

소나 觀察에 의한 大型定置網內 魚群行動의 研究 - I

- 入網한 정어리小型群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 2일 접수)

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

- The Behaviour of Small Schools of Sardine

Sardinops melanosticta in the Main-net -

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

*National Research Institute of Fisheries Engineering

**Cheju National University

(Received August 2, 1994)

The fish behaviour survey in the main-net of a large scale set-net was carried out in relation to the catching function of the set-net, at Kishihata set-net in Japan during the period from January 29th to February 22th 1992.

The results obtained are summarized as follows:

1. The greatest number of schools observation in the main-net occurred between 17 : 00hrs and 18 : 00hrs, after which the schools suddenly disappeared. This result show that the schools did not stay in the main-net, but immediately moved through into the bag-net or left the main-net.
2. The course of movement of the small schools of sardine in the main-net was in a straight line to the slope-net. However, upon arrived at the slope-net the school turned around, away from the slope-net and went directly towards the playground.
3. The majority of small schools of sardine in the main-net were estimated to move with the mode velocity 25cm/sec, however the maximum velocity were recorded 80cm/sec.

서 론

定置網內에 入網한 魚群의 行動에 관한 研究로

는 井上, 河岸, 村山, Pingguo, 平元, 長洞, 宮本, 唐, 鈴木 등의 魚群探知機, 遠隔魚群探知機, 水中 텔레비카메라등을 이용하거나 標識放流, 漁獲資

料的 解析, 세미필드 실험에 의한 것^{1~10)} 등 많은 연구가 행해져 왔다. 그러나, 定置網에 遭遇하는 魚群의 行動을 연속으로 追跡하는 것은 거의 불가능 했기 때문에 주로 단편적인 報告였고, 실제의 漁獲技術에 應用할 수 있는 研究 報告는 거의 없는 실정이다. 한편, 스캐닝소나(Scanning Sonar)를 이용한 최근의 연구에서는 어느 정도까지 연속적인 어군의 행동관찰이 가능하게 되어 漁場에 來遊하는 魚群行動¹¹⁾이나 定置網漁場에 있어서 魚群의 移動行動^{12~14)} 파악에 대한 새로운 분석기법 연구가 이루어지고 있다. 그러나, 定置網內에 있어서 魚群의 行動을 觀察한 例는 거의 報告된 바 없는 실정이다.

本 研究에서는 疋통, 등망, 그리고 2개의 원통으로 구성된 大型落網內에 있어서 魚群의 行動을 소나에 의해서 관찰, 조사했다. 여기서는 疋통 입구로부터 疋통을 중심으로 하여 등망부근까지 魚群의 行動을 解析하고, 定置網漁具의 漁獲機能에 관해서 檢討했다.

장치 및 방법

漁獲機能에 관한 실험은 1992년 1월 29일부터 2월 22일까지 Fig. 1에 나타낸 것과 같이 日本國 石川縣 七尾市 庵의 岸端 정치망 어장에서 실시하였다. 岸端 정치망은 연안 바깥쪽에서 안쪽으로 1, 2, 3號網 순으로 3단으로 설치되어 있으며, 통그물의 設置水深은 1호망이 130m, 2호망이 80m, 3호망이 55m로 日本國內에서도 굴지의 대형정치망에 속한다.

어군행동 관측 실험에 이용한 소나의 諸元은

Table 1. Specification of the scanning sonar

Range : 0~30, ~60, ~100, ~150, ~200, ~250, ~300, ~400, ~600, ~800, ~1200, ~1600m
Pulse Length : 0.4~20.0ms
Frequency of transducer : 60, 88, 150kHz
Rotating angle : $\pm 175^\circ$
Tilting angle : 0~90°

Table 1과 같고, 어군행동 관측 실험은 Fig. 2에

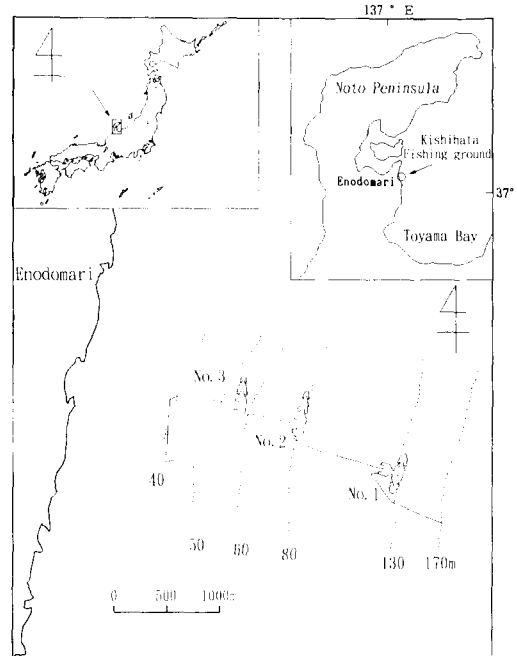


Fig. 1. Surveyed fishing ground, with the frame work plan of the leaders and bodies of the set-nets.

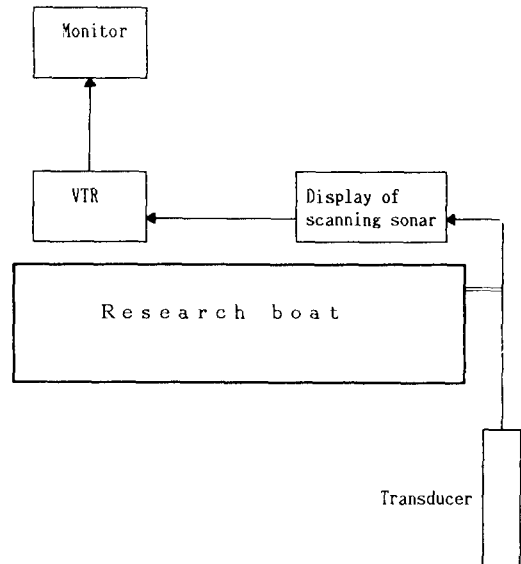


Fig. 2. Block diagram of apparatus used for the investigation of fish behaviour using scanning sonar.

나타낸 것과 같이 소나(古野電氣製, CH-24型, 周波數 60kHz)를 搭載한 調査船(約 5톤)을 Fig. 3에 나타낸 것과 같이 정치망의 헛통옆에 係留하여 실시하였다. 이때 소나의 送受波機를 조사선의 左舷에 설치하고, 소나의 本體 및 발전기 등은 甲板室에 장치하여 관찰하였다. 그리고, 관찰범위를 調査船으로부터 100m 또는 150m로 설정하고, 조사기간중은 정어리군의 출현상태에 대응시켜서 소나의 俯角을 10°로 설정했다. 조사기간중, 어군의 행동관찰은 소나를 주야 연속해서 작동시키고, 관찰중의 소나映像은 本體로부터 직접 VTR裝置에 접속해서 24시간 연속 녹화시켰다. 여기서, 소나의 어군영상으로 어종의 판정은 일반적으로 곤란하지만, 조사기간중에 있어서 정치망의 어획자료를 토대로, 어획의 대부분을 차지하는 정어리 *Sardinops melanosticta*군으로 추정할 수 있었다.

소나영상의 해석은 녹화한 비디오테이프를 재생하여 관찰범위에 출현한 판별할 수 있는 어군에 관해서 形狀, 位置, 時刻을 모니터 화면상으로부터 Fig. 4에 나타낸 것과 같이 OHP의 透明필름에 기록했다. 이때 조사선과 정치망의 위치, 그리고 소나의 탐지범위등을 기입하고, 모니터화면의 비뚤어진 것을 修正해서 해석자료로 이용했다.

소나의 어군영상은 어군의 유영층을 탐색해서 俯角을 주었기 때문에 탐색범위내에 來遊한 대부분의 어군을 파악할 수 있었다. 그러나, 어군은 반드시 超音波 빔내에서만 유영하는 것이 아니고, 超音波 빔외에서도 유영하기 때문에, 이동경로가 불명확한 경우도 있었다. 그래서, 어군의 이동행

동이 연속해서 3분이상 추적된 경우만을 자료로서 이용했으며, 이들의 영상자료에 의해서 魚群의 出現位置 頻度分布와 어군의 행동패턴 등을 해석하였다. 어군의 출현위치 빈도분포에 관해서는 관찰 범위내에서 30m×30m의 넓이로 21개의 구획을 설정하고, 각 구획에 출현한 어군수를 集計했다. 이때 복수의 구획에 접한 대형군의 경우는 어군의 위치를 그 중심으로 대표시켰다.

망내에 있어서 어군의 행동패턴에 관해서는 어군의 중심을 이은 선으로부터 그 軌跡을 나타내고, 이들의 移動軌跡을 토대로 행동패턴을 분류했으며, 魚群의 出現時刻, 魚群의 區域別 滯留時間, 魚群의 그물과의 反應距離, 魚群의 移動速度를 구했다. 어군의 출현시각에 관해서는 24시간의 각 시각 1시간마다 관찰 범위내의 어군수를 集計했다. 어군의 구역별 체류시간에 관해서는 관찰범위를 외등망구역, 헛통의 옆줄부분구역, 헛통의 중앙구역으로 나누고 각 구역별로 출현시간을 累積해서 구했다. 어군의 그물과의 반응거리는 어군의 周緣部로부터 側網까지의 最短距離를 구해서 이를 반응거리라고 했다. 어군의 이동속도에 관해서는 어군의 이동한 직선거리와 이동하는데 걸린 시간으로부터 구했다.

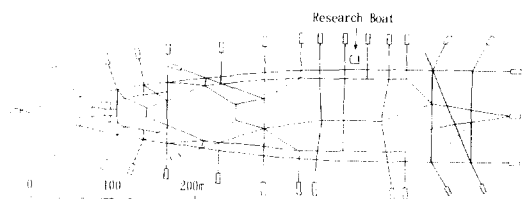


Fig. 3. Frame work plan of the 3rd net showing the location of the research boat(□). Dotted lines indicate areas of 100m and 150m diameter observed by the sonar.

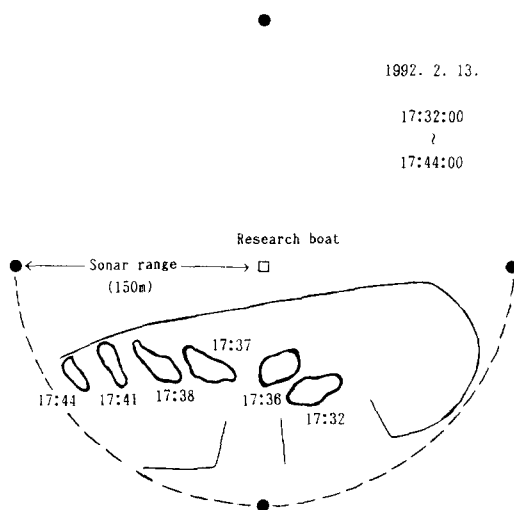


Fig. 4. Example of original diagram for analysis of sonar images.

결 과

魚群映像에 관해서는, 헛통 전체에 퍼지는 것 같이 複數의 이동방향을 갖는 大型群과 이동방향이 거의 일정한 小型群으로 나눌수 있었고, 각각의 행동에는 特徵이 있음을 알 수 있었다. 그러나, 大型群의 행동에 관해서는 次報에서 취급하고, 本報에서는 小型群의 행동만을 취급한다.

어군이 망내에 출현한 시각에 관해서 시각별로 어군수의 빈도를 정리하면 Fig. 5에 나타내는 것과 같다. 망내에 있어서 어군의 출현은 日出頃부터 조금씩 관찰되어 日沒時의 17~18時가 전체의 40%로 가장 많고, 日沒후부터 급격히 감소하는

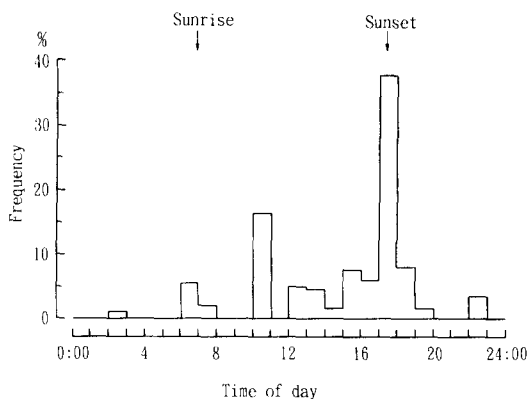


Fig. 5. Frequency distribution of fish schools observed in the main-net, according to the time of day.

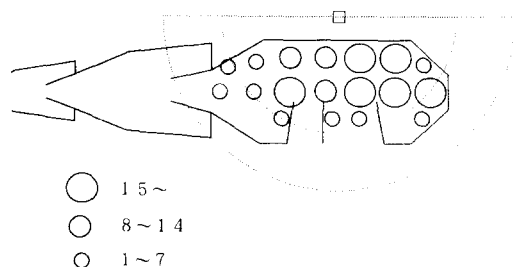


Fig. 6. Distribution of fish schools in the main-net area.

Three sized circles indicate the relative number of fish schools observed in each of 30m×30m section in the playground.

경향을 볼 수 있다. 이와같이 日沒부터 日出까지의 야간은 어군의 출현이 적은 것을 알 수 있다.

入網한 어군의 이동경로와 분포상황의 전체적인 경향을 파악하기 위하여 어군의 출현위치 빈도 분포를 구해서 Fig. 6에 나타냈다. 어군은 망의 중앙으로부터 헛통의 등까지와 망의 중앙으로부터 헛통의 옆줄부분에 높은 분포를 나타내고 있다. 그러나, 외등망의 부근 및 양 입구부분에서는 양적으로 적은 것을 알 수 있다.

관찰범위의 망내를 크게 3구역으로 나누어서 어군의 출현한 시간을 구역별로 각각 累積해서 Fig. 7에 나타내었다. 어군이 관찰된 시간은 외등망부근이 43분, 헛통의 옆줄부분에서 106분으로 각 구역별로 체류시간이 다른 것을 알 수 있다.

망내에 있어서 어군의 이동행동은 Fig. 8에 나타낸 것과 같이 A~E까지 5개의 행동패턴으로 분류할 수 있다. 즉, 행동패턴A는 헛통의 옆줄로부터 등망쪽으로 향하고 있는 어군인데, 이들 어군 중에는 길그물 및 문쇠를 통과해서 등망으로 향하고 있는 어군도 있다. 행동패턴B는 등망부근에서 방향전환하고 있는 어군인데, 내등망 및 외등망에

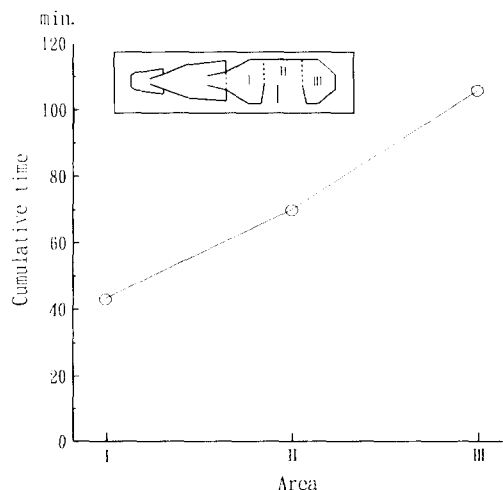


Fig. 7. Cumulative time period for all fish schools in each division of the main-net area.

I : Trap side, II : Central division, III : Opposite side.

서 反轉하고 있는 어군과 외등망 부근에서 자유롭게 행동하고 있는 어군이다. 행동패턴C는 외등망으로부터 헛통의 옆줄쪽으로 향하고 있는 어군이다. 행동패턴D는 헛통의 옆줄부분에서 反轉하고 있는 어군으로, 이들의 어군중에는 문쇠를 통과하여 出網하는 어군도 있다. 행동패턴E는 헛통의 등에 향하고 있는 어군, 헛통의 등을 통과하고 있는 어군, 헛통의 옆줄을 자유롭게 통과하고 있는 어군들이다.

망내에 있어서 이동하는 어군의 그물과의 반응거리를 구해서 Fig. 9에 나타내었다. 여기서, 어군의 행동패턴A~E중, 직진적인 행동패턴 A, C 및 선회를 하는 행동패턴 B, D, E로 나누어서 그

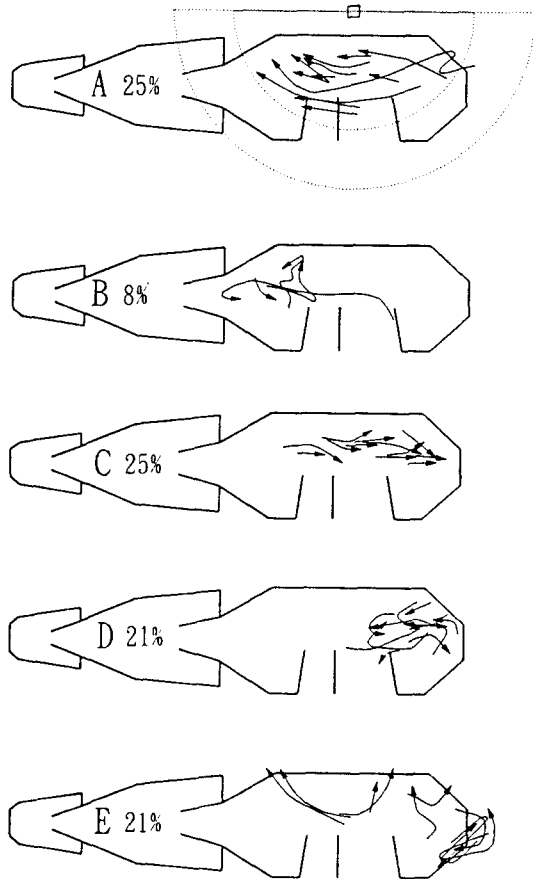


Fig. 8. Analysis of fish school movement patterns in the main-net.

물과의 반응거리를 구했다. 어군이 그물과의 반응거리가 5m이하는 직진적인 행동에서 25.4%이고, 선회를 하는 행동에서는 52.1%로 행동패턴에 의해서 그물과의 반응거리가 다른 것을 알 수 있다.

망내에 있어서 어군의 이동속도를 구하여 나타낸 것이 Fig. 10이다. 어군의 이동속도는 최대 80cm/sec까지 있지만, 전체적으로 30cm/sec이하의 낮은 속도가 69%로 비교적 많고, 빠르게 이

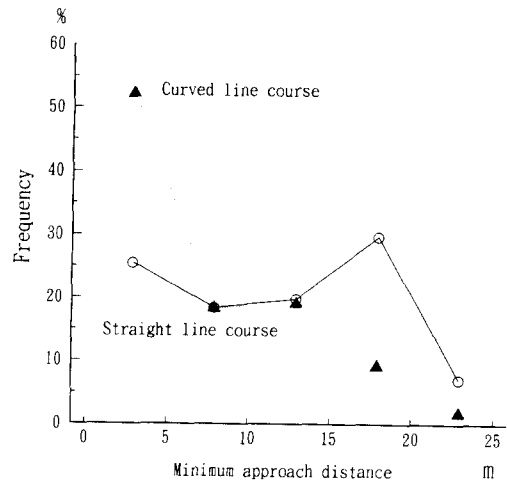


Fig. 9. Frequency distribution of the minimum approach distance between the fish school and netting from Fig. 8 data.

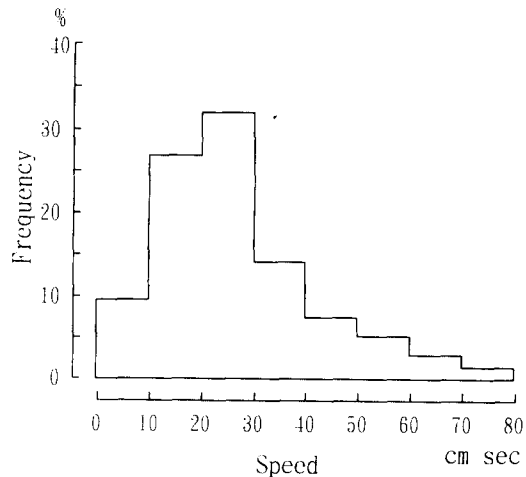


Fig. 10. Frequency distribution of school speed.

동하는 어군은 적은 것을 알 수 있다.

고 찰

정치망의 어획대상이 되는 어류는 일주행동에 의해서 接岸과 離岸의 행동을 반복하고, 이것이 정치망의 漁獲機構에 밀접한 관계가 있다고 보고 되어 있다¹⁵⁾. 지금까지의 소나 관찰에 의하면 정 어리군은 야간에는 接岸하고, 주간에는 離岸한다고 보고되었으¹¹⁾, 日本國 有川灣에 있는 정치망의 조사에서는 날치군이 離岸할때에 어획대상이 된다고 보고된 바 있다¹⁵⁾. 本調査에서도 17~18時의 日沒時刻에 특히 망내에 출현한 어군이 많은 것으로 보아, 接岸 혹은 離岸의 경우에 入網했다고 생각된다. 그리고, 망내에 滯留한 시간에 관해서 고찰해 보면, 망내에 출현한 어군수는 17~18時의 日沒時에 가장 많았고, 그후 급격히 감소하는 것으로 보아 비교적 빠르게 원통에 입망했거나 혹은 헛통의 입구로부터 逃避했다고 생각된다.

片落網의 헛통에 어군이 滯留하는 것이 관측되어, 헛통에 체류하는 어군을 더욱 效果的으로 어획하기 위해 兩落網이 설치되고 있다¹⁶⁾. 本調査에서도 헛통의 옆줄부분에 어군의 체류가 많은 것으로 보아, 兩落網의 설치에 관해서도 검토해 볼 필요가 있다고 생각된다.

헛통의 기능은 길그물로부터 유도된 어군을 모이게 하여 등망을 통해 원통에 이동시키는 것이다¹⁷⁾. 本調査에서 관찰된 정 어리小型群의 행동은 헛통의 옆줄에서 방향전환하여, 등망쪽으로 향하고 있는 어군이 많이 관찰되었다. 이와 같은 행동으로 보아, 헛통의 구조로서 이동행동에 방향성을 갖게하는 기능을 발휘하고 있다고 생각된다. 한편, 등망 부근에서는 어군이 방향전환해서 재차 헛통의 옆줄쪽으로 향하고 있는 事例가 많이 관찰되었다. 이것은, 등망의 유도기능이 충분하지 않다는 것을 意味하고 있으므로, 등망의 각도 및 외 등망의구조상 점차 좁아지는 어구구조에 관해서 검토할 필요가 있다고 생각된다. 그리고, 本調査에서는 헛통의 등 및 헛통의 옆줄부분에서 그물을

통과하고 있는 어군도 몇차례 觀察되었지만, 어군의 대부분은 그물앞에서 방향을 전환했고, 그물과 거리를 두면서 이동했다. 이것은, 圍網으로서 헛통의 側網이 遮斷機能을 다하고, 어군의 행동에 制約을 주고 있다고 생각된다.

정 어리小型群의 이동속도에 관해서, 정치망어장에서는 30cm/sec이하의 낮은 속도가 많다고 보고되어 있다¹⁸⁾. 本調査에서는 30cm/sec이하의 낮은 속도가 많고, 網内外를 통하여 이동속도에 거의 변화가 없다고 볼 수 있다. 이것은, 入網한 어군의 행동이 그물에서 制約을 받으나 이동속도에는 영향을 미치지 않았다고 생각된다.

요 약

대형정치망내에 있어서 어군의 행동 조사는 1992년 1월 29일 부터 2월 22일 사이에 日本國 石川縣 岸端 定置網 漁場에서 실시하고, 정치망어구의 어획기능에 관해서 해석, 검토하였으며, 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 헛통에 출현한 어군수는 17~18時의 日沒時에 가장 많았고, 그후 급격히 감소하는 경향이있다. 이것으로 보아, 헛통에 있어서 어군의 滯留時間은 짧고, 비교적 빠르게 원통에 입망했거나 혹은 헛통의 입구로부터 逃避했다고 생각된다.

2. 망내에 入網한 정 어리小型群의 행동은 側網에 平行한 직선적인 往復移動이 많고, 등망의 부근에서는 방향을 전환하여 헛통의 옆줄에 향하는 행동이 관찰되었다.

3. 망내에 入網한 정 어리小型群의 이동속도는 25cm/sec가 最頻値이고, 최대 이동속도는 80cm/sec 이었다.

참고문헌

- 1) 井上喜洋(1981) : 端口における魚探調査, かがわていち 55, 8-10.
- 2) 河岸 賢, 崇清正雄, 飯塚 賞, 和田洋蔵(1990) : クロマグロの定置網内における行動, 日本

- 水産學會誌 56(8), 1187-1192.
- 3) 村山秀夫(1977) : 新潟縣(兩津灣)におけるブリの移動について, 海洋科學 9(12), 27-34.
 - 4) 井上喜洋(1992) : キンコ網へ入るサケの行動, ていち 81, 1-14.
 - 5) Pingguo He(1993) : The behaviour of cod around a cod trap as observed by an underwater camera and a scanning sonar. ICES mar. Sci. Symp. 196, 21-25.
 - 6) 平元泰輔(1983) : 兩籍網内と垣網付近の標識放流について, ていち 65, 32-41.
 - 7) 長洞幸夫(1984) : 定置網漁場周邊でのサケの標識放流調査結果について, ていち 67, 55-86.
 - 8) 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.
 - 9) 唐逸民, 小池篤, 平元泰輔(1982) : 定置網の網形の變遷に伴う漁獲の變化, 日本水産學會誌, 48(7), 895-902.
 - 10) 鈴木誠(1971) : 定置網に對する魚類の行動と漁具の機能に關する基礎的研究, 東京水産大學研究報告 57(2), 95-171.
 - 11) 和田洋蔵, 宗清正雄, 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.
 - 12) 井上喜洋(1988) : ソナーによる定置網漁場における, 魚群の行動に關する研究, 水産工學研究所研究報告 9, 227-287.
 - 13) 金文官, 有元貴文, 松下吉樹, 井上喜洋(1993) : 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.
 - 14) 金文官, 有元貴文, 松下吉樹, 井上喜洋(1993) : 定置網漁場における天然礁に關連する魚群の行動, 日本水産學會誌 59(8), 1337-1342.
 - 15) 井上喜洋, 田原陽三, 松尾勝樹(1986) : 魚群の日周行動と定置網, 日本水産學會誌 52(1), 55-60.
 - 16) 小池篤(1971) : 定置網に對する魚群の行動, 日本水産學會誌 37(3), 242-247.
 - 17) 宮本秀明(1944) : 定置網漁論, 河出書房, 22-23.
 - 18) 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.