

배양토의 조성에 따른
자생 더부살이고사리의 생육과 생리에 미치는 영향

주진희¹⁾ · 방광자²⁾

¹⁾ 상명대학교 산업과학연구소 연구원 · ²⁾ 상명대학교 환경조경학과

Influence of Soil Mixture on the Growth and Physiological
Characteristics of *Polystichum lepidocaulon* Native Fern

Jin Hee Ju¹⁾ and Kwang Ja Bang²⁾

¹⁾ An Investigator of Sangmyung University Industrial Science Research Institute,

²⁾ Prof., Department of Landscape Architecture Sangmyung University.

ABSTRACT

This study was conducted to examine the growth and physiological characteristics of *Polystichum lepidocaulon* native fern as affected by soil mixture as an environment modeled on habitate where was sunken-condition.

1. *Polystichum lepidocaulon* grew well sunken more than non-sunken condition. Under soil mixture of field soil : sand : leaf mold, Plant height, frond width, frond length, stipe length and ornamental value were increased compared with the other soil mixture.

2. Fresh and dry weight of fronds were higher with non-sunken than sunken condition. In sunken condition, fresh and dry weight were better with field soil : sand : leaf mold than the other soil mixture.

3. Number of spore fronds were increased with sunken condition. As sunken condition, sand : leaf mold was better than field soil : sand : leaf mold or leaf mold.

4. Photosynthetic rate, CO₂ absorption rate and water efficiency were higher with field soil : sand : leaf mold than that of sand : leaf mold or leaf mold. expect of stomatal conduction and CO₂ use efficiency.

Key Words : *Sunken condition, Photosynthetic rate, CO₂ absorption rate, Water use efficiency, Stomatal conduction, CO₂ use efficiency, Leaf mold, Sand.*

Corresponding author : Jin Hee Ju, Sangmyung University, AnSoDong, ChonAn 330-720, ChungNam, Korea,
Tel : +82-41-550-5298, E-mail : jjhkcc@naver.com

I. 서 론

1. 연구배경 및 목적

인도의 양치식물이 영국에 소개된 이후 (Beddome, 1864), 양치식물의 생육에 관한 본격적인 연구는 캘리포니아에서 재배된 *Pteris*에 관한 연구(Joe, 1958)로부터 시작되었다고 볼 수 있다. 그 후 재배종 양치식물의 광주성에 대한 연구가 진행되었고(Patterson and Freeman, 1963), *Nephrolepis*에 대한 재배법(Sessions, 1978)과 *Adiantum*에 재배가 소개되었으며(Goudey, 1985), *Pyrrosia*속에 대한 연구가 발표된 바 있다(Hovenkamp, 1986). 좀 더 나아가 *Nephrolepis*의 질소함량비에 따른 생육효과와(Sharman and Whitehouse, 1993) *Rumohra adiantiformis*의 상용비료 시용효과에 관하여 보고 된바 있는데(Schumann and Mills, 1996), 최근에는 *Dryopteris*에 대한 관심이 대두되고 있으며(Hoshizaki and Wilson, 1999), 양치식물의 공생균(mycorrhizas)에 대한 연구(Moteetee et al, 1996)도 진행되고 있다. 이와 같이 선진국에서는 분화 및 실내·외 조경소재로서 많은 양치식물을 수집하여 오랫동안의 연구를 거쳐 실용화 단계에 있다.

우리나라의 경우 관상식물로서 자생 양치식물에 대한 관심이 높아지고(김봉찬, 1995), 남부지방의 지피식물과 실내식물로서의 활용가능성이 강조되면서(안영희 등, 1996), 평고비, 음양고비, 공작고사리, 청나래고사리 등 총 4종에 대한 생체 및 재배적 측면에서의 접근(안영희 등, 1997)이 이루어졌다. 최근 자생 상록양치식물의 실내 조경용 소재로 활성화하기 위한 연구가 수행되면서 가는쇠고사리와 석위의 수분환경(방광자 · 주진희, 2002)과, 도깨비고비, 골고사리, 석위, 버들참빗, 우단일엽 등의 광환경에 대한 연구도 수행되었다(주진희 · 방광자, 2003). 또한 더부살이고사리의 광환경에 따른 생육반을 봄으로써 실내 조경소재로서의 활용가능성을 보여주었다(방광자 등, 2004). 이와 같이 양치식물을 실용화하기 위

한 연구들이 수행되고 있으나 좀 더 다양한 환경 조건에 대한 검증이 필요한 실정이다.

더부살이고사리(*Polystichum lepidocaulon*)는 일본, 한국 그리고 중국동부와 태국에 자생하는 중소형의 양치식물로 직근경으로 뻗으며, 혁질의 암녹색 잎을 가진 상록 양치식물이다(Hoshizaki and Moran, 2001). 우리나라에서는 제주도 및 남부 다도해 지방에서 흔히 볼 수 있는 상록 양치식물로 보통은 그늘지고 습기가 많은 계곡의 사면에서 무성한 군락을 이루어 자생하는 것으로 알려져 있으며(이창복, 1993), 내한성이 비교적 약해(Hoshizaki and Moran, 2001), 낮은 온도에서 순화시키지 않으면 외부에 심기에는 부적합하나(Mickel, 1994), 잎끝이 땅에 닿으면 잎과 뿌리가 나는 특징을 가지고 있어 다른 양치식물에 비해 번식이 용이해 남부지방의 수림하부의 음지나 실내조경의 지표면을 녹화하는데 적합한 식물이라 하겠다.

이에 본 연구는 더부살이고사리에 대한 이용성을 높이기 위해 자생지환경을 인위적으로 조성한 상태에서 토양배합에 따른 생육반응을 살펴봄으로써 자생 양치식물의 적절한 생육환경을 제시할 뿐 아니라 추후 실내조경용 소재로서 활용성을 높이고자 수행하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 실험구 설정

실험포장에 가로×세로×높이가 7000×3000×3000mm의 무가온 철재온실안에 실험구를 조성하였다. 같은 조건에서 차광막을 1-2겹으로 처리했을 경우 더부살이고사리의 생육이 양호했다는 결과(주진희 · 방광자, 2003)를 바탕으로 실험구 전체를 1겹 차광막으로 처리하였다. 또한 자생 양치식물의 자생지환경이 깊이 70~100cm의 침상조건에서 집단 서식지를 발견했다는 결과(방광자 등, 2004)를 토대로 이를 모형화한 침상조건과 비침상조건을 인위적으로 조성하였다. 배수층

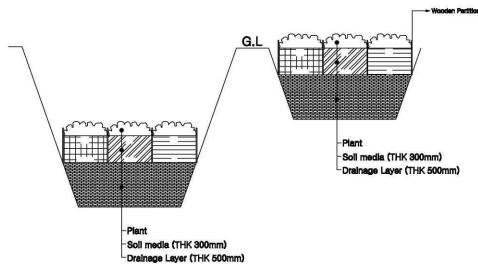


Figure 1. The design of culture condition used for this experiment.

을 각 실험구당 50cm로 하였고 관수는 처리구당 30ℓ 씩 주 2회 실시하였다. 실험구의 온도는 약 20±5℃이고, 상대습도는 70±10%, 광도는 1,800 ~ 2,700lux로 측정되었다. 각 실험구별 세부 토양배합은 관엽식물 농가에서 주로 사용되는 발효, 부엽토, 마사토를 기본재료로 하여(이정식·상채규, 1991), 부엽토 단용, 마사토:부엽토=1:1처리, 발효:부엽토:마사토=1:1:1처리 등 동일한 용적비로 혼합한 3가지 토양을 사용하였다(Figure 1).

2. 생육측정

공시재료인 더부살이고사리는 2002년 9월에 경기도에 위치한 농가에서 더부살이고사리 4치화분으로 구입하여 1개월간 동일한 환경하에서 순화시켰다. 균일한 식물을 얻기 위해 지상부를 자른 상태에서 2002년 10월에 5개씩 3반복으로 각각의 처리구에 임의 배치하였으며, 24주 후 신엽을 중심으로 생육을 측정하였다. 식물생육은 초장, 엽병장, 소엽장, 소엽폭, 소엽수, 관상가치, 포자엽수, 엽생체중과 엽건조중을 조사하였는데, 양치식물의 형태적인 특성상 지하경으로부터 잎과 뿌리가 나는 관계로 초장은 근부에서부터 엽신의 정단부까지의 길이 측정하였고, 소엽장과 소엽폭은 잎의 엽축에서 중간 열편을 측정하였다. 잎의 생체중과 건물중은 각 처리구별로 15개씩의 중간엽을 잘라 무게를 잰 후 80℃에서 48시간 동안 건조시켜 중량을 측정하였다. 전체적인 관상가치는 1-2-3-4-5의 5등급으로 구분하여 수

치화하였으며, 이에 등급 1인 경우는 육안으로 보았을 때 고사정도가 100%, 등급 2는 76-99%, 등급 3은 51-75%, 등급 4는 25-50%, 등급 5는 1-25%로 하여 총 5등급으로 하였다. 이 모든 생육조사는 Ducan의 다중범위검정(5%)으로 평균치간의 차이에 대한 유의성을 검정하였다.

3. 생리측정

광합성 측정기기(LI-6400, Li-Cor, USA)를 사용하여 단기적 생육환경에 대한 생리적 변화를 보고자 하였다. 측정기기 챔버내의 조건은 기온 25℃, 상대습도 50%, CO₂ 농도 400±30μgℓ⁻¹이고 자생지의 광환경을 고려하여(방광자 등, 2004), 광량자속밀도(PFD)를 100μmol·m⁻²·s⁻¹로 조절하였다. 광합성 측정은 오전 11시부터 3시 사이에 각 개체가 완전히 전개된 상부엽 3엽을 선택하여 3반복으로 하여 평균을 구하였다. 광합성률, 기공전도도, CO₂흡수율을 측정하였다. 특히 양치식물이 일반적으로 음지성 식물로 수분 요구도가 높기 때문에, 스트레스에 대한 수분 이용효율이 민감하게 반응할 것으로 판단되어 수분 이용효율을 Malmstrom과 Field(1997)의 보고에 따라 (Ca-Ci)/Tr (mmol·mol⁻¹)의 식으로 산정하였다. 또한 CO₂이용효율은 대기 중 CO₂ 농도에 대한 세포내의 CO₂ 농도비율을 환산하였다. 실험결과에 대한 통계처리는 Ducan의 다중범위검정(5%)으로 평균치간의 차이에 대한 유의성을 검정하였다.

III. 연구결과 및 고찰

1. 생육변화

침상조건에서 초장은 발효:마사토:부엽토 처리구에서 28.9cm로 부엽토 단용처리구에서의 21.9cm보다 약 7cm의 차이를 보였다. 소엽장은 발효:마사토:부엽토처리구에서 4.8cm로 마사토:부엽토처리구와 부엽토 단용처리구 각각 4.0cm, 3.9cm에 비해 높았다. 소엽폭의 경우 부

Table 1. The growth of *Polystichum lepidocaulon* according to various soil mixture.

Culture Condition	Soil mixture	Plant height (cn)	Frond				Ornamental value
			Blade length (cm)	Blade width (cm)	Stipe length (cm)	No. of blade (ea)	
Sunken condition	FSL ^y	28.9 a ^z	4.8 a	0.94 a	14.3 a	21.8 a	4.4 a
	SL	25.2 b	4.0 b	0.88 ab	12.9 ab	20.6 ab	3.8 ab
	L	21.9 c	3.9 b	0.96 a	9.9 c	18.2 c	3.4 b
Non-sunken condition	FSL	28.7 ab	4.1 ab	0.92 ab	12.7 ab	19.8 abc	4.0 ab
	SL	24.7 bc	3.9 b	0.82 b	11.9 b	19.6 abc	3.4 b
	L	26.1 ab	3.8 b	0.94 ab	13.0 ab	19.2 bc	3.4 b

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

^yFSL : field soil : sand : leaf mold = 1 : 1 : 1 (v/v/v), SL : sand : leaf mold = 1 : 1 (v/v), L : leaf mold.

엽토 단용처리구에서 0.96cm, 발흙 : 마사토 : 부엽토처리구의 0.94cm로 통계적 유의성이 없었으나 마사토 : 부엽토처리구의 0.89cm로 다른 두 배양토에 비해 다소 작았다. 엽병에 있어서 발흙 : 마사토 : 부엽토처리구에서 14.3cm로 가장 길었으며 마사토 : 부엽토처리구의 12.9cm, 부엽토 단용처리구의 9.9cm로서 배양토에 따른 뚜렷한 차이를 보여주었다. 소엽수도 마찬가지로 발흙 : 마사토 : 부엽토처리구에서 21.8개로 마사토 : 부엽토처리구와 부엽토 단용처리구 각각 20.6개, 18.2개인 것보다 많았다. 관상가치의 경우 발흙 : 마사토 : 부엽토처리구가 4.4로 마사토 : 부엽토처리구는 3.8, 부엽토 단용처리구는 3.4에 비해 가장 높았다.

비침상조건에서 초장은 발흙 : 마사토 : 부엽토처리구의 28.7cm로 마사토 : 부엽토처리구의

24.7cm, 부엽토 단용처리구의 26.1cm인데 비해 약 2~4cm 정도 길었다. 소엽장은 발흙 : 마사토 : 부엽토처리구에서 4.1cm로 마사토 : 부엽토처리구와 부엽토 단용처리구 각각 3.9cm, 3.8cm에 비해 높았다. 소엽폭의 경우 마사토 : 부엽토처리구의 0.82cm로 다른 두 배양토에 발흙 : 마사토 : 부엽토처리구와 부엽토 단용처리구 각각 0.92cm, 0.94cm인 것에 비해 다소 작았다. 엽병은 부엽토 단용처리구에서 13cm로 발흙 : 마사토 : 부엽토처리구의 12.7cm와 처리간의 차이가 없었으나 마사토 : 부엽토처리구의 11.9cm보다 높았다. 소엽수의 경우 발흙 : 마사토 : 부엽토처리구에서 19.8개로 부엽토 단용처리구의 19.2개인 것보다 많았다. 관상가치에 있어서는 발흙 : 마사토 : 부엽토처리구가 4.0로 마사토 : 부엽토처리구의 3.4와 부엽토 단용처리구의 3.4에 비해



Figure 2. Growth stature of *Polystichum lepidocaulon* fronds by soil mixture in sunken condition(left) and non-sunken condition(right). From left to right, FSL : field soil : sand : leaf mold = 1 : 1 : 1 (v/v/v), SL : sand : leaf mold = 1 : 1 (v/v), L : leaf mold.

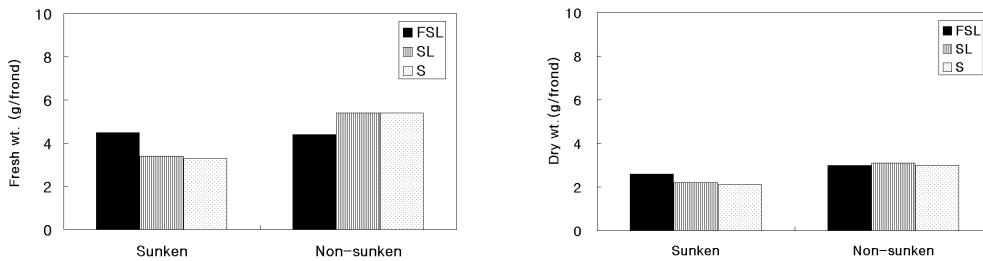


Figure 3. Fresh weight and dry weight of *Polystichum lepidocaulon* fronds by soil mixture in sunken and non-sunken condition.

(Index FSL : field soil : sand : leaf mold = 1 : 1 : 1 (v/v/v), SL : sand : leaf mold = 1 : 1 (v/v), L : leaf mold)

높았다(Table 1, Figure 2).

따라서 비침상 조건보다 침상조건에서 더부살이고사리의 외형적인 생육이 좋았으며 배합토의 경우 발효 : 마사토 : 부엽토처리구>마사토 : 부엽토처리구>부엽토 단용처리구 순으로 생육이 양호했다. 자생 골고사리가 부엽토 단용에서 가장 생육이 좋은 것으로 나타난 결과(주진희·방광자, 2005)와 다른 양상을 보여주고 있어 더부살이고사리는 유기질 비율이 비교적 낮은 토양을 선호하는 양치식물임을 알 수 있었다.

일반적으로 식물생장의 척도로서 식물체 전체나 그 일부분의 건조중을 보는데 더부살이고사리의 경우 침상보다는 비침상조건에서 전반적으로 높은 것으로 나타났다. 한편, 침상조건에서 토양 배합에 따른 엽생체중은 발효 : 마사토 : 부엽토처리구> 마사토 : 부엽토처리구> 부엽토 단용처리구 순으로 증가되어 생육조사와 비교적 일치하였다(Figure 3).

침상조건에서 포자엽수는 3월부터 지속적으로 증가하는 경향을 보였고 토양처리구에 따른 포자엽수는 마사토 : 부엽토처리구> 부엽토 단용처리구> 발효 : 마사토 : 부엽토처리구 순으로 증가했다. 비침상조건에서 포자엽수는 침상조건에서와는 달리 7월달을 기점으로 전체적으로 감소하는 경향을 보였으며 토양에 대해서는 발효 : 마사토 : 부엽토처리구> 부엽토 단용처리구> 마사토 : 부엽토처리구> 부엽토 단용처리구에서 순으로 높아졌다(Figure 4).

따라서 전체적으로 더부살이고사리의 포자엽수는 침상조건이 비침상조건보다 포자엽수 형성에 유리한 것으로 보이며 배양토에 있어서는 침상조건의 마사토 : 부엽토처리구에서 많았으며, 비침상조건에서는 발효 : 마사토 : 부엽토처리구에서 높았다. 더부살이고사리의 포자엽 생성은 차광정도가 낮을수록 유리한 결과가 있으나(방광자 등, 2004), 토양조건 또한 포자엽 생성에 영향을 주는 요소인 것으로 판단되어 추후 세밀한 연구가 필요하다고 하겠다.

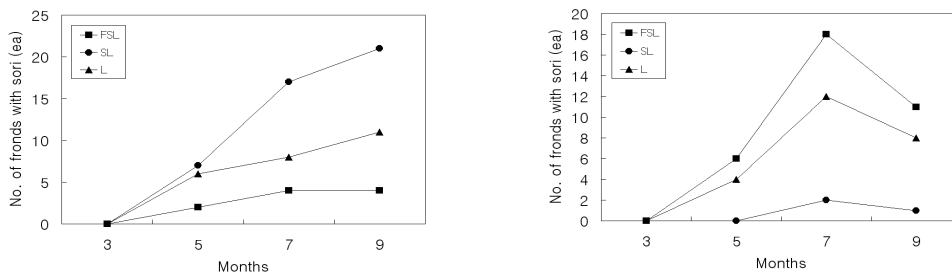


Figure 4. Change in number of frond with sori of *Polystichum lepidocaulon* fronds by sunken condition, irrigation times and soil mixture.

(Index FSL : field soil : sand : leaf mold = 1 : 1 : 1 (v/v/v), SL : sand : leaf mold = 1 : 1 (v/v), L : leaf mold)

2. 생리 변화

침상조건에서 광합성률은 부엽토 단용처리구에서 $3.87 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 발효 : 마사토 : 부엽토처리구의 $3.20 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에 비해 약간 높게 나타났다. 기공전도도는 부엽토 단용처리구에서 $0.172 \text{cm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 마사토 : 부엽토처리구가 $0.079 \text{cm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$ 인 것에 비해 약 2배정도 높았다. CO_2 흡수율은 부엽토에서 $6.93 \mu\text{mol} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 높게 측정되었다. 수분이용효율에 있어서는 마사토 : 부엽토처리구가 $61.9 \mu\text{molCO}_2/\text{molH}_2\text{O}$ 로 발효 : 마사토 : 부엽토처리구가 $16.1 \mu\text{molCO}_2/\text{molH}_2\text{O}$ 보다 약 3배가 더 높은 것으로 나타났다. 그러나 CO_2 이용효율은 발효 : 마사토 : 부엽토처리구에서 0.90로 마사토 : 부엽토처리구에서 0.78보다 다소 높았다.

비침상조건에서 더부살이고사리의 광합성률은 부엽토 단용처리구에서 $5.93 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 발효 : 마사토 : 부엽토처리구에서 $2.77 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 마사토 : 부엽토처리구가 $3.43 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에 비해 약 2배의 차이를 보였다. 반면, 기공전도도는 마사토 : 부엽토=1 : 1처리구에서 $0.039 \text{cm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 나타났으며, CO_2 흡수율은 부엽토 단용처리구에서 $8.17 \mu\text{mol} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 발효 : 마사토 : 부엽토처리구가 $8.17 \mu\text{mol} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에 비해 약 2배의

차이를 보였다. 수분이용효율은 침상조건보다 매우 높게 나타났는데 부엽토 단용처리구에서 $514.7 \mu\text{molCO}_2/\text{molH}_2\text{O}$ 로 발효 : 마사토 : 부엽토처리구가 $117.0 \mu\text{molCO}_2/\text{molH}_2\text{O}$ 보다 높은 수치를 나타냈다. 반면 CO_2 이용효율은 발효 : 마사토 : 부엽토처리구와 마사토 : 부엽토처리구가 부엽토 단용처리구보다 높은 것으로 나타났다 (Table 2).

결과적으로, 광합성, CO_2 흡수율, 수분이용효율 등은 비침상조건이 침상조건보다 높았으나, 기공전도도, CO_2 이용효율은 침상조건이 더 높은 것으로 분석되었다. 토양배합에 따른 생리활성에 있어서는 침상조건에 관계없이 기공전도도, CO_2 이용효율은 발효 : 마사토 : 부엽토처리구 > 마사토 : 부엽토처리구 > 부엽토 단용처리구 순으로 되었으나 광합성률, CO_2 흡수율, 수분이용효율은 부엽토 단용이 다른 두가지 배합토보다 높게 나타났다.

IV. 적 요

본 연구는 자생지환경에서 배합토에 따른 더부살이고사리의 생육을 살펴봄으로써 적정한 생육환경을 구명함은 물론, 실내조경용 소재로 활

Table 2. The physiological variable of *Polystichum lepidocaulon* according to the soil mixture in sunken and non-sunken condition.

Culture condition	Soil mixture	Variable ^x				
		Photosynthetic rate ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	Stomatal conductance ($\text{cm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$)	CO_2 absorption rate ($\mu\text{mol} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	Water use efficiency ($\mu\text{molCO}_2/\text{molH}_2\text{O}$)	CO_2 use efficiency (Ci/Ca)
Sunken condition	FSL ^y	3.20 e ^z	0.172 a	6.35 c	16.1 f	0.90 a
	SL	3.63 c	0.079 c	6.28 c	61.9 d	0.78 c
	L	3.87 b	0.116 b	6.93 b	34.1 e	0.83 b
Non-sunken condition	FSL	2.77 f	0.028 de	4.19 e	175.6 b	0.57 e
	SL	3.43 d	0.039 d	5.25 d	117.1 c	0.61 d
	L	5.93 a	0.025 e	8.17 a	514.7 a	0.14 f

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

^yFSL : field soil : sand : leaf mold = 1 : 1 : 1 (v/v/v), SL : sand : leaf mold = 1 : 1 (v/v), L : leaf mold.

용성을 높이기 위해 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 더부살이고사리는 비침상조건보다 침상조건에서 생육이 좋았으며 배합토에 있어서는 발효 : 마사토 : 부엽토처리구가 마사토 : 부엽토처리구나 부엽토 단용처리구보다 초장, 소엽장, 소엽폭, 엽병, 관상가치가 높았다.

2. 엽체생중과 엽건조중은 전반적으로 침상조건보다는 비침상조건에서 높았으며 침상조건에서의 엽생체중과 엽건조중은 발효 : 마사토 : 부엽토처리구가 다른 배합토에 비해 높았다.

3. 포자엽수는 비침상보다 침상조건에서는 증가하는 경향을 나타내었으며 마사토 : 부엽토처리구가 발효 : 마사토 : 부엽토처리구나 부엽토 단용처리구보다 많았다.

4. 생리활성의 경우 기공전도도, CO₂이용효율은 발효 : 마사토 : 부엽토처리구 > 마사토 : 부엽토처리구 > 부엽토 단용처리구 순으로 되었으나 광합성률, CO₂흡수율, 수분이용효율은 부엽토 단용이 다른 두가지 배합토보다 높았다.

인 용 문 헌

- 김봉찬. 1995. 제주도 양치식물에 관하여. 식물원 협회지 4 : 30-35.
- 방광자 · 주진희. 2002. 실내 습도조건이 가는쇠고사리, 석위의 생육에 미치는 영향. 한국환경보존학회지 5(2) : 34-38.
- 방광자 · 주진희 · 한승원. 2004. 차광정도에 따른 자생 더부살이고사리의 생육변화. 한국조경학회지 31(6) : 73-76.
- 이창복. 1993. 대한식물도감. 향문사 pp.1-56. 서울.
- 이정식 · 상채규. 1991. 관엽식물 재배현황 및 이용실태에 관한 연구. 한국원예학회지 32(3) : 368-381.
- 안영희 · 김봉찬 · 이택주. 1996. 자생양치식물의 원예작물화를 위한 기초연구 : 서식지, 답사 및 수집에 의한 생태적 고찰을 중심으로. 한국원예학회춘계발표요지. pp.452-453.
- 주진희. 2004. 자생 상록양치식물의 생태와 실내조경적 이용에 관한 연구. 상명대학교 박사학위논문.
- 주진희 · 방광자. 2003. 차광처리가 자생 상록양치식물의 생육에 미치는 영향. 한국실내조경협회지 5(1) : 33-39.
- 주진희 · 방광자. 2005. 관수주기와 상토조성이 자생 골고사리의 생육과 생리에 미치는 영향. 한국조경학회지 32(6) : 109-116.
- Beddome, R. H. 1864. Ferns of Southern India, Being descriptions and plates of the Ferns of the Madras Presidency. Madras.
- Goudey, C. J. 1985. Maidenhair Ferns in cultivation. Lothian Publishing Co., Melbourne, Australia.
- Hoshizaki, B. J. and K. A. Wilson. 1999. The cultivated species of the fern genus *Dryopteris* in the United States. Amer. Fern J. 89 : 1-100.
- Hoshizaki, B. J. and R. C. Moran. 2001. Fern grower's manual, Timber Press, Inc. pp.25-37.
- Hovenkamp, P. H. 1986. A monograph of the fern genus *Pyrrosia*. Leiden Botanical Series 9 : 1-310.
- Joe, B. 1958. *Pteris* species cultivated in California. Lasca Leaves 8 : 26-29.
- Mickel, J. T. 1994. Fern for American gardens. MacMillan Publishing Company, New York.
- Moteetee, A., J. G. Duckett, and A. J. Russell. 1996. Mycorrhizas in fern of Lesotho. In : Pteridology in Perspective : Proceeding of the Holtum Memorial Pteridophyte Symposium, Kew, edited by Camus, J.M., M. Gibby, and R.E. Johns.
- Malmstrom, C. M. and C. B. Field, 1997. Virus-induced differences in the response of oat

- plants to elevated carbon dioxide. *Plant, Cell and Environment* 20 : 178-188.
- Patterson, P. M., and A. S. Freeman. 1963. The effect of photoperiodism on certain fern. *Amer. Fern J.* 53 : 126-128.
- Sessions, A. 1978. Key to the cultivars of *Nephrolepis exaltata* 'Bostoniensis'. Privately published.
- Schumann, A. W. and H. A. Mills. 1996. Injury of leatherleaf fern and tomato from volatilized ammonia after fertilizer application. *J. Plant Nutri.* 19(3/4) : 573-593.
- Sharmann, K. V. and M. Whitehouse. 1993. Nitrogen drawdown index as a predictor of nitrogen requirements for *Nephrolepis* in sawdust media. *Scientia Hortic.* 54(1) : 23-33.

接受 2005年 9月 2日