

차광 및 시비처리에 따른 여러 양치류의 생육반응

심명선 · 김영재 · 이동석 · 권영한 · 김성식 · 강우창*
국립수목원 전시교육과

Growth Responses of Various Ferns on Shading and Fertilizer Application

Myung Syun Shim, Young Jae Kim, Dong Sok Lee, Yeong Han Kwon,
Sung Sik Kim, and Utchang Kang*

Korea National Arboretum Dep. of Horticulture and Education, Pocheon 487-821, Korea

Abstract. This study was carried out to investigate the plant growth of various ferns affected by the shading and fertilizer application and to recommend the appropriate levels of light intensity. Evergreen ferns like *Dryopteris nipponensis* Koidz., *Cyrtomium falcatum* (L. f.) Presl, *Onychium japonicum* (Thunb.) Kunze and deciduous ferns like *Athyrium niponicum* (Mett.) Hance, *Thelypteris decursive-pinnata* Ching, *Athyrium brevifrons* Kodama ex Nakai were used in this experiment. Evergreen ferns showed the best growth in the shading level of 30~60%. The plant growth and ornamental value (leaf color) of these plants were improved according to the fertilizer application in appropriate shading levels. The survival rate remained constantly in all treatments. Deciduous ferns showed the best growth in different shading levels from 0 to 60%. Some treatments showed improved growth according to fertilizer application, whereas survival rate was in the other treatments. There were differences in plant growth of evergreen and deciduous ferns according to fertilizer application, and additional researches must be executed to explain these responses.

Key words : *Athyrium brevifrons*, *Athyrium niponicum*, *Cyrtomium falcatum*, *Dryopteris nipponensis*, *Onychium japonicum*, *Thelypteris decursive-pinnata*

서 론

지구상에 살고 있다고 알려진 양치식물의 종류는 1만 여종이며, 열대지방에 약 75%가 자라며, 우리나라에는 1975년 『한국동식물도감』 식물편(양치식물)에 272 종류로 보고되었으나 최근에 미기록종이 속속 발견되는 추세이다(Korean Fern Society, 2005). 양치식물의 전통적인 용도는 식용이었으나 근래에 들어서는 관상적인 가치에도 많은 관심이 모아지고 있다(Korea National Arboretum, 2008). 외국에서 수입된 열대종들이 일부 분화나 실내정원에 사용되고, 일엽초, 넉줄고사리, 석위, 콩짜개덩굴 등은 석부작 등에 부착되는 용도로 이용되고 있으며, 최근에는 매우 다양한 종들이

분화 및 정원의 지피식물 소재로 활용되고 있다.

양치식물은 관상학적 가치로 볼 때 꽃은 피지 않으나 잎의 섬세한 질감과 색으로 잘 알려져 있으며, 수림의 하부에 흔히 자생하고 있어 숲의 이미지를 연출하는데 좋은 소재라고 할 수 있다(Ju 등, 1999). 양치식물에 대한 선행연구들은 대부분이 가내배양 및 대량 증식에 치중되어 재배관리 및 환경조건들에 대한 연구들은 부족한 실정이다. 수분환경에 대한 기생최고사리와 석위의 생육반응(Bang과 Ju, 2002), 광도에 따른 도깨비고비의 생육반응(Bang 등, 2004), 더부살이고사리에 대한 적정 광도(Bang 등, 2004), 질소시비량이 자생 기생최고사리와 탐라별고사리의 생육에 미치는 효과(Hwang 등, 2005) 등의 연구들이 수행되었으나, 다양한 종들에 대한 기초자료들은 미흡한 편이다.

본 실험에서는 차광 및 시비처리에 따른 여러 양치류의 생육반응을 구명하여 양치류의 효율적인 재배관리를 위한

*Corresponding author: eliator@empal.com
Received March 22, 2011; Revised April 20, 2011;
Accepted May 20, 2011

광도 및 영양관리에 대한 기초자료를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

상록성 양치류 참지네고사리(*Dryopteris nipponensis* Koidz.), 도깨비고비(*Cyrtomium falcatum*(L. f.) Presl), 선바위고사리(*Onychium japonicum*(Thunb.) Kunze), 그리고 하록성 양치류 개고사리(*Athyrium niponicum*(Mett.) Hance), 설설고사리(*Thelypteris decursive-pinnata* Ching), 참새발고사리(*Athyrium brevifrons* Kodama ex Nakai) 등을 식물재료로 이용하였다. 식물들을 원예상토(Sunshine No.4, SunGro, Korea)가 담겨진 12cm 화분에 정식하였다(2010년 7월). 검은색 차광막을 이용해 실험구의 광수준을 0, 30, 60, 90%로 차광하였고 그에 따른 생육차이를 조사하였다. 차광별로 광 수준을 Data Logger(WatchDog

1650, Spectrum Technologies, Inc., USA)를 이용해 측정하였다(Fig. 1). 각 차광 처리별로 시비유무(3g/주, 14-14-14+me, Multicote, 한국농자재)에 따른 생육 차이도 조사하였다. 양치류 종류별 초장, 초폭, 부피, 엽장 및 엽폭, 엽수 생존율 등을 조사하였고, 실험동안의 성장변화량을 측정하였다.

통계분석은 SAS system(Version 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)에 의해 최소유의차(LSD) 검정 방법으로 5% 수준에서 유의성을 검정하였다. 그래프 작업은 SigmaPlot(Ver 9.01, Systat Software Inc., San Jose, CA, USA)을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 상록성 양치류의 생육반응

참지네고사리는 시비량이 많을 수록 생육이 좋았고

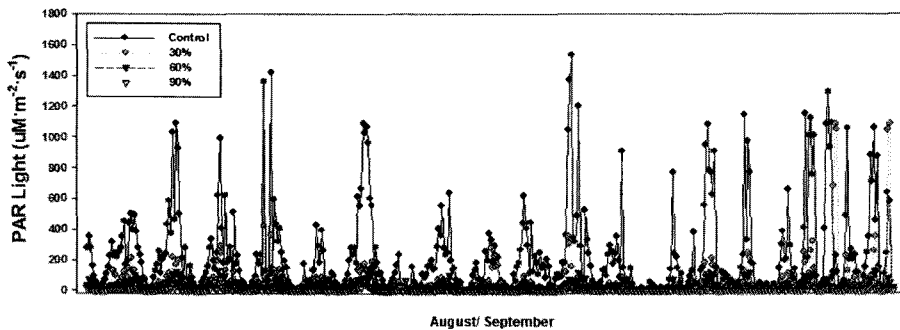


Fig. 1. Fluctuations of light intensity according to shading treatments of control, 30, 60, and 90%.

Table 1. Plant growth characteristics of *Dryopteris nipponensis* Koidz. as affected by the shading and fertilizer application.

Shading (%)	Fertilizer application	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Plant volume (cm ³)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf number (ea.)	Survival rate (%)
Control	F ^z	18.81	14.74	6195.81	10.75	7.69	9.00	89
	NF	17.50	15.32	6351.43	8.39	6.36	5.56	100
30%	F	28.11	28.53	22215.22	16.94	13.33	13.00	100
	NF	27.78	21.54	12627.83	13.11	10.22	7.56	100
60%	F	24.22	27.07	19505.07	13.19	10.78	12.33	100
	NF	27.56	21.34	13534.99	14.94	11.06	5.44	100
90%	F	24.39	23.77	13936.99	14.33	10.48	8.89	100
	NF	23.61	19.86	9975.56	12.19	9.06	6.78	100
Significance ^y								
Shading		***	***	***	***	***	NS	-
Fertilizer		NS	**	*	NS	*	***	-
Shading*Fertilizer		NS	NS	NS	NS	NS	NS	-

^zF, fertilizer application; NF, no fertilizer application.

^yNS, *, **, ***Nonsignificant or significant at P = 0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

차광 및 시비처리에 따른 여러 양치류의 생육반응

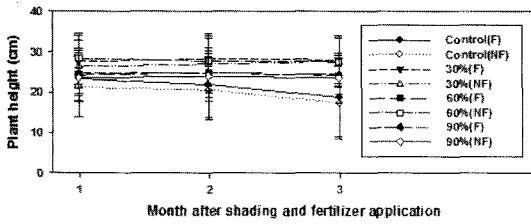


Fig. 2. Changes of plant height of *Dryopteris nipponensis* Koidz. affected by the shading and fertilizer application during three months after planting.

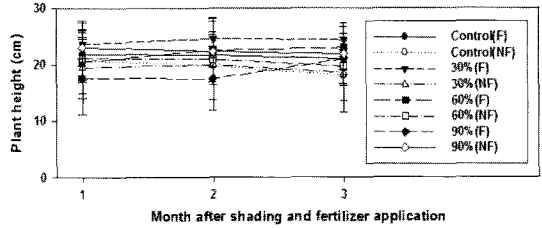


Fig. 3. Changes of plant height of *Cyrtomium falcatum* (L. f.) Presl affected by the shading and fertilizer application during three months after planting.

진녹색으로 변하는 것으로 나타났다(Table 1). 차광수준은 30~60% 수준에서 우수한 것으로 나타났고, 차광 및 시비에 대해 유의성이 있었다. 생존율은 전 처리구가 100%였다. 식물의 생육은 차광 처리구에서 생장량의 변화없이 일정하게 유지되었으며, 무처리구에서는 감소하는 경향이였다(Fig. 2). 도깨비고비는 시비량이 많을 수록 생육이 좋아지는 것으로 나타났다(Table 2). 차광수준은 30~60% 수준에서 우수한 것으로 나타났다. 생존율은 전 처리구에서 100%로 나타났다. 식물의 생육은 모든 처리구에서 약간 향상되거나 생장량의 변화 없이 일정하게 유지되었다(Fig. 3). 선바위고사리는 시비량이 많을 수록 생육이 좋아지는 것으로 나타났다(Table 3). 차광수준은 30~60로 나타났다. 식물의 생육은 모든 처리구에서 약간 감소 또는 생장량의 변화 없이 일정하게 유지되었다(Fig. 4).

상록성 양치류인 참지네고사리, 도깨비고비, 선바위

고사리 등은 차광수준 30~60%에서 생육이 우수한 것으로 나타났다. Hoshizaki와 Moran(2001)은 대부분의 양치식물이 2,000~6,000Lux(차광 70% 정도)에서 잘 자란다고 보고하였다. 도깨비고비의 경우 차광 70% ($18.5\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) 조건에서 생육이 가장 좋으며, 차광 90%($9.3\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)에서도 잘 견뎌 실내식물로 도입이 가능한 것으로 보고되었다(방 등, 2004). 도깨비고비 및 참지네고사리는 저관리 옥상녹화 시스템에 식재하였을 때도 70% 차광하면 90%의 높은 피복율을 나타냈으며, 무차광 처리구에서는 생육이 억제되고 잎이 고사 또는 황화되었다(곽 등, 2007). 이들은 옥상조경 소재로 개발가치가 높으며, 옥상의 그늘진 부분에 식재하는 것이 적합한 것으로 권고되었다.

참지네고사리, 도깨비고비, 선바위고사리 등은 시비량이 많을 수록 생육이 좋았으며, 생존율은 전 처리구가 100%를 유지하였다. 식물의 생육은 생장량의 변화

Table 2. Plant growth characteristics of *Cyrtomium falcatum* (L. f.) Presl as affected by the shading and fertilizer application.

Shading (%)	Fertilizer application	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Plant volume (cm ³)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf number (ea.)	Survival rate (%)
Control	F ²	20.94	24.14	13898.22	12.00	9.33	10.33	100
	NF	18.00	18.10	5400.64	8.97	7.59	7.44	100
30%	F	24.33	29.99	22117.83	15.13	11.33	11.67	100
	NF	18.50	21.03	10334.44	9.67	7.44	8.56	100
60%	F	22.94	28.04	21376.76	12.39	9.50	10.00	100
	NF	19.67	22.80	10927.80	9.89	8.44	8.89	100
90%	F	20.94	22.76	11271.06	9.74	7.80	14.67	100
	NF	21.83	23.77	12199.89	10.83	9.00	8.22	100
Significance ²⁾								
Shading		NS	NS	NS	*	NS	NS	-
Fertilizer		**	***	***	***	**	***	-
Shading*Fertilizer		NS	*	NS	**	**	NS	-

²⁾F, fertilizer application; NF, no fertilizer application.

³⁾NS, *, **, ***Nonsignificant or significant at P = 0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

Table 3. Plant growth characteristics of *Onychium japonicum* (Thunb.) Kunze as affected by the shading and fertilizer application.

Shading (%)	Fertilizer application	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Plant volume (cm ³)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf number (ea.)	Survival rate (%)
Control	F ²	26.11	24.67	18434.68	14.22	8.52	29.56	100
	NF	23.83	20.96	10169.33	13.11	7.44	27.33	100
30%	F	31.11	30.87	31045.01	15.06	8.50	25.11	100
	NF	28.56	26.76	20932.44	15.50	8.22	20.78	100
60%	F	28.50	29.98	26907.22	15.33	9.50	28.56	100
	NF	28.94	26.49	21031.20	15.67	9.11	20.00	100
90%	F	31.90	26.39	20800.04	15.72	9.28	13.33	100
	NF	32.11	30.19	31049.22	15.61	9.39	21.00	100
Significance ³								
Shading		NS	**	*	NS	NS	***	-
Fertilizer		NS	NS	NS	NS	NS	NS	-
Shading*Fertilizer		NS	NS	NS	NS	NS	*	-

²F, fertilizer application; NF, no fertilizer application.

³NS, *, **, ***Nonsignificant or significant at P = 0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

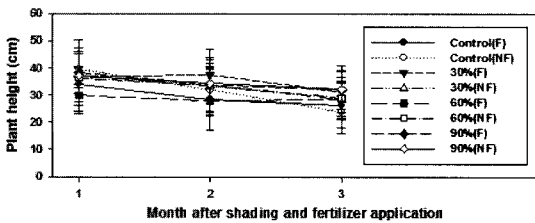


Fig. 4. Changes of plant height of *Onychium japonicum* (Thunb.) Kunze affected by the shading and fertilizer application during three months after planting.

없이 모든 처리구에서 일정하게 유지되었다. 강한 광조건에 자란 식물들은 차광된 식물에 비해 엽색이 연해

지므로, 강한 광조건의 경우 시비량을 늘려줘야 하는 것으로 권고되었다(Joiner 등, 1981). 재배시 적정 시비율은 열대식물의 광환경조건에 따라 좌우되고, 강광 조건에서는 차광 50% 처리때보다 50배 이상 시비해 줘야 한다고 제시되었다(Conover와 Poole, 1990). 또한 저광도의 경우 시비량을 차광 50% 조건보다 25% 적게 주는 것이 적합한 것으로 보고되었다. *Dracena marginata*의 경우에도 강한 광조건에서는 같은 엽색을 유지하기 위해 차광 40%나 80%에 비해 시비수준을 높여줘야 하는 것으로 나타났다(Conover와 Poole, 1975). 본 실험의 경우에도 시비에 따라 엽색의 변화

Table 4. Plant growth characteristics of *Athyrium brevifrons* Kodama ex Nakai as affected by the shading and fertilizer application.

Shading (%)	Fertilizer application	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Plant volume (cm ³)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf number (ea.)	Survival rate (%)
Control	F ²	14.28	13.77	2835.44	10.22	3.60	29.22	100
	NF	10.61	12.02	1589.59	7.39	2.58	20.33	100
30%	F	13.72	14.81	3203.76	10.11	3.78	11.56	100
	NF	15.06	15.57	3776.94	9.67	4.01	12.33	100
60%	F	14.63	18.33	5930.76	9.81	4.25	14.38	89
	NF	15.61	18.19	5373.53	10.28	3.78	13.00	100
90%	F	9.88	6.15	378.78	7.13	2.83	2.50	44
	NF	16.56	16.41	4616.31	10.74	3.91	12.22	100
Significance ³								
Shading		*	***	**	NS	**	***	-
Fertilizer		NS	NS	NS	NS	NS	NS	-
Shading*Fertilizer		***	***	*	**	**	***	-

²F, fertilizer application; NF, no fertilizer application.

³NS, *, **, ***Nonsignificant or significant at P=0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

가 관찰되었는데, 관상가치를 고려한 적정 시비수준에 대한 추가실험이 필요할 것으로 판단되었다.

2. 하록성 양치류의 생육반응

참새밭고사리는 시비에 따른 차광처리 효과는 없는 것으로 나타났지만, 차광 60 및 90% 수준에서 시비 처리구의 경우 생존율이 감소되었다(Table 4). 식물의 생육은 대부분 처리구에서 생장량의 변화없이 일정하게 유지되었다(Fig. 5). 그러나 일부 처리구에서는 생장이 중간에 향상되었다가 다시 감소하는 경향을 보였다. 개고사리는 시비처리가 무처리에 비해 생육이 좋은 것으로 나타났다(Table 5). 무시비의 차광처리구에서는 식물들의 생존율이 낮았으며, 시비처리구에서도 60% 이상의 차광처리에서 생존율이 급격히 감소하였다. 차광에 의한 유의성은 없었으며, 0~30%의 수준이 적합한 것으로 판단되었다. 식물의 생육은 모든 처리구에서

생장량이 감소하는 경향을 보였다(Fig. 6). 설설고사리의 생육은 시비처리구가 무처리에 비해 좋았으나, 생존율은 감소하는 경향이였다(Table 6). 차광 30~60% 처리구가 생육이 좋았으나, 차광 30% 처리구의 경우 모든 식물들이 고사하였으며 이는 병에 의한 것으로 판단되었다. 식물의 생육은 모든 처리구에서 중간에 향상되었으나 차광율이 높을수록 다시 감소하는 경향을 보였다(Fig. 7).

하록성 양치류인 설설고사리는 차광수준 30~60%, 참새밭고사리는 60%, 그리고 개고사리는 0~30%에서 생육이 우수한 것으로 나타났다. 일반적으로, 자생 양치식물들은 차광율이 높을수록 초장, 초폭 등의 생육특성이 증가하는 것으로 나타났다(방 등, 2004). 그러나 개고사리의 경우 50% 차광에서 초장과 초폭이 균형을 이루어 관상가치가 높은 초형을 유지하였지만, 차광이 증가할수록 양치식물의 섬세함이 반감되어 관상가치가

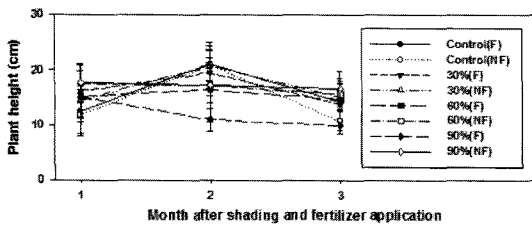


Fig. 5. Changes of plant height of *Athyrium brevifrons* Kodama ex Nakai affected by the shading and fertilizer application during three months after planting.

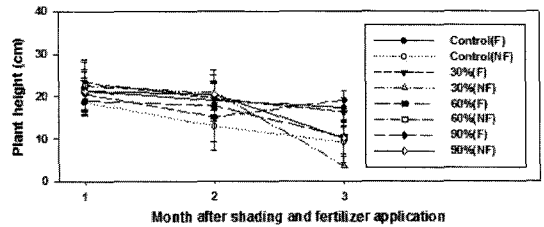


Fig. 6. Changes of plant of *Athyrium niponicum* (Mett.) Hance height affected by the shading and fertilizer application during three months after planting.

Table 5. Plant growth characteristics of *Athyrium niponicum* (Mett.) Hance as affected by the shading and fertilizer application.

Shading (%)	Fertilizer application	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Plant volume (cm ³)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf number (ea.)	Survival rate (%)
Control	F ²	17.07	19.33	6890.64	13.29	6.14	9.43	78
	NF	9.00	9.03	796.14	7.29	3.86	3.29	78
30%	F	16.06	16.95	4529.95	11.50	5.90	7.88	89
	NF	3.50	4.00	52.50	3.00	1.00	5.00	11
60%	F	10.20	9.96	1387.40	7.50	3.32	4.00	56
	NF	-	-	-	-	-	-	0
90%	F	19.00	20.30	7049.00	12.50	6.00	2.00	11
	NF	10.00	10.65	1806.95	6.75	3.13	2.75	44
Significance ³								
Shading		NS	NS	NS	NS	*	NS	-
Fertilizer		***	***	**	***	***	**	-
Shading*Fertilizer		*	*	*	*	*	NS	-

²F, fertilizer application; NF, no fertilizer application.

³NS, *, **, ***Nonsignificant or significant at P=0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

Table 6. Plant growth characteristics of *Thelypteris decursive-pinnata* (van Hall) Ching as affected by the shading and fertilizer application.

Shading (%)	Fertilizer application	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Plant volume (cm ³)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf number (ea.)	Survival rate (%)
Control	F ²	20.50	23.43	12341.88	18.06	3.56	13.67	100
	NF	18.06	15.23	4270.17	16.06	2.92	6.22	100
30%	F	19.93	25.43	15224.29	17.64	4.03	12.29	78
	NF	-	-	-	-	-	-	0
60%	F	18.83	28.35	19348.12	17.72	4.57	9.33	67
	NF	17.83	21.30	10477.68	14.50	4.17	4.33	100
90%	F	16.50	20.32	6631.88	13.80	2.78	8.20	56
	NF	20.78	23.66	12859.17	17.28	3.20	7.78	100
Significance ^y								
Shading		NS	NS	NS	NS	*	*	-
Fertilizer		NS	*	NS	NS	NS	***	-
Shading*Fertilizer		NS	NS	NS	NS	NS	NS	-

²F, fertilizer application; NF, no fertilizer application.

^yNS, *, **, ***Nonsignificant or significant at P=0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

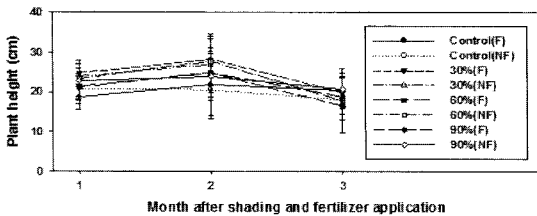


Fig. 7. Changes of plant height of *Thelypteris decursive-pinnata* (van Hall) Ching affected by the shading and fertilizer application during three months after planting.

저하되는 보고도 있다(Ju, 2005).

개고사리는 시비처리가 무처리구에 비해 생육은 좋았으나, 60% 이상의 차광처리에서 생존율이 감소하였다. 무시비의 차광처리구에서도 식물들의 생존율이 극히 감소하였다. 설설고사리의 생육은 시비처리구가 무처리구에 비해 좋았으나 생존율은 감소하였다. 참새발고사리는 시비에 따른 효과는 각 차광처리 수준에서 없는 것으로 판단되었고, 차광 60 및 90% 수준에서 시비처리구의 경우 생존율이 감소되었다. 이들은 시비에 의한 효과는 부분적으로 보였으나, 일부 차광처리구에서는 시비함에 따라 생존율이 감소하였다. 황 등 (2005)은 가는쇠고사리와 탐라별고사리에 질소를 시비한 결과, 생육이 일부 촉진되기도 하였으나, 낙엽수 증가와 엽수 감소에 의해 전체적인 관상가치는 감소하는 것으로 보고하였다. 일반적으로 식물의 종류, 자라는 과정, 환경조건 등에 따라서 요구되는 비료의 성분과

양이 달라지게 되고 흡수정도도 차이가 생긴다(이, 1986). 그러므로 식물 종류별 시비량에 대한 적정 수준을 판단하기 위해, 토양 및 수분관리와 같은 다른 환경요인들에 대한 검증이 추가적으로 필요할 것으로 판단되었다.

Broschat(2002)는 *Dracaena reflexa*와 야자류 같은 단자엽 식물들은 광도에 따라 시비수준을 달리하여도 식물생육에 차이가 없으나, 쌍자엽 식물인 *Pilea serpyllacea*는 관상가치를 향상시키기 위해 강광조건에서 높은 시비량을 요구하는 것으로 보고하였다. 본 실험에서도 시비 및 광도에 따른 상록성 및 하록성 양치류의 생육반응에 차이를 보였는데, 이들 식물의 생리를 명확하게 이해하기 위해 보완실험이 필요할 것으로 사료되었다.

적 요

본 실험에서는 차광 및 시비처리에 따른 여러 양치류의 생육반응을 구명하여 양치류의 효율적인 재배관리를 위한 광도 및 영양관리에 대한 기초자료를 제시하고자 하였다. 상록성 양치류인 참지네고사리, 도깨비고비, 선바위고사리 등은 차광수준 30~60%에서 생육이 우수한 것으로 나타났다. 이들은 시비량이 많을수록 생육이 좋아졌으며, 식물의 생육 및 생존율은 전처리구에서 유지되었다. 이들은 적합한 차광수준에서 시비할 경우 식물의 관상가치가 높아지고(엽색 변화)

생육도 향상되었다. 하록성 양치류인 설설고사리는 차광수준 30~60%, 참새발고사리는 60%, 그리고 개고사리는 0~30%에서 생육이 우수한 것으로 나타났다. 이들은 시비에 의한 효과는 부분적으로 보였으나, 일부 차광 처리구에서는 시비함에 따라 생존율이 감소하였다. 또한 이들은 모든 처리구에서 생장량도 감소하는 경향을 보여, 생육관리가 쉽지 않은 식물로 판단되었다. 시비 및 광도에 따른 상록성 및 하록성 양치류의 생육반응에 차이를 보였다.

주제어 : 개고사리, 도깨비고비, 선바위고사리, 설설고사리, 참새발고사리, 참지네고사리

인 용 문 헌

1. Bang, K.J. and J.H. Ju. 2002. Effects of indoor relative humidity conditions on the growth of *Arachniodes aristata* and *Pyrrosioa lingua* in native ferns. *J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech.* 5:34-38.
2. Bang, K.J., J.H. Ju, and S.W. Han. 2004. Growth characteristics of *Cyrtomium falcatum* as an indoor plant under various light conditions. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 45:161-165.
3. Bang, K.J., J.H. Ju, and S.W. Han. 2004. Effects of different shading levels on the growth of the native fern *Polystichum lepidocaulon*. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture* 31:73-76.
4. Broschat, T.K. 2002. Influence of light intensity on optimum fertilization rate in five species of tropical ornamental plants. *HortTechnology* 12: 226-229.
5. Conover, C.A. and R.T. Poole. 1975. Influence of shade and fertilizer level on production and acclimatization of *Dracaena marginata*. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 88:606-608.
6. Conover, C.A. and R.T. Poole. 1990. Light and fertilizer recommendations for production of acclimatized potted foliage plants. *Univ. Fla. CFREC-A Res. Rpt.* RH-90-1.
7. Hoshizaki, B.J. and R.C. Moran. 2001. *Fern grower's manual*. Timber press. Portland, Oregon.
8. Hwang, B.T., J.H. Ju, and K.J. Bang. 2005. Effect of nitrogen application rate on growth of *Rumohra aristata* and *Cyclosorus dentatus* of Korea native fern. *J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech.* 8:67-72.
9. Joiner, J.N., C.A. Conover, and R.T. Poole. 1981. Nutrition and fertilization, p. 229-268. In: J.N. Joiner (ed.). *Foliage plant production*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
10. Ju, J.H., K.J. Bang, and J.H. Sul. 1999. A study on the management plan of water environment of ferns in the interior landscape. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture* 27:122-131.
11. Ju, J.H., Y.H. Jin, H.W. Cho, and C.H. Lee. 2005. Effect of shading ratio on growth of Korean native ferns. *J. Kor. Flower Res. Soc.* 13:90-96.
12. Korea National Arboretum. 2008. *Illustrated pteridophytes of Korea*. Korea National Arboretum Korean Fern Society. 2005. *Ferns and fern allies of Korea*. Geobook.
13. Kwak, M.J., Y.D. Chang, and C.H. Lee. 2007. Effect of media and shading treatments on growth of *Cheilanthes argentea*, *Cyrtomium falcatum* and *Dryopteris nipponensis* in Low Management Green Roof System. *Korean J. Breed. Sci.* 39(supplement 1):49.
14. Lee, K.M. 1986. Growing characteristics of certain variegated ornamental species in relation to environment of different light regimes and nitrogen levels. Ph.D. Diss., Korea Univ., Seoul, Korea.