

남동대서양 파타고니아이빨고기 (*Dissostichus eleginoides*)의 분포

김두남* · 김영승

국립수산과학원 해외자원과

Distribution of Patagonian toothfish(*Dissostichus eleginoides*) by bottom longliner in the southeastern Atlantic Ocean

Doo-Nam KIM* and Young-Seung KIM

*Distant-water Fisheries Resources Team, National Fisheries Research & Development Institute,
Busan 619-902, Korea*

Patagonian toothfish(*Dissostichus eleginoides*) was investigated in the southeastern Atlantic Ocean during the period of 19 March to 7 July 2007 by commercial bottom longliners. The number of 116 hauls were carried out individually in this study area by two bottom longliners during 111 days. The total catches were 89,559kg(9.91kg/100hooks) and 66,758kg(7.38kg/100hooks), respectively. Most Patagonian toothfishes were caught on the 46-48°S, 6-11°E of southeastern Atlantic Ocean. Patagonian toothfish comprised 67.01-92.49%(by weight) of the catches in the southeastern Atlantic Ocean. No Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*) was caught during the surveys. Patagonian toothfish was found throughout the experimental area, but the density was considerably greater in the layer of 1,300-1,900m, where 49.88% of the fishes were caught. Smaller fishes were generally distributed to the shallow waters and larger fish were more frequently caught with the depth. Mean size of Patagonian toothfish increased with depth of capture. Accordingly economically profitable fishing activities for the Patagonian toothfish fishery requires an understanding of the size distribution of the Patagonian toothfish by depth.

Key words : Patagonian toothfish, Distribution, Bottom longliner, Southeastern Atlantic Ocean

서 론
파타고니아이빨고기(Patagonian toothfish,

Dissostichus eleginoides)는 농어목(Order Perciformes) 남극암치과(Family Nototheniidae)에 속하는

*Corresponding author: dnkim@nfrdi.go.kr, Tel: 82-51-720-2324, Fax: 82-51-720-2337

심해 저층의 냉수에 서식하는 종으로 남빙양의 대서양측(FAO 통계해구 48)과 남빙양의 인도양측(FAO 통계해구 58)에서 주로 분포하나 남빙양과 인접한 남서대서양(FAO 통계해구 41), 동부 인도양(FAO 57해역)의 남부해역 및 남동태평양(FAO 87해역)의 남부해역에서도 분포하는 것으로 알려진 고가의 어종이다(Gon and Heemstra, 1990; Kock, 1992). 성체의 체장은 거의 200cm 이상, 100kg 이상까지 달하는 개체도 있으며 수명은 50년 이상으로 알려져 있고 평균 수명은 25-30세 정도로 추정된다(Horn, 2002). 성장은 비교적 수심이 얇은 수역에서 서식하는 초기 10년간은 빠르나 전장이 70-80cm에 이르는 성숙개시 이후에는 매우 느려지는 것으로 밝혀진 바 있다(Evseenko et al., 1995).

우리나라는 1993년부터 남극 사우스조지아섬 주변해역에서 저연승어선 1척이 파타고니아이빨고기를 대상으로 조업을 시작하였다. 그러나 남빙양에서의 파타고니아이빨고기를 포함한 이빨고기류 조업의 경우, 해당 조업수역을 관할하는 남극해양생물자원보존위원회(CCAMLR: Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources)의 까다로운 보존조치 이행 및 조업여건의 어려움 등으로 최근까지도 고가의 수익성 있는 어종임에도 불구하고 우리나라의 조업척수는 5척에 불과하다. 따라서 국립수산물학원에서는 조업규제조치가 강력한 CCAMLR 협약수역 이외의 이빨고기류 대체어장을 개발하기 위하여 2007년 CCAMLR 협약수역이 아닌 FAO 통계해구 47해구에서 이빨고기류에 대한 어장조사를 실시하였다(NFRDI, 2007).

본 연구는 2007년 남동대서양(FAO 통계해구 47)에서 실시한 파타고니아이빨고기 저연승 어획시험조사 시의 결과를 분석하여 파타고니아이빨고기의 분포특성을 밝혀 차후의 효율적인 조업을 위한 기초 자료로 이용하고자 한다.

재료 및 방법

파타고니아이빨고기 어획시험은 2007년 3월 19일부터 7월 7일까지 111일간 Fig. 1에 나타난 남동대서양의 수심 500-2,500m 인 어장에서 원양저연승어선 2척(총톤수 614톤, 498톤)을 이용하여 각각 116회씩 투승을 실시하였다.

조사선으로 사용된 파타고니아이빨고기 저연승어선 2척의 어구는 Fig. 2, Table 1과 같으며 1회 투승 시 Main line의 길이는 평균 15km(7.3-18.98km), Fishing line은 15.4km였다. Snap line은 22m, Branch line은 50cm이었으며 Basket 수는 평균 200개(100-260개), 낚시 수는 평균 7,976개(4,000-10,400개)를 사용하여 조업하였다. 부표줄(PP 20mm)은 수심에 따라 다르나 평균수심의 120%정도의 길이를 사용하였으며 Float는 A6 3개를 투승시작·종결 위치에 각각 설치하여 조업하였다. Radio buoy는 Float에 2-2.5m PP로프(20mm)로 연결하였고 Anchor와 Main line사이의 훗줄은 양승시작 위치 시 400m, 양승종결 위치 시 800m를 연결하여 조업하였다. 1 Basket당 낚시의 수는 40개, 침강 추(4kg)는 보통 2개를 설치하였으며, 아릿줄의 간격은 1.8m로 구성하였다.

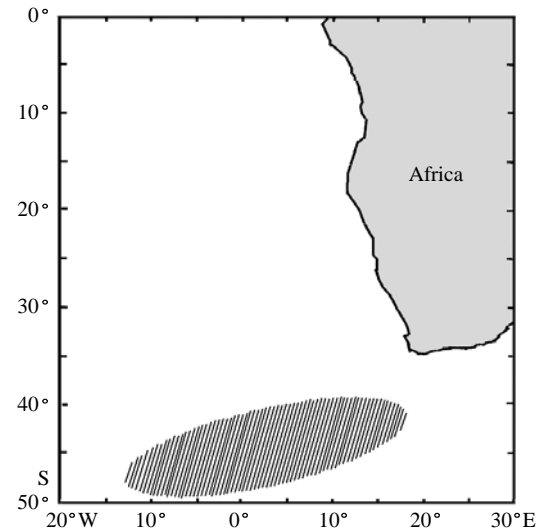


Fig. 1. Fishing area of Patagonian toothfishes by bottom longliner in the southeastern Atlantic Ocean in 2007.

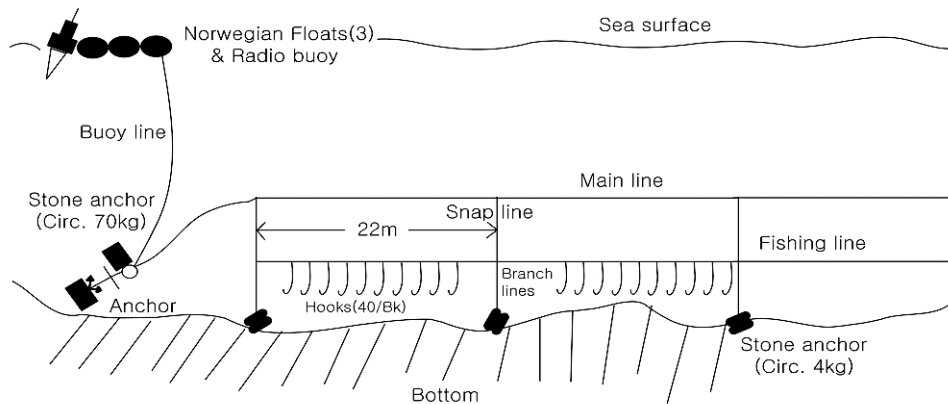


Fig. 2. Diagram of bottom longliner for Patagonian toothfishes in the vessel.

Table 1. General specification of the bottom longliner used in the experiment

Item	Name of article	Size
Main line	Polypropylene	20mm
Snap line	Polypropylene	9mm
Fishing line	Polypropylene	5mm
Branch line	Polyethylene	3mm
Swivel(Spit)	Steel	3 × 4cm
Hook	Circle	30mm
Weight	Steel	4kg
Buoy(Floats)	Norwegian buoy	A6

매 20 Basket당 5mm PP로프로 표시를 하여 양승 Basket수를 확인하였고, 낚시의 꼬임을 방지하기 위하여 Swivel(Spit), Hook 순으로 Swivel은 Fishing line사이에 약 3cm 간격으로 양쪽 매듭을 지어서 Branch line 과 연결해서 사용하였다

파타고니아아빠고기 저연승어업을 위한 미끼는 전량 남동태평양 페루 수역에서 원양오징어 채낚기어업에 의해 어획되는 아메리카대왕오징어(*Dosidicus gigas*)를 사용하였으며, 크기는 5 × 5cm로 잘라 사용하였다.

저연승어업에 의해 어획된 어획물의 종분류는 NFRDI(2000)와 Nakabo(2000)에 따라 동정하였고 전장 및 중량을 측정하여 분석에 이용하였다.

결과 및 고찰

분포종

남동대서양 47해구에서 저연승어선1(총톤수

614톤)과 저연승어선 2(총톤수 498톤)에 어획된 종은 Table 2와 같이 총 31종이었다. 그중 저연승어선 1, 2에서 각각 22종, 14종이 어획되었다.

어획중량에 의한 어획비율을 보았을 때, 목표종인 파타고니아아빠고기는 두 어선에서 각각 67.01%, 92.49%로 가장 높은 어획량을 보였고, 저연승어선 1에서는 남극왕게류인 *Paralomis spinosissima*와 *P. aculeata*가 각각 10.28%, 10.33%의 높은 어획량을 보였으나, 저연승어선 2에서는 *P. aculeata*만이 0.02%로 소량의 어획량을 보였고 왕게류인 Lithodidae에 속하는 종이 0.26% 어획되었다. 조업수심이 500 - 2,500m이었던 저연승어선 1에서의 저서생활을 하는 심해게류의 출현량은 총 20.61%로 조업수심이 607 - 2,246m이었던 저연승어선 2의 0.28%에 비하여 상당히 높은 값을 보였다.

저연승어선 1에서는 파타고니아아빠고기 다음으로 이튼가오리(*Bathyraja eatonii*), 민태류(*Macrourus* spp.), 푸른수염돌대구(*Antimora rostrata*), 환도상어류(*Alopias* sp.) 순으로 어획비율이 높게 나타났으나 저연승어선 2에서는 파타고니아아빠고기 다음으로 민태류, 푸른수염돌대구, 긴대구류(*Muraenolepis* spp.) 순으로 어획비율이 높게 나타났다. 그 이외의 종들은 저연승어선 2에서 0.1% 이하로 어획되어 저연승어선 1에서 더 다양한 어류종이 출현하는 양상을 보였다.

Table 2. Percentage composition (of mass) of the main fish species caught as non-target species in the southeastern Atlantic Ocean by two bottom longliners. Total catch is given in kg.

Species	Vessel 1	Vessel 2
<i>Carcharhinus plumbeus</i>		0.01
<i>Alopias</i> sp.	0.29	
<i>Antimora rostrata</i>	2.38	1.13
<i>Bathyraja eatonii</i>	6.05	
<i>Brama japonica</i>	0.01	
<i>Macrourus</i> spp.	3.49	5.54
<i>Macrourus carinatus</i>	0.01	
<i>Lamna ditropis</i>	0.03	
<i>Pachycra brachycephalus</i>	0.01	
<i>Sebastes marinus</i>	0.01	
<i>Odontaspis ferox</i>	0.03	
<i>Muraenolepis</i> spp.		0.14
<i>Dissostichus mawsoni</i>	0.01	
<i>Dissostichus eleginoides</i>	67.01	92.49
Unidentified shark sp.		0.42
Lithodidae spp.		0.26
<i>Paralomis spinosissima</i>	10.28	
<i>Paralomis aculeata</i>	10.33	0.02
<i>Octopus</i> sp.	0.01	
Sea stars	0.01	
Sea anemone		0.01
Deepsea coral		0.01
Fish bone	0.03	
Marine plants	0.01	
Unidentified sp. - 1	0.02	
Unidentified sp. - 2	0.01	
Unidentified sp. - 3	0.01	
Unidentified sp. - 4	0.01	0.01
Unidentified sp. - 5		0.01
Unidentified sp. - 6		0.01
Unidentified sp. - 7		0.01
Total catch(kg)	89,559.40	66,757.62

남극이빨고기(*Dissostichus mawsoni*)는 저연승어선 1에서만 1마리 어획되었고 저연승어선 2에서는 어획되지 않았다.

파타고니아이빨고기의 분포

남동대서양 파타고니아이빨고기의 저연승어선에 의한 어획시험 결과는 Fig. 3과 같다. 저연승어선 1의 어획시험 결과, 파타고니아이빨고기는 46-48°S, 9-12°W 해역, 그리고 46-50°S, 6-11°E 해역에 걸쳐 어획되었으며, 총어획량은 89,559kg이었고 평균 단위노력당어획량은

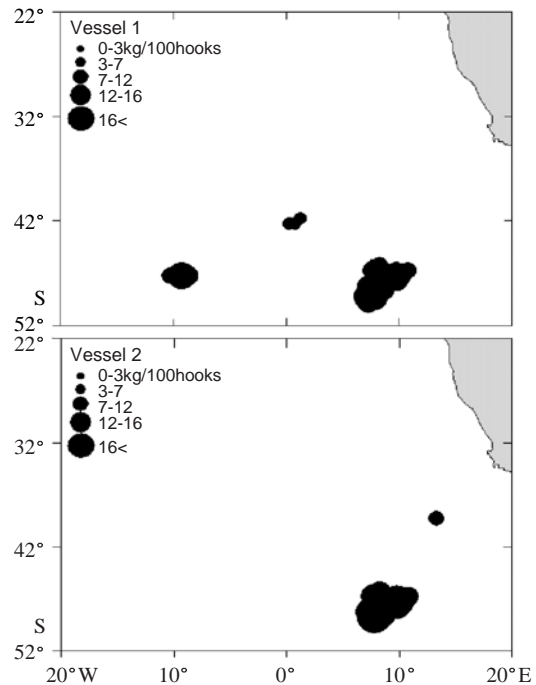


Fig. 3. Distribution of CPUE of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) around southeastern Atlantic Ocean in 2007.

9.91 kg/100hooks이었다. 단위노력당어획량이 가장 높았던 해역은 47°30'S, 10°30'E로 45.50 kg/100hooks의 높은 값을 보였다. 저연승어선 2의 어획시험 결과, 파타고니아이빨고기는 46-50°S, 6-11°E 해역에서 높은 분포밀도를 보였으며, 총어획량은 66,758kg이었고 평균 단위노력당어획량은 7.38 kg/100hooks이었다. 단위노력당어획량은 46°30'S, 7°30'E에서 17.71 kg/100hooks로 가장 높은 값을 보여, 2척의 저연승어선 모두에서 46-48°S, 6-11°E의 해역에서 높은 분포밀도를 보였다. 그 외의 해역은 대체로 조업어장이 불량하여 조업을 실시하지 않았다.

파타고니아이빨고기의 체장과 중량

전체 어획된 파타고니아이빨고기 5,246개체 중 3,244개체는 암컷이었고, 2,002개체는 수컷이

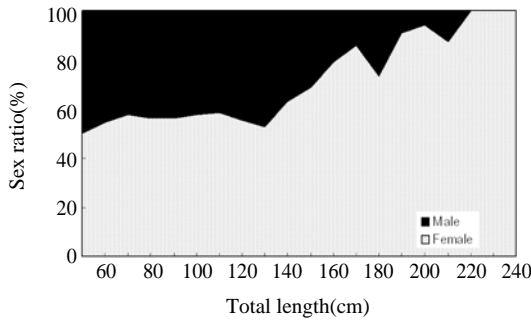


Fig. 4. Sex ratio of Patagonian toothfish(*Dissostichus eleginoides*) by size in the southeastern Atlantic Ocean in 2007.

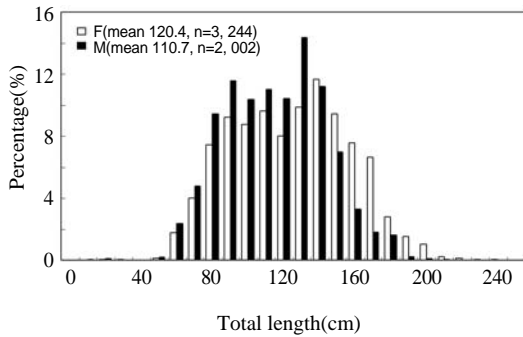


Fig. 5. Length frequency distribution of Patagonian toothfish(*Dissostichus eleginoides*) in the southeastern Atlantic Ocean in 2007

었다. 암컷의 최대크기는 234cm로 수컷의 207cm 보다 큰 것으로 나타났다.

파타고니아아기빨고기의 성별 비율은 Fig. 4와 같다. 50cm 이하 체장을 가진 파타고니아아기빨고기 자료는 암·수 개체가 한쪽 성별로만 집중적으로 어획되어 Fig. 4에서는 자료를 나타내지 않았다. 파타고니아아기빨고기 수컷의 어획비율은 Fig. 4와 같이 체장이 증가함에 따라 감소하여 60cm 대에서 성비(수컷:암컷)가 1:1.2에서 200cm 대에서는 1:16.5까지 증가하였다. 이 같은 결과는 Lopez Abellan and Gonzalez Jimenez (1999)와 Lopez Abellan(2005)에서도 동일한 연구결과를 보여 다양한 환경인자가 그 요인으로 작용하지만 특히, 파타고니아아기빨고기의 경우, 암컷과 수컷의 성적 이형성장(sexual dimorphic

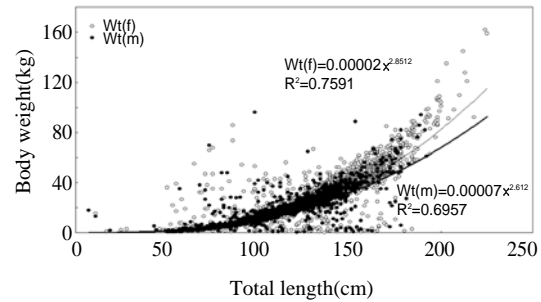


Fig. 6. Relationship between total length and body weight of Patagonian toothfish(*Dissostichus eleginoides*) in the southeastern Atlantic Ocean in 2007.

growth)으로 인해(Oyarzun et al., 2003) 수컷의 군성숙체장인 86cm 이상(Laptikhovski et al., 2006)의 개체에서는 수컷이 산란에 참여한 후 사망하게 되므로 암컷에 비해 수컷의 비가 감소하게 되는 것으로 생각된다.

어획된 파타고니아아기빨고기의 성별 체장조성은 Fig. 5와 같다. 암컷의 체장조성은 11 - 234cm(평균 120.44cm)이었고, 수컷의 체장조성은 7 - 207cm(평균 110.71cm)이었으며 모두 90cm대와 140cm대에서 모드를 나타내었다. 20cm 이하의 체장을 가진 파타고니아아기빨고기 개체는 암·수의 구분이 불가하였다.

남동대서양 저연승어선에서 어획된 파타고니아아기빨고기의 중량과 체장간의 관계는 Fig. 6과 같다. 암컷의 경우, $Wt(f) = 0.00002X^{2.8512}$ ($R^2 = 0.76$)으로 나타났고, 수컷의 경우 $Wt(m) = 0.00007X^{2.6120}$ ($R^2 = 0.70$)으로 나타나 암·수 사이의 중량과 체장 차이는 거의 없는 것으로 나타났다.

파타고니아아기빨고기의 수심별 분포

어획시험 조사 시 수심별 양승수와 파타고니아아기빨고기의 어획개체수는 Table 3과 같다. 저연승어선 1과 2에서 모두 116회 양승을 하였다. 전 수심대중 1,300 - 1,900m 수심에서 파타고니아아기빨고기의 어획개체수가 거의 저연승어선 2척에 의해 어획된 전체 어획개체수의 49.88% 이상을 차지하였다. 2,200m 이상에서는 0.97% 이

Table 3. Numbers of hauls undertaken in each depth zone in the southeastern Atlantic Ocean during each of the surveys, with the numbers of Patagonian toothfish caught.

Depth	Vessel 1			Vessel 2		
	Haul	Fish	No. of ind./100hooks	Haul	Fish	No. of ind./100hooks
400 – 700	1	8	0.09	9	322	0.46
700 – 1,000	2	23	0.12	19	542	0.36
1,000 – 1,300	27	531	0.24	16	500	0.40
1,300 – 1,600	41	769	0.26	24	582	0.33
1,600 – 1,900	25	638	0.29	31	834	0.36
1,900 – 2,200	17	293	0.27	16	474	0.36
> 2,200	3	19	0.13	1	35	0.47
Total	116	2,281	0.26	116	3,289	0.37

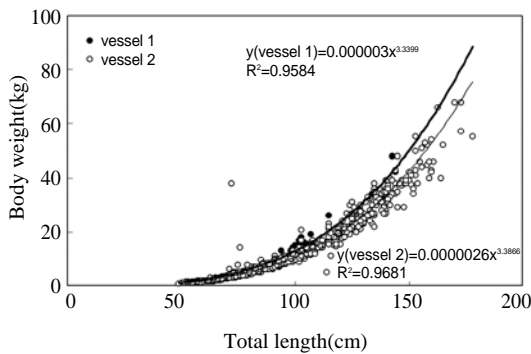


Fig. 7. Relationship between total length of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) of two bottom longliners by depth in the southeastern Atlantic Ocean in 2007.

하의 소수 개체만 어획되었다.

100 낚시당 어획된 개체수를 비교해 보았을 때, 저연승어선 1에서는 얇은 수심대에서 파타고니아이빨고기의 어획된 개체수는 대체적으로 적은 경향을 보였으나, 저연승어선 2에서는 같은 수심대에서도 상당히 높은 어획개체수를 보였다. 따라서, 어획개체수의 큰 차이를 보이는 400 – 1,000m 수심대에서 가장 많이 어획된 파타고니아이빨고기를 대상으로 저연승어선 1, 2의 총 양승별 어획된 파타고니아이빨고기의 체장을 Fig. 7에 나타내 보았다. 그 결과, 1,000m 이천에서 양승을 거의 하지 않은 저연승어선 1에 비해 1,000m 이천에서 양승을 28회 실시하였던 저연승어선 2에서는 저연승어선 1에 비해 체장과

중량이 가벼운 개체들이 대량 어획된 것으로 나타나 깊은 수심에 비해 얇은 수심에서는 파타고니아이빨고기의 소형어 개체가 많이 분포하는 것으로 추측된다.

저연승어선 1과 2에서 어획된 파타고니아이빨고기의 수심별 체장의 분포를 Fig. 8에 나타내었다. 저연승어선 1과 2에서 어획된 파타고니아이빨고기와 수심과의 관계를 분석한 결과, 저연승어선 1($F=13.31$, $df=27$; $P < 0.01$)과 저연승어선 2($F=13.31$, $df=27$; $P < 0.01$) 모두에서 어획되는 파타고니아이빨고기의 평균크기는 어획수심에 따라 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 이는 먹이생물의 크기와 어획되는 파타고니아이빨고기의 관계를 살펴본 Collins et al.(2007)의 연구결과에서도 비록 큰 크기의 파타고니아이빨고기가 때때로 얇은 수심에서 어획되기도 하지만, 파타고니아이빨고기의 평균 크기는 어획수심에 따라 증가한다고 보고한 결과와 일치하고 있다. 이로써 파타고니아이빨고기도 다른 종과 마찬가지로 수심이 깊어질수록 체장이 커지는 “bigger-deeper” 경향을 지니는 것으로 보이며(Arkipkin et al., 2003; Collins et al., 2005; Laptikhovskiy et al., 2006), 이에 따라 남동대서양 파타고니아이빨고기를 대상으로 조업을 실시한다면 어장의 수심에 따른 어획개체의 크기를 감안하여 조업하여야 수익성을 최대로 높이는 데 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

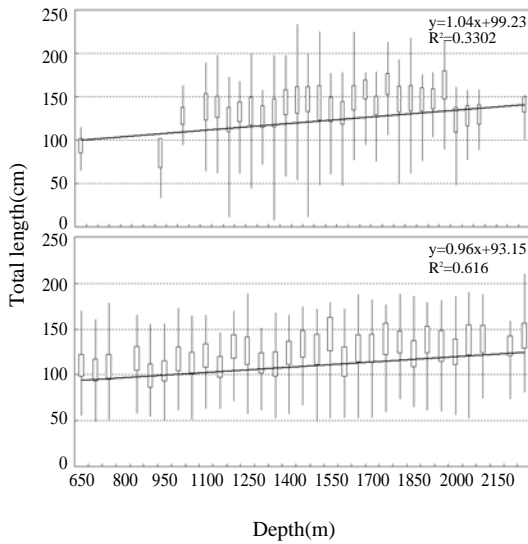


Fig. 8. Mean length of Patagonian toothfish(*Dissostichus eleginoides*) in relation to depth of capture from this survey. Error bars show standard deviations of length.

결 론

2007년 3월 19일부터 7월 7일까지 111일 동안 남동대서양에서 원양저연승어선 2척을 이용하여 파타고니아이빨고기의 어획실태를 조사하였다. 111일 동안 각각 116회씩 투승을 실시한 결과, 총 어획량은 저연승어선 1에서는 89,559kg(9.91kg/100hooks)이었고 저연승어선 2에서는 66,758kg(7.38kg/100hooks)이었다. 조사해역에서 파타고니아이빨고기는 46-48°S, 6-11°E 해역에서 많이 어획되었고, 파타고니아이빨고기의 어획율은 전체어획량의 67.01-92.49%였으며, 남극이빨고기는 거의 어획되지 않았다. 파타고니아이빨고기는 조사해역의 조업수심 모두에서 어획되었으나 특히, 수심 1,300-1,900m에서 전체 어획량의 49.88%로 어획률이 높았다. 수심별 어획개체 크기를 비교한 결과, 얕은 수심에서는 크기가 작은 개체들이 어획되었고 어획수심이 증가함에 따라 체장이 증가하는 경향을 보였다. 따라서 어장의 수심에 따른 파타고니아이빨고기의 크기를 고려하여 조

업하면 수익성을 높일 수 있을 것으로 생각된다.

사 사

본 연구는 국립수산물과학원(해외어장 개발 및 이용연구, RP-2008-FR-025)의 지원에 의해 수행되었습니다. 본 논문의 자료수집을 위해 고생하신 국제옵서버 최기철씨와 양영오씨에게 감사드리며 논문을 보다 완성도 있도록 사려 깊게 검토하여 주신 심사위원님들과 편집위원님께 감사드립니다.

참고문헌

- Arkhipkin, A., P. Brickle and V. Laptikhovsky, 2003. Variation in the diet of the Patagonian toothfish with size, depth and season around the Falkland Islands. *Journal of Fisheries Biology*, 63, 428-441.
- Collins, M.A., D.M. Bailey, G. Ruxton and I.G. Priede, 2005. Trends in body size across an environmental gradient: a differential response in scavenging and non-scavenging demersal deep-sea fish. *Proceedings of Royal Society of London B*, 272, 2051-2057.
- Collins, M.A., K.A. Ross, M. Belcher and K. Reid, 2007. Distribution and diet of juvenile Patagonian toothfish on the South Georgia and Shag Rocks shelves (Southern Ocean). *Marine Biology*, 152, 135-147.
- Evseenko, S.A., K.H. Kock and M.M. Nevinsky, 1995. Early life history of the Patagonian toothfish, *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898 in the Atlantic Sector of the Southern Ocean. *Antarctic Science*, 7, 221-226.
- Gon, O. and P.C. Heemstra, 1990. *Fishes of the Southern Ocean*, J.L.B. Smith Institute of Ichthyology, Grahamstown, pp. 257-259.
- Horn, P.L., 2002. Age and growth of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) and Antarctic toothfish (*D. mawsoni*) in waters from the New Zealand subantarctic to the Ross Sea. *Antarctica. Fisheries Research*, 56, 275-287.
- Kock, K.H., 1992. *Antarctic fish and fisheries*.

- Cambridge University Press, Cambridge, pp. 203 – 204.
- Laptikhovsky, V., A. Arkhipkin and P. Brickle, 2006. Distribution and reproduction of the Patagonian toothfish *Dissostichus eleginoides* Smitt around the Falkland Islands. *Journal of Fisheries Biology*, 68, 849 – 861.
- Lopez Abellan, L.J., 2005. Patagonian toothfish in international waters of the southeastern Indian Ocean (Statistical area 51). *CCAMLR Science*, 12, 207 – 214.
- Lopez Abellan, L.J. and J.F. Gonzalez Jimenez, 1999. Results of a longline survey on seamounts in the southeastern Atlantic and in Subarea 48.6 and Division 58.4.4. *CCAMLR Science*, 6, 99 – 116.
- Nakabo, T., 2000. *Fishes of Japan with pictorial keys to the species*(second edition). Tokai University, pp. 1748.
- NFRDI, 2000. *Fishes of the Pacific Ocean*. Report of National Fisheries Research and Development Institute, pp. 512.
- NFRDI, 2007. Fishing investigation of Patagonian toothfishes by bottom longliner in the southeastern Atlantic Ocean(FAO statistical area 47). National Fisheries Research and Development Institute, pp. 305.
- Oyarzun, C., S. Gacitua, M. Araya, L. Cubillos, R. Galleguillos, C. Pino, G. Aedo, M. Salamanca, M. Pedraza and J. Lamilla, 2003. Monitoreo de la pesqueria artesanal de bacalao de profundidad entre la VIII y XI regiones. *FIP 2001 – 16*, pp. 98.
-
- 2008년 9월 23일 접수
2008년 10월 22일 1차 수정
2008년 10월 29일 2차 수정
2008년 10월 29일 수리