検査 判定	No. 1	作業量	369.3	134.4	333.3	110.8		414.2	92.5	220	60.5	*
		誤	25.2	29.9	21.2	20.6		12.5	9.3	24	10.2	
		正解	344.1	109.7	308.0	100.6		402.2	97.2	196	55.8	*
	No. 2	作業量	241.3	65.3	244	50.6		315.7	78	129	46.8	**
		誤	13.2	18.1	5.7	4		12.7	6.4	5.7	3.3	
		正解	228.2	54.8	239.2	53.5		303	76.5	123.2	47.8	**

そして、その差は男子より女子が大きい傾向を示していた。これらの結果から、中高齢者の機械操作については、体力などの面から、作業量や時間を配慮し、疲労やストレスを蓄積しないような作業日程を計画しなければならない。

また、中高齢者は「まだまだ若い……」という気持ちを改め、心身機能に合った無理のない機械操作を行うように、周囲からの配慮も、事故防止の観点から必要だと思われる。

参考文献

1) 宮城県企画部統計課：昭和56年度宮城県内の人口動態 - 住民台帳に基づく人口移動調査年報 - 17, 1981
 2) 総理府統計局：昭和55年度国勢調査報告書、宮城県、1巻、8~49, 1980

3) 井上和衛：婦人・老人の作業能力と限界、機械化農業、2月号、12~14, 1980
 4) 佐々木邦男、他2名：宮城県内で発生した農業機械死亡事故の実態調査（昭和57年1月~12月）、農作業研究会第18回講演会要旨、1983
 5) 労働科学研究所：適性検査の手びき、労研出版部、126~169, 1982
 6) 齊藤一：機能と年齢、労研出版部、107, 1983
 7) 沼尻幸吉：壮年体力テスト、労働の科学、21巻、9号、16~23, 1966
 8) 勝木新次、労働科学研究所：中高齢者の体力と労働、労研出版部、121~124, 1980
 9) 大橋一雄：農作業の作業姿勢、労働の科学25巻4号、15~19, 1970

乗用型トラクタの転倒・転落死亡事故の実態分析

昭和57年，宮城県内の調査事例から

宮城県農業短期大学 佐々木邦男・増渕尊重

宮城県農業センター 広島和夫

1 はじめに

農林水産省は昭和56年度農作業事故調査結果から、死亡事故は微減が続いていると発表している。しかし、宮城県内においては昭和53年以降、逆に微増の傾向で推移しており、昭和57年には過去最高の12名に達した。

農作業事故に関するこれまでの調査研究は、事故報告書に基づいたものが多く、事故実態の把握は必ずしも十分とはいえない。

そこで、死亡という重大事故に的を絞り、昭和57年に宮城県内で発生した農業機械による死亡者12名の各事例毎に事故現場を踏査して、その事故事象と災害要因を人、機械、周辺環境とに分けて多元的に実態分析を試み、昭和58年春季日本農作業研究会で報告した。このうち、8名が乗用型トラクタによる転倒・転落死亡者であった。

今回は、この点のみを抽出して実態分析を行ったので以下に報告する。

2 調査方法

宮城県農政部の資料をもとに、当該市町村役場及び所轄警察署における聞きとり調査と事故発生現場の周辺環境を踏査、確認した。

3 調査及び分析結果

(1) 死亡事故の頻度

死亡という重大事故の認識を得るために、次の指標を用いて交通事故死と対比した。

$$(イ) \text{車両死亡率 (Vd)} = \frac{dn}{vn} \text{ 又は } \frac{dn'}{vn'} \times 100 \dots (1)$$

$$(ロ) \text{万人死亡率 (Td)} = \frac{dn}{pn} \text{ 又は } \frac{dn'}{pn'} \times 100 \dots (2)$$

ここに dn = 交通事故死亡者数、 dn' = 農業機械事故死亡者数、 vn = 車両総数（バイクも含む） vn' = トラクタ普及台数（歩行型も含む）
 pn = 人口、 pn' = 農業就業人口

今、昭和57年、宮城県のそれぞれについてみると次のようである。

$$\begin{array}{ll} dn = 132 \text{ 名} & dn' = 12 \text{ 名} \\ vn = 987,108 \text{ 台} & vn' = 100,270 \text{ 台} \\ pn = 208.2 \text{ 万人} & pn' = 16.5 \text{ 万人} \end{array}$$

これを(1)及び(2)式で整理して比較すると、車両死亡率では交通事故死が0.014人に対して、農業機械のそれは0.012人で、前者が僅かに多い。一方、万人死亡率では交通事故死が0.66人であるのに対して、農業機械のそれは0.72人となり、後者が万人当たり0.06人多い。この両者の比較でみるかぎり、農業機械による死亡事故の発生頻度は交通事故死と同様であることがいえる。

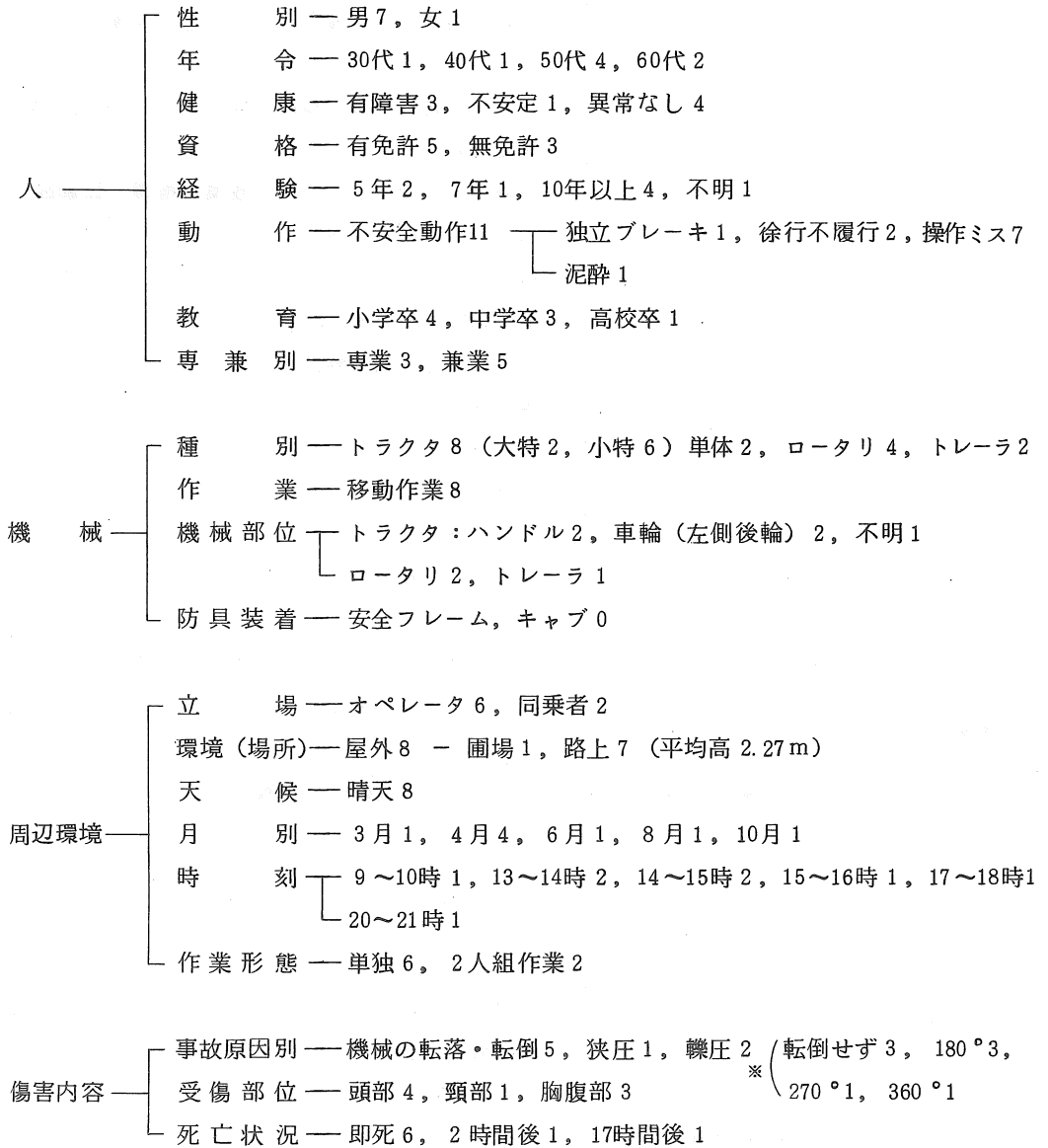
(2) 事故報告書の内容誤記

当該市町村役場から、県農政部に報告された12名の死亡事故報告の記載内容に事実と異なる点が次のように多く見られた。

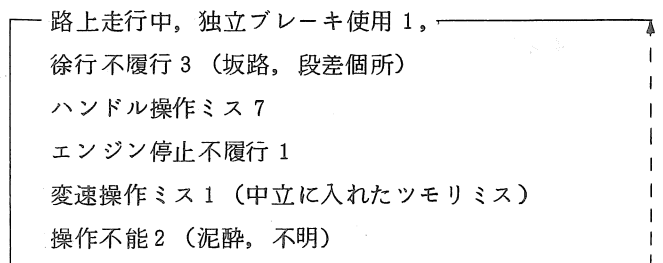
報告12件中、年令2件、発生場所3件、作業の種類8件、使用機械2件、傷害部位5件、事故の状況8件、計28件で、報告内容延件数72件の約38.9パーセントである。この原因は、役場職員が又聞きによって報告した結果であり、農村社会の一面が伺える。

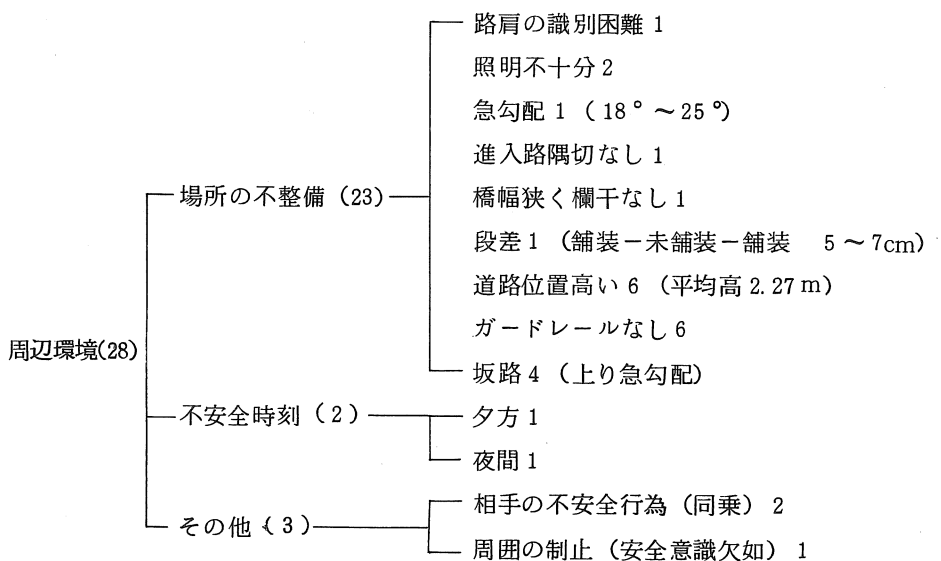
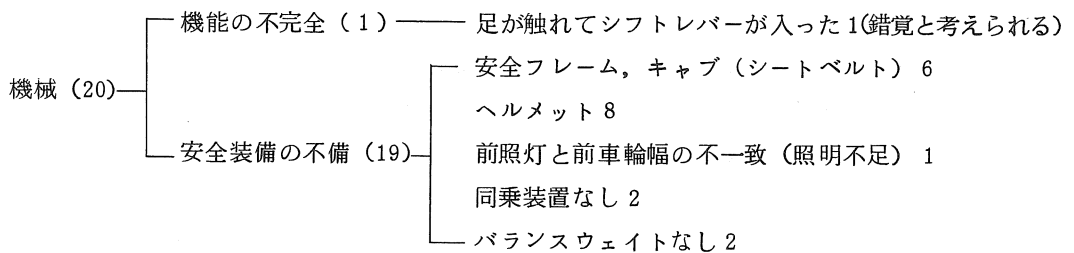
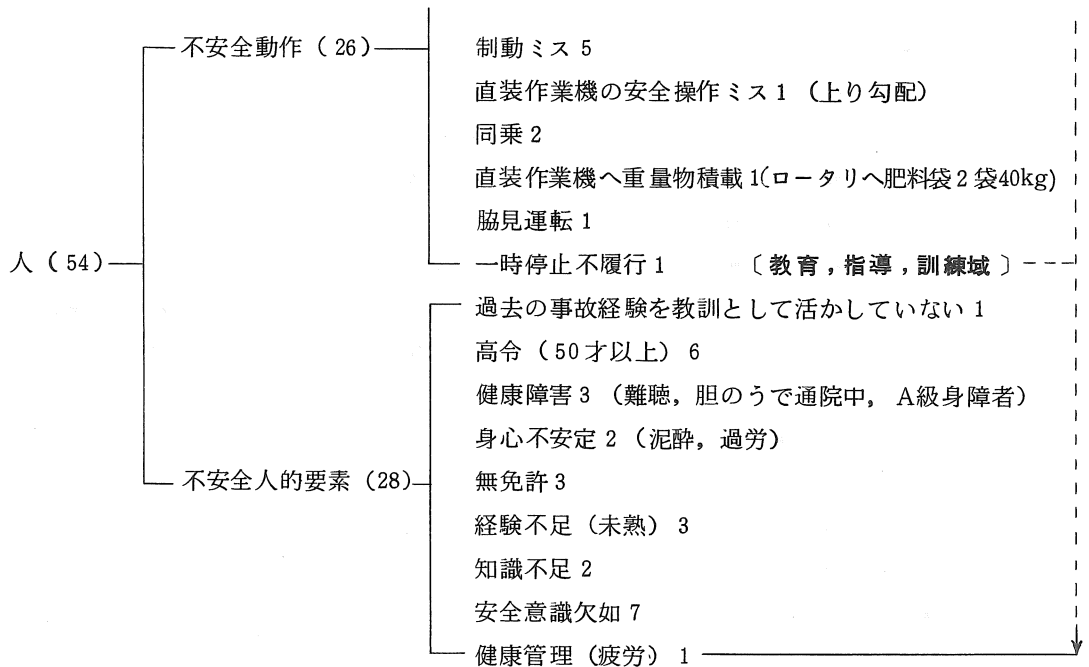
事故報告書は、このように信頼度が低く、これから事故実態の分析を行う事は正確性を欠く事になり、取扱いには注意する必要がある。

(3) 事故事象分析結果



(4) 死亡災害要因分析結果





4 考察

(1) 人について

50代以上の高令者に事故の集中がみられる事は年代的にみて身体的な問題を伴ない、同時に機械操作上の知識理解に欠けており、不安全人的要素や不安全動作を生む為である。これが運転操作に遵守すべき最も基本的な事項に現われていることからもうなづける。又、経験年数についても、兼業農家の事故が多い事と併せて、農繁期の短期間のみに限られるので結局、未熟練のまゝ経過している結果といえる。

今、宮城県の兼業農家は92.8%、50代以上の農業就業人口は57.9%という現状を考えると重要な社会問題であるといわざるを得ない。

これらの対策は教育、指導、訓練域に入るものである。

(2) 機械について

事故が移動作業中のみに発生している事は、場所の不整備と併せて、2軸4輪トラクタの車体重変移に関する力学的な知識理解に欠けている点が指摘される。機体の転倒は180°、270°、360°(2回転)の様相がみられ、高所道路程、その度合が大きい。これにはガードレールの設置と共に安全フレームや安全キャブの装着が有効である。しかし、従来最も普及台数が多く、又、事故の多かった小型特殊に属する乗用トラクタへの適用が除外されておったが、昭和59年より基準を改正して、この装着が促進されることとなった。又、全ての事例に人体の転落がみられることから、シートベルト及びヘルメットの着用も同時に義務づけられるべきである。この必要性は傷害内容をみると一層明白となる。

(3) 周辺環境について

場所が高所路上で、しかもガードレールが設置されていない不整備場所での事故が目立つ。

又、道路から水田への進入路に隅切がなく、

しかも18~25°の急勾配で60°の左折を要求されるような事例は圃場基盤整備の段階で既に問題があったものである。安全な機械化のためには、通常2mの隅切を設け、12°以下の勾配とすべきものである。

月別では春耕の4月に集中して事故が発生しており、作業の初期段階、つまり状態変化という外的条件によってエラーを起す点に注意をす

5 まとめ

以上の概括的な実態分析から、乗用型トラクタの転落・転倒死亡事故に対する安全対策は次のように要約される。

(1) 人については教育訓練の徹底を期す事、但し、行政の手から漏れる兼業農家や高令者に対しては、農家と至近距離にある販売店と行政の連携で当るべきである。

(2) 乗用型トラクタ全てに安全フレーム及び安全キャブの装着、シートベルトやヘルメットの着用など、防具の義務化を徹底する。

(3) 不整備場所、特に1.5m以上の高所道路にはガードレールを設置するなど、市町村単位に周辺環境のチェック体制を作って改善に当る。

報告に当り、調査に協力戴いた宮城県農政部、当該各市町村及び所轄警察署に謝意を表する。

参考文献

- (1)日本農業機械化協会 農業機械化広報No.153, 3-7, 1983
- (2)佐藤英雄 農業機械事故実態からの人間工学的研究の必要性 農機誌 37(3), 432-437, 1975
- (3)酒井学 あぜみちの人間工学 家の光協会 1977
- (4)浅井喜代治 現代人間工学概論 オーム社 1980
- (5)大島正光, 橋本邦衛 人間と機械の安全 人間と技術社 1971

農用トレーラの運搬特性に関する研究（第2報）

粗大物高積載時の側方転倒について

東北農試 木村勝一・伊藤信雄・菊池宏彰・小倉昭男・石原修二・篠崎浩之（現九州農試）

1 はじめに

前報¹⁾に報告したように、わらなどの粗大物を積載し農道走行を行った場合、トレーラがローリングし側方転倒を起す危険があったので、粗大物積載状態での転倒の可能性、それに与える要因についての検討を行った。

2 わら積載時の側方静的転倒角について

耕うん機用トレーラ（以下小形トレーラ）と乗用トラクタ用トレーラ（以下大形トレーラ）

表1 供試トレーラの諸元

トレーラ名	耕うん機用 トレーラ	乗用トラクタ用 トレーラ
長さ×幅×高さ m	3.45×1.35×1.43	4.35×1.90×2.95
重量 kg	210	1300
最大積載量 kg	500	2000
荷台寸法 m	1.80×1.03×0.32	3.00×1.80×1.90
タイヤサイズ	4.50 - 16	9.00 - 15
備考		自作わく取付

表2 わら積載時の静的転倒測定結果

トレーラの種類		耕うん機用トレーラ			乗用トラクタ用トレーラ				
積載物高さ (地上高)	m	0	0.53	1.49	0	1.45	2.13	2.82	
	m	(0.45)	(0.98)	(1.94)	(1.0)	(1.45)	(3.13)	(3.82)	
積載重量 (全重量)	kg	0	185	485	0	832	1242	1627	
	kg	(210)	(455) ¹⁾	(755) ¹⁾	(1300)	(2132)	(2542)	(2927)	
積載密度(わら水分15%換算) kg/m ³		-	68.9	83.9	-	98.4	99.9	99.1	
重心位置	地上高 m	0.490	0.737	1.092	0.930	1.218	1.417	1.656	
	車軸からの水平距離 m	0.323	0.302	0.173	0.627	0.587	0.582	0.561	
転倒時角度	転倒方法 ⁴⁾ ①	傾斜台 ³⁾ 度	52.0	36.8	22.0	33.0	26.5	21.5	18.5
		トレーラ荷台度	52.2	38.0	27.0	35.5	28.0	24.0	20.0
	転倒方法 ⁴⁾ ②	傾斜台度	51.0	37.0	22.0	34.0	25.0	21.5	17.5
		トレーラ荷台度	53.1	39.0	26.2	35.0	27.5	23.8	20.0
重心位置からの転倒角計算値 ⁵⁾ 度		48.7	36.3	26.8	35.2	26.4	22.0	18.0	

注. 1) オベ代用荷重60kgを含む 2) ヒッチ点地上高35cm時 3) 静的転倒角
4) 転倒方法①はトレーラ全体を側方に傾ける。②はヒッチを固定し片車輪のみをもち上げ傾ける。
5) 耕うん機用トレーラは α_2 の計算値, 乗用トラクタ用トレーラは α_3 の計算値(タイヤバネ定数23.5kg/mm)

に、乾燥わらを積載して積載毎に重心位置、静的転倒角を測定し、実測値と計算値を比較した。

(1) 試験方法

1) 供試トレーラと供試資材

主要な諸元を表1に示したトレーラに、小形トレーラには小束結束わらを、大形トレーラにはベラこん包わらを供試して積載した。

2) 測定方法

静的転倒角-①傾斜地においてトラクタとトレーラを連結した状態での転倒を想定し、トレーラ全体を傾斜台に乗せ傾ける、②農道走行中にトレーラの片側車輪が持ち上って転倒する状態を想定し、ヒッチ部分を床に固定して片側車輪を上げてトレーラを傾ける、の2つの方法でヒッチ点高さを変えて測定した。

重心位置-ヒッチ荷重の測定によって求めた。

(2) 結果と考察

測定結果を表2に示した。転倒方法の①と②

では差がなかったが、傾斜台とトレーラ荷台では両者に差が見られた。これは接地する谷側車輪のタイヤヒズミのためで、積載荷重の大きいほど差があった。ここでは実測静的転倒角として傾斜台の角度の測定結果を用いる。

道路交通法によって定められている最大地上高は小形トレーラ 2.0 m、大形トレーラ 3.8 m であるが、その場合のわら積載時の実測静的転倒角は 22.0°, 18.5°であった。

測定した重心位置から計算によって求めた転倒角と、実測した転倒角の比較を試み、計算値は次の 3 つの方法で求めた。

$$\alpha_1 = \tan^{-1} (D/H)$$

$$\alpha_2 = \tan^{-1} [A \cdot D / (HH \cdot L - BH)]$$

$$\alpha_3 = \alpha_2 - \alpha_k$$

$$\alpha_k = \tan^{-1} \{ (W1/K) / (DT - ST) \}$$

$$ST = DT / 2 \times \tan \alpha_2$$

G = 重心点 H = 重心高さ
 D = 輪距 W₁ = トレーラ車軸分担荷重
 L = ヒッチ点-車軸間距離
 A = ヒッチ点-重心位置間距離
 B = 重心-車軸間距離
 HH = ヒッチ点高さ
 K = タイヤバネ定数
 DT = タイヤ幅
 ST = 傾斜による谷側車輪接地点移動距離
 α_k = タイヤ変形による傾斜面

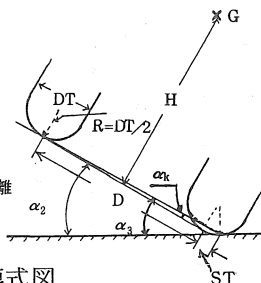


図1 転倒角 α_3 計算模式図

α_1 はトレーラを一つの剛体にみなした場合、 α_2 はヒッチ点高さを考慮し、ヒッチ点と車輪の三点支持として考えた場合、 α_3 は α_2 から谷側接地車輪タイヤ変形の角度を除いた状態を想定したものである。

大形トレーラの場合、実測値との比較を図2に表わした。 α_1 は重心位置が車軸と接近していると実測値との差は少ないと思われるが、供試機では実測値との差は大きかった。 α_2 は軽い積載量の場合実測値に近く、 α_3 は実測値に良く近似していた。

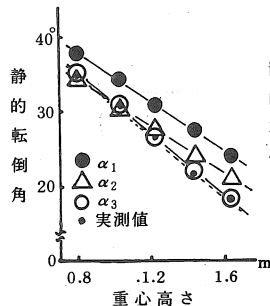


図2 重心高さ

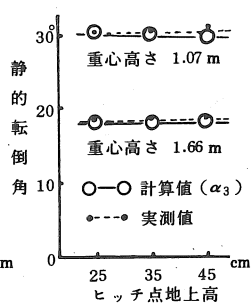


図3 ヒッチ点高さ

図2 重心高さと転倒角 図3 ヒッチ点高さ

α_3 について、ヒッチ高さを変えた試算結果を図3に示したが、実測値と同様に測定範囲内の差は小さく、実際の走行においてもヒッチ高さの影響は少ないと思われる。

3 大形トレーラの高積載時の障害物乗り越えと片車輪溝落下走行について

路上走行時の転倒を想定し、障害物乗り越えや、溝落下走行を行って積載条件別に転倒の起きやすい条件を知ろうとする。

(1) 試験方法

1) 積載方法と積載条件

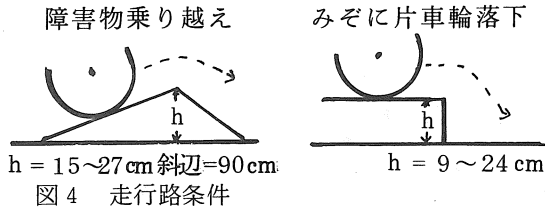
フレーム付大形トレーラに、さらに荷台内にわくを組み、水を満たした灯油用ポリタンクの入る位置によって、積載密度や重心位置を調節できるようにした。積載状態をわらの積載を主に考え表3のように4種類で行った。

2) 走行路条件

平担路上に図4に示す障害物や溝を作り、ト

表3 積載条件

積載条件 No.	①	②	③	④
積載高さ (地上高) m	1.6	2.8	2.0	2.8
積載重量 (全重量) kg	1,690	663	1,100	1,540
積載密度 kg/m ³	196	44	102	102
重心高さ m	1.42	1.46	1.43	1.76
重心位置(車輪から) m	0.53	0.58	0.55	0.55
静的転倒角度	20.5	21.5	21.7	17.2
静的転倒角計算値	22.3	22.4	22.5	17.4



レーラには転倒防止ステーを取付け、走行速度 $4 \sim 14 \text{ km/時}$ で走行した。標準空気圧は 3 kg/cm^2 前後と思われるが、実験では 1.5 kg/cm^2 と 4.5 kg/cm^2 の2水準で行った。乗り越えや落下下深さは、同一積載条件の中で転倒の起こる直前の高さ（深さ）の範囲にとどめるようにした。

3) 走行中の傾斜角測定方法

トレッドを広げたトラクタが障害物をまたいで、トレーラのみが障害物を乗り越えて走行し、左右に回転するトレーラのヒッチ部に取付けた変位計で、平坦路を走行するトラクタを基準にして、トレーラ本体の傾きを検出した。ヒッチの傾きの変位量はテレメータを介してデータレコーダに記録、解析した。

(2) 結果と考察

わら積載を想定した積載密度 100 kg/m^3 (積載条件③、④) を中心に、それより密度が大きく積載高さの低い① $1.6 \text{ m} - 196 \text{ kg/m}^3$ と、密度が小さく積載高さの高い② $2.8 \text{ m} - 44 \text{ kg/m}^3$ で走行した結果の走行中の最大傾斜角の主なもの障害物乗り越えを図5に表わした。

障害物乗り越え走行は、乗り越え直後に最も傾き、その後減衰振動した。最大傾斜角は高空気圧、高い障害物の乗り越えで大きく、走行速度は積載条件②を除いて中間速度の 8 km/時 で大きくなった。

片車輪溝落下走行の結果は、図6に表わしたように積載条件別の差は少なく、溝が深く、高い空気圧で傾きが大きく、低速走行において転倒しやすかった。

これら走行による障害物乗り越え高さ（溝深

さ）とトレーラ最大傾斜角の関係は $y = ax^b$ の回帰式に適合するとの報告²⁾があり、それから各種積載条件別に転倒が起きる障害物高さ（溝深さ）を推定し、その結果を図7に表わした。実際に転倒した事例は□印で表示した。

障害物乗り越えと溝落下の走行路条件で比較すると、溝落下の場合が低い落差で転倒しやすく、実際に転倒した重心の高い積載条件④では溝落下の 14 cm に対し、乗り越えは 22 cm の障害物高さで転倒した。

積載条件の中で同程度の重心高さである①、②、③の比較の結果、重量の軽い② $2.8 \text{ m} - 44 \text{ kg/m}^3$ が乗り越え、溝落下のいずれの走行条件でも低い落差で転倒すると想定された。

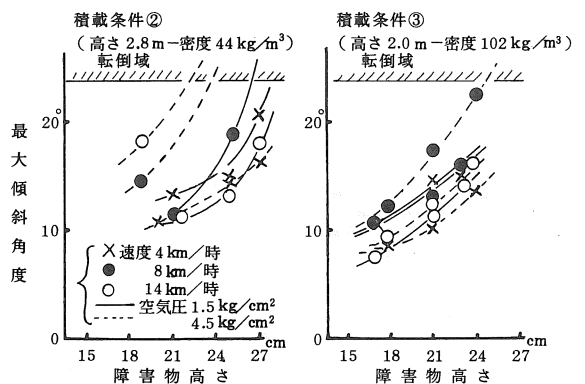


図5 障害物の乗り越えによるトレーラの傾斜角

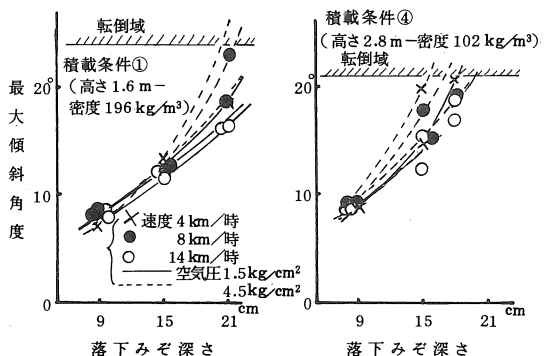


図6 片車輪みぞ落下によるトレーラの傾斜角

静的転倒時の山側車輪高さと図7に表わした乗り越えや溝落下によって起る動的転倒時の推定障害物高さ（溝深さ）の比を、静的転倒時の状態を1として図8に表わした。この比の値が小さいほど転倒しやすいことを示す。

障害物乗り越えでは、重量の軽い積載条件②が、高速走行ほど転倒しやすく、重量の重い積載条件④は逆の傾向であった。

片車輪溝落下は空気圧による差が表われ、高空気圧で静的転倒時の $1/3 \sim 1/2$ の落差で転倒が起ると思われた。高空気圧と低空気圧で落差を比べると、高空気圧走行においては、低空気圧より15%ほど小さい落差で転倒すると推定される。

以上のようなことから、障害物乗り越えより

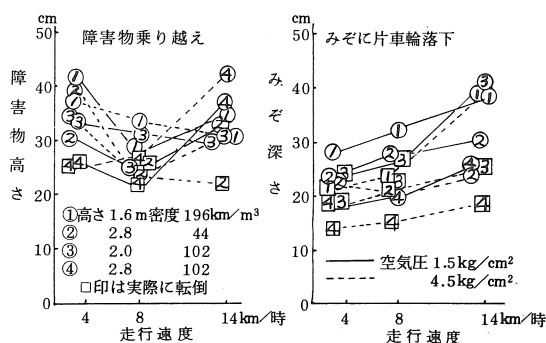


図7 転倒が想定される障害物高さ（みぞ深さ）

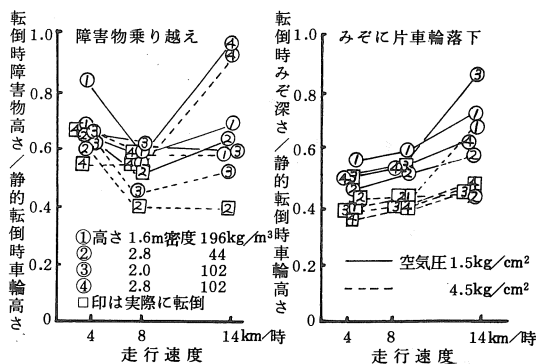


図8 転倒が想定される障害物高さ（みぞ深さ）比

溝落下の場合が一瞬に、しかも低速走行において転倒しやすい。空気圧はいずれの場合も高い場合にタイヤの反ばつ力が強くなって転倒しやすい。障害物乗り越えはタイヤの特性、障害物の高さとう配、積載重量によって転倒の起る走行速度が異なると思われ、今回の実験では8km/時を中心とした走行速度で転倒しやすかった。これを走行速度と障害物こう配からタイヤを上方向に突き上げる速度を計算した結果、0.4~0.7m/sであった。積載条件別では当然重心が高いと転倒しやすく、同一重心高さにおいては積載重量が小さいとタイヤの反ばつによって車輪がはね上げられ転倒現象を増長した。

わら積載を想定した積載条件から、農道走行において、静的転倒角の $1/3$ 以上の傾斜角を与えるような左右車輪の落差があると、転倒する可能性が大きいといえる。

4 まとめ

わらなど粗大物高積載状態での農道走行において側方転倒の可能性について検討を行った。

転倒しやすい走行条件は、障害物乗り越えより溝落下の場合で、路面状態によっては低速走行でも転倒しやすく、タイヤ空気圧が高いとこれらの現象を増長する。同一重心高さでは軽重量積載でタイヤ反ばつ力が大きく転倒しやすいことなどを明らかにした。

参考文献

- 1) 木村, 篠崎他: 農用トレーラの運搬特性に関する研究 (第1報), 農機学会東北支部報 No.28 (1981, 12), P 77~80
- 2) 川嶋通義・竹永博: 車輪の斜面超越時における運動軌跡の解析, 宇都宮大学農学部学術報告, 第10巻 第1号 (1977, 2) P 97~

農作業の変容と労働のひずみ*

新潟大学農学部 西井 学

1 はしがき

昭和35年は、わが国の社会・経済の一大転換点であった。この年から、産業及び生活における石油消費が始めて石炭のそれを上回り、石油優位のエネルギー消費構造が定着した。農用トラクタの普及も、この年始めて1万台をこえ、農業生産手段の機械化・施設化及び化学化が以後20年余の技術と労働に大きな影響を及ぼすようになった。

2 機械化・施設化及び化学化のメリット

基幹作目の水稲作についてみれば、10a当たり所要労力が約40%に減じ、動力利用時間はほぼ倍増した（農水省米生産費調査）。一方、乗用機械の普及は、施設化・化学化と相まって主要作業工程の単位時間当たりエネルギー消費の軽減や作業姿勢の改善に貢献した（表1）。

表1 稲作機械化段階別エネルギー消費の比較¹⁾

工程及び労働手段		労働代謝 (cal/体重kg/min)
耕 う ん	2輪トラクタ	60 ~ 105
	4輪トラクタ	25 ~ 55
しろかき	2輪トラクタ	58 ~ 90
	4輪トラクタ	24 ~ 55
田 植 え	人 力	62 ~ 90
	田 植 機	80 ~ 105
収 穫	か ま	90 ~ 120
	結 束 (人力)	80 ~ 115
	バ イ ン ダ	60 ~ 90
	い ね 束 運 搬 (人力) ²⁾	90 ~ 115
	コ ン バ イ ン	30 ~ 50
	も み 袋 運 搬 (人力) ²⁾	80 ~ 130

注. 1) 新潟大学, 富山技術短大, 労働科学研究所その他の成績により作表

2) 女性の人力作業, 他はいずれも男性の場合

3 機械化に残された問題点

(1) 跛行性 機械化は、作目別にも工程別にも一様に進められたわけではもちろんないから、現行農作業には、次のように低次から高次までの「人-機械」系が混在併存している。

- ① 機械としての人 大部分の人力作業
- ② 機械のなかの人 動力脱穀の組作業など
- ③ 機械を操作する人 トラクタ操縦など
- ④ 機械を管理する人 制御盤の監視など

現実には、比較的低次元の労働負担の重い「人-機械」系が特定のオペレータや女性に分担されていることも、機械化の影の部分の一表現として指摘しなければならない。

(2) 特定者への労働負担の集中 人力田植えの場合、経営主は主として作業員の配置、作業の進行、水のかけ引きなどの管理的労働のかたわら手植えにも従事していた。それが、田植機の利用（乗用形を除く）による変化によって、手植えの約30%増のエネルギーを消費するワンマン作業の操作者となった（表1）。もちろん機械の能率は人力のそれより高いから10a当たり消費エネルギーは機械化によって手植えの約1/3に減少するが、マイペース的作業の許される手植えと異なり、機械ペースに合わせながらたん水田で機械作業の精度を上げようとするれば、神経負担も大きくなる。手植え、機械植えの差による労働負担の軽重は、個別経営と生産組織を問わないが、いわゆる“うまい優良品種”作付率の増加により適期幅が狭くなりつつあることも機械オペレータへの負担集中を強めており、それが特に著しく現われるのが秋のコンバイン

* 昭和58年度研究発表会における特別講演

作業である。筆者のT県T市における生産組織の調査では、普通形コンバインのオペレータが作業遂行目標に追われるあまり、降車して休憩するゆとりもなく、穀粒タンクからトラックへのもみ移送の合間に、操縦席上でかろうじて握り飯で空腹をみたしている例さえみられた。

4 婦人労働の比重増大と問題点

昭和30年代中期から、経済の高度成長による基幹的農業労働力の他産業への大流出は、“三チャン化”の表現そのままに、農作業における婦人の担当分野をいやおうなく拡大し、労働負担を強化させた。昭和35年と50年代始めにおける産業別基幹従事者の男女比は、他産業合計ではほぼ6：4を維持しているのに対して、農業では6：4が5：5ないし4：6に変わっている。農作業の女性に伴って生じている問題の二、三をのべる。

(1) 女性化の進んだ作業種目とその特性

農水省の各種農産物別生産費調査の中の作業工程又は操作別・性別所要労働時間を昭和45年か

表2 婦人労働への依存度からみた作業工程の類型化試案

類型	作業の特性	最近の婦人労働依存率	近年の依存率の変化	作業工程の例
A	1. 単純なくり返し手作業	≧ 50 %	不変～上昇	除草、大部分の手収穫、選別
	2. 器用さを要するくり返し手作業	≧ 50 40～50	↑	野菜播種、りんご交配、摘果 野菜定植、みかん交配、育苗
	3. やや筋力を要する雑作業	≧ 50 10～50	不変	野菜収穫残渣片づきくわ結束、解束
B	1. 筋力を要する準備・あとしまつ作業	< 30	上昇	一部の整地、乳缶搬出
	2. 生育成果・収量に關係する技能的作業	< 30	↑	かん排水管理、乳牛管理、搾乳、せん定
	3. 機械化された粗大作業	< 30	↑	大部分の整地
C	1. 機械化が進みつつある作業	≧ 40	下向	りんご防除、茶収穫
	2. 技能変化が著しい作業	≧ 50	↑	養蚕の各作業
D	1. 生育収量に關係する技能的作業	< 30	下向	りんご、茶の施肥
	2. ほとんど1人で機械を操作する作業	< 30 < 30	不変	乳牛飼料調製給与 稲管理
		< 30	↑	野菜出荷

ら50年代前半に至るまで調べ、その結果を概括考察したものが表2である。これによってわかる主なことは、① 機械操作及び作物・家畜の生育調整の基幹にかかわる作業（施肥・防除・飼料配合など）は、依然として主として男性の手に握られている、② 女性特有の単純なくり返し作業に対する耐性や手先の器用さに依存する作業（苗の定植、間引、生産物の選別など）や、収穫後の残渣のあと片づきの作業は、比較的筋作業強度が大きいにもかかわらず、女性への負担に傾斜を強めている、③ 主要機械の操作が主として男性に依存していることに関連して、それに直接付帯する補助的人力作業が婦人に分担され、しかもそれらには筋作業強度の大きいものがかなり多い（表1、コンバイン操作ともみ袋運搬、バインダ操作と刈り稲束運搬との比較など）があげられる。

(2) 作業の運行、管理における自主性の不足

個別農業経営の中で、経営主に比べて主婦達の地位が社会的により従属的であることは一般にいわれているが、N県K町及びT県I町における筆者の調査でも、「私たちは経営者の1人であるという自覚よりも、労働者であるという感覚が強かった」と率直な反省を回答した主婦が60%をこえていた。このような従属的性格は、これらの主婦が生産組織に出役したときに顕在化する。表3は、K町の一兼業農家の同一主婦の作業実態を約1週間追跡した結果の一部であるが、自家水田湿潤地の手刈りよりも、筋負担のはるかに小さいライスセンターにおけるミシンかけ出役の方がフリッカー値低下率が高い。これには、後者の場合、施設の流れ作業全体のごく一部を手先で終日反覆する単調労働であること、取り扱う作業対象が自ら栽培した稲とは異なり、ドライストアで混合された所有権帰属不明確な共同的生産物であることが対象に

表3 自家作業と出役作業との一、二の生理的徴候の比較

区 別	主 作 業	実 作 業 時 間	心 拍 増 加 率	フリッカー値低下率
自 家	稲刈り(かま)	513 min	25～58 % (平均47)	平均 0.8 %
	はさかけ			最大 1.8
出 役	もみ袋ミシンかけ	405	4～7 (平均6)	平均 3.4
				最大 4.8

対する愛情を發揮させにくくしていることなど、いろいろの理由が考えられよう。

又、同じ町の他の小生産組織の葉たばこ収穫共同作業での疲労自覚症状調査(産業衛生学会法)では、Ⅰ群とⅢ群の訴え率には男女間の有意差がみられなかったのに、Ⅱ群(精神的疲労)に関する限り、作業管理に当たる男性群よりも単純出役者である主婦達の疲労訴え率が有意(P=5%)に高かった。

一般に、生産組織の作業では、専農の男性が管理に当たり、主として兼農から出役する主婦達はその監督のもとに細分化された作業の一部を終日繰り返す。このような単調作業条件では、先にみた自家経営における経営主への従属性(主体性の不足)が一層増幅され、作業の自己疎外感が強められる結果、フリッカー値の大幅低下や疲労自覚症状の訴え率増大がもたらされるのではなからうか。

5 作業災害及び健康障害の深刻化

機械化のもたらした影の作用として、物理的・生理的な福祉の損失にふれないわけにいかない。農水省調査は、農作業死亡事故件数は50～56年の間にはぼ350～420^件/_年であり、ここ2、3年は360件台となって減少傾向にあるという。しかし基幹的農従者1万人あたり頻度は、上記の数年に倍増しているのが事実である。死亡に至らない事故でも、その治癒所要時間が長期化している(日本農村医学会 昭和46年以降逐年調査)。さらに、機械・施設に直接起因する振動・騒音や間接に起因する粉じん・農薬、不

適温・湿度などによる健康障害も、大きな社会的問題とされながらも、積極的好転の確証がみられない。不具・廃疾などの後遺症は、瞬間的に発生する物理的事故のみにとどまらず、ある期間の影響の蓄積的結果としての健康障害にも、ほとんどすべての場合、伴ってもたらされることに注意すべきである。

6 むすび

先進工業国の中で、日本ほど、農業・農村・農民が軽視されている国は、今日、なさそうである。社会的・経済的に誤まったこういう観念の是正が、迂遠ではあっても、農業労働の歪みをただすもっとも基本的対策である。

エルゴノミクスの領域に限って、今後における農業労働力の一層の老令化・女性化・生産組織化の流れの中で、働くものの自主性を回復し、労働の自己疎外を防ぐには、ハードの面では機械・施設・化学資材の安全性向上が求められる。ソフトの面では、① 組織内で補助的立場にある老人、女性にも全作業システムの理解を強めること、② 職種の適時転換、③ 流れ作業方式の改善(例 ターンテーブル方式の組込み)、④ 休憩の適正配分などがあげられよう。同時に忘れてはならないことは、機械化による生産性向上は、作業内容の単純化と人間疎外をほとんどの場合に伴わずにいないという観念を前提として、生産から生活を通じて、人間性回復のゆとりを含んだ農村システムを探し求めることであろう。

ひまわり栽培の機械化に関する二、三の知見

東北農試 矢治幸夫・三浦恭志郎・深澤秀夫・月館鉄夫
大分県農業技術センター畑作部 三苦功吉

1 緒 言

ひまわり (*Helianthus annuus*) は、観賞用に栽培されるほか、種々の用途を目的として、各国で古くから栽培されてきた。現在では、食用油の原料を主目的とし、スナック原料、工業用油原料、試験的には燃料用として、さらに飼料用としては、子実をペットの餌に、またホールクロップサイレージ原料として単独に、あるいはトウモロコシと混播して、栽培されている。

最近、我が国では、ひまわりの成育期間が短いこと、作付体系にキク科植物を組込むことへの興味等から、主として北海道・東北地方での試験的栽培が始められており、さらには養蜂面では蜜源植物としての興味を示す関係者もある。

我々は、このような背景のもとで、油料作物としてのひまわり、したがって子実を収穫する方向、をイメージしながら、現有機械を用いた栽培を行うとき、どのような問題点が生ずるかをみるため、昭和58年度に2品種、10aの試験栽培を行い、若干の知見を得たので報告する。なお、ひまわり油は良質な食用油といわれるが、外国産輸入品の価格が1kg当り約85円と安いいため、かなりの低コスト生産が可能でも、必ずしも将来は明るくないようである。しかし、前記のひまわりの特長を考えると、機械面からのチェックは必要と考える次第である。

供試圃場は、当场黒ボク土壌の熟畑で、オーチャードグラス跡地をプラウ、ディスクハロー、ツースハローで耕起・砕土・整地し、10aに2品種(台南選1号、IS 897)を栽培した。

これら品種の種子入手に当たっては、それぞ

れ全農営農開発部及びホクレン中央研究所のご厚意を受けた。さらに、栽培面では、青森県農試畑作部の那須曠正部長(現青森県畑園試次長)及び伊東秀剛技師に多くのご教示を得、また、栽培末期に発生した病害の病原同定は、当场環境部病害研究室本田雄一主任研究官に負う。記して感謝の念を表す。

なお、緒言の部分を書き記すに当たって参照した文献名は記載を省略する。

2 播種・管理作業

まず、供試2品種の種子の形状等を表に示す。供試両品種共、たてが10~11mm程度で細長い楔状であるため、ロール式、ベルト式等播種穴を用いる種子繰出機構の播種機では播種精度の確保は困難と考えられたので、吸引播種機による播種を試みた。供試した吸引播種機は東洋農機製TVS-4型(4条用)である。まず、播種板、吸引圧、セレクトアの最適条件を求めるために、定置での繰り出し量の試験を行った。その結果、

表 供試ひまわり種子の形状

品種名	長さ mm	幅 mm	厚さ mm	100粒重 g
IS 897	10.36(0.395)	5.79(0.236)	3.67(0.472)	6.05(0.247)
台南選1号	10.87(0.680)	5.41(0.598)	3.83(0.532)	6.15(0.143)

()内は標準偏差

図1に示したように、種子繰り出し量は作業速度の影響は少ないが、吸引圧が高くなると播種穴に2粒以上吸着される可能性が高くなり播種量が増した。特に、セレクトアの調節が種子繰り出し量に大きな影響を与え、セレクトア目盛が小

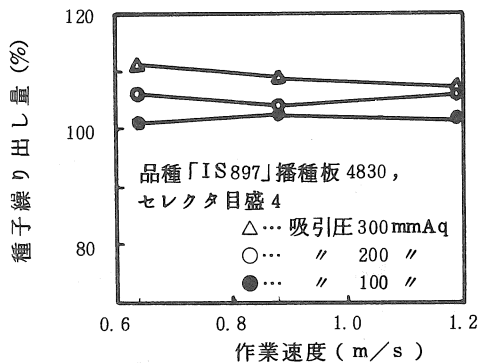


図1 吸引圧、作業速度と種子繰り出し量

さいと種子の吸着ミスが増し播種量が減少し、セレクタ目盛が大きいと、2、3粒吸着する播種穴が多くなる(図3)。この原因は、前述したように、ひまわりの種子が長い楔形であり、比較的種子重さが軽いため、播種穴に吸着される姿勢が様々で、吸着が不安定である。したがって、セレクタによる種子の吸着姿勢の制御、

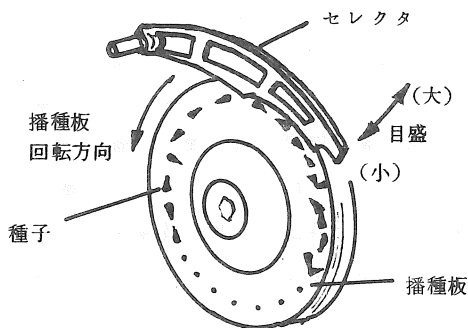


図2 セレクタの作用(模式図)

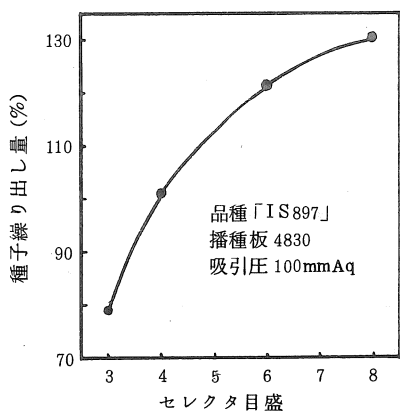


図3 セレクタ目盛と種子繰り出し量

すなわち余分な種子の排除の影響を大きく受けたと考えられた。これらの結果から、播種板は4830(48穴、3φ)を用い、吸引圧は100mmHgに下げ、セレクタ目盛を4程度とすることで1粒点播がほぼ可能であることを見出し、この条件で実作業を行った。なお、播種日は6月8日、条間は71cm、株間は15cmとし、播種量0.55kg/10a、施肥量96kg/10a(高度化成12-16-14)とした。株立数は約9,000本/10aが得られたが、覆土厚さを2cm程度と浅く設定したところ、圃場の凹凸により、畦によっては一部覆土が不十分となったため、発芽が不齊となり、初期生育にも差を生じた。また、発芽後、一部分がネキリムシや鳥による被害を受け、補播を行った。

雑草防除は、播種直後にラッソー乳剤300ml/10aを100ℓに希釈し、ブームスプレーヤーで散布した。その後、播種後40日目に、人力によるホー除草を行ったが、ひまわりは生育が旺盛であり、かつ広葉で畦間を覆うため、雑草の発生は少なかった。

播種後、6、7月は低温の日が多かったが、生育は順調で雑草も少なく、また倒伏もほとんど認められなかった。しかし、完熟期に至って、隣接したトウモロコシ圃場との境目の一部から、立枯れ状態が急激に広がり、一部は中折れを呈するようになった。これは、当场環境部本田技官により、ひまわり黒斑病(*Altenaria helianthi*)によるものと病原が同定されたが、病原菌の伝播経路は不明である。

この経験、及び北海道で多発するといわれる菌核病の対策を機械作業面から考えると、播種前の種子消毒、さらに、生育期間にはダコニール水和剤を2~3週間おきに散布するとよいとされているが、生育期の薬剤散布は、生育初期(草丈40cm程度)まではトラクタ+ブームスプレー

ヤで作業が可能であるが、これ以降は、トラクタ最低地上高(30~40cm程度)の制約から、畦内へ入っての散布作業は困難となる。今回の黒斑病の蔓延が、8月中旬の開花後の高温多湿条件であったことから考えると、ブームスプレー等による薬剤散布作業は難しく、栽植密度を低くする等の対策も必要となろう。

3 収穫作業

上記の如く、ほとんどが枯死した状態のみまわりと、一部緑色を呈する健全なひまわりを供試し、収穫作業について、二、三の検討を行った。

(1) 普通型コンバイン

4輪トラクタへの半装架形であるコンバイン(JF MS 910, 刈幅3m)を供試し、まず、直接収穫を試みた。同機は機構上の制約からカッターバーの最高刈高さ60cm, リール下部高さ110cmと低いため、この最高状態で刈取ったが、ひまわりの草丈が約180cmと高いため、リール前端でひまわりを押す形となり、作業不可能であった。したがって、本機の使用を前提とするならば、リールの前上方への作動範囲拡大のための改造が必要と認められる。なお、アメリカにおける普通型コンバイン改造については文献1)に記載があり、ソ連の改造例としては、刈取部を高く設置して、残穂刈倒しのための回転刃を刈取部プラットフォームの下方に設けたヘッダーアタッチメントが報告されている²⁾。

ついで、供試機の脱穀選別部の作用状態を知るために、鎌で刈高さ10~15cmに刈取ったひまわりを、定置状態のコンバインに人力で供給して試験を行った。なお、供試コンバインはラスパーシリンダを使用している。前述したように材料のほとんどは枯死した状態で材料水分も低く(花托, 茎稈共に15%, 子実16%), 茎稈

も砕けやすく流れが良く、脱粒は良好でこき残し粒はほとんど認められなかった。しかし、飛散粒は多く、選別ファン風速を低下させる必要を認めた。また、こぎ歯先端速度を10m/sと設定したが、損傷粒割合が約13%発生し、こき残し粒との関連でシリンダ回転速度を更に低下させることも検討の要があろう。一方、罹病していない材料を供給した時には、材料水分が高く(花托77%, 茎稈66%, 子実24%), 特に茎稈によりシリンダ部に詰りを生じた。一般にはこのようになり水分の高いのが常態であるから、できるだけ頭花部分のみが供給され、茎稈の供給を最少限におさえる刈高の選定が要請される。なお、アメリカで、コンバイン収穫に先立つパラコート散布による乾燥促進の試みが報告されているが、経済的にペイしない由である¹⁾。

(2) コーンピッカによる頭花収穫の可能性

コンバインによる直接収穫脱穀に問題があるとなれば、頭花部分だけを収穫して、乾燥後脱穀する省力化が課題となる。言いかえれば、現在鎌で根元から刈り、再度鎌で頭花部だけを切って集める方法の省力化の可能性の検討である。

我々は、ひまわりの頭花の直径が茎稈の直径よりかなり大であることに着目し、コーンピッカによる頭花収集の可能性を検討することとした。供試コーンピッカはフォードUS 601(PTO駆動)で、実験室内に定置した状態で、スナッパ部のみをモータで駆動し、人力で材料を供給して実験を行った。

極めて当然であるが、頭花部分の直径は16cm程度と茎稈の直径(1.5~3.0cm)より大きいものの、頭花の厚さは3.0cm前後と茎稈の直径とそれ程の差がなく、また柔かいので、スナッパロールの間隙が広いと、頭花は横になってロールの間隙を抜けてしまう。また、スナッパロー

ル間隙を最小として頭花がロール間を抜けられないようにした条件でも、頭花部分はあまり分離されず、すだれ状になった維管束で茎稈部と繋がっているものが多かった。これは、頭花の首の部分に節がないためと見られ、スナッパロール方式を利用するためには、ロール間隙をより狭くし得ること、あるいは、ロール後端部に切断作用を有するアタッチメントを追加する等の対策が必要となろうが、たとえそうしても、良好な分離切断作用は期待できないと認められた。

(3) 頭花の平型乾燥機による乾燥

頭花の内部は白色真綿状の軟組織で満たされており、非常に乾燥しにくく、頭花が重ならないように注意して風乾しても、床に接する裏面からカビが発生し易い。そのため、頭花を穀物用平型乾燥機に入れて、常温通風乾燥することを試みた。その結果、カビの発生もなく乾燥することができたが、図4に示すごとく乾燥過程は緩慢で、子実が15% (w.b.)、花托部が40% (w.b.) 以下になるのに約10日を要した。

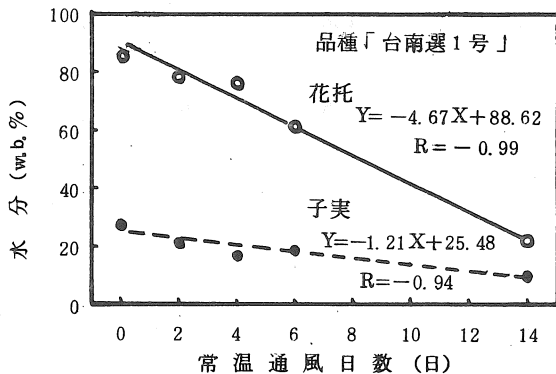


図4 ひまわり頭花の常温通風による水分変化 (昭和58年10月3日~17日)

ところで、この試験では、いわゆる半坪型の平型乾燥機を用いたが、堆積高さ40cmで約800個の頭花を収容することができた。これは我々の栽植様式で約0.9a分の頭花数に相当する。換算すれば、10a当り約7m³の容積を必要とすることになる。また、乾燥機への出し入れ、脱穀

機への供給に際するハンドリング上の問題もあり、大面積の栽培では直接収穫法が要請されよう。

(4) 脱穀作業

常温通風乾燥法で乾燥したひまわり頭花で、動力脱穀機(キセキKL-20B型)および軸流式スレッシャ(本田農機HFP型)による脱穀を試みた。

いずれの脱穀機もこぎ歯先端速度8~20m/sの範囲では、こぎ残し粒割合が0~0.2%とほとんど認められなかったが、損傷粒割合はこぎ歯先端速度が16m/sを超えると急激に増加する傾向を示した(図5)。したがって、動力脱

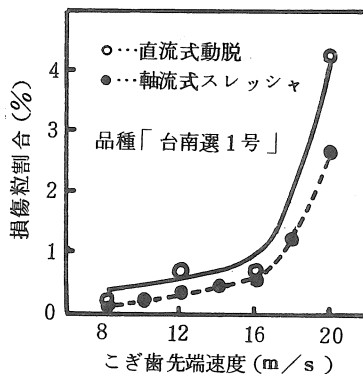


図5 損傷粒の発生

穀機、軸流式スレッシャ共に、こぎ残し粒割合よりも、損傷粒割合が規制要因となり、損傷粒割合を1%未満とするには、両機種ともに、こぎ歯先端速度を16m/s以下に抑えることが重要であると考えられた。なお、この時飛散ロスを減らすために、選別ファンの風速を通常より程度に絞る必要がある。

4 まとめ

子実用ひまわりの試作を通して、機械化作業上の知見を得たが、そのうちの問題点と認められた事項をまとめれば、次のとおりである。

(1) 草丈が高くなってからの防除作業法（早期の予防的薬剤散布を行わない場合など）

(2) 直接収穫脱穀では、頭花部分の刈取供給機構、頭花収穫では頭花の刈取方法

(3) 頭花乾燥法の能率化及び頭花のハンドリングの改善

参考文献

- 1) Allen, R. R., Wiese, A. F., Hudspeth, E. B. Jr.: Sunflower Plant Drying and Machine Harvest Efficiency - Southern Plains. Trans. ASAE, 1979, p 992-996
- 2) ひまわり収穫用アタッチメントPSP - 1.5
“農業の機械化”誌（キエフ），1979(7) P.15
(ウクライナ語)

農業機械学会東北支部役員選挙規程

第1条 この支部の役員を選出は、この規程による。

第2条 支部長（1名）の選挙は、全個人会員の直接無記名投票による。

第3条 幹事は12名とし、全個人会員の12名連記直接無記名投票による。

さらに、支部長の推選により若干名の幹事をおくことができる。

第4条 事務局長（1名）は幹事中より支部長が委嘱する。

第5条 常任幹事は4名とし、幹事中より支部長が委嘱する。

第6条 会計監査は2名とし、会員中より支部長が委嘱する。

第7条 投票による役員当選者の決定は次の方法による。

1) 得票数の多いものから順次当選とする。ただし、幹事は各県最低1名を含むものとする。

2) 得票数同数の場合は年長者を上位当選とする。

3) 任期中に欠員を生じた場合は、次点者を繰上げる。ただし、任期は前任者の残り期間とする。

第8条 役員選挙の結果は総会に報告する。

附 則

この規程は昭和58年7月20日から実施する。

草地用作業機械の走行時応答特性（第2報）

北里大学獣医畜産学部 田中勝千・本橋罔司・高橋俊行

1 はじめに

作業機械を設計する場合、実働時に作業機械がどの程度の大きさの力を受けるのか、またその頻度はどれ位なのかを知る必要がある。筆者らは、トラクタおよびディスクモータに加速度計を取り付け、ほ場条件（ほ場面の凹凸、草勢）が同程度の草地で行った2、3番草の刈取実験結果から、実働時に生ずる加速度の大きさとその頻度分布を最大最小法と振幅法によって示した。その中で、作業機械に生ずる加速度の大きさには、作業速度の影響が大きいことを明らかにした。¹⁾今回は1番草について実験を行ったので、前報での2、3番草の結果と比較しながら検討する。また、ディスクモータについては、上下方向に加え、左右および前後方向についての結果も合わせて報告する。

2 実験方法

(1) 測定箇所とねらい（図1参照）

実験方法は前報と同様であるが、ディスクモータの加速度計の取り付け箇所を、右ローアピン部からより地表面に近いフレームトランニオン部に移した。これは、右ローアピン部ではトラクタ側の振動の影響を受けやすいということと、できるだけ牧草の切断部に近いところの加速度の変化を測定したいという理由による。また、トラクタ後車軸上の取り付け箇所も、左軸上から右軸上に移した。これはトラクタとディスクモータとを比較する上で、位置的に都合が良いと考えられるからで、このことによって前報との比較が困難になるようなことはない。²⁾

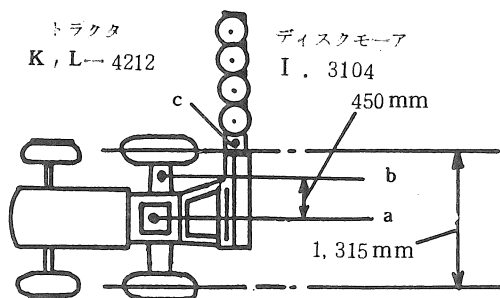


図1 加速度計取付部位

3 実験条件

対象とした牧草が1番草であることを除いて、ほ場条件、作業速度条件は前報と同様である。刈取した面積は平均して0.4〔ha〕、平均の収量は生草重量で10〔a〕当たり4.4〔t〕であった。

4 データ解析

データの解析は、前報と同様なので前報を参照されたい。

5 実験結果と考察

(1) 最大最小法による解析

最大最小頻度の累積値（百分率）を正規確率紙にプロットした時、これらが正規分布するのであれば直線上に並ぶ。

図2にトラクタ後車軸の場合の結果を示す。前報ではトラクタ後車軸および座席下部の場合、作業速度に拘らず正規分布することを示した。今回も前報同様直線で分布が近似された。1番草から3番草までの結果からすると、トラクタ後車軸の上下方向の加速度は、±1.5〔g〕程

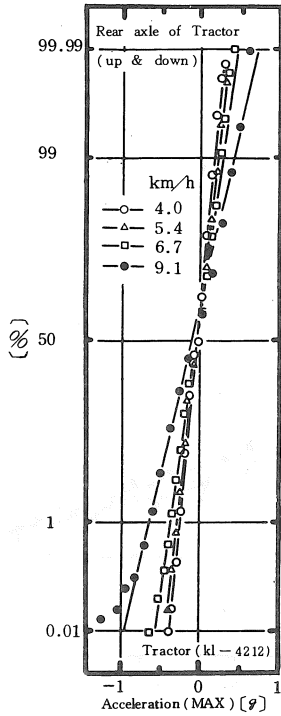


図2 後車軸上上下方向の累積頻度

度であった。また、座席下部の場合も同様で、加速の大きさ、分布ともトラクタ後車軸とはほぼ同傾向であった。

図3、4にそれぞれディスクモアの左右方向、前後方向の場合の結果を示す。両者とも、先に述べたトラクタ後車軸および座席下部と同様に正規分布していると思われた。トラクタの進行方向に対してディスクモアのフレームがほぼ直角に進むのだから、前後方向の加速度は牧草の抵抗により偏った分布をすと思われたが予想外であった。今回は1番草で草量が多いので、2、3番草より前後方向の加速度は大きかったが、その大きさは±1 [g] 程度であった。左右方向の加速度は番草による違いはみられなかった。

図5にディスクモアの上下方向の場合の結果を示す。図は高速条件(9.1 [km/h])で大きく直線からはずれている。これまでの数回

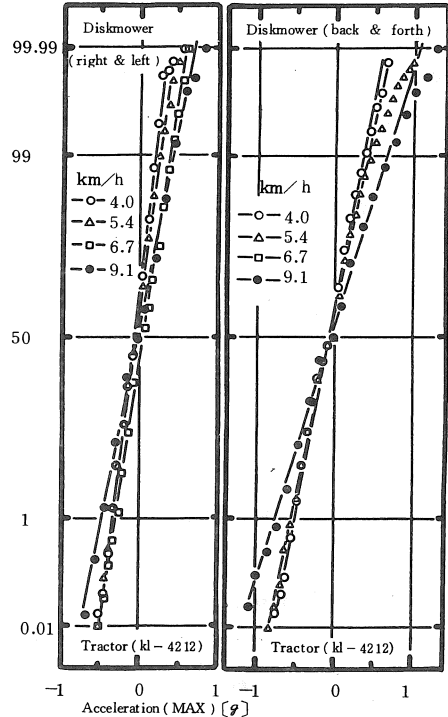


図3 ディスクモア (左右方向) の累積頻度
 図4 ディスクモア (前後方向) の累積頻度

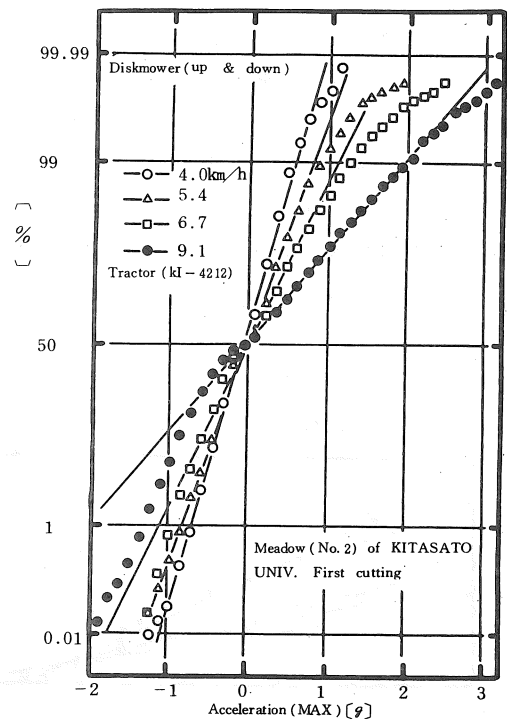


図5 ディスクモア (上下方向) の累積頻度

の実験結果からして、図のように正規分布とはみなし難い結果もあればまた逆の結果もあり、今後実験回数を増やすと同時に別の視点からも検討する必要があると思われる。加速度の大きさをトラクタ後車軸と比べると、速度条件によって異なるが2~6倍もの違いがあり、前報の結果とはかなりの差がみられたが加速度の大きさは±2~3〔g〕程度であった。

以上トラクタについて2点、ディスクモアについて3点の合計5点について、そこに発生する加速度の大きさおよび分布について考察した。その中でとくに正規性を考える場合、プロットが直線にのる範囲がどこまでなら正規とみなすのか、例えば累積頻度の1〔%〕以下および99〔%〕以上の加速度の大きい範囲も考慮すべきであるかどうかは判断しかねる。今後は、カイ2乗分布を利用する適合度の検定などによって、正規性の検定を行ってみたいと考える。

(2) 振幅法による解析

各図は前報での表示と異なり、横軸に1,000〔km〕当りの頻度を、縦軸に加速度をとってあるが、頻度分布そのものには変わりなく比較できる。また、振幅法による加速度の頻度分布は、アナライザの分析幅(スライスレベル〔g〕)によって頻度が異なるので、各図には0.1〔g〕当り、1,000〔km〕当りに換算した値をプロットしている。

図6はトラクタ後車軸の場合の結果である。前報での結果と比較すると加速度の大きさ、頻

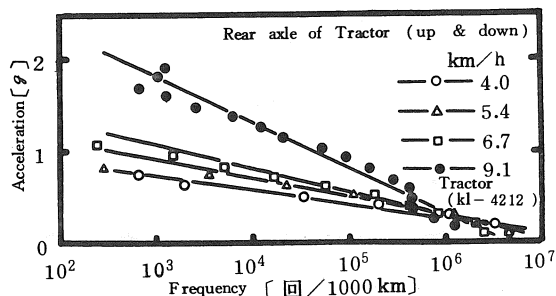


図6 後車軸上(上下方向)の振幅頻度

度とも同程度であり、(1)最大最小法による解析結果からしても、これまでの一連の実験は同程度のは場条件で行なわれたとしても差しつかえないことを裏付ける結果となったと考える。座席下部の場合の結果もトラクタ後車軸と同程度であった。

図7, 8はそれぞれディスクモアの左右方

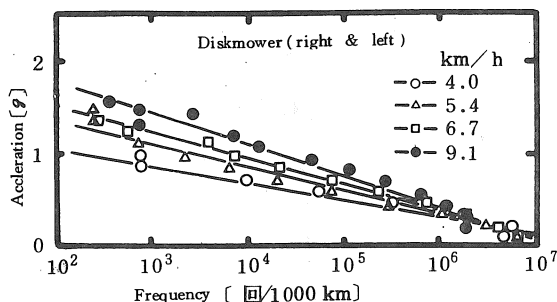


図7 ディスクモア(左右方向)の振幅頻度

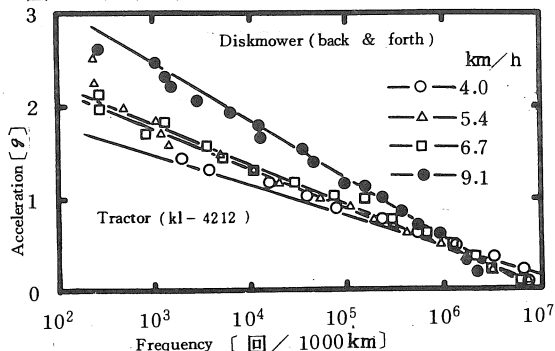


図8 ディスクモア(前後方向)の振幅頻度

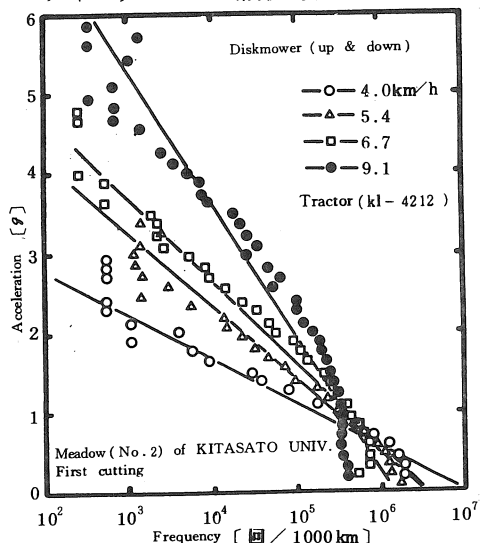


図9 ディスクモア(上下方向)の振幅頻度

向と前後方向の場合の結果である。左右方向の場合はトラクタ後車軸の場合と同程度であることがわかる。これに対し、前後方向の加速度は同程度の頻度でも加速度の大きさは約1.5倍である。この理由については(1)最大最小法による解析でも触れたので、ここでは2, 3番草の結果は左右方向の場合と同程度であったことを付記するにとどめる。

図9は、ディスクモータの上下方向の場合の結果である。他の結果に比べて格段に大きな加速度が作用しているのがわかる。

(3) 実験式について

$$G = K \ln (F/A)$$

G [g] : 作業機械に生ずる加速度

F [回/1,000 km] : 加速度の頻度

K [g] : 係数

A [回/1,000 km] : 係数

振幅法による解析結果を横軸に対数で加速度の頻度を取り、縦軸に加速度をとると、大部分の結果が近似的に直線とみなされたので上記のような実験式を選定した。係数A, Kは最小2乗法によって求め、これによって得られた回帰線は図上に実線として表示してある。相関係数は、測定箇所によらず0.96以上で高い相関を示した。

6 まとめ

北里大学付属農場採草地において、1番草から3番草まで2年間にわたって実験を行った。実験の都合上、同じほ場条件(ほ場面の凹凸、草勢)で繰り返しの実験ができないことに加え、できるだけデータの信頼性を高めるために、1条件について長時間(13~35分)の測定を行ったことから実験回数が少なかった。しかし、トラクタおよびディスクモータの走行時応答特性の一端が、実働時に生じる加速度の大きさとそ

の頻度分布によって得られたと考える。以下に実験結果をまとめる。

最大最小法による解析からすると、

(1) 速度条件に拘らず、トラクタ後車軸と座席下部の上下方向の加速度およびディスクモータの左右、前後方向の加速度は、それらの累積値を正規確率紙上にプロットすると、直線で近似され正規分布していると思われた。

(2) トラクタ後車軸と座席下部の上下方向の加速度の大きさおよびその分布は同傾向にあり、加速度の大きさは±1.5 [g] の範囲内にあった。

(3) ディスクモータに生じる加速度の大きさを3軸方向別に比べると、上下、前後、左右方向の順であった。この中でとくに上下方向の加速度は±2~3 [g] で、トラクタ後車軸の2倍程度の加速度が生じていることがわかった。

振幅法による解析結果からすると、

(4) いずれの測定箇所でも、 $10^6 \sim 10^7$ [回/1,000 km] 以下の頻度から、速度条件によって加速度の大きさに差異がみられた。

(5) 加速度の大きさと頻度との関係は、片対数紙によって大部分が直線として近似されるので、回帰線によって各々を推定することが可能である。

7 参考文献

- 1) 田中, 本橋, 高橋: 草地用作業機械の走行時応答特性; 農業機械学会東北支部報29, 28~31, 1982.
- 2) 近江谷, 松居: ほ場面のプロフィールに関する研究(第2報); 農機誌44(2), 293~297, 1982.

ディスクモアの刈取時負荷変動とその頻度

北里大学獣医畜産学部 本橋罔司・田中勝千・高橋俊行

1 諸言

従来の研究では農作業機の作業中の負荷は、平均の負荷（馬力）、最大最小の負荷（変動幅）を使って示されている。¹⁾²⁾ 作業機を設計する場合、平均の負荷も重要であるが機械の強度を推定する上ではむしろ変動幅と変動する負荷の出現頻度の方がより重要と言える。変動幅と頻度とから、機械の強度、寿命が推定されるからである。しかし、従来の研究結果からは負荷の変動幅を読み取れても頻度までは読み取れず、機械の寿命を推定することができない。頻度まで含めた報告例はトラクタに関する小池³⁾にその例を見るに過ぎない。そこで1例としてディスクモアの刈取時の負荷（トルク）変動とその頻度を求め、負荷の特性を知るとともに、寿命推定のための資料を得るべく、実験を行った。

2 実験装置と実験方法、データの分析

実験装置；表1に供試ディスクモア及びトラクタ概略仕様を示す。ディスクモアは輸入品で、大学農場で実用に供しているものをそのまま使用した。図1にディスクモアのトルク測定装置を示す。作業中のディスクモアのトルク変動を図1のスリップリング（ひずみゲージ式、新興SR型）で検出し、信号をデータレコーダ（TEAC, R71型）に記録した。

実験方法；表2に供試ほ場の条件を示す。いずれの刈取速度においても表2に示すような面積を回り刈りで刈取った。PTOをいずれの速度においても $\div 470 \text{ rpm}$ の一定に保ち、作業速度を $1.11 \text{ m/s} \sim 2.53 \text{ m/s}$ の間で4段階に変え、その時のディスクモアの刈取時トルク変動を

測定した。

表1 供試機の概要

トラクタ型式		L 4212
エンジン		30.9 kW (42 PS)
重量		1715 kg
ホイールベース		1800 mm
トレッド		1315 mm (後輪)
ディスクモア型式		3104
刈幅		1600 mm
ディスク数		4 (楕円形)
回転数		3,000 rpm / PTO 540 rpm
刈刃数		8 (ねじれ刃)
重量		385 kg
装着		3点ヒッチ

データ分析；負荷の頻度を求めるには負荷区分を決め、その区分中に入る負荷が何回出現したかを数えなければならない。最も簡単な方法はビジグラフ等で書き出されたデータを人間が読み取ることである。しかしこの方法では限られた量のデータしか処理できず、頻度を求められるほどのデータを処理できない。そこで疲労被害計（小野測器、SD-142、負荷区分64、

表2 ほ場条件とデータ長さ

ほ場	$\div 120 \text{ m} \times 50 \text{ m} / 1 \text{ 区画} / 1 \text{ 速度}$
草種	オーチャード主体、チモシー、 イタリアンライグラス
草量	約 4000 kg / 10 a, 水分 71%
草丈	1.1 ~ 1.2 m
ほ場の条件	3 ~ 5° の傾斜あり、採草地
刈取速度とデータの記録長さ	1.10 m/s (35 min), 1.50 m/s (20 min), 1.86 m/s (25 min), 2.53 m/s (14 min)

応答周波数 DC ~ 500 Hz) によってデータ処理を行った。SD-142 によるデータ処理は以下のように行なわれる。() 内はSD-142 以外の計器である。

(トルクピックアップ→動ひずみ計→データレコーダ) →波形処理(波形の山, 谷の検出), AD変換→マイクロコンピュータによる処理→頻度, 負荷の大きさ, 寿命消費率の書出し。

SD-142 による波形処理は4つの方法が同時に行える。この内, レインフロー法^{9) 10)}による処理が材料の塑性ひずみの変化との間に完全な対応があると言われているので, 本報告ではレインフロー法によって処理した。負荷区分は動ひずみ計(三栄6M72)の感度, SD-142の区分の仕方によって決り, 3.9 kgf·m (38.3 N·m) 毎となった。

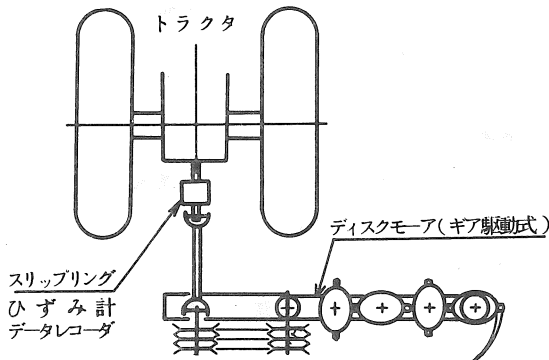
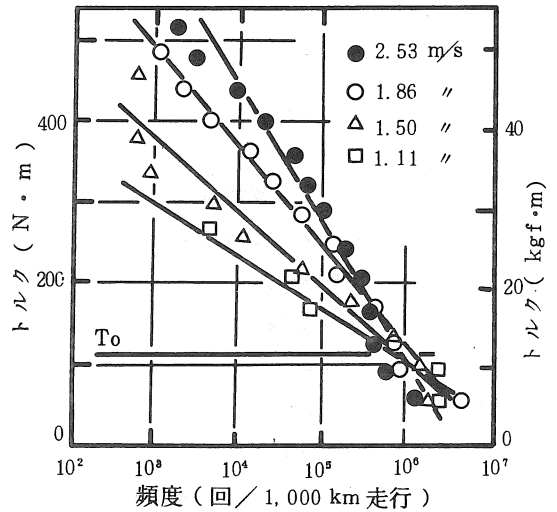


図1 実験装置

3 実験結果と考察

図2は実験で得られた14分~35分間の間のトルク変動とその頻度の関係を片対数紙にプロットしたものである。横軸は1000km 走行当りに換算した頻度である。



$$T = -27.11 \ln \left(\frac{N}{55.3 \times 10^6} \right), (\bullet)$$

$$T = -40.21 \ln \left(\frac{N}{13.1 \times 10^6} \right), (\Delta)$$

$$T = -54.51 \ln \left(\frac{N}{10.3 \times 10^6} \right), (\circ)$$

$$T = -73.71 \ln \left(\frac{N}{3.89 \times 10^6} \right), (\square)$$

図2 ディスクモアのトルク変動回数

トルクの変動回数はいずれの刈取速度においても $10.2 \sim 11.6 \frac{\text{回}}{\text{sec}}$ と一定しており, この変動回数はディスクに取付けられた刈刃の刈取回数と一致した。ディスクモアのトルク変動が刈取と, 同時に行なわれる草の搬送によって生じるものと思われる。

ディスクモアの1000km 走行当りのトルクと頻度の関係は片対数紙上ではほぼ有線になり, 作業速度が早くなるほど変動幅も大きくなり, 直線の勾配が急になった。回帰式を求めてみると図2の下に示すような実験式が得られた。これは材料の疲労試験で得られる実験式⁹⁾と同じ形である。そこで疲労限度を設定すると同様な考えから, 1m 走行した時に1回発生する変動トルクを基準とし, 図2中の実験式をまとめなおした。1m 走行当り1回発生する, 即ち 10^6 回の頻度を基準としたのは, これ位の変動負荷では材料に疲労が生じてはいけないであろうとする考えからである。

$$T_i - T_o = K \ln (N_o / N_i) \quad (1)$$

ここで

K ; 係数

N_o ; T_o に対する頻度 ($1 \times 10^6 / 1000 \text{ km}$ 走行)

N_i ; 頻度 / 1000 km 走行

T_o ; N_o 回発生する変動負荷 ($\text{N} \cdot \text{m}$)

T_i ; N_i 回発生する変動負荷 ($\text{N} \cdot \text{m}$)

N_o ($1 \times 10^6 / 1000 \text{ km}$ 走行) に対する T_o を求めてみるといずれの速度でもほぼ同じで $T_o = 109.8 \text{ N} \cdot \text{m}$ ($11.2 \text{ kgf} \cdot \text{m}$) / PTO 470 rpm となった。図2中の T_o はディスクモアの空転時のトルクで、 $11.5 \text{ kgf} \cdot \text{m}$ であった。

式(1)のKは図2の回帰線の勾配を示す。Kと刈取速度の関係求めたのが図3である。

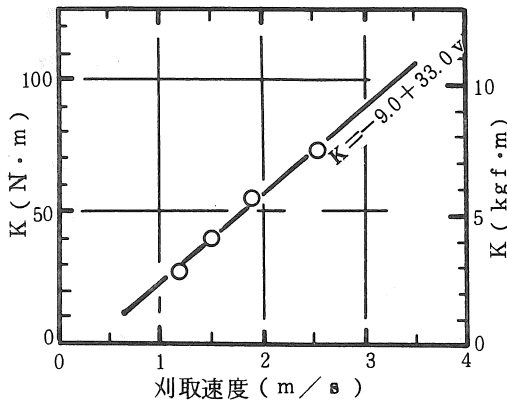


図3 刈取速度とKの関係

その結果、Kとv (刈取速度, m/s) との間には以下の式(2)に示す関係があった。

$$K = -9.0 + 33.0v \quad (2)$$

式(1), (2)に対する考察を行ってみると、ディスクモアの負荷変動の頻度が刈刃による刈取に原因しているのではないかと思われた事から、 N_i はは場の条件によらないと考えられる。従って、ディスクモアの寿命を1000haの刈取

(8,000 ~ 10,000 km 走行) と仮定すれば、寿命

中に受ける負荷変動は図2の10倍程度と予想される。

Kは刈取速度だけでなく、草量など、は場の条件によっても変って来ると予想されるが、その程度については分らない。Kが大きくなるほど、負荷変動が大きい事になるが、ディスクモアの負荷変動が何故これ程までに大きいのかについてははっきりしない。しかし、観察によると凹凸の激しい所ではディスクが地面に接触していたことから、大きな負荷変動がこれに原因しているのかも知れない。

4 まとめ

ディスクモアの負荷変動と頻度を求める実験を行い次のような結果をえた。

- (1) ディスクモアのトルク変動はほぼ刈刃の刈取回数と一致した。
- (2) 刈取速度が増すほど変動幅は大きくなりトルクと頻度は(1)式のような形に表わせた。

参考文献

- 1) 北海道農試; 草地飼料作の機械化に関する研究; 昭和57年度, 同58年度
- 2) 武田, 鳥巢, 伴野; ロータリーモアの所要動力について; 農機学会東北支部報No28
- 3) 小池, 田中; トラクタフレームの構造強度に関する解析; 農機学会誌38(2), PP169 ~ 175 (1976)
- 4) C. C. Osgood; Fatigue Design (2nd Edition) P 41, Pergamon Press (1982)
- 5) V. P. コガエフ (大橋訳); 信頼性設計の基礎, PP22 ~ PP125 ~ 137, 森北出版 (1982)
- 6) 小野測器資料

テストグレーダ及びロータップシェーカの選別性能について

山形大学農学部 赤瀬 章・土屋功位

1 諸 言

これまで、回転米選機の試験¹⁾において、その選別精度を供試材料中の小粒量に対する回転米選機による網下物の比で表し、判定の目安としてきた。その際材料からサンプリングしたものをロータップシェーカ(Ro-Tap Shaker)で粒径分析し、スリット幅以下の含有率に材料量を乗ずることによって材料中の小粒量を推定した。それによると上記比はしばしば1以上になった。その理由として回転米選機は回転運動で選別するのに対し、ロータップシェーカは平面内の振動で選別しており、そのような選別形態の相違が影響するものと考えられる。そこでロータップシェーカ(平面運動)とテストグレーダ²⁾(Test Grader)(回転運動)を取り上げ(共に回分式)両者の選別特性を調べてみた。さらに選別に大きな影響を及ぼすスリット幅についても検討した。

2 実験装置及び方法

(1) テストグレーダ

テストグレーダは八角形のスクリーンを水平にセットしたもので、その構造を図1に示す。

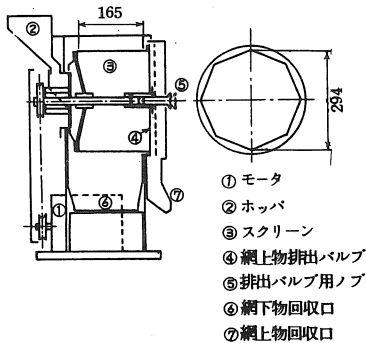


図1 テストグレーダ

供試したスクリーンのスリット幅は1.8mm、回転数は70rpmである。目詰りはスクリーンに弾力性のある板を押しあてて防止している。

(2) ロータップシェーカ

ロータップシェーカは重ねた数個の標準ふるい(直径120mm)を振動することにより選別するもので、その構造を図2に示す。ふるいのス

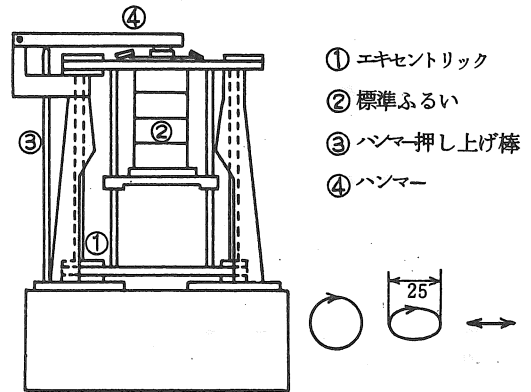


図2 ロータップシェーカ

リットを上から徐々に小さくし、最上段に材料を供給すると1度にいくつかのサイズフラクションに分類することができる。ふるい部は長軸25mm 短軸12.5mmの楕円運動をし、その振動数は290cpmである。目詰り防止のためハンマー④が取り付けられ、その衝撃数は156tap/minである。

(3) 実験方法

大粒、中粒、小粒を一定の割合で混合した材料をテストグレーダ及びロータップシェーカに供給し、その網下物重量を測定する。大粒はスリット幅2.0の回転米選機を2回通した網上物であり、中粒、小粒はロータップシェーカで選

別した。粒径は中粒 (1.8 ~ 2.0), a (1.6 ~ 1.8), b (1.4 ~ 1.6), c (1.2 ~ 1.4) である。

3 実験結果及び考察

(1) テストグレーダ

テストグレーダへの供給量を変え、累積網下物の経時変化を調べた (図3)。供給量が比較的大である 750 g では選別に長時間を要するが、250 g では約15秒で小粒の大部分が選別されている。そこでさらに選別時間の短い場合について網下物を測定した (図4)。縦軸の網下移行率は供給小粒量に対する累積網下物の割合である。ところでテストグレーダではホッパに材

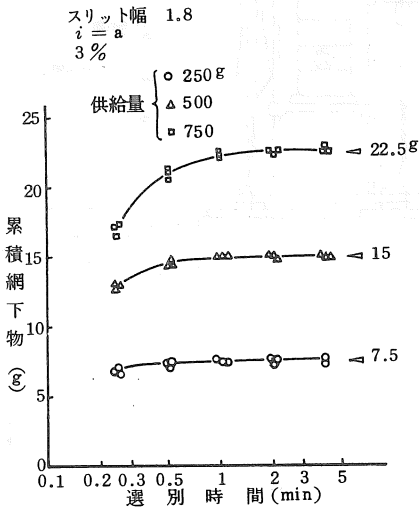


図3 累積網下物重量 (テストグレーダ)

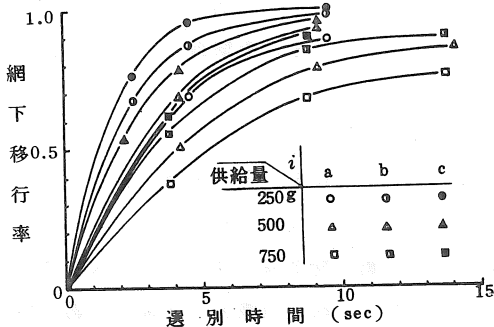


図4 網下移行率 (テストグレーダ)

料を投入すると、スクリーンに供給が完了するのに時間がかかる。選別時間が短かいと供給時間が問題になる。そこで供給量 x (g) と供給時間 y (sec) の関係を調べた結果

$$y = 0.00325x + 0.25 \dots \dots \dots (1)$$

となった。図4の選別時間は式(1)から求められる供給時間の $\frac{1}{2}$ を補正した値である。図4から網上残留率 R_i が 0.5 と 0.2 における選別速度定数 λ_i を算出した (図5)。なお R_i, λ_i は選別時間を t (sec) とすると

$$R_i = 1 - \text{網下移行率} \dots \dots \dots (2)$$

$$\lambda_i = -\frac{1}{t} \ln R_i \dots \dots \dots (3)$$

で表される。小粒のサイズフラクション、供給量を変えても R_i が 0.5 と 0.2 で λ_i にはほと

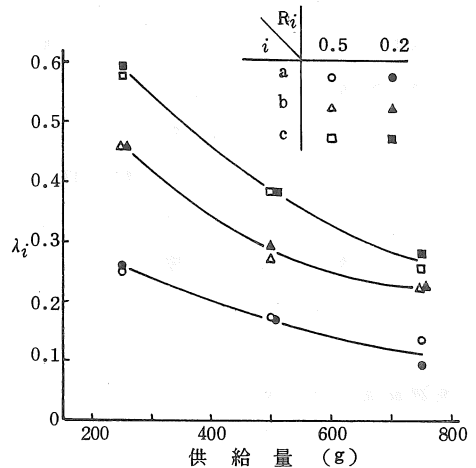


図5 選別速度定数 λ_i (テストグレーダ)

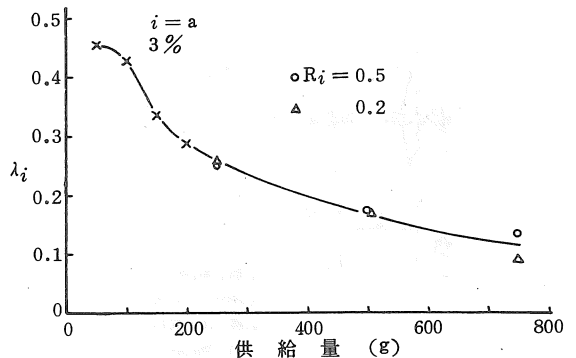


図6 選別速度定数 λ_i (テストグレーダ)

んど差がないことがわかる。さらに供給量が200gより小の時の λ_i も測定した(図6)。供給量が少なくなると λ_i は上昇するが100g以下ではその上昇割合が小となった。それは供給量が少ないと材料がスクリーン上を飛びはねるためであると思われる。

(2) ロータップシユエカ

スリット幅1.8mmの標準ふるいの上に材料を供給し、その網下物量と選別時間の関係調べた(図7)。

供給量が200gの時その滞留深は22mmにもなり網下移行率は低い。図7から λ_i を算出した結果 R_i が0.5と0.2において大差なかった。図8はスリット方向の影響調べたものである。

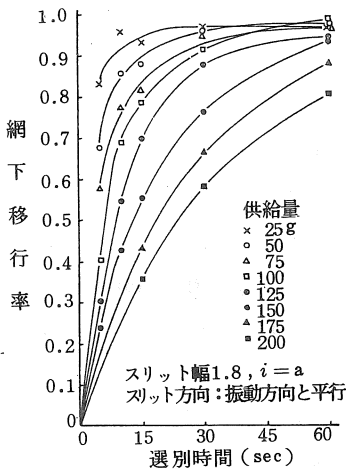


図7 網下移行率(ロータップシユエカ)

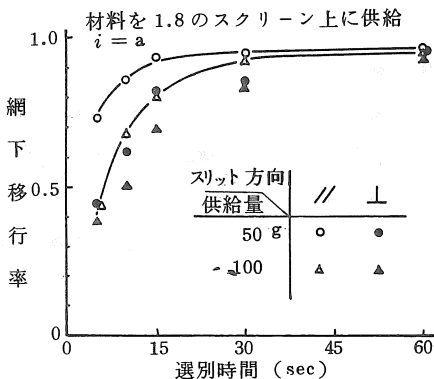


図8 スリット方向の影響(ロータップシユエカ)

スリット方向を振動方向(楕円の長軸)と平行にした場合、30秒までは垂直に比しかなり選別が良いことがわかる。60秒ではその差はなくなっている。

次に1.8以下の小粒を選別するのに1.8のふるいのみを使用する場合と、1.8のふるい上に2.0のふるいを重ねて用いそれに材料を供給した場合を比較した。即ち2段選別の効果がいかなる条件のもとに生ずるかを調べてみた(図9)。供給量100gの時、中粒の割合を増加させたところ1.8のふるいの網下物量は増加したが、1回のみの実験ということもあり、1.8のふるいの網下物量には明確な傾向は見出せなかった。一方200gにすると選別時間と共に1.8の網下物量は下がった。これは材料量が多すぎてスクリーンの全面に目詰りが生じたためである。

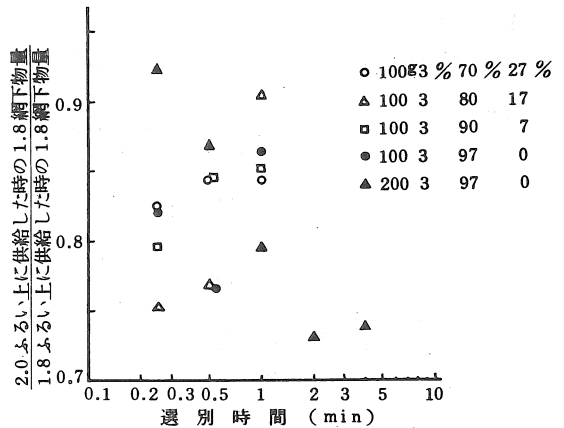


図9 2段選別の効果(ロータップシユエカ)

(3) テストグレーダとロータップシユエカのスクリーンのスリット幅測定

選別に大きな影響を及ぼすスリット幅について検討した。図10はロータップシユエカのふるいのスリット幅を精密万能投影器によって測定したもので、実スリット幅は公称スリット幅より若干狭かった。スリット間の幅のばらつきは標準偏差 $\sigma \approx 0.02\text{mm}$ であった。表1はロータッ

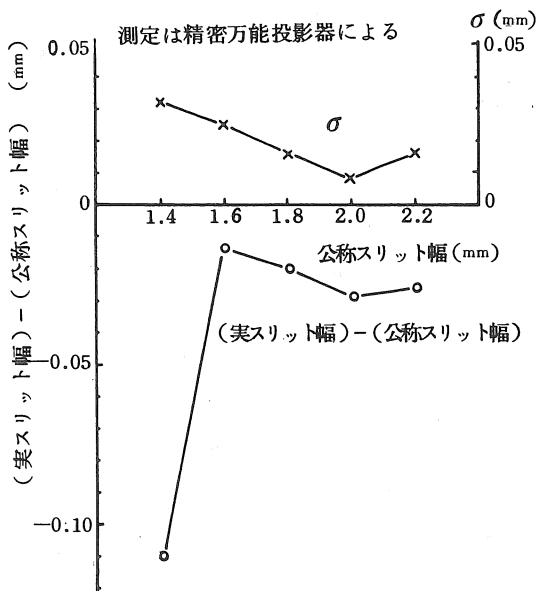


図10 ロータップシェーカの標準ふるいのスリット幅

表1 ロータップシェーカの標準ふるいのスリット幅 (mm)

公称スリット幅	<i>m</i>	σ
1.8	1.771	0.009
	1.771	0.010
	1.770	0.009
	1.770	0.011
	1.759	0.012

(スリット中のスリット幅測定……7ヶ所)

プシェーカのふるいの一つのスリットに対して7ヶ所の幅を測定したものである。上の三つの値は一つのスリットを3回測定したものであり、測定の実現性は十分あるといえる。また一つのスリット内にも $\sigma \approx 0.01 \text{ mm}$ のばらつきがある。次にロータップシェーカの1.8ふるいの特定のスリットを精密万能投影器とウィドゥスゲージ(ノギスとダイヤルゲージを結合したもので、

精度は投影器に比べ若干劣ると思われる)によって測定した結果、それぞれ1.771、1.774 mmであった。テストグレーダのスクリーンはスペースの関係で投影器にかけることができないので、そのスリット幅をウィドゥスゲージのみで測定した結果1.780 mmであった。そこでその実寸法は1.810 mmであると考えられた。

表2 テストグレーダのスクリーンのスリット幅 (mm)

	精密万能投影器	ウィドゥスゲージ
Ro-Tap Shakerの標準ふるいの特定のスリット(1.8)	1.771	1.741
Test Graderのスクリーンのスリット(1.8)	—	1.780

4 摘要

- (1) テストグレーダ及びロータップシェーカで、供給量、サイズフラクションを変化させた場合、選別速度定数は網上残留率が0.5及び0.2のいずれにおいてもほぼ同じ値であった。
- (2) ロータップシェーカのスリット方向が振動方向と平行の場合、選別は垂直に比し大いに良い。この傾向は選別時間が短かい時に著るしい。

参考文献

- 1) 赤瀬 章, 土屋功位: 回転米選機に関する研究(第2報), 農機誌第45巻第3号
- 2) 後藤清和, 山下律也ほか: 形状選別のメカニズムに関する研究(第3報), 農機誌第42巻第4号

— 研究成果の紹介 —

— 研究論文 —

遠心式肥料散布機の散布精度向上に関する研究 (条1報) ホッパからの肥料の流出性

肥料散布機のホッパからの肥料の均一な流出を目的として、円すい角の異なる4種類のホッパと2種類の肥料を供試し、室内実験を行なって以下の結果を得た。

(1) 肥料のホッパへの充てん量が流量に及ぼす影響は小さく、充てん量20~100 kgの間で流量はほぼ均一であった。

(2) 排出口面積A (cm²)と流量Q (g/s)との関係は、 $Q = K \cdot A^m$ で与えられた。K, mの値はホッパ円すい角によって若干異なるが、Kは化成肥料; 1.69~3.24, ようりん; 7.85~19.60 であり、mは化成肥料; 1.67~1.85, ようりん; 1.36~1.64 であった。変動係数は化成肥料ではAが大きくなるほど低下し、ようりんではAとともに増加したが、いずれも10%以下であった。

(3) ホッパの円すい角が60°~70°で変動係数は最小値を示し、構造上からの重心高さ等を考えると60°~70°が適当と考えられた。

(4) アジテータを使用した場合、その回転速度の上昇とともに流量が若干増加したが、変動係数は自然流出とほとんど変わらず、化成肥料ではアジテータの羽根によって粒子が破碎され粉末になるのが観察された。これら流動性の良い肥料ではアジテータは不要と思われた。

(弘前大学農学部学術報告 第38号, 1~14, 1982)

弘前大学 福地 博
高橋 俊行 (現北里大学)・
加藤 弘道・畠山 正

Deep Layered Grain Drying Simulation by the Sphere Drying Model

球乾燥モデルを使った穀類厚層乾燥のシミュレーション (英文)

穀類乾燥機を計算機シミュレーションによって設計する試みは多く行われている。しかし、汎用性がある、しかも単純な方法は未開発であった。筆者は、球乾燥モデルを拡張するとともに、精度を失うことなく単純化を行うことができた。この結果、この方法は、(1)計算結果の精度が高い、(2)他の方法に比べて計算時間は長くない、(3)記憶容量が少なく済む、(4)間断乾燥も計算可能、といった特長を具備し、実際にマイクロコンピュータで新しい乾燥機の設計に使用されている。本報では、乾燥機のうちで、最も基本的な静置型の通風乾燥機のシミュレーション法について報告した。各種の一般型乾燥機については、この方式を発展させることによって対応ができる。

(岩手大学農学部報告 16巻1号, 49-59, 1982)

岩手大学 西山 喜雄

Mathematical Expressions of Moist Air Conditions

湿り空気の状態値の数式表現 (英文)

空気調和に必要な湿り空気の状態値の数式表現を調査・検討し、相互の関係を整理し、さらに必要な数式を補充した。ポケットコンピュータなどで計算することを想定した。従来提案されている式などをリファインし精度を高めた。特に、露点温度、湿球温度および断熱飽和温度については、独自の式を提案した。計算式はす

べて、高精度式と簡便式を示した。これにより、乾き空気、水蒸気、水および飽和空気について、ほとんど全ての状態量が計算できることとなった。また、状態値相互間の関係を整理し、計算の手順をつけたので、たとえば、全圧と温度が既知のとき、1つの状態量から、他の全ての状態量が計算でき、これをポケットコンピュータなどにプログラムしておけば、蒸気表や湿り空気線図は最早不要である。

(岩手大学農学部報告 16巻2号, 107-121, 1983)

岩手大学 原 道宏・西山 喜雄

くさび型耕うん抵抗測定器の試作

ロータリー耕うんの所要動力を現場的に解析するには作業条件(機械使用条件)や土壌条件に関するいくつもの因子について検討しなければならない。ここでは土壌条件のうちで所要動力に関与する部分を一元的に表示する方法として、ロータリーナタ爪の作用を模した「くさび型耕うん抵抗測定器」を試作し所期の成果を得た。

くさびは先端角 25° 、高さ50mm 幅40mm、ウェートを加えて重量1.5kgとし、高さ1mから落下させる方法をとった。このくさび貫入深は土壌硬度や前作物植物残体に起因する土壌の抵抗をよく感知した値をとり、ロータリトルク γ_i (幅1m当り $\text{kg}\cdot\text{m}$)と、くさび貫入深 x_i (cm)の間には $\gamma_i = 29.2 - 1.81x_i$ ($r^2 = 0.834^{**}$)の関係が認められ、ロータリナタ爪耕うんの所要動力の推定に役立つことが明らかとなった。

(東北農業試験場研究報告第67号, 157-163, 1982)

東北農試 篠崎浩之(現九州農試)・

菊池宏彰・小倉昭男・伊藤信雄

大豆作における効率的雑草防除法に関する研究

大豆作における畑雑草の省力かつ効果的な防除体系を確立するため、反転耕による耕種的防除法、ロータリカルチベータによる機械的防除法、各種除草剤による化学的防除法の各々について検討し、更に各防除法を組み合わせた総合的防除法について検討を行った。

その結果、(1)前年秋にプラウ耕を実施し、耕深をできるだけ深くする。(2)バーナレート粒剤の土壌混和処理。(3)播種後35日目までに実施したロータリカルチベータによる中耕除草作業。(4)播種後15日目のウィーダによる盲除草。等の方法において大きな雑草防除効果が認められ、これらを組み合わせた総合的防除法による早期の雑草防除の有効性が明らかとなった。

(東北農業試験場研究報告第68号, 95-112, 1983)

東北農試 加茂幹男*・小泉武紀**・吉原 徹*
深澤秀夫(*現草地試, **故人)

大麦・大豆の機械化技術体系について

20~30PS級トラクタを基幹とした大麦・大豆の1年2作機械化栽培技術体系を、現有水稲用機械を中心として確立した。

大麦の機械化体系で新しく導入しなければならない機械は、アップカットロータリ付ドリルシーダとブームスプレーヤである。

又、大豆作の場合は前記機械の他に収穫脱粒乾燥調製作業に専用機の導入が必要となる。

このように、大麦は現有水稲用機械の活用度が高く、大麦の固定費率が低いうえに稲作部門の固定費率低減効果も大きい。

大麦の機械利用時間が98.6時/ha、延所要労力が138.3時/haであるのに対して、大豆作の

場合は 274.7時/ha, 394.4時/ha, となっている。

また、大麦・大豆体系では、播種作業と収穫作業が重複するための労働ピークかん和対策が重要である。

(宮城県農業センター研究報告 第49号, 1～26, 1981)

宮城県農業センター 遠山勝雄

穀温調整機の性能について

火力乾燥した粳は、粳槽に貯留したままの状態では穀温が下がりにくく、暖かい粳を粳ずりすると肌ずれ米が発生しやすい。また貯留中の粳水分のもどりを懸念し、予め強度に乾燥する事例が多い。そこで、貯留中の粳に有孔パイプを差し込み、吸引ファンで穀粒間の暖かい空気を吸引排出する「穀温調整機」を供試した結果、次の成果を得た。①火力乾燥直後27～30℃の粳温は、7～10時間で常温プラス5℃程度まで降下できた。②7～10時間の吸引放冷により、粳水分で1.0%程度、玄米水分で0.5%程度の余熱乾燥が認められ、胴割粒の増加は認められなかった。

(第26回東北農業研究発表会講演, 1983.7)

山形農試 橋本重雄・深沢昭吾
小南力・安達真道

庄内地方における風資源の評価と営農排水への風車利用技術に関する研究

庄内は四季を通じて豊かな風資源に恵まれているが、これを営農に活用できる有効な技術として確立されていない現状なので、この風資源の評価と営農に活用出来る、営農排水系への風車利用技術の実用化について検討をおこなった。供試風車ポンプは、3枚羽根(羽根回転直径

1.26m, 羽根高さ0.9m)の垂直軸型ダイヤフラムポンプである。

主な結果は次のとおりである。(1)風車利用が可能にみられる3m/s以上の年間平均風速は、立川、藤島、赤川河口を結ぶ線の以北で、約2万haといえる。(2)供試風車ポンプの日排水能力は、日平均3m/sで10m³, 5m/sで15m³程度となる。(3)暗渠による集水量を降雨量の50%と想定すると、日平均風速3～4m/sの場合、10a当りの毎時降雨量1mm程度までの排水が可能で、ポンプ1基当りの負担面積は10～15aとなる。

(山形県農業試験場研究報告 第18号, 1984年2月刊行予定)

山形農試庄内支場 榎谷精治・深澤昭吾・
小南力

—昭和57年度卒業論文—

平板による砂の振動切削

土の切削における振動効果の機構を解明するための第1着手として、室内土槽を製作し、簡易な形状を有する切削刃により、乾燥砂の振動切削試験を行った。

その結果すでに知られているように、切削抵抗は振動数や振幅が大きいほど減少し、進行速度が大きいほど増加すること、抵抗低減効果が期待できるのは速度比 $K < 1$ の間欠切削時であること、接触比が減少すると抵抗も直線的に減少すること、及びけん引動力とカム軸動力の合計は無振動時より大きいことなどが確認されたほか、土壌の塑性変形量は進行速度及び振幅が大きいほど大きくなること、及び乾燥砂の場合には振動数、振幅、進行速度を変えてもその破壊形態は一定であることを認めた。

弘前大学 相馬 均

リンゴの風力収穫

リンゴ用風力収穫機を試作し、リンゴ果実の離脱に及ぼす諸要因の影響と、離脱果実の傷害発生状況を調査した。供試機はスピードスプレーヤの噴霧ノズルを取外し、かつ風向を集約させるための風胴とその揺動装置を取付けたものである。

実験の結果、供試機の容量不足のため離脱率は約50%に止まり、また完全果は40%であった。揺動数は0.8～1.8 Hzの範囲内では高いほど、また揺動角度は30～50°の範囲内では小さいほど良好であった。またリンゴ樹の条件としては、開心型は主幹型より離脱しやすく、葉量は多いほど離脱しやすいが、着果数が多いと離脱しにくいことを認めた。

弘前大学 永 沢 満

スピードスプレーヤの騒音

市販SS約80機種のカatalog値を調査したところ、風量と吐出口径はほぼ比例関係にあるが、口径と送風機回転速度とは逆比例の関係にあることがわかった。すなわち吐出口径の小さい小形機は高速回転のものが多く、高周波の騒音を出す可能性があると思われた。

兼用型SSを供試して、オペレータ耳もとの騒音について $\frac{1}{3}$ オクターブで周波数分析したところ、送風機回転速度3,000 rpmでは、1,600 Hzで96 dB(A)を示し、これは1日の許容作業基準（産業衛生協会）で30分以下という厳しい状況にあることがわかった。

送風機の吸込口にこれと同径の吸音ダクト（ウレタンフォーム内張り、長さ90 cm）を装着したところ若干の吸音効果がみられた。

弘前大学 須 藤 篤 志

SS送風機の吐出風の特性

吐出風の特性を理論的に解明するために、形状の異なる吐出口（断面の幅50mm一定で長さ200, 250, 300 mm）を用い、出口風速を10～40 m/sの範囲で調節し模型実験を行なった。

吐出口からの距離 x と中心風速 u_m との関係は $u_m = ax^b$ で表わされ、 b の値は-0.749～-0.931であった。これは二次元自動噴流（ $b = -0.5$ ）と三次元自由噴流（ $b = -1$ ）の中間的な値である。吐出風の風向と直角方向の風速分布や半値幅については二次元自由噴流の考えたとほぼ一致していた。

弘前大学 佐 藤 佳 久

スイートコーンのCA貯蔵に関する研究

本研究は、昨年度の研究（支部報No.29 p.70）で、スイート・コーンにもCA貯蔵の効果が見られたことより一歩進めて、その実用化に向けての最適ガス組成及び最適温・湿度を見出す目的で行ったものである。

供試品種は、デリシャス・バンタムで、包葉を付けたまま90日間の貯蔵を行った。貯蔵条件は、昨年度の結果を参考にして、CO₂濃度を8%とし、O₂濃度は2, 4, 6%とし、湿度は90%区と95%区を設け、温度は0℃とした。コーンの品質を見分ける測定項目は、重量、含水率、硬度、糖度、及びカビ・萎凋等の外観である。

主な結果：①CA貯蔵区は普通貯蔵区に比べて格段に良い。②酸素濃度は2% > 4% > 6%の順に前者ほど良い結果を示した。③相対湿度が90%の試験区では萎凋・目減りによる品質低下が大きい。

弘前大学 南 出 耕 市

C A貯蔵時の湿度制御に関する研究

本研究は、C A貯蔵庫における湿度制御方法を見出そうとするもので、特に、微調整の困難な除湿方法に重点を置いている。

論文は次の3部より成る。①既存の除・加湿装置でC A貯蔵庫に利用可能なものの検討。②貯蔵量を想定（スイート・コーン10 ton）したときの貯蔵庫の設計。特に、湿度制御装置の選択・配置に力点を置いている。③昨年度のスイート・コーンのC A貯蔵試験では、庫内が湿度過多となり、その影響で腐敗が多かったのをそれを防ぐ目的で乾燥剤 CaCl_2 を庫内に使用した貯蔵試験。この実験は、南出君と共同で行っている。

弘前大学 伊藤 智 徳

農産物の比熱に関する研究

食品の比熱を求める計算式としては、SiebelやMonvoisinの式が知られているが、これらはいずれも食品の種類によらず、その含水率のみにより定められるとしている。（例えば、朝倉書店発行の農業施設学 p.100～101 の表中の比熱 c は含水率を $w\%$ としたとき、Siebelの計算式 $c = 0.008w + 0.2$ で算出したものと思われる。）

本研究は、農産物の比熱を水熱量計で実測し比熱が産物の成分あるいは種類に影響されないかどうかを検討し、前記2者の計算式と比較することを試みたものである。

主な結果：氷結点以上の比熱 c ($\text{cal/g}^\circ\text{C}$) と含水率 w ($\% \text{W.B.}$) との関係を $c = aw + b$ の一次式で示せば、果実類、根菜類及びグリーンピースでは $a = 0.0074$ 、 $b = 0.26$ となり、葉菜類では $a = 0.0054$ 、 $b = 0.45$ 、果菜類では $a = 0.007$ 、 $b = 0.30$ と異なり、しかもトウモロ

コンとブドウはいずれの式にもあてはまらない。

弘前大学 中 山 雅 博

粉粒体の分岐流に関する研究

粉粒体の輸送・供給工程で、1ヶ所（又は1装置）からいくつかの場所（装置）に移す（分岐流）或いは逆に集める（合流）操作は、製粉・肥料・飼料・セメント工場又はライスセンター等でよく見かけるところである。

本研究は、粉粒体の分岐流に関する基礎的資料を得ることを目的として、末端部をふたまた（分岐部）にした矩形シュート（トラフ）に精米を流し、分岐管と主管とのなす角度、トラフの傾斜角、及び供給口から分岐部までの距離即ち分岐前の流速が、分岐管の流速・流量に及ぼす影響を検討したものである。

主な結果：①流速の小さい方が、すなわち、トラフの傾斜角が 30° と 40° とでは 30° の方が、また、トラフの長さは $50 > 100 > 150 \text{ cm}$ と前者ほど、主管の流量に対する分岐管の流量比は大きい。②T形分岐管の場合、分岐角度が $30^\circ > 40^\circ$ と分岐角が小さい方が流量比は大きい、分岐角が 15° 位に小さくなると分岐部の形状の影響により、流量比は必ずしも大きくならない。

弘前大学 古 川 正 美

スピードスプレーヤの騒音に関する研究

スピードスプレーヤ作業におけるオペレータの騒音被曝状況を明らかにするため、中形機（3 S-B O 2）と小形機（S S - 400 L）を供試して、全体騒音と音源別騒音（送風機およびエンジン）を運転席で測定、分析した。その結果、(i)全体騒音は、中形機で 102 dB(A) 、小形機で 99 dB(A) （いずれも最高回転時）であっ

た。(ii)送風機単体による騒音は、中形機で92 dB(A)、小形機で93 dB(A)であり、回転速度を基準とする基本周波数およびその倍音付近でピークがみられた。(iii)エンジン単体の騒音は94～96 dB(A)であり、ピークは80、200 および 500 Hz 付近にあった。(iv)全体騒音に対する各音源の寄与度は、周波数 800 Hz 以下ではエンジンが65%、それ以上では送風機が70%であった。(v)全体騒音は 400 Hz～3.2 kHzの周波数領域で産業職場基準（曝露時間 480 分）を越えており、この領域の騒音低減対策が必要である。

岩手大学 松橋 孝・土岐 工

マイタケ乾燥に関する研究

高価なマイタケの栽培法が確立されたが、さらに高収益を得るため乾燥マイタケ技術の確立が要請された。マイタケ乾燥における問題点は次の二つである：(1)傘部の反り返り (2)傘部と菌根部の乾燥むら。このうち、(1)に関しては、間断乾燥によってそり返りが防止できた。(2)については、マイクロ波乾燥が効果があった他、菌根部に切り込みを入れることによって効果があった。また、乾燥空気の相対湿度は40%位がよいこともわかった。なお、本研究は、西山喜雄、清水浩、高橋寿の連名で、第42回農業機械学会講演会で発表された。

岩手大学 齊藤 茂行

地中冷熱蓄熱に関する基礎研究

冬期の冷温で地中を凍結冷却させ、この低温を春先から利用するための、基礎実験と、コンピュータ・シミュレーションによる解析である。実験は暖冬の故もあって、熱交換器表面にしかな凍結層が形成されなかった。凍結層を形成する

ための熱交換器の形状、配列などをコンピュータ・シミュレーションした結果、複数個の熱交換器の集団が凍結層の形成には必須なこと、また、熱交換器材料としては熱伝導率の高いものが望ましいこと（これは、地中熱交換の結果とは異なる）などが明らかになった。本研究は、西山喜雄、瀬能誠之、原道宏、奈良誠らとの連名で、1983年農業施設学会で発表した。

岩手大学 高橋 光朗

もみがら成分の熱分解過程の研究

もみがら等バイオマスの揮発分は、揮発後の作用温度および作用時間によって熱分解して分子組成が単純化し低分子量化するものとみられる。その究明は、バイオマスのガス化燃焼にとって重要である。よって、その現象を究明する特殊な実験装置を試作し、作用温度 600～900 °Cの条件で実験し、採取ガスをガスクロで分析し、ほぼ予期した研究成果を定量的に得た。この研究は文部省科研費エネルギー特別研究の一環として行い、指導教官・清水浩等との連名で農機学会第42回総会に発表した（講演要旨 4-34）。

岩手大学 梅川 東志郎

稲わら解繊の研究

稲わらの飼料的価値を高めるために細長い状態にする解繊を、省エネルギー的にかつ適切な解繊度に行う研究を継続研究している。本年度は研究方法を確立し、ハンマーミルを対象にして系統的な多数例条件で実験してエネルギー効率を求めた。また、代表的解繊度 2例についてアンモニア処理の有無別に人工消化率を求めた。解繊稲わらをアンモニア処理したものの消

化性の向上は顕著であった。この研究は農林水産省技術会議特別研究費を得て行い、指導教官・清水浩等との連名で農機学会第42回総会で発表し（講演要旨4-35）、かつ、農機学会誌に要部を投稿した。

岩手大学 片 平 寛

穀物乾燥におけるエネルギー収支の研究

ドライスター付きライスセンターを対象として、穀物乾燥の能率と効率とをシミュレートした。常温通気乾燥が自然エネルギー利用であるが故に、エネルギー効率が低いことを明かにした。ただし、常温通気乾燥では能率が低いので加温乾燥によって能率を高めるが、その場合においてもエネルギー効率の高い加温方法について求めた。研究結果は指導教官清水浩等と連名で農機学会東北支部会に発表し、本支部報に投稿した。この研究を土台にして、今後、大学院での研究へ継承する。

岩手大学 呉 計 春

家畜ふんの堆肥化と物性変化に関する研究
精密実験装置によって継続研究しつつある。通気量変化の条件において、乾物減と水分減とを発酵温度との関係で計測しつつある。本年度は排気のCO₂とNH₄とをガスクロにて定量し、発酵熱量・乾物減・水分減との関係を明かにできた。研究結果は農機学会第42回総会で指導教官木村俊範等との連名で発表した（講演要旨5-4）。

岩手大学 菊 地 雄 治

畜舎排水の微生物浄化の研究

もみ殻くん炭を用いる浄化法として継続研究しつつある。実験装置を部分改良して浄化機能をCOD・SSによって計測しつつある。実験装置は第1槽の濾過過程と、第2槽の微生物浄化過程との組合せからなる。第1槽の機能を向上させるため濾過速度を増加するなどの改善処置を行い予期の成果を収めた。

岩手大学 及 川 晃 貴

東北地域における農業機械化研究の歩み — 第4回

岩手大学農学部農業機械学科

1 はじめに

岩手大学農学部は、盛岡市の上田地区にある。盛岡は山と川にいだかれ、美しい自然と古い歴史をもった街である。南部藩主が豊臣秀吉の許しを得て、北上川、雫石川、中津川の3河川に囲まれた自然の要塞、不来方の地に居城をかまえた時から都市としての盛岡が始まった。岩手県の政治・経済の中心であり、文教都市でもある。北には岩手山を望み、山紫水明の盛岡は「杜の都」とも呼ばれ、望郷の詩人石川啄木を育てた。

本農学部の前身である盛岡高等農林学校は、明治35年に設置されたが戦後の学制改革によって昭和24年岩手大学が創設され、その農学部となった。新制大学発足後しばらくは農業工学科のなかの農業機械研究室として、農業機械関係の研究教育が行なわれていた。しかし、農業の近代化、農業の機械化が強く叫ばれていた昭和40年頃は農業機械技術者に対する要望も大きかった。そこで、農業工学科内で農業機械学、農業土木学の教育をするのでは不充分だということで、2学科に分離しようということになり、数年間の分離独立要求の結果、昭和42年にこれが実現し本学科が発足した。

昨昭和57年は、丁度本学科創設15周年にあたり、農業機械学会の全国大会を東北支部会員ならびに農業機械関係者各位のご賛同、協力を得て本学部で開催することができた。そしてこの機会に農業機械の立場から農業の現状をみつめ、その再建を考えるシンポジウムを、全国の関係者多数参加のもと成功裡に行なった。

本学科の構成は、農業工学科当時の2講座に

新設の2講座を加えた4講座（圃場機械学、農業土木機械学、農業環境制御工学、農産工学）からなっている。学生は1学年30名で、4年目になると各講座に分かれて卒業研究を行なう。学生の出身地は全国に分布していたが、最近共通一次入学試験実施後は大学受験の機会が1回しかないこともあり、岩手県、東北各県出身者が大部を占めるようになってきた。卒業生の活躍の場も全国各地に広がっているが、これも最近では地元志向がふえてきている。

以下に各講座の現況を紹介しよう。（須山）

2 圃場機械学講座

本講座はその名のとおりエンジン、トラクタなどの農業動力機械ならびに耕うん機、田植機、コンバインなどの圃場機械の開発と利用技術に関する研究を行うことを目的として設立されました。他大学で言えば農業機械学講座と言ったところでしょうか。

当講座のスタッフは、伴野達也教授、鳥巢助教授、武田純一助手の3名で、今年度は院生1名、学生9名が講座に所属し日夜研究に勤んでおります。伴野教授は昭和43年赴任され、トラクタの操縦性に関する研究、新型のロータリモアの開発研究、農業機械の有効利用に関する研究等にご活躍中です。鳥巢助教授は昭和54年に赴任され、トラクタ・トレーラ系の振動と安定性に関する諸問題、稲わらの有効利用に関する研究等にエネルギーな活躍をなさっております。また教育面でも非常に熱心かつ学生思いで、自称“ホトケのトリス”を連発されております。なお蛇足ながら一部の不勉強な学生の間では全く逆のニックネームが流行中である

と聞きます。武田助手は昭和55年に赴任し、学科では一番の若手です。現在はお2人の先生のお手伝い、またトラクタの動的挙動解析、農業事故に関する研究を行っております。

当講座では、上述のように農業機械をとりまく諸問題に対しハード、ソフトの両面からアプローチし、多様化している社会のニーズに応えて行こうと考えております。(武田)

3 農業土木機械学講座

本講座は、農地の開発や整備、土地改良に使用される土木施工機械、ならびに農業用諸施設の建設や維持に使用される機械などの開発および利用技術に関する基礎的研究とその応用的研究を主要な研究分野としている。

実際の教育・研究を担当しているのは、須山啓介教授、太田義信助教授、広間達夫助手の3名である。

さて、現在取り組んでいる研究課題をみると、土木機械の走行装置と接触している土壌との関係に研究力点をおいた立場から、ひとつは車輪式機械の走行性に関する研究の一環として車輪下の土壌変形について、モアレ法と有限要素法とを駆使して理論解析ならびに実験的研究を遂行している。もうひとつは履带式機械の走行性に関する研究に包含されるもので、湿地用を含めた履板による土壌変形とその力学的特性について実験的研究を行なっている。

また、これまでの研究としては、トラクタのけん引特性や農用車輪の転動抵抗、土の切削に関する研究など土 - 機械系に関連するテーマが多くみられる。

さらに、農業機械 - 人間(オペレータ) - 環境(土壌や作物)というシステムを効率的に運用する観点からも研究を行なっており、トラクタシートに関する研究やトラクタ後方の作業視界改善についてなど、オペレータの人間工学的

研究も継続して行っている。(太田)

4 農業環境制御工学講座

本講座は、作物や家畜の生育する環境を、物理的、工学的見地から造成することを目的とした作物栽培の温室をはじめ、各種生産施設の開発と利用技術に関する分野を研究・教育の対象としているものである。全国の国立大学農学部の中でも比較的数少ない講座であり、その特色を生かした活動を行なっている。

スタッフは、教授伊藤実、助教授原道宏、助手瀬能誠之の3名で、それぞれ独自の研究テーマに取り組んでいる。

伊藤は、地中熱交換ハウス、廃熱利用温室に関する研究、さらには耕耘と団粒構造の関係等、一貫して土との係わりからアプローチしており、その実績は高く評価されている。

原は、地下環境の制御、すなわち土壌の温度および水分のコントロールを、コンピュータを駆使して行なっている。さらに、熱帯における土壌の塩類集積の問題にも取り組んでいる。(現在、昭和59年7月までの予定で文部省在外研究員として外出中)

瀬能は、特にライスセンタ等共乾施設における粉塵環境の問題について研究を続けている。

環境制御工学は、幅広い分野を領域にしていることから、様々な課題が提起され、また、要求されてくることと考える。その問題は、部分的な改良・開発に止まらず、生産システムを根本から変革するような可能性を有するものである。

東北支部会においては、これまで研究発表等の実績はないが、関連分野に位置する者として、各位の御助言、御指導をお願いする次第である。(瀬能)

5 農産工学講座

農産工学は、収穫後の加工処理の分野である

が、先進国では高品質を得るために、開発途上国では収量を高めるために、最も重要な分野と考えられている。

本講座は、清水浩教授、西山喜雄助教授、木村俊範助手と、いずれも、日本中にその名を知られた強力な陣容である。最近は、活躍の場も日本ばかりでなく、清水は中国、ソ連、ヨーロッパ、アメリカ、ベトナムと、毎年外国を訪れている。西山はアメリカ、イギリスでの在外研究活動の後、1983年はインドネシアのボゴール農科大学で、スタッフと大学院生の指導をしてきた。木村はアイルランドへ二度、調査とシンポジウムに出席の為訪れているが、1983年11月1日からは、JICAの専門家として、ケニアのケニヤッタ農工大学で一年間教授し、開発途上国の発展に貢献してくるようになっていた。大学院生も中国の留学生呉計春君を含めて、3人が当研究室で学んでいる。

研究内容は改めて紹介するまでもないが、清水は、もみがらや木質などのバイオマス燃料の燃焼と燃焼炉の研究、いなわらの解繊と飼料化、クロレラ培養技術など、農産廃棄物の有効利用の研究を行なっている。特に、もみがら燃焼炉のSHIMIZUの名は世界的に有名である。西山は、穀類乾燥、農産物貯蔵、自然エネルギー利用の研究を行っている。最近になってようやく、西山の球乾燥モデルが批判されたり、時には、外国文献に引用されたりするようになってきた。木村は、日本におけるパーボイルライスの数少ない権威者であるが、現在はその他に、家畜糞の堆肥化や、バイオマスエネルギー利用の研究にめざましい成果をあげている。

ついでに三教官の趣味などにもふれておこう。清水は野菜作り、日曜大工と、大変実用的である。その作品は専門家以上であることは言うまでもない。また山登りでは学生顔負けの健脚を

示す。西山は、将棋とテニスを少々やる位であるが、いつも負けてばかりなので、将棋は頭の体操に、テニスは美容の為と称している。木村は音楽、スポーツと実に幅広い。特にパーカッションのプロ級奏者で、時にテレビでも活躍し、音楽科教授で通っている。テニス、野球、スキー、スケートも上手い。(西山)