

토양과 작물근계의 미생물군집 구조해석 I. 고추 및 토마토 재배지 토양과 근계의 세균군집 구조해석

김종식* · 권순우* · 이선주*** · 정병간** · 송재경* · 고승주* · 류진창*

Analysis of Microbial Community Structure in Soil and Crop Root System I. Analysis of Bacterial Community Structure in the Soil and Root System of Red Pepper and Tomato

Jong-Shik Kim*, Soon-Wo Kwon*, Seon-Ju Lee***, Beung-Gan Jung**,
Jae-Kyeong Song*, Soong-Ju Go* and Jin-Chang Ryu*

ABSTRACT

A culture-dependent survey of bacterial community in the soil-root system of red pepper and tomato was conducted by dilution plate count method. The bacterial community within soil was not different from that of rhizoplane. However, the populations of fluorescent pseudomonads were higher in rhizoplanes than in soils and higher in healthy rhizoplanes than in Phytophthora disease-infested rhizoplanes. The bacterial community of the pepper cropped soil and rhizoplanes was very similar to that of the tomato-cropped soil and rhizoplanes. Among 285 identified bacterial colonies, most colonies were belong to two groups by fatty acid analyses: 52% of the 285 colonies were belong to low G + C gram positive bacteria group, *Bacillus* spp. and 33% were belong to high G + C gram positive bacteria group. In order to use beneficial microorganisms to agro-ecosystem, these data of field trials should be intensively accumulated.

Key words : Bacterial community, Soil-root system, Fluorescent pseudomonas.

서 언

미생물은 종도 다양할 뿐만 아니라 기능도 무수히 많기 때문에 농업, 환경, 의학 등의 여러분야의 신소재 개발원으로써 활용되고 있다. 미생물의 기능을 이용한 농업

에서의 활용은 친환경 농업과 관련하여 중요성이 날로 높아지고 있다.

토양미생물은 토양계와 작물계에 있어서 물질순환과 유용한 물질의 순환 조절 기능을 갖고 있을 뿐만아니라 농약, 비료의 대체 기능을 갖고 있다. 특히 미생물은 병

* 농업과학기술원 생물자원부 분자유전과 (Division of Molecular Genetics, National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-707, Korea)

** 농업과학기술원 농업환경부 토양관리과 (Division of Soil Management, National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-707, Korea)

*** 국립식물검역소 중부격리 재배관리스 (Central Post-Entry Quarantine Station, National Plant Quarantine Service, Suwon 442-400, Korea)
본 연구는 1999년도 농촌진흥청 박사후 연구원과정 지원에 의해 수행된 연구결과의 일부임.

층해의 생물학적 방제와 작물생육을 촉진하는 비료의 기능을 갖고 있으므로 갈수록 유기합성농약 및 비료의 대체원으로 이용성이 고조될 것으로 생각된다(Sylvia 등, 1998).

토양환경에 있어서 미생물의 군집분석은 회석평판법에 의한 선택성배지를 이용한 방법이 일반화 되어왔다. 그러나 이 방법만으로는 제한된 환경내에서 미생물의 정량분석에는 한계가 있음이 지적된 지도 80년이 지났음에도 불구하고 가장 보편적으로 쓰여져왔다(Zuberer, 1994). 즉 토양중의 미생물군집 연구에 있어서 문제점은 극히 적은 수의 미생물만이 배양이 되고, 특히, 토양중에 서식하는 세균 중에서 배양이 되는 것은 0.1% - 1% 인 것으로 알려져 있다(Torsvik, 1996). 그러므로 지금까지 연구해온 토양미생물의 군집분석의 문제점은 배양이 안되는 미생물을 고려하지 않은 채 계속되어 온 것이다. 그러한 이유로 토양미생물의 군집해석을 위한 새로운 기술의 개발이 요구되어왔다. 90년대에 들어와서 토양의 미생물군집을 연구할 수 있는 분자생물학적 기술이 개발되고 발전함과 더불어, 최근에는 토양에서 미생물의 군집을 분석하는데 있어서 토양내에 서식하고 있지만 배양이 되지않는(VBNC, viable but nonculturable) 미생물을 조사 분석할 필요성과 중요성이 제기되고 있다(Amann 등, 1995; van Elsas 등, 1997). 결국 토양의 미생물군집 연구방법은, 첫째, 배양되는 미생물군집의 연구를 수행하는 것과 둘째, 서식하지만 배양이 되지않는(VBNC) 미생물군집의 연구를 수행하는 방법으로 크게 두가지로 나눌 수 있다.

토양과 작물근계의 미생물군집구조를 분석하고, 유용균의 인위적 접종에 따른 토양과 작물근계의 미생물군집의 행동과 기능을 조사분석함으로써, 그 기능을 최대한으로 발휘할 수 있을 것이다(Mahaffee 등, 1997). 토양과 작물근계의 미생물군집구조에 관한 정보는 앞으로 미생물의 농업적 이용연구에 있어서 유효할 것으로 생각된다(Atlas 등, 1998; Madsen, 1996).

따라서 본 연구는 위의 두가지 방법을 병행하여 수행하였으며, 앞으로 유용 미생물을 농업환경에 이용하기 위해 토양과 작물의 근권환경에 정착하는 미생물군집을 직접 조사분석을 행하고, 이 정보들을 농업에 이용가능

케 하기 위해 일련의 연구를 수행하였다.

그 첫번째로, 비닐하우스내의 고추와 토마토 재배지에서 역병이 이병된 지점과 생육이 건전한 지점에서 토양과 작물의 근계로부터 세균군집 분석, 즉, 배양이 되는 세균군집에 대하여 보고 하고자 한다.

재료 및 방법

1. 시료채취

경남진주시 대곡면 고추(*Capsicum annuum*)재배 비닐 하우스와 미천면 토마토(*Lycopersicon esculentum*)재배비닐하우스에서 고추와 토마토 역병이 감염된 토양과 식물체를 채취하여(99년 4월 1일) 시험의 재료로 활용하였다.

2. 세균분석용 시료의 조제

고추 및 토마토 뿌리를 가능한한 교란하지 않고 채취하였다. 뿌리에 붙은 토양(비근권토양)을 제거하고, 칼로 자른 뿌리를 10mM 인산칼리 완충용액에 20분간 침지하였다.

근권토양이 부착한 뿌리를 살균한 회석액에 옮기고, 손으로 교반함으로써 토양을 뿌리로부터 탈리시킨후 뿌리를 제거하고, 근권토양 현탁액을 10분간 진탕기로 진탕하여 근권토양의 회석현탁액을 얻었다.

근권토양 회석액에서 빼낸 고추 및 토마토 뿌리를 glass beads(직경 1mm, 2g, 4ml 10mM 인산칼리 완충용액)에 넣고 15분간 진탕하여 근면(rhizoplane)의 1차 회석액으로 사용하였다.

또한 각각의 비근권토양 3g을 27ml의 10mM 인산칼리 완충용액에 넣고 10분간 진탕하여 비근권 토양의 1차회석액으로 사용하였다.

3. 토양의 화학성 분석

공시토양의 화학성 분석은 토양 화학 분석법에 준하여 분석하였다(농업기술연구소, 1988).

4. 세균 군집분석

세균의 군집분석은 크게 2가지로 구분하여 실시하였

Table 1. Chemical properties of soils cropped red pepper and tomato

Soil sample	pH (1:5)	EC (dS m ⁻¹)	OM (g kg ⁻¹)	Av.P:O _s (mg kg ⁻¹)	Ex. cations (cmol ⁺ kg ⁻¹)				Clay content (%)	
					K	Ca	Mg	Na		
Uncropped Yeugisan	5.0	0.29	25	35	0.12	0.4	0.1	0.05	8	
Red pepper	Healthy	5.4	5.86	32	890	1.29	9.3	2.5	0.65	13
	Infested*	5.2	9.66	34	1,198	2.16	10.8	2.9	0.84	13
Tomato	Healthy	5.1	4.25	26	399	1.07	4.9	1.4	0.54	14
	Infested	6.3	3.10	26	298	0.75	6.6	2.1	0.50	13

*Infested: Phytophthora disease infested

다. 먼저 희석평판법으로 전세균과 형광성 pseudomonads 및 방선균을 분석하여, 이를 토대로 세균의 근집해석을 행하였다(표2). 공시배지는 전세균은 10% strength tryptic soy agar(Zuberer, 1994), 방선균은 ISP medium 1 (5g Bacto Tryptone, 3g Bacto Yeast Extract, Difco), 형광성 pseudomonads는 P1배지 (1g KH₂PO₄, 0.5g MgSO₄ · 7H₂O, 0.2g KCl, 5g NaNO₃, 1g deoxycholic acid · sodium salt, 5g Betaine) 그리고 사상균은 Rose bengal 배지 (Difco, 30 µg ml⁻¹ streptomycin)를 각각 사용하였다. 그리고 각 시료의 토양, 근권토양(rhizosphere soil), 근면(rhizoplane)세균을 희석평판하기 위해 전세균 배지로서 사용한 10% strength tryptic soy agar에 배양된 단 colony를 각 시료로부터 285 colony를 분리한 후 지방산분석을 통하여 세균동정을 행하였다 (Sherlock System, Microbial ID, Inc.).

결과 및 고찰

1. 토양화학성 분석

공시토양의 화학적 특성은 표 1과 같이 pH는 전체적으로 낮고 EC는 다소 높았다. 유효인산은 고추재배 토양이 많고 토마트재배 토양에서는 낮은 경향이었다. 그러나 칼슘은 고추재배토양에서는 높게 나타났다. 따라서 염류집적이 진전되었음을 알 수 있었다.

2. 세균 근집구조 분석

본 실험에서는, 하우스토양에서 재배한 고추와 토마트의 토양과 근계의 세균 근집을 분석한 결과, 표 2에서 보는 바와 같이 전 세균과 방선균의 근집구조에서는

크게 변동을 보이지 않았다. 특히 전 세균은 고추재배지 토양과 근면에 있어서 건전 여부에 관계없이 10⁵ cfu g⁻¹ 이었고, 토마트 재배지에서는 토양의 세균군집은 고추와 비슷한 결과를 보였지만, 토마트에 있어서는 10⁵ cfu g⁻¹ 정도로서 낮은 양상을 보였다. 고추와 토마트를 재배한 모든 토양과 근면의 군수는 전체적으로 다른 논지 토양에 비해 낮은 결과를 보였다. 이는 표 1에서 보는 바와 같이 염류집적정도가 심하였으며 인산축적과, pH가 낮아 건전한 작물생육 조건이 아님을 알 수 있다. 보다 건전한 생육조건을 유지해야함을 세균을 통해 설명할 수 있음을 단적으로 보이고 있다. 방선균에 있어서도 마찬가지로 고추와 토마트 재배 토양 및 근면에 있어서 큰 특징을 보이지 않았지만, 한 가지 특징은 근면의 결과를 보면, 건전여부와 방선균수와는 상관관계를 보이지 않음을 알 수 있다. 홍 등(1998)은 화학비료 사용에 비해 유기물첨가에 따른 방선균수가 증가함을 보고한 바 있으나, 토양비옥도와 역병발생여부와와의 관계 등에 대한 보다 많은 검토가 필요하다.

세균의 근집중 형광성 pseudomonas에 있어서는 고추와 토마트의 건전여부에 따라서 개체군(population)의 큰 변동을 보였다. 특히 토양에서는 10² cfu g⁻¹ 전후의 낮은 개체수를 보인 반면, 근면에서는 10³~10⁶ cfu g⁻¹ 이상의 높은 개체군을 보였고, 특히 건전한 고추와 토마트의 근면에서는 10⁷까지의 높은 개체군을 보인 반면, 역병이 발생한 고추와 토마트의 근면에서는 10³ 또는 10⁴의 낮은 개체군을 보여, 건전한 작물과 역병이 발생한 작물과의 형광성 pseudomonas 개체군의 현저한 차이를 보였으며, 이는 타 미생물로는 설명할 수 없는 식물생장촉진의 역할을 단적으로 설명하고 있다.

형광성 pseudomonads는 일반적으로 *Pseudomonas*

Table 2. Dynamics of bacterial community in soil-crop root system by dillution plate count method
(cfu g⁻¹ of dry soil or fresh root)

Samples			Bacteria (×10 ⁵)	Actinomycetes (×10 ⁴)	F. pseudomonas (×10 ⁴)
Uncropped	Yeugisan	Soil	6	2	< 1 × 10 ²
Red pepper	Healthy	Soil	15	93	6 × 10 ²
		RP*	10	2	230
	Infested**	Soil	24	44	4 × 10 ²
		RP	8	17	0.5
Tomato	Healthy	Soil	41	23	< 1 × 10 ²
		RP	1	1	4,800
	Infested**	Soil	24	119	2
		RP	0.2	0.7	5

*RP : Rhizoplane. **Infested : Phytophthora disease infested

putida와 *Pseudomonas fluorescens*를 일컫으며, 식물을 생장촉진근권세균(PGPR)으로 알려져 있으며, 이는 유해 병원성 미생물로부터 작물의 보호에 있어서 중요한 역할을 하는데, 특히 병원성 미생물에 대한 항균물질 생산과 yellow-green을 띄는 siderophore를 생산하는 것으로 알려져 있다(O' Sullivan and O' Gara, 1992).

또한 사상균에 있어서는 건전채배지 토양, 근권토양, 근면에서는 뛰어난 생물방제능이 알려져 있는(van Elsas 등, 1997) *Trichoderma* spp.가 우점하는 것으로 나타났지만, 역병발생지 토양, 근권토양, 근면에서는 *Trichoderma* spp.가 전혀 나타나지 않았다. 그리고 작물채배력이 없는 여기산 토양에서는 *Trichoderma* spp.가 검출되었다. 이는 역병이 발생한 불량한 환경에서는 *Trichoderma* spp.가 생존하기 어렵다고 추측이 된다. 이 역시 형광성 pseudomonads 와 같이 작물생산을 위한 건전여부의 지표로서 설명이 가능할 것이다. 그리고 본 실험에서 얻어진 사상균에 대한 상세한 연구에 대해서는 금후 발표할 예정이다.

이를 작물생산의 소재로서 활용하기 위해서는 작물근계에서의 그 기능과 역할을 충분히 이해할 필요가 있다. 특히 토양중 세균의 근면으로의 정착기작에 있어서 근면에 정착하는 근권세균의 근분비물에 대해서는, 주화성(chemotaxis)에 따른 감지와 인식된 정보에 대한 편모운동에 의한 근면으로의 이동과 뒤이은 뿌리에의 부착(attachment)과 근면으로의 정착(root colonization)을 이해할 필요가 있는데, 실제로 그 기작을 아직 정확

히 알지는 못하지만, 그 자세한 기작을 이해할 때에 미생물의 작물예의 이용기술은 보다 발전적인 방향으로 나아갈 것이다.

3. MIDI system에 의한 세균의 개체수 구성비 분석
트양과 근권트양, 근면의 각각 시료를 회석평판법을 이용하여 배지에서 배양된 세균의 구체적인 구성을 파악하기 위하여 표 3 에서 보는 바와 같이 지방산 조성 분석을 통한 세균의 속수준에서의 동정을 행하였는데, 0.2 이상을 속으로 인정하였으며, 0.2 이하는 no match로 하였다. no match는 MIDI system의 미생물동정용 database에서는 미생물동정을 위해서 신뢰도가 낮음을 나타낸다. 세균에 관한 모든 분류에 대해서는 Olsen 등(1994)이 16S rDNA를 이용해서 재분류한 분류군을 본 논문에서 이용하였다. 본 논문에서는 그 중 관련된 군으로서는 *Bacillus*, *Brevundimonas*, *Kurthia*는 低 G + C 그램양성세균군이고, *Streptomyces*, *Arthrobacter*, *Corynebacterium*, *Nocardia*는 高 G + C 그램양성세균군으로 나누어지고, *Flavobacteria*, *Cytophaga*, *Flexibacter*, *Bacteroides*, *Clavibacter*, *Kocuria*, *Microbacterium*, *Micrococcus*, *Chryseobacterium*는 *Cytophaga*/*Flexibacter*/*Bacteroides* 군으로 나누어지고 CFB군이라고도 한다. 그리고 그램 음성 세균의 대표적인 군으로서 Proteobacteria는 세부적으로 *Agrobacterium*, *Azospirillum*, *Ochrobactrum*, *Xanthobacter* 은

BACTERIAL COMMUNITY IN RED PEPPER CULTIVATING SOIL

Table 3. The number of bacteria identified by MIDI system of the isolates from soil-crop root system

Samples	Kcs	Kcrs	Kcr	Kss	Ksrs	Ksr	Tcs	Tcrs	Tcr	Tss	Tsrs	Tsr	Ys	Total No. of isolates
<i>Agrobacterium</i>											1			1
<i>Arthrobacter</i>								1	1			1		3
<i>Bacillus</i>	18	12	11	11	5	7	19	4	3	15	4	3	11	123
<i>Brevibacillus</i>		2	1											3
<i>Brevundimonas</i>											1			1
<i>Chryseobacterium</i>									1		5			6
<i>Clavibacter</i>						1								1
<i>Corynebacterium</i>									1					1
<i>Deinococcus</i>				1										1
<i>Flavobacteria</i>						1			1					2
<i>Kocuria</i>									1	4		1		6
<i>Kurthia</i>									1					1
<i>Microbacterium</i>			2	2		1		3	4		2	7		21
<i>Micrococcus</i>									1			1		2
<i>Nesterenkonia</i>		1			2			1	1			4		9
<i>Nocardia</i>											1			1
<i>Ochrobactrum</i>											1		1	2
<i>Paenibacillus</i>	1		3	1	4	6	1	2	1	2			1	22
<i>Ralstonia</i>					4				1			1		6
<i>Rhodococcus</i>								2						2
<i>Stenotrophomonas</i>								2	1	3	1			7
<i>Streptomyces</i>	4	6	4	1	4		2	3	3	2	3	2	7	41
<i>Streptovorticillium</i>				4	1							2		7
<i>Virgibacillus</i>				1							1			1
<i>Xanthobacter</i>									1			1		2
<i>Xanthomonas</i>						1		1						2
No match	1				1	1			1	1	3	2	1	11
Total No. of isolates	24	21	21	21	21	19	22	23	24	23	24	24	21	285

kcs : red pepper control soil, kcrs : red pepper control rhizosphere soil, kcr : red pepper control rhizoplane
 kss : red pepper Phytophthora disease-infested soil, ksrs : red pepper infested rhizosphere soil, ksr : red pepper infested rhizoplane
 tcs : tomato control soil, tcrs : tomato control rhizosphere soil, tcr : tomato control rhizoplane
 tss : tomato Phytophthora disease-infested soil, tsrs : tomato infested rhizosphere soil, tsr : tomato infested rhizoplane.
 ys : uncropped Yeugisan soil

Alpha subdivision 으 로 *Alcaligenes*, *Nitrosomonas*, *Ralstonia*는 Beta subdivision으로, 형광성 pseudomonads, *E.coli*, *Erwinia*, *Vibrio*, *Stenotrophomonas*, *Xanthomonas*는 Gamma subdivision으로 나누어진다. 전체 285 isolates 중에서 低 G+C 그램양성세균인 *Bacillus* 속이 52%(150 isolates) 이고, 高 G+C 그램양성으로서 주로 방선균이 33%(94 isolates) 이고, CFB균은 3%(8 isolates), Proteobacteria-gamma 균은 7%(21 isolates)이고 no match는 4%(11 isolates)인 것으로 밝혀졌다(표 3).

특히 토양의 모든 시료에서는 다수의 *Bacillus*속이 분리되었으며, 토양이 근권토양 및 근면보다는 높은 균

수를 보였으며, 특히 근면에 있어서는 아주 낮은 양상을 보였다. 또한 토양에서 분리한 세균중 66.7%(74 isolates)가 *Bacillus*속으로 나타났다. 이는 근권에는 그램음성세균이 우점하고 있는데 반해, 토양에 그램양성세균이 우점하고 있으며, 그 중에서도 *Bacillus*속은 배지상에서 토양에 따라 최대 67%를 차지하는 전형적인 토양세균임을 설명하고 있다(Alexander, 1977). 그리고 고추와 토마토에 있어서 그 양상이 다른데, 고추에 있어서는 토마토보다 근면의 *Bacillus* 속이 더 많고, 방선균 등의 高 G + C 그램양성세균이 토마토에 더 많음을 알수 있었다. 회석평판 배지상에는 작은 colony와 큰 colony의 두 가지 type이 배양되었으나 큰 colony는 배양이 잘되는 균으로 볼 수 있었다. 즉, 세균

균집분석에 있어서 세균의 등정이 행해지는 것이 바람직하나, MIDI system을 이용하는 경우, 종 수준까지의 등정은 신뢰도가 낮고, 속 수준까지의 신뢰도가 높으므로, 선택배지를 통한 희석평판에 의한 불확실한 세균의 계수 및 한정된 선택배지의 선택을 통한 제한된 분석 등을 고려할 때 그 유용함을 알 수 있다. 하지만 다수를 분석하지 않는 한 일부의 정보를 얻을 뿐 세균군집을 설명하기에는 한계가 있으나, 잘 선별된 균주를 분석하는 데는 배양가능한 세균에 있어서는 단시간내에 등정이 가능한 유용함을 입증했다. 급후에는 희석평판법에 의한 세균군집분석에 있어서는 MIDI system을 이용한 등정기술을 적극적으로 활용이 기대된다.

4. 식물 생장촉진 근권세균(PGPR)

식물 생장촉진 근권세균중 본 실험에서 얻어진 형광성 *pseudomonas*의 일부는 염류내성과 내병성에 관여할 가능성을 보였다. 그리고 표 1에서 알 수 있듯이 전체적으로 토양 pH가 최저 5.1인 것으로 보아 토양 pH에 따른 세균군집에 영향을 주고 있음을 알 수 있다. 이는 pH가 낮고, EC가 높은 이병지 토양에 서식하고, 근면에 정착하고 있는 형광성 *pseudomonads*에 있어서 근면정착능을 가진 균주들에 대한 연구가 진행되면 불량한 토양환경에서도 식물생육촉진 및 병원균의 억제효과 등을 이해할 수 있을 것이다.

Sakai 등(1998)이 6년간 시금치를 재배한 토양을 이용하여 pot에서 시금치를 재배하고 그 근면에서 분리한 형광성 *pseudomonas*의 개체군에 관한 결과를 보면 EC가 높은 토양환경에서의 형광성 *pseudomonas*에 있어서 염류, 특히 칼슘에 대한 내성을 가진 형광성 *pseudomonas*가 분리되었고 그 유전적 다양성이 감소하지 않았음을 보였다. 권 등(1998)은 오이, 토마토의 근면정착에 있어서 형광성 *pseudomonas*는 EC가 높을수록 그 개체군이 감소했다고 보고했지만, 표 2에서 얻어진 형광성 *pseudomonas*의 개체군 변동은 이병지 재배 고추 및 토마토의 근면에 있어서 염류집적과 더불어 역병에 의해서 개체군의 밀도가 감소되었으며, 또한 염류내성 및 역병에 내성을 가진 형광성 *pseudomonas*가 존재함을 이해할 수 있다.

건전구의 고추 및 토마토근면의 형광성 *pseudomonas* 개체군이 높았고(표 2), 다양한 형광성 *pseudomonas*가 정착한 건전구에 대하여 밝혀지고 있는데, 이에 대한 이해가 필요하며, 이와 같이 유용 근권 미생물에 대한 이해가 구체화되면 그 이용이 가능해 질 것이다. 최근 연구된 유용 근권세균의 역할을 간단히 보면, 식물의 양분흡수촉진 또는 억제효과와, 식물의 뿌리의 구조의 발달과 형태변화, 생리활성물질생산을 통한 직접 식물의 생육에 영향을 미치는 것과, 병원균이 식물 뿌리에 감염하는 것을 방어하는 기능을 갖고 있기 때문에 우리나라의 토양환경에서의 이용에 관한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

최근 Kim 등(1999)은 세균 군집구조분석을 위해 토양으로부터 직접 DNA를 추출하여 PCR 증폭산물을 은도구배전기영동(DGGE)법으로 분석한 결과, 토양중 세균의 일부가 근면에 정착한다는 것을 증명했다. 이 결과는, 토양중의 정착능이 뛰어난 형광성 *pseudomonas*의 일부가 근면에 정착했다고 추측할 수 있다. 따라서 본 실험에서 분리된 형광성 *pseudomonas*에 대하여 보다 상세한 연구에 대해서는 급후 발표할 예정이다.

유용미생물의 농업생태계에서의 실용화를 위해서는 이와 같은 데이터의 축적과 또한 배양이 되는 세균뿐만 아니라 사상균을 포함해서 배양이 되지 않는 세균군집구조 분석과 기능분석에 관한 연구를 병행해야 할 것이다.

적 요

토양과 작물근계에 있어서 유용미생물의 농업적 이용을 위해서는 토양-근계의 미생물군집구조를 명확히 이해하고 파악하는 것이 무엇보다도 중요하다. 따라서 본 연구는 비닐하우스내에서 재배한 고추와 토마토의 생육이 건전한 지점과 역병이 이병되어 생육이 불량한 지점에서 토양과 작물근계의 미생물군집을 분석하여, 앞으로 생물비료, 생물농약의 실용화를 위한 미생물의 농업적 이용에 대한 기초 자료로 활용하고자, 다각적인 측면에서 미생물 군집을 분석한 일련의 연구를 수행하는 데 있어서 배양이 되는 세균군집구조 분석의 결과를 보고하고자 한다. 세균군집 구조를 분석한 결과, 전세균 및

방선균의 개체군은 토양, 근면시료에 있어서 큰 변동을 보이지 않은 반면, 형광성 pseudomonas의 개체수는 토양보다는 근면(rhizoplane)에서 큰 변동을 보였으며 특히 근면에서 높은 개체군을 보였다. 또한 근면에 있어서는 전전한 근면이 역병이 이병된 비전전한 근면보다도 높은 개체군을 보였다. 그리고 고추와 토마트작목간에는 큰 차를 보이지 않았다.

MIDI system을 이용한 지방산조성 분석에 의한 세균 285군수에 대하여 각각을 등정한 결과, 크게 두 그룹으로 뚜렷하게 나타났다. 가장 높은 것이 주로 *Bacillus* 속인 저 G + C 그램양성세균군이 52%를 보였고, 방선균 등의 고 G + C 그램양성세균군이 33%를 보였다.

따라서 토양 및 근면세균의 농업적 이용에 있어서 형광성 pseudomonas, *Bacillus* spp., 방선균등의 적절한 활용이 기대된다.

참 고 문 헌

- Alexander, M. 1977. Introduction to soil microbiology. John Wiley & Sons, New York. p.472.
- Amann, R.L., W. Ludwig, and K.-H. Schleifer. 1995. Phylogenetic identification and in situ detection of individual microbial cells without cultivation. *Microbiol. Rev.* 59: 143-169.
- Atlas, R.M., and R. Bartha. 1998. Microbial ecology. Benjamin/Cummings, California. p.694.
- 홍사현, 양창술. 1998. 화학비트 및 유기물 시용시 방선균 Flora의 구성 변화. *한프비지* 31(3): 420-426.
- Kim, J.S., M. Sakai, A. Hosoda, and T. Matsuguchi. 1999. Application of DGGE analysis to the study of bacterial community structure in plant roots and in nonrhizosphere soil. *Soil Sci. Plant Nutr.* 45(2): 493-497.
- 권장식, 서장선, 원향연. 1998. 열류의 스트레스가 주요 토양미생물의 변동 및 근권정착성에 미치는 영향. *한프비지*, 31(3): 291-300.
- Madsen, E.L. 1996. A critical analysis of methods for determining the composition and biogeochemical activities of soil microbial communities in situ. In Stotzky, G., J-M. Bollag(eds.), *Soil Biochemistry*. Vol.9. pp.287-370. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Mahañee, W.F. and J.W. Kloepper. 1997. Bacterial communities of the rhizosphere and endorhiza associated with field-grown cucumber plants inoculated with a plant growth-promoting rhizobacterium or its genetically modified derivative. *Can. J. Microbiol.* 43: 344-353.
- 농업기술연구소. 1988. 토양화학분석법. 삼미인쇄, 서울. p.450.
- Olsen, G.J., C.R. Woese, and R. Overbeek. 1994. The winds of (evolutionary) change: breathing new life into microbiology. *J. Bacteriol.* 176: 1-6.
- O'sullivan, D.J. and F. O'gara. 1992. Traits of fluorescent *Pseudomonas* spp. involved in suppression of plant root pathogens. *Microbiol. Rev.* 56: 662-676.
- Sakai, M., H. Futamata, J.-S. Kim, and T. Matsuguchi. 1998. Effect of soil salinity on population structure of fluorescent pseudomonads in spinach rhizosphere. *Soil Sci. Plant Nutr.* 44(4): 701-705.
- Sylvia, D.M., J.J. Fuhrmann, P.G. Hartel and D.A. Zuberer. 1998. Principles and applications of soil microbiology. Prentice Hall Inc. New Jersey. p.550.
- Torsvik, V., R. Sorheim and J. Goksoyr. 1996. Total bacterial diversity in soil and sediment communities - a review. *J. Ind. Microbiol.* 17: 170-178.
- van Elsas, J.D., J.T. Trevors, and E.M.H. Wellington. 1997. Modern soil microbiology. Marcel Dekker, Inc. New York. p.633.
- Zuberer, D.A. 1994. Recovery and enumeration of viable bacteria. In Weaver, R. W. et al. (eds.) *Methods in soil analysis*. Part 2, pp.119-144. SSSA, Inc. Madison.