

## 정치망 원통의 어획기능과 어군의 이동행동

金文官·井上喜洋\*

濟州大學校 海洋研究所, \*日本水産工學研究所

### The catch function of the two bag-nets in the set-net and moving behaviour of fish schools

Mun-Kwan KIM and Yoshihiro INOUE\*

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

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

The moving behaviour of fish schools in the bag-net of a large scale set-net was investigated using scanning sonar. This was done in the Kishihata set-net fishing ground, which is located in Nanao city Ishigawa prefecture in Japan, from Nov. 18, 1992 to Dec. 4, 1992.

The results obtained are summarized as follows:

1. Moving behaviour of fish schools between two bag-nets can be divided into two groups. The first group includes Frigate mackerel, Yellowtail and Jack mackerel, while the second group consists of Tunas. The Tunas often did move, however the first group rarely moved. The result suggests that fish school movements depend on the type of fish.

2. As for two bag-nets, Frigate mackerel, Yellowtail and Jack mackerel, tended to appear in the afternoon, however Tunas appeared in the daytime. Therefore, the appearance of fish schools depend on the type.

3. The peak speed of Frigate mackerel, Yellowtail and Jack mackerel was 90cm/sec at the first bag-net, 60cm/sec at the second bag-net, but through the second slope-net they moved at 120cm/sec. Therefore, the fish schools that move through the second slope-net move faster than those that move at the first bag-net, and the second bag-net. The result suggests that the second slope-net can be a factor which affects fish schools.

**Key words** : set-net, fish behaviour, Frigate mackerel, Yellowtail, Jack mackerel, Tunas

### 서론

정치망어구의 대표적인 구조는 낙망형이라고 볼 수 있는데, 특히 2개의 원통을 가진 이중낙망을 설치하는 어장이 늘어나고 있다. 이중낙망의 구조상 특징은 종래의 원통을 제2의 헛통기능으

로 보고, 내등망을 가진 조금 소형의 원통을 새로 신설한 것이다. 이것에 의해서 원통으로부터 어군의 도피를 막고, 어획을 확실히 하겠다는 것이다. 또한, 어획시 이중낙망의 경우 대부분 제2 원통만 양망하기 때문에 같은 규모의 낙망에 비하여 적은 인원으로 조업이 가능하다는 것이다. 그러나,

2중낙망에 대한 어군의 행동은 어종에 의해서 다를 수밖에 없고, 예를 들면 원통간에 이동행동이 적은 어종과 원통간에 이동행동이 많은 어종으로 나눌 수 있다. 이들의 행동은 2중낙망의 채용목적에 대해서 어떠한 영향을 미치고 있는지 불명확한 점이 많고, 그것에 관한 구체적인 연구보고도 아직 발표된 바 없는 실정이다.

본 연구에서는 원통간의 이동행동 즉 제1 원통으로부터 제2 원통에 이르는 어군의 행동을 스캐닝 소나에 의해서 조사하고, 어종별 어군행동이 원통의 어획기능에 미치는 영향 및 어장의 해양 환경과 어군행동과의 관련을 분석, 검토하였다.

### 장치 및 방법

조사는 1992년 11월 18일부터 12월 4일까지 日本國 石川縣 七尾市 연안에 있는 前報(김 등, 1996)와 같은 岸端 정치망어장 3號網에서 실시되었다. 스캐닝 소나(이하 소나 라고 한다)에 의한 어군행동의 조사방법과 소나 영상의 해석방법은 기본적으로 前報(김 등, 1996)와 같다. 어군행동의 조사에 이용한 소나의 제원은 Table 1과 같고,

어군행동의 조사는 소나를 장비한 조사선을 Fig. 1과 같이 제2 원통의 먼바다쪽에 계류하여 실시하였다. 이 때 소나의 관측범위는 조사선으로부터 125m로 하고, 俯角은 4~24°로 설정하여 이 범위 내를 자동적으로 탐색하도록 하였다. 이러한 방법으로 소나를 주야 연속해서 작동시키고, 그 영상은 연속해서 VTR에 녹화시켰다.

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. Tilting angle: 0 - 90°           |

소나영상의 해석방법은 비디오테이프를 재생하고, 관찰범위에 출현한 어군의 형상과 위치를 시

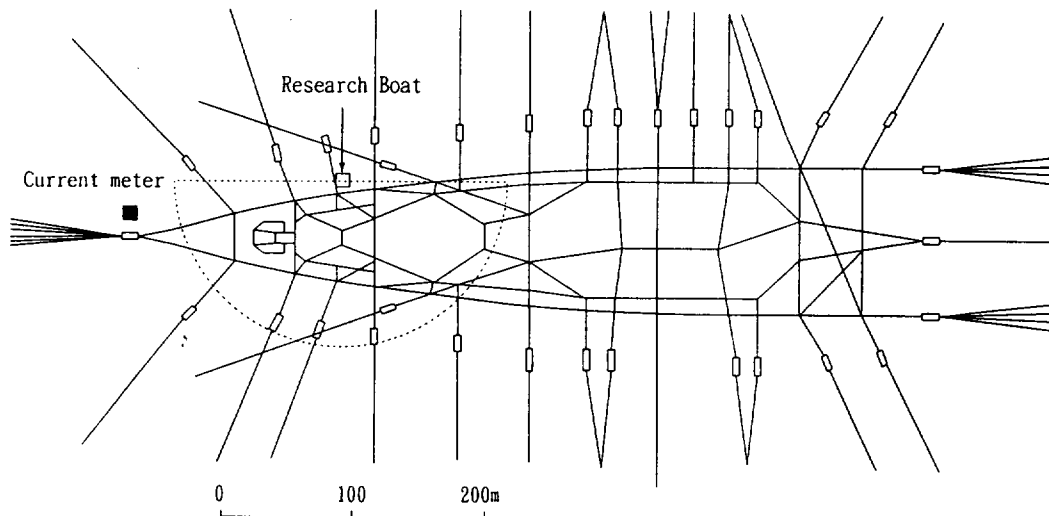


Fig. 1. Frame work plan of the 3rd set - net showing the location of the research boat(□) and current meter(■). Dotted lines indicate the area of 125m diameter swept by the sonar.

각별로 모니터 화면상으로부터 기록했다. 여기서, 본 연구에 사용한 소나는 탐색범위내에 있어서 어군행동의 반사정보가 0.3초마다 얻을 수 있지만, 소나의 俯角, 영상탐지범위 및 어군의 밀집상태, 유영층의 변화등으로부터 어군의 영상형상은 시간과 함께 다양하게 변화하고, 이동경로가 불명확한 경우도 있다.

소나 영상자료의 해석은 조사범위내에 있어서 어군의 출현위치빈도분포, 어군의 출현시간, 어군의 이동속도를 구하였다. 그리고, 어군의 행동패턴을 분류하였다. 어군의 출현위치빈도분포는 관찰범위내를 제1 원통에서는 23m×23m의 12구획, 제2 원통에서는 19m×19m의 9구획으로 나누어서 각 구획마다 출현한 全魚群數를 集計하였다. 이들의 출현시간에 관해서는 제1 원통과 제2 원통에 존재하는 어군수를 1시간마다 집계하였다. 어군의 이동속도에 관해서는 어군의 이동한 직선거리와 이동하는데 걸린 시간으로부터 구하였다. 제1 원통으로부터 제2 원통에 이르는 어군의 행동패턴에 관해서는 어군의 중심을 이은 선으로부터 그 軌跡을 나타내고, 이들의 移動軌跡을 토대로 하여 행동패턴을 분류하였다.

어장의 환경조사는 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 수온계를 내장한 자기식초음파유향유속계를 3호망의 먼바다쪽 수심 15m 및 40m에 설치하고, 조사기간중에 주야 연속해서 유향, 유속 및 수온을 10분 간격으로 계측하였다. 이들의 결과를 토대로 어군행동과의 관련성을 검토하였다.

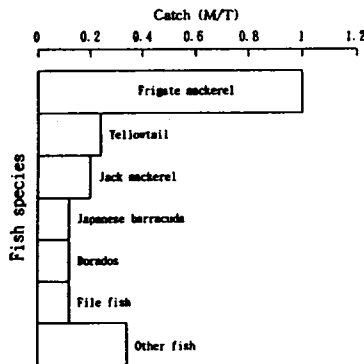


Fig. 2. Catch composition of the 3rd set-net from Nov. 19, 1992 to Nov. 25, 1992.

## 결 과

### 1. 몽치다래, 방어, 전갱이어군의 이동행동

소나의 영상으로부터 어종을 판정하는 것은 일반적으로 곤란하지만, 여기서는 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 정치망의 어획자료를 기초로 몽치다래 *Auxis tapeinosoma*, 방어 *Seriola quinqueradiata*, 전갱이 *Trachurus japonicus* 어군으로 추정하였다. 이들의 어군이 제1 원통과 제2 원통에 출현한 시각에 관해서 시각별로 어군수의 빈도를 정리하면 Fig. 3과 같다. 원통에 있어서 어군의 출현은 어느 쪽도 15시부터 나타나서 16~17시에서 가장 많았고, 그 후 조금씩 감소하는 경향을 보였다. 여기서, 19~6시까지의 소나의 고장으로 인하여 관찰할 수 없었다. 그러나, 다음날 오전 6시부터

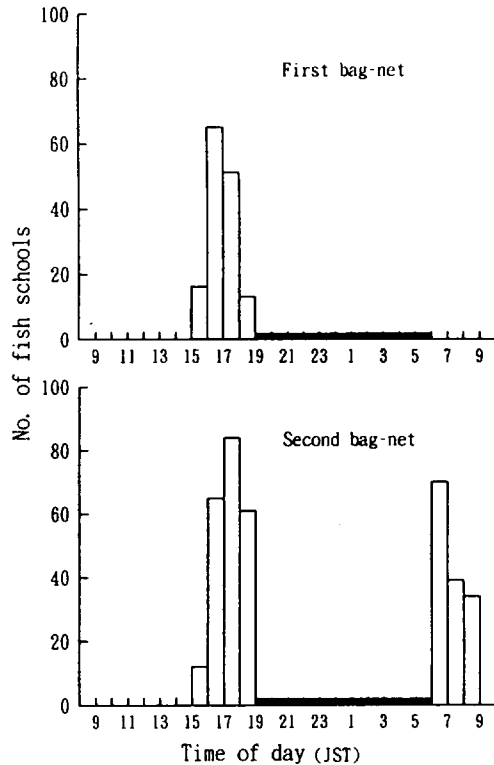


Fig. 3. Number of fish schools observed in the bag-net, according to the time of day. Thick lines indicate that a loss of sonar signal reception.

양망이 시작된 9시까지 제1 원통에서 어군을 볼 수 없었고, 제2 원통에서만 어군이 존재하였다. 이들 어군의 수평분포를 파악하여 Fig. 4에 나타내었다. 오후에 입망한 어군은 제1 원통에서는 중앙에 많았고, 제2 원통에서는 중앙으로부터 먼바다쪽에 많이 분포하고 있었다. 그러나, 다음날 양망전에는 제1 원통에서는 어군을 볼 수 없었고, 제2 원통에서만 중앙에서 먼바다쪽에 걸쳐서 많이 분포하고 있었다.

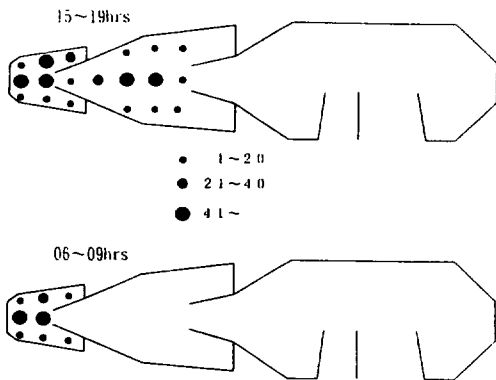


Fig. 4. Distribution of fish schools in the bag-net area. Three sized circles indicate the relative number of fish schools observed in a 23m×23m section and 19m×19m section in the first and second bag-nets, respectively.

제1 원통으로부터 제2 원통에 이르는 어군의 이동행동은 Fig. 5에 나타낸 바와 같이 9개의 행동패턴으로 나눌 수 있었고, 각 행동패턴의 비율은 제1 원통과 제2 원통에서 관찰할 수 있었던 전행동패턴의 어군수에 대한 각 행동패턴의 어군수의 비율로부터 구하였다. 즉, 제2 등망을 통과해서 원통간을 이동하고 있는 어군은 16%로 비교적 적었다. 이것에 대하여 제1 원통에서는 제2 등망에서 반전하는 어군이 16%였고, 제2 원통에서는 통그물의 설치방향에 평행하게 왕복이동하고 있는 어군이 48%를 차지하였다. 이들의 이동속도를 구하여 Fig. 6에 나타내었다. 제1, 2 원통과 제2 등망을 통과하고 있는 어군의 이동속도는 어느 경우도 300cm/sec 까지 있었고, 150cm/sec

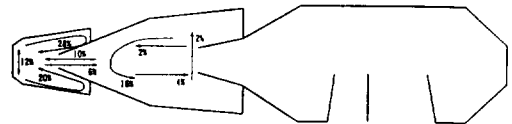


Fig. 5. Analysis of fish school movement patterns in relation to the bag-net.

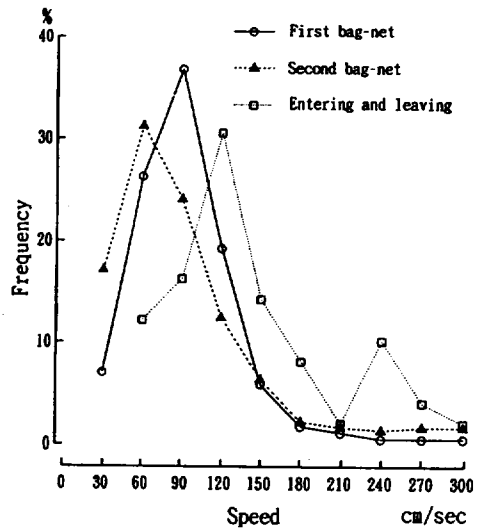


Fig. 6. Frequency distribution of school speeds in the main-net.

한편, 수심 15m의 표층과 수심 40m의 저층에 있어서 유향, 유속 및 수온의 빈도분포를 구하여 Fig. 7~9에 나타내었다. 유속은 5cm/sec 이하가 표층에서는 없었고, 저층에서는 17.5%를 차지하고 있었다. 또한, 최빈치에서는 표층에서 10~15cm/sec, 저층에서 5~10cm/sec로 저층의 유속이 느린 것을 알 수 있다. 유향에 관해서는 표층에서 60~210° 및 270~330°, 저층에서 210~270°를 중심으로 빈도가 높았고, 표층과 저층사이에 유향

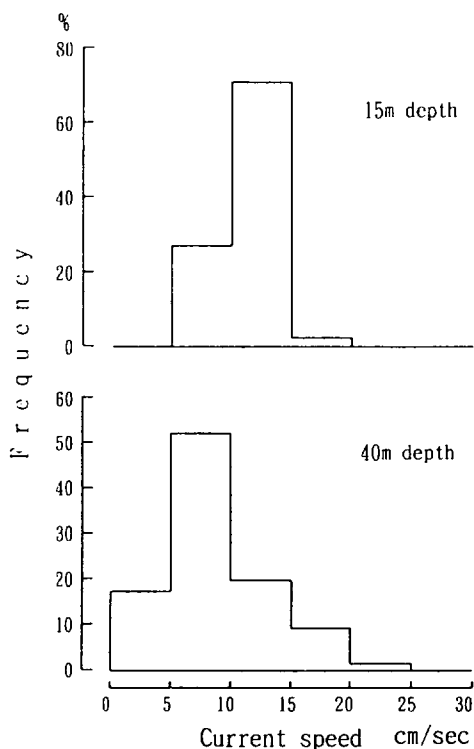


Fig. 7. Frequency distribution of current speeds at 15m and 40m depth.

이 차이가 있는 것을 알 수 있다. 그리고, 수온은 수심에 의한 차이가 없었고, 거의가 17.5~18.5°C 이었다. 이들 어장의 해양환경과 어군행동과의 관계를 조사하기 위하여 소나의 어군영상의 위치와 그때 표층의 유향을 비교하고, Fig. 10에 나타내었다. 여기서는 소나의 俯角을 표층의 어군을 탐색하도록 설정하고 있는 것으로부터 표층 15m의 유향과 대응시켰다. 몽치다래, 방어, 전갱이 어군의 출현위치는 제1 원통보다 제2 원통에서 많이 분포하고 있었고, 제1 원통에서는 증앙에 많았고, 제2 원통에서는 증앙으로부터 먼바다쪽에 많이 분포하고 있었다. 이것에 대하여 유향은 대부분이 제1 원통에서 제2 원통에의 방향이었다.

## 2. 참치어군의 이동행동

조사기간중에 있어서 소나의 어군영상은 Fig.

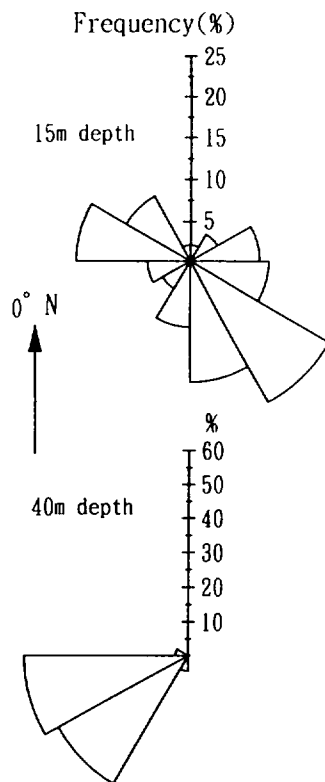


Fig. 8. Frequency distribution of current direction for every 30° of compass arc at 15m and 40m depth.

11에 나타낸 바와 같이 정치망의 어획자료를 기초로 참치류어군 *Thunnus* 과 멸치어군(멸치 *Engraulis japonica* 어군 속에는 정어리 *Sradinops melanostictus* 와 눈통멸 *Etrumeus teres* 의 소형 군도 섞여 있었다)으로 추정하였다. 참치어군과 멸치어군의 구별은 어군영상의 크기, 이동속도, 원통에서의 출현시간에 의하여 확실히 판별할 수 있었다. 참치어군이 제1 원통과 제2 원통에 출현한 시각에 관해서 시각별로 어군수의 빈도를 정리하면 Fig. 12와 같다. 원통에서의 출현은 오전 10시경부터 시작해서 일몰전후까지 계속해서 출현을 볼 수 있었고, 일몰전후에는 대형어군이 출현하였다. 일몰전에 입망한 어군은 어군영상의 크기가 작고, 원통간을 매우 빠르게 이동하였으나, 일몰전후 원통에 입망한 어군은 어군영상의 크기

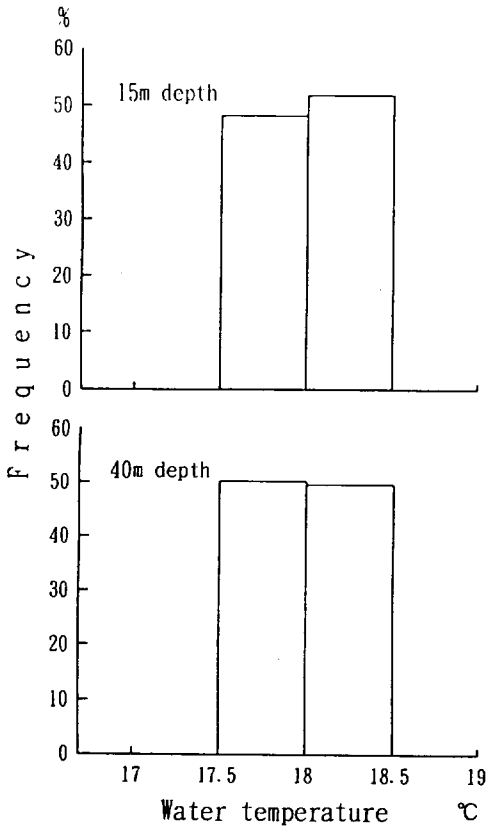


Fig. 9. Frequency distribution of water temperature at 15m and 40m depth.

가 매우 크고, 망내에서 매우 느리게 이동하였다. 이들의 어군중 전자를 참치어군으로 하고, 후자를 멸치어군으로 판정하였다. 한편, 참치어군의 영상에 관해서는 멸치어군이 입망한 후부터 멸치어군의 영상에 가리워 그 이상 추적할 수 없었다. 참치어군의 수평분포를 파악하여 Fig. 13에 정리하였다. 참치어군은 제1 원통에서는 제2 등망의 중앙에 많았고, 제2 원통에서는 중앙에 많이 분포하고 있었다. 이와 같이 원통의 양측에는 상대적으로 적게 분포하고 있었다.

제1 원통으로부터 제2 원통에 이르는 참치어군의 이동행동은 Fig. 14에 나타낸 바와 같이 6개의 행동패턴으로 나눌 수 있었고, 각 행동패턴의 비율은 제1 원통과 제2 원통에서 관찰할 수 있었던 전행동패턴의 어군수에 대한 각 행동패턴의 어군

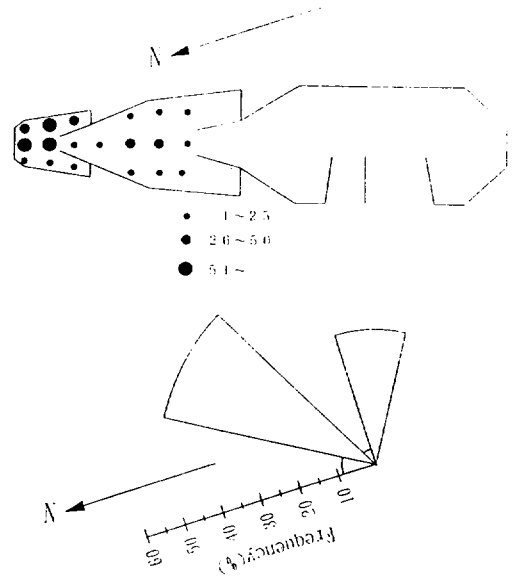


Fig. 10. Distribution of schools in the bag-net according to current direction.

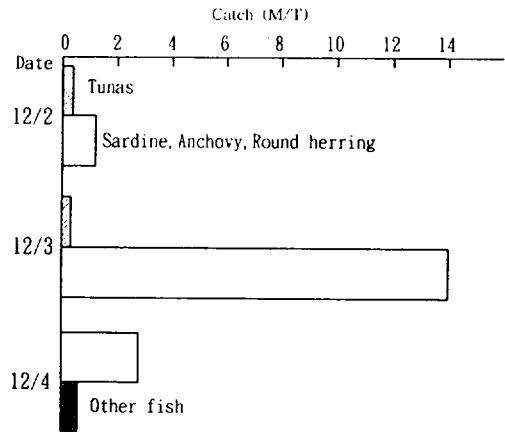


Fig. 11. Catch composition of the 3rd set-net from Dec. 2, 1992 to Dec. 4, 1992.

수의 비율로부터 구하였다. 즉, 참치어군은 제2 등망을 통과해서 원통간을 이동하고 있는 어군이 80%로 가장 많았고, 각각의 원통에서 이동하고 있는 경우는 20%로 적었다. 이들의 이동속도를 구하여 Fig. 15에 나타내었다. 원통에 있어서 참치어군의 이동속도는 400cm/sec 까지 있었고, 분

정치망 원통의 어획기능과 어군의 이동행동

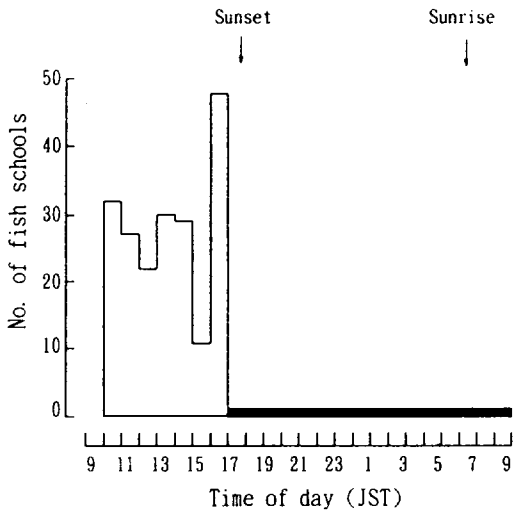


Fig. 12. Number of fish schools observed in the bag-net, according to the time of day. Thick lines indicate that appearance of a sardine, anchovy and round herring schools.

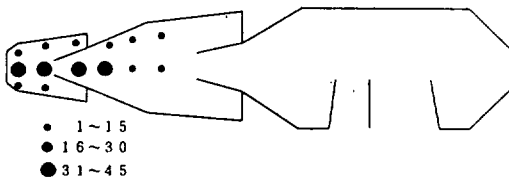


Fig. 13. Distribution of fish schools in the bag-net area. Three sized circles indicate the relative number of fish schools observed in a  $23m \times 23m$  section and  $19m \times 19m$  section in the first and second bag-nets, respectively.

포의 범위가 넓었다. 분포의 경향으로는 제2 원통에서 가장 늦고, 제1 원통과 제2 등망을 통과해서 원통간을 이동하고 있는 경우는 같은 경향이였다.

한편, 수심 15m의 표층과 수심 40m의 저층에 있어서 유향 및 유속의 빈도분포를 구하여 Fig. 16, 17에 나타내었다. 유속은 표층에서는 대부분이  $10 \sim 15cm/sec$  이었고, 저층에서는 대부분이



Fig. 14. Analysis of fish school movement patterns in relation to the bag-net.

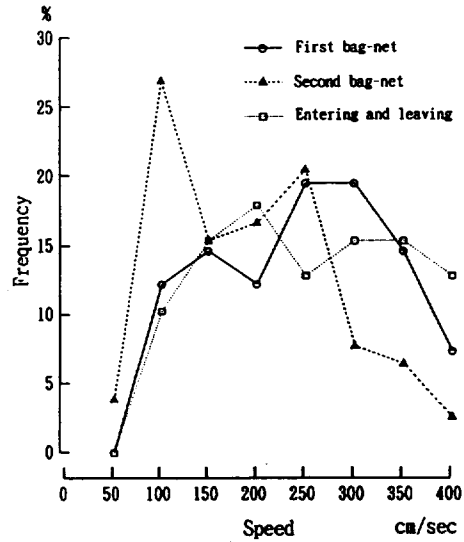


Fig. 15. Frequency distribution of school speeds in the main-net.

$5cm/sec$  이하였다. 이와 같이 표층과 저층사이에 유속의 차이가 있었고, 저층의 유속이 느린 것을 알 수 있다. 유향에 관해서는 표층에서  $90 \sim 120^\circ$ , 저층에서  $210 \sim 270^\circ$  를 중심으로 빈도가 높았고, 표층과 저층사이에 유향이 차이가 있는 것을 알 수 있다. 그리고, 수온은 수심에 의한 차이가 없었고, 거의가  $17.0 \sim 17.5^\circ C$  이었다. 이들 어장의 해양환경과 어군행동과의 관계를 조사하기 위하여 소나의 어군영상의 위치와 그때 표층의 유향을 비교하고, Fig. 18에 나타내었다. 여기서는 소나의 俯角을 표층의 어군을 탐색하도록 설정하고 있는 것으로부터 표층 15m의 유향과 대응시켰다. 어군의 출현위치는 제1 원통에서 제2 원통까지 증상에 많이 분포하고 있었다. 이것에 대하여 유향은 대부분이 육지쪽에서 먼바다쪽으로 흐르고 있었다.

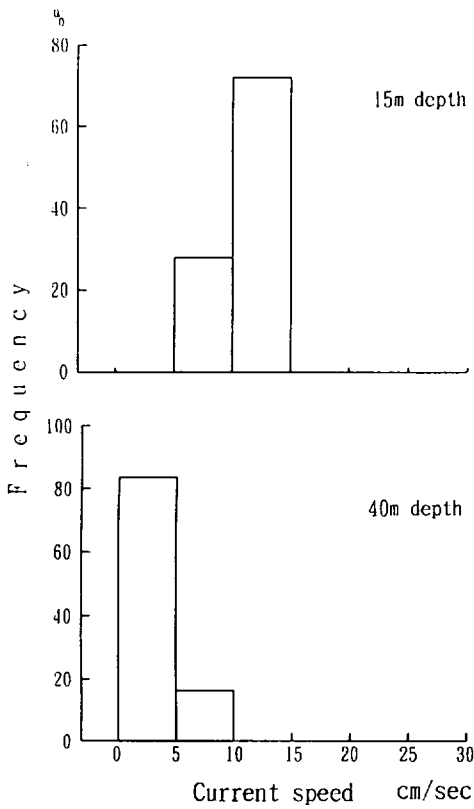


Fig. 16. Frequency distribution of current speeds at 15m and 40m depth.

### 고찰

제1 원통으로부터 제2 원통에 이르는 어군의 이동행동은 원통간의 이동행동이 16%로 적은 몽치다래, 방어, 전갱이 같은 어종과 원통간의 이동행동이 80%로 빈번하게 이동하고 있는 참치 같은 어종이 확인되어 원통간의 이동행동은 어종에 의해서 차이가 있는 것으로 사료된다. 이것은 제2 등망이 전자의 어종에 대해서는 입망하기 어렵고, 출망하기도 어려운 구조로 되어 있고, 후자의 어종에 대해서는 입망하기 쉽고, 출망하기도 쉬운 구조로 되어 있는 것을 시사하고 있다. 또한, 이들의 어종에 대해서 제2 원통의 역할을 생각해 보면 이동행동이 적은 어종에 대해서는 어군의 도피를 막아서 어획을 확실하게 하고, 빈번하게

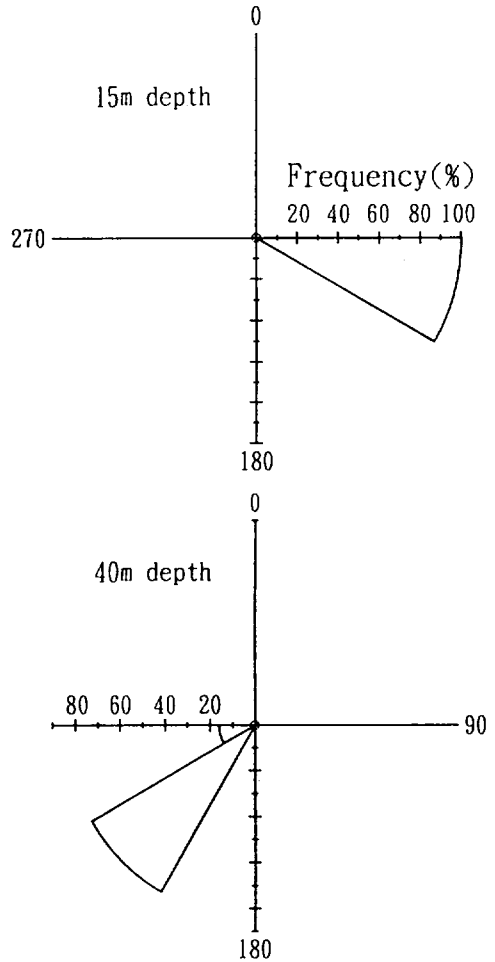


Fig. 17. Frequency distribution of current direction for every 30° of compass arc at 15m and 40m depth.

이동하고 있는 어종에 대해서는 체류시간을 연장시킨다고 사료된다.

원통에 있어서 어군의 출현은 몽치다래, 방어, 전갱이어군에서는 오후였고, 참치어군에서는 오전 중이었다. 이와 같이 어군의 출현은 어종에 의해서 차이가 있었고, 정치망어장에 있어서 어군의 출현은 어종에 의해서 차이가 있었다는 보고와 일치하고 있다(井上喜洋, 1987). 이것은 어획효과를 높이기 위해서는 어군의 망내행동에 맞춘 양망작업시각의 설정이 중요하다는 것을 시사하고 있다. 또한, 원통에 있어서 어군의 출현위치와 이



정치망 원통의 어획기능과 어군의 이동행동

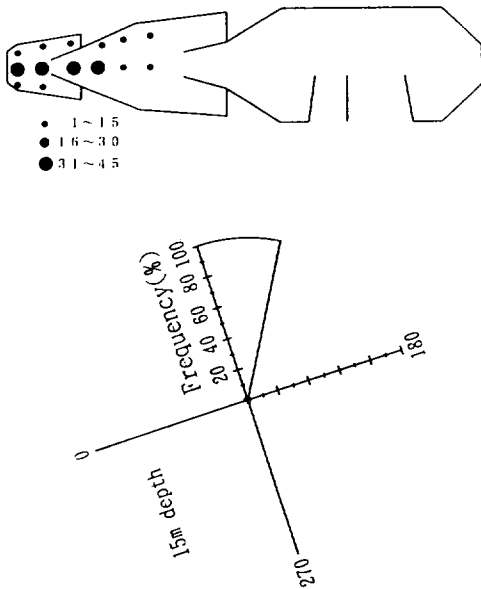


Fig. 18. Distribution of schools in the bag-net according to current direction.

중낙망의 채움목적인 양망의 省人化에 관해서 생각해 보자. 몽치다래, 방어, 전갱이어군이 관찰된 조사기간중의 양망은 제1 원통에서부터 행하였지만, 제1 원통에서는 이군이 존재하지 않았다. 이것에 대하여 참치어군이 관찰된 조사기간중의 양망은 제1 원통에서부터 행하였지만, 참치어군의 출현위치는 멀리어군 속에 존재하고 있어서 정확하게 알 수는 없었다. 그러나, 참치어군은 원통간을 자유롭게 이동하고 있는 습성으로부터 같은 장소에 길게 체류하지 않을 것으로 생각된다. 이와 같은 것으로부터 양망의 성인화를 이루기 위해서는 어군의 행동을 고려하여 양망의 방법을 결정하는 것이 중요하고, 이동행동이 적은 어종에 대해서는 제2 원통만을 양망하고, 빈번하게 이동하고 있는 어종에 대해서는 제1 원통으로부터 양망하는 것이 바람직하다고 생각된다. 원통에 있어서 몽치다래, 방어, 전갱이어군의 이동속도의 최빈치에서는 제1 원통의 어군에서 90cm/sec, 제2 원통의 어군에서 60cm/sec, 제2 등망을 통과해서 원통간을 이동하고 있는 어군에서 120cm/sec 이었다. 이것에 대하여 원통에 있어서 참치어군의 이동속도는 400cm/sec 까지 있었고, 분포의 범위

가 넓었다. 분포의 경향으로서는 제2 원통에서 가장 늦고, 제1 원통과 제2 등망을 통과해서 원통간을 이동하고 있는 경우에는 같은 경향이였다. 이와 같이 어느 어종도 제1 원통에서의 이동속도는 제2 원통에서의 이동속도보다 빠르고, 이것은 이동범위에 의한 차이라고 사료된다. 그러나, 제2 등망을 통과하고 있는 경우는 제1, 제2 원통에서의 이동속도보다 빠른 몽치다래, 방어, 전갱이어군과 같은 어종, 제1 원통에서의 이동속도와 같은 참치어군이 존재하고, 어종에 의해서 차이가 있는 것이 시사되었다. 이것은 제2 등망에 대한 어군의 행동과도 잘 일치하고 있고, 원통간의 이동행동이 많은 어종에 대해서는 제2 등망이 자극원으로써 작용하고 있지 않다는 것을 시사하고 있다.

조류에 의한 어획에의 영향으로써는 그물상태의 변화와 어군이 조류에 대한 행동등이 관여한다고 사료되어(鈴木 誠, 1989), 망내의 어군행동과 조류와의 관계가 조사되어지고 있다(竹内正一, 1968; 井上喜洋, 平元泰輔, 1974). 몽치다래, 방어, 전갱이어군어군의 출현위치는 제1 원통보다 제2 원통에서 많이 분포하고 있었고, 제1 원통에서는 중앙에 많았고, 제2 원통에서는 중앙으로부터 먼 바다쪽에 많이 분포하고 있었다. 이것에 대하여 유향은 대부분이 제1 원통에서 제2 원통에의 방향이었고, 어군의 출현위치분포와 유향과는 관계가 있는 것도 생각할 수 있다. 그러나, 제1 원통의 어군은 제2 원통에 입망한 것보다 첫통으로 출망한 가능성이 높은 것을 생각하면, 유향과 관계가 있다고는 생각하기 어렵다. 여기서, 어군의 출현위치의 빈도분포가 제2 원통에서의 중앙부터 먼 바다쪽에 걸쳐서 많은 것은 유향과 관계가 있는 것도 생각할 수 있다. 한편, 참치어군의 출현위치는 제1 원통에서 제2 원통까지 중앙에 많이 분포하고 있었다. 이것에 대하여 유향은 대부분이 육지쪽에서 먼 바다쪽으로 흐르고 있어서 유향이 어군의 출현위치분포에 미치는 영향은 낮다고 생각할 수 있다.

요 약

대형정치망에 있어서 원통간의 이동행동은

1992년 11월 18일부터 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 실시하였고, 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 제1 원통으로부터 제2 원통에 이르는 어군의 이동행동은 원통간의 이동행동이 16%로 적은 몽치다래, 방어, 전갱이 어군과 원통간의 이동행동이 80%로 빈번하게 이동하고 있는 참치어군으로 분류할 수 있었고, 이것은 원통간의 이동행동이 어종에 의해서 차이가 있는 것으로 사료된다.

2. 원통에 있어서 어군의 출현은 몽치다래, 방어, 전갱이어군에서는 오후였고, 참치어군에서는 오전중이었다. 이와 같이 어군의 출현은 어종에 의해서 차이가 있었다.

3. 원통에 있어서 몽치다래, 방어, 전갱이어군의 이동속도의 최빈치에서는 제1 원통에서 90cm/sec, 제2 원통에서 60cm/sec, 제2 등망을 통과해서 원통간을 이동하고 있는 어군에서 120cm/sec 이었다. 이와 같이 제2 등망을 통과하고 있는 어군은 제1, 제2 원통에서의 이동속도보다 빠르고, 이것

은 제2 등망이 자극원으로써 작용하고 있다는 것을 시사하고 있다.

## 참 고 문 헌

- 金文官, 井上喜洋, 朴 正植, 1996. 定置網의 揚網過程에 있어서 멸치 어군의 行動에 관한 研究. 제주대학교 해양연구소 연구보고 20, 75~79.
- 井上喜洋, 平元泰輔, 1974. 兩中層定置網における魚群の袋網選擇性. 神奈川水試相模湾支所報告 6, 19~23.
- 井上喜洋, 1987. 定置網周邊における魚群の出現時刻と來遊. 日水誌 53(7), 1129~1133.
- 鈴木 誠, 1989. 漁具に對する魚群行動の研究. 恒星社厚生閣, 東京, 71~72.
- 竹内正一, 1968. 兩落網における漁獲と潮流の方向との關係. 東水大研報 54(2), 123~127.