

專 論

臺灣落花生收穫作業的機械化之研究

Study on The Mechanization of Peanut Harvesting in Taiwan

臺大農工系講師 楊 景 文
Ching-Wen Yang

緒 言

臺灣之各種作物栽培作業中，最費勞力者為落花生之栽培；而落花生之栽培作業中最費勞力者為其收穫作業。普通每公頃之收穫需費50工左右，尙且春作落花生要在炎天下收穫，而秋作落花生收穫要在嚴寒中進行，農民之辛苦是相當大的。筆者首先着手研究此項工作之機械化，後來繼起研究此一問題者時有所聞。蓋在如臺灣之零細農業經營規模之下，用有限之動力及有限大小之機械，要使此項作業之機械化達到理想狀態，是比較不容易的。凡一件農業機具之自原始創造至達到實用階段，時常是需要許多人之智慧及靈感之累積，始可達成。因此，將過去之研究經過，更詳細地發表出來，以就教於諸彥。

第一編 基礎問題之研究

第一章 落花生莢附近之離層之抗張強度

花生莢附近有兩離層，一在子房柄與莢相附着的地方，另一在子房柄與莖相附着的地方。筆者稱前者為A離層，稱後者為B離層(如圖1所示)。當收穫花生時，莢若由A離層脫落，則沒有子房柄之混入而可提高收穫物之商品價值。可是往往由B離層脫落，使得莢帶有子房柄而看起來比較不清潔。那末到底這兩離層之抗張強度有多強？能否使莢全部由A離層脫落？或能否只使成熟莢脫落而不讓未成

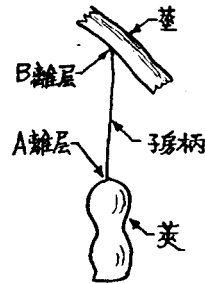


圖1 花生莢附近之兩處離層之位置

熟莢脫落？(因為花生莢中，未熟莢數與成熟莢數之比在50~120%左右。)為明瞭此一問題而做了下述試驗：

第一節 莢附近之離層的最大、最小及平均抗張強度

1. 試料：剛拔取之直立小粒種落花生
2. 實驗結果：如下表

表1 落花生之成熟莢及未熟莢附近之離層之抗張強度

		未 熟 莢 之 場 合	成 熟 莢 之 場 合
由A離層脫離的場合	平均抗張強度	603g	811g
	最大抗張強度	1,704	1,753
	最小抗張強度	45	48
由B離層脫離的場合	平均抗張強度	763	1,032
	最大抗張強度	1,209	2,607
	最小抗張強度	243	205

3. 檢討：

由本實驗結果，可知下述事項：

- (1) 由平均抗張強度看起來，一般地說未熟莢是比成熟莢容易脫落的。可是由最大及最小抗張強度看起來，就可知道有些未熟莢是比一些成熟莢難脫落的。
- (2) 比較平均值時，一般地說A離層比B離層易脫落。可是當比較最大及最小值時就可知道：有些莢之A離層比一些莢之B離層還不易脫落。
- (3) 離層之抗張強度之大小，受花生成熟度及受病蟲害之影響很大。一般地說逾成熟的莢，或有受病蟲害而受損的子房柄之莢比較容易脫落。

第二節 莢附近之離層的抗張強度和拔取後經過時間之短暫的關係

將花生株自土中拔出後，若經太陽晒曝，離層之抗張強度將會發生變化。筆者以直立小粒種花生為試料，測定其拔取直後，及在土庭上晒太陽2小時、4小時、6小時及8小時後之離層之抗張強度，其結果如下：

表2 花生莢附近之離層之平均抗張強度與花生拔取後陽乾時間之關係

	拔取直後	陽乾2 小時後	陽乾4 小時後	陽乾6 小時後	陽乾8 小時後
成熟莢之A離層	811g	766g	857g	714g	782g
成熟莢之B離層	1,032	984	1,084	1,051	837
未熟莢之A離層	603	561	696	622	717
未熟莢之B離層	763	591	712	583	1,017

檢討本實驗結果，可知下述事情：

- (1) 一般地說成熟莢B離層之平均抗張強度最大，成熟莢A離層次之，未熟莢B離層又次之，而以未熟莢A離層為最小。
- (2) 平均抗張強度以拔取直後為較大，陽乾2小時後稍減，4小時後增加，6小時後再減少，8小時後又增加；就中未熟莢陽乾8小時後之平均抗張強度之增加程度為較大。但這會依陽光強度而異。

第二章 落花生A離層之抗曲強度

第一節 最大、最小及平均抗曲強度

使莢和子房柄成 90°，然後拉引而讓莢自A離層脫落所需之力量，稱為抗曲強度。筆者以剛拔取之直立小粒種花生為試料，所作試驗結果如下：又當將莢彎為和子房柄成 90°而尚未拉引以前就脫落者，其抗曲強度當為零。

表3 落花生莢離層之抗曲強度

	未熟莢之場合	成熟莢之場合
平均抗曲強度	431g	596g
最大抗曲強度	1,408	1,505
最小抗曲強度	5	0

檢討本實驗結果，可知下述事情：

- (1) 一般地說，未熟莢之抗曲強度比成熟莢為小，可是由最大及最小抗曲強度就可知道，不少成熟莢之抗曲強度是比未熟莢者為小。
- (2) 比較表1及表3時；可知道一般地說抗曲強度比抗張強度為小，所以當脫落花生莢時，以使莢轉動和子房柄成銳角才脫離較少費力。又當比較各種最大及最小強度時，就可知道有些莢之抗張強度大於另一些莢之抗曲強度。

第二節 抗曲強度和拔取後經過時間之短暫

筆者以直立小粒種花生為試料；測定其拔取直後及在土庭上晒太陽2小時、4小時、6小時及8小時以後之A離層之抗曲強度。其結果如下：

表4 A離層之平均抗曲強度與花生拔取後陽乾時間之關係

	拔取直後	陽乾2 小時後	莢乾4 小時後	陽乾6 小時後	陽乾8 小時後
成熟莢	596g	580g	679g	652g	699g
未熟莢	431	388	389	607	592

檢討本實驗結果，可知下述事項：

- (1) 成熟莢之平均抗曲強度時常比未熟莢者為大。
- (2) 比較表2及表4時，可知A離層之平均抗張強度時常比平均抗曲強度為大。
- (3) 平均抗曲強度在拔取直後較大，陽乾2小時後減少，4小時後增加，6小時後成熟莢者稍減，而8小時後又增為最大。而未熟莢者在陽乾6小時後大增，這會依陽光強度而不同。
- (4) 檢討表1, 2, 3及4之結果可知道下述事情；則只靠張力之大小，是不能只脫落全數成熟莢而不脫落未熟莢的。又不能讓全部莢自A離層脫落而不由B離層脫落的。所以非在脫落後再作清除不行。

第三章 拔取落花生株所要之力量

落花生主要地種在砂土、砂壤土或壤土上，所

以農友從來是靠手拔方法來收穫的。那末拔取花生株需多少力量呢？筆者就直立小粒種花生所測定結果如下：

表5 由土裏拔取落花生所要之力量

實 驗 地		拔取一株花生所要力量			拔取一根花生所要之平均力量
地 名	土 質	最大	最小	平均	量
臺北市公館	壤 土	kg 20.1	kg 8.6	kg 13.3	kg 5.88
臺中縣清水	砂 壤 土	24.4	6.2	15.7	7.83
雲林縣麥寮	砂 壤 土	36.5	3.0	13.8	6.91

檢討本實驗結果，可知下述事情：

- (1) 拔取花生株所需力量變動之範圍相當大，可是在人力可拔的範圍。
- (2) 拔花生株所需力量可分為①破壞土壤所要力量及②切斷主根所要力量之兩種。前者是砂土較少而壤土較大才對。可是一般地落花生之主根長度達10~45公分，而拔起時將被拉斷而只剩2.8~19公分長。所以當落花生之生長好的時候，主根長而粗，為拉斷主根所要力量較大。相反地落花生之生長較差時主根短而細，為拉斷主根所需力量較少。一株落花生普通有1~4根，把拔取一株花生所要力量以一株平均根數除，則得拔取一根花生所要平均力量。

第二編 拔取花生株之機械化的研究

第一章 將千齒沿池面插入花生株中，然後提高千齒來拔取花生之實驗

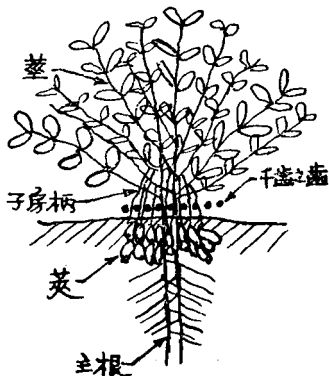


圖2 將千齒沿地面插入花生叢中

為要把花生莢自土中提出到地上來的作業之機械化，筆者所試的第一個方法是；製造齒長150mm，齒徑5.5mm，千齒寬度150mm，而齒間間隔為5.5mm，6.5mm，及10mm之三種千齒，將千齒沿地面插入花生株之子房柄羣中(如圖2所示)，然後提高千齒而企圖將花生拔出地上。實驗地為臺北市公館，土質為壤土，落花生是生育中庸莖長24~63cm之直立小粒種。實驗結果如下：

表6 千齒之齒間間隔與拔取之可能性

千齒之齒間間隔	拔 取 之 可 能 性
5.5mm	可以拔取
6.5mm	一支莖之株不能拔取，兩支莖以上之株都可拔取
10.0mm	落花生莖葉自齒間滑出而不能拔取

- 註：(1) 若不將千齒正確地插入子房柄羣之中間時，雖千齒的齒間間隔小，花生莖葉就自齒間滑出而不能拔取。
- (2) 落花生的生育不良時，千齒不能挾緊花生莖葉，所以不能拔取。
- (3) 千齒若插的太低時，會插傷花生莢。
- (4) 被拔取之花生株緊挾於千齒，所以不容易脫開。
- (5) 由以上結果看起來，利用此法來拔取花生株，將不會是種很好的方法。
- (6) 花生莖的直徑為2~5.5mm，所以千齒的最小齒間間隔做為5.5mm。

第二章 將千齒水平地插進落花生莖葉之間，然後扭轉90°再提高千齒來拔取花生株之實驗

製造齒長150mm，齒徑5.5mm，千齒寬度150mm，而齒間間隔為如表7所示之數種千齒。拔取時，將千齒水平地插進離地表約10公分高之花生莖葉間，然後把千齒扭轉90°，再往上方提起，以企圖將花生株拔出地上。實驗地為臺北市公館，土質為壤土，落花生是生育中庸莖長24~63公分之直立小粒種。實驗結果如下：

表7 將千齒水平地插進落花生莖葉間之後扭轉90°然後提高千齒以期拔取花生之實驗結果

千齒之齒間間隔	拔 引 實 驗 結 果
5.5mm	都可以拔取
7.0mm	都可以拔取

8.5mm	莖葉繁茂者可拔取。不繁茂者不能拔取，但若扭轉100°時就可拔取
10.0mm	莖葉繁茂者可拔取。不繁茂者不能拔取。不能拔取者佔21%
11.5mm	莖葉自齒間滑出，不能拔取

- 註：(1) 千齒之齒間間隔在 11.5 mm 以上時 全然不能拔取。
- (2) 千齒之齒間間隔在 7 mm 以下5.5mm以上時，可容易地拔取花生。
- (3) 若落花生之生育不良而莖短於15公分或一株莖數少於 4 支或莖間匍時，不管千齒之齒間間隔多少都不能拔起。
- (4) 將千齒扭轉 90° 而提上時，如圖 3 所示之左上方受力最大而該處之莖葉和千齒發生摩擦，會多消耗力量。
- (5) 千齒之齒間間隔在 5.5mm 時，落花生之莖葉擠緊在千齒，所以不容易放開。
- (6) 千齒之齒間間隔在 7 mm 以上時，若在拔取花生後再把千齒扭回 90°，然後急據將千齒拉往後方；就可放開被拔取之花生株。



圖 3 將千齒水平地插進花生莖葉間，再扭轉九十度

第三章 以特殊形狀之挾子，挾緊花生莖然後往上提以拔取花生之實驗

1. 若用如圖 4 (A) 所示之平條挾子，由左右兩邊挾緊花生莖部靠地面處，然後提往上方以拔取花生株時：令

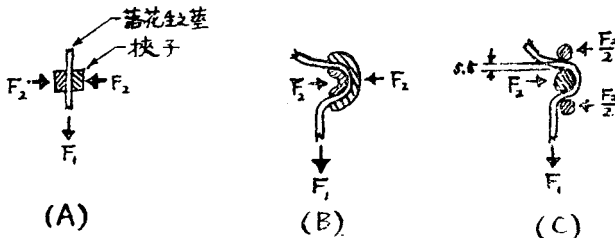


圖 4 以特殊橫斷面之挾子，挾緊花生莖後往上提

F₁……拔往上方之力

F₂……由挾子傍邊所加之力

tanθ……落花生莖葉和挾子面之摩擦係數，則

$$F_1 = 2F_2 \tan \theta \text{ 所以}$$

$$F_2 = \frac{F_1}{2 \tan \theta}$$

落花生之生莖葉和 鐵挾子間之 摩擦係數約為 0.3

$$\text{, 所以 } F_2 = \frac{F_1}{2 \times 0.3} = 1.67 F_1$$

因此假如使用如圖 4 (A) 之平挾子來拔引花生時，除了向上拔引之力量以外。尚需比該力更大之由側力挾取之力才成。

2. 如圖 4 (B) 所示，用有凹凸彎曲斷面之挾子，由兩側挾住花生莖，然後提往上方以拔取花生。這時候花生莖被挾住在凹凸曲面間，其和挾子面間之摩擦係數突然增大，所以由挾子兩邊所加 F₂ 之力小也可挾緊花生莖，而能拔取。又挾子只要左右開閉，就可挾緊或放掉花生莖，動作比較簡單方便。

3. 圖 4 (B) 形狀之挾子比較地不容易製造，所以另設計了如圖 4 (C) 形狀之斷面的挾子。其最上及最下之棒連在一起，開到同一邊；中央之棒則開到另一邊。棒間間隔為 5.5mm (落花生莖之最大直徑)。使用此挾子時，也可和圖 4 (B) 形者一樣簡易地挾緊花生以利拔取。

第四章 挾式人力落花生拔取器之設計

為要以前章 2 及 3 項所述方法來拔取花生，而作本設計：

1. 設計之基本條件

- ① 蹲着或彎腰來做工作是易疲勞的，所以要能站着工作。
- ② 要利用槓桿原理，以小的力量來拔取花生。
- ③ 使挾花生之力量和拔取花生之力量出向同一方向。
- ④ 容易放開已拔取之花生株。
- ⑤ 工作效能高。
- ⑥ 構造要簡單。

2. 設計上之構想

- ① 將挾子固定在槓桿，以期能站着工作。
- ② 設輪子以支持器具之重量，併可利用滾動摩擦，以減少行走時之力量損失。
- ③ 輪子若設孤輪時，當放開被拔取花生株於地上以後，輪子若非迂迴前進就會軋破花生莢，所以宜設平行兩輪。
- ④ 輪子若設大則重，過少時會碰上被放置於

地上的花生株，所以輪軸以能跨過花生株為準。
。因此輪之半徑定為15公分。

⑤槓桿之支點設在其中部較靠近挾子之地方，併架設在輪軸上。

⑥槓桿之另一端為手把，設一柄桿以動桿接於挾子之柄，使當押柄桿時能令挾子緊閉。

⑦延長押下柄桿的動作而使挾子提經上方，而拔引花生株。

⑧放開柄桿時挾子就開而能放掉被拔取之花生株。

⑨推手把而使器具前進以繼續工作。

3. 設計上之幾個問題及其解決辦法：

①主要部份之尺寸大小：

當一直線以其線上之一點為中心作迴轉運動時；直線之任何一點對Y座標之投影作正弦運動，而其對X座標之投影是作餘弦運動的。所以假如只作一定角度之迴轉時，若這一直線以原點為中心而在X座標附近作迴轉時，其一端在X座標上之投影的位移較小而在Y座標上之投影的位移較大。拔取花生株需要着上昇的動作，所以裝有之槓桿之一端，應使其在X座標附近的位置作迴轉運動來拔取花生株。

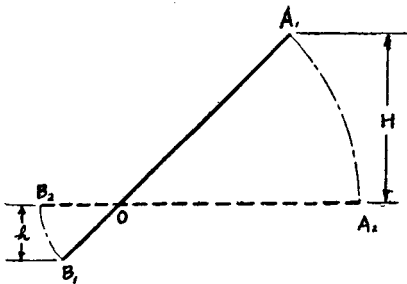


圖 5

為要應用槓桿原理來拔取花生株，所以如圖5所示由支點O到手把A的距離，應該比O到挾子之中點B的距離為長。若如圖5所示AOB在一直線上，為拔取花生株所需提昇之高度 h 為12公分而槓桿之比為4的時候，手把所要降低的高度 H 如下： $H=12 \times 4=48$ 公分 如此作業者之手就需要向垂直方向運動48公分而非彎腰不可，那將違反設計的基本條件。假如將槓桿彎如圖6所示，使挾子在X座標附近迴轉而手把能在靠近Y座標的地方迴轉時，當挾子上昇 α 時把手就只降低 H' 就行。可是這種場合手把端之槓桿過於堅立，而當要推進時所得水

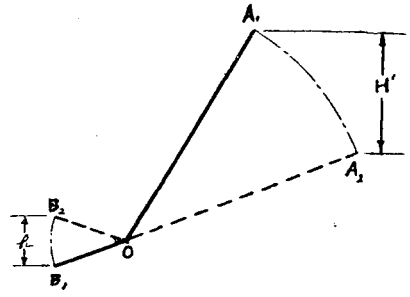


圖 6

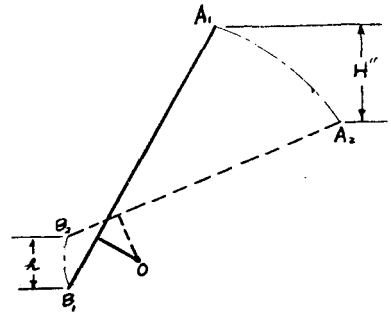


圖 7

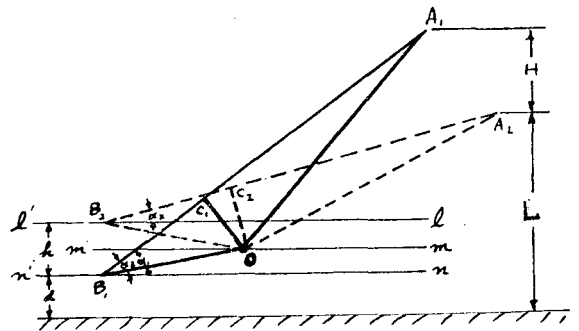


圖 8

平分力不多。為得手把端槓桿較斜而押手把的垂直距離更小而想出的構造如圖7。若將圖8所示符號定為如下時：

- A_1 ……提上時之手把位置
- A_2 ……押下時之手把位置
- L ……站立着的工作者垂手時之手掌高度
- $(L+H)$ ……站立着的工作者把腕部放水平時之手掌高度
- d ……降下挾子時之挾子中點到地面之高度
- h ……為拔取花生株而挾子中點所上昇之高度
- $\angle \alpha_1$ ……降下挾子時，槓桿和水平方向間之角度。定為 60°

$\angle\alpha_2$ ……挾子昇高時，槓桿和水平方向間之角度

$\angle\alpha_3$ ……圖 8 所示之 $\angle ABO$

$\angle r$ ……圖 8 所示之 $\angle BAO$

e ……槓桿之比

$$\sin\alpha_1 = \frac{H+L-d}{AB} = \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\overline{AB} = \frac{2(H+L-d)}{\sqrt{3}} \dots\dots\dots (a)$$

$$\angle\alpha_2 = \sin^{-1} \frac{L-d-h}{AB}$$

$$\angle\alpha_1 = \angle\alpha_3 + \angle OB_2n = \angle\alpha_2 + \angle B_2O + \angle OB_2n$$

$$\therefore \angle\alpha_1 - \angle\alpha_2 = \angle B_2O + \angle OB_2n$$

$$\angle B_2O = \angle B_2Om^1$$

$$\angle OB_2n = \angle B_1Om^1$$

$$\angle B_1OB_2 = \angle B_2Om^1 + \angle B_2Om^1$$

$$e = \frac{\overline{OA}}{\overline{OB}} = \frac{\overline{OC} \div \sin r}{\frac{h}{2} \div \sin\left(\frac{\angle\alpha_1 - \angle\alpha_2}{2}\right)} = \frac{\overline{BO} \sin\alpha_3 \times \sin\left(\frac{\angle\alpha_1 - \angle\alpha_2}{2}\right)}{\frac{h}{2} \sin r}$$

$$= \frac{\frac{h}{2} \div \sin\left(\frac{\angle\alpha_1 - \angle\alpha_2}{2}\right) \times \sin\left(\frac{\angle\alpha_1 - \angle\alpha_2}{2}\right) \times \sin\alpha_3}{\frac{h}{2} \sin r} = \frac{\sin\alpha_3}{\sin r} \dots\dots\dots (d)$$

所以當設計時，定 $L=75\text{cm}$ ， $L+H=105\text{cm}$ ，

$h=12\text{cm}$ $d=9\text{cm}$ ，時，從式 (a)

$$\overline{AB} = \frac{2(H+L-d)}{\sqrt{3}} = \frac{2(105-9)}{\sqrt{3}} = 108.5\text{cm}$$

$$\angle\alpha_2 = \sin^{-1} \frac{L-d-h}{AB} = \sin^{-1} \frac{75-9-12}{108.5}$$

$$= \sin^{-1} 0.495 = 29^\circ 50'$$

從式 (b)

$$\overline{BO} = \frac{h}{2} \div \sin\left(\frac{\angle\alpha_1 - \angle\alpha_2}{2}\right)$$

$$= \frac{12}{2} \div \sin\left(\frac{60^\circ - 29^\circ 50'}{2}\right)$$

$$= 6 \div 0.2602$$

$$= 23.1\text{cm}$$

從式 (c) $\overline{BC} = \overline{BO} \cos\alpha_3 = 23.1 \times \cos 44^\circ 55'$

$$= 23.1 \times 0.7081 = 16.3\text{cm}$$

$$\overline{OC} = \overline{BO} \sin\left(\frac{\angle\alpha_1 - \angle\alpha_2}{2}\right) = 23.1 \times 0.7061$$

$$= 16.3\text{cm}$$

$$\angle r = \tan^{-1} \frac{\overline{OC}}{\overline{AC}} = \tan^{-1} \frac{16.3}{\overline{AB} - \overline{BO} \cos\alpha_3}$$

$$= \tan^{-1} 0.1772 = 10^\circ 03'$$

$$\therefore \angle B_1OB_2 = \angle\alpha_1 - \angle\alpha_2$$

$$\text{令 } \angle B_1Om^1 = \angle B_2Om^1$$

$$\text{則 } \angle B^1Om^1 = \frac{\angle\alpha_1 - \angle\alpha_2}{2}$$

$$\therefore \overline{B_1O} = \frac{h}{2} \div \sin\left(\frac{\angle\alpha_1 - \angle\alpha_2}{2}\right) \dots\dots\dots (b)$$

$$\angle\alpha_3 = \angle\alpha_1 - \angle OB_2n = \angle\alpha_1 - \angle B_1Om^1$$

$$= \angle\alpha_1 - \frac{\angle\alpha_1 - \angle\alpha_2}{2} = \frac{\angle\alpha_1 + \angle\alpha_2}{2}$$

$$\overline{OC} = \overline{BO} \sin\alpha_3 = \overline{BO} \sin\left(\frac{\angle\alpha_1 + \angle\alpha_2}{2}\right) \dots\dots\dots (c)$$

$$\overline{BC} = \overline{BO} \cos\alpha_3$$

$$\overline{AC} = \overline{AB} - \overline{BC}$$

$$\angle r = \tan^{-1} \frac{\overline{OC}}{\overline{AC}}$$

$$\overline{OA} = \overline{OC} \div \sin r$$

從式 (d)

$$e = \frac{\sin\alpha_3}{\sin r} = \frac{\sin 44^\circ 55'}{\sin 10^\circ 03'} = 4.05$$

由此計算所得之 $\overline{AB} = 108.5\text{cm}$ ， $\overline{BO} = 23.1\text{cm}$

， $\overline{OC} = 16.3\text{cm}$

$e = 4.05$ 這些數字皆為適當的大小。

② 挾子之柄及其動桿之機構

挾子柄及其動桿之相對位置和長度應使其能在最理想狀態之下，因此應考慮下述諸問題：

(a) 加於挾子柄之力量，應在閉合挾子時能發揮最大扭力扭力。

$$T = f_t \cdot r$$

T ……扭力

f_t ……加於挾子柄之力量的切線方向分力

r ……力矩臂：則由挾子釘眼到柄上着力點之距離。

所以為得大的扭力，應使 f_t 及 r 大。可是 r (柄長) 受花生行間距離之限制。又

$$f_t = f \cos\theta = f \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = f \sin\alpha \dots\dots (e)$$

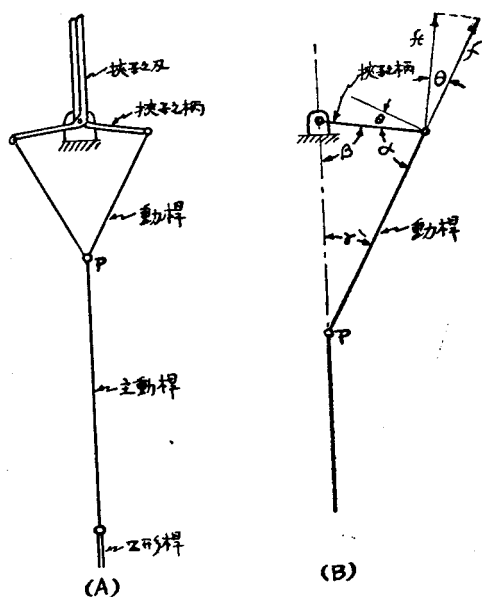


圖 9

f ……加於夾子柄之推或拉力

θ …… f 之方向和切線方向間之角度

α ……夾子柄和動桿間之角度

所以應讓夾子柄和動桿間之角度在 90° 時夾子能合閉，這樣就可以發揮最大的扭力。

(b)為讓夾子柄容易轉動，應使加於夾子柄的切線分力之變動率為小。

夾子口若開到 60° 就够大於夾花生株，所以各夾子柄要轉動 30° 。又從 $f_t = f \sin \alpha$ 之式可知，當 $\angle \alpha = \frac{\pi}{2}$ 時 f_t 為最大，所以應使夾子在該位置閉合。

圖 9 中若以動桿長度為 R ，夾子柄長度為 r ，而當 $\angle \alpha = \frac{\pi}{2}$ 時， $\angle r = \tan^{-1} \frac{r}{R}$ ，若

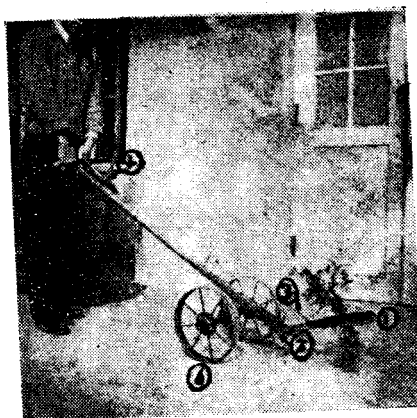
$R \rightarrow \infty$ 時， $\angle r \rightarrow 0^\circ$ ， $\angle \beta \rightarrow \frac{\pi}{2}$ 又

$\angle \alpha = \pi - (\angle r + \angle \beta)$ 所以若 $\angle r \rightarrow 0^\circ$ 時 $\angle \alpha \rightarrow (\pi - \angle \beta)$ 。則當 R 變長時， $\angle \alpha$ 大小之變化幾乎只受 $\angle \beta$ 變化之影響，所以其變化率將較少。因此說「若把 R 作長時 f_t 之變化率就少。」

第五章 以夾式人力落花生拔取器拔引花生株之實驗

1. 實驗用具之構造說明

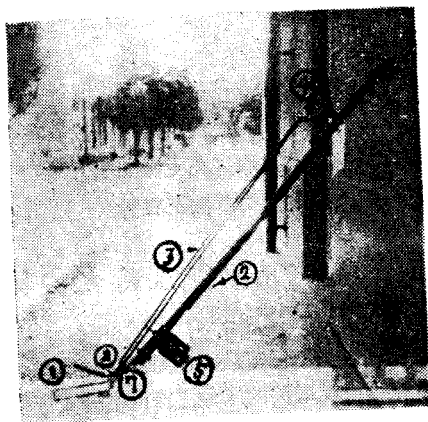
如圖 10 所示本器具之構造上可分為①夾子，②槓



(A)



(B)



(C)

圖 10 夾式人力花生株拔取器

桿，③動桿，④Z形桿，⑤口形架及⑥輪子之六部份。

夾子試造了兩種。圖 10 (A) (B) 所示者是有如圖 4 (B) 之橫斷面之夾子，夾子柄長 14 公分 (為使器具能在花生行中自由行進，此長度定為花生最小畦幅之 $\frac{1}{2}$ 再減 2 公分)，柄端有直徑 7.5 公厘之孔

，以嵌入動桿之下端。圖10(C)所示挾子有如圖4(C)之橫斷面。

挾子以其釘眼連接於鐵板(圖中⑦)，鐵板再以螺栓兩支連接於槓桿。槓桿上端有T字形手把，以便推拉。

由手把20公分下方處裝設以Z形桿，可在垂直面方向轉動。當押Z形桿時其上節將可平貼於手把。Z形桿下節端有一直徑7.5公厘之孔，以裝置兩動桿之上端在其兩側。當押Z形桿時動桿就拉挾子柄。而可使其在 $\angle\alpha = \frac{\pi}{2}$ 的地方閉合挾子(前章3②(a)所述)，又推Z形桿時挾子就張開為60°。由手把92.2公分處固定以C形架，C形架之兩脚有19公厘徑之孔各一，以穿通輪軸。本器具可以輪軸為支點而轉動以便拔取花生株。輪軸兩端有30公分直徑之輪子兩個。兩輪間隔為33公分，各轆寬為7公分，所以兩輪子外緣間寬度為47公分，那是拔取一行花生後，器具不會被左右兩行繁茂花生所纏繞而行進的寬度。

2. 拔引實驗結果

- ①圖4(B)(C)所示兩種橫斷面挾子都可用於拔取花生株。
- ②用本實驗器具能以(a)押下Z形桿及手把以拔取花生株(b)推開Z形桿以放掉花生株，(c)推器具前進以拔取下一株，之三動作來拔取花生株。
- ③可不屈身體而拔取花生株。
- ④利用槓桿原理，可用較小之力來拔取花生株。
- ⑤可容易地放被拔取之花生株在地上。
- ⑥每分鐘拔引效能為6株左右。

第三編 脫取花生莢之機械化的研究

自花生株脫取莢的工作之機械化將可有很多方式，筆者認為要靠小規模農業機具來做本工作時，如下所述方式之中或有較適合者。

1. 以手握佳落花生的莖部，而使迴轉打擊齒打花生株下部以脫落莢之方式。
2. 拉花生株越過細線上，而讓該細線來拔落莢之方式。
3. 以千齒拔落莢之方式。
4. 使花生莖幹部衝擊於剛體，以摔落莢之方式。

第一章 使迴轉打擊齒脫取落花生莢之實驗

第一節 試驗用器具

爲了要裝設各種打擊齒而作各種速度之迴轉，設計而製造了下述兩種試驗用器具。

1. 實驗裝置A

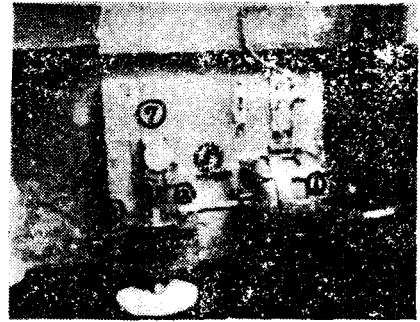


圖11 實驗裝置A

如圖11之俯視圖所示，圖中①爲一馬力之同步電動機，該電動機之軸端設有橡膠圈②，設一銅製圓盤③使其能和②相摩擦而將其動力以直角方向傳到③，③軸之另一端裝置一木製圓盤④以用於裝設各種打擊齒。電動機①設置在鐵軌⑤之上方，可用調節螺絲⑥來使電動機移動。例如在圖11中，當使電動機靠左方時，其橡膠圈②就和銅製圓盤③之中心附近接觸而使③之轉速增加，相反地若使電動機靠右時，橡膠圈將和銅製圓盤之周邊接觸，而使其以慢速迴轉。銅製圓盤之軸端裝置迴轉計⑦，以便測定該軸之每分鐘轉數。

2. 實驗裝置B

爲了要裝設更細的打擊齒，同時裝設較多的打擊齒或出較大的轉速，筆者設計而製造本裝置。(如圖12)



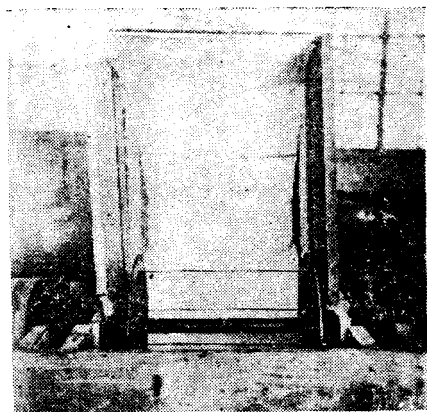


圖12 實驗裝置B

架子為木製，其高度90公分，寬50公分，側面形為上底70公分，下底85公分之梯形。木架上以軸承架設一橫軸，軸上以30公分間隔裝20公分徑之圓盤兩個，軸之一端裝以皮帶輪，由 Reonard System 之直流電動機用皮帶帶動，可使該軸在50~1,500 rpm 間作任意調節。本裝置之側方以

木板，前上方及下方以布圍起來，以防止被脫離物之飛散。又在軸下方裝以篩子，篩子下方設受箱以受取被脫離物。

3. 實驗用打擊齒

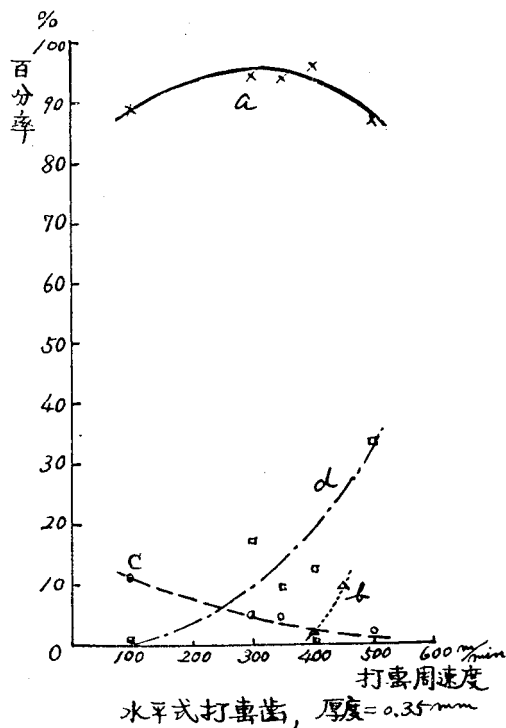
打擊齒在設置時分為垂直方向及水平方向之兩種方式。水平式者用直徑0.35~15.6mm之鋼線或鋼棒，垂直式者用直徑2~15.6mm之鋼棒。直徑2mm以下者其強度不够而不能為垂直打擊齒，所以就將鋼板之一邊磨為半圓形而使用。此外尚用了厚度0.35mm而U形斷面之鋼棒為打擊齒。

第二節 實驗方法

使裝有打擊齒之圓盤轉動，調節好轉速，然後以手握花生株之莖葉部，伸其下部使打擊齒脫取全部莢。再將被脫離物分類如下，併測其數量、重量或觀察各種現象

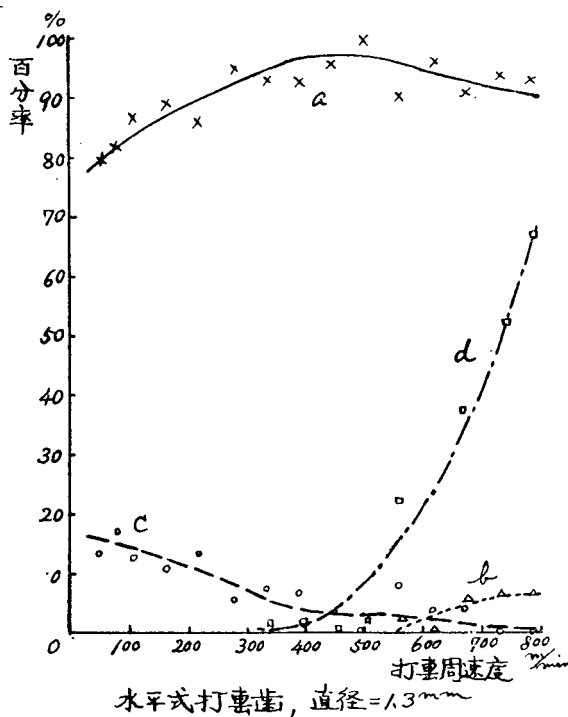
①成熟莢

(a)損傷莢……因受打擊而在外殼或仁有可見的



(A)

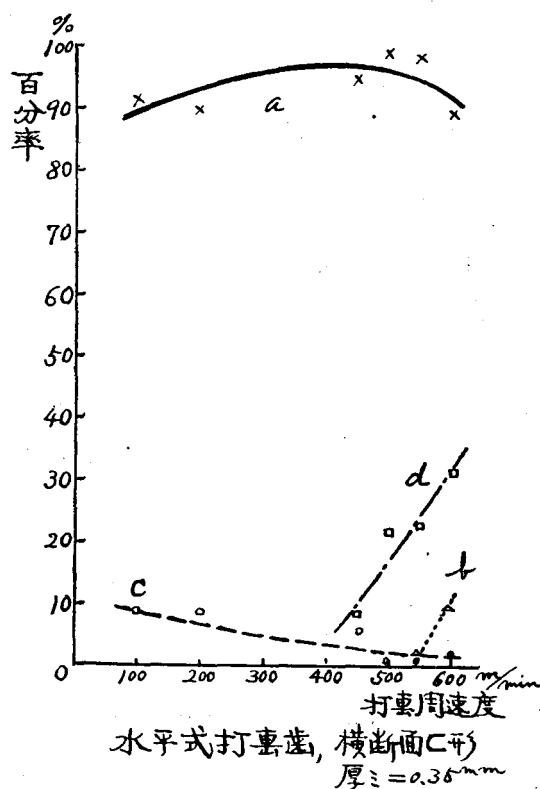
c——帶柄莢
d——損傷未成熟莢



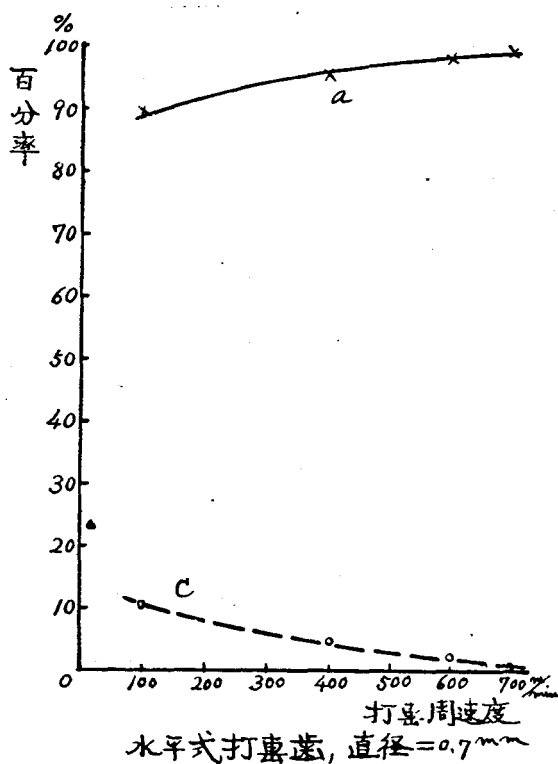
(B)

a——完整莢
b——損傷成熟莢

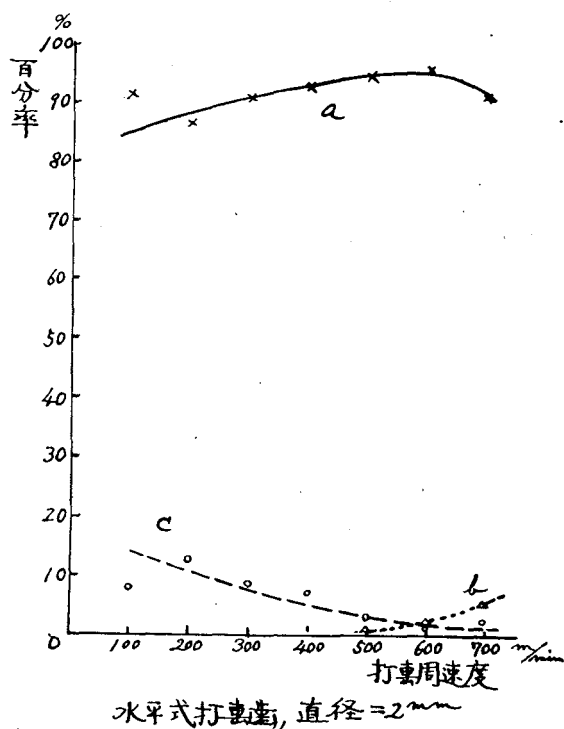
圖13 打擊周速度和被脫莢之狀態(一)



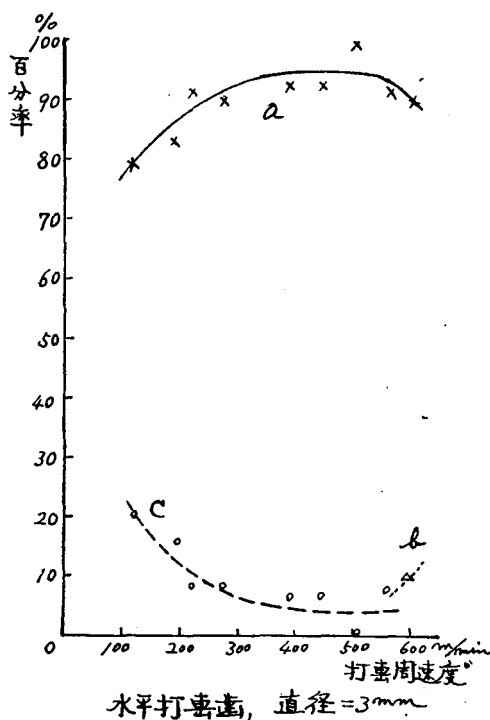
(C)



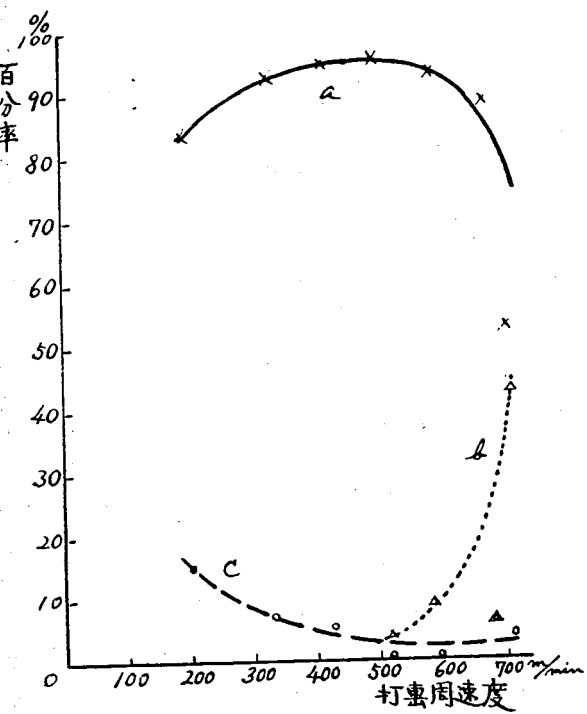
(D)



(E)

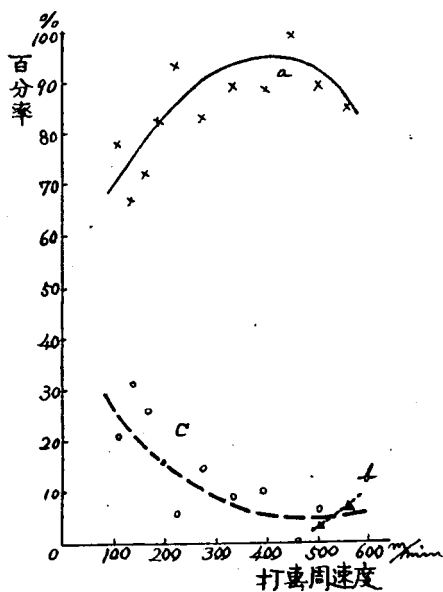


(F)



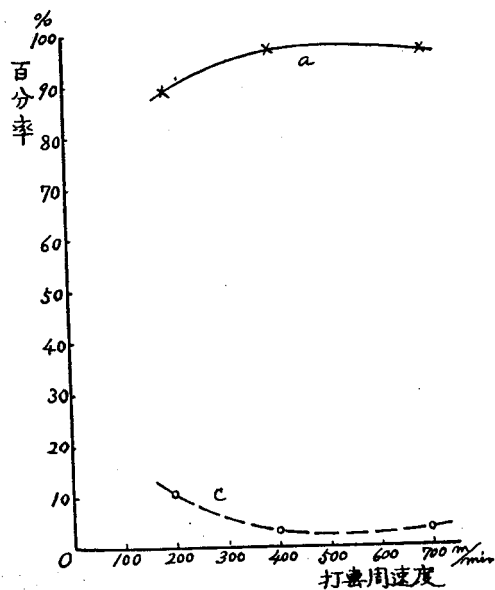
垂直式打葉齒, 直徑=9.3 mm

(G)



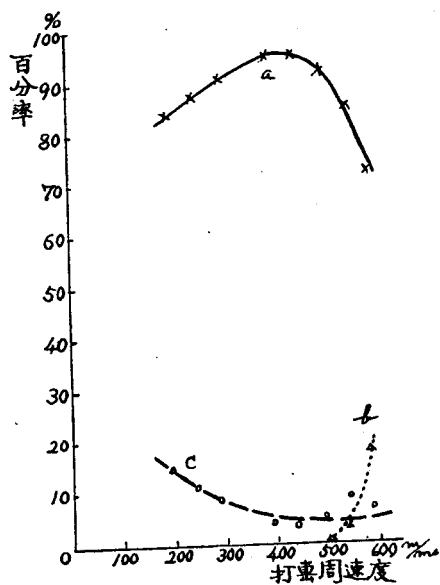
水平式打葉齒, 直徑=9.3 mm

(H)



垂直式打葉齒, 直徑=2 mm

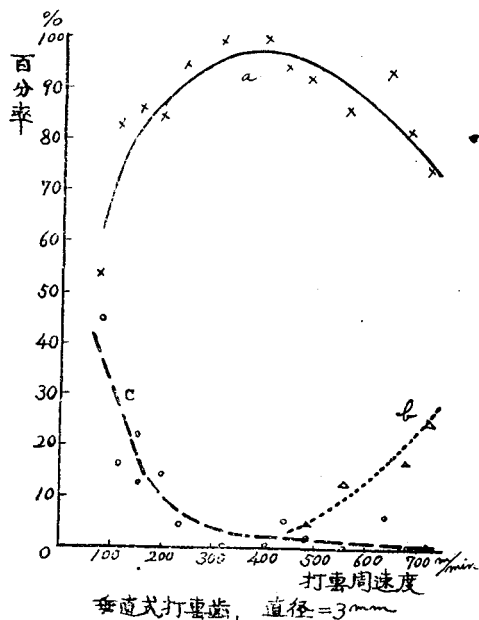
(J)



水平式打葉齒, 直徑=15.6 mm

(I)

圖13 打葉周速度和被脫莢之狀態(二)



(K)

圖13 打擊周速度和被脫莢之狀態(三)

損傷之莢。

(b)帶柄莢……由B離層分離而帶有子房柄之莢。

(c)完整莢……成熟莢中不屬於(a)及(b)者。

②未熟莢……尚未成熟之莢。

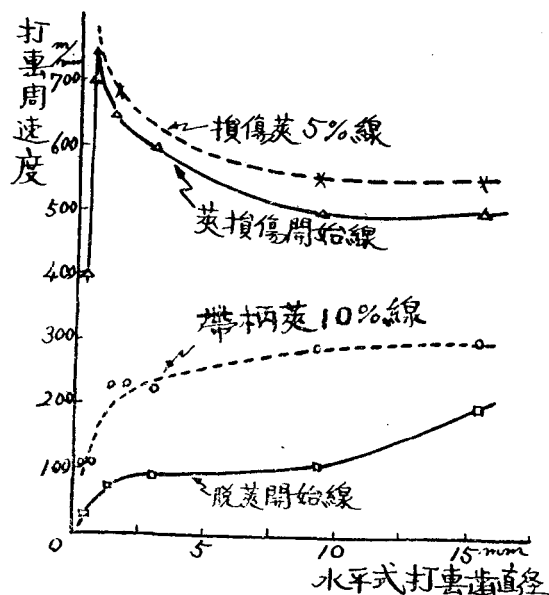


圖14 打擊齒直徑和打擊周速度對花生脫莢性能之關係圖

③土壤……又花生株掉下來之土砂瓦礫等。

④葉莖根柄……被打斷之葉、莖、根或子房柄。

第三節 實驗結果及其分析檢討

用各種打擊齒，以不同打擊周速度所做各次脫莢實驗結果統計整理作成圖13，圖中a線表示完整莢，b線表示損傷莢，c線表示帶柄莢，d線表示損傷的未熟莢。

當詳細地檢討圖13中之諸圖及由實驗中之考察可知下述的事項：

1. 迴轉打擊齒之運動周速度慢的時候，打擊齒面之曲率小者，其脫莢之性能高，相反地有大曲率齒面之打擊齒的脫莢性能為低。圖14是將上記諸圖綜合製出者。如其「脫莢開始線」所示；打擊齒愈細；就愈可在慢速度時開始脫莢。其理由如圖15所示；當打擊曲率小的時候，打擊齒一前進（圖15b），齒就會鉤在莢之A離層附近而使莢由該處脫落，這不但可使脫莢性能高，尚可使莢不帶子房柄。相反地若如圖15c所示，大曲率的打擊齒就不能鉤在A離層的地方，低速時莢就由打擊齒上方溜過去而不能脫離。
2. 打擊齒之運動周速度快的時候；若打擊面之曲率半徑在0.35mm以下者，則其曲率愈小時愈有切傷莢的傾向。若曲率半徑在0.35mm以上者，則其曲率愈大，打擊齒愈硬重時，愈有擊破莢之傾

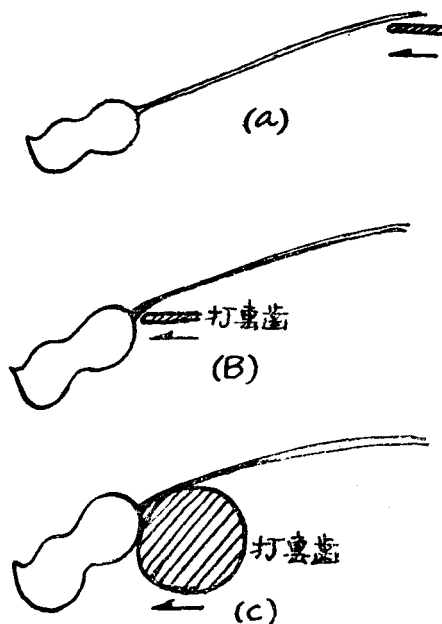


圖15 打擊齒以低速擊莢之狀況

- 向。如圖14之「莢開始損傷線」所表示；當打擊齒直徑0.7mm時(即曲率半徑0.35mm)該線為最高，其左右兩那都低下去。
- 打擊齒之運動周速度過慢時不能脫莢。因為此時莢有充分的時間來越過打擊齒而不受打擊。比圖14之「脫莢開始線」更慢速度就不能脫莢。
 - 打擊齒之運動周速度過快時莢就會被損傷，速度愈快時莢之損傷率就愈多。比圖14之「莢開始損傷線」更快的打擊速度就會損傷莢，愈快時損傷之百分率將會愈高。
 - 打擊齒之運動周速度較快時「帶柄莢」則較少，相反地周速度較慢時「帶柄莢」就較多。看圖13之諸C線悉向右下方傾斜就可明瞭此一趨勢。考察其原因可解釋如下：當周速度快時被打擊的莢所承受之衝擊力大，所以子房柄尚在伸直狀態時，莢在被打的瞬間就以A離層為中心來轉動，而在A離層扭曲掉落。換句話說，莢是以較小的抗曲強度來脫落，所以由A離層脫落的機會較大。相反地當周速度慢時，子房柄就跟莢一齊轉變方向而被拉，所以就以較大的抗張強度來脫落，因此由B離層脫落的率就增加(參照第一編第一章)
 - 使用水平式打擊齒的時候，其打擊面之曲率愈小時帶柄莢就愈少。(如圖13及圖16所示)按其原因為如圖15所示，小曲率打擊齒會鉤在A離層地方而使莢由A離層脫落的緣故。

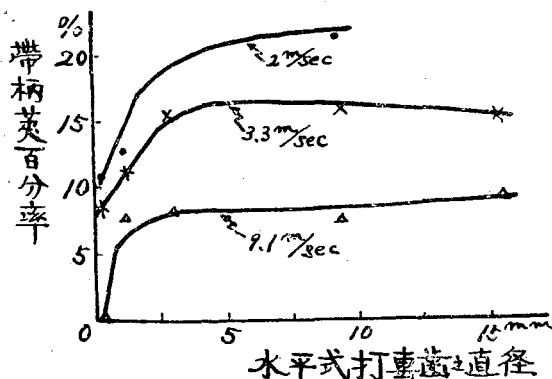


圖16 打擊齒直徑和帶柄莢量之關係圖

- 打擊齒之運動周速度中庸的時候完整莢之百分率為最多。如圖13及圖14所示；周速度過快則損傷莢多，過慢則帶柄莢多，所以在其中間速度時為完整莢最多。由圖14可知，無論使用何種打擊齒，都是其周速度在400公尺/分左近時完整莢最

多。

- 未熟莢比成熟莢容易損傷。如圖13(A)(B)(C)所示，「未熟莢損傷曲線d」都在「成熟莢損傷曲線b」之左上方。則當打擊周速度較低時未熟莢就會被打傷，又其損傷率時常比成熟莢者為多。這是未熟莢之外殼較脆弱的緣故。
- 以迴轉打擊法脫取花生莢時，和莢之損傷最有影響的速度是「齒端周速度」而不是「有效周速度」。從來為表示脫殼機之周速度時，大都使用所謂有效周速度，則打擊齒之中點的周速度。

在本研究中；除了垂直式打擊齒以外，尚使用了水平式打擊式。那是因為發現花生莢是叢生於水平方向的緣故。當使用細的水平式打擊齒時，因其直徑相當細，所以似乎不必分為齒端周速度或齒根周速度，而宜以齒中心線之周速度來表示較為合理。可是若用垂直式打擊齒時，就應該分齒端周速度，有效周速度或齒根周速度。當垂直式打擊齒作一迴轉時，其齒端周速度為最大，所以最會使莢損傷。因此筆者認為當表示和被脫離物之受損傷有關之打擊速度時，宜以齒端周速度來表示。圖17示當以齒端周速度表示時，其所發生的莢損傷率略同。若以有效周速度表示時，即其所表示結果將會使人獲得垂直式打擊齒較容易損傷莢之感覺。

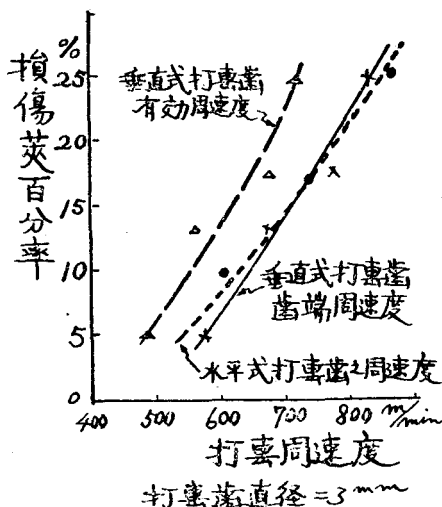


圖17 齒端周速度與有效周速度之比較

- 迴轉筒直徑之大小：使用垂直式打擊齒時需有30公分以上，若使用水平式打擊齒時則需有10公分以上。因為花生莢是叢生於水平方向，所以用

如此小的迴轉筒，也不會捲取莖幹部，尤其是使用水平式打擊齒的時候，花生莖幹部幾沒有被拉扯之現象。

11. 垂直式打擊齒與水平式打擊齒之比較：

- ①垂直式者會打到「花生莖分歧點」而使其裂開，所以需要消耗較多動力，水平式者則沒有這種現象。
 - ②垂直式者容易脫落全數莢，而水平式者則不易脫落夾在莖間之少數莢。
 - ③若只用一支齒時，水平式之脫莢效能較高；可是若用一系列垂直式和一支水平式齒比較時，則以垂直式之脫莢效能為高。
 - ④迴轉筒徑小的時候，垂直式齒較會使花生莖幹部捲上迴轉筒。
 - ⑤垂直式齒在構造上較易造為堅牢不斷。
12. 迴轉打擊齒之周節 (Circular pitch) 和周速度及打擊頻率之關係：
- 當迴轉周速度一定時，若打擊齒之周節過大則打

擊莢之頻率少而脫莢效能低。相反地若周節過小時莢就沒有充分時間以進入打擊齒間，所以不能受到適當的打擊而脫莢效能也要低。因此需要適當的打擊齒周節。依筆者之實驗結果認為，當周速度在 8 公尺/分時，打擊齒周節以 20 公分為適當。打擊頻率 (f) 和打擊齒之周節 (P) 及周速度 (v) 之間有下式之關係

$$f = \frac{v}{P}$$

所以周速度 800 公分/分，周節 20 公分時；打擊頻率為 $f = \frac{800}{20} = 40$ 次/分

第二章 以靜止的細線拔落越過其上方之花生莢之實驗

1. 實驗用具：

製造如圖 18 之木框，其中部張以 1.3 mm 直徑之鐵絲或 0.35 mm 厚度之鐵板，使其成直線 (180°) 或 120°，90°，60° 及 30° 等角度。

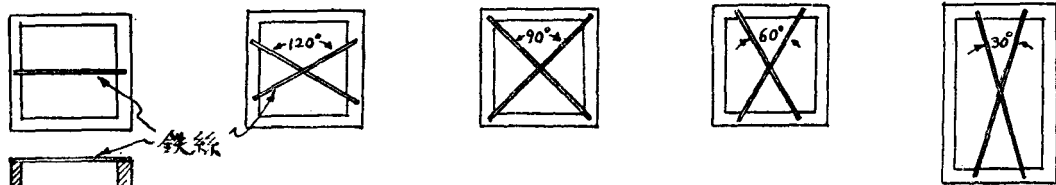


圖 18 莢拔落用實驗器具

2. 實驗方法：

將實驗用具放在水平方向。使花生株的根部向下，莢比鐵絲稍低的高度進行而越過時，莢就在 A 離層處鉤於鐵絲而被拔落。

3. 實驗結果及檢討

表 8 以靜止細線拔落越其上方之花生莢之實驗結果表

鐵絲交叉角或鐵板角度	鐵絲直徑或鐵板厚度	脫落成熟莢之分類				備 考
		完整莢	帶柄莢	損傷莢	直	
180	mm 0.35	61.5	38.5	0	0	①有時候帶柄莢兩個以上連在一齊 ②帶柄莢纏在鐵絲交叉點不易落下
180	1.3	55.6	44.4	0	0	
120	1.3	70.0	30.0	0	0	
90	1.3	55.4	44.6	0	0	
60	1.3	62.1	37.9	0	0	
30	1.3	56.9	43.1	0	0	

由上在可知如下事項：

- ①帶柄莢之百分率較多。
- ②莢不會受損傷。
- ③鐵絲之交叉角在 90° 以下時，帶柄莢會纏在交叉點。
- ④鐵絲之交叉角在 90° 以下時，帶柄莢會兩個以上相連被脫落，使被脫落莢整個之外觀變髒。
- ⑤在花生株束中央之莢就不能脫落。

第三章 以千齒拔落花生莢之實驗

1. 實驗用具：

花生莢橫斷面之長徑為 7.9~18mm，短徑為 7.6~14.5mm。又觀察莢之 A 離層附近時，可知子房柄之纖維以放射狀附着於莢端，因此若干齒之齒間間隔造成太窄時，將會把這子房柄的放射狀纖維押於莢而使其不易自 A 離層脫落。又窄的間隔之千齒將不好插入子房柄之間，所以把齒間間隔儘量造寬，為 7 mm。

一株花生之莢在地中所生長的範圍為直徑 5~15

公分，把花生拔出地上時莢將垂下而此範圍會變為更小，所以千齒之寬度及長度均造成15公分。

2. 實驗方法及結果

表9 以千齒拔落花生莢之實驗結果

實驗代號	成熟莢之分類			備 考
	完整莢	帶柄莢	損傷莢	
1	65.8%	34.2%	0	
2	60.1	39.9	0	

- ①以此法可使成熟莢完全脫落。
- ②沒有損傷莢。
- ③帶柄莢較多，其中也有與帶子房柄之未熟莢連在一齊而呈現不清潔的外觀。

第四章 使莖幹部打擊於剛體以振落花生莢之實驗

1. 實驗用具：

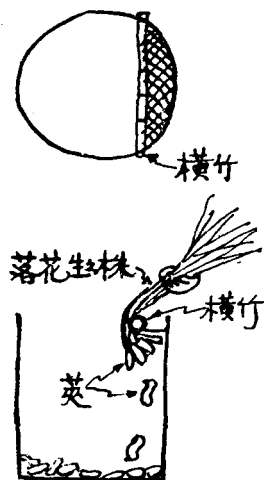


圖19 脫莢用籠

製造如圖19所示的竹籠，籠之一邊設以橫竹一支，橫竹和籠緣之間編竹片蓋之，以防止被振落之莢的跳散，并可減少被振落之花生枯葉落入籠底。

2. 實驗方法：

以手握花生株之莖葉部，使其莖幹部打擊於橫竹，此時莖幹部以高速衝擊於橫竹而突然停止運動，但莢靠其運動慣性而自莖幹部脫落。

3. 實驗結果及英討：

- ①可將成熟莢悉數脫落。
 - ②若不讓莢衝擊於剛體(橫竹)就不會有損傷莢。
 - ③因為需要揮動整個花生株，所以比較費力。
 - ④帶柄莢較多，枯葉之被振落也不少。
 - ⑤被脫落之成熟莢的分類如下：
- 完整莢 74.6%
帶柄莢 25.4%
損傷莢 0%

第四編 落花生夾雜物選別之機械化的研究

第一章 以迴轉打擊法脫莢時之夾雜物之量

以手握住花生莖幹部而讓其下部彼迴轉齒打擊時，除了成熟莢之外，尚有種種夾雜物會掉下來。這些夾雜物可分為未熟莢、土壤、葉莖根等三大類已述於第三編第一章第二節。

未熟莢是花生之性狀上一定有的，尤其是因氣象或灌溉等關係而開花不齊時就會更多。若早收穫時遲結實者將變成未熟莢，若等到遲結實者成熟即大部份的莢將會在土中發芽。又當脫莢時，若當成熟莢全部脫落就馬上自機械拿開，則總有一些未熟莢尚未脫落；若繼續讓迴轉齒打擊時未熟莢也將會悉數被脫落，所以脫莢時間之長短也和未熟莢之掉落量有關。

在粘土地的花生將有較多土壤附着於被拔起的花生株根部，壤土地次之，砂土地為最少。又當土壤水分較多時附着於被拔起的花生株根部之土壤也較多，相反則較少。拔取後若受乾燥及振動，附着於花生株的土壤就會掉落。又受打擊時間若較長時土壤之掉落也較徹底。

第二章 被打擊脫落物之飛散分佈狀態

爲明瞭當以迴轉打擊脫莢時，成熟莢及夾雜物如何飛散分佈而作此實驗。試料是使用栽培於粘土地的生育中庸之直立小粒種落花生。

1. 實驗用具及實驗方法：

如第三編第一章第一節圖11所說明之實驗裝置A外，再加設如圖20所示之隔板框，以受取跳來之脫落物。

實驗時先轉動同步電動機（圖上①）而使木製圓盤④迴轉，再轉調節螺絲⑥以得所望轉速，然後以手握住花生株莖幹部使其下部受迴轉齒⑨打擊到全部成熟莢脫落，然後測定記錄脫落物之散佈狀態。

2. 實驗結果及檢討：

脫離物之散佈狀態如圖21所示。由此可知下述事

有些花生在收穫時枯葉較少則葉子之掉落量也少，可是有些花生因生育上關係而在收穫時枯葉已相當多，這些葉子都在容易脫落的狀態，這種時候葉子之掉落量就多起來。又握花生束時若握在末梢部時，莖葉之被打落者就多，若握在靠根部時就較少。若用較細打擊齒時，較多葉莖根會被切斷掉落，若用較粗打擊齒時則較少。又打擊時間若較長時葉莖根之掉落量就較多而相反則較少。

爲參考起見將數次實驗時之夾雜物量舉於下表：

表10 以迴轉打擊法脫莢時之夾雜物量
(對成熟莢之重量比)

實驗代號	實驗地土質	未熟莢 %	土 壤 %	葉 莖 根 %
1	粘 土	12.8~83.3	33.2~256	3.7~22.1
2	砂 壤 土	4.3~21.3	0.76~24.9	4.2~7.83
3	砂 壤 土	7.6~42.9	0.44~19.2	18.6~26.7

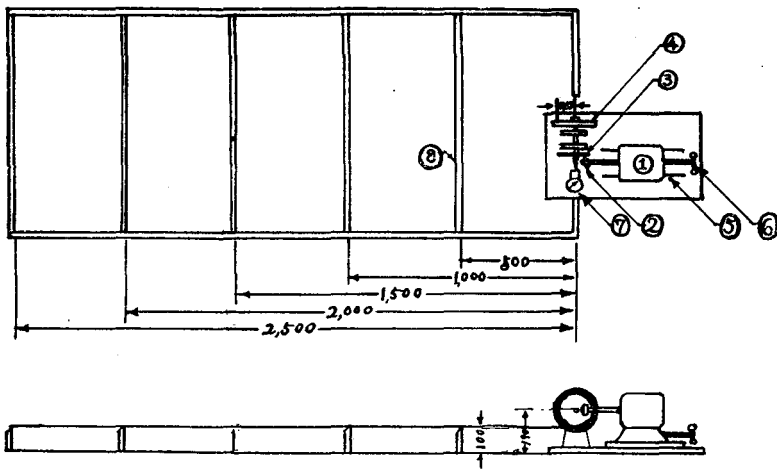


圖20 實驗裝置C

項：

- ①土壤及葉莖根之大部份將散佈於迴轉筒的附近。
 - ②莢將飛散到較遠地方，打擊周速度愈快時飛遠之莢將愈多。又使用垂直式打擊齒時比使用水平式者時莢較會飛遠。
 - ③不能利用被打擊脫離時之飛散來自動分離成熟莢及夾雜物。
- 蓋動能和質量成正比，又和速度之二次成正比。

$$\text{則 } K.E. = \frac{1}{2}mv^2$$

一粒土壤或一片葉莖根之質量比莢較小，所以所得到的動能也較少，因此就落在較近地方。尚且莢之彈性較大，所以更會跳得較遠。

可是當考慮受打擊之位置時；有的被打在中央而可以跳的較遠，有的被打到邊端就落在近處。

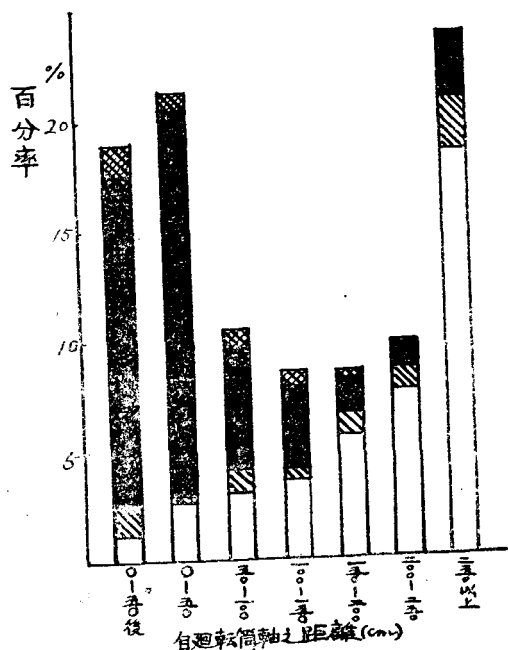
又表面積大而彈性較小的莖根葉，當被打擊時常不能立刻離開打擊齒而被其帶着轉了一些角度後才離開，所以落下於迴轉筒軸後方者就較多。

成熟莢

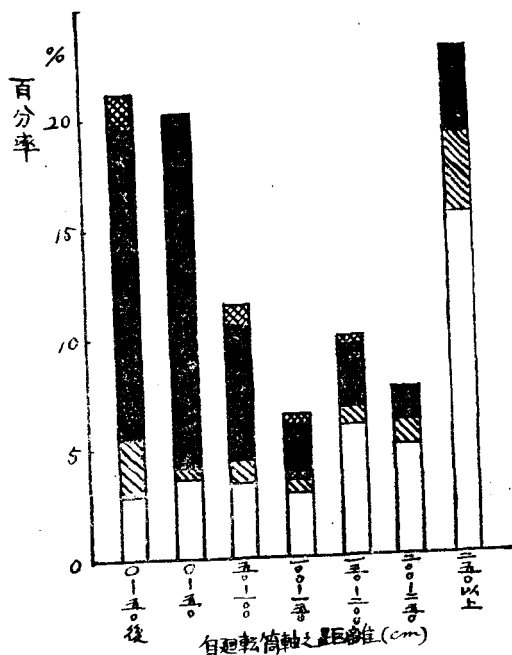
未熟莢

土砂

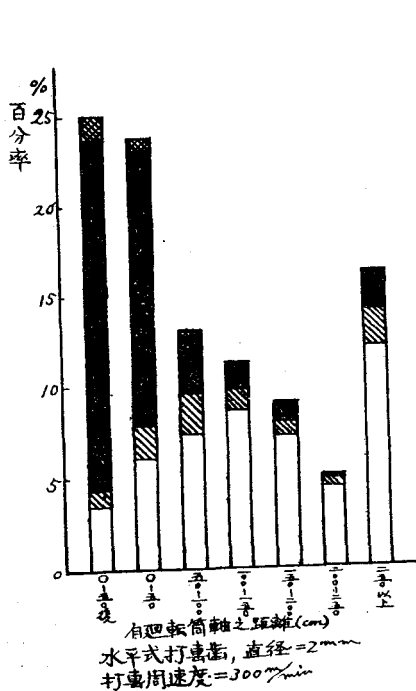
莖葉根



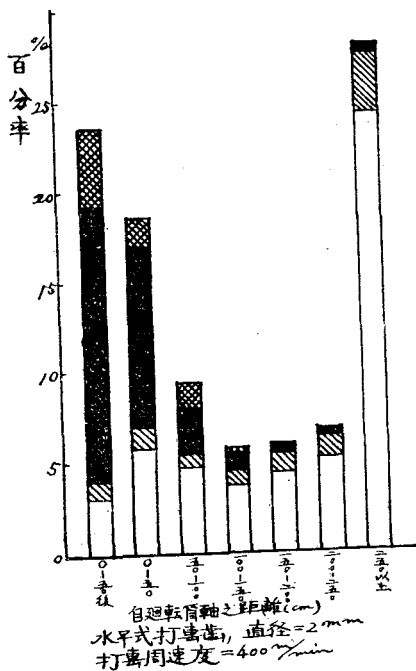
(B) 水平式打莖齒, 直徑=2mm
打莖周速度=500 rpm



(A) 水平式打莖齒, 直徑=2mm
打莖周速度=600 rpm

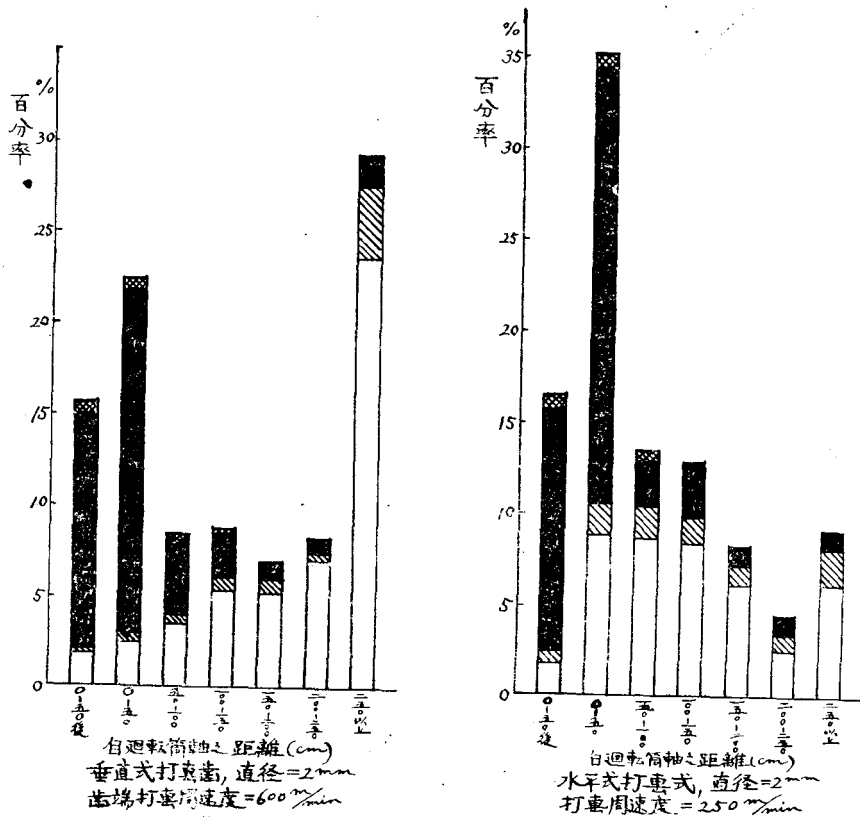


水平式打莖齒, 直徑=2mm
打莖周速度=300 rpm



水平式打莖齒, 直徑=2mm
打莖周速度=400 rpm

圖21 被打擊脫離物之飛散分佈狀態(一)



第三章 以鼓風機分離脫離物之實驗

被打擊脫落物中，土壤以成塊者為少所以可用篩來分離。可是斷落之莖根葉則因其形狀大小頗不規則，因此不易利用其形狀或大小之差異來分離。所以就想利用以 $\frac{\text{質量}}{\text{平均直徑}}$ 值之差來分離的風選法。

第一節 實驗用具

製造了如圖22所示之實驗用風鼓，此風鼓的

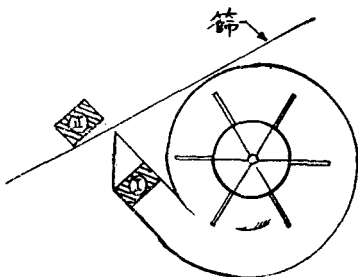


圖22 實驗用風鼓之形狀及風速測定用風速計之裝設位置

特長是為減少風之脈動而設有渦形室 (Volute case)，又使送風口之仰角 $\angle\beta$ 及供給口之俯角 $\angle\alpha$ 能適當調節，尙且由 Reonard System 之直流電動機來帶動，可任意調節翼輪之轉速。

第一項 實驗用風鼓之翼輪外端周速度和風速之關係

以翼輪外端周速度為 v ，送風口之風速為 V ，而風速係數為 k 時： $V = k \cdot v$

所以若知道 k 的數值，就可由翼輪之轉速來算出風速。

當作本測定時，先將風速計 (Anemometer) 固定於送風口之中心線上如圖22中之 (I) 所表示的位置，再使翼輪轉動，然後調節為適當的轉速，而後讀取每分鐘之風速。以後再將風速計固定在圖中 (II) 所表示位置，同樣地測定翼輪轉速及風速，其測定結果如表11：

表11 實驗用風鼓之風速係數測定表

翼輪轉速 r.p.m.	翼輪外端 周速度 (v) m/min	在 (I) 位置 之風速 (V ₁) m/min	風速係數 (k ₁)	翼輪轉速 r.p.m.	翼輪外端 周速度 (v) m/min	在 (II) 位置 之風速 (V ₂) m/min	風速係數 (k ₂)
188	183	103	0.562	189	184	85	0.462
267	260	151	0.580	266	259	126	0.487
373	363	207	0.570	372	362	177	0.489
428	416	234	0.562	420	408	197	0.483
472	459	257	0.560	458	445	220	0.495
521	507	280	0.552	498	484	240	0.496
562	548	304	0.554	568	552	271	0.491
598	580	326	0.562	582	566	290	0.511
645	626	357	0.570	658	639	315	0.494
682	664	395	0.594	772	750	355	0.475
789	766	430	0.562	800	778	395	0.508
818	794	445	0.560	846	822	410	0.499
838	814	470	0.577				
平	均		0.565	平	均		0.482

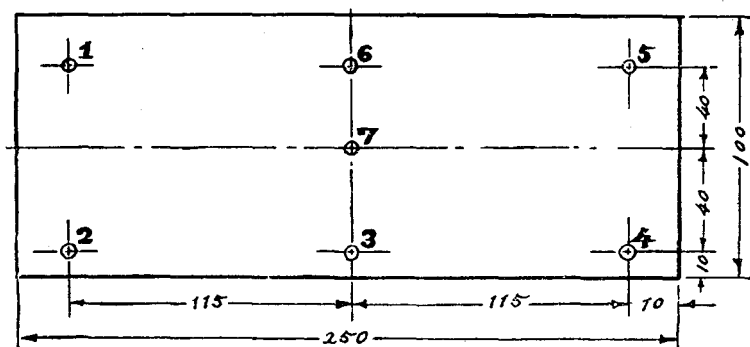


圖23 實驗用風鼓送風口斷面及測定風壓位置圖

由上表可知本鼓風機之風速和其翼輪外端周速度幾成正比例。

第二項 實驗用風鼓在送風口處之風壓分佈情形

一般風鼓之送風口之縱橫各方向之風壓不均一事常有人發表過，筆者以島津式敏感傾斜壓力計測定本實驗用風鼓送風口之如圖23所示七個地方的各種風速下之風壓，其結果如表12所示。由此表可知下述事項：

- ①送風口下方（則渦形室外圍部份）之風壓比其中央或上方部份平均高一成左右。
- ②送風口之兩側之風壓比其中心線部份平均低半成左右。
- ③本實驗用風鼓之風壓分佈比一般農家之風鼓者較為均勻。（請參照「杉本正雄 唐箕ノ研究 日本

表12 實驗用風鼓之送風口的風壓分佈表

送風口中 央部份之 風速 (m/min)	在送風口各點（圖23所示）之風壓 (水柱 mm)						
	1	2	3	4	5	6	7
105.5	0.4	0.5	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
148.5	0.4	0.5	0.6	0.4	0.4	0.5	0.6
212	0.8	0.9	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6
229	0.8	0.9	0.9	1.0	0.8	0.9	0.9
259	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2
284	1.4	1.5	1.6	1.4	1.4	1.4	1.3
320	1.6	2.0	2.0	1.9	1.7	1.6	1.6
340	1.9	2.1	2.1	2.1	2.0	2.1	2.0
373	2.1	2.2	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2
402	2.3	2.8	2.8	2.6	2.5	2.5	2.3
442	2.6	3.0	3.6	3.5	3.0	3.1	3.2
456	3.0	3.7	3.7	3.6	3.3	3.3	3.2
478	3.5	3.7	3.7	3.7	3.5	3.5	3.4

第二節 實驗方法及實驗結果

先使風鼓翼輪以一定速度迴轉，再將以打擊法脫離的花生莢及其夾雜物自風鼓之供給口慢慢地落下，然後記錄其被分離之狀況。因為臺灣農友是希望在收穫時就能馬上獲得選別清淨的成熟莢，所以

試料也就使用了剛收穫脫離者。翼輪之轉速調節為其外端周速度在 400m/min, 500m/min, 600/min 及 700m/min。又風鼓送風口之仰角 $\angle\beta$ 則調節為 30°, 45° 及 60° 之三種。實驗結果如下：

翼輪外端周速度在 500m/min 以下時不能分離剛收穫脫離之莢及其夾雜物，若 600m/min 時

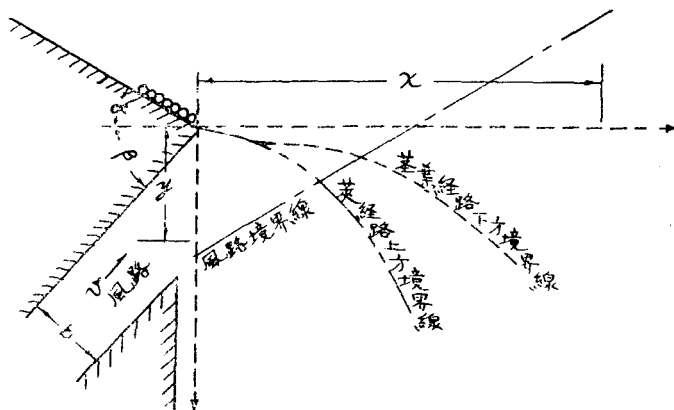


圖24 風鼓口和被分離物之經路說明圖

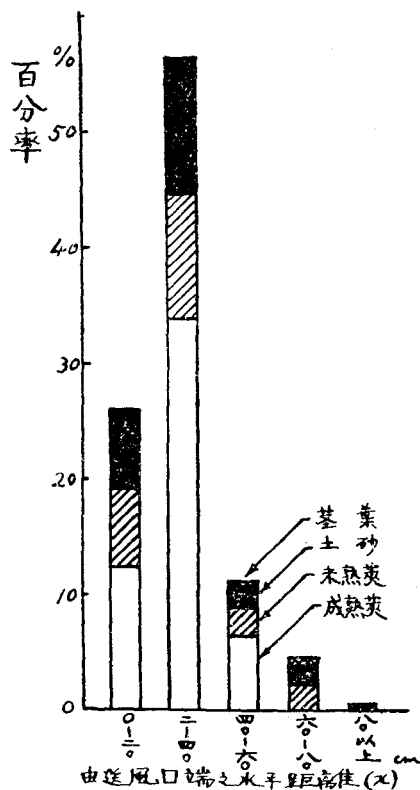


圖25A 脫離物受風吹而散佈於水平面上之狀況。翼輪外端周速度 = 600 m/min. $\angle\alpha=45^\circ$, $\angle\beta=30^\circ$, $y=30$ cm

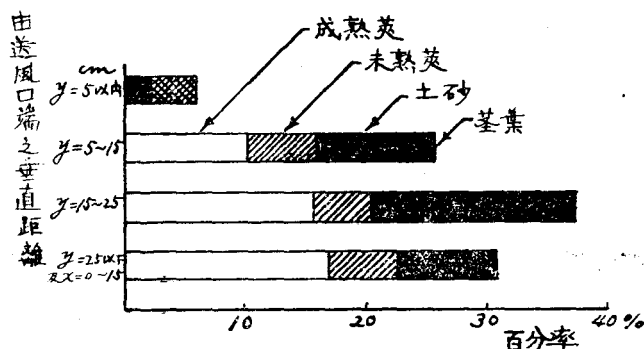
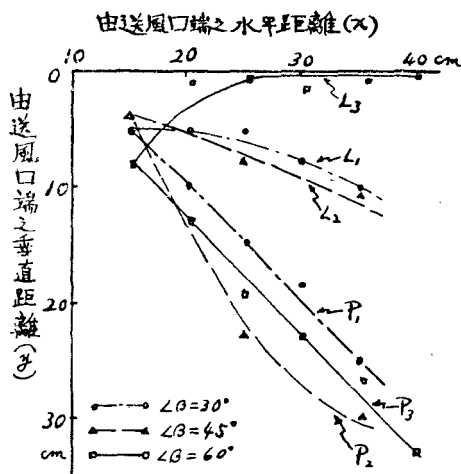


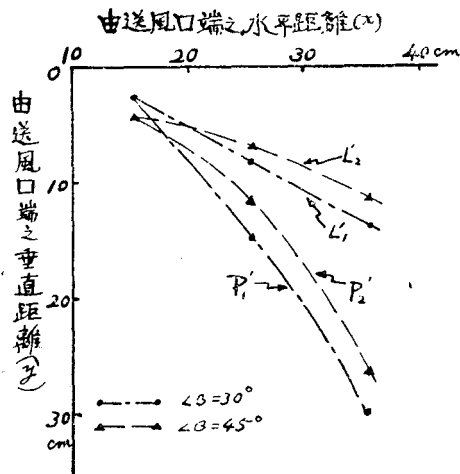
圖25B 脫離物受風吹而分佈於垂直面上之狀況。翼輪外端周速度 = 600m/min. $\angle\alpha=45^\circ$, $\angle\beta=30^\circ$, $x=15$ cm

就可分離，而700m/min時更易分離。圖24表示風鼓口及莢和莖葉之經路情況。圖25A是為翼輪外端周速度 $v=600$ m/min，供給口俯角 $\angle\alpha=45^\circ$ ，送風口仰角 $\angle\beta=30^\circ$ ，送風口端到隔板上端距離參照（圖24） $y=30$ cm 時，脫離物受風吹影響而分佈於水平面上的情形。圖25B 是 $v=600$ m/min $\angle\alpha=45^\circ$, $\angle\beta=30^\circ$ 而送風口端到隔板先端的水平距離（參照圖24） $x=15$ cm 時，脫離物受風吹而分佈於垂直面上的情形。

再換了 x 之距離作了如上述之一連實驗，而畫出如圖26A所示之線圖。該圖上之L線為莖葉被吹落下時之下方境界線，P線為莢之被吹落下時之上



(A)



(B) 由篩下吹風選別時

圖26 以風鼓選別時，花生莢及莖葉之經路境界線圖

方境界線。所以倘若設一隔板在這兩線之中間，則可分離莢及莖葉。

筆者又變更 β 角度實驗； L_1 , P_1 線是當 $\beta = 30^\circ$ 時， L_2 , P_2 線是當 $\beta = 45^\circ$ 時， L_3 , P_3 線是當 $\beta = 60^\circ$ 時所作實驗結果。除了上述之外，又在送風口上方如圖22所示位置設了 9mm 方形目鐵網篩作了同樣實驗而得圖26B。由本實驗結果知道下述事項：

- ①風鼓之翼輪外端周速度在 500m/min 時不可分離剛脫離之花生莢及其莖葉，若 600m/min 以上時則可分離，若 700m/min 時可更容易地分離。
- ②風鼓之送風口上方設以 9mm 目之金屬網時；若翼輪之外端周速度在 600m/min 以上，則可靠風力來分離花生莢及其夾雜物，不過其分離性能稍低。
- ③風鼓之送風口仰角在 60° 時，比其在 45° 或 30° 時之分離花生莢及其夾雜物的性能為高。

後 言

筆者生長於臺灣農村，常看農友之辛勤工作，乃立願要盡微力來減少農友之辛勞，又受家父啓明及家兄景賢之鼓勵，傾注青年人之熱情於本問題之研究，前後達數年。本研究之進行，完全得力於高坂知武教授之指導及金城教授，陳炯松教授及王仰曾教授之指示及高銘榮氏，詹石城氏，及臺灣齒輪造機

廠之協助。開始研究之民國39年，臺灣之農機具界尚在草莽時代，因此尚沒有人來製造這方向之機械，所以筆者乃認為必須做到先進諸國的研究人員所不涉及的設計，製造及實地試用而後已。於是乎依此念願而先後設計製造了五型花生脫莢機。在這期間又蒙馬逢周技正的格外援助，併得張建助教授，周榮宗氏、陳清安氏、林永泰氏、臺灣區農林改良場、興農鐵工廠、裕山鐵工廠及臺大農機具實驗工廠諸同仁之幫忙，謹借紙端，以表謝意之萬一。近來全省各地，都有些有志之士在研究此一問題。筆者曾先後數次發表過簡要報告。為供後起之秀的參考，再將過去基本實驗資料整理發表，併就教於先進之士。

摘 要

(I) 花生莢之脫離性

1. 拔取直後之花生莢之平均抗張強度為成熟莢A離層811g，成熟莢B離層1032g，未熟莢A離層603g，未熟莢B離層763g。可是有些成熟莢却比一些未熟莢容易脫離，又有些B離層却比一些A離層更容易脫離。
2. 花生莢A離層之拔取直後平均抗曲強度為成熟莢596g，未熟莢431g。可是有些成熟莢之抗曲強度却比一些未熟莢容易脫離。
3. 成熟莢離層之平均抗張強度及平均抗曲強度依拔取後之時間的經過而變動，可是其平均變動

率不超過20%。未熟莢離層之平均抗張強度及平均抗曲強度在拔取後4小時以內之較少，但在6小時後其變動率就加大，而8小時後其強度就變為比拔取直後增20~40%。

4. 平均抗張強度常比平均抗曲強度為大，可是個別地看起來也有些莢之抗曲強度倒大於一些莢之抗張強度。
5. 由上述結果知：使莢彎曲而脫離將比直拉來脫離較省力。又靠機械脫離法將不能只使成熟莢由A離層脫離而不使其由B離層脫離或不使未熟莢脫離。

〔II〕拔取花生株之機械化

1. 為拔取一株花生所需力量為3~37kg，平均為14.3kg。
2. 將千齒沿地面插入花生株中然後提高千齒來拔取花生株之實驗結果如下：
 - ①若不將千齒正確地插入子房柄羣之中間，則不能拔取花生株。
 - ②花生的生育不良時就不能拔取。
 - ③千齒若插的太低就會刺傷花生莢。
 - ④被拔取之花生株莖葉擠緊於千齒而不易拋開。
3. 將千齒水平地插進花生莖葉間然後扭轉90°再提高千齒來拔取花生株之實驗結果。
 - ①千齒之齒間間隔在11.5mm以上時全然不能拔取。
 - ②千齒之齒間間隔在5.5~7mm時可容易地拔取。
 - ③若花生之生育不良而莖過短，或一株莖較少於4支，或莖匍匐時就不能拔取。
 - ④將千齒扭轉90°而提上時，千齒之上側受力最大。
 - ⑤千齒之齒間間隔在5.5mm時，被拔取之花生莖葉擠緊於千齒而不易取下。若齒間間隔在7mm以上時，若扭千齒轉回90°後急遽將千齒拉往後方，就可放下被拔取之花生株。
4. 以特殊形狀之挾子來挾緊花生莖後往上提以拔取花生株之實驗結果：
挾子構造上若可使花生齒幹部彎曲兩次以上，則為挾緊所需之力量少而能拔取花生株。此法又可很快地放下被拔取之花生株。

〔III〕脫取花生莢之機械化：

1. 以手握花生莖幹部，使迴轉打擊齒脫取花生莢之實驗結果。

- ①迴轉打擊齒之周速度在低於200m/min的時候，打擊齒面之曲率小者脫莢性能高，相反地曲率大者脫莢性能為低。
 - ②打擊齒之周速度快時，打擊齒面之曲率半徑小於0.35mm者，其曲率愈小愈有切傷莢的傾向。若曲率半徑大於0.35mm者，則其曲率愈大愈硬重者愈有擊破莢之傾向。
 - ③打擊齒之周速度慢時不能脫莢，直徑0.35mm之打擊齒在30m/min以下時，直徑15.3mm之打擊齒在200m/min以下時就不能脫莢。
 - ④打擊齒之周速度過快時莢就會被損傷，愈快時損傷率將愈多。直徑0.35mm之打擊齒在400m/min以上時就會損傷莢。
 - ⑤打擊齒之周速度快時帶柄莢就少，相反則多。
 - ⑥使用水平式打擊齒時，其打擊面之曲率愈小則帶柄莢愈少。
 - ⑦打擊齒之周速度中庸時完整莢最多。一般地說400m/min附近時為適當。
 - ⑧未熟莢比成熟莢易受損傷。
 - ⑨以迴轉打擊法脫莢時，和莢之損傷最有影響之直徑是「齒端直徑」而不是「有效直徑」。
 - ⑩迴轉筒直徑若使用垂直式打擊齒時有30公分以上就可，若使用水平式打擊齒時則有10公分以上則可。
 - ⑪垂直式打擊齒和水平式打擊齒有下述長處短處：
 - (1) 垂直式者要打裂花生莖分岐點而要多耗動力。
 - (2) 水平式者不易脫落挾於莖間的少數莢。
 - (3) 一排垂直式齒和一支水平式齒相比較時，以前者之脫莢性能為高。
 - (4) 迴轉筒徑小時垂直式齒較會使花生莖捲上迴轉筒。
 - (5) 垂直式齒在構造上較易造為堅牢。
 - ⑫當打擊齒之周速度在8m/sec.時，打擊齒之周節以20cm為適當。
2. 以靜止的細線拔落越過其上方之花生莢的實驗結果：
 - ①帶柄莢之百分率多到38~45%。

- ②莢不會受損傷。
 ③鐵糸之交又角在 90° 以下時帶柄莢會纏在交叉點，又常會有兩個以上之帶柄莢相連着脫落而呈現髒的外觀。
 ④在花生莖中間之莢就不能脫落。
 3. 以千齒拔落花生莢之實驗結果：

- ①可脫落全部成熟莢。
 ②莢不會受損傷。
 ③帶柄莢為 $34 \sim 40\%$ 之多，其中常有兩個以上連在一起的帶柄莢而呈現髒的外觀。
 4. 使莖幹部打擊於剛體而振落花生莢之實驗結果：
 ①可振落全數成熟莢。
 ②若不使莢碰擊剛體則不會受損傷。
 ③因需揮動整個花生株所以費力較大。
 ④帶柄莢有 25% 之多，枯葉之振落也多。

[IV] 落花生夾雜物選別之機械化：

1. 被迴轉齒打擊脫落物之散佈情況如下：

- ①土壤及葉莖根之大部份將散佈在迴轉筒下方附近。
 ②莢會跳到較遠地方，打擊周速度愈快時將跳得愈遠。又使用垂直式打擊齒時比使用水平式時莢較會遠跳。
 ③葉莖根之被拋到迴轉筒後面者較多。
 ④不能利用被打擊脫落時之飛散來自動分離莢及夾雜物。

2. 分離夾雜物實驗用風鼓之送風口處之平均風速係數為 0.565 。

3. 以實驗用風鼓作剛脫離之莢及夾雜物之分離實驗結果如下：

- ①風鼓之翼輪外端周速度在 500m/min 以下時不能分離剛脫落之莢及莖葉，若 600m/min 以上時則可分離，若 700m/min 時可分離的更好。
 ②風鼓送風口上方設以 9mm 方形目鐵絲節時，若翼輪之外端周速度在 600m/min 以上則可靠風力來分離莢及莖葉，不過其分離性能比沒有鐵絲節時為差。
 ③風鼓之送風口仰角 ($\angle\beta$) 在 60° 時，比其在 45° ， 30° 或 0° 時之分離花生莢及夾雜物性能為好。

[V] 以人手摘莢法來脫取花生莢的工作雖慢，可是人有選擇或熟莢而摘取的智能，所以所需動力只是摘取成熟莢及篩除土壤而已。當用機械脫

莢時；需要運花生株至機械上，不得不脫落莢以外之夾雜物，又需清除夾雜物，有時尚需打裂莖之分歧部等等，都需較多動力。所以要將此工作機械化時，只靠人力來當原動力將不能省工。因此勢非靠機械動力來當其原動力不可。

主要參考文獻

- 林興 臺灣之花生栽培 農友 臺灣省農會 1953
 陳正祥 臺灣土地利用 新生印刷廠 1950
 彭添祥 臺灣式風造機特性之研究 臺灣大學農工系 1954
 楊景文 臺灣農機具的分析 臺灣大學農工系 1953
 楊景文 農具 臺灣省教育廳 1957
 季景元 臺灣之落花生 臺灣銀行季刊 中華書局 1951
 臺灣省農林廳 臺灣農業年報 臺灣省農林廳 1954
 森周六 農用機具 文明堂 1938
 森周六 畜力用農機具 產業圖書株式會社 1938
 二瓶貞一 穀物調製機 養賢堂 1925
 大森幸衛 動力脫穀機ノ選別理論ニ付イテ 日本農機學會誌 第10卷第1號 1948
 杉木正雄 唐箕ノ研究 日本農機學會誌 第10卷第3號 1948
 淺井實 迴轉脫穀機ノ負荷特性ニ關スル實驗的研究 東京農業試驗場 1938
 中村忠次郎 農機具綜典 朝倉書店 1955
 日本農機學會 農業機械ハンドブック コロナ社 1957
 楠正貫外五名 植物學 裳華房 1942
 原健太郎 送風機 アルス 1943
 大森幸衛 動力脫穀機ノ選別性能ノ構造の判定 日本農機學會誌 第10卷第3號 1948
 若林嘉一郎 唐箕ニ於ケル穀ト糞ノ飛行距離ニ關スル研究 日本農機學會誌 第11卷第2號 1949
 龜井三郎 化學機械ノ理論ト計算 產業圖書株式會社 1947
 C. T. C.: Potatos and Beets, Caterpillar Tractor Co. 1931
 Texas A. E. Station: A Handbook of Peanut Growing in The Southwest, Bulletin 727 1950
 U. S. D. A.: Poanut Growing Bulletin No. 1656 1943
 Texas A. E. Station: Peanut in The Southwest 1948
 Roy Bainer, R. A. Kepner, E. L. Barger: Principles of Farm Machinery, Wiley 1955
 S. M. Henderson, R. L. Perry: Agricultural Process Engineering, John W. & S. Inc. 1955
 Turmer, Johnson: Machines for The Farm Ranch and Plantation, McGraw-Hill Book Co 1948
 H. P. Smith: Farm Machinery and Equipment 1948
 Kinball, Barr: Elements of Machine Design 1946
 Timoshenko, MacCullough: Elements of Strength of Materials 1951
 A. Gray, G. A. Wallace: Princrples and Practice of Electrical Engineering 1940