

農業機械学会東北支部報

NO. 24. DEC. 1977

昭和52年12月

目 次

研究報告

乗用田植機の性能について

一八郎潟干拓地における1事例の調査より一 秋田県農業短期大学 小林由喜也、杉本清治……………1
不整形ほ場における作業効率の確認試験

第1報（耕耘、収穫作業）……………福島農試 小松 信、尾形 浩、富樫伸夫……………5

りんご樹に対する薬液の少量散布に関する研究

一散布薬液の付着性について一 弘前大学農学部 高橋照夫、福地博、戸次英次、武田太一、藤田佳伸 10
ビッグベアラの利用法に関する研究（第1報）

一サイレージ調製法一……………東北農試 小泉武紀、吉原徹、加茂幹男、 深沢秀夫……………14

大麦ホルクロップサイレージ調製法に関する研究（第1報）

一シリンダ型フォーレージハーベスタの作業性能一

東北農試 吉原徹、加茂幹男、深沢秀夫、小泉武紀……………18

稲わらの圧縮成形化に関する研究（第1報）

一稲わらの圧縮成形性について一……………東北農試 小泉武紀、 加茂幹男、吉原徹、深沢秀夫……………23

稲わらの圧縮成形化に関する研究（第2報）

一農産廃棄物・副産物の添加と稲わらの成形性一

東北農試 小泉武紀、 加茂幹男、吉原徹、深沢秀夫……………32

稲わらの圧縮成形化に関する研究（第3報）

一液状添加物の添加法に関する試験一……………東北農試 小泉武紀、 吉原徹、加茂幹男、深沢秀夫……………39

ドライストアの合理的利用に関する研究

一予備乾燥速度に及ぼす入気の相対湿度と通風量の影響一

弘前大学農学部 戸次英次、武田太一、高橋照夫、 林 俊春……………46

低圧貯蔵法に関する研究……………東北農試 小泉武紀、深沢秀夫……………51

もみがら燃焼炉の開発……………岩手大学農学部 清水 浩、山本製作所開発部……………55

未利用資源の利用法に関する研究

一農林副産物の飼料化、燃焼法一……………東北農試 小泉武紀……………62

東北地方における農鍛冶の成立と展開……………福島大学教育学部 佐藤次郎……………66

大豆の機械化に関する研究

一乾燥法など一……………東北農試 小泉武紀、 深沢秀夫、加茂幹男、吉原徹……………72

研究成果の紹介……………78

支部会記事……………82

報部の訂正（支部報1623）……………61

会費納入のお願い……………65

団体賛助会員名簿……………85

乗用田植機の性能について

— 八郎潟干拓地における一事例の調査より —

秋田農業短大 小林 由喜也 杉本 清治

はじめに

最近、乗用田植機が市販され、一部大規模経営農家に導入されだした。これが導入にあたっては、機械的性能はもちろん、田植作業全般にわたり、歩行型機とは異った問題が出てくると考えられる。本年八郎潟干拓地に相当の台数が導入されたのを機会に、一市販機を供試して調査した結果より、乗用田植機のあるべき姿について若干の考察を試みた。

供試機および調査内容

供試機は、表-1に示すとおり、小型4輪駆動トラクタのアタッチメント(型)として市販されている土付マット苗用6条型である。

表-1 供試機仕様概要

調査は作業能率とホ場での走行性について行ったものであり、前者については、入植者のホ場3.6ha(1.2ha×3)を供試し、3日間にわたり、全作業を追跡調査したものである。走行性については、円錐貫入抵抗の異なる3ホ場を供試して、スリップ率、車輪沈下量を測定しながら観察した。なおホ場条件(円錐貫入抵抗)については、一区画の中でも変動があるので、予め、自記式コーンペネトロメータで30点程度測定し、均一な箇所を見つけ、この区間でスリップ率、沈下量を測定した。図-1に3ホ場の円錐貫入抵抗の1例を示す。

駆動 走行 関係	機関出力	9 p s / 3000 rpm
	駆動方式	4輪駆動
	走行速度	0.3、0.6、0.9 m / s の3段
	車輪(前)	530 ̢ の水田車輪
	(後)	900 ̢ の水田車輪 ラグ; 140 × 370 - 8枚
重量 関係	全重	530 Kg (苗、オペレータなし)
	後輪分担荷重	400 Kg (苗、オペレータなし)
	苗積載数(前)	12箱(補給予備苗)
	(後)	6~9箱(植付苗)
植付部 関係	植付条数	6条
	苗使用量	15~18箱 / 10 a (稚苗)
	装着方式	油圧懸架2点リンク 植付深さ自動制御装置付

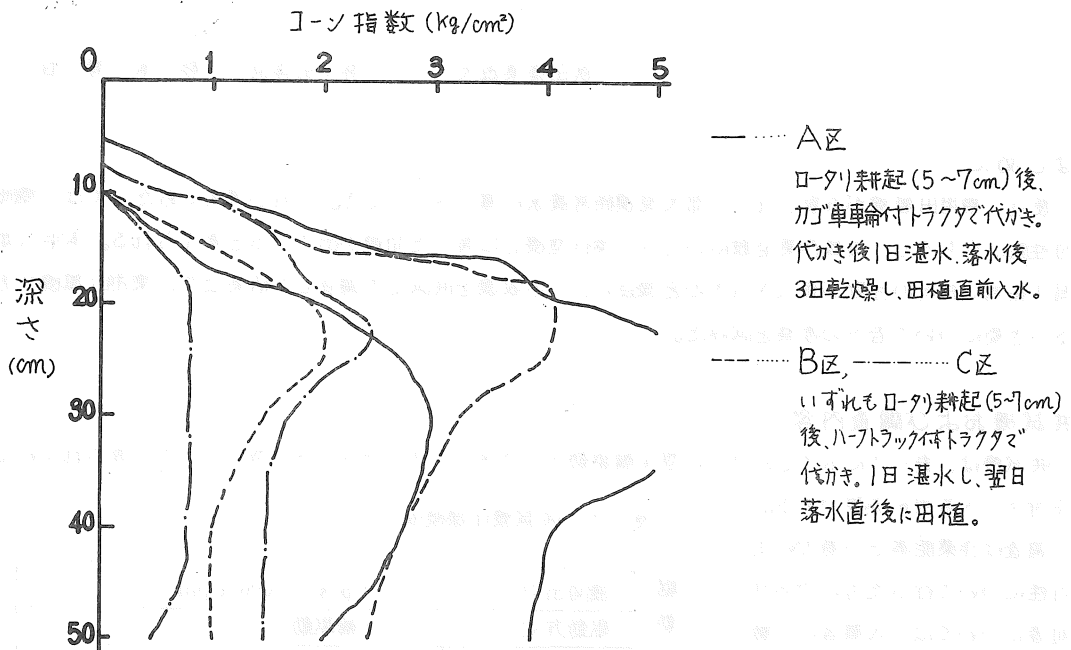


図-1 ホ場のかたさ (表示コーン指数は、TN-4型自記コーンペネトロメータの記録された範囲の概略である。)

結果および考察

1) 走行性について

表-2 にスリップ率、車輪沈下量の測定結果を示すが、比較的條件の良いA区においてもスリップ率は12~15%と歩行型機に比べ大きい。このため株間が設定値より小さくなり、苗の不足が生じた。調査農家の場合、9分として約300箱歩行型機利用時より多く苗を消費した。車輪の沈下量は、C区で最大30cmにもなり、沈車又は走行困難となった。又、車輪沈下量が25cm以上になると、

前輪の操向が困難となり、直進性の確保に支障をきたした。供試機を2輪駆動(後輪のみ)としたところ沈下量が25cm以下でも前輪の転動が困難となり、前下方にさゝり込む現象が生じ、走行不能となることがあった。水田車輪のラグについては、供試機(130cm×370cm)が限界であり、大きいほどホ場表面の乱れが大きく、簡易な均平装置では修復困難となり、植付精度(浮き苗等の欠株発生)を低下させると考えられる。調査の結果より、乗用田植機の走行性確保という観点から、次のようなことが

表-2

ホ場	A区	B区	C区
コーン指数 (kg/cm ²)	4~5	3~4	2~3
スリップ率 (%)	12~15	14~18	22~27
車輪沈下量 (cm)	10~18	15~25	25~30

注、コーン指数はTN-4型自記式コーンペネトロメータによる。(コーン底面積6cm²)

考えられる。

1. 4輪駆動が有利である。
2. 供試機の場合は本機が専用機でないため、重量（作業時約700Kg）の軽減は困難であるが、専用機化により、重量軽減し、かつ、車輪の分担荷重を適正にする必要がある。
3. 車輪はラグの大きさに限界があるので軟弱地用として直径を大きくすることも考えられる。
4. 直進性確保のため、パワーステアリングの装備も考えられる。
5. 安全、確実な走行という観点から考えると、ホ場は深さ20～25cmまでに円錐貫入抵抗が最低でも4Kg/cm²を確保する必要がある。
6. ホ場のかたさを確保する意味で、代かき後落水し、乾燥させ、かたすぎるための活着不良、入水後の浮き苗等については、植付爪の改良を行うことも考えられる。
7. 走行性とは直接関係ないが、スリップ率が大きいことを考え、植付部駆動減速比を適正にし、苗不足の起こらぬよう配慮すべきである。

2) 作業能率について

表-3 1区画(1.2ha)当りの作業時間内訳

	車速 0.35 m/s 時 (実測)	車速 0.7 m/s 時 (推定)
植 付 時 間	4° 22' 5" (68%)	2° 11' 4" (52.2%)
廻 行 時 間	15' 53" (3.9")	10' (4.0")
苗 補 給 時 間 (A)	1° 2' 24" (16.1")	1° 2' 24" (25.1")
苗 補 給 時 間 (B)	35' 30" (9.2")	35' 30" (14.3")
調 整 時 間	10' 43" (2.8")	10' 43" (4.4")
ホ 場 作 業 時 間	6° 25' 43"	4° 9' 42"
作 業 能 率	17 a/h	26.6 a/h

注) 作業人員；オペレータ、補助者の計2名
 苗補給(A)；ホ場外よりの補給をいう（10～18箱）
 苗補給(B)；ホ場内で作業途中の補給をいう（1～6箱）

表-3に示すとおり、ホ場作業能率は、約17 a/hとなり、歩行型（4条）なみの結果となった。これは農家が最初の年でもあり、車速を下げて慎重な作業を行ったためである。供試ホ場においても最大車速0.7～0.75m/sまで出せることが確認されたので表-3に、車速0.7m/s時の能率を推定してみた。その結果26.6 a/hとなり、現在普及している歩行型6条と同程度となった。ちなみに、供試機と歩行型機を比較し表-4に示してみた。

表-4 歩行型機との能率比較

[値は全時間に対する割合 = %]

機 種	供 試 機			歩行2条	歩行4条	歩行6条
	1 ha	30 a	10 a			
ホ場の大きさ	1 ha	30 a	10 a			
植付 時間	52.2	55.4	52.6	82	73	67
廻行 時間	4.0	4.5	10.3	8	11	12
苗 補 給 (A)	25.1	17.3	16.0	—	—	—
苗 補 給 (B)	14.3	18.6	17.0	—	—	—
(A) + (B)	39.4	35.9	32	8	15	17
調整 時間	4.4	4.2	3.9	2	1	4
作業 能率	26.6 a/h	26.2a/h	24.2a/h	12a/h	18a/h	25a/h

注、歩行型機の値は、「国営検査成績」を参考とした。

ホ場の大きさ 1 ha ; 150 m × 67 m , 30 a ; 100 m × 30
10 a ; 50 m × 20 m

次に作業内容を各項目別に整理したのが表-5である。廻行については、軟弱な枕地での旋回に多少問題のある程度であった。苗補給(A)については、補給数は10~18とバラツキはあるが、1回当たり平均12.6箱、所要時間3分7秒、1箱当たり15秒となる。この苗補給(A)が全作業時間の25%も占め、能率向上の障害になっていると考えられる。この作業は通常、補助者と2名で行うが、オペレータの作業中に補助者が、何らかの準備を行うのが普通である。この準備の内容により、現在のままでも若干の改善の余地はあると考えられる。

補給(B)については、1回当たりの補給数が表-5のごとく分布しており、6条分補給するのは全体の約半分である。これは、途中で苗がくずれて廃棄されたり、すべり遅れで均一に供給されないためである。又1箱当たりの補給時間は、補給数が少ないほど大きい。

(オペレータにつづく)

表-5

廻 行	車 速 (m/s)	平 均	標 準 偏 差
	(A)	0.35	17.0 s / 1回
0.70		11.4 "	—
(B)	0.35	27.7 "	3.90
	0.70	18.6 "	—
苗 補 給 (A)	1回当たり補給数	12.6箱	2.42
	1回当たり所要時間	3' 7"	—
	1箱当たり所要時間	15.0"	6.93
苗 補 給 (B)	1回 当 り 補 給 数	度 数	1箱 当 り 所 要 時 間
	1箱	11 (10.0%)	16.7"
	2 "	9 (8.1%)	13.0"
	3 "	16 (14.4%)	12.8"
	4 "	12 (10.8%)	13.4"
	5 "	13 (11.7%)	10.3"
	6 "	50 (45.0%)	13.0"
(計)	111 (100%)	—	
調 整 時 間		9' 32" / ha	—

注、廻行(A)； 補給不要の時
廻行(B)； 補給必要な時 (全て補給A)

不整形ほ場における作業効率確認試験

第1報 耕うん、収穫作業

福島農試

小松 信・尾形 浩
高樫 伸夫

1 はじめに

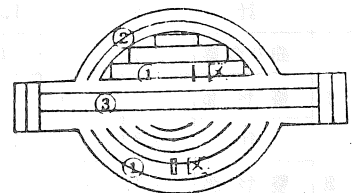
近年、兼業農家の増加、専業農家の規模拡大、あるいは機械の効率の利用等、農村の社会的背景、国の政策等により大規模な機械化銀行を始めとし、集団、個人による作業の受委託が進められ、これが現在定着化しつつある。こうした受委託を進めるうえで、不整形ほ場における利用料金が問題となっている。しかし、不整形ほ場のうち三角、梯形等については既に報告されているので、ここではわん曲したほ場における機械の作業効率を、耕うんと収穫作業について検討したので報告する。

2 試験方法

- 1) 供試機械 乗用トラクタ 48ps ロータリ 1700mm
自脱型コンバイン 2条(キセキHD1700A)
- 2) 試験場所 郡山市富田町
- 3) 試験区の構成

① 耕うん作業

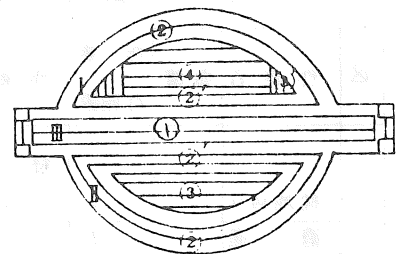
区	作業能率		作業方法
	実測値	計算値	
I	○	○	直進+枕地+整形
II	○	○	曲り+整形
III	○	○	直進



区と作業方法
I区：①→②→③
II区：①→③

② 収穫作業

区	作業能率		作業方法
	実測値	計算値	
I	○	○	整形+枕地刈 +1方刈+回り刈
II	○	○	整形+枕地刈 +回り刈
III	○	○	整形直進



枕地行程数 隅手刈 (3m×3m) 区と作業方法

I区=5行程
II区=6行程

整形 枕地 1方刈 回り刈
I区：①→②②'→③③'→④
II区：①→②②'→③

3 試験の結果

1) 実測値

① 耕うん作業

耕うん作業の作業時間の実測値は、表-1のとおりである。I区、II区とも作業行程数は7行程で同じであるが、10アール当り総作業時間では、I区はII区より時間を多く要している。

これはI区の場合、直進部分と枕地最終行程との重なり率が高いため、枕地を除くわん曲部の平均行程距離が、II区より4.8m長くなり、更にI区の旋回回数は、II区より1回少ないが、直進作業での1回当り旋回時間が14.6秒多く要しているためである。I、II区の10アール当り作業時間を、III区の整形を100として比較すると、作業時間率はI区が114.4%、II区が108.2%となる。従って、作業方法は、最初わん曲部を曲り畦に添って耕うんし、その後整形部を耕うんするII区の方法が有利となる。

表-1 耕うん作業の作業時間(実測値)

区	作業名	面積	作業行程数	作業時間	旋回回数	旋回時間	計	10a当り総作業時間	作業時間率	耕巾	作業速度
		a		分 秒		分 秒	分 秒	分 秒	%	m	m/sec
I	直進作業	2.1	4	2.07.7	3	2.11.4	8.28.5	33.01.9	114.4	1.65	0.55
	曲り作業		3	3.10.6	2	58.8					
	整形部	3.7	9	7.33.0	8	3.08.0	10.41.0			1.60	0.50
	計	5.8		12.51.3		6.18.2	19.09.5				
II	曲り作業	2.1	7	4.31.0	6	2.55.6	7.26.6	31.15.2	108.2	1.57	0.50
	整形部	3.7	9	7.33.0	8	3.08.0	10.41.0				
	計	5.8		12.04.0		6.03.6	18.07.6				
III	整形部	3.7	9	7.33.0	8	3.08.0	10.41.0	28.52.4	100	1.60	0.50

② 収穫作業

表-2 収穫作業の作業時間(実測値)

区	作業名	面積	作業行程数	作業時間	旋回回数	旋回時間	計	手脱時	刈穀間	10a当り総作業時間	作業時間率
				時 分 秒		分 秒	時 分 秒	分 秒		時 分 秒	
I	枕地刈り	3.1	5	10.43.1	4	2.34.5	47.32.2	21.40.0	2.07.18.1	126.8	
	直進		3	4.55.1	3	2.10.3					
	一方刈り		10	2.19.0	10	5.53.8					
	回り刈り		12	11.09.6	12	7.46.8					
	整形部	5.5	30	32.00.0	29	11.18.6	43.18.6				
	計	8.6	60	1.01.06.8	58	29.44.0	1.30.50.8				

区	作業名	面積	作業行程数	作業時間	旋回数	旋回時間	計	手刈脱穀時	10a当り総作業時間	作業時間率
II	枕地刈り	3.1	6	時分秒 13.38.4	5	分秒 3.05.6	41.35.2	21.40.0	2.00.23.0	119.9
	直進		4	6.29.4	4	1.47.0				
	回り刈り		10	11.11.4	10	5.23.4				
	整形部	5.5	30	32.00.0	29	11.18.6	43.18.6			
	計	8.6	50	63.19.2	48	21.34.6	1.24.53.8			
III	整形部	5.5	30	32.00.0	29	11.18.6	43.18.6	21.40.0	1.40.24.7	100

収穫作業の作業時間の実測値は、表-2のとおりである。10アール当り総作業時間で、I区、II区を比較すると、I区が約7分時間を多く要している。これは、I区がわん曲部の回り刈りの旋回を容易にするため、枕地をII区より1行程減らして5行程とするかわりに、残りの両端5行程を1方刈りし枕地を広くしたが、この行程数増が作業し易さに結びつかず時間を多く要した。

I区、II区の10アール当り作業時間を、III区の整形を100として比較すると、作業時間率はI区が126.8%、II区が119.9%である。従って作業方法は、最初に整形部を処理し、次いで枕地、回り刈りをするII区の方法がI区と比べ能率的である。

2) 計算値

① 設定条件

計算値を求めるための設定条件を、実測値を参考に図-1、図-2のように決めた。設定条件は、ほ場のわん曲による作業のしにくさを、旋回時間と作業速度で表わし差を設けた。作業方法は、実測と同じ方法とした。

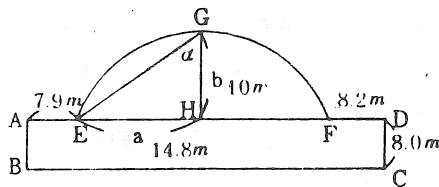


図-1 耕うん作業の設定条件

l : 耕巾 = 1.6 m

v : 作業速度 = 0.5 m/sec

T_1 : 旋回時間 (整形部) = 25 秒

T_2 : 旋回時間 (わん曲部) = 30 秒

枕地 : 整形部 = 4 行程、わん曲部 (II区) = 3 行程

$$l : \text{外周} = 2\pi \frac{EH}{\sin(180-2\alpha)} \times \frac{90-d}{90}$$

$$n : GH \text{の行程数} = \frac{b}{l} \quad d = 56$$

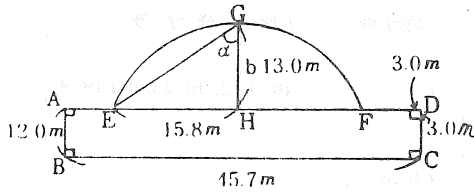


図-2 収穫作業の設定条件

- n : わん曲部枕地行程数 n' : バック走行行程数 = 9
 ℓ : 刈り巾 = 0.6 m v : 作業速度 (1速) = 0.30m/sec
 v' : 作業速度 (2速) = 0.46 v'' : バック走行速度 33.6 秒 / 1 行程
 T_1 : 整形部旋回 = 23.4 秒 T_2 : わん曲部旋回 = 39 秒
 ℓ : 外周 = $2\pi \frac{EH}{\sin(180-2d)} \times \frac{90-d}{90}$ $d = 50^\circ$
 Z : 手刈り脱穀時間 = 21 分 40 秒
 1 隅の手刈面積 = 3 h × 3 m

② 計算式

計算式は、図-1、図-2の設定条件にもとづき、枕地、直進作業等各作業毎に計算式を求め、これを組立てることにより次のような計算式を得た。

a) 耕うん作業の計算式と計算値

$$I \text{ 区} = \frac{b-3\ell}{\ell} \times \frac{1}{v} \times (EH-3\ell) \left(2 - \frac{b-4\ell}{b}\right) + \left(\frac{b-3\ell}{\ell} - 1\right) \times T_2 +$$

$$\left\{ \ell \times \left(1 - \frac{\ell}{b} \times \frac{1}{v}\right) \right\} \times 3 + 3 T_2 + \text{整形部} = 1134'' 6 = 18' 54'' 6$$

$$II \text{ 区} = \frac{1}{2} \left\{ 2\ell - \frac{\ell}{b} (n-1) \ell \right\} \times \frac{1}{v} \times \frac{b}{\ell} + \left(\frac{b}{\ell} - 1\right) \times T_2 + \text{整形部} = 1087.8$$

$$= 18' 07'' 8$$

$$III \text{ 区} = \frac{AB}{\ell} \times \frac{AD-4\ell}{v} + \left\{ \left(\frac{AB}{\ell} - 1\right) + 3 \right\} \times T_1 + 2 \times \frac{AB}{v} \times 2 = 632'' = 10' 32''$$

㉔) 収穫作業の計算式と計算値

$$I \text{ 区} = \frac{n}{2v} \left\{ \ell \left(2 - \frac{n\ell}{b}\right) - 2\ell (n-2) \right\} + \frac{EF-2\ell}{b} \times \left(\frac{b-n\ell}{2\ell} + n\right) \ell \times$$

$$\frac{1}{v} \times \frac{(b-n\ell)}{\ell v} + v'' n' + \left(\frac{b-n\ell}{\ell} + n-1\right) \times T_2 + \text{整形部} +$$

$$Z = 5389' 4 + Z = 29' 49'' 4 + Z$$

$$II \text{ 区} = \frac{n}{2v} \left\{ \ell \left(2 - \frac{n\ell}{b}\right) - 2\ell (n-2) \right\} + \frac{EF-2\ell}{b} \times \left(\frac{b-n\ell}{2\ell} + n\right) \frac{\ell}{v} \times$$

$$\frac{b-n\ell}{\ell} + \left(\frac{b-n\ell}{\ell} + n-2\right) \times T_2 + \text{整形部} + Z = 5114'' 6 + Z = 1' 25' 14'' 6$$

$$+ Z$$

$$\text{III 区} = \frac{AD - 3 \times 2}{\sqrt{\ell}} \times \frac{AB}{\ell} + \frac{AB - 3 \times 2}{\sqrt{\ell}} \times \frac{3 \times 2}{\ell} + \left(\frac{AB}{\ell} + \frac{3 \times 2}{\ell} - 1 \right) \times T_1 +$$

$$Z = 2604.6 + Z = 43.24.6 + Z$$

この計算式により耕うん、収穫作業の作業時間を形状、作業方法別に求めると、その数値は実測値とほぼ一致する。

4 まとめ

わん曲したほ場における作業能率は、整形部との面積比、形状等により異なるが、わん曲部の面積割合が多くなるに従い作業能率は低下する。したがって、整形部、わん曲部との面積割合が1.8 : 1のこのようなほ場では、整形と比較し耕うん作業で約10%、収穫作業で20~25%時間を多く要する。

一方これらを計算式で近似的に求めることは可能であり、ほ場の形状等に合わせて作業時間を求め、これを指号化することで受託作業における料金設定の際、条件に応じた格差を設ける上で有効と考えられる。

(4ページのつづき) 乗用田植機の性能について

この作業時間も相当な比率を占めるが、補給苗の搭載位置、オペレータの姿勢等について人間工学的見地から改良する余地があると考ええる。

調整時間のほとんどは、苗のすべりが悪くなり、警報器の合図で一時停止して苗を押し出してやるための時間であった。

以上の結果からわかるように、苗補給時間が、全作業時間の40%弱も占めることになり、苗補給の方法を多少改善する程度では、歩行型機と能率的には大差がないと考えられる。目下のところ、乗用型はオペレータの疲労対策としての有利性があるにとどまっていると考えられる。もちろん疲労対策の結果としての能率向上は認めなければならない。

今後、乗用型が、大規模経営農家だけでなく、受託作業を行っている農家、農協等の受託業務用として導入される可能性を展望する時、苗補給(育苗も含めて)の機械化、自動化が必要になってくるのではないかと考える。

りんご樹に対する薬液の少量散布に関する研究

— 散布薬液の付着性について —

弘前大学農学部

高橋 照夫 福地 博
戸次 英二 武田 太一
藤田 佳伸

1 緒 言

一般に病害虫防除作業における薬液の少量散布の意義は、作業能率ならびに経済性の向上（散布時間と水の節約）が期待されるところにある。⁽¹⁾⁽²⁾りんご園⁽³⁾に対しても欧米においては、すでに、10アール当り散布量が100ℓ/10aが実用化されており、これは我国における散布量の $\frac{1}{6}$ に当る。今後、りんごのわい化栽培の動向に伴って、特に小型スピードスプレーヤを活用した少量散布が必要と考えられるので、本研究は、りんご樹に対する少量散布の可能性を見出す目的を持って、慣行散布法と少量散布法による散布液の付着性について比較実験調査したものである。

2 実験および調査方法

(1) 実験方法：りんご樹が春期の枝幹のみの状態から夏期の繁茂期に至るまで、大型スピードスプレーヤによる慣行散布と平行して、ハンドミスト機による少量散布を行った。供試機は表1のとおりである。

表1. 供試機

供試機	風 量	吐 出 量	供試目的
スピードスプレーヤ	最大 1500 m ³ /min	最大 355 ℓ/min (4 Kg/cm ²)	慣行散布
ハンドミスト機	25.7 m ³ /min	18 ℓ/min (30 Kg/cm ²)	少量散布 (揺動)

10アール当りの散布量の設定は、慣行区は青森県りんご病害虫防除暦の散布量に従い、少量散布区は、慣行区の散布量の $\frac{1}{3}$ 、 $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{2}{3}$ とした。少量散布区の散布方法は、散布者が手動により供試機の噴口を上下に1秒1回の速度で揺動せしめて行った。

(2) 調査方法：調査方法は、表2に示すような、大・中・小の3種類の樹形を選び、各々の樹冠内部の繁みの厚いと見られる部位に1列または2列に、1m間隔にポールを立て、ポールには高さ1mから4mまで1m間隔に、測定点を設けた。各測定点には上下前後の4方向に向けた印画紙をそれぞれとりつけ、印画紙上に付着した散布液の付着状態を調査するものとした。付着状態の判定は、農業機械化研究所⁽⁴⁾のスピードスプレーヤ鑑定試験方法に準じて行い、t検定により有効薬百分率を信頼度95%で推定した。

表2. 供試樹

	樹 高	樹 冠 径
大型樹	約 4 m	約 11 m
中型樹	約 3 m	約 8 m
小型樹	約 3 m	約 6 m

3 実験結果と考察

(1) 散布液の付着状態における有効葉百分率について：有効葉百分率については、国営検査における成績を参考にして検討した結果、有効葉百分率80%以上および変動係数40%以下をもって良好な付着状態とすることにし、これに基づいて実験結果をみれば次のとおりである。

1) 大型樹について

図1に大型樹における実験結果を示す。本図において、少量散布区は5月上旬の結果を除いてはいずれの時期も不良と見られる。これは4月上旬と5月上旬において樹形には大きな変化は見られなかったにもかかわらず、4月上旬において結果が劣るのは津軽地方では風の強い時期であり、できるだけ無風時に実験を行ったにもかかわらず、供試機の吐出風量が少風量であるために、わずかの風にも影響を受けたものと考えられる。6、7月の繁茂期において不良な結果となっているのは到達性の不足が原因と考えられる。供試機は裸地においては10m程度の到達性を持つが、噴口を揺動することにより送風能力に減衰を来たした結果と解される。慣行区においてもこの時期の結果は良好でないが、この原因については供試樹のような巨木に対しては一般に8の字散布等を行うのに対し、本実験では樹列に平行運転散布したためと考えられる。

2) 中型樹について

中型樹における実験結果は図2に示すとおりで、6月上旬の100ℓ/10a散布区を除いてはほぼ良好な結果を示した。中型樹は樹冠径が約8mであり、大型樹のそれが約10mであるのに比べて小さいために、大型樹の場合より良好な結果を示したものと考えられる。100ℓ/10a散布区が6月上旬において不良となった原因は散布量が慣行散布量の1/6であり、すなわち散布量の絶対量の不足によるためであろう。しかし慣行の1/3の散布量である200ℓ/10a区は、慣行散布区に比して大差のない結果が得られた。

3) 小型樹について

小型樹における実験結果は図3に示すとおりである。小型樹の樹冠径は約6mであるため前述の二供試樹に比べて良好な結果を示した。

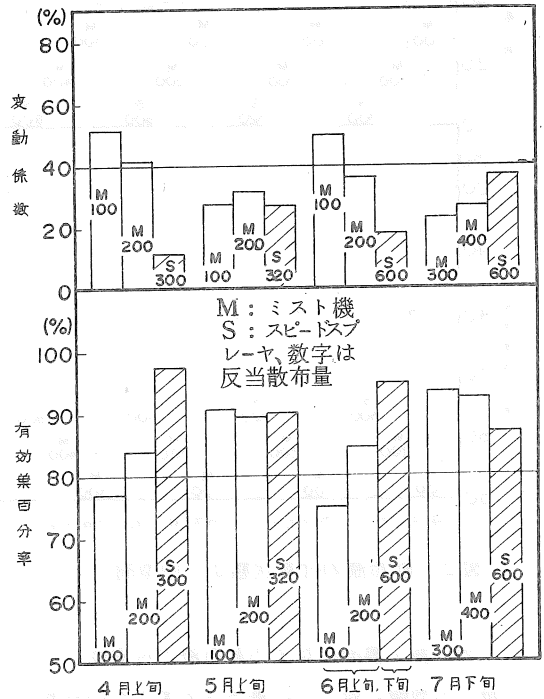


図1. 散布液の付着状態I (大型樹)

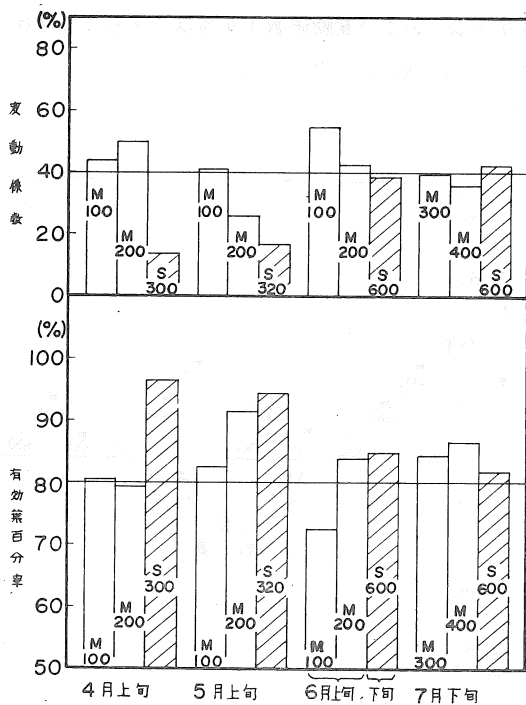


図2. 散布液の付着状態Ⅱ (中型樹)

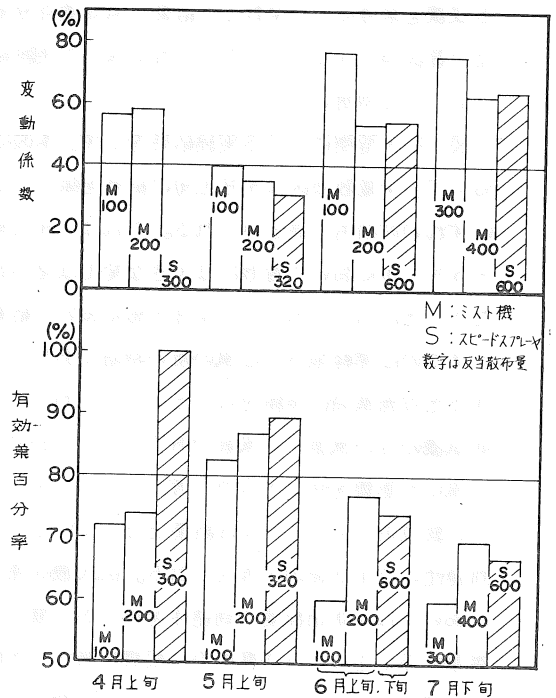


図3. 散布液の付着状態Ⅲ (小型樹)

(2) 表・裏面に対する散布液の付着性について：前項において少量散布区は、慣行区に比べて、中型樹と小型樹に対しては優るとも劣らない結果が見られたので、散布液の付着状態の中で、特に表・裏面に対する散布液の付着性について見ると次のとおりである。表3は代表的に、7月下旬の繁茂期の表・裏面における散布液の付着度を示すものであるが、少量散布区はいずれも慣行区に比べて表・裏面とも

表3. 表・裏面における散布液の付着度 (平均値)

		慣行区 (600 l / 10 a) 区	300 l / 10 a 区	400 l / 10 a 区
中型樹	表面	8.2	9.3	9.5
	裏面	5.1	6.7	6.0
小型樹	表面	7.8	9.2	9.7
	裏面	6.6	8.4	7.6

付着度が高く、良好な結果を示している。これは少量散布の方法が、噴口を上下に揺動せしめて散布したので、裏面への付着が良好となり、また、葉も揺動される結果、散布液 (噴霧流) が樹冠内部まで到達し得て付着度を高めたものと解される。

(3)今後の問題点：本実験に供試した様な小型の機械では、前述のとおりわずかの風（風速1～2 m）であっても、その影響が大きいので、今後は自然風に対応できる散布方法の改善、あるいは、より大風量の機械を使用するなどを考える必要がある。また、揺動装置については、作業速度に適応する揺動速度あるいは揺動角度等について検討する必要がある。

4 要 約

本研究は、りんご樹に対する少量散布の可能性を見出す目的をもって、大・中・小の三種の樹型に対して、慣行散布量の1/2～1/3量の少量散布を行い、その散布液の付着性を調べた。その結果、風量25 m³/分程度の散布機で揺動散布を行うことにより、中・小型樹（樹冠6～8 m、高さ3 m）に対しては十分可能性があり、かつ揺動効果により葉の裏面に対する付着性も慣行散布より優るものと推考される。なお、今後の問題点として、(1)自然風の影響に対する対応策、(2)噴口揺動装置の検討等が必要である。

参 考 文 献

1. Samuel, F.P. Concentrated Spray Equipment. Dorland Books, 1958.
2. 武田 太一 ミスト機およびスピードスプレーヤの利用性に関する研究。青森農試研究報告10号, 1965.
3. 木村 甚弥 欧米のりんごとわい化栽培。青森県りんご協会, 1974.
4. 農 機 研 スピードスプレーヤ（立木用）鑑定試験方法, 1965.

ビッグペーラの利用法に関する研究 (第1報)

サイレージ調製法

東北農試

小泉武紀 吉原 徹

加茂幹男 深沢秀夫

ビッグペーラは、従来のペーラより格段に大きいペール(約10~30倍)を作るペーラで、現在、次のようなものがある。

1 円筒形のペールを作るもの

i) 第1図のもの(A)

第1図のように、ベルトと、その下のロールによって、ペールの芯作りをしながら巻いてゆくもので、ベルトは、巾約10cmのものが、ペールの全長にわたって繋がっている。

ii) 第2図の形式のもの(B)

第2図のように、平面の台の上にペールを載せ、この平面を後方に移動する突起付チェーンと、上の金属製のチェーンによって芯作りをしながらペールを巻いてゆくもの

iii) 第3図の形式のもの(C)

第3図のように、ペールの外周に沿って、6個に分割されたベルトでペールを巻いてゆき、ペール後期に外側から締め付け圧力をかけてペールするもの。

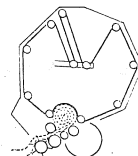
iv) 地面の上を転がして巻いてゆくもの

2 角型のペールを作るもの

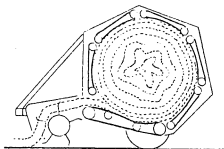
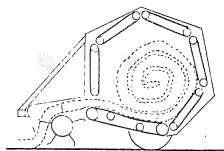
従来のペーラのようにプレス(クィンガパッカによる)して押し出し結束するもの。

ビッグペーラは、現在、北海道を中心に導入が進められており、主に乾草生産に用いられている。東北農試では、現在、水田総合利用の一環として、イタリアンライグラスその他の粗飼料の収穫調製の省力化の研究の中でこれらの研究を行っており、現在、主に、サイレージ調製に関して研究している。

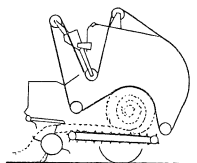
ビッグペーラによるサイレージ調製法としては、適当な水分のものをペールしたあと、ビニールで包む方法について研究を行った。



第1図 (A式)



第3図 (C式)



第2図 (B式)

試験に供したペーラは、第1図、第2図、第3図のもので、主要諸元は、第1表の通りである。

第1表 供試機主要諸元（カタログによる）

諸元	供試機	A	B	C
全長	cm	427	391	480
全幅	cm	226	227	245
全高	cm	269	233	243
重量	Kg	1975	1442	1650
ピックアップ巾	cm		148	150
ベール寸法				
直径	cm	76 ~ 183	90 ~ 140	180
幅	cm	152	140	150
重量	Kg	540 ~ 680	227 ~ 386	500 ~ 800
能率	トン/時	—	5.5 ~ 9.0	10 ~ 20 ベール
所要馬力	p s	45 p s 以上	40 ~ 60	50 以上

ビッグペーラのほ場における梱包作業能率は、ほ場の草生条件、ウインドローの大きさ、水分、その他各種の条件によって異なるが、試験条件下ではウインドローにしたものでは、乾物重で、3~5 t/時程度であった。ウインドローにせずに刈倒したものを直接拾い上げる場合には、1~1.5 t/時程度であった。ビッグペーラによるサイレージ調製法では、ビニールで密閉する作業法が、1つの問題であり、北海道立新得畜試などでも種々研究されている。この作業法は、今後の課題の1つであるが、東北農試では、密閉法として、土かけ法、クリップ法、ハンドシーラによるビニールの現地熱溶着法等を行なった。

供試したハンドシーラは、主に食品の包装に、開発されたもので、サイレージ調製のために作られたものでないため、作業上、未だ改良すべき点があるが、ビッグペーラによるサイレージ調製のみでなく、現地スタックサイレージ調製などにも関連するので、その概要につき簡単に報告してみた。供試ハンドシーラの主要諸元を第2表に示した。

第2表 ハンドシーラ諸元

ハンドシーラによる作業法は次のようになる。100vの電源が近くにない場合には、携帯用の発電機を用意する。

- i) ほ場などの地面に、ビニールを広げておく。
- ii) ベールをビニールの上に乗せる。
- iii) ビニールをベールの円周方向に巻いて、円筒の長手方向の2枚の端をハンドシーラで熱溶着する。その結果、ビニールは円形断面の両端部が開いた円筒形を形成する。
- iv) 円形断面の両端を空気を追い出しながら絞って、ゴ

項目	型式 HS-B型
機械寸法	330 × 165 × 190 mm
重量	5.2 Kg
速度	5 m/分
ヒータ	150 w × 2
使用電力	AC 100 v、450 w

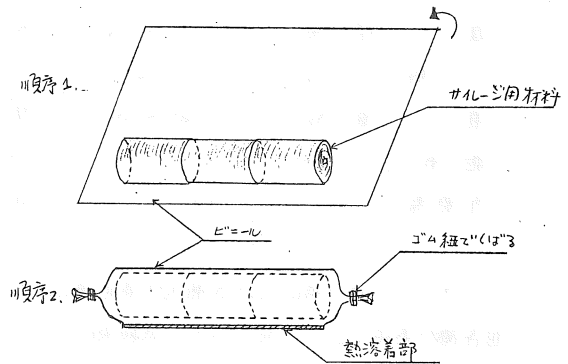
ムで結んで密閉を完了する。

なお、本試験では、このためのビニールは透明なビニールを用いたので、密閉後、直射日光を避けるため、この上に、中古の黒ビニールをかけて、黒ビニールは、べールの下部を縄で1周して結んでとめた。

ロールペールのビニールによる密閉は、1個づゝ包むものと、2個並べて一緒に包むものを行なった。2個以上包む場合は、ビニールの上にべールを載せるときに、2個のべールの円形断面部がなるべく重なるように接近して載せ、そのあとは同様となる。この場合、密閉の終わったものは、べールを何個か連ねた細長い円筒状を形成する。なお、このように多数個のべールを連ねて、1枚のビニールで包む場合、取り出し時の2次醸酵を防ぐ方法の1つとして、べール1個の端毎に、熱溶着して密閉したビニールの上から、適当な紐をべールを1周して巻いて結んでおけば、残りのべールへの空気の流入が少なくなる。また、これらに適した大きなビニールを作るのは、ハンドシーラが利用できる。

このような方法で、イタリアンライグラス、稲わら等についてサイレージ調製試験を行なった。また、密閉法としては、この他、土をかける方法や、クリップでとめる方法でも良いようである。

試験結果の一部を第3表に示した。



第4図 作業順序(ラウンドべール)

第3表 サイレージ調製ラウンドロール

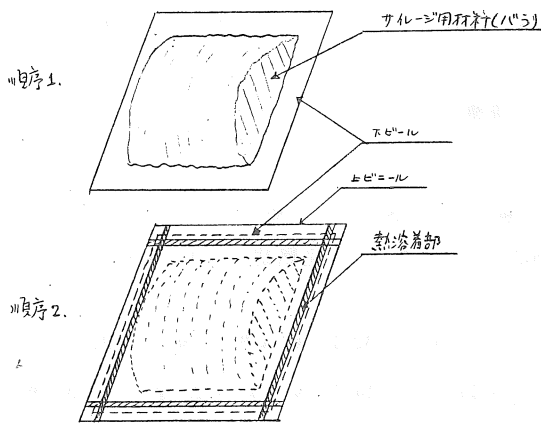
試験番号	材 料	水分 %	べール直径 m	べール長 m	重量 Kg	密度 Kg/m ³	乾物重 Kg	乾物密度 Kg/m ³
1	オーチャード	56.4	1.15	1.66	470	279	205	121
2	"	48.1	1.12	1.60	415	273	215	142
3	イタリアン	65.6	1.95, 1.74	1.52	1318	345	453	119
4	"	"	1.98, 1.72	1.51	1358	356	467	122
5	"	39.5	1.92, 1.72	1.50	858	225	519	136
6	"	80.4	1.98, 1.68	1.53	1458	382	286	75
7	"	"	2.00, 1.63	1.53	1468	385	287	75
8	"	58.4	0.91, 0.90	1.47	449	475	187	198
9	"	36.5	0.96, 0.89	1.50	319	317	203	201
10	"	46.3	0.93, 0.83	1.50	272	302	146	162
11	"	35.8	0.87, 0.85	1.50	239	276	153	177
12	"	51.5	0.95, 0.80	1.50	—	—	—	—

試験 番号	材 料	水分 %	べール直径 m	べール 長 m	重量 Kg	密 度 Kg/m ²	乾物重 Kg	乾 物 度 Kg/m ³
13	稲 わ ら	47 %	1.10, 1.05	1.43	355	268	188	143
14	〃	〃	1.07, 1.05	1.43	325	248	172	131

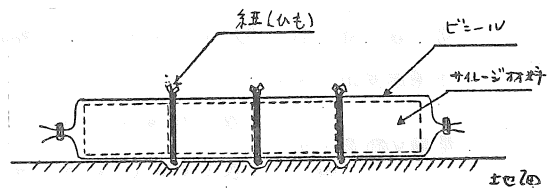
注 1. ⊗、左側は円形断面の横の直径、右は同じく高さ。(サイレージ調製開始時)
 注 2. 牧草は、全てクレイルモーア刈取り。稲わらは普通型コンバイン排わら。

開封した№8～11は、外観上は、表面から、内部までカビや腐敗は全く認められず、芽香を有する良質のサイレージができた。品質分析、密度や水分との関係その他の詳細については、今後の課題であるが、ロールべール単体のみでなく連続体のサイレージ調製法の見通しが得られた。なお、細断粗飼料のスタックサイレージの場合は、トレーラ又は、ロードワゴン→ハンドシーラ等による密閉→抜気の体系をイタリアンライグラス、稲わらなどで、また、一般べーラによるべールサイレージの場合には、べール堆積後ハンドシーラで密閉→抜気の体系をイタリアンライグラス等で現在試験しているが、ハンドシーラは熱で熔着すると、ビニールの密閉性が非常に良いようである。たゞ、機械の構造もあるが、作業面で若干の改善が望ましい。

ビッグべーラによるサイレージ調製法は、この他にも種々あり、今後の課題である。なお、本研究における今後の課題としては、①鳥虫害からの安全性、②経費、③作業面の改善、④ビニールの選択などがあげられる。(詳細については、52年度試成績書参照)



第5図 作業順序(バラ)



第6図 2次醸酵を減少する方法

大麦ホールクroppサイレージ調製法に 関する研究 (第1報)

— シリンダ型フォーレージハーベスタの作業性能 —

東北農試

吉原 徹 加茂 幹 男
深沢 秀 夫 小泉 武 紀

1 はじめに

わが国の畜産経営を安定に発展させるためには、栄養価の高い良質の粗飼料の自給体制の確立が重要であると考えられる。その一方策として、本研究は現在普及しつつある粗飼料の収穫調製技術を基として、これをホールクropp作物への適応性を検討し、問題点の改善、あるいは新技術を開発することによって、ホールクroppサイレージの収穫調製技術確立の資料を得ることを目的としたものである。

そこで水田の高度利用としての裏作物としても有効である大麦の飼料としての利用を考え、この大麦ホールクroppの収穫調製用機械として、サイレージの品質も考慮してサイロ充填時の密度を高めるために、刈取と同時に細切もできるダイレクトカット方式によるシリンダ型フォーレージハーベスタの作業性能について検討したので報告する。

2 試験研究方法

- 1) 供試機械：シリンダ型フォーレージハーベスタ (NH717) — シックルバーアタッチメント付 (刈幅 1830 mm)
- 2) 供試材料：ミュキオオムギ (前年 10 月 17 日播種)
- 3) 試験区の構成

試験項目	試験区別
刈取時期	乳熟期 (6月8日), 糊熟期 (6月17日), 完熟期 (6月28日)
作業速度 m/s	0.5, 1.0, 1.5
*) 理論切断長 in (mm)	9 枚 3/16 (4.8), 7/32 (5.6), 5/16 (7.9), 15/32 (11.9), 5/8 (15.9), 7/8 (22.2)
	6 枚 1/4 (6.4), 5/16 (7.9), 7/16 (11.1), 11/16 (17.5), 15/16 (23.8), 5/4 (31.8)
刈刃枚数	9, 6

*) フィードロールの回転速度を変えて設定

- 4) 試験条件：刈取高さは 5 ~ 7 cm とし、刈刃軸回転速度は 950 rpm (刈刃周速度 29.8 m/s) とした。また材料含水率は乳熟期が 69.8% (穂 61.2%, 茎葉 75.3%)、糊熟期が 60.7% (穂 47.6%, 茎葉 70.9%)、完熟期が 46.6% (穂 18.0%, 茎葉 65.0%) であった。
- 5) 測定器械：トルクメータ、移動体テレメータ
- 6) 調査項目：PTO軸トルク、実作業速度、収穫ロス、材料の切断長、材料の充填密度 (容積 13.8

のポリバケツにて計測)、簡易サイロ(45ℓ容ポリ容器)による材料の切断長別サイレージ品質

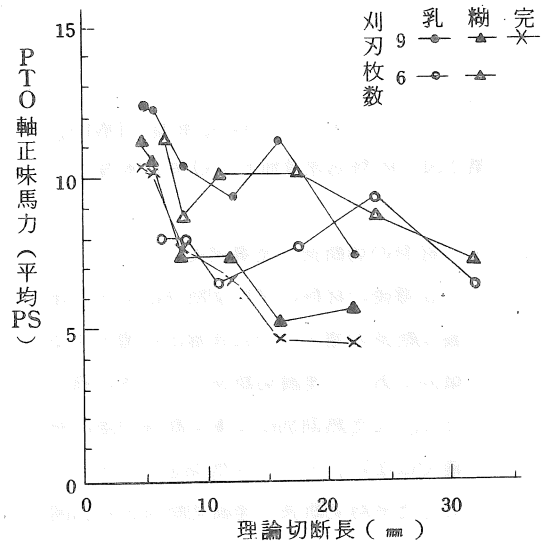
3 試験結果と考察

(i) PTO軸正味馬力

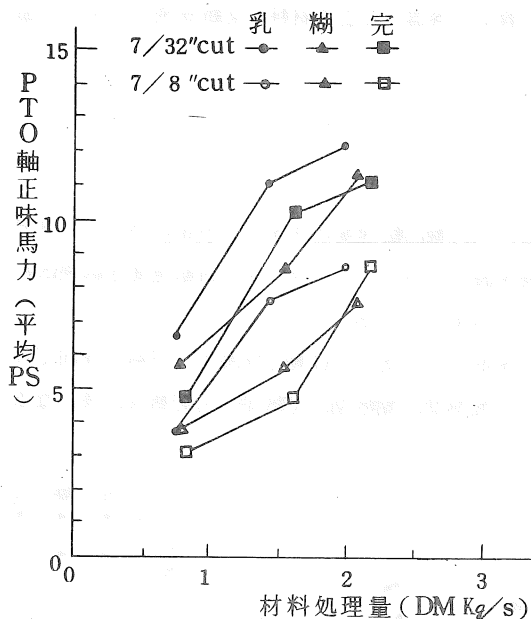
供試機械の無負荷時のトラクタPTO軸トルクは、刈刃軸回転速度が950rpmの時トラクタPTO軸は540rpmであるが、刈刃の理論切断長を設定するフィードロールの回転速度を試験区の範囲で変えてもほとんど変化がなく、2.4Kg・m(1.8PS)であった。

次に材料を実際に収穫する時の無負荷時のトルクを差し引いたPTO軸正味馬力(平均)を同じ作業速度について刈刃の理論切断長別に求めてみると、乳熟期、糊熟期、完熟期とも切断長が長くなるほど所要馬力は小さくなる傾向にあり、刈刃枚数別では9枚刃の場合の方が6枚刃の場合に比べ、切断長が長くなるにつれての所要馬力の減少が著しく表われる。また熟期別では熟期が進むほど、いかにえれば材料水分が小さくなるほど、同じ切断長の条件では小さくなる傾向にあり、完熟期においては切断長が長くなるにつれ、所要馬力の減少が他に比べて大きい傾向にある(第1図)。このことはPTO軸馬力が材料を細断する時の切断に要する動力に大いに左右されるものと考えられる。

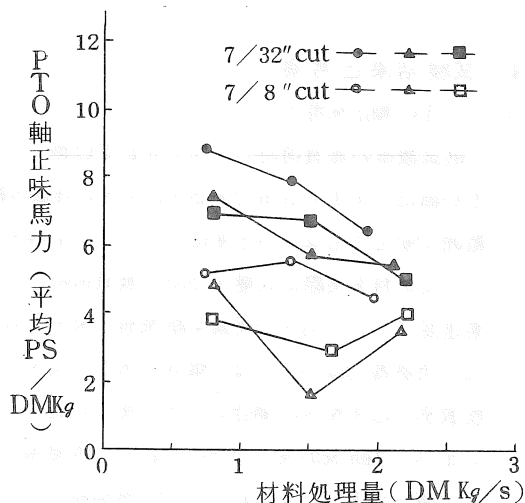
同様に作業速度を変えることによる材料処理量別のPTO軸正味馬力は刈刃の理論切断長が一定であれば、各熟期とも単位時間当りの材料処理量の増大につれ急激に増大し、処理量の増減がPTO軸の所要馬力に大きな影響をおよぼすことがわかる(第2図)。さらにこのPTO軸正味馬力を単位材料処理量当りに換算させた馬力を材料処理量の関係からみると、材料処理量を増大させるほど、単位処理量当りの正味馬力は低下する傾向にある(第3図)。したがって単位処理量当りの馬力からみると、材料処理量を作業機的能力の限界近くまで増大させるほど、馬力当りの処理量が増大し、作業効率はいよることになる。



第1図 理論切断長別PTO軸正味馬力



第2図 材料処理量別 P T O 軸正味馬力



第3図 単位材料処理量当りの P T O 軸馬力

(ii) 材料の切断長と充填密度

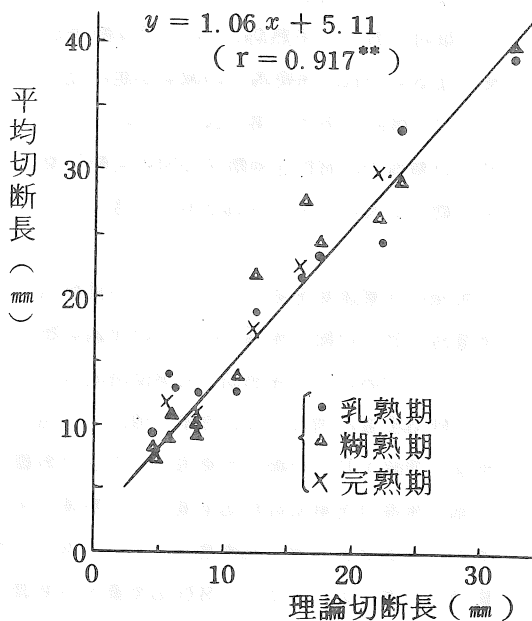
収穫後の材料の平均切断長は刈刃の理論切断長の増大につれ直線的に増大する傾向にあり、理論切断長より大きい値となる。また熟期別による切断長の差は明確ではない。そこで3熟期をひとまとめにした平均切断長と理論切断長との相関は、理論切断長を x (mm)、材料の平均切断長を y (mm) とすると、

$$y = 1.06 x + 5.11 \quad (\text{相関係数 } r = 0.917^{**})$$

で表わされる (第4図)。この結果から理論切断長がわかれば平均切断長は予測できるし、また希望する切断長 (平均) の材料を得たい場合には理論切断長をそれに合せて調整することも可能である。

続いて材料の充填密度を 13.8 ℓ容の

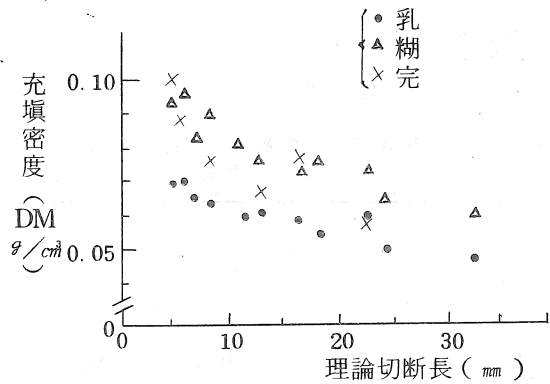
バケツに無圧縮によって詰めて得られた結果を理論切断長との関係で見ると、充填密度 (DM) は理論切断長が長くなるにつれて (材料の切断長が長くなるにつれて) 小さくなり、3 熟期とも理論切断長 4.8 ~ 11.9 mm の間での変化が大きく、材料の切断長を短くすることにより充填密度を高めること



第4図 材料の平均切断長

ができる。また同じ理論切断長では熟期により差があり、特に乳熟期において他より小さくなるのは材料の水分差と子実の熟度差によって乾物重に違いが生じた結果と思われる(第5図)。

さらにフォーレージハーベスタ収穫による材料の拾い上げロスは全体量に対し0.9~9.8%の範囲にあり、試験条件別の明確な傾向は表われなかったが、作業速度が増大するにつれ、また完熟期において若干ロス率が増大するような傾向が認められた。



第5図 材料の充填密度

(iii) 簡易サイロによるサイレージ試験

シリンダ型フォーレージハーベスタで収穫した材料の切断長がサイレージ調製上の品質面においてどのような影響をもたらすかということをも簡易サイロによる試験により検討した。材料は3熟期のも

第1表 開封時の性状

試験区		詰め時重量 (Kg)	開封時重量 (Kg)	開封時密度 (Kg/m³)	重量減少率 (%)	変敗ロス率 (%)
*) 乳熟期	短	12	11.85	286	1.3	4.2
	長	12	11.78	281	1.8	14.7
糊熟期	短	12	11.50	278	4.2	3.0
	長	12	11.71	276	2.4	29.5
完熟期	短	10	9.83	235	1.7	12.4
	長	10	9.67	230	3.3	20.7

*) 「短」は7/32 in. cut , 「長」は5/4 in. cut の材料

のを7/32 in. cut , 5/4 in. cut の2段階にし、サイロは45ℓ容ポリ容器を用い設定条件で刈取収穫直後の材料を12Kg(又は10Kg)詰め込み、60Kgの男子1人が十分踏圧した後上面を全面ビニルで被覆し、そのビニル上に水を深さ15~17cm入れて気密を保ちながら常時圧密するようにした。サイロは直射日光をさけ、屋内に所定水深を保ちながら放置した。詰め込み時の材料含水率は乳熟期、糊熟期、完熟期でそれぞれ69.8%、60.7%、46.6%であり、サイロの開封は12月7日に行った。

開封時のサイレージの性状をみると、充填時に対する開封時の重量減少率は1.3~4.2%の範囲にあり、乳熟期のものについては全体的に小さかった。さらにカビ(白カビ)や腐敗による変敗ロスは主に容器の上層部や周囲にみられ、3熟期とも材料の切断長が短い方がはるかに小さく、切断長を短

第2表 成分分析

第2表 成分分析

試験区	水分 (%)	乾物中 (%)						pH	総酸(当量物中)	総酸中の当量比						アンモニア窒素全窒素 (%)	フリーク 評点
		粗蛋白質	粗脂肪	粗繊維	可溶性無窒素物	粗灰分	乳酸			VFA	酢酸	プロピオン酸	酪酸	その他のVFA			
乳	短	72.9	7.7	3.5	26.7	55.4	6.7	4.01	36.0	77.5	22.5	19.7	0.8	1.8	0.2	9.0	90優
	長	73.2	6.6	2.7	27.5	56.0	7.2	4.10	33.4	74.9	25.1	19.6	0.1	5.4	+	10.7	80優
糊	短	68.7	7.4	2.7	25.9	56.4	7.6	4.76	30.5	41.1	58.9	25.5	1.1	29.5	2.8	13.8	45可
	長	70.0	7.7	2.6	27.7	54.8	7.2	4.46	27.3	78.1	21.9	19.1	0.5	2.3	+	6.6	85優
完	短	51.5	6.7	2.3	22.7	61.7	6.6	4.48	26.9	69.5	30.5	4.5	0.4	25.5	0.1	5.9	58可
	長	52.2	7.1	2.1	22.7	61.6	6.5	4.74	27.4	68.2	31.8	4.5	0.4	26.7	0.2	7.1	58可

*) 試料分析は東北農試草地第4研究室による。

くすることにより密度を高めるとともに変敗ロス率を小さくすることができる(第1表)。

さらに試料成分の分析結果をみると、乳熟期についてはフリーク評点も高く「短」では90、「長」では80となり、良質のサイレージができ易いが、完熟期については明確な差が表われずどちらも58とかなり低い評点となった。また糊熟期については「長」では85と高かったが、「短」については45と低い値となったが、これはサイロに充填時あるいは分析用試料抽出時に問題があったためだと思われる(第2表)。

以上により、大麦ホールクロップのサイレージ調製には切断長を短くすることが材料のサイロへの充填効率を高め変敗ロスを小さくし、さらに材料水分については低くなる完熟期より前のある程度水分をもつ段階での調製の方が良質のサイレージが得られることが認められた。

4 要 約

シリンダ型フォールーレンジハーベスタの大麦ホールクロップに対する作業性能について検討した結果を要約すると以下のとおりである。

- 1) 無負荷時のPTO軸トルク(PTO軸540rpm時)はフィードロール回転速度を変えてもほとんど変化なく2.4Kg・m(1.8PS)であった。
- 2) PTO軸正味馬力は同一材料処理量の条件下では刈刃の理論切断長が減少するほど増大し切断動力が大きいくことがわかる。
- 3) また材料の処理量を増大させるとPTO軸正味馬力は急激に増大し、処理量の増減による影響が大であるが単位処理量当りの馬力でみると材料処理量を増大させるほど作業効率はよいことがわかる。
- 4) 材料の平均切断長y(mm)と理論切断長x(mm)の間には高い相関があり、

(31ページにつづく)

稲わらの圧縮成形化に関する研究（第1報）

— 稲わらの圧縮成形性について —

東北農試

小 泉 武 紀 加 茂 幹 男
吉 原 徹 深 沢 秀 夫

1 はじめに

稲わらは古来から粗飼料の補給源として利用されてきた。北海道を除いた都市近郊酪農家および中間地帯の酪農家では、牛1頭当りの粗飼料の40%を稲わらに依存しているとされている。

しかし、稲作農家の兼業化、自脱コンバインの普及化、化学肥料を中心とした施肥技術等により、稲わらのすき込み、焼却などの形態が増加し、稲わらの飼料向け利用量は年々低下の傾向を示し、現在では年間総生産量の17%程度になっている。一方、酪農経営の多頭化、粗飼料自給率の低下、濃厚飼料価格の高騰等により、低価格の稲わらは低未利用粗飼料源として重要性が増してきている。

本研究は、圃場から搬出された稲わらに農産廃棄物・副産物、ミネラル等の添加を行い、圧縮成形し完全飼料として流通化することを目的としている。本報においては、稲わらの圧縮成形化における諸要因、とくに、圧縮圧力、シリンダ温度、詰込み量、材料の切断長および水分などが稲わらの成形性、耐久性に及ぼす影響について検討した。

2 実験方法

実験材料としては、含水率15%、19%、34%の稲わら（品種、ハヤニシキ）を用いた。供試機械としては、シリンダ径50mmφの油圧式圧縮成形機（最大荷重100ton、cloed-end die type）を用い、これに乾物重で30gの稲わら（詰込み量が稲わらの成形性、耐久性に及ぼす影響について検討したときは、詰込み量を10g、20g、30g、40g、50gとした。）を詰込み、加圧時間を10秒に設定し、各要因の条件を変えて実験を行ない、成形時および排出48時間後の比重量、排出48時間後の耐久性（ASAE規格耐久性評点）の測定を行なった。なお、シリンダ温度の調整は、シリンダに加熱ヒータを巻き、ボルトスライダの電圧調整により行ない、シリンダ内壁表面温度が設定温度（20℃～120℃）になるようにした。

3 試験結果と考察

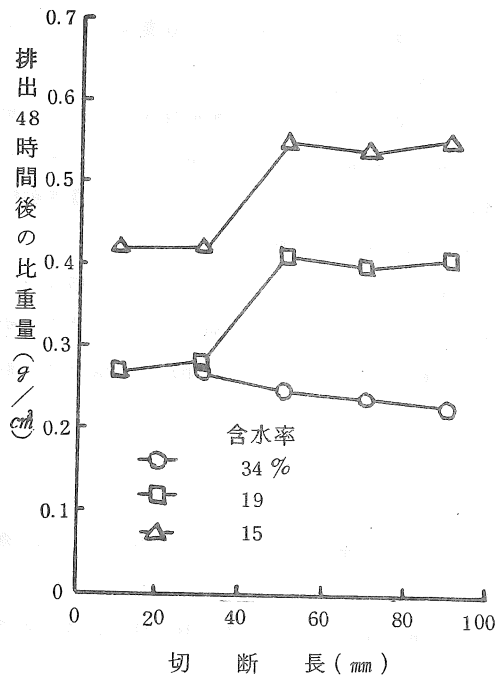
稲わらの圧縮成形性、耐久性に影響を及ぼす要因は、シリンダのテーパ、シリンダ温度、シリンダ長、供給量（詰込み量）、ピストンヘッドの形状、圧縮圧力、加圧時間、ピストンのストローク長、ピストンの往復回転数などの機械的要因と、稲わらの品種、刈取り時期、稲わらの水分、貯蔵期日、稲わらの切断長、稲わらの温度などの材料の性状に関する要因に分類することができ、全ての要因について検討することは困難である。したがって、本試験は機械的要因、材料の性状に関する要因のうち一部について検討を行なった。

以下、その結果を示す。

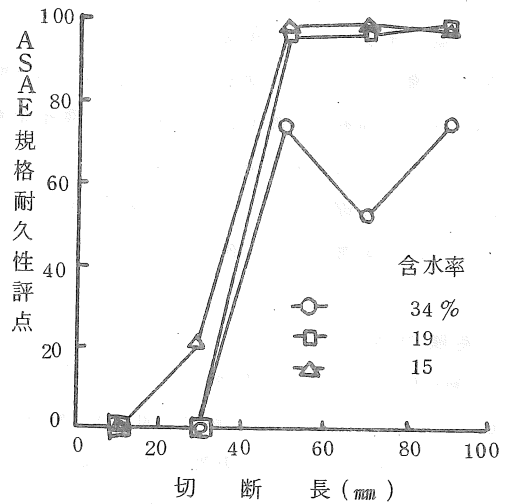
(1) 稲わらの性状が成形性、耐久性に及ぼす影響

1) 切断長による影響

シリンダ温度 50℃、圧力 500 Kg/cm²の条件において含水率 15%、19%、34%の稲わらを圧縮成形したときにおける切断長と排出 48 時間後の比重量および耐久性との関係は第 1 図、第 2 図に示す通りである。



第 1 図 切断長と比重量
(シリンダ温度 50℃、
圧力 500 Kg/cm²)



第 2 図 切断長と耐久性
(シリンダ温度 50℃、
圧力 500 Kg/cm²)

a 比重量について

含水率 15%、19%の稲わらは、切断長 10～50 mm の範囲において成形物の比重量はそれぞれ 0.42～0.55 g/cm³、0.27～0.41 g/cm³ の範囲にあり、切断長が長い条件において成形物の比重量が大きく成形性が良い傾向を示したが、切断長 50 mm 以上において成形物の比重量は、それぞれ 0.54～0.55 g/cm³、0.40～0.41 g/cm³ と切断長による比重量の差は小さかった。一方、含水率 34% の稲わらでは、成形物の比重量は 0.23～0.27 g/cm³ の範囲にあり、切断長の短い条件ほど比重量が大きい傾向を示した。

排出 48 時間後における成形物の高さの膨脹率をみると、含水率 15%、19% の稲わら

では、切断長が長い条件ほど小さい傾向を示した。これは、切断長が材料相互のからみ合いに影響を与え、切断長が長い条件ほど材料相互のからみ合いが大きく、互いに作用し合い膨脹を妨げるためと考えられる。しかし、切断長がシリンダ径と同程度以上になると、材料相互のからみ合いの度合いによる膨脹率の差が小さく、このことにより切断長による成形性の差は小さくなった。

一方、含水率34%の稲わらでは、切断長が長い条件ほど排出48時間後の膨脹率が大きい傾向を示した。これは、材料の水分が30%を越すと屈曲点における復元力が大きく、切断長が長い条件ほど復元力の影響を受けやすいため膨脹率が大きくなると考えられる。このことにより、切断長と比重量との関係が含水率34%で逆の傾向を示したと考えられる。

b 耐久性について

含水率15%、19%、34%の稲わらは、切断長10～50mmの範囲において成形物の耐久性評点はそれぞれ0～97.8、0～96.3、0～74.3の範囲にあり、切断長の長い条件ほど耐久性が大きい傾向を示したが、切断長50mm以上において成形物耐久性評点は、それぞれ97.5～98.0、96.3～98.2、53.5～75.3と切断長による耐久性の差が小さかった。

切断長は、材料相互のからみ合いに影響を及ぼし、切断長の長い条件ほど材料相互のからみ合いの度合いが大きくなるため、各水分の稲わらは、切断長の長い条件において耐久性が大きい結果を示したと考えられる。このことから、成形物の耐久性は、材料相互のからみ合いの影響を受け、からみ合いの大きい条件において耐久性は大きいと考えられる。しかし、シリンダへの材料の詰込み量が同一の場合、材料の切断長がシリンダ径と同程度以上の条件においては、材料相互のからみ合いの度合いが耐久性に及ぼす影響は小さくなると考えられる。

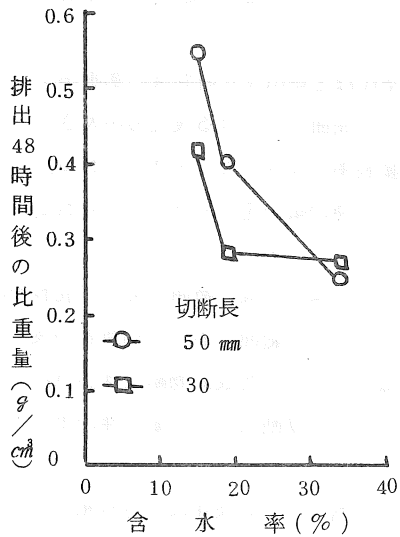
2) 水分による影響

シリンダ温度50℃、圧力500Kg/cm²の条件において切断長30mm、50mmの稲わらを圧縮成形したときにおける水分と排出48時間後の比重量および耐久性との関係は第3図、第4図に示す通りである。

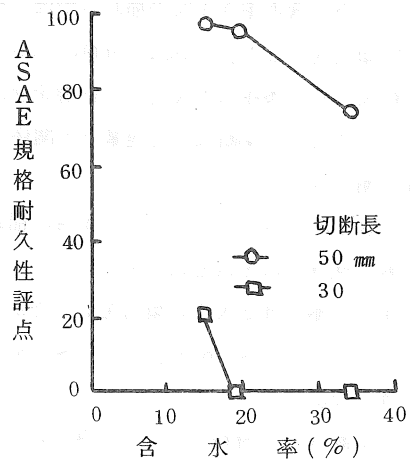
a 比重量について

切断長30mm、50mmの稲わらは、含水率15～34%の範囲において成形物の比重量は、それぞれ0.27～0.42g/cm³、0.25～0.55g/cm³の範囲にあり、含水率が増すにしたがい成形物の比重量は低下する傾向を示し、稲わらの成形性が低下する傾向を示した。この傾向は切断長の長い条件において顕著であった。なお、含水率34%の稲わらの成形において、水分が浸出する現象がみられた。

排出48時間後における成形物の高さの膨脹率は、材料の水分が大きい条件ほど大きく、切断長の長い条件ほど顕著となる。このことは、材料の水分が増すにしたがい材料の屈曲点における復元力が大きくなるためと考えられる。すなわち、材料水分が大きい条件ほど材料の屈曲モーメントが大きく、切断長の長い条件ほど材料の屈曲モーメントの影響が大きくな



第3図 含水率と比重量
(シリンダ温度 50℃、
圧力 500 Kg/cm²)



第4図 含水率と耐久性
(シリンダ温度 50℃、
圧力 500 Kg/cm²)

るため排出後の膨脹率が増し、比重量が低下すると考えられる。

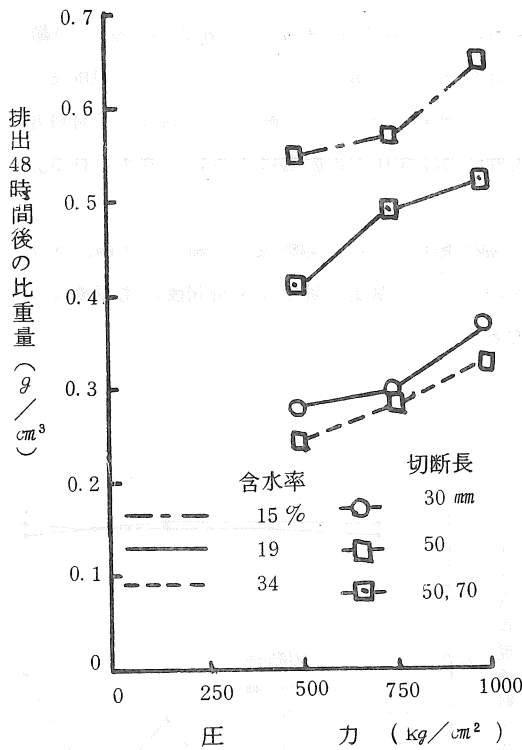
b 耐久性について

切断長 30 mm、50 mm の稲わらは、含水率 15～34% の範囲において成形物の耐久性評点はそれぞれ 0～21.3、74.3～97.8 の範囲にあり、含水率が増すにしたがい耐久性は低下する傾向を示した。切断長 30 mm の稲わらでは、含水率 19% で成形物の耐久性評点が 0 に低下するのに対し、切断長 50 mm の稲わらは、含水率 34% においても成形物の耐久性評点は 74.3 を示した。これらのことから、稲わら成形物の耐久性には、材料相互のからみ合いが大きな影響を及ぼし、材料水分が大きく成形後の膨脹率が大きい条件においても材料相互のからみ合いが大きければ耐久性が維持され则认为される。

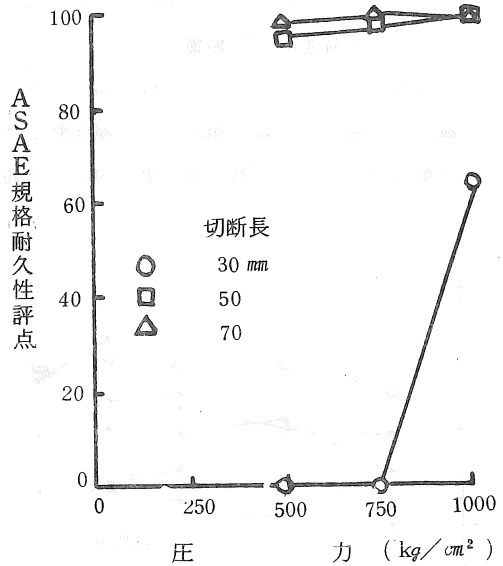
(2) 機械的要因が稲わらの成形性、耐久性に及ぼす影響

1) 圧力による影響

シリンダ温度 50℃、含水率 15%、19%、34% の条件において切断長 30 mm、50 mm、70 mm の稲わらを圧縮成形したときにおける水分と排出 48 時間後の比重量および耐久性との関係は第 5 図、第 6 図に示す通りである。



第5図 圧力と比重量
(シリンダ温度50℃)



第6図 圧力と耐久性
(シリンダ温度50℃、含水率19%)

a 比重量について

切断長50 mm、含水率15%、19%、34%の稲わらは、圧力500~1000 Kg/cm²の範囲において成形物の比重量はそれぞれ0.55~0.65 g/cm³、0.41~0.52 g/cm³、0.25~0.33 g/cm³の範囲にあり、含水率19%、切断長30 mm、70 mmの稲わらは、圧力500~1000 Kg/cm²の範囲において成形物の比重量はそれぞれ0.28~0.37 g/cm³、0.40~0.52 g/cm³の範囲にあり、圧力が増すにしたがい成形物の比重量は増大する傾向を示した。しかし、含水率19%の切断長50 mmと70 mmでは各圧力において成形物は同程度の比重量を示し、圧力による差異は認められなかった。

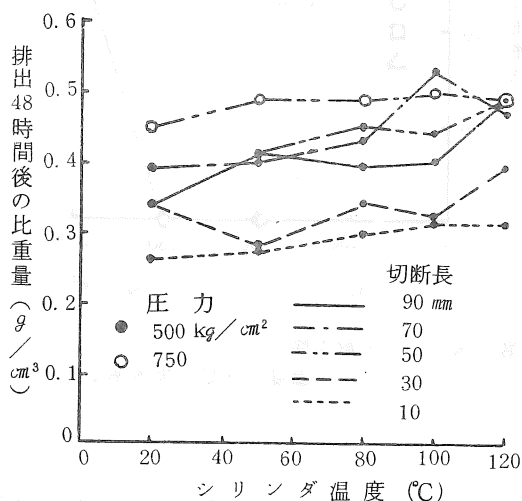
圧力を増すことは、材料の屈曲点における復元力、すなわち屈曲モーメントを小さくさせることになり、さらに、材料相互の圧着性を高める。このことにより稲わらの成形性が良くなると思われる。一方、材料相互のからみ合いの大きい条件においては、材料相互のからみ合い、材料相互の摩擦により屈曲モーメントの影響が緩和されるため、切断長50 mm以上の条件では切断長による成形性の差は小さくなると考えられる。

b 耐久性について

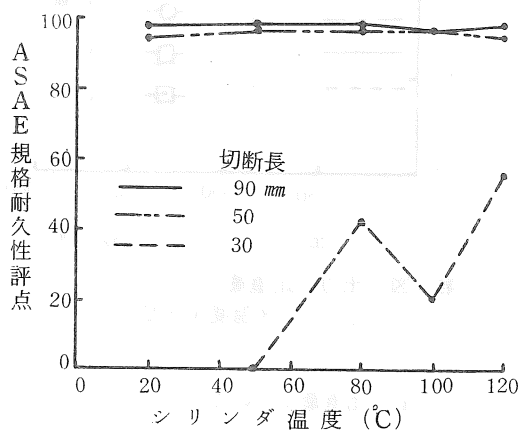
含水率19%、切断長30 mm、50 mm、70 mmの稲わらは、圧力500~1000 Kg/cm²の範囲において成形物耐久性評点はそれぞれ0~64.4、96.3~99.1、98.2~99.3の範囲にあり、圧力が増すにしたがい成形物の耐久性が増大する傾向を示した。しかし、切断長50 mm以上においては圧力増大にともなう耐久性増大の効果が小さく、切断長50 mm以上の材料相互のからみ合いの大きい条件においては、耐久性に及ぼす圧力の影響は小さいと考えられる。

2) シリンダ温度による影響

含水率19%、圧力500 Kg/cm²、750 Kg/cm²の条件において切断長10 mm、30 mm、50 mm、70 mm、90 mmの稲わらを圧縮成形したときのシリンダ温度と排出48時間後の比重量および耐久性との関係は第7図、第8図に示す通りである。



第7図 シリンダ温度と比重量
(含水率19%)



第8図 シリンダ温度と耐久性
(含水率19%、圧力500 Kg/cm²)

a 比重量について

圧力500 Kg/cm²についてみると、含水率19%、切断長10 mm、30 mm、50 mm、70 mm、90 mmの稲わらは、シリンダ温度20~120°Cの範囲において成形物の比重量はそれぞれ0.26~0.31 g/cm³、0.28~0.39 g/cm³、0.34~0.49 g/cm³、0.39~0.53 g/cm³、0.34~0.49 g/cm³の範囲にあり、シリンダ温度が高い条件ほど成形物の比重量が大きく成形性が良い傾向を示しており、切断長50 mm以上において効果が大きいようである。圧力750 Kg/cm²についてみると、含水率19%、切断長50 mmの稲わら成形物の比重量は0.45~0.49 g/cm³の範囲にあり、シリンダ温度が稲わらの成形性に及ぼす影響は小さくなる。

これらのことから、シリンダ温度は、圧力が小さく、材料相互のからみ合いの大きい条件に

において稲わらの成形性に及ぼす影響が大きいと考えられる。

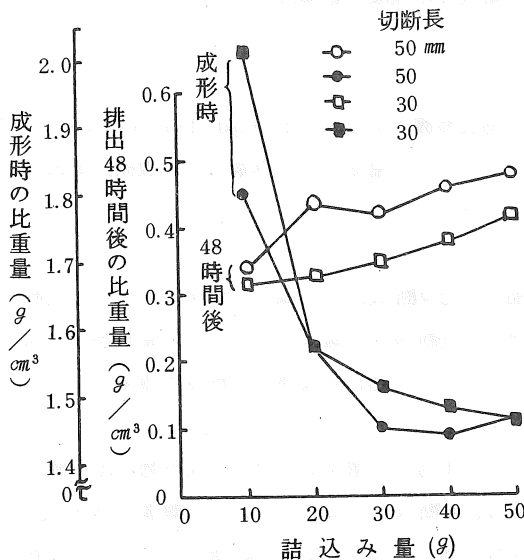
シリンダ温度を高めることは、稲わらの屈曲点における復元力を低下させ、材料相互の圧着性を高めると考えられ、このことにより稲わらの成形性が良くなると考えられる。しかし、圧力に比べてシリンダ温度の稲わらの成形性に及ぼす影響は小さいと考えられる。

b 耐久性について

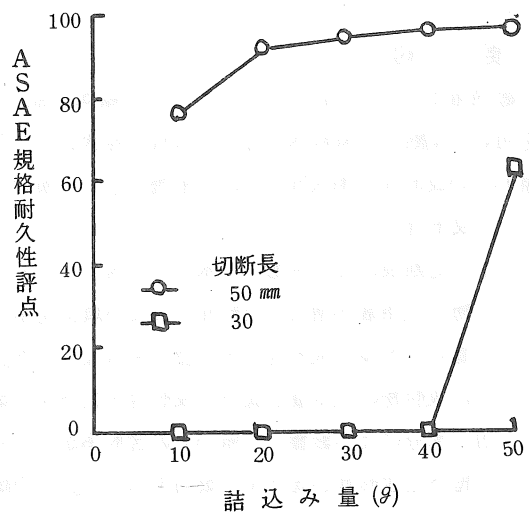
含水率19%、切断長30mm、50mm、70mmの稲わらは、シリンダ温度20~120℃の範囲において成形物の耐久性評点はそれぞれ0~70.6、94.2~96.3、96.5~98.2の範囲にあり、シリンダ温度が耐久性に及ぼす影響はほとんど認められなかった。とくに、材料相互のからみ合いの大きい切断長50mm以上の稲わらにおいて顕著であった。

3) 詰込み量による影響

シリンダ温度50℃、圧力750Kg/cm²、含水率19%の条件において切断長30mm、50mmの稲わらの詰込み量(乾物重)を変えて圧縮成形したときの詰込み量と比重および耐久性との関係は第9図、第10図に示す通りである。



第9図 詰込み量(乾物重)と比重
(シリンダ温度50℃、
圧力750Kg/cm²)
含水率 19%



第10図 詰込み量と耐久性
(シリンダ温度50℃、
圧力750Kg/cm²)
含水率 19%

a 比重量について

加圧時についてみると、含水率19%、切断長30mm、50mmの稲わらは、詰込み量10～50g（乾物重）の範囲において成形物の比重量はそれぞれ1.46～2.10g/cm³、1.40～1.80g/cm³の範囲にあり、詰込み量が増すにしたがい成形物の比重量は低下する傾向を示した。排出48時間後についてみると、切断長30mm、50mmの稲わら成形物の比重量はそれぞれ0.32～0.42g/cm³、0.34～0.48g/cm³の範囲にあり、加圧時とは逆に詰込み量が多い条件において成形物の比重量が大きく成形性が良い傾向を示した。詰込み量が多い条件ほど加圧時においては、材料とシリンダ壁間および材料相互の摩擦による圧縮抵抗が大きく比重量が小さくなると考えられる。しかし、排出48時間後における高さの膨脹率をみると、詰込み量が多い条件ほど膨脹率が小さく、このことにより詰込み量が多い条件ほど比重量が多い結果を示した。これは、詰込み量が多い条件ほど材料相互のからみ合いの度合いが大きくなり、互いに作用を及ぼし膨脹を妨げるためと考えられる。

b 耐久性について

含水率19%、切断長30mm、50mmの稲わらは、詰込み量10～50g（乾物重）の範囲において成形物の耐久性評点はそれぞれ0～62.4、75.8～96.0の範囲にあり、詰込み量が多い条件において耐久性が大きい傾向を示した。このことは、材料の詰込み量が切断長と同様に材料相互のからみ合いに影響を与え、このことにより耐久性に影響を及ぼすと考えられる。しかし、切断長が長い条件では詰込み量の耐久性に及ぼす影響は小さかった。

4 要 約

総荷重100ton、シリンダ径50mmφの油圧式圧縮成形機（closed-end die type）を用い、切断長、材料水分などの材料の性状および圧力、シリンダ温度、詰込み量などの機械的要因が稲わらの成形性、耐久性に及ぼす影響について検討した。

1) 成形性

- (1) 切断長による影響 水分15%、19%の稲わらは切断長が10mmから増すにしたがい成形物の比重量が増大し成形性が高まる傾向を示したが、切断長50mm以上においては成形物の比重量に差が少く成形性に差が認められなかった。水分34%の稲わらは逆に切断長が増すにしたがい成形物の比重量が低下し成形性が低下する傾向を示した。
- (2) 水分による影響 稲わらの含水率が15%から34%へと増すにしたがい成形物の比重量が低下し成形性が低下する傾向を示した。この傾向は、切断長50mm以上において顕著であった。
- (3) 圧力による影響 水分15%、19%、34%の稲わらはともに圧力が増すにしたがい成形物の比重量が増大し成形性が高まる傾向を示した。
- (4) シリンダ温度による影響 圧力500Kg/cm²の条件において、シリンダ温度20℃から120℃へと高めるにしたがい稲わら成形物の比重量は増大し稲わらの成形性が高まる傾向を示したが、圧力が750Kg/cm²以上の条件においてはシリンダ温度の影響は小さかった。
- (5) 詰込み量による影響 切断長30mm、50mmの稲わら（水分19%）ともに、詰込み量が増

すにしたがい比重が増大し稲わらの成形性が高まる傾向を示した。

2) 耐久性

- (1) 切断長による影響 各水分の稲わらとも、切断長が増すにしたがい成形物の耐久性が増大する傾向を示したが、切断長50 mm以上においては成形物の耐久性に差がなかった。
- (2) 水分による影響 稲わらの水分が増すにしたがい成形物の耐久性が低下する傾向を示し、とくに切断長30 mmの稲わらにおいては水分が20%以上になると耐久性評点が0となる。
- (3) 圧力による影響 切断長50 mm以上において圧力の耐久性に及ぼす影響はほとんど認められなかったが、切断長30 mmにおいて圧力増大による耐久性向上の効果が認められた。
- (4) シリンダ温度による影響 シリンダ温度の耐久性に及ぼす影響はほとんど認められなかった。
- (5) 詰込み量による影響 切断長30 mm、50 mmの稲わら（水分19%）ともに、詰込み量が増すにしたがい成形物の耐久性が増大する傾向を示した。

以上、稲わらの成形性、耐久性に及ぼす要因の一部について検討を行ってきたが、これらの各要因は、材料の屈曲モーメント、材料相互のからみ合い、材料相互の圧着性などと大きく関係し、結果として稲わらの成形性、耐久性に影響を及ぼすものと考えられる。切断長、詰込み量などの要因は、材料相互のからみ合いに影響を及ぼし、切断長が長く、詰込み量の多い条件において材料相互のからみ合いの度合いが高まり稲わらの成形性、耐久性が高まると考えられる。圧力、シリンダ温度は、材料の屈曲点における復元力、すなわち屈曲モーメント、および材料相互の圧着性に影響を及ぼし、圧力、シリンダ温度を高めることにより屈曲モーメントが低下し、材料相互の圧着性が高められるため稲わらの成形性、耐久性が高まると考えられる。一方、稲わらの水分は、稲わらの屈曲モーメントに影響を及ぼし、水分の高い条件ほど屈曲点における復元力が大きく、成形後の膨脹率が大きくなるため稲わらの成形性、耐久性が低下すると考えられる。これらのことから、材料相互のからみ合いが大きく、材料相互の圧着性が大きく、材料の屈曲モーメントが小さい条件ほど稲わらの成形性、耐久性が良いと考えられる。

(22ページのつづき) 大麦ホールクロップサイレージ調製法に関する研究

$$y = 1.06x + 5.11 \quad (r = 0.917^{**})$$

なる回帰式によって表される。

- 5) 材料の充填密度は材料の切断長の減少につれ増大し、短いほど充填効率がよい。
- 6) サイレージに調製する場合には水分と充填密度と気密性が重要であるが、完熟期前のある程度水分のある時に短く細断して充填密度を高めるようにすると品質は向上する。

稲わらの圧縮成形化に関する研究(第2報)

— 農産廃棄物・副産物の添加と稲わらの成形性 —

東北農試

小 泉 武 紀 加 茂 幹 男
吉 原 徹 深 沢 秀 夫

1 はじめに

第1報では、稲わらの性状(切断長、水分)および機械的要因(圧力、シリンダ温度、詰込み量)などの諸要因が稲わらの圧縮成形性、耐久性に及ぼす影響について検討した結果について報告した。しかし、稲わらを成形加工し、完全飼料として流通化することを目的とした加工技術の開発においては、稲わらが牧乾草に比べ好性が悪く、粗蛋白質、ミネラル、ビタミンなどが不足しているため処理加工技術の開発が必要となる。飼料価値を高める処理方法としては、不足する栄養素を添加する方法、荷性ソーダや石灰利用等の化学的処理方法、解繊等の物理的処理方法などが考えられ、これらの方法と成形加工を結びつけた技術開発が進められており、一部すでに実用化されている。なお、稲わらの解繊処理方法と解繊処理が稲わらの成形性に及ぼす影響などについては支部報1623にすでに報告してある。

本報は、細切稲わら、解繊稲わらに農産廃棄物・副産物等の添加を行い、圧縮成形化する方法により、稲わらの好性、飼料価値を高めるための加工技術の開発を行なうため、種々の農産添加物を添加した場合の稲わらの成形性、成形可能な添加割合について検討した。

2 実験材料

実験材料として、含水率20%、切断長60mmの細切稲わら、切断長60mmの細切稲わらを解繊処理した含水率16%の解繊稲わら、添加物として大豆カス、生ビールカス、破碎大麦、破碎トウモロコシ、フスマ、乾燥ビートパルプ、アルコール廃液、糖蜜配合飼料を用いた。

供試機械は第1図に示した一連式ピストン型成形機を用いた。この成形機のシリンダは、1個のホーミングシリンダ(55-52 ϕ テーパ)、7個(52 ϕ 、53 ϕ 、55 ϕ 、55-53.5 ϕ テーパ)のシリンダカラーの組み合わせにより構成され、1個のホーミングシリンダと3個のシリンダカラーガウオータケースに包まれ水冷されている。試験中のシリンダの組み合わせは、第1図に示した標準の基本フォーミングシリンダの組み合わせのうち⑦のシリンダカラーを取り除いた7個の組み合わせで行なった。

試験方法は、供試成形機に平ベルトコンベアを通して時間当り30Kgの稲わらを供給し、添加物の添加割合を変えて成形を行ない、成形48時間後に成形物の比重量、硬度、耐久性の測定を行なった。

アルコール廃液の添加は高粘度用スプレーガンを用い、成形試験前に規定量を稲わらに噴霧攪拌して調製を行なっておいた。なお、成形物の硬度、耐久性は、それぞれ硬質ゴム用硬度計、ASAZ規格耐久性試験機により測定した。

3 試験結果

種々の農産廃棄物・副産物、濃厚飼料の添加割合を変え、成形可能な添加割合まで添加成形した稲わら成形物の比重量、硬度および耐久性は第1表に示す通りである。なお、対称区として、無添加で細切稲わら、解繊稲わらを圧縮成形したときの稲わら成形物の比重量、硬度および耐久性も合わせて併記してある。

1) 無添加における稲わらの成形性、および耐久性

同一供給流量（時間当り 3.0 Kg）同一ボーミングシリンダの組み合わせ（第1図参照）により圧縮成形した細切稲わら、解繊稲わらの比重量、硬度および耐久性評点は、それぞれ細切稲わらで 0.65 g/cm³、77.8、66.6、解繊稲わらで 0.85 g/cm³、84.4、96.1 であった。解繊稲わらの比重量、硬度および耐久性は、細切稲わらのそれらより明らかに大きな値を示しており、細切稲わらに比べ解

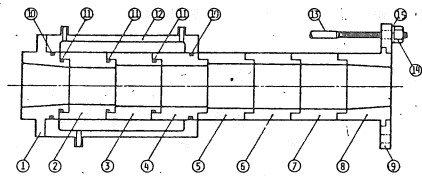
繊稲わらの水分が低いことの影響も考えられるが、稲わらを解繊処理することにより稲わらの成形性、耐久性は増大するものと考えられる。

解繊処理とは、ノコギリ回転刃型解繊機により稈状の細切稲わらを繊維方向に切り裂く処理を行なうもので、この解繊処理により、稈状の稲わらは、糸状あるいは薄枝状になり、曲げ剛さの低下、曲屈点における屈曲モーメントの低下、および稲わら相互のからみ合いの度合いが増大するなどの作用を受けると考えられ、このことにより、稲わらの成形性、耐久性が良くなったと考えられる。ただし、成形時の観擦によると、解繊稲わらは、細切稲わらに比べ、容積重が小さく膨軟なため、成形が可能になために必要な圧縮抵抗が発生するまでの所要時間が長いようであった。

2) 粉粒体状添加物を添加した場合

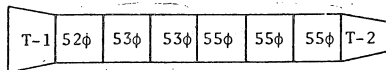
(1) 比重量、硬度

細切稲わらについては、大豆カス、破碎大麦、破碎トウモロコシ、乾燥ビードパルプ、フスマ、生ビールカス等の添加物の添加を行い実験した。実験の結果は、破碎大麦、破碎トウモロコシ、

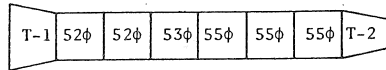


- ①ボーミングシリンダー (55-52φターニー)
- ②シリンダーカバー(52φ)
- ③ # (53φ)
- ④ # (53φ)
- ⑤ # (55φ)
- ⑥シリンダーカバー(55φ)
- ⑦ # (55φ)
- ⑧ # (55-53.5φターニー)
- ⑨シリンダーホルダー (53φ)
- ⑩Oリング(64φ)
- ⑪Oリング(57φ)
- ⑫ウォーターケース
- ⑬シリンダーボルト
- ⑭1.2mm ナット
- ⑮1.2mm 平ワッシャー

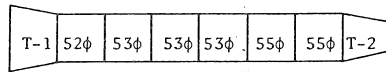
◎ 標準（比重 0.8）の基本フォーミングシリンダー



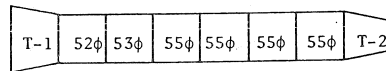
◎ 標準より硬くする場合



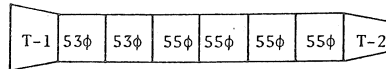
または



◎ 標準より柔らかくする場合



または



第1図 シリンダの構造図

第1表 稲わらウェーハの物理性

細 切 わ ら						解 織 わ ら						
添加物	添加割合	アルコール液	比重量 g/cm ³	硬度	耐久性 評点	添加物	添加割合	アルコール液	比重量 g/cm ³	硬度	耐久性 評点	
	%	%	0.65	77.8	66.6		%	%	0.85	84.4	96.1	
		2.5	0.89	84.6	99.0			2.5	0.95	87.5	99.3	
		5.0	0.89	86.8	99.3			5.0	0.89	85.4	99.2	
		7.0	0.99	86.9	99.3			7.0	0.99	86.9	99.3	
大	10	—	0.80	83.1	94.9	大	10	—	0.56	63.1	52.2	
	20	—	0.59	69.6	74.7		10	2.5	0.93	89.0	99.4	
	30	—	0.45	62.3	17.1		20	2.5	0.54	88.8	87.4	
豆	20	2.5	0.63	77.4	91.9	カ	10	5.0	0.91	88.8	99.4	
	30	2.5	0.63	80.7	95.8		20	5.0	0.83	82.3	98.8	
	40	2.5	0.29	52.4	24.3		30	5.0	0.76	82.2	94.3	
カ	20	5.0	0.81	81.2	98.7	ス	10	2.5	0.87	85.7	99.1	
	30	5.0	0.90	84.9	98.9		20	2.5	1.08	78.3	98.9	
	40	5.0	0.85	83.2	98.5		30	2.5	0.34	—	—	
破	10	—	0.58	76.2	70.4	破	10	5.0	0.78	85.2	96.2	
	10	2.5	0.70	83.0	95.5		20	5.0	0.86	80.1	98.7	
	20	2.5	0.59	75.1	92.9		30	5.0	0.62	74.8	96.7	
	30	2.5	0.63	81.3	95.3		大	10	—	0.86	83.2	98.9
	40	2.5	0.47	72.2	82.0			20	—	0.73	83.0	90.9
碎	10	—	0.45	54.7	59.6	ビ	30	—	0.58	73.0	60.2	
	10	2.5	0.59	67.1	96.2		ー	10	2.5	0.87	87.1	99.1
	20	2.5	0.25	—	37.0			20	2.5	0.82	83.4	99.2
	10	5.0	0.66	68.9	95.8		ト	30	2.5	0.84	85.7	99.1
	20	5.0	0.64	73.0	96.5			パ	10	5.0	0.85	84.2
	30	5.0	0.35	—	71.0		ル		10	—	0.87	82.0
10	—	0.80	83.1	87.0	ブ	20		—	0.71	74.2	97.0	
20	—	0.64	74.4	57.3		糖	30	—	0.67	73.2	97.0	
30	—	0.45	71.7	7.2	配		10	—	0.67	72.8	90.7	
10	—	0.44	65.2	65.5		フ	20	—	0.36	54.3	2.9	
20	2.5	0.50	67.8	80.7	ス		10	2.5	0.80	82.7	92.2	
10	—	0.68	72.9	83.9		マ	20	2.5	0.72	83.5	92.6	
10	—	0.49	63.8	75.4	マ		10	5.0	0.80	84.4	96.3	
20	5.0	0.67	78.8	98.1		20	5.0	0.67	78.8	98.1		

フスマ、生ビールカスなどの添加物では、10%添加で細切稲わら成形物の比重量および硬度は、破碎大麦添加が 0.58 g/cm^3 、76.2、破碎トウモロコシ添加が 0.45 g/cm^3 、54.7、フスマ添加が 0.44 g/cm^3 、65.2、生ビールカス添加が 0.49 g/cm^3 、63.8の値を示し、それぞれ無添加に比べて比重量および硬度は小さな値を示し、細切稲わらの成形性を低下したことを示した。さらに、各添加物の添加割合を20%に高めたところ、稲わらの成形は不可能であった。シリンダから押し出される成形物の観擦によると、粉粒体状の添加物はシリンダの下壁にそって稲わらとともに押し出され、成形物中に均等に分散して成形されていなかった。観擦の結果から判断すると、粉粒体状添加物により無添加に比べて稲わらがシリンダから押し出されるさいの摩擦抵抗が低下し、このことにより成形時における稲わらの圧縮抵抗が低下し、圧縮力が軽減するため、稲わらの成形性が低下し、20%を越える添加割合では成形が不可能になったものと考えられる。一方、大豆カス、乾燥ビートパルプなどの添加物では、30%の添加割合まで細切稲わらの成形が可能であった。10~30%の添加割合において細切稲わらの成形物の比重量および硬度は、それぞれ大豆カス添加で $0.45 \sim 0.80 \text{ g/cm}^3$ 、62.3~83.1、乾燥ビートパルプ添加で $0.45 \sim 0.80 \text{ g/cm}^3$ 、71.7~83.1の範囲にあり、10%添加で細切稲わら成形物の比重量および硬度は無添加に比べてそれぞれ大きな値を示し細切稲わらの成形性を高めたが、添加割合が増すにしたがい細切稲わら成形物の比重量および硬度が低下し、添加割合20%以上においては無添加より小さな値を示すようになり、細切稲わらの成形性を低下させる傾向を示した。

大豆カスは、大豆から油を抽出したあとの残滓で圧偏されており、供試した添加物の中でもっとも大きな形状をしており、そのことによりシリンダの下壁にそって押し出される量が少く、10%添加までは細切稲わらの成形性を低下させることなく、逆に材料相互の圧着性を高めるため細切稲わらの成形性を高めたと考えられる。しかし、添加割合が増すにしたがいシリンダの下壁にそって押し出される大豆カスの量が多くなり圧縮抵抗が低下するため、細切稲わらの成形性が低下し、添加割合が40%になると成形が不可能になったと考えられる。乾燥ビートパルプは、それ自体成形性が良く、細切稲わらとのからみ合いが良い形状をしていることなどにより、10%添加までは細切稲わらの成形性を高めたが、添加量が増すにしたがいシリンダの下壁にそって押し出される量が多くなり圧縮抵抗が低下するため、細切稲わらの成形性を低下させ、添加割合が40%になると成形が不可能になったと考えられる。

解繊稲わらについては、成形可能な限度まで実験を行なった添加物は乾燥ビートパルプとフスマであった。乾燥ビートパルプは、細切稲わらに添加した場合と同様に40%を越える添加割合では解繊稲わらの成形は不可能であった。10~30%の添加割合での解繊稲わら成形物の比重量および硬度は、それぞれ $0.58 \sim 0.86 \text{ g/cm}^3$ 、73.0~82.2の範囲にあり、10%添加で解繊稲わら成形物は無添加と同程度の比重量および硬度を示すとどまり、添加割合が増すにしたがい解繊稲わら成形物の比重量および硬度は低下し、解繊稲わらの成形性を低下させた。一方、フスマは、細切稲わらの成形において20%以上の添加割合では成形が不可能であったのに対し、解繊稲わらでは20%の添加割合まで成形が可能であった。10~20%の添加割合での解繊稲わら成形物の比重量および硬度は、それぞれ $0.26 \sim 0.67 \text{ g/cm}^3$ 、54.3~72.8の値を示し、

無添加に比べフスマを添加した解繊稲わら成形物の比重量および硬度は小さな値を示し、添加割合が増すにしたがい解繊稲わらの成形性が低下する傾向を示した。

これらの結果から、粉粒体状の添加物を稲わらに添加し、成形加工を行うためには、これらの添加物が稲わらに均等に添加成形され、稲わらの摩擦抵抗の低下を防ぐようにすることが必要と考えられる。また、同一添加割合における細切稲わらの成形物と解繊稲わらの成形物を比較すると、解繊稲わらの成形物の比重量および硬度がともに大きな値を示した。このことは、細切稲わらに比べて解繊稲わらの成形性が良いためと考えられる。このことから、粉粒体状添加物を稲わらに添加し、成形加工する技術においては、稲わらの解繊処理を行うほうが有利と考えられる。

(2) 耐久性

細切わらについてみると、破碎トウモロコシ、フスマなどの添加物では、10%添加で細切稲わら成形物の耐久性評点がそれぞれ 59.6、65.5 と無添加に比べて若干低い値を示し、細切稲わらの耐久性を低下させたが、乾燥ビートパルプ、破碎大麦、生ビールカスなどの添加物では、10%添加で細切稲わら成形物の耐久性評点がそれぞれ 94.9、87.0、70.4、75.4 と無添加に比べ大きな値を示し、細切稲わらの耐久性を高める結果を示した。しかし、30%まで添加成形が可能であった大豆カスおよび乾燥ビートパルプについてみると、添加割合10～30%の範囲において、細切稲わら成形物の耐久性評点はそれぞれ 17.1～94.9、7.2～87.0 の範囲にあり、添加割合が増すにしたがい耐久性が低下する傾向を示し、添加割合が20%を越えると無添加より小さな値を示した。

解繊稲わらについてみると、解繊稲わら成形物の耐久性評点は、乾燥ビートパルプ10～30%の添加で 60.2～98.7、フスマ10～20%の添加で 2.9～90.7 の範囲にあり、乾燥ビートパルプ、フスマともに10%添加で無添加より大きな耐久性評点を示し、解繊稲わらの耐久性を高める結果を示した。しかし、それぞれ添加割合が増すにしたがい耐久性が低下する傾向を示し、添加割合が20%を越えると無添加より小さな値を示した。

これらのことから、粉粒体状添加物を添加した稲わらの成形物は、10%の添加割合までは無添加と同程度あるいはそれ以上の耐久性を示すと考えられる。

3) 液状添加物を添加した場合

稲わらに液状添加物アルコール廃液を添加成形した場合についてみると、細切稲わらはアルコール廃液 2.5～7.0%の添加により成形物の比重量、硬度および耐久性評点は、それぞれ 0.89～0.99 g/cm³、84.6～86.9、99.0～99.3、の範囲にあり、解繊稲わらはアルコール廃液 2.5～5.0%の添加により成形物の比重量、硬度および耐久性評点は、それぞれ 0.89～0.95 g/cm³、85.4～87.5 の範囲にあり、アルコール廃液を添加した細切稲わらおよび解繊稲わらともに無添加に比べて比重量、硬度および耐久性評点が大きく、アルコール廃液の添加割合が増すにしたがい成形物の比重量、硬度および耐久性評点が増大し、稲わらの成形性、耐久性が高まる傾向を示した。ただし、2.5%と5.0%の添加割合では、稲わらの成形性、耐久性に差がみられなかった。アルコール廃液は粘着性を有しており、稲わらに添加することにより稲わら相互の圧着性を高める。このことにより稲わらの成形性、耐久性が高まったと考えられる。なお、アルコール廃液を添

加したことによる稲わらの成形性、耐久性増大の効果は、解繊稲わらに比べ細切稲わらにおいて大きく、アルコール廃液 2.5% の添加により無添加の解繊稲わらと同程度の成形性、耐久性を示した。

4) 粉粒体状添加物と液体添加物を同時に添加した場合

細切稲わらについては、大豆カス、破碎大麦、破碎トウモロコシ、乾燥ビートパルプおよびフスマなどの添加物とアルコール廃液を同時に添加し、粉粒体状添加物の成形可能限界まで添加量を高めた。しかし、解繊稲わらについては、大豆カス、破碎大麦、乾燥ビートパルプおよびフスマなどの添加物とアルコール廃液を同時に添加し、成形試験を行ったが、成形可能な限界まで粉粒体状添加物の添加割合を高めなかった。

粉粒体状添加物とアルコール廃液を同時に添加したことによる効果として、先ず第1に、粉粒体状添加物を単一で細切稲わらに添加し成形した場合に比べ、成形可能な粉粒体状添加物の添加割合の増大があげられる。第1表によると、粉粒体状添加物を単一で添加成形した場合の成形可能な添加割合が、大豆カスおよび乾燥ビートパルプで30%、破碎大麦、破碎トウモロコシ、フスマなどの添加物で10%であったのに対し、アルコール廃液を2.5%同時に添加することにより、大豆カス、破碎大麦などの添加物は40%、破碎トウモロコシは20%までの添加割合まで成形が可能となった。さらに、アルコール廃液の添加割合を5.0%まで高めたところ、大豆カスでは成形可能な添加割合は増大しなかったが、破碎トウモロコシは30%の添加割合まで成形が可能となった。

しかし、フスマはアルコール廃液を2.5%同時に添加しても成形可能な添加割合は増大しなかった。このことは、フスマの容積重が小さいことに帰因すると考えられる。つぎに、粉粒体状添加物とアルコール廃液を同時に添加成形する効果の第2として、同一添加割合で粉粒体状添加物を単一で添加した成形物に比べて成形物の比重量、硬度および耐久性評点の高いことがあげられる。第1表から、解繊稲わらについてみると、成形物の比重量、硬度および耐久性評点は、それぞれ、乾燥ビートパルプ単一添加10~30%で0.58~0.86 g/cm³、73.0~83.2、60.2~98.9、アルコール廃液2.5%同時添加で0.82~0.87 g/cm³、83.4~87.1、99.1~99.2、フスマ単一添加10~20%で0.36~0.67 g/cm³、54.3~72.8、2.9~90.7、アルコール廃液2.5%同時添加で0.72~0.80 g/cm³、82.7~83.5、92.2~92.6、アルコール廃液5.0%同時添加で、0.67~0.80 g/cm³、78.8~84.4、96.3~98.1であった。一方、細切わらについてみると、大豆カス単一添加20~30%で0.45~0.59 g/cm³、62.7~69.6、17.1~74.9、アルコール廃液2.5%同時添加で0.63 g/cm³、77.4~80.7、91.9~95.8、アルコール廃液5.0%同時添加で0.81~0.90 g/cm³、81.2~84.9、98.7~98.9であった。

以上、粉粒体状添加物とアルコール廃液を同時に添加する効果として、粉粒体状添加物の成形可能な添加割合が高まること、粉粒体状添加物単一添加に比べ成形性、耐久性が高まることをかゝげたが、成形加工した稲わらをビニール袋に4カ月間に渡り、密封貯蔵したところ、アルコール廃液を5.0%添加した稲わら成形物にカビの発生が認められた。

4) 糖蜜配合飼料を添加した場合

糖蜜配合飼料を、細切稲わら、解繊稲わらに添加成形加工を行ったところ、添加割合10%で細

切 稲わら、解 織 稲わらとも安定して成形され、それぞれの成形物は無添加と同程度の比重量、硬度および耐久性評点を示した。観擦によると、糖蜜配合飼料は成形物中に均等に散在していないが、団子状になっているためシリンダ下壁にそって押し出される割合が少なく、さらに圧着性が高いことなどにより稲わらは安定して成形され、成形性の低下が行なわなかったと考えられる。しかし、解織稲わらの成形において第 1 表に示したように、糖蜜配合飼料の添加割合が増すにしたがい成形物の比重量、硬度および耐久性は低下の傾向を示した。このことは、添加割合が増すにしたがい、シリンダ下壁にそって押し出される糖蜜配合飼料の割合が増し、成形時における圧縮抵抗が低下するためと考えられる。

4 要 約

一連式ピストン型圧縮成形機を用い、切断長 60 mm の細切稲わら、解織稲わらに、大豆カス、生ビールカス、乾燥ビートパルプ、フスマ、破碎大麦、破碎トウモロコシ、アルコール廃液、糖蜜配合飼料を添加成形した場合の稲わらの成形性、成形可能な添加割合について検討を行なった。

- 1) 無添加における稲わらの成形性 細切稲わら、解織稲わらを成形した成形物の比重量および硬度は、それぞれ 0.65 g/cm^3 、77.8、 0.85 g/cm^3 、84.4 であり、稲わらを解織することにより稲わらの成形性は良くなった。
- 2) 粉粒体状添加物の添加と成形性 破碎大麦、破碎トウモロコシ、フスマ、生ビールカス等の添加物は、細切稲わらの成形性を低下させ、20%以上の添加では成形不可能であった。大豆カス、乾燥ビートパルプ等の添加物は、10%添加で細切稲わらの成形性を高めたが、添加割合を増すにしたがい細切稲わらの成形性が低下し、30%を越える添加では成形不可能であった。一方、解織稲わらでは、大豆カスの10%添加で成形性が低下し、乾燥ビートパルプの10%添加による成形性の向上は得られなかったが、細切稲わらと同様30%まで添加成形が可能であり、フスマは20%まで添加が可能であった。
- 3) 液状添加物の添加と成形性 アルコール廃液を2.5～7.0%添加することにより細切稲わら、解織稲わらともに成形状が向上し、添加割合が増すにしたがい成形物比重量、硬度が増大する傾向を示した。アルコール廃液添加による成形性向上の効果は細切わらにおいて顕著であった。
- 4) 粉粒体状添加物と液状添加物の同時添加と成形性 粉粒体状添加物とアルコール廃液を同時に添加することにより、粉粒体状添加物の成形可能な添加割合が増大し、粉粒体状添加物単一添加に比べ成形物の比重量、硬度および耐久性が大きくなる。この傾向は、アルコール廃液の添加割合が大きいほど顕著であった。細切稲わらについてみると、アルコール廃液2.5～5.0%の添加により、大豆カス、破碎大麦は30～40%、破碎トウモロコシは20～30%の添加成形が可能となった。しかし、フスマにおいては、成形物の比重量、硬度および耐久性は増大したが、成形可能な添加割合には変化がなかった。

ただし、粉粒体状添加物の添加割合が増すにしたがい、稲わらの成形性、耐久性は低下の傾向を示した。例外として、解織稲わらに乾燥ビートパルプとアルコール廃液（添加割合2.5%）を同時添加することにより、乾燥ビートパルプ添加割合10～30%の範囲において成形性、耐久性に差が認められなかった。

(54 ページにつづく)

稲わらの圧縮成形化に関する研究（第3報）

一 液状添加物の添加法に関する試験 一

東北農試

小 泉 武 紀 吉 原 徹
加 茂 幹 男 深 沢 秀 夫

1 はじめに

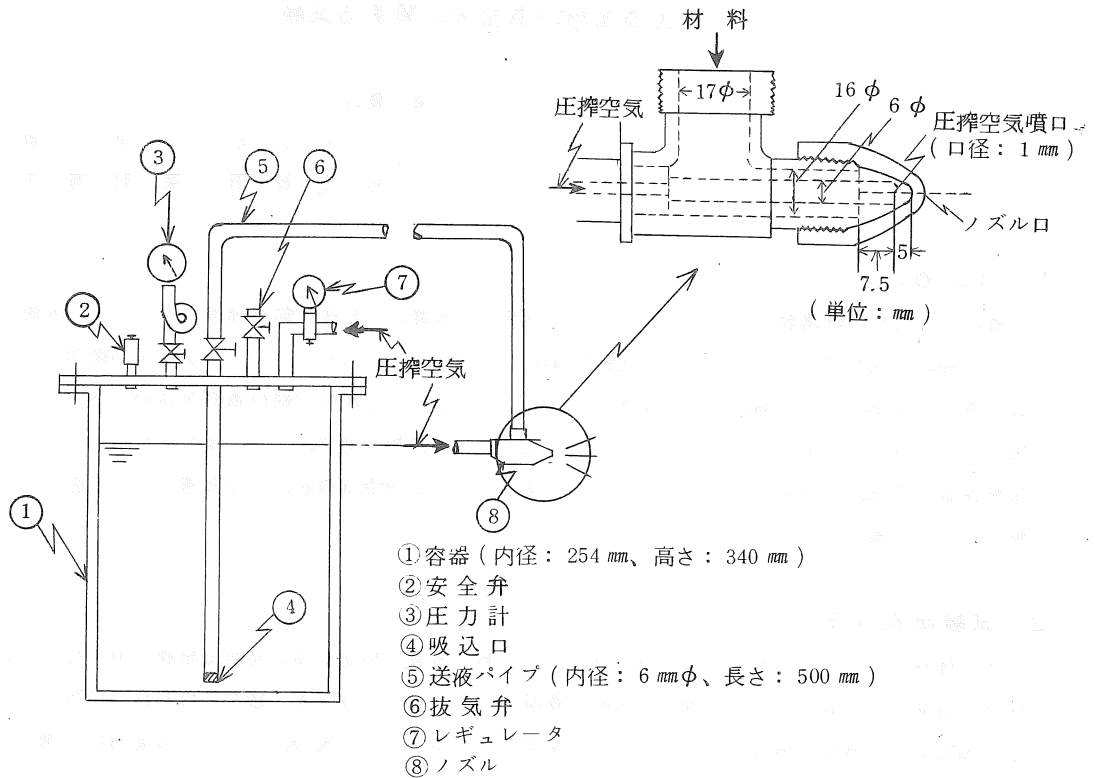
稲わらの成形飼料調製加工において、稲わら単体では家畜の嗜好性や飼料価値が低いという問題があるが、稲わら成形のコスト的メリットを飼料価値を高めることに求めるのであれば添加物添加による方法が考えられる。そこで稲わらに添加物を加えることにより、嗜好性や飼料価値を高め、さらには成形性をも向上させるのを目的とした、主に粘度の高い液状添加物の効率的な均一添加をねらいとして、添加物容器内空気圧を高めることによる添加物溶液圧送かつ圧搾空気噴射による噴霧方式の性能について検討したので報告する。

2 試験研究方法

供試材料として、よく利用される添加物の1つであり常温で粘度も高い廃糖蜜原液を用いた。供試材料は、容量500mlについて調べた密度は液温12℃において材料④、⑤でそれぞれ1.376、1.400 g/cm³であり、併せて粘度もビスコテスターVT-02型（リオンK.K.）により温度別に計測した。

添加試験に用いた装置は試作したもので、概略は第1図のとおりである。材料を入れる容器①は側面の一部を透明耐圧ガラスにし、液面の位置、変位量がわかるようにし、圧搾空気はエアコンプレッサーより供給した。また噴霧部分⑧は高粘度用スプレーガンの一部を用い、ノズル口径は1、2、3mmにした。まずエアコンプレッサーより送られた圧搾空気は⑦で設定圧力に調整され、容器内に送り込まれ容器内空気圧を高めるが、圧力は③で読まれる。すると材料は④から⑤を経て⑧に送られる。ここでエアコンプレッサーにより設定圧で供給された圧搾空気により噴射されるのであるが、容器は材料と同じ温度に保たれた湯槽に入れて保温し、試験中材料が常時設定温度に保たれるようにし、ノズル位置は材料液面と同じ高さにした。

試験はノズル口径別に材料温度と容器内空気圧、噴射空気圧別の吐出量や噴霧粒子径などの添加性能について検討した。

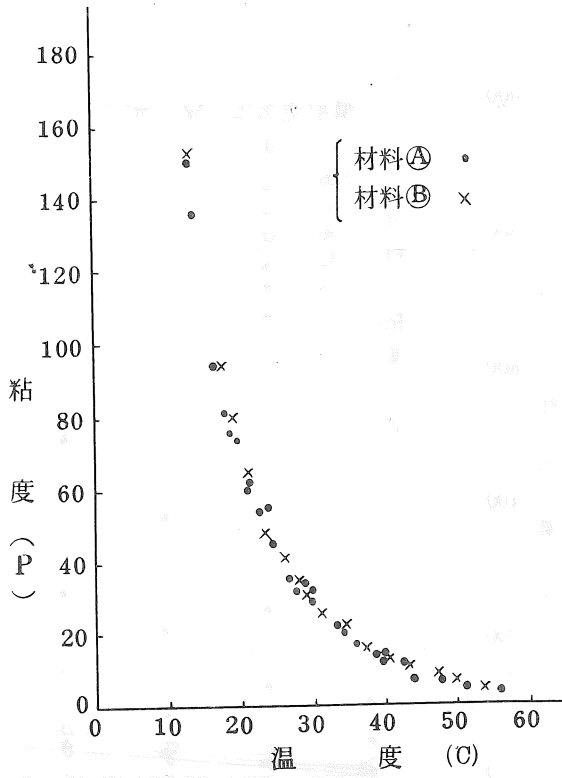


第1図 装置の概略図

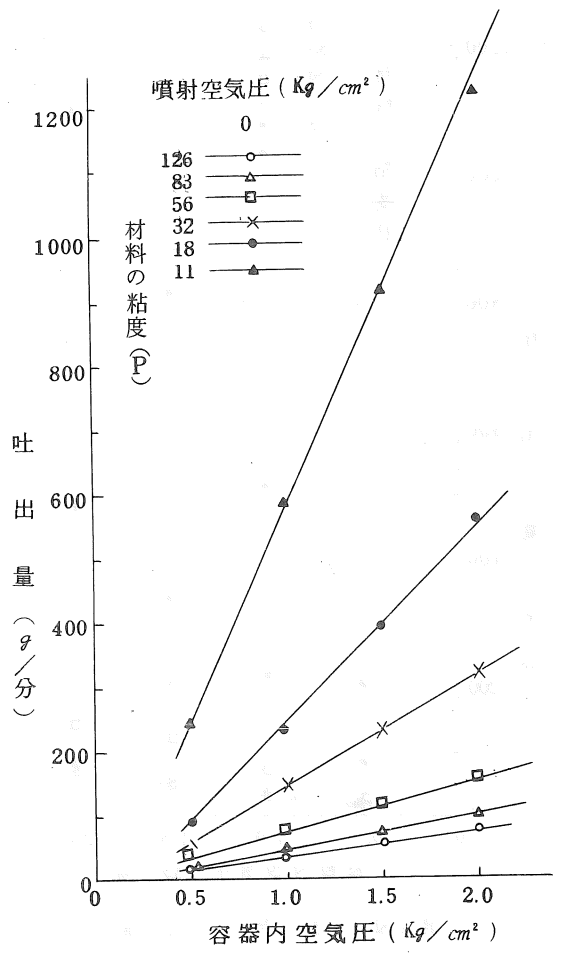
3 試験結果と考察

製造元は同じだが入っていた容器の異なる2つの材料(廃糖蜜原液)A、Bについて温度 13.2 ~ 56.0 °Cの範囲で粘度を測定した結果を第2図に表わす。これによるとA、Bの粘度の値はどちらもほとんど同じ曲線上にあり、温度の上昇につれ減少し、温度が低下するほど変化率は増大する。

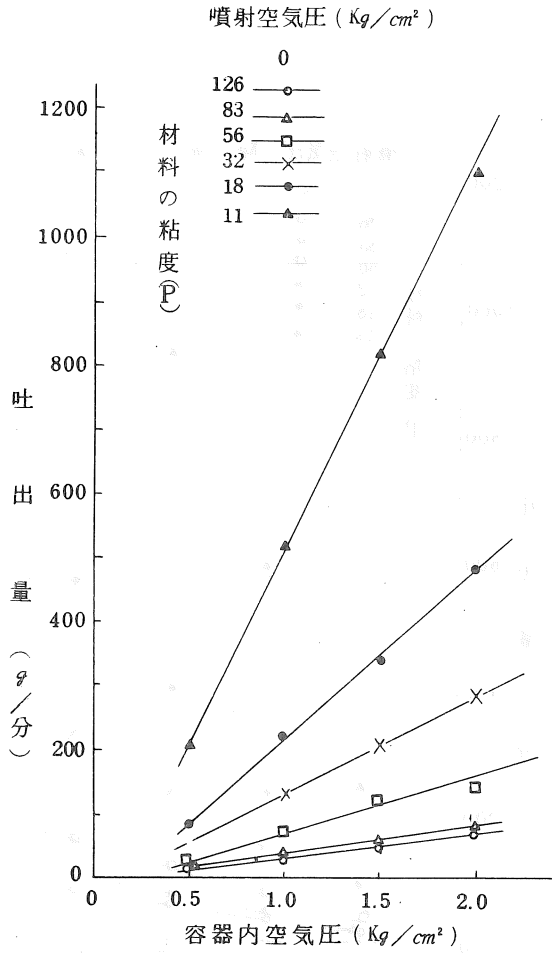
次にノズル口からの材料の吐出量を容器内空気圧(材料を入れる容器内を加圧する空気圧を容器内空気圧、ノズルから材料を噴霧させるために加える空気圧を噴射空気圧とよぶことにする)を変えて材料の粘度、ノズル口径別にみると、噴射空気圧 0 Kg/cm²の条件の場合、ノズル口径が小さいほど吐出量も小さくなるが、いずれも容器内空気圧の増大にほぼ比例して直線的に増大し、粘度が低くなるほど直線の傾きが大きくなる。ここで各直線の延長と縦軸の0点との交点が、横軸の0点と一致しないで少しプラス側に位置しているのは、送液パイプやコック、ノズル部分等の摩擦損失による影響と推察される(第3、4、5図)。続いてこの吐出量を粘度との関係からみると、容器内空気圧 0.5、1.0、1.5、2.0 Kg/cm²のそれぞれとも反比例的に変化し、粘度が低くなるほど吐出量の変化が大きく、同じ容器内空気圧でもわずかの粘度の差により、吐出量の変動が大きくなる(第6、7、8図)。以上は粘性流体の性質に従うためと思われる。



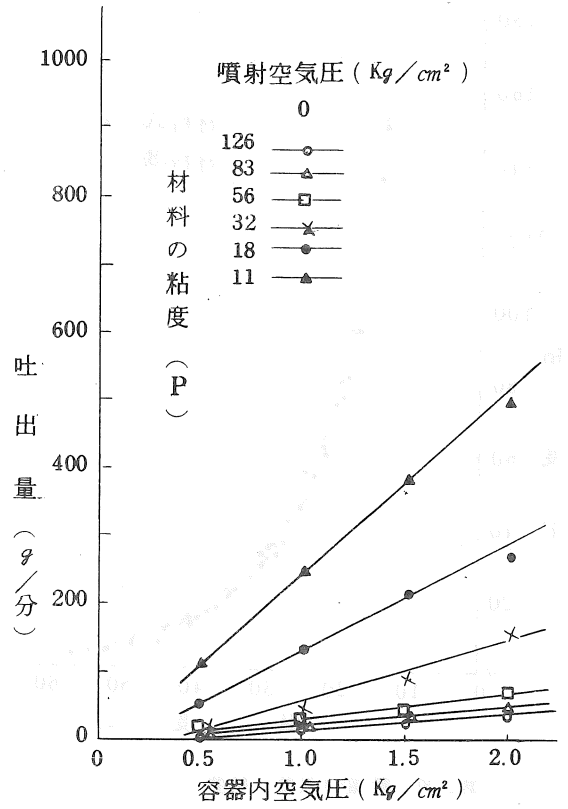
第2図 糖蜜の温度と粘度



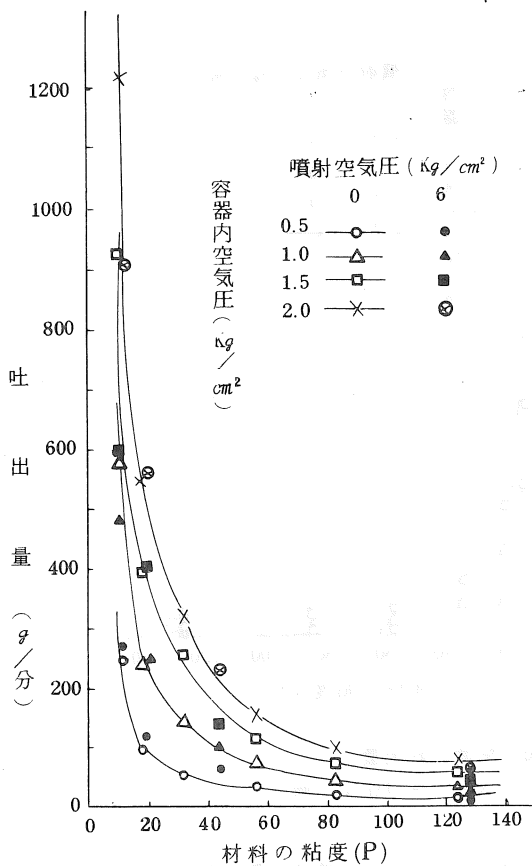
第3図 容器内空気圧と吐出量
(ノズル口径: 3 mm)



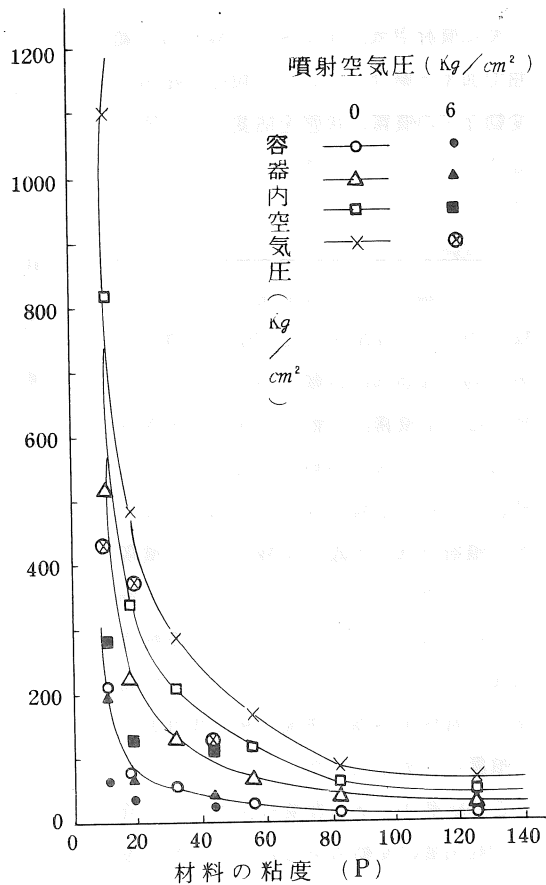
第4図 容器内空気圧と吐出量
(ノズル口径: 2mm)



第5図 容器内空気圧と吐出量
(ノズル口径: 1mm)



第 6 図 粘度と吐出量
(ノズル口径: 3 mm)



第 7 図 粘度と吐出量
(ノズル口径: 2 mm)

次に噴射空気圧を4～12 Kg/cm²の範囲で加えた場合について、粒径や吐出の変動などの噴霧の状態を粘度126 P（温度15℃）、44 P（25℃）、19 P（35℃）、11 P（42.5℃）について試験したところによると、ノズル口径2、3 mmについては粘度126 Pでは粒子が大きく吐出も一定でなく不齊であり均一な添加は困難であった。また44 Pでは一応噴霧は可能だが粒子の大きさのばらつきが大で不均一となった。19 P、11 Pでは粒子も小さく均一となったが噴射空気圧が低い4 Kg/cm²では噴霧がやや不齊であった。ノズル口径1 mmについては口径が小さいことから噴射空気圧が高くなると、ノズル内の圧力が高まり、材料を容器へ逆流させる作用が生じ噴霧が不能となった。

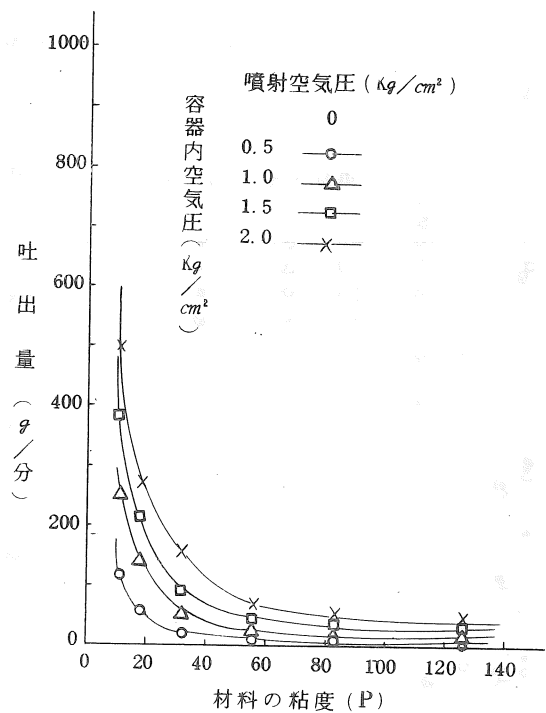
この結果からある程度粒径が小さく齊一で吐出量の変動も少ないような均一添

加をするには、ノズル口径を3又は2 mmにし、粘度を19 P近くにするのが最適と考えられるので、この場合の噴射空気圧と吐出量の関係を見ると、ノズル口径3 mmでは、噴射空気圧が0～12 Kg/cm²に変わっても同じ容器内空気圧下ではあまり吐出量に変化がなく、噴射空気圧の変化による吐出量への影響はあまりない。次にノズル口径2 mmの場合には0～12 Kg/cm²と噴射空気圧が増大するにつれ、吐出量は減少するが、このことは噴射空気圧が高くなるほどノズル内の圧力が高まり、送液条件に影響をおよぼすためだと考えられる（第9、10図）。

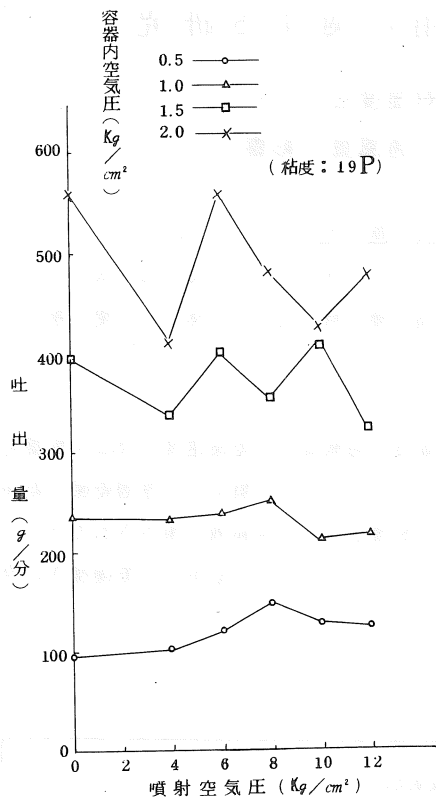
噴射空気圧6 Kg/cm²の場合の吐出量を0 Kg/cm²の場合の吐出量曲線と粘度別に比較すると、ノズル口径3 mmにおいてはあまり差がないが、ノズル口径2 mmにおいてはいずれも差があり、0 Kg/cm²の場合より小さくなる（第6、7図）。

以上のことから、空気噴射による噴霧方式は均一添加が可能であり、実用的技術としては糖蜜の粘度を19 P（この場合温度は35℃）前後にし、噴射空気圧を6 Kg/cm²で添加するのが粒径も齊一であり、さらにノズル口径は噴射空気圧によって吐出量がほとんど変動しない3 mm位にして添加するのがよく、この時の吐出量は容器内空気圧を変化させて調節するのが変動も少なく設定量の添加が容易で、粘度19 P、容器内空気圧0.5～2.0 Kg/cm²では吐出量は120～557 g/分である。

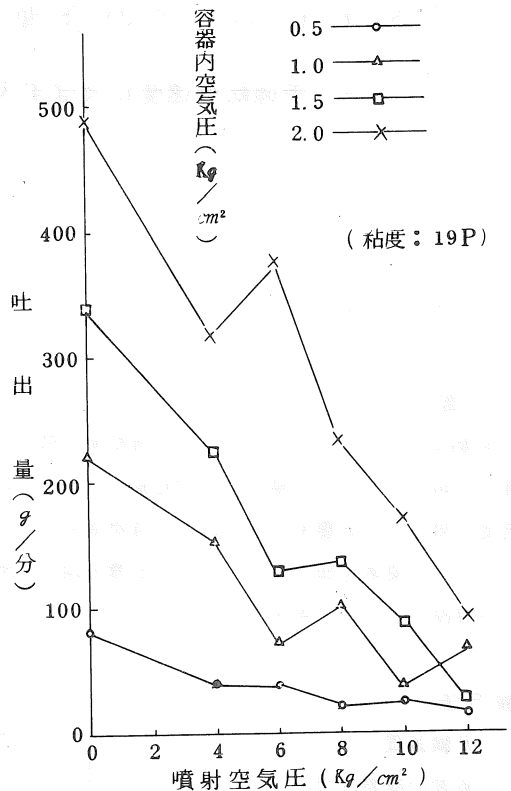
さらに実用的には実際の成形行程においての添加、混合方法からのつめも必要だと考えられる。



第8図 粘度と吐出量
(ノズル口径：1 mm)



第9図 噴射空気圧と吐出量
(ノズル口径: 3 mm)



第10図 噴射空気圧と吐出量
(ノズル口径: 2 mm)

4 要 約

稲わらの成形飼料調製加工において、家畜の嗜好性や栄養価値を高め、さらに成形性も向上させるための添加物の効率的な添加法を見出すため、粘度の高い液状添加物として廃糖蜜原液の空気噴射方式による添加性能について検討した結果を要約すると以下のとおりである。

- (1) 糖蜜の粘度は温度が上昇するにつれ減少し、温度が低いほど変動幅が大きい。
- (2) 材料の吐出量は容器内空気圧の増大に比例して直線的に増大し、材料の粘度の増大に反比例的に減少する。このことは粘性流体の特性を示し、計算による吐出量の予測が可能である。
- (3) 噴射空気圧を加えて噴霧する場合、噴射空気圧の差による吐出量の変動を少なくするにはノズル口径は3 mmのものがよく、また粒子が小さくて均一な添加をするためには、粘度を19 P近くまで下げるとよい。
- (4) 実用的技術としては、ノズル口径3 mm、噴射空気圧6 kg/cm²、粘度19 P位で添加するのが効率的であり、吐出量は容器内空気圧をえることにより設定するのが変動が少なく、この条件下で容器内空気圧0.5 ~ 2.0 kg/cm²の範囲で吐出量は120 ~ 557 g/分である。

ドライストアの合理的利用に関する研究

一 予備乾燥速度に及ぼす入気の相対湿度と

通風量の影響 一

弘前大学農学部

戸次英二 武田太一

高橋照夫 林俊春

緒言

本報は、ドライストアにおける予備乾燥の際の入気の相対湿度と通風量が、乾燥速度に及ぼす影響を個々に知ろうとして、模型ビンで実験を行ったものである。これまで、これに類似する厚層乾燥の乾燥速度に関して、影響すると思われる諸要素があげられ、相互に影響しあった実験例が報告されてきた。

しかし、要素を独立させて、その影響を調べた例は見受けられない。得られた結果は、乾燥操作の際に直接役立つものとする。

実験方法

(1) 実験装置

装置の概要は図1に示すとおり、塩ビ管（内径297φ、高さ600、肉厚10）にもみを充てんするようにし、その下部にプレナム・チャンバを取り付けた。入気の温度制御は受網直下で感温し、エアダクトの前方に取り付けたニクロム線ヒータで加熱するようにした。相対湿度制御は、感湿制御器を受網下方20cmの位置に取り付け、加湿器を送風機の吸込み口の付近に置いた。なお、エアダクトから排気部分まで断熱材（グラスウール50mm）で被ふくした。

(2) 供試もみ

1976年は冷害に見舞われたため品質が不良で、10月20日に自脱型コンバインで収穫した供試生もみの整粒歩合は精もみ88.4%、枝こう付着粒8.6%、空もみ2.5%、その他0.5%であり、玄米調査では、精玄米46.4%、青米45.3%、茶米8.3%であっ

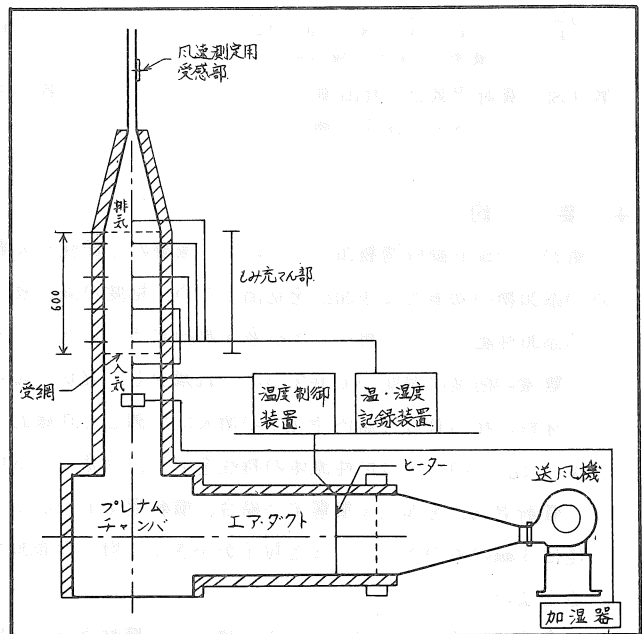


図1 実験装置

た。これを温度制御のしやすい低温期の2月8日まで冷蔵庫に保蔵しておいて実験に供した。

(3) 測定方法

もみ水分：乾燥経過を知るため、受網より2、17、32、47 cmの各高さについて、⁴⁾ビン中央部から2時間ごとに試料を採取し、赤外線水分計で測定した。同試料はエア・オープン法でも確認した。

通風量：塩ビ管上部に設けた排風部の集風管(断面積比1/9)細管部分中央に熱線風速計の受感部を取り付けて風速測定し、それより通風量($m^3/s \cdot t$)を算出した。

温度と相対湿度：温度の測定には熱電対を、相対湿度にはエース鋭感湿度計を用いた。測定箇所は図1に示したとおりで、プレナム・チャンバ内、⁵⁾もみ充てん部、排風部とした。

胴割れ調査：「米の胴割れ測定法の基準」(案)に従って調査した。

(4) 実験区の構成

相対湿度に関する実験区は入気温度を約20℃、たい積高さ0.58 m、通風量を $0.6 m^3/s \cdot t$ に全区そろえ、その他の実験条件は表1のとおりであった。通風量に関する実験区は、入気温度を約20℃、たい積高さ0.58 mにして、送風機のダンパーを調節して表2に示す実験区を設けた。

表1 相対湿度に関する実験区

項目 実験区	初期水分 %	初期比重量 (Kg/m^3)	機械室の 平均		プレナムチャンバの 平均	
			温度(℃)	湿度%	温度(℃)	湿度%
1	24.9	645.7	10.1	67.0	20.0	32.5
2	27.4	592.8	12.3	66.8	20.5	39.8
3	26.1	598.9	9.9	92.5	20.4	48.7
4	25.2	599.3	10.9	98.8	20.7	58.0
5	27.0	572.9	11.9	93.2	20.3	59.7

表2 通風量に関する実験区

項目 実験区	通風量 ($m^3/s \cdot t$)	初期水分 %	初期比重量 (Kg/m^3)	機械室の 平均		プレナムチャンバの 平均	
				温度(℃)	湿度%	温度(℃)	湿度%
1	0.20	26.6	602.2	10.7	92.3	20.3	50.4
2	0.33	26.8	597.8	10.9	89.8	20.4	48.8
3	0.47	25.2	610.0	12.0	82.3	20.3	48.7
4	0.60	26.1	598.9	9.9	92.5	20.4	48.7

実験結果と考察

A 乾燥速度に及ぼす相対湿度の影響

(1) 乾燥初期の水分と比重量の差異による影響の修正

実験条件のうち、乾燥初期の水分と比重量を全実験区についてそろえることができなかったため、その乾燥速度に及ぼす影響を除く処置を以下のとおり行った。

入気の相対湿度に対する入・排気の絶対湿度差の関係について、実験区をプロットすると、図2に示す白点のとおりであった。実験区2～4については比重量がほぼ等しく(約 600 Kg/m^3)、細実線の傾向にあったが、実験区1と5は比重量が異なったため、全区そろえるために修正した。すなわち、full bin dryingで全層の平均水分が1.8%では、乾燥前線がまだ上層に達していないので、全層からの水分排出量は、乾燥初期(初めのわずかな時間部分は除く)から等量で経過してきたものとみなして、初期水分2.5%を基準に、それよりも高

い区については、2.5%までの絶対湿度差の平均値を差し引き、そろえる処置をした。その結果は、同図に黒点で示す値となり、実験区2～4については太実線の傾向となった。この曲線の延長線(破線)上に実験区1と5も位置するはずであるが、比重量が異なったため、若干ずれている。これを破線まで垂直に移行して、比重量による影響の修正とした。比重量に関する農林省の基準 650 Kg/m^3 (密につまった場合)になっているので、その場合には、絶対湿度差はさらに小さくなるものと思われる。

(2) もみ層からの水分排出量と毎時平均乾減率との関係

一方、初期水分から1.8%まで乾燥する過程で、入排気の絶対湿度の差($\Delta x \text{ Kg/Kg}$)に通風量($\text{Gm}^3/\text{s} \cdot \text{t}$)を乗じて得られた平均値は、もみ層からの水分排出量($\Delta x \cdot G$)を表わし、その間の毎時平均乾減率 r との関係は実験値から図3に示す $r = 3.50 \Delta x \cdot G$ なる直線となった。

(3) 入気の相対湿度と毎時平均乾減率との関係

図2で得られた絶対湿度差の修正値に農林省提示の標準通風量⁸⁾を乗じて、もみ層からの水分排出量($\Delta x \cdot G$)を求め、これを図3にあてはめると、初期水分から1.8%までの毎時平均乾減率が得られる。いま、たい積高さ1mの場合の標準通風量 $0.26 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{t}$ を用いて、毎時平均乾減率を求め、入気の相対湿度との関係を図示すると図4のとおりとなった。

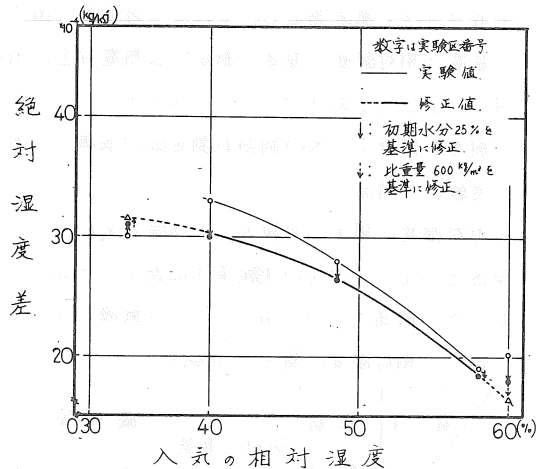


図2 入気の相対湿度に対する入・排気の絶対湿度差の関係

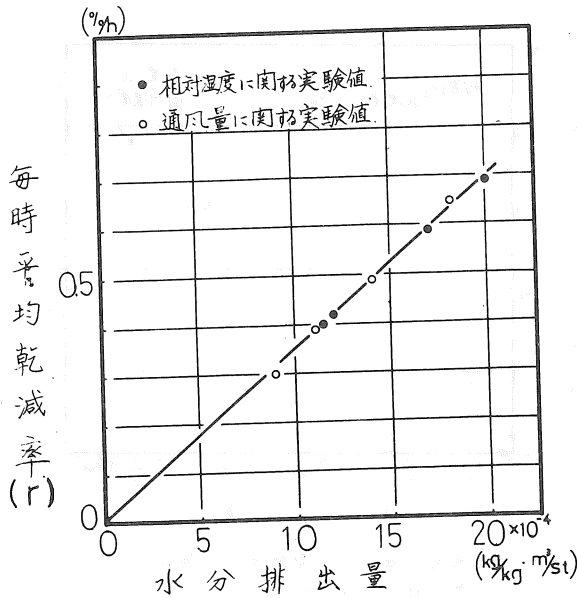


図3 もみ層からの水分排出量と初期水分から1.8%までの毎時平均乾減率との関係

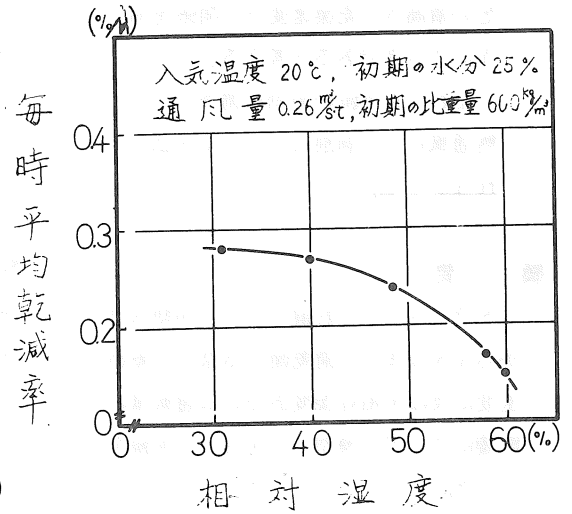


図4 入気の相対湿度と毎時平均乾減率との関係(たい積高さ1m)

本図は入気温度20℃の場合であるが、たとえば、東北地方秋季の夜間温度が10℃で、相対湿度が90%である場合には10℃程度の加熱(農林省基準で10℃)で、相対湿度を50%前後まで降下させ、0.23%/h程度の乾減率が得られることがわかる。

B 乾燥速度に及ぼす通風量の影響

Aの(1)の項で述べた同じ方法で、乾燥初期の水分と比重量の差異による影響を除く処置をとった結果、図5に示す実線のとおりととなった。

一方、図3に実験値をプロットすると、相対湿度の場合に得られた直線上に位置することがわかった。そこで、図5に示した絶対湿度差の修正値に各通風量を乗じて、 $\Delta x \cdot G$ を求め、図3にあてはめて、毎時平均乾減率を得た。

けっきょく、たい積高さ0.58mにおける、通風量と初期水分から1.8%までの毎時平均乾減率との関係は図6のとおりとなった。たい積高さがこれよりも高くなると、比重量が若干増すから、図6で得られた乾減率を少々下回るものと思われる。これについては各メーカーから資料が明示されているが、実験条件の限定範囲をよく考えて、適用する必要がある。

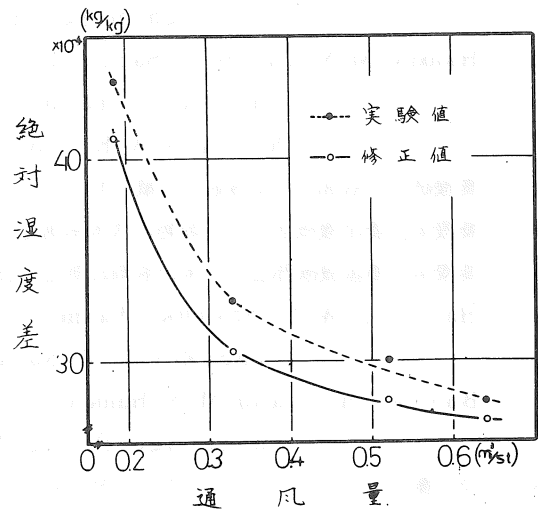


図5 通風量に対する入・排気の絶対湿度差の関係

る。今後は現地の乾燥条件に即して、たい積高さや乾燥速度との関係を明らかにすべきであると考え。

なお、両実験の胴割れ調査では、加熱通風による胴割れはほとんど認められなかった。

摘 要

ドライストアの貯留ビンで、初期水分から18%まで予備乾燥する際に、乾燥速度に及ぼす相対湿度あるいは通風量の影響について、模型ビンを用いて実験を行った。

実験は乾燥初期の水分と比重量をそろえることが困難であったから、入気と排気の絶対湿度差を水分25%、比重量600kg/m³を基準に修正し、それより毎時平均乾減率との関係を求めた。

入気の相対湿度は気温との関連で変るが、約20℃における相対湿度30~60%に対する毎時平均乾減率の関係を明らかにした。また、通風量は通風ビン数とその積み高さによって異なるが、たい積高さ0.58mについて、通風量0.2~0.6m³/s・tに対する毎時平均乾減率との関係を明らかにした。

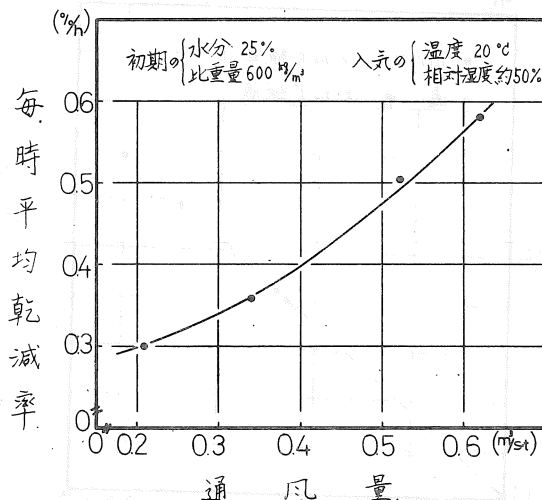


図6 通風量と毎時平均乾減率との関係
(たい積高さ 0.58 m)

文 献

- 1) Hukill, W. V.: Basic principles in drying corn and grain sorghum Agr Eng. 28(8), 235 - 338, 340. 1947.
- 2) Hamdy, M. Y. and H. J. Barre: Theoretical analysis and simulation of deep-bed drying of grain. Trans of the A S A E, B(6), 752 - 757. 1970.
- 3) 農機研: 昭和38年度研究成績 P 209 - 227, 1964.
- 4) 農機学会農産機械部会: 穀物の含水率測定方法基準(案) P 449, 450. 1975.
- 5) 農機学会農産機械部会: 米の胴割れ測定方法基準(案) P 253, 254. 1976.
- 6) Hall, C. W.: Drying farm crops. P 260 - 262. Agrcorns. ASS. Inc, Reynoldsburg. 1957.
- 7) Barre, H. J. and M. Y. Hamdy: optimal Filling Rates for Instorage Dring. Trans of the ASAE 705 - 710. 1974.
- 8) 全農: ドライストアの手びき P 100 - 107, 174 - 184, 1975.

低圧貯蔵法に関する研究

東北農試

小泉武紀 深沢秀夫

低圧貯蔵は、減圧貯蔵、ハイポバリックストレージ (Hypobaric Storage), Subatmospheric Pressure Storage, Low Pressure Storage (LPS), Vacuum Storage 等とも呼ばれ、肉類、切花、野菜、果実その他を大気圧 (760 Torr) より低い圧力に保ち貯蔵するもので、近年、内外で研究されている。これらの研究の多くは、生鮮農産物の鮮度を維持するためのもので、穀物の乾燥や貯蔵に利用する方法は、最近、わが国で研究が始められつつある。

農産物の貯蔵に低圧を利用する方法は、経済性の面や、技術的な面で未解決の問題が多い。著者等は、これらの問題を解明するための資料を得る目的で、各種の農産物について、若干の試験を行なった。

試験した品目は、細断牧草、成形ウエーハ (稲わら、大麦わら、牧草)、子実大麦、子実小麦、粳、大豆などである。生鮮農産物の低圧貯蔵では、日減りを如何にして減少させるかが重要であるが、上記のこれらの農産物では、日減りは、乾燥、貯蔵にむしろ好都合で、貯蔵しながら乾燥する方法や1時貯留について試験した。

試験した貯蔵方法は、大別して、次の3つの方式である。

①温度がある温度まで上昇したら圧力を飽和蒸気圧まで下げて真空冷却しながら貯蔵する方法 (試験番号1~5)

すなわち、上記の収穫物は、一般に、外気温度に近い、いわゆる「圃場熱」 (field heat) を持っており、さらに水分などの関係もあってそのまま放置すると発熱や品質低下を来し易い。したがって、収穫物が搬入されると、真空冷却によって温度を下げ貯蔵性を向上するとともに、同時に、その際の水分の蒸発による乾燥効果も期待するものである。一たん冷却したあとは、低温になるので貯蔵性が向上するので、農産物自体の呼吸熱や大気の熱その他によって、ある温度まで上昇したら、再び真空冷却し、同様のことを繰返しながら貯蔵する方法である。

②低圧で通風貯蔵する方法 (試験番号6、7、8、10、11、12、13)

これは、低圧に保ちながら通風して貯蔵しながら同時に乾燥も期待する方法である。これには、堆積物の中を1端から、他端 (たとえば、サイロの上から下に抜く等) に通風する方法や、袋等に入れたまま通風する方法、さらに、一定の圧力で通風する方法や、圧力を変動させながら通風する方法、さらに、間歇的に通風する方法など各種の方法が含まれる。この中で、本年度は、主に圧力を変動させながら通風する方法 (差圧式低圧貯蔵) について試験した。この方法にも種々考えられるが、本試験

では、リークバルブの開度を一定にしておき、真空ポンプを運転し、圧力が下限圧力に達したら、自動的に電磁弁で吸引を止め、リークバルブからの空気の流入によって圧力が上限圧力にまで上昇したら、自動的に電磁弁を開いて吸引を行なう方法で試験を行なった。なお、この場合の材料は、主に、コンバイン収穫用の籾袋に入れたまゝで行なった。

③： ①、②を併用する方法（試験番号 10）

試験結果の一部を第 1 表に示した。

低圧貯蔵試験結果の 1 例

試験番号	品目	形態	貯蔵方法	貯蔵前		貯蔵後		貯蔵日数	備考
				水分%	重量	水分%	減量%		
1	オーチャード	5 cm 細断 ①バケツ、②コンバイン袋	牧草内品温が約 20℃ になったら真空冷却する。 1 日 1～2 回冷却	57.0%	① 0.98 kg ② 2.80 kg	中心 2.5% 中心 3.6	① 48.9% ② 41.4	8 日 "	低圧密閉。 7 日後から異常臭有り。
2	オーチャード	5 cm 細断 コンバイン袋	同上。冷却後常圧にもどす。	31.2 33.5	① 2.44 kg ② 2.79	中心 2.4 中心 2.9	① 23.8 ② 19.0	7 日 5	常圧
3	稲わら 稲わら オーチャード	成形品 (ウエーハ)	1 と同じ 1、2 併用	23.5 27.9 24.3	390.0 g 153.1 146.1	— — —	12.4 15.6～19.0 20.6～22.9	4 4 4	低圧 常圧、低圧
4	大麦(子実)	コンバイン袋	1 と同じ	14.4	30.22 kg	中心 13.5	1.5	1	低圧
5	大麦(〃)	"	2 と同じ	22.2	22.52 kg	中心 18.2	6.4	5	常圧
	大麦(〃)	"	2 と同じ	25.4	20.08	中心 24.1	4.9	2	"
	小麦(〃)	"	2 と同じ	35.1	23.66	中心 20.2	23.0	1 4	"
6	小麦(〃)	バラ 1.8 m 高	真空冷却後低圧通風	14.5	256.7 kg	中心 13.3	2.0	1	低圧
7	大麦わら	成形品 (ウエーハ)	水分 14% わりにアルコール廃液 13% 添加成形後、6 と同じ。差圧式通風 60～120 Torr	14.0	185.8 g	—	10.3 ～ 10.9	9	低圧。 貯蔵後比重量変化少ない。
8	小麦(子実)	コンバイン袋	差圧式連続通風(60～120 Torr)	24.9	14.34 kg	中心 15.6	15.4	7	"
9	小麦(子実)	"	5、8 併用	35.1	23.66 kg	中心 12.3	31.8	2 2	低圧、常圧
10	小麦(〃)	"	8 と同じ	23.6	18.27 kg	中心 12.1	15.5	1 0	低圧

- ③ 対象区として、そのまゝ、ビニール袋に入れたものと、低圧貯蔵した 3 のものをビニール袋に入れたものを、常温常圧下で約 50 日貯蔵した結果、前者はカビが著しく発生した。後者はカビの発生は認められなかった。
- いずれの方法でも冷却乾燥が可能で、成形機出時の高温は乾燥に好都合となる。

①の方法では、本試験では、冷却温度は、1℃～10℃、冷却開始の温度の上限は 15℃～20℃で、冷却回数は 1～2 回 / 1 日で行なった。また、真空冷却後は、そのまゝ密封して低圧に保つ方法と、常圧にもどして外気と接触を保つ方法について行なった。その結果、試験番号 1 のように低圧密閉の場合には、水分にもよるが、数日後から異常臭が認められた。冷却後、常圧にもどしたもので、第 1 表の貯蔵日数では、外観上の品質変化は少ないようであった。また、温度上昇は、本試験の場合、呼吸熱などの内部熱より外気による、熱の影響が大きく、コンバイン袋中心部は表層部より温度上昇が少なかったもので、真空冷却による乾燥速度は、中心部が遅い。また、真空冷却の際に、中心部の温度が、表層部より低いので、表層部が先に飽和蒸気圧以下になり、そこから蒸発した水分が、温度差のために、未だ飽和蒸気圧に達していない中心部に向って凝縮し、1 時的に、中心部がコールドトラップのような役割を果たし、水分凝縮による温度上昇がみられる。次に、中心部も飽和蒸気圧に達して、水分蒸発と冷却が始まるようである。また、試験番号 6 のように、堆積高さを高くした場合には、

上下の圧力差がかなり出るようである。①の方法は、農産物の温度が高い程、乾燥効果が期待できるので、牧草等の成形品の冷却などのように、成形機出口での温度が80℃前後あるような場合には、1回の冷却で数%弱程度の乾燥が期待できると思われ、水分25%前後の乾燥不充分的粗飼料の成形品や、アルコール廃液などの液状添加物を多量に添加した成形品の貯蔵性の向上が期待できる。(試験番号3、7参照)。たゞ、初期水分が高く、かつ初期品温が低く、多数回の冷却で乾燥する場合には、冷却後の品温の上昇法が問題で、単なる呼吸熱のみによる上昇法では、長期間にわたる場合については、特に品質低下について十分な検討が必要であり、今後の課題の1つである。一方、コールドラップの冷却負荷の面からみると、短時間で冷却するには、莫大な冷却負荷が必要となるので、冷却間隔をなるべく長くして、多くのタンクを1順して再び戻ってくるまでの間が長い方が、冷却負荷当りの全体の処理量が多くなる。したがって、貯蔵性と冷却間隔が今後の課題の1つである。本年度試験結果からは、1日1回位5~10℃位冷却すれば、少くとも短期間の1時貯蔵は可能と推測される。また5℃から0℃まで5℃冷却する時間と、15℃から10℃まで5℃冷却する時間は、後者の方が遙かに少ない(ポンプ、容器の性能にもよる)ので、何度まで冷却するべきかも今後の課題である。また、前述の理由から、多数回の冷却で乾燥する場合には、温度の上昇法にもよるが、本試験のように単に常圧にもどすような方法の場合には、中心部は表層部に比して乾燥速度が著しく遅くなり、均一な乾燥はかなり困難のようである。この場合、乾燥後水分の均一化を図った方が容易かもしれない。

②の方法では、本年度は、主にコンバイン袋に入れて、前述のようにして圧力を変動させて低圧通風する差圧式低圧貯蔵方法について試験した。

すなわち、圧力を変動させることによって袋の中でも、梱包品の内部でも空気が常に流入して流れ、O₂の補給やCO₂その他の農産物の生理作用による有害ガスの除去、内部の乾燥の促進などを図った。圧力変動は60~380 Torrの間を、ほぼ、上限圧が下限圧力の2~4倍位の範囲、減圧速度1~3分、昇圧速度3~6分程度で試験した。詳細については、今後の研究に、待たねばならないが、コンバイン袋に入れたまゝでも、1時貯蔵のみでなく、乾燥も可能のようである。品質についても今後の課題であるが、参考までに普通型コンバイン収穫の籾で胴割れを自然乾燥した対象区と比較くみた。その結果、1回の試験であるが、両者とも精粒90%、軽胴割9%、重胴割1%で、穀物や飼料への物理的損傷は比較的少ないのかもしれない。

麦わら等の家畜の嗜好性の低い未利用資源の飼料化や、飼料価値の向上のために、これらのわら類に、各種添加物や農産廃棄物などを添加して成形することが考えられるが、この場合、添加物の水分や量によっては貯蔵性を低下させる。また、粉粒体を添加する場合に例外もあるが多くのものでは、一般に成形性が低下し、この場合、液状添加物の同時添加が必要になることがある。この場合水分含量の多い添加物を多量に添加すると、あとでカビが生え易いなどの問題がある。また、圃場での乾燥は、水田や畑の状況や気象条件などによってワラ類では20~25%前後で収納することも生ずる。

これらの乾燥不充分的成形品は後で貯蔵性の低下を来し易い(試験番号3参照)。これらの問題に対する方法の1つとして、試験番号167では、大麦ワラに、アルコール廃液を13%添加して成形したものを低圧貯蔵乾燥した結果、貯蔵性が良く、また乾燥後の比重量の変化も少なかった。このよ

うに、乾燥不十分成形品の乾燥調製法として、貯蔵性等の向上に役立つかもしれない。

また、これらの低圧貯蔵乾燥では、圧力は60 Torr 以上でも、湿度が低く、また、吸引による断熱膨張その他で低温にすることが可能で、60~200 Torr 位の間の差圧低圧通風では、5℃位に下げることが容易で、圧力範囲や、吸引間隔、吸引量等によって温度調節も可能である。

この方法の問題点の1つに経済性の問題があり、如何に安価にするかゞ今後の課題の1つである。

その対策の1つとして、低圧タンクの代りとしてビニールフィルム等の柔軟性のものを用いる方法について若干の検討を行なっている。その予備試験として、0.1mmのビニールフィルムを用いて試験した結果、ポンプの排気量やフィルム面積にもよるが、簡単な予備試験でも最少とも約15 Torr 位にするのは容易のようであり、さらに低下させることも可能と思われる。もし、このような、ビニールその他の布で低圧ができれば、穀物その他を他意の包装形態で堆積しビニール等で包み、あるいは、ビニールサイロを作り、バラで堆積し低圧通風貯蔵すれば、水分等によっては少なくとも1時貯蔵、あるいは長期貯蔵が可能となるかもしれない。この方法では、真空ポンプと適当なビニール等があれば、共同乾燥施設や個人農家などで各種の農産物を簡単に1時貯蔵等ができることになるが、この場合、低圧タンク内に入れるのと異なり、農産物に大気圧との差の圧力が直接かかることになるので、圧力によって利用できる品目が限られてくるものと思われる。なお、この場合でも、経済性がやはり今後の大きな課題である。なお、圧力を変動させる方法としては、実際の場合には、リークバルブを自動的に制御した方が良いかもしれない。この研究は、大部分を勤務時間外を利用して行った簡単なもので、予備試験の第1段階に過ぎないが、低圧貯蔵の諸問題の参考までに、概要を報告してみた。

なお、ビニール袋に麦を入れて、一定圧力で通風する方法について現在試験中であるが、この場合、断熱膨張による温度低下により低温貯蔵が可能のようである。

引用文献 (1) 小泉武紀 「野菜等の低圧貯蔵法」農業及び園芸 1976, 7

(38ページのつづき) 稲わらの圧縮成形化に関する研究

- 4) 糖蜜配合飼料の添加と成形性 細切稲わら、解繊稲わらとも10%添加で無添加の場合と同程度の成形性を示した。しかし、解繊稲わらにみるように、添加割合が増すにしたがい稲わらの成形性は低下し、30%まで添加成形が可能であった。
- 5) これらのことから 粉粒体状の農産廃棄物・副産物を稲わらに添加成形加工する技術開発においては、粘性のある液状農産廃棄物・副産物を同時に添加混合し、成形する技術が重要であると考えられる。しかし、長期貯蔵する場合にはカビの発生が問題となり、液状添加物の添加割合は、カビが発生しない範囲に押えることが必要となる。

もみ穀燃焼炉の開発

岩手大学農学部 清水 浩
山本製作所 開発部

1 開発の目的

(1) もみ穀を燃料として利用する。

もみ穀は有効な用途を失っている。年産300万tonといわれる貴重な農産資源の、積極的な利用面を探究する研究が重要である。もみ穀の栄養組成は第1表のように稲わらのそれと大差ないが、¹⁾可消化養分には大きな差異がある。とくに、粗繊維と粗蛋白質の可消化性は、²⁾稲わらに較べてもみ穀が非常に劣る。もみ穀には珪酸SiO₂が95%程度を占める灰分が多くて、粗剛な組織をなすからとみられる。そのために飼料としての有効率が低く、澱粉価などは稲わらの数分の1にすぎない。

この可消化性に劣るもみ穀を機械的に破砕して膨軟化する加工処理、あるいは、アルカリなどによる化学処理、蒸気などによる熱処理、微生物による分解処理が研究試行されつつあるが、もみ穀を飼料化せんとするこれらの研究方向は、所詮、有効とは言えぬものと思える。飼料には、年産1,200万tonといわれる稲わらを利用すべきである。稲わらもまた未利用の農産物であり、有効化を計らねばならぬのであって、同じ加工費を掛けるなら、稲わらに投じて有効な飼料とすべきである。

堆肥化についても同様である。粗剛なもみ穀に加工費を投じて堆肥化するよりも、堆肥には年産8,000万ton（昭和60年推計）といわれる家畜糞尿³⁾をあてるべきである。

従って、もみ穀は燃焼し、熱利用すべきである。熱量もまた農業にとって不可欠であって、安易に石油熱料に依存せず、在材の資源を活用すべきである。

(2) もみ穀くん炭を製造し、その利用を計る。

燃料としてもみ穀をみると、むしろ適性に優れている。粒形が齊一で、流動性に優れており、発熱量もかなりあるからである。また、

第1表 もみ穀と稲わらの飼料価値の比較

(単位：%)

区 分	稲 わ ら		も み 穀	
	組 成	可消化養成	組 成	可消化養成
水 分	13.2	—	10.0	—
粗 蛋 白 質	5.5	2.5	3.7	0.4
粗 脂 肪	2.2	1.0	1.4	0.9
可 溶 無 室 物	33.5	10.7	32.3	11.3
粗 繊 維	35.3	20.1	38.1	0.4
粗 灰 分	10.3	—	14.5	—
可消化純蛋白質		1.2		0.1
澱 粉 価		13.0		2.5
有 効 率		50		19

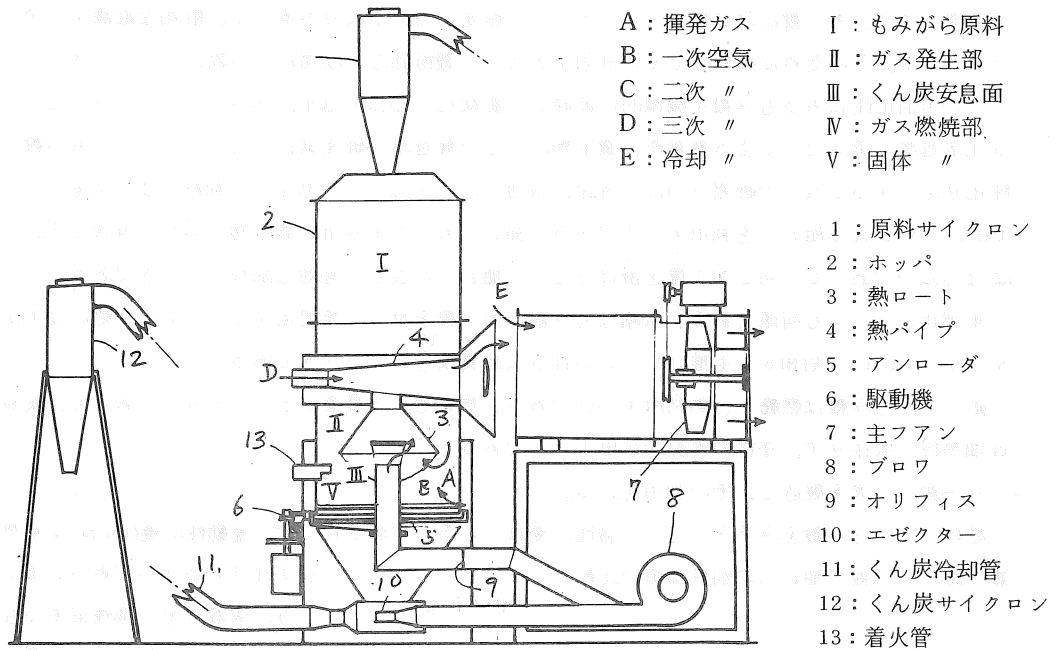
一方、炭素分を一部残留するもみ穀くん炭は、灰分による粗剛な構造を保持して、家畜糞尿処理の助剤などとしての新たな利用面が期待できる。^{4) 5) 6)} よって、もみ穀の熱量を利用すると同時に、適度の燃焼度（炭分残留度）のもみ穀くん炭を製造することのできる燃焼炉を、開発することが適切である。

(3) 小型簡易装置とする。

従来は、大規模共乾施設における生成もみ穀の廃棄処分用の比較的大型の焼却炉が開発されてきた。そうではなくて、ミニ共乾施設や比較的大経営の個別農家用の、小型簡易な燃焼炉を開発することとした。現状では大規模型の多い共乾施設の扱ひもみ量は、7.9%程度であって支配的であるとは言えず、個別農家扱ひが大勢であり、かつ、今後はミニ施設が普及の中心になると予測したからである。

もみ乾燥用熱量には、生成もみ穀量の1/3程度で足りるので、残量は、育苗施設や畜舎などの熱源として利用できる。その際、ミニ施設では、もみ穀の運搬距離が短い周辺地区で活用できるという利点もある。もみ穀は数km範囲内ならば、トラック輸送して利用しても採算に乗ると考えられる。

2 開発機の構造と作用



第1図

開発機の構造は第1図に示す。原料もみ穀は、空気輸送でサイクロン(1)を経てホッパ(2)へ貯留され、円錐形の熱ロート(3)下に安息面(III)を形成する。面(III)に管(13)から着火し、ファン(7)で吸引すると、ロート(3)が灼熱し、(II)部のもみ穀は熱分解して揮発ガスを発生し、(IV)部はガス燃焼部となる。揮発分を発生し尽した(V)部では、残留する固形炭素の一部が固体燃焼する。着火後、約20分で(V)部が固体燃焼へ移行するので、その後、アンローダ(5)をラチェット式の駆動機(6)で回動すると、回転半径に対応した設定流速でもみ穀くん炭が排出されて落下し、ブロウ(8)によるエゼクタ(10)で管(11)内を空気輸送される。その輸送過程でくん炭は空冷された後、サイクロン(12)下の袋に収納される。サイクロン(1)への原料もみ穀の空気輸送は、堆積もみ穀の山へ挿入した図示外のエゼクタで送られるが、ホッパ(2)に設けたセンサで常に適量の原料が(I)部に

貯留するように、自動断続運転させる。

燃焼用空気は、(B)、(C)、(D)に示す1～3次空気に分割して供給する。(C)の2次空気量はオリフィス(9)で一定量に設定してあるが、(B)と(D)の供給量はファン(7)を水平移動して調節し、これによって燃焼量を制御できる。(E)の冷却空気量は(B)、(C)、(D)に較べて多量であって、(B)と(D)の量を変化しても誤差範囲で一定である。(E)は燃焼焰と混合して排気平均温度を下げ、ファン(7)を保護し、かつ、温風として利用し易くする。また、アンローダ(5)の回転数はピットマンアームの長さを変えて調節できるが、これにくん炭の落下速度を調節し、排出くん炭の炭素分燃焼度を変化する(原料もみ穀に対する排出

第2表 もみ穀の成分組成⁸⁾

[単位 % db]

揮発分	平均値	62.18
	標準偏差	1.26
炭分	平均値	20.44
	標準偏差	0.83
灰分	平均値	17.38
	標準偏差	1.69

くん炭の重量化すなわち、くん炭歩留りを変化することができる。その他は固定式で、調節不要である。その他は固定式で、調節不要である。

3 開発機の特徴

(1) 排ガスはほぼ完全燃焼する。

ファン(7)によって、揮発ガスは熱ロート(3)と熱パイプ(4)内へすべて吸引され、小容積の(3)、(4)内で2～3次空気の供給を受けて燃焼し、(3)、(4)はほぼ均一の高温度(約900℃、後記)となるので、排ガスのすべてはほぼ完全燃焼し、煤煙などはほとんど計測できない。

もみ穀の成分組成を地区別品種別の計21種について計測した結果の⁸⁾総平均値のみを第2表に示す。表示は乾物当りに関する重量比であって、通常は9%前後の水分を表外に含むが、乾物当りで62%程度が揮発分である。もみ穀燃焼はこの揮発分が主役であり、これを前記のようにして完全燃焼する。なお、もみ穀の揮発分は複雑な構成であって、多くは230～280℃で揮発するが、500℃前後に揮発点をもつものも含むので、⁸⁾揮発ガスを長い管路などで誘引し、あるいは貯留すると、難揮発性ガスが強粘性のタール分として凝固して管路などに附着し、閉塞などの支障を起す。開発機では、熱ロート(3)の外周で揮発したガスを直ちに(3)内で燃焼するので、タール分をも完全燃焼できる。

(2) 灰塵が飛散しない。

熱ロート(3)下の安息面(Ⅲ)は可及的に広面積とし、1次空気(B)を少量に制限してある。面(Ⅲ)を通過するのは(B)と揮発ガス(A)とであって、面(Ⅲ)を通過後に、ガス燃焼に必要な空気(C)および(D)を補給し、面(Ⅲ)の通過気速を可及的に低速にしてある。しかも、固体燃焼が進み崩壊して微粒子になり易くなったくん炭は、アンローダ(5)の駆動によって排出し、従って、崩壊するまでには至っていない燃焼途上のもみ穀が、絶えず新しく流動状で面(Ⅲ)を構成する。面(Ⅲ)を通過する気速が低速で、面(Ⅲ)を構成する粒子に微粒子が少ないので、通過ガスによって灰塵が浮上せず、従って、ファン(7)を経て灰塵が飛散し難い。

アンローダ(5)から排出したくん炭は、密封管路で輸送してサイクロン(12)で捕捉し、その間、灰塵を

飛散させない。サイクロン(12)では、エゼクタ(10)による空気量が少量であり、収塵効率の良い小型サイクロンなので、灰塵飛散は少ない。在来機種が通常採用する構造のように、多量の燃焼ガス中に灰塵を混合させると、サイクロンで捕捉するのは至難であって、この(12)の作用とは同一でない。

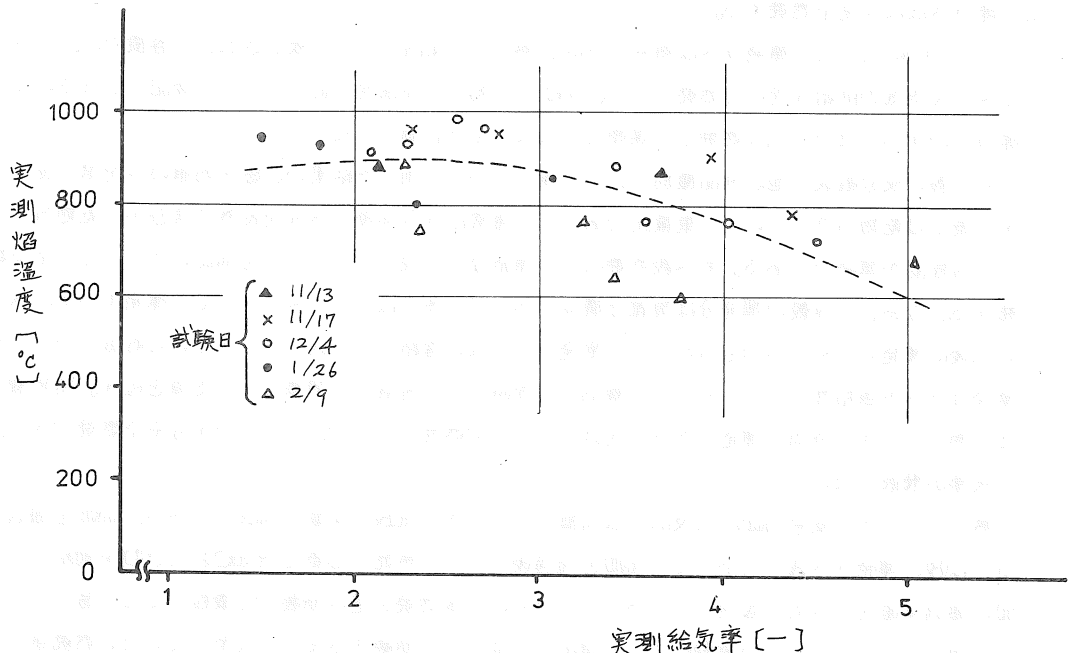
(3) 対熱耐久性が良い。

もみ穀の成分組成別の発熱量は、前記の地区別品種別の21種の計測での平均値で、第3表のようである。もみ穀の発熱量は総平均で3,845 cal/gr⁸⁾であり、低カロリの燃料である。その揮発分のそれは3,671 cal/grであって、さらに低カロリである。従って、その燃焼焔温度は過大値にならない。実測結果は第2図のようで、給気率、実験日(原料

第3表 もみ穀の発熱量⁸⁾
[単位 cal/gr]

乾物 当り	平均 値	3845
	標準 偏差	96.36
揮発分 当り	平均 値	3671
	標準 偏差	112.4
炭分 当り	平均 値	7642
	標準 偏差	174.9

差、気温差など)で変化するが、約900℃であり、1,000℃を超えることはない。一方、くん炭中の可燃物(炭分)の発熱量は7,656 cal/grであり、少量の不純物を含むためか炭素の発熱量よりはやや低い、高カロリの燃料である。しかも、くん炭は通気性に優れるので、ガス燃焼に相応する急速反応で異常高温を発生し易い。開発機では、この固体燃焼をガス燃焼と区分し、少量に制限したし次空気で行うので異常高温とならず、しかも、面(11)へと熱量を集積し、高温となるのが炉芯の空間



第2図 もみ穀の揮発ガスの燃焼温度

であり、炉周壁は比較的低温度(400℃位)に制御できている。耐熱性の鋼板(Sus27など)を必要部に用いることで、対熱耐久性は充分である。

(4) 直火式で簡易安価な構造である。

特徴の(1)項に記したようにほぼ完全燃焼し、同(2)項に記したように灰塵が飛散しないので、直火式でもみ乾燥などの熱源にできる。(3)項に記したように異常高温を生じないので、すべて鋼鉄製にできる。従って、可搬式で簡易安価な構造にできている。

(5) 自動放置運転ができる。

構造と作用を記した2項で説明したように、原料もみ穀の供給とくん炭の排出搬送はすべて自動操作である。くん炭は袋へ自動的に詰められるが、袋の交換は人力によらねばならない。後記の能率から、約2時間に1回、10分足らずでできる袋のつけ換え作業が必要である。くん炭を袋詰めとせず、パイプ輸送で直接小屋へ収納することも可能で、そのときは袋交換作業が不要だが、火炉を扱う前提条件として、前記の2時間に1回程度の点検作業はやはり必要である。

4 開発機の性能

多数回の試験結果を総合して、開発機の性能は第4表のようである。燃焼量は2項に記したようにして、多少は調節可能であるが、

第4表 開発機の性能

	標準値	変化範囲
もみ穀燃焼量	25 Kg/hr	20~30 Kg/hr
取得熱量	7万 kcal/hr	6~8.5万 kcal/hr
くん炭取得量	6.5 Kg/hr	5~8 Kg/hr
くん炭歩当り	27%	20~28%
風量	70 m ³ /min	
総重量	350 Kg	

最大燃焼量は原料もみ穀の種類とくに含水率による影響が大きい。雨水でかなり濡れた褐色化したもみ穀も、熱ロート(3)上で乾燥しながら燃焼できるのだが、燃焼状態はかなり悪くなり、表示の3割減程度となる。できるだけ乾燥した原料を用いる方がよい。

取得熱量は、もみ穀燃焼量によってほぼ定まり、表示のようである。丁度、ミニライスデボSBD-3型(もみ容量7ton)にセットできる能力をもっている。あるいは、もみ容量3tonの循環式乾燥機(例、山本NCD-32G型)2台にセットすることもできる。

くん炭取得量は、燃焼量とくん炭歩当りの調節で変化するが、表示のようである。

5 経済性の検討

ミニライスデボにセットする場合について、その標準装備の石油バーナ式火炉を用いる場合と比較して、開発機の経済性を検討し、第5表に示す。もみ穀燃焼炉は省資源の政策に合うため、政府助成金を期待できるので、購入費の半額助成を得たとして比較した。もみ穀燃焼炉はまだ正式な市販段階ではなく、製造原価からの予想価格であり、今後の改良による価格変化もありえようが、一応これに対比すると、半額助成として丁度等価であり、石油代の削減とくん炭販売収入だけ開発機の方が利益となる。くん炭袋代と労力費増加分を差引いて、年間77,700円の所得増となる。約3年で購入費の自己負担分は償還できる計算である。石油単価は今後、相対的に上昇するであろうから、その場合には、開発機の優

第5表 開発機の経済性試算結果

機械購入費 (単位：円)		機械価格	助成金	自己負担額	差額
	石油燃焼炉	234,000	—	234,000	≐ 0
	開発機	480,000	240,000	240,000	
燃料費	38円/ℓ × 4.7ℓ/時 × 15時/日 × 20日/年 = 53,580円/年				
くん炭販売収入	くん炭単価：25円 × 12Kg/袋 = 300円/袋、袋代 = 60円/袋 6.5Kg/時 × 15.時/日 × 20日/年 ÷ 12Kg/袋 × (300 - 60)円/袋 = 39,120円/年				
労力費	3,000円/人日 × 1/4人 × 20日/年 = 15,000円/年				
差引年収益	53,580 + 39,120 - 15,000 = 77,700円/年				

位性はさらに向上する。

なお、ライスデボへセットする場合には、そのリミットロードファンを使用し、主ファン(7)が不要なので、電気料は誤差内として無視した。循環式乾燥機へセットする場合は、この表に準じて考察されたい。

6 今後の課題

(1) 間接加熱式（熱交換器付き）の開発

開発機は、直火式でも煤煙と灰塵がほとんどないことを特徴とするが、ごくわずかは有るので、別に、標記の開発を要する。もみ乾燥には直火式でも支障ないと言えるし、その方が資源経済上、また機械価格上、有利であるのだが、他の用途、例えばハウスなどの暖房には間接加熱式がとくに必要である。

(2) 中型機の開発

開発機よりも、より大規模なライスセンタに適するもみ穀燃焼炉を、開発する必要がある。計画で、もみ穀燃焼量100Kg/時、直火式で30万Kcal/時、熱交換して15万Kcal/時の取得熱量の中型機を、目下は開発中である。直火式で3ton型の循環式乾燥機8台に、あるいはライスデボSBD-5（もみ容量33ton）にセットできる。また、熱交換機を付けて15a規模のビニールハウスの暖房その他に用いることができる予定である。

(3) 温湯式の開発

畜産では、温風ではなくて温湯を得る式の方が必要とされる。もみ穀を燃して温湯を得て、くん炭で糞尿汚液を処理して堆肥化するという方式も、順次、体系化してゆきたいと考えている。

参 考 文 献

- 1) 齊藤道雄；飼料学、上巻、P 438、477、朝倉書店（1948）
- 2) Eldon C, Beagle : Rice Husk Conversion to Energy, P 46、
F. A. O. (1976)
- 3) 桧垣繁光；畜産経営における家畜排泄物の処理(1)、畜産の研究、vol 30(1) P 119 (1976)
- 4) 清水 浩；農産廃棄物を活用する技術体系、農業電化、vol 77(7) P 2 (1977)
- 5) 清水 浩、林 節男；もみがらくん炭のろ材特性についての研究、農機学会誌、vol 38(4)
P 551 (1977)
- 6) 清水 浩；もみ殻くん炭による汚水濾過の模型実験結果、農機学会東北支部報№22 (1975)
- 7) 清水 浩；もみ殻の特性とその利用法、むらと人とくらし№6、農村生活総合研究センター
(1977)
- 8) 清水 浩、菅野明宏、西山喜雄；燃料としてのもみ殻の物性研究、農機学会誌投稿中

報 文 の 訂 正

農業機械学会東北支部報№23、「稲わらの解繊処理法に関する研究（第1報）」—加茂幹男、吉原徹、深沢秀夫、中精一—中に次のような誤りがありましたので訂正します。

頁	段	行	誤	訂 正
20	右	第2図	所要トルク軸中の 0.3,-----,0.7	3.0,-----,7.0
20	右	下10	0.38 ~ 0.70 Kg・m	3.8 ~ 7.0 Kg・m
20	左	第3図	所要トルク軸中の 0.1、0.2,---,0.7	1.0、2.0,-----,7.0
20	左	下18	0.21 ~ 0.63 Kg・m	2.1 ~ 6.3 Kg・m
21	右	第4図	所要トルク軸中の 0.1、0.2,---,0.7	1.0、2.0,-----,7.0
23	右	下17	0.38 ~ 0.70 Kg・m	3.8 ~ 7.0 Kg・m

未利用資源の利用法に関する研究

一 農林副産物の飼料化、燃焼法 一

東北農試 小泉武紀

未利用資源の有効利用に対する社会的要請が高まりつつある。この課題は、広範囲で大きな課題で、まとまった研究ができ難い課題であるが、農業機械の立場から、出来得る範囲で役割を果たすことを目標に、問題提起を主な目的とし、他の研究の合間を利用して、若干の試験を行なった。未利用資源の活用法に何等かの参考になれば幸いである。

1 水田地帯の肉用牛生産における水田雑草、河川敷牧草、稲わら等の利用法

水田地帯において、稲わら、堆厩肥、水田畦畔雑草等を柱に、肉用牛生産を行なっている岩手県南の胆沢町の農家を調査した。ある農家では、今年度から庭先と自宅前の道路をアスファルトで舗装し（ 150 m^2 ）、水田畦畔雑草、河川敷牧草その他を積極的に乾燥しており、小規模乾燥法として有効と思われる。全面積に広げた場合、1回で、仕上り乾燥重量約 40 Kg で、晴天の日は、2日間で仕上るということである。試験的に山形鋼と2番線で針金草架を試作し、農家に貸与して、アスファルト乾燥法と併用して、水田畦畔雑草、河川敷牧草の乾燥を行なっている。この場合、畦畔雑草の場合は、畦畔上で予乾した雑草を自宅まで運搬し好天の日には、先ずアスファルトの上に広げる。アスファルト上に広がらない部分を針金草架にかけて乾燥し、アスファルトが空いた適当な日に針金草架からはずしてアスファルト上で仕上げ乾燥している。好天が期待できないときは、針金草架に直接かける。河川敷牧草でもほぼ同様であるが、河川敷牧草の場合は、針金草架で最後まで乾燥することもある。乾燥の終了した牧草は、手製の木枠に踏み込んで約 10 Kg に梱包し、畜舎の2階に貯蔵する。この他、今年度から、バッグサイレージの調製を開始し、畦畔雑草や河川敷牧草、さらに、町営牧場から牧草を購入してサイレージ調製を行ないつつある。また、稲わらの利用については、現在敷わらに多くは、稲わらを利用しておりそのような農家では、その分と飼料にするために、バインダ \oplus ハーベスタ体系で収穫調製を行なっている。コンバイン収穫稲わらの利用法は、水田地帯における畜産にとって今後の課題の1つである。この省力的な利用法が、未だ、現地では確立していないため、水田畜産とコンバイン導入が現状では、相反する現象も見られ、コンバインを導入するために肉用牛生産を止めた農家もあるということである。

また、逆に、肉用牛生産を向上させるためには、乾燥稲わらを利用する農家では、コンバイン刈取面積を増加できない農家もいる。調査した農家では、約 4.5 ha の水田と、肉牛6頭を飼っており、バインダで約 3 ha 刈取り、家畜用等の乾燥稲わらとし、残り 1.5 ha をコンバインで刈取り、圃場に環元している。

省力化したいが、乾燥稲わらの量は 3 ha 分はどうしても必要で、これ以上バインダ刈取面積は減少できない事情があるということである。このように、現地では、コンバイン収穫稲わらの省力的な利用法が望まれており、この農家で今年度から、草地部と共同でコンバイン収穫稲わらのサイレージ調製試験を開始した。コンバイン収穫稲わらのサイレージ調製法には、結束したまま行なう方法や、細断して行

なう方法、サイロの型式等種々あるが、省力的な方法の1つとして、コンバインに細断吹上げ用のカタを取り付けて、伴走するトレーラで受ける方式、コンバインで細断し適当な大きさの袋に詰める方式、拾い上げ方式など種々条件に応じて考えられ、今後の課題である。

また、別の農家では、コンバインに結束装置をつけ、結束し、約70aを圃場に立て、乾燥し、乾燥稲わらとして利用し、約60aを、結束した直後のものを集めてサイロまで運搬し、そこでカタで細断し、サイロに詰込んでコンバイン収穫稲わらを、結束装置方式により利用している。この場合の問題点としては、①サイレージ調製に多くの労力を要し、60aサイロ詰するのに、6人で2日を要すること、②サイレージ調製法にもよるが、稲わらが乾くとサイレージ調製が難しくなるということで、刈取後、あまり時間をおけないこと、③生で重いので現在5束程にまとめてから圃場内のトレーラに載せて搬出し、農道でトラックに積み換えてサイロまで運搬しており作業が大変であること、④結束ワラを立て、運搬、堆積する労力と、このように圃場に立て、乾燥したものでは、水田土壌水分にもよるが、水田によっては、敷わらとしてしか利用できないことが多いということで、その農家では敷わらとして利用している。なお、これに関連して、それぞれの事情に適した、稲わらサイレージの調製法は、未だ完成されていないようで、試験場でも、現地試験と平行してスタックサイレージやビッグベールによる稲わらサイレージ調製も合わせて若干の試験を行なっている。また、コンバインを所有しているある農家では、敷わらの代りに靱がらを利用しており、肥育牛ではコンクリート床で行っている。水田地帯における肉用牛生産の省力化はこれらを含めて今後の課題である。

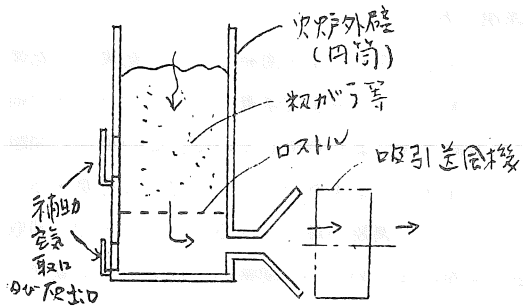
2 野菜屑その他の農林副産物の飼料化

野菜の生産流通において、多量の屑が出易い。また、近年、大根の洗浄包装施設で、多量に生ずる大根の葉の処理法が1つの問題になっており、山に持って行って穴を掘って埋める方法などが行なわれている。また、近年キャベツ、大根等をはじめ野菜の収穫機が開発されつゝあり、これ等の葉等が多量に出てくることになる。一方、稲わらや、麦わらなどの飼料価や、好性の面から、これらの添加による向上が期待される。一般に、このようなものゝ混合作業や、利用は、作業的にも複雑な面があり、利用できる場合は限られてくるが、問題提起の意味で、稲わら⊕大根の葉、大麦わら⊕クローバの混合サイレージを参考までに作ってみた。その結果、後者については、現在未だ貯蔵中であるが、前者については、外観上は良質のサイレージができた。その結果を第1表に示した。合成水分を適当にすれば、比較的容易にできそうであり、大根の洗浄施設の葉の処分法の1つとして検討する必要があると思われる。

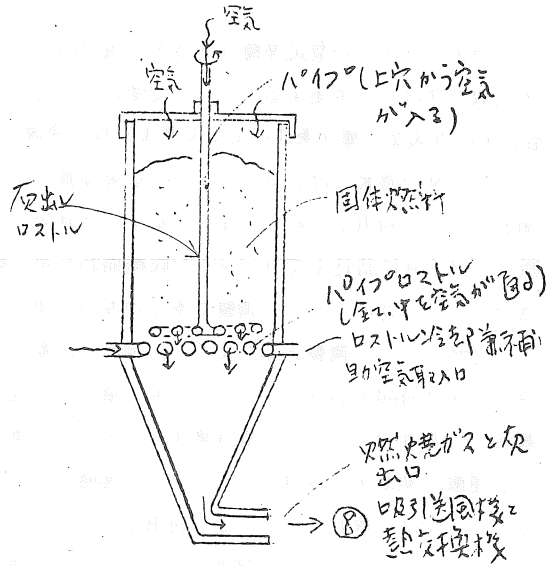
第1表 稲わら⊕大根葉サイレージ調製

試験 番号	野菜 屑 A	混 合 材料 B	添 加 物	A重量 Kg	B重量 Kg	A水分 %	B水分 %	乾 物 A/B	サイレ ージ 水分%	充 填 密度 ³ Kg/m ³	外 観 品 質
1	大根葉	稲わら	糖蜜 300 g	8	2	86.3	22.3	0.68	74.0	372	優
2	"	"	ナシ	8	2	"	"	0.68	74.5	372	"
3	"	"	"	10	2	"	"	0.88	75.8	390	"
4	"	"	"	8	1	"	"	1.4	82.3	434	良

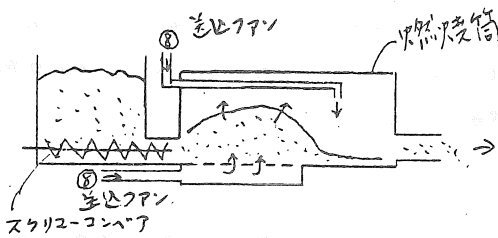
3 粉がら等未利用資源の燃焼法



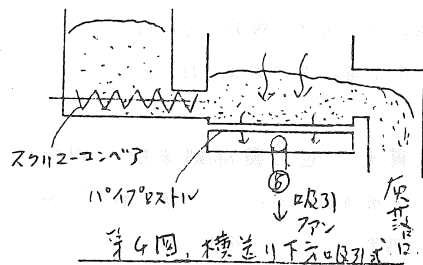
第1図 直接加熱式簡易火炉



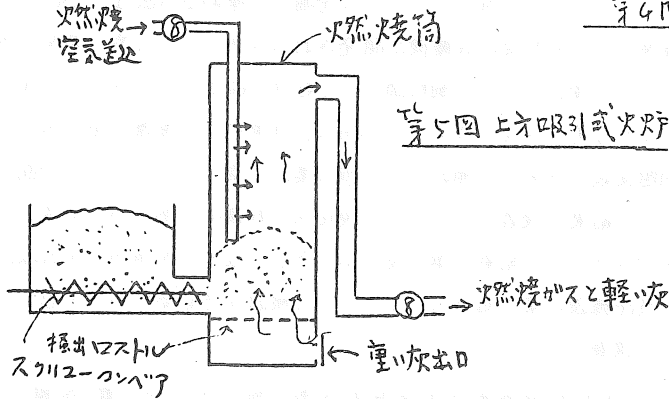
第2図



第3図 横送り送風器直燃式



第4図 横送り下気吸引式



第5図 上気吸引式火炉

近年、エネルギー問題が農業においても大きな課題となりつゝあり、省エネルギーや、脱石油等についての要請が高まりつゝある。エネルギー関係は、工業関係に期待するところが大きい、農業機械の立場から、出来得る範囲で役割を果たすべく、完成することを必ずしも目的とせず、問題提起やこれらの研究者への参考の目的で、第2図から第5図の火炉をドラム罐などの廃物を利用して作り、少しづつ検討を行なっている。第2図～第5図について、一応粉がらで若干の試験を行なった。現在、第2図のものから粉がら、成形わら、家庭用紙ゴミ等で試験を行ないつゝあり全て、煙も少なく良く燃えるよう

である。薪、石炭などについても試験をする予定である。なお、これらは、当面、主として、農村等における小規模暖房、乾燥を目標にしている。

第2図について簡単に説明すると、まず、パイロストルの上に点火用の紙屑などを一面に載せ点火し吸引を開始する。その上に、扱がら、わら、成形わらなどの固体燃料を載せると引き続いて下層から順に燃焼し、上層まで燃焼する。適当なときに灰出しロストルを回転して落とし、上から新たな燃料を供給する。これは、固体燃料であれば、何でも上から投げ込めるタイプのもので、エネルギー情勢が極度に悪化した場合には、若干の改良を行えば、小規模暖房や、乾燥に利用できるかもしれない。詳細やその他の形式については、12月から試験を再開する予定であり、52年度試験成績書で報告する予定である。

会費納入のお願い

昭和52年度会費（特別団体会費 10,000 円、一般団体会費 5,000円、個人会費 500 円）を納めていた多く時期となりましたので、早目にご納入をお願いします。

また、昭和52年度以前の会費未納の方は合せて、至急下記宛にご送金願います。御不審な点、その他については下記事務局宛にお申し出下さい。

記

現金送金 〒 020 - 01 盛岡市下厨川赤平4

東北農試農業技術部機械化作業第2研究室内

農業機械学会東北支部

郵便為替 口座番号 盛岡 2826（振替用紙をご使用下さい。）

銀行振込 岩手銀行本店・農業機械学会東北支部（普通預金・口座番号 №.476746）

東北地方における農鍛冶の成立と展開

福島大学教育学部 佐藤次郎

まえがき

あらゆる農作業が機械を利用して進められている現在、手農具による作業は限られた仕事と場所だけになり、かつて、唯一の耕作用具であった平鍬はその役割を終えたものともいえる。

平鍬が考案され、使用されて以来今日まで、鍬は農作業の代表的用具であり、これを製作、修理した農鍛冶も農具製作の技術者として農業発展に大きな役割を果たした。

そこで、この農鍛冶の発生、発達の経過を明らかにすることは、農具、とくに平鍬の製作技術を解明するうえで欠くことができないものであり、その究明を進めたので報告する。

1 農鍛冶の発生と発達

(1) 焔屋八人衆の成立

日本の製鉄、鍛冶の成立過程をみると、三世紀に南朝鮮に鉄ができ、この鉄が日本に輸入され、その後、国内産の鉄ができ、百済より渡来した韓鍛冶により武器製作に使われ、この鍛冶の流れが朝廷の製鉄者となり鍛冶司として武器製造に当たった。

鍛冶の仕事が職業として認められたのは律令期（670—720）で各地の国司が朝廷への貢物として鉄、鍬など献したときからである。その頃の鍬は一般農民の所有ではなく、土豪のものであり、これを農民に使わせて水田などを開発した。延喜式（927）のなかに政府公認の鍛冶372戸があるが何れも大和、山城などで東北には禁じられていたため見あたらない。

東北地方の製鉄、鍛冶の起源を明らかにしたのは、森嘉兵衛の、九戸地方史、における研究で、ここでは、主としてこの研究を中心に近世にいたるまでの鍛冶の発達をかえりみることにする。

文献的には、すでに大同2年（807）現在の岩手県大随町で皮吹子を使った焔屋工業園があるが系統的な資料があるのは戦国時代以降である。

すなわち、永禄元年（1558）登米郡狼河原村大籠（現宮城県登米郡東和町）の土豪千葉土佐、佐藤狙馬の両名が吉備国中山在木の別所に、この地方の製鉄、鍛冶技術の先覚者である千葉大八郎、同小八郎の兄弟を訪ね、荒鉄の吹き方、延鉄の方法、鍬の打ち方を学び帰国して以来のことである。

しかし、当初の製鉄は成積が悪く、永禄2年（1559）千葉土佐らは以前師事した千松兄弟を招き、泉屋敷に居住させ、背の沢に新しく焔屋と開き、製鉄に従事させた。この技術を学んだ弟子に千葉土佐、須藤伊豆、首藤相模、佐藤淡路、佐藤治、佐藤丹波、佐藤肥後、沼倉伊賀が居り、これを焔屋八人衆と呼び東北地方での製鉄の先駆者となったもので、やがて、このなかから鍬鍛冶が育つのである。

この八人衆は他の地方から移ってきた者もあるが、多くはこの地方の土豪で兵器生産に関心を持つことから製鉄技術の習得を始めたものと思われる。

この大籠地方は砂鉄の産地であり、千松兄弟による吉備地方の製鉄技術の導入を契機として八人の熱心な先駆者を得て東北地方の近世的製鉄の創業地となったものである。かれらの直接の目的が武器

や武具の製作、ないしは他領への鉄材輸出にあったにせよ、その技術は当然農具生産に及ぶことはいうまでもない。

仙台領では慶長の頃に至っても領内に鍛冶がなく、鍛冶は輸入品であったが大籠の焔屋である千葉弥左エ門の記した、千葉弥左エ門勤功書、によれば、値段も甚だ高価で御百姓迷惑、とあり、容易に鍛冶が手に入らなかったことがわかる。

そこで焔屋八人衆のなかで大籠に住む者を大籠の五人衆と呼んでいるが、この五人衆の一人である首頭相模が京都に上り、鍛冶の技術を習得して帰り、鍛冶を製作するとともにその技術を普及した。

その製作された鍛冶に、菊一、菊上、天上一などの銘鍛冶があり一般農民の手にも容易に入るようになった。

2 製鉄、鍛冶の技術

近世における東北地方の製鉄、鍛冶の発達の中心は前述の通り大籠であるが、こゝでの製鉄原料は砂鉄で、チタンの比較的多い赤目と称せられるものである。砂鉄は素金（すがね）ともいふ、砂鉄集めを素金堀りと呼んだ、砂鉄の産地は大籠のほか、小梨、折壁、浜横浜、本町川の沿岸などで、製鉄の場所もこれらの地で発達した。

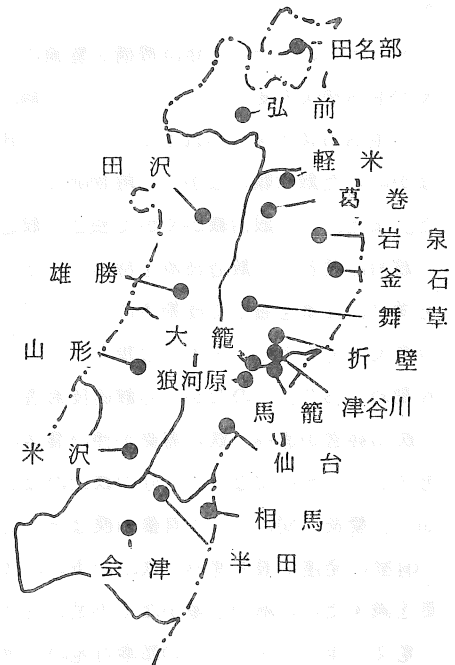
この砂鉄の採り方は流れの便利な山の中腹に溝を掘り、水を流して土砂を流し、集めた土砂をさらに水で流して土砂のなかの砂鉄を沈澱させて残し、これをよく乾燥し、俵に入れて牛馬で駅送り山の峯伝いに送られた。

精錬はたたらかき法で、工頭（たくみがしら）が午前4時頃に火を入れ、木炭、砂鉄を交互に積上げる。吹子を4人1組として2組に分け3交代で風を送って作業をした。3～4日で精錬が終了した。終われば上部の木栓をぬき、炉下の溜池に流し込む。

冷却された鉄塊は約12kg程度に砕かれ、目方を計って鍛冶に渡し、鍛冶はこの荒鉄を鍛えて延鉄にし、これをそのまま販売するか農具、釘などに加工した。

焔屋には、鍛冶、炭焼など職人が所属し多い所で300人位おり、鉄山によって、その職種も違い、第1表に示した大披鉄山は比較的小規模の鉄山の例である。

このように製鉄業者である焔屋には鍛冶が必ずいたが、その仕事は、炉から生産された、あらてつ、



第1図 東北地方における農鍛冶の成立と展開
佐藤次郎

を鍛錬し、炭素や不純物を除く作業であって、あらてつ、を鍛錬し一枚の板状鉄塊とし、これで十丁打などの鉄を製したのである。鍛冶は加熱材として小炭と呼ばれる松炭を使った。

たたら吹きによる精錬から、やがて南部藩士大高高任によって、釜石附近の磁鉄鉱を洋式高炉で精錬されることになるが、それは、安政4年（1859）のことである。

第1表 大拔鉄山職種別人員表（九戸地方史）

職 種	人 数	職 種	人 数
大 工	2人	鍛冶手子	8人
炭 盛	2	釜 大 工	8
跡 押	2	釜 手 子	16
本 主	2	鉄 口 働	25
兼 子	2	土ノ口働	3
番 子	12	炭付牛方	6
鍛 冶	6	門 番	1
計		95人	

東北地方における農鍛冶の成立と展開
佐藤次郎 第1表

3 農鍛冶の分化と発展

(1) 鍛冶の分業

東北地方の鍛冶の発達には前述の通り、製鉄業者である焔屋が、その土地に産する砂鉄と木炭をたたらを築いて精錬し、さらに鍛錬することによって延鉄を製し、これで鋏、鎌などを作ったもので、製鉄業と加工業は分離していなかった。

ところが、しだいに経済機構が整備され、庶民の生活様式も変わってくるとともに、鍋、釜などの生活用具が求められるようになり、鉄山のなかにいた鍛冶職のなかから鋳物師なども現れた。また、この鍛冶職がやがて独立し鍛造専門となり農鍛冶として農具専門の鍛冶ともなってきた。

鍛冶は最初から鍛造技術を持っていた者もあろうが多くは鉄山に入山した後で鍛錬技術者から訓練を受け、仕事を通して技術者になって行ったものであろう。鉄山経営で職人を集める場合、その土地の農民はもちろん、ときには罪人さえ人手不足を理由に入山させていることから特別な技術はなくても勤めており、このなかから鍛造技術者が生れてきたものとみえる。

鉄山経営が進み、鉄の需要が伸び農具の必要量も増加してくると焔屋経営のなかでも延鉄として販売することだけでなく、自分の鉄山のなかで農具の生産を開始する者もでてきた。仙台藩では前述の如く、慶長年間になって首藤相模などにより領内での鋏鍛冶が始まってきた。

焔屋の発達が最も進み、鉄山の多いのは第1図の通り仙台藩であるが、当時（1599）は充分需要を満すだけの鋏の生産がなく不足が目立ち、藩はその確保のため対策を講じていた。

寛文2年（1662）の郡奉行宛の、伊達氏奉行申渡状字、には仙台領から他領への移出入禁制品のなかに御留物として兵具類とともに鉄鋏があり、領内産物を確保し、自給自足の考えをもっていたものと思われる。その後、鋏は農業の労働手段として益々重要さを増し、需要も多かった事から鋏製造者も各地にみられ、たとえば、津谷川村のように天和3年（1683）には村内に10人もの鋏鍛冶が存在していた。労働手段としての鋏の利用は各藩の開拓を進ませ、耕地の整備も進み、生産力が増大すれば農具の需要も進み、鍛冶は農具生産のため鉄の買あさりさえ行なった。しかし、鉄生産の急増も困難なことなどから鉄はその価格を急騰させていった

そのため、享保8年（1723）仙台藩は延鉄を一旦藩で買上げ、これを農鍛冶に払い下げ鋏の生産に力を入れていた。これは、農鍛冶を保護し製鋏の業を続けさせねば農業生産が円滑を欠き、ひい

ては藩財政にまで影響がでるからである。

仙台藩では鋳の需要が高まるため、その生産と流通の統制を実施している。これは、すでに元禄年間(1695-1704)に運上銀徴収の便宜のため鋳師を免許制にしていたが享保7年(1722)鍛冶奉行を置き藩直営の鋳製作所を設け生産直売を実施した。この直営製作所は、宝暦5年(1755)には長平、堂林、吉田、山形、川前、大崎、廻前、合、鋳の8ヶ所に達した。しかし、藩は益々増大する鋳の需要を満すため、天明5年(1785)には藩直営を長平前、堂林前など7ヶ所、民営を亘理前、川前など8ヶ所とし、生産、配給を実施している。

しかし、天明、天保の凶作、飢饉は農業労働力減少となったが、これを補うため鋳の需要はむしろ増大した。そして、つぎに到来した寛政、文化の豊作は鋳の需要を益々増加させ、鋳は極度に不足しやみ売りが横行し農民にはなかなか手に入らぬものとなった。藩はこのため、鋳問屋に貸鋳を作らせこれを貸出した。たとえば、東磐井郡大原町の荒鋳問屋市右エ門は文化3年(1806)毎年180枚の鋳を作りそのうち100枚を貸鋳にしたがその状況は第2表の通りである。

第2表 大原鋳問屋鋳生産・配給表 (九戸地方史より)

年 代	生 産		配 給	
	鋳 枚 数	郡 別	鋳 枚 数	業 者 数
弘化1 (1844)	1,733枚	仙 台	8,504枚	6人
2	780	名 取	5,115	3
3	930	江 刺	3,040	5
4	2,628	伊 具	1,568	1
嘉永1	1,924	亘 理	1,142	1
2	2,557	栗 原	954	3
3	2,518	牡 鹿	848	1
4	866	玉 造	544	1
5	1,777	西磐井	440	2
6	1,664	宮 城	420	2
安政1 (1854)	2,024	膳 沢	355	4
2	2,111	黒 川	347	1
3	586	柴 田	120	1
4	1,137	気 仙	90	1
5	814	加 美	72	1
萬延一文久2	960	遠 田	60	1
		刈 田	60	1
		不 明	1,330	12
合 計	25,009		25,009	47

同じ製鉄の先進地である南部藩をみると、砂鉄生産地は閉伊、九戸全域にわたっているが製鉄技術は仙台藩に及ばず、寛文9年(1669)仙台藩である炯屋佐藤佐渡がその弟甚蔵、市右エ門を釣屋木浜木に派遣し砂鉄精錬を指導させ、その鉄材を使い、この地で仙台藩の真坂四郎左エ門が鋳、鎌を製造している。また、八戸藩では宝永元年(1704)東大野村の右エ門五郎、宇兵エの2人が鋳を津軽に販売しているが、これは大野鉄山の鉄で作ったものである。当時の鋳の種類は、六丁打、八丁打、十丁打、目越であり鋳としては

薄手が多かった。八戸藩では耕耘に鋤が多く使われ中鋤があった。

(2) 鍛冶職人

製鉄業から鍛冶への分業化は東北地方では前述した大籠での首藤相模が自ら焔屋を経営しながら京都に上り、鋤の製作技術を学んで帰り菊一、菊上、天上一などの銘柄の鋤を生産した時点からとみてよい。それは、一方では焔屋、他方では鋤鍛冶であり、首藤はこれらの鋤を広めるとともに鋤鍛冶専門に転じていったからである。彼は慶安4年(1651)400貫の荒鉄で516丁の鋤を作り千厩、大原、田尻などに販売先を広げるまでに成長した。また同じ年、水沢の郷古六左エ門が160丁、田尻の助作が140丁の鋤を大籠の五人衆から買入れ農家に販売しているが、これらの例からみられるように、鋤の間屋が発生し鋤は商品として重要なものであったことが知られる。

さらに、仙台藩の焔屋佐藤が釣屋木浜木で荒鉄を作り、それを使って真坂四郎左エ門が鎌を作った事は前述したがこれが鋤鍛冶から鎌鍛冶が分化した最初のもものとみられる。

この頃になれば、鍛冶も以前から城下町に居住していた刃鍛冶や鉄砲鍛冶のほか、鋤鍛冶はもちろん、さらに、鎌鍛冶、包丁鍛冶などに細分化しそれぞれ専門農具の生産に進んでいった。そして、これらの鍛冶は、城下、在方とそれぞれ居住の場所を異にし、集団として仕事を持つようになり、城下にいる刃鍛冶や鉄砲鍛冶は御用鍛冶として武器製造に当り、在方に住む鋤鍛冶などは鋤や鎌の専門鍛冶として部落を回り農家を相手とし、それぞれ仕事の分担が生じてきた。その例として、会津若松で康暦元年(1379)芦名直盛が城主として鎌倉から下降の際一緒に鍛冶を連れてきて十三箇村に鍛冶屋敷を作らせている。

しかし、寛文5年(1666)頃をみると、鍛冶も御用鍛冶から町鍛冶に変わり、武具よりも農具や日常生活の用具の生産に励むようになった。米沢藩のように、1837年の頃から御用鍛冶として武具生産のほか副業として鋤や鎌の生産、特に刃物の製作に従事させ、上杉治憲の如く農具改良に関心をもち、技術に長じた者には苗字帯刀を許してまで奨励し、その結果は今日の米沢刃物としての名声にまでなっている。

4 近世農鍛冶の存立形態

前述した通り、鍛冶は鍛冶職人として城下に入った後、御用職人として町方に居住した者と、在方にあつて村回りをした者とがあった。この町方の者は御用鍛冶として武器生産に当たったが城主が変る毎に家臣として移動する場合が中世にはみられたが、鍛冶が職人としての立場をとるようになり独立した職種になってくるとともに城主との関係も家臣ではなく御用職人となってきたのである。

寛文5年(1666)会津若松城下の町人の数のなかに町方職人の構成があるが、それには鍛冶82とあり、武器製作鍛冶はそのうち14で他は農鍛冶などで、生産用具の製作が重要であったことが知られる。

また、村には1~2戸の農鍛冶が普通であったが大籠のように、天保6年(1836)10部落に12名もの鍛冶職人が居ることが、鋤鍛冶覚、にあるような例もある。

これらの鍛冶は作った鋤や鎌を町に立つ市に持寄り、販売したり注文に応じたりしたもので、奥州会津新鶴村誌をみると1665年頃会津高田には月6回もの市が立ち取引がなされていたという。

鋤が当時の農業生産に極めて重要であったかをみる例として、1800年代会津藩では農地拡大を進め、新開懇地に入植する者を新百姓と呼び、藩は農具と生活用品を支給して奨励しているが、そのなかに、米、味噌、銭とともに、高鋤、新鋤の二種類の鋤とを必ず支給している。封建社会での領主の領地支配は経済基盤を土地におき、その所有地からの収納によって成り立つものである限り藩は新田開発に力を入れ、そのための農具改良は不可欠のものであり、会津地方のように深耕できる備中鋤が急速に元禄以降普及しているがこのためでもあった。

まとめ

東北地方の農鍛冶の発達は鉄山経営と深い関係を持ち、製鉄業者が農鍛冶に変わるか、鉄山のなかでの延鉄鍛錬職人が独立した者が多い。そして、平鋤などの製作技術は吉備、京都より学び、さらに、吉備から招れた技術者によって指導され普及された。

近世までの各藩は財政確立のうえからも新田開発などに力を入れ、そのためにも鋤の生産に力を入れ鋤鍛冶を保護し奨励もした。こうして発達した鍛冶は土地状況や使用者の便を考慮しながら独特の工夫を施しながら今日の平鋤を創り出してきた。

大豆の機械化に関する研究

— 乾燥法など —

東北農試

小 泉 武 紀 深 沢 秀 夫

加 茂 幹 男 吉 原 徹

大豆生産の省力化を図るため、乾燥法その他について若干の試験を行なった。

1 除草剤⊕ロータリカルチベータによる除草剤体系

40aのほ場を用いて、播種直後に除草剤（トリフルラリン乳剤⊕リニユロン水和剤を土壌表面処理し、完全展開葉4葉期までに、ロータリカルチベータを2回入れる除草体系を行なった。その結果、畦間はロータリカルチベータにより除草効果が上がったが、株間の雑草（主に、つゆ草）の減少法が今後の課題で、今年度は7月に人力除草を1回入れる体系となった。人力除草を入れなかった区では、ソユ草等の雑草が繁茂し、バインダ

による刈取がほぼ不可能であった。また、雑草とともに手刈りし、スレッシャに雑草共に供給したものは、高水分時には子実が汚染した。

第1表 雑草調査（完全展開葉7葉期）

	ロータリカルチ	ホー	無除草区
雑草本数（本/m ² ）	132	67	231
畦内雑草重量（m ² 当）	7.88	—	1.73
畦間雑草重量（m ² 当）			
雑草乾物重量（g）	28.64	1.11	283.5

2 大豆の収穫調製機械化の現地調査

大豆収穫に普通型コンバイン、共同乾燥調製施設を利用している集団栽培の現地調査を行なった。

その結果、ほ場に雑草が多く、高水分時の収穫は、子実の汚染が著しかった。低水分時の収穫では、破砕粒その他の損失が多い場合があった。除草の省力化、低水分時の各種損失減少法が、コンバイン収穫法の今後の課題である。

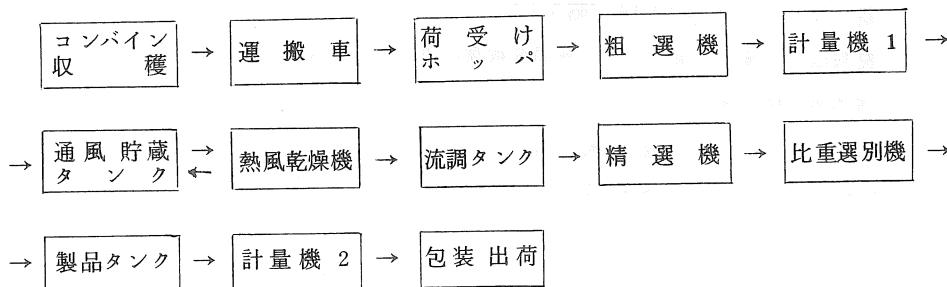
第2表 コンバイン収穫大豆乾物重割合

サンプル例	精粒歩合	病害虫粒歩合	破 碎 粒 歩 合 %			稈歩合
			合 計	2 コワレ	内部ワレ	
10月28日№1	92.8%	1.1%	1.6%	1.0%	0.6%	4.5%
12月1日№1	56.0	10.8	32.7	27.4 [⊗]	5.3	0.6

⊗2コワレ中、精粒ワレ49.5%、病害虫ワレ50.5%

1. 通風貯蔵タンク№1内、堆積高さむら。最近1.4m～最高3.2m差1.8m以上。
2. 風速むら（同上1のとき）0.2m/s～0.9m/s

乾燥調製施設は、第1図、第3表の如くで、普通型コンバイン等で収穫したものを、通風貯蔵タンクに入れ、適当な時期に熱風乾燥する方式である。熱風乾燥は、斜方向流下式の連続式乾燥機で、40～50℃で乾燥する。現在は、子実の汚染、水稲収穫などの関連で、低水分時に収穫しており、熱風乾燥機は、あまり使用せず、主に通風貯蔵タンクで対応している。通風貯蔵タンクの通風間隔その他利用法が確立していないようで、今後、品質を含めて検討が必要である。



第1図 フローチャート

第3表 主要機械・設備の概要

機械名	機械の概要
コンバイン	普通型直接収穫式、有効刈巾 3.75 m、スパイク扱歯式
粗選機	6 t/時、2.2 kw (ファン) + 0.75 kw
計量機1	15 t/時、計量重量 100 Kg、精度 1/1000、0.8 kw
通風貯蔵タンク	3m×3m×3.9m(H)×4基 容量合計 24 t 送風機 37 kw、600 m ³ /分、150～200 mm水柱、エアスウィープ方式
熱風乾燥機	連続式 (斜方向流下式)、2.7 m×11.9 m×6.0 m(H)風量 546 m ³ /分 熱風ファン 18.5 kw、冷風ファン 5.5 kw、コンプレッサ 5.5 kw 1回保持容量 3.5～4 t、呼称毎時乾燥能力 22%→18% 6 t/時、 18%→15%、6 t/時
流調タンク	容量 5 t、2.4×2.4×4.8 m(H)
精選機	円筒式粒径選別方式、3.5 t/時、0.75 kw、0.8×2.1×1.8 m
比重選別機	遙動⊕風力方式、3.5 t/時、1.3×2.7×1.4 m(H)
製品タンク	容量 1 t、1.2×1.2×4.3 m(H)
計量機2	計量重量 60 Kg、能力 4回/分、精度 1/1000、0.4 kw

3 大豆の乾燥試験

(1) ほ場乾燥試験

ほ場における水分変化と脱粒性について調査した。

1) 試験方法

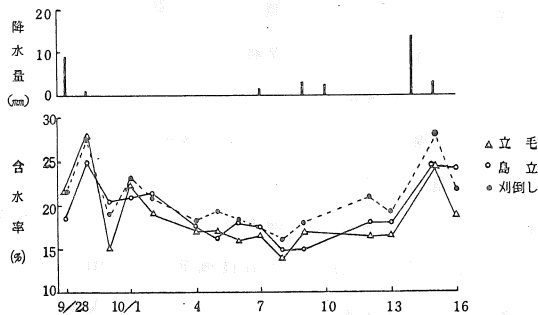
i) 試験方法

- ① 供試機械 動力脱穀機 (チヨダ式坪刈用、490 r.p.m)
- ② 供試材料 品種：十勝長葉
- ③ 試験区
 区分、立毛、島立て、刈倒し
 期間 9.28～10.16 (昭51)
 脱粒法 4株を1束とし、5秒間脱穀機に供する (3反復)

第4表 子実含水率の経日変化

区分	平均含水率 %			
	9/28～10/1	10/2～6	10/7～12	10/13～16
立毛	21.8	17.4	16.0	20.0
島立	21.2	18.3	16.3	22.3
刈倒し	22.8	19.1	18.1	23.0

ii) 試験結果



第2図 子実含水率と降水量の経日変化

第4表 脱粒割合の日変化 天候：曇

時刻	脱粒割合 % (下段はその内訳)			含水率 %			気温℃	湿度%
	子実	莢	茎	子実	莢	茎		
7:00	84.0			22.0	26.0	38.7	12.0	96
	75.5	87.4	86.3					
9:00	87.7			22.6	23.8	47.1	15.5	85
	86.7	88.3	88.1					
11:00	94.7			21.2	20.3	40.5	19.0	73
	90.3	96.3	96.3					
13:00	99.8			19.7	15.8	35.6	21.0	65
	99.3	100.0	100.0					
15:00	100.0			19.1	14.7	26.8	21.0	54
	100.0	100.0	100.0					

※ 含水率サンプルは脱粒試験サンプルとは別に圃場から採取した。

- ① 供試材料の収穫・乾燥時期である9月下旬～10月中旬は降雨頻度が高く、各試験区とも、大幅な吸湿と乾燥を繰返しながら全体として徐々に乾燥してゆく。したがって、収穫日時によっては、粒子間の水分むらが実際には、かなり生ずるものと思われ、収穫調製法、貯蔵法などを含めてさらに細かい検討が必要と思われる。
- ② 試験期間中、降水量10mm前後の比較的多量の降雨に2回遭遇したが、この場合の子実の吸湿、降雨後の乾燥の変化の度合は、島立が最も小さく、立毛が最も大きかった。
- ③ 子実の水分の減少は、本試験では、全体として立毛区が最も大きく、刈倒し区が最も小さかった。これは、刈倒し区が地面に接している部分があるために高水分の部分があるためと思われる。
- ④ 脱粒性の日変化は顕著に認められ、莢の状態は、午前7時では双莢が合っていたが、午後には双莢がわずかに開く莢もみられた。

(2) 乾燥基礎試験

熱風乾燥での乾燥条件の資料を得るために大風量（断面風速 0.41 m/s）で薄層の熱風乾燥について若干の試験を行なった。

i) 試験方法

- ① 供試機械 静置式試験用熱風乾燥装置
- ② 供試材料 品種：ライコウ（51年産）
- ③ 試験区 第5表に示した。

第5表

	送風温度と整粒歩合	乾燥特性
送風量	0.0041 m ³ /s (風速 0.41 m/s)	0.0041 m ³ /s (風速 0.41 m/s)
送風温度	30, 35, 40, 45 °C	25, 28, 32 °C
送風時間	3, 5, 10, 15, 20, 30 分	5, 6 時間
初期水分	15.5 %	17.2 19.3 20.9 %
堆積法	単層 (約57g/回)	2層 (約108g/回)

- ④ 調査項目 子実含水率、空気条件、整粒歩合、乾燥速度定数K、形状形数A、自由水分比など。平衡水分MeはHenderson の式により計算で示めた。自由水分比は次式によった。

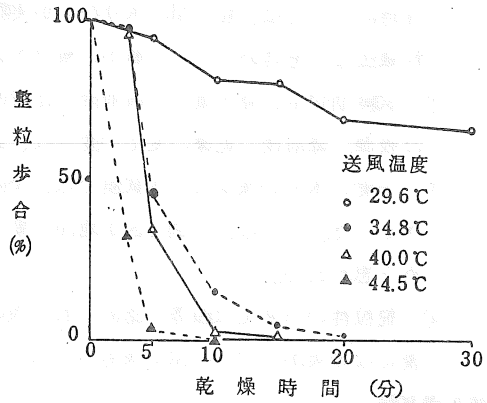
$$(M - M_e) / (M_o - M_e) = A \cdot \exp(-K \cdot \theta)$$

ii) 試験結果

第6表 送風条件

送風温度 °C	送風湿度 %	絶対湿度 Kg / Kg	気温 °C	相対湿度 %
29.6	21.6	0.0055	9.9	73.0
34.8	10.1	0.0033	7.8	51.8
40.0	6.1	0.0027	7.9	43.2
44.5	7.3	0.0043	10.7	54.0

① 第6表の条件下で薄層の乾燥を行なった結果、第3図に示したように、低水分であったが条件によっては、30℃以下でも裂皮の発生がみられ、45℃以上では極めて短時間に裂皮が発生することが認められた（静置式）。テンパリング乾燥などにおいても、45℃以上を用いる場合には十分な調査が必要と推測される。

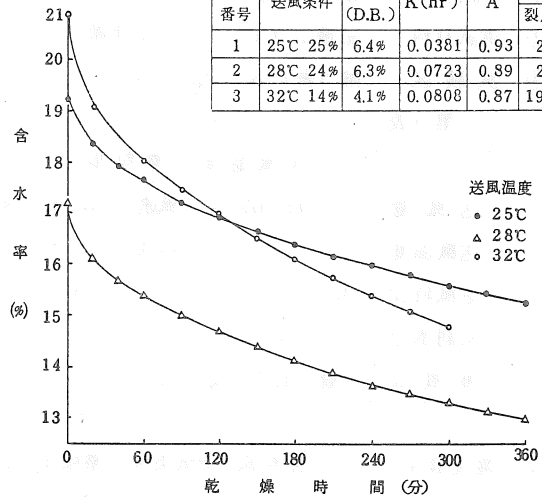


第3図 送風温度と整粒歩合の経時変化

② 30℃前後で乾燥特性を試験したものは、第7表、第4図に示した。これらから、供試条件下では、32℃では、裂皮の発生が、約20%程みられ、30℃以下の28℃、25℃でも約2%の裂皮が認められた。これらのことから、静置式通風乾燥において、30℃以上の温度で乾燥する場合には、最下層の大豆は、裂皮がかなり増加する可能性があると推測される。

第7表 乾燥特性値

試験番号	送風条件	Me (D.B.)	K (hr ⁻¹)	A	乾燥後増加	
					裂皮粒	しわ粒
1	25℃ 25%	6.4%	0.0381	0.93	2.6%	0.1%
2	28℃ 24%	6.3%	0.0723	0.89	2.0%	0.1%
3	32℃ 14%	4.1%	0.0808	0.87	19.6%	1.5%



第4図 乾燥曲線

(3) 貯蔵乾燥試験

大豆の省力的な乾燥貯蔵法の1として、大風量貯蔵乾燥試験を行なった。

1) 試験方法

① 供試機械 静置式常温通風貯蔵試験乾燥装置、容量0.432 m³、床面積0.16 m² (0.4 m×0.4 m)、堆積高さ2.7 m

② 供試材料 十勝長葉 (51年産)

③ 試験区 第8表に示した。

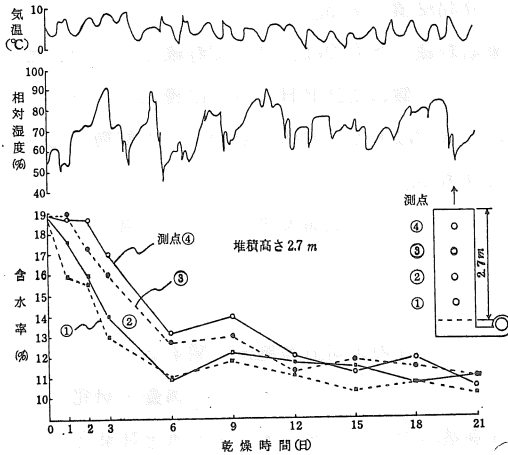
第 8 表

試験番号	No. 1	No. 2
送風量	0.029 m ³ /s (風量比 9.3×10^{-3} m ³ /s - 100 Kg)	0.040 m ³ /s (18.7×10^{-3} m ³ /s - 100 Kg)
送風温度	常温 (0 ~ 9.5 °C、平均 5.4 °C)	常温 (5 ~ 21 °C、平均 14.4 °C)
送風湿度	常湿 (45 ~ 94 %RH、平均 73.5 %RH)	常湿 (39 ~ 96 %RH、平均 74.5 %RH)
送風時間	1, 2, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 日	2, 4, 6, 9, 13 日
堆積高	2.7 m (静圧 74 mm水柱)	1.8 m (静圧 68 mm水柱)
試験期間	51. 11. 15 ~ 12. 6	51. 10. 16 ~ 10. 29

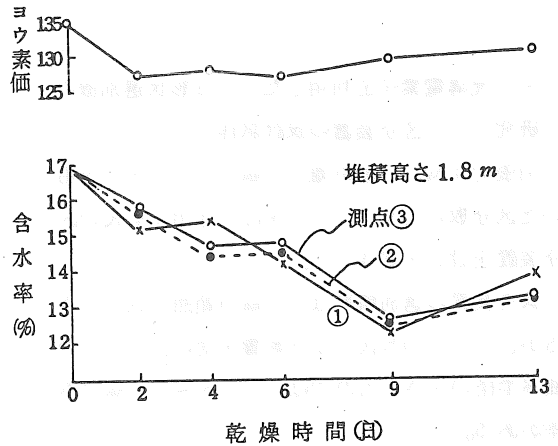
④ 調査項目 含水率、空気条件、ヨウ素価

ii) 試験結果

- ① 初期含水率が 19% (No.1)、17% (No.2) とやや低かったが、約 1 週間で 15% 以下に乾燥した。
- ② 品質低下の指標の一つであるヨウ素価の変動は、13 日間 (No.2) で乾燥前との差が 3% 以内で、測定誤差も考慮すれば、品質低下は少ないものと推察される。(第 6 図)



第 5 図 含水率と空気条件の経日変化 (試験番号 No.1)



第 6 図 含水率とヨウ素の経日変化 (試験番号 No.2)

- ③ 子実の容積重は 722 Kg/m^3 から終了時には、 755 Kg/m^3 まで増加した。
- ④ 乾燥速度は、開始後 6 日目まで著しく (含水率 15% 前後)、その後は遅くなり堆積位置によって乾燥、吸湿をくり返し、実験終了時の水分むらは、No.1 で 10.2 ~ 11.0%、No.2 で 13.1% ~ 13.9% と意外に少なかったが、水分むらの減少法は今後さらに検討が必要である。

－ 研究成果の紹介 －

－ 昭和51年度卒業論文 －

－ リンゴの超音波洗浄機に関する研究 －

洗浄処理条件がリンゴの貯蔵性に及ぼす影響
各種の洗浄処理条件（超音波の周波数・処理温度および時間）により処理したリンゴを貯蔵し、その間におけるリンゴの性状変化を調査した。

28 KHz 処理のものが、わずかでわあるが貯蔵性が優れている。貯蔵性に及ぼす影響は、周波数よりも洗浄液温とその時間の方がより大きい。

弘前大学 小笠原 克彦

－ 光導電素子を利用したリンゴ形状選別機の研究 － 区分装置の設計試作

引張力3 Kg、作動距離20 mmのソレノイドを用いた区分板により、リンゴをはじき出す形式の区分装置を設計・試作した。

試作装置の選別精度は±1 mmの範囲で区分できるが、リンゴの形状による影響を受け、リンゴの曲率半径の小さいものでは、±1.5～2.5 mmの誤差がある。

処理能力は、リンゴの送り速度を12 cm/sec、リンゴとリンゴの間隔を5 cm、リンゴの中心間距離を16 cmとした場合、2700個/時で、60玉のリンゴであれば、45箱/時と推定される。

弘前大学 境 伸

－ リンゴの凍結貯蔵に関する研究 －

前処理（ブランチング・蔗糖粉末添加・糖液浸漬およびSO₂浸漬）を施し急速凍結させたリンゴを-20℃で貯蔵し、貯蔵中のリンゴの性状（糖度・PH・リンゴ酸・アスコルビン酸・硬度および食味）の経日変化を調査し、前処理による影響を検討した。

前処理後に急速凍結させたものは、無処理のまま急速凍結させて貯蔵したものに比し、貯蔵中の性状の変化が少ない。

急速凍結貯蔵の前処理法としては、15%糖液15分間浸漬が最適であり、次は0.03%SO₂20分間浸漬である。

凍結貯蔵したものは、2℃で貯蔵したものに比べ、リンゴ酸およびPHの点では優れているが、他の性状では劣る。食味の点のでも生鮮物に比べかなり劣る。

弘前大学 田 中 哲 治

－ リンゴの共同出荷施設に関する

調査・研究 －

青森県内のリンゴセンター3ヶ所を対象として、作業場と機械のレイアウト・流れ工程・動作分析・稼働効率・重量選別機の精度・センター内の照度および機械類の故障状況につき調査した。

改善を要すると認められた主な点は：全工程の合理化・施設の適正規模の検討・機械施設の改良・人力労働の合理化および管理技術者の教育と養成。

弘前大学 坪 田 昌比呂

— ブロードキャスタにおける肥料排出量の均一化に関する研究 — 自然流における排出口形状と肥料水分の影響

化成肥料・溶成燐肥ともに、同一排出口面積の場合は、水力直径が大きいほど流量が増加する、溶成燐肥では、同一水力直径の場合、排出口が縦長の方が流量が多い。

流出量のむら（変異率）は、化成肥料では2～5％であり、水力直径が大きくなるほど減少する。

溶成燐肥では、水力直径とともにやゝ増加し、最大9％程度になる。

化成肥料の吸湿は、堆積の表面では急激であるが、10cm以下の層ではほとんど認められない。

また化成肥料は含水比5％以内では外部摩擦角・安息角ともあまり大きな変化をみせず、この範囲内では肥料の流動に与える影響は小さい。

弘前大学 高田 信秀

— アニュラー型摩擦試験機による摩擦力測定 —

トラクタの走行部や作業機の性能には、土との接触面に作用する摩擦力が大きく影響しているものと思われる。またモアレ法による土壌変形の測定を行なうにも、土とマスタグリッドとの摩擦係数を調べる必要があった。そこで、アニュラー型の摩擦力試験機を試作しその性能を調べるとともに、数種類の材料を用いて土との摩擦力を測定してみた。

垂直荷重と摩擦力との間には各供試材料ともアモントン・クローン則を満足する関係が認められたが、土槽の形状により摩擦力曲線に大きな差異がみられた。これは摩擦板と土槽壁面との間隔が大きすぎると、摩擦板の回転にともなう土粒子の移動現象によって摩擦板の沈下が生じ、これが摩擦力測定に大きな影響を与えたものと考えられ、土槽は土粒子の移動を小さくするような形状が必

要とされる。

岩手大学 大向 優治
野久 和典

— 回転型米選機に関する研究 —

現在普及している回転型米選機は、米調整施設の大型化に伴い、性能、能率の向上が望まれているので、 $\phi 280$ （小、市販）、 $\phi 387$ （中）、 $\phi 483$ （大）のシリンダを供試し、選別に及ぼす因子の影響を調べた。主なる結果は次の如くである。①（小）は約80rpm、（中）は約70rpm、（大）は約60rpmが最適回転数である。②（小）では回転数84rpm、傾斜角度38°供給量520Kg/hで、くず米除去率は93%、流下速度は42m/minであった。③くず米除去率を高めるには、小シリンダで供給量を少なくし、除去率を多少犠牲にして能率を上げるには、大シリンダで供給量を多くする方が有効である。

山形大学 石渡 健二

— 水田土壌の切削抵抗について —

水田土壌の土壌条件と切削抵抗の関係を明らかにするため、次のような実験を行なった。供試土壌は堆肥1トン区、稲わら0.5トン区、無施用区、休耕区から採取した。各々の物理的性質および有機物量を調べ、模型耕耘刃で含水比と切削抵抗の関係を調べた。なお切削抵抗の測定にはストレーンメーターを用いた。得られた結果は次の如くである。①抵抗値は、水分量や粘土量の多少により非常に異なり、含水比28%～40%ではほぼ直線的に変化する。②同じ含水比では、粘土量が多い程抵抗値は大きく、含水比による変化の割合も大きい。③有機物量は、堆肥、稲わらの施用や休耕により、約1～2%の変化しかなく、切削抵抗

との関係は明らかでなかった。

山形大学 須 貝 郁 夫

— リンゴの収納機械に関する研究 —

現在、リンゴの収納作業は、まったく人手によって行なわれている。本研究では、その作業工程の省力化をはかるため、摘果後の搬送と箱詰め工程の機械化を原理的に完成することを目的とした。

収納機械の方式は、ダクトを通して下方のショック吸収板に落とし、一旦、一定数のリンゴを配列樋に並べ、その後1列ごとに箱へ詰め込むものである。昨年までの研究で、配列樋までの工程については一応の成果を得たので、本年度は配列樋から箱詰めまでの工程を行なう案内漏斗装置の研究開発を中心的課題とした。数度にわたる試作実験を重ねた結果、リンゴにほとんど損傷を与えることなく、箱詰めを自動的に行なうことができた。

山形大学 青 木 茂

— 自脱型コンバイン用カッタの動力特性 —

自脱型コンバイン用カッタの動力特性を明らかにするために次のような実験を行なった。供試機はシリンダ型、ディスク型の2機種4台である。

藁の供給量、カッタの回転数、藁の切断長を変化させ、それぞれの所要動力を測定した。所要動力は供給量の増加に伴いほぼ直線的に増大する。

シリンダ型の所要動力は回転数にほぼ比例するが、ディスク型ではあまり変化はなく600rpm付近でやや小さくなる傾向がみられた。次に藁の切断長と切断部の所要動力の関係では、シリンダ型の場合、所要動力は5cm(モード)付近で最小となる2次曲線的变化を示した。同じ条件では、シリンダ型の所要動力はディスク型の2～3倍で

あった。

山形大学 木 村 輝 久

— 米粒の胴割れ発生機構について —

胴割れ発生機構を明らかにするため、米粒の内部(胚乳部)と表層(果皮層)の水分変化に対する特性の違いに着目し、①乾燥過程と吸湿過程における亀裂の成長を観察し、②水分による膨張収縮率を測定した。①の乾燥過程では亀裂が表面から成長し、吸湿過程では内部から成長した。前者は表層に引張応力が、内部に圧縮応力が生ずるため、後者はその反対のためと考えられる。(米粒は圧縮応力に強く、引張応力に弱い。)②の米粒の膨張収縮率は表層より内部が大きかった。そのため乾燥・吸湿過程においては、米粒内部に引張り強さ(実測値)を越える応力(計算値)が発生する。これが胴割れ発生原因の一つと考えられる。

山形大学 矢 口 喜 朗

— 専攻論文 —

— 籾の高周波乾燥に関する研究 —

従来の熱風による籾乾燥では、商品価値を下げ搗精歩留り低下の原因となる胴割れ発生があるので毎時乾減率は1%/h以上にすることができず、乾燥には多くの時間を要している。しかし収穫機械の発達、とくに自脱コンバインの普及に伴い、多量の生籾を品質の低下なしに、しかも短時間で処理できる生籾乾燥の合理化が望まれている。その解決法の一つとして高周波の利用が考えられる。

すでに木材乾燥などにおいては実用化されており、農産物の乾燥においても、その有効性が示唆

されている。高周波乾燥では、被加熱物の内部水分の表面への移動は内部高の温度勾配によるので、水分の移動速度は水分勾配による拡散移動が支配的な熱風乾燥の場合より速く、また胴割発生の原因の一つである粒体内の水分勾配も小さいと考えられる。したがって、本研究は籾乾燥における高周波の利用の可能性について検討を行なったものであり、連続式乾燥装置を製作し、籾水分、出力および加熱時間を変えた実験を行なった。本研究の結果を要約すると次の如くである。①高周波の発振は既製の電子レンジを利用し、導波管により高周波を籾加熱室に導いた。なお加熱室の容量は $5,224 \text{ cm}^3$ で約 4 Kg の籾が入る。②籾水分が同じ場合、籾温は高出力ほど高く、また出力が一定の場合、低水分籾ほど高い。加熱時間 10 分で籾温は $54 \sim 80^\circ\text{C}$ に達する。③乾燥速度は出力に対して直線的に増大し、また高水分籾ほど大きい。

実験範囲では、毎時乾減率は $9.9 \sim 27.5 \%$ / h であった。総乾減量は加えられた熱量によって決まり、出力、加熱時間の違いによる影響はあまりなかった。総乾減量は高水分籾ほど多く、総熱量 200 kcal の場合、初期含水率 22.3% では 2.6% 、 30.8% では 4.1% であった。④胴割発生は高出力で加熱時間が長いほど多いが、高水分籾ほど胴割発生は少なく、高周波出力 1.14 kw の場合、初期含水率 23.3% では 6.5 分、 26.9% では 10 分以上加熱すると重胴割がみとめられる。⑤乾燥熱効率率は $40 \sim 75 \%$ で高水分籾ほど高かった。また籾温上昇熱量は $6 \sim 15 \%$ であった。⑥胴割増加を 5% まで許容すれば、仕上含水率 15% までの乾燥では籾 1 Kg 当所要熱量は初期含水率 18% では 42.5 kcal 、 20% では 62.5 kcal 、 22% では 85.0 kcal となる。⑦熱風乾燥と比較すると、高周波乾燥の毎時乾減率ははるかに大きい。胴割増加を 5% 以内に抑えた場合、籾 1 Kg 当の水分 1% 乾減所要

熱量は熱風乾燥で $1,000 \sim 1,500 \text{ kcal}$ 、高周波乾燥で $1,250 \text{ kcal}$ で大差がなかった。

加熱室および乾燥室への適正送風量、実用的装置の規模および稼働経費などについては今後に残された問題であるが、乾燥速度は熱風乾燥の 10 倍以上であるという高周波乾燥の特性を生かし、これに熱風乾燥を併用すれば、乾燥速度を高めることができ、より合理的な乾燥システムが可能であると考えられる。

佐々木 央