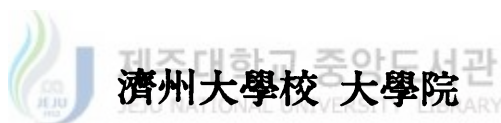


碩士學位論文

濟州地域 가을감자 疫病(*Phytophthora infestans*)의 效果的인 防除에 關한 研究

Studies on Effective Control of Potato Late
Blight(*Phytophthora infestans*) in Jeju



農 學 科

李 光 石

111.348

2001年 6月

濟州地域 가을감자 疫病(*Phytophthora infestans*)의 效果的인 防除에 關한 研究

指導教授 吳 現 道

李 光 石

이 論文을 農學碩士學位 論文으로 提出함

2001년 6월


李光石의 農學碩士學位 論文을 認准함

審査委員長

委

員

全 翰 琳
姜 榮 吉
吳 現 道



濟州大學校 大學院

2001년 6월

**Studies on Effective Control of Potato Late Blight
(*Phytophthora infestans*) in Jeju**

Kwang-Seok Lee

(Supervised by Professor Hyun-Do Oh)



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER
OF AGRICULTURE

DEPARTMENT OF AGRICULTURE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

2001. 6

目 次

Summary	2
I. 緒 言	3
II. 研 究 史	4
III. 材 料 및 方 法	7
1. 濟州地域 가을감자 疫病 發生 調査	7
2. 감자疫病 適用農藥 藥效 試驗	7
3. 아인산염($H_3PO_3 + KOH$)을 利用한 감자疫病 防除 試驗	9
IV. 結 果 및 考 察	11
1. 濟州地域內 가을감자 疫病 發生	11
2. 감자疫病 適用農藥 藥效 試驗	13
가. 培養器에서의 菌絲抑制 效果 檢定	
나. 圃場에서의 防除 效果	
3. 亞磷酸鹽($H_3PO_3 + KOH$)을 利用한 감자疫病 防除	20
가. 亞磷酸鹽 處理에 의한 防除 效果	
나. 亞磷酸鹽의 撒布間隔 및 撒布回數別 處理 效果	
V. 摘 要	27
參 考 文 獻	28

Summary

This study was conducted to search effective control of potato late blight (*Phytophthora infestans*) by treatment of fungicides and phosphorous acid, during the autumn season, 2000 in Jeju. The infected rate of potato late blight was higher in the fields at higher altitudes. The percentage of infected fields at altitudes of less than 100, 200, 300, and 400 m was 30.0, 56.6, 70.0, and 100%, respectively. The disease did not severely occurred in the fields at 100 m above sea level. Incidence of the disease in the fields at altitudes of 200, 300, and 400 m was 10.0, 56.6, and 90.0%, respectively. Mycelial of late blight fungus grow on potato dextrose agar (PDA) medium treated with fungicides metalaxyl, fluazianam and chlorothalonil. Treatment of mancozeb, metalaxyl + mancozeb and dimethomorph + mancozeb was most effective for controlling the disease in the laboratory and the field. Their control value at 15 days after the first treatment was 62.5, 67.5, and 75.8%, respectively. The preventive effect of phosphorous acid on the disease control in the fields located less than 100 m and higher than 300 m above sea level was 77.6, and 45.0%, respectively. The curative effect of phosphorous acid was similar to commercial fungicides. The control effect of phosphorous acid treated at three intervals (7, 10, and 15 days) was similar, and the control values ranged from 62.7 to 77.7%.

I. 緒 言

濟州道の 감자(*Solanum tuberosum* L.) 栽培面積은 2000年度에 6,696ha이며, 生産額은 1,220억원으로, 이중 가을감자는 4,093ha로 61%를 占有하고 있다.

가을감자 재배시에 가장 問題되는 病害의 하나인 疫病(*Phytophthora infestans*)은 生育後期에 低溫多濕 조건이 主 發生要因이 되며, 濟州地方에는 每年 20~35%의 發生을 보이고 있다(濟州道農業技術院, 1996-1999).

疫病은 감자에 피해가 심하고, 일단 發病되면 防除가 어려우며, 進展速度가 매우 빨라 짧은 시간 내에 많은 面積에 被害를 주는 病이다. 특히 유럽에서는 감자를 主食으로 하는 國家가 많으며, 歷史적으로 보면 1845~1846년 아일랜드에서는 감자역병에 의한 凶作으로 全體人口의 1/3인 약 100만 여명이 營養실조 등으로 死亡하였으며, 150만 명이 新大陸인 美國으로 移住하였다고 하여 감자에 疫病이 危險度를 잘 말해주고 있다(朴鍾聲 等, 1976).

池(2000)는 대부분의 역병은 25℃내외의 高溫多濕이 發病 最適條件이 되지만, 감자疫病은 低溫多濕 條件, 즉 氣溫 16~21℃와 相對濕度 98%이상일 때 급속히 增殖하고 3~4時間 內에 傷處 없이도 植物組織을 侵害한다고 하였으며, 藥劑에 대한 抵抗性이 強해 Nishimura 등(1999), 崔 등(1992), 金 등(1993), 李 등(1994)은 metalaxyl에 대한 抵抗性이 생겼다고 報告하였다.

最近 農業科學技術院 등에서 사과, 상추, 토마토, 고추 등에 發生하는 疫病에 대해서 亞磷酸(H_3PO_3)을 利用한 防除研究가 이루어져 일부는 實用化하고 있다. 그러나 감자역병 防除에 대한 研究는 미흡한 실정이다. 本 研究에서는 濟州地方의 감자 主作型인 가을재배시에 問題되고 있는 역병에 대한 發生實態를 耕作地 標高別로 調査 分析하고, 效果的인 藥劑選拔 및 經濟的인 防除를 위하여 亞磷酸을 이용한 防除效果 試驗을 修行하였으며, 그 結果를 發表하는 바이다.

II. 研究史

植物 疫病은 植物破壞者(Gk. Phytos = Plant + phthora = destroyer)라는 뜻의 語源을 가지고 있으며(Erwin과 Ribeiro, 1996), 감자에 역병을 일으키는 菌은 *Phytophthora infestans*(Mont.) de Bary로서 寄主作物은 감자, 토마토 등의 가지과식물이다. 감자역병은 1845년 *Botrytis infestans* Montagne로 불리어 지다가 1852년 *Peronospora infestans* (Mont.) Caspary로 개정되었고, de Bary가 1876년 *Phytophthora*屬을 새롭게 新設하여 *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary로 명명하였다. Stamps 등(1990)은 世界的으로 蒐集한 *Phytophthora*를 67種으로 分類하였으며, 이들의 分類方法은 현재까지도 널리 이용되고 있다. 국내에 발생하는 疫病은 日本人에 의해 4종의 疫病菌이 6개 作物에 發生한다고 한 것이 처음 報告이며(Nakata와 Takimoto, 1928), 현재에는 21종의 식물 疫病菌이 報告되어 있으나(韓國植物病理學會, 1998) 아직까지 역병에 대한 研究는 미약한 실정이라 하였다(池, 1998).

*Phytophthora*菌은 chromista係의 난균문(Oomycota)에 속하는 균류로서 半 活物寄生이며 水生菌의 一種으로 주머니 形態인 遊走子囊 안에 2개의 鞭毛를 가진 遊走子를 形成하며, 이들은 水中에서 運動性이며 濕度가 많을 때 遊走子囊이 만들어지고 遊走子囊 속에서 遊走子が 흘러나와 물에 의하여 病을 傳染시킨다고 하였다(Agrios, 1997).

珪(1975)는 疫病菌이 물과 깊은 關聯이 있으며 濕度가 낮으면 發生하지 않고, 또한 厚膜胞子와 卵胞子로 越冬하여 주로 氣孔을 통하여 侵入하며, 알맞은 溫度 및 濕度 등 條件이 좋으면 1~2日 정도면 病徵이 나타난다고 하였다. 그는 또한 土壤에서 살아남을 수 있는 有性生殖의 卵胞子を 제외하고는 자연상태에서 罹病 寄主植物에서만 생활하고, 감염원은 罹病된 塊莖이나 껍서 더미, 돌감자, 周邊 감자圃場과 다른 寄主植物 등이라고 하였다.

最近 韓國에서 分類된 疫病을 보면, 池 등(1996)은 *P. cryptogea*에 의한 거베라疫病, 洪 등(1998)은 *P. palmivira*에 의한 심비디움역병, 池 등(1998)은 枸杞子에서 역병을 일으키는 균은 *P. cotianae*와 *P. drechsleri*로 동정하였다. 池 등(1997)은 사과줄기에 *P. cactorum*에 의한 疫病과 *P. cactorum*과 *P. cambivora*에 의한 사과 果實疫病이 發生한다고 하였다. 宋 등(1997)은 輸入 오렌지로부터 *P. citrophthora*를 分離하였으며, 林 등(1998)은 복숭아, 사과, 배 등의 과일과 줄기, 잎에 강한 病原性を 보이는 *P. cactorum*를 報告하였다.

韓國에서 감자에 발생하는 病은 18種이 있으며(韓國植物病理學會, 1998), 濟州道에서는 11種으로 調査되었는데 그중 疫病, 무름병, 더뎡이병 등이 가장 問題가 되고 있다(洪 등, 1996, 1997, 1998).

韓國에서 疫病發生 程度를 보면, 蘇 등(1993)은 한국에 疫病 發生率은 4~78%였으며, 全北 김제의 경우 平均 33.3%, 江原道 大關嶺 地域은 39%라고 하였다. 車(1993)는 1990년 全南地方의 봄감자 生育後期の 감자역병 發生率은 72.5%라고 報告하였다.

Tsao(1990)는 疫病으로 인한 큰 經濟的 損失은 病害의 原因을 病 發生 初期에 제대로 診斷하지 못하는데 있으며, 많은 疫病들은 다른 病原菌에 의한 被害나 濕害로 誤診하는 경우가 많다고 하였다. Krause 등(1975)은 "BLITECAST"라는 疫病豫察法을 개발하여 이용하고 있는데, 이는 日別 溫度, 濕度, 降雨量의 氣象要素를 이용한 Severity value에 의하여 역병을 豫察하고 防除對策을 樹立하는 시스템이다. 국내에서도 安 등(1994)이 江原道 地域에서 감자역병, 黃 등(2000)은 고추역병에 이 豫察시스템을 利用할 수 있다고 하였다.

疫病菌은 특히 藥劑에 대한 抵抗性이 강하다. Nishimura 등(1999), 崔 등(1992), 李 등(1994), 金 등(1993)은 감자 역병균이 metalaxyl에 대한 약제 抵抗性菌이 많이 散在되고 있고, 적게는 20%에서 많게는 95%가 약제 抵抗性菌

이라고 하였으며, 또한 고추 疫病菌에 대해서도 吳 등(1992)은 21%, 宋 (2000)도 25%가 抵抗性이라고 하였다.

Shattock(1988)에 의하면 疫病菌이 metalaxyl에 대해 抵抗性을 나타내는 기작은 不明確하나 疫病菌은 倍數染色體(diploid:2N)이기 때문에 異形集合에 의한 中度 抵抗性系統들이 많이 나타나는 것으로 推定하고 있다. 또한 李 등(1994)은 dimethomorph가 감자 疫病菌에 效果的이라고 하였으며, 金 등(1993)은 dimethomorph와 chlothanonil은 防除效果가 높았다고 하였다.

疫病防除에 農藥以外的 物質을 이용하는 研究도 활발하게 이루어지고 있는데, 吳 등(1998)은 키토산 處理가 토마토의 疫病을 현저하게 抑制시키며, 李 등(1998)은 酸性 培養液(pH 4.0이하)을 토마토에 供給하면 疫病防除에 適用이 가능할 것이라고 하였다. 최근 사과, 유자, 상추, 토마토, 고추 등에 發生하는 疫病에 대해서 亞磷酸을 이용한 防除研究가 이루어져 일부는 實用化하고 있는데, 亞磷酸(H_3PO_3)은 自然界에 흔히 存在하지 않는 P H構造를 가지고 있으며, 이 구조는 遊走子를 형성하는 疫病菌의 磷酸代謝 作用을 妨害하여 病原菌을 직접 死滅 시키거나 生長과 繁殖을 抑制시키며, 植物體의 病 방어시스템을 刺戟하여 抵抗性을 높이는 것으로 알려져 있다 (農業科學技術院, 2000).

池(1998)는 亞磷酸鹽($H_3PO_3 + KOH$) 200ppm 처리로 疫病的 菌絲生長을 완전히 抑制할 수 있고, 상추 養液栽培時 100ppm을 처리하면 매우 效果的이며, 또한 배역병에 2,000ppm을 살포한 결과 防除價가 90% 이상이라고 하였다. 한편 토마토에 2,000ppm을 7일 간격으로 살포한 결과 無防除區의 疫病 發生率은 95%인 반면 亞磷酸鹽 撒布區는 10.1%로 疫病방제에 効果적이라 하였으며, Forsta 등(1998)은 藥液에 亞磷酸 82ppm을 投與하면 고추역병 發生율이 5%로 無處理 100%에 비해 방제효과가 매우 優秀하다고 하였다.

II. 材料 및 方法

1. 濟州地域 가을감자 疫病 發生調查

가. 調查地域

濟州道 가을감자 主產地 4個 圈域을 標高別로 無作爲 100개소에서 2000년 11월 3일부터 7일까지 4일간 調查하였다. 4개 권역은 西部地域은 북제주군 한림읍 대림~애월읍 봉성(火田部落), 남제주군 대정읍 상모~안덕면 광평 구간으로 하고, 東部地域은 북제주군 구좌읍 평대~조천읍 교래, 남제주군 표선~북제주 조천 교래 區間의 각각 道路를 따라 濟州道 精密土壤圖에 의해 海拔 100m이하, 200m, 300m, 400m의 標高別로 20~30개 圃場을 調查하였다.

나. 調查方法

農作物 病害蟲 發生豫察 要綱(農村振興廳, 1999)의 조사요령에 의해 포장내 任意 2地點을 選定하고 地點當 10포기씩 總 20株를 대상으로 병든 포기수를 調查하여 平均 병든 포기율과 發病度를 구하였다.

※ 發病度 = $4A + 3B + 2C + D / 4 \times$ 조사포기수 $\times 100$

A : 잎의 3/4 이상 또는 줄기 枯死, B : 잎이 3/4 發病하거나 枯死잎이 2/4일 때,

C : 잎에서 1/2 정도 發病하거나 일부 잎이 枯死, D : 잎에서 1/4 發病.

※ 發生程度別 基準(發病度) : 小(1~25), 中(26~50), 多(51~75), 甚(76% 이상)

2. 감자疫病 適用農藥 藥效 試驗

가. 培養器에서의 菌絲抑制 效果 檢定

1) 試驗菌株

濟州道農業技術院에서 分離하여 보존중인 疫病菌 P-C1(Isolate I)을 V-8 주스배지에서 繼代培養한 후 18℃ 恒溫에 보관하여 사용하였으며, 農業科學技術院에서 분양 받은 P-20001(Isolate II)를 對照菌株로 使用하였다.

2) 公試藥劑

國內에서 감자역병에 登錄 告示되어 使用하고 있는 15종의 專用農藥과 亞磷酸鹽($H_3PO_3 + KOH$, 100:83 比率 稀釋)으로 하였으며, 사용한 農藥의 一般名, 有效成分含量, 稀釋倍數는 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Detail of fungicides used in this study

Fungicide	% of a.i. and formulation	Dilution(x) with water
Metalaxyl	25 WP *	1,000
Metalaxyl + mancozeb	7.5 + 56 WP	500
Metalaxyl + copper oxychloride	15 + 35 WP	1,000
Dimethomorph	25 WP	1,000
Dimethomorph + dithianon	8 + 30 WP	500
Dimethomorph + copper oxychloride(Cu)	15 + 35 WP	500
Dimethomorph + mancozeb	7.5 + 66.7 WP	500
Mancozeb	75 WP	500
Fluazinam	50 WP	2,000
Chlorothalonil	75 WP	600
Oxadixyl + copper hydroxide	8 + 62 WP	500
Azoxystrobin	10 WP	1,000
Copper hydroxide	77 WP	500
Famoxadone + cymoxanil	9 + 12 SC	1,000
$H_3PO_3 + KOH$	97 + 85	500

* WP, wettable powder; SC, suspension concentrate

3) 檢定方法

각각의 農藥을 定量한 후 감자한천배지(PDA : 감자 200g, 포도당 20g, 한천 15g, 물 1ℓ, 120℃ 20분간 殺菌)에 첨가한 다음 페트리디쉬(8.7cm)에 약 20cc정도 넣고 굳힌 후 試驗菌株를 接種하여, 18℃ 恒溫에서 10일간 배양하여 菌絲의 生長程度를 測定하였다. 그리고 菌絲가 生長하지 않는 약제는 기준량의 1/2과 1/4로 줄여 反復試驗을 하였으며, 반대로 배지에 疫病菌을 接種한 후 試驗農藥을 滅菌水에 定量 희석하여 火焰消毒한 필터페이퍼를 올려놓고 18℃ 恒溫에서 10日間 培養한 후 農藥이 처리된 필터페이퍼와 均사간의 沮止間隔을 測定하여 菌絲生長 抑制效果를 再確認 하였다.

나. 圃場에서의 病 防除 效果 試驗

1) 公試農藥 및 試驗場所

배지 試驗結果 효과가 입증된 農藥 dimethomorph + copper oxychloride(Cu) 15 + 35% WP, metalaxyl + mancozeb 7.5 + 56% WP, mancozeb 75% WP 3種과 2000년 登錄告示된 ethaboxam 25% WP 1종의 농약을 가지고 濟州道農業技術院 綜合試驗圃에 2000년 8월 20일에 대지品種을 播種하여 修行하였다.

2) 藥劑處理 및 調査

난괴법 3반복으로 圃場을 區劃하여 2000년 11월 18일 각각 試驗藥劑를 撒布한 후 7, 15일 후에 각각 조사하고, 罹病率, 發病度는 農村振興廳 病害蟲 豫察要綱, 防除價는 農藥登錄試驗 調査基準으로 하였다.

※ 防除價(%) = [(無處理發病度 - 處理區發病度) / 無處理發病度] × 100

3. 亞磷酸鹽을 이용한 감자疫病 防除 試驗

가. 亞磷酸鹽 處理에 의한 防除 效果

1) 試驗場所 및 公試藥劑

濟州道農業技術院 綜合試驗圃(海拔 100m)에서 대지를 公試하여 뜻

및 圃場試驗과 북제주군 애월읍 남읍리(해발 300m)의 農家 慣行栽培 포장에서 각각 修行하였다.

公試藥劑는 亞磷酸鹽($H_3PO_3 + KOH$, 100:83 比率)과 對照農藥으로는 李 등(1994)이 감자역병에 효과가 優秀하였다고 報告한 dimethomorph 25% WP, 농약등록시험 수행시 對照 公試藥劑인 dimethomorph + copper oxychloride(Cu) 15 + 35% WP를 각각 使用하였다.

2) 處理 및 調查方法

試驗區는 난괴법 3반복으로 亞磷酸鹽 및 對照農藥을 疫病 發生前에 살포하고 7, 10, 20일 후에 調查하였으며, 농약등록시험 調查基準을 適用하여 罹病率, 發病度, 防除價를 각각 調查하였다.

나. 아인산염 撒布間隔 및 撒布回數別 處理 效果

1) 試驗場所 및 方法

濟州道農業技術院 綜合試驗圃場에서 育苗箱子($40 \times 60 \times 6$ cm)에 養液栽培産대지 小塊莖을 심어 잎이 平均 6매 정도 자란 후에 감자 역병균의 遊走子囊稀釋液을 接種한 후 조사하였다.

試驗區는 完全任意配置 3反復으로 配置하였고, 아인산염 處理間隔을 7, 10, 15일로 하고, 역병균을 接種한 다음날 아인산염 500배액을 살포한 후, 처리 間隔別로 再 撒布하여 10일 간격으로 調查하였으며, 農藥登錄試驗 調查基準을 適用하여 罹病率, 發病度, 防除價를 각각 算出하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 濟州地域內 가을감자 疫病 發生

2000년 11월 7일부터 11일까지 4日間 濟州道內 가을감자 主產地 4개 圈域의 標高別 疫病發生 狀況을 調査한 結果는 Table 2에서 보는 바와 같다.

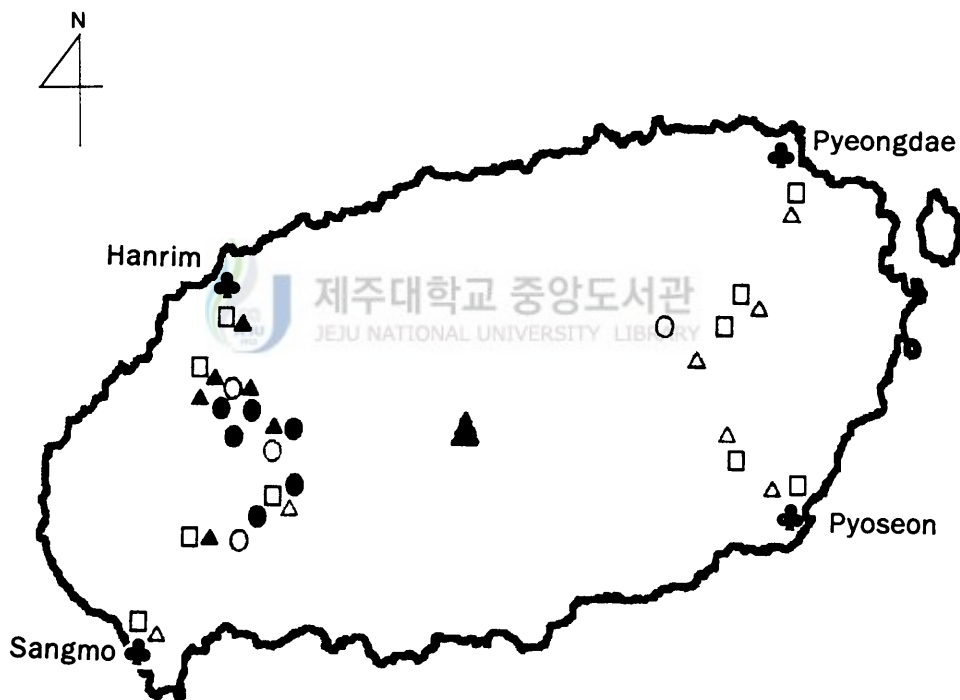
Table 2. Occurrence of late blight caused by *Phytophthora infestans* in 100 potato fields at various altitudes in Jeju Island.

Altitude (m)	No. of fields investiga- ted	No. of fields infected					Location
		No	Mild	Moder- ate	Severe	Very severe	
< 100	20	14	4	2	0	0	Pyeongdae, Pyoseon, Nabeub, Changcheon, Sangmo
200	30	13	3	11	2	1	Songdang, Seongeub, Bongseong, Seogwang
300	30	9	2	2	6	11	Daecheondong, Eoeum, Gasi, Bongseong, Donggwang, Gwangpyeong
400	20	0	0	2	6	12	Bongseong(hoajeonboorag), Sangchang, Gwangpyeong
Total	100	36	9	17	14	24	

標高가 높아질 수록 發生筆地率 및 發病度가 높아지는 傾向이 뚜렷한데, 發生筆地率은 海拔 100m이하 30.0%, 200m 56.6%, 300m 70.0%, 400m 100%로 나타났으며, 發病度 역시 標高가 높아질수록 급격히 높아졌다. 특히 “多

(51%發生)”이상 심하게 發生된 比率을 보면 100m 이하에서는 0%인 반면 200m에서는 10%, 300m 56.6%, 400m 90%의 發生率을 보였다. 전반적으로 疫病 發生筆地率 및 發病度가 매우 높은데, 이 시기에는 氣溫이 낮아 疫病발생에 좋은 條件이며, 특히 10월 22일~11월 2일 사이 8일간에 걸쳐 濟州道 一圓에 降雨가 있었으며, 降雨量도 75.5~83.9mm(氣象月報, 2000)로서 많은 것이 疫病 多 發生 主要因으로 생각된다.

Fig. 1 에는 地區別, 標高別 감자역병의 發病程度를 나타내었다.



● : Very severely occurred, ○ : Severely occurred, △ : Moderately occurred,
 △ : Mildly occurred, □ : Not occurred.

Fig. 1. Severity of late blight caused by *Phytophthora infestans* at various altitudes of Jeju Island

表 3은 1986년부터 1991년까지 5개년간 10월중 濟州道 中産間地域 氣象 調査 資料이다(濟州道農村振興院, 1991). 濟州道 中山間地域 氣象을 보면, 標高가 높아질수록 溫度가 낮아지고, 降水量은 많으며, 특히 大氣濕度가 높아지는 경향이 뚜렷하여 疫病發生 環境에 크게 關與하는 것으로 생각된다. 특히 東部地域 보다 西部地域이 發生率地率 및 發病度가 높는데 이는 아마도 겨울철 北西季節風의 한라산에 부딪치면서 大氣濕度가 높는데 原因이 있다고 생각된다. 이상의 結果로 볼 때 濟州地方 中山間 地域에서는 疫病被害에 의한 가을감자 安全栽培에 어려움이 있으며, 특히 비가 많은 해에는 疫病被害가 클 것으로 思料된다.

Table 3. Mean air temperature, precipitation, and relative humidity at different altitudes of Jeju area in October, 1986-1991.

Meteorology	Altitude(m)				
	<50	100-180	300-400	400-500	700-800
Temperature(℃)	18.1	16.8	14.3	12.2	11.6
Precipitation(mm)	39.8	36.9	42.7	51.7	73.0
Humidity(%)	69.7	74.5	74.2	81.9	86.3

2. 감자 疫病 適用農藥 藥效 試驗

가. 培養器에서의 菌絲抑制 效果 檢定

감자역병 適用農藥에 의한 豫防效果를 檢討하고자 公試農藥 14種과 亞磷酸鹽을 각각의 PDA배지에 添加한 후 菌總을 올려놓고 18℃ 恒溫에서 10일간 培養한 후 菌絲의 자람 정도를 測定한 結果는 Table 4와 같다.

Table 4. Mycelial growth of *Phytophthora infestans* on media with different fungicides

Fungicide	% of a.i. and formulation	Dilution(x) with water	Mycelial growth after 10 days of incubation(mm)	
			Isolate I	Isolate II
Metalaxyl	25 WP	1,000	3.0c *	5.3c
Metalaxyl + mancozeb	7.5 + 56 WP	500	0a	0a
Metalaxyl + copper oxychloride	15 + 35 WP	1,000	0a	0a
Dimethomorph	25 WP	1,000	0a	0a
Dimethomorph + dithianon	8 + 30 WP	500	0a	0a
Dimethomorph + copper oxychloride(Cu)	15 + 35 WP	500	0a	0a
Dimethomorph + mancozeb	7.5 + 66.7 WP	500	0a	0a
Mancozeb	75 WP	500	0a	0a
Fluazinam	50 WP	2,000	3.7b	3.8b
Chlorothalonil	75 WP	600	3.7b	10.7d
Oxadixyl + copper hydroxide	8 + 62 WP	500	0a	0a
Azoxystrobin	10 WP	1,000	0a	0a
Copper hydroxide	77 WP	500	0a	0a
Famoxadone + cymoxanil	9 + 12 SC	1,000	0a	0a
Cyazofamid	10 SC	500	0a	0a
H ₃ PO ₃ + KOH	97 + 85	500	0a	0a
Control			19.5d	19.8e
CV(%)			16.4	23.0

* Mean separation by DMRT at 5 % level.

대부분의 農藥이 處理된 배지에서는 疫病菌이 生長하지 못하였으나, metalaxyl 등 3種이 배지에서는 菌絲가 生長하였는데, 無處理의 試驗菌株 19.5mm, 對照菌株 19.8mm 인데 比해 fluazinam 處理區에서는 試驗菌株 3.7mm, 對照菌株 3.8mm, chlorothalonil 處理區의 시험균주 3.8mm,, 對照菌株 10.7mm 각각 生長하였다(Fig. 2).



Fig. 2. Mycelial growth of *Phytophthora infestans* on media with different fungicides. a : mancozeb, b : fluazinam, c : metalaxyl, d : chlorothalonil, e : control.

metalaxyl 處理區에서는 試驗菌株 3.0mm, 對照菌株 5.3mm씩 각각 生長하였는데, 이 결과는 崔 등(1992), 高 등(1994), 李 등(1994), 金 등(1993)이 疫病菌에 抵抗性이 있다고 보고한 내용과 一致하는 傾向이었다. 그러나 金 등(1993)은 dimethomorph와 chlothanonil의 防除效果가 높았다고 하였는데, 本 試驗에서는 chlothanonil는 효과가 적은 것으로 나타나 이들 3種의 農藥들도 疫病菌에 抵抗性이 생긴 것으로 생각된다.

菌絲가 生長하지 않은 12種의 農藥의 處理藥量을 基準量의 1/2, 1/4로 줄여서 같은 試驗을 반복한 結果는 Table 5와 같다.

Table 5. Mycelial growth of *Phytophthora infestans* on media with 12 fungicides of different concentrations

Fungicide	% of a.i. and formulation	Mycelial growth after 10 days of incubation(mm)			
		Isolate I		Isolate II	
		50% conc.	25% conc.	50% conc.	25% conc.
Metalaxyl+mancozeb	7.5 + 56 WP	0	0a	0	0a
Metalaxyl+copper oxychloride	15 + 35 WP	0	0a	0	0a
Dimethomorph	25 WP	0	0a	0	0a
Dimethomorph + dithianon	8 + 30 WP	0	0a	0	0a
Dimethomorph + copper oxychloride(Cu)	15 + 35 WP	0	0a	0	0a
Dimethomorph + mancozeb	7.5 + 66.7 WP	0	0a	0	0a
Mancozeb	75 WP	0	0a	0	0a
Oxadixyl + copper hydroxide	8 + 62 WP	0	8.2b	0	7.8b
Aoxystrobin	10 WP	0	0a	0	0a
Copper hydroxide	77 WP	0	10.0c	0	10.2c
Famoxadone + cymoxanil	9 + 12 SC	0	0a	0	0a
Cyazofamid	10 SC	0	0a	0	0a
H ₃ PO ₃ + KOH	97 + 85	0	0a	0	0a
CV(%)		27.2		20.8	

* Mean separation by DMRT at 5 % level.

Table 5를 보면 農藥使用 基準量의 1/2 濃度로 處理된 배지에서도 모두 疫病菌絲가 生長하지 못했다. 그러나 基準量의 1/4량으로 처리된 배지에서는 oxadixyl + copper hydroxide 處理區에서 試驗菌株 8.2mm, 對照菌株 7.8mm, copper hydroxide 處理區에서는 試驗菌株 10.0mm, 對照菌株 7.8mm의 각각 生長量을 보여 이들 農藥은 모두 銅(Cu)을 主成分으로 하는 약제로 低濃度에서

菌絲生長 抑制能力이 떨어지는 것으로 나타났다.

한편 Table 4와 반대로 疫病菌에 농약을 처리한 후 疫病菌의 遊走子를 混合한 배지에 接種하여 菌絲抑制 정도를 測定한 結果는 Table 6과 같다.

Table 6. Effect of 16 fungicides on mycelial growth of *Phytophthora infestans*

Fungicide	% of a.i. and formulation	Dilution(x) with water	Width of inhibition zone (mm)	
			Isolate I	Isolate II
Metalaxyl	25 WP	1,000	0d *	0a
Metalaxyl + mancozeb	7.5 + 56 WP	500	2.2c	12.8b
Metalaxyl + copper oxychloride	15 + 35 WP	1,000	0d	0a
Dimethomorph	25 WP	1,000	0d	0a
Dimethomorph + dithianon	8 + 30 WP	500	0d	0a
Dimethomorph + copper oxychloride(Cu)	15 + 35 WP	500	0d	0a
Dimethomorph + mancozeb	7.5 + 66.7 WP	500	1.0b	11.5b
Mancozeb	75 WP	500	5.7a	16.0c
Fluazinam	50 WP	2,000	2.3c	2.0a
Chlorothalonil	75 WP	600	0d	0a
Oxadixyl + copper hydroxide	8 + 62 WP	500	0d	0a
Azoxystrobin	10 WP	1,000	0d	0a
Copper hydroxide	77 WP	500	0d	0a
Famoxadone + cymoxanil	9 + 12 SC	1,000	0d	0a
Cyazofamid	10 SC	1,000	0d	0a
H ₃ PO ₃ + KOH	97 + 85	500	0d	0a
Control			0d	0a
CV(%)			85.3	45.5

* Mean separation by DMRT at 5% level.

Table 6에 나타난 결과를 보면 metalaxyl 등 11個 藥劑는 沮止間隔이 形成되지 않아 疫病 發生後에는 菌絲生長 抑制效果가 떨어지는 것으로 보인다. 그러나 dimethomorph + mancozeb 處理區에서는 試驗菌株 1.0mm, 對照菌株 11.5mm의 菌總과 農藥處理 disc간의 間隔(沮止間隔)이 있었으며, mancozeb 處理區에서는 試驗菌株 5.7mm, 對照菌株 16.0mm의 間隔을 보였다(Fig. 3). 특히 fluazinam 處理區에서는 試驗菌株 2.3mm, 對照菌株 2.0mm를 보여 이 藥劑는 豫防效果와 菌絲生長 抑制效果도 있어 治療效果도 있었으며, metalaxyl + mancozeb 處理區에서는 試驗菌株 2.2mm, 對照菌株 12.8mm의 間隔이 形成되었는데, metalaxyl 效果보다는 mancozeb 成分 때문인 것으로 推定된다. 따라서 疫病이 發生하기 前에는 抵抗性 發見이 쉬운 浸透性殺菌劑 보다는 값이 싸고 抵抗性이 문제가 적은 保護殺菌劑인 mancozeb를 撒布하는 것이 매우 經濟的인 防除方法이라고 思料된다.

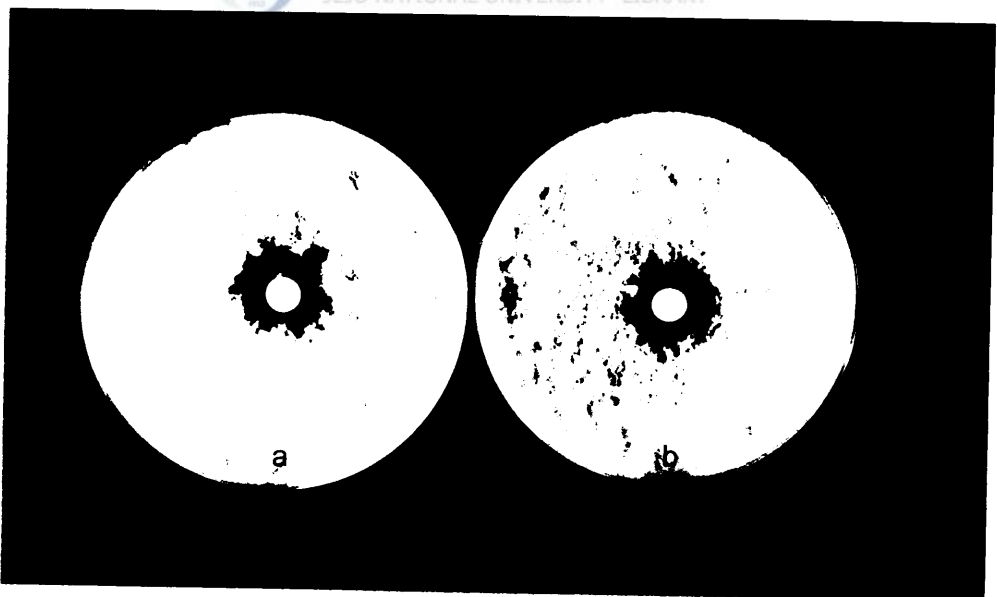


Fig. 3. Effect of mancozeb mycelial growth of *Phytophthora infestans* on media.
a : isolate I, b : isolate II.

나.圃場에서의 防除 效果

배지시험에서 選拔된 3種의 疫病 專用農藥을 감자역병 發生初期인 11월 17일에 撒布하고 7, 15일 후에 防除效果를 조사한 結果는 Table 7에 나타난 바와 같다.

Table 7. Severities and control value of potato late blight at 7 and 15 days after treatment of fungicides in the field

Fungicide	Dilution (x) with water	% incidence		% infection area per plant		% control value	
		7 DAT	15 DAT	7 DAT	15 DAT	7 DAT	15 DAT
Metalaxyl + mancozeb	500	80.0	93.3	18.5a*	20.7a	15.1	67.5
Mancozeb	500	73.3	93.3	22.2a	24.0a	0	62.5
Dimethomorph + copper oxychloride(Cu)	500	70.0	85.6	15.9a	15.4a	27.1	75.8
Ethaboxam	1,000	76.7	85.6	17.8a	18.2a	17.0	72.0
Control		90.0	98.9	21.8a	63.8a	-	-
CV(%)				24.0	29.9		

DAT, days after treatment

* Mean separation by DMRT at 5% level.

藥劑撒布 7일 후 罹病率은 無處理 90.0%에 비해 試驗藥劑들은 70~80%로 10~20%정도 다소 낮을 뿐 差異는 없었다. 이는 溫度가 낮고 濕度가 높아 全體植物體에 傳染된 것으로 보인다. 發病度는 無處理 21.8%에 비해 dimethomorph + copper oxychloride 處理區에서 15.9%로 가장 낮았으며, ethaboxam 17.8%, metalaxyl + mancozeb 18.5%였다. 배지시험에서 가장 效果가 좋았던 mancozeb는 22.2%로 오히려 無處理보다 發生率이 높았다.

이는 室內試驗 결과가 圃場試驗과 일치하지 않았지만 mancozeb가 菌絲生長을 抑制는 하나, 外部環境 등의 要因으로 防除效果가 다르게 나타난 것 같다.

15일 후의 罹病率은 無處理 98.9%에 비해 試驗藥劑들은 85.6~93.3%로 거의 差異가 없었지만, 發病度는 無處理가 7일차 조사시 21.8%인데 비해 63.8%로 42%나 높은 發病度를 보여 급속히 進展되었으나, dimethomorph + copper oxychloride(Cu) 處理區에서 17.9%로 7일차의 15.9%에 비해 불과 2%, ethaboxam 處理에서 18.2%로 7日次의 17.8%에 비해 0.4%, metalaxyl + mancozeb 處理區도 20.4%에서 18.5%로 1.9%, mancozeb 24.0%에서 22.2%로 1.8%밖에 進展이 없었다. 따라서 農藥撒布에 의한 疫病防除 手段은 病的 進展을 最小化하는 것으로 思料된다.

이들 農藥들의 防除價는 dimethomorph + copper oxychloride(Cu)가 75.8%, ethaboxam가 71.6%, metalaxyl + mancozeb가 67.5%, mancozeb가 62.5%이었다. 防除價 差異는 있었지만 發病度에 대한 防除價임으로 藥劑間에 차이는 없는 것으로 생각된다. 이 結果는 李 등(1994)이 dimethomorph가 疫病藥으로 優秀했다는 報告와 비슷한 경향을 나타내었다. 특히 metalaxyl 單劑인 경우 藥劑抵抗性 발현으로 방제효과가 떨어지고 있으나 mancozeb와 合劑한 農藥인 경우에는 효과가 良好한 것으로 나타났다.

3. 亞磷酸鹽을 利用한 감자 疫病 防除

가. 亞磷酸鹽 處理에 의한 防除 效果

1) 풋트제배에서의 效果

育苗箱子에 감자를 栽培하여 草長이 20cm 정도일 때 亞磷酸鹽 500倍額과 dimethomorph + copper oxychloride(Cu)를 12월 1일에 撒布하고, 10, 20일 후에 각각 調査한 結果는 Table 8과 같다.

Table 8. Effect of phosphorous acid and fungicides on control of late blight in potato nursery boxes

Treatment	Dilution(x) with water	% infection	% infection area per plant	% control value
H ₃ PO ₃ + KOH	500	33.3	10.7a*	77.6
Dimethomorph + copper oxychloride(Cu)	500	20.0	11.5a	76.1
Control		65.0	48.0b	
CV(%)			45.0	

* Mean separation by DMRT 5% level

※ The phosphorous acid and fungicides were treated on December 1, 2000, and disease severity was rated at 20 days after treatment.

Table 8에서 보면 罹病株率이 亞磷酸鹽 撒布區는 33.0%, dimethomorph + copper oxychloride 處理區는 20.0%로 無處理의 65.0%에 비해 罹病率이 낮았다. 또한 發病度도 亞磷酸鹽 撒布區 10.7%, dimethomorph + copper oxychloride(Cu) 撒布區 11.5%로 無處理의 48.0%보다 낮아, 防除價는 각각 77.6%, 76.1%로 대체로 높았다.

2) 海岸地域에서의 效果

濟州道農業技術院 綜合試驗圃場(海拔 100m)에서 2000년 11월 7일과 17일에 2차례 10일 間隔으로 藥劑를 撒布하고, 7, 15일 후에 調査한 結果는 Table 9와 같다.

Table 9. Effect of phosphorous acid and fungicide on control of late blight in potato fields at 100m above sea level.

Treatment	Dilution(x) with water	% infection		% infection area per plant		% control value	
		7 DAT	15 DAT	7 DAT	15 DAT	7 DAT	15 DAT
		H ₃ PO ₃ + KOH	500	50.0	71.1	9.3a	11.1a
Dimethomorph + copper oxychloride(Cu)	500	70.0	85.6	15.3ab	15.4a	27.1	76.1
Control		90.0	98.9	23.9b	63.8b	-	-
CV(%)				22.5	45.0		

DAT, days after treatment

* Mean separation by DMRT at 5% level.

※ The phosphorous acid and fungicide were treated twice on November 7 and 17, 2000, and disease severity was rated at 7 and 15 days, after treatment respectively.

罹病株率이 亞磷酸鹽 撒布區는 50.0%, dimethomorph + copper oxychloride (Cu)는 70.0%로 無處理의 90.0%에 비해 낮았으며, 發病度도 亞磷酸鹽 9.3%, dimethomorph + copper oxychloride(Cu) 撒布區가 15.3%로 無處理의 23.9% 보다 낮았다. 한편 防除價는 각각 57.6, 27.1%로 亞磷酸鹽 處理區가 높았으나 全般的으로는 낮았는데 이는 無處理의 疫病 發病度가 낮아서 全體的으로 發病率이 떨어진 것으로 思料된다.

15일 후 調査한 結果는 7일후 보다 罹病株率이 亞磷酸鹽 撒布는 50.0%에서 71.1%로, dimethomorph + copper oxychloride(Cu)는 70.0%에서 85.6%로 15.6%, 無處理는 90.0%에서 98.9%로 8.9%가 모두 增加되는 傾向을 보였다. 發病度는 亞磷酸鹽 撒布區가 9.3%에서 11.1%로 1.8%, dimethomorph + copper oxychloride(Cu) 撒布區는 15.3%에서 15.4%로 0.1%가 모두 미미하게 增加

되었지만, 無處理는 23.9%에서 63.8%로 39.9%의 급속한 增加를 보였다. 이는 亞磷酸鹽과 農藥撒布區는 1, 2차례 撒布에 의해 이미 病 進展이 抑制된 상태이지만 無處理는 계속 進展된 것으로 判斷된다. 防除價는 亞磷酸鹽 77.6%, dimethomorph + copper oxychloride(Cu) 76.1%로 優秀하였다. 따라서 海岸地域에서는 亞磷酸鹽에 의한 防除效果를 충분히 期待할 수 있을 것으로 思料되며, 특히 亞磷酸鹽은 專用藥劑보다 低廉하기 때문에 有利하다.

3) 中山間 地域에서의 效果

北濟州郡 애월읍 남읍리 300고지의 감자포장에서 外觀上 疫病에 感染되지 않은 감자포기를 골라 標記하여 2000년 10월 27일 각각 亞磷酸鹽과 dimethomorph + copper oxychloride(Cu)를 撒布하고 7일 후에 調査한 結果는 그림 4와 같다.

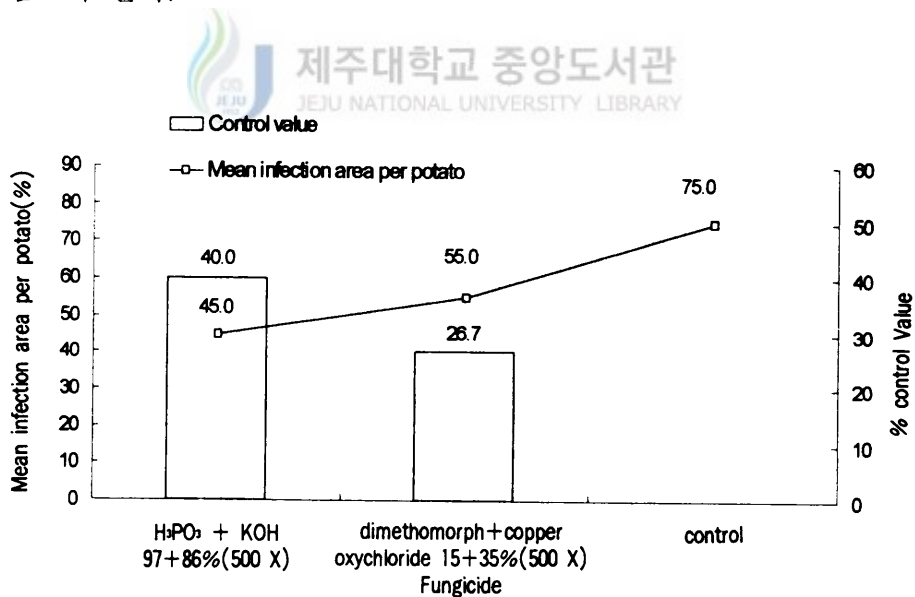


Fig. 4. Infection area of late blight in the potato field at 300m sea level as affected by phosphorous acid and fungicide.

※ The phosphorous acid and fungicides were treated twice on November 7 and 17, 2000, and disease severity was rated at 7 days after treatment.

發病度는 亞磷酸鹽 處理區 45.0%, dimethomorph + copper oxychloride(Cu) 處理區 55.0%로 無處理의 75.0%보다 效果的이었다. 그러나 防除價는 각각 45.0%, 26.7%로 낮았는데, 이는 앞에서 記述한 바와 같이 疫病 進展이 無處理인 경우 7일 사이에 75.0%로 급격히 增加한 原因이기도 하며, 또한 이미 發病된 圃場에서 健全株를 골라 처리함에 따라 포장내 菌密度가 높은 상태에 있었던 것으로 判斷된다. 本 試驗結果 역병은 發生環境이 좋으면 完全防除에는 限界가 있으며, 특히 中産間地域 疫病發生 常習地에서는 가을감자 安全栽培에 問題가 있을 것으로 思料된다.

나. 아인산염의 撒布間隔 및 撒布回數別 處理 效果

濟州道農業技術院 綜合試驗圃場에서 2000년 10월 26일 감자 草長이 20cm 정도 때 培養 增殖한 疫病菌을 接種하고 10월 27일부터 7, 10, 15일 間隔으로 각각 亞磷酸鹽을 撒布하여, 처음 살포 8, 15, 25, 35일 후에 각각 調査한 結果는 그림 5, 6, 7과 같다.

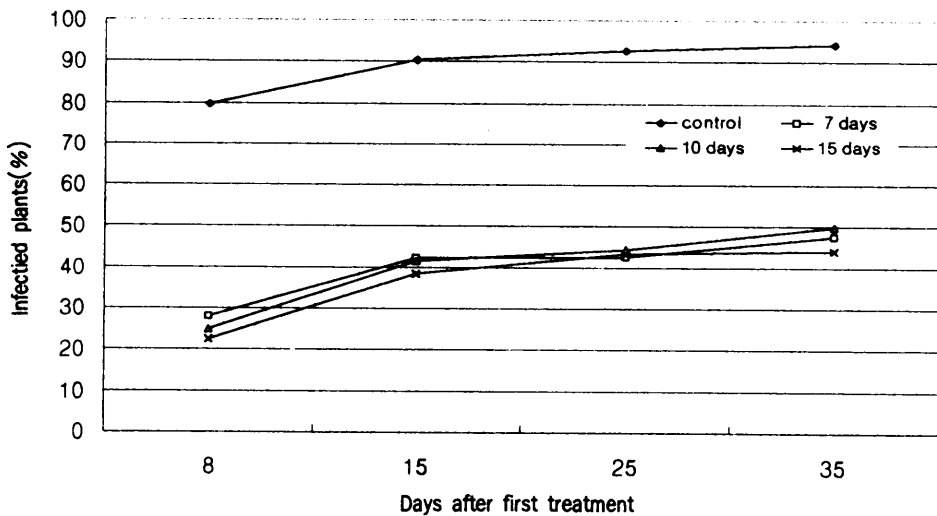


Fig. 5. Effect of phosphorous acid treatment interval on infection rates of late blight in the potato field.

罹病率は 8일 후 調査에서는 無處理가 79.6%에 비해 10일간격 撒布區는 24.8%, 15일간격 撒布區는 22.6%, 7일간격 撒布區는 28.1%이다(Fig. 5).

亞磷酸鹽 處理區는 無處理에 비해 51.1%~71.6%의 防除效果를 보였으며, 15일 후 調査에서는 無處理 90.5%에 비해 7일간격 撒布區는 42.2%, 10일간격 41.5%, 15일간격 38.5%로 處理間에는 비슷하였으며, 無處理에 비해 效果的 이었다. 25일 후 調査時에는 無處理 92.7%에 비해 7일간격 撒布區는 42.6%, 10일간격 撒布區는 44.3%, 15일간격구는 43.4%로 處理間에는 差異가 없었으며, 35일 후 調査에서는 무처리 94.3%에 비해 7일간격 살포구는 47.6%, 10일간격 49.9%, 15일간격 44.0%이다. 따라서 連續的인 降雨 등 疫病發生에 좋은 環境이 되지 않는 한 亞磷酸鹽은 15일 間隔으로 살포해도 7일 間격으로 撒布한 效果와 비슷하게 나타났다.

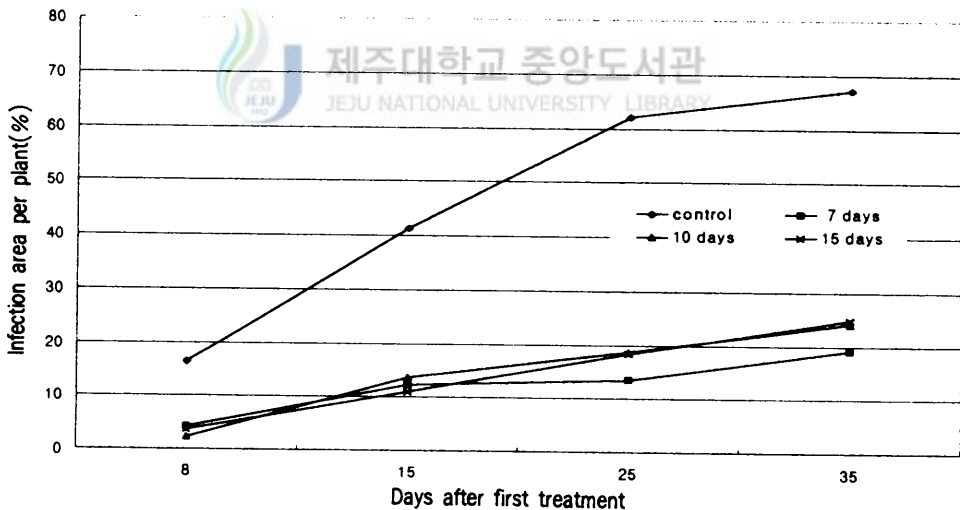


Fig. 6. Effect of phosphorous acid treatment interval on percentage of infected area of potato late blight in the potato field.

發病度 역시 罹病率과 비슷한 傾向을 보였는데 8일 후 調査에서는 無處理가 16.3%에 비해 10일간격 살포구는 2.2%, 15일간격 살포구는 3.7%인 반면 7일간격 살포구는 罹病率에서와 같이 4.2%로 낮았으나, 處理間隔에는 差異가 없었다(Fig. 6). 15일 후 調査에서는 무처리가 41.3%로 25%의 增加

를 보인 반면 7일간격 撒布區는 12.2%, 10일간격 13.6%, 15일간격 10.9%로 7.4%~11.4%의 增加를 보여 無處理에 비해 效果的이었다. 25일 후 調査에는 無處理가 62.0%로 계속 增加 趨勢였으나, 7일간격 살포구는 13.3%, 10일과 15일간격 살포구에서는 18%내외로 처리간 差異가 적었으며, 35일 후 調査에서는 무처리 67.1%에 비해 7일간격 살포구는 19.1%, 10일과 15일간격 살포구는 24% 내외이다. 따라서 本 試驗結果 亞磷酸鹽은 15일 間隔으로 살포해도 7일 間격으로 살포한 效果가 비슷하였다.

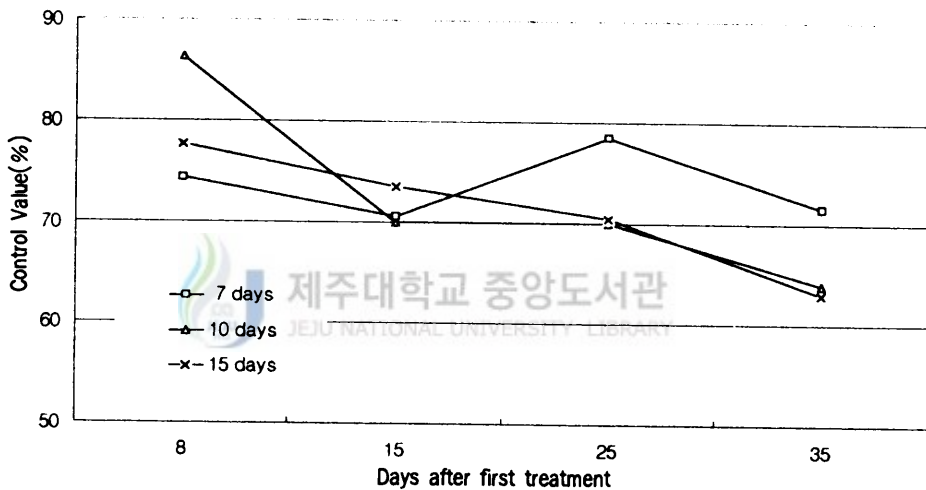


Fig. 7. Effect of phosphorous acid treatment interval on control values of late blight in the potato field.

8일 후 調査에서는 10일간격 살포구의 防除價가 86.4%로 가장 높았고, 15일간격 77.7%, 7일간격 74.3% 順이었다(Fig. 7). 15일 후 調査에서는 7일간격 살포구는 70.6%, 10일간격 70.0%, 15일간격 73.5%이며, 25일 후 調査에서는 7일간격 撒布區는 78.5%, 10일간격 69.9%, 15일간격 70.4%이며, 35일 후 調査에서는 7일간격 71.5%, 10일간격 63.9%, 15일간격 살포구는 62.9%로 나타났다. 이상의 結果로 볼 때 慣行의 疫病 專用藥劑 防除基準에 準하여 아인산염 500배액을 代替하면 對等한 防除效果를 期待할 수 있어 慣行 防除費用 對比 14%에 불과함으로 매우 有利할 것으로 思料되어 진다.

IV. 摘 要

1. 2000年 11月 上旬 濟州地域 가을감자 疫病發生 最盛期에 있어서 標高別 發生 程度를 調査한 結果는 다음과 같다.
 - 가. 標高가 높아질수록 疫病 發生筆地率이 높아지는 傾向이었는데 100m 이하에서는 30.0%, 200m 56.6%, 300m 70.0%, 400m 100%로 조사되었다
 - 나. 發病度가 51% 이상 심한 筆地率을 보면 標高 100m이하에서 없는 반면, 200m에서는 10.0%, 300m 56.6%, 400m 90.0%이었다.

2. 濟州地域 감자疫病 방제에 使用하고 있는 農藥의 豫防, 治療效果를 檢討 하고자 室內試驗과 圃場試驗을 실시한 結果는 다음과 같다.
 - 가. 감자역병에 登錄 告示된 適用農藥 14種이 배지에 疫病菌을 接種하여 菌絲抑制 效果를 檢討한 結果 metalaxyl 25% WP 1,000배, fluazinam 50% WP 2,000배, chlorothalonil 75% WP 600배 3種의 藥劑 處理에서 는 菌絲가 生長되었다.
 - 나. 菌絲抑制 效果가 인정된 藥劑 11種을 菌이 接種된 배지에 處理하여 再 確認한 바 mancozeb 75% WP, metalaxyl + mancozeb 7.5% + 56% WP, dimethomorph + mancozeb 7.5% + 66.7% WP 3種이 優秀하였고, 發生初期 圃場試驗에서도 살포 15일 후 調査에서 각각 62.5, 67.5, 75.8%의 防除價를 보였다.

3. 疫病防除를 위하여 亞磷酸鹽($H_3PO_3 + KOH$)을 處理한 結果는 다음과 같다.
 - 가. 中山間地域 疫病發生 脆弱地帶에서 防除價가 45.0%로 낮았으나, 海岸 地域에서는 77.6%로 專用藥劑와 差異 없이 防除效果가 좋았다.
 - 나. 亞磷酸鹽은 15日 間隔으로 살포하여도 7일, 10일 간격 살포한 것과 비슷한 效果를 보였으며, 防除價도 62.7~77.7%로 좋았다.

參 考 文 獻

- Agrios, G. N. 1997. Plant Pathology. 4th ed. Academic Press, San Diego, California, USA. 635pp
- 안재훈, 함영일, 박천수, 김병현, 김정간. 1994. 氣象情報를 利用한 감자 疫病 豫察시스템 作成. 農業論文集 36 : 320-325.
- 차광홍. 1993. 감자 主要病害와 防除. 植物保護 研究, 湖南植物保護研究會 7 : 75-82.
- 최경자, 김병섭, 정영륜, 조광연, 1992. 감자재배 圃場에서 Metalaxyl 抵抗性인 감자 疫病菌의 發生. 韓國植物病理學會誌 8 : 34-40.
- Erwin, D. C., S. Bartricki-Garcia, and P. H. Tsao. 1983. *Phytophthora*: Its Biology, Taxonomy, Ecology, and Pathology. The Amer. Phytopath. Soc. St. Paul, Minnesota. 392pp
- Erwin, D. C. and O. K. Ribeiro. 1996. *Phytophthora* Diseases Worldwide. Aps Press The Amer. Phytopath. Soc. st. paul, Minnesota. 562pp
- Forster, H., J. E. Adaskaveg, Kim, D. H and Stanghellini, M. E. 1998. Effect of phosphite on tomato and pepper plant and on susceptibility of pepper *Phytophthora* root and crown rot in hydroponic culture. Plant Dis. 82 : 1165-1170.
- 홍순영, 지형진, 현승원. 1998. 濟州道에서 처음으로 發生한 *Phytophthora palmivora*에 의한 심비디움 疫病. 韓國植物病理學會誌 14 : 725-728.
- 홍순영, 송정흠, 진석천, 강상훈, 임성언, 현승원, 정순경. 1987. 濟州道 主要 農作物 病害 精密調査, 病害蟲 調査事業 報告書. 農業科學技術院 p. 207-213.
- 황의홍, 이순구. 2000. 고추역병의 豫察模型과 컴퓨터 시스템. 韓國農林氣象學會誌 3(1) : 16-21.

- 지형진, 조원대, 김충희. 2000. 韓國의 植物疫病. 農業科學技術院. pp31-36.
- 지형진, 김완규, 이상엽, 조원대. 1996. *Phytophthora crytozea*에 의한
기베라 疫病. 寒國植物病理學會誌 12 : 374-376.
- 지형진, 조원대, 김완규. 1997. 사과역병 : *Phytophthora cactorum*에 의한 줄기
疫病 發生. 韓國植物病理學會誌 13 : 139-144.
- 지형진, 조원대, 김완규. 1997. 사과역병 *Phytophthora cactorum*과 *Phytophthora*
*cambivora*에 의한 사과 果實疫病 發生. 韓國植物病理學會誌 13 : 145-151.
- 지형진, 곽용범, 이봉춘, 조원대. 1998. *Phytophthora nicotianae*와
*P. rechsleri*에 의한 枸杞子疫病 發生. 韓國植物病理學會誌 14 : 294-298.
- 지형진. 1998. 亞磷酸鹽의 疫病抑制 效率 檢證. 試驗研究報告書(作物保護部編).
農業科學技術院. pp 233-236.
- 제주도농촌진흥원. 1991. 濟州道 中山間地域 氣象調査 報告書 p24-26.
- 제주도농업기술원. 1995, 1996, 1997, 1998, 1999. 農村指導事業報告書.
- 김병섭, 정영륜, 조광연. 1993, Metalaxyl 抵抗性 및 感受性 감자疫病菌의
適應力比較 및 Dimethomorph와 Chlothanonil에 의한 防除效果. 韓國植物
病理學會誌 9 : 31-35.
- 김병섭, 박은우, 조광연. 1998. 잿빛곰팡이병균(*Botrytis cinerea*)의
Benzimidazole계, Dicarboximide계 및 N-phenycarbamate계 殺菌劑에
대한 感受性 變化. 寒國植物病理學會誌 14 : 693-699.
- 氣象廳. 2000. 氣象月報 10~11 : p25.
- Koh, Y. J., H. J. Chung, and W. E. Fry. 1994. Changes in frequencies
of A2 mating type and metalaxyl-resistant isolates of *Phytophthora*
infestans in Korea. 韓國植物病理學會誌 10 : 92-98.
- Korea journal of plant pathology. 1998. 韓國植物病名目錄 3 : pp.436.
- Krause, R. A. 1954. Progression in forecasting late blight of potato.
Dis. Repr. 38 : 245-253.

- Lucas, J. A., R. C. Shattock, D. S. Show, and L. R. Cooke. 1991. *Phytophthora*. Cambridge Univ. Press, Brit. Mycol. Soc., UK. pp447.
- 이왕휴, 소만서, 최인영. 1994. 감자 疫病菌(*Phytophthora infestans*)의 藥劑 抵抗性 및 交配形. 韓國植物病理學會誌 10 : 192-196.
- 이영근, 설균찬. 1998. 酸性供給에 의한 토마토 풋마름병 防除. 韓國植物病理學會誌 14 : 744-746.
- 임양숙, 정기채, 지형진, 김진수, 여수갑. 1998. *Phytophthora cactorum*에 의한 복숭아 과일역병. 한국식물병리학회지 14 : 99-101.
- 임양숙, 정기채, 김승환, 박선도. 1998. *Phytophthora cactorum*에 의한 딸기 역병. 한국식물병리학회지 14 : 735-737.
- Nishimura, R., K. Sato, W. H. Lee, U. Sinho, T. Chang, E. Suryaningsih, S. Suwonakenee, P. Lumyang, C. Chamswarang, W. Tang, S. K. Shrestha, M. Kato, N. Fujii, S. Akino, N. Kondo, K. Kobayashi, and A. Ogoshi. 1999. Distribution of *Phytophthora infestans* populations in seven asian countries. Ann. Phytopathol. Soc. Jan. 65 : 163-170.
- Nakata, K and Takimoto, K. 1928. List of crop diseases in chosen. Chosen Govern. Gen. Agri. Exp. Station 15 ; 3(in Japanese)
- 농촌진흥청. 1999. 農作物 病害蟲 發生豫察 要綱 p187.
- 농촌진흥청 농업기술연구소. 1976. 濟州道精密土壤圖
- Oh, S. J. and C. H. Kim. 1992. Varying sensitivity to metalaxyl of korean isolates of *Phytophthora capsici* from red pepper fields. 韓國植物病理學會誌 8 : 29-33.
- Shattock, R. C. 1988. Studies on the inheritance of resistance to metalaxyl in *Phytophthora infestans*. Plant Pathol. 37 : 4-11.

- Oh S. K, D. Choi, and S. H, Yu. 1998. Development of integrated pest management techniques using biomass for organic farming(1). suppression of late blight and *Fusarium* wilt of tomato by chitosan involving both antifungal and plant activating activities. Korean J. Plant Pathol. 14 : 278-285.
- 박종성 등. 1976. 植物病理學. 鄉文社. p17.
- 송장훈, 권혁모, 문덕영, 강혜경, 고영진. 1997. 수입 오렌지로부터 갈색 썩음병균(*Phytophthora citrophthora*)의 분리 및 동정. 한국식물병리학회지 13 : 129-131.
- 송주희, 노성환, 박현철, 문병주. 1998. 딸기역병균 *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*. 한국식물병리학회지 14 : 646-650.
- 소만서, 이왕휴. 1993. 감자 역병균 *Phytophthora infestans*의 A₂형 교배형의 발생. 한국식물병리학회지 9 : 275-279.
- Song, J. Y. 2000. Analysis of genetic diversity and variation factors in *Phytophthora capsici* population causing red pepper blight. Chungnam Univ. Ph. D. diss. p 127.
- Stamps, D. J., G. M. Waterhouse, F. J. Newhook, and G. S. Hall. 1990. Revised tabular key to the species of *Phytophthora* Mycological Paper NO. 162.
- Tsao, P. H. 1990. Why many *Phytophthora* root rots and crown rots of tree and horticultural crops remain undetected. EPPO(Eur. Mediterr. Plant Prot. Organ.) Bull. 20 : 11-17.
- 유화영, 이영희, 조원대, 김완규, 명인식, 진경식. 1993. 果樹病害 原色圖鑑. 農業技術研究所. pp133~134.
- 珪 琦一. 1975. 植物の疫病. 誠文堂新光社. pp128.

感謝의 글

本 研究 論文이 이루어지기까지 指導와 助言을 아끼지 않으신 吳現道 教授님과 金翰琳 教授님, 姜榮吉 教授님께 깊은 감사를 드리며, 아울러 大 學院 課程에서 深度 있는 講義를 하여 주신 朴良門, 權五均, 趙南樞, 高 永友, 宋昌吉 教授님께도 感謝를 드립니다.

또한 어려운 여건 속에서도 學業을 계속할 수 있도록 여건을 마련해 주신 韓東傑, 金英輝, 金耿浩 濟州道農業技術院 前 現職 院長님과 姜明繕 技術支援局長님 그리고 農業環境課 同僚 여러분께 감사드립니다.

특히 試驗修行과 資料整理 및 論文檢討에 열과 성의를 다하여 주신 同僚 洪淳英 연구사, 宋禎洽 연구사 그리고 특별히 農業科學技術院 金完圭 博士님께도 고마운 말씀을 전합니다.

오늘의 있기까지 큰 힘이 되어주신 어머니와 內助를 아끼지 않은 아내 梁美心 그리고 사랑스러운 자녀 예슬, 東昱과 이 榮光을 함께 하고자 하며 먼저가신 아버지 靈前에 이 小書를 바칩니다.