



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位 請求論文

指導教授 金正河

제주도에 자생하는 대형갈조류 감태의
개체군 생태학적 연구

Population study of *Ecklonia cava* Kjellman

in Jeju Island, Korea

成均館大學校 大學院

生命科學科

生命科學專攻

成 建 熙

碩士學位 請求論文

指導教授 金正河

제주도에 자생하는 대형갈조류 감태의
개체군 생태학적 연구

Population study of *Ecklonia cava* Kjellman

in Jeju Island, Korea

이 論文을 生命科學 碩士學位請求論文으로 提出합니다.

2009 年 10 月 日

成均館大學校 大學院

生命科學科

生命科學專攻

成 建 熙

이 論文을 成建熙의 理學
碩士學位 論文으로 認定함

2009年 12月 日

審査委員長 李相泰

審査委員 李宇成

審査委員 金正河

목 차

LIST OF TABLES	ii
LIST OF FIGURES	iii
서론	1
재료 및 방법	3
연구지역	3
방형구 설치 및 조사방법	4
조건별 가입양상	5
조사자료의 처리	6
생명표 및 생존곡선	8
결과	10
감태의 형태적 특성 및 길이분포	10
조사 기간별 길이자료 분석	10
성체사망률	12
가입률	13
생명표 및 생존곡선	13
고찰	15
참고문헌	20
ABSTRACT	49

LIST OF TABLES

Table 1. Seaweeds list in Wimi.

Table 2. Ten dominant seaweeds biomass in Wimi that using regression equation in Ko *et al.*(2008)

Table 3. Invertebrates list in Wimi.

Table 4. Stipe length and plant length frequency distribution of *Ecklonia cava* population in Wimi.

Table 5. Size-specific life table for *Ecklonia cava* population in Wimi.

LIST OF FIGURES

Fig. 1. The study site on the south coast of Jeju Island, Korea

Fig. 2. Two parametric power function model regression for *Ecklonia cava* plant length and stipe length together (n=1125).

Fig. 3. Stipe length and plant length frequency distribution (n=702)

Fig. 4. Water temperature and seasonality of adult *Ecklonia cava* in Wimi.

Values are represented as the mean \pm SE of individuals length (n=81 to 22).

Fig. 5. Proportion of stipe length by plant length of *Ecklonia cava* in Wimi with water temperature (n=81 to 22).

Fig. 6. Seasonal changes in relative growth rate (RGR) of stipe length and plant length of *Ecklonia cava* in Wimi. Data expressed as the mean \pm SE.

Fig. 7. Seasonal patterns of survival rate (% , scatter–line graph) and mortality

rate(% Day⁻¹, bar graph) of adult *Ecklonia cava* in Wimi(n=81 to 22).

Fig. 8. Seasonal changes number of recruitments and death patterns of juvenile *Ecklonia cava* with water temperature in Wimi.

Fig. 9. Recruitment patterns of *Ecklonia cava* juveniles difference in experiment conditions.

Fig. 10. *Ecklonia cava* population survivorship curve use Table 5 data.

서론

해양 생태계에서 해조숲은 1차 생산자로서의 역할 뿐 아니라 다른 해양 동물들의 서식처를 제공한다는 점에서 중요하다 (Brown & Lamare 1994). 해조숲을 형성하는 대형갈조류를 켈프라 하며 국내의 대표적 켈프종에는 모자반(*Sargassum* spp.)과 감태(*Ecklonia cava*)가 있다. 연구대상종인 감태는 전체길이 1-2m의 작은 켈프로 국내에서는 제주도에서 독도까지 발견되며 일본에서는 혼슈중부 연안에서 큐슈서부 연안까지 분포하는 것으로 알려져 있다(Kang *et al.* 2001; Terawaki & Arai 2004).

1970년대 이후 다양한 측면에서 감태연구가 이루어졌으며 대표적으로 계절성 (Serisawa *et al.* 2001; Molis *et al.* 2006; Iwao *et al.* 2008), 생산성(Honda 1998; Whitman & Ehlig 2001), 형태적변이(Serisawa *et al.* 2002a; Serisawa *et al.* 2003b; Tanaka *et al.* 2007; Choi 2008), 개체군변동(Hayashida 1977, Maegawa & Kida 1987; Maegawa *et al.* 1988) 등이 있다. 국내에서는 상업적 이용을 위한 유용물질추출 연구 (Kim *et al.* 2008; Jung *et al.* 2009; Shim *et al.* 2009)와 해조군집의 구성요소로서 감태의 분포와 밀도를 조사한 사례 (이 등. 1986; 김 등. 2004; 고 등. 2008b; 신 등 2008; 최 등. 2008)는 있으나 특정 감태 개체군만

을 추적한 개체군 생태학적 연구는 전무한 실정이다.

개체군 생태학적 연구는 개체군의 크기에 영향을 주는 다양한 매개변수에 대한 학문으로 매개변수에는 출생률, 사망률, 생식력, 이입과 유출 등이 있다. 개체군의 특성에 따라 중요시되는 매개변수가 달라지며 해조류의 경우 이동성이 없기 때문에 이입과 유출보다는 사망률 및 생존률과 가입률에 중점을 두고 조사가 진행된다 (Hayashida 1977). 또한 다시마목 갈조류는 이형세대교번을 하기 때문에 육안으로 확인 가능한 포자체가 사망률 및 가입률이 기준이 된다(John 1994).

본 연구에서는 국내 연안의 감태 개체군을 설명하기 위해 단위면적당 밀도, 성장률, 사망률 및 생존율을 조사하였으며 추가적으로 두 가지 인위적 실험조건(성체엽체제거, 기질 부착생물 제거)을 가하여 감태의 가입양상 차이를 살펴보았다. 조사 결과는 해양생태계의 중요한 물리적 요인인 수온 변화를 통해 해석해 보고자 하였으며 (Serisawa *et al.* 2003b, 2004) 해석의 결과를 통해 백화현상이 일어난 연안의 복원 (Matumoto *et al.* 1999; Imoto & Ohno 2000; Kim *et al.* 2004; Serisawa *et al.* 2005)과 CO₂ 흡수원으로서의 해조숲 조성에 더욱 효율적인 방안을 제시할 수 있을 것으로 생각된다.

재료 및 방법

연구지역

연구지역은 제주도 서귀포시 남원읍 위미리이다(33° 16' 4" N 126° 40' 26" E, Fig. 1). 실험이 진행된 곳은 입수지점으로부터 남서쪽으로 약 150m 정도 떨어진 곳으로 평균 수심은 8m 이며 암반 기질과 모래 기질이 혼재하고 있다.

2007 년에 계절별로 4 회에 걸쳐 이루어진 제주도 연안 해조군집 조사(고 등, 2008b)에 의해 5m 이상 10m 이하 수심에서 37 종의 해조종(홍조 20 종 녹조 7 종 갈조 10 종)이 발견되었다(Table. 1). 단위 면적(m²)당 평균 해조 생물량은 2169.8 g wet wt 이며 감태는 전체 해조 생물량의 66.2%에 해당하는 1436.6 g wet wt 으로 생물량 기준 최우점종으로 평가되었다. 한국연안에서 감태와 함께 해조숲을 형성하는 모자반 류(*Sargassum* spp.)의 경우 17.5 g wet wt 으로 매우 적은 양만이 조사되어 연구지역의 해조숲은 대부분 감태로 이루어져 있음을 확인할 수 있다(Table. 2).

2008년과 2009년 4월에 진행된 해양무척추동물조사에서는 26종이

발견되었으며 단위면적당 밀도는 평균 11.9개체이다. 연구지역 내 최우점종은 바퀴고둥(*Trochus sacellus*)으로 단위면적당 4.3개체가 발견되었다. 강한 해조 섭식압을 가지고 있는 보라성게(*Anthocidaris crassispina*)와 전복(*Haliotis discus*)의 밀도는 각 1.6, 0.3으로 감태군락에 미치는 영향이 적다고 판단되어 생물학적 요인에 의한 교란현상은 이 연구에서 배제하였다(Table. 3). 또한 생물학적 요인 외에 해양생태계에 영향을 주는 수온(Honda 1998; Schwartz *et al.* 1998; Serisawa *et al.* 2002a; Tanaka *et al.* 2008) 빛 조건(Harker *et al.* 1999; Douady *et al.* 2001; Altamirano *et al.* 2004) 파도의 영향(Taylor & Schiel 2003; Kitzes & Denny 2005; Wernberg & Thomsen 2005) 등의 물리적 영향 중에서 시기별 차이가 뚜렷하게 나타나고 정량적으로 확인 가능한 해수온을 매개변수의 해석에 이용하였으며 해수온은 국립해양조사원(KHOA)에서 제공하는 서귀포 지역 월평균 수온자료를 이용하였다(<http://www.khoa.go.kr>).

방형구 설치 및 조사방법

감태가 생육하고 있는 편평한 암반을 선정하여 앵글하켄과 부이를 이용하여 5 개의 영구방형구를 만들었으며 각 방형구 간의 거리는 5 미터 이상으로 하여

상호간에 영향을 받지 않도록 하였다. 앵글하켄을 기준으로 로프를 이용하여 반경 80cm 내($2m^2$)의 모든 감태를 tagging(Harper 1977) 및 mapping(Chapman & Goudy 1983) 하였다. 성체감태의 tagging 은 번호가 적힌 플라스틱조각(7cmX3cm)을 피복전선에 끼워 기부 사이로 넣어주었으며 가입개체의 경우 성체개체에 사용되는 tagging 방법을 이용하기 어려우므로 여러가지 색의 고무줄을 이용하여 줄기부분에 끼워주고 색상을 기록하였다. Mapping 은 동서남북으로 나뉜 원형 map 을 이용하여 중앙 하켄으로부터의 거리와 각을 표시하였다. 매 조사마다 감태의 줄기길이(기부 끝부분부터 중앙엽 시작 지점까지)와 전체길이(기부 끝부분부터 가장 긴 엽체의 끝까지)를 알루미늄 자를 이용하여 cm 단위로 측정하였고 사망개체와 가입개체는 map 에 표시 하였다.

조건별 가입양상

5 개의 $2m^2$ 원형방형구 외에 원형방형구와 비슷한 조건을 가지고 있는 5 곳에 앵글하켄을 설치하고 하켄을 기준으로 좌우 대각선 방향으로 2 개의 50cmX50cm($0.25m^2$) 방형구를 만들었다. 하나의 방형구는 끝을 이용하여 모든 부착생물을 제거하였으며 다른 하나의 방형구는 방형구 내 성체 감태의

기부로부터 5cm 의 줄기만을 남기고 제거해 주었다. 매 조사시기마다 새로 가입한 개체의 수를 센 후 기존의 실험상태로 복귀 시키는 press impact 를 가하였으며 구해진 가입률은 단위면적으로 환산하였다. 두 가지 실험조건과 대조군(원형 2m² 방형구)과의 비교를 통해 1) 기질에 따른 가입률의 차이와 2) 성체감태로 인해 발생하는 부정적인 효과(빛 가림, whiplash 등)에 따른 가입률의 차이를 알아보고자 하였다(Dayton *et al.* 1984; Kennelly 1987; Reed & Foster 1984). 본 연구설계에서 중점을 둔 것은 대조군과 두 가지 실험군의 가입률 차이이므로 가입 개체수를 단위면적으로 환산하고 그 외의 자료 처리는 이루어지지 않았다. 원형 방형구 5 개와 실험군 10 개는 2008 년 4 월부터 2009 년 10 월까지 평균 2 개월 간격으로 Scientific SCUBA diving 을 통해 조사되었다.

조사자료의 처리

감태는 생육지역의 물리적 환경요인에 의해 자라나는 형태가 다른 것으로 알려져 있다. 따라서 연구지역 감태의 형태적 특성을 알아보기 위해 줄기길이와 전체길이를 통해 회귀분석을 실시하였다. 회귀분석에 사용되는 회귀공식으로는

생태학 전반에서 주로 이용되는 power function($Y=a X^b$)을 선택하였다(Aberg 1990; Kang *et al.*, 2001; 고 등. 2008a).

원형방형구에서 구해진 줄기길이와 전체길이는 1) 전체길이의 변화가 매 시기별로 뚜렷한 변화를 보이는데 반해 줄기길이는 큰 차이가 없어 상대적으로 줄기길이 변화양상이 축소 해석되는 문제점과 2) 현지 사정으로 인해 정확히 같은 간격으로 실험이 진행되지 않은 두 가지 문제를 해결하기 위해 The Relative Growth Rate(RGR)을 이용하였다. RGR 자료로의 변환을 통해 길이의 변화를 Daily % 로 환산하였으며 길이의 변화 양상을 뚜렷하게 확인할 수 있다. RGR 의 공식은 다음과 같다(Serisawa *et al.* 2002b).

$$RGR (\% \text{ Day}^{-1}) = 100 * \ln(L_a/L_b) * t^{-1}$$

L_a : t_2 시기의 줄기길이와 전체길이 L_b : t_1 시기의 줄기길이와 전체길이 t : t_1 과 t_2 사이의 일 수

사망률의 경우 길이자료에서 서술한 2) 의 문제로 인해 특정시기의 결과가 편중될 수 있으므로 역시 Daily % 로 환산하였으며 사망률의 공식은 다음과 같다.

$$\text{Mortality rate } (\% \text{ Day}^{-1}) = 100 * (N_1 - N_2) * N_1^{-1} * t^{-1}$$

N_1 : t_1 에서의 개체수 N_2 : t_2 에서의 개체수 t : t_1 에서 t_2 까지의 일 수

생명표 및 생존곡선

일반적으로 생명표의 작성에는 두 가지 방법이 사용된다. 첫째로 한 개체군의 특정시기를 선정하여 개체군의 연령구조를 파악하는 Static life table 이 있고(Farner, 1945) 둘째로 모든 cohort 를 태어나는 시점에서 전부 사망할 때까지 계속해서 관찰하는 Cohort life table(Deevey, 1947)이 있다. 해조 개체군의 연구에서는 Cohort life table 이 일반적으로 사용되나(Coyer & Zaugg-Haglund 1982 ; Chapman & Goudey 1983) 적게는 3 년에서 길게는 5 년의 수명을 가지고 있는 것으로 알려진 감태의 생명표를 2 년여의 연구 기간으로 알아내기는 불가능하다(Maegawa *et al.* 1988 ; Serisawa *et al.* 2003a). 또한 static life table 의 경우 감태의 가입이 계절성을 띄기 때문에 조사시점에 따라 연령구조가 편중될 우려가 있다. 따라서 본 연구에서는 원형 방형구 내에서 추적된 모든 감태를 대상으로 길이특이적 생명표를 작성하였다. 전체길이와 줄기길이 중 계절변동폭이 적은 줄기길이를 이용하였으며 1cm 에서 70cm 까지 5cm 간격으로 14 개의 size class 를 나누었다. 매 조사시기마다 사망한 개체가 확인되면 그 개체의 사망 전 마지막 길이자료를 생명표 작성에 사용하였다. 해조류의 길이와

수명이 정확하게 일치하지는 않지만 특정 길이에서의 성장가능성을 예측함으로써
감태의 이식을 통한 해조숲 조성에 도움을 줄 것으로 기대한다.

결 과

감태의 형태적 특성 및 길이분포

연구지역의 감태개체군이 가지고 있는 형태적 특성을 나타내기 위한 회귀분석결과는 $Y=0.0254X^{1.6537}$ (Y : 줄기길이, X : 전체길이, $r^2=0.8461$, $p<0.001$, $n=1125$, Fig. 2)로 도출되었으며 독도에 자생하는 감태개체군을 대상으로 한 회귀분석 결과와 큰 차이가 없는 것으로 확인되었다(Kang, 2001).

연구기간 동안 원형방형구($2m^2 \times 5$) 내에서 조사된 성체 및 신규 가입개체의 길이자료를 이용한 빈도그래프 결과는 평균 24.5cm/59.8cm 중앙값 26cm/66cm 최빈값 1cm/75cm로 나타났다(줄기길이/전체길이). 줄기길이의 범위는 1cm에서 62cm 였고 전체길이의 범위는 4cm에서 108cm까지 이다(Fig. 3, Table 4).

조사 기간별 길이자료 분석

길이자료는 연구시작시 tagging 및 mapping된 원형방형구($2m^2 \times 5$ plot) 내 81개체의 성체감태를 추적하여 각 시기에 살아있는 개체들의 평균과 표준오차

값을 구하였다. 위미 감태 개체군의 조사기간 평균 줄기길이는 $30.7 \pm 0.5\text{cm}$ 전체길이는 $71.5 \pm 0.6\text{cm}$ 이며 줄기길이를 전체길이로 나눈 비율의 평균은 0.43이다.

줄기길이는 2008년 4월 $26.8 \pm 1.1\text{cm}$ 에서 2008년 7월 $29.5 \pm 1.3\text{cm}$ 로 성장한 뒤 12월까지 큰 변화를 보이지 않다가 2009년 4월까지 $34.4 \pm 1.6\text{cm}$ 로 성장하였다. 이후 2009년 7월 $34.0 \pm 1.5\text{cm}$ 로 소폭 감소하며 2009년 10월까지 1cm 미만의 작은 변화를 보인다. 줄기길이 평균의 최댓값과 최솟값의 차이는 7.6cm이다(Fig. 4).

전체길이는 줄기길이에 비해 조사시기별 변동이 크며 2008년 4월 $68.0 \pm 1.7\text{cm}$ 로 조사된 이후 2008년 4월에서 7월 사이 $74.2 \pm 1.6\text{cm}$ 로 성장하고 12월까지 $60.9 \pm 1.8\text{cm}$ 로 감소 하였다. 이후 2009년 7월까지 $80.5 \pm 2.0\text{cm}$ 로 지속적인 증가를 보였으며 다시 감소하여 2009년 10월에는 $67.4 \pm 2.7\text{cm}$ 로 조사되었다. 전체길이 평균의 최댓값과 최솟값의 차이는 19.6cm이다(Fig. 4).

전체길이 대비 줄기길이의 비율은 2008년 4월 0.38로 최솟값이며 최댓값은 2009년 10월 0.49이다. 비율의 조사시기별 변동은 2008년 4월에서 10월까지 0.38에서 0.42로 조금씩 상승하였고 2008년 12월에 0.47로 10월에 비해 큰 폭의 상승을 보인다. 그 후 2009년 7월까지 다시 감소 추세로 바뀌어 0.41로

떨어졌다가 2009년 8월과 10월에 상승하여 마지막 조사시기에 0.49로 최대치이다(Fig. 5).

단순한 시기별 길이와 비율변화양상 제시로 인해 생길 수 있는 문제점을 보완하기 위해 본 연구에서 적용된 RGR값은 줄기길이와 전체길이 모두 2008년 12월에서 2009년 2월 사이의 값이 최댓값으로 각 $0.16\% \text{ Day}^{-1}$, $0.25\% \text{ Day}^{-1}$ 이다. 줄기길이 RGR값은 2009년 4월에서 7월 사이의 $-0.03\% \text{ Day}^{-1}$ 를 제외하고 모든 구간에서 양의 값이며 대조적으로 전체길이 RGR값은 2008년 7월에서 12월까지 구간과 2009년 7월에서 10월까지 구간이 작게는 $-0.08\% \text{ Day}^{-1}$ 에서 크게는 $-0.25\% \text{ Day}^{-1}$ 의 음의 값으로 나타났다(Fig. 6).

성체사망률

성체감태의 개체수는 2008년 4월에서 연구종료시점인 2009년 10월까지 총 81 개체 중 72.8%인 59 개체가 사망하여 22 개체로 감소하였다. 전체 연구기간의 사망률은 $0.14\% \text{ Day}^{-1}$ 이며 최댓값은 2009년 8월에서 10월 사이의 $0.23\% \text{ Day}^{-1}$ 이다. 2008년 4월에서 7월과 2009년 2월에서 7월까지의 사망률은 $0.1\% \text{ Day}^{-1}$ 이하로 평균 사망률보다 현저히 낮은 값을 보여준다. 또한 2008년 7월에서

9 월과 2009 년 7 월에서 10 월은 $0.2\% \text{ Day}^{-1}$ 내외의 값으로 다른 구간에 비해 높은 사망률을 나타낸다(Fig. 7).

가입률

원형방형구 내의 가입률(대조군)은 2008 년과 2009 년 모두 4 월에서 7 월 사이에 단위면적당 1.7 과 3.1 로 높으며 2008 년 12 월에서 2009 년 4 월 사이와 2009 년 8 월에서 10 월 사이엔 가입개체가 없다(Fig, 8).

실험조건 별 가입률은 성체의 엽체를 제거하여 성체에 의한 영향을 줄여준 방형구에서 단위면적당 평균 2.8 개체로 부착생물을 모두 제거한 방형구 및 대조군의 평균 가입률인 0.7, 0.8 보다 높다. 가입이 가장 많은 시기는 대조군의 시기와 동일하여 2008 년 4 월에서 7 월 사이 11.2 개체 2009 년 4 월에서 7 월 사이 7.2 개체이다. 전체제거 방형구의 경우 2008 년 4 월에서 7 월 사이 단위면적당 6.0 개체가 발견된 이후 실험종료까지 가입개체가 발견되지 않았다(Fig. 9).

생명표 및 생존곡선

사망시의 길이가 추적되는 원형방형구 내 성체감태 및 가입개체(115 개체)의 줄기길이를 이용하여 생존곡선(Pinder *et al.* 1978; Cousens 1981) 및 생명표를 작성하였다. 14 개의 길이 구간 중 첫 번째 구간인 1-5cm 에서 38.2%의 감태가 사망하였으며 다음 구간인 6-10cm 에서는 4.4%로 사망률이 급감하였다. 21-25cm 구간까지 살아남은 개체는 46%로 전체 감태의 절반에 미치지 못했으며 41-45cm 까지 성장한 감태는 전체 감태의 10.9% 정도이다. 61cm 이상 자란 개체는 전체의 0.9%이며 66cm 이상의 개체는 발견되지 않았다. 줄기길이 성장기대치는 6-10cm 의 구간에서 24.8cm 로 가장 높고 다음 구간인 11-15cm 에서 20.8cm 로 두 번째로 높은 값을 가진다. 또한 1-5cm 구간은 높은 사망률에 의해 6-15cm 개체들보다 작은 19.4cm 의 성장기대치를 가지는 것으로 조사되었다(Fig. 10, Table. 5).

고찰

서귀포 지역의 연안 해수온은 조사기간 동안 월평균 최저 14.3℃ (2009년 2월)에서 최고 25.5℃ (2009년 9월)로 최근 10년(1999년-2008년) 간의 평균 수온은 18.9℃이다. 연구지역 감태 개체군의 수온에 의한 변화는 연평균 수온을 기준으로 크게 네 시기로 구분되며 월 구분 및 계절구분은 다음과 같다.

- 1) 최저수온 → 연평균수온으로 상승하는 시기 : 3월에서 5월 (봄)
- 2) 연평균수온 → 최고수온으로 상승하는 시기 : 6월에서 8월 (여름)
- 3) 최고수온 → 연평균수온으로 감소하는 시기 : 9월에서 11월 (가을)
- 4) 연평균수온 → 최저수온으로 감소하는 시기 : 12월에서 2월 (겨울)

전체길이 성장률이 극대화 되는 시기는 겨울이며 봄 기간에도 성장이 계속되어 길이가 최대치를 기록하는 것은 초여름이다. 이러한 결과는 감태의 계절성을 파악한 Kasahara & Ohno(1983) Kida & Maegawa(1985) Serisawa (2002b)의 연구 결과에서도 동일하게 나타나는 양상으로 18℃~20℃ 이하의 온도에서는 성장이 촉진되고 20℃ 이상으로 수온이 상승하는 7월 이후에는 성장이 멈추게 된다.

성장이 멈추는 시기부터는 생식을 위한 유주자낭이 엽체에 형성되며 본 연구에서는 직접적으로 조사하지 않았으나 연구지역과 비슷한 연평균 수온(13℃-25℃)을 가지고 있는 Nabeta Bay에서 진행된 Aruga(1990)의 연구에 따르면 7월부터 유주자낭이 발견되었으며 9월에 최대치를 기록하였다. 이후 포자방출로 인해 약해진 엽체가 파도에 의해 유실되어 늦여름에서 가을에 이르는 기간 동안 전체길이 성장은 음의 값이 되고 11월 말에서 12월 초까지 전체길이는 지속적으로 감소하게 된다. 또한 이 시기는 성체의 사망률이 최대로 나타나는 시기이기도 하다(Fig 7). 감태의 사망은 대부분 기부의 탈락으로 인한 것이었으며 줄기 부분이 녹아내려 중앙부에서 끊어져 버리는 경우도 발견되었다.

포자방출이 가을에 활발히 이루어지는 것에 반해 가입은 봄에서 초여름 사이에 높게 조사되는 것은 이형세대교번을 하는 감태의 배우자체 성숙과 관련이 있는 것으로 생각되며 기존의 연구에서 배우자체의 성숙은 15℃에서 가장 촉진된다고 알려져 있다(위 등, 2008). 따라서 포자방출 이후 수온이 15℃ 내외로 유지되는 겨울에서 봄 사이에 암배우자체와 수배우자체가 성숙하여 포자체를 형성하고 포자체가 육안으로 확인 가능한 수준으로 자라나는 시기가 봄에서 여름까지인 것으로 사료된다. 또한 다년생 대형 갈조류가 환경적 불확실성에 대응하기 위해 준비하는 bank of microscopic forms(Hofmann & Santelices 1991; Ladah *et al.* 1999;

Kinlan & Gaines 2003)이 존재하여 대량 가입에 작용하였을 가능성도 있다. 감태 개체군에서의 bank of microscopic forms의 존재가 확실하게 밝혀진 것은 아니나 *Ecklonia* 속에서의 존재 가능성이 높다고 볼 때 기질상태에 따른 가입 양상 실험의 해석에도 적용할 수 있다. 기질내의 부착생물을 모두 제거한 방형구에서 2008년 7월의 첫 조사결과가 대조군의 가입률보다 높게 나타난것은 기존에 존재하고 있던 포자체가 완전히 제거되지 않았기 때문이며 이후 반복적인 impact로 인해 bank of microscopic forms이 파괴되어 더 이상의 가입개체가 발견되지 않은 것으로 해석해 볼 수 있다. 다른 실험군인 성체감태 엽체제거 방형구의 경우 시기별 가입양상에서 대조군과 비슷한 양상을 보였으나 최대 가입시기의 가입률은 11.2와 7.2로 대조군의 1.7 및 3.1에 비해 크게 나타나는 것으로 조사되었다. 본 연구에서 성체 감태가 가입개체에 주는 부정적인 영향을 정량적으로 제시할 수는 없으나 성체 감태의 유무가 가입률에 차이를 준다는 것을 확인할 수 있다(Maegawa *et al.* 1988).

감태의 외형적인 모습으로는 연령과악이 어렵고 해조류는 연령보다 크기를 중요시하기 때문에 고려된 길이 특이적 생명표에서 주목되는 것은 40%에 가까운 높은 초기 사망률과 이후 길이등급에서 발견되는 낮은 사망률이다(Table. 5). 이는 Figure 3과 Table 4에서 제시한 감태 개체군의 빈도자료 및 그래프에서도 확인할 수 있는 양상으로 감태의 빈도분포에는 두 번의 peak가 존재하며 각 peak는 1) 줄기

길이 기준 5cm 미만 / 전체길이 기준 25cm 미만의 작은 개체의 빈도와 2) 줄기 길이 기준 30cm / 전체길이 기준 75cm 전후의 개체 빈도이다. 전체길이의 변동폭은 계절에 따라 크므로 줄기길이를 통해 이 결론을 일반화하면 가입된 어린 개체의 줄기길이가 5cm 이상이 될 때까지 살아남게 되면 급격한 성장을 통해 성체 개체가 된다는 것이다. 줄기길이 성장기대치가 6cm-15cm 사이에서 높게 나타나는 점도 이 예상을 뒷받침 하며 Maegawa(1988)의 연구에서 제시한 감태의 줄기길이 연중 분포비교에서도 유사한 경향이 나타난다.

본 연구의 목적은 국내 연안의 대표적 해조류임에도 아직 국내에서 개체군 수준의 생태적 연구가 이루어지지 않은 감태 개체군에 대한 이해이며 나아가 백화현상에 의해 생태적 산업적 기능을 상실한 조하대 환경의 복원과 이산화탄소 흡수원으로서의 해조숲 조성에 효율적인 방안을 제시하는 것이다. 결론적으로 본 연구에서 나타난 감태 개체군의 특성을 국내 연안에 해조숲 조성에 이용한다면 크게 두 가지 방안을 제시할 수 있다. 첫째로 감태 포자체를 실내배양 등을 통해 이식하는 방법을 사용한다면 본문에 서술한 두 가지 조건 1) 줄기길이 기준 6cm 이상의 개체를 2) 급격한 길이 성장이 일어나는 시기인 겨울(11월 말-12월 초)에 조성하는 것이 바람직하다. 두 번째로 포자체 이식이 아닌 콘크리트 구조물을 이용하여 감태의 배우자체가 착생할 수 있는 기질을 확보하는 방법이라면 감태의 포자방출이 활발해지

기 시작하는 7월에 하는 것이 효과적이라 볼 수 있다.

참고문헌

고영욱, 성건희 & 김정하 2008a. 회귀분석을 이용한 해조류 생물량 측정을 위한
방법론. *Algae* **23**:289-94.

고영욱, 성건희, 이창호, 김현희, 최동문, 고용덕, 이욱재, 고희범, 옥정현, 정익교 &
김정하 2008b. 한국연안 해조류 생물량의 연간 변동 양상: 제주도 문섬지역.
Algae **23**:295-300.

김미경, 신재기 & 차재훈 2004. 하계 독도 연안 해조류의 종조성 변동과 갯녹음현
상. *Algae* **19**:69-78.

신재덕, 안중관, 김영환, 이승복, 김정하 & 정익교 2008. 한국 연안 해조류 생물량
의 연간 변동 양상: 강원도 대진지역. *Algae* **23**:327-34.

위미영, 황은경, 김성철, 황미숙, 백재민 & 박찬선 2008. 대형갈조류 감태
(*Ecklonia cava* Kjellman) 유리배우체의 재생 및 성숙 유도. *Journal of the*

Korean Fisheries Society **41**:381–88.

이인규, 강제원 & 손철현 1986. 한국 남해안 동부 해역 해조 군집 구조 및 변동의
정량적 분석. *Algae* **19**:265–73.

최창근, 김정하 & 정익교 2008. 한국 연안 해조류 생물량의 연간 변동 양상: 경상
남도 옥지도 지역. *Algae* **23**:311–16.

Åberg, P. 1990. Measuring size and choosing category size for a transition
matrix study of the seaweed *Ascophyllum nodosum*. *Marine Ecology
Progress Series* **63**: 281–87.

Altamirano, M., Murakami, A. & Kawai, H. 2004. High light stress in the kelp
Ecklonia cava. *Aquatic Botany* **79**:125–35.

Brown, M.T. & Lamare, M.D. 1994. The distribution of *Undaria pinnatifida*
(Harvey) Suringar within Timaru harbour, New Zealand. *Japanese*

Journal of Phycology 42:63–70.

Chapman, A. R. O. & Goudy, C. L. 1983. Demographic study of the macrothallus of *Leathesia difformis* (Phaeophyta) in Nova Scotia. *Canadian Journal of Botany* 61:319–23

Choi 2008. Morphological and genetic variability among *Ecklonia cava* Kjellman (Laminariales, Phaeophyta) populations in Korea. *성균관대학교 일반대학원*.

Cousens, R. 1981. The Population Biology of *Ascophyllum nodosum*. *Ph.D. Thesis, Dalhousie University* 273pp

Coyer, J. A. & Zaugg–Haglund, A. C. 1982. A demographic study of the elk kelp, *Pelagophycus porra* (Laminariales, Lessoniaceae), with notes on *Pelagophycus* x *Macrocystis* hybrids. *Phycologia* 21: 399–407

Dayton P. K., Currie V., Gerrodette. T., Brian D. K., Rosenthal R., & David V.

T., 1984. Patch dynamics and stability of some California kelp communities. *Ecological Monographs* **54**: 253–89.

Deevey E. S. 1947. Life tables for natural populations of animals. *The*

Quarterly Review of Biology **2**:283–314

Douady, D., De Martino, A. & Quinet, M. 2001. Light harvesting in brown algae.

Cahiers de Biologie Marine **42**:109–24.

Farner D. S. 1945. Age groups and longevity in the American robin. *Wilson*

Bull. **57**:56–74

Harper. J. L 1977. Population biology of plants. *Academic Press. London.*

Harker, M., Berkaloff, C., Lemoine, Y., Britton, G., Young, A. J., Rmiki, N. E. &

Rousseau, B. 1999. Effects of high light and desiccation on the

operation of the xanthophyll cycle in two marine brown algae. *European Journal of Phycology* **34**:35–42.

Hayashida, F. 1977. On age and growth of a brown alga *Ecklonia cava* forming aquatic forest. *Nippon Suisan Gakkaishi* **43**:1043–52.

Hoffmann, A. J. & B. Santelices 1991. Banks of algal microscopic forms: hypotheses on their functioning and comparisons with seed banks. *Marine Ecology Progress Series* **79**:185–94.

Honda, M. 1998. A theoretical analysis and field evaluation of a light and temperature model of production by *Ecklonia cava*. *Hydrobiologia* **398–399**:361–74.

Imoto, Z. & Ohno, M. 2000. The occurrence of a large barren-ground "Isoyake" off the Tei coast in Tosa Bay, southern Japan. *Bulletin of Marine Sciences and Fisheries Kochi University*:29–33.

Iwao, T., Kurashima, A. & Maegawa, M. 2008. Effect of seasonal changes in the photosynthates mannitol and laminaran on maturation of *Ecklonia cava* (Phaeophyceae, Laminariales) in Nishiki Bay, central Japan. *Phycological Research* **56**:1–6.

John, D. M. 1994. Alteration of generations in algae: Its complexity, maintenance and evolution. *Biological review* **69**:275–91

Jung, W.K., Ahn, Y.W., Lee, S.H., Choi, Y. H., Kim, S.K., Yea, S. S., Choi, I., Park, S.G., Seo, S. K., Lee, S.W. & Choi, I.W. 2009. *Ecklonia cava* ethanolic extracts inhibit lipopolysaccharide-induced cyclooxygenase-2 and inducible nitric oxide synthase expression in BV2 microglia via the MAP kinase and NF- κ B pathways. *Food and Chemical Toxicology* **47**:410–17.

Kang, R. S., Won, K. S., Hong, K. P. & Kim, J. M. 2001. Population Studies on the Kelp *Ecklonia cava* and *Eisenia bicyclis* in Dokdo , Korea. *Algae*

16:209–15.

Kasahara, H. & M. Ohno, 1983. Physiological ecology of brown alga, *Ecklonia* on the coast of Tosa Bay, southern Japan III. Growth and morphological change. *Rep. mar. Biol. Inst. Kochi Univ.* **5**:77-84

Kennelly S. J. 1987. Physical disturbances in an Australian kelp. I. Temporal effects. *Marine Ecology Progress Series* **40**:145–53

Kida, W. & Maegawa, M. 1985. Ecological studies on *Eisenia bicyclis* and *Ecklonia cava* communities — V. Seasonal changes in composition of stipe length and age groups. *Bull. Fac. Fish. Mie Univ.* **12**:119-29

Kim, M. K., Shin, J. K. & Cha, J. H. 2004. Variation of species composition of benthic algae and whitening in the coast of Dokdo Island during summer. *Algae* **19**:69–78.

Kim, S.-K., Lee, D.-Y., Jung, W.-K., Kim, J.-H., Choi, I., Park, S.-G., Seo, S.-K., Lee, S.-W., Lee, C. M., Yea, S. S., Choi, Y. H. & Choi, I.-W. 2008. Effects of *Ecklonia cava* ethanolic extracts on airway hyperresponsiveness and inflammation in a murine asthma model: Role of suppressor of cytokine signaling. *Biomedicine & Pharmacotherapy* **62**:289-96.

Kinlan B. P., Gaines S. D. 2003. Popagule dispersal in marine and terrestrial environments: a community perspective. *Ecology* **84**:2007-20.

Kitzes, J. A. & Denny, M. W. 2005. Red algae respond to waves: Morphological and mechanical variation in *Mastocarpus papillatus* along a gradient of force. *Biological Bulletin (Woods Hole)* **208**:114-19.

Ladah, L., Zertuche-Gonzalez, J., & Hernandez-Carmona, G. 1999. Rapid recovery giant kelp (*Macrocystis pyrifera*, Phaeophyceae) recruitment near its Southern limit in Baja California after mass disappearance

during ENSO 1997– 1998. *Journal of Phycology* **35**:1106-12.

Maegawa, M. & Kida, W. 1987. Studies on the production structure of *Eisenia bicyclis* and *Ecklonia cava* communities. *Japanese journal of phycology* **35**:34-40

Maegawa, M., Kida, W. & Aruga, Y. 1988. A demographic study of the sublittoral brown alga *Ecklonia cava* Kjellman in coastal water of Shima Peninsula, Japan. *Japanese Journal of Phycology* **36**:321–27.

Matumoto, M., Kawashima, Y. & Sawada, T. 1999. Ecological studies on *Ecklonia cava* communities related to "Isoyake" in the coastal areas of Ensyu-nada – The changes in the population density of *Ecklonia cava* beds. *Japanese Journal of Phycology* **47**:1–10.

Molis, M., Korner, J., Ko, Y. W., Kim, J. H. & Wahl, M. 2006. Inducible responses in the brown seaweed *Ecklonia cava*: the role of grazer

identity and season. *The Journal of applied ecology* **94**:243–49.

Pinder J. E., Wiener J. G., & Smith M. H. 1978. The Weibull Distribution: A New Method of Summarizing Survivorship Data. *Ecology* **59**:175–79

Schwartz, G. J. B., Singaram, S., Mielbrecht, E. E., Tjeerdema, R. S. & Sowby, M. L. 1998. Effects of salinity and temperature on the bioavailability of dispersed petroleum hydrocarbons to the golden-brown algae, *Isochrysis galbana*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* **35**:268–73.

Serisawa, Y., Akino, H., Matsuyama, K., Ohno, M., Tanaka, J. & Yokohama, Y. 2002a. Morphometric study of *Ecklonia cava* (Laminariales, Phaeophyta) sporophytes in two localities with different temperature conditions. *Phycological Research* **50**:193–200.

Serisawa, Y., Aoki, M., Hirata, T., Bellgrove, A., Kurashima, A., Tsuchiya, Y.,

Sato, T, Ueda, H. & Yokohama, Y. 2003a. Growth and survival rates of large-type sporophytes of *Ecklonia cava* transplanted to a growth environment with small-type sporophytes. *Journal of Applied Phycology* 15:311–18.

Serisawa, Y., Akino, H. & Yokohama, Y. 2003b. Relationships between age and morphology of *Ecklonia cava* (Laminariales, Phaeophyta) sporophytes growing in Nabeta Bay, Shimoda, southern Izu Peninsula, Japan. *水産増殖* 51:1–6.

Serisawa, Y., Imoto, Z., Ishikawa, T. & Ohno, M. 2004. Decline of the *Ecklonia cava* population associated with increased seawater temperatures in Tosa Bay, southern Japan. *Fisheries science* 70:189–91.

Serisawa, Y., Imoto, Z., Taino, S., Choi, C. G., Ishikawa, T., Ohno, M. & Hiraoka, M. 2005. Marine afforestation of *Ecklonia cava* by using a spore bag method at an ISOYAKE area in Tosa Bay, southern Japan.

Japanese Journal of Phycology **53**:19–24.

Serisawa, Y., Takaki, H., Kurashima, A. & Yokohama, Y. 2001. Seasonal change in nitrate concentration in seawater and photosynthetic activity of bladelets of *Ecklonia cava* in Nabeta Bay, Shimoda, southern part of Izu Peninsula, Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi* **67**:1065–71.

Serisawa, Y., Yokohama, Y., Aruga, Y. & Tanaka, J. 2002b. Growth of *Ecklonia cava* (Laminariales, Phaeophyta) sporophytes transplanted to a locality with different temperature conditions. *Phycological Research* **50**:201–08.

Shim, S. Y., Quang-To, L., Lee, S. H. & Kim, S. K. 2009. *Ecklonia cava* extract suppresses the high-affinity IgE receptor, FcεRI expression. *Food and Chemical Toxicology* **47**:555–60.

Tanaka, T., Yamauchi, M., Notoya, M., Kimura, H. & Yotsukura, N. 2007. The

morphological diversity and the genetic variation of *Ecklonia cava* and *E. kurome* (Laminariales, Phaeophyta) sporophytes collected along the coasts of Wakayama prefecture. *水産増殖* **55**:1–8.

Tanaka, T., Yotsukura, N., Kimura, H. & Notoya, M. 2008. The effects of water temperature on growth and/or maturation of gametophytes and juvenile sporophytes of *Ecklonia cava* and *E. kurome* (laminariales, phaeophyta) growing in the Coasts of Wakayama Prefecture. *SUISAN ZOSHOKU* **56**:343–50.

Taylor, D. I. & Schiel, D. R. 2003. Wave-related mortality in zygotes of habitat-forming algae from different exposures in southern New Zealand: The importance of 'stickability'. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **290**:229–45.

Terawaki, T. & Arai, S. 2004. *Eisenia* and *Ecklonia*. In: Biology and technology of economic seaweeds (Ed. By M. Ohno), *Uchida Rokakuho Publishing*

Co., Ltd., Tokyo, 133–157

Wernberg, T. & Thomsen, M. S. 2005. The effect of wave exposure on the morphology of *Ecklonia radiata*. *Aquatic Botany* **83**:61–70.

Whitman, S. L. & Ehlig, J. M. 2001. Differences in herbivore preferences, phlorotannin production, and nutritional quality between juvenile and adult tissues from marine brown algae. *Marine Biology (Berlin)* **139**:201–10.

국립해양조사원(KHOA) 연안수온통계 제주서귀포지역 <http://www.khoa.go.kr>

Table 1. Seaweeds list in Wimi.

RHODOPHYTA	PHAEOPHYTA
<i>Acanthopeltis japonica</i>	<i>Cladophora wrightiana</i>
<i>Acrosorium umcinatum</i>	<i>Cladophoropsis herpestica</i>
<i>Actinotrichia fragilis</i>	<i>Codium adhaerens</i>
Articulate coralline algae	<i>Codium fragile</i>
<i>Ceramium</i> spp.	<i>Codium minus</i>
<i>Champia parvula</i>	<i>Enteromorpha prolifera</i>
<i>Chondracanthus tenellus</i>	<i>Ulva pertusa</i>
<i>Chondrus ocellatus</i>	
Crustose coralline algae	
<i>Galaxaura falcata</i>	
<i>Gelidium amansii</i>	
<i>Grateloupia angusta</i>	
<i>Grateloupia elliptica</i>	
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i>	
<i>Hypnea japonica</i>	
<i>Lithothamnion cystocarpioideum</i>	
<i>Lomentaria catenata</i>	
<i>Peyssonnelia capensis</i>	
<i>Plocamium telfairiae</i>	
<i>Scinaia japonica</i>	
	CHLOROPHYTA
	<i>Dictyopteris divaricata</i>
	<i>Dictyopteris prolifera</i>
	<i>Dictyopteris undulata</i>
	<i>Dictyota okamurae</i>
	<i>Ecklonia cava</i>
	<i>Padina aborescens</i>
	<i>Sargassum</i> spp.
	<i>Spatoglossum pacificum</i>
	<i>Undaria pinnatifida</i>
	<i>Colpomenia sinuosa</i>

Table 2. Ten dominant seaweeds biomass in Wimi that using regression equation in Ko *et al.*(2008a)

Speices	Biomass
<i>Ecklonia cava</i>	1436.6
Articulate coralline algae	255.2
<i>Galaxaura falcata</i>	94.4
<i>Gelidium elegance</i>	76.0
<i>Cladophora wrightiana</i>	56.7
<i>Codium adhaerens</i>	47.2
<i>Codium fragile</i>	42.5
<i>Grateloupia angusta</i>	37.5
<i>Plocamium telfairiae</i>	20.5
<i>Acanthopeltis japonica</i>	17.5

Table 3. Invertebrates list in Wimi.

Species	Mean	Species	Mean
<i>Trochus sacellus</i>	4.30	Actinidae	0.15
<i>Anthocardis crassispina</i>	1.60	<i>Antheopsis maculata</i>	0.10
<i>Ophiothrix exigua</i>	1.00	<i>Acrocirrus</i> spp.	0.10
<i>Pagurus lanuginosus</i>	0.80	<i>Alveopora japonica</i>	0.10
<i>Ophiomastix mixta</i>	0.65	<i>Montipora trabeculata</i>	0.10
<i>Herdmania momus</i>	0.40	<i>Ischnochiton comptus</i>	0.10
<i>Ergalatax contractus</i>	0.40	<i>Aplysia kurodai</i>	0.05
<i>Batillus cornutus</i>	0.35	<i>Tethya amamensis</i>	0.05
<i>Ophioplocus japonicus</i>	0.35	<i>Alpheus brevicristatus</i>	0.05
<i>Pyrene testudinaria tylerae</i>	0.30	<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	0.05
<i>Serpula vermicularis</i>	0.30	Anomiidae	0.05
<i>Haliotis discus</i>	0.25	<i>Entacmaca actinostoloides</i>	0.05
<i>Stichopus japonicus</i>	0.15	<i>Thais clavigera</i>	0.05

Table 4. Stipe length and plant length frequency distribution of *Ecklonia cava* population in Wimi.

		Stipe length	Plant length
N		702	702
Mean		24.47	59.78
Median		26	66
Mode		1	75
Minimum		1	4
Maximum		62	108
Percentiles	10	1	16
	20	9	37
	25	13	48
	30	16	52
	40	21	60
	50	26	66
	60	30	71
	70	33	75
	75	36	78
	80	39	82
	90	44	88
	100	62	108

Table 5. Size-specific life table for *Ecklonia cava* population in Wimi.

Size class (cm)	n_x	l_x	d_x	1000 q_x	L_x	T_x	e_x	$e_x * 5$
0~5	1000.0	1.000	381.8	381.8	809.1	3872.7	3.9	19.4
6~10	618.2	0.618	27.3	44.1	604.5	3063.6	5.0	24.8
11~15	590.9	0.591	45.5	76.9	568.2	2459.1	4.2	20.8
16~20	545.5	0.545	81.8	150.0	504.5	1890.9	3.5	17.3
21~25	463.6	0.464	63.6	137.3	431.8	1386.4	3.0	15.0
26~30	400.0	0.400	90.9	227.3	354.5	954.5	2.4	11.9
31~35	309.1	0.309	100.0	323.5	259.1	600.0	1.9	9.7
36~40	209.1	0.209	100.0	478.3	159.1	340.9	1.6	8.2
41~45	109.1	0.109	36.4	333.3	90.9	181.8	1.7	8.3
46~50	72.7	0.073	45.5	625.0	50.0	90.9	1.3	6.3
51~55	27.3	0.027	9.1	333.3	22.7	40.9	1.5	7.5
56~60	18.2	0.018	9.1	500.0	13.6	18.2	1.0	5.0
61~65	9.1	0.009	9.1	1000.0	4.5	4.5	0.5	2.5
66~70	0.0	0.000	0.0	—	—	—	—	—

n_x : number of alive / $l_x = n_x/n_0$: Proportion surviving / $d_x = n_x - n_{x+1}$: dying

between $x, x+1$ / $q_x = d_x/n_x$: Mortality / $L_x : (n_x + n_{x+1})/2$: average number alive

in size class / $T_x : \sum_x L_x$ / $e_x : T_x/n_x$ size expectancy (interval) / $e_x * 5$:

Expectancy growth of stipe length.

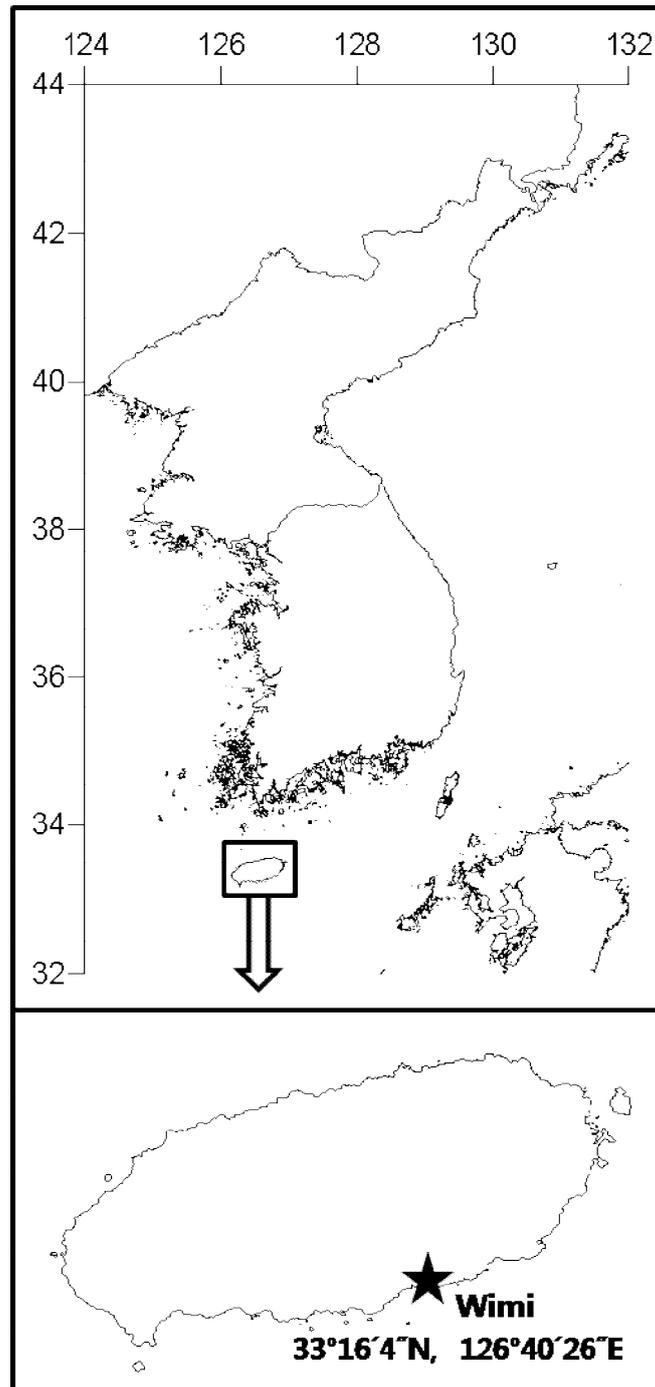


Fig. 1. The study site on the south coast of Jeju Island, Korea.

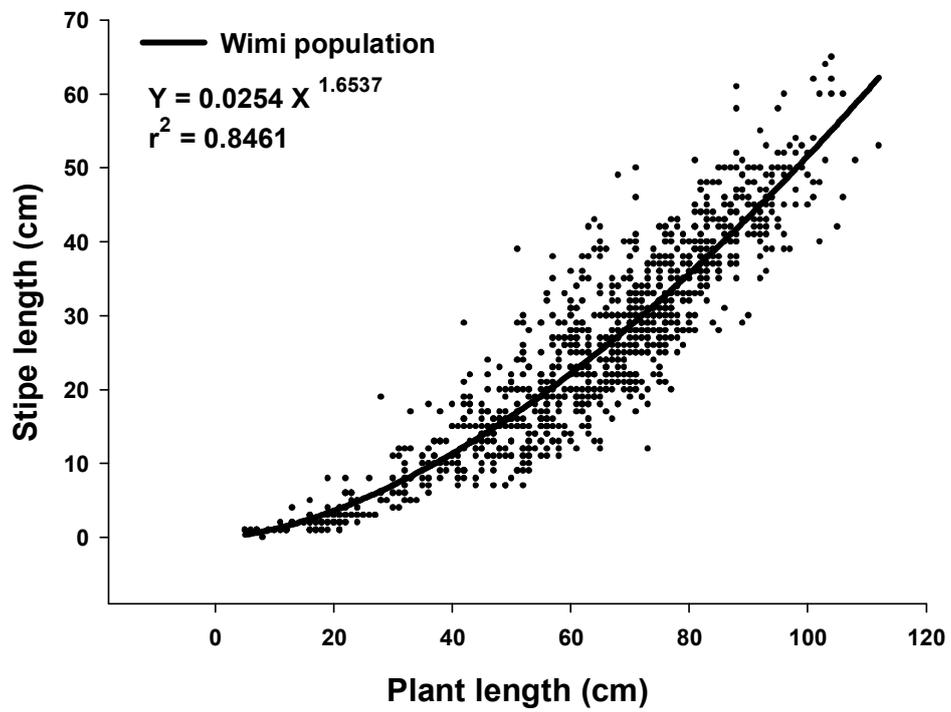


Fig. 2. Two parametric power function model regression for *Ecklonia cava* plant length and stipe length together (n=1125).

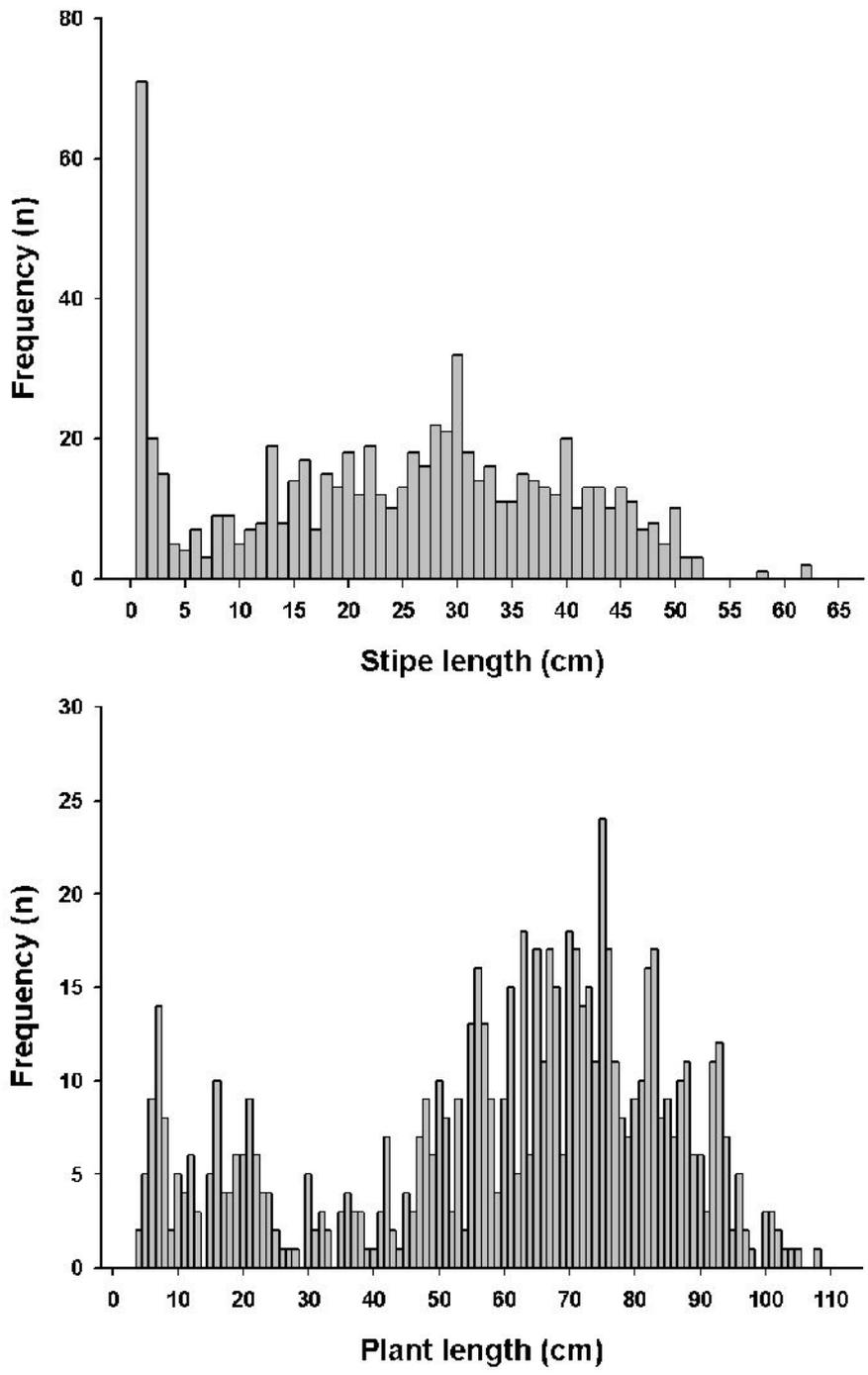


Fig. 3. Stipe length and plant length frequency distribution (n=702)

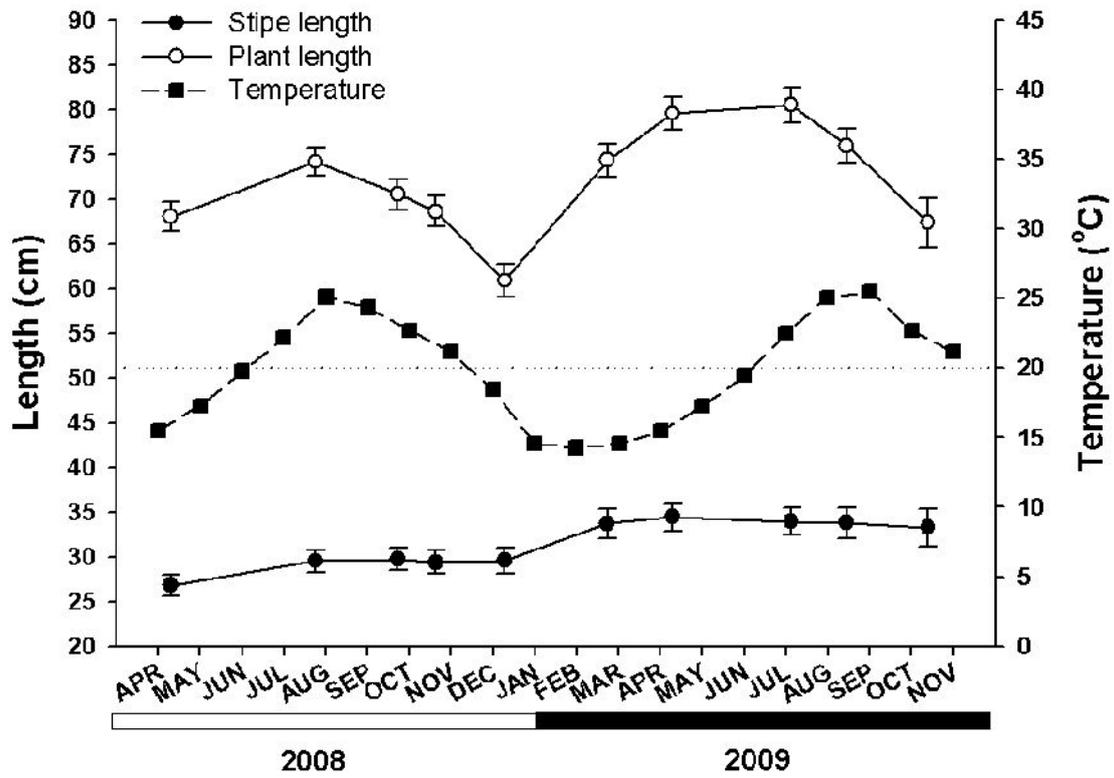


Fig. 4. Water temperature and seasonality of adult *Ecklonia cava* in Wimi.

Values are represented as the mean \pm SE of individuals length (n=81 to 22).

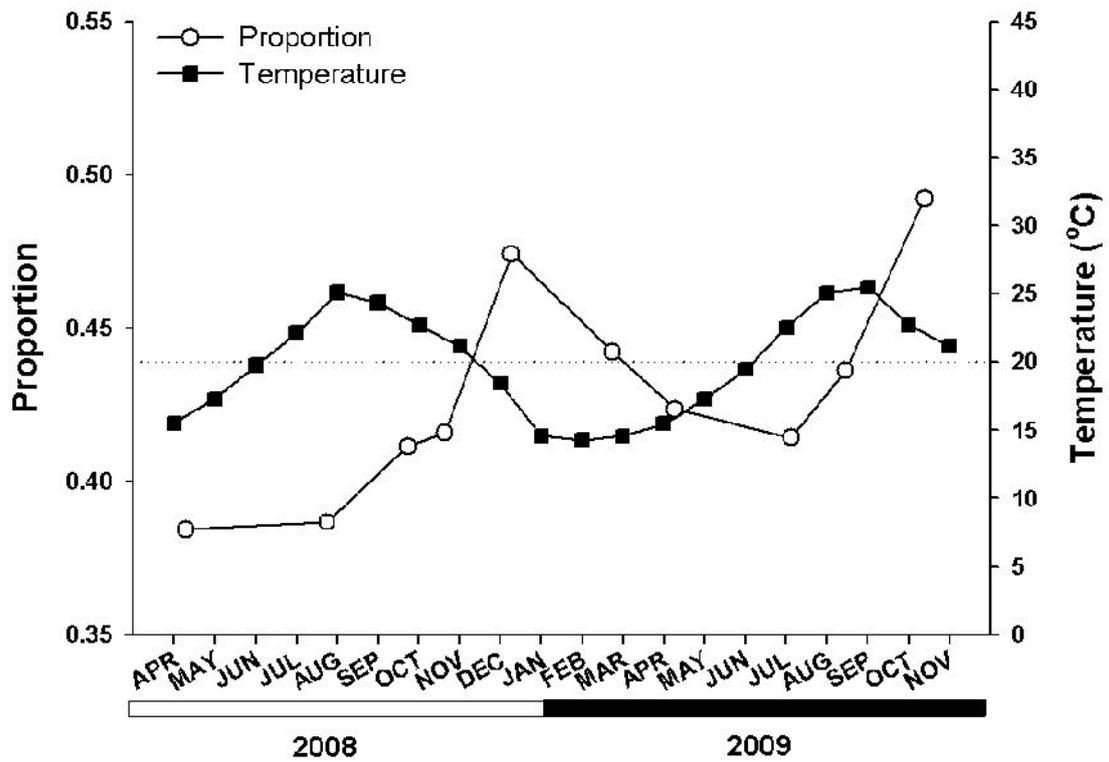


Fig. 5. Proportion of stipe length by plant length of *Ecklonia cava* in Wimi with water temperature (n=81 to 22).

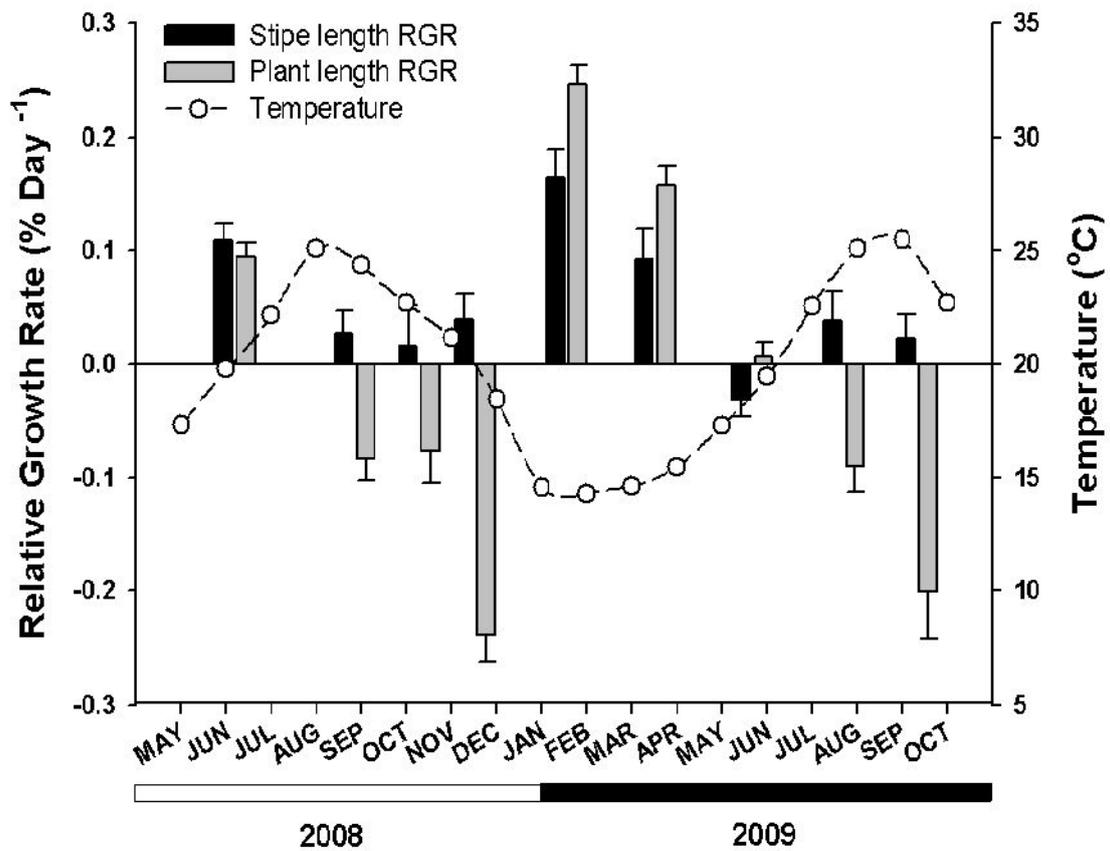


Fig. 6. Seasonal changes in relative growth rate (RGR) of stipe length and plant length of *Ecklonia cava* in Wimi. Data expressed as the mean \pm SE.

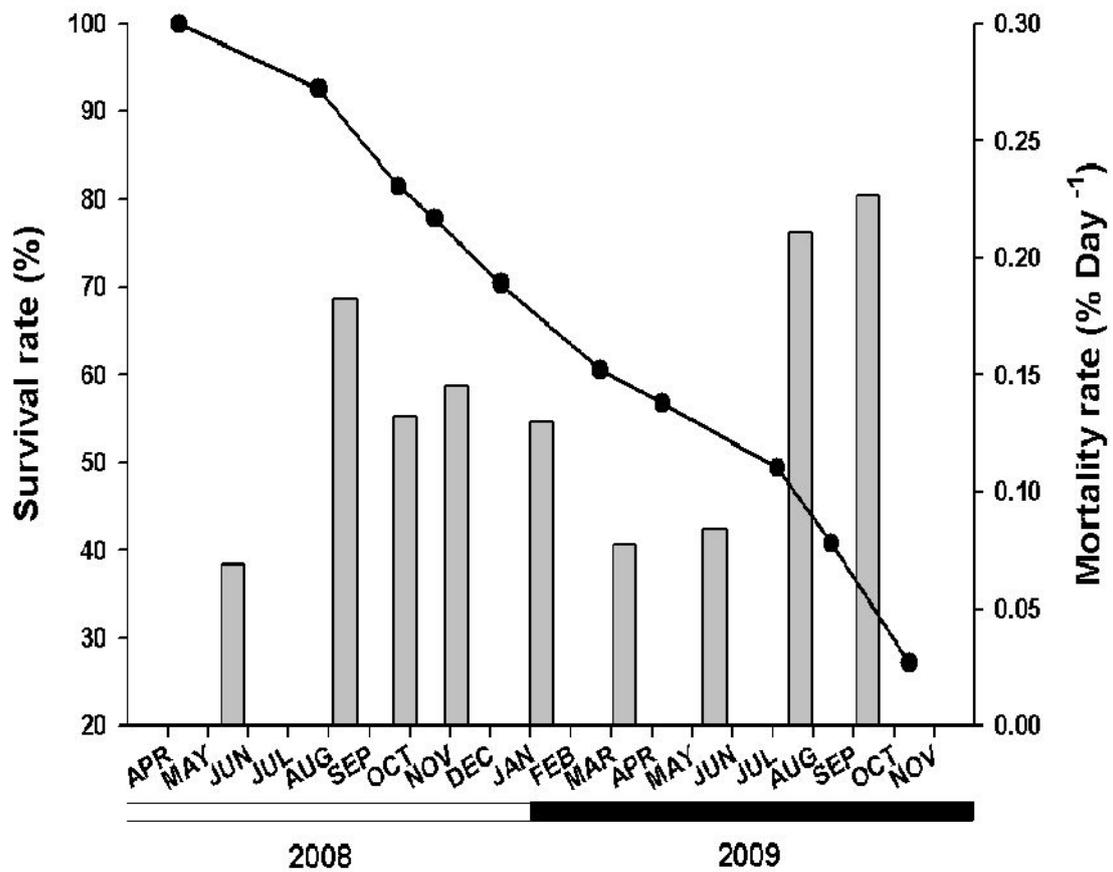


Fig. 7. Seasonal patterns of survival rate(%, scatter-line graph) and mortality rate(% Day⁻¹, bar graph) of adult *Ecklonia cava* in Wimi(n=81 to 22).

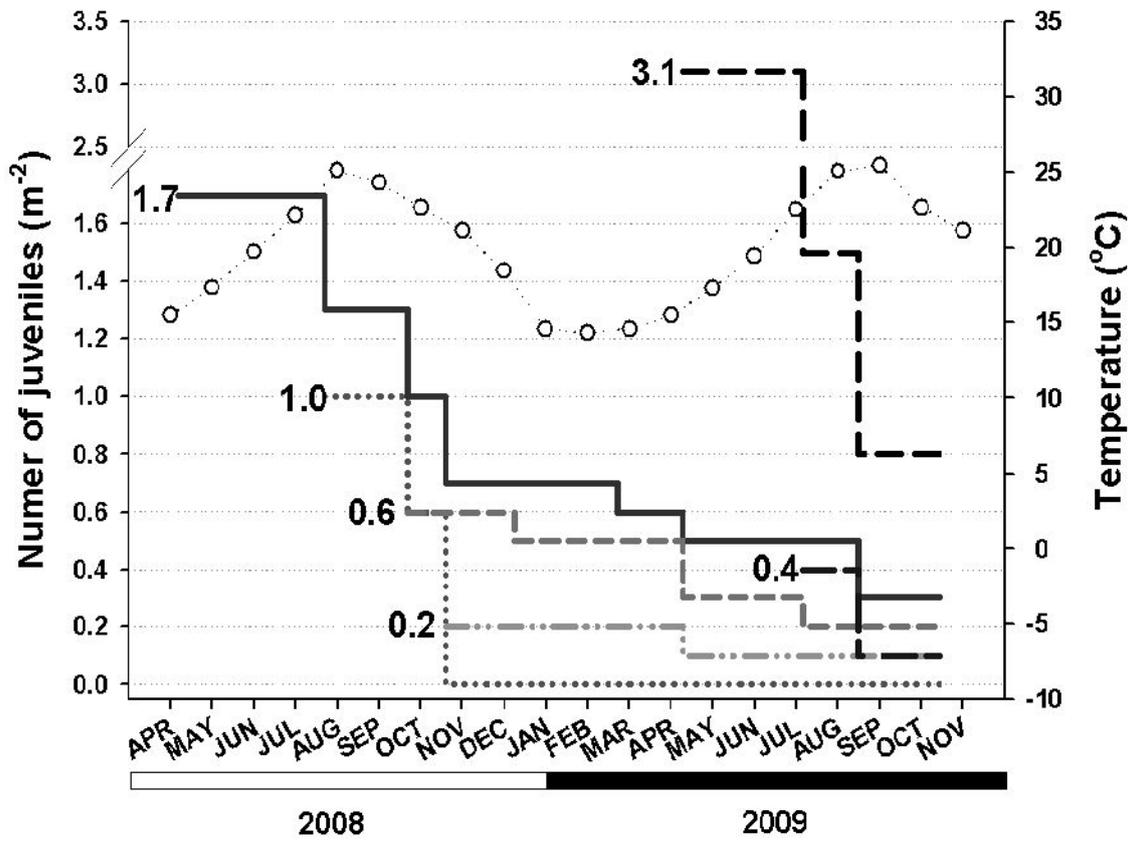


Fig. 8. Seasonal changes number of recruitments and death patterns of juvenile *Ecklonia cava* with water temperature in Wimi.

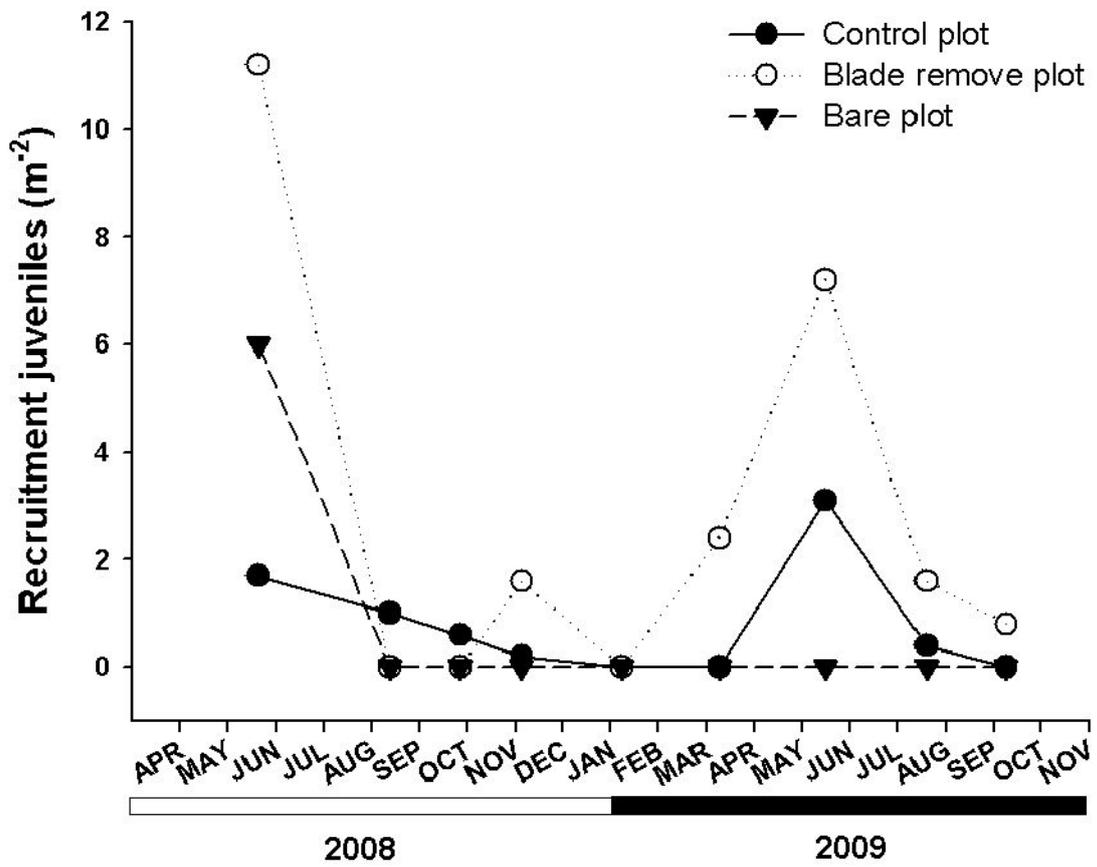


Fig. 9. Recruitment patterns of *Ecklonia cava* juveniles difference in experiment conditions.

Survivorship curve

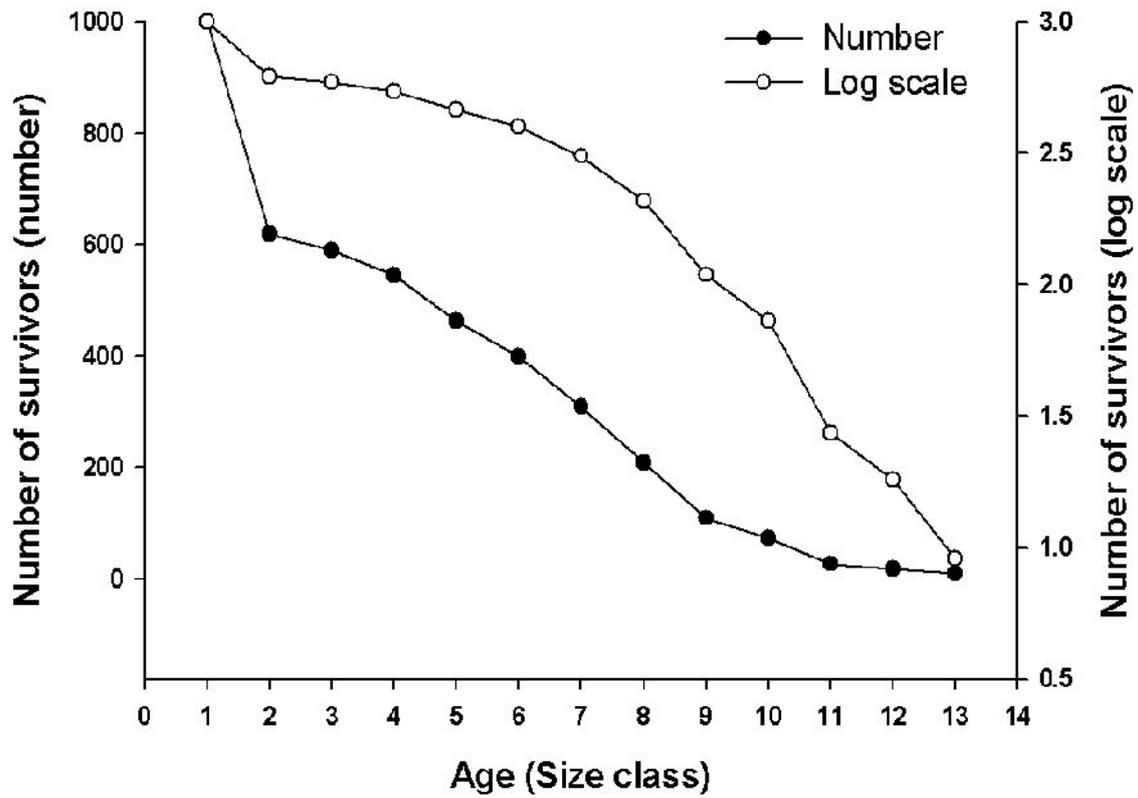


Fig. 10. *Ecklonia cava* population survivorship curve use Table. 5 data.

ABSTRACT

Population study of *Ecklonia cava* Kjellman in Jeju Island, Korea.

Ecklonia cava population was studied in Wimi, Jeju Island during 2008 to 2009. Demographic parameters like density, growth rate, mortality and survivor rate were investigated in circular (2m²X5) permanent plots. In addition, two kinds of experiment plots(50X50cm) installed for defining recruitment rate differences. Average stipe length and plant length of *E. cava* were 30.7±0.5cm and 71.5±0.6cm. Highest length of stipe was 34.4±1.6cm in spring, and plant length was 80.5±2.0cm in early summer. The relative growth rate(RGR) of adult *E. cava* highest in winter those of stipe and plant length. Recruitment rate was highest from April to July in three different conditions and blade-removed plot had more recruit individuals than other conditions. Size-specific life table showed high mortality rate in first stage(1-5cm, 38.2%) and suddenly decreased next stage(6-10cm, 4.4%). The expectancy growth of stipe length was highest value in second size class(1-6cm). These results will be used in making artificial kelp forest.

Key words : *Ecklonia cava*, population study, Jeju Island, temperature, growth