

새만금 신간척지 토양의 염농도별 식생특성

김 선*, 김택겸, 정재혁, 양창휴, 이장희, 최원영, 김영두, 김시주, 성기영

Characteristics of Vegetation on Soils Having Different Salinity in Recently Reclaimed Saemangeumin Region of Korea

Sun Kim*, Taek-Kyum Kim, Jae-Hyeok Jeong, Chang-Hyu Yang, Jang-Hee Lee,
Weon-Young Choi, Young-Doo Kim, Si-Ju Kim and Ki-Young Seong

ABSTRACT This study was conducted to survey vegetation changes and soil characteristics in Saemangeum new reclaimed tidal land. Soil salinity in border area to tidal land was 22.3 dS m^{-1} but showed $1.1 \sim 3.44 \text{ dS m}^{-1}$ over the distance of 2 km from border line. The vascular plants in survey sites were recorded as total 26 taxa in 6 families. The frequency of species appearance of *Aster tripolium*, *A. subulatus* var. *sandwicensis* were highest by 61.5 and that of *Phragmites communis*, *Puccinellia nipponica* were 53.8. The almost vegetations occurred in the patch which range of soil salinity 14 dS m^{-1} were halophytes as *Salicornia europaea*, *Suaeda asparagoides*, *S. japonica*. As lowed soil salinity as 6.7 dS m^{-1} , mixed vegetation of halophytes with *P. communis*, *P. nipponica*, *Carex pumila* were occurred. Dominant species in the range of 3.0 dS m^{-1} area were *A. subulatus* var. *sandwicensis*, *P. communis*, *Echinochloa* spp., *Zoysia sinica* and *Conyza canadensis*. Biomass production was the highest in the area of dominant vegetation with *P. communis*, and mixed zone with *P. communis* and *Aeschynomene indica* are followed. The correlation between vegetation biomass and soil salinity, soil pH and dominance index of vegetation were negative. But that of vegetation biomass and soil organic content were positive.

Key words: halophytes; reclaimed land; soil salinity; vegetation.

서 언

우리나라에서 간척은 주로 농지 확보를 위해 이루어졌으며 최근에는 공업용지나 택지로 이용도가 확대

되고 있지만 아직도 농지로 이용되는 면적이 가장 많다. 2000년대에 들어 우리나라 최대 간척사업인 새만금 간척지의 경우도 유보용지를 제외하더라도 전체의 30%가 농지로 이용될 전망이다. 간척지에서 작물을

국립식량과학원 벼백류부, 570-080 전라북도 익산시 평동로 457(National Institute of Crop Science, RDA, Iksan 570-080, Korea.)

* 연락저자(Corresponding author) : Phone) +82-63-840-2232, Fax) +82-63-840-2118, E-mail) sunkim@korea.kr

(Received February 10, 2012; Examined February 27, 2012; Accepted March 13, 2012)

재배하기 위해서는 토양의 탈염화가 이루어져야 하는데 제염기간을 단축시키는 방법으로 토목공학적인 방법이 흔히 이용된다. 인위적인 제염방법 이외에도 자연강우에 의해 표토부분의 염분이 씻겨 내려가며, 시간이 흐름에 따라 통통마디와 같은 염생식물들이 자라면서 토양층의 염을 흡수함으로써 토양의 염농도를 낮춘다.

해안식생의 발생에 대해서는 Hong(1958)의 영종도 식생군락 연구를 시작으로 Lee 등(1982)과 Lee와 Chon(1983)은 해안사구에 분포하는 해안식물을 조사하였고, Kim과 Min(1983)은 해변염생식물 군집을 연구하였다. 이후 Shim 등(2009)등이 남한지역의 염습지 사구를 41개 권역으로 나누어 조사하여 21과 44속 57종 4변종 1품종 등 62종의 염생식물이 자생함을 기록하였다. 또한 간척지 식생의 변화에 대해서는 해안식생의 성대구조에 영향을 주는 요인으로 수분포텐셜, 삼투포텐셜, 전기전도도, 토양입도 등과 상관관계를 분석하였다(Ihm과 Lee 1998; Kim 등 2009). Kim과 Chong(2010)도 순천만에 대표적으로 서식하는 염생식물의 분포를 조사한 결과 토양산도, 염분농도, 수분함량, 유기물함량 등이 일정한 범위에 있는 지역에 대상분포함을 확인하였으며, Kim과 Min(1983)은 이들 환경요소들 중 토양 Na함량을 지표로 식생군락을 구분하여 지체군, 칠면초-통통마디군, 갈대-비쭉-갯질경-갯개미취-천일사초군, 띠-갯잔디-물골풀-강아지풀-산조풀-포아풀군, 벌노랑이-자귀풀 군 등으로 분류하였다.

간척지에 발생하는 식생 중 통통마디, 갯개미자리, 수송나물 등은 나물과 식품으로 이용되고, 갯잔디는 토사유출을 억제하는 피복자원으로 이용되며 사초와 갈대는 사료자원으로 이용가능하다(Park 등 1983). 또한 식생들은 지상부 성장과 아울러 뿌리의 발달을 통해 토양공극을 형성시키고 고사된 후 토양에 환원되어 물리성을 개선한다. 간척지에 분포하는 식물 중 몇몇 종들은 제한된 염농도 범위 내에서 성장하나 대부분은 넓은 염농도 조건에서 자라며 다른 식생들과 공존하면서 군락을 형성하고, 식생종의 구성에 따라 다양한 생장량을 나타낸다.

본 연구는 기존에 조사된 다수의 자료들을 기반으로 간척지에서 나타나는 주요 식생군락별 구조와 이를 지지하고 있는 토양의 염농도와 유기물함량, pH 변화와의 관계를 구명함으로써, 간척지 식생의 유기자원화

에 기초 자료로 활용하고자 연구를 수행한 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

본 조사는 2010년 봄부터 가을까지 새만금 간척지 유역인 부안군 계화면 계화지구(해면노출 5년차 토양) 담수호 내역 중 지면이 노출되어 식생의 천이가 진행 중인 간척지에서 수행하였다.

조사지점 선정은 간척지의 육지쪽 긴 변의 중심점에서 해수면 쪽으로 직각의 선을 연결한 ⊥형 선상에 지점을 선정하였다. 첫 조사 지점은 담수된 해수면에서 육지쪽으로 200m 지점에 선정하였으며, 다음 지점은 육지쪽 방향으로 식생의 흐름에 따라 8지점을 선정하였고, 육지쪽 변에서도 각 지점 간에 200m이상의 거리를 두고, 식생군락의 변화에 따라 5개의 조사지점 등 총13개 지점을 선정하였다. 각 조사지점에서는 해당 식생대를 대표하는 지점에 2×2m 방형구를 설치한 후 연중 발생하는 모든 식생을 볼 수 있는 9월 중순에 식생을 채취하여 이(2006)와 이(2003)의 문헌을 바탕으로 식물을 동정 분류한 후 개체수를 조사하고, 70℃ 풍건건조기에서 건조시켜 72시간 후에 건물중을 측정하여 중요값을 산출하고 이를 토대로 군락별 유사성과 우점도 등을 산출하였다.

$$\text{군락 유사성}(S) = 2W/(a+b) \times 100 \dots\dots\dots ①$$

W : 두 군집에 공존하는 종 가운데 중요값이 낮은 종들의 합한 값

a : 첫 번째 군집의 모든 종의 중요값 합계(100)

b : 두 번째 군집의 모든 종의 중요값 합계(100)

적산우점도(SDR) : 상대개체수(PN') +

$$\text{상대건물중}(DW')/4 (\%) \dots\dots\dots ②$$

$$P' = 100 Ni/N1, DW' = 100 Wi/W1$$

순위 제1의 종 개체수를 100으로 한 각종의 개체수의 비

또 토양특성은 조사지점 식생하부 표토하 15~20cm에 분포하는 토양을 Auger를 이용하여 채취하여 105℃건조기에서 72시간 건조 마쇄 후 유기물함량, pH, 전기전도도, 가용성 인, 치환성 나트륨을 분석하였다.

유기물함량은 Tyurin법으로 측정하였고, pH는 초자



Fig. 1. The picture of each survey sites of coastal salt marsh in Saemangeum region of Korea.

전극법, 토양 염농도(EC)는 시료와 증류수를 1 : 5의 비율로 혼합하여 30분간 진탕한 후 전기전도도계로 측정하여 5배한 값으로 나타내었다. 또 이상에서 조사된 식생조사치와 토양분석 값을 SAS 통계 프로그램의 PROC Reg를 이용하여 식생과 토양의 상관관계를 분석하였다.

결과 및 고찰

본 조사에서 나타난 조사지점별 토양 염농도는(표 1) 해수면 경계지역이 22.3dS m⁻¹(1.43%)로 가장 높았으며, 이후 해수면 경계와 거리가 멀어질수록 점점 낮아지는 경향을 나타냈다. 그러나 이 같은 경향은 일률적이지 않고 내부 쪽에 부분적으로 높은 농도를 나타냈는데(site 7) 이 같은 지점은 salt pan(Kim 2005)으로 토양의 점질함량, 표면의 높이, 지하수위 등의 영향을 받아 탈염화 속도가 느려져 주변보다 상대적으로 높은 염농도를 나타낸 것으로 생각된다. 이같이 부분적으로 높은 염농도의 salt pan이 모자이크화된 비율은 토양 염농도가 상대적으로 높은 지역에서 분포비율이 높고,

탈염화가 많이 진행된 위치에서 감소하였다.

표 2는 조사지점별 식생의 우점도를 나타내고 있다. 본 시험이 실시된 조사구에서는 6과 26종이 조사되었으며 화분과가 10종으로 가장 많았고, 명아주과가 6종, 사초과 4종, 국화과 3종, 갯질경이과 2종, 마디풀과 1종이었다. 조사된 식물종의 발생빈도는 갯개미취, 비짜루국화가 61.5로 가장 높은 빈도를 나타냈고, 이어 갈대과 갯꾸러미풀이 53.8이었으며, 다음으로 망초, 나문재, 해홍나물이 46.2, 뒤를 이어 통통마디, 피, 갯질경 등이 38.5를 나타냈다. 전체 조사지점을 종합한 누적 적산우점도는 갈대가 15로 가장 높았으며, 다음으로는 해홍나물 14.4, 통통마디 13.3, 비짜루국화 11.8 이었고 이어 산조풀, 자귀풀, 갯꾸러미풀 순이었다.

조사지점별 식생종의 발생 변화를 보면(표 2, 그림 2), 조사지역에 첫 식물이 발생 된 곳은 해수면에서 700~900m 떨어진 해변 가장자리 지역으로(site 2) 토양의 평균 염농도는 14.01dS m⁻¹(0.9%)였고, 조사지점에서는 나문재, 해홍나물 통통마디 3종이 조사되었다. 인접한 3번째 조사지점은 2번 조사지점에서 육지 쪽으로 200m떨어진 지점으로 첫 조사지점에서 발생된 식생들 외에 칠면초, 가는갯능쟁이 등이 추가로 조사되었다. 이후 4번째 조사지점은 토양 염농도가 많이 낮아져 6.72dS m⁻¹(0.43%)를 나타냈고, 식생은 앞에서 서술된 명아주과 식물 외에 화분과식물인 갈대, 갯꾸러미풀이 처음으로 조사되었다.

5번째 조사지점은 해변에서 1400~1900m지점으로 토양 염농도는 5dS m⁻¹(0.32%)로 탈염화가 더 많이 진행된 상태였으며, 식생은 전체 조사지점 중 가장 많은 14종의 식생이 발생되었고, 명아주과 일색의 우점에서 벗어나 각 종들의 다양성이 증가되는 특성을 나타냈

Table 1. Soil salinity and organic matter, pH of survey sites in Saemangeum region of Korea.

Survey site*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Salinity(dS m ⁻¹ , %)	22.3 (1.43)	14.01 (0.9)	12.03 (0.77)	6.72 (0.43)	5 (0.32)	3.44 (0.22)	10 (0.64)	2.97 (0.19)	1.1 (0.07)	3.0 (0.19)	0.16 (0.01)	3.13 (0.2)	2.97 (0.19)
Content of organic matter(%)	0.14	0.09	0.06	0.08	0.09	0.08	0.16	0.08	0.26	0.24	0.28	0.27	0.35
pH	8.95	8.49	8.59	8.76	9.26	9.11	8.01	8.74	7.33	7.96	7.4	6.7	7.01

* Tidal creeks distance - 1 : 0-700m, 2 : 700-900m, 3 : 900-1100m, 4 : 1100-1400m, 5 : 1400-1900m, 6 : 1900-2100m, 7 : 2100-2300m, 8 : 2300-2500m, 9 : 2300-2500m, 10 : 2300-2500m, 11 : 2300-2500m, 12 : 2300-2500m, 13 : 2300-2500m.

Table 2. Distributions of plant Simpson's dominance ratio(SDR) at each survey sites in Saemangeum region of Korea.

Species	Dominance ratio(SDR) of species												
	1 ¹⁾	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Compositae(국화과)													
<i>Aster tripolium</i> (갯개미취)					1.15	2.98		2.1	3.3	1.95		4.05	2.41
<i>Aster subulatus</i> var. <i>sandwicensis</i> (비짜루국화)					3.36	21.25		8.57	34.55	6.4		73.24	6.67
<i>Conyza canadensis</i> var. <i>canadensis</i> (망초)						8.29		3.73	9.89	1.97		8.71	4.68
Cyperaceae(사초과)													
<i>Carex pumila</i> (좁보리사초)				5.0	11.51								
<i>Carex kobomugi</i> (통보리사초)					5.4								
<i>Cyperus microiria</i> (방동사니)					1.35							5.01	3.32
<i>Fimbristylis ferruginea</i> var. <i>sieboldii</i> (갯하늘지기)									1.92				
Chenopodiaceae(명아주과)													
<i>Atriplex gmelini</i> (가는갯능쟁이)			0.71	0.92									
<i>Kochia scoparia</i> var. <i>littorea</i> (갯땀사리)				2.96	1.86				8.42				
<i>Suaeda asparagoides</i> (나문재)	14.47	7.27	4.15	2.66			3.31					1.05	
<i>Suaeda maritima</i> (해홍나물)	42.2	45.45	29.49	11.11	0.58	59.47							
<i>Suaeda japonica</i> (칠면초)			10.91	1.2									
<i>Salicornia europaea</i> (퉁퉁마디)	43.3	36.36	42.4	8.27			37.22						
Gramineae(화본과)													
<i>Phragmites communis</i> (갈대)				9.96	4.08	7.42		52.27	1.74	80.07	38.91	0	0
<i>Panicum bisulcatum</i> (개기장)						11.29							
<i>Setaria viridis</i> var. <i>pachystachys</i> (갯강아지풀)								0.18	3.24		6.18	0.08	
<i>Puccinellia nipponica</i> (갯구러미풀)				1.86	20.62	22.61		2.56	5.23		0.42	0.59	
<i>Dimeria ornithopoda</i> var. <i>subrobusta</i> (갯바랭이)									3.54				
<i>Calamagrostis epigeios</i> (산조풀)					22.5	24.3		28.2	13				
<i>Echinochloa</i> spp.(피)					1.99				10.99	0.87		7.26	2.29
<i>Zoysia sinica</i> (갯잔디)													80.62
Leguminosae(콩과)													
<i>Aeschynomene indica</i> (자귀풀)										8.74	54.49		
Polygonaceae(마디풀과)													
<i>Rumex conglomeratus</i> (소리쟁이)					1.41								
Plumbaginaceae(갯질경이과)													
<i>Limonium tetragonum</i> (갯질경)				2.29	2.6	1.33		2.39	4.15				
<i>Plantago major</i> var. <i>japonica</i> (왕질경이)	99.97	100.7	92.94	74.5	66.2	100	83.21	46.16	89.68				

* Simpson's dominance index = $(I.V./100)^2$.¹⁾Tidal creeks distance - 1 : 0-700m, 2 : 700-900m, 3 : 900-1100m, 4 : 1100-1400m, 5 : 1400-1900m, 6 : 1900-2100m, 7 : 2100-2300m, 8 : 2300-2500m, 9 : 2300-2500m, 10 : 2300-2500m, 11 : 2300-2500m, 12 : 2300-2500m, 13 : 2300-2500m.

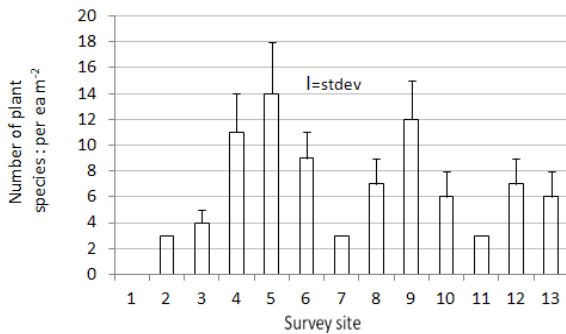


Fig. 2. Species number of plant each survey sites of coastal salt marsh in Saemangeum region of Korea.

다. 6번 조사지점은 염농도가 더 낮은 $3.44dS\ m^{-1}$ (0.22%)를 나타냈으며, 종수는 감소하여 9종을 나타냈는데 5번 조사 지점에 비해 사초과와 명아주과 식물종의 감소가 원인이었다. 7번 조사지점은 표 1의 설명에서 언급한 토성 및 지형적인 차이로 인해 탈염화가 늦어진 것으로 생각되는 지역으로 토양염농도는 $10dS\ m^{-1}$ (0.64%)이었으며, 식생은 해변 가장자리에서 많이 볼 수 있는 염생식물 종인 나문재, 해홍나물, 통통마디 등이 나타났는데, 이처럼 자취를 감추었던 이들 식물 종이 타식생의 중심부에 나타나는 것은 간척지에서 식생의 발생에는 토양의 염농도가 다른 환경조건보다 관여도가 높기 때문으로 생각된다. 8번 조사지점은 염농도 $2.97dS\ m^{-1}$ (0.19%)이었으며 다시 7번 조사지점의 높은 염농도 조건에서 나타났던 염생식물종은 사라졌고, 국화과 식물 3종과 벼과식물 4종, 갯질경 등 내염성 식물군이 나타났다.

이후 9~13번 조사지점은 해수면으로부터 2,500m 지점의 수평선상에 위치한 식생군락들로서, 이 지점들은 간척 후 해수에서 육지가 가장 먼저 들어나 탈염화가 상대적으로 많이 진행되어 토양 염농도가 $1.1\sim 3.13dS\ m^{-1}$ (0.07~0.29%)이었다. 9번 조사지점의 식생의 경우 국화과 3종, 명아주과의 갯땀싸리, 화본과의 갈대 등 5종과 갯질경 등 총 12종이 발생하였다. 우점 초종은 비짜루국화이었으며, 우점도는 34.6를 나타냈고, 이어 피류가 10.9로 다양성이 증가된 군락특성을 나타냈다. 10번 군락은 탈염화가 마무리된 낮은 염농도 토양으로서 갈대우점도가 80.1이고 자귀풀이 혼생(우점도 8.7)하는 군락으로써 가장자리에 갯개미취, 비짜루국화, 망초 등이 조사되었다. 11번 조사지점은 조

사지점들 중 토양 염농도가 가장 낮은 $0.16dS\ m^{-1}$ (0.01%) 내외로서 6종의 초종이 조사되었으나 자귀풀의 우점도가 54.5, 갈대의 우점도가 38.9로 2식물이 군락의 대부분을 구성하였고 가장자리 쪽에만 강아지풀, 피류, 갯꾸러미풀 등이 분포하였는데 전체면적 중 분포비율은 10%내외를 차지하였다. 12번 조사지점은 9번 조사지점과 유사한 군락으로 국화과 3종, 벼과 3종과 방동사시가 자생하나 비짜루국화 우점도가 높은 식생특성을 나타냈으며, 전체 간척지 면적의 40%내외를 점유하고 있었다. 13번 조사지점은 갯잔디가 우점(우점도 80.3)하는 군락으로 국화과 3종의 식물과 개피 등이 조사되었으며, 전체면적의 10%내외에 분포하였는데, 이 군락은 토양의 점질함량이 대단히 높은(점질함량 42~53%) 특성을 나타내었다.

조사지점별 유사성은 염농도가 높은 조사지점의 경우 명아주과 식물인 나문재, 해홍나물, 통통마디 등의 호염성 식물군으로 한정되어 유사성이 높았고, 반면 염농도가 낮은 조사지점들 간에는 상대적으로 낮은 경향을 나타냈다(표 3). 이 같은 차이는 염농도가 낮은 지역은 상대적으로 식생이 초기에 발생해 장기간의 천이과정을 거치면서 종간의 경합에 의해 지배 초종의 우점도가 커져 단순한 군락구조가 형성된 때문으로 생각된다.

또한 조사위치별 식생 밀도는 식생 발생이 시작된 해변 가장자리 부근에서는 $1\sim 2개/m^2$ 의 식생이 발생수가 적었으나, 다음 조사지점에서는 10개 내외로 증가되었다. 이후 염농도가 더 낮아진 4번 지점과($6.72dS\ m^{-1}$, 0.43%) 7번 지점($10dS\ m^{-1}$, 0.64%)에서는 앞 조사 지점과 동일한 염생식물 종들이 300개체 이상으로 크게 증가되었는데 이 지점에서 개체수의 큰 증가는 토양 염농도가 우점종인 염생식물들의 종자 발아에 적당한 농도에 도달했기 때문으로 생각된다. 이후 해수면에서 내측으로 더 진행되면 상대적으로 탈염이 많이 진행된 내측의 조사지점들 중에서는 8번과 11번 지점은 식생 밀도가 감소하는 경향이었는데 그 원인은 우점한 갈대와 자귀풀 두 식물 모두 개체별 공간 지배율이 커져 자체 경합에 의해 밀도가 감소된 것으로 생각되며, 이 지점을 제외한 다른 지점에서는 $120\sim 150개/m^2$ 로 비슷한 밀도의 식생을 보여주었다.

한편 조사위치별 성장량은 주로 염생식물이 자생하는 해변쪽의 성장량이 적었고, 특히 염농도가 높아 식

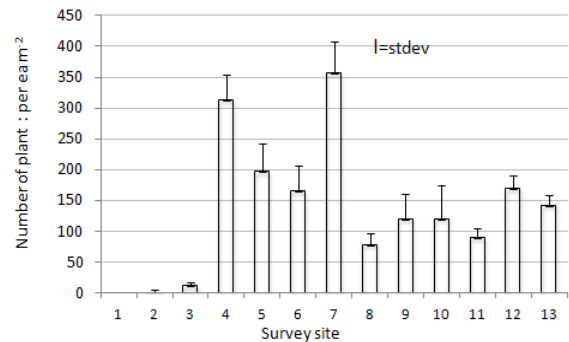
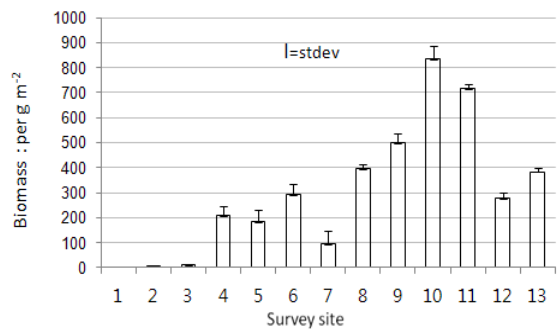
Table 3. Similarity coefficient between each survey sites of coastal salt marsh in Saemangeum region of Korea.

survey ¹⁾ sites	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	-												
2		-	79	77	22	1	83	0	0	0	0	1	1
3		79	-	71	22	1	86	0	0	0	0	1	0
4		77	71	-	29	11	70	13	9	10	10	1	0
5		22	22	29	-	53	23	8	30	10	2	10	8
6		1	1	11	53	-	1	50	60	18	8	33	14
7		83	86	70	23	1	-	0	0	0	0	0	0
8		0	0	13	8	50	0	-	34	61	39	15	14
9		0	0	9	30	60	0	34	-	13	5.3	55	16
10		0	0	10	10	18	0	61	13	-	48	11	9
11		0	0	10	2	8	0	39	5.3	48	-	1	0
12		1	1	1	10	33	0	15	55	11	1	-	18
13		0	0	0	8	14	0	14	16	9	0	18	-

¹⁾Tidal creeks distance - 1 : 0-700m, 2 : 700-900m, 3 : 900-1100m, 4 : 1100-1400m, 5 : 1400-1900m, 6 : 1900-2100m, 7 : 2100-2300m, 8 : 2300-2500m, 9 : 2300-2500m, 10 : 2300-2500m, 11 : 2300-2500m, 12 : 2300-2500m, 13 : 2300-2500m.

생밀도가 상대적으로 적었던 2번과 3번 지점의 생장량이 적었다. 본 조사에서 개체당 생장량이 큰 식물은 갈대였으며, 다음으로는 자귀풀이었다. 이에 따라 염농도가 낮아져 염생식물과 중성식물이 공생하는 지역에서는 식생 내 갈대의 발생비율이 높아질수록 생장량이 증가되었으며, 생장량이 가장 많은 10번 지점의 경우 갈대의 우점도가 80이었고, 2번째로 생장량이 많았던 11번 지점의 경우에도 갈대의 우점도가 38.9였으며, 자귀풀 54.5로 타 조사구보다 2종의 비율이 상대적으로 높았다.

한편 간척지에서 토양이화학성에 따른 식물의 분포에 대해서는 Ihm과 Lee(1998), Kim 등(2009)의 연구 결과가 있다. 이 자료들은 토양의 특성에 근거한 식물의 분포상을 구명한 결과인 반면에 본 연구에서는 우점하는 식물상에 근거한 토양특성을 조사한 결과 조사지점의 식물개체수와 토양염농도는 부의 경향을 나타냈으나 상관정도는 낮았다(그림 5). 식생의 생장량과 토양염농도는 부의상관을 나타냈으며(그림 6), 유기물함량은 식생량과 정의상관을 나타냈고(그림 7), 식생의 우점도와 pH와 부의 상관을 나타내 알카리성 토양에서보다 중성토양에서 높은 우점도를 나타냈다(그림 8).

**Fig. 3.** Number of plant each survey sites of coastal salt marsh in Saemangeum region of Korea.**Fig. 4.** Plant biomass of survey sites of coastal salt marsh in Saemangeum region of Korea.

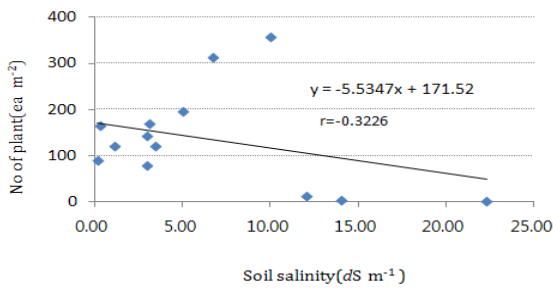


Fig. 5. Relationship between plant density and soil salinity in survey sites of coastal salt marsh in Saemangeum region of Korea.

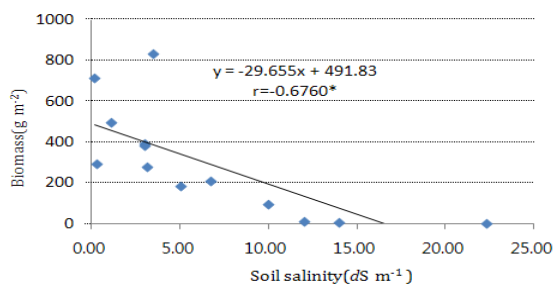


Fig. 6. Relationship between plant biomass and soil salinity at survey sites of coastal salt marsh in Saemangeum region of Korea.

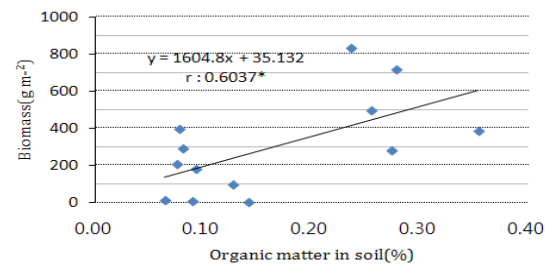


Fig. 7. Relationship between plant biomass and soil organic matter salinity at survey sites of coastal salt marsh in Saemangeum region of Korea.

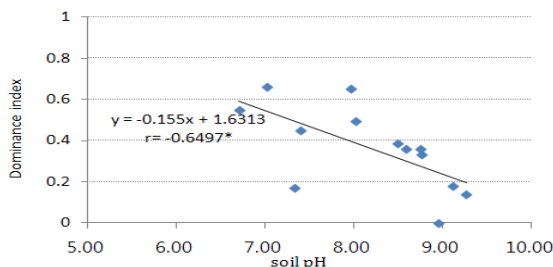


Fig. 8. Relationship between plant dominance and soil pH at survey sites of coastal salt marsh in Saemangeum region of Korea.

이상의 간척지 식생의 조사 분석 결과를 토대로 농업적 이용에 관한 부분적인 판단 기준을 설정할 수 있다. 간척지에서 농업적 이용이 가능한 토양 염농도를 USSL(USSL 1954)에서 제시한 기준에 따르면 중간정도의 염해적응성을 나타내는 해바라기, 밀의 경우 6~10dS m⁻¹에서 재배가 가능하다고 하였다. 또한 수단그라스, 화이트그라스 등은 0.2~0.3%의 토양 염농도에서 재배가 가능하고 옥수수, 사탕무, 양배추, 잠두, 기장, 시금치 등은 0.1~0.2%에서 생장이 가능하였다(日本土壤肥料學會 1991). 본 연구결과 염생식물은 14dS m⁻¹(0.9%)에서 발생이 시작되었고, 중성식물로 분류되면서 넓은 염농도 범위에 발생하는 갈대와 갯꾸리미풀은 6.72dS m⁻¹ (0.43%)내외부터 분포하고 산조풀, 비짜루국화는 5dS m⁻¹(0.32%)이내부터 분포하여 0.16dS m⁻¹(0.01%)이하까지 넓은 분포특성을 나타냈다. 이 같은 식물상의 분포는 타 조사들에서 획득된 내염성 정도에 따라 나타나는 식물상의 흐름과 비슷한 분포상을 나타냈으나, 본 조사에서는 절대 염농도가 기존에 조사된 자료들(Kim 등 2009)에서 보다 낮은 14dS m⁻¹내외의 장소에서 발생되고 있었다. 이 같은 현상은 잦은 강우로 인한 표토부의 탈염화와 아울러 새만금 간척지의 농지화를 위해 해수를 육수로 대체하는 과정에서 지하수의 염농도가 낮아짐에 따라 토양의 염농도도 낮아지고 있어 이 식물들의 발생 시점과 조사 시점간의 기간차이에 연유된 것으로 생각된다.

한편 염농도에 따른 식생들의 생장을 보면 염생식물을 제외한 대부분의 종들이 비교적 넓은 범위에 염해토양에 적응하나 염농도에 민감하여 높은 염농도 조건에서는 낮은 성장량을 나타냈다. 특히 갈대 군락은 염농도가 낮아질수록 거대생장을 하고 군락의 크기도 커진다(Lee 1977). 또한 동일한 시기에 형성된 간척지라도 내측에 위치한 군락 내 및 군락주변에 자귀풀의 우점이 확인되었는데, 종극식생인 자귀풀의 출현은 작물생산이 가능한 정도로 탈염이 되었음을 의미한다. 자귀풀과 같은 콩과 식물이 출현될 정도로 탈염이 이루어진 토양에서는 작물재배가 가능하다. 염농도가 낮은 간척지 토양에 작물을 도입하기 위해서는 낮은 유기물 함량의 제고가 우선되어야한다. 간척지 토양의 경우 간척 전 해수유통 상태에서 물의 흐름 방향과 같은 환경적인 원인에 의해 부분적으로 유기물함량이 높은 지역이 존재하나, 대부분의 간척지의 경우 유기물

함량이 0.05% 이하를 나타낸다(Lee 등 2000). 위와 같이 낮은 유기물 함량 때문에 토양의 물리성이 나쁘고 양분보유능력이 낮아 생산성 저하의 원인이 된다. 일반토양에서는 토양유기물 보존과 재고 방법으로 농산 부산물의 투입과 녹비작물이 이용되고 있고, 투입량이 증가할수록 유기탄소의 축적량이 증가된다(Yang 등 2010). 본 연구결과에서도 식생량이 증가될수록 유기물함량이 증가되는 정의 상관을 나타내었는데, 이 같은 관점에서 성장량이 많은 식생군락인 갈대, 갈대+자귀풀 군락의 이용은 유기물을 가장 친환경적이고 효과적으로 증진시킬 수 있는 재료들 중의 하나로 생각된다.

토양에 공급된 유기물이 분해될 때 중간산물인 유기산과 미생물의 호흡작용에 의한 탄산의 생성이 토양을 산성화시킨다는 것이 일반적인 학설이다. 본 시험에서도 식생의 규모에 따라 토양 pH는 식생발생 전 토양이나 식생 발생기간이 짧아 바이오메스가 적은 군락의 토양은 알카리도가 높았고, 반면 바이오메스가 큰 군락의 토양 pH가 중성쪽에 가까운 결과를 나타냈는데, 이 같은 식생량 증가시 토양의 중성쪽으로 환원은 작물재배측면에서도 유용한 변화이다. 따라서 간척지에 작물재배를 목적으로 개발할 경우 탈염을 위한 기반공사와 아울러 Biomass가 큰 작물이 조기에 정착될 수 있도록 식생의 천이를 유도하고, 식물 중 중 가장 유망한 자원인 갈대 군락을 이용해 토양유기물 증대를 원할 경우 갈대의 생장이 가능한 염농도인 $6.7dS\ m^{-1}$ (0.43%)에 이르는 시기부터 증식을 시도하는 것이 적당할 것으로 생각된다.

요 약

간척지를 농업용지로 개발하는데 간척지에 자생하는 식생의 이용가능성에 관한 기초 자료를 얻고자 새만금 간척지 내 계화지구에서 식생군락에 따라 식물종을 분류하고 토양 화학성과의 관계를 분석한 결과는 다음과 같다. 담수면 토양을 기점으로 조사된 위치별 토양염농도는 담수면 인접부가 $22.3dS\ m^{-1}$ 로 가장 높았고 육지쪽으로 진행될수록 낮아져 해수면에서 2km 이상 되는 지점에서는 $1.1\sim 3.44dS\ m^{-1}$ 를 나타냈다. 자생하는 식물은 6과 26종이 조사되었으며, 식물종별 발

생빈도는 갯개미취, 비짜루국화가 61.5 로 가장 높은 빈도를 나타냈고, 이어 갈대와 갯꾸러미풀이 53.8 이었다. 식생의 발생은 토양 염농도 $14dS\ m^{-1}$ 지점에서 시작되었고 주로 명아주과 염생식물들인 통통마디, 나문재, 칠면초, 해홍나물 등이 나타났다. 이후 $6.7dS\ m^{-1}$ 지점에서부터 화분과 식물인 갈대, 갯꾸러미풀 등이 나타났고, $5dS\ m^{-1}$ 에서 사초과 식물이 나타났다. $3dS\ m^{-1}$ 이하에서는 비짜루국화, 갈대, 피, 갯잔디, 망초 등 중생식물들이 나타났다. 식생 종수는 염생식물과 중생식물이 동시에 나타나는 $5dS\ m^{-1}$ 지점에서 많았고, Biomass는 갈대가 우점한 식생구가 가장 많았으며, 다음으로는 갈대+자귀풀이 우점한 식생에서 많았다. 식생의 성장량은 토양 염농도와는 부의상관을 나타냈고, 유기물함량과는 정의상관을 나타냈으며, pH와 식생의 우점도간에는 부의 상관을 나타냈다.

인 용 문 헌

- Hong, W. S. 1958. Investigation report on plants on Yongzong island. Korean J. Bot. 1:7-15.
- Ihm, B. S and J. S. Lee. 1998. Soil factors affecting the plant communities of wetland on southwestern coast of Korea. Korean J. Ecol. 21(4):321-328.
- Kim, E. K., Y. S. Jung., Y. K. Jo., H. G. Jung., S. Chun. and S. H. Lee. 2009. Vegetation distribution and soil salinity on Daeho reclaimed tidal land of Kyonggi-bay in the mid-west coast of Korea. Korean J. Soil Sci. Fert. 42(6):447-453.
- Kim, H. S and J. H. Chong. 2010. Soil environment of halophyte habitat, Suncheon bay. Korean J. Isl. Res. 131-141.
- Kim, J. H. and B. M. Min. 1983. Ecological studies on the halophyte communities at western and southern coast in Korea : on the soil properties, species, diversity and mineral cyclings in reclaimed soil in Incheon. Korean J. Bot. 26:53-71.
- Kim S. H. 2005. A study on the relationship between the physio-chemical properties of soil and the distribution of vegetation on reclaimed Daeho tidal flat. J. Research Geography 39(3):337-345.

- Lee S. K. 1977. Seasonal change of the productivity of *Phragmites Ingalvis* grassland on the soil salinity. Kor. J. Food Sci. 19(1):42-47.
- Lee, W. T, S. K. Chon and C. M. Kim. 1982. Ecological studies on the costal vegetation in Korea : The vegetation type and the standing crop of the sand dune on the east cost. Res. Bull. Kangweon Nat. Univ. Korea. 16:113-124.
- Lee, W. T. and S. K. Chon. 1983. Ecological studies on the costal plant in Korea : Floristic composition and standing crop of the sand dune on the south cost. Korean. J. Ecol. 63:177-186.
- Lee, S. H., Y. An, S. H. You and S. M. Lee. 2000. Changes in early stage vegetation succession as affected by desalinization process in Dae-Ho reclaimed land. Korean J. of Environment Agriculture. 19(4):364-369.
- Park, C. M., W. B. Chun, I. K. Han, J. U. Yeon, K. Kwan, M. J. Yoo and K. H. Myung. 1983. Studies on the reed(*Phragmites communies* Trinius) as animal feed resources. 1. Nutritive values of dried reed meal in the rations of growing-finishing swine. Korean J. Anim. 25(3):210-218.
- Shim, H. B, W. B. Cho and B. H. Choi. 2009. Distributions of halophytes costal salt marsh and sand dunes in Korea. Korean J. Pl. Taxon 39: 264-276
- USSL. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA.1-6.
- Yang C. H., J. H. Jeong, T. K. Kim, S. Kim, N. H. Baek , W. Y. Choi, Y. D. Kim, W. K. Jung and S. J. Kim. 2010. Effect of long-term annual dressing of organic matter on physico-chemical properties and nitrogen uptake in the paddy soil fluvio-marine deposit. Korean J. Soil Sci. Fert. 43:981-986.
- 이영노. 2006. 새로운 한국 식물도감. 교학사.
- 이창복. 2003. 원색대한식물도감(하). 향문사.
- 日本土壤肥料學會. 1991. 植物における鹽害發生の機構と耐塩性. 博友社. pp. 123-153.