

## 土壤 및 植生變化에 따른 山地砂防工事의 效果에 關한 研究\*

李 天 龍

林業試驗場

### Erosion Control Effect by Soil and Vegetation Transition in Mountainous Area after Soil Erosion Measures were Initiated

Lee, Chun Yong

*Div. of Reforestation, Forest Research Institute*

This study was carried out to investigate the effects of such erosion control measures as sowing, planting and small earth structures on the soil and vegetation.

In order to study the changes in soil and vegetation, 36 plots were surveyed from 1981 to 1982 in the large erosion control area which is restored last 20 years.

The factors which were measured included vegetation coverage, tree growth, number of species, soil depth, soil consistency, and chemical properties of soils.

The results were as follows;

1) Maximum coverage of the overstory and understory was attained 7 years after the initiation of erosion control. So the overstory need to be tended and pruned.

2) Diversity of species increased until age 6 after which it began to decrease.

3) In order of tree growth, black locust was the fastest, followed by siberian alder and pitch pine. The initial growth of black locust, though the best among the 3 tree spp., decreased rapidly year by year. At the same time, siberian alder and pitch pine grew well until 12 and 6 years after the initiation of erosion control respectively.

4) Fifty percent of the initially planted trees died within 8 years. The mortality of siberian alder occurred until the 20th year while the mortality of pitch pine stopped after 10 years. Thereafter 500 trees per hectare were maintained.

5) The soil depth in A and B horizon increased by 2cm annually during 20 years. The soil consistency also decreased rapidly until 7th year. The physical soil properties of the rehabilitated areas were improved after the 14th year.

6) The soil pH tend to decrease from 5.3 during the first year to 5.1 during the twentieth year.

7) The organic matter and nitrogen content in the soil were increased by ferti-

\* 高麗大學校 農學博士學位論文을 발췌 요약한 것임.

lization but after 20 years these nutrients are still deficient for normal tree growth.

8) The phosphorous content in the soil was high in the first year but the longer the period after the initiation of erosion control the less the content of phosphorous.

9) The biomass of black locust was the highest and increased continuously. The biomass of siberian alder on the contrary decreased from the 15th year because the number of trees in this place was very low. The total biomass in the twentieth year after erosion control initiation was 105.7 ton per hectare.

## 緒 論

우리나라의 산지는 自然的인 立地特性和 人爲的인 災害로 土砂가 流出되고 基岩이 露出되는 등 오래동안 浸蝕을 받아 왔다. 이렇게 荒廢된 산지는 1907年을 始初로 砂防事業이 實施되어 왔으나 1965年 以前에는 播植爲主의 大面積施工을 하였기 때문에 失敗地가 많았고 最近 20年동안 基礎土木工事を 併行한 施工으로 많은 荒廢地가 復舊되었다. 砂防施工地는 해를 거듭할수록 山林이 形成되어 地被物에 의한 土壤의 發達로 점차 安定되므로 直間接的인 砂防의 效果가 增大되고 있다. 그러나 砂防地를 그대로 放置하거나 事後管理를 잘 못하면 部分的인 荒廢地나 林間裸地가 再發生하여 砂防效果가 減少하므로 本來의 機能이 상실될 우려가 있다. 또한 砂防地는 20年이 지나면 事後管理나 구체적인 基準 없이 解除되므로 精確한 砂防地의 解除基準이 要望된다. 그러므로 本論文에서는 施工年數의 經過에 따른 土壤과 植生の 變化로서 砂防效果의 極大時期를 究明하여 砂防地 管理와 砂防地 解除基準設定에 대하여 참고자료를 提供하는데 그 目的을 두었다. 이 論文을 위하여 많은 도움을 주신 林業試驗場 造林科 職員 여러분과 山林廳 李仁鎬과장님, 金東權선생님께 깊은 감사를 드린다.

## 材 및 方法

1981年과 1982年 2年동안 全國의 大規模砂防施工地인 驪州, 利川, 抱川, 楊州, 尙州, 金陵, 迎日, 陝川, 및 咸陽地區에서 母岩이 花崗岩이거나 花片麻岩인 地域을 對象으로 砂防施工年次別로 36個所의 調査地를 선정하였으며 여기에 10m×10m의 標準區를 設置하고 다음과 같은 項目을 調査하였다.

### 1) 被覆度 및 生長量調査 :

林冠鬱閉度 및 下層植生の 被覆度는 目測하여 野帳

에 記入하고 砂防造林木인 리기다소나무, 물오리나무 및 아까시나무의 生長推移를 알기 위하여 標準區內에서 各各 10本씩을 선정한 후 樹高는 測高桿으로, 根元直徑은 캘리퍼나 직경테이프로 測定하였다. 年平均生長量은 砂防施工年數에 植栽時의 苗齡을 더한 값으로 나누어 구하였다. 또한 殘存本數는 標準區內에 生存하고 있는 林木을 전부 세었다. 모든 資料는 調査年度를 基準으로 砂防施工年度와의 差로서 施工年次를 計算하였고 이것과 調査因子와의 關係는 Canon CX-1 computer로 期待값을 구한 후 graph를 圖示하여 施工年次に 따른 各 因子들의 變化를 究明하였다.

### 2) 植生調査 :

標準區內에 出現하는 草本과 木本의 種類를 施工地別로 調査하였으며 이 자료는 1960년부터 5년간격으로 묶어 出現種과 種數의 變化를 파악하였다.

### 3) 土壤調査 :

標準區內의 段間斜面에서 土深을 재고 層位를 Penetrometer로 調査하였다. 土壤의 化學的 性質을 究明하기 위하여 試料 500g을 채취, 林業試驗場에서 有機物은 Turin法, 窒素는 Kjeldahl法, 磷酸은 Lancaster法으로 分析하였다.

### 4) 物質生産量調査 :

砂防施工 經過年數에 따른 物質生産量을 推定하기 위하여  $Y=D^2H$  라는 식을 사용하였고 여기에  $ha$ 當 殘存本數를 곱하였다.

## 結果 및 考察

### 1) 調査地概況 :

大規模荒廢地였던 京畿, 慶南, 慶北地域에서 施工年次別로 總 36個所를 調査한 결과 京畿가 19個所, 慶南이 9個所, 慶北이 8個所였으며 年次別로는 最近에 砂防한 곳이 가장 많았다.

方位는 土壤乾燥가 쉬운 西·南向에 21Plot가 있는

며 나머지에 15Plot가 있어 方位別로 고르게 分布하고 있다. 調査地의 地形은 山腹이 13個所로 가장 많았고 丘陵地 9個所, 山麓과 山頂이 各各 7個所로 비슷하게 調査되었다.

傾斜는 15°以下가 3個所, 16~30°가 26個所, 31°以上이 7個所로 대부분 中傾斜地였고 土性은 砂壤土 24個所, 砂土 5個所, 壤質砂土 6개소, 壤土 1個所로써 35個所가 모래 含量 70%가 넘는 典型的인 荒廢地土壤이었다.

2) 被覆度 變化 :

砂防地 上層林의 被覆度는 砂防樹種의 植栽配列과 本數에 따라 差異가 있으나 대체로 ha當 5,000本을 식재하고 침엽수 對 활엽수가 1:4로 활엽수인 물오리나

무와 아까시나무가 많기 때문에 上層林은 거의 同一한 被覆條件를 갖고 있으며 被覆速度 또한 빠르다. 따라서 施工 10年次까지는 급격한 증가를 보이다가 그 후 부터는 80%선을 유지하고 있었다(Fig. 1). 下層植生은 初期의 새싹기, 播種, 출떼공 등으로 그 被覆度가 상당히 높아 施工 4年까지 크게 增加하였으나 5年을 頂點으로 減少하는 傾向을 보였다. 上層林이 80%以上の 피복율을 보이자 多年生草類는 退化하기 시작하였으므로 砂防造林의 效果가 極大化한 時期는 施工後 7年이 밝혀졌다. 下層植生피복도의 減少는 우선 日光不足 現象으로 인한 陽性草類의 쇠퇴로 볼 수 있는데 계속해서 減少하여 20年에는 30%에 불과하므로 아직까지 耐陰性草類의 침입이 그렇게 活潑하지 못한 것으로 생

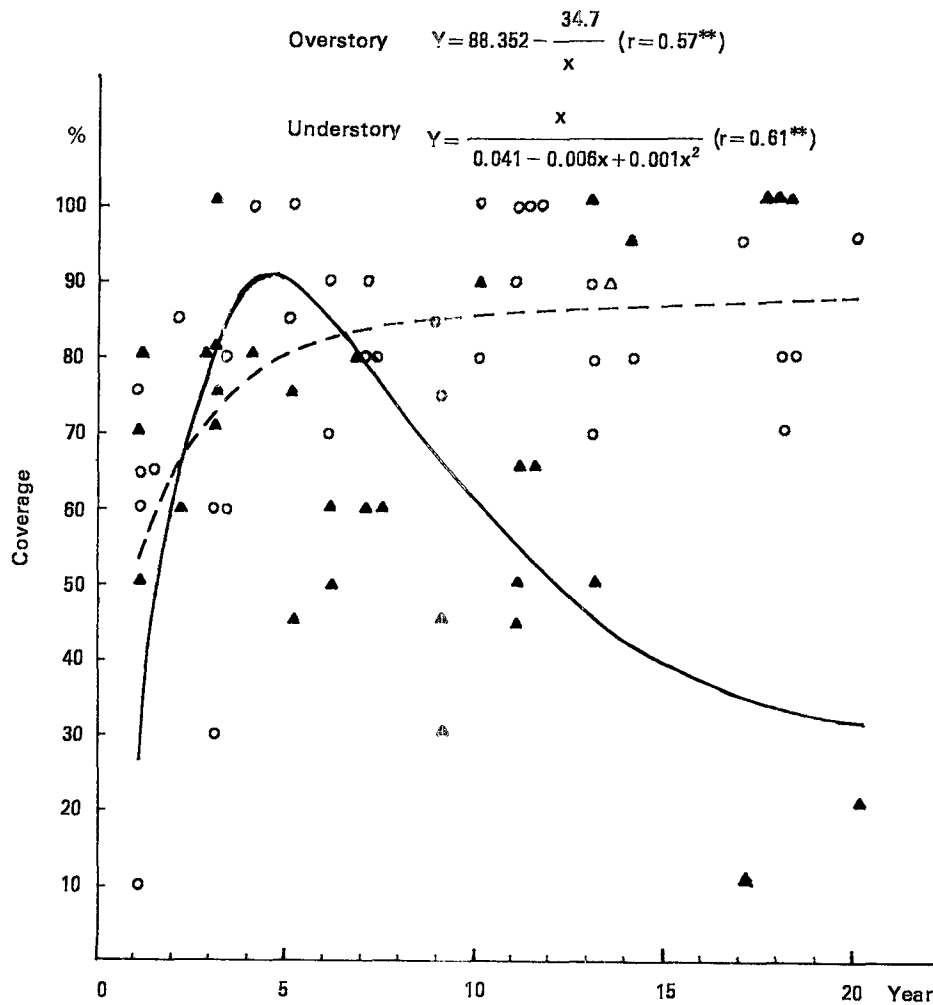


Fig. 1. The changes coverage of the under and over story.

Table 1. Changes in number of herbaceous and tree species after controlled the denuded land by age

Age		0~1		2~6		7~11		12~16		17~20	
Total											
Herb.	Tree	Herb.	Tree	Herb.	Tree	Herb.	Tree	Herb.	Tree	Herb.	Tree
39	21	3	2	29	14	20	5	14	10	14	13

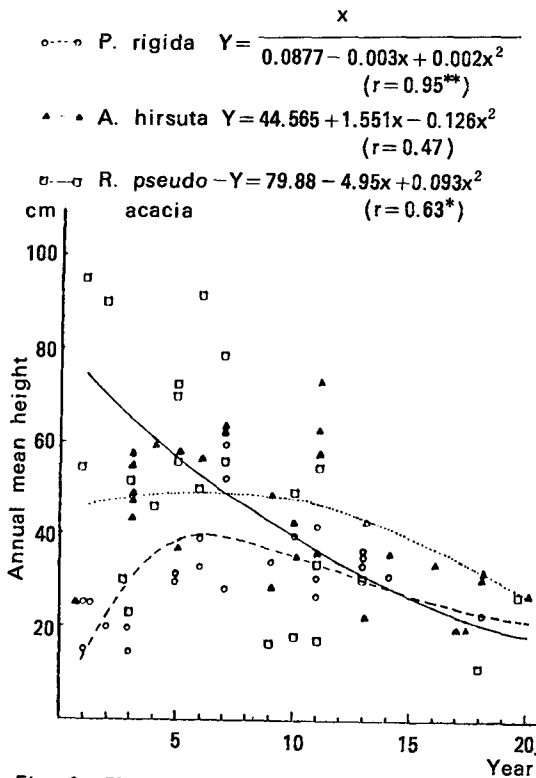


Fig. 2. Changes in growth of *pinus rigida*, *Alnus hirsuta* and *Robinia pseudoacacia* after controlled the denuded land.

각된다. 耐陰性이 강한 植生은 대체로 耐乾性이 弱하기 때문에 土壤有機物이 적고 土深이 얇아 건조하기 쉬운 조건에서는 발달할 수 없기 때문이다.

3) 下層植生の 變化 :

下層植生の 種 數는 施工直後에는 Table 1과 같이 5種이 出現하였으나 그 後 점차 植生이 侵入하여 林冠율페도가 80%에 이른 6년까지는 29種의 植物이 發見되었고 그 後 다시 減少하였다. 이것은 여러 원인中 특히 光線의 부족으로 因한 陽性草類의 사멸로 짐작된다. 한편 木本은 계속 增加하였다. 施工年次에 關係없이 가장 많이 나타난 植物은 참싸리, 소나무, 참나무類,

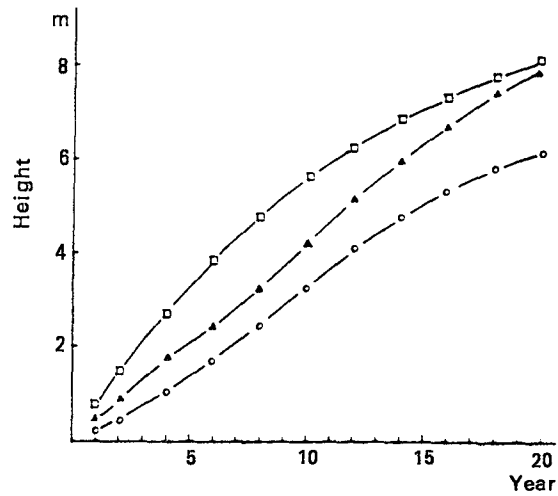


Fig. 3. Changes in total height of *P. rigida*, *A. hirsuta* and *R. pseudoacacia*.

노간주나무, 김의털, 새, 참억새 등이었다. 砂防造林木을 除外한 총 出現식물수는 草本 39種, 木本 21種으로 60種이었는데 砂防地의 특수성 때문에 出現種數가 적었다고 史料된다.

4) 砂防造林木과 天然生소나무의 生長變化 :

砂防地에 植栽된 리기다소나무, 물오리나무 및 아카시나무의 樹高와 根元直徑을 測定한 結果 (Fig. 2) 에 서와 같이 리기다소나무 樹高의 年平均生長量은 6년까지 크게 增加하여 40cm 까지 되었으나 그후 계속 감소하여 20年일때는 20cm에 불과하여 最盛期인 6年 일때의 生長에 비하여 50%生長을 보였다. 물오리나무는 砂防施工後 12년까지도 年 45~50cm의 生長을보였으며 그후 저하하여 20년에는 25cm가 자랐다. 아카시나무는 다른 樹種에 비하여 초기생장은 상당히 빨랐으나 7년부터는 물오리나무의 生長보다 저조하여 他 樹種에 비하여 減弱현상이 뚜렷하였다. 특히 砂防施工後 20年된 곳에서는 3樹種 모두 生長이 不良하였다. 樹高總生長量에 있어서도 (Fig. 3)과 같이 역시 아카시

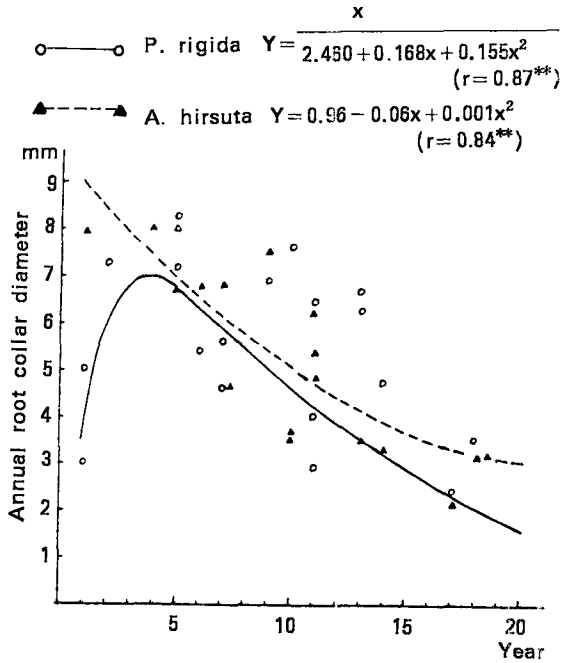


Fig. 4. Changes in annual root collar diameter increment by year after works at the denuded land.

나무가 生長이 제일 좋았으나 20년에는 물오리나무와 같은 生長을 보였다. 이때 리기다소나무는 樹高가 6m였으나 아까시나무와 물오리나무는 8m로 33% 더 增大하였다. 리기다소나무는 初期生長이 크게 增加하였으나 12년부터 그 幅이 鈍化되었다. 年平均 根元直徑의 生長에 있어서 初期에는 물오리나무가 리기다소나무보다 1.5배 더 자랐으나 5년에는 같아지고 그 후에는 리기다소나무가 더 좋았다. 또한 물오리나무는 平均生長量이 계속 저하하였으나 리기다 소나무는 4년까지 增加하다 그후 減少하여 16년부터는 4년일때의 50% 정도 밖에 生長을 하지 못했다(Fig. 4). 根元直徑의 총生長량은 두 樹種이 같은 간격을 유지하면서 19년까지는 물오리나무의 生長이 좋았으나 그 후에는 리기다 소나무의 生長이 良好하였다. 그 原因은 리기다소나무의 樹高生長은 정지하여도 直徑生長이 지속되고 있는 것으로 思料되나 계속적인 관찰이 요구된다(Fig. 5).

5) 殘存本數의 變化 :

砂防單費表上에 나타난 리기다소나무와 물오리나무의 植栽비율은 2:5로서 리기다소나무는 ha當 1,000本, 물오리나무는 2,500本을 植栽하는 것을 原則으로 하였기 때문에 물오리나무의 植栽本數가 훨씬 많다. 이것은 速成綠化爲主의 政策을 推進하여 闊葉樹를 많이 심었기 때문이며 따라서 리기다소나무의 枯死를 초래하여 植

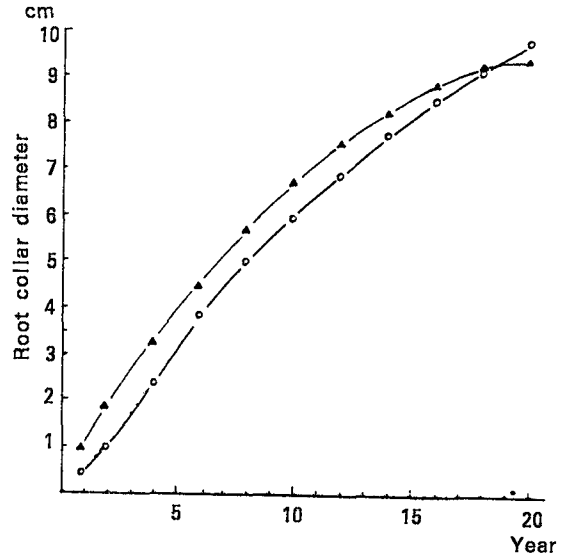


Fig. 5. Changes in total root collar diameter increment after erosion control works.

栽後 6년에는 600本에 불과하였다. 그 後에도 리기다 소나무는 약간씩 감소하고 있으나 물오리나무는 初期의 1,750本에서 급격히 감소하여 8년에는 50%인 850本이 되었다가 20년에는 450本만이 남아있었다. 아까시 나무 역시 시공직후의 1,500本에서 감소하면서 8년부터는 물오리나무와 같은 경향을 보이고 있으며 시공후 20년일때 3수종 모두 500本 정도가 남아있어 ha當 잔존율은 약 30%가 되었다(Fig. 6).

砂防地植生の 變化를 綜合的으로 考察해 보면 肥料木은 뿌리에 根瘤菌을 갖고 있어 空氣中の 窒素를 固定하기 때문에 瘠惡地에서도 生長이 良好하여 林地의 早期被掘은 물론 土壤을 改良하고 主林木의 生長을 增大시킨다고 한다<sup>20)</sup>. 本 調査에서 肥料木의 初期生育이 아주 좋은 것은 砂防施工後 3年 連續으로 追肥를 하였기 때문이며 生長變化는 原의 結果와 같이<sup>3)</sup> 초기에는 양호하다가 施工年數가 경과할수록 3樹種 모두 저하하였는데 리기다소나무는 6년부터, 물오리나무는 12년부터, 아까시나무는 8년부터 年平均生長量의 減少를 보이고 있다. 그 이유는 아까시나무의 경우 耐乾性이 약하므로 水分과 養料의 不足으로<sup>21)</sup>, 물오리나무는 光線과 양료의 부족에 基因한 것으로 생각된다<sup>20)</sup>. 그러므로 砂防施工地의 極盛相을 리기다소나무林으로 유도하려는 본래의 목적이 이 樹種의 生長減退 또는 다른 樹種의 生長증가로 인하여 상실될 우려가 있으므로 追肥의 必要性이 절실하다<sup>6)</sup>. 林木이 生長함에 林冠의 울폐도도 높아져 施工後 5년부터는 거의 80%以上을 유지하고 있

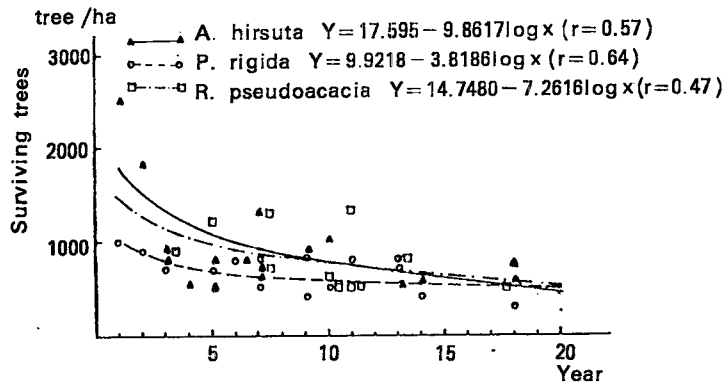


Fig. 6. Changes in surviving trees per hectare in erosion control areas.

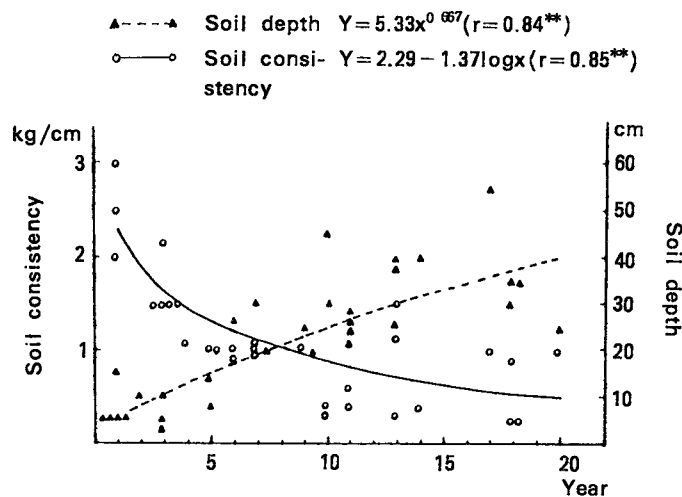


Fig. 7. Changes in soil depth and soil consistency by year after erosion control works.

어 下層植生の 生長을 制限하고 있다<sup>22)</sup>. 따라서 草本의 被覆度와 種이 變化하여 陽性草類인 솔새, 차풀, 싸리類는 점차 감소함과 동시에 陰性草類 역시 優占度가 낮으므로 이들 草類의 生存 또는 導入이 要求된다<sup>4)7)28)</sup>. Kochenderfer는 下層植生の 被覆率을 80%로 높이면 A<sub>0</sub>層의 流失防止에 큰 효과가 있다고 하였는데<sup>10)</sup> 林冠 울폐에 의한 下層植生の 급격한 감소를<sup>11)</sup> 막기 위해서는 上層林과 下層林植生の 피복도가 80%로 되는 施工後 7年에 林木의 撫育更新이 절대적으로 必要하다. 그래서 砂防樹種의 植栽比率은 柳가 밝힌바와 같이<sup>19)</sup> 리기다소나무와 물오리나무의 比率은 2:1로 하여 主林木의 生長을 유도하고 과도한 울폐에 의한 下層植生の 枯死를 방지하는 것이 좋으며 肥料木은 頭木作業이나

가지치기를 하여 下木으로 유도해야 한다. 또한 造林木은 植栽後 7~8年內에 약 50%가 枯死하는데 이것은 植栽時의 氣象條件에 크게 영향을 받기 때문이며 한편으로는 苗木의 形質에 基因한다고 하므로 種子採取와 養苗에 많은 주의를 해야 할 것이다. 리기다소나무는 肥料木이나 새, 싸리類에 被壓되기 쉬우므로 初期生長을 促進시키는 菌根菌 接種苗의 導入이 바람직하며 下세나 植栽配列을 考慮한다면 殘存本數를 늘릴 수 있는 것으로 생각된다.

6) 土壤의 變化 :

가. 風化土深과 土壤堅密度의 變化 :

砂防施工時에는 表土流失을 防止하기 위하여 甕기

를 하므로 土深이 거의 없다. 그러나 覆土와 直接露出된 母材層의 風化進行, 植物造成에 의한 뿌리의 增加 및 有機物의 集積으로 施工初期에는 土壤化作用이 活發하기 때문에 (Fig. 7)과 같이 風化土深은 施工 10年後에 25cm가 되었고 점차 그 進行이 늦어져 20년에는 40cm가 되었다. 그러므로 施工後 14년에는 어느정도 植物뿌리가 生育할 수 있는 土壤이 形成되었다. 또한 Penetrometer에 의하여 測定한 土壤의 堅密度는 施工直後에는 2.0以上으로 상당히 딱딱하였으나 施工年數가 경과할수록 점점 부드러워지고 있었다.

나. 土壤의 化學的性質 變化 :

(1) pH:

우리나라 山林土壤의 pH는 5.0~5.5이나 荒廢地는 이보다 더 낮다. 本 調査에서는 (Fig. 8)과 같이 施工直後의 pH가 5.3이었는데 20年後에는 5.1로 약간 낮아지는 경향을 보였다. 이것은 酸性岩인 花崗岩이나 花崗片麻岩의 風化促進 또는 植物에서 분비되는 酸性物質과 落葉에서 나오는 腐植酸의 영향을 받았기 때문이라 생각되며 이러한 토양 pH는 土壤의 初期條件, 흙갈기, 工種과 施工法 및 植栽樹種의 混淆方法에 따라 달라질 수 있다.

(2) 有機物과 窒素의 變化 :

落葉落枝에 의하여 土壤으로 供給되는 有機物의 일부는 沈失되나 長期間에 걸쳐 集積되므로 施工後에는 有機物이 계속 增加하여 그 含量이 3년에는 1%였고 11년에는 2%, 20년에는 2.7%로 그 增加率이 점점 둔화되고 있다. 有機物과 밀접한 關係가 있는 土壤內 窒素은 落葉의 分解로 土壤에 환원되거나 共生窒素固定菌에 의한 질소고정, 그리고 降雨에 含有되어 增加하고 있는데 3년에는 最小必要量인 0.05%가 되었고 20년에는 0.11%가 되어 그 증가율이 상당히 높았으나 林木의 正常生長에 必要한 0.15%에는 아직 미치지 못하고 있다(Fig. 9).

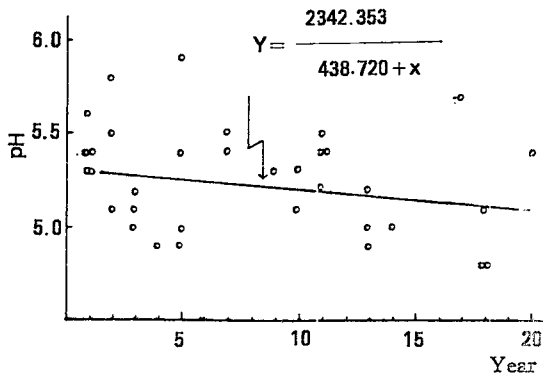


Fig. 8. Changes in soil pH by year after erosion control works.

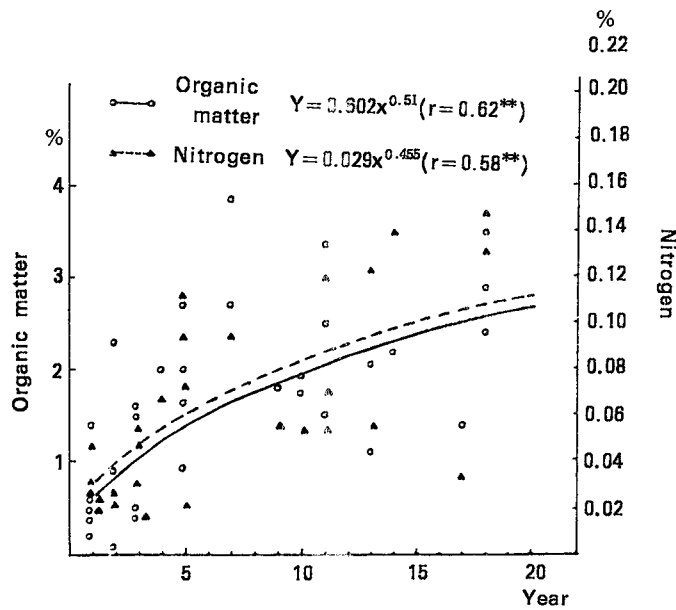


Fig. 9. Changes in organic matter and nitrogen content in soil after erosion control works.

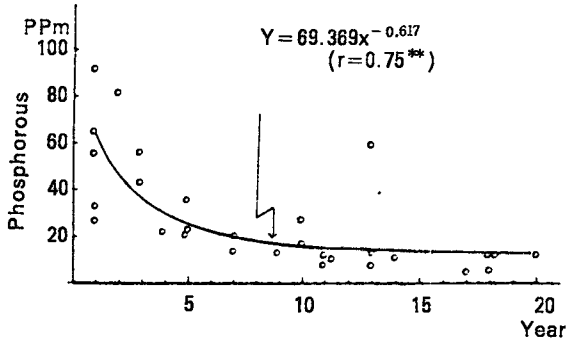


Fig. 10. Changes in Phosphorous content in soil after erosion control works.

(3) 燐酸의 變化 :

砂防施工地에는 畚箕掘때공, 새심기, 播種 및 植栽時 熔過燐을 ha當 581kg 施肥하기 때문에 그 영향이 肥料木의 生長에 나타나고 土壤內 燐酸含量에도 變化를 주고 있다. Fig. 10.에서와 같이 施工 4年次까지 燐酸의 濃도가 급격히 低下하면서 소나무類가 최소로 요구하는 30PPm이 되었다가 그 후에도 계속저하하여 15年부터는 砂防前의 平均燐酸濃도와 같아졌다. 이것은 施肥한 燐酸이 降雨에 流失되거나 土壤에 吸着되어 林木에 전부 利用되지 못하기 때문인 것으로 생각된다.

이러한 土壤의 變化를 考察해 보면 砂防施工地는 初期露出地에 種子가 쉽게 定着할 수 있고 綠化基礎工에 의한 生育基盤의 改良과<sup>21)</sup> 砂防樹種의 生長에 따른 生育環境改善으로 점차 安定되고 있다<sup>17)</sup>. 특히 闊葉樹의 落葉은 裸地狀態에서 初期에 速히 分解되기 때문에<sup>13)</sup> 여기서 생기는 有機物은 N, P, K, Ca, Mg등을 含有하고 있어<sup>14) 18)</sup> 林木生長을 增大시키고<sup>15) 16)</sup> 土壤堅密度의 低下와<sup>1)</sup> 土深의 增加를 가져와 土壤의 物理的性質을 改良한다. 風化土深은 一般林地의 土深과 달라서 養料도 不足하고 土壤堅密度도 그렇게 낮지 않으므로 30cm가 되었다 하더라도 곧 林木生育에 적합하다고 할 수 없다. 또한 山林土壤의 A層은 건밀도가 0.5內外이므로 여기에 달하려면 더 많은 腐植이 必要하게 되며 그러기 위해서는 오랜세월이 필요하다. 따라서 성급하게 토양을 改良하는 行위는 再荒廢의 위험을 초래하게 될 것이다. 土壤養料에 있어서 窒素가 약간씩 增加하더라도<sup>4)</sup> 林木生長에는 크게 도움을 주지 못하고 있으며 燐酸은 初期施肥量의 10-20%만 利用되고<sup>9)</sup> 나머지는 吸着, 침전에 의하여 不用化하므로 그 量이 절대적으로 부족하다. 따라서 肥料木의 生育이 不良하고 空中窒素固定能力이 低下되므로서 主林木인 리기다소나무의 生長도 나빠지게 된다. 또한 施工直後 3年 동안 實施

Table 2. Changes of biomass in erosion control works area

Variable	5		10		15		20	
	Height m	DBH cm	Tree /ha	Bio- mass ton	Height m	DBH cm	Tree /ha	Bio- mass ton
<i>Alnus hirsuta</i>	2.1	3.9	1,100	3.5	6.7	6.4	8.5	650
<i>Robinia pseudo-acacia</i>	3.3	4.0	900	4.8	7.5	7.1	10.0	550
<i>Pinus rigida</i>	1.4	1.3	650	0.2	6.0	5.1	8.0	500
Total			2,650	8.5	2,050	1,700	1,950	1,350



하는 追肥의 效果도 初期의 流土와 함께 많이 減少되므로 地效성비료의 施肥가 要求된다. 실제로 1960年代 미국에서 수입한 地效성 인산암모늄비료는 砂防成功의 큰 요인이 되었다. 砂防地의 pH는 年數가 경과할 수록 낮아지는 경향을 보였으나<sup>2)</sup> 養料가 固定될 정도로 심하지는 않는 것으로 思料된다. 砂防地의 土深이 50cm以上이고 土砂가 安定되어 있다면 經濟樹種의 植栽를 고려해 볼 수 있으나<sup>23)</sup> 地表를 露出시키기 때문에 再荒廢의 위험이 커 部分的으로 실시해야 하며 草類에 造林木이 被壓될 우려가 있으므로 下刈, 施肥와 같은 撫育作業이 必要하다.

#### 7) 物質生産量의 變化 :

砂防地에 造成된 아까시나무, 물오리나무 및 리기다소나무의 生重量은 施工年次에 따라 크게 增大하고 있다(Table 2)에서와 같이 施工 5年後에는 ha當 지상부 총생중량은 8.5ton에 불과하였으나 10년에는 42.3ton, 15년에는 85.4ton으로 크게 증가하였고 그 후 감소하는 경향을 보였다. 樹種別로 보면 施工後 20년까지 아까시나무가 다른 樹種보다 物質生産量이 많았으며 그 다음은 물오리나무, 리기다소나무의 順이었다. 그런데 리기다소나무는 枝條率이 30%이므로 1/3 가지치기를 實施할 경우 총물질생산량의 10%밖에 利用할 수 없어 실질적으로는 아까시나무보다 그 利用率이 훨씬 낮다. 物質生産量增加率은 3樹種 모두 시공후 15년부터 급격히 감소하였는데 리기다소나무에 비하여 肥料木이 더 많이 감소하는 경향을 보였다. 이것은 生長이 減退하고 ha當 殘存本數가 감소하였기 때문이다. 이러한 砂防地에서의 物質生産量은 林産燃料의 增大와 密接한 관계가 있는데 아직 전국총가구수의 43%가 이것을 사용하고 있다는 統計를 보더라도<sup>2)</sup> 이의 增大方法이 필요하다. 砂防樹種中 아까시나무의 物質生産量이 가장 많다는 玄等의 報告는<sup>5)</sup> 本 調査結果와 一致하나 堦에 있어서는 砂防地가 훨씬 적다<sup>27)</sup>. 그 理由는 아까시나무가 耐乾性이 약하여 山麓部에만 生存하여 있기 때문에 전체적으로 殘存本數가 부족한 까닭이다. 물오리나무 역시 12년부터 生長이 쇠퇴하기 시작하므로 更新과 施肥를 하지 않으면 物質生産量은 크게 減少할 것이다. 리기다소나무의 물질생산량도 역시 증가하고 있으나 가지치기, 施肥 및 間代 등으로 林分을 건전하게 유도해야만 경제수림으로 기대될 수 있다. 이렇게 物質生産量의 增加를 위하여 事後管理를 잘하면 砂防地解除後 인근주민의 연료난 해결에 크게 기여할 것이다.

#### 結 論

山地砂防工事後 施工年數의 경과에 따른 土壤 및 植

生의 變化를 短期間內에 파악하는 것은 어려운 일이다. 그러므로 모든 山地砂防 施工地의 條件이 비슷하다는 전제하에 施工年次別로 標準區를 選定하여 調査하는 方法은 물론 무리가 없는 것은 아니나 固定試驗區 調査는 너무 오랜세월이 소요되므로 本 論文에서는 施工後 20년까지의 砂防地를 對象으로 施工年次에 따른 變化를 統計的으로 解析하는 方法을 사용하였다. 砂防地의 被覆度와 造林木의 年平均生長은 施工後 6-7년부터 減少하므로 80%의 被覆度와 적정한 殘存本數를 유지하기 위해서는 林木의 撫育과 更新이 必要하고 알맞는 植栽配列을 해야한다. 특히 물오리나무는 관리를 잘 해주지 못하면 枯死하여 主林木의 生長에 큰 영향을 미친다. 土壤의 物理性은 20년이되면 어느정도 개선되었으나 경제수종을 식재할 만큼 발달하지는 못했으며 土壤養料 또한 林木 正常生育에는 충분하지 못하므로 계속적인 施肥가 要望된다. 이렇게 土壤과 植生의 變化에 따른 砂防效果의 最大發現時期는 施工後 7-10년이므로 20년동안 入山을 統制하여 事後管理를 제한한다면 도중에 오히려 再荒廢를 초래할 우려가 있으므로 이에 대한 法律의 융통성이 요구되며 地域에 따라 알맞는 撫育과 更新이 實行된다면 砂防效果는 持續增大될 것으로 思料된다.

#### 摘 要

山地砂防工事後 施工年數 경과에 따른 土壤 및 植生의 變化로서 砂防效果를 究明하기 위하여 전국의 대규모 황폐지에 36個所의 plot를 設定하여 砂防施工年次別로 植生의 被覆度와 出現種, 生長 및 土壤을 調査時期는 施工後 7年으로 以後 林冠의 疎開가 必要하다.

1) 上層林冠과 下層植生의 被覆度가 가장 適當한 時工後 7年으로 以後 林冠의 疎開가 必要하다.

2) 下層植生의 種數는 林冠을 폐지전인 6년까지 增加하다가 울폐후 減少하였다.

3) 樹高生長은 아까시나무, 물오리나무, 리기다소나무 順으로 좋았으며 아까시나무는 初期에 왕성한 生長을 보이다 계속 減少하였고, 물오리나무는 施工後 12년부터, 리기다소나무는 6년부터 감소하였는데 이것은 土壤內 養料不足이 가장 큰 원인으로 나타났다.

4) 砂防樹種은 植栽後 8年內에 약 50%가 枯死하였는데 물오리나무와 아까시나무는 그 후에도 계속 殘存本數가 減少하였고 리기다소나무는 施工10年後부터 ha當 500本을 유지하였다.

5) 施工年數가 경과할수록 風化土深이 깊어지고 堅密度가 낮아져 施工後 14년에는 토양의 物理的인 性質이 어느정도 改良되었다.

6) 土壤內 pH 는 施工直後 5.3에서 20년에는 5.1로 낮아지는 경향을 보였다.

7) 有機物과 窒素含量은 施肥의 영향으로 3년까지急増하다가 그 後부터는 漸増하였다. 그러나 林木生育에 必要한 量에는 20년이 되어도 부족한 것으로 나타났다.

8) 土壤內인산함량은 初期에는 施肥의 영향으로 높았으나 급격히 감소하여 施工後 5년부터는 절대량이 부족하므로 지속적인 施肥가 요구된다.

9) 物質生産量은 아까시나무가 가장 많은 量을 보이며 20년까지 계속 增加한 반면 물오리나무는 15年後부터 감소하여 更新이 要求되며 20년된 砂防地 1ha의 地上部總物質生産量은 105.7 ton 이었다.

#### REFERENCES

- 1) 曹熙科(1982): 砂防施工地에 있어서 리기다소나무의 樹根의 分布에 미치는 土壤堅密度의 영향. 韓林誌 56:66-76
- 2) 大韓山聯(1978): 燃料林造成史. pp205
- 3) 原敏男(1977): 綠化法面における木本稚苗の生育形態と保育. 綠化工技術 4(2):8-11
- 4) 洪盛千(1982): 迎日砂防事業地의 森林生態學的研究. 韓林誌 58:41-47
- 5) 玄榮一·金在憲·韓永昌·李景俊(1982): 12 樹種에 對한 短伐期萌芽林의 Biomass生産. 韓林誌 55:30-36
- 6) 岩川幹夫(1972): 散布綠化工における木本植物の成立. 日林講 83:361-363
- 7) 姜潤平(1984): 山腹砂防工事施工地에 있어서 地形과 植生回復. 韓林誌 64:42-66
- 8) 金遵敏(1965): 森林土壤의 養分保有能에 關하여. 서울大論文集(生農系) 16:148-171
- 9) 金容覺·洪冕奎(1970): P<sup>32</sup>를 利用한 三種土壤에 對한 磷酸効率의 診斷. 韓林誌 10:47-57
- 10) Kochenderfer JN and GW Wordel(1983): Plant succession and hydrologic recovery on a deforested and herbicided watershed. Forest Sci. 29(3):545-558
- 11) 李仁鎬, 馬相圭(1969): 荒廢林地의 植生遷移過程에 關한 研究. 林試年報. pp65-66
- 12) 李壽煜(1977): 土壤水分이 被覆用植物의 生長 및 水分經濟에 미치는 影響. 韓林誌 53:1-30
- 13) Miller WE(1983): Decomposition rates of aspen bole and branch litter. Forest Sci. 29(2):351-356
- 14) 森田福代子(1972): 日本の 主要樹種の落葉の無機成分(I). 日林試研報 243:33-41
- 15) 中島武·伏見知道(1969): 瀨戶内はげ山腹工事後の土壤(I). 日林誌 51:175-182
- 16) 中島武·伏見知道(1970): 瀨戶内はげ山腹工事後の土壤(II). 日林誌 70:274-279
- 17) 小平哲夫(1982): 崩壊地における綠化工植生の發達. 千葉縣林試研報16. pp13
- 18) Peterson DL and GL Rolfe(1982): Nutrient dynamics and decomposition of litterfall in flood plain and upland forest of Central Illinois. Forest Sci. 28(4):667-681
- 19) 柳澤圭·金泰勳·崔敬(1981): 砂防樹種植栽配列과 密度試驗. 林試研報 28:165-173
- 20) 山林廳政策諮問委員會(1982): 砂防事業의 効果分析. 林業學術研究報告書. pp5-84
- 21) 志水俊夫(1977): 花崗岩地帶の斜面の安定に關する統計的解. 日林誌 59:186-190
- 22) 清水晃·竹下敬司·西澤正久(1984): 森林の水土保全機能に關する森林構造學的研究. 九大演報 54:1-84
- 23) 下川悅郎(1983): 崩壊地の植生回復過程. 林業技術 496:23-26
- 24) 沈相榮·李聖燮(1965): 林地保全用草類의 耐陰力에 關한 研究(I). 林育研報 4:21-26
- 25) 鈴木正(1978): 肥料木によるせき惡林地の改善效果. 林業技術 440:21-24
- 26) 高橋正佑·緒方吉箕, 谷口義信, 川口秀義(1976): 傾斜階段砂防造林に關する研究. 日林講 86:436-437
- 27) Van Lear DJ, JB Waide and MJ Teuke(1984): Biomass and nutrient content of a 41-year-old loblolly pine plantation on a poor site in south Carolina. Forest Sci. 30(2):395-404