

베링공해 명태 트롤어업의 국가별 어획량, CPUE 및 월별 어장

조현수*

군산대학교 해양생산학과

Analysis on the national catch, CPUE and monthly fishing grounds of walleye pollock, *Theragra chalcogramma* by the trawl fishery in the high seas of the Bering Sea

Hyun-Su Jo*

*Department of Marine Science & Production, Kunsan National University,
Gunsan 54150, Korea*

Annual and monthly pollock catches, CPUE and fishing grounds in the high seas of Bering Sea between 1984 and 1992 were analyzed for centroid distribution and bivariate ellipses of trawlers of South Korea, Japan, Poland and China. The catch amount differed by country as 56.1%, 21.7%, 20.4% and 1.8% were caught by Japan, Korea, Poland and China respectively. Japan recorded the highest mean CPUE at 5.7 ton/hour while it was 4.3 ton/hour for Poland, 3.9 ton/hour for Korea and 2.4 ton/hour for China. Cumulative catch varied by month, with the minimum of 137,000 ton in March and the maximum of 848,000 ton in December. Monthly mean of CPUE was the lowest in February (2.0 ton/hour) and the highest in November (6.3 ton/hour). The centroid distribution of monthly fishing ground was located at a southern spot (56° 05'N, 178° 55'E) in January, and it moved anti-clockwise toward 56° 37'N, 178° 24'E in December. Fishing grounds were scattered more by the east-west direction than by the south-north direction. The fishing grounds were similar for Korean, Japanese and Polish trawlers, but Chinese trawlers that fished only from July to December showed distinctively different fishing grounds from the others.

Keywords : Walleye pollock, Catch, CPUE, Fishing ground, High seas of the Bering Sea

서론

베링공해는 북태평양의 러시아 캄차카반도와 미국 알래스카주 사이에 있는 베링해의 중간에 위치하고 있으며

러시아와 미국의 배타적 경제수역 (exclusive economic zone: EEZ)에 둘러싸여 있다. 또한 베링공해는 그 모양이 도넛과 비슷하게 생겼기 때문에 국제적으로는 Donut

*Corresponding author: hyunsujo@kunsan.ac.kr Tel: +82-63-469-1817, Fax: +82-63-469-7445

Hole이라고도 불리고 있으며, 대륙붕이 전혀 없고 최대 수심이 2,053 m에 달한다. 베링공해에서의 명태 조업은 미국의 EEZ 선포 이후 북양어장 상실에 대한 위기감을 느낀 한국과 일본이 1980년부터 중층트롤을 이용한 명태 시험조업을 꾸준히 시도하여 1984년부터 본격적으로 개발되었다. 그러나 베링공해에서의 명태 조업은 1989년에 전 세계 어획량의 38.5%인 1,447,600톤을 어획하여 최고치를 기록한 후 1990년 이후 어획량이 급격히 감소하여 1993년에 1,957톤을 끝으로 국제적으로 모라토리움(moratorium)이 선언되면서 현재까지 조업이 중단된 상태이다 (The conservation and management of the living marine resources of the Central Berring Sea, 1996).

북태평양 원양산 명태에 관한 우리나라의 연구는 Sung et al. (1975)의 트롤 어장의 명태 어획을 시작으로 어장의 해황 및 해저지형과 해수유동 등에 대하여 연구를 진행하였지만, 이들 연구의 조사해역은 베링해가 아닌 러시아 캅차가 남동부 및 쿠릴열도 동부 해역이었다 (Han and Yang, 1977; Chang et al., 1977). 베링해에 서식하는 명태에 관한 우리나라의 연구는 Kim (1990)이 어업의 변천 및 중요성을 제시한 후 초기생활사, 성어의 생물학적 특징, 비늘과 이석에 의한 연령사정 비교, 동부 베링해 명태의 자원평가에 관한 연구 등이 수행되었으나 (Kim, 1992; Kim 1992; Lee and Hur, 1993; Zhang and Sohn, 1996), 이후 수행된 연구는 없었다. 이에 비하여 자국 EEZ 내 대륙붕에 명태 어장을 보유하고 있는 미국에서는 명태에 관한 수평 및 연직 분포, 가입량 예측 모델 및 트롤어구 탈출 장치 사용 시의 사망률 연구 등을 수행하였다 (Ressler et al., 2014; Smart et al., 2013; Bailey et al., 2012; Ryer, 2002). 그러나 베링공해의 명태 어획량이 최대 133만톤에 이르렀던 매우 중요한 어장이었음에도 불구하고, 국가별 명태 어획 상황 전체에 대한 연구가 부족하기 때문에 향후 조업이 재개될 경우에 명태 자원을 합리적으로 관리하고 이용하는데 어려움이 발생할 것으로 추정된다.

따라서 본 연구는 베링공해 명태 트롤어업의 주 조업국이었던 한국, 일본, 폴란드 및 중국 4개국의 과거 어획통계 자료를 분석하여 국가별 연도별 월별 어획량, CPUE 및 어장의 중심과 분산 등의 국가별 명태 어획 상황을 밝히고자 하였다.

재료 및 방법

베링공해 명태 어획통계 자료는 2001~2003년에 폴란드, 러시아 및 미국에서 개최되었던 6~8차 중부베링해 명태자원 보존 및 관리 협약 당사국 연례회의에서 한국, 일본, 폴란드 및 중국 4개국이 제출한 국별보고서 (Sea Fisheries Institute, 2001; National Fisheries Research & Development Institute, 2002; Hokkaido National Fisheries Research Institute, 2002; Shanghai Fisheries University and Alaska Fisheries Science Center, 2003)에 기재된 1984~1992년 베링공해 명태 트롤어업의 조업척수 및 어획량 (Table 1)을 이용하여 국가별 연도별 월별 어획량, CPUE (ton/hour) 및 어장의 중심과 분산을 분석하였다. 이들 국별보고서에는 한국과 폴란드는 연도별 조업척수가 제출되었으나, 중국은 1985, 1986, 1992년의 조업척수가 누락되었고 일본의 조업척수는 전체 연도가 제출되지 않았다. 그리고 어획노력량인 인망시간은 한국, 일본 및 폴란드는 제출되었으나, 중국은 1989~1990년의 어획노력량이 제출되지 않았다. 따라서 월별 어획량, CPUE 분석과 어장의 중심 및 분산은 한국, 일본 및 폴란드의 경우에는 명태 어획량이 많았던 1987~1990년 자료를 이용하였으나, 중국은 1989~1990년 자료만을 이용하였다. 이때 어획량 및 CPUE는 Fig. 1과 같이 위도 30마일, 경도 60마일 간격으로 구분된 73개 해구별 (latitude 30' × longitude 1°) 자료를 이용하였다. 월별 어장의 이동과 분포를 보다 구체적으로 알아보기 위한 어장의 중심 및 분산은 이들 해구별 어획량 자료를 이용하여 Sokal and Rohlf (1981)의 방법으로 분석하였다. 이 방법에서 어장 분포의 중심 (\bar{X} , \bar{Y})은 명태가 어획된 각 해구의 중심점 (longitude X_i , latitude Y_i)에 각 해구별 어획량 (Catch $_i$)을 가중하여 추정하였다. 여기서 어장의 중심 (\bar{X} , \bar{Y})은 아래 식 (1)과 같다.

$$(\bar{X}, \bar{Y}) = \left(\frac{\sum_i (Catch_i \cdot X_i)}{\sum_i Catch_i}, \frac{\sum_i (Catch_i \cdot Y_i)}{\sum_i Catch_i} \right) \quad (1)$$

명태가 어획된 위치 (longitude X_i , latitude Y_i)에 대한 통계적 공동신뢰영역 (joint confident region)은 장축과 단축을 갖는 타원 (ellipse)으로 표현된다. 여기서, 어장의 분산을 나타내는 타원의 장축 (λ_1)과 단축 (λ_2)은 아

래식 (2) 및 식 (3)과 같다.

$$\lambda_1 = 0.5 \cdot (s_1^2 + s_2^2 + \sqrt{(s_1^2 + s_2^2)^2 - 4 \cdot (s_1^2 \cdot s_2^2 - s_{12}^2)}) \quad (2)$$

$$\lambda_2 = s_1^2 + s_2^2 - \lambda_1 \quad (3)$$

위 식에서 s_1, s_2 및 s_{12} 는 각각 X, Y 에 대한 표준편차, 공분산으로 구할 수 있다. 타원의 방향성을 나타내는 장축 및 단축의 기울기 b_1, b_2 는 아래 식 (4)와 같다.

$$b_1 = \frac{s_{12}}{\lambda_1 - s_1^2}, \quad b_2 = \frac{-1}{b_1} \quad (4)$$

Table 1. Number of sampling vessel and catch of walleye pollock by the national trawl fishery in the high seas of the Bering Sea, 1984~1992 (Unit of catch: ton)

Year	Korea		Japan		Poland		China		total catch
	vessel	catch	vessel	catch	vessel	catch	vessel	catch	
1984	26	64,563	?	96,004	-	-	-	-	160,567
1985	27	76,571	?	183,343	5	115,874	?	1,600	377,388
1986	30	155,466	?	697,977	5	163,249	?	3,200	1,019,892
1987	31	228,948	?	783,286	6	230,318	6	16,529	1,259,081
1988	32	261,969	?	750,012	6	298,714	6	18,419	1,329,114
1989	43	341,183	?	654,923	8	268,570	6	31,139	1,295,815
1990	41	244,132	?	417,067	9	223,454	6	27,826	912,479
1991	32	65,377	?	140,874	8	54,866	6	16,653	277,770
1992	-	-	-	-	-	-	?	3,973	3,973

? : unreported.

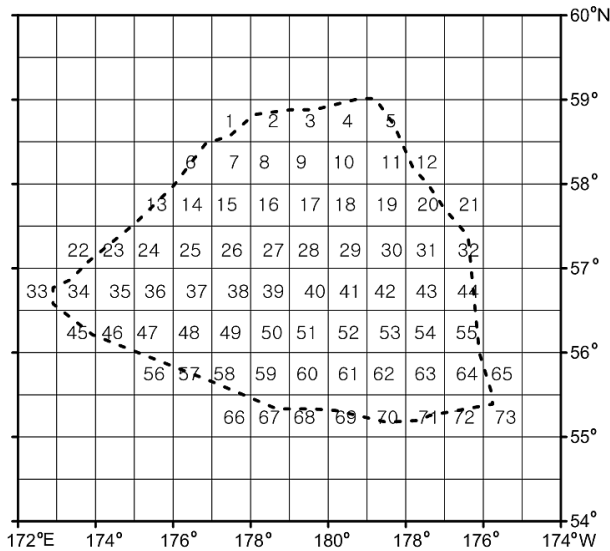


Fig. 1. Map of the high seas of the Bering Sea showing statistical blocks (latitude 30' x longitude 1°) for catch of walleye pollock by the trawl fishery, 1984~1992.

결과

연도별 명태 어획량 및 CPUE

1984년 베링공해에서 조업을 처음으로 시작한 국가는 한국과 일본이었으며, 폴란드와 중국은 그 다음해인 1985년부터 조업을 시작하였다. 1984~1992년 동안 어획한 명태의 국가별 총어획량은 일본이 전체 어획량의 56.1%인 372만톤, 한국이 21.7%인 144만톤, 폴란드가 20.4%인 136만톤 그리고 중국이 1.8%인 12만톤이었다. 국가별 최고 어획량을 기록한 연도는 일본이 1987년에 783,286톤, 한국이 1989년에 341,183톤, 폴란드가 1988년에 298,714톤 및 중국이 1989년에 31,139톤으로서 각각 달랐다. 명태 어획량이 1989년 이후 급격히 감소하자 한국, 일본 및 폴란드는 1991년에, 중국은 1992년에 베링공해에서 조업을 중단하였다 (Fig. 2).

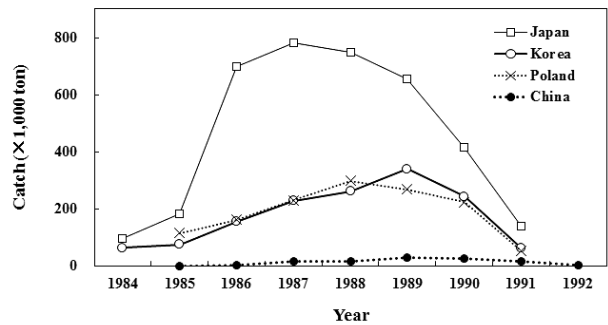


Fig. 2. National annual catch of walleye pollock caught by the trawl fishery in the high seas of the Bering Sea, 1984~1992.

1984~1992년 동안 베링공해에서 어획한 명태의 전체 국가의 연도별 평균 CPUE는 1.7~8.1 ton/hour로서 1986년에 가장 높았고 1991년에 가장 낮게 나타났다. 국가별

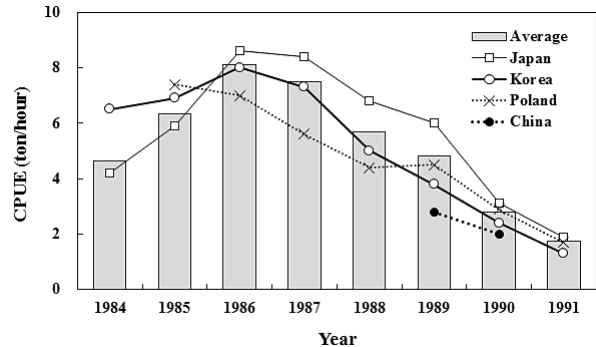


Fig. 3. National annual CPUE of walleye pollock caught by the trawl fishery in the high seas of the Bering Sea, 1984~1991.

평균 CPUE는 어획량이 가장 많았던 일본이 5.7 ton/hour로 가장 높게 나타났고, 다음으로 폴란드 4.3 ton/hour, 한국 3.9 ton/hour 및 중국 2.4 ton/hour 순이었다. 국가별 최고 CPUE를 기록한 연도는 일본, 한국 및 폴란드가 동일하게 1986년으로서 각각 8.6, 8.0, 7.0 ton/hour이었다 (Fig. 3).

월별 누적 어획량 및 CPUE

1987~1990년 동안 한국, 일본 및 폴란드 3개국은 베링 공해에서 연중 명태 트롤 조업을 실시하였으나, 중국은 5월부터 1월까지 연간 9개월만 조업하였다. 4개국이 어획한 명태 월별 누적 총어획량은 3월에 13.7만톤 (2.9%)으로 가장 낮았고 12월에 84.8만톤 (17.8%)으로 가장 높게 나타났으며, 1, 4, 10~12월의 누적 어획량이 324.1만톤으로 전체 누적 어획량의 68.0%를 차지하였다. 월별 누적 어획량이 64만톤 (13%) 이상인 월은 11월부터 익년 1월까지로 223.5만톤을 어획하여 전체 누적 어획량의 46.9%를 차지하였다. 국가별로 월별 누적 어획량 비율이 국가별 누적 어획량의 13%를 초과하는 월은 한국이 11~12월, 일본이 11~1월, 폴란드가 4, 6월 그리고 중국이 7~10월이었다 (Fig. 4).

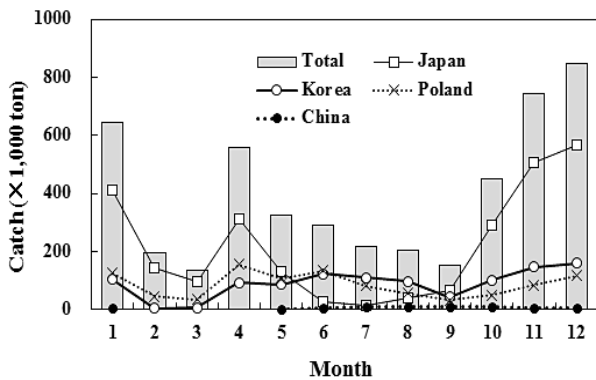


Fig. 4. National monthly catch of walleye pollock caught by the trawl fishery in the high seas of the Bering Sea, 1987~1990.

1987~1990년 동안 베링공해에서 4개 조업국이 어획한 명태의 월별 평균 CPUE는 2월에 2.0 ton/hour로 가장 낮았고 11월에 6.3 ton/hour로 가장 높게 나타났으며, CPUE가 4.5 ton/hour 이상인 월은 1, 4, 10~12월이었다. 국가별 월별 CPUE가 4.5 ton/hour를 초과하는 월은 한국이 4, 10, 11월, 일본이 1, 2, 4, 8~12월, 폴란드가 1, 4, 6월이었다. 따라서 월별 CPUE 변동은 국가별로 다른 경향을 나타내었다 (Fig. 5).

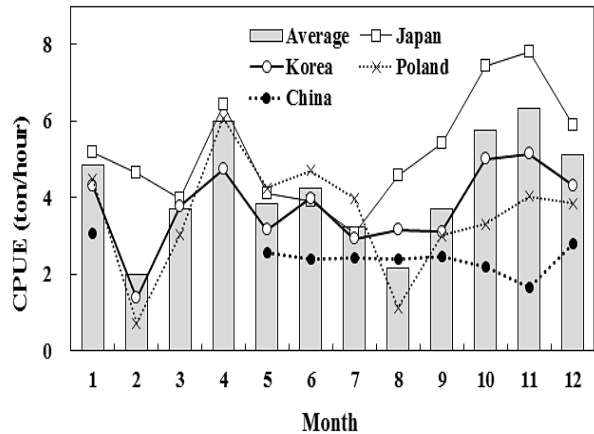


Fig. 5. National monthly CPUE of walleye pollock caught by the trawl fishery in the high seas of the Bering Sea, 1987~1990.

월별 어장 중심 및 분산

베링공해 명태 트롤 어장의 월별 이동을 구체적으로 알아보기 위하여 1987~1990년 한국, 일본, 폴란드 및 중국 4개국 트롤어업의 해구별 누계 어획량을 이용하여 분석한 월별 명태 어장 중심을 Fig. 6에 나타내었다. 1월에는 어장 중심이 베링공해의 남부 해역에 해당하는 50번 해구인 56° 05'N, 178° 55'E에서 형성된 후 계속 동쪽으로 이동하여 4월에는 54번 해구인 56° 23'N, 178° 13'W에서 형성되었다. 5월에는 어장 중심이 북서쪽으로 이동하여 41번 해구인 56° 50'N, 179° 23'W에서, 6월에는 베링공해 북동쪽 부분에 해당하는 30번 해구인 57° 20'N, 178° 38'E에서 형성되었다. 7월의 어장 중심은 6월 어장 중심의 남쪽 방향인 42번 해구인 56° 31'N, 178° 38'E로 이동하였고, 8월에는 서쪽 방향인 40, 41, 51, 52번의 4개 해구가 만나는 지점인 56° 22'N, 179° 48'E에서 형성되었다. 9월에는 어장 중심이 다시 북동쪽으로 이동하여 27번 해구인 57° 20'N, 178° 09'E에서 형성된 후 11월까지는 9월 어장 중심의 남서쪽 방향으로 이동하여 37번 해구인 56° 41'N, 176° 25'E에서 형성되었다. 그리고 12월의 어장 중심은 11월의 어장 중심에서 동쪽 방향으로 이동하여 39번 해구인 56° 37'N, 178° 24'E에서 형성되었다. 따라서 4개국 명태 트롤어업의 월별 어장 중심은 반시계 방향으로 이동하는 것으로 나타났다.

1987~1990년 베링공해에서 조업한 한국, 일본, 폴란드 및 중국의 트롤어선이 조업한 어장은 베링공해 전체 해역에서 이루어졌다. 이들 국가의 월별 어장 분포를 보다

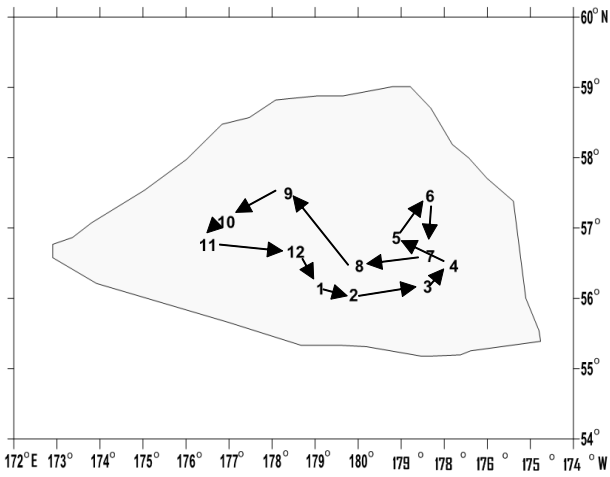


Fig. 6. Monthly centroid distribution of walleye pollock fishing ground caught by the Korean, Japanese, Polish and Chinese trawl fishery in the high seas of Bering Sea, 1987~1990.

구체적으로 알아보기 위하여 어장의 월별 분산을 구하여 Fig. 7에 각각 나타내었다. 4개국 어장의 월별 분산은 대체적으로 동서 방향이 남북 방향에 비하여 크게 나타났다. 국가별 어장 분산을 살펴보면, 한국의 동서 방향 분산은 8월에 322마일로 가장 컸고, 3월에 30마일로 가장 작았으며, 남북 방향으로는 4월에 51마일로 가장 컸고, 3월에 10마일로 가장 작았다. 일본의 동서 방향 분산은 8월에 460마일로 가장 컸고, 11월에 151마일로 가장 작았으며, 남북 방향으로는 5월에 57마일로 가장 컸고, 2월에 9마일로 가장 작았다. 폴란드의 동서 방향 분산은 7월에 45마일로 가장 컸고, 3월에 13마일로 가장 작았으며, 남북 방향으로는 9월에 68마일로 가장 컸고, 2월에 7마일로 가장 작았다. 중국의 동서 방향 분산은 12월에 306마일로 가장 컸고, 9월에 191마일로 가장 작았으며,

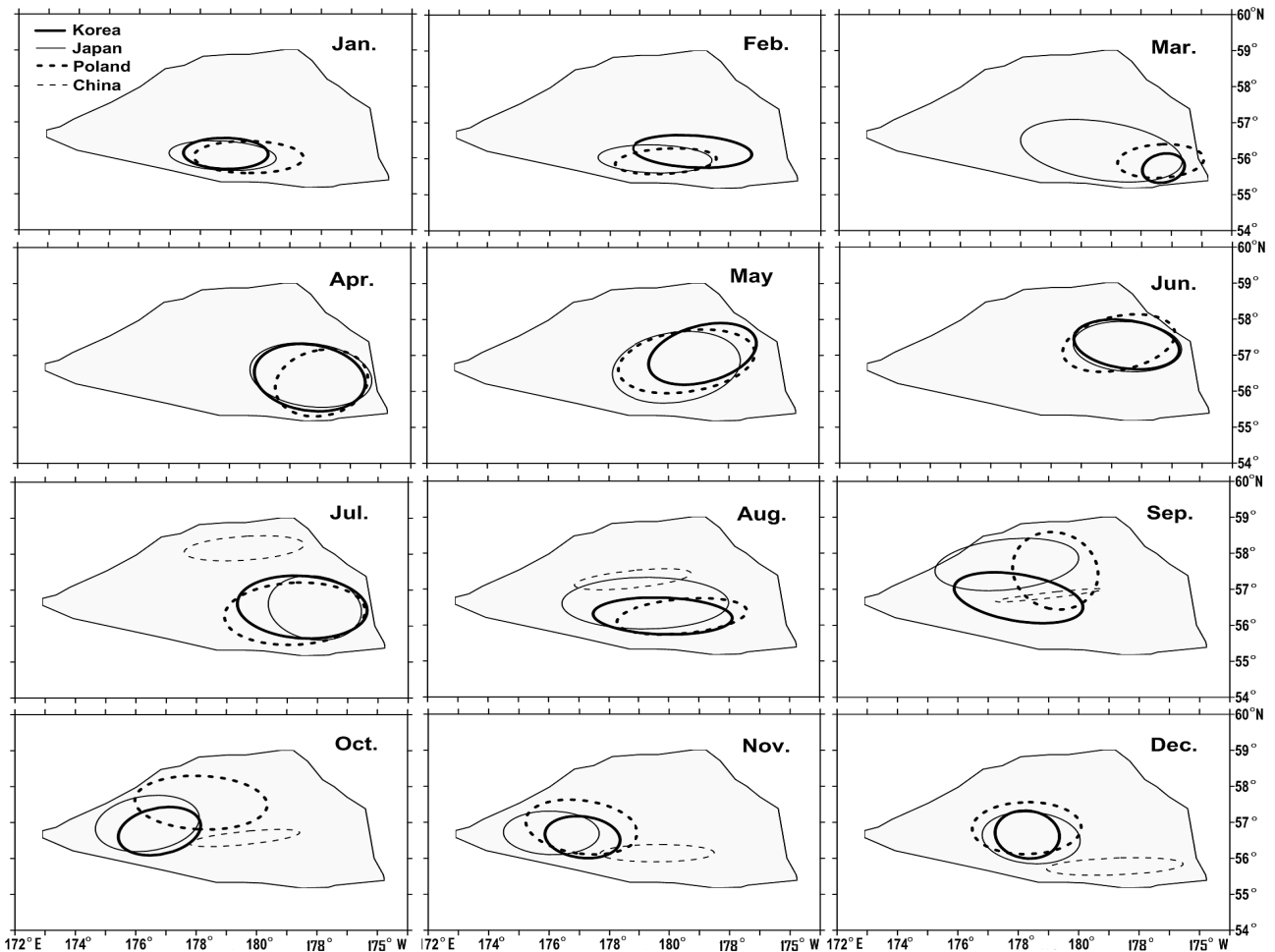


Fig. 7. National bivariate ellipses determined from the monthly catch distribution of walleye pollock caught by the Korean, Japanese, Polish and Chinese trawl fishery in the high seas of Bering Sea, 1987~1990.

남북 방향으로 7월에 7마일로 가장 컸고, 9월에 1마일 이하로 가장 작았다.

고 찰

베링공해 명태 조업의 모라토리움이 선언된 회의는 1992년 8월 러시아 모스크바에서 개최된 제5차 중부베링해 해양생물자원보존 및 관리회의이었다 (The conservation and management of the living marine resources of the Central Bering Sea, 1992). 동 회의에서는 1994년 6월에 미국 워싱턴에서 중부베링해 명태자원 보존 및 관리협약 (The convention on the conservation and management of the pollock resources in the Central Bering Sea) 초안을 작성하여 1995년 12월에 발효시켰다. 동 협약 당사국인 한국, 일본, 폴란드, 중국, 러시아 및 미국은 명태 자원에 대한 조사연구 및 효율적인 관리방안 수립을 위하여 1996년부터 매년 1회 과학위원회 및 연례회의를 개최하였다. 그러나 베링공해 명태 조업재개가 불투명해지자 각 당사국의 연례회의 참여도가 떨어짐에 따라 2010년부터는 매년 9월 중순부터 11월 초순까지 이메일을 이용한 사이버 회의로 전환되었다 (The convention on the conservation and management of pollock resources in the Central Bering Sea, 2009).

전체 국가의 월별 명태 어장 분포 중심은 베링해 명태의 주산란기로 추정되는 3~5월 (Kim, 1992)에 베링공해의 동부 해역에서 시작하여 월이 진행됨에 따라 반시계 방향으로 이동하였다. 따라서 베링공해에서 조업한 트롤어선들은 연안국의 대륙붕과 베링공해를 오가는 명태의 회유경로를 따라 다니면서 조업한 것으로 추정된다. 이와 같은 결과는 Fadeyev (1990)가 제시한 베링해 명태의 회유경로와 거의 일치하였다. 또한 베링공해 명태는 2~3월에 베링공해 남동부 해역과 인접한 알류산해분 남동쪽인 보고슬로프 해역 근처에서 산란한 후 4~5월에는 다시 베링공해로 이동한다는 Bulatov and Sobolevsky (1989)의 연구와도 거의 일치하였다. 4개 조업국의 월별 어장 분산은 대체적으로 동서 방향이 남북 방향에 비하여 크게 나타났는데, 이는 Fadeyev (1990)가 제시한 베링공해 명태 회유경로를 비추어 보면 알 수 있다. 즉 베링공해를 경유하는 명태의 회유경로가 남북 방향에 비하여 동서 방향이 훨씬 더 길기 때문에 월별 어장의 분산도 동서 방향이 남북 방향에 비하여 길게 나타난 것으로 추정된다.

국가별 어장 분산의 경우에는 연중 조업을 실시한 한국, 일본, 폴란드 3개국은 국가별로 약간의 차이는 발견되었지만 거의 비슷한 경향을 보인 반면, 7~12월 동안만 조업을 실시한 중국은 어장의 분산 범위도 작았을 뿐만 아니라 어장 위치도 3개국과는 현저한 차이를 나타내었다. 이 같은 결과를 초래한 원인은 어선척수와 어항 정보가 부족했던 폴란드의 경우에는 초창기부터 조업을 시작하여 명태 회유경로 등과 같은 어장 정보를 많이 보유하고 있었던 한국과 일본 어선들과 같이 이동하면서 동일해역에서 조업을 실시하였기 때문에 어장의 분산도 비슷하였을 뿐만 아니라 CPUE도 거의 비슷하게 나올 수 있었던 것으로 추정된다. 이에 반해 중국 어선들은 어선척수도 적었을 뿐만 아니라 연중 조업도 하지 않아 어장 정보가 부족하였음에도 불구하고 독자적으로 어탐을 실시하면서 조업하였기 때문에 한국, 일본, 폴란드의 어장 분산과도 달랐을 뿐만 아니라 CPUE도 매우 낮게 나타났던 것으로 추정된다. 4개 조업국의 11월부터 익년 1월까지의 월별 어획량 합계는 총 어획량의 46.9%를 차지하였을 뿐만 아니라 CPUE도 4.9~6.3 ton/hour로 높게 나타났다. 따라서 베링공해 명태 트롤어업의 주어기는 11월부터 익년 1월까지로 추정된다. 그런데 4월의 어획량이 총 어획량의 11.7%를 차지하였고 CPUE도 6.0 ton/hour로 매우 높게 나타났다. 명태 산란장이 베링공해에 존재한다는 연구보고는 없었으나, 베링해 전체에 서식하는 명태 산란기를 제시한 Kim (1992)에 의하면 해역별로는 다소 차이가 있지만 주로 3~5월인 것을 고려하면 산란기에 가까워진 명태의 군집성이 강해져 4월의 어획량과 CPUE가 특별히 높게 나타난 것으로 추정된다.

1993년 베링공해 명태 트롤조업이 중단된 후 명태 분포 상황을 파악하기 위하여 1995~2007년에 한국 8회, 폴란드 7회, 중국 5회 및 러시아 2회 등 총 22회에 걸쳐 트롤어선을 이용한 상업적 시험조업 (trial fishing)을 실시하였으나 최대 어획량이 244 kg에 불과하였다. 또한 미국 NOAA 소속 알래스카수산과학센터 (Alaska Fisheries Science Center)에서 실시한 알류산해분의 명태 자원조사에서도 조업재개 수준인 167만톤에 크게 미달한 것으로 나타났다 (The convention on the conservation and management of pollock resources in the Central Bering Sea, 2009). 그 뿐만 아니라 2016년도 명태 TAC의 경우, 동부베링해 미국 EEZ 내에서는 134만톤으로 확정되어 4년 연속 증가

되었고 (Korea overseas fisheries association, 2016), 서부 베링해 러시아 EEZ 내에서도 전년대비 6% 증가된 45만 5,800톤으로 확정되었다 (Korea overseas fisheries association, 2015). 이와 같이 베링해 전체의 명태 자원량이 증가함과 동시에 연안국인 미국과 러시아가 자국 명태 TAC를 증가시키는 경향이 뚜렷하게 나타나고 있기 때문에, 베링해 전체 명태 자원량이 1980년대 수준으로 꾸준히 증가하기 어려울 것으로 예상된다.

따라서 이와 같은 여러 가지 상황으로 미루어 보아 베링공해에서의 명태 조업재개는 앞으로도 당분간 어려울 것으로 판단된다. 중부베링해 명태자원 보존 및 관리협약 제7조에 의하면 알류산해분 명태 자원량에 기초하여 베링공해 허용어획량을 6개 당사국 합의로 정하되, 합의에 이르지 못하면 부속서 제1부 가항에 의거 미국과 러시아가 지정한 연구소가 알류산해분 명태 자원량을 공동으로 정하기로 되어 있다. 그러나 두 연구소가 충분한 과학기술정보를 얻을 수 없을 경우에는 미국이 지정한 연구소가 결정한 특정수역의 명태 자원량이 알류산해분 명태 자원량의 60%라고 본다고 나항에 규정되어 있다. 이에 의거 미국 시애틀 소재 NOAA 소속 알래스카수산과학센터는 동 특정수역의 명태 자원량을 조사하여 왔으며, 우리나라도 동 조사에 1998~2007년간 총 6회에 걸쳐 연구원을 파견한 바 있다. 그러나 2007년 이후부터 현재까지 동 명태 자원조사에 참여한 실적이 없었다. 향후 미국이 동 조사를 실시할 경우에는 우리나라 뿐만 아니라 베링공해 조업국이었던 일본, 폴란드, 중국 등도 적극적으로 동참하여 명태 조업재개 여부에 대하여 꾸준한 관심을 가져야 할 것이다.

결 론

1984~1992년 베링공해에서 조업한 한국, 일본, 폴란드 및 중국 4개국 명태트롤어업 어획통계 자료를 이용하여 국가별 연도별 월별 어획량, CPUE 및 어장의 중심과 분산을 다음과 같이 밝혔다.

한국과 일본이 베링공해에서 처음으로 명태 트롤 조업을 시작하였으며, 일본이 전체 어획량의 56.1%, 한국이 21.7%, 폴란드가 20.4% 그리고 중국이 1.8%를 차지하였다. 4개 조업국의 연도별 평균 CPUE는 1.7~8.1 ton/hour으로서 1986년에 가장 높았고 1991년에 가장 낮게 나타났다. 국가별 평균 CPUE는 일본이 5.7 ton/hour로 가장 높게 나타났고, 다음으로 폴란드 4.3 ton/hour, 한국 3.9 ton/hour

및 중국 2.4 ton/hour 순이었다. 1987~1990년 4개국이 어획한 명태 월별 누적 총어획량은 3월에 13.7만톤으로 가장 낮았고 12월에 84.8만톤으로 가장 높게 나타났으며, 월별 평균 CPUE는 2월에 2.0 ton/hour로 가장 낮았고 11월에 6.3 ton/hour로 가장 높게 나타났다.

4개국 명태 트롤어업 월별 어장 중심은 1월에 베링공해의 남부 해역인 50번 해구 (56° 05'N, 178° 55'E)에서 형성된 후 반시계 방향으로 이동하여 12월에는 39번 해구(56° 37'N, 178° 24'E)에서 형성되었다. 월별 어장 분산은 대체적으로 동서 방향이 남북 방향에 비하여 크게 나타났으며, 연중 조업을 실시한 한국, 일본, 폴란드 3개국 트롤어선은 국가별로 약간의 차이점은 발견되었지만 비슷한 경향을 보인 반면, 7~12월 동안만 조업을 실시한 중국은 어장의 분산 범위도 작았을 뿐만 아니라 어장 위치도 3개국과는 현저한 차이를 나타내었다.

사 사

이 논문은 2014학년도 군산대학교 신임교수 연구비 지원에 의하여 연구가 수행되었습니다.

References

- Bailey KM, Zhang T, Chan KS, Poter SM and Dougherty AB. 2012. Near real-time forecasting of recruitment from larval surveys: application to Alaska pollock. *Marine Ecology Progress Series* 452, 205-217. (DOI:10.3354/meps09614)
- Bulatov OA and Sobolevsky YI. 1989. Distribution condition of stocks and outlook of the walleye pollock fishery in the High Bering Sea. *Proceedings of the international symposium on the biology and management of walleye pollock*, 591-604. Nov. 14-16, 1988. Anchorage USA.
- Fadeyev NS. 1990. The walleye pollock migrations in the Bering Sea. *International symposium on Bering Sea fisheries*, 183-195. Apr. 2-5, 1990. Khabarovsk, Russia.
- Han YH and Yang JM. 1977. Oceanography in the waters adjacent to Kamchatka and Kurile islands in the Northwestern Pacific-II. *Bull Korean Fish Tech Soc* 13(1), 17-25.
- Hokkaido National Fisheries Research Institute. 2002. Data base of the Japanese pollock fisheries in the international waters of the Central Bering Sea during 1984~1991. Report of the seventh annual meeting of the scientific and technical committee for conference of the parties to the convention on the conservation and management of the pollock

- resources in the Central Bering Sea, Moscow, Russia, 87.
- Chang SD, Yang JM and Sung BO. 1977. Oceanography in the waters adjacent to Kamchatka and Kurile islands in the Northwestern Pacific- I. Bull Korean Fish Tech Soc 13(1), 11-15.
- Kim SA. 1990. Status of fishery and science of Bering Sea walleye pollock: (I) history and importance of fisheries. Ocean Res 12(2), 117-128.
- Kim SA. 1992. Status of fishery and science of Bering Sea walleye pollock: (II) biological characteristics(early life history). Ocean Res 14(2), 171-189.
- Kim SA. 1992. Status of fishery and science of Bering Sea walleye pollock: (III) biological characteristics(adult). Ocean Res 14(2), 171-189.
- Korea overseas fisheries association. 2015. Overseas fisheries information 1068, 37.
- Korea overseas fisheries association. 2016. Overseas fisheries information 1070, 40.
- Lee JU and Hur YH. 1993. Comparative study on age determination using scales and otoliths of walleye pollock *Theragra chalcogramma* in the Bering Sea and the Gulf of Alaska. Korean J Ichthyol 5(2), 177-183.
- National Fisheries Research & Development Institute. 2002. Data base of the Korean pollock fisheries in the Donut Hole Area of the Central Bering Sea during 1984~1991. Report of the seventh annual meeting of the scientific and technical committee for conference of the parties to the convention on the conservation and management of the pollock resources in the Central Bering Sea, Moscow, Russia, 50.
- Ressler PH, De Robertis A and Kotwicki S. 2014. The spatial distribution of euphausiids and walleye pollock in the eastern Bering Sea does not imply top-down control by predation. Marine Ecology Progress Series 503, 111-122. (DOI:10.3354/meps10736)
- Ryer CH. 2002. Trawl stress and escapee vulnerability to predation in juvenile walleye pollock: Is there an unobserved bycatch of behaviorally impaired escapees?. Marine Ecology Progress Series 232, 269-279.
- Sea Fisheries Institute. 2001. Database of pollock Fisheries by Poland in the Donut Hole Area of the Central Bering Sea during 1985~1991. Report of the sixth annual meeting of the scientific and technical committee for conference of the parties to the convention on the conservation and management of the pollock resources in the Central Bering Sea, Gdynia, Poland, 172.
- Shanghai Fisheries University and Alaska Fisheries Science Center. 2003. Database of pollock fisheries by China in the Donut Hole Area of the Central Bering Sea during 1989~1990. Report of the eighth annual meeting of the scientific and technical committee for conference of the parties to the convention on the conservation and management of the pollock resources in the Central Bering Sea, Portland, OR, USA, 21.
- Smart TI, Siddon EC and Duffy-Anderson JT. 2013. Vertical distributions of the early life stages of walleye pollock, *Theragra chalcogramma* in the Southeastern Bering Sea. Deep-Sea Res. Part II : Topical studies in oceanography 94, 201-210. (DOI:10.1016/j.dsr2.2013.03.030)
- Sokal PR and Rohlf FJ. 1981. Biometry, 2nd. ed. WH. Freeman and Company, New York, USA, 859.
- Sung BO, Chang SD and Yang JM. 1975. Trawl fishing of alaska pollack in the northwestern Pacific. Bull Korean Fish Tech Soc 11, 15-20.
- The conservation and management of the living marine resources of the Central Bering Sea. 1992. Agreement for the conservation and management of pollock resources in the Central Bering Sea, <http://www.afsc.noaa.gov/refm/cbs> (accessed April 30, 2016).
- The convention on the conservation and management of pollock resources in the Central Bering Sea. 1996. Report of the first annual conference of the parties to the convention on the conservation and management of the pollock resources in the Central Bering Sea, <http://www.afsc.noaa.gov/refm/cbs> (accessed April 30, 2016).
- The convention on the conservation and management of pollock resources in the Central Bering Sea. 2009. Report of the 14th annual conference of the parties to the convention on the conservation and management of pollock resources in the Central Bering Sea, <http://www.afsc.noaa.gov/refm/cbs> (accessed April 30, 2016).
- Zhang CI and Sohn MH. 1996. Assessment of walleye pollock resources in the Eastern Bering Sea. Ocean Res. 18(Special), 69-78.

2016. 05. 02 Received

2016. 05. 23 Revised

2016. 05. 23 Accepted