

ロール型さとうきび脱葉機に関する基礎的研究

小島 新・阿部正俊・宮部芳照

(農業機械学第一研究室)

昭和53年9月9日 受理

Fundamental Studies on the Roll Type Leaf-Stripping-Machine for Sugar Cane

Shin KOJIMA, Masatoshi ABE and Yoshiteru MIYABE

(Laboratory of Agricultural Machinery I)

緒 言

さとうきびは鹿児島県本土南部以南における主要な基幹作物である。しかしその収穫調整作業とくに脱葉作業には多くの労力を必要とするため、その省力化が要望されて、今までに、二三の形式の脱葉機が開発されてきた。ロール型脱葉機もその一つであり、互に逆方向に回転する平行な二本の金属ロールの間のすき間に蔗葉だけを引張りこんで脱葉するものであって、かなり高い脱葉性能をもっている。しかしロール型脱葉機では、ロールの間のすき間に、さとうきびの茎そのものをかみこむことがあり、原料の損失となるばかりでなく、過負荷状態となって更に機械を停止させ、また、かみこんだ茎を取り除くのに多くの手数と時間を費すなどのため、作業能率の低下の原因となっている。しかし、かみこみに対する原因などは、未だ不明であるので、本報告では、これを実験的に解明し、ロール型脱葉機設計のための基礎資料を得ようとするものである。

実験装置及び実験方法

さとうきび茎のかみこみに関する実験をするために、Fig. 1. に示すような実験装置を製作した。Fig. 1.

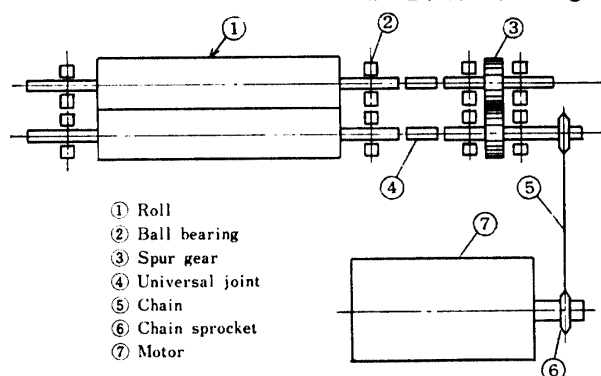


Fig. 1 Experimental apparatus.

において、⑦電動機の動力は、⑤チェーンによって本体に伝達され、④ユニバーサルジョイントを介して、①ロールを回転する。この時、③平歯車のかみ合いによって、①ロールはともに互に逆方向に回転することになり、二本のロールの間に、さとうきび茎をかみこむようになっている。

原動機と実験装置本体とはチェーン伝動とし、また、本体内は歯車伝動として、いずれも、かみこみに起因する負荷増大によっても、すべりが起きないようにした。

ロールの着脱およびロール間のすき間の調節は、②軸受を固定しているボルトの着脱によって行うようにした。

供試ロールの仕様は Table 1-1. に示すとおりである。

さとうきびのかみこませ方は、Fig 2 に示すように、さとうきびを、まずはじめに、ロールの長手軸に垂直に位置し、次に、さとうきびの切断面と反対の①方向に30°傾け、次に、逆の②方向に60°(垂直の位置からは30°)傾け、再び、さとうきびを③垂直の状態にもど

Table 1-1. Roll used in experiment

Diameter (mm)	47	57	76
Length (mm)	500		
Material	STKM17		
Knurling	m=0.6		

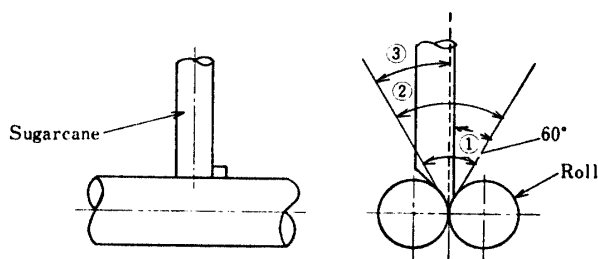


Fig. 2 Feeding method.

す操作を連続して5秒間行った。

なお、さとうきびを、ロールの長手軸に平行するよう
におくときには、ほとんどかみこみを生じないが、
今回は、最もかみこみが起りうるであろうと思われる
上記の条件で実験を行った。

さとうきびは、荷重がかからないように、軽く手で
握った状態で実験した。

かみこみには、茎の先端のみ、かみこんで圧碎され
るものと完全に全部かみこみ圧碎されるものの二つが
あったが、この実験では、いずれもかみこみとして処
理した。

実験中は、さとうきびのしぼり汁がロール表面に付
着し、一種の潤滑剤となるので、これを布でふき取り、
極力斉一の実験条件になるようにつとめた。

かみこみに影響を及ぼす主な要因として、Table 2
に示すように、ロール直径 (47, 57, 76mm) ロール間
隙 (0, 1, 2mm) ロール回転数 (250, 350, 450rpm) さと
うきび直径 (16~20, 22~26, 28~32mm) 及びさとう
きび切断角 (50, 55, 60°) の5つの要因を取りあげ、
各々の要因を上述のように3水準に分け、 $3^5=243$ 通
りの組合せで、1組合せにつき14本のさとうきびを使
用した。なお切断角は、さとうきび茎の横断面に対し
て切断した角度である。

供試さとうきびは Table 1-2 に示すとおりである。

Table 2. Factors and levels

Factors	Levels
A: Diameter of roll (mm)	A ₁ 47 A ₂ 57 A ₃ 76
B: Gap between two rolls (mm)	B ₁ 0 B ₂ 1 B ₃ 2
C: Number of revolution of roll (rpm)	C ₁ 250 C ₂ 350 C ₃ 450
D: Diameter of sugar cane (mm)	D ₁ 32 D ₂ 26 D ₃ 20 ~28 ~22 ~16
E: Angle of cut of sugar cane (°)	E ₁ 50 E ₂ 55 E ₃ 60

Table 1-2. Sugar cane used in experiment

Variety	N:Co, 310
Growing district	Osumi
Moisture content (wet base)	71.8~86.5%
Hardness	
Diameter of sugar cane	16~20mm 4.16~8.71kg/mm ² 22~26mm 4.03~8.45kg/mm ² 28~32mm 4.94~8.06kg/mm ²

さとうきびの含水率は電気乾燥炉で恒量になるまで
乾燥し、湿量基準%で表わした。

さとうきびの硬度は、万能引張圧縮試験機と X-Y
記録計を用いて、荷重計先端に取り付けた直径 1mm

のプランジヤーを、50mm/min の一定速度で、さとう
きびの節間に、表皮に直角に押し付け、その時の最大
抵抗値を、プランジヤーの断面積で除した値を (kg/
mm²) で表わした。

実験結果及び考察

実験結果を Table 3 に示す。Table 3 を基として、
分散分析を行った結果¹⁾をTable 4に示す。分散分析に
当っては、まず、5要因の交互作用 A×B×C×D×E
でF検定を行ない、有意差の全然認められないもの及び
5%水準において有意差があるものを、すべてA×
B×C×D×Eに加えた誤差 e で再びF検定を行い、1%
水準において、有意差の認められるもののみを Table
4 中に書き現わした。

次に、次の式²⁾によって寄与率ρ%を計算して Table
4 に表示した。

$$\rho = \frac{S - \nu \times Ve}{S_T} \times 100(\%)$$

S: ρを求めようとする要因の平方和

ν: 同上の自由度

Ve: 誤差の分散

S_T: 全変動

S-ν×Ve: ρを求めようとする要因の純効果

各要因または各水準でのかみこみ本数を、それぞ
れの実験に使用した全本数で除し、百分率で表わしたも

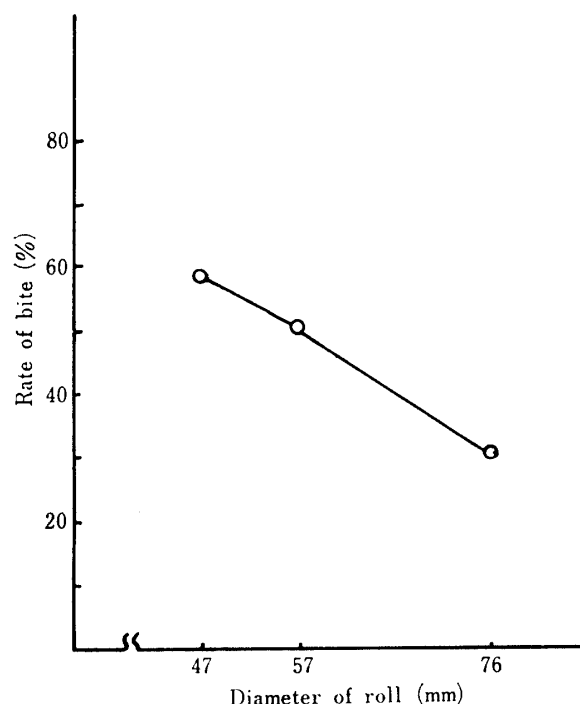


Fig. 3 Relation between the diameter of roll and the rate of bite.

Table 3. Number of bite of sugar cane stalk

Number of revolution of roll (rpm)			Diameter of sugar cane (mm)								
Gap between rolls (mm)			32~28			26~22			20~16		
Diameter of roll (mm)			Angle of cut of sugar cane(°)								
			50	55	60	50	55	60	50	55	60
47	0	250	12	13	14	11	12	14	11	13	14
		350	4	13	14	7	12	14	7	12	14
		450	4	11	14	3	11	13	8	12	14
	1	250	4	9	14	2	9	14	3	12	14
		350	3	10	14	3	6	11	4	12	14
		450	1	4	10	0	4	13	0	6	14
	2	250	1	4	12	2	8	12	3	8	12
		350	0	4	11	2	7	10	1	6	10
		450	0	2	9	0	3	11	2	4	12
57	0	250	5	13	14	4	8	14	5	13	14
		350	0	5	14	4	7	13	2	10	14
		450	0	3	14	2	8	14	1	9	14
	1	250	3	10	14	3	6	13	2	8	14
		350	3	7	14	1	7	13	4	8	14
		450	1	6	14	0	2	11	0	2	9
	2	250	3	7	11	3	8	11	4	10	14
		350	0	2	9	2	5	10	1	5	12
		450	0	1	12	0	1	10	1	5	12
76	0	250	1	4	14	0	6	14	1	6	14
		350	0	1	11	1	4	13	1	4	14
		450	0	0	8	0	1	12	1	3	12
	1	250	0	2	13	0	2	11	1	3	14
		350	0	2	8	0	1	10	0	1	13
		450	0	2	5	0	0	9	0	0	12
	2	250	0	1	10	0	2	11	1	6	14
		350	0	0	4	0	1	8	0	6	14
		450	0	0	6	0	1	6	0	0	9

 Table 4. Analysis of variance, and ρ

		S	ν	V	F	ρ (%)
Main effect	A: Diameter of roll (mm)	631.51	2	315.76	174.14**	9.69
	B: Gap between two rolls (mm)	414.62	2	207.31	112.06**	6.34
	C: Number of revolution of roll (rpm)	293.56	2	146.78	79.34**	4.48
	D: Diameter of sugar cane stalk (mm)	87.02	2	43.51	23.52**	1.29
	E: Angle of cut of sugar cane stalk (°)	4179.11	2	2089.56	1129.49**	64.46
Interaction	A×B	105.60	4	26.40	14.27**	1.52
	A×E	140.82	4	35.21	19.03**	2.06
	B×D	33.94	4	8.49	4.59**	0.41
	B×E	27.19	4	6.80	3.68**	0.31
	C×E	26.47	4	6.62	3.58**	0.29
	A×B×E	78.80	8	9.85	5.32**	0.99
	A×C×E	67.23	8	8.46	4.54**	0.81
e: Error		339.77	184	1.85		
T: Total		6477.88	242			

** Significant at 1% level

のを、かみこみ率と定義し各要因の水準とかみこみ率の関係を Fig. 3～Fig. 7 に示した。

各要因とかみこみとの関係について述べる。

1 ロール直径とかみこみとの関係

Fig. 3 より、ロール直径は、大きくするほどかみこみ率は低下し、かみこみにくなっている。ロール直径 47mm, 57mm とロール直径 57mm, 76mm のかみこみ率の差は、それぞれ 8.4%, 19.1% であることから、ロール直径は大きくする方がかみこみ防止の効果が大きいと思われる。

2 ロール間隙とかみこみの関係

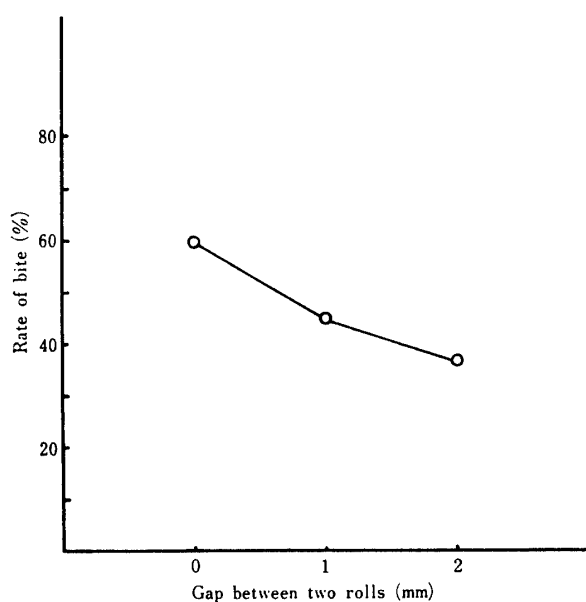


Fig. 4. Relation between the gap between two rolls and the rate of bite.

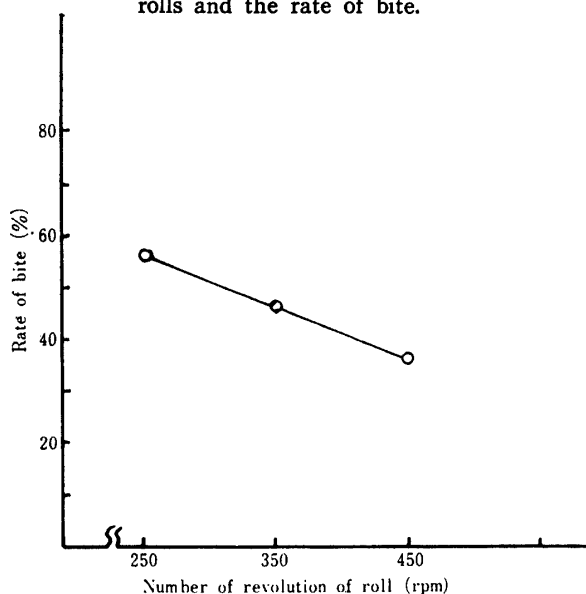


Fig. 5. Relation between the number of revolution of roll and the rate of bite.

Fig. 4 より、ロール間隙は大きくするに従って、かみこみにくくなる傾向を示す。ロール間隙 0mm, 1mm とロール間隙 1mm, 2mm の差はそれぞれ 14.4%と8.2%でロール間隙を大きくしても、かみこみ率の差は小さくなっていることから、ロール間隙を大きくしても、さとうきびのかみこみ防止の効果はそれほど向上しないと思われる。また脱葉性能の面からもロール間隙を大きくすると蔗葉の引き込みがなくなり、脱葉精度も考えられるのであまり大きくできない。

3 ロール回転数とかみこみとの関係

Fig. 5 より、ロール回転数は、高くするに従って、か

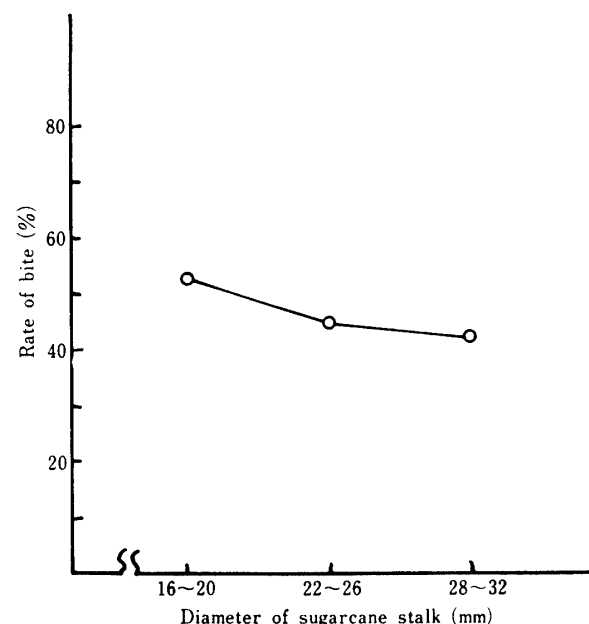


Fig. 6. Relation between the diameter of sugarcane stalks and the rate of bite.

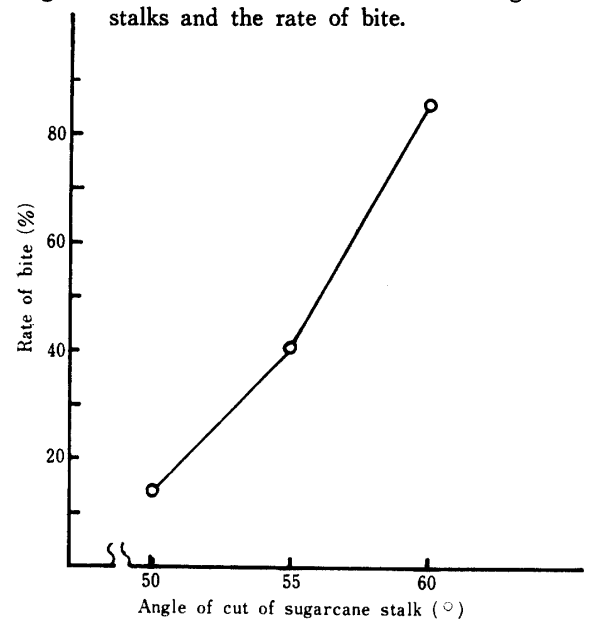


Fig. 7. Relation between the angle of cut of sugarcane and the rate of bite.

みこみにくくなる傾向を示す。ロール回転数 250rpm, 350rpm とロール回転数 350rpm, 450rpm のかみこみ率の差は、それぞれ 10.1% と 9.1% となり、ほぼ同一の値であり、また実験中の観察においても回転数を高くすると、さとうきびがロールの上ではねたり、すべったりする現象が見られたことから、ロール回転数は高くするほどかみこみ防止の効果は上るものと思われる。

4 さとうきび直径とかみこみとの関係

Fig. 6 より、さとうきび直径が大きくなるに従って、かみこみにくくなる傾向を示す。直径 16~20mm と 28~32mm とのかみこみ率の差は 9.8% で、他の要因に比べてかみこみに及ぼす影響は小さいと思われる。このことは Table 4 の寄与率が 1.29% と要因中最も小さい数値を示していることと一致する。

5 さとうきび切断角とかみこみの関係

Fig. 7 によると、さとうきび切断角を大きくするに従って、かみこみやすくなる傾向を示す。これは、さとうきびの先端が鋭くなっているほど、かみこみやすいことを意味する。今それぞれの切断角におけるかみこみ率をみると、50°で 14.1%、55°で 40.7%、60°で 85.8% と、他の要因に比較して大きな差があり、また Table 4 の寄与率が 64.46% と 5 要因のうち最も非常に大きいことと一致する。切断角はかみこみに大きな影響をあたえていることがわかる。切断角 50°で かみこみ率が 14.1% になっているが、かみこみ率 0% になる限界はなお充分な実験検討を必要とするが、一応の目安として 45°以下の切断角であれば、かみこみ防止の効果はかなり大きいと推察される。

Table 4 の分散分析表によれば、ロール型脱葉機においては、Table 2 の要因と水準の組合せ実験においては、ロール直径、ロール間隙、ロール回転数、さとうきび直径、さとうきび切断角の 5 要因の主効果においては、すべて 1% 水準で有意差が認められた。また、かみこみに対する寄与率を見ると、ロール直径 9.69%、ロール間隙 6.34%、ロール回転数 4.48%、さとうきび直径 1.29%、さとうきび切断角 64.46% と、これら 5 要因だけで寄与率は約 86% を占めることから、これら 5 要因は、さとうきびのかみこみに対して大きな影響をもっていることがわかる。とくに切断角の寄与率は 64.46% に達していることは注目される。従ってこれら 5 要因とくに切断角を調整することによって、さとうきびのかみこみをかなりの程度まで防止できると思われる。

なお 5 要因の相互作用では Table 4 より、1% 水準で有意差の認められるのは 7 個であった。寄与率もほ

とんどが 1% 未満であった。

要 約

さとうきび茎のロールの間のすき間へのかみこみを実験するため Fig. 1 に示す実験装置を製作した。実験は Fig. 2 に示すように行った。

さとうきび茎のかみこみに大きな影響をあたえるとされる 5 要因と各要因内にそれぞれ 3 水準を Table 2 のように決定し、要因実験を行った。各組合せにはそれぞれ 14 本ずつのさとうきび茎を使用し、かみこみの本数を数え (Table 3) 分散分析とかみこみに対する寄与率を求め、(Table 4) さらにかみこみ率を計算した (Fig. 3~Fig. 7)。

その結果は次のように要約される。

1 5 要因 (ロール直径・ロール間隙・ロール回転数・さとうきび直径・さとうきび切断角) のすべての主効果、および相互作用のうちの 7 個に、1% 水準において有意差が認められる (Table 4)。

2 5 要因のすべての主効果の寄与率の合計はおおよそ 86% となり、とくに、さとうきび茎の切断角の主効果の寄与率は 64.46% で非常に大きく、かみこみに大きな影響をあたえる。上記のことから、それぞれの要因、なかでも切断角をうまく調節することによって、かみこみをかなりの程度まで低下できるものと思われる。

3 ロール直径、ロール間隙、ロール回転数、さとうきび直径は、その数値が大きくなるほど、かみこみにくくなる傾向を示す。(Fig. 3~Fig. 6)、一方、さとうきび茎の切断角は、その数値が大きくなる (先端がとがってくる) ほど、かみこみやすくなる傾向を示す。(Fig. 7) 理想的には 1 本 1 本の切口が垂直になることであるが、できるだけ切断角 0°に近づける必要がある。

4 5 要因の主効果においては、かみこみ率の最高は切断角 60°のときの 85.8% であり、最低は切断角 50°のときの 14.02% である (Fig. 3~Fig. 7)。

本研究を実施するに当たり、実験用ロールを提供せられた、文明農機株式会社、及び実験に協力された当研究室の職員ならびに学生の方々に深く感謝の意を表する。

文 献

- 1) 三上 操：応用推計学 p. 130-134 内田老鶴圃、東京 (1959)
- 2) 田口玄一：新版実験計画法、上 p. 11, p. 120 丸善、東京 (1975)

Summary

In order to make some experiments on the undesired feeding (biting) of sugar cane stalks into a gap between two rolls, an experimental apparatus was made, as shown in Fig.1.

Specimens were inserted perpendicularly into the gap between the longitudinal axes of the rolls, and were made to be inclined in the both directions of the uncut- and cut- surfaces at the respective angle counting up to 30°.

The time spent in the experiment was noted to be five seconds.

Five factors were determined, i.e, the roll-diameter, the gap between the two rolls, the revolution-number of the each roll, the diameter of the sugar cane stalk, the cutting-angle of the sugar cane stalk; these five factors were noted to have a large influence on the bite; while, three levels in the respective factor were also determined. (Table 2) (5 factors, 3 levels.)

Fourteen specimens per combination were used; in every combination the number of the bite was counted. (Table 3)

The authors performed statistical treatments, expressing a significance and the coefficient of determination, with the calculation of the bite-rates. (Table 4)

The results are summarized as follows:

1 For all the main effects a significance was noted at 1% level, and seven interactions among the five factors were observed, too. (Table 4)

2 Of all the main effects, the sum of the coefficient of determination of the five factors was fixed to be approximately 86%; especially the coefficient of determination of the main effects of the cutting-angles of the sugar cane-stalks was fixed to be 64.46%, which was noted to be of extremely high value. This shows that the cutting-angle of the sugar cane stalks has the largest influence on the biting. (Table 4)

3 Concerning the main effect of the roll-diameter, the gap between two rolls, and the revolution-numbers of the rolls, and the sugar cane-stalk diameter, the following relation was noted; namely, the larger were the values, the harder was the biting-occurrence. (Fig. 3-Fig. 6)

On the other hand, concerning the main effect of the cutting-angle of the sugar cane-stalks the following revolution was noted; namely, the larger was the value (or the sharper was the tip-end) the easier was the biting-occurrence. (Fig. 7)

4 Concerning the main effects of the five factors, the following were ascertained: the highest rate of biting was 85.8% at the cutting-angle of 60°, the lowest being 14.02% at the cutting-angle of 50°. (Fig.3-Fig.7)