

(산림방역)

잣나무
벌녹병의
피해실태와
방제요령

임업시험장 수목병리과장이
이창근

잣나무는 우리 나라의 주요 조림 수종의 하나로 온대북부 및 온대 남부의 고산지대에 폭넓게 분포하고 있으며 적지에 조림되었을 때 50년 생은 수고 23m, 흉고직경 28cm에 달하여 ha 당 350m³의 우량한 용재를 생산한다. 특히 종실은 식용으로 사용되며 그 수익성이 또한 높다.

세계적으로 가장 중요한 병해

잣나무벌녹병은 1854년 소련의 발틱해 연안에서 최초로 발견된 이래 1900년대 이전에는 유럽 각지의 스트로부잣나무림에 큰 피해를 주었고 금세기에 들어오면서 북미에서는 유럽에서 수입된 묘목에 병원균이 잠복 도입되어 각종 잣나무류(오엽송류)에 큰 피해를 주어 세계적으로 가장 중요한 병해가 되었다.

우리 나라에서는 1936년과 1937년에 京畿道 加平군과 江原道 陽군(현재는 이북에 위치)에서 처음 발견되었고 그 후 1965년 江原도 平昌군 일부지역에서 재발견된 이후 현재는 전국의 잣나무림에 확대되어 있는 실정이다. 우리 나라에 분포하는 잣나무는 잣나무, 섬잣나무, 눈잣나무, 스트로부잣나무(도입종) 등 4종으로 그중 잣나무는 벌녹병균 *Cronartium ribicola*에 대하여 세계 주요 잣나무 16종중 저항성순위 2위로 이 병을 방제하기 위한 저항성 잣나무

의 육중소재로 이용되어 왔다.

송이풀이 중간기주로 밝혀져

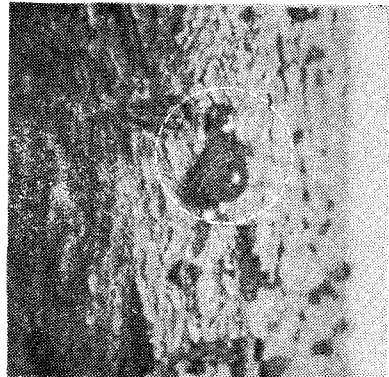
1970년 피해발생임지내에 자생하고 있는 송이풀류에 형성된 병원균의 동포자퇴를 발견하여 이 식물이 중간기주식물임이 밝혀졌고 이를 계기로 털녹병균의 생태조사, 중간기생식물의 탐색, 피해분포조사를 실시하는 등 이 병의 방제를 위한 다각적인 시험연구가 실시되었다. 그동안의 조사·연구된 결과를 기초로 하여 잣나무털녹병의 피해실태와 방제방법을 살펴본다.

병징과 병원균의 생활사

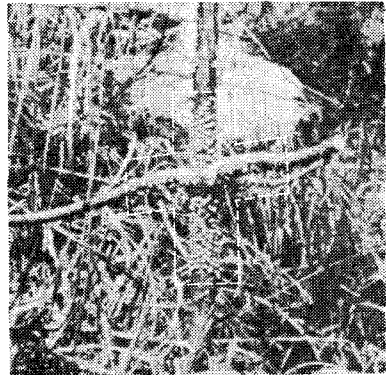
이 병의 병징은 잎과 줄기에서 나타난다. 잎에는 병원균의 侵入斑으로 황색~적갈색으로 잎떨림병균이나 잎녹병균 등 다른 병원균에 의한 초기증상과 구별되지 않는다.

줄기나 가지에서는 표징이 나타나기 약 1년 전에 환부가 방추형 또는 불규칙한 형태로 부풀고 황색~갈색의 병자밀적이 눈물방울 모양으로 나타난다(사진 1). 그 이듬해 4월 하순~6월 중순경까지는 백색~담황색의 수포자낭이 수피를 깨고 분출하며 곧 포자낭이 터지면서 등황색의 수포자가 비산한다(사진 2).

환부의 수피는 파열되고 형성층



[사진 1] 잣나무 수간의 병포자밀적



[사진 2] 이병목에 분출된 수포자낭

은 죽게되어 외관상 수피는 거칠어지며 上長生長은 중지되며 얼마후 갈색으로 고사한다. 잎으로 병원균이 침입하여 가지나 줄기에 수포자낭이 형성될때까지의 기간은 보통 2~4년간이다.

이종기생균으로 잠복기 2주

병원균은 이종기생균으로 송이풀

〈표 1〉 병원균의 생활환

포 자 태	형 성 시 기	비 산 시 기	기 주
병 포 자	8월 중·하순	—	} 잣나무
수 포 자	4월 하순	4월 하~6월 하순	
하 포 자	6월 중순	9월 중순까지	} 송이풀류 또는 } 까치밤나무류
동 포 자	9월 초순	—	
담 포 자	"	낙엽기까지	

류 또는 까치밤나무류를 중간기주식물로 하며 수포자는 4월 하순부터 비산하여 중간기주식물의 잎에 부착 침입된 후 약 2주일간의 잠복기를 거쳐 하포자를 형성한다. 이 하포자는 여름동안 반복전염을 계속한다. 수포자의 비산거리는 160km 이상으로 알려져 있다. 우리나라에서는 8월 하순경이면 중간기주식물의 잎에 동포자를 형성하고 곧 발아하여 담포자는 잣나무잎으로 侵入한다. 담포자의 비산거리는 약 300m이다.

앞으로 침입한 담포자는 줄기 속으로 계속 신장하여 1~3년 후 줄기에 병포자를 형성하고 이듬해 봄에 환부에 수포자낭을 분출시킨다(표 1).

분포 및 피해실태

가. 분 포

우리나라에서 이 병의 분포는 태백산맥을 중심으로 한 嶺西 지역과

지리산을 중심으로 한 全南北 및 慶南地域 그리고 德裕山이 소재하는 全北과 忠北地域으로 대별된다. 1983년말 현재로 전국 7개도 21개 市郡에 분포하고 있다.

피해면적 증가 발병본율감소

1973년부터 산림청의 각 영림서와 시군산림행정계통을 통하여 조사되고 있는 피해분포조사결과에 의하면 피해발생구역 면적은 조사착수년도에 954ha였으나 10년후인 1983년말에는 3,136ha로 증가한 반면에 발병본수율은 13.7%에서 0.27%로 크게 감소하였다(표 2).

피해 확대 과정을 보면 1970년 이전에는 江原도 平昌군 蓬平면, 珍富면, 芳林면 일원에서 주로 발병되었으나 1972년에는 同郡의 道嚴면, 平昌읍, 旌善군의 臨溪면, 東면, 三涉군 下長면, 橫城군의 屯內면, 晴日면, 甲泉면 그리고 京畿도 楊平군의 玉泉면과 慶北 奉化군의 春陽면에

◇ 잣나무 털녹병의 피해 실태와 방제요령 ◇

〈표 2〉 우리나라 잣나무털녹병
피해 실태

년 도	피해면적 (ha.)	발병본수	피 해 율
1973	954.0	392,987	13.70
74	782.0	74,532	3.18
75	1,191.3	665,073	1.82
76	1,994.3	100,026	1.67
77	2,449.6	98,176	1.34
78	3,048.3	202,335	2.21
79	3,466.0	53,776	0.52
80	3,727.0	38,411	0.34
81	3,645.0	29,510	0.27
82	3,581.0	24,433	0.23
83	3,136.0	18,843	0.20

까지 확대되었다. 1975년경에는 기발병지역 인근의 면과 麟蹄군(北面) 洪川군(瑞石면), 三陟군과 太白시 및 寧越군(寧越면)으로 확대됨과 동시에 전북 茂朱군(雪川면, 茂豊면, 赤裳면 및 茂朱면과 慶南 山淸군(矣川면), 咸陽군(馬川면)에까지 확산되었고 全南 昇州군 松光면에도 발병되었다. 그 후로도 京畿도 楊州군 棒接면과 忠北 永同군 龍化면, 慶南 河東군 靑岩면에서도 발병되어 잣나무 조림지에 큰 위협을 주고 있다.

나. 피해 실태

◇단목 피해

이병목의 외관적인 식별은 병자밀

적이 환부에 나타나기 이전에는 전전목과 구별되지 않는다. 이것은 병원균이 수체내에 잠복되어 있는 기간이 길기 때문이다. 그러나 이 병의 발병생태를 알면 이병목을 쉽게 발견할 수 있다.

주로 40cm 이하 수간에 발병

구미와 일본에서는 발병부위가 주로 측지이지만 우리 나라의 잣나무에서는 전 발병목의 약 92%가 수간 또는 수간과 측지의 분기점에서 발병되며 특히 지상 40cm 이하의 수간에서 약 82%가 발병된다. 또 최초 발병목의 환부 크기는 약 84%가 20cm 이하이며 본당 환부수는 2개 정

〈표 3〉 잣나무 털녹병의 발병부위, 환부의 지상고 및 환부 크기
가. 발병부위

	수 간	주간 및 측 지	측 지
발병본수	131	146	26
비 율	43.2	48.2	8.6

나. 환부의 지상고

	지상 20cm이하	21~40cm	41cm 이상
발병본수	93	155	55
비 율	30.7	51.2	18.1

다. 환부의 크기

	20cm 이하	21~40cm	41cm 이상
발병본수	254	25	24
비 율	83.8	8.3	7.9

〈표 4〉 잣나무와 스트로브잣나무의 발병부위 비교

(단위 : 개)

종 별	발 병 율	병 환 부 위 수			부위수/1본
		계	주 간	측 지	
잣 나무	17.7%	62(100)	17(27)	45(73)	2.0
스트로브잣나무	26.3	272(100)	22(8)	250(92)	5.0
섬 잣 나무	0	0	0	0	0

※ ()는 주간 대 측지비율(%).

〈표 5〉 수종별 발병부위의 줄기 연령비교

(단위 : %)

종 별	지 령	계	2	2-3	3	3-4	4	4-5	5
잣 나무		100	—	3.2	6.5	71.0	1.6	16.1	1.6
스트로브잣나무		100	1.1	27.2	11.0	53.7	5.1	1.5	0.4

〈표 6〉 수령별 발병상황

수 령	1974		1975	
	발병면적	이 병 율	발병면적	이 병 율
	ha	%	ha	%
5년 이하	112.0	10.19	113.32	4.58
6 ~ 10년	602.3	54.79	1,285.49	51.91
11 ~ 15년	155.3	14.13	911.13	36.79
16 ~ 20"	133.7	12.16	137.70	5.56
21년 이상	96.0	8.73	18.80	0.76

도이다. 그러나 스트로브 잣나무는 주로 측지에 발병하며 환부수도 본당 5개로 잣나무 종류에 따라서 상이함을 알 수 있다(표 3, 4).

또 수포자발현 부위의 지간년령을 살펴보면 3년지 이내의 발병비율이 스트로브 잣나무에서는 39.3%인데 비하여 잣나무는 9.7%로 스트로브 잣나무가 다소 조기에 발현되고 있음을 알 수 있다(표 5).

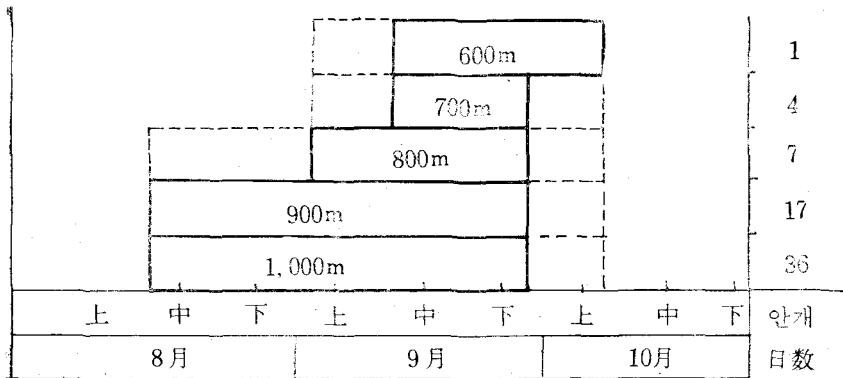
◇집단 피해

1974년과 1980년에 전국적인 피해 조사 결과를 분석한 바 표고 700m 이상의 고산지대에 조림된 잣나무림에서 많이 발생하고 그 피해도 심한 것으로 밝혀졌고 15년생 이하의 유령 조림지가 발병 면적의 약 93%를 점하고 있으며 임령이 높을수록 발병율이 크게 저하하여 20년생 이상

◇ 잣나무 털녹병의 피해 실태와 방제요령 ◇

〈표 7〉 표고별 발병상황

표 고	1974		1980	
	발병면적	이 병 율	발병면적	이 병 율
500m 이하	1,037 ha	20	2,476 ha	0.09
501~700m		70	74.30	0.34
701~900m		622.5	1,160.70	1.66
900m 이상		325.3	1,072.22	—



〈그림 1〉 표고별 발병 적은 시기와 기간(泰岐山)

이 되면 거의 발병되지 않고 있다 (표 6, 7).

20년생 이상 거의 발병 안돼

이와 같은 현상은 임업시험장에서 중앙기상대 자료를 가지고 전국의 98개 지역에 대한 8~9월의 평균최고기온, 최저기온 및 강우량과 강우일수를 조사하여 털녹병 발생의 관여도를 평가한 결과 우리나라의 해안선에 연한 평야지대를 제외한 대부

분의 산악지대(太白, 車嶺, 蘆嶺, 小白, 廣州산맥)가 적합한 기상조건을 갖추고 있기 때문이다. 보다 구체적인 임내기상조사 결과를 보면 같은 기간중 최적 병감염기가 표고 600~800m에서는 9월 상순부터 10월 상순까지인데 비하여 900~1,000m에서는 8월 중순부터 10월 상순으로 약 20일간이나 길었다(그림 2). 특히 병원균의 포자발아와 침입에 필요한 안개일수는 표고가 높을수록 많아져 800m 이하 지대에서는 1~7

일에 불과하였거나 900~1,000 m 에서는 17~36일로 월등히 많음을 알 수 있다.

중간기주식물과 병발생

잣나무털녹병균의 중간기주식물은 송이풀류와 까치밥나무류로 알려져 있으며 우리 나라에는 송이풀류 16종과 까치밥나무류 12종이 분포하고 있다. 이 가운데 까치밥나무류는 야외에서 전혀 발병되고 있지 않으므로 국내에서는 중간기주식물의 역할을 하지 않는 것 같다. 그러나 인공접종시험결과 하포자형성이 되므로 이병성인 것만은 틀림 없다(표 8).

주로 송이풀류가 중간기주

우리 나라에서 중간기주역할을 하는 것은 주로 송이풀류이다. 잣나무 임내에 자생하는 송이풀의 밀도는 발병율과 높은 정의 상관을 갖고 있다. 또 송이풀의 분포가 잣나무임지

외곽 100m 이내에 있을때 병발생에 관여하게 된다. 송이풀은 고산의 음습한 수하에 번무하고 잣나무류의 낙엽층이 두꺼운 임지에는 없으므로 임령이 낮은 고산지대의 조림지에 병발생이 많은 것은 당연하다고 하겠다.

최근 日本과 中共에서 보고된 자료에 의하면 日本에는 까치밥나무류만을 중간기주로 하는 균과 까치밥나무류와 송이풀류를 모두 침해하는 균이 분포하고 있어 전자를 구미형, 후자를 아주형으로 구분하고 있으며 中共에서는 아주형만이 있는 것으로 되어 있다. 필자등의 연구결과에 의하면 우리 나라에 분포하는 병원균은 지리산이나 태지산(平昌) 산군 모두 까치밥나무류와 송이풀류를 침해하는 균종으로 밝혀져 있다(표 9).

잣나무 중간 저항성 차이

이 병으로 인하여 큰 피해를 받은

〈표 8〉 병원균의 인공접종으로 판명된 중간기주식물

송 이 풀 류	까 치 밥 나 무 류
송 이 풀 (國內產)	가마귀밥 여름나무 (國內產)
수 송 이 풀 (")	명 자 순 (")
마 주 송 이 풀 (")	좁꼬리 까치밥나무 (")
구 슬 송 이 풀 (")	서양까치밥나무 (")
가 지 송 이 풀 (")	Ribes hudsonianum var. petiola (外國產)
	Ribes nigrum (")
	Ribes montigenum (")

◇ 잣나무 털녹병의 피해 실태와 방제요령 ◇

〈표 9〉 유포자산지별 중간기주접종 효과

중 간 기 주 식 물	하 포 자 형 성 일	
	평 昌 山	南 原 山
송이풀 <i>Pedicularis resupinata</i>	83. 5. 16	83. 5. 21
까치밥나무 일종 <i>Ribes montigenum</i>	83. 5. 19	83. 5. 27

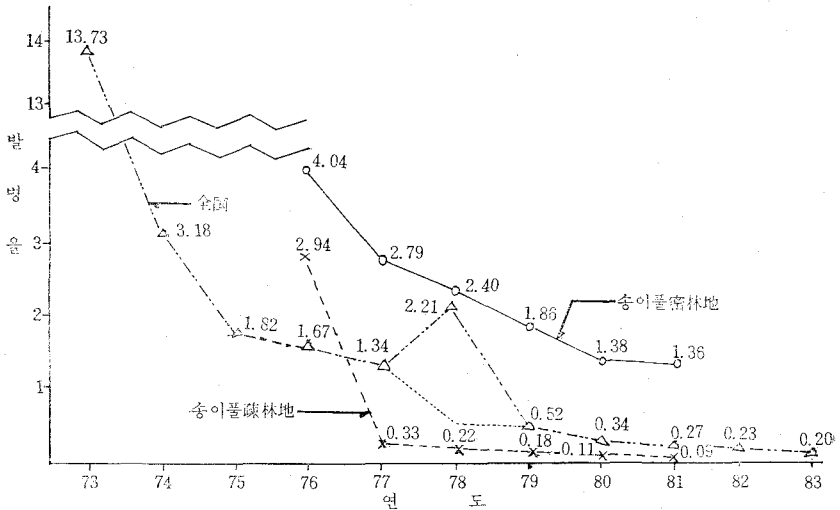
구미에서 보고된 바에 의하면 우리나라 잣나무(*pinus koraiensis*)는 저항성이 강한 수종으로 되어 있다. 이와 반대로 日本에서 시험된 최근의 보고는 우리나라 잣나무는 스트로부 잣나무 보다 이병성이었다고 한다. 필자 등이 1978 이래 시험중인 중간 결과를 보면 오히려 스트로부 잣나무가 대단히 약한 것으로 나타나고 있다(표 4 참조). 즉 잣나무의 발병본수율은 17.7%였고 스트로부잣나무는 26.3%로 잣나무 보다 1.5배나 높은 발병을 보였고 특히 본당환부수는 평균 5개로 2.5배나 높았다. 한편 섬잣나무는 전혀 발병되지 않아 극히 저항성인 종으로 판단되는 동시에 구미 또는 일본에 분포하는 병원균과 병원성을 달리하는 균종이 아닌가 하는 의심도 있으나 수종간의 잠복기 차이를 고려하여 금후 계속 조사가 요구된다.

임 업 적 방 제

1) 이 병 목 및 중 간 기 주 제 거

1973년 이후 영림서와 시군의 산

림행정계통을 통하여 전국적인 잣나무털녹병의 분포조사와 아울러 잣나무조림지의 이병목과 중간기주인 송이풀류의 제거작업이 착수되었다. 이병목은 병정발현이 뚜렷한 4월 하순~6월 중순 사이에, 그리고 송이풀류의 제거는 송이풀에서 동포자가 발아하여 잣나무로 침입하기 이전인 8월 하순까지 실시하였다. 이병목의 제거방법은 수포자의 비산을 방지하기 위하여 비닐로 환부를 감싸맨 후 벌채하여 소각 또는 매몰하였고 송이풀은 피해임지외곽 300m 이내에 분포하는 것을 인력으로 굴취제거하였다. 필자등이 이 방법의 효과를 판단하기 위하여 시험한 결과에 의하면 원래 송이풀의 밀도가 낮았던 발병지에서는 방제전의 발병율 2.94%에서 0.09%로 격감되었고 송이풀의 밀도가 높았던 곳에서는 4.04%에서 1.36%로 감소하였다. 이와 같은 피해감소효과는 73년 전국의 평균 피해율이 13.73%였으나 83년에는 0.20%로 크게 감소하여 이병목제거와 중간기주제거효과가 있음을 뒷받침하고 있다. 그러나 송이풀은



[그림 2] 이병목 및 중간기주제거에 의한 피해 감소 경향

숙근초이므로 뿌리까지 완전히 제거 되지 않아 이듬해의 발산량을 크게 감소시키지 못하였다(그림 2)

2) 가지치기 작업

이 병의 병원균은 잎을 통하여 수 체내로 침입하여 2~4년간 출기로 균사가 신장한 후 수간에 병징이 나타나므로 수관하부의 가지를 전정하므로써 방제효과를 얻을 수 있다. 특히 우리 나라에서는 초장이 짧은 송이풀류가 중간기주의 역할을 하고 있어 지면에 낮게 뻗은 가지의 잎을 통하여 침입하고 또 50cm 이상의 수 간에 발병되는 것으로 보아 하부의 가지를 제거하면 방제효과를 높일수 있을 뿐만 아니라 이병목의 발견도

용이하게 된다. 실제로 측지에만 발병된 이병의 측지를 주간의 분지점에서 절단한 바 측지절단목의 약 70%가 2년 후까지 재발병되지 않아 측지의 제거효과가 인정된 바 있다.

<표 10> 이병지제거에 의한 방제효과

측지절단 본 수	주 발 병 목	주지미 발병목	미발병율
25 본	8	17	68%

화학적 방제

1) 살균제처리에 의한 방제

이병목의 수간에 도포하여 치유시키는 약제로 Cychloheximide제재인 Actidon BR 이 미국에서 개발되어 그 약효가 인정된 바 있어 필자 등

◇ 잣나무 털녹병의 피해 실태와 방제요령 ◇

이 등약제 225ppm을 병환부에 처리한 결과 초기의 발병목에서는 처리이듬해까지는 100%의 효과를 나타내었으나 해가 거듭됨에 따라서 재발병되어 등 약제의 지속적인 효과는 없었다. 특히 발병 2~3년 후의 중증이병목에는 전혀 효과를 인정할 수 없었다.

그러나 병발생지 인근의 묘포에서 육묘되고 있는 잣나무묘목에 병원균의 소생자비산시기인 8월 하순 이후에 보르도액, 다이카 또는 바리톤 등의 살균제를 예방 살포하면 무병한 전전묘를 산출할 수 있을 것으로 기대된다.

2) 제초제에 의한
중간기주제거

기술한 바와 같이 숙근초인 송이풀은 인력제거시 뿌리가 완전히 뽑히지 않아 이듬해에 재발순하는 경우가 많다. 제초제를 이용한 송이풀 제거효과를 보면 글라신액제 100~150배액을 경엽살포하면 지하부까지 완전 제거가 가능하였다. 약제처리

후에 새로운 발순개체의 출현을 감안하더라도 2~3년 간격으로 실시할 수 있다.

다만, 이 약제는 비선택성임으로 잣나무에 묻지 않도록 유명조림지에 서는 주의하여야 한다. 살포방법은 송이풀이 군상으로 밀생하므로 이를 찾아 점상으로 살포한다(표 11).

저항성 육종과 이용

잣나무류 중에는 이 병에 비교적 저항성을 갖고 있는 수종과 동일한 수종중에서도 저항성인 개체가 있다. 국내에서 저항성 잣나무의 종류 및 개체를 선발함과 동시에 외국에서 생장이 우수하고 저항성으로 판명된 잣나무를 도입하고 이를 검정하여 이용할 수 있으나 아직 시험 단계에 있다.

행정 규제

이 병은 2~4년간의 잠복기를 갖고있어 전전수와 이병목의 식별이

〈표 11〉 제초제처리에 의한 송이풀 밀도 감소 효과

제 초 제	농 도	처 리 전 생립본수	밀 도 감 소 율 (%)			
			1개월 후	1년 후	2년 후	3년 후
글라신액제	100	34	-100	-97	-65	-62
	150	33	-100	-100	-91	-91
대 조 구	—	38	0	13	26	71

초기에는 불가능하다. 따라서 피해 입지 주변에서 생림목을 굴취 반출하여 조경수 또는 가로수로 이식하면 결과적으로 이 병을 분산시키게 된다. 그러므로 피해가 발견된 입지의 밖으로부터 반경 4km 이내의 잣나무 입지에서는 생림목의 반출을 행정적으로 금하고 있다.

종합방제로 확산 막아야

이상에서 기술된 바와 같이 현재 잣나무털녹병의 방제는 이병목의 조

기발견과 제거, 중간기주식목의 효과적인 제거 그리고 피해입지 주변의 잣나무림에서 생림목의 반출금지를 하고 있는 바 이상 병행하여 송이풀의 밀도가 높은 지역, 기발병입지 인근에 잣나무조림을 피하는 한편 가급적 피해입지 주변에서는 잣나무 양묘를 피하고 불가피할 때에는 동포자밭아사기에 살균제를 살포하는 등 이 병의 전파를 막고 풀베기, 가지치기, 간벌 등을 실시하여 건전한 잣나무림으로 육성하여야 할 것이다.

밥 덜먹고 肉類 많이 찾아

우리 나라 사람들의 영양섭취량은 연도별로 큰 변화가 없으나 곡물류로부터의 영양섭취 비율이 다소 줄어들고 있는 반면 동물성 단백질의 섭취율은 오히려 늘어가고 있어 식생활이 계속 개선되고 있는 것으로 나타났다.

(국)

(민)

(영)

(양)

(실)

(태)

체격등위에 있어서는 남녀의 체중이 모두 40~49세 사이에 최고로 증가되고 그 이후에는 완만한 감소현상을 보이고 있고 키는 남자의 경우 19세에 170cm, 여자는 18세 159.3cm로 가장 큰 것으로 밝혀졌다.

이같은 사실은 보사부가 지난 80년과 81년 2차례에 걸쳐 전국의 대도시·중소도시·농촌의 5천8백명을 표본으로 선정, 실시한 국민 영양실태조사 결과를 분석한 자료에서 밝혀졌다.

이 조사에 따르면 국민 1인당 하루의 영양섭취량은 81년에 2천40킬로칼로리, 80년에 2천52킬로칼로리로 큰 차이가 없었다. 그러나 섭취열량의 곡물류에 대한 의존도는 80년에 77.4%이던 것이 81년엔 1.9%포인트가 떨어진 75.5%로 낮아졌다.

반면 동물성단백질의 섭취비율은 80년에 28.7%이던것이 81년엔 32.2%로 3.5%포인트나 대폭 늘어났다.