

계분 처리에 의한 빈도리나무(*Deutzia crenata*) 종자발아 · 유묘생육 및 무기물 흡수에 관한 연구

이창현¹⁾ · 김미자²⁾ · 진재준³⁾ · 강학모^{1)*}

¹⁾ 전북대학교 산림환경과학과(수목종합관리연구센터) · ²⁾ 전북대학교 대학원 임학과 ·
³⁾ 전북대학교 생명자원과학대학원

A Study on Seed Germination, Seedling Growth and Absorption of Inorganic Nutrients of *Deutzia crenata* Seedlings Treated with Poultry Manure

Lee, Chang-Heon¹⁾ · Kim, Mi-Ja²⁾ · Jin, Jae-Jun³⁾ and Kang, Hag-Mo^{1)*}

¹⁾ Department of Forest Environmental Sciences, Chonbuk National University-Jeonju,

²⁾ Department. of Forestry, Graduate School, Chonbuk National University-Jeonju,

³⁾ Department of Forestry, Department of Natural Resources & Life Sciences Graduate School, Chonbuk National University-Jeonju.

ABSTRACT

This study was conducted to obtain proper amount of solid poultry manure in the beginning phase of *Deutzia crenata* growth. Seedling growth increment, dry weight, inorganic matter uptake and chemical changes of soil according to the concentration of solid poultry manure fertilization.

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

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

3. 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 poultry manure, the lower

First author : Lee, Chang-Heon, Department of Forest Environmental Sciences, Chonbuk National University-Jeonju,
Tel : +82-63-270-2589, E-mail : leech@jbnu.ac.kr

Corresponding author : Kang, Hag-Mo, Department of Forest Environmental Sciences, Chonbuk National University-Jeonju,
Tel : +82-63-270-2534, E-mail : kanghagmo@jbnu.ac.kr

Received : 8 October, 2018. **Revised** : 20 November, 2018. **Accepted** : 10 November, 2018.

the soil pH. However, nitrogen, available P, K, Na and Mg contents in the soil have increased with higher concentrations.

Key Words : poultry manure, *Deutzia crenata*, seed germination, seedling growth, inorganic nutrients

I. 서 론

축산농가에서 발생하는 가축분뇨는 축산업 운영하는 과정에서 다소의 차이는 있지만 거의 필수적으로 발생하는 부산물로서 긍정적이거나 부정적인 양면성을 지니고 있다. 긍정적인 측면에서는 퇴·액비화 과정을 거쳐 적정량을 농경지에 사용하면 지력 유지 및 향상을 위한 유용한 유기자원이 되지만, 부정적인 측면에서는 다량의 미부숙된 축분을 사용하면 환경오염에 부담을 주는 폐기물로 작용한다.

최근 우리나라의 가축분뇨 발생량을 일평균으로 살펴보면 2012년 177,105m³, 2013년 173,052m³, 2014년 175,641m³이다(Ministry of Environment, 2015). 가축분뇨의 해양투기가 2012년부터 전면 금지됨에 따라 가축분뇨 처리가 문제화 되고 가축분뇨에 대한 자원의 필요성이 크게 대두되고 있다. 따라서, 현재 가축분뇨 발생량의 일부는 퇴비화로 농경지에 환원되고 있지만, 지역에 따라 일부 지역에서는 농경지면적 대비 가축분뇨가 필요량을 초과하는 것으로 나타나, 산지 및 조경수 재배 지역으로까지 가축분뇨 환원이 새로운 대안 중 하나로 대두되고 있다.

Brady와 Well(2007)은 여러 연구자들의 연구 결과를 종합하여 토양 유기물 중 탄소와 CEC의 관계를 설명하였는데, 유기태 탄소 1g의 증가는 pH 4.0~4.5에서 토양 1kg 당 CEC를 0.13 cmol/kg 상승시키며, pH 5.0~5.5에서는 2배 많은 0.26 cmol/kg을, pH 8 에서는 4배 많은 0.5 cmol/kg 상승시킨다고 하였다. 이러한 특징을 지닌 가축분을 원료로 하여 만든 가축분 퇴비를 농경지에 과다하게 연용하면 토양 중 각종

염류집적을 초래하여 작물에 염류장해와 지하수 오염 등 환경오염을 초래한다.

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 요구되거나 돈분뇨를 과다하게 사용하여 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(Jang et al, 1999; Kim et al, 2001; Won et al, 2004; Lee et al, 2004; Kim and Keum, 2004; Cho et al, 2005). 그리고 대부분의 가축분 퇴비 관련연구가 2000년 이전까지는 작물 수량에 초점이 맞춰져 연구가 수행되었고, 가축분뇨 발생량의 일부는 2000년 이후 환경영양평가기법을 도입한 연구가 수행되고 있다. 그런데 아직까지 그 성과는 저조한 수준이며 특히 목분류와 관련된 연구는 과수에서 부분적으로 이루어졌으나 그 밖의 임목에 대해서는 아주 미미한 실정이다(Son et al, 1996; Lee and Cho 2006; Yeom et al, 2010; Chae, 2012). 가축분뇨가 환경개선 및 양분공급의 두가지 측면을 고려하여 활용하기 위하여 식물체별 적정 시용량의 규명이 필요할 것이다.

한편 우리나라에서 조경수로서 이용되고 있는 관목류의 종은 그 수가 많지 않고 제한되어 있

므로 다양한 종의 개발이 필요할 것으로 보이는데 빈도리나무는 관목으로서 조경용 및 관상용으로 번식시킬 가치가 충분하다고 사료된다.

따라서 본 연구는 조경용으로 이용되는 관목류의 종이 부족한 현실에서 내한성과 내염성, 내공해성이 강하고, 꽃과 열매가 아름다워 도심 가로수나 아파트, 공원, 학교 등의 조경수로서 충분한 가치가 있는 빈도리나무를 대상으로 계분의 시비가 묘목의 생육, 질소와 인의 축적, 토양의 화학적 변화에 미치는 영향을 조사하여 계분의 적정 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 충실한 종자를 선별하여 이용하였다.

식물은 플라스틱 포트(62×23×17cm)에 빈도리나무 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 15cm 정도 걷어내고 채취하여 5mm 토양체를 통과된 것을 사용하였으며, 토양의 물리·화학적 특성은 Table 1과 같다.

3. 재배조건

빈도리나무의 재배 기간은 2016년 5월 12일에 파종, 8월 12일에 수확하였고, 전북대학교 학

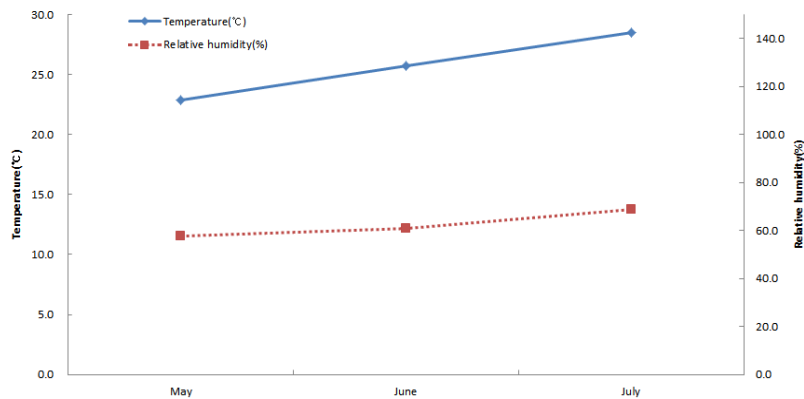


Figure 1. Monthly changes of average air temperature and relative humidity in the glass house.

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

| Chemical properties | |
|-------------------------------|------------|
| Dried poultry manure(%) | |
| OM | 75.95±0.08 |
| P ₂ O ₅ | 15.76±1.98 |
| N | 4.82±0.42 |
| K | 1.10±0.02 |
| Na | 0.66±0.02 |
| Ca | 7.25±0.23 |
| Mg | 1.63±0.07 |

솔림 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, 빈도리나무의 재배 실험 기간 동안 온실 내부의 평균온도와 습도는 Figure 1과 같이 온도는 최고 40.0℃이었고, 최저 11.2℃이었으며, 습도는 최고 99.9%이었고 최저 7.2%로 나타났다(Figure 1).

4. 계분의 처리 방법

전북대학교 동물사육장에서 공급받은 고품 계분을 120일 동안 우수를 차단하고 비닐하우스 내에서 풍건시킨 후 분쇄하여 5mm체로 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 계분의 유기물은 75.95%, 총인산은 15.76%이었고 전질소는 4.82%이었다(Table 2). 묘목의 발아가 지상에 나타난 시점부터 발아량을 체크하였고, 묘목의 생장에 방해가 되지 않도록 수시로 잡초를 제거하고 병충해가 발생하면 즉시 방제하였다.

III. 조사 방법 및 분석

1. 조사방법

1) 종자 발아율과 묘목 성장량

빈도리나무의 종자 발아율은 2016년 7월 1일부터 2016년 7월 10일까지 매일 조사하였고, 발아율은 전체 파종한 종자 수에 대한 발아한 개수의 비로 계산하였다.

묘목의 성장량은 발아가 종료된 시점에서부터 일주일 간격으로 파종 80일째까지 지상부 수고를 측정하였다.

2) 건중량 측정

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

3) 식물체의 무기성분 분석

성분분석은 건조된 시료를 가늘게 분쇄한 뒤 시료 1g을 취하여 500℃에서 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℃에서 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 2mm체로 거른 후 토양 중 pH, EC, 무기물 등을 분석 하였다.

토양화학성 조사 방법은 농업과학기술원 토양 및 식물체 분석법에 준하여 pH와 EC는 풍건토양과 증류수를 1:5(w:v)비율로 하여 pH Meter(EUTECHCOND 600)와 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($K_2Cr_2O_7$) 20mL를 가하고 200℃의 전열판에서 기포가 발생한 시점부터 정확히 5분간 분해하였다. 분해한 시료에 증류수 50mL, 인산(85%) 5mL, 지시약 di-phenylamine 용액(DPA) 3~4 방울 떨어뜨린 후 0.2N 황산제일철암모늄으로 적정하여 유기물 함량을 계산하였다.

전질소 함량은 Kjeldahl법, 증류법으로 풍건 토양 1g과 conc. H_2SO_4 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 취한 후 인산침출액 20ml를 넣어 10분간 진탕한 뒤 No.2 여지로 여과하였다. 여액 3mL와 ammonium paramolybdate 희석혼합용액(조작액) 6mL, 1-amino-2-naphtol-4-sulfonic acid 용액 0.4mL를 잘 혼합하여 30℃ 항온기에서 30분간 발색 후 비색계(HP8453 UV-Vis, Agilent)로 720nm에서 측정하였다.

치환성 양이온(Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+)은 토양

5g을 100mL 삼각플라스크에 취한 후 1 N- CH_3COONH_4 (pH 7.0)를 50mL 가하고 30분간 진탕한 후 여과(No.2)하고 유도결합프라즈마 분광광도계(GBC, Integra)를 이용하여 분석하였다.

2. 통계 분석

통계 분석은 SPSS 12.0K 통계 패키지를 활용하여 각 식물체의 고휘 계분의 농도 처리에 따라 발아율, 길이, 건중량, 전질소 및 인산의 함량 등을 분산분석 하였고, 처리 후 평균 구간의 비교는 Duncan's test(또는 Duncan의 다중검정)를 실시하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 계분 처리에 따른 빈도리나무의 종자발아 및 생육변화

1) 종자의 발아율

계분 처리구별 빈도리나무의 발아율을 측정한 결과는 Figure 2와 Table 3과 같다. 파종 5일부터 모든 처리구에서 발아가 시작되었고, 최종발아율은 대조구가 77.5%로 가장 높았고 6일 이후 발아율의 증가폭이 크게 나타났으며 파종 10일 이후에는 거의 멈추었다. 파종 10일 후 최종 발아율은

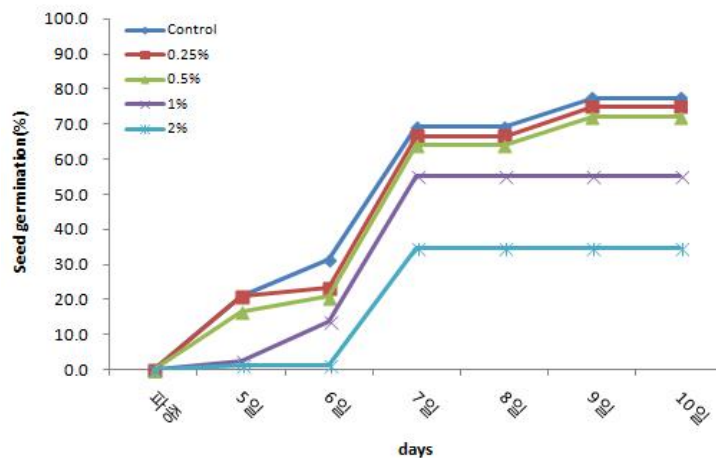


Figure 2. Percentage of germination (survival rate) of *Deutzia crenata* seeds in each soil poultry manure treatment.

Table 3. Germination survival rates of *Deutzia crenata* in poultry 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 | 2.5 | 1.3 |
| 6일 | 31.3 | 23.3 | 20.8 | 13.8 | 1.3 |
| 7일 | 69.2 | 66.7 | 64.2 | 55.0 | 34.6 |
| 8일 | 69.2 | 66.7 | 64.2 | 55.0 | 34.6 |
| 9일 | 77.5 | 75.0 | 72.1 | 55.0 | 34.6 |
| 10일 | 77.5 | 75.0 | 72.1 | 55.0 | 34.6 |

0.25%, 0.5%, 1.0%처리구는 75.0%, 72.1%, 55.0% 이었고 2.0%처리구는 34.6%로 발아율이 급격히 저하되는 경향을 보였다.

이상의 결과에서 대조구에서 발아율이 가장 높았고, 고농도의 계분 처리 시 발아율이 저하되는 경향을 보였다. 이는 가축분뇨가 무기화되는 과정에서 가스 등 독성물질이 발생했기 때문에 빈도리나무 종자가 발아하는 과정에서 유묘 일부가 죽어가는 것으로 추측되며, 특히 2.0%처리구에서 발아율이 크게 떨어졌으며 35%에도 미치지 못하는 발아율을 보여 무기화 과정에서 가스 등의 독성물질이 많이 발생한 것으로 추측된다(Seong, 1973).

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 유묘만을 8월 1일 까지 80일 동안 성장과정을 조사하였다. 빈도리나무 묘목의 성장량 조사는 발아가 종료된 시점에서 16일 간격으로 하였으며, 수고 변화는 Figure 3에서 보는 바와 같다.

묘의 수고는 모든 처리구 가운데 대조구가 6.0cm로 성장량이 가장 저조하였고 계분이 함유된 처리구에서는 모두 대조구보다 성장량이 훨씬 컸다. 고품 계분 1.0%처리구가 21.8cm로

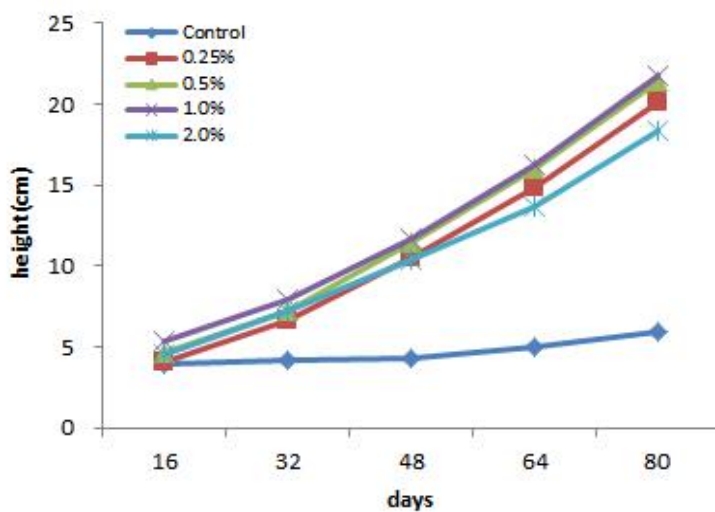
**Figure 3.** Height growth of *Deutzia crenata* treated with poultry manure for 80 days.



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

생장량이 가장 높았으며, 그 다음 0.5%처리구가 21.4cm이었고 0.25%처리구는 20.1cm이며 2%처리구는 18.4cm순이었다(Figure 3, Photo 1).

고형 계분 처리구별 빈도리나무 묘의 수고를 비교하면 대조구는 고형 계분 1%처리구에 비해 3.5배 이상 낮은 생장 결과로 보아 적정량의 고형 계분 처리는 빈도리나무 유묘생장에 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있고, 1.0%처리구에서 수고 생장이 가장 우수했다.

한편, 처리된 고형계분의 2.0%처리구의 경우 생장량이 떨어지는 결과를 보였는데 이는 영양물질의 과다한 흡수에 의한 대사 작용의 불균형이나 고형 계분의 분해(무기화)과정에서 발생하는 유해 가스의 영향으로 추정되는 생장장애로 생각된다. 따라서 양묘 시 고형 계분을 처리할 경우 무조건 많은 양을 시비한다고 좋은 것만은 아닐 것으로 판단되며, 빈도리나무 유묘재배의 경우 고형 계분의 처리는 1.0% 이하의 사용이 효율적인 것으로 판단된다.

3) 건중량

계분의 처리농도별 90일 후 뿌리, 줄기, 잎을 구분하여 빈도리나무 건중량을 측정된 결과 잎,

줄기, 뿌리 순으로 높았으며, 총 건중량은 1.0%처리에서 14.49g으로 가장 높았고 그 다음 0.5%처리구에서 11.80g, 0.25%처리구는 9.3g, 2.0%처리구는 5.05g이었고, 대조구는 0.45g으로 가장 낮은 건중량을 보였다(Figure 4, Table 4).

총 건중량은 1.0%처리구에서 가장 높았는데 이는 계분에 함유되어있는 질소 함량(4.82%)이 적절하게 작용했기 때문으로 보인다. 따라서 빈도리나무 묘의 초기 건전한 생육을 촉진시키기 위해서는 질소 사용량을 적절히 조절할 필요가 있다고 판단된다.

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

4) 체내 무기물 흡수량 비교

빈도리나무 전부위에서의 질소 총 흡수량은 1.0%처리구에서 0.364g으로 가장 높게 나타났으며, 처리구의 전체를 보면 0.123~0.364g으로 나타났다(Table 5). 대조구와 질소 흡수가 가장 많은 1.0%처리구와 비교하면 질소 흡수량은 1.0%처리구가 대조구에 비해 약 52배 증가했다.

P 흡수량은 1.0%처리구에서 505.716mg으로

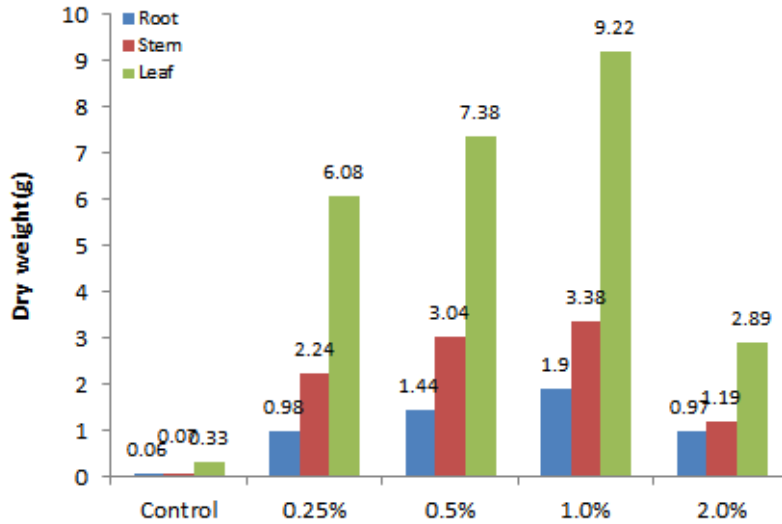


Figure 4. Dry weight of *Deutzia crenata* treated with dried poultry manure for 90 days.

Table 4. Dry weight of root, stem, and leaf of *Deutzia crenata* treated with dried poultry manure for 90 days.

| Treatment (%) | Leaf (g) | stem (g) | Root (g) | Total (g) | T/R ratio (g) |
|---------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------|
| Control | 0.33 ^a ±0.06 | 0.06 ^a ±0.03 | 0.06 ^a ±0.02 | 0.45 ^a ±0.12 | 6.99 ^a |
| 0.25 | 6.08 ^b ±1.05 | 2.24 ^c ±0.33 | 0.98 ^b ±0.25 | 9.30 ^c ±0.36 | 10.08 ^b |
| 0.5 | 7.38 ^{bc} ±1.54 | 3.04 ^{cd} ±0.32 | 1.44 ^{bc} ±0.73 | 11.80 ^{cd} ±0.44 | 8.39 ^{bc} |
| 1.0 | 9.22 ^c ±2.82 | 3.38 ^d ±0.87 | 1.90 ^c ±0.44 | 14.49 ^d ±1.52 | 8.08 ^{bc} |
| 2.0 | 2.89 ^a ±0.86 | 1.19 ^b ±0.52 | 0.97 ^b ±0.34 | 5.05 ^b ±0.17 | 4.27 ^a |

(mean±SD)

가장 높게 나타났으며, 흡수량 범위는 220.308~505.716mg으로 나타났다.(Table 5). 계분 2.0%처리구에서 질소와 인의 흡수량이 1.0%처리구에 비해 흡수량이 급격히 떨어진 것은 고농도의 계분 처리가 가스 등의 피해 때문에 생리 대사작용이 원활하지 못해 총 흡수량이 낮아진 것으로 보인다.

K 흡수량은 1.0%처리구에서 0.242g으로 가장 높게 나타났고, 흡수량 범위는 0.116~0.242g으로 나타났으며 2.0%처리구에서 0.5%처리구에서 보다 흡수량이 떨어졌다.

Ca 흡수량의 범위는 0.158~0.312g으로 1.0%처리에서 가장 높게 나타났으나 2.0%의 고농도 처리구에서는 P의 흡수량과 마찬가지로 0.5%처

리구에서 보다 흡수량이 떨어졌다.

Mg 흡수량의 범위는 0.029~0.064g이며 1.0%처리에서 가장 높은 0.064g의 흡수량을 나타냈다.

이상에서 보는바와 같이 N, P, K, Ca, Mg 함량이 계분 처리구 모두에서 대조구보다 높은 것으로 나타나 대조구에 비해 계분 처리구에서 더 많은 양의 무기양분을 흡수한 것으로 판단된다. 계분 1.0%에서 가장 많은 무기양분 흡수량을 보였으나 2.0%처리에서 급격히 흡수량이 떨어졌다. 따라서 빈도리나무 유묘 재배 시 계분의 처리는 1.0% 정도의 시용이 효율적일 것으로 판단된다.

5) 토양성분 함량변화

계분을 처리한 빈도리나무의 생장실험이 끝

Table 5. Absorption of inorganic matter of *Deutzia crenata* treated with dried poultry 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 | 0.123 | 220.308 | 0.116 | 0.158 | 0.029 |
| 0.5 | 0.215 | 370.603 | 0.197 | 0.243 | 0.047 |
| 1.0 | 0.364 | 505.716 | 0.242 | 0.312 | 0.064 |
| 2.0 | 0.268 | 378.379 | 0.173 | 0.219 | 0.046 |

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

| Treatment (%) | pH _{1:5} | EC _{1:5} (ds/m) | OM (g/kg) | P ₂ O ₅ (mg/kg) | T-N (%) | Ex Cation(cmol _e /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 | 7.9 ^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 | 7.7 ^{cd} | 0.13 ^a | 2.41 ^a | 49.35 ^a | 0.034 ^b | 0.45 ^a | 0.26 ^{ab} | 1.25 ^a | 5.78 ^a |
| 0.5 | 7.6 ^c | 0.18 ^a | 2.51 ^a | 139.62 ^a | 0.041 ^{bc} | 0.50 ^{ab} | 0.29 ^b | 1.45 ^b | 5.81 ^a |
| 1.0 | 7.4 ^b | 0.50 ^b | 2.37 ^a | 441.86 ^a | 0.049 ^{bc} | 0.52 ^{ab} | 0.30 ^b | 1.50 ^b | 5.84 ^a |
| 2.0 | 7.0 ^a | 0.55 ^b | 3.17 ^a | 761.65 ^a | 0.062 ^c | 0.56 ^b | 0.35 ^b | 1.51 ^b | 5.90 ^a |

난 후 토양분석 결과 유묘재배 토양의 pH값은 계분 처리량이 많아질수록 pH값은 낮아졌는데 유기물질이 암모늄의 산화과정과 분해과정에서 생성된 유기, 무기산에 의해서 pH값을 감소시킨 것으로 보인다(Table 11). 이는 Lee et al.(2018)가 보고한 돈분처리와 같은 경향을 보였다.

EC는 고농도의 계분 처리 시 증가했으며 EC의 범위는 0.13~0.55ds/m로 나타났다. 계분 처리 시 유묘재배 토양의 분석 결과 전질소 함량은 대조구에서 가장 낮았고 계분 2.0%처리구에서 가장 높았다. 유효인산 함량의 범위는 11.72~761.65 mg/kg, 치환성 K함량 범위는 0.44~0.56 cmol_e/kg, 치환성 Na함량 범위는 0.17~0.35 cmol_e/kg, 치환성 Mg함량 범위는 1.22~1.51 cmol_e/kg, 치환성 Ca 함량의 범위는 5.71~5.90 cmol_e/kg로 나타났다. 즉, 빈도리나무 유묘재배 시 계분처리 토양의 경우 유기물, 전질소 유효인산, 치환성 K, Na, Mg 및 Ca함량은 고농도로 처리할수록 높아졌다(Table 6).

빈도리나무 유묘재배 시 계분 시비량이 늘어

날수록 공통적으로 토양의 전질소, 유효인산, 치환성 K, Na, Mg, 및 Ca함량이 늘어난 것은 조사된 무기물들을 식물들이 흡수하지 못하고 토양에 축적되었기 때문인 것으로 판단된다.

이상의 결과를 분산분석한 결과 유기물, 치환성 Ca은 유의적 차이가 나지 않았고, 치환성 K, Mg, Na함량은 5%의 수준에서 차이가 났고, pH, EC, 전질소의 함량은 1%의 유의수준에서 차이가 났다.

V. 고 찰

빈도리나무 유묘재배에 고형계분 처리에 따른 종자발아와 생육변화 및 무기양분의 흡수 특성을 조사한 결과 1.0%처리구에서 빈도리나무 묘의 총건물 생장이 가장 우수했고, 1.0%처리구까지는 처리농도가 높을수록 생장량이 높게 나타났다. 그러나 2.0%처리구에서는 생장량이 급격히 떨어지는 모습을 보였다. 이는 돈분 처리에 의한 Chae(2012)의 버드나무류 생장반응 결

과와 Kim(2011), Lee et al.(2018)의 산딸나무 생장반응의 결과 돈분 1.0%처리구에서 생장이 가장 좋았다는 결과와 유사한 경향을 보였다. 그러나 Yeom et al.(2010)의 고행 돈분 처리로 벚나무와 소나무 유묘의 생장반응 결과 고행 돈분 0.25%에서 생장이 가장 좋았다는데 본 연구결과와는 차이를 보였다. 이는 실험에 사용한 축분의 유기물, 질소, 인산 등의 함량 및 C/N을 등의 차이에 따라 다를 수 있을 것이며, 부숙도의 차이로 계분이 부후되는 과정에서 발생하는 메탄, 암모니아, 황화수소 등 유해가스에 의한 피해 또는 수중에 따른 차이일 수도 있을 것이다.

한편 고행 계분의 농도 처리에 따라 처리구별 생장의 차이를 보인 것은 계분의 부숙도 차이에 의한 가스 피해, 혹은 질소의 함량 차이 때문에 생육 차이가 나는 것으로 추측된다.

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

이상의 결과로 볼 때 사용된 가축분의 유기물 및 무기물 함량에 따라 다르겠지만 본 연구에서 사용한 계분을 기준으로 빈도리나무 유묘를 재배할 경우 계분 1.0% 정도의 처리가 가장 알맞은 양이라고 판단된다.

VI. 요약

본 연구는 빈도리나무를 대상으로 고행 계분의 시비 농도에 따른 빈도리나무 종자의 발아율, 묘목의 생장량, 건중량을 조사하였고, 재료 및 방법에 기술한 방법에 준하여 체내 무기양분 흡수량 및 토양의 화학적 변화 등을 분석하여 빈도리나무 유묘의 생장에 고행 계분의 적정 시용량에 대한 자료를 얻고자 실시하였다.

1. 고행 계분 처리 시 빈도리나무의 종자발아율은 대조구가 가장 높았으며, 고농도 계분 처

리 시 발아율은 감소하는 경향을 나타냈다.

2. 묘의 생장량은 계분 처리구가 대조구 보다 모두 높은 생장량을 보였고, 유묘의 생장과 건중량에서도 1.0%처리구에서 가장 컸다.
3. 체내 무기양분 흡수량은 계분 처리 1.0%처리구에서 대부분 높았으며 2.0%에서 급격히 흡수량이 떨어졌다.
4. 빈도리나무 식재 토양의 경우 계분을 고농도로 처리할수록 pH는 낮아지고, 토양 중 잔류된 전질소, 유효인산, 치환성 K, Na 및 Mg 함량은 높아졌다.

References

- Brady NC and Well RR. 2007. The nature and properties of soils. 14th edition. Pearson Education. pp. 333-344.
- Chae SM. 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 HS · Kim CG · Seo JH · Lee JK · Eom SP and Oh TK. 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)
- Jang GU · Cho SH and Kwak JH. 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 JY and Keum SY. 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 MC · Choi DJ and Song ST. 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 MJ. 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 CH and Cho JY. 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 CH · Kang HM · Jin JJ · Hong JS and Kim MJ. 2018. A Study on Seedling Growth and Absorption of Inorganic Nutrients of *Deutzia crenata* Seedlings Treated with Swine Manure. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology. 21(3) : 1-12. (in Korean with English summary)
- Lee JT · Lee CJ and Kim HD. 2004. Utilization of Liquid Pig Manure as a Substitute for Chemical Fertilizer in Double Cropping System of Rice Followed by Onion. Kor. J. soil sci. and Ferti. 37(3) : 145-155. (in Korean with English summary)
- Ministry of Environment. 2015. The Statistics of Livestock Wastewater Treatment.
- Qwens IB · Edwards WG and Van- beuren RW. 1992. Nitrate Levels in Shallow Groundwater under Pasture Receiving Ammonium Nitrate as Slow Release Nitrogen Fertilizer. J. Environ. Qual 21 : 607-613.
- Seong MU. 1973. Effects of Ammonia on the Sulfur Dioxide Injury in Plants. Journal of the Korean Plant Science. 16(1) : 17-22. (in Korean with English summary)
- Son SM · Han DH and Kim YH. 1996. Chemical characteristics of Soils Cultivated by the Conventional Farming, Greenhouse Cultivation and Organic Farming and Accumulation of NO_3^- in Chinese Cabbage and Lettuce. Journal of Association of Organic Agriculture. 5(1) : 149-162. (in Korean with English summary)
- Won HY · Kwon JS · Shin YK · Kim SH · Seo JS and Choi UO. 2004. Effects of Composted Pig Manure Application on Enzyme Activities and Microbial Biomass of Soil under Chinese Cabbage Cultivation. Kor. J. soil sci. and Ferti. 37(2) : 109-115. (in Korean with English summary)
- Yeom CH · Lim YM · Che SM and Lee CH. 2010. Study on Nitrogen, Phosphorus Absorption and Growth of *Pinus densiflora* Siebold & Zucc. by Treatment with Dried Swine Excrement. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology. 17(6) : 17-27. (in Korean with English summary)