

유실된 플라스틱 봉장어 통발에 어획된 봉장어의 위내용물 분석

정순범 · 이주희 · 김형석 · 오택윤* · 조삼광*

부경대학교 · *국립수산과학원
(2002년 4월 26일 접수)

Analysis of Stomach Contents of Sea-eel *Conger myriaster* Caught from lost Plastic pot

Sun-Beom JEONG and Ju-Hee LEE and Hyeong-seok KIM
and Taeg-Yun OH* and Sam-Gwang CHOI*

Pukyong National University · * National Fisheries Research and Development Institute
(Received April 26, 2002)

Abstract

Sea-eels caught by fishing boat and trawl were analyzed to investigate feeding status and individual growth of sea-eels caught from the lost plastic sea-eel pot which is estimated at the ghost fishing.

Average length of sea-eel caught from fishing boat and test fishing was 33.6cm, 48.9cm for trawl and 45.6cm for the lost plastic sea-eel pot, respectively. The length frequency distribution is the same as the fact that sea-eel goes to the offshore from the coastal waters according to the getting growth.

Sea-eel rate having empty stomach were 5.0% for fishing boat, 4.2% for trawl and the empty stomach rate of sea-eel was the highest as 87.6% in the lost pot.

Sea-eel rate feeding fish as prey were 98.7% for fishing boat, 78.8% for trawl and 63.3% for the lost pot, respectively and other preys were crustacean and cephalopod.

Fatness index calculated using weight and length were 1.514 for trawl catches and 1.292 for the lost pot and the difference was 15% between trawl catches and the lost pot. There also was difference at the 5% significance level in the result of t-test of Covariance Analysis.

서 론

현재 우리나라에서 어획되고 있는 봉장어의 생활사에 대하여 잘 알려져 있지는 않지만, 봉장어는 *Leptocephalus* 형태로 내만이나 연안에 내유하여 정착한 후, 성장하면서 어장에 가입되고 점차 근해나 외양으로 이동해 가는 것으로 알려져 있다. 어장에 가입된 봉장어는 주로 통발, 저인망, 연승 등에 의해 어획되고 있으며, 어장은 우리나라

남해 연안 및 동중국해이다. 봉장어를 어획하는 어구 가운데 하나인 플라스틱 봉장어 통발은 우리나라에서 봉장어를 어획하는 대표적인 어구 중의 하나로서 미끼를 사용하여 어획하기 때문에 어획 성능이 우수하고, 혼획이 적어 다른 어업에의 피해도 적은 것으로 알려져 있다(鍋島 등, 1995; 時村, 2001; 望岡, 2001; 宇藤, 2001). 하지만, 통발의 재료가 플라스틱과 철로 이루어져 있어 만일 통발이 온전한 상태로 미끼를 가지고 유

실된 경우 장기간 어구로서의 역할을 유지할 수 있기 때문에 여러 가지 문제를 일으킬 수 있으나 이들 유실된 통발에 대한 연구는 이루어지지 않고 있다.

붕장어 통발에 대한 연구는 통발의 어획성능이나 어구의 개량, 통발에 대한 어군행동, 통발의 어획선택성 그리고 유인물질과 미끼에 대한 연구 등 어구·어법에 대해서 많은 연구가 이루어져 왔다(서 등, 1977; 장, 1987; 鄭 등, 1999). 그리고 붕장어의 자원 생태와 어업(東海, 200; 朴, 2001) 및 붕장어의 식성(허와 곽, 1998)과 같은 생태학적인 면에 대한 연구도 최근에 이루어지고 있다. 하지만 유실되어 해저에 방치된 붕장어 통발에 대해서는 김 등(1999)의 분포에 대한 연구만 있을 뿐이고, 유실된 통발에 어획되어 있는 붕장어의 섭이나 먹이생물의 종류 및 양에 대한 연구는 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구는 유실된 플라스틱 붕장어 통발에 어획된 붕장어의 섭이 상태를 분석하고, 이를 붕장어 통발 조업선에서 어획한 붕장어 및 트롤에서 어획된 붕장어의 섭이 상태와 비교 분석하였다.

재료 및 방법

사용된 붕장어 시료는 우리나라 남해에서 1997년부터 2002년 사이에 부경대학교 실습선 가야호 (G.T. 1,737t)가 저층 트롤 그물을 이용한 시험 어획으로부터 어획한 붕장어, 어획물과 혼획된 유실된 플라스틱 붕장어 통발에 어획되어 있던 붕장어 그리고 통발 조업선에서 어획한 붕장어이다. 조사에 사용된 개체수는 유실된 통발에 어획된 것이 105마리, 트롤 그물에 어획된 것이 95마리 그리고 남해 중부 해역인 세존도 부근 해역에서 조업한 통발 조업선에서 구입한 것이 140마리였다.

현장에서 채집된 시료는 실험실로 이송한 후 먼저 전장(Total length)은 mm까지, 체중(Weight)은 0.1g까지 측정하고, 먹이의 섭이 정도는 붕장어를 할복하여 위를 추출한 후 위내용물의 많고 적음에 따라 그 상태를 4/4, 3/4, 2/4, 1/4, 0으로 구분하였고(Fig. 1), 위내용물의 소화 정도는 섭이한 먹이의 소화가 진행된 상태에 따라 0%(변색 또는 탈색이 진행되고 일부 소화가 진행되는 과정에 있으나 먹이 생물의 형태가 완전한 것),

25%(먹이 생물의 형태는 부서졌으나 머리, 몸통, 꼬리가 서로 붙어 있는 것), 50%(형태가 부서져 머리 꼬리 몸통이 분리되었으나 각 부분을 식별할 수 있는 것), 75%(먹이 생물의 종류를 파악할 수는 없지만 일부가 덩어리 형태로 남아 있는 것) 그리고 100%(스프의 형태로 고형물이 전혀 없는 것)로 분류하였으며, 육안으로 종의 확인이 가능한 위내용물은 섭이 생물의 종류를 구분하였다. 많이 출현한 먹이생물은 가능한 종까지 동정하였으나, 그 외 먹이 생물은 어류, 갑각류, 연체류 그리고 미확인으로 구분하였다. 먹이 생물 중 종류 확인과 측정이 가능한 것은 섭이 개체수와 그 중량을 측정하였다.

채집된 시료의 비만도(김, 1993)는 체중에서 위내용물의 중량을 제외한 중량을 순체중이라 하고 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{비만도지수} = \frac{\text{순체중}}{(\text{전장})^3} \times 1000$$

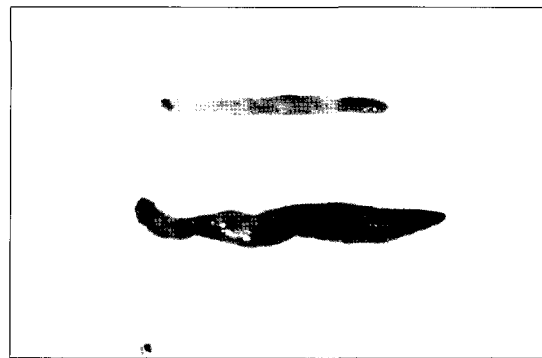


Fig. 1. Photograph of the stomach of sea-eel (empty and half).

결과 및 고찰

본 연구에 사용된 붕장어의 전장 조성은 연안 통발 조업선에 어획된 붕장어가 23.1~51.8cm(평균 33.6cm), 유실된 통발에 어획된 것이 25.6~69.5cm(평균 45.6cm) 그리고 트롤 그물에 어획된 것이 32.6~72.0cm(평균 48.8cm)로 통발 조업선에서 어획한 붕장어는 시험 조업시 트롤 그물에 어획된 것과 유실 통발 속에 어획된 것과는 체장 조성에서 큰 차이를 보였다(Fig. 2). 이와 같은 차

이는 봉장어가 어획된 위치의 차이에 의한 것으로 추정된다.

차 등(1997)이 남해안 낭장만에 *Leptocephalus*가 4월의 우점종이라고 보고한 것과 허와 곽(1998)의 광양만 대도 주변 잘피밭에 서식하는 봉장어의 월별 체장조성 결과를 본 시험 조사의 조업해역별 체장조성과 비교해 보면, 봉장어는 외양으로 갈수록 체장이 크지는 것을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 宇藤(2001)가 보고한 동중국해 연변의 비교적 깊은 바다에서 산란한 봉장어 알은 부화하여 *Leptocephalus*로 변태하여 쿠로시오 난류를 타고 북상하여 연안역으로 내유하면서 변태와 착저를 거쳐 잘피밭과 같은 성육장에서 성장한 후 점차 깊은 바다로 나아간다는 것과 일치하는 것으로 볼 수 있다.

1. 위의 포만도

먹이의 섭취 정도를 나타내는 포만도는 위에 섭취한 먹이가 가득 찬 상태를 4/4, 먹은 것이 전혀 없는 것을 0으로 하여, 4/4, 3/4, 2/4, 1/4 그리고 0까지 5 가지로 구분하였다. 통발 조업선에서 어획한 봉장어 140마리의 포만도는 각각 73마리(52.1%), 50마리(35.7%), 4마리(2.9%), 6마리(4.3%) 그리고 7마리(5.0%)로 나타났고, 트롤 그물에 어획된 봉장어 95마리는 각각 7마리(7.4%), 25마리(26.3%), 24마리(25.3%), 35마리(36.8%) 그

리고 4마리(4.2%)로 나타났으며, 시험 조업 중 수거된 유실 통발에 어획된 봉장어 105마리는 각각 1마리(0.9%), 2마리(1.9%), 0마리(0.0%), 10마리(9.5%) 그리고 92마리(87.6%)로 조사되었다(Fig. 3).

유실된 통발에 어획되어 있었던 봉장어의 위 내용물 조사에서 위 속에 섭취한 내용물이 전혀 없는 개체가 87.6%나 되는 것은 허와 곽(1998)이 광양만 대도 주변 잘피밭에 서식하는 봉장어의 식성 조사에서 나타난 3.6%, 통발 조업선 어획물의 5.0%, 트롤 어획물의 4.2%와는 큰 차이를 보이고 있다. 이것은 유실된 통발 속에 있는 봉장어가 정상적인 섭이 활동을 하지 못하고 대부분 굶고 있는 것으로 생각할 수 있다.

2. 위내용물 조성

위 속에 내용물이 있는 봉장어 개체수는 트롤어획 봉장어 가운데 91마리(95.8%), 조업선 어획 봉장어 가운데 133마리(95.0%), 유실된 통발에 어획되어 있었던 봉장어 가운데 13마리(11.9%)였다. 육안으로 확인이 가능한 위내용물은 어류 8종, 새우류 3종이었고, 그 외에는 종 확인이 불가능한 두족류 등을 섭취하고 있었다. 이는 鍋島(2001)가 보고한 먹이생물 종 수인 東京灣 13종, 伊勢灣 9종과 비슷하나, 大阪灣의 152종, 周防灘 76종과는 많은 차이가 있는 것으로 나타났다. 조사한 봉장

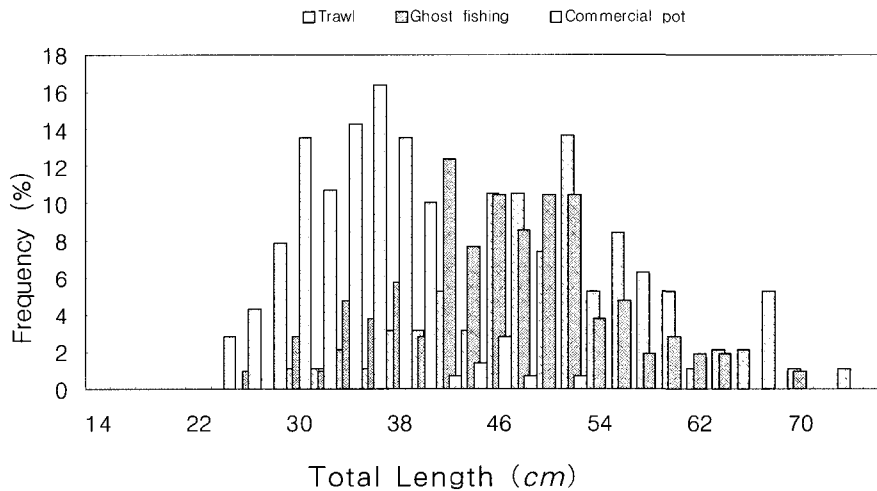


Fig. 2. Size frequency distribution of sea-eel by the type of fishing gear from stomach samples were taken.

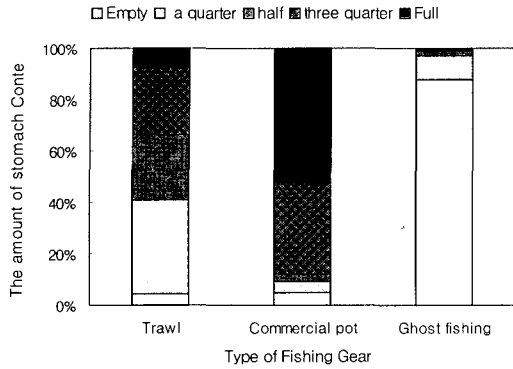


Fig. 3. The amount of stomach contents of sea-eel by the type of fishing gear.

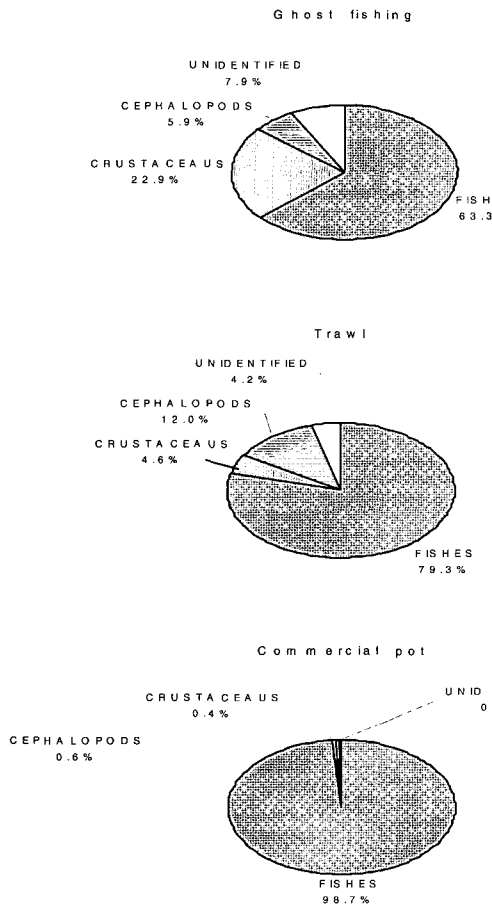


Fig. 4. Diet composition of sea-eel by the type of fishing gear.

어의 주요 먹이 생물은 어류이고, 갑각류와 두족류도 함께 섭이하는 것으로 나타났다(Fig. 4). 통발 조업선의 어획물, 트롤 어획물 그리고 유실 통발 어획물에 있어서 먹이 생물의 조성을 습중량 비로 보면, 어류가 각각 98.7%, 79.3% 그리고 63.3%로 나타나 붕장어의 주요 먹이 생물은 어류임을 짐작할 수 있다. 통발 조업선 어획물에서 나머지 먹이 생물의 습중량 순서는 갑각류, 두족류 그리고 미확인 종의 순이고, 트롤 어획물과 유실 통발 어획물에서는 두족류, 갑각류 그리고 미확인 종의 순으로 나타나(Table 1), 먹이 생물의 선호도에 차이를 보였는데 이러한 결과는 허와 광(1998) 그리고 鍋島(2001)가 붕장어에 선택되는 먹이 생물의 선호도는 체장이나 서식 장소에 따라 변한다고 한 것과 일치한다고 볼 수 있다.

조업선 어획물, 트롤 어획물 그리고 유실 통발의 어획물에서 주요 먹이 생물인 어류 중 멸치가 차지하는 비율은 각각 89.7%, 61.2% 그리고 10.0%로 나타났다. 조업용 통발에서는 멸치를 미끼로 사용하였기 때문에 높은 값을 나타내었고, 트롤에 어획된 붕장어는 트롤 조업 중 어획되는 멸치를 섭이한 것으로 추정된다. 그러나 이와는 달리 자유로운 섭이 활동을 할 수 없는 유실통발에 어획된 붕장어에서는 멸치가 차지하는 비율이 낮고, 셋벌, 눈불대, 도화망둑 등의 순으로 비교적 다양한 어류가 먹이생물로 작용한 것으로 보아 유실된 통발 속에 들어온 어류를 섭이한 것으로 판단된다.

통발 조업선 어획물, 트롤 어획물 그리고 유실 통발 어획물에서 먹이로 섭이한 새우류의 중량비는 각각 0.4%, 4.6% 그리고 22.9%로 유실된 통발에서 비교적 높은 비율을 나타내고 있는데, 이것은 천적으로부터 자신을 보호하기 위해 통발으로 들어온 새우류를 섭이한 것으로 추정되며, 유실 통발 어획물은 다른 어획물에 비해 섭이량이 많지 않았기 때문에 중량비가 상대적으로 높게 나타났다. 붕장어가 섭이한 새우는 그라비새우, 자주새우 그리고 긴줄꼬마도화새우 등이었다.

통발 조업선 어획물, 트롤어획물 그리고 유실 통발 어획물에서 먹이로 섭이한 종을 확인할 수 없는 두족류의 중량비는 각각 0.6%, 11.9% 그리고 5.9%로 트롤 어획물에서 비교적 높게 나타났다.

Table 1. Composition of stomach contents of sea-eel conger myriaster by fishing gear

	Commercial. pot		Trawl		Ghost fishing	
	Number	Weight(g)	Number	Weight(g)	Number	Weight(g)
Fishes	213	1,864.9	98	785.3	10	69.7
<i>Engraulis japonicus</i>	191	1,678.3	60	569.0	1	6.1
<i>Chaeturichthys hexanema</i>	5	37.7	3	24.2	1	3.5
<i>Pholis nebulosa</i>			12	46.5		
<i>Trachurus japonicus</i>			4	29.8	1	10.6
<i>Pennahia argentata</i>			1	24.5		
<i>Maurolicus muelleri</i>			2	2.6	4	29.9
<i>Glossanodon semitasciatus</i>					1	9.3
<i>Doederleinia berycoides</i>	17	148.9	16		2	6.1
Unidentified				88.7		
Crustacea	5		33	45.3	10	
<i>Palaemon gravieri</i>	1	4	3	6.6		
<i>Plesionika izumiae</i> ♀	3	2.7	1	1.3	8	15.1
<i>Crangon affinis</i>					2	10.1
Unidentified Crustaceans	1	1.3	29	37.2		
Cephalopoda	2		17	118.4	1	
Unidentified Cephalopoda	2	10.8	17	118.4	1	6.5
Unidentified	1	5.1	18	41.7	3	8.7

3. 위내용물의 소화 정도

어획된 봉장어 가운데 위내용물이 있었던 것에 대하여 먹이 생물의 소화 정도에 따라 0%, 25%, 50%, 75% 그리고 100%로 분류하였다.

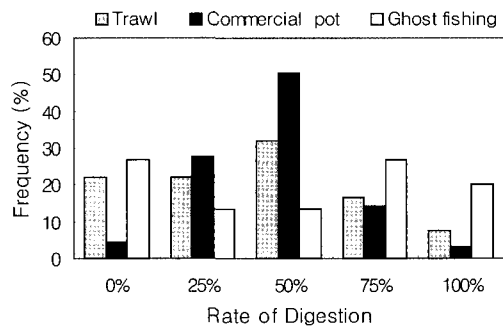


Fig. 5. Rate of digestion of sea-eel by the type of fishing gear.

트롤 어획물 가운데 위내용물이 들어 있었던 91마리의 소화률에 따른 구성비는 각각 22.0%,

22.0%, 31.9%, 16.5% 그리고 7.7%였고, 통발 조업선 어획물 중 133마리에 대한 구성비는 각각 4.5% 27.8%, 50.4%, 14.3% 그리고 3.0%였으며, 유실 통발 어획물 중 13마리에 대한 구성비는 각각 26.7%, 13.3%, 13.3%, 26.7% 그리고 20.0%로 나타났다(Fig. 17). 위내용물의 소화 초기상태인 소화도 25% 이하의 비율은 통발 조업선 32.3%, 트롤 44.0% 그리고 유실 통발 40.0%로 나타났다(Fig. 5). 트롤 어획물과 유실 통발 어획물에서 보다 높은 비율을 나타내는 것은 시험 조업시 입망된 어획물을 먹었기 때문으로 추정되었다.

4. 개체의 비만도

어획된 봉장어의 비만도는 Fig. 6에 나타난 것과 같이, 평균체장이 33.6cm인 통발 시험 조업과 통발 조업선의 봉장어는 체장이 커지면서 비만도도 증가하는 경향을 보였으며, 평균 비만도는 1.327이었다. 평균체장 45.6cm인 트롤 어획 봉장어는 비만도가 1.300~1.700의 범위에서 패행하게 분산된 경향을 보였으며, 평균 비만도는 1.514이었다. 그리고 유실 통발 봉장어는 비만도 1.100

~1.500의 범위에서 패행하게 분산된 경향을 나타냈으며 평균 비만도는 1.292로 가장 낮은 것으로 나타났다.

일반적으로 붕장어의 비만도는 대형어일수록 높아지고, 계절적으로는 봄~여름철이 높고, 가을~겨울철에 낮아지는 것으로 鍋島(2001)는 보고하고 있다. 어획되기 전까지 자연 상태에서 섭이를 한 통발 시험 조업 및 조업선 어획물의 비만도와 트롤 어획물 비만도의 차이는 체장의 차이에 기인한 것으로 추정된다. 그리고 평균 체장이 비슷하고, 같은 어장에서 어획된 트롤 어획물과 유실 통발 어획물에 있어서 비만도의 차이는 먹이의 섭취량의 차이에 의한 것으로 추정된다. 통발 조업선과 유실 통발 어획 붕장어의 비만도의 차이는 유실 통발 붕장어가 체장이 큰 만큼 비만도가 높게 나타나야 하지만, 각각 1.327과 1.292로 정상적인 성장과는 반대의 비만도를 나타내고 있다. 이것은 트롤 어획물의 비만도가 통발 조업선의 비만도 보다 훨씬 높은 1.514인 것을 감안하면 유실 통발 붕장어는 정상적인 성장이 이루어지지 않았다는 것을 나타내고 있다. 이것은 유실 통발에 어획된 붕장어가 정상적인 섭이를 하지 못하고 굶어서 비만도가 낮아진 것으로 추정되었다.

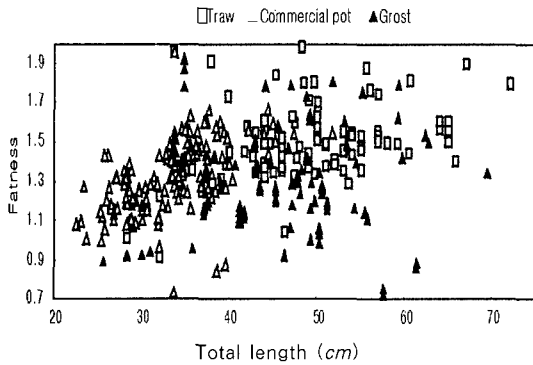


Fig. 6. The fatness of sea-eel by the type of fishing gear.

5. 전장에 따른 체중의 분석

어획된 붕장어의 위내용물을 제외한 순체중과 전장과의 관계는 Fig. 7과 같이 나타났다. 어획 유형별 순체중과 전장과의 관계식은

$$\begin{aligned} \text{트롤} & BW=0.0004 \times TL^{3.3321} (R^2=0.9391) \\ \text{조업용 통발} & BW=0.0002 \times TL^{3.4875} (R^2=0.9462) \\ \text{유실된 통발} & BW=0.0006 \times TL^{3.1848} (R^2=0.8884) \end{aligned}$$

로 나타났다.

어획 유형별로 어획된 붕장어의 순체중과 전장의 관계에 대해 공 분산분석에 의한 t검정을 실시한 결과 유실 통발의 붕장어와 트롤에 어획된 붕장어는 5% 유의 수준에서 위치의 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 차이는 유실 통발에 어획된 붕장어가 정상적인 섭이를 하지 못했으므로, 동일 체장에서 순체중이 트롤 어획 붕장어보다 작았기 때문으로 추정된다. 이와 같은 체중의 차이는 앞에서 언급한 위내용물이 전혀 없는 공위물에서 유실 통발 어획물은 다른 어획물보다 17~20배 높은 87.6%로 나타난 것과 비만도가 평균 체장이 비슷한 트롤 어획물의 85% 정도라는 것과 일치하는 결과이다.

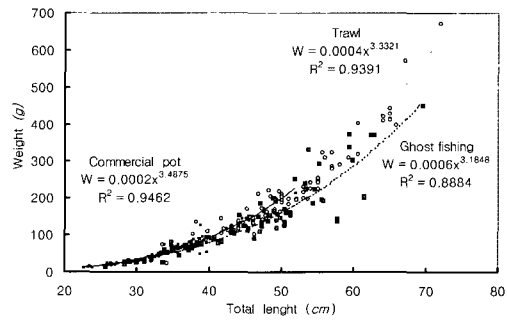


Fig. 7. Relation equation between total length and weight(without diet weight).

결론

Ghost fishing으로 추정되는 유실된 플라스틱 붕장어 통발에 어획된 붕장어의 섭이 상태와 개체의 성장에 대해 조사하기 위하여, 통발 조업선에 어획된 붕장어와 트롤 그물에 어획된 붕장어를 이용하여 비교 분석하였다.

어획된 붕장어의 평균 전장은 연안 통발 조업선과 시험 조업에서 어획된 것이 33.6cm, 트롤 그물에 어획된 것이 48.9cm 그리고 수거된 유실 통발에 어획된 것이 45.6cm이었다. 이러한 체장의 분포는 붕장어가 성장하면서 연안에서 외양으로 간다는 사실과 일치한다.

위내용물 조사에서 먹이를 섭취하지 못해 위내용물이 전혀 없었던 붕장어의 비율은 통발 조업선 5.0%, 트롤 4.2% 그리고 유실 통발 87.6%로 유실 통발에서 17~20배 높게 나타났다. 먹이로써

어류를 섭취한 봉장어의 비율은 통발 조업선이 98.7%, 트롤이 78.8% 그리고 유실 통발이 63.3%로 나타났으며, 그 외의 먹이 생물은 갑각류와 두족류 등이었다.

순체중과 전장을 이용하여 계산한 비만도는 트롤 어획물이 1.514이고, 유실 통발 어획물이 1.292로서 약 15%의 차이가 있었으며, 이들 자료에 대한 공 분산분석에서 실시한 t검정 결과 5% 유의수준에서 위치의 차이가 있는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 서영태 · 김광홍 · 이주희 (1977) : 장어 통발漁具의 漁獲特性 比較, 漁業技術, 13(2), 15~20.
2. 張忠植 (1987) : 봉장어의 魚體諸元과 漁具網日과의 關係, 漁業技術 23(4), 184~188.
3. 엄말구 (1991) : 미끼의 종류에 따른 통발어획률의 변화, 漁業技術, 27(4), 232~237.
4. 김용술 (1993) : 수산자원학, 신흥출판사. 22~23.
5. 차명렬 · 백철인 · 손호선 · 홍병규 · 최인옥 · 장대수 · 전영렬 (1998) : 남해 어업 자원 조사 보고서, 국립수산진흥원. 5~18.
6. 허성희 · 곽석남 (1998) : 광양만 잘피밭에 서식하는 봉장어의 식성, 한수지, 31(5), 665~672.
7. 김민석 · 김삼곤 · 김진건 · 정순범 · 조현정 (1999) : 남해 동부 해역에 있어서 해양 오물의 분포에 관한 연구, 漁業技術 35(4), 386~390.
8. 鍋島靖信 · 安部恒之 · 山本圭吾 · 大本茂之 · 東海正(1995) : マアナゴの資源管理のための漁獲制限体長の設定とマアナゴの適正目合の選定およびその効果の豫測について, 大阪府立水産試験場研究報告 第9号, 41~55.
9. 鄭義哲 · 金三坤 · 朴倉斗 · 辛種根 · 東海正 (1999) : 韓國におけるあなご筒かご水抜き孔の マアナゴ 漁獲選擇性, 日水誌 65(4), 642~649.
10. 望岡典隆 (2001) : マアナゴの初期生態, 日水誌 67(1), 111~112.
11. 鍋島靖信 (2001) : マアナゴの成長と食性, 日水誌 67(1), 113~114.
12. 宇藤朋子 (2001) : マアナゴの成熟と産卵, 日水誌 67(1), 115~116.
13. 時村宗春 (2001) : 東シナ海におけるマアナゴ資源, 日水誌 67(1), 125~126.
14. 朴倉斗 (2001) : 韓國におけるマアナゴ漁獲實態, 日水誌 67(1), 127~128.
15. 東海正 (2001) : マアナゴ漁業の漁獲特性と資源管理, 日水誌 67(1), 129~130.