

# 인천연안 해조군집 복원을 위한 기초생태 조사

정남주

## I. 서론

해조류는 연안 해양생태계의 1차 생산을 담당하는 기초 생물체로서 해양동물의 먹이가 되는 해양생물 자원이 될 뿐만 아니라, 해수의 영양염 등을 직접 흡수하여 수환경에 영양을 미치는 조절자 역할을 한다(Lee, 1999). 또한, 어패류의 산란장, 생육장 및 은신처로 생태학적으로 중요한 역할을 수행하고 있으며, 부착생물로서 생물학적, 무생물학적 환경의 변화에 따라 종다양성, 출현종 및 생물량이 변화하는 특성 때문에 생물지시자로 사용이 가능하다(Orfanidis et al., 2001; Arévalo et al., 2007). 최근에 식품 또는 기능성 물질의 공급원으로 이용되는 일부 해조류에는 높은 경제적인 가치를 지니고 있어 생태학적 기능 이상의 의미를 가지므로 기초생태조사를 통한 해조류의 분포 및 현존량의 측정은 이들 해조류의 경제적인 가치를 측정하는데 있어 중요하며 아울러 해양생태계의 구조와 기능을 이해하는데 매우 중요하다(Critchley and Ohno, 1998; Graham and Wilcox, 2000).

서해안의 해조류에 대한 연구는 Kang(1966)에 의해 한국 연안의 5개 해역 중 하나로 구분하고 104종류가 기록된 이후, 다수의 구계론적 연구(이와 유, 1978; 이, 1973; 이 등, 1987)와 해조군집의 구조를 규명하는 생태학적 연구가 수행되어 왔다(이와 이, 1982; 이, 등 1985; 이와 장, 1989; 김, 등 1995). 이 중 인천 해안 도서에 대한 연구는 백령도(이, 1973), 대청군도(이 등, 1987), 그리고 덕적도(이, 1980) 등에서 여름철 해조상에 대한 조사와 백령도, 덕적도, 연평도 및 강화도의 해조군집에 대한 계절별 기초생태조사가 수행되었다(백 등, 2007; 이 등, 2007).

최근 인천연안에서 해안환경 변화에 따른 해조군집의 교란이 급격하게 진행되고 있는데 현재 해조군집이나 다른 지역에 대한 기초생태조사는 이루어지지 않고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 인천연안에 서식하는 해조군집을 대상으로 계절에 따른 종 조성, 우점종, 준우점종, 피도, 빈도, 중요도, 생물량 등의 기초생태를 조사함으로써 인천연안 해조군집의 구조를 파악하고 해조류 군집복원을 위한 기초자료를 확보하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 기초생태조사

2017년도 기초생태조사는 인천 옹진군 영흥면 해역에서 2017년 1월부터 12월까지 계절별로 조간대에서 실시하였다. 먼저 영흥면 전체 해역을 도보로 이동하여 사전현지조사를 실시하였고, 해조군집이 양호한 지역을 정점으로 선정하였다(그림 1, 2).

조사방법은 각 지점마다 1개의 line transect를 설정하여 해조류가 서식하는 상한선으로부터 하부까지 50×50cm의 방형구를 사용하여 출현 해조류를 전량 채취 후 정량 및 정성분석을 실시하였다(그림 3). 생물량 측정을 위한 정량조사는 출현종의 빈도와 피도를 구하고 중요도는 상대 피도와 상대 빈도의 산술평균값으로 나타냈으며, 현존량은 단위면적당( $m^2$ ) 무게로 환산하였다. 해조류의 종조성을 파악하기 위해서는 조사해역에 서식하는 모든 해조류를 정성 채집하고 실험실로 운반한 후 현미경을 사용하여 동정하였으며, 출현종 목록 및 국명은 이 (2008), 최 등 (2008)에 따랐고, 해조상 특성을 파악하기 위하여 R/P 값(Feldmann, 1937) 및 (R+C)/P 값(Cheney, 1977)을 이용하였다.

피도는 현장에서 조사한 자료를 토대로 단위 면적당 피복 백분율, 빈도는 전체 조사 방형구 수에 대한 대상 종의 출현 방형구수의 비로 나타내었다. 상대 피도는 방형구 내의 전 출현종의 피도 합에 대한 대상 종의 피도 백분율로, 상대 빈도는 방형구내의 전 출현종의 빈도 합에 대한 대상 종의 빈도 백분율로 구하였다.

해조류를 외부형태와 내부구조, 광합성률, 초식자의 섭식에 대한 생존전략에 따라 6가지 기능형군으로 구분할 수 있는데(Littler and Little., 1984), 이를 근거로 생장이 느린 다년생 해조류인 다육질형, 유절산호말형, 각상형을 생태학적 상태그룹(Ecological State Group)인 ESG I으로, 상대적으로 빠른 생장을 보이는 엽상형, 사상형, 직립분기형의 해조류를 ESG II로 구분하고, ESG I에 속하는 해조류의 피도 혹은 생물량이 많으면 부영양화, 교란과 같은 인간의 간섭이 적은 지역이며, 상대적으로 ESG II에 속하는 해조류가 많으면 오염도가 높은 지역으로 판정하였다(Orfanisis et al., 2001).



### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 출현종수

영흥면 갑죽도 해역에서 채집 동정된 해조류는 녹조류 4종, 갈조류 6종, 홍조류 15종으로 총 25종이 출현하였다. 계절별로는 겨울 19종, 봄 21종, 여름 13종 그리고 가을 17종이 각각 출현하였으며, 계절별 출현종의 비율은 겨울 76%, 봄 84%, 여름 52% 그리고 가을이 68%로써 봄에 가장 풍부하였다(표 1, 3)(그림 4).

진여부리 해역에서 채집 동정된 해조류는 녹조류 1종, 홍조류 10종으로 총 11종이 출현하였으나 갈조류는 보이지 않았다. 계절별로는 겨울 9종, 봄 11종, 여름 8종 그리고 가을 8종이 각각 출현하였고, 계절별 출현종의 비율은 겨울 82%, 봄 100% 그리고 여름과 가을 73%로 봄에 가장 풍부하였다(표 2, 4)(그림 5).

표 1. 영흥면 갑죽도 해역의 계절에 따른 출현종수

Division	Seasons				Total
	Winter	Spring	Summer	Autumn	
Chlorophyta	3	3	2	2	4
Phaeophyta	5	4	2	3	6
Rhodophyta	11	14	9	12	15
Total	19	21	13	17	25

표 2. 영흥면 진여부리 해역의 계절에 따른 출현종수

Division	Seasons				Total
	Winter	Spring	Summer	Autumn	
Chlorophyta	1	1	1	1	1
Phaeophyta	0	0	0	0	0
Rhodophyta	8	10	7	7	10
Total	9	11	8	8	11



그림 4. 영흥면 갑죽도 해역의 해조상



그림 5. 영흥면 진여부리 해역의 해조상

표 3. 영흥면 갑죽도 해역의 계절에 따른 출현종

Division	Seasons			
	Winter	Spring	Summer	Autumn
<b>Chlorophyta (녹조식물문)</b>				
<i>Codium fragile</i> 청각	<input type="checkbox"/>			
<i>Ulva pertusa</i> 구멍갈파래	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Enteromorpha compressa</i> 납작파래		<input type="checkbox"/>		
<i>Bryopsis maxima</i> 왕깃털말	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Phaeophyta (갈조식물문)</b>				
<i>Ectocarpus siliculosus</i> 참송털	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Myelophycus simplex</i> 바위수염	<input type="checkbox"/>			
<i>Hizikia fusiformis</i> 툯	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
<i>Sargassum fulvellum</i> 갯생이모자반	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<i>Ishige okamurae</i> 패	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Undaria pinnatifida</i> 미역		<input type="checkbox"/>		
<b>Rhodophyta (홍조식물문)</b>				
<i>Porphyra sp.</i> 김류		<input type="checkbox"/>		
<i>Amphiroa pusilla</i> 애기게발	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Corallina pilulifera</i> 작은구슬산호말	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Gelidium amansii</i> 우뚝가사리	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Pterocladia capillacea</i> 개우무	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Hypnea charoides</i> 참가시우무	<input type="checkbox"/>			
<i>Chondracanthus tenellus</i> 돌가사리		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
<i>Chondrus ocellatus</i> 진두발	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i> 부챗살	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Gracilaria sp.</i> 꼬시래기	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Gracilaria textorii</i> 앞꼬시래기		<input type="checkbox"/>		
<i>Polyopes affinis</i> 까막살	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
<i>Caulacanthus ustulatus</i> 애기가시덤불	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Plocamium telfairiae</i> 참곱슬이		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
<i>Lithophyllum sp.</i> 무절석회조류	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

표 4. 영흥면 진여부리 해역의 계절에 따른 출현종

Division	Seasons			
	Winter	Spring	Summer	Autumn
<b>Chlorophyta (녹조식물문)</b>				
<i>Codium fragile</i> 청각				
<i>Ulva pertusa</i> 구멍갈파래	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Enteromorpha compressa</i> 납작파래				
<i>Bryopsis maxima</i> 왕깃털말				
<b>Phaeophyta (갈조식물문)</b>				
<i>Ectocarpus siliculosus</i> 참솜털				
<i>Myelophycus simplex</i> 바위수염				
<i>Hizikia fusiformis</i> 툇				
<i>Sargassum fulvellum</i> 갯생이모자반				
<i>Ishige okamurae</i> 패				
<i>Undaria pinnatifida</i> 미역				
<b>Rhodophyta (홍조식물문)</b>				
<i>Porphyra sp.</i> 김류	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<i>Amphiroa pusilla</i> 애기게발	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Corallina pilulifera</i> 작은구슬산호말	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Chondrophyucus sp.</i> 서실류	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<i>Gelidium amansii</i> 우뚝가사리				
<i>Pterocladia capillacea</i> 개우무				
<i>Hypnea charoides</i> 참가시우무				
<i>Chondracanthus tenellus</i> 돌가사리		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<i>Chondrus ocellatus</i> 진두발				
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i> 부챗살	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Gracilaria sp.</i> 꼬시래기	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Gracilaria textorii</i> 앞꼬시래기				
<i>Polyopes affinis</i> 까막살	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
<i>Caulacanthus ustulatus</i> 애기가시덤불		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Plocamium telfairiae</i> 참곱슬이				
<i>Lithophyllum sp.</i> 무절석회조류	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 2. 우점종

조사정점에 대한 계절별 주요 우점종의 중요도는 갑죽도 해역의 경우 겨울은 진두발(*Chondrus ocellatus*)과 작은구슬산호말(*Corallina pilulifera*)이 각각 47, 11.5, 봄은 구멍갈파래(*Ulva pertusa*)와 진두발(*Chondrus ocellatus*)이 각각 42.5, 13, 여름은 진두발(*Chondrus ocellatus*)과 부챗살(*Ahnfeltiopsis flabelliformis*)이 각각 49.5, 25, 가을에는 진두발(*Chondrus ocellatus*)과 납작파래(*Enteromorpha compressa*)가 각각 48.5, 21의 값을 보였으며, 진여부리 해역의 경우 겨울은 까막살(*Polyopes affinis*)과 서실류(*Chondrophycus* sp.)가 각각 43, 16.5, 봄은 까막살(*Polyopes affinis*)과 구멍갈파래(*Ulva pertusa*)가 각각 55, 15, 여름은 애기가시덤불(*Caulacanthus ustulatus*)과 작은구슬산호말(*Corallina pilulifera*)이 각각 38.5, 21, 가을에는 애기가시덤불(*Caulacanthus ustulatus*)과 구멍갈파래(*Ulva pertusa*)가 각각 38.5, 33.5의 중요도를 보였다(표 5, 6).

표 5. 영흥면 갑죽도 해역의 계절에 따른 출현종의 중요도

Species	Seasons			
	Winter	Spring	Summer	Autumn
<i>Chondrus ocellatus</i> 진두발	<b>47</b>	13	<b>49.5</b>	<b>48.5</b>
<i>Corallina pilulifera</i> 작은구슬산호말	11.5	5	5	3
<i>Sargassum fulvellum</i> 팽생이모자반	10.5	-	-	-
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i> 부챗살	5.5	12.5	25	5
<i>Polyopes affinis</i> 까막살	5.5	-	-	-
<i>Ishige okamurae</i> 패	5.5	-	7.5	-
<i>Ulva pertusa</i> 구멍갈파래	5	<b>42.5</b>	24	-
<i>Enteromorpha compressa</i> 납작파래	-	-	-	21
<i>Lithophyllum</i> sp. 무절석회조류	3.5	2.5	-	-
<i>Myelophycus simplex</i> 바위수염	3.5	-	-	-
<i>Hizikia fusiformis</i> 툯	3	-	-	-
<i>Gelidium amansii</i> 우뚝가사리	-	12.5	7.5	-
<i>Chondracanthus tenellus</i> 돌가사리	-	-	-	3.5
<i>Caulacanthus ustulatus</i> 애기가시덤불	-	6.5	19	19
<i>Undaria pinnatifida</i> 미역	-	5.5	-	-

표 6. 영흥면 진여부리 해역의 계절에 따른 출현종의 중요도

Species	Seasons			
	Winter	Spring	Summer	Autumn
<i>Polyopes affinis</i> 까막살	<b>43</b>	<b>55</b>	-	5.5
<i>Chondrophyucus</i> sp. 서실류	16.5	8.5	-	-
<i>Ulva pertusa</i> 구멍갈파래	11.5	15	19.5	33.5
<i>Corallina pilulifera</i> 작은구슬산호말	9.5	3.5	21	3.5
<i>Porphyra</i> sp. 김류	7	-	-	-
<i>Lithophyllum</i> sp. 무절석회조류	6	3.5	11.5	11.5
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i> 부챗살	3.5	-	9.5	5
<i>Chondrus ocellatus</i> 진두발	-	3	-	-
<i>Amphiroa pusilla</i> 애기개발	3	-	-	2.5
<i>Caulacanthus ustulatus</i> 애기가시덤불	-	11.5	<b>38.5</b>	<b>38.5</b>

### 3. 현존량

습중량으로 측정된 조간대 해조군집의 연간 평균 생물량은 갑죽도 해역에 경우 517.25 g·wet wt/m<sup>2</sup>, 진여부리 해역은 253.75 g·wet wt/m<sup>2</sup> 이었다. 계절별로는 갑죽도 해역에 경우 겨울, 봄, 여름 그리고 가을에 각각 606, 731, 309 및 423 g·wet wt/m<sup>2</sup> 으로 산출되었으며, 진여부리 해역에 경우 각각 278, 339, 163 및 235 g·wet wt/m<sup>2</sup> 의 현존량을 보였다(표 7).

표 7. 영흥면 해역의 계절에 따른 현존량(g·wet wt/m<sup>2</sup>)

Site	Seasons				Average
	Winter	Spring	Summer	Autumn	
갑죽도 해역	606	731	309	423	517.25
진여부리 해역	278	339	163	235	253.75

### 4. 계절에 따른 R/P와 (R + C)/P

해조류의 지리적 분포 특징을 나타내는 가장 간편한 방법으로는 각 분류군의 출현종수에 근거하여 C/P, R/P 그리고 (R + C)/P의 3가지 지수가 흔히 사용되어왔다(Feldmann, 1937; Segawa, 1956; Cheney, 1977). 이들 지수를 근거하여 해조류

식생을 지리적으로 구분할 수 있는데, 먼저 C/P 지수는 한대에서 0.4로 최소값, 그리고 아열대 지역에서 1.5로 최대값을 나타내는 것으로 평가되고 있으며, R/P 지수는 한온대 지역에서 1.1 그리고 열대지역에서 4.3으로 나타나고 있다. (R+C)/P 지수는 그 값이 3보다 작을 때는 온대성 내지 한대성 해조상, 6이상이면 열대성 해조상 그리고 그 중간값이면 혼합성 해조상의 특징을 나타내는 것으로 구분할 수 있다.

R/P와 (R+C)/P의 값은 홍조류(Rhodophyta), 갈조류(Phaeophyta) 및 녹조류(Chlorophyta)의 출현종 수에 의해 산출된 것으로 갑죽도 해역의 경우 R/P 값은 겨울, 봄, 여름, 가을에 각각 2.2, 3.5, 4.5, 4의 값을 보였고, 평균값은 3.55이었다. (R+C)/P 값은 겨울, 봄, 여름, 가을에 각각 2.8, 4.25, 5.5, 4.66의 값을 보였으며, 평균값은 4.3이었다(표. 8). 그러나 진여부리 해역에 경우는 갈조류가 출현하지 않았기 때문에 값을 산출할 수 없었다.

표 8. 영흥면 갑죽도 해역의 계절에 따른 R/P와 (R+C)/P 값

Seasons Ratio	Winter	Spring	Summer	Autumn	Average
R/P	2.2	3.5	4.5	4	3.55
(R+C)/P	2.8	4.25	5.5	4.66	4.3

## 5. 계절별 출현종의 기능형군별 분석

해조류의 기능형을 토대로 하여 생물학적 상태그룹(Ecological state group)인 ESG I 에 다육질형, 유절산호말형, 각상형으로, ESG II 에 엽상형, 사상형, 직립분기형으로 구분할 수 있다. 갑죽도 해역에 경우 생장이 느리며 안정된 환경에서 나타나는 ESG I 에 속하는 해조류가 7종, 교란이나 환경오염이 상대적으로 심한 해역에서 출현한 ESG II 에 속하는 해조류가 18종으로 나타났고, 진여부리 해역에 경우 ESG I 에 속하는 해조류가 8종, ESG II 에 속하는 해조류가 3종이 출현하였다(표 9).

표 9. 영흥면 해역의 기능형군별 구성비

Site	Functional form group(%)					
	sheet form (엽상형)	filamentous form (사상형)	coarsely branched form (직립분기형)	thick leathery form (다육질형)	jointed calcareous form (유절산호말형)	crutose form (각상형)
갑죽도	12	20	40	12	8	8
진여부리	18	27	28	0	18	9

## IV. 고찰

2017년도 인천연안 해조군집 복원을 위한 기초생태조사는 인천 영흥면 해역의 군집조사를 실시하였는데, 갑죽도 해역에서 채집 동정된 해조류는 녹조류 4종, 갈조류 6종, 홍조류 15종으로 총 25종, 진여부리 해역은 녹조류 1종, 홍조류 10종으로 총 11종이 출현하였다. 2009년 인천시 옹진군 무인도서 실태조사(국토해양부)에서 갑죽도 해역의 출현종은 총 4종으로 차이를 보였는데, 이는 계절에 따른 조사를 실시하지 않은 결과로 사료된다.

우점종은 갑죽도 해역의 경우 봄에는 구멍갈파래(*Ulva pertusa*)가 겨울, 여름, 가을에는 진두발(*Chondrus ocellatus*)로 확인되었으며, 진여부리 해역의 경우 봄과 겨울에는 까막살(*Polyopes affinis*)이 여름과 가을에는 애기가시덤불(*Caulacanthus ustulatus*)로 나타났다. 준우점종은 갑죽도 해역의 경우 겨울에는 작은구슬산호말(*Corallina pilulifera*), 봄에는 진두발(*Chondrus ocellatus*), 여름에는 부챗살(*Ahnfeltiopsis flabelliformis*), 가을에는 납작파래(*Enteromorpha compressa*)가 확인되었으며, 진여부리 해역의 경우 겨울에는 서실류(*Chondrophycus* sp.), 여름에는 작은구슬산호말(*Corallina pilulifera*), 봄과 가을에는 구멍갈파래(*Ulva pertusa*)가 나타났다.

옹진군 영흥면 해역의 해조류 생물량은 조사지역과 계절에 따라 매우 큰 차이를 보이는데, 갑죽도 해역은  $309\sim 731\text{ g}\cdot\text{wet wt}/\text{m}^2$ , 진여부리 해역은  $163\sim 339\text{ g}\cdot\text{wet wt}/\text{m}^2$ 의 값을 보였다. 한편, 조간대 해조류 군집의 생물량은 대형 갈조류(남 1986) 또는 작은구슬산호말(*Corallina pilulifera*)(고 1990; 김 등 1995)의 피도에 따라 큰 차이를 나타내는데 영흥면 해역의 생물량 또한 작은구슬산호말(*Corallina pilulifera*)보다는 피도가 낮은 갯생이모자반(*Sargassum fulvellum*)이 높게 나타났다.

해조류의 지리적 분포 특징은 갑죽도 해역의 경우 R/P 값은 홍조류의 출현종수가 갈조류에 비해 높아 평균 3.55으로 열대지역에 가까운 값을 보였으며, (R+C)/P 값은 평균 4.66으로 혼합성 해조상 특징을 나타내었다.

우리나라 서해안에 서식하는 해조류의 기능형군별 구성비는 직립분기형, 사상형, 엽상형, 다육질형, 각상형, 유절산호말형의 순으로 직립분기형과 사상형의 비율이 높다고 하였다(손, 1987). 본 연구에서도 영흥면 갑죽도 해역에서 출현한 해조류의 기능형군별 구성비는 직립분기형(40%), 사상형(20%), 엽상형(12%), 다육질형(12%), 각상형(8%), 유절산호말형(8%)의 순이며, 진여부리 해역의 경우 직립분기형(28%), 사상형(20%), 엽상형(18%), 유절산호말(18%), 각상형(9%)의 순으로 유사한 양상을 보였다.

## 참고문헌

- Arévalo, R., S. Pinedo and E. Ballesteros. 2007. Changes in the composition and structure of Mediterranean rocky-shore communities following a gradient of nutrient enrichment: Descriptive study and test of proposed methods to assess water quality regarding macroalgae. *Mar. Poll. Bull.*, 55, 104–113.
- Cheney D. P. 1977. (R&C)/P – A new and improved ratio for comparing seaweed floras. *Suppl. J. Phycol.* 13: 129.
- Critchley A. T. and Ohno M. 1998. Seaweed resources of energy. *Energy* 12: 375–378.
- Feldmann J. 1937. Recherches sur la vegetation marine de la Mediterranee. *Rev. Alg.* 10: 1–340.
- Graham L. E. and Wilcox L. W. 2000. *Algae*. Prentice-Hall, London, 700pp.
- Kang J. W. 1966. On the geographical distribution of marine algae in Korea. *Bull. Pusan Fish. Coll.* 7: 1–125.
- Littler, M. M. and D. S. Littler. 1984. Relationships between macroalgal functional form groups and substrate stability in a subtropical rocky intertidal system. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 74, 13–34.
- Lee, R. E. 1999, *Phycology*. Cambridge University Press, New York, USA, 12–28.
- Orfanidis, S., P. Panayotidis and N. Stamatis. 2001. Ecological evaluation of transitional and coastal and water; A marine benthic macrophytes-based model. *Medit. Mar. Sci.*, 2, 45–65.
- Segawa, S. 1956. *Colored illustrations of the seaweeds of Japan*. Hoikusha Pub. Co., LTD.
- 고남표. 1990. 거문도의 해산식물자원에 관한 생태학적 연구. *한국조류학회지* 5: 1–37.
- 김영환, 윤현주, 유종수. 1995. 서해 중부 연안 해조군집의 종조성과 생물량. *한국식물학회지* 38: 389–398.
- 남기완. 1996. 동해안 죽도의 해조군집에 관하여. *한국조류학회지* 1: 185–202.
- 손철현. 1987. 한국 해조류의 식물지리적 특성과 군집의 정량적 분석. 전남대학교 박사학위논문. 111 pp.
- 이인규. 1973. 하계 백령도 해조목록. *서울대학교 문리대학보* 19: 437–448.
- 이인규, 유순애. 1978. 서해 격렬비열도의 하계 해조상에 대하여. *한국자연보존협*

회 조사보고서 12: 103-120.

이인규. 1980. 덕적도의 해조류에 관한 연구. 학술원논문집. 19: 135-160.

이인규, 오윤식, 정호성. 1987. 대청군도의 해조상. 한국자연보존협회 조사보고서 7: 329-354.

이용필. 2008. 제주의 바닷말.

백재민, 황미숙, 이재완, 이욱재, 김종인. 2007. 백령도 해조군집의 종조성과 생물량. *Algae* 22: 117-123.

이욱재, 황미숙, 백재민, 이재완, 김종인. 2007. 서해 경기만 해조군집 복원을 위한 기초생태조사. *Algae* 22: 201-207.

최창근, 김영태, 공용근, 박규진. 2008. 한국 동해연안 해조류 생태도감.