

## 임지폐잔재와 목재부후균을 이용한 토양개량제의 개발\*1

민 경 희\*2 · 김 재 영\*3 · 윤 용 한\*2 · 박 현\*2†

### Development of Soil Conditioner Using Wood Decay Fungus and Forest Residue\*1

Kyeong-Heui Min\*2 · Jae-Young Kim\*3 · Yong-Han Yoon\*2 · Heon Park\*2†

#### 요 약

본 연구는 목재부후균을 이용한 토양개량제를 개발하고자 리그닌 분해 우수균으로 선발된 SJ-28 균주의 처리가 상추재배에 미치는 효과를 조사하여 비교하였다. 시판 유기질퇴비에 균처리를 실시하여 상추를 재배하였다. Control 구에서의 총 중량이 약 2434 g인데 비해 균처리 토양개량제 처리구(FPG)에서는 총 중량이 약 4425 g으로 가장 높게 나타났다. 또한 FPG 처리구에서 토양에 유익한 방선균의 수가 많은 증가를 보였고 사상균의 수도 증가하였다. 반면 유익하지 않은 세균의 수도 FPG 처리구에서 가장 많은 감소를 나타내었다. 선발균 SJ-28 처리구에서 효과가 우수하게 나타나 토양개량제로서의 가능성을 보여 주었다.

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to develop soil conditioner using wood decay fungus. The effect of soil conditioner treated with SJ-28 fungus was tested by lettuce cultivation. Cultivating efficiency was investigated by the yield of lettuce. In the plot of soil conditioner treated with SJ-28 fungus (FPG) showed weight of lettuce leaves 4425 g of total yield which was greater than 2434 g shown in the control. Also the numbers of actinomycetes and fungi were increased in the plot of soil conditioner treated with SJ-28 fungus (FPG), beneficial for soil. The number of bacteria showed decrease in FPG plot. FPG showed possibility as a soil conditioner.

**Keywords:** soil conditioner, organic compost, wood decay fungus, forest residue

\* 1 접수 2005년 7월 21일, 채택 2005년 12월 5일

이 논문은 농림부 농림기술개발연구과제 연구비 지원에 의해 수행된 연구결과물의 일부임.

\* 2 건국대학교 자연과학대학 산림과학전공 Dept. of Forest Science, College of Natural Science, Konkuk University

\* 3 건국대학교 자연과학대학 원예학전공 Dept. of Horticulture, College of Natural Science, Konkuk University

† 주저자(corresponding author) : 박 현(e-mail: h.park@kku.ac.kr)

## 1. 서 론

토양개량제는 작물재배 시 양분의 공급보다는 작물 재배 토양의 성질을 좋게 하여 주는 물질로 주요 토양 개량제들은 석회, 규산, 객토, 석고, vermiculite나 zeolite와 같은 광물성 개량제와 퇴비나 볏짚 같은 유기물로 되어 있다.

목재는 산림유기물이다. 목재를 토양개량제로 사용하기 위해선 목재를 톱밥화하여 부숙시켜야 한다. 목재를 원료로 한 퇴비나 토양개량제 등은 목재의 탄소율이 높아 충분히 부숙되지 않은 상태로 토양 내에 들어갈 경우 질소 기아 현상의 가능성이 높을뿐더러 발효되면서 작물 뿌리에 열상을 입힐 위험성이 높다. 목재는 다른 유기물에 비해 분해속도가 최소 6개월에서 수년 이상으로 장기간이 소요된다.

목재는 그 주 구성분이 셀룰로오즈, 헤미셀룰로오즈, 리그닌으로 되어있다. 목재의 분해 속도가 느린 것은 리그닌의 분해가 용이하지 않기 때문이다. 국내 외를 통해 유기 폐기물의 자원화, 특히 비료화에 대한 연구(장 등, 1995; 남 등, 1996; 김, 1997; 최 등, 1998; 박 등, 1999)가 활발히 진행되고 있다. 우리나라는 부숙 톱밥을 유기부산물 비료로 등록하고 있다. 또한 톱밥은 여러 가지 비료를 생산하는데 필요한 담체로 중요한 역할을 담당하고 있다. 이와 같이 비료제조에 중요한 역할을 담당하고 있는 목재유기물, 즉 톱밥의 부숙은 퇴비로 중요한 의미를 갖는다.

본 연구과제의 목적은 참여업체가 시판하고 있는 PG유기질 퇴비에 2차 부숙에 적합한 리그닌 분해 우수균(박 등, 2002)을 선발하여 부숙시킨 것을 토양개량제로서의 가능성을 조사하는데 있다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 공시재료

#### 2.1.1. 공시균

온대 남부 기후대의 경북 상주 일대지역의 신갈나무에서 분리하여 리그닌 분해능 시험(박 등, 2002)을

거쳐 리그닌 분해 우수균으로 선발된 SJ-28 균주를 사용하였다.

### 2.2. 실험방법

#### 2.2.1. 리그닌 분해 우수균에 의한 토양개량제 제조 및 작물재배 시험

시험에 사용할 토양개량제 제조는 참여기업에서 생산하고 있는 유기질 퇴비(PG)에 균 SJ-28을 처리하여 부숙시켜 제조하였다. PG는 부산물 비료, 퇴비로 시판되는 제품인데 분시험을 위해 임지폐잔재에서 얻은 참나무 톱밥을 더 첨가하여 여기에 균 SJ-28을 처리하여 다시 부숙시킨 후 시험에 사용할 토양개량제(FPG)를 제조하였다.

토양개량제를 공시 토양과 혼합하는 양은 20 kg/10 a의 비율로 하였다. 퇴비는 3000 kg/10 a의 기준으로 각 처리구에 사용하였다. 하우스 토양 40 kg을 60 × 40 × 20 cm 규격의 나무 상자에 채워 상추(명품 토종, 충주종묘)를 이식하여 재배실험을 실시하였다. 이식은 5월 8일, 한 처리구당 모종 8개씩 이식하였다.

대조구로는 하우스 토양으로 하였으며, 토양개량제로 사용되고 있는 zeolite와 참여기업의 판매제품인 PG로 하였다. zeolite (진농산업, 포항)는 3000 kg/10 a의 비율로 사용하였다. 모든 처리구에는 질소(N), 인(P), 칼리(K)를 각각 20 kg/10 a, 15 kg/10 a, 15 kg/10 a의 기준으로 처리하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였으며, 통계처리를 위해 Duncan 다중비교로 하였다. 상추재배에 따른 토양의 변화를 조사하기 위해 시험 전 후의 토양의 화학적 특성을 분석하는 한편 토양미생물 상의 변화를 조사하였다. 상추 잎 수확은 모종 이식 후 25일째부터 시작하여 4주간 실시하였고 무게를 측정 조사하였다.

화학적 특성을 분석하기 위해 토양 시료를 채취 후 실내에서 완전히 풍건한 후 20 mesh 체로 선별하여 다시 mortar와 pestle을 이용하여 고운 분말을 만들어서 분석시료로 하였다. 정제된 시료 적당량을 삼각플라스크에 평량하여 0.1 N-HCl 용액을 가하여 상온에서 1시간 진탕한 후 No. 5B 여과지를 사용하여 여과하고 그 여액을 atomic absorption spectro-photometer

Table 1. The chemical properties of greenhouse soil before the test

Treatment	pH (15)	EC (dS · m <sup>-1</sup> )	OM (g · kg <sup>-1</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg · kg <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg · kg <sup>-1</sup> )	Ca (cmol · kg <sup>-1</sup> )	Mg (cmol · kg <sup>-1</sup> )
Greenhouse soil <sup>x</sup>	5.71	1.54	13.40	1432.92	64.15	7.24	1.98

Treatment	K (cmol · kg <sup>-1</sup> )	Na (cmol · kg <sup>-1</sup> )	Fe (mg · kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg · kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg · kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg · kg <sup>-1</sup> )	Cd (mg · kg <sup>-1</sup> )	Pb (mg · kg <sup>-1</sup> )
Greenhouse soil	0.16	0.14	75.53	74.36	31.33	7.93	0.33	2.95

X: Sampling time: May 08

로 Cd, Cu, Pb, Zn, Cr 함량을 측정하여 표준액과 비교하여 함량을 산출하였다. 토양산도는 pH meter로 측정하였고 유효태 인산은 Lancaster법으로, 유기물은 Turin법으로 측정하였다. 치환성 염기는 ammonium acetate로 추출 후 atomic absorption spectrophotometer를 이용하여 분석하였다.

미생물 계수는 채취한 생토 그대로를 사용하였다. 2 mm 체로 선별한 습토 30 g을 삼각플라스크에 담아 270 ml 증류수를 채우고 220 rpm에서 20분간 진탕한 후 10<sup>7</sup>까지 희석하여 3단계 희석으로 실시하였다. 미생물 계수는 세균, 방선균, 사상균으로 하였으며, 세균은 에그알부민 한천배지, 방선균은 전분-카제인 한천배지, 사상균은 로즈벵갈 한천배지를 사용하여 각각의 희석 배수에서 희석액 1 ml을 접종하였다. 토양 미생물 계수는 세균 10<sup>6</sup>, 방선균 10<sup>5</sup>, 사상균은 10<sup>4</sup>에서 측정하였으며, 균수 계산은 건토 중량 기준으로 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 리그닌 분해 우수균에 의한 토양개량제 제조 및 작물재배 시험

실험을 위해 채취한 기본 토양인 하우스 토양의 화학적 특성은 Table 1과 같다. pH는 5.71로 약한 산성을 띠고 있으며, EC (전기전도도)는 1.54 dS/m로 조사되었고 유기물의 함량(OM)은 13.4 g · kg<sup>-1</sup>이었으며 인산(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)은 1432.92 mg · kg<sup>-1</sup>으로 매우 높았으

Table 2. The mean fresh-weight of lettuce for four weeks

Treatment	1st week	2nd week	3rd week	4th week
	-----Fresh weight (g/plant)-----			
Control	6.35d <sup>x</sup>	7.10c	6.24b	4.76b
PG	7.53b	8.23b	7.16a	4.49b
FPG	8.16a	9.16a	7.56a	5.24a
Zeolite	7.24c	8.26b	7.25a	4.40b

<sup>x</sup>Mean separation within treatment by DMRT at 5% level

며 질산태 질소(NO<sub>3</sub>-N)는 64.15 mg · kg<sup>-1</sup>으로 조사되었다. 치환성 양이온의 경우 칼슘(Ca)은 7.24 cmol · kg<sup>-1</sup>으로 높게 조사되었고, 마그네슘(Mg)은 1.98 cmol · kg<sup>-1</sup>으로 약간 높았으며, 칼륨(K)은 0.16 cmol · kg<sup>-1</sup>이었고 나트륨(Na)은 0.14 cmol · kg<sup>-1</sup>으로 조사되었다.

Table 2는 각 처리구의 기간별 상추 수확량의 평균 중량을 나타낸 것이다. 각 처리별 총 평균 중량으로 비교해 보았을 때 FPG 처리구에서 7.52 g으로 가장 좋게 나타났으며, PG 처리구에서 6.85 g, zeolite 처리구에서 6.79 g, control 구에서 6.16 g의 순서로 나타났다. 또한 각 처리구에서의 기간별 평균 중량을 비교해 보면 모든 처리구에서 2주간 짝 가장 좋은 중량을 나타내었다. FPG 처리구에서 9.16 g으로 가장 좋았으며, zeolite 처리구에서 8.26 g, PG 처리구에서 8.23 g, control 구에서 7.10 g을 나타내었다. 총 수확량에 의한 평균 중량에서는 PG 처리구가 zeolite 처리구보다 높았으나 기간별로 비교해 보았을 때는

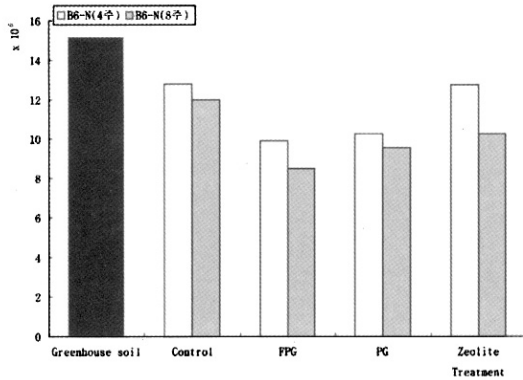


Fig. 1. The change of bacteria number at the each plots.

zeolite 처리구가 조금 상회하였다.

상추 모종 이식 후 25일 째부터 수확을 시작하여 4주간 실시한 결과를 총 중량으로 비교해 보면 control 구는 약 2434 g, zeolite 처리구는 약 3393 g, PG 처리구는 약 4146 g, FPG 처리구는 약 4425 g이었다. 이 결과를 control 구를 기준으로 증가량을 비교해 보면 FPG 처리구는 약 181.80% 증가했으며, PG 처리구는 약 170.33%의 증가를 보였으며, zeolite 처리구는 약 139.43%의 증가를 보였다. 이것으로 보아 FPG 처리구가 상추생육에 가장 좋은 효과를 나타내었음을 알 수 있다.

이와 함께 기본 토양인 하우스 토양을 비롯해 하우스 토양에 각각의 토양개량제재를 혼합한 토양에서의 토양미생물 변화를 조사해 보았다.

Fig. 1은 작물재배 전후의 세균 수 변화를 나타낸 것으로 기본 하우스 토양의 세균 수는  $15.13 \times 10^6$  cfu/g 건토였는데, 작물재배 4주 째의 세균 수는 control, FPG, PG, zeolite 처리구에서  $12.80 \times 10^6$ ,  $9.91 \times 10^6$ ,  $10.24 \times 10^6$ ,  $12.73 \times 10^6$  cfu/g 건토로 나타나 모든 처리구에서 세균수가 감소했음을 알 수 있었고, 8주 째는  $11.99 \times 10^6$ ,  $8.51 \times 10^6$ ,  $9.57 \times 10^6$ ,  $10.26 \times 10^6$  cfu/g 건토로 세균수가 4주째보다 더 감소되었다.

Fig. 2는 방선균 수의 변화를 나타낸 것으로 하우스 토양의 경우  $5.23 \times 10^5$  cfu/g 건토이었던 것에 비해 4주 째에는 control, FPG, PG, zeolite 처리구에서

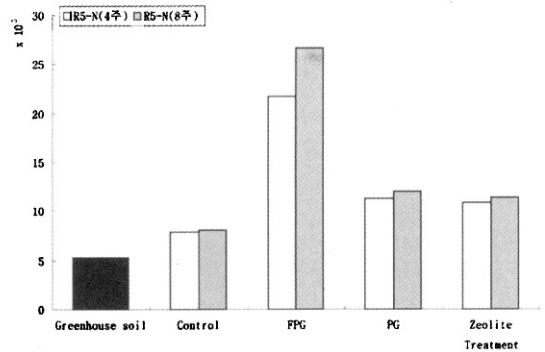


Fig. 2. The change of actinomycetes number at the each plots.

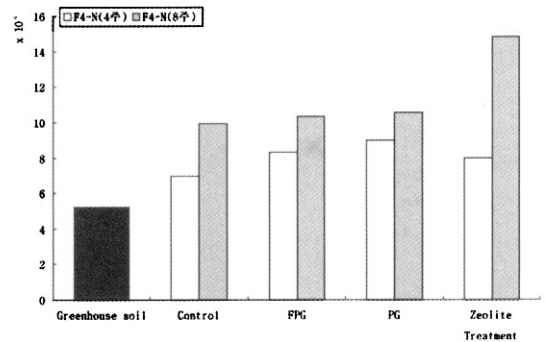


Fig. 3. The change of fungi number at the each plots.

$7.85 \times 10^5$ ,  $21.74 \times 10^5$ ,  $11.31 \times 10^5$ ,  $10.82 \times 10^5$  cfu/g 건토로 방선균 수가 증가되었으며, 8주 째는  $8.06 \times 10^5$ ,  $26.74 \times 10^5$ ,  $11.97 \times 10^5$ ,  $11.41 \times 10^5$  cfu/g 건토로 4주 째보다 더 증가하였다. 특히 FPG 처리구의 방선균 수는 다른 처리구에 비해 높은 증가를 나타내었다.

Fig. 3은 사상균 수의 변화를 나타낸 것으로 하우스 토양의 경우  $5.24 \times 10^4$  cfu/g 건토이었는데 4주 째에는 control, FPG, PG, zeolite 처리구에서  $6.98 \times 10^4$ ,  $8.31 \times 10^4$ ,  $8.96 \times 10^4$ ,  $7.95 \times 10^4$  cfu/g 건토로 그 수가 증가하였고, 8주 째는  $9.92 \times 10^4$ ,  $10.33 \times 10^4$ ,  $10.53 \times 10^4$ ,  $14.83 \times 10^4$  cfu/g 건토로 4주 째보다 사상균 수가 더 증가하였다.

이상의 결과로 보아 토양개량제로서 처리한 FPG,

Table 3. The chemical properties of each treatment soil after the test

Treatment	Sampling time	pH (15)	EC (dS · m <sup>-1</sup> )	OM (g · kg <sup>-1</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg · kg <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg · kg <sup>-1</sup> )
Control	1 <sup>a</sup>	5.35±0.15 <sup>x</sup>	2.40±0.46	17.20±0.60	1377.24±19.18	83.05±15.33
	2 <sup>b</sup>	5.12±0.15	3.31±0.34	14.10±3.10	1280.25±19.18	120.48±23.28
	3 <sup>c</sup>	4.97±0.21	3.56±0.42	11.9±0.42	1040.42±28.82	134.82±20.87
	4 <sup>d</sup>	4.90±0.23	3.72±0.35	9.0±0.27	1020.93±32.25	237.26±6.36
PG	1	5.62±0.10	2.50±0.31	17.40±3.40	1380.00±13.26	79.14±21.30
	2	5.59±0.14	2.87±0.53	17.60±3.30	1283.69±21.75	75.48±27.83
	3	5.42±0.4	2.98±0.46	17.0±0.43	1024.40±39.18	130.25±25.62
	4	5.37±0.17	3.01±0.50	14.5±0.12	994.77±44.44	356.12±9.93
FPG	1	5.83±0.08	1.37±0.17	16.70±1.90	1375.19±18.51	11.59± 7.21
	2	5.59±0.06	1.60±0.32	17.40±2.30	1294.65±53.88	7.46± 3.88
	3	5.54±0.18	1.78±0.26	17.9±0.77	1044.44±42.18	37.53±3.88
	4	5.50±0.11	1.85±0.24	18.0±0.18	957.40±56.30	93.65±57.66
Zeolite	1	5.27±0.13	2.03±0.12	17.80±2.60	1353.17± 6.30	53.27± 4.91
	2	5.11±0.06	2.30±0.14	17.10±2.50	1245.72±79.85	63.88± 9.02
	3	4.93±0.08	2.51±0.13	15.2±0.44	1062.81±36.74	92.19±43.87
	4	4.91±0.08	2.63±0.12	14.9±0.29	987.58±31.34	176.31±56.50

X : Standard Deviation

a : Sampling time 1 : June 07

b : Sampling time 2 : June 30

c : Sampling time 3 : September 5

d : Sampling time 4 : October 2

PG, zeolite는 모두 토양 내에서 유익한 방선균이나 사상균의 활동에 좋은 효과가 있음을 알 수 있었다.

Table 3은 상추재배 실험 후의 토양의 변화를 조사한 것으로 재배 실험 시작 후 4, 8, 17, 21주에 각 처리구에서 토양을 채취해 토양의 화학적 특성을 분석한 것이다. pH의 경우 control 구는 1차 조사에서 5.35, 2차 조사에서 5.12, 3차 조사에서 4.97, 4차 조사에서 4.90으로 낮은 산성을 나타냈다. Zeolite 처리구의 경우 5.27에서 4.91로 낮아졌으며, PG 처리구는 5.62에서 5.37로, FPG 처리구는 5.83에서 5.50으로 조사되었다. pH는 각 처리구에서 시간이 경과할수록 감소하는 경향을 나타내었으며, 각각의 처리구를 비교해 보았을 때 FPG 처리구에서 보다 높게 나타났다. pH의 경우 우리나라 작물의 생육 적정 범위는 pH

6.0~6.5 (신 등, 1988)으로 보고된 바 있으나 본 실험에 사용된 토양의 pH는 낮게 조사되었다.

전기전도도(EC)는 각 처리 모두 1차 조사 때보다 4차 조사 때에 그 값이 높아졌다. Control 구의 경우 2.40 dS/m에서 3.72 dS/m로, zeolite 처리구는 2.03 dS/m에서 2.63 dS/m으로, PG 처리구는 2.5 dS/m에서 3.01 dS/m으로 FPG 처리구는 1.37 dS/m에서 1.85 dS/m으로 시간 경과에 따라 높아지는 것으로 조사되었다.

유기물 함량(OM)의 경우는 control 구와 zeolite 처리구에서 1차 조사 때보다 4차 조사에서 그 함량이 각각 17.2 g · kg<sup>-1</sup>에서 9.0 g · kg<sup>-1</sup>로, 17.8 g · kg<sup>-1</sup>에서 14.9 g · kg<sup>-1</sup>로 감소하였다. 반면 PG 처리구는 2차까지는 17.4 g · kg<sup>-1</sup>에서 17.6 g · kg<sup>-1</sup>로 증가하다

3차부터 감소하여 4차에서  $14.9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 로 감소하였다. 그러나 FPG 처리구의 경우  $16.7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 에서  $18 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 로 유기물 함량이 늘어났다. 유기물의 적절한 함량은  $30 \sim 35 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (박 등, 1988)인 점을 감안하면 모든 처리구에서 유기물의 함량이 부족하다고 생각된다. 특히 우리나라의 기후조건 하에서는 좀처럼 유기물 함량을 증대시키기 어렵고 더욱이 짧은 기간 내 유기물 함량을 높이는 어려우므로 FPG 처리구에서 시간이 경과함에 따라 계속 유기물의 함량이 증가되므로 작물생장에 효과가 있으리라고 생각한다.

유효 인산의 경우 1차 조사에서 control 구의 경우  $1377.24 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , PG 처리구에서  $1380.00 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , FPG 처리구에서는  $1375.19 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , zeolite 처리구는  $1353.17 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 으로 조사되었다. 4차 조사에서는 control 구에서  $1020.93 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , PG 처리구에서  $994.77 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , FPG 처리구에서  $957.40 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , zeolite 처리구에서  $987.58 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 로 4개의 처리구에서 모두 인산의 채소재배지 인산진단 기준의  $150 \sim 300 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (이 등, 1987)보다 높게 조사되었지만 기본토양의 인산 함량인  $1432.92 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 와 비교해 보았을 때 시간이 흐를수록 4개 처리구 모두에서 감소하는 경향을 볼 수 있었다. FPG 처리구에서 33.2%로 감소율이 가장 높았으며 zeolite 처리구에서 31.1%, PG 처리구에서 30.6%, control 구에서 28.8%의 감소율을 보였다. 유효 인산의 경우 토양에서 고정성이 크고 이동성이 적으며 그 함량이 높을지라도 작물생육에 대한 피해가 적기 때문에 과잉 시비로 인한 경제적 손실도 있다고 생각된다.

질산태 질소의 경우 각 처리에서 모두 시간이 경과함에 따라 함량이 증가하는 경향을 보였다. Control 구는  $64.15 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 에서  $237.26 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , PG 처리구는  $356.12 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , FPG 처리구는  $93.65 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , zeolite 처리구는  $176.31 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 로 증가되었다. 이것은 질소비료가 박테리아의 작용에 의해 암모니아로 바뀌고 다시 질산태 질소로 바뀌는 질산화 과정이 토양 속에서 계속 이루어지기 때문으로 사료된다.  $\text{NO}_3\text{-N}$ 의 적절한 함량은  $100 \sim 250 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (박 등, 1982)으로 보고되었는데, PG 처리구를 제외하고는 적정 범위에 속하고 있었다.  $\text{NO}_3\text{-N}$ 은  $250 \text{ mg} \cdot$

$\text{kg}^{-1}$  이상 함유했을 때 작물의 생육장애와 토양침투에 의한 지하수 오염원이 될 수 있으므로 매우 중요하다고 생각된다.

## 4. 결 론

본 연구는 숲가꾸기 사업에서 발생하는 임지폐잔재의 활용을 위한 한 방법으로 목재부후균을 이용한 토양개량제를 개발하는데 있어, 그 일환으로 앞선 연구에서 리그닌 분해 우수균으로 선발된 SJ-28 균주의 처리가 상추재배에 미치는 효과를 알아보려고 하였다. 시판 토양개량제에 참나무 톱밥을 첨가한 후, 균 처리를 실시하고 상추를 재배하였다. Control 구에서의 총 중량이 약  $2434 \text{ g}$ 인데 비해 균처리 토양개량제 처리구(FPG)에서는 총 중량이 약  $4425 \text{ g}$ 으로 가장 높게 나타났다. 또한 토양에 유익한 방선균이나 사상균의 수는 모든 처리구에서 증가했으며 특히 방선균의 경우 FPG 처리구에서 가장 많은 증가를 나타내었다. 반면 유익하지 않은 세균의 수는 모든 처리구에서 감소하였으며 FPG 처리구에서 가장 많은 감소를 나타내었다. 따라서 선발균 SJ-28을 처리한 토양개량제에서 토양의 화학적 특성 및 토양미생물 상의 변화에서도 효과가 우수하게 나타나 토양개량제로서의 가능성을 보여 주었다.

## 참 고 문 헌

1. 김미자. 1997. 식종물질 차이에 따른 음식쓰레기 퇴비화의 비교평가. 건국대학교 대학원 환경공학과.
2. 남공완, 정준교, 황의영. 1996. 음식쓰레기 퇴비의 숙성도 평가를 위한 물리화학적 지표의 적합성 연구. 건국대학교 공과대학 환경공학과, 현대건설기술 연구소 환경기술부 13(6): 793~799.
3. 박순희, 주호열. 1999. 작물 잔사 토착미생물 발효 비료의 사용효과. 중국길림성연변농업 과학연구원, 2~4.
4. 박양호, 유인수, 김영남, 허범량. 1982. 신개척지 사질토에서의 콩-보리에 대한 인산 전 면살포 시용의 효과. 한국토양비료학회지 15(3): 172~177.
5. 박양호, 정이근, 유인수. 1988. 밭토양의 화학적 특성 연구. 밭토양 주요 화학성분 함량과 분포에 관한 조사 연

- 구. 농시논문집 30(2): 29~35.
6. 박 현, 민정희. 2002. 토착미생물 중 리그닌 분해 우수 균주 선발에 관한 연구(I). 한국 목재공학회 춘계학술 발표논문집 300~302.
  7. 박 현, 민정희. 2002. 토착미생물 중 리그닌 분해 우수 균주 선발에 관한 연구(II). 한국 목재공학회 추계학술 발표논문집 251~254.
  8. 신원교, 박중춘. 1988. VIII시절재배 토양의 염류집적과 제염효과에 관한 연구. 農研報 22(1): 209~222.
  9. 이상은, 박준규, 윤정희, 김만수. 1987. 비닐하우스 토양의 화학적 특성에 관한 연구. 농시논문집 29(1): 166~171.
  10. 장기운, 이인복, 임재신. 1995. 음식물찌꺼기를 이용한 퇴비의 부숙과정 중 이화학적 특성의 변화. 충남대학교 농화학과. 한국과학기술원 3(1): 3~11.
  11. 최성우, 김성우, 성낙창, 박승조. 1998. 누룩 첨가에 의한 음식물 찌꺼기의 혐기성 처리 (I). 동아대학교 환경공학과 15(7): 716~720.