

경상남도 밤나무임지의 지역별 토양특성

김춘식^{1*} · 임종택² · 조현서¹ · 구관효²

¹진주산업대학교 산림자원학과, ²경상남도 산림환경연구원

Soil Properties of Chestnut (*Castanea crenata*) Stands by Regions in Gyeongnam Province

Choonsig Kim^{1*}, Jong-Taek Lim², Hyun-Seo Cho¹ and Gwan-Hyo Goo²

¹Department of Forest Resources, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea

²Gyeongsangnam-do Forest Environment Research Institute, Jinju 660-860, Korea

요 약: 경상남도는 우리나라 최대 밤나무 재배지 중의 하나이나 밤나무 임지를 대상으로 토양특성과 관련한 체계적인 조사가 시도된 적이 없어 밤나무 재배관련 기술지도에 어려움이 있다. 본 연구는 경상남도 진주시, 산청군, 함천군, 하동군, 사천시, 고성군 등 6지역의 밤나무 임지를 대상으로 각 지형별 대표적인 지점을 선정하고 지형요건을 고려하여 한 사면을 중심으로 상단부, 중간부, 하단부로 구분한 후 토양깊이 20 cm까지의 토양시료를 채취하고 토성, 토양 pH, 유기물 함량, 전질소, 유효인산, 치환성 양이온함량 등을 분석하였다. 경남지역 밤나무임지의 토양특성은 지역간에 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났으나($p < 0.05$), 지형 위치 간에는 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 토양특성 중 토양용적밀도, 공극율, 토양 pH, 유기물 함량, 전질소, 유효인산, 양이온치환용량, 붕소 같은 토양 화학적 특성은 지역간에 유의적인 차이가 있었다. 토양용적밀도의 경우 하동군의 0.96 g/cm^3 을 제외한 나머지 5개 시, 군의 토양용적밀도는 1.12 g/cm^3 에서 1.22 g/cm^3 까지 분포하고 있어서, 밤나무 임지의 경우 답압이 발생하고 있는 것으로 나타났다. 토양 pH의 경우 대부분 지역이 평균 pH 5.03 이하로 토양산성화가 심하였고, 가장 낮은 토양 pH는 산청군의 4.62였으며, 진주시, 하동군, 함천군, 고성군, 사천시 순이었다. 유기물의 경우 하동군지역이 6.46%로 가장 높으며, 타 지역은 2.93~3.47%에 분포하였고, 전질소의 경우 하동지역이 높고 타 지역은 지역간 차이가 없었다. 유효인산의 경우 진주, 하동, 산청은 100 ppm 이상으로 밤나무 재배를 위해 비교적 양호한 수준이나 사천시의 경우 15 ppm으로 가장 낮은 함량을 보였다. 양이온치환용량은 고성과 하동이 10 cmolc/kg 이상이었으며 진주, 함천은 8.6 cmolc/kg 정도였다. 칼륨함량은 0.07~0.14 cmolc/kg 에 분포하였고 진주, 하동, 함천은 0.1 cmolc/kg 이하였으며, 마그네슘의 경우 6지역 모두 0.66 cmolc/kg 이상으로 나타났다. 본 연구결과에 따르면 경상남도 밤나무 임지는 지역간 토양특성이 다르게 나타나기 때문에 임지의 비배관리에 있어서도 지역간 임지의 토양 이화학적 특성이 반영되어야 하는 것으로 나타났다.

Abstract: This study was carried out to evaluate soil properties by regions from chestnut (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc) stands in Gyeongnam province. Soil physical and chemical properties were measured from soil samples of top 20 cm collected from three hillslopes (upper, middle, lower) of the chestnut stands in six regions (Jinjusi, Sacheonsi, Sancheonggun, Hadonggun, Goseonggun, Hapcheongun) where are major chestnut cultivation areas throughout the province. Soil properties were significantly different among regions ($p < 0.05$), while were not significantly different among hillslopes ($p > 0.05$). Soil bulk density, soil pore space, soil pH, organic matter content, total nitrogen, available phosphorus, and CEC were significantly different among regions ($p < 0.05$). Soil bulk density was significantly lower ($p < 0.05$) in Hadonggun (0.96 g/cm^3) than in other regions ($1.12\sim 1.22 \text{ g/cm}^3$). Soil pH was below pH 5.03 in most regions and Sancheonggun showed the lowest soil pH value (pH 4.62), followed by Jinjusi, Hadonggun, Hapcheongun, Goseonggun, and Sacheonsi. Organic matter content was highest in Hadonggun (6.46%), while other regions ranged between 2.93% and 3.47%. Total nitrogen content showed a similar trend like the organic matter content. Available phosphorus was above 100 ppm in Jinjusi, Hadonggun and Sancheonggun, but Sacheonsi showed the lowest concentration (15 ppm) among the regions. Cation Exchange Capacity (CEC) was above 10 cmolc/kg in Goseonggun and Hadonggun, but below 8.6 cmolc/kg in Jinjusi and Hapcheongun. Potassium content ranged between 0.07 and 0.14 cmolc/kg , and magnesium was above 0.66 cmolc/kg in all regions. The results indicate that soil property in chestnut stands was different among

*Corresponding author
E-mail: ckim@jinju.ac.kr

regions in Gyeongnam province. This suggested that the chestnut stands should be managed by the fertilization application reflected in the variability of regional soil property in chestnut stands.

Key words: *Castanea crenata*, chestnut, fertilizer, soil management, soil property

서 론

밤나무는 산성토양에 적응성이 높은 호산성 수종으로 알려져 있으며(정인구와 박승걸, 1978), 화강암이나 화강편마암 같은 산성암을 모재로 생성된 우리나라 산림토양은 밤나무 재배 가능지역이 넓다. 최근(2003년도) 조사된 자료에 따르면 우리나라 밤나무 재배면적은 52,609 ha이며, 가구당 평균면적은 2.1 ha, 평균재배본수는 558본, 평균수명은 18년 정도로서, 이중 경상남도지역은 국내 밤나무 재배면적의 약 47%인 24,844 ha가 밤나무 재배지이며 전라남도 광양, 충청남도 부여, 공주 등과 함께 우리나라 최대 밤나무 재배지로 알려져 있다(산림청, 2004). 그러나 국내 밤나무 재배지는 70~80년대에 집중적으로 조성되어 대부분 노령화에 접어들었으며, 고사지 발생 증가, 병해충에 대한 저항성 약화, 과실의 소립화 및 생산성 감소 등 전체 밤나무 면적의 약 53%가 쇠퇴단계에 진입한 것으로 보고되고 있다(산림청, 2004).

국내에서는 70년대 중반에서 80년대 초반까지 밤나무 재배 및 수확과 관련한 비교적 많은 연구가 수행되었다(정인구와 박승걸, 1978; 정인구, 1979a; 정인구, 1979b; 정인구 등, 1979; 정인구, 1980; 정인구, 1982). 지금까지 알려진 밤나무 재배적지는 토심이 깊은 적응성 사양토로서 배수가 양호하고 보수력과 유기물함량이 높으며, 토양단면이 잘 발달하고, 토심이 깊은 성숙한 산성토양이 재배 적지이나, 석회암 모재토양이나 염해지 토양, 과건 토양이나 과습 토양, 남사면 급경사지의 사질토양 등은 재배에 적합하지 않는 것으로 알려져 있다(정인구와 박승걸, 1978). 또한 밤나무의 영양생리는 토양양분과 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있으며(정인구와 박승걸, 1978; 정인구, 1980; 정인구, 1982), 밤나무의 적정시비 및 시비에 의한 토양 비배관리는 밤 수확의 성패를 좌우할 만큼 중요하여 밤나무임지의 비배관리를 위한 다양한 연구가 시도되었다(정인구와 박승걸, 1978; 정인구 등, 1979; 정인구 등, 1981; 정인구, 1982). 특히 밤 재배지의 낙과 방지 및 밤 수확량의 증대를 위해 밤 전용 비료에 붕소의 첨가는 밤 생산성 향상 및 수익증대에 크게 기여하였으며, 밤나무 임지의 토양 관리와 관련한 가장 우수한 사례가 되고 있다. 또한 일조량이 부족할 시 마그네슘비료의 시비효과가 탁월하였으며, 시비구는 무시비구에 비해 약 7배의 증수효과가 있는 것으로 조사된 바 있다(정인구, 1982).

최근 밤나무 재배지의 경우 퇴비 같은 유기질 비료보다는 화학비료 및 제조제의 과다사용으로 토양성질이 악화

되고 있는 것으로 알려져 있으며(구교상, 2003; 구교상 등, 2003) 이러한 토양성질 악화는 밤 품질 저하뿐만 아니라 생산성 악화에 따른 수익에 저하를 가져와 궁극적으로 농가소득의 감소를 초래 할 것으로 예측된다. 이러한 토양성질 악화를 개량하기 위하여는 밤나무 재배지를 대상으로 토양 물리화학적 특성을 조사한 후 개량이 필요한 지역을 대상으로 석회, 목초탄, 유기질퇴비, 복합비료 등과 같은 토양개량제나 초생재배 등(이윤영 등, 2006)의 임지 관리가 필수적이나 아직까지 경상남도 밤나무 임지의 경우 토양관리를 위한 기초 자료로 제공될 수 있는 토양특성 관련 자료가 매우 빈약한 편이다.

본 연구는 경상남도 밤나무 주요 재배지인 진주시, 산청군, 함천군, 하동군, 사천시, 고성군 등 6지역을 대상으로 토양 비배관리적인 측면에서 토양분석을 실시하여 지역별 밤나무 재배지의 토양특성에 관한 기초 자료를 확보하고, 토양특성에 맞는 비배관리 체계의 수립과 토양관리를 위한 기초자료 제공을 위해 실시하였다.

재료 및 방법

경상남도 밤나무 임지의 토양조사를 위해 진주시, 사천시, 고성군, 하동군, 산청군, 함천군 등 6개 시, 군을 대상으로 집약적으로 관리되고 있는 밤나무 임지를 각 시, 군별로 3개소씩 선발하였다(Table 1). 밤나무 임지의 경우 대부분 한 사면을 중심으로 조성되어 있기 때문에 지형요건을 고려하여 한 사면을 중심으로 상단부, 중간부, 하단부로 구분하고, 각 지형별 대표적인 지점을 선정 후 토양단면을 제작하고 산림입지조사 및 토양단면 조사요령(산림청, 1998)에 의거 2006년 7월에 조사를 실시하였다. 토양단면조사 후 표토로부터 5~10 cm 깊이를 대상으로 100 cm³ 스테인레스 캔을 이용하여, 토양 물리성을 측정하기 위한 시료를 채취, 비닐 테입으로 밀봉한 후 실험실로 운반하여 105°C 건조기에서 항량에 도달한 후 무게를 측정, 토양용적밀도 및 공극율을 계산하였다. 토양 화학적 특성 분석을 위한 시료는 토양채취기(oakfield)를 이용하여 임지로 선정한 5~10개소 지점으로부터 토양깊이 20 cm까지의 토양 시료를 채취하였다. 채취된 토양은 비닐주머니에 밀봉한 후 실험실로 운반하여 음건한 후 2 mm체를 이용하여 토양분석용 시료를 조제하고 토성, 토양 pH, 유기물 함량, 전질소, 유효인산, 치환성 양이온함량 등을 분석하였다(농업과학기술원, 2000). 수집된 자료는 이원 분산분석(Two-way ANOVA)을 이용하여 지역간, 지형위치

Table 1. Location of the study sites in chestnut stands of Gyeongnam province.

Location		Area (ha)	Age (yrs)
Jinjusi	Geungokmyun Doomunri San 133-1	7.0	>30
	Jiphyeonmyun Jeongpyeongri San 156	3.0	>30
	Micheonmyun Obangri San 13-2	24.0	>30
Sacheonsi	Sacheonsi Dooryangri San 45	4.0	20
	Jeongdongmyun Gamgokri San 62	4.3	20
	Gonmyoungmyun Eunsari San 98	3.0	>30
Goseonggun	Daegamyun Sinjeonri San 90-2	6.0	>30
	Heohwamyun Samdeokri San 256	6.0	28
	Donghaemyun Jangjoari San 203-8	12.0	28
Hadonggun	Jeokryangmyun Seori San 1	4.5	15
	Yangbomyun Jangarmri San 234-2	4.0	10
	Cheongarmmyun Pyeongcheonri San 126-1	7.0	15
Sancheonggun	Chahwangmyun Sangjungri San 23-2	6.0	15
	Danseongmyun Bangmokri San 82-1	5.0	25
	Sinanmyun Sinanri San 42-1	5.0	15
Hapcheongun	Ssangbakmyun Pyeongguri San 25	5.0	20
	Daebyoungmyun Daejiri San 43	3.0	18
	Myosanmyun Sanjeri San 126	7.0	15

간, 지역과 지형위치와의 상호관계 등에 대하여 SAS의 ANOVA Procedure로 분석을 실시하였으며, 통계적으로 차이가 유의한 경우 Tukey's test를 이용하여 평균값을 비교하였고 유의성 여부는 $p=0.05$ 에서 판단하였다(SAS, 1989).

결 과

1. 분산분석 결과

경남지역 밤나무 재배지의 토양특성에 대한 분산분석

결과(Table 2) 토양용적밀도, 토양 pH 등과 같은 토양 물리, 화학적 특성은 지역간에 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났으나($p<0.05$), 지형 위치 간에는 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 토양용적밀도, 공극율, 토양 pH, 유기물함량, 전질소, 유효인산, 양이온치환용량, 붕소 같은 토양 화학적 특성은 지역간에 유의적인 차이가($p<0.05$) 있었으나, 모래, 미사 점토 함량의 경우 지역간에 차이가 없었다($p>0.05$). 지형위치에 따른 토양 물리, 화학적 특성의 경우(Table 2) 조사된 모든 인자에 유의적인 차이가 나타나지 않았으며($p>0.05$), 지역과 지형위치와의 상호관계효

Table 2. Results of ANOVA on the effect of region, hillslope, and their interactions on soil physical and chemical properties of chestnut stands in Gyeongnam province.

Variable	Region (R)		Hillslope (H)		R × H	
	F-value	P-value	F-value	P-value	F-value	P-value
Soil bulk density	2.98	0.024	0.45	0.643	0.48	0.895
Soil pore space	3.01	0.023	0.44	0.649	0.47	0.901
Sand content	0.80	0.559	0.16	0.853	0.29	0.979
Silt content	0.81	0.552	0.24	0.785	0.33	0.966
Clay content	0.50	0.776	0.19	0.827	0.56	0.838
Soil pH	3.65	0.009	0.17	0.847	0.62	0.790
Organic matter content	11.09	<0.0001	0.82	0.449	0.42	0.926
Total nitrogen	6.75	0.0002	2.77	0.076	0.68	0.737
Available phosphorus	3.08	0.021	1.08	0.350	1.09	0.397
CEC	3.46	0.012	2.42	0.103	0.43	0.919
Ca	2.21	0.075	0.16	0.853	1.11	0.382
Mg	2.69	0.103	2.31	0.195	0.58	0.922
K	1.21	0.328	0.89	0.420	0.65	0.762
Na	1.21	0.328	0.89	0.419	0.65	0.762
Boron	8.84	0.0001	1.17	0.322	1.29	0.270

과(interaction effects)도 유의성이 없는 것으로 나타났다 ($p>0.05$).

2. 지역별 밤나무 임지의 토양특성

밤나무 임지의 지역별 토양특성을 분석한 결과 토양 물리적 특성 중 토양용적밀도는 하동군의 0.96 g/cm³에서 산청군의 1.22 g/cm³까지 다양하게 분포하였으며(Table 3), 하동군을 제외한 타 지역의 경우 토양용적밀도가 1.12 g/cm³에서 1.22 g/cm³까지 분포하고 있었다. 또한 토양용적밀도와 밀접한 관련이 있는 공극율의 경우도(Table 3) 토양용적밀도와 같이 하동군이 가장 높고, 사천시가 가장 낮게 나타났다. 토양입경분포의 경우 조사된 6개 시, 군 모두 미사의 함량이 높으며 토성은 대부분 지역이 미사질 양토로 분류되었다(Table 3).

토양 화학적 특성 중 토양 pH는 6지역 모두 평균 pH 5.03 이하로 토양 산성화가 심하였고 가장 낮은 토양 pH는 산청군의 4.62였으며, 진주시, 하동군, 합천군, 고성군, 사천시 순이었다(Table 4). 토양 유기물의 경우 하동군지

역이 6.46%로 가장 높으며, 타 조사지역은 2.93~3.47%에 분포하여 지역간에 차이가 크지 않았다. 전질소의 경우도 하동지역이 0.25%로 가장 높으며, 타 조사지역은 0.14~0.20%까지 분포하였다. 유효인산의 경우 진주, 하동, 산청은 100 ppm이상으로 밤나무 재배를 위해 비교적 양호한 수준이나 사천시의 경우 15 ppm으로 가장 낮은 함량을 보이고 있다(Table 4). 양이온치환용량은 고성과 하동이 10 cmolc/kg 이상이었으며, 진주, 합천은 8.6 cmolc/kg 정도로 타 지역에 비해 낮게 나타났다(Table 4). 치환성양이온 중 칼륨함량은 0.07~0.14 cmolc/kg이었으며, 특히 진주, 하동, 합천지역의 경우 0.1 cmolc/kg 이하로서 밤나무 수확에 문제가 있을 정도의 낮은 값이었다. 칼슘의 경우도 0.36~0.61 cmolc/kg 사이에 분포하였고, 마그네슘은 6개 시, 군 모두 0.66 cmolc/kg 이상이었으며, 수용성 붕소는 전 지역이 0.3 ppm이상으로 나타났다(Table 4).

3. 지형위치별 밤나무임지의 토양특성

밤나무 임지의 지형위치별 토양특성을 분석한 결과 토

Table 3. Soil physical properties of chestnut stands by regions in Gyeongnam province.

Region	Bulk density (g/cm ³)	Soil particle distribution (%)			Soil pore space (%)
		Sand	Silt	Clay	
Jinjusi	1.14 (0.04)ab	26.88 (2.88)a	66.38 (2.91)a	6.74 (0.25)a	57.16 (1.73)ab
Sacheonsi	1.23 (0.06)a	34.11 (3.20)a	59.64 (3.09)a	6.24 (0.43)a	53.39 (1.34)b
Goseonggun	1.17 (0.05)ab	25.08 (5.82)a	68.16 (5.21)a	6.73 (0.66)a	56.02 (2.07)ab
Hadonggun	0.96 (0.04)b	32.88 (3.58)a	60.55 (3.19)a	6.54 (0.53)a	63.21 (1.62)a
Sancheonggun	1.22 (0.06)a	31.74 (6.45)a	61.55 (5.85)a	6.70 (0.65)a	54.10 (2.61)b
Hapcheonggun	1.20 (0.04)ab	36.58 (3.42)a	57.77 (3.39)a	5.65 (0.71)a	54.59 (1.91)ab

note: Same letters within each column indicate no significance at $p=0.05$. One standard error is given in parentheses

Table 4. Soil chemical properties of chestnut stands by regions in Gyeongnam province.

Region	Soil pH	Organic matter (%)	Total N (%)	Avail. P ₂ O ₅ (ppm)	CEC	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Boron (ppm)
Jinjusi	4.72 (0.09)ab	3.25 (0.15)b	0.14 (0.01)b	203 (69.30)ab	8.62 (0.68)b	0.07 (0.01)a	0.01 (0.00)bc	0.36 (0.02)a	0.66 (0.09)a	1.21 (0.16)a
Sacheonsi	5.03 (0.08)a	3.47 (0.29)b	0.16 (0.02)b	15 (3.62)b	9.82 (0.38)ab	0.13 (0.02)a	0.02 (0.01)ab	0.39 (0.05)a	2.02 (0.66)a	0.71 (0.14)a
Goseonggun	5.00 (0.10)a	3.37 (0.36)b	0.20 (0.01)ab	65 (29.22)ab	10.08 (0.15)ab	0.14 (0.03)a	0.03 (0.01)a	0.61 (0.11)a	1.65 (0.52)a	0.37 (0.13)a
Hadonggun	4.72 (0.07)ab	6.46 (0.66)a	0.25 (0.02)a	143 (37.14)ab	10.61 (0.41)a	0.08 (0.01)a	0.001 (0.001)c	0.56 (0.07)a	0.71 (0.12)a	0.36 (0.12)a
Sancheonggun	4.62 (0.06)b	2.93 (0.21)b	0.15 (0.01)b	232 (76.52)a	9.75 (0.35)ab	0.10 (0.02)a	0.01 (0.01)c	0.53 (0.06)a	1.01 (0.20)a	1.20 (0.37)a
Hapcheonggun	4.90 (0.06)ab	2.97 (0.36)b	0.17 (0.01)b	88 (31.56)ab	8.66 (0.29)b	0.09 (0.02)a	0.002 (0.00)c	0.39 (0.06)a	1.00 (0.18)a	0.72 (0.19)a

note: Same letters within each column indicate no significance at $p=0.05$. One standard error is given in parentheses

Table 5. Soil physical properties of chestnut stands by hillslope in Gyeongnam province.

Hillslope	Bulk density (g/cm ³)	Particle size distribution (%)			Pore space (%)
		Sand	Silt	Clay	
Upper	1.17 (0.03)	31.96 (3.64)	61.45 (3.32)	6.58 (0.47)	55.77 (1.32)
Middle	1.16 (0.04)	32.07 (3.08)	61.42 (2.91)	6.49 (0.30)	55.94 (1.65)
Lower	1.12 (0.04)	29.61 (2.78)	64.16 (2.52)	6.22 (0.39)	57.53 (1.60)

note: One standard error is given in parentheses

양용적밀도는 지형위치별 큰 차이는 없었으나, 상단부 1.17 g/cm³, 중간부 1.16 g/cm³, 하단부 1.12 g/cm³로 하단부의 토양용적밀도가 약간 낮게 나타났다(Table 5). 토양 입경분포의 경우 지형 위치별 모래, 미사, 점토비율은 큰 차이가 없었으며 토성도 미사질 양토로 동일하게 분류되었다.

토양 화학적 특성 중 토양 pH는 지형간 유의적 차이가 없었으며(p>0.05), pH 4.81에서 pH 4.86까지 분포하였다. 토양 유기물 함량의 경우 하단부가 4.01%로서 중간부 3.72%나 상단부 3.50%에 비해 높았으며 유기물 함량과 밀접한 관련을 가지는 전질소의 경우 지형간 큰 차이는 없었고 유기물 함량과 유사한 분포를 보였다(Table 6). 유효인산의 경우 상단부 85 ppm, 중간부 135 ppm, 하단부 152 ppm으로 상단부에서 하단부로 갈수록 높아지는 경향을 보였다. 양이온치환용량의 경우 상단부 보다는 하단부에서 높은 값을 보였다. 치환성 양이온중 칼륨이나 칼슘의 경우 상단부 보다는 하단부에서 약간 높으나 마그네슘과 수용성 붕소의 경우 중간부에서 높은 값을 보였다(Table 6).

고 찰

밤나무 재배에 있어서 고려해야 할 여러 가지 요인들 중 밤나무 재배에 적합한 적지 선정과 올바른 토양관리는 밤나무 생산의 성패를 좌우할 정도로 매우 중요하다. 한번 임지가 선정되고 밤나무가 식재되게 되면 30년 이상 밤나무 수확이 가능하기 때문에, 밤나무 임지의 토양특성 파

악과 효과적인 토양비배관리는 지속적인 밤 수확과 밀접한 관련이 있다. 그러나 밤나무 임지의 경우 밤 수확을 위해 시비, 제초 등 다양한 임지관리가 매년 실시되기 때문에 지역별, 관리방법에 따라 다양한 토양특성을 보이게 되며, 현재 밤나무 임지의 토양특성이 어느 정도 수준에 있는지를 파악하는 것은 효과적인 밤나무 재배지 관리를 위해 중요하다.

경상남도 밤나무 임지에 대한 토양특성을 분석한 결과, 행정구역에 따라 지역별로 조사를 실시하였기 때문에 조사면적이 광대하였고, 토양은 화성암, 퇴적암, 변성암 등 다양한 모재로부터 생성되었으며, 비배관리 측면에서도 밤나무 전용비료나, 수도작용 비료, 토양개량제로서 석회비료의 사용, 퇴비 같은 유기질 비료의 사용 등을 지속적으로 해왔기 때문에 토양 이화학적 특성이 다양하게 나타났다(Table 3, 4). 밤나무 임지의 토양용적밀도는 하동군을 제외한 나머지 5개 시, 군의 토양용적밀도가 1.12 g/cm³에서 1.22 g/cm³까지 분포하고 있으며, 이는 산림토양 표토의 토양용적밀도 0.84~0.97 g/cm³과 비교할 때(정진현 등, 2003), 약 0.2 g/cm³ 정도 높아 밤나무임지의 경우 답압이 발생하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 하동군의 토양용적밀도가 타 조사지역에 비해 낮게 나타난 것은 이 지역 밤나무 임지가 주로 높은 산악지에 위치하여 타 조사지역에 비해 물리적인 교란이 심하지 않았고, 토양용적밀도와 밀접한 관련이 있는 토양 내 유기물 함량이 하동지역의 경우 6.46%로 타 조사지역의 3%정도와 비교할 때 유기물함량이 2배 이상 높기 때문으로 사료된다(Table 4). 밤나무 임지의 경우 밤 수확 및 운반 등과 같은 재배 과정 동안 발생하는 인위적인 토양교란은 토양용적밀도의 증가를 가져와 밤나무 임지 표토의 토양용적밀도는 1.1~1.2 g/cm³ 정도인 것으로 알려져 있으며(구교상, 2003), 토양답압의 증가는 배수불량에 의한 밤나무 뿌리썩음병과 동고병 발생 가능성의 원인으로 제시된 바 있다(Rhoades *et al.*, 2003). 토성은 조사된 6개 시, 군 모두 미사질 양토로 분류되었으며, 미사의 함량은 대부분 지역에서 57.8% 이상으로 높게 나타났고 이는 하동군과 산청군을 제외한 이 지역 밤나무 임지가 세립질의 이암이나 사암 같은 퇴적암

Table 6. Soil chemical properties of chestnut stands by hillslope in Gyeongnam province.

Hillslope	Soil pH	Organic matter (%)	Total N (%)	Avail. P ₂ O ₅ (ppm)	CEC	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Boron (ppm)
Upper	4.81 (0.05)	3.50 (0.33)	0.16 (0.01)	85 (22.18)	9.17 (0.36)	0.09 (0.01)	0.01 (0.00)	0.46 (0.07)	0.79 (0.10)	0.68 (0.16)
Middle	4.86 (0.07)	3.72 (0.33)	0.18 (0.01)	135 (43.02)	9.50 (0.31)	0.09 (0.01)	0.01 (0.01)	0.46 (0.04)	1.51 (0.39)	0.93 (0.21)
Lower	4.82 (0.07)	4.01 (0.48)	0.20 (0.01)	152 (41.48)	10.10 (0.27)	0.12 (0.02)	0.01 (0.00)	0.50 (0.04)	1.22 (0.23)	0.68 (0.08)

note: One standard error is given in parentheses.

을 모재로 생성된 산림토양에 주로 조성이 되어 미사의 함량이 높게 나타났기 때문이며 경남지역 산림토양의 평균 미사함량 44.7%에 비해서도(정진현 등, 2002) 밤나무 임지의 미사함량은 높은 편이었다.

토양 pH의 경우 대부분 지역이 토양 pH 5.03 이하로 토양 산성화가 심하였고 가장 낮은 토양 pH는 산청군의 4.62였으며, 진주시, 하동군, 합천군, 고성군, 사천시 순이었다. 밤나무 재배를 위한 적정수준의 토양 pH는 4.8에서 pH 5.8로 알려져 있으며(정인구와 박승걸, 1978), 진주, 하동, 산청군의 평균토양 pH는 4.62에서 pH 4.72로서, 타 지역에서 조사된 밤나무 임지의 토양 pH 4.7~4.9에 비해서도(구교상, 2003) 낮은 값으로 경남지역 밤나무 임지는 토양 산성화가 매우 심하여 밤나무의 정상적인 생육을 위해서는 토양개량이 필요한 것으로 나타났다.

토양 유기물의 경우 하동군지역이 6.46%로 가장 높으며, 타 지역은 2.93~3.47%에 분포하였다. 전질소의 경우도 유기물 함량과 밀접한 관계(정진현 등, 2002)를 가지기 때문에 하동지역이 높고 타 지역은 지역별 차이가 없었다. 유효인산의 경우 진주, 하동, 산청은 100 ppm 이상으로 밤나무 재배를 위해 비교적 양호한 수준이나, 사천시의 경우 15 ppm으로 6개 시, 군중 가장 낮은 함량을 보였으며 이는 일부 밤나무임지의 경우 전면시비보다는 밤나무 주위에 골을 파고 시비하기 때문에 전체 밤나무 임지 토양 내 인산함량이 낮게 나타난 것으로 사료된다. 양이온치환용량은 고성과 하동이 10 cmolc/kg 이상이었으며 진주, 합천은 8.6 cmolc/kg 정도로 토양 비옥도 향상을 위해 토양 내 양이온흡착능력이 높은 유기질 퇴비의 사용이 필요한 것으로 나타났다. 조사지역 내 칼륨함량은 0.07~0.14 cmolc/kg에 분포하였고 진주, 하동, 합천은 0.1 cmolc/kg 이하로 밤나무 수확에 문제가 있을 정도의 낮은 값이었다. 칼슘의 경우도 조사된 6개 지역은 0.36~0.61 cmolc/kg 범위에 분포하였고 진주시, 사천시, 합천군은 밤나무임지의 칼슘 최저기준량인 0.5 cmolc/kg(정인구와 박승걸, 1978) 이하에 분포하며 산청군이나 합천군은 최저기준량에 약간 상회한 수준을 보이거나 정상적인 밤나무 임지의 관리를 위해서는 이들 비료성분의 시비처방이 필요한 것으로 나타났다. 마그네슘의 경우 6지역 모두 0.66 cmolc/kg 이상으로 밤나무 재배를 위한 적정수준인 0.5~1.1 cmolc/kg의 범위에(정인구와 박승걸, 1978) 분포하고 있었다. 수용성 붕소의 경우 전 지역이 밤나무 재배시 붕소의 최저 기준량 0.3 ppm보다(정인구와 박승걸, 1978) 높게 나타났다.

결론 및 제언

경상남도 밤나무 임지의 지역간 토양 특성을 조사한 결과 지역간 토양특성에 차이가 있었으며, 대부분 지역이 밤

나무 수확 및 재배과정동안 발생하는 인위적인 교란에 의해 토양답압이 발생하고 있었다. 또한 조사된 전 지역이 미사 같은 세립질 입자의 함량이 높아 토양답압 발생시 통기성이나 배수 불량 같은 밤나무 생육에 영향을 미칠 수 있는 환경조건을 가지고 있었다. 토양단면발달특성에 있어서 하동과 산청을 제외한 대부분 밤나무 임지가 퇴적암을 모재로 생성된 토양에 조성되어 토심이 얇고, 낙엽 낙지의 임지 내 환원 같은 정상적인 양분순환체계가 이루어지지 않고 있기 때문에 토양 내 유기물이나 양분 함량이 낮은 편이었다. 토양 화학적 특성 중 토양 산성화가 심하고 칼슘함량이 부족한 지역은 석회질비료 첨가에 의한 토양개량이 필요하며, 이는 토양 pH의 상승뿐만 아니라, 식물생육에 다량으로 요구되는 칼슘성분의 공급이라는 효과를 발휘할 것으로 판단된다. 그러나 일부 밤나무임지에 토양개량제로 사용되는 석회질 비료의 경우 칼슘뿐만 아니라 마그네슘도 다량 포함되어 있으며, 경상남도 밤나무 임지의 대부분이 토양 내 마그네슘함량은 충분한 편이기 때문에 가능하면 마그네슘(고토)이 포함되지 않는 석회질 비료를 사용하여 토양개량을 하는 것이 효과적일 것으로 사료된다. 토양 내 칼륨함량 또한 조사된 전 지역 밤나무 임지에서 낮은 함량을 보이고 있으며 이는 매년 밤나무 재배 시 칼륨이 다량 요구되지만 매년 시비되는 양은 적기 때문으로 사료되며, 토양 내 칼륨함량을 증진 할 수 있는 시비기술이 필요하다. 현재 경상남도 지역에서 사용되는 밤 비료, 벼 농사용 복합비료 모두 밤나무 재배를 위해 필수적인 인, 칼륨, 칼슘 같은 양분성분함량이 낮고, 또한 시비량도 70년대 말 개발된 밤나무임지 시비 기준량의 20~40%에 불과한 실정이기 때문에 경남지역의 지역별 밤나무 임지의 토양 특성을 고려하고 새롭게 성분함량이 조정된 밤 비료나, 지역별 밤나무 임지의 적정 시비량 개발 등이 필요한 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 경상남도 산림환경연구원 “밤나무임지의 토양조사 분석” 과제 중의 일부로서 연구비를 지원하여 주신 경상남도 산림환경연구원에 감사를 드립니다.

인용문헌

1. 구교상. 2003. 우리나라 밤나무 재배지 토양특성과 재배 적지. 산림 459: 444-446
2. 구교상, 정진현, 원형규, 오정수. 2003. 토양개량제 살포에 따른 밤재배지 토양변화 및 밤수량변화. 한국임학회 학술발표논문집: 262-264.
3. 농업과학기술원. 2000. 토양 및 식물체 분석법. pp. 202.
4. 산림청. 1998. 산림입지조사요령. pp. 86.

5. 산림청. 2004. 밤산업종합대책. pp. 41.
6. 이윤영, 원형규, 이충화, 정용호. 2006. 밤나무 재배지내 초생재배용 초종식물의 선발에 관한 연구. 한국임학회 학술발표논문집: 74-77.
7. 정인구, 박승걸. 1978. 밤보속다수확을 위한 밤나무 비배관리. 가리연구회. pp. 295.
8. 정인구. 1979a. 밤나무 적지선정과 밤 다수확을 위한 시비. 산림 157: 45-51.
9. 정인구. 1979b. 월동 밤나무 토양관리와 낙과 방지 대책. 산림 165: 51-56.
10. 정인구, 서호석, 강창호, 이송, 홍성균. 1979. 밤나무 임지 토양양료로서의 제한인자에 관한 연구. 한국임학회지 41: 53-54.
11. 정인구. 1980. 밤나무 시비시험(I) -밤나무생장과 밤생산을 위한 비종별 효과시험. 한국임학회지 50: 35-44.
12. 정인구, 서호석, 강창호. 1981. 밤나무 생장 및 밤수량에 미치는 시비효과에 대한 연구. 한국임학회지 51: 71-72.
13. 정인구. 1982. 밤나무 시비시험(II) -일조량 부족과 Mg의 시비효과. 한국임학회지 58: 17-22.
14. 정인구, 강신우, 이명선. 1982. 밤나무 시비시험(III) -밤 증수를 위한 MgO 및 B₂O₃의 시비효과. 한국 임학회 하계 학술발표요지: 54.
15. 정진현, 구교상, 이충화, 김춘식. 2002. 우리나라 산림토양의 지역별 이화학적 특성. 한국임학회지 91(6): 694-700.
16. 정진현, 김춘식, 구교상, 이충화, 원형규, 변재경. 2003. 한국산림토양의 모암별 이화학적 특성. 한국임학회지 92(3): 254-262.
17. Rhoades, C.C., Brosi, S.L., Dattilo, A.J., and Vincelli, P. 2003. Effect of soil compaction and moisture on incidence of phytophthora root rot on American chestnut (*Castanea dentata*) seedlings. Forest Ecology and Management 184: 47-54.
18. SAS Institute. 1989. SAS/STAT User's Guide, Version 6, 4th ed. Volume 2, Cary, NC U.S.A. pp. 1686.

(2007년 1월 2일 접수; 2007년 3월 14일 채택)