

논의 벧짚 施用이 春季犁耕作業 性能에 미치는 影響

Plowing Performance in the Paddy Field Spread with Rice Straw in Spring

朴 雨 豊* · 金 聲 來**
Park, Woo Pung · Kim, Soung Rai

Summary

This study was conducted to find out the effects of such parameters as specific draft resistance, slip rate, and fuel consumption rate on plowing performance in paddy fields spread with chopped rice straw. The plowing operation by an 8 P.S. power tiller was carried out in 6 different fields having the soil moisture content of 27-36 percent in dry basis in clay loam soil texture, and applying chopped rice straw of 10, 20, 30 and 60cm in length in the spring of 1982. The effects of soil hardness and moisture content on the plowing performance were also investigated.

The results of the study are summarized as follows;

1. The minimum draft during the plowing operation was 110kg in the 30cm rice straw plot having the soil moisture content of 32 percent in dry basis.
2. The multiple regression equation of the specific draft(D) as a function of soil moisture content(M) and cutting length of rice straw(L) was obtained as follows.
 $D=14.1978-0.8565M+0.0661LxM-2.9685L+0.0133M^2+1.093L^2$
3. In the 30cm rice straw plot with the soil moisture content of 32 percent in dry basis, the minimum specific draft resistance and the rate of slip were 0.35kg per cm² and 16 percent respectively. The specific draft resistance varied sensitively in accordance with the soil moisture content, and the slip rate of power tiller was dependent upon the cutting length of rice straw rather than the soil moisture content.
4. The highest plowing performance was 5.3 ares per hour at the soil moisture content of 35 percent and soil hardness of 10kg per cm². The relationship between the plowing performance and the soil moisture content was obtained by a quadratic equation.
5. The minimum fuel consumption rate in the plowing operation was recorded 6.5 liters per 10 ares in 30cm chopped rice straw plot with the soil moisture content of 32 percent in dry basis.

*農村振興廳, 農業機械化研究所

**忠南大學校 農科大學 農業機械工學科

1. 緒 言

우리나라의 主穀인 쌀의 自給達成을 爲하여는 有機物 含量이 平均 2.6%에 不過한 는 土壤의 地力을 增進시키는 것이 무엇보다도 先決되어야 할 重要한 課題로 政府에서는 1978년부터 農土培養事業의 一環으로 濕畚을 除外한 一毛作畚에 芻糞 施用을 積極勸奨하고 있다. 그러나 切斷치 않은 芻糞을 논에 施用한 後에 動力耕耘機로 犁耕할 때는 動力耕耘機 車輪의 slip이 增加하고 施用된 芻糞이 쟁기에 걸려 牽引力을 增加시키므로서 作業能率 및 精度가 低下될 뿐 아니라 로라리 整地作業時에도 耕耘 칼날 및 回轉軸에 芻糞이 감겨 所要動力이 增加됨은 勿論 芻糞이 地表面에 露出되어 移秧作業時 浮苗率이 높아져 移秧作業精度를 低下시키는 原因이 되고 있다. 反面에 芻糞을 잘게 切斷施用할 경우에는 灌水整地時 細切된 芻糞이 돌위에 뜨고 바람에 依하여 한쪽 方向으로 流動되므로 均一한 施用이 困難하게 되는 問題點을 안고 있다.

1962년부터 1982년까지 約 40萬台的 動力耕耘機가 우리나라에 普及되어 農耕地의 犁耕 및 整地作業의 主動力源으로 利用되고 있다. 動力耕耘機의 犁耕 및 整地作業性能에 影響을 미치는 要因으로서는 土壤水分, 粒度分布, 有機物含量, 地表面狀態 등의 土壤要因과 機體의 總重量, 走行部形象 및 크기, tire의 空氣壓, 作業機의 構造等 機械的인 要因에 따라 牽引抵抗의 크기, 走行速度, 振動等 運轉狀態가 달라진다. 그러나 芻糞 施用으로 地表面 狀態가 變更된 논에서의 耕耘作業 性能에 對하여는 우리나라에서 아직 報告된 바 없다. 本 實驗은 10a當 芻糞 施用量 450kg을 基準으로 芻糞을 切斷길이 別로 春季에 施用한 壇壤土의 論에서 土壤水分別로 動力耕耘機 犁耕作業時의 牽引力, 牽引比抵抗, slip率, 燃料消耗量等を 測定하기 爲하여 圃場實驗을 實施하였다. 本 實驗의 目的은 芻糞을 施用한 論에서 犁耕作業時에 惹起되는 問題點을 解決하고 適正作業條件을 究明하므로서 動力耕耘機 犁耕作業 能率을 向上시킬 수 있는 合理的인 作業條件을 確立하기 爲하여 8馬力(石油) 動力耕耘機를 가지고 實施하였다.

2. 文獻概要

地力增進 事業의 一環으로 는 土壤에 有機物을 施

用하는 研究는 오래전부터 遂行되어 왔다. 李⁹⁾는 糞釋類 施用方法에 關한 研究에서 芻糞 施用은 施用時期에 無關하게 芻의 數量을 增收시키는 傾向이 있었다고 報告하였으나 濱¹⁰⁾은 논 土壤에서 芻糞 連用 및 施用方法에 따른 効果解析 試驗에서 施用時期의 効果는 秋季處理보다 春季處理의 效果가 컸으며 耕耘深度는 10cm區보다 20cm區에서 增收傾向이 컸다고 報告하였다. 大森와 坪井¹¹⁾은 土壤中에 있어서의 芻糞 分解過程試驗에서 芻糞施用은 表面施用보다 全層混用이 分解가 빠르다고 하였으며 南¹²⁾은 芻糞의 埋沒方法 試驗에서 20cm 깊이로 埋沒하는 것이 効果의이라고 報告한 바 있다. 日本 農林省¹³⁾에서는 芻糞의 施用量을 土壤의 條件에 따라 地域別로 다르게 施用하는 指導指針을 設定하였으며, 耕耘作業別 試驗으로는 日本 福島農試에서 plow耕과 rotary耕을 比較 試驗한 結果, 無排水의 경우는 plow耕에 依한 下層施用이 좋고 排水가 良好한 곳에서는 rotary耕에 依한 作土와 의 混用이 좋다고 報告된 바 있으며, 農村振興廳¹⁴⁾에서는 農土培養事業으로 土壤의 有機物含量을 增進시키기 爲하여 10a當 芻糞 生産量의 約 70~80%인 400~500kg을 論에 施用하도록 指導하고 있다.

한편 車輪의 slip率에 對하여 松尾¹⁵⁾은 $r_s = \frac{N - N^0}{N}$ (N =負荷運轉時 單位距離 走行에 必要한 車軸回轉數, N^0 =無負荷運轉時 單位距離 走行에 必要한 車軸回轉數, r_s =slip率)로 表示함이 妥當하다고 報告한 바 있다. Greckenko¹⁶⁾는 2輪驅動 tractor의 最適牽引力의 推定은 tractor自重의 約 33%라고 하였으며, 金須正幸¹⁷⁾는 走行裝置가 tire일 때 plow耕耘作業時 slip率 40%以上, 土壤硬度 4.0kg/cm²以下에서 作業이 不可能하며, 適正 作業條件은 slip率 20%以下, 土壤硬度 6.5kg/cm²일 때 作業이 容易하다고 트랙터의 作業可能 限界를 提示하였다. 朴¹⁸⁾은 動力耕耘機 牽引性能에 關한 試驗에서 含水量의 增加에 따라 走行抵抗 係數가 增加한다고 하였고, 趙¹⁹⁾는 動力耕耘機犁耕作業의 力學的 特性에 關한 研究에서 牽引抵抗은 고무 車輪을 附着한 경우보다 鐵車輪의 경우가 크다고 報告하였으며, ASAE年鑑¹⁴⁾ Agri. Machinery Management Data Recommendation에 依하면 Decatur clay loam의 土壤에서 moldboard plow의 draft는 $6 + 0.053S^2$ (draft = N/cm², S = Speed, km/S)라고 報告하였다.

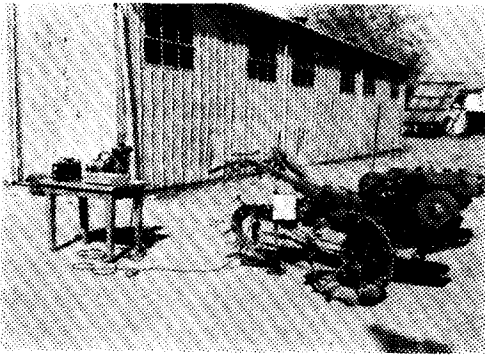


Fig. 1. Experimental power tiller and measuring instruments arrangement.

3. 材料 및 方法

가. 實驗裝置

本 實驗에 使用된 供試機와 實驗裝置는 그림 1과 같다.

1) 供試機

本 實驗에 使用된 供試機는 8馬力 動力耕耘機(石油)로 圃場試驗에 使用한 供試機와 耩기의 主要 諸元은 表 1과 같다.

Table 1. Specifications of the power tiller and plow used in this study.

Power tiller	Engine	Type Fuel Normal output (ps/rpm)	4cycle water cooling kerosene 8/2000
	Radius of wheel	Rubber wheel (m)	0.30
	Height of hitch	(m)	0.50
Plow	Length of share	(m)	0.22
	Width of share	(m)	0.27
	Weight	(kg)	41.00
	Plowing depth	(m)	0.14
	Plowing width	(m)	0.25

2) 測定裝置

動力耕耘機를 使用하여 犁耕作業을 할 때 牽引抵抗, slip率 및 耕深을 測定하기 爲하여 그림 2와 같은 牽引力測定裝置를 製作하여 使用하였다.

그림 2와 같은 測定裝置를 動力耕耘機와 耩기 ھ

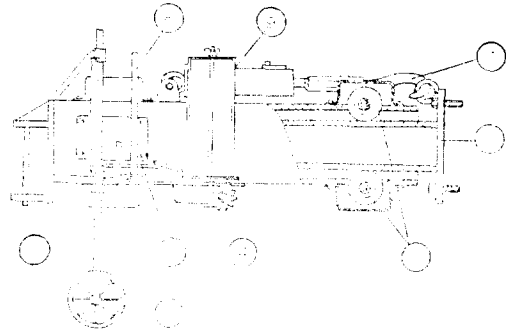


Fig. 2. Measuring device of tractive force, slip and plowing depth. ① Load cell ② Hitching part of power tiller ③ Roller bearing ④ Driving sprocket ⑤ Indicating pen of plowing depth ⑥ Contact roller with the plowing depth ⑦ Hitching part of plow ⑧ Paper holding roller ⑨ Main paper roller.

치部에 固定하였다. 特히 slip率을 測定하기 爲하여 動力耕耘機의 車輪軸에 sproket을 附着하고 체인으로 slip率 測定裝置의 驅動 sproket에 連結하여 記錄紙가 車輪軸의 回轉에 따라 51.39 : 1로 減速回轉하도록 하였으며 耕深과 slip測定은 指示 pen이 roller에 감기는 記錄紙에 線을 그리므로써 그 높이로 耕深을, 記錄紙의 길이로 slip을 測定할 수 있도록 製作하였다. 測定項目과 使用된 測定機器의 構

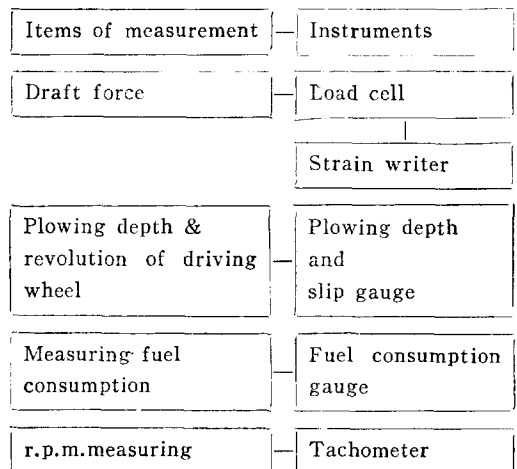


Fig. 3. Block diagram of the measuring items and instruments.

咸은 그림 3에서 보는 바와 같으며 測定된 값은 RPC-31A Strain writer에 의하여 記錄되도록 하였다.

燃料消耗量 測定은 $\phi 15\text{mm}$ 透明管을 燃料 tank와 氣化器의 中間에 設置하여 測定하였고, 動力耕 耘機의 作業速度는 記錄紙 timer로 測定하였으며 이에 使用된 測定機器의 諸元은 表 2와 같다.

Table 2. Specifications of the measuring instruments used in this study.

Load cell	Model	LT-200KB
	Capacity (kg)	200
	Sensitivity(mv/v)	1.513
Strain writer	Model	RPC-31A
	Sensitivity(strain/cm)	500×10^{-6}
	Paper speed(mm/s)	1-50
Tachometer	Model	HT-340
	Range (rpm)	0-20,000
	Accuracy (rpm)	1

나. 實驗方法

供試圃場의 土壤은 標本을 採取하여 土壤分析 實驗室에서 USDA方法으로 分析한 結果 粒度分布는 表 3과 같으며, 土壤水分은 dry basis로 表示하였다. 土壤硬度는 日本 農業機械化研究所에서 設計製作한 SR-2型 土壤硬度計를 使用하여 圃場實驗時 測定하였다. slip率 測定의 zero slip의 基準은 實驗前 콘크리트 路面에서 無負荷 運轉으로 單位距離當의 車軸回轉數의 測定으로 設定하였다. 芟草 長이는 10, 20, 30, 60cm로 區分 切斷하여 10a當 450kg을 施用하였으며 供試圃場의 面積은 各處理區마다 $25\text{m} \times 12\text{m}$ (300m^2)로 하였고 動力耕 耘機의 engine回轉數는 無負荷 2,000rpm으로 固定하고 犁耕作業은 耕幅 27cm, 耕深 14cm, 고무車輪의 空氣壓 $1.4\text{kg}/\text{cm}^2$ 走行速度 低速 2단 ($0.56\text{m}/\text{sec}$)에서 土壤水分 27%~36%까지의 範圍에서 3反覆의 圃場實驗을 實施하였다. 이에 各處理區 모두 slip率, 牽引比抵抗 및 燃料消耗量을 測定하였다.

Table 3. Grain size distribution of the experimental field.

Gravel(%)	Sand(%)	Silt(%)	Clay(%)
0.0	21.1	47.3	31.6

4. 結果 및 考察

가. 芟草 長이 및 土壤水分 變化에 따른 牽引力

芟草를 施用한 논에서 耕 耘作業을 할 경우 芟草 長이와 土壤水分이 牽引力에 미치는 影響을 分析하기 爲하여 芟草의 切斷長이를 變化시키고 土壤水分이 다른 논에서의 犁耕作業時 牽引力은 그림 4에 圖示된 바와 같다. 그림 4에서 보는 바와 같이 芟草의 切斷長이나 芟草를 施用하지 않은 경우에 關係없이 土壤水分이 32% 內外일 경우가 牽引力이 110~145kg으로 가장 작은 값을 나타 내었으며 芟草의 長이에 따른 牽引力의 變化는 芟草 切斷長이 約 30cm일 때 가장 작은 牽引力인 約 110kg으로 나타났으며 芟草의 切斷長이가 이보다 짧거나 길어지면 牽引力은 다시 增加하는 것으로 나타났다. 그러나 芟草의 切斷長이에 따른 牽引力의 變化보다도 土壤水分에 따른 牽引力의 變化가 약간 큼을 알 수 있다. 이와 같이 土壤水分이 犁耕作業時 牽引力에 큰 影響을 미친다는 事實은 이미 여러 學者들^{5, 6, 12, 13}에 의하여 報告된 바 있으나 實際 圃場에서 犁耕作業을 할 때 芟草를 施用한 논에서의 牽引力은 芟草의 切斷長이에 크게 影響을 받고 있으므로 牽引力이 最小로 所要되는 30cm 長이로 切斷施用 하는 것이 바람직 할 것으로 判斷된다.

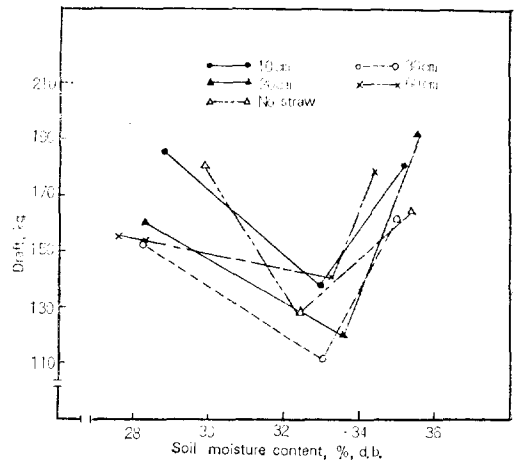


Fig. 4. Relationship between draft and soil moisture content at different cutting length of rice straw.

나. 벧짚 施用時의 牽引比抵抗 및 Slip

벧짚을 施用하지 않은 논에서의 牽引比抵抗과 slip에 對하여는 많은 學者들^{10,11)}이 報告한 바 있으나 벧짚을 施用한 논에서는 一般의인 경우와는 다소 差異가 있을 것으로 思料된다. 벧짚의 切斷길이를 變化시키면서 土壤水分이 다른 條件下에서 牽引比抵抗과 slip을 測定하여 이들의 關係를 模型化하기 爲하여 Quadratic, Exponential, Linear equation에 適用하여 分析하였던 表 4 및 5에서 보는 바와 같이 Quadratic equation外的 式에서는 有意성이 認定되지 않았으므로 Quadratic equation에 依한 反應表面(Response Surface)을 圖示하던 그림 5 및 6과 같고 벧짚의 切斷길리와 土壤水分은 牽引比抵抗과 slip에 複合的인 影響을 미치고 있음을 알 수 있었다.

Table 4. Multiple regression equations of the specific draft of the power tiller as a function of soil moisture content and cutting length of rice straw.

Model	Equation	R ²
Quadratic	$D = 14.1978 - 0.8565M + 0.0561LM - 2.9685L + 0.0133M^2 + 1.1073L^2$	0.9974**
Exponential	$D = 0.3801M^{-0.548 \times 10^{-4}} \times L^{-0.0488}$	0.0403N.S
Linear	$D = 0.3956 + 7.8431 \times 10^{-4}M - 0.0371L$	0.0114N.S

Note : D=specific draft of the power tiller (kg/cm²)
L=cutting length of rice straw (m)
M=soil moisture content (% db)

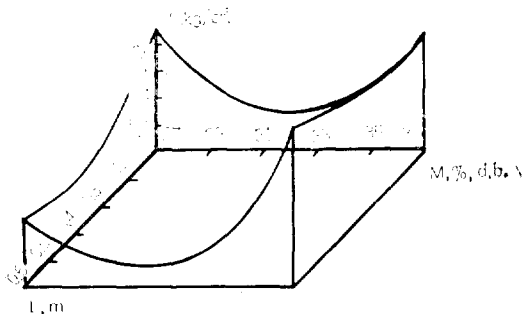


Fig. 5. Response surface for specific draft of power tiller as a function of soil moisture content and cutting length of rice straw.

牽引比抵抗은 土壤水分이 낮은 경우는 벧짚의 切斷길이가 增加함에 따라 0.35kg/cm²까지 急激히 減少하다가 約 30cm 以上에서 부터는 緩慢히 增加하고 있으며 土壤水分이 높은 경우에는 벧짚의 切斷길이에 따라 큰 變化는 없으나 대체로 牽引比抵抗은 큰 값으로 나타났다. 土壤水分에 關係없이 牽引比抵抗을 最小로 하는 벧짚의 切斷길이는 約 30cm 부근에서 最小의 값을 나타내었다. 土壤水分의 變化에 따른 牽引比抵抗의 變化는 벧짚 切斷길이에 關係없이 約 32% 부근에서 最小의 값이 나타나고 있는 것으로 보아 牽引比抵抗도 벧짚의 切斷길이가 보다는 土壤의 水分에 더 큰 影響을 받는 것으로 思料된다. slip은 벧짚의 切斷 길이가 짧은 경우 土壤水分에 따라 큰 變化가 없이 土壤水分 約 30% 程度에서 約 16%로 最小의 값을 나타낸 반면 切斷길이가 긴 경우에는 土壤水分이 낮은 곳에서 最大值를 나타내어 土壤水分이 增加함에 따라 急激히 減少하다가 約 32% 以上の 土壤水分에서는 다시 增加하는 現象을 보이고 있다. 이러한 現象은 벧짚 施用時의 slip은 주로 벧짚과 動力耕耘機의 바퀴사이에서 일어나는 것으로 土壤水分이 낮은 곳에서는 벧짚도 乾燥되어 있어 벧짚의 切斷길이가 길수록 slip이 많이 생기고 土壤水分이 增加함에 따라 벧짚도 吸濕함으로 土壤의 水分이 一定量 以上이면 벧짚에 물기가 너무 많아 slip이 다시 增加하는 것으로 思料된다.

Table 5. Multiple regression equations of the slip of the power tiller as a function of soil moisture content and cutting length of rice straw.

Model	Equation	R ²
Quadratic	$S = 14.2074 + 0.1940M - 2.5460LM + 11.1727L + 0.0062M^2 + 96.2801L^2$	0.5548*
Exponential	$S = 65.0373M^{-0.4076} \times L^{-0.0661}$	0.0719N.S.
Linear	$S = 24.7703 - 0.2141M - 0.1584L$	0.0249N.S.

Note : S=slip of the power tiller (%)
L=cutting length of rice straw (m)
M=soil moisture content (% db)

slip은 土壤水分에 關係없이 벧짚의 切斷길이가 짧은 경우에 큰 값을 나타내다가 切斷길이가 길어짐에 따라 점차 減少하여 벧짚의 切斷길이 約 30cm

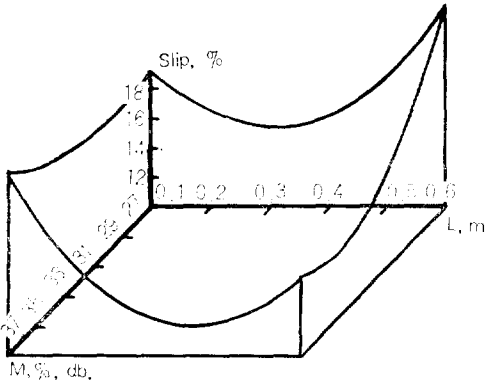


Fig. 6. Response surface for slip of the power tiller as a function of soil moisture content and cutting length of rice straw.

에서 最小의 값을 보이다가 그 이상에서는 다시 증가하는 現象이 뚜렷하였다. 따라서 slip은 牽引比抵抗과 달리 土壤水分보다는 벼짚의 切斷길이에 더 큰 影響을 받는 것으로 判斷된다.

다. 土壤水分 및 土壤硬度和 犁耕作能率

土壤水分이 牽引力이나 牽引比抵抗에 큰 影響을 미치고 있는 바 犁耕作能率が 土壤狀態에 어떠한 影響을 받는가를 究明하기 위하여 土壤水分 約 27~36%의 範圍와 土壤硬度 約 4~14kg/cm²의 範圍에서 犁耕作能率을 測定하여 그림 7 및 8에 圖示하였다. 벼짚을 施用하지 않은 clay loam과 loam의

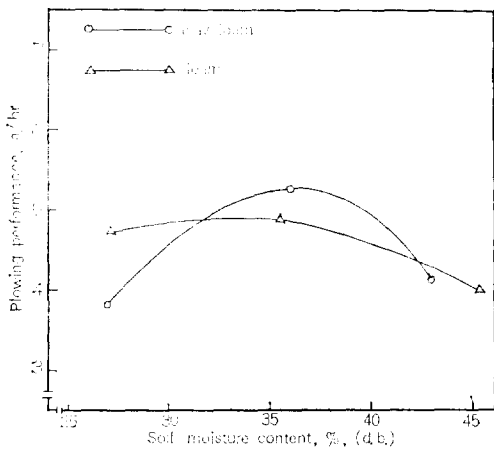


Fig. 7. Relationship between plowing performance and soil moisture content at different soil texture.

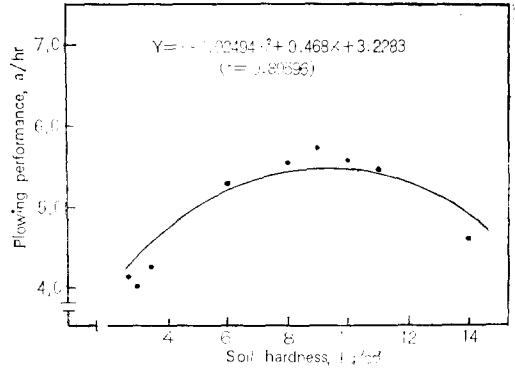


Fig. 8. Relationship between plowing performance and soil hardness.

土壤에서 犁耕作業은 土壤水分 約 35% 부근에서 各 各 5.3a/hr, 4.6a/hr로서 가장 높은 能率을 나타내었다. 이와 같이 벼짚을 施用하지 않은 土壤에서는 土壤水分 35%內외의 경우가 犁耕作能率이 가장 좋은 것으로 나타났으나 벼짚을 施用한 경우의 犁耕作業能率과 關聯있는 牽引力이나 牽引比抵抗은 土壤水分 約 30%에서 最適의 條件일 이 나타났었다. 이러한 差異는 벼짚을 施用하므로써 犁耕作業時의 slip 때문인 것으로 思料된다.

土壤水分 뿐만 아니라 土壤의 硬度도 犁耕作業能率에 큰 影響을 미친다고 報告된 바 있다. 그림 8에서 보는 바와 같이 土壤硬度가 낮은 곳에서는 犁耕作業能率도 낮은 값을 보였으나 土壤硬度가 增加함에 따라 犁耕作業能率은 增加하다가 8~10kg/cm²內외에서 가장 높은 犁耕作業能率인 約 5.3a/hr로 나타났으며 그 以上의 硬度에서는 다시 減少하는 現象을 보였다. 이러한 現象은 土壤硬度가 土壤의 水分과 매우 密接한 關係가 있는 것으로 思料된다. 犁耕作業能率(Y)과 土壤硬度(X)와의 關係式은 $Y = -0.0249X^2 + 0.468X + 3.2283$ ($r = 0.8060^{**}$)로서 土壤硬度的 2次 函數의 關係로 나타났었다.

라. 벼짚施用 土壤에서의 犁耕作業時 燃料消耗量

一般的으로 犁耕作業時의 燃料消耗量의 slip과 密接한 關係가 있다. 그러나 그림 9에서 보는 바와 같이 대체로 slip이 土壤水分 最低 27%, 最高 36%일 때와 벼짚切斷 길이 10cm, 60cm에서 增加하였으며 燃料消耗量도 增加하는 現象은 類似하였으나 slip은

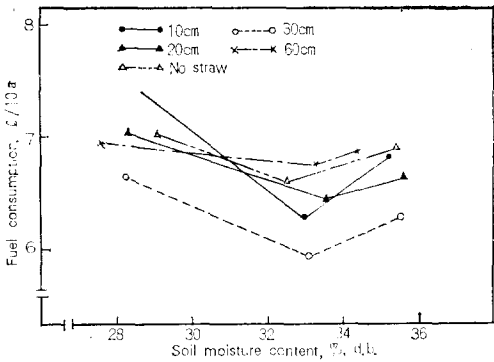


Fig. 9. Relationship between fuel consumption and soil moisture content at different cutting length of rice straw.

土壤水分보다 벧짚 切斷길이에 의하여 더 큰 影響을 받고 燃料消耗量은 反對로 土壤의 水分變化에 더 큰 影響을 받고 있음을 알 수 있다. 이러한 現象은 燃料消耗量計測裝置가 다소 精密하지 못한데서 온 結果로 思料되지만 대체적인 傾向은 牽引力, 牽引比抵抗, slip에서와 같이 土壤水分 約 32%, 벧짚길이 30cm부근에서 最小의 燃料消耗量 平均 6.5l/10a로 나타났다.

5. 摘 要

논의 벧짚 施用이 春季犁耕作業性能에 미치는 影響을 分析하기 爲하여 벧짚의 길이를 10, 20, 30, 60 m로 切斷하여 10a當 450kg의 벧짚을 施用하고 土壤水分이 27~36% d.b.인 壤土의 논에서 8馬力 動力耕機로犁耕作業을 實施하여 벧짚 切斷길이의 變化와 土壤水分의 變化가 牽引力, 牽引比抵抗, slip 燃料消耗量等에 미치는 影響을 分析하였으며 土壤水分 및 土壤硬度和 犁耕作業性能과의 關係를 究明하였던 바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

가. 犁耕作業時의 牽引力은 벧짚 切斷길이 約 30 cm와 土壤水分 約 32%에서 110kg으로 最小로 나타났다.

나. 벧짚의 切斷길이의와 土壤水分의 變化에 따른 牽引比抵抗과 slip에 對한 回歸方程式을 誘導하였다.

다. 牽引比抵抗과 slip은 벧짚의 切斷길이 約 30 cm, 土壤水分 約 32%에서 各各 0.35kg/cm², 16%

로 最小값을 나타내었으며 牽引比抵抗은 土壤水分 變化에 slip은 벧짚의 切斷길이의 變化에 더 민감한 反應을 보였다.

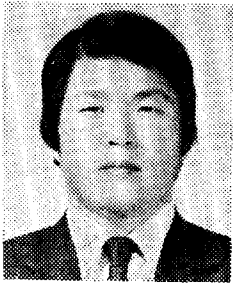
라. 犁耕作業能率은 土壤水分 約 35%, 土壤硬度 約 10kg/cm²에서 最大인 5.3a/hr으로 나타났으며 犁耕作業能率은 土壤硬度的 二次函數로 나타났다.

마. 벧짚을 施用한 논에서의 燃料消耗量은 벧짚 길이가 約 30cm, 土壤水分 約 32%에서 平均 6.5l/10a로 最小로 나타났다.

參 考 文 獻

1. 金須正幸, 1966. 乘用トラクターの走行, 牽引, および耕転性能に 關する研究, 日本農業機械化研究所, 報告書.
2. 南敬二, 1966. 生わらの すき込みと 栽培, 農業および園藝, 第41號: 35~38
3. 松尾昌樹, 1968. 車輪の各種使用狀態と性能試驗法, 日本農業機械學會誌, 30(3): 127~137
4. 朴虎錫, 1977. 土壤水分과 硬도가 動力耕機의 牽引性能에 미치는 影響, 農業機械學會誌, 2(1): 25~32
5. 宋鉉甲, 1978. 動力耕機의 傾斜地牽引 및 走行性能에 關한 研究(Ⅱ), 農業機械學會誌 3(1).
6. 芝野保徳, 1970. 小型トラクタの驅動性能に 關する研究(第1報) 一水平けん引特性, 日本農業機械學會誌, 32(1).
7. 大森外, 1970. 土壤中における わらの 分解過程. 日本, 中國地域共同研究成果集録, 5號: 116~118
8. 이상규의, 1981. 藁稈類 施用法에 關한 研究. 農業技術研究所, 報告書(化學部篇): 534
9. 이효근, 1980. 農土培養을 爲한 벧짚施用法. 農村振興廳, 研究와 指導, 冬季號: 35~37
10. 日本農林省, 1968. 水田における いねわらの 施用法と 施用基準.
11. 趙誠瓚, 1980. 動力耕機 犁耕作業의 力學的 特性에 關한 研究, 忠北大學校 大學院 論文集, 第六輯.
12. 崔在甲, 1976. 韓國犁와 plow의 發達過程 및犁와 plow의 各種土壤條件下에서의 耕深과 牽引抵抗에 關한 研究. 韓國農工學會誌, 18(2).
13. 黃光男外, 1976. 논 土壤에서 벧짚 連用效果試驗, 農業技術研究所, 報告書: 699~734

14. ASAE. 1981. Agricultural Engineering Yearbook. : 231
15. Grecenko, A. 1968. Predicting the performance of wheel tractor in combination with implements. J. Agri. Eng. Res. 13(1) : 49-63
16. Reed. I.F., Cooper. A.W. and Reaves. 1959. Effects of two-wheel tractor tandem drives on traction and soil compacting stress. Trans. of the ASAE. 2(1) : 22-25



學位取得

성명 : 박 京 圭

근무처 : 경북 대학교 농과대학 농공학과

취득학위 : 공학박사

학위수여대학 : Kansas State University

학위 취득 년월일 : 1982. 10. 12

학위논문 : Modeling and Optimization of Feed Mill

(사료 공장의 Model 개발 및 최적화 설계에 관한 연구)