

# 염생식물을 이용한 항만 녹색공간 창출기법에 관한 연구 Study on Creation Method of Green Space for Port Ecosystem Using the Halophytes

명현호\* · 이점숙\*\* · 전지영\*\* · 송만순\*\*\*

Hyeon Ho Myeong\*, Jeom Sook Lee\*\*, Ji Young Jeon\*\* and Man Soon Song\*\*\*

**요 지** : 항만생태계 녹색공간 창출을 위해 우리나라 항만에 분포하는 식물상특성, 환경요인분석, 항만유형분석, 적합종, 최소보존면적산출을 통해 식재모식도를 작성하였다. 50개 조사지역에서 44과 174종의 관속식물이 출현하였으며, 그중 염생식물은 19과 48종이 분포하였다. 우점군락은 통보리사초, 갯그령, 좁보리사초, 갯씀바귀, 순비기나무, 갯메꽃, 해당화, 갯완두, 솔장다리, 우산잔디, 변행초, 칠면초, 해홍나물, 갯잔디, 갈대를 포함하여 15개 군락이 분포하였다. 조사지역에 분포하는 식물군락과 환경요인과의 Canonical Correspondence Analysis(CCA) 결과 Clay marsh, Sand marsh, Sand gravel marsh 유형으로 분류되었다. 생육지 유형별 적합종으로 clay marsh는 칠면초, 갈대, 갯잔디, 해홍나물 sand marsh는 갯그령, 갯씀바귀, 통보리사초, 좁보리사초 sand gravel marsh는 갯메꽃, 순비기나무가 선정되었다. 적합종에 대한 최소보존면적을 산출하고 항만생태계 세부 유형별로 가이드라인과 모식도를 작성하였다.

**핵심용어** : 녹색항만, 염생식물, 생육지 유형, 적합종

**Abstract** : To make conservative port and coast ecosystems and create the greenspace, We were investigated with characteristic of flora, environmental factors, types of port, adaptive species, minimum conservation area and plantation model. In 50 sites of study areas, there are 19 families and 174 species of vascular plants and 19 families and 48 species of halophytes. Dominant communities in port ecosystem contains *Carex kobomugi* community, *Elymus mollis* community, *Carex pumila* community, *Ixeris repens* community, *Vitex rutundifolia* community, *Calystegia soldandlla* community, *Rosa rugosa* community, *Lathyrus japonica* community, *Salsola komarovi* community, *Cynodon dactylon* community, *Tetragonia tetragonioides* community, *Suaeda japonica* community, *Suaeda maritima* community, *Zoysia sinica* community and *Phragmites communis* community. We carried out Canonical Correspondence Analysis(CCA) for ordinations on the vegetation and plant communities-environmental variable matrices in 50 sites. The communities tended to cluster into three types: Clay marsh, Sand marsh, Sand gravel marsh types. Adaptive species in habitate types are selected that sand marsh-type communities in ports contained *Elymus mollis* community, *Ixeris repens* community, *Carex kobomugi* community, *Carex pumila* community, Clay marsh-type communities contained *Suaeda japonica* community, *Phragmites communis* community, *Zoysia sinica* community and *Suaeda maritima* community, Sand gravel marsh-type communities contained *Vitex rutundifolia* community, *Calystegia soldandlla* community. We are conducted the estimation of minimal area for plantation of adaptive plant species and carried out guide line and plantation model for creation of green space in port ecosystem.

**Key words** : Green port, Halophytes, Habitat type, Adaptive species

## 1. 서 론

우리나라는 3면이 바다로 둘러싸인 반도의 지정학적 위치로 해안선이 총 11,542에 달하며(이와 전, 1983; 최 1992), 동해안, 서해안, 남해안의 해안에는 크고 작은 항만이 분포하고 있다. 항만이 위치한 주변 지역은 지형적 특성에 의해 해안 염습지가 형성되어 있으며, 이곳은 토양의 염분 농도, 토성, pH, 토양

함수량 등에 의해 식물의 분포가 제한되는 독특한 지역이다 (Chapman, 1960; Beefink, 1975). 해안 염습지는 육상생태계에서 해양생태로 이행되는 생태적 추이대로 내륙의 식생과는 전혀 다른 독특한 식물종 조성을 이루고 있는 지역으로 (Smith and Smith, 2001), 생물의 다양성이 높고 다양한 생태적 기능을 갖는 곳으로 높은 생산량과 감소 추세종 및 멸종 위기종의 40%가 존재하는 생물자원의 보고를 이루는 곳이다. 해

\*목포대학교 생명과학과(Corresponding author : Hyeon Ho Myeong, Dept. of bioscience, Mokpo National University, Jeonnam 534-729, Korea. ecomyung@mokpo.ac.kr)

\*\*군산대학교 생물학과 (Dept. of biology, Kunsan National University)

\*\*\*(주) 건화 (Kunhwa Consulting and Engineering Co.)

안 염습지는 식생의 생육지 환경에 따라 주기적으로 해수의 영향을 받아 식생이 형성되는 salt marsh, 연안대 해안의 모래가 조류와 탁일풍의 작용으로 쌓인 곳에 식생이 분포하는 sand dune, 그리고 해안 단애지의 암벽과 자갈이 쌓인 지역을 중심으로 해풍과 함염 해무에 영향을 받으며 식생이 분포하는 cliff 등의 유형으로 구분한다(임, 1989; 이, 1990).

해안 염습지 식생은 육상식생과 달리 해수에 의한 침수, 토양의 염류축적 등 특수한 환경조건 때문에 소수종으로 구성된 염생식물이 뚜렷한 대상구조(zonation)를 나타내고(Adams, 1963), 안정된 생태계를 유지하고 있으며(Miller and Egler, 1950; Odum, 1961), 항만의 경우도 해안염습지와 유사한 생육지의 특성을 가지고 있다. 우리나라 항만은 28개 2개의 무역항과 22개 2개의 연안항 411개의 어항으로 구성되어 있으며, 어항 시설을 제외한 항만시설은 암벽 88.6, 방파제 50, 물양장 52.4 등의 시설확보율은 1997년 기준 63.9% 수준에 이른다(류, 2003). 지속적인 항만개발과는 달리 각 항만은 폐쇄되어 있는 항내의 해수오염과 인공구조물의 난립으로 인해 항만을 찾는 시민에게 쾌적함보다는 혐오감을 주고 있으며, 또한 항만과 신공항을 건설하기 위해 대규모 매립 및 간척사업 등으로 인해 해양생태계에서 중요한 기능을 수행하고 있는 갯벌상실이라는 문제가 대두 되고 있다. 선진국은 이러한 피해 저감 대책을 수립하려는 노력과 함께 적극적으로 인공간석지 및 습지를 창출하여 해안생태계 기능을 대체하고 있으며, 쾌적하고 자연과 조화되는 친환경적인 항만공간을 조성·추진 중에 있다. 우리나라도 친환경적인 항만공간조성, 레크리에이션 공간조성, 휴식공간조성, 자연생태계를 위한 인공서식지조성, 환경교육을 위한 생태공원 조성 등의 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

본 연구는 우리나라 항만의 쾌적하고 자연과 조화되는 친환경적인 항만공간을 창출하기 위해 항만(어항, 무역항, 연안항)의 이용형태와 시설(암벽, 방파제), 그 외 지역(갯벌, 모래, 암반)의 지형 특성에 적합한 녹색공간을 창출하고, 창출공간의 생태학적 특성을 고려하여 적합종을 선정하였다. 또한 친환경적인 항만조성에 맞는 식재방법을 제시하여 친환경 녹색공간 항만을 구축을 위한 자료로 제공 하고자 한다.

## 2. 조사방법

### 2.1 식물상 및 군락

조사지역의 식물상 조사를 위하여 2007년 8월부터 2007년 12월까지 현지조사를 통하여 확인된 관속식물 이상의 출현종을 기록하고 일부종은 사진촬영 및 채집을 하였으며, 미확인 식물은 실험실로 운반하여 동정 분류하였다. 조사범위는 항만을 중심으로 해안선 상·하 1 km 범위에 해안 정조선에서 제방까지 식생현황 파악을 위하여 식생이 양호한 지역을 중심으로 주변지역을 포함시켰다. 식물의 분류와 동정은 이창복(1990), 이영노(1996)등의 문헌을 참조하였으며, 귀화식물은 박수현(1995)의 문헌을 이용하였다. 조사된 소산식물은 Muller와

Tippo법식에 따라 목록을 작성하였다. 방형구 설치는 표본 추출 대상지가 균질 하다고 인정되는 전형적인 곳을 선정하여 1×1 m의 방형구를 설치하고, 방형구내에서 출현하는 식물종의 기록은 관속식물에 한 하였으며, 종의 목록은 식생 조사표에 기재 하였다. 식물사회학적 조사로 각 방형구에서 얻어진 자료는 표조작법을 이용하여 우점종과 식별종으로 구분하여 식생 단위를 분류하였다(Muller-Dombois and Ellenberg, 1974). 그리고 각 방형구에서 출현한 종에 대하여 Braun-Blanquet(1964)의 전추정법에 따라 피도(cover)와 군도(sociability)를 측정하여 기록하였다.

### 2.2 토양분석

항만생태계의 식물군락 분포가 우점하는 지역을 선정한 다음 식생 조사지점의 각 식물군락에서 3~5점 시료를 20 cm 깊이에서 채취하여 음건시킨 다음 수분함량, 유기물함량, pH, 염분농도, 전기전도도, 총질소, 유효태인, 토성에 대한 토양환경요인을 분석하였다.

### 2.3 항만 유형분석

우리나라 항만생태계에서 우수한 자연성과 식물군락의 분포가 양호한 50개 지역을 선정하여 식물군락의 토양환경요인에 따른 Canonical Correspondence Analysis(CCA)분석을 실시하였다.

### 2.4 항만유형별 적합종 선정

해안 및 항만에 분포하는 식물상 및 식생조사 자료를 이용하여 50개 조사지역에 대해 출현한 31종에 대해 Familiar index를 산출하고, 항만유형에 따라 맞춤형 염생식물을 선정하였다.

### 2.5 최소보전면적 산출

ISSR 분석과 유전자 다양성을 통해 최소보존 면적을 산출하였다. ISSR분석을 위해 사용한 6종류의 primer를 통해 개체군 집단 내에서 다형성을 갖는 DNA절편을 증폭하였으며, 이를 바탕으로 각 개체군간의 유전적 다양성을 비교하여 최소보존 면적을 산출하였다.

### 2.6 녹색공간 창출 및 식재적용 모식도 작성

항만유형을 분류하고 적용하여 녹색공간 창출을 위한 식재 방법을 적용한다. 식재적용 모식도는 Photoshop(ver.CS3)를 이용하여 조사된 항만유형별 녹색공간을 창출하여 식재적용한 모식도를 작성하였다.

## 3. 결 과

### 3.1 식물상 및 군락

조사대상 50개 지역에서 조사된 관속식물은 44과 174종으로 조사되었다, 이중 염생식물은 19과 48종으로 갯그렁, 통보리

사초, 갯메꽃, 갯완두, 해당화, 솔장다리, 쯤보리사초, 갯씀바귀, 우산잔디, 순비기나무, 갯방풍, 수송나물, 갯쇠보리, 호모초, 왕잔디, 모래지치, 해당초, 참골무꽃, 띠, 산조풀, 변행초, 해국, 갯사상자, 돌가시나무, 둥근바위솔, 바위솔, 땅채송화, 갯기름나물, 갯까치수영, 갯강아지풀, 갈대, 칠면초, 해홍나물, 갯능쟁이, 가는갯능쟁이, 나문재, 갯개미취, 통통마디, 갯질경, 큰비짜루국화, 갯잔디, 큰비쭈, 비쭈, 천일사초, 사데풀, 모새달이 분포하였다. 조사지역의 식생에 대한 식물군락은 표조작법에 따라 분류한 결과 해안 정조선 위의 해빈 상층부와 배후에 퇴적되어 형성된 사구성 해안에는 통보리사초군락, 갯그렁군락, 순비기나무군락, 갯메꽃군락, 솔장다리군락, 쯤보리사초군락, 해당화군락, 우산잔디군락, 갯씀바귀군락, 갯완두군락, 변행초군락, 칠면초군락, 해홍나물군락, 갈대군락으로 구분되었다.

### 3.2 토양환경요인 분석

토양환경요인은 조사지역에 분포한 우점식물군락 지역과 염생식물이 분포할 수 있는 지역을 대상으로 수분함량, 유기물

함량, 염분농도, 전기전도도, pH, 전질소량 및 가용성인량을 측정하였다. 사구성 조사지역은 토양수분함량, 유기물함량, 전기전도도, 염분농도, 가용성인량이 각각 0.34%, 0.75%, 74.30 uS/cm, 0.01 ppt, 50.33 ug/g인 반면 점토성염습지 조사지역은 1.96%, 3.12%, 1609.57 uS/cm, 1.43 ppt, 143.10 ug/g로 낮게 나타났다(Table 1).

### 3.3 항만유형분석

우리나라 항만은 대부분 이용형태에 따라 어항, 무역항, 연안항으로 분류 할 수 있다. 그 외 지역으로 암벽과 방파제의 시설과 연안지역(갯벌, 모래, 암반)이 노출되어 있다. 노출된 해안지역의 식물군락에 대한 토양환경요인에 따라 특성을 분석하기 위하여 Canonical Correspondence Analysis(CCA)분석 결과 식물군락의 배열은 3개 유형으로 그룹이 형성되었다. 본 연구에서는 그룹의 유형을 생육지 특성에 따라 clay marsh, sand marsh, sand gravel marsh로 구분하였다(Fig. 1). 배열은 coarse sand, medium sand가 각각 0.680, 0.625로 높게 나

**Table 1.** Soil properties of the surveyed areas

Site	Soil Moisture (%)	Organic Matter (%)	pH	E.C (uS/cm)	Salinity (ppt)	T-N (mg/g)	A-P (ug/g)	Site	Soil Moisture (%)	Organic Matter (%)	pH	E.C (uS/cm)	Salinity (ppt)	T-N (mg/g)	A-P (ug/g)
Geojin	0.17	0.24	6.21	41.40	0.03	0.33	50.95	Guryongpo	0.80	2.42	5.84	36.20	0	0.38	72.46
Gajin	0.19	0.20	6.13	249.30	0.02	0.23	48014	Gampo	0.79	2.31	5.94	35.48	0	0.42	73.25
Oho-ri	0.36	1.10	6.51	42.85	0	0.2	54.40	Bangeojin	0.81	2.42	5.94	35.16	0	0.38	72.56
Bongpo	0.31	0.65	6.24	31.78	0	0.28	109.59	Samcheunpo	0.72	2.52	5.82	34.61	0	0.25	71.56
Sokcho	0.32	0.52	6.59	69.9	0	0.05	119.74	Hwaheungpo	0.77	2.92	5.59	107.6	0.1	0.65	382.18
Mulchi	0.38	0.83	5.79	81.7	0	0.25	86.46	Seomang	0.54	2.58	6.02	40.58	0.1	0.99	82.89
Namae	0.31	0.36	6.23	15.6	0	0.28	6.41	Gyeokpo	1.36	1.39	6.68	208.7	0.1	0.35	220.19
Sachunjin	0.21	0.41	6.59	72.2	0	0.25	93.58	Hongwon	1.64	3.59	6.62	320.9	0.2	2.4	676.91
Deajin	0.35	0.96	6.38	49.23	0	0.39	40.62	Mohang	0.84	3.75	7.16	254.4	0.1	0.4	186.18
Mukho	0.20	0.62	6.26	66.50	0	0.33	46.30	Busanbuk	1.78	4.38	6.61	2377	1.28	0.3	180.35
Samcheok	0.84	1.31	6.44	74.7	0	0.5	11.30	Jinhae	1.98	4.28	6.41	2387	1.03	0.46	179.35
Jukbyeon	0.14	1.22	6.40	67.35	0	0.28	39.61	Masan	1.88	4.34	6.51	2378	1.28	0.47	183.35
Hupo	0.23	0.49	5.90	130.6	0.05	0.25	44.58	Yeosu	1.88	4.38	6.75	2367	1.2	0.314	194.35
Gugye	0.39	1.04	5.83	51.2	0	0.25	56.74	Maryang	1.98	4.28	6.81	2387	1.3	0.4	164.24
Pohang	0.35	1.02	5.26	56.2	0	0.24	52.36	Wando	0.83	2.43	6.42	1471	0.8	0.35	145.65
Yeulpo	0.47	0.86	6.20	153.10	0.05	0.28	56.56	Mokpo	1.03	2.65	5.89	1352	1.6	1.41	139.45
Gusipo	0.49	1.05	7.01	70.15	0	0.33	46.61	Jupo	2.14	2.04	7.19	1228	0.6	0.35	62.63
Dongho	0.41	0.76	6.89	60.27	0	0.32	84.12	Beopseongpo	2.94	4.39	6.90	5000	2.8	0.75	184.21
Gungri	0.23	0.68	6.96	109.05	0.05	0.25	73.32	Gomso	4.36	1.39	6.90	5800	3.3	0.5	117.77
Ayajin	0.81	2.42	6.14	35.26	0	0.54	72.59	Gunsan	1.62	2.35	6.80	5240	2.41	0.42	125.62
Daepo	0.83	2.73	6.48	36.9	0	0.55	78.47	Janghang	0.64	1.92	6.78	802	0.4	0.45	11.79
Jumunjin	0.76	2.25	6.42	35.26	0	0.54	70.59	Daecheon	0.62	1.54	7.29	774	0.4	0.1	167.02
Ihmwon	0.81	2.69	6.32	35.46	0	0.50	74.28	Pyeongtaek	2.82	3.48	7.13	3090	1.7	0.65	209.02
Daejin	0.78	2.24	5.79	34.8	0	0.3	69.96	Incheon	0.49	2.61	6.86	2243	1.2	0.4	151.79
Daepo	0.82	2.42	6.03	35.06	0	0.42	70.43	Seonsupo	4.33	3.47	7.11	2881	1.6	0.75	147.61

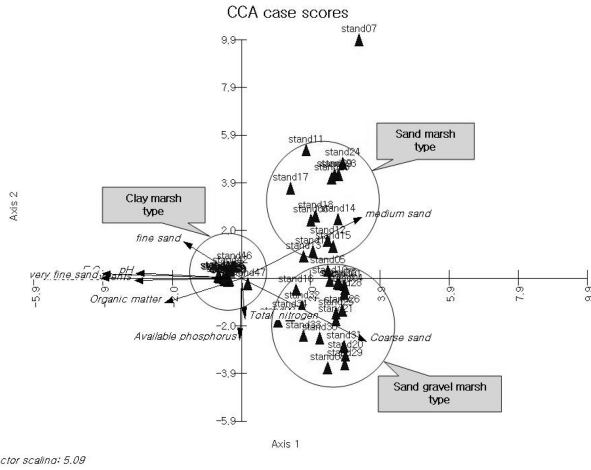


Fig. 1. CCA ordination diagram showing the correlation between plot and major environmental variables against the axis1 and axis2.

타났다. 이는 sand marsh 지역에서의 식물배분은 토성이 중요한 환경요인으로 작용한 것으로 판단된다.

### 3.4 항만유형별 적합종 선정

항만 유형에 따라 맞춤형 식물을 선정하기 위해 Familiar index를 분석한 결과 clay marsh는 갈대, 칠면초, 갯잔디, 해홍나물 sand marsh는 갯그렁, 통보리사초, 줌보리사초, 갯씀바귀, sand gravel marsh는 순비기나무, 갯메꽃이 적합종으로 선정되었다.

### 3.5 최소보존면적 산출

생물개체군에서 유전적 다양성은 그 개체군이 변화하는 환경에 적응하는데 중요하다. 한 종의 생존을 보장 할수 있는 최소보존면적을 산출하기 위해 유전적 다양성 분석을 위해 ISSR 분석을 실시하였다. 이때 사용한 6종류의 primer를 통해 개체군 집단 내에서 다형성을 갖는 DNA 절편을 증폭하였다. 각각의 종은 가장 넓게 분포하는 면적을 바탕으로 조사하였으며, 조사면적에 대한 각 개체군간의 유전적 다형성을 비교하였다. 통보리사초는 조사한 모든 단위면적에서 높은 다양성을 나타내었으며, 25×25 cm<sup>2</sup>에서 가장 높게 나타났고 그 이상의 단위면적에서 유전적 다양성의 변화가 없었다. 따라서 통보리사초의 보존 최소면적은 25×25 cm<sup>2</sup>로 판정할 수 있으며, 갯그렁은 단위면적 10×10 cm<sup>2</sup> 이내에서는 유전적 다양성이 나타나지 않았으나 25×25 cm<sup>2</sup>에 이르러 다양성이 증가하기 시작하였으며, 단위면적이 증가함에 따라 유전적 다양성도 증가하였다. 따라서 갯그렁의 보존 최소면적은 유전적 다양성이 증가하기 시작한 25×25 cm<sup>2</sup>로 판정함이 타당하다. 줌보리사초는 비교적 작은 군락을 이루고 있으나 군락 내 유전적 다양성은 다른 종에 비해 높게 나타났다. 4×5 cm<sup>2</sup>에서 가장 높은 다양성을 가지며, 단위면적 증가에 따른 변화는 크게 나타나지 않았다. 갈대는 단위면적의 증가에 따라 유전적 다양성지수

가 증가하였으며, 500×500 cm<sup>2</sup>에서 현격하게 증가하는 것을 볼 수 있었다. 칠면초의 경우 전체적으로 유전적 다양성지수는 높게 나타났으며 100×100 cm<sup>2</sup>에서 가장 높게 나타났으며 단위면적 증가에 따른 유전적 다양도지수의 증가는 나타나지 않았다. 갯잔디는 25×100 cm<sup>2</sup>에서 가장 높은 수치를 보였고, 25×150 cm<sup>2</sup>에서도 다양성지수는 높게 나타났으나 25×100 cm<sup>2</sup>에 비교할 때 다양성의 변화는 없는 것으로 판단된다. 해홍나물의 경우 유전적 다양성지수는 낮게 나타났으며, 10×100 cm<sup>2</sup>에서 가장 높게 나타났지만 10×25 cm<sup>2</sup>에서 유전적 다양성지수가 현격하게 증가한 후 단위면적 증가에 따라 다양도지수의 변화가 나타나는 것을 볼 수 있다. 따라서 해홍나물은 보존 최소 단위면적은 10×25 cm<sup>2</sup>로 판단하는 것이 타당하다. 순비기나무의 유전적 다양성지수는 높게 나타났으며 10×10 cm<sup>2</sup>에서 가장 높은 수치를 보였다. 갯메꽃의 10×50 cm<sup>2</sup>에서 최고점을 보였으며 단위면적 증가에 따른 유전적 다양성 지수의 변화는 크게 나타나지 않았다. 해당화는 다년생 목본식물로서 유전적 변화가 크게 나타나지 않는 특성을 갖는다. 10×10 cm<sup>2</sup>에서 가장 높은 수치를 보였지만, 다년생 목본의 특성에 의해 유전적 다양성 지수는 매우 낮게 나타났다. 보존 최소면적은 실험결과에 따른 유전적 다양성지수에 의해 10×10 cm<sup>2</sup>으로 산정할 수 있으나, 유전적 변화가 심하게 나타나는 일년생 초본과 비교할 때 유전자의 변화에 관한 연구는 장기적인 조사를 통하여 산정하는 것이 타당할 것이다(Table 2).

### 3.6 녹색공간 창출 및 식재적용 모식도 작성

항만생태계 녹색공간 창출과 모식도 작성을 위해 우리나라 항만의 특성을 고려하여 총 5개의 분류체계를 통해 아래와 같이 항만을 분류하였다.

첫째 항만유형은 Clay marsh, Sand marsh, Sand Gravel marsh Type으로 분류되었으며, 중분류로는 항만+공원형, 항만+방파제, 항만+방파제+갯벌, 항만+방파제+모래, 항만+방파제+암반으로 7개의 중분류로 구분하였다.

둘째는 항만유형별 토양환경요인 분석으로 토양의 총질소

Table 2. Determine the minimum area for conservation of population

Population	Area size
<i>Carex kobomugi</i>	25×25 m <sup>2</sup>
<i>Elymus mollis</i>	25×25 m <sup>2</sup>
<i>Carex pumila</i>	4×5 m <sup>2</sup>
<i>Phragmites communis</i>	500×500 m <sup>2</sup>
<i>Suaeda japonica</i>	100×100 m <sup>2</sup>
<i>Zoysia sinica</i>	25×100 m <sup>2</sup>
<i>Suaeda maritima</i>	10×25 m <sup>2</sup>
<i>Vitex rotundifolia</i>	10×10 m <sup>2</sup>
<i>Calystegia soldanella</i>	10×50 m <sup>2</sup>
<i>Rosa rugosa</i>	10×10 m <sup>2</sup>

함량은 점토성염습지, 사구성염습지, 사질성염습지 분포 범위 값이 각각 0.05~2.70 mg/g(평균 0.78 mg/g), 0.03~97.00 mg/g(평균 13.21 mg/g), 0.04~62.90 mg/g(평균 16.55 mg/g)으로 나타났다으며, 가용성인은의 경우 점토성염습지가 11.50~346.30 ug/g(평균 111.26 ug/g)으로 가장 넓은 분포 값을 보여주었으며, 그 다음으로 사구성염습지와 사질성염습지에서 각각 6.39~164.80 ug/g(평균 50.74 ug/g)와 28.02~85.35 ug/g(평균 43.17 ug/g)으로 보여주었다. 염습지의 경우 토양에 많은 수분을 함유하고 있어 복합적인 특성을 보여주나, 대체적으로 점토의 함량과 수분 함량이 높은 점토성염습지에서 높은 값을 보여 주었으며, 모래함량이 높은 사구성 염습지와 사질성염습지에서 낮게 나타났다.

셋째, 적합중선정은 CCA분석과 Familiar index를 통해 해안 유형 및 항만 유형에 따라 clay marsh는 갈대, 칠면초, 갯잔디, 해홍나물 등이 선정되었으며, sand marsh에서는 갯그렁, 통보리사초, 좁보리사초, 갯씀바귀, sand gravel marsh에서는 순비기나무, 갯메꽃 등이 선정되었다. 공원형으로는 침엽수, 낙엽활엽수, 침엽활엽수, 송악, 마삭줄등으로 선정되었다.

넷째, 최소보존면적산출로 단위면적당 유전적 다양성지수는 통보리사초의 경우 25×25 m<sup>2</sup>에서 0.458로 가장 높은 수치를 보였으며, 갯그렁은 25×25 m<sup>2</sup>에서 0.202로 가장 높은 수치를 나타내었고, 좁보리사초는 4×5 m<sup>2</sup>에서 0.488로 나타났다. 갈대는 500×500 m<sup>2</sup>에서 0.474로 가장 높았으며, 칠면초는 100×100 m<sup>2</sup>에서 0.457로 가장 높게 나타났다. 갯잔디는 25×100 m<sup>2</sup>에서 0.427였으며, 해홍나물 10×25 m<sup>2</sup>에서 0.382로 나타났다. 순비기나무와 해당화 군락은 10×10 m<sup>2</sup>, 갯메꽃은 10×50 m<sup>2</sup>으로 나타났다.

다섯째 식재적용모식도는 각 유형별로 적용한 형태로 모식도와 식재단면도를 작성하여 제시하였다(Table 3, Fig. 2, 3).

### 4. 결론 및 토의

우리나라 항만은 30개의 무역항과 25개의 연안항으로(한국 의항만 2009) 지정되어 있으며, 대부분 어항으로 이용하고 있는 실정이다. 미래의 항만의 역할은 다기능(Muti-Function)항만으로 창출형 클러스터 항만 및 주변공간 복합다기능화로 차세대 선도형 항만 및 유비쿼터스 시스템, 초고효율화 친환경 항만 인프라구축 등이 주요 이슈가 될 것이다. 본 연구에서는 친환경 측면에서 쾌적하고 자연과 조화되는 항만공간을 창출하기 위해 지형 특성에 맞는 녹색공간을 창출하고, 이에 맞는 적합종을 선정하였다. 또한 친환경적인 항만조성에 적합한 식재면적과 방법을 제시하여 친환경 녹색공간 항만을 개발하기 위한 기초자료로 제공 하고자 한다.

본 연구에서 도출된 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 50개 항만생태계에서 조사된 관속식물은 44과 174종, 염생식물은 19과 48종이 분포하였다.
- 우점군락은 통보리사초, 갯그렁, 좁보리사초, 갯씀바귀, 순비기나무, 갯메꽃, 해당화, 갯완두, 솔장다리, 우산잔디, 변행초, 칠면초, 해홍나물, 갯잔디, 갈대를 포함하여 15개 군락이 분포하였다.
- 식물군락의 토양환경요인에 따라 clay marsh, sand marsh, sand gravel marsh 3가지 유형으로 분류되었다.
- 생육지별 적합종은 clay marsh는 칠면초, 갈대, 갯잔디, 해홍나물 sand marsh는 갯그렁, 갯씀바귀, 통보리사초, 좁보

**Table 3.** Guide line for creation of green port

Types	Categories	Environmental factors	Adaptive species	Minimum areas
Clay marsh	port+park		Conifer, Laurel, Deciduous, <i>Trachelospermum asiaticum</i> var. <i>intermedium</i> , <i>Phyllostachys nigra</i> var. <i>henonis</i> , <i>Phlox subulata</i>	• <i>Carex kobomugi</i> (25×25 m <sup>2</sup> )
	port+breakwater		<i>Vitex rotundifolia</i> , <i>Calystegia soldanella</i> , <i>Rosa rugosa</i>	• <i>Elymus mollis</i> (25×25 m <sup>2</sup> )
	port+breakwater+clay marsh		<i>Suaeda maritima</i> , <i>Zoysia sinica</i> , <i>Salicornia herbacea</i> , <i>Phragmites communis</i> , <i>Suaeda japonica</i> , <i>Calystegia soldanella</i> , <i>Vitex rotundifolia</i> , <i>Rosa rugosa</i>	• <i>Carex pumila</i> (4×5 m <sup>2</sup> )
Sand marsh	port+park	• pH • Moisture contents • Organic matters • Total nitrogen	Conifer, Laurel, Deciduous <i>Trachelospermum asiaticum</i> var. <i>intermedium</i> , <i>Hedera rhombea</i> , <i>Phyllostachys nigra</i> var. <i>henonis</i> , <i>Phlox subulata</i>	• <i>Vitex rotundifolia</i> (10×10 m <sup>2</sup> ) • <i>Calystegia soldanella</i> (10×20 m <sup>2</sup> )
	port+breakwater	• Salinity	<i>Vitex rotundifolia</i> , <i>Calystegia soldanella</i> , <i>Rosa rugosa</i>	• <i>Rosa rugosa</i> (10×10 m <sup>2</sup> )
	port+breakwater+sand marsh	• Phosphorus • Soil texture	<i>Carex pumila</i> , <i>Carex kobomugi</i> , <i>Elymus mollis</i> , <i>Ixeris stolonifera</i> , <i>Vitex rotundifolia</i> , <i>Calystegia soldanella</i> , <i>Rosa rugosa</i>	• <i>Phragmites communis</i> (500×500 m <sup>2</sup> )
Sand Gravel marsh	port+park		Conifer, Laurel, Deciduous, <i>Trachelospermum asiaticum</i> var. <i>intermedium</i> , <i>Hedera rhombea</i> , <i>Phyllostachys nigra</i> var. <i>henonis</i> , <i>Phlox subulata</i>	• <i>Suaeda japonica</i> (100×100 m <sup>2</sup> ) • <i>Zoysia sinica</i> (25×100 m <sup>2</sup> )
	port+breakwater		<i>Vitex rotundifolia</i> , <i>Calystegia soldanella</i> , <i>Rosa rugosa</i>	• <i>Suaeda maritima</i> (10×25 m <sup>2</sup> )
	port+breakwater+sand gravel marsh		<i>Vitex rotundifolia</i> , <i>Calystegia soldanella</i> , <i>Rosa rugosa</i>	

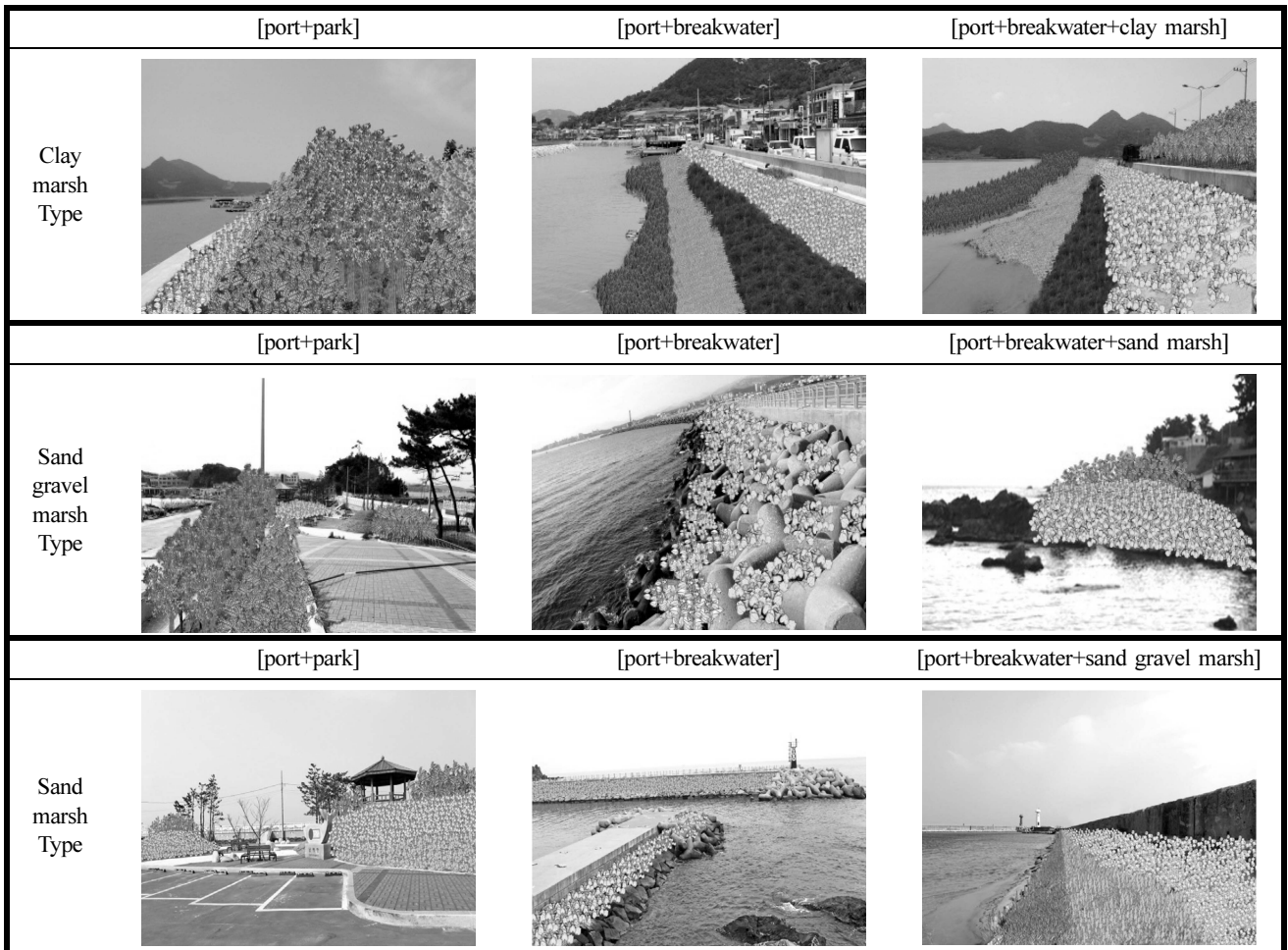


Fig. 2. The plantation model of representative green port.

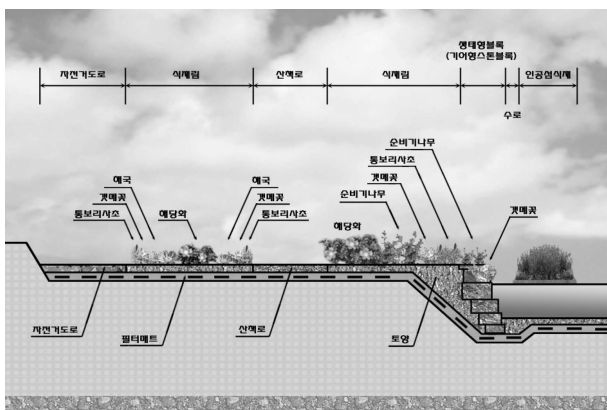


Fig. 3. Diagram of adaptive species plantation in green port.

리사초 sand gravel marsh는 갯메꽃, 순비기나무가 선정되었다.

- 적합중에 대한 최소보전면적은 통보리사초, 갯그렁은 25×25 m<sup>2</sup>, 줌보리사초 4×5 m<sup>2</sup>, 갈대 500×500 m<sup>2</sup>, 칠면초는 100×100 m<sup>2</sup>, 갯잔디 25×100 m<sup>2</sup>, 해홍나물은 10×100 m<sup>2</sup>, 순비기 나무 10×10 m<sup>2</sup>, 갯메꽃 군락 10×50 m<sup>2</sup> 해당화군락 10×10 m<sup>2</sup> 으로 나타났다.

- 항만생태계 녹색공간 창출과 모식도 작성은 우리나라 항

만의 특성을 고려하여 총 5개의 분류체계를 적용하여 작성하였다.

### 감사의 글

본 연구는 항만리모델링 기반 구축 연구사업 결과의 일부로서, 국토해양부의 지원에 의해 수행되었습니다.

### 참고문헌

류형근, 김봉수, 이홍걸, 양원, 이철영 (2003). 항만물류 산업의 실태분석에 관한 연구. 한국해양항만공학회 추계학술대회. 이우철, 전상근 (1983). 한국해안식물의 생태학적 연구-남해안 사구식생군락의 종조성과 현존량-. 한국생태학회지, 6(3), 177-186. 이점숙 (1990). 만경강과 동진강 하구 염습지의 조위 구배에 따른 염생식물 정착에 관한 연구. 서울대학교 박사학위 논문. 임병선 (1989). 토양의 수분 포텐셜과 식물의 삼투 조절능에 의한 해안 식물 군락의 분포. 서울대학교 박사학위 논문. 최경권 (1992). 해안 사빈 및 사구의 환경 생태학적 고찰. 경원대학교 환경계획연구소 논문집, 10, 588-599. 이창복 (1990). 대한식물도감. 향문사, 서울 990P.

- 이영노 (1996). 원색한국식물도감. 교학사, 1141P.
- 박수현 (1995). 한국귀화식물원색도감. 일조각, 371p.
- Adams, D.A. (1963). Factors affecting vascular plant zonation in North Carolina salt marshes. *Ecology*, 44, 445-456.
- Beefink, W.G. (1975). The ecological significance of embankment and drainage with respect to the vegetation of the south-west Netherlands. *J Ecol.*, 63, 423-458.
- Chapman, J.V. (1960). Salt marshes and salt desert of the world. Leonard Hill books. Ltd. London., pp. 392
- Miller, W.B. and Egler, F.E. (1950). Vegetation of the Wequetequock-Pawcatuck tidal marshes, Connecticut. *Ecol. Monogr*, 20, 143-172.
- Muller-Dombois, D. and Ellenberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation ecology. *John.*
- Odum, E. P. (1961). The role of tidal marshes in estuarine production. *Conservationist.*, 15, 12-15.
- Smith, R.I., and Smith, T.M. (2001). *Ecology and Field Biology*. 6th Benjamin Cummings Inc., N.Y., USA P., 451.
- 
- 원고접수일: 2010년 10월 12일  
수정본채택: 2010년 10월 30일  
게재확정일: 2011년 2월 7일