

석사학위논문

감자더듬이병을 일으키는
Streptomyces spp.의 동정 및 방제



제주대학교 대학원
제주대학교 중앙도서관
농 학 과
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

홍 순 영

1998年 12月

감자더듬이병을 일으키는
Streptomyces spp.의 동정 및 방제

지도교수 권 오 균

홍 순 영

이 논 문 을 농 학 석 사 학 위 논 문 으 로 제 출 함 .



홍순영의 농학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 _____

위 원 _____

위 원 _____

제주대학교 대학원

1998년 12월

Identification of *Streptomyces* spp. causing
Potato Scab and Control of the Disease

Soon-Yeong Hong

(Supervised by Professor O-Kyun Kwon)

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

DEPARTMENT OF AGRICULTURE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1998. 12

목 차

Summary	2
I. 서 언	3
II. 연 구 사	4
III. 재 료 및 방 법	8
1. 병원균 분리 및 동정	8
2. 토양소독 효과	9
3. 작부체계 효과	10
IV. 결 과 및 고 찰	12
1. 감자더텅이병균의 동정	12
가. 더텅이병균의 형태 및 배양적 특성	12
나. 더텅이병균의 생리적 특성	13
다. 더텅이병균의 항생제 내성	15
라. 병원성 검정	17
마. 더텅이병균 동정	18
2. 토양소독 효과	21
가. 더텅이병 이병율과 방제효과	21
나. 상품을 향상 효과	22
3. 작부체계 효과	23
가. 더텅이병 이병율	23
나. 더텅이병 방제효과	24
다. 상품을 향상 효과	25
V. 적 요	27
인 용 문 헌	28

Summary

Streptomyces spp. causing potato common scab in fields of Cheju were identified, and effected of chemical treatments and cropping systems to control the disease were studied. The results obtained summarized follows;

1. A total of 29 isolates of *Streptomyces* from symptoms of potato common scab were examined. Three isolates were identified as *Streptomyces scabies*, one isolates as *Streptomyces acidscabies* and *Streptomyces tugidiscabies*, respectively based up on the morphological and cultural characteristics.
2. The percentage of infection of the potato common scab was decreased by treatment of dazomet GR.(30kg/10a), and its control value was 80.7%.
3. The treatment of dazomet GR.(30kg/10a) of the percentage of marketable potato tubers was increased up to 96.3%, by treatment of dazomet GR. The treatment effect of metam-sodium SL(60 ℓ /10a) for control of the disease was 83.9%. While 54.9% of potato tubers were infected with common scab in the non-treated plot.
4. Compared with the continuous cropping system of potato, when soybean plants were used as a green manure in the field, the control effect on potato common scab was 69.5% on November 19, 45.4% on December 15 and 25.0% on January 30, respectively.

I. 서 언

감자(*Solanum tuberosum* L.)의 원산지는 남아메리카 안데스산맥의 중부고지대로 추정되며, 우리나라에는 1824년(순조 24년)에 만주 간도지방으로부터 도입되었다는 북방전래설과 1832년(순조 32년)에 네덜란드 선교사 Chariles Gutzlaff가 씨감자를 민가에 나누어주고 재배법을 가르친 것이 시초라는 남방전래설이 있다. 제주도의 감자 재배면적은 1998년 7,812ha로 연간 약 1,000억원의 농가 조수입을 올리는 소득작물이다. 제주지역의 감자재배 작형중 60%는 여름에 파종하여 그해 겨울에서 이듬해 봄까지 수확할 수 있는 가을감자 작형으로 감자 재배가 소득이 높아짐에 따라 농가에서는 연작재배를 하고 있는 실정이다. 감자 주산지인 남제주군 대정 지역의 경우 가을감자를 재배할 때 더뎡이병의 발병율이 50%가 넘고 있어 감자의 상품율이 크게 떨어지고 있다(홍 등, 1996). 더뎡이병 병징은 괴경표면에 코르크 형태로 움푹 파인 증상(deep-pitted scab)과 표면보다 볼록한 증상(raised scab), 표면에 얇게 형성하는 증상(common scab) 등으로 병원균은 대부분 *Streptomyces scabies*에 의한 것으로 알려져 있다(Lambert 등, 1989; Goyor, 1996). 그러나 최근에는 산성토양에서도 자랄 수 있는 *S. acidscabies* 등 많은 새로운 종들이 보고되었다. 감자 표면에 발생하는 더뎡이병은 수량과는 전혀 관계가 없는 것으로 알려졌다. 하지만 더뎡이병에 걸린 감자 괴경은 상품가치가 떨어져 시장출하를 할 수가 없게 되고 전분 가공용으로 출하하는데, 가격은 시장출하 가격의 1/8에 불과한 실정이다. 농업인들은 연작으로 인하여 더뎡이병이 많이 발생하며, 피해를 준다고 알고는 있지만, 뚜렷한 방제방법이나 마땅한 대체 작물이 없는 실정이다. 일부 농민들은 토양 pH를 낮춰서 더뎡이병을 방제하려고 농업용 유황가루를 감자 재배포장에 살포하고 있지만 효과가 적고, 토양의 오염과 산성화만 초래하고 있다.

따라서 본 연구는 제주지역에서 문제가 되고 있는 감자더뎡이병의 병원균에 대한 동정과 토양소독 및 작부체계에 의한 방제방법을 구명하고자 수행하였다.

II. 연 구 사

감자 더뎡이병균은 토양중에 널리 퍼져 있고, 식물체의 건전한 뿌리와 잡초의 땅속줄기에 침입하였다가 감자와 붉은 사탕무(Red beets)에만 경제적 피해를 주지만, 수량에는 영향을 미치지 않는다. 그러나 이 균은 감자의 상품율을 대단히 떨어뜨린다고 하였다(Strand 등, 1992). 더뎡이병균의 기주로는 감자, 무, 사탕무, 순무, 당근, 서양방풍나무 등이 보고되어 있으나, 감자이외는 경제적 손실이 없다고 하였고(Loria 등, 1988), Kamiunten(1989)과 吉田(1993)는 *Streptomyces* sp.에 의하여 메론 뿌리에 암중병을 일으키며, Clark 등(1987)은 *Streptomyces ipomoea* 가 고구마 뿌리에 감염한다고 하였으며, 가루더뎡이병(Powdery scab)역시 감자괴경에 더뎡이 증상을 일으킨다고 하였다(Harrison, 1993). 그러나 감자더뎡이병균은 세균인데 반해 가루더뎡이병은 진균류에 속한다. 감자더뎡이병균의 균사폭은 1 μ m로 pH 5.2 이하에서도 존재하며(Loria 등, 1988), 균의 생육 및 포자형성에 가장 좋은 온도는 26 $^{\circ}$ C이고(松本, 1979), 더뎡이병 발생율은 토양 pH 및 엽내 칼슘함량과 정의 상관관계를 보였다고 하였다(김 등, 1996). 植松 등(1990)은 일본에서도 감자더뎡이병 발생율이 1981년 전까지는 10%이하였으나 1982년 이후 급속히 증가하고 있으며, 시마바라반도인 경우 발생율이 30%이상이고, 다 발생지에서는 50%에 달한다고 하였다.

감자더뎡이병균을 현미경으로 관찰할 때 포자는 나선형 및 직과상형의 2종이 있고(植松 등, 1990), 그중 대표적으로 감자에 더뎡이병을 일으키는 균은 *S. scabies*로 나선형의 포자형태이며, 멜라닌 색소를 형성하고, 배양적 특성은 회색을 띠는 것이 특징이라고 하였다(Lambert, 1989). 김 등(1996)은 우리나라에서 7 균주를 *S. scabies*로 동정하였고, 제주도에서 분리한 더뎡이병균 중에는 산성토양에서도 생육할 수 있는 것들이 있었다고 보고하였다(홍 등, 1996). 감자더뎡이병은 포자형태가 나선형이며 멜라닌 색소를 형성하는 것과 직과상형이고 멜라닌색소를 형성하지 않는 그룹이 존재하며, 그룹간에는 유전적 차이가 있다고 보고하였다(岷田 등, 1995). Bonde 등(1968)은 산성에 내성이 있는 *Streptomyces*

sp.를 pH 5.0 이하의 토양에서 자라는 감자에서 분리하였고, *S. scabies*의 분리
는 pH 5.2 이상의 토양에서 생산된 감자에서 얻었다. 김 등(1997)은 우리나라에
서도 토양pH 5.0에서 더텡이병이 발병하였다고 하였다.

Kenneth 등(1998)은 모든 *S. scabies*의 Strain은 0.5ppm rifampin에서 생육한
다고 하였다. Goyor 등(1996)은 더텡이병을 일으키는 여러 종 중에 산성인 환경
에서 *S. acidscabies*가 더텡이병을 발생시키는 것이 특징이라고 하였다. Loria 등
(1986)은 *Streptomyces*-like 증상이 있는 괴경에서 대부분 *S. scabies*를 분리하
였는데, 일부는 포자가 직과상형이고 배양적 특성이 노란 회색을 나타내며, 멜라
닌색소를 형성하지 않거나 raffinose를 이용하지 않았다고 하였다. Miyajima 등
(1998)은 일본 홋카이도 동쪽지역에서 새로운 종인 감자더텡이병을 발견하여 *S.*
*tugidiscabies*로 명명하였는데 포자형태는 직과상형이고, 배양적 특성은 회색을
띠며, 멜라닌색소를 형성하지 않고, pH 4.0과 37℃에서는 생육하지 않는 균으로
탄소원인 raffinose 와 inulin을 이용하지 않았고, 항생제에 감수성이었다고 하였
다.

Esthe 는 (1993) 미국과 유럽에서 Russet 더텡이병이 발생하였는데, 기존의 *S.*
scabies 및 *S. acidscabies*와 다르며 감자괴경표면에 그물모양이 형성되는 것이
특징이라고 하였다. 그러나 미국의 Sholte 등(1985)은 미국의 Russet scab과 유
럽의 Russet scab은 다른 병으로 유럽의 Russet scab은 Netted scab이라고 하
였으며 최적발생온도가 13~17℃로 Common scab의 19~24℃, Russet scab 2
3~27℃보다 저온이며 괴경표면은 갈색의 네트증상이라고 하였다. 木村 (1974)는
감자 표피에 조피증상이 발생하였는데 이는 *S. scabies*와 다르고, 토양전염과 종
서전염을 하고 병원성이 비교적 약한 새로운 *Streptomyces* sp.로 동정하였으며,
Russet scab과 비교시험 결과 동일하였다고 하였다.

Tashiro 등(1990)은 병원균주에서 DNA를 검출하여 감자더텡이병균의 유전적
유연관계의 차이로서 *Streptomyces*속균을 분류하였다. 감자더텡이병을 감염시키
는 phytoxin의 활력은 오토밀 한천배지 혹은 오토밀 액체배지 위에 자라는
병원성을 가진 *S. scabies* strain KB2에 의하여 생산되었다고 하였다(Babcock
등, 1993). 또한 Lorang 등(1995)은 감자더텡이병균의 병원성 검정을 위해서
leaf-bed 괴경 test를 실시하였고, Faucher 등(1992)은 mini-tuber를 이용하였다.

그리고 Kenneth 등(1998)은 감자괴경을 자른 슬라이드위에 O. M Medium에서 자란 균의 조각을 올려놓아 병원성검정을 하였다. 그리고 Loria(1986)는 감자더뎡이병 저항성과 생태연구 등을 위하여 줄기를 삽목하여 얻은 괴경을 사용하는 가능성을 제시 하였다. 또한 高橋 등(1995)은 감자 실생유묘의 경엽에 접종하는 간이법으로 저항성 검정을 하였으며, 더뎡이병균을 인공배양한 후 멸균수로 혼합액을 만들어 토양에 인공접종 후 저항성 검정을 하였다.

토양수분이 감자 품질과 더뎡이병의 발생에 관여하며(Carr, 1989), 더뎡이병 방제를 위해서는 관수에 대한 연구가 필요하다고 하였다(Kobayashi, 1989). 또한 과중 전에 Boric acid 3%를 괴경에 처리한 경우 효과가 좋았다(De 등, 1993; Somani, 1988).

감자더뎡이병은 토양 pH 5.2이상에서 발병하고 pH 6.5이상 일 때 발생이 심하며, PCNB제나 클로로피크린으로 토양소독하면 효과가 있다고 하였다(農漁村文化協會, 1987). 병의 발생을 억제하기 위하여 감자를 과중할 때 더뎡이병 이병종서는 사용하지 말아야 하며, Mancozeb(8%) 분말을 종서처리하면 산성에도 생육이 가능한 더뎡이병 방제에 효과적 이었다(Hooker, 1990). 그리고 클로로피크린으로 토양소독을 하여도 더뎡이병이 감염된 종서를 사용하면 방제 효과가 없으며, 관수와 토양소독을 병행하여야 안정된 방제 효과를 얻을수 있다고 하였다(田代, 1989). 차 등(1993)은 후루아지남WP로 종서소독후, 다조메 30kg/10a 토양처리하면 82.7%의 방제효과를 보였으나 약해가 발생한다고 하였으며, 후루아지남WP로 종서소독후 후루아지남 DP로 토양 혼화처리시 93.6%의 방제효과가 있었고, 약해도 발생하지 않았다고 하였다. 그리고 임 등(1990)은 트리크라마이트 30kg/10a 골처리와 스트랩토마이신 황산염 옥시테트라싸이클린WP로 종서소독하면 92.1%의 방제효과가 있다고 하였다.

콩과 알과파로 윤작을 하면 심하게 발생하는 더뎡이병이 감소하며(Rich, 1993), 3년에서 6년간 양과, 콩, 옥수수, 휴경으로 윤작을 하면 감자 연작재배보다 더뎡이병이 감소한다고 하였다(Hooker, 1956). 渡辺(1988)은 콩을 녹비로 사용할 때 더뎡이병의 발병을 억제하지만, 보리를 녹비로 사용할 때는 발병이 증가한다고 하였다. 그리고 감자더뎡이병 다 발생 지역에서는 5년간 윤작을 하여도 억제효과가 없으나, 발병이 적은 지역은 윤작 연수가 많을수록 발병이 적었

다고 하였다(田中, 1997). 더뎡이병에 저항성 정도가 높은 감자 품종을 재배하고, 종서는 되도록 건전한 괴경을 선별하여 종자소독을 철저히 함으로써 발생을 줄일수 있다고 하였다(植松 등, 1990).

Liu 등(1995)은 비병원성인 *Streptomyces* 속균 2종을 길항균으로 이용하여 감자에서 더뎡이병(*Streptomyces scabies*) 발생을 억제하였다. 田中 등(1997)도 고온과 건조 조건에서도 토양정착을 할 수 있는 비병원성 *Streptomyces* 속균을 이용한 더뎡이병 방제가 필요하다고 하였다.



III. 재료 및 방법

1. 병원균 분리 및 동정

병원균 분리 감자 수확시기인 1997년 1-3월과 5-6월에 제주도 감자주산지 6개 읍면인 대정(무릉, 상모, 인성), 성산(삼달, 수산), 안덕(광평, 동광), 애월(금덕, 상귀, 상가, 하가), 표선(성읍, 표선), 한경(고산)에서 더랭이병에 걸린 괴경을 채집하였다. 채집한 이병 괴경을 깨끗한 물로 씻은 후, 병징 부분을 도려내어서 Loria & Davis(1988)의 방법에 의하여 균을 분리하였다. 28~30℃ 항온기에서 10일~15일간 배양하여 분리한 균은 효모맥아한천배지(Yeast Malt extract agar medium)에 이식하여 배양한 후 동정 재료로 사용하였다.

병원균의 형태적 특징조사 효모맥아한천배지(Yeast Malt extract agar medium)에서 배양된 균을 물한천배지(Water agar medium)에 이식하여 28℃ 항온기에서 10~15일 배양한 후 광학현미경 400배로 균사 및 포자형태를 관찰하여 나선형(spiral)과 직파상형(rectiflexuous)으로 구분 조사하였다.

병원균의 배양적 특성조사 ISP 2(Yeast Malt extract agar)배지, ISP 3(Oatmeal agar)배지, ISP 4(Inorganic salts starch agar)배지, ISP 5(Glycerol asparagine agar)배지를 직경 8.7cm 페트리 접시에 각각 20ml씩 분주하여 분리한 균들을 이식하여 10~15일간 28℃ 항온기에서 배양 후 포자색을 조사하였다.

멜라닌색소 형성 조사 직경 18mm 시험관에 ISP 1(Tryptone yeast extract broth)배지를 적당량 넣고 멸균한 것과 8.7cm 페트리 접시에 20ml씩 분주한 ISP 7(Tyrosine agar) 배지를 이용하였다. 분리 배양균을 멸균수가 들어있는 직경 18mm 시험관에 균사를 떼어넣고 균현탁액을 만든 후 피펫을 이용하여 각각의 배지에 0.3ml를 분주하여 5일, 10일 후 멜라닌색소 형성유무를 조사하였다.

pH에 따른 생육조사 기본배지(포도당 10g, L-asparagine 0.5g, 한천15g, 멸균수 1ℓ)를 인산완충용액으로 pH가 4.0, 4.5, 5.0, 6.0이 되도록 조정하여 20ml씩 분주하여 균은 8.7cm 페트리 접시에 균을 이식하고, 10~15일간 28℃ 항온기에서 배양 후 생육 여부를 조사하였다.

병원균의 생리적 특성조사 각각의 탄소원 1% 첨가하여 만든 ISP 9(Basal agar)배지에 균을 이식하여 10~15일간 28℃ 항온기에서 배양한 후 탄소원을 첨가하지 않은 배지와 D-glucose를 첨가한 배지를 대조구로 하여 비교 조사하였는데, D-glucose를 첨가한 배지와 같이 생육이 잘되면 +, 탄소원을 첨가하지 않은 배지와 같이 생육이 잘 안되면 -로 하였으며, +, -의 중간정도의 생육을 ±로 하였다.

항생물질에 대한 내성 조사 각각의 항생물질을 첨가한 후 균을 이식한 Modified bennett agar 배지를 20ml씩 분주하여 균은 8.7cm 페트리 접시에 10~15일간 28℃ 항온기에서 배양한 후 생육 여부를 조사하였다.

병원성 조사 종서로 성장점을 배양하여 얻은 어린줄기(shoot)를 양액재배 하여 수확한 감자(대지) 괴경을 사용하였다. 접종할 균주는 오토밀 한천배지(Oatmeal agar medium)에 20ml씩 분주하여 균은 8.7cm 페트리 접시에 균을 이식한 다음 15일간 28℃ 항온기에서 배양한 균들을 살균수로 세균현탁액을 만들어 사용하였다. 접종은 살균한 모래를 넣은 포트에 감자괴경을 놓고 세균현탁액을 감자괴경에 부은 후 모래를 덮어서 25℃정도 유지되는 온실에서 감자를 재배하였으며, 접종 30일 후에 감자를 수확하여 괴경 표면을 관찰하여 병원성 유무를 조사하였다.

2. 토양소독 효과

1997년 6월 봄감자를 수확할 때 감자더랭이병 발병도가 20~30%인 제주도 남제주군 대정읍 무릉리 제주도농업기술원 감자센터 망실하우스에서 본시험을 실시하였다.

시험포장은 연동 망실하우스 3동을 이용하여, 시험구는 약제당 1동(500m²)으로 하였으며, 토양소독은 토양처리 약제인 Dazomet GR (Tetrahydro-3, 5-dimethyl-3-thiadiazine-2 thione : 98%)와 Metam-sodium SL(Sodium N-methyl dithiocabamate : 30%) 그리고 무처리로 하였다. 1997년 7월 25일 약제를 처리하였으며, 살포량은 10a당 Dazomet GR(Granule) 30kg는 직접 살포하였고, Metam-sodium SL(Soluble Concentrate) 60ℓ는 물200ℓ에 희석하여 동력분무기로 살포하였다. 약제 살포직후에는 트랙터 로타리를 이용하여 포장을 경운 하

였으며, 경운이 끝난후 망실하우스 지붕에 설치된 스프링쿨러를 이용하여 충분히 관수하였고, 두께 0.05mm 폭 7m비닐로 포장 전면을 멀칭하여 밀폐시켰다. 그 후 8월 20일에 멀칭 비닐을 제거한 후 트랙터 로타리를 이용 2차레 경운을 하여 가스 빼기를 하였고, 비료를 뿌린후 골을 내어 8월 21일에 파종하였다. 종서는 제주도농업기술원에서 양액재배로 재배한 후 수확한 감자(품종: 대지감자)를 사용하였다. 12월 9일 각 처리구별 무작위로 3지점을 선정하여 1지점당 감자 10주에 달린 괴경을 채취하여 물로 깨끗이 세척한 후 30g 이상의 감자 괴경을 대상으로 괴경별 병반면적율을 조사하였으며, 병반면적율을 이용하여 이병율과 발병도, 상품율, 방제가를 산출하였다.

산출공식은 발병율(%) = (병반형성괴경수/조사총괴경수)×100, 발병도(%) = [(0n)+(1n)+(2n)+(3n)+(4n)/조사총괴경수×4] ×100 ; n: 발생괴경수, 0: 괴경에 더뎡이병반없음, 1: 병반면적율 0.1-5%, 2: 병반면적율 5.1-10%, 3: 병반면적율 10.1-20%, 4: 병반면적율 20.1% 이상, 상품율(%) = (병반면적율 1이하괴경수/조사총괴경수)×100, 방제가(%) = [(무처리발병도-처리구발병도)/무처리발병도] ×100 으로 하였다.



3. 작부체계 효과

1997년 제주도 북제주군 애월읍 상귀리 제주도농업기술원 기술개발포장에서 본 시험을 실시하였다. 시험에 사용한 포장은 감자를 재배하지 않았던 곳으로 더뎡이병균을 접종하기 위하여 더뎡이병에 감염된 감자괴경을 '96년 8월에 파종하여 감자를 수확하였는데, 감자더뎡이병 발병도가 20~30%였다. 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였는데, 보리(녹비로 이용)+가을감자, 콩(녹비로 이용)+가을감자, 옥수수+가을감자, 휴한+가을감자, 봄감자+가을감자, 배추+가을감자 6처리 하였으며, 전(前)작물 파종 및 수확시기는 표 1과 같다.

Table 1. Sowing and harvest date of crops in spring for experiment of cropping system

Crops	Varieties	Sowing date	Harvest date	used
Barley	Saessal barley	7 March	5 June	Green manure
Soybean	Baekoonkong	24 May	4 July	"
Corn	Golden cross bantam70	24 March	4 July	-
Potato	Daeji	27 Feb.	30 June	-
Chinese cabbage	Summer cabbage	29 April	30 June	-

휴한구는 그대로 방치하였으며, 보리와 콩은 생육기중 관리기로 경운하여 녹비로 이용하였고, 봄감자 및 옥수수, 배추는 수확하였다. 그후 8월 19일 경운기를 이용 시험포장별로 경운을 하여 8월 20일 감자(품종:대지감자)를 파종하였다. 감자더듬이병 조사는 11월 19일, 12월 15일, 1월 30일 3회에 나누어 수확 직후 병반면적율을 조사하였으며, 조사된 성적을 이용하여 이병율, 발병도, 상품율, 방제가를 산출하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 감자더듬이병균의 동정

가. 더듬이병균의 형태 및 배양적 특성

제주도내 6개 읍면 14개리에서 더듬이병에 이병된 괴경을 채집하여 분리한 결과 64균주를 분리하였다. 분리된 64균주의 포자형태는 나선형이 45균주, 직파상형이 11균주, 나선형과 직파상형이 혼합된 균주가 8균주였다(표 2). 呷田(1995)은 더듬이병균을 형태적으로 나선형, 직파상형, 불완전한 나선형 3종류가 있다고 하였으며, Lamber 등(1989)은 *S. scabies*는 포자형태가 나선형이고, *S. acidscabies*는 직파상형이라고 하였으며, Miyajima 등(1998)은 *S. tigidiscabies*의 포자형태는 직파상형 이라고 하였는데, 본 조사결과에서도 나선형과 직파상형이 검출되었다. 표2에서 보는 바와 같이 본 조사에서는 나선형이 많아 *S. scabies*가 많이 분포되어 있을 것이라 생각된다.

Table 2. Morphological characteristics spore chains of *Streptomyces* species isolated from potato tubers

Spiral	Rectiflexuous	Mixed spore chain
45	11	8

이들 분리된 균주중 혼합 균주와 분리후 오염된 균주를 제외한 29균주를 가지고 배양적 특성 조사를 한 결과는 표 3와 같다.

Table 3. Cultural characteristics of *Streptomyces* species isolated from potato tubers

Color of spore				Melanoid pigment produced		Growth at pH		
Gray	White	Yellow	Others	On ISP 1 medium	On ISP 7 medium	4.0	5.0	6.0
23	3	1	2	15	12	3	27	29

ISP 2, ISP 3, ISP 4, ISP 5 배지에서 각각 배양하여 포자색을 관찰한 결과, 23균주가 회색이었으며, 흰색이 3균주, 노란색이 1균주 기타 2균주였다. 멜라닌 색소는 ISP1 배지에서 15균주, ISP7 배지에서 12균주가 형성되었고, 산도는 pH 4에서 3균주가 생육하였으며, pH 5에서는 27균주가 생육하였다. Lamber 등 (1989)은 *S. scabies*의 포자색은 회색이며, 멜라닌색소를 형성하고, pH 5.0이상에서만 생육할 수 있다고 하였으며, *S. acidscabies*는 포자색이 흰색이고, 멜라닌 색소는 형성하지 않으며, pH 4.0에서도 생육한다고 하였다. 조사 결과 *S. scabies*의 특성을 갖고 있는 균은 15균주 였으며, *S. acidscabies*의 특성을 갖고 있는 균은 3균주 였다.



나. 더렝이병균의 생리적 특성

기본배지에 각각 첨부한 탄소원의 종류에 따라 29균주를 배양한 후 생육할 수 있는지를 조사한 결과는 표 4와 같다. Glucose를 첨가 배지에서는 28균주가 생육하였고, D-fructose를 첨가한 배지에서는 26균주, I-inositol를 첨가한 배지에서는 21균주, D-mannitol를 첨가한 배지에서는 27균주, D-xylose를 첨가한 배지에서는 27균주, L-arabinos를 첨가한 배지에서는 28균주, Sucrose를 첨가한 배지에서는 22균주, Raffinose를 첨가한 배지에서는 24균주, L-rhamnose를 첨가한 배지에서는 27균주가 생육을 하였다. Lamber 등(1989)은 *S. scabies*는 모든 탄소원을 이용한다고 하였고, *S. acidscabies*는 Raffinose에서는 생육하지 않는다고 하였는데, 조사결과 15균주가 모든 탄소원에서 생육하였으며, 탄소원중 Raffinose에서만 생육하지 않은 균주는 2균주이었다.

Table 4. Growth of *Streptomyces* sp. on media with various carbon sources

Isolate	Glucose	D-fructose	I-inositol	D-mannitol	D-xylose	L-arabinos	Sucrose	Raffinose	L-thamnose
DK 52	+ ^b	+	±	±	±	±	+	±	±
IS 3	+	+	+	+	+	+	-	±	+
IS 4	+	+	+	+	+	+	+	+	+
IS 5	+	+	±	+	+	±	±	+	+
IS 6	+	+	±	±	+	+	+	+	+
KP 60	+	+	±	+	+	±	+	±	+
KS 1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
MR 7	+	+	-	+	+	+	±	+	+
MR 8	+	+	+	+	+	+	±	+	+
MR 9	+	+	±	+	±	±	±	-	+
MA 5	+	±	-	±	-	±	-	-	±
MA 7	-	-	±	-	+	+	±	+	±
MA 9	+	+	+	+	+	-	+	+	+
PS 29	+	+	+	+	+	+	-	+	+
PS 48	+	+	-	+	+	+	+	-	+
PS 49	+	-	-	-	+	+	-	-	-
SD 56	+	+	+	+	+	+	±	±	±
SK 2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
SK 9	+	±	+	+	±	+	+	-	+
SM 8	+	+	+	+	+	+	±	+	+
SM 37	+	+	-	+	+	+	±	±	±
SM 38	+	+	+	+	+	+	±	+	+
SM 39	+	+	+	+	+	+	-	+	+
SM 40	+	+	-	+	+	+	-	+	+
SM 41	+	+	-	+	-	+	-	+	-
SM 46	+	+	+	+	+	+	+	±	+
SS 34	+	+	+	+	+	+	+	+	+
SS 35	+	+	+	+	+	+	+	+	+
SS 36	+	-	+	+	+	+	+	+	+

^b : - no growth, ±poor + good

다. 더벙이병균의 항생제 내성

항생제에 대한 내성을 알기 위하여 염화나트륨 용액 7%와 각각의 항생물질을 첨가한 배지에 배양한 후 생육상태를 조사하였다(표 5). Thallium acetate 10 μ g/ml를 첨가한 배지에서는 11균주가 생육하였으며, 100 μ g/ml에서는 1균주만 생육하였다. 염화나트륨 용액 5%첨가시 2균주를 제외한 모든 균주가 생육한 반면, 6%

첨가에서는 16균주가 생육하였고, 7% 첨가에서는 11균주만 생육하였다. Crystal violet 첨가에서는 4균주를 제외하고는 모두 생육이 하였고, Phenol 첨가에서는 1균주를 제외하고 모두 생육하였으며, Penicillin G 첨가에서는 모든 균주가 생육하였다. 그러나 Streptomycin 첨가에서는 6균주만 생육하였다. Lamber 등(1989)은 *S. scabies*는 시험한 항생제들에 대해서는 감수성이라 하였는데, 조사결과 모두 감수성으로 나타난 균주는 없었다. 김 등(1996)도 우리나라에서 동정한 *S. scabies*와 대조 균주에서 모든 항생제에 감수성인 것은 없었다. 이는 병원균이 항생제 내성을 갖거나 새로운 strain으로 추측되며, 항생제에 대한 시험은 재검토되어야 한다고 생각된다. 그리고 Lamber 등(1989)은 *S. acidscabies*는 Streptomycin에서 생육하며, NaCl 7%와 Thallium acetate 100 μ g/ml에서는 생육하지 못한다고 하였는데, 본 조사 결과 3종의 균주가 있었다. Miyajima 등(1998)과 Lamber 등(1989)은 *S. tugidiscabies*는 모든 항생제에 감수성이며, *S. tendea*는 Streptomycin과 Thallium acetate 100 μ g/ml에는 감수성이지만 그외 항생제에 대해서는 생육할수 있다고 하였는데, 본 조사 결과 *S. tendea*의 항생제에 대한 반응과 같은 균주는 3종이 있었다.



Table 5. Growth of *Streptomyces* sp. on media with different percentage of sodium chloride

Isolate	Thallium acetate		Sodium chloride(NaCl)			Crystal violet 0.5 μ g/ml	Phenol	Penicillin G 10IU/ml	Streptomycin 20 μ g/ml
	10 μ g/ml	100 μ g/ml	5%	6%	7%				
DK 52	+ ^b	-	+	+	+	±	+	+	±
I S 4	+	-	+	±	-	+	+	+	-
I S 5	-	-	+	+	-	+	+	+	-
I S 6	±	-	+	+	+	+	+	+	+
KP 60	±	-	+	±	-	-	+	+	+
KS 1	-	-	+	-	-	+	+	+	-
MR 7	-	-	+	-	-	±	+	+	-
MR 8	-	-	+	+	-	+	+	+	-
MR 9	-	-	+	+	+	+	+	+	-
MA 5	±	-	-	-	-	-	-	+	±
MA 7	-	-	+	+	-	+	±	+	-
MA 9	-	-	+	+	-	+	±	+	-
PS 29	+	-	+	+	+	+	+	+	-
PS 48	±	-	+	±	-	+	+	+	+
PS 49	±	-	+	±	-	+	+	+	-
SD 56	-	-	-	-	-	-	+	+	-
SK 2	+	-	+	+	±	+	+	+	-
SK 9	+	-	+	±	-	+	+	+	+
SM 8	±	-	+	+	+	-	±	+	±
SM 37	+	-	+	+	+	±	±	+	±
SM 38	+	±	+	+	+	+	±	+	-
SM 39	-	-	+	+	+	+	+	+	-
SM 40	-	-	+	+	+	+	+	+	-
SM 41	±	-	+	±	-	+	+	+	-
SM 46	+	+	+	±	±	+	+	+	+
SS 34	+	-	+	+	+	+	+	+	+
SS 35	+	±	+	-	-	+	+	+	±
SS 36	+	-	+	+	+	+	+	+	±

^b : - no growth, ±poor + good

라. 병원성 검정

끝이 뾰족한 침으로 여러번 상처를 낸 감자 괴경과 상처를 내지 않은 감자괴경을 대상으로 균을 접종하여 병원성 검정을 한 결과 상처 접종한 감자괴경에서는 모두 병원성을 나타냈으나 무상처의 감자괴경에서는 12균주만 병원성을 나타냈다(표 6).

Table 6. Pathogenicity of *Streptomyces* isolates on potato tubers by artificial inoculation

Isolate	Potato tuber	
	Wound	Not wound
DK 52	+ [♪]	+
I S 3	+	-
I S 4	+	-
I S 5	+	+
I S 6	+	+
KP 60	+	+
KS 1	+	+
MS 7	+	-
MS 8	+	+
MS 9	+	-
MA 5	+	-
MA 7	+	-
MA 9	+	-
PS 29	+	+
PS 48	+	-
PS 49	+	+
SD 56	+	-
SK 2	+	-
SK 9	+	-
SM 8	+	-
SM 37	+	+
SM 38	+	-
SM 39	+	-
SM 40	+	-
SM 41	+	+
SM 46	+	-
SS 34	+	+
SS 35	+	+
Control	-	-

♪ : - no symptom, + weak or severe symptom,

마. 더벵이병균 동정

이상의 결과를 종합하여 Lamber 등(1989)의 방법에 따라 *S. scabies* KCTC1149 와 1150 균주를 대조하여 4개 균주를 *S. scabies*로 동정하였다(표 7).

Table 7. Morphological and cultural characteristics of IS-5, KS-1, MR-9 and SM-38 isolates of *Streptomyces scabies*

Characteristic	IS-5	KS-1	MR-8	SM-38	<i>Streptomyces scabies</i>		
					KCTC1149	KCTC1150	Isolate of author ^J
Morphology of spore chain	S ^b	S	S	S	S	S	S
Color of spore mass :							
ISP 2	G ^J	G	G	G	G	G	G
ISP 3	G	G	G	G	G	G	G
ISP 4	G	G	G	G	G	G	G
Melanin production on :							
ISP 1	± ^b	±	+	±	±	±	+
ISP 7	+	±	±	+	±	+	+
Use of carbon sources:							
Glucose	+	+	+	+	+	+	+
D-fructose	+	+	+	+	+	±	+
I -inosital	±	+	+	+	+	+	+
D-manntal	+	+	+	+	+	+	+
D-xylose	+	+	+	+	+	+	+
L-arabinos	±	+	+	+	+	+	+
Sucrose	±	+	±	±	+	+	+
Raffinose	+	+	+	+	+	+	+
L-rhamnose	+	+	+	+	+	+	+
Growth at :							
pH 4	-	-	-	-	-	-	-
pH 5	+	+	+	+	+	+	+
Growth in the presence of :							
Thallium acetate (100µg/ml)	-	-	-	±	±	-	-
Thallium acetate (10µg/ml)	-	-	-	+	+	+	-
Sodium chloride(NaCl) 5%	+	+	+	+	+	+	-
Sodium chloride(NaCl) 6%	+	-	+	+	+	+	-
Sodium chloride(NaCl) 7%	-	-	-	+	-	-	-
Crystal violet 0.5µg/ml	+	+	+	±	+	+	-
Phenol(0.1%,wt/vol)	+	+	+	±	-	-	-
Penicillin G (10IU/ml)	+	+	+	+	+	+	-
Streptomycin (20µg/ml)	-	-	-	-	-	-	-

J : Data from reference Lamber & Loria(1989)

b : S spiral

J : G grey

b : - no growth, ± poor, + Good

*S. scabies*로 동정한 4균주는 IS-5, KS-1, MR-8, SM-38이며, Lamber 등 (1989)이 보고한 것과는 항생제에 대한 내성중 일부 차이가 있었으나, Streptomycin에서 생육하지 못하고, 형태적 특성, 배양적 특성, 탄소원 이용 등은 일치하였다. 본 균은 우리나라에서 김 등(1997)이 7균주, 김 등(1997)이 10균주를 동정하였다고 보고하였는데 본시험과 동일한 결과 였다.

그리고 Lamber 등(1989)의 방법에 따라 동정한 결과 1개 균주가 *S. acidscabies*와 대부분 일치하여 *S. acidscabies*로 동정하였다(표 8).

Table 8. Morphological and cultural characteristics of isolate PS-48 of *Streptomyces acidscabies*

Characteristic	PS-48	<i>Streptomyces acidscabies</i> ^J
Morphology of spore chain	RF [♪]	RF
Color of spore mass :		
ISP 2	W [♯]	W
Melanin production on :		
ISP 1	- ^b	-
ISP 7	-	-
Use of carbon sources:		
Glucose		+
D-fructose		+
L-arabinos	+	+
D-xylose	+	+
I -inosital	-	+
D-manntal	+	+
Sucrose	+	+
Raffinose	-	-
L-rhamnose	+	+
Growth at :		
pH 4	+	+
pH 5	+	+
Growth in the presence of :		
Thallium acetate (10 μ g/ml)	±	+
Thallium acetate (100 μ g/ml)	-	-
Sodium chloride(NaCl) 7%	-	-
Crystal violet(0.5 μ g/ml)	+	+
Phenol(0.1%,wt/vol)	±	+
Penicillin G (10IU/ml)	+	+
Streptomycin (20 μ g/ml)	+	+

J : Data from reference Lamber & Loria(1989)

♪ : Rf rectiflexuous

♯ : W white

b : -no growth, ± poor, + Good

*S. acidscabies*로 동정한 PS-48 균주는 대부분이 일치하였으나, 탄소원중 I -inosital에서 생육하지 못한 것이 차이가 있었다. 김 등(1997)은 제주도에서 *S. acidscabies* 2균주를 동정하였다고 보고하였다.

Miyajima등 (1998)의 방법에 따라 동정한 결과, 1개 균주가 *S. tugidiscabies*와 일치하여 *S. tugidiscabies*로 동정하였다(표 9).

Table 9. Morphological and cultural characteristics of isolates SD-56 of *Streptomyces tugidiscabies*

Characteristic	SD-56	<i>Streptomyces tugidiscabies</i> ¹
Morphology of spore chain	RF	RF
Color of spore mass :		
ISP 2	G	G
Use of carbon sources:		
Raffinose	±	+
Growth at :		
pH 4.0	-	-
pH 4.5	+	+
pH 5.0	+	+
Growth in the presence of :		
Thallium acetate (10 μ g/ml)	-	-
Sodium chloride(NaCl) 5%	-	-
Sodium chloride(NaCl) 7%	-	-
Crystal violet0.5 μ g/ml	-	-
Phenol(0.1%,wt/vol)	+	-
Streptomycin (20 μ g/ml)	-	-

1 : Data from reference Miyajima(1998)

2 : Rf : rectiflexuous

3 : W : white

b : -No growth ± poor + Good

*S. turgidiscabies*로 동정한 SD-56균은 Miyajima 등(1998)의 보고한 것과 거의 일치하였다. 김 등(1997)은 우리나라에서 7균주를 *S. turgidiscabies*로 동정하였다고 보고하였다.

분리한 64균주중 29균주를 선정하여 동정한 결과, 4균주가 *S. scabes*로 동정되었으며, 1균주가 *S. acidscabes*와 *S. turgidiscabies*로 각각 동정되었다. 따라서 제주도에서의 더텡이병균은 3종 이상 분포하고 있는 것으로 추정되며, 동정하지 못한 균주들의 종이 밝혀지면 더 많은 종이 분포될 것이다.

2. 토양소독 효과

가. 더텡이병 이병율과 방제효과

토양에 약제를 처리하여 감자를 재배한 후, 수확하여 감자 괴경에서 더텡이병의 이병율을 조사한 결과는 표 9와 같다.

Table 10. Effect of chemical control of potato common scab

Fungicide	No. of potato tubers	% infected tubers
Dazomet GR	211	23.4a [♪]
Metam-sodium SL	126	41.8a
Control	141	81.8 b

♪ DMRT(5% level)

처리약제간 유의성은 없었으며, Dazomet GR 처리구에서 이병율은 23.4% 였으며, Metam-sodium SL 처리구는 41.8%로 무처리 이병율 81.8%에 비해 방제 효과가 높았다.

감자 괴경 표면의 더텡이병반 면적율을 조사하여 발병도 및 방제효과를 나타낸 결과는 표 10과 같이 Dazomet GR 처리구는 80.7%의 높은 방제효과를 보인 반면, Metam-sodium 처리구는 54.9%로 다소 낮은 방제 효과를 보였다. 그러나 약제처리간 유의차는 없었다.

Table 11. Effect of fungicides for control of potato common scab

Fungicide	Mean infection area per potato tuber	Control values
Dazomet GR	6.9a ^b	80.7
Metam-sodium SL	16.1a	54.9
Control	35.7 b	-

♪ DMRT(5% level)

본 결과와 김 등(1997)이 다조메 입제를 처리했을 때 방제가가 54.4%로 효과가 낮았다고 보고한 것과는 다소 차이가 있었는데 앞으로 많은 포장 시험이 필요하다고 생각된다.

나. 상품율 향상 효과

더랭이병 병반면적율이 5%이내인 경우에는 상품으로서 시장에 출하할 수 있기 때문에 이들을 포함시킨 상품율은 그림 1과 같다.

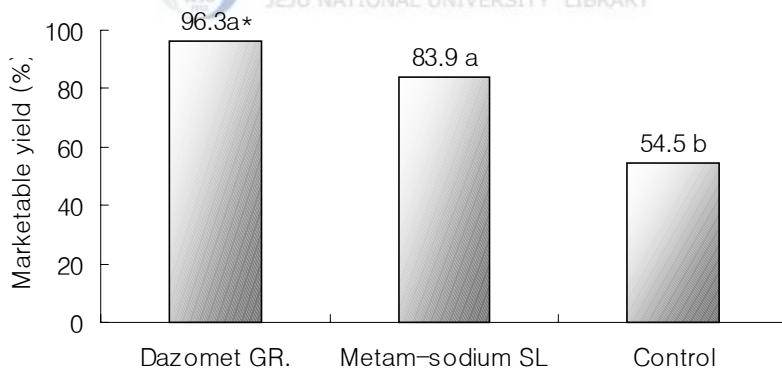


Fig. 1. Effect of chemical control of potato common scab and yield potato tubers

* DMRT(5% level)

상품율은 Dazomet GR 처리구에서는 96.3%, Metam-sodium SL 처리구는 83.9%로 무처리 54.5%에 비해 높은 상품율을 나타냈으며 유의차가 인정되었다.

이상의 결과를 종합하면 Dazomet GR 30kg/10a를 처리해서 감자를 재배하면 더덩이병을 방제할 수 있었다. 이는 더덩이병 방제를 위하여 종서소독은 효과가 있으나, 토양소독은 효과가 적다는 보고(植松 등, 1990)와 차이가 있었다.

3. 작부체계 효과

가. 더덩이병의 시기별 발생

작부체계 효과를 조사하기 위하여 감자를 1997년 11월 19일, 12월 15일 다음 해 1월 30일, 3회에 나누어 수확하였으며, 조사시기별 감자더덩이병의 이병율은 그림 2와 같다.

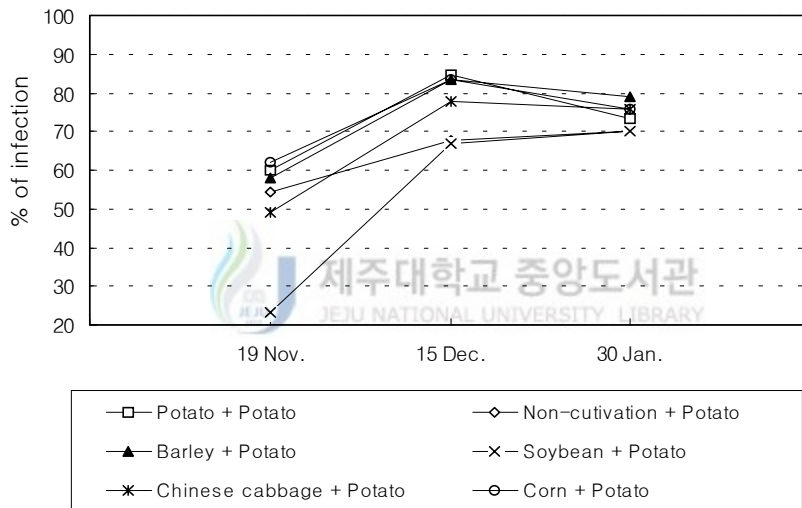


Fig. 2. Effect of cropping systems on control of potato common scab in the field

11월 19일 조사에서는 콩(녹비) + 감자 재배구가 더덩이병 이병율이 23.3%로 가장 적게 발생하였으나, 배추 + 감자 재배구가 48.9%, 휴한 + 감자 재배구가 54.4%, 보리(녹비) + 감자 재배구가 54.4%, 감자 + 감자 재배구의 이병율은 60.0%을 보였으며, 옥수수 + 감자 재배구는 62.2%로 가장 이병율이 높았다. 그러나 12월 15일 조사에서는 콩(녹비) + 감자 재배구가 66.7%의 이병율을 나타내어 감자 + 감자 재배구 이병율 84.5% 보다 다소 발생이 적었으나 유의차는 없

었다. 다른 구 역시 67.8%~83.3%의 이병율을 보였다. 그리고 이듬해 1월 30일 조사시에는 전재배구가 69.9~78.9%의 이병율을 나타내었으며 유의차도 없었다. 이는 감자와 알팔파를 이용하여 윤작하면 더덩이병 발생을 감소 시킨다는 보고 (Aveny, 1983)와 감자더덩이병 방제를 위해 콩을 녹비로 사용하여 감자재배하면 더덩이병의 발생이 증가하지 않는다는 보고 (渡辺, 1988)와 일치하였다.

나. 더덩이병 방제효과

발병도 역시 이병율과 비슷한 경향을 나타냈는데(그림 3), 11월 19일 조사에서는 콩(녹비) + 감자재배구가 6.1%의 발병도를 나타내어 감자 + 감자 재배구 발생을 20.0%에 대비한 방제가(그림 4)를 산출한 결과 69.5%의 방제효과가 있었다.

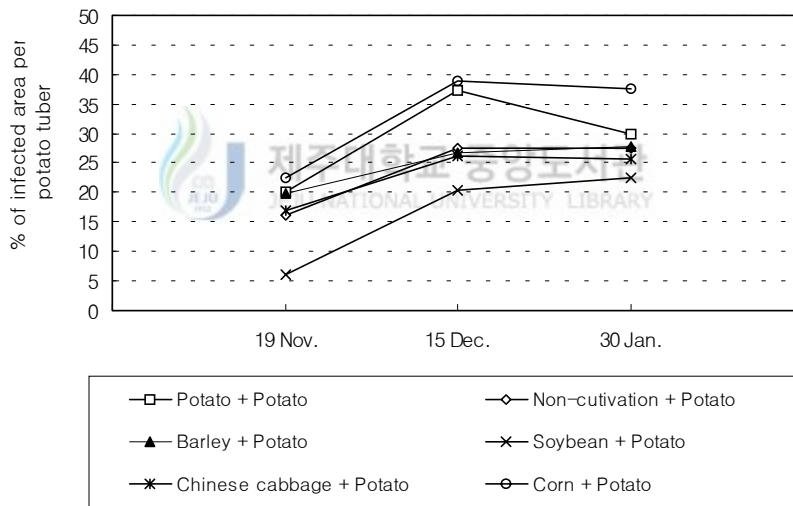


Fig 3. Effect of cropping systems on control of development of common scab on potato tubers

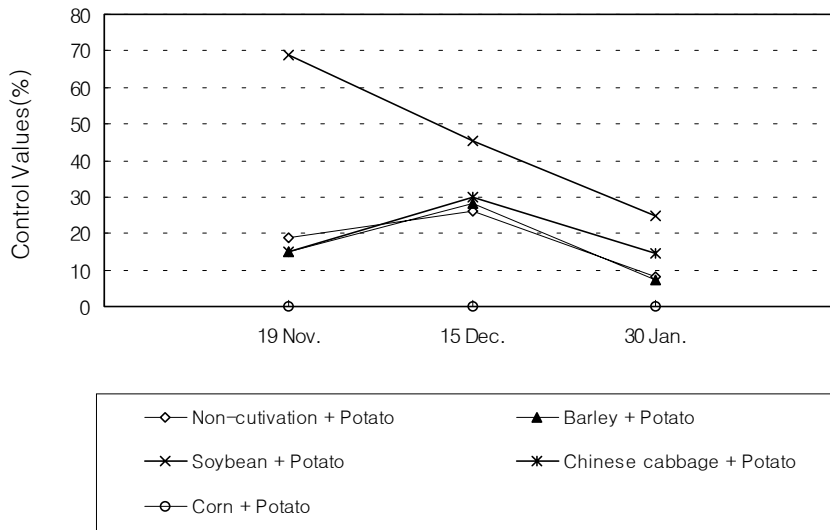


Fig. 4. Comparison of cropping systems on control of potato common scab

그러나 12월 15일 조사에서는 콩(녹비) + 감자 재배구 발병도가 20.3%로 감자 + 감자 재배구의 발병도 37.2%에 대비하여 방제가를 산출한 결과 45.4%의 방제가로 11월 19일조사시 보다 낮았으며, 유의차도 없었다. 1월 30일 조사시의 발병도 역시 콩(녹비) + 감자 재배구가 22.5%로 감자 + 감자 재배구 발병도 30.0%에 대비하여 방제가를 산출한 결과 25.5%의 방제가로 매우 낮았다. 콩(녹비) + 감자 재배구를 제외한 다른 재배구들은 11월 19일 조사시 발병도는 16.1~22.5%로 감자 + 감자 재배구의 발병도(20%)와 유사하였으며, 12월 15일조사에서는 26.1~38.9%, 1월 30일 조사에는 27.5%~40.0%로 비슷한 경향 이였다. 그리고 옥수수 + 감자 재배구는 방제효과가 전혀 없었다. 이는 옥수수를 이용하여 윤작하면 감자연작구 보다 더덩이병 발생이 적다는 보고(Hooker, 1956)와 일치하지 않았다.

다. 감자 상품율 향상 효과

상품율(그림 5)은 콩(콩) + 감자재배구가 11월 19일 조사시 98.9%, 12월 15일, 1월 30일에 조사시 각각 85.6%로 처리구중 가장 높았으며, 보리(녹비) + 감자재

배구는 11월 19일 조사시에는 94.5%였으나, 12월 15일 조사시는 77.8%, 1월 30일에는 71.1%로 떨어졌고, 휴한 + 감자재배구는 11월 19일 조사시 92.3%에서, 12월 15일 70%, 1월 30일 67.8%로 떨어져서 수확일수가 길어질수록 모든 처리구에서 상품율이 떨어지는 경향을 보였다.

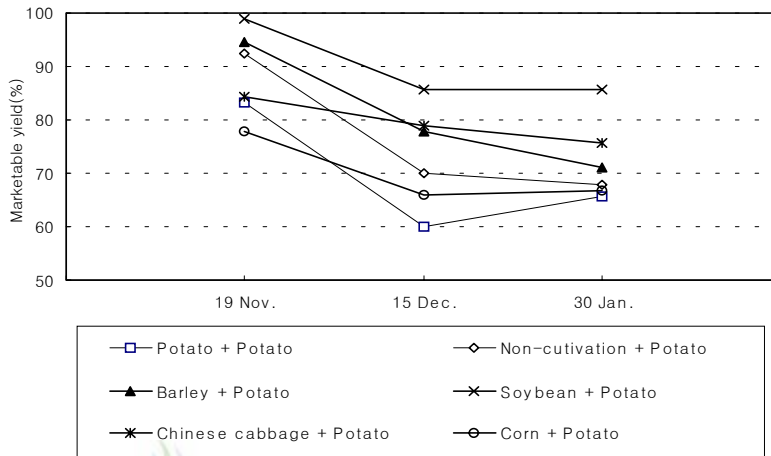


Fig 5. Effect of cropping systems on yield of marketable potato tubers

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 콩을 재배하여 녹비로 이용한 후 감자를 재배하면 더뎡이병 초기발생을 억제시킬 수 있었으나, 12월 이후 수확을 하면 겨울철이라 하더라도 병반이 확대되어 상품율이 저하되는 경향을 보였다.

IV. 적 요

제주지역에서 문제가 되는 감자더듬이병균에 대한 동정 및 병 방제를 위한 토양소독효과, 작부체계효과 시험을 실시한 결과는 다음과 같다.

1. 감자더듬이 병징으로부터 분리한 29균주를 형태적 및 배양적 특성에 따라 동정한 결과, 4균주는 *Streptomyces scabies*로 동정하였고, 1균주는 *Streptomyces acidscabes*와 *Streptomyces turgidiscabes*로 각각 동정하였다.
2. Dazomet GR 30kg/10a를 토양처리후 감자를 재배하였을 때 무처리와 비교한 방제가는 80.7%였다.
3. 상품율은 Dazomet GR 30kg/10a 처리시 96.3%, Metam-sodium SL 60 ℓ /10a 처리시 83.9%로 무처리의 54.5%보다 높았다.
4. 콩을 녹비로 이용한 후 감자를 재배하였을 때 감자 + 감자 재배구와 비교하여 방제가를 산출한 결과 11월 19일에는 69.5%, 12월 15일에는 45.4%, 1월 30일에는 25.0%로 초기에 더듬이병 발생을 억제하는 효과가 있었다.

인 용 문 헌

Avery E, R. 1982. Potato disease. APSS. 14~18.

Bonde, M. R. and G. A. McIntyre. 1968. Isolation and biology of a *Streptomyces* sp. causing potato scab in soil below pH 5.0. American potato Journal 45 : 273~278.

Carr, M. 1989. Potato quality control with irrigation. Water and irrigation Review. 9(3) : 28~29.

차광홍, 김영옥, 조백호. 1993. 감자더텅이병 생태 및 방제에 관한 연구. 전남농촌진흥원시험연구보고서. p453~457.

Christiane, D. S., P. Kampeer, S. Manulis, G. Kritgman, J. Schneider, J. Z. Czerwinska, H. Schrempf and I. Barash. 1992. Diversity Among *Streptomyces* Strains Causing Potato Scab, App. Env. Microbiology. 58(12) : 3932~3940.

Clark, C. A. and S. W. Matthews. 1987. Histopathology of sweet potato root infection by *Streptomyces ipomoea*. The American Phytopathological Society. 77(10) : 1418~1423.


De, B. K. and P. C. Sengupta. 1993. Chemical control of common scab of potato. Journal of the Indian Potato Association. 20(3-4) : 273~274.

Faucher, E., T. Savard and C. Beaulieu. 1992. Characterization of Actinomycetes isolated from common scab lesions on potato tubers. Canadian Journal of Plant Pathology. 14 :197~202.

Faucher, E., B. Otrysko, E. Paradis, N. C. Hodge and C. Beaulieu. 1993. Characterization of Streptomyces causing russet scab in Quebec. Plant Disease. 77 : 1217~1220.

Goyer. C., B. Otrysko and C. Beaulieu. 1996. Taxonomic studies on Streptomyces causing potato common scab : a review. Canadian Journal of Plant Pathology. 18(2) : 107~201.

Harrison, T. G., R. T. Searle and N. A. Williams. 1997. Powdery scab disease of potato-a review. Plant Pathology. 46 : 1~25.

 **홍순영, 임성언, 강상훈, 정순경, 1996.** 제주지역에서 발생하는 감자더듬이병의 특징(Abstract). 한국식물병리학회지. 12(4) : 488.

Hooker, W. J. 1956. Survival of *Streptomyces scabies* in peat soil planted with various crops. Phytopathology. 46 : 677~681.

Hookor, W.T. 1990. Compendium of Potato Disease, APS Press. 33~34.

Kamiunten, H. and Y. Suga. 1989. Electron microscopic observation of the root tumor of melon caused by *Streptomyces* sp.. Ann. Phytopa. soc., Japan. 55 : 676~679.

Keinath, A. P. and R. Loria. 1989. Population dynamics of *Streptomyces scabies* and other actinomycetes as related to common scab of potato. *Phytopathology*. 79(6) : 618~687.

Kenneth, L. C. and E. Leci. 1991. A quantitative method for determining soil populations of *Streptomyces* and differentiating potential of potato scab-inducing strains. *Plant Disease* 82(6) : 631~638.

김점순, 최용철, 함영일. 1997. 감자더텅이병의 발생생태에 관한연구. 고려지 시험장연구보고서. p245~254.

김점순, 최용철, 함영일, 임춘근. 1997. 감자더텅이병의 방제에 관한연구. 고려지 시험장연구보고서. p255~254.

김점순, 함영일, 서효원, 최용철. 1996. 감자더텅이병의 발생생태 및 방제에 관한연구, 고려지 시험장연구보고서. p221~226.

김주희, 이왕휴. 1996. 국내감자 연작지대에서 분리한 더텅이병원균의 특징. 한국식물병리학회지. 12(1) : 109~115.

Kobayashi, M. 1989. Effects of soil temperature rainfall and moisture content on severity of potato scab and its control by watering. *Bulletin of the agricultural Research institute of Kanagawa Prefecture*. 131 : 15~22.

Lambert, D. H. and R. Loria. 1989. *Streptomyces scabies* sp. nov., nom. rev. *International Journal of Systematic Bacteriology*. 39(4): 387~392.

Lambert, D. H and R. Loria. 1989. *Streptomyces acidscabies* sp. nov. *International Journal of Systematic Bacteriology*. 39(4): 393~396.

임명순, 김승열, 김정건, 최영하. 1990. 감자더듬이병 생태 및 방제에 관한연구. 원예시험장시험연구보고서. p324~339.

Liu, D., A. Anderson and I. Kinkel. 1995. Biological control of potato scab in the field with antagonistic *Streptomyces scabies*. Phytopathology. 85(7) : 827~832.

Lorang, J. M., D. Liu, N. A. Anderson, and J. L. Schottel. 1994. Identification of potato scab inducing and suppressive species of *Streptomyces*. Phytopathology. 85 : 261~268.

Loria, R. and J. R. Davis. 1988. *Streptomyces scabies*, laboratory guide for identification of plant pathogenic Bacteria. APS press. p114~119.

Loria, R. and B. A. Kempter. 1986. Relative resistance of potato tubers produces from stem cuttings and seed-piece-propagated plants to *Streptomyces scabies*. Plant Disease. 70 : 1146~1148

Loria R., B. A. Kempter and A. A. Jamieson. 1986. Characterization of *Streptomyces*-like from potato tubers with of symptoms of common scab(Abstract). Phytopathology. 76 : 1078.

Martin J., E. Babcock, C. Eckwall and L. Schottel. 1993. Production and regulation of potato-scab-inducing phytotoxin by *Streptomyces scabies*. Journal of General Microbiology. 139 : 1579~1586.

松本和天. 1979. ジャガイモそうか病菌の孢子形成培地と菌の長期保存法. 植物防疫. 33(10) : 461~463.

Menzies, J. D. and E. D. Caroline. 1959. A selective indicator medium for isolating *Streptomyces scabies* from potato tubers or soil, *Phytophthology*. 49 : 323~456.

Mishra, P. K, D. Mishra, J. K. Dhal, and P. K. Chotaray. 1991. Control of common scab of potato by seed tuber treatment. *Orissa Journal of Agricultural Research*. 4(1-2) : 120~121

Miyajima, K., F. Tanaka and F. Kuninaga. 1998. *Streptomyces turgidiscabies* sp. nov. *International Journal of Systematic Bacteriology*. 48 : 495~502.

Rich, A. E. 1993. Potato disease. APSS. p14~18.

農漁村文化協會. 1987. ソウガ病. 原色野菜病虫害百科-診断と防除-. p285~289.



木村貞夫. 1974. 植物放射状菌に関する研究(第1報) *Streptomyces* sp.にするジャガイモの新病害(Abstract). *日植病報*. 40(3): 201

木村貞夫. 1974. 植物放射状菌に関する研究(第1報) *Streptomyces* sp.にするジャガイモ象皮病と Russet scabの比較(Abstract). *日植病報*. 40(3): 202

木村貞夫. 1979. ジャガイモそうか病菌と象皮病に関する最近の知見, *植物防疫*, 33(12) : 554~559.

木村貞夫. 1981. 放線菌研究の現状と今後の課題. *植物防疫*. 35(3) : 115~118.

呷田和也, 西田康一, 宮下清貴, 木村龍介, 浜田龍之介. 1995. 日本各地から離されたジャガイモそうか病菌の多様性. *日本土壤肥料学雑誌*. 66(6) : 599~608.

Sakai, R., H. Kawamura, Y. Mino, E. Reza. and A. Tanil. 1984. Toxin production by *Streptomyces* spp. associated with scab of potato tuber sugar beet (Effect of carbon and nitrogen sources). 日植病報. 50 : 646~648.

Scholte, K., and R. E. Labruyere. 1985. Netted scab: a new name for an old disease in Europe. Potato Research. 28: 443~448.

Somani, A. K. 1988. Control of black scuf(*Rhizoctonia solani*) of potato(*Solanum tuberosum*) with boric acid. Indian Journal of Agricultural Sciences 58(9) : 693~698.

Strand, L. S., P. A. Rude and J. K. Clark. 1992. Integrated pest management for potato in the western united states. University of California, Division of Agriculture and National Resources Publication pp.146

田中文父, 官島邦之. 1997. ジャガイモそうが病の防除の現状と問題点. 植物防疫. 56(6) : 259~262.

田代暢哉. 1989. ジャガイモそうが病に関する研究. 日植病報. 55 : 389.

高橋賢司, 梅村芳樹, 佐藤章夫, 加藤雅康. 1995. ジャガイモそうが病抵抗性の簡易検定法. 北日本病虫研報. 46 : 59~62.

高橋賢司. 梅村芳樹, 佐藤章夫, 加藤雅康. 1995. ジャガイモそうが病抵抗性の簡易検定法. 北日本病虫研報. 46 : 63~67.

Tashiro, N., K. Miyashita and T. Suzui. 1990. Taxonomic studies the *Streptomyces* species, isolated as causal organisms of potato cammon scab. 日植病報. 56 : 73~82.

植松勉, 片山克己. 1990. ジャガイモの連作下におけるそうが病の發生生態と防除. 長崎總農林試研報(農業部門). 18 : 61~115.

渡辺文吉郎. 1988. 土壤病害-發生,生態と防除. 全國農村教育協會. p171~180.

吉田政博, 小林研三. 1993. メロンガンしゅ病放線菌の分離方法. 日植病報. 59(5) ; 573~580.



감 사 의 글

지난 2년간 부족한 저를 지도하여 주시고 본 연구와 논문이 이루어지기까지 지도편달 하여주신 권오균 교수님과 논문심사 지도 조언을 하여주신 강영길, 김한림교수님께 깊은 감사를 드리며, 대학원 강의와 조언을 해주신 박양문, 오현도, 조남기, 고영우, 송창길교수님의 노고에 감사드립니다. 그리고 제가 학업을 할수 있도록 많은 도움을 주신 강봉균, 오시현, 현경탁선생님과 같은 동기인 민수, 일두, 지병, 동우, 보현, 용찬, 성준, 미경에게 감사드립니다.

늦게나마 학업을 할 수 있도록 여건을 마련해주시고 연구에 조언을 해주신 제주도농업기술원 한동휴 원장님을 비롯하여 김영휘 국장님, 정순경 부장님, 현승원 과장님, 김영문 과장님, 김광호 과장님, 문정수 과장님, 김영철 과장님, 임성언 담당, 김철균 담당께 깊은 감사드리며, 본 연구에 도움을 주신 진석천, 송정흡, 강상훈 선생님과 농업환경과 동료 분들, 감사센터의 모든분들, 북제주군농업기술센터, 남제주군농업기술센터 모든 분들 그리고 실험실과 포장에서 저를 도와주신 오진보 선생님, 현은아, 김현진, 고정숙씨께 감사드립니다.

감자더듬이병 연구의 관심이 크셨던 한국농업전문학교 고일웅 교장님께 감사드리고, 저에게 식물의 병(病)을 처음 가르켜 주셨고 언제나 도움을 주시는 전남대학교 김기청교수님과 농업과학기술원 이은중 원장님, 이정운 부장님, 최용철 병리과장님, 이영희 박사님, 조원대 연구관님, 김완규 박사님, 지형진 박사님, 현익화, 이승돈 선생님, 유경열 박사님, 강원대학교 임춘근 교수님, 고령지시험장 함영일 박사님, 김점순 선생님, 권민 선생님, 전북농업기술원 김주희 선생님께 감사드립니다.

지금까지 저를 보살피 주시고 누구보다 학업을 더 할수 있도록 격려를 해주신 어머님과 장모님께 깊은 감사드립니다. 그리고 승남이와 어진이, 여름이에게 항상 부족하지만 최선을 다하는 아빠가 되겠다고 다짐하며, 조카 아람, 한, 승완, 승태, 승우에게 고마움을 느끼고, 나보다 나를 더 사랑하여 주는 사랑하는 아내 고현미에게 고맙다는 말을 전합니다.

끝으로 저와 인연을 가졌던 모든 분들께 깊이 감사 드리며, 모자라고 부족한 이 소서를 하늘나라에 계신 아버님과 장인어른께 바칩니다.