

고형돈분 처리에 따른 벚나무의 유묘생장 및 질소·인산 흡수에 관한 연구

염창호¹⁾·임유미¹⁾·채승민¹⁾·이창현²⁾

¹⁾ 전북대학교 대학원 임학과 ²⁾ 전북대학교 산림환경과학과(전북대학교 농업과학기술연구소)

Study on Nitrogen·Phosphorus Absorption and Growth of Seedling
of *Prunus serrulata* var. *serrulata* f. *spontanea* (E.H. Wilson)
C. S. Chang by Treatment with Dried Swine Excrement

Yeum, Chang-Ho¹⁾ · Lim, You-Mi¹⁾ · Chae, Seung-Min¹⁾ and Lee, Chang-Heon²⁾

¹⁾ Dept. of Forestry, Graduate School, Chonbuk National University,

²⁾ Dept. of Forest Environmental Science, Chonbuk National University.

ABSTRACT

Prunus serrulata var. *serrulata* f. *spontanea* (E. H. Wilson) C. S. Chang was treated with dried swine excrement at various concentration levels, and their growth reactions and the contents of total kjeldahl nitrogen and total phosphoric acid were analyzed. The result is as follows;

1. When the plants were treated with 0.25% of dried swine excrement, the seed germination rate of *Prunus serrulata* var. *serrulata* f. *spontanea* was higher than that of the control. However, it showed a tendency to decrease when the treatment concentration got higher than 0.25%.

2. The growth rate of species was highest when they were treated with 0.25% of dried swine excrement. It tended to decrease with higher treatment concentration than 0.25%. Significant difference was clear between the control and the experimental plants of *Prunus serrulata* var. *serrulata* f. *spontanea*.

3. The contents of nitrogen and phosphoric acid in *Prunus serrulata* var. *serrulata* f. *spontanea* also

First author : Yeum, Chang-Ho, Dept. of Forestry, Graduate School, Chonbuk National University.,
Tel : +82-10-4412-0459, E-mail : changhoda@naver.com

Corresponding author : Lee, Chang-Heon, Dept. of Forestry, Graduate School, Chonbuk National University.,
Tel : +82-10-6605-2589, E-mail : leech@jbnu.ac.kr

Received : 18 April, 2011. **Revised** : 10 August, 2011. **Accepted** : 1 December, 2011.

got higher as the concentration of dried swine excrement increased. However, the content of total kjeldahl nitrogen was highest in the leaves, and followed by the roots and stems. In contrast, the content of total phosphoric acid were highest in the roots, and followed by the leaves and stems. Therefore, stems had the lowest contents of both nitrogen and phosphoric acid.

4. The contents of total kjeldahl nitrogen and total phosphoric acid in the soil were measured before and after the growth experiment of *Prunus serrulata* var. *serrulata* f. *spontanea* treated with dried swine excrement. The contents of nitrogen and phosphoric acid significantly decreased after the experiment.

In conclusion, the contents of total kjeldahl nitrogen and total phosphoric acid accumulated in the plants increased as the concentration level of dried swine excrement got higher. The seed germination and plant growth rates were best at 0.25% treatment of dried swine excrement. The treatment of dried swine excrement may bring high effects on increasing the plant growth rate but could damage the plants with higher concentration than they need. Different optimal concentration levels of dried swine excrement for different plants should be found before it is used as fertilizer.

Key Words : *Fertilizer, Germination, Growth rate, Treatment concentration.*

I. 서 론

각종 산업 활동으로부터 발생하는 유기성 폐기물이 적절한 처리를 거치지 않고 자연계에 배출되었을 경우 토양과 수질에 대한 직접적인 오염원이 된다. 이러한 산업활동 중 축산업은 소, 돼지, 닭 등을 기르는 과정에서 분뇨배설 등 유기성 오염원 배출이 불가피하다. 국내 축산업은 1970년대 이후 양적·질적인 면에서 급속한 증가추세를 보여 왔으며 1990년대에 들어서면서부터 개별농가의 전문화, 대규모화가 진행되어 각각의 개별농가가 다량의 유기성 오염물 취급주체가 되었다.

현재 축산분뇨 처리 형태는 비료자원화(위탁포함) 88.6%, 정화처리 7.5%, 해양배출 3.9% 등인데, 해양배출의 대부분은 돼지 분뇨이다. 이처럼 수질오염원으로 돼지 분뇨의 특징은 고농도 오염물질로 BOD 2만ppm 이상 고농도로 질소와 인이 다량 함유되어 우리나라 전체 오폐수 발생총량의 0.6%에 불과하나, 오염부하는 25.8%를 차지하고 있다. 또 동일발생량 대비 돼지분뇨의 BOD 부하량은 생활하수의 67배에 이르고 있으

며, 현재 4대강 수질오염 부하의 17~28%를 차지하고 있다(전북지역환경기술개발센터, 2008).

축산분뇨의 경우 과거 화학비료가 충분하지 못했던 시절에는 작물을 재배하는 데에 아주 중요한 시비자원이었다. 그러나 오늘날에는 축산분뇨가 주요 환경오염원으로서 처리와 정화에 엄청난 경제적 비용을 투입하고 있는 실정이다. 이러한 오염원인 축산분뇨를 시비자원으로서 잘 활용한다면 작물재배 및 조경수 생산에 큰 경제적 이익을 제공할 것이다. 돼지분뇨에는 양분공급원으로서 작물의 시비요구량대비 질소 36% 이상, 인산 65% 이상 공급이 가능하고 토양개량제로 유기물 및 각종 미량물질을 다량 함유하고 있다(전북지역환경기술개발센터, 2008). 이러한 축산 배설물 등이 효율적으로 이용될 수 있으나 그러지 못하고 그냥 버려진다면 심각한 환경오염의 원인을 제공할 것이다. 이러한 측면에서 현재 우리나라는 이들 축산분뇨를 주로 퇴비화, 액비화하여 국내에서 발생된 축산분뇨의 약 70%가 농경지에 환원되고 있으며, 그 형태는 퇴비와 액상구비기구를 이루고 있다(조현숙 등, 2005).

따라서 본 연구는 수질 오염원이 되고 있는 축

산분뇨를 이용하여 수목묘의 증산을 통한 처리범위를 확대하여 효율적인 자원화 방안을 마련하는데에 필요한 기초자료를 제공하기 위해, 별도의 부속 공정을 거치지 않은 고형돈분을 조정수나 가로수로서 각광을 받을 수 있는 뽕나무를 대상으로 파종시 직접 처리하여 뽕나무의 종자 발아와 유효의 생장 반응 및 식물체내 질소인산 함량을 분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

뽕나무(*Prunus serrulata*) 종자는 전북대학교 학술림에서 2008년에 노천매장 되어있는 종자를 공급받아 물에 침지하여 가라 앉은 종자를 대상으로 다시 육안으로 견실한 종자를 선별하여 이용하였다. 고형돈분은 전라북도 완주군 삼례읍 양돈가에서 공급받아 기건 후에 마쇄하여 1mm 체로 거른 후 사용하였다. 실험토양은 전북대학교 학술림 묘포장에서 실험에 이용하는 토양을 사용하였으며(표 1), 토양은 표토를 15cm 정도 걷어내고 5mm 토양체를 통과한 것을 사용하였다.

2. 연구 방법

1) 뽕나무 종자의 파종 및 재배

뽕나무 재배실험은 2009년 3월 4일부터 2009년 6월 15일까지 수행하였으며. 상토는 토양과 고형돈분을 중량비로 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 2.0%씩 혼합한 후, 처리구별로 플라스틱 포트(62×23×17cm)에 채우고 종자를 40립씩 4반복으

로 파종하였다.

온실의 조건은 강우만을 차단하고 항상 오픈된 상태에서 1일 1회 스프링클러를 이용하여 30분 동안 관수하였다. 상토는 토양과 고형돈분을 중량비로 0, 0.25, 0.5, 1.0, 1.5%로 섞어 혼합한 후 처리구별로 플라스틱 포트(39×23×17cm)에 채우고 종자를 40립씩 4반복으로 파종하였다. 태양광과 그 외의 변수를 최소화하기 위해 1주일에 한번 씩 포트의 위치를 변경해 주었다. 뽕나무 종자가 발아된 시점부터 발아율을 측정하였고, 뽕나무 생육에 방해가 되지 않도록 수시로 잡초를 제거하고 병충해가 발생하면 즉시 방제하였다.

뽕나무의 발아실험은 파종 후 발아가 거의 종료되는 시점까지 각각 37일 동안 실시하였으며, 생장실험은 67일 동안 실시하였다.

2) 돈분 분석 및 토양·식물 분석 방법

본 실험에 이용된 고형돈분의 주요 성분은 전질소 4.07%이며, 총인산 함량은 60,300mg/kg이었다. 그 외의 성분은 표 2와 같다. 토양은 파종전의 것과 식물체의 생장실험이 끝난 후의 토양을 채취하여 통풍이 잘되는 곳에서 음건시킨 후 이물질을 제거한 다음 2mm 체로 거른 후 토양 중전질소와 총인산을 분석하였다.

식물체의 경우 발아율 조사가 끝난 후 일정 수의 표본만 남겨두어 67일 동안 생장한 후 분석을 위해 처리구별, 부위별로 채취하였다. 생장실험이 끝나고 채취한 식물체의 시료는 70℃의 건조기에서 72시간동안 건조시킨 후 전질소와 총인산 함량 분석에 이용하였다. 전질소는 시료에

표 1. 실험에 사용된 토양 성분.

성분		입도분석결과 (%)		교환성 양이온 (cmol/kg)	
유기물 (%)	0.24	모래	76.0	칼슘	1.99
산도 (1 : 5)	5.80	미사	9.6	마그네슘	0.45
전기전도도 (dS/m)	0.22	점토	14.4	칼륨	0.14
양이온치환용량 (cmol/kg)	4.12				

표 2. 실험에 사용한 돈분의 성분.

성분	인(mg/kg)	질소(%)	철(mg/kg)	칼륨(%)	칼슘(%)	마그네슘(%)
합량	60,300	4.07	4,995.3	2.0	2.67	0.96

H₂SO₄과 분해촉매제를 첨가하고 420℃에서 분해한 후 CN-분석기(Vario Max CN, 독일)를 사용하여 측정하였다. 총인산은 토양 및 식물체 분석법(농촌진흥청, 2000)의 Vanadate법에 따라 분석하였다. 즉, 시료 0.5g을 HNO₃-H₂SO₄(1 : 1)으로 분해하고 Ammonium Meta Vanadate 용액을 가하고 분광광도계로 470nm에서 흡광도를 측정하였다.

3) 온·습도 조건

벗나무의 생장기간 동안 전북대학교가 위치해 있는 전라북도 전주시의 기상조건은 표 3과 같이 나타났다. 실험 기간 동안 온실 내부에 전자온습

표 3. 전주시의 온습도(Surface Synoptic Stations : Jeonju N 35°49' E 127°09').

월(2009년) 강수량·온도·습도	월(2009년)			
	3월	4월	5월	6월
강수량(mm)	50.2	19.5	113.8	105.5
평균기온(℃)	7.0	12.6	18.9	22.9
최저온도(℃)	1.5	6.3	12.4	17.6
최고온도(℃)	13.4	20.2	26.2	29.1
평균습도(%)	58.6	54.2	57.2	62.3
최저습도(%)	40.5	32.1	26.4	46.5
최고습도(%)	88.3	78.4	86.3	80.3

표 4. 온실내부의 온도(℃)·습도(%)

월/온·습도 (2009년)	평균온도 (℃)	최고온도 (℃)	최저온도 (℃)	평균습도 (%)	최고습도 (%)	최저습도 (%)
3월	19.2	37.4	4.8	62.5	99	8
4월	18.3	42.9	5.0	64.3	99	3
5월	20.3	43.9	6.6	65.8	99	6
6월	23.7	38.1	12.1	72.2	99	15

도 기기(TR-72U)를 설치하여 온실 내부의 온·습도를 측정하였다. 2009년도 온실 내부의 온도는 최고 43.9℃, 최저 4.8℃, 평균 23.9℃이었으며, 습도는 최고 99%이며, 최저 45%이었으며, 평균 53.5%로 나타났다. 또한 실험 기간 동안 온실 내부의 온·습도는 표 4와 같다.

4) 통계 분석

고형돈분의 처리에 따라 달라지는 벗나무 유묘의 뿌리, 줄기, 잎의 전질소와 총인산의 차이를 SPSS(version 12.0)를 이용하여 ANOVA 분석과 Duncan's test를 수행하여 처리구별 벗나무 유묘의 부위별 전질소와 총인산의 차이, 실험 전·후의 토양의 전질소와 총인산의 성분 차이를 다중분산분석과 유의성 검정을 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 벗나무 종자의 발아율

벗나무 종자의 발아는 파종 후 5일째부터 발아하기 시작하여 파종 7~8일째부터는 모든 처리구에서 발아가 시작되었고 31일째까지 발아가 계속되었다. 31일 이후에는 발아가 아주 저조하였으며, 극히 일부이긴 하였으나 37일째까지도 발아하였다(그림 1).

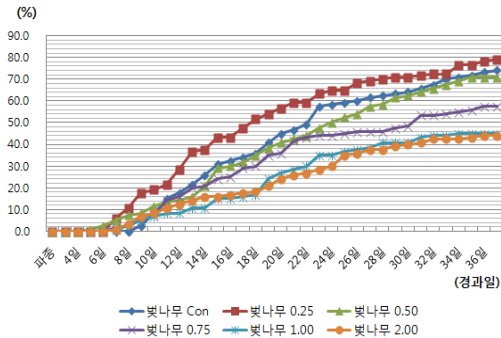


그림 1. 뽕나무(*Prunus serrulata* var. *serrulata* f. *spontanea*)의 처리구별 발아율.

본 실험에서 파종 후 31일째의 발아율을 살펴 보면, 고형돈분 0.25% 처리구가 79.2%로 가장 높았고, 다음은 대조구와 0.5% 처리구가 각각 74.2%와 70.8%로 70% 이상의 발아율을 보였다. 반면, 0.75% 처리구는 57.5%, 1.0%와 2.0% 처리구는 각각 45.0%와 44.2%로서 0.5% 처리구 이하의 저농도 처리구에 비해 1.0% 이상의 고농도 처리구의 발아율은 급격히 저하되는 경향을 보였다.

이상의 결과에서 고형돈분의 처리함량이 증가할수록 발아율이 떨어지는 원인은 처리된 고형돈분의 양이 증가할수록 돈분이 분해되는 과정에서 암모니아나 황화수소와 같은 유해가스가 발생하여 종자발아를 저해시키거나 발아된 유묘를 고사시키는 등 종자발아에 악영향을 끼쳤기 때문인 것으로 추측된다. 이는 기존의 보고(성민웅, 1973; 권성환, 2000)에서 축산분뇨처리가 식물생육에 좋지 않은 영향을 미쳤다는 결과와도 유사하였다.

2. 뽕나무의 유묘 생장량

뽕나무는 2009년 3월 4일에 파종하여 발아가 종료되는 시점인 파종 37일째 이후 생장량을 조사하기 위해 포트 당 7개씩 건전한 유묘만 남기어 6월 15일까지 104일 동안 생장시켰다. 포트 당 7개를 남긴 이유는 뽕나무가 성장하는 동안 포트 별 묘목의 수적인 차이가 생장의 영향인자

표 5. 뽕나무(*Prunus serrulata* var. *serrulata* f. *spontanea*)의 처리구별 생장량.

생장량 돈분처리 농도(%)	평균생장 (cm)	최대생장 (cm)	최저생장 (cm)
대조구	6.56 ± 1.00	10.50	2.90
0.25	38.54 ± 9.54	61.80	12.00
0.5	37.83 ± 5.96	59.00	13.50
0.75	36.56 ± 2.05	50.00	9.20
1.0	32.74 ± 4.98	57.60	18.70
2.0	30.66 ± 5.95	50.50	15.70

로서 작용하지 않도록 하기 위함이었다. 또한 37일째의 발아잔존 유묘의 수가 최소 13개이었으나 포트상의 유묘상태가 좋지 않아 선별을 거쳐 최종적으로 남은 7개를 기준하였기 때문이다. 뽕나무 묘목의 생장량 조사는 발아가 종료된 시점에서부터 일주일 간격으로 지상부 길이를 측정하여 표 5와 같은 결과를 얻었다.

뽕나무 유묘의 생장량은 표 5에서 보는 바와 같이 대조구의 경우 6.56cm로 6가지 농도의 처리구 중 생장량이 가장 저조하였고, 고형돈분 0.25% 처리구가 38.54cm로 생장량이 가장 높았다. 그 다음으로는 0.5% 처리구가 37.83cm, 0.75% 처리구는 36.56cm이었으며, 1.0% 처리구는 32.74cm, 2.0% 처리구는 30.66cm로 오히려 저농도 처리구보다 생장량이 낮은 편이었다. 특히 대조구에서는 고형돈분 0.25% 처리구의 1/6 수준에 불과한 매우 저조한 성장을 하였다. 이러한 결과로 보아 적정량의 고형돈분 처리가 뽕나무 유묘생장에 크게 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

한편, 처리된 고형돈분의 양이 증가할수록 일부 영양물질의 과다흡수에 의한 대사작용 불균형이나 고형돈분의 분해과정에서 발생하는 유해가스의 영향으로 추정되는 생장장애가 나타났는데 이는 소나무의 경우도 0.25%의 돈분처리구가 생장이 가장 좋았고 0.5% ~ 1.5% 등 고농도로 처리



사진 1. 벚나무 유묘 채취 전 모습.



사진 2. 벚나무 유묘 채취 후 모습.

할수록 생장은 오히려 감소 되었다는 보고와도 같은 결과라 사료된다(염창호 등, 2010). 따라서 임목 식재지에 고형돈분을 처리할 경우 무조건 많은 양을 시비한다고 좋은 것만은 아닌 것으로 판단된다. 즉, 벚나무 유묘재배의 경우, 표 5에서 보는 바와 같이 고형돈분 처리는 0.25%~0.75%가 적정농도인 것으로 판단된다.

3. 벚나무 유묘의 전질소 및 인산 함량 분석

1) 벚나무 유묘 지상부의 전질소 함량

고형돈분을 마쇄하여 토양에 농도별로 혼합한 후 벚나무 종자를 2009년 3월 4일 파종하여 2009년 6월 15일까지 104일간 생장시킨 후 체내의 전질소 함량을 분석한 결과 표 6에서 보

는 바와 같다.

고형돈분을 전혀 처리하지 않은 대조구의 잎부위 전질소 함량은 0.77%였으며, 고형돈분 0.25% 처리구는 1.32%, 0.5% 처리구는 1.59%, 0.75% 처리구는 2.51%, 1.0% 처리구는 2.67%, 2.0% 처리구는 2.89%로 나타나 고형돈분 처리농도가 높을수록 잎의 전질소 함량도 높았다.

한편, 줄기에서의 전질소 함량은 대조구에서는 0.44%였으며, 고형돈분 0.25% 처리구는 0.74%, 0.5% 처리구는 0.84%, 0.75% 처리구는 1.33%, 1.0% 처리구는 1.47%, 2.0% 처리구는 1.51%로 나타나 잎에서와 마찬가지로 고형돈분 처리농도가 높을수록 줄기의 전질소 함량 또한 높았으나 전체적으로 잎의 전질소 함량에 비해 적었다.

표 6. 벚나무(*Prunus serrulata* var. *serrulata* f. *spontanea*)의 부위별 전질소 함량.

부 위	뿌리(%)	줄기(%)	잎(%)
대조구	0.69 ^a ± 0.070	0.44 ^a ± 0.006	0.77 ^a ± 0.025
0.25	1.12 ^b ± 0.115	0.74 ^{ab} ± 0.108	1.32 ^b ± 0.201
0.5	1.37 ^b ± 0.191	0.84 ^b ± 0.071	1.59 ^b ± 0.158
0.75	2.02 ^c ± 0.114	1.33 ^c ± 0.240	2.51 ^c ± 0.213
1.0	2.60 ^d ± 0.255	1.47 ^c ± 0.085	2.67 ^c ± 0.040
2.0	2.68 ^d ± 0.040	1.51 ^c ± 0.160	2.89 ^c ± 0.205

표 7. 벚나무(*Prunus serrulata* var. *serrulata* f. *spontanea*) 유묘의 총인산 함량.

부위 돈분처리농도(%)	뿌리(mg/kg)	줄기(mg/kg)	잎(mg/kg)
대조구	2,752.1 ^a ± 129.550	1,178.2 ^a ± 63.150	1,409.5 ^a ± 117.350
0.25	3,338.8 ^b ± 220.454	2,262.2 ^b ± 365.852	2,847.2 ^{ab} ± 234.539
0.5	3,823.6 ^b ± 225.802	2,775.2 ^{bc} ± 79.638	3,036.7 ^{bc} ± 243.927
0.75	4,008.7 ^c ± 239.805	3,092.7 ^c ± 530.562	3,238.8 ^{bc} ± 148.110
1.0	4,246.2 ^c ± 235.096	3,348.1 ^c ± 297.408	3,715.1 ^{bc} ± 758.527
2.0	4,520.3 ^d ± 257.250	3,436.1 ^c ± 171.850	4,278.8 ^c ± 30.500

이상 고형돈분 처리에 따른 벚나무의 잎과 줄기 내 전질소의 함량은 Duncan's Test 결과 대조구와 고형돈분 처리구 사이에는 차이를 나타내었으나 고형돈분 0.75%부터 2.0% 처리구까지의 체내 전질소 함량 간에는 차이를 보이지 않았다. 이는 토양에 고형돈분을 어느 정도 이상 처리하더라도 식물 체내 함량은 즉, 질소 흡수량은 한계가 있기 때문으로 판단된다.

2) 벚나무 유묘 지하부의 전질소 함량

고형돈분을 전혀 처리하지 않은 대조구에서의 뿌리의 전질소 함량은 0.69%이었고, 고형돈분 0.25% 처리구는 1.12%, 0.5% 처리구는 1.37%, 0.75% 처리구는 2.02%, 1.0% 처리구는 2.60%, 1.5% 처리구는 2.68%로 나타나 잎과 줄기에서의 결과와 마찬가지로 고형돈분 처리농도가 높을수록 뿌리의 전질소 함량 또한 높았다(표 6).

벚나무의 부위별 전질소 함량은 잎이 가장 높고 다음이 뿌리였으며 줄기에서의 함량이 가장 적게 나타났는데, 이는 목질부 함량이 많은 부분이 전질소 함량이 적게 나타났음을 추측할 수 있었다.

3) 벚나무 유묘 지상부의 총인산 함량

전질소 함량에서와 마찬가지로 104일간 생장시킨 후 체내의 총인산 함량을 분석한 결과 표 7과 같이 나타났다.

고형돈분을 전혀 처리하지 않은 대조구의 잎부위 총인산 함량은 1,409.50mg/kg이었고, 고형돈분 0.25% 처리구는 2,847.20mg/kg, 0.5% 처리구는 3,036.70mg/kg, 0.75% 처리구는 3,238.80mg/kg, 1.0% 처리구는 3,715.10mg/kg, 2.0% 처리구는 4,278.80mg/kg 으로 나타나 고형돈분 처리농도가 높을수록 잎부위 총인산의 함량도 높아졌다.

고형돈분을 전혀 처리하지 않은 대조구의 줄기부위 총인산 함량은 1,178.20mg/kg이었으며, 고형돈분 0.25% 처리구는 2,262.20mg/kg, 0.5% 처리구는 2,775.20mg/kg, 0.75% 처리구는 3,092.70%, 1.0% 처리구는 3,348.10mg/kg, 2.0% 처리구는 3,436.10mg/kg로 나타나 고형돈분 처리농도가 높을수록 줄기부위의 총인산 함량은 높은 경향이였다.

한편 전질소 함량에서와 마찬가지로 잎 부위의 총인산 함량이 줄기부위의 총인산 함량보다 높게 나타났다.

이상의 표 6, 7에서 돈분의 처리 농도가 높아질수록 벚나무 체내의 질소와 인산의 함량도 높아졌는데 이는 토양 중 질소와 인산의 함량이 높았기 때문으로 사료된다.

4) 벚나무 유묘 지하부의 인산 함량

고형돈분을 전혀 처리하지 않은 대조구에서 뿌리 부위의 총인산 함량은 2,752.10mg/kg이었

으며, 고품돈분 0.25% 처리구는 3,338.80mg/kg, 0.5% 처리구는 3,823.60mg/kg, 0.75% 처리구는 4,008.70 mg/kg, 1.0% 처리구는 4,246.20mg/kg, 2.0% 처리구는 4,520.30.80mg/kg로 나타나 고품돈분 처리농도가 높을수록 뿌리 내 총인산 함량도 약간 높아지는 경향이었으나 잎과 줄기 부위와는 다르게 처리구간 총인산 함량의 차는 적은 편이었다. 부위별 총인산의 함량은 뿌리가 가장 높고 다음이 잎 부위였으며 줄기에서의 총인산 함량이 가장 적었는데, 이는 전질소 함량의 경우 뿌리보다 잎 부위에서의 함량이 높았던 결과로 보아 전질소와 총인산의 경우 부위에 따라 축적되는 경향이 다를 수 있었다.

특이한 사항은 대조구와 0.25% 처리구까지 토양 중 총인산 함량(표 9)이 2,000mg/kg에 미치지 않았으나 벚나무묘의 뿌리부위의 총인산 함량은 대조구에서조차 2,000mg/kg 이상이 되어 토양 중 총인산의 함량이 뿌리 내 총인산 함량사이에는 정의 상관관계가 나타나지 않았다.

한편, 고품돈분 농도의 증가에 따라 식물체의 전질소와 총인산이 증가하는 원인에 대하여 Goyal et al.(2004)은 토양 내의 가용성 탄소 함량이 증가하면서 식물체가 가용성 탄소를 이용한 식물대사가 커지기 때문이라고 하였다. 본 연구에서도 고품돈분에 있는 탄소가 토양과 섞이면서 토양의 가용성 탄소 증가에 따라 식물체가 흡수한 전질

소와 총인산 역시 증가하는 것으로 판단된다.

벚나무의 잎, 줄기, 뿌리 부위의 전질소, 총인산 함량에 대한 분산분석 결과 1%의 유의성을 나타내었다(표 8).

4. 벚나무 식재 전·후의 토양 중 전질소 및 총인산의 변화

벚나무 종자를 파종하여 유묘를 생장시키기 위해 이용된 고품돈분을 농도별로 처리한 상토를 종자 파종 전(식재 전)과 식물체의 생장실험이 끝난 후(식재 후)의 토양을 채취하여 토양 중 전질소와 총인산을 분석하였다(표 9, 표 10).

1) 토양 중 전질소 함량 변화

식재 전 대조구의 토양 중 전질소의 함량은 0.003%였으며, 고품돈분 0.25% 처리구에서는 0.064%, 0.5% 처리구에서는 0.156%, 0.75% 처리구에서는 0.169%, 1.0% 처리구에서는 0.386%, 2.0% 처리구에서는 0.515%로 돈분 첨가량이 많아질수록 전질소의 함량은 급격히 높아져 고품돈분 내에는 고농도의 질소가 함유 되어 있음을 알 수 있었다(표 9).

벚나무 종자를 파종하여 104일간 유묘를 생장시킨 후 토양 중 전질소 함량이 대조구는 0.003%에서 0.001%로 감소하였고, 고품돈분 0.25% 처리구 토양에서는 0.064%에서 0.004%로, 0.5 처리구에서는 0.156%에서 0.005%로, 0.75% 처리구에서는 0.169%에서 0.018%로, 1.0% 처리구에서는 0.386%에서 0.042%로, 2.0% 처리구에서는 0.515%에서 0.196%로 토양 중 전질소 함량이 급격히 줄어들었다.

위의 결과에서 보면 벚나무의 생육과정에서 고품돈분에 포함된 상당량의 질소가 여러 질소 순환 과정에 따라 식물체로 전이된 것으로 판단된다.

2) 토양 중 총인산 함량 변화

토양 중 총인산의 함량도 고품돈분의 처리농

표 8. 벚나무(*Prunus serrulata* var. *serrulata* f. *spontanea*) 부위별 전질소와 총인산의 분산분석 결과.

요인	결과	평균제곱	F값	유의 확률
뿌리	전질소	1.990	88.918	0.000
	총인산	2,827,252.9	57.440	0.000
줄기	전질소	0.590	33.045	0.000
	총인산	2,176,371.1	24.019	0.000
잎	전질소	2.182	88.443	0.000
	총인산	1,242,411.0	10.261	0.001

도가 높을수록 표 10에서 보는 바와 같이 높았다. 이러한 토양에 벧나무 종자를 파종하여 104일간 유묘를 생장시킨 다음 토양 중 총인산 함량을 조사한 결과 대조구에서는 식재전 49.8mg/kg에서 식재 후 42.8mg/kg으로 감소되었고, 고품돈분 0.25% 처리구에서는 1,759.2mg/kg에서 146.3mg/kg으로, 0.5% 처리구에서는 1,802.4mg/kg에서 193.8mg/kg으로, 0.75% 처리구에서는 2,704.4mg/kg에서 1,428.1mg/kg으로, 1.0% 처리구에서는 4,694.7mg/kg에서 1,503.6mg/kg으로, 2.0% 처리구 토양에서는 6,468.8mg/kg에서 2,410.4mg/kg으로 감소하였다. 이는 배추가 생장과정에서 유효인산을 사용하여 체내에 축적했다는 보고(원향연 등, 2004)와 마찬가지로 본 연구에서도 토양 중 유효인산을 벧나무가 성장하면서 사용했으며 이를 벧나무 체내에 축적을 했기 때문으로 판단된다.

한편, 식재 전·후의 토양 중 전질소와 총인산의 변화에 대한 유의성 검정결과 표 11과 같이 각 처리구간에는 1%의 유의수준에서 전질소 함량과 총인산 함량에 차이나 나타났다. 또한 Duncan's Test 결과 각 처리구간에는 표 9와 표 10에서와 같이 식재 전에는 차이를 보였으나 식재 후에는 부분적으로 차이를 보이지 않는 경우도 있었다.

표 9. 처리구별 벧나무 유묘의 식재 전·후 토양 중 전질소의 Duncan's Test 결과.

식재 전·후 처리농도(%)	전 T-N (%)	후 T-N (%)
대조구	0.003 ^a ± 0.0015	0.001 ^a ± 0.0006
0.25	0.064 ^b ± 0.0093	0.004 ^a ± 0.0015
0.5	0.156 ^c ± 0.0064	0.005 ^a ± 0.0023
0.75	0.228 ^d ± 0.0038	0.026 ^b ± 0.0035
1.0	0.386 ^e ± 0.0101	0.042 ^c ± 0.0030
2.0	0.515 ^f ± 0.0036	0.196 ^d ± 0.0068

표 10. 처리구별 벧나무 유묘의 식재 전·후 토양 중 총인산의 Duncan's Test 결과.

식재 전·후 처리농도(%)	전 T-P (mg/kg)	후 T-P (mg/kg)
대조구	49.8 ^a ± 3.16	42.8 ^a ± 1.61
0.25	1,452.3 ^b ± 83.01	146.3 ^a ± 15.85
0.5	1,802.4 ^b ± 39.65	193.8 ^b ± 16.11
0.75	2,704.4 ^c ± 20.23	1,428.1 ^b ± 29.66
1.0	4,694.7 ^d ± 12.85	1,503.6 ^b ± 24.28
2.0	6,468.8 ^e ± 45.71	2,410.4 ^c ± 196.29

표 11. 벧나무 유묘의 식재 전·후 토양 중 전질소와 총인산의 분산분석 결과.

결과		평균 제공	F 값	유의 확률
식재 전 토양	전질소	0.115	2,674.321	0.000
	총인산	15,974,274	8,605.804	0.000
식재 후 토양	전질소	0.017	1,358.471	0.000
	총인산	2,825,091.4	418.390	0.000

IV. 고 찰

고형돈분의 농도별 사용량에 따른 퇴비화를 통해 식물체에 대한 적용비율의 기준을 마련하기 위해 본 연구를 수행하였다.

고형돈분의 사용량에 따른 벧나무의 종자 발아는 각 수종별로 유전적인 특성이 있겠지만, 모두 발아가 시작된 시점에서 초기 20일 내외에는 높은 발아율을 보였다. 벧나무의 발아율은 대조구보다 고품돈분 0.25% 처리구에서 높았으며, 0.25% 이상의 고품돈분 처리구에서는 대조구보다 발아율이 낮았다. 즉, 고품돈분의 사용량이 증가할수록 발아율은 오히려 떨어지는 결과를 나타내었는데, 이는 고품돈분이 부후되는 과정에서 발생하는 메탄, 암모니아, 황화수소 등 유해가스

에 의한 것으로 추측된다.

고형돈분의 사용량에 따라 벚나무 성장량은 대조구에 비해 훨씬 높게 나타났다. 즉, 대조구에서의 생장은 6.56cm이었는데, 고형돈분 0.25% 처리구는 38.54cm로 나타나 대조구보다 무려 6배나 높은 성장을 하였다. 이것은 적정량의 고형돈분 처리가 벚나무 유묘 성장에 매우 효과적임을 알 수 있었다.

본 실험에서 벚나무 유묘의 전질소 및 총인산 흡수에 관해서는 고형돈분의 함량이 증가할수록 식물체 체내의 전질소와 총인산 함량 또한 증가하는 경향을 보였다. 이는 고형돈분 처리 함량의 증가에 따라 식물체 내 전질소와 총인산 함량도 같이 증가하는 경향을 보인 이창현과 조재영(2006)의 연구 결과와 같은 경향을 보였다.

식물체내의 전질소와 총인산, 토양 중 전질소와 총인산의 변화를 보면 Reddy *et al.*(2000)이 비료 내 인산보다 가축분뇨의 인산이 작물생산에 더 효과적이라는 보고뿐만 아니라, 유기질 비료인 분뇨는 인산고정을 줄이고 토양에 고정된 인산의 이용성을 향상시킨다(Iyamuremye *et al.*, 2000)는 연구결과처럼 본 연구에서도 축산분뇨의 인산의 흡수효과가 잘 나타나고 있다.

돈분에서 총인산 흡수가 잘 될 수 있는 또 다른 요인은 돈분에는 여러 가지 다른 영양소가 많이 함유되어 있고 토양의 미생물적, 물리·화학적 성질에 유리한 작용을 하기 때문으로 추측된다.

벚나무 토양 중 전질소와 총인산 함량 역시 처리 전과 처리 후의 차이가 뚜렷하게 나타났으며, 이는 각각의 영양분을 식물체가 체내에 축적을 하였고, 성장하는 데에 사용된 것으로 판단된다. 그런데, 전질소와 총인산의 관계, 질소와 인산의 흡수기작과 화학적 변화에 대해서는 좀 더 자세한 연구가 필요하다고 본다.

한편 현재 우리나라에서 축산폐기물에 의한 오염방지에 많은 예산과 인력이 투입되고 있는데 본 논문의 결과에서 보는 바와 같이 돈분은 식물

체의 종에 따라 농도의 차는 있겠지만 생장에 큰 효과를 볼 수 있으므로 묘포지나 농가에 축산분뇨를 적극적으로 이용할 수 있도록 법률도 제정할 필요가 있을 것으로 사료된다.

인 용 문 헌

- 권성환 · 권순옥 · 이동훈. 2000. 돈분의 고속 퇴비화 효율 및 암모니아 발생특성 평가. 한국 폐기물학회 17(8) : 935-943.
- 농촌진흥청. 2000. 토양 및 식물체 분석법. 농촌진흥청.
- 성민웅. 1973. 식물의 아황산가스 피해에 대한 암모니아가스의 영향. 국식물학회지 16(1) : 17-22.
- 염창호 · 임유미 · 채승민 · 이창현. 2010. 고형돈분 처리시 소나무의 성장반응 및 질소·인산 흡수에 관한 연구. 전북대학교 농생명과학회지 41(2) : 24-31.
- 원향연 · 권장식 · 신용광 · 김승환 · 서장선 · 최우영. 2004. 돈분퇴비의 시용이 토양의 미생물체량 및 효소활성에 미치는 영향. 한국토양비료학회지 37(2) : 109-115.
- 이창현 · 조재영. 2006. 고형돈분 처리시 해송묘목의 성장 반응 및 질소·인산 흡수효과. 한국환경복원녹화기술학회지 9(2) : 72-80.
- 전북지역환경기술개발센터. 2008. 가축분뇨 관리 대책 및 자원화 전략 세미나. pp.17-35.
- 조현숙 · 김충국 · 서종호 · 이종기 · 염순표 · 오택근. 2005. 벼·보리 작부체계에서 돈분뇨 시용이 수량 및 품질에 미치는 영향. 한국작물학회지 50 : 90-103.
- Goyal, S., Krishan Kapoor, Mool Mundra. Singh. 2004. Microbial biomass carbon and microbial activities of soils receiving chemical fertilizers and organic amendments : effect of inorganic fertilization and organic amendments. Archives of Agronomy and Soil

- Science, Volume 50, Number 6, December 2004, pp.641-647(7).
- Iyamuremye, F., V. Gewin, R. P. Dick, M. Diack, M. Sene and A. Badiane. 2000. Carbon, Nitrogen and Phosphorus Mineralization Potential of Native Agroforestry Plant Residues in Soils of Senegal. *Arid Soil Research and Rehabilitation*. 14(4) : 359-371.
- Reddy, D., Damodar, A., Subba, Rao., and T. R. Rupa. 2000. Effects of continuous use of cattle manure and fertilizer phosphorus on crop yields and soil organic phosphorus in a Vertisol. *Bioresource Technology*. 75(2) : 113-118.