

# 강화군 무인도서 해식애의 식생<sup>1</sup>

송홍선<sup>2</sup> · 조 우<sup>3\*</sup> · 안영희<sup>4</sup>

## Vegetation at Sea Cliffs of Uninhabited Islets off Ganghwa-gun, Korea<sup>1</sup>

Hong-Seon Song<sup>2</sup>, Woo Cho<sup>3\*</sup>, Young-Hee Ahn<sup>4</sup>

### 요 약

본 연구는 상관에 의한 종조성표의 불연속성인 분류법과 연속성인 배열법을 적용하여 강화군 무인도서 해식애의 식물종조성 및 식생을 분석하였다. 해식애에서 출현빈도가 가장 높은 식물은 담쟁이덩굴(58.3%)이었으며 다음으로 소사나무, 분꽃나무, 음나무(각각 37.5%)이었다. 식물의 군락구조는 신갈나무군락, 찰피나무군락, 소사나무군락, 팔배나무군락, 곰솔군락으로 구분되었다. 도서별로는 신갈나무군락이 소송도와 분지도, 찰피나무군락은 대송도, 소송도, 소사나무군락은 우도, 수리봉, 비도, 팔배나무군락은 수시도, 대송도, 소송도, 곰솔군락은 석도, 우도에 나타났다. 도서별 유연관계는 소송도와 대송도의 유사도가 가장 높았다. 전형적인 해안단애초원군락이 결합하지 않은 이유는 해식애 대부분이 표토가 거의 없는 암석바위의 지형적 환경조건 때문으로 판단되어 이에 대한 세밀한 연구가 필요하였다.

주요어 : 해안단애, 종조성표, 배열법, 식물군락

### ABSTRACT

This study conducted an analysis of plant species composition and vegetation at sea cliffs of the uninhabited islets off Ganghwa-gun by applying discontinuous classification method & continuous ordination method of species composition table by correlation. The analysis results are as follows: First, the plant showing the highest appearance frequency was *Parthenocissus tricuspidata* Planch.(58.3%), followed by *Carpinus coreana* Nak., *Viburnum carlesii* Hemsl. and *Kalopanax septemlobus* Koidz.(37.5%,respectively). As for a plant community, it was found that it consisted of *Quercus mongolica* community, *Tilia mandshurica* community, *Carpinus coreana* community, *Sorbus alnifolia* community and *Pinus thunbergii* community; as for the community distribution classified by individual islet, it was revealed that *Quercus mongolica* community appeared at Sosongdo and Bunjido; *Tilia mandshurica* community at Sosongdo and Daesongdo; *Carpinus coreana* community appeared at Woodo, Suribong and Bido; *Sorbus alnifolia* community at Susido, Sosongdo and Daesongdo, and *Pinus thunbergii* community at Seokdo and Woodo, respectively. The plant similarity classified by uninhabited islet was found to be the highest at Sosongdo and Daesongdo. This research judged the reason why the typical grassland community of coastal cliffs did not join these islets to be environmental conditions of rock

1 접수 6월 30일 Received on Jun. 30, 2008

2 민속식물연구소 Ethno-plant Research Institute, Seoul(140-845), Korea(hssong1@hanmail.net)

3 상지대학교 관광학부 Division of Tourism, Univ. of Sangji, Wonju(220-702), Korea(woocho@sangji.ac.kr)

4 중앙대학교 식물응용과학과 Dept. of Applied Plant Science, Chung-Ang Univ., Anseong(456-756), Korea(ecoplant@cau.ac.kr)

\* 교신저자 Corresponding author

landform where there exists almost no surface soil at most sea cliffs; thus, more detailed study on this was required.

**KEY WORDS : COASTAL CLIFF, FLORISTIC COMPOSITION TABLE, ORDINATION, COMMUNITY**

## 서 론

해식애(sea cliff)는 파도, 조류, 해류 등의 침식으로 깎여 해안에 형성된 절벽으로 산지가 해안까지 연결된 암석해안에서 잘 나타난다. 또한 해빈과 배후지 사이에서는 급한 해빈경사, 평균수위 상승, 연안방향의 입사파고 등에 따라 해안단애(coastal cliff)가 형성된다(김남형 등, 2002). 아시아 대륙의 동북부에 길게 뻗은 한반도는 동해, 서해(황해), 남해의 바다와 접해 있어 해안사구(coastal dune)와 해식애가 발달하여 있고 그 지질과 지형에 적응이 가능한 여러 해안 식물이 자란다.

그러나 해안식물은 도로건설과 제방시설 구축 등의 인간 활동이 증가함에 따라 해안이 불안정해지면서 자생지가 날로 줄어들고 있는 것이 현실이다. 대부분의 도서지방도 주민이 거주함에 따라 자연의 모습을 상실해가고 있다. 그러나 무인도는 인간의 간섭이 덜하여 독특하고 안정된 생태계를 유지하고 있다고 하지만 무인도도 가축의 방목 등으로 인하여 생태계가 교란되고 있음은 물론 수석용 돌이나 분재용 식물 또는 산채의 무분별한 채취가 이뤄지고 있어 식생이 위협받고 있다.

그래서 환경부는 1997년 독도 등 도서지역의 생태계보전에 관한 특별법을 제정하여 1998년부터 2002년까지 무인도의 자연환경조사를 실시하였고, 현재까지 153개 섬을 특정도서로 지정하여 관리하고 있다(환경부, 1999; 환경부, 2005). 또한 한강유역환경청(2006)은 2005년부터 특정도서보전기본계획에 따라 강화군 8개, 옹진군 18개의 특정도서에 대한 생물 및 지형 등의 실태조사를 실시하고 있으나

이 조사는 모니터링 형식에 그치고 있다.

한반도 해안식물 연구는 해안사구의 식물상과 식생(이우철과 전상근, 1984; 정용규와 김종원, 1998; 김성민 등, 2006a; 송홍선과 조우, 2007b)에 집중되었으며, 해식애의 단애식물이나 식생 등을 종합적이고 체계적으로 조사한 연구는 찾아보기 힘들다. 물론 송홍선(2006), Kim *et al.* (2007)은 해식애에 분포하는 갯기름나무집단의 식생을 밝혔고, 송홍선과 조우(2007a)는 그 집단의 지형적 분포관계를 보고하였으나 전형적인 해식애의 식생을 조사하여 보고한 것은 아니었다. 일본에서는 Nakanishi(1979)가 암석해안의 식생을 보고하였고, Miyawaki(1981)는 해안단애식물의 식생을 식물사회학적으로 밝혔다.

이상과 같이 해안 또는 해식애의 인간간섭과 면적축소, 식물종 감소 및 식생 변화, 연구 미흡 등을 직시할 경우, 한반도 해식애 또는 해안단애 식생연구가 절실하다고 판단하였다. 본 연구는 해식애 식생연구의 기초자료로 제공하기 위하여 강화군에 속한 환경부 지정 8개 특정도서 해식애 식생 구조를 조사하여 분석하였다.

## 연구방법

본 연구조사 지역은 한반도의 북위 37° 36'에서 37° 50', 경도 125° 58'에서 126° 20' 사이에 위치하는 인천 강화군 부속도서의 해식애이며, 대상도서는 환경부지정 특정도서 무인도인 우도, 비도, 석도, 수리봉, 수시도, 분지도, 소송도, 대송도 등 8개 지역이다(Table 1). 조사는 2006년 5월부터 2007년 9월까지 각 도서당 2회씩 실시하였다.

Table 1. Position and area showing the localities investigated for the text

Locality	GPS position		Area(m <sup>2</sup> )	Plot number
	Latitude	Longitude		
Woodo(WOD)	37° 36' 28"	125° 58' 34"	211,537	3
Bido(BID)	37° 36' 40"	125° 58' 04"	2,380	3
Seokdo(SED)	37° 37' 25"	126° 15' 39"	1,190	3
Suribong(SUB)	37° 39' 52"	126° 13' 05"	5,157	3
Susido(SUD)	37° 37' 14"	126° 16' 15"	5,455	3
Bunjido(BUD)	37° 37' 47"	126° 12' 52"	35,901	3
Sosongdo(SOD)	37° 40' 43"	126° 18' 29"	2,071	3
Daesongdo(DAD)	37° 40' 36"	126° 18' 03"	13,951	3

조사구는 상관(physiognomy)에 의하여 식물의 분포가 비교적 균질한 해식애에서 각 도서당 3지점씩 총 24지점을 선정하였고, 방형구는 식물이 출현하는 암석바위와 육지 사이의 3×3m(9m<sup>2</sup>) 면적을 임의로 설정하였다.

식생조사는 Braun-Blanquet(1964)의 우점도와 군도로 측정하였으며, 이외에 군락 분석 및 비교의 정보로 이용하기 위하여 나침반, 경사계, 고도계 등으로 여러 환경요소를 조사하였다. 특히 상층부의 우점도와 군도는 해식애의 사면 특성상 임연에서 출현하였으나 조사구의 상층부를 비스듬히 덮고 있는 아교목을 포함하였다. 군락 분석은 Z-M학파의 전통적 추출법(Ellenberg, 1956; Muella-Dombois & Ellenberg, 1974)으로 수행하였고, 종합합성표(synthesis table)로 나타내 분류하였으며, 무의미한 값을 가지는 계급의 출현식물은 상재도표에서 제외시켰다(Zechmeister & Mucina, 1994).

배열법의 유집분석(cluster analysis)과 요인분석(factor analysis)은 종조성표의 분류법에 따른 도서별 유연관계와 결합양상을 비교하기 위하여 실시하였다. 이 분석을 위한 자료는 조사구 24지점의 우점도 측정치를 Van der Maarel(1979)의 식생등급계급치(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)로 환산하여 작성하였다. 이렇게 작성한 자료는 식생등급계급치와 동일한 수준(cut level)을 적용한 후 전산분석에 사용하였다. 유집분석의 TWINSPAN과 요인분석의 DCA는 Hill(1994)의 'DECORANA and TWINSPAN'에 따랐으며, 프로그램은 McCune & Mefford(1999)의 'PC-ORD'를 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 도서별 해식애의 식물분포와 종조성

강화군에 속한 특정도서 무인도의 해식애에 출현한 식물의 종류와 지형별 생육위치는 Table 2와 같다. 식물이 최초로 출현한 지점은 해안선으로부터 거리의 경우 평균 4.7m 이었고, 해발고도는 평균 3.0m이었다. 도서별 식물출현의

거리는 수시도가 6.7m로서 가장 멀었고 다음으로 우도(5.8m), 분지도(5.0m), 비도(4.8m), 석도(4.3m), 수리봉(4.0), 대송도(3.6m), 소송도(3.5m) 순이었다. 식물출현의 해발고도는 수시도가 3.8m로서 가장 높았고 다음으로 우도(3.5m), 비도(3.3m), 분지도(3.0m), 대송도(2.8m), 석도(2.7m), 수리봉(2.6m), 소송도(2.5m) 순이었다. 수시도에서 출현 거리와 해발고도가 가장 멀고 높게 나타난 이유는 Talus지형의 사면퇴적물(piedmont deposits)이 해식애 기저에 형성되었기 때문으로 여겨졌다. 조사지역 해식애의 경사도는 평균 24.2°이었고, 도서별로는 비도가 35.0°로서 가장 심하였으며 다음으로 수리봉(28.3°), 대송도와 우도(각각 26.7°), 소송도(23.3°), 석도(21.7°), 분지도(16.7°), 수시도(15.0°) 순이었다.

본 조사지역의 해식애에서 출현한 총 식물은 93분류군(taxa)이었으며, 도서별 평균 출현식물은 26.9분류군이었다. 도서별 출현식물은 대송도가 36분류군으로서 가장 많았으며 다음으로 분지도(32분류군), 소송도(31분류군), 우도와 수리봉(각각 29분류군), 석도(23분류군), 수시도(22분류군), 비도(13분류군) 순이었다. 총 출현식물에 대한 도서별 출현식물의 비율은 평균 26.9%이었고 최고 38.7%(대송도)에서 최저 14.0%(비도) 범위이었다. 조사구당 평균 출현식물은 11.9분류군이었고, 도서별로는 총 출현식물의 비율과 같이 대송도가 16.0분류군으로서 가장 많았으며 비도가 6.3분류군으로서 가장 적게 나타났다. 본 조사지역에서 도서별 출현식물이 상대적으로 적게 나타난 비도는 섬 전체가 암석바위로 이루어져 있고 표토가 매우 얇아 식물이 자라기에 부적당한 환경이었다.

총 출현식물 중 조사구 출현빈도가 25% 이상인 주요 식물은 Table 3에 나타난 바와 같이 담쟁이덩굴(*Parthenocissus tricuspidata* Planch.), 소사나무(*Carpinus coreana* Nak.), 분꽃나무(*Viburnum carlesii* Hemsl.), 음나무(*Kalopanax septemlobus* Koidz.), 갯괴불주머니(*Corydalis heterocarpa* var. *japonica* Ohwi), 큰원추리(*Hemerocallis middendorfil* Tra. et Mey.), 산국(*Chrysanthemum boreale* Mak.), 비짜루(*Asparagus schoberioides* Kunth), 인동덩굴(*Lonicera*

Table 2. Growth location and classification of finding plants in sea cliff of uninhabited islets off Gangwha-gun

	WOD	BID	SED	SUB	SUD	BUD	SOD	DAD	Mean	Total
Distance from coastline(m)	5.8	4.8	4.3	4.0	6.7	5.0	3.5	3.7	4.7	-
Above sea level(m)	3.5	3.3	2.7	2.7	3.8	3.0	2.5	2.8	3.0	-
Slope degree(°)	26.7	35.0	21.7	28.3	15.0	16.7	23.3	26.7	24.2	-
Finding plants per plot	13.3	6.3	9.3	11.0	10.0	14.3	14.7	16.0	11.9	-
Total finding plants	29	13	23	29	22	32	31	36	26.9	93
	*(31.2)	(14.0)	(24.7)	(31.2)	(23.7)	(34.4)	(33.3)	(38.7)	(28.9)	(100)

\* ( ): Percentage by total finding plants

Table 3. Frequency and presence related plots and islands of finding plants in sea cliff of uninhabited islets off Gangwha-gun

Plant species	Frequency(%) and presence of finding plants									Frequency(%)	
	WOD	BID	SED	SUB	SUD	BUD	SOD	DAD	Island	Plot	
<i>Parthenocissus tricuspidata</i> Planch.	-	100.0	66.7	66.7	66.7	66.7	66.7	33.3	87.5	58.3	
<i>Carpinus coreana</i> Nak.	66.7	100.0	-	100.0	-	33.3	-	-	50.0	37.5	
<i>Viburnum carlesii</i> Hemsl.	33.3	-	33.3	33.3	-	66.7	66.7	66.7	75.0	37.5	
<i>Kalopanax septemlobus</i> Koidz.	-	66.7	66.7	-	66.7	-	66.7	33.3	62.5	37.5	
<i>Corydalis heterocarpa</i> var. <i>japonica</i> Ohwi	66.7	-	-	-	33.3	66.7	66.7	33.3	62.5	33.3	
<i>Hemerocallis middendorfil</i> Tra. et Mey.	66.7	33.3	-	66.7	33.3	33.3	-	33.3	75.0	33.3	
<i>Chrysanthemum boreale</i> Mak.	66.7	-	-	33.3	33.3	-	66.7	66.7	62.5	33.3	
<i>Asparagus schoberioides</i> Kunth	33.3	-	66.7	-	33.3	66.7	33.3	33.3	75.0	33.3	
<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	66.7	-	-	66.7	-	66.7	33.3	33.3	62.5	33.3	
<i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb.	33.3	33.3	-	66.7	-	33.3	33.3	66.7	75.0	33.3	
<i>Sorbus alnifolia</i> K. Koch	33.3	-	-	33.3	100.0	-	66.7	33.3	62.5	33.3	
<i>Gypsophila oldhamiana</i> Miq.	33.3	-	33.3	66.7	-	33.3	-	66.7	62.5	29.2	
<i>Miscanthus sinensis</i> Ander.	33.3	-	-	66.7	-	66.7	-	66.7	50.0	29.2	
<i>Rumex crispus</i> L.	-	66.7	33.3	-	-	66.7	-	33.3	50.0	25.0	
<i>Grewia biloba</i> var. <i>parviflora</i> Hand.-Maz.	33.3	-	33.3	33.3	-	-	33.3	66.7	62.5	25.0	
<i>Lilium tigrinum</i> Ker-Gawl.	33.3	-	66.7	-	66.7	33.3	-	-	50.0	25.0	
<i>Artemisia fukwoodo</i> Mak.	-	66.7	-	33.3	-	-	66.7	33.3	50.0	25.0	
<i>Cocculus trilobus</i> DC.	33.3	-	-	33.3	33.3	66.7	-	33.3	62.5	25.0	
<i>Artemisia capillaris</i> Thunb.	33.3	-	66.7	66.7	-	33.3	-	-	50.0	25.0	

\*Finding plants of over 25% frequency per plot

*japonica* Thunb.), 노박덩굴(*Celastrus orbiculatus* Thunb.), 팔배나무(*Sorbus alnifolia* K. Koch), 대나무(*Gypsophila oldhamiana* Miq.), 억새(*Miscanthus sinensis* Ander.), 소리쟁이(*Rumex crispus* L.), 장구밥나무(*Grewia biloba* var. *parviflora* Hand.-Maz.), 참나리(*Lilium tigrinum* Kerawl.), 큰비쭉(*Artemisia fukwoodo* Mak.), 땃땃이덩굴(*Cocculus trilobus* DC.), 사철쭉(*Artemisia capillaris* Thunb.) 등이었다.

그 중 담쟁이덩굴은 총 24개 조사구 중 14개 조사구에서 출현하여 출현빈도가 58.3%로서 가장 높았으며, 다음으로 소사나무, 분꽃나무, 음나무(각각 37.5%)이었다. 이밖에도 갯괴불주머니, 큰원추리, 산국, 비짜루, 인동덩굴, 노박덩굴, 팔배나무는 33.3%의 출현빈도를 나타내었고, 대나무, 억새는 29.2%, 소리쟁이, 장구밥나무, 참나리, 큰비쭉, 땃땃이덩굴, 사철쭉은 25.0%의 출현빈도를 나타내었다. 또한 도서별 출현유무의 비율은 담쟁이덩굴이 7개 도서에서 출현하여 87.5%의 비율을 나타내었으며, 다음으로 분꽃나무, 큰원추리, 비짜루, 노박덩굴이 6개 도서에서 출현하여 75.0%의 높은 비율이었다.

송홍선과 조우(2007a)는 해식애의 바위에서 전형적인 분포를 나타내는 한반도 갯기름나물군락(*Peucedanum japonicum* community)에서 해국(*Aster spathulifolius*

Max.)과 억새의 동반 출현빈도가 높게 나타나는 것으로 보고하였고, 송홍선(2006)은 서해안의 갯기름나물군락에서 해국, 억새, 산국, 갯까치수영(*Lysimachia mauritiana* Lam.), 땅채송화(*Sedum oryzifolium* Mak.) 등의 동반 출현 빈도가 높은 식물이라는 결과를 얻어내었다. 그러나 이상의 결과에서 출현하는 해식애 식물은 강화군 무인도서 해식애에서는 출현빈도가 매우 낮아 차이를 나타내었다.

이와 같은 차이는 본 조사지역이 강화군 해식애의 전형을 나타내는 지역으로 한반도 남부를 포함한 서해안 전체의 갯기름나물군락을 대상으로 조사한 식물종조성과 다를 수 있기 때문이었다. 또한 본 조사지역의 해식애에서 담쟁이덩굴의 조사구 출현빈도가 매우 높게 나타난 점, 총 출현식물이 다양한 점, 지형적 생육환경이 특이한 점 등으로도 그 차이가 있음을 알수있었다. 본 조사지역 해식애는 적은 도서면적에서 사면의 경사도가 심할 뿐만 아니라 유인도 인근에 있어 인위적인 간섭이 있으며 표토가 적은 암석바위로 이루어져 있어 바위에 덩굴로 붙어 자라는 담쟁이덩굴이 상대적으로 출현빈도가 높게 나타났다.

그리고 경사도가 심한 해식애에서 표토가 쌓인 육지의 경계지역은 아교목성의 목본이 해식애의 상층부를 이루고 있어 그 하층에 육지의 생활형을 가진 식물이 침입하여 자라고 있었다. 때문에 해식애의 특성상 소수의 해안단애식물

Table 4. Vegetation table of the plant communities in sea cliff of uninhabited islets off Gangwha-gun

A: *Quercus mongolica* community, B: *Tilia mandshurica* community, C: *Carpinus coreana* community, D: *Sorbus alnifolia* community, E: *Pinus thunbergii* community

Serial number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Mean	
Investigation area	SOD	SOD	BUD	BUD	BUD	DAD	DAD	SUB	WOD	SUB	SUB	BID	BID	BID	WOD	SUD	SUD	SUD	DAD	SOD	SED	SED	SED	WOD	-	
Area of plot(m <sup>2</sup> )	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9.0	
Above sea level(m)	2.0	3.0	3.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.5	3.5	4.0	4.0	2.5	2.5	3.0	2.0	3.0	4.0	3.0	
Slope degree(°)	20	20	15	15	15	30	25	35	25	30	20	35	30	40	25	20	15	15	25	30	25	25	15	30	24.2	
Distance from coastline(m)	3.5	3.5	6.0	4.5	4.5	3.5	3.0	3.5	6.0	4.5	4.0	6.0	3.5	5.0	6.0	6.5	7.0	6.5	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.5	4.7	
Number of species per plot	14	16	14	13	16	16	14	10	15	13	10	6	6	7	12	9	9	12	18	14	9	10	9	13	11.9	
Subtree layer	height(m)	6	5	4	5	4	6	6	4	5	4	4	-	4	-	4	4	4	4	5	4	6	6	6	5	4.4
	coverage(%)	85	70	50	90	55	80	60	40	45	45	30	-	20	-	30	50	80	50	55	40	75	75	70	55	52.1
Shrub layer	height(m)	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	1	1	2	1	3	3	3	3	2.1	
	coverage(%)	10	10	30	10	15	15	10	10	10	15	30	20	20	20	10	15	15	10	25	15	15	25	30	16.9	
Herb layer	height(m)	0.3	0.7	0.7	0.3	0.3	0.5	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.3	
	coverage(%)	30	30	20	15	15	20	25	20	20	15	15	30	30	20	20	15	15	15	15	10	10	10	10	19.0	

Community type	A	B	C	D	E
----------------	---	---	---	---	---

**Character and differential species of community**

<i>Quercus mongolica</i> Fisch.	T1	4 4 3 3																							
<i>Quercus mongolica</i> Fisch.	S		2 1				1 1																		
<i>Tilia mandshurica</i> Rup. et Max.	T1			4 4 2 1 3 3 2 1																					
<i>Carpinus coreana</i> Nak.	T1						2 1 2 2 2 2																		
<i>Carpinus coreana</i> Nak.	S				+			1 1 2 2 1 1 1 1 1 1 1																	
<i>Sorbus alnifolia</i> K. Koch	T1														2 1 4 4 2 2 2 1										
<i>Sorbus alnifolia</i> K. Koch	S		1 1						1 1							1 1 1 1 1 1 2 2									
<i>Pinus thunbergii</i> Parl.	T1																						3 2 3 2 2 1		
<i>Pinus thunbergii</i> Parl.	S																							2 1 2 1	

**Companions of community**

<i>Parthenocissus tricuspidata</i> Planch.	H	1 1	+	1 1	1 1			2 2 2 2 1 1 2 2 2 2			2 2 2 3									1 1 1 1 1 1					
<i>Viburnum carlesii</i> Hemsl.	S	1 1		1 1 1 1 1 2			+													+	1 1	+			+
<i>Kalopanax septemlobus</i> Koidz.	S	1 1 1 1								1 1 1 1					1 1 1 1					1 1			1 1		
<i>Corydalis heterocarpa</i> var. <i>japonica</i> Ohwi	H	+	+	+	+			+																	+
<i>Chrysanthemum boreale</i> Mak.	H	1 2			1 2	+			1 1					+						+	1 1 1 2				
<i>Asparagus schoberioides</i> Kunth	H	+	+	+	+															+			+	+	+
<i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb.	S	1 1			+		1 1		+	+		+								+					+
<i>Hemerocallis middendorfil</i> Tra. et Mey.	H		+						+	+			+	+	+					+					
<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	H	1 1			1 1 1 1 1 1			1 1	+		2 2			+											
<i>Miscanthus sinensis</i> Ander.	H				1 2	+	1 1	1 2	+						1 1					+					
<i>Gypsophila oldhamiana</i> Miq.	H				+	+		+	+						2 2					1 1					
<i>Artemisia fukwoodo</i> Mak.	H	+	+				+			+	1 1 2 2														
<i>Cocculus trilobus</i> DC.	S		+	+	+	+		+								+									+
<i>Artemisia capillaris</i> Thunb.	H				+			+	+	+												+		+	
<i>Lilium tigrinum</i> Ker-Gawl.	H		+									+					1 2 1 2					+		+	
<i>Grewia biloba</i> var. <i>parviflora</i> Hand.-Maz.	S					+	+														1 1		1 1 1 1	+	
<i>Rumex crispus</i> L.	H				+	+	+				1 1 1 1									+					
<i>Scilla scilloides</i> Druce	H	+	+	+			+																		+
<i>Allium grayi</i> Regel	H								+	+										+		+	+		
<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i> Mak.	H				+			+				+	+	+											
<i>Elaeagnus umbellata</i> Thunb.	S					1 1				1 1 1 1		1 1 1 1													
<i>Youngia denticulata</i> Kitam.	H	+								+	+					+									+
<i>Ligustrum obtusifolium</i> Sieb. et Zucc.	S	1 1 1 1					1 1															1 1 1 1			
<i>Melandryum oldhamianum</i> var. <i>roseum</i> Nak.	H	+	+							+					+								+		

Except the species occurred the value which is not meaning from communities

의 출현빈도가 높아야 함에도 총 24개 조사구에서 93분류군의 다양한 식물이 출현하였다. 따라서 강화군 특정도서 무인도의 해식애는 해안단애식물의 전형적인 분포형태라

고 할 수 없었는데, 이는 Table 4에 나타난 바와 같이 식물사회화적인 식생구분에서 해안단애식물의 결합력이 매우 낮은 것으로서 고찰할 수 있었다.

2. 도서별 해식애의 식생구조와 유연관계

종조성표에 의한 강화군 특정도서의 해식애 식물군락은 Table 4와 같이 신갈나무군락(*Quercus mongolica* community, 일련번호 1, 2, 3), 찰피나무군락(*Tilia mandshurica* community, 일련번호 4, 5, 6, 7), 소사나무군락(*Carpinus coreana* community, 일련번호 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15), 팔배나무군락(*Sorbus alnifolia* community, 일련번호 16, 17, 18, 19, 20), 곰솔군락(*Pinus thunbergii* community, 일련번호 21, 22, 23, 24)으로 구분되었다. 군락 중 가장 넓은 분포를 나타내는 군락은 소사나무군락이었다.

신갈나무군락(A)은 신갈나무가 표징종(character species)이었으며 조사구는 총 24개 중 3개이었다. 아교목층은 평균 높이 5.0m, 평균 피도 68.3%이었다. 조사구 평균면적은 9.0 m<sup>2</sup>이었고, 조사구 평균출현종은 14.7분류군, 군락의 출현종은 55.0분류군이었으며, 평균해발고도는 2.8m, 경사도는 18.3°이었다. 수반종(companions)은 담쟁이덩굴, 분꽃나무, 음나무, 갯피불주머니, 산국 등이었다.

찰피나무군락(B)은 찰피나무가 표징종이었으며, 조사구는 총 24개 중 5개이었다. 아교목층은 평균 높이 5.3m, 평균 피도 71.3%이었다. 조사구 평균면적은 9.0m<sup>2</sup>이었고 조사구 평균출현종은 14.8분류군, 군락의 출현종은 60.0분류군이었으며 평균해발고도는 2.9m, 경사도는 21.3°이었다. 수반종은 담쟁이덩굴, 분꽃나무, 갯피불주머니, 산국, 비짜루 등이었다.

소사나무군락(C)은 소사나무가 표징종이었으며, 조사구는 총 24개 중 8개이었다. 아교목층은 평균 높이 3.1m, 평균 피도 26.3%이었다. 조사구 평균면적은 9.0m<sup>2</sup>이었고, 조사구 평균출현종은 9.9분류군, 군락의 출현종은 53.0분류군이었으며, 평균해발고도는 3.1m, 경사도는 30.0°이었다. 수반종은 담쟁이덩굴, 분꽃나무, 음나무, 갯피불주머니, 산국 등이었다.

팔배나무군락(D)은 팔배나무가 표징종이었으며, 조사구는 총 24개 중 5개이었다. 아교목층은 평균 높이 4.2m, 평균 피도 55.0%이었다. 조사구 평균면적은 9.0m<sup>2</sup>이었고, 조사구 평균출현종은 12.4분류군, 군락의 출현종은 69.0분류군이었으며, 평균해발고도는 3.3m, 경사도는 21.0°이었다. 수반종은 담쟁이덩굴, 분꽃나무, 음나무, 갯피불주머니, 산국 등이었다.

곰솔군락(E)은 곰솔이 표징종이었으며, 조사구는 총 24개 중 4개이었다. 아교목층은 평균 높이 5.8m, 평균 피도 68.8%이었다. 조사구 평균면적은 9.0m<sup>2</sup>이었고, 조사구 평균출현종은 10.3분류군, 군락의 출현종은 48.0분류군이었으며, 평균해발고도는 3.0m, 경사도는 23.8°이었다. 수반종은 담쟁이덩굴, 분꽃나무, 음나무, 갯피불주머니, 비짜루 등

이었다.

이상의 결과로 볼 때에 강화군 무인도서 해식애의 식생은 소사나무군락을 중심으로 지역적인 신갈나무군락, 찰피나무군락, 팔배나무군락, 곰솔군락으로 나누어지고 있으나 해식애의 전형적인 해안단에 초원군락의 결합력이 거의 나타나지 않았다. 이는 해식애 조사구의 우점도 측정에서 해식애 암석바위를 덮고 있는 임연의 아교목층을 포함하였고, 조수간만의 차가 심한 해식애가 육지의 임연과 인접하여 있어 해안단에 초본의 생육이 불량하였기 때문으로 사료되었다.

일본에서는 해안단에 초원군락으로 큰개미자리군강(*Saginetea maximae* Ohba et Sugawara 1978)에 속한 갯강아지풀-큰개미자리군단(*Setario pachystachyos-Saginion maximae* Ohba et Sugawara 1978)과 갯강아지풀-큰개미자리군집(*Setario pachystachyos-Saginetum maximae* Miyawaki et al. 1980)이 보고되었고, 이 군집의 표징종은 큰개미자리(*Sagina maxima* A. Gray), 갯강아지풀(*Setaria viridis* var. *pachystachyos* Mak. et Nemo.), 땅채송화, 갯까치수영 등이었다(Miyawaki, 1981; 1983). 그런데 김성민 등(2006b)은 해식애에서 전형적인 분포를 나타내는 갯기름나물군락의 한반도 서해안 식생구조 분석에서 역새군락(*Miscanthus sinensis* community)과 갯까치수영-땅채송화군락(*Lysimachia mauritiana-Sedum oryzifolium* community)을 구분하여 일본의 해안단에 초본식물군락과 유사하였다. 따라서 강화군

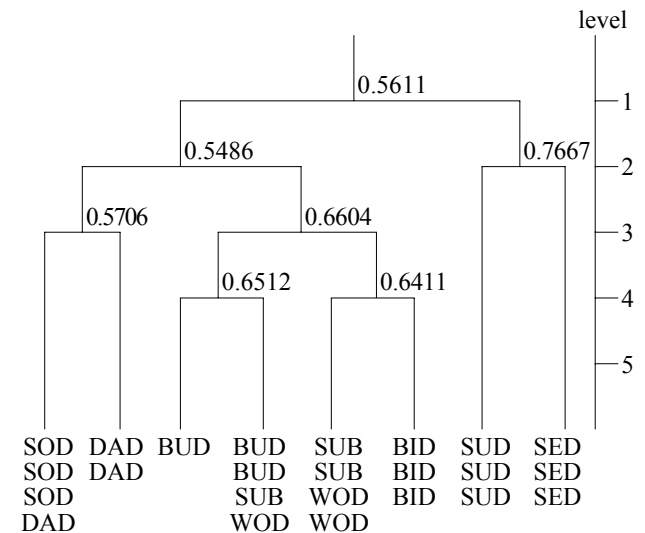


Figure 1. Dendrogram of cluster analysis on 24 plots and 5 level for divisions of plant group in sea cliff of uninhabited islets off Gangwha-han sing TWINPAN. The numbers on the lines are eigenvalues for the divisions

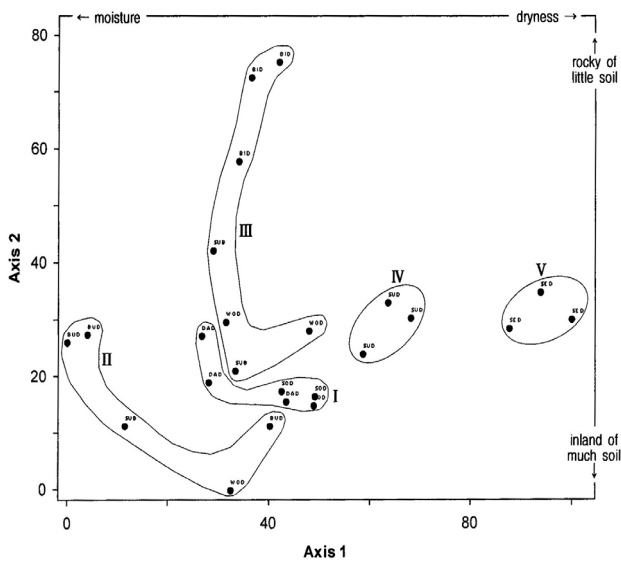


Figure 2. Two-dimensional graph of DCA ordination on corresponding 24 plots of plant group in sea cliff of Gangwha-gun uninhabited islets off. The shapes of I, II, III, IV and V correspond to division group of Figure 1

무인도서 해식애에서 해안단에 초원군락의 결합력이 매우 약한 것은 국소적이고 지역적인 해식애 식생의 특징이라 할 수 있으나 한반도의 전체 해식애에서 나타나는 양상으로 볼 수 없었다.

종조성표에 의한 식물군락의 도서별 분포는 신갈나무군락이 소송도와 분지도에 나타났으며, 찰피나무군락은 대송도, 소송도, 소사나무군락은 우도, 수리봉, 비도, 팔배나무군락은 수시도, 대송도, 소송도, 곰솔군락은 석도, 우도에 나타났다. 이 같은 결과는 조사구 24개 지역에 대한 TWINSpan의 유집분석(Figure 1)과 DCA배열법의 요인분석(Figure 2)에 의한 군락구분과도 유사하였다.

TWINSpan의 유집분석을 나타낸 계통수의 그래프는 Figure 1과 같다. 조사구 유집분석에서는 고유치 0.5611의 1수준에서 2개의 집단, 2수준에서 4개 집단, 3수준에서 6개 집단, 4수준에서 8개 집단으로 나누어졌다. 이를 Table 4의 종조성표 군락분류와 비교하여 보면 1수준에서 2개의 집단, 즉 고유치 0.5486으로 나누어진 신갈나무군락(A), 찰피나무군락(B), 소사나무군락(C)의 집단과 고유치 0.7667로 나누어진 팔배나무군락(D), 곰솔군락(E)의 집단으로 구분되었다.

식물집단의 연속적 배열법은 환경요인에 따른 종조성의 유사성에 의하여 종개체군을 배열하는 것으로서 식생과 환경과의 상호관계를 잘 나타내는 방법이다(Whittaker, 1967; Gauch, 1982). 따라서 Table 4의 종조성표에 의한 군락분류

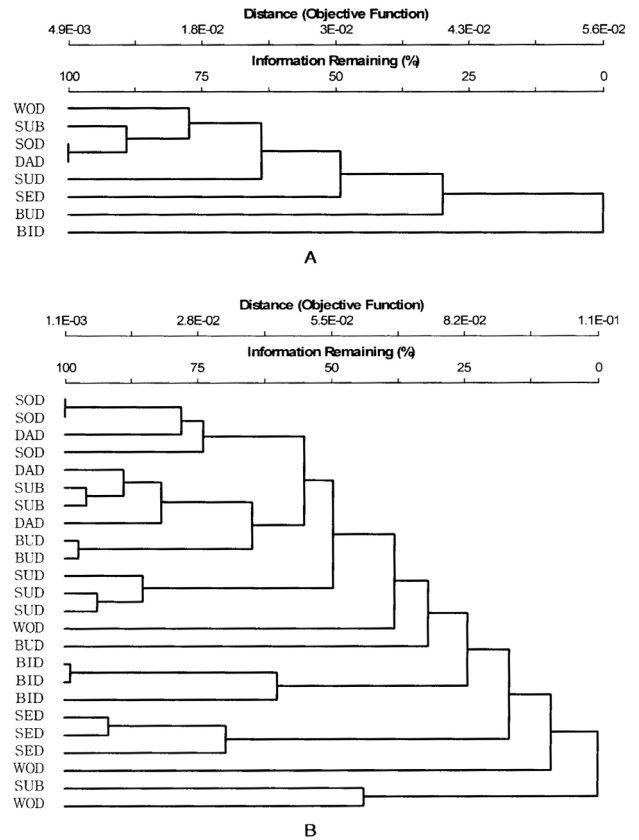


Figure 3. Dendrogram of hierarchical cluster analysis among islands by plant diversity distributed in sea cliff of uninhabited islets off Gangwha-gun A: Analysis by existence and non-existence of finding plants, B: Analysis by dominance of total plots

와 Figure 1의 유집분석에서 조사구의 집단형성은 요인분석의 배열법에 의하여 식생구조의 비교분석이 가능하였으며 분포지 지형조건의 추측도 검토할 수 있었다.

Figure 2는 Figure 1의 유집분석 분류로 묶은 조사구 24개 지점의 DCA배열법 결과이다. 이 배열에서 조사구의 종구성과 환경요소 조사를 종합하여 생육환경을 추측하여 보면 1축의 +최고값은 건조한 지역이었고 0값으로 갈수록 다소 습한 지역을 나타내었으며, 2축의 +최고값은 표토가 얇은 암석바위 지역이었고 0값은 표토가 쌓인 육지 지역을 나타내었다. 이를 군락분류로 묶어 보면 신갈나무군락(I), 찰피나무군락(I, II), 소사나무군락(II, III)은 대체로 습한 생육환경의 지역에 위치하였고, 팔배나무군락(IV), 곰솔군락(V)은 건조한 지역에 배열하였다. 그리고 졸참나무군락(C), 소나무군락(D), 식재림(E)은 해발고도가 낮은 곳에 위치하였다. 특히 소사나무군락(II, III)은 표토가 얇은 암석바위에서 표토가 쌓인 육지까지 넓은 지역에 위치하였다.

출현식물의 유무와 공통종에 의한 도서별 유연관계는 Figure 3의 chi-squared( $\chi^2$ )에 의한 계층적 거리로서 나타내었는데, Figure 3-A는 출현식물의 유무에 의한 분석이고 Figure 3-B는 조사구 전체의 우점도 변환에 의한 분석이다. 이 결과로 볼 때에 소송도와 대송도의 유사도가 가장 높았고 다음으로 수리봉이 결합하는 양상이었으며, 점차로 석도, 비도 등의 유사도가 낮게 나타났다. 이는 소송도, 대송도, 수리봉이 지리적으로 근거리에서 근접하여 있고 섬의 크기와 지형 등이 매우 유사하여 식물다양성의 차이가 크지 않았기 때문으로 사료되었으며, 석도는 해식애의 발달이 전형적이지 않고, 비도는 암석바위의 해식애로 이루어져 있어 종조성이 다소 다르기 때문으로 여겨졌다.

## 인용문헌

- 김남형, 강현우, 신문섭, 니시 유이치로(2002) 해안단애의 형성에 관한 수치모의. 한국지반환경공학회논문집 3(2): 71-79.
- 김성민, 신동일, 송홍선, 윤성탁(2006a) 갯방풍의 식물사회학적 생육구조에 관한 연구. 한국국제농업개발학회지 18(2): 121-127.
- 김성민, 신동일, 송홍선, 윤성탁(2006b) 한반도 서해변 갯기름나물군락의 식생구조. 한국국제농업개발학회지 18(4): 287-296.
- 송홍선(2006) 한국 식방풍의 지리적 분포와 식생구조. 공주대학교 박사학위논문, pp. 1-133.
- 송홍선, 조우(2007a) 갯기름나물군락군의 해안과 지형별 종조성 및 생육양상. 한국환경생태학회지 21(1): 74-81.
- 송홍선, 조우(2007b) 신두리 해안사구의 미지형별 식생의 대상구조와 다양성변화. 한국환경생태학회지 21(3): 290-298.
- 이우철, 전상근(1984) 한국해안식물의 생태학적 연구-서해안의 사구식생에 관하여. 한국생태학회지 7(2): 74-84.
- 정용규, 김종원(1998) 경북의 해안사구식생. 한국생태학회지 21(3): 257-262.
- 한강유역환경청(2006) 특정도서 모니터링 결과보고서-강화군, 웅진군. pp. 1-162.
- 환경부(1999) 전국 무인도서 자연환경조사-강화군, 웅진군. pp. 1-141.
- 환경부(2005) 특정도서보전 기본계획(2005-2014). pp. 1-64.
- Braun-Blanquet, J.(1964) Pflanzensoziologie. 3. Aufl, Springer-Verlag. Wein, New York, 865pp.
- Ellenberg H.(1956) Grundlagen der Vegetationsgliederung . Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. Eugen Ulmer, Stuttgart, 136pp.
- Gauch, H. G.(1982) Multivariate analysis in community ecology. Cambridge university press, England, 298pp.
- Hill, M. O.(1994) DECORANA and TWINSpan, for ordination and classification of multivariate species data: a new edition, together with supporting programs, in FORTRAN 77. Huntingdon, England, pp. 1-58.
- Kim, S. M, D. I. Shin, S. T. Yoon and H. S. Song(2007) Vegetation structure of *Peucedanum japonicum* Thunb. community in southern coast of Korea. Korean J. Medicinal Crop Sci. 15(5): 357-361.
- McCune, B. and M. J. Mefford(1999) PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4. MJM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA. pp. 1-221.
- Miyawaki, A.(1981) Vegetation of Japan Kyushu(vol. 2). Shibundo, Tokyo, pp130-149.
- Miyawaki, A.(1983) Vegetation of Japan illustrated. Shibundo. Tokyo, pp. 1-872.
- Miyawaki, A., K. Suzuki, K. Fujiwara, S. Okuda(1980) Potentielle naturliche vegetation des Chugoku-Gebietes(west Honshu). Bull. Ins. Enviro. Sci. Techno. Yokohama Univ. 6(1): 77-118.
- Muella-Dombois, D. and H. Ellenberg(1974) Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York, 547pp.
- Nakanishi, H.(1979) Zonation of rocky coast vegetation in northern Kyushu, Japan.-Vegetation und landschaft Japans. Bull. Yokohama Phytosoc. Soc. Japan 16: 189-301.
- Van der Maarel E.(1979) Multivariate methods in phytosociology with reference to the Netherlands. in M. J. A. Werger(ed.), The study of vegetation, pp. 161-225.
- Whittaker, R. H.(1967) Gradient analysis of vegetation. Biol. Rev. 42: 207-364.
- Zechmeister, H. and L. Mucina.(1994) Vegetation of european springs-High rank syntaxa of the Montio-Cardaminetea. J. Veg. Sci. 5: 385-402.