

대호 간척지의 제염진행에 따른 초기 식생 변화

이승현 · 안열 · 류순호¹⁾ · 이상모¹⁾

농업기반공사 농어촌연구원, 서울대학교 농업생명과학대학¹⁾

Changes in Early Stage Vegetation Succession as Affected by Desalinization Process in Dae-Ho Reclaimed Land

Seung-Heon Lee, Yeoul An, Sun-Ho Yoo¹⁾, and Sang-Mo Lee¹⁾ (Korea Agricultural & Rural Infrastructure Corporation, Ansan, 425-170, Korea ¹⁾College of Agriculture & Life sciences, Seoul National University, Suwon, 441-744, Korea¹⁾ e-mail : shyi@karico.co.kr

ABSTRACT : In order to obtain the reference data to be used as an vegetation index for degree of desalinization, vegetation successions were surveyed and soil chemical characteristics were analyzed at the naturally maintained plot in Dae-Ho reclaimed land. Seven Groups (A ~ G group) were classified as major vegetation; A group (*Suaeda asparagoides* MAKINO etc.), B group (*Aster tripolium* L. etc.), C group (*Stearia viridis* L. BEAUV), D group (*Phragmites longivalvis* STEUD), E group (*Limonium tetragonum* THUNB A. A. BULLOCK), F group (*Trifolium repens* L.), G group (*Zoysia sinca* HANCE etc.). As desalinization process proceeded, the wild vegetation changed in order of A → B group, D → C group, E → F, G group. Soil texture of the naturally maintained plot was silt loam and soil fertility was very low compared with agricultural cultivated soil. Soil pH ranged from 7.0 to 8.0. Electrical conductivity (ECe) was below 10 and 20 dS·m⁻¹ at top and subsoil, respectively, except the plot where A group were growing. Resulting from SAR and ECe, The plot where A group was growing was saline-sodic soil and the others were saline soil. The relation between vegetation succession and soil desalinization showed that vegation appeared under 10 dS·m⁻¹ of ECe and 15 of SAR except A group.

Key words: reclaimed land, desalinization, vegetation succession, electrical conductivity, sodium adsorption ratio

서론

우리 나라 서남해안의 간척지는 농업 생산을 안정적으로 유지할 수 있게 하는 중요한 토지 자원이다. 과거 30년 동안 농업 생산은 획기적으로 성장하였으며, 오늘날 경제 발전의 기틀이 되었다. 간척지의 토지 자원은 식량 확보를 위한 농업 생산의 중요한 기반으로서의 가치 뿐 아니라, 고도 산업 경제 사회로의 이행 과정에서 산업 및 도시화에 따른 사회 간접 자원으로서의 토지 수요를 충당하기 위한 농경지의 대체 자원으로서 가치가 크다.

간척지의 농경지화는 제염이 일정 정도 진행된 후에 이루어져야 하는데 작물재배가 가능한 정도로 제염이 되기까지는 다양한 식물종, 특히 염생 식물의 발생이 많다. 간척지의 식생은 제염 정도와 밀접한 관계가 있는데 간척지 식생에 대한 연구는 김과 민¹⁾에 의해 이루어진 것 등이 있으나 제염 정도와 식생간의 관계에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 강과 심²⁾은 갯벌 간척후 탈염이 진행됨에 따라 초기에는 명아주과의 나문재, 해홍나물, 칠면초 등이 우점하고 이후에는 갯개미자리, 갯질경이, 갯풀, 갯꾸리

미풀 등이 우점하게 되고 이후에는 물대, 갈대 등이 우점하게 될 것으로 추정하였다. 간척지에서 경지로 이용하게 되면 이에 따라서 식생이 변화하게 된다. 권 등³⁾은 간척지에서 제염에 따른 식생의 변화를 조사하여 간척후 저습지에는 통통마디와 칠면초가 우점종이었으며, 제염됨에 따라서 버들명아주가 출현하고 이어서 매자기와 갈대가 우점종으로 되었으며, 이단계에 이르게 되면 수도재배시 염해의 문제가 크지 않다고 하였다. 또한 이들은 건조지에서는 나문재와 해홍나물이 최초의 우점종이고, 갯능쟁이도 출현하지만 군락형성은 적으며, 제염에 따라 습지에 유입된 식물종이 서서히 건조지로 유입된다고 하였다.

염농도(salinity)는 토양의 포화침출액에 대한 전기전도도(EC)로 평가되어지는데, 간척지 토양에 존재하는 다양한 이온종 중에서 특히 Na⁺은 토양 입자간 반발력 증가를 통해 입단형성을 저해하여 투수성과 경운성을 나쁘게 하는 등 토양 물리성 악화에 가장 큰 영향을 미친다. 따라서 ESP (exchangeable sodium percentage) 또는 SAR(sodium adsorption ratio)와 같은 Na⁺의 지표를 측정하여 Na⁺의 상태를 기술하고 있다. 그러나 이러한 지표

는 시료 채취후 실내 분석을 통해서만 평가할 수 있는 지표이다.⁴⁾ 기존의 연구는 단순히 식생 천이 과정에 대한 연구가 주로 이루어져 토양의 제염정도와 식생간의 관계에 관한 체계적 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 간척지의 식생 천이 조사와 토양의 이화학적 분석을 통해 현장에서 식생과 토양의 제염정도를 파악할 수 있는 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

재료 및 방법

시험지역

조사대상지역은 충남 당진군에 위치한 대호간척지내 농업기반공사(구 농어촌진흥공사)의 1995년 조성된 대호간척지 시험 포장에서 식생 보존구 포장(0.25ha)을 조사 대상으로 하였다.

식생 조사

식생 보존구의 식생 천이과정은 1996년 8월부터 1998년 8월까지 3년간 조사하였다. 1996년에는 8월과 10월 2회, 1997년에는 4월부터 11월까지 월 1회씩 8회, 1998년에는 4월부터 8월까지 2개월에 1차례씩 3회동 총 13회 조사하였다. 채취한 대표 식생은 원색한국식물도감⁵⁾을 기준으로 분류하였다.

Table 1. Seven major plants in Dae-Ho reclaimed experiment plot

Group	No. of sample sites	Species
Chenopodiaceae		
A	8	<i>Atriplex subcordata</i> KITAGAWA (갯능쟁이)
		<i>Salicornia herbacea</i> L. (통통마디)
		<i>Suaeda japonica</i> MAKINO (칠면초)
		<i>Suaeda asparagoides</i> MAKINO (나문재)
		<i>Suaeda maritima</i> Dum. (해홍나물)
Compositae		
B	6	<i>Aster tripolium</i> L. (갯개미취)
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) PERS. (개망초)
		<i>Sonchus brachyotus</i> A.P. DC. (사데풀)
C	3	Graminea
		<i>Stearia viridis</i> (L.) BEAUV. (강아지풀)
D	6	Graminea
		<i>Phragmites longivalvis</i> STEUD (갈대)
Plumbaginaceae		
E	6	<i>Limonium tetragonum</i> (THUNB.) A.A. BULLOCK (갯질경)
Leguminosae		
F	6	<i>Trifolium repens</i> L. (토끼풀)
Graminea		
G	6	<i>Zoysia sinca</i> HANCE (갯잔디)
		<i>Festuca ovina</i> L. (볼페스큐)

식생에 따른 토양 시료 채취 및 분석

식생 보존구 포장(0.25ha)에서 식생별로 분포 면적에 따라 7개

그룹로 나누어 1997년 10월과 1998년 8월 2차례에 걸쳐 A 그룹은 8개 지점, C 그룹은 3개 지점, 나머지 B, D, E, F, G 그룹은 6개 지점에서 표토(0~20 cm)와 심토(20~40cm)로 나누어 총 82점을 채취하여 분석하였다. 표1은 7개 그룹에 대한 주요 식생을 나타낸 것이다.

토양의 이화학적 분석은 농업기술연구소 토양화학분석법⁶⁾ 및 미농무부 토양분석법⁷⁾에 준하여 pH(초자전극법), 전기전도도, 유기물(Walkley-Black법), 전질소(Kjeldahl법)를 정량하였으며, 수용성 양이온과 음이온은 포화침출액을 원자 흡수 분광법(Atomic Absorption Spectrometry)과 이온크로마토피를 이용하여 정량하였다. 입경분석은 pipette법을 이용하였으며 토성은 미농무성 기준에 의해 결정하였다.

결과 및 고찰

1. 대호간척지 토양의 이화학적 성질

표2는 표토 42개에 대한 토양의 이화학적 성질로 토성은 우리나라 서남해안 간척지에 넓게 분포하는 미사질양토였고^{8,9)} 유기물, 전질소, 유효인산의 평균 함량은 일반 경작지와 비교하여 매우 낮게 나타났다¹⁰⁾. 특히 무기태 질소와 유효인산은 국부적으로 매우 불균일하게 분포하고 있었다. 이는 시험포장에 조성된 제염 암거시설과 지균의 불균형으로 토양의 제염정도가 불균일하고 그에 따라 식생 천이가 다르게 진행되고 있기 때문에 나타난 현상으로 판단된다.

2. 식생천이조사

갯벌 지역의 염생 식물의 천이 과정은 주로 초기에는 1년생 명아주과 식물인 칠면초(*Suaeda japonica* Makino), 해홍나물(*Suaeda maritima* Dum.), 나문재(*Suaeda asparagoides* Makino), 통통마디(*Salicornia herbacea* L.) 등이 자라다가 이후 2년생 식물로 천이하며 제염이 진행되면서 습지에는 갈대(*Phragmites communis* Trin.)가 건지에는 자생 갯잔디가 자리를 잡으며 최종적으로 다년초와 잡목들로 천이가 이루어진다¹¹⁾.

식생 보존구내에 식생 천이과정을 1996년 8월부터 1998년 8월까지 3년간 조사한 결과는 다음과 같다. 1996년 8월의 경우 명아주과 일년생 초종이 주를 이루었고 국부적으로 제염이 진행된 곳은 갯잔디와 툼페스큐와 같은 초종이 우점을 이루고 있었고 배수가 불량하여 토양 수분함량이 항시 포화 상태인 곳은 갈대가

Table 2. Physicochemical properties of Dae-Ho reclaimed top soil

O.M. (%)	Total-N (%)	Inorganic N (mg·kg ⁻¹)	Organic N (mg·kg ⁻¹)	Ava.-P ₂ O ₅ (mg·kg ⁻¹)	Texture
0.66	0.061	19.15	594	18.7	SiL
(0.40-0.87)	(0.041-0.101)	(0.56-117)	(394-1,006)	(8.1-40.9)	

무성하였다. 1997년 3월에는 월동후 1년생 초종들은 모두 고사한 상태로 되어 있으며 1996년에 보이지 않았던 식물들이 4월 말 나타나기 시작하였고 특히 국부적으로 레드 클로바가 무성히 자라고 있었다. 6월말에 전년도에 자라던 1년생 초종이 다시 번식하기 시작하여 초장 40 cm 이상의 군락을 이루고 있었고 제염의 지표가 되는 이러한 염생식물의 색깔 또한 전년도에 비해 붉은 색에서 초록색이 강하게 나타났다. 또 개망초, 갯뚝싸리, 갯질경이, 사데풀 등의 초종도 부분적으로 군락을 이루고 있었다. 8월 말에는 갯질경 군락이 만화되어 있었고 특히 레드클로바 군락이 갯질경 군락에 의해 잠식당하는 양상을 보이고 있었다. 그리고 개망초 군락 또한 영역을 확대하고 있었다. 9월 중순의 경우 장마기가 지나고 기온이 하강하면서부터 1년생 초종의 경우 하절기 번무하였던 식생이 점점 개화 결실 후 고사하기 시작하였고 극심한 가뭄으로 인한 염분 상승으로 일부 지역에서는 명아주과 식물의 분포면적이 확대되는 지점도 있었다. 그리고 식물의 색 또한 매우 붉으며 초장은 5 ~ 10 cm 정도로 생육도 불량하였다. 1998년의 경우도 1997년과 비교하여 큰 차이는 없었지만 내염성 식물인 명아주과의 군락이 점점 줄어들고 일반 육상식물의 출현이 더욱 많아 졌다. 특히 대표적 중성식물로 알려진 강아지풀이 군락을 이루기 시작했다.

3. 토양의 이화학적 특성 변화

그림1은 표토와 심토를 구분하여 채취한 토양의 pH 결과이다. 초기 나지 상태에서 식생이 정착하는 단계인 명아주과가 우점하는 A 그룹은 표토와 심토 모두 약알칼리성으로 7.0 ~ 7.5 범위였다. 기타 나머지그룹은 7.5 ~ 8.0정도의 분포를 보였다. 전반적으로 명아주가 우점하는 상태에서 다음 식생으로 전이하는데 pH는 약 0.5 정도 상승하는 것으로 나타났다.

그림 2는 표토와 심토를 구분하여 채취한 토양 포화 침출액의 전기전도도 결과이다. pH와 달리 전기전도도는 A 그룹을 제외한 나머지 그룹은 모두 표토는 평균 10 dS·m⁻¹ 이하, 심토는 평균 20 dS·m⁻¹ 이하에 분포하고 있었다. 일반작물의 생육 한계 전기전도도는 30 dS·m⁻¹ 이하이고 대개 6.5 ~ 28 dS·m⁻¹ 정도에 분포하는데¹²⁾ 자연식생의 경우도 가장 내염성이 강한 명아주과가 우점인 A 그룹은 표토의 경우 20 ~ 38 dS·m⁻¹의 범위 (평균 27 dS·m⁻¹)에서 자라고 이후 제염이 진행에 따라 평균 15 dS·m⁻¹ 정도가 되어야 다른 다양한 식생이 출현하였다.

그림 3은 포화 침출액의 수용성 양이온을 정량하여 SAR (Sodium Adsorption Ratio) 값을 산출한 결과이다. 그림1의 pH 결과와 그림 3의 전기전도도 결과와 함께 비교하면 A 그룹은 saline-sodic soil의 특징을 나타내고 기타의 그룹은 saline soil의

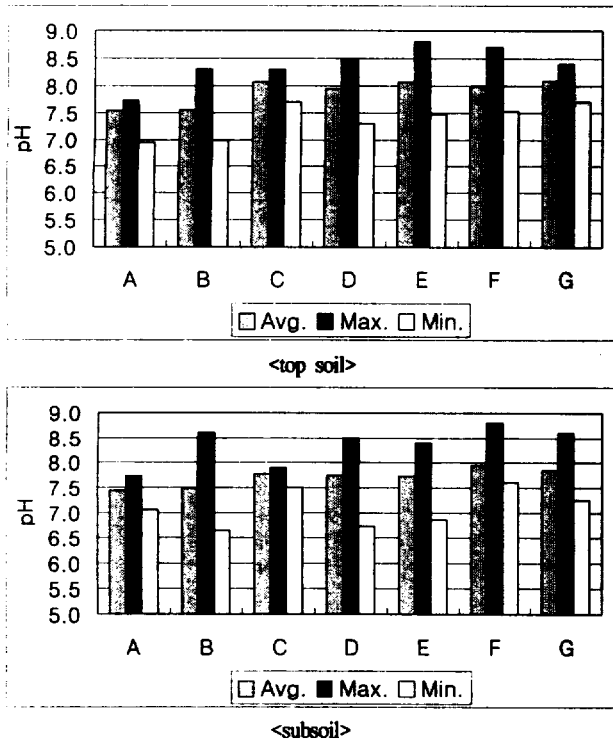


Fig. 1. Changes in pH of Dae-Ho reclaimed soil as desalination proceeded. A group (*Suaeda asparagoides* MAKINO etc.), B group (*Aster tripolium* L. etc.), C group (*Stearia viridis* L. BEAUV), D group (*Phragmites longivalvis* STEUD), E group (*Limonium tetragonum* THUNB A. A. BULLOCK), F group (*Trifolium repens* L.), G group (*Zoysia sinca* HANCE etc.).

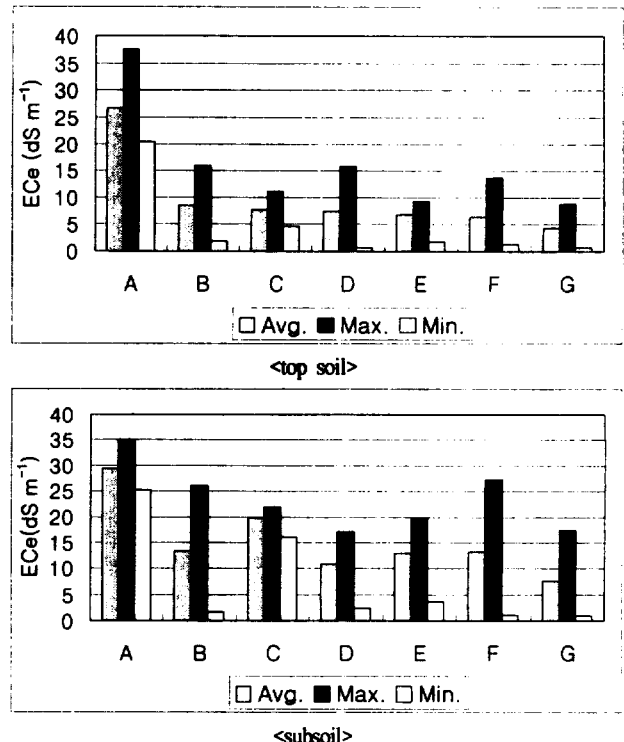


Fig. 2. Changes in ECe of Dae-Ho reclaimed soil as desalination proceeded. A group (*Suaeda asparagoides* MAKINO etc.), B group (*Aster tripolium* L. etc.), C group (*Stearia viridis* L. BEAUV), D group (*Phragmites longivalvis* STEUD), E group (*Limonium tetragonum* THUNB A. A. BULLOCK), F group (*Trifolium repens* L.), G group (*Zoysia sinca* HANCE etc.).

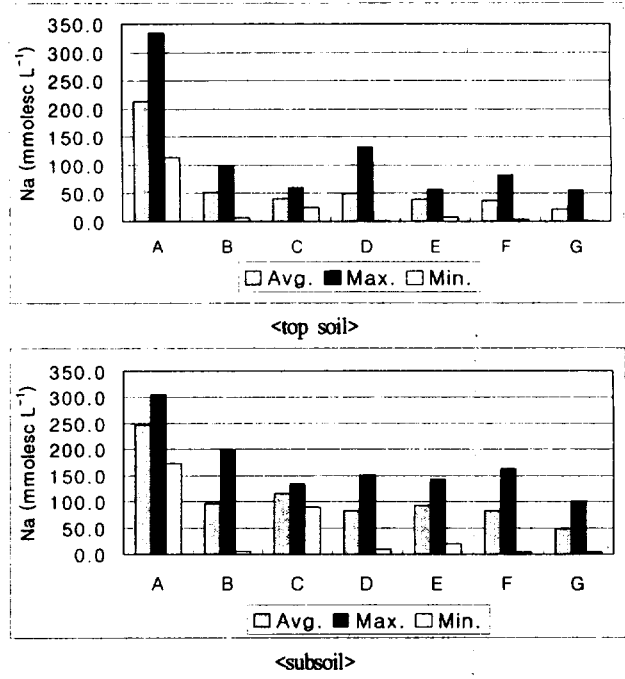
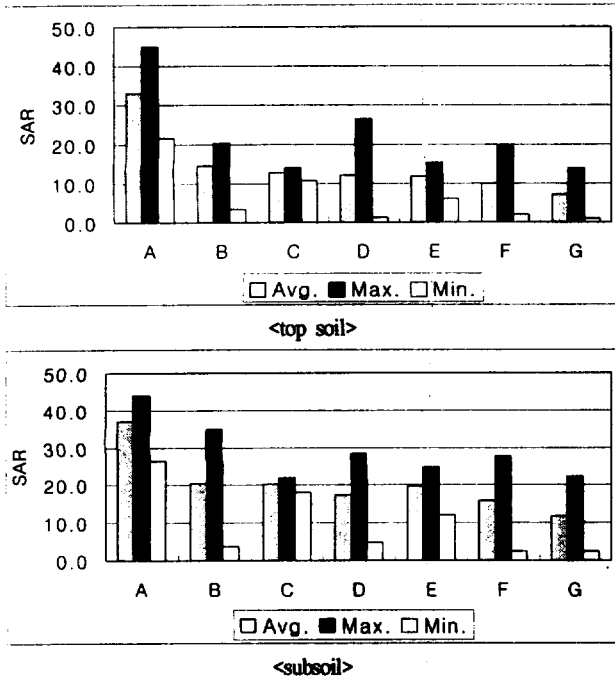


Fig. 3. Changes in SAR of Dae-Ho reclaimed soil as desalination proceeded. A group (*Suaeda asparagoides* MAKINO etc.), B group (*Aster tripolium* L. etc.), C group (*Stearia viridis* L. BEAUV), D group (*Phragmites longivalvis* STEUD), E group (*Limonium tetragonum* THUNB A. A. BULLOCK), F group (*Trifolium repens* L.), G group (*Zoysia sinca* HANCE etc.).

Fig. 4. Changes in soluble Na⁺ of Dae-Ho reclaimed soil as desalination proceeded. A group (*Suaeda asparagoides* MAKINO etc.), B group (*Aster tripolium* L. etc.), C group (*Stearia viridis* L. BEAUV), D group (*Phragmites longivalvis* STEUD), E group (*Limonium tetragonum* THUNB A. A. BULLOCK), F group (*Trifolium repens* L.), G group (*Zoysia sinca* HANCE etc.).

Table 3. Soluble cations and anions in Dae-Ho reclaimed top soil as desalination proceeded

Group	Cations (mmol·L ⁻¹)					Anions (mmol·L ⁻¹)						
	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SUM	F	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	SUM	
A	Avg.	213.2	7.6	22.2	58.6	301.7	1.0	220.2	0.5	0.3	79.5	301.5
	Max.	333.9	12.3	30.8	84.2	459.1	1.7	358.8	1.4	0.7	115.8	476.9
	Min.	113.6	2.9	16.5	39.5	172.6	0.2	142.3	N.D	N.D	49.7	198.6
B	Avg.	52.1	2.3	12.5	14.8	81.6	0.4	70.4	0.1	0.2	27.5	98.7
	Max.	98.2	5.2	23.2	29.2	150.5	0.8	130.0	0.3	0.3	61.6	192.7
	Min.	6.0	0.3	0.5	0.9	12.4	0.1	10.5	N.D	N.D	3.6	15.1
C	Avg.	40.4	1.4	9.5	10.9	62.1	0.4	54.3	N.D	0.2	30.5	85.5
	Max.	60.8	1.8	18.4	18.9	99.7	0.7	76.0	N.D	0.3	N.D	136.9
	Min.	24.7	0.7	4.7	5.2	36.0	0.3	31.4	N.D	0.2	11.6	43.5
D	Avg.	49.5	2.1	11.6	14.1	77.3	0.4	57.5	0.1	0.3	28.6	86.8
	Max.	132.2	4.9	17.8	31.6	186.5	1.0	136.1	0.3	0.8	48.0	184.7
	Min.	1.6	0.3	2.3	1.1	5.3	N.D	3.8	N.D	0.1	0.7	4.7
E	Avg.	39.1	1.6	9.0	12.1	61.8	0.5	49.4	N.D	0.2	21.5	71.7
	Max.	56.4	2.5	12.7	18.5	87.3	1.0	72.0	0.1	0.6	35.4	108.1
	Min.	7.8	0.4	1.7	1.6	11.4	0.2	5.2	N.D	N.D	6.5	12.3
F	Avg.	36.4	1.5	8.6	11.2	57.7	0.7	47.8	N.D	0.1	21.7	70.4
	Max.	82.5	3.5	14.1	21.6	120.1	1.1	121.1	0.1	0.3	48.6	170.8
	Min.	4.0	0.3	2.9	1.7	9.6	0.1	5.9	N.D	N.D	2.2	8.4
G	Avg.	22.3	1.2	9.4	7.5	40.4	0.5	24.4	N.D	0.1	18.5	43.4
	Max.	55.0	2.6	19.3	17.2	88.6	1.0	58.5	0.1	0.2	48.8	91.5
	Min.	1.4	0.3	1.1	0.6	3.4	N.D	1.8	N.D	N.D	1.3	3.1

* A group (*Suaeda asparagoides* MAKINO etc.), B group (*Aster tripolium* L. etc.), C group (*Stearia viridis* L. BEAUV), D group (*Phragmites longivalvis* STEUD), E group (*Limonium tetragonum* THUNB A. A. BULLOCK), F group (*Trifolium repens* L.), G group (*Zoysia sinca* HANCE etc.).

** N.D : Not Detected.

특징¹³⁾을 나타내고 있는 것으로 보아 Na의 용탈에 의한 제염이 진행됨에 따라 초기 해안 간척지에서는 표토의 SAR이 15이하가 되어야 명아주과가 우점하는 상태에서 기타 다른 다양한 작물로 이행되는 특징을 볼 수 있었다.

그림 4는 포화침출액중 Na⁺의 농도를 표시한 것이다. A 그룹의 경우 표토의 평균값은 213.2 mmol·L⁻¹로 심토의 평균값 247.8 mmol·L⁻¹ 보다 낮지만 범위는 넓게 분포하여 최대농도는 300 mmol·L⁻¹를 초과하였다. 이는 일부 지점에서 모세관 상승에 의한 표면의 염류 집적 현상으로 생각된다. 다른 그룹은 표토는 평균 55 mmol·L⁻¹ 이하, 심토는 평균 120 mmol·L⁻¹ 이하로 나타났다.

표 3와 표 4는 토양의 포화침출액의 양이온과 음이온의 조성을 나타낸 것이다. 양이온의 경우는 제염이 진행됨에 따라 1가인 Na⁺의 비율이 2가인 Mg²⁺와 Ca²⁺에 비하여 상대적으로 급격히 감소하였으며, 음이온의 경우도 1가인 Cl⁻의 감소율이 2가인 SO₄²⁻보다 크게 나타났다.

요 약

간척지의 식생 천이조사와 토양의 이화학적 분석을 통해 간척지 현장에서 식생과 토양의 제염정도와의 관계를 파악할 수 있는

기초자료를 제공하고자 실험을 수행하였다. 충청남도 대호 간척지내의 식생보전 포장에서 식생별로 A 에서 G 까지 7개그룹으로 구분하여 토양 시료를 채취하여 토양의 이화학을 분석하였다. A 그룹은 명 나문재, 통통마디, B 그룹은 갯개미취, 개망초, C 그룹은 강아지풀, D 그룹은 갈대, E 그룹은 갯질경, F 그룹은 토끼풀, G 그룹은 갯잔디, 툼페스큐가 각각 우점종 이었다. 식생 보존 구내의 식생 천이과정은 초기에는 A 그룹이 우점하다가 이후 B 그룹이 등장하였고 기타 그룹의 식생은 거의 동시기에 출현하여 경쟁하는 양상을 보였다.

보존구내의 토양은 전체적으로 토성은 미사질양토였고 토양 비옥도는 일반 농경지와 비교하여 매우 낮았다. 토양의 pH는 7.0 ~ 8.0 범위였고, 전기전도도는 A 그룹을 제외한 나머지 그룹은 모두 표토는 평균 10 dS m⁻¹ 이하, 심토는 평균 20 dS m⁻¹ 이하였다. SAR 값은 A 그룹이 자라는 토양은 염류-나트륨성 토양의 특징을 나타내었고 기타의 그룹은 염류토양의 특징을 나타내었다. 제염의 진행에 따른 수용성 양이온과 음이온 조성변화는 1가이온 이 감소함에 따라 2가이온의 비중이 점점 높게 되는 경향을 보였다.

간척지에서 식생 천이과정과 토양의 제염정도의 관계는 명아주과외의 식생의 출현은 전기전도도는 평균 10 dS m⁻¹ 이하, SAR은 15 이하에서 이루어지는 것으로 나타났다.

Table 4. Souble cations and anions in Dae-Ho reclaimed subsoil as Desalination proceeded

Group	Cations (mmol·L ⁻¹)					Anions (mmol·L ⁻¹)						
	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SUM	F ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	SUM	
A	Avg.	247.8	8.7	24.3	65.3	346.1	1.2	257.0	0.6	0.3	101.4	360.4
	Max.	306.5	12.7	28.7	78.1	416.0	1.6	413.8	1.1	0.8	122.5	538.7
	Min.	172.9	3.7	20.1	55.5	257.2	0.8	188.0	N.D	N.D	92.5	285.9
B	Avg.	96.5	3.8	11.9	28.1	140.2	0.5	103.3	0.3	0.2	49.8	153.9
	Max.	198.3	8.6	24.1	61.5	271.0	1.0	231.3	1.1	0.5	112.2	344.9
	Min.	5.6	0.4	2.1	1.7	10.6	N.D	8.5	N.D	N.D	4.1	12.8
C	Avg.	115.5	2.7	23.7	40.7	182.6	0.8	175.4	N.D	0.4	79.6	256.2
	Max.	133.8	3.2	25.4	48.4	210.7	0.9	193.8	N.D	0.5	89.2	284.4
	Min.	89.5	2.3	21.5	28.0	141.3	0.7	138.8	N.D	0.3	65.1	204.8
D	Avg.	82.2	3.5	15.7	24.0	125.3	0.4	76.3	0.1	0.2	51.1	128.0
	Max.	150.6	6.5	23.8	39.4	212.9	0.7	126.3	0.3	0.3	68.8	196.1
	Min.	9.7	0.3	3.9	3.9	17.8	0.1	13.8	N.D	N.D	6.4	20.4
E	Avg.	91.7	3.4	15.0	27.3	137.4	0.6	91.3	0.1	0.2	57.4	149.6
	Max.	143.0	5.1	24.5	42.4	212.6	0.9	187.5	0.3	0.5	83.9	272.6
	Min.	20.6	0.6	2.6	3.3	27.1	0.2	19.0	N.D	N.D	14.3	33.7
F	Avg.	82.4	2.9	14.5	26.7	126.5	0.9	106.0	N.D	0.2	50.1	157.3
	Max.	162.5	5.1	25.7	59.4	251.2	1.2	267.5	0.2	0.6	100.9	370.2
	Min.	4.5	0.4	1.6	1.2	7.7	0.1	4.6	N.D	N.D	2.7	7.7
G	Avg.	48.2	2.2	10.9	15.1	76.3	0.5	48.6	0.1	0.1	28.6	77.8
	Max.	100.1	4.7	21.3	36.0	155.8	1.1	135.0	0.2	0.2	86.2	222.0
	Min.	4.1	0.3	1.7	1.0	7.2	N.D	3.3	N.D	N.D	1.6	5.1

* A group (*Suaeda asparagoides* MAKINO etc.), B group (*Aster tripolium* L. etc.), C group (*Stearia viridis* L. BEAUV), D group (*Phragmites longivalvis* STEUD), E group (*Limonium tetragonum* THUNB A. A. BULLOCK), F group (*Trifolium repens* L.), G group (*Zoysia sinca* HANCE etc.).

** N.D : Not Detected.

참 고 문 헌

1. 김준호, 민병미 (1983) 해변 염생식물군집에 대한 생태학적 연구(Ⅲ). 한국식물학회지.26:53~71.
2. Kang, B.H., and Shim, S.I. (1998) Screening of tolerant plants and development of biological monitoring technique for saline stress. I. Survey of vegetation in saline region and determination of saline tolerance of the plant species of the region. Korean Journal of Environmental Agriculture, 17(1):26~33.
3. 권혁지, 정원일, 조재영 (1983) 간척지의 제염정도에 따른 식생의 변이의 수도 근모형성에 관한 연구. 한국작물학회지 28(3):305-309.
4. Hayward, H. E. (1953) Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, US Salinity Laboratory. USDA. Agri. Handbook No60:162.
5. Lee, Y.N. (1997) Flora of Korea. Kyohag-Sa.
6. Agricultural Sciences and Technology Institute. (1988) Methods of Soil Chemical Analysis.
7. Gee, G.W., and J.W. Bauder (1986) Particle size analysis. pp383~411. In A. Klute (ed.) Methods of soil analysis. Part 1. SSSA Book Ser. 9. 2nd ed. SSSA and ASA, Madison, WI.
8. Rural Development Corporation (1996) Tidal Land Reclamation Of Korea. Dae-sung Publication. 315pp.
9. Koo, J.W., Choi, J.K. and Son, J.G. (1998) Soil Properties of Reclaimed Tidal lands and Tidelands of Western Sea Coast in Korea.. Korean Journal of Soil Science & Fertilizer. 31(2):120~127.
10. 농촌진흥청 (1998) 환경농업 기술의 실천. 상록사. 8pp.
11. 신공항 건설공단 (1998) 인천국제공항 식재기반조성 학술용역 보고서. 184pp.
12. 권순국 외 (1993) 간척 공학. 향문사. p299-326
13. Brady, N. C. (1990) The nature and properties of soils, 10th ed. Macmillan publishing company, New York. 244pp.