

부산광역시 해안사구의 식물다양성과 식생 특성

박지원·이승연·이응필·김의주·박재훈·이정민·김민주·노재영·한동욱*·유영한[†]

공주대학교 생명과학과

*사단법인 에코코리아

Studies on the Characteristics of Vegetation and Plant Diversity of Coastal Sand Dune in Busan Metropolitan City

Ji-Won Park·Seung-Yeon Lee·Eung-Pill Lee·Eui-Joo Kim·Jae-Hoon Park·Jung-Min Lee·Min-Joo Kim·
Jae-Yeong No·Dong-Uk Han*·Young-Han You[†]

Department of Life Science, Kongju National University, Korea

*ECO Korea, Korea

(Received : 14 April 2020, Revised : 28 April 2020, Accepted : 28 April 2020)

요약

해안사구는 해양생태계와 내륙생태계의 전이대적인 성격을 가지고 있으며 풍부한 생물다양성을 내재하고 있지만, 간척, 매립, 관광객 증가 등의 서식처 교란으로 인해 고유생태계가 크게 훼손되고 있다. 본 연구는 부산광역시의 7개 해수욕장에서 식물상, 식생을 조사하고 경관구조를 분석하였다. 그 결과, 부산시 해안사구의 관속식물상은 57과 140속 162종 15변종 1품종의 178분 류군으로 확인되었다. 7개 해수욕장 중 4개(57%)에서 자연식생이 전혀 발견되지 않을 정도로 식생경관이 훼손되어 있었다. 해안사구식생은 좁보리사초군락, 통보리사초군락이 우점하였다. 염생식물과 귀화식물은 각각 18분류군(전체 출현종 10%), 40분 류군(전체의 22%)이었다. 가장 넓은 면적을 이루는 식생은 염습지의 갈대군락이었고, 염생식물 종수는 습지면적이 증가함에 따라 증가하였다. 이것은 이 지역의 고유한 식물다양성을 유지하기 위해서는 염습지의 유지와 관리가 중요함을 뜻한다.

핵심용어 : 경관분석, 교란, 상관관계, 습지, 염생식물

Abstract

The coastal sand dunes have transitional characteristics of marine and inland ecosystems, and they have abundant biodiversity. This study investigated flora and vegetation and analyzed the landscape structure at seven beaches in Busan metropolitan city. As a result, the vascular species of the coastal sand dunes in Busan were identified as 178 taxa of 140 families. Vegetation landscape was damaged to the extent that no natural vegetation was found in 4 of 7 beaches (57%). The coastal dune vegetation was dominated by the *Carex punila* community and *Carex kobomugi* community. The halophyte and invasive alien species were classified into 18 taxa (10% of all species) and 40 taxa (22% of all), respectively. The vegetation that made up the largest area was the *Phragmites communis* community of the salt marsh, and the species number of halophyte increased as the wetland area increased. This means that the maintenance and management of salt marshes is important to conserve the unique plant diversity of the region.

Key words : Correlation, Disturbance, Halophytes, Landscape analysis, Wetland

[†] To whom correspondence should be addressed.

Department of Life Science, Kongju National University, Korea
E-mail: youeco21@kongju.ac.kr

- Ji-Won Park Department of Life Science, Kongju National University, Korea / Graduate student (ecopark@kongju.ac.kr)
- Seung-Yeon Lee Department of Life Science, Kongju National University, Korea / Other (ecolee21@kongju.ac.kr)
- Eung-Pill Lee Department of Life Science, Kongju National University, Korea / Other (lyp2279@kongju.ac.kr)
- Eui-Joo Kim Department of Life Science, Kongju National University, Korea / Graduate student (euijoo@kongju.ac.kr)
- Jae-Hoon Park Department of Life Science, Kongju National University, Korea / Ph.D. candidate (kn5314@naver.com)
- Jung-Min Lee Department of Life Science, Kongju National University, Korea / Graduate student (jmxgonzo@naver.com)
- Min-Joo Kim Department of Life Science, Kongju National University, Korea / Graduate student (ecozoo@kongju.ac.kr)
- Jae-Yeong No Department of Life Science, Kongju National University, Korea / Graduate student (jayung93@naver.com)
- Dong-Uk Han Ecokorea / Executive director (ecoguideuk@gmail.com)
- Young-Han You Department of Life Science, Kongju National University, Korea / Professor (youeco21@kongju.ac.kr)

1. 서 론

해안사구(coastal sand dune)는 해류와 연안류에 의해 운반된 해변의 모래가 바람에 의해 내륙으로 다시 운반되어 해안선을 따라 평행하게 쌓인 모래언덕으로서(ME, 2002; Oh et al., 2005) 해안지역의 특성과 내륙지역의 특성이 공통으로 나타나는 생태적 전이대(ecotone)이다(Kim and Hong, 2009). 이러한 해안사구는 태풍과 해일 등에 의해 유실된 모래를 사빈으로부터 공급받고 모래를 다시 사빈으로 공급함으로써 해안선과 배후지역을 보호하며(ME, 2002), 해안사구의 식생군락은 태풍과 해일로부터 해안선과 배후 농경지를 보호하는 역할을 한다(Kutiel et al., 1999). 그리고 사구지대의 담수는 바닷물과의 밀도 차에 의해 바닷물이 육지로 침입하는 것을 방지하여 육상의 담수생태계를 보호한다(ME, 2002).

해안사구는 경제성장과 더불어 해안생태계의 개발로 인한 침식, 간척, 매립, 그리고 관광객 증가 등의 서식지 교란으로 인한 생물종의 소실이 급진적으로 발생하는 지역이다(Van der maarel, 1971; Wilson, 1988). 특히 해안사구는 외부의 영향에 민감하게 반응이 나타나는 지역으로 약간의 교란이 발생해도 급진적인 식생군락의 파괴가 나타나는 지역이다(Wilson, 1988; Beon and Park, 2002). 하지만 최근 해안사구는 관광객의 급증에 따라 사구 내에 옹벽 및 시설물 설치 등의 인위적인 간섭으로 인해 자연식생이 감소하고 침입종이 증가하고 있으며, 이는 해안사구의 생물상 및 식생 변화, 기능 파괴, 그리고 경관 분포 변화 등의 부정적 결과를 야기하고 있다(Ihm et al., 1999; Jones et al; Grunewald, 2006; Cho, 2019). 이러한 결과는 경관생태학적 분석 등의 연구를 통해 규명이 가능하다(Williams et al., 2001). 경관규모에서의 사구에 대한 생물다양성 모니터링과 생태계 평가에 대한 연구는 전세계적으로 많이 진행되고 있으며(Roy and Tomar, 2000; Nigel et al., 2001; Beaver et al., 2006), 이러한 연구를 바탕으로 해안사구의 보존방법과 관리를 위한 연구가 진행되고 있다(Carboni et al., 2009).

최근 한국의 해안사구 역시 자연적인 변화보다는 인간의 직접적인 활동으로 인해 사구경관 및 생태계가 변화하고 있으며(Kim and Hong, 2009), 이로 인해 우리나라에서도 해안사구의 생태에 대한 관심이 고조되고 있다(Choi et al., 2006). 우리나라의 해안사구에 대한 국내 연구(Choi et al., 2006; Kim and Kim, 2006; Cheong et al., 2013; Kim et al., 2015; Cho, 2019)는 해안사구 지역에 대한 식물상, 식생 및 식물종 침입에 의한 종조성 등 식물종에 관한 연구가 지속적으로 진행되어왔다. 하지만 우리나라 해안사구의 해수욕장 이용으로 인한 면적 변화와 식물종 변화 사이의 관계를 분석하는 등의 경관생태학적인 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 부산광역시 해수욕장에 대해 GIS를 이용한 경관생태학적 분석과 생물종 다양성 연구를 통하여 부산지역 해수욕장의 생태적 특성 및 관리방안 제시와 해안사구 연구의 기초 자료로 활용될 것을 기대한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상지

본 연구의 대상지역은 부산광역시에 위치한 다대포해수욕장, 송도해수욕장, 광안리해수욕장, 해운대해수욕장, 송정해수욕장, 일광해수욕장, 그리고 임랑해수욕장 총 7개 해수욕장을 대상으로 진행하였다(Fig. 1). 부산의 평균 기온, 강수량, 풍속을 확인한 결과, 2007년부터 조사시기인 2017년까지 평균기온 15.1℃, 평균풍속 3.3%, 평균강수량 1465.1mm이었다(KMA, 2017). 조사시기인 3월부터 8월까지의 강수량 및 기온을 확인한 결과, 월 평균강수량은 7월의 강수량이 가장 많았으며, 월 평균기온은 3월부터 증가하는 추세를 보였다(Fig. 2).

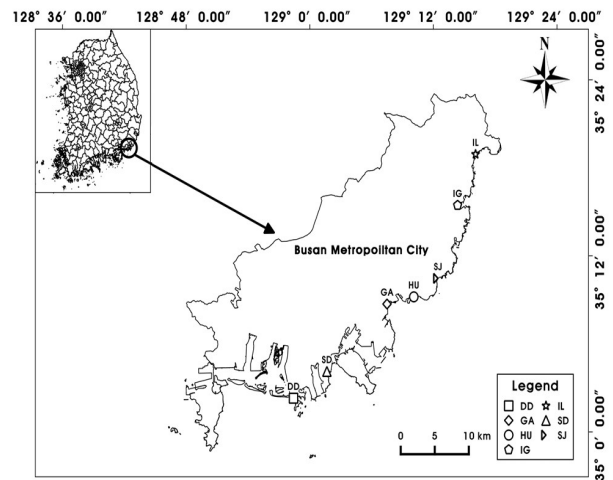


Fig. 1. Studied area map of coastal sand dune in Busan metropolitan city(DD : Dadaepo, SD : Songdo, GA : Gwangalli, HU : Haeundae, SJ : Songjung, IG : Illgwang, IL : Imlang).

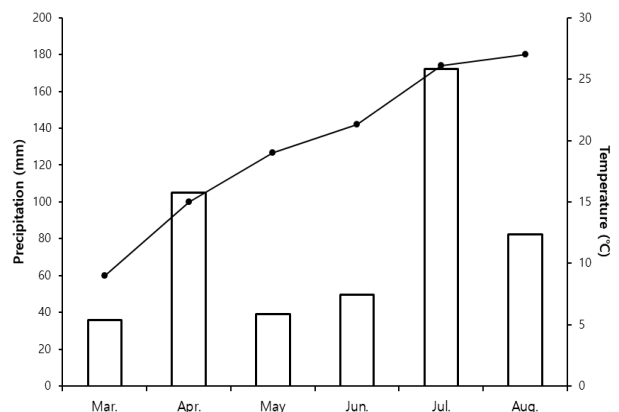


Fig. 2. Monthly precipitation and temperature during the study period in Busan metropolitan city.

2.2 식물상 조사

본 조사는 2017년 3월부터 8월까지 연구대상지 7개 해수욕장마다 2~3회에 걸쳐서 현장조사를 수행하였다. 현장조사를 통하여 확인된 모든 관속식물상을 기록하였다. 현장에서 동정

하지 못한 식물은 채집 후 표본제작 및 실내 동정을 실시하였다. 모든 식물종의 동정은 이창복(Lee, 2003)의 원색대한식물도감, 김은규(Kim, 2013)의 한국의 염생식물, 박수현(Park, 2009)의 한국의 귀화식물도감, 그리고 류태복(Ryu, 2012)의 한국 귀화식물상의 생태분류를 참고하였다.

2.3 현존식생도

각 해수욕장의 식생도를 작성할 항공사진은 1/1,000 축척을 이용하였으며 식생도 상에 그리는 최소 우점군락의 크기는 10 m²로 하였다. 현존식생도 작성시 1/10,000~20,000 축척으로 작성하였다. 항공사진 위에 우점군락의 면적을 그릴 때에는 지형물을 이용하여 그 지점의 식생이 가장 잘 보이는 곳을 선택하여 정확하게 그리도록 하였다. 현장조사를 통하여 자연식생, 식재지, 인공지역, 습지, 인공초지, 그리고 나지사구에 나누었으며, 자연식생은 종별로 분할하여 우점군락 명으로 표시하였다. 현장조사에서 항공사진 위에 작성한 식생도는 스캐너를 이용하여 그림 파일로 컴퓨터에 전송하였다. 전송된 식생도는 자료의 통일성을 위하여 지리정보시스템(GIS) 프로그램(Qgis 2.14.6)을 이용하여 shape 또는 geodatabase 파일 형태로 작업하였으며, 완성된 식생도는 범례별 면적을 산출한 뒤 축척, 방위, 범례 등을 포함하여 JPEG 등의 그림파일로 레이아웃 하였다.

2.4 통계분석

Kolmogorov-smirnov test를 통해 정규성 검정을 하였으며, 그 결과 정규분포를 따르지 않아(p<0.05) 비모수 통계 분석(Nonparametric analysis)을 실시하였다. 연구지점의 총 종수, 염생식물 종수, 귀화식물 종수, 그리고 식물구계학적 특정식물 종수(모든 등급 포함)와 자연식생 면적, 식재지 면적, 인공지역 면적, 사구지역 면적, 그리고 습지 면적간의 상관관계를 알아보기 위해 비모수통계분석 중 Spearman의 순위상관계수를 통한 상관분석(correlation analysis)을 5% 유의수준에서 시행하였다. 상관분석은 분석패키지 STATISTICA7(Statsoft, Inc., Tulsa, OK, USA)을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 식물상

부산광역시 해수욕장 일대의 총 관속식물은 57과 140속 162종 15변종 1품종, 178분류군으로 확인되었다. 이들 중 국화과 31종, 벼과 19종, 콩과 11종, 장미과 9종, 마디풀과 8종, 명아주과 6종, 현삼과 5종 등 7개의 과에 속한 분류군이 반을 차지하였다. 본 연구지역은 변행초속(Tetragonia), 순비기나무속(Vitex), 나문재속(Suaeda), 돈나무속(Pittosparum), 다정콩나무속(Raphiolepis), 식나무속(Aucuba) 털머위속(Farfugium) 등이 분포하였으며, 속별분포 유형은 평지형(Lowland type)과 난대형(Warm temperate type)에 속한다(Lee and Yim, 1978).

염생식물은 10과 15속 18종 18분류군으로 전체 출현종 중 10.1%를 나타냈다. 부산지역 해수욕장에 출현한 염생식물은 Lee et al.(2019)의 의해 기재된 강원도(24분류군), 경상북도(23분류군)에 분포하는 염생식물에 비해 적은 종수가 관찰되었으나, 부산지역 해수욕장에 출현한 18분류군에서 15분류군이 강원도, 경상북도에서 관찰된 동일종으로 확인되었다. 이는 부산지역 해수욕장이 강원도와 경상북도와 같은 동해의 영향권에 있는 것으로 판단된다.

Shim et al.,(2009)은 동해안은 간석지 발달이 매우 미약하기 때문에 나문재속(Suaeda)식물이 분포하지 않는 것이 특징이라고 하였다. 부산지역의 해수욕장은 동해안의 영향에 있지만, Jang et al.(2013)에 따르면 나문재는 모래의 비율이 매우 높은 지역에 서식한다고 하였다. 이를 통하여 나문재의 출현은 해류의 영향보다 토성의 영향을 더 받는 것을 판단된다.

귀화식물은 14과 32속 39종 1변종 40분류군이 확인되었다. 본 조사지역은 주로 해수욕장으로 이용되고 있어, 관광객들의 증가와 시설물 설치로 인하여 귀화식물이 더욱 늘어날 것으로 예상되며 특히, 부산지역 해수욕장 일대에서 출현한 단풍잎돼지풀, 큰이삭풀, 울산도깨비비늘, 큰도꼬마리, 유럽접나도나물, 콩다닥나물, 미국가막사리, 가시상추 등은 귀화도가 4등급 이상이면서 이입시기가 3기로서 전국으로 빠르게 확산될 우려가 높은 귀화식물로 지속적인 모니터링이 필요하다(Lee et al., 2011). 그리고, 더 이상 분포지역을 넓히는 것을 방지하기 위해서 해수욕장 일대의 귀화식물에 대한 관리가 필요할 것으로 판단된다.

3.2 사구식생

7개 해수욕장 중 4개(57%)에서 자연식생이 전혀 발견되지 않을 정도로 식생경관이 훼손되어 있다(Table 1). 자연식생은 다대포, 일광, 임랑해수욕장에서 발견되었고, 경관요소는 해수욕장에 따라 매우 상이한 분포를 보였다(Table 1). 부산광역시 해수욕장의 경관분포 면적은 나지사구<인공지역>식재지>자연식생>수역>인공초지 순으로 낮았다. 송도, 광안리, 해운대, 송정해수욕장의 자연식생은 전혀 분포하지 않았고, 식생피복이 되어 있지 않는 나지사구의 비율이 높았다. 해운대해수욕장에서는 인공초지 잔디가 유일하게 분포하였다. 일광, 임랑해수욕장은 나지사구에 식물군락이 분포함에도 나지사구의 면적비율이 매우 높게 나타났다. 인공지역은 7곳의 해수욕장 모두 분포하였으며, 나지사구 다음으로 가장 넓은 분포비율을 보였다.

전체의 자연식생군락의 면적은 갈대군락>좁보리사초군락>통보리사초군락>갈대-갯메꽃군락>해당화군락>환삼덩굴-호밀풀군락>갯메꽃군락>강아지풀-닭의장풀군락>잔디-명아주군락>변행초군락>갯개미취군락>미국가막사리-환삼덩굴군락 순으로 분포하였다. 다대포, 일광, 임랑해수욕장에서는 다른 해수욕장에서는 분포하지 않은 경관요소인 습지가 소규모로 분포하였고, 다른 해수욕장에서 보이지 않은 자연식생이 분포하였다(Fig. 3). 이는 해안의 습지가 자연식생의 유지에 중요한 서식처임을 나타내는 것이다.

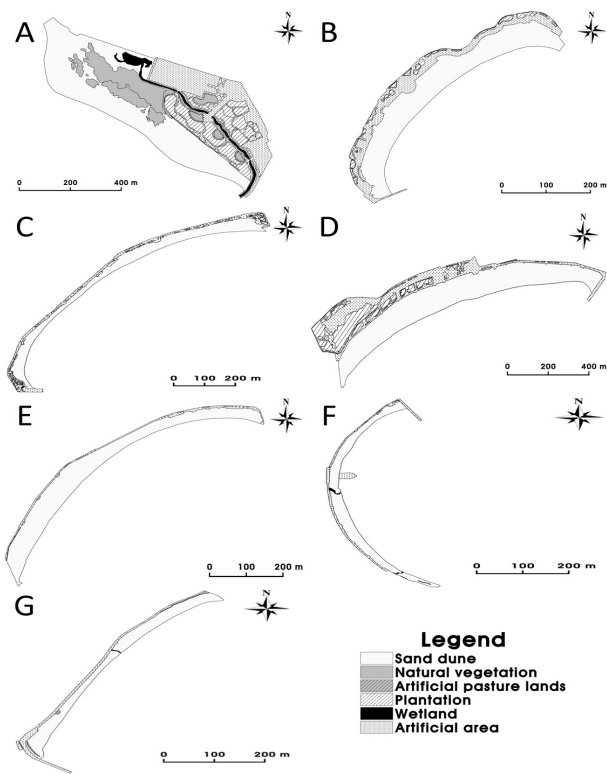


Fig. 3. Actual vegetation map of coastal sand dune in Busan metropolitan city. A:Dadepo, B:Songdo, C:Gwangalli, D:Haeundae, E:Songjung, F:Ilgwang, G:Imlang

사구식물은 방문객들의 이용 등 인간에 의한 인위적 답압은 해안사구 식물에 특히 민감하다(Andersen 1995; Lemauviel and Rozé, 2003; Kerbiriou et al., 2008; Santoro et al., 2012; Farris et al., 2013; Fenu et al. 2013). 이에 따라 방문객들의 이용으로 인한 인위적인 답압이 식물군락의 분포가 제한되는 요인으로 생각된다. 다대포해수욕장은 부산지역 해수욕장 중 네 번째로 많은 방문객이 이용한 곳이지만 가장 넓은 자연식생 군락을 형성하였다. 많은 방문객들의 의해서 인위적 답압이 있지만, 현재 다대포해수욕장의 이용은 해수욕장 하부에 집중되어 있어 상대적으로 인위적 답압에 의한 식물성상 저해가 낮아 상부에 대규모 식물군락이 형성된 것으로 생각된다. 일광, 임랑해수욕장은 방문객들의 방문수가 20만명 이하인 지역으로 다른 해수욕장에 비해 이용객의 수가 현저하게 적다. 이는 일광, 임랑해수욕장이 부산 도심지에서 상대적으로 거리가 있어 이용을 위한 접근성이 다른 해수욕장에 비해서 떨어지기 때문이라고 생각된다. 자연식생이 나타나지 않은 4개 해수욕장은 방문객 수가 전체의 약 83%를 차지하였다. 이를 통하여 부산광역시 해수욕장의 군락형성의 저해되는 요인은 많은 방문객들로 인한 인위적인 답압이 사구식물의 군락형성에 저해되는 요인이라고 생각된다.

부산광역시 해안사구는 해수욕장으로 이용되고 있어 방문객들의 이용으로 인한 인위적 교란이 이루어지는 지역이다. 각 해수욕장의 자연식생 군락은 다대포해수욕장, 일광해수욕장, 임랑해수욕장에서만 분포하였다. 다대포해수욕장에 분포하는

Table 1. Landscape element and plant communities of coastal sand dune in Busan metropolitan city.

Landscape element		Name of coastal beach							Total
		Dadepo	Songdo	Gwangalli	Haeundae	Songjung	Ilgwang	Imlang	
Natural vegetation (m ²)	<i>Phragmites communis</i> community	26,980	-	-	-	-	-	-	26,981
	<i>Carex pumila</i> community	13,341	-	-	-	-	-	-	13,341
	<i>Carex kobomugi</i> community	2,088	-	-	-	-	-	-	2,088
	<i>Phragmites communis</i> - <i>Calystegia soldanella</i> community	-	-	-	-	-	-	250	250
	<i>Rosa rugosa</i> community	191	-	-	-	-	-	-	191
	<i>Humulus japonicus</i> - <i>Lolium perenne</i> community	-	-	-	-	-	-	136	136
	<i>Calystegia soldanella</i> community	122	-	-	-	-	12	-	134
	<i>Setaria viridis</i> - <i>Commelina communis</i> community	-	-	-	-	-	-	85	85
	<i>Zoysia japonica</i> - <i>Chenopodium album</i> community	-	-	-	-	-	74	-	74
	<i>Tetragonia tetragonoides</i> community	-	-	-	-	-	55	-	55
	<i>Aster tripolium</i> community	-	-	-	-	-	-	27	27
	<i>Bidens frondosa</i> - <i>Humulus japonicus</i> community	-	-	-	-	-	17	-	17
	Subtotal(m ²)	42,722 (13%)	-	-	-	-	158 (1%)	497 (2%)	43,377 (9%)
Plantation(m ²)	55,232 (17%)	4,419 (8%)	6,036 (8%)	34,703 (16%)	811 (1%)	67 (1%)	-	101,268 (6%)	
Artificial Grassland(m ²)	-	-	-	1,661 (1%)	-	-	-	1,661 (1%)	
Naked sand area(m ²)	134,967 (43%)	35,747 (66%)	50,282 (68%)	129,664 (61%)	49,481 (90%)	19,072 (78%)	16,572 (75%)	435,785 (56%)	
Wetland(m ²)	11,725 (4%)	-	-	-	-	241 (1%)	45 (1%)	12,011 (2%)	
Developed area(m ²)	72,351 (23%)	14,126 (26%)	17,349 (24%)	48,080 (22%)	4,882 (9%)	4,636 (19%)	4,886 (22%)	166,310 (22%)	
Total(m ²)	316,996 (100%)	54,292 (100%)	73,666 (100%)	214,107 (100%)	55,174 (100%)	24,172 (100%)	21,999 (100%)	760,406 (100%)	

통보리사초군락은 자연상태에서 발아율이 낮으며(Ishikwa et al., 1993), 대부분은 지하경에 의해 번식하기 때문에(Nobuhara 1967; Nobuhara and Miyazaki 1974; Sasaki 1987) 지하경의 생산은 군락을 유지하는데 중요하다(Min, 2004). 이러한 서식 환경에 분포하는 통보리사초는 방문객들의 이용에 의한 답압이 분포에 영향을 주었을 것으로 생각된다. 또한, 좁보리사초가 넓은 군락을 형성하였는데, 좁보리사초군락은 불안정사구에 안정사구에 이르기까지 분포하는 다년생초본으로 발달된 지하경을 통하여 사구의 토양을 안정시키는 역할을 한다(Kim and Ihm, 1988). 또한, 인간의 간섭이 많은 장소에서 답압에 견디는 능력은 통보리사초군락보다 뛰어나다(Lee and Kim, 2000). 이러한 입지조건의 영향으로 넓은 군락을 형성한 것으로 생각된다. 갯메꽃군락은 다른 군락에 비해서 소규모군락이 분포하였는데, 갯메꽃군락은 좁보리사초군락의 바깥쪽으로 인간의 답압 등 인위적인 교란이 적고 작은 모래언덕을 형성한 지역에 주로 분포한다(Lee and Kim, 2000). 부산지역의 해안사구가 해수욕장으로 이용되는 만큼 인간의 답압으로 인한 갯메꽃군락의 분포가 제한된 것으로 생각된다.

3.3 식생경관 분석

부산지역 해수욕장의 식물종의 특성 중 귀화종을 제외한 총 식물 종수, 염생식물 종수와 식물구계학적 특정식물 종수는 경관요소와 양의 관계를 보였다(Table 2). 전체 해수욕장의 총 식물 종수는 자연식생면적($r=0.8442$)과 습지면적($r=.8426$)이 증가하면 이에 비례하여 증가하였다. 염생식물 종수는 습지면적($r=.8372$)이 증가하면 이에 비례하여 증가하였다. 식물구계학적 특정식물 종수는 식재림($r=.9104$)이 증가하면 이에 비례하여 증가하였다. 이처럼 식재림에서 특정식물 종수와 양의 관계가 나온 것은 식재된 특정식물이 많이 출현하기 때문이다(Appendix).

부산지역 해수욕장에 분포하는 습지의 유무는 염생식물 종수의 증가함에 따라 이에 정비례하는 경향을 나타내었다. 염생식물은 염분의 농도가 낮은 담수가 유입되는 주변부와 지하수 유입의 가능성이 높은 내륙과 인접한 지역에서 염생식물군락을 형성한다(Jang et al., 2013). 특히, 다대포해수욕장의 습지는 해수까지 연결되어 있는 수로가 존재하며, 일광해수욕장과 임랑해수욕장은 내륙에서 내려오는 담수가 사구를 중심으로 가로지르며 수로가 형성되어 있다. 이러한 습지 및 수로의 분포는 인한 담수의 유입은 염생식물의 군락을 형성한다. 다대포해수욕장의 경우 해수욕장 상단부에 하수도가 있으며 이를 통하

여 담수가 유입된 것으로 생각된다. Lee et al.(2014)에서 담수를 유입하는 수로채널을 조성한 후 갈대군락의 분포가 늘었다는 결과를 볼 때, 담수의 유입으로 인하여 갈대가 넓은 군락을 형성한 것으로 보인다. 또한, 높은 염분, 물 부족, 빠른 지형변화 등 열악한 서식환경을 가지는 모래사구 지역은 내륙식물들의 생육에 제한되는 지역으로 이러한 지역에 염생식물이 분포함으로써 총 종수의 증가가 이루어진 것으로 판단된다.

현재 부산지역 대부분의 해수욕장은 방문객의 이용과 휴식처 제공을 위한 공원이 조성되어 있다. 해수욕장 배후에 조성된 공원은 곶술, 느티나무, 후박나무, 남천, 왕벚나무, 먼나무, 후피향나무, 주목, 다정큼나무, 돈나무, 회양목, 사철나무, 동백나무 등 휴식처와 미관의 증진을 위한 교목 및 관목 등 많은 수목을 식재하여 식재림을 조성하였다. 이러한, 식재식물 등의 대부분은 식물구계학적 특정식물로서 식재림 면적의 증가는 식물구계학적 특정식물 종수의 증가로 이어진 것으로 생각된다.

4. 결 론

본 연구는 부산광역시 7개의 해수욕장에 대해서 식물종 다양성 및 경관생태학적 분석 연구를 통하여 부산지역 해수욕장의 생태적인 특성과 종 다양성을 확인하기 위하여 2017년 3월부터 8월까지 부산지역 해수욕장 일대를 조사하였다.

조사 결과, 출현한 식물상은 57과 140속 162종 15번종 1품종, 178분류군이 확인 되었으며, 전체 출현종 중 10.1%가 염생식물로 확인 되었다. 귀화식물은 총 40분류군이 확인되었으며, 돼지풀, 단풍잎돼지풀, 가시상추, 양미역취 등 생태계 교란종 식물이 출현하였다. 7곳의 해수욕장의 경관분포 면적은 나지사구>인공지역>식재지>자연식생>수역>인공초지 순으로 낮았으며, 다대포해수욕장, 일광해수욕장, 그리고 임랑해수욕장을 제외하고는 자연식생군락은 분포하지 않았다. 이는 대부분의 해수욕장이 도심지와 인접하여 관광객, 주민 등이 해수욕장을 이용하기 때문에 인간간섭으로 인한 인위적인 영향이 큰 것으로 판단된다.

부산지역 해수욕장의 경관요소와 식물상의 특성을 비교 분석한 결과, 전체 해수욕장의 총 식물종수는 자연식생면적과 습지면적, 염생식물 종수는 습지면적, 식물구계학적 특정식물 종수는 식재림에 비례하여 증가하였다. 이를 통하여 습지의 유무가 염생식물 종수의 영향을 주며, 염생식물의 증가를 통하여 전체 식물종 다양성의 증가가 이루어진 것으로 판단된다. 식물구계학적 특정식물의 증가는 시민들의 휴식처를 식재림 식

Table 2. Spearman's rank correlation between kinds of species number and landscape element of coastal sand dunes area in Busan metropolitan city

Number of species	Area of landscape element				
	Natural vegetation	Plantation	Developed	Naked sand	Wetland
Total plants	.84*	.26	-.17	-.41	.84*
Halophytes	.75	.10	-.34	-.24	.83*
Invasive alien plants	.55	-.21	-.51	.05	.58
Floristic regional indicator plants	.46	.91**	.28	-.73	.39

($p < 0.05$: *, $p < 0.01$: **)

물 대부분이 왕벚나무, 돈나무, 먼나무, 다정큼나무 등 식물구계학적 특정식물의 조성이 식재림의 증가에 따른 식물구계학적 특정식물 종수의 증가로 이어진 것으로 판단된다.

따라서 부산지역 해수욕장의 종 다양성과 관리방안을 위해서는 습지보호를 통해서 염생식물군락의 유지와 이용객들의 이용으로 인한 인위적 간섭을 방지하기 위해서 기존의 군락에 대한 보호가 필요하다고 판단된다.

사 사

이 논문은 2018년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. NRF-2018R1D1A1B07050269)

References

- Andersen U, V (1995). Resistance of Danish coastal vegetation types to human trampling, *Biol Conserv*, 71(3), pp. 223–230. [DOI : [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(94\)00031-K](https://doi.org/10.1016/0006-3207(94)00031-K)]
- Beever, E, A, Swihart, R,K, and Bestelmeyer, B,T (2006). Linking the concept of scale to studies of biological diversity : evolving approaches and tools, *Diversity and Distributions*, 12(3), pp. 229–235. [DOI : <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2006.00260.x>]
- Beon, MS, and Park JM(2002). A study on flora and biotope conservation of the sand dune in Ui-Island, Korea, *J. of Korean. Ins. For. Rec.*, 6(4), pp. 93–101. [Korean Lirerature]
- Carboni, M, Carranza, M,L, and Acosta, A (2009). Assessing conservation status on coastal dune : A multiscale approach, *Landscape and Urban Planning*, 91(1), pp. 17–25. [DOI : <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.11.004>]
- Cheong, JH, Chae, JH, Lee, SH, and Kim, BH(2013). Halophyte flora and vegetation of four seashore sites in Jeju-do, *J. of Korean Island*, 25(3), pp. 91–106. [Korean Lirerature]
- Cho, YE(2019). A study on the species compositional changes of coastal sand dune vegetation by invasive species : In five coastal sand dunes on Jin-do Island, on Wan-do Island, and in Haenam-gun, *J. of Korean Island*, 31(4), pp. 394–416. [Korean Lirerature]
- Choi, CH, Seo, BS, Park, WJ, and Park, SH(2006). The flora of coastal dune area in Shinduri, Korea, *Korean J. of Plant Res*, 19(2), pp. 209–217. [Korean Lirerature]
- Farris, E, Pisanu, S, Ceccherelli, G, and Filigheddu, R (2013). Human trampling effects on Mediterranean coastal dune plants, *Plant Biosyst*, 147(4), pp. 1043–1051. [DOI : <https://doi.org/10.1080/11263504.2013.861540>]
- Fenu, G, Cogoni, D, Ulian, T, and Bacchetta, G (2013). The impact of human trampling on a threatened coastal Mediterranean plant : the case of *Anchusa littorea* Moris (Boraginaceae), *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 208(2), pp. 104–110. [DOI : <https://doi.org/10.1016/j.flora.2013.02.003>]
- Grunewald, R.(2006). Assessment of damages from recreational activities on coastal dunes of the southern Baltic Sea, *J. of coastal research*, 22(5), pp. 1145–1157. [DOI : <https://doi.org/10.2112/05-0464.1>]
- Ishikawa, S,I, Furukawa, A, Okuda, T, and Oikawa, T (1993). Germination requirements in *Carex Kobomugi*(Sea Isle), *J. of Plant Research*, 106, pp. 240–244. [DOI : <https://doi.org/10.1007/BF02344592>]
- Ihm, BS, Lee, JS, Kim, HS, Kim, JW, and Lee, SH(1999). Studies on the vegetation distribution and standing biomass at the coastal sand dune of Pusan, *Bulletin of Institute of Littoral Environment*, 16(1), pp. 23–30. [Korean Lirerature]
- Jang, HG, Gong, JT, Kong, BW, Han, SH, Ra, DG, and Cheong, CJ(2013). Distribution pattern of halophytes and its soil environment of the saltmarsh in the Sacheon Bay, *J. of Korean Society of Environmental Technolog*, 14(6), pp. 399–410. [Korean Lirerature]
- Jones, M,L,M, Wallace, H,L, Norris, D, Britain, S,A, Haria, S, Jones, R,E, Rhind, P,M, Reynolds, B,R, and Emmett, B,A (2004). Changes in vegetation and soil characteristics in coastal sand dunes along a gradient of atmospheric nitrogen deposition, *Plant Biology*, 6(5), pp. 598–605. [DOI : <https://doi.org/10.1055/s-2004-821004>]
- Kerbiriou, C, Leviol, I, Jiguuet, F, and Julliard, R(2008). The impact of human frequentation on coastal vegetation in a biosphere reserve, *J. of Environ Manag*, 88(4) : 715–728. [DOI : <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.03.034>]
- Kim, CH and Ihm, BS(1988). A study on vegetation in the southwest coast of Korea, *J. of Ecology and Environment*, 11(4), pp. 175–192. [Korean Lirerature]
- Kim, CH, Choi, JH, and Lee, NS(2015). A study on the flora and life form of the south coast main reclaimed land, Korea, *J. of Korean Island*, 27(2), pp. 175–190. [Korean Lirerature]
- Kim, EK(2013). *Halophytes of Korea*. Nature and Ecology. Seoul, Korea.
- Kim, JE and Hong, SK(2009). Landscape ecological analysis of coastal sand dune ecosystem in Korea, *J. of Korean Env. Res. Tech*, 12(3), pp. 21–32. [Korean Lirerature]
- Kim, KS, and Kim, KH(2006). Review of principal coastal sand dune vegetation in korea, *Korean society of civil engineers*, 2006(10), pp. 2674–2677.
- KMA. Korea Meteorological Administration. (2018). <http://www.kma.go.kr/index.jsp>.
- Kutiell, P, Zhevelev, H, and Harrison, R(1999). The effect of recreational impacts on soil and vegetation of stabilised coastal dunes in the Sharon Park, Israel. *Ocean & Coastal Manage*, 42(12), pp. 1041–1060. [DOI : [https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(99\)00060-5](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(99)00060-5)]
- Lee, KS, and Kim, SH(2000). East Sea vegetation from an

- ecological point of view, *2000 International Symposium*, 2000(1), pp. 13–45
- Lee, MS, Kim, SH, and Jung, HI(2019). Distribution patterns of halophytes in the coastal area in Korea. *J. of Korean Soc. Oceanogr*, 24(1) : 139–159. [Korean Literature]
- Lee, SH, Lee, JS, Ihm, BS, and Chae, JH(2014) Halophytes biological introduction using small fences and water channels at the estuary marsh of Gojan, *J. of Korean Environmental Dredging Society*, 4(1) : 12–20. [Korean Literature]
- Lee, TB(2003). *Coloured flora of Korea I, II*, Hyangmunsa, Seoul, Korea
- Lee, WT and Yim, YJ(1978). Studies on the distribution of vascular plants in the Korean Peninsula, *Korean J. of Plant Taxonomy*, 8(Appendix), pp. 1–33. [Korean Literature]
- Lee, YM, Park, SH, Jung, SY, Oh, SH, and Yang, JC(2011). Study on the current status of naturalized plants in South Korea, *Korean J. of Plant Taxonomy*, 41(1), pp. 87–101. [Korean Literature]
- Lemauviel, S. Rozé, F (2003). Response of three plant communities to trampling in a sand dune system in Brittany (France), *Environ Manag*, 31(2), pp. 227–235. [DOI : <https://doi.org/10.1007/s00267-002-2813-5>]
- Min, BM(2004). Growth properties of *Carex komugi* Ohwi. *Korean J. Ecol*, 27(1), pp. 49–55.
- Ministry of Environment Republic of Korea(2002). *A guide to the Coastal Dune Conservation and Management*, Ministry of Environment Republic of Korea, Gwacheon.
- Nige, G, Yoco, J,D,N. and Boulinier, T (2001). Monitoring of biological diversity in space and time, *Trends in Ecology & Evolution*, 16(8), pp. 446–453. [[https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(01\)02205-4](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(01)02205-4)]
- Nobuhara, H, and Miyazaki, H (1974). Observations on the dune vegetation of the coast of Kujū-Kuri, *Sand Dune Research*, 20(2), pp. 28–35.
- Nobuhara, H (1967). The influence of the cool temperature on the dune formation of *Carex kobomugi*. Observation of the growth form on coasts and dunes, *Sand Dune Research*, 13(2), pp. 23–26.
- Oh, HK, Kim, YH, Beon, MS, and Park, JM(2005). A study on flora of the Shindoo-ri coastal dune, *J. of Korean Inst. For. Rec*, 9(1), pp. 37–48. [Korean Literature]
- Park, SY(2009), *New Illustrations and Photographs of Naturalized Plants of Korea*. Ilchokak, Seoul, Korea.
- Roy, P,S, and Tomar, S (2000). Biodiversity characterization at landscape level using geospatial modelling technique, *Biological Conservation*, 95(1), pp. 95–109. [DOI : [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(99\)00151-2](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00151-2)]
- Ryu, TB(2012), Ecological classification of naturalized plant species in South Korea. Keimyung University. Daegu. Korea.
- Santoro, R, Jucker, T, Prisco, I, Carboni, M, Battisti, C, and Acosta, A,T,R (2012). Effects of trampling limitation on coastal dune plant communities, *Environmental Management*, 49, pp. 534–542. [DOI : <https://doi.org/10.1007/s00267-012-9809-6>]
- Sasaki, Y (1987). Relationship between wind drift and vegetation in a coastal sand dune, with special concern on *Carex kobomugi*, Masters Thesis, Tottori University, Japan.
- Shim, HB, Cho, WB and Choi, BH(2009), Distribution of halophytes in coastal salt marsh and on sand dunes in Korea. *Korean J. of Plant. Taxon*, 39(4), pp. 264–276. [Korean Literature]
- Van der Maare, E (1971) Plant and species diversity in relation to management. In the Scientific Management of Animal and Plant Communities for Conservation. E. Duffey and A.S. Watt (eds.), Blackwell Scientific Publication, Oxford. 45–63pp.
- Williams, A,T, Alveirinho-Dias, J, Novo, F,G., Garcia-Mora, M,R, Curr, R, and Pereirae, A (2001). Intergrated coastal dune management : checklists, *Cont. Shelf. Res*, 21(18–19), pp. 1937–1960. [DOI : [https://doi.org/10.1016/S0278-4343\(01\)00036-X](https://doi.org/10.1016/S0278-4343(01)00036-X)]
- Wilson, E,O (1988). Biodiversity. National Academy Press, Washington, D.C. pp. 521.