

소나 觀察에 의한 大型定置網內 魚群行動의 研究 - II - 定置網內外에서 정어리大型群의 行動 -

金文官 · 井上喜洋* · 朴正埴

*水産工學研究所, **濟州大學校

(1994년 8월 23일 접수)

Studies on the Behaviour of Fish Schools in the Main-net of a Large Scale Set-net using Scanning Sonar - II - The Behaviour of Large School of Sardine, *Sardinops melanosticta* in and around the Set-net -

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

*National Research Institute of Fisheries Engineering

**Cheju National University

(Received August 23, 1994)

The behaviour of large school of sardine *Sardinops melanosticta* in and around the set-net were analyzed from sonar image recordings. The survey was conducted at Kishihata set-net in Japan from January 29th to February 22th 1992. The results obtained are summarized as follows :

1. When large schools of sardine moved along the outside of the set-net, the shape of the school gradually changed, that was the front part extended forward in the direction of movement and the rear part concentrated in the same direction such that the school retained its original shape.

2. When large schools of sardine entered the main-net of the set-net, the school was decentralized directly to the slope-net, to the central part, and to the opposite side, and then the fish school was concentrated as it moved directly to the slope-net.

3. When the size of the front part of the fish school enlarged, the maximum recorded moving speeds were 176cm/sec and 277cm/sec for schools inside and outside the set-net, respectively.

서 론

定置網漁業의 漁獲量은 網의 構造 및 操業方法에 의해서 크게 左右된다고 생각된다. 그래서, 著者들은 大型 定置網의 網內外에 있어서 魚群行動을 소나에 의해서 調査하고, 漁獲對象 魚群에 대한 漁獲機能을 파악함과 동시에 漁獲對象 魚群을 더욱 效果의으로 漁獲하기 위한 操業方法, 漁具改良에 관해서 檢討하기로 하였다.

前報¹⁾에서는 大型 定置網內에 入網한 정어리 小型群의 行動에 관해서 報告하였다. 이들 어군은 대부분이 小規模이고, 어군의 形狀變化도 작았으며, 移動行動으로써도 어군 전체가 같은 방향으로 이동하는 경우가 많았다. 한편, 大型群의 行動에 관해서는 淺海域에 가까워짐에 따라서 小規模의 魚群으로 分散하는 것으로 알려져 있지만^{2),3)}, 定置網 부근에서 이동하는 경우 상세한 행동에 관해서는 불명확한 점이 많고, 특히 大型 定置網內에서 行動 觀察한 예는 아직 報告된 바 없는 실정이다.

本 研究에서는 前報¹⁾와 같은 시각에 관측한 소나映像 資料로부터, 定置網 內外에 있어서 정어리, *Sardinops melanosticta* 大型群의 行動을 취급하고, 大型群이 헛통 입구로부터 등망에 이르는 과정과 정치망 부근에 있어서 移動行動을 해석하였다. 그 결과, 정어리 大型群은 小型群에 비해서 移動時의 行動樣式이 크게 다른 점이 있었으므로 이에 대하여 報告한다.

장치 및 방법

조사는 1992년 1월 29일부터 2월 22일 사이에 日本國 石川縣 七尾市 庵의 岸端 定置網漁場 3號網에서 실시되었다. 소나에 의한 魚群行動의 조사 방법과 소나映像의 해석방법은 기본적으로 前報¹⁾와 같다. 녹화한 비디오테이프를 재생하여 관찰범위내에 출현한 어군에 대하여 그 分布形狀과 位置를 時刻別로 모니터 화면상으로부터 기록하였다. 여기서 기록된 영상 자료로부터 정치망내외에 출

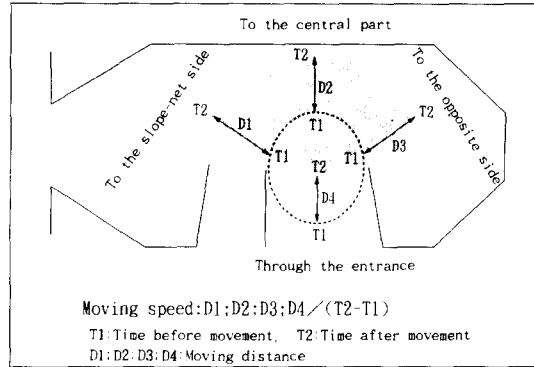


Fig. 1. Analysis procedure for calculating the moving speed and direction of the fish school from sonar images.

현한 大型群의 行動樣式, 移動速度, 魚群規模에 관해서 해석하였다.

정치망 부근에 있어서 어군의 이동은 거의 일정 방향으로 전진 이동만을 했으므로, 魚群의 前端部와 後端部의 移動速度를 각각 구하였다. 한편, 정치망내에 입망한 대형군은 魚群의 前端部가 서로 다른 방향으로 擴大, 縮小되면서 이동하였는데, 망내에 있어서 어군의 이동속도는 魚群의 移動方向의 前端 周緣部로부터 다음 周緣部까지의 距離와 時間으로부터 구하고, 이것을 Fig. 1에 나타낸 것과 같이 헛통 입구로부터 등망으로 향하는 방향, 헛통의 등으로 향하는 방향, 헛통의 옆줄로 향하는 방향, 헛통의 입구를 통과하는 4方向으로 나누어서 比較, 檢討하였다.

時刻別 魚群映像의 變化에 관해서는 소나畫面上的의 映像面積을 구하고, 이것을 實面積(m²)으로 換算하였다.

결 과

1. 헛통 입구에서의 魚群의 分布形狀과 移動行動

정어리 大型群은 헛통 입구 부근에서 두개의 어군으로 분리되었다고 생각되고, Fig. 2에 나타내는 것과 같이 한쪽의 어군은 3號網과 2號網의 길

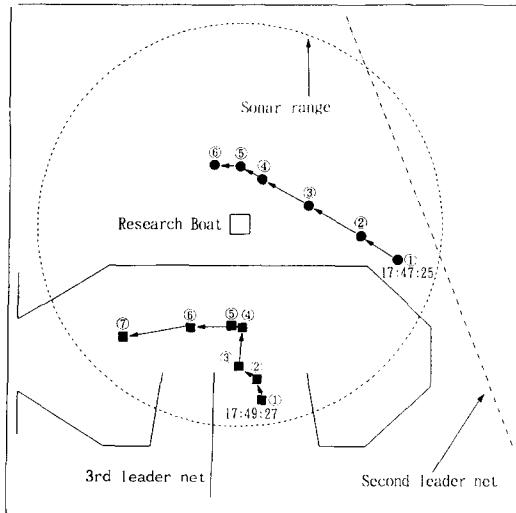


Fig. 2. Movement of large schools of sardine in the set-net fishing ground as observed by a sonar.
The marks indicate center of schools and the arrows denote the direction of movements.

그물 사이로 빠져서 먼바다쪽으로 향하고, 나머지 어군이 2分後에 3號網의 입구로 부터 헛통에 들어가는 映像이 관찰되었는데, 여기서 圖中の 표시 (■, ●)는 어군의 중심위치를 나타낸다. 이들 어군에 대한 分布形狀과 移動의 經時的 變化를 구하여서 比較, 檢討하였다.

2. 定置網 부근에서의 行動樣式

정치망 부근에 있어서 정어리 大型群의 移動行動을 Fig. 3에 나타내었다. 行動樣式1부터 6까지는 時間經過에 따른 魚群의 分布位置와 分布形狀의 變化를 나타낸 것으로써, 어군의 연속적인 行動을 나타낸 것이다. 行動樣式 1~3에서는 헛통의 먼바다쪽에 어군이 출현하고, 어군의 前端部는 점점 넓어지면서 前進移動을 하고 있지만, 어군의 後端部는 停滯하고 있다. 이때 어군의 前端部 移動 速度는 Fig.4에 나타낸 것과 같이 최대 277cm/sec이었다. 行動樣式4의 時點에서는, 어

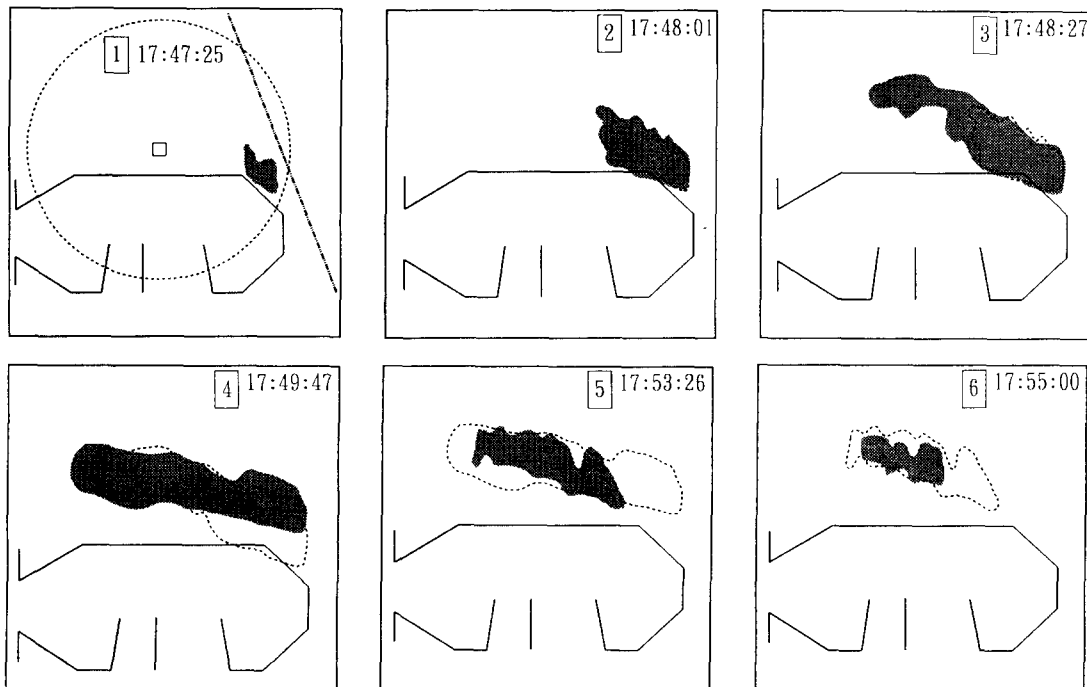


Fig. 3. Time-sequence trace of a large school of sardine outside the set-net. The dark-shaded area denotes the current position and shape of the school, while the dashed-line indicates the previous position.

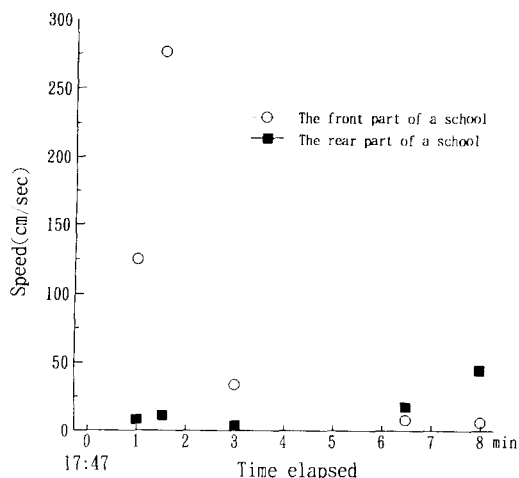


Fig. 4. Changes in moving speed with elapsed time based on traces in Fig. 3.

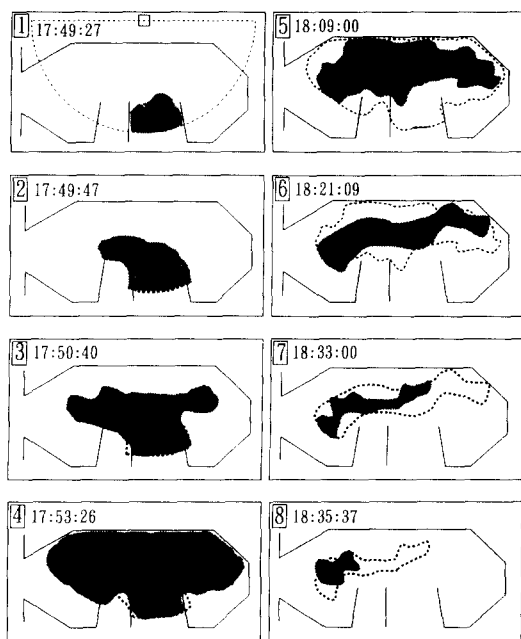


Fig. 5. Time-sequence trace of a large school of sardine inside the set-net. The dark-shaded area denotes the current position and shape of the school, while the dashed-line indicates the previous position.

군의 後端部도 먼바다쪽으로 이동을 시작하고 있다. 이때 移動速度는 어군의 前端部가 34cm/sec이고, 後端部가 4cm/sec이었다. 行動樣式 5, 6에서는, 魚群의 前端部가 천천히 어군중심으로 되돌아 오는 형태로 방향을 바꾸고 있다. 그러나 魚群의 後端部는 지금까지 속도와는 다르게 최대 45cm/sec로 前進移動을 하는데, 結果적으로 어군은 매우 稠密한 分布狀態가 되었다.

3. 定置網 內에서의 行動樣式

정어리 大型群이 헛통입구를 통과하여 망내에 들어가는 과정으로부터 망내에서의 이동행동을 Fig. 5에 나타냈다. 行動樣式1부터 8까지는 時間經過에 따른 魚群의 分布位置와 分布形狀의 變化를 나타내는 것으로써, 어군의 연속적인 행동을 나타낸 것이다. 行動樣式1~4에서는 헛통 입구로부터 어군이 입망하고, 網內全域으로 전개되는 상태를 나타내고 있다. 즉, 어군의 前端部는 우선 등망으로 향하고, 그후 헛통의 등 및 헛통의 옆줄 방향으로 넓어져 가는 形狀이 되고 있으며, 行動樣式4의 段階에서는 헛통 전체가 어군으로 가득찬 상태가 되었다. 이때 移動速度는 Fig. 6에 나타낸 것과 같이 등망으로 향하고 있는 경우 최대 176cm/sec로 가장 빠르고, 헛통의 옆줄로 향하고 있는 경우 최대 73cm/sec, 그리고 헛통의 등으로 향하고 있는 경우 최대 48cm/sec이었다. 입구 通過時에 대해서는 소나觀察 範圍外의 後續魚群이 계속 입망하고 있기 때문에 이 단계에서 측정은 할 수 없었다. 行動樣式 5~8에서는, 어군이 등망쪽으로 모이는 상태를 나타내고 있는데, 行動樣式 5, 6은 헛통의 등부분 및 입구부분에서 각각 어군의 중심으로 集中하는 것 같이 천천히 이동한다. 이때 어군의 移動速度는 각 방향의 周緣部 모두 매우 늦지만, 입구부분의 移動速度가 조금 빠른 것을 알 수 있다. 이와같이 헛통내에서 長軸方向으로 擴張된 形態로 나타난 어군은, 그후 行動樣式 7, 8과 같이 어군의 後端部만이 등망쪽으로 이동한다. 이때 어군의 前端部는 거의 停滯하고 있으며, 어군의 後端部는 점점 속도를 높여서 최

군의 前端部는 조금 前進移動을 하고 있지만, 어

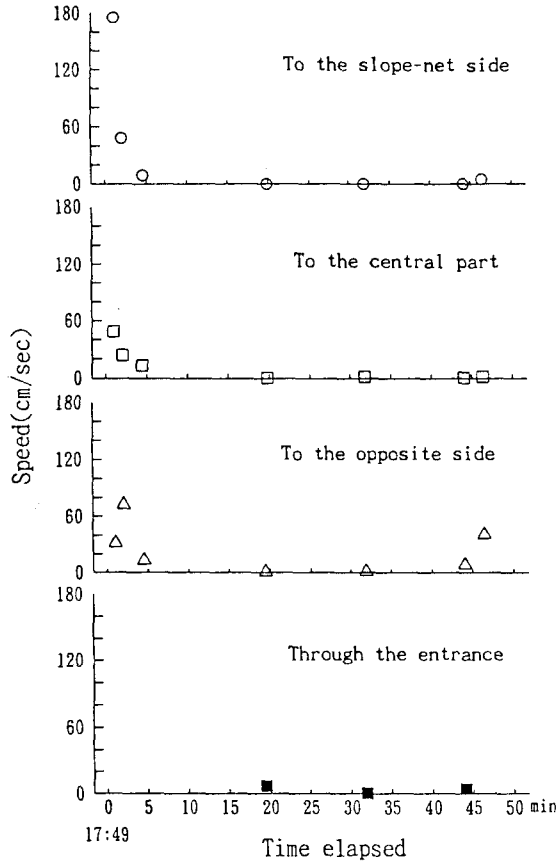


Fig. 6. Changes in moving speed with elapsed time according to the different direction of movement based on traces in Fig. 5.

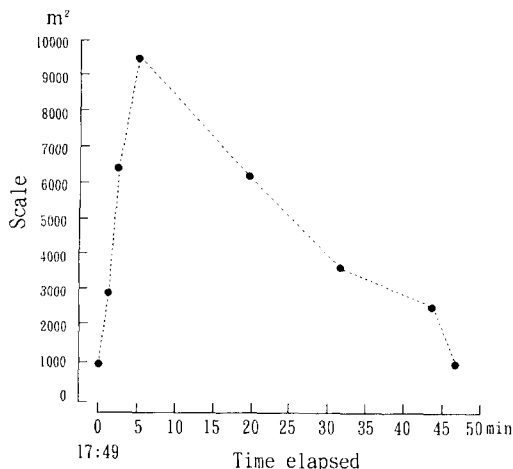


Fig. 7. Changes of fish school scale with elapsed time based on traces in Fig. 5.

대 41cm/sec에 달했다.

망내에 입망한 대형군의 시각별 魚群規模를 구해서 Fig. 7에 나타내었다. 어군이 처음으로 헛통 입구에 출현한 때의 分布面積은 973m²이고, 짧은 시간에 망내 전체로 전개되고, 9584m²를 최빈치로 그후 점차 축소하고 있는 것을 알 수 있다.

고 찰

前報¹⁾에 있어서 정어리 小型群의 행동을 소나로 관찰한 결과에 의하면, 소나 영상을 환산해서 구한 魚群의 分布面積은 대부분이 600m² 이하이었다. 이들 정어리 小型群은 어군의 形狀變化도 작고, 이동의 경우 어군전체가 뭉쳐서 단일행동을 보였다. 本 調査에서 관찰된 大型群의 分布面積은 최대 9581m²로 환산되었다. 이와같은 정어리 大型群의 정치망 부근에 있어서 이동중 行動樣式은 어군의 部位에 따라서 행동이 다르고, 擴大하는 部位 및 縮小하는 部位가 동시에 관찰되었다. 이와같이 어군의 부분적인 擴大와 縮小에 의해서 어군전체가 이동하는 것을 알 수 있었다.

한편, 정치망에 입망하는 경우의 行動樣式은, 폭 53m의 헛통입구를 매우 조밀한 魚群形狀으로 통과하여 헛통에 들어간다. 분쇠 끝을 넘으면 등망방향, 헛통의 등방향, 헛통의 옆출방향 등 전방향으로 어군은 전개된다. 그후 헛통의 등방향, 헛통의 옆출방향, 입구방향의 어군은 등망쪽으로 조밀하게 되면서 진행 하는데, 이와같은 행동으로 어군은 헛통 입구로부터 외등망까지 이동하였다.

이상과 같은 定置網 內外에 있어서 大型群은 魚群의 形狀變化가 크고, 前端部의 擴大, 後端部의 縮小 등 각 部位에 따라 다른 행동을 하고 있는데, 이동에 따른 魚群形狀과 함께 분포 밀도의 변화가 큰 것을 示唆하고 있다. 이것은 그물의 영향도 생각 할 수 있지만, 小型群의 單一한 移動行動樣式과는 크게 다른 것을 알 수 있다.

그러나, 소나 영상이 실제 어군형상을 어느 정도까지 정확히 탐지하고 있는지는 檢討의 余地가 있다. 소나의 탐지능력은 수직면에 있어서 거리에

의해서 변화하고, 헛통의 등부근에서는 수심 2~5m까지, 입구부근에서는 수심 10~25m까지 探索할 수 있다. 이와같은 점으로 보아, 전방향으로 넓어진 大型群이 수직적인 이동을 한 경우, 해저로 침강함에 따라서 소나의 탐지범위로부터 사라져 가는 부분과 남아 있는 부분이 존재한다. 이 경우, 소나의 어군영상은 시간경과와 함께 작아진다고 볼 수 있다.

이와같은 문제점에 관해서는 실제로 확인 할 수 없어서 불명확한 점이 많지만, 網外 魚群으로 급격히 沈降하는 것은 생각하기 어렵기 때문에 大型群이 이동하는 경우 그 分布形狀과 規模는 많은 변화를 하고 있다고 생각된다. 여기서 정치망 부근에 있어서 大型群은, 어군의 進行方向으로 부분적인 擴大와 縮小에 의한 移動이라고 볼 수 있다. 이것에 대해 網內의 경우는, 헛통 입구로부터 망내에 향하는 시점과 망내에서 전개된 어군이 등망에 축소되면서 이동하는 과정에서 진행방향이 직각으로 크게 변화되었는데, 이와같은 방향전환은 網構造의 영향이라고 생각되고, 調査漁場의 헛통 입구와 원통의 配置가 적절하다는 것을 示唆하고 있다⁴⁾.

정어리 小型群의 移動速度는 정치망내외에서 거의 차이가 없었는데, 대부분의 어군이 30cm/sec 이하라고 보고되어 있다^{1,5)}. 大型群의 조사 결과에서는, 소나의 탐지능력 및 좁은 곳을 빠진 직후의 영향도 생각할 수 있지만, 魚群의 周緣部가 擴大하는 경우 最大移動速度는 網外에서 277cm/sec, 網內에서 176cm/sec이었는데, 이는 정어리의 魚體長으로 換算에서 8~14배로 대단히 빠른 값이다. 이들의 移動速度는 從來의 知見보다 매우 빠른 것으로, 같은 소나로 관찰된 청어의 最大移動速度 13.4B.L/S, 고등어의 最大移動速度 11.1B.L/S등과 비교해 보아도 거의 비슷한 속도이다⁶⁾. 이와같이 정어리 大型群이 이동하는 경우, 어군전체의 속도는 늦어도 突進速度를 上回한다고 생각할 수 있는 빠른 부분이 존재하는 것, 그리고 縮小하는 부분보다 擴大하는 부분에서 빠른 속도를 보이는 것은 정어리 小型群에서 볼 수 없었

던 特徵이라고 생각된다.

요 약

定置網 内外에 있어서 정어리 大型群의 行動調査는 1992년 1월 29일부터 2월 22일 사이에 日本國 石川縣 七尾市 岸端 定置網漁場에서 소나를 이용하여 실시하였고, 소나의 영상기록을 해석하여 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 정치망 바깥쪽 부근에서 移動中인 魚群의 行動樣式은 魚群의 各 部位에 따라 다른 행동이 관찰되었고, 部分的인 擴大와 縮小를 보이면서 魚群全體가 移動하였다.
2. 헛통입구로 들어간 魚群은 등망방향, 헛통의 등방향, 헛통의 옆줄방향으로 분산되었으며, 그후 헛통의 등방향, 헛통의 옆줄방향, 입구방향의 어군은 등망쪽으로 조밀하게 이동하는 행동양식을 취하면서 입구로부터 외등망까지 이동하였다.
3. 정치망의 안쪽과 바깥쪽에 있어서 魚群의 周緣部가 擴大하는 경우, 最大 移動速度는 바깥쪽에서 277cm/sec, 안쪽에서 176cm/sec이었다.

참고문헌

- 1) 金文官, 井上喜洋, 朴正埴(1994) : 소나 觀察에 의한 大型定置網內魚群行動의 研究 - 1. 入網한 정어리 小型群의 行動, 韓國漁業技術學會誌, 31(1), 1~7.
- 2) 井上喜洋, 有元貴文(1985) : 相模灣定置網漁場における魚群性狀, 日本水産學會誌 51(11), 1789-1794.
- 3) 和田洋薺, 宗清正廣, 飯塚 賞, 河岸 賢(1989) : スキャニングソナーを用いたマイワシの魚群行動調査, 京都海洋センター研報 12, 45-52.
- 4) 宮本秀明(1956) : 落網にはいる魚の行動について, ていち 10, 106-114.
- 5) 井上喜洋(1987) : 定置網周邊における魚群の規模と移動狀況, 日本水産學會誌 53(8),

- 1307 - 1312.
- 6) Ole Arve Misund(1989) : Swimming behaviour of herring(*Clupea harengus* L) and mackerel(*Scomber scombrus* L) in purse seine capture situations. In Proceedings World Symposium on Fishing Gear and Fishing Vessel Design, Canada, 541 - 546.