한국유기농업학회지 제17권 1호
KOREAN JOURNAL OF ORGANIC AGRICULTURE
Volume 17, Number 1: 83-94, March 2009.

양송이버섯 재배 후 폐상퇴비가 토마토 생육에 미치는 영향

이 찬 중**·정 종 천*·전 창 성*·김 승 환*·윤 형 식*

Effect of Spent Mushroom Compost on Tomato Growth after Cultivation of Button Mushroom, *Agaricus bisporus*.

Lee, Chan-Jung · Cheong, Jong-Chun · Jhune, Chang-Sung · Kim, Seung-Hwan · Yu, Hyung-Sik

This study was carried out to investigate the effect of application of spent mushroom compost(SMC) on soil chemical properties and tomato growth. After the mushroom has been harvested, the SMC contains a lot of organic material, different microorganism and high density of mushroom hypha. SMC of white button mushroom(*Agaricus bisporus*) contained diverse microorganisms including fluorescent Pseudomonas sp. and actinomycetes. These isolates showed strong antagonistic to bacterial wilt(*Ralstonia solanacearum*) and fusarium wilt(*Fusarium oxysporum*) of tomato. The growth and sugar content of tomato showed no significant difference with other treatments by stage of maturity. The EC, exchangeable K and Ca contents of the soil during growing stage were increased in comparison to those of farmhouse practice, but available phosphate decreased. Microbial population in the soil in all growing stages showed no significant difference with other treatments, but yield of tomato decreased in some way in comparison to farmhouse practice. As the result of analysis on chemical property of soil and plant growth and yield of tomato, it seems likely that SMC of white button mushroom(*Agaricus bisporus*) may be used as substitute of practice compost on cultivation of tomato.

Key words : *spent mushroom compost, Agaricus bisporus, bacterial wilt, tomato*

* 농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과
** 교신저자, 농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과(lchanj@rda.go.kr)

Ⅰ. 서 론

세계 버섯생산량은 3백만톤에 달하며(Anonymous, 2003), 이들 버섯으로 부터 약 45백만톤의 폐상퇴비가 생산되고 있는 실정이다(Uzun, 2004). 국내의 버섯 재배면적은 2002년 1,212ha에서 2005년 1,359 ha로 조금씩 증가하고 있지만, 양송이(*Agaricus bisporus*)는 2004년 196ha에서 2005년에 176 ha로 약간 감소하였다(MFAFF, 2006). 우리나라 버섯은 느타리, 팽이, 표고, 새송이, 양송이버섯이 95% 이상을 차지하며 이중 느타리버섯이 총 버섯 생산량의 35.1%를 점유하여 재배면적과 생산량이 가장 많다. 양송이의 재배면적은 소비감소로 인한 가격 하락과 단위면적당 수확량의 감소로 인한 농가 수익성 악화에 의한 일부농가의 재배 포기로 약간씩 감소 추세에 있으며, 양송이버섯의 재배면적은 연간 1,740천m^2으로 22천톤의 부산물이 배출되고 있는 실정이다. 양송이 재배시 주재료는 볏짚과 첨가재료인 요소, 미강, 계분들을 이용하여 양송이를 재배하는데, 이러한 부산물이 유기질 비료나 퇴비원료로 적절히 사용되지 않고 재배사 주변에 방치됨으로써 버섯파리, 곰팡이, 세균 등 각종 병해충의 서식처가 되어 버섯 재배농가에 심각한 피해를 주고 있으며, 침출수에 의한 수질 및 토양오염으로 환경에 나쁜 영향을 주고 있는 실정이다.

버섯 재배 후 부산물에는 버섯 종류에 따라 60~80%에 달하는 미분해 양분과 버섯균이 분비한 각종 생리활성물질 및 버섯균사체 등이 혼합되어 있고, 보습효과, 토양물리성 개선, 작물의 생육 및 수량 증대 등 다양한 결과들이 보고되고(Buckerfield and Webster, 2001; 2002; Cheong 등 2006) 있는 바 이들의 활용성에 대한 연구가 더 이루어진다면 버섯생산에서 발생하는 폐상배지를 효과적으로 처리하여 버섯 재배농가의 생산 안정화, 환경오염 방지 및 부산물의 재활용에 의한 원가절감으로 농가소득이 증가 할 것으로 기대된다.

따라서 본 시험은 양송이 폐상퇴비의 양분, 이분해성 및 기능성 등 버섯재배 부산물이 가지고 있는 장점을 환경농업 실천기술에 적용하고자 양송이 폐상퇴비의 토양시용효과를 검토한 결과를 보고하고자 한다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 재배 및 시비

시험재료는 양송이 재배 후 발생한 폐상퇴비를 표준 퇴비시용량으로 시용하였고, 이와 동일한 양의 시판 유기질 퇴비를 대조구로 사용하였다. 양송이 폐상퇴비의 농가실증 시험은 충남 부여군에 위치한 식양토의 비닐하우스에 토마토(오피라, 태양종묘)를 정식하여 2007년 5월부터 6개월 동안 수행하였다. 토마토는 5월 24일에 파종하였고, 흑색 PE필름을

멀칭한 후 재식거리 30×90cm, 2조식으로 6월 27일에 정식하였다. 시험구당 면적은 33m^{2}로 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였다. 처리내용은 대조구로 농가관행퇴비 표준시용량(3ton/10a), 폐상퇴비 전량(3ton/10a), 폐상퇴비 배량(6ton/10a), 폐상퇴비+농가관행퇴비 등 4처리를 두었고, 기비 및 추비는 농촌진흥청의 작물별 표준시비량에 준하여 시비하였다(RDA, 1999).

2. 생육 및 수량조사

토마토 생육은 정식 후 30일 간격으로 처리구당 생육이 중간정도인 10주를 선택하여 초장, 엽수, 경경 등을 조사하였다. 수량은 완숙된 토마토를 주기별로 수확하여 상품과 비상품으로 구분하여 조사하였고, 당도는 주기별로 수확한 토마토 중 10개를 호모게나이저(Ultraturex, IKA)를 이용하여 분쇄한 후 digital refractometer(PR-100, ATAGO)로 측정하여 Brix로 표시하였다.

3. 이화학적 특성 조사

토마토 재배에 사용한 양송이 폐상퇴비중 약 300g을 채취하여 화학성 분석 시료로 사용하였고, 토양은 농가실증 시험구에서 정식전·후 30일 간격으로 채취하였고, 토양미생물 조사용 시료는 4℃에 보관 후 사용하였으며, 이화학성 분석은 풍건하여 분석용 시료로 사용하였다. 토마토 식물체는 수확 후 뿌리를 제외한 지상부 10주를 모두 채취하여 60℃의 건조기에 3~4일 건조 후 분쇄 및 균질화 하여 분석용 시료로 사용하였다. 유기물 함량은 회화로에서 600℃로 2시간동안 회화하여 측정하였으며, 총질소함량은 Kjeldahl법, 인은 Vanadate법으로 분석하였으며 양이온과 미량원소는 ICP를 이용하여 측정하였다(NIAST, 2000).

4. 미생물밀도 조사

폐상퇴비 및 토양 미생물밀도 변화는 희석평판법으로 조사하였다(NIAST, 2000). 시료 10g을 멸균증류수 90ml에 취하여 진탕배양기에서 200rpm으로 30분간 진탕하여 10^2~10^7배가 되도록 희석액을 만들어 이를 미생물수 측정에 사용하였다. 호기성 세균은 R_2A agar (yeast extract 0.5g, proteose peptone no. 3 0.5g, casamino acids 0.5g, dextrose 0.5g, soluble starch 0.5g, sodium pyruvate 0.3g, K_2HPO_4 0.3g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.05g, agar 20g, 증류수 1,000 ml), 사상균은 Rose bengal agar(K_2HPO_4 0.3g, KH_2PO_4 0.2g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.2g, glucose 10g, rose bengal 0.033g, streptomycin sulfate 0.033g, agar 20g, 증류수 1,000ml), 방선균은 Starch casein agar(soluble starch 10g, vitamin-free casein 0.3g, KNO_3 2g, NaCl 2g, K_2HPO_4 2g, $MgSO_4$

· $7H_2O$ 0.05g, $CaCO_3$ 0.02g, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.01g, agar 20g, 증류수 1,000ml, pH 7.2), *Pseudomonas*속은 P-1 agar(KH_2PO_4 1g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.5g, KCl 0.2g, $NaNO_3$ 5g, deoxycholic acid sodium salt 1g, betaine 5g, agar 15g, 증류수 1,000ml, pH 7.2)를 사용하였다. *Bacillus*속은 희석액을 열수 80℃에서 10분간 처리 후 Yeast glucose agar배지(yeast extract 3g, glucose 1g, K_2HPO_4 0.2g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.2g, cycloheximide 0.05g, agar 15g, 증류수 1,000ml)에 접종하여 30℃ 항온기에서 배양 3일과 7일에 계수하였다.

5. 토마토 병원균에 대한 항균력 검정

폐상퇴비에서 순수 분리한 미생물의 토마토 병원균에 대한 길항력을 알아보기 위해 Paper disk methods를 이용하여 실험하였다. 분리 균주를 효과적으로 검정하기 위하여 1개의 Petridish에 분리한 세균 4균주를 동일한 간격으로 접종하고 중심에 PDA에서 5일간 배양한 토마토 시듦병원균(*Fusarium oxysporum*)의 균사절편(직경 1cm)을 접종하여 25℃의 항온기에서 7일간 배양한 다음 분리 미생물과 병원균사이에 형성되는 생육저지대를 측정하였고, 토마토 풋마름병원균(*Ralstonia solanacearum*)은 R_2A 배지에 48시간 배양한 다음 멸균수로 현탁(5×10^6)하여 Petridish에 도말한 후 분리 미생물을 접종하여 생육저지환의 정도에 따라 각 균주에 대한 길항능력을 평가하였다(Leander and Elroy, 1972).

Ⅲ. 결과 및 고찰

농가별 폐상된 양송이재배 부산물의 미생물상을 조사한 결과 형광성 *Pseudomonas*속, 방선균 등 다양한 미생물이 분포하였고, 농가마다 호기성 세균은 $33\sim128\times10^7 g^{-1}$, 형광성 *Pseudomonas*속은 $0.1\sim333\times10^4 g^{-1}$, 사상균은 $0.2\sim151\times10^5 g^{-1}$ 등 미생물의 분포에 많은 차이가 있었다(Table 1). 이러한 결과는 배지의 상태, 발효 및 배지 첨가물의 종류에 따른 것으로 판단되며 특히 발효과정이 정상적으로 이루어지지 않을 경우 혐기성 발효에 의한 메탄, 암모니아 가스 등의 발생으로 미생물상의 변화가 더 심할 것으로 판단된다. 보통 유기물의 분해 과정에서 가장 중요한 역할을 수행하는 것이 세균이지만, 많은 다른 종류의 미생물들이 다른 형태의 물질분해에 관여하며 분해에 필수적인 미생물은 유기물이 분해되어지는 물질 내에 존재한다. 호기적인 퇴비화과정에서 세균, 방선균, 균류가 가장 큰 역할을 하며 초기과정에는 중온성세균(10~46℃), 온도가 상승함에 따라 고온성세균(43~66℃)이 많이 존재하며 퇴비화가 시작된지 5일에서 10일 후에 고온성균류가 증가하였다고 한다(Baker 등, 2003). Finstein과 Morris(1975)는 부숙되지 않은 퇴비에서 방선균의 증식속도는 세균이나 균류보다 느리며 중온성 방선균의 수는 퇴비화 과정에서 일정한 경향을 보이지 않고 퇴비더미

의 바깥층에 존재하기 때문에 산소공급이 충분치 않거나 잦은 뒤집기로 바깥층이 불안정하면 증식이 억제된다고 하였다. 이와 같이 양송이 폐상퇴비에는 *Bacillus*, 형광성 *Psudomonas*, 방성균 등 많은 유용한 미생물들이 분포되어 있으므로 미생물학적인 측면에서 식물병원균에 대한 길항균이나 작물생육을 촉진시키는 친환경자재로써의 가능성은 충분히 있다고 생각된다.

Table 1. The change of microbial population in spent mushroom compost examined in different farm household.

Samples	Aerobic bacteria (10^7cfu g^{-1})	*Bacillus* sp. (10^5cfu g^{-1})	Fluorescent *Pseudomonas* sp. (10^4cfu g^{-1})	Fungi (10^5cfu g^{-1})	Actinomycetes (10^5cfu g^{-1})
Farmhouse 1	96	46	1	0.2	2
Farmhouse 2	35	16	0.1	9	3
Farmhouse 3	125	11	270	5	29
Farmhouse 4	27	41	113	3	4
Farmhouse 5	40	3	53	6	14
Farmhouse 6	33	21	333	6	7
Farmhouse 7	128	3	70	151	51
Average	69	20	120	26	16

양송이재배 폐상퇴비에서 분리한 세균들이 토마토 생육에 심각한 피해를 주고 있는 시들음병균과 풋마름병균에 대한 억제정도를 조사한 결과 시들음병균에 대해서는 분리균의 72%가 균사생장을 저해 하였고, 풋마름병균에 대해서는 41%가 저해를 하였다(Table 2). 이와 같이 양송이재배 폐상퇴비는 호기성 발효과정을 거침으로 유해한 균들은 사멸하고 많은 유용한 균들이 존재함으로 이들 균들에 대한 정확한 분석이 이루어진다면 양송이버섯뿐 아니라 작물에 병을 일으키는 많은 병원균을 억제하는 효과적인 미생물의 선발이 가능할 것으로 판단된다. 또한 친환경농산물에 대한 소비자 요구가 증가하고 있으므로 화학농약이나 비료대신에 이들 버섯재배 부산물을 친환경적으로 활용하면 친환경농산물 생산농가 및 소비자의 요구를 충족시킬 수 있는 친환경자재로서의 가능성이 한층 높아 질것으로 판단된다.

Table 2. Antifungal effects of bacteria isolated from spent mushroom compost.

Pathogen	No. of isolates tested	Inhibition degree[y]			
		-	+	++	+++
Fusarium oxysporum	75	21	41	11	2
Ralstonia solanacearum		44	20	10	1

[y]-, no inhibition; +, weak; ++, middle, +++, strong

Table 3. Chemical properties of spent mushroom compost examined in different farm household

Samples	pH (1:5)	EC (dS m^{-1})	T-N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
			%				
Farmhouse 1	6.2	31.6	1.68	0.27	1.84	2.92	0.88
Farmhouse 2	6.1	40.4	1.51	0.53	2.47	3.21	1.07
Farmhouse 3	6.1	38.4	1.72	0.55	1.71	4.81	1.13
Farmhouse 4	5.9	41.6	1.96	0.35	2.66	1.79	0.98
Farmhouse 5	6.2	52.8	1.94	0.55	3.57	4.94	1.33
Farmhouse 6	6.7	43.0	1.99	0.54	2.96	5.85	1.05
Average	6.2	41.30	1.80	0.47	2.54	3.92	1.07

농가별 양송이 폐상퇴비의 이화학성을 조사한 결과 pH는 5.9~6.7이었고, EC는 31.6~52.8 dS m^{-1}로 농가마다 많은 차이를 보였다. T-N의 농도는 1.51~1.99%, P_2O_5은 0.27~0.55%, K_2O은 1.71~3.57%, CaO는 1.79~5.85%, MgO는 0.88~1.33%였다(Table 3). Uzun(2004)은 유럽에서 양송이 재배 후 폐상퇴비의 이화학성은 질소가 1~2%, 인산이 0.2~0.3%, 칼륨이 1.3~2.4%, 칼슘이 4.9%, 마그네슘이 0.7~1.2%였다고 보고하였다. 이러한 결과는 국내의 양송이 폐상퇴비와 이화학성에서는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 현재 비료공정규격에 등록된 혼합유기질 비료의 기준이 질소전량, 인산전량 또는 칼리전량 중 2종 이상의 합계량이 7% 이상으로 되어있는데, 본 연구에서 사용되어진 폐상퇴비에 함유된 질소, 인산, 칼리의 평균 합계량은 4.8%로 비료공정규격에 미달되었다. 그러므로 양송이 폐상퇴비를 유기질 비료로 등록하여 사용하기 위해서는 질소나 인산함량이 많은 유기물 혼합이 필요할 것으로 판단된다.

Table 4. Chemical properties of the soils as affected by different application of spent mushroom compost.

Treatments		pH (1:5)	EC (dS m^{-1})	O.M. (%)	Ava. P_2O_5 (mg kg^{-1})	Ex. Cation (cmol$^+$ kg^{-1})		
						K	Ca	Mg
Before experiment		6.9	8.90	4.28	1328	4.20	20.00	7.90
30 days after transplant	Farmhouse practice	7.3	6.53	4.44	1587	4.10	13.93	10.43
	SMC 30t ha^{-1}	7.3	8.05	6.04	1371	4.77	19.73	7.20
	SMC 60t ha^{-1}	7.2	8.20	5.30	1352	5.00	15.30	7.50
	Fpx+SMC 30t ha^{-1}	7.3	7.70	5.41	1433	4.83	15.00	11.00
60 days after transplant	Farmhouse practice	7.3	6.80	5.51	1523	3.83	13.13	7.63
	SMC 30t ha^{-1}	7.2	8.50	5.71	1431	4.10	17.03	7.73
	SMC 60t ha^{-1}	7.3	8.80	5.04	1228	4.00	15.20	11.57
	Fp+SMC 30t ha^{-1}	7.3	7.60	4.81	1257	4.20	14.97	10.67
90 days after transplant	Farmhouse practice	7.4	7.20	5.76	1511	3.93	14.73	10.47
	SMC 30t ha^{-1}	7.4	8.42	5.18	1443	4.17	17.47	8.13
	SMC 60t ha^{-1}	7.3	9.22	5.04	1251	4.30	14.90	11.37
	Fp+SMC 30t ha^{-1}	7.3	7.70	5.10	1459	4.40	14.63	8.03

[x] Fp, Farmhouse practice

양송이 폐상퇴비의 농가실증을 위한 토마토 시험포장은 다년간 비닐하우스 재배를 한 미사질 식양토로 EC와 인산 및 치환성 양이온 농도가 답전유환지 보다 상대적으로 높은 우리나라의 비닐하우스 재배단지의 평균 토양 이화학적 특성과 비슷한 양상을 보이는 토양이었다. 토마토 정식전 및 생육시기별 토양이화학성 변화를 분석한 결과는 Table 4와 같다. pH와 유기물 함량은 정식전 토양에서 보다 정식후 폐상퇴비 처리구에서 전체적으로 높은 경향을 보였고, EC는 농가관행퇴비 처리구에 비해 폐상퇴비 처리구에서 높았다. 인산의 경우 농가관행퇴비구에 비해 폐상퇴비 처리구에서 낮았고, 특히 폐상퇴비 시용량이 증가할수록 더욱 낮았다. Ca 함량은 정식전 토양보다 폐상퇴비 처리구에서 낮았으나, K, Ca은 농가관행에 비해 폐상퇴비 처리구에서 오히려 증가하는 양상을 보였다. 이와 같이 시험전 토양의 EC와 인산농도가 상대적으로 높은 경향을 보인 것은 온도가 높은 여름철에 인산과 염의 용출에 의한 것으로 판단되며, 폐상퇴비 처리구에서 인산 농도와 EC가 낮아진 것은 토마토 생육량이 증가하면서 식물체가 흡수한 양분량이 증가되었기 때문으로 판단된다. 양

송이 폐상퇴비의 전질소는 약 94%가 유기물 형태로 되어있고, 이들은 토양미생물에 의해 암모늄이나 질산염으로 전환되어 식물에 흡수된다(Anonymous, 2004; Steward et al., 1998). 양송이 폐상퇴비에 포함된 염의 농도를 낮추기 위해 6개월 이상 야적할 경우 질소와 인산의 농도는 약간 낮아지지만, 칼륨의 농도는 상대적으로 많이 낮아진다고 보고하였다(Anonymous, 2004).

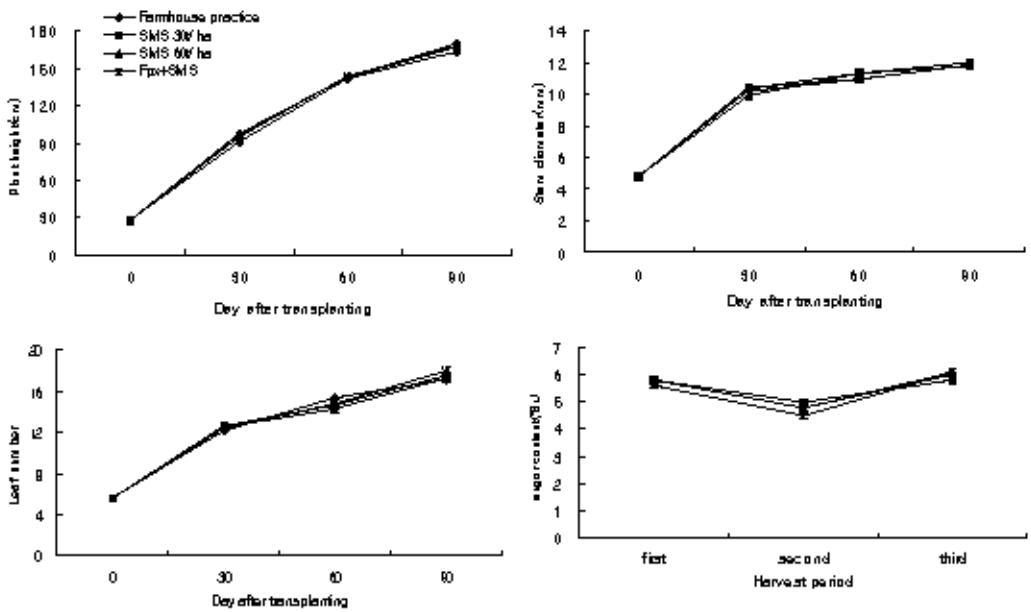

Fig. 1. Changes in growth and sugar content of tomato as affected by different application of spent mushroom compost.

Fig. 2. Growth of tomato as affected by different application of spent mushroom compost.

양송이재배 폐상퇴비를 시용한 후 시기별 토마토의 생육을 조사한 결과 초장, 엽수, 경경, 당도 등은 농가관행과 뚜렷한 차이가 없었다(Fig. 1, 2). 따라서 이들 양송이재배 부산물의 시용시 토양 물리성 변화, 미생물과 상호작용, 병해충 발생과의 연관 등 다양한 연구가 이루어진다면 이들 부산물의 활용성은 더욱 증가할 것으로 판단된다. Buckerfield와 Webster (20001, 2002)는 양송이 재배부산물이 보습효과, 제초효과, 토양물리성 개선, 토양미생물상 향상, 작물의 생육 및 수량 증대효과가 있었다고 보고하였다.

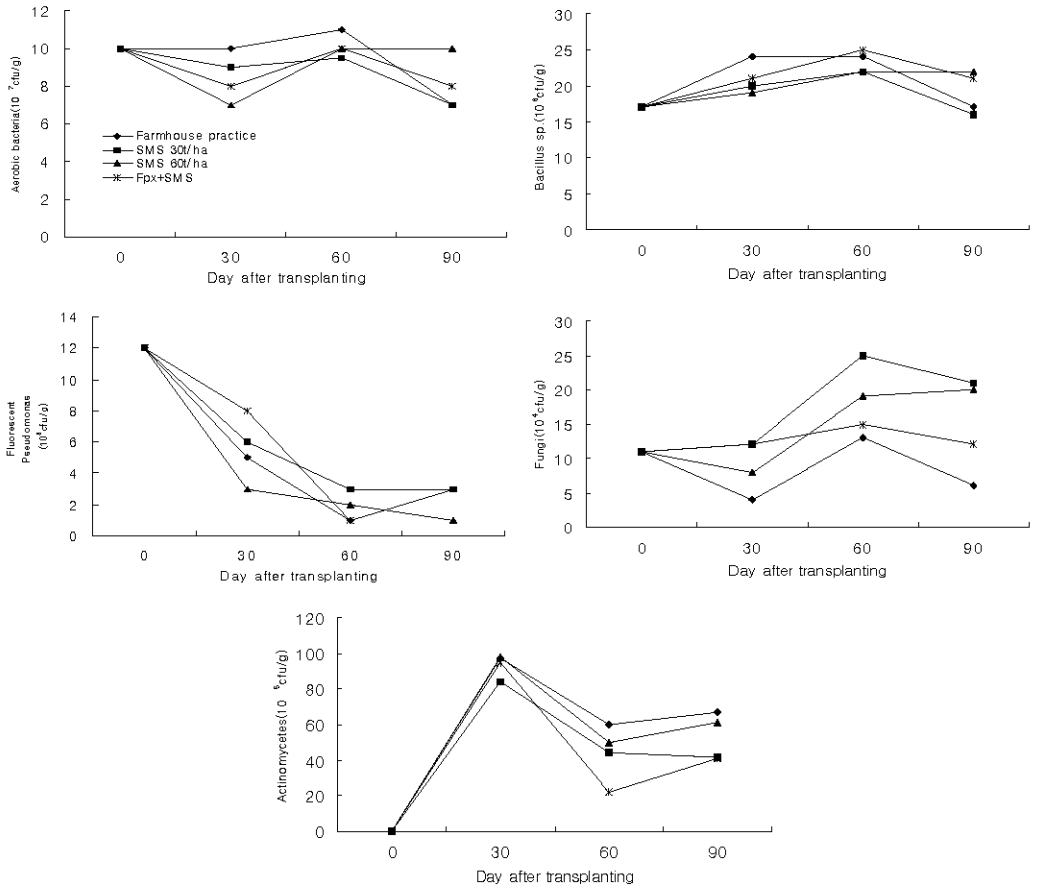

Fig. 3. Changes of microbial flora as affected by spent mushroom compost application during tomato growth.

양송이 폐상퇴비 처리 전후의 토양 미생물상 변화를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 처리별 토양미생물상의 변화에는 처리간에 뚜렷한 차이가 없었으며, 호기성세균, 내열성세균, 사상균은 정식 60일까지 증가하였지만, 생육 후기로 갈수록 감소하는 경향을 보였다. 형광성 *Pseudomonas*속은 토마토 정식 초기부터 계속적으로 감소하였고, 방선균의 경우 정식후

30일까지 계속 증가하다가 이후로는 감소하는 경향을 보였다. 이와 같이 퇴비 시용의 영향으로 세균, 사상균, 방선균 등의 균수가 증가되었다는 결과는 유기물 시용효과를 검토한 여러 시험의 결과(Beck, 1975; Martyniuk 등, 1978; Nishio 등, 1980)와 유사한 경향을 보였다.

Table 5. Yield and disease rate of tomato as affected by different application of spent mushroom compost.

Treatment	Grade ratio(%)			Average fruit weight(g)	Yield(kg ha^{-1})				Bacterial Wilt (%)
	Fine	Medium	Poor		Marketable	Index	Unmarketable	Total	
Farmhouse practice	32.7	36.6	20.3	273a[z]	5810a	100	330	6140	0
SMC 30t ha^{-1}	31.4	34.6	23.0	269a	5690a	98	360	6050	1.8
SMC 60t ha^{-1}	32.7	31.1	21.5	270a	5660a	97	410	6070	0
Fp[x]+SMC 30t ha^{-1}	34.7	39.8	18.5	274a	5970a	102	200	6170	0
Control[z]	30.8	29.3	24.5	266b	5370b	92	620	5990	12.8

[x] Fp, Farmhouse practice; [z] It means no application of Fp and SMC

[z] Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level.

양송이 폐상퇴비의 처리별 토마토 수량 및 병 발생률을 조사하였으며 그 결과는 Table 5와 같다. 토마토 상품비율은 처리간의 유의한 차이는 없었으나 중품의 비율은 부산물 처리구에서 조금 낮은 경향을 보였다. 또한 평균과중 및 상품수량도 버섯재배 부산물처리에서 조금 낮은 경향을 보였지만 유의한 차이는 보이지 않았다. Buckerfield와 Webster(2002)는 포도밭에 버섯재배 부산물을 시용할 경우 포도송이가 25% 증가하였고, 전체 수량도 30% 증가하였다고 보고하였다. Phylloxera와 Grape industry board(2001)는 버섯재배 부산물 처리 시 2년차부터 증수하였고, $4,200/ha의 소득증가가 있었다고 하였지만 본 연구에서는 토마토 재배시 무처리 보다는 수량이 증가하였으나, 농가관행퇴비구와는 수량성 차이가 거의 없었다. 따라서 계속적으로 버섯재배 부산물을 사용하면 토양물리성, 이화학성, 토양미생물상의 향상에 의한 수량증가효과가 나타날 것으로 판단된다. 풋마름병 발생률은 무처리에 비해 퇴비를 처리한 구에서 전체적으로 낮았으며, 이러한 결과는 Table 2에서 폐상퇴비에서 분리한 미생물의 풋마름병균에 대한 길항균이 많이 분포하고 있는 결과와 관련이 있을 것으로 판단된다. 그러나 관행퇴비에서도 풋마름병이 거의 발생하지 않은 것은 퇴비의 시용효과인지 버섯재배 부산물의 처리에 의한 병 발생률의 감소인지는 추후 연구가 더 진행되어야 할 것으로 판단된다.

Ⅳ. 적 요

양송이버섯 재배 후 문제가 되고 있는 폐상퇴비는 다음 버섯 재배의 촉박성 때문에 폐상하여 재배사 주변에 방치하는 경우가 많으며, 이들은 병해충 및 수질오염의 원인이 됨으로 신속한 처리가 필요하다. 폐상된 양송이재배 부산물에는 형광성 *Pseudomonas*속, 방선균 등 다양한 미생물이 분포하였고, 양송이 재배농가별로 폐상퇴비 중의 미생물상 차이가 많았다. 폐상퇴비에서 분리한 세균들은 토마토 시들음병균, 풋마름병균에 대해 길항성을 보였다. 농가별 양송이 폐상퇴비의 이화학성은 pH는 5.8~6.7이었고, EC는 31.6~52.8 dS m^{-1}로 농가마다 많은 차이를 보였고, T-N의 농도는 1.51~1.99%, P_2O_5은 0.27~0.55%, K_2O은 1.71~3.57%, CaO는 1.79~5.85%, MgO는 0.88~1.33%였다. 양송이 폐상퇴비의 농가실증 시험결과 시기별 토마토의 생육과 당도는 농과관행퇴비 처리구와 뚜렷한 차이가 없었고 생육시기별 토양이화학성은 농가관행에 비해 EC와 K, Ca는 증가하였지만, 인산은 감소하였다. 처리별 토양미생물상의 변화에는 차이가 없었으며, 수량은 농가관행구에 비해 약간 감소하는 경향을 보였다. 풋마름병 발병률은 무처리에 비해 폐상퇴비 처리구에서 상대적으로 낮았다.

[논문접수일 : 2009. 2. 15. 논문수정일 : 2009. 3. 16. 최종논문접수일 : 2009. 3. 20.]

참 고 문 헌

1. Anonymous. 2003. FAO production yearbook. http://faostat.fao.org
2. Anonymous 2004. Environmental guidelines for mushroom producers. www.agf.gov.bc.ca/resmgmt/fppa/environ/mushroom/mushr_d.htm
3. Baker, M., B. knoop, S. Quiring, A. Beard, B. Lesikar, J. Sweeten, and R. Burns. 2003. Composting guide index. Prepared by the Texas Agricultural Extension Service Solid and Hazardous Waste Management Initiative Team. Chap. I. The Decomposition process. http://aggie-horticulture. tamu. edu/ extention/compost/compost.html.
4. Beck, T. 1975. Effects of extended monoculture and rotation crop systems on microbiological activities in soil and soil organic matter. Transaction of the International Symposium. Prague. Humus et plant. VI. 407-414.
5. Buckerfield, J. C. and K. A. Webster. 2001. Responses to mulch continue: results from five years of field-trials. The Australian Grapegrower and Winemaker 453: 71-78.
6. Buckerfield, J. C. and K. A.Webster. 2002. Organic matter management in vineyards:

mulches for soil maintenance. The Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker, 461: 26-30.

7. Cheong, J. C., C. S. Jhune, S. H. Kim, K. Y. Jang, J. S. Park, J. C. Na and M. H. Chun. 2006. Effect of the adding of Flammulina velutipes cultivation media wastes into chicken feed on the meat quality and production cost of broiler. J. Korean Mycolo. 34: 2933.
8. Finstein, M. S. and M. L. Morris. 1975. Microbiology of municipal solid waste composting. Adv. Appl. Microbiol. 19: 113-151.
9. Leander, F. J. and A. C. Elroy. 1972. Methods for research on the ecology of soil-borne plant pathogens. Burgess Publishing Company. 139-166.
10. Martyniuk, S. and G. H. Wagner. 1978. Quantitative and qualitative examination of soil microflora associated with different management system. Soil Sci. 125: 343-350.
11. MFAFF, 2006. Actual yield of industrial product.
12. Nishio, M. and S. Kusano. 1980. Fluctuation patterns of microbial numbers in soil applied with compost. Soil Sci. Plant Nutr. 26: 581-593.
13. Phylloxera and Grape Industry Board, S. A. 2001. Grape pricin and utilization survey 2001, www.phylloxera.org.au/statistics.
14. RDA. 1999. Standard of fertilizer description by crops. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea.
15. RDA. 2000. Methods for chemical analysis of soil and plant. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea.
16. Stewart D. P. C., K. C. Cameron, and I. S. Cornforth. 1998. Inorganic-N release from spent mushroom compost under laboratory and field conditions. Soil Biology and Biochemistry 30/13: 1659-1699.
17. Uzun, I. 2004. Use of spent mushroom compost sustainable fruit production. J. Fruit Omam. Plant Res. Special ed. 12: 157-165.