

水稻基部防除用 붐-型 株間 撒布 裝置 開發에 關한 研究[†]

Development of A Boom Sprayer for Effective Pest-and-Disease Control on Densd Paddy Stems

鄭 昌 柱* · 張 榮 暢*

Chung, Chang Joo · Chang, Young. Chang

Summary

Spraying method from the paddy-field levee is known to give insufficient penetration of the spray droplets to the rice stem of the densely grown plants, which is generally encountered at the last stage of rice growth. This study was intended to investigate the spraying system to solve this existing problem. As an approach, it was attempted to develop the boom-with-nozzle, between-the-row application system. Several types of nozzles and their different arrangements in the boom were tested in the field to measure the penetration-reaching distance and the uniformity of spray droplet distribution.

The results of the study are summarized as follows:

1. Field experiments by the spraying method from the paddy-field levee showed to have practically no penetration of the spray droplets to the portion of the plant stem with the normal flow volume generally applied and thus need for improving present spraying method.
2. It was found that, considering both the uniformity of the spray droplet distribution and performance rate, the most efficient type of nozzle in the between-the-row boom-type spraying system was one that has core-insert hollow-cone with some clearance between the cone and tip.
3. When tested by applying the spraying method of between-the-row, the nozzle pressure did not affect the uniformity of spray droplet distribution. However, the nozzle pressure had a positive effect on the penetrating-reaching distance of the facing side of the rice stem and did not affect much on that of the opposite face of the stem. It was also found that the maximum pressure to affect the penetration-reaching distance was about 10 kg/cm^2 .
4. The uniformity of the spray droplet distribution in the between-the-row system was greatly affected by the height and orientation of the nozzles in the boom. Based on experimental work for the different type of the boom-with-nozzle arrangements, it is recommended that the position of nozzle is set at about 0.45 m above the ground and two nozzles in the boom are oriented to be faced with each other with some angle such that the droplet stream from the nozzle would not directly face with each other.

1. 緒 論

病虫害의 철저한 防除는 食糧增産을 위해 매우 중요하다. 그런데 近來에 收量增大를 위하여 多收穫品種을 개발, 보급함에 따라 水稻栽培가 多肥密植의 傾向으로 되었고, 이 때문에 특히 벼의 줄기와 잎이

茂盛해지는 水稻本齊 後期에는 벼밀구, 문고병 등이 많이 發生되고 있다. 그러나 既存의 防除機로는 藥劑를 벼의 밑줄기까지 浸透시킬 수 없어 防除效果가 떨어지므로 약액이 벼의 줄기부까지 充分히 적시 지도록 多量撒布를 하거나 防除回數를 늘리고 있는 實情이다. 이는 防除作業에 많은 노동력이 요구되는 現實의 非合理性을 그대로 露出시키고 있을 뿐 아니

[†] 이 연구는 1984년도 한국과학재단의 연구비 지원에 의하여 이루어졌음

* 서울대학교 農科大學 農工學科

라 過多한 농약의 使用으로 因하여 公害문제도 惹起시키고 있어 벼의 줄기부 撒布에 적합한 防除機의 개발이 時急히 要請되고 있다.

이의 改善을 위한 한 方法으로 벼 株間에서의 藥劑撒布를 고려할 수 있으며, 나아가 作業能率과 作業條件을 고려하면 株間에서의 藥劑撒布에는 부음型 撒布體係가 적용될 수 있을 것이다.

이에 本 研究에서는 1) 畦畔撒布時 分무입자의 벼 줄기부 浸透性과, 小口徑, 低壓力에서 확산노즐의 噴霧特性을 究明하며 2) 圃場實驗을 통하여 被覆率을 비교, 분석함으로써 株間에서 藥液撒布時 適合한

노즐의 形態와 壓力을 選別하고 3) 上記 實驗에서 分析된 諸因子의 영향과 더불어 boom形態 및 분무 높이가 均一撒布에 미치는 影響을 分析함으로써 궁극적으로 벼줄기부 防除에 適合한 부음型 株間撒布 시스템을 개발하고자 하였다.

2. 實驗裝置 및 方法

本 研究에서는 研究目的에 따라 實驗을 네가지로 나누어 實施하였다. 각 實驗의 내용 및 主要因子, 實驗裝置에 대한 것은 표1과 같다. 實驗에 사용된

Table 1. Experimental design

| Experimental Number | Experimental contents | Main factor | Experimental device | Remarks |
|---------------------|--|---|---|-----------------------|
| 1 | Penetration measurement of sprayed droplets on paddy levee | | · Coverage measuring device | Field Experiment |
| 2 | Spraying characteristic measurement of single nozzle | · nozzle type · tip diameter · pressure | · Patternator · Flow rate measuring device · Camera · Droplet collecting device(shutter) | Laboratory Experiment |
| 3 | Covering characteristic measurement | · nozzle type · pressure | · nozzle moving rail · coverage rate measuring device | Field Experiment |
| 4 | Covering characteristic measurement | · boom type · spray height | · boom moving rail · coverage rate measuring device | Field Experiment |

動力噴霧機는 靑형3 련 플린저型이며 原動機는 5-HP가솔린엔진을 利用하였다. 壓力測定은 브리이든 관 壓力計를 使用하였고, 餘水量을 調節할 수 있는 餘水밸브를 제작하여 이의 開閉程度에 따라 壓力을 調節함으로써 실험중 壓力變動範圍가 $\pm 1 \text{ kg/cm}^2$ 内外로 維持되도록 하였다.

가. 畦畔撒布時 分무입자의 벼 줄기부 浸透程度 實驗

(1) 實驗裝置

被覆率(coverage rate)을 測定하기 위하여, 빛의 밝기를 저항으로 바꿔주는 황화카드늄 광전도셀(cds; 2 PK-63H, 9.0 ϕ ×3.5mm) 4 개를 그림 1과 같

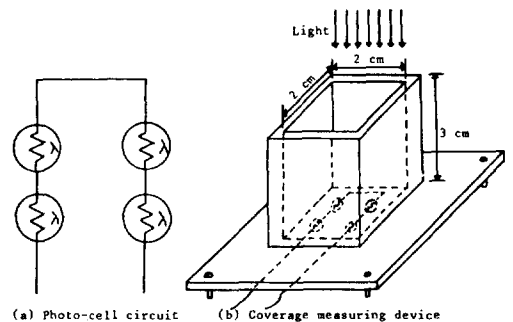


Fig. 1. Schematic diagram of the photo-cell circuit and device for measuring droplet coverage rate

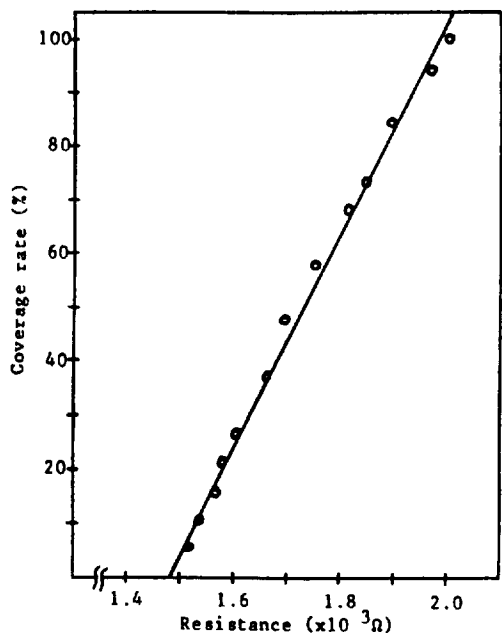


Fig. 2. The correlation between droplet coverage rate and the reading of the resistance

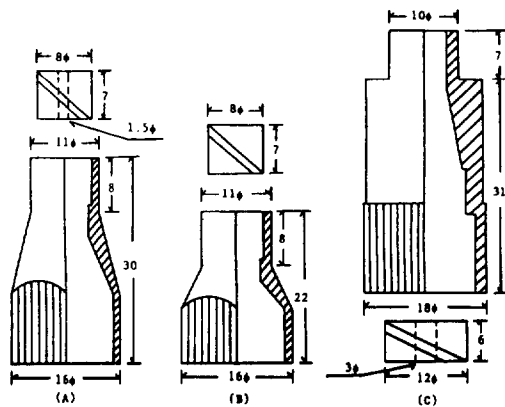


Fig. 3. Configurations and dimensions of three nozzles tested in this experiment

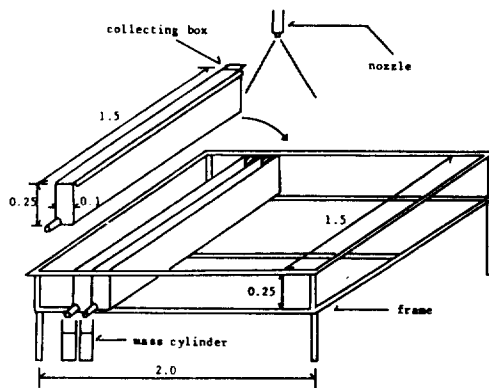


Fig. 4. Schematic diagram of patternator.

이 직렬로 連結하고 上方向 以外的 方向에서 到達된 빛은 感知되지 않도록 周圍를 3cm높이의 隔板으로 密閉시킨 計測器를 제작하였다. 光源으로는 60W 백열전등을 使用하였고, 光源의 세기가 일정하게 維持된 후, Digital Tester(Model/MD-200C, SANWA Co.)를 利用하여 저항값을 測定하였다. 計測器에 대한 분무입자 被覆率과 저항과의 相關關係는 實驗에 使用된 噴霧液을 rotring pen (φ1.0mm)에 注入한 후 試片(시료채취편)에 길이 2cm씩(면적: 20mm×1mm=20mm²) 줄을 긋고 그 때의 被覆率($Y = \frac{\text{피복면적}}{\text{시편면적}} \times 100 \times n, n = 1, 2, \dots$)과 저항값(X)과의 關係를 통하여 구하였다. 被覆率과 저항값과의 關係는 그림 2와 같이 직선으로 나타났으며(被覆率±1.8, reading error), 回歸式은 다음과 같다.

$$Y = 195.63 \times X - 288.12 (R^2 = 0.997)$$

(2) 實驗方法

實驗은 '84年 8月 20日 ~ '84年 9月 20日 사이에 水原 近郊의 20개圃場에서 實施되었다. 畚-上下 各部分의 被覆率 測定은 地面에 垂直되게 4개의 試片을 붙인 試片配置臺를 圃場內에 꽂고, 畚위에서 水平方向으로 분무액을 撒布한 후, 試片被覆率의 測定을 통하여 이루어졌다. 試片은 4cm×4cm크기의 비

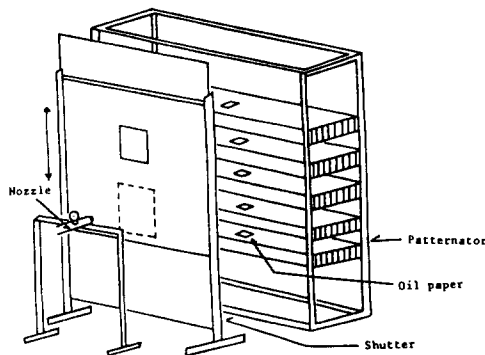


Fig. 5. Schematic diagram of nozzle, shutter and patternator arrangements for collecting spray droplets

널위에 3cm×3cm 크기의 트레이싱지를 붙인 것이며, 試片配置臺의 試片 間隔은 該當圃場에서 벼의 크기를 測定한 후, 크기에 따라 水面위 15cm 정도에서부터 벼의 上部까지 일정하게 하였다. 또한 분무액으로는 물에 1/30 배로 검정색을 넣은 混合液을 使用하였다. 實驗 後, 試片에서 트레이싱지를 떼어 乾燥시켰으며, 이들을 두개의 slide glass 사이에 넣고 被覆率 計測裝置(그림 1 - b)를 利用하여 被覆率을 구하였다.

나. nozzle 形態, 口徑, 壓力에 따른 噴霧特性 實驗

(1) 實驗裝置

供試 nozzle은 시판중인 확산 近距離 nozzle에 대해 構造를 調査한 後, 그림 3과 같은 3가지 類型의 nozzle을 選擇하였으며 nozzle tip의 口徑은 各 nozzle 공히 1.0, 1.3, 1.6mm 3개 水準으로 製作되었다. 또한 nozzle의 噴霧類型(spray pattern)은 그림 4와 같이 1.5m×0.25m×0.1m 크기의 분무입자 收集箱子를 frame에 끼워 넣은 2.0m×1.5m 넓이의 patternator로 測定하였다.

분무입자의 粒徑分佈는 그림 5와 같은 분무입자 採集臺 위에 3cm×3cm 크기의 oil paper를 5 장소에 놓고 그에 落되던 粒子의 粒徑을 測定하여 구하였다. 이때 분무입자가 重複 採集되어 서로 結合되지 않도록 nozzle과 oil paper 사이에 shutter를 設置하여 분무시간을 制約하였다.

(2) 實驗方法

供試 nozzle 3種을 主區에, 口徑(1.0, 1.3, 1.6mm)을 細區에 壓力(5, 10, 15kg/cm²)을 細細區에 配置한 細細區 實驗(Split-split plot design)을 2反復으로 實施하였다. 流量, 噴霧角, 噴霧類型 測定에는 분무액으로 물을 使用하였으며 粒子크기는 물에 1/30 배로 검정잉크를 混合하여 使用하였다. 流量은 저울(精度; ±0.2kg) 위에 bucket를 놓고 분무액을 1분간 직접 噴射하여 測定하고 l/min으로 나타냈다. 噴霧角은 사진촬영 後, 印畫紙에 나타난 角을 각도기로 測定하였다. 粒子크기는 oil paper에 採取된 粒子 100개에 대하여 이들이 완전히 마른 後, 현미경에서 100배로 擴大하여 測定하였다. 실제입자의 크기는 현미경에서 測定된 혼천입자의 크기에 oil paper의 spread factor를 곱하여 환산되었다. 粒子 크기는 0μm부터 最大直徑까지 25μm씩 계급(drop-

let size spectrum)을 두어 記錄하고 다음식⁸⁾에 依據하여 粒數平均粒徑(Number Mean Diameter, NMD)을 구하였다.

$$D_{rep} = \frac{D_u + D_L}{2}$$

$$NMD = \frac{\sum N_i \cdot D_{rep,i}}{\sum N_i}$$

여기에서 D_{rep} : 계급대표입경
 D_u : 계급 위 한계 입경
 D_L : 계급 밑 한계입경
 N_i : 계급 내 입자수

噴霧類型은 patternator 垂直上方向 1m 높이에서 1분간 분무액을 噴射한 後, Mass cylinder로 각 구간의 분무액 부피를 測定하여 구하였다.

다. 株間撒布時 nozzle 形態, 壓力에 따른 被覆特性 實驗

(1) 實驗裝置

nozzle을 移動하는 過程에서 분무높이와 噴射方向을 일정하게 維持하기 위해 5cm×5cm×0.4cm의 L형 angle을 利用하여 그림 6과 같이 길이 2m의 레일을 製作하였다. 분무높이는 레일의 높이를 調整함으로써 調整되도록 하였다.

(2). 實驗方法

本 實驗은 nozzle 形態(A, B, C型)와 壓力(5, 10, 15kg/cm²)에 대한 3²要因實驗으로 圃場에서 2反復 實施되었고, 被覆率의 分析을 통하여 均·撒布程度와 浸透到達性을 究明하고자 하였다.

供試圃場의 狀態는 표 2와 같다.

Table 2. Experimental field condition

| Item | Contents |
|-------------------------------------|----------------------------|
| Variety | Soenam paddy |
| Transplanting date | May 23, 1984 |
| Planting density | 84 hills/3.3m ² |
| Row width×plant spacing(average) | 29cm × 15cm |
| Space between rows columns(average) | 15cm × 11cm |
| Stem length(average) | 59cm |

벼출기부분의 被覆率은 그림 7과 같이 nozzle의 噴射方向(nozzle이동의 垂直方向)에 대해 벼의 앞뒤로 試片을 붙여, 이들 試片의 被覆率을 測定함으로써 구하였다.

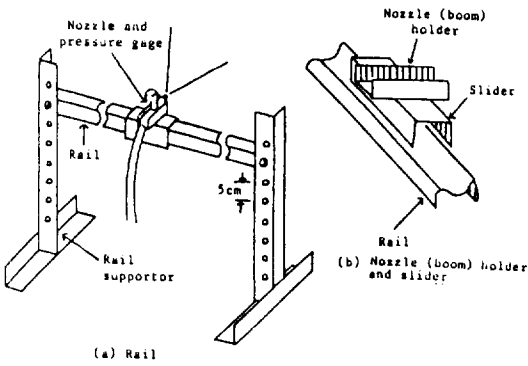


Fig. 6. The rail to maintain uniform height of spraying nozzle in its movement

試片은 4 cm × 4 cm의 비닐위에 3 cm × 3 cm의 트레이싱지를 붙인 것으로 비 앞뒤에 각 3 개씩 (水面위 5, 30, 55cm) 附着하였다.

nozzle의 분무높이는 30cm로 하였으며, 移動速度는 0.5m/sec로 고정하였다. 분무액으로는 물에 1/30 배로 점정染料를 넣은 混合液을 使用하였다.

均一撒布程度는 試片 被覆率의 변이계수 (Coefficient of Variation, C·V) 에 依據하여 比較하였다.

C·V가 작을수록 보다 均一한 撒布가 이루어졌을 意味하며 모든 試片의 被覆率이 같을 때에 0% 가 된다.

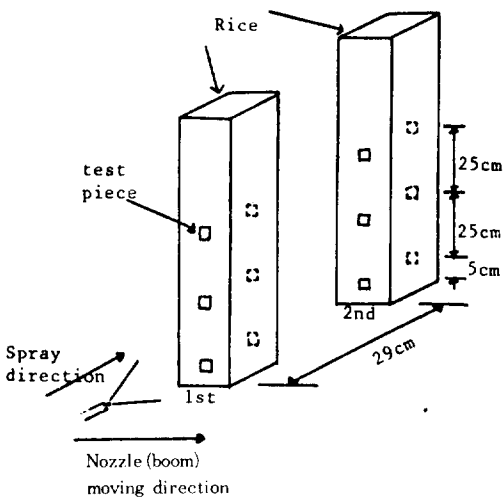


Fig. 7. Schematic diagram of test pieces arrangements.

라. 株間撒布時 boom形態와 분무높이에 따른 被覆特性 實驗

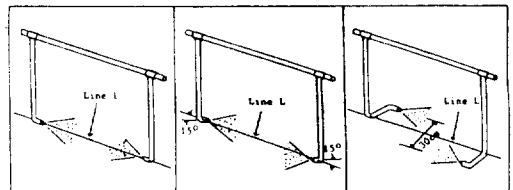
(1) 實驗裝置

그림 8은 boom形態 및 藥液送出管에 대한 概略圖이다. 그림 8-d에 나타난 것과 같은 boom에 대하여 nozzle을 1, 1'에 裝着함으로써 마주 대하는 두 nozzle이 공히 假想直線 L에 있으며 두 nozzle의 噴射方向이 直線 L과 일치하는 boom I(그림 8-a)이 된다. 또한 2, 2'에 裝着함으로써 두 nozzle의 噴射方向이 각각 直線 L에 대해 水平으로 15°씩 엇각을 갖는 boom II(그림 8-b)가 되며, 3, 3'에 裝着함으로써 마주 대하는 두 nozzle이 直線 L에 대해 水平으로 各 15cm씩 30cm의 間隔을 두고 있으며 두 nozzle의 噴射方向이 直線 L에 平行한 boom III(그림 8-c)가 된다. 藥液送出管은 내경 13mm인 동력분무기용 고무호스를 使用하였고 boom은 내경 25mm인 원형아카이프와 2cm × 2cm × 0.1cm의 L형 angle 製作하였다.

被覆率 測定裝置 및 boom移動레일은 다. 實驗에서와 같다.

(2) 實驗方法

本 實驗은 boom形態 3가지와 분무높이(水面 위 15, 45cm)에 대한 3 × 2 要因實驗으로 圃場에서 2



(a) Boom type I (b) Boom type II (c) Boom type III

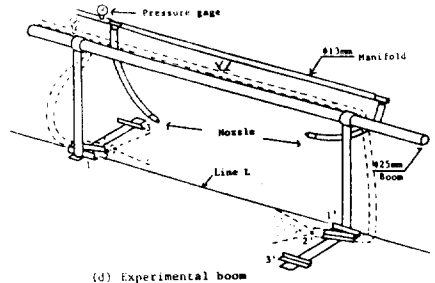


Fig. 8. Schematic diagram of boom types and manifold.

反復 實施되었고 被覆率의 分析을 통하여 二要因이 均一撒布 程度에 주는 影響을 究明하고자 하였다. 供試圃場은 二. 實驗에서와 같다. 試片은 가. 實驗에서와 같고 試片附着은 벼 앞뒤 공히 水面위 5.30, 55cm로 하였다. boom의 移動은 레일위에서 行하였으며 分무높이는 레일의 裝着높이를 調整함으로써 이루어졌다.

噴霧液으로는 물에 1/30倍로 검정染料를 넣은 混合液을 使用하였다. 均一撒布程度는 測定된 試片 被覆率의 變異係數에 依據하여 比較하였다.

3. 結果 및 考察

가. 畦畔撒布時 分무입자의 벼줄기부 浸透性

藥液撒布時 가장 理想的인 境遇는 分무입자가 곁고루 撒布됨과 아울러 이들이 浸透하여 作物全體가 均一하게 被覆되는 것이라 할 수 있다. 즉 理想的인 撒布가 이루어지면 圃場內 作物間, 作物內 各部分間의 被覆率은 같게 된다. 따라서 벼上部와 줄기부間의 被覆率 差異는 分무입자의 浸透程度를 나타낸다고 할 수 있다. 被覆率은 撒布量의 함수임⁴⁾으로 단 순히 被覆率 差異만으로는 圃場間의 입자 浸透程度를 比較할 수 없다. 本 研究에서는 分무입자의 浸透程度를 比較하기 위해 다음과 같은 3개의 指數를 定義하였다.

$$R_1 = \frac{\text{벼 줄기부 평균 피복율}}{\text{벼 상부 평균 피복율}}$$

$$R_2 = \frac{\text{벼 하단 피복율}}{\text{벼 상단 피복율}}$$

$$M = \frac{\text{벼 줄기부 평균 피복율}}{\text{벼 전체 평균 피복율}} \times 100(\%)$$

R₁은 分무입자의 벼 줄기부 浸透程度를 나타내고, R₂는 벼 下段까지의 浸透程度를 나타내며, M은 벼全體가 곁루 被覆되었는가에 대한 벼 줄기부의 %를 나타낸다. 表 3은 試片配置臺의 下部 2개 試片이 벼 줄기부의 被覆率을 나타내고 上部 2개 試片은 벼上部의 被覆率을 나타낸다고 할 때, 20개 實驗圃場에 대한 指數를 提示한 것이다. 이를 보면 각 圃場間에 指數는 비교적 심하게 변하고 있다. 이는 圃場의 狀態나 벼의 成長狀態 등에 따라 입자의 벼 줄기부 浸透程度는 큰 差異가 있음을 나타내는 것으로 생각

Table 3. . Penetration index of sprayed droplets on paddy levee

| Field No. | R ₁ * | R ₂ ** | M***(%) |
|-----------|------------------|-------------------|---------|
| 1 | 0.48 | 0.47 | 65 |
| 2 | 0.22 | 0.15 | 37 |
| 3 | 0.31 | 0.25 | 47 |
| 4 | 0.21 | 0.13 | 34 |
| 5 | 0.22 | 0.15 | 36 |
| 6 | 0.26 | 0.19 | 41 |
| 7 | 0.25 | 0.16 | 40 |
| 8 | 0.58 | 0.50 | 73 |
| 9 | 0.41 | 0.38 | 58 |
| 10 | 0.26 | 0.15 | 42 |
| 11 | 0.44 | 0.40 | 61 |
| 12 | 0.77 | 0.67 | 86 |
| 13 | 0.44 | 0.29 | 61 |
| 14 | 0.55 | 0.40 | 70 |
| 15 | 0.23 | 0.10 | 38 |
| 16 | 0.16 | 0.20 | 29 |
| 17 | 0.21 | 0.16 | 34 |
| 18 | 0.32 | 0.16 | 48 |
| 19 | 0.61 | 0.59 | 76 |
| 20 | 0.40 | 0.35 | 57 |
| Mean | 0.37 | 0.29 | 51.7 |

* $R_1 = \frac{\text{Mean coverage rate of rice stem}}{\text{Mean coverage rate of pedicle}}$

** $R_2 = \frac{\text{Coverage rate at the lower end of rice plant}}{\text{Coverage rate at the upper end of rice plant}}$

*** $M = \frac{\text{Mean coverage rate of rice stem}}{\text{Mean coverage rate of rice plant}} \times 100(\%)$

된다.

全體 圃場에 대한 指數의 平均은 R₁, R₂, M 값이 각 0.37, 0.29, 51.7%로 나타나 分무입자의 浸透程度는 매우 未洽함을 보여 주고 있다. 또한 가장 浸透가 잘 되는 圃場과 가장 浸透가 떨어지는 圃場의 指數는 各各 R₁이 0.77, 0.16 R₂가 0.67, 0.20 M이 86%, 29%였다. 입자浸透의 有效限界를 M, 50%로 할 때(R₁=0.33) 55%의 圃場이 限界以下였으며 이러한 圃場에서는 벼 줄기부防除에 畦畔撒布方式의 適用은 어려울 것으로 判斷된다. 또한 벼 하단까지의 分무입자浸透는 대부분의 圃場에서 잘 이루어지지 않는 것으로 나타났다.

나. nozzle 形態, 口徑, 壓力에 따른 噴霧特性

(1) 流量(flow rate)

그림 9는 口徑, 壓力變化에 따른 各 노즐의 流量을 나타낸 것으로 壓力, 口徑增加에 따라 流量은 增加하나 口徑보다 壓力에 대한 增加幅이 컸다. 노즐 形態에 대해서 比較하면 中子에 구멍이 없는 B型노즐이 가장 적었고 C型, A型노즐 順으로 增加되고 있다.

C型노즐 中子의 구멍직경이 A型노즐에 2배임에 도 流量이 적게 나타나는 것은 C型노즐 内部의 壓力損失이 A型노즐보다 매우 크기 때문에 생각된다. 最大流量은 口徑 1.6mm, 壓力 15kg/cm² 일때 A, C, B型노즐이 4.71, 4.60, 1.84ℓ/min였다.

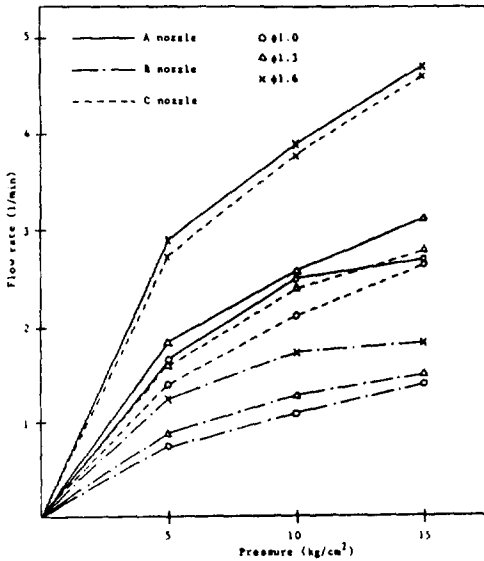


Fig. 9. Flow rate curves for three nozzles tested.

(2) 粒子크기

그림 10은 各 노즐의 입자크기를 壓力, 口徑變化에 따라 NMD로 나타낸 것이다. 이를 보면 입자의 霧化性은 B型노즐이 가장 좋았다. 또한 壓力가 增加할수록 口徑이 減少할수록 NMD는 減少되었다. 最大 NMD는 口徑 1.6mm, 壓力 5kg/cm²에서 A, B, C型노즐이 各 478 μ m, 311 μ m, 439 μ m였으며, 最小 N·M·D는 口徑 1.0mm, 壓力 15kg/cm²에서 223 μ m, 139 μ m, 289 μ m로 A, C型노즐의 霧化性은 좋지 않은 것으로 나타났다. 그러나 C型노즐은 口徑, 壓力變化에 대해 最

大 NMD에서 最小 NMD로의 變化幅이 좁아 비교적 고 큰 입자를 生成한다고 볼 수 있다.

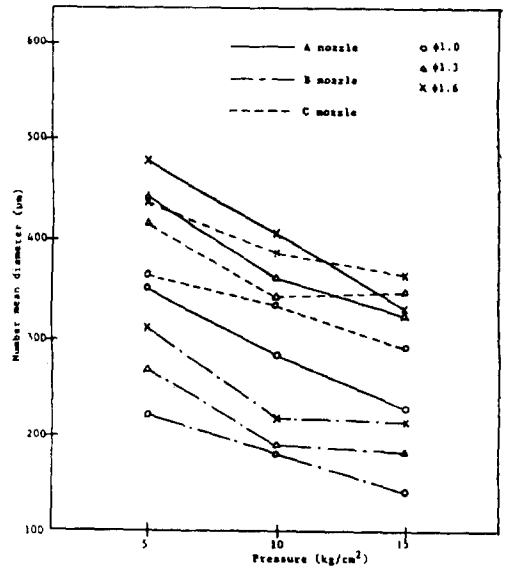


Fig. 10. Droplet size distribution curves for three nozzles tested.

(3) 噴霧角

그림 11은 口徑, 壓力變化에 따라 各 노즐의 噴霧角을 나타낸 것으로 노즐 形態에 따라 뚜렷한 差異를 보이고 있다. B型노즐의 噴霧角이 월등히 큰 것은 中子에 구멍이 없어 모든 噴霧液이 中子의 導溝를 통해 噴出됨으로 분무입자의 側方向 速度가 다른 노즐에 비해 크기 때문에 判斷된다. 또한 C型노즐의 噴霧角이 매우 작은 것은 中子和 tip과의 間隔이 넓기 때문에 생각된다. 壓力, 口徑增加에 따라 噴霧角은 增加되는 傾向을 보이나 壓力의 影響은 매우 작았다. 最大噴霧角은 口徑 1.6mm, 壓力 15kg/cm²에서 A, B, C型노즐 各 各 49°, 85°, 24°였다.

(4) 噴霧類型(spray pattern)

C型노즐은 patternator의 中央部에만 분무액이 集中되는 關係로 噴霧類型을 測定하지 않았다.

그림 12, 13은 patternator 垂直上方向 1m에 노즐을 위치하여 얻은 結果中, 口徑 1.3mm일 때 A, B型노즐의 噴霧類型을 나타낸다. 이를 보면 B型노즐의 噴霧類型은 비교적 고 큰 것으로 나타났으며, 壓力에 影響을 받지 않았다. A型노즐은 中央에 분무액이 集中되었고 壓力增加에 따라 噴霧類型은 점차로 左

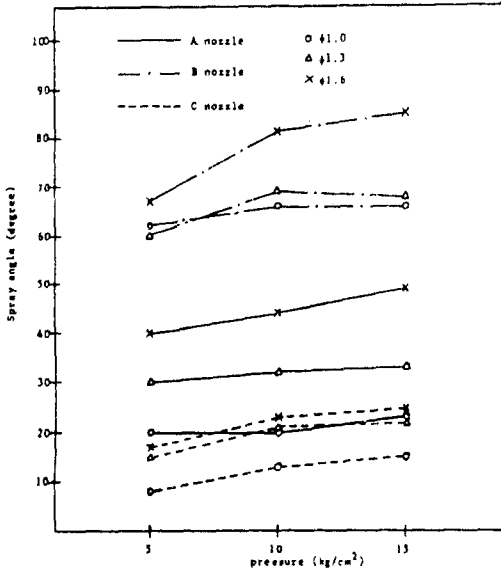


Fig. 11. Spray angles of the three tested nozzles for a varied spraying pressure.

右對稱이 되는 것으로 나타났다. 口徑 1.0, 1.6mm의 境遇에 있어서도 위에서와 같은 傾向을 나타냈다.

다. 株間撒布時 노즐形態, 壓力에 따른 被覆特性

위의 實驗結果에 의하면 口徑과 壓力이 노즐의 噴霧特性에 미치는 영향은 類似한 것으로 나타나, 本實驗은 口徑을 1.3mm로 固定하고 노즐形態와 壓力이 株間撒布時 浸透到達性和 均一撒布程度에 미치는 영향을 究明하고자 하였다.

이 實驗結果에 의하면 벼 앞면과 뒷면의 浸透到達距離와 벼줄기 上, 中, 下部分의 浸透到達距離는 各 各 差異가 있는 것으로 나타났다. 그림 14, 15는 벼 앞면, 뒷면에 대해 노즐形態와 壓力變化에 따른 벼 줄기 上, 中, 下 各 部分의 浸透到達距離를 圖示한 것이다. 그림內 각 %는 浸透到達距離 끝에서 나타난 被覆率을 提示한 것이다. 이를 보면 浸透到達距離는 B型노즐이 가장 작고, 벼 앞면에서는 C型 노즐이 가장 컸으나 벼 뒷면에서는 A, C型노즐間에 差異가 없었다. 또한 壓力이 增加됨에 따라 浸透到達距離는 增加되나 壓力 10kg/cm² 以上에서는 더 이상 增加되지 않는 것으로 나타났다. 노즐形態와 壓力이 同一한 條件에서 벼줄기 下部가 上部보다 浸透到達距離가 크고, 또한 被覆率이 增加되는 것으로 나타났다.

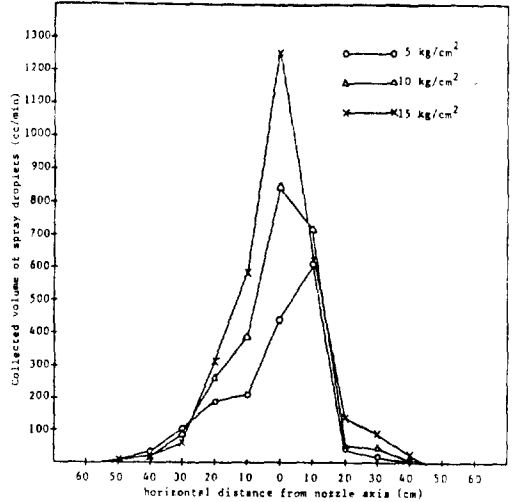


Fig. 12. Spray patterns for A type nozzle at 1.3 mm tip dia.

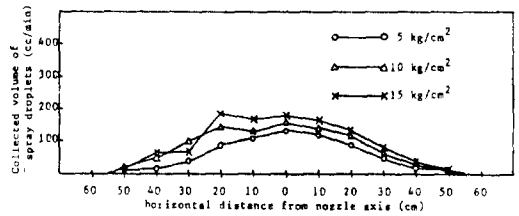
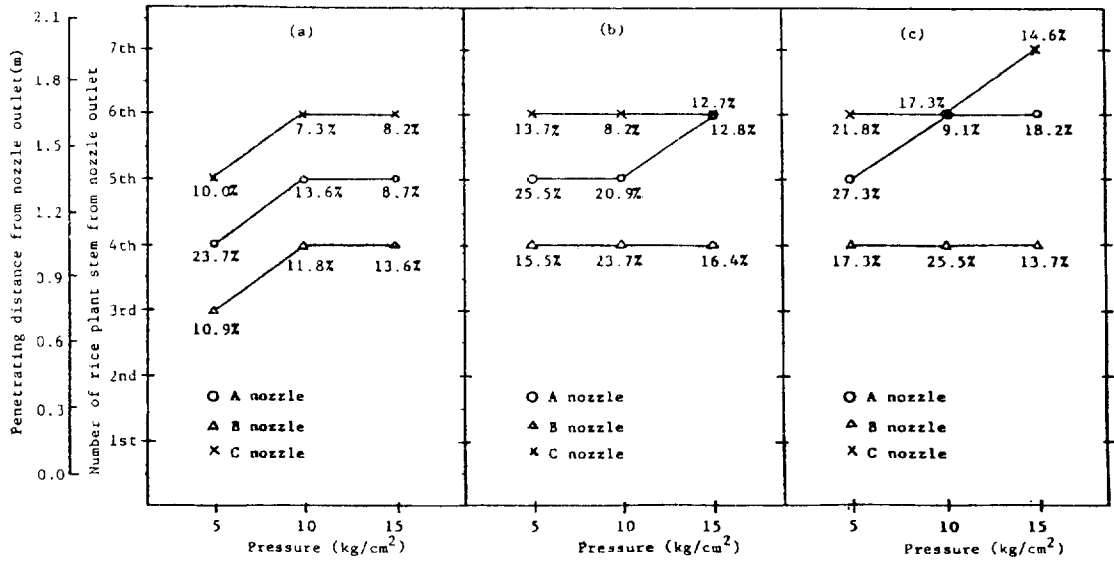


Fig. 13. Spray patterns for B type nozzle at 1.3 mm tip dia.

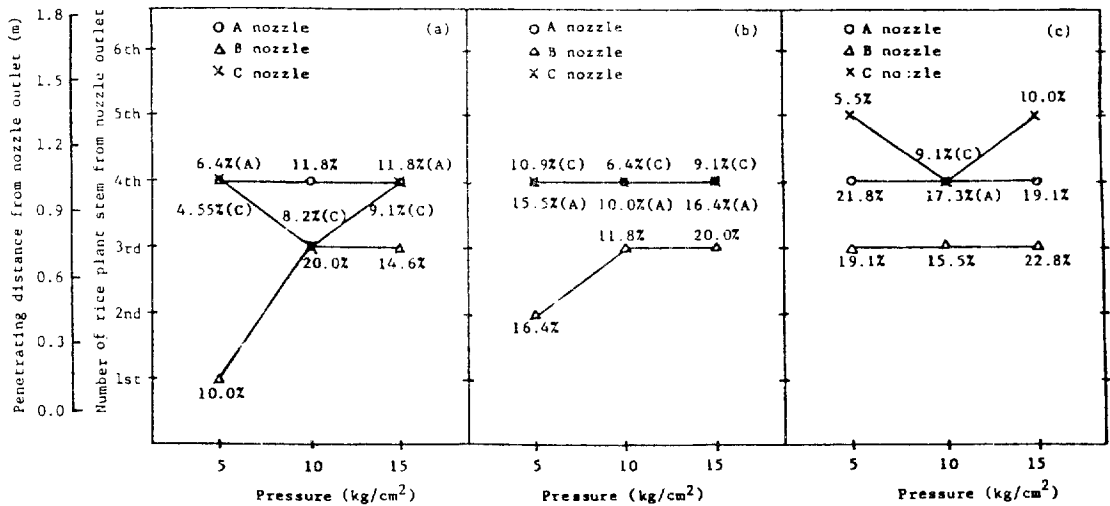
이는 분무입자에 重力이 作用하여 이들이 浸透되면서 점차 밑으로 향하기 때문에 判斷된다.

그림 16은 撒布可能距離內에서 노즐形態, 壓力變化에 따라 벼줄기 全體試片의 被覆率에 대한 變異係數 C·V를 벼 앞, 뒤로 구분해 圖示한 것이다. 撒布可能距離는 노즐形態와 壓力에 따라 그 條件에서 입자의 浸透到達距離로 하였다. 아울러 表 4는 撒布可能距離內에서 노즐形態와 壓力의 各 條件에 대해 平均被覆率을 나타낸 것이다. 그림 16을 보면 C型 노즐은 다른 노즐에 비해 C·V가 월등히 높게 나타나 均一撒布程度가 매우 떨어짐을 알 수 있다. 文獻⁴⁾에 따르면 입자의 크기가 작을수록 均一撒布가 이루어진다고 하였으나, NMD가 월등히 작은 B型노즐이 A型노즐에 비해 均一撒布가 이루어졌지만 그 差異는 크지 않은 것으로 나타났다. 이는 입자의 浸透性을 考慮해 볼 때, B型노즐이 生成한 입자의 크기는 너



(a) : Test piece height above the surface of the water is 55cm (the upper part of the rice stem).
 (b) : Test piece height above the surface of the water is 30cm (the middle part of the rice stem)
 (c) : Test piece height above the surface of the water is 5 cm (the lower part of the rice stem)
 % : The droplet coverage rate of test piece at the limit of penetrating distance.

Fig. 14. Arrival distances of spray droplet between nozzle outlet and the sample collector that placed in the facing surface to spray direction.



(a) : Test piece height above the surface of the water is 55cm (the upper part of the rice stem)
 (b) : Test piece height above the surface of the water is 30cm (the middle part of the rice stem)
 (c) : Test piece height above the surface of the water is 5 cm (the lower part of the rice stem)
 % : The droplet coverage rate of test piece at the limit of penetrating distance.

Fig. 15. Arrival distances of sprayed droplet between nozzle outlet and the sample collector that placed on the opposite face to the spray direction.

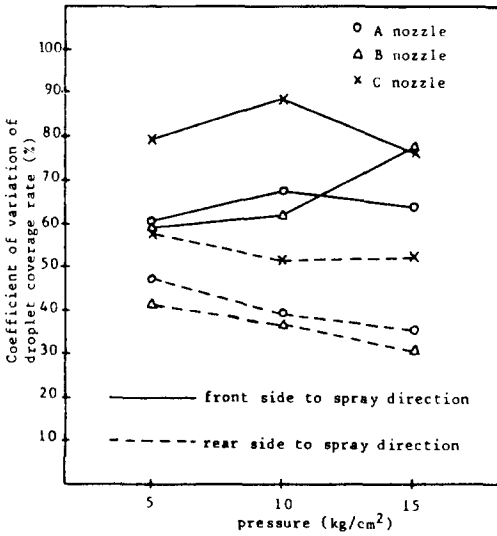


Fig. 16. Coefficient of variation of the droplet coverage rate for nozzle types and pressures.

무 작아 버를 뚫고 充分한 量의 입자가 通過되지 못함으로서 노즐부근의 被覆率이 相對的으로 높아졌기 때문에 思料된다. 또한 株間撒布時 壓力은 均一撒布程度에 影響을 미치지 않는 것으로 나타났다.

表 4 에 의하면 노즐噴射方向과 맞보는 앞면의 平均被覆率은 뒷면에 비해 50%를 훨씬 超過하는 것으로 나타났다. 畦畔撒布로는 뒷면의 입자附着을 거의 기대할 수 없으므로 株間撒布時 벼뒷면의 被覆率은 비교적 높다고 볼 수 있다. 이는 노즐噴射時 發生되는 air stream에 의한 비의 흔들림效果가 株間撒布時에 더 크게 나타나기 때문에 思料된다.

以上的 結果를 綜合하여 考察하면, 作業能率과 均一撒布 兩面을 동시에 考慮할 때 株間撒布에 適合한

Table 4. Mean coverage rates for nozzle types and pressures.

| Nozzle type | | Perssure | | |
|-------------|------------|----------|--------|--------|
| | | A | B | C |
| 5kg/cm² | front side | 40.46% | 26.06% | 36.25% |
| | rear side | 22.98% | 14.08% | 13.42% |
| 10kg/cm² | front side | 47.78% | 39.47% | 33.38% |
| | rear side | 16.67% | 16.56% | 20.49% |
| 15kg/cm² | front side | 49.37% | 37.43% | 37.17% |
| | rear side | 20.00% | 18.89% | 12.43% |

노즐形態는 A型노즐로 判斷된다. 또한 壓力 增加에 따라 浸透到達距離는 增加되는 傾向을 보이나 壓力 10kg/cm² 以上에서는 더이상 增加되지 않았다. 壓力은 均一撒布程度에 影響을 미치지 않는 것으로 나타났다 株間撒布時 벼뒷면의 平均被覆率은 비교적 높게 나타났다.

라. 株間撒布時 boom形態 및 분무높이에 따른 被覆特性

本 實驗은 boom形態와 裝着된 노즐의 분무높이에 따른 均一撒布程度의 差異를 比較, 分析하고자 實施하였다. 上記 實驗의 分析結果에 따라 boom 裝着用 노즐은 A型노즐로, 壓力과 口徑은 各各 10kg/cm², 1.3mm로 하였다. 또한 boom의 노즐配置間隔은 2.4m로 固定하였으며 벼출기 上, 下部의 被覆率着빛을 줄이기 위해 裝着노즐의 噴射角은 水平에 대해 약 10°로 하였다. 그림17은 boom形態와 분무높이에 따른 벼출기부의 被覆率에 대한 C·V값을 圖示한 것이다. 이를 보면 boom I이 C·V가 가장 높게 나타나 均一撒布程度가 매우 떨어짐을 알 수 있다. 또한 분무높이 0.15m에서 boom II는 boom III에 비해 均一撒布程度가 약간 떨어졌으나 분무높이 0.45m에서는 월등히 높은 것으로 나타났다. 분무높이에 대하여 보면 대체적으로 분무높이 0.45m일 때가 0.15m

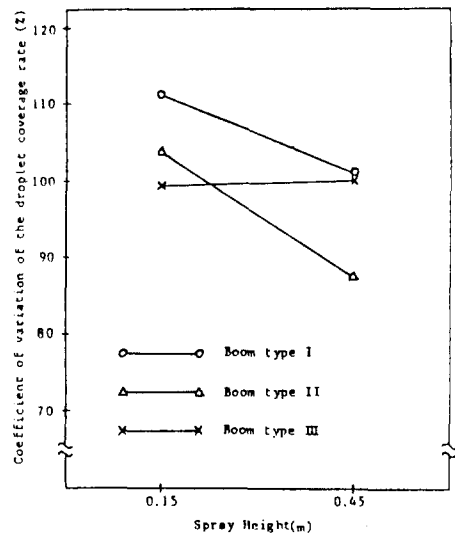


Fig. 17. Coefficient of variation of the droplet coverage rate for the different nozzle arrangements.

일 때보다 均一撒布程度가 좋은 것으로 나타났다.

그림18은 분무높이 0.45m, boom II일 때 裝着된 누노즐사이의 벼줄기上, 中, 下 各 部分의 被覆率을 圖示한 것이다. 이를 보면 벼줄기 上部에 노즐이 위치하여 上部에서는 被覆率變化가 심하고 下部에서는 비교적 被覆率이 均一하게 나타나고 있다. boom I, boom III의 境遇도 위와 같은 傾向을 나타냈으며 분무높이 0.15m에서는 下部의 被覆率變化가 심하게 나타났다.

以上の 結果를 綜合하면, 株間撒布時 均一撒布를 위해서는 boom II를 利用하는 것이 좋으며 분무높이는 0.45m로 하는 것이 바람직한 것으로 判斷된다.

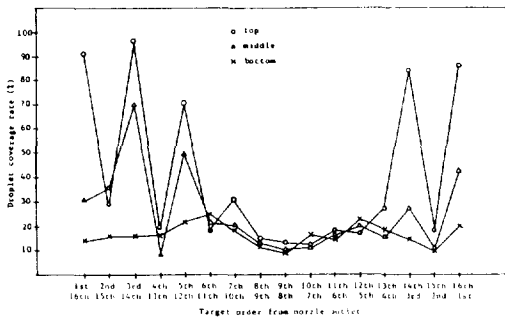


Fig. 18. Spray deposits patterns for the boom type II when the spray height was set at 0.45 m

4. 要約 및 結論

水稻作 病虫害 防除에 널리 利用되는 畦畔撒布方式은 作業能率이 높은 반면, 水稻本齊 後期에 있어 벼줄기부 防除에는 浸透性의 不良때문에 適合치 못한 것으로 指摘되고 있다. 따라서 本 研究에서는 畦畔撒布時 분무입자의 벼줄기부 浸透性을 보다 具體的으로 究明하고자 하였으며, 아울러 벼줄기부 防除에 適合한 부웅형 株間撒布시스템을 開發하고자 이에 關係된 諸因子들이 株間撒布時 浸透到達性과 均一撒布程度에 미치는 影響을 實驗的으로 比較, 分析하였다.

그 結果를 要約하면 다음과 같다.

가. 本齊栽培 後期의 茂盛한 圃場에 대해 畦畔撒布時 분무입자의 벼줄기부 浸透程度를 分析한 結果, 대부분 實驗圃場에서 畦畔撒布로는 분무입자가 벼下 段部까지 잘 浸透되지 못하는 것으로 나타나 이의 改善이 크게 要求되었다.

나. 作業能率과 均一撒布 側面을 同時에 考慮한 때 벼줄기부 防除을 위한 boom型 株間撒布시스템에 알맞은 裝着노즐로는 中子에 구멍이 있고 中子와 tip과의 間隔이 좁은 形態의 노즐이 適合한 것으로 判斷되었다.

다. 壓力은 株間撒布時 均一撒布程度에 影響을 미치지 않았으며, 노즐噴射方向과 마주 보는 벼줄기의 앞면에서는 壓力이 增加함에 따라 浸透到達距離가 增加되었으나 뒷면에서는 별 着異가 없었다. 또한 壓力 10kg/cm²以上에서는 浸透到達距離가 더이상 增加되지 않는 것으로 나타났다.

라. 株間撒布時 均一撒布程度를 向上시키기 위해서는 분무높이를 지면위 0.45m程度로 하고 각 노즐에서 噴射된 粒子的 흐름이 직접 맞부딪치지 않도록 boom에 두 노즐을 各各 다른 方向으로 엇갈려 配置하는 것이 좋다고 判斷되었다.

參考文獻

1. 權純洪, 崔圭洪. 1982. 吐出壓力 및 호스길이가到達性에 미치는 影響에 關한 研究. 韓國農工學會誌 7(2); PP. 30~35
2. 曹永吉, 安然祐, 吳聖根. 1982. 病虫害防除機 作業方法 確立試驗(I). 農振廳 農試報告 24
3. 兒玉義彦, 飯本光雄, 山中捷一郎. 1973. 長管多頭水平ノズルの噴霧量に關する研究. 日本農業機械學會誌 35(2); PP. 178~183
4. Boving P.E. and R.G. Winterfield. 1980, Testing Selected Nozzles for Deposit Efficiency in Aerial Application of Spray. Trans. ASAE 23(1); pp. 36-38, 42.
5. Carlton, J.B. and L.F. Bouse. 1981. Characterizing Spray Deposit on Film by Light Transmission. Trans. ASAE 24(2); pp. 277-280.
6. Carpenter, T.G., D.L. Reichard and A.S. Khan. 1983. Spray Deposition from a Row-Crop Airblast Sprayer. Trans. ASAE 26(2); pp. 338-342, 348.
7. Frost, A.R. and J.R. Lake. 1981. The Significance of Drop Velocity to the Determination of Drop Size Distributions of Agricultural Sprays. J. Agric. Engng Res. 26; pp. 367-370.
8. Goering, C.E. and D.B. Smith. 1978. Equations for Droplet Size Distributions in Sprays. Trans. ASAE 21(2); pp. 209-216.