

봄철의 韓國 南海 멸치와 정어리卵 分布 및 減少率의 比較

金鎮瑛 · 金柱一 · 崔光崐
國立水產振興院 沿近海資源科

Comparisons of Egg Distribution and Mortality Rate between Anchovy and Sardine during Spring in the Southern Waters of Korea

Jin-Yeong KIM, Joo-Il KIM and Gwang-Ho CHOI
Coastal and Offshore Fisheries Resources Division, National Fisheries Research and Development Agency Yangsan, Kyungnam 626-900, Korea

Egg distribution and mortality rate for anchovy, *Engraulis japonica*, and sardine, *Sardinops melanosticta*, during spring in the southern waters of Korea were estimated using the data from ichthyoplankton surveys conducted from March to April 1991, 1992.

Anchovy and sardine eggs were found simultaneously in high density in the southwestern waters of Tsushima Island during March 1991 and late in March~early in April 1992. Distribution areas of anchovy and sardine eggs in 1992 was extended to the middle area of the southern waters compared to 1991.

Sea surface temperatures in the survey area ranged from 8.6 to 17.8°C. Anchovy and sardine eggs occurred with high densities between 14° and 15°C. Instantaneous mortality coefficients were estimated to be 0.268/day for anchovy, and 0.132/day for sardine during 4~15 March in 1991.

序 言

멸치와 정어리는 表層에서 群集을 이루며 棲息하는 多獲性 浮魚類로서 再生産力이 높고 壽命이 짧으므로 加入量의 增減에 따라 資源量은 크게 변동한다(金과 金, 1991; 近藤 等, 1976). 우리나라 沿岸의 멸치 漁獲量은 1960年代 以前에는 5만톤 이하의 낮은 水準이었으나 1960年代 후반부터 增加하기 시작하여 1974年 이후 10~20만톤의 높은 수준에서 變動하고 있다. 정어리는 1930年代의 好況 이후 크게 激減하여 우리나라 연근해에서 거의 漁獲되지 않았으나 1970年代 중반부터 다시 우리나라 近海에서 어획량이 增加하기 시작하여 1980年代에 年 10~20만톤을 어획하였으며 1990年 이후 다시 감소추세에 있다(Nakai, 1962; 農林水産部,

1961~1992).

어류의 種間 競爭關係에 대하여는 生態系에서 동일 서식처를 이용할 경우에 여러 형태의 關係가 보고되고 있다(Smith and Lasker, 1978). 특히 자원량 의 變動이 심한 멸치와 정어리의 경우에는 동일한 海域에 棲息하며 産卵場을 형성하는 등 켈리 포니아 近海, 페루 近海에서 相互 競爭關係에 있다고 研究된 바 있다(Muck *et al.*, 1989; Lluch-Belda *et al.*, 1991). 日本 西部沿岸의 정어리와 멸치는 資源의 增減에 逆相關關係가 있으며, 겨울철의 쿠로시오 流路와 強勢에 따른 環境變化가 加入에 영향을 미친다(Kondo, 1991).

멸치는 우리나라 全沿岸에 걸쳐서 봄부터 가을 까지 分布하며 産卵場을 形成하나 겨울이 되면 南海 外海域과 일본 큐슈沿岸域에서 越冬한다(張 等,

1980). 우리나라 연안에는 4월 이후 멸치의 産卵場이 형성되며(金, 1983), 그 以前의 산란장 형성에 관한 연구는 많지 않다. 정어리는 겨울부터 봄철에 걸쳐 南海東部 外海側과 日本 큐슈西南海에서 産卵場을 形成하며 産卵을 마친 정어리魚群은 봄부터 여름에 걸쳐서 동해북부와 북해도 周邊까지 北上回遊하고, 가을이 되면 다시 産卵場으로 南下回遊한다(Nakai, 1962; 近藤 等, 1976). 따라서 우리나라 연근해에 분포하는 멸치와 정어리는 겨울부터 봄철에 걸쳐서 南海外海와 일본 큐슈沿岸域에서 함께 棲息하는 것으로 推定될 뿐 産卵場 分布와 種間 關係에 관한 연구는 아직 없다.

따라서 本 研究에서는 우리나라 南海岸에서 3~4월에 形成되는 멸치와 정어리의 卵分布海域과 減少率을 比較하므로써 우리나라 沿岸 産卵場의 初期生活期 棲息特性에 대하여 研究하고자 하였다.

材料 및 方法

1991년과 1992년의 3~4월에 한국 남해안의 각 조사정점에서 口徑 45cm, 網目 333 μ m의 採集網으로 底層에서부터 表層까지 1~1.5m/sec의 速力로 垂直 引網하여 卵을 採集하였다(Fig. 1). 採集網에는 濾水計를 부착하여 각 採集時의 濾水量을 換算하였고 水深을 加算하여 해수면 1m²당 個體數로써 卵分布圖를 作成하였다. 한편 表面水溫은 魚卵의 採集과 동시에 觀測하여 表面水溫 分布圖를 작성하였다.

멸치와 정어리의 卵은 採集된 시료중에서 分類

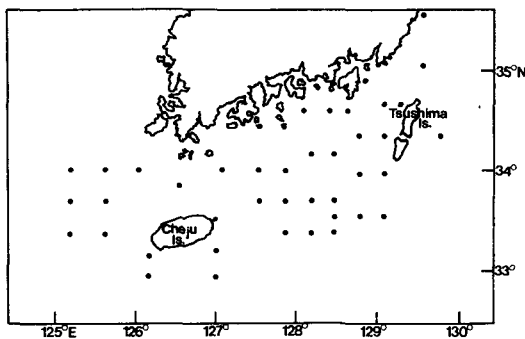


Fig. 1. Typical sampling stations in the surveyed area from March to April 1991, 1992. Marked dots indicate sampling stations.

하여, 金(1981)에 의하여 定正하였다. 卵時期는 囊胚形成 이후 배체의 꼬리가 난황을 이탈하기 직전까지의 胚體形成前期卵과 孵化直前까지의 胚體形成後期卵으로 구분하여, 각 발생단계의 密度를 推定하였다. 각 발생 단계별 소요시간은 卵 분포해역의 平均水溫을 服部(1983)와 渡部(1983)의 추정식에 적용하여 각 발생단계의 中間값으로 하였다. 멸치와 정어리 卵의 瞬間減少係數(Z)는 胚體形成前期(i)와 胚體形成後期(j)에 대한 發生所要時間(t_i, t_j)과 發生段階別 密度(P_i, P_j)를 식(1)에 적용하여 분석하였다.

$$Z = \frac{\ln P_i - \ln P_j}{t_j - t_i} \dots\dots\dots (1)$$

結 果

1. 表面水溫의 分布特性

1991년과 1992년 3~4월의 表面水溫 分布는 Fig.

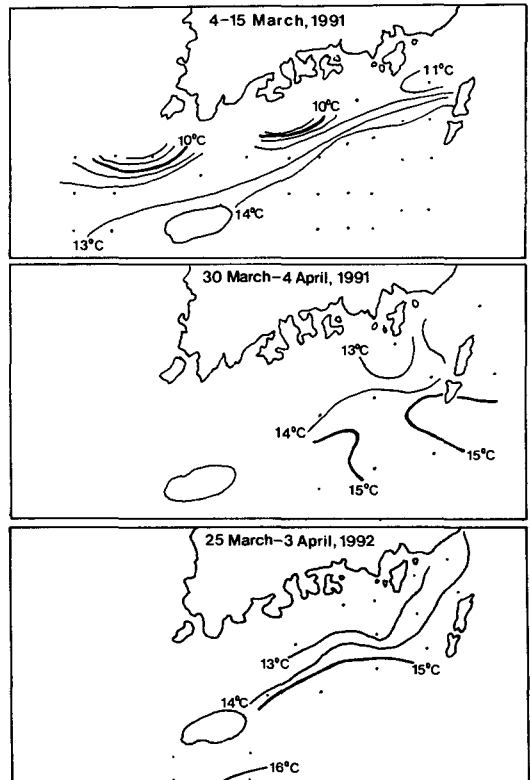


Fig. 2. The spatial distribution of sea surface temperatures in the southern waters of Korea.

2와 같다. 1991年 3月 4~15日의 水溫分布을 보면 남해안의 水溫範圍는 8~15°C로서 南海 西部 및 中部沿岸域은 8~9°C의 낮은 水溫을 보였으나 南海 東部沿岸인 巨濟島 周邊에서는 11°C의 等溫線이 分布하였다. 濟州島~對馬島間에서는 13~14°C 等溫線이 分布하였으며 外海로 갈수록 沿岸에 比하여 高水溫이 分布하는 傾向을 보였다. 南海 東部 및 中部海域에서는 10~14°C의 水溫前線이 조밀하게 分布하였다.

1991年 3月 30日~4月 4日의 南海岸 水溫範圍는 12~16°C로 上昇하였다. 沿岸側의 水溫은 12~14°C로서 3月初에 比하여 3~4°C 높아졌으며, 濟州島~對馬島 주변에서는 14~15°C를 나타내었다. 1992年 3月 25日~4月 3日의 表層水溫은 13~16°C, 남해중부 및 남해동부 연안에서는 13°C 内外, 濟州島~對馬島間 海域에서는 14~15°C, 濟州島 南部海域에서는 16°C 내외로서 1991年에 比하여 高水溫을 보였다.

2. 멸치와 정어리卵 分布域 比較

1991年, 1992年 3~4月의 멸치와 정어리 卵 分布 海域 및 分布密度를 比較하였다(Fig. 3, 4). 1991年 3~4月에는 멸치卵은 높은 密度로 분포하였으나, 정어리卵은 3月 4~15日의 분포밀도만 높았을 뿐, 3月 30日~4月 4日에는 극히 낮은 密度의 분포를 보였다. 分布海域을 比較하면 3月 4~/15日의 멸치卵은 濟州島와 對馬島 以南海域에서 분포하였으며 主分布域은 濟州島 東岸과 對馬島 西南方해역인 반면에, 3月 30日~4月 4日에는 남해동부해역의 對馬島 東南方에서 분포의 중심을 나타내었다. 정어리 卵은 3月 4~15日에는 濟州島~對馬島間 이남 海역에서 分布하였으나 3月 30日~4月 4日의 분포역은 對馬島 남부의 극히 일부해역에 한정되었다. 따라서 1991年에는 3月 4~15日에 對馬島 南西해역에서 멸치卵과 정어리卵이 同時에 분포한 것으로 나타났다.

1992年 3月 25日~4月 3日의 멸치와 정어리卵 分

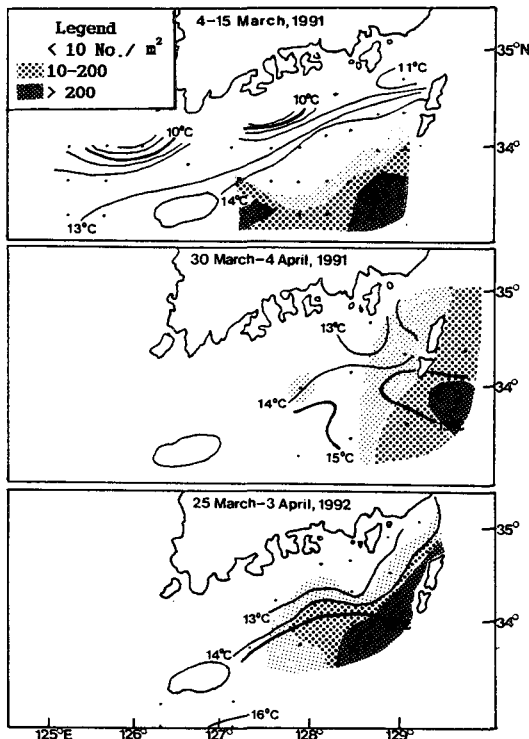


Fig. 3. The spatial distribution of anchovy, *Engraulis japonica*, eggs and sea surface temperatures in the southern waters of Korea.

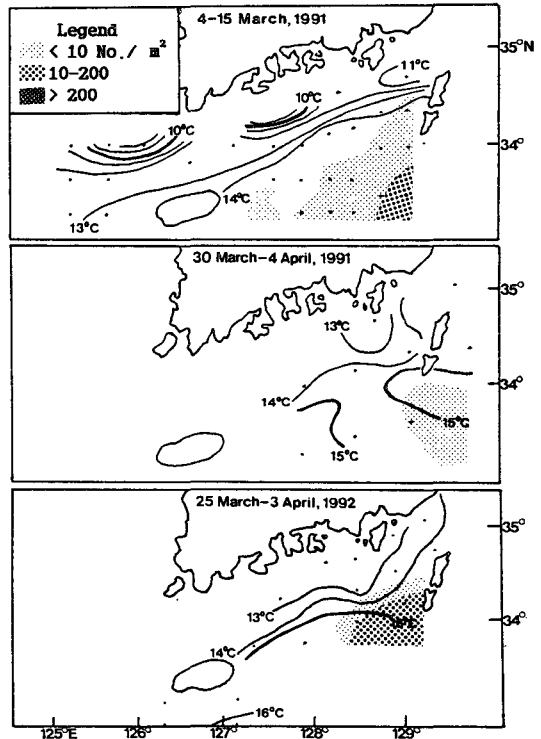


Fig. 4. The spatial distribution of sardine, *Sardinops melanosticta*, eggs and sea surface temperatures in the southern waters of Korea.

布域을 비교하면 멸치卵은 對馬島周邊 海역을 중심
으로 남해중부 외해역으로부터 동해남부 연안역까
지 분포하였으나, 정어리卵은 對馬島 西南部海域에
서만 採集되므로써 멸치卵에 비하여 남쪽으로 치우
친 좁은 海역으로 나타났다. 따라서 3月하순과 4月
초순 사이의 卵分布密度를 1991年과 1992年間 비교
할 때, 정어리卵은 1991年보다 1992년에 분포밀도가
월등히 높았으며, 멸치와 정어리卵의 분포해역은 서
로 중첩되는 경향이 강하였고, 이들의 분포범위는
남해중부 외해역까지 확장되어 對馬島 남서부해역
을 중심으로 높은 密度를 보였다.

3. 卵 分布密度와 水溫의 關係

멸치 및 정어리卵 분포와 등온선의 분포를 비교
하면 멸치와 정어리卵의 주 분포역은 14℃ 이남해
역으로 나타났다(Fig. 3, 4). 한편 각 정점의 분포
밀도와 水溫의 關係를 비교하면(Fig. 5), 멸치卵은
10.8~15.4℃, 정어리卵은 12.4~15.4℃에 分布하므로
써 멸치卵 분포역의 水溫범위가 정어리卵 분포역
보다 넓은 경향을 보였으며, 멸치와 정어리卵의 分
布密度가 비교적 높은 水溫범위는 14~15℃였다.
1991年과 1992年間に 卵出現 水溫範圍를 비교하면,
1991년에는 멸치卵이 출현한 水溫범위가 10.8~
15.3℃, 정어리卵이 출현한 水溫범위가 13.9~15.2℃
였으며, 멸치는 15.0℃에서, 정어리는 14.0℃에서 가
장 高密度를 보였다. 그러나 1992년의 멸치 및 정
어리卵 分布密度와 水溫의 關係를 보면 멸치 卵은
13.9~15.4℃, 정어리卵은 12.4~15.4℃에서 分布하였
으며, 가장 高密度를 보인 정점의 水溫은 멸치가
14.9℃, 정어리가 15.4℃였다.

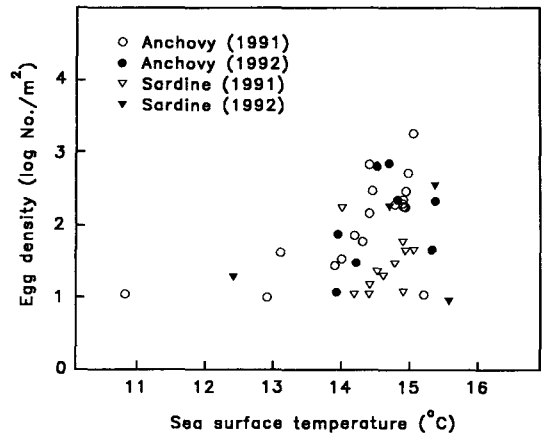


Fig. 5. Sardine and anchovy egg distributions as related to temperatures in the southern waters of Korea.

4. 發生段階別 平均密度와 瞬間減少係數

멸치와 정어리卵의 발생단계별 分布密度와 瞬間
減少係數를 비교하였다(Table 1). 멸치卵의 발생단
계별 分布密度를 보면, 1991年 3月 4~15日에는 胚
體形成前期의 卵이 360 粒/10m², 胚體形成後期의
卵이 248 粒/10m²로 분포하였다. 그러나 3月 30
日~4月 4日에는 胚體形成前期 卵의 密度가 증가
하여 1,900 粒/10m²를 나타내었으며, 胚體形成後期
의 卵은 447 粒/10m²의 낮은 밀도를 보였다. 1992年
3月 25日~4月 3日의 胚體形成前期와 胚體形成後
期 卵의 밀도는 각각 310 粒/10m², 40 粒/10m²로
減少하였다.

Table 1. Density in each developmental stage and instantaneous mortality coefficients of anchovy and sardine eggs

Unit □ Density: No./10m²
Age: Day

Species	Sampling Period	Mean Temperature (°C)	Embryo Stage				Instantaneous Mortality Coefficient
			1st		2nd		
			Density	Age	Density	Age	
Anchovy	4~15 Mar. 1991	14.3	360	2.20	248	3.59	0.268
	30 Mar.~4 Apr. 1991	14.3	1,900	2.20	447	3.59	1.041
	25 Mar.~3 Apr. 1992	14.9	310	2.05	40	3.34	1.587
Sardine	4~15 Mar. 1991	14.6	49	1.47	42	2.64	0.132
	30 Mar.~4 Apr. 1991	15.1	46	1.37	-	2.47	-
	25 Mar.~3 Apr. 1992	14.2	28	1.55	261	2.78	-

정어리 卵의 발생단계별 分布密度를 보면 1991년 3월 4~15일에는 胚體形成前期와 胚體形成後期 卵의 密度가 각각 49 粒/10m², 42 粒/10m²를 나타내었다. 1991년 3월 30일~4월 4일에는 胚體形成前期의 卵만이 나타났으며, 1992년 3월 25일~4월 3일에는 胚體形成前期와 胚體形成後期の 卵이 각각 28 粒/10m², 261 粒/10m²를 나타내므로써 발생단계가 진행될수록 분포밀도가 높아지는 경향을 보였다.

卵 分布海域의 平均水溫을 비교하면 멸치는 14.3~14.9℃, 정어리는 14.2~15.1℃였다. 平均水溫에 의해 추정된 發生所要時間은 1991년 3월 4~15일 採集卵의 경우, 멸치는 產卵時부터 胚體形成前期까지 2.20일, 胚體形成後期까지 3.59일로 나타났으며, 정어리의 경우에는 產卵時부터 胚體形成前期까지 1.47일, 胚體形成後期까지 2.64일로서 멸치에 비하여 發生所要時間이 짧은 경향을 나타내었다. 3월 末~4월 初 採集卵의 경우에도 정어리 卵의 發生所要時間이 멸치 卵보다 1일 가량 짧은 경향을 나타내었다.

멸치와 정어리 卵이 동시에 채집된 1991년 3월 4~15일의 出現卵群의 瞬間減少係數를 胚體形成前期와 胚體形成後期の 分布密度로부터 추정하면, 멸치는 0.268/日, 정어리는 0.132/日을 나타내므로써 멸치의 瞬間減少係數가 높게 나타났다. 한편 1991년과 1992년 3월 末~4월 初의 멸치卵 瞬間減少係數는 1.041/日과 1.587/日을 나타내므로써 1991년 3월 4~25일의 出現卵에 비하여 높은 값을 보였다.

考 察

한국 남해안의 멸치卵 分布水溫은 11~21℃로서 水溫前線을 중심으로 沿岸域과 外海域으로 分布域이 區分되며, 정어리의 卵 分布水溫은 14~19℃로서 外海域에 주로 분포하였다(金, 1983; 金과 朴, 1981). 본 연구에서는 東海南部 및 南海東部海域의 水溫範圍가 8~17℃였으며(Fig. 2), 멸치와 정어리 卵이 주로 분포하는 해역은 13~15℃의 暖流水域으로서 金(1983) 및 金과 朴(1981)에 비하여 분포해역의 水溫範圍가 매우 좁게 나타났다(Fig. 3, 4). 특히 남해동부연안과 對馬島 북서해역이 13℃ 미만인 1991년 3월 初旬부터 中旬에는 멸치와 정어리의 卵이 14℃ 등온선 이남의 暖流域에서만 분포하였으나, 남해동부 및 동해남부해역까지 暖流勢力이 접안하여 水溫이 13℃이상으로 상승한 1991, 1992년의 3월 末~4월 初旬에는 멸치卵은 동해남부연안과

지, 정어리卵은 對馬島以東海域까지 북상하여 분포하였다. 韓國 南海岸은 南海 沿岸水와 暖流水間에 前線을 형성하고, 暖流의 세기와 영향을 미치는 해역은 계절에 따라 차이가 있으며, 暖流勢力의 확장에 따라 멸치가 북상회유함을 고려하면(金과 張, 1984; 張等, 1980), 멸치와 정어리의 產卵場도 暖流勢力의 확장과 함께 우리나라 남해와 동해남부 연안으로 북상이동된다고 판단된다.

멸치와 정어리는 미국 캘리포니아近海, 페루沿岸 및 日本 太平洋側등의 동일한 해역에서 產卵場을 形成하여 棲息處競爭을 하므로써 資源量 增減에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Lluch-Belda *et al.*, 1991; Kondo, 1991; Muck *et al.*, 1989). 우리나라 沿岸의 두 種에 대한 產卵期를 비교하면 멸치의 產卵期는 3~10월, 정어리의 產卵期는 12~6월로서 본조사에서 멸치와 정어리卵이 동시에 채집된 3~4월은 정어리에게는 產卵後期이며, 멸치에게는 產卵前期에 해당된다(임 등, 1970; 임과 옥, 1977; 金과 朴, 1981). 그러므로 우리나라 연안의 멸치와 정어리는 정어리의 產卵後期이며 멸치의 產卵前期인 3~4월에 濟州島로부터 對馬島에 이르는 南海東部 및 東海南部 外海域에서 成魚의 產卵期와 初期生活期の 卵仔魚시기에 同一棲息處에서 생활하는 것으로 추정될 뿐이다. 따라서 이들의 구제적인 種間關係에 관하여는 卵分布域의 海洋構造, 環境生物과의 被飽食關係등을 통한 계속적인 연구가 필요하다고 생각된다.

1991년 3월 初旬부터 中旬에 分布하는 卵을 발생단계별로 나누어서 瞬間減少係數를 구한 결과, 멸치卵은 0.268/日, 정어리卵은 0.132/日였고, 이를 生殘率로 계산하면 멸치의 卵은 1日 76%, 정어리의 卵은 1日 88%로서 정어리의 1日 生殘率이 높게 분석되었다. 멸치와 정어리의 卵 孵化 所要時間은 水溫에 따라 다르나 1991년 3월과 같이 平均 水溫이 14~15℃인 경우에는 멸치卵은 약 4日, 정어리卵은 약 3일이 소요된다(服部, 1983; 渡部, 1983). 이에 따라 계산된 卵 기간의 生殘率은 멸치는 약 34%, 정어리는 약 67%로 계산된다. 이를 다른 해역의 卵 生殘率과 비교하면 남해 연안해역인 南海島~巨濟島에서의 멸치卵 平均生殘率은 약 42%(金, 1992), 캘리포니아 연안에서는 멸치卵이 84%, 정어리卵이 36%(Hewitt, 1985; Wolf and Smith, 1985)로써, 멸치卵의 경우에 南海沿岸과 캘리포니아 近海에 비하여는 낮은 값을 나타내었고 정어리 卵은 캘리포니아 近海에 비하여 높게 나타났다. 魚卵의 死亡은 海流에 의한 부적합해역으로의 輸送,

環境生物에 의한 飽食 등의 원인을 들 수 있다 (Frank and Leggett, 1981; Power, 1986). 아울러 卵 및 仔稚魚는 密度從屬의인 영향을 받으므로 密度가 높을수록 飽食에 의한 減少率은 높아진다. 따라서 우리나라 남해안의 멸치와 정어리 卵의 減少率 差의 長期變動 및 變動要因에 관하여는 더욱 많은 연구가 필요하다.

한편 1991년과 1992년의 3月末부터 4月初에 걸쳐서 채집된 멸치卵은 瞬間減少係數는 1.041/日 및 1.587/日로서 1991년 3月初, 中旬의 採集卵에 비하여 월등히 높은 값을 나타내었다. 3月末~4月初에 분포한 정어리卵은 1991년에는 胚體形成前期에 있는 卵만이 분포하였으며, 1992년에는 胚體形成後期の 卵 密度가 월등히 높아지므로써 發生段階別 分布密度에 의한 瞬間減少係數를 계산할 수 없었다. 이와 같이 分布密度가 急増한 胚體形成後期の 卵은 産卵後 2~3일이 경과되었으며(渡部, 1983), 主 分布海域인 對馬島 주변이 暖流가 東海로 진입하는 위치에 있고 暖流의 세기가 매년 변화함을 고려하면(金과 張, 1984; 張 等, 1980), 胚體形成後期の 멸치 및 정어리 卵은 海流에 의한 輸送이 일어나므로써 조사해역에 移入 또는 移出되어 해에 따라서 分布密度의 增減을 일으킬 수도 있다. 따라서 本研究에서 추정된 瞬間減少係數는 卵의 死亡외에도 海流의 輸送에 의한 卵의 移入과 移出이 포함된 값으로 해석할 수 있으며, 死亡係數의 分離는 卵의 輸送에 관한 研究가 병행되어야 가능하다고 생각 된다.

要 約

1991년과 1992년의 3~4월에 韓國 南海岸에서 魚卵을 採集하여 멸치와 정어리 卵 分布域의 變動을 비교하고 發生 段階別 分布密度로써 減少率을 추정하였다.

멸치와 정어리 卵은 1991년 3월과 1992년 3月末~4月初에 對馬島 남서해역에서 同時에 높은 밀도로 분포하였다. 특히 1992년에는 1991년에 비하여 멸치와 정어리卵 分布範圍가 남해중부 외해역까지 擴張되어 있었다.

調査海域의 表層水溫은 8.6~17.8℃였으며, 멸치와 정어리 卵의 대부분은 14~15℃에서 出現하였다. 1991년 3월 4~15일에 있어서 卵의 發生段階別 分布密度로부터 추정된 瞬間減少係數를 비교하면 멸치는 0.268/日, 정어리는 0.132/日로서 정어리 卵

卵의 1日 減少率이 멸치에 비하여 낮은 경향을 보였다.

References

- Frank, K.T. and W.C. Leggett. 1981. Wind regulation of emergence times and early survival in capelin(*Mallotus villosus*). Can. J. Fish. Aqua. Sci., 38, 215~223.
- Hewitt, R.P. 1985. The 1984 spawning biomass of the northern anchovy CalcoFL, 26, 17~25.
- Kondo, K. 1991. Interspecific relation between Japanese sardine and anchovy populations that reflects the essential mutual relation between fluctuation mechanisms of the two species based on "organisms-environment" coupling, 129-135. In Long-term variability of pelagic fish populations and their environment. eds., T. Kawasaki, S. Tanaka, Y. Toba and A. Taniguchi. Pergamon Press, Oxford, England.
- Lluch-Belda, D., D. B. Lluch-Cota., S. Hernandez-Vazquez, C. Salinas-Zavala, and R. A. Schwartzlos. 1991. Sardine and anchovy spawning as related to temperature and upwelling in the California Current System. CalCOFI Rep., 32, 105~111.
- Muck, P., B. Rojas de Mendiola and E. Antonietti. 1989. Comparative studies on feeding in larval anchoveta(*Engraulis ringens*) and sardine(*Sardinops sagax*), 86~96. In The Peruvian upwelling ecosystem: Dynamics and interactions. eds., D. Pauly, P. Muck, J. Mendo, and I. Tsukayama. ICLARM.
- Nakai, Z. 1962. Studies relevant to mechanisms underlying the fluctuation in the catch of the Japanese sardine, *Sardinops melanosticta*(Temminck & Schlegel), Japan. J. Ichthy., 9, 1~115.
- Power, J. H. 1986. A model of the drift of northern anchovy, *Engraulis mordax*, larvae in the California Current. Fish. Bulletin., U.S. 84(3), 585~603.
- Smith, P.E. and R. Lasker. 1978. Position of larval fish in an ecosystem. Rapp. P.-V. Réun. Cons. Int. Explor. Mer., 173, 77~84.
- Wolf, P. and P.E. Smith. 1985. An inverse egg pro-

- duction method for determining the relative magnitude of Pacific sardine spawning biomass off California. CalcoFI Rep., 26, 130~138.
- 近藤惠一·掘義彦·平本紀久雄. 1976. 마이ワ시의 生態と資源. 水産研究叢書(30), 68p.
- 腹部茂昌. 1983. 카タク치이와시 卵의發育速度と溫度との關係. 第15回南西海區プロツク内海漁業 研究會報告, 59~64.
- 渡部泰輔. 1983. 解析·評價手法의 現狀. 1. 卵數法 9~29. 水産資源의 解析과 評價. 石井丈夫 編. 恒星社 厚生閣刊.
- 金福起·張大壽. 1984. 韓國 南海岸의 海流와 潮流에 關하여. 水振研究報告 33, 7~20.
- 金容億. 1981. 韓國沿近海 魚卵·稚仔 圖鑑. 釜山水産大學, 109p.
- 金鎮瑛. 1983. 韓國南海 및 西海 沿岸海域에서의 멸치 卵稚魚의 分布. 韓水誌, 16(4), 401~409.
- 金鎮瑛. 1992. 韓國 南海 멸치, *Engraulis japonica*의 初期生活史와 加入. 釜山水産大學校 大學院 理學博士 學位論文, 139p.
- 金鎮瑛·金柱一. 1991. 韓國南海岸 멸치의 卵 仔魚 密度와 加入. 水振研究報告, 45, 101~107.
- 金鎮瑛·朴永喆. 1981. 韓國 近海産 정어리의 産卵과 成熟에 대하여. 水振研究報告, 27, 81~91. 農林水産部. 1961~1992. 農林水産統計年報.
- 朴永喆·金鎮瑛. 1981. 韓國 近海産 정어리의 年齡과 成長. 수진연구보고, 27, 71~79.
- 임주열·옥인숙. 1977. 한국근해에 있어서 멸치난 치자어의 출현분포에 관한 연구. 수진연구보고, 16, 73~85.
- 임주열·조문규·이미자. 1970. 한국근해에 있어서 어란치자어의 출현분포. 수진자원조사보고, 8, 7~30.
- 張善德·洪性潤·朴清吉·陳平·李秉錡·李澤烈·姜龍柱·孔泳. 1980. 멸치資源의 回遊에 관한 研究. 釜山水大 海研報, 12, 1~38.

1994년 2월 24일 접수

1994년 5월 7일 수리