

토양과 수위 및 차광의 차이가 창포(*Acorus calamus* var. *angustatus*)의 생육에 미치는 영향[†]

신승훈* · 김민수** · 김윤하**

*대구가톨릭대학교 대학원 환경과학과 · **대구가톨릭대학교 환경정보학부

Effects of Soil, Water Level and Shading on Growth of *Acorus calamus* var. *angustatus*

Shin, Seung-Hoon* · Kim, Min-Soo** · Kim, Yoon-Ha**

* Dept. of Environmental Science, the Graduate School, Catholic Univ. of Daegu

** Faculty of Information and Environmental Science, Catholic Univ. of Daegu

ABSTRACT

This study was carried out to analyze effects of soil, water level and shading on growth of sweet flag (*Acorus calamus* var. *angustatus*). Three types of soil were used, which included sandy, silty loam and paddy loam soil. Three levels of shading were applied in the experiment: no shading, 55% shading and 75% shading. The water levels were also adjusted to three levels in the experiment. The results are summarized as follows;

1. The cultivation of sweet flag in sandy soil with low water level resulted in decreased fresh weight compared to that at planting. This result indicates that the water level should be maintained higher than the soil surface for sweet flag growth in sandy soil.

2. 5 out of 72 sweet flags died in paddy loam soil. Water saturation of soil easily reduced paddy loam soil, and root growth of sweet flags in reduced soil condition were restricted, resulting in the dead plants.

3. The growth of sweet flag in paddy loam soil was worse than those in silty loam, indicating that reduced soil conditions in paddy loam is harmful to root growth. In planting sweet flags in paddy loam, improved soil aeration in paddy loam soil is necessary for good growth of sweet flag.

4. The maintaining of high water levels is better than that of low water levels in sweet flag culti-

[†] : 본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것임.

vation. During winter, soil near the water surface froze and sweet flags in frozen soil were stressed physiologically. Maintaining high water levels prevents soil from being frozen which is good for the growth of sweet flags.

5. There was not significant difference in the growth of the sweet flag between non-shading and 55% shading. It thus appears that sweet flags can grow soundly under shading rate lower than 55%.

Key Words : Sweet Flag, Water Plant, Water Level, Shading, Cultivation, Soil

I. 서론

천남성과의 창포속(*Acras*)에는 석창포와 창포 2개종이 우리나라에 자생하고 있다(이창복, 1993). 창포는 습지나 수변에 자생하며, 단오날 머리를 감을 때 사용하는 식물로 널리 알려져 있다. 조선시대의 원에서인 양화소록(養花小錄)에 창포는 연·줄·부들과 더불어 대표적인 수생식물로 소개되고 있어, 예로부터 정원의 관상용 식물로 널리 사용된 것을 알 수 있다(이병훈, 2000). 또한 창포는 요즘 활발하게 조성되고 있는 습지에 많이 도입되는 대표적인 수생식물이다.

한편으로 도시형 홍수를 예방하기 위한 방재 조절지, 빗물의 재사용을 위한 우수 저류시설, 생물종의 다양성을 확보하기 위한 생태연못 등의 조성면적은 많이 늘어날 것으로 예상되며, 이러한 인공습지의 조성에는 많은 종류와 양의 수생식물이 소요될 것으로 예견된다(서울대학교, 1999). 인공습지는 조성되는 장소에 따라 여러 가지 토양으로 조성되며, 햇빛이 가려지는 정도도 다양하고, 수생식물이 식재되는 장소의 수심도 차이가 많이 나게 된다. 그런데 장차 수요가 많이 늘어날 것으로 예상되는 수생식물의 생육 적합지에 대한 연구는 매우 미진한 실정이다. 수생식물의 생육에 적합한 생육환경은 자생지의 생육환경을 분석하여 제시할 수도 있으나 자생지의 생육조건이 가장 적합한 생육환경이라고 할 수는 없다. 따라서 조건을 달리한 여러 가지 생육환경 하에서 수생식물을 재배하여 최적의 생육조건을 찾아내는 것이 보다 합리적인 방법이 될 수 있다.

본 연구는 인공습지에 많이 도입될 것으로 예상되는 창포를 토양의 종류, 수심, 차광률을 달리한 생육환경 하에서 재배하고, 생육상태를 분석함으로써 창포의 생

육에 적합한 환경조건을 도출하고자 하였으며, 이를 통하여 인공습지에 창포를 도입하거나 창포를 재배하고자 할 때에 도움이 되는 기초 자료를 제공하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료

1) 식물재료

실험에 사용된 창포는 습지에서 재배한 것을 구입하여 뿌리에 붙어 있는 흙과 손상된 부분을 제거한 후 사용하였다. 잎의 길이, 잎의 수, 뿌리 수, 총 무게를 측정 후 플라스틱 포트(상단부 직경 13.8cm, 하단부 직경 10.5cm, 높이 15cm)에 식재하여 15일간 비닐하우스 내에서 활착상태를 관찰한 후 처리구별로 배치하였다.

2) 공시토양

실험에 사용된 토양은 모래, 미사질 양토, 유기질 양토의 3가지 종류로 하였다. 창포는 대부분 논에서 재배되고 있어 유기질 양토(논흙)를 공시토양으로 선정하였으며, 창포의 생육에 유기질 토양이 미치는 영향을 비교하기 위하여 유기질이 적은 미사질 양토를 공시토양의 하나로 선정하였다. 인공습지를 조성할 때에는 수질의 오탁을 줄이기 위하여 모래를 사용하는 경우가 많이 있는데, 이에 대한 적정성 여부를 검토를 하기 위하여 모래를 공시토양의 하나로 선정하였다. 공시토양으로 선정된 유기질 양토는 경산시 하양읍 동서리에 소재하는 휴경답에서 채취하였으며, 미사질 양토는 경산시 하양읍내 조경수목 재배지에서 채취하였다. 모래는 금

표 1. 공시토양의 토성

구분	구성비(%)			토성 (Soil texture)
	점토(clay)	미사(silt)	모래(sand)	
미사질 양토	11.86	55.78	32.34	미사질 양토
유기질 양토	10.25	46.06	43.69	양토

호강변의 하천사를 사용하였다. 각 공시토양은 그늘에서 말린 후 2mm 체로 쳐서 사용하였다.

토양의 입도분석은 한국 산업규격 KS F2302(이상덕, 1996)에 준하여 실시하였으며, 분석 결과는 표 1에 나타내었다. 미국 농무성(USDA)의 토성구분법(농촌진흥청, 1995)에 의한 공시토양의 토성은 미사질 양토와 양토로 나타났다.

농촌진흥청(1995)의 농사시험연구조사기준에 준하여 측정된 공시토양의 화학적 특성은 표 2에 나타낸 바와 같다. 조경설계기준의 토양평가 기준(한국조경학회, 1999: 287)에 따르면 TN, P₂O₅, Ca는 상급으로 나타났고, Mg는 중급, K는 하급으로 나타났다.

2. 실험방법

생육실험은 대구가톨릭대학교 실습포장 내에서 2002년 5월 1일에서 익년 8월 15까지 약 15개월간 시행하였다.

3종류의 토양에 식재된 공시식물은 그림 1에서와 같이 수위를 달리하여 배치하였다. 수위저는 수면의 높이를 토양 표면보다 8cm±1cm 낮게 조절하였고, 수위중은 토양 표면에서 ±1cm로, 수위고는 토양표면보다 8.5cm±1cm 높게 조절하였다.

직경 6cm의 천제 파이프를 이용하여 높이 1.8m, 폭 6.0m, 길이 10.0m의 틀을 2개소 만든 후 차광율 55%, 차광율 75%의 차광막(대구섬유, 2002)을 팽팽하게 당

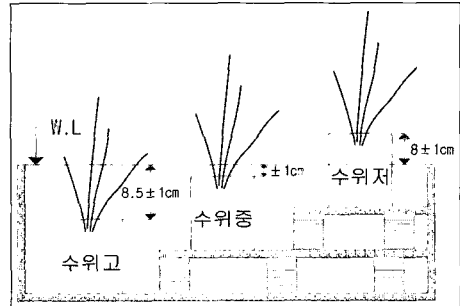


그림 1. 수위별 실험장치

겨서 설치하여, 3가지의 차광조건(무차광인 노지를 포함)을 조성한 후, 토양별, 수위별로 구분된 공시식물을 배치하였다.

이상과 같이 토양 3종, 수위 3단계, 차광을 3종으로 27개의 처리구를 만들고, 처리구당 8반복으로 총 216 개체를 배치하였다.

생육기간 중 병충해 방제는 오토란 수화제 1,000배액을 월 1회의 빈도로 살포하였다.

3. 분석의 방법

잎 수는 지하경에서 잎을 자른 다음 길쭉과 속에 감추어진 잎 모두 잎 수로 포함하여 계량하였고, 뿌리 수는 지하경에서 뿌리를 잘라 그 수를 헤아렸다. 생육부위별 무게는 대류식 건조기에 75℃로 72시간 이상 건조시킨 후 전자저울(METTLER, PB303)을 이용하여 측정하였다.

각 측정치에 대한 통계분석에는 PC용 SAS (Statistical Analysis System, 2002) V8.1을 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 공시식물의 생육결과

표 2. 공시토양의 화학적 특성

토양 종류	pH	EC (dS · m ⁻¹)	TN (%)	OM	P ₂ O ₅ (mg/kg)	CEC (me/100g)	치환성 양이온 (me/100g)			
				(%)			Ca	Mg	K	Na
미사질 양토	5.94	0.13	0.16	1.59	364	1.82	5.30	0.64	0.29	1.64
유기질 양토	6.72	0.16	0.12	1.86	535	1.60	9.40	1.91	0.31	1.57

표 3. 실험후 공시식물의 부위별 무게

차광	구분		평균값							
	수위	토양	초기 무게(g)	총무게 (g)	지하경 무게(g)	뿌리 무게(g)	잎무게 (g)	잎수 (개)	뿌리수 (개)	잎함수비 (%)
무 차광	저	모래	6.79	5.66	0.92	3.67	0.91	5.14	22.57	367.30
		미사질 양토	8.52	22.87	7.85	12.16	2.93	8.88	75.25	299.02
		유기질 양토	8.01	13.17	3.28	7.29	2.40	12.14	65.29	362.43
	중	모래	6.07	7.53	1.76	4.42	1.25	4.50	29.75	369.01
		미사질 양토	8.07	33.67	9.21	18.33	5.06	14.13	113.13	285.02
		유기질 양토	8.33	18.80	4.58	9.38	4.54	14.57	78.43	333.33
	고	모래	7.90	12.34	3.00	6.86	2.39	5.14	40.14	396.90
		미사질 양토	9.97	46.54	10.62	24.49	10.76	11.50	122.25	310.37
		유기질 양토	9.35	25.88	4.80	13.01	7.74	7.86	79.00	342.04
차광 55%	저	모래	6.83	5.55	1.78	3.23	0.63	4.38	29.88	516.02
		미사질 양토	9.57	20.17	6.39	9.12	4.23	12.00	74.88	277.54
		유기질 양토	9.31	14.63	3.10	6.61	4.58	15.14	64.71	365.24
	중	모래	9.64	9.96	3.03	4.63	2.19	6.50	34.38	366.24
		미사질 양토	10.91	26.02	7.93	13.57	4.13	11.00	92.00	275.32
		유기질 양토	8.97	16.36	3.93	7.59	4.52	11.63	73.25	351.07
	고	모래	7.56	11.34	3.02	5.54	2.68	5.13	45.50	412.43
		미사질 양토	8.56	38.93	7.49	20.51	9.36	9.00	98.13	327.16
		유기질 양토	6.95	29.37	5.45	13.71	9.65	13.13	97.38	380.59
차광 75%	저	모래	7.81	5.82	1.59	3.46	0.70	5.20	24.20	512.71
		미사질 양토	8.03	21.93	5.11	9.34	6.99	9.13	66.38	334.03
		유기질 양토	8.00	14.21	2.73	6.36	4.79	14.29	63.86	376.95
	중	모래	5.36	6.22	1.37	2.83	2.34	5.43	24.14	422.54
		미사질 양토	7.41	19.64	5.72	9.37	4.16	11.25	73.75	304.71
		유기질 양토	5.08	12.40	2.64	5.89	3.81	8.38	53.58	345.12
	고	모래	5.74	8.59	1.99	4.51	1.86	4.38	33.25	478.13
		미사질 양토	8.30	24.64	5.36	13.09	5.20	10.00	84.50	326.10
		유기질 양토	6.99	10.61	2.23	4.56	3.33	7.25	51.38	384.45

1) 공시식물의 부위별 생육결과
실험이 종료된 후, 공시식물의 생육부위별 무게와 잎과 뿌리의 수를 표 3에 나타내었다.
수위저의 모래에서 생육한 개체는 실험전의 초기치

무게보다 15개월 생육한 후의 무게가 더 적은 것으로 나타났는데, 모래를 창포의 식재지반으로 조성할 경우에는 수위를 토양 표면보다 높게 유지하여야 생육이 지속된다는 것을 알 수 있다.

표 4. 처리구별 고사수와 고사율

구분		고사수/반복수	고사율(%)	
무차광	수위저	모래	0/8	0
		미사질 양토	0/8	0
		유기질 양토	1/8	12.5
	수위중	모래	0/8	0
		미사질 양토	0/8	0
		유기질 양토	1/8	12.5
	수위고	모래	1/8	12.5
		미사질 양토	0/8	0
		유기질 양토	1/8	12.5
차광55%	수위저	모래	0/8	0
		미사질 양토	0/8	0
		유기질 양토	1/8	12.5
	수위중	모래	0/8	0
		미사질 양토	0/8	0
		유기질 양토	0/8	0
	수위고	모래	0/8	0
		미사질 양토	0/8	0
		유기질 양토	0/8	0
차광75%	수위저	모래	0/8	0
		미사질 양토	0/8	0
		유기질 양토	1/8	12.5
	수위중	모래	0/8	0
		미사질 양토	0/8	0
		유기질 양토	0/8	0
	수위고	모래	0/8	0
		미사질 양토	0/8	0
		유기질 양토	0/8	0

2) 공시식물의 고사수와 고사율

공시식물의 고사수와 고사율을 표 4와 표 5에 나타내었다.

공시식물의 고사율은 토양별로는 유기질 양토에서 높았고, 공시식물의 고사는 주로 이식 초기에 나타났는데, 물에 침수되거나 물로 포화된 유기질 토양이 공시식물의 초기 활착에 좋지 않은 영향을 미친 것으로 나타났다. 무차광의 실험구에서는 초기 활착에 어려움을 겪고 있던 공시식물이 강한 햇빛에 노출되어 증산량이 많아지는 등의 환경압을 견디지 못해 고사한 개체 수가 많아진 것으로 사료된다. 수위별로는 수위저와 수위고에서 고사율이 높게 나타났다.

따라서 창포를 이식한 후의 초기 활착율을 높이기 위해서는 수위를 토양표면±1cm 정도로 조절하고 해가림을 해주는 것이 유리하며, 유기질 토양에 식재할 경우는 통기성을 개선하여줄 필요가 있다는 것을 알 수 있다.

3) 공시식물의 생육상태 분석

실험 초기에 식재된 공시식물은 무게나 생육상태에 있어서 다소 차이가 있었으므로 이러한 초기 상태가 생육결과에 미친 영향을 검토할 필요가 있었다. 따라서 공시식물의 초기 무게를 공변수로 하여 공시식물의 생육결과에 대한 공분산 분석(ANCOVA)을 실시하여 유의성을 검증하였다. 잎의 함수비는 초기 상태에 영향을 받는 것이 아니므로 그 결과를 분산분석(GLM)으로 유의성을 검증하였다.

(1) 토양의 종류에 따른 생육

표 6에 의하면 초장과 잎 무게를 제외한 모든 생육 요소가 공변수인 초기 무게에 대하여 유의수준 1%이내에서 고도의 유의차가 인정되었다. 따라서 초기 무게

표 5. 실험구별 고사수와 고사율

차광별			수위별			토양별		
구분	고사수/반복수	고사율(%)	구분	고사수/반복수	고사율(%)	구분	고사수/반복수	고사율(%)
무차광	4/72	5.6	수위저	3/72	4.2	모래	1/72	1.4
차광 55%	1/72	1.4	수위중	1/72	1.4	미사질 양토	0/72	0
차광 75%	1/72	1.4	수위고	2/72	2.8	유기질 양토	5/72	6.9

표 6. 공시식물의 부위별 생육에 미친 초기 무계의 영향분석
(토양의 종류별)

구분	자유도	제3종 제공합	F-값	p-값	
총 무계	공변수 (초기무계)	1	806.47	13.74	0.0003
	토양	2	11,534.64	98.23	<.0001
초장	공변수 (초기무계)	1	301.81	2.09	0.15
	토양	2	12,479.36	43.17	<.0001
잎 수	공변수 (초기무계)	1	187.50	16.06	<.0001
	토양	2	1,416.85	60.67	<.0001
뿌리 수	공변수 (초기무계)	1	5,188.29	15.30	0.0001
	토양	2	97,257.36	143.42	<.0001
지하경 무계	공변수 (초기무계)	1	114.47	42.25	<.0001
	토양	2	783.36	144.56	<.0001
뿌리 무계	공변수 (초기무계)	1	175.93	8.95	0.0031
	토양	2	2,996.86	76.23	<.0001
잎 무계	공변수 (초기무계)	1	12.41	2.39	0.1236
	토양	2	592.55	57.11	<.0001
잎의 함수비	토양	2	50,5835.70	36.02	<.0001

가 공시식물의 생육에 영향을 미쳤다고 할 수 있다.

토양의 종류에 따른 공시식물의 부위별 생육결과에 대한 공분산 분석(ANCOVA) 결과와 잎의 함수비에 대한 분산분석(GLM) 결과를 표 7에 나타내었다.

표 7을 살펴보면 전반적으로 미사질 양토 > 유기질 양토 > 모래의 순으로 생육상태가 좋은 것으로 나타나고 있으며, 뚜렷한 유의차를 보이고 있다. 표 2에 나타난 토양의 화학성 분석에서 미사질 양토가 유기질 양토보다 질소분을 많이 함유하고 있는 것으로 나타났는데, 이는 미사질 양토에서 공시식물의 생육이 양호하였던 원인을 제공하였다고 할 수 있다. 표 2에서 질소 이외의 무기질 영양은 미사질 양토보다 유기질 양토에서 더

많았다는 점과 유기질 양토에서 초기 고사율이 많았던 점을 감안하면 물에 포화된 상태의 유기질 토양은 식물의 생육을 저해하는 요인을 안고 있다는 것을 알 수 있다. 이은웅(2002)은 토양이 포화상태 이상의 수분을 가지고 있으면 표층에서 약 1.2cm 이하의 하층토에서는 산소부족으로 인한 환원층이 형성되고, 이 환원층에서는 수용성 무기염류가 용탈되고, 황화수소가 발생하여 식물뿌리의 생육을 저해하게 된다고 하였다. Russell (1977)은 혐기상태의 토양에서 발생하는 물질의 대부분은 식물의 생육에 유독한 것이며, 토양이 혐기상태로 되어 식물의 생육을 저해하는 것은 뿌리에 산소공급이 제한된다는 것 이외에도 토양중의 복잡한 이화학적, 생물학적 변화가 관여하고 있다고 하였다. 이러한 점을 감안할 때 유기질 토양을 식재지반으로 사용하고자 할 때에는 토양의 통기성을 향상시켜줄 필요가 있다는 것을 알 수 있다.

잎의 함수비의 경우는 모래 > 유기질 양토 > 미사질 양토 순으로 높게 나타났다. 잎의 함수비는 차광율에 따라 그 차이가 크게 나타날 것으로 예상하였으나 토양의 종류에 따라 차이가 더 크게 나타났다. 함수비가 낮다는 것은 광합성 작용이 활발하여 잎에 세포벽을 형성하는 탄수화물이 많이 축적되었다는 것을 의미하며, 이는 잎이 튼실하다는 것을 나타내 준다고 할 수 있다. 생육상태가 가장 양호하였던 미사질 양토에서 생육한 개체가 생육이 상대적으로 불량한 모래에서 생육한 것보다 함수비가 현저하게 낮다는 것은 이러한 사실을 뒷받침하고 있다고 사료된다.

(2) 수위차에 따른 생육

수위차에 따른 공시식물의 생육결과에 대한 분석은 공분산 분석(ANCOVA)으로, 잎의 함수비는 분산분석(GLM)으로 유의성을 검증하였다.

표 8에 의하면 초장을 제외한 모든 생육 요소가 공변수인 초기 무계에 대하여 유의수준 1% 이내에서 유의차가 있다는 것이 인정되었다. 수위에 따른 공시식물의 생육 상태에 대한 공분산 분석(ANCOVA) 결과와 잎의 함수비에 대한 분산분석(GLM) 결과는 표 9에 나타내었다.

표 9에서 살펴보면 전반적으로 수위가 높을수록 생

표 7. 토양의 종류에 따른 공시식물의 생육

구분	처리구	조정평균 (LSMEAN)	Pr > t H0 : 조정평균(i) = 조정평균N(j)		
			모래	미사질 양토	유기질 양토
총 무게	모래	8.81	.	<.0001*	<.0001*
	미사질 양토	27.64	<.0001*	.	<.0001*
	유기질 양토	17.36	<.0001*	<.0001*	.
초장	모래	32.09	.	<.0001*	<.0001*
	미사질 양토	51.24	<.0001*	.	0.0069*
	유기질 양토	45.60	<.0001*	0.0069*	.
잎 수	모래	5.36	.	<.0001*	<.0001*
	미사질 양토	10.46	<.0001*	.	0.0631
	유기질 양토	11.56	<.0001*	0.0631	.
뿌리 수	모래	33.48	.	<.0001*	<.0001*
	미사질 양토	87.31	<.0001*	.	<.0001*
	유기질 양토	69.89	<.0001*	<.0001*	.
지하경 무게	모래	2.31	.	<.0001*	<.0001*
	미사질 양토	7.06	<.0001*	.	<.0001*
	유기질 양토	3.67	<.0001*	<.0001*	.
뿌리 무게	모래	4.66	.	<.0001*	<.0001*
	미사질 양토	14.45	<.0001*	.	<.0001*
	유기질 양토	8.18	<.0001*	<.0001*	.
잎 무게	모래	1.77	.	<.0001*	<.0001*
	미사질 양토	5.79	<.0001*	.	0.0660
	유기질 양토	5.07	<.0001*	0.0660	.
잎의 함수비	모래	425.64	.	<.0001*	<.0001*
	미사질 양토	304.36	<.0001*	.	<.0001*
	유기질 양토	360.21	<.0001*	<.0001*	.

* p 값 < 0.05/3 = 0.0167¹⁾.

육이 양호한 것으로 나타나고 있다. 수위가 높은 곳에서는 식물체가 물에 잠겨어 잎이 연약화 되고, 초기 활착상태에서 고사율이 높았던 점, 실험 1차년도와 생육상태가 수위고가 수위중에 비해 좋지 않았던 점을 감안한다면 이러한 생육결과는 겨울철의 토양결빙에 원인이 있었다고 사료된다. 수위가 높은 곳에서는 수면 가까운 곳이 결빙되는데 비해 수면 아래의 깊은 곳에

있는 토양의 결빙은 적게 일어난다. 이에 비하여, 수위가 낮은 곳에서는 토양이 결빙되는 부위가 많아, 토양결빙에 따른 스트레스를 많이 받게 되므로 창포의 생육이 저해된다. 따라서 창포 식재지의 겨울철 관리의 수위를 높게 유지하여 근권 토양의 결빙이 일어나지 않도록 하는 것이 무엇보다 중요하다는 것을 알 수 있다.

또한 수위가 낮아 토양의 표면이 수면위로 노출되는

표 8. 공시식물의 부위별 생육에 미친 초기 무게의 영향분석 (수위별)

구분		자유도	제3종 제곱합	F-값	p-값
총 무게	공변수 (초기무게)	1	3,357.95	33.32	<.0001
	수위	2	3,077.65	15.27	<.0001
초장	공변수 (초기무게)	1	111.41	0.61	0.4356
	수위	2	4,846.33	13.28	<.0001
잎 수	공변수 (초기무게)	1	425.23	23.33	<.0001
	수위	2	100.47	2.76	0.0659
뿌리 수	공변수 (초기무게)	1	23,543.51	30.69	<.0001
	수위	2	11,204.37	7.30	0.0009
지하경 무게	공변수 (초기무게)	1	339.23	53.51	<.0001
	수위	2	53.63	4.23	0.0159
뿌리 무게	공변수 (초기무게)	1	804.85	26.50	<.0001
	수위	2	842.85	13.87	<.0001
잎 무게	공변수 (초기무게)	1	87.89	13.20	0.0004
	수위	2	296.85	22.29	<.0001
잎의 함수비	수위	2	62,735.17	4.47	0.0127

경우에는 잡초의 발생이 많고, 해충이 침입하는 부위도 지상부의 성장점 부근인 것을 감안하면 창포의 식재나 재배시에는 수위를 성장점 위로 조정할 필요가 있다.

(3) 차광의 정도에 따른 생육

차광율에 따른 공시식물의 생육결과에 대한 분석은 공분산 분석(ANCOVA)으로, 잎의 함수비는 분산분석(GLM)으로 유의성을 검증하였다.

표 10에 의하면 초장을 제외한 모든 생육 요소가 공변수인 초기 무게에 대하여 유의수준 1% 이내에서 유의차가 인정되었으며, 초장은 유의수준 5% 이내에서 유의한 것으로 나타났다.

표 9. 수위에 따른 공시식물의 생육

구분	처리구	조정평균 (LSMEAN)	Pr > t H0 : 조정평균(i) = 조정평균N(j)		
			저	중	고
총 무게	저	13.93	.	0.0673	<.0001*
	중	17.12	0.0673	.	0.0004*
	고	23.29	<.0001*	0.0004*	.
초장	저	37.85	.	0.0853	<.0001*
	중	41.88	0.0853	.	0.0009*
	고	49.60	<.0001*	0.0009*	.
잎 수	저	9.55	.	0.7353	0.0719
	중	9.79	0.7353	.	0.0297
	고	8.21	0.0719	0.0297	.
뿌리 수	저	54.63	.	0.0365	0.0002*
	중	64.69	0.0365	.	0.0826
	고	72.86	0.0002*	0.0826	.
지하경 무게	저	3.70	.	0.0413	0.0052*
	중	4.59	0.0413	.	0.4328
	고	4.92	0.0052*	0.4328	.
뿌리 무게	저	6.85	.	0.0607	<.0001*
	중	8.64	0.0607	.	0.0009*
	고	11.77	<.0001*	0.0009*	.
잎 무게	저	3.18	.	0.3509	<.0001*
	중	3.6	0.3509	.	<.0001*
	고	5.91	<.0001*	<.0001*	.
잎의 함수비	저	377.89	.	0.0075	0.7585
	중	338.89	0.0075	.	0.0156
	고	373.44	0.7585	0.0156	.

* p 값 < 0.05/3=0.0167¹⁾.

차광의 정도에 따른 공시식물의 부위별 생육 결과에 대한 공분산 분석(ANCOVA) 결과는 표 11에 나타내었다. 잎의 함수비는 분산분석(GLM)한 결과를 나타내었다.

표 11에서 살펴보면 차광의 정도에 따른 생육상태는 전반적으로 무차광과 차광을 55%에서는 유의한 차이

표 10. 공시식물의 부위별 생육에 미친 초기 무게의 영향 분석(차광의 정도별)

구분		자유도	제3종 제곱합	F-값	p-값
총 무게	공변수 (초기무게)	1	2,394.31	21.44	<.0001
	차광의 정도	2	886.07	3.97	0.0204
초장	공변수 (초기무게)	1	667.72	4.67	0.0319
	차광의 정도	2	12,794.18	44.74	<.0001
잎 수	공변수 (초기무게)	1	374.29	20.00	<.0001
	차광의 정도	2	3.04	0.08	0.9220
뿌리 수	공변수 (초기무게)	1	16,826.35	21.02	<.0001
	차광의 정도	2	4,483.28	2.80	0.0632
지하경 무게	공변수 (초기무게)	1	256.90	40.87	<.0001
	차광의 정도	2	64.41	5.12	0.0068
뿌리 무게	공변수 (초기무게)	1	547.08	16.93	<.0001
	차광의 정도	2	451.94	6.99	0.0012
잎 무게	공변수 (초기무게)	1	65.75	8.12	0.0048
	차광의 정도	2	6.67	0.41	0.6631
잎의 함수비	차광의 정도	2	65,217.57	4.64	0.0107

가 나타나지 않으며 무차광과 차광율 75%는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 차광율의 차이에 따라 생육량에 현저한 차이가 나타나지 않는 것은 창포가 비교적 넓은 범위의 광조건에 잘 적응할 수 있다는 것을 말해준다.

잎무게는 차광 55% > 무차광 > 차광 75% 순이고, 지하경과 뿌리의 무게는 무차광 > 차광 55% > 차광 75% 순인 점과 무차광에서 잎이 갈변하는 부위가 나타난다는 점을 고려할 때, 무차광 하에서는 광합성의 양이 많아 뿌리나 지하경의 생육량이 많아지지만, 잎은 강한 햇빛에 의하여 다소 손상되는 것으로 보인다. 따라서 창포 잎의 생육상태를 고려할 때에는 차광율 55% 이하로 해가림을 해주는 편이 좋을 것으로 판단된다.

표 11. 차광의 정도에 따른 공시식물의 생육

구분	처리구	조정평균 (LSMEAN)	Pr > t H0 : 조정평균(i) = 조정평균(j)		
			무차광	차광 55%	차광 75%
총 무게	무차광	20.84	.	0.1475	0.0054*
	차광 55%	18.21	0.1475	.	0.1646
	차광 75%	15.60	0.0054*	0.1646	.
초장	무차광	32.65	.	<.0001*	<.0001*
	차광 55%	44.70	<.0001*	.	0.0004*
	차광 75%	52.26	<.0001*	0.0004*	.
잎 수	무차광	9.23	.	0.9266	0.7645
	차광 55%	9.29	0.9266	.	0.6988
	차광 75%	9.00	0.7645	0.6988	.
뿌리 수	무차광	69.68	.	0.3533	0.0195
	차광 55%	65.18	0.3533	.	0.1503
	차광 75%	57.95	0.0195	0.1503	.
지하경	무차광	5.15	.	0.0723	0.0017*
	차광 55%	4.37	0.0723	.	0.1563
	차광 75%	3.74	0.0017*	0.1563	.
뿌리 무게	무차광	11.16	.	0.0169	0.0003*
	차광 55%	8.81	0.0169	.	0.1886
	차광 75%	7.48	0.0003*	0.1886	.
잎 무게	무차광	4.22	.	0.5647	0.7360
	차광 55%	4.50	0.5647	.	0.3730
	차광 75%	4.05	0.7360	0.3730	.
잎의 함수비	무차광	341.21	.	0.1175	0.0026
	차광 55%	363.65	0.1175	.	0.1300
	차광 75%	385.37	0.0026	0.1300	.

* p 값 < 0.05/3 = 0.0167¹⁾.

남양주시 농업기술센터(<http://www.nais.or.kr/2Tech/tech5.htm>)에서는 석창포는 습기가 많은 그늘에서 자생하는 약초이므로 노지에서 재배할 때는 해가림을 하여야 지상부 생육이 왕성하며 지하부 수량을 높일 수 있다. 해가림 정도는 가리소 50~75%를 1~1.5m 높이로 설치하면 노지보다 26% 이상 증수된다고 하였다.

이에 비해, 창포는 무차광이 차광 75%에 비해 생장이 더 좋은 것으로 나타났다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 인공습지에 많이 도입될 것으로 예상되는 창포를 토양, 수위, 차광율을 달리한 생육실험을 통하여 창포의 생육에 적합한 환경조건과 창포의 재배나 식재시 고려하여야 할 생육환경에 대하여 검토하고자 하였다. 공시토양은 모래, 미사질 양토, 유기질 양토를 사용하였으며, 차광율은 무차광, 차광율 55%, 차광율 75%의 3단계로, 수위 또한 고·중·저의 3단계로 설정하였다. 27개의 처리구, 8반복으로 수행된 생육실험 결과를 분석하여 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 모래에 식재되어 수위가 가장 낮은 곳에 배치된 공시식물은 15개월 동안의 생육실험 결과 식재 당시보다 무게가 줄어든 것으로 나타났다. 수질의 오탁 등을 방지하기 위하여 창포의 식재지반이 모래로 조성될 경우에는 수위가 토양의 표면보다 높게 유지되도록 하는 것이 바람직하다.
2. 유기질 양토에 식재된 72개체의 공시식물 중에서 5개체가 고사하였다. 유기질 양토가 물로 포화되면 토양의 내부가 환원상태로 바뀌기 쉬운데, 이러한 환원상태에서는 창포 뿌리의 활착율이 낮아지는 것을 알 수 있다.
3. 유기질 양토에서 생육한 공시식물은 미사질 양토에서 생육한 것보다 생육상태가 나쁜 것으로 나타났다. 이는 유기질 토양이 환원상태에서 배출하는 유해가스 등의 영향을 받기 때문이다. 따라서 논토양과 같은 유기질 토양에 창포를 식재하거나 재배할 경우에는 통기성을 개선하여야 할 필요가 있다.
4. 수위가 높은 곳에서 생육한 공시식물은 수위가 낮은 곳에서 생육한 것보다 생육상태가 훨씬 좋았다. 이는 겨울철에 수면 부근의 물이 얼게 되고, 수위가 낮은 곳에서는 토양이 결빙되므로 공시식물의 뿌리가

토양결빙에 따른 스트레스를 받아 생육이 저해된 것으로 나타났다. 따라서 창포 시제지의 동절기 관리의 토양동결이 일어나지 않도록 수위를 높게 유지시켜주는 것이 가장 필요하다.

5. 무차광과 차광율 55%에서 생육한 공시식물은 생육량에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 차광율이 55% 이하인 곳에서는 창포의 생육이 건전하게 유지될 수 있다는 것을 의미한다. 무차광 상태에서 뿌리와 지하경의 무게는 높게 나타나나 잎은 갈변하는 부위가 있고, 무게 또한 적어지므로 잎의 관상가치를 높일 필요가 있는 경우는 해가림을 해주는 것이 바람직하다.
6. 수위가 높은 곳에서 생육한 공시식물은 잎이 물에 잠겨 있었으므로 함수비가 높게 나타난다는 점을 감안한다면, 생육량이 많은 처리구일수록 잎의 함수비가 적게 나타났다. 잎의 함수비와 생육량과의 인과관계는 본 연구에서 면밀히 고찰되지 못하였는데, 추후 좀더 정밀한 실험에 의하여 그 인과관계가 정확하게 분석, 고찰될 필요가 있을 것으로 사료된다.

주 1. 이 다중비교를 Bonferroni의 방법을 사용하여 실시하면, 제 1종의 모입오류율이 0.05 이하이고, 비교의 개수가 3이므로, 각 비교에서의 p 값이 $0.05/3=0.0167$ 이하일 경우에 그 비교에서의 차이의 유의성을 인정하게 된다.

인용문헌

1. 농촌진흥청(1995) 농사시험연구조사기준.
2. 서울대학교(1999) 도시지역에서의 효율적인 생물서식공간 조성 기술의 개발. 환경부.
3. 이병훈(2000) 양화소록. 서울: 을유문화사.
4. 이상덕(1996) 토질시험(원리와 방법). 서울: 도서출판 새론.
5. 이은웅(2002) 수도작. 서울: 향문사.
6. 이창복(1977) 식물분류학. 서울: 향문사.
7. 한국조경학회(1999) 건설교통부 승인 조경설계기준. 서울: 도서출판 조경.
8. Russell, R. S.(1977) Plant Root Systems: Their function and interaction. with the soil. 田中典幸(譯) 作物の根系と土壤. 東京: 農山漁村文化協會, 1981.
9. <http://www.nais.or.kr/2Tech/tech5.htm>