

서해안 영광원자력발전소 주변 해조군집의 종조성과 생물량

김영환 · 허성희*

충북대학교 생물학과, *부경대학교 해양학과

Species Composition and Biomass of Marine Algal Community in the Vicinity of Yonggwang Nuclear Power Plant on the West Coast of Korea

Young Hwan KIM and Sung-Hoi HUH*

Department of Biology, Chungbuk National University, Chongju 361-763, Korea

*Department of Oceanography, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

Species composition and biomass of intertidal benthic algae were studied at the coast of Yonggwang Nuclear Power Plant area and its adjacent stations over 4 seasons (October 1995 - August 1996). Of 68 species identified, 7 were Cyanophyta, 12 were Chlorophyta, 14 were Phaeophyta and 35 were Rhodophyta. The largest number of algal species (44) was found at Sangnok, the northernmost station of the study area, whereas the smallest number of species (15) was found from Tongho, ca. 13 km north of the power plant site. Number of species showed highest during the spring (44) and minimum was recorded in autumn (28). Biomass per unit area showed maximum in spring (189.5 g dry wt · m⁻² in average) and minimum in winter (107.9 g dry wt · m⁻² in average). Biomass values exhibited a wide range of variation among the stations, ranging from a low of 22.0 g dry wt · m⁻² in annual average at Tongho to a high of 295.7 g dry wt · m⁻² in average at Sangnok. Dominant species in biomass were *Corallina pilulifera*, *Sargassum thunbergii*, *Gymnogongrus flabelliformis* and *Enteromorpha compressa*. There have been little variation in the dominant algal species around the power plant site during the past 10 years and also these algae appeared throughout the west coast of Korea with higher frequency.

Key words: marine algae, species composition, biomass, Yonggwang, nuclear power plant, Korean west coast

서 론

원자력발전은 낮은 열효율과 대용량 시설에 기인하여 많은 양의 냉각수를 필요로 하며, 특히 냉각탑을 거치지 않는 관류냉각방식 (once-through cooling system)을 채택하는 발전소에서는 필연적으로 다량의 온배수를 주변 해역으로 방출하게 된다 (IAEA, 1974; Glasstone and Jordan, 1980). 이러한 열 에너지의 연속적인 첨가는 주변 해역에 분포하는 각종 해양생물에게 많은 영향을 주게 되는데 (Langford, 1990), 특히 부착 해조류는 고착성 특징으로 인하여 다양성이나 풍부성 측면에서 심각한 영향을 받을 수 있다는 점에서 온배수의 영향을 파악하는 훌륭한 지표생물로 간주된다 (Blake et al., 1976; Vadas et al., 1976).

우리나라 서해안에 유일하게 건설된 영광원자력발전소는 1986년 8월에 1호기가 상업운전을 시작한 이래 현재까지 4기가 가동되고 있으며, 5~6호기의 건설과 가동에 예정되어 있다. 동해안에 건설된 다른 원자력발전소의 경우와 달리 영광원자력발전소는 주변 해수의 빠른 유속과 높은 탁도에 기인하여 온배수의 영향이 심각하게 나타날 수 있다는 점에서 식자들의 관심이 증대되고 있는

은 주지의 사실이다.

영광원자력발전소 주변의 해조류 분포는 Kim and Yoo (1992)가 1호기의 가동 전후인 1986년 5월~1987년 2월에 걸쳐 계절별로 종조성과 생물량을 밝힌 이래, 1987~1988년 (Kim and Kim, 1991)과 1993~1994년 (Hwang et al., 1996)에 각각 계절별로 해조군집의 질적 다양성과 양적 풍부성이 보고된 바 있다.

본 연구는 이러한 배경 아래 현재 4기가 가동되고 있는 영광원자력발전소 주변 연안의 고착성 해조류 분포를 정성·정량적으로 밝히고 최근 10년간 조사된 관련 자료들과 비교 검토하면서 발전소의 건설과 가동이 주변 해조군집에 미치는 영향을 살펴 보고자 시도되었다. 특히 발전소 부지에 5~6호기의 건설이 추진되고 있음을 고려해 볼 때, 이와 같은 연구는 향후 건설 및 가동될 후속기의 환경영향을 파악하는데 기여할 수 있다는 점에서 그 의의를 찾을 수 있을 것이다.

재료 및 방법

본 조사는 1995년 10월부터 1996년 8월에 걸쳐 계절별로 영광원자력발전소 배수구 앞의 암반과 배수구를 중

갈조식물 4종, 홍조식물 17종)으로 가장 적은 출현종수를 보였으나, 이후 출현종수가 증가하여 봄에 44종(남조식물 3종, 녹조식물 10종, 갈조식물 10종, 홍조식물 21종)으로 가장 많이 출현하였으며, 이후 여름에 38종(남조식물 3종, 녹조식물 7종, 갈조식물 5종, 홍조식물 23종)으로 다소 감소하는 추세를 보였다 (Fig. 2). 이렇게 가을에 적고 봄에 다양한 해조류가 출현하는 계절적 양상은 온대 해역에 분포하는 해조류의 전형적인 소장양식을 따르는 것으로 판단된다 (Round, 1981).

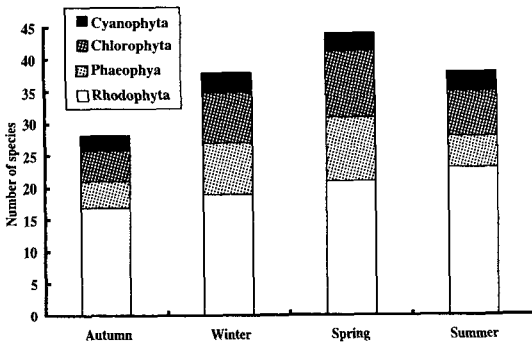


Fig. 2. Seasonal occurrence of macroalgal species by division at five stations combined.

이를 지역별로 살펴 볼 때 거의 모든 조사지소에서 가을에 출현종수가 적고 봄에 가장 많이 나타나는 추세를 보였으나 (Fig. 3), 발전소에서 북쪽으로 가장 멀리 위치한 상록 해수욕장에서는 여름에 26종으로 가장 많이 출현하는 독특함을 보였다. 지역별 출현종수의 합계는 상록 해수욕장에서 44종이 관찰되어 5개 조사지소 가운데 가장 많았고, 가장 남쪽에 위치한 대신리에서 40종, 그리고 발전소 남쪽의 가마미에서 39종이 출현하여 비슷한 수준으로 나타났으며, 발전소 (배수구 외면)에서는 연중 20종이 출현하였으나, 발전소 배수구로부터 약 13 km 북쪽에 위치한 동호에서는 4 계절에 걸친 조사에서 단지 15종만이 관찰되어 5개 조사지소 가운데 가장 적게 나타났다 (Table 1).

한편 조사된 5개 지소 모두에서 발견된 해조류는 녹조식물 2종 (외파래 *Enteromorpha linza*, 가시파래 *E. prolifera*), 갈조식물 2종 (남쪽솜털 *Ectocarpus arctus*, 지층이 *Sargassum thunbergii*)과 홍조식물 3종 (애기우뚱가사리 *Gelidium divaricatum*, 잘피껍데기 *Pneophyllum zostericum*, 부챗살 *Gymnogongrus flabelliformis*)의 7종이었다. 이번 조사에서 밝혀진 해조류의 거의 대부분은 이제까지 한국 서해안에서 보고된 종류들이었으나 (Kim, 1994), 갈조식물 가운데열매실말 (*Pilayella littoralis*)은 본 조사를 통

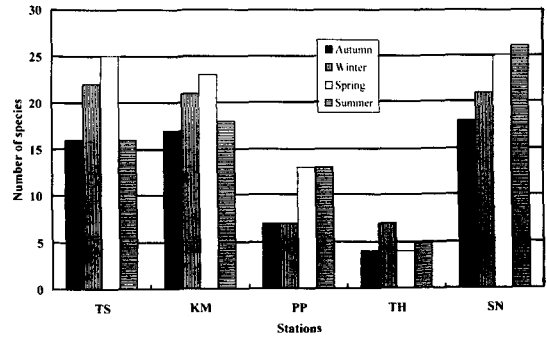


Fig. 3. Number of marine algal species observed at each of five stations. See Fig. 1 for legend and locations.

하여 서해안에서는 처음으로 그 생육이 확인되었다.

생물량

각 조사지소에서 계절별로 조사된 조사지소별 해조류 평균 생물량과 계절별 평균 생물량은 Tables 2~5와 같다.

Table 2. Biomass value for marine algal species at each of five stations in autumn 1995; see Fig. 1 for legend and locations (Unit: g dry wt · m⁻²)

Species	Sampling Stations					Mean
	TS	KM	PP	TH	SN	
<i>Sargassum thunbergii</i>	40.58	5.44			186.08	46.42
<i>Coralina pilulifera</i>	52.14	75.86			61.16	37.83
<i>Ceramium konderi</i>	46.82					9.36
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i>	2.66	1.04	14.28	5.36	8.56	6.38
<i>Ishige okamurae</i>					29.80	5.96
<i>Gelidium amansu</i>	+	10.98			+	2.20
<i>Gracilaria verrucosa</i>	+		9.76		+	1.95
<i>Gelidium divaricatum</i>	3.66	1.82	0.24		+	1.14
<i>Laurencia intermedia</i>	+				5.52	1.10
<i>Caulacanthus okamurae</i>				3.00	+	0.60
<i>Gracilaria textorii</i>		0.40	0.28			0.14
<i>Enteromorpha</i> spp.			0.56			0.11
<i>Sargassum fulvellum</i>	0.46					0.09
Biomass total	146.32	95.54	25.12	8.36	291.12	113.29

Table 3. As Table 2, but in winter 1996
(Unit: g dry wt · m⁻²)

Species	Sampling Stations					Mean
	TS	KM	PP	TH	SN	
<i>Sargassum thunbergii</i>	36.08	18.76		+	174.26	45.82
<i>Corallina pilulifera</i>	63.80	52.48			85.50	40.36
<i>Gelidium divaricatum</i>	41.48	0.58	+	+	+	8.41
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i>	4.90	2.76	21.36		8.78	7.56
<i>Ishige okamurae</i>					11.18	2.24
<i>Enteromorpha compressa</i>				10.68		2.14
<i>Gelidium amansii</i>	2.54	+			+	0.51
<i>Gracilaria verrucosa</i>		+	0.76		0.68	0.29
<i>Sargassum nigrofolium</i>	1.00					0.20
<i>Ulva pertusa</i>	+	0.06			0.70	0.15
<i>Porphyra tenera</i>			+		0.66	0.13
<i>Gelidium pusillum</i>		0.20				0.04
<i>Pterocladia capillacea</i>	0.16	+				0.03
<i>Caulacanthus okamurae</i>	0.02	+		+		-
Biomass total	149.98	74.84	22.12	10.68	281.76	107.88

Table 4. As Table 2, but in spring 1996
(Unit: g dry wt · m⁻²)

Species	Sampling Stations					Mean
	TS	KM	PP	TH	SN	
<i>Corallina pilulifera</i>	129.72	209.04	25.88		109.12	94.75
<i>Sargassum thunbergii</i>	29.80	17.48	0.20		121.84	33.86
<i>Enteromorpha compressa</i>			29.20	49.60	67.96	29.35
<i>Ulva pertusa</i>	6.68	25.44		13.48		9.12
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i>	0.76		34.32		7.88	8.59
<i>Myelophycus simplex</i>					30.24	6.05
<i>Gelidium divaricatum</i>	13.32					2.66
<i>Gracilaria verrucosa</i>	3.84		5.16		3.68	2.54
<i>Ishige okamurae</i>					5.88	1.18
<i>Bangia atropurpurea</i>					2.68	0.54
<i>Polysiphonia morrowii</i>		2.64				0.53
<i>Polysiphonia japonica</i>				0.84		0.17
<i>Ectocarpus arctus</i>		0.56				0.11
<i>Cladophora albida</i>				0.28		0.06
Biomass total	184.12	255.16	94.76	64.20	349.28	189.50

Table 5. As Table 2, but in summer 1996
(Unit: g dry wt · m⁻²)

Species	Sampling Stations					Mean
	TS	KM	PP	TH	SN	
<i>Corallina pilulifera</i>	127.36	128.52	6.96		22.88	57.14
<i>Sargassum thunbergii</i>	9.52	9.92	8.68		191.68	43.96
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i>	15.04	13.44	45.48		21.64	19.12
<i>Ulva pertusa</i>	34.24	29.72			21.28	17.05
<i>Gelidium amansii</i>	23.28					4.66
<i>Enteromorpha compressa</i>			1.32	4.76		1.22
<i>Gelidium divaricatum</i>	5.36					1.07
<i>Laurencia intermedia</i>					2.76	0.55
<i>Sphacelaria</i> sp.					0.32	0.06
<i>Gracilaria verrucosa</i>			0.08			0.02
Biomass total	214.80	181.60	62.52	4.76	260.56	144.85

먼저 계절별로는 가을 (계절 평균 113.3 g dry wt · m⁻²)과 겨울 (평균 107.9 g dry wt · m⁻²)에는 유사한 범위로 측정되었다가, 봄에 64.2~349.3 g dry wt · m⁻²의 범위 (평균 189.5 g dry wt · m⁻²)로 증가하였으나, 여름 (평균 144.9 g dry wt · m⁻²)에 다소 감소하는 계절적 추세를 보였다. 이러한 해조류 생물량의 계절적 추세는 앞서 언급한 해조류 출현종수의 경우와 마찬가지로 온대 해역에 분포하는 해조군집의 전형적인 특징을 따르는 것으로 간주된다.

한편 지역별로는 발전소에서 북쪽으로 가장 멀리 위치한 상록 해수욕장 (연 평균 295.7 g dry wt · m⁻²)에서 가장 풍부하게 나타났고, 가장 남쪽에 위치한 대신리 (146.3~214.8 g dry wt · m⁻²)와 발전소 남쪽의 가마미 (74.8~255.2 g dry wt · m⁻²)에서 각각 연 평균 173.8 및 151.8 g dry wt · m⁻²로 비슷한 수준을 보였으나, 발전소 배수구 외면에서는 연 평균 51.1 g dry wt · m⁻²로 빈약한 식생을 보였으며, 특히 배수구의 북쪽에 위치한 동호에서는 연 평균 22.0 g dry wt · m⁻²로 5개 조사지소 가운데 가장 적은 생물량이 측정되었다 (Fig. 4).

우점종

영광원자력발전소 주변 해역에서 조사된 해조류 생물량 자료를 바탕으로 살펴 본 해조군집의 주요 구성종은 Table 6과 같다.

Table 6. Spatial and temporal patterns of the dominant (*) and subdominant species in biomass at five stations around Yonggwang Nuclear Power Plant⁺; see Fig. 1 for legend and locations

Stations	Season			
	Autumn	Winter	Spring	Summer
TS	<i>Corallina pilulifera</i> *	<i>Corallina pilulifera</i> *	<i>Corallina pilulifera</i> *	<i>Corallina pilulifera</i> *
	<i>Ceramium kondoi</i> *	<i>Gelidium divaricatum</i>	<i>Sargassum thunbergii</i>	<i>Ulva pertusa</i>
	<i>Sargassum thunbergii</i>	<i>Sargassum thunbergii</i>		<i>Gelidium amansii</i>
KM	<i>Corallina pilulifera</i> *	<i>Corallina pilulifera</i> *	<i>Corallina pilulifera</i> *	<i>Corallina pilulifera</i> *
	<i>Gelidium amansii</i>	<i>Sargassum thunbergii</i>	<i>Ulva pertusa</i>	<i>Ulva pertusa</i>
PP	<i>Gymnogongrus flabelliformis</i> *	<i>Gymnogongrus flabelliformis</i> *	<i>Gymnogongrus flabelliformis</i> *	<i>Gymnogongrus flabelliformis</i> *
	<i>Gracilaria verrucosa</i> *		<i>Enteromorpha compressa</i> *	<i>Sargassum thunbergii</i>
TH	<i>Gymnogongrus flabelliformis</i> *	<i>Enteromorpha compressa</i> *	<i>Enteromorpha compressa</i> *	<i>Enteromorpha compressa</i> *
	<i>Caulacanthus okamurae</i> *		<i>Ulva pertusa</i>	
SN	<i>Sargassum thunbergii</i> *	<i>Sargassum thunbergii</i> *	<i>Sargassum thunbergii</i> *	<i>Sargassum thunbergii</i> *
	<i>Corallina pilulifera</i>		<i>Corallina pilulifera</i> *	
	<i>Ishige okamurae</i>	<i>Corallina pilulifera</i> *	<i>Enteromorpha compressa</i>	

+ Dominant species; biomass proportion $\geq 30\%$, subdominant species; biomass proportion $\geq 10\%$.

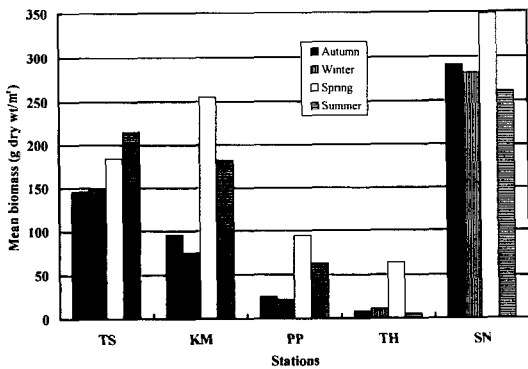


Fig. 4. Seasonal variation of mean biomass value for marine algal species at each of five stations. See Fig. 1 for legend and locations.

출현종 가운데 갈조식물 지층이 (*Sargassum thunbergii*)와 홍조식물 작은구슬산호말 (*Corallina pilulifera*)은 발전소에서 북쪽으로 가장 멀리 위치한 상록 해수욕장, 그리고 발전소 남쪽의 대신리와 가마미에서 연중 우점종 또는 준우점종으로 관찰되었다. 그러나 발전소 배수구 외면에서는 이들 대표적 해조류가 1~2 계절에만 준우점종으로 조사된 반면, 홍조식물 부챗살 (*Gymnogongrus flabelliformis*)이 연중 우점적으로 출현하여 상기 지역들과 대조를 이루었고, 배수구로부터 약 13 km 북쪽에 위치한 동호에서도 가을에 부챗살이 우점적으로 출현하기는 하였으나, 나머지 계절에는 녹조식물 납작파래 (*Enteromorpha compressa*)가 단일 우점종으로 나타나는 극히 단순한 군집구조를 보여서 주목되었다.

조사점과 계절에 따라 우점종 구성양식이 다소 차이

를 보이기는 하지만, 본 조사를 통하여 영광원자력발전소 주변 해역에서 밝혀진 우점종 또는 준우점종의 빈도를 조사한 결과는 다음과 같다.

5개 조사점과 4계절에 조사된 20개 표본 가운데, 홍조식물 작은구슬산호말은 우점종 10 (50%) 그리고 준우점종 3 (15%)의 빈도로 나타났고, 갈조식물 지층이는 우점종 4 (20%) 그리고 준우점종 5 (25%)의 빈도로 출현하여, 이들 2 종류가 영광원자력발전소 주변 해역을 대표하는 우점종으로 간주된다. 그 밖에 홍조식물 부챗살이 우점종 5 (25%)의 빈도, 그리고 대표적 속생종인 녹조식물 납작파래가 우점종 4 (20%) 그리고 준우점종 1 (5%)의 빈도로 나타났다.

고 찰

영광원자력발전소 주변에서 Kim and Yoo (1992)는 발전소 1호기의 상업운전 시작을 전후하여 1986년 5월~1987년 2월에 계절별로 채집한 해조류 68종 (남조식물 10종, 녹조식물 9종, 갈조식물 13종, 홍조식물 36종)을 보고하였고, Kim and Kim (1991)은 1986~1988년의 3년에 걸친 조사에서 1986년에 54종, 1987년에 54종, 그리고 1988년에 41종 (1986~1988년의 누적합계: 99종)의 생육을 밝혔다. 한편 Hwang et al. (1996)은 1993년 12월~1994년 10월에 걸쳐 계절별로 조사한 해조류 51종 (녹조식물 12종, 갈조식물 11종, 홍조식물 28종)을 기록하였는데, 1995년 10월~1996년 8월에 수행된 본 조사에서는 총 68종 (남조식물 7종, 녹조식물 12종, 갈조식물 14종, 홍조

식물 35종)이 관찰되었다 (Table 1). 따라서 최근 10년간 조사된 발전소 주변의 해조류 출현종수는 발전소의 가동 무렵에 68종이었다가 1988년에 41종까지 감소하였던 해조류의 다양성이 최근 1호기의 가동 전후의 수준인 68종으로 다시 회복된 것으로 나타났다.

보다 구체적으로 살펴 보면 1986~1987년에 조사된 해조류 68종 (Kim and Yoo, 1992) 가운데 66%에 해당하는 45종의 생육이 이번 조사를 통하여 재확인되었으며, 1986~1988년의 99종 (Kim and Kim, 1991) 가운데 52%인 51종, 그리고 1993~1994년의 해조류 51종 (Hwang et al., 1996) 가운데 65%에 달하는 33종이 이번 조사에서도 관찰되었다. 이렇게 최근 10년간 발전소 주변에서 수행된 해조류 조사에서 절반을 넘어 약 2/3에 달하는 해조류가 공통적으로 출현하고 있다는 사실은 본 조사지역의 해조식생이 발전소의 건설과 가동에도 불구하고 큰 교란없이 그 질적 다양성을 유지하고 있음을 시사하는 것이다.

그럼에도 불구하고 발전소에서 배출되는 온배수의 영향을 직접 받는 지점 (배수구 외면)에서 대조구역 (39~44종)의 절반 수준에 해당하는 20종의 해조류가 관찰되었으므로 이를 온배수에 의한 영향이라고 단정할 수도 있다. 그러나 배수구로부터 약 13 km 북쪽에 위치하여 발전소에서 배출되는 온배수에 의한 영향을 받지 않을 것으로 예상되는 동호에서 4 계절에 걸쳐 단지 15종만이 관찰되어 배수구 외면의 경우보다 오히려 빈약한 해조식생을 보였음이 주목된다. 참고삼아 동호 부근의 연안은 대부분이 해조류의 착생에 불리한 모래나 개펄들로 구성되어 있고, 해조류가 착생할 수 있는 암반은 드문드문 놓여 있을 따름이다.

이제까지 영광원자력발전소 주변 해역에서 조사된 해조류 생물량 자료를 검토해 볼 때 생물량은 지역에 따라 큰 변이를 보이고 있어서, 이를테면 1988년에는 0~622.9 g dry wt · m⁻² (Kim and Kim, 1991)의 범위를 보인 바 있다. 이렇게 생물량의 범위가 크게 나타나는 것은 서해의 저층이 대체로 개펄로 덮여 있어 해조류의 착생을 방해할 뿐만 아니라 일부 바위에도 굴 등 패류들이 밀생하면서 고착성 해조류의 생육을 저해하고 있는 서해 고유의 저층 형성 조건에 기인하는 것이다 (Kim, 1994; Kim et al., 1995).

본 조사지역 주변에서 해조류의 생물량을 건조무게로 측정된 결과를 검토해 볼 때, 1986년 (Kim and Yoo, 1992)에 0~163.1 g dry wt · m⁻²의 범위 (연 평균 72.6 g dry wt · m⁻²), 1987년 (Kim and Kim, 1991)에 0~390.7 g dry wt · m⁻² (연 평균 109.0 g dry wt · m⁻²), 그리고 1988년 (Kim and Kim, 1991)에 0~622.9 g dry wt · m⁻²

(연 평균 116.0 g dry wt · m⁻²)이었는데 1995~1996년에 걸친 이번 조사에서는 4.8~349.3 g dry wt · m⁻²의 범위 (연 평균 138.9 g dry wt · m⁻²)로 나타났다. 따라서 해조류 생물량의 연 평균 수치는 발전소의 건설과 가동에도 불구하고 최근 10년간 계속 증가하고 있는 것으로 밝혀졌다.

조사지소별로는 발전소에서 북쪽으로 가장 멀리 위치한 상록 해수욕장 (연 평균 295.7 g dry wt · m⁻²), 가장 남쪽에 위치한 대신리 (173.8 g dry wt · m⁻²) 그리고 발전소 남쪽의 가마미 (151.8 g dry wt · m⁻²)에서 발전소 배수구 외면 (51.1 g dry wt · m⁻²)보다 많았으나, 배수구의 북쪽에 위치한 동호에서는 연 평균 22.0 g dry wt · m⁻²로 5개 조사지소 가운데 가장 적은 생물량이 측정되었다 (Fig. 4). 따라서 본 조사지역의 해조류 분포는 질적 다양성과 양적 풍부성 측면 모두 해안 지형의 국지적인 영향을 많이 받는 것으로 간주된다.

참고삼아 발전소의 배수구 부근에서는 1호기의 정상 가동 이전인 1986년 5월에 136.1 g dry wt · m⁻²의 비교적 많은 양으로 조사된 바 있는데 (Kim and Yoo, 1992), 1986년 8월에 1호기가 상업운전을 시작하면서 생물량이 급격하게 감소하여 1987년에 연 평균 18.3 g dry wt · m⁻² 그리고 1988년에는 17.7 g dry wt · m⁻²로 조사되었다 (Kim and Kim, 1991). 그런데 이번 조사에서는 배수구 주변에서 22.1~94.8 g dry wt · m⁻²의 범위 (연 평균 51.1 g dry wt · m⁻²)로 나타나서 그 풍부성이 다소나마 회복된 것으로 밝혀졌다.

한편 본 조사를 통하여 지층이 (*Sargassum thunbergii*)와 작은구슬산호말 (*Corallina pilulifera*)이 발전소에서 북쪽으로 가장 멀리 위치한 상록 해수욕장, 그리고 발전소 남쪽의 대신리와 가마미에서 연중 우점종 또는 준우점종으로 관찰되었다. 그러나 발전소 배수구 외면에서는 부챗살 (*Gymnogongrus flabelliformis*)이 연중 우점적으로 출현하였고, 배수구로부터 약 13 km 북쪽에 위치한 동호에서도 가을에 부챗살이 우점적으로 출현하기는 하였으나, 나머지 계절에는 남작파래 (*Enteromorpha compressa*)가 단일 우점종으로 나타나서 다른 조사지소들과 대조를 이루었다 (Table 6). 그밖에 비단풀 (*Ceramium kondoi*), 애기우뭇가사리 (*Gelidium divaricatum*), 구멍갈파래 (*Ulva pertusa*) 등 역시 계절에 따라 또는 조사지소에 따라 군집의 중요한 구성종으로 나타나고 있다.

이렇게 조사점점에 따라 해조류 우점종 구성양식이 차이를 보이는 것은 크게 두 가지 요인, 즉 온배수에 의한 국지적 영향과 저층 발달의 차이에 기인하는 자연적 영향으로 나누어 볼 수 있다.

먼저 발전소 배수구 외면의 암반은 온배수의 영향을 직접 받는 지역으로 종 다양성이 감소할 뿐만 아니라 수온의 상승에 따라 군집구조가 다소 변모되면서 비교적 높은 온도에 잘 적응하는 종들이 주로 생육하는 것으로 판단된다. 참고삼아 발전소 배수구 외면의 암반에 우점하는 부켓살은 우리나라 다른 원자력발전소 배수로 (discharge canal)에서도 비교적 많이 생육하는 전형적인 내열종 (warm tolerant species)이다 (Kim, 1986; Kim and Choi, 1995).

한편 배수구로부터 약 13 km 북쪽에 위치한 동호의 경우, 주변에 길게 형성된 모래사장과 개펄 등이 해조류 착생에 불리하게 작용할 뿐만 아니라 일부 바위에도 굴과 같은 패류들이 밀생하여 고착성 해조류의 생육을 저해하는 저층 형성 조건에 기인하여 극히 제한적인 해조류들만이 출현하고 있다. 그 결과 종조성 뿐만 아니라 생물량도 빈약하고, 이러한 혹독한 조건에도 잘 견딜 수 있는 일부 조류들만이 군집을 형성하고 있는 것으로 간주된다.

영광원자력발전소 주변에서는 1986~1987년에 지충이, 작은구슬산호말, 애기우뭇가사리 및 납작파래 등이 생물량 (건조무게)으로 본 우점종이었고 (Kim and Yoo, 1992), 1987~1988년에는 구멍갈파래, 잎파래 (*Enteromorpha linza*), 작은구슬산호말, 참산호말 (*Corallina officinalis*), 지충이 등이 생물량 (건조무게)으로 본 우점종이었다 (Kim and Kim, 1991). 한편 1993~1994년에는 납작파래, 구멍갈파래, 지충이, 애기우뭇가사리 및 작은구슬산호말의 5종이 중요도 및 생물량 (습중량)의 구성비율로 본 우점종으로 조사된 바 있다 (Hwang et al., 1996).

이들 결과와 이번 조사에서 밝혀진 해조류 우점종 조사 결과 (Table 6)를 종합하여 볼 때 최근 10년간 영광원자력발전소 주변 해역의 해조군집은 그 우점종의 구성양식에 있어서 뚜렷한 변화의 조짐을 보이지 않았다. 한편 이번 조사를 포함하여 이제까지 영광원자력발전소 주변에서 우점적으로 출현한 종류들은 서해 중부 연안 (Kim et al., 1995) 등 서해 각지에서도 보편적인 우점종으로 밝혀지고 있어서 (Kim, 1994), 영광원자력발전소 주변 해역의 해조류는 그 군집의 구조적 특성이 서해의 전형적인 양식을 따르는 것으로 해석된다.

요 약

서해안에 위치한 영광원자력발전소 주변의 5개 조사지소에서 1995년 10월~1996년 8월에 걸쳐 계절별로 해조류의 종조성과 생물량을 조사하였다.

그 결과 총 68종 (남조식물 7종, 녹조식물 12종, 갈조식물 14종, 홍조식물 35종)의 해조류가 관찰되었으며, 계절별로는 가을 (28종)에 가장 적고 봄 (44종)에 가장 많이 출현하였다. 조사지소별로는 발전소에서 북쪽으로 가장 멀리 위치한 상록 해수욕장에서 44종으로 가장 많았고, 배수구로부터 약 13 km 북쪽에 위치한 동호에서 15종으로 가장 적었다. 최근 10년간 부지 주변에서 조사된 해조류 종조성 자료를 검토해 볼 때 발전소의 가동 이후 감소하였던 해조류의 다양성이 최근 1호기의 가동 이후의 수준으로 회복된 것으로 판단된다.

해조류 생물량은 가을 (계절 평균 113.3 g dry wt · m⁻²)과 겨울 (평균 107.9 g dry wt · m⁻²)에 적고 봄 (평균 189.5 g dry wt · m⁻²)에 가장 많았다. 지역별로는 상록 해수욕장 (연 평균 295.7 g dry wt · m⁻²)에서 가장 풍부하게 나타났고, 동호에서 연 평균 22.0 g dry wt · m⁻²로 5개 조사지소 가운데 가장 적었다. 해조류 생물량의 연 평균 수치는 발전소의 건설과 가동에도 불구하고 최근 10년간 계속 증가하는 것으로 나타났다.

해조류 생물량으로 본 우점종은 작은구슬산호말 (*Corallina pilulifera*), 지충이 (*Sargassum thunbergii*), 부켓살 (*Gymnogongrus flabelliformis*) 및 납작파래 (*Enteromorpha compressa*)의 4종이었으며, 최근 10년간 영광원자력발전소 주변 해역의 해조류는 우점종 구성양식에 있어서 뚜렷한 차이를 발견할 없었다. 한편 이들 종류는 서해안 각지에서도 보편적인 우점종으로 밝혀지고 있어서, 영광원자력발전소 주변 해역의 해조류는 그 군집의 구조적 특성이 서해안의 전형적인 양식을 따르는 것으로 해석된다.

사 사

현장 채집과 자료 정리를 도와 준 충북대학교 이향석, 최상일, 정한영 군에게 고마운 마음을 전한다.

참 고 문 헌

- Blake, N.J., L.J. Doyle and T.E. Pyle. 1976. The macrobenthic community of a thermally altered area of Tampa Bay, Florida. In *Thermal Ecology II*, G.W. Esch and R.W. McFarlane, eds. Technical Information Center, Energy Research and Development Administration, Springfield, pp. 296~301.
- Glasstone, S. and W.H. Jordan. 1980. Nuclear Power and its Environmental Effects. American Nuclear Society, Ill. 395 pp.

- Hwang, E.K., C.S. Park, C.H. Sohn and N.P. Koh. 1996. Analysis of functional form groups in macroalgal community of Yonggwang vicinity, western coast of Korea. *J. Korean Fish. Soc.*, 29, 97~106 (in Korean).
- International Atomic Energy Agency (IAEA). 1974. Thermal discharges at Nuclear Power Stations: Their Management and Environmental Impacts. IAEA Technical Reports Series No. 155, IAEA, Vienna. 155 pp.
- Kim, H.K. and Y.H. Kim. 1991. Marine algal communities around three nuclear power plants in Korea. *Korean J. Phycol.*, 6, 157~192 (in Korean).
- Kim, Y.H. 1986. A study on the marine algae at the coast of Kori nuclear power plant 2. Marine algal vegetation in 1983. *Korean J. Phycol.*, 1, 241~249 (in Korean).
- Kim, Y.H. 1994. Distribution of benthic marine algae in the south-eastern part of the Yellow Sea. *Yellow Sea Research*, 6, 131~150 (in Korean).
- Kim, Y.H. and S.I. Choi. 1995. Effects of cooling system at power plant on marine algal vegetation. *Korean J. Phycol.*, 10, 121~141 (in Korean).
- Kim, Y.H., K.W. Nam and C.H. Sohn. 1997. Intertidal benthic marine algae at Chumunjin on the east coast of Korea: Flora, distribution and community structure. *Algae*, 12, 117~130 (in Korean).
- Kim, Y.H. and J.S. Yoo. 1992. Marine algal vegetation at the coast of Yonggwang Nuclear Power Plant, western coast of Korea. *Korean J. Environ. Biol.*, 10, 100~109 (in Korean).
- Kim, Y.H., H.J. Yoon and J.S. Yoo. 1995. Species composition and biomass of marine algal community on the mid-western coast of Korea. *J. Plant Biol.*, 38, 389~398 (in Korean).
- Langford, T.E.L. 1990. *Ecological Effects of Thermal Discharges*. Elsevier Applied Science, London. 468 pp.
- Lee, I.K. and J.W. Kang. 1986. A check list of marine algae in Korea. *Korean J. Phycol.*, 1, 311~325 (in Korean).
- Round, F.E. 1981. *The Ecology of Algae*. Cambridge Univ. Press, Cambridge. 653 pp.
- Vadas, R.L., M. Keser and P.C. Rusanowski. 1976. Influence of thermal loading on the ecology of intertidal algae. In *Thermal Ecology II*, G.W. Esch and R.W. McFarlane, eds. Technical Information Center, Energy Research and Development Administration, Springfield, pp. 202~212.
- Yoshida, T., Y. Nakajima and Y. Nakata. 1990. Check-list of marine algae of Japan (revised in 1990). *Jpn. J. Phycol.*, 38, 269~320 (in Japanese).

1997년 11월 6일 접수

1998년 3월 5일 수리