

低重心曳引機坡地作業性能觀測

I 坡地剪草試驗

Slopland Operation Test of Bucher TM 1000

I. Slopland Mowing Test

臺灣省畜產試驗所助理

臺灣省畜產試驗所助理研究員

鄭 俊 哲

尤 修 德

Chun-Che Cheng

Hsin-Te Yu

摘 要

以低重心曳引機附裝圓盤剪草機，其平地作業比較及坡地性能測定，重要結果如下：

1. 在平地剪草作業，其工作能量，田間工作效率，操作性能均與 J. D. 2030 型曳引機作業沒有顯著差異。
2. 坡地剪草作業能量隨坡度增加而降低，若以平地為基準時， 5° — 10° 為 93.75%， 10° — 15° 為 78.1%， 15° — 20° 為 65.6%， 20° — 25° 為 41.3%，其結果可以 $Y=0.3595-0.0094X$ 直線相關表示。
3. 作業人員對陡坡操作時的心理反應，以 20° 以上之安全顧慮大，操作已感到困難。

Abstract

The operation ability of a Bucher TM 1000 Tractor equipped with a disc mower on flat area and slopland were tested and following results were obtained:

1. While mowing on flat area with this modified tractor, no significant differences were found on the operation capacity and working efficiency as compared with John Deer 2030 tractor.
2. The tractor's operation capacity on the slopland was decreased with increasing slope degree. Taking flat area as 100%, the operation capacity on slopland of $5-10^{\circ}$, $10-15^{\circ}$, $15-20^{\circ}$ and $20-25^{\circ}$ were 93.75%, 78.1%, 65.6% and 41.3%, respectively. There was a linear relationship^P between the operation capacity (Y) and slope degree (X) which could be expressed as $Y=0.3595-0.0094X$.
3. Testing on the workman's psychogenic response of steepness operation, it was found that workmen felt unsafe while the degree of slope exceeding 20° .

一、前言

根據調查資料統計，本省山坡地宜牧的面積約有十多萬公頃，而這廣大的土地均未能充份有效利用在畜牧經營，大部份僅粗放於經濟價值較低的作物生長，在本省畜牧養牛發展受限於粗飼料不足的情況下，如能適當的開發利用這些坡地，從事種植牧草，對於酪農的經營發展應有其相當的效果。而由於牧草這種飼料作物，在大規模的種植、管理、收穫上總必須要有農機具的配合。本省歷年來由國外進口的輪式曳引機，僅都偏重於平地上的水旱田耕作，其重心較高，雖然在緩坡地（ 10° 以下）尚可操作，但總是因在坡地工作時的安全性能較低，所以在坡度 10° — 25° 間的宜牧山坡地却不能有效的利用這種曳引機來作業，所以目前一般坡地上的牧草均僅依賴人工以背負式剪草機或手鐮刀來收割，實在非常辛苦，對於坡地畜牧業之發展受到很大的阻礙。至數年前農委會專家涂本玉技正前往歐洲考察，帶回有關坡地經營管理機械化這方面的資料，故於民國70年，先由臺灣大學農機系引進一臺 Rasant Berg-Trak，全輪傳動低重心剪草機，曾到本所進行坡地剪草試驗，其試驗結果在坡度 20° 左右斜坡上，沿等高線作業，工作量可達 0.25 公頃/小時，而該剪草機僅有 22PS，為汽油引擎。以這種剪草機在坡地作業，效果雖然很好，但由於馬力太小，工作用途又較少，並不能完全滿足畜牧經營管理上的需要，所以本所才於兩年多前編列預算自歐洲進口一部適用於山坡地的低重心型曳引機 (BUCHER T. M. 1000)，該曳引機為 48PS，四汽缸柴油引擎，除了具有一般型曳引機的性能外，同時該機體之設計及裝備有如下之特性：（參考圖一、二）

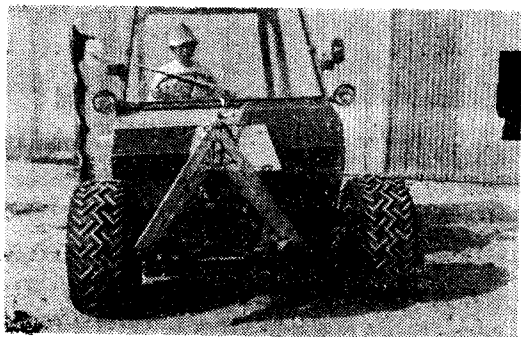


圖1. 低重心曳引機正面圖



圖2. 低重心曳引機側面圖

1. 採用輪徑小，寬幅，低壓輪胎 (Terra Tire)：輪胎接地面積加大，對坡地安全性提高，對土壤及牧草之蹂躪小，減低牧草地的被破壞，及減少打滑與斜坡之側向滑動。
2. 重心位置低，前後輪軸之機重分擔適當，輪距寬 (1640mm) 軸距 (1850mm) 適中；以配合坡地作業的穩定性及操作上的靈敏度。
3. 為全輪傳動式：並可前後傳動分離，配合路上行駛及坡地之使用。
4. 前後均有動力輸出系統 (P.T.O) 其迴轉數可為 540, 1000, R.P.M 之隨時變換。前後亦同時有三點式連結機構，可同時裝配農機具進行作業。
5. 前面三點式連結機構可左右各 30° 的偏角；對於剪草作業或其他可配備之農機具對不良地形或障礙物地，可發揮其效率。

本所為了對該曳引機在坡地牧草之經營效率上進一步了解，所以特以該曳引機配掛一般性的牧草作業機具，進行其田間作業性能試驗觀測，探討其作業能量及可適用之範圍，其結果以供為爾後牧草地經營機械化之參考。

二、試驗材料與方法

(一) 試驗材料：

1. 新進口 BUCHER, TM1000 型低重心曳引機
2. 本所現有 J. D. 2030 型曳引機
3. 圓盤式剪草機 (KUHN35 型)，為後置三點牽掛式
4. 迴轉式翻集草機 (PZ牌)
5. 乾草捆包機 (Baler) J.D.346 型或 IH430型
6. 粉粒狀肥料撒佈施肥機。

(二) 實施方法：

1. 平地以 $100\text{m} \times 25\text{m}$ 面積 0.25 公頃的區域，分別測定以低重心曳引機與 J. D2030 型曳引

機附掛相同的農具，其作業能量上的比較。

2. 以平地 (5° 以下) 及選擇坡地 $5^\circ-10^\circ, 10^\circ-15^\circ, 15^\circ-20^\circ, 20^\circ-25^\circ$ ，等小區為 $50\text{m} \times 20\text{m}$ 面積 0.1 公頃，做為五個不同的處理，以低重心曳引機配掛牧草機具，在其不同的坡度進行作業測定。

3. 測定項目包括：先試其不同坡度上可適當操作的最高容許排檔位置。再以該坡度所決定適當的排檔數進行等高線的作業，以相同的作業迴轉方式，測定每單位小區內每作業行程的時間，總時間，滑動率，隔行重割寬幅，每行割取有效寬度等。

4. 了解作業人員在不同坡度時的心態；並將所得結果比較分析。

三、田間作業試驗

(一) 平地 (5° 以下)：量 0.25 公頃的牧草地數區，分別以低重心曳引機及 J.D2030 型曳引機，同樣附掛圓盤式剪草機，以相同的引擎轉數 2000 R. P. M 及相同的慢 4 檔，作業轉彎方式亦相同，進行測定。

其作業情形如圖三。



圖3. 平地剪草作業情形

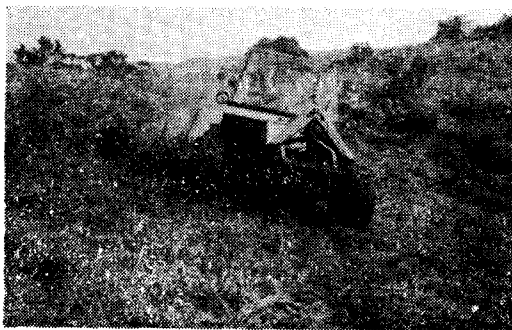


圖4. 坡地 $5^\circ-10^\circ$ 之作業情形

(二) 坡度 $5^\circ-10^\circ$ (平均 7.5°)：經初步操作及行走性觀察，其作業速限可以慢 4 檔，引擎 2000R.P.M，為該坡度的最高作業速度，其操作情形如圖四所示。

(三) 坡度 $10^\circ-15^\circ$ (平均 12.5°)：經初步的操作及行走性觀察，以慢 4 檔之位置已不容易操作，所以選擇以慢 3 檔來操作，操作人員尚可無心理負擔的操作自如，其作業情形如圖五所示。

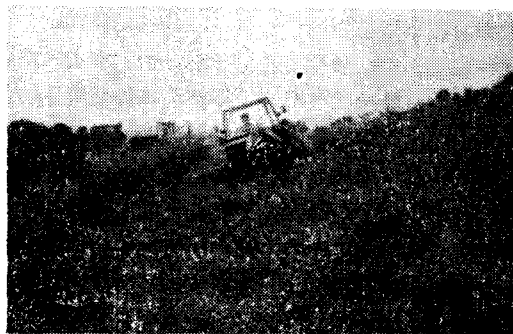


圖5. 坡地 $10^\circ-15^\circ$ 之作業情形

(四) 坡度 $15^\circ-20^\circ$ (平均 17.5°)：初步的操作及爬坡行走性的觀察以慢 3 檔乃可照常作業，但遇有少許沖刷溝時，機身隨即會加多傾斜度，作業人員已有心理上的不安全感，操作上必須謹慎小心，由於坡度所產生的打滑情形及側面滑動有增大的現象，作業能量還很理想。其作業情形如圖六所示。



圖6. 坡地 $15^\circ-20^\circ$ 之作業情形

(五) 坡度 $20^\circ-25^\circ$ (平均為 22.5°)：由於坡度的增大，及地面的平整度不甚良好，作業選擇排檔以慢 2 檔。作業時輪胎打滑率及側向滑動均很明顯的增大，重割的寬幅加大，每作業行程有效寬度減少，操作人員對於安全顧慮上已稍有恐懼感，作業效率降低。其作業情形如圖七所示。

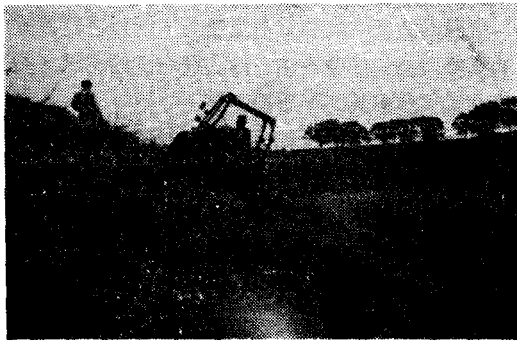


圖7. 坡地20°—25°時之作業情形

四、試驗結果

一、低重心曳引機與一般曳引機附裝相同的圓盤式剪草機，在同一區（地面情況相同）的盤固（Pangola Grass）草地之剪草作業效率比較如表一所示。

由於在相同的引擎轉數及相同的排檔下其行走速度不同，故所測得的作業能量稍有差異，而若以同樣的速率作業其能量應極為接近。除了表一之數據外，其他有關之操作性能，轉彎半徑，操作員的視野等各方面均沒有顯著的不同。

表1. 低重心型曳引機與一般型曳引機剪草作業能量比較

項 目	低重心型	JD2030型
每作業行程最大寬度（公尺）	1.6	1.6
剪草時可能之寬度（公尺）	1.5	1.5
引擎轉數（R.P.M）	2000	2000
排檔位置	慢4檔	慢4檔
作業速率（分鐘/100公尺）	1.77（1分46秒）	1.35（1分21秒）
理論工作量（公頃/小時）	0.51	0.65
0.25公頃理論作業時間（分）	30	23
實測0.25公頃總作業時間（分）	42	32
實際田間工作量（公頃/小時）	0.36	0.47
田間效率（%）	71	72

（二）以低重心曳引機坡地剪草作業，其不同坡度所測得之結果如表二所示。

表2. 低重心曳引機坡地剪草作業實測結果

	平地 (0°—5°)	5°—10° (平均7.5°)	10°—15° (平均12.5°)	15°—20° (平均17.5°)	20°—25° (平均22.5°)
測試面積(公頃)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
引擎轉數(R.P.M)	2000	2000	2000	2000	2000
可適用的最高排檔	慢4	慢4	慢3	慢3	慢2
平均每行程作業寬(公尺)	1.43	1.43	1.33	1.33	1.25
理論行進速度(平地無負荷)公尺/分	60	60	47	47	32
實際作業速度(公尺/分)	56.6	52	45	41.3	28
田間打滑率(%)	6	13	4	12	12.5
所測面積總作業時間(分)	18.8	20	24	28.2	45.4
僅剪草動作時間(分)	12.4	13.5	16.7	18.1	28.6
實際工作量(公頃/小時)	0.32	0.3	0.25	0.21	0.132
比較效率(%)	100	93.75	78.1	65.6	41.3

（三）初步分析：

1. 由於坡度不同，可能適用的最高排檔位置不同，所以在工作能量上會有不同，但如果要在較大坡度時亦採用高速率的作業實為不可能，其所造成的打滑率會嚴重的破壞牧草地，在安全問題上亦值得重視，所以不同的坡度僅能尋求最適當的排檔。
2. 打滑率除了受到作業時的阻力外，坡度亦影響很大，所以在較高坡度時應降低排檔數，以減低打滑率。
3. 小區作業能量與大區長距離之作業能量，以平地之比較即有差異，而在坡地測試因同一坡度的大面積不易尋求，所以僅能採取以小區來測試。
4. 不同坡度之田間作業能量可以圖八之迴歸相關表示。
5. 側向滑動雖隨坡度增大而有顯著的增加，造成操作上的困難及割寬的減低，已直接影響到作業能量，所以未另外測定分析。

6.後置式剪草機為作業刈刀在曳引機的右側，當等高線作業時，來回作業會有不同的刀面角度，而使得割刈後殘留於地面的草莖長度略有不同，初步上的調查殘留草莖長度亦隨坡度增大而增長，而刀面於上坡之行程殘留草莖亦較長之現象。本次試驗之盤固草地均已超過一般收割的期限，固所得之資料尙未能完整，有關這方面之相關情形乃須待一步調查分析。

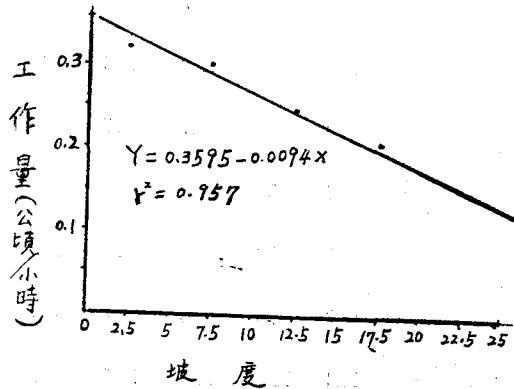


圖8. 坡度與作業能量之關係

五、討論與建議

(一)雖然該曳引機強調作業可達 33° 的坡度，但由於本省在整坡及雨季水土沖刷較嚴重而造成坡面平整度不理想，所以為顧及作業上的安全起見，以及配合本省山坡地保育利用的限制（宜牧地可達40%，約 24.2°），所以本試驗最大坡度以25°為限。

(二)本所進口這部曳引機時，因經費上的不足，未能一併購進前置式的剪草機或農具，所以在前置式的農機坡地的作業性能上無法進一步的測試，爾後有該項農機具時再予補測試。

(三)本試驗乃在繼續進行其他牧草機械的坡地作業測試，期望諸位專家學者能指導更多寶貴的有關試驗方法，以使本試驗能更為完美，以供國內爾後坡地牧草機械應用及發展之參考。

誌 謝

本試驗在進行期間承蒙中興大學農機系主任黃陽仁教授，李芳繁副教授的指導，及農機系四年級同學藍志麟，蕭世傑，陳嘉輝，洪愧佑，侯明源等人的協助測定，特此致謝。

參 考 文 獻

1. 周紹賢等. 加強牧地生產及管理示範及效益分析。畜產研究第九卷第一期。
2. 劉昆揚, 李庭槐. 臺灣大學農機系Rasant 四輪剪草機簡介 (1982)
3. 坡地農機安全問題座談會：農工學報第廿四卷第一期。
4. 坡地整理及水土保持機械利用研究：農建(70)-2.1-N(03)7計畫報告。
5. 田尻功郎. 傾斜地用トラクターの開発。機械化農業(1979)。
6. 阿部篤朗. 傾斜草地作業のたあトラクターと作業機。(機械化農業1979)

承辦業務：1. 海堤工程、海埔地開發工程。 4. 建築工程。
2. 防洪、灌溉、排水工程。 5. 市地重劃、農地重劃工程。
3. 道路、橋樑工程。

萬 天 營 造 有 限 公 司

負責人：王 天 易

地 址：雲林縣口湖東村128號

電 話：(05)389210 · 3893016