

林木의 冬期 寒乾風 被害에 關한 研究*¹

馬 相 圭*²

Studies on the Winter Damage of Tree Species by the Cold-dry Wind*¹

Sang Kyu Ma*²

Trial and demonstrative reforestations were planted by Korea German Management Project at Ulju district in 1976. The follow results that were investigated at spring time in 1977 showed the different situation of winter damage according to site condition and species.

1. *Picea abies* was completely dried out in this district and its reason was to be thought as a winter damage by cold-dry wind.
2. *Cryptomeria japonica* was seriously damaged in comparing with *Chamaecyparis obtusa* and very seriously damaged on the wind-exposed site. So these species are also unsuitable species like *Picea abies* in this district.
3. The resistance ranking to winter dry wind damage were *Picea*, *Cryptomeria*, *Chamaecyparis*, × *Pinus rigitaeda*, *Pinus rigida*, *Larix leptolepis* and *Alnus hirsuta*. The falling leave species like larch in this district during winter were thought in necessary to select as the planting species for almost very little winter damage.
4. × *Pinus rigitaeda* to be showed as a suitable species in this district were also seriously damaged on exposed site and, *Pinus rigida* and *Larix* were also attacked with small damage. The potassium-phosphorus fertilizer dressing plots had a trend to reduce this winter damage until some level.
5. The winter climate can be divided into 10 zone in order to evaluate the right or wrong of suitable on the exotic species. The Yongnam region in eastern side of Sobaik mountain are far drier than the Honam region in western side of Sobaik mountain during winter time. *Picea abies*, *Cryptomeria* and *Chamaecyparis* originated in the high humidity winter climate are to be thought to be more suitable in the Honam region than the Yongnam region. Specially the suitable site of *Picea abies* should be only found in the region with high humidity and much precipitation except the Yongnam region.

韓獨山林經營事業機構에서 1976年 경상남도 울주군 관내에 試驗 및 示範造林을 실시하여 1977年 春期에 成績調査를 한바 立地와 樹種에 따라 冬期被害가 相異 하였다.

1. 독일가문비는 이 地域에서 完全 枯死하였다. 이는 冬期 寒乾風害로 思料된다.
2. 삼나무는 편백에 비해 전반적으로 被害가 심하나 風露出地에서 그 被害가 훨씬 심하게 나타나고 있어 독일가문비와 마찬가지로 이 地域에 不適合한 樹種이며 이 原因 역시 寒乾風害로 思料된다.
3. 寒乾風害에 견디는 힘은 독일가문비, 삼나무, 편백, 리기테다소나무, 리기다소나무, 일본잎갈나무와 물오리나무의 順이다. 冬期에 落葉되는 潤葉樹와 落葉針葉樹를 이 地域의 造林樹種으로 선정할 必要性이 있다고 思料된다.
4. 이 地域에 適合樹種으로 생각되는 리기테다소나무는 風露出地에 被害가 심하고 리기다소나무와 일본잎갈나무도 寒風害 被害를 받고 있다. 磷酸과 加里를 施肥한곳에서는 이 被害가 낮아지는 傾向이 있다.

*¹ Received for publication on November 6, 1978

*² 韓獨山林經營事業機構 Korea-German Forest Management Project

5. 導入樹種의 適合性이 冬期氣象에 支配받는 것으로 思料되어 適地評價의 수단으로 우리나라 冬期氣象을 濕度와 氣溫을 基準으로 區分한다 十個 類型으로 區分할 수 있었다. 소백산맥의 동쪽 지역인 영남권은 서쪽지역인 호남권에 비해 훨씬 乾燥한 地域으로 冬期 濕潤地帶産인 독일가문비, 삼나무, 편백조림이 不適合하고 오히려 호남권에 適地가 많을 것으로 나타나고 있다. 특히 독일가문비의 適地는 영남권이외의 地域中 公중습도가 높고 降水量이 많은 地域에서 찾아야 할 것이다.

緒 論

우리나라에 適合한 造林樹種을 선정하기 위하여 많은 努力이 이루어져 왔다. 1922年 林業試驗場이 新設됨에 따라 適地適樹試驗의 일환으로 多數의 外國樹種을 전국 각지에 植栽되나 있고 1958年 부터는 林木育種研究所에서 外國樹種을 계속적으로 導入試驗하고 있다.

그간 導入樹種으로 리기다소나무, 일본잎갈나무, 아카시나무, 이태리프플러등이 氣候條件에 適合하여各地에 造林되고 있으나 關心樹種인 삼나무, 편백, 리기다소나무와 독일가문비 등은 아직도 그 適地限界가 不明한 樹種으로 알고 있다.

導入樹種들의 適應狀態를 보면 대개 여름동안은 잘 生育하고 있으나 겨울을 지나는 동안에 被害를 받아 아직도 適合한 導入針葉樹를 發見하지 못하고 겨울 일본잎갈나무, 리기다소나무와 잣나무 등이 조림의 대중을 이루고 있다고 보아야 할 것 같은데 適合한 導入針葉樹種을 發見하지 못하는 環境學的 理由가 어디에 있는가 하는 점이 의문점이다.

適合樹種으로 생각되는 독일가문비, 잣나무, 리기다소나무, 리기다소나무, 일본잎갈나무, 삼나무와 편백을 1976年 울주郡 地域에 試驗 植栽하여 1977年 春期에 그 適應狀態를 調査한 바 立地에 따라 被害 狀態가 相異하여 그 原因을 찾아 보았다.

現今까지 冬害를 冬期の 低溫害로만 생각해 왔던 筆者에게 立地別로 相異한 冬期被害가 만드시 低溫만이 아니라는 의문을 갖게 되었고 결국 그것은 寒風害의 一種인 것으로 推定할 수 있었다.

今後 導入樹種의 適應力 檢정시 低溫은 물론 寒風害를 重要한 要因으로 취급되어야 할 것으로 思料되어 본 資料가 充分하지는 않으나 寒乾風害가 造林樹種의 適地選定 및 導入樹種 試驗에 重要한 意義가 있다고 사료되어 이 結果를 發表하는 바이다.

研 究 史

寒風害의 生理的 原因은 冬期間 土壤凍結로 뿌리의 吸收機能이 低下되는데 비해 乾風이 蒸散機能을 促進

시키므로 發生된다고 하였다.⁷⁾

降雪量이 적은 地域에서 土壤이 長期間 凍結된 狀態에서 水分吸收能力이 파괴되나 葉溫이 높을 경우 水分損失은 심하게 나타나므로 發生된다고 하였으며^{4,6,8,10)} 잎갈나무의 경우에도 나타나나 複合的인 原因이 될 수 있다고도 하였다.⁶⁾

樹種分布限界의 生理的 原因으로 寒風害도 있다고 하였으며 이는 光合成을 할 수 없기 때문이라 하였다.¹¹⁾

Curtis¹⁾는 濕度가 높을지는 葉溫가 氣溫을 높게하여 蒸散作用을 감소시킨다고 하였으며, 그 原因은 水蒸氣가 赤外線 放射를 방해하기 때문이라 하였다. 葉溫은 구름이 벗겨진 후 20~60秒 사이에 空氣中的 溫度에 비해 3°C가 높다고 하였으며 약간 強한 바람을 받으면 30秒 사이에 5°C의 差가 난다고 하였다.²⁾

寒風害의 또 하나의 論理는 바람없는 추운날 強한 햇빛을 받은 잎의 葉溫이 氣溫의 倍나 되어 비정상적인 낮은 滲透壓이 생긴다. 이로인해 葉綠素의 變化 部分的인 分解 또는 破壞가 되어 光線에 의한 冬期乾燥 被害가 난다고 하였다.¹²⁾

立地面으로 寒風害地는 風露出地나 北斜面의 雜草木이 적은 지역에 나타나고 風露出地는 상당면일수록 그 被害가 심하며 1,2월에 被害率이 最大로 나타난다고 하였다.⁷⁾

寒風害에 대한 抵抗性은 一般的으로 耐凍性이 높은 樹種이 寒風害에 強한 傾向이 있다고 한다. 寒風害는 冬期の 寒冷한 北西 季節風에 의해 발생되고 長期間의 土壤凍結과 寒風으로 害가 높게 나타난다. 日本에서는 北海道, 東北, 關東과 中部地方의 눈이 적은 지역에 寒風害가 많이 발생되고 標高가 높고 冬期에 常風을 強하게 받은 山頂, 능선부, 넓은 臺地와 山腹北面에 항상 발생한다고 하였다.⁷⁾

調 査

調査地는 慶尙南道 蔚州郡 관내이다. 同郡 삼남면 조일리의 韓獨山林經營事業機構 試驗林은 安山岩의 晚壯年의 丘陵性 野山地로 微砂質粘土質이다 試驗造林前 소나무林이었으며 참나무와 진달래 및 새류가 下層植生을

이루고 있었다.

리기테다소나무, 삼나무, 편백과 독일가문비 및 일본잎갈나무의 適應力을 比較하기 위하여 1976년에 0.1 ha씩 植栽區를 만들어 1植栽地域을 0.5ha가 되도록 4方位에 試驗造林을 하였다.

리기테다소나무는 F.wind로 光州에서 購入한 苗木이며 母樹의 產地는 不明이며 삼나무 편백은 삼천포에서 採集한 種子를 晉州에서 養苗한 苗木이었다. 일본잎갈나무 역시 晉州에서 養苗된 것이며 독일가문비 나무의 產地는 不明이나 晉州에서 養苗된 것이다.

蔚州郡 上北面 梨川里 山2番地는 標高 500m의 高山性 山岳地로 安山岩의 壯年期 地形이다. 土壤은 黑褐色의 山林土壤이며 植栽前 林相을 상수리나무와 졸참나무 이었다. 이 地域이 西向의 斜面부에 독일가문비와 잣나무를 1976년에 0.4ha 試驗造林 하였다. 兩樹種의 產地는 不明이며 晉州에서 養苗된 것이다.

蔚州郡 斗西面 활천리 京釜高速道路邊에 리기테다소나무, 리기테다소나무, 일본잎갈나무와 은수원사지나무 및 물오리나무를 適地適樹의 示範을 目的으로 造林하였다. 이地域은 上記 조일리의 立地特性과 類似하다.

上記 조일리와 이천리에는 基肥를 하지 않았으나 활천리의 경우는 熔成磷肥와 黃酸加里를 基肥로 하였으며 一部 無施肥區를 남겨 두었다.

適應狀態를 보기 위하여 植栽同年 7月과 '77年 4月에 活着狀態와 樹種成長 狀況을 調査 하였다.

結果 및 考察

1. 寒風害의 被害事例

上記 調査地域中 조일리에서의 寒風害 被害率은 表1과 같고 이천리의 경우는 表2와 같으며 활천리의 경우는 表3의 내용과 같다.

Table 1. Damage of trial species through the winter cold-dry wind to aspect in Joil-ri
unit: survival ratio %

Species	Date	Slope aspect							
		East		North east		West		North	
		July 1976	Apr. 1977	July 1976	Apr. 1977	July 1976	Apr. 1977	July 1976	Apr. 1977
P. x rigitaeda		96.0	90.7	94.0	68.8	89.0	26.9	87.5	83.0
Chamaecyparis		96.0	90.3	95.0	90.8	96.0	22.6	96.0	74.0
Cryptomeria		98.0	85.5	76.0	46.2	75.0	0.6	81.0	66.7
Larix leptolepis		68.0	15.8	89.0	72.0	92.0	88.0	96.0	85.7
Picea abies		—	—	50.0	0.1	65.0	0.1	63.0	0.1

Table 2. Damage situation by the winter cold-dry wind in Icheon-ri

Species	West		Remarks
	July 1976	April 1976	
Picea abies	97.0	0.1	Western slope at 600m altitude
Abies hollophylla	98.0	98.0	

Table 3. Damage situation of P. x rigitaeda through the winter cold-dry wind to the different aspect in Hwalcheon-ri

Site	Survival ratio(%)			Height growth(cm)		
	South east	North west	East	South east	North west	East
Ridge	88.6	49.5	—	60.9	49.5	—
Middle slope	76.7	26.0	77.4	73.6	51.7	65.7
Foot slope	98.0	88.0*	83.0	101.3	88.0	85.2

*Wind protection site in valley

활천리에서 용성인비와 황산가리의 시비에 의해 한 풍해 피해를 감소시키는 事例는 表4와 같으며 調査地域의 冬期間의 氣象은 表5와 같았다.

樹種別로 冬期間의 被害率을 살펴보기로 한다.

리기테다소나무의 경우는 表1의 西向面의 '76年度 活着率은 89%이었으나 '77年 春期에 26.9%만 健健한 상태이고 南西風의 影響을 받은 北東面에서도 약 25%가 被害木이었고 北面이나 東向面에서는 약 5%程度의 被害가 있었다. 表3에서 北西風에 正面으로 露出된 斜面에서의 被害率은 극히 높고 山頂部의 風露出地에서 被害는 물론이나 一般적으로 生長이 不良하다. 따라서 리기테다소나무는 風露出地와 山頂部 造林은 避하여야 하고 冬期 寒風害를 減少시켜 주기 위해서는 窒素를 除外한 磷酸과 加里의 施肥가 요청되고 있다.

삼나무의 경우는 表1에서 보던 西向面의 被害率은 극히 높아 거의 完全枯死를 當하였으며 風保護地인 東向面을 除外하고는 一般적으로 被害를 높게 받고 있었으며 편백의 경우는 삼나무에 비해 寒風害에 強한 편

Table 4. Effects of fertilization to reduce the winter damage of several species to the different aspects in Hwalcheon-ri

Species	Fertilizer dressing	Survival ratio(%)			Height growth(cm)		
		South east	North west	East	South east	North west	East
P. x rigitaeda	control	78.7	32.6	81.5	58.7	41.1	84.8
	dressing	82.6	47.7	83.0	67.3	49.5	85.2
P. rigida	control	—	77.8	90.5	—	55.5	67.6
	dressing	—	77.8	90.7	—	53.2	64.6
Larix leptolepis	control	—	80.0	93.3	—	107.2	132.1
	dressing	—	96.5	99.0	—	129.6	162.0
Alnus hirsuta	control	—	—	46.5	—	—	47.1
	dressing	—	—	98.0	—	—	160.0

Table 5. Winter climatic situation at the weather station near the investigating site in 1977 years

District	Minimum C°		Relative humidity %		Precipitation		Wind speed m/sec		Main direction of wind	
	Jan.	Feb.	Jan.	Feb.	Jan.	Feb.	Jan.	Feb.	Jan.	Feb.
Joil-ri	-11.5	-14.0	70	53	4.9	0	5	5	SW	SW
Icheon-ri	-13.5	-15.5	77	58	3.5	0	6	6	W	W
Kyeong ju	-8.8	-7.0	49	45	3.1	0	3.8	3.1	WNW	WNW

이나 리기테다소나무가 받은 被害率과 유사한 편이었다.

일본잎갈나무는 表 1의 東向面의 被害原因을 알 수 없으나 寒風害에 方位의 영향을 받지 않은 경향이 있다. 특히 風露出에 영향을 받지 않고 있었으나 역시 冬期間에 약간의 피해를 받아 活着率이 낮아지는 경향은 있다. 表 4의 事例에 의하면 寒風害의 저항성을 높여 주기 위하여 施肥效果가 인정된다.

독일가문비는 表 1과 2에 의 寒年 造林當年에 活着은 낮았으나 方位에 관계 없이 거의 전멸 당하였다. 反面 젓나무는 冬期에 전혀 被害를 받지 않았다.

리기다소나무의 경우역시 北西風에 露出된 地域에서 被害를 받고 있었다. 물오리나무는 거의 피해가 인정되지 않았다.

以上の 事例를 다시 整理하면 독일가문비는 風向에 관계없이 冬期間 거의 完全히 枯死당하였으며 삼나무는 특히 風向에 심한 영향을 받고 있으나 方位에 관계 없이 枯死率이 높았다. 편백과 리기테다소나무는 風向에 상당한 영향을 받고 있었고 일본잎갈나무와 리기다소나무도 영향을 받고 있었으나 젓나무와 물오리나무는 전혀 피해가 나타나지 않고 있었다.

이 被害는 施肥의 영향을 어느정도 받고 있었으나 이 被害의 原因은 被害地의 方位와 風向 및 濕度를 고려 하건데 寒風害의 被害로 思料 된다.

風露出地는 일본잎갈나무, 젓나무, 물오리나무와 리기다소나무를 造林하고 寒風害을 어느정도 감소시키기 위하여 磷酸과 加里施肥가 必要하다고 思料된다.

편백과 리기테다소나무는 風保護地에 造林을 하고 독일가문비와 삼나무는 이 地域에 不適合한 樹種인 것 같다.

調査 樹種은 우리나라의 重要한 造林樹種으로 추천돼 왔던 사실과 또한 이들이 導入樹種이란 면을 고려한다면 寒風害 被害는 우리의 造林技術上 심각히 검토할 사항으로 思料된다.

이들 導入樹種의 適地를 선정하는데 보다 많은 지식은 첨가시켜 주기 위하여, 原產地의 冬期氣象을 比較하여 寒風害의 原因을 확실시키고 우리나라의 各地의 冬期氣象을 比較하여 造林適地의 선정基準으로 삼도록 함은 重要視된다.

2. 冬期 氣象 特性

독일가문비의 冬期被害가 높은 理由를 알아보기 위하여 독일 각지역의 冬期氣象 資料를 調査한바 表 6과 같았다.

表 6에 의하면 冬期 多降水地域도 있으나 試驗造林 地域과 절대적인 差異點은 관계습도에서 찾을 수 있었다. 독일 各地域의 관계습도는 약 90%에 가까운 높은 습도를 유지하고 降水量도 높은 편이었으나 蔚州地方의 관계습도는 60%以內이고 慶州地方은 65%로 冬期

Table 6. Winter climatic of some German weather station

Weather station	Temperature (°C)				Relative humidity (%)				Precipitation (mm)			
	XII	I	II	mean	XII	I	II	mean	XII	I	II	sum
Schleswig	2.1	0.1	0.2	0.8	93	93	70	85	70	74	60	204
Hamburg-Fulsbittel	1.8	0.0	0.4	0.7	93	93	91	92	59	57	48	164
Warmemünde	1.8	-0.1	0.1	0.6	89	87	87	87	43	44	32	119
Greifswald-wieck	1.0	-1.0	-0.6	-0.2	89	87	87	87	41	40	33	114
Emden	2.7	0.9	1.3	1.6	92	93	93	92	57	53	46	156
Neustlelitz	0.6	-1.3	-0.8	-0.5	89	87	85	87	37	37	34	108
Hannover	1.9	0.2	0.6	0.9	92	93	90	91	50	50	48	148
Magdeburg	1.1	-0.7	0.1	0.2	87	85	83	85	33	35	33	101
Berlin-Tempelhop	1.2	-0.5	0.2	0.3	83	83	82	82	39	41	37	117
Lindenberg	0.4	-1.5	-0.8	0.6	89	86	84	86	40	41	39	120
Essen/mürheim	2.8	1.5	1.9	2.1	89	90	87	88	66	73	63	202
Kassel	1.3	0.0	0.8	0.7	90	90	86	88	46	46	43	135
Brocken	-3.0	-4.6	-4.7	-4.1	90	89	90	89	126	158	126	410
Wernigerode	0.5	-0.4	0.1	-0.1	82	81	80	81	49	49	41	139
Leipzig-Mockau	0.9	-0.8	-0.3	-0.1	89	87	85	87	45	37	36	118
Wahnsdorf	0.4	-1.2	-0.7	-0.5	85	82	81	82	37	38	36	111
Görlitz	0.0	-2.0	-1.6	-1.2	86	83	82	83	45	47	42	134
Erfurt-Bindersleben	-0.1	-1.6	-0.8	-0.8	88	86	85	86	30	33	31	94
Geisenheim	1.9	0.7	1.7	1.4	87	88	84	86	42	43	35	120
Stuttgart/cannstadt	1.2	0.2	1.1	0.8	83	84	83	83	40	48	42	130
Mürnberg-kraftshof	0.1	-1.4	-0.4	-0.6	91	92	87	90	42	43	39	124
Müchen-Riem	-0.7	-2.2	-1.0	-1.3	89	90	87	88	50	59	55	164
Fridrichschafen	0.5	-1.0	0.2	-0.1	89	91	86	88	54	63	56	173
Postdam	0.7	-1.1	-0.3	-0.2	89	87	84	86	40	44	39	123
Fichterberg	-3.8	-5.7	-5.4	-4.9	91	90	90	90	77	94	92	263

Table 7. Winter climatic of some Japan weather station

Weather station	Temperature(°C)				Relative humidity(%)				Precipitation(mm)			
	XII	I	II	mean	XII	I	II	mean	XII	I	II	sum
秋 團	1.7	-1.1	-0.8	-0.1	77	76	75	76	158	123	102	383
仙 台	2.9	0.1	0.6	1.2	74	72	70	72	50	37	44	131
輪 島	5.4	2.4	2.2	3.3	76	76	74	75	313	270	164	747
新 潟	4.7	1.7	1.8	2.7	77	77	76	77	264	194	126	584
松 本	1.7	-1.1	-1.0	-0.1	73	71	71	72	39	35	49	123
名 古 屋	5.6	2.9	3.6	4.0	75	73	70	73	57	45	64	166
銚 子	8.4	5.7	6.0	6.7	69	64	63	65	91	81	113	285
松 江	6.5	3.8	3.9	4.7	75	77	77	76	141	154	152	447
廣 島	6.6	4.2	4.7	5.2	73	72	71	72	51	45	70	166
大 阪	7.0	4.5	4.9	5.5	72	69	69	70	52	43	58	153
東 京	6.1	1.7	4.3	4.0	66	60	60	62	61	48	73	182

乾燥地域에 해당된다. 表2에서 본바와 같이 空氣中の 濕度不足에서 오는 乾燥와 土壤凍結과 樹體凍結에 의한 水分吸收力の 감소의 복합적 영향으로 枯死한 것은

로 思料되므로 독일가문비는 冬期の 관계습도가 높은 地域에 造林되어야 할 것으로 생각된다. 결국 이 地域의 冬期乾燥와 土壤凍結이 어린 苗木에 致命的인 損失

Table 8. Winter climatic of some U.S.A. weather station

Weather station	Temperature (°C)				Relative humidity (%)				Precipitation (mm)			
	XII	I	II	mean	XII	I	II	mean	XII	I	II	sum
Abilene, Tex.	7.8	7.0	9.1	8.0	55	59	57	57	32	22	28	82
Elpaso, Tex.	7.3	6.6	9.8	7.9	42	43	34	39	12	12	10	34
Hatterass, N.C.	9.0	8.1	8.1	8.4	81	81	80	80	116	99	100	315
Asheville, N.C.	4.4	4.3	4.8	4.7	75	78	74	75	74	81	77	232
Nashville, Tenn.	5.2	4.4	5.6	5.1	75	77	73	75	106	139	115	360
Little Rock, Ark.	5.5	4.8	6.9	5.2	73	76	70	73	104	133	110	347
Oklahoma city, Okla.	4.3	2.5	4.9	3.9	—	—	—	—	36	33	35	104
Washington, D.C.	3.4	2.7	3.2	3.1	68	67	64	66	71	77	63	211
Columbus, Ohio.	0.3	-0.6	0.1	-0.06	82	82	79	81	59	60	59	178
Wichits, Kans	2.1	0.0	2.4	1.5	68	72	69	69	24	21	23	68
San Francisco, Calif	10.1	9.2	10.5	9.9	78	82	76	78	104	102	88	294
Boston, Mass	0.7	-1.2	-0.9	-0.46	70	72	69	70	92	100	84	276
Buffalo, N.Y.	-2.7	-4.7	-4.9	-4.1	82	84	81	82	76	72	69	217
Chicago, Ill	-1.6	-3.3	-2.2	-2.4	82	83	80	81	48	47	41	136

을 주는 것으로 고려된다.

삼나무와 편백의 冬期 被害 原因을 原産地의 冬期 氣象에서 찾아보기 위하여 日本 主要地域의 冬期 氣象 資料를 수집한 바 表 7과 같았다.

편백의 耐凍性이 약 -23°C , 삼나무는 약 -20°C 로 알려져 있는 바(7) 試驗地의 最低溫度가 이 被害의 原因이 된다고 볼 수 없다. 調査地와 日本을 比較하건데 一般적으로 관계습도가 10%以上 높고 降水量도 높은 편에 속하고 있다. 따라서 試驗地 주위의 氣象條件으로 보아 이 樹種들은 尉州地域에 不適合한 편이며 被害原因은 特히 二月의 乾燥와 常風이 증발량을 촉진시켜 枯死를 시킨 것으로 고려돼 試驗地의 被害를 寒風害로 보아야 할 것으로 思料 된다.

리기테다소나무의 母樹種인 리기테다와 테다소나무의 分布地의 氣象特性을 보면 冬期溫度가 높거나 溫度가 낮은 地域은 關係습도와 降水量이 높게 나타나고 있어 리기테다소나무와 리기테다소나무의 경우도 寒風害를 받을 危險성이 높고 風露出地에 被害가 심한 것은 역시 寒風害로 보아야 할 것이다.

다만 일본잎갈나무의 경우도 風露出地에서 약간의 被害가 인정되나 餘他 樹種에 비해 그 程度가 극히 낮은 것은 冬期에 落葉되므로 증산에 의한 水分損失이 적어 枯死를 예방시키고 있었기 때문으로 思料되며 잣나무는 耐凍性과 耐寒風性이 높은 樹種으로 나타나고 있다.

以上の 結果를 보면 特히 導入樹種의 造林에 冬期 氣象이 重要한 要因으로 등장하고 있기 때문에 우리나라 各地의 冬期 氣象特性의 分析이 必要할 것으로 생각 된다.

造林樹種의 冬期被害는 大部分 低溫과 寒風害 被害로 區分할 수 있다. 寒風害는 關係습도가 낮은 乾燥地域 또는 寒乾風을 항상 맞는 地域에 나타나고 있다. 따라서 冬期 氣象被害를 고려한 林業氣象圈은 溫度와 濕度와 關係된 要因에 의해 區分하는 것이 適當하다고 본다.

溫度要因으로 冬期 三個月의 平均溫度, 最低溫度, -10°C 이하의 日數等을 選定하였으며 濕度要因으로 關係濕度降水量 積雪두께, 蒸發量과 흐린날의 日數等을 選定하여 類似地域을 區分한 結果 그림 1과 같으며 그 特性은 다음과 같다. 資料는 最近 5個年(1972~76)의 各地域 冬期 氣象 資料이며 附表 1과 같다.

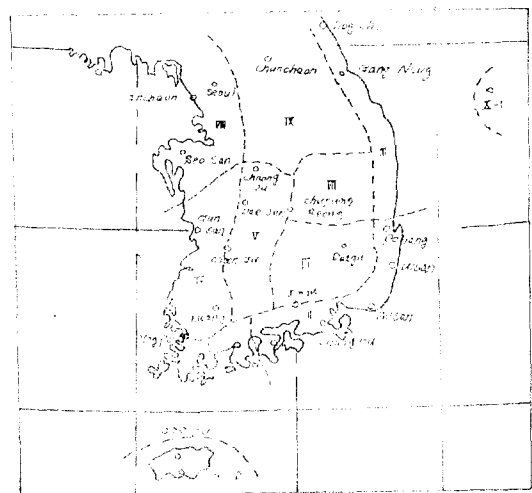


Fig. 1. Classification of winter climate zone based on temperature, humidity and precipitation.

가. 南海 및 南海岸 氣候圈

이 地域을 南海岸 西部圈(I)과 南海岸 東部圈(II) 및 東海岸圈(III)으로 區分된다. 겨울氣溫이 溫暖함이 一般特性이다. 해당 地名은 附表 1의 內容과 같다.

地域은 關係濕도가 높은 反面에 I 地域은 乾燥하고 靑명한 날과 蒸發量이 많고 눈이 거의 내리지 않은 점이 特色이다. II 地域은 濕도가 낮고 靑명하며 蒸發量이 많은 점은 II 地域과 類似하나 降水量과 降雪量이 II 地域보다 많은 점이 差異가 있다. II와 III 地域이 溫度가 높은 反面에 乾燥한 理由는 소백산맥과 태백산맥에 의한 環流상이다. 특히 II와 III 地域에는 冬期 濕潤地帶產의 導入樹種造林에 주의하여야 하고 主로 西向과 北西 및 南西方向에는 寒風害에 유의하여야 한다.

나. 南西部 丘陵圈(IV)과 山岳圈(V)

南西部 丘陵圈(IV)은 남쪽은 무등산의 北斜面에서 차령산맥의 南斜面, 東으로는 淸州, 全州, 光州을 잇는 西部 丘陵地帶이다. 南西部 山岳圈(V)은 IV 地域의 東部와 嶺湖南의 境界인 소백산맥 줄기의 西部地域으로 노령산맥과 소백산맥의 山岳地域이다.

이들 地域은 關係濕도가 높고 降雪量이 비교적 많으며 反面에 蒸發量이 적고 흐린 날이 많은 濕潤性 地域이다. 이점이 嶺南圈과의 差異點이다.

丘陵圈과 山岳圈의 差異는 前者가 冬期平均氣溫 0°C 以上の 溫暖地이고 後者는 0°C 以下の 추운지방이며 極最低溫度가 -20°C 를 넘는 地域이다.

다. 嶺南 南部圈(VI)과 北部圈(VII)

嶺南圈은 慶尙道の 南海岸과 東海岸을 除外한 氣候圈이다. VI 地域은 추풍령과 포항을 잇는 南部地域이고 VII 地域은 北部의 내륙 山岳地帶이다.

이들 地域은 比較的 關係濕도가 낮고 降雪 降雨量이 적은 冬期乾燥地이다. 南部圈과 北部圈의 差異는 前者가 溫暖地帶임에 비해 後者가 冬期平均氣溫 0°C 以下の 추운지방으로 極最低溫度가 -20°C 를 넘는 地域이다.

라. 中部圈

이 地帶는 中西部 丘陵圈(VIII)과 中東部 山岳圈(IX)으로 區分된다. 약간 濕潤한 地域이나 降水量과 蒸發量이 적은 地域이다. 前者에 비해 後者가 氣溫이 낮고 降雨量이 많은 점이 差異가 된다. 前者의 地域은 南으로는 차령산맥의 北斜面과 東으로는 淸州, 安성, 양주를 잇는 丘陵地帶으로 冬期에 北西季節風을 직접 받는 地域이다. 後者는 차령산맥, 광주산맥과 태백산맥의 山岳地로 極最低溫度가 약 -25°C 가 되는 추운지방이다. 제주도(X-1)과 울릉도(X-2)

겨울기온이 溫暖하고 濕도가 높은편이고 降水量과 흐린날이 많으며 反面에 蒸發量도 많은 지역이다. 제주도

와 울릉도는 매우 類似한 겨울기온의 특성을 지니고 있으나 이들 地域을 區分한다면 溫度差로 區分할 수 있다

寒風害 被害事例 調査地는 本 冬期林業氣候圈에서 嶺南南部圈과 南海岸 東部圈의 境界지점에 해당된다. 이 地域 공히 冬期乾燥地帶로서 冬期濕潤地域產인 독일가문비, 삼나무, 편백의 造林에 不適合한 氣候條件을 지니고 있다. 리기테다소나무의 경우 역시 좋은 氣候條件은 아니나 北西, 西와 南西의 冬期季節 風의 露出地를 辟하면 造林成功의 可能性은 높을것으로 思料된다.

引用 文 獻

1. Curtis, O.F. 1936. Amer. Jour. Bot. 23.
2. 原田泰. 1926. 森林氣象學.
3. Holtmeier, F.K. 1958. Geökologische Beobachtungen und studien an der subarktischen und alpinen waldgrenze in vergleichender sichte (Nördliches Fennos Kandinavien/Zentralalpen). Erdwiss. Forschg 8.
4. Holzer, K. 1958. Die winterlichen Veränderungen der Assimilationszellen von Zirbe (*Pinus cembra* L) und Fichte (*Picea excelsa* L) an der alpinen Baumgrenze (GFW 76).
5. Holzer, K. 1959. Winterliche Schäden an Zirbe nabe der alpinen Baumgrenze. (GFW 76).
6. Larcher, W. 1957. Frostfrockniss an der waldgrenze und in der alpinen Zwergstrauchneide auf dem Patscher kofel bei Innsbruck. Veröff.Museum Ferdinandeum Innsbruck 84.
7. 佐藤敬二, 1972. 新造林學, 地球社
8. Tranquillini, W. und K. Holzer. 1958. Über des gefrieren und Auftauen von Konifern-Nadeln. Ber. Dt. Bot. Ges. 71.
9. Tranquillini, W. und K. Holzer. 1963. Über den Gefrierbereich von Nadeln der Zirbe. M-FBVA 60.
10. Tranquillini, W. und H. Tarner. 1961. Untersuchung Über die Pflanzentemperaturen in der subalpinen Stufe mit besonderer Berücksichtigung der Nadeltemperaturen der Zirbe. M-FBVA 59.
11. Tranquillini, W. 1969. photosynthese und Transpiration einiger Holzarten bei verschieden starkem wind. CGFW 86.
12. Pisek, K. und E. Winkler, 1958. Assimilations Vermögen und Respiration der Fichte in verchiedener Höhenlage und der Zirbe an der alpinen Waldgranze Planta 51.

Appendix 1. Winter climatic zone of southern Korea from period normals for auxiliary stations(1972~1976)

Winter climatic zone	Mean temp.	Mean relative humidity	Total precipitation	Lowest temp	Number of days < -10°C	Total evaporation	Total cloudy	Total snow cover
	°C	%	mm	C	days	mm	days	(days)
I. Western region of the southern seaside								
Mogpo	3.3	76	130	-11.6	0	171	37	(17)
Haenam	2.5	76	148	-12.7	0	116	31	30
Jangheung	2.0	75	150	-12.1	1	166	30	20
Yeongam	2.0	75	141	-15.3	0	158	34	42
Wando	3.7	71	161	-10.2	0	166	25	13
Koheung	2.6	70	151	-10.1	0	165	21	7
Mean	2.7	74	147	-12.0	0	157	30	22
II. Eastern region of the southern seaside								
Suncheon	2.9	63	134	-11.3	0	207	21	18
Hadong	2.4	65	128	-12.6	3	194	19	5
Namhae	2.8	64	152	-12.8	0	190	19	4
Samcheonpo	2.8	64	121	-10.8	0	205	21	1
Jin ju	2.1	66	104	-14.1	2	171	19	(3)
Geojac	3.3	62	139	- 8.9	0	194	23	2
Gimhae	2.7	63	104	-11.0	0	211	18	2
Busan	4.2	57	130	-11.5	0	216	20	(3)
Ul ju	2.0	67	133	-13.0	3	162	24	5
Ulsan	2.8	66	137	-12.4	2	187	20	(3)
Pohang	2.3	58	145	-13.1	2	197	22	(5)
Mean	2.8	63	130	-12.0	1	194	21	5
III. Region of eastern seaside								
Yongdug	2.0	62	142	-13.8	2	210	21	14
Ul jin	2.2	61	172	-13.8	3	172	23	29
Samcheog	1.3	60	184	-14.0	2	127	24	66
Gangneug	1.2	56	196	-15.3	5	209	20	(40)
Mean	1.7	60	174	-14.2	3	180	22	36
IV. Rolling region of the south eastern Korea								
Hampeong	1.7	75	148	-19.2	2	148	34	58
Naju	1.2	75	150	-16.8	5	125	33	65
Kwang ju	1.3	75	144	-13.9	2	169	32	53
Sung ju	1.1	73	141	-12.5	2	137	32	34
Yonggwang	1.5	73	147	-13.9	2	112	40	74
Jangseong	0.7	76	158	-18.3	4	109	34	82
Gochang	0.9	74	151	-15.0	5	—	32	100
Jeongup	0.6	74	155	-20.0	6	104	30	93
Buan	0.7	78	135	-20.2	6	136	32	73
Gunsan	1.0	71	114	-13.6	1	132	29	(27)
Iri	0.5	76	123	-20.0	5	131	23	38
Cheonju	0.8	75	115	-14.2	4	94	25	(21)
Nonsan	0.0	72	114	-16.2	9	107	24	26
Buyeo	-0.1	76	114	-17.4	10	121	25	37
Boryeong	0.3	74	95	-16.0	6	136	28	39
Mean	0.8	74	133	-16.5	5	126	30	59

Winter climatic zone	Mean temp.	Mean relative humidity	Total precipitation	Lowest temp	Number of days < -10°C	Total evaporation	Total cloudy	Total snow cover
	°C	%	mm	C	days	mm	days	cm (days)
V. Mountain region of the southern west area								
Namweon	0.3	76	126	-18.4	9	119	24	67
Yimsil	-1.1	74	139	-23.2	16	99	33	74
Mu ju	-0.8	73	114	-19.7	16	-	26	40
Jinan	-1.3	77	129	-22.9	21	100	30	84
Kumsan	-1.1	78	120	-22.2	14	116	26	39
Youseong	-0.7	75	117	-22.1	15	133	23	42
Yongdong	-1.1	78	112	-20.2	16	125	29	32
Cheong ju	-1.5	74	84	-20.6	17	104	23	(34)
Mean	-0.9	76	118	-21.2	16	114	27	54
VI. Southern region of Kyongsang-do								
Gurae	1.9	67	111	-11.4	2	166	26	30
Sancheong	1.6	64	115	-14.4	2	175	24	19
Hamyang	1.0	68	110	-15.0	6	166	23	25
Hapcheon	1.0	70	100	-16.9	3	153	21	12
Haman	0.9	72	117	-15.6	7	144	18	13
Milyang	1.5	67	89	-15.1	6	165	21	5
Geochang	-0.2	70	109	-18.6	9	178	24	21
Seong ju	0.2	71	101	-22.4	8	149	23	19
Chilgog	0.5	61	84	-18.3	10	190	20	12
Gimcheon	0.3	65	93	-19.2	8	155	25	34
Daegu	1.2	62	81	-12.1	7	157	22	(42)
Yongcheon	0.5	67	93	-17.6	6	152	21	13
Geong ju	1.6	64	102	-14.7	5	208	25	7
Mean	0.9	67	100	-16.3	6	166	23	18
VII. Northern region of Kyeongsang-do								
Chupungeong	-0.6	68	123	-17.2	25	143	25	(38)
Seonsan	-0.2	70	90	-24.0	11	180	22	23
Sangju	0.1	67	102	-22.7	6	149	24	26
Uiseong	-1.3	72	85	-22.5	22	138	23	23
Mungeong	-0.4	67	104	-20.0	9	117	23	34
Andong	-0.8	71	77	-20.2	14	141	24	23
Cheongsong	-1.4	69	81	-21.5	25	142	19	28
Yong ju	-1.5	67	86	-21.6	23	167	21	33
Mean	-0.8	69	94	-21.2	17	147	23	27
VIII. Rolling region of the middle Korea								
Hongseong	-0.7	78	100	-19.0	11	120	22	50
Dangjin	-0.6	76	87	-17.9	9	152	24	43
Asan	-1.0	75	98	-21.4	14	97	25	53
Seosan	-0.4	75	87	-16.7	8	127	20	(27)
Hwaseong	-1.5	74	79	-20.6	18	138	19	33
Anseong	-1.5	74	89	-21.5	17	101	21	37
Suweon	-1.7	72	69	-24.4	22	134	20	(30)
Ganghwa	-2.0	69	73	-17.6	19	130	24	29
Incheon	-0.8	67	71	-16.8	6	152	17	(22)

Winter climatic zone	Mean temp.	Mean relative humidity	Total precipitation	Lowest temp	Number of days <math><-10^{\circ}\text{C}</math>	Total Evaporation	Total cloudy	Total snow cover
Seoul	-0.8	65	84	-18.5	9	130	23	(24)
Mean	-1.1	73	84	-19.4	13	128	22	41
IX. Mountain region of the middle Korea								
Boeun	-2.0	72	99	-25.4	26	113	26	46
Goisan	-2.3	74	104	-24.0	24	85	21	46
Jincheon	-1.8	73	104	-24.0	22	79	21	75
Eumseong	-2.3	71	106	-21.8	24	100	22	62
Chung ju	-2.0	74	96	-26.2	23	116	23	45
Jaicheon	-3.1	71	100	-25.8	34	102	27	54
Incheon	-2.1	70	95	-25.7	25	124	20	52
Weonseong	-2.8	73	81	-26.8	31	102	26	50
Yangpyeong	-2.7	71	84	-26.5	29	105	21	55
Hongcheon	-3.3	73	84	-27.0	36	99	21	74
Chuncheon	-2.5	70	76	-20.4	21	119	21	(43)
Injai	-3.1	73	59	-23.5	37	107	23	66
Mean	-2.5	72	91	-24.8	28	104	23	62
X. Jeju-ullung-do region								
Jae ju	5.8	75	245	-3.8	0	150	62	16
Seongsan	6.2	72	389	-4.5	0	—	41	12
Hanrim	6.2	72	219	-4.2	0	—	60	14
Dae jeong	6.7	68	196	-4.0	0	—	53	7
Ulungdo	2.1	71	293	-9.6	0	140	46	12
Mean	6.2	72	262	-4.1	0	150	54	12