

畦畔用 噴霧機의 Nozzle에 관한 研究 (I)

(近距離用 Nozzle의 到達性)

A Study on the Wide Reach Nozzle of Sprayer (I)

(The travelling distance of nozzle for the close range)

翁 章 祐* · 李 相 祐**

Chang Woo Ong, Sang Woo Lee

Summary

Nozzle is a part of sprayer and it consists of several elements; swirl plate, vortex chamber, cap and body. The travelling distance of sprayed particles is important in in the wide reach nozzle.

The factors to influence the travelling distance of the sprayed particles may be the helical angle of swirl plate, the distance of vortex hamber, the slope and the size of cap hole.

This study was conducted to examine the effects of these factors on the travelling distance.

The results of this study are summarized as follows;

- 1) There was higher positive correlation (+0.96) between the maximum travelling distance for which amount of sprayed particles was 5cc/cm/min. and centro-position of the travelling distance.
- 2) There was a higher positive correlation (+0.85) between total discharge of sprayed particles and the centro-position of the travelling distance.
- 3) Main effects and interaction effects of helical angle, pressure, vortex chamber distance and cap slope were significantly affected the travelling distance of sprayed particles.
- 4) Main effects of helical angle, pressure and cap slope were especially highly significant to influence the travelling distance.

- 5) Helical angle, pressure, vortex chamber distance and cap slope influenced spraying forward velocity of discharge hole, among which cap slope and pressure of nozzle was the most important factors.
- 6) Effect of change of helical angle on the travelling distance of sprayed particles, was generally a quadratic, the least value of the distance being showed about 45° and the largest at about 15° and 55°, the decreasing rate of the change between 15° and 25° was very small.
- 7) Effect of change of pressure on the travelling distance of sprayed particles was generally a linear, the increasing rate of the change was about 1.68, which was the most effective compared to the change of the other factors.
- 8) Effect of change of vortex chamber distance on the spraying distance was also generally a linear, the increasing rate being about 0.16, which was the least effective.
- 9) Effect of change of cap slope on the travelling distance was also generally a linear, the increasing rate was about 0.61 and its effect was about medium.

I. 緒 論

農作物의 生育過程에 있어서 받는 피해중 一般的으로 甚한 것은 病菌害虫에 依한 것이며 特히 우리나라와 같이 病虫害가 많은 곳에서는 이를 防除하는 것은 農作物栽培에 있어서 重要的 管理作業의 하나가

* 忠北大學校 農科大學

** " " " "

된다.

이를 防除하는데는 여러가지 方法이 있겠으나 가장 迅速하고 確實한 效果를 나타내는 것은 藥劑를 利用하는 方法으로서 이는 오래 전부터 使用되어 왔고 오늘날 가장 實用的 防除方法으로 널리 利用되고 있는 것이다.

이 藥劑利用 防除에는 현재 Sprayer Duster, Speed Sprayer, Fog machine 등 여러가지가 있으나 그中 田畝用으로서 가장 오래 使用되어왔고 또한 現在도 가장 많이 普及되고 있는 것은 噴霧機이다.

따라서 噴霧機의 技術의 作業體系는 實用的 面에서 確立된 段階에 있다고 볼 수도 있다. 그러나 勞動生産性的 向上面에서 더욱 더 能率的인 機械의 開發이 필요하다.

더우기 近年 우리 나라에 있어서 耕地整理事業이 急速히 進行되고 농촌의 近代化가 이루어져감에 따라 가까운 將來에 圃場區劃의 整理와 아울러 능률적인 農作業 遂行이 必然的으로 뒤따라야 하므로 防除 機具 및 病虫害防除에 있어서도 이에 適應되어야 하며 더욱이 우리 農業의 主作인 水稻栽培 및 일반 田作에서 多肥密植의 傾向이 近來 強化됨으로 現在와 같은 畝속에서 또는 田作物 속에서의 作業은 더욱 어려워질 것으로 본다.

歐美 先進諸國에 있어서는 많은 中撒布方法⁽⁵⁰⁾⁽⁵¹⁾에 의한 病虫害 防除法이 많이 利用되고 있어 이러한 難點을 解決할 수 있으나 우리나라에 있어서는 現時點에 있어서 當分間 噴霧機에 의한 地上藥劑撒布가 主軸이 됨을 생각할 때 能率的이며 作業이 容易한 畦畔 또는 農道에서의 農藥의 撒布方法이 要請된 自然的 歸趨이다.

이 畦畔 撒布方法은

① 液劑를 畦畔에서 撒布하므로 畝內作業에 比하여 步行이 安全하고 噴霧管을 흔들 必要가 없으므로 作業이 容易하고 疲勞가 적고 能률적이다.

② 作物속의 步行이 없으므로 作物의 損傷이 없다.

③ 如何한 密植 및 撒播栽培에서도 撒布作業이 可能하다.

④ 作業에 所要되는 人원이 적게 든다 등 많은 長點을 생각할 수 있다.

이에 關한 研究는 우리나라와 事情이 비슷한 日本에 있어서 일찍이 이러한 畦畔撒布가 1958년 提起되어 그後 이에 關한 研究가 始作되고 廣幅撒布機(Swath Sprayer)로서 畦畔用 撒布機가 이미 市販되고 있는 實情이다.

噴霧 Nozzle은 最終的으로 噴霧機의 性能을 左右하는 重要한 要素로서 이를 噴霧狀態에서 分類하면

(15)(32)(34)(35)(49) Nozzle 內에서 流體의 流路가 直進하는 Solit-type Nozzle과 回轉하여 Swirl vortex를 形成하는 Swirl-type Nozzle(Corn-type Nozzle) 그리고 Impinging Jet에 依한 Flat-type Nozzle, Spray gun으로 大別할 수 있다.

噴霧作用의 目的이 噴霧粒子를 最少로 하고 均一撒布에 있으므로 上記 Nozzle 형식중 Swirl-type와 Flat-type가 一般的으로 噴霧機에 利用되었고 이들에 대한 理論의 原理는 일찍이, 工學部分에서 研究되었던다.

특히 噴霧機 뿐만 아니라 燃燒器用 Injection Nozzle에서 가장 많이 使用되는 Swirl-type Nozzle에 關한 研究는 많았으며 이에 對한 微粒化現象을 理論的으로 解明하고 이에 簡單한Potential 理論을 적용한 것은 Gas Turbine 分野의 棚澤氏⁽¹⁹⁾⁽¹⁹⁾ 西材氏⁽²⁰⁾⁽²¹⁾⁽²²⁾ 豊田氏⁽¹⁹⁾等 諸氏가 始初인 것이다.

이에 依하면 圓筒狀의 渦卷室에 들어가기 前에 液壓과 大氣壓과의 差를 Po의 比重을 γ 라 할때 切線入口를 通過한 渦卷室內의 Energy分布는 全 Energy Po/γ 부터 切線速度 Energy $U^2/2g$ (U는 切線方向의 旋回速度)를 除한 殘 Energy가 壓力 Energy P/γ 와 半徑方向의 速度 Energy $V^2/2g$ 로 되며 同一流量의 Nozzle에 있어서 微粒化를 良好하게 하려면 切線速度 $U^2/2g$ 를 最大로 할 必要가 있다고 하였다.

農業用 藥劑撒布 Nozzle로서의 分布性能에 關한 研究는 Mr. Shanks GL,⁽⁵³⁾ JJ. Paterson⁽⁵³⁾ 田中考⁽⁵⁵⁾ 今井氏⁽⁹⁾ 및 田邊氏⁽⁸⁾ (1957) 久能氏⁽⁵⁾ (1956) 西材氏⁽²⁰⁾⁽²¹⁾⁽²²⁾ 等 諸氏에 依하여 噴霧穴 噴霧力 中子間隙 等の 因子變化 實驗을 통하여 噴霧粒子到達 距離 噴霧角度, 噴霧量 等を 調査 연구하였다.

이에 依한 綜合的 結果는

① 平均粒徑의 크기는 噴霧穴을 通過하는 速度에 關係되며 噴霧壓力이 上昇하면 微粒化 效果가 크게 上昇하고 噴霧半徑이 增大하거나 眞圓度가 劣化하면 微粒化 效果가 떨어져 平均粒徑이 比較的 큰 影響을 받고 流量도 增大하여 진다. 또 中子間隙의 增大에도 多少 粒徑에 影響이 있다.

噴霧角은 直進方向의 運動 Energy와 半徑方向의 速度에 依하여 變하며 半徑方向의 速度에 크게 影響을 주는 것은 中子間隙이므로 噴霧角은 中子間隙에 크게 影響을 받는다. 그러나 同一 中子間隙에 있어서는 一定한 壓力 以下에서 Solit한 噴出이 되고 그 以上 壓力에서 次次 微細化되어 Nozzle의 特有角度까지 增大하나 80°가 大略 最大이고 그 以上の 壓力 上昇에는 變化가 거의 없다고 報告하였다. 또 한편 實際의 分布性能은 使用藥劑의 物理的 化學的 性質

에 있어서 相異함을 고려하여 農藥과 關連된 撒布時의 分布性能 및 農藥에 對한 實驗이 石原昂⁽²³⁾⁽²⁴⁾⁽²⁵⁾ ⁽²⁶⁾(1956~1958) 鎬木氏⁽³¹⁾⁽³²⁾(1953) 高橋氏⁽²⁾(1951) 및 磯部氏⁽²⁾(1953~1954)에 의하여 연구됨으로 作物에 依한 相異點 病害虫防除의 原理의 규명, 農藥과 補助劑의 濕潤性 擴展性, 附着性, 固着性 懸垂性, 乳化性, 調製用水의 影響 藥劑의 金屬磨耗性 등에 관한 규명이 報告되었다.

이에 依하면, 噴霧粒자의 크기와 形狀噴霧粒의 運動 Energy 및 比重은 附着粒의 擴展性, 懸垂性, 附着性, 固着性에 큰 影響을 미치며 特히 粒徑이 微細할수록 效果의 이고 附着性은 接觸角이 적고 附着引力이 큰 것이 良好하며 面間의 附着引力은 噴霧粒子 半徑의 自乘에 反比例하여 小粒徑일수록 附着引力은 크다.

撒布藥劑의 損失은 最大 附着量을 지나면 滴下現象을 일으키며 따라서 이것이 撒布藥劑의 損失量이 된다.

이 損失量의 防止策으로 作業技術의 向上, Nozzle 開閉裝置의 正確性, 小粒徑, 噴霧粒자의 生成, 單位 附着面積當 可能한 限 附着量을 적게함이 良好하다. 擴展性은 液體 固體 空間의 物理性에 依하여 決定됨으로 藥液의 表面張力은 적게하여 撒布藥劑가 擴展하도록 補助劑를 加함이 效果의이다. 固着性은 噴霧粒자가 적을수록 크다 最適粒자에 관한 것은 決定되지 못하였다.

懸垂性是 機械的 攪拌이나 分散劑 또는 保護膠質의 첨가가 有效하다.

噴霧機의 農藥에 대한 耐蝕性은 農藥과 金屬에 依하여 크게 相異하며 特히 石灰硫黃合劑 砒酸니코친, 우스프롱, 너가링, 等과 低炭素網 듀랑루밍⁽³⁸⁾ 等은 腐蝕이 強하고 黃銅 鋼 스텐레스 등이 약하나, 例外도 있다고 報告되어 있다.

防除效果面과 作業能率面에 對한 연구는 撒布方法, 噴霧機의 特性, 他防除機와의 比較에 依한 實驗研究로서 鎬木氏⁽³¹⁾(1960) 武長氏⁽¹⁶⁾(1961) 鏈水氏⁽¹⁾(1961) 川材氏⁽³⁹⁾(1967) 今井氏⁽⁹⁾(1960) 日本 靜岡農試⁽³⁶⁾⁽³⁷⁾(1956) 日本 長野農試⁽²⁰⁾(1956) 日本關東東山農試⁽⁴⁾(1959) 日本 和歌山農試⁽⁴⁷⁾(1963) 日本北海道農業機械化研究⁽¹⁷⁾(1963) 青森農試⁽³⁹⁾(1961) 等에서 이루어졌으며 當時 日本에 있어서는 農業勞動力이 年年 減少됨으로 圃場區劃의 整理와 農業構造改善의 必要가 提唱되어 實施段階에 들어가 있어 그 主要項目에 農家世帶當의 耕地面積을 增加함과 동시에 耕作에 對한 農業勞動量을 縮少시켜 能率을 높은 方法에 依한 作業 遂行을 實驗研究 調查하였다. 이

에 依하여 水稻栽培에 있어서 動力 噴霧機 使用의 能率的 作業體係가 調查되었다. 이에 使用된 Nozzle은 調節噴口, 多頭噴口, 水平長管噴口 等的 組合에 依한 것이었다. 그러나 調節噴口 多頭噴口를 使用할 때 긴 호—스를 畚中에서 操作하여야 함으로 5~7명의 作業人員을 要하고 畚中에서의 撒布 作業하는 作業者의 疲勞가 큰 것이었다. 더욱이 多肥密植 傾向이 強化됨에 이에 適應될 수 있는 畦畔 또는 農道에서의 到達形廣巾撒布 方法이 提案되게 되었다.

이에 따른 始作 및 實驗研究는 日本의 關東東山農試⁽⁴⁾(1956) 및 農林省農事試驗場⁽¹³⁾(1958)에서 省力防除를 主로한 畦畔撒布에 대한 것으로 大形動力 噴霧機에 1個의 Nozzle이 붙은 單頭畦畔 Nozzle에 依한 性能檢討로서 여기서 使用한 Nozzle은 Solit-type Nozzle(Spray gun)였다. 이 報告에 依하면

① 有效 到達距離는 約 7~8cm이며 4~5m 地點에 集中 落다가 있었고

② Nozzle 穴徑이 적을 때는 噴霧壓力의 變化가 到達距離에 미치는 影響이 적고 穴徑을 適當히 함으로서 15m까지의 到達距離를 얻을 수 있다.

③ 噴霧管의 支持角度는 水平부터 約 15° 上時向 到達距離가 最大가 된다.

④ 單頭 Nozzle로서 넓은 撒布範圍 및 到達性은 얻기 不可能하며 均一性을 考慮한 最良의 到達거리는 10~12m이다.

以上에서 2頭畦畔 Nozzle에 대한 研究試驗⁽¹⁸⁾(1959~1961)이 始作되고 이에 使用한 2頭畦畔 Nozzle은 1個의 Nozzle은 水平을 유지하여 中거리 및 近거리를 分擔시키고 他 1個의 Nozzle은 水平에 대하여 35°의 仰角을 주어 遠거리를 分當시켰다. 實驗方法은 仰角, Nozzle Cap, Nozzle穴, 中子거리 等 因子를 變化시켜 落下量分布를 調查하였으며 그 結果는 落下量分布⁽¹⁾의 均一性이 不充分 하였으며 特히 近거리에 있어서 不良하고 到達性은 10~12m 이상은 不可能하여 3~4個 Nozzle이 적당함에 3頭 Nozzle에 대한 實驗研究가⁽⁹⁾⁽¹⁸⁾⁽³⁸⁾⁽³⁴⁾(1961) 있었고 이에 使用한 3頭畦畔 Nozzle은 仰角 20° 内外의 Solit-type Nozzle를 遠거리 分擔으로 하고 仰角 5°의 Swirl-type Nozzle를 中거리 分擔, 伏角 45°의 Swirl-type Nozzle를 近거리 落下分擔으로 한 것이며 4頭 Nozzle에 대한 實驗研究⁽⁶⁾⁽⁸⁾⁽¹⁵⁾⁽²⁸⁾⁽²⁶⁾(1961~1963)에서는 第 1 Nozzle은 Solit-type Nozzle로서 仰角은 10° 内外 (Nozzle 穴徑 3.5mm 内外) 第 2 Nozzle은 Swirl-type Nozzle로서 水平(Nozzle 穴徑 2.0mm 内外) 第 3 Nozzle은 Swirl-type Nozzle로서 伏角은 20° 内外 (Nozzle 穴徑 1.5mm 内外) 第 4 Nozzle은 Swirl-type

Nozzle로서(Nozzle 穴徑 1.0mm 内外) 伏角은 30° 内外로 한 것이었다. 實驗調查 內容은 噴霧角, Nozzle 穴徑, 中子間隙의 變化 因子에 關한 撒布性能의 實驗으로 그 結果는 落下量 分布가 單頭 및 2頭 Nozzle에 比하여 比較的 均一하고 到達거리는 3頭에 있어서 約 10m 内外 4頭에 있어서 約 20m까지의 可能性을 提示하였고 全體的 噴霧角의 變化는 到達性에 큰 變化를 가져오지 못하였다.

以上에서 現在까지의 研究結果를 綜合하면 大略 無氣噴射에 屬하는 噴霧 Nozzle에 있어서

① 平均粒徑은 噴霧壓力을 높이면 比較的 크게 影響을 받아 적어지고 同一壓力에 있어서는 噴霧穴徑에 依하여 多少 크게 影響을 받으므로 一般的으로 Nozzle 穴徑을 通過하는 流速에 影響을 받는다.

② 中子間隙 및 中子穴의 變化는 壓力液이 가지는 Energy 중 直進 方向의 運動 Energy와 接線方向 Energy의 變化를 가져옴으로 噴霧粒徑 및 噴霧角의 變化를 가져옴과 同時에 到達거리의 變化를 가져오게 된다.

③ Nozzle 穴徑이 적을 때는 Nozzle 噴射壓力을 增大하여도 噴霧粒子的 크기는 작아지나, 到達거리는 增大하지 않는다.

④ 畦畔用 Nozzle는 一般的으로 Nozzle 頭數를 增加하면 到達距離가 增大하고 落下分布가 均一함으로 單頭 및 2頭 Nozzle는 不適當하고 3~4頭 Nozzle이 適當하다.

⑤ 到達거리는 粒徑의 大小와 噴霧壓力의 直進方向 運動 Energy에 依하여 크게 變化하고 最大粒徑 1~1.5mm로서 20~30m까지 到達可能性이 있다.

等을 要約할 수 있다. 上記 實驗研究結果를 보면 噴霧粒徑과 到達거리 變化에 直接的 要因이 되는 接線方向의 運動 Energy와 直進方向의 運動 Energy를 變化시키는 研究로 中子間隙의 變化와 中子穴의 變化에 依한 것으로 이는 直進方向의 運動 Energy變化를 일으키게 한 것이며, 接線方向의 運動 Energy變化에 關한 研究가 없다.

특히 到達性 Nozzle에 있어서 噴霧壓力과 噴霧穴 變化에 依한 即 直進方向運動 Energy의 變化에 따른 到達거리, 噴霧粒子 變化 研究가 많이 이루어졌고 接線 方向의 運動 Energy의 變化 即 旋回 運動의 Pitch 變化에 依한 到達性 및 噴霧粒子 變化에 關한 研究가 없다. 接線方向의 運動 Energy의 增加는 噴霧粒子的 크기, 噴霧角에 直接關係된 勿論 到達性 Nozzle에 있어서는 直進의 指向性, 到達距離, 噴霧粒子에 크게 관계됨이 明白한 일이다. 그러므로 本人은 이러한 點에 유의하여 本實驗研究를 通해서

上記 未研究部分을 究明코져 試圖하였으며, 또한 從來의 實驗에 있어서의 結果가 Nozzle에 關한 要因效果에 多少 差異를 보이고 있다. 大概 1個 因子에만 着眼하여 그 水準을 變更하여 實驗하고 他因子에 대하여는 一定한 水準을 維持케한 單因子實驗法을 擇한데 基因될 것으로 생각하여 要因實驗法을 擇하여 因子간의 交互作用 效果를 分析하고 要因效果의 客觀性 및 普通性을 發見하고자 하였다. 本 研究의 概要는 現在의 畦畔用 Nozzle(噴頭)를 大別하면 中子가 없는 Spray-gun Nozzle과 中子가 있는 Swirl-type Nozzle임으로 이의 到達性에 影響을 미치는 諸因子의 效果에 對하여 因子水準을 5個로한 要因實驗法에 依하여 究明하므로써 正確한 畦畔用 Nozzle設計 資料를 얻고자 하였다.

II. 實驗裝置 및 實驗方法

1. 供試機具 및 裝置

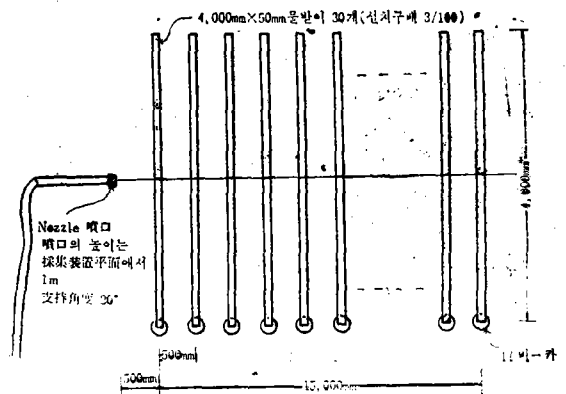
1) 原動機; F. F. K. Diesel Engine, 最大出力 7.5 P. S/1600 R. P. M.

2) 動力噴霧機; 大同 T-8型(水平 3 連plunger型) 最高壓力 35kg/cm²

3) 壓力調節裝置; Steam의 安全弁을 改造하여 精密度를 높인 自製品으로 噴霧實驗中 壓力變動範圍를 ± 1kg/cm²内外로 維持할 수 있는 것이며 壓力計는 精密度 1/10kg/cm²임.

4) Nozzle; Nozzle Tip(噴霧頭)는 Fig. 1과 같은 自製品이고 Nozzle中子, Nozzle Cap, 過室間隙調節管은 Fig. 2와 같이 各各 6種類으로서 各 種類마다 3個씩 製作하여 45個임.

5) 噴霧落下量 測定裝置; 4000mm×50mm의 물 받



噴霧落下量 測定裝置

이를 Nozzle 噴口로 부터 50cm 間隙으로 15m까지 30 個를 3/100의 勻配로 配置하고 그 端部에 1/ 비-카를 各各 配置하여 비-카에 採集케 하였다.

2. 方 法

Nozzle 內에 있어서의 到達性에 影響을 미치는 因子는 中子의 導溝 Pitch, 渦室間隙, 加液壓力, Nozzle Cap의 Slope, Nozzle 孔徑이므로 이들 5 個 因子에 對하여 5 水準으로 變化시켜 要因實驗方法에 依한 主效果 및 그 因子 交互作用을 求하는 實驗을 實施하였다. (但, Nozzle 孔徑因子는 噴霧量에 미치는 影響이 매우 크므로 供試實驗機의 容量 不足으로 本實驗에서 除外하고 2.5mm 孔徑의 一定水準으로 固定하였다.)

每 實驗의 測定用 噴霧時間은 壓力變動 範圍를 ± 1kg/cm² 以內로서 2分間으로 하고 各各 三反復을 實施하였으며 每 反復의 Nozzle(各 因子의 모든 水準에 대하여 3 個씩 製作하였음)을 再組立하여 製作 및 組立에서 基因되는 誤差를 測定值에 包含토록 하였다. Nozzle 噴口의 높이는 採集裝置平面에서 1m로 하였으며 噴霧管의 支持角度는 20°로 固定 實施하였다. 落下量測定은 Mass Cylinder에 依하였고 모든 實驗에 바람의 影響을 받지 않도록 室內試驗을 實施하였다.

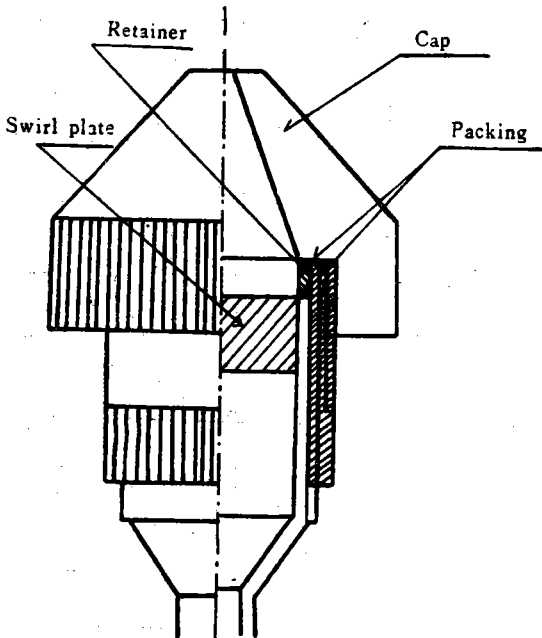


Fig. 1. Nozzle

III. 結果와 考察

各 試驗에 있어서의 各 種類의 Nozzle 噴口와 實驗 配置 및 總噴出量은 Table. 1. 2. 3. 4. 5. 6과 같고 落下量을 到達거리 別로 測定한 後 3 反復의 平均値를 cc/cm/mm로 換算한 落下量의 分布圖는 Fig. 3. 4. 5. 6. 7. 8과 같다.

各 實驗의 落下量 分布에서 到達性을 考察하기 爲하여 落下分布中心, 每分 1cm幅에 落下量이 5cc 이상 되는 最大到達距離 및 總吐出量을 算出하여 各 因子가 到達性에 미치는 影響을 다음과 같이 分析 考察하였다.

1. 落下分布中心의 到達性

落下分布中心距離(c)는 $\Sigma ML / \Sigma M$ (M: 落下量, L: 到達距離)로 計算하였다.

Fig 9~14는 實驗 Part 別로 落下分布中心距離를 圖表로 表示한 것이고 Fig 9~14에서 水準差의 平均値를 求하여 各 因子別로 表示한 것이 Fig 15이다.

表 7~12는 이들의 分析結果이다.

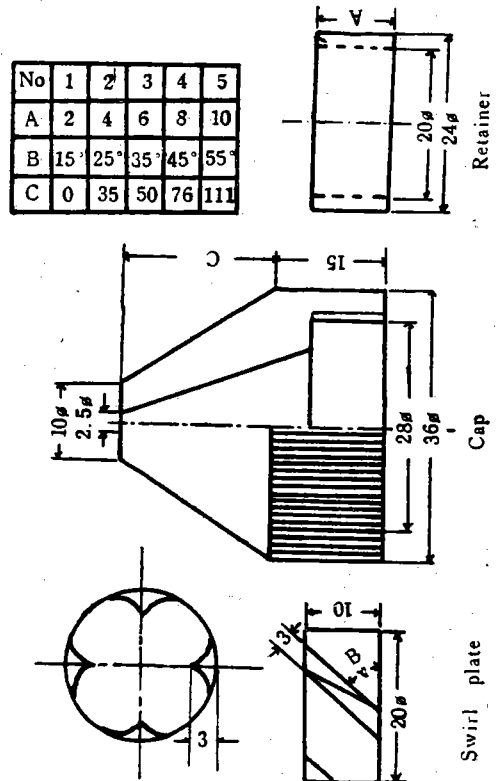


Fig. 2. Components of nozzle

Table-1. Experimental design and total discharge
 Fixed factor; Pressure 25kg/cm²
 Disc hole Dia 2.5mm
 Vortex chamber distance 6mm

Part	Experiment No.	Experiment allocation		Total discharge
		Cap slope	helical angle	
I	I-1-1	0/10	15°	187
	I-1-2	35/10		199
	I-1-3	50/10		200
	I-1-4	76/10		213
	I-1-5	111/10		223
	I-2-1	0/10	25°	172
	I-2-2	35/10		188
	I-2-3	50/10		130
	I-2-4	76/10		200
	I-2-5	111/10		213
	I-3-1	0/10	35°	132
	I-3-2	35/10		150
	I-3-3	50/10		150
	I-3-4	76/10		168
	I-3-5	111/10		138
	I-4-1	0/10	45°	140
	I-4-2	35/10		155
	I-4-3	50/10		150
	I-4-4	76/10		168
	I-4-5	111/10		180
	I-5-1	0/10	55°	183
	I-5-3	35/10		183
	I-5-2	50/10		212
	I-5-4	76/10		212
	I-5-5	111/10		228

Table-3. Experimental design and total discharge
 Fixed factor; Disc hole Dia. 2.5mm
 Cap slope 50/10 Vortex chamber distance 6mm

Part	Experiment No.	Experiment allocation		Total discharge
		helical angle	pressure kg/cm ²	
III	III-1-1	15(°)	15	130
	III-1-2	25		155
	III-1-3	35		185
	III-1-4	45		193
	III-1-5	55		212
	III-2-1	15	20	138
	III-2-2	25		161
	III-2-3	35		180
	III-2-4	45		200
	III-2-5	55		208
	III-3-1	15	25	114
	III-3-2	25		127
	III-3-3	25		146
	III-3-4	45		156
	III-3-5	55		200
	III-4-1	15	30	130
	III-4-2	35		142
	III-4-3	30		154
	III-4-4	45		160
	III-4-5	55		182
	III-5-1	15	35	155
	III-5-2	25		188
	III-5-3	35		198
	III-5-4	45		212
	III-5-5	55		223

Table-2. Experimental design and total discharge
 Fixed factor; Pressure 25kg/cm²
 Disc hole Dia. 2.5mm
 Cap slope 50/10

Part	Experiment No.	Experiment allocation		Total discharge
		Vortex chamber distance(mm)	helical angle	
I	I-1-1	2	15°	192
	I-1-2	4		185
	I-1-3	6		195
	I-1-4	8		185
	I-1-5	10		196
	I-2-1	2	25°	180
	I-2-2	4		175
	I-2-3	6		188
	I-2-4	8		182
	I-2-5	10		180
	I-3-1	2	35°	145
	I-3-2	4		152
	I-3-3	6		160
	I-3-4	8		153
	I-3-5	10		160
	I-4-1	2	45°	138
	I-4-2	4		144
	I-4-3	6		153
	I-4-4	8		145
	I-4-5	10		151
	I-5-1	2	55°	175
	I-5-2	4		191
	I-5-3	6		203
	I-5-4	8		203
	I-5-5	10		203

Table-4. Experimental design and total discharged
 Fixed factor; Pressure 25kg/cm²
 Disc hole Dia. 2.5mm
 Helical angle 45°

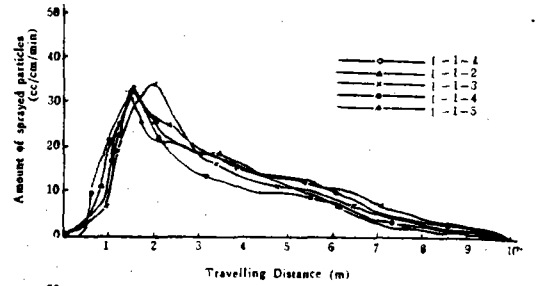
Part	Experiment No.	Experiment allocation		Total discharge
		Cap slope	Vortex chamber	
IV	IV-1-1	0/10	2	105
	IV-1-2	35/10		133
	IV-1-3	50/10		135
	IV-1-4	76/10		166
	IV-1-5	111/10		165
	IV-2-1	0/10	4	117
	IV-2-2	35/10		136
	IV-2-3	50/10		145
	IV-2-4	76/10		157
	IV-2-5	111/10		174
	IV-3-1	0/10	6	131
	IV-3-2	35/10		146
	IV-3-3	50/10		149
	IV-3-4	76/10		175
	IV-3-5	11/101		183
	IV-4-1	0/10	8	125
	IV-4-2	35/10		139
	IV-4-3	50/10		145
	IV-4-4	76/10		170
	IV-4-5	111/10		184
	IV-5-1	0/10	10	124
	IV-5-2	35/10		140
	IV-5-3	50/10		148
	IV-5-4	76/10		171
	IV-5-5	111/10		184

Table-5. Experimental design and total discharge
 Fixed factor; Vortex chamber distance 6mm
 Helical angle 45°
 Disc hole Dia. 2.5mm

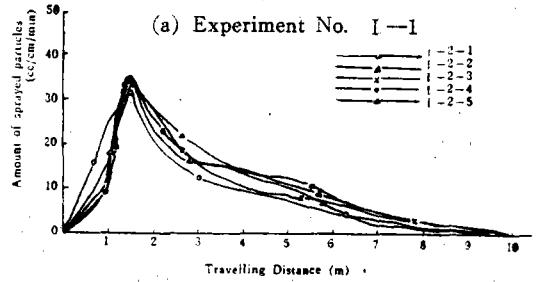
Part	Experiment No.	Experiment allocation		Total discharge
		cap slope	pressure	
V	V-1-1	0/10	kg/cm ²	112
	"-1-2	35/10		131
	"-1-3	50/10		132
	"-1-4	76/10		152
	"-1-5	111/10		157
	"-2-1	0/10	20±1	134
	"-2-2	35/10		151
	"-2-3	50/10		150
	"-2-4	76/10		161
	"-2-5	111/10		181
	"-3-1	0/10	25±1	140
	"-3-2	35/10		155
	"-3-3	50/10		158
	"-3-4	76/10		172
	"-3-5	111/10		185
	"-4-1	0/10	30±1	155
	"-4-2	35/10		172
	"-4-3	50/10		179
	"-4-4	76/10		197
	"-4-5	111/10		201
"-5-1	0/10	35±1	155	
"-5-2	35/10		184	
"-5-3	50/10		186	
"-5-4	76/10		207	
"-5-5	111/10		223	

Table-6. Experimental design and total discharge
 Fixed Factor; Cap slope 50/10
 Helical angle 45°
 Disc hole Dia. 2.5mm

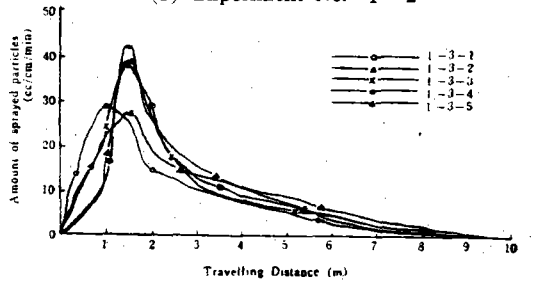
Part	Experiment No.	Experiment allocation		Total discharge
		Vortex chamber Distance	Pressure	
W	W-1-1	2(mm)	(kg/cm ²)	122
	"-1-2	4		117
	"-1-3	6		128
	"-1-4	8		119
	"-1-5	10		118
	"-2-1	2	20±1	143
	"-2-2	4		143
	"-2-3	6		145
	"-2-4	8		146
	"-2-5	10		137
	"-3-1	2	25±1	143
	"-3-2	4		147
	"-3-3	6		150
	"-3-4	8		148
	"-3-5	10		153
	"-4-1	2	30±1	173
	"-4-2	4		176
	"-4-3	6		178
	"-4-4	8		179
	"-4-5	10		179
	"-5-1	2	35±1	177
	"-5-2	4		179
	"-5-3	6		189
	"-5-4	8		190
	"-5-5	10		195



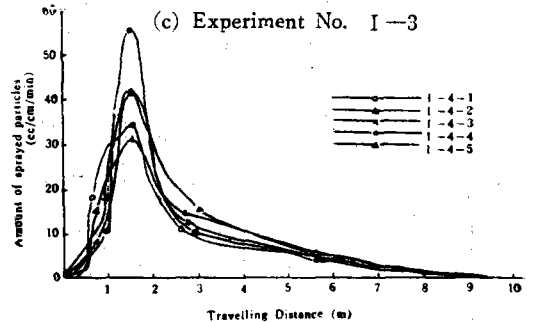
(a) Experiment No. I-1



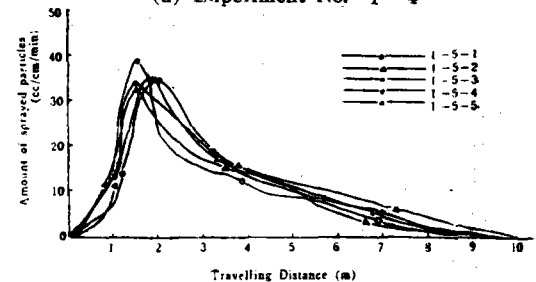
(b) Experiment No. I-2



(c) Experiment No. I-3

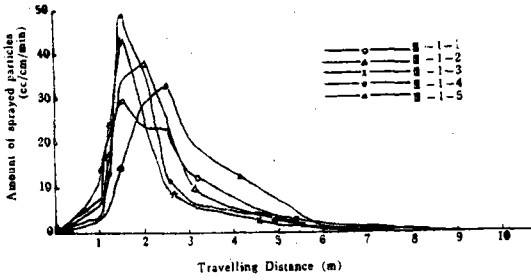


(d) Experiment No. I-4

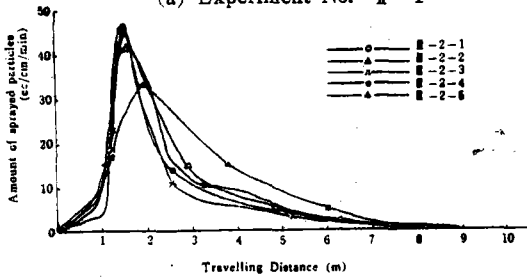


(e) Experiment No. I-5

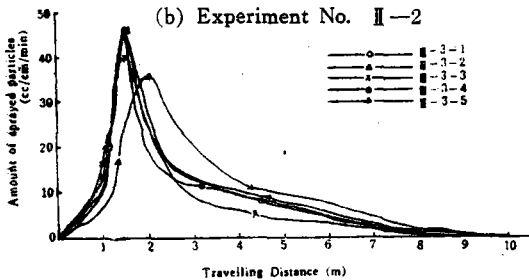
Fig 3. The distribution curves of sprayed particles with cap slopes and helical angles varied. (Experiment No. I)



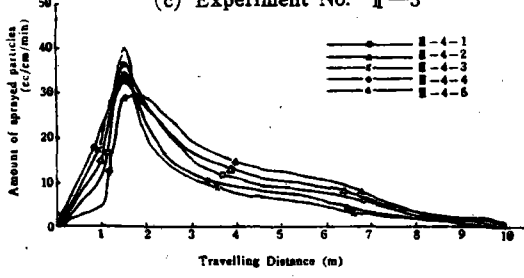
(a) Experiment No. II-1



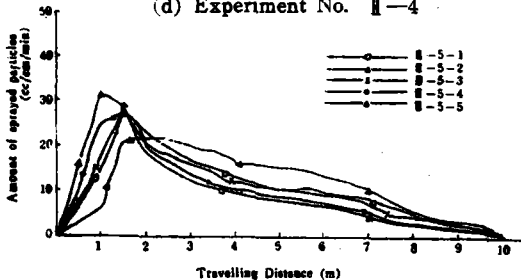
(b) Experiment No. II-2



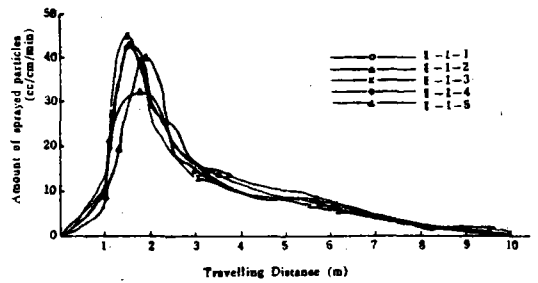
(c) Experiment No. II-3



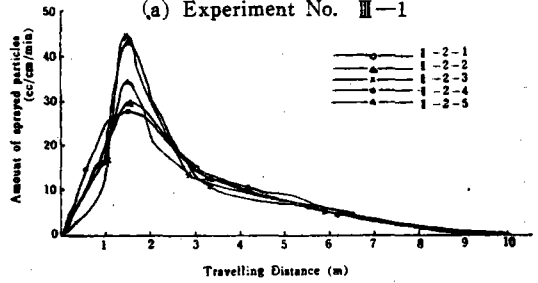
(d) Experiment No. II-4



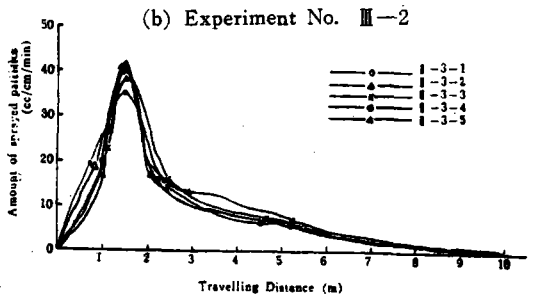
(e) Experiment No. II-5



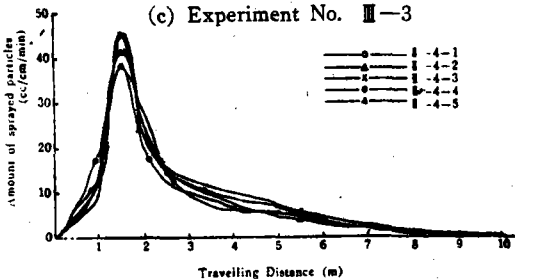
(a) Experiment No. III-1



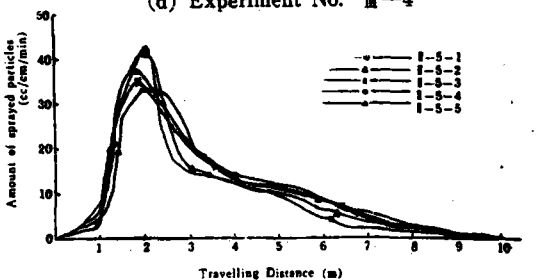
(b) Experiment No. III-2



(c) Experiment No. III-3



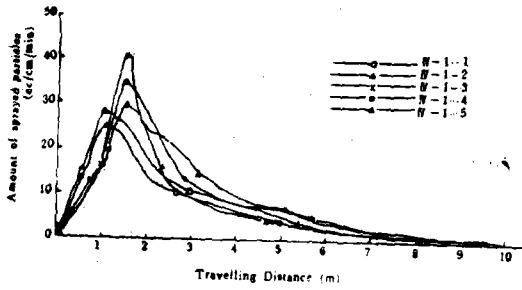
(d) Experiment No. III-4



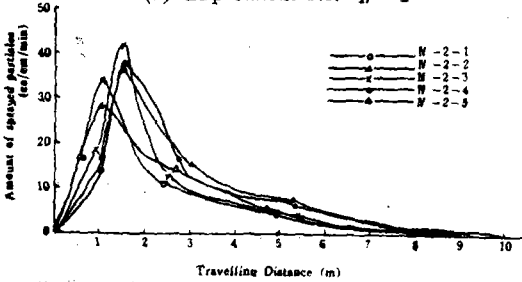
(e) Experiment No. III-5

Fig 4. The distribution curves of sprayed particles with vortex chamber distances and helical angles varied. (Experiment No. II)

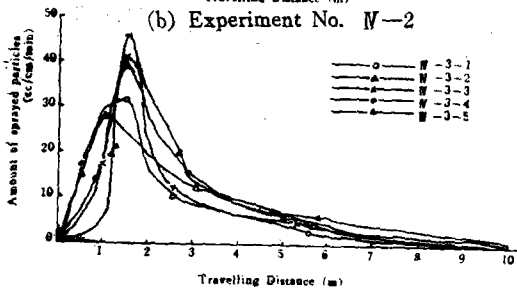
Fig 5. The distribution curves of sprayed particles with helical angles and pressures varied. (Experiment No. III)



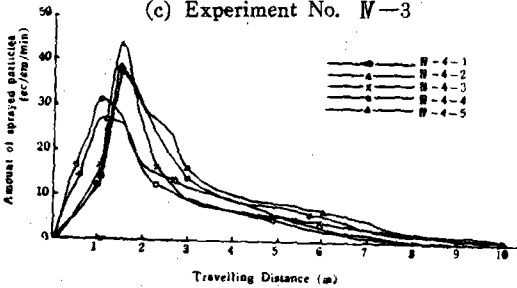
(a) Experiment No. W-1



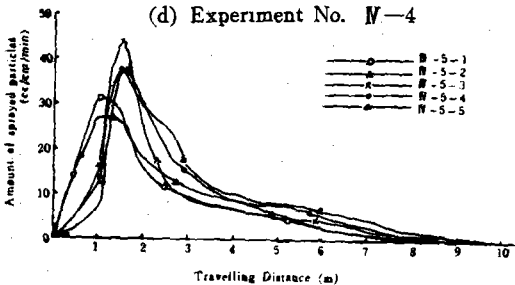
(b) Experiment No. W-2



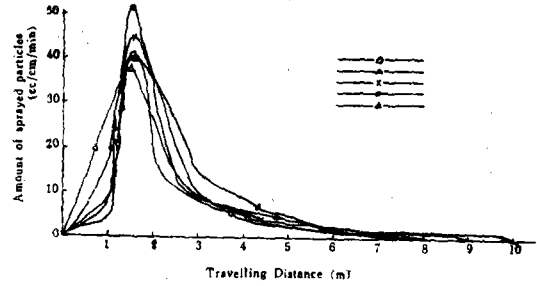
(c) Experiment No. W-3



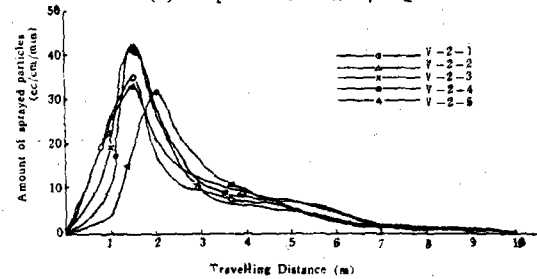
(d) Experiment No. W-4



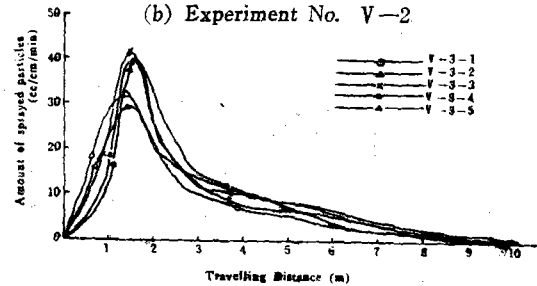
(e) Experiment No. W-5



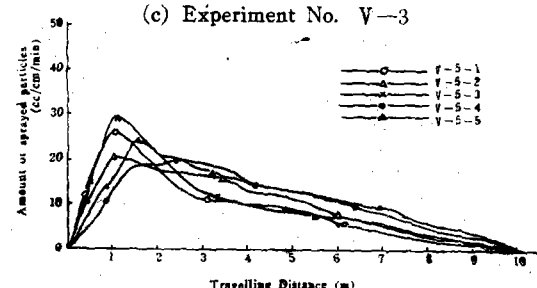
(a) Experiment No. V-1



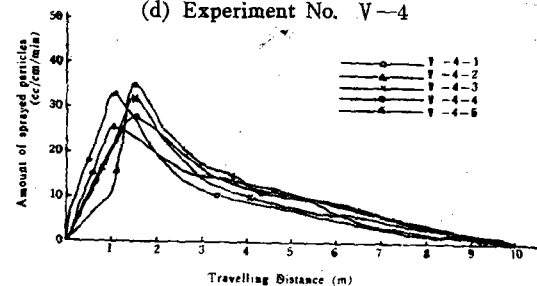
(b) Experiment No. V-2



(c) Experiment No. V-3



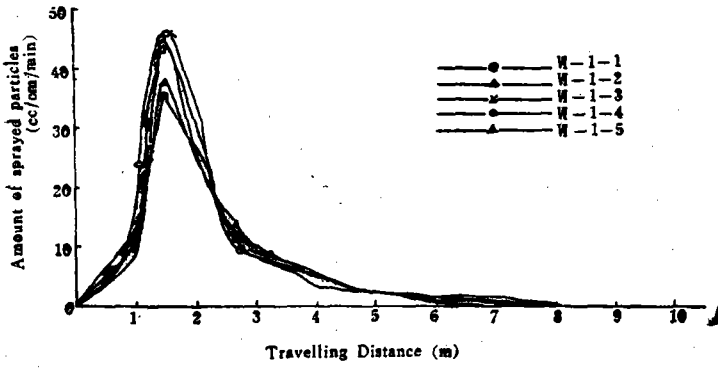
(d) Experiment No. V-4



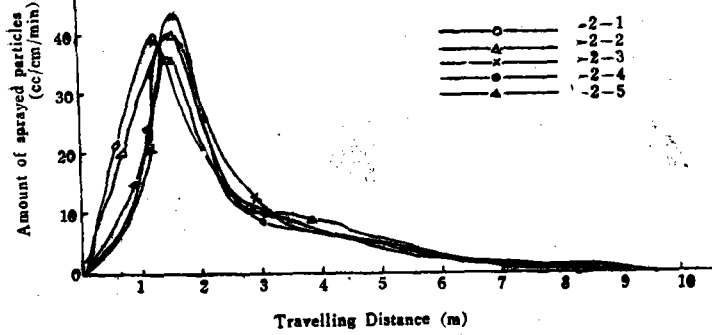
(e) Experiment No. V-5

Fig 6. The distribution curves of sprayed particles with cap slopes and vortex chamber distances varied. (Experiment No. IV)

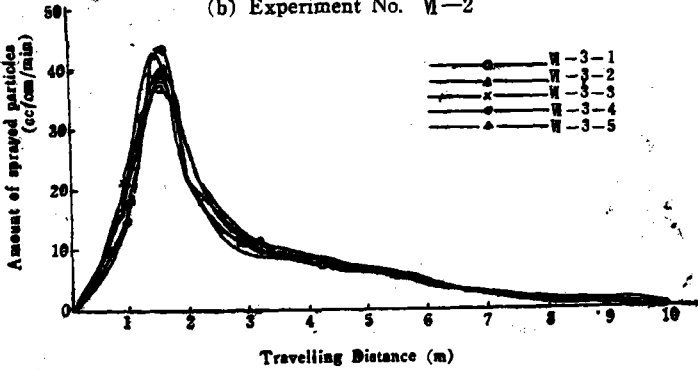
Fig 7. The distribution curves of sprayed particles with cap slopes and pressures varied. (Experiment No. V)



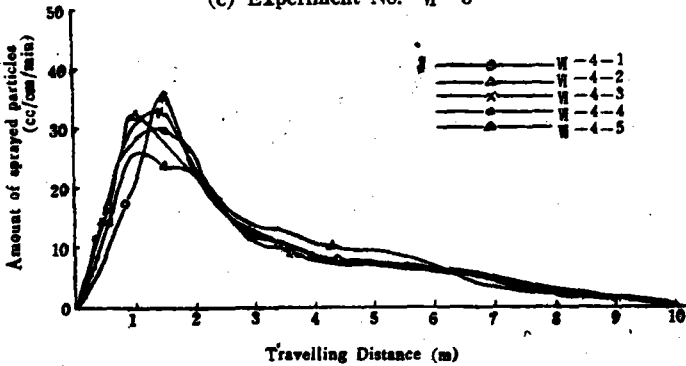
(a) Experiment No. VI-1



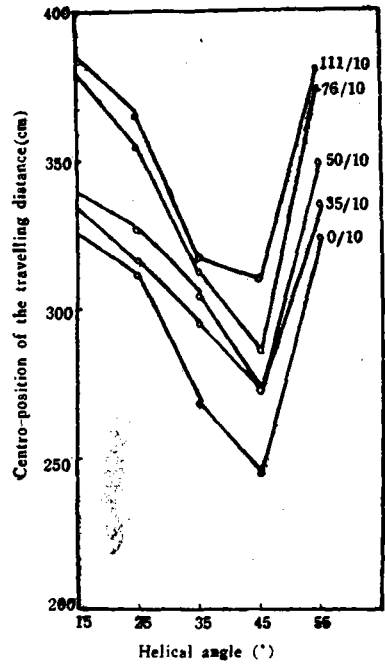
(b) Experiment No. VI-2



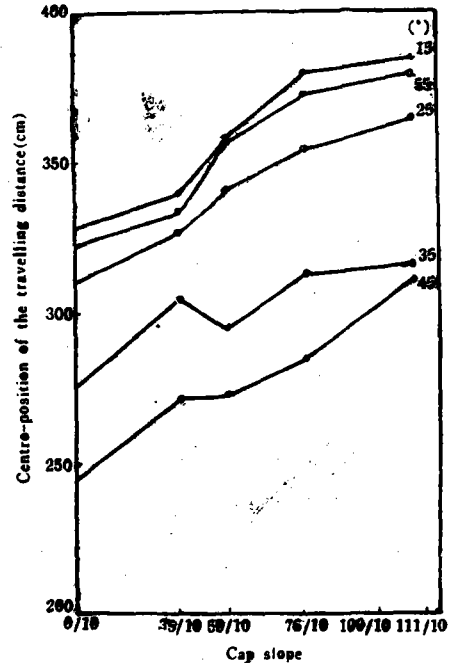
(c) Experiment No. VI-3



(d) Experiment No. VI-4



(a)



(b)

Fig 8. The distribution curves of sprayed particles with vortex chamber and pressures varied. (Experiment No. VI)

Fig 9. The centre-position of the travelling distances of Experiment No. I

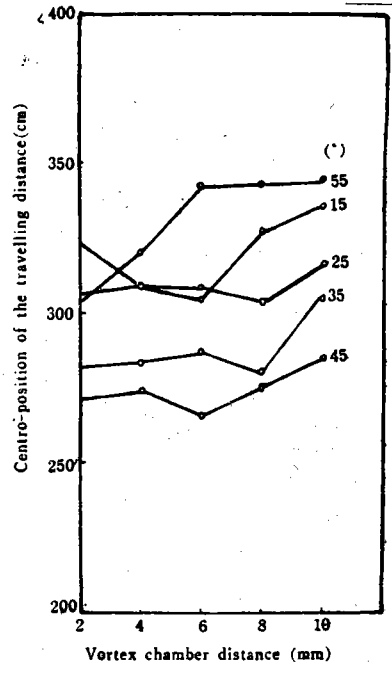
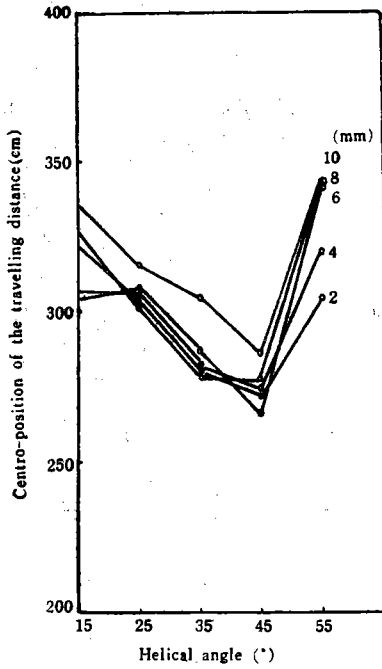


Fig 10. The centro-position of the travelling distance of Experiment No. II.

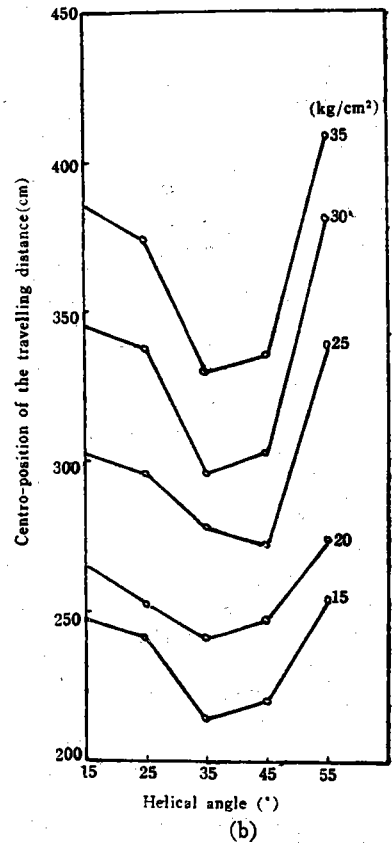
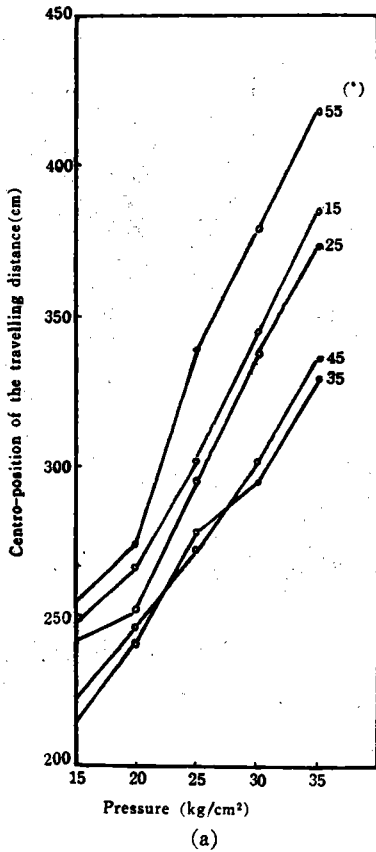
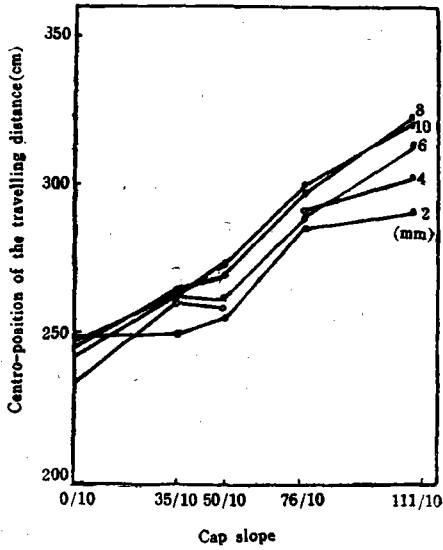
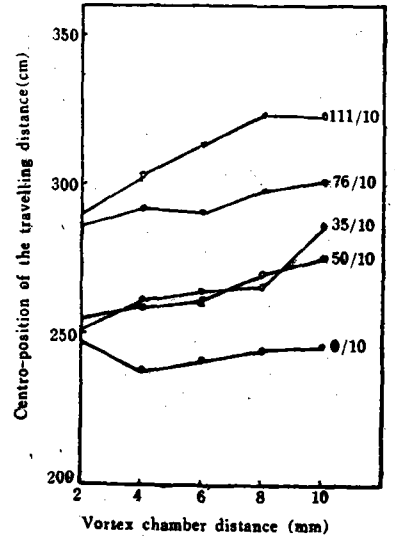


Fig 11. The centro-position of the travelling distance of Experiment No. III.

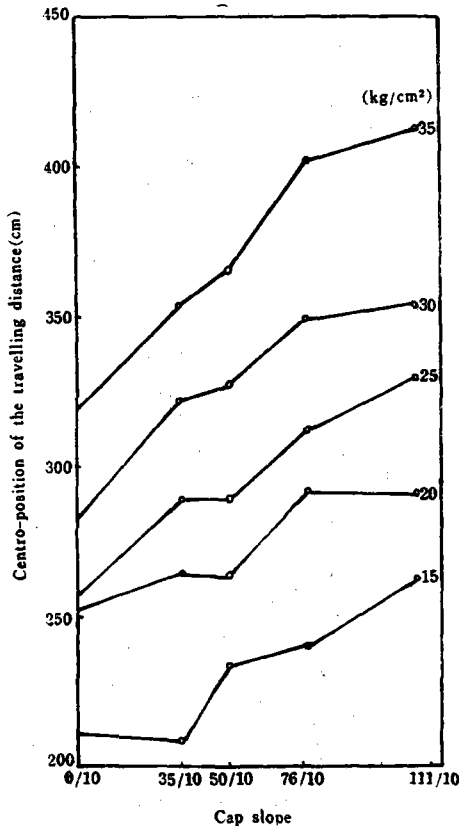


(a)

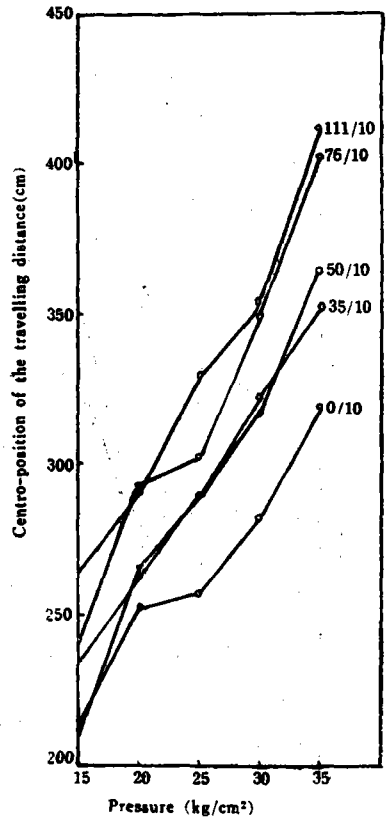


(b)

Fig. 12. The centro-position of the travelling distance of Experiment No. IV.

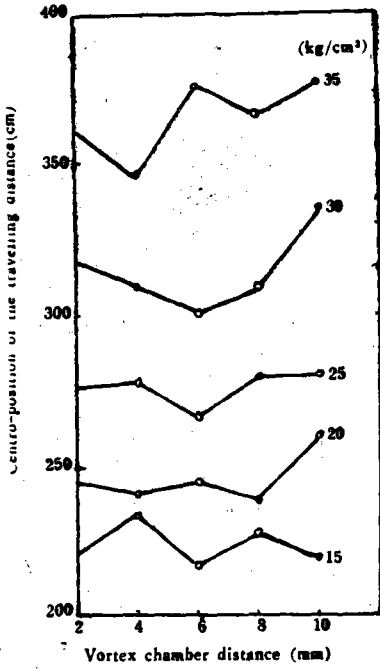


(a)

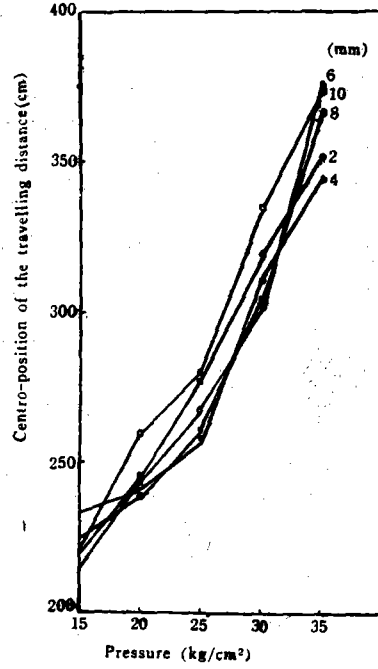


(b)

Fig. 13. The centro-position of the travelling distance of Experiment No. V.

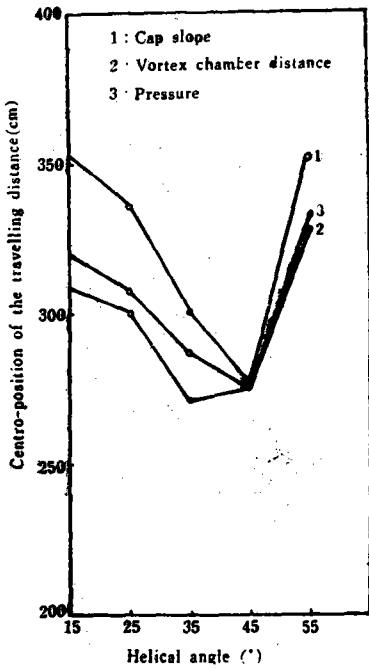


(a)

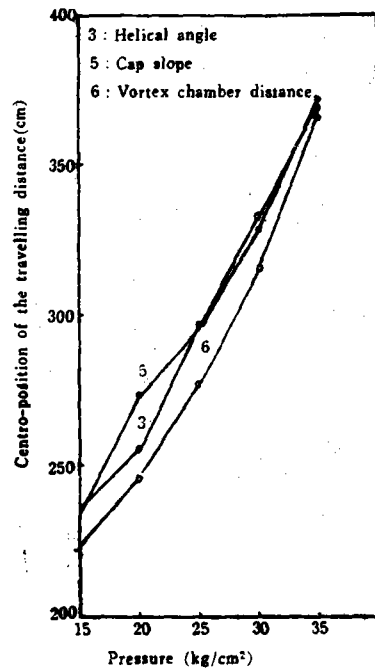


(b)

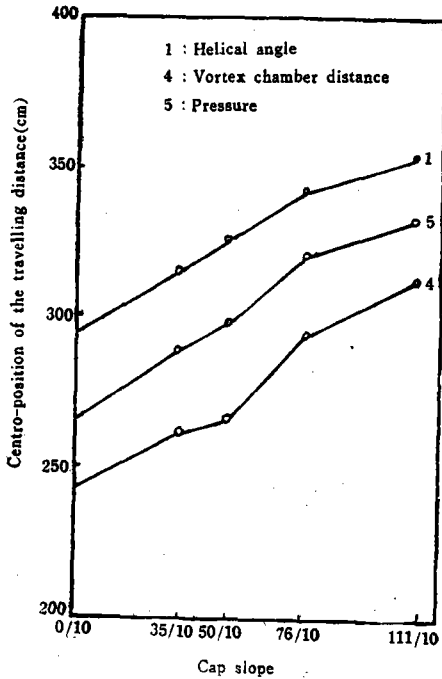
Fig. 14. The centro-position of the travelling distance of Experiment No. VI.



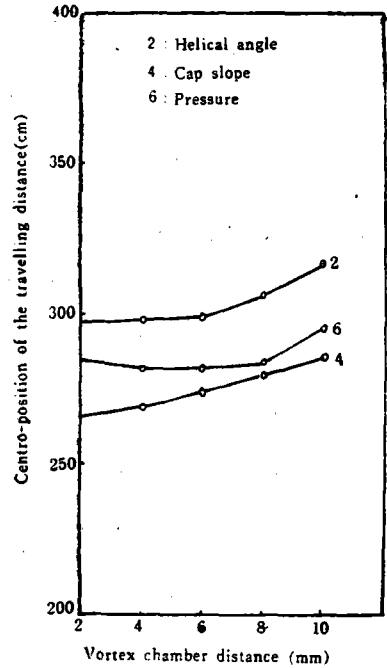
(a)



(b)



(c)



(b)

Fig. 15. The mean values of the centro-position of the travelling distance with various factors Combined.

Fig 9(a), 10(a), 11(a)와 表 7~9에서 導溝의 Helical angle 變化가 噴霧到達性에 미치는 影響은 他因子와의 交互作用 및 主效果가 有意함을 알 수 있다. 으며 主效果는 交互效果보다 크게 有意성이 있음을 알 수 있다.

Table-7. Analysis between the centro-position of the travelling distance helical angle and cap slope.

Factor	Helical angle					Cap slope				
	15°	25°	35°	45°	55°	0/10	35/10	50/10	76/10	111/10
Ave. value of the travelling distance (m)	3.59	3.44	2.97	2.74	3.63	2.98	3.13	3.33	3.39	3.54
Tukey test	a	a	b	c	a	c	c	b	ab	a
Orthogonal Polynomial test	Quadratic, Cubic					Linear				
Main effects F-value	**338.21					**107.14				
Interaction F-value	**11.78					**11.78				

Table 8. Analysis between the centro-position of the travelling distance helical angle and vortex chamber distance.

Factor	Helical angle					Vortex chamber distance(mm)				
	15°	25°	35°	45°	55°	2	4	6	8	10
Ave. value of the travelling distance (m)	3.20	3.09	2.86	2.75	3.30	2.98	2.99	3.02	3.06	3.18

Tukey test	ab	b	c	c	a	b	b	y	ab	a
Orthogonal polynomial test	Quadratic, Cubic					Linear				
Main effects F-value	**246.15					**30.00				
Interaction F-value	**7.69					**7.69				

Table-9. Analysis between the centro-position of the travelling distance helical angle and pressure.

Factor	Helical angle					Pressure (kg/cm ²)				
	15°	25°	35°	45°	55°	15	20	25	30	35
Ave. value of the travelling distance (m)	3.09	2.94	2.81	2.79	3.41	2.43	2.56	3.01	3.36	3.68
Tukey test	b	c	cd	d	a	d	d	c	b	a
Orthogonal polynomial test	Quadratic					Linear				
Main effects F-value	**283.57					**1192.14				
Interaction F-value	**23.57					**23.57				

Table-10. Analysis between the centro-position of the travelling distance cap slope and vortex chamber distance.

Factor	Cap slope					Vortex chamber distance (mm)				
	0/10	35/10	50/10	76/10	111/10	2	4	6	8	10
Ave. value of the travelling distance (m)	2.43	2.66	2.62	2.94	3.11	2.63	2.68	2.78	2.83	2.83
Tukey test	d	c	c	b	a	c	bc	ab	a	a
Orthogonal polynomial test	Linear					Linear				
Main effects F-value	**398.18					**43.36				
Interaction F-value	**8.18					**8.18				

Table-11. Analysis between the centro-position of the travelling distance cap slope and pressure.

Factor	Cap slope					Pressure (kg/cm ²)				
	0/10	35/10	50/10	76/10	111/10	15	20	25	30	35
Ave. value of travelling distance (m)	2.66	2.89	2.92	3.19	3.27	2.32	24.7	2.93	3.28	3.66
Tukey test	c	b	b	a	a	e	d	c	b	a
Orthogonal polynomial test	Linear					Linear				
Main Effects F-value	**196.32					**828.42				
Interaction F-value	**9.47					**9.47				

Table 12. Analysis between the centro-position of the travelling distance pressure and vortex chamber distance.

Factor	Pressure (kg/cm ²)					Vortex chamber distance (mm)				
	15	20	25	30	35	2	4	6	8	10
Ave. value of travelling distance (m)	2.23	2.46	2.79	3.15	3.57	2.78	2.82	2.82	2.84	2.94
Tukey test	e	d	c	b	a	b	b	b	ab	a
Orthogonal polynomial test	Linear					Linear				
Main effects F-value	**185.37					**25.26				
Interaction F-value	**24.30					**24.30				

Fig. 15(a)와 表 7~9에서 平均値는 一般의 25° 内外에서 3次의 變化를 하고 其他 水準에서 2次의 變化를 하여 最小値가 45° 内外에 있음을 알 수 있다. 또 表에서 15°와 55°의 値는 大略 同一하고 15°에서 45°까지의 減少率보다 45°에서 55°까지의 增大率이 큼을 알 수 있다.

壓力變化가 噴霧到達性에 미치는 影響은 Fig. 11(b), 13(b), 14(b)와 表 9, 11, 12에서 他因子와의 交互效果 및 主效果가 有意性이 있음을 알 수 있으며 특히 主效果는 交互效果 보다 매우 크게 有意性이 있음을 알 수 있다.

Fig. 15(b)와 表 9, 11, 12에서 平均値는 一般의 으로 一次의 變化를 하며 回的直線 $y=1.68x+b_1$ 으로 表示될 수 있다.

渦室間隙變化가 噴霧到達性에 미치는 影響은 Fig. 10(b), 12(b), 14(a)와 表 8, 10, 12에서 他因子와의 交互作用 및 主效果가 有意함을 알 수 있으나 主效果와 交互效果는 共に 有意性이 적음을 알 수 있다.

Fig. 15(c)와 表 8, 10, 12에서 平均値는 一般의 으로 一次의 變化를 하며 回的直線은 $y=0.16x+b_2$ 로 表示될 수 있다.

cap의 勾配變化가 噴霧到達性에 미치는 影響은 Fig. 9(b), 12(a), 13(a)와 表 7, 10, 11에서 他因子와의 交互作用 및 主效果가 有意함을 알 수 있으며 특히 主效果는 交互效果 보다 有意性이 높음을 알 수 있다.

Fig. 15(d)와 表 7, 10, 11에서 平均値는 一般의 으로 一次의 變化를 하며 回的直線 $y=0.61x+b_3$ 로 表示될 수 있다.

以上的 回歸直線式中 y 는 到達距離이며 x 는 各因子의 水準을 나타내고 b_1, b_2, b_3 는 固定因子에 依하여 決定되며 Fig. 15의 (a), (b), (c), (d)에서 3個의 直線이 一致되지 않는 것은 固定因子의 水準差에

依한 것이다.

2. 落下量이 5cc/cm/min 以上の 最大到達性

一般慣行 藥劑撒布量⁽¹⁴⁾, 撒布進行速度⁽¹⁴⁾, 落下分布中心距離의 2倍位置等을 考慮하여 每分 1cm幅에 5cc以上 落下하는 到達距離를 實驗結果에서 算出하여 到達性考察의 基準으로 하였다.

各 實驗 rtpa別로 落下分布中心의 到達性에 對한 考察과 같은 方法으로 到達距離를 圖表로 表示하여 본 結果 落下分布中心距離의 變化圖表와 같은 傾向을 나타내었다.

Fig. 16은 이들 圖表에서 水準差의 平均値를 求하여 各 因子別로 表示한 것이다.

表 13-18은 이들의 分析結果이다.

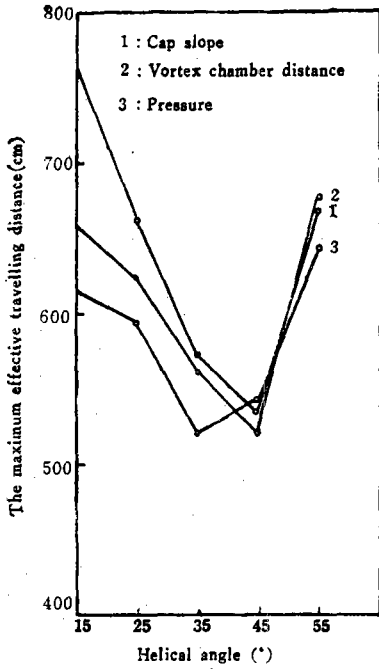
Fig. 15의 (a), (b), (c), (d)와 Fig. 16의 (a), (b), (c), (d), 表 7~12와 表 13~18을 比較하여 보면 導溝의 Helical angle變化 效果는 落下分布中心의 到達性과 極히 相似하여 高度의 相關性을 나타내고 있다. 특히 表 14에 示된 主效果가 Fig. 6(a)와 近 似함을 알 수 있다.

壓力變化 效果는 回歸直線이 $y=2.02x+c_1$ 로 落下分布中心에 對한 效果 보다 多少 크게 나타나고 있으나 매우 相似하다.

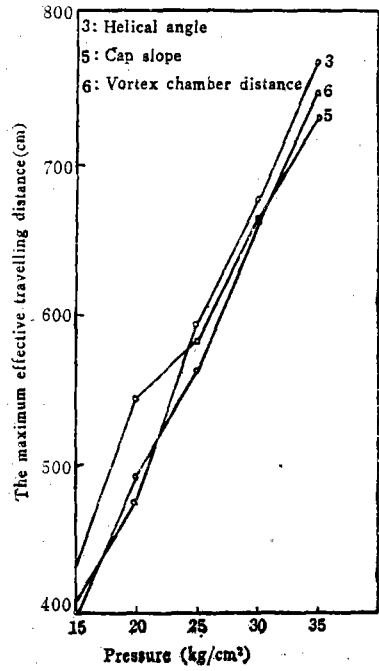
渦室間隙變化 效果는 相當히 分散性을 가지고 있으나 表 14에서 下値가 有意性이 없으므로 Fig. 16(c)의 2 變化曲線을 除한 6,4曲線에서 求한 回歸直線은 $y=0.23x+c_2$ 로 落下分布中心에 對한 效果 보다 크게 나타나고 있다.

Cap의 slope變化 效果는 回歸直線이 $y=0.75x+c_3$ 로 이 역시 落下分布中心에 對한 效果 보다 크게 나타나고 있으나 매우 相似한 高度의 相關性을 나타내고 있다.

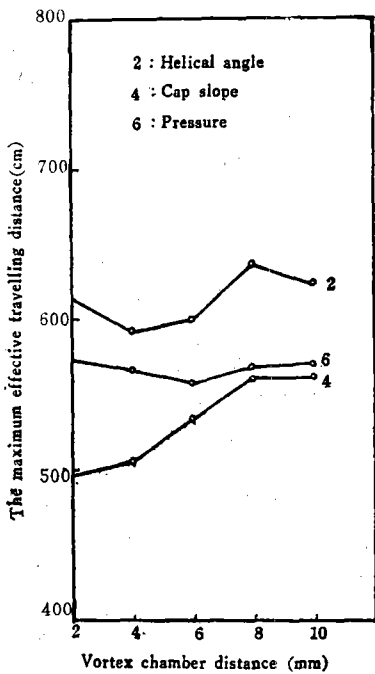
以上에서 落下量이 5cc/cm/min 以上の 最大到達



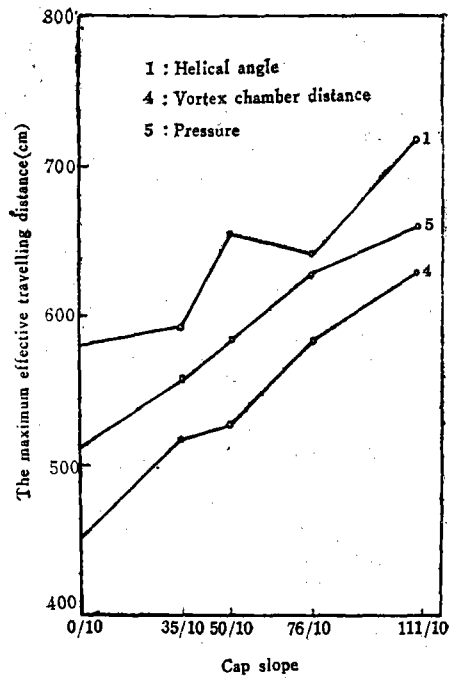
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig 16. The mean values of the maximum effective travelling distance with various factors.

Table-13. Analysis between helical angle and cap slope on basis of the maximum effective travelling distance Table

Factor	Helical angle					Cap slope				
	15°	25°	35°	45°	55°	0/10	35/10	50/10	76/10	111/10
Ave. value of travelling distance (m)	7.05	6.63	5.73	5.35	6.77	5.87	5.92	6.35	6.42	6.98
Tukey test	a	a	bc	c	a	d	cd	bc	b	a
Orthogonal polynomial test	Quadratic, Cubic					Linear				
Main effects F-value	**211.46					**80.13				
Interaction F-value	**4.26					**4.26				

Table-14. Analysis between helical angle and vortex chamber distance on basis of the maximum effective travelling distance

Factor	Helical angle					Vortex chamber distance (mm)				
	15°	25°	35°	45°	55°	2	4	6	8	10
Ave. value of travelling distance (m)	6.63	6.26	5.63	5.20	6.58	5.94	5.93	6.00	6.19	6.23
Tukey test	a	ab	bc	c	a	a	a	a	a	a
Orthogonal polynomial test	Quadratic, Cubic					Linear				
Main effects F-value	**43.38					2.42				
Interaction F-value	1.27					1.27				

Table-15. Analysis between helical angle and pressure on basis of the maximum effective travelling distance

Factor	Helical angle					Pressure (kg/cm ²)				
	15°	25°	35°	45°	55°	15	20	25	30	35
Ave. value of travelling distance (m)	6.18	5.95	5.19	5.42	6.40	4.08	4.75	5.91	6.74	7.67
Tukey test	ab	b	c	c	a	e	d	c	b	a
Orthogonal polynomial test	Quadratic					Linear				
Main Effects F-value	**262.00					**1,559.14				
Interaction F-value	**19.28					**19.28				

Table-16. Analysis between cap slope and vortex chamber distance on basis of the maximum effective travelling distance

Factor	Cap slope					Vortex chamber distance (mm)				
	0/10	35/10	50/10	76/10	111/10	2	4	6	8	10
Ave. value of travelling distance (m)	4.55	5.18	5.25	5.81	6.29	5.18	5.18	5.45	5.64	5.64

Tukey test	d	c	c	b	a	b	b	ab	a	a
Orthogonal polynomial test	Linear					Linear				
Main effects F-value	**306.33					**550.0				
Interaction F-value	**6.55					**6.55				

Table-17. Analysis between cap slope and pressure on basis of the maximum effective travelling distance

Factor	Cap slope					Pressure (kg/cm ²)				
	0/10	35/10	50/10	76/10	111/10	15	20	52	30	35
Ave. value of travelling distance (m)	5.13	5.58	5.84	6.28	6.60	4.28	5.42	5.81	6.64	7.29
Tukey test	d	c	c	b	a	e	d	c	b	a
Orthogonal polynomial test	Linear					Linear				
Main effects F-value	**284.85					**1,147.85				
Interaction F-value	**9.00					**9.00				

Table-18. Analysis between pressure and vortex chamber distance on basis of the maximum effective travelling distance

Factor	Pressure (kg ²)					Vortex chamber distance (mm)				
	15	20	25	30	35	2	4	6	8	10
Ave. value of travelling distance (m)	3.90	4.89	5.63	6.61	7.31	5.59	5.66	5.58	5.69	5.82
Tukey test	e	d	c	b	a	a	a	a	a	a
Orthogonal polynomial test	Linear					Linear				
Main Effects F-value	**1,829.83					**11.33				
Interaction F-value	**12.00					**12.00				

性은 落下分布中心의 到達性과 一般적으로 효과의 變化比率이 多少 크게 나타내고 있으나 高度의 相似性을 나타내고 있다.

3. 總噴霧吐出量

Nozzle에서의 總吐出量의 測定值를 到達性과 같은 考察方法으로 總吐出量을 圖表로 表示하고 分析하여 본 結果 到達性과 같은 傾向을 나타내었다.

Fig. 17은 上記 圖表中 平均値의 變化를 各 因子 別로 表示한 것이다.

導溝의 Helical angle變化가 總噴霧吐出量에 미치는 影響은 Fig. 17의 (a)에서 到達性과 같은 傾向을 나타내고 있다.

壓力變化가 미치는 影響은 回歸直線이므로서 $y =$

$0.8x + d_1$ 到達性에 比하여 增加比率은 完化하나 同一한 傾向을 나타내고 있다.

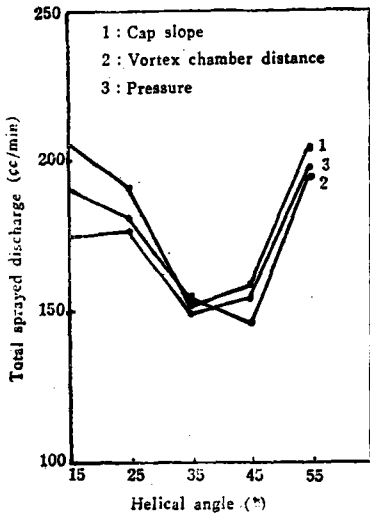
渦室間隙變化가 미치는 影響은 回歸直線이 $y = 0.12x + d_2$ 로서 이 역시 到達性에 比하여 純하나 同一한 傾向을 나타내고 있다.

Cap의 句配變化가 미치는 影響은 回歸直線 $y = 0.46x + dx + d_3$ 로서 이 역시 到達性에 比하여 純하나 同一한 傾向을 나타내고 있다.

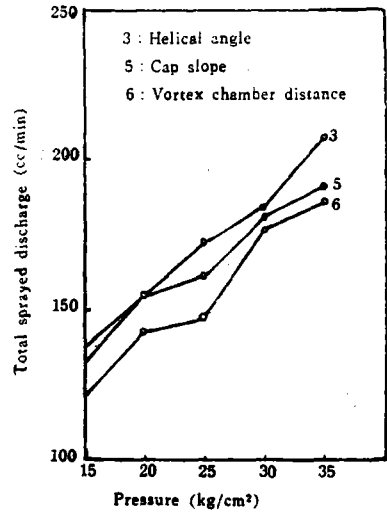
4. 比較考察

表 19는 落下分布中心의 到達性을 基準으로한 每分 落下量이 5cc/cm 以上の 最大到達性 및 總噴霧吐出量의 相關係數를 分析한 것이다.

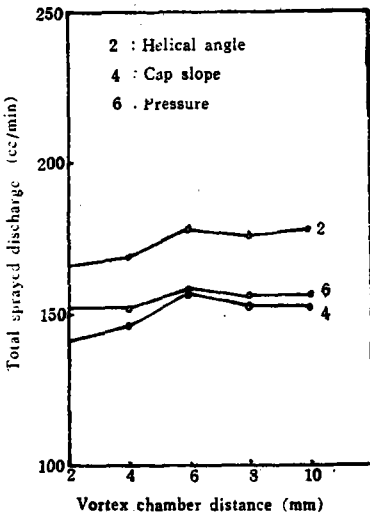
表에서 最大到達性과는 平均(+) 0.96으로서 매우



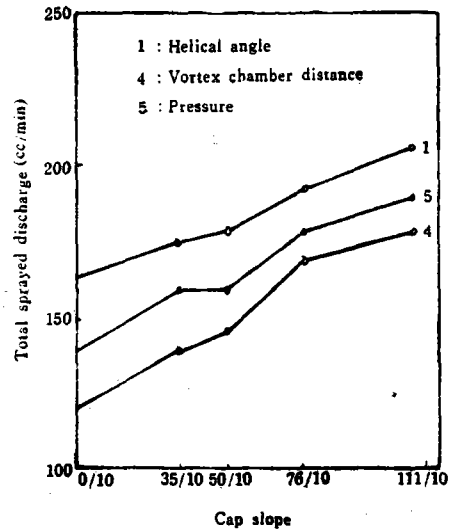
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig 17. The mean values of total sprayed discharge with various factors.

Table-19. Correlation between cenrto-position of the travelling distance and the maximum effective travelling distance or total discharge

高度의 正의 相關關係를 가지고 있으므로 Nozzle의 到達性은 落下分布中心의 到達性에 準한다고 할 수 있다. 卽 一般의 下分布性은 落下分布中心과 相性似을 가지고 있음을 알 수 있다.

Nozzle의 總噴霧吐出量 역시 (+) 0.85로서 큰 正의 相關關係를 나타내고 있으므로 Nozzle孔에서의 流速과 相關關係를 가지고 있음을 表示하고 있다.

故로 Nozzle에 있어서 各 因子의 影響은 噴口의

Experiment allocation	Centro-position of the travelling distance						mean
	I	II	III	IV	V	VI	
The maximum Effective travelling distance	0.93	0.94	0.98	0.97	0.99	0.98	**0.96
Total discharge	0.93	0.92	0.89	0.82	0.65	0.91	**0.85

噴出 Speed에 影響을 증과 同時에 噴出 Velocity에도 影響을 증을 알 수 있다. 특히 表 19의 I, II, III에서 平均 (+)0.913, III, V, VI에서 平均 (+)0.817, II, IV, VI에서 平均 (+)0.883 I, V, IV에서 平均 (+)0.80을 表示함은 壓力增加와 Cap의 句配增加가 導溝의 Helical Angle變化 및 渦室間隙增加 보다 噴口の 噴出 Velocity 中 直進速度 Energy의 增加率에 미치는 影響이 큼을 表示하고 있다.

IV. 結 論

畦畔用 Nozzle에 있어서 近距離用 Nozzle의 噴霧到達性에 미치는 導溝의 角度, 噴霧壓力, Cap의 句配의 影響을 實驗 考察한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 噴霧 Nozzle의 落下量에 對한 到達性은 一般的으로 落下分布中心의 到達性과 매우 高度의 陽의 相關關係를 가지고 있다.

2. 噴霧總吐出量과 到達性은 큰 正의 相關關係를 가지고 있다.

3. Nozzle의 導溝角度, 噴霧壓力, 中子間隙, Cap의 句配等 因子는 噴霧到達性에 미치는 影響이 있어 主效果와 交互效果에 有意性을 나타내고 있다.

4. 특히 導溝角度, 噴霧壓力, Cap의 句配等 因子의 主效果는 極히 高度의 有意性을 나타내고 있다.

5. Nozzle의 導溝角度, 噴霧壓力, 中子間隙, Cap의 句配等 因子는 噴口の 噴出 Velocity에 影響을 주며 특히 噴霧壓力와 Cap의 句配는 他 因子 보다 直進速度의 Energy變化에 影響이 크다.

6. 導溝角度의 變化가 到達에 미치는 效果는 大略 2次的 變化를 하고 45°内外에서 最少値가 되며 15°와 55°傾에서 最高値를 가지며 15°와 25° 사이의 減少率은 매우 작았다.

7. 壓力變化가 到達性에 미치는 效果는 一般的으로 一次的 變化를 하며 變化率이 1.68内外로 效果가 매우 크다.

8. 渦室間隙變化 역시 一次的 變化를 하나 變化率이 0.16内外로 效果가 弱하다.

9. Cap의 句配變化는 0.61内外로 效果가 比較的 크다.

참 고 문 헌

(1) 鍾水惣一, 1961: 水平長管噴口型防除機の改良に関する研究. 山形県農機具研究所報. Vol. 10.
 (2) 高橋, 1951: 農薬の物理的研究.
 (3) 噴部満武, 1953~1956: 金属材料の農業による

旧蝕抵抗について, 農業機械学会誌. Vol. 14~ Vol. 17.
 (4) 関東東山農業試験場, 1961: 鉄砲ノズルによるけいはん散布機存らびにパイプミスト機に関する研究. 関東東山農試 1959年度 研究報告. p. 197.
 (5) 久能喜祿, 1956: 農用噴霧機の機構と散布法改善に関する研究. 東海近畿農業研究. Vol. 7.
 (6) 今井正信, 1956: 動力噴霧機の改良に関する研究(第1,2報). 農業機械学会誌. Vol. 17-2 (55号).
 (7) 今井正信, 1959: 省力防除を主とする散布方式及び同機構に関する研究. 関東東山農業試験場研究報告(1958年度) p. 32.
 (8) 今井正信, 田辺一, 1959: 噴霧粒子の飛行及び到達性について, 農業機械学会誌. Vol. 19-3, p. 124.
 (9) 今井正信, 1960: 病虫害防除機具の現状と今後の問題, 農業及園芸, Vol. 35-1.
 (10) 近藤良夫, 1968: 統計的方法.
 (11) 金俊輔, 1953: 推測統計.
 (12) 磯部邦夫, 1968: 実験計画法.
 (13) 農林省農事試験場 1958: 省力防除を主とする畦畔散布方式に関する研究. 農事試験場所研究報告. Vol. 2.
 (14) 農業機械学会, 1969: 改訂 農業機械ハンドブック.
 (15) 東京大学農業工学教室, 1967: 農業機械実験便覧.
 (16) 武長孝, 1961: 農用噴霧機の試験報告. 関東東山農業試験場報告.
 (17) 北海道農業機械化 第1研究室, 1963: 大型水田における薬剤散布に関する調査. 北海道農業試験場試験成績. 1962年度
 (18) 棚沢泰, 小林清志, 1951: ボランシヤル理論によるろず巻噴射弁の設計法. 日本機械学会論文集. Vol. 17-58.
 (19) 棚沢泰, 豊田章一郎, 1954: 高圧高速液流の微粒化の研究. 日本機械学会論文集. Vol. 20-92
 (20) 西村功, 1961: 農用噴口の特性. 農業機械学誌. Vol. 23-4.
 (21) 西村功, 1962: 病虫害防除液剤散布用農用噴口の特性. 滋賀農業試験場 1963年度 試験.
 (22) 西村功, 1963: 農用噴口の特性. 農業機械学会誌. Vol. 25-2.
 (23) 石原昂, 1958: 農業撤布用ノズルの研究(第1報). 農業機械学会誌. Vol. 18-2, p. 69.
 (24) 石原昂, 1959: 農業撤布用ノズルの研究(第2

- 報). 農業機械学会, Vol. 18-4, p. 153.
- (25) 誌石原, 1959: 昂農業撒布用ノズルの研究(第3, 4報). 農業機械学会誌, Vol. 19-1, p. 23.
- (26) 石原昂, 1960: 農業撒布用ノズルの研究(第5, 6報). 農業機械学会誌, Vol. 20-1, p. 29.
- (27) 児玉義彦, 1963: 動力噴霧機用ノズルの流量係数. 農業機械学会誌, Vol. 25-2.
- (28) 菌村光雄, 岩尾後男, 1962: 畦畔散布噴口に関する研究. 農業機械学会関西支部報告, Vol. 18.
- (29) 日韓恒男, 佐右邦男, 1960: 畦畔散布用ノズルに関する研究. 農業機械学会関西支部報告, Vol. 16.
- (30) 長野農業試験場, 1955-1956: 動力噴霧機改良に関する試験成績.
- (31) 鍋木豪夫, 1953: 農業の物理化学的性質と効果に関する研究.
- (32) 鍋木豪夫, 1960: 農業機械技術, p. 113.
- (33) 田村豊, 1931: 円錐形噴霧の分布に関する研究. 農業及園芸, Vol. 6-9, p. 1397-1406.
- (34) 田村豊, 1930: 動力噴霧機竝に噴霧口の実験. 農具新報, Vol. 7-1, p. 1-5.
- (35) 田中考, 1953: 動力の噴霧内部の脈流と噴霧量に関する関係について. 農業機械学会誌, Vol. 15-1.
- (36) 岡農業試験場, 1955: 動力噴霧機による水稲に対する散布法改善に関する試験成績(1第).
- (37) 報静岡農業試験場, 1956: 動力噴霧機による水稲に対する散布法改善に関する試験成績(第2報).
- (38) 川村登外2人, 1997: 放射化分析による農薬の分布と拡散に関する研究. 農機械学会誌 Vol. 29-4).
- (39) 青森農業試験場, 1961: 噴霧機の利用条件が作業能率に及ぼす影響についての考察.
- (40) 趙載英, 1960: 実験統計分析法,
- (41) 趙載英, 1962: 統計的方法,
- (42) 韓国規格協会, 1965: 統計的方法
- (43) 韓成金, 金声来, 1966: 人力噴霧機 $\text{E}\text{c}\text{c}\text{e}\text{l}$ 改良比較試験
- (44) 韓成金, 金声来, 1967: Plunger型 動力噴霧機用 Gum Type $\text{E}\text{c}\text{c}\text{e}\text{l}$ 改良試験.
- (45) 韓成金, 1970: 病虫害防除機具에 對한 調査研究.
- (46) 和歌山県農業試験場, 1963: 液剤の畦畔散布ノズルに関する試験. 和歌山県農業試験場試験成績報告, Vol. 37-9, P. 7-17.
- (47) 和歌山県農業試験場, 1963: ミスト散布にうける長管水平散布方式並びにノズルの試作に関する研究. 和歌山県農業試験場試験成績報告, Vol. 37-9, p. 26-28.
- (48) Bainer, R. Kepner, R. A. and Barger, E. L., 1955: Principles of Farm Machinery, p. 466-475.
- (49) C. B. Richey, 1960: Agricultural Engineers' Hand Book. p. 113.
- (50) D. A. Isler and J. M. Miller, 1951: Dual spray equipment for airplane spraying tests. U. S. Department of Agriculture, ET-294.
- (51) D. A. Isler and D. G. Thonton, 1955: Effect of Atomization on Airplane Spray Patterns. Agricultural Engineering, Vol 36. p. 600-604.
- (52) Lilijdahl, L. A. and Strait, J., 1959: Spray Deposits Measured Rapidly. Agricultural Engineering. Vol. 40-6.
- (53) Shanks, G. L. and J. J. Patterson, 1948: Technique for spray Nozzle Testing. Agricultural Engineering. Vol. 539-540.
- (54) S. Th. Gabrilides, 1964: Distribution in low pressure hydraulic sprays. J. A. E. R. Vol. 9-2.