

定置網의 揚網過程에 있어서 멸치어군의 行動에 관한 研究

金文官 · 井上喜洋* · 朴正埴**

제주대학교 해양연구소, *일본 수산공학연구소, **제주대학교 어업학과

Study on the Behaviour of Anchovy *Engraulis japonica* School in the Hauling Process of a Large Scale Set-net using a Scanning Sonar

Mun-Kwan Kim · Yoshihiro Inoue* and Jeong-Sik Park**

Marine Research Institute, Cheju National University, Cheju-do 695-810, Korea

*National Research Institute of Fisheries Engineering Ibaraki prefecture 314-04, Japan

**Department of fishery, Cheju National University, Cheju-do 690-756, Korea

The moving behaviour of anchovy schools (There were small schools of sardine and round-herring in these anchovy schools) in the hauling process of a large scale set-net was investigated using a scanning sonar, in the Kishihata set-net fishing ground located in Nanao city Ishigawa prefecture, Japan from Dec. 1st to Dec. 4th, 1992. The moving behaviour of anchovy schools in the hauling process a large scale set-net made the term of moving narrowed from the front of the first funnel-net to the second funnel-net as the hauling proceeded. We found that when the ship of picking up the net approached to the second funnel-net, the anchovy school entered in the second bag-net fast hard. The moving speed before hauling and during the hauling process was most of 50cm/sec and below and there was no difference in the moving speed.

Key words : set-net, fish behaviour, hauling, anchovy

서 론

정치망의 어획과정은, 연안수역을 이동하는 어군이 정치망어장에 내유하여 정치망어구와 遭遇하고, 어구기능과 어군의 대응행동에 의해 입망하고 망내에 체류하여 어획된다.

한편, 어획과정과 관련된 연구는 최근 스캐닝 소나(Scanning Sonar)의 발달로 어군의 행동을 연속적으로 추적하는 것이 어느 정도 가능하게 되었고, 지금까지 먼바다에서 가까운 연안으로 이동하는 어군의 행동, 어군이 연안에 도착해서 연안을 따라 이동하다가 길그물에 遭遇하고 진행이 저지되어 헛통입구에 유도되는 행동, 그리고 대형정치망내에서 각 구조에 대한 어군의 행동까지 조사하여 보고된 바 있다(田原 등, 1982, 1983, 1984; 井

上 등, 1986ab, 1987abc, 1988; 金 등, 1993ab, 1994, 1995ab, 1996).

본 연구에서는 헛통, 등망, 그리고 2개의 원통으로 구성된 대형정치망내에서 어군의 행동을 소나에 의해서 관찰, 조사했다. 여기서는 제1 원통으로부터 제2 원통까지 양망과정에 있어서 멸치어군의 이동행동을 관찰, 조사하고, 정치망어구의 어획기능에 관해서 검토하였다.

장치 및 방법

정치망 어구의 어획기능에 관한 실험은 1992년 12월 1일부터 12월 4일까지 Fig. 1에 나타난 것과 같이 日本國 石川縣 七尾市 연안의 岸端 정치망 어장 3號網에서 실시하였고, 이 중에서 정치망의

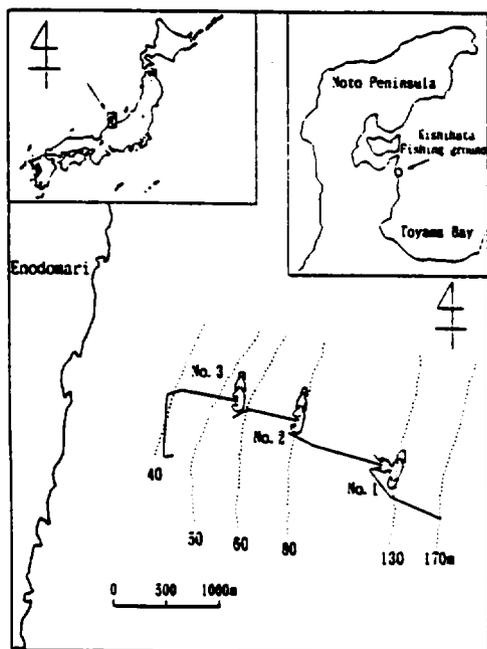


Fig. 1. Surveyed fishing ground with the frame work plan of the leaders and bodies of the set-nets.

양망과정에 있어서 어군의 행동은 12월 2일 오전 8시 20분부터 8시 50분까지 연속적으로 관찰이 가능하였다. 岸端 정치망은 일본에서도 有數의 대형 정치망이고, 연안 바깥쪽에서 안쪽으로 1, 2, 3號網 순으로 3단으로 설치되어 있다. 網의 規模는, 1호망은 全長이 354m, 통그물의 설치수심이 130m이며, 2호망은 全長이 428m, 통그물의 설치수심이 80m이고, 3호망은 全長이 360m, 통그물의 설치수심이 55m이다. 그리고 1호망 통그물의 먼바다 쪽에는 길그물이 설치되어져 있고, 그 끝부분의 수심은 170m이다. 이러한 어구는 먼바다를 내망하는 어군을 차단하여 상당량을 통그물로 유도하는 기능을 하고 있다고 볼 수 있다. 또한, 3호망 길그물의 육지쪽 끝부분의 수심은 35m이고, 되돌림 길그물이 설치되어져 있다. 이것으로부터 길그물에 의해서 차단되어 육안쪽으로 향하고 있는 어군을 제차 통그물쪽으로 향하도록 하고 있다.

어장의 지형은 천연초와 인공어초가 존재하지 않고, 저질은 거의가 가는 모래로 되어 있다. 그리고, 해저의 경사는 수심 40~50m에 완만한 경사가

있을 뿐이고 대부분이 일정하다. 그러나, 網의 북쪽에는 海谷이 있어서 조류의 세기가 빠르고, 어장으로의 내유경로로서 魚道の 역할을 다하고 있다고 알려져 있다.

1992년 4월부터 1993년 3월까지 岸端 정치망어장에서의 어획량을 조사하여 Fig. 2에 나타내었다. 총어획량은 3,446톤으로 1호망에서 1,582톤(46%), 2호망에서 1,116톤(32%), 3호망에서 748톤(22%)을 생산하였다.

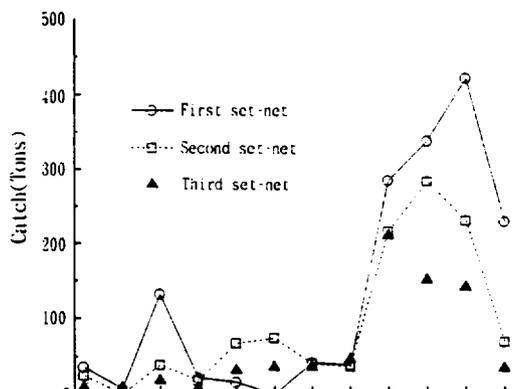


Fig. 2. Catch composition of the KISHIHATA set-net from the April 1992 to the March 1993.

어종별어획량은 정어리류 2,304톤으로 가장 많고, 오징어류 499톤, 전갱이류 161톤, 고등어류 149톤, 방어 106톤이었다. 조업은 연중 행하여지고 있지만, 주어기는 11월부터 3월까지이고, 조업일수는 1호망이 189일, 2호망이 201일, 3호망이 210일이었다.

어군행동 관측 실험에 이용한 소나(日本無線, TFS-3187型)의 諸元은 Table 1과 같고, Fig. 3과 같이 소나를 탑재한 조사선(약 5톤)을 Fig. 4에 나타낸 것과 같이 정치망의 제2 원통 먼바다 쪽에 계류하여 실시하였다. 이 때 소나의 송수과기를 조사선의 좌현에 설치하고 소나의 본체 및 발전기 등은 갑판실에 장치하여 관찰하였다. 그리고, 관찰 범위를 조사선으로부터 125 m로 하였고, 俯角은 4~24° 범위내를 자동적으로 탐색하도록 하였다. 여기서 俯角을 4~24° 범위내를 자동적으로 탐색하도록 하면 제1 원통의 중앙에서는 수면에서 수심 20m까지 어군의 행동을 관찰할 수 있다. 이러한 방법으로 소나를 주야 연속해서 작동시키고, 관찰중의 소나 영상은 본체로부터 직접 VTR장치

에 접속해서 24시간 연속 녹화시켰다. 여기서, 소나의 어군영상으로 어종의 판정은 일반적으로 곤란하지만, 조사기간중에 있어서 정치망의 어획자료를 토대로 하여 어획의 대부분을 차지하는 멸치어군으로 추정할 수 있었다.

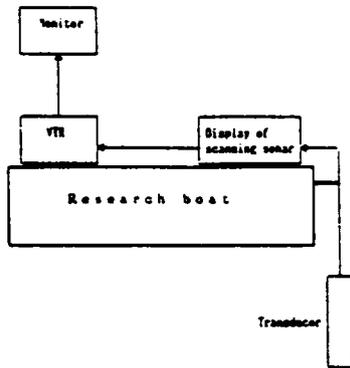


Fig. 3. Block diagram of apparatus used for the investigation of fish behaviour using scanning sonar.

Table 1. Specification of the scanning sonar

1. Range and pulse length :
 - (1) 0-125m : 1.5-3.0ms
 - (2) 0-150m : 1.8-3.6ms
 - (3) 0-200m : 2.4-4.8ms
 - (4) 0-250m : 3.0-6.0ms
2. Frequency of transducer : 175kHz
3. Transmitting angle
 - (1) horizontal : 180°
 - (2) vertical : 7°
4. Tilting angle : 0-90°

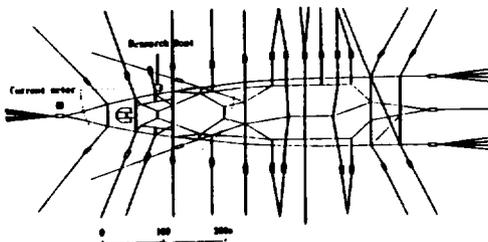


Fig. 4. Frame work plan of the 3rd set-net showing the location of the research boat (□). Dotted lines indicate the area of 125m diameter swept by the sonar.

소나영상의 해석은 녹화한 비디오테이프를 재생하여 관찰범위에 출현한 판별할 수 있는 어군에 관해서 형상, 위치, 시각을 모니터 화면상으로부터 Fig. 5에 나타낸 것과 같이 OHP의 투명필름에 기록했다. 이때 조사선과 정치망의 위치, 그리고 소나의 탐지범위등을 기입하고 해석자료로 이용했다. 소나의 어군영상은 어군의 유영층을 탐색해서 俯角을 주었기 때문에 탐색범위내에 내유한 대부분의 어군을 파악할 수 있었다. 그러나, 어군은 반드시 초음파 빔내에서만 유영하는 것이 아니고, 초음파 빔외에서도 유영하기 때문에 이동경로가 불명확한 경우도 있었다. 그래서, 어군의 이동행동이 연속해서 3분 이상 추적된 경우만을 자료로 이용했으며, 이들의 영상자료에 의해서 양망과정에 있어서 어군의 行動軌跡 및 어군의 이동속도를 구하였다. 어군의 行動軌跡은 어군의 중심을 이은 선으로부터 그 軌跡을 나타내었다. 또한, 어군의 이동속도에 관해서는 어군의 이동한 직선거리와 이동하는데 걸린 시간으로부터 구했다.

1992. 2. 13.

17:32:00

7

17:44:00

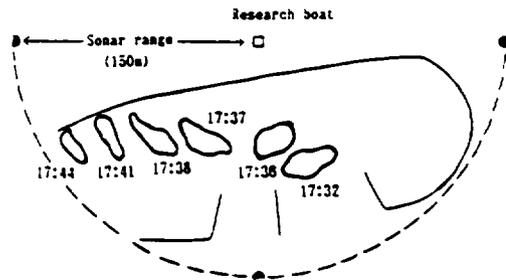


Fig. 5. Example of original diagram for analysis of sonar images.

결 과

揚網前 제1 원통에서 멸치어군의 行動을 조사하여 Fig. 6에 나타내었다. 멸치어군은 제2 내등망과 외등망까지 입망하였지만, 反轉해서 제1 등망으로 향하였고, 제1 내등망에 달한 어군은 내등망을 피해서 먼바다쪽의 안쪽으로 향하였다. 또한, 제1 내

등망 앞에서 U턴하는 어군과 어구의 설치방향을 가로지르는 어군도 볼 수 있었다. 그러나, 제2 원통에 입망하는 어군과 헛통으로 출망하는 어군은 관찰할 수 없었다.

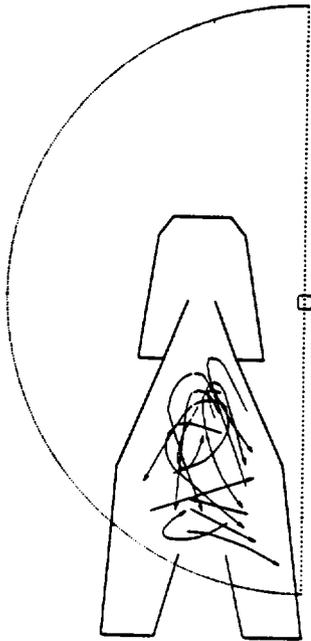


Fig. 6. Movement of schools just before the hauling process.

한편, 정치망의 양망과정에 있어서 멸치어군의 행동과 3척의 양망선의 이동상황을 Fig. 7에 나타내었다. 揚網船이 제1 원통 입구에 고정되고, 제1 등망의 로우프를 캡스ตัน으로 올린 시각은 오전 8시 20분이었다. 그리고, 제1 내등망의 양망을 끝내고 제1 원통의 밑그물을 양망시킨 시각은 오전 8시 31분이었고, 제1 원통의 양망은 오전 8시 50분경에 끝났다.

양망과정에 있어서 멸치어군은 양망이 진행됨에 따라서 제1 내등망 앞에서 제2 외등망까지 이동범위를 조금씩 좁혀 갔고, 제1 내등망 앞에서 제2 외등망 사이를 4회 왕복이동하였다. 이 과정에서 멸치어군이 제2 내등망에 입망해서 反轉하기도 하고, 제2 내등망의 근처까지 접근해서도 제2 원통에 입망하지 않았고, 양망선이 제2 등망까지 접근해야 제2 원통에 겨우 입망하는 것을 볼 수 있었다. 그러나, 제2 원통의 양망과정에 있어서 멸치어군

의 이동행동은 소나의 탐지능력 부족 때문에 관찰할 수 없었다.

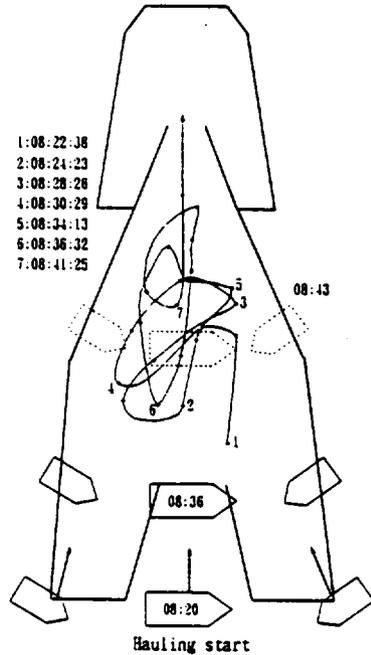


Fig. 7. Movement of schools during the hauling process.

양망전 6시부터 양망이 끝날 때까지 제1 원통에서 멸치어군의 이동속도를 구해서 Fig. 8에 나타내었다. 양망전 멸치어군의 이동속도는 200cm/sec까지 있었지만, 대부분이 50cm/sec이하의 속도를 나타내고 있었다. 이것에 대해서 양망과정에 있어서 멸치어군의 이동속도는 대부분이 50cm/sec이하의 속도를 나타내었고, 양망전후에 있어서 이동속도의 차는 거의 없었다.

고 찰

정치망의 어획과정은 넓은 바다에서 자유롭게 유영하는 어군을 극히 좁은 범위의 정치망으로 유도하고, 집약해서 확보하는 것이다. 즉, 어군의 행동으로서는 自由度가 큰 시점에서부터 점점 자유도는 좁아 간다. 어군이 길그물에 遭遇하는 시점에서는 어군의 자유도는 자연과 다를 바 없고, 헛통의 입구를 통과하는 시점에서 자유도의 제약이 시작된다.

揚網前 멸치어군은 제1 원통내에서 넓게 이동하고 있었다. 이것에 대해서 정망과정에서 양망과정에 있어서 멸치어군의 행동은 양망이 진행됨에 따라서 제1 내등망 앞에서 제2 외등망까지 이동범위를 조금씩 좁혀 갔고, 제1 내등망 앞에서 제2 외등망 사이를 4회 왕복이동하고, 양망선이 제2 등망까지 접근해야 겨우 제2 원통에 입망하는 것을 볼 수 있었다. 이와 같이 제2 등망을 통과하기 위해서는 어군의 자유도가 강하게 제약되었고, 제2 등망은 멸치 어군에게는 큰 자극이 되고 있다고 생각할 수 있다. 또한, 양망전의 이동행동을 보면 제1 내등망을 대부분 회피하는 행동을 보였고, 헛통으로 출망하는 어군은 없었다. 이것으로부터 등망의 어구구조는 원통으로 입망하기가 결코 쉽지 않게 되어 있고, 헛통으로 출망하기도 쉽지 않게 되어 있다는 것을 알 수 있다.

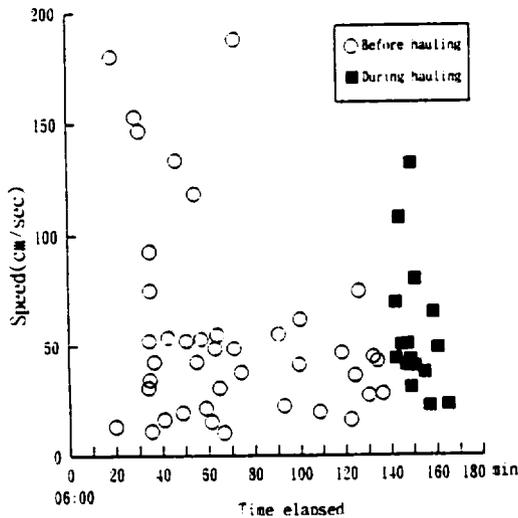


Fig. 8. Change in moving speed with elapsed time prior to hauling and during hauling.

한편, 揚網前과 양망과정에서의 이동속도는 200 cm/sec까지 있었지만, 대부분이 50 cm/sec이하의 속도를 나타내고 있어 양망전후의 이동속도의 차는 없다고 생각할 수 있다. 이것은, 양망과정에 있어서 어군의 행동이 제약을 받고 있다고 해도 이동속도에는 영향이 미치지 않는 것으로 사료된다.

참고 문헌

- 金文官, 有元貴文, 松下吉樹, 井上喜洋, 1993(a). 定置網漁場における魚群の移動行動. 日本水産學會誌 59(3), 473~479.
- 金文官, 有元貴文, 松下吉樹, 井上喜洋, 1993(b). 定置網漁場における天然礁に関する魚群の行動. 日本水産學會誌 59(8), 1337~1342.
- 金文官, 1994. 定置網漁法の漁獲過程における魚群の行動に関する研究, 東京水産大學 博士學位論文, 102~168.
- 金文官, 井上喜洋, 朴正植, 1996. 소나 觀察에 의한 大型定置網內 魚群行動의 研究-III, -원통내 멸치어군의 행동과 원통의 기능-, 한국어업기술학회지 32(3), 217~222.
- 金文官, 井上喜洋, 朴正植, 1995(b). 소나 觀察에 의한 大型定置網內 魚群行動의 研究-II, -입망한 정어리 대형군의 행동-, 한국어업기술학회지 31(1), 8~13.
- 金文官, 井上喜洋, 朴正植, 1995(c). 소나 觀察에 의한 大型定置網內 魚群行動의 研究-III, -원통내 멸치어군의 행동과 원통의 기능-, 한국어업기술학회지 32(3), 217~222.
- 田原陽三, 井上喜洋, 森敬四郎, 1982. 스캐닝 소나에 의한 定置網에 對する 魚群行動 調査의 試み. 水工研報告 3, 213~226.
- 田原陽三, 井上喜洋, 森敬四郎, 1983. 스캐닝 소나에 의한 定置網漁場의 魚群行動 調査 1. 水工研報告 4, 197~220.
- 田原陽三, 井上喜洋, 1984. 스캐닝 소나에 의한 定置網漁場의 魚群行動 調査 2. 水工研報告 5, 225~231.
- 井上喜洋, 田原陽三, 松尾勝樹, 1986(a). 魚群의 日周 行動과 定置網. 日本水産學會誌 52(1), 55~60.
- 井上喜洋, 渡部俊廣, 1986(b). 片落し及び兩落し 定置網의 漁獲過程에 對하여 魚群의 行動. 日本水産學會誌 53(10), 1739~1744.
- 井上喜洋, 1987(a). 垣網의 誘導效果. 日本水産學會誌 53(7), 1135~1140.
- 井上喜洋, 1987(b). 魚群의 來遊量과 定置網의 漁獲. 日本水産學會誌 53(8), 1313~1316.
- 井上喜洋, 1987(c). 定置網周邊에 對하여 魚群의 規模와 移動狀況. 日本水産學會誌 53(8), 1307~1312.
- 井上喜洋, 1988. 소나에 의한 定置網漁場에 對하여 魚群의 行動에 對する 研究. 水工研報告 9, 227~287.