

오징어 가공 부산물의 해양투기에 따르는 주변해양환경의 영향에 대한 검토

황보규 · 신현옥* · 김민선² · 강경미¹ · 남택정³

부경대학교 해양산업개발연구소, ¹부경대학교 해양생산시스템관리학부,
²부경대학교 수산물리학과, ³부경대학교 식품생명공학부

Examination of the effect on the surrounding marine environment by disposing of a squid by-product

Bo-Kyu HWANG, Hyeon-Ok SHIN^{1*}, Min-Son KIM², Kyoungmi KANG¹ and Taek-Jeong NAM³

Research Center for Ocean Industry Development, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

¹Division of Marine Production System Management, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

²Department of Fisheries Physics, Graduate School, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

³Faculty of Food Science and Biotechnology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

Squid by-product like viscera has just been recognized as one of the serious pollutants on the surrounding marine environment in Ulleung island of Korea. The effect as a marine pollutant, however, has not been examined and evaluated properly. It was carried out the comprehensive examination of the marine pollution by disposing squid by-products. The sediments and water qualities were investigated in several positions, including the dumping position around Ulleung island. It is also estimated a spreading of by-product in terms of estimating the sinking speed and evaluating the attracting characteristics as a feed. As a result, There were no significant pollutions of the sediment and water quality. The spreading of by-product by the local current was 2–2.5 times of the depth, and it will become longer in spring tide. It was confirmed that the squid by-product has attracting ability for local fish by acoustical survey. Furthermore, it can be useful for the local fish species as feeds.

Keywords: Squid viscera, Discard, Marine pollution, Single target detection analysis

서론
우리나라에서 오징어는 연근해에서 2003년

이래 현재까지 연간 약 123만 1천 톤이 어획되고
있으며, 마른 오징어, 조미 오징어, 조미 냉동식

*Corresponding author: shinho@pknu.ac.kr, Tel: 82-51-629-5893, Fax: 82-51-629-5882

품 및 젓갈 등과 같이 다양한 형태의 가공제품 원료로 사용되거나, 횡감으로 즐겨 식용되고 있다 (kim et al., 2008). 한국해양수산부 2003년 통계자료에 의하면, 살오징어 (Common Squids, *Todarodes Pacificus*)는 연간어획량이 20만 톤으로 일반 해면어업 전체어획량의 약 17%를 차지하는 주요 어종이다. 특히, 동해의 중심수역에 위치하고 있는 독도의 주변해역은 청정수역으로서 연안어장과 대화되어장으로 양분되며, 명태와 오징어를 비롯한 각종 어류가 풍부하게 서식하고 있는데, 오징어의 경우 국내 전체 어획량 중에서 독도연안과 대화되어장의 어획고가 60% 이상을 차지하고 있으며, 어획된 오징어는 주로 울릉도 내에서 가공되고 있다.

오징어를 수산 가공품을 제조하고자 하는 경우, 내장, 오징어 연골, 껍질 등과 같은 부산물이 다량 발생한다 (kim et al., 2008). 이 중에서 오징어 내장은 오징어 체중의 약 20-30%인데 (Shin and Bae, 2009), 울릉도에서는 일부는 식품으로서 소비되고, 대부분 주변해역에 투기되어 왔다. 그러나, 최근에는 오징어 부산물의 해양투기가 주변수역의 오염원으로서 어장을 황폐화 시킨다고 하는 의견이 있어서 해양으로의 투기는 규제되고 있으며, 재처리를 위한 사료 공장을 건설하는 등의 처리를 실시하고 있다. 그러나, 일부에서는 울릉도와 같이 개방되고 수심이 깊은 해역으로서, 이러한 오징어 가공 부산물의 해양투기의 따른 영향은 미미하다고 판단하고 있으며, 다른 어류 생물의 먹이가 되므로, 유집효과로 인하여 어획에 도움이 된다는 의견도 있다. 따라서, 이러한 오징어 가공부산물에 대한 해양환경으로의 영향을 평가하고 오징어 가공 부산물에 대한 인식을 정확하게 가짐으로서, 더욱 합리적인 처리방법으로 나아갈 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 오징어 가공 부산물이 장기간 투기된 해역의 물리화학적 해양환경조사 및 퇴적물 분석과 투기시의 침강특성 추정을 통한 산포 및 어류의 유집특성에 대하여 검토하

여, 해양 투기물로서의 해양환경과 주변생물에 대한 영향을 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

투기해역의 해양환경 및 투기영향조사

울릉도 주변 해역에서의 물리화학적 해양환경은 수온, 탁도, 용존산소 등의 센서를 갖고 있는 8채널의 유향유속계 (RCM-9, Aanderra, Norway)를 사용하여 2009년 11월 6일 (음력 9월 20일)과 2010년 2월 22일 (음력 1월 9일)에 측정하였다. 연속 관측은 유향유속계를 수면하 5m층에 고정하여 약 23시간 동안 측정하였고, 층별 관측은 정선상태에서 로프에 매단 유향유속계를 층별로 내려 관측하였다. 유향유속계가 8개 채널의 정보를 얻는데 필요한 최소시간은 32sec이므로, 층별로 최소한 64sec이상 대기하여 적어도 2set의 데이터가 얻어질 수 있도록 하였다.

수질조사를 위한 채수는 Van-don 채수기를 이용하였는데, 시료는 채수 직후 고정을 요하는 항목은 현장에서 고정하였으며, 냉장 상태로 실험실까지 운반하였다. 모든 화학성분은 기본적으로 해양환경공정시험법 (MLTM, 2005)에 명시된 방법을 바탕으로 분석하였으며, 채수 후 현장

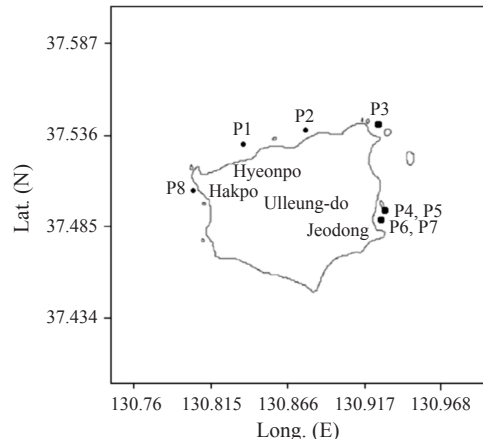


Fig. 1. Map of study site, Ulleung-do, Korea (The position to collect chemicophysical properties and water sampling: P1, P2, P3, P4, P5, grab sediment sampling: P1, P4-P8, and acoustic survey position of luring fish: P4).

에서 측정 가능한 항목은 현장에서 측정하였다.

퇴적물 조사를 위한 퇴적물 채취는 2009년 8월 25일에 그랩 채취기 (7L)를 사용하였다. 채취 위치는 장기간 오징어 내장을 투기해온 해역인 경북 울릉도 저동항 앞 해상과 천부 및 현포 주변 해역이었으며 (Fig. 1), 퇴적물의 조지방 함량 및 멜라닌 함량을 분석하였다.

오징어 내장의 침강특성 및 산포

Fig. 2에 해상에 투기되는 오징어 내장을 나타내었다. 오징어 내장의 주요부위는 길쭉한 원기둥의 형태를 하고 있으며, 그 조직이 매우 유연하고 얇은 막으로 덮여 있다. 오징어 내장은 자

유낙하상태에서 주로 수평방향으로 낙하하였으며, 불규칙한 낙하운동을 보였으므로, 본 연구에서는 오징어 내장의 대표적인 형태와 평균크기를 가지는 3종의 모형물을 제작하여 오징어 내장의 침강속도를 추정하였다 (Fig. 3). 모형제작을 위하여, 총 60개의 내장샘플을 이용하여 중량과 체적을 측정하였으며 그 관계식은 다음과 같이 추정되었다.

$$W = 1.0307V(ml) + 1.168 \quad (R^2 = 0.99) \quad (1)$$

이 식을 이용하여 모형 내장이 실제의 내장과 동일한 비중을 갖도록 조절하였다. 침강속도 계산시 필요한 모형내장과 침자의 파라미터 값을



Fig. 2. Sample of squid viscera.

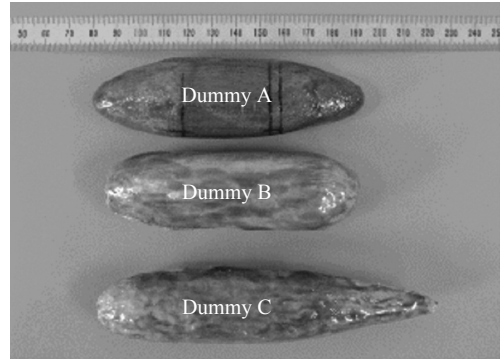


Fig. 3. Three dummy viscera of squid to measure resistance coefficients.

Table 1. Parameters for calculating resistance coefficients of squid viscera

Components	Parameter	Value	
Dummy of squid viscera	Dummy A	Volume	60ml
		Weight	63.01g
		Cross sectional area	28.485cm ²
	Dummy B	Volume	62ml
		Weight	65.27g
		Cross sectional area	27.669cm ²
	Dummy C	Volume	64ml
		Weight	67.13g
		Cross sectional area	34.383cm ²
Sinker	Volume	0.4816ml	
	Weight	5.32g	
	Cross sectional area	1.5276cm ²	
Line	Length	15cm	
	Weight	0.01g	
	Diameter	0.0235cm	

Table 1에 나타내었다.

침강속도 측정은 높이 2.08m, 직경 0.35m의 원형아크릴 수조에서 실시하였다. 좁은 수조에서 안정된 낙하가 가능하도록 모형 내장에 원형의 소형침자를 매달아 총 20회를 반복하여 측정하였는데, 초기의 가속도 영역 (0m-0.6m)을 제외한 1.2m에 대하여 초당 30프레임의 디지털 비디오 카메라로 촬영하고 분석하였다. 모형 내장만의 침강속도는 Lee et al. (2010)의 모형미끼에 대한 침강속도 계산법을 이용하여 추정하였는데, 조류에 따른 오징어 내장의 산포 H_d (m)는 다음의 식으로 표현된다.

$$H_d = (U_c / U_s) d \quad (2)$$

여기서, U_s 는 오징어 내장의 침강속도 (m/sec), U_c 는 조류의 유속 (m/sec), d 는 수심 (m)이다.

오징어 내장에 의한 어군군집특성조사

전통적으로 오징어 내장의 집어효과가 뛰어나다는 것은 오랜 기간 어업에 종사해온 어업인들 뿐만 아니라, 낚시를 좋아하는 동호인들 사이에 널리 알려져 있다. 특히, 낚시에서 오징어 내장을 낚시미끼로 이용하면, 고등어와 전갱이 등이 집중적으로 어획되며 방어 어획에도 매우 뛰어난 효과를 발휘한다. 이러한 오징어 내장의 어군군집효과에 대한 음향조사는 2009년 11월 6일 17:30분부터 19:30분까지 저동향 부근 해역에서

실시하였다.

어군군집 조사를 위하여 조사선을 울릉도 저동향 방파제 앞 지점 (37° 29.988N, 130° 55.155E)에 계류시킨 상태에서, 과학어군탐지기 (EK60, SIMRAD Co.) 120kHz를 이용하여 통발 주위에 군집하는 어류들에 대한 음향자료를 기록하였다. 음향자료는 오징어 내장을 넣은 통발에 수중에 계류시키기 전과 후로 나누어 취득하였으며, 얻어진 음향자료는 어류 Echo분석기법 중의 하나인 개체어 분석 기법 (Single target detection analysis)을 이용하여 분석하였다. 사용된 과학어군탐지기의 사양 및 개체어군 추정을 위한 시스템의 설정은 Table 2와 같다.

결 과

오징어 내장 투기해역의 해양환경특성

2010년 2월 22일 (음력 1월 9일)에 측정한 정점별 물리적 및 화학적 해수환경특성은 Table 3과 같다. 유속은 1m층에서는 8.8-34.2cm/s, 10m층에서는 22.2-57.0cm/s로 나타났으며, 대체로 10m층의 유속이 1m층보다 크게 나타났다. 수온은 1m층에서는 9.2-10.2°C, 10m층에서는 9.2-9.9°C로 나타났으며, 현포에서 저동향 앞 해상으로 이동할수록 수온이 낮아졌다. 용존산소는 1m층에서는 10.5-10.9mg/L, 10m층에서는 10.9-11.0mg/L로 나타났으며, 10m층의 용존산소가 1m층보다 약간 높게 나타났다. 염분농도는 1m

Table 2. Specification of scientific echo sounder to estimate a fish luring characteristics

Specification		
System parameter	Beam type / Frequency	Split / 120kHz
	Beam width (-3dB)	7.1°
	Pulse length	0.512msec
	Ping interval	Maximum
	Transmitted power	500W
Single target detection	TS threshold	-50dB
	Minimum normalized pulse length	0.8
	Maximum normalized pulse length	1.8
	Maximum beam compensation	12dB
	Maximum standard deviation of	1.4°
	Major axis angles	1.4°
	Minor axis angles	

층과 10m층 모두 34.0–34.1PSU로 나타났으며, 5개의 정점 중 3개의 정점에서 10m층의 염분농도가 1m층보다 약간 높게 나타났다.

옛날부터 오징어 내장의 투기가 이루어졌던 저동항 앞 해역의 수심별 해수환경특성은 Table 4와 같다. 유속은 8.8–41.8cm/s를 나타냈으며, 수면에서의 유속이 가장 약하고 수층의 깊이가 깊어질수록 유속이 증가하는 경향을 보였다. 수온은 8.7–9.2℃를 나타냈다. 수온은 수면(수온: 9.2℃)으로부터 수층 깊이가 깊어질수록 낮아지는 경향을 보였으나 50–60m층의 수온이 8.7℃로 가장 낮고 70m층에서는 수온이 8.9℃로 약간 높아졌다. 탁도는 표층에서 0.3NTU로 가장 높았으며 다른 층에서는 탁도가 거의 0에 가까운 값을 보였다. 용존산소는 10.9–11.1mg/L로 나타났으며, 저층이 표층보다 약간 높게 나타났다.

조사정점별 수질조사 결과는 Table 5와 같다.

수질조사 결과 조사정점의 해수수질은 일반 해수와 비슷하였으며, 특이점은 발견되지 않았다. 오징어 내장을 투기해 왔던 저동 앞 해역에서 해수의 화학적산소용구량(COD)은 1m층에서 평균 0.564mg/L, 10m층에서는 평균 0.957mg/L로, 해역의 수질은 COD 기준 1등급인 1.000mg/L를 크게 하회하여 1등급수에 해당하였다. 또한, 총질소(TN)은 1m 층에서 평균 0.047mg/L, 10m층에서 평균 0.052mg/L로 총질소 기준 1등급인 0.300mg/L를 크게 하회하여 1등급수에 해당하였다. 현장에서 저동앞, 현포 등 울릉도 주변에서 측정한 용존산소(DO)도 1m층 및 10m층 모두 10.0mg/L 전후의 값을 보였으며, DO기준 1등급수인 7.5mg/L이상의 값을 보여 1등급수에 해당하였는데, 해수의 수질 기준 등급에서 1등급수는 참돔·방어 및 미역 등 수산생물의 서식·양식 및 해수욕에 적합한 수질을 말한다.

Table 3. Chemicophysical properties of survey position. Ulleung-do, Korea on 22 February, 2010

Position	Depth (m)	Current speed (cm/s)	Current direction (° .M)	Water temperature (° C)	Conductivity (mS/cm)	Turbidity (NTU)	DO (mg/L)	Salinity (PSU)
P1	1	12.0	180.2	10.2	37.2	0.0	10.5	34.0
	10	31.5	319.8	9.9	37.1	0.0	10.9	34.1
P2	1	33.5	259.7	9.9	37.1	0.3	10.7	34.0
	10	57.0	247.2	9.8	37.1	0.2	10.9	34.1
P3	1	9.0	149.6	9.6	36.8	0.0	10.7	34.0
	10	35.9	287.8	9.5	36.7	0.0	10.9	34.1
P4	1	34.2	206.4	9.3	36.5	0.2	10.8	34.0
	10	22.2	247.7	9.2	36.4	0.0	10.9	34.0
P5	1	8.8	272.8	9.2	36.5	0.3	10.9	34.1
	10	29.8	260.4	9.2	36.5	0.0	11.0	34.1

Table 4. Chemicophysical properties by depth at Jeodong harbor (P5). Ulleung-do, Korea, 22 February, 2010

Depth (m)	Current speed (cm/s)	Current direction (° .M)	Water temperature (° C)	Conductivity (mS/cm)	Turbidity (NTU)	DO (mg/L)	Salinity (PSU)
1	8.8	272.8	9.2	36.5	0.3	10.9	34.1
10	29.8	260.4	9.2	36.5	0.0	11.0	34.1
20	34.7	266.3	9.1	36.4	0.0	10.9	34.1
30	34.2	266.7	8.9	36.1	0.0	10.9	34.1
40	38.9	261.9	8.8	36.0	0.0	11.0	34.0
50	33.2	270.4	8.7	36.0	0.0	11.1	34.1
60	30.8	266.9	8.7	36.0	0.0	11.1	34.1
70	41.8	282.7	8.9	36.1	0.0	11.1	34.1

Table 5. Quality of water at survey position Ulleung-do, Korea.

Position	Depth (m)	2009/08/25						2010/01/19					
		COD (mg/L)	SS (mg/L)	TN (mg/L)	NO3 (mg/L)	NH4 (mg/L)	PO4 (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	TN (mg/L)	NO3 (mg/L)	NH4 (mg/L)	PO4 (mg/L)
P1	1	0.593	2.680	0.041	0.032	0.012	0.009	0.976	3.200	0.041	0.028	0.013	0.013
	10	1.026	4.620	0.040	0.028	0.022	0.009	1.171	5.400	0.050	0.035	0.015	0.009
P2	1	1.145	3.860	0.045	0.024	0.016	0.014	0.729	2.900	0.040	0.019	0.021	0.015
	10	0.659	2.560	0.070	0.031	0.023	0.015	0.689	3.800	0.046	0.027	0.019	0.021
P3	1	0.926	4.080	0.053	0.023	0.019	0.012	0.802	4.100	0.037	0.018	0.012	0.017
	10	0.818	5.020	0.066	0.026	0.024	0.023	0.976	6.300	0.049	0.035	0.014	0.012
P4	1	0.409	4.460	0.042	0.022	0.015	0.019	0.924	3.400	0.051	0.025	0.017	0.016
	10	1.059	4.720	0.040	0.020	0.018	0.015	1.051	2.400	0.048	0.019	0.022	0.020
P5	1	0.690	2.940	0.058	0.035	0.020	0.012	-	-	-	-	-	-
	10	0.785	3.560	0.076	0.029	0.016	0.021	-	-	-	-	-	-

Table 6. Contents of crude fat and melanin in sediment samples, Ulleung-do, Korea

Position	1th (2009/08/25)		2010/01/19	
	Crude fat (1th/ 2th*)	Melanin	Crude fat	Melanin
P1	0.2%/ 1.1%	0.003	1.2%	0.001
P4	0.1%/ 1.0%	0.006	0.1%	0.002
P5	0.5%/ 1.1%	0.004	2.1%	0.006
P6	0.3%/ 1.0%	0.006	-	-
P7	0.1%/ 1.2%	0.004	1.4%	0.003
P8	0.1%/ 1.4%	0.006	-	-

* reanalyze same sediment to confirm a analytical error

퇴적물에 함유된 조지방 및 멜라닌 함유량은 Table 6과 같다. 오징어 내장을 투기해 왔던 저동항 앞바다의 해저 퇴적물 속의 조지방 함량은 0.1 – 1.2% 범위로, 이 값은 타 해역의 값인 0.1 – 1.4% 와 비슷한 값을 나타내었다. 울릉도 주변 해역에서 어기 전인 2009년 8월 25일과 어기를 거친 후인 2010년 1월 19일의 조지방 함량은 약간의 차이가 있었으나, 오차범위 1%를 고려하면 큰 차이를 나타내지 않았다. 이러한 오차를 고려하면, 울릉도 주변 해역에서의 퇴적물 내에 있는 조지방 함량은 채니 시기와 채니 장소에 따라 약간의 차이를 보이고 있으나, 대체로 오차범위 내에서 비슷한 값을 나타내었다. 또한, 저동항 앞바다의 퇴적물 속의 멜라닌 함량은 0.002 – 0.006g/g 범위였고, 울릉도 주변 해역에서 오징어 어기 전인 2009년 8월 25일과 어기를 거친 후인 2010년 1월 19일의 멜라닌 함량은 0.006g/g 이내의 값으로 서로 비슷한 값을 나타내었다.

오징어 내장의 침강속도 및 산포도

3종의 오징어내장 모형으로부터 추정된 오징어내장의 침강속도는 Type A가 0.17 (S.D.=0.009), Type B가 (S.D.=0.008), Type C가 0.1 (S.D.=0.004)로, 오징어 내장의 평균 침강속도는 0.13cm/s (S.D.=0.0127)이었다 (Table 7).

2009년 11월 6일 (음력 9월 20일)과 2010년 2월 22일 (음력 1월 9일)에 측정된 오징어 내장 투기지점의 유향 및 유속은 Fig.4와 같다. 최대유속은 11월 7일 00:02:00에 38.6cm/s였고, 최저유속은 09:02:00에 1cm/s였다. 2010년 2월 22일에 측정된 유향유속자료에서 최대유속은 2010년 2월 23일 10:42:00에 23.5cm/s였고, 최저유속은 2월 22일 22:12:00에 1.5cm/s였다.

최대유속에 대한 오징어 내장의 수심별 산포는 Fig. 5와 같다. 오징어 내장의 산포는 최저유속에서는 수심에 대하여 약 0.1배 정도 수평으로 이동되어 투기지점에 떨어지는 것으로 나타났

Table 7. Sinking speed of three dummies of squid viscera

		Dummy of Squid viscera			Sinker
		Type A	Type B	Type C	
Measured Speed (m/s)	Mean	0.34	0.24	0.23	1.79
	S.D.	0.02	0.01	0.01	0.05
Resistance coefficients (C_d)	Mean	0.37	0.78	0.78	
	S.D.	0.04	0.04	0.06	
Sinking Speed (m/s)	Mean	0.17	0.12	0.1	
	S.D.	0.009	0.008	0.004	

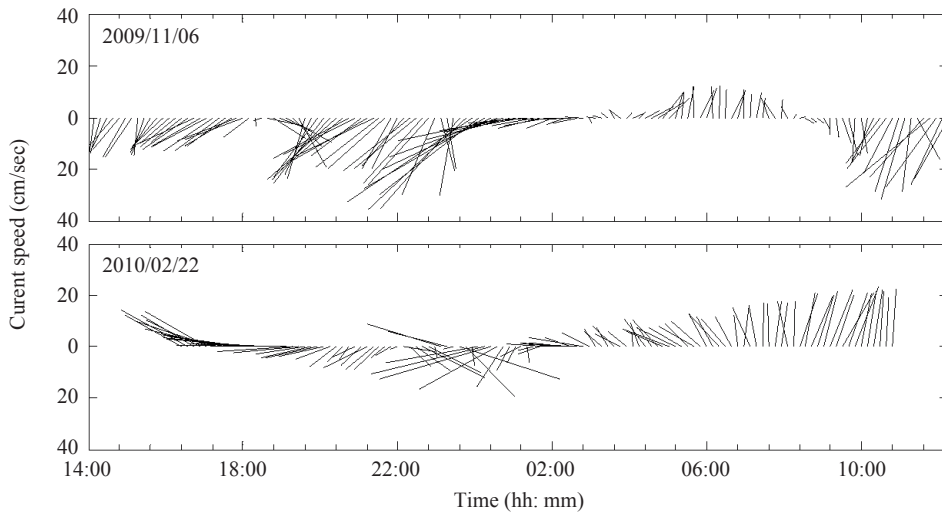


Fig. 4. Current speeds and directions at the disuse position of squid viscera.

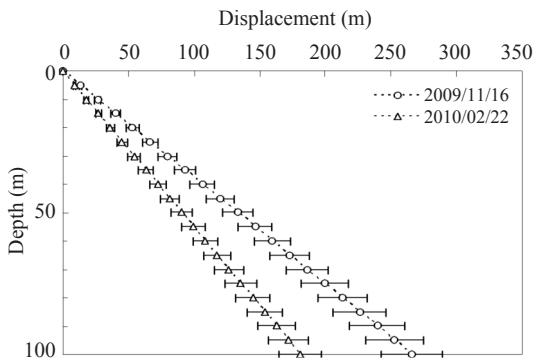


Fig. 5. Displacement of squid viscera by depth at the maximum current speed.

으나, 최대유속에서는 수심에 대해 약 2배-2.5 배의 거리까지 산포하는 것으로 나타났으며, 유

향유속을 측정한 날의 조석주기를 고려한다면 대조기에는 좀 더 먼 거리까지 산포될 것으로 판단된다.

오징어 내장에 의한 어류의 군집특성

오징어 내장 넣기 전의 수중의 어류군집상태는 Fig. 6과 같다. Fig. 6의 (a)는 오징어 내장 통발을 현수하기 전이고, (b)는 현수한 후를 나타낸 것으로, 위의 Echogram은 분석 전의 Echogram을 나타낸 것이고, 아래는 개체어 분석을 실행하여 개체어로 추정되는 Echogram만을 추출한 것이다. Echogram을 보면, 음향자료를 수집하기 시작하였을 때에는 약 5-10m 수층에 약간의 개체 신호가 탐지되었고, 낚시를 이용한 어획이 시작

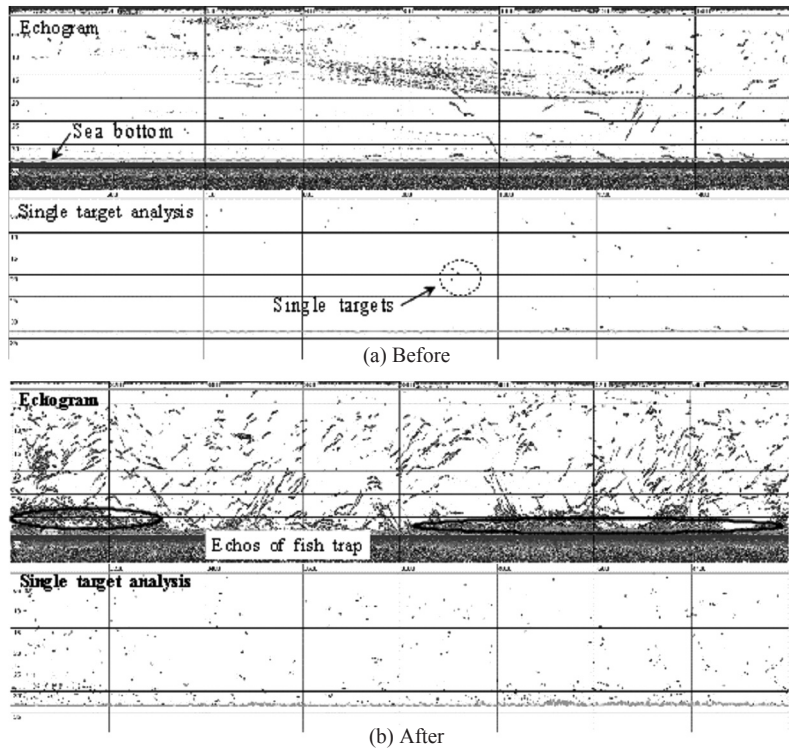


Fig. 6. Comparison of echogram before and after putting down the fish trap of squid viscera.

된 시점 (에코그램의 중반부) 부터는 개체어 신호가 다소 증가하는 현상을 나타내었다.

해저면 가까이에서 진하게 나타나는 Echo는 오징어 내장을 넣은 통발에 의한 것이고, 중층에 복잡하게 나타난 Echo는 군집한 어류에 의한 것이다. 오징어 내장을 넣기 전인 (a)와 비교해보면 Echo신호가 두드러지게 많아진 것을 알 수 있으며, 개체어 분석 결과에서도 개체어로 추정되는 많은 Echo신호가 기록되어, 오징어 내장에 의한 어류 군집효과가 있음이 확인되었다. 군집된 개체어는 오징어 내장 통발에 주위에 군집하는 개체어 이외에도 전 수층에 걸쳐 개체어가 많아지는 현상을 나타내었고, 수심과 개체어의 음향반사강도 사이에는 특이한 상관관계 없이 전 수층에 대하여 고르게 분포하였다.

음향자료로부터 분석한 군집한 개체어의 음향반사강도 빈도분포는 Fig. 7과 같다. 오징어

내장을 넣은 통발을 현수하기 전에 탐지된 개체어 신호 n은 64개였고, 통발을 넣은 후는 278개로 약 4.3배의 개체어 신호가 탐지되었다.

한편, 과학어군탐지기를 이용한 음향자료 수집시, 조사선에서는 오징어 내장을 미끼로 낚시를 이용한 대상어의 어획을 실시하였는데, 어획된 어류는 모두 전갱이였으며 평균체장이 약 20cm 정도였다. Lee and Shin (2005)은 과학어군탐지기 50kHz, 70kHz, 75kHz, 120kHz, 200kHz를 이용하여, 한반도 주변에 서식하는 어류에 대한 음향산란특성을 측정하여 보고하였다. 이 연구에 보고된 120kHz에 대한 전갱이의 평균반사강도와 평균체장과의 관계는 $TS(dB) = 20 \log TL - 65.6$ 이었다. 음향반사강도 분포를 보면 약 -41dB을 중심으로 모드가 나타났는데, 위 식을 이용하여 음향반사강도 값을 어체장으로 환산하면 군집한 전갱이의 평균체장은 약 17cm로 추

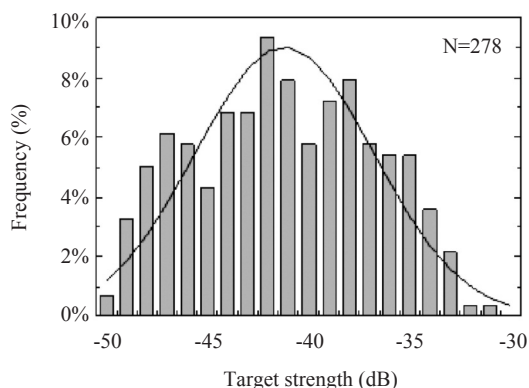


Fig. 7. Frequency distribution of target strength estimated by single target detection analysis.

정되었다. 이러한 차이는 Echogram에서 보이는 바와 같이 주로 전갱이가 해저의 통발 쪽으로 하강하거나 다시 상승할 때 탐지되었기 때문에, 음향반사강도의 자세각 특성에 따라 상대적으로 낮게 추정되었을 것으로 판단된다.

오징어는 우리나라의 주요 어종 가운데 하나이지만, 동해 특히 울릉도에서 그 중요성이 매우 큰 어종이다. 오징어어업은 울릉도의 경제를 좌우할 만큼 매우 중요한 산업으로 우리나라에서 오징어어업이 활기를 띠던 수십 년 전부터 울릉도를 통하여 공급되는 오징어는 우리나라에서 유통되던 오징어의 상당 부분을 점하였다. 이들 오징어는 대부분 내장을 제거하고 햇볕에 건조시켜 유통시켜 왔다. 폐기물처리 시설도 없던 옛날부터 많은 양의 오징어 내장이 울릉도의 저동항을 중심으로 하는 바다로 배출되어 왔다. 그럼에도 불구하고 울릉도 주변의 바다 밑이 썩지 않고 우리나라 해역 기준의 1급수 수질을 유지하는 것을 보면 바다로 배출된 오징어 내장의 대부분이 방어 등 주요 어종의 먹이로 그리고 여러 가지 미생물의 먹이로 활용되었음을 의미한다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 이를 보다 과학적으로 구명하기 위하여 해양의 물리화학적 환경 요소, 수질, 퇴적물 등을 샘플링하여 분석하였다. 오징어

내장무게의 약 9.6%에 달하는 지방은 물에 잘 녹지 않는 성분이다. 오징어 내장 무게의 약 0.2% 정도인 멜라민도 물에 잘 녹지 않는다. 지금까지 수십 년간 오징어 내장이 저동항 내부 또는 저동항 방파제 바깥 30-150m 수심에서 뿌려졌다면, 그리고 이들 내장이 어류의 먹이로 사용되지 않았다면 상당한 양의 지방 성분이 저동항 주변의 해저 퇴적물 속에 남아 있어야 정상이다. 그러나 저동항 방파제 바깥에서 현포에 이르기까지 상당히 넓은 해역에서 샘플링한 퇴적물을 분석한 결과는 깨끗하였다. 대부분이 1%미만이었으며 2009년도에 실험을 위하여 오징어 내장을 뿌렸거나 방어 등의 어종을 유인하기 위하여 오징어 내장을 집중적으로 뿌려졌을 가능성이 있는 해역의 해저 퇴적물 속에도 조지방의 비율은 평균적으로 0.3-1.1 (S.D.: 0.1-0.2)%이었다. 해저 퇴적물 속에서의 1% 내외의 조지방은 대부분의 해역에서도 나타날 가능성이 있으며, 분석자의 분석 기법에 따른 오차범위에 속함을 알 수 있었다.

따라서 울릉도에서 최근 3년 정도의 오징어의 평년생산량 수준이 양륙되어 가공처리되고 그 부산물인 오징어 내장이 저동항 방파제 바깥쪽 수심 40-100m 부근에서 조금씩 뿌려진다면 이 오징어 내장으로 인한 해저 지질 오염은 발생되지 않으며, 이들 오징어 내장은 해양환경에 악영향을 끼치기보다는 어류의 먹이 특히 지방질 공급원으로 사용될 수 있어 어류의 성장에 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

결론

오징어 가공 부산물이 투기된 해역의 물리화학적 해양환경조사 및 퇴적물 분석을 실시함과 동시에 침강특성 추정을 통한 산포 및 어류의 유집특성에 대하여 검토하므로써, 해양투기물로서의 해양환경과 주변생물에 대한 영향을 파악하고자 하였다. 정점별 수질조사 결과, 해수수질은 일반 해수와 비슷하였는데, 오징어 내장 투기

지역인 저동 앞 해역을 포함한 모든 정점에서 해수의 화학적산소용구량 (COD), 총질소 (TN)는 1등급수에 해당하였다. 또한, 퇴적물 내에 있는 조지방 함량은 채니 시기와 채니 장소에 따라 약간의 차이를 보이고 있으나, 대체로 오차범위 내에서 비슷한 값을 나타내었고, 멜라닌 함량은 오징어 어기 전과 후로 나누어 비교하였을 경우 비슷하였으며, 타 해역과 비교하였을 경우에도 울릉도 해역이 약간 낮은 값을 나타내었다.

오징어 내장 모형으로부터 추정된 오징어 내장의 평균 침강속도는 0.13cm/s (S.D.= 0.0127)이었고, 측정일의 최대유속에서는 수심에 대해 약 2배-2.5배의 거리까지 산포하는 것으로 나타났는데, 측정일 조석주기를 고려한다면 대조기에는 좀 더 먼 거리까지 산포될 것으로 판단된다.

개체에코분석기법을 이용하여, 오징어 내장을 넣은 통발을 현수하기 전에 탐지된 개체어는 약 4.3배의 개체가 신호가 탐지되어 오징어 내장에 의한 어류 군집효과가 있음이 확인되었다. 음향반사강도 빈도분포 120kHz에 대한 전갱이의 평균반사강도와 평균체장과의 관계는 $TS(dB) = 20\log TL - 65.6$ 이었다. 음향반사강도 분포를 보면 약 -41dB을 중심으로 모드가 나타났는데, 위 식을 이용하여 음향반사강도 값을 어체장으로 환산하면 군집한 전갱이의 평균체장은 약 17cm로 추정되었다.

폐기물처리 시설도 없던 옛날부터 많은 양의 오징어 내장이 울릉도의 저동항을 중심으로 하는 바다로 배출되어 왔다. 그럼에도 불구하고 울릉도 주변의 바다 밑이 썩지 않고 우리나라 해역 기준의 1급수 수질을 유지하는 것을 보면 바다로 배출된 오징어 내장의 대부분이 방어 등 주요 어종의 먹이로 그리고 여러 가지 미생물의 먹이로 활용되었음을 의미한다고 볼 수 있다. 따라서 오징어 내장이 저동항 방파제 바깥쪽 수심 40-100m 부근에서 조금씩 뿌려진다면 이 오징어 내장으로 인한 해저 지질 오염은 발생되지 않으며, 이들 오징어 내장은 해양환경에 악영향을 끼치

기보다는 어류의 먹이 특히 지방질 공급원으로 사용될 수 있어 어류의 성장에 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- Kim, H.S., J.S. Kim and M.S. Heu, 2008. Fractionation of exopeptidase from viscera of argentina shortfin squid, *Illex argentinus*. J Kor. Soc Food Sci Nutr 37 (8), 1009-1017.
- Lee, D.J. and H.I. Shin, 2005. Construction of a data bank for acoustic target strength with fish species, length and acoustic frequency for measuring fish size distribution. J. Kor. Fish. Soc. 38 (4), 265-275.
- Lee, J.H., C.H. Lee and L. Karlsen, 2010. A study of the sinking speed of longlines influenced by bait properties and anchor weights. J. Kor. Fish. Soc. 46 (3), 214-222.
- MLTM (Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs), 2005. Standard methods for examination of marine environment. pp. 452.
- Shin, M.O. and S.J. Bae, 2009. Growth inhibitory and quinone reductase activity stimulating effects of internal organs of *todarodes pacificus* fractions on human cancer cell lines in vitro. Journal of Life Science, Vol. 19 (9), 1251-1257.
- Song, M.S., J.M. Lee, M.J. Lee and J.S. Yu, 2001. An experimental study on drifting and sinkage of marine debris. Journal of the Korea Society for Marine Environmental Engineering. 4 (1), 41-62.
- Su, J.H., Y.J. Jung, G.D. Lee and M.H. Lee, 1999. Monitoring characteristics of protease isolated from squid viscera. Journal of the east asian of dietary life. 9 (2), 195-199.

2011년 2월 2일 접수

2010년 2월 23일 수정

2010년 2월 23일 수리