

태안군 신두리 해안사구의 식생과 토양특성*

송호경¹⁾ · 박관수¹⁾ · 박혜림²⁾ · 서은경²⁾ · 소순구²⁾ · 김무열²⁾

¹⁾ 충남대학교 환경임산자원학부 · ²⁾ 전북대학교 생물과학부

Vegetation and Soil Properties of the Coastal Sand Dune in Sinduri, Taeon Gun*

**Song, Hokyung¹⁾ · Park, Gwansoo¹⁾ · Park, Hyerim²⁾ · Seo, Eunkyong²⁾
So, Soonku²⁾ and Kim, Muyeol²⁾**

¹⁾ Division of Environmental Forestry Resources, Chungnam National University,

²⁾ Division of Biological Sciences, Chonbuk National University.

ABSTRACT

This study was carried out to investigate soil properties, ordination, and vegetation of the coastal sand dune in Sinduri, Taeon-Gun.

1. The *Orobanchae coeruleascens* and *Ixeris repens* that are a peculiar species were found in Sinduri coastal sand dune and the *Salix purpurea* var. *japonica* that is an endemic species of Korea was found in that place. The plant communities were categorized into seven groups, such as *Rosa rugosa* community, *Vitex rotundifolia* community, *Carex kobomugi* community, *Imperata cylindrica* var. *koenigii* community, *Carex pumila* community, *Artemisia capillaris* community, and *Calamagrostis epigeios* community.

2. The soil organic matter, total nitrogen, available phosphorus concentrations, and cation exchange capacity were lower in the study sites than in forest soil of seashore. There was little difference in soil exchangeable Ca, Mg, and K concentrations between in the study site and in the forest soil of seashore. The soil pH was ranged from 5.69 to 7.63. The soil texture in the study site was sand or loamy sand.

3. The results of the correlation between Sinduri coastal sand dune community and environmental factor are as follows; the soil pH was the most effect to the community distribution, and CEC, total nitrogen, soil organic matter, and the amount of silt in soil have some correlation with community distribution.

* 본 연구는 차세대핵심환경기술개발사업의 연구비 지원(과제번호 052-041-026)으로 수행되었습니다.

Corresponding author : Song, Hokyung, Division of Environmental Forestry Resources, Chungnam National University,
Tel : +82-42-821-5747, E-mail : hksong@cnu.ac.kr

4. The results of the correlation between Sinduri coastal sand dune community and soil characteristics are as follows; the *Calamagrostis epigeios* community was found in area that have high soil moisture content; the *Rosa rugosa* community was found in area that have high soil CEC, organic matter concentration, and total nitrogen concentration, and low soil pH; the *Vitex rotundifolia* community, *Carex kobomugi* community, and *Artemisia capillaris* community were found in area that have low soil CEC, organic matter concentration, and total nitrogen concentration, and high soil pH; the *Imperata cylindrica* var. *koenigii* community and *Carex pumila* community were found in area that have medium soil CEC, organic matter concentration, total nitrogen concentration, and soil pH.

Key Words : *DCCA ordination*, *Plant community*, *Species diversity*.

I. 서 론

충청남도 태안군 원북면에 위치한 신두리 사구는 해안선을 따라 길이 약 3.4km, 폭 0.2~1.3km로 남북 방향으로 길게 형성되어 있다.

바람과 모래가 만들어낸 사구에는 초종용, 갯썩바귀, 갯방풍, 해당화 등 희귀한 식물들이 자생하고 있으며, 생태적 중요성이 인정되어 천연기념물 제431호로 지정되게 되었다(최기학 등, 2004). 이와 같이 해안사구는 생태적 중요성에도 불구하고 빈번한 해안지역의 개발과정에서 대부분의 사구들이 훼손되어 사라질 위기에 처해있다. 해안사구는 해양생태계로부터 내륙생태계로 이행되어 가는 생태적 이행대로서 풍부한 생물 다양성을 내포하고 있지만 관광객 증가와 개발 등의 서식처 교란으로 생물종의 소실이 급진적으로 발생하여 생물상의 변화가 극심한 지역이다(Wilson, 1988).

우리나라의 해안사구에 대한 연구로는 길봉섭과 김정연(1984), 김종홍(1990), 김종홍과 박문수(1994), 이호준(1981), 임양재와 이우철(1976) 등이 해안사구 식생에 대한 종분류학적 연구가 이루어졌으나, 군락생태학적 연구는 미진한 실정이다. 그리고 신두리 해안사구에 관한 연구로는 류호상(2001)의 겨울철 모래이동과 전사구의 지형 변화에 관한 연구와 류완상(2002)의 해안사구의 바람과 비사에 관한 연구, 서종철(2001)의 해안

사구의 지형변화와 퇴적물 수지 및 최기학 등(2004)의 신두리 해안사구에 관한 군락과 종목록을 나열하고 있으며, 태안군(2004)의 신두사구 보전 및 활용방안에 대하여 보고하였으나, 사구 식생과 환경과의 관계를 구명한 연구는 거의 없는 실정이다.

본 연구는 해안사구의 식생과 토양특성, ordination 분석 등을 통하여 해안사구의 효율적인 관리 방안을 제공하는데 있다.

II. 재료 및 방법

1. 조사지 개황

신두리 해안사구는 태안군 원북면에 위치하고 있으며, 대표적인 군락으로는 띠군락, 갯그렁군락, 해당화군락, 순비기나무군락, 통보리사초군락, 산조풀군락, 갯쇠보리군락, 좁보리사초군락 등이 있고, 관속식물로는 69과 274종 35번종 3품종 2교잡종 총 311종류가 출현하고 있다(태안군, 2004).

이 지역의 기온은 서산측후소의 기상자료에 의하면, 연평균기온이 11.2℃, 연평균강수량이 1,150mm로 하계다우형의 기후를 나타낸다. 또한 온량지수 100.1℃·month, 한냉지수 -18.3℃·month로서, 식물구계로 보면 한반도 남부아구에 속한다(이호준 등, 1995).

2. 식생조사

본 조사는 신두리 사구에서 2005년 6월에서 8월 사이에 조사지역의 종목록을 작성하고, 1m×1m 크기의 방형구를 25개소 설치하여, 주요 군락의 종조성을 조사하였으며, 이들 중 11개소에서 토양을 채취하였다.

각 조사구에서 우점도는 Braun-Blanquet(1964)의 7단계 구분을 변형한 9단계 구분(Dierssen, 1990)을 적용하였다.

3. 토양 분석

신두리 사구의 대표적인 식생군락에서 각 1~2개씩 총 11개의 토양을 깊이 0~20cm에서 채취하였으며, 채취된 토양은 자연 건조한 후 토양의 화학적 특성을 분석하였다(농촌진흥청, 2000). 토양 중 유기물함량은 Wakely-Black wet oxidation 법으로 분석하였고 토성은 hydrometer법을 이용하여 sand, silt, clay의 비율을 구한 후 미농무성법에 의해 분류하였다. 토양 pH는 1:5로 분석하였고, 전질소함량은 micro-Kjeldahl법으로, 치환성 K, Ca, Mg, 그리고 Na는 1 M ammonium acetate로 침출 시킨 후 ICP를 이용하여 분석한 후 치환성산도와 함께 양이온치환용량(CEC)을 구하였다. 유효인산은 Lancaster법으로 분석하였다.

4. Ordination 분석

Ordination은 CA(correspondence analysis)의 확장인 DCCA(detrended canonical correspondence analysis)를 사용하였으며(Hill, 1979; Hill and Gauch, 1980), 자료의 분석은 Ter Braak(1987)의 CANOCO program을 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 종다양성

충남 태안군 신두리 해안사구는 원형 그대로 보존되어 있고 종다양성이 풍부한 지역이나 인간의 간섭으로 급속도로 훼손되어 가고 있고 외래

식물도 많이 침입하고 있다. 신두리 해안사구는 갯그렁 군락이 바닷가에 가장 가까이 띠를 이루고 있고 그 안쪽에 다양한 해변식물인 통보리사초, 띠, 갯메꽃, 털갯완두, 모래지치, 산조풀, 갯쇠보리, 좁보리사초, 해당화, 순비기나무, 사철쭉 등이 군락을 이루고 있다. 드물게 나타나는 사구 습지의 물위에 어리연꽃이 군락을 이루며 그 주변에 나도겨풀, 썩사리, 솔방울고랭이, 여뀌, 쇠치기풀, 부처꽃 등이 자라고 있다. 해안사구 주변의 숲은 곱솔(해송)이 우점종을 이루며 교목층을 형성하고, 아교목층 식물은 거의 없고, 관목층으로 떡갈나무, 이스라지, 버드나무, 해당화 등이 분포하며, 초본층에 억새, 질경이, 닭의장풀 등이 자란다.

신두리 해안사구에서 볼 수 있는 특이할 만한 식물은 초종용과 갯씀바귀이며, 한국 특산식물은 키버들 1종이 분포하고 있다. 신두리 해안사구에 분포하는 외래식물은 달맞이꽃이 가장 흔히 분포하며, 숲주변 사구에는 미국자리공과 아카시나무가 침투해 있으며 최근에 도입된 돼지풀, 도깨비가지 등도 볼 수 있다.

2. 주요군락

신두리사구의 식생들은 사구식물군락으로 해당화군락, 순비기나무군락, 통보리사초군락, 좁보리사초군락과 중성식물군락으로 띠군락, 사철쭉군락, 산조풀군락으로 분류되었다(Table 1).

해당화군락은 해당화가 관목층에 우점도 4~5로 출현하고 있으며, 초본층에는 참억새가 우점도 +~2a, 갯그렁이 우점도 1~2a, 달맞이꽃이 우점도 2a, 그 외에 띠, 망초, 갯메꽃, 사철쭉, 명아주, 왕고들빼기, 갈퀴나물, 닭의덩굴이 우점도 +~1로 출현하고 있다. 평균피도는 94%이고 평균출현종은 5.2종이다. 해당화군락은 관목층에 해당화가 밀생되어 있어 초본들의 침입이 어려워 초본층은 대략 5%~10% 정도 차지하고 있었다. 정용규와 김종원(1998)은 해당화군락의 구분종으로 참골무꽃을 들었는데, 본 조사에서는 출현하지

않았다.

순비기나무군락은 통보리사초군락에 포함시킬 수도 있으나, 본 논문에서는 우점도에 따라 구분하였다. 순비기나무군락은 순비기나무가 우점도 4~5로 출현하고 있으며, 그 외에 통보리사초가 우점도 2b, 띠가 우점도 2a, 갯메꽃과 띠가 우점도 +~1로 출현하고 있다. 평균피도는 87.5%, 평균출현종은 5종이고, 순비기나무는 관목이나, 수고가 낮아 초본층만을 점유하고 있었다. 정용규(2000), 정용규와 김원(2000)은 한국의 순비기나무-갯쇠보리군단을 순비기나무-해란초군집, 순비기나무-띠군집, 순비기나무군락으로 구분하였는데, 본 조사에서 출현한 순비기나무군락은 띠가 우점도 2a로 출현하고 있어 순비기나무-띠군집에 해당한다고 할 수 있다. 정용규와 김종원(1998)은 순비기나무군락의 구분종으로 갯쇠보리와 갯완두를 들었는데, 본 조사에서는 갯쇠보리와 갯완두 모두 순비기나무군락에서 출현하지 않았다.

통보리사초군락은 통보리사초가 우점도 2b~4로 출현하고 있으며, 그 외에 갯메꽃이 우점도 +~2b, 갯쇠보리가 우점도 +~2b, 털갯완두가 우점도 2a, 갯그렁이 우점도 2a로 분포하고 있으며, 그리고 모래지치, 갯방풍 등이 우점도 +~1로 출현하고 있다. 평균피도는 87%, 평균출현종은 4.2종이다. 태안군(2004)의 보고서에서는 갯그렁군락을 분류하였는데, 본 연구에서는 통보리사초에 포함시킨 것은 정용규와 김종원(1998)이 통보리사초-갯그렁군집의 상급단위의 구분종으로 갯그렁을 들은 것과, 본 조사에서도 갯그렁이 통보리사초군락과 해당화군락에 주로 출현하고 있으며, 한 조사구에서는 갯그렁 대신 털갯완두가 출현하여 통보리사초군락으로 분류하였으나, 통보리사초-갯그렁군집으로 분류해도 무방하다고 판단된다. 또한 태안군(2004)의 보고서에 나타난 갯쇠보리군락이 분류되지 않은 것은 갯쇠보리가 통보리사초와 함께 출현하는데, 봄에서 여름에는 주로 통보리사초가 우점하고, 가을에는

갯쇠보리가 우점하는 특징에 의하여 갯쇠보리군락도 통보리사초군락에 포함되었다고 판단된다.

띠군락은 사구식생은 아니나, 사구식생이 파괴되는 과정에서 침입한 종으로 신두리사구에서 가장 넓게 분포하고 있는 군락 중의 하나로 띠가 우점도 4~5로 출현하여 대부분을 차지하고 있으며, 이 외에 갯메꽃이 우점도 +~2b, 그리고 망초, 달맞이꽃, 해당화, 사철쭉이 우점도 +~1로 출현하고 있다. 평균피도는 97%, 평균출현종은 3.3종으로 사구군락 중 가장 적었는데, 이는 띠군락이 밀생되어 다른종의 침입이 어려웠기 때문이라고 생각된다.

좁보리사초군락은 좁보리사초가 지형이 약간 오목한 입지에 우점도 4~5로 출현하고 있으며, 그 외에 갯메꽃이 우점도 2b~3, 그리고 망초, 다닥냉이, 달맞이꽃, 사철쭉, 해당화, 떡쭉, 골풀, 띠 등이 우점도 +~1로 출현하고 있다. 평균피도는 85%, 평균출현종은 4.5종이다.

사철쭉군락은 좁보리사초군락에 포함시킬 수 있으나, 우점도에 따라 구분하였다. 사철쭉군락은 사철쭉이 우점도 3으로 출현하고 있으며, 그 외에 털갯완두가 우점도 3, 달맞이꽃이 우점도 +~2b, 좁보리사초가 우점도 2a, 갯메꽃이 우점도 2a로 출현하고 있으며, 그리고 갯방풍, 통보리사초, 다닥냉이, 초종용, 쇠털골, 쭉, 참새귀리, 개밀 등이 우점도 +~1로 출현하고 있다. 평균피도는 83.3%로 사구군락 중 가장 낮았으며, 평균출현종은 6.7종으로 가장 많았다. 출현종이 가장 많은 것은 사철쭉의 우점도가 3 이하로 한 종에 대한 우점도가 상대적으로 낮았으며, 피도가 낮은 것도 새로운 종의 침입이 용이했다는 것과 사구식생이 교란과정에 형성된 군락이기 때문이라고 생각된다. 또한 우리나라의 희귀식물이며, 사철쭉에 기생하는 초종용이 출현하고 있어 보호가 요망된다.

산조풀군락은 지형이 약간 오목한 입지에 산조풀이 우점도 4, 골풀이 우점도 2b~3으로 출현하고 있으며, 이 외에 썩싸리, 부처꽃, 키버들, 띠,

Table 1. Vegetation table of plants in Sinduri coastal sand dune, Taean-Gun.

Running 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	25													
Releve number	7	17	18	3	16	4	19	2	9	15	24	8	1	13	14	21	5	11	20	10	12	25	6	22	23													
Coverage	100	95	95	95	85	90	85	100	70	95	80	90	100	95	95	85	90	80	85	95	70	85	100	95	95													
Species number	4	8	6	4	4	6	4	4	4	5	4	4	3	4	3	8	2	3	5	8	5	7	3	4	4													
<i>Rosa rugosa</i>	5	5	5	5	4	+												+		+																		
<i>Vitex rotundifolia</i>	+		+		5		4																															
<i>Carex kobomugi</i>							2b		2b		2b		4		2b		4		4						+													
<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>			+		1		+		2a		2a		+		+		5		4		4				+													
<i>Carex pumila</i>											2a		4		5		4		4		2a		2a		2a													
<i>Artemisia capillaris</i>	+												+		+		3		3		3																	
<i>Calamagrostis epigeios</i>																							4		4		4											
<i>Juncus effusus</i> var. <i>decipiens</i>																							3		2b		2b											
<i>Calystegia soldanella</i>	+				+		+		+		1		2b		1		2b		+		+		2b		2b		3		+		3		2b		2a		2a	
<i>Elymus mollis</i>	2a		1		2a				5		2a		4		2a																							
<i>Lathyrus japonicus</i> var. <i>aleuticus</i>													2a												3		3											
<i>Miscanthus sinensis</i>	2a		1		+																																	
<i>Ischaemum antheophoroides</i>													2b																									
<i>Messerschmidia sibirica</i>							+		+																													
<i>Erigeron canadensis</i>					+												1		+		1		+															
<i>Oenothera odorata</i>					2a		2a												+		+		+		2b													
<i>Lycopus ramosissimus</i> var. <i>japonicus</i>																							1															
<i>Glehnia littoralis</i>													+												+													
<i>Lepidium apetalum</i>																			+		+																	
<i>Orobanche coerulescens</i>																					+																	
<i>Eleocharis acicularis</i> for. <i>longiseta</i>																					+																	
<i>Gnaphalium affine</i>																	+																					
<i>Lythrum anceps</i>																								+														
<i>Salix purpurea</i> var. <i>japonica</i>																								+														
<i>Vicia tetrasperma</i>																								+														
<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>	+																																					
<i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>	+																																					
<i>Vicia amoena</i>	+																																					
<i>Bilderdykia dumetora</i>	+																																					
<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>																					+																	
<i>Bromus japonicus</i>																					+																	
<i>Agropyron tsukushiense</i> var. <i>transiens</i>																					+																	

얼치기완두 등이 우점도 +~1로 출현하고 있다. 평균피도는 97%, 평균출현종은 3.7종이다.

宮脇과 奥田(1990)은 순비기나무는 해안사구의 전형적인 남방형 식생이고, 해당화는 북방형 식생이라고 하였는데, 두 군락이 같이 출현한 것은 신두리 지역이 남방형식생과 북방형식생의 경계지역이기 때문이라고 생각된다.

정용규와 김종원(1998)은 경북의 해안사구의

초본군락으로 통보리사초-갯그령군집과 통보리사초전형군락을 들고 있는데, 본 조사에서 출현한 초본군락들도 통보리사초-갯그령군집의 상급단위(군강, 군목, 군강)의 표징종인 갯메꽃이 보편종으로 출현하고 있어, 산조풀-골풀군락을 제외하고는 통보리사초-갯그령군집과 통보리사초전형군락에 포함시킬 수도 있으나, 본 연구에서는 식생군락과 환경요인들과의 관계를 규명하는

데 중점을 두어, 식생 구분도 군집으로 나누지 않고 군락으로 구분하였다. 이런 관계로 많은 군락들이 출현한 것이며, 또한 미지형에 따른 입지가 다양하기 때문이라고 생각된다. 또한 정용규와 김종원(1998)의 해안사구 식생과 비교할 때, 출현종이 2~8종으로 적은 것은 조사구당 조사면적에서 차이가 있으며, 우점종의 피도가 높아 다른 종의 침입이 억제되었기 때문이라고 판단된다.

3. 토양 특성

신두리 해안사구 식생 중 해당화군락, 순비기나무군락, 통보리사초군락, 락군락, 좁보리사초군락, 사철쭉군락, 그리고 산조풀군락의 토양을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 식물 성장에 중요한 영향을 미치는 유기물함량은 0.19-1.14%로 분

포하였으며, 군락별로 약간씩의 차이가 있었다. 산림토양의 경우 일반적인 유기물함량이 최소 2% 이상임을 감안할 때 신두리사구의 유기물함량은 매우 낮은 수준이며 이와 같은 결과는 식물체에 의한 토양으로의 유기물 공급이 매우 적었기 때문으로 사료된다.

토양 중 전질소함량은 0.01-0.05%로 분포하였다. 전질소함량 역시 매우 낮은 수준으로 나타났다. 유기물은 토양 중 거의 모든 질소의 공급원(Miller and Donahue, 1990)이기 때문에 이러한 결과는 토양의 유기물함량이 매우 낮았기 때문으로 사료된다. 토양 중 유효인산함량은 9.4-41.4ppm으로 군락별로 다양하게 나타났으며, 유기물함량 및 전질소의 경우처럼 비교적 낮게 나타났다. 이 결과 또한 토양 중 낮은 유기물함량의

Table 2. Soil characteristic of plant communities in Sinduri coastal sand dune, Taean-Gun.

Soil characteristic	<i>Rosa rugosa</i> community	<i>Vitex rotundifolia</i> community	<i>Carex kobomugi</i> community	<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i> community	<i>Carex pumila</i> community	<i>Artemisia capillaris</i> community	<i>Calamagrostis epigeios</i> community
Organic matter(%)	0.99	0.40	0.19	0.47	0.28	0.65	1.14
Total N (%)	0.043	0.011	0.012	0.022	0.012	0.021	0.050
Available P (ppm)	20.3	9.4	9.5	23.9	10.5	41.4	20.6
Exc. K (me/100g)	0.10	0.09	0.10	0.11	0.17	0.23	0.09
Exc. Ca (me/100g)	0.88	0.87	1.98	0.83	0.70	1.19	0.80
Exc. Mg (me/100g)	0.38	0.31	0.37	0.56	0.49	0.19	0.27
Exc. Na (me/100g)	0.06	0.07	0.07	0.07	0.15	0.05	0.08
pH(1 : 5)	5.69	6.98	7.41	6.01	7.62	6.86	6.20
CEC (me/100g)	2.56	1.34	1.52	2.26	1.65	1.90	2.89
Sand	90.3	91.0	90.4	90.1	90.6	92.1	85.3
Silt	1.0	0.4	0.5	1.2	0.5	0.8	3.2
Clay	8.7	8.6	9.1	8.7	8.9	7.1	11.5

영향 때문에 사료된다.

토양 중 치환성 K, Ca, 그리고 Mg 함량은 송호경 등(2000)이 보고한 충남 태안군 근흥면의 해안가에 위치한 산림토양 중 치환성양이온들의 값들과 비교할 때 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 치환성양이온은 군락별로 약간씩의 차이가 있으나 어떤 경향치를 보이지는 않았다. 치환성 Na 함량도 송호경 등(2000)이 보고한 해안가 산림토양에서의 Na 함량 0.18(me/100g)보다 적게 나타났다.

본 조사지역의 토양 pH는 5.69-7.62로 매우 약한 산성에서 중성 토양의 특징을 나타내고 있었다. 이와 같은 결과는 송호경 등(2000)이 보고한 안면도 및 태안군 근흥면의 해안가에 위치한 모감주나무 군락에서의 토양 pH 6.7 그리고 6.9와 비슷한 값을 보였다. 토양 중 양이온치환용량(CEC)은 1.34-2.89로 매우 낮게 나타나서 양분 공급 측면에서 매우 나쁠 것으로 사료된다. 이 같은 결과는 토양 중 유기물함량이 매우 적었고 점토 성분 또한 매우 적었기 때문으로 사료된다. 토성은 모래 성분이 85% 이상인 사토나 양질사토로 나타났다.

4. Ordination 분석

해안사구에 출현하는 군락들은 환경요인에 따라 분포하고 있으며, 군락과 환경요인들과의

관계를 분석하기 위하여 ordination이 많이 이용된다.

25개 plot 중에서 군락에 따라 1~2개의 토양을 분석하였으며, 토양요인을 분석한 11 plot와 11개 plot에서 출현한 20종을 대상으로 12개 환경요인과 DCCA ordination을 실시한 결과를 I/II 평면상에 나타낸 것은 Figure 1과 같다.

Figure 1에서 보는 바와 같이 11개 plot들은 산조풀군락에 의하여 한곳으로 치우친 것을 볼 수 있다. 산조풀군락은 골풀과 함께 출현하고 있으며, 골풀은 흔히 습지에서 출현하는 종임을 감안할 때, 바닷가 해안사구에 출현하는 일반 종들과는 서로 다른 미기후에 의한 종 출현으로 판단되며, 이 군락을 제외하고 분석한 결과는 Figure 2와 같다.

Figure 2에서 보는 바와 같이 6개 군락들은 환경 요인에 따라 분포하고 있으며, 이들 환경요인들과 상관관계를 살펴보면(Table 3), 여러 환경요인들이 군락의 분포와 밀접한 상관관계가 있다는 것을 알 수 있다.

군락의 분포와 환경인자들과의 상관을 보면, pH가 군락의 분포에 크게 영향을 미치고 있음을 알 수 있으며, 이 외에 양이온치환용량, 전질소, 유기물함량 및 토성중의 silt성분이 군락들의 분포와 상관이 있는 것으로 나타났다. 이우철과 전상근(1984)이 서해안의 사구식생의 환경인자와

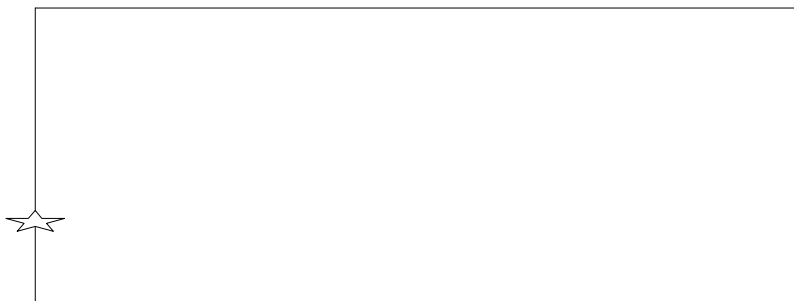


Figure 1. Vegetation data of plants in Sinduri coastal sand dune, Taaan-Gun : DCCA(detrended canonical correspondence analysis) ordination diagram with plots(●, ○, □, ■, △, ▲, ☆).

The plots are : ● = *Artemisia capillaris* community, ○ = *Carex pumila* community, □ = *Carex kobomugi* community, ■ = *Vitex rotundifolia* community, △ = *Rosa rugosa* community, ▲ = *Imperata cylindrica* var. *koenigii* community, ☆ = *Calamagrostis epigeios* community.

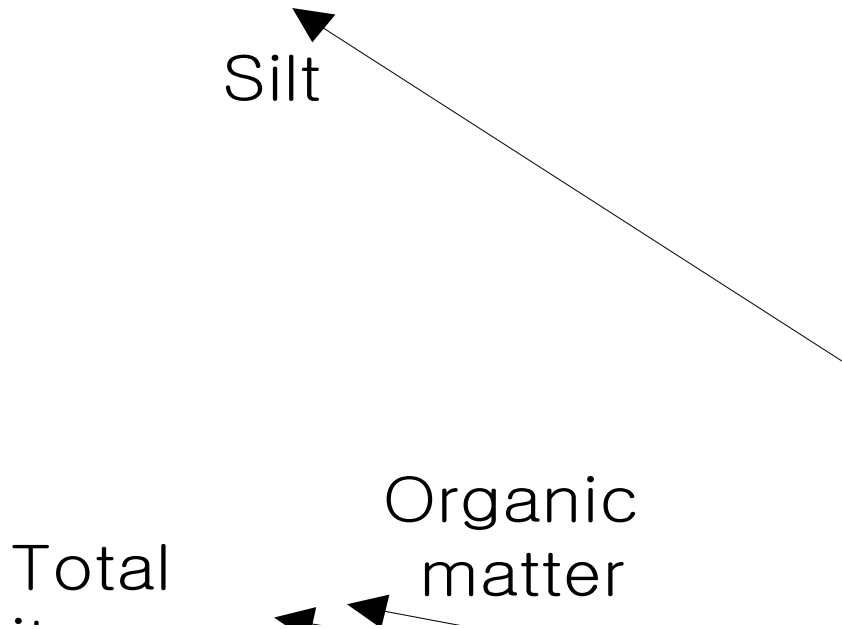


Figure 2. Vegetation data of plants in Sinduri coastal sand dune, Taean-Gun : DCCA(detrended canonical correspondence analysis) ordination diagram with plots(●, ○, □, ■, △, ▲) and environmental variables(arrow). The plots are : ● = *Artemisia capillaris* community, ○ = *Carex pumila* community, □ = *Carex kobomugi* community, ■ = *Vitex rotundifolia* community, △ = *Rosa rugosa* community, ▲ = *Imperata cylindrica* var. *koenigii* community.

식생과의 관계에서 토양의 염분함량이 식생구성 식물의 밀도에 영향을 주는 것으로 보고하였는데, 본 조사에서 염분이 식생분포와 상관이 없는 것으로 나타난 것은 이우철와 전상근의 연구는 해안에서 내륙을 향해 조사구를 설치했기 때문이라고 판단된다.

사구군락들과 토양의 환경요인들과의 상관관계를 보면, Figure 2에서 보는 바와 같이 해당화군락이 다른 군락들에 비하여 양이온치환용량, 전질소, 유기물함량의 양료가 많으며, pH가 낮은 입지에 주로 분포하고 있음을 알 수 있다. 순비기 나무군락, 통보리사초군락, 사철쭉군락은 해당화군락과는 반대로 양이온치환용량, 전질소, 유기물함량의 양료가 적으며, pH가 다소 높은 입지에 주로 분포하고 있음을 알 수 있다. 그리고 띠군락과 좁보리사초군락은 양이온치환용량, 전질소, 유기물함량의 양료가 중간정도이며, pH도 중간정도인 입지에 주로 분포하고 있음을 알 수 있다.

Table 3. The plants data in Sinduri coastal sand dune, Taean-Gun : inter set correlation of environmental variables with the first two axes of DCCA.

Variables	Axis	Correlation coefficients	
		1	2
Organic matter		-0.664*	-0.034
Total nitrogen		-0.706*	-0.036
Phosphorus		-0.192	0.351
K		0.131	0.360
Ca		0.592	0.309
Mg		-0.183	-0.437
Na		0.345	-0.155
pH		0.861**	0.379
Cation exchangeable capacity		-0.732*	-0.089
Sand		0.170	0.132
Silt		-0.658*	0.226
Clay		-0.016	-0.199
Eigenvalue		0.270	0.069

**p<0.01, *p<0.05

IV. 결 론

태안군 원북면 신두리사구의 식생과 토양 및 ordination을 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 신두리 해안사구에서 볼 수 있는 특이할 만한 식물은 초종용과 갯씀바귀이며, 한국 특산식물로는 키버들 1종이 분포하고 있었으며, 식생군락은 해당화군락, 순비기나무군락, 통보리사초군락, 띠군락, 좁보리사초군락, 사철쭉군락, 산조풀군락으로 분류되었다.

2. 식물 성장에 중요한 영향을 미치는 유기물 함량은 0.19-1.14%, 전질소함량은 0.01-0.05%로 매우 낮았으며, 유효인산함량은 9.4-41.4ppm으로 비교적 낮게 나타났다. 그리고 토양 중 치환성 K, Ca, 그리고 Mg 함량은 다른 곳과 비교할 때, 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났으며, 치환성 Na 함량도 비교적 적게 나타났다. 토양 pH는 5.69-7.62으로 매우 약한 산성에서 중성 토양의 특징을 나타내고 있었다. 토양 중 양이온치환용량(CEC)도 1.34-2.89로 매우 낮게 나타났으며, 토성은 모래 성분이 85% 이상인 사토나 양질사토로 나타났다.

3. 군락의 분포와 환경인자들과의 상관성을 보면, pH가 군락의 분포에 크게 영향을 미치고 있음을 알 수 있으며, 이 외에 양이온치환용량, 전질소, 유기물함량 및 토성중의 silt성분이 군락들의 분포와 상관이 있는 것으로 나타났다.

4. 사구군락들과 토양의 환경요인들과의 상관관계를 보면, 산조풀군락은 다른 군락들보다 수분 등 미기후가 다소 차이가 있는 입지에 분포하고 있었다. 그 외에 해당화군락이 다른 군락들에 비하여 양이온치환용량, 전질소, 유기물함량의 양료가 많으며, pH가 낮은 입지에 주로 분포하고 있었으며, 순비기나무군락, 통보리사초군락, 사철쭉군락은 양이온치환용량, 전질소, 유기물함량의 양료가 적으며, pH가 다소 높은 입지에 주로 분포하고 있었다. 그리고 띠군락과 좁보리사초군락은 양이온치환용량, 전질소, 유기물함량의 양

료가 중간 정도이며, pH도 중간 정도인 입지에 주로 분포하고 있었다.

인 용 문 헌

- 길봉섭 · 김정언. 1984. 석모도의 식생. 한국생태학회지 7 : 208-231.
- 김중홍. 1990. 진도의 식생. 한국생태학회지 13 : 33-50.
- 김중홍 · 박문수. 1994. 금오열도의 식생. 한국자연보존협회 조사보고서 32 : 111-137.
- 농촌진흥청. 2000. 토양 및 식물체 분석법. 202p.
- 류완상. 2002. 해안사구의 바람과 비사에 관한 연구(서해안 신두리를 사례로). 서울대학교 대학원 석사학위 논문.
- 류호상. 2001. 겨울철 모래이동과 전사구의 지형변화 : 신두리 해안사구 지대를 사례로. 서울대학교 대학원 석사학위 논문.
- 송호경 · 박관수 · 이선 · 이미정 · 지윤의. 2000. 안면도 및 태안군 근흥면 모감주나무군락의 식생구조 및 토양특성에 관한 연구. 한국환경생물학회지 18(1) : 69-75.
- 서종철. 2001. 서해안 신두리 해안사구의 지형변화와 퇴적물 수지. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
- 이우철 · 전상근. 1984. 한국해안식물의 생태학적 연구(서해안의 사구식생에 관하여). 한국생태학회지 7(2) : 74-84.
- 이호준. 1981. 생일도 식물상에 관한 연구. 한국생태학회지 4 : 80-92.
- 이호준 · 전찬진 · 김중홍 · 전영문 · 전홍학 · 류병혁. 1995. 안면도의 삼림식생. 자연보존 92 : 39-50.
- 임양재 · 이우철. 1976. 주도와 까막섬의 식생. 한국식물학회지 19 : 49-61.
- 정용규. 2000. 한국과일본의 순비기나무군락. 한국생태학회지 23(5) : 383-389.
- 정용규 · 김원. 2000. 한반도 해안염전군락의 분

- 포특성. 한국생태학회지 23(3) : 193-199.
- 정용규 · 김종원. 1998. 경북의 해안사구식생. 한국생태학회지 21(3) : 257-262.
- 최기학 · 김종근 · 이화진 · 전기형 · 2004. 신두리 해안사구. (주)디자인포스트. 203p.
- 태안군. 2004. 신두사구 보전 및 활용방안. 472p.
- 환경부. 2005. 2004 전국해안사구 정밀조사 보고서 (II) : 섬지코지, 협재, 사계(식물-김인택, 박기현). pp. 301-329.
- 宮脇昭 · 奥田重俊. 1990. 日本植物群落圖説. 至文堂. 東京. 800p.
- Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie. 3. Auflage. Wien, New York. 865p.
- Dierssen, K. 1990. Einführung in die Pflanzensoziologie. Akademie-Verlag Berlin. 241p.
- Hill, M. O. 1979. DECORANA-A FORTRAN Program for Detrended Correspondence Analysis and Reciprocal Averaging. Ithaca, N.Y. Cornell Univ. Press.
- Hill, M. O. and H. G. Jr. Gauch. 1980. Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique. Vegetatio 42 : 47-58.
- Miller, H. G. and R. L. Donahue. 1990. Soils. An introduction to soils and plant growth. Prentice-Hall. N.J. 768p.
- Ter Braak, C. J. F. 1987. CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis(version 2.1). TNO Institute of Applied Computer Science, Statistics Department, Wageningen, The Netherlands.
- Wilson, E. O. 1988. Biodiversity. National Academy Press, Washington, D.C. 521p.

接受 2005年 10月 15日