

## 江原道 地域의 土壤 凍結深 및 常綠植物의 含水量 趨移에 關한 研究(2)

洪鍾雲 · 許範亮\* · 元慶烈 · 林炳春 · 李基哲 · 河相健\*

春川教育大學

Studies on the Soil Freezing Depth and Change of Moisture contents  
in evergreen Plants upon subzero Temperature in Kangwon area.(2)

Hong J.U., Huh B.L., Won K.Y., Lim B.C., Lee K.C., Ha S.K.

### SUMMARY

Experiments were conducted to investigate the relationships between the soil freezing depth and the accumulated degree-day of temperature below 0°C at 17 locations during 1989-1990 winter season in kangwon province.

The observed results are as follows :

1. When accumulated degree-day of temperature below 0°C was 141°C at late January, soil freezing depth of sunny place was 46.5cm, that of shaded lot was 59 cm, and that of marginal place sunny or shaded area was 55cm, in Chun cheon.
2. Accumulated degree-day of temperature below 0°C of Dae gwangryong area was more than that of Un-du, whereas soil freezing depth of Daegwangryong was lower than that of Un-du. It was considered that snow covering worked as heat insulator.
3. Soil freezing depth of vinyl mulching on Zoysia turf was less by around 20cm than that of non-vinyl mulching. Rice hulls covering of 40cm showed the great heat insulation effects with the soil freezing depth of 1.5cm at sunny place and 6.5cm at shaded lot compared to that of 47cm at sunny and 59.5 cm at shaded place bare ground.
4. Among investigated areas, Dunae, Honeg seong gun was the deepest soil freezing, 89cm with 569°C of accumulated degree-day of temperature below 0°C at late February.
5. dehydration of Juniperus C. var. Kaizuca, Euonymus japonica, and Chamaecyparis pisifera at winter season was around 5%, however dehydration of Vinca minor was more than 10 %.

\* 이 研究論文은 1989年度 韓國學術振興財團의 연구비 지원에 의하여 수행되었음

※ 江原道 農村振興院

(Kang Won Rural Development of Agronomy)

## I. 緒 論

寒冷地の土壤凍結現象는 樹木의 凍害뿐만 아니라 切盛土의 斜面의 安定이나 崩壞地의 復舊에 끼치는 影響도 크다.

凍結深의 分布는 1~2年의 調査로는 不充分 하여 實測資料에 의한 長期的인 分析이 必要하다.

凍結深의 理論的인 考察은 東<sup>1)</sup> 등이 發表 하였으며 草下<sup>10)</sup> 등은 地溫과 高度(標高) 와의 關係를  $Te_{30}=20.6-0.88(\phi-30^{\circ})-0.0044h$ 로 地下 30cm의 年平均 地溫의 誘導式을 發表하였다.

土壤凍結의 實測은 「炭素 電極 連結 挿入한 石膏 부를 土壤중 埋設 電氣抵抗法에 의한 調査法과<sup>2)</sup>」과 「色素分離法」에 의한 普通인데 本試驗은 後者의 色素分析法를 사용하였다.<sup>2, 3, 4, 6)</sup> 本試驗은 前年度에 이은 繼續事業으로 17 地點, 51個所에 凍結 調査棒은 設置하여 調査하였으며 春川에서는 陰陽地 및 各種 土壤被覆物被覆別로 凍結深을 調査하였고 4種의 常綠樹의 冬期 含水量의 變化를 5 日마다 조사하였다. 이는 년도에 따라 凍害가 빈발하는 나사백, 사철나무 扁柏 및 常綠地被植物인 *Vinca minor*의 四種을 대상으로 하여 冬期間 含水量의 趨勢를 觀察하여 含水量에서 보아 臨界點에 이르는 過程 및 吸水 재개시의 條件을 調査하고 同時에 同期間中에 있어서의 上記要因의 年度別 推移를 앞으로 繼續觀察 比較해 보고자 한다.

土壤凍結은 氣·地溫뿐만 아니라 日照量, 風向, 風速, 微氣象과의 關係도 깊다.

그러나 本稿에선 氣·地溫과 土壤凍結을 爲主로 調査 하였다.

## II. 資料 및 方法

土壤凍結深 測定은 色素分析法인 methylen blue 0.01% 液을 充填한 凍結棒<sup>11)</sup>을 1989年 11月6日 江原道內 17地點(Fig 1) 51個所에 設置하여 '89年

12月 1日~'90年 3月末日까지 觀測하였다.

春川地區에서 土壤深度別 地溫을 觀測하였고 陰地와 陽地別로 自然露地, Vinyl mulching區 Casimiron mat mulching區 寬겨40cm 被覆區, 寬겨 20cm 被覆區 別로 凍結의 變化를 調査하였고 *Vinca minor*, *Juniperus C*, var *Kaizuca*, *Euonymus japonica*, *Chamaecyparis pisifera* 등 4種의 葉中水分變化를 5日마다 觀測하였다. 水分觀測은 FW(Fresh weight) 測定後 90℃ oven에서 24時間 乾燥後 OHAU社 Galaxy 160 D Digital Balance로 秤量하여 含水量을 計算하였다.

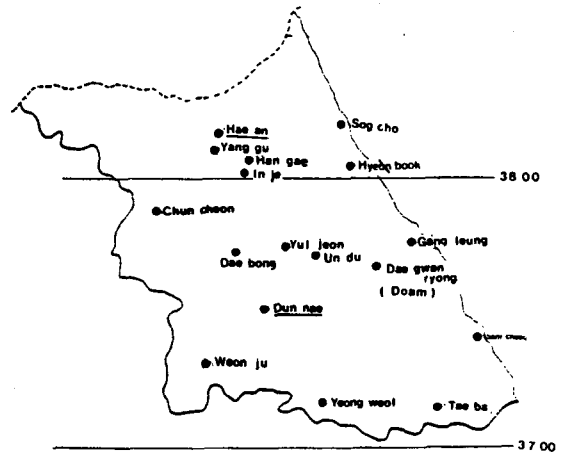


Fig 1. Observation points of the freezing depths in the ground in the winter of 1989-90

## III. 結果 및 考察

試驗1) 春川地區 '89~'90 冬期間 *Zoysia* 圃場의 地面 被覆物의 被覆과 土壤凍結深의 變化 陰地(B)와 陽地(A)에서 無被覆區(對照區 B<sub>1</sub>

1)  $Te_{30}=14.2-0.90(\phi-30^{\circ})-0.0044h \dots (R=0.959, S=0.66) \dots$  12月의 平均地溫

$Te_{30}=9.5-0.78(\phi-30^{\circ})-0.0040h \dots (R=0.955, S=0.61) \dots$  1月의 平均地溫

$Te_{30}=9.4-0.73(\phi-30^{\circ})-0.0048h \dots (R=0.82, S=1.42) \dots$  2月의 平均地溫

$Te_{30}$ : 30cm 깊이의 年平均地溫 h: 海拔高度 m

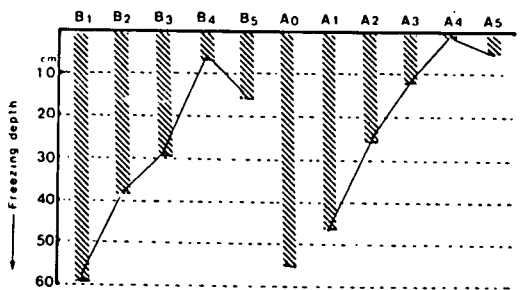
$\phi$ : 緯度

R: 上關係數

S: 標準偏差

2) 不凍時의 電氣抵抗은 1K $\Omega$  以下이나 凍結時의 電氣抵抗은 1K $\Omega$  以上 萬單位가 된다.

A<sub>1</sub>), 0.03mm Vinyl mulching區(B<sub>2</sub> A<sub>2</sub>), 카시미론 保温 mat+ Vinyl 被覆區(B<sub>3</sub> A<sub>3</sub>), 왕겨 40cm 被覆區(B<sub>4</sub> A<sub>4</sub>) 및 왕겨 20cm 被覆區(B<sub>5</sub> A<sub>5</sub>)와 陰地와 陽地의 境界線區(A<sub>0</sub>)<sup>3)</sup>에서의 凍結深은 Fig 2와 같이 對照區는 陰地(B區)가 59.5cm, 陽地(A區)가 47cm 였으며 Vinyl mulching 區는 B區가 38cm, A區가 26cm로 各 對照區에 對해 20cm 정도 凍結深이 淺았다. 카시미론 mat+ Vinyl 의 被覆區의 凍結深은 B區가 29cm, A區가 26cm였고, 왕겨 40cm 被覆區는 B區가 6.5cm A區가 1.5cm로 顯著히 凍結防止 效果가 있었다.



- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| B. Shaded lot                | A. Sunny place               |
| 1. bare ground               | 0. 1~2hours / day sunshine   |
| 2. Vinyl mulching(0.03mm)    | 1. bare ground               |
| 3. Casimiron+vinyl mulching  | 2. Vinyl mulching            |
| 4. rice hulls mulching(40cm) | 3. Casimiron+Vinyl mulching  |
| 5. rice hulls mulching(20cm) | 4. rice hulls mulching(40cm) |
|                              | 5. rice hulls mulching(20cm) |

Fig 2. Transition of soil freezing depth under the several mulching materials at the shaded lot and sunny place.

시험 2) '89~90江原地域의 土壤凍結深의 分布 1989~90年 冬期 最大凍結深은 春川の 完全陰地가 59.5cm, 陽地(차폐없는 露地)가 47cm 였으며, 大關嶺은 68.0cm, 楊口 亥安이 79.6cm였다. (Fig 3) '89-' 90 積算寒度가 大關嶺(橫溪)이 420℃·day, 亥安이 400℃·day로 亥安에 비해 大關嶺의 積算寒度を 보아 土壤凍結深이 더 깊어야 할 것이나 大關嶺地域은 降雪로 오히려 凍結深이 淺았던 것 같다.(Fig 8, 9, 10)

洪川地區의 大鳳, 栗田, 雲頭 地域은 Fig 4와 같이 最大凍結深이 各 61.0cm, 69.3cm, 83.2cm였다.

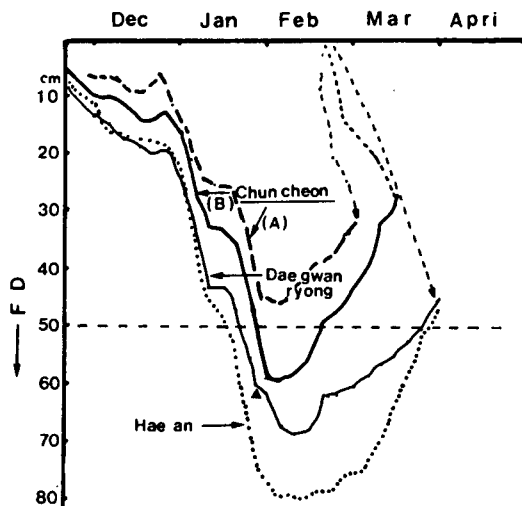


Fig 3. Distribution of maximum freezing depths in the ground in the winter of 1989-90.

(A : Suun, place, B : Shaede lot)  
I(▲ : snow cover)

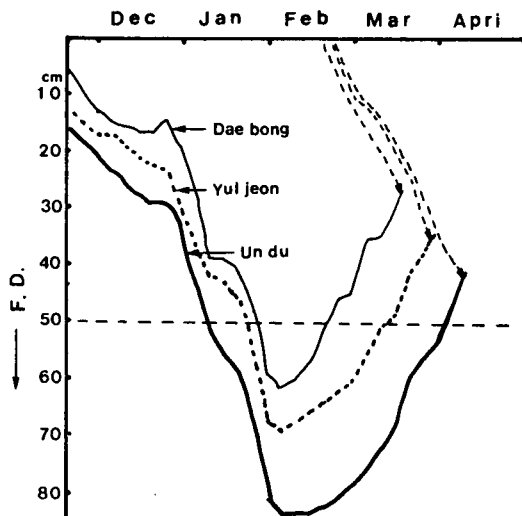


Fig 4. Distribution of maximum freezing depths in the ground in the winter of 1989-90

栗田地區와 雲頭地區는 共히 海拔 700m 地域이나 雲頭地域은 海拔 1089m의 雲頭嶺下에 위치하여 山頂에서 直接降下하는 寒冷氣流의 影響이 많은

듯 하였다.

'89-'90年 冬期 束草, 襄陽懸北, 麟蹄地區의 土壤凍結深은 各各 21.5cm, 45.0cm, 69cm로 縣北은 束草보다 南方이나 內陸에 位置한 까닭으로 積算寒度 많고 凍結深도 깊은 것 같다.(Fig 5) 麟蹄, 寒溪, 楊口의 凍結深은 비슷하여 69-70cm였으며 江陵은 오히려 懸北보다 凍結深이 얕았고 屯內地區의 凍結深은 89cm로 本測定에선 最深凍結深을 보였다.(Fig 5.6) 太白地區는 今般 測定地點中 가장 南部에 位置하나 標高는 930m의 太白 所道洞 御平地區에서 觀測하였다.

三陟은 15.5cm, 寧越 32cm, 御平(太白) 63.5cm의 凍結深을 보였다.(Fig 7)

最深凍結深은 海岸地區인 三陟, 江陵 束草 등을 1月 末日項에 나타났고, 內陸地方은 2月 初旬에 나타냈다. 解氷은 凍結位置의 上, 下에서 거의 同時에 일어나며 上部에서는 地表面부터 地中으로 次次 解氷되기 始作하고 地中에 最深 凍結 部位에서 또한 解氷키 시작하여 上部로 解氷해 올라와서 中間부위만 結氷부위가 남았다가 드디어는 完全히 解氷된다.

道內 '89-'90 土壤凍結深의 分布(Fig 8)와 2月말까지의 積算寒度(Fig 9)와는 비슷한 傾向을 보였

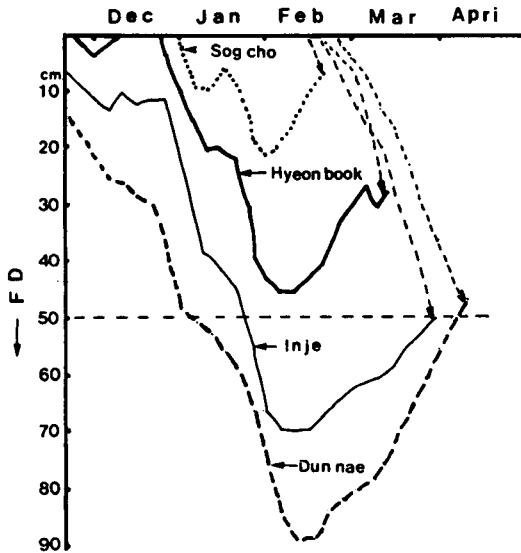


Fig 5. Distribution of maximum freezing depths in the ground (winter of 1989-90)

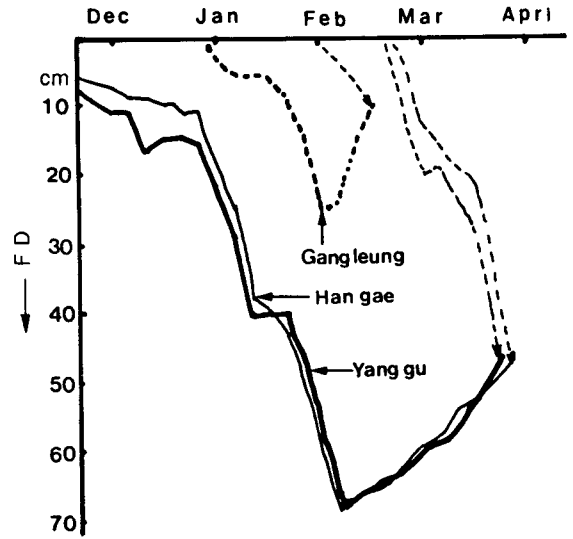


Fig 6. Distribution of maximum freezing depths in the ground (winter of 1989-90)

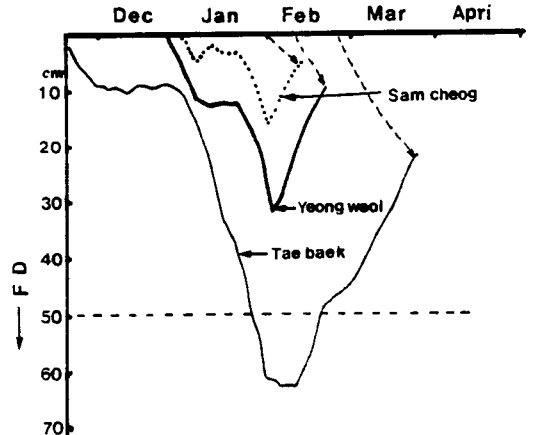


Fig 7. Distribution of maximum freezing depths in the ground (1989-90)

다. 다만 多雪地城은 積雪以後로 氣溫이 低下해도 積雪로 인한 保温效果로 土壤凍結은 進涉되지 않았다. 測定地點의 標高와 積算寒度 및 最深凍結深의 關係는 Fig 10과 같다.

春川地區의 1985~90年間의 土壤凍結深의 變化는 Fig 11과 같이 年度에 따라 凍結深의 차이가 많았다.

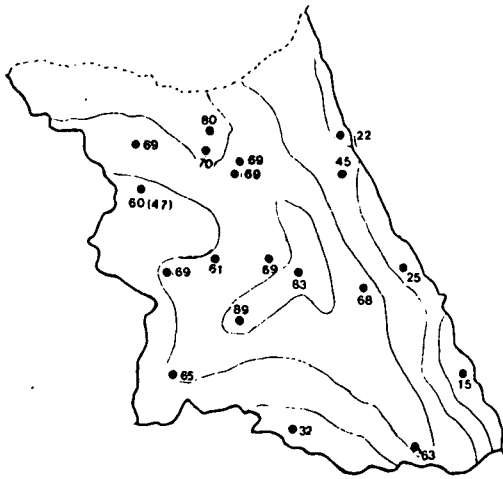


Fig 8. Distribution of maximum freezing depths in the ground in the winter of 1989-90

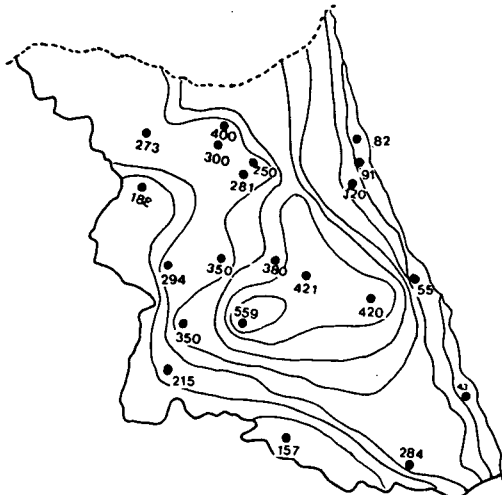


Fig 9. Accumulated degree-day of temperature below 0°C (0°C · day) at the end of February in 1990

東<sup>1)</sup>에 의하면 土壤凍結深은 理論的으로는 積算寒度の 平方根에 比例한다고 하였으나 日照時間, 冬期結永 期間中の 温暖氣溫의 期間, 風速, 方位에 따른 차이도 있어 長期間의 實測資料의 累積으로 分析된 數値가 精確한 凍結深이 되리라 믿는다.

'85~90年間の 凍結深의 年間變化는 Fig 11과 같이 年度에 의한 차이가 심하다.

試驗 3) 常綠植物葉의 冬期間 含水量의 變化  
常綠造景樹中 *Juniperus* C.var. *Kaizuca*, *Euonymus Japonica*, *Chamaecyparis Pisifira* 및 *Vinca*

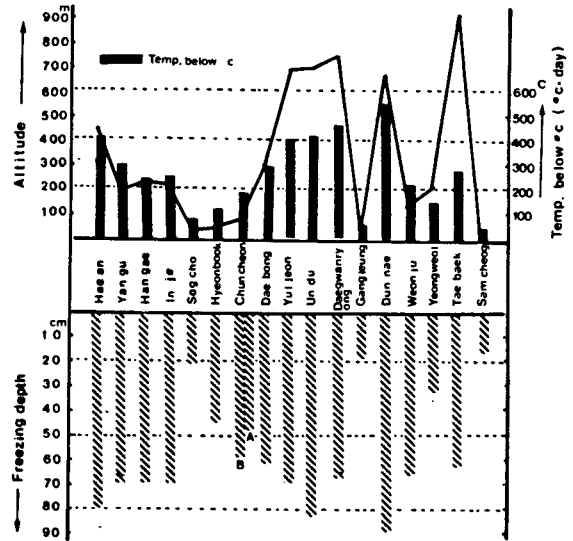


Fig 10. Relations of the soil freezing depth, altitudes and accumulated degree-days of temperature below 0°C at the end February in 1990  
A : Sunny place. B : Shaded lot

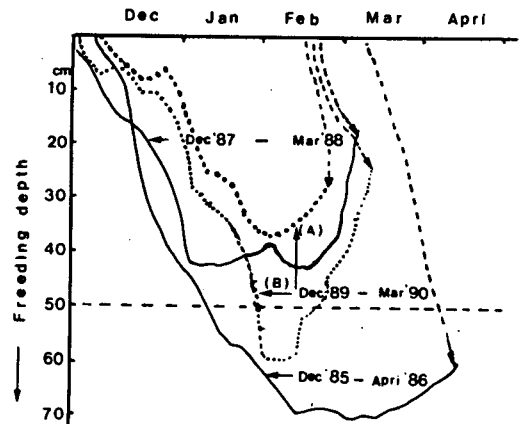


Fig 11. Change of maximum freezing depths in the ground in the winter of 1985-90  
A : Sunny place B : Shaded lot

minor의 6株平均冬期間의 葉內 含水量의 趨移를 나타낸 것이 Fig 12이다.

全體的으로 冬期中 含水量의 低下가 계속되다가 토양동결이 풀리는 2月中旬에 最低로 된 후 다시 含水量은 急激히 回復된다. Fig 11에서 *Vinca minor* 만은 2月初 부터 회복된것은 강설에 의해 被覆되어

地表面 近處는 解氷되어 根部에서 吸水가 다시 시작된 때문에 간주된다.

土壤凍結이 풀린후에도 무슨 原因으로든지 흡수 貯해가 계속되면 含水量面에서 보아 生理的인 危險 狀態가 가까운 것으로 想像된다.

이들 常綠樹의 葉內 吸水는 평균기온이 零上이 되는 것이 條件인것 같았으며 흡수 的 量은 그 계속 기간의 온도에 비례하는 것으로 가정하면 嚴冬이후 平均기온이 零上이 된 날자의 溫度를 加算한 積算 暖度(溫度指數)에 比例하는 것으로 볼 수 있다.

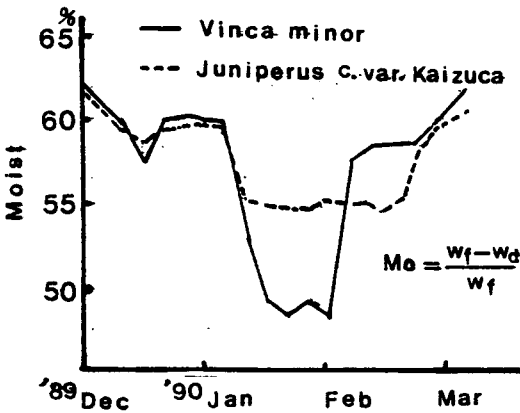


Fig 12. Change of moisture Content in *Vinca minor* and *Kaizuca* leaves in the winter of 1989-90

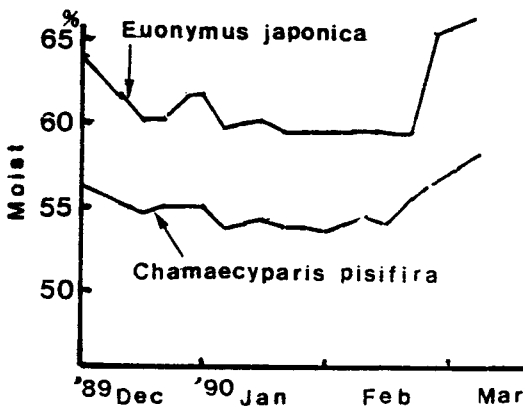


Fig 13. Change of moisture content in *Euonymus japonica* and *Chamaecyparis pisifira*, in the winter of 1989-90

## IV. 摘 要

1. 春川地區의 1月末 積算寒度는 141℃·day 였으며 土壤凍結深은 46.5cm였다. 그러나 全日 陽光 이 쪼이지 않는 완전음지는 凍結深이 59cm로 12.5cm의 차이를 보였으며, 그 陰·陽地의 境界地點의 凍結深은 55cm였다.

2. 積算寒度가 많은 大關嶺地域이, 雲頭地域보다 土壤凍結深이 적은것은 大關嶺地域이 降雪量이 많아 積雪로 因한 보온效果로 간주된다.

3. *Zoysia*포장에 Vinyl mulching時 無被覆區보다 20cm정도 土壤凍結이 덜 되었으며, 왕겨 40cm 被覆 區는 陽地에서 1.5cm, 陰地에서 6.5cm의 凍結深을 보여 陽地와 陰地의 對照區의 最深 凍結深 47cm와 59.5cm에 比하여 顯著的한 保溫效果를 나타내었다.

4. 本 測定에선 構域屯內地區가 2月末까지의 積算寒度가 569℃·day, 最深凍結深 89cm로 가장 깊어 凍結되었다.

5. 나사백(가히쓰까 향나무), 사철나무, 편백의 冬期葉中含水量의 減少는 5% 内外였으나 *Vinca minor*만은 10% 以上の 水分減少現象이 있었다.

## 參考文獻

1. 東 晃：北海道の 土壤凍結，農業物理研究報告 Vol.34 145-157, 1954
2. 木下誠一，大野武敏：凍上力（I），低温科學，物理篇 Vol.21 117-139, 1963
3. 〃，〃：小黑貢：凍上力（II）低温科學物理篇 Vol.24 285-297, 1966
4. 〃，〃：北見における 凍上觀測結果（昭和41-42年冬期）低温科學 物理篇 Vol. 25, 225~228 1967
5. 石川政幸・鈴木孝雄：北海道における 1964-65年冬の 最深凍結深の 分布・林試北海道支場年報 238-241, 1966
6. 木下誠一・鈴木義男，堀田薫，田沼邦雄，青田昌秋：紋別における 凍上觀測結果（昭和41-42年冬期），低温科學 物理篇 Vol.25 229-232, 1967
7. 淺野義人：北海道における 綠化樹木の 植栽分布と 溫度氣候，日造園誌 Vol.48, No.5 1985.
8. 淺野義人・洪鍾雲：1983~84年冬の 常綠樹の 寒害發生に 關する 考察—札幌の場合— 1985 日本造景學會 關東支部大會發表

9. 酒井 昭：日本における常緑及び落葉廣葉樹の耐凍性とそれらの分布との關係 日生態學會誌 Vol.25, 101-111, 1975
10. 草下正夫, 岡山正夫, 松井光瑤：亞高山地帶の造林技術 45-49 創門, 1960
11. 洪鍾雲, 許範亮, 元慶烈, 林炳春, 李基哲, 河相健：江原道地域の土壤凍結深 및 常綠植物의 含水量趨移에 關한 研究(1) 韓國잔디學會誌 Vol.4 No.1 發表