森林科學硏究 第17號 : 74~87, 2001
J. For. Sci., Kangwon Nat'l Univ., No. 17 : 74~87, 2001

綠化와 人間(I)※

-앞으로의 비탈면 綠化-

全槿雨[1] · 金玟植[2] · 岩本撒[3] · 江崎次夫[4]

Revegetation and human(I)

-Revegetation of face of the slopes in the future-

Kun-Woo Chun[1] · Min-Sik Kim[2] · Tohru Iwamoto[3] and Tsugio Ezaki[4]

요 약

앞으로의 비탈면 綠化에 있어서 공사 발주자는 식물의 生育環境의 입장에서 볼 때 防災的인 시점보다 生態的인 시점에서 배려가 필요하며, 특히 生態的인 시점에서는 지역 고유의 生態系를 배려해야 한다. 그리고, 새로운 비탈면 綠化技術로서 지역 고유의 微生物 利用을 고려해야 하며, 그 유효성을 현지 자료를 기초로 하여 파악하였다. 한편, 비탈면을 綠化할 경우, 지금까지의 자료를 기초로 구체적으로 살펴볼 때 播種을 기본으로 해야 하며, 비탈면 경사각과 토양의 두께에 의해 해명한 결과, 비탈면의 경사각이 중요하였다. 또한 酸性雨의 영향을 가능한 한 완화시키는 방향에서 비탈면에 도입하는 植物을 검토해야 한다. 결론적으로 앞으로는 공사 발주처가 이러한 것들을 인식하여 비탈면 綠化에 임하지 않으면 지구 生態系의 유지 · 개선에 도움이 되지 않을 것으로 사료된다.

ABSTRACT

When the revegetation of the slopes is required, it is more desirable to consider it from the ecological view point rather than from the disaster-preventive one because the environment is critical for the introduction of pioneer plants to the denuded slopes. The ecological point of view adheres to the maintenance of the present, original ecosystem of the construction area. The new revegetation technology is presented using native microorganisms and its effective usuage was discussed based on the data in the research field. Direct seeding is recommended and explained in detail than planting seedlings. The importance of inclination angle of slope face is shown for the successful revegetation

※ 이 논문의 일부는 農林部에서 지원하는 1997年度 農林技術開發事業 尖端技術開發課題(硏究課題名 : 林道비탈면 안정을 위한 被覆資材 및 綠化工法 開發)에 의해 진행되었음.

1) 江原大學校 山林科學大學 山林資源學部: Division of Forest Sciences, College of Forest Sciences, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea
2) 江原大學校 大學院 林學科: Department of Forestry, Graduate School, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea
3) 日本, 愛媛大學 農學部: College of Agriculture, Ehime University, Matsuyama, Ehime 790-8566, Japan
4) 山林科學硏究所 特別硏究員, 日本, 愛媛大學 農學部: College of Agriculture, Ehime University, Matsuyama, Ehime 790-8566, Japan

from its relationship with the thickness of soil. It is indicated that the introduction of pilot plants to the slopes should include their ability to ease the acid rain effects as much as possible. Finally every construction may not be desirable for the maintenance and improvement of the global ecosystem without the consideration of the opinions mentioned above.

Key words : revegetation, ecological viewpoint, microorganism, seeding, acid rain

Ⅰ. 緖 論

현재, 비탈면에 재래의 木本植物을 種子로부터 도입하여 早期에 樹林化를 계획하는 연구가 한국이나 일본에서 진전을 보이고 있으나, 한편에서는 外來 木草類나 비판의 많은 족제비싸리, 잡싸리 등이 도입되고 있는 것도 사실이다(Ezaki 등, 1993; 江崎 등, 1995; 全槿雨 등, 1998a; 1998b; 1999a). 예를 들어 이와 같은 경향은 특히 한국과 일본 각지의 도속도로나 국도 등의 비탈면에서 현저하게 볼 수 있다. 地球生態系 중에서 自然回復力을 최대한으로 이용하는 방법이나 공법이 무시되거나, 지역주민의 목소리가 전혀 반영되지 않는 것(江崎, 1995; 江崎와 藤久, 1990)은 실로 유감스러운 일이다.

21세기에 비탈면을 어떻게 할 것인가에 대한 방향으로 「早期에 재래의 木本植物의 種子로부터 樹林化를 계획한다」라고 하는 목표가 일본에서는 日本綠化工學會나 각종 연구회 등에서 제기되고 있다. 따라서 앞으로 필요한 것은 發注者(주로 관공서)와 基本設計의 參考業務에 임하는 업체의 비탈면 綠化에 대한 기본적인 사고방식이다. 현재 發注者 측의 비탈면 보호는 무기물인 콘크리트나 철근이 기본적이라는 것과 식물이라면 어떠한 종류라도 상관없다고 하는 土木的인 사고방식이 지배적인 것 같이 판단된다. 즉 植物은 「살아있는 것」, 「有機體로 多種多樣하다」라고 하는 기본적인 사고방식이 發注者 측에 결여되어 있지 않은가 생각된다(Ezaki 등, 1993; 江崎 등, 1995). 더욱이, 受注者도 發注者에 대해 정보를 제공하여 적극적으로 의견을 나누어야 하지 않을까 생각된다. 즉 發注者나 그 의향을 받아 基本設計의 參考業務에 임하는 업체는 종래의 경직된 사고방식의 틀에 얽매이지 말고, 항상 地球生態系를 충분히 고려해야 할 것이다.

따라서 이 논문에서는 우선 앞으로의 비탈면 綠化의 신기술로서 비탈면의 早期 樹林化를 위해 微生物을 이용한 綠化를 제시하였다. 이어서 木本植物을 도입할 때 비탈면 물매와 地球溫暖化現象과 관련하는 酸性雨의 비탈면 영향에 대해 各論的으로 서술하고, 마지막으로 이외의 문제점을 다루었다.

Ⅱ. 비탈면 綠化의 新技術

1. 綠化資材로서 지역 고유의 共生微生物을 활용한다.

비탈면에서 樹木의 早期成長을 촉진시키거나 각종 病蟲害 및 건조에 대한 저항성을 증대시키기 위해 지역 고유의 外生菌根이나 VA菌根 등을 활용하는 방법을 생각할 수 있다. 共生微生物은 瘠惡地나 播種에 매우 유효하며(江崎 등, 1992), 특히 外生菌根菌은 樹林形成資材로서 유망하지만, 현재 연구단계는 生態學的인 기초연구가 중심이 되고 있다(江崎 등, 1992; 전근우 등, 1999b). 그러나 장래에 커다란 시장성을 갖고 있기 때문에 각 기업에 있어서도 연구에 적극적인 투자가 요구되고 있다.

따라서 外生菌根菌으로서 모래밭버섯(*Pisolithus tinctorius*(Pers.) Coker et Couch f. *tinctorius*, PT, 사진 1, 사진 2, 사진 3 및 사진 4)을 이용한 결과에 관해서 기술하고자 한다.

그림 1 및 그림 2에 愛媛大學 農學部 附屬演習林의 모델斜面에서 곰솔 및 소나무 種子를 播種한 후, 모래밭버섯의 胞子를 散布한 試驗區의 3~4

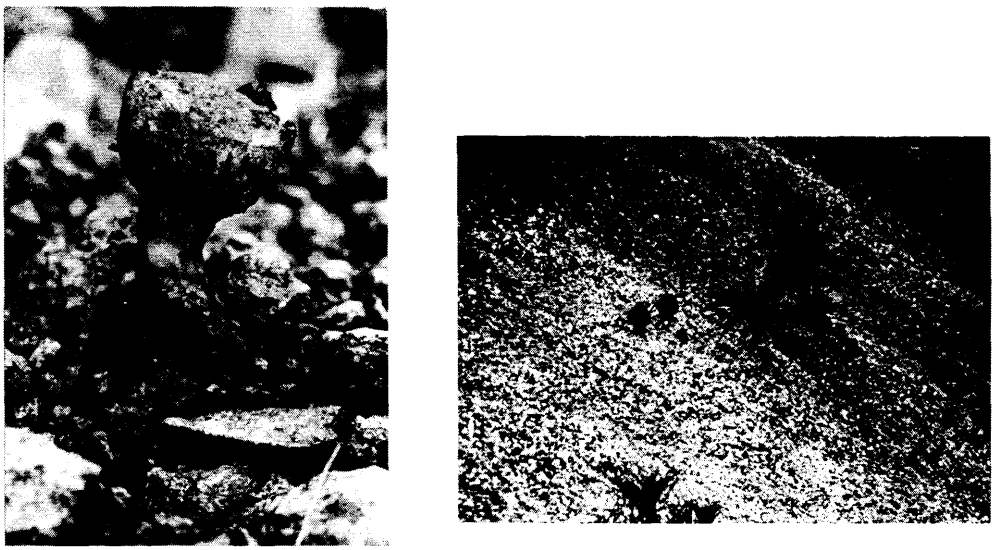

사진 1. *Pisolitus tinctorius f. turgidus*(鹿兒島 櫻島)

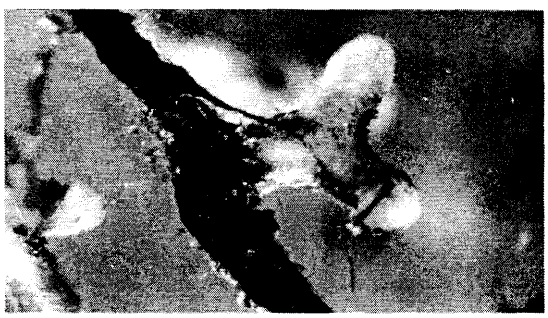

사진 2. 곰솔과 모래밭버섯의 共生
(滋賀縣 大津市 田上山)

사진 3. 愛媛大學 農學部 附屬演習林의 소나무에
감염된 PT(菌根의 分化初期)

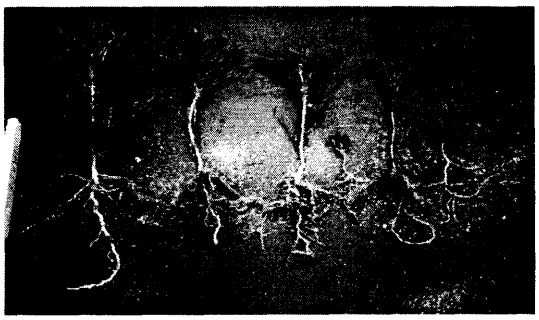

사진 4. 모래밭버섯에 감염된 根菌

년간의 성장경과를 나타냈다. 1년째의 根元直徑을 제외하면 苗長 및 根元直徑 모두 모래밭버섯의 胞子 散布區와 對照區 사이에 현저한 차가 나타나고 있다. 또한 소나무의 2년째의 成長靜止期의 상태는 사진 5와 같다. 즉 播種 當年인 1년째에도 PT에 감염된 소나무 묘목이 비감염된 소나무 묘목에 비해 성장이 두드러졌으나, 더욱이 2년째는 根元直徑 및 苗長 모두 감염 묘목과 비감염 묘목 사이에는 현저한 차가 나타났다. 이와 같은 경향은 滋賀縣 大津市의 田上山, 鹿兒島縣 櫻島 및 長崎縣 雲仙普賢岳에 있어서의 현지실험에서도 확인되고 있다(江崎 등, 1992).

이상과 같이 모래밭버섯 胞子의 施用은 木本植物의 성장을 촉진시킴 동시에 간접적으로 生育基

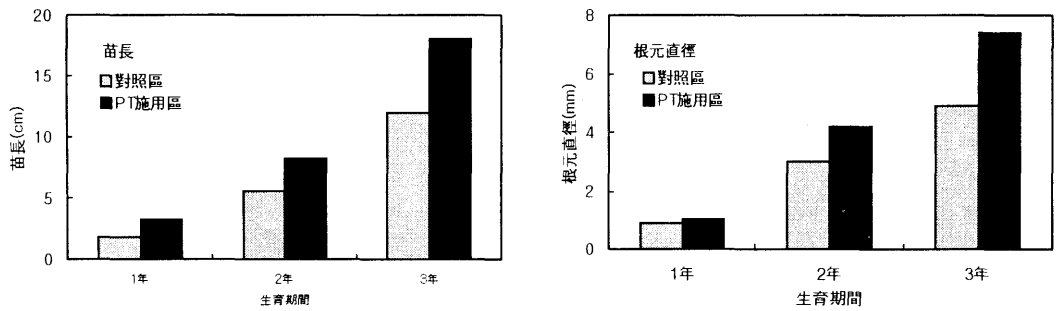

그림 1. 곰솔의 成長量의 經年變化

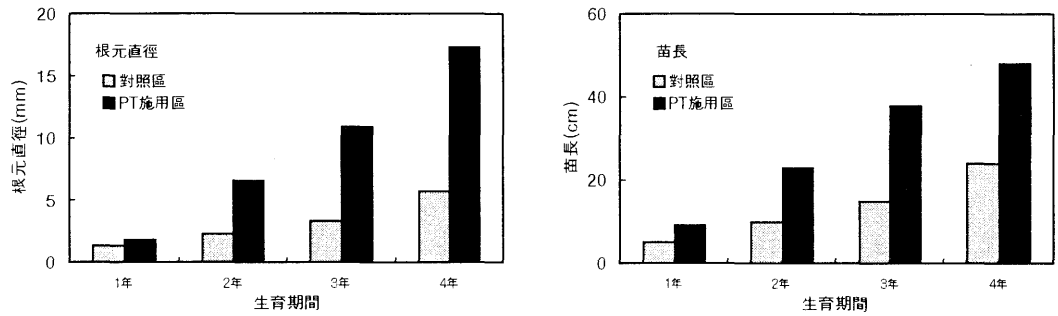

그림 2. 소나무의 成長量의 經年變化

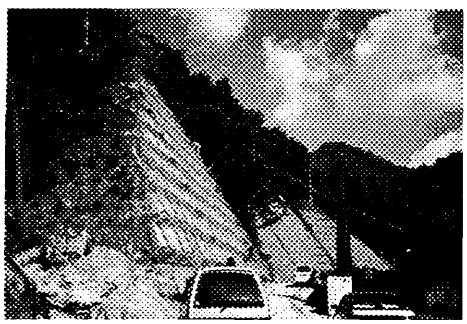

사진 5. PT에 감염된 소나무와 비감염된 소나무(2년째)
(좌측 3본 : PT에 감염, 우측 4본 : PT에 비감염)

盤인 下層土의 土壤化를 촉진시키므로 앞으로의 비탈면 綠化에 共生微生物을 적극적으로 도입할 필요가 있다고 생각된다.

2. 비탈면에 植生을 도입할 때에는 播種을 원칙으로 한다.

신기술은 아니지만, 기본적으로는 비탈면에 직접 播種하는 것이 바람직하다. 장소에 따라서는 포트 苗木의 도입도 생각할 수 있지만, 播種과 포트 苗木의 根系에는 일반적으로 다음과 같이 커다란 차이점이 있다(Ezaki 등, 1993; 江崎 등, 1995).

1) 播種에 의한 경우의 根系 특징

a. 根系의 엉킴이 많다.
b. 根系가 두껍다.
c. 秋根이 깊게 신장한다.
d. 네트 효과가 크다.

2) 포트 묘목에 의한 경우의 根系 특징

a. 根系의 엉킴이 적다
b. 根系가 가늘다.
c. 수가 많다.
d. 主根이 消失한다.
e. 네트 효과가 작다

이외에도 播種한 경우는 처음부터 파종장소의

자연환경에 조화된 樹形이 되기 때문에 自然災害에 비교적 강하지만, 포트 苗木은 처음부터 인공적으로 육성되기 때문에 自然災害에 비교적 약하고, 또한 植栽 후에도 적절한 관리가 필요하다. 따라서 실제 비탈면에 播種한 경우와 植栽한 경우를 상정하여 3년간에 걸쳐 기초실험을 실시하고, 그 후에 掘取調査를 실시하여 그 결과를 기초로 비탈면의 播種과 植栽를 구체적으로 파악하였다.

포트를 이용하여 곰솔을 播種한 경우와 2년생 苗木을 植栽한 경우의 3년 후의 現存量을 그림 3 및 그림 4에 나타냈다. 播種區의 地下部 現存量은 苗木 植栽區에 비해 地上部와 地下部를 포함한 전체의 現存量에 대한 비율이 큰 것을 알 수 있다. 이와 같이 播種의 경우는 苗木 植栽에 비해 現存量 전체에 차지하는 地下部의 비율이 큰 것이 특징이다.

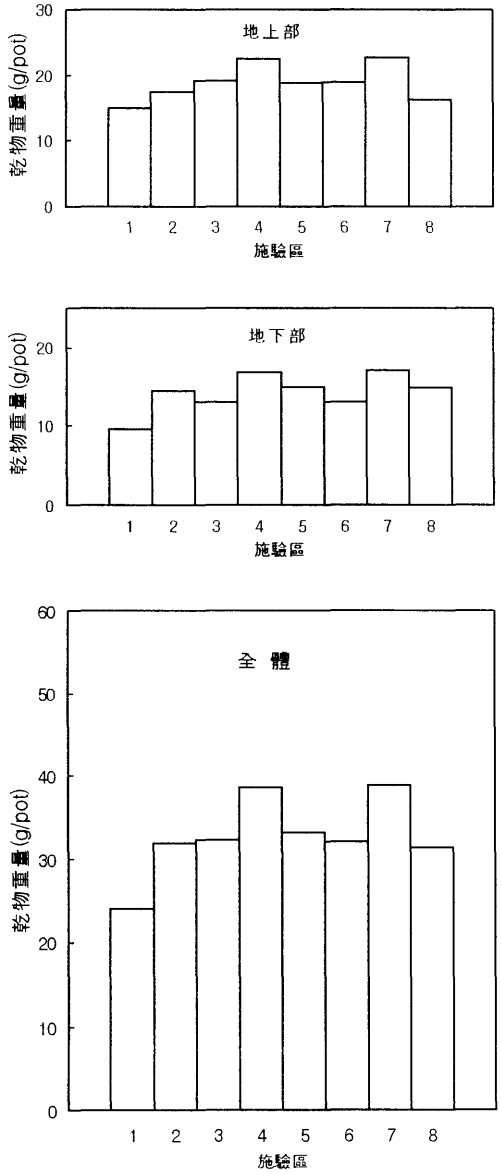

그림 3. 播種區의 現存量

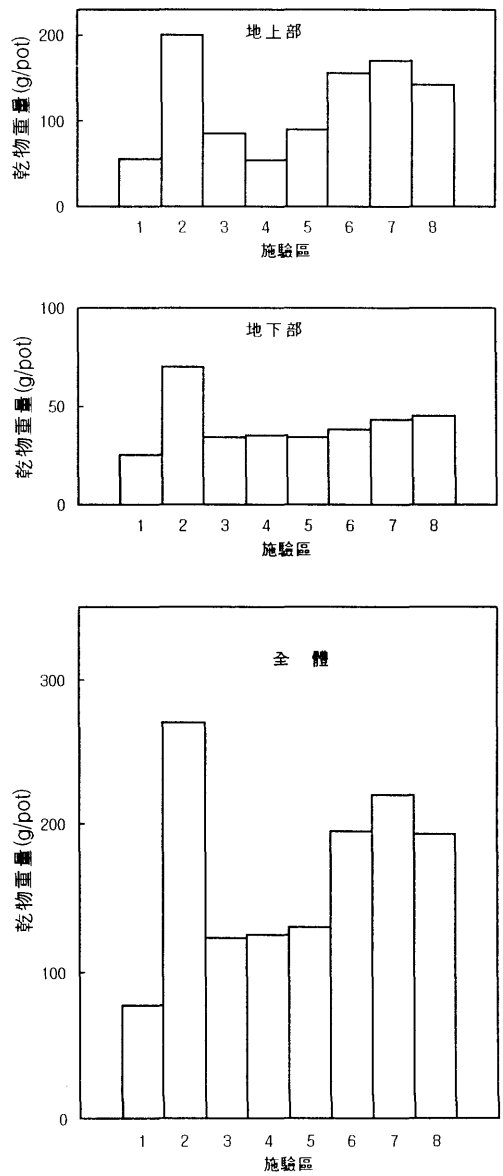

그림 4. 2년생 묘목 植栽區의 現存量

이어서 根系의 발달상황과 T/R率을 그림 5와 그림 6에 나타냈다. 根長은 播種區는 1區를 제외한 모든 試驗區가 38cm~52cm, 2년생의 苗木 植栽區가 46cm~64cm이었다. 根長이 播種區,植栽區 및 試驗區에 의해 차이가 나타난 것과 2년간의 차가 있는 것을 고려하면 얼마나 播種區의 根系發達이 현저한가를 알 수 있다. 또한 苗木 植栽區의 T/R率이 모두 2.0이상인 것에 비해 播種區의 T/R율은 모두 1.6이하였다. 이는 播種한경우의 根系發達이 묘목을 植栽했던 경우에 비해 地上部와의 均整이 잡혔다는 것이 구체적으로 나타난 것으로 결국 播種이 苗木 植栽에 비해 地下部의 발달이 현저하다는 것을 의미하고 있다.

결국 비탈면과 같이 生育環境의 나쁜 곳에서는 植物을 도입할 때에 播種을 원칙으로 하고, 예외적으로만 苗木을 植栽해야 한다고 판단된다. 이 판단을 잘못하면, 장래 커다란 人爲的 災害를 誘因하는 결과가 될 수 있을 것이다.

3. 앞으로의 비탈면 綠化에 고려해야 할 것

1) 비탈면 물매의 재검토

綠化技術이나 綠化資材를 과신하여 木本植物의 生育限界(生育環境)를 초과하여 비탈면에 植物을 도입하고 있는 곳도 상당히 볼 수 있게 되었다. 예들 들어, 사진 6과 같이 경사가 원래의 경사보다 급하게 조성된 비탈면에 植生이 도입되고 있지만, 장래에 도입된 植生으로 防災機能을 기대할 수 있는가는 의문점이 남은 장소이다.

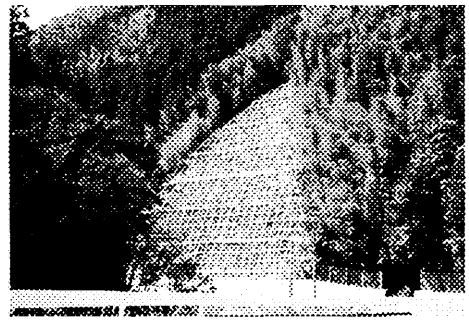

사진 6. 원래의 경사와 조성 비탈면의 경사

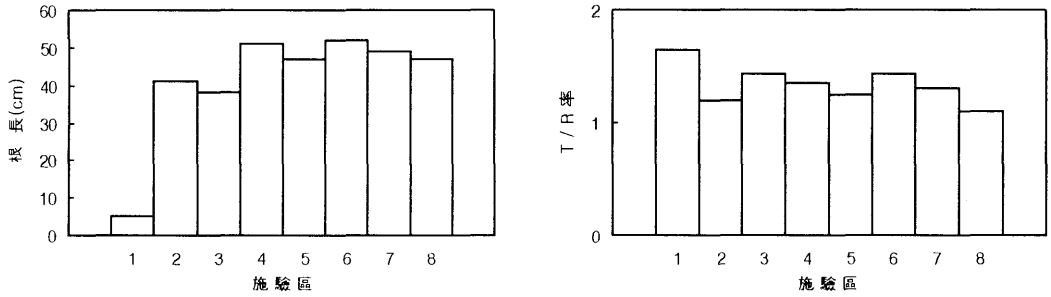

그림 5. 播種區의 根長 및 T/R率

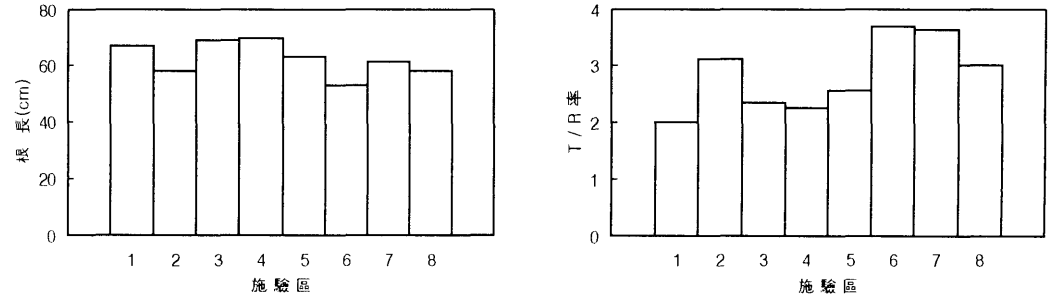

그림 6. 2년생 苗木 植栽區의 根長 및 T/R率

植生의 生育基盤인 비탈면의 土壤化 정도와 經過年數와는 그림 7과 같이 일정한 관계가 있으며(江崎, 1996), 토양의 형성에는 대단한 시간이 필요하다는 것을 알 수 있다. 또한 木本植物의 성장, 특히 根元直徑은 그림 8과 같이 生育基盤인 토양의 두께(江崎, 1996a)에 좌우된다.

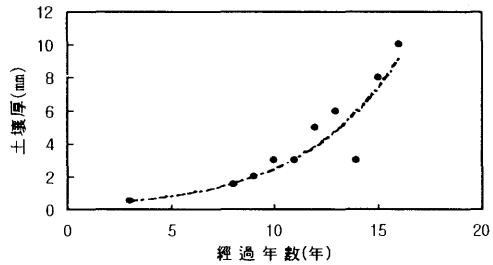

그림 7. 토양의 두께(土壤化의 程度)와 經過年數와의 관계

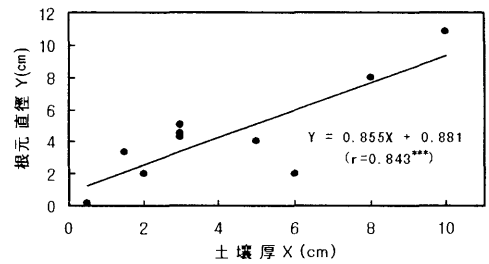

그림 8. 根元直徑과 토양 두께와의 관계

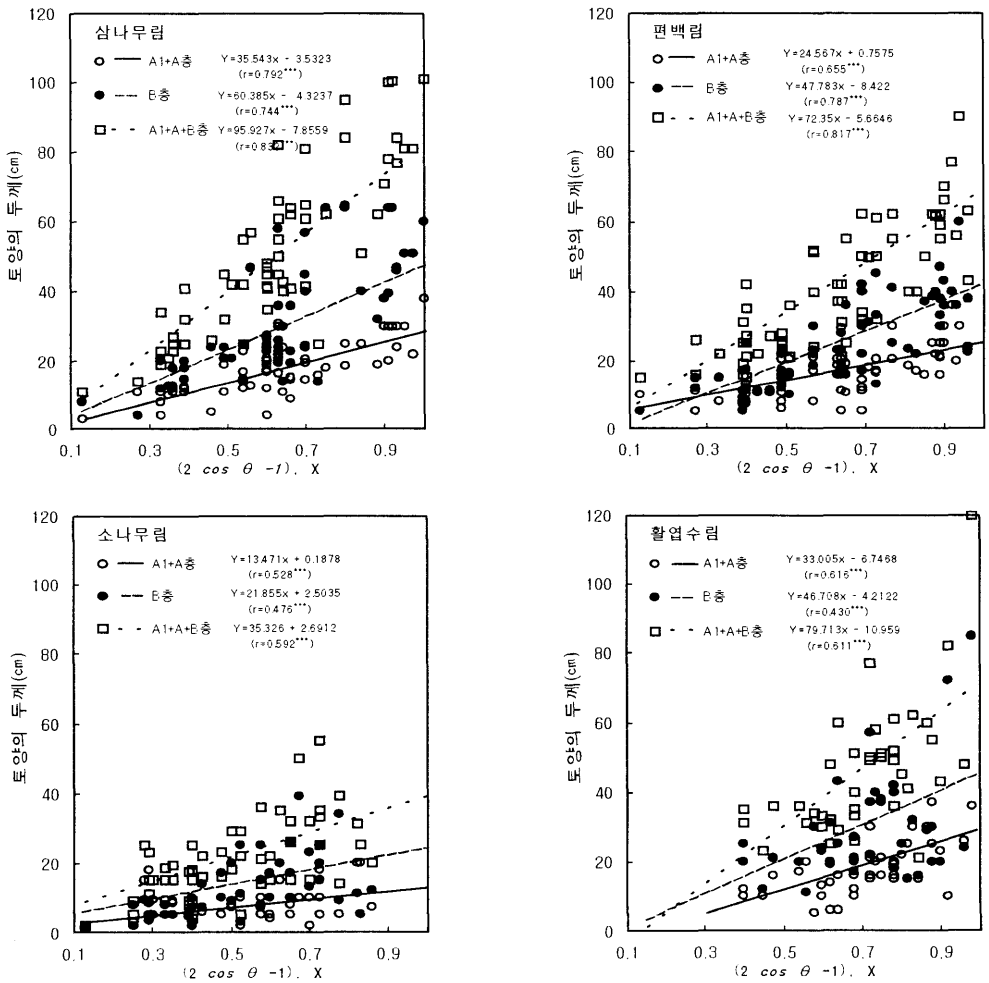

그림 9. 토양의 두께와 원래의 경사각과의 관계

그런데, 植生의 生育基盤인 토양의 두께(A+B층)는 그림 9와 같이 원래의 경사각에 비례하기 때문에 비탈면 물매를 원래 이상의 경사로 하면 植生의 生育基盤인 토양의 두께가 필연적으로 원래 이하가 된다. 따라서 비탈면상의 木本植物은 주변 원래 生育하고 있는 木本植物에 비해, 生育基盤인 토양의 두께가 얇기 때문에 生育이 나빠지게 되며 (Ezaki와 Imon, 1993), 또한 기대한 것 같이 植生遷移가 진행하는지는 매우 의문이다. 따라서 비탈면을 木本植物로 早期에 被覆하여 防災 및 造景機能을 충분히 발휘시키기 위해서는 결코 그 生育基盤인 토양의 두께를 무시해서는 안되며, 이러한 점에서 토양의 두께의 입장에서 비탈면 물매를 검토할 필요가 있다. 즉 木本植物을 도입하여 樹林化를 도모하기 위해서는 도입하는 식물 입장에서 비탈면의 물매를 결정해야 할 것이며, 현재의 비탈면 물매는 단순히 基岩의硬度에 의해 결정되므로 이에 대한 대책도 마련되어야 할 것이다.

2) 酸性雨의 시점에서 본 비탈면의 樹林化

최근에 세계 각지에서 降雨 pH가 낮은 酸性雨가 관측되고 있으며, 그 중에서도 森林에 미치는 酸性雨 및 酸性降下物의 영향이 문제가 되고 있다. 유럽 및 북아메리카에서는 酸性雨 및 酸性霧에 의한 森林의 枯損被害가 보고(堀田, 1991)되고 있으며, 일본에 있어서도 각지에서 강한 酸性雨가 관측되어, 酸性雨 被害가 새로운 환경문제가 되고 있다. 한편, 일본에서는 현재 酸性降下物의 단독의 영향이라고 생각되는 森林의 衰退 및 被害는 나타나고 있지 않으나(堀田, 1991) 앞으로 森林土壤, 비탈면 토양이나 植生에 영향이 염려된다.

일본의 酸性降下物 등에 의한 森林被害가 구미와 같이 현저하지 않는 것은 일본의 森林土壤의 대부분이 비교적 緩衝能力의 높은 黑土나 褐色森林土로 酸에 대한 耐性이 있기 때문이라고 생각되고 있다(石塚, 1992). 그러나 도로비탈면, 각종 비탈면의 토양의 物理性과 化學性은 일반 森林土壤과 비교하면, 평균적으로 좋지 않으므로 酸性雨의 영향은 장래에 森林內의 樹木보다 각종 비탈면의 樹木에 현저하게 나타날 가능성이 크다고 생각된다. 그런데도 酸性雨가 비탈면용 樹木類나 토양에 미치는 영향에 관해서는 필자가 아는 한, 비탈면의 木本化 혹은 樹林化의 관점에서는 거의 검토가 이루어지고 있지 않다.

따라서 비탈면 樹林化用 樹種을 대상으로 하여 愛媛縣 松山市의 교외 林地에서 樹幹流量과 pH를 측정한 결과를 기초로 앞으로의 비탈면 樹林化를 향한 播種이나 植栽方法, 樹種의 選定方法, 土壤調査의 必要性 및 土壤改良의 方向 등에 대하여 검토하였다.

① 針葉樹 및 闊葉樹의 樹幹流量과 降雨量

1994년 6월 10일부터 1995년 1월 11일까지의 樹幹流量과 降雨量의 관계를 그림 10에 나타냈다. 成長期에는 闊葉樹인 느티나무가 樹幹流量이 降雨量의 0.5~3.5%로 가장 높았으나, 成長停止期에는 針葉樹인 편백이 가장 많아져 降雨量의 0.6~2.1%였다(江崎, 1996b; Ezaki 등, 1996). 즉 느티나무는 成長期와 成長停止期에 樹幹流量의 차가 크지만, 층층나무나 벚나무에서는 거의 차가 나타나지 않았으며, 상록수인 삼나무는 후자와 같은 경향을 나타냈다.

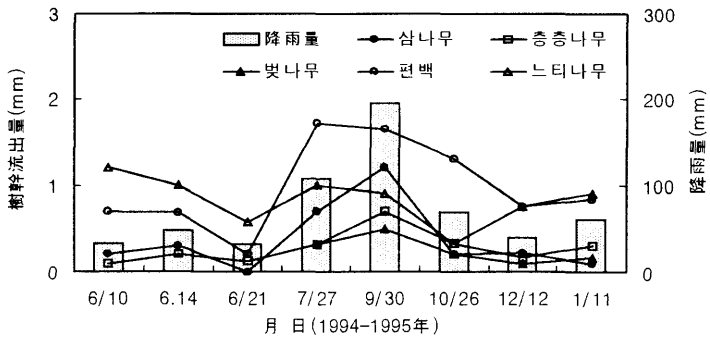

그림 10. 5개 樹種의 조사시기별 降雨量과 樹幹流量의 변화

한편 그림 11과 같이 느티나무를 제외하면 다른 5樹種의 降雨量과 樹幹流量은 降雨量 103.2mm의 범위 내에서 0.1% 수준의 높은 상관관계가 인정되었으며, 삼나무의 樹幹流 발생 最小降雨量은 20mm로 추정되었다. 이 값은 일반적으로 제시되고 있는 15mm(眞田 등, 1991)에 비하면 약간 많은 정도이다. 이와 같이 계절이나 樹種에 의해 樹幹流量의 차이가 나타나는 것은 각각의 樹種의 형태가 크게 다르기 때문이다. 따라서 앞으로 비탈면 樹林用으로서 이들 樹種을 播種 및 植栽하는 경우에는 그 특성을 살린 播種이나 植栽方法도 고려할 필요가 있다.

② 대나무의 樹幹流量과 降雨量

1995년 6월 20일부터 9월 4일까지의 樹幹流量과 降雨量의 관계를 그림 12에 나타냈다. 솜대의 樹幹流量은 降雨量의 3.4~7.7%, 죽순대는 1.6~6.5%, 왕대는 2.1~7.9%였다. 죽순대와 왕대에 비해 葉面積이 넓은 솜대의 樹幹流量과 降雨量 사이에는 10%범위에서 상관관계가 나타났으나 죽순대 및 왕대의 樹幹流量과 降雨量 사이에는 일정의 상관관계가 나타나지 않았다. 이는 죽순대와 왕대의 잎이 솜대에 비해 작다는 것과 이 2종류가 솜대에 비해 비탈면에 直立하여 서 있는 특징, 즉, 鉛直面에 대해 상당히 경사져 있기 때문에 枝葉에 부착된 降雨가 가지를 流下하지 않고, 직접 地表面으로 낙하하기 때문이다. 더욱이 죽순대와 왕대의 節間이 솜대에 비해 짧기 때문에 마디에 부착된 降雨가 직접 地表面에 낙하하는 수, 즉 落下雨滴數가 증가하는 것도 하나의 원인이다. 이와 같이 동일한 대나무에서도 종류나 장소에 따라 樹幹流量의 차가 나타나는 것은 각 종류의 형태적 특성이 크게 다르기 때문이다. 따라서 앞으로 비탈면용으로서 대나무를 植栽하는 경우에는 이 특성을 고려하는 것도 필요하다.

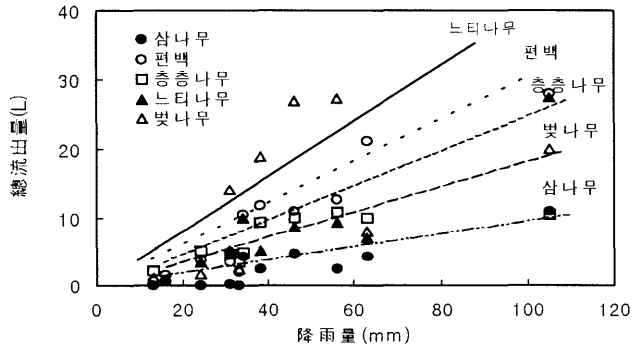

그림 11. 5개 樹種에 있어서 降雨量과 樹幹流量과의 관계

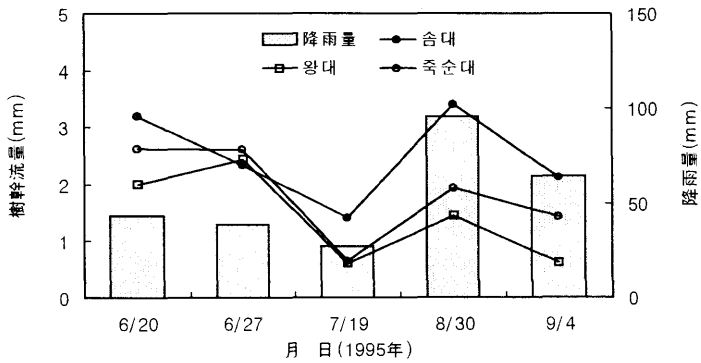

그림 12. 대나무에 있어서 降雨量과 樹幹流量의 관계

③ 針葉樹 및 闊葉樹의 林內雨와 그 주변 林外雨의 pH

1995년 1월11일부터 1999년 6월 28일까지의 針葉樹林의 林內雨와 林外雨 및 闊葉樹林의 林內雨와 林外雨의 降雨 pH의 季節變化를 그림 13에 나타냈다. 針葉樹 林外雨의 pH는 3.18~5.26(평균 4.20, 산술평균, 이하 동일), 闊葉樹 林外雨의 pH는 3.43~5.70(평균 4.28)으로 玉置와 平木(1986)의 전국평균치 4.5와 거의 일치하고 있으나, 이 측정장소의 북서쪽에 위치하는 福岡縣의 측정 평균치 4.94(佐々木 등, 1991)에 비하면 상당히 낮은 값을 나타내고 있다. 따라서 林外雨 pH의 低下原因은 대륙으로부터의 酸性降下物의 영향보다 주변으로부터의 영향이 크다고 생각할 수 있다. 한편, 針葉樹 林內雨의 pH는 3.40~5.16(평균 4.14), 闊葉樹 林內雨의 pH는 3.82~6.24(평균 5.08)로 전반적으로 針葉樹林內의 林內雨의 pH는 林外雨 및 闊葉樹林內의 林內雨의 pH보다 낮은 값을 나타냈다. 따라서 앞으로 비탈면 保護工으로서 針葉樹를 播種 또는 植栽하는 경우에는 이것을 염두에 두어야 할 것이다.

④ 針葉樹 및 闊葉樹 樹幹流의 pH

전술한 降雨下에서 1995년 1월 11일부터 1999년 6월 28일까지의 樹幹流 pH의 계절변화를 그림 14에 나타냈다. 樹幹流의 pH는 針葉樹에서는 삼나무가 가장 낮고, 다음으로 편백, 闊葉樹의 벚나무, 느티나무, 층층나무의 순으로 높아지고 있다. 變動域은 전반적으로 작아 삼나무 2.46~4.96(평균 3.21), 편백 2.81~4.76(평균 3.48), 벚나무 3.01~6.89(평균 4.60), 느티나무 3.39~5.86(평균 4.68), 층층나무 4.03~6.17(평균 5.10)이며, 계절적 변화는 거의 나타나지 않았다. 최근에 각 樹種마다 고유의 pH를 갖고 있지는 않은가 하는 연구결과(佐々 등, 1991)가 제기되고 있지만, 이를 확증하는 데에는 각 樹種마다의 보다 많은 자료수집이 필요하다. 또한 針葉樹인 삼나무, 편백림에서의 pH는 林外雨, 林內雨, 樹幹流의 순으로 저하하나, 闊葉樹인 느티나무와 층층나무 및 벚나무의 pH는 針葉樹林과는 반대로 林外雨, 林內雨, 樹幹流의 순으로 높아지고 있다. 이상의 결과로부터 앞으로비탈면 保護工用으로서 針葉樹 및 闊葉樹類를 播種 및 植栽하는 경우, 비탈면의 토양의 두께와 緩衝能力과 함께 林種의 차이에 의한 영향도 검토하는 것이 중요하다고 할 수 있다.

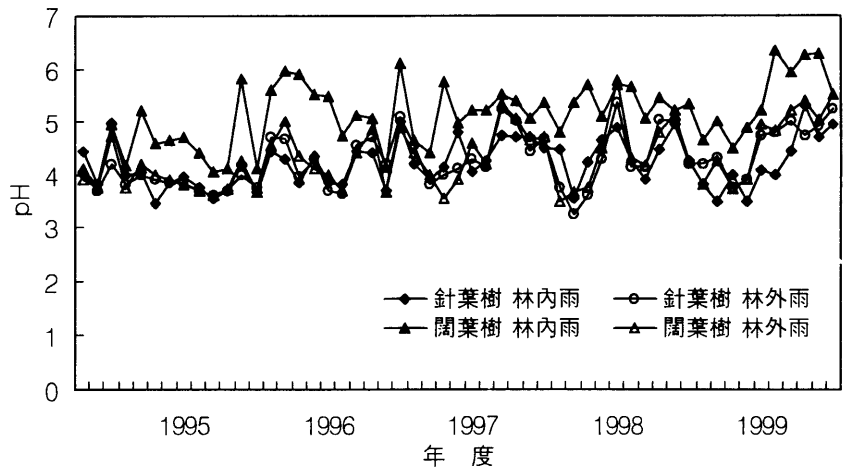

그림 13. 針葉樹林과 闊葉樹林의 林外雨 및 林內雨의 pH 변화

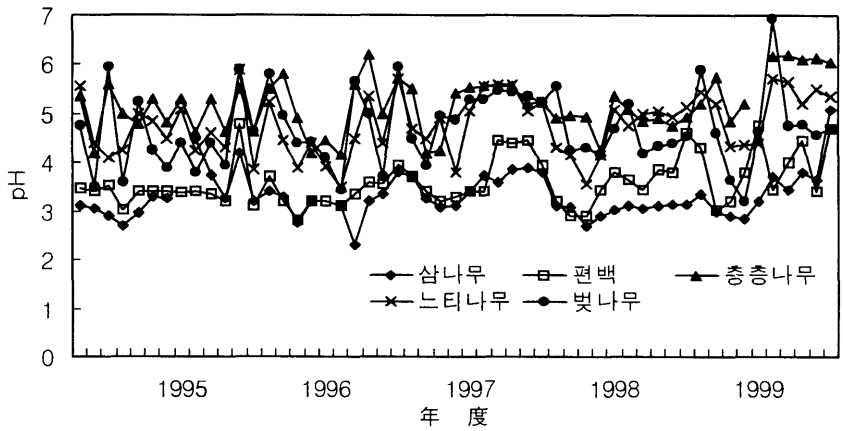

그림 14. 針葉樹 및 闊葉樹의 樹幹流 pH 변화

⑤ 대나무林의 林內雨와 그 주변 林外雨의 pH

1995년 6월 20일부터 1996년 11월 6일까지의 대나무림의 林內雨와 林外雨의 pH 변화를 그림 15에 나타냈다. 대나무 林外雨의 pH는 3.40~5.09로 모두 강한 酸性雨였으며, 평균치는 4.10이었다. 이 평균치는 앞의 결과나 玉置와 平木(1986)의 전국 평균치 4.5에 비해서 낮은 것으로 해당 관측치 일대에는 전국적으로 상당히 강한 酸性雨가 내리고 있다고 할 수 있다. 또한 솜대 林內雨의 pH 3.67~5.92(평균 4.89), 죽순대 林內雨의 pH 3.70~5.55(평균 4.72), 왕대 林內雨의 pH 4.42~6.16(평균 5.41)으로 種의 차이에 의한 林內雨 pH의 차는 나타나지 않았지만, 솜대, 죽순대 및 왕대 모두 林內雨의 pH가 林外雨의 pH에 비해 높은 경향을 나타냈다. 따라서 林外雨와 林內雨의 pH의 관계에 한정해서 보면 대나무는 闊葉樹와 동일한 경향을 나타내고 있으므로 대나무의 林內雨에는 闊葉樹와 마찬가지로 林外雨의 pH를 상승시키는 성분이 대나무의 잎으로부터 溶脫되고 있다고 생각되며, 이는 pH 低下抑制面에서는 비탈면 保護工用으로서의 대나무 사용이 유리하다고도 할 수 있다.

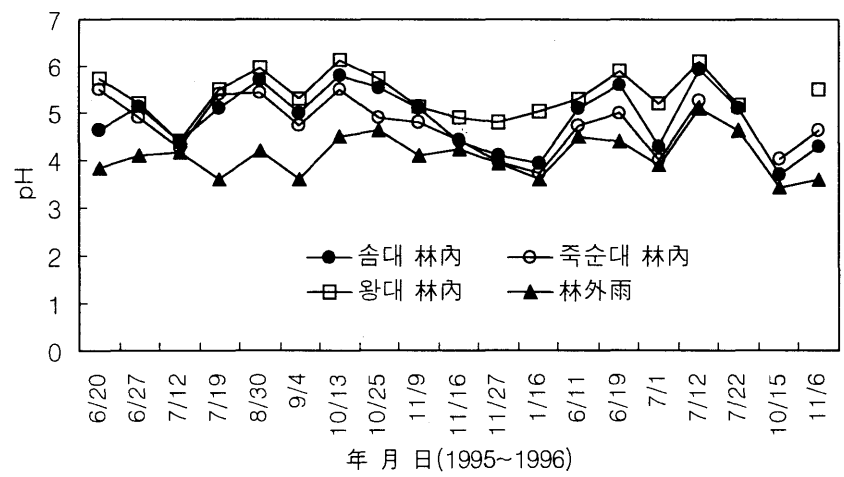

그림 15. 대나무림에 있어서 林外雨 및 林內雨의 pH

⑥ 대나무 樹幹流의 pH

전술한 降雨下에서 1995년 6월 20일부터 1996년 11월 6일까지의 솜대, 죽순대 및 왕대의 樹幹流 pH 변화를 그림 16에 나타냈다. 솜대 樹幹流의 pH 3.45~5.27(평균 4.14), 죽순대 樹幹流의 pH 3.27~5.34(평균 4.02), 왕대 樹幹流의 pH 3.34~5.78(평균 3.74)로 솜대, 죽순대 및 왕대의 樹幹流 pH는 林外雨 pH에 비해 높았지만, 林內雨의 pH에 비하면 전체적으로 낮은 경향이 나타났다. 이와 같이 樹幹流의 pH가 林內雨의 pH에 비해 저하하는 것은 가지로부터의 溶脫成分의 영향에 의한 것이다. 한편 樹幹流의 pH는 솜대와 죽순대와는 거의 같은 경향을 나타내고 있지만, 왕대는 솜대와 죽순대와는 약간 다른 경향을 나타내고 있다. 이는 왕대의 잎이 솜대와 죽순대에 비해 길이로는 2~6cm, 폭으로는 2~6mm 크기 때문에 잎에 부착된 降雨量의 비율이 많아지게 되고, 앞에서 서술한 것과 같이 잎으로부터의 溶脫成分의 비율이 증대하는 것에 기인하고 있다. 이와 같이 대나무의 종류의 차이에 의해 樹幹流의 pH가 다르므로 비탈면 保護工에 이용할 경우에는 이 樹種特性도 고려할 필요가 있다.

⑦ 整理

森林地帶에 있어서 林外雨, 林內雨 및 樹幹流의 pH 측정결과로부터 樹種의 차이에 의해 樹幹流의 pH나 流量이 다른 것은 內的因子로서 林分狀態, 樹形, 잎의 형태, 樹皮構造 및 잎의 生育段階에 있어서 溶脫의 난이 등이, 外的因子로서 降雨量 등이 크게 다르기 때문이다. 앞으로 비탈면 保護工으로서 이용될 가능성이 있는 針葉樹인 삼나무, 편백의 樹幹流 pH 값이 林外雨 및 林內雨의 값보다도 낮은 경향을 나타낸 것은 흥미있는 결과이다. 樹幹流의 pH를 생각할 때에 樹幹流가 최종적으로는 播種 및 植栽地에 유입하기 때문에 그 양도 고려해 두는 것이 중요하며, 앞으로 비탈면 播種이나 植栽의 수종선정에 있어서는 각 樹種의 樹幹流의 pH를 고려하는 것도 필요하다.

또한 삼나무, 편백 등의 針葉樹를 播種 및 植栽하는 경우에는 동시에 闊葉樹도 播種, 植栽하여 토양에 침투하는 낮은 pH의 樹幹流量을 경감시키는 것도 필요하며, 특히 편백은 樹幹流量이 많기 때문에 이 점을 배려해야 할 것이다. 더욱이 播種 및 植栽 예정지의 토양의 두께나 緩衝能力을 조사하여 낮은 pH 樹幹流의 土壤浸透에 의한 토양의 酸性化를 방지하기 위한 구체적인 대책, 예를 들면 土壤改良劑의 施用 등의 대책을 마련하는 것도 바람직하다고 할 수 있다.

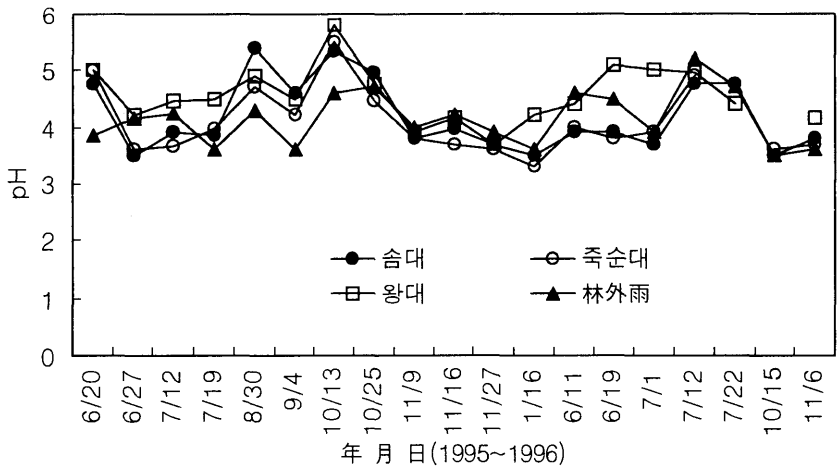

그림 16. 대나무 樹幹流의 pH

Ⅲ. 結 論

앞으로의 비탈면 綠化는 景觀的機能을 중시하는 관점에 의해 播種에 의한 「早期樹林方式」이 주류가 되어 갈 것이라고 생각되나 결코 防災的機能을 경시해서는 안된다. 즉 防災的으로 만족되지 않은 비탈면에 景觀的機能을 중시하면 커다란 災害를 초래하게 된다. 또한 播種에 의한 「早期樹林方式」의 도입에 있어서는 전술한 것 이외에,

1) 在來種의 선정과 그 採種方法은 무엇인가.
2) 施工時期를 어떻게 생각할 것인가.
3) 木本植物과 土木構造物은 기본적으로 다르기 때문에 완성 후의 검사도 導入植物의 성장에 맞추어 반년 후 또는 1년 후, 2년 후라는 긴 스케일로 생각하는 것이 필요하다.
4) 植生의 검사방법을 빨리 개선하지 않으면, 지역 固有의 木本植物의 도입을 아무리 추천하여도 단지 구호로 그칠 가능성이 있다.

등, 해결해야 할 문제가 있다. 더욱이 土木工學의 분야에 있어서 綠化(綠)의 의미를 명확히 하는 것과 土木技術者 및 發注者 측의 綠化에 대한 이해(生物로서 植物을 취급하고, 주로 관공서의 발주 및 시공시기와 검사법의 대폭적인 개선)를 갖게 하는 것이 필요할 것이다. 이를 위해서는 綠化關係者, 土木關係者 및 發注者(주로 관공서)의 교류기회(연구회 등)를 가지는 것도 매우 의미가 있는 것이다.

引用文獻

1. 全槿雨・朴完根・廉圭眞・江崎次夫. 1998a. 林道 비탈면의 안정을 위한 綠化工法 開發(Ⅰ) -被覆資材와 綠化工法-. 1998年度 韓國林學會 定期總會 및 學術硏究發表會: 91-93.
2. 전근우・박완근・염규진・안태봉・江崎次夫. 1998b. 환경친화형 피복자재를 이용한 비탈면 안정기술 개발(Ⅰ) -피복자재와 도입식생 선정 및 현지시험-. '98 한일공동심포지엄 논문집: 1-13.
3. 전근우・박완근・염규진・江崎次夫. 1999a. 다기능 휠터가 식생 생육과 비탈면 안정에 미치는 영향. 1999년도 한국환경복원녹화기술학회 정기총회 및 춘계학술발표대회: 3-4.
4. 전근우・이상용・이종규・박완근・염규진・江崎次夫. 1999b. 임도 비탈면의 식생침입과 녹화공법 개발. '99 한일공동심포지움 논문집: 1-15.
5. 江崎次夫・藤久正文. 1990. のり面の綠化について(Ⅰ). 日本綠化工學會誌 15(3): 1-13.
6. 江崎次夫・藤久正文・井門義彦. 1992. 防災的見地からの堤防のり面雜草類の利用. 雜草硏究 37(3): 239-247.
7. 江崎次夫・藤久正文・河野修一・井門義彦・岩本徹・全槿雨. 1995. コグマザサの刈り込の回復. 愛媛大學農學部演習林報告 33: 17-39.
8. 江崎次夫. 1995. 愛媛縣の綠化と環境. 平成7年度愛媛縣綠化センター講演會資料: 1-24.
9. 江崎次夫. 1996a. 愛媛縣における綠化と環境. 平成8年度全國特定法面保護協會愛媛支部綠化講演會資料: 1-22.
10. 江崎次夫. 1996b. 造園用樹木類の樹幹流の量およびpH. ランドスケープ硏究 59(5): 53-56.
11. 岡部宏秋・江崎次夫・丸本卓也・早川誠而・赤間慶子. 1994. 共生微生物の植生回復技術への適用(Ⅰ) -外生菌根菌の活用-. 森林立地 36(2): 55-63.
12. 堀田庸. 1991. 酸性雨と關東地方のスギの衰退. 森林科學 1: 1-18.
13. 石塚和祐. 1992. 酸性降下物に對する土壤の緩衝能の實態と評價. 森林立地 34(1): 26-35.
14. 玉置元則・平木隆年. 1986. わか國各地における雨水pHの年平均値(2). 環境技術 15: 215-220.
15. 佐々木重幸・高木潤治・西尾敏. 1991. 福岡

縣の山間部における降水および渓流水のpHと樹種の成分について. 森林立地 33(1): 1-7.
16. 佐々朋辛・後藤和秋・長谷川浩一・池田重人. 1991. 盛岡市周邊の代表的森林における林外雨, 林内雨, 樹幹流の酸性度ならびにその溶存成分 -樹種による樹幹流のpH固有雨値-. 森林立地 32(2): 43-58.
17. 眞田勝・太田誠一・眞田悦子. 1991. 札幌近郊におけるトドマツ, エゾマツ人工林の樹幹流・林内雨および林外雨について. 森林立地 32(2): 8-15.
18. 環境廳水質保全局農藥課監修. 1990. 酸性雨土壤・植生への影響. 公害研究對策センター: 1-198.
19. Tsugio EZAKI and Yoshihiko IMON. 1993. Revegetation of river environments utilizing kind of weeds. Proceeding of the International Symposium '93 on Design of Amenity: 22-23.
20. Tsugio EZAKI at el. 1993. Effects of covering materials on growth of tree and herbaceous plant. Sino-Japanese Symposium on Applications of Mulching Materials for Soil and Water Conservation: 35-37.
21. Tsugio EZAKI, Touru IWAMOTO, Shuichi KOHNO, Masafumi FUJIHISA and Kun-Woo CHUN. 1996. Changes of pH values on the runoff water of the rainfall by forest soils and tree species. Journal of International Rainwater Catchment Systems 2(1): 85-92.