

噴霧機用 Nozzle의 構造에 관한 研究

Study on the Structures of the Nozzle for the Spray

李相祐*

S. W. LEE

Summary

The aim of this study was to provide the reasonable data for design of the nozzle which produces finer droplets on the same level of the effective travel distance or which transports droplets to the farther target on the reasonable atomization in comparison with the commercial nozzles being used much in Korean rural areas.

Newly designed twin-fluid atomizers with some commercial nozzles were tested in this study, and their results were as follows :

1. The characteristics of the spray deposit distribution of No.1 nozzles for farther target were nearly same in the near or nearer travel distance less than 8m. Therefore it was reasonable to combine the characteristics of the spray deposit distributions of No.2 and No.3 nozzles to those of No.1 nozzle.
2. The effective travel distance was increased with increase of the sectional area of the jet ligament, and the maximum effective travel distance was reached to about 17m.
3. The droplet size was increased with increase of the sectional area of the jet ligament, and the maximum droplet size was produced in the front of the point of the maximum spray deposit distribution.
4. The atomization was excellent in the twin-fluid atomizer in comparison with the hydraulic atomizer and also the effective travel distances were nearly same level in both atomizers.

+ 이 논문은 1991년도 교육부지원 한국학술진흥재단의 자유공모(지방대육성) 과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

* 忠南大學校 農科大學 農業機械工學科

1. 緒論

農作物의 栽培過程 중에서 農藥撒布에 의한 病蟲害 防除作業은 農産物의 增産을 安定하게 도모하는 중요한 作業으로 發展되었다.

現在 우리 나라 水稻作을 中心으로 單位面積當 農藥使用量은 유럽 및 美國에 比하여 6~7倍에 이를 정도로 많이 使用하고 있어 食糧生産의 安定化를 도모하고 있는 反面 이로 因한 環境汚染이나 作業者가 입는 藥害의 심각성도 우려되는 바 크다.

우리 나라 農村에서 防除作業機로 가장 많이 普及, 利用되고 있는 形式은 動力噴霧機에 3噴頭 Nozzle과 총포 Nozzle을 装着시킨 것으로서 (가) 動力源으로는 動力耕耘機 내지 Motor를 農村에서 손쉽게 利用할 수 있고 (나) 作業所要人員이 2~3名으로 機械操作이 간편하고 (다) 動力耕耘機가 進入할 수 있는 小農路를 통하여 作業場에 쉽게 接近할 수 있으며 (라) 作業性能이 比較的 크고 (마) 機械利用 費用이 比較的 低廉한 點 등의 機械特性을 갖고 있다.

그러나 3 噴頭 Nozzle과 총포 Nozzle의 機械特性 중 改善해야 할 2가지 即 噴霧到達距離의 不充分과 噴霧粒子的 過大한 問題點이 있다.

첫째 噴霧到達距離는 우리 나라 水稻畚(논)의 短邊이 약 40m로 많이 構成되어 있으므로 作業者가 撒布作業이 가장 容易한 兩畦畔에서 作業하는 경우 噴霧到達距離가 短邊의 折半인 20m 이상은 되어야 한다. 現在 우리 나라 農村에서 使用되고 있는 畦畔 Nozzle의 噴霧到達距離는 약 13~17m 범위에 속하고 있다.

두번째로 畦畔 Nozzle에서 生産되는 噴霧粒子的의 크기는 生物學的 防除效果에 기초한 MMD 150~400 μ m 보다 큰 경향이다.

더욱이 噴霧到達距離를 增大시키고자 噴口의 크기가 ϕ 3mm 이상인 경우에는 噴霧 粒子가 더욱 過大하여 作物에 附着되는 粒子的의 附着率은 低下되고 藥劑의 使用量도 增加되어 經濟的 損失 및 環境汚染을 초래하고 있다.

本 研究의 目的은 現在 우리 나라 農村에서

使用하고 있는 畦畔 Nozzle을 기준하여서

- ① 噴霧到達距離가 同一水準의 噴霧粒子 크기에 增大되거나
- ② 同一水準의 噴霧到達距離에서는 微粒化가 促進되는 噴霧機用 Nozzle의 設計 基礎資料를 마련하고자 하였다.

2. 研究史

가. 噴霧粒子的의 크기

生物學的 防除效果에 適合한 噴霧粒子的의 크기에 關하여 곤충학자 Himel⁽⁸⁾은 20 μ m 以上の 均一한 크기의 粒子的로 보다 넓은 面積에 보다 良好한 防除效果를 期할 수 있다고 말하였으며 Smith⁽¹³⁾ 등은 飛散(Air drift)을 고려하여 140~200 μ m의 크기가 알맞다고 보고하였다.

여러 作物에 對한 粒子的의 適定크기에 關한 綜合研究^(8,13,16)의 結果는 防除 對象物에 따라서 飛行中の 곤충: 10~50 μ m, 作物 잎의 곤충: 30~50 μ m, 作物 잎: 40~100 μ m, 토양과 飛散을 피해야 될 除草劑: 250~500 μ m로 報告하였다.

噴霧粒子的의 크기에 미치는 主要因子는 두가지 即 ① 藥劑의 物理的 性質인 표면장력, 점성 그리고 밀도이고 ② 防除機械의 機械的 特性이다.

표면장력의 要因에 關하여서는 Lane⁽¹⁰⁾을 비롯한 여러학자^(3,4)의 研究結果에서 表面張力은 粒子的의 形態를 球形으로 유지하고 表面張力이 감소할수록 粒子的는 微細化된다고 報告하였다.

6 cp^(3,5) 정도의 粘性은 粒子形成에 별 影響을 주지 않았으며 20 cp^(3,5) 정도에서는 粘性이 클수록 粒子가 增大하였고 물과 空氣의 混合物的 混合 境界의 粘性⁽⁵⁾은 큰 影響이 없었다고 말하였다.

Yates⁽¹⁷⁾는 통상적인 범위의 密度는 별 影響이 없었고 Houghton⁽⁹⁾은 주어진 同一條件下에서 密度가 작을수록 粒子的는 微細化된다고 報告하였다.

現在 使用되고 있는 農藥은 圃場에서 1000倍⁽¹⁴⁾ 정도의 물과 섞어서 使用하고 있으므로 藥劑

의 物理的 性質은 물의 性質에 準한다고 볼 수 있다.

機械의 特性은 ① 構造 및 機能과 ② 作動要因으로 分類된다.

藥劑의 送出이 정상적으로 이루어지고 있을 때 Nozzle의 構造 및 機能에 있어서 Swirl core (渦流芯)가 있는 渦券 Nozzle에 使用되는 動力은 直進分力과 半徑方向分力으로 나누어진다.

半徑方向分力⁽¹¹⁾은 近距離用으로 主로 利用되고 있는 小形 Nozzle에서 噴出되는 流體 내지 粒子를 半徑方向으로 잘게 나누는 剪斷力의 機能으로서 作用하고 있으며 分力速度의 범위는 약 2 m/s 정도이다.

直進方向分力⁽¹¹⁾은 噴口에서 噴出되는 流體 내지 粒子를 噴口 앞의 空氣와 충돌시켜 微粒化함에 직접 기여할 뿐만 아니라 生産된 粒子가 目標物까지 飛行 移動하는 動力源이 되기도 한다.

流體가 噴口 앞의 空氣와 충돌되면 유체의 운동은 물결 모양의 운동으로 진화되고 이때 流體의 速度(V)는 噴장의 길이(λ)와 빈도수(f)로 나타낼수 있다.

$$V = f\lambda \dots\dots\dots (1)$$

Weber⁽¹⁵⁾와 Frost⁽⁶⁾는 粒子의 크기를 결정하는 적정 噴장길이(λ_w)의 算出式을 液劑의 物理的 性質 및 噴出流體直徑으로 나타냈다.

$$\lambda_w = d \left[2 + \frac{6\mu}{(d\rho\sigma)^{1/2}} \right]^{1/2} \dots\dots\dots (2)$$

여기서

- d = 噴出流體直徑
- μ = 液劑의 절대 粘性
- ρ = 液劑의 密度
- σ = 液劑의 表面張力

따라서 Weber의 빈도수는 (3)式으로 표현된다.

$$f_w = \frac{V}{\lambda_w} \dots\dots\dots (3)$$

Bouse⁽¹²⁾는 噴장의 빈도수가 噴霧壓力에 따른

噴出流體 速度의 增加와 더불어 增加한다고 報告하였다.

$$f_b = b_0 + b_1 f_w + b_2 \log P_n + b_3 f_w \log P_n \dots\dots (4)$$

여기서

- f_b = 噴장의 빈도수, Hz
- f_w = 계산된 Weber 빈도수, Hz
- P_n = 動壓力, KPa
- b₀ = 방정식의 절편계수
- b₁, b₂, b₃ = 회귀계수.

Dombrowski⁽³⁾ 등은 噴장의 길이가 유체의 周圍 空氣密度와 反比例의 關係를 갖고 있으며 空氣密度가 大氣壓보다 작을 때에는 큰 영향이 없으나 클 때에는 噴장의 길이가 급속히 減少한다고 보고하였고 그 關係式을 2차式으로 나타냈다.

$$f_d = -a\rho_A^2 + b\rho_A^2 + c \dots\dots\dots (5)$$

여기서

- f_d = 噴장의 빈도수
- ρ_A = 周圍空氣密度
- a, b, c = 常數

따라서 Bouse의 빈도수의 算出式에 Dombrowski의 周圍空氣密度의 要因을 포함시키면 더욱 작은 噴장의 길이를 生産하여 粒子의 微粒化를 促進하리라 예측할 수 있다.

또한 噴口の 크기가⁽¹²⁾ 粒子의 크기에 미치는 영향은 지대하였으며 中空形 渦券 Nozzle에서 粒子의 크기는 噴口の 直徑과 比例 關係로 變하였다.

作動要因으로는 噴霧壓力이 있으며 正常的인 微粒化가 되는 壓力을 適定噴霧壓力이라 칭하고 있으며 Hedden⁽⁷⁾은 그의 研究에서 粒子의 크기는 噴霧壓力의 1/2 乘에 反比例한다고 報告하였다.

나. 噴霧到達距離

防除機械에서 生産된 噴霧粒子를 目標物까지 運盤 移送하는 體制에는 두 가지가 있다.

水壓式 Nozzle에 있어서는 噴射된 粒子가 所有하고 있는 運動 Energy에 依하여 飛行 移動하

므로 運動 Energy 의 法則에 따라서 작은 粒子는 가까운 곳에 飛行落下하고 큰 粒子는 보다 멀리 飛行落下한다.

한편 二流體 Nozzle 즉, Mist 機 같은 構造에서는 粒子의 自然落下의 終末速度(Terminal velocity)⁽¹²⁾가 粒子크기에 따라서 各各 다르고 粒子가 送出되는 空氣에 실려서 飛行移送되므로 작은 粒子는 보다 멀리 飛行落下하고 큰 粒子는 보다 가까운 곳에 浮遊落下 된다.

따라서 畦畔 Nozzle체제에서 均一한 撒布度를 얻기 爲하여서는 水壓式 Nozzle의 粒子 飛行特性和 二流體 Nozzle의 粒子 運送 特性을 調合 並用함이 바람직스럽다.

3. 實驗裝置 및 方法

가. 實驗裝置

1) Nozzle의 設計

本 研究의 Nozzle 設計時 고려한 主要機能은 다음과 같다.

- (㉠) 噴霧粒子의 크기는 適定 噴霧壓力하에서 적정한 범위(MMD 100~400 μ m) 內에 속 하여야 한다.
- (㉡) 有效噴霧到達距離는 水稻畝의 短邊 等을 고려하여 약 20m에 접근하도록 한다.
- (㉢) 撒布度가 豫防撒布시에는 一定水準의 均一性을 유지하도록 하고, 治療撒布時에는 集中性이 있어야한다.
- (㉣) 噴霧作業 性能은 一定한 水準 以上을 유지 하도록 한다.

上記 機能을 遂行하기 爲하여서는 三噴頭 畦畔Nozzle에서 2番, 3番 噴頭는 渦流芯(swirl core)이 있는 渦券 Nozzle을 選定하여 近距離 및 中距離 撒布에 利用하였고 遠距離 撒布에는 渦流芯(swirl core)이 없는 到達形인 총포 Nozzle을 1番 噴頭로 選定利用 하였다.

1番 噴頭의 構造에서 到達機能을 增大하고자 噴口의 直徑을 ϕ 3mm 内外로 定하였고 微粒化를 促進시키고자 藥液속에 空氣를 混合하여 藥液의

粘性과 表面張力を 弱화시키고 아울러 Nozzle 內에서의 空氣混合으로 因한 噴霧壓力低下現象을 피하고자 噴口 끝의 直前에서 藥液과 空氣가 混合되도록 設計하였다.

Nozzle의 渦室內에 空氣의 注入方法으로는 噴口 끝의 藥液噴出速度로 因한 壓力 低下現象을 유발시켜 自然吸入하도록 試圖하였다.

流體의 形狀이 圓柱形으로 噴口에서 噴出되는 所要 直進速度(V)를 李⁽¹¹⁾ 등은 (6)式과 같이 나타냈다.

$$V = \sigma \left[\frac{\rho_a}{2} \sin 2\theta_a - 4(\mu + \eta) \frac{\ell}{r_0} \right]^{-1} \dots\dots\dots (6)$$

여기서,

ρ_a = 주위 공기밀도

θ_a = Nozzle 축에 대한 분사유체의 경사각

η = 액체의 역학적 점성계수

ℓ = orifice의 길이

그러나 噴口內에 空氣吸入管을 設置하면 流體의 斷面積의 變化는 $A = \pi r_0^2$ 에서 $A' = \pi(r_0^2 - r_p^2)$ 로 감소된다. 또한 流體 斷面積의 크기 A를 유지하기 위하여서는 噴口의 斷面積을 확대하고 확대된 噴口內에 空氣流入管을 설치하는 경우에도 噴口에서 噴出되는 中空形 流體가 噴口 앞의 空氣와 충돌되는 접촉 면적 효과는 같다.

따라서 (6)式은 (7)式으로 補正되므로

$$V = \sigma \left[\frac{\rho_a}{2} \sin 2\theta_a - 4(\mu + \eta) \frac{\ell}{r_0} \right]^{-1} \left[1 - \left(\frac{r_p}{r_0} \right)^2 \right] \dots\dots\dots (7)$$

여기서

r_0 = 噴口의 半徑

r_p = 공기유입관의 半徑

$\left[1 - \left(\frac{r_p}{r_0} \right)^2 \right]$ 의 比率以下로 微粒化를 促進하고자 그림 1 과 같이 設計, 試驗製作 하였다.

2) 噴射 및 撒布 裝置

藥液의 噴射裝置는 水壓式으로 設置하였고 空

氣의 注入方法은 噴出流體의 速度增加에 따른 壓力低下現象으로 因한 自然吸入 또는 air compressor를 利用 하였다.

動力噴霧機는 水平 3連 플란저型으로 常用壓力이 30kg/cm², 最高壓力이 40kg/cm²이었고 原動機는 220V, 11kw, RPM 1750 3상 誘導電動機를 利用하였다.

撒布裝置는 噴霧到達距離別 撒布量을 收集하고자 물받이 3.8×0.08m 를 Nozzle 噴口로부터 1m 간격으로 20m까지 噴射方向으로 設置하였다. 또한 噴射方向의 直角方向 즉 左右便의 撒布量을 收集하고자 6m, 8m, 12m, 14m, 16m, 19m, 22m, 25m에 비이커를 中央 地點과 中央線으로부터 左右 65cm 地點에 設置하였다.

壓力계이지는 진동의 영향을 줄이기 위하여 oil 이 내장되어진 것을 利用하였다.

3) 粒子 採集 裝置

撒布된 粒子를 採集하고자 투명한 재료로 만들어진 페트리 접시에 1mm 内外의 깊이로 깨끗한 oil을 담아 噴射方向에 2m 간격으로 배치하였다. 채집된 粒子는 oil속으로 침투되어서 粒子의 증발이나 합병을 피하도록 하였고 粒子分析機(40~10 Image Analyser, Shire Industrial Estate)로 페트리접시의 中心點을 基點으로 前後 左右의 採集된 粒子를 檢出分析하도록 하였다.

나. 實驗 및 分析方法

1) 實驗方法

近距離 및 中距離의 撒布度의 特性을 究明하기 위하여 現在 農村에 많이 普及되어있는 여러 種類形의 Nozzle을 組合하여 噴霧常用壓力 2450 KPa (25 kg/cm²) 정도에서 豫備實驗을 實施한 후

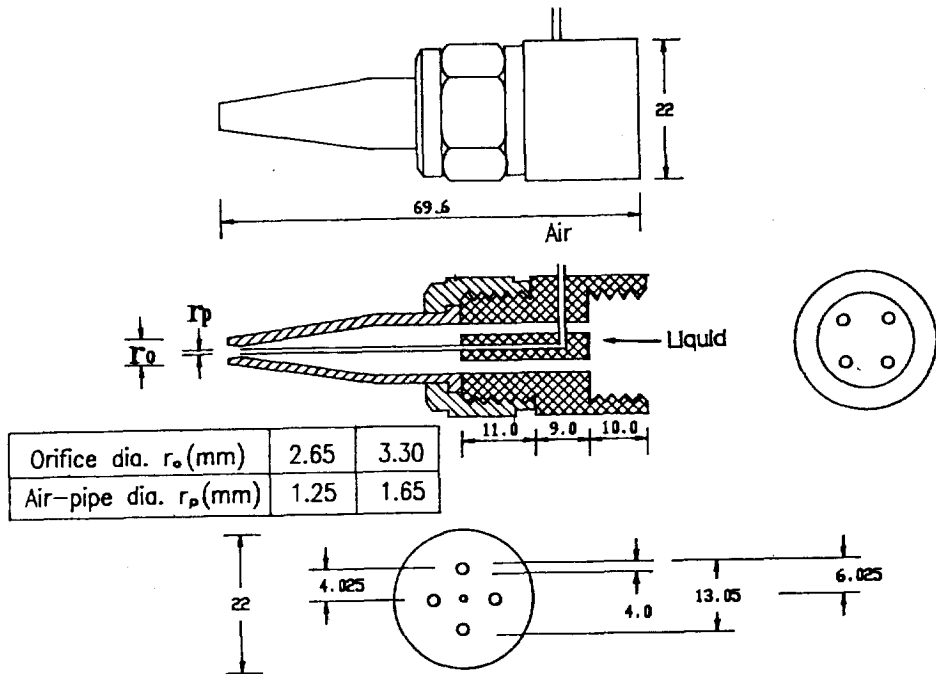


Fig. 1. Design features of twin-fluid nozzles.

Table 1. Experimental design

Exp.No.	Nozzle No.	Orifice Dia.(mm)	Operating Angle(o)	Remarks
I	1	1	+ 15	1) Pressure : 2450 KPa (25kg _f /cm ²) 2) Height : 1m 3) Operating angle + upward angle - downward angle
		2	0	
		3	- 30	
	2	1	+ 15	
		2	0	
		3	- 60	
	3	1	+ 15	
		2	0	
		3	- 60	

Exp.No.	Orifice Dia.(mm)	Air-pipe Dia.(mm)	Sec.area of fluid(mm ²)	Pressure of air(kg _f /cm ²)	Remarks	
II	4	1.8	×	×	1) Pressure of liquid 2942KPa (30kg _f /cm ²) 2) Height : 1m 3) Operating angle 15° 4) Nozzle No.1 5) SA : Suction air	
	5	2.6	×	×		
	6	2.6	1.65	2.65		SA, 1, 2, 3
	7	2.6	1.25	5.51		SA, 1, 2, 3
	8	3.3	1.65	3.38		SA, 1, 2, 3
	9	3.3	1.25	4.29		SA, 1, 2, 3
				6.41		SA, 1, 2, 3
			7.32	SA, 1, 2, 3		

比較的 良好한 組合을 실험 I 과 같이 選定하였다.

실험 I 의 結果에 基礎를 두고 遠距離用 1番 Nozzle의 撒布度의 特性 및 有效噴霧到達距離를 全體的으로 分析檢討하고 微粒化 現象을 究明하고자 常用壓力 2942KPa(30kg_f/cm²)에서 새로 設計製作한 Nozzle(그림 1)을 中心으로 실험을 연이어 實施하였다.

使用한 噴霧液은 20°C 정도의 상수도물을 利用하였고 作業 높이는 地上 1m로 固定 實施하였고 Nozzle의 製作 및 組立上 誤差가 最少化 되도록 每實驗마다 再組立하였으며 噴霧量 採集은 正常運轉中 20 分間의 噴霧量을 收集하여 分當 cc로 換算하였고 粒子의 採集은 正常運轉中 粒子密度의 정도에 따라서 採集時間을 조절하여 粒子의 합병을 피하면서 單粒子를 採集하도록 주의를 기울이었다.

모든 實驗은 3回 以上 반복하였고 바람의 영향

을 받지 않도록 室內에서 實施 하였다.

2) 分析方法

噴霧到達距離에 있어서 近距離 및 中距離의 撒布分布 特性은 豫備實驗 및 실험의 結果를 中心으로 檢討 分析하였고 遠距離에 關하여서는 실험 I 및 실험 II의 結果를 組合시켜 分析하였다.

有效噴霧到達距離는 撒布作業을 畦畔의 兩便에서 遂行하는 경우 最大噴霧到達地點의 끝 部分에서는 撒布量이 중복되는 것으로 가정하여 全體 撒布量의 平均値의 折半 값이 되는 地點까지의 距離로 算出 하였다. 畦畔 Nozzle의 撒布度에서 가장 큰 영향을 미치는 총포형 1番 Nozzle의 遠距離 撒布分布特性은 均等係數에 의하여 分析하였고 粒子의 크기는 MMD(Mass median diameter)로 나타냈다.

4. 結果 및 考察

가. 近距離 및 中距離의 撒布度

豫備實驗 및 실험 I의 結果에서 渦流芯이 없는 총포형 Nozzle의 最大有效 噴霧到達距離는 撒布角度가 15° 前後일때 나타났고 撒布角度 15°의 撒布特性은 2番 및 3番 Nozzle의 特性에 關係없이 近距離 및 中距離 撒布 地域 8~9m 内外에서는 거의 同一한 特性을 나타냈다.

그림 2에서 보는 바와같이 噴霧到達距離 약 8 m 内外까지의 2番 및 3番 Nozzle의 撒布特性은 다양하게 나타내고 있으므로 2番 및 3番 Nozzle의 組合 및 配列方法은 全體 撒布度の 均一性 및 集中性を 고려할때 遠距離用 1番 Nozzle의 撒布特性에 기초를 두고 求함이 合理的이라 思料된다.

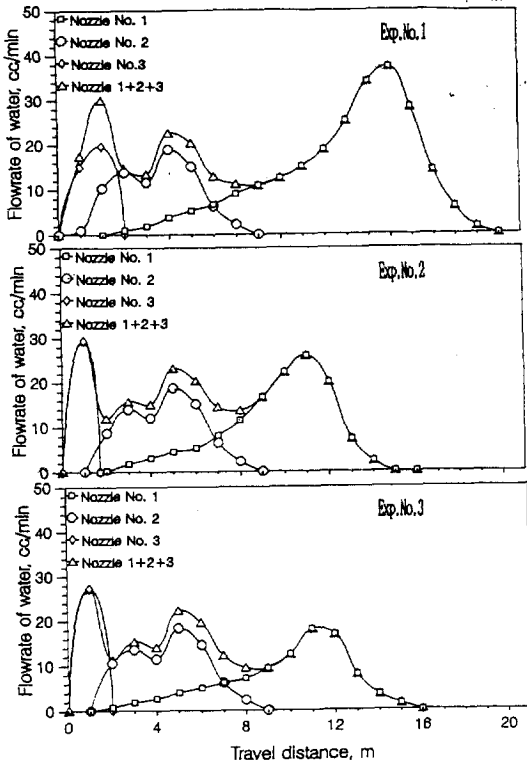


Fig. 2. Spray deposit distribution patterns in the triple nozzle system.

나. 遠距離의 撒布度

약 8m 以上の 遠距離用 1番 Nozzle의 噴霧到達距離는 실험 II의 結果에서 보는 바와 같이 15 m 以上과 15m 以内로 兩分되었다.

兩分된 遠距離 撒布 特性에 近距離 및 中距離의 撒布度の 合理的인 組合選定에 있어서 均一性を 고려할 때 15m 以上の 噴霧距離가 나타난 실험 5, 8, 9의 撒布度は 실험 1의 近距離 및 中距離의 撒布도와 組合하여 分析하였다. 이어서

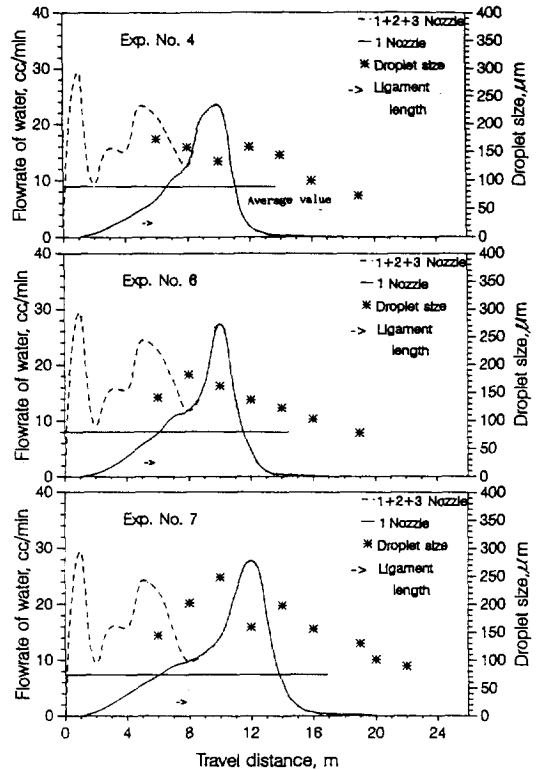


Fig. 3-(1). Spray deposit distribution patterns of No. 1 nozzles(Exp. No. II) combined with No. 2 and No. 3 nozzles.

15m 以内의 噴霧距離가 나타난 실험 4, 6, 7의 撒布度は 실험 2 및 3의 近距離 및 中距離의 撒布도와 組合하여 나타난 結果는 그림 3-(1) 및 3-(2)와 같다.

有效噴霧到達距離와 噴口에서 噴射되는 流體의 斷面績과의 關係를 그림 4에 나타냈다.

二流體 Nozzle 이나 水壓式 Nozzle 이나 關係

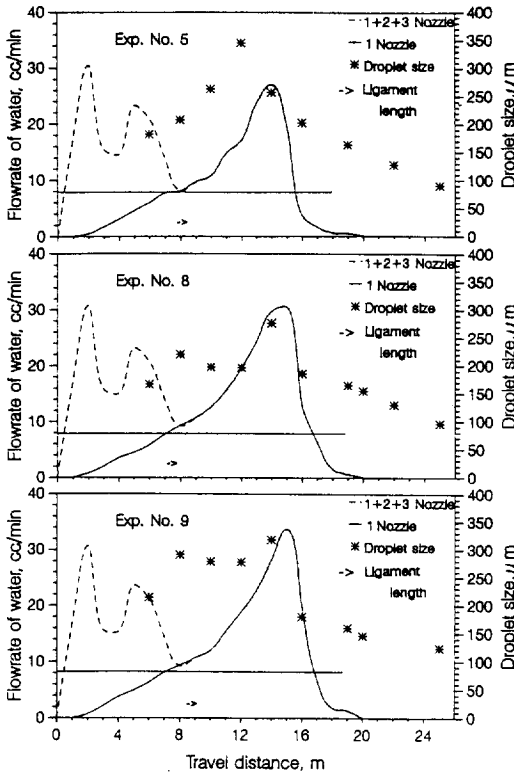


Fig. 3-(2). Spray deposit distribution patterns of No. 1 nozzles (Exp. No. II) combined with No. 2 and No. 3 nozzles.

없이 共히 噴射流體의 斷面積이 增加할수록 有效 噴霧到達距離도 增加하였고 斷面積이 6mm² (d=2.76mm)가 되면서 有效 噴霧到達距離는 17 m에 接近하였고 이 斷面積 以後 부터 到達距離의 增加率은 鈍化되었다.

有效 噴霧到達距離를 噴射流體 斷面積과의 關係式은 (8) 식과 같이 나타냈다.

$$Y = 13.1006 - 3.3011X + 1.2174X^2 - 0.0940 X^3 \quad (8)$$

여기서 Y = 有效 噴霧到達距離 (m)
 X = 噴射流體斷面積 (mm²)
 (상관계수 = 99.54%)

本實驗의 有效 噴霧到達距離는 撒布量을 基準 하여 求한 값으로 最大值가 17m 보다 약간 크지만 實際 撒布作業에서는 100μm 以內의 많은 粒子가 25m까지 浮遊移動하여 生物學的 防除效果

는 더욱 크게 나타나라 豫想된다.

한편 噴霧現象을 관찰할 때 噴射流體의 斷面積에 따른 噴射流體 (Jet liquid ligament)의 길이는 水壓式 Nozzle (총포형)에서 보다 二流體 Nozzle에서 짧게 나타났다.

그러나 有效 噴霧距離가 2個形의 Nozzle에서 同一한 傾向으로 나타난 것은 水壓式 Nozzle의 粒子 飛行 特性과 二流體의 粒子運送 特性이 適合 竝用된 結果라 思料된다.

遠距離 撒布 地域인 噴霧到達距離 8m부터 有效 噴霧到達距離까지의 撒布分布를 均等係數에 의하여 分析한 結果는 表 2와 같다.

均等係數 역시 噴射流體斷面積이 클수록 有效 噴霧到達距離가 클수록 增大되었다. 3 噴頭 畦畔 Nozzle에 있어서 遠距離用 1番 Nozzle의 到達距離가 클수록 作業性能도 良好하여졌고 全體 撒布分布도 均一化 되었다.

다. 噴霧粒子

噴霧到達距離別 噴霧粒子의 크기의 分布現象은 그림 3-(1) 및 (2)에서 보는 바와 같이 撒布量이 最大로 集中되는 撒布地點의 直前에 이르기까지 增加하였다가 점점 감소하여졌다.

採集된 噴霧粒子의 크기는 靚장하는 最大 粒子 MMD 400μm보다 작은 MMD 350μm 以下로 나타났지만 粒子의 密度가 큰 地點 附近에서는 1000μm에 가까운 粒子도 나타났었다.

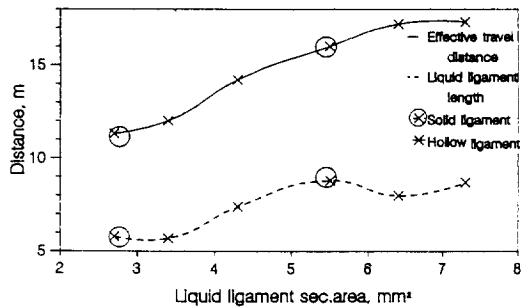


Fig. 4. Relationships between the effective travel distance and the sectional area of the jet ligament.

Table 2. Coefficients of uniformity for the hydraulic and the air-center nozzles

Exp. No.	4	5	6	7	8	9
Fluid sec.a.(mm ²)	2.7	5.5	3.4	4.3	6.4	7.3
Coefficients of uniformity (CU) (%)	66.7	77.0	69.8	74.4	79.8	80.3

噴射流體斷面積에 따른 粒子크기의 現象은 그림 5 에서 보는 바와 같이 斷面積이 작을수록 粒子의 크기도 작았으며 斷面積이 클수록 粒子의 크기도 增大하여 졌다. 이 現象은 Norman⁽¹²⁾ 등의 研究 結果와 같은 경향이였다.

二流體의 Nozzle과 水壓式 Nozzle 의 微粒化 現象을 좀더 자세히 比較하기 위하여 噴射 流體斷面積이 類似한 실험 5(단면적=5.5mm² :

Solid ligament)와 실험 8(단면적=6.4mm² : Hollow ligament)의 噴霧到達距離別 粒子分布는 그림 6과 같다.

水壓式 Nozzle의 粒子는 最大粒子 크기의 MMD 345μm을 비롯하여 粒子分布가 거의 三角形을 이루고 있지만 二流體 Nozzle 의 粒子는 最大 粒子크기 MMD 277μm을 비롯하여 粒子分布가 완만한 곡선을 이루고 있었다.

이 現象은 噴射流體斷面積이 작고 有效噴霧到達距離가 짧게 나타난 水壓式 Nozzle 보다 斷面積 및 到達距離가 큰 二流體 Nozzle의 微粒化가 良好하였음을 알 수 있었다.

또한 그림 4에서 나타난 現象을 관찰할때 水壓式 Nozzle(실험 5)의 것에 비하여 二流體 Nozzle(실험 8)의 有效噴霧到達距離가 크고 噴射流體 길이가 짧은 것은 藥液流體 속의 空氣가 微粒化를 促進시킴과 아울러 二流體 Nozzle 의 擴大된 噴射流體斷面積과 噴口 앞의 空氣와의 충돌效果의 增大로 因한 微粒化의 促進 結果라 思料되어 Nozzle의 機能의 改善 餘地를 示唆하고 있다.

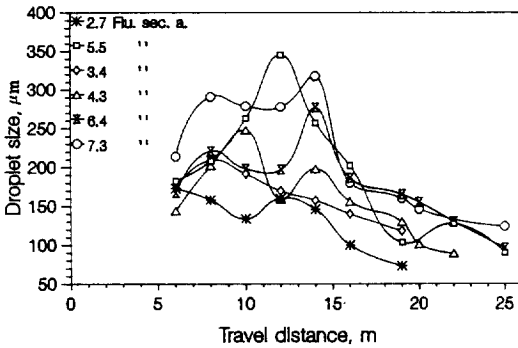


Fig. 5. Relationships between the droplet size and the travel distance for the various sectional areas of the jet ligament.

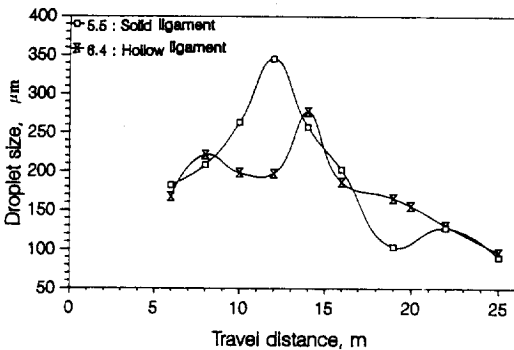


Fig. 6. Relationships between the droplet size and the travel distance on the both 5.5 solid ligament and the 6.4 hollow ligament.

5. 結論

現在 우리 나라 農村에서 많이 使用하고 있는 畦畔 Nozzle 을 基準하여서

(1) 噴霧到達距離가 同一水準의 噴霧粒子의 크기에서 增大되거나

(2) 同一水準의 噴霧到達距離에서는 微粒化가 促進되는 噴霧機用 Nozzle의 設計 基礎 資料를 마련하고자 二流體形 Nozzle의 特性을 中心으로 實驗한 結果는 다음과 같다.

가. 近距離 및 中距離의 撒布 分布에 있어서 到達形 1番 Nozzle의 撒布 特性이 到達距離

약 8m까지는 거의 同一하였고 이 撒布 特性에 基礎하여 2番 및 3番 Nozzle의 撒布 特性을 組合함이 合理的이었다.

나. 有效噴霧到達距離는 噴射 流體斷面積이 增加할수록 增加하였고 最大有效噴霧到達距離는 약 17m 정도이었다.

다. 粒子크기는 噴射流體斷面積이 增加할수록 增加하였고 最大撒布量 地點直前에서 最大値가 되었다.

라. 二流體形 Nozzle이 水壓形 Nozzle에 比較하여 有效噴霧到達距離는 同一한 水準이었고 微粒化는 良好하였다.

參 考 文 獻

1. Bouse, L. F. 1971. Production of homogeneous spray by induced cyclic disturbance of low velocity jet streams. Unpublished Ph. D. Dissertation, Texas A & M University, College Station, Texas 77843.
2. Bouse, L. F., D. G. Haile, and D. R. Kunze. 1974. Cyclic disturbance of jets to control spray drop size. Transactions of the ASAE 17 (1) : 183-187.
3. Dombrowski, N. and P. C. Hooper. 1962. The performance characteristics of an impinging jet atomizer in atmospheres of high ambient density. Journal of the Institute of Fuel, 41 : 323-334.
4. Eisenklam, P. 1961. Liquid atomization. Encyclopedic dictionary of physics. Vol. 4. Pergamon Press.
5. Ford, R. E. and C. G. L. Furmidge. 1967. The formation of drops from viscous Newtonian liquids sprayed through fanjet nozzles. Brit. J. Appl. Phys. 18 : 335-348.
6. Frost, A. R. 1981. Rotary atomization in the ligament formation mode. J. Agric. Eng. Res. 26 : 63-78.
7. Hedden, O. K. 1967. Spray drop sizes and size distribution in pesticide sprays. Transactions of the ASAE 4(2) : 158-159, 163
8. Himel, C. M. 1969. The optimum size for insecticide spray droplets. J. Econ. Entomol. 62 (4) : 919-925.
9. Houghton, H. G. 1950. Spray nozzles, Chem. Engrs. Hand Book, ed. J. Perry, McGraw-Hill : 1170-1175.
10. Lane, W. R. 1951. Shatter of drops in streams of air. Indust. and Eng. Chem. 43(6) : 1312-1317.
11. Lee, S.W. and J. Sakai. 1989. Theoretical analysis on the swirl type nozzle(III). Journal of the Korean society for agricultural machinery. Vol.14(3) : 196-206.
12. Norman, b. and Akesson. 1979. Pesticide application equipment and techniques. FAO Agricultural services bulletin 38.
13. Smith, D.B., E. C. Burt, and E. P. Lloyd. 1975. Selection of optimum spray-droplet sizes for boll weevil and drift control. Jour. Econ. Entomol. 68(3) : 415-417.
14. Son, N.R. and K.H. Ryu. 1973. Studies on spraying performance of power sprayer. Res. Rept. ORD 16(Eng.) : 35-46.
15. Weber, Von Constantine. 1931. Zum Zerfall eines Flüssigkeitsstrahles. Zeitschrift Fur Angewandte Mathematik and Mechanik. 11 : 136-154.
16. Wilson, J. D., D. K. Hedden, and J.P. Slesman. 1963. Spray droplet size as related to disease and insect control on row crops. Research Bull. 945. Ohio Agric. Exp. Sta.
17. Yates, W. E., N. B. Akesson. 1973. Reducing pesticide chemical drift, pesticide formulations. Physical, Chemical Principles, Chap. 8. Valkenburg, W. Van, Editor. Marcel Dekker, New York.