

植物的溫度緩和效果에 關한 基礎的 研究

安啓福* · 金基善**

(* 曉星女子大學校 造景學科 ** Texas A & M 大學 Ph.D 課程)

A Quantitative Study on the Effect of Temperature Control by a Shade Tree and the Lawn Area

Ahn, Gye-Bog* · Kim, Ki-Sun**

(* Dept. of Landscape Architecture, Hyosung Women's Univ.)

(** Dept. of Soil and Crop Sciences, TEXAS A & M Univ.)

= ABSTRACT =

The purpose of this study is to investigate the effect of temperature control by a shade tree and the lawn area. In this investigation, we find out that artificial-lawn, concrete, and exposed soil are more higher temperature than covered with plant materials.

The results of the measurement may be summarized as follows ;

1) Low-temperature effects of *zoysia japonica* is more controlled by condition of growth than leaf length of grass. Surface temperature make 0.7°C difference between long grass (15cm), and short grass (5cm), but make 5°C difference between good growth grass (230/10cm²) and bad growth grass (80/10cm²).

2) The surface temperature of the lawn area is 40.5°C lower on a maximum than that of the artificial lawn (July 28, 1985).

During the day of summer, shade area under the shade tree is 0.9°C lower than lawn area surface temperature, 6.9°C lower than bad growth lawn, 10.3°C lower than exposed soil, and 18°C lower than concrete surface temperature.

3) Natural irrigation effect on the surface temperature fluctuation. But this effect is changed by compositions of ground materials and time-lapse.

4) Sunny day is more effective than cloud day.

5) In summer season, surface temperature make a difference compare to temperature of 0.5-1.5m height from ground: Surface temperature is 3.4°C lower at the lawn area (11 a.m.), 4.2°C lower at the shade area under the shade tree, 12.7°C higher at the concrete area (3p.m.), 38.8°C higher at the artificial lawn (2p.m.)

6) According to compositions of ground materials and season have specific vertical temperature distribution curve.

7) In summer season, temperature distribution of 0.5-1.5m height at the shade tree is 4.8-5.7°C lower than concrete area (noon-3p.m.)

研究目的

最近 都市가 크게 外形의 擴張을 하게 되자 자연히 綠地는 줄어들게 되었으며 建築物과 道路등의 人工構造物은 增加하게 되었다. 이러한 現象은 都市氣候가 農村의 氣候보다 高溫, 低濕, 日射量 減少, 降水量 增加, 雲量의 增加, 年平均 風速의 減少등의 現象을 誘發시키고 있다¹⁾. 이러한 狀況아래서 植物이 갖고 있는 微氣候 調節(Microclimate Control) 効果는 중요한 意味를 갖게 된다. 즉 植物은 熱容量(Heat capacity)이 작고 熱傳導率도 낮으며, 또한 蒸發散 作用을 하기 때문에 夏季에 低溫化 現象을 일으키고 있다.

本 研究는 이러한 植物의 夏季 溫度 緩和 效果를 計量的으로 實證하는데 그 目的이 있다. 이와같은 目的을 수행하기 위해서 代表的인 綠陰樹인 느티나무와 地被植物 材料中에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 잔디를 選定하여 表面溫度와 地上 0~2M 사이의 垂直溫度 分布를 指標로 삼아 그 效果를 實證하고자 한다.

研究史

植物에 의한 夏季 冷溫帶 形成에 관한 實證的 研究는 주로 外國의 氣象學과 林學, 園藝學, 造景學등 植物을 다루는 分野에서 활발히 다루어지고 있다. Rudolf Geiger(1950)²⁾, Walter Larcher(1973)³⁾, Gary O Robinett(1977)⁴⁾들은 植物과 溫度에 대한 全般的인 考察을 했다.

丹羽, 菅野(1943)⁵⁾는 東京帝國大學內에 있는 은행나무 가로수의 蔭地와 잔디밭 그리고 裸地의 表面溫度를 測定했다. 그 結果 맑은날 수목 그늘지는 裸地보다 平均 14.1°C 低溫이며 잔디밭 보다는 平均 7.4°C 低溫이었다. 흐린날은 수목 그늘지는 裸地보다

平均 12.6°C 低溫이며 잔디밭보다는 平均 6°C 低溫이었다.

大泉(1962)⁶⁾는 庭園의 等溫線 分布圖를 分析함으로써 추후 庭園의 植栽設計時 考慮해야 할 點을 밝혔다. 裸地, terrace, 문기둥 주변은 高溫 現象과 氣溫差異가 심하게 나타나는 곳이며, 잔디 중앙부는 약간 高溫이지만 주변부는 綠蔭樹 그늘로 인한 低溫이었으며, 연못이나 樹木아래에는 氣溫變化가 적고 高溫이 되지 않음을 밝혔다.

小橋, 神邊, 後藤(1967)⁷⁾은 樹林地와 伐開地의 年中 地溫(地表面으로 부터 지하 20cm까지)의 變動(fluctation) 測定하여 夏季에는 伐開地가 2~4°C 高溫인 반면에 冬季에는 樹林地가 地下 10cm까지만 약 1°C 정도 高溫임을 밝혔다.

渡邊(1974)⁸⁾과 丸田(1974)⁹⁾은 公園을 對象으로 研究했으나 前者는 綠地가 公園內의 低溫에 미치는 影響에 대해서, 後者는 公園은 公園綠地가 周邊地域에 미치는 影響의 範圍에 대해서 研究했다. 渡邊은 公園의 綠地面積이라는 絕對的인 數値보다는 相對的

- 註 1) 丸田賴一(1983): 都市綠地計劃論, 丸善株式會社, p 24.
 2) Rudolf Geiger, (1950): The Climate Near the Ground, Massachusetts: Harvard University Press, pp.258~297.
 3) Walter Larcher(1973): Physiological Plant Ecology, New York: Carl Ritter & Co, pp.18~27.
 4) Gary O Robinett(ed)(1977): Landscape Planning for Energy Conservation, Reston: Environmental Design Press pp 45~55.
 5) 丹羽鼎三·菅野義胤(1943): 樹蔭地ニ 裸地との地表溫, 造園雜誌, 第10卷 第2號, pp 12~14.
 6) 大泉紀男(1962): 環境植栽に關する 微氣候學的研究, 造園學論集, 東京農業大學造園學科, pp 20~22.
 7) 小橋澄治·神邊活三·後藤幸一(1967): 林內溫度の1測定例, 造園雜誌, 第31卷 第2號, pp 22~26.
 8) 渡邊達三(1974): 綠地の氣溫緩和効果と 綠度, 造園雜誌, 38(3), pp 25~29.
 9) 丸田賴一(1974): 公園綠地内の氣象, 造園雜誌, 37(3), pp 33~55.

인 數值인 綠地面積率(綠被率)이 低溫과 크게 관련 있음을 밝혔다. 즉 綠地 面積率이 80%일때 최대 3.5°C의 低溫效果를 나타냈으며 綠地面積率이 15% 미만일때는 거의 低溫效果가 없는 것으로 나타났다. 丸田은 公園綠地가 周邊 市街地의 溫度에 미치는 範圍는 風速, 風向, 綠地規模, 綠地分布에 따라 달라 지지만 風速이 6.5m/sec일때 약 180M까지 低溫의 영향이 미치는 것으로 研究되었다.

近藤外 3人은(1983)¹⁰⁾ 樹木과 잔디가 都市空間을 構成하는 人工被覆物에 비해 微氣象調節效果가 크다는 것을 밝혔으며 특히 夏季에 樹木은 樹木아래의 溫度와 濕도를 變化시켜 不快指數를 다소 감소시키는 것을 實證했다. 近藤, 鈴木(1983)은 都市空間을 構成하는 各素材들에 대한 表面溫度를 測定했으며 특히 住居地의 綠地被覆率에 따른 表面溫度를 測定하여 植生의 存在가 溫度 上昇을 억제하는 機能을 實證했다. 또한 稻葉, 竹村, 香川(1984)¹¹⁾는 小規模 植栽地를 對象으로 日射量, 溫度, 濕度, 土壤水分, 風速등을 實測하여 群植의 微氣象調節機能을 調査한 바 있다.

지금까지 언급되었던 文獻들을 綜合해볼때, 첫째 植物의 微氣象調節은 상당히 여러분야에서 研究되고 있다는 것과, 둘째 庭園, 公園, 環境綠地分野에서 理論的 적용 가능성이 높다는 점과, 셋째 外國에서는 最近까지 활발히 研究되고 있으나 韓國에서는 研究되고 있지 않았다는 점, 넷째, 지금까지의 研究는 植物材料가 갖는 微氣象調節에 對한 理解에 關한 研究이었지만 여기서 얻는 結果로 실제 人間의 生活環境에 얼마나 澈적한 效果를 가져오는가에 대한 研究는 되지 않고 있다는 점등을 들 수 있다.

研究 方法

1. 測定器財

本 實驗은 地表面 溫度와 人間이 體感하는 地上 2M아래의 氣溫을 測定하기 위해 0.1°C까지 測定할 수 있는 SK1250 디지털 溫度計와 水銀棒狀溫度計가 같이 사용되었으며 照도를 測定하기 위해 MACOM 101 photometer가 사용되었다.

2. 實驗方法

本 實驗은 1985年 7月 16日부터 28日까지, 그리고 同年 8月 12日, 20日, 23日, 10月 22日 실시되었다. 溫度란 局地的인 環境條件의 微妙한 變動에도 쉽게 變할 수 있기 때문에 어떤 地點의 特定時點에서 測定한 資料가 普遍妥當性을 갖기 위해서 反覆測定하는 것을 原則으로 하였다. 즉 3~5回 反覆測定하는 것을 原則으로 하되 變動(fluctuation)이 심할 경우에는 反覆測定을 다시 2回 더 實施하였다. 測定時間은 長期的 低溫化 效果를 測定하기 위해 매일 10時, 12時, 15時로 定했으며, 日變化 效果를 測定하기 위해 7時부터 18時까지 메시간 測定하는 方法을 택했다.

實驗對象은 대표적인 綠蔭樹인 느티나무(樹高6M×樹冠幅7M), 잔디, 인조잔디, 裸地, 콘크리트, 자갈등을 對象으로 하여 曉星女大 圖書館 잔디밭 周邊 地域에다 實驗區域을 設定하였으며 인조잔디는 大邱 어린이大公園의 어린이놀이터에 造成된 것을 對象으로 삼았다. 잔디는 實驗目的에 맞추어 5月부터 7月中旬까지 약 80여일 동안 養生되었으며 實驗期間 동안에도 계속 같은 상태를 유지하기 위해 統制되었다. 잔디의 草長길이는 5cm, 10cm, 15cm로 養生되었는데 각각의 葉수는 10cm²당 230, 185, 270이었다. 잔디의 生育狀態는 불량, 보통, 양호로 나뉘어 불량한 것은 10cm²당 80수, 보통인 것은 10cm²당 170수, 양호한 것은 10cm²당 230葉수를 나타냈다. 각 實驗區域의 크기는 1m×1m이었다.

3. 實驗內容

本 研究의 實驗內容은 먼저 잔디의 狀態에 따라서 表面溫度가 일정치 않을 것이라는 생각에 (1) 잔디의 草長 길이의 變化에 따른 效果와 (2) 잔디의 生育狀態가 踏壓이나 環境的 要因에 의해 좋지 못할 경우와 잘 生育되었을 때를 比較하는 實驗, (3) 植生을 基準으로 했을 때 地表面 構成材料의 熱特性 및 植生의 晝中 低溫效果 比較, (4) 降雨로 인한 自然 灌水의 效果 測定, (5) 日氣變化에 따른 效果 比較 (6) 季節에 따른 地表面 構成材料의 垂直溫度分布와 그 效果등 6가지의 實驗內容을 設定하여 定量化를 試圖했다.

10) 近藤 三雄·間仁田和行·橫山容三·小澤知雄(1983): 樹木, 芝生の微氣象調節效果に關する 實證的研究, 造園雜誌, 46(3), pp 161~175.

11) 稻葉孝己·竹村文男·香川信子(1984): 樹木植栽地におけるの夏季間の微氣象調節機能に關する研究, 造園雜誌, 47(5), pp 141~146.

結果 및 考察

本 研究의 結果 綠蔭樹나 잔디는 人工構造物보다 低溫化 現象이 뚜렷이 나타났으며, 溫度的 垂直分布를 測定함으로써 夏季에는 樹林地의 利用이 높고 秋季에는 잔디밭의 利用者가 많음이 溫度的 測面에서 實證할 수 있었다. 각 調査 測定的 結果는 다음과 같다.

1. 잔디의 草長길이에 따른 效果

曉星女大 圖書館 잔디밭에서 80여일간 5cm, 10cm, 15cm로 養生된 들잔디(*Zoysia japonica*)를 測定對象으로 1985年 7月 16일부터 27일까지 10時, 12時, 15時, 1日 3回 測定하여 平均한 것이(圖 1)이다. 이 圖를 보면 10cm 草長이 제일 高溫이고 15cm 草長이 제일 低溫이다. 10cm 草長이 5cm 草長보다 高溫인 까닭은 10cm²당 葉수가 185:230으로 10cm 草長의 實驗區域의 植栽密度가 상대적으로 낮았던 까닭이다. 10時, 12時, 15時 경우 草長10cm와 15cm의 溫度差異는 0.4°C, 0.6°C, 0.7°C로 日出後 15時까지 점차 그 溫度差異가 커짐을 알 수 있다. 따라서 草長이 길수록 低溫化 效果는 크다고 할 수 있는데 이는 近藤, 鈴木(1983)¹²⁾의 잔디와 雜草群落의 表面溫度 比較와 일치하는 傾向이다.

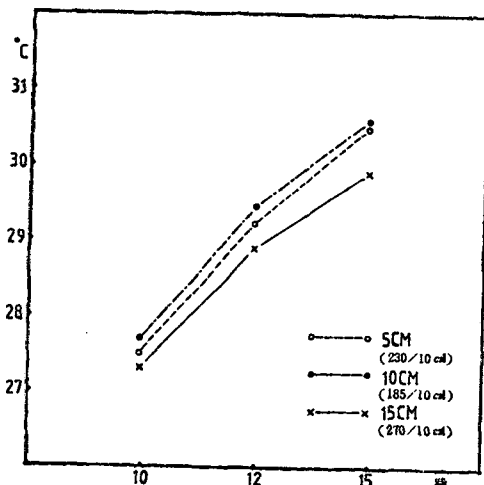


圖 1. 잔디의 草長길이에 따른 溫度變化.
(曉大區內, 1985年 7月 16日~27日, 同期間의 平均溫度)

2. 잔디의 生育狀態에 따른 效果

前述한 實驗과 同一한 場所에서 同一한 時間에 同一한 方法으로 同一한 測定期間동안 測定한 結果가 圖 2이다. 外的要因으로 生育이 不良한 잔디가 제일 高溫化 現象을 보이고 있으며, 10時와 15時 사이의 溫度差異도 4.8°C나 되어 生育이 良好한 잔디의 3.4°C에 비해 상당히 높은 편이다. 15時 基準으로 볼때 生育不良한 잔디와 生育良好한 잔디의 溫度差異는 5.0°C로 差異가 심하다. 따라서 圖 1과 比較하여 草長의 길이 보다는 生育狀態에 따라서 低溫化, 다시말해 溫度緩和 效果가 크게 作用한다고 할 수 있다.

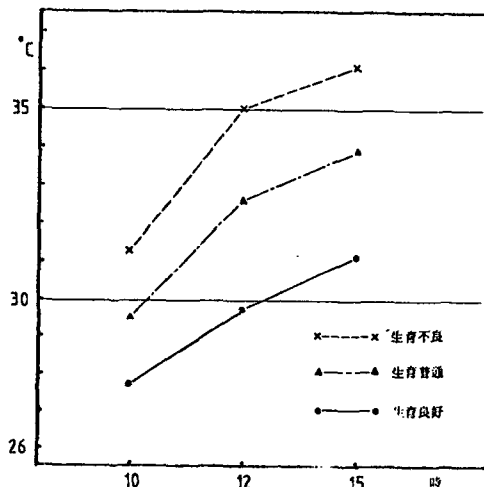


圖 2. 잔디의 生育狀態에 따른 溫度變化.
(曉大區內, 1985年 7月 16日~27日, 同期間의 平均溫度)

3. 地表面 構成材料에 따른 效果 比較

圖 3은 1985年 7月 28日 7時부터 19時까지 大邱 어린이大公園에서 地表面 構成材料에 따라서 晝中 地表面 溫度變化를 測定하여 地表面 構成材料들의 熱特性을 알아보기 위한 것이다. 圖 4는 1985年 7月 18일부터 27일까지 曉星女大區內에서 매일 10時, 12時, 15時에 測定한 表面溫度를 平均한 것으로, 地表面 溫度를 基準으로 봤을때 植生의 溫度效果가 夏季 最大(15時) 어느정도 되는지를 알아보기 위한 것이다.

註12) 近藤三雄·鈴木誠孝(1983): 前掲論文, p10.

7月 28日은 15時 氣溫이 35.2°C로 대단히 무더운 날씨였고 照度는 14時 30分, 16時 30分에 일시적으로 구름이 끼여 낮았지만 한낮은 9만~11만 Lux로 대체로 맑은 날씨였다. 日出後 1시간 정도된 7時的 表面溫度는 모래사장과 잔디는 氣溫보다 약 1°C 높은 26.3°C를 나타내고 있지만 人造잔디는 약 7.5°C 높은 32.9°C를 나타내고 있다. 이는 人造잔디의 熱容量이 낮아 쉽게 더워지고 쉽게 溫度가 낮아진다는 것을 나타낸다. 이러한 現象은 晝中 계속되어 照度가 낮아지면 바로 溫度가 下降하며 (time lag가 짧다), 14時쯤에는 75°C로 여타 表面構成材料보다 훨씬 높으며, 17時 30分 이후에는 콘크리트의 表面溫度보다 낮아지는 熱特性을 가지고 있다. 따라서 人造잔디의 夏季 利用의 活性化를 위해서는 綠蔭帶의 導入이 絶실한 形편이다. 이에반해 콘크리트는 熱容量이 커 人造잔디보다 溫度가 완만하게 상승했다가 완만하게 하강하는 熱特性을 보이고 있다.

이 測定 場所의 잔디는 草長이 12cm로 生育狀態가 그렇게 良好한 편이 아니라 圖 4와 조금 差異

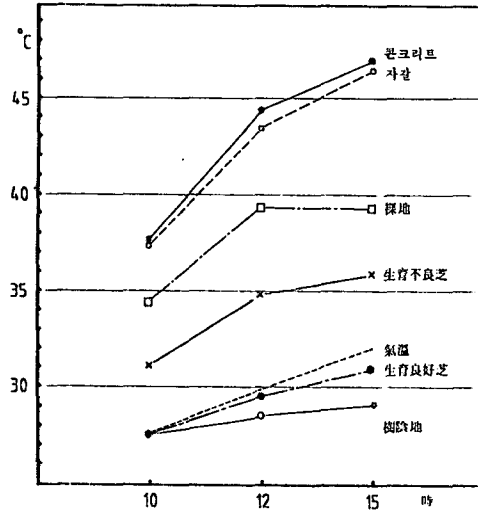


圖 4. 地表面 構成材料에 따른 長期變化. (曉大區內, 1985年 7月 16日~27日, 平均溫度)

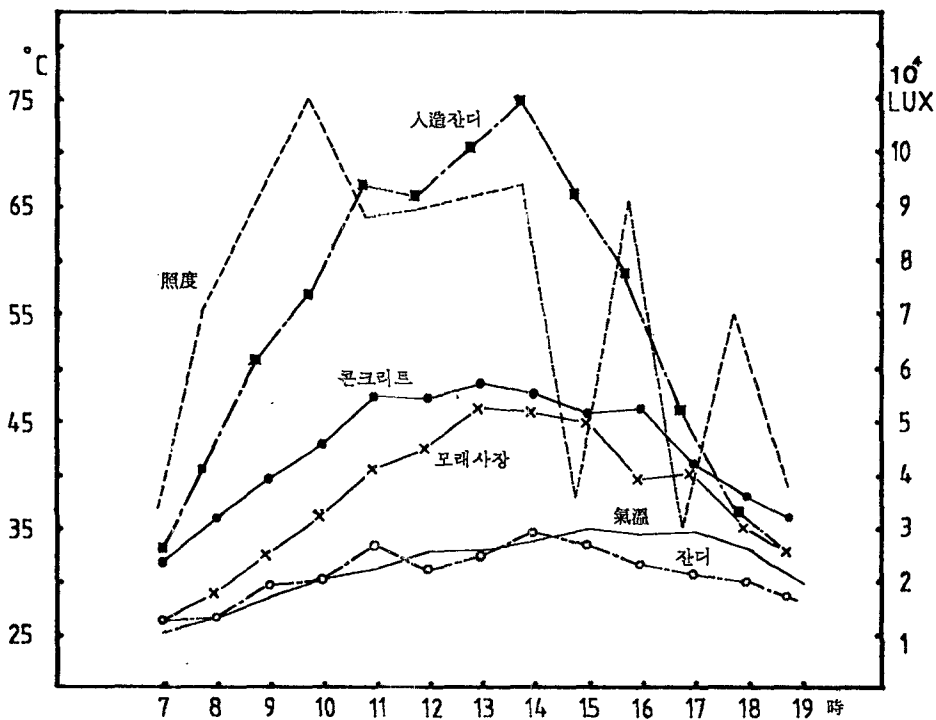


圖 3. 地表面 構成材料에 따른 日變化. (어린이大公園, 1985年 7月 28日, 07時~19時, 日氣:晴, 雲量:3.5, 平均風速:1.9m/sec)

가 있지만 地表面 構成材料間 溫度差는 잔디의 表面 溫度를 基準으로 人造잔디, 콘크리트, 모래사장은 각각 약 40.5°C, 14°C, 11.5°C 높게 나타났다.

圖 4를 보면 樹陰地의 溫度가 다른 地表面 構成材料보다 제일 낮다. 또한 裸地를 제외한 대부분은

15時까지 溫度가 상승하는 경향을 보여주고 있다. 10時에 氣溫과 生育良好 잔디의 表面溫도와 樹木그늘지의 表面溫度는 비슷하지만 15時가 되면 生育良好한 잔디와 樹木그늘지는 0.9°C의 差異를 보이게 되며, 콘크리트와 樹木그늘지와는 18°C, 裸地와 樹

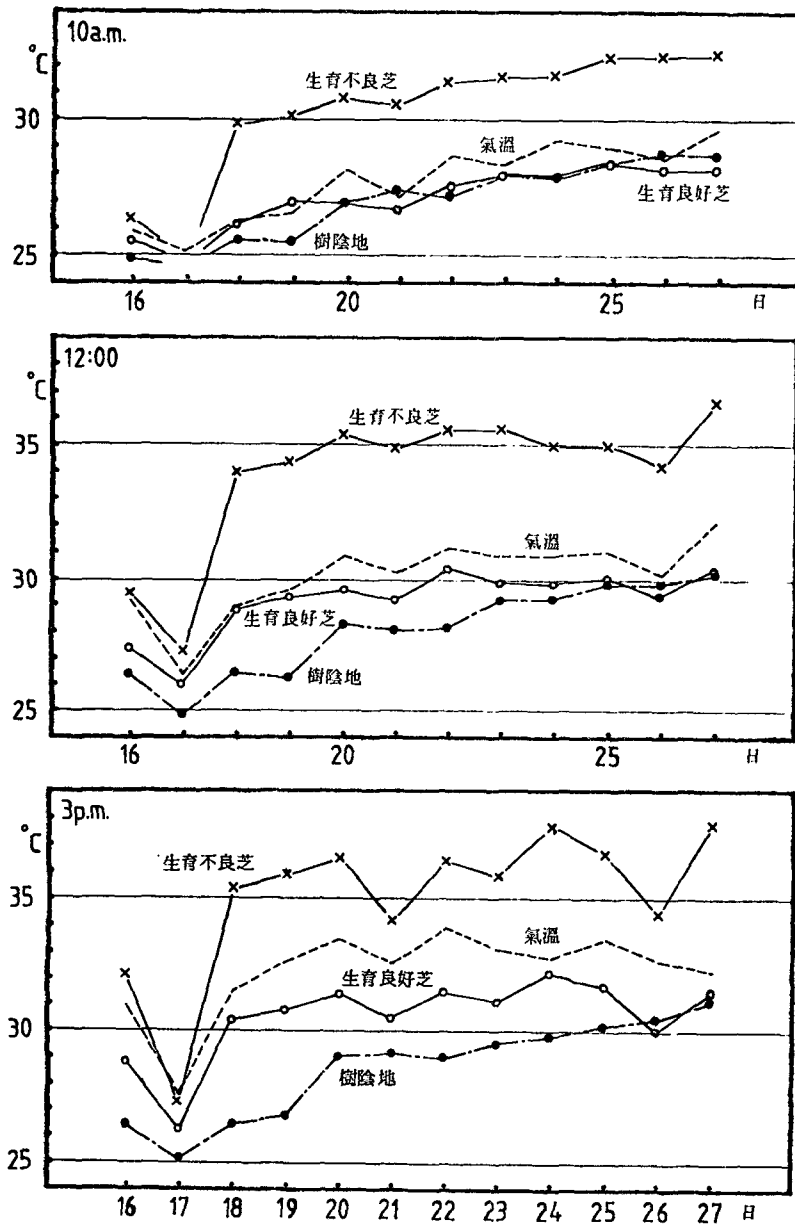


圖 5. 自然 灌水 效果. (曉大: 1985年 7月 18日 ~ 27日 10時, 12時, 15時, 7月 17日 降雨量: 28.4mm)

木그늘지와는 10.3°C, 生育不良한 잔디와 樹木그늘지와는 6.9°C 差異를 나타내고 있다.

4. 自然灌水 效果

自然灌水가 低溫化 現象에 미치는 效果를 알아보기 위해 曉星女大 圖書館 잔디밭 부근에서 1985年 7月 18일부터 27일까지 매일 10時, 12時, 15時에 生育不良한 잔디, 生育良好한 잔디, 느티나무 그늘의 表面溫度를 測定한 結果分析이 (表 1, 圖 5)이다. 自然灌水는 13日 以前에 열흘간 비가 내렸으며, 17日 오전에는 24.4mm의 降雨가 내렸다.

表 1에서 測定期間동안의 平均溫度를 基準으로 10時, 12時, 15時的 溫度變化를 分析해보면 두가지의 特徵이 나타나고 있다. 첫째 低溫化 效果는 오전 10時에서 15時로 갈수록 짧아진다. 둘째 生育不良한 잔디 보다는 樹木그늘지가 灌水로 인한 低溫化 效果

가 크다. 즉 12時的 測定資料 分析表를 보면 이러한 現象이 주렷이 나타나 있다. 즉 生育不良한 잔디는 18, 19日만이 平均溫度보다 낮지만 樹蔭地는 18日부터 22日까지 5日間이나 平均溫度보다 낮다.

5. 日氣變化가 低溫化에 미치는 效果 比較

日氣變化에 따라서 植生의 低溫化 效果도 다를 것으로 예측되어 1985年 8月 12日 흐린날과 8月 20日 맑은날 曉星女大 圖書館 잔디밭 周邊에서 測定한 것이다. 8月 12日的 照度를 보면 9時 以後로 점차 흐리기 시작하여 12時에는 雲量이 10으로 완전히 흐린 날씨가었고 20日은 12時 以後 가끔 구름이 끼었으나 日平均雲量이 3으로 대체로 맑은 날씨가었다.

흐린날과 맑은날의 測定資料인 表 2와 圖 6, 7을 比較해 보면 두가지의 特徵이 드러난다. 첫째, 흐린날은 맑은날보다 溫度變化幅이 적다. 게다가 흐

表 1. 自然灌水가 表面溫度에 미치는 效果 測定 資料 (°C)

時刻 場所 日	10時			12時			15時		
	生育不良 잔디	生育良好 잔디	樹蔭地	生育良好 잔디	生育良好 잔디	樹蔭地	生育不良 잔디	生育良好 잔디	樹蔭地
7月 17日	降雨	降雨	降雨	—	—	—	—	—	—
18日	29.9	26.3	25.7	34.1	28.8	26.4	35.4	30.4	26.4
19日	30.2	27.0	25.6	34.4	29.3	26.3	35.9	30.8	26.8
20日	30.8	27.4	27.2	35.4	29.6	28.3	36.5	31.4	29.1
21日	30.6	27.3	26.8	34.8	29.2	28.1	34.2	30.5	29.2
22日	31.4	28.0	27.6	35.6	30.5	28.2	36.4	31.5	29.0
23日	31.6	27.9	28.0	35.6	29.9	29.2	35.9	31.1	29.6
24日	31.7	28.1	28.0	35.0	29.9	29.3	37.7	32.1	29.8
25日	32.3	28.4	28.5	35.0	30.1	29.8	36.7	31.7	30.2
26日	32.3	28.2	29.1	33.3	29.4	29.9	34.5	30.0	30.5
27日	32.5	28.2	28.8	36.6	30.3	31.5	37.8	31.5	31.2
平均溫度	31.3	27.7	27.6	35.0	29.7	28.7	36.1	31.1	28.2

表 2. 日氣變化에 따른 地表面 溫度의 晝間變化 測定資料 分析表

測定場所	日氣 溫度	(°C)							
		흐림(8月 12日)				맑음(8月 20日)			
		最低	最高	平均	SD	最低	最高	平均	SD
樹蔭地		22.5	24.6	24.0	0.62	23.3	27.5	26.2	1.40
生育良好芝		25.6	28.0	27.3	0.68	24.8	30.4	28.4	2.02
裸地		23.9	29.8	27.5	1.63	24.5	41.7	34.9	5.33
자갈		24.2	33.4	29.2	2.54	24.6	45.3	38.2	6.40

린밭 植生은 더더욱 變動(fluctuation)이 적음을 나타내고 있다. (標準偏差의 값이 낮다) 둘째, 樹蔭地와 生育良好芝의 흐린날과 맑은날의 平均溫度差異는 2.2°C, 1.1°C로 그 變化幅이 적은 반면에 裸地와 자갈의 平均溫度差異는 7.4°C, 9°C로 變化幅이 넓다. 이는 植生の 溫度調節機能을 잘 나타내 주는 資料이다.

6. 季節에 따른 地表面 構成材料의 垂直溫度分布 및 그 效果

1) 夏季 垂直溫度分析 및 그 效果

잔디밭, 樹林地(느티나무), 콘크리트지표면에서 人間이 體感하는 높이인 1.5M 아래에서 垂直溫度分布가 時間代別로 어떤 양상을 띄게 되며 그것의 效果는 어떻게 되는지를 分析하고자 한 것이(圖 8, 9)이다.

圖 8, 9는 1985年 7月 28日과 8月 20日에 曉星

女大와 大邱 어린이大公園에서 7時부터 19時까지 測定한 것을 圖面化한 것인데, 圖面表現上 代表的인 時間帶의 資料만을 表現한 것임을 미리 밝혀 두고자 한다. Y축은 地表面으로부터 높이를 나타내고 X축은 溫度를 나타낸다. 각 圖面別 우측하단에 적힌 것은 地表面 溫度와 地上 1.5M 아래에서의 溫度가 最大差異가 나는 時刻과 溫度差를 적은 것이다. 예를 들어 樹林地는 12時 정오에 地表面溫度보다 地上 50cm以上の 溫度가 4.2°C 더 높음을 의미한다.

우선 잔디밭의 垂直溫度分布曲線의 特徵을 보면 첫째 7時以後 $y=a^x+t(a>0, a\neq 1)$ 의 曲線을 그리며 점차적으로 우측으로 移動하다가 16時以後에는 $y=a^x+t(0<a<1)$ 의 曲線을 그리며 좌측으로 移動하게 된다. 둘째 8時以後 地上 0.5M 부근의 溫度가 地表面이나 地上 1M 부근의 溫度보다 높다. 이러한 現象은 12時까지 계속되며, 12時以後 15時까지 地表面과 1M 부근의 溫度만

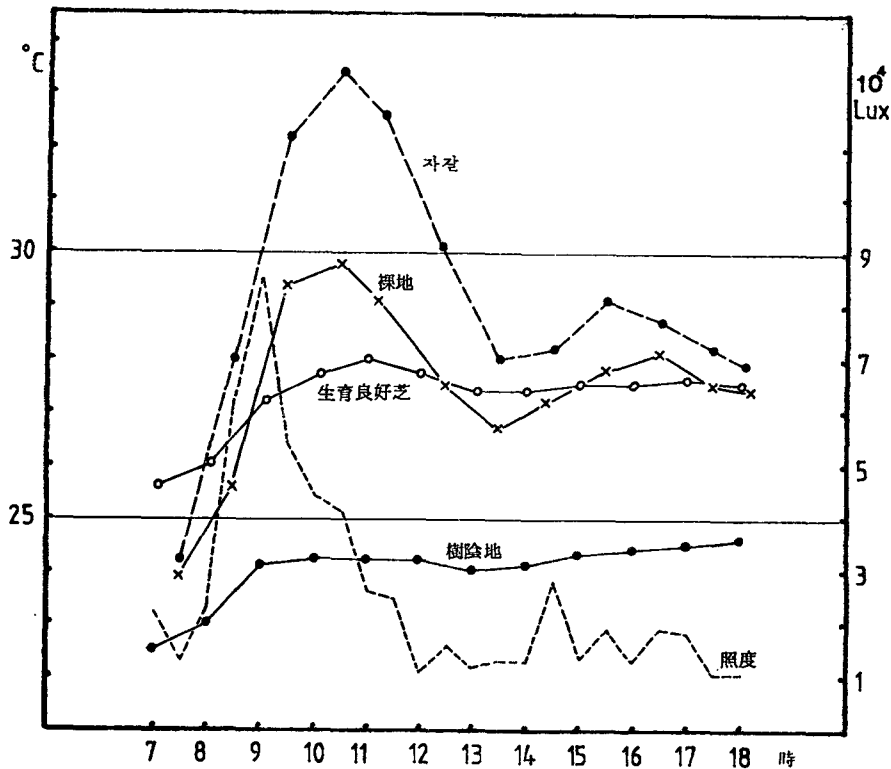


圖 6. 日氣變化에 따른 表面溫度의 日變化 I.
(曉大區內, 1985年 8月 12日, 9時雲量 06,
12時以後雲量 10, 平均風速 2.8m/sec)

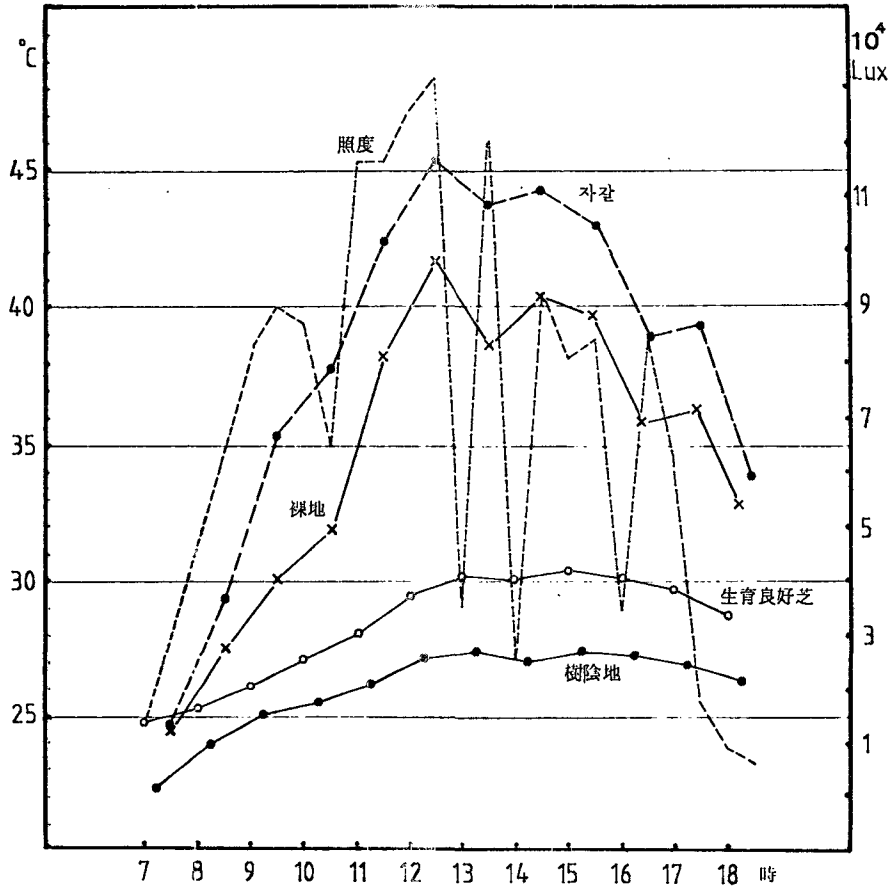


圖 7. 日氣變化에 따른 表面溫도의 日變化 II.
(曉大區內, 1985年 8月 20日, 日平均雲量 03, 平均風速 2.4m/sec)

상승하고 0.5M 부근의 溫度는 固定狀態에 있게 된다. 바로 이와같이 9時 以後 지상 0.5M 높이의 溫度가 30°C를 넘는 現象은 特히 夏季 開放된 잔디밭에서의 靜的利用者들에게 制限要因으로 作用했던 것으로 豫測된다.

樹林地의 垂直溫度分布曲線의 特徵을 보면 첫째 잔디밭의 경우와는 다르게 오전, 오후 모두 $y=a^x+t$ ($a>0, a\neq 1$)의 曲線을 그리며 變한다는 것이다. 둘째 오전 8時, 9時에서만 地上 0.5M 부근의 溫度가 地表面이나 地上 1M 부근보다 높을 뿐 그 이외에는 거의 비슷하다.

콘크리트 地上部의 垂直溫度分布曲線의 特徵은 첫째 樹林地 경우와 정반대로 오전, 오후 모두 $y=a^x+t$ ($0<a<1$)의 曲線을 그리며 變한다. 둘째 地

表面의 溫度가 地上 0.5~1M 부근의 溫度보다 11時~15時에 10~12°C 정도 더 높다.

이렇게 각 地表面 構成材料에 따라 時間代別로 特徵있게 變하는 溫度曲線의 低溫化 效果를 파악하기 위한 것이(圖9)이다. 이것은 特定 時間帶에 각 地表面의 垂直溫度分布曲線을 합친 것으로 그 特徵은 첫째 人工構造物은 $y=a^x$ ($0<a<1$)과 같은 曲線을 그리는 반면에 植生은 $y=a^x$ ($a>0, a\neq 0$)의 曲線을 그린다. 둘째 地表面 溫度가 높은 순서는 인조잔디, 콘크리트.....순이지만 地上 0.5M~1.5M에서는 콘크리트, 인조잔디.....순서로 높다. 셋째 地表面 溫도와 地上部 溫度差異가 적은 순서는 樹林地, 잔디, 콘크리트, 인조잔디 순이다. 넷째 地上 0.5~1.5M사이에서 樹林地와 콘크리트의 溫度差異

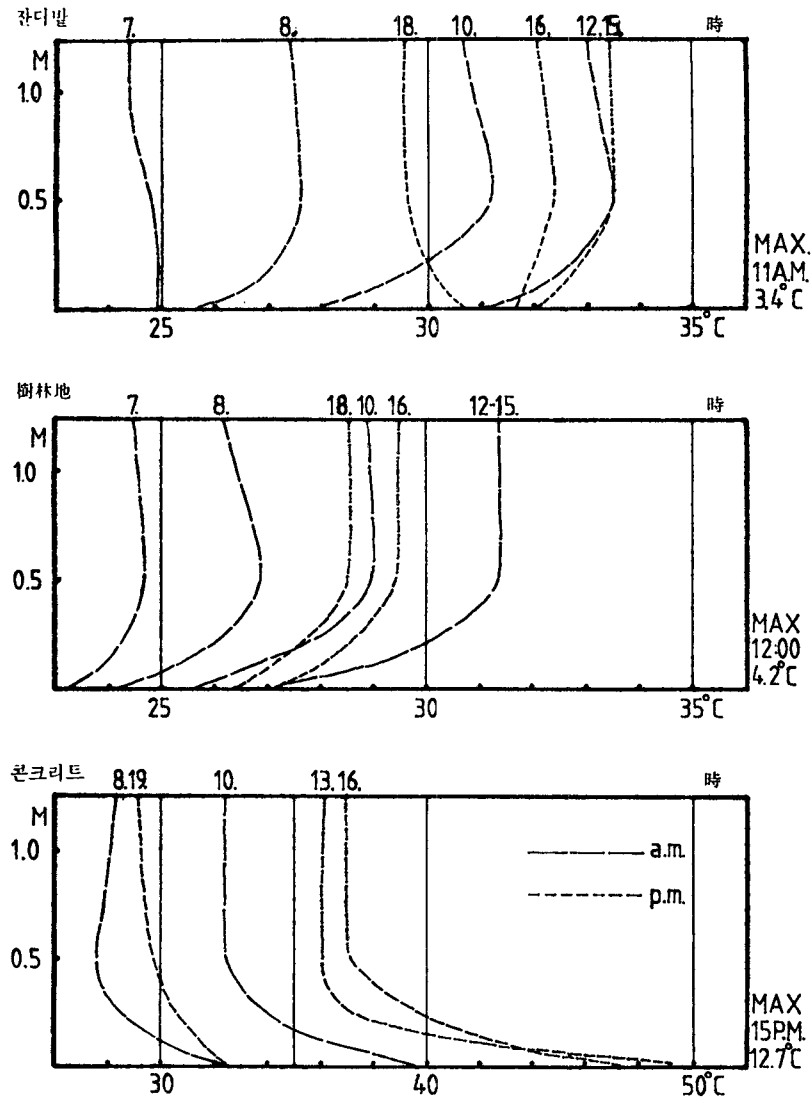


圖 8. 잔디밭/樹林地/콘크리트의 垂直 溫度分布의 日變化.
(曉大, 어린이大公園, 1985年 8月 28, 8月 20日, 07~19時)

는(12時~15時) 4.8~5.7°C로서 결국 이것이 夏季 利用者들에게 주는 植生の 低溫化 效果라고 判斷된다.

2) 秋季 垂直溫度分布 및 그 效果
이 測定은 1985年 10月 22日 夏季實驗場所와 동일

한 곳에서 7時부터 18時까지 每時間 測定한 것이다. 測定計器는 잔디밭의 경우 地表面, 地上 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 0.7, 1.2M의 7구데에 設置하였으며 樹林地的 경우 잔디밭보다 地表面 부분에서 變動(fluctuation)이 심하지 않을 것으로 判斷되어 地表面, 0.3, 0.5, 0.7, 1.2M의 5地點에만 設置하였

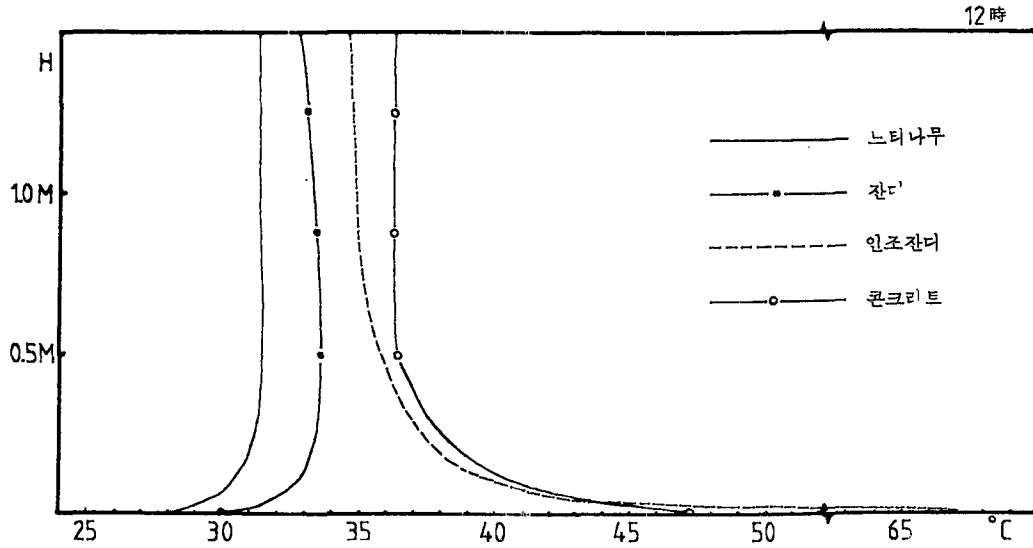


圖 9. 夏季 地表面 構成材料에 따른 溫度의 垂直 分布 比較.

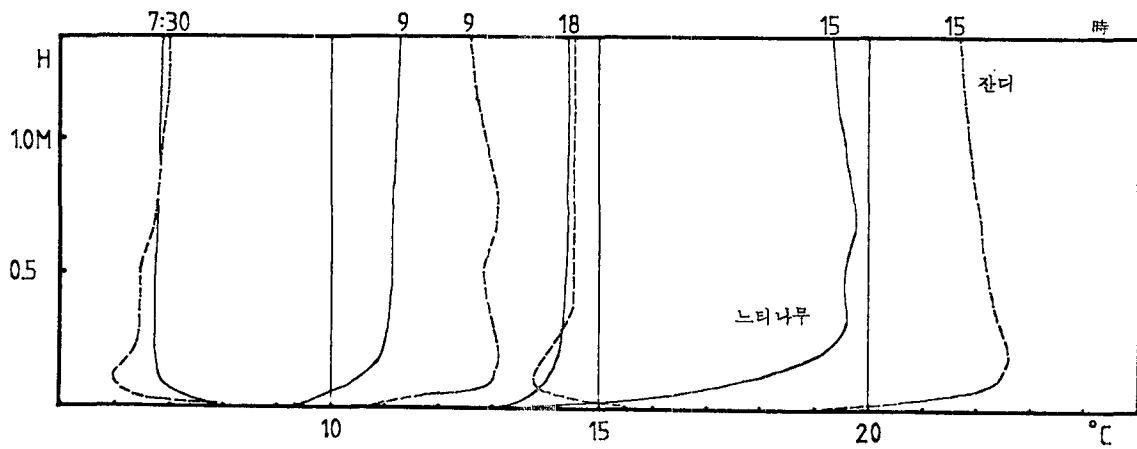


圖 10. 秋季 垂直 溫度分布의 日變化.

(曉大, 1985年 10月 22日, 07時 30分~18時,
日氣:晴, 雲量:0.1, 風速:2.5m/sec)

다. 秋季實驗은 植生의 低溫化 效果의 糾明보다는 9, 10월에 들어 잔디밭 利用者들이 급격히 늘어나는 現象을 微氣象學的 則面에서 考察하는데 의의가 있다.

圖 10에 나타난 特徵은 첫째 圖 8의 夏季 時間帶別 垂直 溫度分布 變化和 比較해 보면 變하는 양상

이 다르다. 즉 樹林地는 夏季는 $y = a^x + t$ ($a > 0, a \neq 1$)의 特徵을 갖는 曲線이었으나 秋季에는 8時에서 18~19時까지만 이러한 曲線의 特徵을 갖게 된다. 둘째 人間의 쾌적기온대를 20~25°C로 잡을때 夏季에는 樹林地가 쾌적기온대에 가깝지만 秋季에는 잔디밭 地上部의 溫度가 쾌적기온대에 속하고 있다.

이와같은 要因은 秋季에 접어들면서 잔디밭의 利用者가 급격히 늘어나는 現象과 일치하는 점이다. 셋째 잔디밭과 樹林地의 地上 1.5M 아래에서의 溫度差異는 15時경에 약 2~3°C 잔디밭이 더 高溫이다. 이는 夏季와 비슷한 溫度差異 現象이다.

摘 要

本 調査研究의 結果 特히 夏季 植物이 갖고 있는 溫度 緩化效果가 實證되었다. 夏季에는 人造잔디, 콘크리트, 裸地등이 高溫化 現象을 보여 快適性을 阻害하는 것으로 나타났다. 그 반면에 잔디와 樹林地는 前述한 地表面 構成材料보다 相對적으로 溫度가 낮은 것으로 나타났다. 特히 樹林地의 地表面 溫度나 地上 1.5M 아래의 垂直溫度 分布는 人工構造物보다 현저히 낮아 低溫化 效果가 큰 것으로 나타났다. 각 實驗에서 얻어진 結果를 요약하면 다음과 같다.

1) 잔디에 있어서 低溫化 效果는 草長의 길이 보다는 生育狀態가 더 크게 작용하는 것으로 나타났다. 草長의 길이에 따라서는 15時 基準으로 0.7°C 차이를 보이지만 生育狀態에 따라서는 5.0°C로 많은 差異를 보인다.

2) 1985年 7月 28日 測定한 것에 의하면 잔디의 表面溫度를 基準으로 볼 때 人造잔디는 14時에 40.5°C, 콘크리트는 15時에 14°C, 모래사장은 15時에 11.5°C의 많은 差異를 보이고 있다. 그런데 이때의 잔디의 生育狀態는 良好한 것이 아니었으므로 더 많은 差異가 있을 가능성이 높다. 한편 1985年 7月 18일부터 열흘 동안 15時 平均溫度差異는, 樹木그늘지는 生育良好한 잔디 보다 0.9°C 低溫이며 生育不良한 잔디 보다는 6.9°C, 裸地보다는 10.3°C, 콘크리트보다는 18°C 각각 低溫인 것으로 나타났다. 특히 人造잔디의 表面溫度가 最高 75°C까지 상승하는 現象에 대해 적절한 그늘의 제공이나 관수등의 처리가 요망된다.

3) 自然灌水가 低溫化 現象에 미치는 效果는 時間帶에 따라서 地表面 構成材料에 따라서 달라진다. 裸地보다는 樹陰地가 더 長期間 低溫化 效果를 나타내게 되며, 12時 基準으로 보면 生育良好한 잔디나 樹林地는 4~5日 效果가 있다고 할 수 있다.

4) 흐린날보다는 맑은날 植生の 低溫化 現象은

더 뚜렷이 나타난다. 잔디나 樹林地는 裸地나 자갈보다 平均溫度差異나 標準偏差가 적어 植生の 溫度調節機能이 있음을 나타내 주고 있다.

5) 夏季 地表面 溫度와 地上 0.5~1.5M에서의 溫度差異는 잔디밭의 경우 11時에 3.4°C 地上部가 높고 樹林地는 12時에 4.2°C 地上部가 高溫이며 콘크리트는 15時에 12.7°C 地表面이 高溫이며 人造잔디는 14時에 地表面이 38.8°C 高溫이었다.

6) 地表面 構成材料에 따라서 晝中 독특한 垂直溫度分布 曲線을 갖는다. 樹林地는 $y=a^x+t(a>0, a\neq 1)$ 曲線을 가지며, 콘크리트는 $y=a^x+t(0<a<1)$ 와 같은 曲線을 가지며, 잔디밭은 15時까지는 樹林地와 같은 樣相의 曲線을 갖다가 16時以後에는 콘크리트와 같은 樣相의 曲線을 각각 갖게 된다.

7) 夏季 人間이 體驗하는 地上 1.5M 아래의 垂直溫度分布는 콘크리트, 人造잔디, 잔디, 樹林地 順序로 높다. 12時에서 15時 사이 地上 0.5M에서 1.5M사이의 溫度는 樹林地보다 콘크리트가 4.8~5.7°C 高溫이다. 이것이 夏季 利用者들에게 주는 植生の 低溫化 效果라고 判斷된다.

8) 秋季 垂直 溫度分布 曲線은 夏季와 또 다른 樣相을 띄게 된다. 또한 15時경에 樹林地와 잔디밭의 地上部 溫度差는 夏季와 마찬가지로 2~3°C 잔디밭이 高溫이다. 그러나 秋季에는 잔디밭 地上部の 溫度가 12時에서 15時사이 20~23°C 사이에 있어 人間の 快適氣溫帶에 속한다. 바로 이와같은 現象이 秋季에 접어들면서 잔디밭의 利用者가 급격히 늘어나도록 하는 要因中에 하나가 된다고 예측된다.

9) 結果 2), 4), 5), 8)등에 의해 태양의 직사 radiation과 表面溫度와는 밀접한 상관관계가 있음을 알 수 있고 이것이 또 人間の 行態에도 많은 영향을 주는 것으로 판단 된다.

參 考 文 獻

- 1) Larcher Walter (1973): Physiological Plant Ecology, New York: Carl Ritter & Co.
- 2) Geiger Rudolf (1950): The Climate Near the Ground, Massachusetts: Harvard University Press.
- 3) Robinett Gary O(ed) (1977): Landscape Planning for Energy Conservation, Reston: Environmental Design Press.

- 4) 丹羽鼎三・菅野義胤(1943)：樹蔭地と裸地との地表溫，造園雜地，第10卷第2號。
- 5) 大泉紀男(1962)：環境植栽に關する微氣候學的研究，造園學論集，東京農業大學造園學科。
- 6) 小橋澄治・神邊浩三・後藤幸一(1967)：林内溫度の1測定例，造園雜地，第31卷第2號。
- 7) 渡邊達三(1974)：綠被の氣溫緩衝効果と綠度，造園雜誌，38(3)。
- 8) 丸田賴一(1974)：公園綠地の氣象，造園雜誌，37(3)。
- 9) 近藤三雄 外(1983)：樹木 芝生の微氣象調節効果に關する實證的研究，造園雜誌，46(3)。
- 10) 丸田賴一(1983)：都市綠地計劃論，丸善株式會社。
- 11) 稻葉孝己・竹村文男・香川信子(1984)：樹木植栽地における夏季間の微氣象調節機能に關する研究，造園雜誌，47(5)。