

# 사이고메타에 의한 낙엽송 심재부후(心材腐朽)의 진단

김 현 중 / 임업연구원 임업연구관

## 1. 머리말

임목은 자라는 과정에 여러 가지 장애를 받기 마련이다. 그 중에서 재질부후는 용재를 목적으로 할 때 돌이킬 수 없는 피해를 주는 것으로, 임목이 장령화·노령화될수록 한층 심화된다. 재질부후는 병충해, 동물해, 기상재해 및 인위적·물리적 상처에 기인되어 일어나며, 임목에서 이용가치가 가장 높은 부위에 피해를 줌으로서 경제적 손실이 클 뿐만 아니라 부후가 확대되면 바람에 의하여 부러지는 등 치명적인 피해를 수반하기도 한다. 부후는 외부에 드러난 상처를 통하여 육안으로 식별이 가능한 경우도 있지만, 땅속의 뿌리를 통하여 침입하는 병원균에 의한 심재부후는 육안적인 진단이 거의 불가능하다. 이들 심재부후균은 주로 뿌리의 상처부위로 침입하여 점진적으로 지상줄기로 진전되며, 심한 경우 뿌리목에서부터 지상 수m에 이르게 된다.

부후목의 진단을 위해서 일반에서는 나무의 수세를 보고 판단하거나 나무줄기를 두드려서 소리를 듣고 찾아낼 수가 있다고 하나 정확성은 거의 없다. 또 간벌임지의 벌근을 조사하여 임지상태를 판단하거나 부후균의 자실체(버섯) 관찰에 의한 진단은 가장 확실한 방법이나 장

기간이 소요되고 버섯발생율도 아주 낮다. 사이고메타(Shigometer)는 임목(立木)의 심재부후를 나무를 베지않고 탐색하기 위하여 개발된 기기로 상당한 정확도가 인정되고 있고 부후크기까지 측정이 가능하다. 여기서는 우리나라 주된 조림수종인 낙엽송을 대상으로 사이고메타에 의한 심재부후 진단요령을 알아본다.

## 2. 사이고메타(Shigometer)

사이고메타는 임목의 활력과 나무내부의 변색·부패 등을 진단할 수 있는 기기로 수병학자 Shigo씨가 개발하였고, 나무조직에 펄스전류(pulsed electric current)를 흘려서 전기저항값을 디지털(digital)로 읽고, 이 저항값이 변하는 패턴(pattern)을 보고 그 나무의 상태를 판단하는 것이다. 전기저항값은 나무종류, 측정부위, 측정시기에 따라 다르며, 동일한 조건에서의 측정치를 비교평가하는 것이 중요하다. 활력도는 바늘형탐침(needle-type probe)으로 형성층부위의 저항값을 측정, 비교하고, 부후(변색)의 진단은 꼬임형탐침(Twisted wire probe)으로 수피에서 수(Pith, 髓)까지의 전기저항 변화패턴을 읽어 평가한다. 활력도 평가와는 달리 부후의

진단은 벌채목이나 입목(立木) 모두에 적용이 가능하고, 탐침외에도 별도의 충전식 드릴과 드릴침(Drill bit)이 필요하다. 먼저 드릴을 이용하여 수피에서부터 나무중심(髓)까지 구멍을 뚫고 여기에 꼬임형탐침을 1cm간격으로 넣으면서 전기저항값을 읽고, 이 측정치의 변화패턴을 보고 부후(변색)재부의 위치와 크기를 판정한다

### 3. 우리나라 낙엽송림의 심재부후 피해

#### 가. 피해 실태

간벌임지(평균임령 25년, 평균 벌근직경 18cm)를 대상으로 벌근을 관찰하여 근주심재부후 피해도를 조사한 결과 피해본수율은 평균 7.1%(0.5~21.0%)였고, 임분단위별로는 피해율 10%이상의 임지가 35%, 2%이하의 경미한 피해임지가 47%였다. 또 IV~VII령급에 달한 임분의 피해조사에서는 발병임지의 평균피해율이 5.8%(0.0~35.5%)였고 부후목이 발견되지않는 임지도 50%에 달하였다. 이와 같이 간벌임지나 장령임지 모두 피해도와 피해발생 분포가 비슷한 경향으로 나타났고, 또 단위 임지내에서의 국소적인 발생양상도 동일하였다. 일반적으로 부후목의 임내분포는 피해본수율이 높을수록 군상(群狀)으로 집중분포하는 경향이었고, 피해가 가벼운 임지에서는 산발적으로 나타났다.

#### 나. 부후형태와 크기

간벌임지의 벌근단면에 나타나는 심재부후형은 대부분이 수(髓)를 중심으로 불규칙한 원형으로 나타나지만, 일부는 심재부에 반점상의 부분부후의 형태를 보이는 것도 있다. 벌근단면상

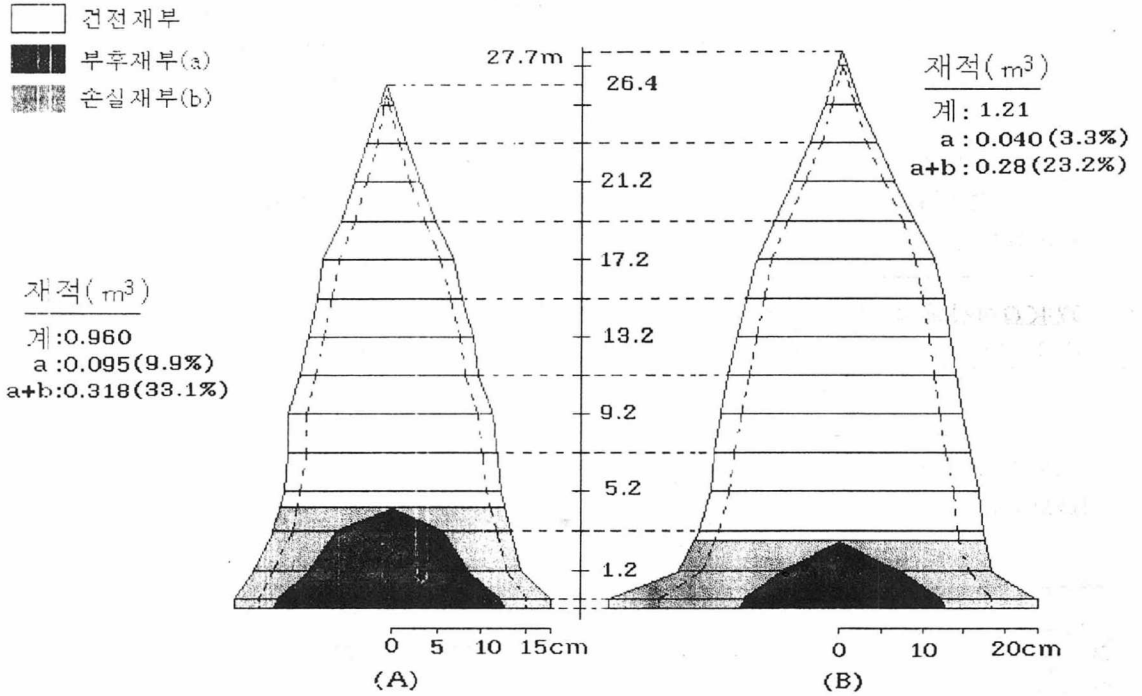
에 나타난 부후크기는 직경이 평균 3~5cm로서 전체직경의 15~35%에 해당하였고, 부후단면적율은 전체의 2.2~12.2%였다. 심재부에 부후가 진전된 지상높이는 1~3m범위였고, 수를 중심으로 부후재부에 나타나는 년륜수는 평균 3~5개가 포함되었다.

한편 63년생 장령목에서 꽃송이버섯균(*Sparassis crispa*)과 해면버섯균(*Phaeolus schweinitzii*)에 의한 부후피해목을 수간석해하여 심·변재부 및 건전재·부후재부를 구분하여 종단면도를 그린 결과는 <그림 1>과 같이 부후크기가 다를 뿐 형태는 같은 모습이였다. 벌근단면에서와 같이 수를 중심으로 불규칙한 원형으로 나타났고, 부후의 크기는 지상높이 진전보다는 뿌리목부위의 직경확대가 크고, 따라서 부후가 진전될수록 뿌리목에서 부러지기 쉬운 형태였다.

### 4. 낙엽송 심재부후목의 진단

#### 가. 충전식 드릴에 의한 예비진단

사이고메타에 의한 심재부후진단은 전기저항을 측정하기 전에 수피에서 수(髓)까지 천공하는 것이 필요하고, 드릴로 천공하는 과정에 간이진단할 수도 있다. 지상 50cm이하의 뿌리목부위를 드릴로 천공하면서 압력강도 변화와 충격에 의한 진단은 상당히 높은 적중율을 보였다. 사용하는 드릴침은 직경 2.8mm, 길이 20~30cm를 사용한다. 건전목의 천공은 수피에서 나무중심까지 거의 일정한 압력강도를 나타낸 반면 부후목은 부후재부에서 급격히 압력강도가 약화되어 충격이 완화된다. 드릴만으로 낙엽송심재부후목을 진단하였을때 건전목에서는 88.2%, 부후목에서는 86.9%의 적중율로 평균 87%의 진단효과가 있었다.



<그림 1> 꽃송이버섯균(A)과 해면버섯균(B)에 의한 낙엽송근주심재부후목의 종단면도

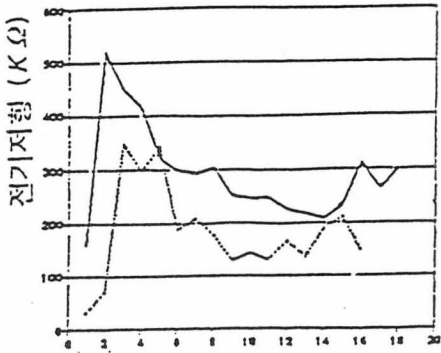
### 나. 사이고메타에 의한 진단

사이고메타는 육안적으로 확인이 곤란한 대경목의 심재부후를 탐색하는데 편리하며, 목질부의 건전·변색·부후에 따른 전기저항변화를 이용하여 진단한다. 사이고메타로 낙엽송의 수피에서 수까지 1cm간격으로 측정된 전기저항치의 변화패턴을 분석한 결과와 성장추로 뽑은 추심편(錐芯片, Core)으로 부후여부를 육안관찰한 결과를 종합하여 만든 사이고메타에 의한 부후판정기준표는 <표 1>과 같다. 한 나무에서 측정된 저항치의 크기가 전부 500K $\Omega$  이상의 높은 값을 나타낸 것은 아주 드문 현상으로 동공목이거나 일부 건전목에서 볼 수 있는

데, 동공목의 경우 대부분이 700K $\Omega$  이상의 가장 높은 값을 나타내며<그림 2>, 드릴로 천공할 때의 압력강도변화만으로도 판정이 가능하다. 또한 500K $\Omega$  이상과 이하값이 같이 분포하는 경우는 측정치중에서 최고값(500K $\Omega$ 으로 한다)에서 75%이상 감소한 저항치(125K $\Omega$ 이하)의 연속, 불연속분포로서 부후(변색)여부를 판정할 수 있다. 또 모든 측정치가 500K $\Omega$ 이하인 경우에는 그 중 가장 큰 저항치에서 75%이상 감소한 저항치의 연속, 불연속분포로서 부후(변색)여부를 판정한다. 다만 심재부가 아닌 수피나 변재부위에서의 낮은 저항치는 예외의 경우이다.

<표 1> 사이고메타로 측정 한 낙엽송재부의 전기저항값에 의한 부후목의 진단기준표

측정 저항값 구분	저항값 측정치의 최고값에서 75%이상 감소한 값의 분포여부	부후 판정
측정치 전부가 500K $\Omega$ 이상	없음	건전목 또는 동공피해목
500K $\Omega$ 이상과 이하 값이 함께 분포	연속분포 불연속분포 없음	부후(변색) 부분부후(변색) 건전목
측정치 전부가 500K $\Omega$ 미만	연속분포 불연속 분포 없음	부후(변색) 부분부후(변색) 건전목



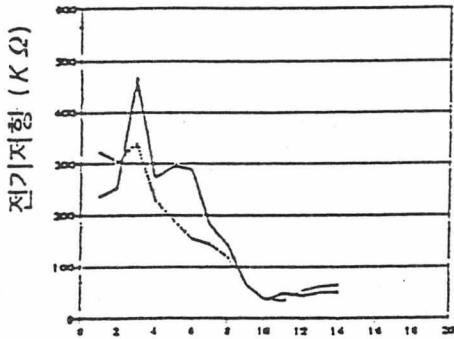
측정깊이(수피→수, cm)

(1) 건전목



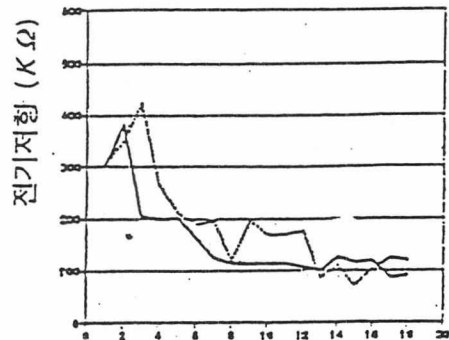
측정깊이(수피→수, cm)

(2) 건전목



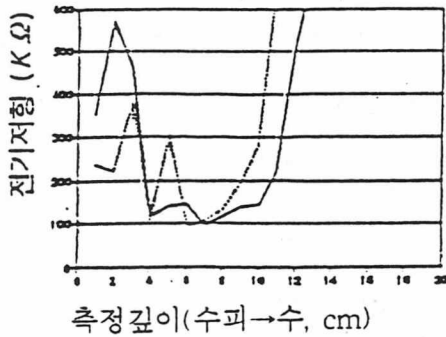
측정깊이(수피→수, cm)

(3) 심재부후목

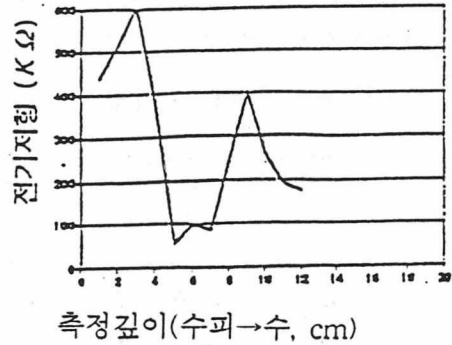


측정깊이(수피→수, cm)

(4) 심재부후목



(5) 부후목(동공형성)



(6) 부후목(부분부후)

<그림 2> 사이고메타로 측정 한 낙엽송 건전목과 부후목의 재부내 전기저항 변화패턴(실선 : 8월조사, 점선 : 9월조사)

한편 <표 1>의 기준표에 준하여 4월부터 11월까지 시기별로 진단한 결과<표 2>에서는 진단적중율이 건전목에서는 88%내외로 비교적 일정한 값을 나타낸 반면, 부후목에서는 4, 5월과 늦가을인 11월에는 65%내외로 낮았고, 8, 9월에는 95%이상으로 측정시기에 따라 큰 편차를 보였다. 따라서 사이고메타에 의한 심재부후의 진단시기는 기후가 온난한 6월부터 10월까지이며 85%이상의 적중효과가 있었다.

또 <그림 2>는 낙엽송장령목을 대상으로 목질부의 전기저항 변화패턴을 8월과 9월 측정치를 기준으로 하여 그린 것이다. 건전낙엽송에서는 수피에서 변재부로 갈수록 전기저항치가 상승하고 심재부에서는 약간 감소하여 일정한 값을 유지하였으며, 건전목이나 심재부후목은 모두 <표 1>의 기준표에 부합하는 변화패턴을 보였다. 그러나 부후(변색)재부와 동공이 같이 존재하는 나무에서는 동공부위에서 저항치가

급상승하여 기기가 나타내는 최고값에 도달한 후 변화하지 않았고, 부후가 수를 중심으로 있지않고 심재부에 부분적인 반점형태로 존재하는 부분부후목은 그 부후재부에서 저항치가 급락한 후, 중심부위에서 다시 상승하는 모습을 볼 수 있다<그림 2>.

한편 전기저항 측정을 위한 드릴천공시 수액이 다량 누출하여 측정용 탐침이 젖는 경우는

저항치가 전체적으로 아주 낮은 값을 나타내고 건전목과 부후목이 동일한 패턴으로 나타남으로서 구분이 어렵고, <표 1>의 기준에도 맞지 않다. 이와같은 예외도 있지만 사이고메타에 의한 낙엽송 심재부후목의 진단은 측정된 저항치의 전체적인 변화패턴도를 작성하여 <표 1>의 기준표와 비교하면 대부분 진단이 가능하였다.

<표 2> 사이고메타로 조사한 낙엽송 건전목과 심재부후목의 월별 진단적중률

	월별 진단적중률(%)							
	4	5	6	7	8	9	10	11
부후목	65.2	68.2	82.6	86.4	95.7	95.5	82.6	65.2
건전목	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2	87.5	88.2	100

#### 다. 자실체관찰에 의한 진단

<표 3> 낙엽송 근주심재부후목의 부후균 자실체(버섯)관찰에 의한 진단효과

부후균종	조사본수	자실체 발생본수(발병율 %)
꽃송이버섯균	40	14(35.0)
붉은덕다리버섯균	22	1( 4.5)
해면버섯균	7	6(85.7)
계	69	21(30.4)

낙엽송임지에서 탐색된 근주심재부후병 피해목에서 부후균을 분리, 동정한 후 해당 부후균의 자실체(버섯)의 발생여부를 조사한 결과<표 3>, 봄부터 가을까지 부후균의 자실체가 발생된 것은 조사된 부후목 69본의 30.4%인 21본에 불과하였고, 이를 균종별로 보면 꽃송이버섯(*Sparassis crispa*)이 40본중 35.0%, 붉은덕다리버섯(*Laetiporus sulphureus* var. *miniatus*)이 22본중 4.5%, 해면버섯(*Paecolus schweinitzii*)이 7본중 85.7%가 발생하였다.

자실체의 발생은 뿌리목주위 반경 1m내에 대다수가 출현하고, 수간부 줄기발생은 아주 드물다. 시기별로는 특정한 시기에 집중발생하기보다는 늦봄부터 가을까지 산발적이었으며, 붉은덕다리버섯이 늦봄부터 조금 빨리 발생하고 다른 2종은 여름철에 들어 나타나기 시작하였다. 그러나 자실체관찰에 의한 부후목의 진단은 버섯발생율이 30.4%로 극히 낮았을 뿐만아니라 시기적으로도 관찰기간이 길고, 임내 하층식생이 많은 임지에서는 탐색이 어려운 점을 고려하면 부후목의 진단방법으로서는 실효성이 아주 낮다고 할 수 있다.