

さとうきびの梢頭部切断機構の開発に関する基礎的研究

宮部芳照・岩崎浩一・柏木純孝

(農業システム工学講座)

平成4年8月5日 受理

Fundamental Studies on the Development of a Topping Mechanism for Sugar Cane

Yoshiteru MIYABE, Koichi IWASAKI and Sumitaka KASHIWAGI

(Laboratory of Agricultural Systems Engineering)

結 言

さとうきびの梢頭部は枯葉と共に有機肥料として、ほ場内に全面すき込みを行ったり、また家畜の貴重な粗飼料として有効利用されている。一般に、梢頭部の切断作業は人力或いは刈取機で原料茎を刈取った後に行う方法とケーンハーベスタ等で刈取る前の立毛状態において切断を行う2通りの作業体系があるが、いずれにしても梢頭部の切断作業は殆どが人力によって行われているのが現状である。また、人力による梢頭部の切断作業は労働強度の面からみても、エネルギー代謝率(R.M.R.)で5.6を示し、他の人力による結束作業のR.M.R. 5.2、脱葉作業の7.5と同様にかなりの重労働であるといえる¹⁾。また、さとうきび栽培における、機械化一貫作業体系の確立を図るためには特に梢頭部の切断作業は今後早急に省力化を達成しなければならない重要な課題として残されている。

そこで、本研究ではさとうきびの梢頭部切断作業の機械化を図るため、梢頭部の切断機構の開発に必要な基礎資料となる梢頭部の物理的特性として、梢頭部の抗折力、抗折エネルギー、破断力、破断エネルギー等について明らかにしたのでここに報告する。

材料および方法

1. 供試材料

供試したさとうきびは品種 N:Co, 310 および Ni 1 の両品種について、ほぼ平均的な成熟状態を示す株を選び地際から刈取ったもので、その条件は Table 1 に示すとおりである。ここで両品種とも原料茎とは展開葉上部から6枚目節位で切断した下部茎をいい、梢頭部とは6枚目節位上部の茎葉をさす。また、

Table 1. Experimental materials

| Variety | | N:Co,310 | Ni 1 |
|---|------|-----------------------------|------------|
| Growing district | | Campus farm Kagoshima univ. | |
| Harvesting date | | Dec.1 '91 | Dec.14 '91 |
| Plant height (cm) | | 329 | 318 |
| Plant weight (kgf) | | 1.05 | 0.97 |
| Mature cane length (cm) | | 173 | 170 |
| Mature cane weight (kgf) | | 0.74 | 0.72 |
| No. of green leaves (leaf/stem) | | 10 | 8 |
| Yield (t/10a) | | 7.5 | 7.3 |
| Diameter of stem (mm) | Top | 20.1 | 21.4 |
| | Mid | 22.4 | 22.8 |
| | Root | 22.7 | 22.6 |
| Moisture content (wet base) (%) | Top | 79.7 | 79.7 |
| | Mid | 70.1 | 68.1 |
| | Root | 65.2 | 65.7 |
| Hardness of stem (kgf/mm ²) | Top | 3.44 | 3.44 |
| | Mid | 5.96 | 6.18 |
| | Root | 7.29 | 7.58 |
| Brix (%) | Top | 13.5 | 12.8 |
| | Mid | 19.7 | 21.1 |
| | Root | 20.1 | 21.7 |

数値はそれぞれ50本を無作為に抽出した平均値である。

2. 測定方法

測定方法は万能引張圧縮試験機(TOM/200D, 新興通信工業 K.K.)の上部固定梁に引張荷重用ロードセル TLT/50K(容量50kg, 精度±0.5% F.S.)を取付け、移動クロスヘッド中心部には Fig. 1 に示す今回試作した梢頭部抗折力測定用金具を装着して、展開葉6枚目節位に集中荷重を加え、梢頭部の抗折

力、比抗折力（蔗茎単位断面積当り抗折力）、抗折エネルギー、破断力および破断エネルギーについてそれぞれ測定を行った。

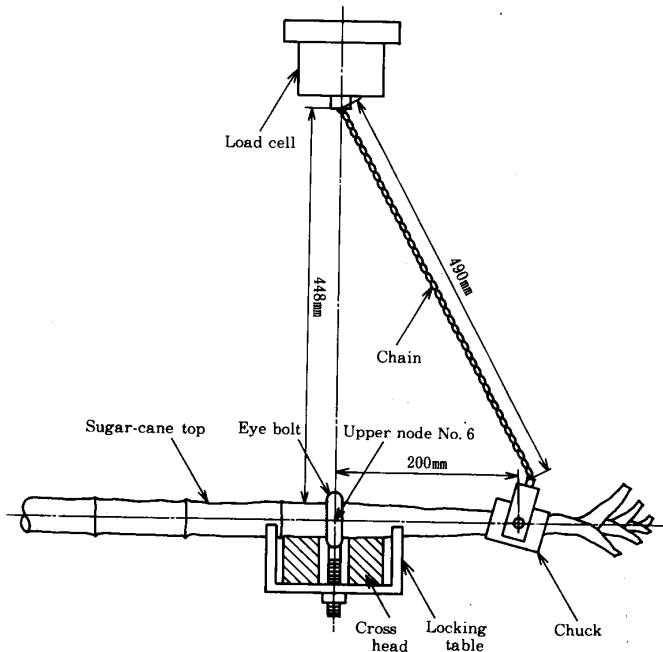


Fig. 1. Measuring apparatus of deflective and breaking strengths of sugar-cane top.

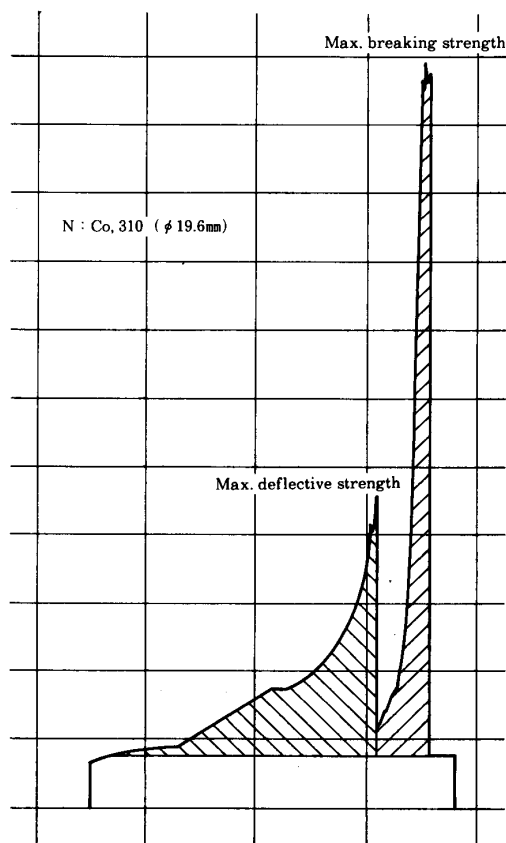


Fig. 2. Example of experimental result.

なお、両品種の場合ともに、クロスヘッドの移動速度は供試材料に出来るだけ衝撃荷重が加わらない低速度の50mm/minとし、それぞれについて100本ずつの材料を供試して測定値はX-Yペンレコーダに自記させた。

結果および考察

Fig. 2は今回測定した梢頭部の抗折力および破断力をX-Yペンレコーダ記録紙上に自記させた測定結果の一例であり、最初の山が抗折力、2番目の山が破断力を示す波形である。

1. 抗折力

Fig. 3は品種N:Co, 310およびNi 1における梢頭部茎径と抗折力との関係をそれぞれ示したものである。両品種とも梢頭部茎径が大きくなるに従って抗折力も増大する傾向を示した。例えば、梢頭部茎径17.0~17.9mmにおいてはNi 1で8.0kgf, N:Co, 310で3.6kgfであり、茎径24.0~24.9mmでは同じく11.0kgf, 10.6kgfの抗折力をそれぞれ示し、Ni 1の方がいずれの梢頭部茎径においても高い値を示した。しかしながら、茎径が大きくなるに従って品種間による差は少なくなり、茎径17.0~18.9mmではその差は約4.3kgfを示したのに対し、茎径が22.0~24.9mmになるとその差は特に少なく、約0.5kgfの値を示した。

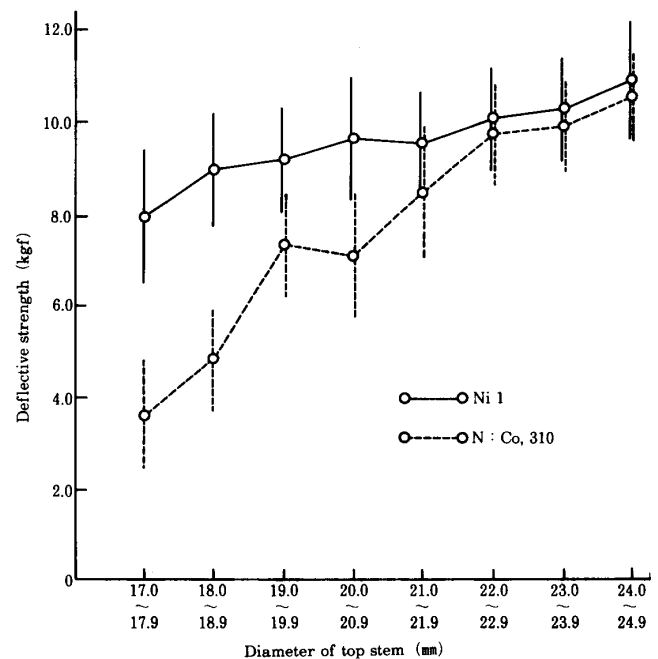


Fig. 3. Relation between diameter of top stem and deflective strength.

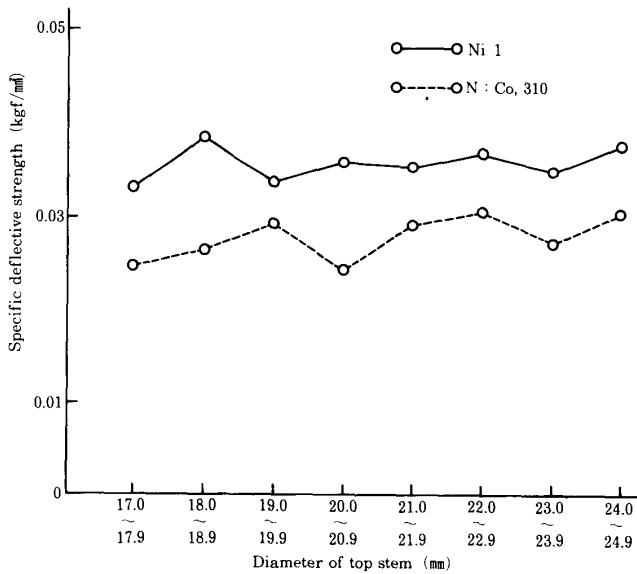


Fig. 4. Relation between diameter of top stem and specific deflective strength.

このように、梢頭部茎径が小さい場合には品種間による差は大きくなり、Ni 1の方がより大きな抗折力を示すが、茎径が大きくなるに従ってその差は小さくなる傾向を示した。

2. 比抗折力

Fig. 4は両品種の場合における梢頭部茎径と蔗茎単位断面積当りの抗折力（比抗折力）との関係をそれぞれ示したものである。両品種において、前述の抗折力の場合と同様にNi 1の方がN:Co, 310より、いずれの梢頭部茎径においても比抗折力は高い値を示した。また、両品種ともに梢頭部茎径の大小に拘らず、ほぼ一定の比抗折力を示し、Ni 1で0.033~0.038kgf/mm²、N:Co, 310で0.024~0.031kgf/mm²の値を示した。

このように両品種ともに、比抗折力は梢頭部茎径に殆ど影響を受けることなく、Ni 1の方が約0.005~0.008kgf/mm²だけ高い値を示した。これは蔗茎の内部組織が柔組織および多数の維管束から成っており、これらの組織がNi 1の方がN:Co, 310に比べてやや抗折抵抗に富んだ内部組織になっているものと考えられる。

3. 抗折エネルギー

Fig. 5は両品種の場合における梢頭部茎径と抗折エネルギーとの関係をそれぞれ示したものである。両品種ともに梢頭部茎径が大きくなるに従って抗折エネルギーも増大する傾向を示し、例えば、Ni 1で梢頭部茎径17.0~17.9mmにおいて58kgf-cmであり、

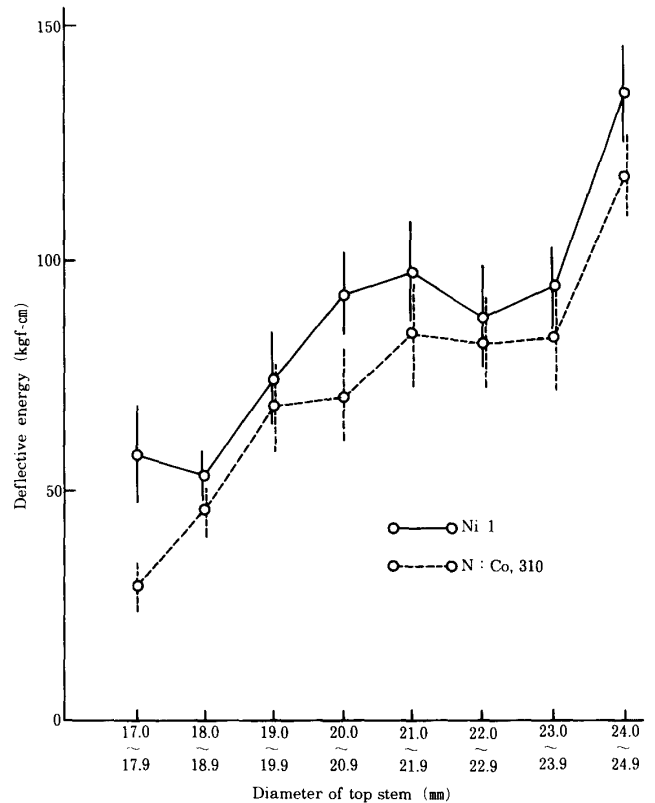


Fig. 5. Relation between diameter of top stem and deflective energy.

茎径24.0~24.9mmでは135kgf-cmの値を示した。また、いずれの梢頭部茎径においても抗折エネルギーはNi 1の方がN:Co, 310に比べて高くなる傾向を示し、その差は約8~25kgf-cmの値を示した。

4. 破断力

Fig. 6は両品種の場合における梢頭部茎径と破断力との関係をそれぞれ示したものである。両品種において、いずれの梢頭部茎径の場合でもNi 1の方がN:Co, 310に比べて高い破断力を示した。また、両品種ともに梢頭部茎径の大きさには殆ど関係なく破断力はほぼ一定の値を示し、Ni 1で21.4~23.5kgf、N:Co, 310で18.5~20.6kgfの値を示した。

このように、破断力は両品種ともに梢頭部茎径には殆ど影響を受けず、Ni 1の方が約1.8~4.7kgf高い値を示した。また、破断力を前述の抗折力 (Fig. 3)と比較してみると、両品種ともにいずれの梢頭部茎径においても破断力の方が抗折力より、かなり高い値を示し、梢頭部茎径17.0~17.9mmにおいてはNi 1で約2.7倍、N:Co, 310で約5.4倍、また茎径24.0~24.9mmではNi 1で約2.1倍、N:Co, 310で約1.8倍の値をそれぞれ示した。

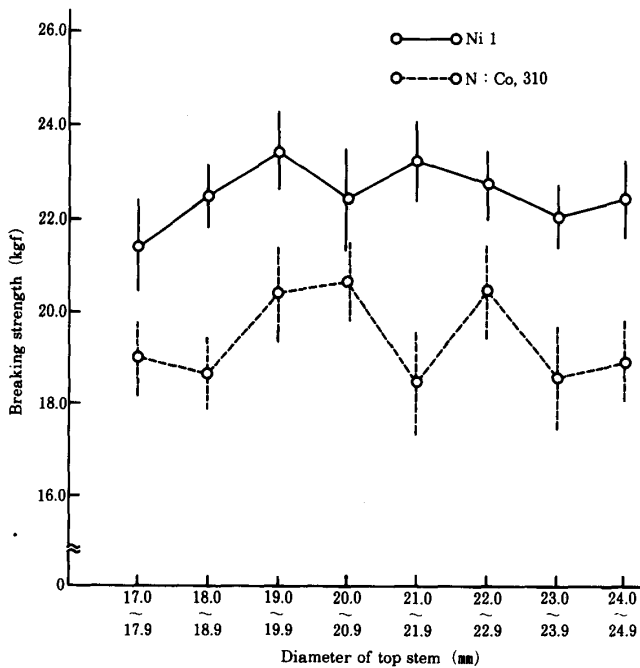


Fig. 6. Relation between diameter of top stem and breaking strength.

5. 破断エネルギー

Fig. 7 は両品種の場合における梢頭部茎径と破断エネルギーとの関係をそれぞれ示したものである。両品種ともに梢頭部茎径が大きくなると破断エネルギーも増大する傾向を示し、Ni 1 では梢頭部茎径 17.0~17.9mm において 55kgf-cm、茎径 24.0~24.9mm で 95kgf-cm の値を示した。また、品種間による差をみると、Ni 1 の方がやや高い破断エネルギーを示し、特に梢頭部茎径の大きい 21.0~24.9mm では N:Co, 310 に比べて約 12~23kgf-cm 高い値を示した。

以上、さとうきびの梢頭部について、その物理的特性として、Ni 1 と N:Co, 310 の両品種の抗折力、比抗折力、抗折エネルギー、破断力および破断エネルギーについてそれぞれ検討してきたが、梢頭部の抗折・破断除去作業を行う場合、抗折エネルギーは Ni 1 で最大 135kgf-cm (茎径 24.0~24.9 φ mm)、N:Co, 310 で 117kgf-cm (24.0~24.9 φ mm)、破断エネルギーでは Ni 1 で最大 95kgf-cm (24.0~24.9 φ mm)、N:Co, 310 で 72kgf-cm (24.0~24.9 φ mm) が必要になることが判明した。

要 約

さとうきび梢頭部の切断機構の開発に必要な基礎資料として、品種 Ni 1 および N:Co, 310 の梢頭部

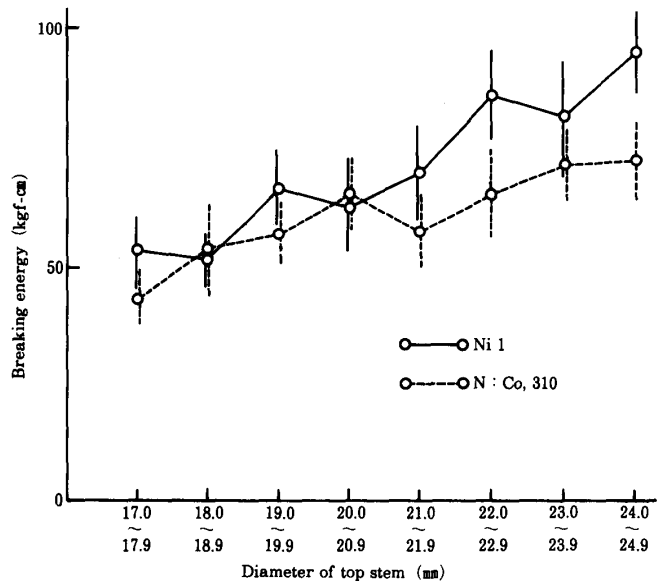


Fig. 7. Relation between diameter of top stem and breaking energy.

の抗折力、比抗折力、抗折エネルギー、破断力および破断エネルギーについて、それぞれ測定を行った。その結果を要約すると次のとおりである。

1. 梢頭部の抗折力は両品種ともに梢頭部茎径に比例して増大する傾向にあり、Ni 1 の方が高い値を示したが、その差は茎径が大きくなるに従って小さくなる傾向を示した。抗折力の最大値は茎径 24.0~24.9mm においては Ni 1 で 11.0kgf、N:Co, 310 で 10.6kgf であった。

2. 比抗折力は両品種ともに梢頭部茎径に影響されず、ほぼ一定の値を示したが、Ni 1 の方がやや高い値 (0.033~0.038kgf/mm²) を示し、その差は約 0.005~0.008kgf/mm² であった。

3. 抗折エネルギーは両品種ともに梢頭部茎径に比例して増大し、Ni 1 の方が高い値を示した。その最大値は茎径 24.0~24.9mm においては Ni 1 で 135kgf-cm、N:Co, 310 で 117kgf-cm を示した。

4. 破断力は両品種ともに梢頭部茎径に殆ど影響されずほぼ一定の値を示し、Ni 1 で 21.4~23.5kgf、N:Co, 310 で 18.5~20.6kgf であった。

5. 破断エネルギーは両品種ともに梢頭部茎径に比例して増大し、Ni 1 の方がやや高い値を示した。その最大値は茎径 24.0~24.9mm においては Ni 1 で 95kgf-cm、N:Co, 310 で 72kgf-cm を示した。

6. 梢頭部を抗折・破断除去する際に要する抗折および破断エネルギーは茎径 24.0~24.9mm において、

それぞれ最大で Ni 1 の場合, 135 および 95 kgf-cm, N:Co, 310 の場合, 117 および 72 kgf-cm が必要であることが判明した。

文 献

- 1) 宮部芳照・阿部正俊・小島 新: さとうきび収穫調製作業の労働強度および作業能率について. 農作業研究, 33, 45-47 (1978)

Summary

In sugar-canes consisting of 2 varieties (Ni 1 and N : Co, 310), to make a preliminary development in the sugar-cane-topping-mechanism, using the top-stems as materials, experimental measurements were carried out on the following items, namely : deflective strength, specific deflective strength, deflective energy, breaking-strength and breaking-energy.

1. Deflective strength of a top-stem was apt to be increasing in proportion to the lengthening of the diameter of the top-stem, and in comparison with the deflective-strength-value noted in N : Co, 310, a higher one was fixed in the variety of Ni 1 ; however, the difference between the deflective strengths of the two varieties was apt to be decreasing in inverse proportion to the widening of the diameters of the top-stems. At the diameters counting 24.0~24.9 mm the maximum deflective strengths in Ni 1 and in N : Co, 310 were 11.0 kgf and 10.6 kgf, respectively.

2. Nearly constant values were shown by the specific-deflective-strengths of the top-stems in both of the varieties, and the values were independent of the lengths of the top-stem diameters. In comparison with the value of the specific-deflective-strength in N : Co, 310, that in the variety of Ni 1 was higher, showing the figures of 0.033~0.038 kgf/mm². The difference between the values in Ni 1 and N : Co, 310 was approximately 0.005~0.008 kgf/mm².

3. In both of the varieties, the deflective-energies of the top-stems were apt to be increasing in proportion to the lengthening of the diameters of the top-stems, and in comparison with the value in N : Co, 310, higher one was noted in the variety of Ni 1. The maximum deflective energies in Ni 1 and in N : Co, 310 were 135 kgf-cm, 117 kgf-cm at the diameters of 24.0~24.9 mm, respectively

4. Nearly constant values were noted on the breaking-strengths of the top-stems in both of the varieties, and the values were independent of the lengths of the diameters of the top-stems. The breaking strengths in Ni 1 and in N : Co, 310 were 21.4~23.5 kgf ; 18.5~20.6 kgf, respectively.

5. The breaking-energies of the top-stems in the two varieties were apt to be increasing in proportion to the lengthening of the diameters of the top-stems. And in comparison with the value in N : Co, 310, the value in Ni 1 was higher. The maximum breaking-energies in Ni 1 and N : Co, 310 were 95 kgf-cm, 72 kgf-cm at the diameter-lengths counting 24.0~24.9 mm, respectively.

6. Concerning the deflecting and breaking-operations of the top-stems, the maximum deflective and breaking energies necessary for the operations were 135 kgf-cm, 95 kgf-cm in case of Ni 1, and 117 kgf-cm, 72 kgf-cm, in case of N : Co, 310 at the diameter-lengths counting 24.0~24.9 mm, respectively.