

## ラッキョウ調製作業機械化に関する基礎的研究 (第2報)\*

### 切 断 抵 抗 力

岩 崎 正 美\*\*・ 石 原 昂\*\*

## Fundamental Studies on the Mechanization of Baker's Garlic Processing Work (II)

### Cutting Resistance Force

Masami IWASAKI\*\* and Akira ISHIHARA\*\*

#### Summary

For mechanizing the post harvest processing of Baker's garlic, fundamental measurements were made on the effect of the adhesion of Polysaccharides and cutting weight upon the cutting resistance by using a fixed knife and a rotary knife.

The results obtained in the experiments are summarized as follows.

#### 1. Fixed knife

1) Maximum cutting resistance force  $C_{\max}$ (kg) which is about the range of 0.3 to 1.3 (kg) at the range of cutting area  $A=1.3\sim 3.2$  (cm<sup>2</sup>). On the other hand, the work  $W$  (kg·cm) increases with the increase of cutting angle  $\lambda$  (degree), because of the long friction distance of the knife and bulb.

2) The friction resistance force per area is about the range of 0.07 to 0.20 (kg/cm<sup>2</sup>) under the condition in which the root side and the leaf side of Baker's garlic are fixed by each clip.

3) The maximum cutting resistance force per cutting area  $C_{\max}/A$  (kg/cm<sup>2</sup>) and the work per cutting area  $W/A$ (kg/cm<sup>2</sup>) increased in order of the root side<middle <leaf side. Furthermore  $C_{\max}/A$  and  $W/A$  were not affected by the adhesion of Polysaccharides attached to the knife.

#### 2. Rotary knife

1) The dry Polysaccharides attached to the knife increased the mean torque per cutting area  $T_m/A$  (kg·cm/cm<sup>2</sup>), and the maximum torque per cutting area  $T_{\max}/A$  (kg·cm/cm<sup>2</sup>) due to the effect of friction resistance, but these torques were not affected by the wet Polysaccharides.

2) When the peripheral speed of the knife is constant,  $T_m/A$  and  $T_{\max}/A$  decrease with the increase of the clip velocity. On the other hand,  $T_m/A$  and  $T_{\max}/A$  increase with the increase of the peripheral speed under the constant clip velocity.

3) The adhesion weight attached to the rotary knife at the leaf and at the root side were respectively 0.83g and 1.43g, after cutting 11.8kg of Baker's garlic.

\* 昭和53年10月農業機械学会関西支部(高知)にて一部講演

\*\* 農学部農用作業機械学研究室

\*\* Department of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture

### 1. 緒 言

現行のラッキョウ調製作業は、前報<sup>1)</sup>での報告のように包丁で行っているが、長時間の作業にともなって、包丁の先が「とまる」いわゆる切味の劣化を生じ、しばしばと石で磨く作業者が多い。ラッキョウの根と葉を切断のさい、包丁に蛋白質や可溶性無窒素物および炭水化物であるペントーザンなどの多糖類<sup>6,8)</sup> (以下粘質物と呼ぶ) が付着し、これらが乾燥して、褐変<sup>9)</sup>や糊化<sup>7)</sup>を生じる。刃が「とまる」現象がこれら粘質物の付着によるものか、あるいは刃の摩耗によるものか、さらには作業者の疲労による感覚的なものかは明らかでない。ラッキョウの調製作業が機械化されて現在の包丁が固定刃や回転刃におきかえられた場合、切味劣化の対策をたてる上

において、これらの問題点を明らかにしておく必要がある。そこで、固定刃および回転刃を供試して切断角、粘質物の付着および切断量などが切断抵抗力に与える影響について調べた。

本実験を行うにあたって、本学農学部松本聡助教授の御指導を得た。ここに記して謝意を表わします。なお、本研究費の一部は、昭和53年度文部省科学研究費によるものである。

### 2. 実験装置および方法

1) 固定刃による切断抵抗力測定装置 Fig. 1に試作した切断抵抗力測定装置を示す。本装置は、いわゆる引張・圧縮試験装置であり、種々の植物体の材料力学的性質の実験が可能である。

構造は、ロードセル<sup>⑧</sup>と接続した固定ヘッドの間

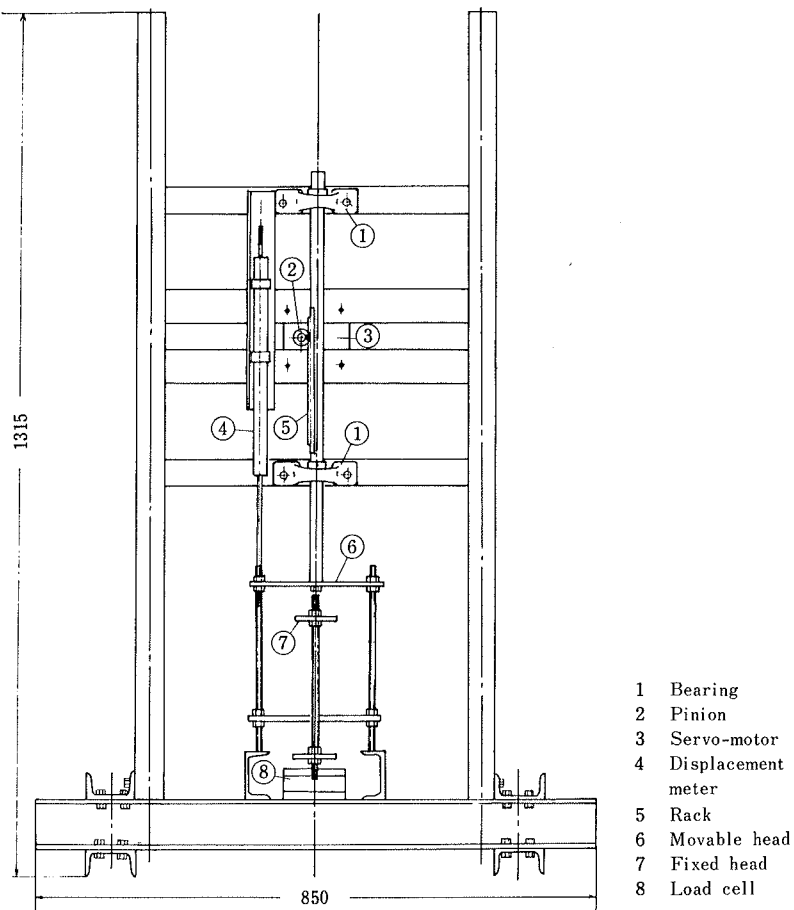


Fig. 1. Experimental fixed knife cutting apparatus.

を移動ヘッド⑥が上下に移動することによって、ヘッド間においた供試体の引張・圧縮を行うことが可能である。本実験では、固定ヘッド⑦に市販のカッタナイフ用の刃（楔角 $\delta = 19^\circ$ 、刃厚 $t = 0.5\text{mm}$ 、巾 $b_0 = 18\text{mm}$ ）を取付け、移動ヘッド⑥に2つのクリップを設け、ラッキョウの根と葉をはさみ上方へ移動させた。移動ヘッド⑥は、ベアリング①でガイドされるラック⑤を取付けた軸と連結されており、ピニオン②をもつサーボモータ③によって上下に駆動される。計測は、鉛直変位を変位計④、切断抵抗力をロードセル⑧により検出し、記録はX-Yレコーダによった。なお、移動ヘッドの速度は $1.3\text{cm/s}$ である。

2) 回転刃による切断トルク測定装置 Fig. 2に切

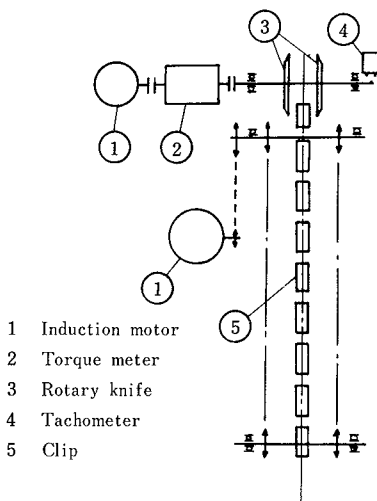


Fig. 2. Schematic diagram of experimental rotary knife cutting apparatus.

断トルク測定装置を模式図で示す。本装置は、試作した半自動調製機<sup>2)</sup>を利用したもので、回転刃③を取付けた軸端にジョイントをかいしてトルクメータと出力15Wのインダクションモータを配した (Fig. 3)。

計測は、回転刃の速度をタコメータ④で、切断トルクをトルクメータ②で行い、各々電磁オシロに記録した。

供試回転刃は、直径110mm、楔角 $\delta = 11.3^\circ$ 、刃厚 $t = 1.2\text{mm}$ で旋盤によるヤスリ仕上げである。

### 3) 実験方法

(1) 固定刃による切断試験、まず切断角 $\lambda$ を0-

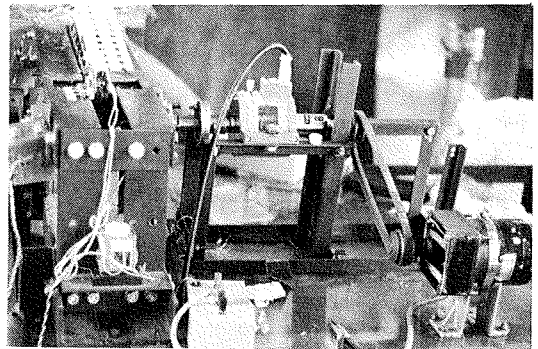


Fig. 3. Whole view of the experimental apparatus.

$60^\circ$ まで $15^\circ$ ずつ変化させ、球のほぼ中央肥大部を切断した。また、実際の調製作業に合わせて切断部別による切断抵抗力の変化をみるため、切断角 $\lambda = 30^\circ$ について、根ぎわ、中央肥大部および葉ぎわを切断した。これらは1球の切断ごとに粘質物の影響を除くため、水を含ませた脱脂綿で刃を洗浄した。また、10あるいは25球の切断ごとに刃を取り替えた。

次に粘質物の付着・乾燥による影響をみるため、新しいカッタ刃でまず10球切断後、刃を洗浄せずにそのまま放置して次後累積時間1205分まで90球を切断した。

切断面積A (cm<sup>2</sup>)の計測方法は、スタンプインキでセクションペーパーに捺印し、これを切り抜いて自動面積計 (HAYASHI DENKO. AAM-5型最小読取り $1/100\text{cm}^2$ )で読取った。X-Yレコーダの記録から仕事W (kg·cm)の算出にもこの面積計によった。

(2) 回転刃による切断試験 まず粘質物の付着・乾燥による切断トルクの変化をみるため、回転刃1枚で根ぎわのみ切断した。ラッキョウと回転刃の相対速度は $40.6\text{cm/s}$  (回転刃60 rpm, クリップ速度 $6.1\text{cm/s}$ ) でまず10球をクリップの1つおきに供給した。そしてそのまま回転刃を洗浄せずに放置し、以後切断開始からの累積時間1085分まで切断後の放置時間をかえて各10球ずつ供給し、切断トルクを測定した。また回転刃を2枚取付け、通常切断作業を行うときと同様の葉側と根側の切断を行い、切断量と切断トルクの関係を求めた。

さらに、回転刃1枚でラッキョウ供給速度（ニクリップ速度）を2.88～11.3cm/s、回転刃の回転速度を32～188 rpm まで変化させることにより、切断トルク変化と切味について調査した。

以上の試験におけるラッキョウの切断面積およびオシログラフペーパーに記録されたトルク曲線からの切断エネルギーの算出は、前述の自動面積計によった。なお、この自動面積計の使用にあたっては、本学付属砂丘利用研究施設水文かんがい部門の御協力を得た。

3. 実験結果および考察

1) 固定刃による切断抵抗力

(1) 切断角と切断抵抗力 まず Fig. 4 に X-Y レコーダに記録された切断抵抗力の波形を切断角  $\lambda =$

0, 30, 60° について示す。切断部位は球のほぼ中央肥大部である。このような波形から最大切断抵抗力  $C_{max}$  (kg)、仕事  $W$  (kg・cm) および後述する摩擦力  $F$  (kg) を求めた。なお仕事  $W$  (kg・cm) は、平均切断抵抗力  $C_m$  (kg) と切断長さ  $L$  (cm) から  $W = C_m \cdot L$  (kg・cm) ……………(1)

ただし  $C_m = \frac{S}{l} \cdot k$  (kg)

$S$  : 切断抵抗線でかこまれた斜線部面積 (cm<sup>2</sup>)

$l$  : 記録線図の切断長さ (cm)

$k$  : 切断抵抗力較正係数 (kg/cm)

Fig. 5 は最大切断抵抗力  $C_{max}$ (kg) と切断面積  $A$ (cm<sup>2</sup>) の関係を切断角  $\lambda$ (度) 別に示したもので  $A$  の増加とともに  $C_{max}$  も直線的増加傾向を示し、

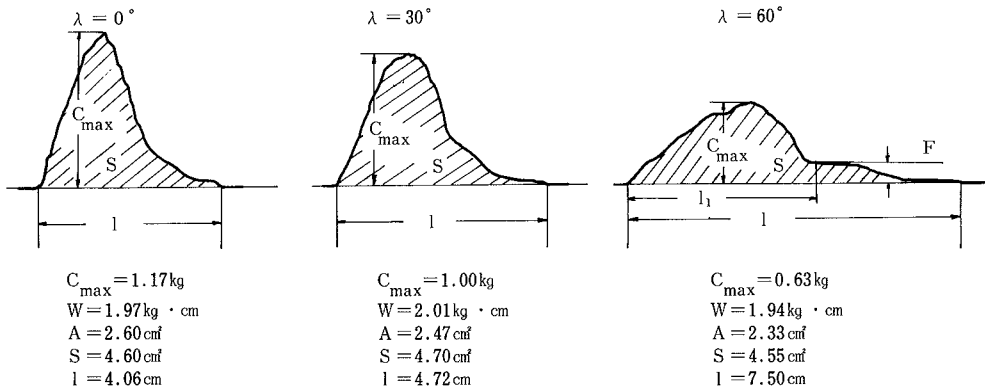


Fig. 4. Examples of recorded cutting resistance by X-Y recorder.

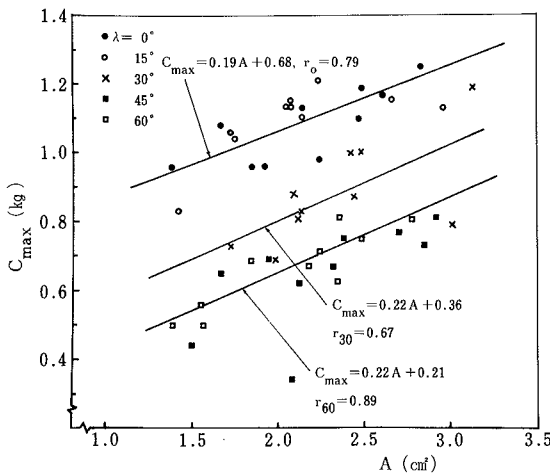


Fig. 5. The relationship between  $C_{max}$  and  $A$ .

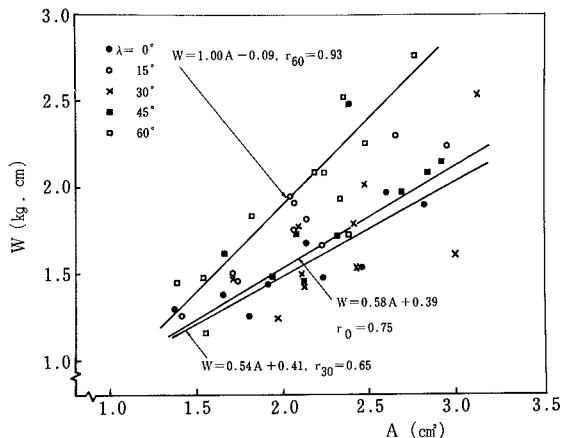


Fig. 6. The relationship between  $W$  and  $A$ .

全体としてほぼ  $C_{max} = 0.3 \sim 1.3 \text{ kg}$  の範囲にある。そして切断角  $\lambda$  を大きくするほど最大切断抵抗力  $C_{max}$  は低下する。

Fig. 6は、仕事  $W$  ( $\text{kg} \cdot \text{cm}$ ) と切断面積  $A$  ( $\text{cm}^2$ ) の関係を切断角度  $\lambda$  別に示したもので、 $A$  の増加にともなって  $W$  も増加する。特に切断角  $\lambda = 60^\circ$  において両者間に高い相関関係 ( $r_{60} = 0.93$ ) を得た。そして切断角  $\lambda = 60^\circ$  における仕事  $W$  は大きな値となり、Fig. 5の最大切断抵抗力  $C_{max}$  と逆の傾向を示した。

また Fig. 7は、単位切断面積当たりの最大切断抵抗力  $C_{max}/A$  ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) と仕事  $W/A$  ( $\text{kg} \cdot \text{cm}/\text{cm}^2$ ) を切断角  $\lambda$  との関係で見たもので、矢印の範囲は母

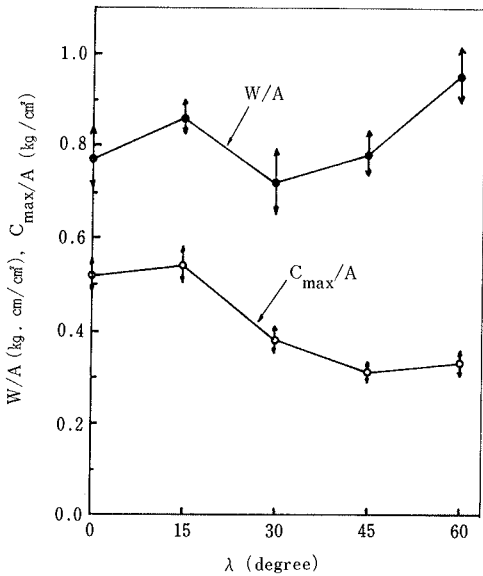


Fig. 7. The relationship between  $W/A$ ,  $C_{max}/A$  and cutting angle  $\lambda$ .

平均の95%信頼区間を示している。 $C_{max}/A$ は、 $\lambda$ の増加とともに低下傾向がみられるが、 $W/A$ は $\lambda = 30^\circ$ で $0.64 \leq W/A \leq 0.79$  ( $\text{kg} \cdot \text{cm}/\text{cm}^2$ )と最も低い値を示し、 $\lambda = 45, 60^\circ$ では著しく増加した。

以上のように、切断角  $\lambda$  が大きくなるにしたがって最大切断抵抗力  $C_{max}$  や単位切断面積当たりの最大切断抵抗力  $C_{max}/A$  が小さくなるにもかかわらず、仕事および単位切断面積当たりの仕事  $W/A$  が増加する原因は、摩擦抵抗力の影響によるものと思われる。すなわち Fig. 8 および Table 1 に示すように、切断角  $\lambda$  の増加にともなって作用角  $\gamma$  が小さくなり、刃先における切断そのものに要する抵抗は小さくな

Table 1.  $\lambda$ ,  $\gamma$  and  $l_c$

$\lambda$ (deg.)	0	15	30	45	60
$\gamma$ (deg.)	19.0	18.4	16.5	13.5	9.6
$l_c$ (mm)	18.0	18.6	20.8	25.5	36.0

るが供試球は根と葉の両端をクリップで保持されているため、刃先を球が通過してもラッキョウから受ける側圧  $N_1$ ,  $N_2$  が働いている。これが摩擦抵抗力  $F$  ( $\text{kg}$ ) となって仕事  $W$  ( $\text{kg} \cdot \text{cm}$ ) に影響する。すなわち球が刃を通過しなければならない距離  $l_c$  ( $\text{cm}$ ) は、Table 1 に示すように切断角  $\lambda = 60^\circ$  では、 $\lambda = 0^\circ$  の2倍の距離  $l_c$  を必要とし、結果的に仕事  $W$  が増加することになる。なお、作用角  $\gamma$  および球と刃の摩擦距離  $l_c$  は、次式より求めた。<sup>3)</sup>

$$\gamma = \{ \tan^{-1} (\tan \delta / 2 \cdot \cos \lambda) \} \cdot 2 \quad (2)$$

$$l_c = b_0 / \cos \lambda \quad (3)$$

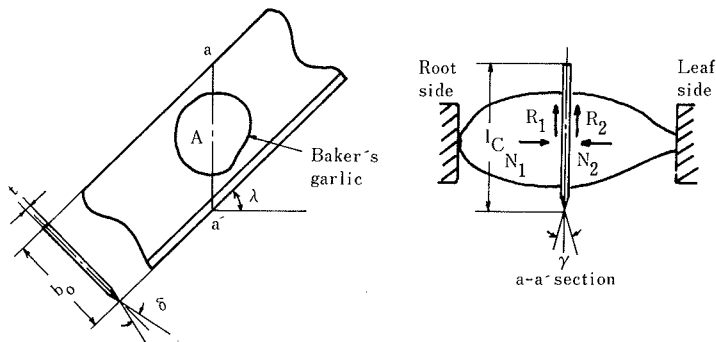


Fig. 8. Schematic diagram of cutting with a fixed knife.

ただし  $\delta$  : 供試刃の楔角 (度)

$b_0$  : 供試刃の巾 (cm)

ここで, Fig.8 において摩擦抵抗力  $F$  (kg) は, ラッキョウとカッタ刃の動摩擦係数を  $\mu_1, \mu_2$  とすると,

$$F = N_1 \mu_1 + N_2 \mu_2 = R_1 + R_2 \text{ ————— (4)}$$

であるが

$$R_1 \approx R_2 \text{ ————— (5)}$$

と考えられる。動摩擦係数  $\mu_1, \mu_2$  は, 側圧  $N_1, N_2$  を求めなかつたので, このような切断条件下における摩擦抵抗力  $F$  (kg) は, 切断角  $\lambda = 60^\circ$  X-Yレコーダの記録例から求めた。いま, Fig.4 の切断角  $\lambda = 60^\circ$  の記録例において, 負荷の生じる球の切断開始位置から刃先を通過した位置までの距離を  $l_1$  (cm) とする。この距離  $l_1$  はスタンプで捺印したラッキョウの切断跡から求めることができる。このとき2倍の摩擦面積についての, すなわち刃の両側における摩擦抵抗力  $F$  (kg) が得られる。このようにして求めた摩擦抵抗力  $F$  (kg) と切断面積  $A$  (cm<sup>2</sup>) との関係を示したのが Fig.9 である。これから単位面積当たりの摩擦抵抗力は切断面積の増加とともに増加し

$$F / 2 A = 0.07 - 0.20 \text{ (kg / cm}^2\text{) ————— (6)}$$

を得る。

実際の切断作業では, 根側および葉側の両端は作

業者の手によって支持されているため, 垂直抗力  $N_1, N_2$  がほとんどなく摩擦抵抗力はもっと少ないと考えられるが, 機械的に切断作業を行う場合, 少なくともラッキョウの片方の切断面は拘束された状態にあるため, 球との接触面を少なくするような刃形状または, ラッキョウが拘束されていない方向へ刃を傾斜させる必要がある。

(2) 切断位置と切断抵抗力 次に切断部位別の単位切断面積当たりの仕事  $W/A$  (kg · cm/cm<sup>2</sup>) および最大切断抵抗力  $C_{max}/A$  (kg/cm<sup>2</sup>) を Fig.10 に母平

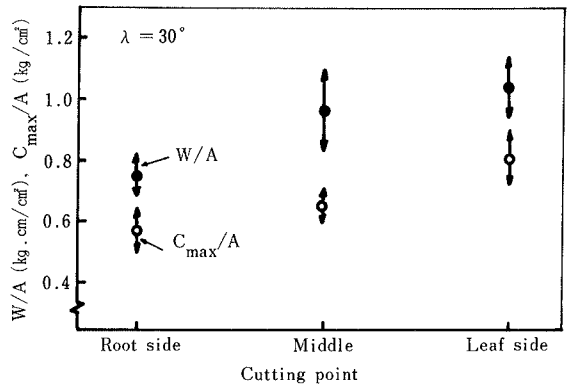


Fig.10. The relationship between  $W/A, C_{max}/A$  and cutting point.

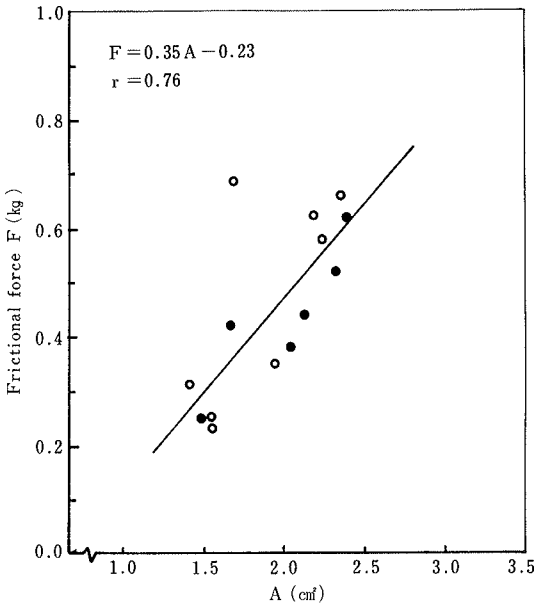


Fig. 9. The relationship between  $F$  and  $A$ .

均の95%信頼区間で示した。 $W/A$  および  $C_{max}/A$  は, 根側から葉側に切断部位が移行するにしたがって増加する傾向にあり, ラッキョウの組織すなわち維管束などの繊維質による影響が考えられる。

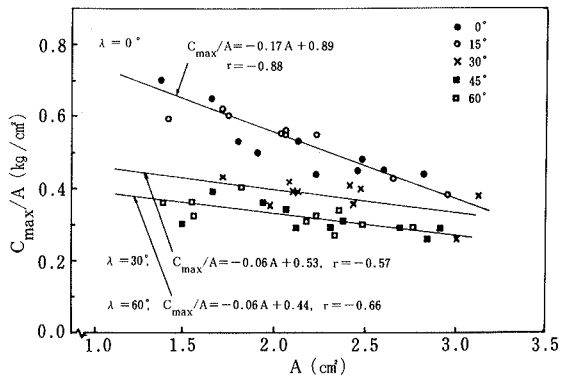


Fig.11. The relationship between  $C_{max}/A$  and  $A$ .

また、同一切断位置(中央肥大部)でも Fig. 11に示すように一般に切断面積  $A$  (cm<sup>2</sup>) が小さくなるにしたがって  $C_{max}/A$  は直線的に増加し、負の相関関係が認められた。また  $W/A$  と  $A$  の関係も同様の傾向が認められた。

(3) 粘質物の付着・乾燥と切断抵抗力, 次に Fig. 12に粘質物の固定刃への付着・乾燥が, 切断抵抗力に与える影響を示した。図中の数字は, ラッキョウ

切断開始からの累積時間を示したものである。これによると, 切断後そのまま放置した時間にほとんど影響されることなく, 付着した粘質物の  $W/A$  および  $C_{max}/A$  への影響は認められない。なお, 切断開始から1205分後の固定刃への付着量は0.01 g (w.w.)であった。

2) 回転刃による切断トルク

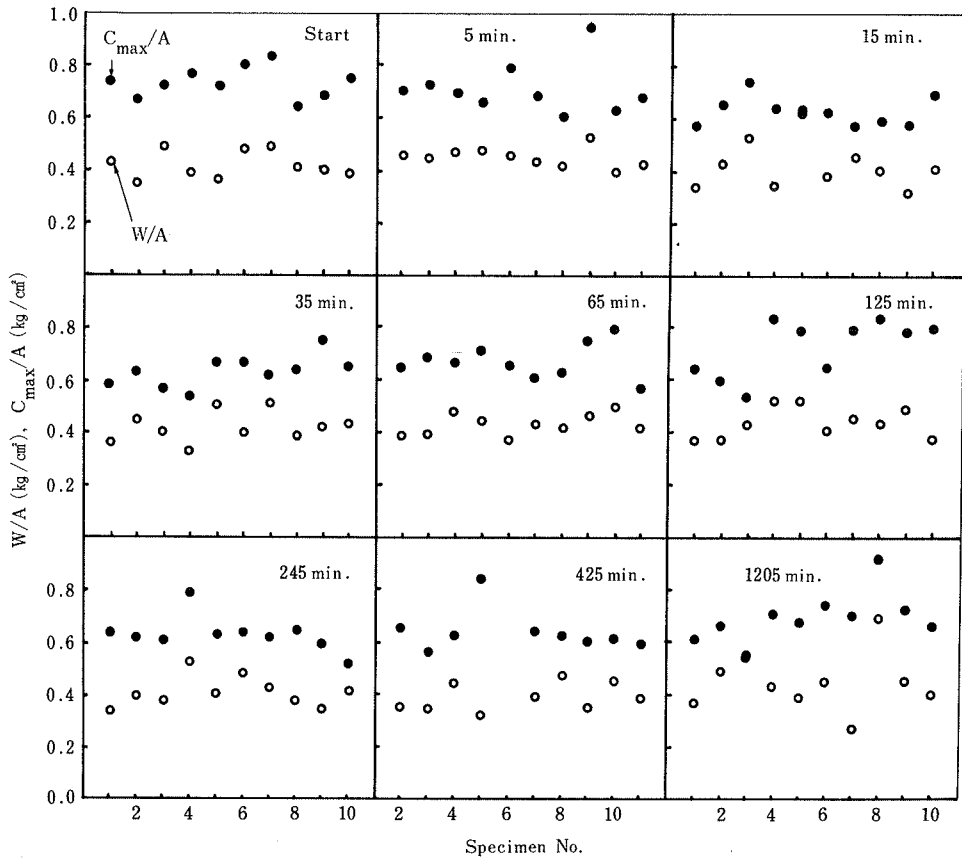


Fig. 12. The relationship between  $W/A$ ,  $C_{max}/A$  and specimen No.

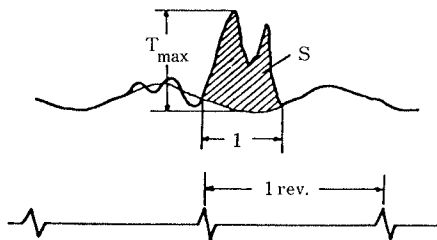


Fig. 13. An example of a recorded torque curve.

(1) 粘質物の付着・乾燥と切断トルク Fig. 13にオシログラフに記録されたトルク波形の1例を示す。ラッキョウの切断に要したトルクは無負荷トルク波形を除いた斜線の部分となる。このような波形から平均トルク  $T_m$  (kg·cm) および最大トルク  $T_{max}$  (kg·cm) を算出した。ここで平均トルク  $T_m$  は斜線部面積  $S$  を距離  $1$  で除して求めた。Fig. 14にラッキョウの切断面積  $A$  (cm<sup>2</sup>) で除した単位切断面積当

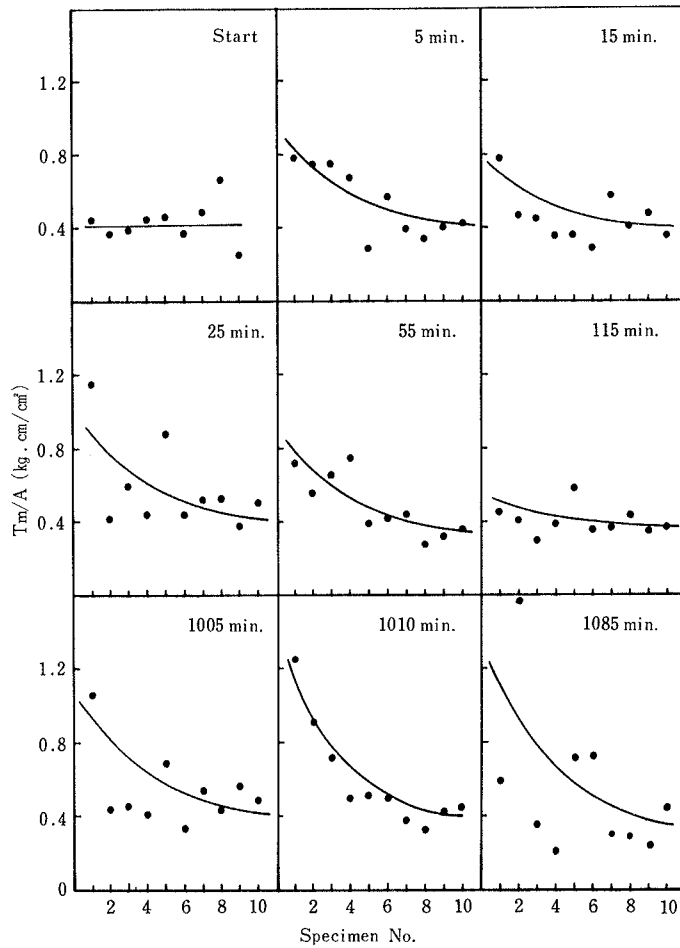


Fig. 14. The relationship between  $T_m/A$  and specimen No.

たりの平均トルク  $T_m/A$  ( $\text{kg} \cdot \text{cm}/\text{cm}^2$ ) を Fig. 12 と同じくラッキョウの供給順に示す。図中の数字は、切断開始からの累積時間を示したものである。同図からスタート時は、ほぼ  $T_m/A = 0.4 \text{ kg} \cdot \text{cm}/\text{cm}^2$  の値を示すが、切断後放置して刃に付着した粘質物が乾燥すれば、切断を再開した1球目は、ほとんどが  $T_m/A = 0.8 - 1.2 \text{ kg}/\text{cm}^2$  の高い値を示し、その後2球目以下急速に低下し、やがてスタート時の  $T_m/A = 0.4 \text{ kg} \cdot \text{cm}/\text{cm}^2$  の一定値に近づく傾向を示す。これは、回転刃に付着した粘質物の乾燥によって、ラッキョウと回転刃間の摩擦抵抗が増加した結果とみられ、回転刃に付着した粘質物が湿潤状態になれば、刃の摩耗のない限りスタート時とほぼ同じ値となる。同

様に単位切断面積当たりの最大トルク  $T_{\text{max}}/A$  の変化についても、Fig. 15 に示すように、ほぼ  $T_m/A$  と似た傾向を示していることがわかる。これら  $T_m/A$  および  $T_{\text{max}}/A$  は、切断後の放置時間の変化にあまり影響されていない。Fig. 16 はスタート時から245分後の10球切断後に続く  $T_m/A$  を示したものでスタート時にほぼ等しい  $T_m/A = 0.4 \text{ kg} \cdot \text{cm}/\text{cm}^2$  を得ていることからわかる。そして肉眼による観察の限りでは回転刃の切断部分への粘質物の乾燥・湿潤の繰り返しによる粘質物の付着量は変化なく、切断部分の外周に次第に付着堆積する。なお、本実験において200球切断後に付着した量は  $0.07 \text{ g}$  であった。さらに、1,085分後の第1および第5番目に供給したラ



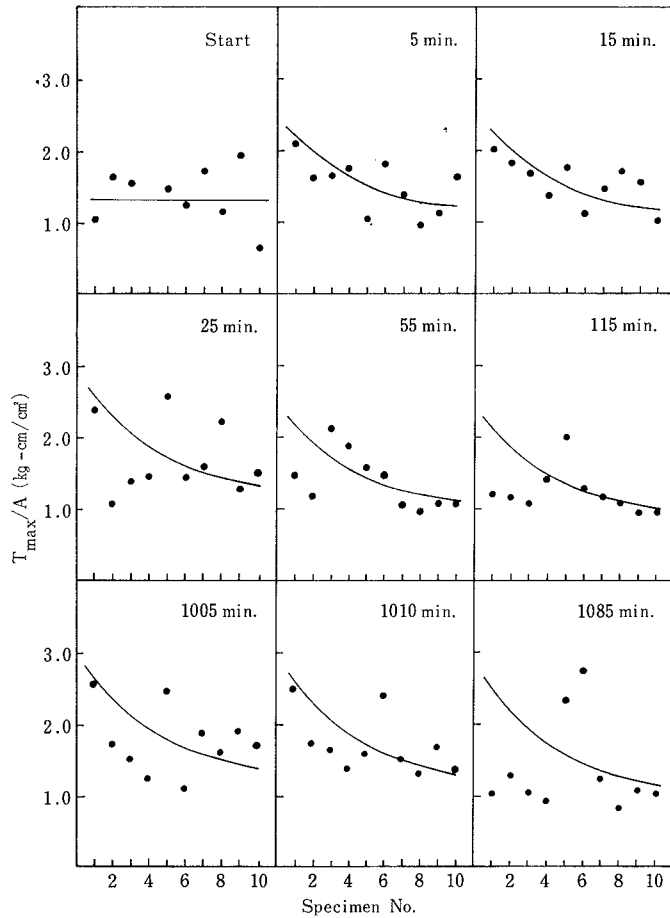


Fig. 15. The relationship between  $T_{max}/A$  and specimen No.

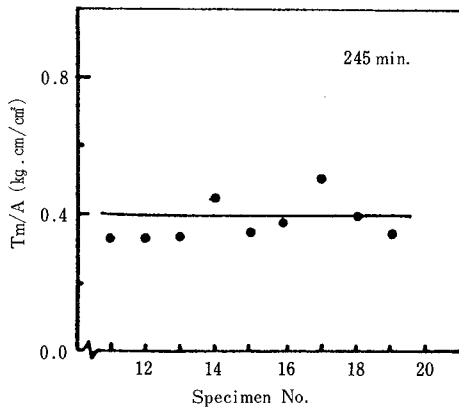


Fig. 16.  $T_m/A$ , after the time lapse, 245 min., start of cutting.

ッキョウは、完全な切断が行われず、ごくわずかな破断を生じた。後述する累積切断量 11.8kg で刃の摩耗による切味劣化が認められなかったことから、この原因は粘質物の付着・乾燥によるものと考えられる。

以上のように、回転刃は粘質物の影響を著しく受けたが、前述の固定刃はその影響をほとんど見出すことはできなかった。この原因がどこにあるのかは、本実験の範囲だけでは明確にすることはできないが、補足的な実験結果などから次のような理由が考えられる。

- i) 供試した固定刃は市販のカッター刃で表面が滑らか、したがって粘質物の付着も少ない。
- ii) 金属表面と粘質物との化学反応に遅速があり、回転刃でそれが速くなりサビを生じた。すなわち、

回転刃の材質はS45Cであり、鉄Feがイオン化してFe<sup>++</sup>となり、有機物である炭水化物やイオウSを含む蛋白質などと、有機無機複合体を形成し、回転刃と粘質物とが親和力<sup>4)</sup>を増した。一方、固定刃はSK材であり、焼入れおよび防錆油<sup>5)</sup>の塗布が施されており、Feのイオン化の進行が極めて遅かった。

なおFeのイオン化すなわち腐蝕の原因となるラッキョウのpHを測定したところ、pH5.75から20時間後にはpH5.20へと変わった。また原子吸光法による遊離鉄の析出量を測定した結果、回転刃で0.42mg、固定刃で0.06mgであった。

iii) 固定刃の切断速度が13mm/sと遅いため、切断中に湿潤状態となった。

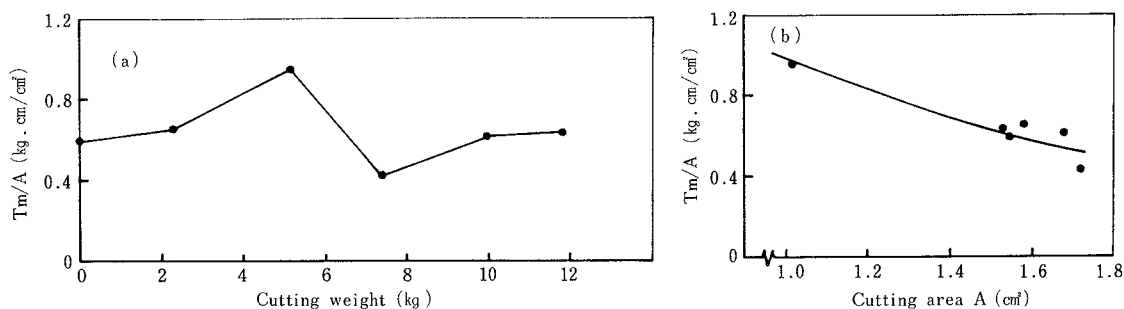


Fig. 17. The relationship between the weight of washed Baker's garlic, A and T<sub>m</sub>/A.

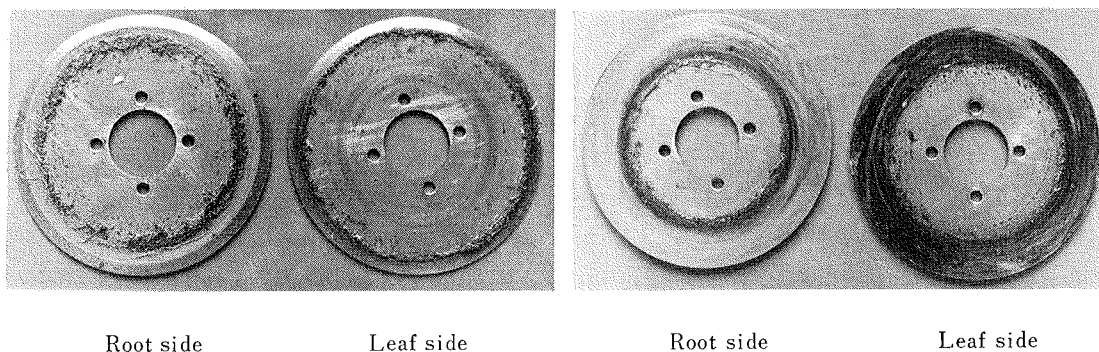


Fig. 18. Adhesives, roots, and skins attached to the rotary knives.

(2) 累積切断量と切断トルク 次に累積切断量と単位切断面積当たりの平均トルク T<sub>m</sub>/A の関係を Fig. 17 (a) に示す。Fig. 14, 15 の結果から一般に切断作業を中断して次の切断始めは、大きな切断トルクを必要とすることが明らかとなったので、試験ごとの10球供給のうち後半5球の T<sub>m</sub>/A の平均値で示した。なおこの場合試作半自動調製機の能率・精度試験を兼ねた実験であったので、回転刃2枚で相対速度は38.8cm/s (供給速度4.3cm/S, 回転刃60rpm) である。これによると、0~11.8kgの切断量の範囲では、回転刃の切断部への粘質物あるいは回転刃の

摩耗などの影響は認められず、T<sub>m</sub>/A はほぼ0.6/cm<sup>2</sup> の一定値をとっている。なお、切断量5.1kgで T<sub>m</sub>/A = 0.95kg·cm/cm<sup>2</sup> と高く、7.4kgで T<sub>m</sub>/A = 0.42kg·cm/cm<sup>2</sup> と低い値となっているのは、Fig. 17 (b) のラッキョウ切断面積の小さくなるほど、T<sub>m</sub>/A が大きな値をとるためである。

Fig. 18 に11.8kg 切断後の回転刃への付着状態を示す。前述のようにラッキョウと回転刃とが直接切断時に接触しない部分に砂や根などとともに付着・堆積しており、その付着量は葉側回転刃に0.83g、根側回転刃に1.43gであった。

(3) 相対速度と切断トルク Fig. 19にクリップ速度と回転刃周速度との相対速度と、単位切断面積当たり最大トルク  $T_{max}/A$  および平均トルク  $T_m/A$  の関係をクリップ速度別に5球の結果の平均値で示した。同図 (a), (b) は回転刃の回転方向別に各図中

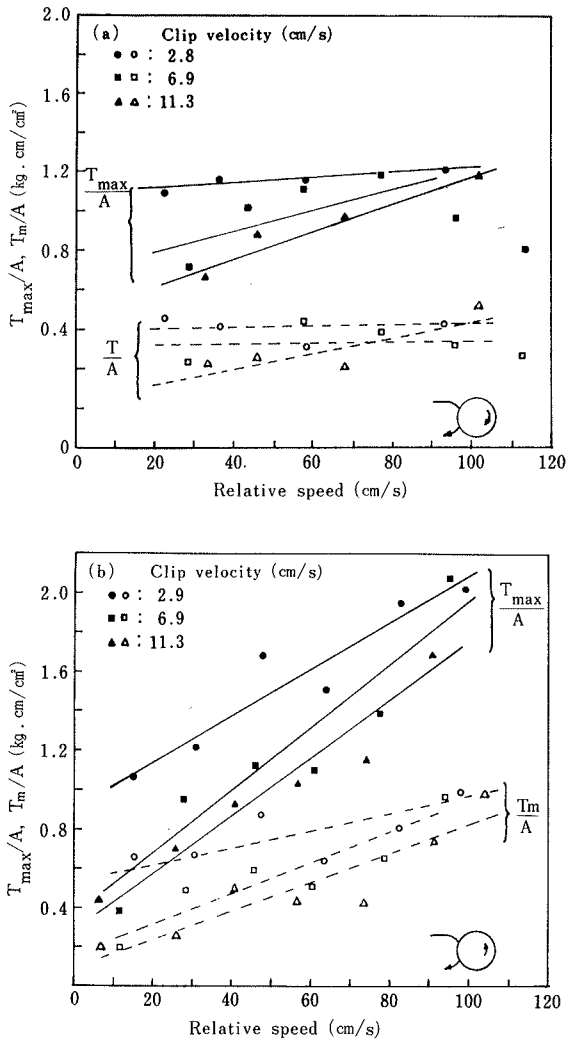


Fig. 19. The relationship between  $T_{max}/A$ ,  $T_m/A$  and relative speed.

にクリップの進行方向との関係で図示した。同図から相対速度の増加にともなって  $T_{max}/A$ ,  $T_m/A$  とも増加する傾向にあり、特に (b) において顕著である。またクリップ速度別にみた場合、クリップ速度が増加するにしたがって  $T_{max}/A$ ,  $T_m/A$  とも低下

する傾向にある。これは、回転刃と球との接触時間がクリップ速度との関係において決定されるため摩擦抵抗の影響が大きい。この摩擦抵抗は、クリップではさまれた球の両切断面で回転刃と全面接触しているために大きくなり、根および葉は切断後自由落下するためあまり問題にならないと思われる。切断後の球と刃面との接触による摩擦抵抗をさけるため、若干の逃げ角を持たせるよう刃形状を考慮すべきと思われるが、それによって粘質物の堆積を生じさせないようにしなければならない。

以上のように回転刃によるトルク測定を通じて、粘質物の付着・乾燥による影響が著しく、 $T_{max}/A$  および  $T_m/A$  を増加させた。連続切断においては、付着した粘質物の乾燥が妨げられるため、ほとんど問題にならないと考えられる。しかし、切断にともなって刃とラッキョウの接触する周辺に堆積するためこれを除去する必要がある。この解決策は、粘質物が水溶性であることから水を含ませたスポンジ間に刃を通過させることなどによって防げるものと考えられる。ただし、サビを生じ難い材質、あるいは表面処理を施す必要がある。なお、ラッキョウのような比較的酸性の強い植物体と無機物である刃との接触面における化学反応が切断抵抗変化に与える影響についての説明は今後に残された課題である。

### 摘 要

ラッキョウ調製作業の機械化を前提として固定刃および回転刃を供試して、切断角や粘質物などが切断抵抗に与える影響について調べた。

結果の概要は次のとおりである。

#### 1. 固定刃

1) 最大切断抵抗力  $C_{max}$  (kg) は、切断角  $\lambda$  ( $0 \sim 60^\circ$ ) の増加にともなって低下し、切断面積  $A = 1.3 \sim 3.2 \text{ cm}^2$  で  $C_{max} = 0.3 \sim 1.3 \text{ kg}$  の範囲にある。一方仕事  $W$  ( $\text{kg} \cdot \text{cm}$ ) は切断角  $\lambda$  の増加によって、固定刃と球の接触距離が長くなるため増加する。

2) ラッキョウの両端をクリップで固定した条件下での単位面積当たりの摩擦抵抗力は、ほぼ  $0.07 \sim 0.20 \text{ kg/cm}^2$  であった。

3) 切断部位別にみた単位切断面積当たりの最大切断抵抗力  $C_{max}/A$  および仕事  $W/A$  は、根側<肥

大部く葉側の順に増加する。そして、付着した粘質物が乾燥しても、 $C_{max}/A$  および  $W/A$  にほとんど影響をおよぼさなかった。

## 2. 回 転 刃

1) 刃に付着した粘質物が乾燥すれば、単位切断面積当たりの平均トルクおよび最大トルクは、ラッキョウと刃の摩擦抵抗の影響によって増加するが、繰り返し連続して切断することによって再び湿潤状態になれば、粘質物の影響はほとんどなくなる。

2)  $T_m/A$  および  $T_{max}/A$  は、回転刃の周速度が一定であれば、クリップ速度が増加するにともなって減少する。そしてクリップ速度が一定であれば回転刃の周速度が増加するにともなって増加する。

3) 粘質物の回転刃への付着はラッキョウと直接接触しない部分に、砂および根などとともに堆積し、11.8kgの切断後の付着量は葉側および根側にそれぞれ0.83g, 1.43gであった。

## 参 考 文 献

1. 岩崎正美・石原 昂：ラッキョウ調製作業省力化に関する基礎的研究（第1報）。砂丘研究所報告。第19号。 p. 51-59
2. 岩崎正美・石原 昂：ラッキョウ調製機に関する研究（第2報），農業機械学会誌。41(3)。1979。 p. 435-442.
3. 江崎春雄：刈取機の設計要素に関する実験的並に理論的研究。関東東山農業試験場研究報告。12。1959。 p. 168-170.
4. 化学大辞典編集委員会編：化学大辞典2。共立出版。1963。 p. 306.
5. 機械設計便覧編集委員会編：機械設計便覧。丸善。1958。 p. 1387.
6. 田中亮平：植物生理学大要。— 基礎と応用 — 養賢堂。1965。 p. 4.
7. 寺山 宏：基礎生化学。裳華房。1960。 p. 32-36.
8. 八鍬利郎：農業技術大系。野菜編8。農山漁村文化協会。1973。 p. 基13-39.
9. 藤巻正生他：食品化学。朝倉書店。1968。 p. 95-101.

1. 岩崎正美・石原 昂：ラッキョウ調製作業省力