

養苗時의 寒害와 그의 豫防에 對한 小考

林木育種研究所 農學博士 金鼎錫·李相鵬

幼苗는 一般的으로 寒害에 弱하다. 따라서 年中 受苦하여 가을까지 키운 幼苗가 冬節과 早春에 寒害를 받아 被害를 보면 財貨의 損失은 勿論이려니와 落心도 클 것이다. 이제 그間 몇가지 幼苗의 防寒에 對한 實驗을 한것을 中心으로 多少나마 參考가 되실까하여 글을 씁니다.

林木中에는 추위로 인하여 損傷을 받거나 枯死하는 것이 있는데 이와같은 害를 寒害라 한다. 養苗上 또는 林業上의 氣象害中 큰 部分을 차지한다. 林木의 寒害는 다음과 같이 分類되고 있다. 卽

- | | | | | | |
|----|------|---|--------------------|---|-----|
| 寒害 | ① 凍害 | { | 狹義의 凍害(成長休止期에 일어난) | { | 晚霜害 |
| | | | 霜害(生長中에 일어난) | | 早霜害 |
| | | | 寒風害 | | |
| | ③ 凍裂 | | | | |

그中 凍裂은 추위로 因하여 줄기가 길이(縱)로 터지는 現象으로 濶葉樹에 많이 發生한다.

1. 凍 害

樹體가 凍結(얼어붙음)함으로써 일어나는 害인데 나무 組織의 溫度가 0°C以下로 降下하면 水蒸氣로 飽和되어 있는 細胞와 細胞사이의 壁에 水蒸氣가 凝結하여 얼음이 생긴다. 얼음이 생긴 위의 水蒸氣의 氣壓은 물의 氣壓보다 작으므로 水蒸氣는 얼음이 있는 쪽으로 모여서 결국 細胞사이의 얼음덩어리는 점차 커진다. 한便 水蒸氣가 凝結하여 凍結할때에 微熱이 發生하는데(이것을 潛熱이라고 함) 이 放出되는 潛熱이 낮은 溫度가 繼續되면 細胞속의 水分은 細胞壁을

뚫고 나와서 水蒸氣壓이 낮은 細胞사이의 水蒸氣로 擴散되어 이것이 또 細胞사이의 얼음덩어리를 자라게 한다. 이때 細胞와 細胞사이가 벌어질 수 있는 以上으로 氷塊가 커지면 細胞를 壓迫하여 機械的으로 破壞시켜 細胞를 죽게하는 수도 있고 또는 細胞사이에 생긴 氷塊에 細胞속의 水分이 계속적으로 脫水되면 原形質이 죽게 되거나, 또는 所謂, 原形質分離가 이러나서 細胞壁과 原形質과의 사이에 空間이 생겨서 細胞壁속에 얼음이 생겨 結局은 細胞는 破壞되어 죽게되는 것이다. 이것을 凍害라고 하는데 눈에 띄지 않을 程度로 局部的으로 일어나서 봄, 여름이 되어서는 나무가 자람에 따라서 아무는 수도 있고 傷處가 커서 사람의 눈에 띄게되어 아무는 데, 몇년이 걸리는 被害도 있다. 또는 나무全體가 回復이 되지 못하여 枯死하는 수도 있다.

1) 耐凍性의 增加: 나무가 凍結(얼어붙음)에 忍耐하는 性質을 耐凍性이라하는데, 나무의 組織이 凍結하여도 水分이 적고 細胞液이 水와 膠質에 對하여 親和力을 가지고 있어 딱 달라붙어 있고 또한 細胞사이의 얼음이 細胞를 破壞할 程度로 커지지 않고 또한 細胞속의 糖類의 濃도가 높고 細胞內 凍結이 일어나지 않으면 細胞의 凍死는 이러나지 않는다. 一般的으로 夏節에서 冬節에 걸쳐서 나무속의 含水率은 減少되고 細胞內의 糖의 濃도는 增加하여져서 耐凍性이 높아지는 것이다. 이 耐凍性에 絕對的으로 關係하는 樹體內의 水分과 糖類의 濃도는 그시 그시 變化하는데 季節에 따른 變化는 樹種에 따라서 다른 뿐더러 興味있는 것은 나무 部位 즉 높이에 따

라서도 다르다. 杉나무 幼苗은 幹의 밑부분이 幹의 윗部分보다 耐凍性이 낮아서 동해는 杉나무에서는 地際部에 흔히 일어나고 있다. 다음에 幼木들과 겨울가지(冬枝)의 耐凍度를 記錄한다.

2) 凍害發生의 時期: 林木은 冬期の 低溫에 相當히 견디는 것들도 그와 耐凍性은 那時 那時 急速히 增加하는 것이 아니다. 따라서 秋期에 아직 耐凍性이 充分히 생기기 前에 강한 寒波가 來襲하면 凍害를 받는다. 또는 봄에 樹液이 流動하기 始作되어 林木自體는 耐凍性을 이미 喪失하고 있을 때는 강한 서리를 만나면 凍害를 받는다.

3) 被害의 特徵: 봄눈(春芽)과 綠葉은 凍害를 받으면 黑變하고 다음에 漸次 赤色으로 變色하여 枯死하게 된다. 綠枝도 暗褐色으로 變色한다 樹幹에서 樹皮를 벗겨보면 褐變한 것을 볼 수 있다. 긴 時日이 지나면 被害部의 樹皮는 벗겨져서 떨어진다. 材部까지 凍害를 받으면 材部도 變色한다. 幹의 橫斷面을 보면 變色은 材의 外部인 邊材部에서 나무속(木髓)으로 向하여 썩기 모양으로 된 것이 많다. 幹의 被害는 地際部附近에 많이 생긴다. 幼木에서 材全둘레에 凍害를 받는 것은 枯死하기 쉽다.

4) 凍害가 일어나기 쉬운 場所: 凹地, 斜面下部, 平坦地 또는 5~6度까지의 傾斜地 등에서

많이 發生하고 있지만 傾斜가 30度可量의 南面 傾斜地에서도 發生하는 수가 있다.

2. 寒風害

1) 寒風害가 어떻게 發生하나: 겨울에 땅이 凍結하여 나무가 뿌리로부터 물을 吸收할 수 없는 狀態가 길게 繼續하면 常綠樹는 生理的 乾燥害를 입어서 枯死하게 된다. 落葉樹는 겨울에 葉이 없으므로 被害를 안받는다. 그러나 積雪이 있으면 土壤은 凍結되기 어렵지만 嚴冬期에서는 林木의 幹部가 凍結되어서 水分이 못올라가서 乾燥害를 받을 수가 있다. 또한 高冷地에서는 林木의 雪面上에 露出된 部分이 凍結하여 水分의 上昇이 阻止되어 乾燥害를 받을 수가 있다. 이와같은 害를 寒風害라고 한다. 土壤이 20cm以上 凍結하면 被害가 나타나기 始作하여 30cm以上 凍結하면 상당한 林木이 枯死하게 된다.

2) 被害發生의 時期: 土壤凍結의 깊이가 깊어지는 嚴寒前後에 發生이 많지만 降雪이 많은 겨울은 被害가 적다.

3) 被害가 일어나기 쉬운 場所: 겨울에 土壤이 깊이 凍結하는 곳으로 積雪量이 적은 場所, 그리고 겨울에 日照時間이 적은 北面向 斜面에 發生하기 쉽다.

3. 寒害의 豫防

1) 苗床의 비닐 터널(Vinyle tunnel)의 效果: 리기테다소나무 苗床에 防寒을 爲하여 그림 1과 같은 4種類의 비닐 터널 施設을 한곳의 溫度를 79年 3月 3日과 4日 兩日 調査한 結果는 다음과 같다. 即, 苗床 No. 1은 床幅이 123cm 床面에 0.05m/m 두께의 白色비닐을 93cm 높이로 아취形으로치고, 그 內에 짚을 南과 北側에 세워치고 그 위에 다시 黑色비닐말로 그 重被覆한 床이고 苗床 No. 2는 苗床 No. 1과 같은데 다만 짚을 白色비닐과 黑色비닐발사이에 세워가린 床이다. 苗床 No. 3은 苗床 No. 1과 同一하게 白色비닐과 黑色비닐 발만을 친곳이고, 苗床 No. 4는 前記 No. 3과 같은데 다만 높이를 64cm로 낮게한 苗

표 1. 幼木의 겨울가지의 耐凍度(°C)

樹種名	頂芽	葉	幹下部	幹上部	樹齡
소나무	-50	-20	-20	-50	4年
소나무가지	-50	-50	-50		15
곰솔	-30	-20	-20	-40	4
곰솔가지	-30	-25	-30		15
테다소나무	-25	-10	-20		15
낙엽송	-50	-20	-20	-50	4
젓나무	-20	-25	-25	-25	5
젓나무가지	-20	-25	-40		15
가문비나무	-30	-25	-25	-40	4
가문비나무가지	-30	-25	-25	-40	4
삼나무	-20	-25	-20	-25	3
편백가지	-20	-20	-25		20
화백	-20	-20	-20		20
상수리나무	-27	-40	-25		

床등에 대하여 맑은 날과 흐린날에 各各 調査하였다. 即 맑은 날의 最高溫度는 表 2와같이 下午 13:00時에 到來하고 있으며, 苗床 No.4의 床內의 溫度가 30.3°C로 어느 苗床보다도 높고 苗床 No.1은 29.7°C로 다음으로 높고, 苗床 No.3는 29.0°C이며 가장 낮은 苗床은 No.2로서 白色비닐위에 黑色비닐밭을 치고 白色비닐 外部에 짚을친 곳으로서 그 溫度는 17.3°C이다. 그 時刻의 外溫은 22.9°C이어서 外溫보다도 6°C 假量이 낮음을 알 수 있다. 苗床 No.4나 No.3, 그리고 No.1 苗床은 共히 外溫보다 6°C~7°C 假量높다. 따라서 苗床 No.2는 高溫期立場에서 볼때 가장 理想的인 防寒施設이라고 할 수 있다. 같은 갈의 最低溫度는 表 3과 같이 上午 6時頃에 到來하고 있으며 苗床별로 보면 溫度가 가장 낮은 苗床은 No.4로서 그 溫度는 -5.9°C이다. 그리고 가장 溫度가 높은 苗床은 No.2로 -2.4°C이다. 이 No.2 苗床은 最高溫度가 가장 낮은 苗床이다. 이 床은 外氣보다 6.8°C가 높다. 最低溫度와 最高溫度와의 隔差幅은 苗床 No.1은

33.9度이고 No.2는 19.7度, No.3은 34.2度 그리고 苗床 No.4는 36.2度이다. 그리고 外溫은 隔差幅은 32.1度이다. 따라서 溫度幅으로 볼때 No.4 苗床은 가장 넓어서 가장 不良한 施設이라고 할 수 있고, No.2가 가장 溫度隔差幅이 좁아서 凍害防止에 가장 效果的인 施設이라고 할 수 있다. 即, 白色비닐의 터널을 하고 그 위에 짚을 南과 北側에 세워치고 그 위에 다시 黑色비닐밭을 친 苗床이 낮의 最高溫度는 가장 낮고, 早朝의 最低溫度는 가장 높은 方便, 最高溫度와 最低溫度幅이 가장 좁아서 凍害防止에 效果的인 施設이라고 할 수 있다. 또한 짚을 침으로써 日照時間이 짧아지게 한것도 凍害防止에 效果的인 措置이다. 흐린날에 調査한 結果도 맑은날의 調査와 같이 苗床 No.2의 床內 溫度가 最高는 가장 낮고 最低溫度는 가장 높아서 가장 理想的인 防寒施設이라고 할 수 있다.

표 2. 맑은 날의 묘목상의 비닐터널 내·외의 온도 변화

묘목상별	최저온도	최고온도
No.1	-4.2°C	29.7°C
No.2	-2.4	17.3
No.3	-5.2	29.0
No.4	-5.9	30.3
外部	-9.2	22.9

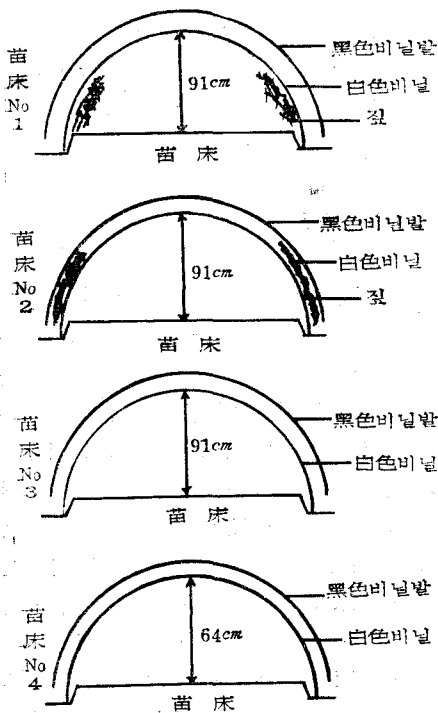


그림 1. 여러가지 種類의 苗床에친 비닐터널

표 3. 흐린날의 묘목상의 비닐터널 내·외의 온도 변화

묘목상별	최저온도	최고온도
No.1	-2.0°C	16.4°C
No.2	-1.3	9.9
No.3	-2.4	18.0
No.4	-3.3	18.2
外部	-6.3	1.0

2) 防棚에 依한 防寒의 效果: 리기테다 苗床 周圍中 西側과 北側에 各各 40m의 길이로 그리고 높이 3.2m의 짚으로 만든 防棚을 만들어 그 內, 外의 溫度를 79年 2月 9日과 11日사이에 맑은날과 흐린날의 低溫期와 高溫期間에 對하여

測定하였다. 即, 맑은날인 2月 9日 下午 9時頃의 低溫期를 調査한 結果는 表 4와 같이 防柵內의 10cm높이의 溫度는 -4.9°C 이고 같은 防柵內의 60cm높이의 溫度는 -3.9°C 로, 一般現象과 같이 下部位가 最低溫度가 낮다. 그리고, 防柵外의 10cm높이의 最低溫度는 -1.7°C 이고 6cm높이의 部位는 -2.8°C 이다. 結局 最低溫度에 있어서는 防柵內가 防柵外部보다 어느 높이를 莫論하고 溫度가 낮다.

흐린날인 10日 下午 6時 30分頃의 溫度를 調査한 結果 表 5와같이 防柵內의 10cm높이의 溫度는 -1.8°C 이고 60cm높이의 溫度는 1.0°C 이어서 60cm높이에서는 外氣溫度와 差가 없지만 높이에서는 外部溫度보다 多少낮은 傾向이다. 다음에 같은 調査期間의 高溫期를 보면 맑은날인 9日의 調査로 보면 高溫期는 下午 4時頃에 到來하고 있으며 防柵內 10cm높이는 11.2°C 이고 外部는 12.0°C 이다. 그리고 60cm높이의 防柵內는 12°C 이고 外部는 12.6°C 이어서 防柵內外의 最高溫度 差異는 大端히 적다고 할 수 있다. 그리고 흐린날의 10日의 調査를 보면 防柵內 10cm높이의 最高溫度는 11.2°C 이고 外部는 10.8°C 이다. 한편 60cm높이의 內部는 11.2°C 이고, 60cm높이의 外部는 10.0°C 이어서 어느 높이에서나 防柵內部가 多少높은 傾向이다. 한편, 防柵內外의 高低溫度隔差를 보면 맑은날의 防柵內의 10cm높이의 溫度隔差는 $-4.9^{\circ}\text{C}\sim 11.2^{\circ}\text{C}$ 의

範圍로서 그 隔差는 16.1° 이고, 外部는 $-1.7^{\circ}\text{C}\sim 12.0^{\circ}\text{C}$ 로서 그의 隔差는 13.7°C 이다. 따라서 10cm높이에 있어서는 防柵內部最低溫度는 外部보다 더낮고 最低와 最高溫度 隔差는 더커서 防柵의 效果는 없다고 推測된다. 勿論 이 溫度隔差가 凍害에 어떻게 影響하는 지는 後日의 試驗으로 미루어야 하겠다. 또한 60cm높이의 防柵內의 溫度範圍는 $-3.9^{\circ}\text{C}\sim 12^{\circ}\text{C}$ 이어서 그 隔差는 15.9° 이다. 外部는 $-2^{\circ}\text{C}\sim 12.6^{\circ}\text{C}$ 로서 그 隔差는 14.6° 이다. 따라서 60cm높이에서도 外部가 隔差가 낮은 한편, 最低溫度도 防柵內部보다 높아서 結局 防柵의 效果가 없음을 알 수 있다. 여기서 注意해야 할 점은 以上과 같이 最低溫度에서나 高低溫度의 隔差에 있어 防柵內部보다는 外部의 溫度條件이 多少좋은 傾向이어서 防柵의 效果는 溫度 管理의 效果보다는 보다는 重要한 것은 5項에서 說明하듯이 寒害의 一原因인 寒風害를 더 效果가 있다는 것을 말하고자 한다. 흐린날의 防柵內外 溫度隔差가 맑은 날과 같은 傾向이며 防柵外部보다는 內部가 最低溫度에 있어서나 高低溫度隔差가 더커서 防柵의 效果를 溫度面에서는 期待하기 困難한 것을 알 수 있다.

3) 積雪의 效果: 降雪翌日 맑은날에 積雪이 防寒에 미치는 影響을 調査한 結果는 表 6과같이 積雪表面의 最高溫度는 7°C 이고 積雪面에서 100cm높이의 部位의 最高溫度는 0°C 이다. 그러나 積雪下 10cm部位의 最高溫度는 -1°C 이고,

표 4. 2月 9日 맑은날의 防柵 內·외의 온도조사

높이 別	최저 온도		최고 온도		최저온도와 최고온도의 격차	
	防柵 內	防柵 外	防柵 內	防柵 外	防柵 內	防柵 外
10cm	-4.9°C	-1.7°C	11.2°C	12.0°C	16.1°C	13.7°C
60	-3.9	-2.0	12.0	12.6	15.9	14.6

표 5. 2月 10日 흐린날의 防柵 內·외의 온도조사

높이 別	최저 온도		최고 온도		최저온도와 최고온도의 격차	
	防柵 內	防柵 外	防柵 內	防柵 外	防柵 內	防柵 外
10cm	-1.8°C	0.5°C	11.2°C	10.8°C	13.0°C	11.3°C
60	1.0	0.6	11.2	10.0	12.2	10.6

地表(積雪이된 곳)는 0°C이다. 한편 低溫度는 雪面이 -11°C이나, 雪下 10cm部位는 -5°C이고 地表의 最低溫度는 1°C이다. 即, 積雪로 因하여 低溫期에도 相當히 높은 溫度가 維持되고 있음을 알 수 있다. 그리고 凍害의 原因이 되고있는 最低溫도와 最高溫도와의 幅은 積雪面은 18度이나, 積雪下 10cm部位는 4°C이고, 地表는 1度밖에 되지 않는다. 即, 積雪로 因하여 最低溫度가 높아지고 最低溫도와 最高溫도와의 隔差가 적어져서 凍害의 防止에 效果가 있다고 할 수 있다.

표 6. 南側方位의 積雪表面과 積雪下の 最低最高溫度(°C)

	최고온도	최저온도
地表	0°C	1°C
積雪下 10cm	-1	-5
積雪表面	7	-11
積雪上 10cm	6	-11
do 20	6	-10
do 30	7	-9
do 100	0	-10

78年 1月 21日 측정

4) 苗床에 落葉을 덮는 效果: 77年 1月 11日(晴日)과 13日(晴日) 兩日에 松類의 落葉과 포푸라 落葉을 苗床上에 18cm두께로 덮은 곳의 最低溫도를 上午 10時에 測定한 結果는 表 7과 같다. 이때 比較調査로 裸地에서도 調査를 하였는데 1月 11日은 松類落葉區의 被覆區의 地表의 最低溫度는 -9°C이나, 같은 높이의 裸地는

-13°C로 4도가 被覆區가 높았다. 그리고 13日의 調査로는 被覆區가 -13°C로 裸地의 -18°C보다 5도가 높았다. 한편 포푸라 落葉을 덮은區는 11日에는 -9°C로, 亦是 裸地보다 4도가 被覆區의 溫度가 높았다. 또한 13日의 調査로서는 -13°C로 亦是 裸地보다 5도가 높아서 結果 被覆物의 種類如何를 莫論하고, 4~5度 假量 被覆區의 最低溫度가 높음을 알 수 있어 落葉을 苗床에 덮는 것은 效果的인 防寒이 된다고 볼 수 있다.

표 7. 落葉을 쌓은 묘床의 最低溫度測定

측정일	裸地	松類落葉 피복구	포푸라類落葉 피복구
77年 1月 11日	-13°C	-9°C	-9°C
1月 13日	-18°C	-13°C	-13°C

5) 低溫風害試驗: 寒風害의 被害를 調査하기 爲하여 현사시나무(은수원사시나무)에 對하여 調査한 것을 보면 -15°C의 低溫下에서 風速을 微風과 強風으로 各各 調査한 結果, 微風에서는 被害가 없었으나, 強風에서는 寒害를 입고 있다. 本成績으로 보아도, 冬季의 風害는 相當히 무서운 것이라고 生覺되며, 더욱이 低溫下의 風害는 林木의 寒害에 重要한 要因이 됨을 알 수 있어, 寒害에 弱한 樹種은 勿論이려니와, 強한 樹種에 있어서도 防風이 되는 곳의 植栽地 選定에 注力하여야 할 것이다.