

# 낙동강 하구 염습지의 갈대서식 환경 특성

류성훈\* · 김경희\*\* · 이인철\*\*†

\*, \*\* 부경대학교 해양공학과

## Environmetal Characteristics of Reed Habitat in Nakdong Estuary Saltmarsh

Sung-Hoon Ryu\* · Kyung-Hoi Kim\*\* · In-Cheol Lee\*\*†

\*, \*\* Department of Ocean Engineering, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

**요 약 :** 본 연구에서는 하구 염습지 생태계 복원 및 조성을 위한 기초적 연구로서, 낙동강 하구 사주섬인 진우도에 서식하는 갈대의 서식환경 특성을 파악하기 위하여 저질의 함수량, 입도분포, pH, 영양염 농도(NH<sub>4</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P), 지하수위, 지반고, 갈대 개체수 및 최대높이 등의 조사를 실시하였다. 조사결과 연구대상 지역의 저질 입경 및 함수량이 갈대 서식환경에 미치는 영향은 적은 것으로 나타났으며, pH는 식생대와 비식생대 정점의 차이가 없었고, NH<sub>4</sub>-N와 PO<sub>4</sub>-P 농도도 정점별 차이가 없었다. 식생대 영역에서 해안선 쪽으로 갈수록 지반고가 낮으며 개체수는 감소하였고, 지하수위는 높게 나타났다. 따라서 낙동강 하구 염습지의 갈대서식 환경에 영향을 미치는 주요인자는 지반고와 지하수위가 크게 기여하는 것으로 나타났다.

**핵심용어 :** 하구염습지, 갈대서식환경, 낙동강 하구, 지반고, 지하수위

**Abstract :** In this paper, as a basic research for the restoration and construction of easuary saltmarsh, To observe the habitat environment for reed, we observed sediment environment (Particle size, water content, pH, nutrient analysis (NH<sub>4</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P)), ground water level, ground level, individual numbers of reed, maximum reed height. As a result of this study, sediment particle size and moisture content of soil on the study area not effected reed habitat, pH showed no difference in each site. NH<sub>4</sub>-N and PO<sub>4</sub>-P concentration also no difference in each site. Ground level of reed habitat area is more higher than none reed habitat. However Ground water level of reed habitat area is more lower than none reed habitat. As a results of analyzing the influence factors for reed habitat in Nakdong estuary saltmarsh, ground water level and ground level is most influenced factor for reed habitat.

**Key Words :** Estuary saltmarsh, Environmental for reed habitat, Nakdong estuary, Ground level, Ground water level

### 1. 서 론

하구 염습지는 지속가능한 자연 생태계를 유지하는 거점 생태계로서 육지와 해양의 생태계를 이어주는 교량적인 기능과 완충적인 기능을 동시에 가지는 곳이다. 특히 해수와 담수가 교차하면서 다양한 생물종을 부양하고, 많은 생물들의 산란장 및 생육장으로 기능을 하고 있다. 또한 오염물질의 정화기능, 폭풍이나 강한 파도 등과 같은 자연재해로부

터 해안선을 보호하는 완충역할을 수행한다. 그러나 이러한 생태적 중요성에도 불구하고, 다양한 형태의 연안이용 및 매립에 따라 지속적으로 훼손이 진행되고 있는 실정이다.

한편, 해안염습지에 서식하는 대표적인 염생식물인 갈대는 해안식생을 구성하는 식물종 중의 하나로서(Brix, 1999), 조간대 면적의 감소로 인해 갈대서식환경 또한 위협받고 있어 서식처 복원에 대한 연구가 필요하다.

갈대에 생육에 영향을 끼치는 환경인자는 염분, 광선, 영양염류 농도, pH, 수온 등의 이화학적 요인과 지형의 고도, 지형변화, 해수에 의한 침수시간, 수위변동, 지하수위 등의 물리적 요인 등이 있으며, 그 중에서도 중요한 인자는 저질 내의 염분과 해수에 의한 침수시간으로 알려져 있다(Reimold and Queen, 1974).

\* First Author : firesinger@gmail.com, 051-629-6586

† Corresponding Author : ilee@pknu.ac.kr, 051-629-6586

※본 연구는 2015년 개최된 춘계 해양환경안전학회(부경대학교, 4월 23일-24일)에서 발표된 ‘낙동강 하구 사주의 식생서식에 영향을 미치는 영향인자 분석’을 근거로 하고 있음을 밝힙니다.

조간대에서의 염분은 수분함량, 침수시간, 지하수위 및 토성의 영향을 받으며, 갈대가 이용할 수 있는 수분의 양은 함수량 자체뿐만 아니라 삼투압의 결정 인자인 염분도 매우 중요하다. 또한 침수시간의 경우 갈대의 지하부와 지상부에 따라 다른 영향을 끼치는데 지하부의 경우 침수시간이 길어질수록 지상부는 가급적 짧을수록 좋는데 이는 지상부의 경우 침수기간이 길어질수록 호흡이 어려워지기 때문이다(Nakamura et al., 2007).

우리나라에서 갈대에 대한 연구는 분포 특성, 식재방법이나 복원 방법에 대한 연구가 주로 진행되어 왔으나(Min, 2011), 연안생태환경공간의 보전 및 복원을 위해서는 해안염습지의 설계인자 및 염생식물의 분포와 토양환경 등 생태환경을 설명할 수 있는 종합적인 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 논문에서는 하구 염습지 생태계 복원 및 조성을 위한 기초적 연구로서, 낙동강 하구 사주섬인 진우도에 서식하는 갈대 서식처의 식생서식환경 특성을 파악하기 위하여 저질의 물리적 특성(입경, 함수량), 저질의 이화학적 특성(pH, ORP, NH<sub>4</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P), 지반고, 지하수위, 갈대 개체수 및 길이 등을 조사하여, 갈대서식환경에 미치는 영향인자에 대하여 검토 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 연구대상지역

연구대상지역인 진우도는 낙동강 하구 서측 가덕도에 인접하고 녹산공단 전면 해역에 위치하며, 폭이 약 200~500m, 동서방향의 길이가 약 2km의 길게 뻗어진 사주퇴적지형으로서 그 면적은 약 30만평에 이른다. 특히 진우도에는 다양한 해안성 염생식물이 분포하여, 수금류(고니류)의 딱이식물인 세모고랭이 군락이 발달해 있으며, 섬의 내부는 갈대군락이 우점하고, 초지는 소규모로 분포한다(Kim et al., 2005).

연구대상지역은 진우도 배후면으로 다른 영역에 비해 파도의 영향을 적게 받고 유속이 느려 상대적으로 퇴적작용이 활발히 진행되고 있는 지역으로 식생이 가장 많이 분포하고 있는 곳이다.

현장사이트의 조사정점은 Fig. 1과 같으며, 조사 영역은 종/횡단면 길이는 50m이고, 실선은 갈대군락 경계를 접선은 사초군락 경계를 나타낸다. 한편, 조사정점의 선정방법은 다음과 같다. ① 갈대 군락의 경계(Fig. 1의 실선)를 기준으로 해안선에 가까운 지역까지 갈대군락이 분포하는 A 및 C종 단면과 상대적으로 갈대군락의 경계가 해안선에서 먼 B종 단면으로 나누었고, ② 육지에서 해안선으로 갈수록 조석에 의한 침수시간이 길어지므로, 조석에 의한 침수 영향이 작은 ABC 횡단면에서 해안선으로 11개의 정점을 선정하였으

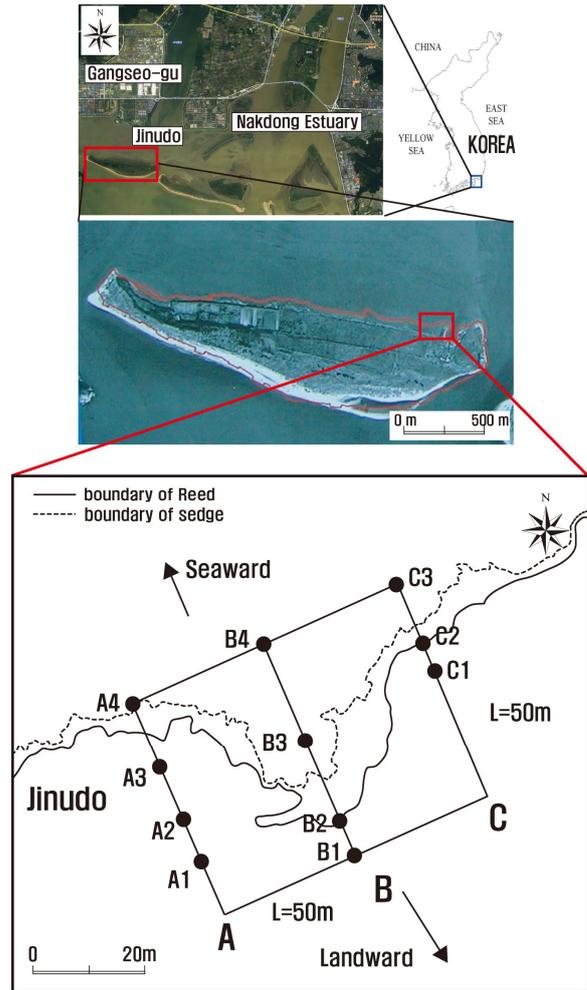


Fig. 1. Field Observation site at Jinudo.

며, 식생대가 존재하지 않는 A4, B4, C3정점은 나머지 식생대 정점과의 비교를 위해 선정하였다.

추계(1차)와 동계(2차) 2회에 걸쳐 조사를 수행하였으며, 1차 조사는 2014년 10월 9일, 2차조사는 2014년 12월 29일에 실시하였다

### 2.2 영향인자 분석 및 방법

#### 1) 저질의 물리적 특성

저질의 물리적 특성을 알아보기 위해 추계 조사시 각 정점에서 모종삽을 이용하여 표토로부터 깊이 0-10cm의 토양을 채취하여 실험실로 운반한 후 건조하여 해양환경공정시험기준(MLTM, 2010)에 의거하여 저질의 함수비, 입경을 분석하였다. 입경은 채취한 저질을 오븐(oven)에 건조시키고, 각각의 체를 통과하는 통과중량 백분율을 산정하였으며, 함수량은 100℃ 건조기에서 48시간 건조시킨 후 무게 감소량을 생토양 무게에 대한 백분율로 나타내었다.

## 낙동강 하구 염습지의 갈대서식 환경 특성

### 2) 저질의 이화학적 특성

pH와 ORP는 표토와 증류수를 1:2(무게:부피)로 혼합하여 pH 미터계와 HORIBA D-53을 이용하여 측정하였다. 또한 저질의 유기물 함량을 분석하기 위해 추계 및 동계 조사에서 각 정점에서 저질을 채취하여 해양환경공정시험기준(MLTM, 2010)에 따라 NH<sub>4</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P의 농도를 측정하였으며, 이를 통해 저질의 유기물의 농도 및 식생성장 및 분포간의 관계를 알아보려고 하였다.

### 3) 지하수위 및 지반고

지하수위는 추계 및 동계 조사에서 각 정점에서 표면을 20 cm 정도 파서 1분 후 상승하는 지하수위를 레벨을 이용하여 측정하였으며, 각 정점 및 조사영역 내 지반고는 RTK-VRS(광파기)를 이용하여 측정하였다.

### 4) 갈대 개체수 및 높이

추계 및 동계 조사시 각 정점에서 방형구(1 m × 1 m)를 이용하여 갈대의 단위면적당 개체수 및 방형구내 갈대 개체의 최대 높이를 산정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 저질의 물리적 특성

각 정점에서의 저질상은 통일분류법에 의해 SP(입도분포가 나쁜 모래)로 분류되었으며(Table 1), 갈대 군락이 발달한 내륙에 가까운 정점일수록 세립질의 점토 함량이 높은 것을 알 수 있는데 이는 갈대가 저질의 퇴적속도를 증가시키며 상대적으로 작은 입자까지도 침강시키기 때문이다(Yang, 1998; Dame et al., 2000; Davison-Amott et al., 2002).

저질의 함수량은 갈대의 분포 지역이 넓고 성장이 양호한 A1, B1, C1 정점에서의 함수비는 각각 49.8%, 38.9%, 36.3%로 다른 정점보다 다소 높게 나타났으며, Yang(1992) 및 Lee(2003)의 연구결과에서 제시한 해수역의 함수량 29.0% ~ 33.5%에 비해 다소 높게 나타났다(Table 2).

### 3.2 저질의 이화학적 특성

#### 1) pH농도

종단면별 pH 농도 분포를 살펴보면 A종단면에서 추계에는 7.72~8.30, B는 7.63~8.35, C는 7.83~8.48 범위로 나타났으며, 동계에는 7.63~7.97, B는 7.77~7.89, C는 8.05~8.23 범위로 나타났(Table 3-(a)). 계절별 차이는 크지 않았으며, 모든 구간의 식생대에서 pH는 7.63~8.48 정도의 범위로, 이는 갈대가 서식할 수 있는 pH 값(3.6~8.6)을 만족하는 것으로 나타났다.

Table 1. Results of percent passing of soil in each station

Percent passing of soil in each Station (Unit : %)												
mm	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	
951	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
476	98.2	100	100	100	100	99.5	100	100	100	100	100	
2	93.8	99.8	99.8	99.8	98.6	98.3	100	99.9	99.9	100	100	
0.841	86.4	98.7	99.2	99.5	95.1	95.6	99.8	99.4	98.9	99.7	99.7	
0.42	83.0	97.9	98.5	98.9	93.6	94.5	99.3	98.7	98.3	99.2	99.1	
0.25	73.1	88.0	88.1	83.4	80.9	86.4	87.6	89.1	90.3	91.1	90.1	
0.149	29.6	23.4	18.4	9.4	14.0	15.9	10.3	12.3	17.0	19.4	18.4	
0.106	12.5	7.6	5.86	4.3	6.7	7.6	4.4	5.4	6.4	6.1	5.1	
0.074	7.1	3.6	2.50	1.9	3.8	3.6	1.6	2.5	2.9	2.4	1.7	

Table 2. Results of water content of soil in each station

Water content in each station (Unit : %)												
St.	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	
%	49.8	37.6	38.7	36.1	38.9	36.9	32.7	36.7	36.3	35.3	36.6	

### 2) NH<sub>4</sub>-N 농도

종단면별 NH<sub>4</sub>-N의 농도 분포를 살펴보면 A종단면에서의 추계 및 동계 분석결과는 각각 2.2~6.6 mg/l, 0.2~3.1 mg/l로 나타났으며, B에서는 각각 2.4~7.3 mg/l, 0.2~0.6 mg/l, C에서는 각각 3.4~7.3 mg/l, 0.3~1.0 mg/l로 나타났(Table 3-(b)). NH<sub>4</sub>-N 농도의 정점 및 단면별 차이는 크지 않은 것으로 나타났으나, 계절별로는 추계에 비해 동계에 모든 정점에서 농도가 급격히 감소하는 것으로 나타났다.

### 3) PO<sub>4</sub>-P 농도

종단면별 PO<sub>4</sub>-P 농도 분포를 살펴보면 A종단면에서의 추계 및 동계 분석결과는 각각 0.1~0.2 mg/l, 0.03~0.05 mg/l로 나타났으며, B에서는 각각 0.05~0.15 mg/l, 0.06~0.2 mg/l, C에서는 각각 0.1~0.15 mg/l, 0.035~0.06 mg/l로 나타났(Table 3-(c)). 전반적으로 추계에 비해 동계의 농도가 다소 낮게 나타났으며, NH<sub>4</sub>-N의 농도보다는 변동 폭이 적은 것으로 나타났다.

### 4) ORP

종단면별 ORP는 A종단면에서 추계에는 -342~-131, B는 -230~-104, C는 -188~-87 범위로 나타났으며, 동계에는 -416~0, B는 -327~-275, C는 -186~-88의 범위로 나타났으며, 추계에 비해 동계에 다소 낮게 나타났(Table 3-(d)).

Table. 3 Monitoring Results of observed items at each station

Item Station	(a) pH		(b) NH <sub>4</sub> -N (mg/l)		(c) PO <sub>4</sub> -P (mg/l)		(d) ORP (mV)		(e) Ground level(m)		(f) Ground water level(cm)		(g) Reed number (individual/m <sup>2</sup> )		(h) Reed height (cm)	
	Oct.	Dec.	Oct.	Dec.	Oct.	Dec.	Oct.	Dec.	Oct.	Dec.	Oct.	Dec.	Oct.	Dec.	Oct.	Dec.
A1	7.72	7.97	6.6	0.6	0.2	0.05	-342	-416	0.431	0.431	-3	-6	142	183	150	109
A2	7.91	7.87	4.0	1.7	0.2	0.05	-335	-410	0.370	0.373	-1.5	-4	78	92	130	100
A3	8.30	7.78	2.2	0.2	0.2	0.03	-213	-350	0.264	0.269	-0.5	0	49	81	105	70
A4	8.28	7.63	5.1	3.1	0.1	0.03	-131	0	0.245	0.222	0	0	0	0	0	0
B1	7.63	7.77	3.2	0.6	0.15	0.09	-110	-327	0.678	0.589	-6	-6	113	129	160	130
B2	8.06	7.85	2.4	0.4	0.15	0.1	-143	-319	0.404	0.372	-2	-2	33	86	95	65
B3	8.15	7.84	5.7	0.2	0.14	0.2	-230	-285	0.303	0.309	-0.5	0	0	0	0	0
B4	8.35	7.89	7.3	0.6	0.05	0.06	-104	-275	0.165	0.209	0	0	0	0	0	0
C1	7.83	8.23	7.3	1.0	0.1	0.05	-188	-186	0.281	0.308	-1	-3.5	96	176	145	92
C2	8.48	8.05	3.4	0.9	0.15	0.035	-87	-102	0.239	0.251	-0.5	-3	46	63	135	70
C3	8.44	8.2	5.8	0.3	0.13	0.06	-118	-88	0.193	0.187	0	0	0	0	0	0

\* Oct.(2014.10.9.), Dec.(2014.12.29.)

### 3.3 지하수위 및 지반고

#### 1) 지반고

갈대에 생육에 영향을 끼치는 환경인자 중 지형의 고도, 지형변화는 조간대의 침수시간에 영향을 미치며, 이는 갈대의 생육에 중요한 영향을 미친다(Reimold and Queen, 1974).

종단면별 지반고의 변화를 살펴보면, A종단면에서의 추계 및 동계 분석결과는 각각 0.245~0.431 m, 0.222~0.431 m로 나타났고, B는 각각 0.165~0.678 m, 0.209~0.589 m로, C는 각각 0.193~0.281 m, 0.187~0.308 m로 나타났다. 전반적으로 내륙의 식생대 영역에서 해안선 쪽으로 갈수록 지반고가 낮으며, B의 지반고 변화가 다른 종단면에 비해 높게 나타났다(Table 3-(e)).

#### 2) 지하수위

지하수위의 변화는 퇴적물의 이동 및 조간대 식생의 분포에 중요한 영향을 미치는 인자이다(Kim et al., 2015). 지하수위 결과를 살펴보면, A종단면에서의 추계 및 동계 분석결과는 각각 -3.0~0.0 cm, -6.0~0.0 cm, B는 추계 및 동계 분석결과 모두 -6~0.0 cm로, C는 각각 -0.5~0.0 cm, -3.5~0.0 cm로 나타났으며, 내륙의 식생대 영역에서 해안선 쪽으로 갈수록 지하수위가 높게 나타났다(Table 3-(f)).

### 3.4 갈대 개체수 및 최대높이

Table 3-(g)의 갈대 개체수 및 높이의 조사 결과를 살펴보면, 내륙의 식생대 영역에서 해안선 쪽으로 갈수록 개체수는 줄어드는 것으로 나타났으며, 식생대 끝의 해안선에 위치한 정점에서는 갈대가 나타나지 않았으며, 이는 지반고 감소에 따른 침수시간 증가에 의한 것으로 보인다. 침수시간의 경우 갈대의 지하부와 지상부에 따라 다른 영향을 끼

치는데 지하부의 경우 침수시간이 길어질수록 지상부는 가급적 짧을수록 좋는데 이는 지상부의 경우 침수시간이 길어질수록 호흡이 어려워지기 때문이다(Nakamura et al., 2007). 따라서 어느 한계 이상 장기간 침수되면 갈대는 생존하지 못한다.

종단면별로 갈대 개체수가 가장 많이 나타나는 곳은 육역에 가까운 A1, B1, C1이며, 각각의 개체수를 살펴보면, 추계시 A1, B1, C1에서 각각 142 ind./m<sup>2</sup>, 113 ind./m<sup>2</sup>, 96 ind./m<sup>2</sup>로 가장 높게 나타났으며, 동계시에는 A1, B-1, C1에서 각각 183 ind./m<sup>2</sup>, 129 ind./m<sup>2</sup>, 176 ind./m<sup>2</sup>으로 가장 높게 나타났다. 전반적으로 B종단면에서의 갈대 개체수가 A, C종단면에 비해 작게 나타나는데 이는 B종단면이 다른 종단면에 비해 지반고가 높아 침수시간은 짧으나, 지반고 변화가 다른 종단면에 비해 다소 폭이 크기 때문에 갈대의 서식에 영향을 주는 것으로 판단된다. 종단면별로 갈대의 최대 높이를 살펴보면, 추계시 A1, B1, C1에서 각각 150 cm, 160 cm, 145 cm로 가장 높게 나타났으며, 동계시에는 A1, B-1, C1에서 각각 109 cm, 130 cm, 92 cm로 나타났으며, 동계가 비해 최대길이는 감소한 것으로 나타났다(Table 3-(h)).

### 3.5 갈대서식환경의 영향인자 분석

Table 3의 현장모니터링 자료를 이용하여 갈대서식환경에 영향을 미치는 인자를 알아보기 위해 정점별 갈대 개체수, 최대높이 결과를 저질 환경 모니터링 자료와 비교하여 갈대의 서식환경에 영향을 미치는 인자에 대해 분석을 실시하였다.

첫째, 저질의 입경 및 함수량과 갈대 개체수 및 최대높이 사이의 관계를 살펴보면, 갈대의 개체수가 많고, 최대높이가 큰 정점일수록 세립질의 점토 함량이 높은 것을 알 수 있는데, 이는 갈대가 저질의 퇴적속도를 증강시키며 상대적으로

낙동강 하구 염습지의 갈대서식 환경 특성

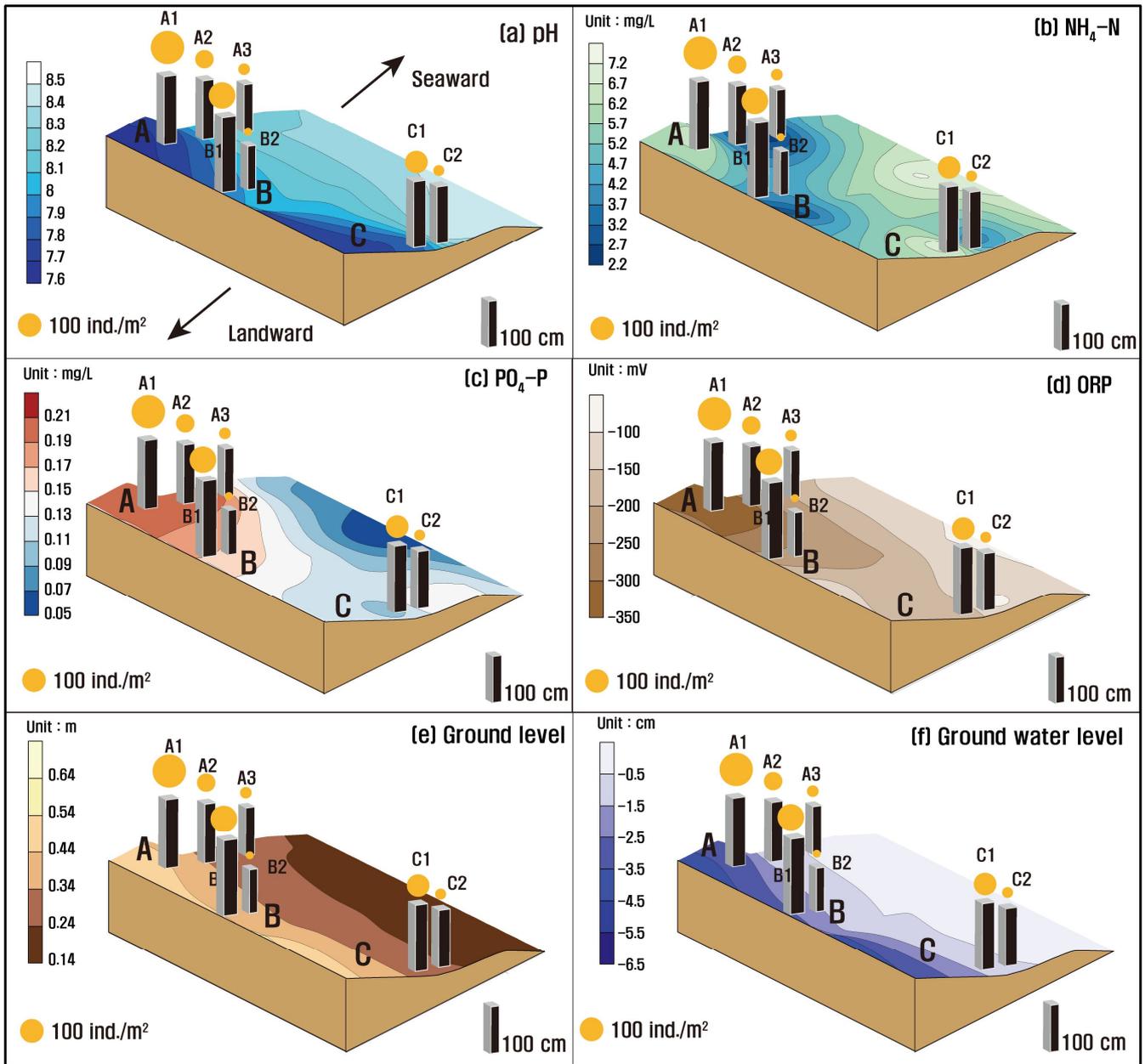


Fig. 2. Results of reed number, height and (a) pH (b)  $\text{NH}_4\text{-N}$  (c)  $\text{PO}_4\text{-P}$  (d) ORP (e) ground level (f) ground water level at each station (Oct. 9, 2014).

로 작은 입자까지도 침강시키기 때문이다(Yang, 1998; Dame et al., 2000; Davison-Amott et al., 2002). 그리고 갈대 저질의 함수량은 갈대개체수가 많은 정점에서 다소 높게 나타나지만 차이가 크지 않은 것으로 나타나 연구대상 지역의 갈대 서식환경에 미치는 영향이 적은 것으로 볼 수 있다.

둘째, 저질의 이화학적 특성 및 갈대 개체수 및 최대높이 사이의 관계를 살펴보면, pH는 식생대 및 비식생대 정점간 차이가 적었으며(Fig. 2-(a), Fig. 3-(a)),  $\text{NH}_4\text{-N}$ (Fig. 2-(b), Fig.

3-(b))과  $\text{PO}_4\text{-P}$ (Fig. 2-(c) 및 Fig. 3-(c))농도 또한 식생대와 비식생대 정점간에 차이가 적었다. ORP 또한 식생대 및 비식생대 정점 간에도 차이가 적었다(Fig. 2-(d), Fig. 3-(d)). 일반적으로 생물적/이화학적 요인보다 지형의 고도, 침수 횟수, 수위의 변동 같은 물리적 환경요인이 더 중요하며(Cooper, 1982), 지형변화 또한 식생의 분포에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Ryu et al., 2009).

셋째, 지반고와 갈대 개체수 및 최대높이사이 관계를 살

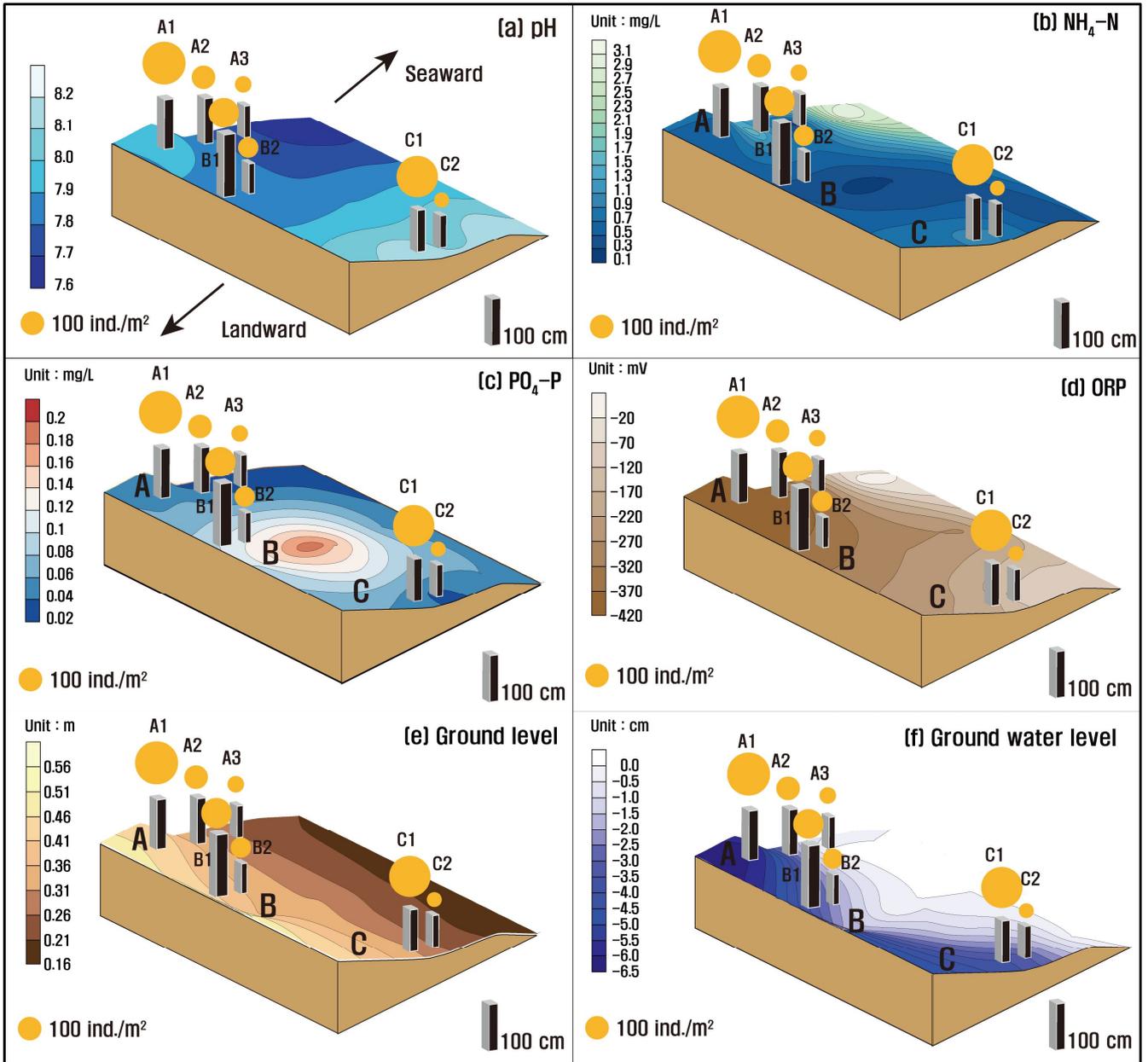


Fig. 3. Results of reed number, height and (a) pH (b)  $\text{NH}_4\text{-N}$  (c)  $\text{PO}_4\text{-P}$  (d) ORP (e) ground level (f) ground water level at each station (Dec. 29, 2014).

해보면, 내륙의 식생대 영역에서 해안선 쪽으로 갈수록 지반고가 낮으며, 갈대 개체수는 감소하는데 이는 침수시간 증가로 인해 염분에 의해 노출되는 시간이 길어지면 갈대 지상부의 호흡이 어려워져 고사하기 때문이다(Nakamura et al., 2007). 또한 지반고의 변동이 다른 A와 C종단면 비해 큰 B종단면에 갈대 개체수가 적게 나타나는데, 지형변화 또한 식생 분포에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Fig. 2-(e) 및 Fig. 3-(e)).

넷째, 지하수위와 갈대 개체수 및 최대높이의 관계를 살펴보면, 내륙의 식생대 영역에서 해안선 쪽으로 갈수록 지하수위가 높게 나타나는데, 지하수위가 높을수록 침수시간이 길어져 갈대의 개체수 및 최대높이에 영향을 미치는 것으로 판단된다(Fig. 2-(f) 및 Fig. 3-(f)).

이상의 결과를 살펴보면, 연구대상 지역에서는 지반고가 높을수록 갈대의 개체수 및 최대높이가 증가하며, 지하수위는 높을수록 갈대의 개체수 및 최대높이가 감소하는 것으로 나타

났다. 따라서 본 연구대상 지역에서의 갈대의 서식환경에는 지반고와 지하수위가 중요 영향인자라고 판단할 수 있다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 해양염습지 생태계 복원 및 조성을 위한 기초연구로서, 낙동강 하구 사주섬인 진우도에 서식하는 갈대 서식처의 식생서식환경 특성을 분석하기 위해 저질의 물리적 특성(입도분포, 함수비), 저질의 이화학적 특성(pH, NH<sub>4</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, ORP), 지반고, 지하수위, 갈대 개체수 및 최대 높이를 조사하였고, 이를 통해 갈대서식환경에 미치는 영향을 분석하였으며 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 연구대상 지역의 저질 입경 및 함수량이 갈대 서식환경에 미치는 영향은 적은 것으로 나타났으며, 둘째, 연구대상 지역에서 저질의 이화학적 특성을 살펴보면, pH는 식생대와 비식생대 정점의 차이가 없었고, NH<sub>4</sub>-N 와 PO<sub>4</sub>-P 농도도 정점별 차이가 없었다. 셋째, 연구대상 지역의 지반고와 갈대 개체수 사이의 관계를 살펴보면, 내륙의 식생대 영역에서 해안선 쪽으로 갈수록 지반고가 낮으며 개체수는 감소하였다. 넷째, 연구대상 지역의 지하수위와의 관계를 살펴보면, 내륙의 식생대 영역에서 해안선 쪽으로 갈수록 지하수위가 높게 나타나는데, 지하수위가 높을수록 침수시간이 길어져 갈대의 개체수에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 따라서 본 연구대상지역에서 갈대 서식환경에 영향을 미치는 주요인자는 지하수위와 지반고인 것으로 나타났다.

한편, 본 연구에서는 갈대의 생장이 가장 느린 가을 및 겨울철 조사를 수행하였으며, 생장이 가장 활발한 춘계와과하계의 갈대의 생장에 따른 모니터링 결과는 부족한 실정이며, 갈대가 흡수한 영양염 분석 및 갈대 생체량에 대한 분석은 실시하지 못하였다. 앞으로 추후연구에서 이러한 미비점이 보완된다면 갈대서식환경과 갈대생육간의 정량적 평가 및 갈대서식환경의 분석 및 갈대 성장모델의 개발에 있어 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

#### 사 사

이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2015년 : C-D-2015-0966)에 의하여 연구되었음.

#### Reference

- [1] Brix, H.(1999), The European research project on reed die-back and progression (EUREED), *Limnologica*, Vol. 29, pp. 5-10.
- [2] Cooper, A. C.(1982), The effect of standing water drainage potential on the *Spartina alterniflora*-substrate complex in a North Carolina marsh, *Estua. Coast. Mar. Sci.*, Vol. 11, pp. 41-52.
- [3] Dame, R. F., E. Koepfler and L. Gregory(2000), Benthic-Pelagic coupling in marsh-estuarine ecosystems, In : *Concepts and Controversies in Tidal Marsh Ecology*, (Weinstein MP, Kreeger DA eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 369-390.
- [4] Davidson-Arnott, R. G. D., D. Van Proosdij, J. Ollerhead and L. Schostak(2002), Hydrodynamics and sedimentation in salt marshes : examples from a macrotidal marsh, Bay of Fundy, *Geomorphology*, Vol. 48, pp. 209-231.
- [5] Kim, G. Y., C. W. Lee, H. S. Yoon and G. J. Joo(2005), Changes of distribution of Vascular Hydrophytes in the Nakdong River Estuary and Growth Dynamics of *Schenoplectus triqueter*, Waterfowl Food Plant, *Journal of Ecology and Field Biology*, Vol. 28, No. 5, pp. 335-345.
- [6] Kim, H. T., K. H. Kim, S. H. Ryu and I. C. Lee(2015), A Study on Physical Characteristic of Ground water and Sediment Property in Intertidal Flat of Nakdong River Estuary, *Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety*, Vol. 21, No. 5, pp. 467-473.
- [7] Lee, J. H.(2003), Pheontypic Comparisons of two *Phragmites australis* Populations with the Different Soil Salinities, Master diss., University of Inha, Incheon, pp. 8-10.
- [8] Min, B. M.(2011), Sediment Properties and Growth of *Phragmites australis* in Mud Tidal Flat, *Journal of Korean Env. Res. Tech*, Vol. 14, No. 3, pp. 57-69.
- [9] MLTM(2010), Ministry of Land, Transportation and Marine Affairs, "Standard methods for marine environmental analysis", Seoul, p. 495.
- [10] Nakamura, K., Y. Kayaba, J. Nishihiro and N. Takamura (2007), Effects of submerged plants on water quality and biota in large-scale experimental ponds, *Landscape Ecol Eng*, Vol. 4, pp. 1-9.
- [11] Reimold, R. J. and W. H. Queen(1974), *Ecology of halophytes*, Academic Press, Inc. New York, pp. 3-19.
- [12] Ryu, S. H., I. C. Lee and S. Y. Park(2009), Variation in Vegetation Area caused by Topographical Change at Jinudo in the Nakdong Estuary, *Jouranal of Ocean Engineering*, Vol. 23, No. 4, pp. 19-24.
- [13] Yang, H. Y.(1992), Studies on the Ecotype of the *Phragmites communis* Populations according to the Soil Salt Contents of

Habitats, Ph. D. diss., University of Konkuk, Seoul, pp. 35-37.

- [14] Yang, S. L.(1998), The role of Scirpus marsh in attenuation of hydrodynamics and retention of fine sediment in the Yangtze estuary. Estuarine Coastal Shelf Science, Vol. 47, pp. 227-233.

---

Received : 2016. 01. 19.

Revised : 2016. 03. 29.

Accepted : 2016. 04. 27.