

소나 觀察에 의한 大型定置網內 魚群行動의 研究- V  
- 방어어군의 網內行動과 등망의 어획기능 -

金 文 官 · 井上喜洋 \*  
濟州大學校 海洋研究所 · \* 水産工學研究所  
(1997년 9월 3일 접수)

**Studies on the Behaviour of Fish Schools in the Main-net  
of a Large Scale Set-net using Scanning Sonar- V**  
- The Behaviour of Yellowtail *Seriola quinqueradiata* School Entrapped in  
a Large Set-net and the Catching Function of the Funnel-net -

**Mun - Kwan KIM and Yoshihiro INOUE \***  
Marine Research Institute Cheju National University,  
\* National Research Institute of Fisheries Engineering  
(Received September 3, 1997)

**Abstract**

The moving behaviour of Yellowtail *Seriola quinqueradiata* schools in the main-net of a large scale set-net was investigated in relation to the catching function of the funnel-net by a scanning sonar. The investigation was took place in the Kishihata set-net fishing ground located in Nanao city Ishigawa prefecture , Japan from Nov. 9 to Nov. 13, 1992.

The obtained results are summarized as follows;

1. Fish schools showed the greatest number at the playground in the morning and at the bag-net in the afternoon. The fish schools remained long time in the main-net.
2. The scale of fish school through the funnel-net was smaller than that of fish school which is though the playground and bag-net. Because the Yellowtail school changed the shape of school in passing the funnel-net.
3. The rate of entering the bag-net was 24%, among the fish school heading to the outer funnel-net. But, the rate of escaping to the playground was 27%, among the fish school heading to the inner funnel-net. It seems that the structure of the outer funnel-net was not enough to lead the fish to the bag-net. However, the structure of the inner funnel-net was very effective at preventing escape.
4. It is appropriate to haul the net in the morning in considering the number of accumulated fish in the bag-net during the survey.

## 서 론

정치망어법의 어획과정에 있어서 어군의 행동은 어장에 來遊한 어군이 정치망에 들어가기까지의 입망행동과 입망한 어군이 어획되기까지 網内に 체류하는 망내행동의 과정으로 크게 나눌 수 있다(井上, 1988). 여기서, 망내에서 어군의 행동은 헛통의 입구로부터 헛통에 이르는 행동과정과 헛통으로부터 등망을 통하여 원통에 이르는 행동과정을 말한다. 이 중에서 등망에 대한 어군의 행동은 어획대상의 與否에 직접적으로 관련하는 것으로 어획과정중에서 가장 중요한 부분이라고 생각된다.

등망에 대한 어군 행동의 연구는 수조실험(井上 등, 1986; 長谷川 등, 1987ab), 정치망모형에 의한 세미필드(Semi field) 실험(鈴木, 1971), 標識放流에 의한 조사(平元, 1983), 어군탐지기를 이용한 조사(渡, 1967)등에 의해서 행하여 졌다. 또한, 各地의 정치망어장에 있어서 등망의 개량을 시험한 例로서 外等망의 勾配를 바꾼 경우의 효과에 관해서 보고되어지고 있고(力武, 1982), 내등망에 관해서는 지금까지의 경험으로부터 출입구의 폭과 깊이 등이 결정되어지고 있다. 그러나, 헛통으로부터 원통에 이르는 어군의 행동은 수중관찰의 어려운 점도 있어서 불명확한 점이 많은 실정이다.

본 연구에서는 등망을 중심으로 하여 헛통으로부터 제1 원통에 이르는 방어어군의 행동을 스캐닝 소나에 의해서 조사하고, 방어어군의 행동과 등망의 어획기능에 관해서 분석, 검토하였다.

## 장치 및 방법

조사는 1992년 11월 9일부터 11월 13일까지 日本國 石川縣 七尾市 沿岸에 있는 前報(金 등, 1995)와 같은 岸端 정치망어장 3號網에서 실시되었다. 조사내용은 스캐닝 소나(이하 소나라고 한다) 및 수중텔레비카메라(日立造船製)에 의한 어군행동의 관찰이다. 소나에 의한 어군행동의 조사방법과 소나 영상의 해석방법은 기본적으로 前報(金 등, 1995)와 같다. 어군행동의 조사는 소나를 裝備한 조사선을 Fig. 1과 같이 제1 등망의 면바다

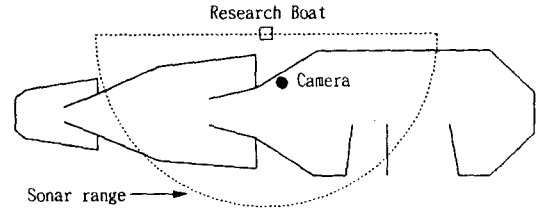


Fig. 1. Frame work plan of the 3rd set-net showing the location of the research boat(□) and camera(●). Dotted lines indicate the area of 125m diameter swept by the sonar.

쪽에 계류하여 실시하였다. 이 때 소나의 관측범위는 조사선으로부터 125m로 하고, 俯角은 10~11°로 설정하였다. 소나는 주야 연속으로 작동시키고, 그 영상은 VTR에 녹화시켰다. 또한, 外等망부근의 수심 10m에 수중텔레비카메라를 설치하여 어군행동을 관찰하고, 그 영상은 소나를 장비한 조사선에서 녹화하였다. 여기서, 수중텔레비카메라로부터 얻어진 어군의 영상은 俯角의 설정과 소나의 어군영상에 있어서 어종을 판별하는데 이용되었다.

본 연구에 이용한 소나는 탐색범위의 어군행동 정보가 0.3초마다 얻을 수 있지만, 소나의 俯角, 영상탐지범위 및 어군의 밀집상태, 유영층의 변화 등으로부터 어군의 영상형상은 시간과 함께 변화하고, 이동경로가 불명확한 경우도 있었다. 따라서, 어군의 이동행동이 연속해서 파악할 수 있었던 자료만을 이용하였다. 소나 영상자료의 분석은 조사범위내에 있어서 어군의 출현시간, 출현위치의 빈도분포, 어군의 規模, 어군의 이동속도, 어군의 행동패턴을 분류하였다. 또한, 원통에 蓄積된 시각별의 어군수에 관해서 해석을 행하였다. 어군의 출현위치에 대한 빈도분포는 관찰범위내에서 30m × 30m의 구획을 24개로 나누고, 각 구획에 출현한 어군수를 6시간마다 集計하였다. 이 때 복수의 구획에 접한 대형군의 경우는 어군의 위치를 그 중심으로 대표시켜 계산했다. 또한, 출현시간에 관해서는 헛통 및 제1 원통에 체류하는 어군수를 1시간마다 集計하였다. 어군의 규모에 관해서는 소나 화면

의 영상으로 첫통, 제1 원통, 제1 원통을 입출망하고 있는 어군의 3종류로 분류하여 각각 어군의 길이와 폭을 구하고 이것을 實際值로 환산하였다. 어군의 이동속도에 관해서는 첫통, 제1 원통, 제1 원통을 입출망하고 있는 어군의 3종류로 나누어서 각각 어군이 이동한 직선거리와 걸린 시간으로부터 구하였다. 첫통으로부터 제1 원통에 이르는 어군의 행동패턴은 어군의 중심을 이은 선으로부터 그 軌跡을 나타내고, 이들의 移動軌跡을 토대로 하여 행동패턴을 분류하였다. 또한, 원통에 있어서 어군의 축적상태에 관해서는 시각별로 원통에 입망하는 어군수 및 제1 원통에서 첫통으로 출망하는 어군수를 計數하여 구하였다.

결 과

소나 관찰을 실시한 동안의 정치망 漁獲物組成比를 Fig. 2에 나타내었다. 방어 *Seriola quinqueradiata* 어군이 조사기간에서 82%를 차지하고 있고, 그밖에는 말쥐치 *Navodon modestus* 와 몽치다래 *Auxis tapeinosoma* 어군이 차지하고 있었다. 따라서, 소나의 어군영상은 정치망의 어획물과 수중텔레비카메라의 어군영상으로부터 방어 어군(평균체장 41cm)으로 판정하였다.

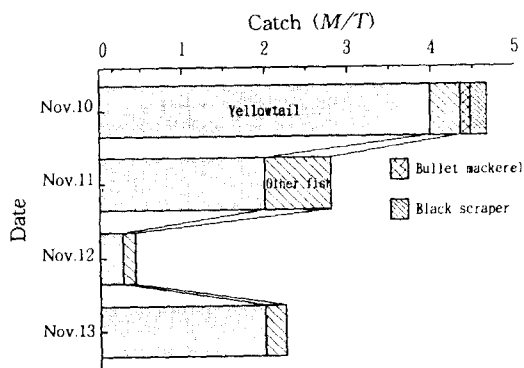


Fig. 2. Catch compositions of the 3rd set-net from Nov. 10 to Nov. 13, 1992.

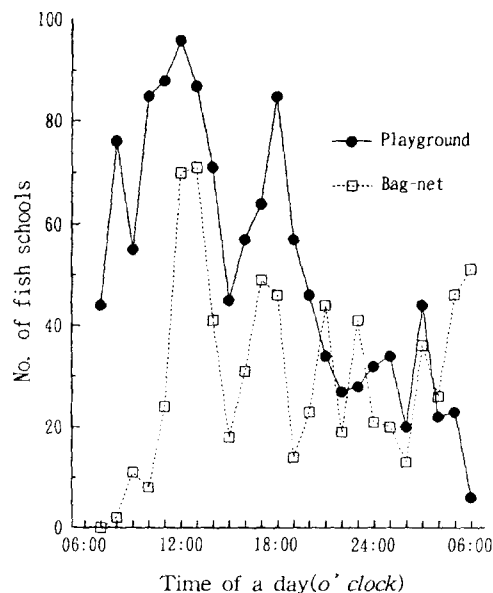


Fig. 3. Frequency distribution of fish schools with the comparison of numbers observed in the playground and the bag-net, according to the time of a day.

방어어군이 망내에 출현한 시각에 관해서 시각별로 어군수의 빈도를 Fig. 3에 나타내었다. 어군의 출현은 첫통에서는 오전중이 가장 빈번했고, 시간경과와 함께 감소하는 경향을 나타냈다. 또한, 제1 원통에서는 오전중이 가장 적었고, 오후에는 출현이 많다가 그 후 약간 감소하는 경향을 나타내었다. 이들 입망어군이 시간경과에 따른 수평분포의 변화를 파악하기 위하여 관찰범위내의 각 구획마다 출현한 어군수를 6시간마다 集計하고, 출현위치의 빈도분포도를 Fig. 4에 나타내었다. 전체적으로 첫통 및 제1 원통의 중앙부에 연속해서 분포량이 많았다. 여기서, 빈도분포량이 외등망의 먼바다 쪽으로부터 중앙부에 걸쳐서 시간의 경과와 함께 감소하면, 제1 원통에서는 원통중앙부로부터 육지 쪽에 걸쳐서 분포량이 증가하는 특이한 경향을 볼 수 있다.

등망을 통과하는 어군에 관해서 어군의 규모에 미치는 내등망 폭의 영향을 조사하기 위하여, 소나 영상으로부터 얻어진 어군의 규모를 Fig. 5에 나타내었다. 여기서, 내등망의 폭은 처음이 37m 이고, 끝이 22m이다. 또한, 그림에 나타낸 바와

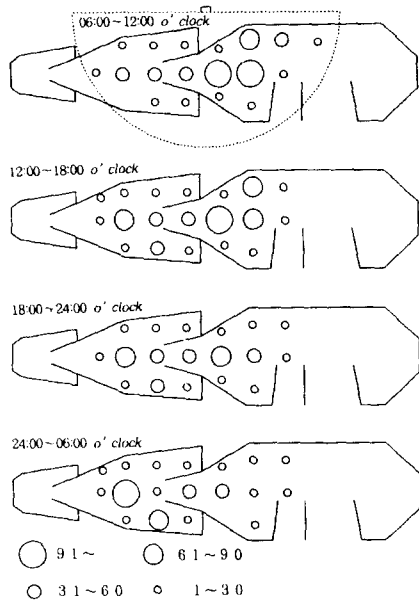


Fig. 4. Distribution of fish schools in the main-net area.

Four sized circles indicate the relative number of fish schools observed in each of 30m x 30m section in the main-net.

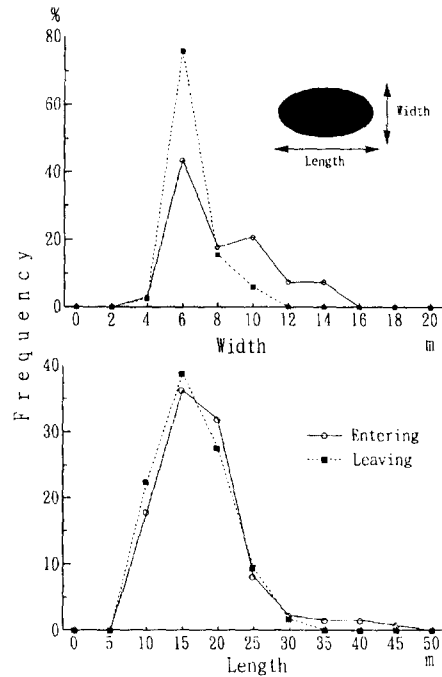


Fig. 6 Frequency distributions of the length and width of fish school observed entering and leaving fish school of the bag-net.

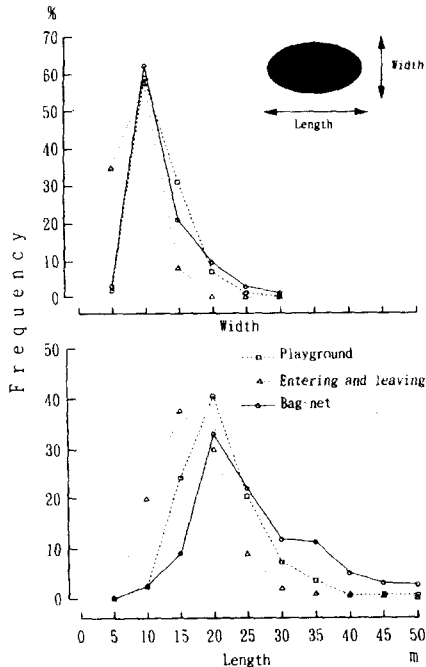


Fig. 5. Frequency distributions of the length and width of fish school observed in the main-net.

같이 어군의 길이는 어군의 진행방향에 평행으로, 어군의 폭은 길이의 직각방향으로 하여 計測하였다. 첫통과 제1 원통에 있는 어군의 길이는 15~20m, 제1 원통을 출입하고 있는 어군은 10~15m였다. 또한, 어군의 폭은 첫통과 제1 원통의 어군, 제1 원통을 출입하고 있는 어군, 모두가 30m를 넘는 것은 없었고 대부분이 15m 이하였다. 전체적으로 첫통과 제1 원통에 있는 어군이 제1 등망을 통과하고 있는 어군보다 큰 것을 알 수 있다. 더욱이, 제1 원통에 입망하는 어군과 제1 원통에서 첫통으로 출망하는 어군으로 나누어서 각각 어군의 길이와 폭을 구하여 Fig. 6에 나타내었다. 제1 원통에 입망하는 어군과 제1 원통에서 첫통으로 출망하는 어군사이에는 어군 길이의 차가 없었다. 어군의 폭은 출망하는 어군에서는 6m이하가 대부분이고, 입망하는 어군보다 약간 작았다.

망내에 있어서 방어어군의 이동행동과 전 행동패턴의 어군수에 대한 각 행동패턴의 어군수의 비율을 Fig. 7에 나타내었다. 그림에서 행동패턴 A

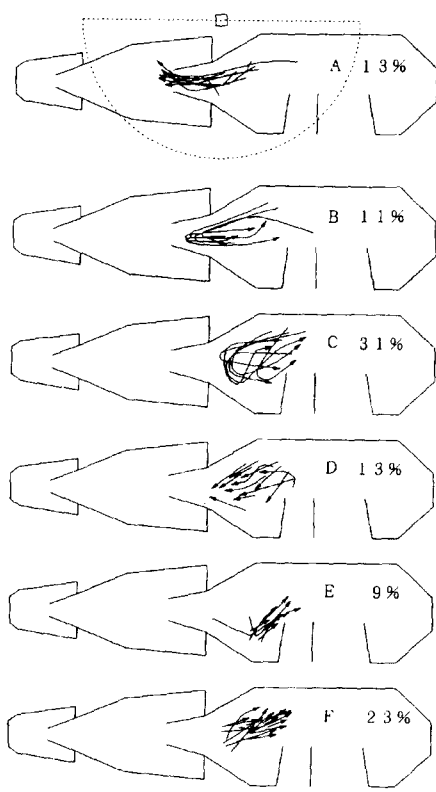


Fig. 7. Analysis of fish school movement patterns in the playground in relation to the slope-net.

는 외등망부근에서 제1 원통에 들어가고 있는 어군이다. B는 제1 원통에 입망하지 않고 내등망에서 反轉하고 있는 어군이고, C는 외등망에서 反轉하고 있는 어군이다. D는 외등망부근에서 원통 쪽으로 향하였으나, 그 후 행동이 불명한 어군이다. E는 문쇠에 의해서 방향전환되어 헛통 쪽으로 향하고 있는 어군이고, F는 외등망부근에서 헛통 쪽으로 향하고 있는 어군이다.

제1 원통에 있어서 방어어군의 이동행동과 전 행동패턴의 어군수에 대한 각 행동패턴의 어군수의 비율을 Fig. 8에 나타내었다. 그림에서 행동패턴 a는 제2 등망으로부터 내등망의 입구를 피해서 내등망옆으로 향하고 있는 어군이고, b는 내등망 옆에서 체류하는 어군이다. c는 제1 원통에서 헛통으로 도피하고 있는 어군이다. 여기서, 제1 원통에서 헛통으로 도피하는 경우, 망의 중앙 및 내등

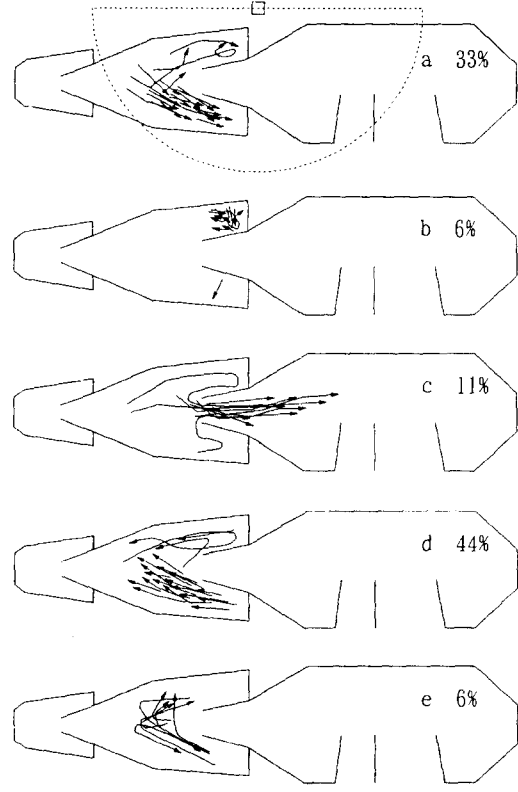


Fig. 8. Analysis of fish school movement patterns in the bag-net in relation to the funnel-net.

망옆에서 내등망을 따라서 도피하고 있는 것을 알 수 있다. d는 내등망옆에서부터 제2 등망에 향하고 있는 어군이고, e는 제2 등망에 향한 어군이 反轉하고 있는 어군이다.

등망의 어획기능을 알기 위하여 Fig. 9와 같이 행동패턴을 분류하였다. 여기서, 헛통에 체류하고 있는 어군중에서 등망에 향하고 있는 어군, 즉 행동패턴 A, B, C의 어군을 100%로 하였으나, D는 행동패턴이 불명확해서 제외시켰다. 등망으로 향한 어군중에서 외등망에서 反轉한 어군이 57%이고, 내등망에서 反轉한 어군이 19%로 제1 원통에 입망한 어군은 24%에 불과하였다. 이것에 대하여 제1 원통에서 내등망 쪽으로 향한 어군, 즉 행동패턴 a, c의 어군을 100%로 하였다. 내등망에 향한 어군중 내등망의 입구를 피해서 내등망옆으로 향하고 있는 어군이 73%이고, 헛통으로 출망하는 어

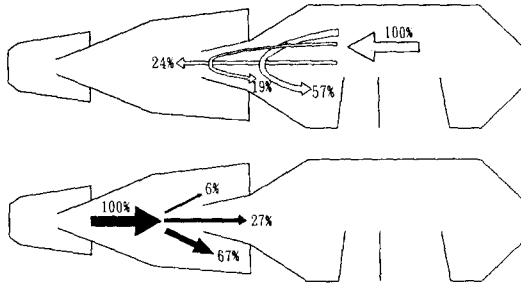


Fig. 9. Patterns of fish behavior in relation to slope-net and funnel-net.

군은 27%였다.

한편, 제1 원통에 입망한 어군수가 38例, 제1 원통에서 첫통으로 출망한 어군수가 28例였고, 입망한 어군수의 74%가 출망하고 있었다.

망내에 있어서 어군의 이동속도는 Fig. 10에 나타내었다. 어군의 이동속도는 첫통, 제1 원통, 제1 원통을 입출망하고 있는 어군, 모두가 300cm/sec가 최대치이며, 150cm/sec이하가 대부분을 차지하고 있었다. 첫통과 제1 원통에 있는 어군의 이동속도는 30~60ccm/sec, 제1 등망을 통과하고 있는 어군의 이동속도는 60~90cm/sec였고, 제1 등망을 통과하고 있는 어군이 약간 빠름을 알 수 있다.

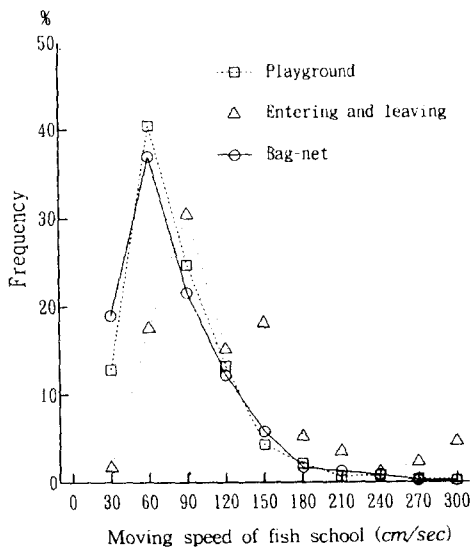


Fig. 10. Frequency distribution of moving speed of fish school in the main-net.

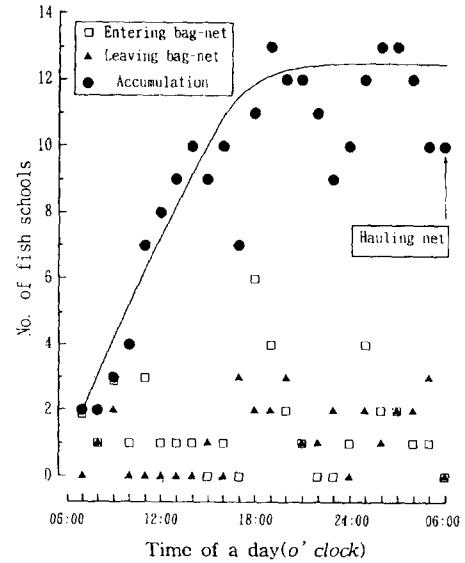


Fig. 11. Number of fish schools observed to enter and leave bag-net, and estimated number of accumulation in the bag-net, according to the time of a day.

한편, 원통에 축적된 어군수를 추정하기 위하여 제1 원통에 입망하는 어군수와 제1 원통에서 첫통으로 출망하는 어군수를 시각별로 계산하여 Fig. 11에 나타내었다. 제1 원통에 입망하는 어군수는 양망후부터 낮까지 약간 많았고, 일몰후와 심야 이후에 입망하는 어군수가 가장 많았다. 출망은 주간에는 적고, 前半夜가 가장 많았으며, 일출망행동으로부터 원통에 축적된 어군수는 양망후부터 19시까지의 시간의 경과와 함께 점점 축적되었지만, 19시부터 다음의 양망시까지의 증가가 완만하게 되었다.

## 고 찰

정치망내에 있어서 방어어군의 행동에 관해서는 어군탐지기에 의한 연구가 있다(渡, 1967). 이것에 의하면, 첫통에의 방어어군의 입망은 17시30분부터 시작되어 15시간정도 첫통에 체류하고 있었다. 또한, 원통에서는 9시경부터 방어어군의 영상이 기록되었고, 어획되기까지 약 17시간에 걸쳐서 체류하는 것이 관찰되었다. 본 연구에서 방어

어군은 헛통에서는 오전중, 제1 원통에서는 오후에 가장 많이 볼 수 있었고, 망내에서의 체류시간은 길었다. 따라서, 망내어군이 망내에서 길게 체류하는 것은 일치하고 있지만, 망내에 입망하는 시각의 차이는 어장에 의한 것으로 추측된다.

어군의 형상과 규모는 헛통의 입구, 문쇠, 헛통, 등망 및 원통 등의 정치망 각부의 규모를 결정하는 기준이 된다는 보고가 있다(井上, 1981; 松田 등, 1984). 어장에 내유하는 어군의 평균 규모에 대해서 앞쪽입구 및 뒤쪽입구의 폭과 비교하면 앞쪽입구에 대해서는 통과가 가능하지만, 뒤쪽입구에서는 물리적으로 통과가 불가능하다고 보고하고 있다(井上, 1988). 본 연구에서 헛통 및 제1 원통에 체류하는 어군의 규모를 내등망의 폭과 비교한 결과, 헛통 및 제1 원통에 체류하는 어군의 규모는 대부분이 통과가 가능하였다. 그러나, 등망을 통과하는 어군의 규모는 헛통 및 제1 원통에 체류하는 어군보다 작기 때문에 등망을 통과할 때에는 어군의 형상에 변화가 있을 가능성이 크다고 사료된다.

등망에 관한 어군의 행동을 파악하는 것은 등망의 어획기능을 향상시키는 데 중요한 의미가 있다. 등망으로 향한 어군중에서 제1 원통에 입망하는 어군은 24%로 적었고, 대부분의 어군이 외등망과 내등망에서 反轉하였다. 이 경우 확실하게 U턴에 가까운 큰 變針行動으로 쉽게 볼 수 없는 특징적인 행동이다. 이는 외등망의 구조가 원통으로 유도하는 기능이 충분하지 않으며, 외등망구조의 개량이 요구된다고 생각된다. 제1 원통에서는 대부분의 어군이 제2 등망으로부터 내등망부근과의 사이를 왕복이동하였고, 내등망에 향한 어군중에서 27%가 헛통으로 도피하였다. 이것은 내등망이 어군의 출망을 저지하는 효과가 충분한 것으로 판단된다. 그러나, 제1 원통에서 헛통으로 출망하는 어군이 많은 것은 시간경과와 함께 제2 등망으로부터 제1 등망의 내등망부근 사이를 왕복이동한 결과, 제1 원통에서 헛통으로 도피할 가능성이 높아졌다고 생각된다.

정치망에 입망한 어군수중에서 어획대상 어군수의 비율을 추정하는 것은 정치망의 어획기구를 개발하는 데 큰 의미가 있다. 그래서, 입망한 어군

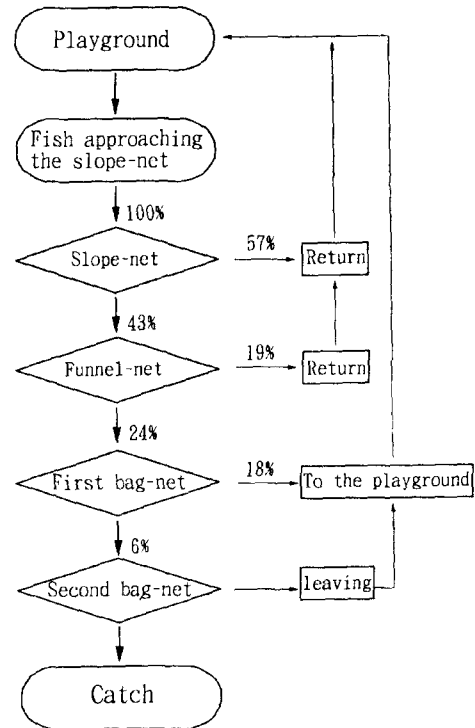


Fig. 12. Schematic diagram of fish behaviour patterns in relation to the capture process. The percentage figures of each behaviour pattern are based on the total numbers of fish schools approaching the slope-net.

수에 대한 행동패턴을 Fig. 12에 나타낸 것과 같이 模式化하고, 어획대상 어군수의 비율을 추정하였다. 이 결과 망내에 입망한 어군중에서 6%가 어획대상이 되고 있었다. 그러나, 소나의 탐지능력의 한계로 인해 같은 어군을 몇 번이나 탐지할 수 있는 가능성이 있기 때문에 망내에 입망한 어군중에서 어획대상 어군수의 비율을 직접 추정하는 것은 곤란하다. 그래서, 여기에서는 하나의 어군이 망내에 입망하면 어획대상이 될 가능성은 6%에 불과하다는 것을 나타내고 있다. 이것으로 보면 정치망이 갖는 어획기능은 매우 낮다고 생각할 수 있다.

정치망의 어획효율을 높이기 위해서는 어군의 입출망시각에 맞춘 양망작업이 필요하다. 양망은 아침과 저녁에 행하는 경우도 있지만, 최근 시장 유통과 노동력부족의 문제로부터 아침을 중심으

로 행하고 있는 어장이 많다. 조사를 행한 어장도 아침만을 행하고 있고, 조사기간중은 아침 6시 전후로 양망을 하였다. 조사기간중에 있어서 원통에 축적된 어군수를 보면 양망후부터 19시까지의 시간의 경과와 함께 점점 축적되었지만, 19시부터 다음 양망시까지의 축적의 증가가 완만하게 되었다. 이는 양망후부터 19시까지의 점점 입망하는 것에 대하여 출망은 적었기 때문에 축적되었다고 생각되며, 19시부터 다음 양망시까지의 입망과 출망하는 어군수가 거의 같았기 때문에 축적증가가 완만하게 되었다고 생각된다. 따라서 양망의 시각은 19시경이 가장 적절하다고 사료되나, 이 시각의 양망은 시장유통과 노동력부족의 문제로부터 불가능하고, 다음날 아침의 양망이 적당하다고 생각된다.

## 요 약

대형정치망에 있어서 등망을 중심으로 하여 첫통으로부터 제1 원통에 이르는 방어어군의 이동행동은 1992년 11월 9일부터 11월 13일까지 日本國 石川縣 七尾市 연안에 있는 岸端 定置網漁場 3號網에서 스케닝 소나를 이용하여 조사하였고, 등망의 어획기능에 관해서 분석, 검토하였다. 이상에 의해 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 방어어군의 출현은 첫통에서는 오전중, 제1 원통에서는 오후에 가장 많이 볼 수 있었고, 망내에서의 체류시간은 길었다.

2. 등망을 통과하고 있는 어군의 규모는 첫통 및 제1 원통에 체류하는 어군보다 작았고, 이는 어군의 형상이 변하면서 등망을 통과하였기 때문이라고 생각된다.

3. 등망으로 향한 어군중에서 제1 원통에 입망하는 어군의 비율은 24%이고, 제1 원통에서 내등망으로 향한 어군중 첫통으로 도피하는 어군의 비율은 27%였다. 이는 외등망의 구조가 원통으로 유도하는 기능이 충분하지 않다는 것을 의미하고,

내등망의 구조는 출망을 저지하는 효과가 충분한 것으로 판단된다.

4. 정치망의 어획효율을 높이기 위해서는 어군의 입출망시각에 맞춘 양망작업이 필요하다. 조사기간중의 원통에 축적된 어군수로부터 그 다음날 아침의 양망은 시장유통과 노동력부족의 문제를 고려하여 적당하다고 생각할 수 있다.

## 참고문헌

- 1) 井上喜洋(1988): ソナによる定置網漁場における, 魚群の行動に関する研究, 水産工學研究所, 9, 227~286.
- 2) 井上 實, 王 明彦, 有元貴文(1986): 昇り勾配に對する魚の行動に関する水槽 實驗, 日水誌, 52(3), 453~458.
- 3) 長谷川英一, 余座和征, 添田秀男(1987 a): 定置網の運動場から箱網への入 網行動, 日本大學農獸醫學部學術研究報告, 44, 169~174.
- 4) 長谷川英一, 余座和征, 添田秀男(1987 b): 内昇りがある昇り網における魚 類の入, 出網行動, 日本大學農獸醫學部學術研究報告, 44, 175~179.
- 5) 鈴木 誠(1971): 定置網に對する魚類の行動と漁具の機能に関する基礎的研究, 東水大研報 57(2), 95-171.
- 6) 平元泰輔(1983): 兩箱網内と垣網付近の標識放流について, ていち, 65, 32~41.
- 7) 渡 博之(1967): 定置網の網中におけるブリの行動について, 神水指資料, 1~11.
- 8) 力武秀夫(1982): 小型定置網における登り勾配の改良と入網魚の変化について, ていち, 63, 29~32.
- 9) 金文官, 井上喜洋, 朴正埴(1995): 소나 觀察에 의한 大型定置網内 魚 群行動의 研究-1, -입망한 정어리 소형군의 행동-, 한국어업기술학회지 31(1), 1~7.
- 10) 井上喜洋(1981): 端口における漁探調査. かながわていち, 32, 11-14.
- 11) 松田 皎, 鈴木 誠, 兼廣春之(1984): 魚群行動實驗による定置模型の端口の性能の比較, 日水誌, 50(4), 609~615.