

## 고형돈분 처리 시 해송 묘목의 생장반응 및 질소·인 흡수 효과\*

이창헌<sup>1)</sup> · 조재영<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 전북대학교 산림과학부 · <sup>2)</sup> 전북대학교 응용생물공학부

Growth Response and Uptake of Nitrogen and Phosphorus of  
*Pinus thunbergii* by Treatment of a Dried Swine Excrement\*

Lee, Chang-Heon<sup>1)</sup> and Cho, Jae-Young<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Faculty of Forest Science,

<sup>2)</sup> Division of Biotechnology, College of Agriculture and Life Science, Chonbuk National University.

### ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the influence of dried swine excrement on the germination of *Pinus thunbergii* seeds, the growth response of seedlings of *Pinus thunbergii* and the uptaken of nitrogen and phosphorous by seedlings of *Pinus thunbergii*. The germination rate of seeds of *Pinus thunbergii* tends to decrease according to the increasing of application amount of dried swine excrement and the application amounts of dried swine excrement which is more than 3%(w/w %) makes the rate of germination to much more decreased. Contents of nitrogen and phosphorus are much higher in a way that the dried swine excrement was treated in nursery soil. 179 days after seeds of *Pinus thunbergii* were sowed, nitrogen contents in soil was decreased more than 70% and phosphorus was decreased 20 to 45%. Growth response of *Pinus thunbergii* was much higher in treatment of dried swine excrement than in control. But growth response was not affected by increasing of application amounts of dried swine excrement. Growth response of *Pinus thunbergii* was the highest in 2%(w/w %) application but its growth response was decreased in treatment more than 3% (w/w %) of dried swine excrement.

Key Words : *Pinus thunbergii*, Swine excrement, Nitrogen, phosphorus.

\* 본 연구는 2004년도 전북대학교의 교비지원에 의하여 수행되었습니다.

**Corresponding author** : Lee, Chang-Heon, Faculty of Forest Science, College of Agriculture and Life Science, Chonbuk National University, Chonju 561-756,  
Tel : +82-63-270-2589, E-mail : leech@chonbuk.ac.kr

**Received** : 27 February, 2006. **Accepted** : 14 April, 2006.

## I. 서 론

2005년을 기준으로 국내에서 발생하는 축산분뇨는 약 33,000톤/년에 이르고 있다. 이들 축산분뇨는 주로 퇴비화, 사료화, 액비화 그리고 혐기발효시설을 통한 바이오 가스의 생산 등 다양한 활용방안이 모색되어 왔다. 현재 국내에서 발생한 축산분뇨의 약 70%가 농경지에 환원되고 있으며, 그 형태는 퇴비와 액상구비가 주를 이루고 있다(조 등, 2005).

최근에 국내 여러 연구자들에 의해 가축분뇨의 합리적인 사용과 이들 가축분뇨가 토양생태계에 끼치는 영향에 대한 다수의 연구가 진행되었다(조 등, 2005; 원 등, 2004; 이 등, 2004; 김과금, 2004; 김 등, 2001; 장 등, 1999). 이들 연구결과를 종합해 보면, 돈분퇴비의 처리시 식물체에 대한 양분 공급효과와 토양 완충능을 증대하는 효과와 함께 토양미생물의 활성도 증가 그리고 토양입단 형성 등 여러 측면에서 긍정적인 개선 효과가 나타나고 있음을 보여주고 있다. 수목에 폐수를 공급하여 흡수시키거나 정화하는 방법은 유지비용이 저렴하고 넓은 면적에 걸쳐 지속적으로 적용할 수 있는 장점이 있어 최근에는 이에 대한 다양한 연구가 시도되고 있다(여 등, 2003).

그러나 기존의 축산분뇨의 효율적인 처리 및 활용방안과 관련된 거의 대부분의 연구는 돈분뇨를 일정기간 부숙·발효시킨 후 화학비료 대체제로서 논토양, 밭토양 그리고 일부 시설재배지 토양에 처리하였을 때 장·단점을 비교한 연구에 치우친 경향이 있다. 가축분뇨의 퇴비화는 제조기간이 장시간 소요될 뿐만 아니라, 제조공정에 투입되는 에너지 비용이 높아 유통제품의 가격이 비싸기 때문에 시설재배지나 과수원 등에 편중되어 사용되고 있으며, 일반 경종농가에서는 주로 액상구비 형태로 이용하고 있다. 이러한 과정에서 가축분뇨 퇴비의 적용범위가 제한되어 자원화 하는데 적잖은 걸림돌로 작용하고 있다. 축산분뇨의 효율적이고 합리적인 자원화를 이끌어

내기 위해서는 기존의 퇴비화에 국한되지 않는 다양한 처리방안이 모색되어야 할 것이다.

따라서 본 연구는 축산분뇨의 처리범위를 확대하여 효율적인 자원화 방안을 마련하는데 필요한 기초자료를 제공하기 위해 수행되었다. 이를 위하여 퇴비화 과정의 부숙제로 사용되는 톱밥이나 왕겨를 혼합하지 않은 상태에서 별도의 발효·부숙공정을 거치지 않은 고형 돈분을 직접 처리하여 해송종자의 발아와 해송묘의 생장 반응 그리고 해송 묘에 의한 질소와 인산의 흡수에 대해 조사하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

실험에 사용된 해송(*Pinus thunbergii*) 종자는 2003년도에 채취한 것으로서 국립산림과학원 유전자원부로부터 분양받았다. 실험에 처리된 고형 돈분은 전라북도 완주군 삼례읍 양돈가에서 습식 상태로 채취하여 비닐하우스내에서 풍건시켜 1mm 크기로 분쇄하였다. 고형 돈분은 질소와 인의 함량이 매우 높고 탄소 함량에 비해 상대적으로 질소 함량이 높아 탄질률(C/N ratio)이 낮은 상태였다. 퇴비를 농경지에 처리하는데 합리적인 탄질률은 일반적으로 20~30 : 1 정도인데, 본 실험에 사용된 고형 돈분은 11 : 1 수준으로 상대적으로 질소가 풍부하므로 미생물이 이용하고 남은 질소의 상당부분이 탈질이나 용탈을 거쳐 손실될 가능성이 높을 것으로 예상된다(Table 1). 실험토양은 전북대학교 학술림의 산림토양으로, 표토를 걷어낸 후 토심 50~100cm 범위의 토양을 채취하여 음건시킨 후 2mm 토양체를 통과한 것을 대상으로 하였다. 실험토양은 질소와 인산과 같은 식물영양물질의 함량이 매우 낮은 상태였으며, 모래 함량이 높은 양질사토(loamy sand; LS)로 분류되었다(Table 2). 본 실험에서는 상기에서 논의한 고형 돈분과 토양과의 혼합시 부피 백분율(W/W)을 기준으로 대조구, 1, 2, 3, 4, 6, 8 부피 %로 하였다.

**Table 1.** Chemical properties of a dried swine excrement used in the experiment.

pH(1 : 5)	Total-N	Total-P	Total-C	C/N ratio	Ca	Mg	Na	K
	%				%			
6.33	3.85	6.13	43.2	11.2	0.62	0.18	0.25	0.19

**Table 2.** Physical and chemical properties of soil used in experiment.

Chemical properties	Particle size fraction (%)		
Organic matter (%)	0.24	Sand	76.0
pH (1 : 5)	5.80	Silt	9.6
EC(dS/m)	0.22	Clay	14.4
Total-N (mg/kg)	169.7		
Total-P (mg/kg)	64.0		
CEC (cmol/kg)	4.12		
Exchangeable cations (cmol/kg)			
Ca	1.99		
Mg	0.45		
K	0.14		

## 2. 수목재배

플라스틱 포트(30×30×35cm)에 고품질 돈분과 실험토양의 혼합분을 동일하게 10kg 씩 충전한 후 토양 표면에 1/4 정도가 노출되도록 매몰하였다. 그 후 포장용수량 수준으로 토양수분을 조절 한 다음 어느 정도 토양용액내의 물질이동에 대한 평형이 이루어지도록 1개월 정도 방임상태로

관리하였다. 2004년 4월 28일에 분양받은 해송 종자를 각 처리구당 40립씩 파종하였으며, 3반복으로 실험을 수행하였다. 고품질 돈분 처리농도 1, 2, 3, 4%는 발아율이 높게 나타난 관계로 2004년 7월 1일에 포트당 15개의 유묘만 남기고 나머지는 제거하였으며, 고품질 돈분 처리농도 6%와 8%는 발아율이 저조한 관계로 별도의 유묘 제거작업을 수행하지 않은 상태로 방치하였다. 자연 방임상태에서 10월 19일까지 해송 유묘를 생육시키면서 매 1주일 간격으로 수목의 생육상태를 조사하였다.

## 3. 기상조건

해송의 생장기간 동안 실험포장이 위치해 있는 전라북도 전주시에 기상조건을 조사한 결과는 Table 3과 같다.

## 4. 토양 및 식물체 분석

토양 pH는 토양과 증류수의 비율을 1 : 5로 희석한 현탁액에서 pH-meter(TOA HM-20S)로 측정하였으며, EC는 pH를 측정한 토양용액을 대상

**Table 3.** Weather status during the growth of seedlings of *Pinus thunbergii*.

(Jeonju meteorological office, 2004)

Factor\Month	May	June	July	August	September	October*
Precipitation (mm)	100.4	290.3	247.5	440.5	146.1	7.4
Mean Temp. (°C)	18.5	23.1	26.9	26.6	22.3	15.9
Minimum Temp. (°C)	13.3	18.3	23.3	22.0	16.8	11.7
Maximum Temp. (°C)	22.9	28.9	31.4	29.4	26.6	19.3
Mean humidity (%)	64.6	65.7	72.3	72.1	71.2	63.1
Minimum humidity (%)	41.4	40.3	60.6	59.1	57.4	49.4
Maximum humidity (%)	88.5	90.5	84.5	87.9	89.5	76.0

\* : 1st October to 19th October

으로 전기전도도계 (LF-538)를 이용하여 측정하였고, 총질소는 Kjeldahl법, 유기물은 Walkley-Black법, 총인산은 vanado-molybdate법, 양이온교환용량은 1M-NH<sub>4</sub>OAc(pH : 7.0)을 이용한 침출법, 토성은 USDA 삼각분류법, 그리고 치환성 양이온은 토양 10g을 1M-NH<sub>4</sub>OAc(pH : 7.0)에 의한 침출 후 원자흡수분광광도계를 이용하여 분석하였다. 식물체중 성분분석은 Horner *et al.* (1963)의 방법에 기준하였다. 전질소는 식물체 시료 2g을 취하여 macro kjeldahl 법으로, 전인산은 식물체 시료 2g을 취하여 molybdenum blue법으로 분석을 수행하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 고형돈분 처리시 해송종자의 발아율

해송종자를 파종 후 10일째부터 60일까지를 대상으로 발아율을 조사하였다. 파종 10일 경과 후 대조구는 50%의 발아율을 나타내었으나, 고형 돈분 1% 처리구에서는 45.83% 그리고 8% 처리구에서는 21.67%의 저조한 발아율을 나타내었다. 파종 후 24일 까지는 지속적으로 발아율이 상승하여 대조구의 발아율은 78.33%을 나타내었고, 고형 돈분 1% 처리구에서는 68.83% 그리고 8% 처리구에서는 32.50%로의 발아율을 나타내었다(Figure 1). 파종 31일째에는 일시적으로 발아율이 저조하게 나타났는데 이는 기후적인 요소 즉, 강우량이 적어 종자 발아는 물론 이미 발아된 묘의 일부가 죽었기 때문인 것으로 판단된다. 최종적으로 파종 60일째에 해송종자의 발아율은 대조구에서 79.17%, 고형 돈분 1% 처리구 69.17%, 2% 처리구 66.67%, 3% 처리구 50.83%, 4% 처리구 43.75%, 6% 처리구 37.50% 그리고 8% 처리구에서는 32.50%의 발아율을 나타내었다.

해송종자의 발아율 조사결과, 대조구 보다 고형 돈분 처리구에서 발아율이 감소하는 것으로 나타났으며, 고형 돈분의 처리량이 증가할수록 발아율은 감소하는 경향이였다. 특히 고형 돈분

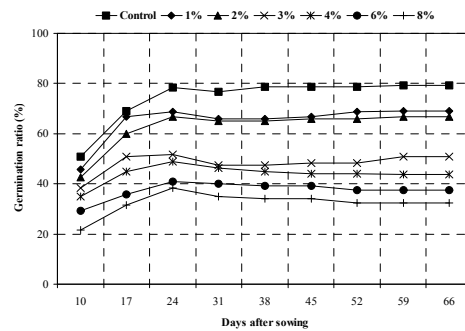


Figure 1. Germination ratio of seedlings of *Pinus thunbergii* after a dried swine excrement treatment.

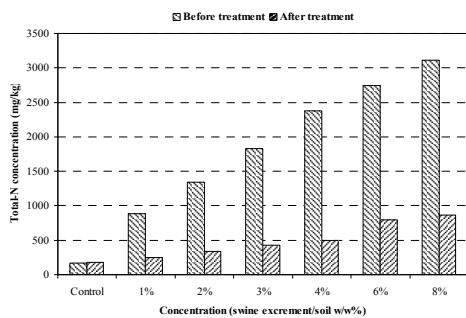
처리농도 3%까지는 파종 후 59일까지 발아율이 점차 증가하는 경향이였으나, 처리농도 4%, 6% 그리고 8%에서는 파종 후 24일까지는 완만하게 증가하는 경향을 나타내다가 그 이후부터는 오히려 감소하는 것으로 조사되었다. 이같은 결과는 고형 돈분 처리량이 증가할수록 암모니아나 황화수소와 같은 유해가스의 발생량이 증가하여 종자의 발아력을 저해시켰거나, 기존에 발아가 완료되었던 유식물의 생육에 가스장애를 일으켰기 때문인 것으로 판단된다. 결론적으로, 고형 돈분을 임업 묘포장에 처리하여 해송종자로부터 유묘를 생산하기 위해서는 최대 처리농도를 3% 이내에서 제한하여야 할 것으로 판단된다.

#### 2. 토양 중 질소 및 인산의 함량 변화

실험토양의 처리 전 총질소 함량이 169.7mg/kg 이었는데, 고형돈분 처리에 따라 실험토양 중 총질소의 함량이 증가하는 것으로 나타났다. 실험 토양과 고형돈분이 혼합된 실험구토양의 총질소의 함량을 조사한 결과, 고형돈분 1% 처리구 887.7mg/kg, 2% 처리구 1,344.3mg/kg, 3% 처리구 1,827.1mg/kg, 4% 처리구 2,380.4mg/kg, 6% 처리구 2,745.2mg/kg 그리고 8% 처리구에서는 3,113.2mg/kg으로 나타나 고형돈분의 처리량이 증가할수록 토양중 총질소의 증가폭이 크게 나타났다. 이와같은 실험결과는 어느 정도 예측된 것으로서, 처리된 고형돈분에는 약 3.85%의 총

질소가 함유되어 있었던 관계로 토양미생물에 의한 고형돈분의 유기물 분해작용에 기인한 것으로 판단된다.

해송종자를 파종하여 175일간 생육시킨 후 토양 중 총질소의 함량을 조사한 결과, 대조구의 총질소 함량은 181.2mg/kg으로 처리 전 보다 약간 증가하는 경향이었다. 이는 강우에 의한 질소원의 자연적인 공급효과로 판단된다. 한편, 실험포트 중 총질소의 함량은 고형돈분 1% 처리구 250.8mg/kg, 2% 처리구 334.4mg/kg, 3% 처리구 425.9mg/kg, 4% 처리구 501.7mg/kg, 6% 처리구 784.3mg/kg 그리고 8% 처리구에서는 864.0mg/kg으로 나타났다. 위의 결과만을 놓고 판단해 볼 때, 해송의 생육과정에서 상당량의 질소가 해송 식물체로 전이된 것으로 판단된다. 본 연구에서는 정확하게 조사하지는 않았지만 처리된 고형돈분으로부터 유래된 질소원 가운데 탈질작용, 암모니아 휘산을 통한 대기 중으로의 손실, 강우에 의한 지표 유출 그리고 지하침투과정을 통한 질소원의 용탈 등 생태계내에서 질소순환 과정을 통해 상당량의 질소가 이동하였을 것으로 추정된다. 현재 진행중인 임업 묘포장에 처리된 고형돈분으로부터 유래되는 질소원의 토양 중 행방 구명에 대한 포괄적이고 상세한 추가 연구를 완료되면 위에서 논의된 질소의 토양 내 잔류형태에 대한 객관적인 해석이 가능할 것으로 판단된다.

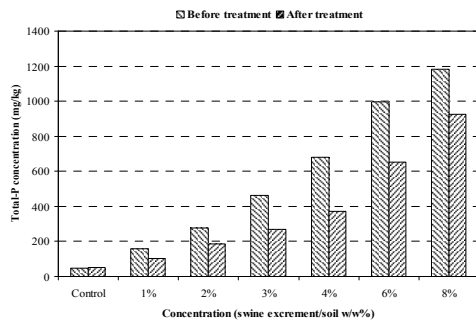


**Figure 2.** Changes in concentration of Total-N in nursery soil treated with a dried swine excrement before and after planting with seedlings of *Pinus thunbergii*.

실험토양과 고형돈분이 혼합된 실험구토양의 총인산 함량을 조사한 결과, 대조구 48.9mg/kg, 고형돈분 1% 처리구 157.7mg/kg, 2% 처리구 277.6mg/kg, 3% 처리구 462.4mg/kg, 4% 처리구 680.8mg/kg, 6% 처리구 998.1mg/kg 그리고 8% 처리구에서는 1,184.2mg/kg으로 나타나 고형돈분의 처리량이 증가할수록 토양 중 총인산의 함량이 크게 증가한 것으로 나타났다. 토양과 혼합된 고형돈분에는 약 5.45%의 총인산이 함유되어 있었기 때문에 총인산의 함량이 증가한 것으로 판단된다. 원 등(2004)의 연구결과에 의하면, 가축분 퇴비 처리시 토양 중 유기탄소는 대조구의 4.3배, 질소는 3.4배 그리고 인산은 각각 2.8배 각각 증가하였다고 보고한 바 있다. 본 연구에서도 고형돈분의 처리량에 따라 다소 차이는 있지만 대조구에 비해 상당량의 질소와 인산의 토양공급효과가 있었던 것으로 나타났다.

해송종자를 파종하여 175일간 생육시킨 후 토양 중 총인산의 함량을 조사한 결과, 대조구의 총인산 함량은 50.0mg/kg으로 처리전 토양과 별다른 차이를 나타내지 않았다. 이같은 결과는 강우와 관개수에 함유되어 있는 인산 성분은 질소와는 달리 상당히 미량 함유되어 있기 때문에 인산의 자연적인 공급효과는 크게 기대할 수 없는 것으로 나타났다.

한편, 실험포트 중 총인산의 함량은 고형돈분 1% 처리구 103.2mg/kg, 2% 처리구 183.9mg/kg, 3% 처리구 268.8mg/kg, 4% 처리구 372.4mg/kg, 6% 처리구 652.2mg/kg 그리고 8% 처리구에서는 925.7mg/kg으로 나타났다. 일반적으로 인산의 경우 질소와는 달리 토양 내에서 이동성이 낮은 물질로 알려져 있다. 화학비료로 처리된 인산의 90% 이상이 토양에 고정되거나 흡착되어 실제적으로 식물체에 의한 인산의 흡수이행량은 그다지 높지 않은 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 처리 전 실험포트에 분포하는 총인산의 함량과 처리 후 함량을 비교해 보았을 때 최소 20%, 최대 50% 정도가 토양으로부터 인산이 이동된 것으로



**Figure 3.** Changes in concentration of Total-P in soil treated with a dried swine excrement before and after planting with seedlings of *Pinus thunbergii*.

나타났다. 이들 가운데 일부분은 해송에 의한 식물흡수가 이루어졌을 것이고, 나머지는 강우에 의한 지표유출에 의해 이동되었을 것으로 추정된다. 토양 중에서 인산의 행방은 질소와는 상당한 차이를 보이고 있는데, 인산은 대기로의 손실이 전혀 이루어지지 않고, 토양 내에 흡착, 고정되는 양이 상당 부분을 차지하거나 일부 극미량의 인산이 지하이동을 통한 용탈손실이 이루어졌을 것으로 추정된다.

### 3. 해송 묘목에 의한 질소 및 인산 흡수

해송종자를 파종 후 175일 동안 생육시킨 해송을 대상으로 뿌리부분과 잎+줄기 부분을 분리하여 질소의 흡수이행량을 조사한 결과는 다음과 같다. 해송 묘목의 뿌리 중 총질소의 함량은 대조구에서 7,037.1mg/kg인 반면에, 고형돈분 1% 처리구 7,594.5mg/kg, 2% 처리구 8,500.2mg/kg, 3% 처리구 8,648.1mg/kg, 4% 처리구 8,948.2mg/kg, 6% 처리구 9,602.6mg/kg 그리고 8% 처리구에서는 10,451.7mg/kg으로 나타나 토양 중 고형돈분 처리비율이 높을수록 해송의 뿌리 내 질소의 함량이 증가하는 경향이였다.

해송묘목의 잎·줄기 중 총질소의 함량은 대조구에서 8,500.2mg/kg인 반면에, 고형돈분 1% 처리구 9,336.3mg/kg, 2% 처리구 9,548.8mg/kg, 3% 처리구 9,824.3mg/kg, 4% 처리구 10,242.1

mg/kg, 6% 처리구 11,844.6mg/kg 그리고 8% 처리구에서는 13,144.8mg/kg으로 나타나 해송묘목의 뿌리에서와 동일하게 고형돈분 처리비율이 높을수록 잎·줄기 중 질소의 함량이 증가하는 경향이였다(Table 4).

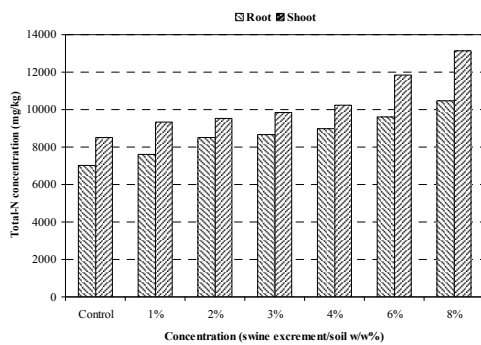
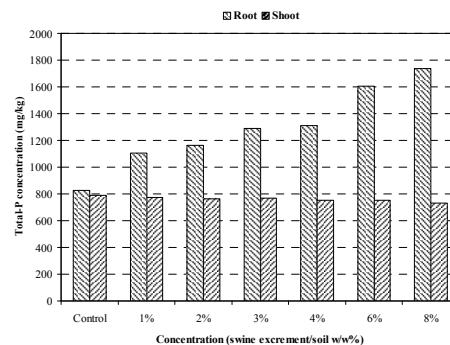
보통 식물체는 2~4%의 질소를 함유하고 있는 것으로 알려지고 있는데, 본 실험에서 조사된 해송 묘목의 뿌리부분과 잎·줄기 부분을 합한 질소의 함량을 조사한 결과, 대조구에서 약 1.5% 고형돈분 1% 처리구 1.7%, 2% 처리구 1.8%, 3% 처리구 1.8%, 4% 처리구 1.9%, 6% 처리구 2.1% 그리고 8% 처리구에서는 2.4%를 나타내었다. 해송 묘목의 성장량과 관련지어 고찰해 보면, 고형돈분 4% 이상의 처리구에서 완만하게 성장량이 감소한 것으로 나타난 것으로 보아 해송묘목의 경우 식물체내 질소 함량이 2% 수준이 적정한 것으로 판단된다.

해송 묘목의 뿌리 중 총인산의 함량은 대조구에서 825.8mg/kg인 반면에, 고형돈분 1% 처리구 1,106.8mg/kg, 2% 처리구 1,163.0mg/kg, 3% 처리구 1,288.0mg/kg, 4% 처리구 1,312.8mg/kg, 6% 처리구 1,706.2mg/kg 그리고 8% 처리구에서는 1,837.4mg/kg으로 나타나 질소의 흡수이행량과 동일하게 고형돈분 처리비율이 높을수록 해송의 뿌리내 인산의 함량이 증가하는 경향이였다(Table 4). 특이하게 고형돈분 처리농도 6% 처리구와 8% 처리구에서 해송묘목 뿌리로의 흡수이행량이 급격하게 증가하는 것으로 조사되였다.

해송묘목의 잎·줄기중 총인산의 함량은 대조구에서 788.32mg/kg인 반면에, 고형돈분 1% 처리구 775.4mg/kg, 2% 처리구 763.9mg/kg, 3% 처리구 769.5mg/kg, 4% 처리구 752.9mg/kg, 6% 처리구 750.1mg/kg 그리고 8% 처리구에서는 732.9mg/kg으로 나타나 해송묘목의 뿌리에서와 동일하게 고형돈분 처리비율이 높을수록 잎·줄기중 인산의 함량은 일정하지는 않지만 감소하는 경향이였다. 고형돈분 처리구 모두에서 대조구보다 낮은 인산함량을 나타내었을 뿐만 아니라 고형돈분

**Table 4.** Contents of Total-N, Total-P in root and leaves+stems of *Pinus thunbergii* treated with treated with a dried swine excrement 179days after sowing.

Ratio of pig's dung	Contents of N, P in root		Contents of N, P in leaves + stem	
	Tot-N(mg/kg)	Tot-p(mg/kg)*	Tot-N(mg/kg)	Tot-p(mg/kg)*
	mean±SD	mean±SD	mean±SD	mean±SD
Con.	7037.1 <sup>c</sup> ±140.52	825.8 <sup>a</sup> ±17.68	8500.2 <sup>c</sup> ±235.49	788.3 <sup>a</sup> ±14.86
1%	7594.5 <sup>dc</sup> ±190.77	1106.8 <sup>a</sup> ±64.30	9336.3 <sup>dc</sup> ±221.58	775.4 <sup>a</sup> ±10.82
2%	8500.2 <sup>cd</sup> ±185.09	1163.0 <sup>a</sup> ±81.22	9545.8 <sup>cd</sup> ±225.50	763.9 <sup>a</sup> ±13.98
3%	8648.1 <sup>cd</sup> ±183.34	1288.0 <sup>a</sup> ±65.29	9824.3 <sup>cd</sup> ±345.37	769.5 <sup>a</sup> ±12.88
4%	8948.2 <sup>c</sup> ±205.73	1312.8 <sup>a</sup> ±87.93	10242.1 <sup>c</sup> ±544.50	752.9 <sup>a</sup> ± 9.14
6%	9602.6 <sup>b</sup> ±256.68	1606.2 <sup>a</sup> ±71.84	11844.6 <sup>b</sup> ±519.67	750.1 <sup>a</sup> ±25.66
8%	10451.7 <sup>a</sup> ±467.01	1737.4 <sup>a</sup> ±91.45	13143.8 <sup>a</sup> ±678.55	732.9 <sup>a</sup> ±10.49

**Figure 4.** Concentrations of Total-N in root of *Pinus thunbergii* treated with a dried swine excrement 179 days after sowing.**Figure 5.** Concentrations of Total-P in root of *Pinus thunbergii* treated with a dried swine excrement (after sowing 179 days).

의 처리량이 증가할수록 잎·줄기 중에 분포하는 인산의 함량이 감소하는 경향이였다. 이러한 결과에 대해 최소유의차 검정을 수행한 결과 유의성이 나타나지 않아 고형돈분의 처리량에 따른 해송묘목의 잎과 줄기 중에 분포하는 총인산의 함량과는 별다른 관계가 없는 것으로 판단된다.

본 실험에서 조사된 해송 묘목의 뿌리부분과 잎·줄기 부분을 합한 인산의 함량을 조사한 결과, 대조구에서 약 0.16%, 고형돈분 1% 처리구 0.19%, 2% 처리구 0.19%, 3% 처리구 0.21%, 4% 처리구 0.21%, 6% 처리구 0.25% 그리고 8% 처리구에서는 0.26%를 나타내었다. 해송 묘목의 성장량과 관련지어 고찰해 보면, 고형돈분 4% 이

상의 처리구에서 완만하게 성장량이 감소한 것으로 나타난 것으로 보아 해송 묘목의 경우 식물체 내 질소 함량이 0.2% 수준이 적정한 것으로 판단 된다.

결론적으로, 질소의 경우 해송묘목의 뿌리에서 보다 잎·줄기에서 더 높은 함량을 나타내었으나 인산은 반대의 경향으로 잎·줄기에서보다 뿌리에서 더 많이 검출되었다. 또한 해송의 뿌리와 줄기에서의 질소 흡수이행량은 고형돈분의 처리량이 높아질수록 증가하는 경향을 나타내었으나, 해송묘목의 잎과 줄기로의 인산 흡수이행량은 반대의 경향을 나타내었으나 유의성은 인정되지 않았다.

4. 해송의 성장량

실험포트에 해송종자를 파종한 후 179일 동안 재배시험을 완료하였다. 해송묘목의 성장량 조사는 파종후 109일째부터 매 일주일 간격으로 지상부 길이를 측정하였는데 그 결과는 다음과 같다. 파종 후 109일째 해송묘목의 대조구는 1.81cm인 반면, 고형돈분 처리농도 2% 처리구에서는 5.04cm로 가장 높게 나타나 고형돈분에 함유되어 있는 여러 가지 식물양분이 바람직하게 작용한 것으로 판단된다. 파종 후 179일째 해송묘목의 대조구는 2.66cm인 반면 고형돈분 처리농도 1% 처리구 5.75cm, 2% 처리구 5.89cm, 3% 처리구 5.48cm, 4% 처리구 5.10cm, 6% 처리구 4.68% 그리고 8% 처리구 4.46cm의 성장량을 나타내었다. 고형돈분의 2% 처리구에서 성장량이 가장 양호하게 나타난 반면에 고형돈분 4% 처리구부터 성장정도가 감소한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 처리된 고형돈분의 양이 증가할수록 일부 영양물질의 과다와 함께 고형돈분의 분해과정에서 발생되는 메탄, 황화수소, 암모니아가스로 인한 장애를 받았기 때문인 것으로 판단된다. 상기 고형돈분의 처리량별 해송묘목의 성장량과의 관계를 T검정을 수행한 결과, 고형돈분 처리농도 1%와 2%가 동일한 군으로 가장 효과가 우수하

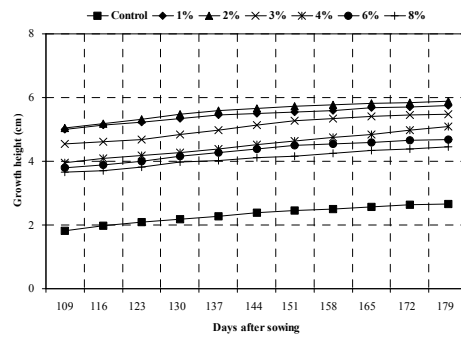


Figure 6. Growth response of Seedlings of *Pinus thunbergii* treated with a dried swine excrement.

게 나타났다(Table 5). 따라서 추후 임업 묘포지에 고형돈분을 처리하여 화학비료의 대체 및 축산분뇨 자원의 이용범위를 확대할 수 있는 방안을 모색할 경우에는 토양과 고형돈분의 혼합비율을 중량%로 2% 이내로 제한하는 것이 효율적일 것으로 판단된다.

IV. 결 론

발효·부숙시키지 않은 생 고형돈분을 임업 묘포장에서 자라고 있는 해송 묘목에 처리한 후 토양의 화학성 변화, 해송 묘목의 성장과 질소·인의 흡수이행량을 조사한 결과는 다음과 같다.

Table 5. Growth of Seedlings of *Pinus thunbergii* treated with a dried swine excrement.

Passed\Treat	Con. Mean±SD	1%Treat. Mean±SD	2%Treat. Mean±SD	3%Treat. Mean±SD	4%Treat. Mean±SD	6%Treat. Mean±SD	8%Treat. Mean±SD
109days	1.81±0.20	4.99±0.37	5.04±0.35	4.55±0.70	3.95±0.17	3.79±0.13	3.65±0.24
116	1.97±0.22	5.13±0.28	5.19±0.34	4.61±0.65	4.09±0.26	3.88±0.14	3.71±0.28
123	2.10±0.19	5.22±0.16	5.32±0.30	4.68±0.60	4.19±0.28	4.00±0.14	3.81±0.28
130	2.19±0.16	5.34±0.24	5.48±0.30	4.84±0.53	4.28±0.29	4.15±0.23	3.97±0.28
137	2.27±0.12	5.45±0.27	5.58±0.29	4.98±0.56	4.39±0.39	4.28±0.15	4.03±0.24
144	2.39±0.12	5.49±0.28	5.67±0.29	5.13±0.64	4.53±0.39	4.38±0.20	4.11±0.24
151	2.45±0.12	5.54±0.24	5.72±0.29	5.27±0.63	4.63±0.43	4.49±0.25	4.17±0.24
158	2.50±0.10	5.60±0.26	5.78±0.26	5.35±0.62	4.75±0.39	4.55±0.29	4.24±0.22
165	2.57±0.08	5.68±0.28	5.82±0.25	5.41±0.53	4.85±0.35	4.60±0.29	4.33±0.18
172	2.63±0.07	5.71±0.29	5.85±0.26	5.45±0.56	4.98±0.32	4.65±0.25	4.39±0.18
179	2.66±0.06 <sup>f</sup>	5.75±0.27 <sup>a</sup>	5.89±0.27 <sup>a</sup>	5.48±0.56 <sup>b</sup>	5.10±0.31 <sup>c</sup>	4.68±0.25 <sup>d</sup>	4.46±0.17 <sup>e</sup>



대조구보다 고품질 분 처리구에서 해송종자의 발아율이 감소하는 것으로 나타났으며, 고품질 분과 토양의 혼합비율(중량%) 3% 이상에서는 발아율이 상당히 저조하게 나타났다. 임업 묘포장 토양에 생 고품질 분을 처리함으로써 토양중에서 질소와 인산의 함량이 증가하는 경향이 있었다. 식물체로의 영양물질 흡수이행량을 조사한 결과, 질소의 경우 해송 묘목의 뿌리에서 보다 줄기·잎에서 더 높은 함량을 나타내었으나 인산은 반대의 경향으로 줄기·잎에서보다 뿌리에서 더 높게 검출되었다. 또한 해송의 뿌리와 줄기에서의 질소 흡수이행량은 고품질 분의 처리량이 높아질수록 증가하는 경향을 나타내었으나, 해송묘목의 잎과 줄기로의 인산 흡수이행량은 반대의 경향을 나타내었으나 유의성은 인정되지 않았다. 해송 묘목의 생장량은 고품질 분의 2% 처리구에서 생장량이 가장 양호하게 나타난 반면에 고품질 분 4% 처리구부터 생장정도가 감소한 것으로 나타났다. 따라서 추후 임업 묘포지에 고품질 분을 처리하여 화학비료의 대체 및 축산분뇨 자원의 이용범위를 확대할 수 있는 방안을 모색할 경우에는 토양과 고품질 분의 혼합비율을 중량%로 2% 이내로 제한하는 것이 효율적일 것으로 판단된다.

### 인 용 문 헌

- 곽한강 · 성기석 · 이남중 · 이상범 · 한민수 · 노기안. 2003. 시설재배지에서 화학비료와 돈분 퇴비사용에 따른 토양의 화학성 및 생물상 변화. 한국토양비료학회지 36(5) : 304-310.
- 김문철 · 최대진 · 송상택. 2001. 돈분액비와 인산시용이 이탈리아 라이그라스의 건물수량 및 질소와 인 흡수에 미치는 영향. 동물자원지 43(6) : 973-980.
- 김재영 · 금송연. 2004. 시설재배토양에서 돈분뇨 액비의 사용효과. 건국대학교 자연과학연구지 15 : 59-67.
- 여진기 · 구영본 · 손두식. 2001. 축산폐수 처리에 따른 포플리류의 생육반응 및 축산폐수 흡수기능. 한국임학회지 90(6) : 734-741.
- 우수영 · 이동섭 · 김동근 · 김판기. 2001. 생활쓰레기 매립지 침출수가 이태리포플러와 자작나무 묘목에 미치는 영향(II). 한국임학회지 90(1) : 55-63.
- 원항연 · 권장식 · 신용광 · 김승환 · 서장선 · 최우영. 2004. 돈분퇴비의 시용이 토양의 미생물체량 및 효소활성에 미치는 영향. 한국토양비료학회지 37(2) : 109-115.
- 이종태 · 이찬중 · 김희대. 2004. 벼-양파 작부체계에서 화학비료 절감을 위한 돈분뇨 액비의 활용. 한국토양비료학회지 37(3) : 145-155.
- 장기운 · 조성현 · 곽정하. 1999. 계분 및 돈분퇴비의 연용에 의한 토양의 물리화학성 변화. 폐기물자원화 7(1) : 23-30.
- 전주기상대. 2004. 전주지역의 기상 개황
- 조현숙 · 김충국 · 서종호 · 이종기 · 엄순표 · 오택근. 2005. 벼-보리 작부체계에서 돈분뇨 시용이 수량 및 품질에 미치는 영향. 한국작물학회지 50 : 99-103.
- Homer, D. C., and P. F. Pratt. 1961. Methods of analysis for soils, plants and water.