

苗圃災害防除理論

임업연구원 중부임업시험장 尹 鍾 圭

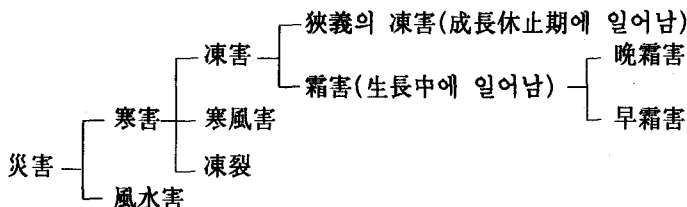
緒 論

기상인자에 의한 장해에 대하여는 미리 단념하거나 등한시하는 경향이 많아 피해가 예상 이상으로 큰 때가 있다. 특히 최근에 이르러 비정상적인 기상조건이 발생되어 많은 피해를 받고 있는데도 이에 대한 사전준비나 대책이 없었다는 것도 사실이다.

지구환경 오염으로 인하여 지구 온난화현상으로 기상이변현상이 지구촌 각 곳에서 일어나고 있는 실정이며 금년만 해도 미주대륙에서는 허리케인 같은 강풍이 불고 인도와 중국대륙에서는 홍수가 나서 양쯔강이 범람하여 많은 인명과 재산피해를 가져 왔으며 우리나라도 예외는 아니어서 8월 초순부터 중순까지 강우전선이 정체되어 게릴라식 폭우로 인한 인명과 재산의 큰 피해를 가져왔다. 이와같이 양묘분야에서도 큰 재해와 손실을 가져왔으며 또한 林木은 우리가 잘 인식하지 못하는 사이에 각종원인으로 죽어가고 있다. 그중에서 가장 무서운 것이 병충해이나 일시에 대량의 피해를 일으키는 홍수피해와 추위의 피해를 소홀히 할 수는 없는 것이다. 특히 옮겨올은 라니뇨현상에 의한 평년을 밑도는 극심한 추위가 예상되고 있는 바, 애써 길러놓은 어린 苗木들이 越冬하는 과정에서 뭇나무감이 된다는 것은 허무하기 짝이 없는 일이다. 물론 林木이 寒害를 입는 정도는 기상변동과 상관이 높지만 수중에 따라서도 큰 차이를 나타낸다. 또한 寒害 被害는 바람에 의한 風害와도 밀접한 관계를 가지고 있다. 凍害와 寒風害는 수목에 따라 저항력이 다르며, 동일수중에 있어서도 다르게 나타난다.

이와같이 예기치 못한 피해발생의 위험성을 막기 위해 추위의 피해 즉 寒害를 凍害와 寒風害로 구분하여 설명하고 홍수해에 대한 대책을 연구해보고자 한다.

林木中에는 추위로 인하여 손상을 받거나 枯死하는 것이 있는데 이와같은 害를 寒害라 하며 養苗上 또는 林業上의 氣象害중 큰 부분을 차지한다. 林木의 災害는 다음과 같이 분류되고 있다.



1. 凍害와 耐寒性의 原理

低溫에 의한 피해는 크게 0°C 이상의 저온에 의하여 일어나는 冷害(Chilling Injury)와 0°C 이하의 결빙온도에 의하여 일어나는 凍害(Freezing Injury)로 나눈다. 냉해는 주로 열대로부터 난대에 이르는 지역에서 일어나며 온대지방에서는 소수의 열대성 수목을 제외하고는 수목에 거의 피해를 주지 않는다.

수체내 특히 세포내의 수분이 동결되어 일어나는 동해의 종류는 다양하다. 凍害는 시기별로 초겨울에 初霜, 한겨울에 凍害, 그리고 늦겨울이나 초봄에 晩霜으로 나누어지는데 초상이나 만상은 주로 冬芽나 樹皮에 피해가 많고 한겨울의 동해는 주로 목재내 살아있는 조직인 材部柔組織에 피해가 많다.

凍害는 식물 세포내에 수분이 동결하게 되면 원형질이 그 기능을 상실하게 되어 일어난다. 따라서 식물들은 겨울동안 극저온에서도 세포내 수분이 얼지 않도록 耐凍性을 발달시키는데 그 원리는 凍結回避性과 眞性耐凍性 두가지가 있다.

동결회피성 내동성은 식물이 세포 내부의 액체 수분이 극저온에서도 동결하지 않도록 여러 가지 원리로 동결을 회피하는 능력을 말한다. 두꺼운 수피로서 수체 온도가 하강하는 속도를 지연시키거나 세포내에 당류나 용질을 축적시켜 삼투압을 높여서 빙점강하의 작용으로 세포내의 물이 더 낮은 온도에서 얼도록 하는 능력을 말한다. 그러나 이러한 방법들로 얻을수 있는 최고의 耐凍性溫度는 -4°C에 불과하다.

동결을 회피하는 더 효과적인 방법으로 식물들은 過冷却(Supercooling)의 방법을 사용한다. 이 원리로 식물들은 -20°C ~ -40°C까지 세포내 수분을 액체상태로 유지하여 살아 남는다. 그 원리는 세포벽과 세포막의 수분투과 방지능력과 관련되어 있는 것으로 알려지고 있으나 확실한 것은 아직까지 밝혀지지 않고 있다. 과냉각의 원리를 사용하는 조직은 온대 활엽수목의 재부유조직이다.

진성내동성의 원리는 식물이 영하의 온도에서 세포내의 물이 얼지 않도록 미리 세포내의 액체의 물을 세포 밖으로 탈수시켜 세포 외부에서 동결케 함으로서 세포내 결빙을 방지하고 세포 내부의 원형질은 탈수상태에서 상해를 받지 않고 살아남는 원리이다. 세포 외부에 생긴 얼음은 보통 세포 내부의 원형질에 아무런 피해를 일으키지 않는 것이 보통이다.

대부분의 온대, 한대 침엽수와 포플러, 버드나무, 자작나무와 같은 한대성 활엽수의 잎, 동아, 재부유조직은 모두 진성내동성의 원리로 극한 저온을 견디어 낸다. 온대 활엽수의 동아, 잎도 역시 이 원리를 사용한다.

2. 低溫의 害(凍害)와 防除法

苗木 특히 播種苗에 있어서는 일반적으로 低溫에 대한 저항력이 약한 것은 體內가 충실하지 않기 때문이며 특히 최근에는 가능한한 단기간에 성장시키고자 施肥(특히 N質)하거나 日覆 또는 灌水를 행하고 追肥를 하는 등 과다한 보호로 묘목 자체가 수분과 양분의 섭취에 대해서 자제력을 잃고 성장을 하게 된다. 따라서 지역마다 성장을 그치게 하는 시기를 고찰하여 인위적으로 억제하든가 또는 防寒의 방법을 제고하지 않으면 凍害를 받는다.

- 凍死의 原因 : 묘목이 晩秋季에 結霜에 의하여 梢端이 枯死하는 일이 있다. 이것을 일반적으로 霜害라고 칭하며 단순히 표면의 結霜으로 枯死하는 것이 아니고 苗木의 체내 수분이 凍結하여 생기는 것이므로 凍害라 칭하는 것이 좋다. 苗木이 冷하여져 온도가 섭씨 영하온도로 내려가면 내부에 結氷이 된다. 수종, 품종, 묘령, 묘목의 부위 및 시기 기타의 조건에 따라 다르지만 새순과 같이 수분이 많은 것은 $-2 \sim -3^{\circ}\text{C}$ 에서 동결되는 것이 많다(백엽상에 있어서의 온도이기 때문에 지표면에서는 더 낮다).

삼나무의 예를 들어보면 통상의 서리에서는 장해를 받는 일이 없지만 서리가 내린 후 영하의 기온이 되면 寒害를 받는다. 예로서 1976년 1월에 온도가 급강하하여 전라남도에서는 삼나무의 播種床 및 이식묘가 거의 凍害를 입었다.

이것은 9~10월에 평년보다 고온이 되어 묘목이 늦게까지 생육을 계속하였기 때문에 N의 함량이 많고 수분함량도 많은 상태에서 저온을 만나게 되어 피해가 더 많았다. 그러므로 9~10월에는 건조하게 상을 관리하는 것이 이상적이다. 일본에 있어서도 한해에 강한 일본잎갈나무(낙엽송)가 9~10월의 기온이 평년보다 $7 \sim 8^{\circ}\text{C}$ 높았다가 10월의 8~10일 사이에 최저기온이 -2.0°C , -2.2°C , -4°C 로 연속적인 저온이 되어 큰 피해를 받은 일이 있었다. 종래의 경험에 따르면 -10°C 까지도 피해를 받지 않았으나 생육이 계속되고 있는 때에 급히 저온이 되면 삼나무는 -2°C 에서 한해를 받고 일본잎갈나무도 -3°C 에서 초두부에서 피해를 받는다고 하였다.

각 수종에 따라 그 시기와 발육상황에 의하여 내한력이 다르지만 온도의 저하가 예상되면 防寒의 수단을 강구하여 적절한 처리를 하여야 한다.

표 1. 樹種別 冬技의 耐凍度

樹 種	樹 令	頂 芽	葉	幹下部	幹上部
테다소나무	15년	-25°C	-10°C	-20°C	$^{\circ}\text{C}$
가문비나무	4	-30	-25	-25	-40
곰 솔	4	-30	-20	-20	-40
삼 나무	3	-20	-25	-20	-25
편 백	20	-20	-20	-25	-
화 백	20	-20	-20	-20	-
일본잎갈나무	4	-50	-20	-20	-50
소 나무	4	-50	-20	-20	-50
젓 나무	5	-20	-25	-25	-25

묘목의 동사하는 온도는 식물의 종류에 따라, 시기에 따라 다르게 나타난다. 동결된 묘목에 있어서도 점차 얼음이 녹으면 죽지 않는데 급속히 녹으면 죽는 일이 있다. 그러므로 동결된 묘목이 강한 陽光을 받으면 피해가 더 크다는 것을 알고 처리하여야 한다.

동해를 방지하기 위해서는

① 苗木體를 얼리지 않는 조건으로 처치할 것이다. 그러기 위해서는 寒風이 닿는 곳에는 방풍림을 설치할 것이며 상복법, 혼연법, 관수법 등이 있다. 播種床에서는 여러 방법이 가능하지만 상복법이 가장 효과적이다. 너무나 급속히 -3°C 이하로 저하할때는 이 상복법 만으로는 위험이 있기 때문에 혼연법 등을 병용하는 것이 안전하다.

霜覆法: 건초, 짚 등으로 床面을 덮는 것이지만 눈이 적은 지방에서는 日覆과 같은 시설을 낮게 설치한다. 남향은 높고 북향은 낮게 하여 일광을 묘목이 잘 받도록 한다. 다설지방에서는 조릿대를 태어 와서 상면에 세워 두거나 또는 잡초나 짚 등으로 묘목의 위를 덮는다. 그 정도는 묘목이 안 보일 정도면 좋지만 너무 많이 덮으면 뜨게 되는 수가 있으므로 주의하여야 한다. 때로는 가문비나무 등의 지엽으로 상면을 덮는 것도 좋은 방법이 된다.

표 2. 지면피복효과

處理 溫度	無處理	15cm 피복		30cm 피복	
		짚	낙엽	짚	낙엽
溫度	-5.8°C	-4.0°C	-5.0°C	3.2°C	-3.0°C

혼연법: 포지의 일면에서 연기를 내어 열의 방산을 방지하여 묘목의 냉각을 방지하여 結霜을 예방하고자 하는 방법이다. 20~30분마다 지상 6cm의 기온을 측정하여 0°C 로 되었을 때 발연하여 일출까지 계속한다. 발연개소는 보통면적 약 900m^2 당 3개소 이상을 한다. 연료로는 톱밥, 건초, 콩깍지, 탄 건초, 낙엽 등의 발연재료 70~80kg이외에 고지 20kg 짚 40kg과 물을 준비한다. 이것으로 약 4~5시간의 발연이 된다. 먼저 짚위에 고지를 놓고 그 위에 발연재료를 잘 탈수 있도록 쌓아 놓는다. 불을 붙이고는 물을 주입시켜 연기와 수증기가 같이 나올수 있도록 한다. 수증기는 구름과 같은 역할을 하기 때문에 연기만 피우는 것보다 효과적이다. 특히 주의할 것은 경사지의 하방에서 하방에 연기가 체류하여 사면의 상방에 이르지 못하기 때문에 상방에서 혼연하도록 하여야 한다. 심한 상에서는 효과가 적기 때문에 연기가 적으면 효과가 적다. 또한 결상되었을 때는 일출후 30~60분간까지 발연을 계속하면 피해를 경감시킬수 있다.

관수법: 전일의 해가 질때까지 비가 한차례 내린 정도로 관수하는 방법으로 공기중의 수증기를 증가시켜 주는 것이 첫째 목적이다. 물은 약 900m^2 당 1000 l 정도가 좋다.

② 耐寒性を 높이는 육묘작업을 하여야 한다.

시비를 할 때는 질소의 과용이 되지 않도록 하며 追肥에 주의하는 동시에 발육의 후기에 가리비료를 준다. 적당한 시기에 斷根을 하여 신장생장을 억제시키고 根部의 발달을 촉진시킨다. 수분의 조절이 자유롭게 되는 때는 가을이 되면 수분의 흡수를 적게 하여 주고 일광을 차단하는 일복시설을 될 수록 빨리 제거하여 충분한 日照를 받게 한다. 추위를 이용하여 내한력을 높이도록 한다.

내한성은 발육의 시기에 따라 다르고 일년중 한겨울이 가장 높다. 예로서 일본에서는 삼나무 파종 상에 눈이 오기 전에 내한력이 높아지면 보르도액(3두식)을 살포하고 적당한 방한설비를 하고 있다. 즉 늦가을부터 겨울에 걸쳐서 서리를 맞도록 두고(묘목의 체내가 충분히 굳어졌을 때) 난 후 霜覆을 시행하고 있다. 초심자는 묘목을 가엽게 생각하고 早霜전부터 또는 早霜이 있으면 서둘러 방한설비를 하는 경향이 있다. 먼저 9월상순부터 신장생장을 그치고 체내분화가 되어 내부의 조직이 충실하여 세포액의 농도가 진하게 되어 있으면 좋지만 9월이 넘어서까지 신장생장을 계속하여 엽색이 청청한 묘목이 10월초에 들어 약간 색이 변화하였으나 피복을 하면 온도가 높아져서 재생장을 하여 다시 청청하게 된다. 이와같이 되면 피복 때문에 또는 눈에 의해서 여러 가지 병해의 피해를 받는다. 무사히 월동한다 하여도 早春의 寒風 등에 의해서 피해를 받는다.

상기한 바와 같이 동사를 일으키는 원인은 세포간극의 수분 또는 원형질의 동결로 시작되는 것이므로 이들 용액의 농도를 높게 하는 일이 동결을 방지하는 것이다. 그러므로 耐寒性を 높이기 위해서는 세포막을 木質化시키는 것이 가장 필요한 일이며 또한 세포액의 농도를 높게하는 것도 중요하다. 일반적으로 식물은 온도가 저하됨에 따라 체내의 수분이 적어져서 그 체내에서 생성된 전분을 당분 또는 유지로 전환되기 때문에 이것이 耐寒性を 갖게 되는 원리이다. 천연의 상태에서는 자연적으로 이와 같은 과정이 일어나고 있다. 그러나 인위적으로 재배할 때는 日覆을 하기도 하고 늦게까지 질소, 수분을 흡수시켜 식물체가 자연적으로 오는 추위의 정도를 느끼지 못하고 생육을 계속하기 때문에 피해를 받을 위험이 커진다. 그러므로 인위적으로 각종의 영양 기타의 조작을 행할때는 耐寒性を 높이는 일도 고려하지 않으면 안된다.

묘목의 내한성을 높이기 위해서는 葉에서 행하는 탄소동화작용을 왕성하게 할 수 있게 하는 일이라 파종시기를 가능한 빠르게 하여 생육왕성기에 양분의 흡수를 충분히 시켜 추위가 오기 전에 충실한 苗木을 만들어 동화물질을 충분히 저장할수 있도록 한다. 급속한 추위를 받지 않고 서서히 추위를 맞아 體内の 저장 전분을 당분으로 전환시키는 한편 斷根을 실시하여 수분의 과다흡수를 억제하는 일이 중요하다. 冬季에 흑한이 계속될 때는 체내에 당분이나 지방분을 만들어 가지만 이른 봄이 되면 日中溫度가 점차 높아져서 당분이 역으로 전분으로 변하여 야간에 급하게 온도가 강하 하면 동사하는 일이 많다. 동일수종에서도 耐寒性是 한겨울이 가장 높다는 말도 이상과 같은 관계로 알수 있다. 耐寒性を 저하시키는 것은 日照不足, 질소과다, 가리부족, 발육불충분 등으로 묘목의 월동에 대한 방법도 이상의 여러 가지 일들을 유의함으로서 자연히 해결될수 있다.

3. 雪害와 防除法

표 3. 南側方位와 積雪表面과 積雪下の 最低 最高溫度(°C)

	最高溫度	最低溫度		最高溫度	最低溫度
地表	0°C	1°C	do 20	6°C	-10°C
積雪下 10cm	-1	-5	do 30	7	-9
積雪表面	7	-11	do 100	0	-10
積雪上 10cm	6	-11			

積雪속에서는 地溫은 0°C 이하로는 강하하지 않고 거의 0°C 정도의 향은이므로 霜柱의 害와 凍害를 볼 수 없고 오히려 雪의 유리한 점이 있지만 多雪地方에서는 묘목에 대한 통기성이 나쁘게 되어 雪腐病을 일으키는 일이 있다. 이것은 젖은 눈이 얼지 않고 쌓여 있을 때에 일어나기 쉽다. 이때는 빨리 눈을 제거하여 주어야 한다. 이때 눈위에 목탄이나 黑土, 모래 등을 뿌려주는 것이 좋다.

4. 霜害와 防除法

공기중의 수증기가 기온의 강하에 의하여 서리를 생기게 한다. 이때의 동사는 서리 때문에 생기는 것이 아니고 기온의 강하에 의하여 동해를 일으키는 것이다. 통상의 서리 정도면 묘목은 피해를 받지 않는다.

霜柱는 地中の 수분이 結氷하여 토양을 동결시키므로 흙과 같이 묘목을 위로 솟구쳐 때로는 뿌리가 절단되어 묘목체를 지상으로 밀어 올리는 수도 있다. 산화 탄토와 같이 보수력이 큰 토양에 이 피해가 일어나기 쉽다.

표 4. 지방별 동계기상

지방별	초 상	만 상	초 빙	초 설	지방별	초 상	만 상	초 빙	초 설
포 향	11월6일	3. 21	11. 15	12. 16	강 룡	11월4일	4. 3	11. 9	12. 4
울 산	10. 28	4. 10	11. 7	12. 11	인 제	10. 12	4. 7	10. 26	11. 16
거 창	10. 14	4. 16	10. 29	11. 28	춘 천	10. 8	4. 24	10. 24	11. 10
창 념	10. 23	3. 23	11. 9	11. 30	원 주	10. 10	4. 17	10. 27	11. 30
진 주	11. 2	4. 13	10. 30	12. 6	평 창	10. 7	4. 2	10. 28	11. 15
마 산	10. 29	3. 21	11. 16	12. 21	정 선	10. 11	4. 10	10. 30	12. 3
부 산	11. 21	3. 8	11. 23	12. 22	서 울	10. 18	4. 14	10. 28	11. 21
충 무	10. 30	3. 15	11. 22	12. 22	인 천	10. 28	4. 3	11. 8	11. 24
군 산	10. 21	4. 13	11. 11	11. 22	가 평	10. 10	4. 10	10. 27	11. 18
전 주	10. 16	4. 25	11. 2	11. 29	수 원	10. 9	4. 21	10. 25	11. 20
무 주	10. 9	4. 25	10. 31	11. 18	양 주	10. 10	4. 12	10. 27	11. 21
장 수	10. 15	5. 1	10. 16	-	이 천	10. 6	4. 8	10. 25	11. 21
정 읍	10. 19	4. 15	11. 22	11. 19	제 천	10. 5	4. 14	10. 23	11. 19
남 원	10. 17	4. 10	11. 7	11. 22	청 주	10. 7	4. 20	10. 30	11. 17
구 례	10. 18	4. 12	11. 13	11. 10	추풍령	10. 14	4. 12	11. 2	11. 21
광 주	10. 18	4. 24	10. 29	11. 28	공 주	10. 12	4. 18	11. 10	11. 21
목 포	11. 13	4. 3	11. 24	11. 30	부 여	10. 15	4. 17	-	-
보 성	10. 12	4. 16	11. 4	11. 26	울 진	10. 31	3. 17	-	-
순 천	10. 27	4. 5	11. 19	11. 28	봉 화	10. 5	4. 28	10. 22	-
여 수	11. 16	3. 11	11. 23	12. 11	영 주	10. 10	3. 17	10. 23	11. 25
해 남	10. 25	4. 13	11. 16	11. 25	문 경	10. 12	4. 8	10. 28	11. 19
제 주	12. 13	3. 12	12. 24	12. 18	안 동	10. 13	4. 22	10. 29	12. 1
서귀포	12. 11	2. 22	12. 15	12. 9	영 덕	10. 23	2. 22	-	12. 4
진 해	10. 15	3. 16	11. 27	12. 20	대 구	10. 20	4. 11	11. 2	12. 5

따라서 지방마다 早霜, 晩霜의 시기를 알아둘 것, 특히 그 지방에 있어서의 최악의 해의 조건(早霜: 晩霜의 최초와 최후의 시기와 최저의 기온)을 충분히 알고 있어 여기에 적응될 수 있는 健苗를 만들 수 있도록 노력하는 동시에 이것을 방제할 수 있는 처치를 강구하여 둘 것, 예로서 早霜이 빨리 오는 곳에서는 너무 장대한 묘목을 만들지 말고 早霜이 오기 1개월 전에 신장생장을 끝낼수 있도록 할 것이며 晩霜이 늦은 지방에서는 霜覆 또는 훈연 등의 준비를 하여 두는 것이 필요하다. 또한 降霜을 예지하여야 한다. 降霜에 대하여는 최근 기상관측의 발달로 사전에 예보가 있으므로 라디오나 T.V.의 일기해설을 잘 듣는 것도 중요하다. 또한 그 지방의 연평균 초상이 내리는 일짜를 미리 잘 알아두고 이때를 전후하여 특별히 유의하면 될것이나 대체로 霜害가 생기는 기상조건은 대륙에서 발생해서 우리나라쪽으로 이동해오는 비교적 온도가 낮고 건조한 고기압이 우리나라를 덮고 있을 때 고기압의 일반성질에서 볼수 있는 것과 같이 날씨가 구름한점 없이 맑고 바람도 불지 않아서 낮에는 매우 따뜻하나 밤이 되면 지면이 식기 시작해서 새벽녘에는 온도가 0°C이하로 되고 서리가 생기게 되는 것이 전형적인 기상상태이다. 오후 8~10시의 기온을 알면 대체로 다음날 아침의 최저기온을 예지할 수 있다. 즉 오후 10시에 3°C이면 다음날 아침은 -2°C~-3°C로 된다. 최저의 시기는 새벽 5~6시이며 1시경부터 0°C로 내려가기 시작한다. -2°C~-3°C가 되면 삼나무 묘목은 치명적이다. 일본잎갈나무도 銷頭가 霜害를 받으므로 이때는 폴리에칠렌 등을 덮어 줌으로 危害를 방지할 수 있다.

서리가 많은 시기 및 장소에서는 凍害의 위험성 또한 크다. 동일한 지방에서도 어느 장소에 따라서 다소 차이가 있다. 울타리 담장 삼림 등에 접근되어 있는 곳에서는 이것으로부터 열을 받기 때문에 서리가 생기기 어렵다. 이와같은 장애물이 묘목의 북측에 있으면 낮에 태양열을 흡수하고 있기 때문이다. 그러나 경사지에 이와같은 장벽이 있으면 뒷쪽에서 흘러오는 냉한 공기가 장벽에 의하여 머무르게 되어 이 부분에서는 凍害가 많이 발생한다. 또한 사방이 삼림으로 둘러 막힌 곳에서는 한기가 머무르게 되어 피해를 받는다. 苗床의 동쪽이 개방되고 이른 아침부터 직사광선을 받는 곳은 일반적으로 凍害가 심하다.

산의 측면에서는 냉한 공기가 아랫쪽으로 흐르기 때문에 한기가 머무르는 장소인 평지에 서리가 많다. 山頂이나 山腹에서는 적은 것이 보통이다. 분지나 凹형지형은 특히 凍害를 받기 쉽다. 한기의 유통이 잘되는 곳에서는 서리가 적다. 그러나 한기의 통로에 해당되는 곳은 서리가 많다. 경사로 보면 서쪽보다도 동쪽이 동해가 심하고 서쪽은 동해를 피할수 있다. 더욱이 남면의 지형에서는 생육이 가을 늦게까지 계속되고 봄에는 일찍 시작되기 때문에 耐寒性이 약하여 凍害를 받기 쉽다.

해발고에 있어서는 대체로 100m의 차는 평균적으로 早霜과 晩霜에 2~3일의 차이가 있다.

사질토는 식질토보다, 습한 토양은 건조한 토양보다 단단히 굳은 토양은 무른 토양보다, 지면이 노출되지 않고 짚이나 풀로 덮여 있거나 잡초가 있으면 지열을 막아주기 때문에 서리피해가 적다.

이상과 같은 점으로 보아 霜害가 발생하기 용이한 것은 地面, 谷間 등으로 공기의 유통이 나쁜 곳, 즉 霜穴 건조한 곳 바람이 없는 곳 등으로 안전한 장소는 林內 林緣 急斜地의 上部 등이다.

전일의 기상상태로서 다음날의 結霜의 유무를 대체로 알수 있으므로 주의가 필요하다. 서리는 맑고 바람이 없는 밤에 일어나기 쉽다. 구름이 있으면 지표에 있는 여러 가지 물체로부터 하늘로 도망가는

열을 잡아 역으로 구름에서 지표로 열을 보내기 때문에 지표가 냉각이 잘 되지 않는다. 구름 대신 안개나 수증기나 연기 등이 있어도 같은 현상을 보인다. 또한 바람이 있으면 지표근처의 냉한 공기와 상방의 온난한 공기를 혼합하기 때문에 냉각이 잘 되지 않고 물체근처의 포화되려는 공기가 점점 도망가기 때문에 結霜이 잘 되지 않는다. 따라서 霜害가 있는 것은 바람이 없고 맑은 날 평탄한 장소나 凹지에 한랭한 기류가 정체하거나 또는 유입되는 때에 많다. 또한 비온 뒤 급히 맑은 날이 될 때는 급격한 열의 방산에 의해서 寒害가 발생하는 일이 있다. 이때 맑은 날이 되었다고 안심하는 수가 있다. 청천일의 밤에는 이른 아침(1시)부터 기온이 강하하여 일출경까지 서리가 증가하고 있다.

霜柱는 토양의 표면이 빙정이하로 될 때 지중의 수분이 동결하여 柱狀으로 동결하여 생기는 것으로 下方에서 上方으로 토양이 솟아 올라 묘목도 동시에 솟아 오른다. 이렇게 되면 기온이 회복되어 霜柱가 없어지면 묘목은 지상에 나와서 넘어지게 된다. 심하면 묘목이 고사한다. 일반적으로 화산탄토와 같이 수분이 많고 견밀한 토양에 생기기 쉽고 식토나 사토에서는 생기는 일이 드물다. 또한 토양의 습도가 많을수록 온도가 낮을수록 지상에 피복물이 없을수록 霜柱가 크게 생긴다.

인산, 가리를 충분히 사용하여 묘목의 뿌리가 잘 발달하도록 하는 것도 霜柱에 대한 피해를 경감하는 수단이다. 자연적으로는 토양의 성질에 따라 생기는 일이 있으므로 모래를 투입하여 포지를 개량하여야 한다. 또한 묘목의 사이에 짚, 낙엽, 톱밥 등의 피복을 하면 좋다.

5. 寒風害와 防除法

겨울에 땅이 凍結하여 나무가 뿌리로부터 물을 흡수할 수 없는 상태가 길게 지속되면 상록수는 生理的 乾燥害를 입어서 枯死하게 된다. 활엽수는 겨울에 잎이 없으므로 피해를 덜 받는다. 그러나 積雪이 있으면 토양은 凍結되기 어렵지만 嚴冬期에는 임목의 幹部가 凍結되어서 수분이 못 올라가서 건조해를 받을 수가 있다. 또한 高冷地에서는 임목이 눈 위에 노출된 부분이 동결하여 수분의 상승이 정지되어 건조해를 받을 수가 있다. 이와 같은 피해를 한풍해라고 하며 토양이 20cm 이상 동결하면 피해가 나타나기 시작하여 30cm 이상 동결하면 상당한 임목이 고사하게 된다. 또한 토양동결의 깊이가 깊어지는 嚴寒前後에 발생이 많고 강설이 많은 겨울에는 피해가 적으며, 겨울에 토양이 깊이 동결하는 곳으로 적설량이 적은 장소, 그리고 겨울에 일조시간이 적은 북면 경사면에 발생하기 쉽다.

표 5. 한풍해의 피해도와 각조직의 함수율

구분 피해도	잎	세지	줄기			비고
			피층부	재부	뿌리	
고사	23.2%	17.5%	30.7%	24.4%	48.2%	수중은 분비나무 일본 북해도대학 조사
일부피해	28.9	23.5	34.0	25.3	50.7	
정상	33.3	27.5	33.5	25.7	51.9	

표 6. 방위별 토양 동결심도

구분 피해도	동면	서면	남면	북면
1월하순	31cm	39cm	26cm	43cm
2월상순	31	37	28	47
3월중순	31	37	27	46
2월하순	0	18	0	32
3월상순	0	6.5	0	28

표 7. 임목의 동해와 한풍해의 차이점

구 분	동 해	한 풍 해
지 형	오목한 지형의 밑부분과 골짜기에 피해가 많다.	볼록한 지형의 능선과 정상, 서북향이 트인 곳, 고립된 산에 피해가 많다.
경 사	완경사지와 평탄지에 피해가 심하다. 남사면에 많은 경향이다.	경사는 관계없이 북서면에 많이 발생한다.
토 양	흑색토양과 과습토양에서 많이 발생한다.	토양 동결 심도가 깊고 건조한 토양에서 많이 발생한다.
표 고	표고에는 그다지 관계가 없다.	표고가 높은 곳에서 발생하는 경향이 있다.
기 상	쾌청 무풍의 저온일 때 발생한다.	한랭한 북서계절풍이 강하게 불고 강수량이 적은 해에 발생한다.
피해목의 증상	색깔은 농적색이다. 수피가 잘 벗겨진다.	색깔은 밝은 적색이다. 수피는 목질부에 밀착된 채로 갈변 고사한다.
발생시기	늦가을-초겨울 및 이른봄-늦은봄에 많이 발생한다.	엄동기에 발생한다.
수 령	유령기에 많다.	고령의 나무도 피해를 받는다.

6. 風水害와 防除法

금년과 같이 엘니뇨현상으로 국가적으로 폭우가 있을 시에는 묘포가 침수되어 생육중인 묘목을 침수 및 매몰하여 많은 재산의 피해가 있게 된다. 폭우로 인하여 묘목 침수시에는 제일 먼저 응급조치로 배수로를 열어주어 물빠짐을 좋게 하여야 하며 물이 유입되는 곳을 막아주어야 한다. 그후 물이 빠진 후에는 물과 함께 떠내려온 오물을 걷어내고 고압분무기로 침수때 묘목에 붙어있던 흙과 기타 협잡물을 제거하고 토양소독용 다찌까렌 및 보르도액을 살포하여 병원균의 침입을 방제하고 쓰러진

묘목은 다시 일으켜 세워야 한다. 물속에 침수된 묘목은 침수시 1시간 이상을 두면 묘목의 생육에 지장을 초래하게 되며 그 다음 배수로를 깊게 파주어 상면에 있는 물을 완전히 배수시켜야 하며 묘목에 붙어 있는 토의를 완전히 제거하고 맑은 물로 묘목을 씻어준다.

1) 공기의 過濕

공기가 너무 습윤하면 증산작용이 방해되어 뿌리로부터 무기양분의 운반량이 감소하여 동화작용이 감소되고 물질생산이 현저히 저해된다. 식물체내의 수분과잉이 생겨 식물조직은 연약해져서 徒長하여 미약한 조직으로 발달하게 되고 성숙이 늦어진다. 또한 과습의 공기는 유해균류의 발육, 전파를 도와 병해를 증가시킨다. 대부분의 병원균은 습할 때 포자의 발아가 연속되고 전파가 용이하다.

2) 土壤의 過濕

土壤의 過濕은 산소의 결핍을 가져오고 묘목의 뿌리가 부패하여 고사된다. 또한 배수가 나쁜 토양에서는 강우가 심하면 토양의 과습을 일으킨다. 이때는 거의 구제할 수 없게 된다. 배수가 잘 되도록 하든지 그렇지 않으면 통기가 좋은 토양으로 이식하지 않으면 안된다.

표 8. 재해종류별 피해상황

수량 : 천본

年度	風水害		寒害		霜凍害		계	
	수량	비율	수량	비율	수량	비율	수량	비율
1981	6,734	96			197	4	6,931	100
1982	3,824	19	13,501	61	2,582	20	19,907	100
1983	1,006	4	2,237	8	27,006	88	30,249	100
1974	14,421	90			1,015	10	15,436	100
1985	5,453	50	697	14	6,199	36	12,349	100
1986	4,266	99			33	1	4,299	100
1987	23,712	99			786	1	24,498	100
1988	4,468	44	4,639	56			9,107	100
1989	4,137	63	1,388	33	723	4	6,248	100
1990	24,565	88	3,151	8	2,718	4	30,434	100
1991	12,720	92	1,003	7	483	1	14,206	100
1992	527	12	5,433	79	1,292	10	7,252	100
1993	7,058	92			1,259	8	8,317	100
1994	1,478	6	34,546	94			36,024	100
1995	13,753	80	5,870	20			19,623	100
1996	2,514	46	2,868	52	76	2	5,458	100
1997	7,169	100					7,169	100
계	137,805	56	75,333	34	44,369	10	257,507	100

우리나라의 '81~'97년도까지 묘포재해 종류별로 피해상황을 보면 풍수피해가 전체의 56%를 차지하며 다른 기상재해보다 높게 나타났다.

이와 같이 매년 동해나 상동해에 대하여는 일반 생산자 및 기업묘포에서는 주의를 기울여 피해예방에 만전을 기하나 풍수해 같은 돌발적인 재해는 근본적인 대책없이 피해예방을 줄일 수 없는 것이다.

그리고 지구의 온실화 엘리뇨현상 및 라니뇨현상으로 인하여 자연재해가 있을 것으로 염두하고 묘포선정, 수종선정, 관리등 기본적인 개념부터 재해를 예방할 수 있는 시설을 설치하여 건묘육성에 최선을 다하는 길만이 양묘업계의 발전을 가져올 수 있을 것이다.