

직접조사 자원량과 체장기반 코호트 분석에 의한 어획률 산정 연구

신영재, °이재봉, 이종희, 장창익*

국립수산과학원 자원관리과, *부경대학교 해양생산시스템관리학부

서론

어류자원량을 추정하는 방법에는 여러 가지가 있으나, 일반적으로 트롤조사에 의한 방법이 많이 사용되고 있다. 트롤은 바다의 중층이나 저층에 서식하는 어류를 포획하기 위하여 사용하는 어구인데, 사각형의 입구를 가지고 있다. 어망 탐지기를 이용하여 그물 등 어구의 작동 상태를 정확히 파악하고, 배의 속도와 트롤을 인망한 시간을 정확히 알 수 있다면, 이 어구가 예인한 정확한 면적과 이 어구가 여과한 물의 양을 계산하여, 그 해역에서 어획된 어류의 밀도와 자원량을 추정할 수 있다. 트롤조사는 불특정 다수 어종을 동시에 어획하므로 조업의 주 대상이 되는 어종은 물론 비 대상 어종과 소형 어종들도 채집할 수 있으며, 특히 저층의 분포 생물을 연구하는데 있어서 다른 조사방법에 비해 적합하다고 보고되고 있다 (이, 1991; 이와 김, 1992).

트롤어구를 이용한 자원량 추정에 많이 이용되는 소해면적방법에서 어획률의 정확한 측정은 매우 어려운 문제이다(김, 1991). 또한 수산생물들은 여러가지 환경에 적응하여 생활하고 있다. 이러한 생활사들은 자원조사에 많은 어려움으로 작용한다. 하지만 지금까지 어획률 추정에 있어 이러한 생활사들은 적용되지 못하고 있으며 한 어구에 대하여 모든 수산생물들이 동일한 어획률을 적용함으로써 자원량 산정에 있어 오차의 범위를 키워가고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 보완하기 위하여 직접조사 자원량과 체장기반 코호트 분석에 의하여 분류군별 어획률을 추정함으로써 보다 쉽고 정확한 자원량을 추정하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

서해중부해역의 연안에 위치한 대천항으로부터 원산도 (저두), 삼시도, 불모도, 대화사도, 연도, 비인항까지를 동일 생태계로 간주하여 본 조사의 연구해역으로 설정하였다. 전체해역의

면적은 413.9km²이다.

어획량자료의 수집은 2006년 8월부터 2007년 7월까지 1년간 전체해역을 2.5×2.5km로 나누는 소구역조업도를 어민들에게 배포하여, 상주조사원이 연구해역과 양육장에서 정점별 일일어획량자료를 수집하였으며, 체장자료의 수집은 양육장에서 어종별로 간이측정판과 vernier caliper micrometer를 사용하여 측정하였다. 직접자원량 조사는 2006년 9월부터 2007년 8월까지 1년간 예비조사 1회와 계절조사 4회로 총 5회 실시하였다. 조사정점은 10개의 정점을 선정하였다. 각 정점에서 투망을 시작하여 어구가 완전히 전개된 때부터 조류의 방향으로 예망하였으며, 예망시간은 예비조사의 결과를 참고하여 정점 당 20분으로 하였으며, 저질의 상태와 조업환경을 고려하여 예망시간을 조절하였다. 예망 시 평균선속은 2 knot로 유지하였다. 본 조사에 사용된 어구의 재원은 길그물의 길이와 자루그물의 길이는 각각 17.37m와 7.9m이며, 망목의 크기는 34mm이다. Cod end의 길이는 0.9m이고, 망목의 크기는 27.5mm이다. 빙의 길이와 높이는 각각 13.1m와 0.9m이며, 지름은 9cm이다. 채집된 시료는 전량 Dry ice로 처리하여 실험실로 운반하여 동정 및 측정 하였으며, 각 어체의 체장은 1mm까지, 체중은 0.1g까지 측정하였다.

체장기반 코호트 분석에 의한 자원량은 Jones model을 사용하여 체장구간별 자원 개체수를 추정하고 각 체장구간의 중간 값에 체장체중관계식을 이용한 평균체중을 곱하여 자원량을 산출 하였다.

$$N_1 = \left\{ N_2 \left(\frac{L_\infty - L_1}{L_\infty - L_2} \right)^{\frac{-M}{2K}} + C_{1,2} \right\} \left(\frac{L_\infty - L_1}{L_\infty - L_2} \right)^{\frac{-M}{2K}}$$

직접 자원량은 swept area method를 사용하였다. 여기서, 평균밀도(\bar{D})는 계절조사의 평균치를 사용하였으며, 평균체중(\bar{W})는 체장구간의 중간 값을 체장체중관계식을 이용하여 값을 사용하였다. 전체면적(A)는 413.9km²이며, q 는 어획률이다 .

$$B_i = \frac{\bar{D}_i \times \bar{W}_i \times A}{q}$$

어획률은 3단계의 과정을 거쳐 추정하였다. 1단계, 빙 트롤어구는 i 종에 대하여 100% ($q=1$)를 어획한다고 가정하여 자원량(B)을 산출한다. 2단계, 연구해역 내에서 어획되고 있는 i 종에 대하여 체장코호트분석법을 사용하여 자원량(B)을 산출한다. 3단계에서는 1단계와 2단계에서 i 종의 체장구간이 일치하는 구간의 자원량을 산출한다. 이렇게 산출된 체장구간이 일치하는 1

단계 자원량(B^L)에 대한 2단계 자원량(B^L)의 비로 어획률 (q)을 추정하였다.

$$q = \frac{B_1 - I}{B_2 - L}$$

결과 및 고찰

트롤어구 처럼 다양한 수산생물을 어획하는 어구에서 각각의 수산생물들에 대한 어획률 추정 한다는 것은 대단히 어려운 일이다. 본 연구에서 추정한 어종별 어획률은 Table 1과 같이 추정되었다. 분류군별로 살펴보면, 어류가 0.205로 추정되었고, 패류가 0.004로 가장 낮게 추정 되었으며, 갑각류는 0.162로 추정 되었다. 추정치에서 보는 바와 같이 분류군별 어획률이 차이를 보였다. 이러한 차이는 이들이 동일한 어구에 대하여 각각의 어획기작을 갖는다는 것을 의미한다고 생각 되어진다. 하지만 본 연구에서는 몇몇 어종에 대하여 어획률을 추정함으로써 이들 분류군들을 대표한다고 할 수는 없을 것으로 생각되며 앞으로 더 많은 연구가 이루어져야 할 것이다.

Table 1. Catchability estimated by species in coastal waters of the Yellow Sea

Group	Species	B_{1L}	B_{2L}	q	\bar{q}
Fish	<i>Paralichthys olivoaceus</i>	19.92	447.48	0.045	0.205
	<i>Sebastes schlegeli</i>	2.93	17.70	0.165	
	<i>Cynoglossus joyneri</i>	14.09	23.62	0.596	
	<i>Liphius litulon</i>	24.69	1,632.87	0.015	
Shellfish	<i>Neptunea arthritica</i>	1.01	258.25	0.004	0.004
Crustacean	<i>Portunus (Portunus) trituberculatus</i>	40.99	253.17	0.162	0.162

B_{1L} means biomass estimated by trawl survey, while B_{2L} indicates biomass estimated by length-cohort analysis.

참고문헌

김수암. 1991. 해양 조사에 의한 수산자원 평가론. 175p

이태원. 1991. 아산만 저어류, I. 적정 채집 방법. 한국수산학회지 24(4) : 248-254.

이태원, 김광천. 1992. 아산만 저어류, II. 종조성의 주역 및 계절변동. 한국수산학회지 25(2) : 103-114.

Jones, R. 1981. The Use of Length Composition Data in Fish Stock Assessment (with Notes on VPA and Cohort Analysis). FAO, Rome. 60 pp.