

牧草乾燥促進機^{*}「ヘイコンディショナー」に関する試験

第 1 報

渡 辺 隆[†] 斎 藤 亘[†]

I 結 言

本道畑作農業の安定をはかるため、酪農振興が叫ばれ、着実な発展と技術指導が行なわれている。特に飼料作物の中核をなす牧草の増産は目ざましく、サイレーヂとして利用する方法も、近年酪農家に広く普及しつつある。しかるに乾牧草については、収穫時期の不順な天候の影響をうけ、品質不良なものを生産することが多い。カロチン、可消化蛋白質などの栄養素の含有率もまた低い。なお乾燥中に結露、降水がある場合には、におづみ、におひろげなどに莫大な労働投下を要し、処理不適當な場合は腐敗し、飼料としての利用価値を失い、乳量、乳質の低下、繁殖障害など各種疾病の直接間接的原因となつている。これら乾牧草の品質低下を防止する対策として、適期刈り取りはもちろん、ヘイテツダーの利用などが奨励され、近年にいたり通風乾燥機の研究が始められたが、いまだ十分な対策とは考えられない。

ヘイコンディショナーは比較的近年にいたり考案され発達したもので、米国の文献に Mower-Crusher として1931~35年に紹介され、牧草の乾燥に効果ありとされていたが、普及をみずにいた。しかるに数年前より John Deere, Meyer, Brillion, Cunningham, Corsicana など各社がそれぞれ製作宣伝したため、米酪農家の認識するところとなり、近年急速な普及をみつつある。

本道においては、昭和33年、種畜牧場、北農試畜産部、道立滝川種畜場、大樹農協などが本機を輸入し、筆者らは酪農雑誌に米国において見聞したところを紹介した。

筆者らは本道における効果を確認する目的をもつて、北海道農機具工業株式会社帯広工場の協力をえて、試作機を設計しその国産化をはかつた。

牧草の乾燥機構は、天然状態では主として表皮

細胞を通じての蒸発によるものであり、茎桿が収納に適する水分含量に達したときは、すでに葉は過乾状態になつている。葉の過乾状態は収納作業時における粉砕損失の増加をきたすにすぎない。

ヘイコンディショナーは主として牧草の茎桿を全面または部分的に圧傷し、その裂傷部分より、直接水分の蒸散を行なわしめるもので、葉の乾燥速度にちかづけうるため、短時間で乾燥が可能となり、あわせて葉の粉砕損失を減少することができる。したがつてヘイコンディショナーを使用する場合は、不順な天候の時期においても、数日の時間を利用して良質乾牧草の生産が可能となるので、本道の酪農振興に大きい役割をはたすものと考えられる。

なお、米酪農業工学会誌 Agricultural Engineering 1959年11月号に Massachusetts 大学 M. M. Boyd 教授、Wisconsin 大学 H. D. Bruhn 教授の2論文が掲載されているが、本報告と類似する点が多い。

II 試 験 機

ヘイコンディショナーには Corrugated roller (歯車ローラー型) と Smooth roller (平滑ローラー型) とに大別され、前者を Crimper 後者を Crusher と通称する。両機とも牧草の刈り取られた列を拾い上げ、2~3本のロールを通過するときに Crimping あるいは Crushing するようにできている。それぞれロール間圧力は調節できるが、両者の間には圧碎作用に基本的な相違点がある。Crimper は一定間隔に茎桿が圧碎されてゆくのに反して、Crusher は茎桿の全長にわたつて圧碎作用がはたらく。

筆者らは両者を代表するものとして歯車型と巻巻平滑型の2種について試作した。機体の諸元、装着法はそれぞれ第1表および第1図に示した。

設計の目標は本道農家の実用に供しうることを主眼として、次のような特徴を具備せしめた。

† 十勝支場

写真1 畜力1頭曳エンジン登載式牧草乾燥促進機
(前方より)

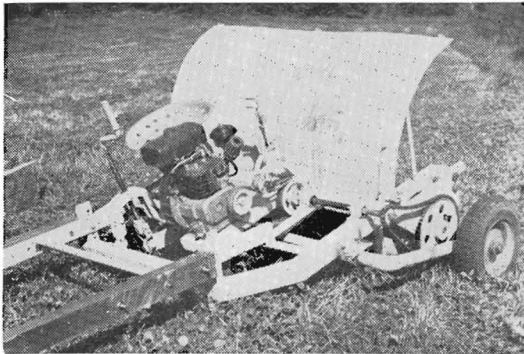
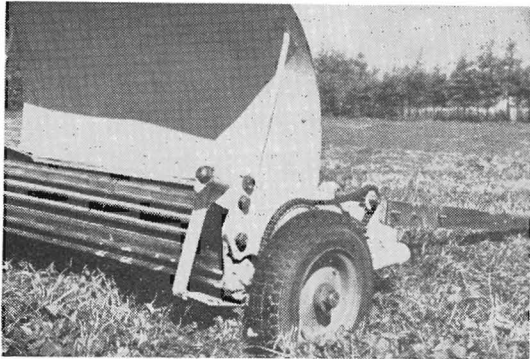


写真2 同上 (後方より)



第1表 機体諸元の概要

本体

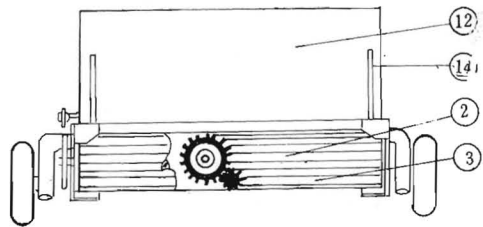
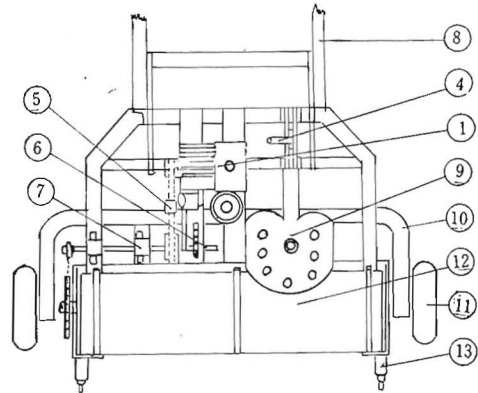
型式：畜力1頭曳歯車型2本ロール式
 メインロール：外径229.0mm，長さ1,350mm，歯数18，
 歯高25.4mm
 ピックアップロール：外径102mm，長さ1,350mm，歯数
 8，歯高25.4mm
 伝導機構：第1次 VベルトA列2本，第2次 ロー
 ラーチェーン50番1本
 減速比：65/116×14/54=0.145
 クラッチ機構：Vベルト・アンクション方式
 全長：3,000mm (梶棒を含む)
 全幅：1,900mm 全高：970mm
 材質：ロール材質，可鍛铸铁
 機体重量：約300kg 梶棒先端荷重：約20kg
 ロール間加圧範囲：0～60kg
 ゴム車輪：4.00×8 4プライ
 毎時処理能力：30a～40a

登載エンジン

気筒数：単気筒 冷却機構：空冷
 機関様式：火花点火機関 燃料：ガソリン
 出力範囲：4.0～5.0馬力/1,800～2,000r.p.m.

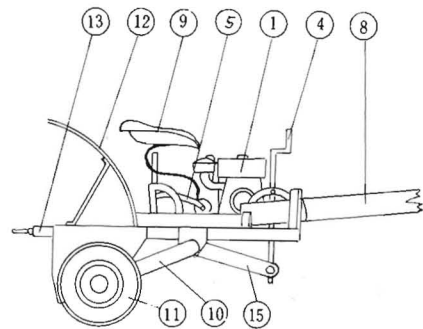
注：メインロールは10個のブロックよりなり，ブロッ
 クの中心に軸を通し，相互のブロックは3本の通し
 丸棒にて締着す。更にブロック相互はノックピンに
 て相互の歯の整列固定をなす。

第1図 機体略図



平面並に後面略図

- 1 登載空冷エンジン
- 2 メインロール
- 3 ピックアップロール
- 4 リフティングレバー
- 5 テンションプリー
- 6 テンションレバー
- 7 カウンターベアリング
- 8 梶棒
- 9 乗座席
- 10 車軸
- 11 ゴム車輪
- 12 フェンダー
- 13 圧力調節スプリング筒
- 14 フェンダー支持棒
- 15 リフティングアーム



側面略図

- 1) 畜力1頭引きエンジン登載であること。
- 2) 畜力用モーターの刈り取り幅に合わせること。
- 3) エンジンは一般農作業用と共通であるように5馬力とすること。
- 4) 機構が簡単で操作が容易であること。

第2図に示すように、歯車型ロールは大小直径の異なる大小2本のロールで構成され、小径のロールは牧草を拾いあげる作用をしPick-up rollと呼ばれ、大型ロールはMain rollと呼ばれる。メインロールはチェーンの伝導により回転し、ピックアップロールはこれに噛み合つて回転する。したがつて、メインロールの周速度(V)と機体進行速度(v)との間には、ある牧草量进行处理する場合を設計の基準とすると次のような関係式が成立した。従つてはならない。

$$V > v \text{ または } \pi R / 60 \cdot N > v \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

ここに R……メインロール有効直径 (m)

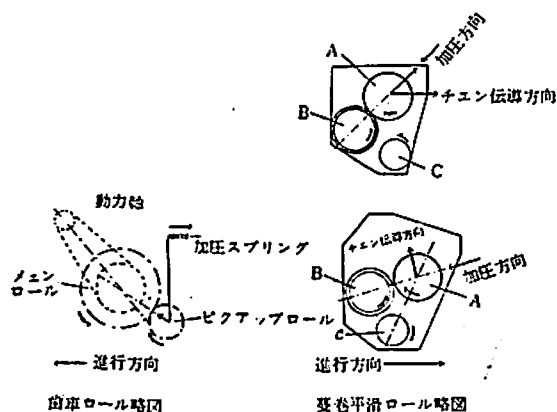
N……毎分回転数 (r.p.m.)

ロールの外径をそれぞれ 22.8cm, 10.1cm としたので、メインロールの周速度は

$$V = 1.06 \times n \times 10^{-2} \text{ (m/sec)} \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

となり、役馬速度 1.1~1.3(m/sec) とすれば、これに対する n(r.p.m.) は当然 100 以上の値となる。また、メインロールは機体に固定し、ピックアップロールはメインロールに対してスプリングで加圧し、牧草の圧傷を大ならしめるとともに、塊状の牧草あるいは夾雑物の通過を容易にする。スプリングの加圧歪みは 10kg に対して 1mm のもの

第2図 各試作機のロール関係位置



注) 上はI型, 右下はII型

を選定し、歪みの mm 数によつて加圧調節位置を決定した。

本機が作用を開始すると、牧草が両ロールの噛み合いのなかにはいり、ピックアップロールはスプリングの圧に抗して開くが、その時のメインロールにかかる負荷トルク(T)はロール回転数がある範囲内では次のようになる。

$$T = K \cdot R / 2 \cdot 2(10\theta) + M \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

Kはピックアップロールがメインロールに及ぼす力率

Mは無負荷時のロール抵抗

莖巻ロールについて説明すれば、歯車型がその圧碎状態が間歇的であるのに反し、全面的に作用をおよぼすものであり、圧碎ロールだけでは牧草の拾い上げ作用を行なわせえないので、別にピックアップロールを設計した。15.2cm 鋼管2本に圧縮ロールの役目をさせ、そのうちの1つに莖巻状に直径 9.5mm の丸棒を溶接して牧草の喰い込みを助ける働きをさせた。この3本のロールの作動関係は、B.CはVベルト、Aはチェーン伝導とした。A.B.Cのロールの位置関係についてはI型とII型を試作したが、I型は加圧の方向に無理があり、主としてII型によつて試験を実施した。

III 試験装置, 方法ならびに試験結果

試験は室内実験と圃場試験とに分けて実施した。室内実験は圃場試験のための試作機設計上の資料をうることに、若干の圧碎理論をうるために実施した。

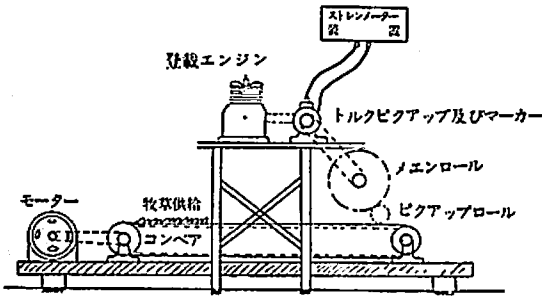
a) 室内実験装置及び実験方法

実験装置は第3図に示すようにメインロールを固定し、カンバスコンベアを機体の前進方向に対し逆の方向に作動させて、ロールに対し牧草の供給を行なつた。

ロールとエンジンの中にトルクピックアップとマーカを挿入し、各種牧草量処理に対して、メインロールのトルク変動をストレインメーターに記録させて測定した。

試料の供給は希望する供給密度になるように重量を測定し、カンバス上に 1.2x1.2(m) に刈取時の状態に近いようにならべた。カンバスの速度、

第3図 室内試験実験装置略図



ロール回転数はブリーを取り替えることによつて変化させた。本実験は歯車型についてのみ実施し次の項目について組合わせ変化させた。

i) 牧草供給度

15ton/ha, 30ton/ha, 37.5ton/ha

ii) 供給速度 (コンバース速度)

1.2m/sec, 1.5m/sec, 2.0m/sec

iii) ロール間圧力

ロールテンションスプリング加圧調節位置
0mm, 1mm, 2mm, 3mm

これらよりロールの作動時負荷, 圧砕された牧草の放擲状況の変化状態を測定した。なお, 作用略図を第4図に示す。

b) 室内試験結果

(1) 牧草供給率とロールトルクの関係

コンバース速度 (v), 牧草供給度 (d) およびロール長さ (l) の積を牧草供給率 (Q) (kg/sec) とし毎秒の牧草処理の量を表現した。この牧草供給率とロールトルクとの関係は, ロール加圧スプリングの調節位置 0 の点において, 第5図のように直線的比例関係を満足するものと考えられる。このトルクの発生は, ロール間において圧縮された牧草の厚み δ によつて生じ, 供給率 Q におけるトルクと δ との関係は前掲③式より

$$T = C_1 \delta + M \dots\dots\dots ④$$

または

$$T = C_2 Q + M \text{ これより } T = v \cdot d \cdot l + M \dots\dots ⑤$$

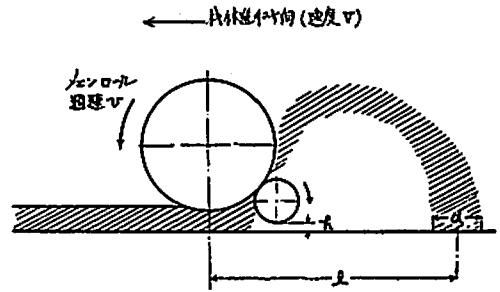
C₁, C₂ は 2 ロールの作用角が小さいとき定数である。

故に Q と δ との関係は

$$Q = C_1 / C_2 \delta \dots\dots\dots ⑥$$

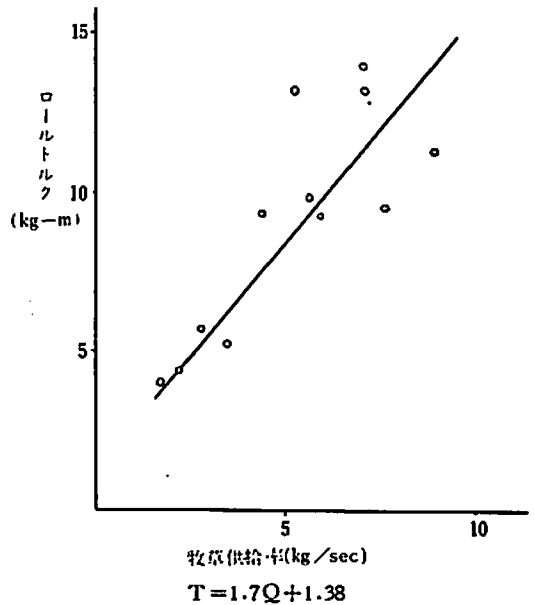
この場合 (δ) は実際にはロールの歯が互いに衝突し, スプリングはかなりの振幅で振動するため

第4図 牧草処理作用略図



- d 供給度
- l 放擲距離
- v 地面角速度
- ω 牧草角速度

第5図 メインロール・トルクと牧草供給率の関係

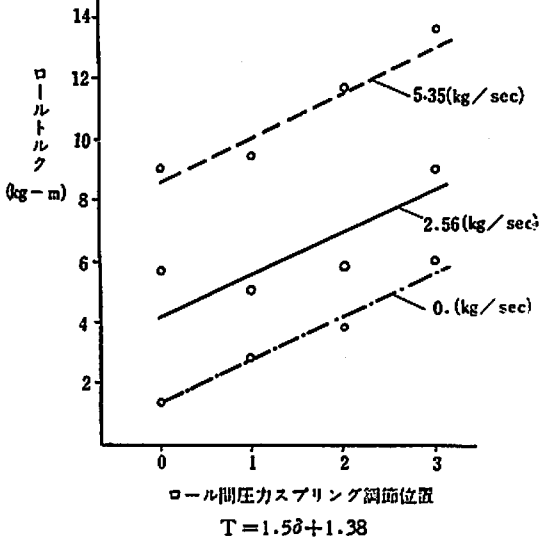


に, ロール間隙は大きくなり, スプリング圧の弱い場合はロールが噛み合わないことも生ずる。

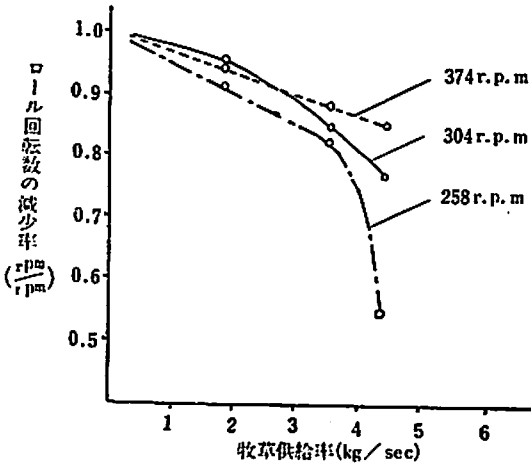
(2) ロール間圧力とトルク変化

スプリングの加圧調節位置を, 0, 1, 2, 3, と変化させると, 同一供給率においてロールトルクは上昇する。供給物量の示す (δ) と, 初めの加圧によつて発現する圧力とにより, ロールを通過する牧草は圧傷される。第6図に供給率別にその状態を示した。供給率 0 は牧草を供給しない状態におけるトルク変動で, 初めに加圧が増加すれば, トルクは上昇し強く噪音を発生する。

第6図 ロール間加圧とトルク変化



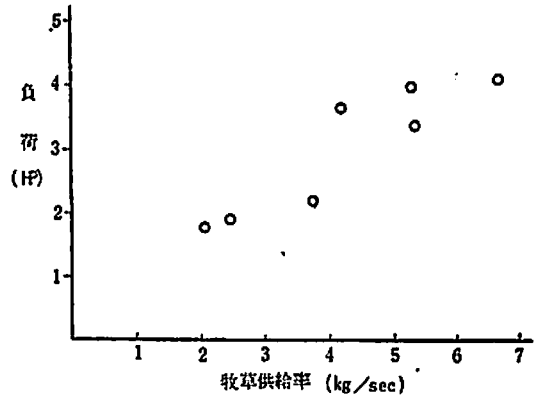
第7図 回転数と牧草供給率の関係



(3) 回転数と牧草供給率

無負荷時のロールの回転数を 258, 304, 374 (r.p.m.) と変化させた場合、牧草供給率が増加するにしたがつてロールの回転数が減少することを第7図に示した。特に低い回転のときは牧草供給率が大となれば減少率ははなはだ大となる。これはある程度以上に牧草供給率が大となれば処理が追いつかずもたつきを生ずる結果であり、このため一層過大な負荷を発現する。したがって同一圃場内でも供給率に相当の開きがあるのが普通なので、本機においてはロールの回転数は 300 (r.p.m.) 以上にすべきである。しかし高すぎると無負荷時

第8図 牧草供給と負荷の関係



に故障のおきる危険があり、小負荷時の抵抗が大となり好ましくない。②式より

$$V = 2.2v \text{ ⑦}$$

となり、メインロールの周速度は機体速度の約2倍の値をとるとき、円滑に牧草処理が行なわれるものと推定できる。

(4) 牧草供給率と負荷の関係

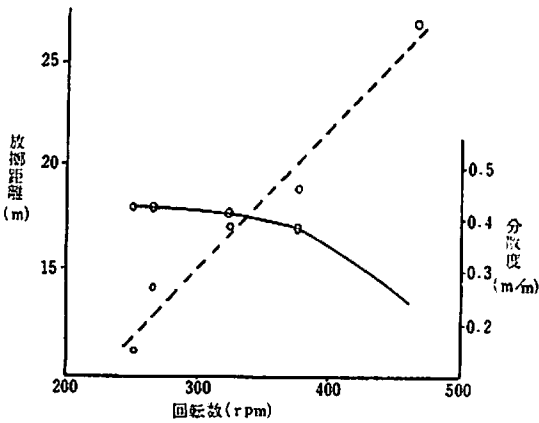
第8図に示すとおりロール負荷は牧草供給率の増加が、7 (kg/sec) 近くまでは、大体直線的関係にあると考えられる。5 IP エンジンでは 5 (kg/sec) 以上では回転は 20~30% 下りもたつきをおこし、ついにはロールにからみつき、エンジンが停止する。

(5) メインロール回転数と牧草飛散の関係

前項までの関係を牧草放擲状況からみれば次のとおりである。すなわち両ロールに噛まれた牧草は加圧圧傷され後方に放擲される。この放擲力はロールの回転によって与えられるが、放擲距離が大で、飛散が均一であれば牧草は刈取状態よりも軽く、疎く、通風がよくなり、乾燥が速かになると考えられる。

この関係を知るため放擲距離 (放擲された牧草の中心とロールの中心距離) と飛散長さを測定した。(前掲第4図参照) この状態ではロールの回転数が一定であればその飛散長さは小で、ロール回転変動率が大きければ飛散長さは大となり、実稼動時においては牧草飛散が不均一となり、水分乾減速度に差を生じ、乾燥に重要な初期乾燥が不良となる。したがって放擲状況の観察によって、供給率

第9図 メーンロール回転数と牧草飛散の関係



実線…分散度 点線…放擲距離

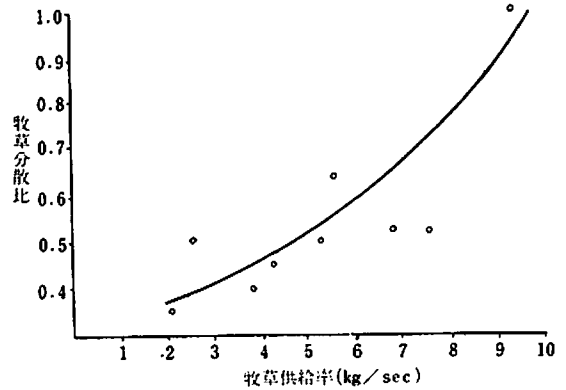
とロール回転数の関係、または負荷の関係を知らう。すなわち飛散がもたつき状態で塊状になり、飛び出し距離が小さい場合は牧草供給率に対して、ロール回転が遅いか、または出力の不足している場合であり、回転を速くし、または車速を遅くする必要がある。放擲距離があまりにも大きすぎる場合は、作業機を増速して供給率を高め、能率を高めうる余裕のあることを示している。室内実験においては飛散長さ(d)、放擲距離(l)の関係について、それぞれの状態を表現すれば、 d/l で表わされ、これを分散度とすると、この値が1以上の場合、特に2に近くなると、牧草がロールに巻きつき負荷が大になりエンジンは停止する。第9図にその状態を示した。すなわち一定の供給率に対しては、メーンロールの毎分回転数と飛散距離は、ほぼ比例関係にあり、小さい回転数においては、分散度が大となり、0.5においてはかなりのもたつきをあらわす。

第10図は初めのロール回転数を一定とし、供給率を変えた場合の分散度の変化を示した。供給率が5(kg/sec)以上となると分散度0.5以上の点が増しもたつき現象がおきる。

(6) 水分乾燥速度

牧草の乾燥は刈取直後の大きな減少率が良質の乾牧草をうるためにきわめて重要である。ヘイコンディショナーで処理した場合には、この初期乾燥効果が顕著であることが認められた。乾燥効果

第10図 牧草分散比と牧草供給率の関係



に変化を与える要因と考えられるのは、

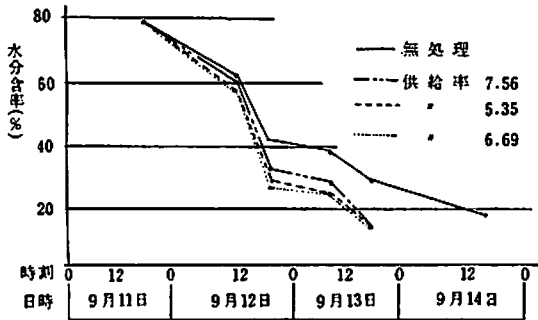
- i) ロール間圧力
- ii) 牧草供給率
- iii) 処理状態

などであるが、i) ロール間圧力を大とすれば当然牧草は大きな圧傷をうけるが、圧傷箇所数は変わらないので、乾燥速度には大差がない。ii) 供給率が大きくなればロール間圧力も大となり、圧傷度は変わらないと考えられるが、牧草の絶対量が多い場合は乾燥は遅くなる。すなわち処理後通風が悪いので水分の蒸散が少ない。牧草の絶対量が多い場合はヘイコンディショナーの使用後にテッダーを併用することが効果的であろう。iii) 処理状態は前述のように飛散の状態が問題とされる。

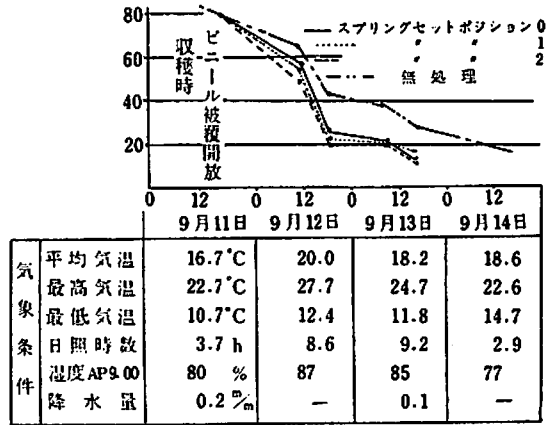
また1度がけと2度がけの比較においては、もちろん2度がけの乾燥速度は早い、時間短縮効果と機械使用の時間、経費との関係において論ぜらるべきであろう。

第11、12図および第2、3表は室内実験の結果をしめすものである。供給率との関係においては明確にあらわれていないが、ほかの資料においては、処理後の半日もしくは1日の間におこる乾減がその後の過程に大きな影響を与えることが明らかである。したがって、ヘイコンディショナー処理後2~3時間してヘイテッダーをかけ、処理牧草を上下反転して通風をよくし、十分日光にさらすことは、さらにその効果を発揮させることになる。

第11図 室内実験における牧草水分乾減状況 (供給率との関係)



第12図 室内実験における牧草水分乾減状況 (ロール間圧力との関係)



第2表 室内実験時の牧草水分乾減状況 (その1)

試験条件			含水率(%)の变化					
ロール間加圧スプリング位置	カンバースピード (m/sec)	供給率 (kg/sec)	測定日時					
			8月24日			8月25日		
			時分 8.30	13.30	17.00	8.00	13.00	17.00
0	1.44	1.55	81.5	65.3	59.8	53.0	45.7	36.6
0	1.44	3.00	81.5	70.2	65.3	59.8	52.5	46.8
0	1.44	3.75	81.5	60.8	55.8	48.4	40.3	33.0
3	1.44	1.50	81.5	63.7	58.9	47.5	35.3	33.1
3	1.44	3.00	81.5	61.5	58.2	46.2	32.3	32.3
3	1.44	3.75	81.5	65.4	59.1	49.0	34.5	32.7
* 0	1.44	3.00	81.5	59.6	52.3	40.2	29.0	27.8
無処理区			81.5	68.2	65.1	61.4	56.9	54.2

* 印は同一条件で同方向2度掛け

第3表 室内実験時の牧草水分乾減状況 (その2)

試験条件			含水率(%)の变化					
ロール間加圧スプリング位置	カンバースピード (m/sec)	供給率 (kg/sec)	測定日時					
			9月11日	9月12日		9月13日		9月14日
			時分 17.00	10.00	17.00	10.00	17.00	10.00
0	1.14	1.50	78.4	57.1	23.4	22.3	14.9	—
0	1.14	3.00	78.4	58.5	27.9	22.6	16.4	—
0	1.14	3.75	78.4	60.9	30.8	27.0	16.8	—
1	1.14	1.50	78.4	53.2	25.0	20.0	14.1	—
1	1.14	3.00	78.4	56.9	26.0	23.1	17.0	—
1	1.14	3.75	78.4	54.0	27.8	23.0	14.0	—
2	1.14	1.50	78.4	51.8	25.7	20.1	11.3	—
2	1.14	3.00	78.4	49.5	24.8	20.7	13.5	—
無処理区			78.4	62.5	42.0	37.4	29.6	21.2

(7) 摘 要

- i) メーンロールの周速度は機体進行速度の2倍を適当とする。
- ii) ロール間圧力は極端に強くすべきでない。
- iii) 登載エンジン5馬力に対して牧草供給率は4kg/sec以内が好ましい。
- iv) 牧草分散度は0.5以下になるように調節する必要がある。
- v) 牧草乾燥初期が水分乾減にとつては重要であり、ヘイコンディショナー利用は室内実験においては効果がある。

c) 圃場試験方法

室内実験の結果にもとづき試作機を製作した。圃場試験の場所を帯広市川西機械化営農試験地とさだめ、10月5日以降クローバー・チモシーの混播牧草(2番草)について実施した。牧草平坦密度は0.718kg/m²である。試験区は歯車型区、莖巻平滑型区、無処理区の3区とし、測定点をランダムに配置して、牧草を原位置に自然状態に近く放置して、誤差を最少に喰い止めるよう努めた。また夜間は結露の状態が大であったので、乾燥後期には小禾積して翌朝拡散させた。無処理区についてはヘイテッターで反転作業を実施した状態にするためヘーフオークで1日2回反転した。

d) 圃場試験結果

(1) 作業能率

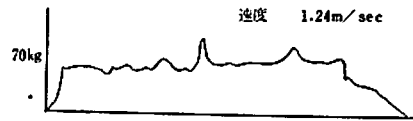
歯車型ならびに莖巻平滑型ロールの両機とも作業有効幅は1.2mであり、平均牽引速度1.24m/sec、有効実稼動率70%とみて、10a当りの処理時間は約20分であったが、莖巻平滑型は事故発生が多く能率は半減した。

(2) 牽引抵抗

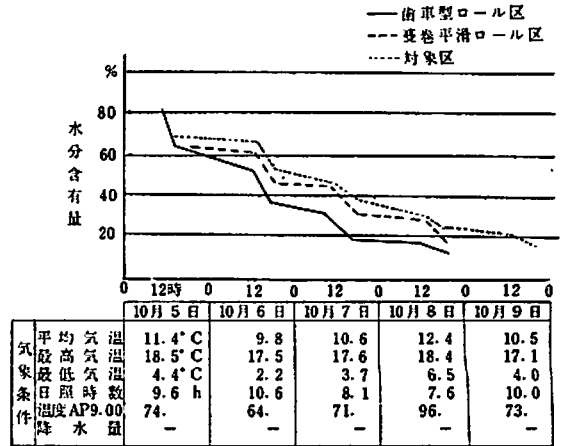
平均牽引抵抗は車速1.24~1.30m/secにおいて歯車型が66kg、莖巻平滑型が62kgであり、いずれも畜力1頭引きとしては十分牽引抵抗の許容範囲内にある。

牧草圧傷処理に要する動力は登載エンジンから与えられ、牽引抵抗は本機ならびに操縦者の重量による走行抵抗が主体をなす。しかし車輪の直径が40.6cmで小さく、牧草刈取地の凹凸のはげしい場合は、第13図のように牽引力に大きな山が発

第13図 歯車型ロールの牽引力曲線



第14図 牧草水分乾減状況(第2次圃場試験)



現する。またピックアップロールが車輪の方向と逆回転であるので、ピックアップロールに草がまきつき、刈株と接する場合、あるいはモアーの刈取作業が不良で刈株が両ロール間に喰い込みを生ずる場合は、牽引力は急激な増加をみる。一般に牧草量が少ない場合は、ピックアップロールの地上間隙を小とする必要があり、したがって刈株を噛み地表面に接して牽引力が増加するほか、廻行時に外側の速度と、ロールの回転数との釣合いがとれないため、草をまきこんで牽引力を増加させることがある。

以上は牽引力増加の原因となるばかりでなく、事故発生の原因となる。したがって牧草地を平坦につくこと、モアーによる牧草の刈り取りが良好であることがヘイコンディショナーの作業を円滑にする要因である。

(3) 乾燥促進効果

各区からランダムに採取した水分の乾減率の平均値を第4表および第14図に示した。処理直前の含水率は82%で、処理後4時間にして急激な水分の乾減をみたが、各区間の差は誤差の範囲にあり大差はない。これは各区とも葉からの蒸発が活発に行なわれたものと考えられる。2日以降からの

第4表 牧草水分乾減状況(第2次圃場試験, 5点平均)

区別	日付		10月5日		10月6日		10月7日		10月8日		10月9日	
	時刻	時分	13.40	15.10	11.00	16.30	10.00	15.30	10.00	15.30	10.00	15.40
歯車型ロール2本式区			82.2	74.3	65.7	53.5	37.9	31.2	18.8	17.5	—	—
巻型平滑型ロール3本式区			82.0	72.7	65.0	60.8	47.7	44.8	32.6	28.5	15.4	—
対照区			82.4	74.3	66.9	65.0	53.1	47.8	38.0	30.3	20.2	19.7

第5表 乾牧草の養分分析結果(第2次圃場試験)

試験番号	処理方法	水分 (%)	粗蛋白質 (%)	カロチン (mg/100g)
1	巻型ロール	10.15	16.52	12.52
2	"	10.52	16.90	12.60
3	"	10.11	16.69	13.10
4	歯車型ロール	9.19	17.42	13.50
5	"	9.92	17.35	14.15
6	"	9.90	17.09	13.92
7	無処理	10.92	15.96	11.15
8	"	9.52	13.93	10.52
9	"	10.12	16.08	12.11

第6表 一般農家の保有する乾牧草養分分析結果(帯広市近傍)

住所	農家名	水分	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分
大正	橋本	16.09	13.20	3.02	32.10	27.14	8.45
大正	正松	14.90	13.44	3.64	31.36	26.72	9.94
戸	蔭堂	14.50	12.80	2.98	35.01	26.54	8.17
大正	正園	13.06	11.96	3.66	33.68	28.31	9.33
清	川原	14.07	12.04	2.64	37.16	27.30	6.79
川	西阿	15.34	10.56	2.81	37.24	27.11	6.94
大正	山崎	12.86	12.08	3.04	36.05	27.47	8.50

差は大きく開き処理区の乾減率は無処理区に比し著しい相違がある。収納に適する乾草の含水率を20%とすれば、歯車型ロール区では2日間、無処理区では5日間を要した。

(4) 牧草養分分析

各区の粗蛋白質、カロチンの量を比較すれば第5表のとおりで、処理区は無処理区に比しいずれ

も高い値を示した。なおそれらとの比較をみるために、帯広近郊の一般農家の保有する乾草の養分量を分析した結果は第6表に示すとおりである。したがって、ヘイコンディショナーは牧草の乾燥を促進するばかりでなく、飼料価値を高めるものであることを知りえた。

IV 結 論

設計試作にはじまり、室内実験、圃場試験を繰り返えし、試作改良の結果、ヘイコンディショナーは、時間的な乾燥促進効果も、飼料価値の保持の上にも満足すべき点が多い。これらの成績もとに牧草処理費を計算すれば第7表に示すとおり、一般農家の出費は10a当り231円、乾草4kg当り1円23銭で、飼料価値が向上することより考えれば、きわめて経済的であることを知りえた。

今後さらに、地域別あるいは各種の天候条件下における牧草乾燥促進効果について研究をすすめる必要があるが、とりあえず現在までの試験研究結果を報告し、酪農振興の一助としたい。

なお本試験実施にあたり協力いただいた帯広畜産大学教授大原久友氏、ならびに北海道農機具工業株式会社帯広工場長富樫徹氏、技手村井信仁氏に厚く感謝の意を表します。

なお、第7表の計算基礎は次のとおりである。畜力用1頭引きヘイコンディショナーは、原価計算の結果、10万円以内で市販されうる。登載エンジンは5万円。また、酪農家(乾牧草生産面積2.5ha程度)3戸の共有利用、ha当り乾牧草7.5トン(相当750kg)とした。登載エンジンはほかの動力としても使用できるので、負担率を1/2とした。ヘイコンディショナー使用による労働軽減量は1ha当り最低に見積つて40時間とした。

第7表 牧草処理費試算

	新調価	年度始 価 格 (A)	減 価 (D)	A×B (C)	D+C	本機 1/3 エンジン1/15 (E)	(E)の合計 (F)	F+G+H +I-J	4kg当り 処理費	10a当り 処理費
								円	円 銭	円 銭
1	(本機) 100,000	100,000	9,000	7,500	16,500	5,500	6,202	6,869	1.46	274.76
	(エンジン) 50,000	50,000	6,785	3,750	10,535	702				
2		91,000	9,000	6,825	15,825	5,273	5,941	6,608	1.41	264.32
		43,215	6,785	3,241	10,020	668				
3		82,000	9,000	6,150	15,150	5,050	5,684	6,351	1.35	254.04
		36,430	6,785	2,732	9,517	634				
4		73,000	9,000	5,475	14,475	4,863	5,464	6,131	1.31	245.24
		29,645	6,785	2,223	9,008	601				
5		64,000	9,000	4,800	13,800	4,600	5,167	5,834	1.27	233.36
		22,860	6,785	1,715	8,500	567				
6		55,000	9,000	4,125	13,125	4,373	4,906	5,573	1.19	222.92
		16,075	6,785	1,206	7,991	533				
7		46,000	9,000	3,450	12,450	4,150	4,649	5,316	1.13	212.64
		9,295	6,785	697	7,482	499				
8	50,000 - 2,500 47,500	37,000	9,000	2,775	11,775	3,965	4,635	5,302	1.11	212.08
		47,500	6,785	3,563	10,348	670				
9		28,000	9,000	2,100	11,100	3,700	4,356	5,023	1.07	200.92
		40,715	6,785	3,054	9,839	656				
10		19,000	9,000	1,425	10,425	3,475	4,097	4,734	1.01	189.36
		33,930	6,785	2,545	9,330	622				
									平均	平均 円
									1.23	231

注 廃棄価は 本機10,000円, エンジン2,500円 利率率(b) 7分5厘 乾牧草用牧草地 2.5ha
 使用時間年2回 計17時間 燃料滑油代(G) 800円 修理費積立金(a)(1) 2,333円
 畜力費(I) 2,000円 人夫賃節減代 5,000円 処理牧草量 18.75Ton

附表 室内実験結果表

試験 番号	供給密度 (ton/ha)	カンバス 速 度 (m/sec)	メーンロー ル 回 転 数 (r.p.m)	ロー ル テ ン シ ョ ン ス プ リ ン グ 位 置	ロー ル ト ル ク (kg-m)	ロー ル 所 要 馬 力 (HP)	放 擲 距 離 (m)	放 擲 巾 (m)	備 考
1	—	—	312	0	1.39	0.60	—	—	
2	—	—	288	1	2.85	1.19	—	—	
3	—	—	306	2	3.77	1.60	—	—	
4	—	—	304	3	6.00	2.55	—	—	
5	15.0	1.16	239	0	3.35	1.10	1.3	0.5	{エンジン オーバーワーク
6	30.0	1.16	218	0	9.64	2.83	1.2	0.7	
7	37.5	1.16	187	0	11.67	3.03	1.0	0.8	
8	15.0	1.16	306	0	4.08	1.74	1.7	0.6	
9	30.0	1.16	282	0	9.16	3.60	1.6	0.7	
10	37.5	1.16	234	0	12.00	3.92	1.4	0.9	
11	15.0	1.47	298	0	4.35	1.81	1.4	0.7	操音はげしい
12	30.0	1.47	222	0	10.10	3.27	1.4	0.7	
13	37.5	1.47	218	0	13.14	4.00	1.3	0.7	
14	15.0	1.47	249	3	10.81	3.75	1.6	0.5	
15	30.0	1.47	227	3	13.13	4.16	1.2	0.7	
16	37.5	1.47	172	3	17.54	4.21	0.9	1.3	
17	15.0	1.47	235	3	8.89	2.91	1.2	0.6	
18	30.0	1.47	212	1	12.00	3.54	1.2	1.0	
19	30.0	1.47	219	2	9.62	2.94	1.3	1.0	
20	15.0	2.06	219	2	4.81	1.47	0.8	1.0	ロールに巻つき
21	30.0	2.06	220	2	11.30	3.46	1.0	1.0	
22	37.5	2.06	198	2	12.08	3.16	—	—	
23	15.0	2.06	282	0	5.27	2.07	1.5	0.6	
24	30.0	2.06	243	0	9.62	3.26	1.3	0.7	
25	37.5	2.06	219	0	10.81	2.83	0.8	0.8	
26	15.0	2.06	258	0	6.24	2.25	1.2	0.6	
27	30.0	2.06	203	0	9.08	2.60	0.8	0.8	
28	37.5	2.06	234	0	4.35	1.42	1.4	1.3	
29	30.0	1.47	330	0	6.74	3.10	1.7	0.8	ベルトスリップ
30	15.0	1.47	328	0	4.81	2.20	2.1	0.4	
31	37.5	1.47	233	0	6.96	2.44	1.4	1.4	
32	15.0	1.47	336	2	6.01	2.86	2.0	0.5	
33	30.0	1.47	242	2	7.46	2.52	1.4	1.5	
34	37.5	1.47	240	2	9.39	3.14	1.8	—	
35	30.0	1.16	328	0	7.46	3.42	2.1	0.7	
36	30.0	1.16	298	2	9.62	4.00	1.6	1.0	
37	15.0	1.16	328	0	9.19	4.18	1.5	1.0	
38	15.0	1.44	407	0	3.61	2.05	2.5	0.7	
39	30.0	1.44	430	0	6.50	3.90	2.6	0.9	
40	15.0	1.44	438	1	5.24	3.20	2.4	0.9	
41	30.0	1.44	407	1	7.20	4.09	2.5	1.1	
42	15.0	1.44	375	1	4.82	2.52	1.9	0.95	
43	15.0	1.44	360	0	4.43	2.22	1.9	0.85	
44	30.0	1.44	315	0	7.96	3.50	1.9	0.85	
45	15.0	1.44	257	0	5.24	1.88	1.15	0.4	
46	30.0	1.44	258	0	9.00	3.24	1.1	0.55	
47	37.5	1.44	204	0	13.25	3.76	0.8	0.9	
48	15.0	1.44	250	1	5.05	1.76	1.1	0.4	
49	30.0	1.44	250	1	9.40	3.28	1.1	0.6	
50	37.5	1.44	227	1	14.42	4.50	1.1	0.65	
51	15.0	1.44	250	2	5.27	1.80	1.1	0.4	
52	30.0	1.44	234	2	12.50	4.09	1.15	0.55	
53	37.5	1.44	240	2	14.56	4.25	1.0	0.75	