

소나 觀察에 의한 大型定置網內 魚群行動의 研究 - Ⅲ - 원통내 멸치어군의 행동과 원통의 기능 -

金文官 · 井上喜洋* · 朴正埴

濟州大學校, *水産工學研究所

(1996년 1월 16일 접수)

Studies on the behaviour of Fish Schools in the Main - net of a Large Scale Set - net using a Scanning Sonar - Ⅲ

- The Behaviour of Anchovy *Engraulis japonica* School in the Bag - net
and the Catching Function of the Bag - net -

Mun - Kwan KIM, Yoshihiro INOUE* and Jeong - Sik PARK

Cheju National University, *National Research Institute of Fisheries Engineering

(Received January 16, 1996)

Abstract

The moving behaviour of anchovy schools(There were small schools of sardine and round-hering in this anchovy schools) in the bag - net 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 results obtained are summarized as follows ;

1. Moving behaviour of fish schools between two bag - nets was more in the daytime than in the nighttime.

2. The rate of entering fish schools from the first bag - net to the second bag - net were 78% when the fish school in the second bag - net existed. The result suggest that fish school existence in the second bag - net affected the rate of entering fish schools from the first bag - net to the second bag - net. However, the time of stay of fish school that entered the second bag - net was very short when the fish school in the second bag - net existed densely. The result suggest that a high fish density in the second bag - net might enlarge the escape rate

3. The majority of fish schools moved to the center and off shore side of the bag - net when fish schools entered the bag - net.

서 론

정치망어구의 구조개량은 어획량의 증대를 목

적으로 단순한 구조로부터 보다 복잡한 구조로 시행착오를 겪으면서 발전되어 왔다. 최근에는 落網型的 어구가 정치망의 대표적인 구조라고 볼 수 있

는 데, 특히 2개의 원통을 가진 二重落網을 설치하는 어장이 늘어나고 있다. 二重落網의 구조상 특징은 從來의 원통을 제2의 첫통으로서의 역할을 하도록 하고, 내등망을 갖는 소형의 원통을 새로 신설한 것이다. 이것에 의해서 원통으로부터 어군의 도피를 막고, 어획을 확실하게 하기 위한 것이다. 또한 漁獲時 二重落網의 경우 대부분 제2 원통만 양망하기 때문에 같은 規模의 落網에 비하여 적은 인원으로 조업이 가능하다는 것이다. 그러나 이와 같은 二重落網에 있어서 어군의 행동은 불명확한 점이 많고, 그 효과에 관한 구체적인 연구보고는 아직 발표된 바 없는 실정이다.

본 연구에서는 원통간의 이동행동, 즉 제1 원통으로부터 제2 원통에 이르는 동안 어군의 행동을 스케닝 소나에 의해서 조사하고, 二重落網의 어획 기능에 관해서 해석, 검토하였다.

장치 및 방법

조사는 1992년 12월 1일부터 12월 4일까지 日本國 石川縣 七尾市 沿岸에 있는 前報¹⁾와 같은 岸端 정지망 어장 3號網에서 실시되었다. 스케닝 소나(이하 소나라고 한다)에 의한 어군행동의 조사 방법과 소나 영상의 해석방법은 기본적으로 前報¹⁾

와 같다. 어군행동의 조사에 이용한 소나의 諸元은 Table 1과 같고, 어군행동의 조사는 소나를 裝備한 조사선을 Fig. 1과 같이 제2 원통의 먼바다 쪽에 계류하여 실시하였다. 이때 소나의 관측범위는 조사선으로부터 125m로 하였고, 俯角은 4-24°로 설정하여 이 범위내를 자동적으로 탐색하도록 하였다. 이러한 방법으로 소나를 주야 연속해서 작동시키고, 그 영상은 연속해서 VTR에 녹화시켰다.

소나에 의해 얻어진 영상자료의 해석은 어군의 출현시간, 어군의 이동속도, 원통간을 이동하는 어군의 행동패턴, 제2 등망을 통과한 후의 어군의 진행경로, 그리고 제1 원통에 있는 어군이 제2 원통에의 입망행동을 조사함과 동시에 제2 원통에 입망한 어군이 제1 원통으로 출망할 때까지의 체류시간을 구하였다.

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°

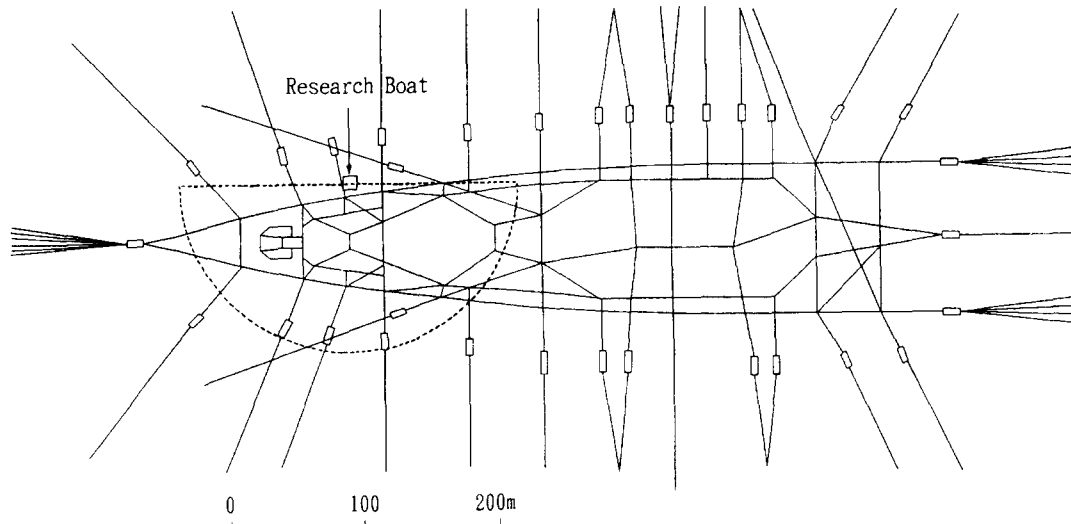


Fig. 1. Frame work plan of the 3rd set-net showing the location of the research boat (□). Dotted line indicates the area of 125 m diameter swept by the sonar.

결 과

조사기간중에 있어서 소나의 어군영상은 Fig. 2에 나타난 바와 같이 정치망의 어획자료를 기초로 참치어군 *Thunnus*과 멸치어군(멸치 *Engraulis japonica* 어군 속에는 정어리 *Sradinops melanotictus*와 눈돔멸 *Etrumeus teres*의 소형군도 섞여 있었다)으로 추정하였다. 참치어군과 멸치어군의 구별은 어군영상의 크기, 이동속도, 원통에서의 출현시간에 의하여 확실히 판별할 수 있었다. 즉, 오전 10시경 원통에 입망한 어군은 어군영상의 크기가 작고, 원통간을 매우 빠르게 이동하였으나, 일몰전 후 원통에 입망한 어군은 어군영상의 크기가 매우 크고, 망내에서 매우 느리게 이동하였다. 이들의 어군중 전자를 참치어군으로 하고, 후자를 멸치어군으로 판정하였다. 한편, 참치어군의 영상에 관해서는 멸치어군이 입망한 후부터 멸치어군의 영상에

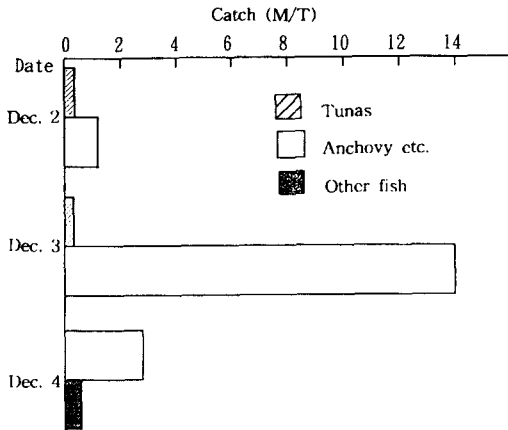


Fig. 2. Catch composition of the 3rd set-net from Dec. 2 to Dec. 4, 1992.

가리워져 그 이상 추적할 수 없었다. 따라서, 본 보고에서는 멸치어군에 대해서만 분석을 행하였다.

멸치어군이 제1 원통 및 제2 원통에 출현한 시각에 관해서 시각별로 어군수의 빈도를 정리하면 Fig. 3에 나타난 바와 같다. 멸치어군은 일몰전 16시부터 제1 원통에 입망하여 원통간 이동행동을 보이다가 일몰 후는 제1 원통 및 제2 원통내에 넓게 퍼져 이동하지 않았다. 그러나, 다음날 이른 아침부터 양망전까지는 어군이 조밀하게 뭉쳐서 원통간 이동행동을 하였다. 이와 같이 원통 내에서 멸치어군의 이동행동은 주야간에 확실한 차이가 있었고, 멸치어군은 오전 9시부터 오후 4시까지는 원통내에서 찾아 볼 수가 없었다.

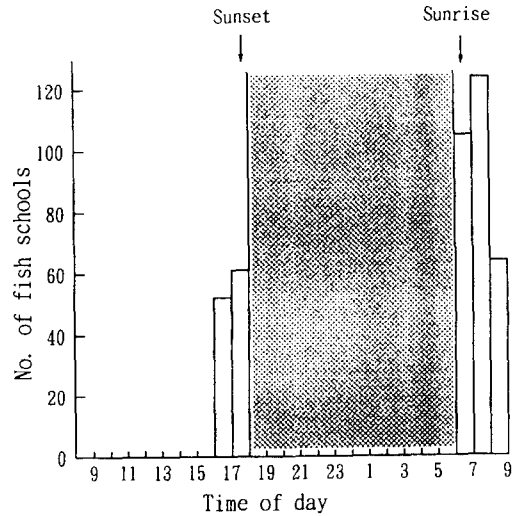


Fig. 3. Number of fish schools observed in the bag-net, according to the time of day. Shaded area indicates the presence of a single very large fish school.

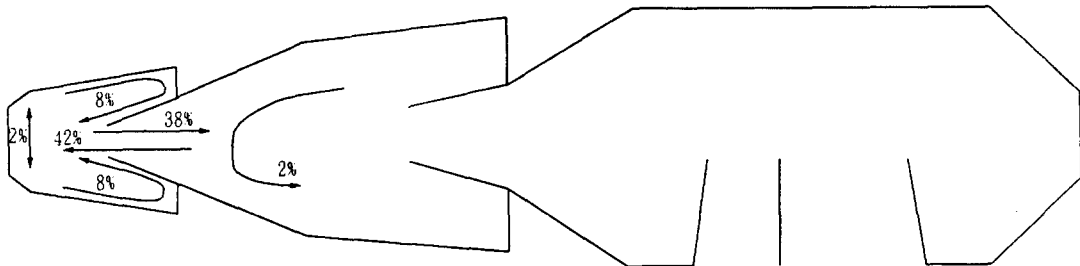


Fig. 4. Analysis of fish school movement patterns in the daytime with relation to the bag-net. The percentages in diagram show the proportion of behavioural patterns.

원통내에서 주간에 볼 수 있었던 멸치어군의 이동행동을 행동패턴으로 분류하여 Fig. 4에 나타내었다. 여기서, 각 행동패턴의 비율은 제1 원통 및

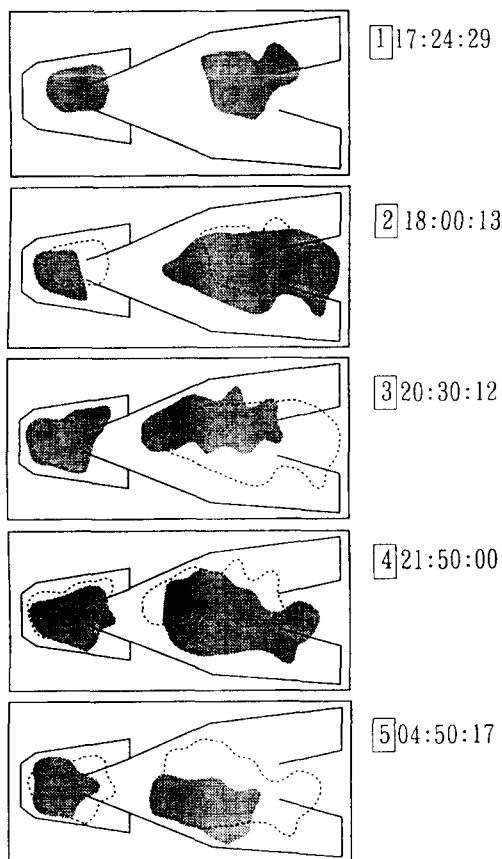


Fig. 5. Time - sequence trace of fish schools in the nighttime to the bag - net. The dark - shaded areas denote the moving position and shape of the school, while the dot - lined areas indicate the previous position.

제2 원통에서 관찰할 수 있었던 전 행동패턴의 어군수에 대한 각 행동패턴의 어군수를 나타내고 있다. 즉, 제2 등망을 통과해서 원통간을 이동하고 있는 경우는 49%이고, 제1 원통에서 이동행동은 29%, 제2 원통에서 이동행동은 22%를 나타내고 있다. 한편, 야간에 있어서 원통내 멸치어군의 이동행동을 Fig. 5에 나타내었다. 행동양식 1-5는 12시간 연속적인 행동을 나타낸 것인 데, 야간에는 원통간의 이동행동은 전혀 볼 수 없었고, 각각의 원통내에서 어군분포의 형상변화를 조금씩 진행하면서 약간 이동하는 경향을 볼 수 있다.

원통내에서 주간에 멸치어군의 이동속도를 구하여 Fig. 6에 나타내었다. 멸치어군의 이동속도분포는 40-60cm/sec가 가장 많고, 대부분의 어군이

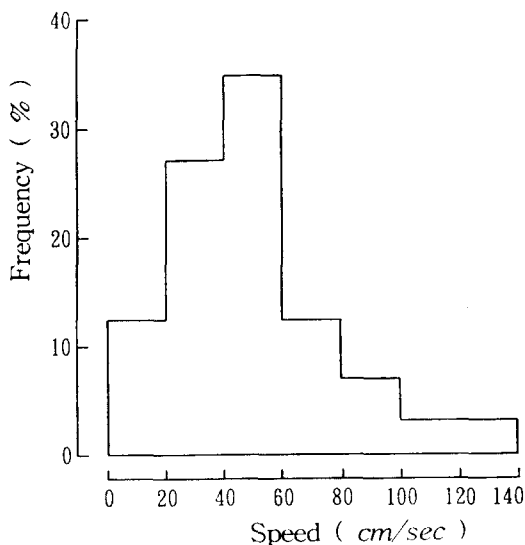


Fig. 6. Frequency distribution of school speed in the daytime.

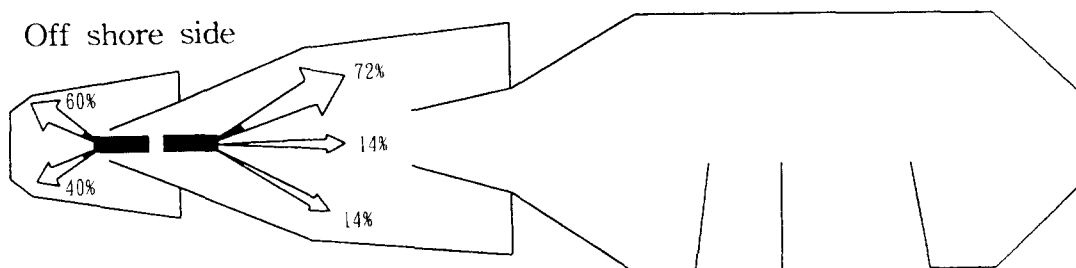


Fig. 7. Movement direction of fish schools after passing through the second funnel - net. The percentages in diagram show the proportion of behavioural patterns.

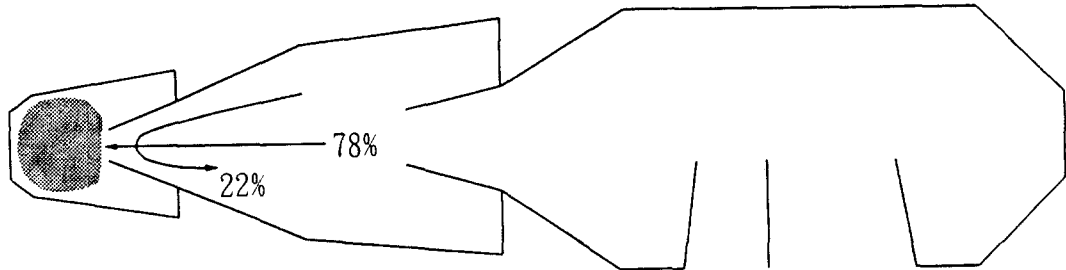


Fig. 8. The effect of fish schools in the second bag - net influencing the movement of schools from the first bag - net to the second bag - net. The percentages in diagram show the proportion of behavioural patterns.

60cm/sec 이하로 이동하는 것을 알 수 있다.

멸치어군이 제2 등망을 통과한 후의 진로를 조사하여 Fig. 7에 나타내었다. 제1 원통에서 제2 원통으로 입망한 후의 진로는 어군의 60%가 망의 중앙에서 먼바다 쪽으로 방향을 바꾸고, 나머지 40%가 육안 쪽으로 방향을 바꾸었다. 이것에 대하여 제2 원통에서 제1 원통으로 출망한 후의 진로는 어군의 86%가 망의 중앙에서 먼바다 쪽으로 방향을 바꾸었다.

제2 원통에 멸치어군이 존재하는 경우, 제1 원통에 있는 멸치어군이 제2 원통으로의 이동행동을 조사해서 Fig. 8에 나타내었다. 제1 원통에서 제2 원통으로의 이동행동은 제2 등망에서 방향을 바꾸고 있는 경우가 22%이고, 입망하는 경우가 78%를 나타내고 있었다. 한편, 제2 원통에 어군이 입망한 뒤 제1 원통으로 출망할 때까지의 체류시간을 구하여 Fig. 9에 나타내었다. 제2 원통에서의 체류시간은 매우 짧고, 대부분의 어군은 8분 이내에 제1 원통으로 출망하는 현상을 보였는데, 여기서 입망한 어군과 출망한 어군이 동일한 어군인지는 확인할 수 없었다.

고 찰

멸치어군은 成群性이 강하여 일생동안 군을 이루어 생활하고 있다고 보고되어 있다²⁾. 본 연구에서 제2 원통에 멸치어군이 존재하는 경우, 제1 원통에 있는 멸치어군이 제2 원통으로의 이동행동을 조사한 결과 제2 등망에서 방향을 바꾼 경우가 22%이고, 입망하는 경우가 78%를 나타내고 있었

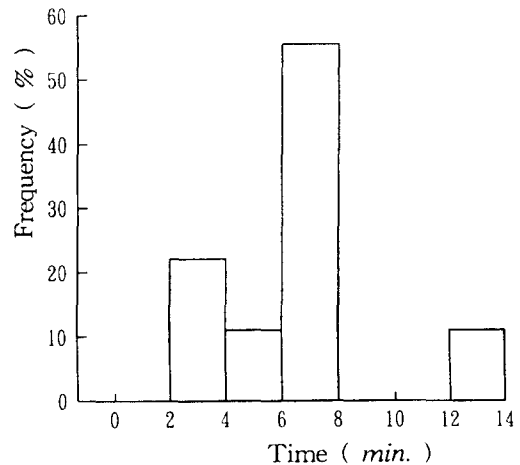


Fig. 9. Time spent in the second bag - net before moving to the first bag - net.

다. 이와 같은 결과는 제2 원통에 존재하는 멸치어군이 제1 원통에 있는 어군을 유인하고 있고, 제1 원통에 있는 멸치어군의 입장에서 보면, 제2 원통의 멸치어군과 군을 이루려고 하는 것으로 생각할 수 있다. 그러나, 멸치어군이 제2 원통에 입망하고 나서 출망할 때까지 체류시간은 매우 짧고, 대부분의 어군이 8분 이내 체류하고 있었다. 이와 같은 결과에 관하여, 三浦³⁾는 낙망에 있어서 어군의 행동은 밀도의 상승에 따라서 각 개체가 갖는 행동의 자유도가 상실되고, 생물적 현상보다도 물리적 현상에 가까운 행동을 보인다고 지적하고 있다. 본 연구의 멸치어군도 군을 이루려고 하는 본능에서 입망했지만, 밀도가 높아서 물리적 현상에 의하여 제2 원통에서 제1 원통으로 출망한 것으로 생각할 수 있다

원통간에 어군의 이동행동은 어종별로 큰 차이가 있는데, 빈번하게 이동하는 참치어군과 그다지 이동하지 않는 몽치다래, 방어, 유어, 전갱이로 나누어진다고 보고하고 있다⁴⁾. 본 연구의 대상인 멸치어군은 주야간의 차이가 매우 큰데, 주간에 있어서 원통간 이동행동은 49% 이었다. 이것은 군을 이루려고 하는 본능에 의한 입망행동과 물리적 현상에 의한 출망행동이 포함되어 있어서 이러한 입출망 행동을 제외하면 원통간 이동행동은 비교적 적다고 생각할 수 있다. 이와 같은 결과로 보아서, 원통간에 어군의 이동행동은 어종에 따라 크게 다르다는 것을 확인할 수 있었다.

한편, 멸치어군의 원통간 이동행동으로부터, 제2 원통의 기능에 관해서 생각해 보면, 야간에는 체류장소, 주간에는 어군의 도피를 막는 역할을 한다고 생각할 수 있다. 그리고, 양망시기는 어군의 이동행동이 거의 없는 일출전에 제1 원통으로부터 양망을 행하는 것이 가장 효과적이라고 생각할 수 있다.

첫통에 있어서 정어리어군의 이동속도는 40cm/sec 이상이 17%를 차지하고 있었다¹⁾. 그런데 본 연구에 있어서 멸치어군의 이동속도는 40cm/sec 이상이 60.5%로 비교적 빠른 경향을 나타내고 있었다. 이러한 결과는 어구 구조에 의한 차이보다는 멸치어군이 대부분 일몰전후와 일출전후에 이동행동을 하였기 때문이라고 생각할 수 있고, 일반적으로 일출물 시간대는 그 밖의 시간대보다 어군의 이동속도가 빠르다는 결과⁵⁾와 일치한다고 생각할 수 있다.

원통의 입구를 통과한 후의 어군은 대부분 먼바다 쪽으로 진로를 바꾸었다는 보고가 있다⁶⁾. 본 연구의 멸치어군도 제2 등망을 통과한 후, 대부분이 망의 중앙에서 먼바다 쪽으로 방향을 바꾸었는데, 이와 같은 결과로부터 등망을 통과한 후의 어군은 깊은 곳으로 향하는 습성이 있다고 생각할 수 있다.

요 약

대형정치망의 원통내에 있어서 멸치어군의 이

동행동은 1992년 12월 1일부터 12월 4일까지 日本國 石川縣 七尾市 연안에 있는 岸端 定置網 漁場 3號網에서 스캐닝 소나를 이용하여 실시하였는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 2개의 원통사이에 어군의 이동행동은 주야간에 차이가 있었고, 밤보다는 낮에 더 많이 이동하였다.

2. 제2 원통에 멸치어군이 존재하였을 때, 제1 원통에 있는 멸치어군이 제2 원통으로의 입망 비율은 78%였고, 제2 원통에 멸치어군의 존재는 제2 원통에의 입망 비율에 영향을 미쳤다는 것을 시사하고 있다. 그러나, 제2 원통에 조밀하게 멸치어군이 존재하였을 때, 제2 원통에 입망한 어군의 체류 시간은 매우 짧았고, 제2 원통에서 어군의 밀도 상승은 어군의 도피 비율을 증가시킨다는 것을 시사하고 있다.

3. 멸치어군은 원통에 입망할 때, 대부분이 망의 중앙에서 먼바다 쪽으로 방향을 바꾸어 이동하였다.

참고문헌

- 1) 金文官, 井上喜洋, 朴正植(1995): 소나 觀察에 의한 大型定置網內 魚群行動의 研究 -I-, -입망한 정어리 소형군의 행동-, 한국어업기술학회지, 31(1), 1-7.
- 2) 井上 實(1983): 魚의行動と漁法, 恒星社厚生閣, 東京, 188-203.
- 3) 三浦汀介(1978): 트랩における魚群의移動システム, 日本水産學會誌, 44(8), 835-841.
- 4) 金文官(1994): 定置網漁法の漁獲過程における魚群의行動に關する研究, 東京水産大學 博士學位論文, 141-168.
- 5) 町中 茂, 今村 明, 橋田新一(1977): 바이오 텔레メトリシステムによるブリ의行動生態に關する研究, 石川水研報 2, 1-20.
- 6) 鈴木 誠(1971): 定置網に對する魚類의行動と漁具の機能に關する基礎的研究, 東水大研報 57(2), 95-171.