

묘포의 토양관리 및 개선방안

임업연구원 산림환경부장 오 정 수

건전한 묘목을 지속적으로 생산하기 위해서는 묘포장의 입지환경조건 및 토양의 물리·화학적 성질을 양호한 상태로 유지·관리해 주는 일이 매우 중요하다고 할 수 있으나 그 동안 관행적인 방법에 의한 묘포장 관리, 시비 등으로 묘목을 생산해 왔을 뿐 묘포토양에 대한 체계적이고 과학적인 조사·분석결과를 바탕으로 묘포지를 관리·경영하고 있는 사례를 찾아 보기는 어려운 현실이다.

관행적인 방법에 의한 장기간의 묘포장 관리 결과 토양 물리성의 악화, 토양의 산성화, 염류장해 및 토양생산력 감퇴 등으로 규격묘 생산이 어려울 뿐만 아니라 병해충발생, 생육부진 및 고사 등 끊임없이 많은 문제가 야기되고 있다.

이러한 묘포토양의 실태를 조사·분석하여 묘포토양이 가지고 있는 근본적인 문제점을 파악하고 그에 대한 대책을 마련하기 위하여 2001년 6월부터 11월까지 전국의 사설 묘포 17개소를 대상으로 입지환경조건, 토양의 이화학적 성질, 부숙퇴비 사용에 따른 문제점 등을 조사·분석한 결과와 그 실례로 “목탄 및 목초탄”의 처리에 따른 토양개량 및 묘목의 생장효과를 토대로 묘포토양의 관리와 개선대책을 제시하고자 한다.

I. 고정묘포의 실태와 토양개량 대책

1. 묘포토양의 입지환경

입지조건이 양호한 곳에서 생산된 묘목과 나쁜 곳에서 생산된 묘목의 차이는 뿌리의 발달 정도, 잎 길이, 잎 양 및 엽록소 등에서 많은 차이를 나타내고 있다.

모암은 풍화 후 토양의 모체가 되며 토양 배수 조건과 관련이 깊은데 모암이 화강암인 지역은 대체적으로 배수가 양호하나 사암인 지역은 미세립자가 많아 배수가 불량한 토양이 비교적 많이 분포한다.

묘포로 적합한 입지조건은 평탄한 지형보다 배수와 관수가 용이한 경사 5° 미만으로서 토

심이 30cm 이상인 토양이다. 그러나 이러한 조건을 충족하는 지형을 묘포로 사용하는 곳은 드물고 대부분 경작지로 사용했던 논이나 밭을 임대하여 묘포로 사용하는 곳이 많으며, 자기 소유의 고정포지인 경우에도 과거 오래 전에 논으로 사용했던 곳을 지속적으로 묘포로 사용하는 곳이 많았다.

논을 묘포로 장기간 사용했던 포지는 몇 년마다 주기적으로 객토를 실시하여 일정한 깊이마다 다른 토색과 토성을 나타내며 단단한 불투수층을 갖고 있거나, 수 십년간 묘포로 사용

표 1 묘포토양의 입지환경

조사지		토지이용	모 암	양묘수종	토양	토양배수
경기	광주 도척1	밭	화강암, 사암	잣나무, 낙엽송, 전나무 등	B	불량
	광주 도척2	논	화강암, 사암	잣나무, 낙엽송, 고로쇠 등	B	불량
	광주 장지	밭	화강암, 사암	잣나무, 낙엽송, 고로쇠 등	B	보통
	광주 유정	논	화강암, 사암	잣나무, 목백합, 물푸레 등	B	불량
강원	원주 흥업	논	화강암	잣나무, 울나무, 상수리 등	B	불량
	강릉 사천	포지	화강암	잣나무, 강송, 해송 등	B	양호
충북	청원 미원	논	화강암	잣나무, 자작, 고로쇠 등	B	불량
	진천 덕산1	하천부지	화강암	잣나무, 주목, 고로쇠	B	양호
	진천 덕산2	하천부지	화강암	잣나무, 전나무, 자작	B	양호
충남	서산 성연1	논	사암	잣나무, 자작, 느티 등	R	보통
	서산 성연2	논	사암	잣나무, 자작, 느티 등	R	보통
	태안 인평	포지	화강암	편백, 목백합 등	R	매우불량
	금산 남이1	인상포지	화강암, 사암	잣나무, 자작, 상수리 등	B	보통
	금산 남이2	산기슭(밭)	화강암, 사암	잣나무, 상수리, 은행 등	B	보통
경북	예천 용문	논	화강암	잣나무, 느티, 자작 등	B	불량
	봉화 창평	밭	화강편마암	주목, 오리, 스트로브 잣	B	양호
	봉화 금봉	논	화강편마암	낙엽송, 산오리, 자작 등	B	불량
경남	함양 지곡	논	화강편마암	잣나무, 편백, 고로쇠 등	B	불량
	산청 단성	논	사암	해송, 잣나무, 편백 등	B	불량
전북	정읍 교암	포지	사암	잣나무, 자작, 편백 등	B	보통
	남원 조산	논	사암	잣나무, 자작, 고로쇠 등	B	보통
전남	순천 낙안	산기슭(밭)	화강편마암	편백, 상수리, 잣나무 등	B	양호
	담양 월산	밭	화강암	편백, 상수리 등	B	보통
제주	북제주 구좌	밭	현무암	상수리, 자작, 느티	B	보통

* B(Brown soils) : 갈색토양, R(Red soils) : 적황색 토양

하여 지속적인 관수와 토양염류화로 인해 미세한 토양입자(Colloid)가 분산되어 하층으로 이동 집적됨으로써 토양배수가 불량한 지역도 나타나고 있었다.

묘포 중에서 논으로 사용했던 경작지의 경우 배수가 불량하여 병해충 발생이 높을 뿐만 아니라 습해를 받는 곳도 있으며, 가뭄시 적절한 관수가 이루어지지 않을 경우 지표면이 거북이 등처럼 갈라져 잔뿌리가 노출됨으로써 오히려 가뭄피해를 받는 경우도 있었다.

그림 1에서와 같이 고정묘포의 토지이용 형태를 살펴보면 24개소 중에서 논이었던 곳을 묘포로 사용중인 곳은 11개소로 45%에 달해 가장 많았고, 밭 7개소, 그밖에 인삼포지 또는 과거 하천이었던 하상부지는 3개소였으며 원래부터 수 십년간 묘포로 사용했던 곳은 3개소 13%에 불과하였다.

묘목의 활력도와 뿌리발달은 배수, 통기성, 수분조건 등 토양물리성이 양호한 토양에서 생산된 묘목과 불량한 토양에서 생산된 묘목과는 많은 차이를 나타나게 되고 묘목 생산지와 식재지의 입지환경이 다른 곳에 식재할 경우 적응력이 떨어지게 된다.

따라서 양호한 활착과 원활한 성장을 위해서는 묘목생산지와 식재지의 입지환경이 비슷한 곳이 바람직할 것이므로 앞으로 고정포지로 사용하고 있는 논외의 경우 점차적으로 묘포의 입지조건을 갖춘 곳으로 이동이 필요할 것으로 판단된다.

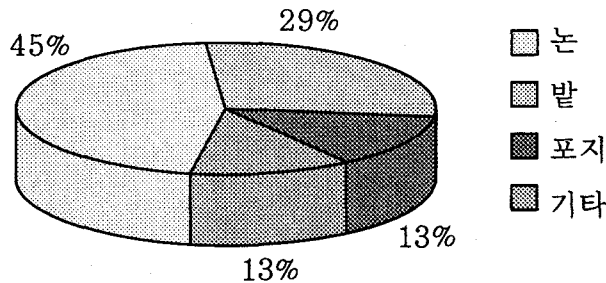


그림 1 고정포지의 토지이용 형태별 분포

또한 그림 2는 토양배수 상태를 나타내고 있는데 대부분의 묘포가 논 또는 밭으로 경작해 오던 토지를 이용해온 관계로 저습지에 위치함으로서 배수가 불량한 곳이 많았으며, 배수가 양호하고 묘포로서의 적절한 입지조건을 갖추고 있는 지역은 24개소중에서 5개소 21%에 불과하였다. 따라서 이상적인 묘포지의 입지환경은 조림지 부근의 약간 경사진 곳으로 물 빠짐이 양호한 곳이어야 한다는 묘포 선정조건과는 차이가 있으므로 토양배수가 불량한 곳은 맹암거를 설치하거나 토양개량제를 투입하여 토양배수상태를 개선하는 등 토양관리를 철저히 시행해야 할 것으로 판단되며, 장기적으로는 약간 경사진 밭 또는 산지로 옮겨가는 방안을 강구하여야 할 것이다.

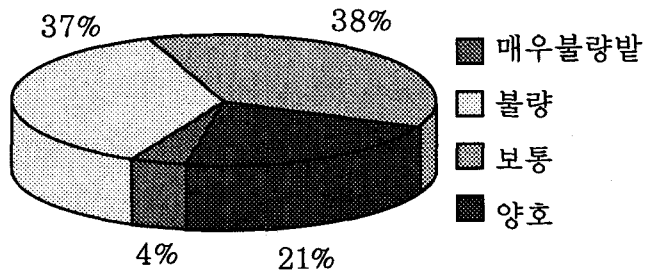


그림 2 고정포지의 토양 배수상태 분포

한편, 묘포지에서의 양묘수종을 보면(표1) 산림대별 기후조건이나 토양조건이 고려되지 않은 채 양묘가 행해지고 있었다. 잣나무는 중부 이북지역에서 잘 성장하는 수종으로 유묘시에는 음수의 성질을 가지고 있으며 토양배수 조건이 양호한 지역에서 잘 자라는 수종으로 알려져 있는데 이러한 수종의 특성을 무시하고 중부이남 지방과 배수가 불량한 포지에서도 잣나무를 양묘하고 있는 실정으로 이러한 곳에서 양묘되고 있는 묘목의 생육상태는 매우 불량한 편이었다.

2. 토양의 물리성

묘포토양은 비옥도보다 물리적 성질이 더욱 중요한데 이는 토양화학성은 비배관리에 의해 어느 정도 교정이 가능하나 물리적 성질은 개량하기가 쉽지 않을 뿐만 아니라 토성이나 토양의 삼상조성비에 따라서 토양의 투수성, 통기성, 보수력 등에 많은 차이를 나타내며 토양화학성에도 영향을 미치기 때문이다.

토양의 물리성중 토성은 미국 농무성(U.S.D.A) Hydrometer법에 의해 측정하였으며, 100cc 캔을 사용하여 묘포지의 보수성, 토양배수 조건 등 식물생육에 필요한 수분공급의 지배적인 역할을 하는 토양의 삼상조건과, 토양의 통기성이나 투수성에 대한 지표가 되며 양묘대상 수종의 뿌리발달에 영향을 미치는 가비중을 조사하였다.

가. 토성

토성은 토양의 광물질 입자인 모래(Sand), 미사(Silt), 점토(Clay)의 함유비율에 따라 토양의 성질을 구분하며 입도분포는 토양의 제반 물리적 성질 즉 보수력, 통기성, 투수력, 염기치환 능력, 양분의 보유능력 등에 밀접한 영향을 미치는 인자이다.

토성의 종류는 12가지가 있으나 이상적인 묘포토양의 토성은 모래함량 50~65%, 미사함량 20~35%, 점토함량 10~20%인 토양배수가 양호한 사질양토(SL:Sandy Loam) 또는 양토(L:Loam)이다.

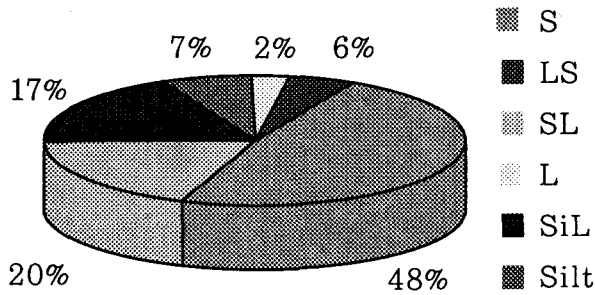


그림 3 고정포지의 토성분포

토성 분석결과 사질양토(SL), 양토(L), 사토(LS), 미사질양토(SiL) 및 미사토(Silt) 등 6개의 토성이 나타났으며, 그 중 사질양토(SL)가 48%로 가장 많았고 양토 20%, 미사질양토 17%, 미사토 7%, 양질사토 6%, 사토 2%순이었다.

모래함량이 높은 양질사토 또는 사토는 토양배수는 양호하나 유기물 또는 수분을 보유할 수 있는 능력이 매우 적어 한발의 피해를 받을 우려가 매우 높고, 보수력이 약하여 적절한 관수가 되지 않을 경우 건조피해를 받을 가능성이 높다. 또한 시비를 하여도 양분을 보유할 수 있는 능력이 매우 낮아 비료의 유실이 많은 토양의 특성을 가지고 있다. 반면에, 점토나 미사함량이 높은 미사질양토, 미사토, 미사질식양토 등은 토양 공기의 유통 즉 통기성과 토양배수가 불량하고 병충해가 잘 발생하며 강우량이 많은 장마철에는 습지화 됨으로써 뿌리의 생육환경에 좋지 않은 영향을 미치게 된다.

한편 제주도지역의 토양은 미사함량이 60% 이상인 미사질토양로 토심이 매우 깊을 뿐만 아니라 토양건밀도가 1kg/cm² 미만인 부드러운 토양으로 토양배수가 양호하고 토양비옥도도 높은 편이었다(부록 1).

나. 토양삼상

토양삼상의 측정은 자연상태의 토양을 100cc Core에 채취하여 건조기에 건조시켜 측정하였다. 토양삼상은 고상(토양입자와 유기물), 액상(토양용액), 기상(토양공기)의 용적비를 말

하며 이들이 적당한 비율로 조합되어야 식물생육에 좋은 영향을 미치는데 토양 삼상의 이상적인 비율은 고상 45~50%, 액상 25%내외, 기상 25~30% 정도이다.

묘포토양의 삼상조건은 산림토양에 비해 전반적으로 고상비율은 비슷하게 나타났으나 액상 비율이 낮고 기상 비율이 높은 경향을 나타내었다.

표 2 묘포토양의 삼상 및 가비중

조사지		액상(%)	고상(%)	기상(%)	가비중(gr/cm ³)
강원	홍업 옷나무(0~5cm)	21.3	46.7	33.0	1.24
	홍업 옷나무(20~25cm)	19.6	40.4	40.0	1.07
	사천(0~5cm)	14.0	45.0	41.0	1.19
	사천(20~25cm)	14.0	48.6	37.4	1.29
	사천(모래흙)	9.0	51.6	39.4	1.37
	강원도 평균	15.5	46.4	38.1	1.23
충남	서산(0~5cm)	13.5	41.0	45.5	1.09
	서산(25~30cm)	16.5	57.4	26.1	1.52
	태안(0~5cm)	19.3	44.7	36.0	1.19
	태안(25~30cm)	19.2	55.4	25.4	1.47
	태안(45~50cm)	23.6	51.6	24.8	1.37
	жат나무(0~5cm)	15.5	38.2	46.3	1.01
	жат나무(35~40cm)	16.3	43.1	40.6	1.14
충남 평균	17.7	47.3	35.0	1.26	
전북	정읍(0~5cm)	13.6	50.9	35.5	1.35
	정읍(25~30cm)	15.8	48.6	35.6	1.29
	전북 평균	14.7	49.8	35.5	1.32
경북	예천(0~5cm)	23.4	49.9	26.7	1.32
	예천(25~30cm)	31.0	54.6	14.4	1.45
	경북 평균	27.2	52.3	20.5	1.39
경남	함양(0~5cm)	17.6	43.6	38.8	1.16
	함양(25~30cm)	23.2	48.8	28.0	1.29
	단성(0~5cm)	25.8	38.1	36.1	1.01
	단성(25~30cm)	30.8	45.8	23.4	1.21
	경남 평균	24.4	43.9	31.7	1.17
제주	구좌(0~5cm)	16.3	42.2	41.5	0.84
	구좌(25~30cm)	20.4	41.6	38.0	0.88
	제주 평균	18.3	41.9	39.8	0.86

다. 토양 가비중

묘포토양의 가비중 또한 산림토양 가비중 보다 대체적으로 높게 나타나는 경향을 보였으며 토양물리성이 악화된 주 원인으로는 다음과 같은 요인을 들 수 있을 것이다.

- 1) 장기적인 고정묘포 경영에 의한 토성의 악화
- 2) 제초제 사용으로 인한 토양 표층의 견고화
- 3) 표토유실에 의한 심토층의 노출

이와 같이 물리성의 악화는 가뭄이나 많은 강우시 수분의 과부족 현상을 쉽게 발생시키는 주원인으로 작용할 우려가 높으며, 특히 토양의 견밀화는 유묘 생장시 뿌리 발달에 지장을 초래할 뿐만 아니라 토양의 산성화, 토양 미생물의 번식을 제한하는 주 요인으로 작용한다.

3. 묘포토양의 화학성

묘포토양의 화학성은 토양 층위별, 시비종류 및 방법 등의 차이에 따라 비닐 봉지에 약 600g의 토양시료를 채취하여 산도, 유기물, 전질소 등 10개 항목을 분석하였으며 분석결과는 부록2와 같다.

가. 산도(pH)

토양산도는 토양반응의 정도를 나타내는 지수로써 토양 중에 있는 물질의 성질이나 행동에 중요한 영향을 미치며, 또한 토양 미생물의 활동이나 식물의 생육을 좌우하는 인자이다. pH는 어떤 용액 중의 수소이온 농도를 표시하는 지수이며 토양의 산성, 중성, 알카리성을 알기 위해 산도측정기기로 측정하는데 pH 7은 중성이고 pH 7보다 낮은 값은 산성, 높은 값은 알카리성이다.

그림 4에서 보는바와 같이 각 도별 토양산도는 pH 4.3~5.8로 나타나 매우 광범위하게 분포하였는데 이는 묘포로 사용한 연한이나 화학비료 사용량, 퇴비사용량 등 비배관리 성향의 차이에 따른 결과로 생각된다.

식물이 생육할 수 있는 적정 토양산도의 범위를 pH 5.5~6.5로 볼 때 대부분의 묘포토양이 pH 5.5 미만으로 산도를 교정해 주어야하는 범위에 들어 있음을 나타내고 있는데 이와 같이 대부분의 묘포토양이 산성화된 원인은 제초제살포, 질소의 다량공급으로 식물이 흡수하고 남은 토양에 잔류되는 질산태 질소로 인하여 토양산성화를 가속화 시키고 있으며 황산암모늄(유안 : $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)을 과다시비하게 되면 토양의 산성화를 초래하는 원인이 되기도 한다.

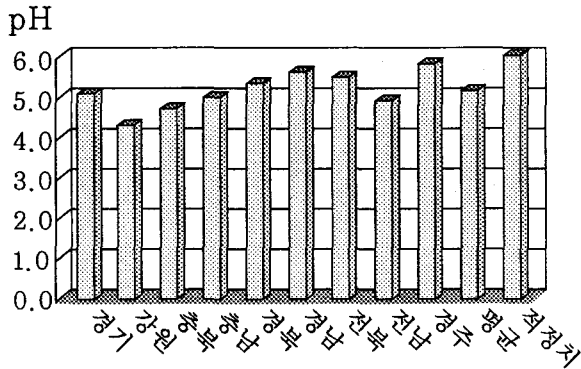


그림 4 도별 토양산도(pH) 분포도

9개도 고정묘포 전체의 평균산도는 pH 5.1이었으며 강원, 충청, 충남, 전남지역의 평균산도는 각각 pH 4.3, 4.7, 5.0 및 4.9로서 산성화된 묘포가 많아 토양산도의 교정이 필요한 것으로 분석되었다.

특히 강릉시 사천 묘포의 경우 부록 2에서 보는 바와 같이 pH 3.7~4.4의 강산성 토양으로 나타났는데 이는 사천묘포가 50년 이상 계속적으로 포지로 사용하여 조사지역중 가장 오래된 묘포로서 장기간의 화학비료 사용과 연작에 의해 토양이 산성화된 것으로 판단되며 향후 퇴비 및 석회시용 등에 의한 토양산도(pH) 교정이 절대적으로 필요할 것으로 판단되었다.

토양산도의 교정시에는 특히 석회시용량에 유의해야 하는데 석회를 과다하게 시용하게 되면 철의 흡수가 어렵게 되어 잎에 황화현상이 일어나 생장 둔화를 초래하게 되므로 유의하여야 한다.

나. 유기물(Organic matter)

토양 내 유기물은 보수력, 토양구조의 변화 등 토양의 이화학적 성질 개선에 중요한 역할을 함과 동시에 미생물의 활동을 돕고 식물에 영양분을 공급하고 저장하는 저장고이므로 임목에 대한 양분의 보급면에서 중요한 기능을 하는 인자이다.

각 도별 유기물함량은 제주도를 제외하고 가장 높은 표토를 기준하여 볼 때 낮게는 1.6%에서 높게는 4.4%까지 많은 차이를 보이고 있으나 대부분 3% 이하로 나타났으며 묘포에 관행적인 시비를 행한다고 볼 때 매우 낮은 수치인데, 이를 시비 등 인위적인 시업을 행하지 않는 산림토양의 유기물 함량(갈색산림토양: 2~5%)과 비교해 볼 때에도 매우 낮은 수준에 있음을 알 수 있다(그림 5).

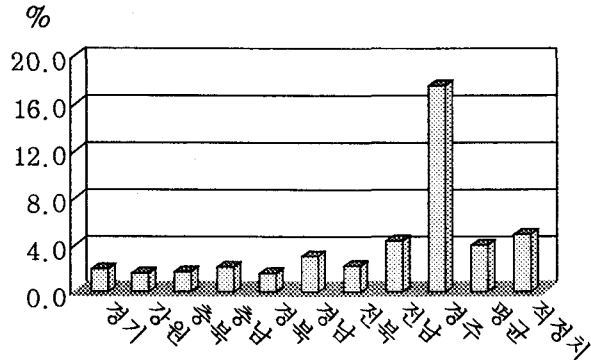


그림 5 도별 토양유기물 함량

이는 토양의 물리성에서도 언급한 바와 같이, 오랜 경작으로 점토의 세탈에 의한 토양입자의 견밀화 및 굵은 입자의 모래 등에 의해 형성된 큰 공극 등이 지속적인 시비에도 불구하고 수분 및 양분의 흡착력을 상실하였기 때문일 것이다.

다. 전질소(T-N)

질소는 광합성에 필요한 엽록소, 생리작용을 촉진하는 물질을 공급하는 원소로서 식물이 가장 많이 필요로 한다.

각 도별 전질소함량은 낮은 곳은 0.09%부터 높은 곳은 0.63%로 매우 큰 폭의 차이를 나타내고 있었으며 제주도를 제외하고는 양묘를 위한 적정함량보다 낮은 값을 보이고 있으며 특히 경상북도 지역이 가장 낮은 것으로 분석되었다(그림 6).

또한 부록 2에서 보는 바와 같이 지역별 전질소함량도 낮은 곳은 0.01%에서부터 높은 곳은 0.70%로 나타났는데 이는 개별적으로 질소질비료의 시비관행에 큰 차이를 보이고 있다는 것을 알 수 있다.

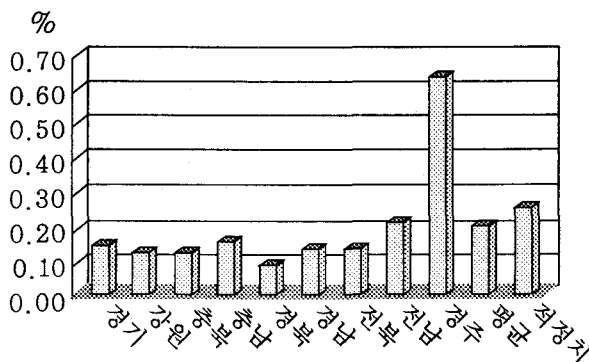


그림 6 도별 전질소함량

라. 유효인산(available P_2O_5)

인산은 광합성과 호흡작용에 관여하는 식물생장과 가장 밀접한 관계를 가지고 토양과 임목간의 순환계에 작용하는 중요한 인자로 유효인산은 식물이 쉽게 이용할 수 있는 형태이다.

또한 인산은 토양 중에서의 이동은 적어 타 성분에 비하여 토양의 흡착 또는 고정되는 양이 많으므로 시비할 때마다 인산을 시비할 필요가 없는 데에도 불구하고 매년 기비나 추비시에 관행적으로 인산이 함유된 복합비료를 시비하고 있었다.

각 도별 유효인산 함량은 경상남도가 962mg/kg로 가장 높게 나타났으며 적정 유효인산 함량인 200mg/kg보다 낮게 나타난 도는 경기, 충북, 전북 및 제주도로써 도별간에 큰 차이를 보이고 있다(그림 7).

또한 개별 묘포의 유효인산 함량은 지역간에 차이가 더 크게 나타났는데 낮게는 1mg/kg에서 높게는 2,399mg까지로 전반적으로 200mg/kg로 이상 높게 나타난 지역이 많아 다른 양분보다 과잉 축적되어 있는 것으로 나타났다(부록 2).

한편 제주도 토양의 인산함량은 6mg/kg로 타 도보다 매우 낮게 나타났는데 이는 제주도 토양이 현무암을 모암으로 생성된 화산회토양(Volcanic ash forest soils)으로서, 화산회토양에 많이 함유되어 있는 버미큘라이트(Vermiculite), 석회장석(Anorthite) 및 비정형광물인 알로판(Allophane) 등 점토광물중에 함유되어 있는 알루미늄(Al)과 철(Fe)이 AIP, FeP 등으로 인산을 고정시켜 낮게 나타남으로 인산의 시비량을 늘려야 하는 토양으로 나타났다.

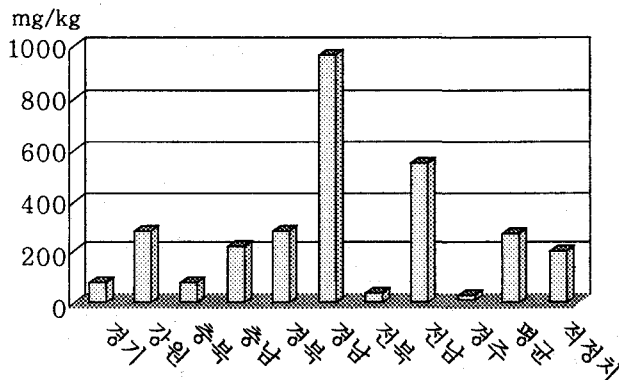


그림 7 도별 유효인산 함량

마. 치환성양이온 및 염기포화도

그밖에 鹽基를 교환할 수 있는 치환성 양이온인 칼리, 나트륨, 칼슘, 마그네슘 등의 분포 범위도 지역간에 매우 큰 차를 보였다.

한편 염기포화도는 낮게 나타나도 문제점이 있지만 너무 높게 나타나도 염류장해를 일으킬 수 있는데 크게 문제되는 도는 없지만 그림 8에서와 같이 강원, 충북, 충남, 전남 및 제주도에서 적정함량보다 낮게 나타났다.

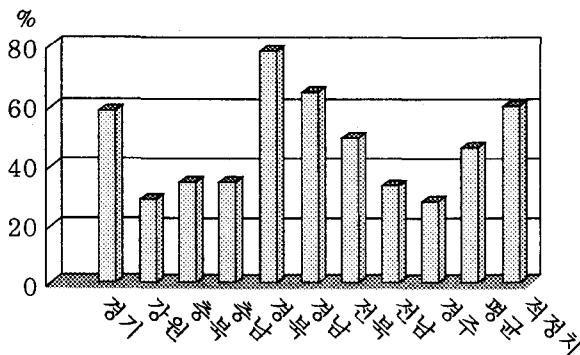


그림 8 도별 염기포화도 분포

상기에서 살펴본 바와 같이 토양의 화학성이 지역간, 토심간에 매우 큰 차이를 보이고 있는 것은 토양분석을 통하여 시비량을 결정하고 부족한 원소만 시비하는 과학적인 시비방법을 실시하지 않고 복합비료를 적당량 시비하는 관행적인 시비관리, 부숙되지 않은 퇴비사용, 돈분과 우분을 섞은 자가퇴비 등을 사용하는데 기인되는 것으로 생각된다. 특히, 묘목의 생장이 늦어지거나 잎이 황색이나 다른 색으로 부분적으로 변색되는 경우에는 병해, 연작피해, 기상피해 등으로 생각할 수 있으나 잘못된 시비 즉 산도(pH)가 높은 퇴비의 사용이나 길항작용에 의한 미량원소 부족현상은 아닌가 생각해 보아야 할 것이다. 미량 원소의 결핍원인으로는 화학비료만으로 양묘를 하였을 경우, 동일수종을 장기간 동안 양묘하였을 경우, 토양 내에 필수양분이 결여되었을 경우 발생할 확률이 매우 높다.

바. 토양화학성 개량 목표치

산성토양은 소석회, 탄산칼슘 등을 사용하여 pH를 높여 주어야 하며 유기물함량이 부족한 토양은 유기질퇴비, 목탄 등을 사용하여 토양물리성을 개량할 뿐만 아니라 유기물도 보

충해주도록 해야 하며 그밖에 질소, 인산, 칼리 등은 시비량의 증감을 통하여 표 3과 같이 개량목표치로 교정해야 한다.

표 3 각 원소별 토양화학성 개량목표

pH (H ₂ O)	탄소 (%)	질소 (%)	유효 인산 (mg/kg)	양이온 치환용량 (me/100g)	치환성(me/100g)			Ca 포화도 (%)
					K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	
5.5 ~6.5	3~10	0.2 ~0.4	>200	10~15	>0.5	>3.0	>2.0	>20

※ 석회요구량 산정

$$\text{석회소요량} = C \times (A - B) \times D / 10$$

C는 pH 1을 중성으로 변화시키는데 필요한 탄산석회량

A는 개량하고자 하는 pH(KCl), B는 개량전의 pH(KCl), D는 개량할 토양의 토심

예) 부식이 있는 pH 4.4의 토양을 pH 5.4(토심 12cm)로 개량하고자 할 경우의

$$\text{탄산칼슘량} : 225\text{kg} \times (5.4 - 4.4) \times 12 / 10 = 270\text{kg}/10\text{a}$$

4. 묘포에 사용중인 퇴비의 화학성 분석

묘포장에서 토양의 물리성을 개선시키고 부족한 유기물을 공급하기 위해서 시판되고 있는 톱밥퇴비, 수피퇴비를 사용하거나 수피, 축사에서 나오는 퇴비를 부숙시켜 양묘 시업 전에 살포하는 경우가 있었다.

묘포에서 사용하고 있는 퇴비는 시판되는 퇴비나 농가 자체적으로 생산하는 퇴비 모두 많은 문제점을 안고 있는데, 표 4에서 보는 바와 같이 1번과 2번 시료는 시판되고 있는 부숙퇴비로 전질소, 칼슘, 마그네슘의 함량이 2배 이상 차이가 나고 수분함량도 20% 가까이 차이가 나는 것을 볼 수 있듯이 비료 공정규격에도 미달되는 불량제품이 많이 생산되고 있으므로 주의하여 사용하여야 할 것이다.

특히 돈사에서 나오는 분뇨를 원료로 생산되는 제품은 사용에 유의해야 하는데, 돼지오줌은 강알칼리성으로 독성이 매우 강하므로 완전히 부숙되지 않은 퇴비를 사용할 경우에는 수목에 치명적인 해를 입힐 우려가 있다.

표 4의 6번과 7번 시료는 돈분과 우분을 묘포장에 사용하기 위해 야적시켜 놓은 퇴비인데 pH 9가 넘는 강알칼리성으로 묘포에 시용할 경우 직접적인 피해를 일으킬 수 있다. 또한 수피, 톱밥 등을 이용하여 농가 자체적으로 생산하는 퇴비의 경우에도 많은 문제점을 일으키고 있는데 질소의 함량이 일반퇴비에 비해 1/10 수준으로 매우 낮고 C/N율이 높아 완전부숙이

표 4 묘포에서 사용중인 퇴비의 화학성

번호	시료명	산도 (pH)	유기물 (%)	P ₂ O ₅ (%)	전질소 (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	수분함량 (%)	OM/N (ratio)
1	원주, 흥업면 퇴비 (N 농협 생산)	7.3	28.9	0.48	0.71	0.61	0.75	0.50	64.8	41.0
2	서산, 성연면 퇴비 (P 영농조합 생산)	7.0	31.7	0.04	1.62	0.74	1.60	0.91	46.3	19.6
3	원주, 흥업 (자체생산 수피퇴비)	6.2	20.6	0.01	0.34	0.33	1.43	0.23	54.0	60.4
4	강릉, 사천 (자체생산 수피퇴비)	7.5	23.6	0.83	0.19	0.14	1.12	0.04	65.3	124.2
5	순천, 낙안 (자체생산 퇴비)	7.0	18.6	0.69	0.30	0.20	0.50	0.17	72.0	62.6
6	담양 (자체생산 돈분퇴비)	9.7	26.3	1.65	0.66	0.54	3.30	0.77	56.7	39.7
7	담양 (자체생산 우분)	9.0	12.5	0.80	0.46	0.23	0.66	0.47	72.7	27.0
8	나주(강세웅)	7.4	20.8	1.25	0.88	0.65	3.85	2.39	35.9	23.7
9	광양(김영호)	7.6	38.1	0.69	0.70	0.44	1.59	0.33	47.8	54.1
10	해남(김응서)	7.9	27.0	0.49	0.57	0.40	2.30	0.38	58.0	47.5

되지 않음으로써 이러한 퇴비를 묘포토양에 시용할 경우 토양 중에 있는 질소를 이용해 부숙이 진행되므로 결국 수목에 질소기아 현상을 일으키게 된다. 이와 같이 묘포토양에서의 유기물 공급은 매우 중요한 일이므로 퇴비 선정시에 많은 주의를 요한다.

5. 문제점 및 개선 방법

가. 문제점

1) 묘포지 선정

논으로 사용했던 경작지를 사용하여 토양배수가 불량하거나 건조시에는 거북이 등처럼 갈라지는 현상이 나타나는 미사질양토(Silt Loam)에 양묘함으로써 생육에 불리한 영향을

미치는 토양조건으로 정상적인 생육이 어려울 뿐만 아니라 병충해 발생이 많아진다. 또한 논이 아닌 곳에서도 토양배수가 불량하거나 보수력이 낮은 사질토양을 묘포로 사용하여 가뭄피해를 입는 곳도 있다.

가) 사토와 사질 양토는 토양공극이 커서 침투능력이 양호하고 산소 함유량도 높으나 보수력이 약하다. 이런 토양에서 양묘된 묘목은 뿌리가 크고 길어 이식이 불편하고 한발의 피해를 받을 우려가 높다.

나) 식토는 토양입자가 적어 토양의 공극이 작아 수분 및 양분 보유력은 높으나, 강우 시 포수상태가 되어 땅이 굳어져 호흡작용이 어렵고 한발시는 강한 증발현상을 일으켜 묘목생육을 불량하게 하는 원인이 됨.

2) 양묘수종 선정

온대중부 이북 지역에서만 양호한 생장을 기대할 수 있는 자작나무 및 잣나무를 중부 이남 지역에서도 파종, 식재하여 정상적인 득묘·양묘에 어려움이 있어 중부이남 지역에서는 금후 이들 수종의 양묘는 피하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

3) 연작피해

일정기간 휴경이나 윤작을 하지 않고 같은 수종으로 계속 연작함으로써 토양의 지력이 낮아져 정상적인 생장이 되지 않거나 병충해 발생이 많아지는 경우가 있다. 또한 토양의 염류화로 점토, 미사 등 미세립자가 유실됨에 따라 토성은 砂質化 되어 수분 및 양분의 보유력은 현저히 저하되게 된다.

4) 잘못된 시비관행

기비, 추비 등 시비 시에는 사전에 토양분석을 통해 부족한 성분만 시비를 하여 화학비료 과잉에 의한 염류집적을 방지하고 원소간 길항작용에 의한 피해를 방지해야하나 조사 지역 모두 매년 일반 복합비료를 관행적으로 시비하고 있었다.

특히 과다한 기비비용은 비대 성장으로 건전묘의 생산이 어렵고, 병충해 및 동해 피해를 받기 쉬우며 산지 이식시 환경에 적응력이 약해서 활착율이 저하되기도 한다.

또한 시판하는 톱밥, 樹皮퇴비를 사용하거나 자체적으로 부숙시킨 퇴비를 사용하는 경

우가 있는데, 특히 가축분뇨(퇴재)가 포함된 부숙 되지 않은 퇴비를 사용하여 묘목의 생육에 심한 피해를 주고 있는 경우도 있었다.

나. 개선방법

토양의 물리적 성질은 임목생육에 필요한 수분과 양분을 공급하고 뿌리가 자라고 호흡할 수 있도록 조장하는 역할을 하는데 특히 파종묘 및 이식묘의 정상적인 생육을 위해서는 토양의 물리성이 보다 중요하므로, 묘포토양의 물리성을 개량하기 위한 방법을 강구하는 데에 특별한 관심을 기울여야 할 것이다.

- 가) 조사지 대부분 배수가 불량한 묘포가 많아 신선한 토양으로 객토를 하거나 퇴비, 목탄 등 토양개량제를 사용하여 물리성을 개선해야 한다.
- 나) 사암을 모재로 하는 토양은 토심이 얇고, 배수가 불량하며 토양의 통기성 및 투수성이 불량하므로 모래함량이 많은 粗粒質화강암 하층토양이나 모재토양으로 객토를 실시하여야 한다.
- 다) 사토와 식토의 중간형인 양토나 사양토로 객토하여 토양의 보수력, 흡수력, 점착력을 높여줌으로써 묘목생육 조건에 적합한 환경을 조성해 준다.
- 라) 묘포의 전토심을 최소한 30cm 이상 되도록 복토하고 퇴비 또는 목탄 등을 사용하여 토양의 견밀도, 가비중, 고상율을 낮춰 공기의 유통과 뿌리가 자유롭게 자랄 수 있도록 공극율을 조절하여 준다.
- 마) 토양의 견밀화에 의한 토양 물리성의 악화를 방지하기 위해서는 고상율을 낮추고, 공극율을 높여 주어야 한다. 이를 위해서는 퇴비를 섞은 조립질 토성을 갖는 토양으로 객토하여 심층토양의 고상율을 45% 이하로 낮춰 준다.
- 바) 수분은 묘목의 영양물인 동시에 광물질 양분의 용해와 운반, 분배 등의 역할을 하며 증산작용에 의한 수용액의 농도 및 체온조절 등의 역할을 하므로, 床표면에 직접 살수하면 표면건조를 가중시켜 점토질인 포지는 견고해서 묘목생장에 지장을 주므로 파종상에는 짚을 잘게 썰어 묘간에 부려주고 한 낮에는 밭을 쳐주어 건조피해를 최대한 줄여주도록 한다.

부록 1 묘포토양의 입도분석(토성)

조 사 지	입 도 분 석 (%)			
	모래	미사	점토	토성
경기 광주-장지 잣나무 표토	45.7	42.3	12.0	L
경기 광주-장지 잣나무 심토	42.1	44.1	13.8	L
경기 광주-장지 잣나무 겉흙	24.3	61.1	14.6	SiL
경기 광주-장지 파종상 겉흙	32.5	55.1	12.4	SiL
경기 광주-유정리 비경작지	74.8	20.8	4.4	SL
경기 광주-유정리 잣나무 표토	62.5	28.5	9.0	SL
경기 광주-유정리 논흙 심토	29.3	58.5	12.2	SiL
경기 광주-유정리 1차객토	29.3	59.6	11.2	SiL
경기 광주-유정리 2차객토	30.3	59.7	10.0	SiL
경기 광주-도척 불량지 표토	72.3	21.5	6.2	SL
경기 광주-도척 불량지 심토	72.4	21.6	6.0	SL
경기 광주-도척 정상지 표토	66.1	27.3	6.6	SL
경기 광주-도척 객토지 심토	73.7	20.5	5.8	SL
경기 평균	50.4	40.0	9.6	L
강원 원주-홍업 옷나무 겉흙	65.3	24.9	9.8	SL
강원 원주-홍업 옷나무 표토	61.6	28.0	10.4	SL
강원 원주-홍업 옷나무 심토	82.8	13.6	3.6	LS
강원 강릉-사천1 잣나무 겉흙	62.6	26.6	10.8	SL
강원 강릉-사천1 잣나무 표토	79.6	15.4	5.0	LS
강원 강릉-사천1 잣나무 심토	80.1	15.5	4.4	LS
강원 강릉-사천1 잣나무 심층모래	98.9	0.1	1.0	S
강원 강릉-사천2 잣나무 겉흙	57.2	39.0	3.8	SL
강원 강릉-사천2 잣나무 표토	80.8	15.4	3.8	LS
강원 강릉-사천2 잣나무 심토	80.3	17.3	2.4	LS
강원도 평균	74.9	19.6	5.5	SL
충북 미원-수산 잣나무 표토	88.3	7.9	3.8	S
충북 미원-수산 잣나무 심토	58.0	35.6	6.4	SL
충북 미원-수산 잣나무 겉흙	42.0	50.0	8.0	L
충북 진천-잣나무 겉흙	52.2	39.6	8.2	SL
충북 진천-잣나무 표토	25.6	58.2	16.2	SiL
충북 진천-잣나무 심토	48.7	42.9	8.4	L
충북 진천-잣나무 겉흙	67.3	26.5	6.2	SL
충청북도 평균	54.6	37.2	8.2	SL

* 겉흙: 지표면(0~5cm), 표토(5~10cm), 심토(25~30cm)

(계속)

조 사 지	입 도 분 석 (%)			
	모래	미사	점토	토성
충남 서산1 겉흙	55.9	37.3	6.8	SL
충남 서산1 표토	63.3	29.7	7.0	SL
충남 서산1 심토(40cm)	62.2	31.0	6.8	SL
충남 서산2-1-해송파종시(돈분피해)	44.9	48.5	6.6	SL
충남 서산2-2-해송파종시(돈분피해)	39.6	51.6	8.8	SiL
충남 태안1 표토(집얇)	15.8	64.4	19.8	SiL
충남 태안1 심토(집얇)	17.5	60.7	21.8	SiL
충남 금산1 잣나무 겉흙	59.4	32.8	7.8	SL
충남 금산1 잣나무 표토	53.5	38.9	7.6	SL
충남 금산1 잣나무 심토(30)	54.9	36.7	8.4	SL
충남 금산2 잣나무 표토	46.2	44.0	9.8	L
충남 금산2 잣나무 심토	50.0	40.6	9.4	L
충남 금산 은행 겉흙	54.2	38.6	7.2	SL
충청남도 평균	47.5	42.7	9.8	L
경북 봉화1 겉흙	69.7	22.5	9.6	SL
경북 봉화1 표토(0~5)	77.8	11.4	10.8	SL
경북 봉화1 심토(20~30)	73.1	16.3	10.6	SL
경북 봉화 스트로브1	48.0	40.4	11.6	L
경북 봉화 스트로브2	50.1	37.5	12.4	L
경북 봉화2 소나무 표토(0~5)	69.4	18.4	12.2	SL
경북 봉화2 소나무 심토(20~30)	67.4	21.8	10.8	SL
경북 예천 겉흙	65.8	26.0	8.2	SL
경북 예천(0~5)	70.5	22.3	7.2	SL
경북 예천(15~20)	63.5	27.9	8.6	SL
경북 예천(30~35)	60.0	31.6	8.4	SL
경상북도 평균	65.0	25.0	10.0	SL
경남 단성 표토(0~5)	44.5	40.7	14.8	L
경남 단성 심토(15~20)	44.6	42.8	12.6	L
경남 함양 겉흙	74.7	17.9	7.4	SL
경남 함양 표토(0~5)	73.7	17.9	8.4	SL
경남 함양 심토(20~25)	78.2	13.6	8.2	SL
경남 산청 겉흙	47.2	42.0	10.8	L
경남 산천물푸레 겉흙	54.3	38.9	8.8	SL
경상남도 평균	59.5	30.5	10.0	SL

(계속)

조 사 지	입 도 분 석 (%)			
	모래	미사	점토	토성
전북 정읍 잣나무 표토	75.3	18.9	5.8	SL
전북 정읍 잣나무 심토	73.8	20.8	5.4	SL
전북 정읍 잣나무피해지 표토	72.0	21.4	6.6	SL
전북 정읍 고로쇠 표토	67.2	26.8	6.0	SL
전북 남원 표토(5~10)	49.0	36.6	14.4	L
전북 남원 심토(30)	48.1	38.9	13.0	L
전라북도 평균	62.2	27.3	8.5	SL
전남 순천 곁흙	48.9	38.7	12.4	L
전남 순천 스트로브잣나무	48.5	42.7	8.8	L
전남 순천 잣나무 곁흙	51.5	37.3	11.2	L
전남 담양 곁흙	15.0	54.0	31.0	SiL
전남 담양 표토	13.8	57.2	29.0	SiL
전남 담양 심토	12.3	54.7	33.0	SiL
전남 낙안 표토	44.2	40.8	15.2	L
전남 낙안 심토	56.6	33.0	10.4	SL
전남 광양 곁흙	18.0	67.8	14.2	SiL
전남 광양 표토(0~5)	12.3	61.5	26.2	SiL
전남 광양 심토(30)	12.7	53.1	34.2	SiL
전남 광양 곁흙	7.6	70.0	22.4	SiL
전라남도 평균	28.5	50.9	20.6	SiL
제주 상수리 곁흙	6.9	87.7	5.4	SiL
제주 상수리(0~5)	35.0	64.4	0.6	SiL
제주 상수리(30~35)	11.1	80.9	8.0	SiL
제주 느티나무 곁흙	11.6	78.4	10.0	SiL
제주도 평균	16.1	77.9	6.0	SiL

부록 2 묘포토양의 화학성

조 사 지	산 pH	유기물 O.M (%)	전질소 T-N (%)	유효 인산 (mg/kg)	C E C (μmol^+ /kg)	치환성 양이온 (cmol^+ /kg)				염기 포화도
						K ⁺	Na	Ca ⁺	Mg ⁺	
경기 광주-장지 잣나무 표토	5.3	2.8	0.24	149	12.76	1.47	0.12	3.75	1.88	57
경기 광주-장지 잣나무 심토	5.3	3.5	0.20	87	15.18	1.50	0.11	2.75	1.00	35
경기 광주-장지 잣나무 겉흙	4.5	2.8	0.22	133	13.64	1.47	0.22	4.41	1.19	53
경기 광주-장지 파종상 겉흙	5.3	2.8	0.15	169	14.74	1.77	0.30	3.07	1.35	44
경기 광주-유정리 비경작지	4.7	0.8	0.10	101	9.90	1.09	0.30	1.32	1.53	43
경기 광주-유정리 잣나무 표토	5.1	2.4	0.24	40	14.96	1.06	0.36	6.92	2.15	70
경기 광주-유정리 논흙 심토	5.5	2.9	0.19	49	14.52	0.80	0.14	3.13	1.68	40
경기 광주-유정리 1차객토	5.6	1.2	0.06	15	12.98	0.83	0.16	10.20	5.30	127
경기 광주-유정리 2차객토	5.0	2.0	0.15	75	13.20	0.89	0.14	6.29	2.98	78
경기 광주-도척 불량지 표토	5.4	1.5	1.11	79	12.10	0.96	0.14	4.87	2.64	71
경기 광주-도척 불량지 심토	5.2	1.1	0.09	39	12.10	0.74	0.14	3.38	1.44	47
경기 광주-도척 정상지 표토	4.6	0.8	0.10	32	7.26	0.51	0.15	3.92	1.05	78
경기 광주-도척 객토지 심토	4.8	0.8	0.05	91	7.04	0.24	0.09	0.62	0.66	23
경기 평균	5.1	2.0	0.15	81	12.34	1.03	0.18	4.20	1.91	59
강원 원주-홍업 옷나무 겉흙	4.6	2.0	0.10	159	8.80	0.91	0.13	2.44	0.96	50
강원 원주-홍업 옷나무 표토	4.6	2.2	0.13	178	9.90	1.05	0.16	2.87	1.16	53
강원 원주-홍업 옷나무 심토	4.6	1.7	0.03	109	9.46	0.48	0.15	2.90	0.74	45
강원 강릉-사천1 잣나무 겉흙	4.3	1.7	0.11	1386	8.80	1.01	0.11	0.71	0.31	24
강원 강릉-사천1 잣나무 표토	4.4	1.8	0.15	667	9.68	1.44	0.14	0.71	0.22	26
강원 강릉-사천1 잣나무 심토	3.8	1.9	0.02	44	10.56	0.56	0.11	0.53	0.18	13
강원 강릉-사천1 잣나무 심층모래	4.8	0.3	0.43	21	4.18	0.14	0.10	0.35	0.13	17
강원 강릉-사천2 잣나무 겉흙	4.5	1.7	0.15	86	10.12	1.2	0.15	1.14	0.48	33
강원 강릉-사천2 잣나무 표토	3.8	1.8	0.04	108	11.66	1.03	0.12	0.44	0.38	17
강원 강릉-사천2 잣나무 심토	3.7	1.5	0.15	61	11.44	0.40	0.13	0.47	0.14	10
강원도 평균	4.3	1.6	0.13	282	9.46	0.85	0.13	1.26	0.47	29
충북 미원-수산 잣나무 표토	4.9	2.4	0.18	38	12.10	0.36	0.10	2.24	0.38	25
충북 미원-수산 잣나무 심토	5.9	2.5	0.17	27	10.78	0.59	0.09	5.67	0.26	61
충북 미원-수산 잣나무 겉흙	4.3	2.6	0.19	37	12.10	0.54	0.11	2.50	0.42	30
충북 진천-잣나무 겉흙	4.6	1.4	0.13	104	9.68	0.89	0.16	2.71	0.73	46
충북 진천-잣나무 표토	4.4	1.3	0.10	109	10.78	0.70	0.16	1.63	0.68	29
충북 진천-잣나무 심토	4.6	0.5	0.07	98	9.24	0.54	0.09	1.50	0.76	311
충북 진천-잣나무 겉흙	4.4	0.9	0.07	74	10.78	0.64	0.12	1.30	0.58	24
충청북도 평균	4.7	1.7	0.13	70	10.78	0.61	0.12	2.51	0.54	35

조 사 지	산 pH	유기물 O.M (%)	전질소 T-N (%)	유효 인산 (mg/kg)	C.E.C (cmol/kg)	치환성 양이온 (cmol+/kg)				염기 포화도
						K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺	Mg ⁺	
충남 서산1 겉흙	4.5	1.6	0.09	72	11.66	0.64	0.13	1.62	0.34	23
충남 서산1 표토	4.3	1.3	0.10	51	11.22	0.42	0.12	0.50	0.21	11
충남 서산1 심토(40cm)	4.3	0.8	0.08	42	10.56	0.49	0.11	1.42	0.28	12
충남 서산2-1-해송파종시(돈분피해)	5.9	2.6	0.21	127	13.64	1.35	0.15	4.76	3.24	70
충남 서산2-2-해송파종시(돈분피해)	4.6	2.4	0.18	104	13.42	1.70	0.22	4.00	1.58	56
충남 태안1 표토(집얇)	4.9	2.1	0.16	40	14.96	1.31	0.13	2.72	1.02	35
충남 태안1 심토(집얇)	5.2	1.7	0.14	1556	14.74	0.61	0.18	4.10	0.91	39
충남 금산1 잣나무 겉흙	5.5	2.3	0.17	68	12.32	0.91	0.16	3.04	0.84	40
충남 금산1 잣나무 표토	5.7	2.6	0.20	103	14.08	1.00	0.16	3.77	0.59	39
충남 금산1 잣나무 심토(30)	5.1	2.5	0.17	105	13.64	0.80	0.17	2.65	0.61	31
충남 금산2 잣나무 표토	5.3	2.5	0.18	203	14.08	0.40	0.16	4.29	0.72	40
충남 금산2 잣나무 심토	4.9	2.6	0.20	220	13.20	0.29	0.15	3.05	0.59	31
충남 금산 은행 겉흙	5.2	2.5	0.16	209	12.76	0.35	0.16	3.39	0.42	34
충청남도 평균	5.0	2.1	0.16	223	13.10	0.79	0.15	2.95	0.87	35
경북 봉화1 겉흙	4.7	2.0	0.12	610	8.58	1.14	0.13	2.07	0.74	48
경북 봉화1 표토(0~5)	4.4	1.9	0.10	642	9.68	0.59	0.11	1.21	0.65	26
경북 봉화1 심토(20~30)	4.9	1.7	0.08	296	8.36	0.52	0.10	1.50	0.80	35
경북 봉화 스트로브1	5.0	3.5	0.22	454	10.34	0.62	0.08	2.44	0.76	38
경북 봉화 스트로브2	4.8	3.0	0.18	415	9.68	0.53	0.10	1.11	0.35	22
경북 봉화2 소나무 표토(0~5)	4.9	1.5	0.08	210	9.02	0.22	0.10	1.72	0.61	29
경북 봉화2 소나무 심토(20~30)	5.6	1.3	0.05	150	14.42	0.20	0.09	2.76	0.45	24
경북 예천 겉흙	5.5	0.7	0.06	64	8.80	0.44	0.11	8.98	5.11	166
경북 예천(0~5)	6.2	0.2	0.02	28	7.92	0.29	0.09	8.70	6.58	198
경북 예천(15~20)	6.5	0.2	0.01	119	8.15	0.26	0.11	9.74	7.43	215
경북 예천(30~35)	5.6	1.8	0.12	14	8.36	0.27	0.11	4.14	1.28	69
경상북도 평균	5.3	1.6	0.09	273	9.39	0.46	0.10	4.03	2.25	79
경남 단성 표토(0~5)	6.0	3.0	0.14	2357	14.74	1.39	0.09	6.33	1.76	65
경남 단성 심토(15~20)	6.0	3.3	0.18	2399	10.34	1.35	0.12	6.58	2.17	99
경남 함양 겉흙	5.1	2.7	0.15	133	10.12	1.65	0.09	2.49	1.09	53
경남 함양 표토(0~5)	5.1	3.6	0.17	1352	12.58	1.59	0.09	3.51	1.02	49
경남 함양 심토(20~25)	4.8	2.1	0.11	391	7.92	1.00	0.09	2.84	1.06	63
경남 산청 겉흙	6.3	3.4	0.12	42	15.62	1.18	0.09	6.27	1.76	60
경남 산천물무래 겉흙	6.1	3.3	0.14	61	13.68	1.51	0.09	6.74	1.30	70
경상남도 평균	5.6	3.1	0.14	962	12.17	1.38	0.09	4.97	1.45	65

조 사 지	산 pH	유기물 O.M (%)	전질소 T-N (%)	유효 인산 (mg/kg)	C.E.C (cm ⁺ /kg)	치환성 양이온 (cmol ⁺ /kg)				염기 포화도
						K ⁺	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	
전북 정읍 잣나무 표토	5.7	1.0	0.09	23	10.12	0.56	0.11	2.49	0.71	38
전북 정읍 잣나무 심토	5.6	1.0	0.09	28	9.46	0.55	0.12	2.48	0.78	42
전북 정읍 잣나무피해지 표토	4.6	1.3	0.11	30	8.58	0.35	0.13	1.19	0.44	25
전북 정읍 고로쇠 표토	5.4	2.4	0.18	52	9.46	0.82	0.12	2.48	0.83	45
전북 남원 표토(5~10)	5.8	4.3	0.22	65	13.20	0.88	0.10	6.48	1.49	68
전북 남원 심토(30)	6.1	3.7	0.17	55	12.98	0.87	0.13	6.96	2.12	78
전라북도 평균	5.5	2.3	0.14	42	10.63	0.67	0.12	3.68	1.06	49
전남 순천 곶흙	5.1	6.8	0.28	771	15.62	0.65	0.15	1.41	0.69	19
전남 순천 스트로브잣나무	6.0	4.5	0.27	819	12.76	0.67	0.11	4.62	3.23	68
전남 순천 잣나무 곶흙	4.8	5.8	0.25	553	15.62	0.45	0.09	0.71	0.27	10
전남 담양 곶흙	5.0	3.5	0.16	781	14.96	1.19	0.09	2.66	1.43	36
전남 담양 표토	4.6	4.0	0.23	888	15.62	1.63	0.12	2.44	1.77	38
전남 담양 심토	5.0	3.4	0.15	666	16.94	1.40	0.16	3.32	1.66	39
전남 낙안 표토	4.5	7.8	0.29	89	18.92	0.72	0.13	1.55	0.97	18
전남 낙안 심토	4.7	6.5	0.22	6	16.28	0.55	0.12	0.96	0.34	12
전남 광양 곶흙	5.0	3.1	0.18	894	11.22	1.33	0.06	2.82	1.69	53
전남 광양 표토(0~5)	5.5	3.1	0.17	896	13.42	1.61	0.07	4.05	3.11	66
전남 광양 심토(30)	4.5	0.9	0.07	31	13.20	1.00	0.06	1.21	0.64	22
전남 광양 곶흙	4.2	3.3	0.25	117	15.40	0.96	0.12	0.77	0.66	16
전라남도 평균	4.9	4.4	0.21	543	15.00	1.01	0.11	2.21	1.37	33
제주 상수리 곶흙	5.8	17.7	0.70	7	24.86	0.50	0.14	4.58	1.23	26
제주 상수리(0~5)	5.6	19.1	0.67	7	25.52	0.54	0.09	4.32	0.73	22
제주 상수리(30~35)	5.7	20.8	0.68	1	28.16	0.88	0.12	4.10	1.54	24
제주 느티나무 곶흙	6.2	13.0	0.48	9	20.02	0.45	0.12	5.41	1.96	40
제주도 평균	5.8	17.7	0.63	6	24.64	0.59	0.12	4.60	1.37	28

II. 토양개량을 위한 목탄 및 목초탄의 처리효과

1. 목탄첨가에 의한 토양의 물리성 변화

목탄사용에 따른 토양의 개량효과를 보기 위하여 산흙과 목탄입자의 크기를 각각 7~10메쉬(입자크기 : 1.1~1.6mm), 10~18메쉬(입자크기 : 1.6~2.9mm), 18~30메쉬(입자크기 : 2.9~4.8mm)로 구분하여 동일한 크기의 흙과 목탄을 부피비율로 5% 혼합하여 물리성을 조사하였다.

먼저 토양의 물리성을 보면 산흙에 목탄을 5% 섞은 토양의 물리성을 조사한 결과 목탄을 첨가하지 않은 토양의 가비중은 1.14~1.28g/cm³이었으나 목탄을 첨가한 토양의 가비중은 1.01~1.07g/cm³이었다. 토양 가비중은 토양내에 수분과 양분을 보유할 수 있는 능력을 판단하는 인자로 토양의 성질을 평가할 때 매우 중요하며 물리성을 대표할 수 있는 인자 중의 하나이다. 따라서 이러한 가비중의 특성을 보면 목탄을 혼합한 토양은 물이나 비료성분을 더 많이 보유할 수 있을 것으로 보인다.

이는 그림 2에서와 같이 토양의 배수량을 보면 쉽게 알 수 있다. 즉 배수량에서 대조구와 목탄첨가 토양 모두 조제된 입자 메쉬가 커질수록 배수량이 적다. 동일한 양의 물을 주었을 때 토양에서의 배수량이 적다는 것은 반대로 토양의 보수력이 높은 것을 의미하는 것으로 목탄을 첨가할 경우에는 각 크기의 입자 모두 그 보수력이 더 커지는 것으로 나타났으며 그 양은 19~98ml 더 지니고 있는 것으로 분석되었다.

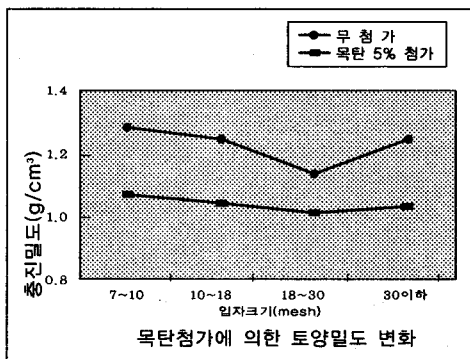


그림 1 목탄첨가에 의한 토양밀도 변화

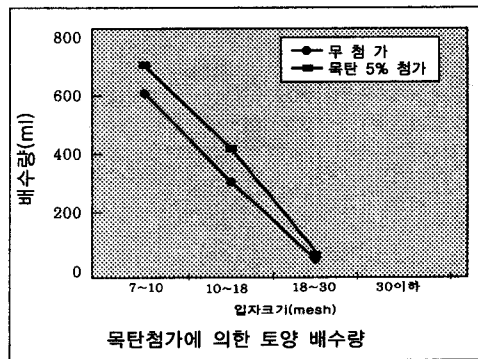


그림 2 목탄첨가에 의한 토양배수량 변화

2. 밤나무 재배지의 토양물리성 변화 및 감비효과

밤나무 주산지인 공주시 의당면 송정리와 정안면 어물리의 밤나무 재배지의 토양은 대부분 건조하고 양분이 많이 함유되어 있으나 자연스런 양료순환과 낙엽에 의한 양료 유입이 원활히 이루어지고 있지 않다. 이러한 문제점을 해결할 수 있는 방법으로 목초탄(목탄 80%+목초액 20%)을 재배지에 살포하여 목초탄의 효과로 토양변화를 조사하였다. 밤재배지에서 목초탄을 밤재배지 토양과 혼합(10%, 20%, 50%)하여 처리한 후 토양삼상을 분석하였다(그림 3).

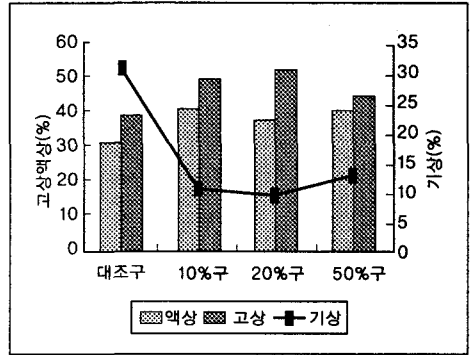


그림 2 목탄첨가에 의한 토양배수량 변화

처리 당시 인위적으로 토양을 목초탄과 혼합하기 위하여 섞었기 때문에 전체적으로 토양의 물리성은 대조구에 비하여 증가되어 있는 상태이다(그림 4). 특히 10%와 20%에서는 50%에 비하여 비교적 높았으나 이들 토양가비중은 식물근 생육에 지장을 주지 않는 범위였고, 처리 후 4개월인 11월에 분석한 토양의 가비중은 표 1에서와 같이 처리구 모두 처리 당시 보다 안

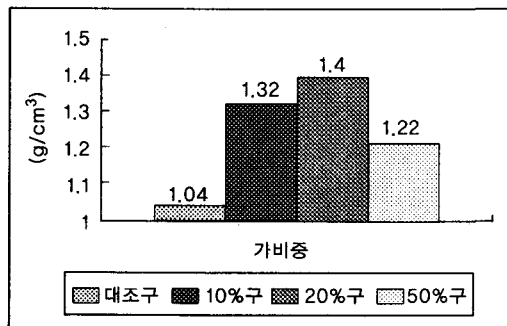


그림 4 목초탄 처리별 가비중의 변화

표 1 목탄처리 4개월(11월 조사)후의 가비중 변화

	가비중(g/cm ³)
대조구	1.33
10%	0.97
20%	0.91
50%	0.84

정된 범위로 낮아졌음을 알 수 있다. 따라서 대조구의 가비중이 처리 당시보다 증가된 이유로 재배지 관리 등으로 기계 및 인력에 의한 토양의 답압이 증가가 원인으로 생각된다.

밤재배지의 감비효과로 관행(대조구)적으로 시비하고 있는 재배지에 대하여 10%, 20% 그리고 50%의 비료를 줄이고 줄인 양 만큼 목초탄을 대체하여 밤수확량의 변화를 조사하였다. 10%, 20% 구에서는 밤수확량에 큰 변화를 주지 않아 감비효과, 즉 목초액과 목탄이 비료로서가 아닌 개량제로서 토양중에 있는 비효성분을 수목이 쉽게 흡수할 수 있도록 돕는 효과가 있었던 것으로 추정된다. 반면에 50%구에서는 밤수확량에 변화가 있어 비료를 50% 이상 줄이는 것은 밤수확이 감소 될 우려가 있는 것으로 판단되었다. 이상의 시험결과를 보면 밤나무 재배지에서 비료를 줄이기 위한 목초탄의 대체비율은 20%가 적정한 것으로 판단된다.

3. 목초탄첨가에 의한 묘목의 생장차이

일반적으로 포트를 양묘할 경우 사용되는 상토는 피트모스, 펄라이트, 질석을 1:1:1로 배합하여 사용하고 있다. 여기서 목초탄이 묘목의 생장에 미치는 영향을 밝히기 위하여 포트를 이용하여 지상부와 지하부의 생육상태를 조사하였다. 상토중에서 피트모스를 목초탄(흑탄 80%+목초액 20%)으로 80, 60, 40, 20, 10% 대체하여 소나무와 펜들라자작 1-0, 1-1묘를 사용하여 시험하였다.

소나무 1-0묘에서는 피트모스 대신 목초탄을 사용할 경우 간장, 근원경생장 모두 감소하고, 이에 따라 지상부의 건중량도 감소하였다. 반면 피트모스를 목초탄으로 20%, 10%를 대체하면 세근이 발달하고 지하부의 건중도 늘어나 결과적으로 T/R율이 낮은 우량한 묘목을 생산할

표 2 소나무 1-0 묘에서의 목초탄 혼합비율별 생육상황

상 토				간장 (cm)	근원경 (mm)	묘 목 건 중 량(g)			
목초탄	피트모스	펄라이트	질석			지상부	지하부		T/R
							주 근	세 근	
0	1	1	1	13.5	2.50	1.15	0.10	0.21	3.71
0.8	0.2	1	1	8.6	1.38	0.38	0.06	0.19	1.52
0.4	0.6	1	1	11.5	1.51	0.51	0.05	0.19	2.13
0.2	0.8	1	1	12.6	2.00	0.96	0.12	0.40	1.85
0.1	0.9	1	1	12.1	2.20	1.05	0.14	0.42	1.88

수 있었다. 그러나 40% 이상 대체한 경우는 세균발생량은 대조구와 유사하지만 주근 및 지상부의 생장이 불량하다(표 2).

소나무 1-1묘에서는 목초탄을 대체 사용한 경우 지상부의 생육특성은 1-0묘와 비슷한 경향을 보여 목초탄을 혼합할 경우 모두 생장이 감소하였다. 그러나 1-0묘와는 달리 모든 처리구에서 세균 발달이 대조구에 비하여 더 많이 발생하였으며 특히 40% 대체시 특히 세균의 발생이 가장 많다(표 3).

표 3 소나무 1-1 묘에서의 목초탄 혼합비율별 생육상황

상 토				간장 (cm)	근원경 (mm)	묘 목 건 중 량(g)			
목초탄	피트모스	펠라이트	질석			지상부	지하부		T/R
				주 근	세 근				
0	1	1	1	23.0	5.42	3.32	1.08	0.74	1.82
0.8	0.2	1	1	20.9	4.00	2.37	0.85	0.88	1.36
0.4	0.6	1	1	20.8	3.89	3.00	0.80	1.26	1.45
0.2	0.8	1	1	22.3	5.05	2.91	1.01	0.82	1.59
0.1	0.9	1	1	21.6	4.96	2.71	0.99	0.90	1.44

활엽수인 펜들라자작나무 1-0묘 생육에 있어서 목초탄을 대체 사용하였을 때 대체량이 감소할수록 T/R률도 점차 낮아지는 경향이 있었으며, 간장 생육을 제외한 묘목생육은 양호한 상태였다. 펜들라자작나무 1-1묘 생육에 있어서는 목초탄 대체 사용구가 전반적으로 대조구를 능가하는 묘목을 생산할 수 있었다. 이는 활엽수 1-1묘인 경우에는 침엽수와는 달리 목초

표 4 펜들라자작나무 1-0 묘에서의 목초탄 혼합비율별 생육상황

상 토				간장 (cm)	근원경 (mm)	묘 목 건 중 량(g)			
목초탄	피트모스	펠라이트	질석			지상부	지하부		T/R
				주 근	세 근				
0	1	1	1	57.3	5.96	3.69	1.02	0.96	1.86
0.8	0.2	1	1	50.7	5.07	3.22	0.82	0.81	1.98
0.4	0.6	1	1	42.3	5.29	2.94	0.81	0.96	1.66
0.2	0.8	1	1	47.5	5.35	3.34	1.02	1.00	1.65
0.1	0.9	1	1	51.3	5.50	4.19	1.20	1.18	1.76

탄 사용이 묘목의 생장을 촉진하는 것으로 보여지며, 특히 20% 대체구에서는 세근발달 및 간장, 근원경 생육이 매우 우수하였다.

따라서 이상의 결과로 보면 칩엽수나 활엽수의 포트묘 양묘시 비록 간장, 근원경 등 지상부의 생육상황은 감소하지만 지하부의 세근은 더 많이 발생되므로 결과적으로 세근이 많고 T/R율이 낮은 우량한 묘목을 생산할 수 있을 것이다. 따라서 포트양묘를 할 경우에는 피트 모스를 20% 대체하여 목초탄을 사용하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.

◆ 참고문헌

1. 강원도 임업시험장. 1992. 유용활엽수 조림기술. 강원일보사. pp314
2. 권뇌택, 정윤수, 이상시. 1978. 임업종묘학. 학우사. pp540
3. 산림청. 1996. 한국임정 50년사. pp1009
4. 임업연구원. 2000. 시설양묘를 이용한 묘목의 대량생산 시업기술 개발. pp400
5. 지용하. 1970. 육묘학. 농림신문사 출판부. pp440