

# 동해와 남해 연안에 서식하는 군소(*Aplysia kurodai*) 서식지 주변의 해조상과 위 내용물 조성

김민주 · 김남길<sup>1\*</sup>

강원도 농업기술센터, <sup>1</sup>경상국립대학교 양식생명과학과

## Composition of the Stomach Contents and Marine Algal Flora Around Sea Hare *Aplysia kurodai* Habitats in the East and South Coast of Korea

Min-Ju Kim and Nam-Gil Kim<sup>1\*</sup>

Gangwon Provincial Agricultural Technology Center, Inje 24624, Republic of Korea

<sup>1</sup>Department of Marine Biology and Aquaculture/Gyeongsang National University, Tongyeong Gyeongnam 53064, Republic of Korea

The sea hare *Aplysia kurodai* is an economic species located along the Korean coast. This study aimed to investigate the stomach contents of *A. kurodai* and its relationship with marine algal flora surrounding their habitat. *A. kurodai* and marine algae were sampled in seven and five areas in the East and the South seas, respectively. The marine algae found in the stomach and surrounding marine habitat were identified. In the East Sea of Korea, 134 species of seaweed were recorded. Thirty-nine species of marine algae were identified in the stomach contents of *A. kurodai* collected from the East Sea of Korea. Seventy-five species of seaweed were collected in the South Sea of Korea. In addition, 26 species of marine algae were identified in the stomach contents of *A. kurodai* from the South Sea of Korea. Among the stomach contents of *A. kurodai*, ten sheet, 12 filamentous, 27 coarsely branched, and one jointed calcareous form species were identified.

Keywords: *Aplysia kurodai*, Stomach contents, Marine algal flora, East and South coast of Korea

### 서론

군소속(*Aplysia*)은 복족강(Gastropoda), 무순목(Anaspidea), 군소과(Aplysiidae)에 속하는 무척추동물로 전 세계에 걸쳐 약 50여 종이 서식하고 있다(Beeman, 1968; Klussmann-Kolb, 2004). 우리나라의 경우 Kim and Choe (1981)에 의해 군소(*Aplysia kurodai*)가 독도 주변에 서식하는 것으로 보고되었고, 이후 1994년 Choe and Lee (1994)에 의해 군소와 검은테군소(*A. parvula*) 두 종이 보고되었다. 이후 Lee and Min (2002)에 의해 군소, 말군소(*A. juliana*), 안경무늬군소(*A. oculifera*), 검은테군소가 우리나라 해역에서 서식하고 있다고 보고되었으며, 최근에는 Ryu et al. (2012)에 의하여 독도에서 군소, 검은테군소, 안경무늬군소, 갈색군소(*A. sagamiana*)가 서식하고 있다고 보고된 바 있다. 이 중 이번 연구의 대상 종인 군소는 울릉도

와 독도를 포함한 우리나라 전 연안에 걸쳐 넓게 분포하며, 이들은 주로 수심 5 m 전후의 얕은 수심에서 해조류가 풍부한 암반 근처에서 발견되며, 간조 시 중간대 하부나 조수웅덩이(Tide pool)에서 발견되기도 한다. 우리나라에서는 군소의 내장과 포식자로부터의 방어물질로써 내뿜는 보라색의 색소를 빼낸 후 삶은 것을 식용으로 이용하고 있으며, 부산과 경, 남북 지방에서는 제사용 음식으로 이용하기도 한다(Park et al., 2011). 남해안의 일부 지역에서는 내장을 제거한 후 날 것으로 섭취하기도 한다. 또한, 군소의 육질부에서 추출된 다당분획물(polysaccharide fraction)에서 면역조절 기능(Park et al., 2011)과, 가수분해물(Hydrolysate)에서 천식 증상 개선 효과가 확인되어(Ryu et al., 2017) 군소는 식용 뿐만 아니라 의약품의 원료 생물로서 주목받고 있다고 할 수 있다. 군소에 관한 생물학적 연구로 국외 선행연구로는 표지(tagging)를 통한 중간대 군소의 성장에

\*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772. 9155 Fax: +82. 55. 772. 9159

E-mail address: ngkim@gnu.ac.kr



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.2023.0066>

Korean J Fish Aquat Sci 56(1), 66-78, February 2023

Received 10 February 2023; Revised 17 February 2023; Accepted 21 February 2023

저자 직위: 김민주(연구사), 김남길(교수)

관한 연구(Nishiwaki et al., 1975), 군소의 크기와 난 생산 및 난 크기와의 관계(Yusa, 1994), 짝짓기에 개체의 크기가 미치는 영향(Yusa, 1996)이 수행되었다. 국내에서는 군소의 번식과 발생특징에 관한 연구(Lee, 2008), 성장과 생식주기에 관한 연구(Seo, 2009), 생식선의 발달과 생식주기에 관한 연구(Lee et al., 2011), 산란행동과 난 발생에 관한 연구(Lee et al., 2014)와 생식계 구조와 기능에 관한 연구(Lee et al., 2015)가 수행되었다. 따라서 국내외적으로 군소의 성장, 번식, 생식에 관한 연구만 일부 수행되어 졌을 뿐, 자연생태계에서 해조군락을 기반으로 살아가는 군소의 섭식물에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다.

따라서 이번 연구는 해조류를 주 먹이로 하는 조식성동물(Herbivore)로 수명이 1년에 불과한 군소의 위 내용물 조성과 서식지 주변 해조상과의 관계를 밝혀 갯녹음 확산과 관련된 군소의 영향과 향후, 기능성 생물로 활용가치가 높은 군소의 종자 생산과 양식에 필요한 정보를 제공하고자 하였다.

**재료 및 방법**

본 연구는 동해 연안의 7개 정점과 남해 연안의 5개 정점에서 수행되었으며(Fig. 1), 조사지역별 채집 일자와 채집지점의 좌표, 채집된 군소의 개체수는 Table 1에 나타내었다. 군소는 free diving과 skin-SCUBA diving 및 뜰채를 이용하여 채집하였으며, 군소 서식지의 해조상 조사는 SCUBA diving을 통해 정성 채집으로 수행하였다. 채집된 군소는 살아있는 상태로 실험실로 운반하여 회복한 후 위를 적출하고 위 내용물 중 소화되지 않은 해조류 절편을 선별, 분리한 후 여과 해수를 이용 수회 세척하여 동정, 분류하는데 사용하였다.

군소는 전형적인 조식성동물(Herbivore)로 적출한 위에서 분리한 해조류는 해부현미경(EZ4; Leica, Tokyo, Japan)과 광학

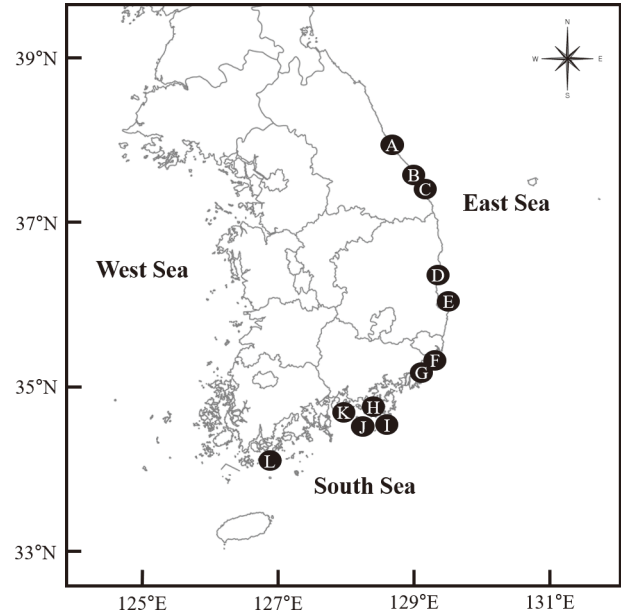


Fig. 1. A map showing the sampling sites in Korea. A, Yeongjinri; B, Bukpyeong; C, Chuam; D, Changpori; E, Daebo; F, Wollaeri; G, Dongbaekri; H, Yeongunri; I, Maemuldo; J, Yokjido; K, Mijodo; L, Cheongsando.

현미경(CH30; Olympus, Tokyo, Japan) 하에서 가능한 중 수준까지 분류하였고, Littler and Littler (1984)의 방법에 따라 엽상형(Sheet), 사상형(Filamentous), 성긴분기형(Coarsley branched), 다육질형(Thick leathery), 유절산호말형(Joint calcareous), 각상형(Crustose) 6개의 기능형군(Functional form)으로 구분하여 어떠한 기능형군의 해조류를 선호하는지 식성을

Table 1. Sampling date, coordinates and the number of a sample according to sampling sites

Sampling sites	Sampling date	Sampling Coordinates		Sample No. (Indv.)	
		N	E		
East Sea	Yeongjinri	2018.07.25	37° 52.224'	128° 51.170'	4
	Bukpyeong	2016.11.29	37° 28.804'	129° 09.587'	17
	Chuam	2017.02.05	37° 28.394'	129° 10.127'	67
	Changpori	2018.02.27	36° 24.592'	129° 25.885'	3
	Daebo	2017.05.05	36° 04.535'	129° 32.682'	6
	Wollaeri	2018.02.02	35° 19.443'	129° 16.534'	8
	Dongbaekri	2018.02.13	35° 16.723'	129° 15.369'	2
South Sea	Yeongunri	2018.04.01	34° 48.632'	128° 26.474'	11
	Maemuldo	2018.05.26	34° 38.630'	128° 32.360'	4
	Yokjido	2017.07.13	34° 40.199'	128° 14.520'	9
	Mijodo	2018.06.02	34° 43.263'	128° 03.062'	14
	Cheongsando	2017.04.15	34° 11.623'	126° 51.584'	2

\*Indv.: Individuals

Table 2. The seaweeds occurred at sampling sites of sea hare *Aplysia kurodai* in the East coast of Korea

Species	Yeongjinri		Bukpyeong		Chuam		Changpori		Daebo		Wollaeri		Dongbaekri	
	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach
Chlorophyta	5	2	3	2	4	1	6	1	2	2	3	2	3	1
<i>Bryopsis plumosa</i>					+									
<i>Chaetomorpha moniligera</i>							+							
<i>Cladophora hutchinsiae</i>							+							
<i>C. oligoclada</i>	+	+							+	+	+	+		
<i>C. sakaii</i>							+				+		+	
<i>Codium arabicum</i>	+		+		+		+						+	
<i>C. fragile</i>			+		+									
<i>Ulva</i> sp.	+	+												
<i>U. australis</i>	+			+		+	+						+	+
<i>U. compressa</i>							+							
<i>U. lactuca</i>				+										
<i>U. linza</i>								+						
<i>Umbraulva japonica</i>	+		+		+						+	+		
<i>Urospora penicilliformis</i>									+	+				
Ochrophyta	5	0	12	1	10	2	12	1	8	2	11	2	3	0
<i>Agarum cribrosum</i>	+		+		+									
<i>Colpomenia bullosa</i>							+							
<i>C. sinuosa</i>			+		+		+		+		+			
<i>Costaria costata</i>			+		+									
<i>Desmarestia viridis</i>	+		+		+									
<i>Dictyopteris divaricata</i>	+													
<i>D. latiuscula</i>											+			
<i>D. prolifera</i>			+		+						+			
<i>Dictyota coriacea</i>													+	
<i>D. dichotoma</i>							+	+						
<i>D. okamurae</i>			+				+		+					
<i>Ecklonia cava</i>			+		+						+			
<i>Eisenia bicyclis</i>							+							
<i>Myagropsis myagroides</i>											+			
<i>Padina arborescens</i>											+			
<i>Papenfussiella kuromo</i>											+			
<i>Petalonia binghamiae</i>						+	+							
<i>Pseudoralgsia verrucosa</i>	+													
<i>Rugulopteryx okamurae</i>													+	
<i>Saccharina japonica</i>			+		+									
<i>Sargassum confusum</i>			+											
<i>S. fulvellum</i>											+	+		
<i>S. hemiphyllum</i>									+					

Table 2. continued

Species	Yeongjinri		Bukpyeong		Chuam		Changpori		Daebo		Wollaeri		Dongbaekri	
	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach
<i>S. horneri</i>			+		+		+		+		+			
<i>S. micracanthum</i>							+							
<i>S. miyabei</i>							+							
<i>S. nipponicum</i>									+	+				
<i>S. thunbergii</i>			+		+				+					
<i>S. yezoense</i>							+							
<i>Scytosiphon lomentaria</i>				+		+	+		+	+				
<i>Sphacelaria californica</i>	+										+	+		
<i>Undaria pinnatifida</i>			+		+		+		+		+		+	
Rhodophyta	10	8	16	6	15	6	27	3	7	6	53	13	33	2
<i>Acrosorium ciliolatum</i>											+		+	
<i>A. polyneurum</i>					+	+	+	+	+	+	+		+	+
<i>Aglaothamnion callophyllidicola</i>													+	
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>							+				+		+	
<i>Alatocladia modesta</i>											+		+	
<i>Amphiroa beauvoisii</i>											+	+		
<i>Anotrichium furcellatum</i>													+	
<i>Antithamnion sparsum</i>											+			
<i>Antithamnionella spirographidis</i>											+			
<i>Bangia atropurpurea</i>							+							
<i>Botryocladia wrightii</i>			+	+		+								
<i>Callithamniella pacifica</i>											+			
<i>Callophyllis adhaerens</i>											+		+	
<i>C. crispata</i>											+	+	+	+
<i>C. japonica</i>											+		+	
<i>C. rhynchocarpa</i>													+	
<i>Campylaephora crassa</i>	+	+							+	+				
<i>Centroceras gasparrinii</i>											+		+	
<i>Ceramium kondoii</i>											+		+	
<i>Champia parvula</i>	+		+	+	+	+	+				+		+	
<i>Chondracanthus intermedius</i>													+	
<i>C. teedii</i>											+			
<i>C. tenellus</i>							+				+	+	+	
<i>Chondria crassicaulis</i>							+							
<i>Chondrophyucus kangjaewonii</i>							+							
<i>Chondrus crispus</i>									+					
<i>C. ocellatus</i>							+				+			
<i>Corallina aberrans</i>											+			
<i>C. crassissima</i>											+		+	

Table 2. continued

Species	Yeongjinri		Bukpyeong		Chuam		Changpori		Daebo		Wollaeri		Dongbaekri	
	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach
<i>C. officinalis</i>												+		
<i>C. pilulifera</i>							+					+	+	
<i>Corallina</i> sp.			+		+									
<i>Dasysiphonia japonica</i>												+		+
<i>Dichotomaria falcata</i>												+		
<i>Erythrotrichia carnea</i>												+	+	
<i>Gelidium elegans</i>												+		
<i>G. vagum</i>							+							
<i>Gracilaria textorii</i>												+		+
<i>G. verrucosa</i>				+										
<i>Grateloupia angusta</i>				+		+								
<i>G. cornea</i>								+				+		+
<i>G. elata</i>														+
<i>G. prolongata</i>								+						
<i>G. sparsa</i>				+		+								
<i>G. turuturu</i>				+		+								
<i>Griffithsia okiensis</i>														+
<i>Herpochondria dentata</i>												+		
<i>H. elegans</i>				+				+				+	+	+
<i>Heterosiphonia japonica</i>		+						+						
<i>H. pulchra</i>		+	+					+	+					
<i>Hildenbrandia rosea</i>														
<i>H. rubra</i>		+												
<i>Hydrolithon farinosum</i>								+		+	+	+		
<i>H. masakii</i>				+	+		+							
<i>Hypnea charoides</i>												+		+
<i>H. cornuta</i>												+		
<i>H. japonica</i>												+		
<i>Jania arborescens</i>								+				+	+	
<i>Laurencia okamurae</i>				+		+								
<i>L. pinnata</i>												+		+
<i>Lithophyllum dispar</i>												+		
<i>L. okamurae</i>												+	+	
<i>Lithothamnion corallioides</i>												+		
<i>L. lemoineae</i>								+						
<i>Lomentaria catenata</i>				+		+				+	+	+		+
<i>L. hakodatensis</i>				+		+								
<i>Marginisporum crassissimum</i>				+		+								
<i>Neoholmesia japonica</i>		+						+				+		+

Table 2. continued

Species	Yeongjinri		Bukpyeong		Chuam		Changpori		Daebo		Wollaeri		Dongbaekri	
	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach	Habi-tat	Stom-ach
<i>Neosiphonia elongella</i>														+
<i>N. sphaerocarpa</i>							+							
<i>Pachymeniopsis elliptica</i>			+		+					+				
<i>Palisada intermedia</i>			+		+									
<i>Peyssonnelia caulifera</i>														+
<i>P. japonica</i>												+		
<i>Phycodrys fimbriata</i>							+				+	+	+	
<i>Plocamium cartilagineum</i>							+							
<i>P. telfairiae</i>	+						+							
<i>P. uncinatum</i>	+													
<i>Polysiphonia atlantica</i>							+		+	+	+			
<i>P. morrowii</i>		+	+	+		+			+	+				
<i>Porphyra okamurae</i>							+				+	+		
<i>Pterocladia capillacea</i>											+			
<i>Pterothamnion intermedium</i>								+			+		+	
<i>Pyropia koreana</i>				+							+			
<i>Rhodymenia intricata</i>			+		+							+		
<i>Schizymenia dubyi</i>					+						+		+	
<i>Sorella repens</i>											+			
<i>Sphacelaria rigidula</i>											+			
<i>Spyridia elongata</i>											+	+		
<i>Symphyocladia latiuscula</i>	+	+		+			+							
<i>S. linearis</i>	+	+												
<i>S. marchantioides</i>		+									+	+	+	
<i>S. pumila</i>			+		+									
<i>Synarthrophyton chejuensis</i>					+									
<i>Titanoderma dispar</i>							+				+		+	
Marine phanerogam	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Phyllospadix japonica</i>			+		+				+					
<i>Zostera marina</i>							0							
Total	20	10	32	9	30	9	45	5	18	10	67	17	39	3

분석하고자 하였다. 해조류의 분류와 목록은 한국동식물도감 (Kang, 1968), 한국산 해조류의 목록(Lee and Kang, 1986; Lee and Kang, 2002), 일본해조지(Yoshida, 1998), 제주의 바닷말 (Lee, 2008), 한국산 모자반속의 분류(Oak and Lee, 2005), 한국의 해산 홍조류(Kim, 2011; Hwang and Kim, 2011; Kim and Lee, 2011; Nam, 2011; Nam and Kang, 2011), 한국 남해안의 유용해조(NMBI, 2017), 국가생물종목록집(Kim et al., 2013)

을 참고하여 작성하였다.

## 결 과

### 동해안의 군소 서식지와 위 내용물 속 해조류

동해안의 군소 서식지와 군소의 위에서 분리한 위 내용물속 출현 해조류를 Table 2에 나타내었다. 강릉시 영진리 연안 군

소 서식지에서 출현한 해조류는 총 20종으로, 분류군별로는 녹조류(Chlorophyta) 5종, 대롱편모조류(Ochrophyta) 5종, 홍조류(Rhodophyta) 10종이었고, 분류군별 출현비율은 홍조류 50.0%, 녹조류와 대롱편모조류는 각각 25.0%로 나타났다. 영진리 연안에서 채집된 군소의 위 내용물에서 분리한 해조류는 총 10종으로 분류군별로 홍조류 8종과 녹조류 2종으로 나타났다, 대롱편모조류는 확인되지 않았다. 출현비율로는 녹조류 20.0%, 홍조류 80.0%로 나타났다. 동해시 북평 연안의 군소 서식지에서 출현한 해조류는 총 32종으로, 분류군별로는 홍조류 16종, 대롱편모조류 12종, 녹조류 3종, 해산현화식물인 게바다말(*Phyllospadix japonica*)이 1종 나타났고, 출현비율은 홍조류 50.0%, 대롱편모조류 37.5%, 녹조류 9.4%, 해산현화식물 3.1%로 나타났다. 북평에서 채집된 군소의 위 내용물에서 분리한 해조류는 총 9종으로 분류군별로 홍조류 6종, 녹조류 2종, 대롱편모조류 1종으로 나타났다. 분류군별 출현비율은 홍조류 66.7%, 녹조류 22.2%, 대롱편모조류 11.1%로 나타났다. 동해시 추암 연안의 군소 서식지에서는 총 30종의 해조류가 출현하여, 분류군별로는 녹조류 4종, 대롱편모조류 10종, 홍조류 15종, 현화식물로 게바다말이 1종 나타났으며, 분류군별로는 홍조류 50.0%, 대롱편모조류 33.3%, 녹조류 13.3%, 해산현화식물 3.3%로 나타났다. 추암에서 채집된 군소의 위 내용물에서 출현한 해조류는 총 9종으로 분류군별로 홍조류 6종, 대롱편모조류 2종, 녹조류 1종으로 나타났고, 분류군별 출현비율은 홍조류 66.7%, 대롱편모조류 22.2%, 녹조류 11.1%로 나타났다. 영덕군 창포리 군소 서식지에서는 총 45종으로, 홍조류 27종, 대롱편모조류 12종, 녹조류 6종이 출현하였으며, 분류군별 출현비율은 홍조류 60.0%, 대롱편모조류 26.7%, 녹조류 13.3%로 나타났다. 창포리에서 채집된 군소의 위 내용물에서 분리한 해조류는 총 5종으로 분류군별로 홍조류 3종, 녹조류 1종, 대롱편모조류 1종에 불과한 것으로 나타났다. 포항시 대보 연안에서 출현한 해조류는 총 18종으로 나타났고, 분류군별로는 대롱편모조류 8종, 홍조류 7종, 녹조류 2종, 현화식물인 게바다말이 1종 출현하였다. 분류군별 출현비율은 대롱편모조류 44.4%, 홍조류 38.9%, 녹조류 11.1%, 해산현화식물 5.6%로 나타났다.

대보 연안에서 채집된 군소의 위 내용물에서 분리한 해조류는 총 10종으로 분류군별로 홍조류 6종, 녹조류 2종, 대롱편모조류 2종으로 나타났다. 분류군별 출현비율로는 홍조류 60.0%, 녹조류와 대롱편모조류는 각각 20.0%로 나타났다. 부산 기장군 월내리 연안의 군소 서식지에서 출현한 해조류는 총 67종으로 분류군별로는 홍조류 53종, 대롱편모조류 11종, 녹조류 3종이 출현하였으며, 분류군별 출현비율은 홍조류 79.1%, 대롱편모조류 16.4%, 녹조류 4.5%로 나타났다. 월내리 연안에서 채집된 군소의 위 내용물에서 분리한 해조류는 총 17종으로 분류군별로 홍조류 13종, 녹조류 2종, 대롱편모조류 2종으로 나타났으며, 분류군별 출현비율은 홍조류 76.5%, 녹조류와 대롱편모조류는 각각 11.8%로 나타났다. 기장군 동백리 연안의 군소 서식

지에서 출현한 해조류는 총 39종으로 나타났으며, 분류군별로는 홍조류 33종, 녹조류 3종, 대롱편모조류 3종이 출현하였다. 분류군별 출현비율은 홍조류 84.6%, 녹조류와 대롱편모조류는 각각 7.7%로 나타났다. 동백리 연안에서 채집된 군소의 위 내용물에서 분리한 해조류는 총 9종으로, 분류군별로는 홍조류 8종, 녹조류 1종으로 나타났고, 분류군별 출현비율은 홍조류 88.9%, 녹조류 11.1%로 나타나 홍조류의 출현비율이 가장 높음으로 나타났다. 동백리 연안의 경우 서식지와 위 내용물 모두 홍조류의 출현비율이 매우 높음으로 나타났다.

### 남해안의 군소 서식지와 위 내용물 속 해조류

남해안의 군소 서식지와 군소의 위에서 분리한 위 내용물속 출현 해조류를 Table 3에 나타내었다. 통영시 영운리 연안의 군소 서식지에서 출현한 해조류는 총 28종으로 나타났으며, 분류군별로는 홍조류 17종, 대롱편모조류 10종, 녹조류 1종으로, 출현비율은 홍조류 60.7%, 대롱편모조류 35.7%, 녹조류 3.6%로 나타났다. 영운리 연안에서 채집된 군소의 위 내용물에서 분리한 해조류는 총 8종으로 나타났고, 분류군별로는 홍조류만 8종으로 100%의 출현비율을 나타내었다. 통영시 매물도 연안의 군소 서식지에서 출현한 해조류는 총 34종으로 분류군별로는 홍조류 25종, 대롱편모조류 7종, 녹조류 2종이 출현하였으며, 분류군별 출현비율은 홍조류 73.5%, 대롱편모조류 20.6%, 녹조류 5.9%로 나타났다. 매물도에서 채집된 군소의 위 내용물에서 분리한 해조류는 총 8종으로 분류군별 출현 종수와 비율은 홍조류 7종(87.5%)과 녹조류 1종(12.5%)으로 확인되었다. 통영시 욱지도 연안의 군소 서식지에서는 총 27종의 해조류가 출현하였으며, 분류군별로는 홍조류 19종, 대롱편모조류 5종, 녹조류 3종으로, 분류군별 출현비율은 홍조류 70.4%, 대롱편모조류 18.5%, 녹조류 11.1%로 나타났다. 욱지도에서 채집된 군소의 위 내용물에서 분리한 해조류는 총 6종으로 분류군별로 홍조류 5종, 녹조류 1종으로 나타났으며, 분류군별 출현비율은 홍조류 83.3%, 녹조류 16.7%로 나타났다. 남해군 미조도의 군소 서식지에서는 총 17종의 해조류가 출현하였고, 분류군별로는 홍조류 10종, 대롱편모조류 5종, 녹조류 2종으로, 분류군별 출현비율은 홍조류 58.8%, 대롱편모조류 29.4%, 녹조류 11.8%로 나타났다. 미조도에서 채집된 군소의 위 내용물에서 분리한 해조류는 총 12종으로 홍조류 9종, 대롱편모조류 3종이 출현하였으며, 분류군별 출현비율은 홍조류 75.0%, 대롱편모조류 25.0%로 나타났다. 완도군 청산도의 군소 서식지에서 출현한 해조류는 총 28종으로 분류군별로는 홍조류 18종, 대롱편모조류 8종, 녹조류 1종, 해산현화식물로 거머리말(*Zostera marina*) 1종으로, 분류군별 출현비율은 홍조류 65.5%, 대롱편모조류 27.6%, 녹조류 3.4%, 해산현화식물 3.4%로 나타났다. 청산도에서 채집된 군소의 위 내용물에서 분리한 해조류는 총 6종으로 분류군별로는 홍조류 4종, 녹조류 1종이 출현하였고, 현화식물인 거머리말이 1종으로, 분류군별 출현비율은 홍조류







Table 3. continued

Species	Yeongunri		Maemuldo		Yokjido		Mijodo		Cheongsando	
	Habitat	Stomach	Habitat	Stomach	Habitat	Stomach	Habitat	Stomach	Habitat	Stomach
<i>Synarthrophyton chejuensis</i>							+			
Marine phanerogam	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Zostera marina</i>									+	+
Total	28	8	34	8	27	6	17	12	28	5

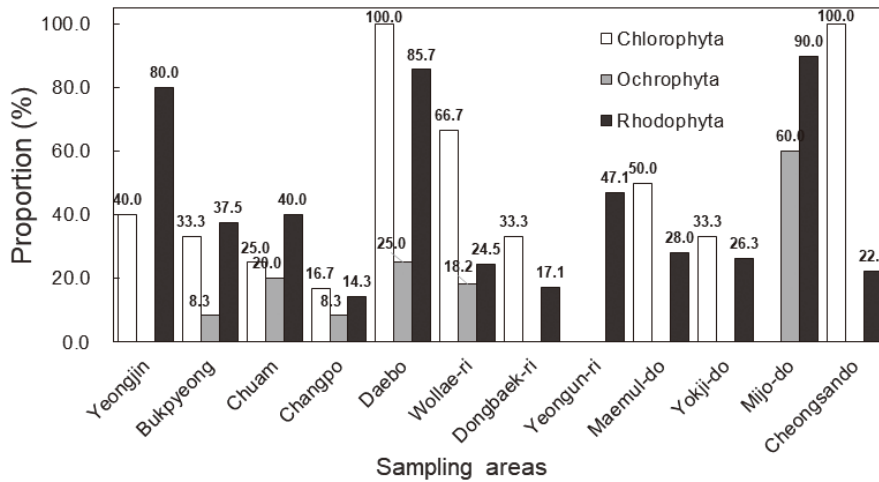


Fig. 2. Feed rate of seaweed by taxon in the sea hare *Aplysia kurodai* habitat

66.7%, 녹조류와 해산현화식물은 각각 16.7%로 나타났다.

해조류 분류군별, 해역별 군소의 섭이율

군소 서식지에 따른 해조류 분류군별 군소의 섭이율(Fig. 2)은 모든 조사정점에서 녹조류와 홍조류의 비율이 가장 높았고, 대룡편모조류의 출현비율은 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 특히 남해 미조도의 경우 군소 서식지에서 출현한 홍조류의 모든 종을 섭식하는 것으로 나타났다. 해역별 섭이율(Fig. 3)에서도 동해와 남해 연안 모두 녹조류와 홍조류의 출현비율이 높았고, 대룡편모조류의 출현 비율은 낮은 것으로 나타났다. 녹조류의 경우 출현 종수가 상대적으로 적게 나타나지만 부드러운 사상형 해조류인 작은가지대마디말(*Cladophora oligoclada*)이나 엽상형 갈파래류(*Ulva* spp.)를 주로 섭식하는 것으로 나타났고, 홍조류의 경우 대부분 엽상체가 부드러운 종류들을 주 섭식 대상으로 하는 것으로 나타났다. 반면 대룡편모조 갈조강의 경우는 그물바탕말(*Dictyota dichotoma*), 미역식(*Petalonia binghamiae*), 고리매(*Scytosiphon lomentaria*)와 같은 비교적 부드러운 조직의 해조류를 선호하는 것으로 나타났다. 일반적으로 동해에서는 남해에 비해 녹조류의 섭이율이 높은 반면, 홍조류 군락이 우세한 남해에서는 동해에 비해 홍조류의 섭이율이 높은 것으로 나타났다.

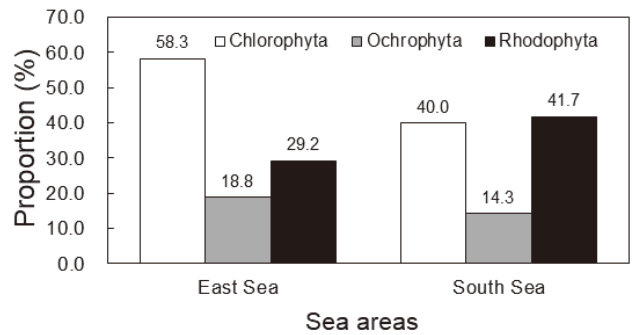


Fig. 3. Feeding rates of seaweeds by taxon in the sea hare *Aplysia kurodai* habitats two sea areas

해조류의 기능형군별 군소의 섭이율

해조류의 기능형군(Littler and Littler, 1984)에 따른 군소의 섭이율은, 모자반(*Sargassum fulvellum*), 팽생이모자반(*S. horneri*), 부챗살(*Ahnfeltiopsis flabelliformis*), 굽은석목(*Campylaeophora crassa*), 돌가사리(*Chondracanthus tenellus*), 진두발(*Chondrus ocellatus*), 우뚝가사리(*Gelidium elegans*), 불등풀가사리(*Gloiopeltis furcata*), 잇바디가지(*Herpochondria*

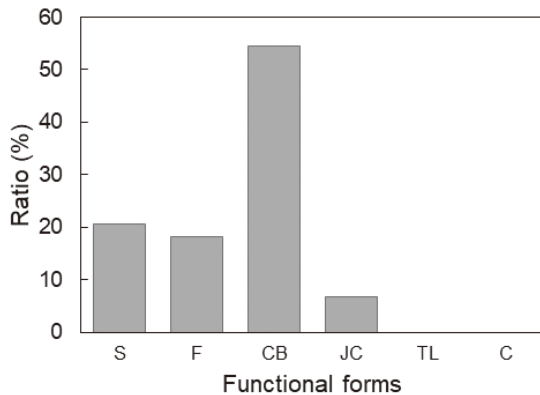


Fig. 4. Seaweed feeding rates of the sea hare, *Aplysia kurodai* by six functional forms. S, Sheet; F, Filamentous, CB, Coarsley branched; TL, Thick leathery; JL, Joint calcareous, C, Crustose.

*dentata*), 각시잇바다가지(*H. elegans*), 참가시우무(*Hypnea charoides*) 바다참나무잎(*Phycodrys fimbriata*), 붉은실(*Poly-siphonia morrowii*), 고리매(*Scytosiphon lomentaria*)와 같은 성긴분기형(CB)이 54.5%의 비율로 가장 선호하였다. 구멍갈파래(*Ulva australis*), 참갈파래(*U. lactuca*), 잎파래(*U. linza*), 초록갈파래(*Umbrulva japonica*), 미역쇠(*Petalonia binghamiae*), 주름붉은잎(*Callophyllis crispata*)과 같은 엽상형(S) 20.5%, 작은가지대마디말(*Cladophora oligoclada*), 초록털말(*Urospora penicilliformis*), 참사슬풀(*Champia parvula*), 굵은갯쇠털(*Sphacelaria californica*), 애기가시덤불(*Caulacanthus ustulatus*), 붉은털(*Erythrotrichia carnea*), 털잇가지풀(*Heterosiphonia pulchra*), 알쏭이붉은실(*Neosiphonia sphaerocarpa*), 네날개깃말(*Pterothamnion intermedium*)과 같은 사상형(F) 18.2%, 고리마디게발(*Amphiroa beauvoisii*), 작은구슬산호말(*Corallina pilulifera*)과 같은 유절산호말형(JC) 6.8%의 순으로 선호하는 것으로 나타났다(Fig. 4). 기능형으로 분류한 종들 가운데 동해 연안의 7개 지역 중 두 지역 이상에서 출현한 해조류는 총 15종으로 나타났고, 남해 연안의 5개 지역 중 두 지역 이상에서 출현한 해조류는 총 8종으로 나타났다. 이상의 결과들을 종합해 보면 다육질과 각상형의 해조류는 군소의 섭식물로 선호되지 않았으며, 석회질의 단단한 조직을 가진 유절산호말형의 해조류가 일부지역에서 출현하였으나 대체적으로 엽체가 부드러운 엽상형, 사상형, 성긴분기형의 해조류를 섭식하였고 이들 해조류 가운데 군소가 가장 선호하는 먹이는 성긴분기형의 해조류로 나타났다.

## 고 찰

동해 연안 조사지역에서 채집된 해산식물은 총 134종으로 나타났다, 분류군별로는 홍조류 89종, 대롱편모조류 32종, 녹조류 12종, 해산현화식물 1종이 출현하였다. 동해 연안의 각 조사지

역에서 채집한 군소의 위 내용물에서 출현한 해조류는 총 39종으로 나타났으며 분류군별로는 홍조류 26종, 녹조류 7종, 대롱편모조류 6종인 것으로 나타났다. 남해안 조사지역에서 채집된 해산식물은 총 75종으로 분류군별로는 홍조류 48종, 대롱편모조류 21종, 녹조류 5종, 해산현화식물 1종이 출현하였고 각 정점에서 채집된 군소의 위 내용물에서 출현한 해산식물은 총 29종으로 분류군별로는 홍조류 23종, 대롱편모조류 3종, 녹조류 2종, 해산현화식물 1종으로 나타났다. 따라서 동해와 남해 연안의 각 조사지역에서 채집된 군소는 녹조류, 대롱편모조류, 홍조류에 걸쳐 서식지 주변의 다양한 해조류를 섭식한 것으로 나타났으며 이러한 섭식 경향은 다른 군소류에 관한 연구에서도 보고된 바 있다(Carefoot, 1987). Saito and Nakamura (1961)의 말군소와 군소의 식성연구에 의하면 말군소는 대롱편모조류와 녹조류를 주로 섭식하는 반면 군소는 녹조류와 홍조류를 주로 섭식한다고 하였다. 이번 연구에서는 동해와 남해 연안에 서식하는 군소 위 내용물 중에서 홍조류의 비율이 가장 높게 나타났고, 녹조류와 대롱편모조류도 섭식된 것으로 나타나 선행연구의 결과와는 차이가 있는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 차이가 나는 것은 Saito and Nakamura (1961)의 연구는 인위적인 먹이 공급을 통하여 연구한 것이며, 특히 대롱편모조류의 다육질 해조류인 미역(*Undaria pinnatifida*)과 감태(*Ecklonia cava*)를 먹이로 공급 하였기 때문에 자연의 해조 군락지에서 서식하는 군소의 위 내용물을 분석한 이번 연구 결과와는 다소 차이가 있었던 것으로 추정되었다. 한편, 미조도에서 채집된 군소에서 서식지 주변 해조류의 출현 종수보다 위 내용물에서 홍조류의 출현 종수가 더 높은 것으로 나타났고, 미조도를 포함한 이외의 지역에서 군소 서식지 주변의 해조류로 출현하지 않았으나 위 내용물에서는 출현 종들이 일부 나타났다. 이러한 결과가 나타난 것은 서식지 주변의 해조류를 정성채집 할 당시에 채집되지 않았거나 군소가 더 깊거나 얕은 수심 혹은 인근의 다른 지역에서 해조류를 섭식한 후 조사 정점으로 이동하였기 때문인 것으로 추정할 수 있다.

군소 위 내용물에서 출현한 해조류를 기능형군별로 구분하였을 때, 질기고 두꺼운 조직을 가진 다육질형의 해조류와 거칠고 단단한 석회질 조직을 가진 각상형 산호조류는 출현하지 않았고, 조직이 부드러운 엽체를 가진 엽상형, 사상형, 성긴분기형의 해조류를 섭식한 것으로 나타났다. 또한 성긴분기형의 섭식물 중에서 줄기가 질긴 모자반목(*Fucales*)의 해조류도 일부 섭식되었는데 질긴 줄기 부위는 위 내용물에서 출현하지 않았고, 상대적으로 부드러운 기낭이나 잎의 끝부분을 섭식한 것으로 나타났다. 먹이로서 부드러운 엽체를 선호하는 경향은 Carefoot (1987), Pennings (1990a), Rogers et al. (2003)의 다른 군소류에 관한 연구에서도 보고된 바 있으며, 군소류 뿐만 아니라 성게류와 같은 다른 조식성 동물에서도 이러한 경향이 보고된 바 있다(Poore, 1994; Cronin and Hay, 1996). 따라서 이러한 경향은 섭식 활동에 사용되는 에너지를 절약하여 성장, 성숙, 산란기에

사용될 에너지를 체내에 축적하기 위한 기회주의적 섭식전략으로 판단된다(Ménard et al., 2006).

이번 연구에서 단단한 석회질의 조직을 가진 유절산호말형의 해조류인 고리마디게발과 작은구슬산호말이 일부 섭식 된 것은 다양한 해조류가 혼생하며 서식하고 있는 자연 해조 군락지 내에서 섭식 활동 중에 다른 먹이 해조류와 함께 유입되었기 때문에 출현한 것으로 판단되었다.

한편, 청산도의 잘피 군락지에 서식하는 군소의 위 내용물에서 해조류와 더불어 해산현화식물인 거머리말(*Zostera marina*)이 혼재되어 출현하였는데, 이는 잎녹음으로 염체가 바닥에 떨어져 부드러운 상태가 되어 섭식 활동 중에 주변의 해조류와 함께 혼입 섭식되었던 것으로 판단되었다. 군소류의 위에서 해산현화식물이 출현한 것은 지중해에 서식하는 *A. depilans*에서도 보고된 바 있으며(Alyakrinskaya, 2009), Carefoot (1987)은 해초 군락지에 서식하는 군소류에서 일반적으로 나타나는 현상이라고 보고한 바 있다.

결론적으로 이번 연구의 결과를 통하여 군소는 해조 군락지에 서식하고 있는 해조류를 녹조류, 대롱편모조류, 홍조류에 걸쳐 다양하게 섭식하며, 이 중 홍조류를 가장 선호하는 것으로 나타났다. 또한 단단하거나 거칠고 질긴 조직을 가진 해조류보다 부드러운 조직을 가진 엽상형, 사상형, 성긴분기형의 해조류를 선호하는 것으로 나타나 군소가 대형 대롱편모조류 기반의 바다숲에서 부드러운 엽상부를 가진 소형의 녹조류나 홍조류를 주로 섭식하는 것으로 나타났다. 군소는 다시마목 해조류인 다시마(*Saccharina japonica*), 감태(*Ecklonia cava*), 곰피(*E. stolonifera*) 대황(*Eisenia bicyclis*) 및 다년생 모자반속(*Sargassum*) 중심의 바다숲 조성지에서 갯녹음의 직접적인 원인생물(Lawrence, 1975; Lang and Mann, 1976; Harrold and Pearse, 1987; Lawrence et al., 1997; Hagen, 2008; Agatsuma, 2011; Feng et al., 2019)로 알려진 성게(sea urchin)와는 달리 갯녹음 확산에는 크게 영향을 미치지 않는다고 판단된다.

## References

Agatsuma Y. 2011. Ecological studies on the population dynamics of sea urchins associated with the communities of marine algae. *Nippon Suisan Gakkaishi* 77, 352-355. <https://doi.org/10.2331/suisan.77.352>.

Alyakrinskaya IO. 2009. Morphobiochemical adaptations to littoral habitation and feeding in mediterranean *Aplysia depilans* (Gmelin, 1791) (Opisthobranchia, Tectibranchia). *Biol Bull* 36, 516-523. <https://doi.org/10.1134/S1062359009050148>.

Beeman RD. 1968. The order Anaspidea. *California Malacozool Soc* 3, 87-102.

Carefoot TH 1987. *Aplysia*: Its biology and ecology. *Ann Rev Oceanogr Mar Biol* 25, 167-284.

Choe BL and Lee JR. 1994. Opisthobranchs (Mollusca: Gas-

tropoda) from Ullung and Dog-do islands, Korea. *Korean J Zool* 37, 352-376.

Cronin G and Hay ME. 1996. Within-plant variation in seaweed palatability and chemical defenses: optimal defense theory versus the growth-differentiation balance hypothesis. *Oecologia* 105, 361-368. <https://doi.org/10.1007/BF00328739>.

Feng W, Nakabayashi N, Narita K, Inomata E, Aoki MN, and Agatsuma Y. 2019. Reproduction and population structure of the sea urchin *Heliocidaris crassispina* in its newly extended range: The Oga Peninsula in the Sea of Japan, north-eastern Japan. *PLoS One* 14, 1-17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209858>.

Hagen NT. 2008. Enlarged lantern size in similar-sized, sympatric, sibling species of Strongylocentrotid sea urchins: From phenotypic accommodation to functional adaptation for durophagy. *Mar Biol* 153, 907-924. <https://doi.org/10.1007/s00227-007-0863-1>.

Harrold C and Pearse JS. 1987. The ecological role of echinoderms in kelp forests. *Echinoderm studies* 2, 137-233.

Hwang IK and Kim HS. 2011. Rhodophyta: Florideophyceae: Nemaliophycidae: Acrochaetiales, Colaconematales, Palmariales, Nemaliales. *Nemalian red algae*. In: *Algal Flora of Korea*. Vol. 4, No. 2. National Institute of Biological Resources, Ministry of Environment, Incheon, Korea, 1-111.

Kang JW. 1968. Marine algae. In: *Illustrated Encyclopedia of Fauna and Flora of Korea*. Vol. 8. Samhwa Publishing, Seoul, Korea. 1-465.

Kim HS and Choe BL. 1981. The fauna of marine invertebrate in Ulreung Is. and Dogdo Is. *Special Report, The Conservation of Nature and Natural Resources*, 19, 193-200.

Kim HS and Hwang IK. 2011. Rhodophyta, Florideophyceae, Gelidiales, Gracilariales, Procarniales. In: *Algal Flora of Korea*. Vol. 4, No. 10. Marine Red Algae. National Institute of Biological Resources, Ministry of Environment, Incheon, Korea, 1-140.

Kim HS and Lee IK. 2011. Rhodophyta: Florideophyceae: Ceramiales: Ceramiaceae I (Non-corticate Species). *Marine red algae*. In: *Algal Flora of Korea*. Vol. 4, No. 5. National Institute of Biological Resources, Incheon, Korea, 1-152.

Kim HS, Boo SM, Lee IK and Sohn CH. 2013. Marine algae. In: *National List of Species of Korea*. National Institute of Biological Resources, Incheon, Korea, 1-336.

Kim HS. 2011. Rhodophyta, Florideophyceae, Rhodymeniales, Bonnemaisoniales, Sebdeniales, Peyssonneliales. In: *Algal Flora of Korea*. Vol. 4, No. 8. Marine Red Algae. National Institute of Biological Resources, Incheon, Korea, 1-183.

Klussmann-Kolb A. 2004. Phylogeny of the Aplysiidae (Gastropoda, Opisthobranchia) with new aspects of the evolution of seahares. *Zool Scr* 33, 439-462. <https://doi.org/10.1111/j.0300-3256.2004.00158.x>.

Lang C and Mann KH. 1976. Changes in sea urchin population after the destruction kelp beds. *Mar Biol* 36, 321-326. <https://doi.org/10.1007/BF00328739>.

- doi.org/10.1007/BF00389193.
- Lawrence JM. 1975. On the relationship between marine plants and sea urchins. *Oceanogr Mar Biol A Rev* 13, 213-286.
- Lawrence JM, Olave S, Otaiza R, Lawrence AL and Bustos E. 1997. Enhancement of gonad production in the sea urchin *Loxechinus albus* in Chile fed extruded feeds. *J World Aquat Soc* 28, 91-96. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1997.tb00966.x>.
- Lee CH, Kang BK and Lee YD. 2011. Gonadal development and reproductive cycle of sea hare *Aplysia kurodai* in Jeju coastal waters. *Dev Reprod* 15, 257-263.
- Lee CH, Kang BK and Lee YD. 2014. Spawning behavior and egg development of *Aplysia kurodai* Inhabiting the coastal waters of Jeju Island, Korea. *Dev Reprod* 18, 25-31. <https://doi.org/10.12717/DR.2014.18.1.025>.
- Lee CH, Kang BK and Lee YD. 2015. Structure and function of the reproductive system of *Aplysia kurodai*. *Dev Reprod* 19, 197-207. <https://doi.org/10.12717/DR.2015.19.4.197>.
- Lee CH. 2008. Characteristics of reproduction and development of a marine mollusk, *Aplysia kurodai*. Ph.D. Dissertation, Jheju National University, Jeju, Korea.
- Lee IK and Kang JW. 1986. A check list of marine algae in Korea. *Kor J Phycol* 1, 311-325.
- Lee JS. and Min DK. 2002. A catalogue of molluscan fauna in Korea. *Korean J Malacol* 18, 93-217.
- Lee YP and Kang SY. 2002. A Catalogue of the Seaweeds in Korea. Jheju National University Press, Jeju, Korea, 1-662.
- Lee YP. 2008. Marine Algae of Jeju. Academy book, Seoul, Korea, 1-477.
- Littler MM and Littler DS. 1984. Relationships between macroalgal functional form groups and substrata stability in a subtropical rocky-intertidal system. *J Exp Mar Biol Ecol* 74, 13-34. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(84\)90035-2](https://doi.org/10.1016/0022-0981(84)90035-2).
- Ménard F, Labrune C, Shin YJ, Asine AS and Bard FX. 2006. Opportunistic predation in tuna: a size-based approach. *Mar Ecol Prog Ser* 323, 223-231.
- Nam KW and Kang PJ. 2011. Rhodophyta: Florideophyceae: Ceramiales: Delesseriaceae: 22 genera including *Acrosorium*. In: *Algal Flora of Korea*. Vol. 4, No. 7. Marine red algae. National Institute of Biological Resources, Incheon, Korea, 1-129.
- Nam KW. 2011. Rhodophyta: Florideophyceae: Ceramiales: Rhodomelaceae: Laurencia, Chondrophycus, Palisada, Chondria. In: *Algal flora of Korea*. Vol. 4, No. 3. Marine red algae. National Institute of Biological Resources, Incheon, Korea, 1-198.
- Nishiwaki N, Ueda S and Makioka T. 1975. Tagging studies on the growth of the sea hare *Aplysia kurodai* on an intertidal rocky shore. *Mar Biol* 32, 389-395. <https://doi.org/10.1007/BF00388996>.
- NMBI (National Marine Biodiversity Institute of Korea). 2017. Useful algae in the southern coast of Korea. Junghaengsa, Seoul, Korea, 1-118.
- Oak JH and Lee IK. 2005. Taxonomy of the Genus *Sargassum* (Fucales, Phaeophyceae) from Korea. I. Subgenus *Bactrophycus* Section *Teretia*. *Algae* 20, 77-90. <https://doi.org/10.4490/ALGAE.2005.20.2.077>.
- Park SH, Choung SY and Choi YJ. 2011. Immune regulating effect of polysaccharide fraction from sea hare (*Aplysia kurodai*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40, 372-378. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2011.40.3.372>.
- Pennings SC. 1990. Multiple factors promoting narrow host range in the sea hare, *Aplysia californica*. *Oecologia* 82, 192-200. <https://doi.org/10.1007/BF00323535>.
- Poore AGB. 1994. Selective herbivory by amphipods inhabiting the brown alga *Zonaria angustata*. *Mar Ecol Prog Ser* 107, 113-123.
- Rogers CN, Nys R and Steinberg PD. 2003. Ecology of the sea hare *Aplysia parvula* (Opisthobranchia) in New South Wales, Australia. *Molluscan Res* 23, 185-198. <https://doi.org/10.1071/MR03004>.
- Ryu JH, Xie C, Kim EJ, Park SH, Choi YJ, Kang SY, Shin MK and Kang DW. 2017. Reduction of asthmatic parameters by sea hare hydrolysates in a mouse model of allergic asthma. *Nutrients* 9, 699. <https://doi.org/10.3390/nu9070699>.
- Ryu SH, Jang KH, Choi EH, Kim SK, Song SJ, Cho HJ, Ryu JS, Sagong J, Lee JH, Yeo MY, Bahn SY, Kim HM, Lee GS, Lee DH, Choo YS, Pak JH, Park JS, Ryu JS, Khim JS and Hwang UK. 2012. Biodiversity of marine invertebrates on rocky shores of Dokdo, Korea. *Zool Stud* 51, 710-726.
- Saito Y and Nakamura N. 1961. Biology of the sea hare, *Aplysia juliana*, as a predator of the brown seaweed, *Undaria pinnatifida*. I. The feeding habit. *Bull Japan Soc Sci Fish* 27, 395-400.
- Seo HJ. 2009. Growth and reproductive cycle of *Aplysia kurodai* Baba (Mollusca: Opisthobranchia) in the coastal waters of Busan, Korea. M.S. Thesis, Pukyong National University, Busan, Korea, 1-51.
- Yoshida T. 1998. Marine Algae of Japan. Uchida Rokakuho Publishing Co. Ltd., Tokyo, Japan, 1-1222.
- Yusa Y. 1994. Size-related egg production in a simultaneous hermaphrodite, the sea hare *Aplysia kurodai* Baba (Mollusca: Opisthobranchia). *Publ Seto Mar Biol Lab* 36, 249-254.
- Yusa Y. 1996. The effects of body size on mating features in a field population of the hermaphroditic sea hare *Aplysia kurodai* Baba. *J Molluscan Stud* 62, 381-386. <https://doi.org/10.1093/mollus/62.3.381>.