

Ⅲ. 묘포 토양개량의 필요성

국립산림과학원 임지보전과
변재경 박사

머리말

우리나라는 전 국토의 65%가 산림이면서도 목재자급율은 6%에 지나지 않아 2050년까지 30%로 향상시키는 정책을 목표로 설정하고 있다. 이러한 정책목표를 달성하기 위해서는 여러 가지 측면을 고려해야겠지만 경제림육성의 가장 근간이 되는 것은 건전한 우량묘목을 생산하여 산지에 조림시 활착이 잘 되어 대경재로 생장이 되어야 할 것이다.

임목은 조림에서부터 벌채까지 생장기간이 길어 불량한 묘목을 심게 되면 수확기까지 장기간에 걸쳐 많은 경영손실을 초래하게 되므로 건전우량 묘목 생산을 위한 첫걸음은 토양의 특성을 정밀하게 파악하고 진단하여 그 결과에 따라 수종의 선정, 시비기준 및 토양관리기술이 뒷받침 되어야 한다.

그러나 최근 고정묘포지의 경우 장기적인 연작으로 토성 및 지력이 점차 악화되어 가면서 경제림조성의 근본이 되는 장기수종인 소나무, 잣나무, 낙엽송 등의 득묘율이 매우 낮아지고 있고, 이식상에서는 묘목생장 상황이 나빠 산에 조림시 활착율이 낮아지는 현상이 나타나고 있는 실정이다.

우리나라에서 1920년대부터 양묘사업이 시작된 지금까지 묘포지토양에 대한 비료사용량을 토양진단에 의한 처방에 의해 시비한 사례는 거의 없어 예로부터 전해오는 관행에 의한 시비량을 기준하고 있는 실정으로 묘목생산자들은 생산의욕으로 시비기준보다 비료를 많이 사용하는 경향이 있으며, 또한 복합비료 위주로 전국적으로 동일한 기준을 적용하고 있어 그 지역 토양특성에 알맞은 시비관리를 하지 못하고 있다.

이러한 잘못된 묘포토양관리 결과 토양 물리성의 악화, 토양의 산성화, 염류장해 및 토양생산력 감퇴 등으로 병해충발생, 생육부진 및 고사 등 많은 문제가 야기되고 있어 그에 대한 대책을 마련하기 위하여 2001년 6월부터 고정묘포를 대상으로 입지환경조

건, 토양의 이화학적 성질, 부숙퇴비 사용에 따른 문제점 등을 조사·분석한 결과 고정묘포의 토양개량이 절실하다는 결론을 얻게 되었다.

1. 묘포토양의 특성

묘포로 적합한 입지환경 조건은 배수와 관수가 용이한 경사 5° 미만으로서 토심 30cm 이상인 토양이나 이러한 조건을 충족하는 지형을 묘포로 사용하는 곳은 극히 일부에 불과하고 대부분 벼 재배를 했던 논을 임차하여 묘포로 사용하는 곳이 많으며, 자가 포지인 경우에도 과거 오래 전에 논으로 사용했던 곳이 많다.

논을 묘포로 장기간 사용했던 포지는 몇 년마다 주기적으로 객토를 실시하여 일정한 깊이마다 다른 토색과 토성을 나타내며 단단한 불투수층을 갖고 있거나, 수십년간 묘포로 사용하여 지속적인 관수와 토양염류화로 인해 미세한 토양입자(Colloid)가 분산되어 하층으로 이동 집적됨으로써 토양배수가 불량한 지역도 나타나고 있었다.

논을 포지로 사용하고 있는 곳은 배수가 불량하여 병해충 발생이 높을 뿐만 아니라 습해를 받는 곳이 다수 나타나고 있으며, 가뭄시 적절한 관수가 이루어지지 않을 경우 지표면이 거북등처럼 갈라져 잔뿌리가 노출됨으로써 오히려 가뭄피해를 받는 경우도 있다.

최근 2005년도 9월에 실시한 전국 17개소 고정묘포의 토지이용 형태를 살펴보면 지목이 논인 곳을 묘포로 사용 중인 곳은 전체면적의 절반이 넘어 향후 묘포토양개량 사업의 가장 큰 걸림돌로 작용할 것으로 보인다.

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

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

논을 포지로 사용하는 가장 큰 원인중의 한 가지는 적기에 물을 용이하게 공급하기 위함이었으나 묘포 토양개량사업이 진행되면서 관정시설을 설치하고 있으므로 과거의 잘못된 관행은 과감히 개선해 나가야 할 것이다.

가. 토양물리성

(1) 토성

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.

묘포토양은 사질양토(SL), 양토(L), 사토(S), 양질사토(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.

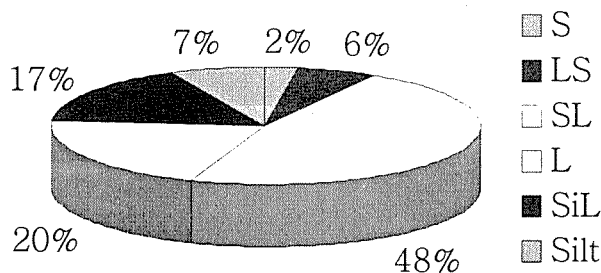


그림 1. 고정묘포의 토성분포

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 하여

도 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 투수성 및 토양배수가 불량하고 병충해가 잘 발생하며 강우량이 많은 장마철에는 습지화 됨으로써 뿌리의 생육환경에 좋지 않은 영향을 미치게 된다.

(2) 토양삼상

토양삼상은 고상(토양입자와 유기물), 액상(토양용액), 기상(토양공기)의 용적 비율을 말하며 이들이 적당한 비율로 조합되어야 식물생육에 좋은 영향을 미치는데 토양 삼상의 이상적인 비율은 고상 45%, 액상 25%, 기상 30% 정도이다.

토양삼상중 고상은 답압이 되었거나 통기성이 나쁜 토양의 경우 높게 나타나는 경향이 있고 배수가 안되는 토양은 액상 비율이 높게 나타나는 반면 기상의 비율이 낮게 나타나며, 통기성이 양호한 토양은 기상 비율이 높게 나타난다.

묘포지는 산림토양에 비하여 고상비율이 높은 곳이 많이 나타나고 있는데 특히 하천 옆에 위치한 포지는 대부분 과거 대홍수시 물이 범람하여 모래가 퇴적된 곳이 많아 고상 비율이 55% 내외로 높게 나타나고 있으나 액상 비율은 10% 내외로 낮아 보수력과 보비력이 낮아 퇴비 및 목탄 등 유기물질을 투입하여 고상비율을 낮추는 토양개량이 필요하다. 한편 논을 포지로 사용하는 포지는 과습한 곳이 많아 액상비율이 40% 가까이 나타나는 곳도 있어 통기성이 매우 불량하다.

(3) 토양 용적밀도

고정묘포지의 토양용적밀도의 경우 토양답압으로 인하여 일반산림토양에 비하여 높게 나타나고 있으며,

묘포토양의 용적밀도는 표토의 경우 1.0~1.35g/cm³로 우리나라 산림토양의 평균 0.88g/cm³보다 대체적으로 높게 나타나는 경향을 보이고 있으며 심토는 1.47g/cm³까지 나타나는 곳도 있어 우리나라 산림토양의 평균 1.01g/cm³에 비하여 토양답압이 심각한 것으로 나타났다.

고정묘포 토양의 물리성이 악화된 주 원인으로는 다음과 같은 요인을 들 수 있다.

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

이와 같은 물리성의 악화는 가뭄이나 많은 강우시 수분의 과부족 현상이 쉽게 발생되는 주원인으로 작용할 우려가 높으며, 뿌리 발달에 지장을 초래할 뿐만 아니라 통기성 및 배수불량과 토양 미생물의 번식을 제한하는 주 요인으로도 작용하여 건전묘목 생산에 장애요인이 되고 있다.

미생물은 균류의 균사에 의한 토양입자의 직접적인 결합작용과 대부분의 미생물이 분비하는 polyuronide 등 토양입자 접착작용에 의한 입단형성을 도와준다.

나. 토양화학성

(1) 산도(pH)

토양산도는 토양반응의 정도를 나타내는 지수로써 토양 중에 있는 이온들의 성질이나 행동에 중요한 영향을 미치며, 또한 토양 미생물의 활동이나 식물의 생육을 좌우하는 인자로서 pH 7은 중성이고 pH 7보다 낮은 값은 산성, 높은 값은 알칼리성이다.

고정묘포의 토양산도는 pH 4.3~5.8로 광범위하게 분포하고 낮은 곳은 심지어 pH 3.7의 강산성토양이 나타났으며, 이러한 원인은 묘포로 사용한 기간이나 화학비료 사용량, 퇴비사용량 등 비배관리 성향의 차이에 따른 결과로 판단된다.

고정묘포의 토양산도 평균은 pH 5.1로서 우리나라 산림토양의 평균산도 pH 5.5 및 묘목이 건전하게 생육할 수 있는 적정 토양산도 범위인 pH 5.5 ~6.5에 비하여 낮은 값을 보이고 있어 산도를 교정해 주어야 하는 범위에 들어있음을 나타내고 있다.

이와 같이 대부분의 묘포토양이 산성화된 원인은 제초제살포, 질소질 비료의 다량공급으로 묘목이 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 초래한다.

토양이 산성화될 경우 알루미늄, 망간 등 식물에 유해한 독성물질이 증가하고 양분을 고정시키기 때문에 석회, 퇴비, 목탄 등을 이용하여 토양개량이 필요하다.

토양산도 교정시에는 특히 석회시용량과 살포방법에 유의해야 하는데 석회를 과도하게 시용하게 되면 철의 흡수가 어렵게 되어 잎에 황화 현상이 일어나 생장 둔화를 초래하게 되므로 유의하여야 한다.

(2) 유기물

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.

묘포토양의 유기물함량은 낮게는 1.6%에서 높게는 4.4%까지 많은 차이를 보이고 있으나 대부분 3%이하로 나타났으며 산림토양의 A층 평균 4.5%에 비하여 낮은 수준이다.

고정묘포에서 유기물함량이 낮은 원인은 대부분 오랜 기간동안 경작으로 입자가 작은 점토의 유실이 많고 낙엽, 낙지에 의한 유기물 환원과 퇴비와 같은 유기물 공급이 이루어지지 않기 때문이며, 유기물은 토양내 물리화학성에 매우 큰 영향을 주게 되므로 건전묘목 생산을 위한 토양관리를 위해서는 지속적으로 퇴비, 목탄 등 유기물을 공급해 주어야 한다.

(3) 기타 양분

질소는 대부분 0.2% 이하로 낮은 편으로 이는 유기물함량과 밀접한 관계가 있어 효과적인 유기물 투입이 부족한 것도 원인이며, 또한 유실율이 높은 일반 복합비료를 지표면에 살포하기 때문에 앞으로는 질소유실량이 적은 완효성비료를 사용하여야 한다.

유효인산은 100~900mg/kg의 높은 함량을 보이고 있으며 대부분 200 mg/kg 이상인데, 이는 매년 기비나 추비 시비할 때 고농도로 인산이 들어 있는 복합비료를 반복 시비하는 관행 때문에 다른 원소에 비하여 고정되는 양이 많은 인산의 특성상 과잉 축적되므로 토양진단을 통하여 적정 시비처방을 해야 한다.

그밖에 염기를 교환할 수 있는 치환성양이온인 칼리, 나트륨, 칼슘, 마그네슘 등의 분포 범위도 지역간에 매우 큰 차를 보이고 있으며 일부 지역에서 염류집적으로 묘목이 생리적 장애를 입는 곳도 나타나고 있어 시급한 토양개량이 필요하다.

2. 묘목의 양분결핍 및 과잉 증상

가. 질소(N)

식물체 세포 원형질의 주요성분인 단백질의 합성과 엽록소의 구성성분으로서 식물생장을 촉진하는 오옥신(Auxin)의 생산에 필요한 성분이다.

지상부의 생장에 대해 큰 영향을 주며 질소비료는 반드시 유기질비료와 병용하는 것이 좋다.

□ 질소 결핍

- (1) 잎은 황색~담황색을 나타내어 광합성작용이 약화된다.
- (2) 수고, 가지 등 전체적인 생장이 불량하여 수세가 약해진다.
- (3) 지상부 뿐만 아니라 지하부에도 영향을 주며 뿌리발달이 빈약하고 세근의 발근도 불량하며 길어진다.
- (4) 종실의 수량이 감소하고 크기가 빈약하며 조기 성숙된다.

□ 질소과잉

- (1) 잎은 짙은 녹색을 나타내고 광합성작용이 왕성하여 지상부의 성장량은 크게 증대되나 뿌리가 발달되지 않아 불건전한 묘목이 된다.
- (2) 지상부의 발달을 촉진하기 때문에 도장목이 되며 또 수분이 많은 곳에서는 연한 묘목이 되며 동해, 건조해를 받기 쉽게 된다.
- (3) 질소공급의 증가로 당분의 식물체내 보유량은 감소하고 이로 인하여 전분, cellulose, lignin 등의 생성이 충분치 않으므로 세포는 커지지만 세포막은 두터워지지 않아 조직이 유연해져 병충해 및 도복에 견디기 어렵다.
- (4) 세포즙액의 당의 농도가 낮아지기 때문에 삼투압이 줄어 동해에 대한 저항성도 감소된다.

나. 인산(P)

세포핵의 성분으로서 세포의 분열작용에 중요한 역할을 하며 세포체내 효소의 성분으로서 중요한 생리작용에 관계가 있다.

세포의 생성 번식에 중요한 원소로서 묘근의 발육을 촉진하여 지하부 발달을 증대한다.

□ 인산결핍

- (1) 전체적으로 잎은 암록색을 띄며 자색과 적자색의 띠가 나타나거나 잎 주변에 검은색 반점이 생기며 심할 경우 황색으로 된다.
- (2) 뿌리의 발달이 불량하여 근계도 적게 된다.
- (3) 생육초기 생육초기 발육이 지연되고 신초의 신장이 불량하게 된다.
- (4) 동아의 형성이 빨라지고 병해에 대한 저항력이 낮아진다.

□ 인산과잉

- (1) 질소의 흡수를 촉진시켜 질소의 과잉 증세를 일으킨다.
- (2) 철의 불활성화로 철이 부족하여 황백화 현상을 일으킨다.

다. 가리(K)

탄수화물 단백질의 합성에 관여하는 것으로 섬유질의 발달을 촉진시켜 식물체의 조직을 강하게 하며 동화작용의 기능을 촉진한다.

광합성의 증가로 섬유소(cellulose), 리그닌(lignin)의 합성을 촉진하여 줄기와 잎이 튼튼하게 되어 도복에 강하게 되며 일조가 부족할 때는 이를 보충한다.

식물체내에서는 수용성 Ion상태로 존재하기 때문에 수분증발을 억제하여 세포액의 농도를 높여 한발에 대한 저항성을 증가시키고 내한성을 증대시키며 병충해에 대한 저항성을 증대시킨다.

□ 가리결핍

- (1) 잎이 암록내지 짙은 녹색을 나타낸다.
- (2) 잎 끝부분, 엽맥 및 잎 둘레에 갈색반점이 생기고 결핍정도가 더욱 진행되면 식물전체가 황색으로 되어 질소결핍과 구분이 어렵다.

- (3) 줄기는 가늘게 되고 잎은 밑으로 처져 묘목의 연약화로 내한성과 내도복성이 약해진다.
- (4) 광합성작용을 감퇴시킨다.
- (5) Ca와 K는 대체로 같은 작용을 갖는 것으로 Ca이 충분히 공급될 때는 K의 과잉의 경우는 특히 눈에 띄는 증상은 없으나 어느 정도 잎과 줄기는 황녹색화하여 단단한 감을 준다.

□ 가리 과잉

- (1) Ca나 Mg의 흡수가 억제되어 이들의 결핍을 초래한다.]
- (2) Mg의 결핍으로 葉燒현상이 나타난다.

라. 칼슘(Ca)

뿌리의 발육을 촉진하고 식물체의 조직을 강하게 하고 잎에서 만들어진 양분을 필요한 곳에 운반한다.

식물체내 유해물질의 중화와, 호흡의 결과로 생기는 유기물의 중화를 일으킨다.

□ Ca 결핍

- (1) 뿌리나 눈의 생장점이 파괴되어 끝이 붉게 변하고 뿌리의 발육이 저해되며 심할 경우에는 생장점이 고사한다.
- (2) 생장점의 활동이 약화된다.
- (3) 정아부분은 낚시바늘처럼 구부러지며 고사한다.

□ Ca 과잉

- (1) 철의 흡수를 방해하여 황화현상을 나타낸다.
- (2) K와는 길항작용이 나타난다.

마. 마그네슘(Mg)

엽록소의 구성원소로서 동화작용을 촉진한다.

□ Mg 결핍

- (1) 엽록소의 생성불충분으로 잎이 짙은 황색~적색을 나타낸다.

바. 유황(S)

유황은 식물의 단백질을 구성하는 아미노산에 함유되어 있으며 단백질의 합성에 관여한다.

□ 결핍증상

- (1) 질소결핍증과 비슷하다.
- (2) 식물체내의 가용성 질소화합물이 축적되어 단백질의 정상적인 합성이 이루어지지 않는다.
- (3) 엽록소의 형성이 억제된다.

샤. 망간(Mn)

묘포에서는 증상이 확연하지가 않고 철의 결핍대와 같이 황화하는 경우가 있으나 외부적으로 나타나는 증상은 적으며 철과 같이 엽록소의 생성에 관계가 있다고 한다.

식물체 내에서 이루어지는 탈수소 작용과 탈탄산작용 등 산화에 관여하는 효소작용을 활성화한다.

□ Mn의 결핍

- (1) 새 잎에 증상이 나타나며 엽맥에 따라 녹색이 되고 엽맥에서 떨어진 곳은 황색이 되며 생장점이 고사한다.

아. 철(Fe)

효소의 생성에 필요하며 엽록소의 생성에 관계가 있으며 보통의 토양에서는 철의 결핍은 일어나지 않는다.

Ca, Mg를 과잉 시용하면 토양이 중성이 아닌 알카리성이 될 우려가 있으므로 철이나 Mn은 불용성이 되며 이때부터 결핍증상이 생기게 된다

□ Fe의 결핍

- (1) 철이 결핍되면 황화현상을 나타낸다.
- (2) 신엽이 고사하지 않으면 황백색으로 퇴색되고 위조증상을 일으키며 조직이 파괴되어 죽는 현상이 발생한다.

자. 붕소(B)

Azotobacter의 질소고정작용과 생식작용에 관계한다.

□ 붕소의 결핍

- (1) 꽃가루의 생성과 수술의 발육이 나빠지며 개화하여도 수정하지 않고 불임이 된다.
- (2) 사질토양에 나타나기 쉽고 pH 6.5이하의 산성토양에 적다.

차. 구리(CU)

효소작용을 촉진한다.

□ 결핍증상

- (1) 개화가 늦어지고 종자생성이 불량하다.

카. 아연(Zn)

효소생성에 필요하다.

□ 결핍증상

- (1) 새로운 잎이 생기지 않는다.

타. 몰리브덴(Mo)

효소작용에 관여한다.

□ 결핍증상

- (1) 잎이 백색, 회색으로 되어 시든다.

3. 토양개량 방안

가. 토양 물리성개량

묘포토양은 전반적으로 장기간 연작과 제초제 사용 등으로 토양이 고결화되어 있

어 유기질퇴비 또는 목탄 시용 등으로 물리적 성질의 개량에 노력해야 한다.

최근에는 토양의 입단화, 통기성, 배수, 보수성 및 경운의 용이성에 효과가 있는 각종 토양개량제를 시용해서 토양의 입단구조를 인공적으로 단기간에 형성하는 방법을 사용하고 있다.

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 물리성 개량을 강구하는데 지속적인 관심을 기울여야 한다.

묘포토양의 물리적 성질의 특징으로는

- 장기적 묘목 생산에 따른 물리성 악화
- 제초제 사용으로 인한 토성의 악화
- 모암(퇴적암)과 토양 성분에 의한 토양표층의 견고화
- 표토 유실로 토층이 얇아지고, 지하수위 상승
- 동일수종 연작에 의한 기지현상 유발 등이 있다.

(1) 객토

묘포토양은 토성이나 토양의 삼상조성비에 따라서 토양의 투수성, 통기성, 보수력 등에 많은 차이를 나타내고 토양화학성에도 영향을 미치기 때문에 물리적 성질이 매우 중요하다.

오래된 고정묘포의 경우 지속적인 관수와 화학비료 과다시비에 의한 토양염류화 및 제초제 사용으로 인하여 미세한 토양입자(Colloid)가 분산되어 하층으로 이동 집적함으로써 토양배수가 불량한 원인이 되기도 한다.

객토를 어떤 방법으로 실시하느냐에 따라서 여러 가지 문제점이 나타나기도 하는데 장기간에 걸쳐 사용했던 포지는 몇 년마다 주기적으로 객토를 실시하여 일정한 깊이마다 다른 토색과 토성을 나타내며 단단한 불투수층을 형성하게 된다. 또한 사전에 충분한 검토없이 원래 지반의 흙과 비슷한 성질의 토양으로 객토함으로써 객토의 효과가 반감되는 경우도 있으며, 대부분 양분함량이 매우 적은 풍화가 덜된 모재층이 많이 섞인 토양을 사용하면서 기존 묘포지에 그대로 올려놓는 형식을 취하여 양분함량이 적은

토양이 상층부에 존재함으로써 객토 후 몇 년간은 묘목생장이 불량하다

따라서 토양의 물리·화학적 성질을 개선하기 위하여 사전에 대상묘포의 토성, 보수력 및 배수상태 등 여러 인자를 고려하여 객토를 실시한다. 객토원 토양선정과 객토방법에 따라서 효과가 반감될 수 있으므로 풍화가 덜된 모재층 토양을 포지에 그대로 올려놓는 방법을 취하거나 원래 포지와 비슷한 성질의 토양으로의 객토는 배제한다.

토성개량은 점토질이 적고 모래가 많이 섞인 사토 및 양질사토와 점토질이 많아 토양입자와 공극이 작은 식토인 경우에 필요하다.

사토와 사질양토는 토양입자가 크고 입자간의 공극이 크기 때문에 물이 잘 통하고 산소 함유량도 크지만 보수력이 약하다. 이런 토양에서 양묘된 묘목은 뿌리가 크고 길어서 이식이 불편하고 특히 가뭄이 계속될 때 약하다.

점토성분이 높은 미사질양토나 식양토는 토양입자가 작고 토양공극도 작으므로 모관인력이 강하여 수분, 양분을 잡아두는 성질은 강하나, 단립구조이므로 비가 오면 수분이 포화상태가 되어 땅속 공기량의 부족현상을 초래하고 한발시 강한 증발현상으로 땅이 굳어지고 호흡작용이 부진하여 묘목생육을 불량하게 하며, 장마기간 동안이나 물 관리를 조금 소홀히 하면 배수불량으로 습해를 받을 우려가 매우 높다.

따라서 보수력이나 흡수력, 점착력이 강하고 산소의 통기성도 양호하여 식물생육에 필요한 요소를 적당히 공급하는 양토나 사질양토로 토성개량이 바람직하다.

(가) 객토대상이 되는 포지

- 1) 연작으로 인하여 병충해 발생이 심하고 득묘율이 낮거나 생장이 불량한 포지
- 2) 화학비료 과용과 불량한 퇴비사용으로 염류장해를 받는 포지
- 3) 모래함량이 높은 사질토양으로 보수력이 낮아 건조피해를 자주 받는 포지
- 4) 토양배수가 불량하거나 자주 침수가 되는 포지

(나) 객토원 토양 선정

- 1) 사질양토 또는 양토로서 유기물함량이 풍부한 신선한 표토층이 적합하다.
- 2) 객토대상 포지의 물리화학적 성질과 상반되는 토양 즉, 배수가 안되는 포지

는 모래함량이 높은 토양을 선정하고 모래함량이 높아 배수가 잘되는 포지는 점토함량이 높은 토양을 선정한다.

매년 묘목을 생산하므로 자연적으로 미세립자의 흙이 없어지므로 토심이 낮아지거나 토양의 성질을 개량할 경우 묘포외의 표토를 운반 객토한다.

사토에는 점토를 점토에는 사토를 객토하여 원 토양의 결점을 개선 보완한다.

(다) 객토 방법

- 1) 휴경 및 유흡포지를 우선적으로 실시한다.
- 2) 묘목생산 후 10월 하순부터 익년 3월 이전인 시업전까지 실시한다.
- 3) 객토를 실시한 토양은 일시적으로 생산력이 저하되므로 퇴비를 충분히 주고 첫해에는 질소와 인산비료를 기준량 보다 20~30% 더 시비한다.
- 4) 개량목표는 모래: 미사: 점토 함량이 55 : 30 : 15 비율인 사질양토로 한다.
- 5) 객토원 토양과 기존토양의 1/3정도를 잘 섞이도록 깊게 경운한다.
- 6) 대형차량에 의한 포지의 답압을 방지하기 위하여 포지내에서는 경운기, 트랙터 등으로 소운반한다.
- 7) 객토 토양을 구하기 어려운 지역에서는 제올라이트(Zeolite)를 4~5년 주기로 10a 당 1톤을 시용하거나, 굴삭기를 이용하여 지표면으로부터 1m 깊이 정도 파서 속흙과 겉흙을 뒤집어 표층토에 혼합시켜 30일 이상 방치 후 잘 섞어 경운한다.

(2) 토양 배수상태 개선

배수가 불량한 포지는 상을 높여 고랑을 깊게 하여 물이 고이는 곳이 없도록 배수구를 설치하며, 토양개량제(퇴비, 목탄 등)를 사용하여 토양배수 상태를 개선한다. 특히, 배수상태가 매우 나쁜 포지의 경우에는 10m~20m 간격으로 1m 정도 깊이에 맹암거를 설치한다.

특히 경남, 전남 지역의 사암을 모재로 하는 토양은 토심이 얇고, 배수가 불량하여

토양의 통기성 및 투수성이 불량하므로 모래함량이 많은 조립질(粗粒質)화강암 하층토 양이나 모재토양으로 객토를 실시하여 토양배수 상태를 개선해야 한다

(3) 토양공극률 조절

묘포의 전도심을 최소한 30cm 이상 되도록 하고 퇴비 또는 목탄 등을 사용하여 토양의 견밀도, 가비중, 고상률을 낮춰 공기의 유통과 뿌리가 자유롭게 생육할 수 있도록 공극률을 조절하여 준다.

특히, 토양의 견밀화에 의한 물리성 악화를 방지하기 위해서는 고상률을 낮추고, 공극률을 높여 주어야 하는데 이때 퇴비를 섞은 조립질 토성을 갖는 토양으로 객토하면 좋다.

나. 토양 화학성개량

묘포토양은 지속적인 화학비료와 제초제 사용으로 미량 원소가 결핍되거나 토양의 산성화가 진행되며 토양미생물의 번식이 제한되는 현상이 나타난다.

(1) 개량목표

묘포토양의 화학성 개량을 위해 산성토양은 소석회, 탄산칼슘 등을 사용하여 산도를 높이고, 유기물함량이 부족한 토양은 유기질퇴비, 목탄 등을 시용하며, 그밖에 질소, 인산, 칼륨 등은 시비량을 증감하여 표 와 같이 개량목표치로 개량한다.

<표 1> 각 원소별 토양화학성 개량목표

pH (H ₂ O)	탄소 (%)	질소 (%)	유효 인산 (mg/kg)	양이온 치환용량 (cmol _c /kg)	치환성(cmol _c /kg)			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

(2) 석회를 이용한 산도교정

토양산도가 산성일 경우 토양 양분중 인산, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 붕소 등을 불용화시켜 유효도를 낮게 하고 철, 알루미늄, 망간 등은 활성을 높여 뿌리의 생장을 억

제시키는 등 생리장애를 일으키게 된다.

반대로 토양산도가 알카리성일 경우 인산, 가리, 붕소, 아연, 구리 등은 결핍하게 되고 칼슘, 마그네슘 등은 과잉되어 원소의 불균형으로 길항작용을 일으켜 정상적인 생장이 어렵게 된다.

산도 pH 5.0이하의 산성토양에서는 토양중의 Al, Fe 등이 유효인산과 결합하여 인산결핍을 일으키기 쉬우며, 산도 5.5~6.5 범위를 개량목표로 서서히 교정시킨다. 또한 토양산도가 pH 6.5 이상으로 중성에 가까운 치를 나타내면 파종상에서는 입고병이 발생하고, 묘목생장이 불량해지므로 석회시비를 줄이도록 한다.

석회시용은 산도교정의외에 토양입단화의 촉진, 유기물의 분해와 미생물의 번식으로 다당류의 생성 등의 효과가 있다.

(가) 대상포지

반드시 사전 토양검정을 받은 pH 5.5이하인 포지

(나) 살포시기

가급적 시업 30일전에 살포하되 늦어도 2주전까지는 살포하고 즉시 경운한다.

(다) 살포방법

지표면에 골고루 살포하고 약 30cm 정도 깊이로 경운 한 뒤 파종 또는 정식한다.

석회의 종류는 가급적 마그네슘이 함유된 입상소석회 사용하며 살포전 반드시 전문가의 기술지도를 받아 실시한다.

(라) 살포량

석회를 과다하게 시비하면 철의 흡수가 되지 않고 잎에 황화 현상이 일어나 생장의 둔화를 초래하므로 토양산도와 토성에 따라 살포량을 산정한다. 또한 일시에 토양pH 상승은 부작용이 발생할 수 있으므로 1회에 pH 0.5씩 상승되도록 살포량을 조절한다.

토양의 식질정도 또는 부식의 함유정도에 따라 농용석회의 시비량이 다르며 부식이 많이 함유되거나 점토인 토양에서는 석회를 2배 이상 많이 시용하여야 하며 산도를 교

정하는 폭이 클 때에는 2~3년에 걸쳐 서서히 개량한다.

□ 석회소요량 산정 : $C \times (A - B) \times D / 10$

C: pH 1을 중성으로 변화시키는데 필요한 탄산석회량

A : 개량하고자 하는 pH

B : 개량전의 pH

D : 개량할 토양의 토심

예) 부식이 있는 pH4.4의 토양을 pH 5.4(토심 12cm)로 개량하고자 할 경우의 탄산칼슘량 :

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

<표 2> 부식함량과 토성에 따른 입상소석회 사용기준

(단위: kg/10a)

구 분	부식함량(%)			
	5% 미만	5~10%	10~20%	20%이상
사 토	56	113	150~225	
사양토	113	169	225~300	
양 토	169	225	300~375	
식양토	225	281	375~450	
식 토	281	338	450~525	
부식토				450~750

※ 토양깊이 10cm 까지 10a 의 pH 1 변화시키는데 필요한 석회량

(3) 유기질에 의한 산도교정

퇴비를 충분히 사용함으로써 부식함량을 높이고 염기의 유실을 방지한다.

(4) 인산비료의 사용

산성토양은 각종 양분중 인산부족이 특징이므로 중과석, 용과린, 용성인비, 구아노 등을 사용한다.

(5) 산성비료의 시비를 피할 것

유안, 황산가리 같은 생리적 산성비료의 시비를 피하고 석회질소, 요소, 초목회 등 중성 또는 염기성 비료를 사용한다.

4. 결론

묘포토양의 물리성 악화는 묘목의 뿌리 발달에 지장을 초래할 뿐만 아니라 통기성 및 배수불량과 토양 미생물의 번식을 제한하는 주 요인으로 작용하여 건전묘목 생산에 장애요인이 되고 있다. 또한 대부분 묘포토양은 매년 연작을 하여 토양양분중 미량요소 성분이 고갈되고 병해충이 심하게 발생하여 묘목생육이 불량해 진다.

묘포토양의 화학성은 제초제와 화학비료의 장기간 사용으로 대부분 토양이 산성화가 심하여 알루미늄, 망간 등 독성물질의 유리화로 미량원소를 불용화 시킬 뿐만 아니라 양분 흡수력을 낮게 하는 원인이 되고 있으므로 산도를 교정함으로써 시비를 하더라도 양분을 충분히 흡수하여 건전하게 생육할 수 있도록 하여야 한다.

토양유기물은 대부분 3%미만으로 매우 부족하므로 퇴비, 구비, 목탄 등 유기물 시용으로 부식을 증가시켜 토양입단구조가 형성되어 보수력이 높아짐으로써 토양의 이화학적 성질 개선과 미생물의 활동을 돕도록 해야 한다.

부식의 특성은 ① 토양에 암갈색내지 흑색을 띄게 하므로 지온을 높인다.

② Ca, Mg, K, Na 등 치환성염기와 암모니아(NH₄)의 흡착능력을 증대시킨다. ③ 양분의 유실을 방지할 뿐만 아니라 토양의 완충능을 증가시키고 토양의 산성화를 방지한다. ④ 토양입자를 결합시켜 입단구조를 만드는 성질이 있어 토양의 물리적성질을 좋게 한다. ⑤ 물을 잘 흡수하는 성질이 있어 토양의 용수량을 증대하기 때문에 건조의 해를 경감시킨다. ⑥ 토양의 인산흡수력을 감소시키는 유효인산 고정을 억제하고 사용한 인산비료의 비료를 높인다. ⑦ 미생물의 활동을 왕성하게 하여 토양중 유용한 화학변화 즉, 암모니아 화성작용을 촉진한다.

따라서 묘포토양의 취약점을 보완하고 건전 우량묘목 생산을 위해서는 토양개량사업이 지속적으로 추진되어 지력을 향상시킴으로서 경제림육성에 초석이 되어야 할 것이다.