

인천 소래 간석지내 두 개의 칠면초(*Suaeda japonica*) 개체군간의 차이에 관하여

이 근 섭 · 오 계 철
서강대학교 생물학과

Difference of *Suaeda japonica* Populations from two Different Habitats in Sorae, Incheon, Korea

Lee, Kun Seop and Kye Chil Oh

Dept. of Biology, Sogang Univ.

ABSTRACT

The morphology and flowering time of two *Suaeda japonica* populations from different habitats, the creek and the bank of the mudflat in Sorae, were surveyed. And standard transplantation and reciprocal transplantation were carried out to determine whether their characteristics were genetically fixed or not. Also soil samples of these habitats were analyzed.

The amounts of loss on ignition, maximum field capacity, total nitrogen, exchangeable calcium and potassium, and soluble phosphorus were found to be significantly different between two habitats.

Leaf thickness, leaf width, leaf length, stem height, number of branches, and number of seeds were significantly different between plants of two populations. And flowering times of two populations did not overlap.

According to the results of transplantation, leaf width, leaf thickness, and flowering times were the same as those at their original habitat. But the stem length, leaf length, number of branches and number of seeds were not.

Therefore, the differences in the leaf length, leaf thickness, and flowering time seemed to be genetically fixed. It were suggested that the creek and the bank populations of *Suaeda japonica* were to be considered as different ecotypes.

서 론

식물들은 환경의 차이에 따라 형태적, 생리적 변이를 나타낸다. 이러한 변이는 유전적 차이가 아닌 환경의 변화에 따른 가소성(plasticity)으로 나타나거나(Shea *et al.*, 1975; Gottlieb, 1977; Valiela *et al.*, 1978; Snow and Vince, 1984; Seliskar, 1985b) 또는 유전적으로 고정되어 생긴 생태형(ecotype)도 있다(Pazourkova, 1973; McNaughton, 1966; Turrenson, 1922a, b).

염생식물의 경우 염도나 토양수분등에 따른 종내변이들이 많이 보고되어왔다(Stalter and Batson, 1969; Shea *et al.*, 1975; Smart and Barko, 1981; Jefferis *et al.*, 1981; Ungar, 1987; Brereton, 1971). Seliskar(1985a)는 환경 구배에 따른 염생식물 다섯종의 형태적 변이를 보고하였다. 그리고 이들 변이가 교차 이식실험결과, 유전적으로 고정된 것이 아니라 환경차이에 의한 것이라고 밝혔으며, 이러한 형태적 특성들은 그 생육지의 토양 함수량을 알아보는데 유용할 것이라고 제안하였다(Seliskar, 1985b). Shea *et al.* (1975)과 Valiea *et al.*(1978)은 *Spartina alterniflora*에 있어서 키가 큰 형과 작은 형의 전기 영동법에 의한 몇몇 효소 및 전체 가용성 단백질의 비교를 통해 이 두 type는 생태형이라기 보다는 생태표현형(ecophenes)으로 보아야 한다고 하였다. Somers and Grant(1981)는 미국 Maine 주에서 Virginia 주까지의 염습지에서 *Spartina alterniflora*의 개화시기에 대해 조사하였는데 Maine개체군과 Virginia개체군의 개화시기가 일치하지 않았다고 보고 하였으며, 따라서 이들 사이에는 서로 수분(pollination)이 이루어지지 않을 것이라고 보았다. Snow and Vince(1984)는 교차 이식실험결과 *Puccinellia nutkaensis*와 *Triglochin maritimum*의 키와 줄기의 수가 이들이 위치한 장소에 따라 다르게 나타났다고 보고하였다.

우리나라 서해안의 간석지에는 칠면초(*Suaeda japonica*)와 퉁퉁마디(*Salicornia herbacea*) 등이 단순집단을 이루고 있다(민, 1985; 고, 1986). Reimold and Queen(1974)은 *Suaeda* 속의 종들은 침수에 잘 견디거나, 침수에 의해 생육이 촉진된다고 하였다. 민(1985)은 칠면초가 습한 곳에 분포하며, 수분에 대한 분포영역이 매우 넓어 수분이 분포의 제한요인이 아니라고 하였다. 그러나 생육지의 수분정도에 따라 형태상 많은 차이를 나타내는 것으로 보인다.

조사장소인 인천 소래 칠면초 개체군은 일반적인 염생식물 군계에서처럼 거의 단일 개체군을 이루고 있으며 수로변과 제방부근 개체군 사이의 개화시기와 밀도등의 차이가 보고되었다(고, 1986).

생태형에 대한 연구가 식물의 환경에 대한 적응성과 자연 도태에 대한 반응에 있어서 유용한 정보를 줄 수 있으며(Waisel, 1972), 오(1968)는 식물분류학, 종생태학등의 발달을 위해 이러한 연구의 중요성을 강조한 바 있으나 우리나라에서는 생태형이나 종내변이에 대한 연구가 거의 이루어지지 않았다.

본 연구에서는 인천 소래 칠면초 개체군에서 수로변과 제방 부근에서 자라는 개체들 사이의 형태학적, 화력학적 차이를 조사하고, 이들 형질의 차이가 환경의 차이에 따른 가변적인 것인지 혹은 유전적으로 고정된 것, 즉 생태형인지를 알아보고자 한다.

조사 장소

본 조사장소는 인천직할시 논현동 소래와 경기도 시흥군 소래읍 방산리의 경계에 위치하는 간석지로 제방을 경계로 대한염업 염전과 인접한 곳으로 인위적인 교란을 거의 받지 않은 장소이며 칠면초이외에는 다른 종을 거의 볼 수 없다. 인천시와 경기도의 경계인 수로를 따라 만조시 해수가 유입된다.

수로변 개체군

제방부근의 개체군에 비해 칠면초의 밀도가 높으며(Fig. 2) 수로에 의해 한쪽면이 깎여

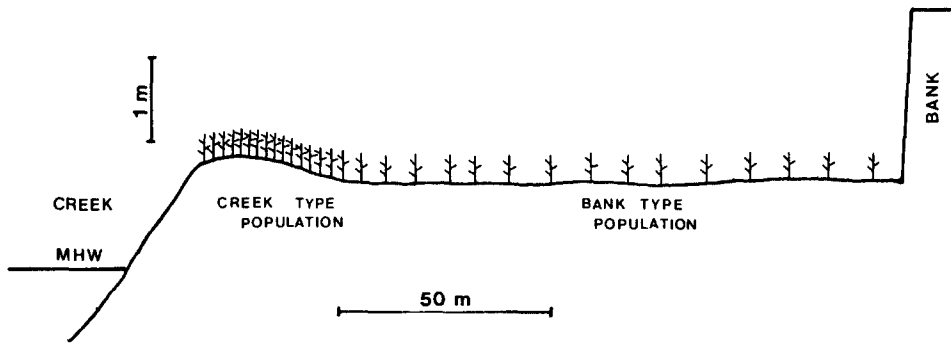


Fig. 1. Profile of vegetation and topography of the study areas. MHW indicates the level of mean high water.

저 있으므로 제방부근에 비해 배수가 잘되는 장소이다. 간조시 지하수면 (water table)은 약 50 cm 깊이다. 제방부근에 비해 10~20 cm 높은 지역이며 평균 만조 수위보다 약 1.3 m 정도 높게 위치한다(Fig. 1). 높은 지역에 통퉁마디 (*Salicornia herbacea*), 비쭉 (*Artemisia scoparia*)이 극소수 출현한다.

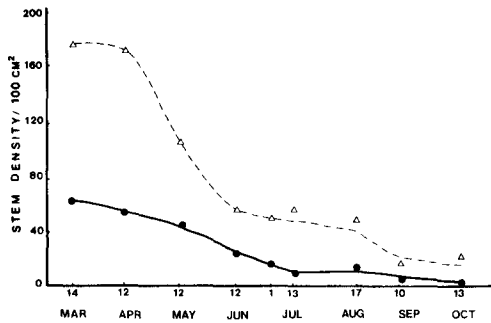


Fig. 2. Seasonal changes in density of two different *Suaeda japonica* populations.

△ ····· △ : Creek type
● — ● : Bank type

제방부근 개체군

수로변의 개체군에 비해 칠면초의 밀도가 낮으며 (Fig. 2) 배수가 잘 되지 않는 장소이다. 간조시 지하수면이 약 20 cm 깊이며 평균 만조 수위보다 약 1 m 정도 높게 위치한다 (Fig. 1). 칠면초이외의 종은 나타나지 않는다.

방 법

표본수집 및 측정

수로변과 제방부근 개체군 사이의 형태학적 차이를 알아보기 위해 10월에 두 장소에서 각각 약 500개체를 무작위로 채취하여 잎 길이, 잎 두께, 잎의 폭, 식물체의 키, 가지 수, 종자 수를 측정하였다. 잎 길이, 잎 두께, 잎의 폭은 정단부에서 10~15번째 잎에서 측정하였으며 잎 두께와 잎의 폭은 각 잎의 중간부분을 cross section 한 후 micrometer로 측정하였다. 조사한 형질의 차이는 *t*-test로 유의성 검정을 하였다.

개화시기의 차이를 조사하기 위해 개화가 시작되는 6월부터 개화가 끝나는 10월까지 주 2회씩 두 장소에서 각각 약 100개체를 채취하여 해부 현미경으로 조사하였다. 꽃눈 출현시부터 90% 이상의 꽃이 지기 전까지를 개화기로 보고 전체 개체수에 대한 개화기에 있는 개체들의 백분율을 개화율로 보았다.

토양분석을 위해 지름 7.3 cm, 높이 6.8 cm인 채토용 원통을 사용하여 두 개체군내에서 무작위로 7개의 토양표본을 채취하였다.

토양분석

채취한 토양은 氣乾 분쇄한 후 2 mm sieve로 친 후에 토양 분석에 사용하였다.

최대 용수량은 원통에 흙을 완전히 채우고 이것을 물로 포화시킨 후 무게를 재고 105°C에서 12시간 oven dry시킨 후에 무게를 측정하여 구하였다. 토양 pH는 증류수와 토양을 2:1(V/W)로 혼합한 후 pH meter로 측정하였다(Allen *et al.*, 1976). 사토함량은 mechanical analysis방법에 의거하였다(Ball, 1976). 가용성 인량은 Bray의 방법(Bray, 1948)에 의거하여 측정하였고 치환성 양이온(K⁺, Ca⁺, Na⁺)은 flame photometer를 사용하여 측정하였다(Allen *et al.*, 1976). 유기물 작열 소실량은 흙을 전기로에서 450°C로 4시간 동안 태운 후 무게 감소비로써 측정하였고 전 질소량은 micro-Kjeldahl법으로 정량하였다(Allen *et al.*, 1976).

이식실험

교차이식

칠면초 seedling이 포함된 가로, 세로, 깊이가 각각 20 cm인 block을 4개 떼서, 제방부근의 것은 수로변으로, 수로변의 것은 제방부근으로 교차이식(reciprocal-transplantation) 하였다(Shea *et al.*, 1975; Snow and Vince, 1984; Seliskar, 1985b). 그리고 이식에 따른 영향을 고려하여 제방부근의 개체를 제방부근의 다른 위치에, 수로변의 개체를 수로변의 다른 위치에 이식하여 대조구로 삼았다. 이식은 1987년 3월에 실시하였으며 이식한 모든 개체를 10월에 채취하였다. 개화시기와 형태학적 특성들은 상술한 방법으로 측정하였다.

표준이식

야외 조사 장소인 인천 소래 칠면초 개체군에서 1987년 2월에 수로변과 제방부근의 식물에서 각각 종자를 채취하였다. 본 표준이식(standard transplantation) 실험은 온실에서 실시하였으며, 지름 10 cm, 깊이 50 cm인 PVC관을 화분으로 사용했다. 화분은 야외 조사 장소에서 퍼온 갯벌로 채우고 균질한 seedling을 얻기 위해 1 cm간격으로 화분당 80개의 종자를 심은 후 2주후에 10~15개체가 남도록 솟아 주었다. 2일 간격으로 인천 소래에서 떠온 해수를 화분당 100 ml공급하면서 키웠다. 해수는 냉장고에 보관하였고 여과하여 사용하였다.

결과 및 논의

수로변과 제방부근 개체군내의 토양환경

두 장소의 토양의 물리화학적 속성을 Table 1에 표시하였다. 토양 pH와 치환성 Na⁺

Table 1. Physical and chemical properties of the soils from the habitats of *Suaeda japonica* populations at creek and bank sites (mean \pm standard error, n=7)

	Loss on ignition (%)	Maximum field capacity (%)	Soil pH	Sand content (%)	Total nitrogen (%)	Exchangeable calcium (ppm)	Exchangeable potassium (ppm)	Exchangeable sodium (ppm)	Easily soluble phosphorus (ppm)
Creek site	2.284 \pm 0.094	45.66 \pm 0.61	6.99 \pm 0.09	59.67 \pm 1.28	0.0255 \pm 0.0026	294.0 \pm 6.8	643.0 \pm 7.1	3928.6 \pm 91.2	107.1 \pm 2.6
Bank site	1.747 \pm 0.074	41.91 \pm 0.33	7.20 \pm 0.10	69.22 \pm 1.49	0.0162 \pm 0.0012	246.0 \pm 10.6	600.8 \pm 9.1	4283.3 \pm 215.5	139.6 \pm 2.9
Significance	***	***	N.S.	***	**	**	**	N.S.	***

Level of significance: * $<$ 0.05, ** $<$ 0.01, *** $<$ 0.001, N.S., non significance

를 제외한, 조사한 기타의 토양속성이 *t*-검정결과 유의한 차이를 나타냈다. 최대 용수량은 수로변 개체군內가 제방부근 개체군內보다 더 높게 나타났는데, 이것은 수로변의 낮은 사토함량과 일치한다. pH와 치환성 Na⁺가 유의한 차이를 나타내지 않은 것은 계속적으로 해수의 영향을 받기 때문인 것으로 생각된다.

유기물과 전질소량은 수로변에서 더 높게 나타났는데, 이것은 해수의 유입시 해수에 의해 밀려온 유기물들이 수로변에 퇴적되기 때문인 것으로 보인다. 또한 수로변에서의 칠면초의 높은 밀도도 수로변의 높은 전질소량에 기여할 것으로 보인다.

치환성 K⁺와 Ca²⁺ 수로변에서 더 높게 나타났다. 가용성 인량은 제방부근에서 더 높게 나타났다. 염습지에는 인이 풍부하며 (민, 1985), Okusanya and Fawole(1985)은 염습지의 높은 인량은 염생식물의 내염성을 높이는데 기여한다고 했다. 따라서 가용성 인량의 차이는, 최대 용수량, 전 질소량의 차이와 함께 수로변과 제방부근간에 형태적, 화학적 차이를 나타내는 개체들이 분포하는데 영향을 미칠 것이라고 추측된다.

수로변과 제방부근 개체군간의 형태적, 화학적 차이
형태적 차이

두 개체군에서 채취한 개체들간에는 외형상 차이가 있었으며 (Fig. 3) 조사한 모든 형질이 매우 유의한 형태적 차이가 있었다 (Table 2).

잎 두께는 제방형이 수로형에 비해 약 1.5배 정도 두껍게 나타났으며, 잎의 폭도 제방형이 수로형에 비해 약 1.5배 정도 넓게 나타났다. 잎 길이는 수로형이 제방형에 비해

Table 2. Morphological comparison between creek and bank populations of *Suaeda japonica*. Values are means \pm standard error and number of observations in parentheses

Character	Bank type	Creek type
Leaf thickness (μ m)	2576.4 \pm 45.8 (87)	1533.5 \pm 17.1 (152) ***
Leaf width (μ m)	2589.5 \pm 51.1 (87)	1746.2 \pm 18.6 (152) ***
Leaf length (cm)	1.38 \pm 0.03 (139)	1.71 \pm 0.04 (160) ***
Height (cm)	26.12 \pm 0.29 (147)	24.93 \pm 0.25 (350) **
Number of branches	7.21 \pm 0.23 (146)	2.42 \pm 0.18 (184) ***
Number of seeds	125.07 \pm 5.35 (145)	51.98 \pm 2.19 (189) ***

Level of significance: * $<$ 0.05, ** $<$ 0.01, *** $<$ 0.001

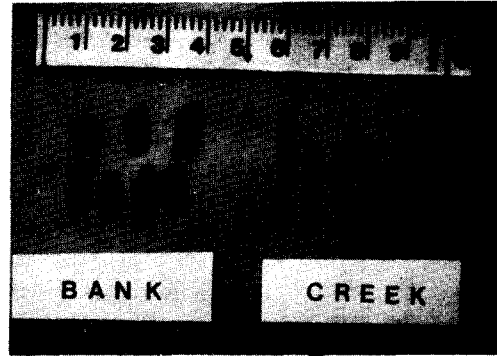
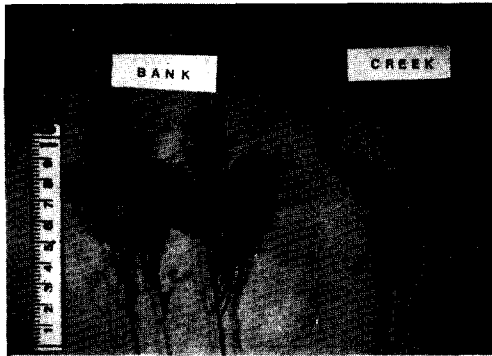


Fig. 3. Difference in external appearance of *Suaeda japonica* from the two sites. Fig. 4. Leaves of *Suaeda japonica* from the two sites.

길게 나타났다. 따라서 제방형의 잎은 짧고 짧으며, 수로형의 잎은 가늘고 긴 형태를 보여준다(Fig. 4). 키는 제방형이 수로형에 비해 컸다. 가지 수와 종자수는 제방형이 수로형에 비해 더 많았다.

개화시기

제방부근의 칠면초 개체군은 6월말에 개화가 시작되어 8월중순에 개화율이 최대로 되며, 8월말에는 개화가 거의 끝나게 된다. 수로변의 칠면초 개체군의 경우, 7월 중순에 극소수의 개체들이 개화하며, 9월초에 많은 개체들이 급속한 개화를 하여 9월 중순에 개화율이 최대로 되며, 개화율이 최대에 이른 후 급격한 개화율의 감소가 일어난다(Fig. 5). 즉 제방부근의 개체군에서는 개화가 비교적 오랜기간 지속되었지만, 수로변의 개체군에서는 짧은 시기내에 개화가 끝났다. 이들 두 개체군의 개화시기가 약 한달정도의 차

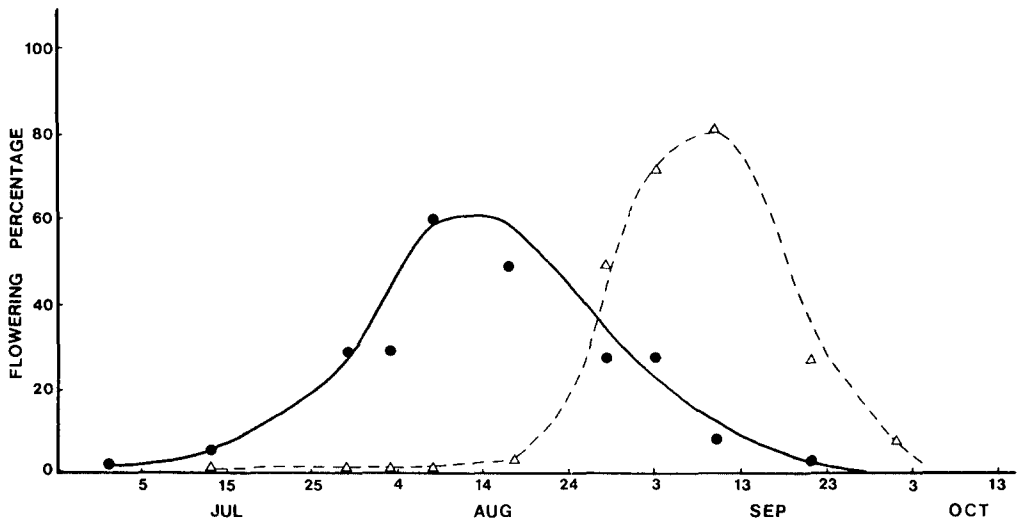


Fig. 5. Flowering times in two different *Suaeda japonica* populations.

△ △ : Creek type
 ● — ● : Bank type

이를 나타내었고 개화시기가 거의 서로 겹치지 않았다. 따라서 두 개체군간에는 수분 (pollination)이 거의 이루어지지 않을 것으로 추측된다.

교차 이식실험

형태적 차이

교차이식후 두 type은 원래 생육지에서와 같이 외형상 차이를 나타내었다.

제방부근의 개체를 수로변에 이식한 것과 수로변에서 위치만 바꾼 대조구를 비교한 경우, 조사한 모든 형질이 매우 유의한 형태적 차이를 나타내었다 (Table 3). 잎 두께와 잎의 폭은 원래 생육지에서와 같이 제방형이 두껍고 넓게 나타났으며 가지수와 종자수도, 제방형이 수로형에 비해 더 많이 나타났다. 그러나 키의 경우는, 원래 생육지에서는 제방형이 수로형에 비해 더 컸으나, 제방형을 수로변으로 이식했을 때에는 수로형보다 더 작게 나타났다. 따라서 제방형과 수로형 간의 키의 차이는, 이들 생육지간의 환경차이에 의한 것이라고 볼 수 있을 것이다.

수로변의 개체들을 제방부근으로 이식한 것과 제방부근에서 위치만 바꾼 대조구를 비교한 결과 조사한 모든 형질이 잎 길이를 제외하고는 모두 유의한 차이가 있었다 (Table 4). 잎 두께는 원래 생육지에서와 같이 제방형이 수로형에 비해 약 1.5배 두껍게 나타났

Table 3. Morphological comparison of *Suaeda japonica* after transplantation from bank to creek with the control. Values are means \pm standard error and number of observations in parentheses

Character	Transplants bank \rightarrow creek	Control creek \rightarrow creek ^a
Leaf thickness (μ m)	2000.6 \pm 50.3 (43)	1501.8 \pm 15.8 (107) ***
Leaf width (μ m)	2130 \pm 50.7 (43)	1661.4 \pm 18.6 (107) ***
Leaf length (cm)	1.35 \pm 0.07 (43)	1.59 \pm 0.04 (105) **
Height (cm)	22.06 \pm 0.65 (44)	24.37 \pm 0.35 (160) **
Number of branches	2.94 \pm 0.39 (47)	1.16 \pm 0.12 (166) ***
Number of seeds	47.19 \pm 5.55 (47)	27.70 \pm 1.39 (159) **

a: Plants originally grown in creek and transplanted to other area of the creek.

Level of significance: * $<$ 0.05, ** $<$ 0.01, *** $<$ 0.001

Table 4. Morphological comparison of *Suaeda japonica* after transplantation from creek to bank with the control. Values are means \pm standard error and number of observations in parentheses

Character	Transplants creek \rightarrow bank	Control bank \rightarrow bank ^a
Leaf thickness (μ m)	1645.3 \pm 23.6 (112)	2465.3 \pm 58.6 (40) ***
Leaf width (μ m)	1790.2 \pm 26.8 (112)	2432.3 \pm 39.8 (40) ***
Leaf length (cm)	1.46 \pm 0.04 (112)	1.49 \pm 0.19 (40)
Height (cm)	15.93 \pm 0.29 (202)	20.87 \pm 0.60 (51) ***
Number of branches	0.83 \pm 0.13 (202)	5.25 \pm 0.39 (51) ***
Number of seeds	23.05 \pm 1.68 (140)	76.61 \pm 5.85 (51) ***

a: Plants originally grown in bank and transplanted to other area of the bank.

Level of significance: * $<$ 0.05, ** $<$ 0.01, *** $<$ 0.001

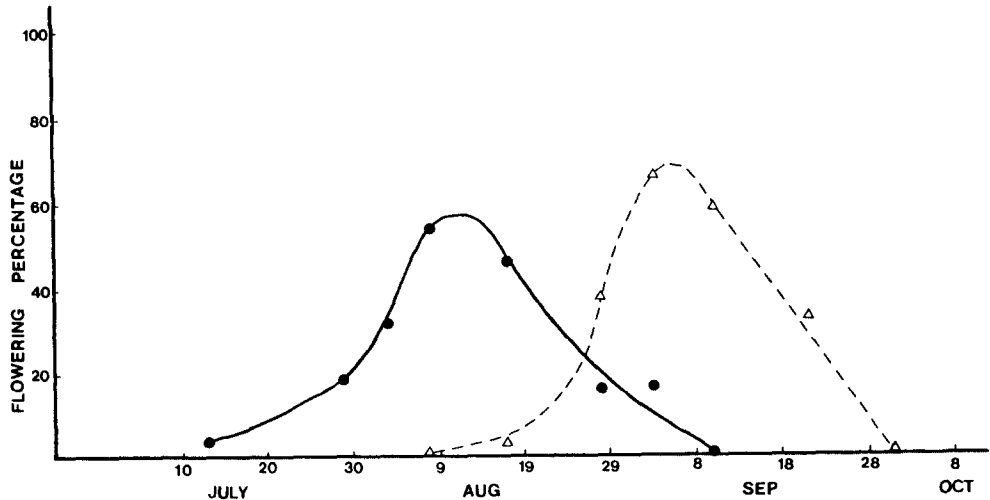


Fig. 6. Flowering times in reciprocal transplants between bank type and creek type.

△ △ : Creek type ● — ● : Bank type

으며, 잎의 폭 역시 원래 생육지에서와 같이 제방형이 수로형에 비해 약 1.5배 넓게 나타났다. 가지 수와 종자수도 제방형이 수로형에 비해 더 많이 나타났으나, 잎 길이는 유의한 차이를 보이지 않았다.

개화시기

교차이식후 제방형과 수로형의 개화시기를 살펴보면 제방형은 7월초에 개화가 시작되어 8월중순에 개화율이 최대로 되고 8월말에 개화가 거의 끝나게 되며, 수로형은 8월 말에 급속히 개화가 시작되어 9월 중순에 개화율이 최대로 된다(Fig. 6). 또한 두 type사이에는 약 한달 정도의 개화시기 차이를 나타냈으며 개화시기가 거의 서로 겹치지 않았다. 이러한 결과는 원래 생육지에서와 일치하였다. 따라서 교차이식 후에도 개화시기의 차이가 그대로 나타났음을 알 수 있었다. 이러한 결과로 보아 제방형과 수로형 사이의 개화시기의 차이는 이들이 생육하고 있는 환경의 차이에 의한 것이라기 보다는 유전적으로 결정된 것이라고 사료된다.

표준 이식실험

형태적 차이

온실에서 자란 제방형과 수로형 칩면초는 원래 생육지에서와 같이 외형상 차이를 나타내었으며, 형태적 특성을 비교한 경우 야외 조사장소에서와 같이 제방형이 수로형에 비해 약 1.5배 정도 잎 두께가 더 두껍고 잎의 폭이 더 넓게 나타났다(Table 5). 따라서 두 type의 잎 두께와 잎의 폭은 환경이 바뀌어도 원래 생육지에서와 같은 차이를 보인다는 것을 알 수 있다. 그러므로 두 type간의 이러한 형질의 차이는 유전적인 차이에서 오는 것이라고 볼 수 있을 것이다. 그러나 두 type의 칩면초를 동일한 생육지에서 생장시킨 후 각각의 종자를 채취하여, 동일한 장소에서 키운 후 형질들을 비교하면 더 명확한 결론을 내릴 수 있을 것이다.

표준이식 결과 두 type은 잎 길이와 키, 가지 수, 종자 수에서는 유의한 차이를 나타내지 않았다(Table 5). 두 type이 같은 환경에서 자랐을 때에는 위 형질이 두 type간에 차이를 보이지 않으므로 야외 조사장소에서 나타난 잎 길이, 키, 가지 수, 종자 수의

Table 5. Morphological comparison of *Suaeda japonica* after standard transplantation. Values are means \pm standard error and number of observations in parentheses

Character	Bank-origin	Creek-origin
Leaf thickness (μm)	1609.3 \pm 36.0 (77)	1091.7 \pm 28.2 (96) ***
Leaf width (μm)	1669.1 \pm 26.5 (77)	1283.4 \pm 27.5 (96) **
Leaf length (cm)	1.63 \pm 0.05 (78)	1.74 \pm 0.05 (94)
Height (cm)	33.48 \pm 1.67 (51)	34.90 \pm 0.87 (57)
Number of branches	7.18 \pm 0.75 (51)	8.84 \pm 0.58 (57)
Number of seeds	180.28 \pm 32.67 (43)	136.45 \pm 13.22 (53)

Level of significance: * <0.05 , ** <0.01 , *** <0.001 .

차이는 두 type 이 각각 생육하고 있는 환경간의 차이에 의한 것이라고 볼 수 있다. *Salicornia europaea*는 고밀도로 자라면서 키가 작아지고 줄기가 가늘어지며 가지 수가 줄어들는데 (Ellison, 1987b), 이러한 형태적 변화는 밀생한 곳에서는 빛의 이용가능성이 감소되기 때문이라고 했다 (Ellison, 1987a). 따라서 야외 조사장소에서 두 type사이의 키, 가지 수, 종자 수의 차이는 수로변과 제방부근 개체군간의 밀도 차이에 의해 주로 나타난다고 볼 수 있을 것이다.

개화시기

온실에서 자란 두 type의 개화시기는 제방형의 경우 6월 말에 개화가 시작되어 8월 5일경에 개화율이 최대가 되며, 수로형의 경우 7월 15일경부터 극소수의 개체들이 개화를 시작하여 8월 중순에 개화율이 급속히 증가하며 9월초에 개화율이 최대가 되었다 (Fig. 7). 따라서 두 type사이에는 약 한달 정도의 개화시기 차이가 나타났으며 이러한 차이는 야외조사 장소에서의 개화시기의 차이와 일치한다. 그러나 두 type 모두 야외에서 보다 5~10일 정도 개화가 일찍 되었는데, 이러한 결과는 온실과 야외조사 장소간의 일조량, 기온 등과 같은 환경의 차이 때문인 것으로 추측된다.

종합논의 및 결론

인천 소래 간석지내 수로변과 제방부근의 개체군 내에서 자라는 개체들 사이에는 형태적 및 화력학적 차이가 있었다.

잎 두께와 잎의 폭은 제방부근에서 자라는 개체들이 수로변에 자라는 개체들에 비해 약 1.5배 두껍고, 넓게 나타났으며 키, 잎 길이, 가지 수, 종자 수도 두 개체군내 개체들 사이에 차이가 있었다.

두 개체군 간에는 개화시기가 약 한달 정도의 차이를 보였으며 서로 거의 겹치지 않았다. 따라서 두 개체군이 비록 가까운 거리에 위치하고 있더라도 서로간에 수분 (pollination)이 이루어지지 않는 것으로 추측된다. 그러나 명확한 결론을 위해 이들의 화분활력의 지속시간, 수분방법등에 대한 연구가 필요하다.

두 장소간의 가장 중요한 환경차이는 토양수분으로 추측된다. 수로변은 제방부근에 비해 지형이 높으며, 한쪽 면이 수로에 의해 깎여져 있으므로 배수가 잘된다. 이러한 두 장소간의 토양 수분의 차이는 두 개체군의 차이에 많은 영향을 미쳤을 것으로 사료된다 (Seliskar, 1985b).

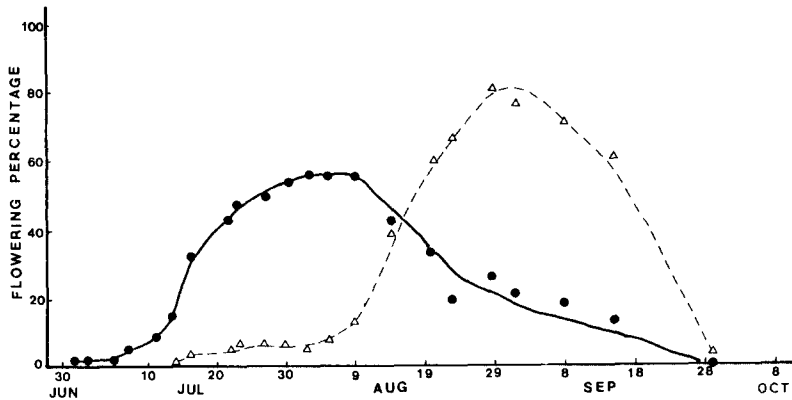


Fig. 7. Flowering times of *Suaeda japonica* in standard transplants.

△ ····· △ : Creek type ● — ● : Bank type

교차 이식실험 및 표준 이식실험결과 잎의 폭, 잎 두께, 개화시기 등은 원래 생육지에서와 같은 차이를 나타내었으며 키, 잎 길이, 종자 수, 가지수 등은 유의한 차이를 나타내지 않았다. 따라서 야외 조사장소에서 나타난 잎 길이, 키, 가지 수, 종자 수의 차이는 두 장소간의 토양환경, 수분, 미지형, 밀도등의 차이에 의해 나타나는 것으로 추측된다(Ellison, 1987a, b; Seliskar, 1985b; Snow and Vince, 1984). 토양수분 정도에 따른 칠면초의 형태적 변화는 더 고찰되어야 할 것이며, 고밀도에서 self-thinning을 배제하기 위해 일어나는 형태적 변화는 흥미로운 연구과제이다(Ellison, 1987b).

잎의 폭과 잎 두께의 경우 야외조사 장소에서 나타나는 것과 같이 이식후에도 제방형이 수로형에 비해 약 1.5배 정도 넓고, 두껍게 나타났다. 따라서 수로형과 제방형 간의 잎의 폭과 잎두께의 차이는 유전적인 것이라고 할 수 있을 것이다.

그리고 교차이식과 표준이식 후 나타난 두 type의 개화율의 시기에 따른 변화 또한 야외 생육지에서와 거의 같은 경향성을 보였다. 따라서 두 type간의 개화시기의 차이도 유전적인 것이라고 할 수 있을 것이다.

그러나 이 두 type의 분포 상태, 종자의 전파, 생리학적 차이 등이 더 조사되어야 할 것이며, 유전학적 및 생화학적인 접근을 하게 되면 더 명확한 결론을 내릴 수 있을 것이다.

적 요

인천 소래 간석지내 서로 다른 생육지인 수로변과 제방부근의 칠면초 개체군내 개체들간의 형태적 및 화력학적 차이를 조사하고 이들 형질의 차이가 환경의 차이에 따른 가변적인 것인지 혹은 유전적으로 고정된 형질인지를 알아보기 위해 표준 이식실험과 교차이식 실험을 수행하였다. 아울러 두 장소에서 각각 토양 표본을 채취한 뒤 토양의 물리화학적 특성을 조사하였다.

토양 분석결과 작열소실량, 최대용수량, 사토함량, 전질소량, 치환성 Ca^{2+} , K^{+} , 그리고 가용성 인량 등의 토양속성이 두 장소 사이에서 유의한 차이를 나타내었다.

두 개체군내 개체들 간에는 잎 두께, 잎의 폭, 잎 길이, 가지 수, 종자수 등에 유의한 차이가 있었으며, 개화시기가 약 한달 정도의 차이를 보이며 서로 거의 겹치지 않았다.

교차 이식실험과 표준 이식실험 결과 잎의 폭, 잎 두께, 개화시기 등은 원래 생육지에서와 같은 차이를 나타내었으며 키, 잎 길이, 종자 수, 가지 수 등은 유의한 차이를 나타내지 않았다. 따라서 야외 조사 장소에서 나타난 키, 잎 길이, 가지 수, 종자 수의 차이는 두 장소 간의 환경 차이에 의해 나타나는 것으로 보인다. 그러나 잎의 폭, 잎 두께, 개화시기의 차이는 유전적으로 고정된 것이라고 할 수 있다. 이러한 결과로부터 칠면초의 제방형과 수로형은 생태형인 것으로 추측된다.

引用 文 獻

- Allen, S.E., H.M. Grimshaw, J.A. Parkinson, C. Quarmby and J.D. Roberts. 1976. Chemical analysis. *In*, Methods in Plant Ecology by S.B. Chapman (ed). Blackwell Sci., Oxford. pp. 411-466.
- Ball, D.F. 1976. Sites and soil. *In*, Methods in Plant Ecology, S.B. Chapman (ed.). Blackwell Sci., Oxford. pp. 297-367.
- Bray, R.H. 1948. Correlation of soil tests with crop responses to added fertilizer requirement: Diagnostic technique for soils and crops. The American Potash Institute, Washington D.C. pp. 53-86.
- Brereton, A.J. 1971. The structure of the species populations in the initial stages of salt-marsh succession. *J. Ecol.* 59:321-338.
- Ellison, A.M. 1987a. Effects of competition, disturbance, and herbivory on *Salicornia europaea*. *Ecology* 68:576-586.
- Ellison, A.M. 1987b. Density-dependent dynamics of *Salicornia europaea* monocultures. *Ecology* 68:737-741.
- Gottlieb, L.D. 1977. Genotypic similarity of large and small individuals in a natural population of the annual plant *Stephanomeria exigua* ssp. *coronaria* (Compositae), *J. Ecol.* 65:127-134.
- Jefferies, R.L., A.J. Davy and T. Rudmik. 1981. Population biology of the salt marsh annual *Salicornia europaea* agg. *J. Ecol.* 69:17-31.
- 고미연. 1986. 인천 소래부근 해홍나물 종집단에 대한 pattern 및 ordination 분석기법적용. 석사학위논문. 서강대학교, 서울. 38pp.
- 민병미. 1985. 한국 서해안 간척지의 토양과 식생변화. 박사학위논문. 서울대학교, 서울. 144 pp.
- McNaughton, S.J. 1966. Ecotype function in the *Typha* community type. *Ecol. Monogr.* 36:297-325.
- 오계철. 1968. 생태형의 문제점에 대하여. *한국식물학회지* 11 : 37-39.
- Okusanya, O.T. and T. Fawole. 1985. The possible role of phosphate in the salinity tolerance of *Lavatera arborea*. *J. Ecol.* 73:317-322.
- Pazourkova, Z. 1973. Caryology of some forms of *Phragmites communis* Trin. *In*, Ecosystem Study on Wetland biome in Czechoslovakia, S. Hejny (ed.). Czechosl. IBP/PT-PP Rep. No. 3, Trebon, 147-149.
- Pomeroy, L.R. and R.G. Wiegert. 1981. The ecology of a salt marsh. Springer-Verlag, New York. 271 pp.
- Reimold, R.J. and W.H. Queen. 1974. Ecology of halophytes. Academic Press, New York. 605 pp.
- Seliskar, D.M. 1985a. Morphometric variations of five tidal marsh halophytes along environmental gradients. *Amer. J. Bot.* 72:1340-1352.
- Seliskar, D.M. 1985b. Effects of reciprocal transplanting between extremes of plant zones on morphometric plasticity of five plant species in an Oregon salt marsh. *Can. J. Bot.* 63:2254-2262.

- Shea, M.L., R.C. Warren and W.A. Niering. 1975. Biochemical and transplantation studies of the growth form of *Spartina alterniflora* on Connecticut salt marshes. *Ecology* 56:461-466.
- Smart, R.M. and J.W. Barko. 1980. Nitrogen nutrition and salinity tolerance of *Distichlis spicata* and *Spartina alterniflora*. *Ecology* 61:630-638.
- Show, A.A. and S.W. Vince. 1984. Plant zonation in an Alaska salt marsh. II. An experimental study of the role of edaphic conditions. *J. Ecol.* 72:669-684.
- Somers, G.F. and D. Grant. 1981. Influence of seed source on phenology of flowering of *Spartina alterniflora* Loisel. and the likelihood of cross pollination. *Amer. J. Bot.* 68:6-9.
- Stalter, R. and W.T. Batson. 1969. Transplantation of salt marsh vegetation, Georgetown, South Carolina. *Ecology* 50:1037-1089.
- Turesson, G. 1922a. The species and variety as ecological units. *Hereditas* 3:100-113.
- Turesson, G. 1922b. The genotypical responses of the plant. *Hereditas* 3:211-350.
- Ungar, I.A. 1987. Population characteristics, growth, and survival of the halophyte *Salicornia europaea*. *Ecology* 68:569-575.
- Valiela, I., J.M. Teal and W.G. Deuser. 1978. The nature of growth forms in th salt marsh grass *Spartina alterniflora*. *Amer. Nat.* 112:461-470.
- Waisel, Y. 1972. *Biology of halophyte*. Academic Press, New York. 395 pp.

(1989年 5月 1日 接受)