

가축분뇨 처리에 의한 산딸나무 종자발아 및 유묘생육에 관한 연구

이창현¹⁾ · 강학모¹⁾ · 김미자²⁾

¹⁾ 전북대학교 산림환경과학과, 수목종합관리센터 · ²⁾ 전북대학교 대학원 임학과

A Study on Seed Germination and Seedling Growth of *Cornus kousa* Treated with Livestock Manure

Lee, Chang-Heon¹⁾ · Kang, Hag-Mo¹⁾ and Kim, Mi-Ja²⁾

¹⁾ Department of Forest Environmental Science, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea,

²⁾ Department of Forestry, Graduate School, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea.

ABSTRACT

This study was conducted to obtain proper amount of solid swine manure and poultry manure in the beginning phase of *Cornus kousa* growth by investigating the initial germination, seedling growth increment, dry weight, chlorophyll content change, body nutrient uptake and chemical changes of soil according to the concentration of solid swine manure and poultry manure fertilization. When treated with solid swine manure and poultry manure, seed germination rate was the highest in the control. However germination rate showed a tendency to decrease when treated with high concentration of swine manure and poultry manure. The survey results of the growth increment were all higher than that of the control. At the 1.0% treatment of both swine and poultry manure, the seedling height growth was highest. Poultry manure treatment made higher result than swine manure treatment at each treatment. Dry weight was the highest at the 1.0% treatment by both swine and poultry manure. Dry amount declined sharply at the 2.0% treatment. Poultry manure was higher in weight than swine manure at every treatment. Chlorophyll content was the highest at the 1.0% treatment by both swine and poultry manure, but declined sharply at the 2.0% treatment. The survey content was higher than

First author : Lee, Chang-Heon, Department of Forest Environmental Science, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea,

Tel : +82-10-6605-2589, E-mail : leech@jbnu.ac.kr

Corresponding author : Kang, Hag-Mo, Department of Forest Environmental Science, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea,

Tel : +82-10-2602-1984, E-mail : kanghagmo@jbnu.ac.kr

Received : 18 March, 2015. **Revised** : 24 April, 2015. **Accepted** : 20 April, 2015.

that of the control. The amount of nutrients absorbed in the seedling body was generally high at the 1.0% treatment of swine manure and poultry manure. For the planting soil of *Cornus kousa* the higher concentration of swine manure and poultry manure was, the lower pH became. However, nitrogen, got higher. available phosphoric acid, exchangeable K, Na, and Mg got higher.

Key Words : *Swine manure, Poultry manure, Chlorophyll content, Nutrients absorb.*

I. 서 론

가축분뇨의 이용은 토양의 비옥도 개선을 통한 작물의 생산성을 향상시키기 위하여 오래 전부터 농업적으로 이용되어져 왔고 특히 유기물이 적은 토양에서 많이 이용되고 있다(Garica-Gil, 2000). 또한 가축분뇨가 토양에 환원될 경우에는 식물에 대한 영양공급은 물론 토양 입자의 구조를 개선하여 보수력과 통기성을 높여주고 토양의 비옥도 증진에 크게 기여하고 있다(Long et al., 1996; Wilkinson, 1979).

가축분뇨는 농·축산업을 영위하는 과정에서 발생하는 부산물로서 국민소득 증가로 식생활 수준이 향상되어 기업형 축산업이 등장함에 따라 발생한 다량의 분뇨는 처리와 이용이 어렵게 되어 환경보전 측면에서 문제점으로 제기되고 있다. 가축분뇨는 각종 영양분을 골고루 함유하고 있어 작물에 각종 영양소의 공급원이 되지만 (Rural Development Administration, 1999a), 오염 부하량이 높은 특성을 가지고 있기 때문에 가축분뇨는 관리에 따라 환경오염원이 될 수도 있지만 효율적 이용을 통해 자원의 재활용 측면에서는 상당히 중요한 자원이 된다(Rural Development Administration, 1999b).

우리나라의 가축분뇨 발생량을 일평균으로 살펴보면 2008년 128,143m³, 2009년 135,761m³, 2010년 135,653m³이다(Ministry of Environment, 2011). 한편, 가축분뇨 해양투기가 전면 금지됨에 따라 가축분뇨에 대한 자원화의 필요성이 대두되고 있다. 따라서, 현재 가축분뇨 발생량의

일부는 퇴비화로 농경지에 환원되고 있지만, 지역에 따라 일부 지역에서는 농경지면적 대비 가축분뇨 필요량을 초과하는 것으로 나타나, 산림지 및 조경수 재배 지역으로의 가축분뇨 환원이 새로운 대안 중 하나로 대두되고 있다.

가축분뇨를 시비한 토양에 관한 연구를 살펴보면, Sommerfedt et al., (1988)은 가축분을 11년간 연용시 토양 유기물과 전질소 축적율은 6~8년까지는 비슷하게 증가되다가 해가 지날수록 감소되며, 이때의 반응속도는 기질농도와 관계없이 일정해지는 Micaelis-Menten 방정식을 따른다고 하였다. 토양 유기물은 가축분을 연간 1ha당 30Mg 시용 시에 0.07%, 180g 시용 시 0.57% 증가 한다고 하였다. 또한, Meek et al., (1982)은 가축분을 1ha당 180Mg 수준으로 4년간 시용한 후 5년 동안 시용하지 않고 토양 내 유기물 함량을 조사한 결과 시험 전 0.9%에서 5년차에 2.9%로 증가했다가, 무시용 5년째는 1.8%로 감소되었다고 보고하였다.

돈분뇨를 토양에 사용하면 유기태 질소는 질산화 과정에 의하여 무기질화 되어 식물이 이용할 수 있는 질산태 질소와 암모늄태 질소로 전환된다. 분뇨 질소가 무기화 과정을 거쳐 생성된 질산태 질소는 용해성이고 토양에서 자유로이 이동된다. 이러한 질산태 질소의 특성 때문에 식물체가 흡수하지 못한 잔여 질소는 빗물에 의해 토양의 하층으로 이동하여 지하수 및 하천 오염 등의 문제를 초래할 수 있다(Rural Development Administration, 2002). 식물체가 필요로 하는 양 이상을 사용하면 질산태 질소의 용탈량은 증가

하게 되므로 가축분뇨 시용시 적절한 시비관리가 필요하다.

인산은 질소 및 칼륨과는 다르게 토양에 잘 흡착 고정되어 거의 유실되지 않는다. 우리나라에 분포되어 있는 경작 토양은 인산함량이 낮아 인산의 시용이 요구되나 돈분뇨를 과다하게 사용하여 토양에 인산이 축적되면 빗물에 의해 인산이 유실되어 하천 등을 오염시키게 된다. 칼륨은 대부분 수용성이고 질소와 같이 유실되기 쉬운 성분이다. 토양에 칼륨함량이 높을 때 식물체는 필요이상 흡수하여 칼슘이나 마그네슘의 흡수가 저해되기도 한다(Gill, B.D. 2011).

우리나라에서는 대부분의 가축분 퇴비 관련 연구가 2000년 이전까지는 작물 수량에 초점이 맞춰져 연구가 수행되었고, 가축분뇨 발생량의 일부는 2000년 이후 환경영향평가기법을 도입한 연구가 수행되고 있다. 그런데 아직까지 그 성과는 저조한 수준이며 특히 목분류와 관련된 연구는 과수에서 부분적으로 이루어졌으나 그 밖의 임목에 대해서는 아주 미미한 실정이다(Yeum, C.H. et al., 2010; Chae, S.M., 2012). 가축분뇨를 환경개선과 양분공급의 두가지 목적으로 활용하기 위해서는 식물체별 적정 시용량의 규명이 필요하다.

따라서 본 연구는 우리나라 향토수종으로서 공해와 저온에 강하고, 꽃과 열매 및 나무껍질이 아름다워 도심 가로수나 아파트, 공원, 학교 등의 조경수로서 식재가 가능한 산딸나무를 대상으로 돈분과 계분의 시비가 산딸나무 묘목의 생육, 질소와 인의 축적, 엽록소함량 및 토양의 화학적 변화에 미치는 영향을 조사하여 적정 돈·계분의 시비량에 대한 기초 자료를 얻고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

산딸나무(*Cornus kousa*)의 재배실험은 전북

대학교 교내 학술림의 온실에서 실시하였다. 산딸나무의 종자는 전북대학교 학술림으로부터 확보하였으며, 10월에 종자를 채취하여 과육을 물로 씻어 제거한 뒤 수침하여 가라앉은 종자만을 노천매장한 후 육안으로 견실한 종자를 선별하여 이용하였다.

식물은 플라스틱 포트(62×23×17cm)에 산딸나무 종자를 40립씩 4반복으로 파종하였으며, 난피법으로 포트를 배치하고 고르게 햇빛을 받도록 일주일에 한번 씩 포트를 이동하면서 재배 실험하였다.

2. 토양재료

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

3. 재배조건

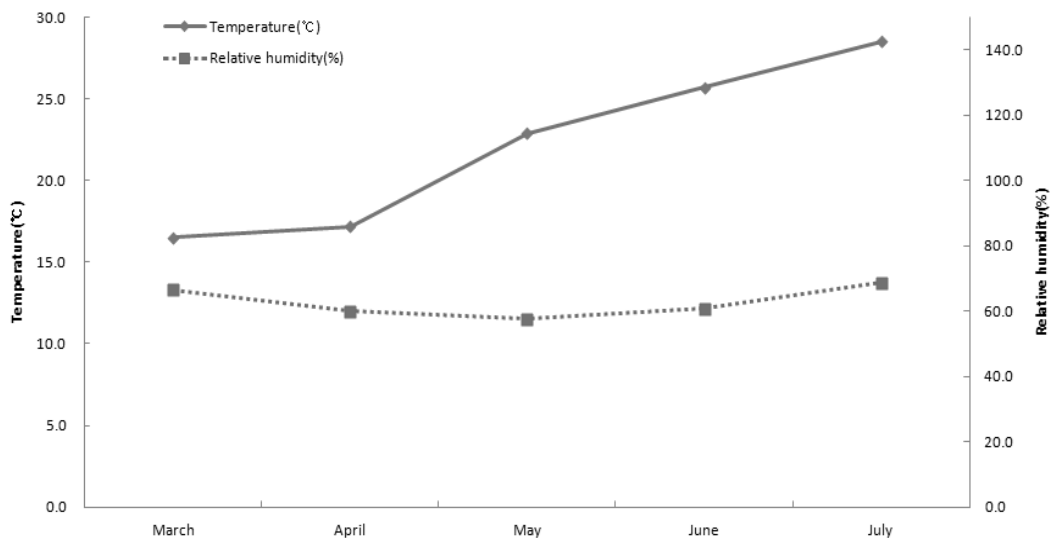
산딸나무의 재배 기간은 2012년 3월 17일에 파종, 7월 15일에 수확하였고, 전북대학교 학술림 내 유리 온실에서 실시하였다. 온실의 조건은 강우를 차단하고, 생장에 따라 1~2일에 1회씩 충분히 관수하였고 5월부터 항상 통풍을 시켰다. 온실내부의 온·습도는 전자온습도계(TR-72U)를 사용하여 측정하였고, 산딸나무의 재배 실험 기간 동안 온실 내부의 평균온도와 습도는 각각 24.9°C, 61.4% 이고, 최고 온도는 39.0°C였고, 최저 -2.1°C이었으며, 습도는 최고 99.9% 이었고 최저 16.4%로 나타났다(Figure 1).

4. 돈분과 계분의 처리 방법

전북대학교 동물사육장에서 공급받은 고품질 돈분과 계분을 120일 동안 우수를 차단하고 비닐하우스 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 처

Table 1. Physical and chemical properties of soil materials 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

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

리구별로 플라스틱 포트에 채우고 산딸나무 (*Cornus kousa*) 증자를 파종하였다.

본 실험에 사용한 고품질 돈분과 계분은 총인산, 전질소의 함량 등에서 차이를 보였으며, 총인산은 돈분 내 8.08%, 계분 내 15.76%였고, 전질소

는 각각 3.41%, 4.82%로 나타나 돈분보다 계분 내 질소와 인산의 함량이 높았다(Table 2).

묘목의 발아가 지상에 나타난 시점부터 발아량을 체크하였고, 묘목의 생장에 방해가 되지 않도록 수시로 잡초를 제거하고 병충해가 발생

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

	Chemical properties	
	Dried swine manure(%)	Dried poultry manure(%)
OM	65.66 ± 1.89	75.95 ± 0.08
P ₂ O ₅	8.08 ± 0.97	15.76 ± 1.98
N	3.41 ± 0.23	4.82 ± 0.42
K	1.15 ± 0.02	1.10 ± 0.02
Na	0.48 ± 0.04	0.66 ± 0.02
Ca	13.90 ± 0.18	7.25 ± 0.23
Mg	1.52 ± 0.05	1.63 ± 0.07

하면 즉시 방제하였다.

5. 통계 분석

통계분석은 SPSS 12.0K 통계패키지를 활용하여 각 식물체의 고형 돈분과 계분의 농도 처리에 따라 발아율, 길이, 건중량, 전질소 및 인산의 함량, 엽록소 함량등을 분산분석을 하였고, 처리후 평균 구간의 비교는 Duncan's test (또는 Duncan의 다중검정)를 실시하였다. 그리

고 고형 돈분·계분이 식물체에 미치는 인자들의 관련성을 알아보기 위해 상관분석을 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 돈분·계분 처리에 따른 산딸나무의 생육변화

돈분 처리구별 산딸나무의 발아율을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 종자의 발아는 0.25% 처리구가 파종 7일부터 가장 먼저 발아가 시작

Table 3. Germination survival rates of *Cornus kousa* in swine manure.

Days after sowing	Treatment(%)				
	Control	0.25	0.5	1.0	2.0
7		0.6			
10	0.6	1.3	0.6	0.6	0.6
13	1.9	1.3	3.1	3.1	2.5
16	5.0	2.5	5.0	3.8	5.0
19	7.5	4.4	8.8	4.4	6.3
22	12.5	6.3	9.4	7.5	10.6
25	42.5	11.3	15.6	10.0	13.8
28	65.6	34.4	29.4	19.4	26.9
31	68.8	56.3	45.6	33.1	36.3
34	73.8	58.1	53.1	41.9	40.6
37	76.9	71.3	65.0	62.5	43.1
40	76.9	71.3	66.9	62.5	43.2

Table 4. Germination survival rates of *Cornus kousa* in poultry manure.

Days after sowing	Treatment(%)				
	Control	0.25	0.5	1.0	2.0
7					
10	0.6		1.3		
13	1.9	1.9	1.9	0.6	
16	5.0	5.0	4.4	1.3	0.6
19	7.5	5.0	6.3	1.9	1.3
22	12.5	6.9	6.3	2.5	1.3
25	42.5	12.5	9.4	5.0	1.9
28	65.6	42.5	24.4	9.4	2.5
31	68.8	56.9	35.6	22.5	3.8
37	73.8	60.1	39.4	25.0	12.5
40	76.9	73.1	47.5	36.9	33.8
43	76.9	73.1	47.0	36.0	31.3

되었고, 파종 9일 부터는 모든 처리구에서 발아가 시작되었다(Table 3).

파종 40일 이후에는 더 이상 발아하지 않았으며 최종 발아율은 대조구가 76.9%로 가장 높았고 다음은 0.25%와 0.5%, 1.0% 처리구가 각각 71.3%, 66.9%, 62.5%로 60% 이상의 발아율을 보였으나 2% 처리구는 43.2%로 발아율이 저하되는 경향을 보였다. 파종 후 25일까지는 완만하게 증가하는 경향을 나타내다가 28일~37일의 발아율은 증가폭이 크게 나타났으며 그 이후에는 거의 멈추었다.

계분 처리구별 산딸나무의 발아율을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 파종 16일부터 모든 처리구에서 발아가 시작되었고, 최종발아율은 돈분과 같이 대조구가 76.9%로 가장 높았고 25일 이후 발아율의 증가폭이 크게 나타났으며 40일이 지나자 거의 멈추었다. 파종 43일 후 최종 발아율은 0.25%처리구는 73.1%이었고 0.5%이상 2.0%처리구까지는 47.0%~31.3%로 발아율이 급격히 저하되는 경향을 보였다(Table 4).

이상의 결과에서 돈분과 계분 처리구 모두

대조구에서 발아율이 가장 높았고, 고농도의 돈·계분 처리시 발아율이 저하되는 경향을 보였다. 이는 가축분뇨가 무기화되는 과정에서 가스 등 독성물질이 발생했기 때문에 산딸나무 종자가 발아하는 과정에서 유묘 일부가 죽어가는 것으로 추측되며, 돈분은 2.0% 처리구에서, 계분은 1.0% 이상 처리구에서 그 피해가 크게 나타난 것으로 보아 계분이 무기화 과정에서 돈분보다 가스 등의 독성물질이 더 많이 발생한 것으로 추측된다(Hanegraaf M.C. 1998).

2. 묘목의 성장량

산딸나무 종자를 3월 17일 파종하여 종자의 발아가 종료되는 시점인 파종 43일 부터 성장량을 조사하기 위해 가장 큰 묘와 가장 작은 묘를 제거하고 포트 당 10개씩의 건전한 유묘만을 남기어 7월 15일 까지 122일 동안 성장과정을 조사하였다. 산딸나무 묘목의 성장량 조사는 발아가 종료된 시점에서 30일 간격으로 하였으며, 돈분 처리구에서의 묘고 변화는 Figure 2에서 보는 바와 같다.

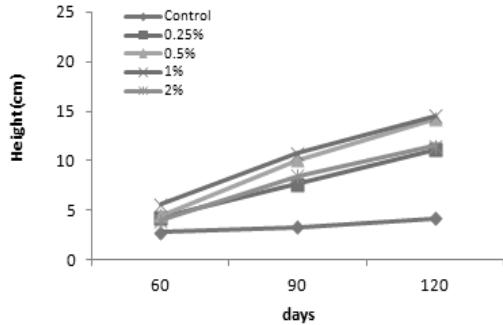


Figure 2. Height growth of *Cornus kousa* treated with swine manure for 90 days.

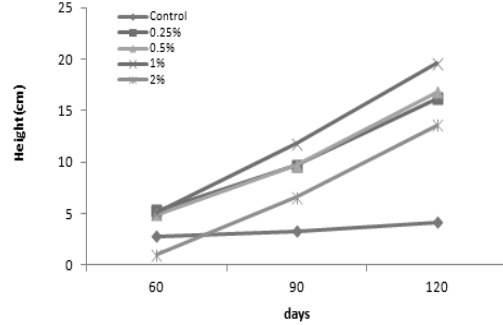


Figure 3. Height growth of *Cornus kousa* treated with poultry manure for 90 days.

묘고는 돈분 사용량에 따라 파종 후 60일까지는 차이가 미미 했지만 90일 이후부터는 성장속도가 빨라졌고, 돈분 각 처리구의 묘고를 측정 한 결과 1% 처리구에서 묘고가 14.5cm로 가장 높게 자랐으며 그 다음 0.5% 처리구가 14.2cm였고 2% 처리구는 11.5cm, 0.25% 처리구는 11.1cm순이었다.

계분 처리구는 모든 처리구 가운데 대조구가 4.2cm 성장량으로 가장 저조하였고 계분이 함유된 처리구에서는 모두 대조구보다 성장량이 훨씬 컸다. 고품 계분 1.0% 처리구가 19.6cm로 성장량이 가장 높았으며, 그 다음 0.5% 처리구가 16.8cm였고 0.25% 처리구는 16.2cm이며 2% 처리구는 13.6cm순이었다(Figure 3). 계분 처리구의 묘고 생장은 대조구의 묘고 성장 4.2cm 보다 훨씬 높게 나타났다. 이는 Chae, S.M. (2012)의 계분 처리시 버드나무류의 초기 성장 시 계분이 양분으로서 버드나무 초기 성장에 긍정적인 영향을 주었다는 보고와 유사한 결과를 보였으나 처리 농도에 따른 성장효과에서는 차이를 보였다.

고형 돈분·계분 처리구별 산딸나무 묘고를 비교하면 대조구는 고품돈분 1% 처리구에 비해 약 3배, 고품 계분 처리시는 약 4배 수준의 낮은 성장의 결과로 보아 적정량의 고품 돈분이나 계분 처리는 산딸나무 유묘생장에 큰 영향을

미친다는 것을 알 수 있고, 모두 1.0% 처리구에서 묘고 생장이 가장 우수했으며 계분처리시에는 돈분처리시보다 각 처리구별 묘고생장이 더 컸다.

한편, 처리된 고품돈분과 계분의 2.0% 처리구의 경우 성장량이 모두 떨어지는 결과를 보였는데 이는 영양물질의 과다한 흡수에 의한 대사작용의 불균형이나 고품 돈분·계분의 분해과정에서 발생하는 유해 가스의 영향으로 추정되는 성장장애로 생각된다(Hanegraaf M.C. 1998). 따라서 묘목양성시 고품 돈분이나 계분을 처리할 경우 무조건 많은 양을 시비한다고 좋은 것만은 아닐 것으로 판단되며, 산딸나무 유묘재배의 경우 고품 돈분이나 계분의 처리는 1.0% 이하의 사용이 효율적일 것으로 판단된다.

돈분과 계분의 산딸나무 유묘에 대한 처리구별 묘고생장을 분산분석 한 결과 1% 수준에서 차이를 나타냈다.

3. 건중량

돈분의 처리농도별 120일 후 뿌리, 줄기, 잎을 구분하여 산딸나무 건중량을 측정한 결과 잎, 줄기, 뿌리 순으로 높았으며, 총 건중량은 9.95g으로 돈분 1.0% 처리구에서 가장 높았고, 그다음 0.5% 처리구에서 8.87g, 0.25% 처리구는 6.62g이며, 2.0% 처리구는 5.6g이었고, 대조구는 1.35g으

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

Treatment (%)	Root (g)	Stem (g)	Leaf (g)	Total (g)	T/R ratio (g)
Control	0.49 ^a ± 0.05	0.50 ^a ± 0.02	0.61 ^a ± 0.06	1.35 ^a ± 0.2	1.74 ^a
0.25	1.32 ^{bc} ± 0.28	1.50 ^b ± 0.27	3.80 ^b ± 0.74	6.62 ^{bc} ± 0.22	4.01 ^b
0.5	1.74 ^{cd} ± 0.33	1.88 ^{bc} ± 0.55	5.26 ^c ± 1.04	8.87 ^{bc} ± 0.30	4.09 ^b
1.0	1.84 ^d ± 0.13	2.28 ^c ± 0.40	5.73 ^c ± 0.63	9.95 ^c ± 0.20	4.14 ^b
2.0	1.21 ^b ± 0.30	1.25 ^b ± 0.29	3.17 ^b ± 0.59	5.6 ^b ± 0.14	3.66 ^b

Table 6. Dry weight of root, stem, and leaf of *Cornus kousa* treated with dried poultry manure for 90 days.

Treatment (%)	Root (g)	Stem (g)	Leaf (g)	Total (g)	T/R ratio (g)
Control	0.49 ^a ± 0.05	0.50 ^a ± 0.02	0.61 ^a ± 0.06	1.35 ^a ± 0.02	1.74 ^a
0.25	1.90 ^{bc} ± 0.45	2.17 ^b ± 0.44	5.56 ^b ± 0.57	9.63 ^b ± 0.06	4.06 ^b
0.5	1.57 ^b ± 0.28	2.41 ^b ± 0.13	6.25 ^b ± 0.57	10.22 ^b ± 0.18	5.52 ^{bc}
1.0	2.21 ^c ± 0.48	3.43 ^c ± 0.50	6.86 ^b ± 1.28	12.50 ^c ± 0.37	4.65 ^c
2.0	0.37 ^a ± 0.14	0.53 ^a ± 0.46	1.78 ^a ± 0.61	2.68 ^a ± 0.20	6.29 ^d

로 가장 낮은 건중량을 보였다(Table 5).

계분의 처리농도별 건중량은 돈분처리와 마찬가지로 잎, 줄기, 뿌리 순으로 높았으며, 총 건중량은 1.0%처리가 12.50g으로 가장 높았고 그 다음 0.5%처리구에서 10.22g, 0.25%는 9.63g, 2.0%는 2.68g이었고, 대조구는 1.35g으로 가장 낮은 건중량을 보였다(Table 6).

총 건중량은 돈분이나 계분 모두 1.0% 처리구에서 가장 높았고, 돈분에 비해 계분 2.0% 처리구의 건중량이 급격히 감소하였다. 또한 0.25% 처리구에서 계분 처리구가 돈분 처리구의 2배 가까이 높은 건중량을 보였고, 돈분 1% 처리구와 계분 0.25% 처리구의 건중량이 각각 9.95g, 9.63g으로 비슷한 건중량을 나타내어 수고 성장과 마찬가지로 산딸나무의 건중량은 돈분에 함유되어 있는 질소 함량(3.41%)과 계분에 함유되어있는 질소 함량(4.82%)의 영향으로 보인다.

돈분이나 계분 처리구는 대조구에 비해 2~10배 T/R율이 높았으며, 돈분 0.5% 계분은 2.0% 처리구에서 가장 높게 나타났다. 이는 돈·계분 처리가 지상부의 생육에 크게 영향을 주었기 때문이라 추측된다.

산딸나무 묘의 잎, 줄기, 뿌리 부위의 건중량에 대한 분산분석한 결과 돈·계분 처리구 모두에서 1%의 유의 수준에서 차이를 나타냈다.

4. 엽록소 함량 변화

CCM-200기기를 이용하여 과종 후 60일부터 30일 간격으로 돈분 처리구별 엽록소 함량(Chlorophyll Reading value=crv)을 측정 한 결과 돈분 1.0%처리구에서 7.60crv로 가장 높았고, 그 다음 2.0%처리구에서 6.82crv, 0.5%처리구에서 4.14crv, 0.25%처리구에서 3.85crv였다. 이는 대조구의 1.49crv보다 엽록소 함량이 훨씬 높았다(Table 7).

Table 7. Chlorophyll content (Chlorophyll Reading Value) in leaves treated with dried swine manure.

Date	60	90	120
Treatments(%)			
Control	0.75 ^a ± 0.12	0.96 ^a ± 0.41	1.49a ± 0.36
0.25	1.33 ^b ± 0.52	1.63 ^b ± 0.60	3.85b ± 0.79
0.5	1.82 ^b ± 0.46	2.42 ^c ± 0.57	4.14b ± 1.43
1.0	2.43 ^c ± 0.80	3.67 ^d ± 0.21	7.60c ± 1.63
2.0	1.72 ^b ± 0.46	3.40 ^d ± 0.85	6.82c ± 1.69

Table 8. Chlorophyll content (Chlorophyll Reading Value) in leaves treated with dried poultry manure.

Date	60	90	120
Treatments(%)			
Control	0.75 ^a ± 0.12	0.96 ^a ± 0.41	1.49a ± 0.36
0.25	2.63 ^c ± 0.66	2.71 ^{bc} ± 0.33	4.16b ± 1.50
0.5	2.63 ^c ± 0.57	2.69 ^{bc} ± 0.47	5.14b ± 0.96
1.0	3.00 ^c ± 0.75	3.08 ^c ± 0.50	8.30c ± 5.64
2.0	1.79 ^b ± 0.64	2.42 ^b ± 0.46	4.84b ± 0.83

계분처리구에서는 1.0%처리구에서 8.30crv로 가장 높았고, 그 다음은 0.5%처리구에서 5.14crv, 2.0%처리구에서 4.84crv, 0.25%처리구에서는 4.16crv 였다. 이는 돈분처리구에서와 마찬가지로 대조구의 1.49crv보다 계분 처리구의 엽록소 함량이 훨씬 높았다(Table 8).

돈·계분 각 처리구별로 엽록소함량을 비교해 보면 모든 처리구에서 공통적으로 대조구보다 훨씬 높게 나타났다. 돈분보다 계분의 처리구에서 엽록소 함량이 다소 높았고 같은 양의 돈분과 계분처리가 서로 다른 엽록소 함량 패턴을 보인 것은 돈분과 계분이 서로 다른 질소 함유량 때문으로 보인다.

엽록소 측정치는 식물에 영양 상태를 나타내는 간접지표이다. Hong, S.D. et al., (2001)은 토마토 잎의 엽록소측정치는 단위 면적당 질소흡수량과 유의성 있는 정의 상관관계를 보여 식물

체의 질소 영양진단의 지표로 활용이 가능하다고 하였다. 본 실험에서도 고품 돈분과 계분처리구의 엽록소 함량 사이의 비례관계는 돈분에 함유되어있는 질소 함량(3.41%)과 계분에 함유되어있는 질소 함량(4.82%)의 영향으로 보이며 엽록소 함량과 잎의 질소 함량과 건중량 사이에는 돈분처리의 경우 Pearson상관계수가 0.7 이상으로 나타났으며 계분 처리구에서는 Pearson상관계수가 0.6 이상으로 나타나 정(+)의 상관을 보였다(Table 9). 이는 돈분처리시 버드나무류의 엽록소 함량과 잎의 질소함량과 건물중 사이에 Pearson 상관계수 0.7 이상의 높은 정(+)의 상관을 나타냈다는 Chae, S.M. (2012)의 보고와 유사한 결과를 보였다. 따라서 산딸나무 묘의 초기 건전한 생장을 촉진시키기 위해서는 적정량의 돈분과 계분의 사용이 효율적일 것으로 판단된다.

Table 9. Pearson correlation analysis of SPAD value and T-N of leaf and dry weight treated with S.M. and P.M.

Treatment		SPAD value	T-N(Leaf)	Dry weight
S.M.	SPAD value	1		
	N(Leaf)	.871(**)	1	
	Dry weight	.732(**)	.668(**)	1
P.M.	SPAD value	1		
	N(Leaf)	.690(**)	1	
	Dry weight	.731(**)	.346	1

엽록소 함량에 대한 분산분석 결과 처리구간에 1%의 수준에서 차이를 나타냈다.

5. 체내 무기양분 흡수량 비교

산딸나무 전부위에서의 질소 총 흡수량은 돈분 1.0%처리구에서 0.216g, 계분 1.0%처리구에서 0.247g으로 가장 높게 나타났으며, 나머지 돈분처리구의 경우 질소 흡수량 범위는 0.012 ~

0.216g, 계분처리구의 경우는 0.012~0.247g으로 나타났다(Table 10, Table 11). 대조구와 1.0%처리구와 비교하면 질소 흡수량은 돈분처리구의 경우 약 19배, 계분처리구는 약 20배 증가했다.

P 흡수량은 돈·계분 모두 1.0% 처리구에서 돈분의 경우 191.038mg, 계분의 경우 239.295mg으로 가장 높게 나타났으며, P 흡수량 범위는 돈분 처리시 13.688~191.038mg, 계분처리시 13.668 ~

Table 10. Absorption of inorganic matter of *Cornus kousa* treated with dried swine manure.

Treatment (%)	N (g)	P (mg)	K (g)	Ca (g)	Mg (g)
Control	0.012	13.688	0.008	0.012	0.005
0.25	0.092	87.379	0.041	0.097	0.025
0.5	0.188	174.157	0.085	0.149	0.039
1.0	0.216	191.038	0.079	0.204	0.043
2.0	0.161	157.854	0.049	0.138	0.032

Table 11. Absorption of inorganic matter of *Cornus kousa* treated with dried poultry manure.

Treatment (%)	N (g)	P (mg)	K (g)	Ca (g)	Mg (g)
Control	0.012	13.688	0.008	0.012	0.005
0.25	0.155	113.689	0.069	0.191	0.034
0.5	0.189	170.420	0.075	0.217	0.030
1.0	0.247	239.295	0.104	0.288	0.041
2.0	0.059	59.392	0.031	0.059	0.010

239.295mg으로 나타났고, 돈분에 비해 각 처리구에서 계분의 P의 함량이 약간 높게 나타났다 (Table 10, 11). 돈·계분 모두 2.0%처리구에서 질소와 인의 흡수량이 1%처리구에 비해 흡수량이 급격히 떨어진 것은 고농도의 돈·계분 처리가 가스 등의 피해 때문에 생리 대사작용이 원활하지 못해 총 흡수량이 낮아진 것으로 보인다.

K 흡수량은 돈분 0.5%처리구에서 0.085g, 계분 1.0%처리구에서 0.104g으로 가장 높게 나타났고, K 흡수량 범위는 돈분처리시 0.008~0.079g, 계분처리시 0.008~0.104g으로 각 처리구별 계분의 흡수량이 약간 높게 나타났으며 돈·계분처리 모두 2.0%처리에서 K의 흡수량이 떨어졌다.

Ca 흡수량은 돈·계분 모두 1.0%처리에서 가장 높게 나타났고 돈분처리시 0.012~0.204g, 계분처리시 0.012~0.288g으로 나타났으며 각 처리별 1.0% 까지는 계분처리의 경우가 돈분처리의 경우보다 약간 높게 나타났고, 2.0%의 고농도 처리구에서는 계분의 흡수량이 급격히 떨어졌다.

Mg 흡수량은 돈·계분처리 모두 1.0%처리에서 가장 높게 나타났고 돈분처리시 0.005~0.043g, 계분처리시 0.005~0.041g으로 나타났다.

이상에서 보는바와 같이 N, P, K, Ca, Mg 함량이 돈·계분 처리구 모두에서 대조구보다 높

은 것으로 나타나 대조구에 비해 돈·계분 처리구에서 더 많은 양의 무기양분을 흡수한 것으로 판단된다. 돈·계분 모두 1.0%에서 가장 많은 무기양분 흡수량을 보였고 계분처리구가 돈분 처리구보다 1.0%처리구까지 양분흡수량이 약간 높았다. 돈·계분 처리구 모두 2.0%처리에서 급격히 흡수량이 떨어졌고 그 폭은 계분 처리구가 더 컸다. 따라서 산딸나무 유효 재배시 돈·계분의 처리는 1.0% 이하의 사용이 효율적일 것으로 판단된다.

6. 토양성분 함량변화

돈분을 처리한 산딸나무의 성장실험이 끝난 후 토양분석 결과 pH값은 무처리구에서 고농도의 돈분 처리구로 갈수록 약간 낮아지는 경향을 보였는데, 이는 가축분과 같은 유기물질이 암모늄의 산화과정과 분해과정에서 생성된 유기, 무기산에 의해서 pH값을 감소시킨 것으로 보인다.

EC는 돈분 사용량에 따라 증가하였으며, 고농도의 돈분 처리시 토양 중 수용성 무기성분의 증가로 EC가 높아진 것으로 보인다. EC의 범위는 0.09~1.58ds/m로 나타났다(Table 12).

유기물, 전질소 함량은 무처리구에서 가장 낮았고, 돈분 2.0%처리에서 가장 높았다. 치환성 Na함량 범위는 0.19~0.48cmol_e/kg, 치환성 Mg 함량범위는 1.03~2.29cmol_e/kg, 치환성 Ca의

Table 12. Chemical properties of soil treated with dried swine manure for 120 days.

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	7.7 ^b	0.09 ^a	1.80 ^a	13.3 ^a	0.003 ^a	0.36 ^a	0.19 ^a	1.05 ^a	4.83 ^a
0.25	7.7 ^b	0.12 ^b	1.84 ^a	65.7 ^a	0.006 ^a	0.39 ^a	0.21 ^a	1.16 ^a	5.34 ^a
0.5	7.8 ^b	0.15 ^a	1.94 ^a	118.0 ^{ab}	0.008 ^a	0.45 ^{ab}	0.24 ^a	1.20 ^{ab}	5.66 ^{ab}
1.0	7.4 ^a	0.49 ^a	2.93 ^a	238.5 ^b	0.017 ^a	0.60 ^b	0.32 ^{ab}	1.62 ^b	5.82 ^{ab}
2.0	7.4 ^a	1.58 ^b	5.54 ^b	557.6 ^c	0.048 ^b	0.82 ^c	0.48 ^b	2.29 ^c	6.41 ^b

Table 13. Chemical properties of soil treated with dried poultry manure for 120 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	7.8 ^b	0.09 ^a	1.19 ^a	13.3 ^a	0.033 ^a	0.36 ^a	0.19 ^a	1.05 ^a	4.8 ^a
0.25	7.6 ^b	0.14 ^a	1.24 ^a	47.75 ^a	0.008 ^a	0.38 ^a	0.23 ^a	1.05 ^a	5.28 ^{ab}
0.5	7.6 ^b	0.24 ^a	1.92 ^b	99.00 ^b	0.010 ^a	0.41 ^{ab}	0.25 ^a	1.09 ^{ab}	5.45 ^{ab}
1.0	7.5 ^a	0.58 ^a	2.38 ^b	198.25 ^c	0.020 ^a	0.55 ^b	0.34 ^a	1.40 ^b	6.00 ^b
2.0	7.4 ^a	2.31 ^b	3.65 ^c	404.25 ^d	0.068 ^b	0.77 ^c	0.55 ^b	2.03 ^c	6.03 ^b

함량 범위는 4.80~6.41cmol_c/kg 로 나타났다. 즉, 산딸나무 재배시 돈분처리 토양의 경우 유기물, 전질소, 유효인산, 치환성 K, Na, Mg 및, Ca함량은 고농도 돈분을 처리할수록 높아지는 경향을 보였다.

계분처리의 경우 유묘재배 토양의 pH값은 계분 처리량이 많아질수록 pH값은 낮아졌는데 이는 돈분처리와 마찬가지로 가축분과 같은 유기물질이 암모늄의 산화과정과 분해과정에서 생성된 유기, 무기산에 의해서 pH값을 감소시킨 것으로 보인다(Table 13).

EC는 고농도의 계분 처리시 증가했으며 EC의 범위는 0.09~2.31ds/m로 나타났다. 전질소 함량은 대조구에서 가장 낮았고 돈분 2.0%처리구에서 가장 높았다. 유효인산 함량의 범위는 13.3~404.25mg/kg, 치환성 K함량 범위는 0.36~0.77cmol_c/kg, 치환성 Na함량 범위는 0.19~0.55cmol_c/kg, 치환성 Mg함량 범위는 1.03~2.03cmol_c/kg, 치환성 Ca 함량의 범위는 4.80~6.03cmol_c/kg로 나타났다. 즉, 산딸나무 유묘재배시 계분처리 토양의 경우 유기물, 전질소 유효인산, 치환성 K, Na, Mg 및 Ca함량은 고농도 계분을 처리할수록 높아졌다.

산딸나무 유묘재배시 돈분과 계분 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.

IV. 결 론

산딸나무 유묘재배에 고형 돈분 처리에 따른 생육변화 및 양분흡수 특성을 조사한 결과 1.0% 처리구에서 가장 우수한 생육과 가장 많은 양분을 흡수했다. Chae, S.M. (2012)의 버드나무류 성장반응 결과 돈분 1.0% 처리구에서 생장이 가장 좋았는데, 본 연구결과와 유사한 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 Yeum, C.H. et al., (2011)의 고형 돈분 처리로 벗나무 유묘의 성장반응과, 소나무 유묘의 성장 반응 결과 고형 돈분 0.25%에서 생장이 가장 좋았는데, 본 연구결과와는 약간의 차이를 나타냈다. 이는 Yeum, 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. 또한 본 연구에 사용

한 돈분보다 Yeum, C.H. et al., (2011)이 사용한 돈분은 질소 함량이 더 많았기 때문에 질소 과다로 인해 오히려 생육이 저해되었을 가능성이 높아 보인다.

고형 계분 처리에 따른 생육변화 및 무기양분의 흡수 특성을 조사한 결과 돈분처리의 경우와 같이 계분 1.0% 처리구에서 산딸나무 묘의 총건물 생장이 가장 우수했고, 1.0% 처리구까지는 처리농도가 높을수록 생장량이 높게 나타났으나 2.0% 처리구에서는 돈분처리의 경우보다 더 급격히 생장량이 낮아지는 모습을 보였다. 이는 Chae, S.M. (2012)의 고형계분 처리로 버드나무 생장반응 실험결과 1.0%에서 생장이 가장 좋았다는 보고와 유사한 결과를 나타냈다.

고형 돈분·계분 고농도 처리에서 생육이 급격히 감소한 것은 돈분과 계분의 부후과정에서 발생하는 가스 피해 때문으로 추측되는데 특히 돈분에 비해 계분처리구에서 심한 결과를 보인 것은 실험에서 사용된 돈분의 유기물 함량은 65.66%이며 계분은 75.95%, 질소 함량은 돈분 3.41%, 계분 4.82%로 계분이 돈분에 비해 유기물과 질소 함량이 많았기 때문에 고농도 처리구인 2.0% 처리구에서 더 많은 생육 피해가 발생한 것으로 판단된다(Table 2).

산딸나무 유묘재배 토양에서 돈분·계분 처리농도가 높아질수록 토양의 전질소 유효인산, 치환성 K, Na, Mg 및 Ca 함량이 늘어난 것은 토양중 유기물을 식물체가 흡수하지 못하고 토양에 잔류했기 때문인 것으로 보인다.

이상의 결과에서 돈분·계분 1.0% 처리구에 비해 2.0% 처리구에서 토양중 전질소 함량이 돈분 2.8배 증가, 계분 3.4배 증가된 것으로 보아 산딸나무 유묘가 흡수하지 못하고 토양에 잔류된 것으로 보아 본 연구에서 사용한 가축분뇨를 기준으로 산딸나무 유묘를 재배할 경우 돈분·계분 1.0% 정도의 처리가 가장 알맞은 양이라고 판단된다. 한편 본 실험은 유묘에서의 결과이므로 앞으로 보다 장기간의 실험과 성목

에서의 실험을 지속적으로 실시하여 산딸나무 전 생육기간을 통해 가축분뇨의 효과에 대해 연구해야 할 필요가 있을 것으로 사료된다.

References

- Chae SM. 2012. Early Growth Response and Nutrient Absorption Characteristics of Willows (*Salix* sp.) Treated with Nitrogen Source and Dried Livestock Manure. Department of Forestry, Graduate School, Chonbuk National University, Doctorate Thesis pp. 69-114.
- 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.
- Gill BD. 2011. Effects of Combined SCB Liquid Fertilizers on Growth Responses of Ornamental Foliage Plants and Leaf Vegetables. Department of Agronomy, Graduate School Sang-Ji University. Master Thesis.
- Hanegraaf, M. C. 1998. "Environmental performance indicators for nitrogen". Environmental Pollution. 102. SI. 211-715.
- Hong SD · Kim KI · Park HT and Kang SS. 2001. Relationship between Leaf Chlorophyll Reading Value and Soil N-supplying Capability for Tomato in Green House. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer 34(2): 85-91.
- Yeum CH · Lim YM · Chae 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 Agriculture & Life Sciences. 41(2): 24-31.
- Yeum CH · Lim YM · Chae SM and Lee CH.

2011. 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. *Journal of Korean Society of Environmental Restoration Technology*. 14(6): 17-27.
- Long F. N. J. and H. I. Gracey. 1996. Effect of fertilizer nitrogen source and cattle slurry on herbage production and nitrogen utilization, *Grass and Forage Science*, pp. 431-442.
- Meek, B. · L. Granham and T. Donova. 1982. Long term effect of manure on soil nitrogen, phosphorous, potassium, sodium, organic matter and water infiltration rate. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46: 1014-1019.
- Ministry of Environment. 2011. Statistics on Disposal of Livestock Wastewater.
- Rural Development Administration. 1999a. For Environment-friendly agriculture production and the use of livestock manure compost, liquid fertilizer. pp. 274.
- Rural Development Administration. 1999b. Application of fertilizers prescription standards on specific crops. pp. 164.
- Rural Development Administration. 2002. The use of Livestock Liquid Manure Technology. pp. 231.
- Sommerfeldt, T. · C. Chang and T. Entz. 1988. Long-term annual manure applications increase soil organic matter and nitrogen, and decrease carbon to nitrogen ratio. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52: 1668-1672.
- Wilkinson, S. R. 1979. Plant nutrient and economic value of animal manure, *J. Anim. Sci.* pp. 121-135.