

남서대서양 한국트롤어업의 조업특성

구정은 · 김은정 · 최석관^{1*}

국립수산과학원 원양자원과, ¹고래연구센터

Characteristics of Korean Trawl Fisheries in the Southwest Atlantic Ocean

Jeong Eun Ku, Eunjung Kim and Seok-Gwan Choi^{1*}

Distant Water Fisheries Resources Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea

¹Cetacean Research Institute, National Institute of Fisheries Science, Ulsan 44780, Korea

Trawl fishing is a major concern worldwide, and there is considerable debate about its impact on marine ecosystems. In this study, we used the vessel monitoring system (VMS) data collected in the southwest Atlantic Ocean from 2016 to 2019 to estimate the fishing effort and trawled area. Spatial distribution of trawl activities according to the latitude and longitude and the hotspots where fishing was concentrated each year were identified. Trawling activities of the Korean vessels were mainly distributed between 40-52°S and 56-63°W. The species caught during the fishing period comprised five Cephalopoda, three Chondrichthyes, ten Osteichthyes, and other fish. The Argentine hake *Merluccius hubbsi* and Argentine shortfin squid *Illex argentinus* were the dominant species in the catch.

Keywords: Trawl fishery, Southwest atlantic Ocean, Vessel monitoring system, Characteristics, Species composition

서론

어업활동은 해양생태계에 영향을 미치며(Grafton et al., 2010), 생물자원의 다양성과 지속가능성을 위협하는 요소 중 하나이다(Ye et al., 2013). 2003년에 세계 어업자원의 25%가 과도어획되었으며(Pauly et al., 2002), 어획된 어종 29%의 자원이 붕괴된 것으로 추정되었다(Worm et al., 2006). 2015년의 세계자원 평가에서는 해양어류의 33%가 지속 불가능한 수준으로 어획되었고, 60%는 최대한 지속 가능한 수준이었다(IPBES, 2019). FAO (2009)에 의하면, 세계 어획량의 23%를 트롤어업이 차지한다. 트롤조업이 환경과 생물다양성에 미치는 영향은 사회적 이슈가 될 정도로 환경에 미치는 영향력이 크다. 트롤어업이 시작된 이후 어업이 비생물적 환경(퇴적물 입자 크기, 해수의 흐름, 영양상태)과 생물적 환경에 미치는 영향에 대한 우려는 계속되고 있다(Kaiser et al., 2002). 특히 트롤 조업은 취약해양생태계(vulnerable marine ecosystems, VMEs) 또는 생태학적 및 생물학적으로 중요한 지역(ecologically and biologically significant areas, EBSAs) 가까이에서 발생하므로(Garcia et al., 2014), 해양 생태계와 생물학적 군집에 큰 영향을 미친다. 트롤

어업에서 비목표종 어획량을 최소화하여 해양 공동체에 미치는 영향을 줄인다면, 장기적으로 어업자원을 유지하는데 도움이 될 수 있다(Brewer et al., 1996). 우리나라는 1966년 대서양 트롤어업을 시작한 뒤, 꾸준히 발전하여 1970년에 100여척으로 증가하였으나, 1980년대에는 대서양의 자원감소로 조업척수가 감소하였다. 이후, 남서대서양과 북대서양으로 어장을 이동하였으나, 북대서양의 경계왕래어족자원의 보호조치로 조업어선이 많이 줄었다. 전 세계적으로 트롤어업은 주요 관심사이지만(Alemanly et al., 2016), 트롤어업의 환경적 영향력으로 장기적으로 지속하기는 어려울 것이다(Norse et al., 2012). 어떤 국가에서는 트롤어구를 금지하거나 생태학적으로 훼손이 민감한 지역을 폐쇄하기도 한다(FAO, 2014). 트롤어업과 관련하여 전 세계적으로 많은 조치가 논의의 중이며, 서식지 보존, 남획 금지와 생태계 보호에 대한 조치가 강화되고 있다(Alemanly et al., 2016). 트롤조업은 인간에 의해 환경에 미치는 영향이 상당하므로 생태계에 미치는 잠재적 영향을 평가하려면 실제로 조업에 휩쓸린 지역에 대한 자료가 필요하다. 그리고 어선은 대상종의 분포 지역에서 무작위로 조업하지 않으며(Ellis and Wang, 2007; Stelzenmüller et al., 2008), 어류가 집중되는 곳을 찾는

*Corresponding author: Tel: +82. 52. 270. 0900 Fax: +82. 52. 270. 0913

E-mail address: sgchoi@korea.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2021.0517>

Korean J Fish Aquat Sci 54(4), 517-525, August 2021

Received 25 June 2021; Revised 18 July 2021; Accepted 20 August 2021

저자 직위: 구정은(연구원), 김은정(연구사), 최석관(센터장)

다(Paloheimo and Dickie, 1964). 적절한 자원관리를 위해서는 어획 노력 분포에 대한 자료가 중요하다(Anticamara et al., 2011). 지역수산기구(Regional Fisheries Management Organization, RFMO)가 없는 유일한 국제 수역 중 하나인 남서 대서양 해역의 관리조치를 만드는데 필수적인 자료가 될 것이다. 어획활동에 대한 조업정보, 목표종과 비목표종의 비율, 어획률, 어획노력량에 대한 분석은 관련 연구나 보존관리조치를 마련하는데 기초정보로 활용될 수 있을 것이다.

선박모니터링시스템(vessel monitoring systems, VMS)으로 트롤어업 활동의 공간 및 시간 패턴에 대한 구체적인 정보를 수집하고 있다(Mills et al., 2007). 우리나라도 2015년 9월부터 우리나라 국적의 선박모니터링시스템을 도입하여 실시간으로 트롤조업정보를 수집하고 있다. 본 연구는 2016년에서 2019년에 VMS로 수집된 트롤조업 자료를 토대로 남서대서양 해역의 우리나라 트롤어업의 조업특성을 파악하고, 어획물에 대한 종조성 및 어획동향을 분석하고자 한다.

자료 및 방법

남서대서양해역 우리나라 트롤어업의 어획물의 종조성과 어획동향을 파악하기 위해 2016-2019년에 우리나라 원양 트롤어업의 선박모니터링시스템(vessel monitoring systems, VMS)을 통해 수집된 어획실적보고 자료를 사용하였다. 각 VMS의 데이터에는 선박의 지리적 위치(위도·경도), 날짜, 시간, 어획량, 어획노력량 등의 정보가 있으며, 이는 GPS (global positioning system)와 연동되어 실시간으로 수집된다. 본 연구에서는 트롤어업의 어업변화를 확인하기 위해 최근 4년간 남서대서양에서 조업한 트롤어선 총 10척의 선박이 보고한 23,843건의 어획자료를 분석하였다.

단위노력당어획량(catch per unit effort, CPUE)은 상대자원량지수로, 총 어획량(ton)을 조업횟수(haul)로 나눈 것으로 계산하였다.

$$CPUE = \frac{\text{Catch}}{\text{Effort (hauls)}}$$

남서대서양의 어획변동을 확인하기 위해 연도별·월별 어획량, 어획노력량(haul), CPUE와 조업위치에 따른 어획량과 어획노력량의 차이 등을 비교·분석하고, 어획위치 확인을 위해 연도별 위·경도($1 \times 1^\circ$) 어획량 자료로 분석하였고, 어장분포의 범위를 추정하기 위해 Sokal and Rohlf (1981) 방법을 사용하였으며, 어장중심(\bar{X}_m, \bar{Y}_m)은 각 선박에서 보고된 어획위치(longitude x , latitude y)에 그 위치의 어획량(C_i)을 가중하여 계산한다.

$$(\bar{X}_m, \bar{Y}_m) = \left(\frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n C_i}, \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^n C_i} \right)$$

또한, 어획된 위치(long, Lat)에 대한 통계적 공동신뢰영역(joint confident region)은 장축과 단축을 지니는 타원(ellipse)으로 표현하였으며, 이때 타원의 장축(λ_1)과 단축(λ_2)은 아래의 식과 같다.

$$\lambda_1 = 0.5 \cdot [S_1^2 + S_2^2 + \sqrt{(S_1^2 + S_2^2)^2 - 4 \cdot (S_1^2 \cdot S_2^2 - S_{12}^2)}]$$

$$\lambda_2 = S_1^2 + S_2^2 - \lambda_1$$

여기서, S_1, S_2 는 각각 X, Y에 대한 표준편차와 공분산을 나타낸다. 그리고 타원의 방향성을 나타내는 장축 및 단축의 기울기 b_1, b_2 는 아래의 식과 같다.

$$b_1 = \frac{S_{12}}{\lambda_1 - S_1^2}, b_2 = \frac{-1}{b_1}$$

이는 남서대서양해역 우리나라 트롤어업의 어획위치에 대한 통계적 공동신뢰구간 95% 신뢰구간을 나타낸다.

어획물의 종조성과 어획동향은 우리나라 트롤어업의 조업특성을 고려하여 어획물을 크게 3가지 그룹, 두족류(오징어류), 연골어류(홍어류), 경골어류(대구류와 기타어류 등)로 분류하여 분석하였다. 어획물에 대한 종동정, 분류체계 및 증명(학명, 영명)은 원양어업 부수어획종 필드 가이드(NFRDI, 2008), 남서대서양(FAO Area 41)종 식별가이드(NFRDI, 2018) 등을 참고하였다.

결 과

트롤어업의 어획량 변동과 단위노력당어획량(Catch per unit effort, CPUE)

우리나라 트롤어업의 조업위치는 위도 40-52°S, 경도 56-63°W 사이의 수역에서 연간 조업한다(Fig. 1). 연도별 어획노력량은 2016년 6,819 (hauls)로 가장 높게 나타났고, 2017년 5,225 (hauls)로 가장 낮았다. 조사기간 동안 단위노력당어획량(CPUE)은 3.6-5.1톤/haul 범위에서 변동하였다. 어획노력량이 가장 많았던 2016년의 CPUE는 3.6톤/haul로 가장 낮았으나, 이후 증가하여 2018년에 CPUE는 5.1톤/haul으로 가장 높았다. 어획노력량이 가장 적었던 2019년의 CPUE는 3.9톤/haul이었다(Fig. 2). 연중 이루어지는 트롤조업에서 월별 어획량과 어획노력량의 변동은 Fig.3과 같다. 주로 1-5월의 어획량은 평균 12,000톤으로 높게 나타났으며, 6월에 6,000톤으로 감소하다가 7월 들어 8,000톤 이상으로 증가하기 시작하였으나, 10월 이후 다시 감소하였다. 조사기간 중 월별 어획량은 3월에 16,000톤으로 가장 높았고, 11월에 460톤으로 가장 낮았다. 월별 어획노력량은 1,000 haul 이하로 낮았던 10-11월을 제외하곤 전 월에 걸쳐 2,500 haul 내외에서 변동하였다. 월별 CPUE 변화는 전반적으로 어획량 변동과 비슷하였다. CPUE는 2-3월

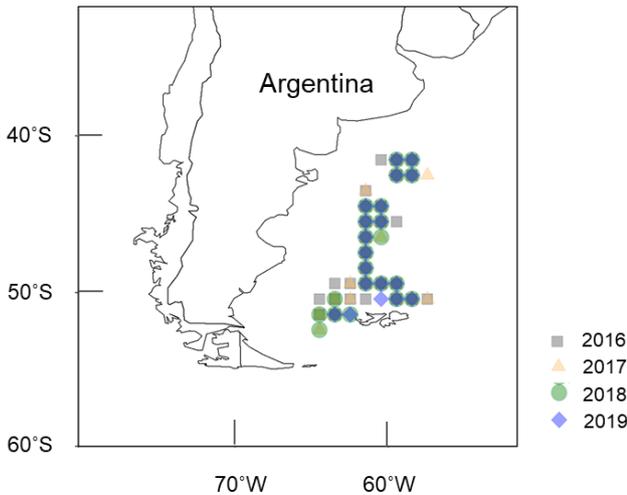


Fig. 1. Locations of the Korean trawl fishery in the Southwest Atlantic Ocean by fishing seasons (2016-2019).

에 5.9톤/haul을 정점으로 감소하다가 8월 들어 다시 증가하여 9월에 5.7톤/haul이었다. 이후 급격히 감소하여 11월에 2.5톤/haul으로 가장 낮았다(Fig. 3).

조업어장분포

남서대서양 트롤어업의 연도별 어장분포는 Fig. 4와 같다. 연도별로 2016년과 2017년에는 위도 41°S에서 52°S까지 분포하고, 동서로 확장하여 조업이 이루어졌다. 2018년과 2019년 위도는 41-51°S 사이 분포하고, 경도는 서쪽으로 좁게 분포한다. 조업위치별 연간 어획량은 위도 42-48°S, 경도 60°W 위치에서 어획이 집중되는 곳을 확인하였다. 연도별 조업위치별 어획량의 변화를 살펴보면, 위도 45-47°S, 경도 60°W에서 어획량은 매년 2,000톤 이상이였다. 이에 더하여 1,000톤 이상의 어획량이 보인 위치는 2016년, 2018-2019년에 위도 41°S, 경도 57°W였으며, 2019년에는 위도 42°S, 경도 58°W였다. 나머지 위치에는 어획량이 1,000톤이하였다(Fig. 4).

한국 트롤어업의 공동실패영역(ellipse)의 범위 및 방향을 살펴보면, 2016년에는 주 분포역이 44.4-48.2°S, 59.0-60.0°W 사이에서 형성되었고, 장축은 남북방향의 형태를 나타내었다. 2017년에는 45.1-47.5°S, 59.1-60.0°W의 범위로 약간 좁아지는 듯하다가 2018-2019년에는 동북방향으로 길어지는 것을 확인하였다. 전체 조사기간인 2016-2019년까지는 주 분포역이 44.1-48.2°S, 59.0-61.1°W 범위 내에서 장축은 남북방향으로 유사한 경향을 보였다(Fig. 5). 위도별 어획량과 어획노력량의 분포에서는 위도 44°S에서 서서히 어획량과 어획노력량이 증가하기 시작하여, 46°S에서 어획량과 어획노력량이 가장 높았고, 그 후 서서히 감소하는 경향을 확인하였다. 경도별 분포에서는 60°W에서 어획량과 어획노력량의 80% 이상 집중되어 가

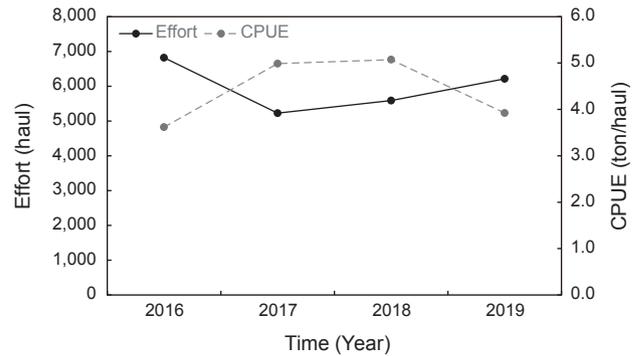


Fig. 2. Annual variations of fishing effort (in number of fishing hauls) and CPUE of the Korean trawl fishery in the Southwest Atlantic during 2016 to CPUE, catch per unit effort.

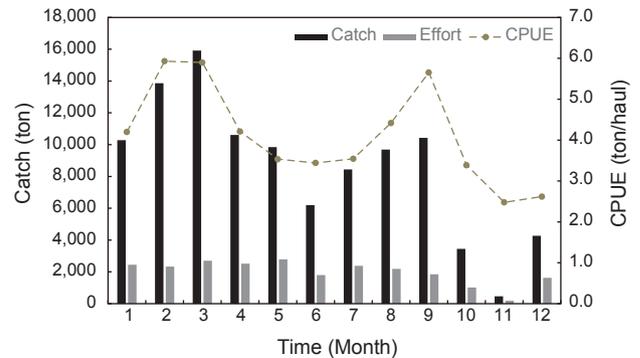


Fig. 3. Monthly variations of catch and fishing effort (in number of fishing hauls) of the Korean trawl fishery in the Southwest Atlantic during 2016 to 2019. CPUE, catch per unit effort.

장 높은 값을 나타냈다(Fig. 6).

어획물의 종조성

조업기간 동안 어획된 어종은 두족류인 폐안아목(Myopsida) 1종, 개안아목(Oegopsida) 4종, 연골어류의 흉어목(Rajiformes) 3종과 경골어류의 대구목(Gadiformes) 9종(기타어류 포함), 침지목(Ophidiiformes) 1종, 농어목(Perciformes) 1종이었다. 두족류 5종, 연골어류 3종, 경골어류 10종과 기타어류를 포함하여 총 19이었다. 어획물의 연도별 어획비율 중에서 가장 많이 어획된 것은 2016년에 대구목 어류가 36.1%였고, 2017년과 2018년에는 개안아목 오징어류가 각각 51.1%, 43.0%였으며, 2019년에는 대구목 어류가 59.0%였다. 2017년과 2018년에는 개안아목 오징어류의 어획량이 40% 이상의 높은 어획비율이 나타났고, 2016년과 2019년에는 오징어류의 어획비율이 줄어들면서 대구목 어류의 어획량은 반대로 증가하는 경향을 보였다. 그 외 어종은 2016년에 흉어류가 21.6%, 2018년에는 농어목 어류가 10.6%로 가장 많은 어획비율을 차지했다. 전

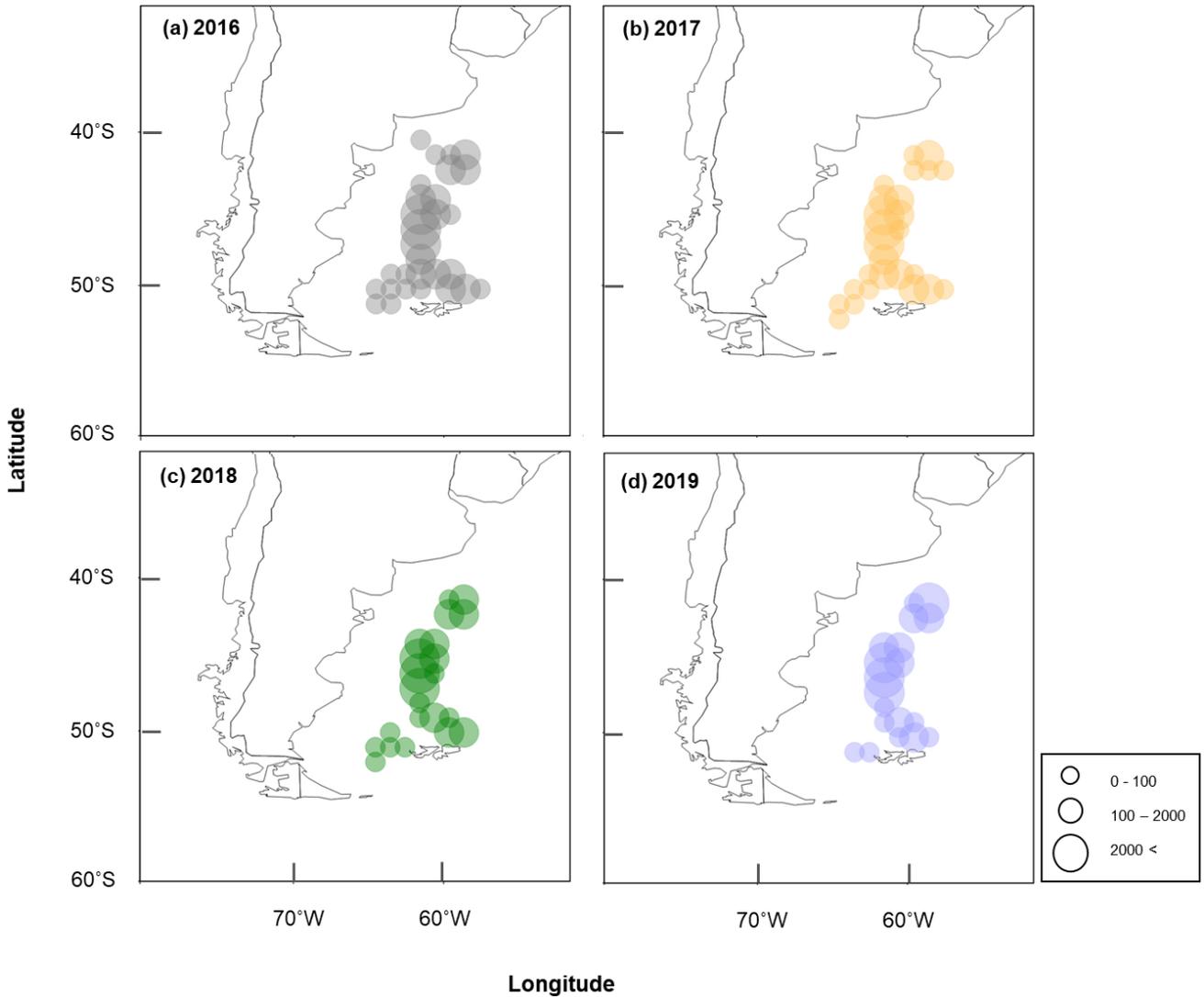


Fig. 4. The maps showing the catches(tonnes) of the Korean trawl fisheries by latitude and longitude positions in the Southwest Atlantic from 2016 to 2019.

체어종의 어획비율을 살펴보면 아르헨티나 민대구(*Merluccius hubbsi*)와 아르헨티나 짧은 지느러미오징어(*Illex argentinus*)의 비율이 각각 24.7%, 26.0%로 가장 높은 비율이었고, 나머지 그 외 종은 0.1-8.4% 범위로 나타났다(Table 1). 월별 어획비율을 살펴보면, 1-4월에는 아르헨티나 짧은지느러미오징어가 평균 45%로 주로 어획될 때는 아르헨티나 민대구의 어획비율은 평균 11%로 낮았다. 반면 5-10월까지 아르헨티나 민대구의 어획비율이 평균 41%로 높을 때는 아르헨티나 짧은지느러미오징어는 평균 3%로 현저히 낮았다(Fig. 7).

위도별 어종별 어획비율

위도별로 어획된 어종을 살펴보면, 폐안아목(7,909톤), 대구목(13,153톤)과 참치목(1,739톤)은 46°S에서 가장 높은 어획

량을 기록하였으며, 홍어목(1,822톤)은 47°S에서 가장 많이 어획되었다. 반면 농어목 어류는 다른 지역보다 45°S에서 많이(1,612톤) 어획되었으며, 개안아목은 45-47°S에서 지속적(평균 9,821톤)으로 어획되었다. 경골어류인 대구목, 참치목과 농어목은 41-47°S에서 주로 나타났으며, 두족류는 44-46°S, 연골어류는 44-50°S의 범위에서 어획되었다(Fig. 8A). 어종별로 어획되는 위치는 어획노력량이 가장 많이 투입된 46°S에서 대부분의 어종은 높은 어획량을 나타내지만, longtail southern cod(3,059톤)은 45°S, Whitson's grenadier(1,310톤)는 44°S에서 어획량이 높았다. 그리고 아르헨티나 짧은지느러미오징어(12,931톤)와 아르헨티나 민대구(9,417톤)는 46°S에서 가장 높은 어획량을 나타냈고, 41°S에서도 어획량이 높았다(Fig. 8B).

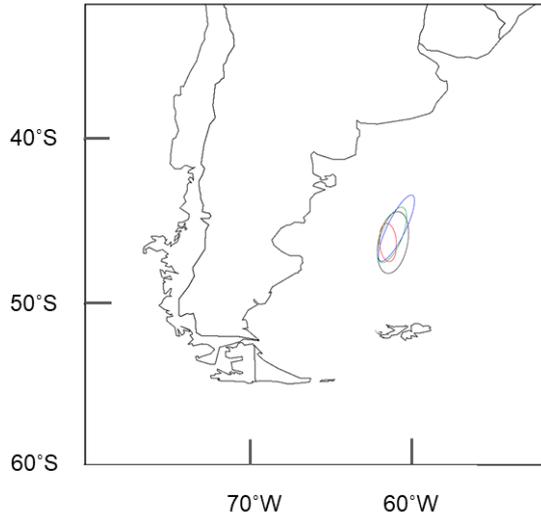


Fig. 5. Joint confident regions in fishing ground of the Korean trawl fisheries in the Southwest Atlantic from 2016 to 2019. 2016 (Black), 2017 (Red), 2018 (Green), 2019 (Blue).

고찰

본 연구는 VMS에 의해 실시간으로 수집된 신뢰도 높은 자료를 바탕으로 우리나라 트롤어선의 남서대서양 해역에서의 어획동향과 종조성을 분석하였다. 우리나라 트롤어선은 연중 조업을 하고, 최근 4년간의 어장분포는 아르헨티나 및 우루과이 근해와 포클랜드 EEZ (exclusive economic zone) 북부수역에서 형성되었으며, 어장의 중심부에서 어획량과 어획노력량이 높게 나타났다. 트롤조업의 어장분포는 주로 43°S에서 48°S 사이에서 이루어졌다. 이는 트롤조업 관리계획(FAO, 2014)인 patagonian no-trawling area (PNTA)의 경계와 관련이 있으며, 42°S와 45-48°S 부분에서 트롤조업이 강도 높게 발생하는 지점 (hotspots)이 있다는 사실을 Alemany et al. (2016)의 연구에서도 확인한바 있다. 그리고 PNTA가 시행되기 전에 이 지역은 이미 아르헨티나 대륙붕에서 가장 좋은 어장 중 하나였다(Irusta et al., 2001).

본 연구에서 연도별로 공간 분포에 약간의 차이는 있지만, 주요 조업지역(hotspots)이 겹쳐지는 것을 확인했다. 이는 한국

Table 1. The weight and percentage of species caught by trawl fisheries in the southwest Atlantic Ocean. W represent for weight, and the unit is toned

Class	English name	Scientific name	2016		2017		2018		2019		Total	
			W	%	W	%	W	%	W	%	W	%
Cephalopoda												
Myopsida	Patagonian squid	<i>Doryteuthis gahi</i>	2,928	11.9	2,617	10.0	1,461	5.2	1,674	6.9	8,680	8.4
Oegopsida	Argentine shortfin squid	<i>Illex argentinus</i>	3,112	12.6	9,952	38.2	8,898	31.4	4,953	20.3	26,915	26.0
	Neon flying squid	<i>Ommastrephes bartrami</i>	31	0.1	9	0.0	12	0.0	11	0.0	63	0.1
	Other squids		577	2.3	3,341	12.8	3,265	11.5	60	0.2	7,243	7.0
	Octopus	<i>Muusoctopus</i>	2	0.0	3	0.0	3	0.0	0	0.0	9	0.0
Chondrichthyes												
Rajiformes	Broadnose skate	<i>Bathyraja brachyurops</i>	48	0.2	1	<0.1					48	<0.1
	Yellownose skate	<i>Zearaja chilensis</i>	1,341	5.4	497	1.9	584	2.1	909	3.7	3,331	3.2
	Other rays		3,931	15.9	715	2.7	683	2.4	868	3.6	6,196	6.0
Osteichthyes												
Gadiformes	Argentine hake	<i>Merluccius hubbsi</i>	3,532	14.3	3,245	12.5	7,158	25.3	11,599	47.6	25,535	24.7
	Blue grenadier	<i>Macruronus novaezelandiae</i>	14	0.1							15	<0.1
	Dwarf codling	<i>Notophycis marginata</i>	110	0.4	196	0.8	55	0.2	51	0.2	412	0.4
	Other Merluccius	<i>Merluccius spp.</i>	2,540	10.3	1,867	7.2	991	3.5	1,707	7.0	7,104	6.9
	Pategonian grenadier	<i>Macruronus magellanicus</i>					32	0.1	90	0.4	122	0.1
	Southern blue whiting	<i>Micromesistius australis</i>	451	1.8	259	1.0	113	0.4	109	0.4	932	0.9
	Tadpole codling	<i>Salilota australis</i>	113	0.5			62	0.2	51	0.2	226	0.2
	Whitson's grenadier	<i>Macrourus whitsoni</i>	2,135	8.7	691	2.7	917	3.2	772	3.2	4,515	4.4
	Other	<i>Other fishes</i>	884	3.6	136	0.5	25	0.1	39	0.2	1,084	1.0
Ophidiiformes	Pink cusk-eel	<i>Genypterus blacodes</i>	1,549	6.3	1,065	4.1	1,078	3.8	1,301	5.3	4,993	4.8
Perciformes	Longtail southern cod	<i>Patagonotothen ramsayi</i>	1,374	5.6	1,467	5.6	2,999	10.6	179	0.7	6,019	5.8

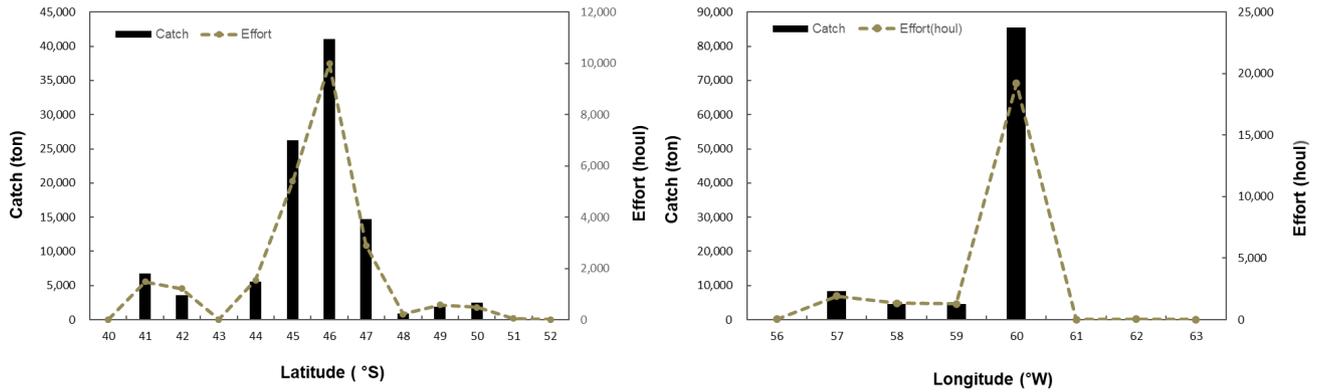


Fig. 6. Total catch (tonnes) and effort (fishing hauls) by fishing locations in the trawl fishery from 2016 to 2019.

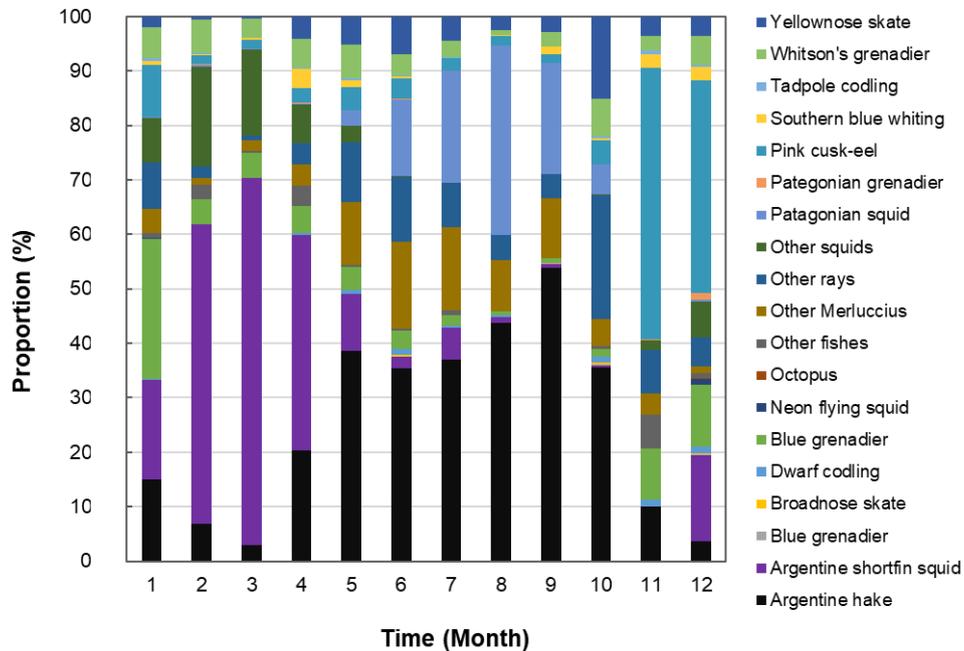


Fig. 7. Monthly species composition of each species in the Southwest Atlantic.

트롤어업의 공동신뢰영역(ellipse)의 위치 44.1-48.2°S, 59.0-61.1°W에서도 확인하 바 있다. 주 분포역인 아르헨티나 대륙붕은 경사가 완만하고 급격한 지형이 없는 넓은 평야이며(Parker et al., 1997), 해저는 매우 균질하여, 거의 전체 대륙붕이 트롤조업에 적합하다. 하지만, 어획이 집중되는 곳은 해마다 같은 장소에 어느 정도 겹쳐져 위치한다. 그것은 조업노력은 작고, 집중적으로 어획되는 핵심지역(hotspots)과 관련 있다(Jennings and Lee, 2012). 이 지역은 영향이 풍부한 말비나스 해류로 인해 트롤조업에 아주 유리한 어장이지만, 집중적으로 조업하는 지역(hotspots)의 크기가 상대적으로 작다는 것을 알 수 있으며, 이는 트롤조업으로 인한 해양생태계의 영향이 대륙붕 전체가 아니라 어획이 집중되는 주요 조업지역에 해당하며 이는 상대적

으로 작다는 것을 암시한다(Alemanly et al., 2016).

주로 어획된 종은 오징어류와 민대구류이다. 그 중에서 아르헨티나 민대구와 아르헨티나 짧은지느러미오징어가 매년 3,000-10,000톤으로 가장 높은 비중으로 어획되었다. 아르헨티나 민대구는 아르헨티나 배타적 경제구역(the argentine economic exclusive zone, AEEZ) 어장에서 주요 목표 종이며(Navarro et al., 2014), 이 지역은 두 해류가 만나는 전선(fronts)으로 인해 어류와 오징어류가 함께 존재하는 풍부한 어장이기도 하다(Alemanly et al., 2014). 우리나라 트롤선박들은 이 지역에서 아르헨티나 민대구와 아르헨티나 짧은지느러미오징어를 목표종으로 조업하는 것으로 생각된다. 본 연구에서 아르헨티나 민대구와 아르헨티나 짧은지느러미오징어가 가장 우세한 종으

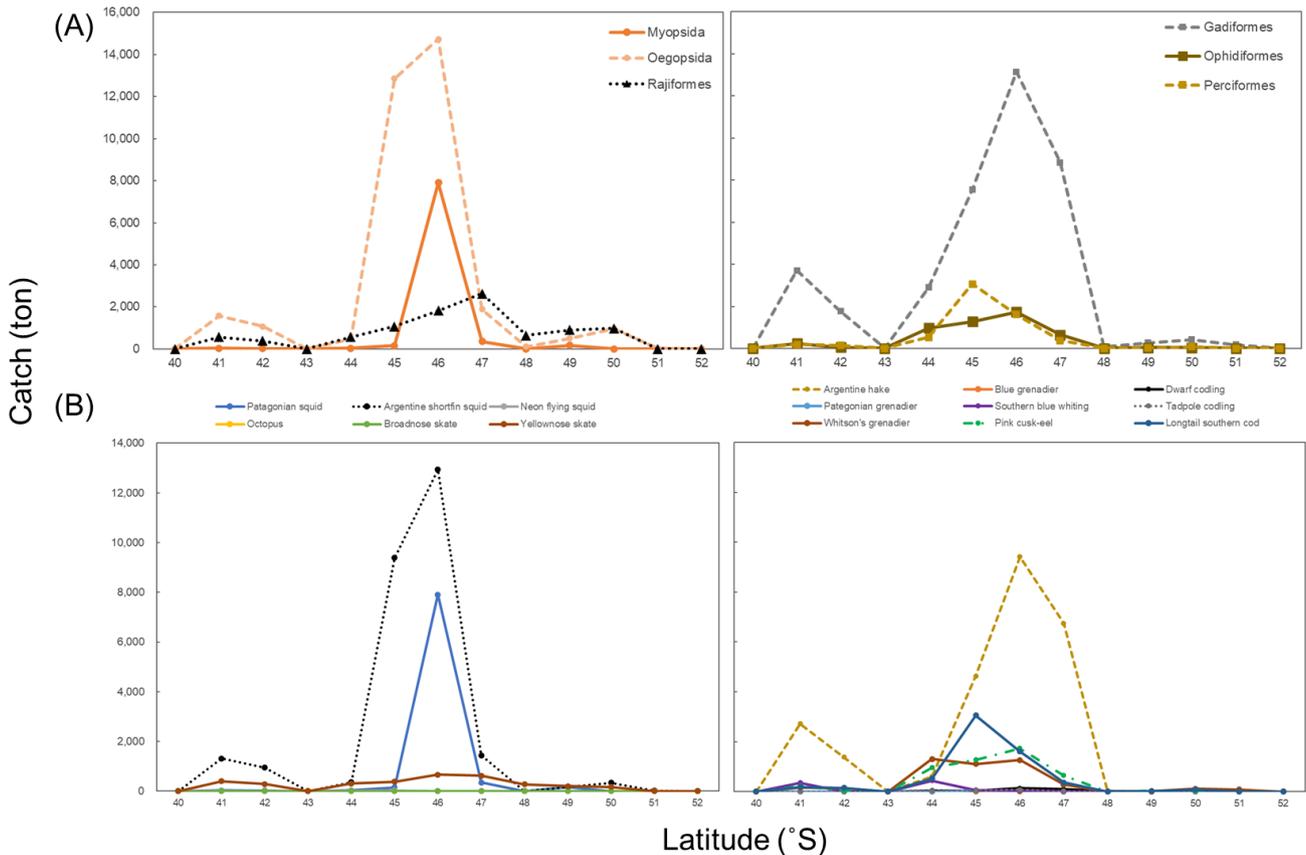


Fig. 8. Total catch (tonnes) of each species (A) and total catch classified by order according to latitude in the trawl fishery from 2016 to 2019.

로 아르헨티나 민대구는 5월부터 10월(평균 20,000톤), 아르헨티나 짧은지느러미오징어는 2월부터 3월사이(평균 18,000톤)의 최대 어획량에 기여했다. Bovcon et al. (2013)의 연구에서도 아르헨티나 민대구를 목표로 조업을 했을 때, 79개의 분류군이 기록되었고, 그 중에서 아르헨티나 짧은지느러미오징어가 어획빈도가 높은 어종이었다. 또한, 아르헨티나 민대구는 브라질 남부에서 아르헨티나 남부(34-55°S)에 이르는 해역의 주요 상업 자원이며(Marrari et al., 2016), 이 해역은 산란활동과 먹이활동(Bezzi et al., 2000)도 이루어지는 곳이므로 매년 높은 어획빈도를 나타낸 것으로 판단된다. 또한, 겨울동안 아르헨티나 짧은지느러미오징어도 아르헨티나 민대구의 중요한 먹이로 보고된 바 있다(Bezzi et al., 2004).

위도에 따른 어종의 경향은 위도의 증감에 따른 어종의 변화가 있기 보다는 특정 위치(47°S)를 기점으로 어획량의 변동을 확인할 수 있었다. 41-47°S까지는 경골어류를 중심으로 어획이 확인되나, 48°S 이남으로는 홍어목을 제외한 어류의 어획물이 거의 없음을 확인하였다. 이는 아르헨티나 대륙붕은 퇴적물의 따라 해양환경이 다르므로 47°S 남쪽은 자갈이 우세하며, 북쪽은 모래와 진흙이 풍부한 것으로 알려져 있다(Parker et al.,

1997). 이러한 퇴적물의 변화가 대륙붕에서 발견되는 생물의 분류학적 기원에 영향을 준 것으로 생각된다(Doti et al., 2014).

본 연구는 2016년에서 2019년에 한국 트롤조업선에 의해 실제로 조업에 휩쓸린 남서대서양 해역의 중간 어획량 변동에 관한 연구자료로, 남서대서양 해역의 지속가능한 어업을 위해 남서대서양 해역의 어획특성 변화와 이 지역의 새로운 분포기록을 확인하였다. 이는 향후 트롤조업의 시간 및 수심정보, 어구의 정보를 이용한 다양한 분석으로 확대하여 남서대서양 해역 관리제도 마련을 위한 기초자료로 활용할 수 있을 것이다.

사 사

본 연구는 2021년도 국립수산물연구원 수산시험연구사업인 원양어업 자원평가 및 관리연구(R2021029)의 지원으로 수행되었습니다.

References

Aleman D, Acha EM and Iribarne OO. 2014. Marine fronts are important fishing areas for demersal species at the Argen-

- tine Sea (Southwest Atlantic Ocean). *J Sea Res* 87, 56-67. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2013.12.006>.
- Aleman D, Acha EM and Iribarne OO. 2016. Distribution and intensity of bottom trawl fisheries in the patagonian shelf large marine ecosystem and its relationship with marine fronts. *Fish Oceanogr* 25, 183-192. <https://doi.org/10.1111/fog.12144>.
- Anticamara JA, Watson R, Gelchu A and Pauly D. 2011. Global fishing effort (1950-2010): trends, gaps, and implications. *Fish Res* 107, 131-136. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2010.10.016>.
- Bezzi S, Akselman R and Boschi EB. 2000. Sintesis del estado de las pesquerias maritimas argentinas y de la Cuenca del Plata. Años 1997-1998, con actualizacion de 1999. INIDEP, Mar del Plata, Argentina.
- Bezzi SI, Renzi M, Irusta G, Santos B, Tringali LS, Ehrlich MD, Sánchez F, García de la Rosa S, Simonazzi M and Castucci R. 2004. El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. In: Caracterización biológica y Pesquera de la merluza *Merluccius hubbsi*. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata, Argentina, 157-205.
- Bovcon ND, Góngora ME, Marinao C and González-Zevallos D. 2013. Composición de las capturas y descartes generados en la pesca de merluza común *Merluccius hubbsi* y langostino patagonico pleoticus muelleri: un caso de estudio en la flota fresquera de altura del Golfo San Jorge, Chubut, Argentina. *Rev Bio Mar Oceanogr* 48, 303-319. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572013000200010>.
- Brewer D, Eayrs S, Mounsey R and Wang YG. 1996. Assessment of an environmentally friendly, semi-pelagic fish trawl. *Fish Res* 26, 225-237.
- Doti, BL, Roccatagliata D and Gappa JL. 2014. An inverse latitudinal biodiversity pattern in asselote isopods *Crustacea Peracarida* from the Southwest Atlantic between 35 and 56 S. *Mar Biodivers* 44, 115-125. <https://doi.org/10.1007/s12526-013-0187-y>.
- Ellis N and Wang YG. 2007. Effects of fish density distribution and effort distribution on catchability. *ICES J Mar Sci* 64, 178-191. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsl015>.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2009. The state of world fisheries and aquaculture-2008 (SOFIA). FAO, Rome, Italy, 176.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2014. The state of world fisheries and aquaculture 2014-opportunities and challenges. FAO Fisheries Report, Rome, Italy, 243.
- Garcia SM, Rice J and Charles A. 2014. Governance of marine fisheries and biodiversity conservation: Convergence or co-evolution. Wiley-Blackwell, Hoboken, NJ, U.S.A., 18-36.
- Grafton RQ, Hilborn R, Squires DALE and Williams M. 2010. Marine conservation and fisheries management: at the crossroads. *Handbook of Marine Fisheries Conservation and Management*, Oxford University Press, London, U.K., 3-19.
- IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform for Biodiversity and Ecosystem Services). 2019. IPBES7 Media release global assessment report. Retrieved from <https://www.ipbes.net> on Jun 10, 2021.
- Irusta G, Bezzi SI, Simonazzi M and Castrucci R. 2001. Infronete técnico 42. In: Los desembarques argentines de merluza *Merluccius hubbsi* entre 1987 y 1997. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata, Argentina, 1-24.
- Jennings S and Lee J. 2012. Defining fishing grounds with vessel monitoring system data. *ICES J Mar Sci* 69, 51-63. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsr173>.
- Kaiser MJ, Collie JS, Hall SJ, Jennings S and Poiner IR. 2002. Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. *Fish Fish* 3, 114-136. <https://doi.org/10.1046/j.1467-2979.2002.00079.x>.
- Marrari M, Piola AR, Valla D and Wilding JG. 2016. Trends and variability in extended ocean color time series in the main reproductive area of the Argentine hake, *merluccius hubbsi* (Southwestern Atlantic Ocean). *Remote Sens Environ* 177, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.02.011>.
- Mills CM, Townsend SE, Jennings S, Eastwood PD and Houghton CA. 2007. Estimating high resolution trawl fishing effort from satellite-based vessel monitoring system data. *ICES J Mar Sci* 64, 248-255. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsl026>.
- Navarro G, Rozycki V and Monsalvo M. 2014. Estadísticas de la opesca marina en la Argentina: evolucion de los desembarques 2008-2013. Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Pesca de la Nacion, Buenos Aires, Argentina.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2008. Field guide to Bycatch species in Korean distant water fisheries. NFRDI, Busan, Korea.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2018. Species identification guide of the Southwest Atlantic Ocean. Mapledesign Publ Co., Busan, Korea.
- Norse EA, Brooke S, Cheung WWL, Clark M, Ekeland I and Watson R. 2012. Sustainability of deep-sea fisheries. *Mar Policy* 36, 307-320. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2011.06.008>.
- Paloheimo JE and Dickie LM. 1964. Abundance and fishing success. *J Cons Int Explor Mer* 155, 152-163.
- Parker G, Paterlini MC and Violante RA. 1997. El Mar Argentino y sus recursos pesqueros Tomo 1: Antecedentes históricos de las exploraciones en el mar y las características ambientales. In: El fondo marino. Boschi EE, ed. INIDEP, Mar del Plata, Argentino, 65-87.
- Pauly D, Christensen V, Guénette S, Pitcher TJ, Sumaila UR, Walters CJ and Zeller D. 2002. Towards sustainability in world fisheries. *Nature* 418, 689-695. <https://doi.org/10.1038/nature01017>.
- Worm B, Barbier EB, Beaumont N, Duffy JE, Folke C, Halp-

- ern BS and Sala E. 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science* 314, 787-790. <https://doi.org/10.1126/science.1132294>.
- Sokal PR and Rohlf FJ. 1981. *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research* 2nd. W. H. Freeman and Company, New York, NY, U.S.A.
- Stelzenmüller V, Rogers SI and Mills CM. 2008. Spatiotemporal patterns of fishing pressure on UK marine landscapes and their implications for spatial planning and management. *ICES J Mar Sci* 65, 1081-1091. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsn073>.
- Ye Y, Cochrane K, Bianchi G, Willmann R, Majkowski J, Tandstad M and Carocci F. 2013. Rebuilding global fisheries: the World summit goal, costs and benefits. *Fish Fish* 14, 174-185. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2012.00460.x>.