

묘포의 비배관리 및 연작 장해

임업연구원 중부임업시험장장 李元圭

흙은 새싹을 키우고 자라게 하며 씨앗이나 새로 생겨나온 뿌리를 뜨거운 햇빛이나 조류 등 동물의 먹이가 되는 위협에서 보호하는 일을 하고 있다. 또한 흙은 강우시의 물을 저장하였다가 식물이 적당량을 빨아먹게 하고, 영양분을 새뿌리가 흡수하기 좋게 요리하였다가 적당량을 공급해 주는 역할도 하고 있다. 이러한 흙이 하는 일들이 모이고 합쳐져서 황금들녁을 만들고 녹음이 우거진 푸른 숲을 만드는 것이다. 묘포를 경영하는 위치에 있는 임업인은 위와 같은 흙의 하는 일을 잘 알고 묘포의 비배관리 및 토양 관리를 하여야 할 것으로 생각한다.

I 묘포의 비배관리

식물이 정상적인 생육을 하기 위하여는 식물 생장에 필요한 여러 종류의 무기성분을 적당한 비율로 공급하여 줌이 필요하다. 만약 이들 여러 양분중 어떤 양분이 부족하면 식물의 생육은 그 부족된 양분에 의하여 지배되게 되어 비교적 많은 양으로 공급된 양분은 식물의 생육과 무관하게 된다. 즉 식물의 생산량은 그 식물에 공급된 무기양분중 가장 부족한 양분에 의하여 지배되게 되는데 이것을 Liebig이 제창한 최소양분율이라 한다. 묘포시비에서의 주안점은 최소양분율에 맞추어야 함이 과다 시비로 인한 시간적, 경제적 손실을 막을 수 있는 길이 된다. 양묘코자하는 수종별 양분 흡수 상태와 묘목의 양분 흡수 특성, 양분 흡수 비율, 양분 원소의 생리작용 등을 충분히 인식함이 무엇보다도 중요하다.

1. 잎내의 양분 농도 특성

임목의 잎에 함유되어 있는 양분 농도는 가지나 줄기, 수간, 뿌리 등에 비하여 높은 경향을 나타내고 있다. 따라서 잎내의 양분 농도를 조사함으로써 그 수종의 수세 진단을 할 수 있을 뿐만 아니라 시비 계획의 기초 자료로도 이용할 수 있을 것이다. 일본국에서의 조사된 바에 의하면 임목의 생장에 가장 밀접한 질소 농도는 약간의 예외는 있으나 낙엽활엽수류(N:2.17~3.53%), 상록활엽수류(N:1.35~2.70%), 침엽수류(N:1.42~2.04%)로서 낙엽활엽수류의 질소 농도가 가장 높으며, 25% 이상의 질소 농도를 나타내는 수종은 녹나무, 백정화, 조구나무, 일본단풍나무, 담팔수 등이며, 질소의 농

도 1.49% 이하의 저농도수종은 아왜나무, 나한송, 애기동백나무 등이다. 각수종별 질소 농도를 100으로 하여 각 양분별 농도 지수는 표1과 같으며, 표에서 I형은 질소가 다른 양분보다 높은 농도를 나타내는 그룹, II형은 질소에 대하여 칼륨, 칼슘이 높은 그룹 및 III형은 질소에 대하여 칼슘만이 높은 그룹이다.

표 1. 임목의 잎내 양분 조성비

구분	수 종	질 소 (N)	인 산 (P ₂ O ₅)	칼 륨 (K ₂ O)	칼 슴 (CaO)	마그네슘 (MgO)
I	일본단풍나무	100	13	53	56	8
	조근나무	100	22	49	36	7
	단풍나무류	100	13	59	8	17
	애기동백	100	20	58	78	25
	동백나무	100	16	45	82	13
	줄참나무	100	8	94	51	14
	소귀나무	100	20	71	13	11
II	히말라야삼나무	100	26	112	140	13
	다정큼나무	100	17	105	110	5
	사철나무	100	27	93	110	14
	아왜나무	100	34	102	186	39
	협죽도	100	37	165	157	26
	돈나무	100	19	92	174	16
III	은행나무	100	19	78	145	29
	동백나무	100	15	44	101	30
	나한송	100	7	78	220	20
	영산홍	100	19	66	114	30

일반으로 농작물의 양분 조성비는 질소 농도가 높고 인산·칼륨 등은 낮은 농도를 나타내는 L자형이라고 일컬어지고 있다. I형의 양분 농도 조성비는 농작물과 같은 양분 조성비이며, 양분 요구도도 L자형으로 나타낼 것으로 사료된다. II형과 III형을 나타내는 수종은 질소 농도보다 칼륨이나 칼슘 농도가 높은 것이 그 수종의 특성이라고 생각된다. 일반으로 묘포 토양이 산성일 경우에는 칼슘 성분이나 마그네슘 성분이 적음으로 별도로 보충해 주어야 할 것이며, 칼슘 성분은 낙엽의 환원으로 토양에 공급되어 이것이 다시 뿌리로부터 흡수된다는 것이 밝혀졌으나 묘포에서는 기대하기 어려운 점임을 감안하여야 할 것으로 본다.

2. 임목의 양분 흡수 특성

임목이 정상으로 생육하기 위하여는 필요한 양분을 적당한 비율로 공급하여야 함이 중요하다. 그러나 양분의 요구 비율이 생육의 단계별로 일정한 것이 아니므로 특히 묘포에서는 질소, 인산, 칼륨의 3요소와 석회, 마그네슘 등 무기양료를 생육 단계별(시기별)로 조사하여야 묘목의 양분 흡수 실태가 파악되고, 합리적인 묘포시비의 비율이 구명되어 단계별 양분 흡수와의 관계에서 묘목의 무기 영양 생리상의 특성도 밝혀질 것이나 우리나라에서는 이와 관련된 연구가 거의 실시되지 않는 상태이다. 참고로 일본국에서 연구된 바에 의하면 삼나무, 소나무, 편백 및 낙엽송에 대한 무기양료별 계절적 변화를 조사한 내용을 보면, 묘목의 질소에 대한 월별 변화는 소나무는 3, 4월에 매우 높고 그후 7월 말까지 계속 저하되었다가 다시 8월부터 그 함량이 높아짐이 10월까지 계속된다. 그러므로 묘포에서의 소나무, 잣나무 등에 대한 질소질 비료의 시비는 이른봄 땅이 풀림과 동시에 실시함이 무기 영양 생리상 맞는 것이라 할 수 있다. 편백 및 삼나무는 이른봄에서부터 함량이 7, 8월에 정점을 이루다가 10월까지 계속 하강하는 성질이 있어 이에 부합되는 시비 체계가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

3. 묘목의 영양 진단

식물의 생육은 토양으로부터 공급된 각종 양분량에 의해 지배되며, 토양에 함유되어 있는 양분 중 가장 공급되기 어려운 물질에 의해 크게 지배된다(Liebig의 최소 양분율). 따라서 가장 결핍된 양분을 적절한 방법을 이용하여 공급함에 따라 생산성 향상을 도모할 수 있다. 식물은 식물 중에 따라 특유의 양분 흡수 특성을 갖고 있기 때문에 토양의 복잡한 성질과 그 토양에 생육하는 식물의 영양 생리적 특성을 이해하는 것은 중요하다. 식물 생육이 좋고 나쁨을 영양 생리적 입장에서 판정하는 것을 영양 진단이라고 한다. 영양 진단은 생산성 향상을 위한 비배관리 기술의 하나로서 다음의 3가지 방법으로 대별된다.

- 외관에 의한 진단법 : 잎의 색깔이나 신초의 신장생장량으로부터 양분의 과부족을 진단한다.
- 양분 분석에 의한 진단법 : 식물체의 일부분을 채취하여 화학분석을 함으로써 영양 상태를 진단한다.
- 토양 검정에 의한 진단법 : 영양 진단의 보조적 수단으로서, 토양 중의 함유성분을 분석한다.

가. 묘목의 양분 결핍 검색 방법

양분 결핍 증상은 모든 식물에서 공통으로 나타나는 현상으로서 잎의 색조 변화를 나타내고 있기 때문에 잎의 색깔에 의한 영양 진단은 일반적으로 표2의 검색표가 이용되고 있다.

표 2. 묘목(임목)의 양분 결핍 검색표

<p>I. 주로 노엽(하위엽)에 증상을 나타낸다.</p> <p>가. 증상은 하위엽으로부터 나타나 점차 전엽으로 확산된다.</p> <p>1) 질소 결핍증 : 담황록색~황록색을 띠며(황화 현상)</p> <p>2) 인산 결핍증 : 띠모양의자색 짙은 녹색~암자 녹색을 띠고 근계의 분지가 나뭇잎 나. 증상은 하위엽에만 나타난다.</p> <p>3) 칼륨 결핍증 : 삼나무, 편백에는 암록색~담황색을 띠고, 하위엽 선단은 붉은색의 띠모양을 띠며, 낙엽송, 소나무에는 담황색~암황록색을 띠운다.</p> <p>4) 마그네슘 결핍증 : 생육중~후기에 하위엽이 황색~도황색을 띠고 점차로 상위엽으로 확산된다. 삼나무, 편백에는 하위엽에 암록색~담황색을 띠고, 소나무, 해송에는 하위엽의 선단이 황색을 띠고, 편백은 하위엽의 중앙 부분이 황색을 띤다.</p>
<p>II. 주로 신엽부분만 증상을 나타냄.</p> <p>다. 연약한 잎의 선단 부분만 고사한다(백화 현상).</p> <p>5) 칼슘 결핍증 : 삼나무 묘목에는 정아 부분이 고사한다. 또, 뿌리의 발육이 저해되어 신장 생장을 정지시킨다.</p> <p>라. 신엽이 황색~황백색을 띤다(황화 현상).</p> <p>6) 철·망간 결핍증 : 삼나무, 편백, 소나무 묘목에는 신초부분만 황색~황백색의 황화 현상 증상을 일으킨다.</p>

묘목의 잎의 색깔에 의한 영양 진단은 현장에서 즉시 실시할 수 있으나 각원소별 결핍 증상은 정확하게 이루어지지 않는다. 또 검색 시에는 기상 장애, 토양 장애 및 병충해에 의한 증상과도 유사하기 때문에 그 원인 규명에 오류를 범할 수 있다. 따라서 가장 정확한 양분 결핍 검색 방법은 위의 이론을 기초로 하여 다년간의 숙련된 기술과 묘포운영 경험을 종합하여 신중을 기하여 판단하여야 할 것이다.

나. 양분 결핍증의 특징과 대책

임목의 양분 결핍증은 수경 재배법이나 모래 재배법 등에 의한 양분 결핍 시험 결과, 질소(N), 인산(P), 칼륨(K), 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 철(Fe), 망간(Mn) 등의 결핍 증상이 나타나는 것으로 확인되었다. 그 내용은 다음과 같다.

(1) 질소(N) 결핍증과 대책

- 질소 결핍증의 특징 : 묘포장, 도시림 및 골프장 등에 나타나고 있다. 특히 삼나무 묘목의 경우, 이식 초기부터 8월 상순에 담황록색을 띤다. 또 편백의 경우에는 7~8월경에 잎 전체가 황록색을 띤다. 뿌리를 절단하는 해충(根切蟲) 피해를 동반할 때는 붉은 띠의 담황록색을 나타낸다.
- 요인 및 대책 : 결핍증의 요인은 전년도(파종묘)의 질소 부족, 혹은 이식년도의 미숙 퇴비의 사

용에 의한 시비 질소의 유기화 현상에 의한 경우가 많다. 묘포의 비배관리로서 파종상에는 충분히 부숙된 퇴비를 사용하고, 토양내에 질소의 증대와 무기화 축진을 도모한다. 미숙 퇴비를 묘포에 사용하면 미생물에 의한 유기물 분해가 진행되어 사용한 질소비료가 미생물의 증식에 소비되므로 식물은 질소 결핍 증상을 일으킨다. 묘포의 비배관리는 퇴비 중에 함유된 질소를 주로하는 시비 계획이 중요하다. 특히 편백의 경우는 암모니아태질소($\text{NH}_4\text{-N}$)의 흡수를 주로 하고 있다. 축산퇴비(비료성분이 높음)와 유기물 함유량이 많은 톱밥퇴비 등을 혼합 퇴적하여 부숙시키면 질소가 높은 퇴비를 얻을 수 있다. 특히 식물세포의 원형질은 생명 현상의 근원으로 알려져 있으며 그 주성분은 질소를 함유한 단백질로서 질소가 부족하면 식물체의 생육이 빈약하게 된다. 일반적으로 묘포에서는 묘목의 도장을 초래하여 빈약한 묘목을 만든다는 이유 때문에 질소비료를 약간 적게 시비하는 경향이 있으나, 질소부족 또는 질소과다 묘목 공히 좋은 묘목의 자격은 없으며 질소 성분이 부족하면 산지 이식후 성장이 좋지 않게되는 원인으로 된다고 생각되므로 시비량, 시비 시기 등에 주의를 기울여야 할 것이다.

(2) 인산(P) 결핍증과 대책

- 인산 결핍증의 특징 : 소나무, 해송에는 상위의 잎이 붉은색 띠의 암록색을 띤다. 삼나무 이식 묘에는 생육 초기 단계(활착후)에 상위 잎이 붉은색 띠의 암록색을 띤다. 특히, 잎의 뒷면에 선명하게 나타난다. 한편, 추계에 나타나는 삼나무 묘목의 이같은 색은 추위에 의한 잎의 색깔 변화로써 인산 결핍증과는 다른 증상이다.

- 요인 및 대책 : 화산회토양에는 유효 인산이 현저히 부족하다. 인산질비료를 시비하여도 화산회토양에서는 Al-P, Fe-P 등과 같은 인산 고정 작용에 의해 묘목에 흡수되지 않는 불가급태인산으로 변화한다. 화산회토양에는 화학비료와 퇴비 혹은 과린산석회와 용성고토인비에 의한 혼합 시비가 인산의 비효를 높이는 것으로 알려져 있다. 묘목 육성용 묘포에는 가을에 용성고토인비를 사용하고 봄에는 화학비료를 주는 식의 비배관리가 가장 알맞다. 특히 인산은 질소와 칼륨에 비하여 토양에 잘 흡착된다. 다시 말하면 토양중을 이동하기 어렵기 때문에 시비시에는 가급적이면 토층전체에 골고루 뿌려 줌이 중요하다.

(3) 칼륨(K) 결핍증과 대책

- 칼륨 결핍증의 특징 : 묘목의 지상부가 왜소하며 삼나무, 편백은 암록색~담황색이 되고 밑부분의 잎은 붉은색을 띤다. 낙엽송, 잣나무, 소나무는 암록색~담황색이 되고 신초부분 특히 정아는 위축되는 현상이 나타난다.

- 요인 및 대책 : 가리의 결핍은 같은 시기의 질소과잉 상태를 초래하여 묘목수체내의 가용성 질소나 환원당의 량이 증가하여 연약 다즙한 형질을 만들며 탄수화물이라든가 단백질의 합성이나 그의 이동이 순조롭지 않기 때문에 중간 생성물이 그대로 체내에 머물러 독성을 나타내게 되어 병충해, 한(寒)해, 한(旱)해, 도복 등에 대한 저항력이 떨어지는 경향이 있다. 일반적으로 칼륨이 결핍한 묘포에서 양묘한 묘목은 탄력성이 없고 세장 연약하여 산지 조립후 활착 및 생장이 불량하므로 충분한 칼륨

비료의 시용이 중요하다.

(4) 마그네슘(Mg)의 결핍과 대책

• 마그네슘 결핍증의 특징 : 묘목, 임목에 가장 나타나기 쉬운 결핍증이다. 결핍증의 특징으로는 늙은 잎(하위잎)이 황색을 띄는 것은 농작물과 일치한다. 삼나무 묘목에는 가을 하위 잎의 선단 부분이 황색을 띄며 점차로 황색을 띤다. 어린 삼나무림에도 하위 잎의 선단 부분이 적색 또는 자색을 띤다. 편백묘목에는 줄기를 중심으로 하위잎부분(2년생 잎)이 황색을 띤다. 소나무, 해송에는 하위잎 선단부분이 황색을 띤다.

• 요인 및 대책 : 마그네슘 결핍증을 나타내는 요인은 토양 중의 치환성 마그네슘(가급태 Mg)이 부족한 경우와 묘포 등 비배관리가 행해지고 있는 곳에서는 흡수하기 쉬운 칼륨과 칼슘이 많아 마그네슘의 흡수가 억제(길항작용)되고 있는 경우로 구분된다. 임지에 나타나는 마그네슘 결핍증은 산성 토양이나 화산회토양에서는 치환성 마그네슘이 부족하여 결핍증을 나타내는 것으로 생각할 수 있다. 묘포 등에서 보여지는 마그네슘 결핍증은 칼륨, 칼슘, 마그네슘의 길항작용에 의한 것이므로 칼륨비료의 많은 시용에 따라 마그네슘 결핍을 유발한 결과가 된다. 묘목생산시에 N과 K의 화학비료 등의 사용량이나 추비회수를 늘리면 연약한 묘가 된다. 추비를 적게하고 부숙퇴비의 시용으로 생장을 억제시키는 것이 좋다. 이외에 마그네슘의 결핍증이 나타나기 쉬운 묘포에는 용성고토인비의 시용이 바람직하다. 인산 결핍증에서 말한 바와 같이 비배관리에 유의할 필요가 있다.

(5) 철(Fe), 망간(Mn) 결핍증과 대책

• 철, 망간 결핍증의 특징 : 철, 망간 결핍증은 모두 어린 잎의 끝부분에 황백화 증상을 나타내고 있다. 보통의 자연 토양에서 결핍되는 미량 요소에 의한 증상은 아니다.

다. 과다 시비

과유불급(過猶不及)이란 말과 같이 지나침은 모자람과 같다는 뜻이된다. 두엄과 가축의 분뇨는 옛날부터 사용하여 온 흙의 먹이요, 흙의 힘을 키우는 보약으로 흙은 이런 것들을 먹고 살아간다. 두엄과 분뇨 속에는 식물과 흙이 필요로 하는 모든 양분이 들어 있다. 두엄과 분뇨가 부숙되지 않은 채 초지나 전답을 덮어 버리면 흙을 과식시키는 것이 아니라 먹이로부터 질식시키게 하는 것이다. 비료공업의 발달과 함께 농사에 두엄과 분뇨를 사용함은 역사속으로 사라진지 오래이며 유기질 비료마저 구비나 퇴비를 사용하지 않고 시판되는 유기질 비료에 의존하는 실정에 위의 말은 맞지 않는 것 같은 느낌도 들지만 화학비료에만 의존하는 농사로 인하여 흙이 몸살을 앓고 있는 논밭에는 필히 유기물을 공급하여야 할 것이며 이때, 완숙되지 않는 가축 분뇨 및 퇴구비를 과다 시비함은 금물일 것이다. 과다시비로 인한 피해는 주로 질소질 비료인데 질소비료를 다량으로 시비하면 묘목이 도장하기 쉽게 되며, 묘목 체내의 단백질질소가 감소하고 가용성 질소 특히 아미노산태질소가 증가한다. 따라서 가지나 잎은 연약하고 물기가 많게 되어 병충해를 받기 쉽게 되며, 내한성이 떨어지고 더욱이 묘

목의 활착율도 저하하는 것이 많으므로, 과다 시비가 되지 않도록 주의를 요한다. 그 외 인산은 질소나 가리에 비하여 토양에 잘 흡착된다. 즉 토양 중의 이동하기 힘들다는 뜻이 된다. 따라서 인산은 토양중에서 하부방향으로 이동하는 정도가 극히 낮으므로 시용한 인산 비료도 되도록 토층 전체에 잘 섞이도록 함이 중요하다. 인산은 토양중을 이동하여 유실하는 것이 적고 더욱이 식물에 의한 흡수율도 적음이 특징이나 묘포의 경우 묘목의 인산 흡수량이 비교적 적음에도 불구하고 시비량을 많이 하여야 하는 이유가 된다. 그러나 과다 시비로 인하여 토양 속에 인산염으로 집적할 경우 수량이 떨어지게 된다. 필요없는 비료를 주어 질산염, 인산염의 염류 집적으로 수량이 떨어지고, 묘포토양 개량을 위하여 객토를 하는 등 비료값 시비 인건비 등 2중 3중의 손실을 보지 않도록 생산코자 하는 묘목의 양분요구율과 시기에 따른 체내의 양분 함량이 맞도록 과다 또는 편식함이 되지 않게 균형 시비함이 중요하다.

II. 연작 장애

매년 동일 수종의 묘목을 동일묘포에서 생산하게 되면, 점차로 그 생육이 불량하게 되어진다. 이는 어떤 수종이 생육하기 위하여는 그 수종 특유의 양분만을 흡수하여 그 양분이 부족하기 때문이며 또한 뿌리로부터 특수한 물질을 분비한다던가 병충해가 많게 되는 등에 의함으로 생각된다. 이러한 현상을 일반적으로 연작 기피현상이라고 한다. 그러나 이 연작기피에 대하여 광의로는 위의 경우를 말할 수 있으나 협의로는 특수양분의 부족과 특수한 물질의 분비를 들 수 있다. 특수양분의 부족현상은 토양 분석결과에 따라 미량요소 등 부족된 양분의 공급에 의하여 어느 정도의 해결을 할 수 있으나 특수물질의 분비는 용이하게 해결되지 않는다. 삼나무, 편백도 연작하게 되면 생육이 나쁘게 되나 비료의 시비에 의하여 이와 같은 상태에서 벗어날 수 있으므로 연작기피성이라고는 보지 않는다. 그러나 사방 오리나무 계통은 연작하게 되면 극단으로 생육이 나쁘게 되므로 연작기피성이 있다고 생각된다. 또 사방오리나무 등은 산성을 교정하기 위하여 석회를 많이 사용한다든지, 혹은 인산을 특히 다량 사용하는 습관이 있기 때문에 토양내의 특수성분 ; 예를들면 철·망간·붕소 등 성분의 결핍을 가져오게 되어 생육이 불량하게 되는 점도 충분히 알아두어야 하겠다. 식물의 뿌리로부터 직접 분비하는 식생에 해로운 물질로서는 이산화탄소 외에는 그다지 인정되고 있지 않으나 유기물의 분해시에 유해한 환원물질이 생겨서 이 물질이 후작물에 유해작용을 일으키는 것이 인정되고 있다. 오동나무, 편백 등이 각각 저해물질을 발산시켜 밑에서 자라는 생물의 생육을 방해한다든지 모든 식물에 함유된 피톤치드(Pytonchid)라고 하는 휘발성 성분이 미생물이나 원생동물에 저해적으로 작용한다는 원격작용(Allelopathy) 혹은 타감작용도 묘목 생산업에 종사하는 사람은 알아둘 필요가 있다고 본다. 한편 잡초의 발생이 억제되고 병해충을 적게하며 토양중의 양분의 균형을 유지하는 등의 이점이 있는 윤작과 3~4년에 한번쯤 휴경하면서 콩 등의 녹비작물재배로 토양중의 질소 및 부식의 증가, 가용성 양분의 유실 방지와 토양의 표면 유실을 방지하는 등의 묘포의 운영관리가 계획하에 이루어져야 함을 강조하여 둔다.