

순비기나무의 녹화소재 이용성 확대를 위한 토양 및 토양수분 적응성에 관한 연구^{1a}

박종민^{2*} · 김도균³

A Study on the Tolerance to the Soil Properties and Water Contents of *Vitex rotundifolia* Seedlings for Extension of Rehabilitation Plant^{1a}

Chong-Min Park^{2*}, Do-Gyun Kim³

요약

순비기나무를 해안의 매립지와 모래언덕뿐만 아니라 각종 훼손지 비탈면과 조경공간 등의 녹화·조경용 식물재료로서 이용성을 확대시키는 방안을 모색하기 위하여, 실생묘와 삽목묘를 이용하여 토양의 종류와 토양함수율에 따른 성장특성을 연구하였던 바, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 토양함수율 5%구에서도 실생묘가 70% 이상, 삽목묘가 40% 이상의 생존율을 나타내어 순비기나무는 내건성이 대단히 강한 수종으로 나타났다. 토양함수율 10% 이상에서 실생묘는 92~100%가 생존하였고, 삽목묘는 50~80%가 생존하였다.
2. 토양별 묘목의 평균생존율은 실생묘의 경우 화강암질풍화토에서 94%로 가장 높았고, 바다모래(93%)와 적색미사질양토(88%)에서도 높은 생존율을 나타내어 토양적응성이 높은 것으로 나타났다. 삽목묘의 경우 56~66%로 실생묘보다 낮은 생존율을 나타내었는데, 낙엽기에 이식하거나 생장기에는 전정 후에 이식하면 생존율을 높일 수 있을 것이다.
3. 줄기길이, 근원직경, 잎, 뿌리길이 등의 성장량은 3개 시험 토양에서 모두 토양함수율이 높을수록 크게 나타났다. 토양함수율에 따른 성장량의 차이는 줄기길이에서 가장 뚜렷하게 나타났다.
4. 토양별 성장량은 전반적으로 화강암질풍화토에서 가장 많았고, 그 다음이 바다모래와 적색 미사질양토의 순으로 나타났다. 그러나 3개 시험토양 사이에 큰 차이는 없었다.
5. 따라서 순비기나무는 토양적응성이 넓고 내건성이 강하여 해안지역과 육지의 다양한 녹화·조경 대상지에서 녹화식물로서 이용범위가 대단히 넓을 것으로 판단된다.

주요어 : 성장량, 토질, 토양함수율

1 접수 3월 18일 Received on Mar. 18, 2004

2 전북대학교 산림과학부(농업과학기술연구소) Faculty of Forest Science, Chonbuk National Univ., (IAST)

3 호남대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Honam Univ., Gwangju (506-714), Korea

a 이 논문은 2000년도 전북대학교 학술연구조성비의 지원에 의한 연구임.

* 교신저자, Corresponding author

ABSTRACT

This study was carried out to survey the usability of *Vitex rotundifolia* as an afforestation and landscaping plant on destroyed slopes, sandyhills of sea boards, and places in need of landscaping. The growth characteristics of seedlings and rooted cuttings of *Vitex rotundifolia* in soils of varying properties and water content were studied. In three test soils, with a water content of 5% each, the survival rate was more than 70% for seedlings and more than 40% for rooted cuttings. This demonstrates that *Vitex rotundifolia* is a very strongly xeric tree species. The length of stem, the diameter of root stock, leaves, and the length of root increased in all the three types of soil as the quantity of soil water increased. The difference of the growth in response to the water content of the soil was most pronounced in the length of the stem. The growth of seedlings was most notable in the weathered granitic soil. The sea sand and the red silt loam came second and third, respectively. However, there was no major difference in the three test soils. Thus, *Vitex rotundifolia* appears well-suited to several soil properties and soil water quantities, which makes it very useful as an afforestation and landscaping plant in various sites.

KEY WORDS : GROWTH, SOIL PROPERTY, SOIL WATER CONTENTS

서론

과거에 우리나라의 주요 사방 대상이었던 삼림황폐지는 토목공학적인 방법과 조림학적 방법을 통하여 1980년대에 복구사방사업이 마무리 단계에 이르렀다(박호진, 1987; 산림청, 1989; 이천용, 1986). 그러나 산업시설 조성 및 확장·국토개발·택지조성 등에 수반하여 절개지 및 훼손지가 많이 발생하고 있고, 입업경영의 필수 기반시설인 임도개설이 증가하면서 그에 따른 절·성토 비탈면이 많이 발생하고 있다. 이들 훼손지에서는 토사유출과 붕괴가 빈번히 발생하여 인명·재산·교통 등의 측면에서 많은 피해를 유발하고 있는 실정이다.

특히 인위적으로 만들어진 각종 훼손지 비탈면은 그 유형이 다양하고 대부분 일상 가시경관지역 내에 위치하기 때문에, 이들 훼손지에 대한 복구 및 녹화대책은 국토보전적 측면에서뿐만 아니라 환경보전과 생활환경의 조성 차원에서 중요한 과제로 대두되었으며, 이 분야에 대한 연구가 활발히 수행되어 왔다(강태호 등, 2001; 김남춘 등, 2002; 김세천과 박종민, 1988; 김세천 등, 1990; 김의영 등, 2002; 서병수 등, 1988; 우보명, 1983; 이준우 등, 2003).

훼손지 비탈면은 대체로 토양의 이화학적 성질이 불량하여 식물의 생육에 부적합한 상태다. 즉, 절취비탈면은 토양과 양분이 부족하고, 성토비탈면은 토양의 입도분포가 고르지 못하고 양분이 부족한 상태다.

따라서 녹화수목은 1차적으로 수분부족상태에서 생육하게 되므로, 식재 후에 고사하거나 생장이 불량하여 녹화공의 효과를 발휘하지 못하게 되는 경우가 많다(Sheldon, 1975; Sheldon *et al.*, 1976; 岩川, 1978).

또한 임해지역은 공단·공항·항만·저장시설·해양도시·해상관광단지·쓰레기 매립장·농경지 등을 조성할 목적으로 매립되고 있으며, 매립지의 환경개선을 위해 토지이용상황에 따라 다양한 녹지대 조성 및 조경사업을 시행하고 있다(농어촌진흥공사, 1996; 김도균, 2000). 그런데 이러한 임해매립지의 토양은 다양한 토질로 구성되고 건조·배수불량·염분상승 등으로 인해 식물의 생육에 불리한 조건을 가지고 있기 때문에, 식재 수목은 활력이 저조하여 수형이 불량해지거나 고사하는 경우가 많다(本間啓, 1973; 유의열, 1990; 구본학과 안건용, 1993; 김도균과 박종민, 2004).

이와 같이 생육기반 토양조건이 불량한 녹화 대상지에서는 식물의 토질 적응성·내건성·내습성·내염성 등의 특성이 녹화공사의 성패를 결정짓는 요인이 되므로, 녹화식물의 이러한 내환경성에 관한 연구는 중요한 의의를 갖는다.

녹화수목의 생장과 토양수분의 영향에 관한 연구로는 이호준 등(1975)은 독나지의 내건성 식물로 추정되는 싸리나무(*Lespedeza bicolar* Turce var. *japonica*)를 대상으로 토양함수량을 조절하여 재배한 결과 식물의 생장과 근류의 형성이 토양함수량이 많을수록 증가

하였다고 보고하였다. 김원(1977)은 아까시나무(*Robinia pseudoacacia*)를 대상으로 토양수분을 조절하여 재배한 결과 5%구는 발아 100일 이후부터 고사하였고, 10%구에서 최소생장을, 70%구에서 최대생장을 나타내었는데, 식물의 성장과 근류의 형성은 토양함수량에 비례하여 큰 값을 나타냈다고 보고한 바 있다. 또한 홍경혜와 김원(1982)은 쪽제비싸리(*Amorpha fruticosa*)를 재료로 토양수분을 조절하여 재배하였는데, 줄기의 신장생장, 건물생산량, 엽면적 등은 토양함수율에 비례한 반면에 뿌리의 길이생장은 5%와 10%구에서 더 왕성하였다고 하였다. 김원과 조영호(1984)는 박태기나무(*Cercis chinensis*)를 대상으로 토양함수량을 조절하여 내건성과 성장특성을 조사하였는데, 줄기의 신장생장, 건물생산량, 엽면적 등이 전반적으로 토양함수율에 비례하였으며, 5%구에서도 생장은 저조하였으나 고사하지 않은 것으로 보아 박태기나무는 내건성이 강한 수종이라고 할 수 있다고 보고하였다.

박종민(1992)은 주요 절개지 녹화용 덩굴식물인 등나무의 유묘를 대상으로 토양함수율을 다르게 하여 재배한 결과 토양함수율 5%에서는 고사하였지만 10%에서 성장하여 내건성이 인정되었고, 신장생장·직경생장·엽생장·건물생산량·근류형성량 등은 함수율의 증가에 따라 증가하는 특성을 나타내었다고 보고한 바 있다. 김용식 등(1999)은 평양지역의 바다준설모래를 이용한 임해매립지에서 자라는 조경수목을 대상으로 가뭄피해 정도를 조사한 결과, 상록활엽교목과 낙엽침엽교목류의 가뭄피해가 컸으며, 가뭄에 강한 수종은 해송·회말라야시다·가이즈까향나무·피라칸사·사철나무 등으로 나타났다고 하였다.

본 연구의 대상인 순비기나무(*Vitex rotundifolia*)와 관련된 연구로는 김계환과 박종민(1998)이 변산반도 국립공원 지역의 순비기나무군락을 대상으로 생육환경과 형태적 특성을 조사하여 낙엽성이고 줄기에서 뿌리를 내려 모래밭을 기어가며 성장하기도 하고 덩불형으로 자라기도 하는 특성을 확인하였으며, 박종민과 박을수(2001)는 종자번식과 삼목번식 시험을 통해 해안사구식물인 순비기나무가 염분이 없는 토양에서도 번식이 잘되는 것으로 보고한 바 있다. 그러나 토양

의 종류, 토양함수량, 토양염분농도 등에 적응성에 대한 연구는 아직 수행된 바 없다.

따라서 본 연구는 순비기나무를 대상으로 여러 가지 토성과 토양수분 조건에서의 성장특성을 구명하여, 해안지역의 매립지 및 모래언덕뿐만 아니라 내륙의 각종 훼손지 비탈면과 조경공간 등의 녹화·조경용 식물재료로서의 이용성을 확대시키는 방안을 모색하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

1) 공시식물

본 연구의 공시식물인 순비기나무의 종자와 삽수는 전북 부안군 변산면 격포리의 자생지에서 채취하여 사용하였다.

2) 공시토양

본 연구에서 사용한 토양은 화강암질풍화토(마사토), 적색미사질양토(황토), 바다모래 등 3가지다. 이 가운데 화강암질풍화토와 적색미사질양토는 전북대학교 농과대학 내에 위치한 산의 심층부(B층 토양)에서 채취하였고, 바다모래는 전북 부안군 변산면 격포리 순비기나무 군락지에서 채취하였다.

3) Pot

본 실험에서는 가로 20cm×세로 20cm×높이 25cm의 플라스틱 pot를 사용하였다.

2. 연구방법

1) 실험설계

본 연구에서는 실험요인을 토질과 토양함수율의 2가지로 설계하였다.

가. 토질요인

Table 1. Conditions of experimental soils

Soil	Separates(%)			Soil texture	pH	Field capacity(%)
	Sand	Silt	Clay			
Granite soil(Gs)	70.2	18.1	11.7	LS	5.2	41.8
Red silt(Rs)	49.1	37.4	13.5	SiL	5.7	63.6
Sea sand(Ss)	67.3	27.4	5.3	SL	7.4	43.1

토질요인은 공시식물인 순비기나무의 토질 적응성을 판단하기 위하여 자생지 토양인 바다모래, 내륙지방 훼손지의 대표적인 토양인 화강암질풍화토(마사토)와 적색 미사질양토(황토)의 3가지로 구분하였다. 각 시험 토양은 채취한 기본토양을 10번 체(2mm)로 체가름하여 사용하였고, 각 시험토양의 토성, pH, 포장용수량은 Table 1에 나타난 바와 같다.

나. 토양함수율 요인

토양함수율 요인은 공시식물인 순비기나무의 내건성 정도를 측정하는 것으로서 토양별로 포장용수량 범위 내에서 각각 5%구, 10%구, 20%구, 30%구의 4 단계로 구분하였다.

2) 시험용 묘목의 육성과 pot 이식

종자는 2000년 10월 20일에 채취하여 기건 저장하였다. 충실한 종자만을 선별하여 멸균증류수로 충분히 수세한 다음 5% 숯홍수에 5분간 담갔다, 70% 에틸알코올에 30초 정도 침지시켜 표면살균한 후 멸균수로 5회 이상 수세하였다. 2001년 3월 10일에 소독한 종자를 멸균시킨 vermiculite를 채운 파종상자에 파종하였다.

또한 2001년 4월 30일에 순비기나무의 숙지에서 삼수를 채취한 후 박종민과 박을수(2001)의 순비기나무 번식연구에서 가장 발근율이 좋은 것으로 보고된 NAA 200ppm + sucrose 2%에 침지하여 멸균시킨 vermiculite를 채운 파종상자에 삼목하였다.

파종과 삼목을 통해 각각 60일 동안 파종상자에서 육성한 묘목은 2001년 7월 1일에 시험용 pot에 이식하였다. 실생묘는 묘목의 길이가 비슷하고 건전한 것을 선발하여 파종상에서 1본씩 편셋으로 뿌리부분까지 절려서 흙이 뿌리에 붙게 해서 pot에 5본씩 이식하였다. 삼목묘는 삼목상에서 모두 굴취하여 발근상태가 양호하고 줄기와 잎의 생장이 비슷한 것을 선발하여 pot에 5본씩 이식하였다.

각 시험요인별로 실생묘는 50본씩, 그리고 삼목묘는 40본씩을 배치하였고, 시험 종료시의 성장량 변화를 비교하기 위해 이식 후 바로 각 묘목의 줄기 길이, 근원직경, 엽수를 측정하였다.

3) 토양함수율 조절

시험토양별로 pot 내 토양의 함수율을 설정된 각 시험수준으로 조절하는 것은 김원(1977)과 박종민(1992)의 방법에 따랐다. 즉, pot에 일정량의 토양을 채우고 급수관을 매설하고 pot 밑으로 배수될 때까지 관수한 다음 12시간 후에 함수량을 측정하고, 관수를

중단한 상태에서 매일 pot의 중량을 칭량하여 토양함수율을 측정하였다.

묘목을 이식한 후 바다모래에서 30%구는 1일 후, 20%구는 2일 후, 10%구는 4일 후, 그리고 5%구는 7일 후에 목표수준에 도달하여 각각 당일부턴 수분조절을 시작하였다. 묘목을 이식한 후 화강암질풍화토와 적색 미사질양토에서는 30%구는 각각 2일과 4일 후, 20%구는 각각 5일과 7일 후, 10%구는 각각 8일과 10일 후, 그리고 5%구는 각각 12일과 13일 후에 목표수준에 도달하여 각각 당일부턴 수분조절을 시작하였다. 토양함수율을 일정하게 유지하기 위하여 매일 하오 6시부터 각각의 pot를 저울로 칭량하면서 적정수량을 급수관을 통해 공급하였는데, pot에 공급하는 물은 지하수를 사용하였다.

4) 관리

길이 10m×폭 5m×높이 2.5m의 비닐하우스를 제작하여 고온 및 과량의 광투과를 조절하기 위하여 자연광의 30% 차광망을 설치하였으며, 강우시에는 비닐멀칭을 하여 빗물을 차단하였다. 지표면으로부터의 오염과 수분침투를 방지하기 위해 바닥에 보도블럭을 포설하고 그 위에 pot를 올려놓았다. 식물체의 상호 피음이 일어나지 않도록 매일 수분 공급시에 pot의 위치를 바꾸어 놓았으며, 줄기의 도복과 영킴을 방지하기 위해 알루미늄철판사로 지주를 설치하였다. 또한 시험기간 동안 해충방제를 위해 메타시스톡스 1,000배액을 2회 살포하였다.

5) 묘목의 성장량 조사

pot 이식 후 매일 수분 공급시에 각 개체에 대한 잎의 탈락, 고사상태를 관찰하여 기록하였고, 80일이 지난 9월 23일에 최종적으로 묘목을 채취하여 묘목의 줄기길이, 근원직경, 최대 뿌리길이, 엽수, 엽면적 등을 측정하였다. 엽수와 엽면적은 성장기간에 탈락한 잎을 포함하였다. 측정방법은 줄기길이와 최대뿌리길이는 1.0mm까지, 근원직경은 버어니어를 사용하여 0.1mm까지 측정하였고, 엽면적은 Delta-T Device의 Area Meter(Model MK2)를 이용하여 0.1cm²까지 측정하였다. 각 처리구마다 고사한 개체수를 제외하고 시험 종료시에 생존한 개체만을 대상으로 성장량을 측정하여 평균값을 계산하였다.

6) 시험결과의 통계분석

시험결과에 대한 통계분석은 통계처리는 SAS version 8.10 프로그램을 이용하여 유의수준 0.05에서 LSD 검정을 하였다.

결과 및 고찰

1. 토양별 및 토양함수율별 묘목의 생존율

실험에 사용한 순비기나무 실생묘와 삼목묘의 토양별 및 토양함수율별 생존율을 조사한 결과는 Table 2에 나타난 바와 같다.

실생묘의 경우 바다모래에서는 토양함수율 5%구에서 76%의 생존율을 나타내었고, 10%구에서도 96%가 생존하였으며, 20%와 30%구에서는 100%의 생존율을 나타내었다. 화강암질풍화토에서는 토양함수율 5%구에서 76%의 생존율을 나타내었고, 10~30%구에서는 모두 100%의 생존율을 나타내었다. 적색 미사질양토에서는 토양함수율 5%구에서 72%의 생존율을 나타내었고, 10~30%구에서는 92~96%의 생존율을 나타내었다. 토양별 전체 평균 생존율을 비교하면 화강암질풍화토에서 94%로 가장 높았고, 그 다음이 자생지 토양인 바다모래에서 93%이고, 적색 미사질양토에서 88%로 가장 낮은 생존율을 나타내었다.

삼목묘의 경우 바다모래에서는 토양함수율 5%구에서 40%의 생존율을 나타내었고, 10%구에서 55%의 생존율을 보였으며, 20%와 30%구에서는 각각 60%와 70%의 생존율을 나타내었다. 화강암질풍화토에서는 토양함수율 5%구에서 50%의 생존율을 나타내었고, 30%구에서는 80%로 가장 높은 생존율을 나타내었다. 적색 미사질양토에서는 토양함수율 5%구에서 50%의 생존율을 나타내었고, 30%구에서는 80%로 가장 높은 생존율을 나타내었다.

내었고, 30%구에서는 80%로 가장 높은 생존율을 나타내었다. 적색 미사질양토에서는 토양함수율 5%구에서 50%의 생존율을 나타내었고, 30%구에서 70%의 생존율을 나타내었다. 토양별 전체 평균 생존율을 비교하면 화강암질풍화토에서 66%로 가장 높았고, 그 다음이 적색 미사질양토 60%이고, 자생지 토양인 바다모래에서 56%로 가장 낮은 생존율을 나타내었다.

전체 토양에서 토양함수율별로 비교하면 실생묘는 5%구에서만 생존율이 뚜렷이 낮게 나타나고 토양함수율 10% 이상에서는 비슷한 경향이었는데, 삼목묘에서는 5%에서 가장 낮았지만 10%구와 차이가 없고 그 이상의 토양함수율에서 높은 생존율을 나타내었다. 대단히 건조한 상태인 토양함수율 5%구에서도 실생묘는 70% 이상, 삼목묘는 40% 이상의 생존율을 나타낸 것을 보면 순비기나무는 내건성이 대단히 강한 수종인 것으로 판단된다. 또한 토양별로는 전반적으로 자생지 토양인 바다모래와 육지토양인 화강암질풍화토 및 적색 미사질양토 사이에 비슷한 생존율을 나타내었으며, 이로써 순비기나무의 토양적응성의 범위는 넓은 것으로 판단된다.

묘목의 성장별로 보면 삼목묘가 전반적으로 실생묘에 비해 생존율이 낮게 나타났는데, 그 이유는 삼목묘의 경우 삼목상에서 근계보다 지상부가 월등히 왕성하게 성장하여 이식 후의 활착에 어려움이 있었던 것으로 추정된다. 따라서 삼목을 통해 육성된 묘목을 이식할 때에는 삼목상에서 생장이 정지한 때에 이식하게

Table 2. Survival ratio of *Vitex rotundifolia* seedlings with soil properties and water contents

Soil property	Soil water content(%)	No. of experiment seedling		No. of survival seedling		Survival ratio(%)	
		Seedling	Rooted cutting	Seedling	Rooted cutting	Seedling	Rooted cutting
Sea sand	5	50	40	38	16	76.0	40.0
	10	50	40	48	22	96.0	55.0
	20	50	40	50	24	100	60.0
	30	50	40	50	28	100	70.0
	Mean	50	40	46.5	22.5	93.0	56.3
Granite soil	5	50	40	38	20	76.0	50.0
	10	50	40	50	24	100	60.0
	20	50	40	50	30	100	75.0
	30	50	40	50	32	100	80.0
	Mean	50	40	47.0	26.5	94.0	66.3
Red silt	5	50	40	36	20	72.0	50.0
	10	50	40	46	22	92.0	55.0
	20	50	40	46	26	92.0	65.0
	30	50	40	48	28	96.0	70.0
	Mean	50	40	44.0	24.0	88.0	60.0

나, 전정 후에 이식하면 높은 활착률을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

2. 토양별 및 토양함수율별 묘목의 성장량

바다모래, 화강암질풍화토, 적색 미사질양토의 3가지 토양에 대하여 토양함수율을 4단계로 조절하여 순비기나무 실생묘를 재배한 후 줄기길이 성장량, 근원직경 성장량, 엽수, 엽면적, 최대 뿌리길이 등을 조사한 결과는 다음과 같다.

1) 줄기길이 성장량

실생묘의 줄기길이 성장량을 측정한 결과는 Table 3에 나타난 바와 같다.

바다모래에서는 토양함수율 5%구에서 37.8%의 성장율을 나타내었고 10~30%구에서는 53.1~59.5%의 성장율을 나타내었다. 화강암질풍화토에서는 토양함수율 5%구와 10%구에서 50% 미만의 비교적 낮은 성장율을 나타내었고, 20%와 30%구에서는 65% 정도의 비교적 높은 성장율을 나타내었다. 적색 미사질양토에서는 토양함수율 5%구와 10%구에서 40% 미만의 가장 낮은 성장율을 나타내었고, 20%구와 30%구에서는 55% 정도의 성장율을 나타내었다.

전반적으로 토양함수율이 높은 시험구에서 많은 성장을 하였으나, 5%구와 10%구 사이에 그리고 20%구

와 30%구 사이에는 차이가 없었다. 토양별 전체 평균 성장률을 비교하면 화강암질풍화토에서 55.2%로 가장 높았고, 그 다음이 자생지 토양인 바다모래에서 52.2%이고, 적색 미사질양토에서 46.5%로 가장 낮은 성장률을 나타내었다.

2) 직경 성장량

실생묘의 근원직경 성장량을 측정한 결과는 Table 4에 나타난 바와 같다.

바다모래에서는 토양함수율 5%구에서 41.7%의 성장율을 나타내었고, 10%구와 20%구에서 50%, 30%구에서 58.3%의 성장율을 나타내었다. 화강암질풍화토에서는 토양함수율 5%구에서 46.2%로 가장 적게 증가하였고, 30%구에서 72.7%로 가장 많이 성장하였다. 적색 미사질양토에서는 토양함수율 5%구와 10%구에서 40%와 45.5%의 성장율을 나타내었고, 20%구와 30%구에서는 50%의 성장율을 나타내었다.

전반적으로 토양함수율이 높을 시험구에서 많은 성장을 하였으나, 화강암질풍화토를 제외하고는 토양함수율 사이에 뚜렷한 차이가 없었다. 전반적으로 직경의 증가량은 0.5~0.8mm로서 길이생장에 비하면 시험기간 동안의 직경성장량은 아주 적은 상태다. 토양별 전체 평균 성장률을 비교하면 화강암질풍화토에서 59.7%로 가장 높았고, 그 다음이 자생지 토양인 바다모래에서 50.0%이며, 적색 미사질양토에서 46.4%로 가장

Table 3. Stem growth of *Vitex rotundifolia* seedlings with soil properties and water contents

Soil property	Soil water content(%)	Initial stem height(cm)	Stem growth amount (cm)*	Stem growth ratio(%)
Sea sand	5	28.6	^b 10.8 ^c	37.8
	10	27.1	^a 14.4 ^b	53.1
	20	27.2	^b 15.9 ^{ab}	58.5
	30	29.9	^a 17.8 ^a	59.5
	Mean			14.7
Granite soil	5	31.2	^a 13.5 ^b	43.3
	10	31.7	^a 14.9 ^b	47.0
	20	31.5	^a 20.6 ^a	65.4
	30	28.1	^a 18.3 ^a	65.1
	Mean			16.8
Red silt	5	36.0	^{ab} 12.3 ^b	34.2
	10	33.9	^a 13.5 ^b	39.8
	20	33.2	^{ab} 18.2 ^a	54.8
	30	30.1	^a 17.2 ^a	57.1
	Mean			15.3

* left added alphabet; LSD within soils at same soil water content

* right added alphabet; LSD within soil water contents at same soil

Table 4. Root collar diameter of *Vitex rotundifolia* seedlings with soil properties and water contents

Soil property	Soil water content(%)	Initial R.C.D(mm)	Growth amount of R.C.D(mm)	Growth ratio of R.C.D(%)
Sea sand	5	1.2	^b 0.5 ^c	41.7
	10	1.2	^b 0.6 ^b	50.0
	20	1.2	^b 0.6 ^b	50.0
	30	1.2	^b 0.7 ^a	58.3
	Mean			0.6
Granite soil	5	1.3	^a 0.6 ^c	46.2
	10	1.2	^a 0.7 ^b	58.3
	20	1.3	^a 0.8 ^a	61.5
	30	1.1	^a 0.8	72.7
	Mean			0.7
Red silt	5	1.0	^c 0.4 ^a	40.0
	10	1.1	^b 0.5 ^a	45.5
	20	1.2	^b 0.6 ^a	50.0
	30	1.0	^c 0.5 ^a	50.0
	Mean			0.5

* left added alphabet; LSD within soils at same soil water content

* right added alphabet; LSD within soil water contents at same soil

* R.C.D; root collar diameter

낮은 생장률을 나타내었다. 이러한 결과는 길이생장에서와 같은 경향이였다.

3) 잎의 생장량

실생묘의 엽수 증가량과 엽면적을 측정 한 결과는 Table 5에 나타난 바와 같다.

Table 5. Leaf number and area of *Vitex rotundifolia* seedlings with soil properties and water contents

Soil property	Soil water content(%)	Initial leaf number	Final leaf number	Increase number of leaf	Increase ratio of leaf(%)	Final leaf area(cm ²)
Sea sand	5	8.0	13.0	^b 5.0 ^c	62.5	47.3
	10	8.2	14.0	^b 5.8 ^b	70.7	57.4
	20	8.7	14.0	^b 5.3 ^{ab}	60.9	60.5
	30	8.4	15.0	^b 6.6 ^a	78.6	68.5
	Mean				5.7	68.2
Granite soil	5	9.6	16.0	^a 6.4 ^b	66.7	57.5
	10	9.6	17.0	^a 7.4 ^a	77.1	65.6
	20	8.6	16.0	^a 7.4 ^a	86.0	71.6
	30	8.6	16.0	^a 7.4 ^a	86.0	74.4
	Mean				7.2	79.0
Red silt	5	7.6	13.0	^b 5.4 ^a	71.1	47.1
	10	9.7	15.0	^b 5.3 ^a	54.6	59.2
	20	8.4	14.0	^b 5.6 ^a	66.7	61.2
	30	9.6	15.0	^c 5.4 ^a	56.3	64.8
	Mean				5.4	62.2

* left added alphabet; LSD within soils at same soil water content

* right added alphabet; LSD within soil water contents at same soil

Table 6. Growth of the longest roots of *Vitex rotundifolia* seedlings with soil properties and water contents

Soil property	Soil water content(%)	Initial root length(cm)	Root growth amount(cm)	Root growth ratio(%)
Sea sand	5	8.2	^b 4.8 ^a	58.5
	10	9.0	^{ab} 5.0 ^a	55.6
	20	8.6	^b 5.2 ^a	60.5
	30	8.6	^b 5.2 ^a	60.5
	Mean			5.1
Granite soil	5	11.8	^a 5.9 ^a	50.0
	10	10.4	^a 5.7 ^a	54.8
	20	10.6	^a 6.3 ^a	59.4
	30	8.0	^a 6.2 ^a	77.5
	Mean			6.0
Red silt	5	9.6	^b 4.0 ^c	41.7
	10	11.9	^b 4.4 ^{bc}	37.0
	20	11.0	^b 5.3 ^a	48.2
	30	9.6	^b 4.9 ^{ab}	51.0
	Mean			4.7

* left added alphabet; LSD within soils at same soil water content

* right added alphabet; LSD within soil water contents at same soil

엽수는 바다모래에서 토양함수율과 뚜렷한 관계를 나타내지 않으며 5.0~6.6개가 증가하였고, 전체 토양함수율 평균 5.7개의 증가를 나타내었다. 화강암질풍화토에서는 토양함수율 5%구에서 6.4개의 엽수 증가를 나타내었고, 10~30%구에서는 모두 7.4개의 잎이 증가하였으며 전체 평균 7.2개가 증가하여 3가지 토양 가운데 가장 많은 엽수 증가를 나타내었다. 적색 미사질양토에서는 바다모래에서와 마찬가지로 토양함수율에 따른 일정한 경향을 나타내지 않고 5.3~5.6개의 잎이 증가하였으며 전체 평균 5.4개로 바다모래와 비슷하였다.

엽면적은 엽수와는 달리 3가지 시험토양에서 모두 토양함수율이 높을수록 많았고, 토양별 전체 평균엽면적은 화강암질풍화토에서 67.3cm²로 가장 많았으며 다음으로 바다모래(58.4cm²)와 적색 미사질양토(58.1cm²)는 비슷한 값을 나타내었다.

한편, 최종 엽수와 엽면적 사이에 뚜렷한 상관관계를 나타내지 않고 있는데, 이것은 단일엽의 크기에 기인한 것이다. 이러한 현상은 엽수가 같더라도 토양함수율이 높은 시험구의 엽면적이 크게 나타난 결과로도 설명된다.

4) 뿌리의 생장량

삼목묘의 뿌리 가운데서 가장 긴 뿌리의 생장량을

측정한 결과는 Table 6에 나타난 바와 같다. 바다모래에서는 적은 차이이지만 토양함수율 5%구에서 4.8cm로 가장 적은 생장량을 나타내었고, 15%구와 20%구에서는 5.2cm로 다소 많은 생장량을 나타내었으며, 전체 평균 5.1cm의 생장량을 나타내었다. 화강암질풍화토에서는 토양함수율에 따라 뚜렷한 경향을 나타내지 않고 5.7~6.3cm의 생장량을 나타내었으며, 전체 평균 6.0cm로 3가지 토양 가운데 가장 많은 생장량을 나타내었다. 적색 미사질양토에서는 화강암질풍화토에서와 마찬가지로 낮은 토양함수율에서 보다 높은 토양함수율에서 약간 많은 생장량을 나타내었으며, 전체 평균 4.7cm로 3가지 토양 가운데 가장 적은 생장량을 나타내었다. 생장률로 나타내더라도 화강암질풍화토에서 평균 60.4%로 가장 많고, 그 다음이 바다모래 58.8%, 그리고 적색 미사질양토가 44.5%로 가장 적은 생장률을 나타내었다.

이와 같은 결과는 줄기길이 · 근원직경 · 잎의 생장량과 일치하는 경향인데, 그 이유는 바다모래와 화강암질풍화토는 모래의 함량이 많은 토양인데 비해 적색 미사질양토는 미사와 점토의 함량이 많기 때문인 것으로 추정된다. 따라서 순비기나무는 토양 적응성의 범위는 넓지만, 미사와 점토의 함량이 많은 토양보다는 모래의 함량이 많아 통기와 배수가 잘 되는 토양에서 더 잘 성장하는 것으로 판단된다.

종합고찰

순비기나무의 토양의 종류 및 토양수분조건에 대한 적응성을 구명하기 위하여, 3종류의 시험토양에서 토양함수율을 5%에서 30%까지 4개 수준으로 조절하여, 80일 동안 실생묘와 삼목묘를 재배하여 활착상황과 식물체 각 부위의 성장량을 조사하였다.

그 결과 토양함수율 5%의 건조한 조건에서도 삼목묘의 40% 이상과 실생묘의 70% 이상이 생존하였다. 이러한 결과는 토양함수율 5%에서 등나무 묘목이 모두 고사하였다는 보고(박종민, 1992)와 아까시나무 묘목이 토양함수율 5%에서 100일 이후에 고사하였다고 하는 결과(홍경혜와 김원, 1982)와는 대조적이었다. 또한 토양함수율 5% 조건에서 생존한 묘목들은 생장을 계속하였는데, 이것은 박태기나무 묘목이 토양함수율 5%에서 생장이 저조하였으나 고사하지 않았다는 보고(김원과 조영호, 1984)와 일치하는 특성이었다. 본 연구에서 실생묘는 모든 토양수분 조건에서 평균 88% 이상의 높은 생존율을 나타낸 반면에, 삼목묘의 경우 56~66%로 실생묘보다 낮은 생존율을 나타내었는데, 삼목묘를 낙엽기에 이식하거나 생장기에는 전정 후에 이식하면 생존율을 높일 수 있을 것으로 추정된다.

줄기의 길이생장, 직경생장, 잎의 성장 그리고 뿌리의 길이생장은 전반적으로 토양함수율에 비례하여 증가하였다. 이것은 싸리나무(이호준 등, 1975), 아까시나무(김원, 1977), 죽제비싸리(홍경혜와 김원, 1982), 박태기나무(김원과 조영호, 1984), 등나무(박종민, 1992) 등에 대한 연구와 일치하는 결과였다.

또한 화강암질풍화토, 적색 미사질양토, 바다모래의 3가지 시험토양의 평균값을 비교하면, 줄기길이 · 근원직경 · 잎 · 뿌리길이의 성장량에서 큰 차이는 아니지만 화강암질풍화토에서 생장이 가장 양호하였고, 적색 미사질양토에서 가장 적은 성장량을 나타내었다. 그 이유는 바다모래와 화강암질풍화토는 모래의 함량이 많은 토양인 데 비해 적색 미사질양토는 미사와 점토의 함량이 많기 때문인 것으로 추정된다. 따라서 순비기나무는 토양 적응성의 범위는 넓지만, 미사와 점토의 함량이 많은 토양보다는 모래의 함량이 많아 통기와 배수가 잘 되는 토양에서 더 잘 성장하는 것으로 판단된다.

인용문헌

강태호, 안영희, 박용환(2001) 생태적 절개비탈면 조성

을 위한 녹화공법 개선방안 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 4(2): 26-35.

구본학, 안건용(1993) 임해매립지내 조경수목의 하자요인에 관한 연구. 서울대학교 농학연구지 18(2): 83.

김계환, 박종민(1998) 변산반도국립공원내 순비기나무 군락의 생육환경 및 형태적 특성. 환경생태학회지 12(1): 91-101.

김남춘, 윤중서, 배선우, 손원주, 정성철(2002) 비탈면 조기수립화를 위한 녹화용 식물의 활용에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 5(6): 72-85.

김도균(2000) 임해매립지의 조경수목 생장 특성 -광양만의 곰솔과 느티나무를 중심으로-. 영남대학교 대학원 박사학위논문, 82쪽.

김도균, 박종민(2004) 광양만 바다 준설 매립지 느티나무의 식재지반별 토양 이화학적 특성. 한국조경학회지 31(6): 85-94.

김세천, 박종민(1988) 암석황폐지의 녹화 및 경관복구를 위한 조경사방공학적인 연구 -전북지방 채석장을 중심으로-. 전북대 논문집(자연과학편), 3: 141-154.

김세천, 서병수, 박종민, 이창현, 이규완(1990) 공원으로 비탈면의 유형별 안정녹화공법에 관한 연구. 전북대학교 농대 논문집, 21: 93-106.

김원(1977) 수분공급조절에 있어서 아까시나무의 내건성과 생장에 관한 연구. 경북대논문집, Vol.23, 177~197쪽.

김원, 조영호(1984) 수분공급조절에 의한 박태기나무의 내건성과 생장에 관한 연구. 경북대논문집(자연과학), Vol.38, 163~169쪽.

김용식, 오구균, 김도균, 신현탁(1999) 수목의 가목극복을 위한 식재지 관리방안 -광양지역을 중심으로-. 자원문제연구 18(1): 8-13.

김의영, 김남춘, 강진형, 배선우(2002) 급경사비탈면의 녹화공법 개발-종자부착 리핑네트공법을 중심으로-. 한국환경복원녹화기술학회지 5(4): 61-69.

농어촌진흥공사(1996) 한국의 간척. 농어촌진흥공사, 316~344쪽.

박종민(1992) 절개지 토양의 수분조건이 등나무 유묘의 생장에 미치는 영향. 전북대학교 대학원 박사학위논문, 103쪽.

박종민, 박을수(2001) 해안사구 녹화식물 개발을 위한 순비기나무의 생장특성 및 번식에 관한 연구. 한국환경생태학회지 15(1): 57-68.

박호건(1987) 사방시공법의 변천에 관한 연구(Ⅱ) -사방조립 관계를 중심으로-. 충북대 농과연보 5(21): 31-71.

- 산림청(1989) 황폐지복구사, 9~13쪽.
- 서병수, 김세천, 박종민, 이규완(1988) 개발훼손지의 녹화 및 경관복구를 위한 조경사방공학적 연구(1) -시공설계 관계요인 분석-. 도시 및 환경연구(전북대학교) 3: 105-123.
- 우보명(1983) 도로비탈면의 경관안전을 위한 기본모델 설정에 관한 연구. 한국임학회지 61: 69-79.
- 유의열(1990) 입해매립지의 조경수목 식재와 활착에 관한 연구 -인천직할시 남동공업단지를 중심으로-. 한양대학교 환경과학대학원 석사학위논문, 11~47쪽.
- 이준우, 김남춘, 남상준, 박종민, 차두송(2003) 석회석 광산의 식생녹화공법에 관한 고찰-일본 이부키광산과 부코우광산의 사례연구-. 한국환경복원녹화기술학회지 6(6): 72-85.
- 이천용(1986) 우리나라 황폐지 복구사업의 변화와 사방 효과에 관한 연구. 자연 보존 55: 24-30.
- 이호준, 김원, 이일구(1975) 싸리나무에 있어서 수분공급량이 생장에 미치는 영향. 한국식물학회지 18(4): 143-149.
- 홍경혜, 김원(1982) 수분공급조절에 의한 족제비싸리의 생장과 내건성에 관한 연구. 한국생태학회지 5: 123-131.
- 本間啓(1973) 綠地學研究. 東京大學農學部園藝第二(綠化學)研究室 4: 107.
- 岩川乾夫(1978) 播種工における 綠化不良要因と 植被の 保育. 林業技術 435: 11-14.
- Sheldon, J.C.(1975) The reclamation of slate waste. Nature. 14(3): 159-168.
- Sheldon, J.C. and A.D. Bradshaw(1976) The reclamation of slate waste tips by tree planting. Landscape Design 113: 31-33.