

새만금 간척지일대 염습지 생태복원을 위한 식생학적 연구 - 염생식물 발아 전략 및 특성 -

김 창 환

전북대학교 환경조경디자인학과

(2009년 2월 11일 접수; 2009년 3월 5일 수정; 2009년 3월 12일 채택)

Studies on Vegetation for Ecological Restoration of Salt Marshes in Saemangeum Reclaimed Land - Germination Strategies and Character of Halophytes -

Chang-Hwan Kim

Department of Environmental Landscape Architecture-design, Chonbuk National University, Chonbuk 570-752, Korea

(Manuscript received 11 February, 2009; revised 5 March, 2009; accepted 12 March, 2009)

Abstract

A study on vegetation in the Mangyeong River and Dongjin River basins and the surrounding regions of the Saemangeum Reclaimed Land was conducted in a series of efforts to determine the expected ecological changes in the salt marshes, to restore their vegetation, to explore the restoring force of halophyte, to examine the community mechanism and, ultimately, to rehabilitate marshy land vegetation along the lakeside, coastal dune and salt marshes of the Saemangeum Project Area. The findings of the study may be summed up as follows: Five species such as *Suaeda japonica*, *Salicornia herbacea*, *Atriplex gmelini*, *Aster tripolium* and *Suaeda asparagoides* that are mostly distributed in the estuary of the Saemangeum Reclaimed Land were analyzed to examine the mechanism of halophyte to maintain their community. To find out the strategies of plants for survival and the cause of forming community structure, a research was made as for appearance ratio of young sapling. From the results of laboratory analysis into dynamics of the saplings of halophyte, it was revealed that the germination ratio of the dry area and submerged area decreases in the order of *Suaeda asparagoides*, *Suaeda japonica*, *Salicornia herbacea*, *Atriplex gmelini* and *Aster tripolium*.

Key Words : Saemangeum reclaimed, Mechanism, Halophyte, Germination ratio

1. 서 론

해안성염습지는 하천유속의 감소와 조석간만의 차가 크고 해안 경사가 완만한 곳에서 육지로부터

운반되어온 모래, 진흙이 침전되어 생기는 곳이다¹⁾. 이들 염습지는 해양생태계에서 육상생태계로 이행되는 생태적 추이대(ecotone)로 내륙의 식생과는 전혀 다른 독특한 종 조성을 이루는 곳으로서^{2,3)}, 육지로부터 유입되는 각종 오염물질의 침적과 정화 등의 기능을 갖고 다양한 생물의 서식처를 제공하는 중요한 역할을 한다.

해안염습지 생태계는 육상 생태계와 달리 해수에

Corresponding Author : Chang-Hwan Kim, Department of Environmental Landscape Architecture-design, Chonbuk National University, Chonbuk 570-752, Korea
Phone: +82-63-850-0736
E-mail: Kimch@chonbuk.ac.kr

의한 침수, 토양의 염류 축적 등 특수한 환경조건 때문에 소수종으로 구성된 염생식물이 뚜렷한 대상 구조(zonation)를 나타내는⁴⁾ 안정된 생태계^{5,6)}를 유지하고 있다.

염습지에 분포하는 염생식물에 미치는 환경요인은 물리적 요인^{7,8)}으로서 토양의 염도, 해수의 침수 시간 및 햇수, 토성, 지하수위 등과 생물학적 요인⁹⁻¹¹⁾으로서 염생식물의 분포 중간 상호관계에 의한 영향, 그리고 생태학적 요인⁸⁾으로서 복잡한 물리적 환경요인 등이 있다.

Snow와 Vince(1984)⁸⁾는 식물의 생리적 내성 범위가 생태적 내성 범위보다 넓어서 중복되므로 중 분포를 생태적 적응 능력인 발아, 정착 및 공간 점유와 같은 생태적 적응으로 구분하였다.

따라서 본 조사는 새만금 간척지 일대 염습지 생태복원을 위한 생태적 적응력을 분석하기 위하여 칠면초, 통통마디, 가는갯능쟁이, 갯개미취 그리고 나문재의 5종 염생식물의 생존전략과 군락구조 형성과 관련하여 실험실 연구 및 현지조사를 통한 유묘출현률을 조사하였다.

2. 자료 및 방법

2.1. 조사지 개황

연구 조사지역은 전라북도 군산시 옥구읍 어은리 어은동(35°53' 28" N, 125°40' 41" E)에서 전라북도 김제시 광활면 은파리 학당(35°48' 19" N, 126°45' 51" E)에 이르는 만경강, 동진강 하구역을 중심으로 5종 염생식물군락이 분포되어 있는 6개 지역을 2007년 1월부터 12월까지 조사하였다(Fig. 1, Table 1).

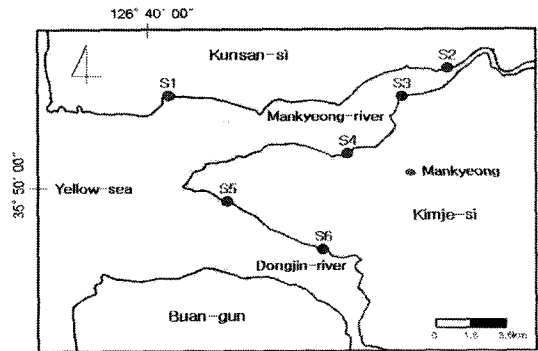


Fig. 1. A map showing the study area. (S1: Eoeundong, S2: Sindangchon, S3: Hwapo, S4: Jinbong, S5: Gwanghwal, S6: Hakdang)

2.2. 조사방법

2.2.1. 유묘출현률 조사

조사지역에 따라 칠면초, 통통마디, 가는갯능쟁이, 갯개미취, 나문재 등 5종 염생식물이 균질하게 분포하는 지역을 선택하여 고정된 방형구(1 m×1 m)를 설치하고 이곳에 출현하는 생존개체수를 현장에서 측정하고 다음 최대 개체수에 대한 측정시기의 개체수의 백분율로 산정하였다.

2.2.2. 발아율 측정

조사지역에 분포하는 칠면초, 통통마디, 가는갯능쟁이, 갯개미취, 나문재 등을 2006년 10월~11월에 채취하여 5°C로 2개월간 보관한 종자를 각각 100립씩 여과지 2장을 칸 직경 9 cm 크기의 petri dish에 파종하여 growth chamber(일주기 16 h/8 h, 상대습도 60%)에 넣고 온도, 염도 및 수위처리를 하였다. 온도 처리구는 주야의 온도를 5°C/0°C±1°C(저온구), 10°C/0°C±1°C(중온구), 20°C/10°C±1°C(고온구)하여

Table 1. Situation of the surveyed areas

Site No	Name	Situation	Latitude	Longitude
1	Eoeundong	Jeollabuk-do Gusan-si Okgu-eup Eoeun-ri Eoeundong	35°53' 28"	126°40' 41"
2	Sindangchon	Jeollabuk-do Gusan-si Daeya-myeon Jigyeong-ri Sindangchon	35°54' 15"	126°49' 28"
3	Hwapo	Jeollabuk-do Gimje-si Mangyeong-eup Hwapo-ri	35°53' 26"	126°48' 6"
4	Jinbong	Jeollabuk-do Gimje-si Mangyeong-eup Jinbong-myeo Gosa-ri	35°51' 46"	126°46' 03"
5	Gwanghwal	Jeollabuk-do Gimje-si Gwanghwal-myeon changje-ri	35°49' 45"	126°42' 49"
6	Hakdang	Jeollabuk-do Gimje-si Gwanghwal-myeon Eunpa-ri Hakdang	35°48' 19"	126°45' 51"

각각 15개 petri dish로 구분하여 염도 처리구는 0% NaCl, 5%NaCl, 15%NaCl, 25%NaCl 수용액을 가하여 각각 20개의 petri dish로 구분한 다음 3회 반복 실시하였다.

수분의 정도를 측정하기 위하여 침수구는 현장에 서와 같이 조수의 작용을 대신해서 1일에 2회에 걸쳐 3시간의 침수시간의 차이로 조절하였고 건조구는 1일 2회에 걸쳐 30분의 침수시간 차이를 주어 수분구를 구분하였다. 이들 종자 발아 실험은 온도처리 3조합, 염분처리 4조합 및 수위처리 2조합으로 총 24조합으로 이루어졌다.

이상의 발아 실험에서 매일 오전 10시에 유근이 육안으로 보이는 개체수를 발아된 것으로 간주하고 발아율을 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 염생식물 생육전략 특성

3.1.1. 조사지역에서 염생식물의 발아율

3.1.1.1. 유묘출현률

6개 조사지역의 염습지에서 측정한 5종의 염생식물에 대한 유묘출현률은 Fig. 2와 같다.

칠면초(*Suaeda japonica*)와 나문재(*Suaeda asparagoides*)는 2월에 최대 유묘출현률을 보였으나 3월부터는 서서히 감소하여 10월에 가장 낮은 유묘출현률을 보였다. 통통마디(*Salicornia herbacea*)와 갯개미취(*Aster tripolium*)는 2월에는 68.75%, 68.15%의 출현률을 보였으나 3월에는 최대 출현율을 보였으며 4월 이후에는 서서히 출현률이 감소하였다. 가는갯능쟁이(*Atriplex gmelini*)는 2월부터 서서히 증가하다가 5월에 최대출현률을 보인 후 점차 감소하였다. 조사된 5종의 염생식물 출현률의 경향은 최대출현률 이후 5종 모두 감소하는 것으로 나타났다.

이들 중에 대한 출현발아율과 최대출현발아율의 특성을 보면 연속성 발아형을 보이는 칠면초와 준동시성 발아형을 보이는 나문재가 2월에 최대출현율을 나타내어 다른 3종에 비해 출현시기가 빨랐다. 연속성 발아형의 통통마디와 연속성 발아형과 준동시성 발아형의 양특성을 가지는 갯개미취가 3월에 최대출현을 보였으며, 준동시성 발아형인 가는갯능쟁이는 5월에 최대 출현을 보였다.

그러나 Lee과 Ihm¹²⁾, 김 등¹³⁾의 만경강 하구역 염

습지에서의 출현 발아율의 연구 결과를 보면 준동시성 발아형의 특성을 가지는 나문재와 가는갯능쟁이는 5월, 연속성발아형인 칠면초는 3~5월, 양특성을 모두 가지고 있는 갯개미취는 4월에 최대출현율을 나타내고 있어 본 조사결과와는 차이를 나타내었다. 염생식물은 출현발아율과 최대출현발아율이 염습지 토양의 염도, 침수시간, 온도 등과 발아형에 의하여 주로 결정되는데¹⁴⁾, 본 조사에서는 새만금 간척지 물막이 공사이후의 염습지 내 여러 환경요인 중 토양의 염도, 침수시간, 토성 등이 발아형과는 큰 관계없이 염생식물의 발아에 영향을 미친 것으로 보인다. 특히, 나문재의 출현발아율이 빨라진 것은 저위염습지의 빈번한 조위구배환경이 새만금 물막이 이후 물막이 이전에 비해 현저히 감소한 결과로서 저위염습지의 빈번한 구배환경에 정착하는데 유리한 생존전략을 가지는 칠면초^{15,16)}와의 경쟁 관계로 보인다. 이것은 물막이 이후의 나문재의 조기 발아가 준동시성 발아형으로서 외부환경이 유리한 경우 동시에 발아하는^{17~21)} 특성을 가지고 있어 칠면초와 동일한 서식지역이 많아 유묘출현시기에 의한 중간경쟁의 우위를 점유하기 위한 전략으로 보인다. 결과적으로 Lee과 Ihm¹²⁾, 김 등¹³⁾의 연구는 새만금 물막이공사 이전에 조사된 것으로서 새만금 물막이공사 이후에 조사된 본 연구결과와는 염습지 토양의 염도, 해수의 침수기간 및 횡수, 토성, 지하수위 등의 변화와^{13,22)} 큰 관련이 있는 것으로 사료되어 추후 이에 대한 계속적인 연구를 통하여 간척에 의한 염습지의 물리적 환경 변화에 따른 유묘출현시기와 출현률에 대한 정밀 조사를 수행할 예정이다.

3.1.2. 실험실 내 염생식물의 발아율

해안 염습지에서 주기적으로 해수의 영향을 받는 환경을 고려하여 칠면초, 통통마디, 가는갯능쟁이, 갯개미취, 나문재의 종자를 건조구와 침수구로 나누고, 각 처리구 온도 조건은 5℃, 10℃, 20℃로, 염도는 0%, 5%, 15%, 25%로 처리하여 3회 발아율을 측정하였다

염도구배에 따른 건조구 저온상태의 발아율을 보면 Fig. 3과 같다. 건조구 5℃, 0% 처리구에서 칠면초와 통통마디는 초기 발아율은 낮으나 6일에 42.3%, 9.33% 발아율을 나타냈고, 가는갯능쟁이, 갯

개미취, 나문재는 4일, 7일, 4일까지 발아되지 않다가 6일에 31%, 8일에 0.7%, 6일에 83.7% 발아율을 나타내었다.

5% 처리구에서 칠면초, 통통마디, 가는갯능쟁이는 초기에 낮은 발아율을 나타내다가 6일만에 각각 35.7%, 5.3%, 5.3%로 발아되었고, 갯개미취는 7일까지 발아되지 않다가 8일만에 0.3%로 매우 낮은 발아율을 나타내었다. 나문재는 초기에 낮은 발아율

을 보이다가 6일만에 81.7%의 높은 발아율을 나타내었다.

15% 처리구에서는 전체적으로 낮은 발아율을 나타내었는데 칠면초와 통통마디, 나문재는 6일만에 각각 19.3%, 3.3%, 18% 발아율을 나타내었고, 가는갯능쟁이는 8일에 9.6%가 발아되었고 갯개미취는 발아하지 않았다.

25% 처리구에서는 칠면초, 통통마디, 나문재 등

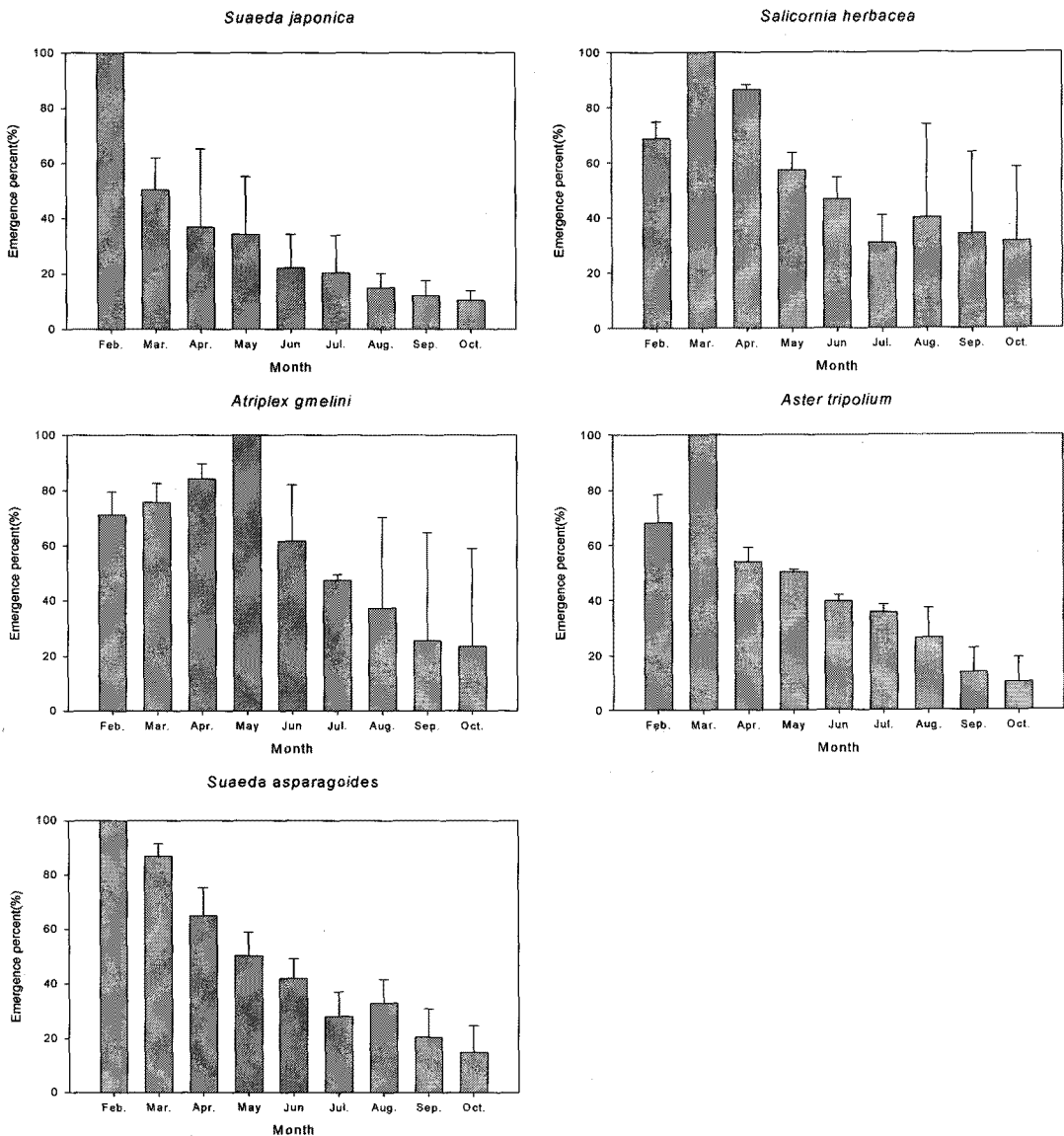


Fig. 2. Emergence percent of the five halophytes.

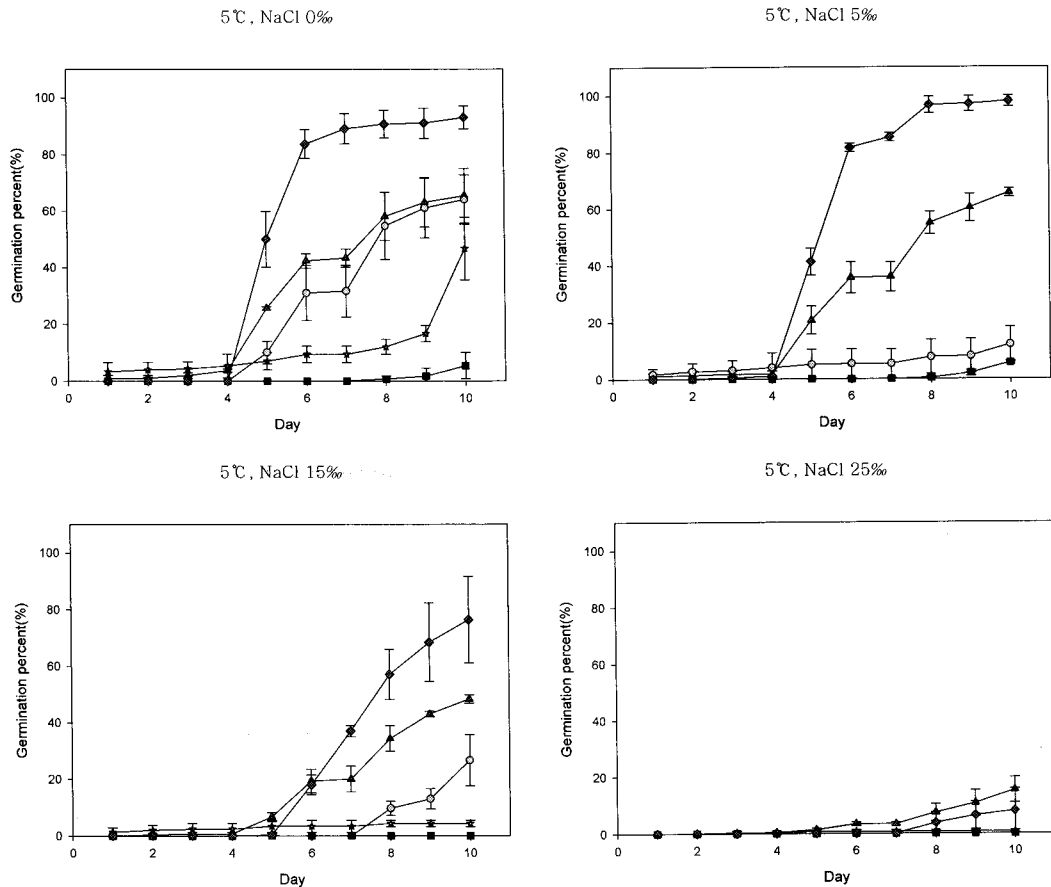


Fig. 3. Germination percent of the five halophytes seeds under different saline concentration in dry condition a low temperature. (-▲-: *Suaeda japonica*, -★-: *Salicornia herbacea*, -○-: *Atriplex gmelini*, -■-: *Aster tripolium*, -◆-: *Suaeda asparagoides*)

이 8일째 7.3%, 0.7%, 3.7%로 낮은 발아율을 나타냈고, 가는갯능쟁이와 갯개미취는 발아하지 않았다.

건조구 증온상태의 발아율은 건조구 10°C, 0% 처리구에서 칠면초, 통통마디, 가는갯능쟁이, 갯개미취는 초기 발아율은 매우 낮게 나타나다가 8일째 각각 5.3%, 2.3%, 43.7%, 0.7%로 발아하였고, 나문재는 3일만에 발아하여 8일에는 94.7%로 발아율이 높게 나타났다.

5%, 15% 처리구에서 칠면초, 통통마디, 나문재는 4일째 각각 1.7%와 1.7%, 0.7%와 1.0%, 1.0%와 0%의 낮은 발아율을 나타내다가 8일만에 각각 33.3%와 15.7%, 2.3%와 1.3%, 86.3%와 18.7%로 발아되었고, 가는갯능쟁이는 초기에 발아하지 않다가 8일만에 각각 3.7%와 1.7%, 1.3%와 1.3%의 낮은 발

아율을 나타내었다.

25% 처리구에서는 칠면초, 가는갯능쟁이, 나문재 등은 5일째 1.7%, 1.7%, 1.3%로 낮은 발아율을 나타냈고, 통통마디는 초기에는 낮은 발아율을 나타내다가 8일째는 52.3%의 높은 발아율을 나타냈으며 갯개미취는 발아하지 않았다(Fig. 4).

건조구 고온상태인 20°C에서는 건조구 20°C 0% 처리구에서 칠면초와 통통마디, 가는갯능쟁이는 4일만에 18.7%, 17.0%, 5.3%로 발아율을 보였으며, 8일에는 55.7%, 27.3%, 40.7%을 나타냈다. 갯개미취는 처리후 5일만에 발아가 시작하여 낮은 발아율을 나타내며 8일에는 9.7%를 나타냈고 나문재는 처리 후 2일만에 발아하여 6일만에 98.3%의 최대 발아율을 나타냈다.

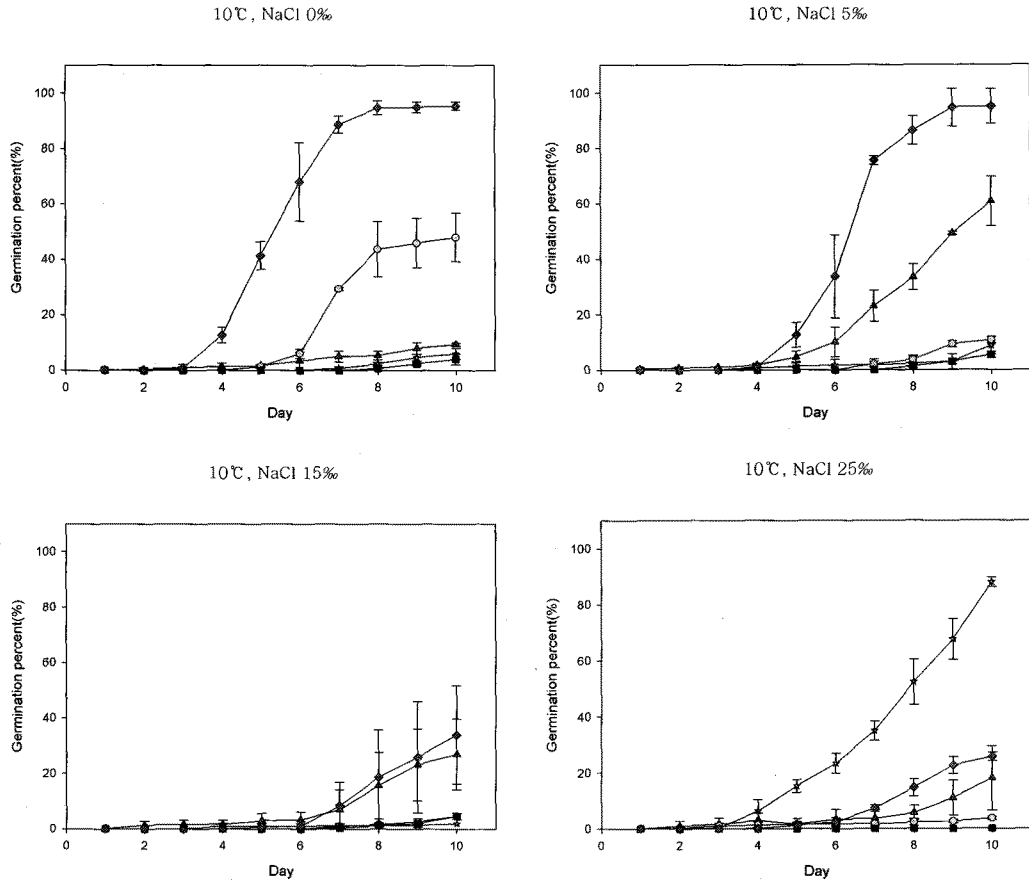


Fig. 4. Germination percent of the five halophytes seeds under different saline concentration in dry condition a middle temperature. (-▲-: *Suaeda japonica*, -★- : *Salicornia herbacea*, -○-: *Atriplex gmelini*, -■-: *Aster tripolium*, -◆-: *Suaeda asparagoides*)

5% 처리구에서 칠면초와 나문재는 처리 후 2, 3일만에 발아하여 8일만에 65.7%, 97% 발아율을 보였으며, 통통마디, 가는갯능쟁이, 갯개미취는 초기에 낮은 발아율을 보이다가 8일째 각각 15%, 29%, 14.3%을 나타냈다.

15%와 25% 처리구에서 칠면초는 4일째 초기발아율이 24.0%, 1.3%로 나타났으며, 10일에는 95.3%, 16.7%로 나타났다. 통통마디는 4일째 초기발아율이 10.3%, 9.3%의 발아율을 보이다가 10일에는 22.3%, 17.7%로 나타났고, 가는갯능쟁이는 15%에서 4일만에 0.3%로 낮은 발아율로 나타나다가 일정한 발아율을 나타내 10일만에 15.0%, 5.0%로 낮은 발아율을 나타냈다. 갯개미취는 3일, 6일만에 3.6%, 0.3%의 발아율이 나타나며, 7일 이후로 일정하게 발아율

이 증가하였다. 나문재는 3일, 5일만에 발아하여 8일만에 45.3%, 6.7%의 발아율이 나타났다(Fig. 5).

침수구 저온상태(5°C)의 발아율을 보면 5°C, 0% 처리구에서 칠면초와 나문재는 4일째 3.0%, 8.3%의 발아율을 보이다가 10일에는 69.3%, 94.7%로 높은 발아율을 나타냈고, 통통마디, 가는갯능쟁이, 갯개미취 등은 초기에는 낮은 발아율을 나타내다가 10일에는 각각 12.3%, 68.7%, 14.3%의 발아율을 나타냈다.

5% 처리구에서 칠면초, 가는갯능쟁이, 나문재는 4일째 각각 1.7%, 0%, 0%로 낮은 발아율을 보이다가 10일째는 56.3%, 66.7%, 97.7%로 최대 발아율을 나타냈으며, 통통마디와 갯개미취는 초기에는 낮은 발아율을 보이다가 10일에는 18%, 11.7%의 발아율

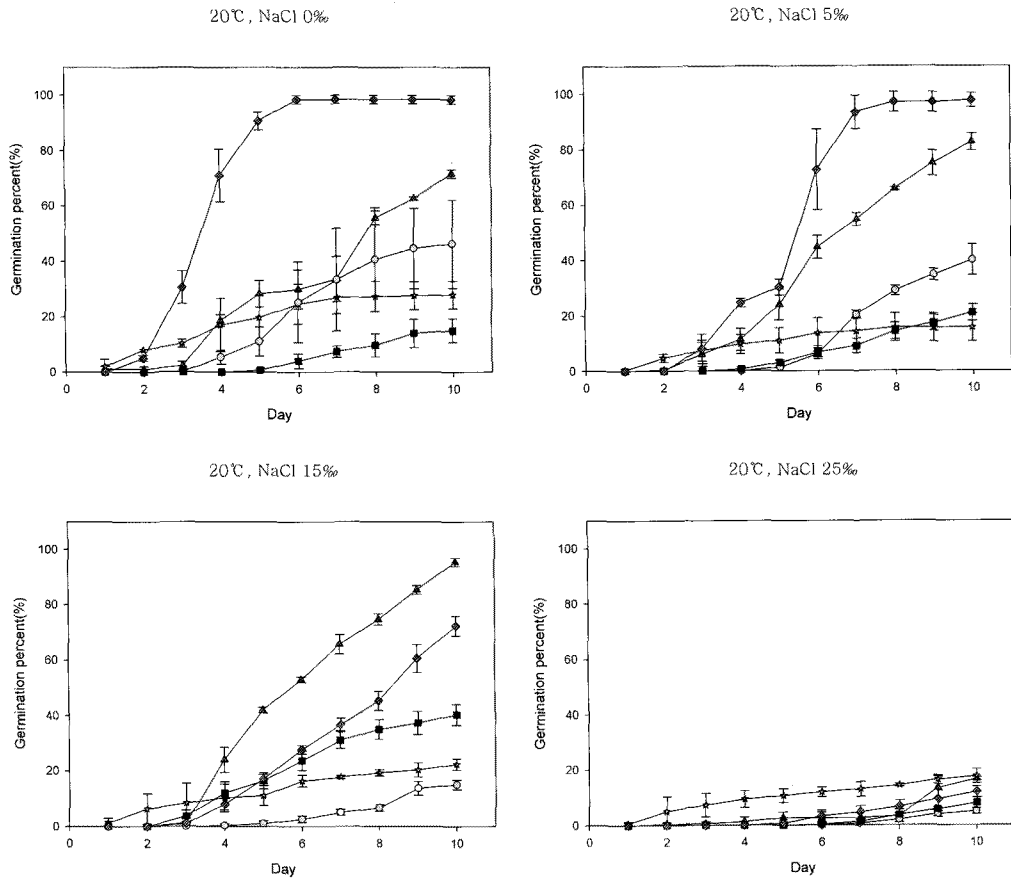


Fig. 5. Germination percent of the five halophytes seeds under different saline concentration in dry condition a high temperature. (-▲-: *Suaeda japonica*, -*- : *Salicornia herbacea*, -○-: *Atriplex gmelini*, -■-: *Aster tripolium*, -◆-: *Suaeda asparagoides*)

을 나타냈다.

15% 처리구의 발아율은 칠면초, 통통마디, 가는갯능쟁이가 초기에는 낮은 발아율을 보이다가 10일에는 각각 38.7%, 9.3%, 40.3%로 나타났고, 나문재는 5일만에 발아하여 10일에는 89%의 높은 발아율을 나타냈으나 갯개미취는 발아하지 않았다.

25% 처리구에서 칠면초와 나문재가 10일에 27.0%, 48.3%의 발아율을 나타냈고, 통통마디, 가는갯능쟁이, 갯개미취는 낮은 발아율로 10일에는 각각 5.0%, 3.3%, 6.0%의 발아율을 나타냈다(Fig. 6).

침수구 중온상태의 발아율은 10°C, 0% 처리구에서 칠면초, 통통마디, 가는갯능쟁이, 나문재는 4일째 각각 0.6%, 1.7%, 0%, 20.0%의 발아율을 보이다가 10일에는 60.7%, 65.7%, 71.3%, 97.3%로 최대 발

아율을 나타냈고, 갯개미취는 8일만에 발아하여 10일에 10.3%의 발아율을 나타냈다.

5% 처리구에서 칠면초, 통통마디, 나문재는 초기에 낮은 발아율을 보이다가 10일에는 각각 50.1%, 35%, 97.7% 발아율을 나타냈으며, 가는갯능쟁이와 갯개미취는 7일에 발아하여 10일에는 61.3%, 16.0%의 발아율을 나타냈다.

15% 처리구의 발아율은 칠면초, 통통마디는 초기에는 낮은 발아율을 보이다가 10일에는 41.3%, 16.3%로 나타났고, 가는갯능쟁이, 갯개미취, 나문재는 6일~8일만에 발아하여 10일에는 19.3%, 5.0%, 84.3%의 발아율을 나타냈다.

25% 처리구에서 통통마디는 초기에 낮은 발아율을 보이다가 10일에는 5.6%의 발아율을 나타냈고,

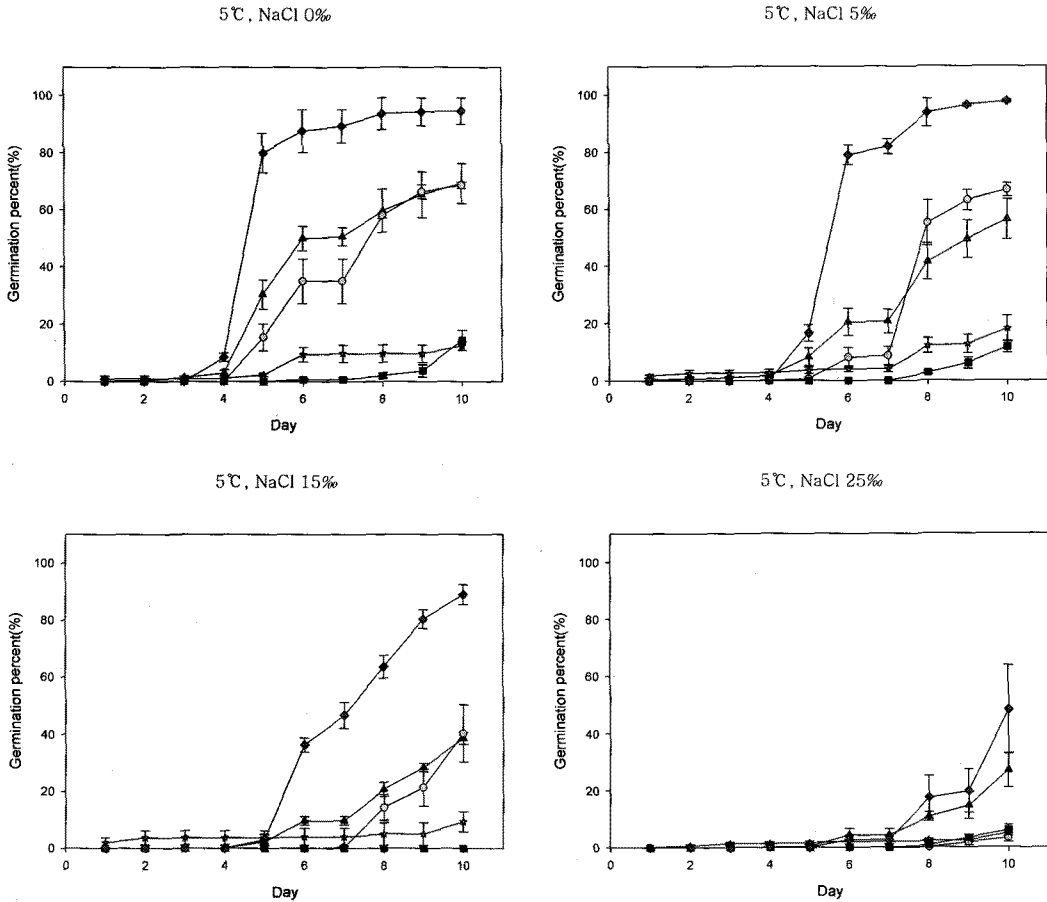


Fig. 6. Germination percent of the five halophytes seeds under different saline concentration in inundation condition a low temperature. (-▲-: *Suaeda japonica*, -★-: *Salicornia herbacea*, -○-: *Atriplex gmelini*, -■-: *Aster tripolium*, -◆-: *Suaeda asparagoides*)

칠면초, 가는갯능쟁이, 갯개미취, 나문재는 7일, 8일에 발아하여 10일에 31.7%, 4.3%, 4.3%, 12.7%의 발아율을 나타냈다(Fig. 7).

침수구 고온상태인 20°C에서의 발아율은 0%. 처리구에서 칠면초, 통통마디, 가는갯능쟁이, 나문재는 4일만에 16.3%, 13.0%, 9.0%, 56.3%로 발아가 되었으며, 10일에는 53.3%, 51.7%, 58.3%, 92.7%로 최대 발아율을 나타냈고, 갯개미취는 5일만에 발아하여 10일에는 24.7%의 발아율을 나타냈다.

5% 처리구에서 칠면초, 통통마디, 가는갯능쟁이, 나문재는 초기 발아율은 낮았으나 10일에는 각각 58.3%, 28.0%, 69.7%, 95.0%의 발아율을 나타냈고, 갯개미취는 6일만에 발아하여 10일에 4.3%로 발아

율을 보였다.

15% 처리구에서 칠면초는 4일만에 3.7%로 발아하여 10일에는 46.3%의 발아율을 나타냈고, 통통마디는 초기에 낮은 발아율을 보이다가 10일에는 10.0%의 발아율을 나타냈으며, 가는갯능쟁이, 갯개미취, 나문재는 6일, 7일만에 발아하여 10일에는 16.7%, 6.7%, 38.0%의 발아율을 나타냈다.

25% 처리구의 칠면초, 통통마디, 가는갯능쟁이, 갯개미취, 나문재 등의 발아율은 초기에 매우 낮은 발아율을 나타내다가 10일만에 23.7%, 4.0%, 5.3%, 3.7%, 5.0%의 발아율을 나타냈다(Fig. 8).

결과적으로 칠면초의 경우 건조구에서는 5°C와 20°C, NaCl 15% 이하에서 발아율이 다소 높았으며

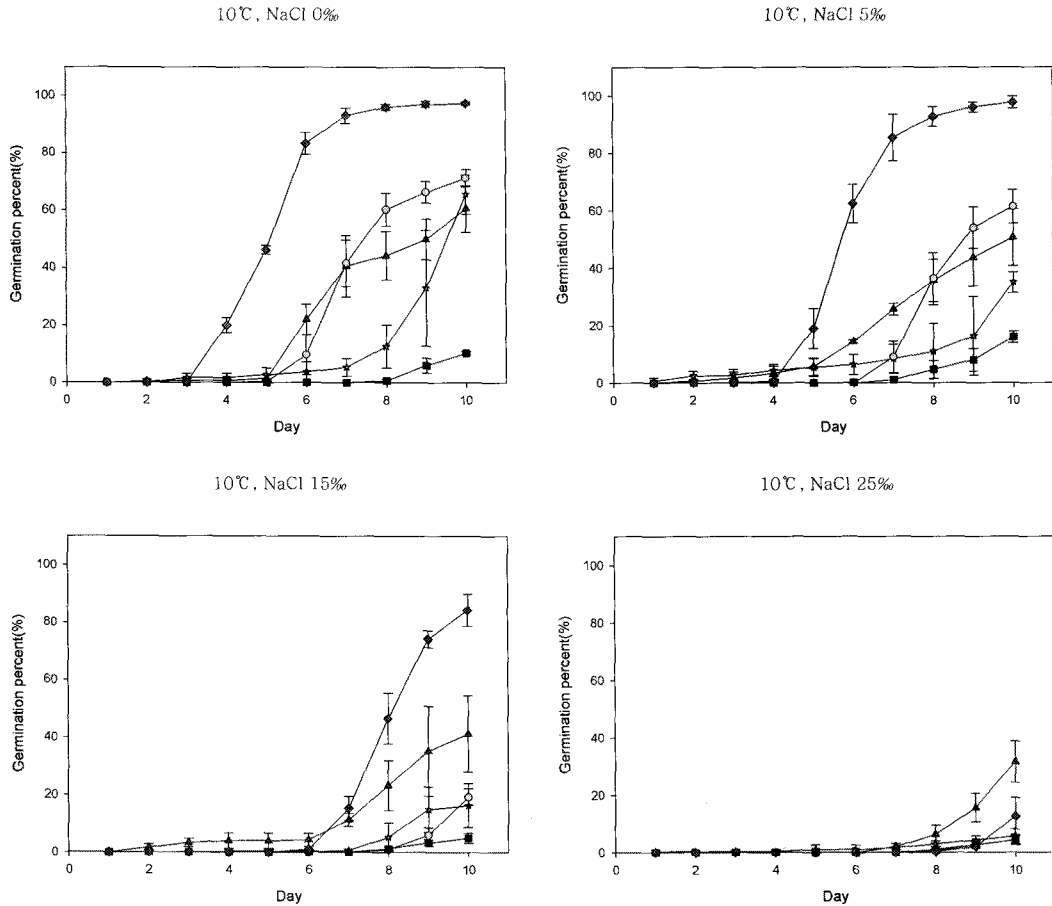


Fig. 7. Germination percent of the five halophytes seeds under different saline concentration in inundation condition a middle temperature. (-△-: *Suaeda japonica*, -★-: *Salicornia herbacea*, -○-: *Atriplex gmelini*, -■-: *Aster tripolium*, -◆-: *Suaeda asparagoides*)

침수구에서는 저온에서 통통마디, 가는갯능쟁이, 갯개미취보다 발아율이 높았다. 또한 건조구와 침수구 모두에서 20°C, NaCl 15%에서 다른 4종에 비해 발아율이 높게 나타났다. 나문재는 칠면초, 통통마디, 가는갯능쟁이, 갯개미취에 비해 건조구와 침수구의 고온, 저온 모두에서 발아율이 높게 나타났으나 NaCl 25%의 고농도에서는 다른 4종과 거의 같은 경향을 보였다. 통통마디는 건조구의 10°C, NaCl 25% 상태에서 다른 4종에 비해 발아율이 높았으며, 가는갯능쟁이와 갯개미취는 건조구와 침수구에서 발아율이 비슷하게 나타났으나, 갯개미취는 다른 4종에 비해 발아율이 가장 낮았다.

따라서 칠면초는 고온의 NaCl 5%~15% 사이에서

발아가 잘 이루어져 조수변화가 빈번하고 침수횟수가 많은 저위 염습지에 알맞은 성장전략을 보였다. 나문재는 NaCl 25%에서 발아율이 매우 낮아 고염도보다는 저·중염도에서 발아율이 높았다. 통통마디는 침수구보다는 건조구에서, 저온보다는 고온에서, 저염도보다는 고염도 처리구에서 높은 발아율을 보임으로써 염도가 비교적 높은 생육환경에 알맞은 성장전략을 나타냈다¹³⁾.

일반적으로 염생식물의 성장에는 염습지의 수분 상태 즉 조수의 횟수와 지형의 고도에 영향을 받는데²³⁾, 본 실험결과 염생식물의 건조구와 침수구의 발아율은 나문재가 가장 높고 칠면초, 가는갯능쟁이, 통통마디, 갯개미취 순으로 높았다. 이는 조수작

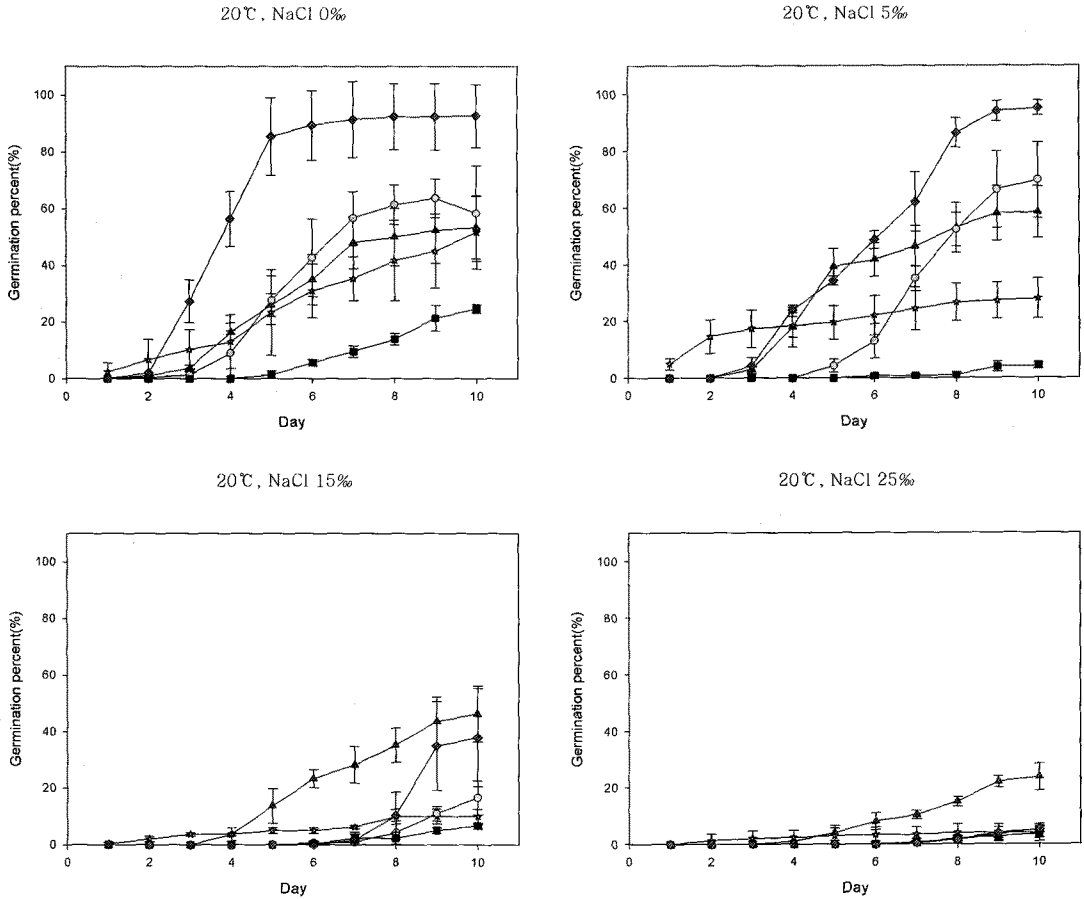


Fig. 8. Germination percent of the five halophytes seeds under different saline concentration in inundation condition a high temperature. (-▲-: *Suaeda japonica*, -★-: *Salicornia herbacea*, -○-: *Atriplex gmelini*, -■-: *Aster tripolium*, -◆-: *Suaeda asparagoides*)

용으로 지속적인 수분공급이 원활한 저·중위 염습지에서는 칠면초, 나문재가 발아에 유리하고, 고염분 토양지역에서는 통통마디, 중위 염습지에서는 가는갯능쟁이, 저염분의 고위 염습지에서는 갯개미취가 발아에 유리한 것으로 보인다.

4. 결 론

염생식물은 서식지역이 유사하거나 동일한 장소에선 유묘출현시기가 빠른 종이 종간경쟁에 유리하기 때문에¹⁴⁾, 염습지내에 분포하는 각 종의 염생식물은 염습지의 물리·화학적 환경에 알맞은 성장전략 및 특성을 가지고 있다. 새만금 지역을 포함한

우리나라 대부분의 염습지에 분포하는 주요 염생식물은 염습지 환경에 적응하기 쉬운 성장유형 특성을 보이는데 염습지에 가장 넓은 분포역을 차지하고 있는 칠면초의 경우는 저위염습지에서 주로 자란다. 이것은 칠면초가 저위염습지의 빈번한 조위구배 환경에 정착하는 유리한 성장 패턴 특성에 따른 것이다^{24,25)}, 또한 통통마디는 조석작용이 빈번하고 불안정한 지토환경에서 정착에 유리한 성장전략을 가지며, 갯개미취와 나문재는 탈염이 진행된 저토 환경에 신속하게 정착하는 생존전략을 해왔다^{12,13)}.

이러한 사실은 본 연구의 실험실 내 염생식물 발아 실험에서도 같은 경향을 보였다(Fig. 3, 4, 5, 6, 8). 그러나 새만금 간척지 물막이 공사이후 간척지

내 염습지 식물의 정착과 관련한 성장전략의 가장 큰 변화는 나문재와 칠면초의 종간경쟁으로 나타났다. 나문재와 칠면초에 대한 실험실 내 발아율에서 칠면초는 고온의 NaCl 5%~15% 사이에서 발아가 잘 이루어져 나문재와 유사한 NaCl 농도에서 발아율이 높았다. 특히 칠면초와 나문재는 저·중위 염습지에서 발아에 유리한 특성을 가져 동일한 지역에서는 경쟁적 관계로 볼 수 있다.

그러나 물막이 이전에는 칠면초가 우점종으로 분포해왔던 저·중위 염습지가 새만금 간척지 물막이 공사이후 나문재의 발아시기가 물막이 이전에 비해 1~2개월 빨라지면서 칠면초와 비슷한 시기에 발아하는 것으로 나타났다. 이러한 나문재의 조기 발아는 칠면초와의 경쟁관계로 이어졌으나, 나문재가 준 동시성 발아형으로서 외부환경이 유리한 경우 동시에 발아하는 특성을 나타내기 때문에 칠면초와의 종간경쟁에서 우위를 점유할 수 있어 새만금 간척지의 저·중위 염습지내 우점종은 칠면초에서 나문재로 전환된 것으로 보인다.

결론적으로 새만금 간척지 물막이 공사이후 염습지내 물리·화학적 환경의 변화는 염생식물의 분포에 큰 영향을 미치는 발아시기, 발아율, 발아 후 생존을 위한 정착 그리고 종간경쟁과 큰 관련이 있는 것으로 나타났으며, 이러한 변화로 인한 염생식물의 초기 생육전략 및 특성의 변화는 간척지 식생의 천이기작을 구명하는데 기여할 것으로 보인다.

감사의 글

이 논문은 2006년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구이며(KRF-2006-311-F00077), 이에 진심으로 감사드립니다.

참고 문헌

- Lee J. S., 1990, On establishment of halophytes along tidal level gradient at salt marshes of Mangyeong and Dongjin river estuaries, Ph. D. Dissertation, Seoul National University.
- Smith R. I., Smith T. M., 2001, Ecology and Field Biology, 6th Benjamin Cummings Inc., N.Y., USA, 451.
- Jung Y. K., Kim W., 2000, Distributional Characteristics of Coastal Mantle Communities in Korean Peninsula, Korean Society of Environment and Ecology, 23(3), 193-199.
- Adams D. A., 1963, Factors influencing vascular plants zonation in North Carolina salt marshes, Ecology, 44, 445-456.
- Miller W. B., Egler F. E., 1950, Vegetation on the Ezudenquockpawcatuck tidal marshes Connecticut, Ecol., Monogr 20, 143-172.
- Odum E. P., 1961, The role of tidal marshes in estuarine production. Conservationist, 15, 12-15.
- Ranwell D. S., 1972, Ecology of salt marsh sand dune, Chapman and Hall, London, 258.
- Snow J. A., Vince S. W., 1984, Plant zonation in an Alaskan salt marsh, II. An experimental study of the role of edaphic conditions, J. Ecol., 71, 669- 684.
- Misra R. D., 1938, Edaphic factors in the distribution of aquatic plants in the English lakes, J. Ecol., 38, 441-451.
- Buttery B. R., Lambert J. M., 1965, Competition between *Glyceria maxima* and *Phragmites communis* in the region of Surlingham Broad, I. The competition mechanism, J. Ecol., 53, 163-181.
- Grace J. G., Wetzel R. G., 1981, Habitat partitioning and competitive displacement in Cattails(*Typha*) experimental field studies, Amer. Nat, 118, 463-474.
- Lee J. S., Ihm B. S., 2004, Growth Strategies of Four salt marsh plants on Mankyung River Estuary in Korea, Ecological Research, 19, 37-42.
- Kim C. H., Cho D. S., Lee K. B., Choi S. Y., 2006, Population Formation Strategies of Halophytes in Mankyong River Esturay, Korean Society of Environment and Ecology, 20(3), 299-310.
- Fischer R. A., Milles R. E., 1973, The role of spatial pattern in the competition between corp plants and weeds, A theoretical analysis, Math. Bio. Sci., 18, 311-350.
- Ross M. A., Harper J. L., 1972, Occupation of biological source during seedling establishment, J. Ecol., 60, 77-88.
- Mark R. N., Harper J. L., 1977, Interference in dune annulus, spatial pattern and neighbourhood, J. Ecol., 65, 345-363.
- Salisbury E. F., 1942, The weed problem., Proc. R. Inst. G. B., 31, 1-15.
- Harper J. L., 1967, A Darwinian approach to plant ecology, J. Ecol., 55, 242-270.
- Harper J. L., 1977, The population biology of plants. Academic Press, London, 684-694.
- Willam J. P., Harper J. L., 1965, Seed polymorphism and germination, I. The influence of nitrate and low

- temperatures on the germination of *Chenopodium album*, Weed res., 5, 141-150.
- 21) Cook R., 1980, The biology of seeds in the soil. In: Demography and evolution of plant populations. Solbrig, O. T.(ed.), Univ. California Press., Berkely, 175-215.
- 22) 한국농촌공사, 2008, 새만금 간척지 염생식물 모니터링 및 식물군락지 활용방안 연구보고서.
- 23) Lee J. S., 1989, On establishment of halophytes along tidal level gradient at salt marshes of Manhyong and Dongjin river estuaries, Seoul University, Doctorate Dissertation.
- 24) Ross M. A., Harper J. L., 1972, Occupation of biological source during seeding establishment, J. Ecol., 60, 77-88
- 25) Mark R. N., Harper J. L., 1977, Interference in dune annulus, spatial pattern and neighbourhood, J. Ecol., 65, 345-363.