앵강만 정치망 어장의 멸치 어황변동 특성

이 규 형

전남대학교 해양기술학부

Characteristics of fishing condition variation of anchovy in the set net fishing ground of Anggang bay, korea

Gyu-Hyong LEE

Division of Marine Technology, Chonnam National University, Yeosu, Chonnam 550-749, Korea

In order to elucidate the mechanism of fishing condition variation of anchovy in the set net fisheries of Anggang Bay, the monthly catch of anchovy was analyzed and examined based on the data acquired from 2006 to 2010 in 13 different fishing grounds. Anchovy consistently appeared from April to December and reached the production of 840 to 1,424 t (average : 1,228 t), with a big annual variation. However, anchovy production in this area accounts for approximately 75% of the production by set net in Anggang Bay whereas it holds 6.8% of the nationwide production (=18,034 t) by set net. The school of anchovy starts to appear in April at the west mouth of the bay and move north-eastward. Afterward, having three of clockwise turns in the middle of the bay, they scatter to swim into the deep place of the bay and finally go out to turn back to their coming way. These behaviors of anchovy are likely related to thermal fronts as well as distributions of food. The production of anchovy (y, kg) relied greatly on frequencies of effective northeasterly (x_1) or northwesterly (x_2) wind ($\leq 3.5\text{m/s}$) which blow between April and June. Their relationships are as follows: $y = 1086.27 + 21.499x_1 - 15.16x_2$ ($r=0.901$). Consequently, we concluded that the northeasterly wind, which appears in the breeding season of spring, played a role to retard the movement of anchovy school to the eastern sea, while the northwesterly wind inhibits the invasion of anchovy school into the bay.

Keywords: Anggang bay, Fishing condition, Set net, Anchovy

서 론

우리나라 남해안의 남해도 남단에 위치한 앵강만은 남북방향 길이 약 7.7km, 만 입구 약

4.8km로, 660m미만의 산에 둘러싸여 오목하게 들어간 형태의 소규모 내만이다. 대조차는 약 2.8m로 (KHOA, 2010) 남쪽으로 외해와 소통하

*Corresponding author: eqhyong@chonnam.ac.kr Tel: 82-61-659-7141, Fax: 82-61-659-7149

며 수심이 약 10–20m인 천해이다 (Fig. 1). 일반적으로 육지에 둘러싸인 내만은 외해의 파도와 같은 물리적 영향으로부터 보호되고 있을 뿐 아니라 영양염이 풍부하여 수산자원생물의 서식처 및 산란장으로서 중요한 역할을 한다 (Rho et al., 2004). 이 만은 현재 소규모의 가두리 양식장 이외에 정치망 13개가 산재하여 있으며 (Fig. 1), 주변 가까이에 공장 및 인구 밀집지역이 없으므로 남해안에서 점차 증가하는 유기오염의 영향이 적어, 연안어업이 크게 쇠퇴하는 다른 지역과 달리 1938년 이후 천해의 정치망 어장역으로 이용되어 오고 있다 (E-dong Myun, 2008). 그러나 최근 앵강만은 인근지역의 토사 준설과 기선권 현상의 강도 높은 어획 등이 이루어지면서 멸치 생산량의 변동이 나타나 정치망 어업의 침체가 우려되고 있다.

한편, 이곳 정치망 어장역에서 대량으로 어획되는 멸치 (*Engraulis Japonica*)는 연안성, 표층 회유성, 난류성 어족으로서, 대마난류 세력의 확장과 함께 남해 연안쪽으로 집안 회유하여 대략 4월부터 산란을 시작하는 것으로 알려져 있다 (Chang et al., 1980). 우리나라 멸치의 연평균 생산량은 2006년에 26.5만톤으로 연근해 어획물 총 생산량 111만톤의 약 24%를 차지하는 주요 어종이며, 2000년대 초반에도 역시 19.7만톤–27.4만톤 까지 그 변동이 크다 (KFA, 2008). 이 멸치의 생산은 약 56% 내외가 기선권현망어업으로, 나머지가 정치망과 유자망 및 부망어업 등에 의하여 이루어지며, 총생산량 중 약 75%가 남해 중동부에서 어획되고 있다 (Park and Lee, 1991; NFRDI, 2010).

멸치에 관한 연구는 남해안 멸치의 난치자 분포 및 초기성장 (Lim and Ok, 1977; Kim and Kim, 1993), 해황과 어획변동에 관한 연구 (Park and Lee, 1991; Park et al., 2004)), 회유에 관한 연구 (Chang et al., 1980), 자원생물학적 연구 (Park and Lim, 1965; Cha, 1990; Cha and Park, 1994), 멸치 자원의 분포 특성 (Park et al., 1996) 등이 있

Fig. 1. Map showing spatial distribution of set net (box) and bathymetry (in meter) of Anggang bay.

다. 또한 인접지역의 경우, 앵강만 남쪽으로 인접한 여수연안에서 정치망어장의 개별 환경요인과 멸치 어획변동에 관한 연구 (Joo, 1994; Joo et al., 1998; Kim and Rho, 1996; 1994)와 남해도의 미조해역 (Cha, 2009a) 및 양화금해역 (Lee et al., 1988)의 어획량 변동 특성 연구 등 다수 있으나, 앵강만에서의 연구는 바다목장화 연구 모델지역 선정과 관련한 해양생태학적 연구 (KORDI, 1996)와 조하대에서의 저서동물 군집 연구 (Lim et al., 1999), 계절별 해황분포 특성 연구 (Lee and Han, 2011)가 있을 뿐, 상기 만내에서 중요한 이들 정치망 어장의 기본적인 어획과 해황에 관한 보고가 거의 없으며, 특히 만 전체를 대상으로 산재한 정치망 어장역의 어획변동 특성에 관한 연구는 국내외에서 전무한 실정이다.

따라서 본 논문은 앵강만 정치망어업의 멸치 생산량 변동기구를 규명하기 위한 연구의 일환으로, 앵강만에 산재한 정치망 어장별 멸치의 어획량을 분석하고 그 변동 특성을 살폈다.

재료 및 방법

앵강만내 13개 정치망 어장 (Fig. 1)의 어획량 및 그 변동 특성을 알아보기 위하여 생산량 조사는 계통판매율이 약 98%이상으로 비교적 신뢰 가능한 최근 5개년간 (2006년-2010년) 6개 해당 수협 (남해군수협, 삼천포수협, 여수수협, 경남정치망수협, 부산남포동수협, 중앙수협) 위탁 판매 실적을 이용하였다. 그리고 이를 토대로 현장을 수시 방문하여 각 어업자별 조업실태와 생산량 확인을 거쳐 유통과정 중 누락사항을 보완하여 어장별 어획 자료를 정리하였다. 여기서 상기한 수협에 위탁 판매한 건멸치 중량은 멸치의 평균 수율 약 21% (KSA, 1996)를 적용하여 생멸치 생산량으로 환산하고, 어장별 생산량 변동사항은 연도별, 월별로 정리하여 비교 분석하였다.

그리고 연도별로 월별 멸치 다획 중심 (10%이상 어획한 어장)역을 분석하여 멸치 어군의 앵강만 출입 실태와 잔류행동을 살피고, 어황에 크게 관여하는 봄철 산란기 (Ricker, 1954; Nakata, 1991; Lee et al., 2009) 4월부터 7월까지의 수온 그리고 먹이감 형성과 관계가 있는 인자로서 강우량과 유효풍 (저층까지 해수혼합을 일으킬수 있는 바람)일수 (Lee, 1993)를 검토하여 어획변동 실태를 검토하였다. 여기서 수온은 앵강만 인근의 남해군 상주리에서 국립수산물확원 산하

중요 배양장이 매일 측정한 값을, 강우량 및 바람 자료는 가까운 여수 기상대에서 관측한 일별 자료 (KMA, 2006-2010)를 이용하였다. 유효풍 (W , m/s)의 크기는 Pond and Pickard (1983)의 방법에 따라

$$W = D \sqrt{\sin \theta / 4.3} \quad (1)$$

로 구하였다. 여기서 D 는 앵강만의 수심 20m, θ 는 위도 $35^\circ N$ 를 적용하여 유효풍 약 3.5m/s를 얻었다.

앵강만의 13개 정치망 어장은 모두 소대망으로 그 형태가 Fig. 2와 같으며, 어구 의 대부분이 평균길이 약 130m, 너비 약 40m이고, 설치수심은 약 10m내외 이다.

결과 및 고찰

어업실태와 연도별 어장별 멸치 생산 특성

앵강만 정치망 어장의 어기는 일반적으로 4월부터 12월까지 이루어진다. 조업은 보통 오전 7시-8시경에 어장에 도착하면 인력으로 헛통의 얇음장부터 들어 올려 어군을 어포부에 모은 후 쪽대로 떠서 어획한다. 입망일수는 연간 210-270일이나, 조업일수는 180-240일 인 것으로 나타나 KMI (2009)가 조사한 소대망의 평균 조업일수 205-208일과 유사하다고 사료된다.

앵강만에서 2006년부터 2010년까지 정치망의 어업생산량은 Table 1과 같았다. 연간 어획량은 약 1,097톤에서 2,393톤까지 연변동이 심하며 평균 1,643톤이다. 어획어종은 연중 약 60여종이 나타나며, 그 중 최다 어획어종이 멸치로서 어기 중 지속적으로 출현한다 (Fig. 4). 정치망 어획량 중 멸치의 어획 비율은 해에 따라 59.5-84.0%로 크게 달랐으며, 평균치가 전체 어획량의 약 75%를 차지한다. 앵강만의 멸치 평균생산량은 약 1,228톤 (94.5톤/어장)으로 전국 정치망 생산량 18,034톤 (NFDRI, 2010)의 약 6.8% 수준이다. 멸치 풍어를 보인 2008년에는 약 1,424톤을, 흉어를 보인 2009년에는 약 840톤을 생산하여 그

Fig. 2. Specification of set-net gear in Anggang bay

Table 1. Annual catch of set net fisheries in Anggang bay

Year	Catch (kg) in Anggang Bay			Catch rate of anchovy (A/A+B, %)	*Anchovy catch of set-net in Korea (M/T)
	Total (A+B)	Anchovy (A)	Others (B)		
2006	1,605,814	1,337,149	268,665	83.3	30,699
2007	1,602,187	1,262,631	339,556	78.8	15,728
2008	2,392,982	1,423,954	969,028	59.5	17,617
2009	1,097,439	840,112	257,327	76.6	9,331
2010	1,516,489	1,274,251	242,238	84.0	16,797
Mean	1,642,983	1,227,619	415,364	74.7	18,034

(*Data from NFRDI, 2010)

Fig. 3. Spatial distributions of annual catch of set net in Anggang bay (left; year of mean catch, mid.; year of rich catch, right; year of poor catch). The sizes of pie charts and percentages in figure represent the relative catches and the catch rates of anchovy compared with the total catches of set net.

변동치가 584톤으로 컸다. 이와 같은 연도별 변동 양상은 전국 정치망 멸치 생산량과 비교하면 2006년도를 제외하고 거의 유사하다 (Table 1). 2006년도 전국 정치망 생산량이 이례적으로 큰 것은 2007년도 이후와 달리 정치망 어업 면허건수의 변동 때문이라고 사료된다 (MOMAF, 2002). 상기한 앵강만내 정치망의 멸치 어획비와 생산량은 국내 정치망어업의 멸치 어획비가 30%미만 (Chang et al., 1987)인 것과 인근 해역의 경우 여수가 20%내외에 0.5톤/어장 (Hwang et al., 2006)인 것, 남해도의 미조와 양화금이 각각 15%에 10.3톤/어장 (Cha, 2009a)이고 47%미

만에 67톤/어장 (Lee et al., 1988)인 것, 거제도의 능포가 11%에 29톤/어장인 것 (Cha, 2009b)에 비하면 매우 큰 특징을 보인다.

한편, 앵강만내 정치망어장의 공간적 생산특성을 살펴보기 위하여 평년의 어장별 생산 실태와 풍어년 및 흉어년의 해역별 생산 양상을 나타낸 것이 Fig. 3이다.

연간 생산량 크기가 달라도 생산이 큰 곳과 작은 곳, 멸치 어획비가 큰 곳과 작은 곳이 어장별로 유사하게 나타난다. 즉, 풍어년이나 흉어년이나 생산량이 큰 어장은 항상 만내 서부 (Fig. 1의 N1)와 만구부 (N9-N13)를 제외한 만 중앙부에

분포하며, 그 중 특히 큰 생산을 보이는 곳이 북동쪽 (N4)이다. 또한, 만구부에서는 동쪽 (N13)보다 서쪽 (N9)에서 생산량이 큰 경향이다. 그리고 해에 따라 변동이 크지만 만내쪽에 가까운 어장일수록 만구쪽 어장보다 멸치 어획비가 언제나 크게 나타나는 특징을 보인다. 이러한 어장별 차이는 일반적으로 만내로 출입하는 어류의 어군 행동 (어도)과 깊은 관련이 있다고 보여지며 (Lee et al., 1988), 어도의 형성은 Rho et al. (2004)가 제시한 바와 같이 해역내의 해수유동이나 수온전선, 멸치의 먹이감 분포 등 해황 특성과 아주 밀접한 관계가 있을 것으로 사료된다.

계절별 어장별 멸치 어획 실태와 어군 행동

앵강만으로 출입하는 멸치어군과 만내에 잔류한 어군의 행동 양상을 살펴보기 위하여 2006년부터 2010년까지 월별로 어장별 멸치 어획 실태를 살핀 것이 Fig. 4이다.

어장별 월별 어획량 값은 모두 상대적 면적 크기로 환산하여 나타내었으며, 월별 어획량 중 10% 이상 많은 어획을 보인 어장을 구분한 뒤 전후의 상황을 참작하여 어군 행동을 화살표로 표시하였다 (Fig. 4). 멸치는 4월부터 12월까지 지속적으로 출현하였으며, 주어획기가 봄 어기는 5월부터 7월까지, 가을 어기는 9월부터 11월까지 인 것이 잘 나타나고 있다. 그리고 가을 어기 (9월 - 11월)의 평균어획량은 495.9천톤으로 봄철 어기 (5월 - 7월)의 평균어획량 471.6천톤보다 크다. 이와 같은 양상은 생산량이 많은 어장일수록 뚜렷하게 보여진다. 인근지역의 멸치 출현을 살펴보면 앵강만의 남쪽 외해에 위치해 대마난류 계열수에 머물던 멸치 어군이 북상하면 먼저 도착한다고 생각되는 여수 (돌산도 임포어장)가 4월부터 7월사이에만 주로 나타나고 (Hwang et al., 2006), 인접한 미조해역이 어기가 앵강만과 같지만 어획량이 10.3톤/어장으로 매우 적다 (Cha, 2009a). 그렇다면 앵강만의 멸치 출현 양상은 인근 지역과 비교 할 때 연중 지속적으로 대량 출현

하는 특징을 보인다고 사료된다.

한편, 잡히는 멸치의 크기는 본 연구 과정에서 신뢰 가능한 조사와 집계가 이루어 지지 못하여 구체적인 자료를 제시 할 수 없으나 계절에 따라 1.5cm가량 부터 12cm내외까지 다양하게 나타나며, 같은 계절 에도 어장에 따라 그 크기별 어획비가 다른 것이 관찰된다. 이것은 봄 산란군, 봄 산란후 성장한 치어군, 가을 산란군, 가을 산란 후 성장한 치어군 등이 모두 그때 그때 앵강만으로 유입 하거나 잔류하여 나타난다는 것을 시사한다.

그리고 어군이 만구 가까이 접근한 시기와 장소는 해마다 조금 달랐으나 대체로 4월부터 10월까지 만구 서쪽에서 주로 나타났으며, 어군의 만구 유출행동은 11월 이후에 만구 서쪽으로 향하는 경향이 잦다. 앵강만으로 출입하는 어군과 만내에 잔류한 멸치어군의 행동은 이렇게 계절별 어장별 멸치어획 실태 (Fig. 4)를 종합하면 대략 Fig. 5와 같다고 사료된다. 즉, 4월부터 만구 서쪽에서 나타나 북동진하며, 만 중앙부에서는 시계방향으로 3회 가량 회전한 뒤 만내 깊숙한 곳까지 분산 유명하고 11월 이후에 유입한 방향으로 되돌아 나가는 모습이다. 그러나 풍어를 이룬 2008년의 경우, 봄철 어군의 진입이 평년과 달리 만의 서부 해안을 따라 아주 천천히 북향하는 특징을 보였다.

멸치 어군의 이러한 만내 출입 행동은 앵강만에서 과거에 Lee and Han (2011)이 조사하여 보고한 수온분포도 (Fig. 6)가 잘 뒷받침하는 것 같다. 즉, 봄철 (Fig. 6a)의 밀물때 대량의 외해수 진입으로 앵강만의 만구 서쪽에서부터 북동쪽 방향으로 수온전선이 형성되어 나타나며 수온 약층이 수심 5m 내외까지 얕아지므로, 앵강만에 근접한 멸치어군이 농밀하게 되어 만구의 서쪽에서 이 표층의 수온전선을 따라 만내로 북동진하며, 하계 (Fig. 6b)에는 만내 전역의 균질화한 고수온 분포와 깊어진 수온약층 때문에 어군이 분산되기 쉬운 해황구조를 보이는 것 같다.

Fig. 4. The actual catch of anchovy of set net fishing grounds in Anggang bay from 2006 to 2010. The circles and numerals in figures indicate the catches of anchovy are more then 10 percents and arrows describe the assumed behaviour of the fish population.

Fig. 5. An outline of the migrating course of the anchovy shoal in Anggang bay.

그리고 가을 (Fig. 6c)에 만내에서 부터 수온 하강이 나타나므로 멸치 어군이 고온 수역을 향하여 Fig. 6c의 화살표 방향으로 유출한다고 사료된다.

멸치의 서식수온은 8–30°C (최적수온; 13–23°C)이고, 산란수온은 15–24°C (최적수온; 17–22°C)이며 주분포수층은 0–25m로 (Kim and Choi, 1988), 주산란시기가 5월부터 7월이며 (NFRDI, 2010), 멸치의 주요 먹이감은 요각류 (Park and Cha, 1995)이다. 멸치 기선권현망어업은 수온전선이 연안측 가까이에서 형성될 때 어황이 좋았으며, 최성어기인 8월에 수온약층이 20–22°C의 수온대를 중심으로 10–20m 이내

Fig. 6. Horizontal and vertical distributions of water temperature at the flood and the ebb in Anggang bay in May (a), July (b) and November (c) (After Lee and Han, 2011).

의 수층에 조밀하게 형성될 때 좋은 어장이 형성된다 (Park and Lee, 1991). 또한, 경북의 정치망 어업은 난류세력이 강하고 한·난류간 수온전선이 연안을 따라 남북으로 길게 형성될 때 호황을 나타내며 (Hong and Lee, 1995), 여수연안 정치망어장에서는 전어종의 적수온 범위가 13.5–24.5°C라고 하였다 (Kim and Rho, 1996). 이러한 수온은 특히 어류의 출현 및 분포 행동에 큰 관련이 있을 것으로 사료된다. 정치망어업은 적극적으로 어군을 쫓아서 조업하는 운용어법과는 달리 연안으로 내유해 오는 어군을 대상으로 하는 소극적인 어업이므로 (Chang et al., 1987) 지리적 여건과 지역적 특성이 해황의 변동과 더불어 내유하는 어군의 접근과 이동에 직접적으로 작용하게 된다 (Lee et al., 1988). 따라서 어획량은 근본적으로 내만의 정치망 쪽으로 대량의 어군이 얼마나 내유할 것인지가 매우 중요하며, 이는 어군 행동을 유인 및 제어하는 환경요소와 함께 치자어 성육 환경에 필요한 먹이감 규모가 크게 좌우하리라고 사료된다.

봄철 멸치 산란기의 환경과 어획량 변동

수산자원의 연간생산량은 주로 그 해의 산란량과 자원 가입량에 의해 결정되고 (Ricker, 1954), 가입량은 해당 해역의 해양물리적 환경요인과 먹이관련 초기 발육단계의 생산율에 의해 결정된다 (Nakata, 1991). 봄철 해양환경의 변화는 한국 남해 연안에 서식하는 멸치의 산란수에 영향을 주며 (Kim and Kang, 1992), 봄철 산란

된 멸치난과 치어의 분포는 쓰시마난류 세력과 연안수 사이에 형성되는 전선역의 영향을 받는다 (Kim, 1983; Choo and Kim, 1998). 그리고 발생후 자어기를 거쳐 7월부터 2–5cm 크기 이상의 치어와 미성어로 성장하여 남해 연안 어장에 가입된다 (Kim, 1992). 따라서 7월이후 어획되는 멸치는 이른 봄에 산란 성장된 개체들로서 (Park and Lee, 1991) 산란장의 해양환경 변화와 자치어 생산율 등에 따라 결정된다 (Choo and Kim, 1998)고 할 수 있다. 한편, 8월에는 고수온 및 난류세력의 확장에 따라 산란을 마친 멸치 대형군이 동해 및 서해 연안측으로 북상회유가 활발하게 이루어져서 서해와 동해 중부 까지 이동 분포한다 (Chang et al., 1980). 또한, 멸치의 어획량은 해표면 부근의 수온변화에 큰 영향을 받으며 (Park and Lee, 1991), Kim (1992)은 자어기 이후에 먹이생물 분포밀도가 높을 때 어군의 밀도 분포가 높았다고 하였다.

앞에서 풍어가 있었던 2008년에 봄철 어군의 만내 진입이 평년의 북동진하는 양상과 달리 아주 천천히 북향하는 특징을 보였다. 이렇게 이 시기에 느리게 북향 진입한 이유를 살피고 왜 어획량이 많았는지를 알아보기 위하여 5년간 (2006년–2010년) 봄철 산란기 (4월부터 7월까지)의 월 평균 수온치 그리고 어군 유인 또는 먹이감 발생과 관련이 깊은 강우량과 유효풍 일수를 나타낸 것이 Table 2이다.

조사기간 중 4월의 월평균수온 값은 11.77–13.57°C였다. 이때 멸치 어획량은 11.77°C의 저

Table 2. Approach conditions of anchovy shoal and environmental elements of spring spawning season from April to July in Anggang bay

Year	Months of approach	Entry direction of fish shoal	Monthly mean temperature (°C) (Apr.-Jul.)	Precipitation (mm)	Days over the effective wind speed				
					NNE-E	SSW-W	WNW-N	ESE-S	Total
2006	4,5,7	NW	12.20~21.72	1172.1	18	26	12	1	57
2007	5,6	NW	12.99~22.99	626.2	14	22	16	2	54
2008	5	N	13.37~24.49	614.6	24	17	6	0	47
2009	4,5,7	NW	13.57~22.14	936.9	8	27	20	0	55
2010	5,6,7	NW	11.77~23.88	845.8	14	21	10	1	46

온을 보인 2010년에 3.8톤으로 고온을 보인 다른 해에 비하여 매우 적게 나타났지만, 112.2톤을 생산한 2007년은 월평균 수온이 12.99°C로서 더 높은 수온치를 보인 2008년 (92.6톤)과 2009년 (39.3톤)보다 훨씬 많았다 (Fig. 4). 이는 수온이 멸치 출현과 깊은 관련은 있지만 대량의 어군 진입을 의미하지 않음을 시사한다고 사료된다. 봄철 산란기 (4월부터 7월까지)의 강우량은 614.6 - 1,172.1mm로, 연중강우량 959.8 - 1,733.1mm (KMA, 2006 - 2010)의 43.3 - 75.1%가 내렸다. 풍어를 이룬 2008년 강우량은 614.6mm로 다른 해에 비하여 가장 적은 강우량을 나타낸 반면, 흉어를 이룬 2009년은 936.9mm로 보통의 작황을 보인 해 보다 많거나 더 적었다. 이로 보아 강우량은 일반적으로 먹이감 형성에 크게 관여하는 인자이기는 하나, 본 연구 해역의 경우 이 시기에 언제나 만족할 만한 수준의 강우량을 보여 생산량을 좌우할 인자로 작용하지 않았음을 시사한다고 생각된다.

한편, 역시 먹이감 공급을 주도 할 수 있다고 사료되는 유효풍의 총 일수는 (1)식으로 구한 결과, 봄철 산란기 약 120일 중 46 - 57일로 많은 편이고, 연도 간 격차가 크지 않았다. 즉, 풍어를 이룬 2008년에 47일로 작았던 반면, 흉어를 이룬 2009년에 55일로 크게 나타나 어떤 상관성을 찾기가 어렵다. 이것은 강우량 처럼 먹이감 공급인자이기는 하나, 본 해역의 경우 이 시기에 만족할 만한 수준의 유효풍을 보여 생산량 변동을 좌우할 인자로 작용하지 않았음을 시사한다고 사료된다. 그러나 이 시기 남해의 연안수와 외해의 대마난류수 세력이 모두 북동 - 동쪽으로 수송되는 것 (Choo, 2002)과 남해안의 지형적 요인을 고려하여 풍계를 검토한 결과, 탁월풍계가 남서풍 (SSW - W)계열이었지만 남해안 어군의 동해안쪽 북상 이동억제 유도가 가능한 풍계는 북동풍 (NNE - E)계열이며, 반대로 어군의 만내 진입을 방해하는 풍계는 북서풍 (WNW - N)계열이라고 생각된다. 따라서 이러한 북동풍계열과

북서풍계열의 유효풍 일수를 구하면 Table 2와 같이 봄철 산란기에 각각 8 - 24일과 6 - 20일로 나타난다. 여기서 이들 각각에 대한 생산량과의 관계를 살펴 본 것이 Fig. 7이다.

Fig. 7은 북동풍계열의 유효풍일수가 많아지면 생산량이 증가하는 경향을 보이는 반면, 북서풍계열의 유효풍일수가 많을수록 생산량이 감소하는 양상이 잘 나타난다. 즉, 북동풍계열의 유효풍일수 (x_1)와 생산량 (y , kg)의 관계는 $y = 697.83 + 33.96x_1$ ($r=0.89$) 이며, 북서풍계열의 유효풍일수 (x_2)와 생산량 (y , kg)의 관계는 $y = 1691.2 - 36.219x_2$ ($r=0.87$) 이다. Kim and Kim (1993)은 발생이 진행됨에 따라 난과 자어의 분포 중심역이 6월에 남해도 주변에서 7, 8월에 거제도 동부로 점차 이동하는 경향을 살폈고, Chang et al. (1980)은 8월에 멸치어군이 수온상승 및 난류세력의 확장으로 동해연안측으로 북상회유가 활발하게 이루어진다고 하였다. 한편, Choo and Kim (1998)은 남해 연안에서 난 · 자어

Fig. 7. Relationships between days over the effective wind speed and anchovy catches of set net in Anggang bay from 2006 to 2010. A and B denote with the wind NEN-E component and the wind WNW-N component, respectively.

의 분포와 관련하여 warm streamer의 연안 유입이 강할 때는 국지적인 풍계가 연안의 평균적 유동구조에 그다지 영향을 주지 않는다고 하였으나, Kim and Kim (1993)은 남해도와 거제도 주변의 연안역에서 바람의 방향 및 세기가 난과 자어의 수송에 영향을 미칠 것이라고 추정한다. 이것은 봄철 북동계열 바람에 의한 남해안 어군의 동해안쪽 북상 이동역제가 이 시기에 고수온화에 따라 나타나는 멸치어군의 빠른 북상 및 확장 행동을 늦추어 남해안에 장시간 체류시키게 하여서 결국 앵강만 어장 가까이 더 많은 어군이 접근 할 가능성을 높혀 주며, 동시에 어군이 접근했을 때 북서계열 바람이 적어야 앵강만으로 어군의 북상 진입이 쉽게 이루어 질 수 있음을 시사한다.

따라서 앵강만 정치망 어업의 연도별 멸치 생산량 (y , kg)은 어군의 앵강만 진입을 가능케 하는 북동풍계열의 유효풍일수 (x_1)와 북서풍계열의 유효풍일수 (x_2)간의 중상관 관계를 구한 결과, $y = 1086.27 + 21.499x_1 - 15.161x_2$ 가 얻어지며 중상관계수 $r = 0.901$ 이었다. 이들을 검증하기 위하여 연도별 멸치생산량과 윗식으로 구한 생산량을 비교한 것이 Fig. 8 이다. 계산치 (그림 중 점선)는 거의 실측치 (그림 중 점선)와 일치하며 윗식은 F검정 결과 95%수준까지 유의한 것으로 검토되었다.

Fig. 8. Calculated results and actual values of anchovy catch of set net in Anggang bay.

일반적으로 만내 정치망어업 생산량이 많아질 기회는 만내로 유입한 어군 (산란군 포함)의 규모와 만내에서 산란후 성장하여 가입한 어군의 규모가 결정한다 (Kim and Kim, 1986; Lee et al., 2009). 앞에서 봄철 어기의 생산량보다 가을 어기의 생산량이 더 많았지만 앵강만의 정치망 멸치 생산량은 기본적으로 봄철에 만내로 유입한 산란군의 규모에 따라 결정되어지는 것 같다. 여기서 어군의 만내 진입은 근본적으로 바람 (유효풍계)의 영향에 따라 제어 또는 결정된다고 사료되며, 만내 진입 산란군으로부터 발생하여 성장한 가입 어군의 규모가 산란기의 먹이감 규모에 따라 자치어의 성장환경으로 크게 좌우하리라고 생각된다. 먹이감 공급기구는 강우량 이외에도 강한 바람 (Lee, 1993)이 저층 교란 현상을 일으키어 저층의 풍부한 영양염류를 표층으로 공급하므로 광합성에 의한 기초생산력을 높혀 먹이생물이 많아지는 역할을 한다 (Rho et al., 2004). 그리고 이로 인하여 생성된 풍부한 먹이가 산란후 자치어의 생존율과 성장율을 높혀 연중 지속적으로 어업생산량을 크게 하는데 기여한다고 추정된다 (Kim, 2003). 한편, 앵강만에서 북동계열의 바람이 남해안 어군의 동해안쪽 북상 이동을 늦추게 하고 북서계열의 바람이 어군의 만내 진입을 억제하는 효과가 컸다. 이 효과 때문에 북동계열 바람이 아주 많고 북서계열 바람이 매우 적었던 2008년은 봄철에 대량의 멸치어군 (산란군 포함)이 천천히 만내 북상 진입이 가능하였고 이 산란군으로부터 만내에서 발생하여 성장한 가입어군의 규모가 커져 풍어를 이루었으며, 반대로 북동계열 바람이 적고 북서계열 바람이 컸던 2009년은 흥어를 보였다고 사료되었다. Kim (2003)에 의하면 소형 표층어류인 멸치는 주로 플랑크톤 식성이며 군집을 이루는 성향이 강하고 풍도가 높으며, 이들이 일생동안 서식하는 해양의 표층은 기상의 영향이 크고, 이에 따라 해양의 생산력 변화가 심한 종류이다.

Ko et al. (2010)은 흥어년이었던 2009년 8월에

남해도 주변해역에서 난 자치어 밀도가 가장 낮게 출현했음을 보고한 바가 있는데 이는 국지성 강우때문에 섬진강 및 주변 하천수의 유입이 나타나 확장되는 연안수를 따라 외해역 및 동부해역으로 이동되었다고 했다. Kim and Rho (1994) 역시 섬진강 하구에 위치한 여수 연안 돌산도 동부해역에 2-10cm/s의 남동 방향 향류가 있다고 했지만, Cha and Park (1994)은 섬진강 입구에 위치한 광양만에서 출현한 자치어 중 멸치 자치어가 34.5%를 차지하였으며 6월에 최대 출현량을 보인다고 하였다. 또한, 이 시기의 강우량 (Table 2)은 2009년보다 2006년에 더 많았지만 오히려 멸치 생산량이 컸다. 그렇다면 이것은 강우량 이외에 또 다른 이유가 있음을 시사한다.

따라서 앵강만 정치망의 멸치생산량은 봄철 멸치 산란기 (4월부터 7월)에 나타나는 북동계열과 북서계열의 유효풍 출현일수가 아주 크게 좌우했다고 판단 된다. 이상의 연구 결과는 봄철 멸치 산란기에 유효풍 출현일수를 확인하므로서 적어도 당해년 8월경에 그 해의 멸치 생산량을 예측할 수 있게 한다. 또한 이러한 바람이 남해안에서 멸치 자원량 분포 및 생산량 결정에 영향을 줄 수 있음을 시사한다고 사료된다. 한편, 봄철보다 더 많은 가을 어획량을 보인 앵강만에서 봄철 산란기의 이러한 해양 환경만으로 연간 생산량을 결정할 수 있다는 것은 봄철에 만내로 유입한 멸치 어군의 규모 이외에 산란후 발생하여 성장 가입한 어군의 크기와 가을 어군 (산란군)의 존재와 관련이 큰 것을 암시한다. 그러므로 추후 이들에 대한 메카니즘을 구체적으로 살펴 보기 위하여 앵강만에 내유한 봄철 멸치 산란군의 산란행동과 가입 어군의 크기, 가을 산란군의 출현 등을 만내 먹이감 분포와 함께 조사할 필요가 있다.

결 론

앵강만에서 정치망어업의 멸치생산량 변동기구를 규명하기 위한 연구의 일환으로, 2006년부

터 2010년까지 만내에 산재한 13개 정치망 어장별 월별 멸치의 어획량을 분석하고 그 변동 특성을 살핀 결론은 다음과 같다.

여기는 4월부터 12월까지로 약 60여종이 어획되며, 그 중 멸치가 연중 출현하여 정치망 어획량의 약 75%를 차지한다. 멸치 생산량은 평균 1,228톤으로서 전국 정치망 생산량 18,034톤의 6.8% 수준이며, 풍어를 보인 2008년에 약 1,424톤을, 흉어를 보인 2009년에 약 840톤을 생산하여 그 변동치가 584톤으로 컸다.

멸치 어군은 4월부터 만구 서쪽에서 나타나 북동진하며, 만 중앙부에서는 시계방향으로 3회가량 회전한 뒤 만내 깊숙한 곳까지 분산 유영하며 11월 이후 유입한 방향으로 되돌아 나간다. 이러한 유영 행동은 만내에서 보여지는 수온전선 (수온구조)과 먹이감 분포에 따라 나타난다고 생각된다.

앵강만은 봄철 멸치 산란기에 북동계열의 바람이 남해안 어군의 동해안쪽 북상 이동을 늦추게 하고 북서계열의 바람이 어군의 만내 진입을 억제하는 효과 때문에 북동계열 바람이 아주 많고 북서계열 바람이 매우 적었던 2008년 봄철에 대량의 멸치어군 (산란군 포함)이 천천히 만내 북상 진입이 가능하였을 뿐만 아니라 이 산란군에 의하여 만내에서 발생 성장하여 가입한 어군의 규모가 커져 풍어를 이룬 반면, 북동계열 바람이 적고 북서계열 바람이 많았던 2009년에 반대로 흉어를 보였다고 사료되었다. 이로 보아 앵강만 정치망의 멸치생산량 (y , kg)은 봄철 멸치 산란기 (4월부터 7월)에 나타나는 북동계열 (x_1)과 북서계열 (x_2)의 유효풍 출현일수가 아주 크게 좌우한다고 판단 되었다. 그 중상관 관계는 $y = 1086.27 + 21.499x_1 - 15.161x_2$ ($r=0.901$) 이다.

사 사

이 논문은 2010년도 전남대학교 연구년 교수연구비 지원으로 수행되었으므로 이에 감사드리며, 본 자료 조사시 6개 수협과 남해군 수산과

직원의 협조와 13개 정치망 어업자 여러분의 수고에 깊은 감사를 드립니다. 또한, 국립수산물과학원 남해수산연구소와 여수기상청의 관측자료 이용과 그림 작업등에 도움을 준 관계자와 본교 대학원생들에게 고마움을 표합니다.

참고문헌

- Cha, B.Y., 2009a. Composition and catch variation of fisheries resources by set net in the Mizo fishing ground off Namhae island. Korean J. Ichthyol., 21 (3), 191 – 199.
- Cha, B.Y., 2009b. Catch variation of a set net fishing ground in the coastal waters off Neungpo, Goeje island. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 45 (4), 211 – 222.
- Chang, H.Y., Y.S. Kim, H.K. Chung and B.K. Cho, 1987. Fructuation of the set net fishery. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 23 (4), 177 – 183.
- Chang, S.D., S.Y. Hong, C.K. Park, P.Chin, B.G. Lee, T.Y. Lee, Y.J. Kang and Y. Gong, 1980. Studies on the migration of anchovy, *Engraulis Japonica*, in korean waters. Publ. Inst. Mar. Sci. Nat. Fish. Univ. Busan, 12, 1 – 38 (In Korean).
- Cha, S.S. and K.J. Park, 1994. Distribution of the ichthyoplankton in Kwang yang bay. Korean J. Ichthyol., 6 (1), 60 – 70.
- Cha, S.S., 1990. Age and growth of anchovy (*Engraulis Japonica*) juvenile in the coastal waters of Chonnam. Bull. Kor. Fish. Soc., 23 (5), 385 – 393.
- Choo, H.S. and D.S. Kim, 1998. The effect of vaiations in the Tsushima warm currents on the egg and larval transport of anchovy in the southern sea of Korea. J. Kor. Fish. Soc., 31 (2), 226 – 244.
- Choo, H.S., 2002. The variations of oceanic conditions and the distributions of eggs and larvae of anchovy in the southern sea of korea in summer. J. Kor. Fish. Soc., 35 (1), 77 – 85.
- E-dong Myun History Compilation Committee, 2008, Committee of E-dong myun history, Tewoo Press, Korea, pp. 149 – 150.
- Hong, J.P. and J.H. Lee, 1995. The fluctuations of catches in set nets around Kyeongbuk province. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 31 (2), 153 – 165.
- Hwang, S.D., J.Y. Kim, J.I. Kim, S.T. Kim, Y.I. Seo, J.B. Kim, Y.H. Kim and S.J. Heo, 2006. Species composition using the daily catch data of a set net in the coastal waters off Yeosu, korea. Korean J. Ichthyol., 18 (3), 223 – 233.
- Joo, C.S., 1994. A Study on the sea condition and catch fluctuation of anchovy gill net in the coastal waters of Yosu. MS thesis, Yosu Fisheries Nat' l. Univ., pp27.
- Joo, C.S., Y.J. Kim and D.S. Kim, 1998. A study on the sea condition and catch fluctuation of anchovy gill net in the coastal waters of Yosu. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 34 (2), 159 – 164.
- Kim, D.S. and H.K. Rho, 1996. Environmental factors and catch fluctuation of set net grounds in the coastal waters of Yosu. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 32 (2), 125 – 131.
- Kim, D.S. and H.K. Rho, 1994. Environmental factors and catch fluctuation of set net grounds in the coastal waters of Yosu, 2. Sea water circulation in the vicinity of set net ground. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 30 (3), 142 – 149.
- Kim, J.Y., 1983. Distribution of anchovy eggs and larvae off the western and southern coasts of Korea. Bull. Kor. Fish. Soc., 16 (4), 401 – 409.
- Kim, J.Y., 1992. The early life history and recruitment of anchovy *Engraulis Japonica*, in the southern waters of Korea. Ph. D. Thesis. National Fisheries University of Busan. 139p (In Korean).
- Kim, J.Y. and J.I. Kim, 1993. Distribution and mortality of eggs and larvae of anchovy, *Engraulis Japonica*, in the southern coastal waters of Korea. Korean J. Ichthyol., 5 (2), 217 – 225.
- Kim, J.Y. and Y.J. Kang, 1992. Spawning ecology of anchovy, *Engraulis Japonica*, in the southern waters of Korea. Bull. Kor. Fish. Soc., 25 (5), 331 – 340.
- Kim, J.Y. and Y.M. Choi, 1988, Vertical distribution of anchovy, *Engraulis Japonica* eggs and larva, J. Kor. Fish. Soc., 21, 139 – 144.
- Kim, J.Y. and Y.M. Kim, 1986, Study on the early life

- history of Anchovy, *Engraulis Japonica*. Research Report of National Fisheries Research and Development Agency, 37, 151 – 156.
- Kim, S.A., 2003. Changes in fisheries resources in relation to variability of oceanic environments. J. Korean Soc. Fish. Res., 6 (1), 11 – 20.
- Ko, J.C., Y.I. Seo, H.Y. Kim, S.K. Lee, H.K. Cha and J.I. Kim, 2010. Distribution characteristics of eggs and larvae of the anchovy *Engraulis Japonica* in the Yeosu and Tongyeong coastal waters of Korea. Korean J. Ichthyol., 22 (4), 256 – 266.
- KORDI, 1996. Study for basic stock farm in sea. Annual Report of 2nd – 3rd, Ministry of Science and Technology. pp. 635.
- KFA, 2008. Korean Fisheries Year Book 2008. Sam-sin Press. pp. 259 – 263.
- KHOA, 2010. Tide Table 2010. 1, pp. 217.
- KMI, 2009. Statistical Data of Fisheries and Oceanic Environment 2009. pp. 166 – 214.
- KMA, 2006 – 2010. Monthly Weather Report.
- KSA, 1996. Table of water content of processed goods. Statistical Data of Fisheries. pp. 198.
- Lee, C.I., L.H. Jang and S.E. Park, 2009. Influence of water temperature during the main spawning period on anchovy catch. Kor. J. Fish. Aquat. Sci., 42 (3), 297 – 301.
- Lee, G.H. and M.I. Han, 2011. Seasonal characteristics of sea conditions in Aenggang bay. Bull. Fish. Sci. Inst., Chonnam Nat' l Univ., 20 (1), 37 – 48.
- Lee, G.H., 1993. Fisheries oceanographical studies on the production of the farming oyster in Kamak bay. Ph. D. Thesis. Nat' l Fish. Univ. of Busan. pp.180 (In Korean).
- Lee, J.H., M.G. Youm and B.S. Park, 1988. Fundamental studies on the migrating course of fish around the set net (3). J. Kor. Soc. Fish. Tech., 24 (2, 3), 71 – 77.
- Lim, H.S., H.S. Park, J.W. Choi and J.G. Je, 1999. Macrobenthic community of the subtidal soft bottom of Aenggang bay in the southern coast of Korea. J. of the Korean Soc. of Oceano., The Sea, 4 (1), 80 – 92.
- Lim, J.Y. and I.S. Ok, 1977. Studies on the occurrence and ditribution of eggs and larvae of anchovy in the Korean waters. Bull. Fish. Res. Dev. Agency, 16, 73 – 86.
- MOMAF, 2002. Main Index of Maritime Affairs and Fisheries. Jong-in I & D Press. pp. 129.
- Nakata, H. 1991, Coastal processes related to the transport, survival and recruitment of fish larvae. Bull. On Coastal Oceanography, 28 (2), 195 – 220.
- NFRDI, 2010. Ecology and Fishing Ground of Coastal and Offshore Fish Species in Korea. pp. 105 – 118.
- Park, B.H. and J.Y. Lim, 1965. Fisheries biology of anchovy (*Engraulis Japonica*) in the waters around Korea. 1. On the ecology of anchovy in the southern waters of Korea. Reports of Fisheries Resources 6, 37 – 49.
- Park, J.H. and J.H. Lee, 1991. In relation to the fomation of fishing ground and the fluctuation of fishing condition of anchovy, *Engralius Japonica*, caught by anchovy drag net. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 27 (4), 238 – 246.
- Park, J.H., S.H. Choi, J.Y. Kim and J. H. Lee, 1996. Distribution of anchovy, *Engralis Japonica*, in the coatal waters of Kangwon province in Korea. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 32 (3), 223 – 234.
- Park, J.H., Y.J. Im, H.K. Cha and Y.S. Suh, 2004. The relationship between oceanographic and fishing conditions for anchovy, *Engraulis Japonica*, in the southern sea of Korea. J. Korean Soc. Fish. Res., 6 (2), 46 – 53.
- Park, K.J., and S.S. Cha, 1995. Food organisms of postlarvae of anchovy (*Engraulis Japonica*) in Kwangyang bay. J. Korean Fish. Soc., 28 (3), 247 – 252.
- Pond, S. and G.L. Pickard, 1983, Introduction Dynamical Oceanography. Pergamon Press, New York, 329.
- Rho, H.K., D.S. Kim and S.H. Kim, 2004. Fisheries Oceanography. Press of Cheju Nat' l Univ., 65 – 82.
- Ricker, W.E., 1954. Stock and recruitment. J. Fish. Res. Board Can., 11 (5), 559 – 623.

2011년 12월 28일 접수

2012년 1월 20일 1차 수정

2012년 1월 31일 수리