

土壤水分이 被覆用植物의 生長 및 水分經濟에 미치는 影響^{*1}

李 詩 燦^{*2}

Soil Moisture Influence on Growth of Cover Vegetations and Water Economy^{*1}

Soo Wook Lee *2

Summary

This study has been made to find out more effective way of vegetation establishment on severely denuded forest land from the viewpoint of soil moisture regimes. Various environmental factors were measured to estimate soil moisture conditions of different sites. Soil moisture influence on growth of cover vegetations, water requirement and drought resistance were analyzed. The efficiency of water use was also reckoned at different fertility levels and different soil moisture conditions.

This research is composed of field experiment and green house experiment. Field experiment includes height growth, survival and coverage analysis of cover vegetations (*Robinia pseudoacacia L.*, *Lespedeza bicolor Turcz.*, *Arundinella hirta Tanaka var. ciliare Koidzumi.*) with 4 fertility level treatments on 3 slopes (Steep: 37°, Moderate: 25°, Gentle: 17°) during dry season (1 April—30 June) and wet season (1 July—10 September).

At the same time temperature, relative humidity and precipitation were measured to understand the environmental changes. Soil moisture conditions were measured with soil moisture meter with 24 soil cells. Green house experiment comprised height, fresh weight and dry weight measurements of cover vegetations with 4 fertility levels and 3 moisture conditions for 70 days.

The results extracted from the experiments are as follows.

1. Cover vegetations have 3 patterns of water requirement at the early stage of growth.
 - a) Robinia type has high water requirement and weaker drought resistance.
 - b) Lespedeza type has low water requirement and stronger drought resistance.
 - c) Arundinella type has moderate water requirement and weaker drought resistance.
2. The vegetations have different optimum fertility levels in different soil moisture supply conditions.
 - a) Robinia needs a low fertility level in dry condition and a high level in wet condition.
 - b) Lespedeza needs only low fertility level in all conditions.
 - c) Arundinella needs a low fertility level in dry condition and a high level in wet condition.
3. The efficiency of water use (Water/1g dry weight) by fertility levels is different from one another. Robinia and Arundinella have a good efficiency at low fertility level in dry condition and at high fertility level in wet condition. Lespedeza has a good efficiency at low fertility level in all conditions.
4. P₂O₅ requirement of Robinia and Lespedeza is high, but that of Arundinella is low. Soil moisture condition has a great influence on P₂O₅ absorption in denuded forest land.

Once vegetations are established on suitable sites with optimum fertility level according to different moisture conditions, even the small amount of soil water in denuded land can be used with high efficiency and the effect of fertility treatment can be maximized.

* 1 Received for Publication on January 28, 1977.

* 2 忠南大學校 農科大學 林學科 College of Agriculture, Chung Nam National University,

緒 論

우리 나라의 荒廢林地는 現在 많이 復舊되어 가고 있다. 그러나 1974年末 山林廳 統計에 의하면 全國의 으로 荒廢林地 20,083ha, 林間裸地 18,989ha에 달하는 要砂防地가 남아 있다. 本統計數字는 1個 荒廢單地가 1ha 以上되는 것만을 航空寫眞上에서 判讀調查한 것이므로 1ha 未滿의 荒廢地까지 包含한다면 荒廢林地의 面積은 더늘어 날 것으로豫想된다. 이들 要砂防地는 現在까지 砂防事業이 實施되었다가 再次 荒廢되었거나 着手하지 못하여 未施工地로 남아 있는 곳이다.

이러한 荒廢林地를 復舊하기 위한 努力은 여러가지 方法으로 實施되어 왔다. 荒廢林地의 復舊는 立地條件에 따라서 土木工學의 方法과 植生造成을 위한 植物學의 方法이 均衡하게 驅使되어야 하는 것이다. 現在까지 植生을 利用한 效果的 被覆을 위한 植物學的研究가 적지는 않았으나 土木工學의 研究가 더욱 많이 이루어져 왔다. 特히 禹에 의하여 벗꽃거적덮기工法의 砂防效果가 우수함이 報告된 바 있으며^{86, 87)} 荒廢地 速成綠化를 위한 工法開發에 關한 研究⁸⁸⁾와 土壤浸蝕에 作用하는 要因들에 關한 研究^{85, 89)}가 이루어졌다. 그러나 效果의 荒廢林地復舊를 위하여는 植生造成에 의한 土壤保存, 地力의 增進 및 水源涵養에 관한 植物學의 및 土壤學의 研究가 絶實히 要求된다.

우리 나라의 荒廢山地는 주로 花崗岩, 花崗片麻岩 및 麻尚層(砂岩, 磐岩, 頁岩) 地帶에 分布되어 있고 그 面積比率은 花崗岩이 57%, 花崗片麻岩이 17%, 麻尚層이 20%를 차지하고 있다³⁶⁾. 이들 花崗岩 및 花崗片麻岩 地帶의 土壤肥沃度面에서 重要視되는 粘土礫物은 Kaoline 級物의에 Halloysite, Vermiculite with Al-interlayers, Illite 等이라고 밝혀졌다¹⁰⁾. 以上과 같은 2次 級物質들이 砂防事業에 의하여 土壤中에 保存되어야 地力이 維持 및 增進되는 것이다.

荒廢林地는 그 立地環境이 本來 植生造成에 좋지 않을 뿐만 아니라 쉽게 그 條件을 改良하기도 어렵다. 植物養料問題는 客土, 推肥 및 各種 肥料의 施用으로 人力에 의하여 어느 정도까지는 改良이 가능하다. 그러나 光合成과 生長에 直接의 영향을 미치는 土壤水分은 山地라는 立地條件으로 보아 灌水가 거의 不可能하므로 降雨와 降雪로서 그 多寡가 영향되고 있다. 荒廢地는 表土의 流出로 土深이 얕아 적은 降雨量이나마 그것을 受容할 수 있는 能力 即 貯水容量(water storage capacity)이 적 뿐 아니라 土性이

粗粒質化되어 保水力도 심히 낮다. 따라서 乾燥期에는 降雨量, 濕度, 氣溫과 관련되어 土壤中의水分은 항상 不足 또는 枯渴되는 狀態로서 長期間 거의 蔽潤點에 도달되는 경우가 많으므로 植物生育에 制限因子로 作用하고 있다. 柳⁹¹⁾는 우리 나라 밭 土壤의 경우 乾期에 10cm 깊이 까지의 有效水分은 5日, 20cm 깊이 까지의 有效水分은 20日이면 消盡되어 버린다고 하였다. 따라서 荒廢林地의 경우는 밭土壤보다 더욱 심한 土壤水分 缺乏를 招來하게 될 것이다. 土壤水分 狀態는 여려가지 側面에서 植物生育에 영향을 미치고 있으나 荒廢地의 土壤水分 缺乏은 다음 3가지 面에서 植物生育을 潟害한다고 보겠다.

첫째, 土壤水分 缺乏은 生理的인 面에서 植物體細胞의 膨壓을 떨어뜨리므로 植物生長에 크게 損與한다, 둘째, 土壤水分 缺乏은 植物莖의 氣孔을 閉鎖시키고 CO₂의 吸收를 減少시켜 光合成作用을 潟害하므로 物質生產을 위축시킨다.

셋째, 土壤水分 狀態는 土壤中의 養分可用性에 영향을 준다. 即, 土壤水分이 逸失되어 蔽潤點에 가까워지면 土壤粒子周圍의 水膜이 얕아지고 水分의 連結이 切斷되어 ion의 移動이 鈍化된다. 植物의 蒸散作用으로 因하여 뿐만 아니라 土壤水分을 吸收하게 된 때 뿐만 아니라 흐르는 水分은 養料를 同伴하게 되며 이를 mass flow라 한다. 萬一 土壤水分 缺乏이 일어나면 이러한 養料의 移行供給은 減少하게 되며 이에 植物은 擴散作用을 通해서 養料를 利用하게 된다. 擴散과 mass flow 2가지 作用에 의하여 移動되는 養料의 種類가 다르므로 土壤水分 狀態는施肥量 및施肥方法과 관련되어 地被植生 造成에 매우 重要한 영향을 주고 있다고 본다.

現까지 우리 나라의 荒廢林地 被覆問題가 土壤水分의 側面에서 研究된 경우가 거의 없다. 그러므로 荒廢地의 土壤水分 狀態와 관련되는 諸般因子들을 潶定分析하여 土壤水分의 供給狀態를 把握하고, 여려가지 土壤水分 狀態가 被覆植物生長에 미치는 影響 및 被覆植物의水分要求度를 調査하고 土壤水分이 缺乏된 狀態下에서水分利用效率을 明確하기 위하여 本研究를 實施하였다.

研究史

土壤水分과 植物生長에 關한 研究는 生態學의 一分野로서 土壤水分과 관련되는 環境因子들과 植物生育과의 관계에 대한 研究에서부터 始作되어 漸次 土壤水分이 生理的인 面에서 植物生長에 미치는 영향에 관한 研究가 遂行되어 왔다. 即 土壤水分과 蒸散量과의 관

係, 土壤水分이 光合成에 미치는 영향 等에 관한 研究가 그것이다. 土壤水分은 土壤中에서 不斷히 移動하면서 土壤中의 養料를 植物의 뿌리로 運搬하기도 하지만 反面에 뿌리에서 뿌리 멀리流失 및 溶脫시키기도 한다. 土壤水分과 植物生長과의 關係는 土壤物理學의 侧面에서도 수 없이 많은 觀察 및 研究가 이루어져 왔다. 以上과 같은 研究들 中에서 本研究와 關聯되는 것을 紹介하면 다음과 같다.

植物의 生育과 關係가 깊은 環境因子에 關해서 1918年 Pearson⁶³⁾은 4~5月의 降雨量은 소나무의 樹高生長量에 크게 영향을 줄 뿐 아니라 乾燥地域에 있어서는 活潑率에도 영향을 준다고 하였다. 1941年 Locke⁵⁶⁾는 林地의 林木收獲量을 預測하는데 있어서 土壤의 化學的因子를 보다는 物理的條件를 觀察하는 것이 더욱重要하다고 報告하였으며 1961年 Pawluk⁶²⁾와 1971年 Graney³⁰⁾도 傾斜, 方位 等 地形의 인 조건과 함께 物理의 土壤條件이 化學의 인 조건보다 林木生長에 더 많은 영향을 미친다고 하였다.

土壤水分과 蒸散量에 關해서 1948年 Lane과 Mc Comb⁵²⁾은 草地에서는 林地에서 보다 蒸散으로 因한 土壤水分의 枯渴이 심하다고 하였으며 1954年 Hide³²⁾는 土壤水分의 蒸發은 外氣와 土壤空隙間의 蒸氣壓의 差異로 因한다고 하였다. 1955年 Zahner⁹²⁾는 乾期에 針葉樹林과 潤葉樹林의 土壤水分 枯渴을 蒸散量에 의하여 計算하였고 荒廢地植物의 蒸散量에 영향을 주는 것은 바람, 土壤水分의多少 및 土壤溫度라고 1960年 Sato⁷³⁾와 Cox(1976)¹²⁾는 報告하였다.

土壤水分과 植物生長에 관한 研究가 進行됨에 따라 土壤水分測定에 關한 研究가 發展되었다. 1920年の Livingston⁵⁵⁾ 및 Powers(1922年)⁶⁷⁾를 비롯해서 1949年 Veihmeyer와 Hendrickson은 自然保水力과 水分當量(moisture equivalent), 菓潤點과 15氣壓의 水分張力과의 關係를 測定比較하였고, 1944年 Reitemeier⁶⁹⁾는 Pressure membrane method에 依한 土壤水分測定의 信賴度에 關한 報告를 한 바 있다. 그後 1952年 Taylor⁷⁹⁾는 土壤水分張力의 平均值을 生長評價의 因子로 使用하였으며 1968年 Rowlin⁶⁸⁾는 土壤水分과 植物體水分 Potential을 現地에서 測定하는 方法을 研究하였다.

土壤水分狀態와 植物生長과의 關係, 特히 土壤水分缺乏의 植物生長에 주는 영향에 關해서 1922年 Perry⁵⁶⁾를 비롯하여 Haynes(1948)³¹⁾, Stanhill(1957)⁷⁸⁾ 및 Sand와 Rutter(1959)⁷²⁾는 生育期間中の 土壤水分 張力의 差異는 生長에 민감하게 作用한다고 보고하였고, 1945年 Fowells와 Kirk²⁰⁾, Gaiser(1952)²³⁾는 植物生長

量은 有效水分의 利用에 左右되나 菓潤點 以下에서도 生存은 可能하다고 報告하였다. 1949年 Kenworthy⁴⁰⁾는 有效水分이 40% 以下되는 狀態에서 水分利用效率이 가장 좋았다고 보고 한 바 있으며, 乾燥한 地域에서는 土壤水分의 恒數와 關係 있는 因子는 土深, 土性, 空隙量 및 空隙內에서의 水分移動性 等이라는 研究報告가 있었다.^{27) 78) 84)} 土壤水分은 蒸散率을 支配하며^{44) 45) 46)} 光合成作用과 關聯되어 炭水化物 生產供給에 영향을 주며 植物體內의 水分狀態를 調節한다는 研究가 報告된 바 있다.^{15) 21)}

特히 土壤水分의 缺乏의 植物에 미치는 영향에 關하여 1940年 Duncan¹⁶⁾은 土壤水分 缺乏으로 根系發達이 汚害를 받으며 生長이 弱化된다고 하였고, 그러나 移植後에 水分狀態가 좋아지면 生長이 回復되고 그 後에는 旺盛해져서 不利한 條件에 憲디는 힘이 強하다는 報告도 있다.³⁷⁾ 1953年 Robins와 Domingo⁷⁰⁾는 옥수수의 경우 受粉時期에 土壤水分이 1~2日間 菓潤點 以下로 枯渴되면 收穫이 減少하지만 成熟後期의 水分枯渴은 지장을 招來하지 않는다고 하였다. 1953年 Lehane과 Staple⁵⁴⁾은 細土에서 자란 植物이 粗土에서 자란 것보다 耐乾性이 強한 것은 有效水分의 張力이 細土는 粗土보다 크기 때문이라고 했다. 1955年 Kozlowski^{41) 42)}와 Kramer(1960)⁴⁷⁾ Painter(1966)⁶¹⁾는 土壤水分의 菓潤點近處에 도달되면 光合產量이 급격히 減少하고, 일단 菓潤을 당했던 植物에 水分을 充分히 供給해 주어도 본래 光合產量의 60%를 回復하는데 7日이 걸린다는 研究結果⁴³⁾를 報告한 바 있다. 1957年 Slatyer⁷⁵⁾는 土壤水分 缺乏은 植物體의 水內分缺乏를 유발시켜 膨脹壓을 減少시키므로 生長을 低下시키며 이것은 氣孔의 閉鎖과 Gas 交換의 汚害 때문이라고 하였다.

土壤水分의 移動 및 利用性을 左右하는 因子는 1956年 Jamison³⁵⁾에 의하면 植物의 耐乾性 및 根系發達狀態와 蒸發散量을 左右하는 氣溫, 濕度, 바람 등이며 土壤因子로서 滲透壓, 水分張力과 함께 土壤水分의 傳導性(soil moisture conductivity)이라하였다. 1956年 Penman⁶⁶⁾은 Flux = Potential gradient × Conductivity를 適用하여 水分移動을 觀察하고 1957年 Gardner과 Brooks^{24) 25)}는 土壤水分의 傳導性을 數學的 公式理論으로 유도하였고, 1962年 Biggar와 Nielsen⁵⁾은 tracer를 利用하여 水分移動을 研究하였으며 1968年 Corey와 Horton¹¹⁾은 酸性 Kaolinic 土壤中에서 tracer를 利用하여 水分移動을 研究하였다.

土壤水分과 施肥處理의 相互作用 또는 水分과 施肥效果에 關한 研究는 最近에 많이 이루어 졌고 理論의 으로 깊이 있는 研究結果가 얻어지고 있다. 1932年

Emmert¹⁷⁾는 土壤水分이 적으면 ① 土壤中의 nitrification을減少시키나 植物의 硝酸鹽吸收能力을減少시키지는 않으며, ② 植物의 磷酸吸收能力은 弱화시키고組織形成을 遲延시키며 ③ 카리의吸收는 遲延시키지 않는다고 하였다. 1953年 Brown⁷⁾은水分과 陽이온置換과의關係를觀察하고水分이 많으면 陽이온置換量이增加하여 칼슘과 마그네슘은土壤水分增加와 함께增加하나 카리와 나트륨은減少한다고 보고하였다. 1953年 Painter와 Leamer⁶¹⁾, Bates와 Tisdale(1957)³⁾은土壤水分과施肥水準의相互作用은 매우密接하다는것을報告하였고 1957年 Danielson과 Russell¹³⁾은水分缺乏이 이온吸收를沮害한다고報告하였다. 植物에依한磷酸吸收의測定方法 및放射線同位原素를利用한磷酸의分布에關한研究는 1955年 Wright와 Barton⁹⁰⁾ Stanford와 DeMent(1957)⁷⁷⁾에 의해서이루어졌다. 1960年 Shapiro⁷⁴⁾는磷酸은擴散作用으로서充分히보통이 어렵고土壤水分利用에의하여뿌리로移動한다고하였다. 1962年 Barber²⁾는土壤中養料의移動 및利用過程을擴散과 mass flow로나누어 그概念을定立하였다. 1960年 Gessel²⁸⁾은林木에대한無機養料의最適水準에대한研究報告를하였고 1960年 Mederski와 Wilson⁵⁹⁾은 옥수수에 있어서水分과 ion吸收關係를연구하였다. 1965年 Hosner³⁴⁾는水分處理가養分吸收보다生長에더많은영향을준다고하였다. 1970年 Brown⁸⁾은유럽소나무의產地品種에대해서產地別로各各3水準의水分處理및施肥處理試驗結果2個의產地品種은中間水準의水分및施肥處理에서生長이좋았으나1個品種은낮은施肥水準과높은水分處理에서生長이좋았다고하였다. 1973年 McColl⁵⁸⁾은P. radiata에土壤水分處理를實施하고蒸散量과養料吸收와의關係를觀察한結果正의相關이없음을發見하였다.

土壤水分과土壤中養料의移動에關해서 1954年 Bray⁶⁾는根系내에서뿌리의養料吸收機構에관하여研究를바있고 1957年 Day와 Forsythe¹⁴⁾는土壤水分내의養料의分散에關해서 1956年 Epstein¹⁹⁾, Frissei Puelstra(1964)²²⁾ 및 Gardner(1964)²⁶⁾는植物의養分吸收및移動에關해서 1960年 Kemper³⁹⁾는water film)내의이온移動에關해서研究結果를報告하였다, 최근에 들어와서 1971年 Cassel⁹⁾은NO₃-N와 Cl의土深別移動狀態에關하여研究하였고 1971年 Lai, Sung Ho와 Jurinak⁵¹⁾는土壤中陽이온置換을數式化하였으며 1972年 Kurpp, Biggar 및 Nielsen⁴⁹⁾은鹽類의相對流動率에관한研究를實施하였다.

荒廢林地는土壤特性에따라土壤水分의移動과 함께養料의溶脫과流失이일어나는경우가많다. 일찌

기 1920年 Russel과 Richard⁷¹⁾, Krantz(1943)⁴⁸⁾는排水에의한硝酸鹽의流失과土壤中の窒素移動에關하여報告하였고 1952年 Ensminger¹⁸⁾는土壤浸蝕에의한磷酸의流失에關한研究結果磷酸은粘土및有機物과함께流失된다고하였고 1957年 Thorp⁸²⁾는土壤生成의면에서溶脫現象을觀察하였고 1957年 Gardner와 Brook²⁴⁾는數式的溶脫理論을發表한바있다. 1960年 Mack⁵⁷⁾는溫度가높을수록土壤水分과함께磷酸溶脫量이增加한다고하였고 1970年 Terry와 McCant⁸⁰⁾는砂質土壤에施肥後이온의溶脫과이온分布狀態를調查하였으며 1974년野外土壤에서溶脫을量으로豫測할수있는公式을유도하였다.

以上의研究中大部分이主로農業分野에서最大物質生產을위하여土壤學의in觀點에서다루어진것이다. 本試驗에있어서는土壤水分및土壤養料에있어많은問題를안고있는荒廢裸地를植生으로被覆하는데土壤學的見地에서다루어보기자研究를遂行하였다.

材料 및 方法

1. 野外試驗

가. 試驗地의概況

試驗地는京畿道楊州郡檜泉面栗井里의天寶山脈山腹部(北緯37°46', 東經127°04')에位置하고있다. 花崗片麻岩을母材로하는荒廢林地로서소나무稚樹가散在해있고傾斜가急하며面狀浸蝕이심하여地被植生造成이어려운地城이다. 試驗區는傾斜度에따라急傾斜地(37°), 中傾斜地(25°), 緩傾斜地(17°)로나뉘어設置되었고, 方位는모두西南向이다. 傾斜地에대한名稱(緩, 中, 急)은本試驗地내에서주로나타나는傾斜度에대하여相對적으로부친것이다. 林業試驗場山林土壤調查方法書에는10~20°傾斜는急斜地, 20~30°는傾斜地30~45°는險峻地로되어있고, 山林資源調查研究所의山林土壤調查要領에는15~20°는傾斜地, 20~30°는急傾斜地, 30~45°는險峻地로되어있어傾斜級에對한統一된名稱이없다. 各傾斜地의相對的位置은急傾斜地가山腹의上部에中傾斜地는中腹部에緩傾斜地는下部에位置하고있다.

浸蝕狀態는表土(A層)의大部分이流失되고계속적인浸蝕을받고있는要砂防止로서急傾斜地의경우細土는거의없고粗土만얇게남아있을뿐이다. 地被植生은生育狀態가매우不良하고곳곳에浸蝕이나타나며간단한비탈다듬기(整度工)및溪間處理가요구되는地城이다. 傾斜度가緩하여집에따라土壤斷面上의層化는거의되어있지않다

表 1. 試驗地의 土壤特性

Tab. 1. Soil properties of field experiment plots.

Slope	Steepness	Effective soil depth (cm)	Particle size distribution (%)			Texture	PH	O.M. (%)	T.N. (%)	P_2O_5 (ppm)	C.E.C (me/100g)	Ca (me/100g)	Mg (me/100g)
			Sand	Silt	Clay								
Steep	37°	10	80.7	14.5	4.8	LS	5.4	0.71	0.083	12.22	6.01	1.40	0.48
Moderate	25°	15	75.5	14.9	9.6	SL	5.6	0.65	0.034	8.02	5.35	1.55	0.95
Gentle	17°	20~30	49.8	33.2	17.0	L	5.3	0.94	0.059	2.59	9.24	1.28	0.64

* 土深은 堪地盤까지의 깊이임.

나. 土壤條件

本試驗地는 傾斜別로 表 1과 같은 土壤特性을 갖고 있다. 本試驗地의 土壤狀態는 土壤養料와 有機物이 심하게 缺乏되어 있을 뿐 아니라 陽이온 置換容量도 매우 낮아 保肥力도 매우 낮다. 더우기 土性이 거칠고 土深이 얕으므로 保水力이 낮아 乾期에는 항상 過乾한 條件을 갖고 있다. 土壤構造는 無構造이며 殘積土만이 存在한다. 土壤의 内部排水는 매우 빠르며 土壤斷面에水分과 관련된 斑紋은 전혀 存在하지 않으며 結核(concretion)이나 盤層(hardpan)類도 나타나지 않고 있다. 傾斜度別 土壤特性을 보면 傾斜가 急하여 짐에 따라 土深이 얕아지고 土性은 砂土量이增加하고 粘土量이減少하여 粗粒質化된다. 各傾斜地別 相對的 위치, 土壤排水狀態, 傾斜度 土性與 土深을 감안 할 때 土壤水分條件(soil moisture regime)의 差異를 象想할 수 있으며 土壤水分의 差異는 植物生長에 有意의 差異를 가져올 것으로 期待된다.

本土壤은 U.S.D.A. 新土壤分類體系(A comprehensive soil classification system; 7th Approximation)에 依하여 分類하여 보면 Lithic Udorthents의 mesic family에 屬하여 排水가 약간 過度한 loamy skeletal class에 屬한다. 美國의 舊土壤分類體系에 의하면 Lithosol로 分類되며 現在 우리나라 農業技術研究所에 의해서 既設定된 洛西統이나 冠岳統과 類似한 土壤統을 갖는다.

나. 供試植物

本試驗에 사용한 被覆用 植物로는 오래전부터 우리나라에서 山地砂防事業用으로 널리 사용되어 왔던 다을 3種을 사용하였다.

- 아까시 나무(*Robinia pseudoacacia L.*)
- 쌔리(*Lespedeza bicolor Turcz.*)
- 새(*Arundinella hirta Tanaka var. ciliare Koidzumi*)

라. 播種方法

砂防事業의 播種方法에는 散播, 條播, 點播等 여러 가지 方法이 있다. 過去 3年 (73年~75年)間 本試驗地內에서 實施된 荒廢裸地 地被植生造成에 關한 試驗結果에 野外實驗에 있어 m^2 라 험은 斜面積을 말한 것임.

果 個적덮기 工法에 의한 散播方法과 條播(10cm 播幅)方法이 우수함이 立證되어 本試驗의 播種方法으로 適用되었다. 試驗區의 設置는 地被作業과 함께 비탈면을 延伸하였으며, 試驗區間に 流土의 移動을 막기 위하여 試驗區 下部에 폐돌단 쌓기를 實施하였다.

1) 個적덮기 工法에 依한 散播

一般 砂防事業用으로 사용되고 있는 점으로 관 거적 ($1m \times 1.8m$)을 約 20時間 끝에 沈積한 후에 비탈면을 덮고 나무꼬자로 固定시켰다. 堅固하게 固定된 거적위에 肥料와 3種의 供試植物種子를 混合한 種土를 나쳐서 놓았다. 種子混合量과 種土에 대한 설명은 다음에 記述된다.

2) 비탈면 條播

傾斜面에 播溝幅 10cm, 깊이 5cm, 播溝間隔 15cm의 水平溝를 만들고 供試種子를 混合하여 비탈면 條播(4列/ m^2)를 하였다.

以上의 播種方法에 있어서는 비탈면적 1 m^2 當 客土 20kg, 種子 5g과 規定된 量의 山林事業用複合肥料(22:22:11)을 混合하여 種土로서 使用하였다. 비탈면적 m^2 當 使用된 각 供試植物別 種子量은 아까시 나무 2g,

表 2. 施肥水準別 施肥量

Tab. 2. The amount of fertilizers applied by fertility levels.

Unit: g/ m^2

Symbol	Fertility level	Components			Fertilizers
		N	P	K	
Ch.	Check	3.70	10.12	0.00	Urea (46*1); 8 Doublesuperphosphate(46*2); 22
1	Single	5.50	5.50	2.75	Compound(22:22:11)*3; 25
2	Double	11.00	11.00	5.50	Compound (22:22:11); 50
3	Triple	16.50	16.50	8.25	Compound(22:22:11); 75

*1 percentage of N

*2 Percentage of P

*3 Percentage of N, P, K

싸리 2g, 새 1g, 으로서 g當 平均種子粒數는 아까시나무 100粒, 싸리 126粒, 새 1,330粒이었다. 本種子는 京畿道 北部砂防事業所에서 砂防事業用으로 使用한 種子中에서 分譲한 것으로 發芽率이 아까시나무 27.8%, 싸리 54%, 새 7.6%였다. 本 發芽率은 實驗室 調查值로서 現地發芽率은 播種後 氣象條件, 砂防地의 土壤特性 및 調查時期에 따라 그 變異가 심하다.

마. 施肥處理

種土에 混合한 肥料量(m^2 當)은 表 2와 같이 4水準으로 하였다.

慣行量區(Check)에는 尿素 8g과 重過石 22g, 計30g을 施用하였고 1倍量區(Single)에는 複肥(22:22:11) 25g을 2倍量區(Double)에는 複肥 50g을 3倍量區(Triple)에는 複肥 75g을 각각 施用하였다. 慣行量區의施肥水準은 一般砂防事業에서 慣行의 으로 使用되여 온施肥量이며 이것은 우리 나라의 要砂防地의 大部分이 花崗岩地帶에 分布하고 있음에 기인하는 것으로서 카리질 肥料를 없이 하였다. 一般的으로 一次造岩礦物中의 하나인 長石類에는 그 결정형에 따라 正長石(orthoclase)과 斜長石(Plagioclase)으로 나눌 수 있으며 正長石은 $KAlSi_3O_8$ (K_2O , AlO_3 , 6 SiO_2)인 造成으로 花崗岩이나 花崗片麻岩等에 들어 있고 斜長石은 $NaAlSi_3O_8$ 또는 $CaAlSi_3O_8$ 인 造成으로 이 두 가지 Na 長石과 Ca 長石이 여러 가지 比率로 結合되어 形成되고 있다. 正長石은 多量의 카리를 含有하고 있어 K長石이라고도 하며 土壤中카리의 主要供給源이 되고 있는데 이려한 長石이 우리 나라 花崗岩質土壤에 많다고 보는 見解 때문에 慣行施肥量에 카리를 넣지 않은 것이다. 그려나 花崗岩地帶이외에도 荒廢林地가 分布되어 있으며 花崗岩土壤에도 카리의施肥效果가 있을 수 있기 때문에 倍量區에서는 N.P.K의 成分을 모두 含有하고 있는 複合肥料를 使用하였다. 砂防地의 경우는 粗粒質土性으로 肥料의 流失 및 溶脫을 감안하여 3倍量區까지施肥水準을 增加시켰다.

바. 試驗設計

1個 試驗區의 크기는 $30m^2$ ($5m \times 6m$)이었으며 全體面積은 $30m^2 \times 3$ 傾斜×4施肥水準×2播種×3反覆=2,610 m^2 로서 모두 72개의 試驗區가 設置되었다. 試驗區의 配置는 傾斜은 主區에施肥水準은 細區에 播種方法은 細細區에 割當하여 細細區配置法으로 하였다.

사. 成績調查

1) 氣象調查

土壤水分狀態는 地形 및 土壤特性외에 氣象條件에 의해서 크게 左右되므로 土壤水分條件와 密接한 關係가 있는 氣溫, 濕度 및 降雨量을 1976年 4月 1日~9月 30日까지 6個月間 調査하였다.

i) 氣溫 및 濕度

試驗地내에 百葉箱을 設置하고 每日 10時, 14時, 2回 調査하였고 濕度測定에는 乾濕球 濕度計를 使用하였다.

ii) 降雨量

試驗地내에 設置한 自記降雨計로서 調査하였다.

2) 土壤水分測定

氣象條件의 變化에 따르는 土壤水分의 變化를 把握하기 위하여 傾斜地別로 8個씩 割當하여 24개의 Soil cell을 끈었다. 各 試驗區의 中央 上端 1/3 地點에 10~15cm 깊이로 設置하고 土壤水分測定器,⁷⁶⁾ (Soil moisture meter; MC-300A型)를 使用하여 6月 25日~8月 9日까지 46日間 每日 10時~12時 사이에 土壤水分含量을 測定調査하였다.

本試驗에 使用된 Soil cell은 섬유 유리 속에 2개의 電極板이 있는 것이다. Soil cell을 土壤中에 設置하면 土壤水分含量에 따라 2電極板間에 電氣傳導度(Conductivity)가 달라진다. 이 電導度를 土壤水分測定器에서는 逆數인 電氣抵抗으로 測定토록 되어있다. 野外試驗에서는 土壤水分狀態의 變化에 따르는 電氣抵抗值만을 읽을 수 있을 뿐 水分含量은 직접 읽을 수 없으므로 Soil cell이 設置되었던 場所의 土壤들을 採取하여 農業技術研究所에 分析의뢰하여 24개 土壤에 대하여 1/3 氣壓과 15氣壓에 대한 保水力(moisture retention)⁴¹⁾을 Pressure membrane apparatus를 使用하여 求하였다. 다음에 同一한 土壤에 대하여 1/3 氣壓과 15 氣壓에一致하는 電氣抵抗을 溫室內 實驗에 의하여 決定(calibration)하고 野外試驗區에서 測定된 資料들을 解析하였다. (그림 3.4.5)

3) 植生의 測定

各試驗區内에 $1m \times 1m$ 크기의 測定區를 2個씩 設置하고 各測定區에 대하여 生立本數, 生長量 및 被覆度를 調査하였다. 試驗區內 測定區 위치는 無作爲抽出法에 依하여 決定하였다. 傾斜度에 따르는 試驗區 및 測定區의 크기는 水平面積이 아니고 斜面積이 同一하도록 하였다.

i) 生立本數

供試植物別로 生長量調查時 (7月 8日 및 10月 20日)마다 個體數를 調査하였다.

ii) 生長量

生長量으로는 伸長生長을 2回 (7月 8日, 10月 20日) 調査하였다. 아까시나무와 싸리의 경우 幹長生長을 測定하였고 새의 경우는 出穗前에는 葉長의 平均値를 伸長生長으로 하였고 出穗後에는 穗의 길이를 測定하였다.

iii) 被覆度

測定區와 同一한 크기의 Quadrateto를 만들고 이것의

各邊을 4等分하여 全體面積을 16等分하였다. 따로 세 투로이드 板으로 된 透明한 카ード에 여러가지 크기의 4角形과 그 面積을 새겨 넣은 被覆度測定板을 準備하였다. 이 测定板은 5% 간격으로 20枚를 만들고 16等分된 Quadrat와 카드 测定板을 基本으로 하여 各測定區의 被覆度를 10月 20日에 测定하였다.

2. 温室試驗

野外試驗에 있어서는 土壤水分條件이 다르다고 생각되는 傾斜度에 따라 施肥水準을 달리하고 播種方法을 달리하여 植物生長의 差異를 分析하였다. 그러나 野外試驗에 있어서는 이상의 因子外에 많은 要因子이 植物生長에 영향을 미치게 되며 土壤水分條件도 傾斜別로 항상 一定하게 調節할 수 없는 여진이 있다. 따라서 土壤水分條件를 一定하게 調節하므로 土壤水分이 植物生長에 미치는 영향을 보다 精密하게 관찰하기 위하여 溫室試驗을 實施하였다. 溫室試驗에서는 播種處理를

表 3. 供試土壤의 理化學的 性質

Tab. 3. Physical and chemical properties of pot soil

Particle size distribution (%)		Texture	PH	O.M (%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)	C.E.C (me/100g)	Extractable cations (me/100g)		Moisture retention (%)		
Sand	Silt						Ca	Mg	1/3 atms	15 atms	
44.4	21.2	14.2	SL	5.37	0.30	2.29	8.8	1.36	1.36	13.9	7.1

pot에 要한 土壤의 重量은 施肥處理와 水分處理의 正確을 기하기 위하여 同一하여야 하므로 供試土壤 全體를 均一하게 섞은 다음 Uspulun 1,000 倍液으로 土壤 消毒을 實施하고 4kg씩 秤量하여 容量4.5ℓ의 플라스틱 pot (平均 重量 450g)에 넣고 供試植物을 栽培하였다.

3. 水分處理

水分處理는 9月 20日 부터 11月 8日 까지 50日 동안 1회 1cm의 水準으로 實施하였다.

表 4. 水分處理水準別 土壤水分含量

Tab. 4. Soil moisture content by moisture treatment levels of pots.

Moisture level	Treatment levels of moisture regime	Range of soil moisture content
Low	Low moisture treatment	Field capacity to wilting point
Medium	Medium moisture treatment	Field capacity to 1/2 field capacity
High	High moisture treatment	Field capacity level.

없애고 水分處理와 施肥處理만을 實施하므로 土壤水分과 養料의 狀態가 植物生長에 미치는 영향을 重點적으로 다룬다.

가. 供試植物

野外試驗에 使用한 3種의 被覆植物을 溫室試驗에 供試하였다. 供試植物의 種子는 播種前에 24시간 물 속에 담그었다가 播種하였는데 아까시 나무 種子는 浸水前에 끓는 물에 2~3초간 热湯處理하였다. 供試植物은 모두 9月 1日 播種하였다가 9月 10日 pot에 移植시킨 幼苗이며 播種當時에는 各植物 모두 pot當 8本씩 栽培하였다. 移植 10日 後 (9月 20日) pot當 規格이 비슷한 (苗高 3~5cm)健全苗 4本만 남기고 溫室內試驗의 材料로 하였다.

나. 供試土壤

pot에 使用한 供試土壤은 野外試驗地의 中傾斜地에서 採取한 것으로서 그 理化學的 性質은 表 3과 같다.

表 4에서 볼 수 있는 바와 같이 水分處理는 3水準으로 하고 각각 萎凋處理(Low moisture treatment), 中間處理(Medium moisture treatment), 每日灌水處理(High moisture treatment)라 하였다.

萎凋區의 水分處理는 自然保水力까지 일단灌水한 後 pot로부터의 蒸發 및 植物의 蒸散으로 因하여 pot內 土壤水分이 萎凋點에 이르면 다시 自然保水力까지灌水하였다. 中間區의 경우는 처음에는 萎凋區에서와 같이 自然保水力까지灌水하였다가 pot로부터 蒸發 및 蒸散에 의하여 pot內 土壤水分이 有效水分의 1/2水準으로 枯竭되었을 때 다시灌水하였다. 每日灌水區는 pot內의 土壤水分을 每日自然保水力 水準까지灌水하였다.

灌水方法에 있어서는 萎凋區는 供試植物이 初期萎凋한 때를 基準으로灌水하였는데 이 때의 灌水量은 供試土壤의 有效水分量으로 하였다. pot에 排水孔은 없으나 施肥處理한 養料의 流失 및 溶脫을 防止하기 위하여 灌水時 自然保水力 까지만 체우므로 實제로 排水는 어려운 pot에서도 없었다. pot마다 自然保水力의 重量을 記入해 놓고 pot를 天秤으로 달아서 逸失水分量만큼을 補充灌水하였다.

水分處理에 있어 基準이 되는 自然保水力와 萎凋點은 일반적으로 土壤水分張力(soil moisture tension)이 1/3氣壓과 15氣壓인 때의 土壤水分含量을 意味하고 있다.

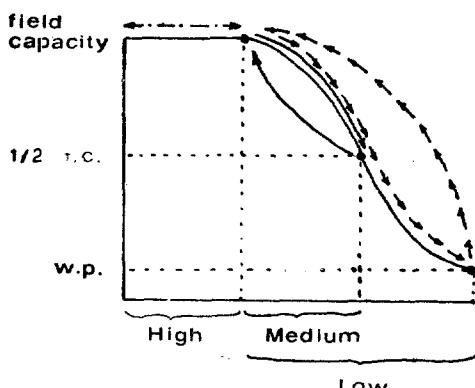


그림 1. 水分處理의 内容을 圖式的으로 보인 것.
High: 每日 种量에 의하여 逸失水分을 補充시켜 自然保水力으로 維持시킨 處理。
Medium: 自然保水力에서 始作하여 1/2 有效水分에 까지 減少하면 다시 自然保水力 까지 灌水補充한 處理。
Low: 自然保水力에서 始作하여 萎凋點에 達하면 自然保水力까지 灌水한 處理。

Fig 1. pertaining to Tab. 4. The graphical explanation of soil moisture level adjusted by weighing technique. High; Soil moisture content in pots kept at field capacity thru daily irrigation. Medium; Beginning from field capacity(f. c.) then gradual decrease occurs, when reached to 1/2 of available water, water was supplied as much as the level of f. c. repeatedly. Low; Beginning from f. c., when reached to w. p., water was supplied up to the level of f. c.

그러나 自然保水力도 土性에 따라 다르게 나타나 砂土의 경우 1/10 氣壓을 適用하기도 하며, 반면 植物에 따라 萎凋點도 달라 반드시 15氣壓의 土壤水分이 남아 있을 때에만 모든 植物이 萎凋하는 것은 아니다. 따라서 本試驗에 있어서는 自然保水力으로 pressure membrane apparatus로 測定한 1/3 氣壓을 사용하지 않고 pot에 充分한水分을 供給한 後 每時 排水에 의한流失量을 檢查하여 pot로부터의排水가 완전히 中止된 때의 土壤水分量을 自然保水力으로 하였다. 萎凋點도 15氣壓을 사용치 않고 植物이 初期萎凋한 때의 土壤水分含量을 基準으로 하였다. 植物마다 初期萎凋의 증상은 다르다. 아까시 나무와 싸리는 잎이 사들면서 겹쳐지는 現狀을 보이며 새는 대부분의 잎이 地面 위에 쳐지는 증상을 보였다. 有效水分도 本試驗에 適用한 自然保水力의 土壤水分含量에서 萎凋點의 土壤水分含量을 뺀 것으로 하였다.

라. 施肥處理

溫室試驗의 施肥水準은 無處理와 pot當 1g, 2g, 3g, 으로 하였다. 野外試驗과 比較하면 無處理는 慣行量區(cheak) 대신 둔 것이며 나머지 水準에서는 土壤中の

養分濃度를 같게 하였다. 肥種도 複合肥料(22:22:11)을 使用하였으며 施肥水準別 施肥量은 表 5에 보인다.

施肥는 水分處理가 始作되는 9月 20日에 實施하였다. 野外試驗地에 있어서는 降雨에 의한 水分供給이 同時に 일어나며 그 供給量도 同一하였다. 따라서 土壤水分에 의한 土壤養分의 流失 및 溶脫 條件은 試驗區別으로 (土壤特性에 의한 差異는 있으나) 類似하다고 본다. 그러나 溫室試驗의 경우는 水分處理를 위하여 灌水回數 및 灌水量이 處理別로 다르므로 自然保水力 以上의 灌水로 排水시킨다면 土壤養分의 流失 및 溶脫條件은 處理別로 다르게 된다. 따라서 水分處理에 있어 모든 pot에 대하여 自然保水力 까지만 灌水하였다.

表 5. 溫室內試驗에 있어서 施肥水準

Tab. 5. Fertility levels at the experiment in green house.

Components (ppm)	N	P	K	Remarks
Fertility level(g/pot)				
0	0	0	0	Compound fertilizer
1	55	55	27.5	(22:22:11)
2	110	110	55.0	
3	165	165	82.5	

마. 日長處理

日長處理는 植物生長에 미치는 效果를 보기 위하여 實施한 것이 아니고 溫室試驗이 9月 1日 부터 시작되어 自然日長時間이 점차 짧아지므로 이를 補充하기 위하여 實施된 것이다. 處理 光度의 범위는 1,500~2,500 Lux로서 平均 光度는 2,000 Lux였다. 9月 20日~10月 24日까지는 日長時間은 16時間으로 处理하였고 10月 24日~11月 8日까지는 20時間으로 하였다. 이것은 氣溫의 下降으로 因하여 植物生長이 低調할 것을豫想하고 生育促進을 위하여 實施한 것이다.

바. 試驗設計

試驗設計는 水分處理와 施肥處理가 被覆植物의 生長에 미치는 영향을 觀察하기 위하여 3×4 要因試驗으로 設計하였다. pot의 配置는 供試植物別로 完全任意配置하였고 規模는 3植物 \times 3水分處理 \times 4施肥水準 \times 4反復 = 144 pots였다.

사. 成績調查

1) 溫 度

溫室內의 氣溫을 가급적 一定하게 (20°C 이상) 유지하기 위하여 每日 10時, 14時 및 18時의 氣溫과 最高, 最低溫度를 測定 調査하였다. 10月 20日頃부터 外界에 异常低溫이 나타났을 때에는 夜間에 溫室全體를 두꺼운 포장으로 덮어 保溫 조치를 취하였다.

2) 濕 度

溫室 内에서 過濕한 狀態를 피하고 一定한 相對濕度를 유지하기 위하여 Asmann's 通風式 濕度計를 使用하여 每日 10時, 14時, 18時의 相對濕度를 調査하였다.

3) 蒸發散量

水分處理 時에는 pot로 부터 蒸發되고 아울러 植物에 의하여 蒸散되어 逸失된 水分量을 天秤을 使用, pot別로 秤量하여 灌水하였으므로 이 때의 灌水量은 pot別 蒸發散量으로 算做할 수 있다. 이 蒸發散量은 植物別 處理別로 水分消費量의 差異를 보기 위한 것이다. 植物別 水分消費를 보기 위하여는 인반적으로 蒸散係數를 使用한다. 그러나 本 試驗의 경우 순수한 蒸發散量을 調査하기 위하여 Pot를 被覆할 경우 萎凋區의 水分處理가 不可能해 지고 試驗自體가 跌跌을 가져 오기 되므로 蒸發散量으로 供試植物別 施肥水準別 水分消費를 觀察하였다.

4) 伸長 生長

試驗期間 동안의 植物生長 過程을 觀察하기 위하여 施肥水準別, 水分處理別로 伸長 生長量을 9月22日, 10月 12日, 10月 18日, 11月 1日, 11月 8日, 모두 5回에 걸쳐서 調査하였다. 아까시 나무와 쌔리의 경우 地上部 幹長生產量을 調査하였고 새의 경우는 個體別로 모든 葉長의 平均值을 伸長生長으로 하였다.

5) 生重量

11月 9日 試驗完了 時 供試植物別로 pot로 부터 個體

를 끌취, 鹽水와 수도물로 洗滌한 후 秤量하여 生重量을 調査하였다. 稀釋 鹽水洗滌은 뿌리部分의 土壤을 깨끗이 제거하기 위해서였다.

6) 乾重量

生重量이 調査된 個體들을 90°C에서 36時間 oven-dry 시킨 後 秤量하여 그 乾重量을 調査하였다.

試 驗 結 果

1. 野外試驗

가. 氣象調查

4月 1日~9月 30日 까지 試驗地에서 調査한 氣溫, 濕度 및 降雨量은 그림 2와 같다.

野外試驗地의 氣象變化를 그림 2에서 觀察하여 보면 氣溫은 4月 1日~5月 20日까지 平均氣溫이 15°C以下, 最高氣溫이 20°C 以下로 낮은 氣溫分布를 보이다가 5月 20日~8月 20日 까지는 平均氣溫 20°C 以上, 最高氣溫이 28°C 以上으로 높은 氣溫分布를 보였다. 8月 20日 以後에는 서서히 氣溫이 내려 갔다. 濕度의 경우는 每降雨時마다 上昇하였다가 氣溫의 上昇과 함께 떨어지면서 降雨 및 氣溫과 밀접한 相關關係를 보여 주고 있다. 月別 降雨回數와 降雨量을 보면 4月 3回 12.7mm, 5月 4回 60.4mm, 6月 5回 63.5mm, 7月 9回 99.1mm, 8月 12回 518.1mm, 9月 7回 72.6mm였다. 降雨回數는 1日 1mm 以上 온 降雨回數이다.

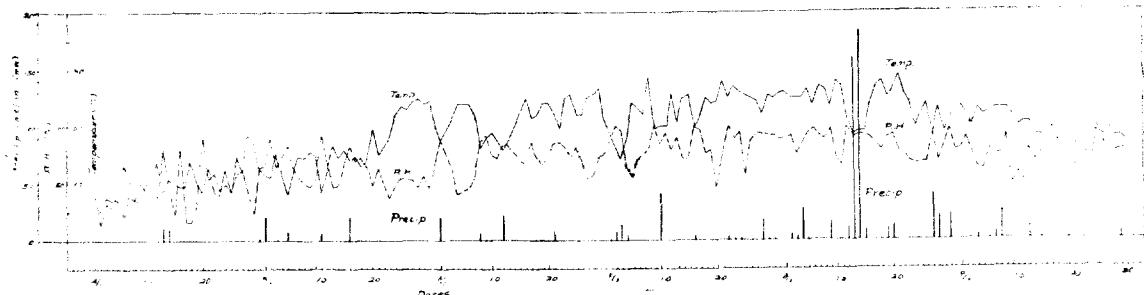


그림 2. 野外試驗地의 氣溫, 濕度 및 降雨量

Fig. 2. Air temperature, relative humidity, and precipitation in the experimental field. (unit: °C, %, and mm)

그림 2에서 볼 때 4月, 5月, 6月은 드문 降雨回數와 적은 降雨量으로 因하여 所謂 乾期라 할 수 있겠으며, 7月, 8月은 짧은 降雨回數와 많은 降雨量으로 雨期라 할 수 있겠다. 그 중에서도 5月 20日~6月 30日까지는 乾期中에서도 높은 氣溫과 낮은 濕度를 나타내고 있으므로 因하여 被覆植物의 初期生育에 있어서 至大한 영향을 미칠 것으로 思料된다. 7月 8日에 實施된 生立本數와 伸長生長에 대한 一次成績 調査値는 乾期中의 生育狀態를 把握할 수 있는 資料라 하겠다.

나. 土壤水分의 變化

試驗地의 土壤水分變化는 一般的으로 降雨와 함께 增加하였다가 氣溫의 上昇과 함께 減少하는 傾向을 보여 주고 있다. 그림 3, 4, 5는 각各急, 中, 緩傾斜地에 대한 土壤水分變化를 나타내 주고 있는데 急傾斜地에 있어서는 그 變化가 크고 緩傾斜地에 있어서는 그 變化가 적으며 中傾斜地의 경우는 兩者의 中間形態이다. 거적 被覆이 土壤水分狀態에 미치는 영향은 中傾斜地와 緩傾斜地에서는 나타나지 않으며 急傾斜地의 경

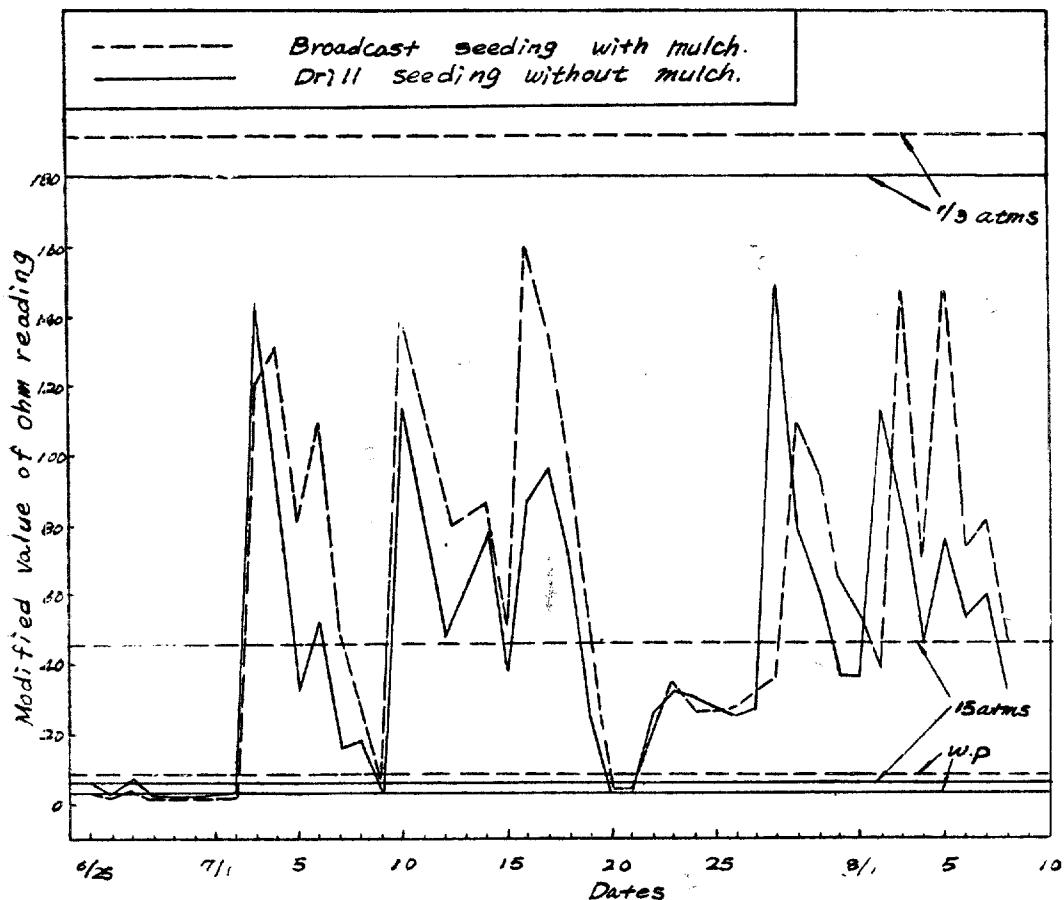


그림 3. 急傾斜地의 土壤水分變化

Fig. 3. Soil moisture fluctuation measured by Soil Moisture Meter on steep slope(atms; atmospheres, W. P.; wilting point)

우 거적 被覆으로 土壤水分狀態가 良好하여지는 傾向이 보인다.

그림 3은 砂質砂土의 急傾斜地의 平均的인 水分變化를 나타내는 것으로서 雨期동안에도 土壤水分이 자주 萎凋點以下로 떨어졌다. 이것은 거친 土性으로 因하여 土壤水分이 降雨와 함께 신속하게增加하였다가 빠른 排水條件으로 말미암아 빠르게 逸失되기 때문이다.

그림 4는 砂質壤土의 中傾斜地의 水分變化를 보여주는 것으로서 乾期末에는 萎凋點以下로 土壤水分이 枯渴되었다가 雨期에는 最低水分狀態가 萎凋點以下로는 떨어지지 않으며 萎凋點近處에 이르고 있다. 이것은 急傾斜地에 比하여 土性의 粘土含量이 增加함에 따라 保水力이 커지기 때문인 것으로 생각된다. 水分變化가 急傾斜地보다 적어지는 傾向은 土性으로 인하여 水分의 浸透 및 透過性이 낮아지고 内部排水도 느려지기 때문인 것 같다.

그림 5는 壤土의 緩傾斜地의 水分變化를 보여 주고 있다. 最低水分狀態가 乾期末에 萎凋點 가까이에 이르렀다가 雨期에는 항상 萎凋點以上의 높은 水準에 머물러 있었다. 急, 中傾斜地에 比하여 土性이 壤土로서 保水力이 크기 때문인 것이다. 土壤水分의 變化가 뚜렷이 단조로워지는 傾向이 보이는데 역시 浸透, 透過性 및 内部排水狀態의 變化로 인한 것으로 볼 수 있겠다.

그림 3, 4, 5, 에는 1/3 氣壓 (自然保水力: field capacity)과 15氣壓 외에 萎凋點이 表示되어 있다. 15氣壓은 一般的으로 有効水分을 求하기 위하여 利用되는 萎凋點의 水分張力を 意味하는 것이며 本 그림의 萎凋點은 植物이 實地로 萎凋한 點이다. 即 溫室內에서 野外水分測定值을 calibration 하기 위한 試驗中採取된 土壤이 담긴 pot에 實地로 아까시 나무와 쌈리를 植栽하고 植物이 萎凋하는 水準을 測定調査하여 그림

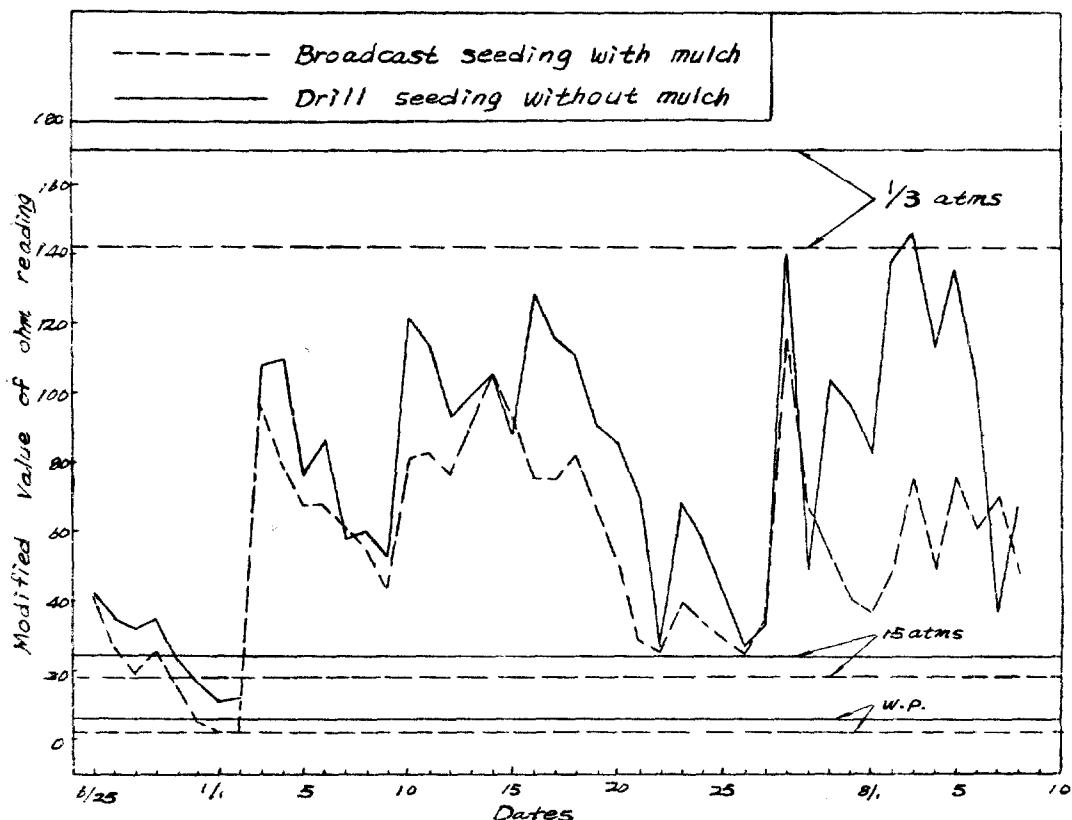


그림 4. 中傾斜地의 土壤水分 變化

Fig. 4. Soil moisture fluctuation measured by Soil Moisture Meter on moderate slope.
(atmospheres, W.P.; wilting point)

에 나타낸 것이다. 植物에 따라 그 姜潤點이 서로 다
르겠지만 아까시나무와 쌔리의 경우 15氣壓 以下 水準
의 水分도 利用이 可能하다고 본다. 現재로 土壤水分
狀態를 測定할 수 없었던 乾期中 5月 20日~6月 30日
까지의 土壤水分狀態를 推定하기 위하여 表 6을 作成
하였다.

4. 種生에 對한 成績

1) 生立本數

7月 8日에 調査한 1次 生立本數와 그 뒤 약 100日이
지난 10月 20일에 調査한 2次의 生立本數는 그림 6과
같다.

1次 生立本數는 아까시나무의 緩傾斜地에서의 경우
를 제외하고는 모두 實驗室發芽率보다 매우 低調하다.
이것은 播種後 長期間 乾燥했던 때문인 것으로 생각된다.

表 6. 傾斜別로 본 試驗期間中の 濕潤條件
Tab. 6 Wilting conditions during the experimental period by slopes.

Slope	Steep	Moderate	Gentle
C.V. of daily fluctuation of soil moisture recorded for 46 days. (%)	75.0	57.8	53.7
Time span needed to reach w.p. since rainfall. (days)	3.7	4.8	6.2
Days subjected to wilting	May 20-June 30	19	15
	July 1-Aug. 31	3	1
Percentage of days of wilting condition. (%)	May 20-June 30	45	36
	July 1-Aug. 31	0.05	0.02

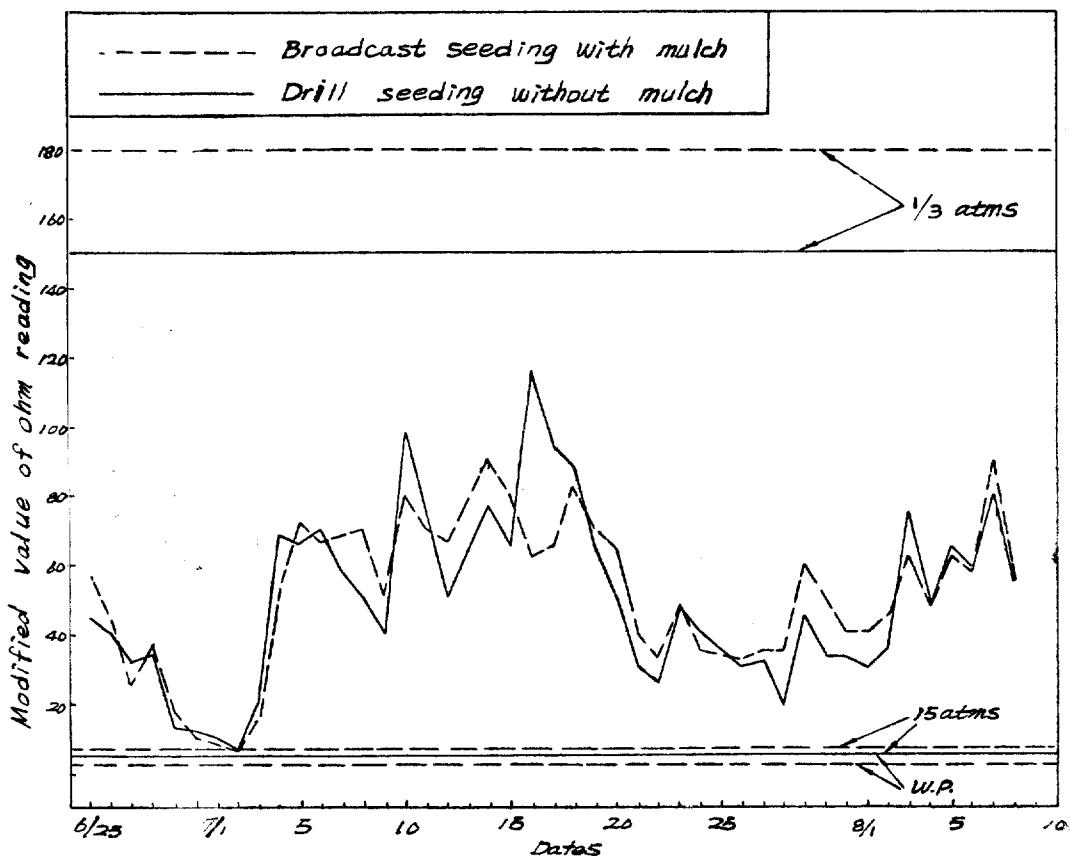


그림 5. 緩傾斜地의 土壤水分變化

Fig. 5. Soil moisture fluctuation measured by Soil Moisture Meter on gentle slope.
(atms ; atmospheres, W.P.; wilting point)

다. 10月 20日에 調査한 2次의 生立本數는 1次와 比較하면 아까시나무와 쌔리나무의 경우 減少하는 反面 새는 增加하였다. 이것은 植物生長과 함께 密度의 效果로서 아까시나무와 쌔리는 被壓된 個體의 도태로 個體數가 減少하였고 새는 分蘖數가 增加하였기 때문이다. 새의 경우에 있어서는 莖의 數로서 生立本數를 나타내기로 하였다. 그 理由는 發芽當時에는 1個 種子에서 1個의 莖이 나와서 그것을 잘 分別할 수 있었지만 分蘖이 되기 시작해서 부터는 分蘖에서 온 것과 發芽遲滯種子에서 온 것을 分間하기 어려웠으므로 莖數를 가지고 生立本數의 概念으로 할 수 밖에 없었다.

生立本數에 대한 分散分析 結果 有意味性을 나타낸 要因子는 1次에 있어서는 3種의 供試植物이 共히 傾斜間に 有意味性을 나타냈고 아까시나무와 쌔리의 경우, 播種方法間に 有意味性을 나타냈다. 即 緩傾斜地의 生立本數가 急, 中傾斜地보다 有意味으로 많았으며 散播被覆의 效果가 精播보다 좋았다. 이것은 緩傾斜地의 水分效果

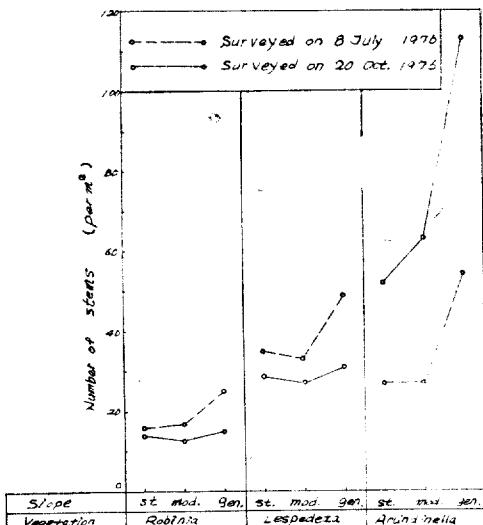


그림 6. 被覆植物 및 傾斜別로 본 生立本數(m^2 當)
Fig. 6. Number of stems by species & slopes(m^2)

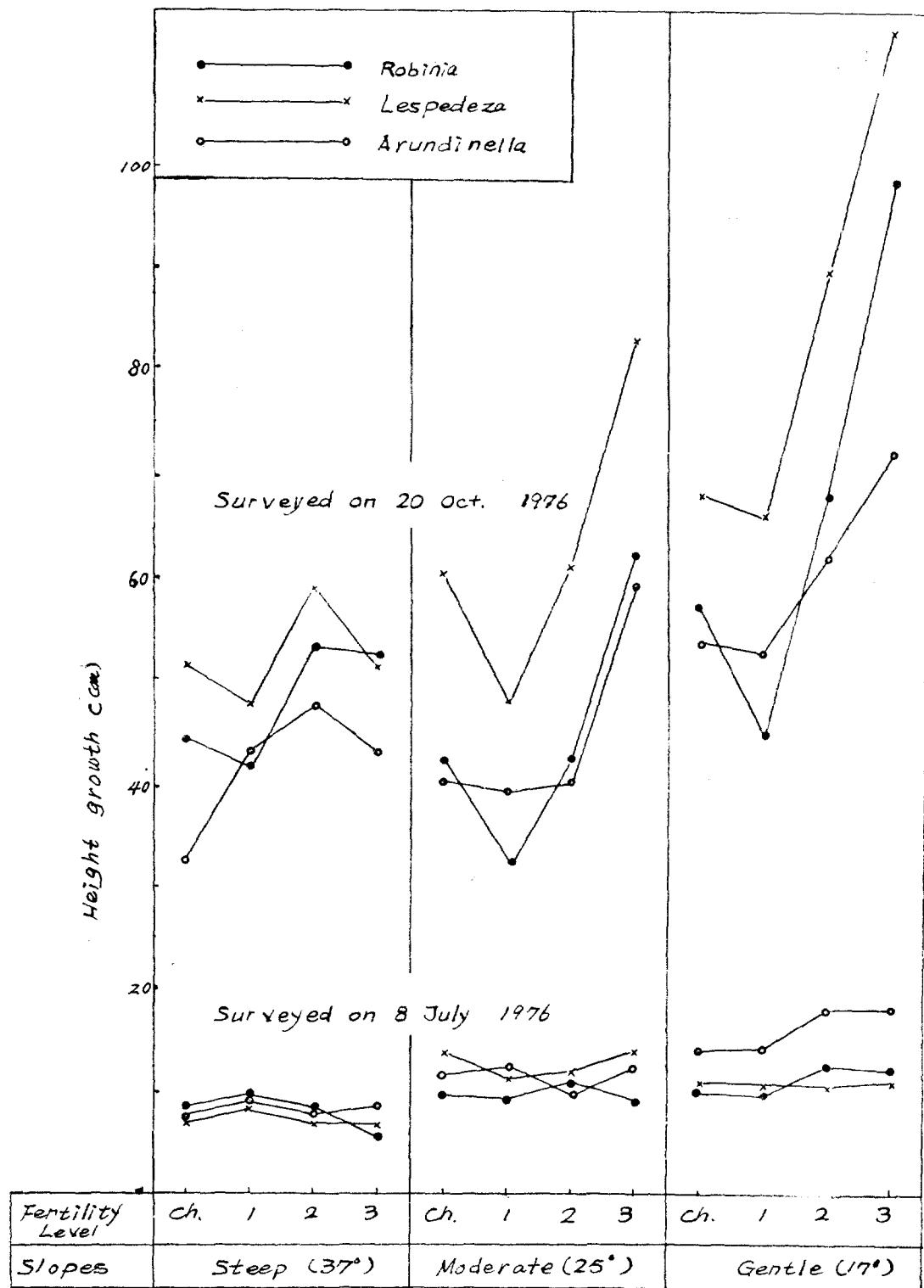


圖 7. 傾斜別 및施肥水準별로 본 被覆植物의 伸長生長

Fig. 7. Average height growth by species, slopes and fertility

와 거적 被覆으로 인한 表土安定效果에 의한 것으로 볼 수 있다.

2次 生立本數는 處理의 效果보다는 生長量과 關聯되어 密度에 영향을 크게 받아 分散分析結果 傾斜別效果가 없는 것으로 나타났다. 아까시아 나무와 싸리의 경우 緩傾斜地의 生立本數의 減少量이 中, 急傾斜地보다 큰 것은 緩傾斜地의 密度와 生長 때문인 것으로 생각된다.

2) 生長量

傾斜別 施肥水準別로 본 供試植物의 伸長生長은 그림 7과 같다.

그림 7에서 보면 10月 20日의 伸長生長量은 7月 8일의 伸長生長의 약 3~5倍에 달한다. 따라서 播種後 약 80日間에 全體生長量의 20~30%가 자랐고 그 후 100日 동안에 나머지 70~80%가 자랐다. 7月 8일 까지의 成績에서는 傾斜別로 生長差異가 뚜렷하게 나타나고 있으며 急傾斜地의 경우 3植物 共히 1倍量區에서 生長이 가장 좋은 경향이 있다. 傾斜가 緩慢해 짐에 따라 2倍量區와 3倍量區의 效果가 조금씩 나타나는 경향이 보였다. 10月 20일 까지의 成績에서는 施肥水準의 效果가 뚜렷하게 나타나고 있으며 특히 아까시나무와 싸리에서 더욱 顯著하다. 아까시나무와 싸리는 새에 비하여 모든 傾斜地에서 慣行量區의 生長이 1倍量區의 生長보다 좋은 경향이 보인다.

供試植物別로 2回 調査한 生長에 대한 分散分析結果 有意性을 나타낸 要因은 다음 表 7에 보인다.

7月 8日 調査結果에 있어서는 3種의 供試植物이 모두 播種方法間に 有意差를 나타내었다. 即 散播被覆區의 生長이 條播區보다 좋았다. 아까시나무와 새에서는 傾斜間に 有意性을 보여 주었다. 傾斜度가 急하여 질수록 生長이 低調하여 졌다. 새는 傾斜別로 施肥效果가 高度의 有意性을 나타내었다. 急傾斜地에서는 1倍量區의 生長이 가장 좋았고 中傾斜地, 緩傾斜地에서는 3倍量區의 生長이 가장 좋았다.

10月 20日 調査된 生長에 있어서는 3植物 모두 施肥水準間에 高度(1% 水準)의 有意性을 나타내었다. 3植物 모두 3倍量區의 生長이 가장 좋았고 아까시나무와 싸리는 1倍量區의 生長이 가장 低調한 反面 새는 慣行量區의 生長이 가장 低調하였다. 아까시나무와 싸리의 경우는 傾斜×施肥水準間에도 有意性이 나타났는데 急傾斜地에서는 2倍量區의 生長이 가장 좋았고 中傾斜地와 緩傾斜地에서는 3倍量區의 生長이 가장 좋았다. 아까시나무와 싸리의 경우는 播種方法間に 有意性을

나타냈다.

3) 被覆度

傾斜別 施肥水準別, 및 播種方法別 被覆度는 表 8에 보인다.

被覆度는 生立本數와 生長量의 函数로서 生立本數와 生長에 영향을 크게 주는 要因에 의해 被覆度의 程度가 左右된다. 被覆度에 대한 分散分析結果는 表 9에 보인다.

表 9表에서 生立本數와 生長에 크게 영향을 준 施肥水準과 播種方法의 效果에 高度의 有意性을 認定할 수 있다.

即 施肥量은 3倍量區와 2倍量區가 각각 1倍量區보다 被覆效果가 좋았고 播種方法間に 있어서는 特히 急傾斜地에서 거적 덮기工法에 의한 散播區가 비탄면條播區보다 被覆效果가 좋았다.

2. 溫室試驗

가. 溫室內 溫度 및 濕度

9月 20日~11月 8일 까지의 溫室內 平均 溫度와 濕度의 變化는 그림 8과 같다.

試驗期間中 溫室內 平均 氣溫은 19.5°C였으며 最高氣溫 32°C, 最低氣溫 11°C였고, 平均 濕度는 78%였다.

나. 蒸發散量

水分處理別, 施肥處理別로 供試植物의 50日間 消費한 總蒸發散量은 그림 9에 보인다.

아까시나무의 總蒸發散量은 姜潤處理에서 2,233cc, 中間處理에서 2,511cc, 每日灌水處理에서 3,894cc로 供試植物 中에서 水分消費가 가장 많았고 싸리의 경우는 姜潤處理에서 1851cc, 中間處理에서 2,140cc, 每日灌水處理에서 3,145cc로 水分消費가 가장 적었으며 새는 姜潤處理에서 2,196cc, 中間處理에서 2,689cc, 每日灌水處理에서 3,215cc로 水分消費가 中程度였다.

施肥水準別 水分消費量은 每日灌水處理에서 그 差異가 크게 나타나고 姜潤處理에서는 비슷한 水準이었다. 아까시나무와 싸리의 경우 中間處理와 每日灌水處理에서 2g 施肥水準의 水分消費가 低調해 지는 傾向을 보이며, 새는 姜潤處理와 中間處理에서 2g 施肥水準의 水分消費가 低調한 傾向을 보인다.

다. 伸長生長

移植後 50日 동안 5회에 걸쳐 供試草木別로 伸長生長을 測定 調査한 結果는 다음과 같다.

1) 아까시나무

아까시나무의 水分處理別 施肥水準別 伸長生長過程

表 7. 伸長生長에 有意差를 가져온 要因

Tab. 7. Factors affecting the heigh growth with statistical significance.

Day assessed	Species	Factors	F value	LSR test between levels
July 8	Robinia	Slope*	$F_{4}^{2}(.05)$ 6.94	*1St. Mod. Gen
		Seeding**	$F_{24}^{1}(.01)$ 7.82	Drill, Broadcast
	Lespedeza	Seeding**	$F_{24}^{1}(.01)$ 7.82	Drill, Broadcast
		Slope*	$F_{4}^{2}(.05)$ 6.94	St. Mod. Gen
		Fertility*	$F_{18}^{3}(.05)$ 3.16	Ch. 1, 2, 3,
		Slope \times Fertility**	$F_{18}^{6}(.01)$ 4.01	St.; Ch. 2, 3, 1 Mod.; 2, Ch. 1, 2, Gen.; Ch. 1, 2, 3
		Seeding*	$F_{24}^{1}(.05)$ 4.26	Drill, Broadcast
		Slope \times Seeding*	$F_{24}^{2}(.05)$ 3.40	Gen.; Drill, Broadcast
Oct. 20	Robinia	Fertility**	$F_{18}^{3}(.01)$ 5.09	1, Ch. 2, 3
		Slope \times Fertility**	$F_{18}^{6}(.01)$ 4.01	St.; 1, Ch. 3, 2 Mod.; 1, Ch. 2, 3 Gen.; 1, Ch. 2, 3
		Fertility \times Seeding*	$F_{24}^{3}(.05)$ 3.01	Check; Drill, Broadcast
	Lespedeza	Fertility**	$F_{18}^{3}(.01)$ 5.09	1, Ch. 2, 3
		Slope \times Fertility*	$F_{18}^{6}(.05)$ 3.16	St.; 1, 3, Ch. 2 Mod.; 1, Ch. 2, 3 Gen.; 1, Ch. 2, 3
		Seeding**	$F_{24}^{1}(.01)$ 7.82	Drill, Broadcast
	Arundinella	Fertility**	$F_{18}^{3}(.01)$ 5.09	Ch. 1, 2, 3

* Significant at 5% level.

*: St.; Steep slope.

** Significant at 1% level.

Mod.; Moderate slope.

Gen.; Gentle slope.

表 8. 傾斜別 施肥水準別 및 播種方法別로 是被覆度

Tab. 8. Percentage of cover by slope, fertility and seeding method.

unit; %

Slope	Seeding	Fertility level	Check		Single		Double		Triple	
			Broad-cast	Drill	Broad-cast	Drill	Broad-cast	Drill	Broad-cast	Drill
Steep			67	42	46	31	72	56	74	35
Moderate			62	64	59	50	73	63	85	79
Gentle			84	76	78	82	86	96	99	92

表 9. 傾斜, 施肥水準 및 播種方法別로 被覆度에 대한 分散分析表。

Tab. 9. ANOVA table for the cover by slope, fertility and seeding method.

Source of variation	df	SS	MS	F
Main plots:				
Blocks	2	1803.25	901.63	0.7
Slope, SL	2	13962.02	6981.01	5.3
Error (a)	4	5316.67	1329.17	
Sub-plots:				
Fertility, F	3	3763.29	1254.43	9.1**
SL×F	6	949.47	158.25	1.1
Error (b)	18	2486.74	138.15	
sub-sub-plots:				
Seeding, SE	1	2124.43	2124.43	12.2**
SL×SE	2	1728.84	864.42	5.0*
F×SE	3	587.23	195.74	1.1
SL×F×SE	6	553.90	92.32	0.5
Error (c)	24	4182.16	174.26	
Total	71	37458.00		

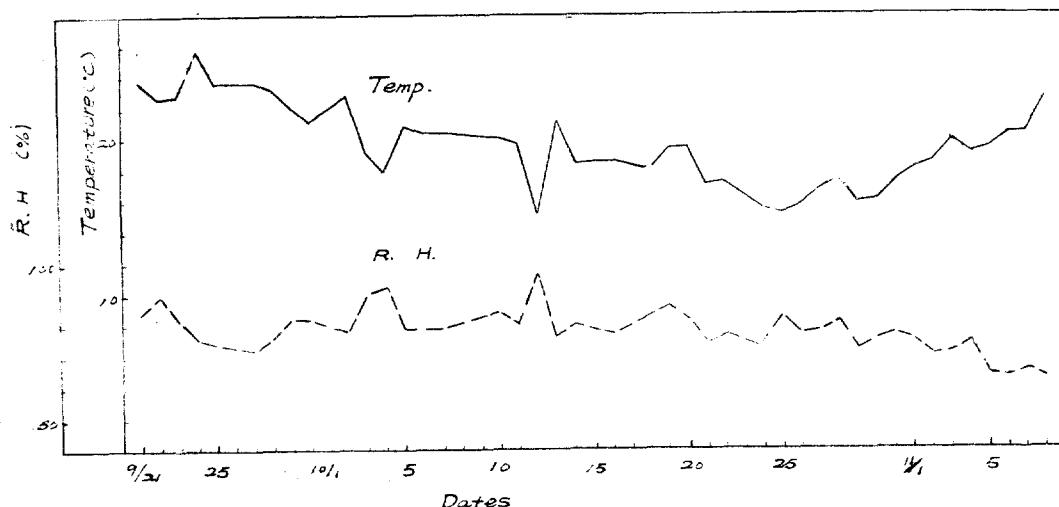


그림 8. 實驗溫室內의 溫度 및 濕度의 變化

Fig. 8. Fluctuation of air temperature and relative humidity in the green house. (unit; °C and %)

은 表 10 및 그림 10에 보인다.

水分處理別伸長生長은 萎凋處理에서 가장 低調하였고 每日灌水處理에서 가장 좋았다. 施肥水準의 效果는 無處理의 경우 水分處理와 關係없이 移植當時와 비슷한 生長水準을 유지하였으나 處理間에는 水分處理別로 다르게 나타나고 있다. 萎凋處理의 경우 1g 水準의伸長生長이 가장 좋았고 施肥水準이 增加할 수록 生長이 低調해졌다. 이러한 現狀은 生長 50日 동안에

時日이 경과할수록 더욱 顯著하였다. 反面 中間處理과 每日灌水處理에서는 3g 水準의 生長이 가장 좋았고 2g 水準에서 1g 水準보다 生長이 低調한 現狀을 보여주고 있다. 每日灌水處理의 경우 生長過程을 觀察해 보면 初期에는 1g 水準의 生長이 좋았다가 점차 時日이 지날수록 3g 水準의 生長이 좋아졌으며 2g 水準과 1g 水準間의 生長 隔差도 後期에 가서는 줄어지는 傾向이 보인다. 中間區에서도 生長過程에서 每日灌

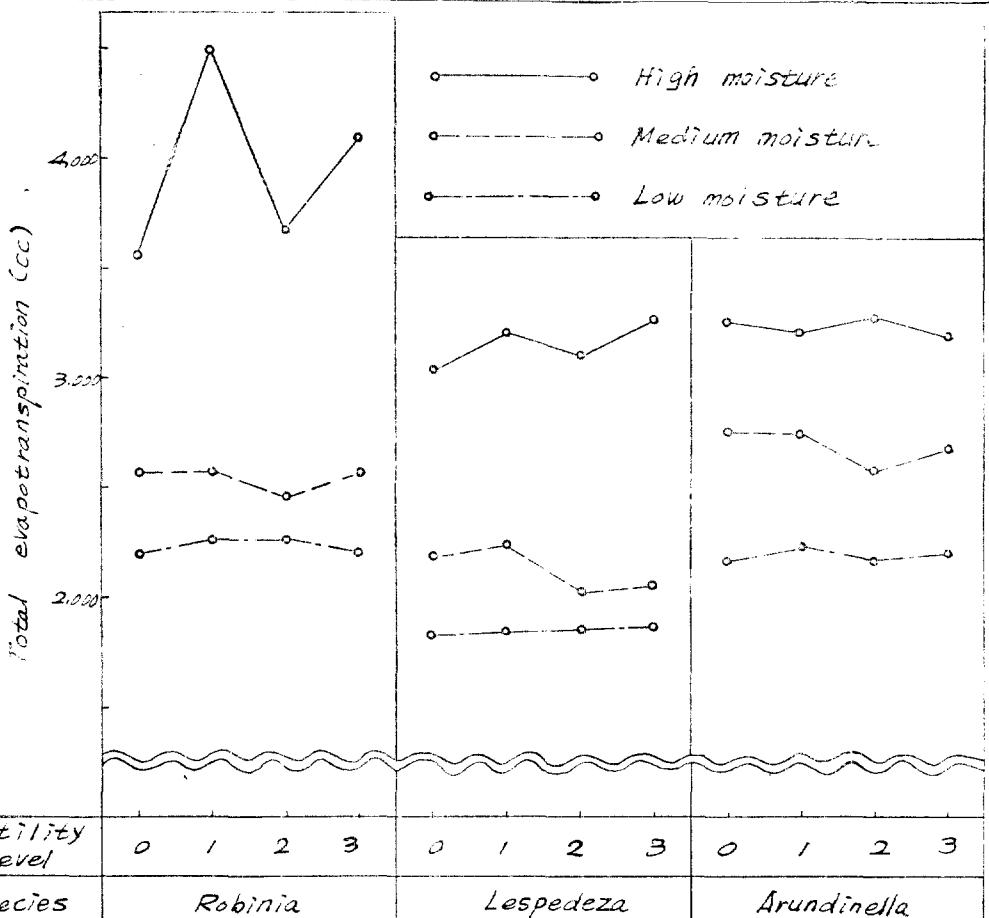


그림 9. 施肥水準別 水分處理 水準別로 본 被覆植物의 蒸發散量

Fig. 9. Total evapotranspiration measured thru the whole experimental period by species, fertility and moisture levels.

表 10. 施肥水準別 水分處理水準別로 본 아까시나무의 伸長生長

Tab. 10. Average height of *Robinia pseudoacacia L.* by fertility and moisture levels.

(unit : cm)

Day assessed		9/22	10/12	10/18	11/1	11/8
Moisture level \ Fertility level						
Low	0	4.1	4.8	4.5	4.6	4.9
	1	4.0	5.7	5.8	7.8	8.9
	2	4.5	5.4	5.5	6.5	7.3
	3	4.1	5.4	5.3	5.6	5.9
Medium	0	4.1	5.0	4.8	4.9	5.1
	1	4.8	5.7	4.3	8.5	11.3
	2	4.0	5.4	5.6	8.0	11.1
	3	4.3	6.2	6.7	11.1	15.1
High	0	3.8	4.7	4.7	4.9	4.9
	1	4.4	8.6	12.3	20.6	25.3
	2	4.1	6.3	7.9	15.8	23.6
	3	3.9	7.5	9.4	22.5	30.4

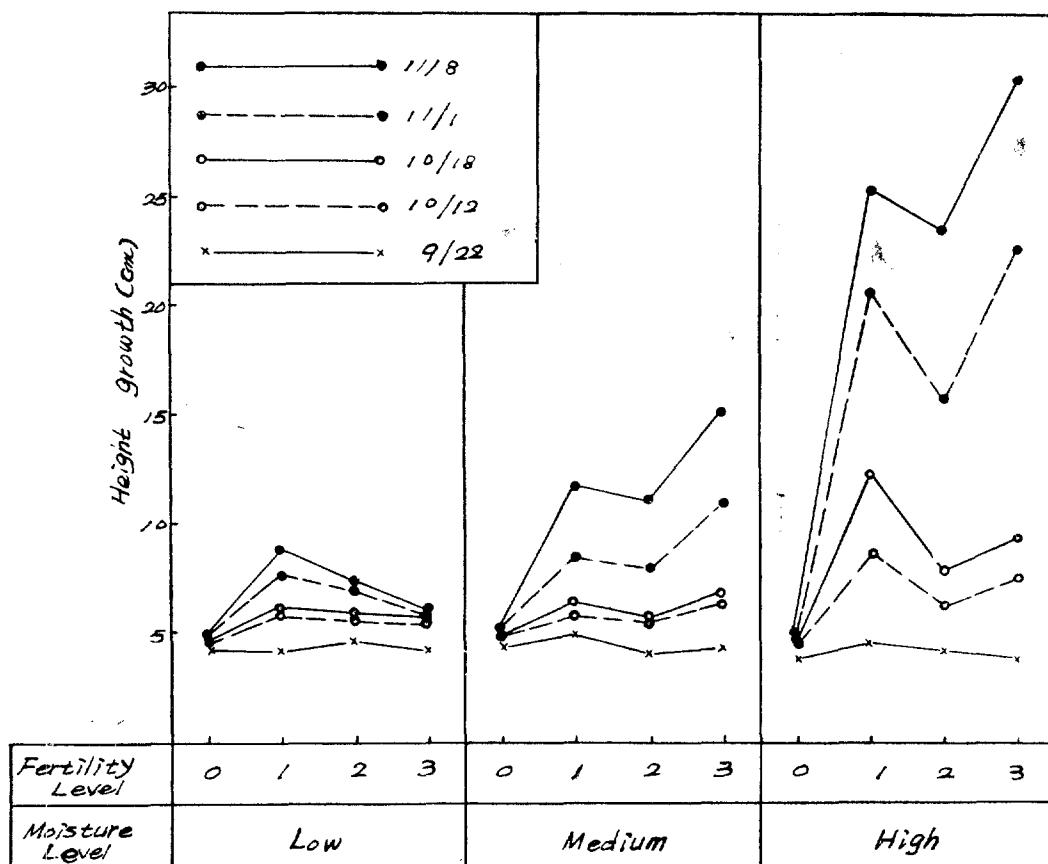


그림 10. 施肥水準別 水分處理水準別로 본 아까시나무의 地上部 伸長生長

Fig. 10. Average height growth of *Robinia pseudoacacia* L. by fertility and moisture levels.

表 11. 施肥水準別 水分處理水準別로 본 싸리의 伸長生長

Tab. 11. Average height growth of *Lespedeza bicolor* Turcz. by fertility and moisture levels.

(unit : cm)

Moisture level	Fertility level	Day assessed	9/22	10/12	10/18	11/1	11/8
Low	0		3.7	6.0	6.3	6.8	6.9
	1		3.7	6.0	6.3	8.3	9.3
	2		3.8	6.0	6.3	6.8	7.0
	3		3.7	6.2	6.4	6.9	7.0
Medium	0		3.7	5.9	5.9	6.4	6.6
	1		3.8	8.0	9.1	13.8	18.5
	2		4.3	8.1	9.1	12.3	15.8
	3		3.7	6.9	7.0	7.5	9.3
High	0		3.5	6.4	6.9	7.2	7.5
	1		3.3	6.9	7.4	11.5	15.9
	2		3.1	6.8	7.3	9.8	12.8
	3		3.5	6.4	7.4	12.1	18.0

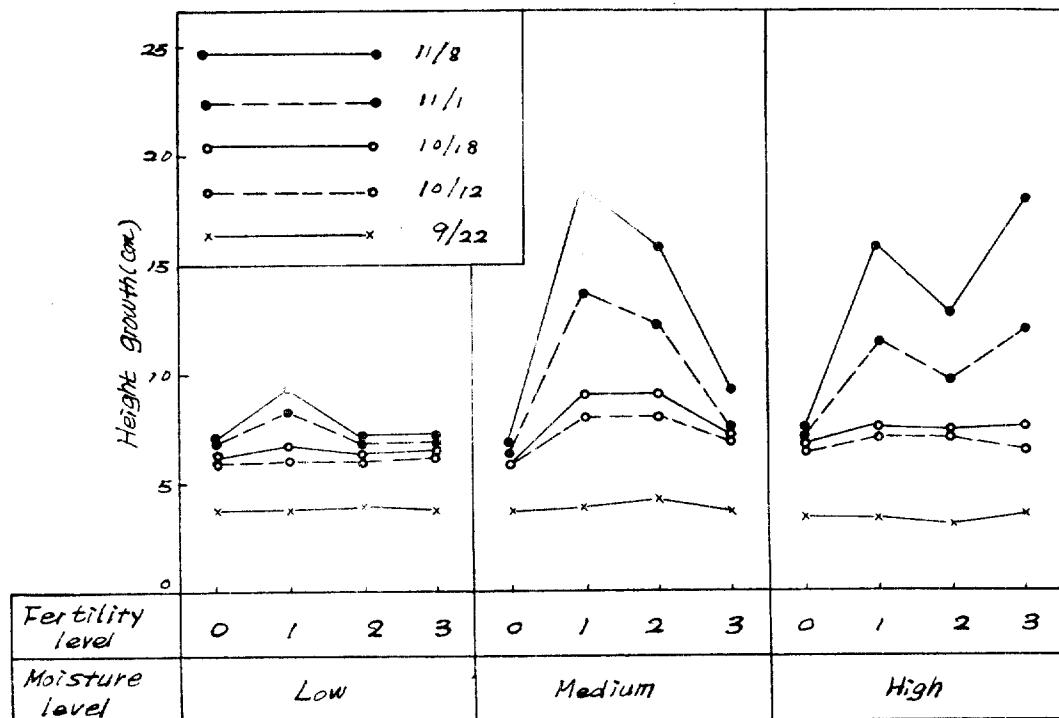


그림 11. 施肥水準別 水分處理 水準別로 본 쌔리의 地上部 伸長生長

Fig. 11. Average height growth of *Lespedeza bicolor* Turcz. by fertility and moisture levels.

水處理와 비슷한 傾向이 보인다.

(2) 쌔리

施肥 水準別, 水分處理 水準別 쌔리의 伸長生長過程

은 表 11 및 그림 11과 같다.

水分處理 水準別 伸長生長은 中間區에서 가장 좋았고 萎凋處理에서 가장 低調했으며 每日灌水處理가

表 12. 施肥水準別 水分處理水準別로 본 새의 伸長生長

Tab. 12. Average height growth of *Arundinella hirta* Tanaka var. *ciliare* Koidzumi by fertility and moisture levels.

(unit : cm)

Day assessed		9/22	10/12	10/18	11/1	11/8
Moisture level \ Fertility level						
Low	0	5.9	17.5	6.3	6.9	7.8
	1	6.8	18.1	8.4	13.5	16.0
	2	6.1	17.5	7.1	9.4	11.9
	3	5.6	7.0	6.6	10.0	14.3
Medium	0	6.9	7.4	6.9	7.4	8.1
	1	5.9	9.4	9.6	15.1	17.8
	2	7.9	10.1	10.9	16.3	19.5
	3	8.2	12.1	14.2	22.0	25.9
High	0	7.1	8.0	8.1	8.1	8.2
	1	7.9	9.9	11.3	17.3	23.0
	2	7.7	10.9	11.4	16.6	22.1
	3	7.6	10.0	11.5	17.3	22.3

中間處理보다 약간低調하였다. 이것은 쌔리의 最適水分條件이 自然保水力에 가깝기 보다는 自然保水力과有效水分 50% 水準과의 사이에 있기 때문이라고推定된다.

施肥水準의 效果를 보면 無處理에서는 아까시 나무와 같이水分處理와 無關하게 生長이 낮은 水準에 머무르고 있었고 處理間에는水分處理別로 다르게 나타나고 있다. 萎凋處理에 있어서는 1g 水準의 生長이 가장 좋았고 2g, 3g 水準은 無處理 水準과 비슷하게 낮았다. 中間處理에서는 1g 水準의 生長이 가장 좋았고 施肥水準이增加할수록 生長이 뛰면서 low로降低하였다. 每日灌水處理의 경우 아까시 나무와 비슷하게 3g 水準의 生長이 가장 좋고 2g 水準이 가장 low로降低하였다.

3) 새

施肥處理別,水分處理別 새의伸長生長過程은 表 12 및 그림 12에 보인다.

水分處理水準別伸長生長은 每日灌水處理에서 가장 좋았고 萎凋處理에서 가장 낮았다. 中間處理는 每日灌水處理보다는 low하나 비슷한 水準이었다.

施肥水準의 效果를 보면 無處理에서는 아까시 나무

써리와 같이水分處理와 關係없이 일률적으로 生長이 낮은 水準에 머무르고 있었다. 施肥處理水準間에는水分處理別로 그效果가 서로 다르게 나타나고 있다. 萎凋處理의 경우 1g 水準의 生長이 가장 좋으나 시간이 경과함에 따라 3g 水準의 生長이 상당히增加하는 경향이 보인다. 反面 中間處理에서는施肥水準增加에 따라 生長이增加하여 正當의施肥效果가 나타났다. 每日灌水處理에서는 1g, 2g, 3g 水準의 生長이 거의同一하였다.

4. 生重量 및 乾重量

供試植物別水分處理 및施肥處理效果를 生重量統計分析으로서 檢討해 보았다.

1) 아까시 나무

아까시 나무의水分處理水準別,施肥水準別로 본 生重量과 乾重量은 그림 13과 같으며,伸長生長에서와類似한反應을 보이고 있다. 即水分處理效果는 萎凋處理에서 每日灌水處理로 잘수록 生重量이增加하였고施肥處理效果도 無處理에서는 일률적으로 낮은 水準에 머물렀다. 處理間에 있어서는水分處理別로 그效果가 다르게 나타났다. 萎凋處理에서는 1g 水準의 生重

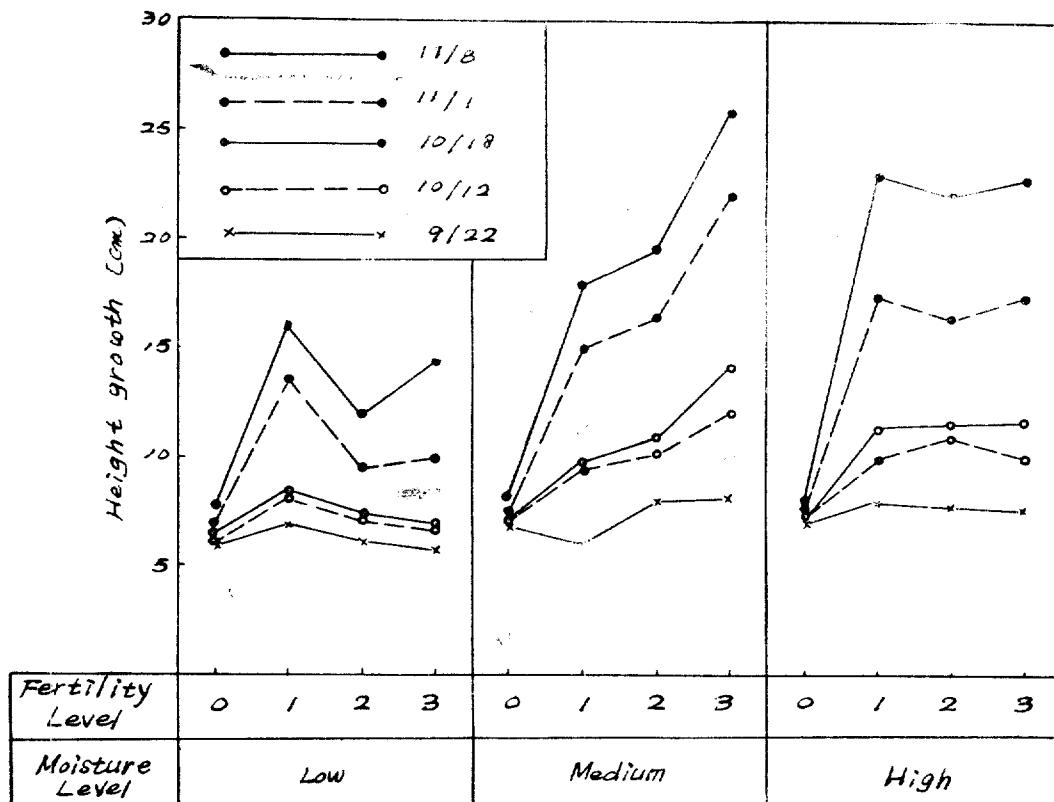


그림 12.施肥水準別水分處理水準別로 본 새의地上部伸長生長

Fig 12. Average height growth of *Arundinella hirta* Tanaka var. *ciliare* Koidzumi by fertility and moisture levels.

量이 가장 커으며 中間處理, 每日灌水處理에서는 3g 수準의 生重量이 가장 커다. 伸長生長에서와 같이 2g 수準의 生重量이 低調하게 나타났다. 이러한 效果를 分散分析한 結果는 表 13과 같다.

表 13. 아까시나무 生重量에 대한 分散分析表
Tab. 13. ANOVA table for the average fresh weight of *Robinia pseudoacacia* L.

Source of variation	d.f.	S.S.	M.S.	F
Replication	3	6.16	2.05	
Fertility:	3	70.11	23.37	18.69**
Linear	FL	1	47.46	37.97**
Quadratic	FQ	1	6.73	5.38*
Cubic	FC	1	15.92	12.74**
Control vs. treatments	1	61.85	61.85	49.48**
Among treatments	2	8.26	4.13	3.31*
Moisture	2	131.46	65.73	52.58**
Linear	ML	1	120.20	120.20
Quadratic	MQ	1	11.26	11.26
Interaction	FM	6	58.03	9.67
Error	33	41.20	1.25	7.74**
Total	47	306.96		

分散分析 結果를 보면 水分處理와 施肥處理의 效果가 高度의 有意性을 나타내고 있을 뿐만 아니라 이 두 要因의 相互作用에 대해서도 高度의 有意性을 認定할 수 있었다. 施肥處理와 生重量間에는 1次, 2次, 3次 效果에 有意性이 認定되었으나 無處理와 處理間에도 高度의 有意性이 나타났다. 處理 내에서는 5% 水準에서 有意性을 보여 주었다. 水分處理와 生重量間에도 1次 및 2次 效果에 高度의 有意性이 認定되었다.

分散分析 結果 高度의 有意性을 나타낸 水分處理와 施肥處理의 水準間의 效果에 대하여 DUNACN 多重檢定을 實施한 結果는 表 14와 같다.

最小有意範圍(LSR)에 의하여 施肥水準間의 效果를 檢定한 結果 中間處理에서는 2g과 3g의 水準間에 有意性이 認定되었고 每日灌水處理에서는 1g, 2g, 3g의 水準間에 모두 有意性이 認定되었다.

또 水分處理 水準間의 效果를 보면 無處理에서는 有意性을 보이지 않았고 3g區에서는 모든 水分處理 水準間에 有意性을 보였다. 1g, 2g區에서는 每日灌水處理의 效果가 有意性을 나타내었다.

2) 結 果

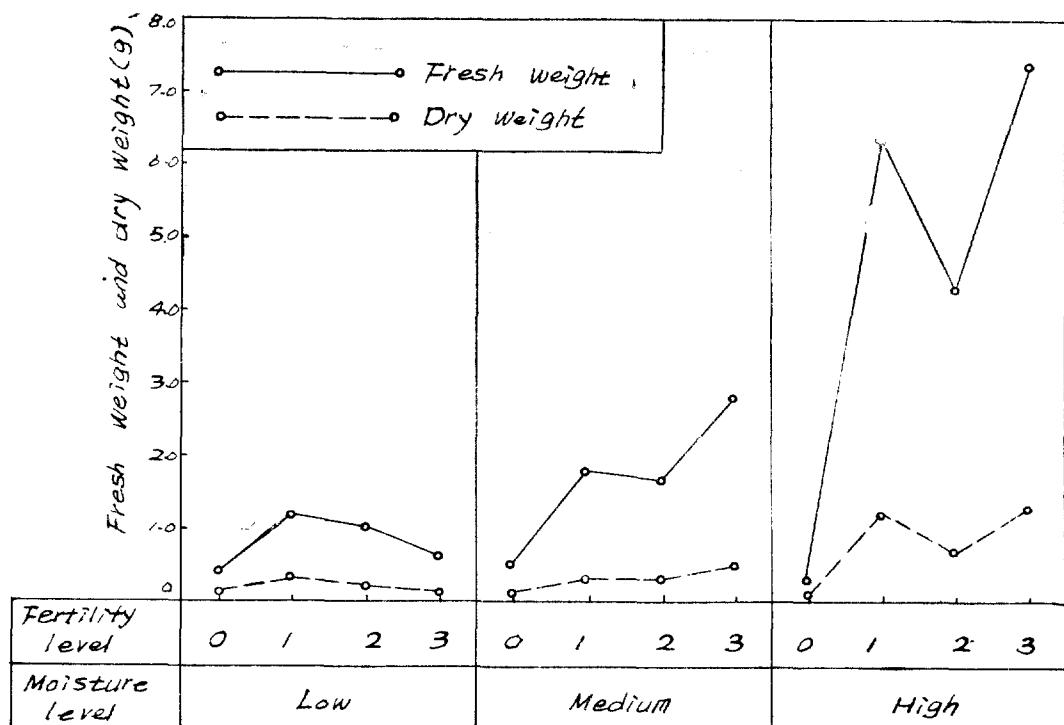


그림 13. 施肥水準別 水分處理水準別로 본 아까시나무의 生重量 및 乾重量

Fig. 13. Average fresh weight of *Robinia pseudoacacia* L. by fertility and moisture levels.

表 14. 施肥水準 및 水分處理水準別로 본 아까시 나무의 平均 生重量

Tab. 14. The average fresh weight of *Robinia pseudoacacia L.* by fertility and moisture levels.

Fertility level(g)	Moisture level	Remarks		
		Low	Medium	High
0	0.39	0.53	0.32	LSR among treatment levels of fertility; LSR ₂ =0.929 LSR ₃ =0.978
1	1.15	1.82	6.28	LSR among moisture levels: LSR ₂ =0.805 LSR ₃ =0.847
2	1.00	1.66	4.62	
3	0.59	2.77	7.46	

싸리의 水分處理水準別, 施肥水準別로 본 生重量과 乾重量의 調査結果는 그림 14와 같으며, 伸長生長에서 와 비슷한 傾向을 보이고 있다. 生重量에 대한 分散分析結果는 表 15와 같다.

表 15. 싸리의 生重量에 대한 分散分析表

Tab. 15. ANOVA table for the average fresh weight of *Lespedeza bicolor Turcz.*

Source of Variation	d.f.	S.S.	M.S.	F
Replication	3	0.53	0.18	
Fertility	3	3.27	1.09	12.53**
Linear	FL	1	0.20	2.30
Quadratic	FQ	1	2.41	27.70**
Cubic	FC	1	0.66	7.59**
Control vs. treatments	1	2.11	2.11	24.25**
Among treatments	2	1.16	0.58	6.67**
Moisture:	2	2.83	1.42	16.32**
Linear	ML	1	1.95	22.41**
Quadratic	MQ	1	0.88	10.12**
Interaction	FM	6	1.74	0.29
Error	33	2.87	0.87	
Total	47	11.24		

分散分析結果 水分處理와 施肥處理가 生重量에 미치는 效果는 高度의 有意性을 나타내었고 두 要因의相互作用에 있어서도 有意性(5% 水準)을 認定할 수

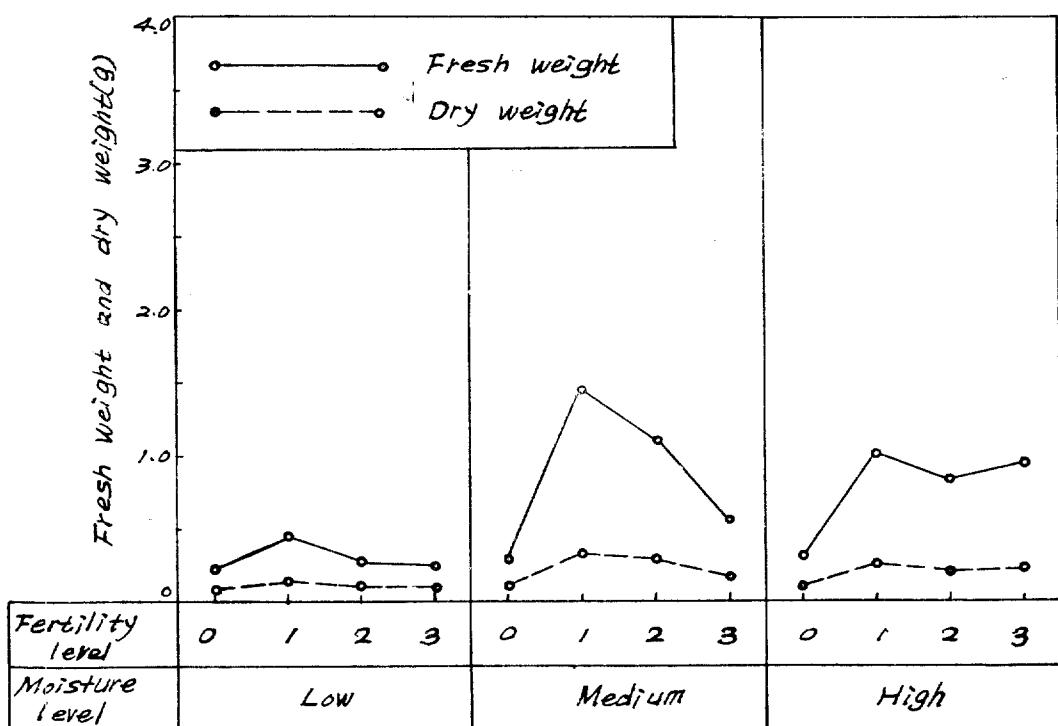


그림 14. 施肥水準別水分處理水準別로 본 싸리의 生重量 및 乾重量

Fig. 14. Average fresh weight and dry weight of *Lespedeza bicolor Turcz.* by fertility and moisture levels.

있었다.

施肥處理와 生重量 間에는 2次, 3次 效果에 高度의 有意性이 認定되었다. 無處理와 處理間에도 高度의 有意性이 나타났으며 處理 内에서도 高度의 有意性을 보여 주었다.

水分處理와 生重量 間에는 1次, 2次 效果에 高度의 有意性이 認定되었다. 分散分析 結果 高度의 有意性을 나타낸 水分處理와 施肥處理의 水準 間의 效果에 대하여 DUNCAN多重檢定을 實施한 結果는 表 16과 같다.

表 16의 LSR에 의하여 施肥水準間의 生重量의 差異를 檢定한 結果 中間處理에서는 1g, 2g, 3g의 水準間에 有意性이 認定되었고 每日 灌水處理에서는 1g과 2g의 水準間에 有意性이 認定되었다.

또 水分處理 水準間의 效果를 보면 無處理를 除外한 모든 施肥水準에 있어서 有意性을 나타내었다.

表 16. 施肥水準 및 水分處理水準別로 본 쌔의 平均 生重量

Tab. 16. The average fresh weight of *Lespedeza bicolor* Turcz. by fertility and moisture levels.

Fertility level(g) \ Moisture level	Low	Medium	High	Remarks
0	0.23	0.29	0.30	LSR among treatment levels of fertility;
1	0.44	1.45	1.08	$LSR_2=0.245$ $LSR_3=0.258$
2	0.27	1.10	0.82	LSR among moisture levels;
3	0.23	0.47	0.95	$LSR_2=0.212$ $LSR_3=0.223$

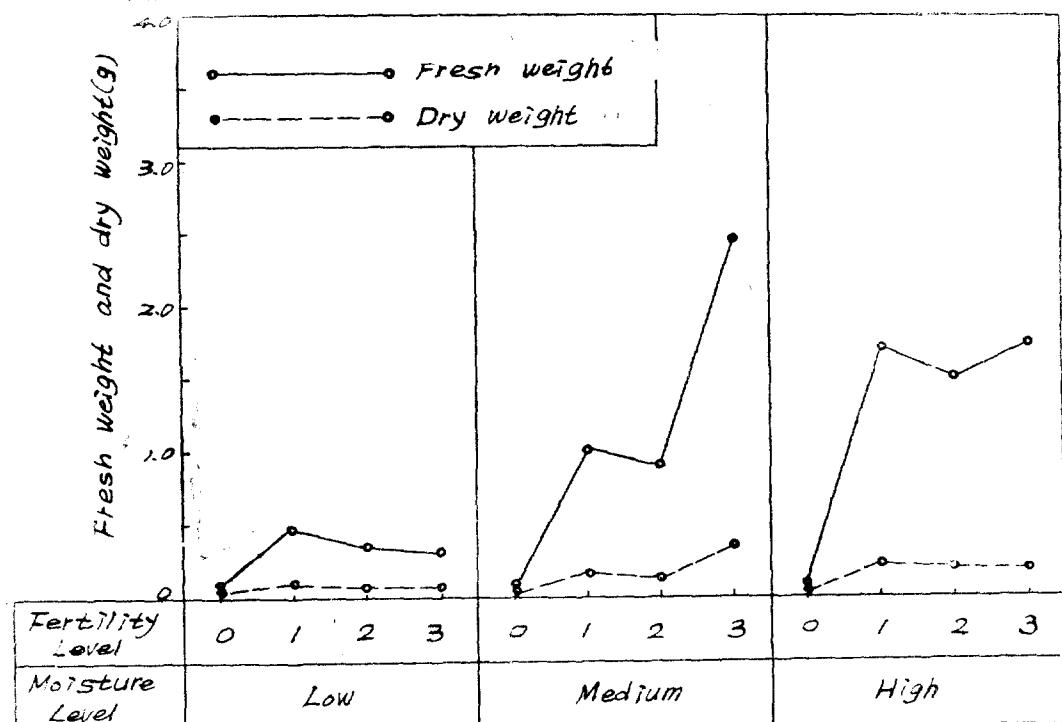


그림 15. 施肥水準別 水分處理 水準別로 본 쌔의 生重量 및 乾重量

Fig. 15. Average fresh weight and dry weight of *Arundinella hirta* Tanaka var. *ciliare* Koidzumi b; fertility and moisture levels.

3) 세

本의 水分處理水準別, 施肥水準別로 본 生重量과 乾重量은 그림 15와 같으며, 生重量은 伸長生長과 비슷한 順向을 보이고 있다. 生重量에 대한 分散分析結果는 表 17과 같다.

分散分析 結果 水分處理와 施肥處理가 生重量에 미치

는 效果는 高度의 有意性을 나타내었고 두 要因의 相互作用도 有意性을 보여 주고 있다. 施肥處理와 生重量間에는 1次, 3次 效果에 高度의 有意性이 認定되었으며 無處理와 處理間에도 高度의 有意性이 나타났다. 그러나 處理 内에서는 有意性을 보이지 않았다. 水分處理와 生重量 間에는 1次 效果만이 高度의 有意性을

表 17. 새의 生重量에 대한 分散分析表

Tab 17. ANOVA table for the average fresh weight of *Arundinella hirta* Tanaka var. *ciliare* Koidzumi.

Source of Variation	d.f.	S.S.	M.S.	F
Replication	3	0.56	0.19	
Fertility:	3	12.85	4.28	9.30**
Linear	FL	10.12	10.12	22.00**
Quadratic	FQ	0.55	0.55	1.20
Cubic	FC	2.18	2.18	4.74**
Control vs treatments	1	10.71	10.71	23.28**
Among treatments	2	2.14	1.07	2.32
Moisture:	2	8.62	4.31	9.37**
Linear	ML	7.37	7.37	16.02**
Quadratic	MQ	1.25	1.25	2.72
Interaction	FM	6.82	1.14	2.48*
Error	33	15.24	0.46	
Total	47	44.09		

나타내었다. Duncan 多重檢定을 實施한 結果는 表 18과 같다.

表 18. 施肥水準 및 水分處理 水準別로 본 새의 平均 生重量

Tab. 18. The average fresh weight of *Arundinella hirta* Tanaka var. *ciliare* Koidzumi by fertility and moisture levels.

Moisture level	Low	Medi-um	High	Remark
Fertility level(g)				
0	0.06	0.06	0.08	LSR among treatment levels of fertility; LSR ₂ =0.564 LSR ₃ =0.593
1	0.47	1.04	1.70	
2	0.34	0.90	1.49	LSR among moisture levels; LSR ₂ =0.488 LSR ₃ =0.514
3	0.29	2.45	1.72	

LSR에 의하여 施肥水準 間의 效果를 보면 中間處理에서만 28과 39의 水準 間에 有意性이 認定되었다.

水分處理 水準 間의 效果는 無處理區를 除外한 모든施肥水準에 있어서 有意性을 나타내었다.

考 察 및 結 論

1. 荒廢林地 被覆植物의 水分要求度

5月 20日~6月 30日까지의 氣溫은 土壤水分 測定이 實施된 雨期의 氣溫과 비슷하였다. 傾斜別로 土壤水分

變化의 程度를 把握하기 위하여 測定期間 46日間(6月 25日~8月 9日)의 土壤水分의 變異係數를 계산 하였고 1回 降雨以後 土壤水分이 枯渴되어 萎凋點까지 도달하는 平均時間은 계산하였다. 以上的 資料와 그림 2를 利用하여 所謂 심한 乾期(5月 20日~6月 30日)와 雨期(7月 1日~8月 30日) 동안에 土壤水分이 萎凋點 以下로 枯渴되는 日數와 그 比率을 表 6과 같이 求한 것이다.

野外 試驗에 있어서 7月 8日에 調查된 生長量은 初期生長으로서 土壤水分이 枯渴되어 있는 條件에서 生長한 乾期生長量이라 할 수 있겠으며, 10月 20日의 生長量은 後期生長으로 乾期生長量이 20~30% 程度 包含되어 있기는 하지만 生長量의 大部分(70~80%)이 土壤水分의 供給이 비교적 풍부하였던 상태에서 生長한 量이므로 雨期生長量이라 看做할 수 있다. 表 7에서 보면 아까시나무와 새는 乾期의 伸長生長量이 傾斜地間에 有意性을 나타내었으나 雨期의 伸長生長은施肥 水準間에는 有意性이 認定되나 傾斜地間에는 有意性이 나타나지 않고 있다. 即 乾期에 萎凋點 以下의 土壤水分缺乏을 종종 겪는다 할지라도 傾斜地間의 土壤水分含量의 差異는 初期生長量에 有意的인 差異를 가져온다고 볼 수 있다.

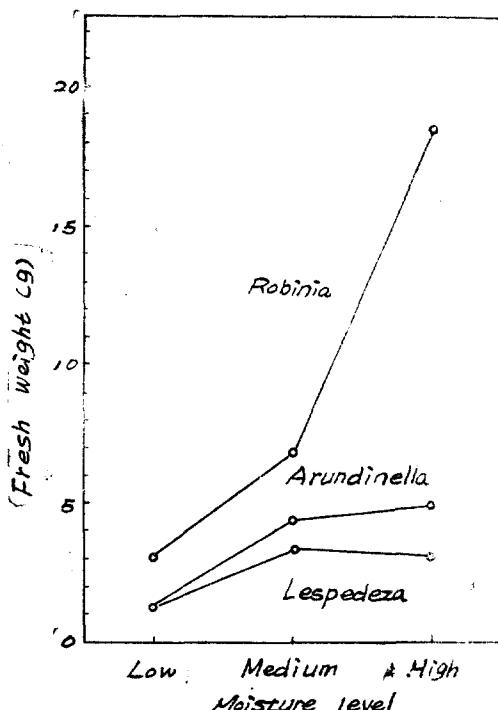


그림 16. 水分處理水準別로 본 被覆植物의 生重量
Fig. 16. Fresh weight by species and moisture-levels.

溫室試驗에 있어서 供試植物別로 水分處理水準에 따른 生重量은 그림 16과 같다.

그림 16에서 아까시나무는 萎凋處理에서 每日灌水處理로 蒸水量이 크게 增加되었다. 即 中間處理와 每日灌水處理間의 生重量差異가 萎凋處理와 中間處理間의 生重量差異보다 크게 나타난 点으로 미루어 보아 아까시나무는 自然保水力 水準에 가깝게 水分을 供給할수록 生長率이 增加한다고 생각된다. 쌔의 경우는 萎凋處理에서 每日灌水處理로 蒸水量이 自體는 增加하나 生長率은 減少하였으며 쌔의 경우는 每日灌水處理에서 中間處理보다 오히려 生長量이 減少하였고 生長率도 減少하였다.

野外試驗에 있어서 7月 8일까지의 生長量은 播種後 約 80日間의 生長量이며 溫室試驗에 있어서 生長量은 約 70日間의 生長量으로 서로 비교가 可能한 初期生長量으로 比較할 수 있다고 思料된다.

供試植物들은 初期生長에 있어서 生長과 關聯해서水分要求度가 서로 다르고 最適水分水準은 아까시나무와 쌔의 경우 自然保水力 水準에 가까우며 쌔는 有效水分의 50% 水準에 가깝다고 할 수 있다.

그림 9의水分處理別 總蒸發散量을 보면 溫室試驗 50日間 消費한 總水分消費量은 아까시나무가 pot當 2,375cc로 제일 많았고 쌔는 pot當 2,379cc로 제일 적었으며 쌔는 pot當 2,700cc로서 中間이었다.

供試植物의 耐乾性과 관련해서 萎凋區에 實施된植物別灌水回數(萎凋回數)는 그림 17과 같다.

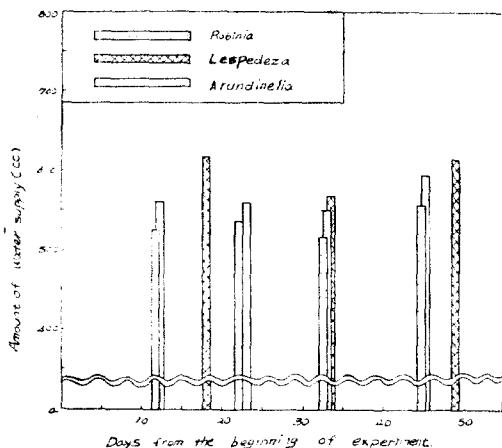


그림 17. 溫室內 萎凋處理試驗 풋트에灌水된 量과 回數

Fig. 17. The amount and frequency of water supply per pot in low moisture treatment.

그림 16에서 보면 아까시나무와 쌔는 平均 11日間에 萎凋하여灌水가 實施되었고 쌔는 平均 16日間에 萎凋하여灌水가 實施되었다.

以上과 같이 植物別로 萎凋回數, 水分消費量 및 最適水分水準을 고려해 볼때 쌔는 아까시나무와 쌔에 比하여 耐乾性이 強하다고 볼 수 있겠다. Kelley²³는 植物의 水分要求度는 植物의 耐乾性과 植物이水分을 要求하는 時期에 따라 다르다고 하였다.

따라서 被覆用植物은 初期生育時 그水分要求度가 다음과 같이 나타났다.

1) 아까시나무

土壤의 最適水分水準이 自然保水力에 가까우며 耐乾性이 비교적(外리에 비하여) 弱하고 土壤水分張力이 弱해 질수록 即 土壤水分供給이 풍부해 질수록 生長量 및 生長率이 增加하였다.

2) 쌔

土壤의 最適水分水準이 有效水分의 50% 水準이며 耐乾性이 強하고 土壤水分供給이 有效水分의 50% 水準까지 增加함에 따라 生長도 增加하나 이 水準以上의供給狀態에서는 生長이 低下되었다.

3) 쌔

土壤의 最適水分水準은 自然保水力에 가까우며 耐乾性은 비교적 弱하고 土壤水分供給이 풍부해 질수록 生長量은 增加하나 그 生長率은 減少하였다.

따라서 荒廢林地의 土壤水分條件에 따라 以上 3種의植物中 아까시나무는 一定集水區域內에서 溪谷部나 山麓部와 같이 乾期에도 비교적 良好한 土壤水分條件를 갖는 場所에 播種 및 植栽하여야 할 것이며 쌔는 山頂, 嶺線 및 上腹部와 같이 항상 乾燥한 場所에播種 및 植栽해도 좋으며 쌔는 中腹部나 下腹部와 같은 場所에播種하는 것이合理的인 方法이라고 믿는다

2. 土壤水分條件과 水分要求度

野外試驗에 있어서 表 4에 의하여 乾期生長과 雨期生長을 比較해 보면 乾期生長에 있어서 쌔의 경우는 施肥效果가 나타났으며, 아까시나무와 쌔는 施肥水準別處理效果가 나타나지 않았다. 反面 雨期生長은 3種類가 모두 施肥處理效果가 高度의 有効性을 나타내고 있다. 따라서 土壤水分條件과 適分利用率은 밀접한 관계가 있다고 推論할 수 있다. 即 그림 7의 아까시나무의伸長生長에 있어서 急傾斜地의 경우 初期에는 1倍量區가 좋았으나 後期에는 2倍量區가 좋았다. 中傾斜地와 紓傾斜地에 있어서는 初期에 2倍量區가 좋았으나 後期에는 3倍量區가 좋았다. 쌔의伸長生長에 있어서 初期에는 急傾斜地의 경우 1倍量區가 좋았으나 後期에는 2倍量區가 좋았다.

았고 緩傾斜地의 경우 모든 處理區가 同一하여 中傾斜地의 경우 1倍量區와 2倍量區가 慣行量區 보다 낮았다. 土壤水分이 充分한 條件에서는 施肥水準別處理效果가 잘 나타나지만 土壤水分이 缺乏된 狀態에서는 施肥水準別處理效果가 잘 나타나지 않는다고 할 수 있겠다.

溫室試驗에 있어서 그림 13, 14, 15의 施肥水準別水分處理水準別生重量을 보면 無施肥區에서는 어떠한植物이건 어떠한水分處理건 低調한 生長水準을 그대로 유지하고 있으며水分處理效果가 거의 全無한 狀態였다. 反面에 施肥處理區間에는水分處理別로植物別로 그效果가 다양하게 나타나고 있다.

以上 野外試驗과 溫室試驗結果被覆用植物은 荒廢林地에서 生長하기 위해서는 養料의 供給이 絶對的으로 必要하며 養分要求度는植物에 따라 土壤水分條件에 따라 다르다고 할 수 있겠다.

野外試驗에 있어서 急傾斜地는 表 6에 의하면 乾期에 낮은 降雨回數로 因하여 萎凋點 이하의水分條件를 자주 나타냈다. 이 急傾斜地에서伸長生長은 表 9에서 보면 3種의植物이 모두 1倍量區에서 가장 生長이 좋았으며 이와 비슷한 現象을 溫室試驗에서도 觀察할 수 있었다. 即 溫室試驗의 그림 13, 14, 15에서 보면 3種의植物이 역시 19施肥水準에서 生重量이 가장 컸으며施肥水準別生長의反應도 野外試驗의 急傾斜地 乾期生長과 비슷한 傾向을 보여 주었다. 따라서 土壤水分이 자주 萎凋點 이하로 떨어지는 乾燥한 條件下에서初期生長을 極大化시키는施肥要求水準은 3植物 모두 1倍量區 또는 19水準과 같이 낮은施肥水準이라고 할 수 있겠다.

그러나水分條件이 變化하면植物別로初期生長에 있어施肥效果가 달라진다. 溫室試驗의 그림 12의 아까시나무를 보면 中間處理와 每日灌水處理에서 39施肥水準의 生重量이 가장 커고 29水準에서는 19보다 낮았다. 이러한現象은 初期에濃度障礙를 받았다가 時間이 지남에 따라 계속적인水分供給과 함께生長의 회복이 39水準에서 빠르게 일어난 때문인 것 같다. 그림 10의伸長生長過程을 보면 더욱 뚜렷히 알수 있다. 50E以後의生長을 계속 觀察한다면施肥水準의增加와 함께伸長生長이增加하는反應을 나타낼 것으로思料된다. 野外試驗의 그림 7에서 아까시나무의 初期生長을 보면 中傾斜地에서는 2倍量區의生長이 좋았고 緩傾斜地에서는 3倍量區의生長이 좋게 나타났다. 아까시나무는水分供給條件이良好하여 질수록生長도 좋아지지만 이러한水分條件와 함께施肥水準의增加와 함께生長이增加한다. 即水分處理와施肥處理의相互作用이生長에 영향을 준다고 보겠다. 表

13의 아까시나무生重量에 대한 分散分析表를 보면施肥處理와水分處理의相互作用이高度이有意성을 나타내 주고 있다. Painter와 Leamer⁶⁾는 Sorghum에 있어서施肥處理水準과水分處理間의相互作用이生長에有意的인 영향을 미쳤으며 낮은水分張力(Low moisture tension)과 窓素의 높은施肥水準에서最大的生長效果를 보였는데 이는本試驗의 아까시나무生長과一致하는結果이다.

싸리의 경우 溫室試驗의 그림 14에서 보면 中間處理와每日灌水處理에서는萎凋處理에서와 같이 19施肥水準이 가장 큰生重量을 나타내었다. 中間處理에서는 39水準의生重量이 매우 低調한反面每日灌水處理에서는 39水準의生重量이 19水準의 그것과 비슷하였다. 이러한現象으로推論해 볼때 싸리의初期生長에 있어서水分要求度가有效水分의 50%水準인反面에施肥要求水準도 19의 낮은水準이라고 할 수 있겠다.

새의 경우 溫室試驗의 그림 15에서 보면 中間處理에서는 39水準의生重量이 19, 29水準의 그것보다 크나每日灌水處理에서는施肥水準間의生重量에有意差가 없었다.

Brown⁷⁾은 Pinus silvestris 3個產地品種의 幼苗로 90日間 3水分處理水準과 3施肥處理水準에 대한生長效果를 試驗하였다. Brown의水分處理水準은 本溫室試驗의水分處理水準과 거의同一한水準이고施肥處理水準은中間水準이 서로 비슷한것이며施肥處理의幅은 Brown의 것이 커다. 上과 같은試驗結果 2個產地品種에 있어서는中間水分處理와中間施肥水準에서最高의生長을 보였고, 1個品種에 있어서는 높은水分處理水準과 낮은施肥水準에서最高의生長을 얻었다고 보고하였다. 本試驗에서는 싸리의生長이 Brown의 2個品種의生長과 비슷하나適正施肥要求水準은 싸리가 낮은便이다. 아까시나무는 Brown의 1個品種과水分效果가同一하나施肥水準效果는反對였다.

野外試驗의 그림 7을 보면 10月 20日生長은 7月8日의初期生長에對하여所謂後期生長이라 할 수 있겠다. 이後期生長과 관련되는土壤水分狀態는 그림 3, 4, 5와 같이 傾斜別로 差異가 있으며 急傾斜地는雨期中에도萎凋以下로 내려가는 때가 3回 있었다. 反面中傾斜 및 緩傾斜地는雨期에土壤水分條件이 비교적良好하였다고 할 수 있겠다.施肥效果를 보면 乾燥한急傾斜地에서는 2倍量區의生長이 제일 좋았고土壤水分이良好한中, 緩傾斜地에서는 3倍量區의生長이 제일 좋았다.

따라서後期生長에 있어서는急傾斜地에서와같이土壤水分이가끔萎凋點以下로 떨어지는条件下에서는施肥水準을 2倍量區와 같은中間水準으로하고土

壤水分條件이 萎凋以下로 내려가지 않는 良好한 條件下에서는 3倍量區와 같은 높은 水準으로 합이 妥當한 것으로 想料된다.

荒廢林地를 植生으로 被覆하기 위해서는 어떠한 土壤水分條件下에서도 施肥는 絶對的으로 要求되며 施肥要求水準은 土壤水分이 缺乏된 條件下에서는 낮으며 土壤水分供給이 良好한 條件에서는 높아 진다고 結論할 수 있다. 단 쌔리의 初期生長의 경우는 良好한 土壤水分條件에서도 施肥要求水準은 낮다.

3. 施肥水準과 水分利用效率

溫室試驗에 있어서 水分處理水準別, 施肥水準別으로 乾物重 1g을 生產하는데 必要한水分의 量을 蒸發散量으로 算出하여 之으로서 植物別水分利用效率을 觀察하여 보았다.

그림 18에서 보면 아까시나무는 水分處理가 萎凋處理에서 每日灌水處理로 갈수록 水分消費가 적어져水分利用效率이 높으며 施肥水準別으로 보면 萎凋處理에서는 1g施肥水準의水分利用效率이 높고 中間處理와 每日灌水處理에서는 3g施肥水準의水分利用效率이 높은 경향이 있다.

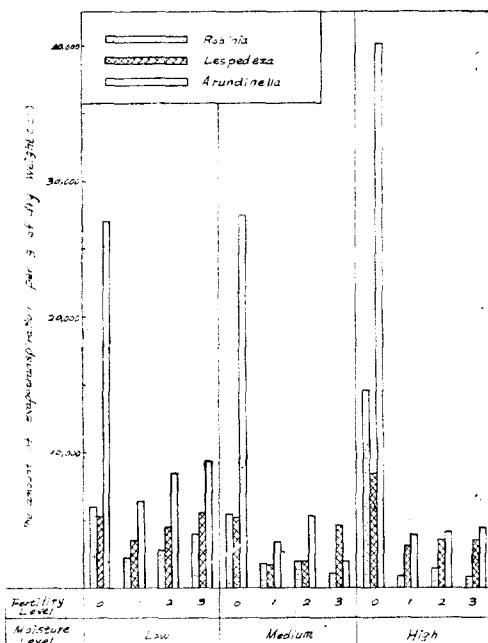


그림 18. 施肥水準別水分處理水準別로 본 被覆植物의水分利用效率

Fig. 18. The efficiency of water use of cover plants by fertility and moisture levels

쐐리의 경우 어떠한水分處理水準에서도 1g施肥水準의水分利用效率이 높았다. 새의 경우 萎凋處理에서

는 1g施肥水準의水分利用效率이 높았으며 中間處理에서는 3g施肥水準의水分利用效率이 높았고 每日灌水處理에서는 1g施肥水準의水分利用效率이 높았으나施肥水準間에水分消費量이 비슷하였다.

Kelley⁸⁾는水分利用效率에 영향을 주는因子는 土壤水分含量, 土壤型, 壓密度, 施肥水準, 溫度 및 濕度라 하였고 옥수수에 있어서施肥水準을增加시키므로서水分利用效率(efficiency of water use)을 크게 높혔다고 보고하였다.

本試驗에 있어서는 아까시나무가 中間處理와 每日灌水處理에서施肥水準을增加시키므로서水分消費가減少되어水分利用效率을 높혔다. 本試驗에 있어서 뚜렷한 現狀은無施肥處理에서의水分消費는 상당히 많아서水分利用效率이 매우 낮았다는 것과 萎凋處理의 경우 3種의植物이 모두 낮은施肥水準인 1g水準에서水分利用效率이 높았다는 것이다.

따라서本試驗에 있어서는 쐐리의 경우 어떤水分條件에서나 낮은施肥水準(1g水準)의水分利用效率이 높고 아까시나무와 새의 경우 萎凋處理와 같은乾燥한條件에서는 낮은施肥水準의水分利用效率이 높고 中間處理, 每日灌水處理와 같은適潤한條件에서는 높은施肥水準의水分利用效率이 높다고結論지을 수 있다.

4. 土壤水分條件과 磷酸의吸收

磷酸問題는 주로 野外試驗에서 觀察한 바에 依存하고 있다. 野外試驗에 있어서施肥量을 보면慣行量區는 N, P, K의成分比率이 m^2 當 N가 3.7g, P가 10.12g이었으며 1倍量區는 m^2 當 N가 5.5g, P가 5.5g K가 2.75g이었다. 慣行量區는 K가 少는反面 P는 1倍量區의約 2倍에 達하며 N은 1倍量區보다 조금 부족한水準이다. 慣行量區에서 P의水準은 2倍量區의 P의水準과 비슷하다. 이러한施肥水準에 의한生長效果를 그림 7에서 보면 아까시나무와 쐐리의後期生長에서慣行量區의生長이 1倍量區보다 좋은現狀이 뚜렷하게 나타나고 있다. 表7에 의하면 아까시나무는中傾斜地와緩傾斜地에서慣行量區와 1倍量區의生長間に有意差가 나타났으며 쐐리는中傾斜地에서慣行量區와 1倍量區의生長間に有意性이 나타났다. 그러나 새의 경우는慣行量區와 1倍量區의生長이中傾斜地와緩傾斜地에서 비슷하며急傾斜地에서는 오히려慣行量區의生長이 매우低調하였다. 따라서 아까시나무와 쐐리는磷酸의效果를認定할 수 있겠으나 새의 경우는磷酸의效果를認定할 수 없다.

한편 急傾斜地의初期生長을 보면慣行量區의生長이 모두 1倍量區의生長보다 낮다. 이것은土壤水

分의 缺乏이 磷酸의 利用을 鈍化시킨 것으로 생각된다. Shapiro⁷⁴⁾는 土壤 中에서 磷酸의 移動은擴散에 의해서만은 不充分하며 土壤水分의 移動과 함께 뿌리로 移動한다고 하였다. 따라서 土壤水分이 枯渴되어 土壤粒子를 쏘고 있는 水膜(water film)의 두께가 얕아지면 土壤水分의 移動은 거의 停止된 상태 이므로 養料의 移動 및 利用은擴散에만 의존하게 된다. 이 때에擴散에 의해 주로 移動, 吸收 別用되는 K는 쉽게 植物 뿌리에 의하여 吸收가 可能하나 土壤水分 移動에 주로 依存하는 磷酸은 吸收가 어려워진다고 料된다.

Barber²⁾는 土壤養料의擴散作用과 mass flow의 概念에서 K는擴散에 의하여 植物 뿌리로 移動吸收되는 代表의 養料에 속하며 Ca는 mass flow에 의하여 뿌리로 移動吸收된다고 하며 Ca濃度가 磷酸吸收와 깊은 關係가 있어 Ca濃度가 높으면 磷酸吸收가 낮아진다고 하였다. Ensminger¹⁸⁾는 浸蝕過程에서 磷酸은 粘土 및 有機物의流失과 함께流失된다고 하였고 Mack⁵⁷⁾는 温度가 높을 수록 土壤水分과 함께 磷酸溶脫量이增加함을 報告하였다.

우리나라의 밭 土壤에 있어서는 磷酸의 Al에 의한 固定等이 磷酸의 利用吸收를 크게 沖害하고 있다. 特히 山林土壤의 酸性土壤에 있어서는 Al이 유리되어 磷酸을 不可給態로 固定시킨 뿐 아니라 落葉採取로 인한 有機物 供給의不足과 함께 浸蝕作用에 의한 磷酸의流失이 일어나게 된다. 더우기 荒廢林地의 경우 높은 土壤溫度와 매우 빠른 排水로 因한 磷酸의溶脫量은 매우 큼 것으로 料된다. Emmert¹⁷⁾는 土壤水分이缺乏되면 植物의 磷酸吸收能力이 현저하게 低下되고組織形成이 저연되지만 K의吸收는 저연되지 않는다고 하였다.

本試驗에 있어서 土壤水分이 不足된 條件下에서는 磷酸의 效果가 나타나지 않고 良好한 土壤水分狀態下에서 磷酸의 效果가 나타나는 것은 Emmert의 結果와一致하고 있으며 Barber와 Shapiro의 概念이 이를 웃 받침하고 있다.

以上의 事實들에 의하여 아까시 나무와 쌔리는 磷酸의 要求度가 뚜렷이 認定되나 새의 경우는 認定되지 않으며 荒廢林地의 乾燥한 土壤水分條件은 磷酸의 移動 및吸收를 弱화시키므로 磷酸施肥效果를 低下시킨다고 結論할 수 있겠다.

以上의 研究結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 本研究材料로 쓰인 3가지 植物의 初期生長期間中の水分要求度의 相對的 水準을 分析할 때 다음과 같은 結論을 얻을 수 있다. 即 아까시 나무는水分要求度가 높고 (自然保水力水準) 耐乾性은 比較的 弱하다. 쌔리는水分要求度가 낮고 (有效水分의 50%水

準) 耐乾性은 強하다. 새는水分要求度가 普通이며 耐乾性은 比較的 弱하다.

2. 被覆用植物의 土壤水分條件에 따른施肥效果는水分이 적을 때에는 잘 나타나지 않으나水分이充分할 때에는 매우 잘 나타난다. 即 土壤水分과施肥處理의相互作用이 植物生長에 미치는 영향은 매우 크다.
3. 被覆用植物의 土壤水分條件에 따른 養分要求度는 다음과 같다. 初期生長時 土壤水分이 乾燥하면 3植物 모두 낮은施肥水準에서 生長이 좋고 土壤水分이適潤하면 아까시 나무와 새는 높은施肥水準에서 生長이 좋아지나 쌔리는 낮은施肥水準에서 生長이 좋게 나타난다. 後期生長時에는 3植物 모두 土壤水分水準의增加와 함께 높은施肥水準이 生長에 주는效果가 커다.
- 4.施肥水準別水分利用效率은 아까시 나무와 새의 경우 乾燥地에 있어서는 낮은施肥水準(1g水準)의水分利用效率이 높고 適潤地에 있어서는 높은施肥水準(3g水準)의水分利用效率이 높았다. 쌔리의 경우 모든水分條件下에서 共히 낮은施肥水準(1g水準)의水分利用效率이 높았다.
5. 아까시 나무와 쌔리는 적절한水分이 있을 때 磷酸의 要求度가 認定되나 새는 認定되지 않으며 荒廢林地의 土壤水分缺乏은 植物의 磷酸吸收를 沖害한다.

摘要

荒廢林地의 土壤이 培地로 될 때 傾斜別로 土壤水分狀態를 把握하고 여러 가지 土壤水分狀態가 被覆用植物의 生長에 미치는 영향과 被覆植物의水分要求度 및 耐乾性을 觀察, 調查하고 土壤水分이缺乏된 환경에서施肥效果 및水分利用 efficiency을 充明하므로서 보다合理的의 效果의 荒廢林地地被植生造成方法에 關聯되는理論的 背景을 模索하기 위하여 本研究가 實施되었다.

本研究過程은 野外試驗과 溫室試驗으로 構成되어 있으며 野外試驗은 乾期와 雨期에 걸쳐 3傾斜地에서 4施肥水準 2播種方法에 대한 被覆植物(아까시나무, 쌔리, 새)의 生長狀態를 調查分析하였다. 溫室試驗은 3水分處理, 4施肥水準에 대한 被覆植物의 生長을 伸長生長, 重量生長으로 調査分析하였다. 現地의 立地環境 및 土壤水分狀態의 變化를 測定하기 위하여 氣溫, 濕度, 降雨量 등이 調査分析되었고 土壤水分測定用 Soil cell을 傾斜別로 모두 24個 設置 調査하였다.

花崗片麻岩을 母材로 하는 本荒廢林地는 傾斜度에 따라 土深 및 土性이 다르게 나타나며 이려한 土壤條

件은 倾斜度別 土壤水分體系를 支配한다. 緩傾斜地(17°)는 土深이 20cm以上이며 土性은 壤土로서 雨期동안에 土壤水分은 항상 萎凋點以上의 有效水分을 保持하고 있으며, 中傾斜地(25°)는 土深이 15cm, 土性은 砂質壤土로서 雨期동안 土壤水分은 때때로 萎凋點가 까지 떨어졌다. 그러나 急傾斜地(37°)는 土深은 10cm, 土性은 砂質壤土로서 雨期에도 土壤水分이 때때로 萎凋點以下로 떨어졌다. (表 6 참조)

以上과 같은 研究에 의하여 얻어진 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 本研究材料로 쓰인 3가지 植物의 初期生長期間中의 水分要求度의 相對的 水準을 分析할 때 다음과 같은 結論을 얻을 수 있다. 即 아까시 나무는 水分要求度가 낮고(自然保水力水準) 耐乾性은 比較的 弱하다. 싸리는 水分要求度가 낮고(有效水分의 50%水準) 耐乾性은 強하다. 새는 水分要求度가 普通이며 耐乾性은 比較的 弱하다.
2. 被覆用 植物의 土壤水分 條件에 따른 施肥效果는 水分이 적을 때에는 잘 나타나지 않으나 水分이 充分할 때에는 매우 잘 나타난다. 即 土壤水分과 施肥處理의 相互作用이 植物生長에 미치는 영향은 매우 크다.
3. 被覆用 植物의 土壤水分條件에 따른 養分要求度는 다음과 같다. 初期生長時 土壤水分이 乾燥하면 3植物 모두 낮은 施肥水準에서 生長이 좋고 土壤水分이 適潤하면 아까시 나무와 새는 높은 施肥水準에서 生長이 좋아지나 싸리는 낮은 施肥水準에서 生長이 좋게 나타난다. 後期生長��에는 3植物 모두 土壤水分水準의 增加와 함께 높은 施肥水準이 生長에 주는 effect가 커졌다.
4. 施肥水準別 水分利用效率은 아까시 나무와 새의 경우 乾燥地에 있어서는 낮은 施肥水準(1g水準)의 水分利用效率이 높고 適潤地에 있어서는 높은 施肥水準(3g水準)의 水分利用效率이 높았다. 싸리의 경우 모든 水分條件下에서 共히 낮은 施肥水準(1g水準)의 利用效率이 높았다.
5. 아까시 나무와 싸리는 磷酸의 要求度가 認定되나 새는 認定되지 않으며 荒廢林地의 土壤水分缺乏은 植物의 磷酸吸收를 沮害한다.

引 用 文 獻

1. Adams, J.E. 1966. Influence of mulches on runoff, erosion, and soil moisture depletion.

- Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 30:110-114.
2. Barber, S.A. 1962. A diffusion and mass flow concept of soil nutrient availability. Soil Sci. 26: 265-270.
3. Bates, T.E. and S.L. Tisdale. 1957. The movement of nitrate nitrogen through columns of coarse-textured soil materials. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 21:525-528.
4. Baver, L.D. 1966. Soil physics. John Wiley & Sons. Inc.
5. Biggar, J.W. and D.R. Nielsen. 1962. Miscible displacement. II. Behavior of tracers. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 26:125-128.
6. Bray, R.H. 1954. A nutrient mobility concept of soil-plant relationships. Soil Sci. 78:9-22.
7. Brown, D.A. 1953. Cation exchange in soils thru the moisture range, saturation to the wilting percentage. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 17:92-96.
8. Brown, J.H. 1970. Seedling growth of three Scotch pine provinces with varying moisture and fertility treatments. Forest Sci. 16:43-45.
9. Cassel, D.K. 1971. Water and solute movement in Svea loam for two water management regimes. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 35:859-866.
10. 崔大雄, 懇錦華, 1973. 花崗岩 및 花崗片麻岩의 基因母 土壤의 粘土礦物學的研究, 清園金水獎博士 四甲紀念論文集 7-16.
11. Corey, J.C. and J.H. Horton 1968. Movement of water tagged with ^2H , ^3H and ^{18}O thru acidic Kaolinitic soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 32:471-475
12. Cox, L.M. and L. Boersma. 1967. Transpiration as a function of soil temperature and soil water stress. Plant. Physiol. 42:550-556.
13. Danielson, R.E. and M.B. Russell. 1957. Ion absorption by corn roots as influenced by moisture and aeration. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 21:3-6.
14. Day, P.R. and W.M. Forsythe. 1957. Hydrodynamic dispersion of solutes in the soil moisture stream. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 21:477-480.
15. De Roo, H.C. 1969. Water stress gradients in plants and soil-root systems. Agron. J. 61: 511-515.

16. Duncan, W.H. 1940. Wilting Coefficient and wilting percentage of three forest soils of the Duck forest. *Soil Sci.* 48:413-420.
17. Emmert, E.M. and F.K. Ball. 1932. The effect of soil moisture on the availability of nitrate, phosphate, and potassium to the tomato plant. *Soil Sci.* 35:295-306.
18. Ensminger, L.E. 1952. Loss of phosphorus by erosion. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 16:338-342.
19. Epstein, E. 1956. Mineral nutrition of plants: mechanisms of uptake and transport. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 7:1-24.
20. Fowells, H.A. and B.M. Kirk. 1945. Availability of soil moisture to ponderosa pine. *J. Forestry* 43:601-604.
21. Fraser, D.A. 1960. Tree growth in relation to soil moisture. *Tree growth. The Ronald Press Co. N.Y.* 10. 183-204.
22. Frissel, M.J. and P. Poelstra. 1964. A theoretical approach to the movement of strontium through soils. *Soil Sci.* 98:274-277.
23. Gaiser, R.N. 1952. Readily available water in forest soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 16: 334-338.
24. Gardner, W.R. and R.H. Brooks. 1957. A descriptive theory of leaching. *Soil Sci.* 83: 295-304.
25. Gardner, W.R. 1960. Dynamic aspects of water availability to plant. *Soil Sci.* 89:63-73.
26. Gardner, W.R. 1964. Relation of root distribution to water uptake and availability. *Agron. J.* 56:41-45.
27. Gee, G.W., Liu, H. Olvang, and B.E. Janes. 1973. Measurement and control of water potential in soil-plant system. *Soil Sci.* 115:336-342.
28. Gessel, S.P. 1960. Progress and problems in mineral nutrition of forest trees. *Tree Growth, The Ronald Press Co. N.Y.* 10:221-235.
29. Glock, W.S. and S.R. Agerter. 1960. Rainfall and tree growth. *Tree Growth. The Ronald Press Co. N.Y.* 10:23-56.
30. Graney, D.L. and E.R. Ferguson. 1971. Site-quality relationships for shortleaf pine in the Boston Mountains of Arkansas. *Forest Sci.* 17: 16-22.
31. Haynes, J.L. 1948. The effect of availability of soil moisture upon vegetative growth and water use in corn. *J. Am. Soc. Agron.* 40:385-395.
32. Hide, J.C. 1954. Observations on factors influencing the evaporation of soil moisture. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 18:234-239.
33. Hoffman G.J. and W.E. Splinter. 1968. Water potential measurements of an intact plant-soil system. *Agron. J.* 60:408-413.
34. Hosner, J.F., A.I. Leaf, R. Dickson, and J.B. Hart, Jr. 1965. Effects of varying soil moisture upon the nutrient uptake of four bottom land tree species. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 29:313-316.
35. Jamison, V.C. 1956. Pertinent factors governing the availability of soil moisture to plants. *Soil Sci.* 81:459-471.
36. 姜渭平, 1974. 秀裸地對 地質因子와의 關係, *韓林誌* 22:63-66.
37. Kelley, O.J., A.S. Hunter, and C.H. Hobbs. 1945. The effect of moisture stress on nursery-grown Guayule with respect to the amount and type of growth and growth response on transplanting. *J. Am. Soc. Agron.* 37:194-216.
38. Kelley, O.J. 1954. Requirement and availability of soil water. *Advances in Agron.* 6:67-94.
39. Kemper, W.D. 1960. Water and ion movement in thin films as influenced by the electrostatic charge and diffuse layer of cations associated with clay mineral surfaces. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 24:10-16.
40. Kenworthy, A.L. 1949. Soil moisture and growth of apple trees. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 54:29-39.
41. Kozlowski T.T. 1955. Tree growth, action and interaction of soil and other factors. *J. Forestry* 53:508-512.
42. _____. 1958. Water relations and growth of trees. *J. Forestry* 56:498-502.
43. _____. 1960. Photosynthesis, climate, and tree growth. *Tree Growth. The Ronald Press Co. N.Y.* 10:149-164.
44. Kramer P. J. 1949. Plant and soil water relationships. McGraw-Hill Book Company.
45. _____. 1952. Plant and soil water relations on the watershed. *J. Forestry* 50:92-95.
46. _____. 1960. The Role of water in tree gro-

- wth. Tree Growth. The Ronald Press Co. N.Y. 10:171-182.
47. Kramer P.J. and T.T. Kozlowski. 1960. Physiology of trees. McGraw-Hill Book Company.
48. Krantz, B.A., A.J. Ohlrogge, and G.D. Scaarseth. 1943. Movement of nitrogen in soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 8:189-195.
49. Krupp, H.K., J.W. Biggar, and D.R. Nielsen. 1972. Relative flow rates of salt and water in soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36:412-417.
50. Kurtz, L.T. and S.W. Melsted. 1973. Movement of chemicals in soils by water. Soil Sci. 115:231-239.
51. Lai, Sung-Ho and J.J. Jurinak. 1971. Numerical approximation of cation exchange in miscible displacement thru soil column. Soil Sci. Soc. Amer. Proc 35:894-899.
52. Lane, R.D. and A.L. McComb. 1948. Wilting and soil moisture depletion by tree seedlings and grass. J. Forestry 46:344-349.
53. 李壽煜, 1976. 荒廢裸地 地被植生造成에 關한 研究. 韓林誌 31:37-42.
54. Lehane, J.J. and W.J. Staple. 1953. Water retention and availability in soils related to drought resistance. Can. J. Agr. Sci. 33:265-273.
55. Livingston, B.E. and R. Koketsu. 1920. The Water-supplying power of the soil as related to the wilting of plants. Soil Sci. 9:469-485.
56. Locke, S.S. 1941. The use of soil-site factors in predicting timber yields. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 6:399-402.
57. Mack, A.R. and S.A. Barber. 1960. Influence of temperature and moisture on soil phosphorus, I. Effect on soil phosphorus fractions. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 24:381-385.
58. McColl, J.G. 1973. Soil moisture influence on growth, transpiration, and nutrient uptake of pine seedlings, Forest Sci. 19:281-288.
59. Mederski, H.J. and J.H. Wilson. 1960. Relation of soil moisture to ion absorption by corn plants. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 24:149-152.
60. Painter L.I. 1966. Method of subjecting growing plants to a continuous soil moisture stress. Agron. J. 58:459-460.
61. Painter C.G. and R.W. Leamer. 1953. The effects of moisture spacing, fertility, and their interrelationships on grain sorghum production. Agron. J. 45:261-264.
62. Pawluk, S. and H.F. Arneman. 1961. Some forest soil characteristics and their relationship to Jack Pine growth. Forest Sci. 7:160-173.
63. Pearson, G.A. 1918. The relation between spring precipitation and height growth of western yellow-pine saplings in Arizona. J. Forestry 16:677-689.
64. Peele, T.C. and O.W. Beale. 1950. Relation of moisture equivalent to field capacity and moisture retained at 15 atmospheres pressure to the wilting point. Argon. J. 42:604-607.
65. Penman, 1956. The movement and availability of soil water. Soils and Fertilizers 14:221-225.
66. Perry, W.J. 1921. Some observations on the relation of soil moisture to height growth in yellow pine saplings. J. Forestry. 19:752-753.
67. Power, W.L. 1922. Field moisture capacity and wilting point of soils. Soil. Sci. 14:159-167.
68. Rawlins, S.L., W.R. Gardner and F.N. Dalton. 1968. In situ measurement of soil and plant leaf water potential. Soil Sci. Soc. Amer Proc. 32:468-470.
69. Reitemeier R.F. and L.A. Richards. 1944. Reliability of the pressure-membrane method for extraction of soil solution. Soil Sci. 37: 119-135.
70. Robins, J.S. and C.E. Domingo. 1953. Some effects of severe soil moisture deficits at specific growth stages in corn. Agron. J. 45:618-621.
71. Russell, E.J. and E.H. Richards. 1920. The washing out of nitrates by drainage water from uncropped and unmanured land. J. Agr. Sci. 10:22-43.
72. Sands, K. and A.J. Rutter. 1959. Studies in the growth of young plants of *Pinus sylvestris*. L. II. The relation of growth to soil moisture tension. Annals of Botany, N.S. 23:274-284.
73. Satoo T. 1960. Wind, transpiration, and tree growth. Tree Growth. The Ronald Press Co. N.Y. 10:299-310.
74. Shapiro, R.E. W.H. Armiger, and M. Fried. 1960. The effect of soil water movement vs.

- phosphate diffusion on growth and phosphorus content of corn and soybeans. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 24:161-164.
75. Slayter, R.O. 1957. The significance of the permanent wilting percentage in studies of plant and soil water relations. *Bot. Rev.* 23: 585-636.
76. Soiltest, Inc. 1964. Instruction manual of soil moisture meter (Model MC-300A and Soil Cells). Soiltest Inc., 2205 Lee Street, Evanston, Illinois 60202. 1-20.
77. Stanford, G. and J.D. DeMent. 1957. A method of measuring short-term nutrient absorption by plants: I. phosphorus. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 21:612-617.
78. Stanhill, G. 1957. The effect of differences in soil moisture status on plant growth: A review and analysis of soil moisture regime experiments. *Soil Sci.* 84:205-214.
79. Taylor, S.A. 1952. Use of mean soil moisture tension to evaluate the effect of soil moisture on crop yields. *Soil Sci.* 74:217-226.
80. Terry, D.L. and C.B. McCants. 1970. Quantitative prediction of leaching in field soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 34:271-276.
81. _____ 1974. Distribution patterns in sandy soils of ions leached from fertilizer bands. *Soil Sci.* 118:412-420.
82. Thorp J., L.E. Strong, and E. Gamble. 1957. Experiments in soil genesis—The role of leaching. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 21:99-102.
83. Veihmeyer, F.J. and A.H. Hendrickson. 1949. Methods of measuring field capacity and permanent wilting percentage of soils. *Soil Sci.* 68:75-94.
84. Wenger, K. F. 1952. Effect of moisture supply and soil texture on the growth of sweetgum and pine seedlings. *J. Forestry*, 50:862-864.
85. Wischmeier, W.H. and J.V. Mannering. 1969. Relation of soil properties to its erodibility. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 33:131-137.
86. 禹保命, 1971. 벚꽃거적덮기工의 砂防効果에 關한 研究 [I]. 韓林誌 13:67-78.
87. _____, 1971. 벚꽃거적덮기工의 砂防効果에 關한 研究 [II]. 서울大 農大 演習林報告 8:21-34.
88. _____, 1974. 荒廢山地의 速成綠化工法 開發에 關한 研究, 韓林誌 24:1-24.
89. _____, 1976. 土壤浸蝕에 作用하는 몇 가지 要因의 影響에 關한 研究. 韓林誌 29:54-140.
90. Wright, K.E. and N.L. Barton. 1955. Transpiration, and the absorption and distribution of radioactive phosphorus in plants. *Plant Physiol.* 30:386-388.
91. 柳順昊, 1973. 밭토양의 物理性과 水分問題. 韓土肥誌 6:61-66.
92. Zahner, R. 1955. Soil water depletion by pine and hardwood stands during a dry season. *Forest Sci.* 1:258-264.