

## 한국 연안산 지층이(*Sargassum thunbergii*)의 생태

서지오 · 박형섭 · 정원기 · 김남길\*

경상국립대학교 해양생명과학과

## Ecology of *Sargassum thunbergii* along the Korean Coast

Ji-O Seo, Hyoung-Seop Park, Won-Ki Jeong and Nam-Gil Kim\*

Department of Marine Biology and Aquaculture/Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Republic of Korea

This study was conducted bimonthly from February to December 2021 to reveal the ecology of *Sargassum thunbergii* in the intertidal zone along the coasts of Korea. Separate surveys on the period of embryo formation were conducted from February 2021 to December 2022. The growth of *S. thunbergii* began to increase in February, reached a maximum in June, and was at a minimum in October. Air vesicles were formed from February to June, April to August, and February to August on the east, west, and south coasts, respectively. Receptacles were observed from April to June on the east coast, but from April to August on the west and south coasts. The earliest release of embryos was observed in late May 2022 on the south coast, followed by early June on the east and west coasts. The average size of leaves, stems, and air vesicles was maximum on the east coast and minimum on the west coast, whereas leaf and internode intervals were maximum on the west coast and minimum on the east coast. Plant length, biomass, and the number of branches showed maximum values in the south coast and minimum values in the east coast.

Keywords: *Sargassum thunbergii*, Ecology, Plant growth, Embryo formation, Korean coast

### 서론

모자반속(*Sargassum*)은 온대와 열대해역에 서식하는 대형 갈조류로(Nizamuddin, 1962) 전 세계 해역에 400종 이상이 분포하는 것으로 알려져 있으며(Phillips, 1995), 한국 연안에는 23종이 분포하고 있다(Oak and Lee, 2006). 모자반 숲은 해양 생태계에 있어서 일차생산자로서의 역할뿐만 아니라 많은 해양생물에게 산란장, 보육장, 먹이장을 제공하는 중요한 생태학적 역할을 수행하고 있다(Yoshida et al., 1963; Terawaki et al., 2001). 지층이(*Sargassum thunbergii*)는 모자반속에 속하는 다년생 갈조류로 한국, 중국, 일본 연안의 암반 조간대에 광범위하게 분포하고 있으며, 주로 조간대 중, 하부에서 큰 군락을 형성한다. 따라서 지층이는 조간대와 저조선 부근의 해조상을 구성하는 핵심 종으로, 많은 생체량과 높은 생산력으로 인해 연안의 중요한 생태적 지위를 가지는 종으로 알려져 있다(Chu et al., 2011). 지층이는 자웅이주이며, 반상의 부착기와 원주상의 줄기, 침상 형태의 비늘잎을 가진다. 이 종은 난과 정자의 수정

에 의한 유성생식과 포복지에 의한 영양번식으로 증식하며, 수온과 조석, 파도의 세기와 같은 물리적 환경 조건에 따라 외부 형태가 다르게 나타난다(Umezaki, 1974). 과거 지층이는 구충제와 비료, 어린 싹은 식용으로 사용되어 왔으며, 근래에는 항산화제(Kim et al., 2007)와 항암제(Zandi et al., 2010) 등 생물학적 활성에 관한 연구를 통해 기능성 물질의 원료로도 인정받고 있으며, 특히 중국에서는 중국인의 고급 기호 식품인 양식 해삼의 사료원으로서 이용되고 있다(Pan et al., 2011). 그러나 과도한 채집으로 인해 자연 개체수가 급격히 감소하여(Zhao et al., 2008) 개체수 복원을 위한 생태학적 연구가 필요하다. 지층이 생태관련 국외 연구로는 일본 마이즈루만산 지층이의 생태(Umezaki, 1974), 중국 보하이만에 서식하는 지층이의 생식 패턴에 관한 연구(Zhang et al., 2009) 등이 있으며, 국내에서는 서해안 지층이의 수평, 수직 분포 및 피도와 생체량에 관한 연구(Koh et al., 1993), 지층이 초기 생활사에서 부착, 생존 및 생장에 대한 퇴적물의 영향에 관한 연구(Gao et al., 2018), 한국산 지층이의 지리적 형태변이(Kim et al., 2022)에 관한 연구만

\*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.2023.0684>

Korean J Fish Aquat Sci 56(5), 684-690, October 2023

Received 10 July 2023; Revised 29 August 2023; Accepted 18 September 2023

저자 직위: 서지오(대학원생), 박형섭(대학원생), 정원기(대학원생), 김남길(교수)

이 수행되었을 뿐, 다양한 수산자원학적 중요성이 입증된 종임에도 불구하고 이 종에 대한 생태학적 연구는 부족한 실정이다.

본 연구는 자연생태계 내에서 지층이의 성숙과 성장, 해역별 형태학적 특징 등 지역개체군의 생태적 특성을 파악하여, 조간대 해조장 조성과 인공종묘생산을 위한 기초생태학적 자료를 축적할 목적으로 수행되었다.

**재료 및 방법**

이 연구는 2021년 2월부터 12월까지 격월로 강원 동해안(삼척시 원덕읍), 전북 서해안(군산시 옥도면), 경남 남해안(통영시 산양읍)의 암반 조간대에서 수행되었다(Fig. 1). 또한 2022년 12월까지 약 2년여에 걸쳐 유배 형성 시기에 관한 육안조사를 추가로 실시하였다. 시료는 50 cm × 50 cm 방형구 2개를 지층이 군락지에 무작위로 놓은 후, 호미를 이용해 부착기의 손실을 최소화하여 일괄 채집하였다. 채집된 시료는 Kim et al. (2022)의 방법에 따라 엽체장(cm), 잎의 길이(cm), 잎의 넓이(mm), 줄기의 길이(mm), 줄기의 두께(mm), 마디 간격(mm), 부착기당 가지의 수를 측정 한 후, 식물체의 외부 형태학적 특징 변화를 분석할 목적으로 기낭과 생식기탁의 형성 및 유배의 형성, 방출 시기에 관한 조사를 수행하였다.

생체량은 지층이를 여과 해수에 수 회 세척 후 수분 제거를 위해 탈수기를 이용 1분간 탈수하여 메틀러(mettler) 전자저울을 이용해 0.1 g까지 습중량을 측정하였고, 측정된 생물량은 단위면적당 생물량(g wet weight·m<sup>-2</sup>)으로 환산하여 나타내었다.

조사지역의 수온, 염분은 국립해양조사원의 실시간 해양관측정보시스템(<http://www.khoa.go.kr/oceangrid/khoa/intro.do>), 국립수산물품질관리원 실시간 해양환경어장정보시스템(<https://www.nifs.go.kr/risa/main.risa>)의 자료를 이용하였다.

통계분석은 IBM SPSS Windows program (Release 20.0; SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 지층이의 형태학적 변화와 생물량은 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 실시해 통계 분석하였으며, 유의적 차이가 발견된 경우 Duncan의 사후분석을 통해 유의성을 검증하였다.

**결 과**

**수온과 염분**

연구지역인 동, 서, 남해안의 수온과 염분은 Fig. 2와 같다. 월 평균 최고 수온은 동해안에서 2021년 9월과 10월에 각각 23.1±1.0°C, 23.1±1.6°C, 서해안과 남해안에서 2021년 8월에 각각 25.4±0.8°C, 26.2±0.7°C로 나타났으며, 월 평균 최저 수온은 동해안에서 2021년 4월에 10.2±0.8°C, 서해안에서 2021년 1월에 4.1±0.7°C, 남해안에서 2021년 2월에 10.1±0.6°C로 나타났다. 월 평균 최고 염분은 동해안에서 2021년 4월에 34.3±0.2 psu, 서해안에서 2021년 6월에 31.7±0.29 psu, 남해

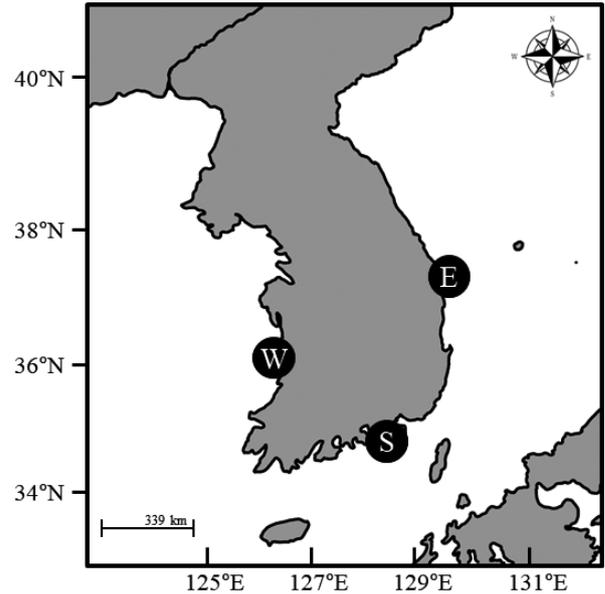


Fig. 1. A map showing three collecting site. East (Samcheok), West (Sinsido island) and South (Tongyeong).

안에서 2021년 5월에 33.7±0.1 psu로 나타났으며, 월 평균 최저 염분은 동해안과 남해안에서 각각 2021년 9월에 31.3±0.6 psu, 30.3±0.1 psu, 서해안에서 2021년 8월에 30.5±0.2 psu로 나타났다.

**형태학적 변화**

격월로 조사가 이루어진 지층이의 형태학적 변화는 Fig. 3과 같다. 지층이의 엽장, 잎의 길이, 잎의 너비, 줄기의 길이, 줄기의 직경, 마디간격은 2월부터 증가하기 시작해 6월에 최대값을 보인 후 점차 감소하는 경향을 보였다. 지층이의 형태학적 변화를 분석한 결과 엽장, 잎의 길이, 잎의 너비, 줄기의 길이, 마디 간격, 부착기당 가지의 수는 조사 해역별로 유의한 차이를 보였으나(P<0.05) 줄기의 직경은 유의한 차이를 보이지 않았다(P>0.05). 엽장은 동, 서, 남해안에서 6월에 각각 37.2±6.9 cm, 38.3±12.1 cm, 41.8±10.9 cm로 최대값을, 10월에 각각 4.7±1.8 cm, 5.1±4.7 cm, 9.2±5.5 cm로 최소값을 보였다(Fig. 3A).

잎의 길이는 동, 서, 남해안에서 6월에 각각 3.9±1.0 cm, 1.5±0.9 cm, 3.6±1.2 cm로 최대값을, 동, 서해안에서 10월에 각각 1.4±0.5 cm, 1.3±0.4 cm, 남해안에서 8월에 1.2±0.4 cm로 최소값을 보였다(Fig. 3B). 잎의 너비는 동, 서, 남해안에서 6월에 각각 2.2±0.4 mm, 1.5±0.5 mm, 1.8±0.6 mm로 최대값을, 10월에 각각 1.3±0.5 mm, 1.1±0.3 mm, 1.2±0.4 mm로 최소값을 보였다(Fig. 3C). 줄기의 길이는 동, 서, 남해안에서 6월에 각각 2.3±0.6 mm, 2.0±1.0 mm, 2.2±0.6 mm로 최대값을, 10월에 각각 1.4±1.0 mm, 1.1±0.3 mm, 1.3±0.6 mm로 최소값을 보였다(Fig. 3D). 줄기의 직경은 동, 서 남해안에서 6월에 각

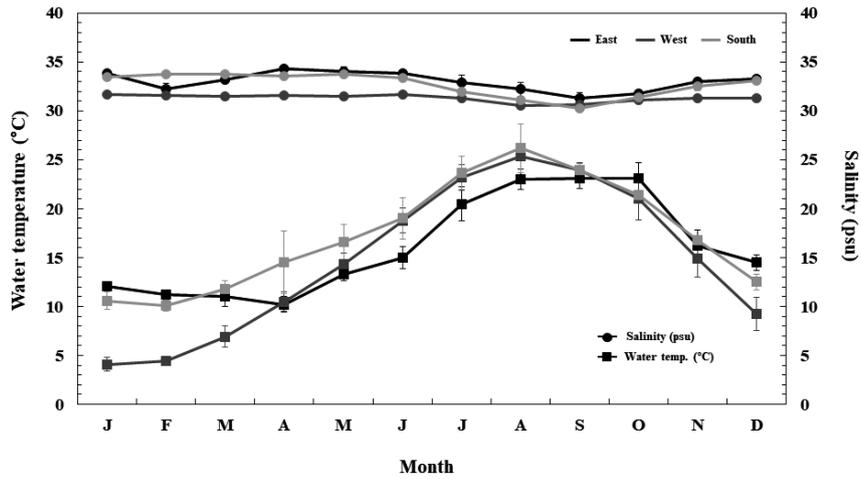


Fig. 2. Water temperature and salinity measured at East coast (Samcheok), West coast (Sinsido island) and South coast (Tongyeong) from January to December 2021.

각  $2.4 \pm 0.6$  mm,  $1.6 \pm 0.6$  mm,  $1.8 \pm 0.4$  mm로 최대값을, 동, 서해안에서 2월에 각각  $2.0 \pm 0.2$  mm,  $1.4 \pm 0.5$  mm, 남해안에서 10월에  $1.5 \pm 0.5$  mm로 최소값을 보였다(Fig. 3E). 마디간격은 동, 서, 남해안에서 6월에 각각  $1.9 \pm 0.7$  mm,  $3.8 \pm 1.9$  mm,  $2.6 \pm 0.7$  mm로 나타났다(Fig. 3F). 부착기당 가지의 수는 동해안에서 4월에  $20.5 \pm 10.0$ 개, 서해안에서 10월에  $21.8 \pm 7.6$ 개, 남해안에서 6월에  $23.3 \pm 8.4$ 개로 최대값을, 동해안에서 12월에  $14.0 \pm 5.6$ 개, 서, 남해안에서 2월에 각각  $12.4 \pm 3.9$ 개,  $6.7 \pm 3.9$ 개로 최소값을 보였다(Fig. 3G).

지층이의 생물량은 동, 서, 남해안에서 2월부터 증가하기 시작해 초여름인 6월에 각각  $3,117.2$  g w.wt·m<sup>-2</sup>,  $4,199.4$  g w.wt·m<sup>-2</sup>,  $4,428.6$  g w.wt·m<sup>-2</sup>으로 최대값을 보였으며, 이후 여름철인 8월에 급격히 감소한 후 10월에 각각  $341.6$  g w.wt·m<sup>-2</sup>,  $439.8$  g w.wt·m<sup>-2</sup>,  $487.8$  g w.wt·m<sup>-2</sup>으로 최소값을 보였다(Fig. 3H).

기낭, 생식기탁의 출현과 유배 방출 시기

지층이의 기낭은 동해안에서 2월부터 6월까지 출현하였다. 서해안에서는 4월부터 8월까지 출현하였고, 8월 이후에 탈락하였다. 남해안에서는 2월부터 8월까지 출현하였고, 8월 이후에 탈락하였다(Table 1). 지층이의 생식기탁은 동, 서, 남해안에서 4월 하순부터 6월까지 출현하였으며, 서, 남해안에서 8월 이후에 탈락하였다(Table 2). 지층이의 유배 방출은 남해안에서 2022년 5월 하순에 최초로 유배가 방출된 후 6월 중순에 종료되었고, 동해안과 서해안에서 6월 중순에 방출이 종료되었다.

개체군의 해역 별 형태학적 차이

지층이 개체군의 해역 별 형태학적 차이는 Table 3과 같다. 엽장의 연평균 길이는 동, 서, 남해안에서 각각 13.59 cm, 15.9 cm, 22.1 cm로 남해안, 서해안, 동해안 순으로 최대값을 보였다. 연

평균 생물량은 동, 서, 남해안에서 각각  $1,138.7$  g w.wt·m<sup>-2</sup>,  $1,584.9$  g w.wt·m<sup>-2</sup>,  $1,910.8$  g w.wt·m<sup>-2</sup>로 남해안, 서해안, 동해안 순으로 최대값을 보였다.

잎의 연평균 길이는 동, 서, 남해안에서 각각 2.6 cm, 1.9 cm, 2.3 cm로 동해안, 남해안, 서해안 순으로 최대값을 보였다. 잎의 연평균 너비는 동, 서, 남해안에서 각각 1.8 mm, 1.2 mm, 1.3 mm로 동해안, 남해안, 서해안 순으로 최대값을 보였다.

줄기의 연평균 길이는 동, 서, 남해안에서 각각 1.9 mm, 1.4 mm, 1.7 mm로 동해안, 남해안, 서해안 순으로 최대값을 보였다. 줄기의 연평균 직경은 동, 서, 남해안에서 각각 2.3 mm, 1.4 mm, 1.6 mm로 동해안, 남해안, 서해안 순으로 최대값을 보였다. 연평균 마디간격은 동, 서, 남해안에서 각각 1.5 mm, 2.2 mm, 1.8 mm로 서해안, 남해안, 동해안 순으로 최대값을 보였다.

Table 1. Formation period of air vesicle of *Sargassum thunbergii* collected from three coastal areas in Korea

Site	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.	Dec.
East coast (Samcheok)	+	+	+			
West coast (Sinsido island)		+	+	+		
South coast (Tongyeong)	+	+	+	+		

+, Present.

Table 2. Formation period of receptacles of *Sargassum thunbergii* collected from three coastal areas in Korea

Site	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.	Dec.
East coast (Samcheok)		+	+			
West coast (Sinsido island)		+	+	+		
South coast (Tongyeong)		+	+	+		

+, Present.

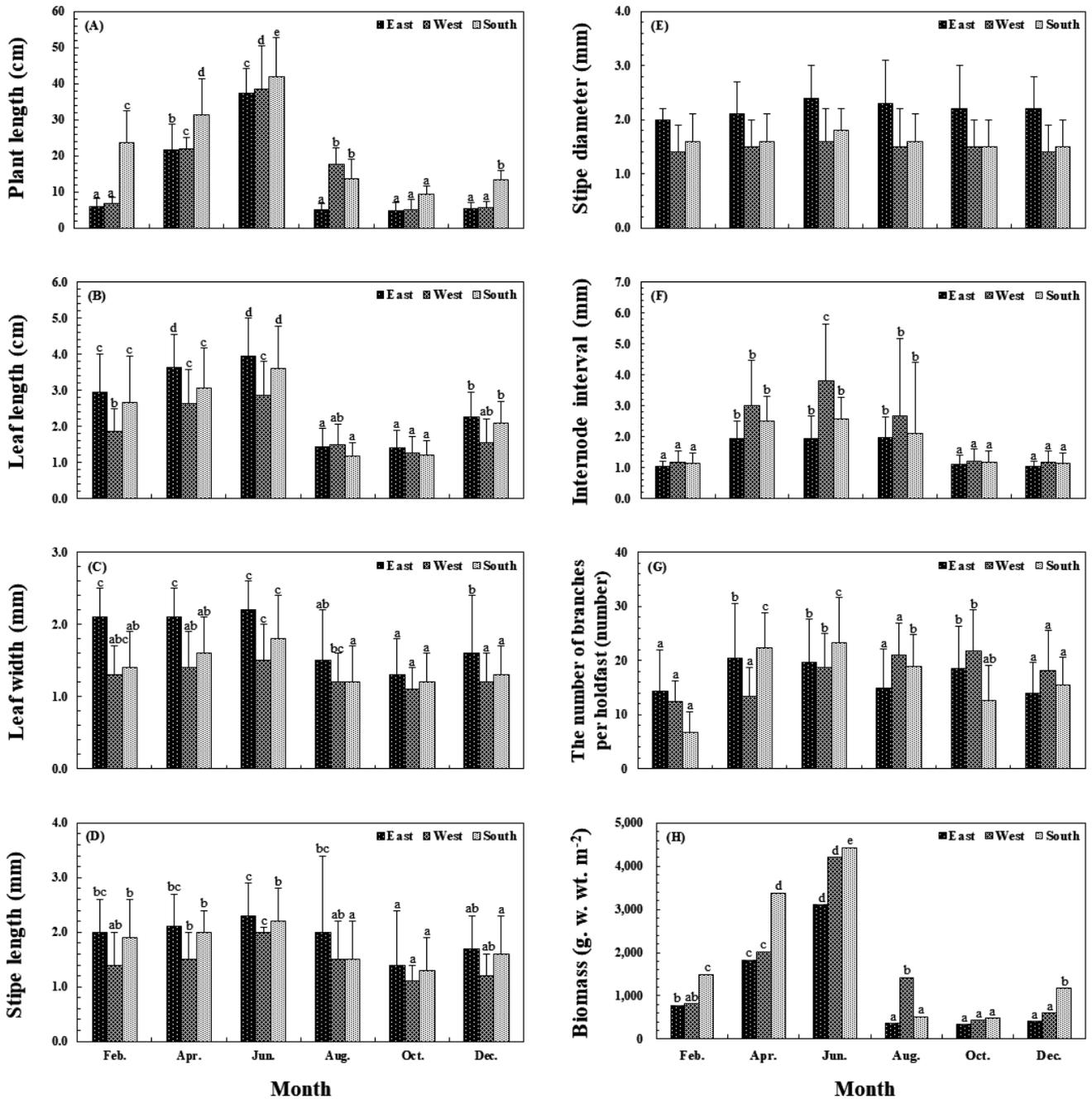


Fig. 3. Bimonthly variation in plant growth indexes of *Sargassum thunbergii* at three collecting sites on Korean coasts (East, West, and South coast) respectively from February 2021 to December 2021. A, Plant length; B, Leaf length; C, Leaf width; D, Stipe length; E, Stipe diameter; F, Internode interval; G, The number of branches per holdfast; H, Biomass. Date were analyzed one-way ANOVA and post-hoc analyzed with Duncan test (n=30).

다. 연평균 부착기당 가지의 수는 동, 서, 남해안에서 각각 16.8 개, 17.5개, 17.8개로 남해안, 서해안, 동해안 순으로 최대값을 보였다. 기낭의 연평균 길이는 동, 서, 남해안에서 각각 1.6 mm, 1.0 mm, 1.5 mm로 동해안, 남해안, 서해안 순으로 최대값을 보

였다. 기낭의 연평균 직경은 동, 서, 남해안에서 각각 1.5 mm, 1.0 mm, 1.1 mm로 동해안, 남해안, 서해안 순으로 최대값을 보였다.

Table 3. Mean values and ranges of features of *Sargassum thunbergii* in Korean coasts (n=180)

	Annual average (Value range)		
	East coast	West coast	South coast
Total length (cm)	13.59 (3.3-60.7)	15.9 (2.3-82.2)	22.1 (6.4-90.2)
Biomass (g wet weight m <sup>2</sup> )	1,138.7 (341.6-3,117.2)	1,584.9 (439.8-4,199.4)	1,910.8 (487.8-4,428.6)
The number of branches per holdfast (number)	16.8 (4-52)	17.5 (6-41)	17.8 (6-42)
Stipe length (mm)	1.9 (1.0-3.0)	1.4 (1.0-5.0)	1.7 (1.0-4.0)
Stipe diameter (mm)	2.3 (1.0-9.0)	1.4 (1.0-3.0)	1.6 (1.0-3.0)
Internode interval (mm)	1.5 (1.0-4.0)	2.2 (1.0-8.0)	1.8 (1.0-8.0)
Leaf length (cm)	2.6 (1.0-6.0)	1.9 (1.0-5.0)	2.3 (1.0-6.0)
Leaf width (mm)	1.8 (1.0-3.0)	1.2 (1.0-2.0)	1.3 (1.0-3.0)
Air-vesicle length (mm)	1.6 (1.0-3.0)	1.0 (1.0-2.0)	1.5 (1.0-3.0)
Air-vesicle diameter (mm)	1.5 (1.0-2.0)	1.0 (1.0-2.0)	1.1 (1.0-2.0)

## 고찰

이번 연구 결과 동해안, 서해안, 남해안에 서식하는 지층이 개체군은 2월 말부터 엽장, 잎의 길이, 잎의 너비, 줄기의 길이, 줄기의 두께, 마디간격이 증가하기 시작해 6월에 최대 생장을 보인 후 고수온기인 8월에 급격히 감소하는 경향을 보여 서해안 파도리(Koh et al., 1993)와 일본 오소로만(Marui et al., 1981) 및 나가사키(Kurihara and Iima, 1999)산 지층이의 생장특성과 유사한 결과를 보였다. 그러나 3월부터 엽장과 측지, 생물량이 증가하여 8월에 최대 생장을 보인 후 9월에 급격히 감소하는 경향을 보인 일본 교토 마이즈루만(Umezaki, 1974)과 3-4월과 9-10월 2회에 걸쳐 엽장이 최대로 생장하는 일본 치바현 코미나토산 지층이(Arai et al., 1985)와 큰 차이를 보였다. Kim (2015)에 의하면 광생이모자반(*S. homeri*)은 춘계 성숙형과 추계 성숙형 개체군으로 구분할 수 있으며, 개체군의 생리, 생태는 생장과 성숙 등에 있어서 지역적으로 많은 변화가 있는 것으로 추정하였다. 따라서 교토 마이즈루만과 치바현 코미나토산 지층이는 일본의 고유한 개체군으로 판단되며, 이는 수온(De Wreede, 1978)과 수온 및 일장(Liu et al., 2016)과 같은 개체군 서식지 특성에 따른 환경 차이에서 기인하는 것으로 판단하였다.

지층이의 생물량은 6월에 최대값을, 10월에 최소값을 보였다. 반면, 일본 마이즈루만(Umezaki, 1974)은 8월에 최대값을, 11월에 최소값을 보여 본 연구와 시기적으로 일치하지 않았다. 지층이는 생식시기 이후, 지속적으로 끝녹음이 발생하며, 부착기와 줄기를 제외한 모든 부속기관이 탈락하게 된다. 따라서 한국산 지층이는 8월부터 끝녹음이 시작되며, 10월에 새로 가입된 개체들의 생장으로 인해 최소값을 보인 것으로 판단하였다.

지층이의 기낭은 개체군의 해역별 형태학적 특징을 나타내는 중요한 지표로 인식되고 있는데(Kim et al., 2014), Umezaki (1974)는 수온, 광량, 광주기의 증가는 1차가지와 측지의 생장

을 가속한다고 보고하였다. 지층이의 기낭은 주로 1차가지의 상부와 측지에 형성된다. 따라서 높은 수온을 보인 동해안과 남해안이 낮은 수온을 나타낸 서해안에 비해 1차가지의 생장이 더 빠르게 나타나게 되고 이와 함께 1차가지에 형성되는 기낭의 형성시기도 빠르게 나타난 것으로 판단하였다.

지층이의 유배 방출은 동, 서, 남해안에서 모두 6월 이후 종료되었다. 일본의 경우 교토의 마이즈루만산 지층이(Umezaki, 1974)는 6월 초순에 방출하여 7월 하순에 최대 생식을 보인 후 조체가 탈락되었고, 홋카이도 오소로만산 지층이(Marui et al., 1981)는 7월 중순에 생식기탁이 형성되기 시작하여 9월 초순까지 난의 방출이 계속되었다. 치바현 코미나토산 지층이(Arai et al., 1985)의 경우 봄과 가을 두 계절 모두 성숙하는 개체군이 50%, 가을에만 성숙하는 개체군도 50% 정도 된다고 하는데 지층이의 성숙 및 유배 방출 시기가 해역별로 큰 차이를 보이는 것으로 분석되었다. 나가사키 남부산 지층이 성숙시기(Kurihara and Iima, 1999)의 경우 노모자키에서는 4월 말에서 6월 초순, 도우자키에서는 6월에서 8월 초순으로 같은 지역이어도 수온이나 개체군의 노출 차이 등 환경조건에 따라서 성숙 및 유배 방출 시기에 차이를 가져온다고 하였다. 이 외에도 유배 방출에 영향을 주는 요인으로 수온, 조도, 광주기 등을 예로 들기도 한다(Liang et al., 2014). 한국산 지층이 개체군은 선행 연구들보다 빠른 유배 방출 시기를 보였는데 이러한 결과는 서식지 특성에 따른 환경 차이에서 기인하는 것으로 판단되며, 특히 유배 방출이 종료되는 시기는 6월 중순으로 나타났기 때문에 유배 방출은 5월 하순 전후에 시작되는 것으로 추정되었다.

해조류의 생장과 형태는 해류, 온도, 염분, 파력에 의한 노출, 서리, 건조, 광주기 등 여러 가지 환경 요인에 의해 영향을 받는다(Kalvas and Kautsky, 1998).

이번 연구 결과 강원 동해안에 서식하는 지층이 개체군은 다른 해역보다 크고 넓은 잎과 길고 두꺼운 줄기를 가진 특징을 보였으나 엽장, 생물량, 마디간격은 가장 좁은 특징을 보였다. 한

국의 동해안은 서, 남해안과 달리 단조로운 해안선을 이루고 있으며, 조수 간만의 차가 30–50 cm 이내로 매우 작다. 또한 쓰가루해협, 라페루즈해협, 대한해협을 통해 북태평양과 연결된 반폐쇄형 연해(Lee et al., 2009)로, 북쪽에서 연안을 따라 남하하는 북한한류와 남쪽에서 북상하는 동한난류의 영향을 받는다. Parada et al. (2012)는 조건대에 서식하는 갈조류 *Eisenia arborea*는 보호된 지역보다 파도로부터 노출된 지역에서 길고, 단단한 줄기를 가진다고 보고하였으며, Lewis (1968)에 의하면 대형 갈조류는 파력에 노출되는 빈도가 증가할수록 개체수와 크기가 감소한다고 보고하였다. 또한 Kim et al. (2014)는 한국 동해안 지층이는 두꺼운 줄기와 잎을 가진다고 보고하여 이번 연구와 유사한 결과를 보였다. 따라서 동해안 개체군은 장시간 동안 물에 노출되는 환경에서 적응하고, 강한 파도에 노출된 지역에서 생존하기 위해 크고 넓은 잎과 두꺼운 줄기를 가진 것으로 판단하였다.

전북 서해안에 서식하는 지층이 개체군은 다른 해역보다 넓은 마디간격을 가졌으나 잎과 줄기는 가장 작은 특징을 보였다. 한국의 서해안은 해안선이 복잡한 리아스식 해안으로 조수 간만의 차가 9 m 전후로 매우 크다. 또한 갯벌이 넓게 발달해 있으며, 쿠로시오해류에서 분지된 황해난류와 한국과 중국 연안을 따라 남하하는 연안류의 영향을 받는다. 이러한 특징으로 인해 서해안 조건대에 서식하는 생물들은 대기 중에 노출되어 있는 시간이 길어 건조, 급격한 온도변화, 저염분과 같은 환경 스트레스에 노출된다. Kalvas and Kautsky (1998)에 의하면 해조류는 염도가 낮은 조건대에서 짧은 엽체를 가진다고 보고하였으며, Yu et al. (2012)는 간조시에 일어나는 심한 건조 스트레스는 엽체의 발달을 저해한다고 보고하였다. 따라서 서해안 개체군은 생장에 소비되는 에너지보다 스트레스 저항에 소비되는 에너지가 더 많은 것으로 판단되며, 대기 노출시간이 긴 극심한 스트레스 환경 속에서 생존하기 위해 작은 잎과 줄기를 가진 것으로 보인다.

경남 남해안에 서식하는 지층이 개체군은 다른 해역보다 엽장, 생물량과 부착기당 가지의 수가 가장 큰 특징을 보였다. 한국의 남해안은 서해안과 같이 리아스식 해안을 이루고 있어 보호된 지형이 많으며, 조수간만의 차는 1–3 m에 이른다. 또한 대마난류에서 분지된 동한난류의 영향을 받는다. Fowler et al. (2006)에 의하면 보호된 지역의 kelp는 노출된 지역보다 길고, 넓은 엽상체와 큰 생체량을 가진다고 보고하였으며, Kim et al. (2014)는 한국 남해안 지층이는 모든 해역 중에서 체장과 측지의 길이가 가장 길다고 보고하여 이번 연구와 유사한 결과를 보였다. 따라서 남해안 개체군은 높은 온도, 파도로부터 보호된 지역과 영양염류가 많은 곳에서 서식하기 때문에 최대 생장을 보인 것으로 판단된다.

## 사 사

이 연구는 2020년도 경상국립대학교 연구년제 연구교수 연구

지원비에 의하여 수행되었음.

## References

- Arai A, Arai S and Miura A. 1985. Growth and maturation of *Sargassum thunbergii* (Mertens ex Roth) O. Kuntze ((Phaeophyta, Fucales) at Kominato, Chiba Prefecture. Jap J Phycol 33, 160-166.
- Chu S, Zhang Q, Liu S, Zhang S, Tang Y, Lu Z and Yu Y. 2011. Trade-off between vegetative regeneration and sexual reproduction of *Sargassum thunbergii*. Hydrobiologia 678, 127-135. <https://doi.org/10.1007/s10750-011-0835-9>.
- De Wreede RE. 1978. Phenology of *Sargassum muticum* (Phaeophyta) in the Strait of Georgia, British Columbia. Syesis 11, 1-9.
- Fowler WMJ, Wernberg T and Connell SD. 2006. Differences in kelp morphology between wave sheltered and exposed localities: morphologically plastic or fixed traits?. Mar Biol 148, 755-767. <https://doi.org/10.1007/s00227-005-0125-z>.
- Gao X, Lee JR, Park SK, Kim NG and Choi HG. 2018. Detrital effects of sediment on attachment, survival and growth of the brown alga *Sargassum thunbergii* in early life stages. Phycol Res 67, 77-81. <https://doi.org/10.1111/pre.12347>.
- Kalvas A and Kautsky L. 1998. Morphological variation in *Fucus vesiculosus* populations along temperature and salinity gradients in Iceland. J Mar Biol Assoc U K 78, 985-1001. <https://doi.org/10.1017/S0025315400044921>.
- Kim NG. 2015. Effects of temperature, photon irradiance, and photoperiod on the growth of embryos of *Sargassum horneri* in laboratory culture. Korean J Fish Aquat Sci 48, 76-81. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2015.0076>.
- Kim S, Choi SK, Van S, Kim ST, Kang YH and Park SR. 2022. Geographic differentiation of morphological characteristics in the brown seaweed *Sargassum thunbergii* along the Korean coast: A response to local environmental conditions. J Mar Sci Eng 10, 549. <https://doi.org/10.3390/jmse10040549>.
- Kim SH, Choi DS, Athukorala Y, Jeon YJ, Senevirathne M and Rha CK. 2007. Antioxidant activity of sulfated polysaccharides isolated from *Sargassum fulvellum*. J Food Sci Nutr 12, 65-73. <https://doi.org/10.3746/jfn.2007.12.2.065>.
- Kim SI, Oh YS, Won NI and Park SR. 2014. Geographical variations of *Sargassum thunbergii* morphology in Korea. Korean J Environ Biol 32, 353-362. <https://doi.org/10.11626/KJEB.2014.32.4.353>.
- Koh CH, Kim YH and Kang SG. 1993. Size distribution, growth and production of *Sargassum thunbergii* in an intertidal zone of Padori, west coast of Korea. Hydrobiologia 260, 207-214. <https://doi.org/10.1007/BF00049021>.
- Kurihara A and Iima M. 1999. On growth and maturation of *Sargassum thunbergii* from southern part of Nagasaki Prefecture, Japan. Jpn J Phycol 47, 179-186.

- Lee JY, Kang DJ, Kim IN, Rho T, Lee T, Kang CK and Kim KR. 2009. Spatial and temporal variability in the pelagic ecosystem of the East Sea (Sea of Japan): A review. *J Mar Syst* 78, 288-300. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2009.02.013>.
- Lewis JR. 1968. Water movements and their role in rocky shore ecology. *Sarsia* 34, 13-36. <https://doi.org/10.1080/00364827.1968.10413369>.
- Liang ZR, Wang FJ, Sun XT, Wang WJ and Liu FL. 2014. Reproductive biology of *Sargassum thunbergii* (Fucales, Phaeophyceae). *Am J Plant Sci* 5, 2574-2581. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2014.517271>.
- Liu W, Wu H, Zhan D and Duan D. 2016. Phenological study of *Sargassum thunbergii* (Fucales, Phaeophyta) in Lidao Bay, Rongcheng, China. *Chin J Ocean Limnol* 34, 498-506. <https://doi.org/10.1007/s00343-016-5046-9>.
- Marui M, Inai S and Yoshida T. 1981. Growth and maturation of six species of *Sargassum* and *Cystoseira* (Phaeophyta, Fucales) in Oshoro Bay, Hokkaido, Japan. *Jap J Phycol* 29, 277-281.
- Nizamuddin M. 1962. Classification and the distribution of the Fucales. *Bot Mar* 4, 191-203. <https://doi.org/10.1515/botm.1962.4.3-4.191>.
- Oak JH and Lee IK. 2006. Taxonomy of the genus *Sargassum* (Fucales, Phaeophyceae) from Korea II. Subgenus *Bactrophyucus* section *Halochloa* and *Repentia*. *Algae* 21, 393-405. <https://doi.org/10.4490/ALGAE.2006.21.4.393>.
- Pan JH, Zhang QS, Li XJ, Jiang X, Zhang ZZ, Wang DB, Han HW and Wang RZ. 2011. Sexual reproductive allocation of *Sargassum thunbergii* at Taiping Cape of Yellow Sea. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao* 22, 2167-2172.
- Parada GM, Riosmena RR, Martínez EA and Hernández CG. 2012. Morphological variability of intertidal *Eisenia arborea* (Laminariales, Ochrophyta) at Punta Eugenia, Baja California Sur. *Algae* 27, 109-114. <https://doi.org/10.4490/algae.2012.27.2.109>.
- Phillips N. 1995. Biogeography of *Sargassum* (Phaeophyta) in the Pacific basin. In: Taxonomy of economic seaweeds with reference to some Pacific species, Vol 5. Abbott IA, ed. California Sea Grant College Program, La Jolla, CA, U.S.A., 107-145.
- Terawaki T, Hasegawa H, Arai S and Ohno M. 2001. Management-free techniques for restoration of *Eisenia* and *Ecklonia* beds along the central Pacific coast of Japan. *J Appl Phycol* 13, 13-17. <https://doi.org/10.1023/A:1008135515037>.
- Umezaki I. 1974. Ecological studies of *Sargassum thunbergii* (Mertens) O. Kuntze in Maizuru Bay, Japan Sea. *Bot Mag Tokyo* 87, 285-292. <https://doi.org/10.1007/BF02489559>.
- Yoshida T, Sawada T and Higaki M. 1963. *Sargassum* vegetation growing in the sea around Tsuyazaki. *Pac Sci* 17, 135-144.
- Yu Y, Zhang Q, Lu Z, Tang Y, Zhang S and Chu S. 2012. Small-scale spatial and temporal reproductive variability of the brown macroalga *Sargassum thunbergii* in contrasting habitats: A study on the island of Xiaoheshan, Changdao Archipelago, China. *Estuar Coast Shelf Sci* 112, 280-286. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2012.08.001>.
- Zandi K, Ahmadzadeh S, Tajbakhsh S, Rastian Z, Yousefi F, Farshadpour F and Sartavi K. 2010. Anticancer activity of *Sargassum oligocystum* water extract against human cancer cell lines. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 14, 669-673.
- Zhang QS, Li W, Liu S and Pan JH. 2009. Size-dependence of reproductive allocation of *Sargassum thunbergii* (Sargassaceae, Phaeophyta) in Bohai Bay, China. *Aquat Bot* 91, 194-198. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2009.06.003>.
- Zhao Z, Zhao F, Yao J, Lu J, Ang P and Duan D. 2008. Early development of germlings of *Sargassum thunbergii* (Fucales, Phaeophyta) under laboratory conditions. *J Appl Phycol* 20, 925-931. <https://doi.org/10.1007/s10811-008-9311-y>.