

돈분 처리에 의한 빈도리나무 유묘생육 및 무기양분 흡수에 관한 연구

이창현¹⁾ · 강학모¹⁾ · 진재준²⁾ · 홍지숙³⁾ · 김미자⁴⁾

¹⁾ 전북대학교 산림환경과학과 · ²⁾ 전북대학교 생명자원과학대학원 ·

³⁾ 전북농업마이스터대학 과정장 · ⁴⁾ 전북대학교 대학원 임학과

A Study on Seedling Growth and Absorption of Inorganic Nutrients of *Deutzia Crenata* Seedlings Treated with Swine Manure

Lee, Chang-Heon¹⁾ · Kang, Hag-Mo¹⁾ · Jin, Jae-Jun²⁾ ·
Hong, Ji-Suk³⁾ and Kim, Mi-Ja⁴⁾

¹⁾ Dept. of Forest Environmental Sciences, Chonbuk National University, Jeonju 54896, Korea,

²⁾ Dept. of Forestry, Department of Natural Resources & Life Sciences Graduate School,
Chonbuk National University, Jeonju 54896, Korea,

³⁾ Dept. of Forestry & Landscape Architecture, Jeonbuk Agriculture Meister College,
Jeonju Kongjwipatjwi-ro 1515, Korea,

⁴⁾ Dept. of Forestry, Graduate School, Chonbuk National University, Jeonju 54896, Korea.

ABSTRACT

This study was conducted to obtain a reliable result assessing proper amount of solid swine manure for the growth of *Deutzia crenata* seedlings. Seedling growth dry weight, chlorophyll content inorganic nutrients and soil chemical properties were investigated.

1. When treated with solid swine manure, seed germination rate was highest on the control. However, germination rates tended to decrease when treated with swine manure at high concentrations.

2. The growth of seedlings treated with swine manure was always higher than that of in control. At the 1.0% of swine manure treatment, the growth rate of the seedlings was highest.

First author : Lee, Chang-Heon, Dept. of Forest Environmental Sciences, Chonbuk National University, Jeonju 54896, Korea,

Tel : +82-63-270-2589, E-mail : leech@jbnu.ac.kr

Corresponding author : Kim, Mi-Ja, Dept. of Forestry, Graduate School, Chonbuk National University, Jeonju 54896, Korea,

Tel : +82-63-219-5394, E-mail : forest53@jbnu.ac.kr

Received : 19 February, 2018. **Revised** : 19 March, 2018. **Accepted** : 16 March, 2018.

3. Seedling dry weight was highest at the 1.0% swine manure treatment. The amount of inorganic nutrients absorbed by the seedling was generally high with the 1.0% treatment, declined sharply with the 2.0% treatment.

4. For the planting soil of *Deutzia crenata*, the higher the concentration of swine manure, the lower the soil pH. However, nitrogen, available P, K, Na, Mg and Ca contents in the soil have increased with higher concentrations.

Key Words : *Deutzia crenata*, seedling growth, swine manure, inorganic nutrients

I. 서 론

가축분뇨는 농·축산업을 영위하는 과정에서 발생하는 부산물로서 양면성을 가지고 있다. 가축분뇨를 잘못 이용하면 수질, 토양 등에 오염물질이 되어 환경을 훼손시키지만 잘 이용하면 훌륭한 자원이 될 수 있다. 그리고 퇴·액비화 과정을 거쳐 적정량을 농경지에 환원시키면 토양의 비옥도 유지 및 향상을 위한 유용한 유기자원이 되지만, 부숙되지 않은 다량의 가축분뇨를 사용하면 환경에 부담을 주는 폐기물로 작용한다.

우리나라의 최근 가축분뇨 발생량을 일평균으로 살펴보면 2012년 177,105m³, 2013년 173,052m³, 2014년 175,641m³이다(Ministry of Environment., 2015). 한편, 2012년 가축분뇨 해양투기가 전면 금지됨에 따라 육지에서 처리하거나 재활용 하여야 하는 가축분뇨의 양이 대폭 증가하여 가축분뇨처리에 대한 구체적인 대책 마련이 시급하게 되었다. 그리고 현재 가축분뇨 발생량의 일부는 퇴비화로 농경지에 환원되고 있지만, 지역에 따라 일부 지역에서는 농경지면적 대비 가축분뇨가 필요량을 초과하는 것으로 나타나, 산림지 및 조경수재배 지역으로의 자원화 사업이 가축분뇨 환원이 새로운 대안 중 하나로 대두되고 있다.

비료원료로써 가축분뇨의 이용은 토양의 비옥도 개선을 통한 작물의 생산성을 향상시키기

위하여 오래전부터 농업적으로 이용되어져 왔다는 보고와, 특히 유기물이 적은 토양에서 많이 이용되어진다고 하였다(Garcia et al, 1994: Garcia-Gil et al 2000).

가축분뇨가 토양에 환원될 경우에는 식물에 대한 영양공급은 물론 토양 입자의 구조를 개선하여 보수력과 통기성을 높여주고 토양의 비옥도 증진에 크게 기여한다고 하였다(Long et al, 1996: Wilkinson, 1979). 또한 토양에 시용된 비료와 가축분뇨 중의 질소는 작물에 따라 차이가 있으나 일부는 식물의 대사를 통하여 체구성 물질 합성에 이용되지만 일부는 식물이 흡수하지 못하고 토양에 축적되거나 지하수로 용탈된다고 보고하였다(Roth & Fox, 1990). 그리고 가축분뇨의 질소성분 중 10~20%만이 작물에 흡수되어 이용되고 용탈에 의해 손실된 유기태 질소 및 무기태 질소는 지하수질에 악영향을 미친다고 한다(Qwens, 1992). 인산은 질소 및 칼륨과는 다르게 토양에 흡착 고정되어 거의 유실되지 않는다. 우리나라에 분포되어 있는 경작 토양은 인산함량이 낮아 인산의 시용이 요구되나 돈분뇨를 과다하게 시용하여 토양에 인산이 축적되면 빗물에 의해 인산이 유실되어 하천 등을 오염시키게 된다. 그러므로 가축분뇨 시용시 적절한 시비관리가 필요하다.

국내 여러 연구자들에 의해 가축분뇨의 합리적인 사용과 이들 가축분뇨가 토양생태계에 끼치는 영향에 대한 다수의 연구가 진행되었다

(Cho, H.S. et al 2005; Won. H.Y. et al, 2004; Lee. J.T. et al, 2004; Kim. J.Y. & Keum. S.Y., 2004; Kim. M.C. et al, 2001; Jang . G.U. et al, 1999). 그러나 대부분의 가축분 퇴비 관련연구가 2000년 이전까지는 작물 수량에 초점이 맞춰져 연구가 수행되었으나 아직까지 그 성과는 저조한 수준이며 특히 목분류와 관련된 연구는 과수에서 부분적으로 이루어졌으나 그 밖의 임목에 대해서는 아주 미미한 실정이다(Son S.M. et al, 1996; Lee. C.H. & Cho. J.Y. 2006; Yeom. C.H. et al, 2010; Chae. S.M., 2012). 가축분뇨가 환경개선 및 양분공급의 두가지 측면을 고려하여 활용하기 위하여 식물체별 적정 시용량의 규명이 필요할 것이다.

따라서 본 연구는 내한성과 내염성, 내공해성이 강하고, 꽃과 열매가 아름다워 도심 가로수나 아파트, 공원, 학교 등의 조경수로서 식재가 가능한 빈도리나무를 대상으로 돈분의 시비가 빈도리묘목의 생육, 질소와 인의 축적, 토양의 화학적 변화에 미치는 영향을 조사하여 적정 돈분의 시비량에 대한 기초 자료를 얻고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험장소 및 식물재료

빈도리나무(*Deutzia crenata*)의 재배실험은 전북대학교 교내 학술림의 온실에서 실시하였다. 빈도리나무의 종자는 전북대학교 학술림으로부터 확보하였으며, 2015년 11월에 종자를 채취하여 육안으로 건실한 종자를 선별하여 이용하였다.

식물은 플라스틱 포트(62×23×17cm)에 빈도리 종자를 60립씩 4반복으로 파종하였으며, 난피법으로 포트를 배치하고 고르게 햇빛을 받도록 일주일에 한번 씩 포트를 이동하면서 재배 실험하였다.

Table 1. Physical and chemical properties of soil used in the experiment.

Chemical properties	
pH	7.40±0.16
EC _{1:5} (ds/m)	0.11±0.08
OM (g/kg)	0.28±0.16
Avail. P ₂ O ₅ (mg/kg)	15.00±0.016
N (%)	0.0035±0.0018
Exch. K (cmol _c /kg)	0.47±0.11
Exch. Na (cmol _c /kg)	0.22±0.11
Exch. Ca (cmol _c /kg)	5.36±0.40
Exch. Mg (cmol _c /kg)	1.35±0.30
Particle size fraction (%)	
Sand	76.0
Silt	9.7
Clay	14.5

2. 토양재료

실험토양은 전북대학교 학술림 묘포장에서 실험에 이용하는 마사토를 이용하였다. 토양은 표토를 15cm정도 걷어내고 채취하여 5mm 토양체를 통과된 것을 사용하였으며, 토양의 물리화학적 특성은 Table 1과 같다.

3. 재배조건

빈도리의 재배 기간은 2016년 5월 12일에 파종, 8월 12일에 수확하였고, 전북대학교 학술림 내 유리 온실에서 실시하였다. 온실의 조건은 강우를 차단하고, 생장에 따라 1~2일에 1회씩 충분히 관수하였고 항상 통풍을 시켰다.

온실내부의 온·습도는 전자온습도계 (TR-72U)를 사용하여 측정하였고, 빈도리의 재배 실험 기간 동안 온실 내부의 평균 온도와 습도는 Figure 1과 같고, 온도는 최고 40.0℃였고, 최저 11.2℃이었으며, 습도는 최고 99.9% 이었고 최저 7.2%로 나타났다(Figure 1).

4. 돈분의 처리 방법

북대학교 동물사육장에서 공급받은 고품 돈분을 120일 동안 우수를 차단하고 비닐하우스

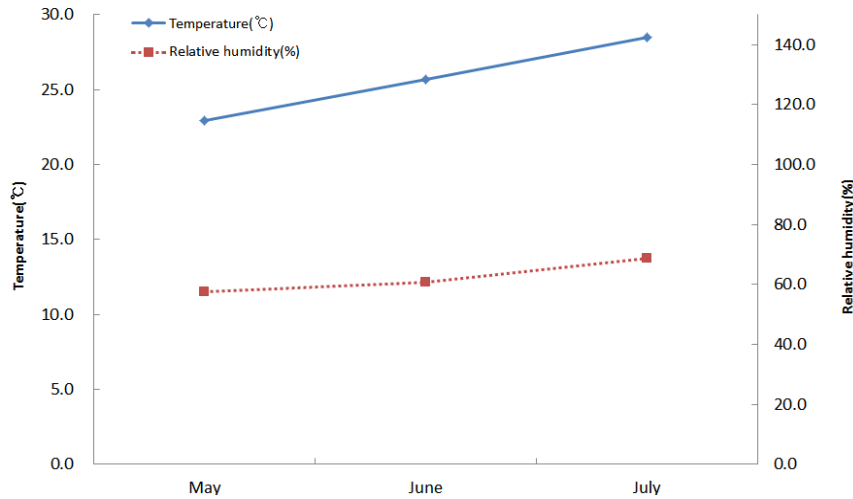


Figure 1. Monthly changes of average air temperature and relative humidity in the glass house.

Table 2. Component of dried swine manure used in the experiment.

Dried swine manure(%)			
OM	65.66±1.89	Na	0.48±0.04
P ₂ O ₅	8.08±0.97	Ca	13.90±0.18
N	3.41±0.23	Mg	1.52±0.05
K	1.15±0.02		

내에서 풍건시킨 후 분쇄하여 5mm 체로 거른 후 각각 토양의 중량비로 0, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0%로 섞어 조제하였다. 조제한 토양은 처리구별로 플라스틱 포트에 채우고 빈도리나무(*Deutzia crenata*) 종자를 파종하였다.

본 실험에 사용한 고품 돈분내 총인산은 8.08%였고, 전질소의 함량은 3.41%였다(Table 2).

묘가 지상에 나타난 시점부터 발아량을 체크하였고, 묘목의 생장에 방해가 되지 않도록 수시로 잡초를 제거하고 병충해가 발생하면 즉시 방제하였다.

5. 조사방법

1) 종자 발아율과 묘목 성장량

빈도리종자 발아율은 파종 5일부터 10일까지 매일 조사하였고, 발아율은 전체 파종한 종자수에 대한 발아한 개수의 비로 계산하였다.

묘목의 성장량은 발아가 종료된 시점에서부터 16일 간격으로 파종 80일째까지 묘의 수고(묘고)를 측정하였다.

2) 건중량 측정

빈도리나무는 파종 90일 후 채취하여 이물질을 제거하고 잎, 줄기, 뿌리로 구분하여 70°C의 건조기에서 72시간 동안 건조한 후 건중량을 측정하였다.

3) 식물체의 무기물 분석

성분분석은 건조된 시료를 가늘게 분쇄한 뒤 시료 1g을 취하여 500°C에서 4시간 회화한 후, 1N-HCL 10mL로 용해하고 No.6 여과지로 여과 후, P는 UV/Vis Spectrophotometer (HP8453 UV-Vis, Agilent)로 470nm에서 측정하였으며, K, Ca, Mg은 원자흡광광도계(Avanta, GBC)로 측정하였다. 전질소는 시료에 H₂SO₄과 분해촉매제를 첨가하고 420°C에서 분해한 후 CN-분석기(Varito Max CN, 독일)를 사용하여 측정하였다.

4) 토양의 화학적 특성 조사

토양은 파종 전의 것과 식물체의 성장실험이 끝난 후의 토양을 채취하여 통풍이 잘되는 곳에서

음건시킨 후 이물질을 제거한 다음 2mm 체로 거른 후 토양 중 pH, EC, 무기물 등을 분석 하였다.

토양화학성 조사 방법은 농업과학기술원 토양 및 식물체 분석법(2000)에 준하여 pH와 EC는 풍건토양과 증류수를 1:5(w:v)비율로 하여 pH Meter(EUTECHCOND 600)과 EC Meter(EUTECH ECOSCAN)로 각각 측정하였다.

유기물함량은 Tyurin 법으로 토양 0.3g(200 mesh 통과시료)을 250mL 삼각플라스크에 정량 후 0.4 N-중크롬산칼륨용액(K₂Cr₂O₇) 20mL를 가하고 200℃의 전열판에서 기포가 발생한 시점부터 정확히 5분간 분해하였다. 분해한 시료에 증류수 50mL, 인산(85%) 5mL, 지시약 diphenylamine 용액(DPA) 3~4 방울 떨어뜨린 후 0.2N 황산제일철암모늄으로 적정하여 유기물 함량을 계산하였다.

전질소 함량은 Kjeldahl법, 증류법으로 풍건 토양 1g과 conc. H₂SO₄ 15mL 및 황산구리 촉매제를 가하여 420℃에서 50분간 분해한 시료를 냉각시킨 후 Kjeldahl 분해장치(Kjeltec 2400-Analyzer, FOSS)를 이용하여 분석하였다.

유효인산은 Lancaster법으로 토양시료 5g을 100mL 삼각플라스크에 취한후 인산침출액 20mL를 넣어 10분간 진탕한 뒤 No.2 여지로 여과하였다. 여액 3mL와 ammonium paramolybdate 희석 혼합용액(조작액) 6mL, 1-amino-2-naphthol-4sulfonic acid 용액 0.4mL를 잘 혼합하여 30℃ 항온기에서 30분간 발색 후 비색계(HP8453 UV-Vis, Agilent)로 720nm에서 측정하였다.

치환성 양이온(Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺)은 토양 5g을 100mL 삼각플라스크에 취한 후 1 N-CH₃COONH₄(pH 7.0)를 50mL가하고 30분간 진탕한 후 여과(No.2)하고 유도결합프라즈마 분광광도계(GBC, Integra)를 이용하여 분석하였다(RDA, 2000).

6. 통계 분석

통계분석은 SPSS 12.0K 통계패키지를 활용

하여 각 식물체의 고휘기 농도 처리에 따라 발아율, 길이, 건중량, 전질소 및 인산의 함량 등을 분산분석을 하였고, 처리후 평균 구간의 비교는 Duncan's test(또는 Duncan의 다중검정)를 실시하였다.

IV. 결 과

1. 돈분 처리에 따른 빈도리나무 묘의 생육변화

1) 종자의 발아율

돈분 처리구별 빈도리의 발아율을 측정한 결과는 Figure 2와 Table 3과 같다. 종자의 발아는 파종 5일부터 모든 처리구에서 발아가 시작되었고 대조구와 0.25% 처리구가 20.8%로 가장 많이 발아가 되었다.

파종 10일 후 최종 발아율은 대조구가 77.5%로 가장 높았고 다음은 0.25%와 0.5% 처리구가 각각 75.0%, 65.0%로 60% 이상의 발아율을 보였으나 1.0%, 2.0% 처리구는 50%로 이하로 발아율이 저하되는 경향을 보였다. 파종 후 6일까지는 발아율이 완만하게 증가하는 경향을 나타내다가 7일째 증가폭이 크게 나타났으며 그 이후에는 아주 미미하게 증가하다가 9일 이후에는 거의 멈추었다.

이상의 결과에서 보면 대조구에서 발아율이 가장 높았고, 고휘기의 돈분 처리시 발아율이 저하되는 경향을 보였다. 이는 가축분뇨가 무기화되는 과정에서 가스 등 독성물질이 발생했기 때문에 빈도리나무 종자가 발아하는 과정에서 유묘 일부가 죽어가는 것으로 추측되며(Seong, M.U. 1973), 1.0% 이상 처리구에서 발아율이 크게 떨어졌다.

2) 묘목의 성장량

빈도리나무 종자를 5월 12일 파종하여 종자의 발아가 종료되는 시점인 파종 10일 부터 성장량을 조사하기 위해 가장 큰 묘와 가장 작은 묘를 제거하고 포트 당 10개씩의 건전한 유묘만

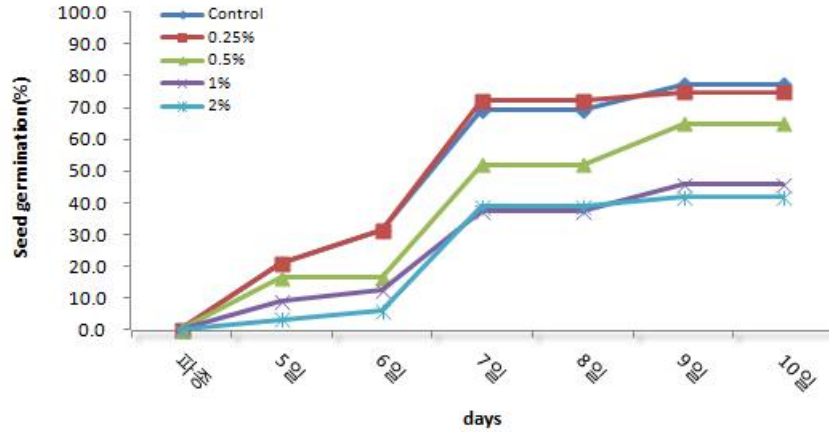


Figure 2. Percentage of germination (survival rate) of *Deutzia crenata* seeds in each soil swine manure treatment.

Table 3. Germination survival rates of *Deutzia crenata* in swine manure.

Treatment(%)	Control	0.25	0.5	1.0	2.0
days after sowing					
파종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5일	20.8	20.8	16.7	9.2	3.3
6일	31.3	31.3	16.7	12.5	5.8
7일	69.2	72.5	52.1	37.5	38.8
8일	69.2	72.5	52.1	37.5	38.8
9일	77.5	75.0	65.0	45.8	41.7
10일	77.5	75.0	65.0	45.8	41.7

* 상기 표내의 수치는 발아 평균치임

을 남기어 8월 1일 까지 80일 동안 생장과정을 조사하였다. 빈도리나무 묘목의 생장량 조사는 발아가 종료된 시점에서 16일 간격으로 하였으며, 수고 변화는 Figure 4에서 보는 바와 같다.

묘의 수고는 돈분 사용량에 따라 파종 후 16일까지는 차이가 미미 했지만 32일 이후부터는 생장속도의 차이가 눈에 띄게 달라졌고, 80일째 각 처리구의 묘고를 측정된 결과 1.0% 처리구에서 묘고가 23.6cm로 가장 높게 자랐으며 그 다음 0.5% 처리구가 22.1cm였고 2.0% 처리구는 20.6cm, 0.25% 처리구는 15.9cm순이었는데 돈분처리구의 수고 생장은 대조구의 묘고 생장 6.0cm 보다 훨씬 높게 나타났다(Photo 1). 이는

Chae. S.M.(2012)의 돈분 처리시 버드나무류의 초기 생장 시 돈분이 양분으로서 버드나무 초기 생장에 긍정적인 영향을 주었다는 보고와 유사한 결과를 보였으나 처리 농도에 따른 생장효과에서는 차이를 보였다.

고형돈분 처리구별 빈도리나무 묘고를 비교하면 대조구는 고형돈분 1% 처리구에 비해 약 1/4의 낮은 생장 결과로 보아 적정량의 고형 돈분 처리는 빈도리나무 유묘생장에 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

한편, 2.0%처리구의 경우 생장량이 1.0%처리구에 비해 떨어지는 결과를 보였는데 이는 영양물질의 과다한 흡수에 의한 대사 작용의 불균형

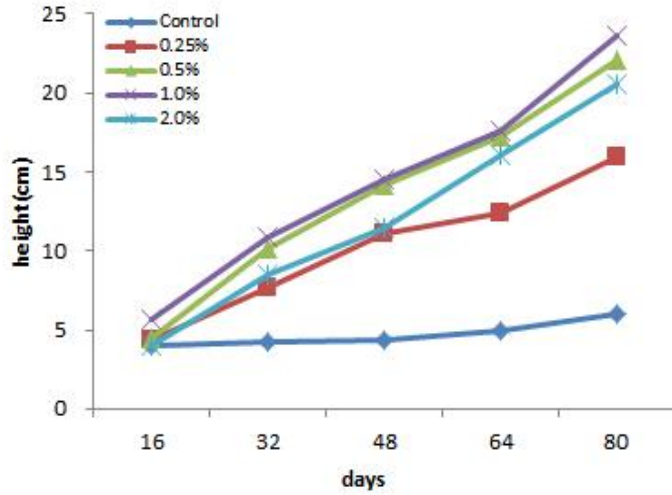


Figure 4. Height growth of *Deutzia crenata* treated with swine manure for 80 days.

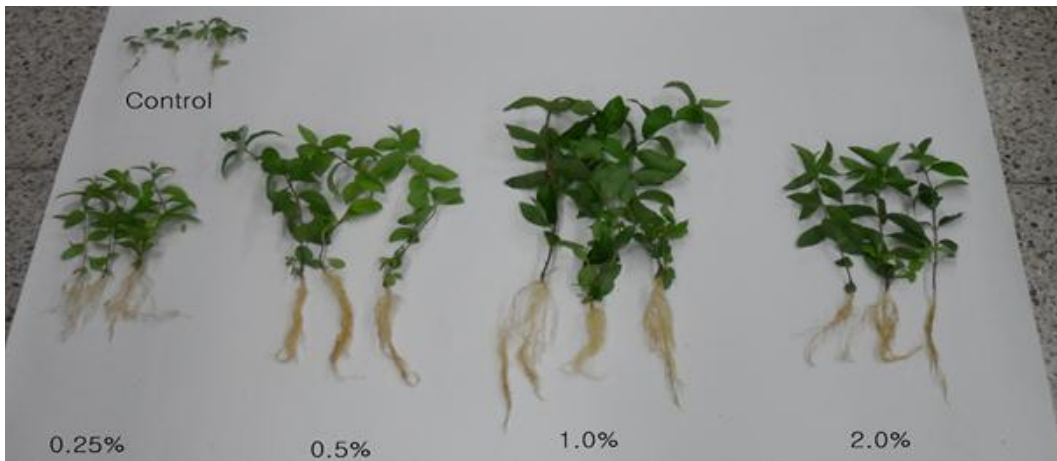


Photo 1. Growth of *Deutzia crenata* treated with dried swine manure for 80 days.

이나 고형돈분의 분해(무기화)과정에서 발생되는 유해 가스의 영향으로 추정되는 성장장애로 생각된다. 따라서 양묘시 고형 돈분을 처리할 경우 무조건 많은 양을 시비한다고 좋은 것만은 아닐 것으로 판단되며, 빈도리나무 유묘재배의 경우 고형 돈분의 처리는 1.0% 정도의 사용이 효율적일 것으로 사료된다.

3) 건중량

처리농도별 파종 90일 후 뿌리, 줄기, 잎을 구분하여 빈도리나무 건중량을 측정한 결과 잎, 줄기,

뿌리 순으로 높았으며, 총 건중량은 돈분 1.0% 처리구에서 11.52g으로 가장 높았고, 그다음 0.5% 처리구에서 10.83g, 2.0% 처리구는 9.08g이며, 0.25% 처리구는 7.36g이었고, 대조구는 0.45g으로 가장 낮은 건중량을 보였다(Figure 6, Table 5).

돈분 처리구는 대조구에 비해 T/R율이 높았는데 이는 돈분 처리가 지상부의 생육에 크게 영향을 주었기 때문으로 보인다.

빈도리나무 묘의 잎, 줄기, 뿌리 부위의 건중량에 대한 분산분석한 결과 뿌리에서 1%의 유의 수준에서 차이를 나타냈다.

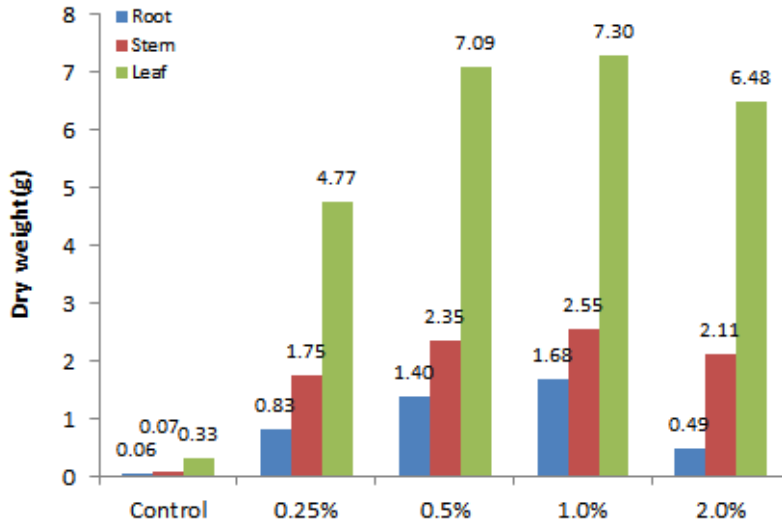


Figure 6. Dry weight of *Deutzia crenata* treated with dried swine manure for 90 days.

Table 5. Dry weight of root, stem, and leaf of *Deutzia crenata* treated with dried swine manure for 90 days.

Treatment (%)	Leaf (g)	stem (g)	Root (g)	Total (g)	T/R ratio (g)
Control	0.33 ^a ±0.06	0.07 ^a ±0.03	0.06 ^a ±0.02	0.45 ^a ±0.12	6.99 ^a
0.25	4.77 ^b ±1.20	1.75 ^b ±0.60	0.83 ^b ±0.15	7.36 ^b ±2.60	7.23 ^a
0.5	7.09 ^b ±1.48	2.35 ^b ±0.96	1.40 ^c ±0.42	10.83 ^b ±0.43	5.66 ^a
1.0	7.30 ^b ±3.24	2.55 ^b ±0.28	1.68 ^c ±0.31	11.52 ^b ±1.39	8.09 ^b
2.0	6.48 ^b ±2.06	2.11 ^b ±0.63	0.49 ^{ab} ±0.16	9.08 ^b ±2.67	17.18 ^b

(mean±SD)

2. 돈분 처리에 따른 토양성분 및 무기물 흡수변화

1) 토양성분 함량변화

돈분을 처리한 빈도리나무의 성장실험이 끝난 후 토양분석 결과 pH값은 무처리구에서 고농도의 돈분 처리구로 갈수록 낮아지는 경향을 보였다.

EC는 돈분 사용량 증가에 따라 증가하였으며, 고농도의 돈분 처리시 토양 중 수용성 무기성분의 증가로 EC가 높아진 것으로 보인다. EC의 범위는 0.13~0.32 ds/m로 나타났다(Table 6).

식재 토양 분석결과 유기물, 전질소 함량은 무처리구에서 가장 낮았고, 돈분 2.0%처리에서 가장 높았다. 치환성 Na함량 범위는 0.17~0.25 cmol/kg, 치환성 Mg함량 범위는 1.22~1.85

cmol/kg, 치환성 Ca의 함량 범위는 5.71~6.06 cmol/kg 로 나타났다. 즉, 빈도리나무 재배시 돈분처리 토양의 경우 유기물, 전질소, 유효인산, 치환성 K, Na, Mg 및, Ca함량은 고농도 돈분을 처리할수록 높아지는 경향을 보였다(Table 6).

빈도리나무 유묘재배시 돈분 시비량이 늘어날수록 공통적으로 토양의 전질소, 유효인산, 치환성 K, Na, Mg, 및 Ca함량이 늘어난 것은 조사된 무기 양분들을 식물들이 흡수하지 못하고 토양에 축적되었기 때문인 것으로 판단된다 (Table 6)

이상의 결과를 분산분석한 결과 돈분은 유기물을 제외하고, EC, 치환성 Na의 함량은 5%의 유의수준에서 차이가 났고, pH, 전질소, 유효인

Table 6. Chemical properties of soil treated with dried swine manure for 90 days.

Treatment (%)	pH _{1:5}	EC _{1:5} (ds/m)	OM (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	T-N (%)	Ex Cation (cmol _c /kg)			
						K	Na	Mg	Ca
Experiment soil	7.4	0.09	0.28	13.3	0.003	0.36	0.19	1.03	4.80
Control	7.4 ^a	0.13 ^a	2.35 ^a	11.72 ^a	0.005 ^a	0.44 ^a	0.17 ^a	1.22 ^a	5.71 ^a
0.25	7.3 ^{bc}	0.14 ^a	2.91 ^{ab}	64.66 ^{ab}	0.008 ^a	0.50 ^b	0.18 ^{ab}	1.25 ^a	5.81 ^a
0.5	7.2a ^{bc}	0.19 ^{ab}	3.01 ^{ab}	124.06 ^{bc}	0.012 ^a	0.51 ^b	0.22 ^{bc}	1.41 ^b	5.98 ^a
1.0	7.1 ^{ab}	0.26 ^{bc}	3.25 ^{ab}	216.57 ^c	0.026 ^b	0.53 ^b	0.25 ^c	1.44 ^b	6.01 ^a
2.0	6.9 ^a	0.32 ^c	3.72 ^b	403.27 ^d	0.050 ^c	0.66 ^c	0.24 ^c	1.85 ^c	6.06 ^a

산, 치환성 K, Ca, Mg 함량은 1%의 수준에서 차이가 있었다.

2) 체내 무기물 흡수량 비교

빈도리나무 전부위에서의 질소 총 흡수량은 1.0% 처리구에서 0.346g으로 가장 높게 나타났으며, 나머지 돈분처리구의 경우 질소 흡수량 범위는 0.136~0.346g으로 나타났다(Table 7). 질소 흡수량을 대조구(0.007g)와 가장 많은 함량을 보인 1.0%처리구(0.346g)와 비교하면 돈분 처리시 약 50배 증가했다.

인산 흡수량은 1.0% 처리구에서 420.396mg으로 가장 높게 나타났으며, 인산 흡수량 범위는 333.172~420.396mg으로 나타났다(Table 7). 돈분 2.0% 처리구에서 질소와 인의 흡수량이 1.0% 처리구에 비해 흡수량이 급격히 떨어진 것은 고농도의 돈분 처리가 가스 등의 피해 때문에 생리 대사작용이 원활하지 못해 총 흡수량이 낮아진 것으로 보인다.

칼륨 흡수량은 1.0% 처리구에서 0.222g으로 가장 높게 나타났고, 흡수량 범위는 0.086~0.222g이었는데 질소나 인산과 마찬가지로 2.0% 처리에서 흡수량이 떨어졌다(Table 7).

Ca 흡수량은 1.0% 처리에서 가장 높게 나타났고 흡수량 범위는 0.103~0.256g으로 나타났고, Mg 흡수량은 1.0% 처리에서 가장 높게 나타났고 흡수량 범위는 0.021~0.051g으로 나타났.

이상에서 보는바와 같이 N, P, K, Ca, Mg 함량이 돈분 처리구 모두에서 대조구보다 높은 것으로 나타나 대조구에 비해 돈분 처리구에서 더 많은 양의 무기양분을 흡수한 것으로 판단된다. 1.0% 처리구에서 가장 많은 무기양분 흡수량을 보였고 2.0% 처리에서는 1.0% 처리구에 비해 급격히 흡수량이 떨어졌다. 따라서 빈도리나무 유묘 재배시 돈분의 처리는 1.0% 정도의 사용이 효율적일 것으로 판단된다.

Table 7. Absorption of inorganic nutrients of *Deutzia crenata* treated with dried swine manure.

Treatment (%)	N (g)	P (mg)	K (g)	Ca (g)	Mg (g)
Control	0.007	3.567	0.003	0.006	0.001
0.25	0.203	333.172	0.160	0.204	0.035
0.5	0.279	401.003	0.194	0.239	0.046
1.0	0.346	420.396	0.222	0.256	0.051
2.0	0.136	137.961	0.086	0.103	0.021

V. 고 찰

빈도리나무 유묘재배에 고행 돈분 처리에 따른 생육변화 및 무기양분 흡수 특성을 조사한 결과 1.0% 처리구에서 가장 우수한 생육과 가장 많은 양분을 흡수했다. Chae. S.M.(2012)의 버드나무류 성장반응 결과와 Kim. M.J.(2011)의 산딸나무 성장반응의 결과 돈분 1.0% 처리구에서 생장이 가장 좋았는데, 본 연구결과와 같은 결과를 나타냈다.

본 연구에 사용된 돈분은 유기물 65.66%, 질소 3.41%로 C/N율이 11.19%이었고, Chae. S.M.(2012)가 사용한 돈분은 유기물 47.0%, 질소 1.59%로 C/N율 17.19로 조금 차이가 났다. 그러나 Yeom. C.H. et al(2011)의 고행 돈분 처리로 벚나무 유묘의 성장반응과, 소나무 유묘의 성장반응 결과 고행 돈분 0.25%에서 생장이 가장 좋았는데, 본 연구결과와는 약간의 차이를 나타냈다. 이는 Yeom. C.H. et al(2011)이 사용한 돈분은 유기물 0.24%, 질소 4.07%로 C/N율이 0.14로 차이가 매우 컸으며, 부숙도의 차이로 돈분이 부후되는 과정에서 발생하는 메탄, 암모니아, 황화수소 등 유해가스에 의한 피해의 차이일 수도 있을 것이다(Seong. M.U. 1973). 또한 본 연구에 사용한 돈분보다 Yeom. C.H. et al(2011)이 사용한 돈분은 질소 함량이 더 많았기 때문에 질소 과다로 인해 오히려 생육이 저해되었을 가능성이 높아 보인다.

빈도리나무 유묘재배 토양에서 돈분 처리농도가 높아질수록 토양의 전질소 유효인산, 치환성 K, Na, Mg 및 Ca 함량이 늘어난 것은 토양 중 유기물을 식물체가 흡수하지 못하고 토양에 축적됐기 때문인 것으로 보인다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 본 연구에서 사용한 돈분을 기준으로 하면 빈도리나무 유묘를 재배할 경우 돈분 1.0% 정도의 처리가 가장 알맞은 양이라고 판단된다.

VI. 요약

본 연구는 빈도리나무를 대상으로 고행 돈분의 시비 농도에 따른 빈도리나무 종자의 발아율, 묘목의 성장량, 건중량, 체내 무기양분 흡수량 및 토양의 화학적 변화 등을 조사하여 빈도리나무 유묘의 생장에 고행 돈분의 적정 사용량에 대한 자료를 얻고자 실시하였다.

1. 고행 돈분 처리시 빈도리나무의 종자발아율은 대조구가 가장 높았으며, 고농도 돈분 처리시 발아율은 감소하는 경향을 나타냈다.
2. 묘의 성장량은 돈분 처리구가 대조구 보다 모두 높은 성장량을 보였고, 돈분 1.0% 처리구에서 묘고 생장이 가장 컸다.
3. 건중량은 1.0% 처리구에서 가장 높게 나타났고, 체내 무기양분 흡수량은 대부분 1.0% 처리구에서 높았으며, 2.0%에서 급격히 흡수량이 떨어졌다.
4. 빈도리나무 식재 토양의 경우 돈분을 고농도로 처리할수록 pH는 낮아지고, 토양 중 잔류된 전질소, 유효인산, 치환성 K, Na 및 Mg 함량은 높아졌다.

References

- Chae. S. M. 2012. Early Growth Response and Nutrient Absorption Characteristics of Willows(*Salix* sp.) Treated with Nitrogen Source and Dried Livestock Manure. Ph.D. thesis. (in Korean with English summary)
- Cho, H. S. · C. G. Kim · J. H. Seo · J. K. Lee · S. P. Eom and T. K. Oh. 2005. Effect of liquid pig manure on yield and grain quality of rice and barley under double cropping systems in paddy field. The Korean Society of Crop Science. 50 : 90-103 (in Korean with English summary)

- Garica-Gil, J. C. · Plaza, C. · Soler-Rovia, P. and Polo, A 2000, Long-term effects of municipal solid waste compost application on soil enzyme activities and microbial biomass, soil Bio. Biochem, pp. 1907-1913.
- Garcia, C. · Hernandez, T. and Cosra, F. 1994. Biochemical parameters in soils regenerated by the addition of organic waste. Waste Manage. Res. 12 : 457-456
- Jang. G. U. · Cho. S. H. and Kwak. J. H. 1999. Changes of Soil Physico-chemical Properties by Repeated Application of Chicken and Pig Manure Compost. Journal of The Korea Organic Resource Recycling Association. 7(1) : 23-30. (in Korean with English summary)
- Kim. J. Y. and Keum. S. Y. 2004. Effects of Liquid Pig Manure on Plastic Film House Soil. Kon-Kuk Journal of Natural Science and Technology. 15 : 59-67. (in Korean with English summary)
- Kim. M. C. · Choi. D. J. and Song. S.T. 2001. Effect of Swine Liquid Manure and Phosphorus Fertilizer Application Level on Dry Matter Yield and N and P Uptake of Italian Ryegrass. Journal of Animal Science and Technology. 43(6) : 973-980. (in Korean with English summary)
- Kim. M. J. 2011. A Study on Seed Germination and Seedling Growth of *Cornus kousa* Treated with Livestock Manure. M. S. thesis. (in Korean with English summary)
- Lee. C. H. and Cho. J. Y. 2006. Growth Response and Uptake of Nitrogen and Phosphorus of *Pinus thunbergii* by Treatment of a Dried Swine Excrement. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology. 9(2) : 72-80. (in Korean with English summary)
- Lee. J. T. · Lee. C. J. and Kim. H.D. 2004. Utilization of Liquid Pig Manure as a Substitute for Chemical Fertilizer in Double Cropping System of Rice Followed by Onion. Kor. J.l soil sci. and Ferti. 37(3) : 145-155. (in Korean with English summary)
- Ministry of Environment. 2015. The Statistics of Livestock Wastewater Treatment.
- Qwens I. B. · W. G. Edwards. and R. W. Vanbeuren. 1992. Nitrate levels in shallow groundwater under pasture receiving ammonium nitrate as slow release nitrogen fertilizer. J. Environ. Qual 21 : 607-613.
- Roth, G. W. and Fox, R. H. 1990. Soil nitrate accumulation following nitrogen fertilized corn in Pensylvania. J. Environ. Qual. 19 : 243-248
- Seong. M. U. 1973. Effects of Ammonia on the Sulfur Dioxide Injury in Plants. Journal of the Korean Plant Science. 16(1) : 17-22.
- Sommerfeldt, T. · C. Chang and T. Entz. 1993. The influence of ammonium on nitrate uptake and assimilation in 2-years-old ash and oak trees a tracer study with ¹⁵N. Isotopenpraxis, Environmental Health Studies. 29 : 85-92.
- Son. S. M. · Han. D. H. and KIM. Y. H., 1996. Chemical characteristics of Soils Cultivated by the Conventional Farming, Greenhouse Cultivation and Organic Farming and Accumulation of NO₃ - in Chinese Cabbage and Lettuce. Journal of Association of Organic Agriculture. 5(1) : 149-162. (in Korean with English summary)
- Wilkinson, S. R., 1979. Plant nutrient and economic value of animal manure. J. Anim.

- Sci. 48, 121-135
- Won. H. Y. · Kwon. J. S. · Shin, Y. K. · Kim. S. H. · Seo. J. S. and Choi, U. O. 2004. Effects of Composted Pig Manure Application on Enzyme Activities and Microbial Biomass of Soil under Chinese Cabbage Cultivation. Kor. J.l soil sci. and Ferti. 37(2) : 109-115. (in Korean with English summary)
- Yeom. C. H. · Lim. Y. M. · Che. S. M. and Lee. C. H. 2010. Study on Nitrozen, Phosphorus Absorption and Growth of *Pinus Densiflora* Siebold & Zucc. by Treatment with Dried Swine Excrement. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Tecnology. 17(6) : 17-27. (in Korean with English summary)
- Yeom. C. H. · Lim. Y. M. · Che. S. M. and Lee. C. H. 2011. Study on Nitrogen, Phosphorus Absorption and Growth of Seedling of *Prunus serrulata* var. *serrulata* f. *spondanea* (E.H. Wilson) by Treatment with Dried Swine Excrement. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Tecnology. 27(1) : 15-20. (in Korean with English summary)