

# 굴 폐각 피복 콘크리트 기질의 해조류 착생에 관한 연구

이인철\* · 박성식\*\* · 우희은\*\* · 정일원\*\* · 최창근\*\*\* · 김경희\*\*\*\*†

\*, \*\*\*\* 부경대학교 해양공학과 교수, \*\* 부경대학교 해양공학과 대학원생, \*\*\* 부경대학교 생태공학과 교수

## A Study on Macroalgae Establishment on Concrete Substratum Covered by Oyster Shells

In-Cheol Lee\* · Seongsik Park\*\* · Hee-Eun Woo\*\* · Ilwon Jeong\*\* · Chang Geun Choi\*\*\* · Kyunghoi Kim\*\*\*\*†

\*, \*\*\*\* Professor, Department of Ocean Engineering, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

\*\* Graduate Student, Department of Ocean Engineering, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

\*\*\* Professor, Department of Ecological Engineering, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

**요약** : 바다숲 복원과 함께 굴 폐각의 새로운 자원화를 위해 굴 폐각을 피복시킨 콘크리트 기질을 부산광역시 기장군 일광면 동백리 연안에 설치하여 약 1년간(2020년 1월~11월) 해조류 피도 변화를 모니터링하였다. 1월 모니터링 결과, 대조구인 일반 콘크리트 기질에는 해조류가 출현하지 않았다. 이에 반해 굴 폐각을 10~90% 피복시킨 실험구에는 해조류가 약 10~80%의 피도로 착생한 것을 확인하였다. 또한, 11월 실험구의 피도는 대조구 대비 최대 49% 높게 나타났다. 이상의 결과로부터 콘크리트 기질의 인공어초에 굴 폐각 피복을 통해 인공어초의 해조류 착생을 촉진할 수 있으며, 수산 부산물인 굴 폐각의 새로운 자원화 방안을 제시하였다.

**핵심용어** : 바다숲 복원, 굴 폐각, 콘크리트 기질, 해조류, 피도

**Abstract** : In this study, we located concrete substratum covered by oyster shells in the coastal area of Gijang-gun, Busan, South Korea, and monitored changes in coverage of macroalgae for approximately a year from January 2020 to determine the potential for sea forest restoration and resourceization of the oyster shells. At the start of monitoring, we observed that macroalgae coverage of the oyster-shell-covered concrete substratum (treatment) was 10 - 80 %, whereas no macroalgae were attached to the normal concrete substratum (control). By November, macroalgae coverage of the treatment had increased by 49 % compared to that of the control. We concluded that covering oyster shell on a sea forest reef can promote macroalgae establishment and the possibility of sea forest restoration by the resourceization of oyster shells.

**Key Words** : Sea forest restoration, Oyster shells, Concrete substratum, Macroalgae, Coverage

### 1. 서론

1960년대부터 시작된 산업화 및 도시개발로 인해 발생한 육상의 오·폐수가 연안으로 유입되면서 연안 오염이 심화되고 있다. 또한, 국내 연안에서는 원인이 명확히 파악되지 않은 갯녹음 현상이 발생하여 문제가 되고 있다(Kim et al., 2020). 연안 오염과 함께 갯녹음의 영향으로 연안 바다숲은 소실되고 있으며, 서식처와 산란장을 잃은 어·패류 자원 또한 감소하고 있다(Kwon, 2008; Ohno, 1993). 이처럼 연안 바다숲의 소

실은 결국 연안 어장의 황폐화를 초래하였다. 이에 대한 해결책으로 수산자원의 지속적인 이용과 보호를 위해 인공어초를 이용한 바다숲 조성사업이 수행되고 있다(Jeon, 2010).

인공어초란 수산생물의 서식지 및 산란·보육장을 제공하여 수산자원의 생산성을 높이기 위해 설치하는 수중구조물을 말한다. 국내의 인공어초 사업은 1971년부터 시작하여, 2019년 기준 국내에 총 229,733 ha의 인공어초어장이 형성되었다. 2019년까지 인공어초 사업비는 총 1조 2천억원이며, 향후 몇 년간 연안바다목장 및 수산자원 산란·서식장 조성에 매년 약 280억원의 예산이 투입될 계획이다. 인공어초 사업의 효율적인 진행과 생산 효과의 증대를 위해 다양한 인공어초가 개발되고 있으며, 2019년 기준 국내에는 87종의 인

\* First Author : ilee@pknu.ac.kr, 051-629-6586

† Corresponding Author : hoikim@pknu.ac.kr, 051-629-6583

공어초가 개발·설치되었다(FIRA, 2020; MOF, 2021).

해조류의 초기 착생을 결정짓는 중요 요인 중 하나는 어초 표면의 상태인데, 일반적으로 매끈한 표면보다 거친 표면의 기질에서 해조류의 착생이 수월하다(Choi et al., 2006; Kim, 1987). Cho et al.(2007)의 연구에서는 일반 콘크리트 어초보다 다공질 인공어초에서 해조류의 착생 효율이 높았으며, Hong et al.(2013)은 표면이 거친 기질을 사용하는 것이 해조류의 포자 부착에 효과적임을 제시하였다.

한편, 굴은 국내 패류 양식수산물 가운데 생산량이 가장 많으며, 매년 굴의 양식 생산량은 약 30만톤에 달한다(Statistics Korea, 2021). 굴 패각은 전체 굴 생산무게의 약 90%를 차지하며 매년 약 27만여톤의 굴 패각이 발생하고 있다(Baek and Lee, 2020). 다량의 굴 패각 발생에도 불구하고 그 처리 방안의 한계로 인해 절반 이상이 양식장, 가공시설 주변에 야적되고 있는 실정이다(Lee et al., 2009). 이러한 문제를 해결하기 위해 굴 패각의 재활용을 위한 다양한 연구가 진행되고 있다(Jeong et al., 2020; Kwon et al., 2004; Nam et al., 2018). 굴 패각의 표면은 판상형 적층구조로 표면 조도가 높고, 비표면적은 약  $1.34 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ 의 다공성 재료로 알려져 있다(Lee et al., 2018, Ha et al., 2019; Roh et al., 2016; Woo et al., 2021).

본 연구에서는 굴 패각을 콘크리트 기질 표면에 피복하여 표면적을 늘리고 기질 표면의 조도를 높여 해조류 착생을 증대시키려고 하였다. 이를 통해 기존 인공어초의 효율성을 높임과 동시에 굴 패각의 새로운 자원화 방안을 제시하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 굴 패각 콘크리트 기질

실험에 사용된 콘크리트 기질은  $30 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ (가로  $\times$  세로  $\times$  높이)의 사각형 콘크리트로 제작되었다. 대조구는 콘크리트 기질로만 이루어져 있으며, 실험구에는 상부 표면에 콘크리트 기질 표면적 대비 10%, 30%, 90%의 굴 패각을 피복하였다(Fig. 1). 굴 패각은 경상남도 통영에서 채취하여 세척 후 사용하였다.

### 2.2 콘크리트 기질 시설

콘크리트 기질은 부산광역시 기장군 일광면 동백리 연안( $35^\circ 17.09' \text{ N}$ ,  $129^\circ 15.54' \text{ E}$ )의 간조 수심 약 1m 지점에 설치하였다(Fig. 2). Yoo et al.(2013)의 연구에 따르면 기장군 연안에 분포하는 해조류는 수심 1m 정점에서 계절별 20~35종이 관측되어 5m와 10m 정점에 비해 다양한 종이 출현하는 것으로 나타났다.



Fig. 1. Concrete substratum covered by oyster shells (A: 0%, B: 10%, C: 30%, D: 90%).

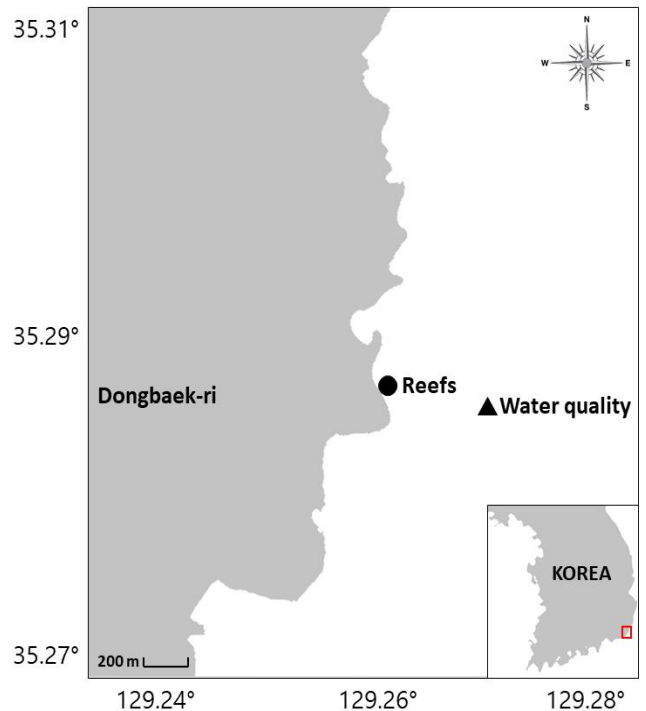


Fig. 2. The map showing study site.

### 2.3 해조류 착생 모니터링

콘크리트 기질은 2019년 9월에 시설하여 약 1년간(2020년) 총 5회(1월, 3월, 6월, 9월, 11월) 모니터링 하였다. 9월 조사 시에는 태풍의 영향으로 기질이 일부 매몰된 것을 확인하였다. 해조류 피도(coverage)는 콘크리트 기질에 착생한 해조류를 대상으로 기질을 피복한 정도를 분석하였다. 콘크리트 기질에  $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ 의 방형구를 올려놓은 후, 방형구 아래에 상층, 차상층, 하층으로 나뉘 착생한 해조류의 면적을 기

록하였다. 먼저 상층에 속하는 캐노피 종(미역, 감태, 모자반 등)의 면적 측정 후 상층 해조류를 제거하고 하층 해조류의 면적을 측정하였다. 대상 해조류가 전체 방형구 면적 대비하여 실제로 차지한 소방형구 면적을 산출한 뒤, 전체 면적을 대상으로 정량화하여 대상 해조류의 피도를 산출하였다. 해조류의 생육에 따라서 피도는 100%를 넘는 경우도 발생할 수 있으며, 이 경우에는 해조류의 생육이 풍부한 것으로 판단한다.

### 2.4 수질환경

콘크리트 기질 시설지 주변의 수질·기상 환경자료는 기상청의 ‘기상자료개방포털’과 해양환경공단의 ‘해양환경측정망’에서 취득하여 Fig. 3에 나타내었다(KMA, 2020; MEIS, 2020). 수질자료는 2020년도 분기별 관측된 자료이며, 일사량은 식(1)~(2)를 이용하여 수면 하 1 m 지점의 일사량을 추산하였다.

$$I_z = I_0 \times e^{-kz} \quad (1)$$

$$k = \frac{1.7}{SD} \quad (2)$$

여기서,  $I_0$ 는 기상자료개방포털의 ‘부산’ 정점에서 관측된 일사량,  $I_z$ 는 수면 하  $z$  m에서의 일사량,  $z$ 는 수심,  $k$ 는 감쇠계수,  $SD$ 는 투명도이다. 감쇠계수  $k$ 는 투명도로부터 산출하였다(Duarte, 1991).

연구기간 동안 수온과 염분은 각각 13.6~25.4°C, 32.1~34.3 psu의 분포를 보였으며, 2월에 최저 수온과 최고 염분, 8월에 최고 수온과 최저 염분을 나타냈다. 일사량은 8월 509.4 W m<sup>2</sup>로 최고 일사량을 보였으며, 계절 변화에 따라 11월 325.7 W m<sup>2</sup>로 최저 일사량을 나타냈다. DIN(Dissolved Inorganic Nitrogen)과 DIP(Dissolved Inorganic Phosphorus)는 각각 5.1~102.9 µg L<sup>-1</sup>, 0.6~14.3 µg L<sup>-1</sup>의 범위를 보였으며, 두 영양염 모두 5월에 가장 낮게 나타났다(Fig. 3).

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 해조류 착생 모니터링

콘크리트 기질 결과 사진과 굴 패각 피복물별 총 피도 결과를 Figs. 4~5에 나타내었다. 1월 모니터링시 대조구에서는 해조류가 출현하지 않았다. 반면 실험구의 총 피도는 피복물별(10%, 30%, 90%) 각각 10%, 80%, 42%로 상대적으로

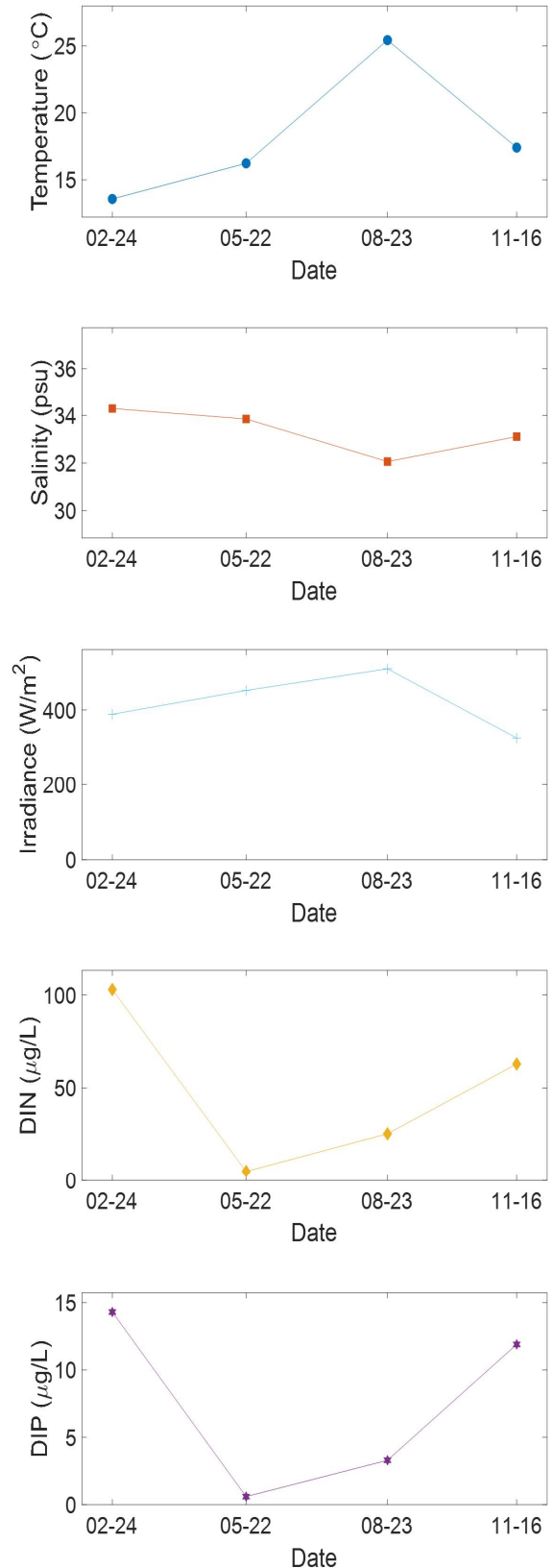


Fig. 3. Water quality near the concrete substratum in 2020.

높은 피도를 보였다. 이는 굴 폐각 피복으로 해조류의 초기 착생률이 증가한 것으로 판단된다. 6월 이후 총 피도는 53~109%의 범위에서 증감하는 변화를 보였으며, 굴 폐각 실험구에서 대조구에 비하여 대체적으로 높은 피도를 나타냈다. 피복률 90%의 경우 대조구 대비 약 5~43% 높은 피도를 보였으며, 11월에 피복률 30%의 실험구에서 총 피도는 대조구 대비 약 49% 높게 나타났다.

연구기간 동안 콘크리트 기질에 부착된 해조류의 피도 및 출현 종 결과를 Table 1과 Fig. 6에 나타내었다. 해조류 종은

녹조류 2종, 갈조류 3종, 홍조류 15종으로 총 20종이 출현하였다. 시기별 출현 종수는 3월에 12종(녹조류 2종, 홍조류 10종)으로 가장 많았으며, 1월에 6종(녹조류 2종, 홍조류 4종)으로 가장 적은 출현 종 수를 나타냈다(Table 1; Fig. 4). 시기별 높은 피도를 보였던 종은 1~6월에는 녹조류, 그 외 9~11월에는 갈조류와 홍조류로 나타났다. 녹조류인 *Chaetomorpha moniligera* (염주말)의 최대생장을 보이는 인산염과 암모늄 농도는 각각 50, 40  $\mu\text{M}$ 이며, *Ulva australis* (구멍갈파래) 성장의 최적 수온은 약 20°C인 것으로 알려져 있다(Han et al.,

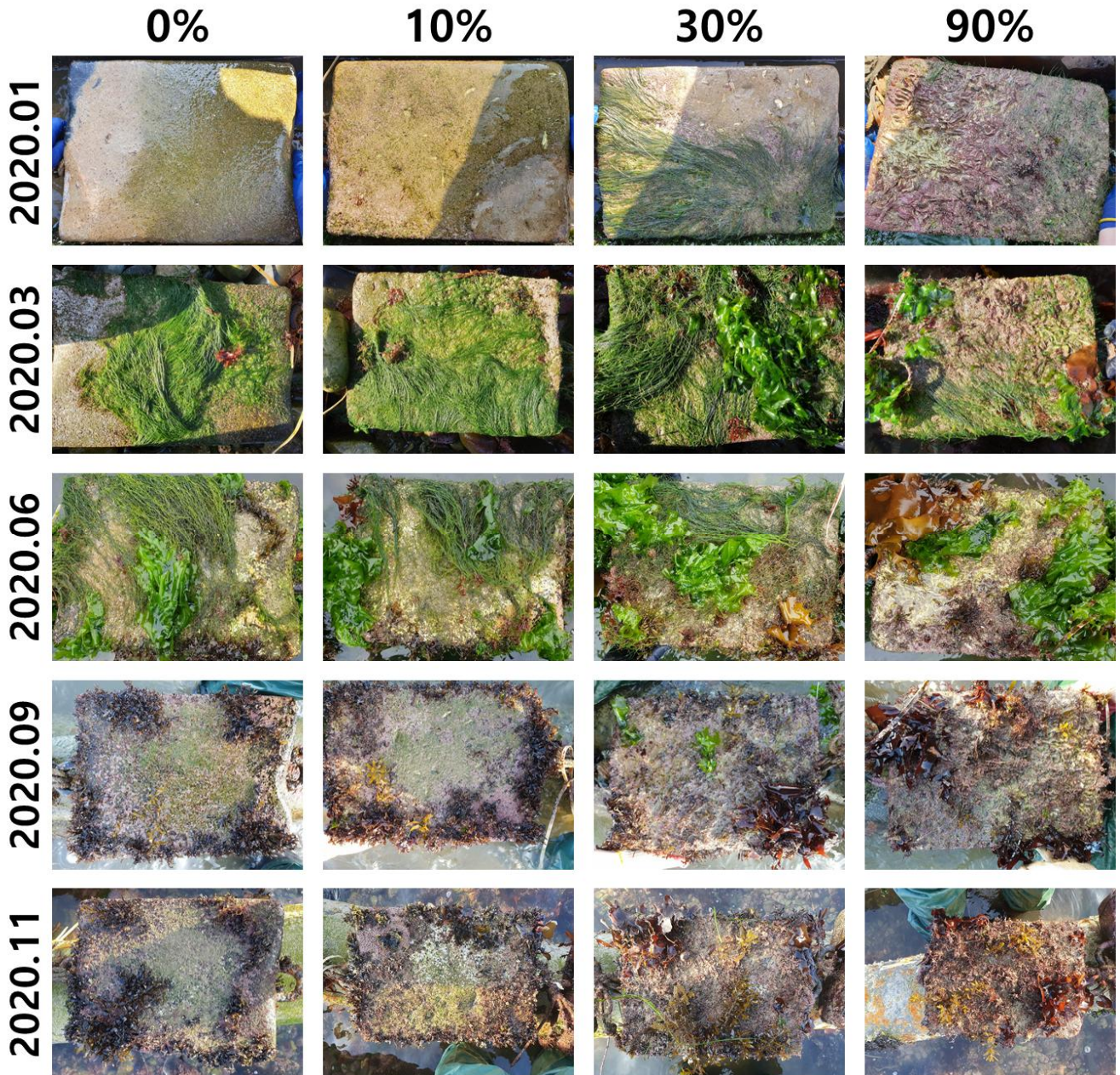


Fig. 4. Photograph showing the macroalgae inserted on the substratum.

굴 패각 피복 콘크리트 기질의 해조류 착생에 관한 연구

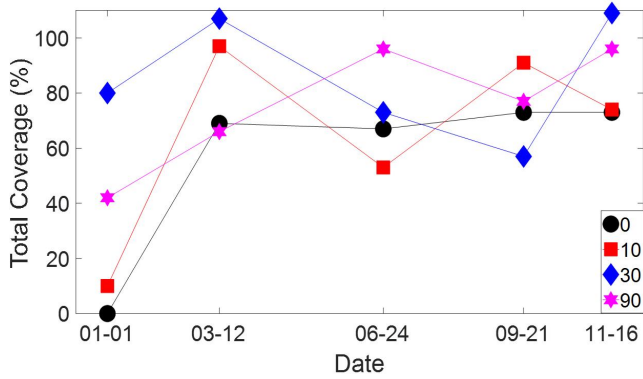


Fig. 5. Time series of total coverage for each case.

2016; Kim et al., 2004). 즉, 상대적으로 영양염 농도가 높았던 1~3월에 *C. moniliger*의 피도가 높게 나타났으며, 수온이 약 20°C에 근접했던 6월에는 *U. australis*의 피도가 높게 나타난

것으로 판단된다. 갈조류인 *Sargassum* spp. (모자반)은 11월에 높은 피도를 보였으며, 이는 겨울철 발아 및 성장을 시작하고 11월에 최대로 성장하는 모자반의 특성과 일치한다(Kim, 2015; Takaba and Mizokami, 1982; Terawaki, 1986). 홍조류인 *Chondrus ocellatus* (진두발), *Pachymeniopsis elliptica* (참도박), Melobesioidean algae (무절산호조류)의 성장최적 수온은 약 20~25°C로 9월에 높은 피도를 보였다(Kim et al., 2006; Simpson and Shacklock, 1979; Song et al., 2013; Xiao et al., 2010). 성장 최적 수온이 약 16°C인 *Corallina pilulifera* (작은구슬산호말)은 11월에 높은 피도를 보였으며, 이는 Kang et al.(2014)의 연구 결과와 일치한다. 해조류 피도가 가장 높게 관측된 실험구 케이스는 시기별로 다르게 나타났다. 굴 패각 피복물은 해조류 복원의 중요 요인으로 판단되며 시기별, 종별 최적의 굴 패각 피복물을 찾는 향후 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Table 1. List of algal coverage(%) for each case according to the survey period

	Jan. 2020				Mar. 2020				Jun. 2020				Sep. 2020				Nov. 2020				
	0	10	30	90	0	10	30	90	0	10	30	90	0	10	30	90	0	10	30	90	
<b>Chlorophyta</b>																					
<i>Ulva australis</i>			8	4				35	12	15	15	25	40		2	10	2				2
<i>Chaetomorpha moniliger</i>			60	20	65	85	60	40	40	30	30	4									
<b>Phaeophyta</b>																					
<i>Sargassum yezoense</i>														8	4	4	2				8
<i>Sargassum nigrifolium</i>																		25	4	30	
<i>Sargassum horneri</i>																				8	6
<b>Rhodophyta</b>																					
<i>Chondrus ocellatus</i>			2	4				8	10	4	4	4	40	30	4		16	20	4	4	
<i>Pterocladia capillacea</i>				2	2	2														2	
<i>Corallina pilulifera</i>											2	20	3	4	40		12	20	35	40	
<i>Corallina</i> spp.				4																	
<i>Plocamium telfairiae</i>					2	2															
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>						2					2										
<i>Ceramium japonica</i>						2	2														
<i>Chondracanthus tenellus</i>												8						2	2	4	
<i>Acrosorium flabellatum</i>						2			2	2	2										
<i>Laurencia okamurae</i>						2															
<i>Laurencia</i> spp.											2										
<i>Gelidium elegans</i>							4	2												4	
<i>Grateloupia turuturu</i>								6													
<i>Pachymeniopsis elliptica</i>										2	6	20	2	15	25		2	8	20	20	
Melobesioidean algae		10	10	8				4					25	50	20	8	18	20	8	8	
Total	0	10	80	42	69	97	107	66	67	53	73	96	73	91	57	77	73	74	109	96	

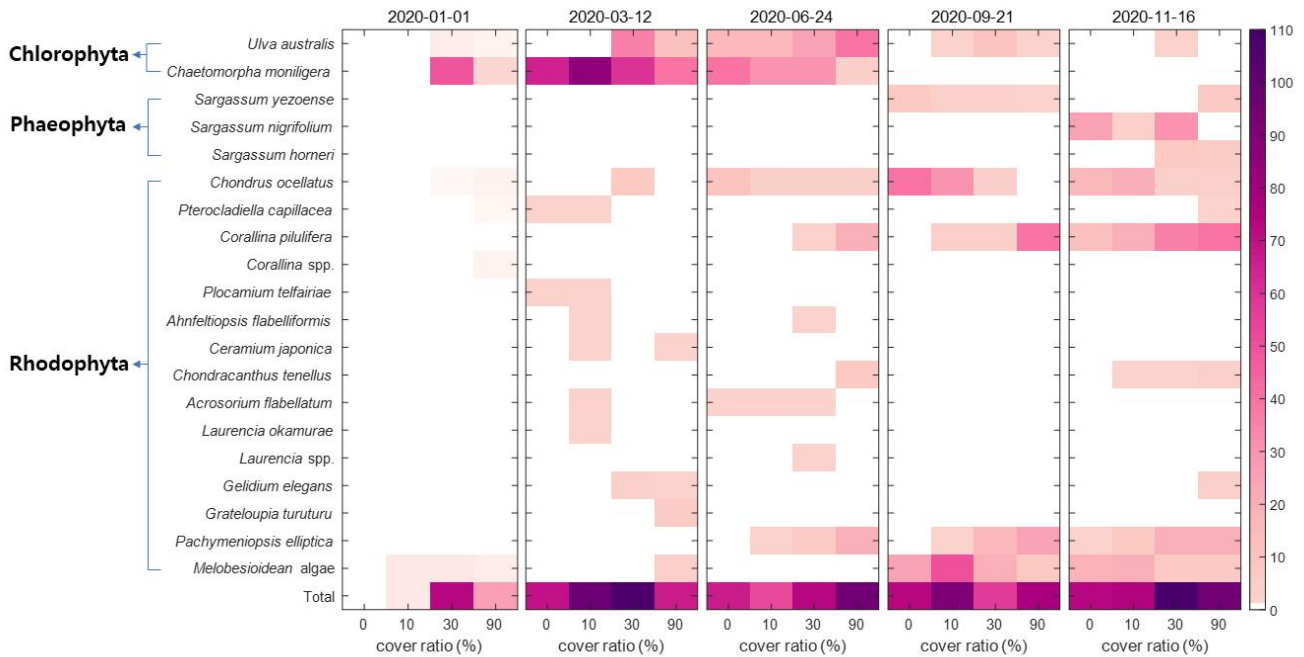


Fig. 6. Heat map of algal coverage for each case according to the survey period.

#### 4. 결론

본 연구에서는 굴 폐각을 피복한 콘크리트 기질을 연안에 시설하여 1년간 모니터링하였다. 1월 대조구에는 해조류가 출현하지 않은 반면 실험구에서는 약 10~80% 피도의 해조류가 착생한 것이 관측되었다. 또한, 11월 실험구의 피도는 대조구 대비 1~49% 높게 나타났다. 기질 표면에 굴 폐각을 피복하여 해조류의 착생률을 높일 수 있으며, 이상의 결과는 굴 폐각의 새로운 자원화 방안을 제시한다.

#### 사 사

이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2021년)에 의하여 연구되었음.

#### References

- [1] Baek, E. Y. and W. G. Lee(2020), A Study on the Rational Recycling of Oyster-Shell, The Journal of Fisheries Business Administration, Vol. 51, No. 2, pp. 71-87.
- [2] Cho, S. H., C. G. Choi, and J. H. Choa(2007), Restoration of the Seaweed Forest and Algal Succession on a Porous Type (Shaped Half Saw Teeth) Artificial Reef, The Korean Society of Fisheries and Aquatic Science, Vol. 40, No. 4, pp. 220-225.
- [3] Choi, C. G., M. Ohno, and C. H. Sohn(2006), Algal succession on different substrata covering the artificial iron reef at Ikata in Shikoku, Japan, Algae, Vol. 21, No. 3 pp. 305-310.
- [4] Duarte, C. M.(1991), Seagrass depth limits, Aquatic Botany, Vol. 40, No. 4 pp. 363-377.
- [5] FIRA(2020), Artificial Reef Installation Statistics (1971~2019).
- [6] Ha, S., J.W. Lee, S. H. Choi, S. H. Kim, K. Kim, and Y. Kim(2019), Calcination characteristics of oyster shells and their comparison with limestone from the perspective of waste recycling, J. Mater. Cycles Waste, Vol. 21, pp. 1075-1084.
- [7] Han, S. J., Y. J. Na, D. V. Jeon, Y. S. Kim, H. G. Choi, and K. W. Nam(2016), Effects of Environmental Factors on the Zoospore Release and Germling Growth of the Green Macroalga *Chaetomorpha linum*, Ocean and Polar Research, Vol. 38, No. 1, pp. 47-57.
- [8] Hong, C. H., M. H. Kim, S. C. Kim, S. P. Ryu, and J. H. Park(2013), Field Test of Marine Blocks for Soft coral and Marine Forest, Korean Society of Civil Engineers, Vol. 2013, No. 10, pp. 1130-1133.
- [9] Jeon, H. B.(2010), A Study on the Development of Tetra Type Artificial Reef and its Effects, M.S. thesis, Dept. Civil

- Eng., Chosun University, Gwangju, South Korea.
- [10] Jeong, I. W., H. E. Woo, I. C. Lee, and K. H. Kim(2020), Effects of Particle Size and Pyrolysis Temperature of Oyster Shell on Change of Coastal Benthic Environment, Journal of the Korean Society of Marine Environment and safety, Vol. 26, No. 7, pp. 873-880.
- [11] Kang, J. Y., I. M. P. Benliro, I. J. Lee, J. Y. Choi, J. Joo, Y. S. Choi, D. S. Hwang, and Y. K. Hong(2014), Viability, fatty acid composition, and structure of the coralline alga *Corallina pilulifera*, Botanical Sciences, Vol. 92, No. 1, pp. 103-109.
- [12] Kim, K. Y., T. S. Choi, J. H. Kim, T. Han, H. W. Shin, and D. J. Garbary(2004), Physiological ecology and seasonality of *Ulva pertusa* on a temperate rocky shore, Phycologia, Vol. 43, No. 4, pp. 483-492.
- [13] Kim, N. G.(2015), Effects of Temperature, Photon Irradiance, and Photoperiod on the Growth of Embryos of *Sargassum horneri* in Laboratory Culture, Korean Journal of Fisheries and Aquatic Science, Vol. 48, No. 1, pp. 76-81.
- [14] Kim, Y. H.(1987), A study on colonization and succession of marine algae using an artificial substratum, Kor. J. Phycol., Vol. 2, No. 1, pp. 73-91.
- [15] Kim, Y. K., J. Y. Kim, I. S. Kwak, and J. K. Kim(2020), Diffusion Characteristics of *Ecklonia cava* Spores around Marine Forest Reefs, Journal of the Korean Society of Marine Environment and Safety, Vol. 26, No. 1, pp. 93-102.
- [16] Kim, Y. S., H. G. Choi, and K. W. Nam(2006), Phenology of *Chondrus ocellatus* in Cheongsapo near Busan Korea, J. Appl. Phycol., Vol. 18, pp. 551-556.
- [17] KMA(2020), Automated Synoptic Observing System (ASOS), <https://data.kma.go.kr/data/grnd/selectAsosRltmList.do?pgmNo=36>.
- [18] Kwon, H. B., C. W. Lee, B. S. Jun, J. D. Yun, S. Y. Weon, and B. Koopman(2004), Recycling waste oyster shells for eutrophication control, Resources, Conservation and Recycling, Vol. 41, No. 1, pp. 75-82.
- [19] Kwon, H. O.(2008), Manual of seaweed restoration in whitening coastal area, M.S. thesis, Dept. Environ. Eng., Pukyong National University, Busan, South Korea.
- [20] Lee, H. S., D. W. Park, and D. S. Woo(2009), A Study on physicochemical and calcination processed characteristic of oyster shell, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 10, No. 12, pp. 3971-3976.
- [21] Lee, J. W., S. H. Choi, S. H. Kim, W. S. Cha, K. Kim, and B. K. Moon(2018), Mineralogical changes of oyster shells by calcination: A comparative study with limestone, The Korean society of economic and environmental geology, Vol. 51, No. 6, pp. 485-492.
- [22] MEIS(2020), Marine Environment Observation & Survey, <https://www.meis.go.kr/mei/observe/port.do>.
- [23] MOF(2021), Implementation Guidelines for Fisheries Resources Development Projects.
- [24] Nam, G., N. Lee, and J. W. Ahn(2018), Sustainable Management of Oyster Shell By-Products and Recent Research Techniques, Journal of Energy Engineering, Vol. 27, No. 1, pp. 1-11.
- [25] Ohno, M.(1993), Succession of seaweed communities on artificial reefs in Ashizuri, Tosa Bay, Japan, The Korean Journal of Phycology, Vol. 8, No. 2, pp. 191-198.
- [26] Roh, Y. S., S. H. Kwon, T. G. Kim, and Y. G. Lee(2016), A Study on the Properties of Cement Mortar with Oyster Shell, J. Korean Soc. Adv. Comp. Struc., Vol. 7, No. 4, pp. 18-23.
- [27] Simpson, F. J. and P. F. Shacklock(1979), The Cultivation of *Chondrus crispus*. Effect of Temperature on Growth and Carrageenan Production, Bot. Mar., Vol. 22, No. 5, pp. 295-298.
- [28] Song, J. N., S. K. Park, J. S. Heo, J. C. Oh, Y. S. Kim, H. G. Choi, and K. W. Nam(2013), Effects of Temperature on the Spore Release and Growth of *Lithophyllum yessoense* and *Hildenbrandia rubra*, Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Vol. 46, No. 3, pp. 296-302.
- [29] Statistics Korea(2021), 2020 Fish Production Trend Survey.
- [30] Takaba, M. and Mizokami A.(1982), Seasonal fluctuation of *Sargassum* communities and vertical distribution of *Sargassaceae* at Kuroshima Island in the western Akinada, Bull Hiroshima Pref Fish Res, Vol. 12, pp. 33-44.
- [31] Terawaki, T.(1986), Growth and maturation of *Sargassum horneri* in Odawa Bay in Miura Peninsula, The Aquaculture, Vol. 33, No. 4, pp. 177-181.
- [32] Woo, H. E, I. W. Jeong, I. C. Lee, and K. H. Kim(2021), A Study on the Change of Shear Strength of Coastal Muddy Sediment Due to the Mixing of Oyster shells with different Pyrolysis Temperature and Particle size, Journal of Soil and Groundwater Environment, Vol. 26, No. 1, pp. 17-23.
- [33] Xiao, L., Z. Peng, W. Gao, L. Dapeng, W. Jicheng, and D. Delin(2010), Effects of temperature and irradiance on early development of *Chondrus ocellatus* Holm (Gigartinaceae, Rhodophyta), Chinese Journal of Oceanology and Limnology, Vol. 28, No. 3, pp. 508-513.

- [34] Yoo, J. S., J. M. Kim, and C. G. Choi(2013), Changes in Marine Algal Communities around Gijang Busan, Korea, The Korean Society of Fisheries and Aquatic Science, Vol. 46, No. 3, pp. 303-309.

---

Received : 2021. 08. 02.

Revised : 2021. 08. 25.

Accepted : 2021. 08. 27.