

Mat 苗의 育苗條件이 移秧機의 所要剪斷力에 미치는 影響

Effects of Various Growing Conditions of the Mat-type Seedlings on the Cutting Forces for Power Rice Transplanter.

許 潤 根* · 金 聲 來*
Hur, Yun Kun. · Kim, Soung Rai.

Summary

In order to obtain a standard reference for designing an adequate power rice transplanter, the cutting forces depending upon variety of seedling, sowing density, seedling age and soil moisture content of mat-type seedling were measured by the rice transplanter installed with force measuring device of dynamic strain gage system in the laboratory.

The result of this study are summarized as follows:

1. Cutting velocity and acceleration transplanting hoe obtained from kinematic analysis of planting mechanism was 1.32m/sec and 81.5m/sec² when planting crank-shaft rpm was 160.

2. Little difference between cutting forces on 30-days old seedlings of Japonica and Indica type was observed, as the cutting forces determined were 2.0kg per hill for Japonica type and 2.1kg per hill for Indica type.

3. Cutting forces determined on 40-days old seedlings were 2.5kg, 2.3kg, 3.1kg and 2.9kg per hill for Milyang No. 15, Tongil, Akibare and Milyang No. 23 respectively. About 25 percent of more forces was needed for Akibare and Milyang No.23 compared to the other varieties.

4. The cutting force was not greatly affected by the sowing densities, only five percent of differences were observed depending upon the sowing densities.

5. Cutting forces were 2.7kg and 2.0kg and 2.0kg per hill on 40-days old seedlings and 30-days old seedlings respectively. About 38 percent of more forces was required in cutting 40-days old seedlings than in cutting 30-days old seedlings.

6. More cutting forces were required as soil moisture content of mat-type seedling was decreased.

7. Root length after cutting by the planting hoe and their relationships with soil moisture content on 30-days old seedlings, are as follows:

$$y = 4.147 - 11.384x + 28.854x^2$$

where, y = root length after cutting. (cm)

x = soil moisture content of mat type seedlings. (% , d.b)

*忠南大學校 農科大學

8. Cutting forces were varied with the width of cutting: those on 40-days old mat type seedlings were 2.7kg and 2.2kg per hill when cutting with 14mm and 10mm of width respectively, about 32 percent of more forces was required when cutting with 14 mm of width compared to 10mm of width.

I. 緒 論

우리나라의 急激한 經濟成長으로 農村의 良質의 農業勞動力이 二, 三次 產業으로 流出되어 農村에는 勞動力 不足現象이 顯著하게 나타나고 있어 政府의 農業機械化事業은 그 어느 時期보다도 強力하게 推進되고 있다.

農業의 機械化는 一貫機械化 作業體系가 가장 重要한 課題이나, 勞動 peak 解消를 爲한 移秧作業과 收穫作業의 農業機械가 供給되지 못하여 農業機械에 依한 合理的인 農業經營이 이루어지지 못하고 있어 政府에서는 1977년부터 移秧 및 收穫作業의 機械化에 力點을 두고 있다.

水稻移秧作業의 機械化를 爲하여 1977년에 53臺의 動力水稻移秧機를 農村에 試驗 普及하였으며 1978년에는 320臺를 追加 供給하여 利用效果를 測定하였고, 1979년에 約 2,000臺의 普及計劃이 樹立되었으며 將次 이의 普及은 크게 擴大될 것이 豫測된다.

現在 우리나라에는 日本에서 輸入 供給되고 있는 mat 苗用 水稻移秧機를 主要 供給하고 있으나 이는 元來 幼苗를 移秧하기 爲하여 開發된 것이다. 우리나라에서는 營農實情에 맞는 中苗의 育苗技術을 農村에 指導, 普及하고 있으며 이러한 施策은 幼苗에 比하여 中苗를 移秧하므로써 水利不安全畝에서 灌溉用水를 節約할 수 있고, 寒冷한 地域에서 冷害를 減少시키며, 큰 比重을 차지하는 中南部地方의 二毛作地帶에서 移秧時期가 늦어질때 中苗移秧이 有利한 點에 根據를 두고 있다.

本 實驗은 日本에서 導入한 mat 苗用 移秧機로 育苗日數를 延長시킨 中苗를 移秧할때 苗에 對한 移秧機 植付 hoe의 剪斷所要動力이 變化함에 따른 植付 hoe의 安全度를 檢定하고 水稻移秧機 設計를 爲한 基本資料를 提供하기 爲하여 水稻의 品種, 播種密度, 育苗日數, 移秧時 mat 苗의 土壤含水量 및 剪斷幅을 變化시키면서 株當 所要剪斷力을 測定하여 이를 分析하였다.

本實驗의 遂行에 있어서 始終 指導 鞭撻하여 주신 指導敎授님과 農業機械學敎授님들께 對하여 感謝드립니다.

II. 研究史

水稻 移秧機에 關한 研究는 1940年代 이탈리아에서 트랙터 牽引型 Irukuma 移秧機의 試作機 製作으로 부터 始作되었으나 모처는 作業 및 苗分離作業이 人力으로 이루어져 非能率의이고 畦畔의 再整備에 많은 勞力이 所要되어 實用化되지 못하였다. 1950年代부터 日本에서 水稻移秧機에 關한 研究가 活氣를 더면서 1960年代 幼苗 및 成苗用 移秧機가 農村에 實用化되기 始作하였고 育苗方法도 中苗, 幼苗, pot 苗에서 mat 苗로 發展되고 다시 中苗栽培가 成功하여 機械移秧作業 體系가 確立되었으며, 1970年代初부터 農村에 對한 移秧機 普及이 擴大되었다. 1977年末에는 121萬臺가 普及되어 日本全體水稻作 面積의 80.6%를 機械로 移秧하여 全國적으로 水稻作의 一貫된 機械作業體系가 確立된과 同時에 移秧時期의 勞動 peak 現象을 解消하였다.

이를 育苗 樣式別로 보면 箱子育苗가 91.2%로서 機械移秧의 大部分을 차지하고 있다.

移秧機가 現在와 같이 發展되기까지는 生産業體別로 製品生産을 爲하여 많은 研究가 非公開로 이루어졌고 各 研究機關에서도 多樣하게 이루어졌으며 水稻移秧의 機械化에 따른 育苗方法, 育苗資材, 移秧機의 性能 및 圃場에서의 適應性에 關한 研究가 많았으나 移秧機의 所要動力에 對한 基礎的인 研究報告는 많지 않았으며 須藤 等²⁸⁾은 苗帶의 引張' 曲 및 剪斷強度에 關한 報告에서 壓縮 load cell과 剪斷棒을 設置한 萬能材料試驗機를 使用한 實驗에서 直徑 25mm인 剪斷棒으로서 圓柱狀으로 剪斷할 때 苗帶의 剪斷強度는 3.10kg/cm²이었고, 引張強度 및 曲強度는 各各 293.9g/cm² 및 15.7g/cm²이었다고 報告하였다.

또한 3種類의 link式 植付機構에서 並河^{24,25)}는 crank가 240 rpm으로 回轉하였을때 剪斷速度는 各各 2.0m/sec, 1.3m/sec였다고 報告한바 있다.

臺灣 및 英國에서도 動力 移秧機 製作을 爲한 研究가 있었으나 作業能率이 낮아 實用化되지 못하였다.

우리나라에서는 1967년부터 人力水稻移秧機 製

作 및 動力移秧機의 圃場應用試驗에 關한 研究^{2,3)}가 進行되었고, 崔等¹⁾은 水稻移秧機 製作과 實用化에 關한 研究에서 mat苗 代身 在來못자리에서 育苗한 自然狀態의 成苗用 移秧機를 製作하기 爲하여 成苗의 機械移秧에서 憂慮되는 苗의 損傷에 對한 實驗을 實施하였는바 苗를 4.0kg以下로 加壓했을 경우 生育에 큰 支障을 주지 않았으며 苗의 分離作業을 圓滑하게하기 爲하여 斷根試驗을 實施한 結果, 그 깊이가 1.2cm以上일때 生育에 큰 支障이 없었다고 報告하였다.

Kim¹⁾은 새가지 移秧作業 體係에 關한 圃場實驗에서 二條式 動力水稻 移秧機, 五條式 人力 移秧機 및 在來의 手植에 依한 移秧을 比較實驗한바 作業 性能이나 經濟性에서 動力移秧機가 優秀함을 發表했고, 金等²⁾은 二毛作畝에 있어서 水稻移秧機의 實用化에 關한 研究에서 機械移秧은 人力移秧作業에 比하여 5~6倍의 作業能率을 올릴수 있다고 報告하였다.

한편 金等³⁾은 短册苗보다 mat苗에서 苗의 均一性이 良好하게 나타났다고 報告하였다.

Ryu²⁾, Kim³⁾은 水稻移秧機의 植付裝置를 機構學的으로 分析하였으며, Kim³⁾은 그의 研究 結果에서 植付 crank의 速度를 160rpm으로 回轉하였을 경우 最大 torque는 13.33kg-cm이며 torque의 增加原因은 무거운 coupler link와 可動植付 hoe의 cma機構에 있으므로 energy와 加速度의 波動을 減少시키려면 coupler link의 무게를 減少시켜야 한다고 報告하였다.

Ⅲ. 材料 및 方法

1. 供試苗

가. 品 種 : 密陽 15號, 아끼바레, 統一, 密陽 23號

나. 播 種 日 : 1978. 4. 25

다. 播種密度(cc/箱子) : 350, 300, 250

라. 育苗方法

1) 床 土 : 砂壤土, PH 4.8, 다져가래 消毒

2) 種子處理

가) 鹽 水 選 : Japonica type 比重 1.13

Indica type 比重 1.08

나) 種子消毒 : 釜山 30 乳劑 1,000倍液

다) 浸 種 : 3日

라) 催 芽 : Incubator內에서 24時間

3) 育 苗 : 비닐터널의 保温折衷式 苗代育苗

本葉 1枚 出現時 箱子當 要素 2.3g씩 追肥

다. 育苗日數 : 30日, 40日

2. 供試機

가. 機 種 : Mat幼苗, 中苗 兼用 Suzue 二條式 動力移秧機

나. 植付方式 : Crank式 Plate hoe

다. Mat苗의 포기 剪斷

1) 苗移送機構 : Star wheel連動 支持部 搖動式

2) 剪斷橫幅(mm) : 10, 14(二段)

3) 剪斷縱長(mm) : 10~16植付 hoe 突入量調節

라. 엔 진

1) 種 類 : 強制空冷 4 stroke cycle gas-line engine

2) 最大出力(ps/rpm) : 2.5/2,000

3. 實驗裝置

Mat苗 機械移秧時 植付 hoe의 所要剪斷力을 測定하기 爲하여 그림 (1), (2)의 plate hoe type 移

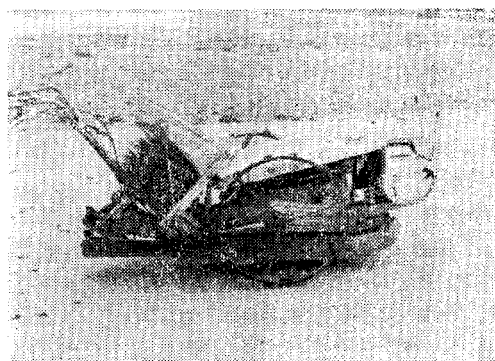


Fig. 1. Experimental power trnsplanter installed with force measuring device.

秧機를 使用하였으리, 苗와의 接觸으로 因한 gage의 損傷을 막기 爲하여 植付 hoe의 윗部分에 gage를

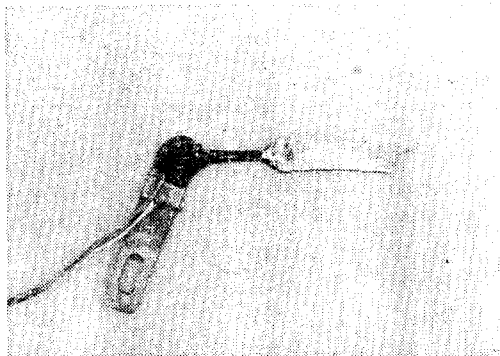


Fig. 2. Planting hoe used for measuring the cutting force.

附着하였으며 coupler curve에 나타난 剪斷角의 方向으로 static calibration을 實施하였다.

植付 hoe의 所要剪斷力 測定은 實驗의 精密度를 높이기 爲해 그림 (3)과 같은 dynamic strain gage system을 使用하였다.

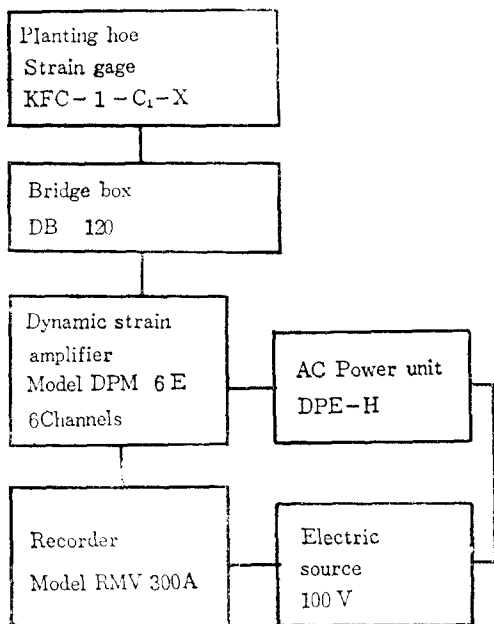


Fig. 3. Block diagram of measuring instrument.

4. 實驗方法

本大學 實驗園場에서 mat 苗를 育苗하여 30日, 40日 苗에 對하여 素質을 調査하였으며, mat 苗에 對한 剪斷力 측정은 精密度를 높이기 爲하여 室內 實驗

을 實施하였다.

測定時 移秧機를 停止狀態로 놓고 植付hoe의 crank 回轉速度를 160rpm으로 作動시켰으며, mat 苗의 土壤含水比 및 剪斷幅을 變化시켜 苗의 所要剪斷力을 測定하고 recorder로 記錄하였다.

또한 植付 hoe와 흙의 附着을 防止하기 爲하여 植付 hoe 밑에 水槽를 設置하였다.

IV. 結果 및 考察

1. Mat 苗의 素質 調査

各 處理區마다 育苗日數 30日, 40日 別로 草長, 葉齡 및 뿌리길이를 調査한바 結果는 表(1)과 같다.

Mat 苗의 草長은 30日 苗에서 14.4cm, 40日 苗에서 18.2cm로 一般的으로 Indica type에서 보다 Japonica type에서 크게 나타났고, 密播보다 薄播에서 큰 값으로 나타나 金 等¹⁾의 研究結果와 잘 一致하고 있다.

葉齡은 30日 苗에서 평균 4.3, 40日 苗에서 5.2이었고, 全 品種에서 播種密度가 작을수록 成長度가 큰 傾向이었다.

뿌리는 Indica type보다 Japonica type에서 길게 나타났으며 30日 苗에서 4.5cm, 40日 苗에서 5.3cm이었는데 通일이 4.1cm 및 4.9cm로 가장 짧게 觀察되었다.

2. 移秧機 植付 裝置의 機構學의 分析 및 植付 hoe의 安全度 檢定

實驗에 使用된 移秧機의 link式 植付裝置는 그림 (4)와 같고 이의 機構學의 分析은 Francis H' Raven의 解析의 方法으로 分析 하였고²⁾ 移秧機의 走行이 停止된 狀態에서 植付 hoe의 作動範圍는 幅 12.7cm, 높이 24.5cm로 算出되었다.

並河²⁾의 研究報告에 依하면 crank 回轉數 240 rpm일 경우 剪斷速度는 2.0m/sec이었으나 本實驗에서는 160rpm일 경우 剪斷速度 1.32m/sec, 加速度 81.5m/sec²으로 나타났으며 速度 및 加速度方程式은 다음과 같다.

$$U_x = -R_2 \cdot \omega_2 \cdot \sin(\theta_2 + \phi) - R_3 \cdot \omega_3 \cdot \sin(\theta_2 + \theta_3 + \phi) - U \cdot \omega_3 \cdot \sin(\theta_2 + \theta_3 + \phi + \psi) \dots (1)$$

$$U_y = R_2 \cdot \omega_2 \cdot \cos(\theta_2 + \phi) + R_3 \cdot \omega_3 \cdot \cos(\theta_2 + \theta_3 + \phi) + U \cdot \omega_3 \cdot \cos(\theta_2 + \theta_3 + \phi + \psi) \dots (2)$$

여기서 U_x : x座標 方向의 速度(m/sec)

Table 1. The growing characteristics of the seedlings

Treatment	Item	Plant height (cm)	Number of leaves	Root length (cm)	Treatment	Item	Plant height (cm)	Number of leaves	Root length (cm)
A-350-30		13.8	4.1	4.3	A-350-40		19.1	5.1	5.3
300-30		14.5	4.2	4.5	300-40		19.4	5.6	4.9
250-30		15.3	4.3	4.3	250-40		19.6	5.4	4.8
B-350-30		14.9	4.1	4.8	B-350-40		18.3	5.2	5.6
300-30		14.1	4.2	5.0	300-40		18.6	5.2	6.2
250-30		14.8	4.4	5.5	250-40		18.7	5.5	6.4
C-350-30		14.0	4.3	3.9	C-350-40		16.2	4.9	4.6
300-30		13.9	4.4	4.3	300-40		16.6	4.8	4.9
250-30		15.7	4.7	4.1	250-40		16.4	5.0	5.2
D-350-30		13.8	4.5	4.8	D-350-40		17.9	5.0	5.1
300-30		14.4	4.4	4.7	300-40		18.0	5.1	5.0
250-30		14.0	4.4	4.6	250-40		18.0	5.3	5.4

A: Variety Milyang No. 15 350: Sowing density (cc/seedling case) 30: seedling age (days)
 B: " Akibare 300: " " (") 40: " " (")
 C: " Tongil 250: " " (")
 D: " Milyang No.23

Uy : y座標 方向의 速度(m/sec)

$$Ax = -R_2 \{ a_2 \cdot \sin(\theta_2 + \phi) + \omega_2^2 \cdot \cos(\theta_2 + \phi) \} - R_3 \{ a_3 \cdot \sin(\theta_2 + \theta_3 + \phi) + \omega_3^2 \cdot \cos(\theta_2 + \theta_3 + \phi) \} - U \{ a_3 \cdot \sin(\theta_2 + \theta_3 + \phi + \psi) + \omega_3^2 \cdot \cos(\theta_2 + \theta_3 + \phi + \psi) \} \dots \dots \dots (3)$$

$$Ay = R_2 \{ a_2 \cdot \cos(\theta_2 + \phi) + \omega_2^2 \cdot \sin(\theta_2 + \phi) \} + R_3 \{ a_3 \cdot \cos(\theta_2 + \theta_3 + \phi) + \omega_3^2 \cdot \sin(\theta_2 + \theta_3 + \phi) \} + U \{ a_3 \cdot \cos(\theta_2 + \theta_3 + \phi + \psi) + \omega_3^2 \cdot \sin(\theta_2 + \theta_3 + \phi + \psi) \} \dots \dots \dots (4)$$

여기서, Ax : x座標 方向의 加速度(m/sec²)

Ay : y座標 方向의 加速度(m/sec²)

Mat苗의 剪斷力을 容易하게 測定할 수 있도록 植付

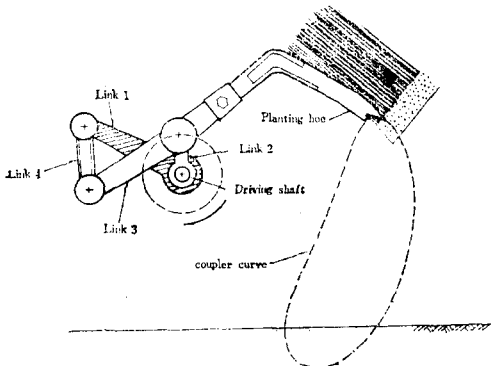
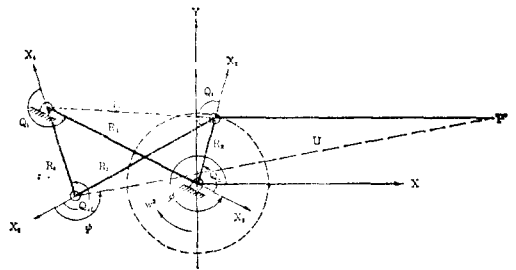


Fig. 4. Pranting mechanism of the rice transplanter.

hoe의 斷面係數를 1/5이 되도록 變形시켜 시험用 hoe를 製作한 결과 實驗實施 期間에 塑性變形을 일으키지 않았다.

이러한 結果는 移秧機에 使用되고 있는 植付 hoe는 mat苗의 剪斷에 所要되는 最高 剪斷力 4kg/hill에 對하여 充分한 安全率이 있는 것으로 認定된다.



Planting mechanism

- R₁ 11.5cm R₂ 4.8cm
- R₃ 11.0cm R₄ 6.5cm
- U 29.05cm ϕ 332.4°
- ψ 160.91° ω 5.4 rad/sec

Fig. 5. Schematic diagram of the planting mechanism.

3. 品種에 따른 mat苗의 所要剪斷力

그림 (6)에서와 같이 剪斷幅 14mm일때 30日 苗의 品種에 따른 所要剪斷力은 Indica type의 統一

및 密陽 23號는 2.1kg, Japonica type의 密陽15號 및 아끼바레는 2.0kg으로 그 差異는 아주 적었다.

40日 苗에서 品種別 所要剪斷力의 差異는 크게 나타났으며 mat 苗의 土壤含水比 30%에서 密陽15號 2.5kg, 아끼바레 3.1kg, 統一 2.3kg, 密陽23號 2.9kg으로 나타나 一般적으로 密陽15號 및 統一區에서 보다 아끼바레 및 密陽23號區에서 所要剪斷力이 20%程度 크게 나타났는데 剪斷幅 10mm일 경우에도 이와 類似한 傾向을 보였다. 이러한 結果는 育苗日數가 40日로 延長될 경우 密陽15號 및 統一區

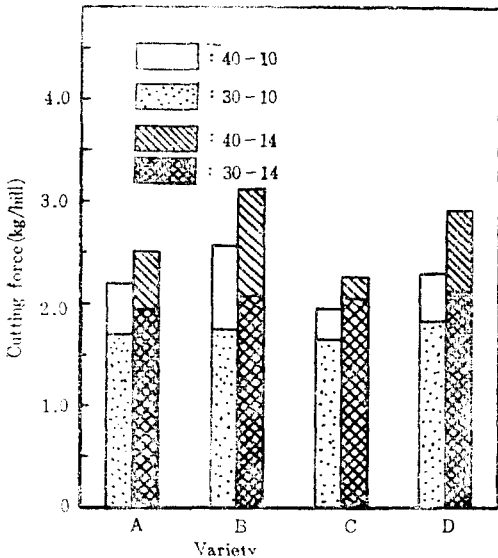


Fig. 6. The comparison of the cutting force for varieties. (w=30%, d.b)

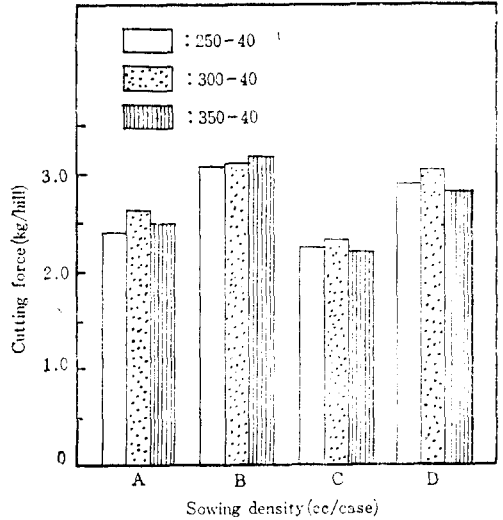
다 아끼바레 및 密陽23號에서 發育이 良好하여 뿌리의 剪斷抵抗力이 增加하는 것으로 認定된다.

4. 播種密度가 所要剪斷力에 미치는 影響

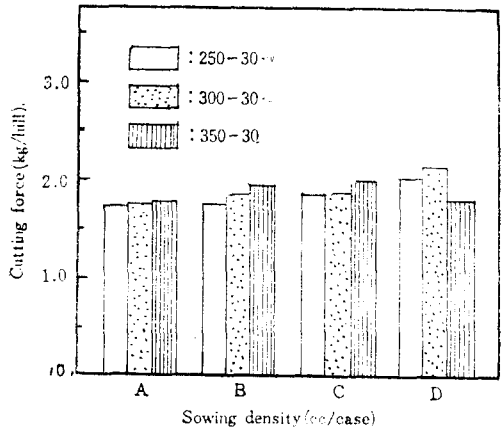
播種密度가 所要剪斷力에 미치는 影響은 그림 7의 (a) 및 (b)와 같이 剪斷幅 14mm일 때 30日 苗에서 播種密度가 增加함에 따라 一般적으로 所要剪斷力은 增加하여 品種別로는 密陽15號는 1.9kg에서 2.0kg으로, 아끼바레는 2.0kg에서 2.2kg으로, 統一은 1.9kg에서 2.2kg으로, 密陽23號는 2.0kg에서 2.3kg으로 增加하여 5%~16%의 적은 增加率을 나타냈는데 이는 播種密度에 따른 苗本數의 增加로 所要剪斷力이 약간 增加하는 것으로 認定된다.

40日 苗에서 播種密度에 따른 剪斷力은 密陽15號 2.4kg~2.6kg, 아끼바레 3.1kg~3.2kg, 統一 2.2kg~2.3kg, 密陽23號 2.7kg~3.0kg으로서 全品種

에서 적은 變化를 보였으며 播種密度 250cc, 350cc보다 300cc에서 多少 크게 나타났는데 이러한 現象은 育苗日數가 40日로 延長됨에 따라 密播區인 350cc에서 養分競爭으로 인한 生育遲延으로 剪斷力이 減少한 것으로 여겨진다.



(a) 40—days old seedling.



(b) 30—days old seedling.

Fig. 7. The comparison of cutting force. (w=30%, d.b)

5. 育苗日數가 所要剪斷力에 미치는 影響

育苗日數와 移秧時 所要剪斷力의 關係는 그림 (8), (9)와 같으며 14mm幅으로 剪斷할 때 各品種別로 30日 苗에 比하여 40日 苗에서 큰 增加를 보였는데 統一이 2.06kg에서 2.27kg으로 10%의 적은 增加率을 보였고 密陽15號는 1.94kg에서 2.29kg으로 29%, 密陽23號는 2.12kg에서 2.87kg으로 48%

壓密로 인한 株當 苗本數의 增加에 基因하는 것으로 認定되며 圃場作業時 이러한 現象은 密植의 原因이 되고있다.

30日苗에 있어서는 苗의 發育程度가 낮아 뿌리의 剪斷抵抗力이 작아 sliding 現象이 일어나도 剪斷力이 增加하지 않았고 土壤含水比 減少에 따른 剪斷力의 減少傾向은 大端히 緩慢하였다.

따라서 水稻移秧機의 作業에 適合한 mat苗의 土壤含水比는 sliding 現象이 일어나지 않고 所要剪斷力이 적은 30%에서 40% 사이라고 생각된다.

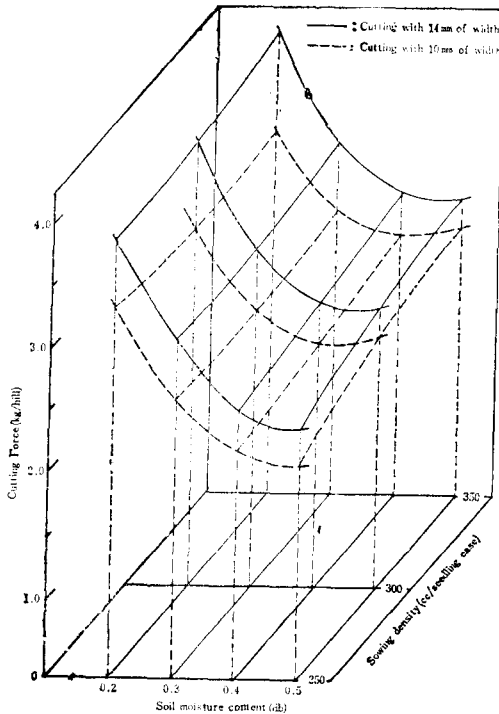


Fig. 11. Effects of soil moisture content and sowing density on the cutting force, Akibare, 40-days old seedling.

7. 剪斷幅과 所要剪斷力의 關係

剪斷幅에 따른 所要剪斷力의 變化는 그림 (6)과 같이 30日苗의 경우 剪斷幅 10mm일때 1.7kg, 14mm에서 2.1kg으로 25%程度의 差異를 보였으며, 40日苗의 경우는 10mm로 剪斷할때 2.2kg보다 14mm에서는 2.7kg으로 32%의 增加를 보여 剪斷幅이 增加함에 따라 所要剪斷力이 增加하였는데 이는 剪斷幅이 增加할때 株當本數의 增加에 基因하는 것이며, 그림(10) 및 (11)과 같이 播種密度, mat 苗의 土壤含水比에 큰 影響을 받지 않았다.

8. Mat苗의 土壤含水比와 剪斷後 뿌리길이의 關係

剪斷된 苗의 뿌리길이는 mat苗의 土壤含水比에 依하여 큰 影響을 받으며 30日苗의 경우 그림 (12)에 나타난 바와 같이 含水比가 클때 뿌리길이도 크게 나타났고 이들의 關係를 式으로 나타내면 다음과 같다.

$$y = 4.147 - 11.384x + 28.854x^2$$

여기서, y: 剪斷後 뿌리길이 (cm)

x: mat苗의 土壤含水比(%, d.b)

剪斷幅의 變化에 따른 剪斷後의 뿌리길이는 30日苗에서 剪斷幅 10mm일때가 14mm보다 10%적게 나타났으나 모두 2.6cm以上이었으므로 1.2cm로 斷根處理를 하여 移秧했을 때 生育에 큰 支障이 없었다고 發表한 崔等²⁾의 研究結果에 비추어 mat苗의 土壤含水比 20%일경우 까지 機械移秧을 實施하여도 水稻의 生育에는 큰 影響을 주지 않을 것으로 간주된다.

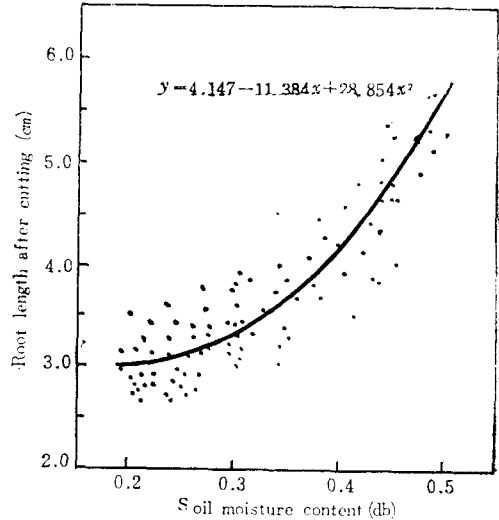


Fig. 12. Root length after cutting on various soil moisture content(30-days old seedling)

V. 摘要

우리나라 實情에 맞는 動力水稻移秧機의 設計資料를 提供하기 爲하여 dynamic strain gage system의 測定裝置를 附着시킨 動力水稻移秧機를 使用하여 品種, 播種密度, 育苗日數, mat苗의 土壤含水比

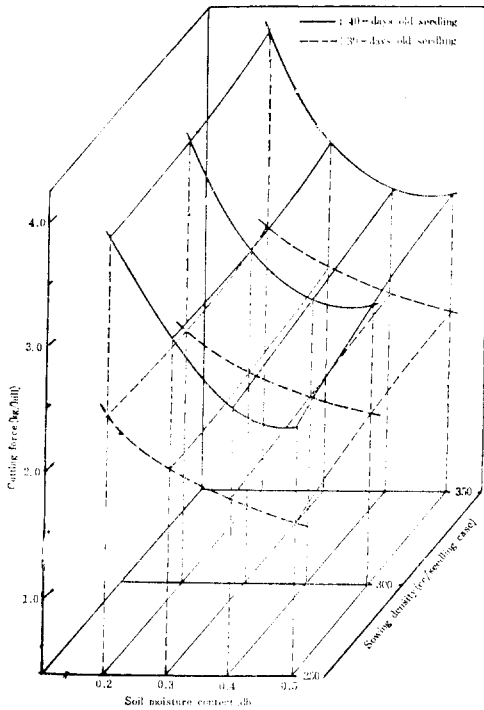


Fig. 8. Effects of seedling age and soil moisture content on the cutting force, Aki-bare, cutting with 14mm of width.

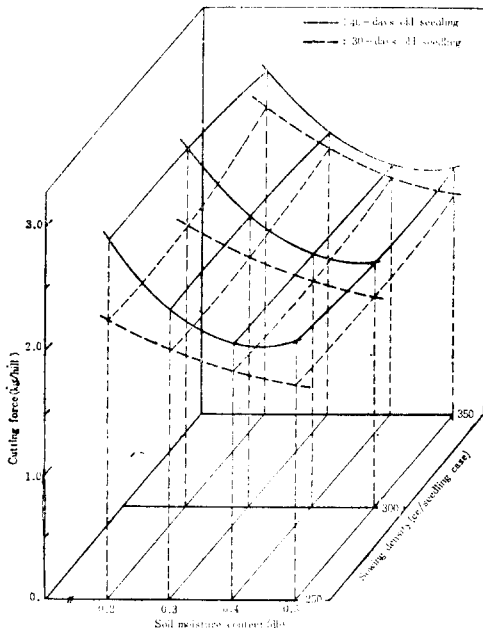


Fig. 9. Effects of seedling age and soil moisture content on the cutting force, Tong-gil, cutting with 14mm of width.

의 큰 增加를 보였다.

이러한 結果는 統一에서 育苗期間의 延長時 生育 障礙를 받아 뿌리의 發育이 遲延되며, 아끼바레는 發育狀態가 가장 良好하였다고 認定된다.

이와 같은 傾向은 剪斷幅 10mm일때도 類似하게 나타났다.

6. Mat 苗의 土壤含水比와 所要剪斷力の 關係

Mat 苗의 土壤含水比와 所要剪斷力の 關係는 그림 (10), (11)에서와 같이 育苗日數 30日, 40日에서 모두 mat 苗의 土壤이 乾燥해짐에 따라 所要剪斷力이 增加하였으며 30日 苗에서 보다 40日 苗에서 높은 增加率을 보였다.

Mat 苗의 剪斷力은 床土의 粘着力 및 內部摩擦角, 뿌리의 剪斷抵抗力으로 分析할 수 있는데 床土의 土壤含水比가 減少하면 粘着力 및 內部摩擦角이 增加함에 따라 剪斷力이 增加하며 30日 苗에 比하여 40日 苗의 뿌리가 더 成長되어 뿌리의 剪斷抵抗力이 增加한 것으로 判斷된다.

또한 40日 苗에서 含水水 40%일때 보다 50%일때 剪斷力이 增加한 것은 移秧機의 傾斜진 苗 받침대 위에서 mat 苗의 sliding이 發生하여 mat 苗 下側部의

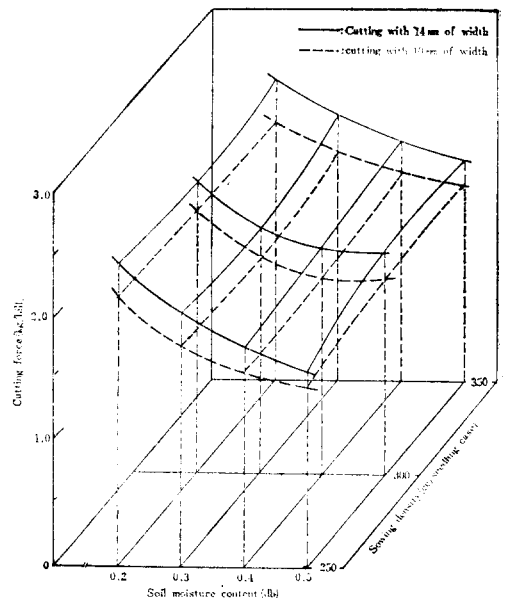


Fig. 10. Effects of soil moisture content and sowing density on the cutting force, Akibare, 30-days old seedling.

및 포기 剪斷幅에 따른 所要剪斷力을 實驗室에서 測定한 結果는 다음과 같다.

1. 植付裝置를 機構學的으로 分析한 結果 crank 回轉速度 160rpm일때 植付 hoe의 mat 苗 剪斷 速度 및 加速度는 1.32m/sec 및 81.5m/sec²이 었다.
2. 30日 苗에 對한 品種에 따른 所要剪斷力은 Japonica type이 2.0kg, Indica type이 2.1kg으로 나타나 적은 差異를 보였다.
3. 40日 苗에 對한 品種別 剪斷力은 密陽15號 및 統一에서 2.5kg 및 2.3kg으로 나타났고, 아끼 바레 및 密陽23號에서 각각 3.1kg 및 2.9kg으로 나타나 아끼바레 密陽23號가 25%정도 더 큰 힘이 所要되었다.
4. 播種密度에 따른 所要剪斷力의 差異는 적게 나타나 5%정도에 불과했다.
5. 育苗日數에 따른 所要 剪斷力은 40日 苗에서 2.7kg, 30日 苗에서 2.0kg으로 30日 苗에 比하여 40日 苗가 약 38% 크게 나타났다.
6. Mat 苗의 土壤含水比가 減少함에 따라 所要剪斷力은 增加하였다
7. 30日 苗에 있어서 剪斷後 뿌리 길이는 mat 苗의 土壤含水比가 減少할수록 적게 나타났으며 最低 2.6cm이었다. 이들의 關係式은,

$$v = 4.147 - 11.384x + 28.854x^2$$
여기서 y: 剪斷後 뿌리 길이(cm)
x: mat 苗의 土壤含水比(% , d.b)
8. 40日 苗에서 所要剪斷力은 剪斷幅에 따라 變化 하였으며 所要剪斷力은 剪斷幅 14mm 및 10mm 일때 各各 2.7kg 및 2.2kg으로 10mm 剪斷時에 比하여 14mm 剪斷時가 약 32% 더 所要되었다.

參 考 文 獻

1. 崔在甲, 全龍雲. 1972. 水稻移秧機 製作과 그 의 實用化에 關한 研究. 韓國農工學會誌, 14(4) : 17-32.
2. 한성금, 김성래, 김홍윤, 신건성. 1971. 水稻 移秧機의 機種別 圃場試驗. 農工利用研究所 論文集 第1卷.
3. 한성금, 김성래, 김홍윤. 1971. 人力 水稻移秧 機 試作機 製作試驗. 農工利用研究所 論文集 第1卷.
4. 韓國科學技術研究所. 1977. 農業機械 製造業 育成方案 樹立에 關한 調查研究.

5. 廣島縣 農業試驗場. 1974. 水稻의 中苗移植의 機械化에 關する 試驗.
6. 北海道 北見 農業試驗場. 1975. 水稻移植用 型 枠苗에 關する 試驗.
7. 市川眞祐, 伊佐 務, 木谷 收, 野村仁丸. 1972. 田植機의 走行性에 について(第一報)—驅動 톨크와 フロ트의 接地壓—日本農機誌34(3) : 220-227.
8. 岩手縣 農業試驗場. 1973. 田植機의 利用性能에 關する 試驗.
9. Kim, Kyeong Uk. 1977. An analytical method for kinematic analysis of the planting mechanism of a rice transplanter. Korean Society of Agricultural Machinery. 2(2) : 15-36.
10. Kim, Kyeong Uk. 1977. Field test on three thran splanting systems. Agricultural Engineering Department, IRRRI, Philippines.
11. 金文圭, 金聲來, 安壽奉. 1978. 水稻의 播種樣式과 播種量이 移秧機用 苗素質에 미치는 影響. 忠南大學校 農技研報. 5(2) : 49-55.
12. 金聲來, 金映來, 曹在星, 李相祐. 1977. 二毛 作畝에 있어서 水稻移秧機의 實用化에 關한 研究. 忠南大學校 農技研報. 4(1) : 95-104.
13. 九州 農業試驗場. 1973. 田植機의 作業精度에 關する 試驗.
14. 小森盛. 1972. 機械化 水田農業에 における 勞動 分析(第1報)—現用作業機 使用時의 R.M.R—日本農機誌. 34(4) : 358-364.
15. 小森盛. 1973. 機械化 水田農業에 における 勞動 分析(第2報)—耕耘機作業에 における 立地條件と 作業效率의 關係—日本農機誌. 35(1) : 52-57.
16. 小森盛. 1973. 機械化 水田農業에 における 勞動 分析(第3報)—耕耘うん, 代がき作業의 에너지 消費量—日本農機誌. 35(2) : 200-206.
17. 熊本縣 農業試驗場. 1975. 中成苗用 田植機 栽培試驗.
18. 梁桐, 陳金樹, 彭添松. 1963. 臺灣水稻栽培 機械化之研究 中國農業工程學會. 9(1).
19. 三甫 保, 橋口公一. 1947. 稻苗의 物理的 性狀에 關する 研究. 日本農機誌. 9(1) : 50-52.
20. 長野縣 農業試驗場. 1973. 田植機 性能試驗 報告書.
21. 並河清. 1970. イネ 苗의 ヤング率에 について. 日本農機誌. 32(2) : 193-197.
22. 並河清. 1970. 水田의 おうとつと 田植機의 上

- 下變動. 日本農機誌, 32(3) : 186—192.
23. 並河清. 1973. 田植機の 回轉型 植付づめの 形状. 日本農機誌, 35(4) : 353—359.
24. 並河清. 1975. リンク式 田植機 植付け 機構の 解析. 日本農機誌, 37(3) : 295—299.
25. 並河清. リンク式 田植機 植付け機構の 総合. 日本農機誌, 37(4) : 533—538
26. Raven, F.H. 1958. Velocity and acceleration analysis of plane and space mechanisms by means of independent position equation. Trans. ASME, Vol. 25: 1—6
27. Ryu, Kwan Hee. 1972. Kinematic analysis of planting mechanism of rice transplanters. Dept. of Agri. Engi. Graduate School, Seoul University.
28. 須藤充, 藍房和, 田原虎次. 1968. 苗帯の 引張, 曲げ, せん断 強さに ついて. 日本農機誌, 30(2) : 83—87.
29. 田原虎次, 藍房和, 須藤充. 1968. 苗帯の 動摩擦係數に ついて. 日本農機誌, 30(4) : 201—205.
30. 田原虎次, 藍房和, 須藤充, 兒玉洋司. 1970. 水稻苗の 引張, せん断曲げ抵抗に ついて. 日本農機誌, 31(4) : 336—338
31. 田原虎次, 藍房和, 施 志勳, 渡邊兼五. 1970. 田植機育苗資材の 開發研究(第1報) 日本農機誌, 32(3) : 242—247.
32. 田原虎次, 藍房和, 須藤充, 兒玉洋司. 1971. 田植機育苗資材の 特性(第2報). 日本農機誌, 33(2) : 210—215.
33. 梁政和. 1977. 農繁期 農作業의 機械化에 關한 經濟的 分析. —移秧斗 收穫作業을 中心으로— 國立農業經濟研究所 農業經濟研究報告 No. 87.