

발효퇴비 시용이 토마토의 생육, 수량 및 토양중 양분변화에 미치는 영향

전대우 · 구자형 · 이영복 · 이종석 · 문창식¹⁾
충남대학교 원예학과, ¹⁾충남 농촌진흥원

Effect of Composted Animal Manure Application on Growth and Yield of Tomatoes and Changes of Soil Nutrients

Dae-Woo Jun, Ja-Hyeong Ku, Young-Bok Lee, Jong-Suk Lee and Chang Shik Moon (Department of Horticulture, College of Agriculture, Chungnam National University, Taejon 305-764, Korea, ¹⁾Chungnam Provincial RDA, Taejon 305-313, Korea)

Abstract : This study was focused on finding out the potential problems associated with organic farming system. The effect of composted animal manures subsequent inoculation of microbes on growth and yield of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill. 'Minicarol') were examined to develop a proper organic farming practice. Plant heights were greater in composted manure treatment than in conventional practice, whereas widths of leaves were higher in conventional field. Chlorophyll contents between various amount of composted manure application were gradually decreased and showed no significant differences after 45 days of planting. The yield in the treatment applied 12 ton of composted animal manure per 10a as pre-planting fertilizer and following microbial inoculation were only 50-60% compared to that of conventional farming. However, yield increased up to 80% when additional composts were applied to the treatment received 6 ton of composted animal manure per 10a in the middle of cultivation. Microbial inoculation followed by composted manure application induced rapid decrease of nitrogen content in soil. However, the density of microorganisms was significantly increased. Tomatoes produced through organic farming were clear in color. Further, soluble solid and acid content were increased. The highest level of acid and solids were observed in the treatment applied 12 ton of digested swine manure per 10a. Although nitrogen content including ammonium and nitrate rapidly increased after application of composts, these were significantly reduced approximately 4-5 weeks after planting. The level of phosphorus, potassium, magnesium and calcium showed gradual decrease compared to nitrogen.

Key words : Organic farming, Tomato, Composted animal manure, Microbial inoculant.

서 언

환경문제의 심각성과 더불어 유기농법(Organic agriculture, Organic farming)의 필요성은 최근에 들어 농업의 활로를 새롭게 모색할 수 있는 연구과제로 제기되고 있다¹⁾. 유기농업의 본래 목적은 농업과 환경과의 조화를 위하여 생산을 위한 집약적 투입을 가급적 억제하고 농업 생산에 의한 환경부하를 경감시켜 농업생태계 보호 및 농업으로 인한 환경 오염의 피해를 가급적 줄이려는 노력이다^{2, 3, 4)}. 이러한 농업형태는 유기농업을 비롯하여 지속적농업(Sustainable agriculture), 대체농업(Alternative

agriculture), 또는 환경보전형 농업, 생태적 농업이라 불리기도 하며 대개는 화학비료와 농약의 사용을 가급적 배제하고 윤작과 휴경을 실시하며 주로 유기물을 사용하여 작물을 재배하는 농법을 말한다^{5, 6, 7)}.

우리 나라에 있어서 유기농업의 발달은 구미 여러 나라와 농업의 구조적 여건이 다르기 때문에 농업생태계의 보전보다는 주로 식품의 안전성에 중점을 두고 행해져 왔다⁸⁾.

현재 행해지고 있는 대부분의 유기농업은 시설내에서 이루어지고 있으며 가축의 분뇨와 톱밥 등을 재료로 미생물제를 이용하여 발효퇴비를 만들어 토양에 투입하는 방법을 취하고 있다⁹⁾. 따라서 지력을 높이기 위한 수단으로 과다한

¹⁾본 논문은 1994년도 학술진흥재단의 대학부설연구소 지원과제의 학술연구조성비에 의해 수행되었습니다.

Table 1. Physiochemical properties of soil used in prior to cultivation.

Soil texture(SL)			T-N	OM	T-P	Ava. P	CEC	Exchangeable cation				pH	EC
Clay	Sand	Silt						K	Ca	Na	Mg		
			(g/kg)		(P ₂ O ₅ -mg/kg)	(cmol/100kg)		(cmol/100kg)			(1:5)	(mS/cm)	
15.7	75.6	8.7	0.4	0.84	921.0	175.1	11.8	0.04	0.16	0.09	0.04	7.1	0.4

Table 2. Chemical properties of composted animal manures used in experiment.

Property ^z	pH	T-N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	T-C	P ₂ O ₅	K	Ca	Mg
		(%)	(mg/L)	(mg/L)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
SM	9.0	1.75	1,075	780	36.0	2.09	1.4	1.77	1.41
FM	8.9	1.32	3,300	795	26.3	1.83	1.0	1.68	0.71

^zSM ; Swine manure, FM ; Fowl manure

유기물의 장기간 연용은 토양유기물 증가보다는 토양의 염기함량을 더욱 증가시키고 식물체에 과다한 질산염이 축적될 수 있다는 비판을 받고 있다^{9,10}. 또한 시중에서 판매되는 미생물제들의 효과에 대한 문제점도 지적되고 있다^{11,12}.

따라서 본 연구는 농가에서 실시하고 있는 유기농법을 토대로 하여 유기물의 종류와 사용량을 달리하여 토마토를 재배하였다. 아울러 몇 가지 미생물제를 유기물이 사용된 토양에 처리하고 토양중 미생물의 밀도, 작물의 생육반응, 토양중 양분의 변화를 조사함으로써 유기물의 효과적 사용 방안을 제시하고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시재료

재료는 토마토(*Lycopersicon esculentum* MILL. 'Minicarol')를 공시하였으며 밭 토양은 건설부지의 토양을 이용하여 개토된 포장으로 작물이 경작되지 않았던 토양을 이용하였다. 사용된 밭 토양의 조성 및 성분함량은 표 1과 같다.

퇴비의 조제, 시용 및 미생물제 처리

퇴비의 조제는 가축분과 톱밥을 각각 1:1(v:v)로 섞어 40℃에서 15일간 부숙시켰으며, 다나식 교반기를 사용하여 수분함량을 65%로 조절하였다. 비료 시비전에 작물이 전혀 재배되지 않았던 복토된 토양임을 감안하여 전 포장에 2ton/10a의 돈분과 400kg/10a의 석회고토 분말을 시용하였다. 1차 발효된 퇴비(표 2)를 정식 15일전에 표토 15cm의 깊이로 미생물제를 첨가하여 시용한 다음 물을 충분히 살수하고 하우스를 밀폐하여 완전 발효되도록 하였다. 전체 시험구에 투입된 퇴비의 양은 돈분의 경우 3, 6, 12ton/10a로 하였으며, 계분의 경우는 염류집적을 우려하여 돈분과 혼합하여 돈분 2 + 계분 1, 돈분 4 + 계분 2, 돈분 8 + 계분 4 ton/10a의 양으로 시용하고 관행구로는 돈분 1ton

+ 복합비료(N:P:K=21:17:17) 20kg/10a을 시비하였다. 미생물제는 시중에서 판매되는 MVP 부숙제(현대유기농업 생산)와 몇가지 미생물제를 증량제와 혼합하여 퇴비와 함께 토양에 처리하였다. 미생물의 증량(균강)은 40℃ 물 2.5L + 배합사료 5kg + 흑설탕 15g을 증량제로하여 슈퍼엔자임은 250g, 섭두는 500g, 생력효소는 250g을 서로 다른 용기에 혼합하고 30℃의 암소에서 충분히 발효시켜 만들었다. 증량된 세 가지의 미생물제를 같은 양으로 혼합하여 45 kg/10a의 양으로 퇴비가 사용된 토양에 균일하게 살포하고 경운하였다.⁸⁾

정식 및 재배

토마토는 플러그 묘를 구입하여 직경 12cm의 포트에 1차 가식한 후 1995년 5월 8일 하우스 내에 정식하였고, 9월 5일까지 수확하여 수량을 계산하였다. 정식은 토마토의 경우 휴간을 90cm, 주당 간격을 30cm로 식재하고 중간에 절단하지 않고 측지만을 제거하면서 계속 성장하도록 하였다. 시험구는 토마토 2×3m의 크기로 3반복으로 배치하였다. 자동 점적관수 장치를 설치하여 지하수를 관수하였다. 추비 시비구를 책정하여 시중에서 판매되는 발효퇴비(바이옴, 강림유기공업)을 6월 18일 1cm의 두께로 표토 위에 고르게 깔았다. 관행 처리구는 잎의 엽록소 함량이 떨어지는 시기를 택하여 추비용 원예복비(N:P:K=9:14:12)를 10a당 20kg씩 2회 살포하였다. 엽록소의 함량의 측정은 엽록소계(SPAD-502, Minolta, Japan)를 사용하였다. 토양미생물 밀도 측정은 토양시료 1g을 멸균된 cap tube에 연속 희석한 후 각 특성배지에 평면 도말하고 34℃에서 배양하여 자라난 균체의 집락수(CFU)를 계산하였다. 토양분석은 매2주 간격으로 시료를 채취한 후 그늘에서 풍건한 후 20 mesh screen을 통과하도록 Wiley mill로 마쇄하여 saturated paste method에 의해 paste를 만든 후 24시간을 기다렸다가 토양수를 추출하였다. 추출된 토양수는 포화된 phenyl mercuric acetate(1g/18ml D.W.)를 2-3방울 첨가하

Table 3. Effect of composted animal manure application on growth of tomatoes at 40 days after planting.

Treatment ^a	Shoot length(cm)	Length of 5th leaf(cm)	Width of 5th leaf(cm)
Conventional practice	108.40 d ^a	34.10 ab	30.80 a
SM 3 ton/10a	110.90 cd	29.90 cd	22.80 c
SM 6 ton/10a	109.50 d	28.90 cd	21.60 c
SM 12 ton/10a	113.20 bc	28.40 d	22.90 c
SM + FM 3 ton/10a	110.90 cd	35.40 a	27.10 b
SM + FM 6 ton/10a	117.50 a	35.00 a	28.80 ab
SM + FM 12 ton/10a	113.60 bc	31.70 bc	22.80 b

^aSM : Swine manure, FM : Fowl manure.
^bMean separation within column by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 4. Effect of composted animal manure application on chlorophyll content of tomatoes.

Treatment ^a	Chlorophyll content(Value)		
	Days after Planting		
	30	45	60
Conventional practice	55.00 a ^a	48.70 a	44.27 a
SM 3 ton/10a	47.05 d	39.86 c	34.33 c
SM 6 ton/10a	50.51 bc	44.40 b	34.64 c
SM 12 ton/10a	51.53 b	41.78 bc	39.80 b
SM + FM 3 ton/10a	44.73 e	41.28 bc	36.24 bc
SM + FM 6 ton/10a	49.31 c	42.58 bc	34.12 c
SM + FM 12 ton/10a	51.43 b	40.78 bc	37.29 bc

^aSM : Swine manure, FM : Fowl manure.
^bMean separation within column by Duncan's multiple range test, 5% level.

여 NH₄⁺-N가 NO₃⁻-N로 전환되는 것을 방지하였다. 이후 NH₄⁺-N 분석은 Chaney와 Marback(13) 방법으로, NO₃⁻-N은 Cataldo 등(14)의 방법으로 분석하였다. P₂O₅는 비색법으로(15), K, Ca, Mg는 원자흡광 분석계를 이용하여 분석하였다. 과실의 색도는 Color difference meter (CR-200, Minolta, Japan)를 이용하여 측정하였고, 가용성 고형물은 굴절 당도계를 사용하였다. 산 함량은 착즙한 과즙을 회석하여 0.1N NaOH로 적정된 다음 사과산으로 환산하여 표시하였다.

결과 및 고찰

우리나라 유기농업 농가에서는 대개 발효퇴비 시비량을 3-5ton/10a 이상 줄 것을 권장하고 있다⁸⁾. 실제 조사를 해본 결과 퇴비의 시용량을 15ton/10a 이상 사용하는 농가도 많았다⁶⁾. 본 시험에서는 유기물 과다 사용의 문제를 감안하여 10a 당, 3, 6, 12ton을 시용하고 작물의 생육효과를 검정하였다. 정식 40일 경과 후 퇴비 시용량에 따른 생육상태를 조사한 결과(표 3), 초장의 경우는 시비량 간에 뚜렷

Table 5. Effect of composted animal manure application on fruit characteristics of tomatoes.

Treatment ^a	Hunter Value Degree(°)	Value b	Soluble solid (°Brix)	Acidity (%)	Firmness (Kg)
Conventional practice	23.19 a ^a	48.79 a	6.50 a	3.92 cd	47.70 a
SM 3 ton/10a	25.37 a	43.18 b	6.67 a	4.53 b	46.60 ab
SM 6 ton/10a	26.43 a	45.66 ab	6.83 a	3.72 b	39.50 cd
SM 12 ton/10a	25.31 a	49.23 a	6.93 a	5.90 bc	45.85 ab
SM + FM 3 ton/10a	26.14 a	44.49 ab	6.57 a	4.45 d	43.60 bc
SM + FM 6 ton/10a	25.53 a	43.71 b	6.73 a	4.13 b	36.80 cd
SM + FM 12 ton/10a	24.24 a	45.92 ab	6.57 a	4.32 a	42.35 bc

^aSM : Swine manure, FM : Fowl manure.
^bMean separation within column by Duncan's multiple range test, 5% level.

한 차이는 없었으나 관행구(화학비료 처리구)에 비하여 전체적으로 다소 긴 것으로 나타났다. 반면에 엽장의 경우는 처리구간에 일정한 경향을 보이지 않았으나 엽폭은 관행구에서 퇴비구에 비하여 크게 신장된 것으로 나타났다.

표 4는 잎의 엽록소 함량 변화를 나타낸 것으로 정식 30일 후에도 3ton/10a 이하 시용구에서는 관행구에 비하여 값이 크게 낮은 것으로 나타났고, 퇴비 시용량 간에도 차이가 뚜렷한 것으로 나타났으나 시간이 경과할수록 차이가 현저히 줄어들어 비료분이 일찍 소실되고 있음을 보여주었다.

토마토 과실의 신선도는 퇴비 시용량에 따라 큰 차이는 없었으나 퇴비시용구에서 관행구에 비하여 선명하였으며, 당도는 12ton/10a 처리구에서 6.93으로 가장 높았고 관행구에서는 6.23으로 나타났다. 산도는 퇴비 12ton/10a 처리구

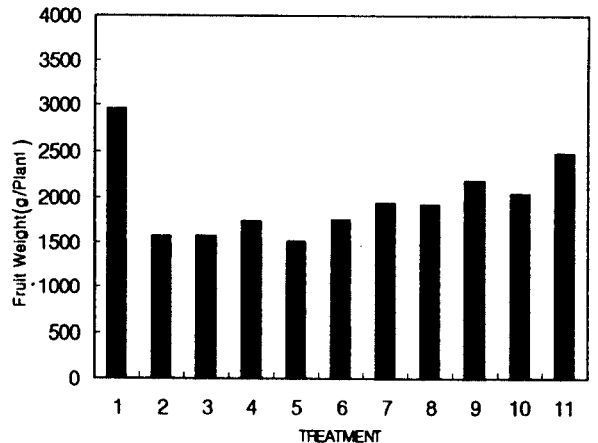


Fig. 1. Effect of composted animal manure application (ton/10a) on yield of tomato fruits.

1 : Conventional practice, 2 : SM 3 ton, 3 : SM 6 ton, 4 : SM 12 ton, 5 : SM+FM 3 ton, 6 : SM+FM 6 ton, 7 : SM+FM 12 ton, 8 : SM 3 ton+AAP, 9 : SM+FM 3 ton + AAP, 10 : SM 6 ton+AAP, 11 : SM+FM 6 ton+AAP. Abbreviation, SM : Swine manure, FM : Fowl manure, SM+FM : Mixtures combined with SM and FM(2:1 v/v), AAP : Additional composted animal manure application.

Table 6. Effect of microbial inoculation followed by composted animal manure application on density of microorganism in soil of tomato-growing field at 20 and 70 days after planting.

Treatments ¹	Density of microorganism (CFU/g Freshweight)					
	Days after planting					
	Bacteria (X 10 ⁸)		Fungi(X 10 ⁶)		Actinomycetes(X10 ⁶)	
	20	70	20	70	20	70
Conventional practice + MVP	13.87	68.00	7.00	2.00	0	3.00
Conventional practice + CM	70.00	106.00	2.70	1.30	1.30	7.00
SM 3 ton/10a + MVP	53.30	62.70	1.00	0.30	0.70	16.30
SM 3 ton/10a + CM	158.00	18.00	12.70	1.00	2.00	4.40
SM 6 ton/10a + MVP	52.12	403.29	3.60	1.00	2.00	8.70
SM 6 ton/10a + CM	69.04	148.00	1.00	3.00	0	8.70
SM 12 ton/10a + MVP	45.28	128.00	0.70	1.00	1.30	5.00
SM 12 ton/10a + CM	71.04	53.65	4.30	3.97	1.30	9.70
SM + FM 3 ton/10a + MVP	143.99	171.29	1.70	1.00	0	8.70
SM + FM 3 ton/10a + CM	75.96	126.10	1.70	1.01	0.30	16.01
SM + FM 6 ton/10a + MVP	88.03	35.30	3.30	0.70	0	10.00
SM + FM 6 ton/10a + CM	214.04	134.70	3.00	0.70	0	19.00
SM + FM 12 ton/10a + MVP	60.00	31.12	2.30	2.33	0	0.29
SM + FM 12 ton/10a + CM	89.02	71.78	1.70	2.28	0	3.02

¹SM : Swine manure, FM : Fowl manure, MVP : Commercial microbial inoculant, CM : Complex of three kinds of microbial inoculants prepared by fermentation.

에서 5.90으로 가장 높았으며 경도는 관행구에서 높았고 퇴비 시용량에 따른 일정한 경향은 찾아볼 수 없었다(표 5).

일부 농가에서 사용되고 있는 발효퇴비 재배방법을 택하여 시용 후 미생물제를 증량시킨 균강을 다시 혼합하여 퇴비가 완전 발효된 냄새를 낼 때 작물을 정식하고 시간이 경과후 토양 미생물의 밀도를 조사한 결과는 표 6과 같았다. 처리된 미생물제 종류에 따른 토양 미생물 밀도의 차이는 일정한 경향이 없었고 생육촉진 효과도 나타나지 않았다(data not shown). 그러나 세가지 미생물제를 증량한 균강 처리구에서는 시간이 지남에 따라 흰곰팡이류나 버섯균 등이 다량 발생하는 것으로 보아 시설내 재배에서 부숙이 덜 진행된 퇴비와 균강을 혼합하여 사용할 때에는 가스장해 방제에 효과가 클 것으로 판단된다.

퇴비시용량에 따른 토마토의 총 수량을 비교한 결과는 그림 1과 같다. 수량은 관행구에서 가장 많아 주당 약 2,900g의 생산량을 보였다. 퇴비 시용구에서는 시용량에 따라 대부분 1,500-2,000g(관행재배구의 64%)으로 수량의 차이가 크지 않았으나, 관행구인 복합비료처리구에 비하여 수량이 크게 감소됨을 알 수 있었고, 추비를 함으로써 수량이 2,000-2,500g(관행재배구의 82%)으로 많아지는 경향을 보였다. 유기재배농가의 경우 영농 초기에는 관행농법에 비하여 생산량이 작물에 따라 차이는 있으나 20-30% 감소되는 것으로 알려지고 있다^{17, 18)}. 본 시험에서도 유사한 결과를 보였으나 적기에 추비를 함으로써 수량의 차이를 크게 줄일 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 퇴비의 추비는 표 토 윗부분에 주로 주어지기 때문에 액비에 의한 추비방법

이 개발되어야 할 것으로 요구된다.

그림 2는 토마토 재배토양의 양분함량 변화를 나타낸 것이다. NH₄-N의 변화는 시비된 퇴비의 양이 많을수록 초기에는 관행구인 화학비료 처리구에 비해서 함량이 높은 것으로 나타났다. 그러나 차츰 감소되어 극히 미량이 발생되는 경향을 보였다. NO₃-N의 함량은 퇴비 시용구에서도 초기에는 많은 양이 검출되었으나 급속히 감소되어 4-5주 후에는 아주 미량이 검출되었다. 이러한 결과는 퇴비시용 후 다시 미생물제를 처리하여 완전 발효를 유도하였기 때문에 모든 처리구에서 질소분의 유실이 너무 빨랐던데 기인되는 것으로 보이며, 그림 1에서 퇴비 시용량간에 수량에 큰 차이가 없었던 원인을 설명해주는 것으로 해석된다.

인산의 함량은 화학비료 처리구에 비하여 퇴비 시용구에서 많은 함량을 나타내어 관행구에 비하여 퇴비 시용구에서 토마토의 초장이 높았던 원인을 뒷받침 해주는 결과로 볼 수 있었다. 그러나 전체적으로 보아 기비만으로써는 작물의 생육에 충분치 못한 것으로 판단되었는데, 특히 생육 후기에는 인산비료 결핍 특유의 증상인 자주 빛을 나타내는 잎이 많았다. 이는 검은색 비닐을 피복했기 때문에 토양온도가 낮아서 결핍을 초래하는 것으로도 생각할 수 있으나, 그보다는 생육 후기에 함량을 높일 수 있는 방안이 강구되어야 할 것으로 판단된다. 칼륨의 함량은 생육초기에 화학비료 처리구에서 다소 높게 나타났으나 생육후기에 이르러서는 처리간에 큰 유의차는 나타나지 않았다. 칼슘 함량은 전 생육기간 동안 화학비료 처리구에서 높게 나타났으나 퇴비구에서도 완만한 감소를 보여 생육 후기까지

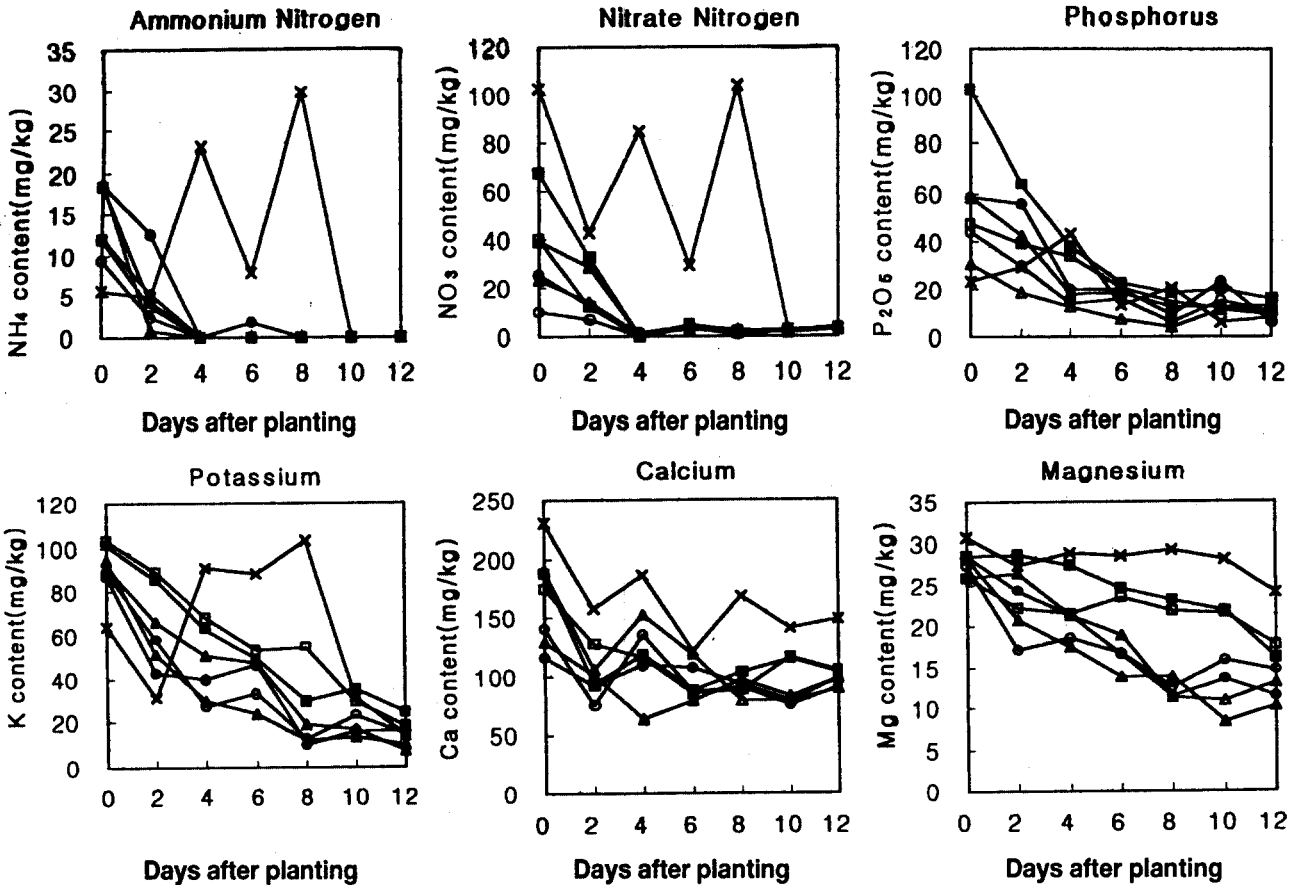


Fig. 2. Effect of composted animal manure application on changes of nutrient contents in soil of tomato-growing field. The amounts of application were conventional practice (x), SM 3 ton/10a (o), SM 6 ton (Δ), SM 12 ton/10a (□), SM + FM 3 ton/10a (●), SM + FM 6 ton/10a (▲) and SM + FM 12 ton/10a (■).

비교적 높은 수준을 유지하였다. 마그네슘도 칼슘과 같이 서서히 감소하는 경향을 보였으며 퇴비 사용량이 많을수록 생육후기까지 다소 높은 수준을 보였다. 토양산도는 대부분의 토양에서 중성을 유지하였는데 이는 객토된 토양에서의 첫 재배였기 때문에 염류집적 등에 의한 해가 없었던 것으로 판단된다(data not shown).

재배과정에서 토마토는 겹등근무늬 병과 시들음 병이 발생되었고 특히 관행재배에서 시들음 병의 발생이 많아 농약의 살포가 요구되었으나 전체적으로 살균제 및 살충제의 사용을 배제하더라도 재배는 가능한 것으로 나타났다. 객토된 토양에서 재배한 토마토의 경우는 멀칭재배를 하였기 때문에 잡초의 발생은 문제되지 않았다. 한편 퇴비사용 포장에서 토양의 소동물상, 특히 거미류의 숫자가 급증하거나 버섯균이 다량 발생하는 것을 관찰할 수 있었다. 발효 퇴비의 사용은 질소분의 유실이 매우 심하기 때문에 현재 농가에 권장되고 있는 3-5ton/10a 정도의 사용으로는 추비가 충분히 행하여지지 않으면 만족할 만한 수량을 얻기가 어려울 것으로 판단된다.

퇴비를 완전히 발효시키기 위한 미생물체의 사용은 동계

의 비닐하우스 재배에서는 가스의 장해를 방지할 수 있는 좋은 방법으로 사료되거나 여름철 재배, 또는 야외포장 재배에서는 발효정도가 다소 낮은 퇴비를 사용하는 것이 질소 성분의 유실을 적게하기 위하여 유리할 것으로 생각된다. 또한 발효퇴비는 조제 즉시 사용하는 것이 비료분의 유실을 적게하는 방법으로 생각되며 액비를 이용한 추비의 사용방안과 횃수에 대한 작물별 기준이 마련되어야 할 것으로 생각된다. 특히 일부 유기농업 농가에서는 10a당 20-30ton의 많은 량의 발효퇴비를 사용하고 있는 경우도 있는데¹⁰⁾, 이는 토양 유기물함량을 쉽게 높일 수 있는 효과는 있으나 퇴비 조제시 필요한 미생물체의 가격 및 노동력을 감안할 때 지출이 너무 클 것으로 판단된다. 아울러 시설 내에서는 가스발생의 장해가 없고 질소 비료성분의 유실이 적은 완효성 비료의 개발과 함께 유기농업에 합당한 인산, 칼슘 및 칼륨 비료원의 개발이 한국형 시설내 유기농업의 발전에 있어서 매우 시급한 것으로 판단된다.

요 약

농가에서 실행되고 있는 유기농업의 실증적 연구를 위하여 돈분, 또는 돈분과 계분을 혼합하여 만든 발효퇴비를 10a 당 3, 6, 12 ton씩 시비하고 다시 미생물제를 처리한 후 토마토의 생육, 수량 및 토양 중 양분의 변화를 조사하였던 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 토마토 초장은 퇴비 시용구에서 관행구에 비하여 길었으며 엽폭은 관행구에서 더 긴 것으로 나타났다. 엽록소 함량은 관행구에서 계속적으로 높은 값을 보였으며 퇴비 시용량의 차이에 따른 엽록소 함량의 차이는 정식 45일 후부터 아주 낮아지는 것으로 나타났다.
2. 미생물제를 사용하여 충분히 발효시킨 경우 12ton/10a의 시용에서 토마토의 수량이 관행구의 50-60%에 불과하였으나, 재배도중 추비하였을 경우에는 6ton/10a 시용구에서 관행구의 82%정도에 달하는 수량을 얻었다.
3. 일차 발효된 퇴비의 시용 후에 미생물제의 토양 살포는 질소성분의 빠른 유실을 초래하였으며 토양중 미생물의 밀도를 상당히 높여주는 것으로 나타났다.
4. 과실의 색깔은 모든 퇴비 시용구에서 관행구에 비하여 붉은 색이 선명하게 나타났으며, 당도와 산도는 퇴비 시용량이 많은 12 ton/10a 처리구에서 가장 높게 나타났으며, 경도는 관행구에서 유기물 시용구에 비하여 높게 나타났다.
5. 퇴비 시용구에서 NO₃-N와 NH₄-N의 함량은 시용 직후에는 많은 양이 검출되었으나 급속히 감소되어 4-5주 후부터 아주 미량이 검출되었다. 그러나 인산, 칼륨, 마그네슘 및 칼슘의 함량은 서서히 감소되는 경향을 보였다.

참 고 문 헌

1. 坂本慶一 (1989). 有機農業とその現代的意義. 農業および園藝, 64(1) 104-108.
2. 中村耕三(1989). 歐米諸國における有機農業の現況. 農業および園藝, 64(1) 109-116.
3. Board on Agriculture, National Research Council(1989). Alternative agriculture. National Academy Press, Washington D. C., P. 135-194.
4. 서종혁, 김종숙, 전장수(1992). 유기농산물의 생산 및 유통실태와 장기발전 방향. 한국농촌경제연구소, p. 1-70.

5. Gillespie, G. W. Jr., Lyson, T. A. and Power A.(1995). Crop rotation patterns among New York potato growers: Insights from conventional and sustainable agricultural theory. Journal of Sustainable Agriculture, 7(1) 5-17.
6. 松崎敏英. 1989 わか國における有機農業の現況. 農業における園藝, 64(1)123-132.
7. 최병한(1997). 유기농업. 유기농법. 한림저널사.
8. 정진영, 한남용, 박영수, 윤경환, 이해극, 권대식(1995). 유기농업백과. 한국유기농업협회.
9. 손상목(1994). 유기농업으로 생산된 농산물의 품질현황. 유기농업의 현황 및 발전방향에 관한 심포지움. 농촌진흥청 농업기술연구소, p. 249-276.
10. 손상목(1996). 세계화를 위한 한국 유기농업의 과제. 한국유기농업발전 정책토론회. 소비자를 생각하는 시민모임. 한국농어민 신문사. 한국유기농업학회. 한국유기농업협회, 농림수산환경연구포럼, p. 27-46.
11. 이상규, 윤세영(1981). 미생물제 효과 검토에 관한 시험. 농기연 시험연구보고서, p. 591-604.
12. 윤세영(1994). 유통중인 미생물제의 특성과 효과. 유기농업의 현황 및 발전방향에 관한 심포지움. 농촌진흥청 농업기술연구소, p. 167-202.
13. Chaney, A. L. and Marback, E. P. (1962). Modified reagents for determination of urea and ammonia. Clinical Chemistry, 8: 130-132.
14. Cataldo, D. A., Haroon, M., Schrader, L. E., and Young, V. L. (1975). Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. Commun. Soil Sci. and Plant Analysis. 6: 71-80
15. Murphy, J. and Riley, J. F. (1962). A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chim. Acta. 27: 31-36.
16. 구자형(1994). 충남지역 유기농업 농가 실태조사 및 경작기술 개발에 관한 연구. 지역농업과학기술 연구보고서. 충남농촌진흥원, p. 191-226
17. 박영대(1992). 유기농업에 관한 연구(1차 보고서). 농촌진흥청
18. 김동한(1993). 유기농업에 관한 연구(2차 보고서). 농촌진흥청