

남서해안 다도해해상국립공원 해조군집

오병건 · 안중관^{1*}

고구려대학교, ¹국립공원관리공단 국립공원연구원 해양연구센터

Marine Benthic Algal Community at Dadohaehaesang National Park, South-west Coast of Korea

Byoung Geon OH and Jung Kwan Ahn^{1*}

Koguryeo College, Naju 58280, Korea

¹Marine Research Center, National Park Research Institute, Korea National Park Service, Yeosu 59769, Korea

The marine algal flora and community structure of Dadohaehaesang National Park, the Southwestern coast of Korea, were investigated monthly during May, July and September 2012. As the results, a total of 86 species including 10 greens, 17 browns and 59 reds was identified, except for blue-greens and crustose reds. The seaweeds that commonly appear during the investigation period are the green algae *Ulva australis*, the brown algae *Ishige okamuraa*, *Myelophycus simplex*, *Sargassum fusiforme* and *S. thunbergii* and the red algae *Gelidiophycus freshwateri*, *Gelidium. elegans*, *Corallina officinalis*, *C. pilulifera*, *Caulacanthus ustulatus*, *Ahnfeltiopsis flabelliformis*, and *Chondrus ocellatus*. In Jodo district (Yemiri, Changuri), *Ulva australis* and *Gloiopeltis furcata* were dominant species in May, *Sargassum fusiforme* and *Ulva australis* were dominant in July, and *Gelidiophycus freshwateri* and *Ulva australis* were dominant in September. In Soan/Cheongsan district (Hwaheungpo, Jungdori), *Gloiopeltis tenax* and *Chondracanthus tenellus* were dominant species in May, and *Gloiopeltis tenax* and *Chondracanthus tenellus* were dominant in July as well as in the spring. And the *Caulacanthus ustulatus* and *Corallina* sp. were dominant species in September.

Keywords: Flora, Community, Dominant species, Dadohaehaesang National Park

서론

해조군집은 해양생태계의 1차 생산자뿐만 아니라 해양생물 서식지로 생태학적 중요성이 대두되고 있으며, 이러한 연유로 해조류 생산량이 감소하면 해양환경이 황폐해지는 것으로 알려져 있다(Janiak and Whitlatch, 2012; Sathesh and Wesley, 2012). 그리고 고착성의 특징으로 환경 지표생물로도 활용되고 있으며(Worm et al., 2000; Wells et al., 2007; Scherner et al., 2013), 지구온난화로 인한 수온 상승과 해양산성화가 해조류의 생장과 분포 그리고 군집구조에 영향을 미치는 것으로 확인되었다(Augyt and Shaughnessy, 2014). 따라서 해양생태계 일차생산자이며 중요한 해양서식지 그리고 환경 지표생물 역할을 하는 해조류의 종다양성과 군집구조에 대한 자료를 축적하는 것은 매우 중요하다(Orfanidis et al., 2001; Diaz-Pulido et

al., 2011; Roleda et al., 2012). 우리나라의 국토는 반도이고, 동해안은 해안선이 단순함에 비해서 서해안과 남해안의 해안선은 극히 복잡하다. 국립해양조사원에 따르면, 남해안은 부산광역시 해운대구 달맞이 고개 정상인 고두말에서 135°로 그은 선과 전라남도 해남군 송지면 갈두산 땅끝탑의 해남각에서 225°로 그은 선 사이의 남측해역으로 구분하였고, 서해안은 해남각에서 225°로 그은 선의 북측해역으로 정의하고 있다(KHOA, 2021a; 2021b). 남해안과 서해안의 해안선은 전형적인 리아스식 해안을 이루고, 조석 간만의 차는 서쪽으로 갈수록 점차 커진다. 다도해해상국립공원은 1981년 12월 23일 14번째 국립공원으로 지정되었다. 공원구역은 전라남도 신안군 홍도에서 여수시 돌산면에 이르며 면적은 우리나라 국립공원 중 가장 넓고, 공원내에 섬이 약 400여개가 있을 만큼 섬이 많은 곳이기도 하다. 다도해해상국립공원은 구역에 따라 8개 지구(흑산/홍도 지

*Corresponding author: Tel: +82. 61. 640. 2311 Fax: +82. 61. 640. 2399

E-mail address: jungkwanahn@gmail.com



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2021.0101>

Korean J Fish Aquat Sci 54(1), 101-106, February 2021

Received 5 February 2021; Revised 14 February 2021; Accepted 18 February 2021

저자 직위: 오병건(교수), 안중관(책임연구원)

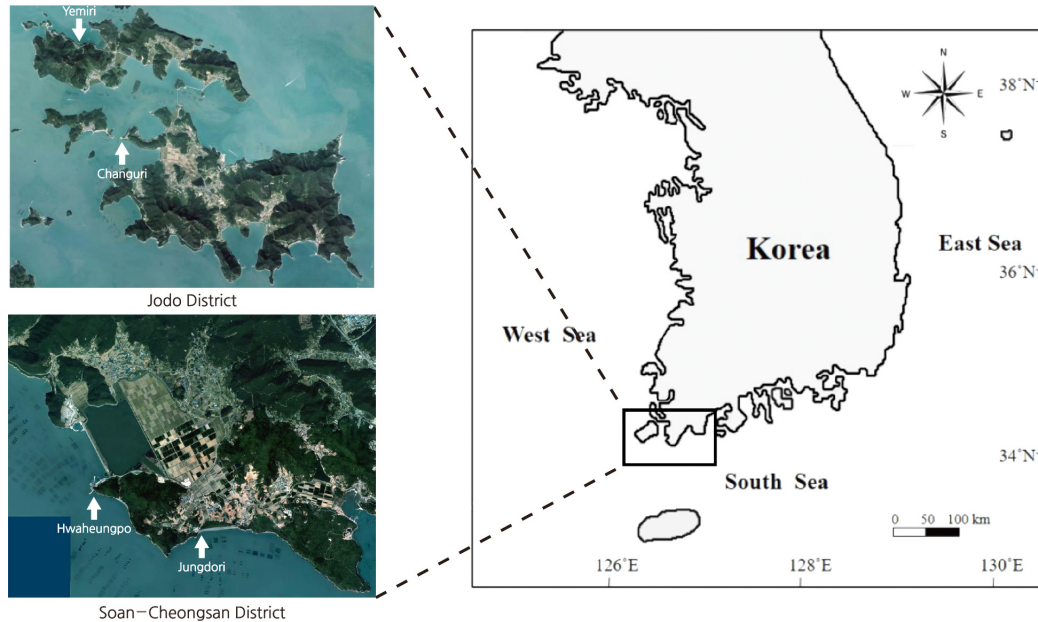


Fig. 1. A map of sampling sites in the 2 islands of Dadohaehaesang National Park, south coast of Korea.

구, 비금/도초 지구, 조도 지구, 소안/청산 지구, 거문/백도 지구, 나로도 지구, 금오도 지구, 팔영산 지구)로 구분되어 있다 (KNPS, 2021).

선행 연구자들에 의해서 남서해안 해조류에 관한 연구는 해조상, 생물량 및 수직분포를 중심으로 이루어져 왔다(Oh et al., 2002; Choi, 2008; Kwak and Huh, 2009; Park et al., 2009; Yoo et al., 2015; Heo et al., 2017). 특히 다도해해상국립공원을 중심으로 하는 연구는 Park et al. (2009)과 Oh et al. (2016)이 있다. 다도해해상국립공원 동부와 인접한 한려해상국립공원에서는 Choi (2008), Ahn et al. (2013) 그리고 Oh et al. (2015) 등의 연구가 있다. 본 연구는 전남 완도군과 진도군에 속하는 다도해해상국립공원 지구 중에서 조도 지구와 소안/청산 지구를 중심으로 해안에 서식하는 해조류의 종조성과 우점종을 근거로 해조군집 특성을 파악하고 다도해해상국립공원 내에 생육하는 해조류 자원의 보전가치를 높이고자 하였다.

재료 및 방법

전라남도 완도군과 진도군에 위치하는 다도해해상국립공원 2개 지구(조도지구, 소안·청산도지구)를 대상으로 4개 정점을 조사지점으로 선정하여 2012년 5월과 9월까지 3회에 걸쳐 정성 및 정량 조사를 실시하였다(Fig. 1). 해조상 조사를 위하여 조사 지역 조간대에서 출현하는 해조류를 채집하고 현장에서 아이스박스에 넣어서 실험실로 운반하였다. 동정에 필요한 재료의 일부는 건조표본을 만들었으며, 동정 작업 중 내부구조를 관찰하기 위하여서는 수동으로 절편을 만들어 현미경으로 검경하

였다. 다만, 본 조사에서는 세균으로 분류되는 남조류와 홍조류 중에서 민산호말류(melobesioidean algae)의 채집 및 동정은 고려하지 않았다.

우점종을 파악하기 위한 정량적인 조사로는 현장에서 해조류 생육 상한선부터 하한선까지 줄자를 이용하여 조사지선(line transect)를 설치하고 50 cm × 50 cm 방형구(10 cm × 10 cm의 소방형구 25개로 구획)를 연속적으로 놓아 가면서 각 방형구에 출현한 해조류의 피도(coverage, C)와 빈도(frequency, F)를 기록하였다. 피도와 빈도는 상대피도(relative coverage, RC)와 상대빈도(relative frequency, RF)로 환산하고 이들의 산술평균으로 중요도(importance value, IV)를 산출하였다(Saito and Atobe, 1970; Brower et al., 1998). 해조상의 특징을 해석하는 지표로는 C/P 값(Segawa, 1956), R/P 값(Feldmann, 1937) 및 (R+C)/P의 값(Cheney, 1977)을 이용하였다. 해조류의 각 분류군별 목록은 한국 해조목록의 분류체계(Kang, 1966, 1968; Kim et al., 2013)를 기준으로 정리하였으며, 홍조류 중 민산호말류(melobesioidean algae)는 제외하였다.

결 과

종조성

다도해해상국립공원 2개 지구 4개 정점에서 총 86종의 해조류가 출현하였으며, 분류군별로는 홍조류 59종, 갈조류 17종 그리고 녹조류 10종이 출현하였다. 조사정점별로는 소안·청산도 지구의 완도 정도리에서 총 69종(녹조류 7종, 갈조류 15종, 홍조류 47종)으로 가장 많은 해조류 출현이 나타났으며, 인근의

화홍포에서 66종(녹조류 6종, 갈조류 11종, 홍조류 49종), 조도지구 창유리에서 65종(녹조류 7종, 갈조류 14종, 홍조류 44종) 그리고 조도지구 여미리에서 60종(녹조류 4종, 갈조류 17종, 홍조류 39종)으로 적었다. 조사시기별로는 7월에 총 79종(녹조류 9종, 갈조류 16종, 홍조류 54종)으로 출현종수가 많았고, 5월에 60종(녹조류 5종, 갈조류 14종, 홍조류 41종) 그리고 9월에 53종(녹조류 6종, 갈조류 13종, 홍조류 34종)으로 적었다(Table 1).

전체 해조류 분류군별 출현비율은 홍조류가 68.60%로 다른

분류군 보다 출현빈도가 높았으며, 갈조류 19.77% 그리고 녹조류가 11.63%로 낮았다. 정점별로는 소안·청산도지구의 화홍포에서 홍조류 평균 출현비율 74.11%로 가장 높았고 조도지구 여미리에서 62.50%로 낮은 반면, 갈조류의 출현빈도는 평균 31.78%로 가장 높게 나타났다. 녹조류는 창유리에서 평균 10.83%로 높았고 여미리에서 낮았다.

우점종

남서해안 조도와 완도의 조사정점에서 해조류 피도와 빈도를

Table 1. The number of marine benthic algal species investigated at the four sampling sites, south coast of Korea

Taxon	Jodo District						Soan·Cheongsan District						Sum
	Yemiri			Changuri			Hwaheungpo			Jungdori			
	May	Jul	Sep	May	Jul	Sep	May	Jul	Sep	May	Jul	Sep	
Chlorophyta	1	3	3	3	5	5	4	3	1	4	5	3	10
Ochrophyta	12	15	12	11	12	8	11	7	4	11	9	7	17
Rhodophyta	26	30	21	28	32	20	34	33	16	33	36	22	59
Total	39	48	36	42	49	33	49	43	21	48	50	32	86

Table 2. The importance value (IV) of dominant species investigated in the four sampling sites, south coast of Korea

Monthly	Jodo District			
	Yemiri		Changuri	
	Species	IV	Species	IV
May	<i>Ulva australis</i>	25.40	<i>Gloiopeltis furcata</i>	19.30
	<i>Sargassum fusiforme</i>	22.55	<i>Gelidiophycus freshwateri</i>	13.20
	<i>Sargassum thunbergii</i>	20.55	<i>Sargassum thunbergii</i>	13.00
Jul.	<i>Sargassum fusiforme</i>	29.70	<i>Ulva australis</i>	22.90
	<i>Sargassum thunbergii</i>	24.55	<i>Chondracanthus intermedius</i>	12.65
	<i>Ulva australis</i>	16.90	<i>Sargassum thunbergii</i>	10.85
Sep.	<i>Gelidiophycus freshwateri</i>	19.05	<i>Ulva australis</i>	19.85
	<i>Ulva australis</i>	14.60	<i>Sargassum thunbergii</i>	19.15
	<i>Chondracanthus intermedius</i>	13.65	<i>Chondracanthus intermedius</i>	18.75
Monthly	Soan·Cheongsan District			
	Hwaheungpo		Jungdori	
	Species	IV	Species	IV
May	<i>Gloiopeltis tenax</i>	19.75	<i>Chondracanthus tenellus</i>	25.40
	<i>Gloiopeltis furcata</i>	16.90	<i>Sargassum thunbergii</i>	15.75
	<i>Symphycladia latiuscula</i>	12.00	<i>Ulva australis</i>	10.45
Jul.	<i>Gloiopeltis tenax</i>	24.80	<i>Chondracanthus tenellus</i>	22.60
	<i>Sargassum fusiforme</i>	16.20	<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	22.60
	<i>Symphycladia latiuscula</i>	14.50	<i>Ulva australis</i>	15.10
Sep.	<i>Caulacanthus ustulatus</i>	31.10	<i>Corallina</i> sp.	44.10
	<i>Ulva australis</i>	30.25	<i>Sargassum fusiforme</i>	13.90
	<i>Gelidiophycus freshwateri</i>	20.00	<i>Chondria crassicaulis</i>	13.60

바탕으로 산출된 중요도(IV)는 조사시기와 정점에 따라 상이하였다. 먼저, 조도지구 여미리에서는 5월에 구멍갈파래(*Ulva australis*), 7월에 툃(*Sargassum fusiforme*) 그리고 9월에 애기우뭇가사리(*Gelidiophycus freshwateri*)가 조사시기별 가장 높은 중요도로 분포하였다. 인근의 창유리에서는 5월에 불등풀가사리(*Gloiopeltis furcata*), 7월과 9월에 구멍갈파래의 중요도가 높았다(Table 2).

소안·청산도지구 완도 화홍포에서는 5월과 7월에 참풀가사리(*Gloiopeltis tenax*) 그리고 9월에 애기가시덤불(*Caulacanthus ustulatus*)의 중요도가 높았으며, 인근 정도리에서는 5월과 7월에 돌가사리(*Chondracanthus tenellus*)의 중요도가 높은 반면, 9월에는 산호말류(*Corallina* sp.)의 중요도가 높게 나타났다.

해조상 지표

지역 해조상을 해석하는 지표로 흔히 갈조류에 대한 녹조류의 비(C/P ratio; Segawa, 1956), 갈조류에 대한 홍조류의 비(R/P ratio; Feldmann, 1937)와 갈조류에 대한 홍조류와 녹조류를 합한 값의 비(R+C/P ratio; Cheney, 1977)가 이용되는데, 본 조사 지구에서 R/P값의 평균은 3.18 그리고 (R+C)/P 값의 평균은 3.63으로 나타나서 혼합 해조상을 나타내었다.

고 찰

다도해해상국립공원내의 2개 지구(조도지구, 소안·청산도지구) 4개 지점에서 2012년 5월, 7월 및 9월까지 각 지구별로 3회에 걸쳐 실시한 해조류의 조사 결과는 녹조류 10종, 갈조류 17종 및 홍조류 59종으로 총 86종의 해조류가 채집 관찰되었고, 조사기간에 공통적으로 출현하는 해조류는 녹조류 일파래(*Ulva linza*) 1종, 갈조류 바위수염(*Myelophycus simplex*), 툃(*Sargassum fusiforme*) 및 지충이(*S. thunbergii*) 그리고 패(*Ishige okamrae*) 4종 그리고 홍조류 애기우뭇가사리, 참산호말(*Corallina officinalis*), 작은구슬산호말(*C. pilulifera*), 애기가시덤불, 부채살(*Ahnfeltiopsis flabelliformis*), 진두발(*Chondrus ocellatus*) 및 참보라색우무(*Symphyclocladia latiuscula*) 7종으로 총 12종이었다. 2개 지구에 속하는 완도와 진도지역과 인근 지역에서 최근에 조사되었던 해조류는 Lee et al. (1983)이 진도에서는 116종을 기록하였고, Choi et al. (1994)은 완도에서 92종, 조도군도에서 114종 및 소안군도에서 124종을 보고하였다. Park et al. (2007)과 Oh et al. (2005)은 신안군 무인도서의 하계 조사에서 63종을 기록하였다. Park et al. (2009)은 다도해해상국립공원 하계 해조상에서 총 81종의 해조류 생육을 보고하였고, 특히 본 조사지역과 유사한 진도에서 65종을 기록하였다. Yoo et al. (2015)는 진도군 금갑의 해조상에서 56종 그리고 Heo et al. (2017)은 진도군 병풍도에서 27종 및 완도군 여서도에서 37종의 해조류를 기록하였다. 한려해상국립공원과 다도해해상국립공원을 대상으로 하는 연구들(Choi, 2008; Park et al., 2009; Ahn et al., 2013; Oh et al., 2015, 2016)과 종

조성을 비교하면 다소 차이가 나지만 지점별로 비교하면 유사한 종조성을 나타낸다(Table 3). 즉, Oh et al. (2016)의 해양국립공원의 생태학적 평가에서 진도군 남동리에서 97종 그리고 완도 소안도에서 77종을 보고하여 본 조사 지역과 유사함을 알 수 있다. 이러한 선행 연구 결과와 비교하여 보면 해조류 종조성에서 차이가 나는 것은 조사 시기와 횡수에 그리고 조사 범위의 확장성에 기인한 것으로 보인다.

본 조사에서 해조류 피도와 빈도를 바탕으로 산출된 중요도(IV)를 산출한 결과 조사시기와 정점에 따라 약간의 차이를 보이는 하지만, 조도지구(여미리, 창유리)에서는 5월에는 구멍갈파래 및 불등풀가사리가 우점종, 7월에는 툃 및 구멍갈파래가 우점종 이었으며, 9월에는 애기우뭇가사리 및 구멍갈파래가 우점종 이었다.

소안·청산도지구(화홍포, 정도리)에서는 5월에는 참풀가사리 및 돌가사리가 우점종 이었으며, 7월에도 역시 봄과 동일하게 참풀가사리 및 돌가사리가 우점종 이었고, 9월에는 애기가시덤불 및 산호조류가 우점종 이었다.

Park et al. (2009)은 다도해해상국립공원 진도 및 신지도지역 하계 조사에서 지충이, 참보라색우무 및 납작파래(*Ulva compressa*)가 우점종으로 기록하였고, Yoo et al. (2015)은 지충이, 패, 구멍갈파래 및 우뭇가사리(*Gelidium elegans*)가 우점종으로 기록 하였다. Oh et al. (2016)은 진도 남동리에서 지충이가 우점하고, 완도 소안도에서는 툃, 구멍갈파래 및 패가 준우점종으로 기록하였다. 해조류 군집에서 우점하는 종을 중심으로 선행된 연구와 비교하여보면 거의 유사한 경향을 나타내고 있다. Ahn et al. (2013)은 한려해상국립공원 동부 조간대지역 해산식물상을 조사하여, 중요도에 의한 우점종으로 지충이, 툃 및 작은구슬산호말 등을 기록하였다. Oh et al. (2015)은 한려해상국립공원에서 구멍갈파래, 지충이, 모자반(*S. fulvellum*), 팽생이 모자반(*S. horneri*) 그리고 작은구슬산호말이 우점 한다고 하였다. 이러한 선행 연구자들의 결과와 비교하여 보면 조사 시기에 따라서 차이는 있지만 남해안의 대표적인 우점종의 유사성을 보여주고 있다.

조사정점별 해조군집의 분포 특성으로는 먼저, 조도지구 여미리에서 갈조류 뜰부기(*Silvetia siliquosa*)의 군락이 관찰되

Table 3. A comparison of species composition of algae in Hallyeohaesang and Dadohaesang National Park, in the south coast of Korea

Taxon	Chlorophyta	Ochrophyta	Rhodophyta	Total
Choi (2008)	10	30	49	89
Park et al. (2009)	13	22	46	81
Ahn et al. (2013)	18	40	87	145
Oh et al. (2015)	15	41	89	145
Oh et al. (2016)	27	40	126	193
This study	10	17	59	86

었다. 뜬부기는 과거에 비해서 생육이 크게 감소하여 지속적인 보호와 관찰이 요구되는 종으로 향후 보존대책이 시급한 실정이다. 창유리에서는 보호대상 해양생물인 거머리말(*Zostera marina*)의 군락이 형성된 지역으로 해양서식지로서의 가치가 큰 지역이었다. 소안·청산지구 정도리는 해조류가 번무한 지역으로 다른 조사지역에서는 찾아보기 힘든 털지누아리(*Polyopes lancifolius*) 및 홍조류 참가시속(*Hypnea*) 식물이 넓게 분포하였다. 넓게 형성된 암반과 조수웅덩이가 잘 발달된 지형적 특징으로 해조류 자원보존에 적절한 지역으로 사료 된다. Yoo et al. (2015)은 해조류 조사가 기후변화와 인간 활동에 의한 환경오염 등으로 변화하는 연안 생태계의 일차생산자의 군집구조의 변화를 확인할 수 있는 중요한 자료라고 하였다.

지역 해조상을 해석하는 지표로 흔히 갈조류에 대한 녹조류의 비(C/P ratio; Segawa, 1956), 갈조류에 대한 홍조류의 비(R/P ratio; Feldmann, 1937)와 갈조류에 대한 홍조류와 녹조류를 합한 값의 비(R+C/P ratio; Cheney, 1977)가 이용되는데, 이 중에서도 R/P 값은 수온의 변동과 밀접한 연관이 있어서, 지역 해조상의 특성을 구별할 수 있게 해주는 것으로 확인되고 있다 (Boo and Lee 1986; Koh, 1990). 이중 특히 갈조류에 대한 홍조류와 녹조류를 합한 값의 비(R+C/P ratio)는 그 값이 3보다 작을 때는 온대성 내지 한대성의 해조상을, 6 이상이면 열대성의 해조상을 나타내고, 그 중간 값이면 혼합 해조상을 나타낸다(Cheney, 1977). 본 연구에서 지역 해조상을 해석하는 지표인 R/P값의 평균은 3.18 그리고 (R+C)/P 값의 평균은 3.63으로 나타났다. Park et al. (2009)은 R/P값의 평균은 2.02 그리고 (R+C)/P 값의 평균은 2.8로 기록하였고, Yoo et al. (2015)은 R/P값이 2.22-3.14 그리고 (R+C)/P 값은 3.00-4.00으로 발표하였다. Oh et al. (2016)은 R/P값이 2.52-4.38 그리고 (R+C)/P 값은 3.20-5.40으로 보고하였다. 따라서 본 연구와 선행 연구결과를 비교하여 보면 유사한 값을 나타내어 남해서부지역은 혼합 해조상으로 판단 할 수 있다.

사 사

이 논문은 국립공원관리공단 다도해해상국립공원의 2012년 자원모니터링 지원에 의해 수행되었습니다.

References

Ahn JK, Kim BK, Jeong SJ, Coi IY and Jeong WO. 2013. Intertidal marine benthic flora in eastern part of Hallyeohaesang National Park, southern coast of Korea. J NP Res 4, 150-155.

Augyté S and Shaughnessy FJ. 2014. A floristic analysis of the marine algae and seagrasses between cape Mendocino, California and cape Blanco, Oregon, USA. Bot Mar 57, 251-263. <https://doi.org/10.1515/bot-2013-0032>.

Boo SM and Lee IK. 1986. Studies on benthic algal community

in the east coast of Korea 1. Floristic composition and periodicity of a Sokcho rocky shore. Korean J Phycol 1, 107-116.

Brower JE, Zar JH and von Ende CN. 1998. Field and laboratory methods for general ecology. 4th ed. WCB/McGraw-Hill, Boston, MA, U.S.A., 273.

Cheney DP. 1977. R & C/P- A new and improved ratio for comparing seaweed floras. Suppl J Phycol 13, 129.

Choi CG. 2008. Algal flora in Hallyeo-haesangnational park southern coast of Korea. J Korean Fish Aquat Sic 41, 371-380. <https://doi.org/10.5657/kfas.2008.41.5.371>.

Choi DS, Kim KY, Lee WJ and Kim JH. 1994. Marine algal flora and community structure of Uido Island, west-southern coast of Korea. Korean J Environ Boil 12, 65-75.

Díaz-Pulido G, M Gouezo, B Tilvroom, S Dove and KRB Anthony. 2011. High CO₂ enhances the competitive strength of seaweeds over corals. Ecol Lett 14, 156-162. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01565.x>.

Feldmann J. 1937. Recherches sur la vegetation marine de la Mediterranee. La cote des Alberes. Rev Algol 10, 1-339.

Heo JS, Yoo HI, Park EJ and Ha DS. 2017. Macroalgal community structure on the subtidal of southern six islands, Korea. Korean J Environ Biol 35, 595-603. <https://doi.org/10.11626/KJEB.2017.35.4.595>.

Janiak DS and RB Whitlatch. 2012. Epifaunal and algal assemblages associated with the native *Chondrus crispus* (Stack house) and the non-native *Grateloupia turuturu* (Yamada) in eastern Long Islands Sound. J Exp Mar Biol Ecol 413, 38-44. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2011.11.016>.

Kang JW. 1968. Illustrated Encyclopedia of fauna and flora of Korea, Vol. 8, Marine Algae. Samhwa Press, Seoul, Korea.

Kang, JW. 1966. On the geographical distribution of marine algae in Korea. Bull Pusan Fish College 7, 1-125.

KHOA (Korea Hydrographic and Oceanographic Agency). 2021a. South sea hydrographic and oceanographic office. Retrieved from <https://www.khoa.go.kr/kcom/cnt/select-ContentsPage.do?cntId=25409500> on Jan 25, 2021.

KHOA (Korea Hydrographic and Oceanographic Agency). 2021b. West sea hydrographic and oceanographic office. Retrieved from <http://www.khoa.go.kr/eng/kcom/cnt/select-ContentsPage.do?cntId=11050400> on Jan 25, 2021.

Kim HS, Boo SM, Lee IK and Sohn CH. 2013. National list of species of Korea (Marine Algae). Lee SP, Incheon, Korea, 1-226.

KNPS (Korea National Park). 2021. Introduction to Dadohae-haesang National Park. <https://english.knps.or.kr/KnP/Dadohae/Intro/Introduction.aspx?MenuNum=1&Submenu=Npp> on Jan 25, 2021.

Koh NP. 1990. An ecological study on resources of marine plants in Geomundo Islands. Korean J Phycol 5, 1-37.

Kwak SN and Huh SH. 2009. Species composition and distributional patterns of marine benthic algae at intertidal zone

- in Masan Bay. *J Korean Soc Mar Environ Saf* 15, 179-185.
- Lee IK, Lee HB and Boo SM. 1983. A summer marine algal flora of islands in Jindo-gun. Report of Survey for Natural Environment in Korea 3, 293-311.
- Oh BG, Lee JW and Lee HB. 2002. A summer marine benthic algal flora and community of uninhabited islands in Haenamgun, southern coast of Korea. *J Korean Fish Aquat Sci* 35, 57-63. <https://doi.org/10.5657/kfas.2002.35.1.057>.
- Oh BG, Lee JW and Lee HB. 2005. Summer marine algal vegetation of uninhabited islands in Sinangun, southwestern coast. *Algae* 20, 53-59. <https://doi.org/10.4490/algae.2005.20.1.053>.
- Oh JC, Ahn JK, Kim CD, Jeong JB and Choi HG. 2015. Seasonal variations in the macroalgal flora and community structure in Hallyeohaesang National Park on south coast of Korea. *Korea J Fish Aquat Sci* 48, 768-775. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2015.0768>.
- Oh JC, Choi HG, Kim CD and Ahn JK. 2016. Ecological evaluation of marine National Parks based on seaweed community index. *Korea J Fish Aquat Sci* 49, 385-392. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2016.0385>.
- Orfañidis S, P Panayotidis and N Stamatis. 2001. Ecological evaluation of transitional and coastal waters: A marine benthic macrophytes-based model. *Mediterr Mar Sci* 2, 45-65. <https://doi.org/10.12681/mms.266>.
- Park CS, Lee KW, Cho YS, Kim GB, Oh JG and Hwang EK. 2009. Summer algal flora of Dadohae National Park, southwestern coast of Korea. *Korea J Environ Biol* 27, 252-260.
- Park CS, Wee MY and Hwang EK. 2007. Summer algal flora of uninhabited islands in Dochodo, southwestern coast of Korea. *Algae* 22, 305-311. <https://doi.org/10.4490/algae.2007.22.4.305>.
- Roleda MY, JN Morris, CM McGraw and CL Hurd. 2012. Ocean acidification and seaweed reproduction: Increased CO₂ ameliorates the negative effect of lowered pH on meiospore germination in the giant kelp *Macrocystis pyrifera* (Laminariales, Phaeophyceae). *Global Change Biol* 18, 854-864. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02594.x>.
- Saito Y and Atobe S. 1970. Phytosociological study of intertidal marine algae. 1. Usujiri Benten-Jima, Hokkaido. *Bull Faculty Fish Hokkaido Univ* 21, 37-67.
- Satheesh S and SG Wesley. 2012. Diversity and distribution of seaweeds in the Kudankulam coastal waters, south-eastern coast of India. *Biodiversity* 3, 79-84.
- Schermer H, PA Horta, de EC Oliveira, JC Simonassi, JM Hall-Spencer, F Chow, JMC Nunes and SMB Pereira. 2013. Coastal urbanization leads to remarkable seaweed species loss and community shifts along the SW Atlantic. *Mar Pollut Bull* 76, 106-115. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.09.019>.
- Segawa S. 1956. Colored illustrations of the seaweeds of Japan. Osaka, Pub. Co., LTD, Osaka, Japan.
- Wells E, M Wilkinson, P Wood and C Scanlan. 2007. The use of macroalgal species richness and composition on intertidal rocky seashores in the assessment of ecological quality under the European water framework directive. *Mar Pollut Bull* 55, 151-161. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.08.031>.
- Worm, B., H.K. Lotze., U. Sommer. 2000. Coastal food web structure, carbon storage, and nitrogen retention regulated by consumer pressure and nutrient loading. *Limnol Oceanogr* 45, 339-349. <https://doi.org/10.4319/lo.2000.45.2.0339>.
- Yoo HI, Heo JS and Choi HG. 2015. Seasonal variability of marine algal flora and community structure at Gumgap, Jindo, on the southwestern coast of Korea. *J Fish Mar Sci Educ* 27, 300-307. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2015.27.1.300>.