

杉나무 耐寒性 品種 選拔에 관한 研究*1

洪 性 珏*2 · 趙 台 煥*2 · 黃 增*3

Studies on Selection of Freezing Resistant Clones of *Cryptomeria japonica*

Sung Gak Hong*2 · Tae Hwan Cho*2 · Jeung Hwang*3

This study was designed to know difference in degree of dehardening and rehardening respectively by artificial high and low temperature treatments among different clonal seedlings and seedlings from different seed sources of *Cryptomeria japonica* which have been grown under the cold areas in Japan and Korea. High temperature treatment was done with 15 to 20°C under 100% relative humidity for one to nine days and low temperature treatment was carried with -7°C for one to three days. Occasionally, high temperature treatment was combined and followed by low temperature treatment.

The ability of stem section to delay dehardening by high temperature treatment and/or to hasten rehardening by low temperature treatment was used as an indicator of adaptability under extreme temperature fluctuation in nature.

Clones and seedlings from different seed sources which showed greater freezing resistance than others after artificial high and/or low temperature treatments were selected over two to three time periods: early winter, mid winter and early spring in 1977 to 1980. These were Seoul #7, and #9, Nambo #3, and #4, Sung-Kang #11, Chung-Sam #8 and Huek-Suk #9. These selected seedlings might have survival advantage to withstand early and late frost damage, especially the critical frost damage of the basal stem, since it was known to be induced by lowering freezing resistance of the basal part when exposed to the high temperature near the ground during the day.

Large variation in freezing resistance and degree of dehardening and rehardening was found among clonal or seed sources and among individuals within a seed source, but was not related to the difference in climatic conditions where the parent trees was selected. These indicated the possibility of future breeding work for more cold resistant family of *Cryptomeria japonica*.

本 研究은 日本 및 韓國에서 耐寒性이 強하다고 생각되는 杉나무 클론 및 品種에 人工的인 高温 및 低温 處理를 했을 때 耐寒性이 变化하는 程度에 있어서 品種間의 差異를 알기 위하여 設計 되었다.

高温 處理는 相對湿度 100% 下에 15°C 에서 20°C 로 1 日에서 9 日間, 低温 處理는 -7°C 로 1 日에서 3 日間 實施되었으며 몇 경우에는 高温 處理에 잇따라 低温 處理가 實行되었다.

高温 處理後 耐寒性을 작게 低下시키거나 低温 處理後 耐寒性을 크게 增進시키는 樹木의 能力을 自然에서 일어나는 異學的인 氣候變動下에서의 適應力을 測定하는 指標로 삼고 1977~1980年의 겨울 동안 초겨울, 한겨울, 초봄의 세 時期에 모두 耐寒性 品種을 選拔하였던 바 이들 品種은 서울 7號, 9號, 南部 3號, 4號, 盛岡 11號, 靑森 8號, 黑石 9號로 나타났다. 이들 選拔된 品種은 初霜과 晩霜에 뿐만 아니라, 삼나무에 잘 일어나는 基部의 凍害, 즉 地面에 가까운 地際部가 高温에 의하여 耐寒性度가 低下되므로서 發生되는 幼苗의 致命的인 被害에 다른 品種들보다 비교적 強하리라고 考察되었다.

*1 Received for Publication on March 3, 1981. 本研究은 1979年度 文敎部政策課題研究費에 의하여 遂行되었음.

*2 建國大學校 農科大學 College of Agriculture, Konkuk University, Seoul.

*3 慶尙大學校 農科大學 College of Agriculture, Gyeongsang National University, Jinju.

耐寒性 및 高温·低温處理後 耐寒性 變化 速度에 있어서 品種間 또는 同一品種內 個體間에 變異가 큰 것이 發見되었으며 이러한 變異는 그 品種이 選拔된 氣候의 條件과는 관련이 없었으나 앞으로 보다 耐寒性이 強한 삼나무 品種을 開發함에 있어서 큰 可能性을 보여 주었다.

緒 論

삼나무는 탁월한 樹幹形과 耐朽性이 높은 木材를 生産하기 때문에 原產地인 日本에서 가장 많이 심고 있는 樹種이지만 우리나라에서는 겨울철 寒冷하고 乾燥한 氣候條件으로 삼나무의 生育地域을 크게 制限받고 있다.

삼나무의 寒害와 寒風害는 日本의 東北地方, 그외 氣溫이 낮은 地域과 高山地에서 빈번하게 일어나고 있기 때문에 이러한 被害를 막기 위하여 耐寒성과 耐寒風性이 높은 品種을 選拔하려는 研究가 試圖되고 있다.^{2,6)}

日本에서의 삼나무 品種 開發은 주로 生長率이나 樹形 또는 材質의 特性을 위주로 수행되어 왔고 삼나무의 耐寒性 品種 育種은 근간에 대두되고 있다. 일본의 氣候가 비교적 따뜻하기 때문에 삼나무의 耐寒性 遺傳子의 自然淘汰에 의한 選拔은 아직까지 平衡狀態에 이르지 못하고 있다.²⁾ 原產地가 비록 따뜻한 지방이지만 寒冷한 地域에서의 삼나무 適應性은 상당히 큰 것으로 알려지고 있다.¹⁴⁾

原產地인 日本에서도 種子產地에 따라 耐寒性的 遺傳的 變異가 크며 後代檢定을 통하여 耐寒性 遺傳力이 높은 것을 보고 하고 있다.^{2,6)}

日本의 경우에 삼나무의 幼苗가 특히 凍害에 약하고 成木이 되면 겨울철에 寒冷하고 乾燥한 바람에 의하여 被害를 받고 있는 것으로 알려지고 있다.⁶⁾ 그러나 地域과 地形에 따라 또한 그해의 氣候條件에 따라 凍害나 寒風害가 각각 다르게 일어나는 것으로 보고되고 있다.^{10, 12)}

우리나라의 겨울철 氣候條件을 日本과 비교하여 볼 때 凍害 및 寒風害가 모두 일어날 것이 예상되며 이러한 被害를 감소시키기 위하여는 耐寒性 및 耐寒風性이 強한 品種이 育種되어야만 할 것이다.³⁾ 이러한 品種을 選拔하기 위하여 먼저 耐寒性 品種들을 選拔하고 그후에 그 選拔된 品種들 중에서 耐寒風性이 強한 品種을 選拔하는 일련의 研究과정에서 본 연구는 耐寒性이 強한 品種을 선별하는 것을 목적으로 두고 있다.

植物의 耐寒性은 계절에 따라 變化한다. 가을의 短日條件에서 植物들은 第一次低温順應過程을 통하

여 서서히 耐寒性을 높이기 시작한다. 초겨울에는 0℃-10℃의 低温刺戟을 받아 植物들은 第二次 低温順應을 통해 더 높이 耐寒性을 發達시킨다. 耐寒性이 높은 樹種일수록 低温處理에 민감한 것으로 알려져 있다.⁵⁾ 第一次低温順應이 늦거나 低温處理에 敏感하지 않는 樹種들은 初霜의 被害를 받기 쉽다. 自然的인 또는 人工的인 低温處理에 의하여 일단 耐寒性이 증진되었다 하더라도 다시 氣溫이 높아지면 耐寒性이 다시 저하된다. 高温處理에 敏感하게 耐寒性을 저하시키는 樹種들은 비정상적으로 따뜻한 한 겨울에 凍害를 받기 쉬운뿐만 아니라 초봄에 흔히 일어나는 晩霜의 被害를 받게 된다.

이와같이 植物의 耐寒性은 複合的인 生理的 特性이므로 耐寒性 品種을 選拔하기 위하여는 樹木의 耐寒性을 계절별로 측정해야 할 뿐만 아니라 低温 및 高温 處理에 대하여 耐寒性度가 변화하는 敏感度 역시 고려되어야 할 것이다.

本研究은 삼나무의 高温 및 低温處理에 대한 耐寒性度의 變化樣相을 品種別로 조사하여 耐寒性 品種의 선별의 指針을 삼고져 하였다. 아울러 人工的인 低温處理에 의하여 삼나무의 最高耐寒性度를 측정함으로써 삼나무 내에 耐寒性 遺傳子를 확인하고자 하는 副次的인 목적을 두고 있다.

材料 및 方法

試驗材料는 全州 및 晉州 兩地域에서 採取되었다. 全州地域은 全北 全州市 所在 全北道 林業試驗場 삼나무 品種保存園 및 全州地方에서 자라는 삼나무를 使用하였다. 全北 1, 2號는 全州市 所在 完山公園에서 자라는 50年生 成木이다. 全北 3號는 12年生 成木이며 全北 4, 5, 6, 7, 8號는 2年生 插木묘로서 全北道 林業試驗場內에서 生長하고 있다. 全北 4~8號까지는 11月 中旬에 越終시키기 위하여 Polyethylene Film으로 피복되었던 材料를 使用하였다. 그리고 晉州地域은 慶尙南道 晉州市 所在 林業試驗場 南部支場에 자라는 23個系統의 삼나무가 使用되었다.

日本品種인 西盤舟 1號, 盛岡 11號, 氣仙 5號, 稗貫 2號, 中新田 2號, 靑森 8號, 大鱈 1號, 仙台 6號, 黑石 9號는 2年生 實生苗이다. 그의 서울3, 7, 9號,

光州 1號, 光陽 1, 21, 24, 39, 42, 44, 47, 南部2, 3, 4號는 우리나라에서 選拔된 2年生 插木苗이다. 이들 個體를 본 試驗에서는 편의상 臨時 品種으로 取扱하고자 한다.

當년에 生長된 苗木의 下部 側枝에서 試料을 採取하였다. 그 側枝의 梢頭部로부터 약 15cm의 小枝를 잘라 비닐봉지에 넣고 다시 이들을 얼음과 함께 얼음상자에 넣어 운반하여 建國大學校 農科大學 냉동기에서 3~27日間 保管하였다가 使用하였다. 試料의 採取時期는 1977年 10月 26日, 1978年 1月 26日과 3月 9日이었으며 國東 5號, 藤津 14號, 西盤舟 1號, 河北 4號, 黑石 9號, 下高井 19號, 中新田 2號, 大鱈 1號, 키모츠키 1號, 盛岡 11號, 靑森 8號, 長水 5號, 氣仙 5號, 仙台 6號, 下高井 24號, 固城, 桿貫 2號, 園部 3號, 飾磨 5號, 高岡署 4號, 中頸城 6號 등의 日本品種은 3~4年生 實生苗로 慶南 晋州市 林業試驗場 南部支場에서 1979年 12月 22日과 2月 1日에 採取하였다.

各 品種의 小枝를 약 4~5cm 정도로 잘라서 Lable 한 다음 이들을 알루미늄 호일(죽김 호일)에 부착시켜 포장하였다. 알루미늄 호일은 木材보다 熱傳導率이 높으므로 局所溫度를 均一하게 확산시켜 試料間의 溫度差를 最小化시키는 作用을 한다. 알루미늄 호일에 포장된 試料의 溫度를 서서히 下降시키기 위하여 보온병을 냉동기(最低溫度 -70℃)에 넣어 時間當 6℃보다 낮은 速度로 低温處理하였다. 9개 보온병 중 1개는 對比 試料로서 4℃ 냉장고에 넣고 나머지는 냉동기에서 試料의 溫度가 지정된 處理溫度에 이를때마다 이것을 냉동기로 부터 꺼내어 4℃ 냉장고에 放置하여 서서히 解氷시켰다. 지정된 處理溫度는 1977年 10月 26日에 採取된 試料에 對하여 -6, -10, -14, -18, -22, -26, -30, -34℃로, 78年 1月 26日에 採取된 試料는 -12, -15, -18, -21, -24, -27, -29, -33℃로, 3月 9日에 採取된 試料는 -16, -18, -20, -22, -24, -26, -28, -30℃로 處理하였으며 79年 12月 22日 및 80年 2月 1日에 採取된 試料에 대하여는 -21, -24, -27, -30, -33, -37, -40℃까지 處理하였다. 解氷된 試料는 관계습도 100%, 溫度 20℃의 暗條件에서 10日間 放置 시켰다.

이와 같이 處理된 試料는 葉, 形成層, 材部柔組織의 部位別로 그 傷害程度가 해부현미경으로 觀察되었다. 葉의 傷害程度는 葉을 횡단면 方向으로 절단한 後에 葉內 조직이 갈색으로 變化한 葉의 數를 全體葉數에 對한 百分率로 表示하였고 形成層 및 材部

柔組織의 傷害程度는 小枝의 횡단 면상의 變色된 形成層의 길이 또는 材部柔組織의 面積을 各各 全體 길이 또는 全體面積에 對한 百分率로 表示하였다. 形成層의 傷害率은 같은 組織에 있어서 材部柔組織의 傷害率과 같게 나타 났거나 더 높게 나타났기 때문에 材部柔組織의 傷害率에 抱含하여 取扱하였다.

結果 및 考察

1977년 10월 26일에 採取된 삼나무 31個 品種의 葉과 形成層을 抱含한 材部柔組織이 各 處理溫度에서 나타난 傷害率은 各各 表 1, 2와 같다. 各 品種의 平均傷害率이 50% 이상 되었을 때의 處理溫度를 任意로 致死溫度로 定하고 各 品種 및 各 部位의 耐寒性度를 致死溫度와 그 致死溫度에서의 傷害率로 基準하여 決定하였다. 이후의 各 品種의 耐寒性度는 致死溫度와 致死溫度에서의 平均傷害率로서 表示하였다.

10월 26일에 採取하여 5℃에서 10일간 저장한 후 15℃에서 3일간 高温處理하고 이것을 다시 -7℃에서 3일간 低温處理한 후 조사된 葉과 材部柔組織의 耐寒性度는 表 3과 같다. 모든 品種에 있어서 形成層을 포함한 材部柔組織의 耐寒性도가 葉의 耐寒性도보다 낮게 나타나기 때문에 各 品種間에 耐寒性을 比較함에 있어서 材部柔組織의 耐寒性도를 基準하였다. 表 3에서 高温處理후 低温處理를 받은 뒤에 耐寒性도가 원래보다 높아진 品種은 黑石 9號, 서울 9號, 靑森 8號, 盛岡11號, 仙台 6號, 南部 2號로서 이들 品種은 致死溫度 -24℃ 까지, 大鱈 1號, 光陽 21號, 42號, 44號는 致死溫度 -22℃까지 耐寒性이 增進되었다.

10월 26일에 採取하여 5℃에서 27일간 저장한 후 이들 試料에 대하여 高温(3일간 15℃)과 低温(3일간 -7℃)處理한 후의 耐寒性度는 表 4와 같다. 高温後 低温處理에 의하여 耐寒性이 致死溫度 -24℃까지 높아진 品種은 盛岡11號, 靑森 8號, 黑石 9號, 서울 3號, 7號, 南部 2, 3, 4號이다. 위 品種들은 다른 品種들에 비하여 急激한 溫度變化에 의한 初霜의 被害에 強한 品種이라고 할 수 있다. 그러나 仙台 6號는 低温處理에 대한 反應度는 높았지만 低温處理 받기 前의 耐寒性도가 너무 낮기 때문에 아주 急激한 氣候變化가 있을 경우에는 被害를 받을 가능성이 클 것이다. (表1, 2)

Tab. 1. Freezing resistance of leaf of *Cryptomeria japonica* collected on 12/26/78

LINE	Treatment Temperature (-°C)						
	12	14	16	18	20	22	24
盛岡11號	—	—	—	—	73 ¹⁾	73	80
西盤舟1號	—	—	—	—	—	—	30
氣仙5號	—	—	—	—	10	17	17
稗貫2號	—	—	—	—	—	—	30
中新田2號	—	—	—	—	—	—	70
青森8號	—	—	—	—	—	—	15
大鰯1號	—	—	—	—	—	15	35
仙台6號	—	100	100	100	100	100	100
黒石9號	—	—	—	—	—	—	50
서울3號	—	—	—	—	10	30	50
서울7號	—	—	—	—	—	—	50
서울9號	—	—	—	—	—	30	30
光州1號	—	—	—	—	—	—	30
光陽1號	—	—	—	—	—	100	100
光陽21號	—	—	—	—	10	10	60
光陽24號	—	—	—	—	—	15	15
光陽39號	—	—	—	—	—	—	100
光陽42號	—	—	—	40	70	70	70
光陽44號	—	—	—	—	—	—	50
光陽47號	—	—	37	100	100	100	100
南部2號	—	—	—	—	—	—	—
南部3號	—	—	—	—	25	100	100
南部4號	—	—	—	—	—	50	65
全北1號	—	—	75	100	100	100	100
全北2號	—	30	100	100	80	100	100
全北3號 ²⁾	100	100	100	100	100	100	100
全北4號	—	—	—	—	43	100	100
全北5號	—	—	16	83	83	90	100
全北6號	—	—	77	100	100	100	100
全北7號	—	—	—	—	—	—	100
全北8號	—	—	10	70	100	100	100

1) Percent damage

2) Killed 100% at -10°C

Tabl 2. Freezing resistance of xylem and cambium of *Cryptomeria japonica* collected on 12/26/78

LINE	Treatment Temperature (—℃)						
	12	14	16	18	20	22	24
盛岡11號	--	--	--	67 ¹⁾	100	100	100
西盤舟1號	--	--	--	--	60	100	100
氣仙5號	--	--	--	--	60	100	100
稗貫2號	--	--	--	--	--	--	100
中新田2號	--	--	100	100	100	100	100
青森8號	--	--	--	--	70	100	100
大鰯1號	--	--	--	--	70	100	100
仙台6號	--	100	100	100	100	100	100
黒石9號	--	--	--	--	100	100	100
서울3號	--	--	--	--	30	50	80
서울7號	--	--	--	--	40	100	100
서울9號	--	--	--	50	70	100	100
光州1號	--	--	--	--	--	70	100
光陽1號	--	--	--	25	100	100	100
光陽21號	--	--	--	--	57	100	100
光陽24號	--	--	--	--	--	100	100
光陽39號	--	--	--	--	35	100	100
光陽42號	--	--	--	90	100	100	100
光陽44號	--	--	--	--	50	80	100
光陽47號	--	--	67	100	100	100	100
南部2號	--	--	--	--	50	50	80
南部3號	--	--	--	--	100	100	100
南部4號	--	--	--	--	100	100	100
全北1號	--	--	100	100	100	100	100
全北2號	--	30	100	100	100	100	100
全北3號 ²⁾	100	100	100	100	100	100	100
全北4號	--	--	--	67	100	100	100
全北5號	--	--	67	83	100	100	100
全北6號	--	--	100	100	100	100	100
全北7號	--	--	--	--	--	--	100
全北8號	--	--	67	100	100	100	100

1) Percent damage

2) Killed 100% at -10℃

Tab. 3. Change in freezing resistance of *Cryptomeria japonica* by high and low temperature treatment

LINE	D. T* ¹ (% D* ²) of Leaf		D. T(%D) of Xylem+Cambium	
	Control* ³	15°C (3 day) -7°C (3 day)	Control	15°C (3 day) -7°C (3 day)
盛岡 11 號	20 (73)	24 (60)	18 (67)	24 (100)
西盤舟 1 號	24 (30)	18 (100)	22 (100)	18 (100)
氣仙 5 號	24 (17)	24 (50)	20 (60)	24 (100)
稗貫 2 號	24 (30)	22 (50)	24 (100)	22 (100)
中新田 2 號	24 (70)	18 (50)	16 (100)	18 (100)
青森 8 號	24 (15)	24 (10)	20 (70)	24 (83)
大鱒 1 號	24 (35)	24 (40)	20 (70)	22 (90)
仙台 6 號	14 (100)	24 (100)	14 (100)	24 (100)
黒石 9 號	24 (50)	24 (24)	20 (100)	24 (75)
서울 3 號	24 (50)	22 (100)	22 (50)	20 (67)
서울 7 號	24 (50)	24 (50)	22 (50)	22 (65)
서울 9 號	24 (30)	24 (57)	20 (70)	24 (83)
光州 1 號	24 (30)	18 (65)	22 (70)	18 (100)
光陽 1 號	24 (100)	18 (75)	20 (100)	16 (50)
光陽 21 號	24 (60)	24 (60)	20 (57)	22 (100)
光陽 24 號	24 (15)	24 (100)	22 (100)	18 (100)
光陽 39 號	24 (100)	20 (80)	22 (100)	20 (100)
光陽 42 號	20 (70)	24 (100)	18 (90)	22 (100)
光陽 44 號	24 (50)	24 (100)	20 (50)	22 (100)
光陽 47 號	18 (100)	14 (100)	16 (67)	14 (100)
南部 2 號	24 (0)	24 (50)	22 (50)	24 (100)
南部 3 號	22 (100)	18 (50)	20 (50)	18 (50)
南部 4 號	22 (50)	22 (50)	22 (100)	22 (100)
全北 1 號	16 (75)	18 (100)	16 (100)	18 (100)
全北 2 號	16 (100)	10 (100)	16 (100)	10 (100)
全北 3 號	10 (100)	/* ⁴	10 (100)	/* ⁴
全北 4 號	22 (100)	16 (50)	18 (67)	16 (80)
全北 5 號	18 (83)	14 (50)	16 (67)	14 (50)
全北 6 號	16 (77)	12 (100)	16 (100)	12 (100)
全北 7 號	24 (100)	14 (50)	24 (100)	14 (50)
全北 8 號	18 (70)	18 (50)	16 (67)	18 (100)

*¹ D. T. : Temperature at which damage occurred more than 50%*² %D : Percent damage at D. T.*³ Collected on 10/26/77 and run on 11/7/77*⁴ No experiment

Tab. 4. Change in freezing resistance of *Cryptomeria japonica* by high and low temperature treatment

LINE	D. T* ¹ (% D* ²) of Leaf		D. T(%D) of Xylem+Cambium	
	C* ³	15°C (3 day) -7°C (3 day)	C	15°C (3 day) -7°C (3 day)
盛岡 11 號	14 (50)	22 (70)	14 (50)	22 (100)
西盤舟 1 號	14 (80)	18 (100)	14 (50)	18 (100)
氣仙 5 號	22 (100)	18 (100)	22 (100)	18 (100)
程貫 2 號	18 (100)	18 (100)	18 (100)	18 (100)
中新田 2 號	14 (100)	18 (100)	14 (100)	18 (100)
青森 8 號	18 (60)	22 (80)	18 (50)	22 (50)
大鱒 1 號	18 (50)	18 (50)	14 (67)	18 (50)
仙台 6 號	14 (100)	18 (50)	10 (50)	18 (100)
黒石 9 號	22 (90)	22 (50)	18 (50)	22 (100)
서울 3 號	18 (100)	22 (100)	18 (100)	22 (100)
서울 7 號	18 (100)	22 (100)	18 (100)	22 (100)
서울 9 號	18 (100)	18 (60)	18 (100)	18 (100)
光州 1 號	18 (83)	18 (100)	18 (100)	18 (100)
光陽 1 號	18 (85)	22 (100)	18 (100)	18 (50)
光陽 21 號	18 (100)	18 (90)	18 (100)	14 (100)
光陽 24 號	18 (100)	18 (50)	14 (50)	18 (50)
光陽 39 號	18 (60)	18 (50)	18 (50)	18 (50)
光陽 42 號	14 (50)	18 (100)	14 (50)	18 (100)
光陽 44 號	14 (50)	18 (100)	14 (86)	18 (100)
光陽 47 號	14 (67)	18 (100)	14 (67)	18 (100)
南部 2 號	22 (100)	22 (100)	22 (100)	22 (100)
南部 3 號	22 (100)	26 (100)	18 (50)	22 (100)
南部 4 號	18 (90)	22 (60)	18 (100)	22 (65)
全北 1 號	18 (100)	18 (100)	18 (100)	18 (100)
全北 2 號	18 (100)	18 (100)	(50)	18 (100)
全北 3 號* ⁴	/	/	/	/
全北 4 號	18 (100)	18 (100)	18 (100)	18 (100)
全北 5 號	18 (100)	18 (100)	18 (100)	18 (100)
全北 6 號	18 (100)	18 (100)	18 (100)	18 (100)
全北 7 號	14 (50)	14 (100)	(50)	18 (100)
全北 8 號	18 (95)	18 (60)	18 (100)	18 (100)

*¹ D. T. : Temperature at which damage occurred more than 50%*² % D : Percent damage at D. T.*³ Collected on 10/26/77 and run on 11/77*⁴ Killed at filed condition field

Tab. 5. Change in freezing resistance of leaf of *Cryptomeria japonica* after high temperatures (20°C for 3 and 8 days), and high+low temperature (-7°C for 1 day after 20°C for 9 days)

LINE	DT* ¹ (% D)* ² of Leaf			
	CONTROL* ³	20°C (3 day)	20°C (8 day)	20°C (9 day) -7°C (1 day)
盛岡 11 號	33 (100)	28 (53)	24 (50)	26 (20)
西盟 舟 1 號	33 (67)	28 (100)	24 (90)	26 (90)
氣仙 5 號	33 (67)	24 (100)	24 (100)	26 (20)
稗貫 2 號	33 (33)	18 (60)	24 (100)	24 (50)
中新田 2 號	33 (100)	28 (77)	24 (70)	26 (30)
青森 8 號	33 (50)	28 (100)	24 (87)	26 (33)
大鱒 1 號	33 (33)	24 (50)	24 (70)	26 (50)
仙台 6 號	29 (100)	28 (100)	21 (90)	26 (93)
黒石 9 號	33 (33)	24 (60)	24 (50)	26 (100)
서울 3 號	33 (67)	22 (83)	21 (83)	24 (50)
서울 7 號	33 (0)	28 (87)	24 (70)	26 (90)
서울 9 號	33 (100)	24 (90)	18 (77)	26 (80)
光州 1 號	33 (100)	24 (100)	24 (87)	22 (100)
光陽 1 號	33 (67)	22 (100)	18 (50)	22 (100)
光陽 21 號	33 (33)	22 (87)	21 (70)	24 (60)
光陽 24 號	33 (100)	22 (100)	21 (50)	23 (100)
光陽 39 號	33 (100)	22 (90)	18 (60)	20 (100)
光陽 42 號	33 (0)	22 (67)	18 (63)	26 (80)
光陽 44 號	33 (100)	24 (60)	18 (67)	24 (50)
光陽 47 號	29 (100)	22 (100)	21 (100)	18 (100)
南部 2 號	33 (100)	24 (100)	21 (100)	22 (63)
南部 3 號	33 (100)	24 (60)	21 (50)	26 (100)
南部 4 號	33 (100)	22 (100)	21 (83)	24 (50)
全北 1 號	24 (100)	15 (50)	15 (100)	/**)
全北 2 號	18 (83)	15 (100)	15 (100)	/
全北 3 號	/	/	/	/
全北 4 號	33 (0)	30 (100)	24 (50)	26 (83)
全北 5 號	33 (100)	28 (100)	24 (100)	24 (50)
全北 6 號	33 (100)	22 (67)	21 (77)	23 (63)
全北 7 號	33 (50)	22 (100)	21 (100)	22 (100)
全北 8 號	33 (33)	22 (70)	18 (100)	22 (100)

*¹ D. T. : Temperature at which damage occurred more than 50%

*² % D : Percent damage at D. T.

*³ Collected on 1/26/78

*⁴ Killed during treatment

*⁵ Killed at field condition

Tab. 6. Change in freezing resistance of xylem+cambium of *Cryptomeria japonica* after high temperature (20°C for 3 and 8 days), and high+low temperatures (-7°C for 1 day after 20°C for 9 days)

LINE	D. T ^{*1} (% D) ^{*2} of Xylem+Cambium			
	Control ^{*3}	20°C (3 day)	20°C (8 day)	20°C (9 day) -7°C (1 day)
盛 岡 11 號	33 (100)	28 (100)	24 (50)	26 (20)
西 盤 舟 1 號	33 (67)	28 (100)	24 (100)	26 (100)
氣 仙 5 號	29 (100)	24 (100)	24 (100)	26 (33)
程 貫 2 號	33 (33)	18 (100)	24 (100)	24 (50)
中 新 田 2 號	33 (100)	24 (100)	24 (100)	26 (70)
青 森 8 號	33 (87)	24 (83)	21 (67)	26 (33)
大 鱒 1 號	33 (67)	24 (50)	24 (87)	26 (57)
仙 台 6 號	29 (100)	24 (50)	21 (100)	26 (100)
黑 石 9 號	33 (67)	24 (100)	24 (50)	26 (100)
서 울 3 號	33 (100)	22 (100)	21 (90)	24 (50)
서 울 7 號	33 (33)	28 (87)	24 (70)	26 (100)
서 울 9 號	29 (67)	24 (100)	18 (93)	26 (100)
光 州 1 號	33 (100)	24 (100)	21 (50)	22 (100)
光 陽 1 號	29 (67)	22 (100)	21 (100)	22 (100)
光 陽 21 號	33 (100)	22 (100)	21 (83)	24 (60)
光 陽 24 號	29 (100)	22 (100)	21 (50)	23 (100)
光 陽 39 號	33 (100)	18 (50)	18 (67)	20 (100)
光 陽 42 號	33 (100)	22 (83)	18 (77)	26 (100)
光 陽 44 號	33 (100)	24 (100)	18 (70)	24 (50)
光 陽 47 號	29 (100)	22 (100)	21 (100)	18 (100)
南 部 2 號	33 (100)	22 (50)	21 (100)	22 (63)
南 部 3 號	33 (100)	22 (87)	21 (50)	26 (100)
南 部 4 號	33 (100)	22 (100)	18 (50)	24 (50)
全 北 1 號	21 (50)	15 (87)	15 (60)	/ ^{**}
全 北 2 號	18 (100)	15 (100)	15 (100)	/
全 北 3 號	/	/	/	/
全 北 4 號	33 (100)	28 (50)	24 (100)	26 (100)
全 北 5 號	29 (100)	24 (67)	24 (100)	24 (50)
全 北 6 號	29 (100)	22 (67)	21 (77)	23 (60)
全 北 7 號	33 (100)	22 (100)	21 (100)	22 (100)
全 北 8 號	29 (67)	22 (100)	18 (100)	22 (100)

*¹ D. T. : Temperature at which damage occurred more than 50%

*² % D : Percent damage at D. T.

*³ Collected on 1/26/78

*⁴ Killed during treatment

*⁵ Killed at field condition

Tab. 7. Change in freezing resistance of *Cryptomeria japonica* by high and high+low temp. treatment

LINE	D. T* ¹ (% D)* ² of Leaf			D. T(%D) of Xylem+Cambium		
	C* ³	(20°C 2 day)	20°C (2 day) -7°C (1 day)	C	20°C (2 day)	20°C (2 day) -7°C (1 day)
盛岡11號	26 (67)	22 (80)	22 (53)	26 (87)	22 (80)	22 (80)
西盤舟1號	24 (100)	20 (100)	20 (67)	24 (100)	22 (100)	22 (100)
氣仙5號	24 (82)	20 (100)	22 (90)	24 (75)	20 (100)	22 (83)
稗貫2號	24 (100)	22 (83)	22 (70)	24 (100)	22 (83)	22 (70)
中新田2號	26 (50)	20 (60)	22 (77)	26 (90)	20 (80)	22 (100)
青森8號	24 (85)	22 (100)	24 (80)	24 (90)	22 (100)	24 (100)
大鰯1號	26 (100)	18 (60)	24 (80)	26 (100)	18 (60)	24 (100)
仙台6號	26 (95)	20 (83)	24 (80)	26 (100)	20 (83)	24 (100)
黒石9號	22 (50)	20 (60)	24 (100)	22 (100)	20 (100)	24 (100)
서울3號	22 (78)	20 (100)	20 (100)	22 (77)	20 (100)	20 (100)
서울7號	26 (83)	24 (100)	26 (93)	26 (86)	24 (100)	26 (100)
서울9號	22 (60)	22 (100)	26 (100)	22 (65)	22 (100)	26 (100)
光州1號	22 (90)	18 (80)	18 (83)	22 (100)	18 (100)	18 (100)
光陽1號	22 (80)	18 (60)	22 (100)	22 (75)	18 (60)	22 (100)
光陽21號	26 (100)	20 (100)	22 (100)	26 (100)	20 (100)	22 (100)
光陽24號	24 (85)	18 (60)	20 (80)	24 (80)	18 (80)	20 (80)
光陽39號	22 (60)	16 (100)	20 (100)	22 (75)	16 (100)	20 (180)
光陽42號	22 (85)	20 (70)	18 (80)	22 (87)	20 (70)	18 (80)
光陽44號	26 (88)	20 (80)	22 (100)	26 (100)	20 (67)	22 (100)
光陽47號	26 (100)	20 (100)	22 (53)	26 (100)	20 (100)	24 (100)
南部2號	24 (100)	20 (80)	24 (73)	24 (100)	20 (67)	24 (86)
南部3號	24 (100)	22 (100)	24 (83)	24 (100)	22 (100)	24 (100)
南部4號	24 (100)	22 (100)	22 (95)	24 (100)	22 (100)	22 (95)
全北1號	16 (65) · 18 (50)	18 (100)	18 (100)	16 (55) · 18 (57)	18 (100)	18 (100)
全北2號	18 (100)	16 (77)	18 (100)	18 (100)	16 (67)	18 (100)
全北3號	/	/	/	/	/	/
全北4號	24 (90)	22 (100)	24 (60)	24 (60)	22 (100)	24 (60)
全北5號	24 (85)	20 (80)	24 (100)	22 (60)	20 (80)	24 (100)
全北6號	22 (50)	18 (100)	22 (95)	22 (50)	18 (100)	22 (76)
全北7號	20 (78)	18 (100)	20 (80)	20 (55)	18 (100)	20 (80)
全北8號	22 (90)	16 (60)	20 (100)	22 (100)	16 (60)	20 (100)

*¹ D. T. : Temperature at which damage occurred more than 50%*² % D: Percent damage at D. T.*³ Collected on 3/9/78*⁴ Killed at field condition

78년 1월 26일에 採取하여 相對湿度 100%, 20℃의 寒氣에서 3일과 8일간 處理한 後의 品種別 耐寒性度의 變化는 表5 및 6과 같다. 한 겨울에 耐寒性度가 가장 높았을 때의 試料를 高溫處理하면 耐寒性이 低下되는데 高溫處理에 의하여 耐寒性度가 비교적 작게 低下된 品種들은 盛岡11號, 西盤舟1號, 氣仙5號, 中新田2號, 大鱒1號, 黑石9號, 서울7號, 全北4號, 5號이다(表5, 6)

한편 高溫處理에 의하여 耐寒性이 低下된 試料에 低溫處理를 해 주면 耐寒性이 다시 높아 지는데 9일간 20℃에서 處理했다가 1日間 -7℃로 低溫處理한 後의 耐寒性度는 表5, 6과 같다. 이때 低溫處理에 의하여 耐寒性을 높인 品種들은 盛岡11號, 西盤舟1號, 氣仙5號, 中新田2號, 青森8號, 大鱒1號, 仙台6號, 黑石9號, 서울7號, 9號, 光陽42號, 南部3號로서 致死溫度 -26℃까지 增進시켰다. 한편 비록 致死溫度는 -24℃까지 밖에 增進시키지 못했다

으나 高溫處理後 低溫處理에 의하여 다른 品種들 보다 민감하게 耐寒性을 增進시킨 品種들은 서울3號, 光陽21號, 24號, 44號와 南部4號이다. 위 品種들은 한 겨울 동안에 異常인 高溫과 低溫이 交替되는 條件에서 유리하게 견디어 낼 것으로 생각된다.

한 겨울이 지나서 초봄이 되면 耐寒性이 점차 低下된다. 이때도 耐寒性을 低下시키는 要因은 溫度이다. 高溫에 의하여 耐寒性이 低下되었다가도 氷下의 溫度에 의하여 다시 耐寒性度는 增進된다. 3월 9일에 채취된 試料를 2일간 20℃에 處理한 後의 耐寒性度와 高溫處理後 다시 1일간 -7℃로 處理한 後의 耐寒性度는 表7과 같다. 이 時期에 대부분의 品種에 있어서 葉과 材部柔組織의 耐寒性度는 서로 비슷하였다. 高溫處理를 받은 後에 耐寒性度가 비교적 작게 低下된 品種들은 盛岡11號, 稈貫2號, 青森8號, 서울7號, 9號, 南部3號, 4號, 全北4號로서 致死溫度는 -22℃이하이다.

Tab. 8. Difference in freezing resistance of *Cryptomeria japonica* between high and low temp.. treatment

LINE	D. T.*1 (%D)*3 of Xylem		D. T. (% D) of Bark		D. T. (% D) of Leaf	
	-7℃ (1day)*3	20℃ (1 day)	-7℃ (1 day)	20℃ (1 day)	-7℃ (1 day)	20℃ (1 day)
國 東5號	30 (100)	27 (100)	30 (100)	27 (100)	27 (63)	27 (100)
藤 津14號	30 (100)	30 (100)	30 (100)	27 (67)	30 (100)	27 (77)
西 盤 舟1號	30 (100)	27 (67)	30 (100)	27 (83)	30 (100)	27 (93)
河 北4號	33 (100)	27 (100)	33 (100)	30 (53)	30 (70)	27 (60)
黑 石9號	30 (100)	27 (67)	30 (100)	27 (67)	30 (100)	27 (67)
下 高 井24號	30 (83)	30 (100)	30 (87)	30 (100)	30 (57)	27 (77)
中 新 田2號	30 (73)	30 (67)	30 (80)	30 (67)	30 (83)	27 (73)
大 鱒1號	30 (100)	30 (67)	30 (100)	30 (83)	30 (100)	30 (93)
キ モ ツ キ1號	30 (87)	30 (100)	30 (90)	30 (100)	30 (93)	27 (63)
盛 岡11號	33 (67)	33 (67)	33 (50)	33 (50)	33 (50)	33 (50)
青 森8號	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)	27 (50)
長 水5號	30 (83)	30 (100)	30 (67)	27 (50)	30 (100)	27 (87)
氣 仙5號	30 (67)	30 (67)	30 (90)	30 (67)	30 (93)	27 (67)
仙 台5號	30 (100)	24 (67)	30 (100)	24 (67)	30 (100)	24 (93)
下 高 井19號	30 (60)	30 (70)	30 (67)	30 (83)	30 (83)	30 (87)
稈 貫2號	30 (67)	30 (100)	30 (83)	30 (100)	30 (90)	27 (63)
園 部3號	30 (67)	30 (53)	30 (67)	27 (50)	27 (87)	27 (63)
飾 磨5號	30 (100)	27 (53)	30 (100)	27 (73)	30 (100)	27 (87)
高 岡 暑4號	27 (60)	27 (67)	27 (57)	27 (67)	27 (63)	24 (57)
中 珪 城6號	30 (100)	27 (50)	30 (100)	27 (67)	30 (100)	24 (57)

*1: D. T. : Temperature at which damage occurred more than 50%

*2: % D : Percent damage at D. T.

*3: Collected on 12/22/79 and run on 1/7/80

高温處理後에 低温處理에 의하여 다시 耐寒性이 비교적 높게 增加된 品種들은 青森8號, 大鱈1號, 仙台6號, 黒石9號, 서울7號, 9號, 光陽47號, 南部2號, 3號, 全北4號, 5號이다. 이들 品種들은 晩霜의 被害에 비교적 強할 것으로 豫상된다.

위의 結果를 종합하여 초겨울의 初霜, 한겨울의 凍霜, 초봄의 晩霜에 모두 強하리라고 豫상되는 品種은 盛岡11號, 青森8號, 黒石9號, 서울7號, 9號, 南部3號, 4號이다.

耐寒性이 強하다고 인정되는 日本 品種들을 79년 12월 22일에 採取하여 短期低温 또는 高温處理한 後에 測定된 耐寒性度の 結果는 表8과 같다. 材部柔組織, 樹皮, 葉 中 耐寒性이 가장 낮았던 部位는 葉으로서 葉의 耐寒性을 基準하여 品種別 耐寒性度を 비교하였다. 高温處理한 後의 耐寒性도가 低温處理한 後의 耐寒性도에 비하여 크게 차이가 없었던

品種들은 盛岡11號, 下高井19號, 大鱈1號, 中新田2號로서 이들은 비교적 耐寒性이 높은 品種들이고, 高温處理에 의하여 致死溫度가 -24℃까지 된 品種들은 仙台6號, 高岡暑4號, 中城6號로서 비교적 耐寒性이 낮은 品種들이다. 그외에 品種들은 서로 耐寒性이 비슷할 뿐만아니라 高温處理效果도 비슷하였다. 위 日本 品種을 80년 2월 1일에 採取하여 短期低温 또는 高温處理한 後에 測定된 耐寒性度の 結果는 表9와 같다. 12월 22일에 採取된 試料보다 耐寒性도가 상당히 增加된 것으로 보아 삼나무의 最高耐寒性도는 2월초에 나타나는 것 같다. 耐寒性이 가장 弱한 部位는 品種에 따라 一定치 않게 나타났으므로 品種間 耐寒性을 비교하기 위하여 材部柔組織, 樹皮, 葉 등의 耐寒性度を 綜合하여 評價하였다. 원래 삼나무가 最高耐寒性도에 이르면 樹皮나 葉의 耐寒性도가 材部柔組織보다 높은 것이 보통이나 본

Tab. 9. Difference in freezing resistance of *Cryptomeria japonica* between high and low temp. treatment.

LINE	D. T.*1 (% D)*2 of Xylem		D. T. (% D) of Bark		D. T. (% D) of Leaf	
	-7℃ (1 day)*3	20℃ (2 day)	-7℃ (1 day)	20℃ (2 day)	-7℃ (1 day)	20℃ (2 day)
國 東5號	40 (33)	33 (100)	40 (33)	33 (100)	40 (47)	33 (100)
藤 津14號	40 (67)	33 (100)	40 (73)	33 (100)	40 (83)	33 (100)
西 盤 舟1號	37 (100)	33 (100)	40 (100)	33 (100)	33 (50)	33 (100)
河 北4號	40 (7)	33 (78)	40 (33)	36 (100)	37 (60)	33 (80)
黒 石9號	37 (100)	33 (100)	37 (100)	33 (100)	37 (100)	30 (53)
下 高 井2號	37 (67)	33 (100)	37 (80)	33 (100)	37 (93)	33 (100)
中 新 田2號	40 (100)	33 (100)	40 (100)	33 (100)	40 (100)	33 (100)
大 鱈1號	37 (67)	33 (100)	37 (67)	30 (50)	37 (67)	30 (87)
キ モ ッ キ1號	37 (67)	33 (100)	37 (57)	33 (100)	37 (83)	33 (100)
盛 岡11號	37 (67)	33 (100)	37 (67)	33 (100)	33 (53)	33 (100)
青 森8號	37 (67)	33 (100)	37 (67)	33 (100)	33 (50)	30 (60)
長 水5號	37 (83)	33 (100)	33 (90)	30 (60)	37 (97)	33 (100)
氣 仙5號	33 (67)	33 (100)	33 (67)	30 (60)	33 (67)	33 (63)
仙 台6號	30 (100)	27 (100)	30 (100)	30 (50)	33 (100)	30 (50)
下 高 井19號	37 (83)	33 (100)	37 (90)	33 (100)	37 (93)	33 (100)
固 城	37 (100)	33 (73)	37 (100)	33 (73)	37 (100)	33 (73)
稗 貫2號	40 (73)	33 (100)	40 (77)	33 (100)	37 (60)	33 (100)
園 部3號	40 (47)	33 (100)	40 (60)	33 (100)	40 (77)	33 (100)
飾 磨5號	40 (33)	33 (100)	40 (33)	33 (100)	37 (53)	33 (100)
高 岡 暑4號	37 (100)	33 (100)	37 (100)	33 (100)	37 (100)	33 (100)
中 預 城6號	33 (77)	30 (100)	37 (100)	30 (100)	30 (60)	30 (100)

*1: D. T. : Temperature at which damage occurred more than 50%

*2: % D : Percent damage at D. T.

*3: Collected on 2/1/80

연구에서는 葉內에 導管주위의 柔細胞나 樹皮內 柔組織이 傷害를 받은 경우 葉 全体, 또는 樹皮 全体가 傷害를 입은 것으로 간주했기 때문에 品種에 따라서는 樹皮나 葉의 耐寒性이 材部柔組織보다 낮게 나타났을 것으로 생각된다. 葉, 樹皮, 材部柔組織의 耐寒性度를 綜合하여 評價했을때, 高温處理한 後의 耐寒性이 低温處理한 後의 耐寒性과 차이가 작은 品種들은 盛岡11號, 靑森8號, 氣仙5號, 下高井9號, 24號, 河北4號, 高岡暑4號, 固域으로 나타났다. 盛岡11號, 靑森8號, 氣仙5號는 77~78년 耐寒性 試驗에도 抱含되었는데 한겨울의 耐寒性도가 큰 것으로 나타났다.

表8과 表9에서 나타난 日本 品種들의 耐寒性 結果를 보면 品種間의 耐寒性도가 뚜렷한 差異는 없는 것을 알 수 있다. 특히, 高温處理를 받은 後의 耐寒性도는 品種間에 差異가 작게 나타났다. 表에는 나타나 있지 않으나 많은 品種에 있어서 品種內에 特異하게 耐寒性이 높은 個體가 있다는것이 發見되었다. 本研究에서는 耐寒性이 個體別로 測定되지 않았으므로 앞으로 品種內에 特異하게 耐寒性이 높은 個體를 選拔할 수 있다는 것을 의미한다.

한 나무의 耐寒性을 評價함에 있어서 各 時期마다 耐寒性이 조사되어야 할 뿐만 아니라 各 時期에 耐寒性이 가장 弱한 部位가 고려되어야 하는 것이 原則이다. 삼나무에 있어서 모든 季節을 通하여 耐寒性이 가장 弱한 部位는 冬芽라고 보고 되고 있으며¹⁾ 本 研究에서도 그와 같이 나타났다. 그러나 겨울동안 모든 冬芽가 被害를 받았다고 하더라도 다른 部位가 健全하다면 삼나무는 潛芽 또는 不定芽로서 다음 해의 樹高生長이 계속될 수 있기 때문에 本 研究에서는 冬芽의 耐寒性을 고려하지 않았다.

삼나무의 凍害에 있어서 特別히 고려되어야 할 점은 地面에 接한 苗木 基部의 耐寒性도가 樹木上部의 耐寒性도보다 5~7℃ 정도로 낮다는 사실이다. 즉 삼나무 上部가 一部分 凍害를 받았을 때는 나머지 被害를 받지 않은 部位에 의하여 再生될 수 있으나 基部가 一部分 被害를 받았을 때는 健全한 上部까지 나무 全体를 枯死시킬 수 있기 때문이다. 이러한 基部의 被害는 3~4年生에 주로 일어나며 成木이 될 수록 적어 진다고 보고 되고 있다.¹⁾ 이러한 基部의 凍害는 주로 日射量이 많은 南向이나 南西向의 斜面에서 많이 일어나고 이러한 被害는 樹下植栽나 다른 針葉樹와 寄植하는 등의 造林學의 方法으로도 어느 정도는 防止할 수 있다고 알려져 있다.²⁾ 이러한 基部의 凍害는 時期的으로 地面의 溫度가 13℃ 이상

되는 氣候條件에서 많이 일어나며 日本의 경우 耐寒性이 상당히 높은 한겨울동안에는 日中 큰 溫度變動이 있어도 夜間의 水下溫度때문에 耐寒性이 쉽게 낮아지지 않으므로 基部의 被害는 적은 것으로 보고되고 있다.³⁾

우리나라는 대체로 日本보다 춥기때문에 基部의 凍害는 주로 초겨울이나 초봄에 일어날 것이 예상된다.

基部의 耐寒性이 높은 品種을 選拔하기 위하여는 基部의 耐寒性을 直接 測定해야 되나 耐寒性을 測定하기 위하여 나무 全体가 사용되어야 하며 또한 各 苗木이 자라고 있는 立地條件이 多樣하기 때문에 均一性 있는 試料를 얻는 것이 어려워 基部의 耐寒性을 間接的으로 測定할 수 있는 方法이 모색되어야 할 것이다.

삼나무 基部의 凍害는 地面에 가까운 部位가 高温處理에 의하여 耐寒性이 낮아 졌거나 또는 高温處理에 의하여 耐寒性이 다시 높아지지 않았기 때문에 일어나는 것이므로 本 研究에서 實施된 高温 및 低温處理 後에 耐寒性이 變化하는 敏感度는 間接的으로 위의 基部 耐寒性도를 測定하는 方法이 될 것이며 本 試驗에서 高温處理 後 耐寒性이 작게 低下 되었거나 高温處理 後 低温處理에 의하여 耐寒性이 增加된 品種들은 基部에 凍害를 다른 品種들보다 적게 받을 것이 예상된다. 그러나 이에 대한 실험적 증거는 아직 없다.

季節에 따라 耐寒性이 變化되는 過程은 植物體內 複合的인 生理作用을 통하여 일어나며 새로운 RNA, 蛋白質, 脂質, 기타 여러가지 糖類의 生成이 관련된다고 알려져 있다. 다른 樹木들과 마찬가지로 삼나무에 있어서도 초가을에 發達되는 休眠過程과 耐寒性사이에는 密接한 관계가 있다고 보고되고 있다.⁴⁾ 休眠의 程度를 測定하는 것은 그것이 複雜한 生理過程이기 때문에 매우 어려운 문제이므로 耐寒性도의 發達速度를 利用하여 休眠의 깊이를 測定하는 指標로 삼고 있다.⁵⁾ 이러한 假定에 따르면 本 실험에서 초가을에 低温處理에 敏感하게 作用한 品種들이나 高温處理에 耐寒性도를 低下시키지 않은 品種들은 다른 品種들에 비하여 일찍 깊은 休眠狀態에 들어갔다고 말할 수 있을 것이다. 초가을에 低温處理에 의하여 耐寒性을 높게 발달시켜 初霜에 強한 品種이라고 하더라도 한겨울 동안 계속 높은 耐寒性을 유지할 것인지는 확실히 알려져 있지 않으나 本 試驗에서는 초가을에 低温處理에 敏感한 品種들은 대부분 한겨울에 異常的인 溫度變化에 의한 피해나, 초봄의 晚霜의 피해에도 強한 것으로 나타났다. 그러

나 몇 品種들은 초가을에 耐寒性이 낮았거나 低温處理에 敏感하게 作用하지는 않았으나 한겨울의 異常的인 凍害나 초봄의 晩霜이 일어날 수 있는 條件에서는 強하게 耐寒性을 發達시킨 例外的인 경우도 있다. 예를들면 仙台 6號는 가을철의 耐寒性도가 다른 品種에 비하여 현격히 낮았으나 低温處理에 의하여 耐寒性도가 높게 增加되었고(表1, 3, 4) 全北 4號, 5號는 늦은 가을동안 耐寒性도가 낮았고, 또 低温處理의 效果도 크지 않았으나 한겨울이나 초봄에는 耐寒性도나 低温處理에 대한-반응도는 다른 品種에 비해 높게 나타났다.

한겨울이나 초봄에까지 耐寒性도가 維持되는 것이 초가을에 얻어진 休眠의 깊이와 어느 정도로 관련이 있는지는 잘 알려져 있지 않다. 그러나 休眠이 깨어진 삼나무에서도 氷点 以下로 氣温이 내려갔을 때는 耐寒性 低下速度가 상당히 억제된다는 보고가 있다.

비록 어떤 原理로 초가을에 耐寒性이 增加되고 한겨울 동안 유지되었다가 다시 초봄에 耐寒性이 低下되는지 그 生理過程이 完全히 밝혀지지 않았다고 하더라도 高温 또는 低温處理에 對한 敏感度는 耐寒性 品種을 選拔하는 데는 매우 유용한 尺度가 될 것이다.

어떤 品種이 初霜에는 弱하나 凍害및 晩霜에는 強한 品種이 있을 때 이 두 品種間의 交雜을 通하여 耐寒性 遺傳子의 結合도 생각할 수 있는 문제다. 또한 한 品種內에 特異하게 한 時期의 耐寒性이 높은 個体が 選拔되었을 때 앞으로의 育種事業을 爲한 遺傳子 資源으로 保存되어야만 할 것이다.

REFERENCES

1. Furukawa, T. et al. 1968. On the frost damage at the several plantations of Sugi in Tohoku district, J. Jap. For. Soc. 50(5):146-149.
2. Furukoshi, T. 1971. Variation of the Survival Ratios in *Cryptomeria japonica* D. Don. plantations of Different Seed Sources and the Effect of Bunch planting on Resistance to Cold Damage. J. Jap. For. Soc. 53(12):391-395.
3. Hwang, J. and S. G. Hong. 1978. Freezing Resistance of *Cryptomeria japonica*-Its clonal and seasonal difference. Jour. Korean Forestry Society. 39:47-56.
4. Horiuchi, T. and A. Sakai. 1973. Effect of Temperature on the Frost Hardiness of *Cryptomeria japonica*. J. Jap. For. Soc. 55(2):46-51.
5. Krasavtsev O. A. 1867. Frost Hardening of Woody Plants at Temperatures below Zero. In Cellular Injury and Resistance in Freezing Organism Ed. Asahina Hokkaido University Sapporo, Japan.
6. Murai, M. and T. Furukoshi. 1976. The Difference of Cold Injury among the Half-Sib Families from *Cryptomeria* Plus Trees. J. Jap. For. Soc. 55(2):47-51.
7. Sakai, A. and Saito, M. 1967. Frost Damage at the Basal Stem in Young *Cryptomerias*. J. Jap. For. Soc. 49(6):244-251.
8. Sakai, A. and S. Okada. 1971. Freezing Resistance of Conifers *Silvae Gen.* 20:91-97.
9. Sakai, A. and C. J. Weiser. 1973. Freezing Resistance of Trees in north America with Reference to Tree Region Ecology 54(1):118-126.
10. Sasanuma, T. and Hashimoto, T. 1970. Relations between the Topography and the Frost Damage of *Cryptomeria japonica* in the Abukuma Plateau. J. Jap. For. Soc. 5(9):283-288.
11. Sasanuma, T. 1971. The Relationship between the Frost Damage of *Cryptomeria japonica* Seedlings and upper Shading. J. Jap. For. Soc. 53(1):22-25.
12. Sasanuma, T. and Tabuchi, K. 1975. Cold Damage of *Cryptomeria japonica* Seedlings in the Winter of 1973-74 in Nursery. J. Jap. For. Soc. 57(7):235-238.
13. Tumanov, I. I., G. V. Kuzina and L. D. Karnikova. 1973. The Period of Dormancy and Ability of Woody Plants to be Hardened by Low Temperatures. Soviet Plant Physiology. English Trans. 20:2-9.
14. Wright J. W. 1976. Introduction to Forest Genetics. Academic Press 463pp.