

<단보>

독도 주변해역 자치어 종조성의 계절변동

이해원·유정화¹·홍병규·손명호·전영열·김진구^{2,*}
 독도수산연구센터, ¹유정화해양연구소, ²부경대학교 자원생물학과

Seasonal Variation of Ichthyoplankton off Dokdo in the East Sea

Hae Won Lee, Jung Hwa Ryu¹, Byung Kyu Hong, Myong Ho Sohn, Young Yull Chun, Jin Koo Kim^{2,*}

Dokdo Fisheries Research Center, National Fisheries Research & Development Institute, Pohang 791-110, Korea
¹RYMI, Busan 614-803, Korea
²Department of Marine Biology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea;

To understand the function of nursery grounds, the seasonal variation of ichthyoplankton was investigated in the East Sea, off Dokdo, from September 2009 to May 2010. The dominant species was *Engraulis japonicus* (92.7%), which occurred in May and September. The next abundant species was *Maurollicus japonicus* (5.7%), found in all four seasons. Several rare warm-water species were found in September and November, when the species diversity was higher than in the other two seasons. Several fish species used Dokdo as a nursery ground for a restricted season, while *M. japonicus* used it in all four seasons.

Key words: Fish larvae, Seasonal variation, Dokdo, East Sea

서론

독도는 동해 중부에 위치하며 울릉도 동남쪽으로 92 km 떨어진 우리나라 최동단에 있다 (Myoung, 2002). 동해 서남부의 대한해협으로 유입한 대마난류와 동해 북부에서 남하한 북한난류가 북위 40도 부근에서 극전선을 형성한다 (Cho et al., 1997; Chang et al., 2002). 독도는 극전선의 남쪽에 위치하여 연중 난류수의 영향이 크고, 표층의 수온은 9~25°C이다 (MOMAF, 2000).

최근 독도에서 아열대성 어종이 출현하고 있으며 (Myoung, 2002), 이는 동해의 표층수온이 지난 30년간 0.975°C 상승한 것 때문으로 사료된다 (Jung, 2008). 수온의 상승은 자치어의 산란장과 보육장에 영향을 줄 가능성이 높다. 하지만 독도 주변해역에서 아열대성 어종의 정착과 산란 여부에 대한 연구는 매우 부족하다. 독도 주변해역에서 어류의 산란과 보육장의 기능에 관한 단편적인 보고가 있을 뿐이다 (Kim et al., 2002).

이 연구의 목적은 독도 주변해역을 보육장으로 이용하는 자치어의 종류와 분포 특성을 분석하는데 있다.

재료 및 방법

자치어 표본은 2009년 9월, 11월, 2010년 2월, 5월에 독도 주변 12개 정점 (Fig. 1)에서 수집되었다. 채집 깊이는 수심 70-200 m였다. 채집에 사용된 네트는 봉고네트 (직경 60 cm, 망목 330µm)였다. 네트의 예망시간은 약 10분, 예망속도는 약 2.5 knot였다. 네트로 여과된 해수의 양을 네트 입구에 설치

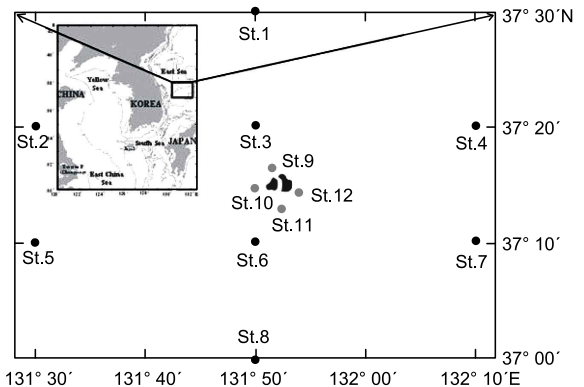


Fig. 1. Sampling stations of fish larvae off Dokdo in the East Sea.

된 유량계 (Hydro Co., USA)로 측정하였다. 수온은 표본 수집과 함께 CTD (SBE 9 plus, USA)로 이용하여 측정하였다. 봉고네트에서 채집된 시료 중 한쪽은 5% 포르말린, 나머지 한쪽은 99% 에탄올에 보존하였다. 표본을 실험실로 운반 후 자치어와 동물플랑크톤을 해부현미경 (Nikon, Japan)하에서 분리한 후 형태적 특징을 관찰하였다. 자치어의 종분석을 위해 현미경으로 관찰한 표본의 형태적 특징을 Okiyama (1988) 등의 문헌을 참고하였다. 분석된 자료는 indiv./1000 m³로 표준화한 후 봉고네트 한 쌍의 자료를 평균하였다. 수온이 자치어 분포에 미치는 영향을 분석하기 위해 우점종의 출현량과 표층수온과의 상관성을 분석하였으며 이때 자료변환은 하지 않았다. 상관성 분석은 통계분석 프로그램 SPSS (v12.0)의 통계함수를 사용하

*Corresponding author: taengko@pknu.ac.kr

였다. 학명은 Eschmeyer (2010)을 참고하였다. 단, 엘통이 학명은 Kim et al. (2008)을 참고하였다.

결 과

조사기간 동안 출현한 자치어는 총 20개 분류군이였다 (Table 1). 많은 자치어 분류군이 출현한 시기는 9월과 11월로 그 수는 2월과 5월의 약 4배였다. 정점별 분류군의 수는 독도 인근정점보다는 외각 정점으로 갈수록 많았다.

우점종은 전체의 92.7%를 차지한 멸치였다. 멸치는 5월과 9월에 출현하였다. 5월의 출현량이 9월 출현량보다 1.5배 많았다. 다음으로 출현량이 비율이 높은 종은 엘통이 (5.7%)였다. 이 종은 연중 출현하였다. 이 두 종을 제외한 나머지 분류군의 출현량 비율은 각각 1% 미만이었다 (Table 1).

Table 1. Seasonal variation of the larval fish composition off Dokdo in the East Sea

Korean name	Scientific name	(indiv./1,000 m ³)				Total	%
		Sep. 2009	Nov. 2009	Feb. 2010	May 2010		
갈창갯장어	<i>Muraenesox bagio</i>	0.3				0.3	0.1
개불락	<i>Sebastes pachycephalus</i>		0.6			0.6	0.1
고등어과	Scombridae sp.		0.3			0.3	0.1
기름가자미	<i>Glyptocephalus stelleri</i>				0.3	0.3	0.1
깃비늘치	<i>Benthoosema pterotum</i>	1.7				1.7	0.4
도루묵	<i>Arctoscopus japonicus</i>	0.3				0.3	0.1
돛양태과	Callionymidae sp.	0.3				0.3	0.1
망둑어과	Gobiidae sp.	0.3				0.3	0.1
매룡어과	Synodontidae sp.	0.3				0.3	0.1
멸치	<i>Engraulis japonicus</i>	174.8			254.3	429.1	92.7
보섭서대	<i>Symphurus orientalis</i>	0.3				0.3	0.1
불락	<i>Sebastes inermis</i>			0.2		0.2	*
붕장어과	Congridae sp.		0.3			0.3	0.1
샛돔과	Centrolophidae sp.		0.3			0.3	0.1
엘통이	<i>Maurolicus japonicus</i>	12.8	8.3	0.5	4.6	26.2	5.7
임연수어	<i>Pleurogrammus azonus</i>			0.5		0.5	0.1
자리돔	<i>Chromis notata</i>	0.5				0.5	0.1
청배도라치과	Blenniidae sp.		0.3			0.3	0.1
황불락	<i>Sebastes owstoni</i>		0.7			0.7	0.1
갯물뱀아과	Myrophinae sp.	0.3				0.3	0.1
Total		191.9	10.8	1.2	259.2	463.1	100

*, < 0.1.

멸치는 5월에 독도에 근접한 곳 (St. 9 - 12)보다 남쪽의 외해역 (St. 5 - 8)에서 출현량이 상대적으로 많았다. 9월에는 독도 연안역과 외양역간에 뚜렷한 분포의 차이는 나타나지 않았다. 이때 5월의 표층 등온선은 독도 인근정점 (St. 9 - 12)은 13.6-13.9°C, 외각 정점 (St. 1 - 8)은 15.6-16.7°C로 독도 인근 정점에서 외각 정점으로 갈수록 표층 수온은 상승하였다 (Fig. 2A). 9월의 표층 등온선은 독도 인근정점은 24.1-24.3°C, 외각 정점은 23.6-24.1°C로 정점간 큰 차이는 보이지 않았다 (Fig. 2B). 5월과 9월의 멸치 출현량과 표층수온과의 상관성을 분석한 결과 5월에는 $r = 0.64$ ($P < 0.05$) 유의한 양의 상관성이 있지만, 9월에는 $r = -0.55$ ($P > 0.05$)로 유의한 상관성이 없었다.

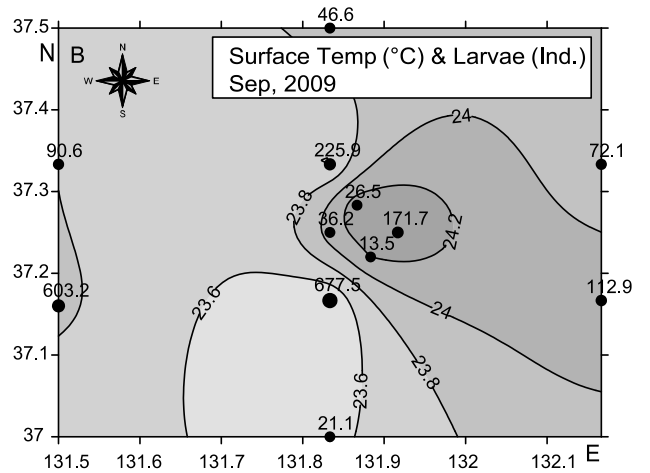
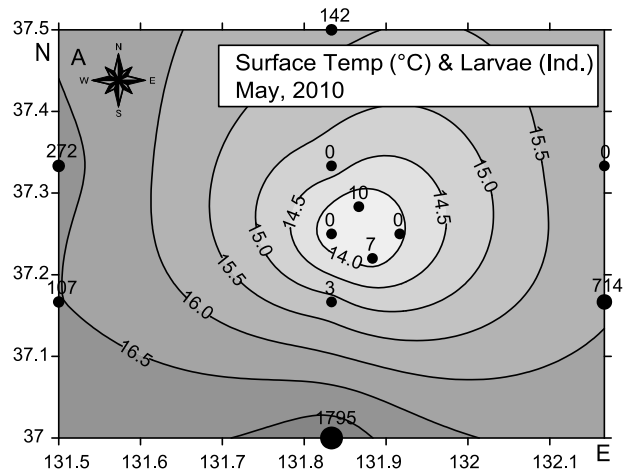


Fig. 2. The isothermal lines of sea surface layer and abundance of *E. japonicus* larvae off Dokdo in the East Sea. Black circle indicated number of *E. japonicus* larvae per 1,000 m³.

엘통이는 조사시기에 모두 출현하였다 (Table 2 - 5). 평균 출현량이 가장 높은 시기는 9월이었다. 엘통이는 연안역보다는 주로 외양역에 분포하였다. 특히 독도에 인접한 정점 (St. 10 - 12)에서 엘통이가 전혀 출현하지 않았다. 이곳은 수심이 얇고, 표층 혼합수층 아래의 수온약층의 두께는 외양역보다 매우 얇았다 (Fig. 3).

출현량과 출현빈도가 매우 낮은 분류군 중에서 난류성 종들이 출현하였다. 이들 분류군에 포함되는 것은 갈창갯장어, 깃비늘치, 자리돔, 고등어과, 샛돔과이다 (Table 1; Nakabo, 2002). 이들이 출현한 시기는 9월과 11월이었다.

고 찰

독도 주변해역의 자치어 조사에서 보육장으로 활용하고 있는 어류는 총 20개 분류군이였다. 조사 시기에 따라 보육장으로 활용하는 분류군의 수에 큰 차이가 있었다. 우점종인 멸치는 5월과 9월, 엘통이는 연중 독도 해역을 보육장으로 활용하였다 (Table 1). 출현빈도와 출현량은 적지만 난류성

Table 2. Larval fish composition off Dokdo in September, 2009 (indiv./1,000 m³)

Korean name	Scientific name	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	St.10	St.11	St.12	Sum	%
갈창갯장어	<i>Muraenesox bagio</i>		4											4	0.1
갯불뺨아과	Myrophinae sp.	3												3	0.1
깃비늘치	<i>Benthoosema pterotum</i>	6			6		5	3						20	0.9
도루묵	<i>Arctoscopus japonicus</i>					4								4	0.2
돛양태과	Callionymidae sp.							3						3	0.1
망둑어과	Gobiidae sp.	3												3	0.1
매통이과	Synodontidae sp.				3									3	0.1
멸치	<i>Engraulis japonicus</i>	47	91	226	72	603	677	113	21	27	36	14	172	2098	91.2
보첩서대	<i>Symphurus orientalis</i>					4								4	0.2
엘통이	<i>Maurolicus japonicus</i>	6			9	12		119	7					153	6.6
자리돔	<i>Chromis notata</i>							6						6	0.3
Sum		65	95	226	90	623	682	244	28	27	36	14	172	2301	100
%		2.8	4.1	9.8	3.9	27.1	29.7	10.6	1.2	1.2	1.6	0.6	7.5	100	

Table 3. Larval fish composition off Dokdo in November, 2009 (indiv./1,000 m³)

Korean name	Scientific name	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	St.10	St.11	St.12	Sum	%
개불락	<i>Sebastes pachycephalus</i>									4			3	7	5.6
고등어과	Scombridae sp.											4		4	3.0
농어목	Perciformes sp.				4									4	2.9
붕장어과	Congridae sp.							4						4	3.1
셋돔과	Centrolophidae sp.		4											4	3.0
엘통이	<i>Maurolicus japonicus</i>		27	19		27	5	16	4					99	76.2
황불락	<i>Sebastes owstoni</i>				4				4					8	6.3
Sum			31	19	8	27	5	20	8	4		4	3	130	100
%			23.7	15.0	5.8	21.0	3.7	15.5	6.8	3.2		3.0	2.4	100	

Table 4. Larval fish composition off Dokdo in February, 2010 (indiv./1,000 m³)

Korean name	Scientific name	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	St.10	St.11	St.12	Sum	%
불락	<i>Sebastes inermis</i>				2									2	16.9
엘통이	<i>Maurolicus japonicus</i>		3						3					6	43.0
임연수어	<i>Pleurogrammus azonus</i>							6						6	40.0
Sum			3		2			6	3					14	100
%			21.4		16.9			40.0	21.7					100	

Table 5. Larval fish composition off Dokdo in May, 2010 (indiv./1,000 m³)

Korean name	Scientific name	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	St.10	St.11	St.12	Sum	%
멸치	<i>Engraulis japonicus</i>	142	272			107	3	714	1795	10		7		3051	98.2
엘통이	<i>Maurolicus japonicus</i>	14				5		30		5				54	1.8
기름가자미	<i>Glyptocephalus stelleri</i>	3												3	0.1
Sum		159	272			112	3	744	1795	15		7		3108	100
%		5.1	8.8			3.6	0.1	23.9	57.8	0.5		0.2		100	

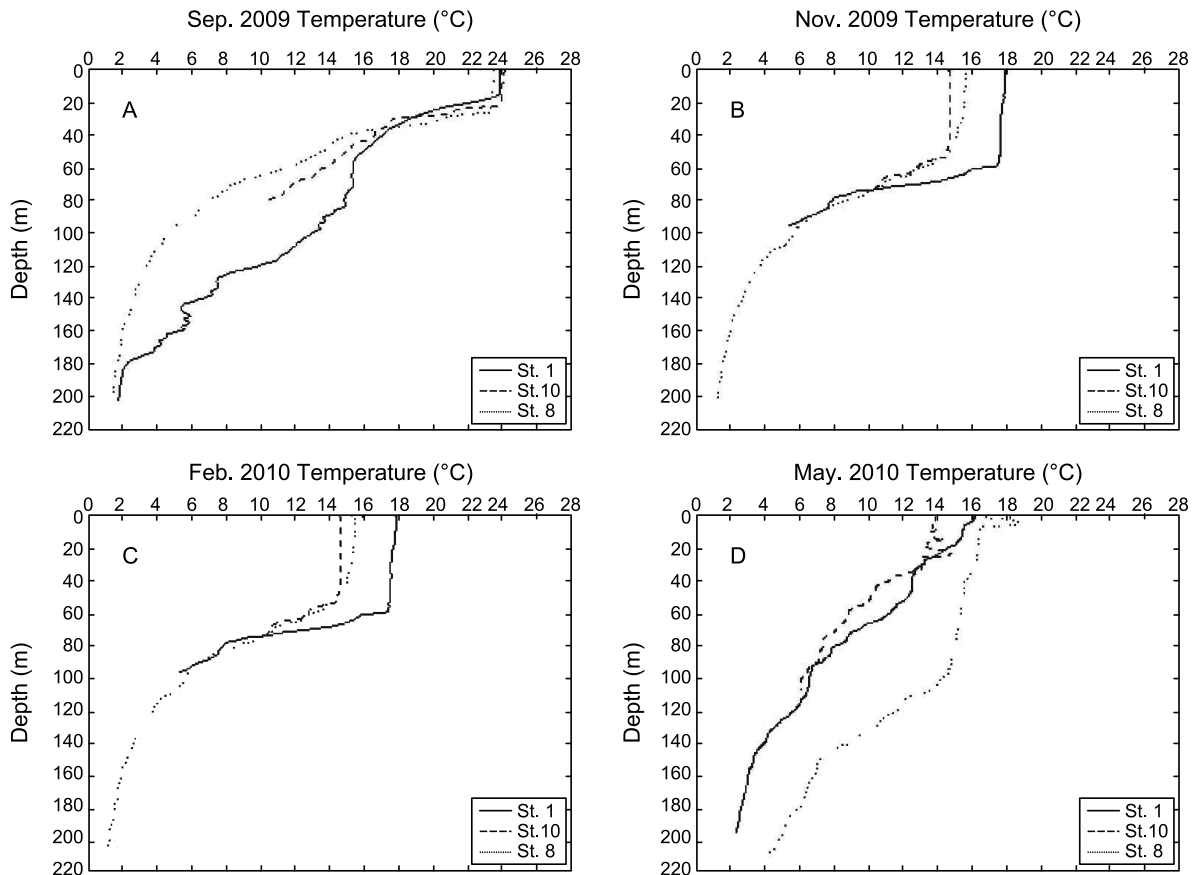


Fig. 3. Vertical distribution of sea water temperature at three stations off Dokdo. (—: St. 1; - - : St. 10; ···: St. 8)

어종의 자치어도 9월과 11월에 출현하였다. 본 연구에서 출현한 자치어의 분류군수는 동일해역에서 1999년 9월과 2000년 5월에 출현한 16개 분류군 (Kim et al., 2002)보다 많았다. 하지만, 이 값은 조사 빈도의 차이로 인해 보육장으로 사용하는 분류군의 증감을 말하기는 어렵다.

조사 시기별로 보육장으로 활용하는 분류군의 수는 큰 차이가 있었다. 다양한 분류군이 출현하는 시기는 9월과 11월이었다 (Table 1). 동일 해역에서 실시된 Kim et al. (2002)의 조사 결과에서도 5월보다 9월에 다양한 분류군이 출현하였다. 비록 조사 자료가 빈약하지만 이러한 경향은 동해 서남부해역의 연안역 조사 (Lee et al., 1996; Han and Kim, 2007)와 유사하였다.

독도 주변해역에서 보육장으로 활용하는 해역의 표층수온 분포와 수직구조의 차이는 자치어의 분포에 큰 영향을 줄 수 있다. 멸치가 출현한 시기에 표층의 수온이 낮고 해역간 수온 구배가 1-2°C도 이상의 구배가 있을 때 분포 해역에 뚜렷한 차이가 나타났다. 하지만 수온이 높아진 9월에는 해역간 1°C 내외의 온도차는 멸치의 분포에 큰 영향을 주지 못했다. 엘통이는 멸치와 달리 조사해역의 깊이와 표층 혼합수층의 아래의 수온약층 두께의 영향을 받는 것으로 추정된다. 독도 연안에 인접한 정점 (St. 10 - 12)에는 엘통이가 전혀 출현하지 않았다. 이 해역은 엘통이가 선호하는 표층 혼합수층의 수온약층 (Kim and Yoo, 1999)의 두께가 외양역보다 얇기 때문일

것이다.

수중다이빙과 낚시를 이용한 독도주변의 어류상 조사에서 가을철에 제주도 남부 연안에 흔하게 관찰되는 자리돔과 줄도 화돔 군락이 출현하였다 (Myoung, 2002). 본 연구에서도 자리돔의 자치어가 출현하였다. 이 종의 출현빈도는 낮고, 출현량은 적지만 독도주변해역을 보육장으로 이용하고 있을 가능성이 높다. 이 종과 더불어 갯비늘치, 고등어과, 셋돔과, 갈창갯장어 등의 난류성 어종의 자치어 출현은 자리돔을 포함한 난류종들이 독도해역을 자치어의 보육장으로 활용 가능성을 높여주고 있다.

본 연구 결과를 통해 독도 주변해역은 연안성종, 난류종, 중층성 등의 다양한 종의 자치어 보육장이었다. 조사 시기에 따른 자치어의 분포와 종조성의 변화는 독도주변해역의 보육 환경에 큰 변화가 있음을 시사한다. 즉, 보육환경에 가장 큰 영향을 주는 요인은 표층의 수온분포 변화와 수층의 수직구조 일 것이다.

사 사

이 연구는 국립수산과학원 (독도 주변해역의 생태계기반 수산자원연구, RP-2010-FR-049)에 의해 수행되었습니다. 논문의 보다 높은 질적 수준을 위해 세심하게 검토하여 주신 의명의 세분 심사위원회 감사드립니다.

참고문헌

- Chang KI, Kim YB, Suk MS and Byun SK. 2002. Hydrography around Dokdo. *Ocean and Polar Res.* 24, 369-389.
- Cho HJ, Moon CH, Yang HS, Kang WB and Lee KW. 1997. Regeneration processes of nutrients in the polar front area of the East Sea. III. Distribution patterns of water masses and nutrients in the middle-northern East Sea of Korea in October, 1995. *J Korean Fish Soc* 30, 393-407.
- Eschmeyer WN. (ed.) 2010. Catalog of fishes electronic version (25 October 2010).
- Han KH and Kim DK. 2007. Quantitative variation and species composition of ichthyoplankton in coastal waters of Uljin, Korea. *Korean J Ichthyol* 19, 332-342.
- Jung SG. 2008. Spatial variability in long-term change of climate and oceanographic conditions in Korea. *J Environ Biol* 29, 519-529.
- Kim S and Yoo JM. 1999. Distribution of eggs and larvae of *Maurolicus muelleri* in the thermal front of the Korea Strait. *Korean J Ichthyol* 11, 62-71.
- Kim S, Kim CG, Oh J, Kim BJ, Seo HS, Kim WS and Lee YH. 2008. Genetic similarity between the South Atlantic and the western North Pacific *Maurolicus* (Stomiiformes: Actinopterygii) taxa, *M. walvisensis* Parin and Kobylansky and *M. japonicus* Ishikawa: evidence for synonym. *J Fish Biol* 72, 1201-1214.
- Kim S, Yoo JM and Lee EK. 2002. Species composition of fish eggs and larvae in spring and autumn around Dokdo in the East Sea of Korea. *Ocean and Polar Res* 24, 443-448.
- Lee EK, Yoo JM, S Kim and Lee YC. 1996. Vertical distribution of Anchovy, *Engraulis japonicus* larvae in the Korea Strait. *Korean J Ichthyol* 8, 47-56.
- MOMAF. 2000. Report in basic study for ecosystem of Dokdo. MOMAF, 223-318.
- Myoung JG. 2002. The fish fauna around Dok-do in the East Sea, Korea. *Ocean and Polar Res* 24, 449-455.
- Nakabo T. (ed.) 2002. Fishes of Japan with pictorial keys to the species, English edition. Tokai Univ Press, Japan, 1749.
- Okiyama M. (ed.) 1988. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai Univ Press, Japan, 1154.

2010년 10월 27일 접수
 2010년 11월 18일 수정
 2010년 12월 3일 수리