Korean J. Ecol. 19(3) : 209~216, 1996

순채 생육지에서 수체와 저토의 환경요인 분석

김 윤 동
한국인삼연초연구원

Characterization of Water and Sediment Environment in Water Shield (*Brasenia schreberi*) Habitats

Kim, Yoon-Dong
Korea Ginseng and Tobacco Research Institute

ABSTRACT

In order to identify the habitat characteristics of water shield (*Brasenia schreberi*), water quality and sediment characters were investigated. Water shield had peculiar habitats such as old reservoir, developed basin-like reservior, a water depth within 1.5 m, constant water level, and thick sediment layer at the bottom. The species had very dense populations under the favorable growing conditions and occasionally grew together with *Utricularia japonica*. When water shield decreased, *Nelumbo nucifera, Nuphar japonicum* and *Zizania latifolia* increased. Natural populations of water shield need protection because it is endangered by the human activities and their harvest. The optimal conditions for the growth of water shield was near neutral pH, low conductivity and low turbidity. Therefore the input of pollutants should be controlled for its growth. The inorganic ion contents such as K, Mg, and Na were higher in the water shield growing area. Especially iron content of the sediments in the reservoirs with water shield was nearly five times as high as that in the reservoirs without water shield. Thus iron might be one of the major limiting factors for the growth. It was considered that molybdenum can be another major factor because water shield is a nitrogen fixing plant.

Key words: *Brasenia schreberi*, Distribution, Habitat, Limiting factor, Water quality

서 론

중부 이남의 오래된 연못이나 저수지에서 자라는 순채(*Brasenia schreberi* J.F. Gmelin)는 다년생 부엽성 수생식물로 수련과(Nymphaeaceae) *Brasenia*속의 유일한 종으로 식용, 약용 및 관상용으로 유용한 수생식물 자원이다. 순채는 만주, 일본, 미국에서도 자생하며 일본에서의 분포 면적은 약 300 ha, 연간 채취량은 230 tons 이다(土崎哲男 1982). 싹, 줄기, 잎 등의 추출물은 아미노산, 단백질, glucan, glucomannan 등을 포함하는 종양억제제로서 위궤양이나 피부종양에 효능을 나타내며, 이밖에 진통, 주독, 지혈, 이뇨 등의 약효도 지니고 있다(Misaki and Smith 1962, Kakuta 1979a,b).

그러나 생육환경 변화에 극히 민감한 순채는 근래의 환경오염 증가 뿐만 아니라 계속적인 채취로 그 분포역이 급속하게 줄어 들어 정부에서도 멸종 위기종으로 고시하였으나 그 보호 대책이 없는 실정이다(이 1990). 우리나라에서는 전라도의 서해안지역, 충청남도 삽교, 경상남도 합천, 강원도 속초 등의 중부 이남에서 국지적으로 서식했다고 하나(이 1990), 현재는 거의 멸종 위기에 처해 있다(최 1986). 한편, 순채가 지니는 수익성 때문에 많은 사람들이 재배를 시도하였으나 실패하고 자생지 인접지역에서만 일부 성공하였다.

따라서 본 조사에서는 순채의 출현도가 높았던 전라도 지역을 대상으로 하여 분포현황과 생육환경을 조사하여, 순채의 생태학적 특성을 분석하고 순채 자생지의 입지특성을 규명하였다.

재료 및 방법

순채 생육지의 특성을 파악하기 위하여 문헌조사에서 얻은 자료(양과 길 1985)와 각지 군청에서의 자문을 통하여 전라도를 중심으로 그 분포역 및 수생식물상에 대한 현지 조사를 1991년 11월초에 실시하였다. 식물상은 상관에 의하여 주요 수생식물의 피도를 4단계(51% 이상, 31~50%, 11~30%, 10% 미만)로 구분하여 조사하였다.

또한 식물상 조사시에 휴대용 pH 측정기(HI8424), 용존산소 측정기(HI8043), 전기전도도 측정기(HI8733), 탁도 측정기(HI8734), 수온 측정기(HI9050)으로 현지에서 수질을 3회 이상 측정하였으며 분석용 시료는 저수지 수면으로부터 10 cm 깊이에서 1 l 채수병에 넣어 아이스박스에 보관하여 실험실로 운반하였다.

토양분석을 위한 시료는 저수지 저토층의 경우는 0~15 cm 깊이에서, 그리고 주변토양은 지표면의 이물질이나 낙엽 등을 제거한 후 0~10 cm 깊이의 표토를 각각 무작위로 3개소에서 채취하였다. 토양분석은 농촌진흥청 농업연구소(1988)의 토양화학분석법에 따라 Na, Ca, K 및 Mg는 ammonium acetate에 의하여 Mn과 Fe는 ETPA에 의하여 추출하여 원자흡광기로 분석하였다. 수질측정을 위해 채취한 저수지 물은 Whatman No. 42 여과지로 여과한 후 원자흡광기로 Mn, K, Mg 및 Na를 분석하였다.

순채가 자라지 못하는 원인을 규명하기 위하여 순채 자생지와 인접한 저수지중에서 순채 재배에 실패한 저수지의 입지조건을 조사하였고 형제저수지와 석계저수지는 저수지 주변의 토양도 함께 조사하였다.

결과 및 고찰

순채 생육지의 개황과 식물상

장점저수지를 제외한 나머지 저수지는 오래되었지만 물이 비교적 깨끗하고 저토층은 이탄질이며 적색토로 둘러 쌓인 평지에 위치하는 공통점을 가지고 있다. 주로 각 군청으로부터 채취허가를 받아 순채의 새순을 채취하는 곳에서 가물치, 금붕어, 잉어 등의 양어장을 겸하고 있는 곳도 있었다. 조사지중 형제저수지는 약 10 m 폭의 도로를 사이에 두고 2개의 제로 나뉘어져 있었는데, 형제1저수지는 척포저수지로 형제2저수지는 김씨저수지로 불리기도 하였으며, 중진저수지는 조사시 쓰레기 매립장을 건설하는 중이었다. 석동저수지 바로 밑의 논에서 순채를 양식(0.53 ha)하고 있어 이에 대한 조사도 실시하였다(Table 1).

Table 1. The reservoirs surveyed for the environmental factors of water shield

Code	Reservoir name	Area (ha)	Location	Remark
A	Hyŏngje 1	10.30	Jŏnnam Najugun Gongsanmyŏn Jungpori Suyangmaŭl	fish culture
B	Hyŏngje 2	14.40	Jŏnnam Najugun Gongsanmyŏn Jungpori Suyangmaŭl	
C	Sŏggye	1.30	Jŏnnam Najugun Gongsanmyŏn Gasongri Sŏggyemaŭl	fish culture
D	Gŭmho	38.80	Jŏnnam Yŏngamgun Dŏngjinmyŏn Yongsanri G mhomaŭl	
E	Sŏgdong 1	1.36	Jŏnbug Gimjegun Chŏnghamyŏn Gwansangri Sŏgdongmaŭl	
F	Sŏgdong 2	0.53	Jŏnbug Gimjegun Chŏnghamyŏn Gwansangri Sŏgdongmaŭl	cultivation
G	Myŏngdŏg	1.15	Jŏnbuk Gimchŏmsi Myŏngdŏgdong Jenaemaŭl	
H	Sinpyŏng	1.21	Jŏnbuk Igsangun Hwangdŭngmyŏn Yulchonri Sinpyŏngmaŭl	fish culture
I	Sinsŏng	1.96	Jŏnbuk Igsangun Hwangdŭngmyŏn Sinsŏngri Gujamaŭl	
J	Jungjin	3.27	Jŏnbuk Igsangun Yonganmyŏn Chilmogri Chilmogmaŭl	landfill
K	Jangjŏm	0.96	Jŏnbuk Igsangun Hamramyŏn Sindŭngri Nainmaŭl	

각 조사지의 순채 생육상황을 보면, 형제1저수지에는 현재 순채가 전수면의 80% 이상을 점유하나 1991년 여름 장마로 양계장의 오염물이 유입되어 순채의 채취를 포기한 상태였으며 양계장 노폐물이 흘러들어 오는 유입구 주변의 순채는 절멸되어 앞으로의 적극적인 보호대책이 필요한 곳이다. 형제2저수지는 연꽃이 전수역의 90% 정도를 덮고 있으며 5~6년전에는 순채가 약간 생육하였다고 한다. 또한 형제1저수지에서 약 500 m 떨어진 곳에 위치한 석계저수지는 전수면의 약 80%를 개연꽃이 덮고 있으며 5년 전에 순채를 이식하였으나 자라지는 못하였다고 한다.

금호수지는 순채의 자생지로 유명하던 곳이었으며 일반적으로 배를 타고 순채를 수확하지만 5~6년전에 순채를 밟으며 채취한 이듬해부터 서서히 사라지기 시작하여 3년 전에 거의 절멸되었다고 하며 현재는 부들, 줄, 갈대 등이 수역의 70% 이상를 점유하고 있다. 석동저수지에서도 1989년에 순채 채취 허가권자가 비료로 계분을 저수지에 투여한 후 거의 절멸되었고 현재는 수생식물의 점유율이 10% 내외로 주로 저수지 주변부에만 분포한다. 석동저수지 바로 밑의 논 5,300 m^2을 1978년에 개조하여 순채를 양식하여 4년 경과 후 점액질의 새순을 채취하였다고 하며 석동저수지가 오염된 후에는 지하수를 사용하고 있었다. 원래 순채가 자라고 있지 않은 지역에서의 순채재배는 실패하였으므로, 순채의 재배는 주로 순채 자생지에 인접한 논을 깊이 1.5 m 정도로 파내어 퇴비를 배합한 볏짚, 요소와 쌀겨를 뿌린 후 11월에 순채를 이식하는 방법을 취하며 1년에 1~2회 요소와 살충제를 투여하고 있었다.

명덕저수지는 김제시내에 현존하는 유일한 순채 자생지로 1990년에도 수확하였고 부수성 일년생 수생식물인 생이가래가 우점하고 있으며 순채의 점유율은 50% 내외였으나 주변 생활하수의 유입으로 점점 감소하고 있는 실정이다. 신평저수지는 전수면의 20%를 순채가 덮고 있으나 순채의 질이 떨어져 수확을 않고 있으며 감소 추세에 있고 개연꽃이 출현하고 있어 2~3년 후에는 순채의 절멸과 개연꽃의 우점이 예상된다.

신성저수지에서는 2년 전에 순채가 절멸됐다고 하며 희귀식물인 일년생 가시연꽃(이 1990)이 전수면의 80%를 점유하고 있으므로 보호가 요망된다. 중진저수지는 조사시 쓰레기 매립장 건설을 위하여 물을 빼서 약간의 물이 바닥에 남아 있는 정도였으나 순채가 일부 남아 있는 것을 확인할 수 있었다. 장점저수지는 다른 조사지와는 달리 준계곡형 인공저수지로 10년 전에 이식한 4~5 개체의 순채가 자라고는 있었으나 번식이 안되는 상태로 수생식물의 점유율은 5% 이하였다.

Table 2. Coverage of the major aquatic plants

Species	Reservoir*										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Brasenia schreberi	●	×	×	×	×	●	○	○	×	△	×
Nelumbo nucifera	×	●	×	△	×	×	×	×	×	×	×
Nuphar japonicum	×	×	●	×	×	×	×	△	×	×	×
Euryale ferox	×	×	×	×	×	×	×	×	●	×	×
Salvinia natans	×	×	×	×	×	×	○	×	×	×	×
Typha orientalis	×	×	×	○	×	×	▲	×	×	×	×
Zizania latifolia	△	△	×	▲	△	×	△	△	△	▲	×
Leersia japonica	△	△	▲	△	▲	×	△	△	△	△	△
Utricularia japonica	○	×	×	×	×	▲	△	×	×	×	×
Najas marina	▲	△	△	×	△	○	▲	△	×	×	×
Trapa pseudo-incisa	×	×	△	△	△	×	△	△	×	×	△
Aquatic plant coverage (%)	80	90	80	70	10	95	70	30	80	−	5

Symbols for relative coverage scale are as follows: ●; > 50%, ○; 31~50%, ▲; 11~30%, △; ≦ 10%, × ;none.

* Reservoir codes are the same as in Table 1.

순채는 타감현상(Stella and Wooten 1987)에 의하여 다른 식물의 성장을 억제하며 한번 침입하면 보트의 통행을 방해할 정도로 밀집하여 번식되므로 광을 차단하여 다른 식물이 자랄 수 없게 한다는 보고도 있다(Burkhalter 1978). 형제1저수지의 경우 1991년 여름에 양계장 폐수가 유입된 지역을 제외한 부분은 거의 순채로 수면을 가릴 정도로 덮혀 있었다. 그러나 순채가 절멸한 곳에서는 연꽃, 개연꽃 등이 우점하는 것으로 보아 순채의 세력이 약해짐에 따라 뿌리가 깊고 밀생하는 식물이 세력을 넓히는 것으로 사료된다. 수생식물 점유율은 석동양식장 > 형제2저수지 > 형제1저수지 > 금호저수지 > 명덕저수지의 순으로 70% 이상이었다(Table 2).

현장조사시 순채가 자라는 곳은 모두 적색토양을 지닌 곳으로 분지가 발달되고 오래된 저수지로 집적층의 형성이 특징이었으며 진과 이(1978)에 의하면 집적층이 발달할수록 순채 군락이 발달하였다고 하였다. 순채와 생활형이 유사한 연꽃, 개연꽃, 가시연꽃, 통발, 나자스말 등이 있어 순채의 절멸 이후에 우점하는 종으로 예상할 수 있다. 부들, 줄, 나도겨풀 등은 주로 조사지의 외곽부에서 서식하고 있었다.

수질 및 토양 환경요인

순채가 자라고 있거나 자랐던 저수지의 수심은 평균 1.5 m 이내였고, pH는 6.4~7.0으로 큰 차이가 없다. 일본에서 순채가 자생하는 저수지의 pH는 4.7~7.3 범위에 있으며 낮은 pH는 순채의 생육에 나쁜 영향을 미친다는 Matsuda와 Hara(1985)의 보고로 보아 우리나라 순채 자생지에서의 pH는 순채의 생육에 좋은 조건으로 여겨진다.

현재 50% 이상을 순채가 점유하고 있는 형제1저수지와 석동양식장의 전기전도도가 평균 66.8 μS /cm이고 탁도는 평균 26.7 mg /l로서 순채가 전혀 자라고 있지 않으면서 전기전도도가 가장 낮은 장점저수지에 비하여 높은 편이다. 특히 형제1저수지는 순채를 재배하고 있는 석동양식장에 비하면 전기전도도는 비슷하고 탁도는 약간 높은 상태인데, 이는 주변 양계장에서의 폐수 유입에 의한 것으로 생각된다. 이곳은 조사지역중에서 순채가 가장 많이 자라고 있는 자생지이므

로 이러한 폐수의 유입을 방지함으로써 순채 군락을 유지할 수 있는 저수지로 여겨진다. 현재 50% 내의 순채 점유율을 지닌 명덕저수지와 20% 정도의 점유율을 지닌 신평저수지의 전기전도도와 탁도는 형제1저수지나 석동양식장에 비하면 매우 높았으며, 전에는 순채 군락을 형성하였으나 현재는 절멸된 금호저수지나 석동저수지와 비슷한 점으로 보아 명덕저수지나 신평저수지에서도 순채가 사라질 것으로 여겨진다. 금호저수지의 경우 주민에 의하면 배를 타고 순채를 수확한 후 순채가 사라졌다고 하는데, 이보다는 전기전도도나 탁도가 높은 것으로 보아 수질오염에 의한 것으로 생각된다. 신성저수지는 1989년에 절멸되어 순채가 자라고 있지 않은 저수지로 전기전도도나 탁도가 68 μS /cm와 25 mg /l로 매우 낮기 때문에 순채의 절멸은 비료에 의한 오염 보다는 농약과 제초제 또는 가뭄에 의한 물 부족 등으로 절멸되었을 것으로 생각된다(Table 3). Hara 등(1988)에 의하면 통기처리를 하면 저수지의 투명도가 높아져 수중의 광투과가 많아서 순채의 생육이 좋아진다는 보고와 본 연구에서의 전기전도도와 탁도를 분석한 결과에 의하면, 순채의 생육을 위해서는 깨끗한 물의 유지가 중요한 것으로 여겨진다.

순채의 생육상태에 의하여 3유형으로 분류한 저수지에서 물의 무기영양염류를 분석한 결과는 Table 4와 같다. 즉 현재 순채가 수면의 30% 이상을 점유하고 있는 저수지, 현재는 약간(10% 미만) 자라고 있거나 전에 순채가 자랐던 저수지, 그리고 순채가 자라고 있지 않으며 전에 이식을 시도하였지만 실패한 저수지로 구분하였다. Mn은 순채가 현재 자라고 있거나 전에 자랐던 저수지가 약간 낮은 듯하나 지역별 차이가 없었다. K는 순채가 전혀 자라지 않는 저수지에서 가장 낮은 값을 가졌으며 과거에는 순채가 자랐으나 현재는 절멸된 곳의 값은 그 중간이었다. Mg 및 Na의 경우는 순채가 서식하지 못하는 곳에서 가장 낮은 값, 과거에 자랐던 저수지에서 가장 높은 값, 그리고 현재 순채가 서식하고 있는 저수지는 중간값의 경향을 나타냈다(Table 4).

순채가 자랐던 지역이나 자라고 있는 저수지의 K, Mg 및 Na가 자라지 않는 지역에 비하여 높은 점으로 보아 순채 생육지는 영양염류가 장기간에 걸쳐 축적된 저수지라는 것을 알 수 있으며, K와 Na가 순채의 비자생지 저수지보다는 자생지 저수지에서 높다는 진와 이(1978)의 보고와 일치된다. 영양염류가 풍부하다는 것은 비료 및 폐수 등과 같은 인간의 활동에 의하여 부영화된 것을 의미하는 것이 아니고 자연의 상태에서 충분한 영양염류의 집적을 말하며, Matsuda와 Hara(1985)는 순채 자생지 주변의 논에 비료의 시비로 인한 부영화로 순채가 점점 감소된다고 보고하였다. 본 조사에서도 순채가 자라고 있거나 자랐던 저수지에는 오염물질의 유입이 거의 없거나 적은 편이고 석동저수지는 순채의 생산량 증가를 위하여 비료를 투여했다가 전멸된 경우

Table 3. Depth and water quality of reservoirs

Sites	Depth (m)	pH	Conductivity (μS /cm)	Turbidity (mg /l)
Hyŏngje 1	1.3	6.4	68	28
Hyŏngje 2	2.7	6.7	76	28
Sŏggye	1.5	7.0	107	41
Gŭmho	1.2	6.8	122	46
Sŏgdong 1	1.5	6.8	107	54
Sŏgdong 2	1.5	7.0	66	25
Myŏngdŏg	1.3	6.8	139	51
Sinpyŏng	1.0	6.8	107	55
Sinsŏng	1.5	6.6	68	25
Jangjŏm	2.2	6.6	63	24

Table 4. Inorganic ions (mg/l) of water for the reservoir groups divided by growing status of water shield

Groups	Sites	Mn	K	Mg	Na
Present growth	Mean	0.041	3.5	6.3	2.3
	Hyŏngje 1	0.042	3.5	6.0	2.5
	Sŏgdong 2	0.037	3.2	6.4	2.1
	Sinpyŏng	0.043	4.0	6.5	2.4
Former growth	Mean	0.044	3.3	6.9	2.9
	Hyŏngje 2	0.043	1.7	5.2	2.0
	Gŭmho	0.038	4.4	7.7	3.3
	Sŏgdong 1	0.040	5.7	11.6	4.6
	Sinsŏng	0.053	1.2	3.1	1.8
No growth	Mean	0.065	2.6	5.0	2.1
	Sŏggye	0.037	1.9	3.9	1.8
	Jangjŏm	0.093	2.7	6.0	2.4

였다.

저수지 저토층 토양의 무기염류에 대하여 순채가 현재 자라고 있는 지역, 전에 자랐던 지역, 자라지 않는 지역으로 구분하여 정리한 Table 5에 의하면, Mn, Ca, K 및 Mg의 경우는 종류별 경향이나 차이가 거의 없지만 Fe의 경우는 순채가 자라고 있는 곳이나 자랐던 지역은 자라지 않는 지역에 비하여 매우 높은 것으로 보아 순채의 생육에는 철이 주요한 성분으로 여겨지며, 순채 생육지 주변이 적색토라는 특징도 이를 뒷받침하고 있다. 또한 일본 순채 자생지 저수지의 저토층 토양중에는 철분이 많다는 Matsuda와 Hara(1985)의 보고와 일치한다. 진과 이(1978)는 순채 자생지 저수지의 물에는 Fe가 비자생지에 비하여 높다고 보고하였다. 그러나 본 조사에서 Fe 이외의 영양염류는 별 차이가 없었으나 진과 이(1978)에 의하면 순채 자생지 저토층에는 K가 많은 것으로 보고되었다.

Table 6에서 저토층의 토양과 저수지 주변 토양간을 비교하면 Mn과 Ca은 저수지 저토층의 토양과 주변 토양간에 차이가 없으나 K과 Mg은 저토층보다는 주변토양에 약간 많은 경향을 보이고 있다. 그러나 Fe 경우는 순채의 서식지인 형제저수지 저토층이 저수지 주변의 토양에 비하여 5배 정도 높지만 이와 인접하면서도 순채가 자라지 않는 석계저수지의 경우는 저수지 저토층이 주변 토양과 비슷한 함량의 철분을 함유하고 있다. 이는 순채가 철분이 많은 토양에서 자라면서 많은 양의 철분을 흡수하여 저수지 저토층에 축적된 것으로 생각된다.

Smith and Ornes(1982)는 순채가 질소고정하는 수생식물이라 하였고 질소고정을 위해서는 molybdenum이 필요하므로 점(Russel and Russel 1973), molybdenium은 순채 생육지의 중요한 인자라고 생각되며 이에 대한 조사가 필요하다.

Table 5. Inorganic ions ($\mu g/g$) of bottom soil for the reservoir groups divided by growing status of water shield

Groups	Mn	Ca	Fe	K	Mg
Present growth	26.33	550.94	131.70	148.89	19.81
Former growth	20.56	545.10	101.07	165.10	21.98
No growth	33.90	546.69	65.45	154.68	24.66

Table 6. The comparison of inorganic ions ($\mu g/g$) between bottom and vicinity soil for the reservoirs surveyed

Sites	Mn	Ca	Fe	K	Mg
Hyŏngje 1	12.56	568.19	122.52	148.56	22.98
(near soil)	15.08	528.94	26.91	170.93	27.11
Hyŏngje 2	20.60	627.81	158.12	169.93	18.83
(near soil)	9.26	628.56	30.99	172.93	21.28
Sŏggye	15.24	547.06	32.24	159.18	26.93
(near soil)	7.63	642.56	38.38	180.01	31.06

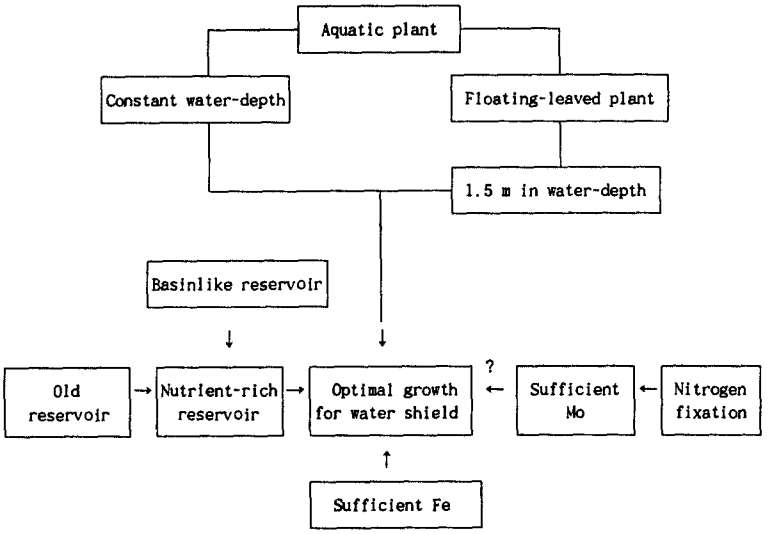

Fig. 1. Habitat characteristics for the water shield.

유용한 식물자원이 될 수 있는 순채를 보호하기 위해서는 생육지의 보호와 주변의 개발에 의한 오염원의 유입을 막고 식물체의 채취를 금하는 조치가 필요하다고 생각된다. 본 연구결과에 의하여 순채가 자랄 수 있는 조건을 종합적으로 도식화하면 Fig. 1과 같다.

적 요

유용한 식물자원으로 개발될 수 있으면서 환경의 파괴와 채취로 인하여 멸종위기에 놓여 있는 순채의 생육지 특성을 조사하였다.

순채 서식지의 대부분은 분지가 발달된 지형으로 오래된 저수지에 적색토를 기반으로 한 이토층이 형성되었고 수심 1.5 m 이내로 건조기에도 물이 마르지 않아야 한다. 순채가 자랄 수 있는 환경이면 거의 순채가 수면을 점유하고 있으며 일부 지역에서는 통발과 같이 생육하고 있으며 순채가 없어지는 지역에서는 연꽃, 개연꽃, 줄 등이 많았다. 대부분 순채 자생지는 오염에 의하여 사라지고 있는 실정이므로 보호대책이 필요하다.

순채가 자라는 저수지의 물은 pH가 7에 가깝고 전기전도도나 탁도가 낮기 때문에 저수지 주변으로부터의 오염원 유입이 억제되어야 한다. 저수지 물에는 K, Mg, Na과 같은 무기영양염류가 풍부해야 하며 저토층에 있어서 Fe의 함량은 순채 서식지가 비서식지에 비하여 5배 가량 높았으므로 Fe는 순채의 서식을 위한 중요한 인자로 여겨진다. 순채는 질소고정하는 수생식물이므로 molybdenum과 같은 미량원소도 순채 서식지의 중요한 제한요소가 될 것으로 생각된다.

인용문헌

농촌진흥청 농업기술연구소. 1988. 토양화학분석법. 수원. 268p.

양남호 · 길봉섭. 1985. 전라북도지방의 수생식물상 조사. 한국육수학회지 18:95-109.

양인석. 1988. 순채의 집단자생지. 한국환경신보 115:5

이영노. 1990. 한국의 희귀 및 위기동식물 실태조사연구(식물). 자연보존연구 보고서 10집. 190p.

진희성 · 이용보. 1978. 내수면 자원개발을 위한 순채의 생산성 제고에 관한 연구. 조선대학교농업연구소 농업연구. 15p.

최홍근. 1986. 한국산 수생관속식물지. 서울대학교 박사학위논문. 272p.

土崎哲男. 1982. ジュンサイの分布と水利條件-特殊田の造成に關する調査試驗(I). 農土誌 50:481-485

Burkhalter, A.P. 1978. Chief Aquatic and Wetland Plants of Florida. Department of Natural Resources, Tallahassee. 23p.

Hara, H., T. Matsuda and T. Matsuda. 1988. Effects of shading, shallow flooding and aeration on the growth and yield of water-shield (*Brasenia schreberi* J.F. Gmel.). Sci. Rep. Fac. Agr. Ibaraki Univ. No. 36. pp.27-37.

Kakuta, M. and A. Misaki. 1979a. Polysaccharide of Junsai(*Brasenia schreberi* J.F. Gmel) mucilage: Constitution and linkage analysis. Agric. Biol. Chem. 43:993-1005.

Kakuta, M. and A. Misaki. 1979b. Polysaccharide of Junsai(*Brasenia schreberi* J.F. Gmel) mucilage: Fragmentation analysis of successive degradations and partial acid hydrolysis. Agric. Biol. Chem. 43:1269-1276.

Matsuda, T. and H. Hara. 1985. On the problems related to the cultivation of water-shield (*Brasenia schreberi* J.F. Gmel.) at the reclaimed land of Haga Swamp. Sci. Rep. Fac. Agr. Ibaraki Univ. No.33. pp.1-13.

Misaki, A. and F. Smith. 1962. Structure of the polysaccharide of the Japanese water plant, *Brasenia schreberi*. J. Agric. Food Chem. 10:104-108

Russell, E.W. and E.J. Russel. 1973. Soil Conditions and Plant Growth. Longman Group Limited, London. 849p.

Smith, G.W. and W.H. Ornes. 1982. A preliminary survey of nitrogen fixation associated with aquatic plant in Aiken County, SC. Proc. South. Weed Sci. Soc. 35:267-270.

Stella, D.E. and J.W. Wooten. 1987. An examination of the phytotoxicity of the water shield, *Brasenia schreberi*. Journal of Chemical Ecology 113: 1935-1940.

(1995년 11월 27일 접수)