

坡地果園振動採收機之初步研究之二

— 振動採收機夾頭對果樹造成損傷之研究

A Study on Branch Shaker for Tree Harvesting on Slopeland (2)

—The Effect of Selected Branch Clamp on Skin Damage of Branch

國立臺灣大學農工系副教授

劉 昆 揚

Liu Kun-Yang

Summary

A convenient tiny branch shaker was design for harvesting prune, peach etc., but skin damages of branch still insisted. To solve these problems, this study developes some solutions.

1. Shaking operation time do not above 10 seconds.
2. The concave sheet angle is smaller, the damage of skin of branch is little.
3. Adding a flexible sheet between clamp and branch reduced the damage of skin of branch.
4. It has to be avoided to shake branch under a long period.

一、前 言

坡地果園振動採收機用於採收青梅，由筆者二年來之研究，其採收效率或採收之果實之機械損傷，均已達到吾人可接受且可推廣之地步，然而由於振動採收機之使用，在果樹上造成機械損傷，樹株表面之表皮受傷破損，其是否影響果樹之生長，乃成另一研究對象。研究如何改變振動採收機懸掛系統——夾頭形狀，使其在操作振動採收機時，使果樹所受之機械損傷能減至最小，即為本試驗研究所欲解決之問題。

二、研究目的

試驗、研究各種不同材料、形狀之振動機夾頭墊片在不同振動頻率及夾頭壓力下，樹枝受損情形與損傷程度，以期能得到最理想之振動機懸掛壓力及懸掛夾頭形式，將果樹因振動採收所受之機械損傷減至最小，並期望能使振動傳遞率達到最大。

三、試驗材料

1. 振動機動力源一現有已完成之高壓空氣壓縮機 (Max. Press. 18 kg/cm²) 乙臺。
2. 不平衡環式振動採收機乙部一已完成之設計，轉速比7/3，重量 400gr/100gr.
3. 振動採收機之懸掛系統——夾頭墊片多組，另行設計。

四、夾頭與樹枝之契合

夾頭與樹枝之契合有如圖1. 中所示，有兩種契合形式，其一，振動機之振動平面與樹枝平行，其

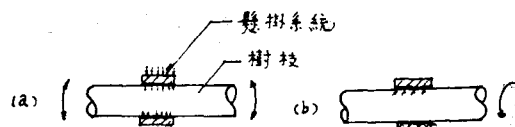


圖1. 夾頭與樹枝之契合與振動關係圖

- (a.) 振動面與樹枝平行振動對樹枝形成壓張力
(b.) 振動面與樹枝垂直振動對樹枝形成剪力

二，振動機之振動平面與樹枝垂直，前者振動之結果對樹枝本身形成壓力或拉力；後者振動之結果對樹枝本身形成剪力（Shear Force），振動機之懸掛裝置一夾頭，對樹枝如造成壓力或拉力，對樹皮之損傷遠較造成剪力者為輕。

由照片一所示，夾頭部份係由兩片鉗片所組成，內襯以橡膠以保護樹皮，防止損傷，然而因夾頭墊片形狀之不同及因振動方式不同而產生相對運動，使墊片與樹枝之契合不夠產生摩擦，造成樹皮之損傷。

樹枝表皮之損傷大抵因樹枝與墊片之相對運動所引起，而引起相對運動之原因即兩者緊密程度不夠與不平衡環旋轉產生扭力所致，如何達到一即緊密，表面又不受正向壓力壓傷，如何傳遞較大扭力而不產生太大之相對運動，使表面損傷減至最小，為吾人研究之主要課題。

五、夾頭墊片之設計及製作

夾頭墊片於振動機懸掛系統中之主要功能乃是在於不影響振動傳遞原則下，減少樹枝之損傷。在此原則下，夾頭墊片設計之考慮因子有三，其一為欲夾樹枝之大小，其二為墊片之材質，其三為墊片之形狀。

本試驗中，墊片材料為耐熱橡膠片，固定材質及欲夾樹枝大小，以求最佳之夾頭形狀。墊片之形狀與接觸部位之面積與壓力有關，本試驗製作 134° 、 109° 及曲率半徑為 3 cm 之三種凹槽夾頭墊片，如設計圖 1，照片 1，試驗樹枝直徑為 5 cm 至 7 cm。



照片1. 三種不同形式之墊片分別為曲率半徑 3cm, 開口角度 109° , 開口角度 104°

六、保護皮之設計與製作

1. 保護皮之作用：

保護皮之作用為避免墊片與樹皮之間之直接摩擦，而將墊片與樹皮之間的摩擦運動轉移成墊片與保護皮之間的相對摩擦以減少樹皮之損傷。

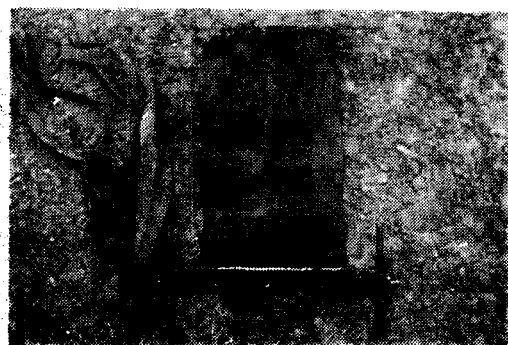
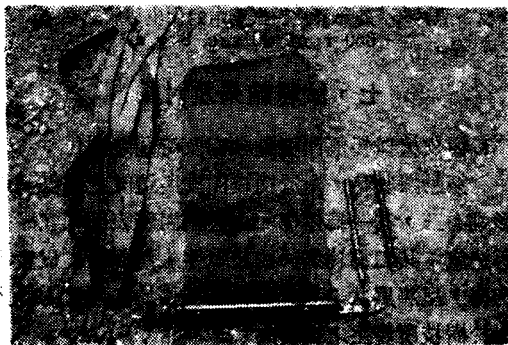
2. 保護皮之設計：

保護皮固有其保護功能，若果樹過高，果實採收時，懸掛系統夾頭與樹枝接觸部位則無法以保護皮隔離，若果樹枝幹較低之果樹，則可達到減少機械損傷之效果。

此外將保護皮定著於樹枝之時間亦為設計應加以考慮之重要因素，應儘量力求簡易，且易將其固著於樹枝。

3. 保護皮之製作：

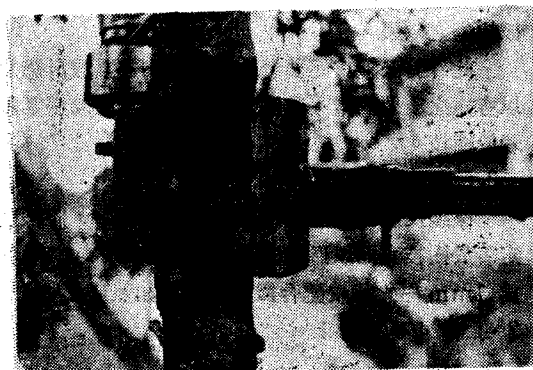
保護皮之製作乃利用橡皮本身之張力，將橡皮定著於樹枝表面以形成樹枝之『人工皮』。其材料為 1mm 厚之橡皮配合鐵條而成。如照片 2、照片 3、照片 4 及照片 5。



照片2. 保護皮之構造



照片 3. 保護皮附着於樹幹之情形



照片 4. 夾頭與保護皮契合情形



照片 5. 保護皮施用狀況



照片 6. 圓凹槽夾頭墊片於振動中對樹皮造成之損傷，振動頻率 650 rpm 振動時間 20 sec 夾頭壓力 8kg/m^2



照片 7. 內部墊片於振動中對樹皮造成之損傷 650 rpm, 20 sec, 8kg/m^2



照片 8. 外部墊片於振動中對樹皮造成之損傷 650 rpm, 20 sec, 8kg/m^2

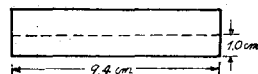
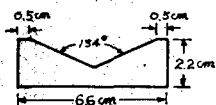
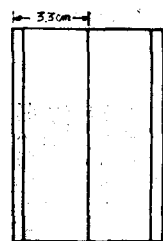
七、試驗結果及討論

1. 樹皮機械損傷與振動頻率及時間之關係：

振動採收時，對於樹枝樹皮所造成之損傷基本形式有三，其一為擦傷一由於兩粗糙表面相互摩擦所造成；其二為燒傷一由於摩擦生熱而對樹皮產生灼傷，呈焦黑狀；其三為壓傷一由於夾頭壓力過大對於樹枝所產生之損傷。

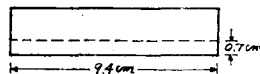
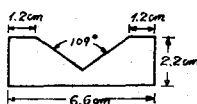
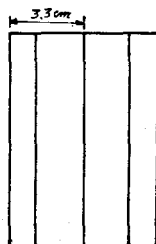
振動採收、振動時間、頻率與樹皮機械損傷之關係在本試驗中，結果如表 1。

夾頭墊片之製作

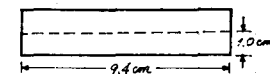
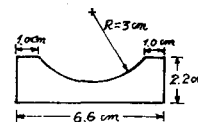
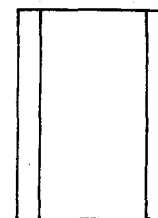


134° 角墊片

材料：橡膠



109° 角墊片



3cm 曲率半徑圓墊片

表1 振動時間、振動頻率對樹枝損傷之關係
(夾頭壓力 8kg/cm^2 ，樹枝直徑 5.5 cm)

振動時間 頻 率		400	500	550	600	650	700	750 rpm	
擦	傷	20	15	13	10	10	8	8 sec	開始損傷
壓	傷	35	30	30	30	25	25	25	
燒	傷	125	125	120	120	90	72	65	

夾頭壓力為 8kg/cm^2 ，樹枝直徑 5.5cm ，當振動頻率在 600 rpm 時，振動時間10秒，開始樹皮擦傷，30秒開始有壓傷現象，2分鐘即有燒傷現象；當振動頻率在 700 rpm 時，振動8秒開始樹皮擦傷，25秒開始有壓傷現象，1, 2分時即有燒傷現象，以表結果言，振動採收時間以在8秒鐘內為宜。樹皮之損傷如照片6、照片7、照片8。

2. 最佳夾頭墊片之選擇。

在本試驗中對於 109° 角凹槽， 134° 角凹槽圓凹槽等三種墊片分別進行損傷試驗，發現懸掛系統中，較靠近不平衡環之墊片與樹枝之間之相對摩擦甚大，而另一墊片則近似槓桿原理中之支點，相對運動甚小，是以對於樹枝造成之損傷也以靠不平衡環之面較大，而內面之損傷多係壓傷。

樹枝本身之粗糙程度對於損傷之影響亦甚大，懸掛位置力求在樹枝圓滑處而少在凹凸部份，以免在凹凸處造成應力集中，造成樹皮損傷。

三種不同凹槽墊片試驗中以相同頻率 650 rpm ，相同振動時間20秒，以 109° 角凹槽墊片所產生之損傷為最小，當然凹槽角度大小與樹枝大小有關，本試驗樹枝大小係以直徑 $5\sim 7\text{ cm}$ 之間者。

由於內部墊片與樹枝之相對摩擦較小，而造成損傷之主因為壓傷，是以內部墊片以採用圓凹槽墊片以降低壓力為佳。

3. 保護皮施用效果。

於樹枝外加層保護皮，其結果造成摩擦部位之轉移，損傷減小，振動時間可以加長。

4. 振動對樹枝造成之機械損傷，其損傷情況有如照片9，照片10至照片13，其損傷新舊傷痕之比較有如照片9，新痕猶帶綠色，舊痕則已成疤。而內外部墊片對損傷之影響則有如照片10之對照，外部墊片損傷樹皮較嚴重；至於振動如至使樹枝燒傷時，則有如照片11之對照，雖隔數月，燒痕依舊，不能復原。其他壓傷，擦傷有如照片12，經過三個月



照片 9. 新舊損傷之比較



a.) 照片為外部墊片造成樹皮之損傷



b.) 照片為內部墊片造成樹皮之損傷

照片10 134° 凹槽造成之損傷



照片11. 摩擦熱所造成之燒傷（焦黑部分）



損傷後2個月之疤痕損



傷後3個月之疤痕

照片12 (a)損傷後2個月之疤痕
(b)損傷後3個月之疤痕



照片13. 樹枝振動後機械損傷之各種情形

- 一新刮傷痕
- 損傷後2個月疤痕
- 損傷影響厚度約為2-3mm
- 燒傷痕

，其傷痕已告癒合，對樹木本身之生長已較無影響。而樹皮損傷之情況則有如照片13之對照說明，一般損傷影響厚度在2~3 mm之間，對樹枝同一周圍表皮面積言則不及 $\frac{1}{4}$ ，如振動時間不太長而在許可範圍內，對樹枝生長並無顯著影響。

八、結 論

1. 果樹振動採收作業時間應在10秒安全範圍內，在此範圍內振動採收不致對果樹樹枝之樹皮造成損傷，或影響生長。
2. 振動機懸掛系統之夾頭墊片對樹枝機械損傷以外部夾頭較為嚴重。
3. 振動機懸掛系統之夾頭墊片形狀以較小角度者對樹皮之損傷較輕。
4. 樹枝外部加一人工皮，再懸掛振動機，可以減少樹枝之機械損傷。
5. 果樹振動採收作業對果樹樹枝造成之損傷以燒傷最為嚴重，不能復原，應予以避免，即不可長期振動。

九、誌 謝

本報告係農發會70—農建-5.1-源-03-4計劃下完成，完成本研究過程中，承陳順福、林達德、吳耀輝諸先生之協助試驗，整理，在此謹一併誌謝。

十、參考資料

1. 劉昆揚「坡地果園振動採收機之初步研究之——小型果實機械振動採收機之設計試驗。」農業工程學報26卷2期 p. 81-88. (69)
2. Daniel T. Seamount "Evaluating Productivity of Tree-Fruit Harvesting" Trans, ASAE, 24 p. 605-607. (69)
3. Miller, M. William Charles, T. M. "Vibrational Characterization of the Apple-Stem System with Respect to Stem Separation" Trans. of ASAE. 13(3) p. 409-411, 416. (70)
4. Dept. of Vegetable Crops. UC. DAVIS. "Proceedings Second Tomato Quality Workshop" Vegetable Crops Series 178, September 1976.
5. HOAG, D. L., J. R. HUTCHINSON and R.B. FRIDLEY "Effect of proportional, nonproportional and nonlinear damping on dynamic response of tree limbs. Trans ASAE 13(6);879-884, 1970.