

3. 成形粗飼料調製技術と利用法の確立

後沢松次郎、山本利介^{*}、平野保、桜田奎一^{**}、杉若輝夫、菊地惇、佐藤勝郎、藤島富嘉雄
 (^{*}現岩手県紫波農業改良普及所、^{**}現岩手県畜産試験場外山分場)

目	次
まえがき	2) 施設の性能
1. 研究の背景	3) 共通する問題点と対策
2. 研究の目的	3. 摘 要
3. 研究の体制	第V章 家畜(乳牛、肉牛)への給与効果
第1章 材料草の収穫作業	(I) 乳牛に対する給与
1. 試験方法	1. し好性と泌乳性
2. 試験結果と考察	1) 試験方法
1) フォーレイジハーベスタの有効作業	2) 試験結果と考察
2) 作業精度	(1) 採食状況
3) 作業体系と実際の作業能率	(2) 乳量、乳脂率、体重の変化
3. 摘 要	2. 給与適量と生理的影響
第II章 導入した乾燥成形施設の性能	1) 試験方法
1. 試験方法	2) 試験結果と考察
2. 試験結果および考察	(1) 給与適量把握
1) 導入施設の構造	(2) 長期給与
2) 乾燥、成形の性能	(II) 肉用牛に対する給与
3) 年間稼働計画について	1) 試験方法
3. 摘 要	2) 試験結果と考察
第III章 製品の品質と栄養性	(1) キューブと牧乾草の比較
1. 試験方法	(2) 「キューブ+牧乾草」と「牧乾草」の比較
2. 試験結果および考察	3. 摘 要
1) 材料草の利用時期と製品の養分組成	総 括
2) 養分組成と成形性	参考資料
3) 成形乾草と梱包乾草の消化率の比較	
3. 摘 要	
第IV章 県内導入施設の稼働実態	まえがき
1. 試験方法	1. 研究の背景
2. 試験結果および考察	近年のわが国の畜産経営は多頭化が進められ、
1) 施設の概要	昭和50年の1戸平均飼養頭数は、乳用牛では

1.1.2頭となり、肉用牛では3.8頭となっている。多頭化にもなって重要な課題は、自給粗飼料の大量・省力・低コスト生産である。しかしながら、労力不足や経営面積拡大の困難から、粗飼料自給率が低下し、流通飼料の利用は拡大の実情にある。

従来から、わが国の畜産飼料は安い輸入飼料にかなり依存してきた。それは配合濃厚飼料の穀類だけでなく、牧草成形飼料、いわゆるヘイキューブも高い飼料価値や容易な取扱い、貯蔵性などの理由から、輸入が増加してきた。しかしながら、最近の国際的な食糧、飼料の不足や石油戦争は、輸入飼料の高騰と供給の不安定を招いたことから、国内における飼料自給率の向上は急務とされている。

経営内の粗飼料生産拡大の困難は、粗飼料の流通化の確立を必要としている。粗飼料の生産地域についてみると、北海道、東北、九州に偏在しており、地域内では漸次奥地化しているのが現状である。従来までの流通粗飼料は梱包乾草であったが、自然・天日乾燥による調製方式をとるため、わが国の、とりわけ奥地山地の気象条件からすると、低い生産作業効率や調製過程の被雨による栄養損失などのため、大量の生産や流通化が阻害されていた。

いわゆる牧草乾燥成形施設による人工乾燥・圧縮成形の調製方式は、わが国の気象条件の下での材料草収穫作業の効率や定置施設内操業、また製品の流通過程における取扱い性などで勝る点が多い。さらに、材料草の持つ栄養価をほとんど損うことなく、流通・貯蔵可能な姿へ製品化できることなどから、国内における牧草成形粗飼料の生産を肯定する意見が強まってきた。

このような情勢の中で、1970年度には「流通粗飼料生産実験施設設置事業」として、当場に欧州製の牧草高温乾草圧縮成形施設が導入され、試験調査を行なうこととなった。

2. 研究の目的

施設の導入に当っては当初よりその有効性に対して否定的な意見があり、今日でもそれが充分解消されたわけではない。つまり、それは①施設に見合う大量な材料供給の圃場が得られるか。②降雨が多く牧草生育期間の短かい日本で、稼働率を高めて高価な施設を充分に活用できるのか。③火力乾燥による国内製品が、天日乾燥による安い輸入製品に対抗できるのか。などであった。

以上のことから、材料草の生産と収穫運搬方式、施設性能や操作方式、製品の特性、家畜への給与効果などについて試験調査を行なうこととした。つまり、第1章では細断できる高性能なフォーレイジハーベスタの型式別の能力と特性、また型式の異なる運搬車の性能や組作業の方式と実際作業能率について検討する。

第2章では、当場に導入された本施設を対象として、材料草などの条件別に乾燥や成形の能力、運転時間の長さや性能効率などを調査する。また、オーチャードグラスを主体とする材料草の季節別生育特性や、天候条件からみた時期別の材料草収穫作業可能率などを求めて、1日実質16時間運転による100haの利用を検討することとした。

第3章では、材料草の草種構成や生育ステージ、刈取回次などの条件別に、製品の栄養性や成形性を調査する。また、同一材料による成形乾草と梱包乾草の比較で、消化率や栄養価を検討する。

第Ⅳ章では、県内では他にも数ヶ所に本施設が導入されて、実際的な操業を行なっているため、その操業実態を調査し、現地における問題点を明らかにするとともに、有効な操業方式の確立のための資料を得る。

第Ⅴ章では、家畜への給与効果を求める。つまり、泌乳牛への給与では、成形乾草の嗜好性や、サイレージとの組合せ利用における泌乳効果と給与適量について検討する。肥育牛では大量給与の可否や、他の粗飼料との組合せ利用の効果などについて検討する。

以上の目的を持って、研究を進めることとした。

3. 研究の体制

この研究は、「流通粗飼料生産実験施設設置事業」における当場への施設設置により始められた。研究の推進にあたって、総括調整は藤島富嘉雄が行ない、材料や施設、作業方式に関する試験実施は、後沢松次郎、山本利介（1971—1973）、桜田奎一（1974）、平野保（1975）が行ない、施設の操作や調整は、角掛要作、高橋伝三郎らが分担した。また、乳牛への給与効果は杉若輝夫、肉牛では菊地惇が、飼料分析は佐藤勝郎が行なった。消化率の検討では、岩手大学農学部の菊池修二教授、中島芳也講師に多大のご協力をいただいた。全般を通して、農林省東北農業試験場の作業技術部、畜産部、草地部の各位からは、多くのご指導をいただいたので、お礼の言葉を申し上げたい。

第Ⅰ章 材料草の収穫作業

乾草成形施設の円滑な操業のためには、細断した十分な材料草の収穫と供給が大切である。細断できる高性能なフォーレイジハーベ

スタの特性を明らかにし、運搬作業を含めた材料草収穫の適当な作業体系を検討する。

1. 試験方法

本場における調査と、乾草成形施設が導入された県内の事業所における調査とで、比較検討した。

1) 調査場所

表Ⅰ-1のとおりである。

2) フォーレイジハーベスタの機種と主要諸元

表Ⅰ-2のとおりである。

2. 結果と考察

1) フォーレイジ・ハーベスタの有効作業能率

調査したハーベスタは、前掲の表Ⅰ-2のとおり、けん引式と自走式の違いはあるが、カッターヘッドはいずれもシリンダ型であり、ヘストン4000はカッターヘッドとブローアの分離した型のものである。他はいずれもシリンダで兼用した型のものであった。

機種別ハーベスタの有効作業能率を、表Ⅰ-3に示した。作業限界は、作業機への供給草量の増大によるPTO軸の回転速度の低下、またトレーラけん引法による作業方式では、トレーラへの積載量の増大や、傾斜登坂におけるけん引力の増大によるエンジン回転速度の低下によって判定できた。この調査では、作業不能を生じない程度の段階で、トラクタの走行ギアを選択して行なった。

当場の刈巾1.8mのNH717では、圃場草量と作業速度および面積上の有効作業能率とは負の関係であり、その有効作業能率は0.50～1.11kg/hrであり倍の開き

表 I-1 調査場所と施設および機械などの種類

施設場所		岩手畜試	A 農協	T 牧場	N 町 営	S 農協
乾燥成形施設	乾燥機	フアンデンブルーク社 A-25型	ゼンラク 75-500型	ターラツプ社 ユニドライTU-22型	イエログライト社 スリーバドライヤ R3-108-270 NO	フアンデンブルーク社 AS-25社
	成形機	カール社 (ローラ・デスクダイ) G100-38	ゼンラク 2並列シリンダ	ターラツプ社 2並列シリンダ	デスミス社 デスミEP3型、2基	デスミス社 デスミEP3型
収穫	運搬車	ササキダンプトレーラ 2軸4輪、3t	ササキダンプトレーラ 2軸4輪、3t	ダンプトラック 4t	オリバー、フォーレイジワゴン スラットコンベア付	ゾルスコンピ、GS-8 スラット・エレベータ付
	フォーレイジハーベスタ	NH717	インタ350	SE1650	SE2100、NH1880	ヘストン4000
圃場	圃場条件	平坦、整地良	傾斜4~6度 整地やや良	平坦、凹凸あり	傾斜0~6度 整地不良	30アール 区画、水田
	材料草	オーチャート主体混播 1-4番草	同左 2番草	同左 1-2番草	同左 1-2番草	アキボコリ多し

表 I-2 調査ハーベスタの機種と主要諸元

施設名		岩手畜試		A 農協	T 牧場	N 町 営		S 農協
機種	けん引式	けん引式	けん引式	けん引式	けん引式	けん引式	自走式	自走式
称号	NH717	NH717	インタ-350	ターラツプSE1650	ターラツプSE2100	NH1880		ベストン4000
刈取拾 上げ部	型式	レンプロ式モータ	ピックアップ	レンプロ式モータ	ロータリー式モータ (4連)	ロータリー式モータ (5連)	レンプロ式モータ	レンプロ式モータ
	巾(cm)	181	143	180	165	210	244	360
シリンダ	径(cm)	61	61	61	70	80	61	41
	巾(cm)	45	45	41	45	47	58	56
	ナイフ枚	9	9	9	6	9	9	6
その他	シリンダのブローア 兼用	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左 エンジン 210HP/2800rpm	・シリンダとブローア 分離、フライホイ ール式ブローア ・エンジン 200HP/2800rpm

表 1-3 草地条件別、各種ハーベスタの有効作業能率

機 種	使用トラクタ	有効作業巾 (m)	有効作業速度 (m / sec)	有 効 作 業 能 率		圃 場 条 件	草 種 ・ 草 量
				(ha / hr)	(t / hr)		
NH717	フォード5000	1.60	1.115	0.64	9.7	傾斜3~5度	1番草、18 t/ha程度
NH717	フォード5000	1.60	0.99	0.57	12.3	平 坦	1番草、25 t/ha程度
NH717	フォード5000	1.60	0.87	0.50	12.3	平 坦	1番草、28 t/ha程度
NH717	フォード5000	1.60	1.93	1.11	10.6	平 坦	4番草、12 t/ha程度
インタ 350	インタ 674	1.33	0.816	0.39	5.6	傾斜4~6度	2番草、18 t/ha程度
SE1650	MF 185	1.48	0.98	0.52	10.6	平 坦	1番草、24 t/ha程度
SE1650	MF 185	1.60	1.15	0.66	8.7	平 坦	2番草、17 t/ha程度
SE2100	MF 185(四駆)	1.85	1.19	0.79	16.9	平 坦	1番草、25 t/ha程度
SE2100	MF 185(四駆)	1.79	0.90	0.58	12.8	複雑傾斜4~6度	1番草、26 t/ha程度
SE2100	MF 185(四駆)	1.93	1.30	0.94	9.9	傾斜0~3度	2番草、14 t/ha程度
NH1880	—	2.29	1.28	1.05	27.4	傾斜4~6度	1番草、26 t/ha程度
NH1880	—	2.17	1.42	1.11	11.6	傾斜0~3度	2番草、14 t/ha程度
ヘストン4000	—	3.30	1.015	1.21	20.5	転換田 30アール区画	2番草、20 t/ha程度 アキボコリ主体、

注) いずれの場合もトレーラけん引法の作業で、草地はオーチャードグラス主体混播

がみられた。しかし、圃場草量と材料処理の量的な能率とは正の関係となり、 $9.7 \sim 12.3 \text{ t/hr}$ の範囲でその差は小さかった。

インタ350の場合、機巾率が小さくて有効作業巾の狭くなったのは、カッタヘッドが機分狭いためか刈取、細断能力が小さく、刈巾を狭くして供給草量を調節する必要があるためであった。

刈巾2.1mを持つSE2100の場合、使用した70馬力級のトラクタでは出力不足のためか、やはり機巾率が小さくなって有効作業巾は1.85m程度となった。概してNH717より高い能率が得られた。

同一条件におけるレシプロ型のモーアを持つハーベスタと、ロータリ(デスク)型のモーアを持つものの比較調査は行なわなかったが、ロータリ型ものは、過繁茂により倒伏した赤クローバやチモシー圃場においても、モーアの詰まりの少ないことが観察された。

結局、けん引式ハーベスタの各機種間の有効作業能率は、作業巾に比例的であり、作業巾1.45m程度で能率が $9 \sim 10 \text{ t/hr}$ 、1.6mで $10 \sim 12 \text{ t/hr}$ 、1.85m程度で $10 \sim 17 \text{ t/hr}$ であった。

自走式フォーレハーベスタは、調査した圃場草量 $14 \sim 26 \text{ t/ha}$ の範囲内では、草量の多少にかかわらず比較的速い作業速度が保持できた。しかし、 1.5 m/sec 以上の高速走行では操作の安定性に欠け、とりわけ刈取部(モーア)の圃場表面との間隔を均一に保持することができず、作業の粗雑化を招いた。

自走式ハーベスタでは、圃場草量が多くて良好な条件の圃場では、 25 t/hr 以上

の高い有効作業能率を期待できるが、不良条件ではけん引式ハーベスタ程度の能率に低下すると思われた。

2) 作業精度

フォーレイジハーベスタの作業精度を、細断の程度や刈取の高さなどで調査した。表1-4には、カッタナイフの刃数および材料草の条件別の切断長分布を示した。1番草の材料では、カッタナイフの刃数による差はみられず、草がわい生化する2番草あるいは3番草では9枚刃の効果が明らかだった。材草の草種による差は、明らかでなかった。

NH717は當場によるもので、他は他場所によるものであるが、他場所でも同様の傾向を得た。しかし他場所では、切断長が幾分長く、吹上げ、吹飛ばし距離が充分でない例もみられ、カッターナイフの研磨や位置の調整が不十分と思われる面もみられた。

刈取りの精度を、けん引式でロータリ型のモーアをもつSE2100と自走式でレシプロ型のモーアを持つNH1880で比較調査し、表1-5に示した。調査圃場は傾斜角が $4 \sim 6$ 度で、比較的凹凸の多い整地不良畑で、材料草は1番草であった。刈取跡の牧草の草丈が 10 mm までのものは、SE2100では55%だったのに対し、NH1880では7.5%にすぎなかった。残草量は刈取り高さ 10 mm を越す部分として計測し、吹き上げにより飛散したものは含めなかった。刈取前の現存草量に対する残草量の割合は、両者に約10%の差がみられた。

自走式ハーベスタは2軸4輪車であり、ホイールベースが長いため、ハーベスタの

モータが凹凸のある圃場の表面と常に等間隔を保ちながら、はって走行できないために残量が多くなった。

この2種類のハーベスタを持つN町営事業所では、秋の圃場草量の少ない時期に、

自走式ハーベスタの使用は、残草割合が一層大きくなること、また前述したように、能率でも大きく低下するのに対し燃料消費量が大きいため、けん引式ハーベスタのみ使用していた。

表1-4 フォーレイジハーベスタのカッタ・ナイフの刃数別および材料草の条件別の材料草切断長分布

ハーベスタの種類	カッタ・ナイフの刃数	材料草の条件 注1)	切断長分布 注2)			
			0-10 ^{mm}	11-30 ^{mm}	31-50 ^{mm}	51- ^{mm}
NH717	6枚	1番草(新播) 23t/ha、レープ80.5%、Or 19.5%	61.9	30.9	4.8	2.4
"	"	1番草 24t/ha、Or. 単一	69.6	17.4	4.3	8.7
"	"	2番草 14t/ha、Or. 主体混播	25.5	41.8	10.9	21.8
"	"	3番草 12t/ha、" "	8	64	12	16
NH717	9枚	1番草(穂孕) 19t/ha、Or. 主体混播	69.0	24.1	3.5	3.4
"	"	1番草(出穂) 21t/ha、" "	63.1	19.0	6.0	11.9
"	"	1番草(穂孕) 40t/ha、It. 主体、レープ8.7%	73.2	16.3	5.3	5.2
"	"	2番草 25t/ha、It. 主体、Pe混、出穂あり	74.8	12.6	6.8	5.8
"	"	3番草 12t/ha、Or. 主体、(枯葉多い)	48.2	17.9	17.9	16.0
"	"	3番草 15t/ha、Pe. 主体、It. 混	42.4	37.9	4.5	15.2
インタ350	9枚	1番草 15t/ha、Ti. 主体(刈遅れ、枯葉多し)	59.3	18.5	8.7	13.5
SE 1650	6枚	2番草 15t/ha、Or. 主体混播	34.4	21.9	18.7	25.0
SE 2100	9枚	1番草 27t/ha、Or. 単一	55.7	28.6	7.1	8.6
"	"	2番草 16t/ha、Or. 74%、Wc. 22%	36.6	38.9	10.5	14.0
NH 1880	"	1番草 27t/ha、Or. 単一	51.6	26.3	11.6	10.5

注1) 草種構成比は現物重量比による。Or. オータードグラス、It. イタリアンライグラス、Pe. ペレニアルライグラス、Ti. チモシー、Wc. 白クローバ

注2) 切断長分布は現物重量比による。

表 1-5 フォーレイジ ハーベスタの種類と作業精度

ハーベスタ の種類	刈取後の牧草の草丈の分布 (%)				残草量 (Kg/10a)	刈取前の現存 草量(Kg/10a)	残草割合 (%)
	~ 10 ^{mm}	11 ~ 20 ^{mm}	21 ~ 30 ^{mm}	31 ~ ^{mm}			
SE 2100	55.0	30.0	7.5	7.5	185	2,700	6.8
NH 1880	7.5	50.0	30.0	12.5	435	2,670	16.3

3) 作業体系と実際の作業能率

作業の実際場面では、人と作業機の組合せの作業体系によって、作業能率が大きく変わるため、材料草の刈取りから積上げ、運搬、荷下しに至る一連の収穫作業の体系別に、その実際の作業能率を調査して、表 1-6 に示した。使用された作業機は、フォーレイジハーベスタについては前掲のものと同様であり、運搬車はダンプ式あるいはスラットコンベア式の荷下し装置をもつトレーラ、さらにダンプ式トラックであった。

作業機の組合せは、1台のハーベスタに2台の運搬車の形が多かった。他には、2台のハーベスタと3台の運搬車の組合せ、さらに表中の⑤の事例のように、1台のハーベスタに3台のダンプトラックを組合せて、サイレージ用の材料も同時に収穫する事例もみられた。

ハーベスタ1台にトレーラ2台の場合、つまり作業中の②と③、④、⑧の事例の場合、有効作業効率は65~70%が一般的と思われた。これより高い④の場合は、刈取・積上げ時間が長くなるため損失時間が圧縮する結果であり、それより低い⑧の場合は、スラットコンベア式トレーラが荷下し時間を長くしているためと、長い運搬距離のためと思われた。スラットコンベア式トレーラの荷下し時間がダンプ式トレーラ

より長くなることは、表 1-7 によって明らかだった。ダンプトラックを3台用いた⑤の場合は、運搬距離が長いにもかかわらず有効作業効率は85%と高かった。

⑥と⑦の場合は、2台のハーベスタを用いた組作業の場合である。⑥では圃場から施設までの材料草運搬距離が短いため、トレーラ3台で運搬担当者1名としたが、圃場草量が多いためハーベスタの材料処理能率は高く、結果的に有効作業効率は34%と低くなった。⑦の場合では、材料草運搬距離が長くなるためトレーラ4台で運搬担当者2名としたが、ハーベスタの高い能力の割合にはトレーラ台数が少なかったことや、荷下し作業がスラットコンベアによること、運搬距離が長かったことなどの理由で、有効作業効率は54%程度にとどまった。

以上のことから、運搬車にはダンプ式の荷下し装置を持つものを選択することが有効と思われた。また状況によって、ハーベスタ1台に対してトレーラを3台以上組合せることは、作業効率を高める上で有効と思われた。さらに、2軸4輪の運搬車を用いるなら、材料草収穫作業は容易にトレーラけん引法をとることができて、運搬を担当する作業員を1名減らすことができた。

表1-6 牧草収穫の作業機および作業体系別の実際作業能率

ハーベスタ の種類	使用トラクタ	作業機の組合せ	組人員	運搬車型式	有効作業 効率(%)	実際作業能率		圃場条件 草量(t/ha)	圃場～施 設の距離
						ha/hr	t/hr		
① NH 717	フォード 5000	ハーベスタトレーラ(1台)	2	ダンプ、2軸4輪、 3t積	47.3	0.31	4.7	傾斜3～5度 1番草1.8t	850m
② NH 717	フォード 5000	ハーベスタトレーラ(2台)	2	同上	65.0	0.42	6.4	// 1番草1.8t	850m
③ NH 717	フォード 5000	同上	2	同上	70.0	0.40	9.0	平坦 1番草2.5t	430m
④ インタ350	インタ 674	ハーベスタトレーラ(2台)	2	同上	74.4	0.29	4.4	傾斜4～6度 2番草1.8t	660m
⑤ SE 1650	MF 185	ハーベスタトラック(3台)	4	ダンプ、4t車	85.0	0.56	7.2	平坦 2番草1.5t	1,930m
⑥ SE 2100 NH 1880	MF185 (四駆) —	ハーベスタ(2台)～ トレーラ(3台)	3	スラットコンベア付 2軸4輪、18m ²	34.1	0.56	12.3	傾斜4～6度 1番草2.6t	550m
⑦ SE 2100 NH 1880	MF185 (四駆) —	ハーベスタ(2台) トレーラ(4台)	4	同上	53.8	1.10	11.6	傾斜0～3度 2番草1.4t	2,000m
⑧ ヘストン 4000	—	ハーベスタトレーラ(2台)	2	スラットコンベア付 1軸2輪、3t	43.3	0.52	8.9	転換田、30アール区画 2番草2.0t	1,400m

注) ⑤の場合、バンカサイロへの詰込みと同時作業である。また、⑤では運搬車併走法をとるが、他はけん引法による。

表 I-7 運搬車からみた作業時間

施設場所	運搬車の積載量 (t)	運搬車の型式	運搬距離 (Km)	運搬車 1 台当たり時間 (分)				
				積載	運搬	荷下し	回送	待期ロス
A 農協	1.5	ダンプトレーラ	0.8	18.5	3.5	4.1	3.0	12.9
T 牧場	1.8	ダンプトラック	2.0	16.5	3.7	3.6	3.5	5.2
N 町営	4.5	スラットコンベアトレーラ	0.9	20.0	12.6	9.1	4.2	4.7
S 農協	2.4	"	1.5	12.5	6.0	13.0	5.0	18.2

3. 摘要

高い収穫能率と細断能力を期待できるシリンダ型フォーレージハーベスタの特性を明らかにし、また、運搬車を含めた幾つかの作業体系別に、材料草収穫の実際作業能率を調査して、比較検討した。

- ① けん引式ハーベスタの有効作業能率は作業巾 1.45 m 程度のもので 9~10 t/hr、1.6 m で 10~12 t/hr、1.85 m で 10~17 t/hr であった。
- ② 自走式ハーベスタの有効作業能率は、25 t/hr 以上を期待できるが、少ない圃場草量や整地不良圃場など不良条件下では、けん引式の能率程度に低下すると思われた。
- ③ 材料草切断長は、1 番草で短かく均一であったが、2・3 番草では長くバラツキがあり、カッターナイフを 9 枚にすることにより、比較的改善できた。
- ④ 自走式ハーベスタは、刈取り高さが高くて不均一で、残草割合が 16% ほどみられた。
- ⑤ ハーベスタ 1 台に対し、ダンプ式トレーラ 2 台の組合せでは、ハーベスタの有効作業効率が 65~70% 程度であった。ダンプ式トレーラの選択と 3 台のトレーラの組

合せは、収穫作業の有効作業効率を一層高くすることができると思われた。

- ⑥ ダンプ式トラックの使用は、運搬距離の長いところで、ハーベスタの作業効率を高めることができた。

第二章 導入した乾燥成形施設の性能

当場に導入された欧州製の牧草高温乾燥圧縮成形機の、わが国における適応性を検討するために、イネ科草主体の牧草を材料として、乾燥と成形の性能を調査する。さらに性能結果を基にした年間稼働計画を検討する。

1. 試験方法

運転者の一応の施設操作技術の習得を得て、性能調査に臨んだ。

1) 供試施設

- (1) 乾燥機：オランダ・フアンデスブルック社製 A-25 型、水分蒸発能力 2.5 t/hr
- (2) 成形機：西ドイツ、カール社製 G 100-38 型（ローラ・デスクダイ型）成形能力 1.5 t/hr
- (3) 燃料：A 重油、比重量 0.83 g/cm³、発熱量 10100 Kcal/Kg

2) 供試材料

イネ科草主体混播牧草を用いた。材料草は乾燥成形施設への供給直前に、ニューホランド製717フォーレイジハーベスタにより直刈り細断した。

3) 調査項目と調査方法

熱風入口温度および出口温度、燃料消費量は、備え付けの熱電対による温度計や積算流量計で測定した。電気消費量は施設全体にかかわる電力供給計量器によった。

成形機出口での乾燥成形製品流量を測定するとともに、材料草と製品の含水率を測定して、水分蒸発量を計算により求めた。

熱効率は有効熱消費量を実際熱消費量で除して求めた。

2. 試験結果および考察

1) 導入施設の構造

(1) 施設の概要

施設の作業工程を図Ⅱ-1に、平面図を図Ⅱ-2に、正面図を図Ⅱ-3に示した。

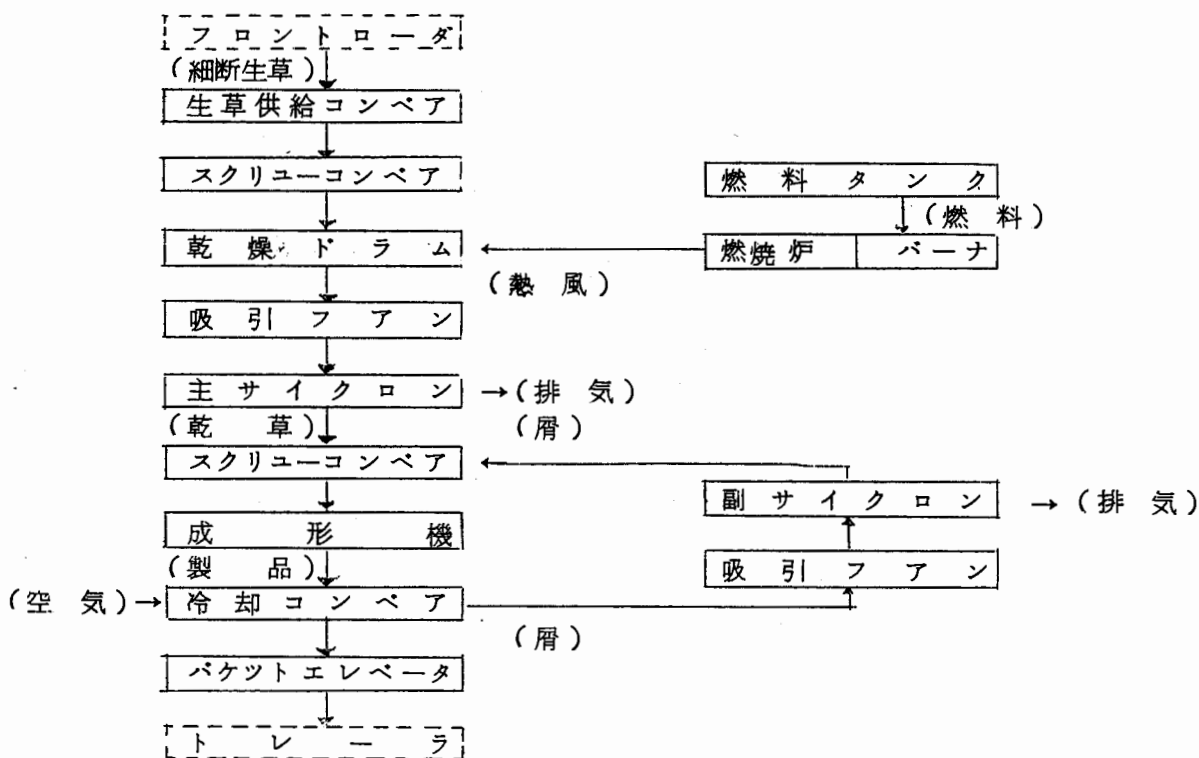
細断された供給材料の生草は、材料供給コンベアおよびスクリーコンベアによって乾燥ドラムの前端に供給され、ドラム内を通過する間に、熱風によって乾燥される。吸引ファンによって主サイクロンに導かれ、主サイクロン内で熱風から分離して落下した乾草は、スクリーコンベアによって成形機に供給される。

成形されて冷却コンベアにおとされた製品は、吸引ファンの吸気によって冷却されるが、屑は吸気とともに副サイクロンに導かれて、スクリーコンベアに還元される。

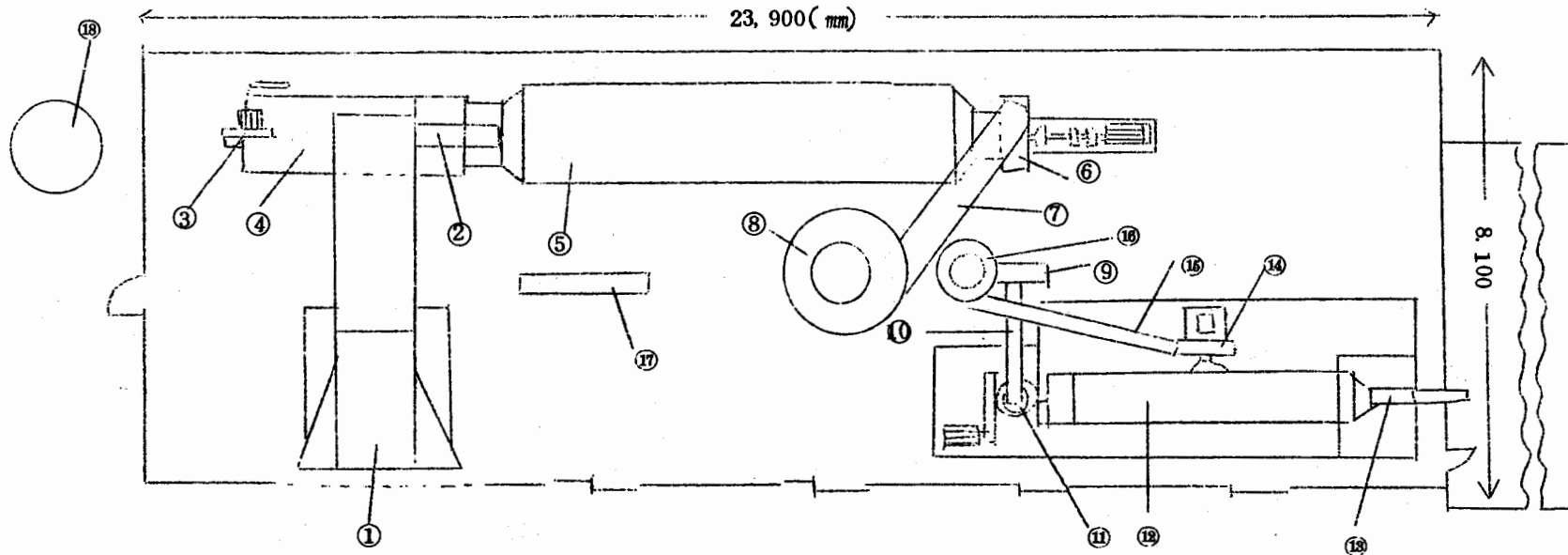
(2) 材料供給コンベアおよびスクリーコンベア

① 供給コンベア(図Ⅱ-2の①)

型式：スラットコンベア付チェーンコンベア

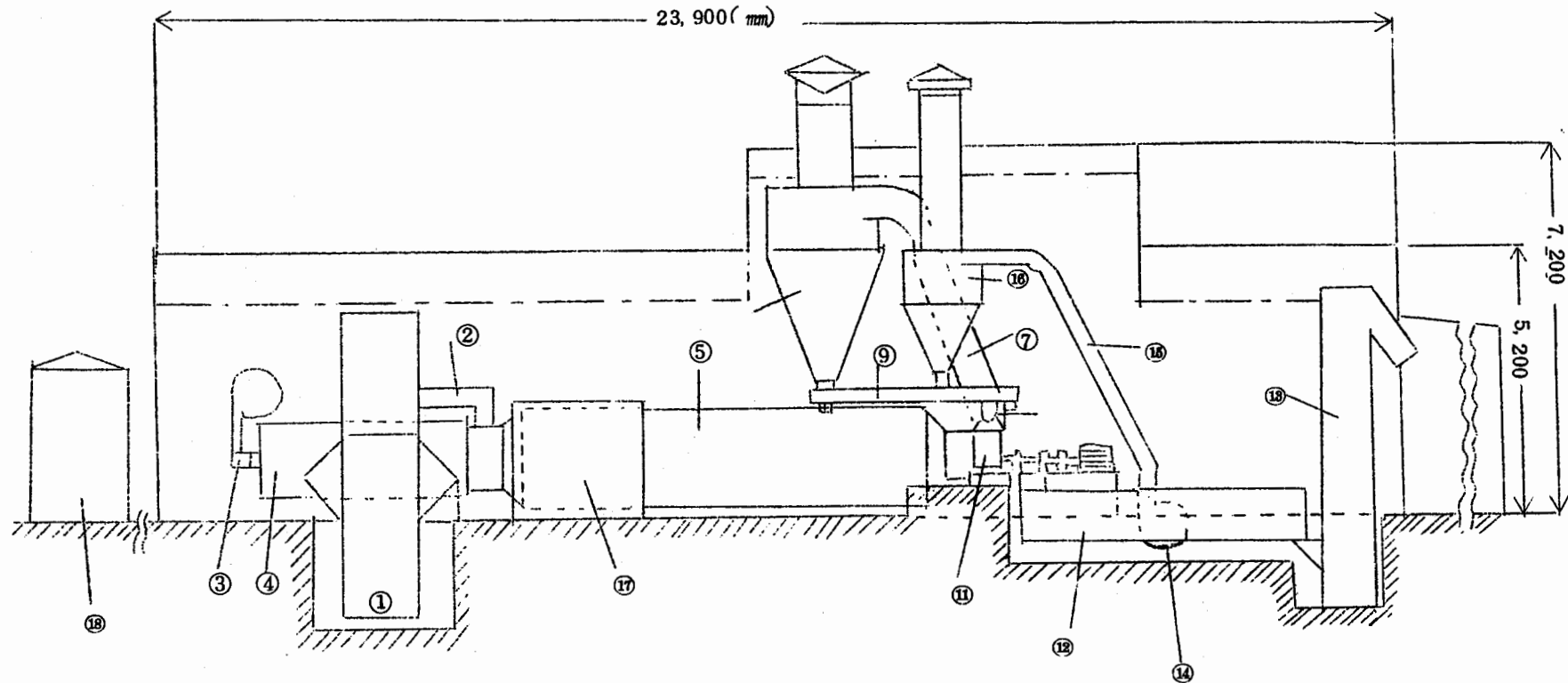


図Ⅱ-1 作業工程図



- | | | |
|-------------|-------------|------------|
| ① 生草供給コンベア | ⑦ ダクト | ⑬ バケツエレベータ |
| ② スクリューコンベア | ⑧ 主サイクロン | ⑭ 吸引ファン |
| ③ バーナ | ⑨ スクリューコンベア | ⑮ ダクト |
| ④ 燃焼炉 | ⑩ スクリューコンベア | ⑯ 副サイクロン |
| ⑤ 乾燥ドラム | ⑪ 成形機 | ⑰ 自動制御器パネル |
| ⑥ 吸引ファン | ⑫ 冷却コンベア | ⑱ 燃料タンク |

図Ⅱ-2 平面図 1/150



- ① 生草供給コンベア
- ② スクリューコンベア
- ③ バーナ
- ④ 燃焼炉
- ⑤ 乾焼ドラム

- ⑦ ダクト
- ⑧ 主サイクロン
- ⑨ スクリューコンベア
- ⑩ スクリューコンベア
- ⑪ 成形機
- ⑫ 冷却コンベア

- ⑬ バケットエレベータ
- ⑭ 吸引ファン
- ⑮ ダクト
- ⑯ 副サイクロン
- ⑰ 自動制御器パネル
- ⑱ 燃料タンク

図 Ⅱ-3 正面図 1 / 150

構造作用：コンベア下端部の上面に堆積された生草を、スラットで上方に運びあげるが、コンベア上の草の厚さを均一にするために、コンベア中間上面に回転リール（別名：イクオリザ）を備えている。（図Ⅱ-4参照）

主要寸法：全長 8.0 m、全幅 1.3 m
スラット間隔 385 mm
リールの回転径 1,375 mm

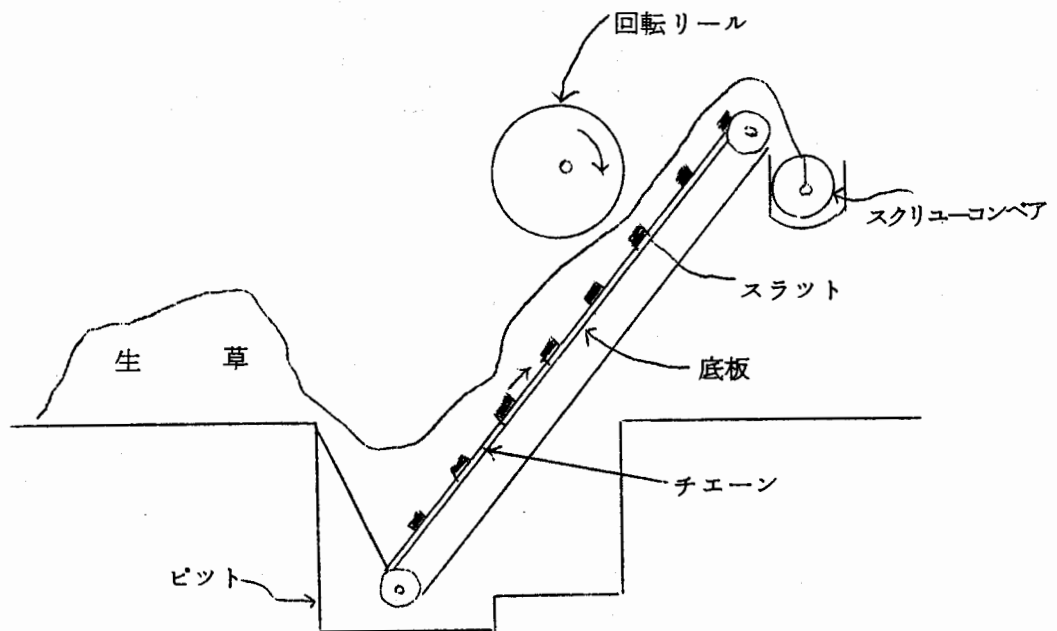
運動方式：連続送り方式で、速度は 1.4 ~ 9.2 m/min の間を無段変速可能

リールの回転数：58 rpm

リール下端とスラット上面の間隔：30 ~ 250 mm の間を調節可能

原動機：コンベア用：モータ、出力 2.2 Kw
回転数 930 rpm

リール用：モータ、出力 1.5 Kw
回転数 1,400 rpm



図Ⅱ-4 生草供給コンベアおよびスクリュウコンベア

② スクリューコンベア（図Ⅱ-2の②）

型式：U字トラフ型

主要寸法：全長 2,500 mm、トラフ内幅 495 mm、羽根外径 450 mm、ピッチ 355 mm、軸径 135 mm

回転数：72 rpm

原動機：モータ、出力 1.5 Kw、回転数 1,400 rpm

(3) 乾燥機および付属装置（ファンデンプル

ク、A-25型）

① バーナ（図Ⅱ-2の③）

型式：加圧式重油バーナ

燃焼および制御方式：室外に設置された燃料タンクの燃料は、ポンプによりプレヒータを経てバーナに供給される。点火により、燃料はファンから供給される空気と混合して燃焼する。燃焼量は生草の性状に応じて調節ハンドルで加減

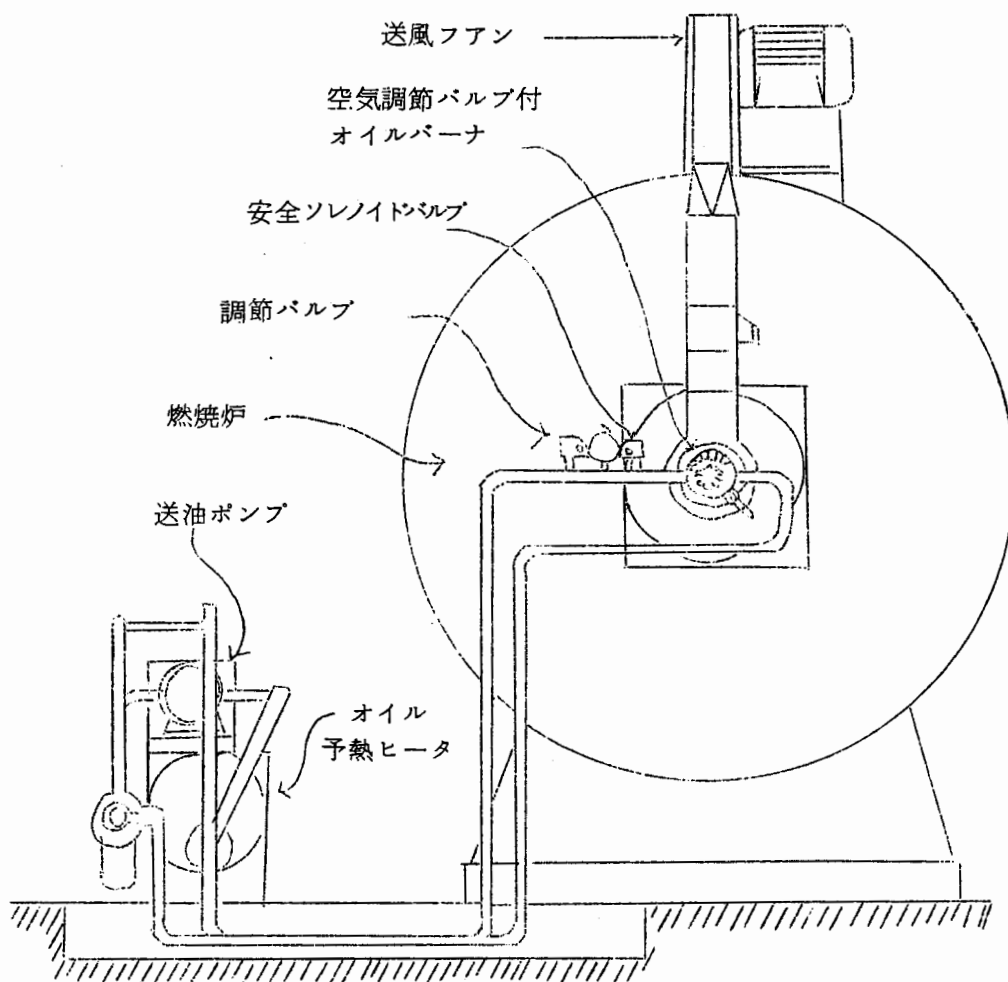
でき、また乾燥ドラム後端部のサーモスタットの設定温度に応じて調節が自動的に行なわれるが、制限範囲をこえた場合には自動消火する。(図Ⅱ-5参照)。

燃焼量：最大250Kg/hr (燃料供給量を24段階、空気供給量を10段階に調節可

能)。

原動機：ファン用：モータ、出力5.5 Kw、
回転数2800 rpm

ポンプ用：モータ、出力0.55 Kw、
回転数1420 rpm



図Ⅱ-5 バ ー ナ

② 燃焼炉 (図 II-2 の④)

構造：2重円筒型で、内筒は耐火煉瓦製。外筒は鋼板製。円筒後端の外筒と内筒の間から2次空気が吸入されて同筒の前端に入る。

大きさ：全長4.0 m、外径1.4 m

③ 乾燥ドラム (図 II-2 の⑤)

型式：直接加熱式並流型

構造：図 II-6 に示すように、回転円筒の内部には、牧草をかくはんしながら送るための掻上板と、牧草の性状に応じた乾燥時間と通路を選択させるための大小2種の円板

を備えている。円筒は2重鋼板製で、断熱材が充填してある。ドラムと次に述べる吸引ファンとの連結管には、小石や金属片等の異物回収部が設けてある。

大きさ：全長8.5 m、外径1.9 m

回転数：3.2 rpm (1 スプロケットの交換により変速可能)

原動機：モータ、出力4.0 Kw、

回転数950 rpm

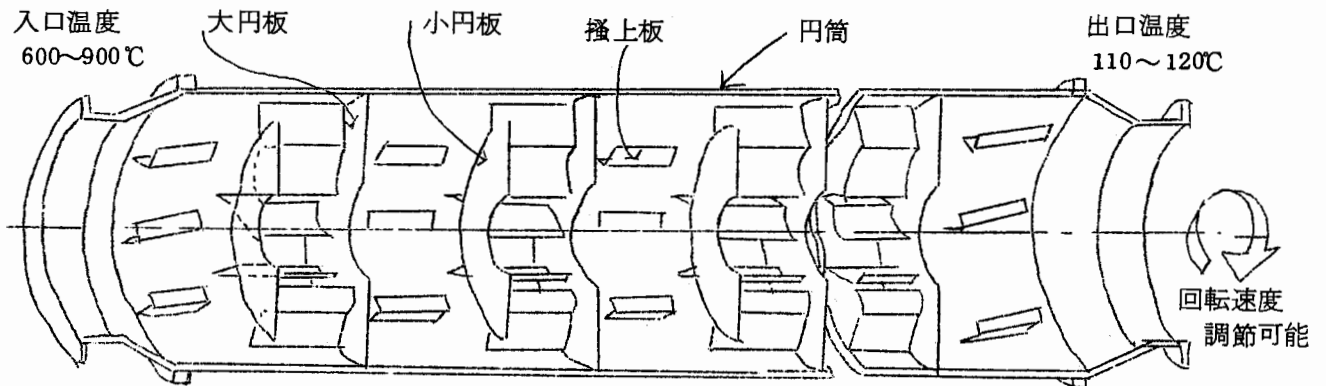


図 II-6 乾燥ドラム断面図

④ 吸引ファン (図 II-2 の⑥)

型式：ラジアルファン

主要寸法：吸込口径810mm

吐出口径600mm、ケーシング外

径1400mm、ケーシング幅560

mm

回転数：1,470 rpm

風量：7 m³/s

原動機：モータ、出力3.7 Kw、

回転数1,470 rpm

⑤ 主サイクロン (図 II-2 の⑧)

主要寸法：図 II-7 に示した。

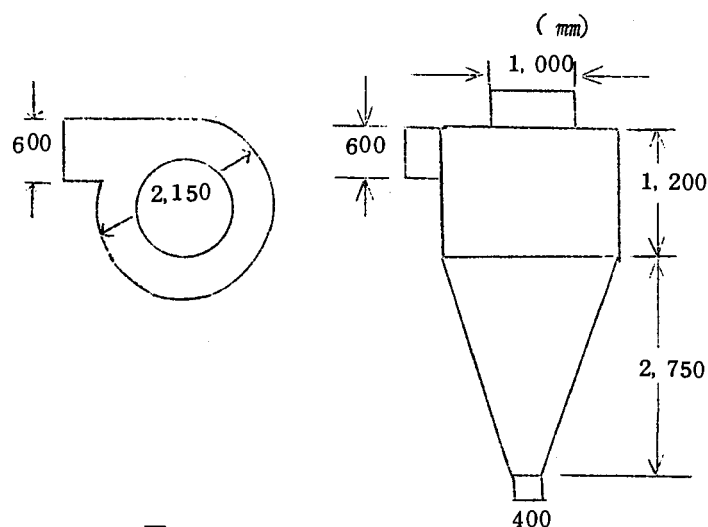


図 II-7 主サイクロン

(4) 乾燥供給スクリーコンベア

① その1 (図 II-2 の⑨)

型式：U字トラフ型

主要寸法：全長 4,100 mm、トラフ内幅 380 mm、羽根外径 350 mm、ピッチ 290 mm、軸径 95 mm

回転数：63 rpm

原動機：モータ、出力 1.5 Kw、回転数 1,400 rpm

② その2 (図 II-2 の⑩)

型式：U字トラフ型

主要寸法：全長 2,800 mm、トラフ内幅 310 mm、羽根外径 294 mm、ピッチ 250 mm、軸径 60 mm

回転数：187 rpm

原動機：モータ、出力 1.5 Kw、回転数 1,400 rpm

(5) 成形機 (カール、G100-38型) (図 II-2 の⑪)

型式：ローラ・デスクダイ型

構造作用：断面図を図 II-8 に示した。

主軸に固定させた3本または4本のローラ軸上のローラは、主軸とともに

に回転しながら、自由に自転する。拡散羽根、ナイフおよび排土板も主軸とともに回転する。供給口から供給された乾草は、ローラによってディスクダイの成形穴に押し込まれて成形される。成形穴から押し出された製品は、ナイフによって切断されたのち排出口に導かれる。

主要寸法：大きさ：全高 1.6 m、全幅 1.1 m

ローラ：直径 280 mm、幅 80 mm

ダイ：成形穴の出口径 16 mm、入口径 20 mmのもの。直径 603 mm、厚さ 70 mm、穴数 244コ

成形穴の出口径 24 mm、入口径 30 mmのもの。直径 603 mm、厚さ 100 mm、穴数 104コ

成形穴の出口径 30 mm、入口径 40 mmのもの。直径 603 mm、厚さ 100 mm、穴数 64コ

回転数：入力軸 (ウォーム軸) 1,200 rpm
主軸 120 rpm

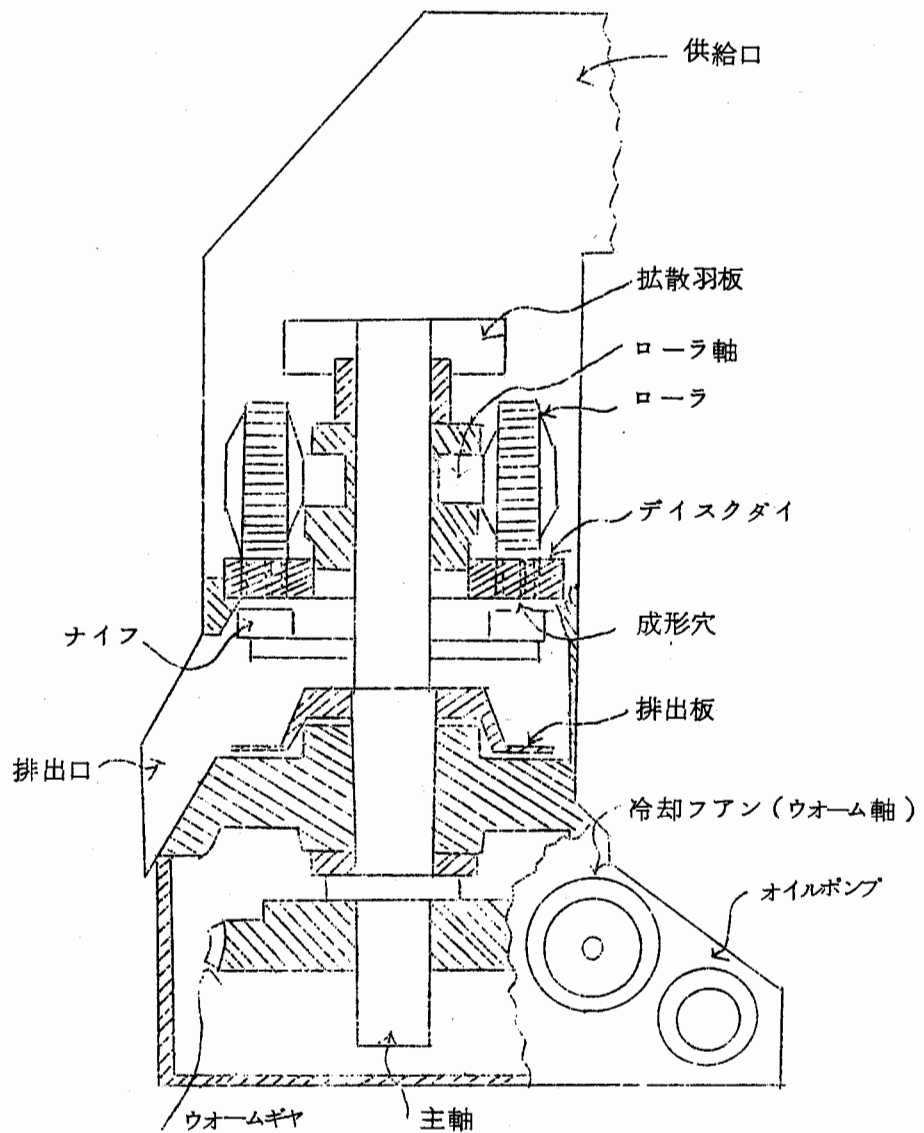
潤滑方式：ローラの軸受はグリース潤滑。

その他の軸受およびウォームギヤは、オイルポンプによる強制潤滑と油浴潤滑。

原動機：成形機本体用：モータ、出力7.5 Kw、回転数1550 rpm

オイルポンプ用：モータ、出力0.75 Kw、回転数950 rpm

標示能力：製品の直径16~40mmで、1,500~2,000Kg/h



図Ⅱ-8 成形機

(6) 冷却装置

構造：図Ⅱ-9に示すように、冷却箱内の打抜金網におとされた製品は、スラットコンベアによってバケットエレベータに送られるが、その間に吸引ファンによって金網面上方から吸引される風によって冷却される。

① 冷却コンベア(図Ⅱ-2の㉔)

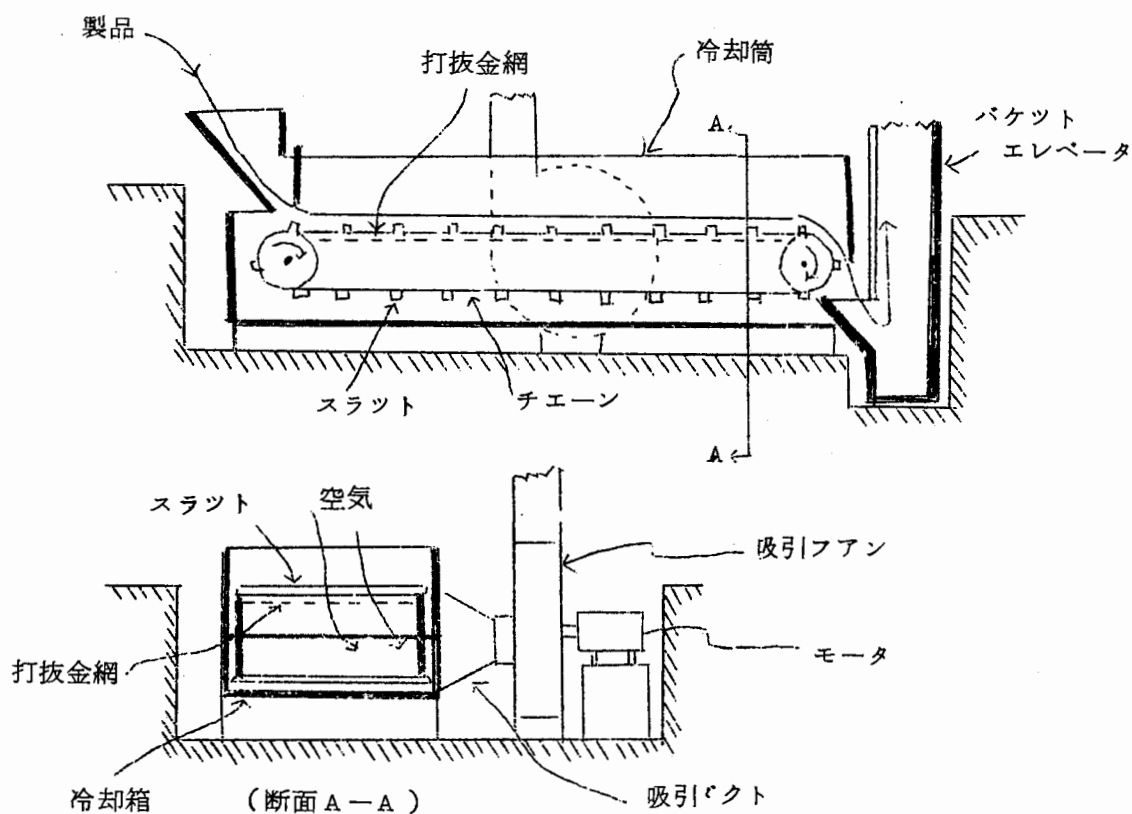
型式：スラットコンベア

主要寸法：全長5.1m、全幅1.0m、スラット間隔175mm

運動方式：間歇送り方式で、移動時間は0～15秒の間を調節可能。休止時間は0～10分の間を調節可能。速度は2.3m/min

原動機：モータ、出力1.5Kw、回転数950rpm

金網上の風速：0.6～1.1m/s



図Ⅱ-9 冷却コンベアおよび吸引ファン

② 吸引ファン (図 II-2 の ⑭)

型式：ラジアルファン

主要寸法：吸引口径 400mm、吐出口径
400mm、ケーシング外径 1,000mm、
ケーシング幅 360mm

回転数：1,420 rpm

原動機：モータ、出力 7.5 Kw、回転数
1,420 rpm

③ 副サイクロン (図 II-2 の ⑯)

主要寸法：図 II-10 に示した。

ロータリディスチャージャ：直径 230
mm、回転数 52 rpm

原動機：モータ、出力 0.37 Kw、回転
数 1,420 rpm

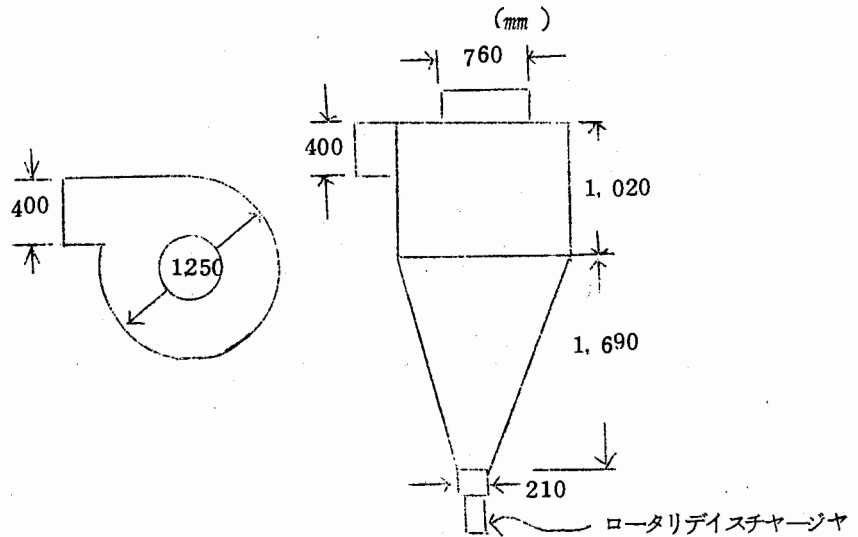


図 II-10 副サイクロン

(7) 製品用コンベア (図 II-2 の ⑰)

型式：傾斜コンベア

主要寸法：揚程 6.4 m、ベルト幅 350mm、

原動機：モータ、出力 1.5 Kw

オペレーターは操作に習熟してきたもの
と考えられた。

燃料は常に A 重油を用いた。

2) 乾燥・成形の性能

(1) 各種条件と稼働性能の実態

1974年と1975年の実際的な稼働
実績から、種々条件別に典型例を摘出して、
表 II-1 に示した。

1971年からの施設操作の経験から、

表Ⅱ-1 操業実績から抽出した条件別の乾燥成形性能の実際

月 日	作業時間		材 料 草			製 品		熱風温度 上段一入口 下段一出口	水分総 蒸発量 (kg)	燃 料 消費量 (ℓ)	電 力 消費量 (KW)	実 運 転 1 時 間 当 た り						製品100kg 当 た り (ℓ) (KW)	熱効率 (%)
	作業時間 (hour)	施設 実運転 (hour)	種 類	総供給量 (kg)	水 分 (%)	総生産量 (kg)	水 分 (%)					材 料 (kg)	製 品 (kg)	水 分 蒸 発 (kg)	燃 料 (ℓ)	電 力 (KW)	燃 料 (ℓ)		
5.22	7.80	6.47	レーブ Or	16,650	85.6	2,865	16.7	860-900 118-120	13,774	1,254.2	559	2,573	443	2,129	193.8	86.4	43.8	19.5	64.1
5.24	14.90	13.65	1番草 Or主体	35,560	81.0	7,949	15.0	840-900 115-118	27,611	2,958.5	1,374	2,605	582	2,023	216.7	100.7	37.2	17.3	60.0
5.29	8.08	6.83	" "	14,650	81.5	3,190	15.1	800-860 112-120	11,458	1,279.1	640	2,145	467	1,678	187.3	93.7	40.1	20.1	52.3
6.19	13.67	12.10	" "	28,945	81.4	6,150	12.4	820-900 106-110	22,798	2,355.5	1,245	2,392	508	1,884	194.7	102.9	38.3	20.2	62.2
7.3	5.80	4.42	" Ti主体	6,850	70.6	2,250	11.9	540-600 107-109	4,567	596.1	456	1,550	509	1,033	134.9	103.2	26.5	20.3	44.7
8.6	8.08	6.00	2番草 Or主体	14,450	85.5	2,365	11.5	860-900 110-112	12,083	1,215.2	561	2,408	394	2,014	202.5	93.5	51.4	23.7	58.0
8.9	6.17	4.27	1番草 Ti主体	5,995	63.5	2,365	7.5	500-680 105-110	3,629	476.9	448	1,404	554	850	111.7	104.9	20.2	18.9	48.9
8.13	8.37	6.85	2番草 Or主体	16,480	78.3	3,990	10.4	700-750 111-113	12,490	1,200.6	787	2,406	583	1,823	175.3	114.9	30.1	19.7	60.7
8.28	7.95	5.93	" "	11,880	73.3	3,545	11.4	600-640 97-103	8,305	850.9	623	2,003	598	1,401	143.5	105.1	24.0	17.6	56.9
9.5	9.17	7.20	3番草 Or主体	17,850	83.0	3,595	15.5	720-800 113-120	14,259	1,195.0	565	2,479	499	1,980	166.0	78.5	35.2	15.7	69.6
10.17	12.50	11.63	" "	26,970	79.0	6,570	13.8	720-800 97-105	20,400	2,102.0	942	2,319	565	1,754	180.7	81.0	32.0	14.3	62.4
11.4	6.50	5.33	" "	7,247	64.8	2,825	9.7	440-460 97-101	4,422	556.9	518	1,360	435	830	85.7	79.7	19.7	18.3	51.1

注1) 製品水分は成形直後であり、冷却後はこれより1~4%程度低下する。

注2) 燃料(A重油)の比重は0.83、発熱量は10,100 Kcal/kgとした。

注3)
$$\text{熱効率(\%)} = \frac{\text{有効熱消費量} - \text{脱水量(kg)} \times \text{水の蒸発熱}(539 \text{ Kcal})}{\text{実際 " 燃料消費量(kg)} \times \text{発熱量}(10,100 \text{ Kcal})}$$

注4) Or はオーチャード・グラスをTi はチモンーを示す。

いわゆる作業時間は、作業員が施設内に入って準備を始める時から、運転終了後に、施設内の整理をして、また乾燥ドラムも常温まで冷却されて、電源を切つて帰るまでの、就業時間である。施設実運転時間は、バーナーの点火から始まり、乾燥、成形を終了して燃料の供給を停止し、プレス運転を停止するまでの時間である。作業開始から施設の運転開始までの時間は、約25～40分を要すが、つまりこの時間は、材料草を積んだ1台目のトレーラが到着するまでの時間である。バーナーの点火から、材料草が供給コンベアによって予熱された乾燥ドラムへ投入されるまでの時間は5～7分である。また、プレス停止から、ドラムが常温(約50度以下)まで冷却して、電源を切るまでの時間は約20～60分であり、外気温の低いほど早く、高いほど遅い。作業時間はおおむね8時間程度で行なつたが、15時間近い長時間作業も試みた。

材料草としては、主としてオーチャードグラス主体混播草を用い、オーチャードグラスが開花期を過ぎる時期には、チモシー主体混播草も用いた。レーブが混じっているものは、新播草地からの材料であった。材料草の生育程度あるいは季節によって、材料草の含水率は明らかな変化があり、このことは乾燥・成形性能に明らかな影響がみられた。

製品の成形直後の含水率は一般に15%以下であり、材料含水率が高いほど製品含水率も高くなる傾向がみられた。ただ、材料草の登熟が進んで固化し、成形率が低下するような場合は、成形材料の含水率を15%以上に高めて材料繊維の弾性

を弱め、成形率を改善するような操作も行なつた。冷却コンベアを通過した製品の含水率は、さらに1～4%程度低下し、約12%以下で貯蔵へ回された。

実績から、実運転時間に対する毎時平均の水分蒸発能力や製品生産の能力、燃料と電力の消費量などは以下のとおりであった。毎時平均水分蒸発量は、材料草の含水率が高いほど多かったが、カタログ値の $2.5 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$ に対して約85%が最大値であった。運転時間との関係では、長くなるほど蒸発量は幾分多くなり、効率の向上が明らかであった。熱効率は有効熱消費量に対する実際熱消費量の割合で示されるが、水分蒸発量と同様な傾向を示し、50～70%の範囲で得られた。さらに製品流量は、一般に材料草含水率が低くなるほど多くなり、運転時間が長くなるほど改善される傾向を示し、400～600 $\frac{\text{kg}}{\text{hr}}$ の範囲の能力が得られた。

燃料消費量は、材料草含水率が高くなるほど、あるいは水分蒸発量が多くなるほど増加する傾向であり、ドラムの予熱に要する時間が小さいためか、運転時間の長短に関連する傾向はみられなかった。時間当たりでは90～220 kg 、製品100 kg 当たりでは20～50 kg と条件による差は大きかった。

電力消費量は、ほぼ製品流量に相関する傾向であり、時間当たり80～115 kW 、製品100 kg 当たりで14～24 kW の範囲であった。

(2) 施設運転状況の経時的変化

実際の運転の実績から2例を抽出して、経時変化を図II-11と図II-12に示

した。図Ⅱ-11に示した例における、安定時の出口温度約117度、製品流量600-650 kg/hrは、運転開始から約3時間余りで達した。運転開始から1時間では、それぞれの安定時の98%（出口温度）と84%（製品流量）に達していた。このときの材料草は、通しておおむね安定した性状のものが供給されたため、安定した運転が行なわれた。4時間余り経過したころ、一時含水率に差のある材料の供給によって、入口温度の低下と燃料消費量の減少がみられ、それによって操作の再調整から、材料供給の拡大による製品流量の増加も一時行なわれた。

トラブル停止は、材料草が乾燥ドラムへの落下口に詰まったことが原因で、約50分間運転停止し、出口温度は50度以下に低下した。

材料草の平均含水率は81.0%で、カタログ能力の2.5 t/hrの水分蒸発量は、製品流量では約700 kg/hrとなるが、安定時の製品流量は約600 kg/hrで

あり、カタログ能力に対して85.7%であった。製品流量は一時700 kg/hrを越したが、このときの材料草含水率は79.3%であり、カタログ能力に対応する流量は約800 kg/hrであり、実際の効率はほぼ同じであった。

図2-12の例においては、材料草の含水率にかなりの変化があり、施設操作上で出口温度や燃焼開度の設定や材料草供給量の増減など、再三再四の調整が必要であった。運転開始6時間後に至って、材料草含水率が75%程度に落ちついでから、700 kg/hr以上の製品流量が得られたが、含水率にバラつきの多い材料草の利用は、カタログ能力に対する効率においては、70~80%で低い水準であった。

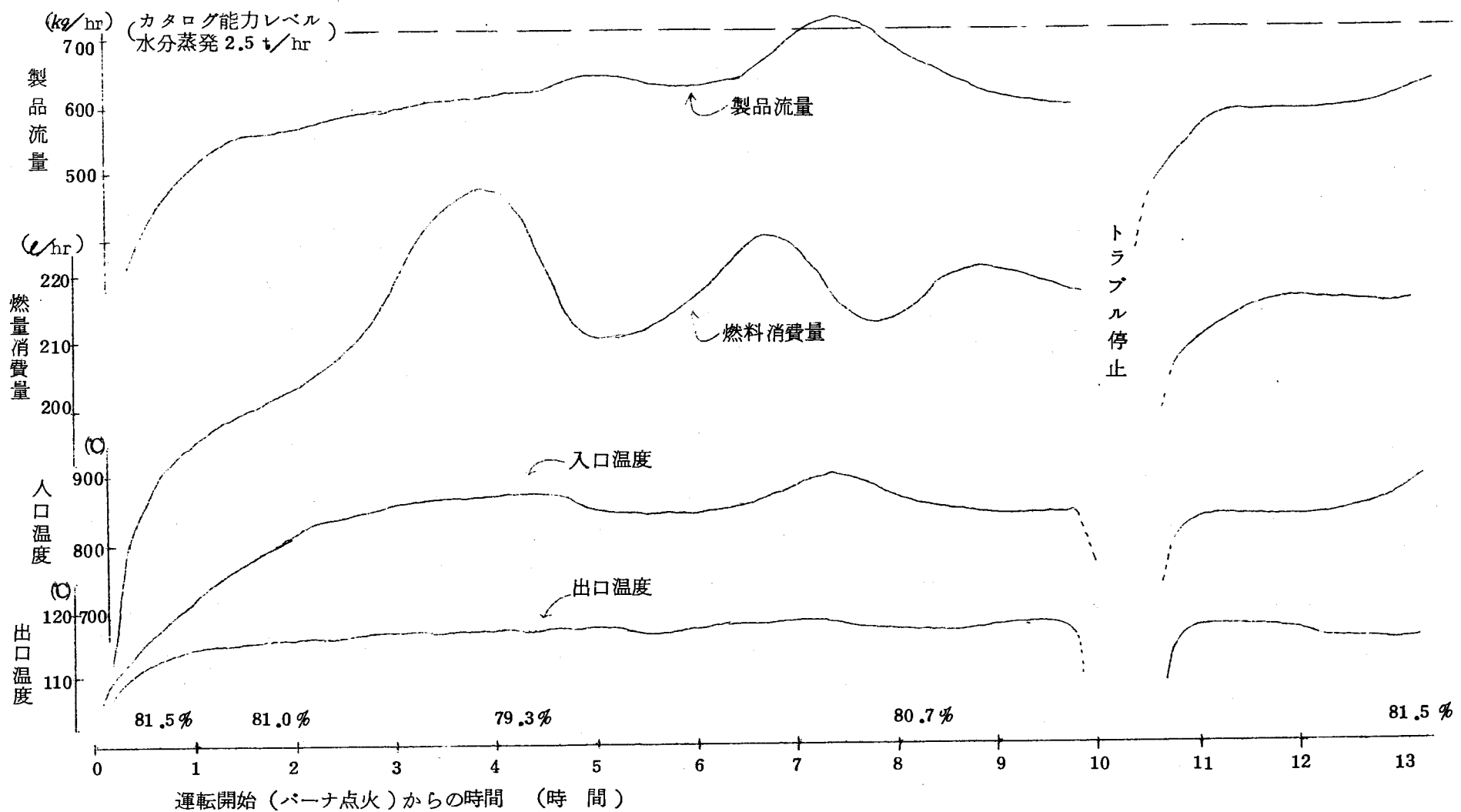
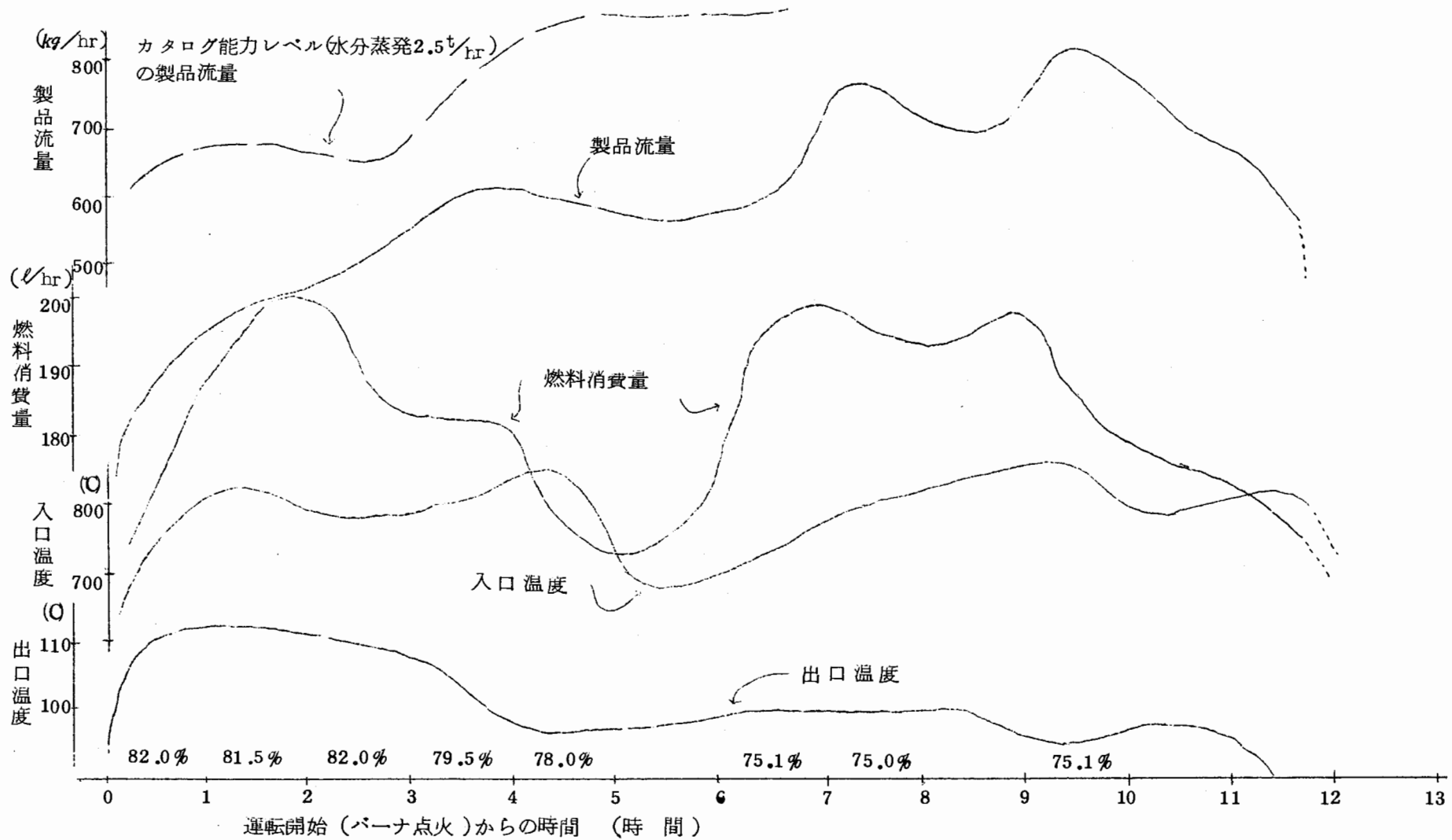


図 II - 11 運転時の経時変化 (その1)

注1) 操業日: 1975年5月24日 材料: 1番草出穂期オーチャードグラス主体混播草 (含水率 81.0%)、燃料: A重油

注2) 下段の数値は材料草含水率の変化



図Ⅱ-12 運転時の経時変化(その2)

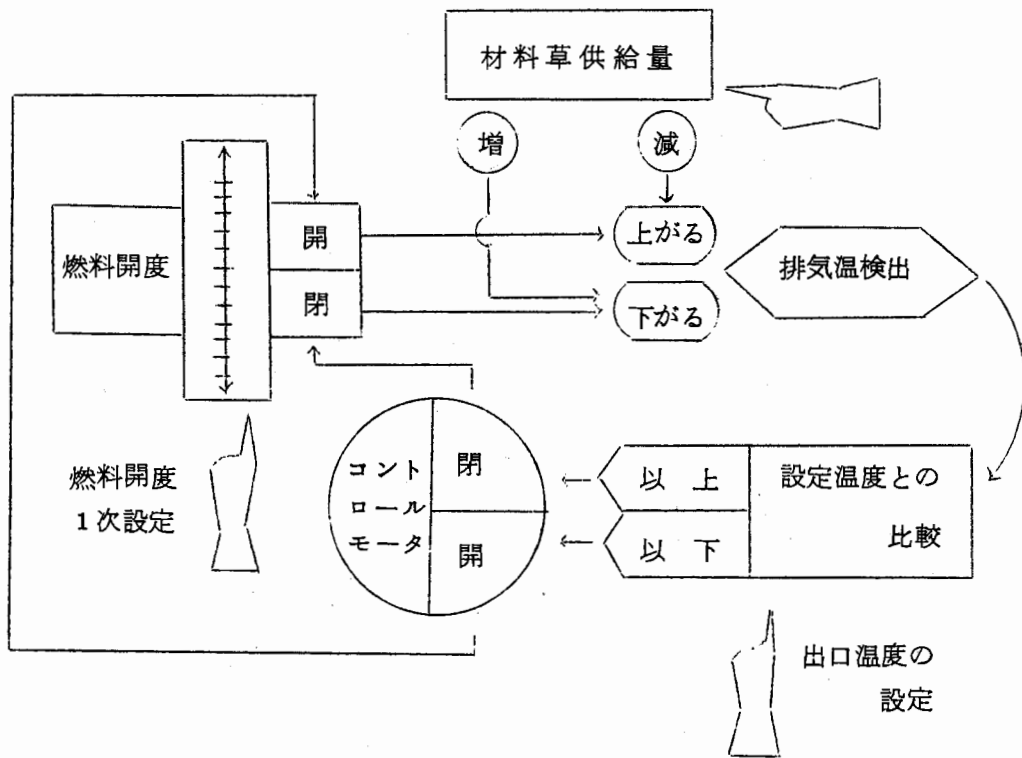
注1) 操業日: 1974年10月17日 材料: 3番草オーチャードグラス主体混播草(平均含水率78.5%) 燃料: A重油

注2) 下段の数字は、材料草含水率の変化


(3) 燃焼量の調整と乾燥最大流量の規制要因

燃焼量の調整は、材料草含水率に見合わせたオイルバーナの手動による燃料供給量の1次調整と、排気温検出による自動的な調整とによって行なわれる。この

こと概念図は図Ⅱ-13に示した。ところが、当初手動で設定した値から大巾に変動した場合、この装置の自動調節機構では必要とする蒸発量の変化に燃焼量が追従できず、改めて手動による燃焼量の調整を行なわなければならない。



図Ⅱ-13 燃焼量調整の概念図

注)  の印は手動による調節を示す

表Ⅱ-1によると、材料草含水率が85%程度で高い場合、入口温度約900度、出口温度約120度と高く、材料草含水率が65%程度で低い場合、入口が約500度、出口が約100度と低かった。入口と出口の温度は、火災などの事故防止のため、それぞれ1,000度と140度で規制されており、このことは乾燥最大流量の1つの規制要因となった。

成形機的能力は製品流量で1.5 t/hrまで可能であるため、予乾材料を使用する場合、乾燥能力からみても、かなりの材料草供給量の増加が可能となるが、図Ⅱ-3における②や⑩のスクリーンコンベアの容量がネックとなって、製品流量1.0 t/hr以上の実績はなかった。

またこのことは逆に、より低水分な材料を使用した場合、燃焼量がオイルバーナのノズルの能力の最小限界(約80 l/hr)を下回わり、消火に至って運転不能となった。つまり、含水率約60%より低水分の材料では、材料供給量あるいは蒸発されるべき水分の供給量が抑制され、燃焼量が許容範囲の下限を越すこととなった。

(4) 燃焼量と乾燥能力

前記のように、燃焼量は燃焼温度の設

定と材料草の供給量および含水率によって調整される。図Ⅱ-14には、材料草含水率と乾燥ドラム出口温度との関連で安定時の時間当たり蒸発能力を示した。同様に図2-15には、そのときの製品生産量について示した。

図Ⅱ-14は、安定時の能力の実績値から重回帰式を得たが、グラフは実際的な範囲で示した。つまり、出口温度は材料草含水率65.0%では100度、87.5%では140度を上限とした。上限についての理由は、前項で述べたとおりであるが、下限については、含水率の低い場合は燃焼量の下限に規制されること他は、特に意味がない。カタログ能力の2.5 t/hrの蒸発量は、材料含水率82.5%以上で得られた。

図Ⅱ-15は、実績値の統計計算から得られた図Ⅱ-14の回帰式を基にして、製品含水率を13%に統一して得たもので、時間当たり製品生産量の計算式である。やはりグラフは、実績で得られた範囲で示した。

レーブヤイタリアンライグラスなどの混入の多いきわめて高水分(87.5%程度)な材料では、時間当たり約450 kgの製品生産量となった。予乾草や秋遅い含水率の低い(65%程度)材料では、850~900 kg程度の生産量であった。

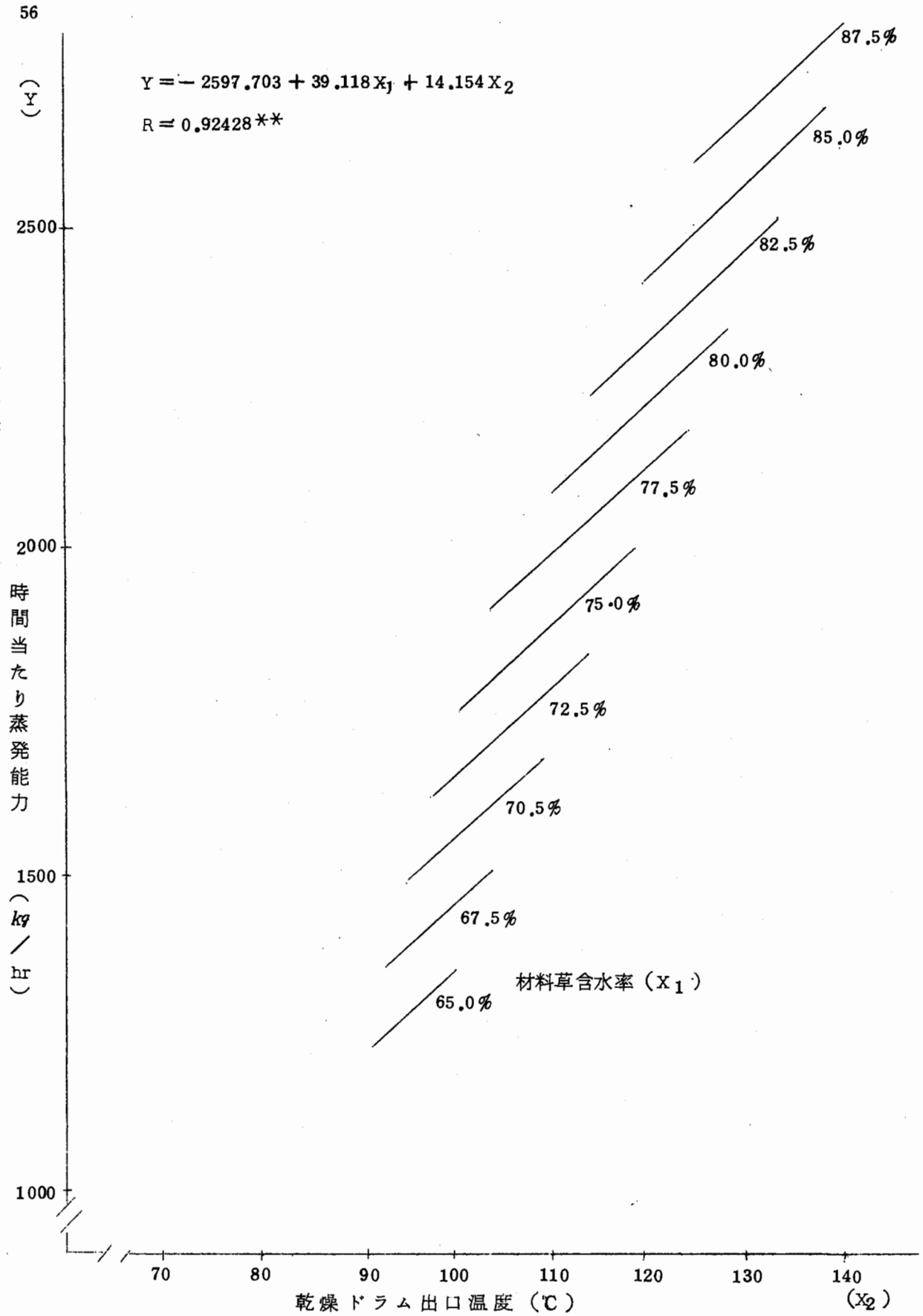


図 II-14 材料草含水率および乾燥ドラム出口温度と安定時の時間当たり蒸発能力

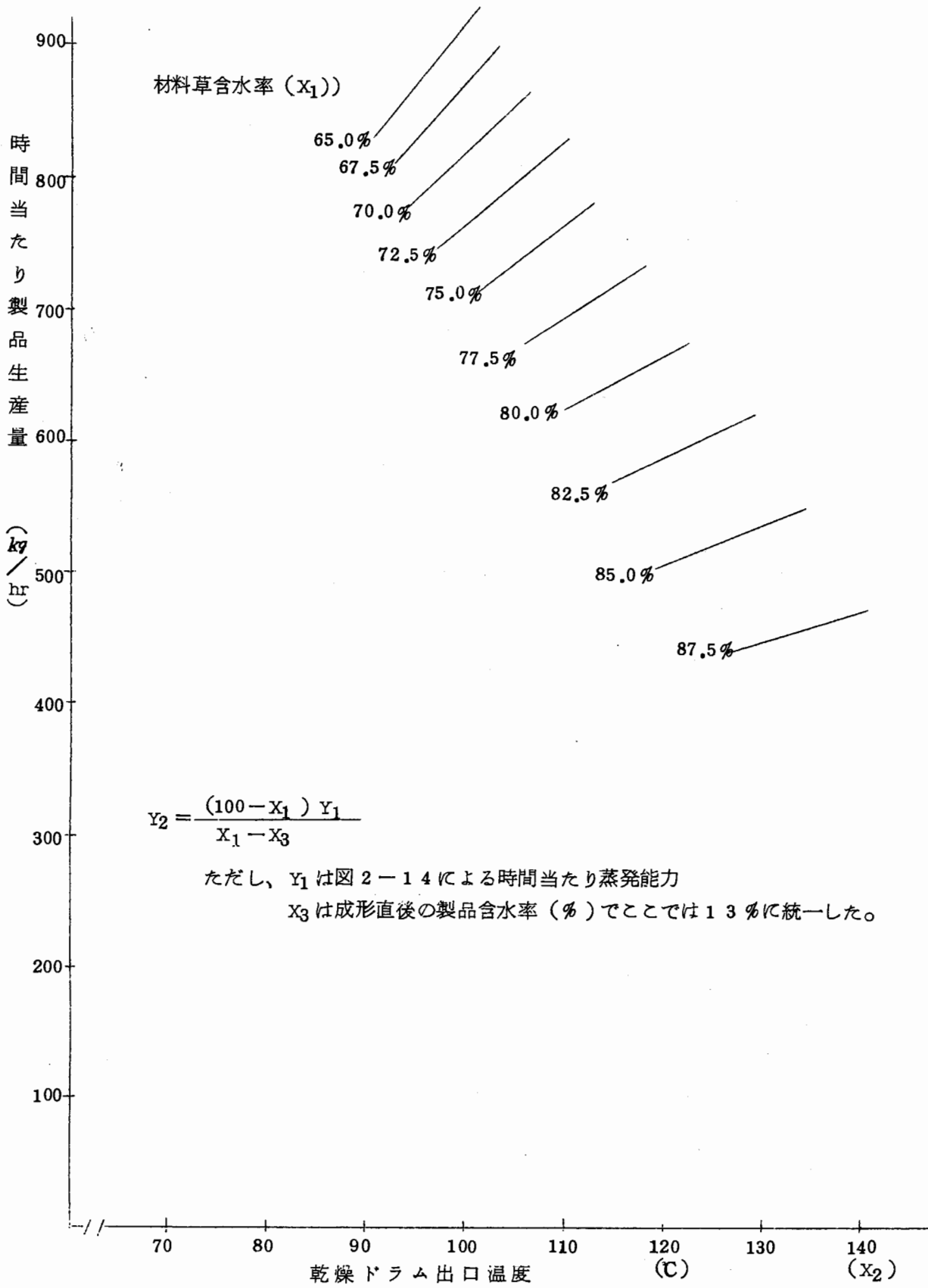


図 II-15 材料草含水率および乾燥ドラム出口温度と安定時の時間当たり製品生産量

(5) 燃料消費量と電力消費量

燃料はA重油を用いた。A重油はB重油に比べて、発熱量に大差がないが、比重は軽くイオウが少ない。また、粘度がかなり低くて引火点も低いため、低温時にも予熱を必要としなかった。価格は28%程度高い。ここでは比重を $0.83 \frac{g}{cm^3}$ 、発熱量を $10,100 \frac{cal}{kg}$ とした。

図 II-16 には、安定時の時間当たり水分蒸発量に対する燃料消費量 (Y_1) を 1 次式で示した。また同時に、そのときの熱効率 (Y_2) も示した。熱効率は高水分材料を用いて水分蒸発量が多いほど高くなったが、時間当たり水分蒸発量 2.5 t に対する燃料消費量は約 240 l で、熱効率は約 73% であった。

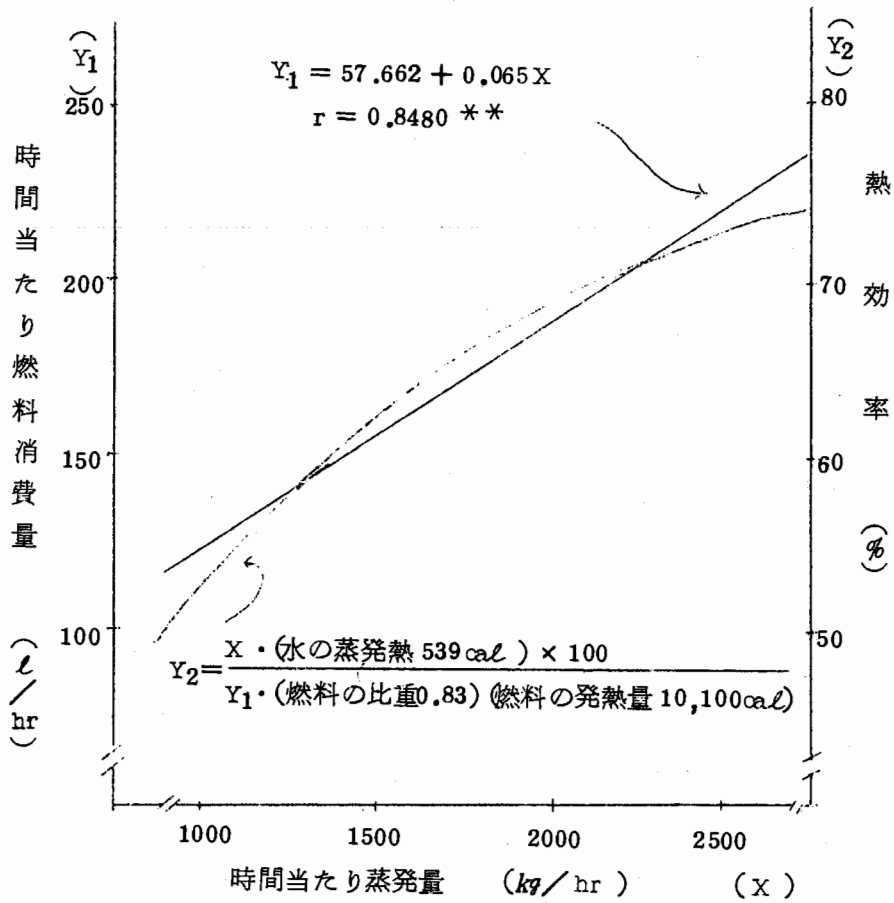
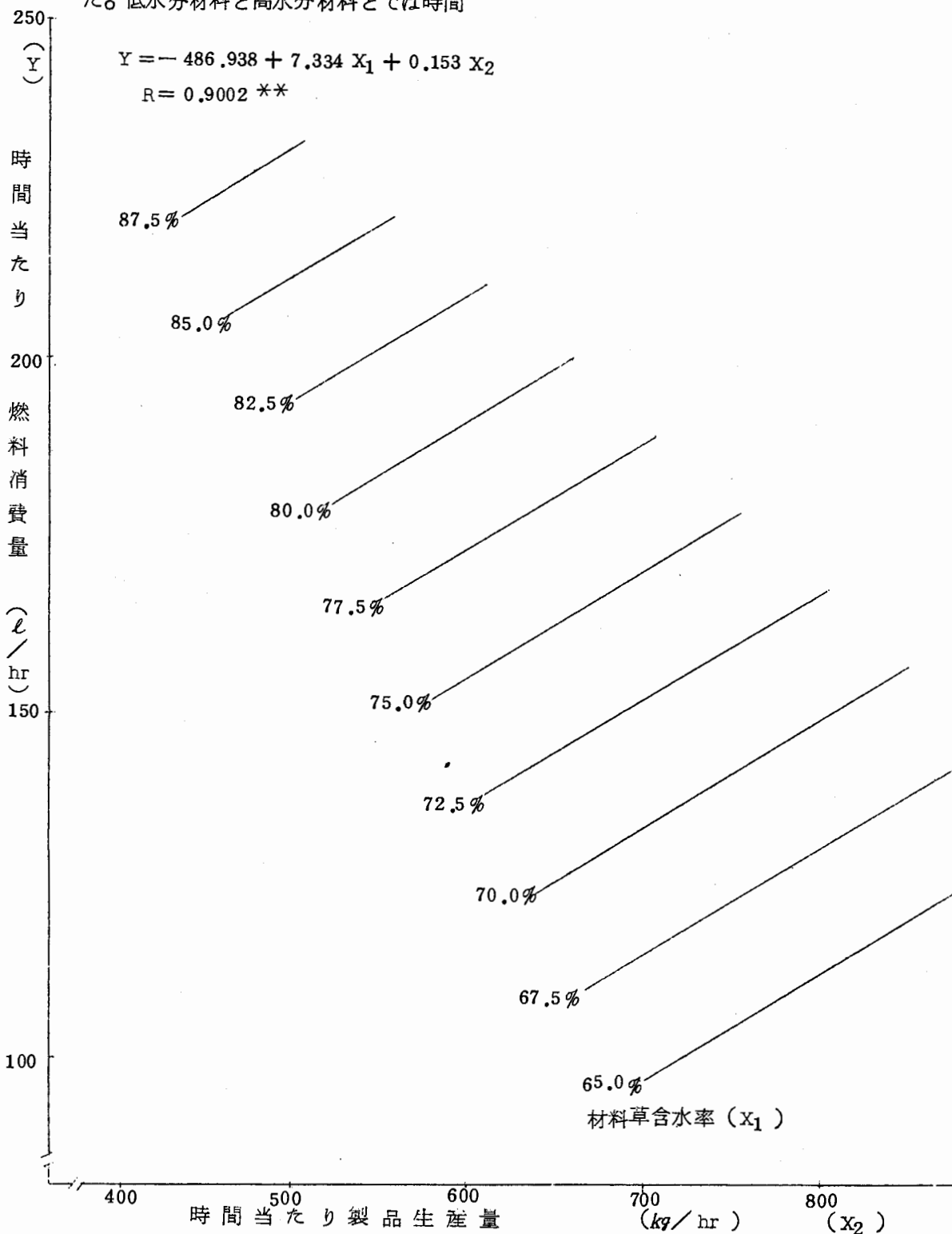


図 II-16 時間当たり蒸発量に対する燃料消費量 (Y_1) とそのときの熱効率 (Y_2)

図Ⅱ-17は、実績から材料草含水率と安定時の時間当たり製品生産量との関連で、燃料消費量を重回帰式で示したものである。グラフは実績値の範囲で示した。低水分材料と高水分材料とでは時間

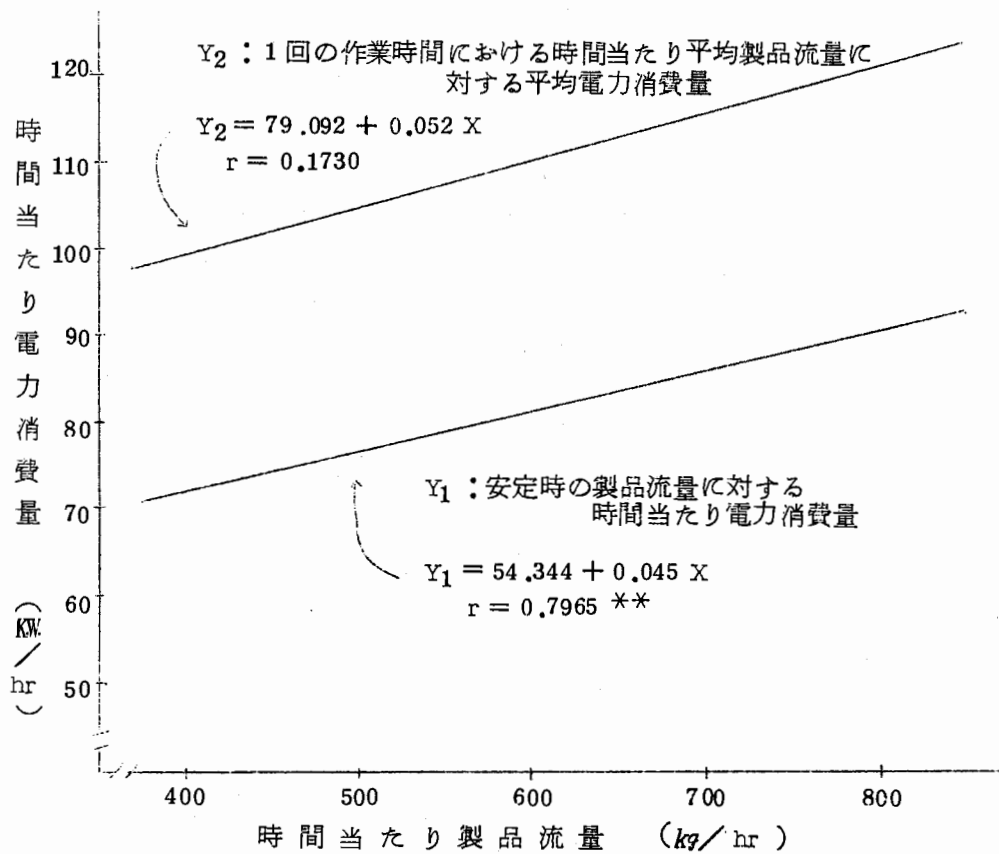
当たり燃料消費量に2倍の開きがあり、製品生産量当たりでは3倍以上の開きとなり、低水分材料の有効性が明らかであった。



図Ⅱ-17 材料草含水率と安定時の時間あたり製品生産量および燃料消費量

図Ⅱ-18は、製品流量に対する電力消費量である。安定時の製品流量に対する時間当たり電力消費量は有意な相関が認められ、一次回帰式を得た。しかし、実作業時間における時間当たり平均製品流量に対する同じく時間当たり平均電力消

費量は、有意な相関が得られなかったが、一応同様に一次回帰式を示した。電力消費量は施設全体のものであり、試験準備上や生産終了後の予熱や冷却などの調整運転の長短、夜間照明などの長短など条件が一定でなかった。



図Ⅱ-18 製品流量に対する電力消費量

(6) 運転時間の長短と生産効率

年間の運転時間が長いほど、一般に施設償却費を少なくできて望ましい。また、1回毎の運転時間が長くなるほど、予熱や冷却などの空運転によるロスタイムの割合が少なくなり、同時に安定したフル運転の状態の時間が長くなり、運転（生産）効率は向上する。

図Ⅱ-19は、1回の実運転時間の長短と時間当たり平均製品生産量を示したものである。実績による材料含水率別の安定時の時間当たり製品生産量と、1回の実運転時間における時間当たり平均製品生産量の実績から計算して作図した。例えば含水率80%の材料を用いた場合、

安定時の時間当たり製品生産量は、図Ⅱ-15から約670kgとなり、これを上限とし100%とする。1回の実運転時間が8時間であれば、実運転時間に対する時間当たり平均製品生産量は約580kgとなり、これは上限の670kgに対して約86%であった。同様に、16時間では約625.625kgの生産量で約93%の効率であり、24時間に至っては約640kgで約95.5%であった。今90%以上の効率を考えるならば、それは約12時間の実運転で達成できる。これに材料待ちや冷却に用いる約1.5時間を加えると、作業時間は13.5時間となる。

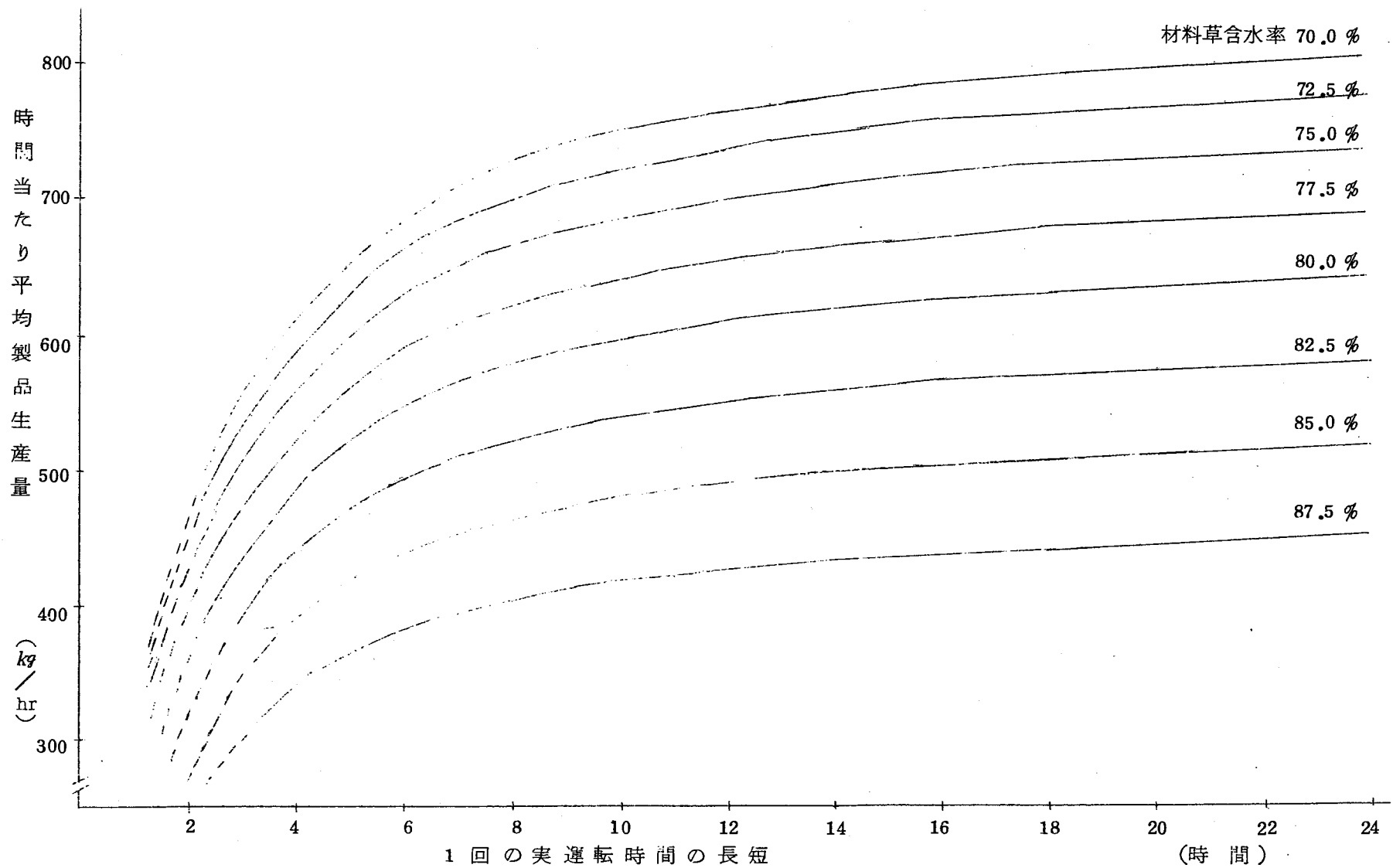


図 II-19 1回の実運転時間の長短と時間当たり平均製品生産量
注) 実運転時間は、バーナ点火からプレス停止までの時間

3) 年間稼働計画について

(1) 材料牧草の利用時期別産草量

利用2年目以降のオーチャードグラス主体草地で、年間3~4回刈取を考えた利用方式を想定して、利用時期別産草量の経時変化を調査し、その結果から平年の傾向を作図して図II-20に示した。チモシー主体草地は1番草の生育の進度が遅いため、オーチャードグラスとの時期的な組合せが有効と考えられている。しかしながら、乾燥成形施設のシーズン中の安定的運転のためには、材料草の季節平衡供給こそが第1要因である。その点チモシーは夏以降の再生力がきわめて、悪い草種であるため、夏から秋にかけて多く利用できる第3の材料草の組合せがないかぎり、オーチャードグラス草地とチモシー草地の組合せは有効でない。ここではオーチャードグラス主体草地だけを用いて検討することにした。

オーチャードグラスの1番草の生育の特徴は、長期にわたって収量が增大して多収になることである。この時期は他のイネ科作物と同じく節間伸長により生育するため、生育の後半まで生育量の大きい割合には葉面積指数が小さくなり、透光率も低下しにくいいため収量は拡大されると言われている⁶⁾

フォーレイジハーベスタを有効に使用できる生収量1.5 t/ha (DM約3 t/ha)程度の収量には、5月半ばに達した。5月末から出穂が始まり6月中旬には開花期に至り、収量は2.5~2.8 t/ha (DM 5.0~5.5 t/ha)程度の最大値を示した。この間は生育段階が進むほどに、含

水率も85%から70%程度まで低下した。同時に繊維は固化するため、成形の際の弾性は拡大が予想された。早春に低温気象などを向えて生育開始が遅くなった年は、全般に収量は押えられるが経時的な変化は同じであった。

初夏の2番草は、収量の増大の速さは大差ないが、比較的短期間で頂点に達した。これは1番草のような節間伸長がみられず、葉面積指数の増大に伴って透光率が急速に低下するためと言われている。再生の期間が約40日を過ぎて生収量約1.5 t/ha (DM 3 t/ha)に達すると、下葉のムレや枯葉の発生がみられた。1番草を5月20日ごろ利用した草地では、2番草は7月上旬に利用可能となり、6月中旬のものでは8月上旬で利用可能となった。

夏の3番草は、ほとんど2番草の収量の推移と類似していた。高温な時期のため、前草が乾いた時期に刈取られた場合は、株数が減少して初期の再生を不良にした。8月半ば以降と再生開始の時期が遅くなると、生育が進むにつれて低温短日となるため収量の増大が緩慢となった。

秋の4番草では、収量の増大は極めて緩慢であった。顕著な分けつによる株数の増加が認められたが、いずれも、低い草丈のために刈取残部となって収量の拡大にはつながらなかった。収量が少く草丈も低いため、実際の収穫にあたっては作業精度の良いハーベスタを選択することが必要と思われた。また4番草は、前草が9月中旬までに利用されて、その時期には再生を開始する1部の草地だけが利用できるものと思われた。

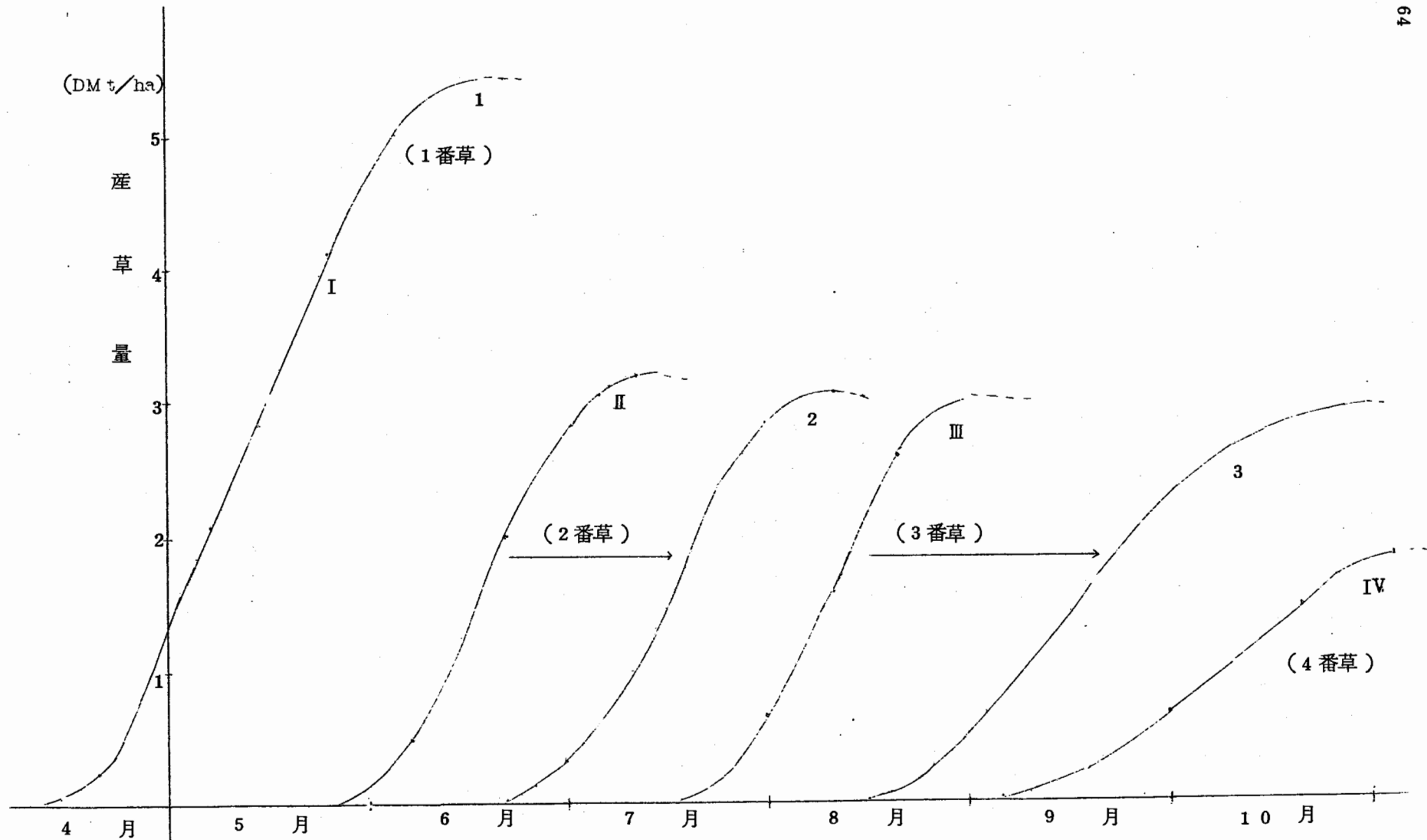


図 II-20 利用時期別産草量の経時変化

注) 年間施肥量 N 200 kg、P₂O₅ 100 kg、K₂O 200 kg、各 Ha 当たり

(2) 施設稼働可能日数率

施設稼働の可否は、利用できる材料草の有無、材料草収穫・運搬作業の可否、機械的故障の有無などに規制される。ここでは降雨量との関係から、牧草収穫・運搬作業の可能日数率を検討した。降雨量が多くなって牧草への雨滴の付着が多くなると、刈取り・切断された材料草はハーベスタのブローアに付着して詰まりを生じて作業不能となった。雨が上っても土壌水分の高いときは、作業車輛、とりわけ運搬車輛の走行が不可能となり作業不能となった。

降雨量別降雨後の経過日数と牧草収穫作業の可能率を設定して、表Ⅱ-2に示した。これは向井ら⁴⁾が設定した水田作業の可能率を基本にして、当场における事例から検討を加えて牧草収穫作業を対象

に改変したものである。改変の主たる内容は、ハーベスタの吹上げ能力は降雨量5mm程度に1つの境界があると思われるため降雨量の段階を1～5mm、6～10mmの区分を備けて4段階を5段階にしたこと。もう1つは、降雨後の日数経過による回復率を高くしたことである。

この表Ⅱ-2の可能率を用いて、相乗計算によってそれぞれの日の可能率を求め、可能率50%以上を可能日として週単位で集計し、過去10年間の実績から平均値を求めたのが表Ⅱ-3である。ここでは対象草地を傾斜角5度程度までの緩傾斜を想定して可能率50%以上を可能日としたが、草地の大部分を5度程度以上の傾斜とするところでは、高い可能率で可能日を設定することが必要であると思われた。

表Ⅱ-2 降雨量別降雨後の経過日数と牧草収穫作業の可能率

単位：%

降雨量 (mm)	降雨後の経過日数						
	当日	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目
< 1	100						
1～5	73	95	100				
6～10	57	89	95	100			
11～20	0	73	89	95	100		
20<	0	0	57	73	95	95	100

表Ⅱ-3 材料草収穫作業の週別作業可能日 (作業可能率50%以上)

週 №	期 間 (月 日)	年 次										平 均	偏 差
		1966	67	68	69	70	71	72	73	74	75		
1	5.17~5.23	7	7	3	4	5	6	5	4	6	4	5.10	1.3703
2	5.24~5.30	6	7	4	3	7	7	7	4	6	7	5.80	1.5492
3	5.31~6.6	4	5	4	4	5	4	7	7	5	4	4.90	1.1972
4	6.7~6.13	6	7	7	6	7	7	3	6	3	5	5.70	1.5670
5	6.14~6.20	5	7	7	7	5	7	5	6	5	5	5.90	0.9944
6	6.21~6.27	2	7	6	7	7	7	4	7	5	6	5.80	1.6865
7	6.28~7.4	0	2	5	3	7	7	4	7	7	7	4.90	2.5582
8	7.5~7.11	3	5	4	7	7	3	2	7	2	1	4.10	2.2828
9	7.12~7.18	3	5	4	7	5	2	4	7	5	5	4.70	1.5670
10	7.19~7.25	0	7	4	7	5	5	7	7	6	7	5.50	2.2236
11	7.26~8.1	4	7	7	1	5	7	7	5	2	7	5.20	2.2509
12	8.2~8.8	7	7	2	1	1	7	3	3	4	3	3.80	2.3944
13	8.9~8.15	3	1	4	6	4	3	5	7	7	7	4.70	2.0575
14	8.16~8.22	3	4	3	7	7	5	5	7	7	7	5.50	1.7159
15	8.23~8.29	5	6	2	5	7	6	4	4	2	5	4.60	1.6465
16	8.30~9.5	7	4	4	7	7	6	5	1	7	7	5.50	2.0138
17	9.6~9.12	6	5	4	6	6	4	2	3	5	5	4.60	1.3499
18	9.13~9.19	5	2	7	7	4	6	2	4	6	2	4.50	2.0138
19	9.20~9.26	3	3	5	7	6	6	7	3	5	5	5.00	1.5635
20	9.27~10.3	7	6	7	5	5	3	7	6	5	7	5.80	1.3165
21	10.4~10.10	7	5	7	5	7	7	5	7	7	5	6.20	1.0328
22	10.11~10.17	2	5	6	6	6	5	7	5	7	7	5.60	1.5055
23	10.18~10.24	5	5	5	7	7	6	5	4	4	6	5.40	1.0750
24	10.25~10.31	2	5	5	7	5	4	5	3	6	5	4.70	1.4181
合 計		102	124	116	133	137	130	117	124	124	129	123.60	

(3) 導入した施設による年間操業計画の検討

前項までに明らかになった乾燥成形施設の条件別の性能と、材料牧草の経時的産草量の変化、作業可能日数などを基にして、年間操業計画を検討した。

施設の操業は実運転時間16時間を想定した。これは県内で良く運営されている西根町の事例から、実運転時間16時間の頻度が高いこと、2交代制が適合すること、3交代制をしいて時間延長を計画しても、材料収穫作業や施設機械のトラブルによって、第3交代目の時間はかなりの就業率の低下が予想されること、運転16時間までの平均毎時生産能力は安定時の毎時能力の95%に達することなどのためである。フォーレイジハーベスタは、低産草量でも作業精度の良い牽引式のシリンダ型とし、実作業効率を高めるために運搬車はダンプ型4輪トラクタ3台で運転者2人の体系を想定した。操業開始は産草量がDM3 t/haを越す5月17日から始まる週からとした。

材料草の収穫作業からみた週別の作業可能日数は表Ⅱ-3によったが、小数点以下の扱いは0.1~0.3を0.0日とし、0.4~0.8を0.5日とし、0.9を1.0に繰り上げて半日単位とした。

材料草収穫作業からみた1日当たりの実作業時間は、就業時間率72%、材料草収穫の実作業率80%として、次式によって求めた。

日実作業時間 = (週別1日当たり平均日照時間 - 3時間) × 0.72 × 0.80

利用可能圃場草量は図Ⅱ-20から得

られる時期別の圃場草量に利用効率を乗じて求めた。つまり、産草量DM4 t/haを越すものでは90%の利用効率で、DM3~4 t/haでは85%、DM3 t/ha未満の収量では80%とした。

収穫作業能率が産草量によって変化することは、第I章で明らかにされている。ここでは産草量DM4 t/haを越すときの能率はDM2.0 t/hrであり、DM3~4 t/haではDM1.6 t/hr、DM2~3 t/haではDM1.2 t/hr、DM2 t/ha未満ではDM1.0 t/hrの能率とした。

乾燥成形施設の毎時製品生産能力は、1回の運転時間の長さや材料草含水率によって決まることは前段によって明らかにされた。ここではまず材料草含水率を時期別・番草別に設定して、図Ⅱ-19から運転時間16時間の際の毎時製品生産量を求めた。成形直後の含水率は13%として、1日当たり製品DM生産量を求めた。

実操業能力の週当たり処理量は、材料草収穫作業からみた操業能力つまり日当たり収穫量と、施設能力からみた操業能力つまり日当たり製品生産量のDM量を比べて、低い方の数値に作業可能日数を乗じて得た。ただ、0.5日分のところだけは、材料草の収穫量とした。つまり第2週の例では、 $(7.93 \text{ DM t} \times 5 \text{ 日} + 13.00 \text{ DM t} \times 0.5 \text{ 日}) = 46.15 \text{ DM t}$ とした。さらにこれを利用可能圃場草量で除して週当たり処理面積を求めた。

以上の方法で求めた結果が表Ⅱ-4である。作業期間は24週間にわたり、作業日数は121日となった。次の項で明

らかであるが、県内の施設における作業日数の多いところでは約105日の実績がみられる。作業日数を少なくする要因は、気象的なもの他に材料草の不足が大きく、他には機械的トラブルによるものであった。つまり、これらの問題が解決されるならば、この24週間で120日余り

の稼働は可能と思われた。

1番刈材料は、その栄養的性質や成形性を考慮するならば、6月中に利用を終ることが望ましい。1番草の利用が長期にわたるならば、2番草もその再生日数が長くなって刈遅れの状態となる。表Ⅱ-4では、6月末までの延処理面積が約

表Ⅱ-4 水分蒸発能力2.5 tの施設と100 haの材料圃場による操業モデル

月 日	週 No	材料収穫作業からみた操業能力					施 材 料 草 含 水 率 (%)
		作業可能 日 数 (日)	日実作業 時 間 (時間)	利用可能 圃場草量 (DM t/Ha)	収穫作業 能 率 (DM t/Hr)	日当たり 収 穫 量 (DM t)	
5.17~5.23	1	5.0	6.4	3.06	1.6	10.24	85
5.24~5.30	2	5.5	6.5	3.87	2.0	13.00	83
5.31~6.6	3	5.0	6.7	4.36	"	13.40	80
6.7~6.13	4	5.5	6.8	4.50	"	13.60	78
6.14~6.20	5	6.0	6.8	"	"	13.60	76
6.21~6.27	6	5.5	6.7	"	"	13.40	74
6.28~7.4	7	5.0	6.8	"	"	13.60	72
7.5~7.11	8	4.0	6.7	"	"	13.40	70
7.12~7.18	9	4.5	6.7	"	"	13.40	68
7.19~7.25	10	5.5	6.6	2.55	1.6	10.56	80
7.26~8.1	11	5.0	6.4	"	"	10.24	"
8.2~8.7	12	3.5	6.4	"	"	10.24	"
8.9~8.15	13	4.5	6.2	"	"	9.92	"
8.16~8.22	14	5.5	6.1	"	"	9.76	"
8.23~8.29	15	4.5	6.0	"	"	9.60	"
8.30~9.5	16	5.5	5.8	"	"	9.28	"
9.6~9.12	17	4.5	5.7	2.55	1.2	6.84	80
9.13~9.19	18	4.5	5.6	"	"	6.72	"
9.20~9.26	19	5.0	5.4	2.12	"	6.48	"
9.27~10.3	20	5.5	5.2	"	"	6.24	82
10.4~10.10	21	6.0	5.0	1.70	"	6.00	"
10.11~10.17	22	5.5	4.9	"	"	5.88	"
10.18~10.24	23	5.5	4.7	1.20	1.0	4.70	82
10.25~10.31	24	4.5	4.6	"	"	4.60	"
合 計	24	121.0					

3 摘 要

当場に導入されたフアンデンブルーク社製 A-25 型乾燥機と、西独のカール社製 G100-38 型成形機について、その性能と構造を明らかにした。さらに施設の性能にもとづいて、年間稼働計画を検討した。

- ① 乾燥ドラムは全長 8.5 m、外径 1.9 m で、干涉板・掻上板組合せワンプラス方式で、毎時水分蒸発能力（カタログ値）2.5 t のものである。
- ② 成形機はローラ・デスクダイ型で、毎時製品生産能力 1.5 t を持ち、ダイは成形穴 1.6 mm と 2.4 mm と 3.0 mm がある。
- ③ 実際稼働における実運転時間は、作業時間より約 1.5 時間（0.9～2.0 時間）少なく、この差の時間は材料待ちや乾燥ドラムの冷却、準備・跡仕末に用するものであった。
- ④ 実績からの実運転時間に対する時間当たり平均能力は、水分蒸発量が高水分材料でカタログ値の 85% 程度で最大であり、熱効率が約 70%、製品生産量約 600 kg が上限値として得られた。
- ⑤ 実際稼働において、運転開始から約 3 時間でそのときの条件における上限能力値付近に安定できた。供給材料草の含水率にバラつきが大きいときは、操作上で上限能力値付近への安定がむずかしく、生産効率を低くした。
- ⑥ 入口温度 1,000 度、出口温度 140 度で最大燃焼量が規制され、これは供給材料草量を制限した。また、スクリーンコンベアなどの容量もネックとなった。
- ⑦ 実際運転における安定時の能力から、材料含水率 (X_1) と乾燥ドラム出口温度 (X_2)

との関係で、時間当たり蒸発能力

$$(Y = -2597.703 + 39.118 X_1 + 14.154 X_2)$$

を重回帰式で得た。しかし、上記⑥の

理由から、適用範囲が限定された。

- ⑧ 安定時の時間当たり蒸発量 (X) と毎時燃料消費量 (Y) とは有意な相関が認められ、 $Y = 57.662 + 0.065X$ の 1 次回帰式を得た。また、材料草含水率 (X_1) と時間当たり製品生産量 (X_2) から、時間当たり燃料消費量 $Y = -486.938 + 7.334 X_1 + 0.153 X_2$ を得た。
- ⑨ 安定時の時間当たり製品流量 (X) と時間当たり電力消費量 (Y) とに有意な相関が認められ、 $Y = 54.344 + 0.045X$ の 1 次回帰式を得た。
- ⑩ オーチャードグラス主体草地の季節毎の平均的な生産力を得て作図した。1 番草では 25～28 t/ha の収量に達したが、再生草は 15 t/ha 程度で停滞し、その後は性質の低下を招いた。年間 3 回刈り、1 部 4 回刈りの利用方式が適当と思われた。
- ⑪ 降雨の影響からみた牧草収穫可能率を設定し、牧草収穫可能期間の可能日を週別に求めて期間中 121 日とした。
- ⑫ これまでに得られた条件別の材料収穫利用率や収穫作業能率、製品生産能率などによって、週別の材料処理量を求め、1 日 16 時間運転による 100 ha 圃場の利用方式を得た。

第Ⅲ章 製品の品質と栄養性

成形乾草の主な特長は、コンパクトな形態となり取扱性に優れていることと、調製加工中の栄養損失が少ないことであると言われている。ここでは材料の草種や生育段階の条件別に、製品の成形性や栄養性について検討する。

1 試験方法

1) 養分組成および成形性

(1) 乾燥成形施設：当地に導入したファンデンブルーク製 A-25 型乾燥機と、カール製 G100-38 型（ローラ・デスクダイ型）の成形機で、成形穴 $\phi 15\text{ mm}$ と $\phi 30\text{ mm}$ のダイを使用。

(2) 供試材料：オーチャードグラス、チモシー、ベレニアルライグラス、ラジノクローバ、アルファルファを、イネ科草単播あるいはイネ科草主体混播草の形で材料とした。

(3) 測定項目など

① 養分組成：常法により、乾物、粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維、粗灰分、可溶性無窒素物 (NFE) について分析した。

② 製品成形率：円筒の形を持たない小片を「くず」とし、また円筒形を持つものは長さで区分して重量分布比率を示した。最終年には、 12.7 mm メツシュ不通過のものを非成形物として、成形率を $\{ (\text{成形物}) - (\text{非成形物}) \} \times 100\% / (\text{成形物})$ で示した。

③ 単体比重量：成形物をノギスにより直径と長さを測定して容積を計算し、別に測定した重量を除して求めた。

④ 見掛け比重量： 0.1 m^3 ($0.5\text{ m} \times$

$0.5\text{ m} \times 0.4\text{ m}$) の容器に製品を詰めて測定し、 1 m^3 当たりの値を計算して求めた。

④ 硬度：JIS ゴム硬度計により測定した。硬度計目盛 (度) とバネ圧力 (荷重) (g) の関係は、0 度に対して 55 g 、100 度に対して 855 g の 1 次式で示された。

2) 成形乾草と梱包乾草の消化率比較

(1) 供試試料

① 材料草

ア オーチャードグラス単播草：草丈 82.6 cm 、草量 $17.0\text{ t}/\text{Ha}$ の幾分刈遅れの 2 番草

イ オーチャードグラス・アルファルファ混播草：草丈 87.6 cm (アルファルファは 84.8 cm)、草量 $18.7\text{ t}/\text{Ha}$ 、アルファルファ混入率 28.5% の幾分刈遅れの 2 番草

② 加工法

ア 成形乾草：1975 年 8 月 9 日に NH717 のフォーレイジハーベスタで細断収穫し、当地に導入した乾燥成形施設で瞬間乾燥・圧縮成形した。成形機はダイ穴 16 mm のものを使用した。

イ 梱包乾草：成形乾草と同一材料を同日にモア・コンディショナにより刈取り、2 日後の 8 月 11 日に無被雨の状態ですタイト型ヘイペーラにより梱包し収納した。

(2) 消化試験

① 供試動物：成雌メン羊を 3 頭用いた。これらのメン羊の体重は $34.5 \pm 1.3\text{ kg}$ であった。

② 試験法：全糞採取法によった。予備

期を7日、本試験期(糞採取の期間)を11~17日とした。試験飼料は1日1回午前10時に1kgを給与し、採糞は糞袋により、測定は飼料給与直前に実施した。水は自由飲水させた。採取した生糞は、測定後に1/10量を分析用として残し、5% HCl を粉霧して70℃の通風乾燥器内で乾燥した。一般成分は常法により分析した。

2 試験結果および考察

1) 材料草の利用時期と製品の養分組成

オーチャードグラス主体混播草を材料として、利用時期別に製品の養分組成を調べた。その結果は表Ⅲ-1に示すとおりであった。マメ科草の混入率はそれぞれ一定しないが、いずれもおおよそ10%未満であった。

梱包乾草の養分組成は、「日本標準飼料成分表」によるオーチャードグラス主体混播草では、出穂前で乾物中の粗蛋白質が15.6%、粗繊維が29.9%であり、同様に

穂期では11.5%と32.5%であり、開花期では9.5%と35.4%である。つまり、表Ⅲ-1に示した成形乾草はこの成分表の梱包乾草より、材料草のどの生育段階においても粗蛋白質で高く粗繊維で低かった。さらに、粗脂肪でかなり高く、可溶無窒素物で幾分低くなることが特徴的であった。

当場の研究報告第2号の「牧草および牧草サイレージを主体とした乳牛の飼料給与基準設定試験¹⁰⁾」によると、使用したイネ科草主体混播牧草の12例の養分組成は、乾物当たり換算した粗蛋白質で10.0%±2.10、粗脂肪で2.2%±0.70、NFEで41.5%±4.55、粗繊維で38.5%±1.75であったとしている。実際に生産され利用されている梱包乾草はかなりの偏差がみられるが、以上のようなことから成形乾草の栄養的優位性は明らかであると思われた。

表Ⅲ-1 材料草の利用時期と製品の養分組成

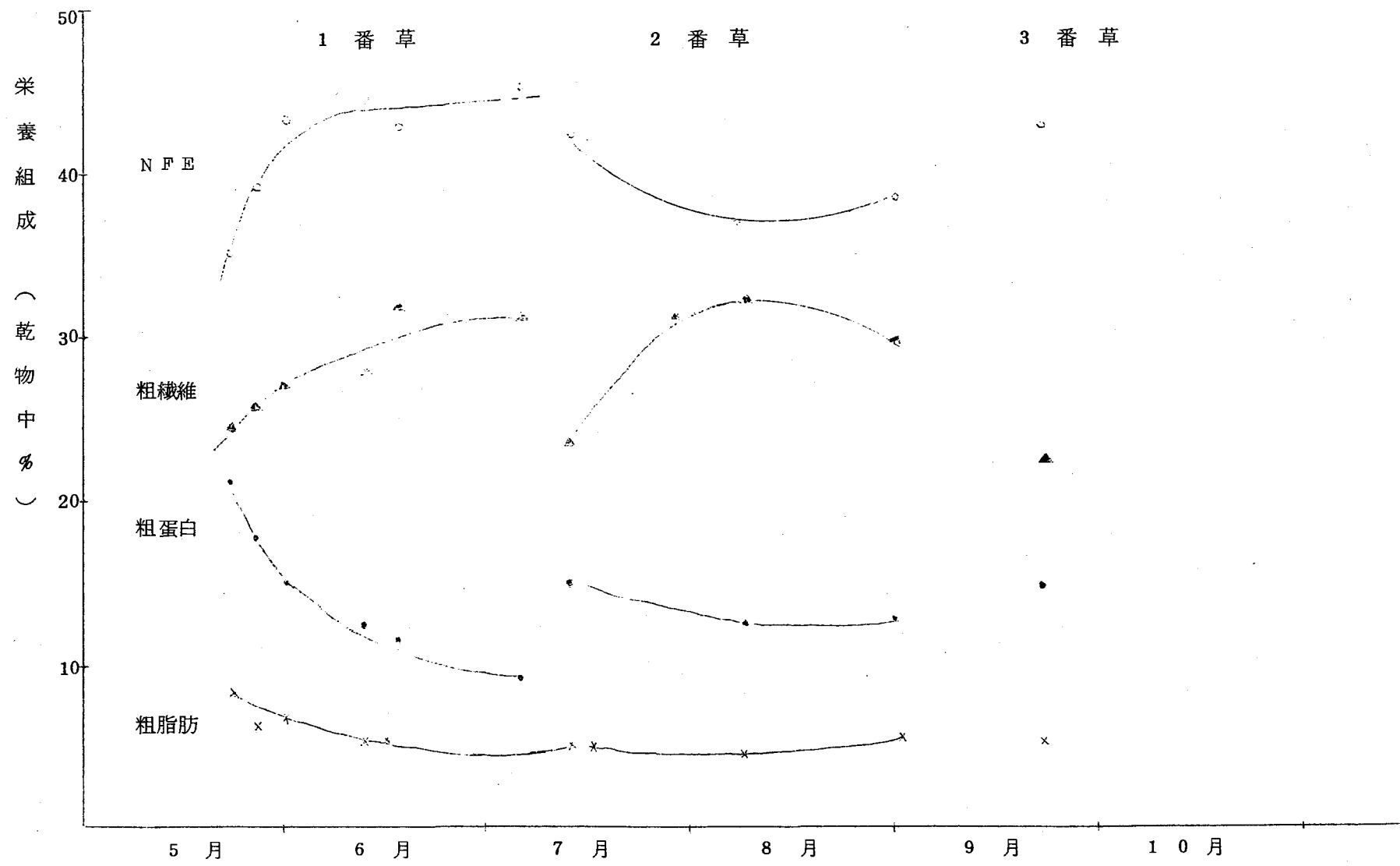
材料草の 生育ステイジ	生産 月日	現物中(%)						乾物中(%)					
		水分	粗蛋白	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分	粗蛋白	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分	
1 番草	穂孕期	5.22	11.7	18.9	7.3	31.1	21.9	9.0	21.4	8.3	35.3	24.8	10.2
	出穂期	5.30	12.0	13.1	5.8	38.1	23.9	7.0	14.9	6.6	43.3	27.2	8.1
	開花期	6.17	11.4	10.2	4.7	38.2	28.2	7.3	11.5	5.3	43.1	31.9	8.2
	乳熟期	7.5	15.1	7.9	3.9	38.7	26.5	8.1	9.3	4.5	45.5	31.2	9.5
2 番草	早刈	7.12	11.0	13.5	4.6	38.0	21.1	11.9	15.1	5.1	42.7	23.7	13.3
	遅刈	8.8	14.3	11.3	4.9	33.5	25.5	10.5	12.7	4.5	36.6	32.7	13.5
3 番草	9.22	11.4	13.5	4.9	37.9	20.1	12.1	15.2	5.5	42.8	22.7	13.6	
4 番草	10.22	11.8	11.9	4.7	38.0	22.4	11.1	13.5	5.4	42.7	25.4	13.0	

注) 材料は、オーチャードグラス主体混播草(マメ科草混入率約10%未満)

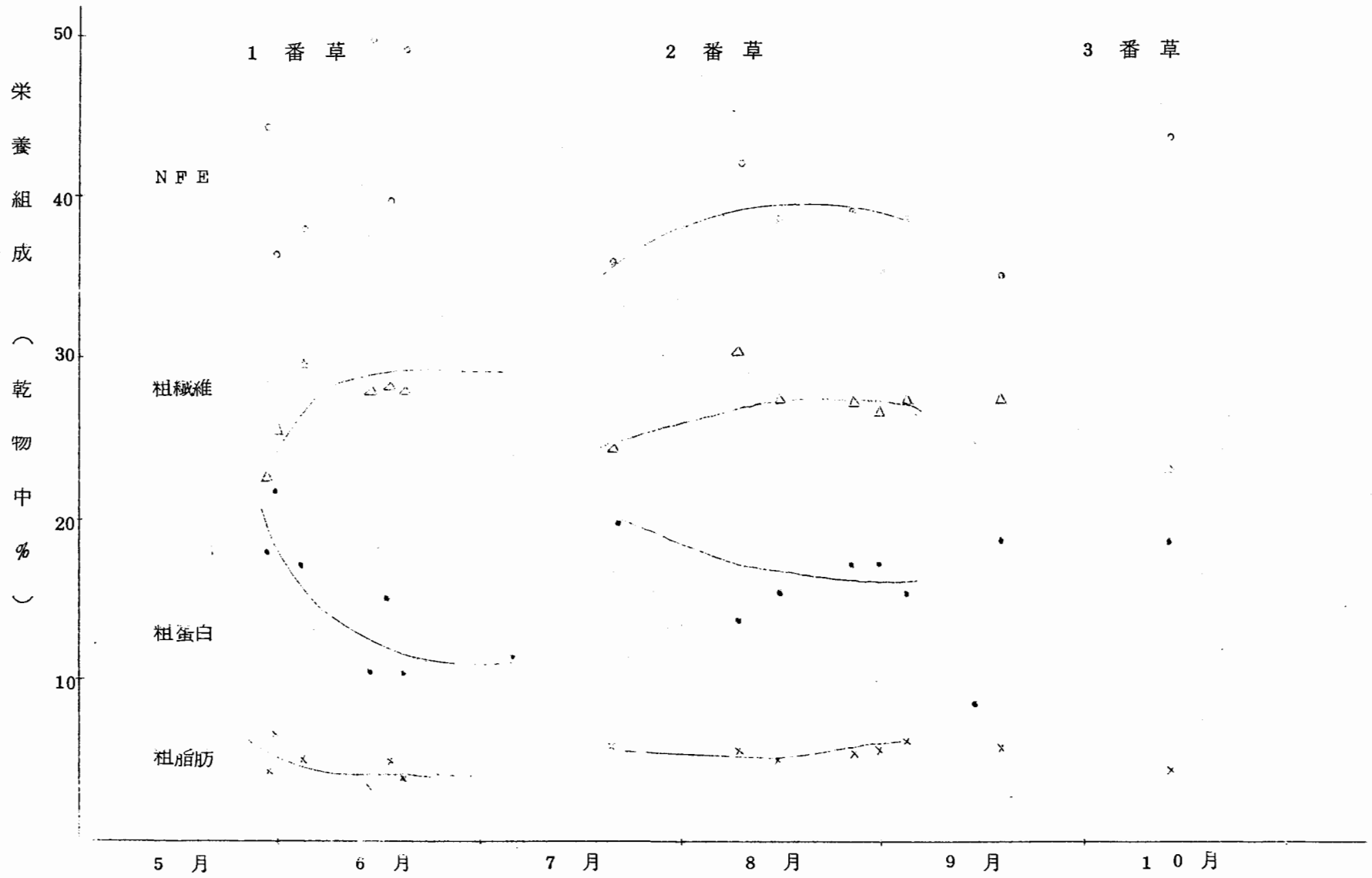
図Ⅲ-1と図Ⅲ-2は、1971年から5年間の期間に当場で生産され分析された成形乾草の養分組成を経時的変化として示した。マメ科草の混入率によって10%未満と10-20%とに区分して示した。1番草ではマメ科草10~20%混入材料の場合のNFEを除くと、比較的是っきりした変化がみられた。2番草以降の材料では、一定した傾向の経時的変化は明らかにされなかった。このことは、暦日の移行とそれぞれの材料草の再生に要した日数とは必ず

しも一致しないで、養分組成に影響する緑葉と枯葉の割合などにも一定の変化がなかったためと思われた。

マメ科草10-20%混播の材料によるものは、10%未満混播のものに比べて高蛋白低カロリーであることは明らかであった。しかしながら、マメ科草混入率の高い材料は比較的遅い時期に利用されるため、生産時期を考えない製品の養分組成の比較を行なうなら、1番草を材料とするものの差は小さかった。



図Ⅲ-1 成形成乾草の栄養組成と時期的変化 (I マメ科草10%以下混播のオーチャードグラス主体材料の場合)



図III-2 成形乾草の栄養組成と時期的変化 (II マメ科草10~20%混播のオーチャードグラス主体材料の場合)

2) 養分組成と成形性

表Ⅲ-2は材料別時期別の製品成形性と養分組成である。製品の長さの大きいものは、1番草では開花期より出穂期に多く、マメ科草の混入の多いものにみられた。またこの成形の良いものは個体比重量、見掛け比重量とも大きく、養分組成では粗蛋白質が多く、粗繊維の少ないことが特徴であ

った。再生草では、再生日数の少ない材料によるものが成形良く、他の性質は1番草と同じ傾向であった。

イネ科草主体混播草を材料とする、成形穴直径1.6mmのローラ・デスクダイ型成形機による製品は、単位比重量が0.58~0.94 g/cm³で、見掛け比重量は388~617kg/m³の範囲にあった。

表Ⅲ-2 材料別、時期別の製品成形性と養分組成

材料草の種類		製品注 ₁)の長さの分布(%)				個体比重量 (g/cm ³)	見掛け比重量 (kg/m ³)	養分組成 (乾物%)				
		注 ₂) くず	~19mm	20~ 32mm	33~mm			粗蛋白	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分
1番草 出穂期	混播1注 ₃)	5.2	26.3	45.2	23.3	0.75	445	14.0	4.7	40.2	30.3	10.7
	混播Ⅱ	4.6	32.8	36.6	26.0	0.86	516	16.9	5.0	35.7	29.6	12.7
	オーチャード グラス	13.2	41.9	35.3	9.5	0.62	414	13.7	4.7	39.1	30.9	11.6
1番草 開花期	混播1	10.0	53.3	25.9	10.8	0.75	427	13.5	4.5	40.9	30.3	10.7
	混播Ⅱ	7.3	51.2	31.1	10.4	0.78	467	15.0	5.0	39.5	28.4	12.0
	オーチャード グラス	19.5	53.4	24.3	2.8	0.58	388	12.0	3.8	42.2	34.2	7.8
混播Ⅰ	再生40日目	10.4	40.1	33.2	16.3	0.89	468	20.4	5.7	35.9	24.5	13.5
	再生60日目	21.8	47.7	25.2	5.3	0.84	433	15.5	5.1	38.8	27.6	13.0
再生草 (60日) 以上	混播Ⅱ	10.9	28.9	51.2	9.0	0.94	617	18.3	5.4	39.5	25.1	11.7
	オーチャード グラス	36.8	45.7	16.1	1.4	0.68	391	13.2	5.8	39.1	29.7	12.2
	チモシー	30.8	34.2	30.9	4.3	0.71	446	14.8	5.3	44.2	25.5	10.0

注₁) 製品の直径は約1.6mm

注₂) 「くず」は、円筒の形を持たない小片である。

注₃) 混播Ⅰは、オーチャードグラスとベレニアルライグラス、ラジノクローバ混播
混播Ⅱは、オーチャードグラス約40%で、他は赤クローバとラジノクローバ

表Ⅲ-3では、2番刈材料草の混播割合と再生日数別に製品の成形具合を示した。ここでもオーチャードグラス単播材料より、アルファアルファやラジノクローバの混入の多いほど製品の長さが大きく、比重量、表面硬度とも大きくなって成形具合が良かった。表中の③と④、あるいは③と⑤を比較して

みると、同程度のマメ科草混入率においても、アルファアルファよりラジノクローバ混入の材料の方で幾分成形具合が良かった。

再生草は再生40日ころから枯葉が発生するが、再生日数が40日程度を過ぎたものは成形具合の低下することが、前表同様にここでもみられた。

表Ⅲ-3 材料草の混播割合と製品成形性

材料草と混合比(%)	再生日数	製品注 ₁)の長さの分布 (%)				個体比重量 (g/cm ³)	見掛け比重量 (kg/m ³)	表面注 ₂) 硬度
		くず	~19mm	20~32mm	33mm~			
注 ₃) ① Or 100	40	1.6	38.2	32.8	27.4	0.85	520	83.6
② Or 100	65	13.7	41.5	30.0	14.8	0.81	449	80.9
③ Or 67 Alf 33	40	2.7	13.6	42.8	40.9	0.82	501	84.5
④ Or 67 Alf 11 Lc 22	40	2.2	17.1	35.6	45.1	0.87	535	86.6
⑤ Or 66 Lc 34	40	1.4	18.7	37.7	42.2	0.87	521	88.4
⑥ Or 66 Lc 34	50	3.7	10.0	50.5	35.8	0.84	502	83.1
⑦ Or 34 Lc 66	40	1.1	14.5	29.8	54.6	0.99	553	90.4

注₁) 製品の直径は約1.6mm

注₂) JIS ゴム硬度計による。

注₃) Or オーチャードグラス、Alf アルファアルファ、Lc ラジノクローバ、いずれも2番草

表Ⅲ-4では、秋の降霜前後の材料と製品の成形具合について示した。オーチャードグラスで降霜後の材料において、比較的

はっきりした成形性の改善がみられた。オーチャードグラスは霜を受けて、繊維の弾性が低下するものと推定された。

表Ⅲ-4 降霜前後の材料と製品成形性

材料草の種類		製品注 ₁)の長さの分布 (%)				個体比重量 (g/cm ³)	見掛け比重量 (kg/m ³)
		くず	~19 mm	20~32 mm	33 mm~		
降霜前 (10.23)	混播草注 ₂)	4.4	17.4	67.1	11.2	0.91	522
	チモシー	10.9	67.5	19.6	2.0	0.78	425
	オーチャードグラス	12.3	66.3	19.8	1.6	0.71	371
降霜後 (11.8)	混播草	1.6	26.6	60.9	10.9	0.87	511
	チモシー	13.8	59.3	24.8	2.1	0.77	403
	オーチャードグラス	14.1	56.4	26.9	2.6	0.82	433

注₁) 製品の直径は約16 mm

注₂) 混播の内訳は、オーチャードグラス、ペレニアルライグラス、ラジノクローバ

表Ⅲ-5は、材料草種別、生育段階別にプレスダイ穴30 mmの場合の製品成形具合を示した。成形率は12.7 mm四方のメッシュ不通過のもの割合である。

プレスダイ穴30 mmの成形機では、成形材料の繊維の弾性を弱めるために、含水率を幾分高くする必要があった。単体比重量や硬度には、プレスダイ穴16 mmを使用し

た場合と差はみられなかった。

成形性は材料草の葉部割合と関係の深いことが明らかであった。草種間では、ペレニアルライグラスで生育段階が遅くなっても、比重量は小さくなるが成形率や硬度では比較的大きい値を示した。開花期より登熟の進んだ材料では、全く成形不能となった。

表Ⅲ-5 材料草種別、生育段階別の製品成形性（プレスダイ穴30mmの場合）

注 ₁) 材料草種	生育段階	生産月日	材料草 葉部 割合(%)	製品性状 注 ₂)			
				含水率(%)	注 ₃) 成形率(%)	単体比重量 (g/cm ³)	硬 度 注 ₄)
オーチャード グラス	穂 孕 期	5.18	38.3	13.3	87.1	0.86 ± 0.129	85 ± 3.57
	出 穂 始 め	5.24	36.7	13.7	83.9	0.82 ± 0.111	77 ± 9.94
	出 穂 揃	5.31	32.0	14.5	77.9	0.75 ± 0.184	71 ± 8.06
	開 花 期	6.15	23.2	15.0	61.4	0.73 ± 0.167	69 ± 11.52
	再 生 草	7.2	49.3	12.0	86.3	0.81 ± 0.104	81 ± 6.62
ベレニアル ライグラス	穂 孕 期	5.18	55.2	11.2	98.1	0.89 ± 0.090	88 ± 2.80
	出 穂 期	5.31	39.8	12.7	85.5	0.70 ± 0.067	79 ± 6.07
	開 花 期	6.14	24.4	15.2	86.3	0.68 ± 0.064	79 ± 4.85
	再 生 草 出 穂 あり	6.14	40.6	13.3	94.3	0.95 ± 0.087	85 ± 2.92
チモシー	伸 長 期	5.18	67.9	12.7	87.1	0.82 ± 0.185	86 ± 5.62
	出 穂 期	6.15	32.4	14.2	81.8	0.65 ± 0.117	76 ± 9.05
	再生出穂成熟	8.9	16.1	成 形 不 能	—	—	—
	再 生 草	8.9	60.9	13.8	883.4	0.71 ± 0.167	80 ± 6.32

注₁) クローバ混入率はいずれも重量比で5%以内。

ベレニアルライグラス区は約40%のイタリアンライグラス混入

注₂) 製品の直径は約32mm

注₃) 成形率は12.7mmメッシュ不通過のもの割合

注₄) JIS ゴム用硬度計による。

表Ⅲ-6は、プレスダイ穴16mmの使用で種々の材料条件によって得られた結果から、「くず」割合と個体比重量に代表される製品成形性と粗蛋白質と粗繊維に代表される栄養性との間の相関関係を示した。成形性の要因である「くず」割合と個体比重量、また栄養性の要因である粗蛋白質と粗繊維とはいずれも1%水準で有意な負の相関が認められた。「くず」割合と栄養性の2つの要因とは有意な相関が認められなかった。個体比重量に対しては粗蛋白質では正の、粗繊維では負のいずれも1%水準で

有意な高い相関が認められ、成形乾草の栄養性はとりわけ個体比重量と関係が深いことが知られた。

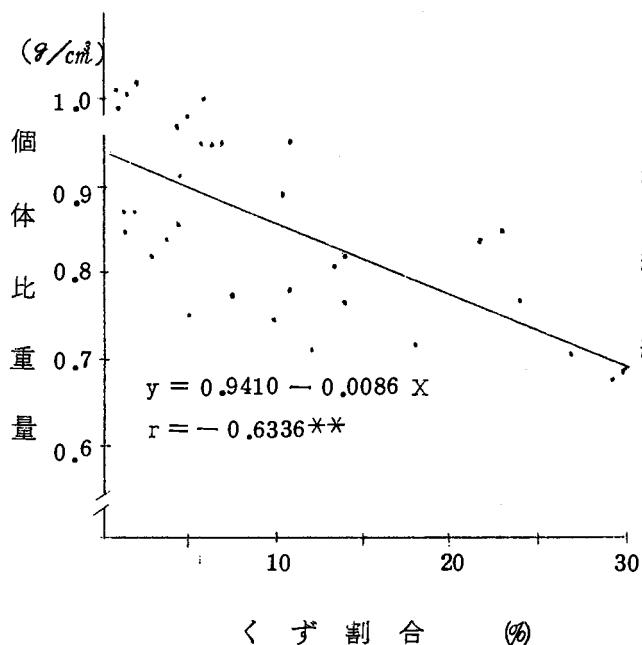
別に成形性における個体比重量と側面硬度の関係を検討した結果では、プレスダイ穴16mmの使用では相関係数0.860(n=7)で、プレスダイ穴30mmの使用では0.640(n=12)でいずれも5%水準で有意であった。

有意な相関関係が認められた成形性と栄養性の関係を、図Ⅲ-3から図Ⅲ-6までに直線回帰で示した。

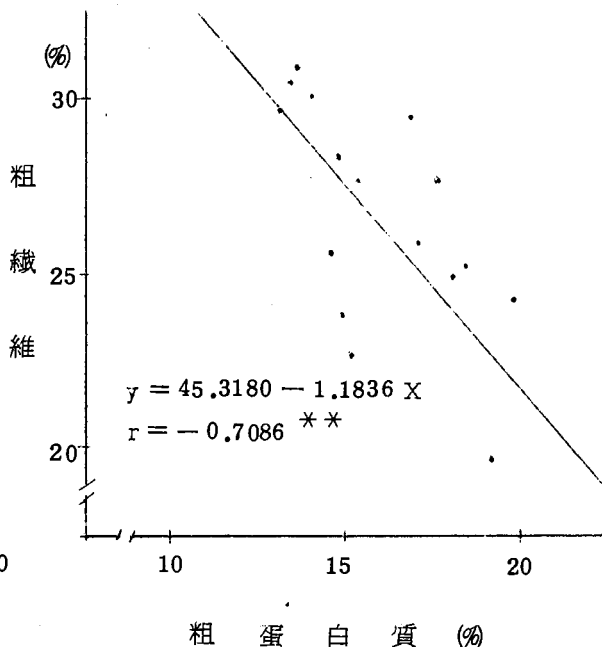
表Ⅲ-6 製品成形性と養分組成との関係

くず割合(%)	個体比重量(g/cm ³)	粗蛋白質(%)	粗繊維(%)	
	(n=37) -0.634**	(n=17) -0.431 n.s.	(n=17) 0.257 n.s.	くず割合(%)
		(n=12) 0.878**	(n=12) -0.770**	個体比重量(g/cm ³)
			(n=17) -0.709**	粗蛋白質(%)
				粗繊維(%)

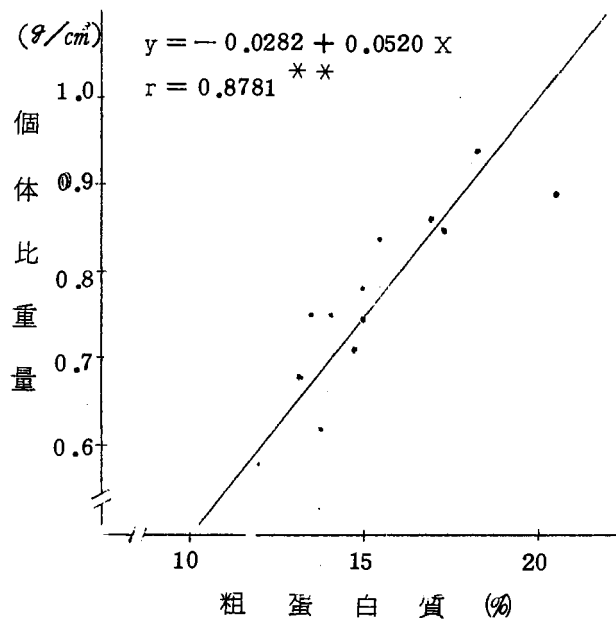
注) **印は、1%水準で有意



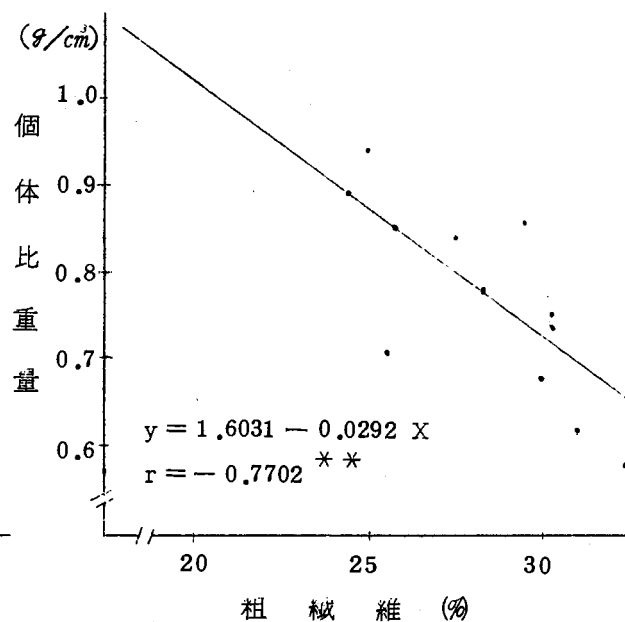
図Ⅲ-3 くず割合と個体比重量の関係



図Ⅲ-4 粗蛋白質と粗繊維の関係



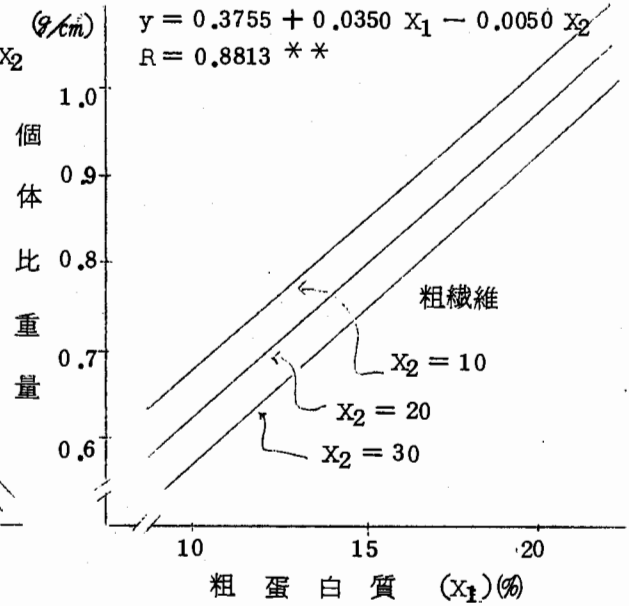
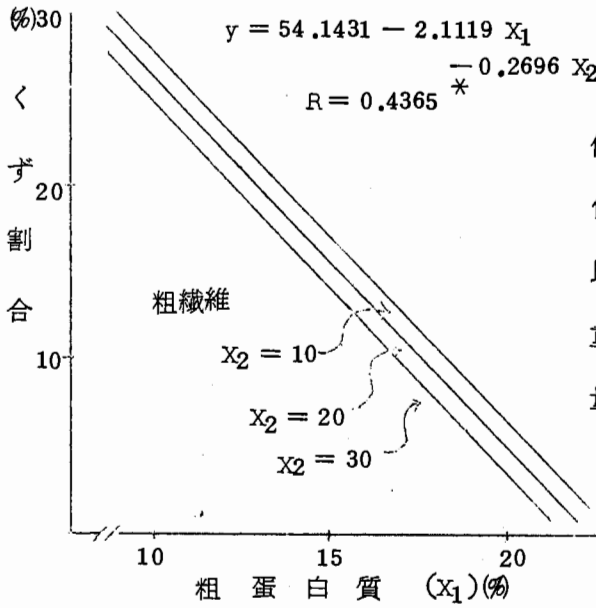
図Ⅲ-5 粗蛋白質と個体比重量の関係



図Ⅲ-6 粗繊維と個体比重量の関係

図Ⅲ-7と図Ⅲ-8には、栄養性の2つの要因と成形性の「くず」割合と個体比重

量のそれぞれに対する重回帰を求めて、有意性が認められたので示した。



図Ⅲ-7 粗蛋白質と粗繊維のくず割合に対する重回帰

図Ⅲ-8 粗蛋白質と粗繊維の個体比重量に対する重回帰

3) 成形乾草と梱包乾草の消化率の比較

人工乾燥・圧縮成形による成形乾草と、天日乾燥による梱包乾草の消化率を検討した。材料には2番草のオーチャードグラス単播草とオーチャードグラスにアルファル

ファを加えた混播草を用いた。

供試材料の一般組成は表Ⅲ-7に示すとおりであった。生材料に対する加工製品の組成は、粗蛋白質と粗繊維で若干の低下と、NFEの増加がみられた。

表Ⅲ-7 供試材料の養分組成

単位：%

材 料	オーチャードグラス単播草			オーチャードグラス・アルファルファ混播草 ^{注)}		
	材料生草	梱包乾草	成形乾草	材料生草	梱包乾草	成形乾草
水分	83.5	10.1	9.8	84.5	11.2	8.8
粗蛋白質	12.5	11.5	11.0	16.5	14.3	13.9
粗脂肪	6.1	5.2	5.1	5.5	5.6	5.6
N F E	38.7	42.7	41.3	35.0	42.7	42.1
粗繊維	32.3	31.2	33.6	32.2	28.8	30.3
粗灰分	10.3	9.3	8.9	10.7	8.7	8.0

注) アルファルファ混入、重量比 28.5 %

羊を用いた消化試験の結果は、表Ⅲ-8に示した。成形乾草の消化率はどの材料草でも、乾物、NFE、粗繊維で梱包乾草より高かった。粗蛋白質と粗脂肪では、逆に梱包乾草で高かった。

乾物中のDCPは、アルファアルファ混入材料のものがオーチャードグラス単一材料のものより高く、梱包乾草が成形乾草より高かった。また乾物中のTDNは、アルファ

アルファ混入材料で高く、成形乾草が梱包乾草より高かった。ただ全般的に、他に報告されている成形乾草の消化率や、「日本標準飼料成分表」に示されている梱包乾草の消化率と比較すると、5~15%程度低い数値となった。この理由は、材料の再生期間が長くなり、枯葉の混入が比較的多かったためと思われる。

表Ⅲ-8 消化率と乾物中の可消化養分

単位：%

材 料	オーチャードグラス 単播草		オーチャードグラス・アルファアルファ混播草	
	梱包乾草	成形乾草	梱包乾草	成形乾草
乾 物	55.3 ± 0.57	56.9 ± 0.82	57.6 ± 0.94	58.5 ± 1.35
粗蛋白質	56.4 ± 1.24	54.2 ± 0.75	55.0 ± 1.17	53.2 ± 0.58
粗脂肪	49.8 ± 1.18	47.9 ± 0.72	49.9 ± 1.65	46.0 ± 1.45
N F E	60.4 ± 0.65	63.8 ± 1.05	66.6 ± 0.61	67.5 ± 2.60
粗 繊 維	59.6 ± 0.98	62.1 ± 1.97	61.1 ± 0.95	64.9 ± 0.55
D C P 注)	6.5 ± 0.14	6.0 ± 0.08	7.9 ± 0.16	7.4 ± 0.08
T D N	56.7 ± 0.29	58.7 ± 0.75	60.1 ± 0.72	61.3 ± 0.90

注) 乾物中%

表Ⅲ-9は、材料草と加工法の違いによる消化率や可消化養分の差を、分散分析により検討した結果である。材料草間の粗蛋

白質と粗脂肪の消化率を除いては、いずれも有意な差が得られた。

表Ⅲ-9 消化率と乾物中の可消化養分の分散分析による結果

	乾 物	粗蛋白質	粗脂肪	N F E	粗繊維	D C P	T D N
材 料 草	* *	n . S	n . S	* *	* *	* *	* *
加 工 法	* *	* *	* *	*	* *	* *	* *

注) n . S 有意差なし

* 5%水準で有意差あり

* * 1%水準で有意差あり

成形乾草の粗蛋白質の消化率が低くなることは、これまでの多くの他の報告と一致するところである。このことは、製造過程における加熱加圧処理による蛋白質の変性によるものと推定されている。他の粗飼料に対する成形乾草のNFEや粗繊維の消化率、TDNの比較では、過去の報告には一致した傾向がみられない。多くの報告では成形乾草の値が低くなったとされ、それは収穫時の材料の細断や製造過程における機械の摩砕による微細化が、第1胃内通過を速め、分解菌の作用を受ける時間を少なく¹¹⁾¹²⁾するためであると推定している。また、粉碎された繊維では、ルーメン内での分解、発酵が速く、VFAの産生量も多くなると報告されている⁸⁾。消化率に関しては、発酵の促進と消化管内通過が速いということは、相反する要因であるが、成形乾草でVFA蓄積量が多くなって、より消化率が高くなることは充分推定可能であり、今回の成績は異常な結果とは思われない。

3 摘 要

材料条件との関係で、製品の成形性や栄養性を検討した結果は、次のとおりであった。

- ① 成形乾草は調製過程での栄養損失が少なく、一般に生産されている梱包乾草より、高蛋白質で、粗繊維は少なくなった。
- ② 成形乾草の養分組成は、1番草材料によるものでは暦日による一定の経時的な変化がみられたが、再生草によるものでは暦日経過と再生日数とが一致しないため、暦日

による一定の経時的変化はみられなかった。

- ③ マメ科草の混入割合が多いほど製品は高蛋白となった。しかし、この種の材料は生育段階の進んだ状態で利用されることが多いため、実際に生産された製品間の差は小さかった。
- ④ 成形具合が良くて製品長が大きいものは、個体比重量や見掛け比重量、硬度とも大きく、また粗蛋白質が高くて粗繊維の低いものほど成形具合が良かった。
- ⑤ つまり、1番草材料では生育段階の早いものほど、再生草では再生日数が短かくて枯葉の少ないものほど成形が良かった。また、マメ科草混入率の多いほど、特にラジノクロバの混入が多いほど成形が良かった。
- ⑥ プレスダイ穴が大きくなるほど圧縮比が小さくなり、含水率15%以上の材料を用いて材料繊維の弾性を弱める必要から、製品含水率は高くなる傾向であった。
- ⑦ 幾分遅れた2番刈のオーチャードグラス単播材料による成形乾草の可消化成分は、乾物当たりのDCPで6.0%、TDNで58.7%であり、重量比で28.5%のアルファアルファ混入材料では、乾物当たりDCPで7.4%、TDNで61.3%であった。
- ⑧ 材料草の種類にかかわらず、成形乾草の消化率は梱包乾草と比較すると、乾物やNFE、粗繊維で高く、粗蛋白質や粗脂肪で低かった。

第IV章 県内導入施設の稼働実態

県内に導入された牧草乾燥圧縮成形施設の稼働状況を調査し、実際稼働における施設の能力や操業方式を明らかにするとともに、稼働上の問題点を摘出する。

1 試験方法

1) 調査対象施設

- S 農協
- T 牧場
- N 町営
- A 農協
- J 町営

2) 調査項目

- (1) 調査場所の概要：作業方法、運営方法など
- (2) 作業性能：乾燥・成形の機械性能、材料草収穫能力と施設（プラント）能力の適合など

2 試験結果および考案

1) 施設の概要

表 IV-1 で一覧表を示したが、さらに個々には次のような特徴を持っている。

表 IV-1 施設 の 概要

設置場所	S 農協	T 牧場	N 町営	A 農協	J 町営
設置年度	47年	47年	48年	48年	49年
事業名	流通乾草生産施設導入事業	団体営草地開発事業	粗飼料流通促進モデル事業	同左	同左
全体事業費	76,790 千円	36,688 千円	160,705 千円	69,970 千円	139,723 千円
乾燥成形機	38,500	33,951	49,200	19,160	57,400
建物注 ₁)	15,233	なし	39,500	13,153	42,200注 ₂)
貯蔵庫	(建物に含む)	2,737	41,125	23,327	(建物に含む)
収穫作業機	(格納庫も)15,420	なし	30,880	14,330	37,100注 ₃)
電気導入	7,637	なし	上記に含む	上記に含む	938
乾燥機：銘柄	ファンデンブルーク AS-25型	ターラツプ ユニドライ TU-22型	イエログライド R3-108.270NO	ゼンラク 75-500型	ファンデンブルーク AS-25型
脱水能力	2.5 t/hr	2.2 t/hr	5.5 t/hr	1.3 t/hr	2.5 t
乾燥型式	直接加熱式並流型 A・B重油 干渉板、掻上板組合せ ワンパス方式	直接加熱式並流型 灯油 掻上板(前部)、干渉板 (後部)組合せ、ワンパス 方式	直接加熱式並流型 A・B重油 スリーパス方式	直接加熱式並流型 A・B重油	直接加熱式並流型 A・B重油 干渉板、掻上板組合せ ワンパス方式
乾燥調製法	排気温によるメーンノズ ルの自動断続 材料供給手動調節	排気温による材料供給量 の自動調節 ドラム傾斜角調節	排気温によるメーンノズ ルの自動断続 材料供給手動調節	同左	同左
成形機：銘柄	デスミ FP-3型	ターラツプユニドライ	デスミ (2基)	ゼンラク	デスミ
能力	1.0~1.5 t/hr	1.1 t/hr	2.0~3.0 t/hr		1.0~1.5 t/hr
型式	プランジャー方式 2連テーバ調整式	プランジャー方式 2連テーバ固定式	プランジャー方式 2連テーバ調整式	プランジャー方式 2連固定テーバ式	プランジャー方式 2連テーバ調整式

収穫用・フォーク 作業機 ハーベスタ 運搬車 その他	ヘストン4000 (自走式) ゾルスコンビ (GS-8) 1軸2輪 2t 2台 フロントローダ 袋封用マシン	ターラップSE 1650 NH 717 ダンプトラック3.5~4.0t 4台 —	NH 1880 (自走式) ターラップSE 2100 オリバー・フォレイジワゴン 2軸4輪 18m ³ 4台 フロントバケツトローダ	インタ 350 ダンプトレーラ 2軸4輪 3t 2台 フロントローダ 袋封用マシン モータコンディショナ	NH 1880 ダンプトレーラ 2軸4輪 3t 3台 フロントローダ 袋封用マシン ホークリフト モータコンディショナ
対象面積	150 ha 乾草生産併行	160 ha サイレージ・乾草生産併行	111 ha 依託加工受入れ	106 ha 乾草生産併行	60 ha 乾草生産併行
製品用途	販売	自家消費	販売	販売	販売

注1) 機械を覆う建物

注2) 貯蔵庫、収穫作業機格納庫、全体敷地造成含む

注3) 製品運搬用のトラック、ホークリフト含む

(1) S 農協

乾燥機はファンデンブルークのAS-25型で、岩手畜試と同じ能力の比較的小型の輸入機種であった。成形機はデスマップ-3型で、1.0~1.5 t/hrの能力をもつシリンダタイプのものが1基であった。

材料供給地は、県営圃場整備事業で区画整備された水田のうちの水稻生産総合調整計画により田畑輪換に割られる150 haを用いていた。材料草としては、オーチャードグラス主体混播牧草が栽培されていた。圃場は事業所によって管理から材料収穫まで行なわれ、施設の自家圃場として用いられており、梱包乾草の生産も併わせて行なわれていた。圃場は30 aに区画されていた。

施設の運営は事業部が当たり、7名のオペレータにより実施されていた。事業部は他に夏季間雇用するオペレータも含めて、耕耘や病害虫防除、コンバインによる水稻収穫、カントリーエレベータによる粗乾燥調製をも実施し、稲作農繁期には本施設の運転は休止されていた。

この事業は農協管内の専業酪農経営に対する粗飼料の安定供給をねらいとし、製品は全部を紙袋に詰めて出荷していた。

(2) T 牧場

優良肉用牛の増殖・供給を目的とする公社牧場が、9つの牧場のうち採草に最も適した1牧場において越冬用粗飼料確保の拡大を図り、当牧場と越冬粗飼料の不足する公社内の他牧場へ供給すべく本施設は設置されたものであった。施設は乾燥能力2.2 t/hrを持つターラップのユニド

ライトU-22型でシリンダタイプの成形機を付属していた。移動式のものであり、軽油ディーゼルエンジンによって発電して動力を得て、乾燥用燃料は灯油を用いるものであったが、移動による運転は実際にはむずかしいものであった。

材料はオーチャード主体、あるいはチモン-主体混播の160 haの自家圃場に求めている。対象圃場からは、同時作業によってサイレージ用材料も得ており、他に作業依頼による乾草生産も行なわれていた。圃場は場所により礫がみられるが、全体に比較的平坦であり、施設の周囲に配置されていた。

夏季間の人員は12名であり、家畜の監視などに3名が回る他は、7名のオペレータは施設の運転とサイレージ調製に従事し、2名の女性作業員は他牧場へ供給する製品の袋詰めに従事していた。これらの製品の運搬は、受け取る牧場の職員によって、普通トラックで行なわれていた。

(3) N 町営

1973年度の粗飼料流通促進モデル事業により、施設の導入が行なわれている。施設は蒸発能力が5.5 t/hrと大型のもので、スリーパス方式のイエログライトR3-108、270 NOの乾燥機とデスマスケの2基の成形機であった。

材料確保のためには、町営の自家圃場を持っていた。1964~1968年に造成された171 haの牧場を、放牧と梱包乾草の生産に使用していたが、梱包乾草分の111 haを成形乾草生産施設の導入に併なって利用変更したものである。圃場は傾斜角7度程度までの緩傾斜で、礫を含み整地状態は不良であるが、施設を中心に約2 kmの範

圃にあった。さらにこの施設では、近接する牧野利用組合が所有する草地からの材料も、収穫して依頼加工をしていた。材料草種はオーチャード主体混播牧草であったが、成形の改善や利用農家からの要望などによって、アルファアルファの利用も検討されていた。依頼加工の材料草では赤クローバの優占がみられた。

施設の人員は、役場職員が2名（うち1名は主任）、臨時季節雇用が9名（うち女性2名）であった。男子は材料収穫から施設運転までを担当するオペレータであり、女子は製品の袋詰めを担当していた。

製品の販売は、バラ製品を農家が生産場所で受け取る方式を主体としていたが、その後利用農家の意向によって、生産量の70%程度は袋詰めを行なう方式に変更していた。つまり今日では、農家がバラ製品で購入して自分のトラック等で運搬する方式と、詰込製品を農家の庭先で受け取る方式とを併用していた。また同時に、事業所による製品の直接販売から、農協による出荷・販売・集金の方式へと変更がみられた。バラ製品の販売当時に採っていた出荷時期による販売単価の変更を行なう方式は、中止されていた。さらに前述のように、材料収穫を含む依頼加工も行なわれており、その量は全生産量の8%程度に達していた。

(4) A 農 協

牧野の適正な利用を図るべく、粗飼料流通促進モデル事業によって施設が導入され、以前からの家畜の放牧と梱包乾草に加えて、成形乾草の生産事業が行なわ

れている。施設は県内唯一の国内産によるもので、全国酪農業協同組合連合会と弓野産業機械株式会社によって開発されたゼンラクヘイキューバ75-500型であった。蒸発能力は1.3 t/hr とされていた。成形機は2連のシリンダタイプの固定ナーバ式であり、製品の径が約70 mmで大型のものであった。

施設の材料草供給には、県営農地開発事業で開畑牧草化された184 haのうち106 haを当てていた。圃場は施設の周囲に配置されており、全体が緩傾斜地であった。

施設の運営は6名で行なわれていた。製品の販売は総合農協によって契約販売され、麻袋50 kg入出荷を原則としていた。

(5) J 町 営

この施設は蒸発能力2.5 t/hr のフアンデンプルークAS-25型の乾燥機と、デスミスケのシリンダタイプの成形機であった。1974年に導入されたもので、調査した施設では最も新しく、防音効果のある操作室、機械や作業場面の配置などに改善点が見られた。

草地は1966年ごろ国営事業によって造成され、放牧と梱包乾草の生産に利用されていたが、放牧家畜の減少などによってこの施設の導入となり、約100haのうち60 haを対象としていた。草地は馬の背状の地形であり、集落から約10 kmほど離れて遠く、県内では最も北に位置するが、標高も高いところであった。

作業人員は5名であった。製品は全部が麻袋に詰められて、出荷されていた。他には、梱包乾草の生産も60 t程度行なわれていた。

2) 施設の性能

(1) S 農協

- ① 作業方式は図 IV-1 に示すとおりであり、7名の作業員によって実施されていた。
- ② 材料収穫には大型な自走式ハーベスタが用いられており、有効作業能率は1.21 ha/hr または 20.5 t/hr と高いものであった。
- ③ 収穫の作業方式は運搬車牽引法を取り、運搬車は約 5 m³の容量を持つスラットコンベアにより荷下しを行なう型式のものが2台であった。1台(約2.4 t)当たりの積載時間は12.5分で、荷下しには13.0分を用し、工程間の移行の際のロスタイムやトラブルによるものが1回当たり平均18.2分もみられた。
- ④ 結果的に実際の組作業では、有効作業効率は43%程度で低く、実際作業能率は0.52 ha/hr または 9 t/hr (圃場草量20 t/ha)と低くなった。この理由は、水田転畑で圃場区画が30 a と小さく、連続的な回り作業ができないことや頻繁な圃場移動のためであった。他には、③で記したような荷下し時間や工程移動の際のロスタイムの大きいこともあった。
- ⑤ この圃場条件における大型自走式ハーベスタの利用は、高価でありせっかくの高能率も発揮できていないが、やむを得ない方法と思われた。つまり、牽引式ハーベスタを用いて運搬車連結法や伴走法によって作業をしようとするれば、実際作業時の作業機械が必要とする長さや幅が大きくなり、小区画の圃場では適応しがたく、一層作業効率の低下することは明らかである。また、ピックアップワゴンの利用による方式も、高い能率は期待できない。
- ⑥ 乾燥能力は、1975年の調査で3.5時間の実稼動と材料含水率78.5%において、平均の製品流量が690 kg/hr で水分蒸発量2.054 kg/hr に達した。この蒸発量はカタログ性能に対して約82%であり、3.5時間の実稼動の平均値としては能力一杯と思われた。ちなみに、岩手畜試の場合の材料含水率78.5%では、安定時の蒸発能力が2.300 kg/hr であった(図 II-14 参照)。
- ⑦ このときの材料草は2番草であったが、直立型のアキボコリが主体であり、材料切断長の30 mm以下のものが85%と多く、材料の流量を多くすることができた。
- ⑧ 製品は0.8 t程度の容積を持つホッパーに一時貯留し、クラフト紙袋に計量しながら10 kgずつ詰めて、ベルトコンベアで搬出していた。この作業能率は2人組作業で1.3 t/hr であった。
- ⑨ 年間の操業実績では、28日の稼働日数と1回当たり生産時間5.81時間であった。
- ⑩ 他の業務との競合があって、稼働時間の拡大ができないと説明されていたが、このことは最大の問題と思われた。材料収穫の能力は8~9 t/hr は可能であり、実作業時間を1日6時間とすれば50 t程度の材料収穫は可能である。乾燥成形能力は毎時3~4 tであ

るから、16時間程度のプラント運転は可能と思われた。

- ⑪ 長時間作業を行なう上での新たな問題は、袋詰め作業である。つまり、ここでは0.8 t程度の容量を持つ製品貯留槽を持つが、生産と同時並行作業で袋詰め作業を行なうため、この作業も時間延長しなければならず、作業人員の拡大が必要となる。しかしながら、6 t程度の製品貯留槽やフォークリフトなど準備すれば、2人組作業による8時間就業あるいは1人作業の2交代制によって、十分な製品処理が実行できると思われた。

(2) T 牧場

- ① 前記のように、サイレージ調製と同時作業であるが、作業方式は図 IV-1 に示すとおりであった。
- ② 材料収穫作業は、牽引式シリンダ型ハーベスタ2台とダンプトラック4台で行なわれていた。施設操作のオペレータは1台のトラックの運転も行ないながら材料運搬も兼ねていた。材料の貯留は7 m³程度のダンプボックスに限られるため、大量材料の貯留ができず、通常の就業時間の終了間際には、全てのトラックに乾燥成形のための材料を満載しておく方式をとっていた。
- ③ ダンプボックスは、受けた材料を次の工程の傾斜コンベア（インクラインド・フィーダ）へ供給する機能を持ち、アンローデンボックスとも言われている。傾斜コンベアから乾燥ドラムへの材料供給は、このコンベアに付属するホッパーの材料重量の検出によって自

動的に断続され、かなり自動化されていた。

- ④ その他の乾燥機の調整内容は、①材料含水率に合った燃焼ノズルチップの選定。②時刻、天候による材料の濡れや乾燥状態の違いにより生ずる乾燥むらを、オイルバーナ油圧調整により抑える。③材料の比重の違いから生ずる乾燥むらは、乾燥ドラムの傾斜を調節して調整する。④材料供給量は設定された排気温度の範囲で、傾斜コンベアの均し装置を自動的に上下させることにより調整する。などであり、操作技術の十分な習熟によってかなりの省力作業ができると思われた。
- ⑤ 材料収穫の能率では、2台のハーベスタを使用しており双方のハーベスタとも有効作業能率は約0.65 ha/hrまたは9 t/hrであった。2台のハーベスタと4台のダンプトラックの組作業では、作業効率が74.4%で、実際作業能率は0.97 ha/hrまたは13.1 t/hr（圃場草量17 t/ha）であった。運搬車からみた作業時間は、伴走積載16.5分、運搬3.7分（2 Km）、荷下し3.6分、回送3.5分、その他ロスタイム5.2分であった。
- ⑥ 乾燥性能は表 IV-4 に示すとおりであって、毎時製品流量は520 kgまたは442 kg、毎時水分蒸発量は1570 kgまたは1398 kgであり、カタログ性能2.2 t/hr（材料含水率80%）に対して71%であった。この理由は、表 IV-4 に示した材料条件から知られるように、幾分刈遅れの2番牧草で切断長が揃わずに長目で

あり、流量を大きくできないためと思われた。

- ⑦ この施設の成形機はシリンダタイプの2並列のものであるが、固定テーパのため不良材料では比重量が小さく、成形具合が劣った。
- ⑧ 年間操業実績は、稼働日数64日で生産時間は546時間(1日平均8.5時間)、製品生産量は265t(時間当たり平均0.48t)であった。貯留できる材料の量が制限されることが、1回当たりの運転時間の拡大をむずかしくしていた。
- ⑨ 製品はクーリングトレーラに貯留されて冷却され、袋詰めやバラ貯蔵に移されていた。袋詰めの場合、1度コンクリート床に放置してから扱うため、くずれが大きくなり、また塵の発生が多くなって問題と思われた。

(3) N 町 営

- ① 作業方式は図IV-1に示すとおりであったが、能力の大きい施設のため材料収穫に2台のハーベスタを用いることが多かった。
- ② 自走式ハーベスタと牽引式シリンダ型ハーベスタを用いて、運搬車牽引法によるスラットコンベア付トレーラ4台と運搬オペレータ2人による組作業では、実際作業能率が1.10ha/hrまたは11.6t/hr(圃場草量14t/ha)であった。
- ③ 乾燥施設の蒸発能力は5.5t/hrと大型であったが、毎日の運転開始の際に乾燥ドラムの予熱と材料待ちのため、点火から成形開始まで1.35時間ほどの

非生産時間を要し、これは他のどの施設より長く、燃料と電気の損失が大きかった。翌日への材料繰越しを行ない、最短予熱時間の検討が必要と思われた。

- ④ 実稼働2.67時間あるいは6.65時間の調査では、毎時製品流量が約990kg、毎時水分蒸発量は約4.1tでカタログ性能の75%にすぎなかった。この理由は、材料供給量を多くすると乾燥材料の送り機構で詰まりを生じるためであった。
 - ⑤ 年間実績では、1977年で稼働日数105日、生産時間が1427時間(1回当たり最大22.5時間、最小7.0時間、平均15.8時間)であり、他の施設との比較では最も長かった。製品生産量は1,030t(時間当たり0.72t)であった。
 - ⑥ 1,030tの製品のうち、約70tは依頼加工によるものであり、残りのうち約75%は袋詰め状態で出荷されていた。
 - ⑦ 製品100kg当たりの燃料消費量は26~30ℓで、他の施設と大差がなかった。スリーパス方式とシングルパス方式の比較については明らかでできなかった。
 - ⑧ 成形直後の製品の成形具合は比較的良好だったが、比重量が小さくて、コンクリート床への推積、移動、袋詰めなどの過程の中でくずれが多くなった。
- ### (4) A 農 協
- ① 材料収穫作業の低能率が目だった。圃場草量18t/ha条件で、機巾率を74%に落して作業巾1.33m、作業

速度は 0.82 m/sec であり、有効作業能率は 0.39 ha/hr または 5.6 t/hr であった。この理由は、ハーベスタのシリンドラ巾が狭いなどによる細断能力の低さによるものと思われた。

② ダンプ式トレーラ2台との組合せ作業による実際能率は 0.29 ha/hr または 4.4 t/hr であった。乾燥成形能力に対する毎時材料供給量は 1.5 t 程度であり、その点では充分間合ひ能力であったが、全体作業の効率の拡大のためには問題であると思われた。

③ 運搬車1台(約 1.5 t) 当たりの時間は、積載 18.5 分、運搬 3.5 分 (0.8 Km)、荷下し 4.1 分、回送 3.0 分、待期、ロスタイム 12.9 分であり、積載にかなりの時間を要した。

④ 乾燥・成形能力は表 IV-4 に示すとおりで、1974年の調査では含水率 82.6% の材料で、実稼働 3.30 時間で毎時平均製品流量 330 kg 、毎時水分蒸発量 1.17 t であり、カタログ性能の 90% に達した。1975年の調査では材料含水率が低く 67.3% で、毎時製品流量は 412 kg であった。この程度の材料含水率では、 500 kg 以上の毎時製品流量を望まれるが予備圧縮機(プレプレス)の不調で流量を拡大できなかった。

⑤ 1975年の調査の場合、1番草早刈り後の2番草材料のため、チモシー主体混播牧草には枯れた穂も多く見られたが、成形直後の成形具合は、くず割合 2.9% 、個体比重量 0.84 で比較的良かった。ここでは成形機も国産に

よるもので、製品直径は 70 mm 以上の大きいものであった。

⑥ 年間実績では稼働日数 103 日、生産時間は 747 時間(1日平均 7.25 時間)、製品生産量 210 t であったが、時間当たり製品生産量は 0.28 t とかなり低いものであった。

⑦ 材料供給草地は 106 ha であったが、乾燥成形のためには各番草とも約 50 ha の利用実績で、他は梱包乾草の生産に向けられていた。

(5) J 町 営

① 材料草の収穫は大型自走式ハーベスタと3台のダンプ式トレーラによる方式をとっていた。乾燥施設の能力は毎時蒸発量 2.5 t (カタログ性能)であり、材料収穫の能率がかなり上回ることから、約4時間程度の材料収穫の後には、担当オペレータは製品の貯蔵等の作業へ回っていた。

② 1977年の年間の稼働日数は 80 日で生産時間は 738 時間(1日平均 9.23 時間)、製品生産量は 312 t (時間当たり平均 0.39 t) であった。

③ 材料草の年間収穫量は約 31 t/ha であった。自走式ハーベスタの作業精度の向上のため、モータコンディショナの刈取とハーベスタによる拾い上げ方式を取っていた。

④ 少ない稼働日数の第1要因は、供給材料草の不足によるものであった。

⑤ 袋詰めはホークリフトを用いて1人作業で、有効作業能率は約 1 t/hr で、施設の製品生産能力を上回っていた。

	材 料 草 供 給	乾 燥 成 形	製 品 処 理	人 員 計	
S 農協	刈取り・積上げ 1名	運 搬 → 荷下し 1～2名	材料投入 → 材料供給速度・燃料開度など調節 1～2名	袋詰め → 運 搬 → 推 積 2名	7名
J 町営	1名	2名	1名	1名	5名
A 農協	1名	1名	1～2名	2名(女)	6名
N 町営	刈取り・積上げ 2名	運 搬 → 荷下し 2名	材料投入 → 材料供給速度・燃料開度など調節 2～3名(他1名代休)	バラ製品渡し → 袋詰め → 推 積 2名(女) (全員)	製品運搬(農家) 10名
T 牧場	刈取り・積上げ (2名)	運 搬 → 荷下し (3名)	材料投入 → 材料供給速度・燃料開度など調節 1名	袋詰め → 推 積 2～3名 (全員)	(9名)
		運 搬 → ハシカーサイロ → 材料草貯留			サイロ型踏圧

図 IV-1 作業方式と人員配置

表 IV-2 材料収穫の作業能率

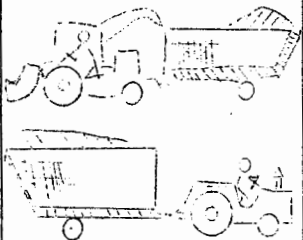
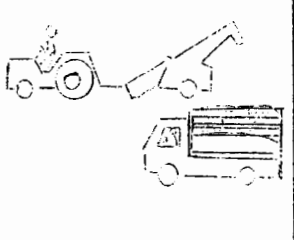
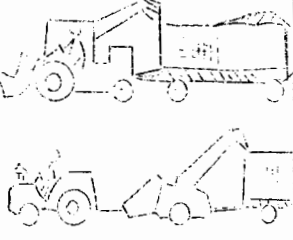
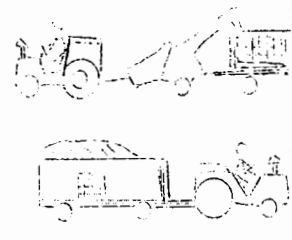
		S 農 協	T 牧 場	N 町 営	A 農 協	備 考
調 査 月 日		1975. 8.19	1975. 8.27	1976. 7.28	1975. 8.26	
No1 ハーベスタの有効作業能率	作業巾 (m)	3.30	注1) 1.60	注3) 2.17	1.33	注1) ターラップ SE1650 注2) NH717
	作業速度 (m/sec)	1.01	1.15	1.42	0.82	
	作業能率 (ha/hr)	1.21	0.66	1.11	0.39	
	" (t/hr)	20.5	8.7	11.6	5.6	
No2 ハーベスタの有効作業能率	作業巾 (m)		注2) 1.60	注4) 1.93		注3) 自走式ハーベスタ NH1880 注4) ターラップ SE2100
	作業速度 (m/sec)		1.12	1.30		
	作業能率 (ha/hr)		0.64	0.94		
	" (t/hr)		9.2	9.9		
組作業における材料草収穫運搬能率	有効作業効率 (%)	43.3	74.4	53.8	74.4	
	作業能率 (ha/hr)	0.52	0.97	1.10	0.29	
	" (t/hr)	8.9	13.1	11.6	4.4	
条 件		転換田 30アール区画	平坦圃場	傾斜 0~3度	傾斜 4~6度	
		2番草 20 t/ha 運搬車 2台 (オペ1人)	2番草 17 t/ha 運搬車 4台 (オペ4人)	1番草 14 t/ha 運搬車 4台 (オペ2人)	2番草 18 t/ha 運搬車 2台 (オペ1人)	
ハーベスタと運搬車の組合せ						

表 IV-3 乾燥成形性能の調査結果

施設場所	調査月日	実稼動 (調査) 時間 (時間)	材 料 草		製 品		水 分 蒸 発 量 (kg)	燃 料 消 費 量 (ℓ)	電 力 消 費 量 (kWh)	熱風温度 上段：入口 下段：出口	製品 100 kg 当たり	
			流量(kg)	水分(%)	流量(kg)	水分(%)					燃料(ℓ)	電力(kWh)
S 農協	1974. 8. 27	1. 8 2	3,600 (1,982)	83.1	795 (438)	14.5	2,876 (1,583)	(B) 389 (219)	121 (66.5)	756 ± 76 173 ± 7	50.1	30.4
	1975. 8. 19	3. 5 0	9,604 (2,744)	78.5	2,415 (690)	14.5	7,189 (2,054)	623.4 (178.1)	247.1 (70.6)	840 ~ 940 138 ~ 134	25.8	10.2
T 牧場	1974. 8. 30	2. 9 5	6,150 (2,224)	78.9	1,530 (520)	15.2	4,630 (1,570)	(灯) 440 (149)	—	444 ± 16 138 ± 28	28.7	—
	1975. 8. 27	5. 0 0	9,200 (1,840)	79.6	2,210 (442)	15.1	6,990 (1,398)	625 (125)	—	420 ~ 420 110 ~ 120	28.3	—
N 町営	1975. 8. 20	2. 6 7	13,600 (5,094)	83.0	2,627 (984)	12.0	10,973 (4,110)	欠 —	237.6 (89.0)	550 ~ 850 130	欠	9.0
	1976. 6. 4	6. 6 5	34,333 (5,163)	83.0	6,595 (992)	11.5	27,738 (4,171)	欠 —	610. (91.7)	765 ~ 1015 120 ~ 130	欠	9.2
A 農協	1974. 8. 29	3. 3 0	4,880 (1,479)	82.6	990 (330)	16.7	3,866 (1,171)	(B) 300 (90.9)	161 (48.8)	— 154 ± 6	30.3	16.3
	1975. 8. 26	2. 5 0	2,690 (1,076)	67.3	1,030 (412)	14.7	1,962 (784)	200 (80.0)	125 (50.0)	— 120	19.4	12.1

注) 燃料消費量の(B)はB重油、(灯)は灯油を示す。

表 IV-4 性能調査時の材料条件

施設場所	調査月日	材料草生育段階	圃場草量 (kg/10a)	草種構成 (重量比)	材料草切断長重量比 (%)			
					mm ~10	mm 11-30	mm 31-50	mm 51~
S 農協	1974. 8. 27	—	—	Ti 50%, Rc+Lc 50%	94.0		2.0	4.0
	1975. 8. 19	2 番草	1,964	アキホコリ 82%, Or 10%, Lc 8%	68.3	16.4	6.8	8.5
T 牧場	1974. 8. 30	—	—	Or+Ti 92%, Lc 8%	68.0		13.0	19.0
	1975. 8. 27	2 番草	1,465	Or+Lc 87%, Lc 13%	34.4	21.9	18.7	25.0
N 町営	1975. 8. 20	2 番草	2,556	Or 74%, Lc 22% 他	36.6	38.9	10.5	14.0
	1976. 6. 4	1 番草	2,700	Or 主体, Lc 7%	55.7	28.6	7.1	8.6
A 農協	1974. 8. 29	—	—	Or 87%, Rc 13%	88.9		4.4	6.7
	1975. 8. 26	2 番草	1,275	Ti 91%, Or 7%, Lc 2%	59.3	18.5	8.7	13.5

注) Ti チモシー、Or オーチャードグラス、Rc 赤クローバ、Lc ラジノクローバ

表 IV-5 製品の成形性

施設場所	調査月日	くず製品割合 (%)	製品の材料繊維 10 mm 以下 (%)	製品直径 (mm)	個体比重量 (g/cm ³)	見掛け比重量 (kg/m ³)
S 農協	1974. 8. 27	8.6	—	56	0.77	504
	1975. 8. 19	12.3	78.5	47	0.94	—
T 牧場	1974. 8. 30	32.1	—	65	0.47	240
	1975. 8. 27	12.3	82.1	55	0.86	—
N 町営	1975. 8. 20	3.9	77.3	55	0.59	—
A 農協	1974. 8. 29	7.6	—	84	0.61	358
	1975. 8. 26	2.9	74.4	72	0.84	—

表IV-6 年間操業実績

施設場所	稼働日数 (日)	生産時間 (時間)	製品 生産量 (t)	燃料 消費量 (ℓ)	電力 消費量 (kW)	製品 100 kg 当たり	
						燃料(ℓ)	電力(kW)
S 農協	28	16.8 (5.81)	100.1 (0.32)	25,668 (158)	17,930 (111)	25.6	17.9
T 牧場	64	545.7 (8.53)	265.0 (0.48)	56,000 (103)	—	21.1	—
A 農協	103	747.0 (7.25)	210.0 (0.28)	57,150 (76)	38,250 (51)	27.2	18.2
N 町 営	104	1,254.8 (12.07)	860.1 (0.68)	259,000 (206)	165,010 (131)	30.1	19.2
N 町 営 (1977)	105	1,427.4 (13.59)	1,030.5 (0.72)	271,000 (190)	—	26.3	—
J 町 営 (1977)	80	738.5 (9.23)	312.3 (0.39)	85,000 (115)	52,380 (71)	27.2	16.8

- 注) (1) 特に記入のないものは、1976年の実績である。
(2) 燃料はT牧場の灯油の外はB重油である。
(3) ()内の表示は、生産時間では1日当たり平均時間
その他では時間当たりの量である。

3) 共通する問題点と対策

(1) 施設運転時間の拡大に伴う就労体制の未確立

施設運転効率の拡大のためには24時間運転方式が望ましい。しかし、材料供給圃場の不良な条件のための材料収穫率の限界、天候要因などによる材料収穫作業の実際稼働率の限界、機械的故障の発生による材料収穫時間の短縮などを考慮すると、24時間操業のために拡大される部分の収穫機械や収穫作業および施設操作につくオペレータの稼働率あるいは就業率はかなり低下することが予想され、必ずしも望ましい方向とは思われない。現段階では現体制で達成可能と思われる施設操作オペレータの2交代制などで行なう16時間運転方式の確立が望ましい。

現状ではN町営を除くと長時間運転のための体制が取られていなかった。材料供給の面では、運搬車を増やして作業効率を高める。(S農協)、材料貯留場所の確保(T牧場)、高性能なハーベスタとの交換(A農協)などの改善を図れば、充分16時間運転には対応できると思われた。

製品処理の方法については、前記のように容量の大きい貯留槽の設置や、一部製品のバラ貯蔵によって袋詰め作業を悪天候のときなどの作業として後回しにする方法を併用することにより可能と思われた。材料の投入から施設の操作の担当は1人で可能と思われるが、2~3人を当てている施設が多く、長時間運転への対応は増員なしに可能と思われた。

(2) 材料草が収量少なく不良である

水田転畑のS農協の場合を除けば、どの施設でも材料供給圃場は本施設のために用意されたものではなく、イネ科牧草が主体であり、また比較的古い造成年次を持ち、産草量も30~40t/haと低かった。

施設の処理能力に適合する圃場の材料供給態勢は、多回利用で多収量を得られる条件であることが望ましい。つまり、栄養性と成形性に富む若刈りの材料が得られるためである。また材料の収穫利用効率を高く保つために、各刈取時の圃場草量は15t/ha以上で多収でなければならぬ。

多くの施設の場合、施設の運転が材料の適期利用に追いつかない状況にあるため、第1に施設の運転時間と生産効率の拡大を図り、第2に年次計画的に草地圃場の更新によって生産拡大を図ることが必要と思われた。

また多くの施設では、梱包乾草調製用の作業機を持っていた。このような場合、梅雨明けの時期のように天候が安定して良い期間は、梱包乾草の調製を行なう方が、期間中の調製量が大きくなり、生産費は梱包乾草だけでなく、年間の全生産製品についても安くなり効果は大きいことは明らかであると思われた。このことはより積極的に、また計画的に行なうべきであろう。

マメ科牧草を主体にした材料の利用法や、永年牧草の生育が停滞する夏以降の時期に夏作物を利用する方法は今後の問題である。

(3) 施設の故障による運転時間の低下

ほとんどの施設が輸入によるものであり、反面、機種が色々で普及台数も少ないことから、消耗品と思われるような部品もすぐ手に入る状況になく、一旦故障すると数日間にわたり運転を休止することがみられた。同じ機種を持つ施設同志で連絡を取り、必要度の高い部分を確認し、サービスマーカーに用意させることが必要と思われた。一般に故障は成形機に多いが、成形機の国産化が研究されているので、このようなトラブルは減少されるものと思われる。

このような成形機のトラブルは、ほとんどシリンダタイプのものに限られている。多くの施設でシリンダタイプの成形機を選択する利用は、粗飼料として用いる成形乾草の反芻動物に与える生理的な影響を考慮のことである。しかし、シリンダプレス製の成形乾草も肉用牛などへの長期間の単一給与では下痢などの障害がみられると使用農家からの報告があった。実際上は成形乾草もサイレージやイナワラと組合せて用いられるし、この方が費用上も有利である。今後、マメ科牧草を主体とする材料を用いるとすれば、シリンダタイプの成形機を用いることのメリットは小さくなり、成形性が良く故障の少ないローラタイプの成形機の有利性は大きくなると考えられる。

(4) 製品の成形不良と取扱いの不便

前記のように各施設の成形機はシリンダタイプのものであったが、刈遅れ材料の利用で成形不良が問題とされた。成形の良いものは家畜のし好・採食速度が高

く残食が少ないことは、第V章においても明らかにされている。成形の不良なものは取扱いにおいて塵の発生も多くなり、作業環境としても好ましくない。

流通過程の製品のくず発生率を10%以下にするには、個体比重量は0.6g/cm³以上が必須と言われているが、これを下回るものが普通にみられた。

成形性の改善は、施設の稼働効率を高めて材料草の若刈り・多回刈りを行なうようになれば実行できるし、マメ科主体牧草の利用や添加物の利用法は今後の問題である。現在とられている方法では、ホッパー状の一時貯留槽から直接に製品を袋詰めする方法は、比較的くず製品の発生を少なくし、塵の発生も少ないと思われた。

(5) その他

材料草の生育する期間だけの施設運転であり、このことは高価な施設の償却費が割高になるとか、優秀なオペレータの長期安定確保の困難さなどの問題を派生していた。冬期操業についてはイナワラ成形などの方法が考えられるが、鶏糞あるいは未利用粕類などの組合せあるいは添加利用による価値の拡大がなければ、生産費用上の問題を残すだろう。

3 摘 要

県内に導入された施設の稼働状況を調査し、次のような特性や問題を明らかにした。

- ① 材料供給圃場の不良条件、あるいはフォーレイジハーベスタの能力不足や運搬車の機構の不適當や台数不足などにより、材料収穫の作業効率あるいは作業能率の低い例が多くみられた。

- ② 施設の平均的な乾燥成形能力は、材料含水率80%程度ではカタログ性能に対して80~90%であったが、コンベアあるいはオーガなどの許容流量が比較的小さいものが多く、含水率の低い材料や切断長の不揃いなものでは、かならずしも乾燥能力に応じた流量をとることができず、効率低下となるのがみられた。
- ③ 乾燥能力の大きさや機構の異なるものの、乾燥効率あるいは燃料効率の違いは明らかにできなかったが、年間実績による製品100kg当たりの平均燃料消費量は、重油の場合で各施設とも25~30kgで大差がなかった。
- ④ 成形機は全施設ともシリンダタイプを使用しており、製品はハンドリング作業で比較的崩れやすい性質を持つことが問題とされていた。
- ⑤ 製品はバラ出荷で袋詰め製品より安価にされていたが、利用農家の希望から各施設とも袋詰め製品の出荷を主体としていた。
- ⑥ プラントの運転時間は施設間で差が大きかったが全般に短かかった。材料収穫作業の効率化を図ると同時に、プラント操作の交代制などによって長期間運転のための就労体制の確立の必要が認められた。多くの施設では、配置人員に余裕がみられた。
- ⑦ 材料草は各施設とも自家生産によるものがほとんどであった。全般に低生産圃場が多く、年次計画による更新から、高生産圃場の多回刈り利用への移行が重要と思われた。

第V章 家畜(乳牛・肉牛)への給与効果

わが国においても各地に成形乾燥機が導入さ

れたり、また、固形粗飼料の流通化がすすむに従い、成形乾草の家畜への給与効果が注目されてきた。

一方、欧米諸国においては、これらの技術開発も早く調製ならびに家畜への利用効果等について数多くの報告がみられ、普遍的なものとなっている。

わが国の実状をみるに成形乾燥機の施設導入のおくれなどから成形技術開発とともにその利用効果についても十分な資料は見当たらない。

家畜への利用給与試験は、成形粗飼料の成形形態別の加工法のちがいや、材料条件の変化等による飼料栄養価を知るための消化率を中心にした報告等がある(7) 8) 11) 12)。

従って、当场においてもこれらの資料を参考にしながら、自場産の成形乾草や流通されている輸入ヘイキューブ、その他国内産成形乾草等について搾乳牛と肉用牛を用い、嗜好性や泌乳性、産肉性に及ぼす給与効果を知ろうとして飼養試験を実施した。

(I) 乳牛に対する給与

飼養試験は第一段階として自場産キューブ(ローラデスクダイによる成形乾草)と輸入ヘイキューブによる嗜好性、泌乳効果、第二段階として、これらの適量の把握と長期的給与における生理的な影響について検討した。

1 嗜好性と泌乳性

1) 試験方法

1972年3月11日~3月31日
(1期7日間、中後半4日の処理法)
の20日間、自場産キューブ(A)、輸入ヘイキューブ(B)、牧乾草(C)の3種類を試験飼料として、ラテン方格法により表V-1~4のとおり条件下で実施した。

表V-1 ラテン方格法

個 期 間	1	2	3	4	5	6
I	C	A	B	C	B	A
II	B	C	A	B	A	C
III	A	B	C	A	C	B

表V-2 供試牛

牛 №	生年月日	最終分	最終種付	乳量	体重
6 (35)	39.11.24	46.8.12	46.10.6 ⁺	14.4	661
5 (46)	40.10.14	46.8.18	46.10.9 ⁺	12.3	665
1 (68)	42.9.10	46.8.12	—	16.8	581
3 (19)	43.1.19	46.7.23	—	15.3	616
2 (75)	43.5.9	46.10.3	47.1.28 ⁺	14.0	575
1 (81)	43.9.16	46.10.27	—	15.6	623

表V-3 供試飼料の組成

飼料	組成	水分	粗蛋白	粗脂肪	N F E	粗繊維	粗灰分
場産キューブ		12.40	17.06	5.36	32.25	22.27	10.66
輸入ヘイキューブ		14.54	19.22	2.60	30.78	22.88	9.98
牧 乾 草		15.01	15.81	4.99	32.59	18.31	13.29
牧草サイレージ		76.72	2.43	1.11	9.59	8.14	2.01
乳 配		15.31	16.51	2.89	55.76	5.93	8.60

飼 料	DM	DCP	TDN
場産キューブ	87.60	9.05	47.37
輸入ヘイキューブ	85.46	13.45	49.47
牧 乾 草	84.99	9.17	47.27
牧草サイレージ	23.28	1.34	14.05
乳 配	84.69	13.80	66.46

表V-4 飼料給与量

	朝	夕	計
牧草サイレージ	—	15.0	15.0
乳 配	3.5	3.5	7.0
試験飼料	10.0	—	10.0

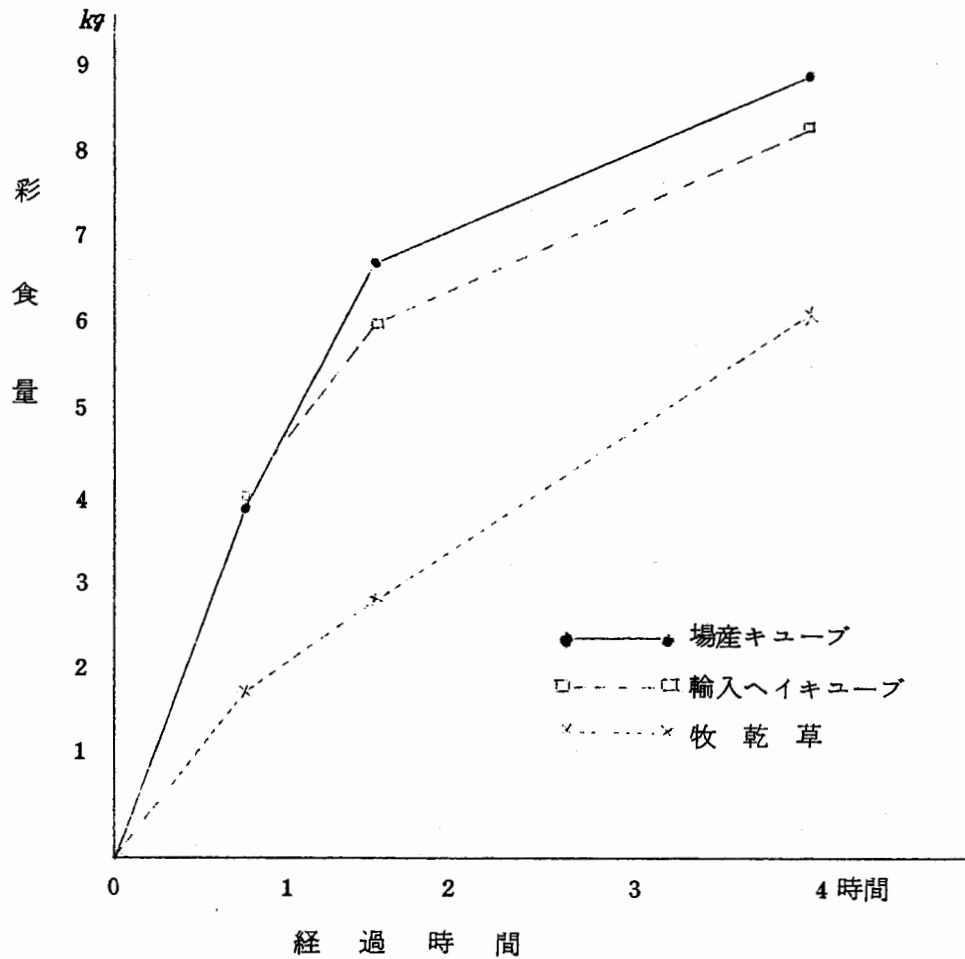
なお、採食量は一定時間内と絶対量を、他に飼料一般成分、体重の変化、乳量、乳脂率等について調査した。

2) 結果と考察

(1) 採食状況

3種の供試飼料の採食状態は絶対量と一定時間内採食量の調査によったが、各飼料の採食速度は図V-1に示したとおりである。

図V-1 飼料の採食速度



すなわち、90分一定時間内においては自場産キューブ6.8kg、輸入ヘイキューブ6.1kg、牧乾草2.9kgと成形乾草の採食速度は早かった。また、絶対採食量でも自場産キューブが8.9kg、輸入ヘイキューブが8.3kg、牧乾草6.2kgと自場産キューブの食い込み量が多かった。

(2) 乳量、乳脂率、体重の変化

乳量、乳脂率、乳脂量、体重ならびに牛乳1kg生産に要したTDN、DCP量等々についての結果は表V-5に示した。

乳量は輸入ヘイキューブ区14.4±1.51kg、自場産キューブ区13.5±1.63kg、牧乾草区12.1±1.84kgの順で牧乾草に比べて、輸入ヘイキューブ区19.0%、自家産キューブ区11.6%の増加となったが有意

でなかった。

乳脂率は牧乾草区が3.78%、輸入ヘイキューブ区3.66%、自場産キューブ区3.61%で、牧乾草区に比べ輸入ヘイキューブ区96.8%、自場産キューブ区95.5%と3~4%の低下がみられた。

乳脂量では輸入ヘイキューブ区0.53kg、自場産キューブ区0.49kg、牧乾草区0.46kgとなり、牧乾草区に比較し輸入ヘイキューブ区115.2%、自場産キューブ区106.5%となり、4%FCM換算乳量による比較でもほぼ同様の増加傾向となっている。

体重では変動が少なく牧乾草区に比較し自場産キューブ区2.8%、輸入キューブ区1.5%のわずかな増加が見られた。

表V-5 嗜好性と泌乳性

項 目	区 分	自場産キューブ	輸入ヘイキューブ	牧 乾 草
供試飼料の採食量	kg	8.9	8.3	6.2
"	乾物量 kg	7.80	7.09	5.27
"	体重100kg乾物 kg	1.24	1.14	0.86
乳 量	kg/日	13.5 ± 1.63	14.4 ± 1.51	12.1 ± 1.84
乳 脂 率	%	3.61 ± 0.32	3.66 ± 0.45	3.78 ± 0.37
乳 脂 量	kg	0.49 ± 0.07	0.53 ± 0.08	0.46 ± 0.05
体 重	kg	629 ± 42.68	621 ± 34.84	6.12 ± 39.57
牛乳1kg生産に要する	TDN kg	0.466	0.432	0.421
"	DCP kg	0.121	0.136	0.116
粗効率 (18.75 × $\frac{FCM}{TDN}$)	%	21.70	23.58	22.64
牛乳生産の効率 CE = 52.6 × $\frac{FCM}{FCM + 8.8847}$		0.120	0.131	0.113
FCM量 (4%)	kg	12.7 ± 1.65	13.7 ± 1.66	11.7 ± 1.47
TDN摂取量	kg	10.98 (124%)	10.87 (118%)	9.69 (114%)
DCP "	kg	1.98 (208%)	2.29 (229%)	1.74 (195%)

以上の結果に若干の考察を加えてみるに、乳量、乳脂量等から見て成形乾草の泌乳性は高いように思われるが、これは成形乾草の嗜好性、養分量が牧乾草に比べ高く、摂取養分総量が多いことによる面が大きいと思われる。ただ場産キューブ、牧乾草に比べて輸入ヘイキューブの泌乳性は若干良いのではないかと思われる。成形乾草の給与では牧乾草に比べ乳脂率が低くなったのは、一般に乳量が多くなると乳脂率が低下する傾向が有ることから当然の結果とも考えられるが、場産キューブが輸入ヘイキューブに比べて乳量の増加が少ないにもかかわらず乳脂率の低下が多くなった。これは場産キューブの繊維がより細切されているためと推定され、今後の検討が必要と思われる。

2 給与適量と生理的影響

1) 試験方法

給与適量の把握は泌乳中期牛 8 頭を用い、試験飼料〔場産キューブ（ローラデスクダイ・プレスによる成形乾草）、滝沢公社産ウエハー（シリンダ・プレスによる成形乾草）〕を多給、中給、少給の 3 区と慣行飼養区の 4 区でラテン方格法により実施し、長期給与による生理的影響は泌乳牛 9 頭を用いて試験飼料 2 区と慣行区の 3 区で平行比較法により実施した。

(1) 試験期間

① 適量把握(4×4ラテン方格1期10日)

ア キューブ給与試験

1974年11月15～12月24日

イ ウエハー給与試験

1975年1月20～3月1日

② 長期給与(冬期飼養全期 165日間)

1975年11月13日

～51年4月27日

(2) 供試飼料の組成、養分量

項目 飼料名	DM	水分	飼料成分					成分量	
			粗蛋白	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分	DCP	TDN
キューブ (岩手畜試)	87.6	12.4	10.06 (54.2%)	4.87 (47.9)	34.87 (63.8)	29.14 (62.1)	8.69	5.45	51.0
ウエハー (滝沢公社)	86.8	13.2	9.63 (56.2)	4.37 (59.2)	38.79 (64.1)	27.10 (67.4)	6.91	5.41	54.4
乾草	86.0	14.0	5.77 (57.0)	1.85 (50.0)	34.12 (62.0)	38.22 (63.0)	6.05	3.29	50.6
牧草サイレージ	21.5	78.5	2.35 (60.0)	1.26 (55.0)	7.68 (60.0)	8.20 (67.0)	1.99	1.41	13.07
デントコーン サイレージ	25.87	74.13	2.25 (55.0)	1.21 (84.0)	14.18 (76.0)	6.03 (58.0)	2.19	1.24	17.80

() 消化率 キューブ(東北農試) ウエハー(他場所6ヶ所平均) その他は飼料成分表より

(3) 飼料給与量

表V-7 給与適量把握

	キューブ	ウエハー	乾草	サイレージ	乳配
キューブ区	12~10kg	—	—	20~15kg	乳量の約 $\frac{1}{3}$ を目安
ウエハー区	—	12~10kg	—	20~15kg	
慣行区	—	—	7.5 kg	25 kg	

表V-8 長期給与

飼料	区分	慣行	少給	中給	多給
キューブ(ウエハー)		— kg	7.5 kg	10 kg	15 kg
牧草サイレージ		30	30	20	—
乾草		7.5	—	—	—
厚飼料	乳配は乳量の約 $\frac{1}{3}$ を目安とする				

(4) 供試牛

表V-9 キューブ給与による適量把握

区名	牛体%	生年月日	分月日	産歴	乳量	平均乳量	体重	平均体重
A	16	36.9.18	49.4.8	8	20.5	17.6	658	672
	107	45.10.12	5.4	2	14.7		604	
B	35	39.11.24	3.19	6	15.0	16.4	668	677
	90	44.8.9	6.13	3	17.8		685	
C	47	41.1.17	6.16	5	22.8	17.8	724	710
	20	45.2.23	3.14	2	12.8		695	
D	108	45.10.12	6.16	2	17.4	16.4	589	631
	105	45.8.11	3.8	2	15.3		672	

表V-10 ウエハー給与による適量把握

区名	牛体No	生年月日	分 月日	産 歴	乳 量	平均乳量	体 重	平均体重
A	101	45.5.9	49.11.30	3	27.3	19.3	587	642
	98	45.3.10	10.16	3	11.2		696	
B	19	45.4.1	11.25	3	25.0	19.1	592	592
	107	45.10.12	5.4	2	13.1		592	
C	108	45.10.31	6.13	2	15.8	18.1	575	611
	100	45.4.17	7.14	2	20.3		647	
D	47	45.1.17	6.16	5	17.0	18.7	717	678
	6	44.9.11	11.18	3	20.4		637	

表V-11 長期給与に用いた試験牛

区名	牛体No	生年月日	分 月日	産 歴	乳 量	平均乳量	体 重	平均体重	年重付 年月日
キューブ区	12	42.9.13	50.5.6	4	20.6	17.7	634	618	50.10.20
	36	45.3.22	8.2	2	15.8		688		10.14
	68	47.9.27	1.14	2	16.6		552		9.5
ウエハー区	3	40.10.7	6.26	5	18.7	17.9	691	624	9.12
	33	45.2.22	8.28	3	16.9		687		10.7
	69	47.10.28	7.11	2	18.2		498		9.13
慣行区	24	44.8.29	5.2	4	16.1	17.7	623	598	9.5
	55	46.10.3	8.30	2	19.4		586		—
	56	46.11.11	6.6	2	17.6		585		10.3

2) 結果と考案

(1) 給与適量把握

① キューブ給与

ア 乳量、乳脂率については、乳量では多給区 14.0kg、中給区 13.5kg、少給区 12.6kg、慣行区 11.5kg の順となり、乳脂率は、慣行区 3.77%、中給区 3.68%、少給区 3.67%、多給区 3.47% であり、4%FCM乳量

では中給区 12.8kg、多給区 12.8kg、少給区 11.9kg、慣行区 11.0kg となり、多給区と中給区がほぼ同じになった。

イ 乾物（粗飼料）採食量については多給区 13.5kg、中給区 13.1kg、少給区 12.2kg、慣行区 9.3kg であり、キューブの嗜好性は高く少給区でわ

ずかに残飼があったものを除き採食率は100%であった。

② ウエハー給与

ア 乳量では多給区18.9kg、中給区18.5kg、少給区17.8kg、慣行区16.7kgであり、乳脂率は少給区3.20%、慣行区3.18%、多給区3.11%、中給区2.97%であった。FCM乳量では多給区16.3kg、中給区15.6kg、少給区15.5kg、慣行区14.7kgの順となり、多給区が最も多かった。

イ 乾物採食量は多給区11.6kg、少給区10.8kg、中給区10.5kg、慣行区7.8kgでウエハーの嗜好性はキューブに比較すればやや悪く、採食率は多給区88.1%、中給区85.0%、少給区97.5%であった。

以上の結果から最も良い成績を示したのはキューブ給与では中給区、ウエハー給与では多給区であったが、統計的にはキューブ給与、ウエハー給与共に乾物採食量で多給・慣行区間に有意の差が見られたのを除き差がなく、長期給与は総合的に判断しキューブ区、ウエハー区共中給区程度で実施することとした。

(2) 長期給与

ア 各区3頭の合計乳量はウエハー区7,644.1kg、キューブ区6,342.1kg、慣行区6,315.1kgとウエハー区がやや多かった。乳脂率はキューブ区、慣行区が3.65%、ウエハー区が3.48%でやや低く、FCM乳量ではウエハー区7,047.6kg、

キューブ区6,009.3kg、慣行区5,983.5kgでウエハー区が最も多かった。なお、キューブ区で№68が期間中3月26日に乾乳している。

イ 増体量ではウエハー区86.2kg、キューブ区62.3kg、慣行区21.6kgあり、慣行区がやや少なかった。

ウ 乾物(粗飼料)採食量はキューブ区7,201.2kg、ウエハー区6,391.4kg、慣行区5,228.3kgの順であった。

エ 血液、尿所見では尿素窒素がキューブ区で17.0mg/dlとなりやや高かったが、ウエハー区12.2mg/dl、慣行区13.9mg/dlと正常値であり、TPはキューブ区7.3mg/dl、ウエハー区7.3mg/dl、慣行区7.5mg/dl、Htも同様に34%、30%、31%であり、尿PHも同様に8.31、8.50、8.40と期間を通じ各区共正常値を示した。ルゴール反応は各区共開始時より十~++の反応を示すものが見られたが、慣行区で3月中旬に№55が何らかの感染症と思われる食欲不振、熱発乳量低下で治療した期間++を示したものの除き、大きな変化は見られなかった。尿ケトン体も著しい変化は認められなかった。

オ 総括的に見てキューブ区、ウエハー区共慣行区に比較して臨床所見、生理所見で問題となる変化は見られなかった。

表V-12 キューブの適量給与試験

項目	区分	多給区	中給区	少給区	慣行区
乳量	kg	14.0 ± 2.84	13.5 ± 2.82	12.6 ± 1.98	11.5 ± 2.03
乳脂率	%	3.47 ± 0.51	3.68 ± 0.58	3.67 ± 0.73	3.77 ± 0.61
乳脂量	kg	0.479 ± 0.11	0.493 ± 0.11	0.454 ± 0.09	0.426 ± 0.07
体重	kg	655 ± 40.9	662 ± 42.2	652 ± 41.1	644 ± 43.8
乾物(粗飼料)採食量	kg	13.5 ± 0	13.1 ± 0.74	12.2 ± 0.57	9.3 ± 1.33
キューブ採食率	%	100	100	98.3	—
尿素窒素	mg/dl	15.09 ± 1.18	14.75 ± 1.65	14.45 ± 1.41	14.29 ± 1.31
血糖	mg/dl	74.63 ± 4.33	74.53 ± 8.05	71.93 ± 6.21	71.35 ± 7.38
TP	mg/dl	7.59 ± 0.58	7.90 ± 0.52	7.68 ± 0.63	7.64 ± 0.48
Ht	%	30.4 ± 1.30	30.9 ± 2.17	31.5 ± 2.00	29.8 ± 2.55

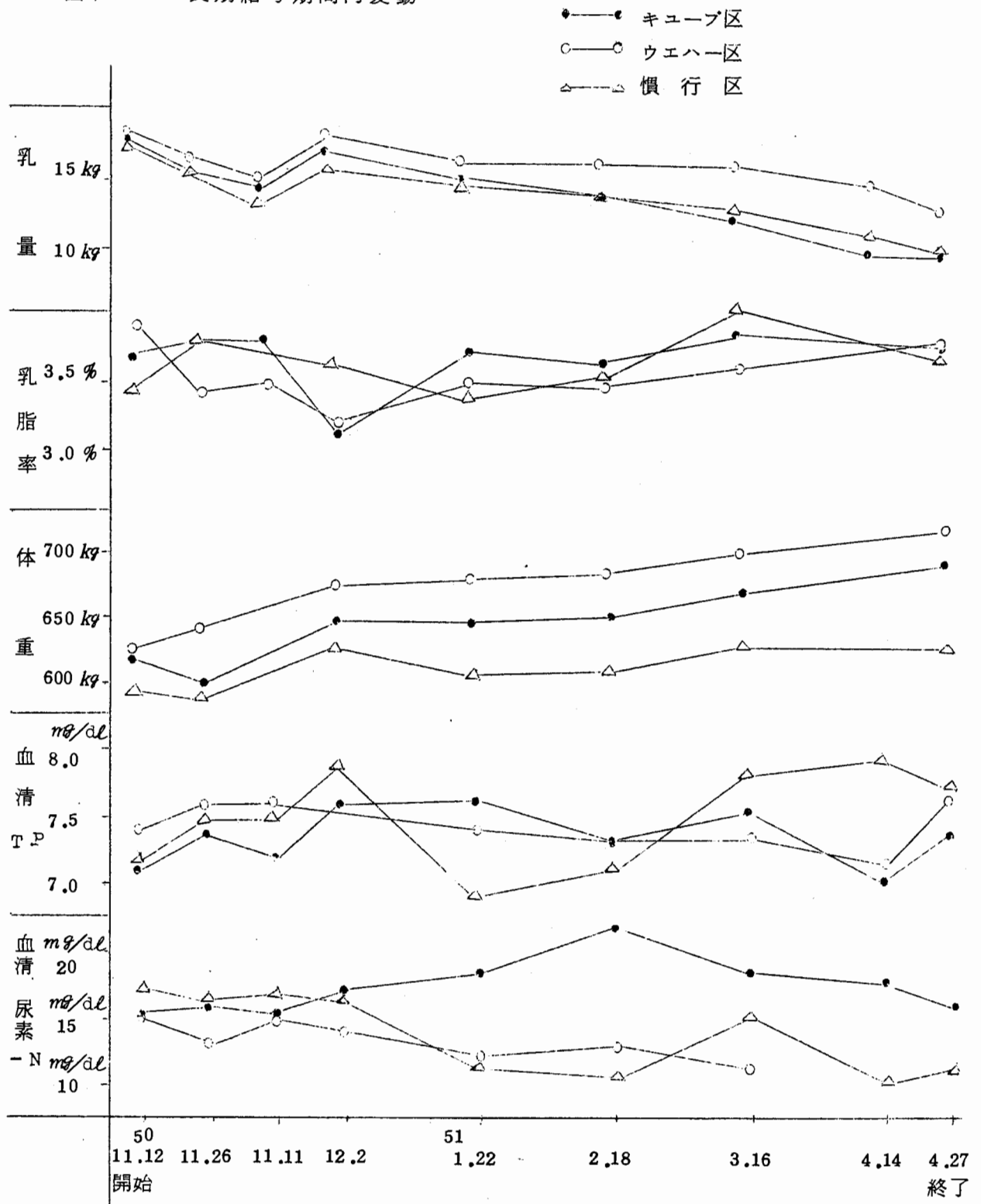
表V-13 ウエハーの適量給与

項目	区分	多給区	中給区	少給区	慣行区
乳量	kg	18.9 ± 6.25	18.5 ± 6.34	17.8 ± 6.73	16.7 ± 6.44
乳脂率	%	3.11 ± 0.52	2.97 ± 0.46	3.20 ± 0.67	3.18 ± 0.54
乳脂量	kg	0.584 ± 0.21	0.547 ± 0.19	0.561 ± 0.21	0.532 ± 0.23
体重	kg	633 ± 45.0	643 ± 52.8	638 ± 57.5	621 ± 46.7
乾物(粗飼料)採食量	kg	11.6 ± 1.05	10.5 ± 0.92	10.8 ± 0.46	7.8 ± 0.95
ウエハー採食率	%	89.1	85.0	97.5	—
尿素窒素	mg/dl	13.79 ± 1.50	14.50 ± 1.75	14.04 ± 2.48	15.13 ± 2.88
血糖	mg/dl	68.80 ± 4.94	68.68 ± 6.71	67.58 ± 7.33	62.85 ± 6.44
TP	mg/dl	7.30 ± 0.48	7.30 ± 0.59	7.30 ± 0.39	7.21 ± 0.27
Ht	%	30.00 ± 3.34	30.88 ± 2.95	30.13 ± 3.00	30.63 ± 4.24

表V-14 長期給与

項目	区分	キューブ区	ウエハー区	慣行区
乳量	kg	6,342.1	7,644.1	6,315.1
乳脂率	%	3.65	3.48	3.65
乳脂量	kg	231.5	266.0	230.5
F C M 乳量	kg	6,009.3	7,047.6	5,983.5
増体量	kg	62.3	86.2	21.6
DM (粗飼料) 採食量	kg	7,201.2	6,391.4	5,228.3
尿素 - N	mg/dl	17.0 ± 2.45	12.2 ± 2.53	13.9 ± 3.09
T P	mg/dl	7.3 ± 0.21	7.3 ± 0.32	7.5 ± 0.36
H t	%	3.4 ± 1.72	30 ± 1.09	31 ± 0.87
DM (飼料) 採食量	kg	9,371.3	8,781.6	7,590.0
D O P 摂取量	kg	758.350	740.895	504.099
T D N	kg	6,008.631	5,949.980	5,119.522

図V-2 長期給与期間内変動



表V-15 長期給与と血清ルゴール反応、尿ケトン体

飼料 調査月日	血清ルゴール反応									尿ケトン体								
	キューブ区			ウエハー区			慣行区			キューブ区			ウエハー区			慣行区		
	12	36	68	3	33	69	24	55	56	13	36	68	3	33	69	24	55	56
50.11.12	+	-	-	++	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.26	+	-	-	++	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
12.11	+	±	-	++	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
12.24	+	-	-	++	+	+	++	-	-	±	-	±	-	+	-	±	-	-
51.1.22	+	+	-	+	+	+	++	±	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.18	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
3.16	-	-	-	-	+	-	±	+++	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-
4.14	-	-	-	-	+	±	-	+++	-	-	-	-	++	+	-	+	+	-
4.27	-	-	-	+	+	±	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-

3) 考 案

キューブとウエハーの給与適量把握試験において、キューブ、ウエハー共乳量は多給するほど多くなる傾向が見られた。これは前記の「嗜好性と泌乳性」でも同様で、両飼料の嗜好性が高く採食量が多かったことによるものと思われる。

またキューブ給与（適量把握）の多給区で脂肪率が低く、ウエハー給与ではその傾向が見られなかったことは、前記の試験でも同様の傾向が見られた。これは場産のキューブは輸入ヘイキューブやウエハーに比べて外見上からも繊維がくだかれていることが、乳脂率低下に関与している可能性も考えられた。そしてこのような形態の固形飼料を乳牛に給与する場合は、単味給与はさけてサイレージ等長い繊維の飼料との組

み合せ給与をすることが必要と思われた。

ウエハー給与では単味給与でも特に問題となる成績は見られなかった。

キューブ、ウエハー、乾草間の飼料価値については今回は検討していないが、嗜好性、飼料成分から見てキューブ、ウエハーの価値は大差なく、乾草は品質の良いものであればほぼ同価値と思われるが、品質の安定確保が困難である。ただウエハーも成形の不良なものは嗜好性が悪いため、成形の良いものを調製することが必要である。

(Ⅲ) 肉用牛に対する給与

肉用牛については日本短角種の雄子牛（生後8～10ヶ月のもの）を、表V-16～17に示したような飼料構成で2回にわたって約140～154日間実施した。

1) 試験方法

表V-16 キューブと牧乾草の比較

区 分	粗 飼 料	頭 数	濃厚飼料	試験期間	開始日令
キューブ	キューブだけ	10	体重比 1.3%	前期 77日	252
乾 草	乾草だけ	10		後期 77日	
				全期 154日	258

単房繋留

表V-17 「キューブ+牧乾草」と「牧乾草」の比較

区 分	粗 飼 料		頭 数	濃厚飼料	試験期間	開始日令
	前 期	後 期				
混 合	キューブ+乾草	乾草+キューブ	6	体 重 比	前期 70日	279
乾草主	乾草だけ		10	1.4%	後期 70日	
					全期 140日	296

単房繋留

なお、この飼養試験に用いたキューブ及び牧乾草の一般組成並びにDCP、TDNの算出に用いた消化率は表V-18~19

のとおりである。また、試験牛は単房に繋留方式で飼養し、管理は当場の慣行法によった。

表V-18 供試飼料の組成

	水 分	粗 蛋 白	粗 脂 肪	N F E	粗 繊 維	粗 灰 分	D . M	D.C.P	T.D.N
※ キューブ	11.5%	13.4	4.7	38.0	24.0	8.4	88.5%	7.8	51.1
※※ 乾 草	14.8	8.1	3.2	31.5	32.8	9.6	85.2	4.8	45.7

※ 若い材料 ※※ 生育段階の進んだ材料

表V-19 供試した飼料の消化率

	粗 蛋 白	粗 脂 肪	N.F.E	粗 繊 維
キューブ	58.4%	54.2	61.2	59.6
乾 草	59.6	49.3	57.4	58.7

キューブは当场生産のものであり、ローラデスクダイ・プレスによって成形したものである。

2) 結果と考案

(1) キューブと牧乾草の比較

①キューブ区は前期77日間で増体量107.2kgであり、乾草区の76.4kgを約30kg上回った。1日当たり増体量(D.G)は1.39kgであり、乾草区の0.99kgを0.4kg上回っており、0.1%水準で有意の差

が認められた。

後期になると増体量、D.Gとも両区に差は認められず、全期間をみると前期でキューブ区が良かったので、そのままキューブ区が上回る成果となり、D.Gで1%水準で有意の差となった。また両区の推移はキューブ区は前期より後期にかけ増体の低下が大きく(5%水準で有意の差)、乾草区は前、後期ともD.Gはほぼ1.00kgであった。

表V-20 キューブと牧乾草の成績

項 目	区 分	前期(77日)	後期(77日)	全期(154日)	
開始体重	キューブ	293.4kg	400.6kg		
	乾 草	288.8	365.2		
終了体重	キューブ	400.6	484.0		
	乾 草	365.2	446.4		
増 体 重	キューブ	107.2	83.4	190.6kg	
	乾 草	76.4	81.2	157.6	
1日当増体重 (D.G)	キューブ	1.392	1.083	1.238	
	乾 草	0.992	1.055	1.023	
濃厚飼料量	キューブ	338.8	431.8	770.6	
	乾 草	330.7	408.6	739.3	
粗飼料量	キューブ	キューブ	340.1	336.3	676.4
	乾 草	乾 草	290.8	361.5	652.3
	1日当	キューブ	4.42	4.37	4.39
		乾 草	3.78	4.69	4.24
	体重比	キューブ	1.27%	0.99%	
		乾 草	1.16	1.16	
T D N 量	キューブ	420.1kg	485.8kg	905.9	
	乾 草	373.3	462.3	835.6	
1kg増体に 要したTDN	キューブ	3.92	5.82	4.75	
	乾 草	4.89	5.69	5.30	

②飼料摂取及び飼料要求率をみると、濃厚飼料は体重比1.3%の制限給餌であったので、摂取量の差は体重の違いである。

粗飼料は自由採食であったので両区の差を比較すると、前期はキューブ区が食い込みがよく、後期は乾草区が良かった。1日当たりの採食量を体重比率でみると、前期はキューブ区1.27%、乾草区1.16%、後期キューブ0.99%、乾草区1.16%となり、キューブ区は前期の採食率は高く、後期は1%を割った。乾草区は前、後期とも同じ割合であった。

飼料要求率で1kg増体に要したTDN量は前期のキューブ区は4kgを割る好成績であったが、後期に入るとキューブ区は5.8kgと多くなり、乾草区より劣った。乾草区は前期4.9kg、後期5.7kgと多くなったが、体重が増加していることを考えれば、TDN量の若干の増加は当然であると思われる。

③飼養管理上での臨床的所見をみると、キューブ区が後期に入り、4週目頃（肥育開始後通算15週目）より、糞の軟化（下痢症状）と異（悪）臭を認めはじめ、

後期7～8週目で全頭（10頭）で確認された。また肥育開始直後で3頭の鼓張症がみられ、治療したにもかかわらず、このうちの1頭は慢性鼓張症状が全期間を通じて見られた。

すなわち、短期間では産肉性、飼料効率で優れた効果を出すキューブも長期間「粗飼料キューブ」として単一給与すると産肉性、飼料効率とも低下し、また生理的にも障害が出てくることが認められた。

(2) 「キューブ+牧乾草」と「牧乾草」の比較

①前期70日間では混合区はD.G1.39kg、乾草主体区は1.00kgであり、1%水準で有意の差が認められ、前回の場合とほぼ同様の傾向であった。このことはキューブ単一給与と「キューブ+乾草」給与と差がなかったといえる。後期に入ると混合区は前期より低くなるが、キューブ単一給与ほどではなかった。乾草主体区が後期には「乾草+キューブ」給与へ移行したことにより増体は大きくなった。（0.1%水準で有意差）

表V-21 「キューブ+牧乾草」と「牧乾草」の成績

項 目		区 分	前期 (70日)	後期 (70日)	全期 (140日)
開 始 体 重		混 合	338.3 kg	435.8 kg	
		乾 草 主	327.5	397.3	
終 了 体 重		混 合	435.8	516.7	
		乾 草 主	397.3	489.4	
増 体 量		混 合	97.5	80.9	178.4 kg
		乾 草 主	69.8	92.1	161.9
1日当増体量 (D.G)		混 合	1.393	1.156	1.274
		乾 草 主	0.997	1.316	1.156
濃厚飼料量		混 合	376.1	467.4	843.5
		乾 草 主	352.6	436.4	789.0
粗 飼 料 量	キューブ	混 合	259.8	199.4	459.2
		乾 草 主	0	169.0	169.0
	乾 草	混 合	138.6	239.4	378.0
		乾 草 主	248.5	230.1	478.6
	1 日 当	混 合	5.69	6.27	
		乾 草 主	3.55	5.70	
	体 重 比	混 合	1.47%	1.32%	
		乾 草 区	0.98	1.29	
T.D.N 量		混 合	469.5 kg	551.1 kg	1,020.6
		乾 草 主	369.9	508.8	878.7
1 kg 増体に 要したT.D.N		混 合	4.82	6.81	5.72
		乾 草 主	5.30	5.52	5.43

②飼料摂取量及び飼料要求率をみると濃厚飼料は体重比1.4%の制限給餌であったので、前回より多いのは体重が大きかったことと給与割合が高くなったからである。

粗飼料の摂取は前期は混合区は高い摂取を示し、後期になると体重比率で低下したものの実量では多かった。乾草主体区は前期乾草だけの給与であり、摂取量は体重比率で1%を割り、前回より低下した。後期に入ってから「乾草+キューブ」給与へ移行し、摂取量は増加したが、体重比で1.29%であった。混合区と乾草主体区を比較すると前期では混合区の摂取率は高く、後期になるとほぼ同様であった。1kg増体に要したTDN量は混合区が前期4.82kgと良く、後期は2kg多くなり6.81kgで、全期間の平均で5.7kgであった。乾草主体区は前期混合区より多く、後期は少なくなったが、前後期の推移では後期が若干多くなったものの全期間の平均で5.4kgであり、混合区より良かった。

③この回における臨床所見では生理的障害はなかった。

④飼料成分

①一般成分をみると表V-18~19のとおりキューブは乾草に比較して、主成分において繊維成分で下回るが、他の成分(たん白質、脂肪、NFE)で高かった。このことも加味し乾草と比較してキューブの良い点は②貯蔵、運搬に場所をとらない、③給与容易、採食ロスが少ない、④品質が良質で齎一性が高い、といえる。

消化率は当材料では乾草の粗蛋白質だけがキューブより高くなっているが、同質材料(乾草、キューブが同時期同牧草)の場合は乾草の消化率はほとんどの場合高い報告がなされ、DCP、TDNも乾草とキューブはほぼ同じか、むしろ乾草が高い報告が多い。

このことはキューブは第1胃に入った場合早く流動的になり、消化管内を早い速度で通過し、十分な消化作用を受けないと考えられる。その点乾草は反すうがなされ、滞留時間が長いいため消化率が高いと考えられる。

①キューブ単一給与での生理的障害で考えられることは、一般の粗飼料は繊維が長く粗剛であるのに比べて、キューブは繊維長が短かく、働きが十分に発揮できないのではないかと思われる。すなわち第1胃壁の半絨毛への刺激(磨擦)が弱く、半絨毛が弱り(これが、第1胃角化不全症に進む可能性あり)消化力に悪影響し、また乾草のように繊維が長いものと比較し、胃内で早く流動的になるため、反すうを起す刺激を少なくし、だ液(アルカリが強い)量の増加が望めないことで、胃内のPHが下がる(これが進めばアシドーシス)ためと考えられる。

②キューブは粗飼料として単一給与した場合、短期間(肥育開始後15週目位)では摂取量も多く、増体も良く、飼料効率も良い傾向を示したが、これは西村らによって報告されたのと同様の傾向を示した。

③この飼養法を長期間持続すると生

理的障害が認められ、摂取量も低くなり、増体、飼料効率も低下した。

「キューブ+乾草」の混合粗飼料給与になると短期間（肥育開始後10週間位）ではキューブ単一給与と同程度の変らない増体を示し、その後長期に持続すれば産肉性（増体、飼料効率）は低下してくるもののキューブ単一給与ほどではなく、生理的障害も認められなかった。「乾草+キューブ」給与へ移行したD.Gは1.3kgとよかった。

成形乾草にはキューブ（ローラダイ成形乾草）とウエハー（シリンダ成形乾草）があるが、このウエハーは当試験キューブより大きいので、この場合は生理的障害、産肉性への悪影響は少ないと思われる。

3 摘 要

1) 乳用牛への給与効果

固形粗飼料の乳牛への給与効果について、場産キューブと輸入ヘイキューブを乾草と比較して嗜好性と泌乳効果を検討し、次いで場産キューブと滝沢公社産ウエハーの給与適量や生理的影響について検討した。その結果は次のとおりであった。

(1) 嗜好性と泌乳性

① 乳量、乳脂率、乳脂量

乾草給与に比較し輸入ヘイキューブは乳量で19%の増加、脂肪率では3.2%の減少、場産キューブでは同様に乳量で11.6%の増加、脂肪率で4.5%の減少であった。乳脂量では、輸入ヘイキューブで15.2%、場産キューブで6.5%のそれぞれ増加であった。

② 体 重

乾草給与に比較して、わずかに場産キューブでは2.8%、輸入ヘイキューブでは1.5%の増加であった。

③ 採食量

一般に成形乾草の嗜好性は高く、90分採食量でも絶対採食量でも乾草に比較して成形乾草で多くなった。また場産キューブと輸入ヘイキューブでは、場産キューブがやや劣る傾向が見られた。

(2) 給与適量と生理的影響

① キューブ、ウエハーの給与適量では、乳量、乳脂率、採食量から見て、キューブではサイレージとの組み合わせ給与の中給区（サイレージ20kg+キューブ10kg）程度がウエハーでは単味給与の多給区（ウエハー15kg）程度が良い結果であった。

② 長期給与による生理的影響では試験処理が平行比較法であり、キューブ区で1頭が試験期間中に乾乳する等乳量等について効果の比較は出来なかったが、慣行区に比べキューブ、ウエハー共にF.C.M乳量でもやや優る傾向が見られた。

また臨床所見、血液、尿所見等でも慣行区に比べ特に問題となる所見は見られなかった。

2) 肉用牛への給与効果

① 肉用牛に対し粗飼料キューブ単一給与はさけた方が良いと思われた。

② キューブの利用法は「稲ワラ+キューブ」の混合粗飼料方式、また「乾草→混合（稲ワラとキューブ）→乾草」のくり返し方式が良いと思われた。ここで稲ワラは繊維としての利用でキューブが養分利用と考えた。

③ 肉用繁殖牛に対しては価格面から給与

はむずかしいと思われたが、肥育牛に対してはキューブの特性と価格、産肉性への効果との接点で利用され得る可能性がある。

総 括

今日、畜産農家は経営規模の拡大によって粗収益の拡大を図ろうとしている。しかし、労力不足や飼料畑面積拡大の困難は、飼料自給率を低下させている。また、粗飼料大量生産可能地は、漸次奥地化している。このような現状では、粗飼料の流通化をはかることが極めて重要と考えられる。

粗飼料の流通化に対応した調製加工技術としては、製品の運搬性や貯蔵性などの面において、圧縮成形化する方式がより適していると思われる。本研究においては、実際の施設を用いて、作業工程ごとに効率的な実際作業方式の確立においてともなう問題を究明した。

得られた成果として、①材料収穫はシリンダ型のフォーレイジハーベスタで能率・精度とも良く行なえること。とりわけ、自走式のものでは能率が高いが、圃場草量が少ない条件では能率・精度の低下が大きいこと。②運搬車はダンプ型が有効で、3台程度の組合せで高い効率が見られること。③実際施設では1回の運転に当たり約1.5時間の非生産運転時間があり、また開始から安定運転までは約3時間を要するため、長時間運転が必要であること。④低水分材料では熱利用効率は低下するが、時間当たり製品生産量が拡大できること。しかし、材料含水率の頻繁な変化には、調整機能に対応しきれず、低水分材料でも必ずしも有効でないこと。⑤蒸発能力2.5 tの施設で、1日16時間運転による100 ha 圃場の利用が可能であること。⑥成形乾草は人工乾燥・即時調製によるため、梱包乾

草より高い栄養価を持つ貯蔵飼料であること。⑦成形乾草の栄養価は、材料の生育ステージや草種構成によって、一定の傾向で変化があること。また、栄養価の高いものは、成形性も良いこと。⑧事業実施施設では、長時間運転のための作業体系や就労体制の確立が必要であること。また、多回利用による多収穫を得られる圃場の改良が必要と思われること。⑨ローラダイプレスによるキューブは輸入ヘイキューブほどではないが、梱包乾草より乳牛の嗜好良く、乳脂量も多くなること。⑩成形乾草は肥育牛でも嗜好良く、とりわけ3カ月程度の短期間給与で増体効果が見られること。⑪成形乾草は成形の良いほど嗜好が良く採食量が多いが、単一給与では下痢などの障害が見られ、長期給与では消化器官の機能低下も推定されるため、他の粗剛な繊維を持つ飼料との組合せ給与が望ましいと思われたこと。などであった。

国産成形乾草を利用する経営(とりわけ酪農)は多くなってきている。粗飼料の主体を成形乾草に依存する経営もでてきている。成形乾草がより広く普及を図る上での、最も大きい問題点は価格であろう。今、成形乾草の生産費を試算するとkg当たり55円を上回るものとなるが、ほとんどの施設が補助事業によって導入されることを考慮した圧縮計算を行なって、40~45円程度としている。粗飼料の不足が大きく、イナワラも地域外から移入され、乾草なども遠い北海道から高い価格で購入している地域では、この成形乾草の費用は流通費用を加えても問題とはならないであろう。しかし現実には、農家の粗飼料自給がある程度高い地域で、施設を導入して成形乾草を生産し、地域内畜産農家の不足する分の粗飼料を供給することを主目的としている。しかし、生産価格はサイレージや梱包

乾草などより高くなるため、この成形乾草を使用できる場面はある程度限定されていると思われる。あくまでも成形乾草は流通粗飼料としての特長が大きい。成形乾草の生産あるいは施設の運営は、必ずしも地域内畜産の振興のための粗飼料生産の拡大という地域内流通に固執せずに、広域流通をもっと図る方が好ましいと思われる。

施設の稼働成績を向上させるカギの1つは、成形機にあると想像される。県内の事業施設の実績をみると、シリンダタイプの成形機のトラブルや破損・修繕が多く、運転時間や生産量を低減させている大きな要因であり、修繕などの費用としても大きいと思われる。シリンダタイプの成形機が選ばれる理由は、これの製品はローラタイプからのものより繊維が残されるためとされているが、家畜への単一給与では程度に差があっても、いずれの場合も下痢などの障害や機能低下が生じている。つまり、シリンダタイプかローラタイプかの違いにかかわらず、成形乾草の単一長期給与は不適と思われる。また、当地域での成形乾草は自給しかねる分の粗飼料の補充であり、また価格の点の問題もあって、単一給与は現実的でない。つまりこの範囲では、成形機の型式の得失はあまり意味がなくなる。シリンダタイプに偏った成形機の実績は、施設操業の障害となり、運営上負担となっている現実は大変と考える。

以上のようなことは、今後解決されるべき問題点として残されるであろう。

参考資料

- 1) 中精一、川村五郎、山内敏雄、加茂幹男、半乾燥粗飼料の圧縮成形化技術の開発に関する研究、東北農業試験場研究報告 53:63 (1976)
- 2) 中川西弘之、佐藤純一、下名迫寛、牧草の乾燥成形技術の開発に関する研究、草地試験場施設機械部機械化第2研究室資料 №1 (1975)
- 3) 池田弘、作業技術体系の設計と運営に関する方法論的研究、農事試験場畑作部作業体系第2研究室資料(昭和46~47年度試験成績書) 151~206 (1974)
- 4) 向井三雄、関東平坦部における大型機による作業可能日数率試算の若干例、農事試験場作業技術部機械化経営研究室資料 №3 80-88 (1967)
- 5) 小中俊雄、奥井和致、佐藤純一、牧草収穫作業体系のシミュレーション、農作業研究 20:1-13 (1974)
- 6) 渡辺潔、オーチャードグラスの再生に及ぼす季節、刈取り並びに施肥の影響に関する研究、東北農業試験場研究報告 49:1-59 (1975)
- 7) 橋爪徳三、藤田裕、松岡栄、加藤洋、斉藤悟郎、粗飼料の形態のちがいが消化率、ルーメン発酵および消化管内滞留時間に及ぼす影響、帯広畜産大学研究報告 9:491-508 (1975)
- 8) 西村宏一、吉田正三郎、田中彰治、竹下潔、藤島富嘉雄、肉用牛に対する成形粗飼料の飼料価値、東北農業試験場研究速報 18:13-18 (1975)
- 9) 鷹野保、三上昇、流通粗飼料の規格及び等級の設定方式に関する調査研究 第2報北海道産ヘイキューブの品質と飼料価値、北海道農業試験場研究資料 5:27-44 (1976)
- 10) 三浦由雄、他、牧草および牧草サイレー

を主体とした乳牛の飼料給与基準設定試験、
岩手県畜産研究報告

2 : 2 - 60 (1970)

- 11) 吉田則人、大原洋一、安宅一夫、樽崎昇
固型飼料の製造とその利用に関する実験的
研究、第2報、梱包乾草とヘイキューブ、

ヘイウエフアーの飼料価値の比較、帯広畜産大
学研究報告 9 : 189 - 197 (1974)

- 12) 八幡林芳、岩崎薫、名久井忠、阿部亮、ヘイ
キューブと乾草、サイレージの栄養価の比較、
日畜会報 44 : 598 - 604 (1973)