

大關嶺 高嶺地 土壤의 土壤微生物相 調査

尹世永* · 金鼎濟** · 梁在義,** · 鄭英 祥** · 崔重繳**

Microflora of Daekwanryung Highland soil

Sei-Young Yun*, Jeong-Je Kim**, Jae-wei Yang**, Young-Sang Jung** and Joong-Dae Choi**

ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate the distribution of the soil microflora of Daekwanryung highlands of Kwangwon Province. It was found that soil microorganisms such as Bacteria, Actinomycetes, Fungi, Pseudomonas spp. and Erwinia sp. were mostly in the top 0-15 cm profile. It also was found that soil microflora population was affected in many ways by kind of cropping plant. The number of Erwinia sp. that is one of the soil born plant pathogenic bacteria was more abundant in potato field than chinese cabbage soil. It was also studied difference of mountain and grassland soils from cropping soils.

Key words: Soil microorganisms, Sustainable agriculture.

緒 言

강원도는 입지적 특성상 경사지의 밭이 대부분을 차지하고 있으며 대관령과 같은 지역에서는 고랭지채소의 생산이 집약적으로 이루어지고 있다. 이러한 지역에 있어서 유기물의 공급은 매우 제한되어 급속히 그 함량이 감소됨과 동시에 화학비료의 연용에 의존하므로 인한 토양의 생산성의 저하는 매우 빠른 속도로 진행될 것으로 생각된다. 이러한 생산성의 저하는 토양의 물리적, 화학적, 생물학적적질의 저하와 무관하지 않다고 볼 수 있다. 따라서 이지역에 있어서 작물의 종류, 토양관리의 방법 또는 경종방법에 따라 토양의 질이 어떻게 변화해 나가느냐 하는 점을 면밀히 검토하므로써 강원산간지역에 있어서의 경종방법의 취사선택에 대한 정보를 얻을 수

있을 것으로 생각된다. 본 연구는 산지에서의 환경보전형 농업을 위한 토양의 질을 평가하기 위하여 경사지에 있어서 작물의 종류와 경종방법의 차이에 따른 토양의 미생물적 질에 미치는 영향을 검토하므로써 보다 합리적인 토양관리 또는 경종방법을 수립하기 위한 기초자료를 얻기위하여 수행된 것으로 초년도에는 시험예정지와 인근농가 포장의 미생물상의 조사를 수행하였다.

材料 및 方法

1. 토양의 시료채취

토양미생물분석을 위한 토양시료는 시험지로 선정된 포장의 6개 지점을 택하여 표토와 심토로 구분하여 채취하였다. 시험지포장과 함께 인근 농가포장의 시료와

* 상지대학교 생명자원과학대학(College of Life Science and Natural Resources SangJi University)

** 강원대학교 농업생명과학대학(College of Agriculture and Life Sciences Kangwon National University)

*** 본연구는 1995년도 교육부 학술연구조성비에 의하여 연구되었음

자연초지 및 산림토양을 채취 분석하였다. 시료의 채취 시기는 10월경으로 채취한 토양시료는 폴리에틸렌봉투에 담아 실험실로 운반한 다음 5℃냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

2. 미생물상조사용 배지

각 미생물의 조사용배지로서 Egg albumin Agar는 세균 및 방선균의 조사용배지로 사용하였으며 Martin 씨의 Rosebengal Agar는 사상균조사를, 변법 트리갈스 키배지는 *Erwinia* sp.의 조사를, P-2 및 P-3배지는 각각 *Pseudomonas fluorescens* 및 *P. putida*를 조사하기 위한 배지로 사용하였다. 배지의 조성은 표1과 같다. 미생물수의 조사 및 계수는 토양미생물실험법(1992)에 준하여 시료토양을 희석계열로 희석한 후 적정 희석계열에서 희석액을 취하여 배지에 접종하는 희석평판법을

이용하였다.

結果 및 考察

1. 시험지토양의 일반미생물상

시험포장의 세균, 방선균 및 사상균상은 표2와 같다. 세균수를 보면 작물을 재배한 토양과 나지상태로 있는 토양에 있어서 균수에 뚜렷한 차이가 있었다. 표층과 심층을 비교하면 표층토양이 심층토양에 비하여 세균수가 많고 작물을 재배한 토양보다는 나지토양에서 그 차이가 큰 것으로 나타났다. 방선균수는 세균과 같은 경향이었으나 나지토양에 있어서 표토와 심토에 있어서 차이가 더욱 크게 나타났다. 사상균수도 세균 및 방선균과 유사한 경향을 보이나 작물재배토양에 비하여 裸地土壤에서 균수가 현저히 적은 것으로 나타났고 심토에서 특히 그 감소의 정도가 컸다. 이상의 결과를 보면 일반 미생물수는 작물의 종류 즉, 감자와 배추간의 차이는 현저하지 않았으나 나지토양보다는 작물을 재배함에 따라 균수의 증가가 현저한 것으로 나타났으며 미생물수는 심토에 비하여 표토에 집중되어 있음이 관찰되었다. 이

Table 1. Medium for the soil microbial analysis (단위 : g)

ingredients	Egg Albumin Medium	Martin's Medium	P-2 Medium	P-3 Medium	Erwinia Medium
K ₂ HPO ₄	0.5				
KH ₂ PO ₄		1.0	1.0	1.0	
Fe ₂ (SO ₄) ₃ .H ₂ O	trace				
MgSO ₄ .7H ₂ O	0.2	0.5	0.5	0.5	
Glucose	1.0	10.0			
Beef Extract					10.0
Pepton		5.0			10.0
Rosebengal		0.03			
KCl			0.2	0.2	
NaNO ₃			5.0	1.0	
Desoxycholate			1.0	2.0	
Hypuric acid			1.0		
Trehalose				5.0	
Lactose				10.0	
NaCl				5.0	5.0
Fe-EDTA					
L-Asparagine					
D-Galatose					
PCNB(75%)					
Oxgall					
Na ₂ B ₄ O ₇ .10H ₂ O					
Crystal Violet (0.1% sol'n)					5.0
TB(0.2% sol'n)					
Streptomycin*		0.02			
Agar	15.0	20.0	15.0	15.0	15.0
D.W	1,000ml	1,000ml	1,000ml	1,000ml	1,000ml
pH	6.8-7.0	6.8	7.2-7.4	7.2-7.3	7.0

Table 2. Soil microflora of experimental field

sample site	Bacteria x 10 ⁶	Actinomycetes x 10 ⁵	Fungi x 10 ³
Chinese cabbage			
C-1 (0 - 15cm)	55.68	49.5	15.0
C-2 (15 - 30cm)	284.7	17.5	3.5
Chinese cabbage			
C-3 (0 - 15cm)	224.2	32.5	48.0
C-4 (15 - 30cm)	324.8	44.0	3.0
potato			
P-1 (0 - 15cm)	438.4	21.5	65.5
P-2 (15 - 30cm)	339.2	7.5	11.5
bare ground			
B-1 (0 - 15cm)	198.4	6.0	2.5
B-2 (15 - 30cm)	131.2	3.0	0.0
bare ground			
B-3 (0 - 15cm)	188.8	23.5	3.0
B-4 (15 - 30cm)	96.0	1.0	0.0
bare ground			
B-5 (0 - 15cm)	61.6	11.5	5.5
B-6 (15 - 30cm)	18.8	1.0	0.0

와같이 토양중의 미생물수가 심토에 비하여 표토에서 많은 것은 西尾(1980)의 연구 결과와 일치하는 것이었다. 또한 條田等(1966)은 既耕地의 미생물수가 未耕地 토양의 미생물수에 비하여 많은 것으로 보고하였으며 그 원인으로서는 지속적인 유기물의 공급, 경운에 의하여 입단층의 미이용 유기물의 노출 및 경운에 의한 호기적 조건의 조성 등을 들고 있으며 본 시험에서도 이 보고와 동일한 경향을 볼 수 있었다.

2. *Pseudomonas spp.* 및 *Erwinia sp.* 균수

*Pseudomonas spp.*은 작물의 근권미생물로서 근권에 서식하면서 병원미생물이 작물의 뿌리에 침입하는 것을 방지하는 역할을 하는 것으로 주목을 받고 있는 토양세균으로서 시험지토양의 *Pseudomonas fluorescens* 및 *P. putida* 균수는 표3에서 보는 바와 같이 전체적으로 심토보다는 표토에서 균수가 많아 다른 일반 미생물의 경우와 같으나 배추재배 토양에 있어서 표토와 심토의 균수의 차이가 줄어드는 경향이 나타났다(鈴井(1986), Lynch(1983), Cook (1983)). 그러나 감자재배토양에서는 표토와 심토의 균수의 차이가 더욱 커지는

Table 3. Number of *Pseudomonas spp.* and *Erwinia sp.*

Sample site	<i>P. fluorescens</i> x 10 ⁴	<i>P. putida</i> x 10 ⁴	<i>Erwinia sp.</i> x 10 ³
Chinese cabbage			
C-1 (0 - 15cm)	26.5	17.0	-
C-2 (15 - 30cm)	18.5	11.5	0.5
Chinese cabbage			
C-3 (0 - 15cm)	18.5	17.5	4.5
C-4 (15 - 30cm)	15.0	17.5	-
Potato			
P-1 (0 - 15cm)	46.5	31.5	23.0
P-2 (15 - 30cm)	4.5	2.0	1.0
Bare ground			
B-1 (0 - 15cm)	10.5	8.0	3.0
B-2 (15 - 30cm)	5.0	7.5	-
Bare ground			
B-3 (0 - 15cm)	16.0	10.5	4.5
B-4 (15 - 30cm)	3.0	5.5	0.5
Bare ground			
B-5 (0 - 15cm)	14.5	7.5	-
B-6 (15 - 30cm)	7.5	6.5	-

경향을 보였다. 또한 나지토양에 있어서는 *P. fluorescens* 는 표토에서 균수가 현저히 많았으나 *P. putida*는 표토와 심토의 균수차이가 크지 않은 것으로 나타났다. 토양 병원성세균의 하나로 배추나 감자의 무름병의 원인균과 동일한 屬에 속하는 *Erwinia*속(Masao Goto, 1990)균수의 범위는 0-23x10³(CFU/토양g)로서 감자재배토양에서는 다른 토양에 비하여 균수가 많은 것으로 나타났고 그 밖의 토양에서는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

3. 인근농가의 옥수수재배토양 및 초지토양미생물상

옥수수재배농가의 포장과 산림토양 및 자연초지토양의 일반미생물상은 표4에서 보는 바와 같이 세균은 산림토양과 초지토양보다 옥수수재배토양에서 균수가 많은 것으로 나타났다. 초지토양에 있어서는 표층토양에서 심층토양으로 이행함에 따라 균수의 감소하는 경향

Table 4. Microflora of mountain, grassland and corn cultivated farm field soils

Sample site	Bacteria x 10 ⁵	Actinomycetes x 10 ⁵	Fungi x 10 ³
Mountain soil	35.0	0.0	1.0
Grassland(0-15cm)	55.0	2.5	2.5
Grassland(15-30cm)	20.0	1.5	1.5
Grassland(30-45cm)	5.0	0.0	0.0
Corn - 1 (0-15cm)	40.0	1.0	3.0
Corn - 2 (0-15cm)	200.0	5.0	0.5
Corn - 3 (0-15cm)	145.0	3.0	1.5
Corn - 4 (0-15cm)	105.0	1.0	1.0

을 보여 주었는데 이것은 표 2에서의 경향과 일치하고 있다. 방선균은 옥수수재배토양과 산림토양 및 초지토양간에 뚜렷한 경향이 나타나지 않았으나 토층간에는 차이가 있었다. 사상균의 경우는 각 토양간에 뚜렷한 경향이 나타나지 않았으나 초지토양에서 층위간 사상균 수조사에서는 표층으로부터 심층으로 이행함에 따라 균수가 감소하는 경향이 나타나고 있다.

인근 농가토양의 *Pseudomonas* 屬 및 *Erwinia* 屬의 균수는 표5에서 보는 바와 같이 *Pseudomonas fluorescens* 및 *P. putida* 균수는 산림토양에 비해 초지토양과 옥수수재배토양에서 균수가 많은 것으로 나타났고 초지토양에서는 상층토양(0-15cm)보다 중층토양

Table 5. Number of *Pseudomonas spp.* and *Erwinia sp.* of mountain, grass land corn cultivated soil near experimental field

Sample site	<i>Pseudomonas fluorescens</i> x 10 ⁴	<i>P. putida</i> x 10 ⁵	<i>Erwinia</i> x 10 ³
Mountain soil(0-15cm)	12.5	11.5	0.5
Grassland(0-15cm)	35.5	35.0	-
Grassland(15-30cm)	41.5	39.5	-
Grassland(30-45cm)	-	4.5	3.0
Corn - 1 (0-15cm)	21.0	10.5	0.5
Corn - 2 (0-15cm)	46.5	20.0	3.0
Corn - 3 (0-15cm)	49.0	41.0	8.5
Corn - 4 (0-15cm)	25.5	17.5	-

(16-30cm)에서 균수가 오히려 증가하다가 하층토양(30cm이하)에서 급격히 균수가 감소하는 경향을 보였다. 이러한 경향은 초지토양에서의 뿌리의 영향이 *Pseudomonas* 屬의 균중에 대해서는 상당한 토심에까지 미치는 것으로 생각된다. *Erwinia* 屬의 균수는 0-8.5 x 10³범위였으며 산림토양이나 초지토양보다는 옥수수재배토양에서 균수가 많은 경향을 보였으나 옥수수재배토양간에 있어서도 토양간 편차가 크고 초지토양에서는 상층,중층토양보다 하층토양에서 균수가 많은등 앞으로 보다 세밀한 검토가 필요한 것으로 생각되었다. *Erwinia sp.*균수는 표3과 함께 종합적으로 검토하여 볼 때 감자재배토양에서 가장 많은 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합하여 보면 세균,방선균,사상균등의 일반 미생물과 *Pseudomonas*속 및 *Erwinia*속의 균수가 모두 표토에 가까울 수록 많은 것으로 나타났으며 재배하는 작물의 종류가 달라지면 그에 따른 영향이 토양중 미생물수에 반영되는 것으로 나타났다.

최근 작물의생장촉진세균(Plant Growth Promoting Bacteria)으로 알려져 그 연구가 많은 토양미생물학자들에 의하여 수행되고 있는 *Pseudomonas* 속의 균수는 본시험에서의 조사 결과 재배작물의 종류에 따라 뚜렷한 영향이 반영되는 것으로 나타나 앞으로의 연구수행을 통한 면밀한 검토가 필요할 것으로 생각되었다.

또한 배추나 감자의 무름증의 원인균으로 알려진 *Erwinia*속 균수는 배추연부병균의 원인균이므로 배추재배토양에서 균수가 많을 것으로 기대하였으나 감자재배토양에서 균수가 현저히 많은 것으로 나타났다.이러

한 결과는 재배하는 작목의 변경에 의하여 토양중 *Erwinia*균수의 감소를 도모할 수 있을 것으로 보인다.

그러나 이상의 결과는 시료수가 적고 작물재배시기가 아닌 수확후 토양시료에 대한 시료의 분석치라는 점에서 급후의 시험을 통하여 계속 검토가 필요할 것으로 생각된다.

摘 要

본연구는 대관령 고령지 토양의 토양미생물상을 조사한 것으로 결과는 다음과 같다.

1. 시험예정지토양의 토양미생물상을 비교할 때 작물을 재배한 토양이 나지에 비하여, 세균,방선균,사상균등의 일반미생물수와 병원성세균인 *Erwinia*속의 미생물공히 균수가 현저히 많은 것으로 나타났으며 표층토양과 심층토양의 미생물상을 보면 세균, 방선균, 사상균,*Pseudomonas spp.*,*Erwinia sp.*등 모든 균종에서 표층토양에 현저히 많은 것으로 나타났다.

2. 시험예정지 토양의 *Pseudomonas fluorescens* 및 *P. putida*균수를 보면 전체적으로 심토 보다는 표토에서 균수가 많은 것은 다른 일반 미생물의 경우와 같으나 배추재배 토양에 있어서 표토와 심토의 균수의 차이가 줄어들려는 경향이 나타났다.

그러나 감자재배토양에서는 표토와 심토의 균수의 차이가 더욱 커지는 경향을 보였다. 또한 나지토양에 있어서는 *P.fluorescens*는 표토에서 균수가 현저히 많았으나 *P.putida*는 표토와 심토의 균수차이가 크지 않았다.

3. 옥수수를 재배하는 인근 농가포장의 미생물상을 보면 배추와 감자를 재배하는 시험예정 지토양에 비하여 모든 균수에서 현저히 적은 것으로 나타나 작물의 종류에 따라서도 균수의 차이가 관찰되었다.

4. 산림토양의 *Pseudomonas* 속의 균수는 x10⁴범위에 있어서 초지토양이나 옥수수재배 토양보다는 균수가 적은 경향을 보였다.

5. 초지토양의 층위별 *P.fluorescens* 및 *P.putida*는 상층토양(0-15cm)보다 중층토양(15-30cm)에서 균수가 약간 증가하는 경향이였으나 하층토양(30cm이하)에서는 급격히 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 경향

은 초지토양의 뿌리의 분포와 밀접한 관계가 있는 것으로 생각된다.

6. 옥수수재배토양에서의 *Pseudomonas*속 균수의 범위는 $10-49 \times 10^4$ (CFU/전토g)였으며 이것은 대체로 작물을 재배하지 않은 토양에 비해서는 균수가 많은 경향이였다.

7. 토양병원성세균의 하나로 배추나 감자의 무름병의 원인균과 동일한 屬에 속하는 *Erwinia*속 균수의 범위는 $0-23 \times 10^3$ (CFU/토양g)로서 감자재배토양에서는 다른 토양에 비하여 균수가 많은 것으로 나타났고 그 밖의 토양에서는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

引用文獻

- 土壤微生物研究會編, 1992, 新編土壤微生物實驗法, p 379-399.
- J.M.Lynch, 1983, Soil Biotechnology, Microbiological factors in crop productivity, p 161-167.
- 西尾道徳, 1980, 田土壤の物質變化と微生物 土の微生物 95-98, 土壤微生物研究會編, 博友社.
- 條田辰彦, 太田庸, 飯田格, 1966, 東北農試年報 33, p 425.
- 鈴井孝仁, 1986, 拮抗微生物による土壤病害の防除, 微生物と農業, 全國農村教育協會, p 160-173.
- R. James Cook, Kenneth F. Baker, 1983, The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens, p 112-115, Published by The American Phytopathological Society St. Paul Minnesota.
- Masao Goto, 1990, Fundamentals of Bacterial Plant Pathology, p 275-278, Academic Press.