

麗水沿岸 定置網漁場의 環境要因과 漁況變動에 관한 研究

4. 水溫 · 鹽分과 漁獲量의 變動

金 東 守 · 盧 洪 吉*

麗水水產大學校, *濟州大學校

(1996년 4월 29일 접수)

Environmental Factors and Catch Fluctuation of Set Net Grounds in the Coastal Waters of Yosu

4. Water temperature, and Salinity and Fluctuation of Catch

Dong - Soo KIM and Hong - Kil RHO*

Yosu Fisheries University, *Cheju University

(Received April 29, 1996)

Abstract

In order to investigate the relation between the environmental properties and the catch fluctuation of set net fishing grounds located in the coastal waters of Yosu, oceanographic observations on the fishing grounds were carried out by the training ship of Yosu Fisheries University from January, 1990 to September, 1992, and the data obtained were compared with the catch data from the joint market of Yosu fisheries cooperative society from 1984 to 1993.

The results obtained are summarized as follows :

1. The ranges of water temperature and salinity in the fishing ground was 7.0 to 27.0℃ and 26.6 to 33.2‰, and water temperature increased from March to August and decreased from September to February of following year.

2. The salinity in the fishing grounds was relatively high without significant changes from November to June of the following year. From July, however, the salinity decreased to continue a low value till September and then increased. The salinity in the fishing ground was dominated mainly by the precipitation and its variation was large at the north entrance of set net fishing ground, influenced greatly by the land waters from the river of Somjin, but small in the off-shore of the fishing grounds.

3. The fishes caught by the set nets were arranged in order of catch as follows ; Spanish mackerel > Horse mackerel > Sardine > Anchovy > Hair tail. The catches of Anchovy and Sardine were high in April to May and those of Hair tail in June to July, but Spanish mackerel and Horse mackerel were caught for whole period of fishing. Spanish mackerel was caught most in September and least in April and their means were largest in August and smallest in June.

4. The ranges of optimum water temperature for fishing by the set nets was 13.5 to 24.5℃, and in the ranges the catches increased with increasing temperature. The ranges of optimum salinity for fishing varied between 25.0 and 32.0‰.

緒 論

定置網은 魚群을 積極的으로 追아서 漁獲하는 것이 아니라 魚群이 沿岸으로 來遊하기를 기다려서 잡는 消極的 漁法의 漁具이기 때문에, 一般적으로 地域的인 海況 特性의 影響을 많이 받는다. 특히 麗水地方이 南海岸 定置網漁業의 主된 位置를 차지하고 있는 것은 麗水沿岸이 內灣의 북쪽으로부터 陸水가 流入하여 內灣水를 形成하고 外海쪽으로부터 高溫 高鹽의 外海水가 年中 供給되어 이들은 沿岸의 內灣水와 混合함으로써 外海쪽으로부터 回遊性 魚族의 진입이 용이해 이들 魚類의 좋은 滯泳場이 되어 각종 魚類의 産卵 및 索餌場으로서 利用되어 왔다고 볼 수 있다. 이러한 麗水沿岸 定置網漁場에 影響을 미치는 南海岸 沿岸域의 海況에 대한 姜(1974), 孔(1971) 등의 연구 보고가 있으며, 定置網의 漁況과 漁場環境과의 關係를 木村(1933, 1936), 木幡(1969a), 曾等(1978, 1979), 金等(1989, 1993, 1994, 1995), 黃等(1977)은 調査하였고, 定置網의 漁獲量의 變動에 관해서는 張等(1987), 井上(1987), 木村等(1988), 森(1964) 등의 연구가 있었다. 漁場의 環境과 漁獲과의 關係는 白等(1986), 盧(1985), Uda(1961), 俵(1986) 등이 調査하였다. 그러나, 麗水沿岸의 定置網 漁場에 관해서는 그것이 重要함에도 불구하고 海況과 漁獲量과의 관계 糾明에는 아직도 미흡한 단계에 있다.

따라서, 本 研究에서는 麗水沿岸 定置網 漁場의 環境要因과 漁況 變動과의 關係를 糾明하기 위하여 1991년 1월부터 1992년 12월까지 每月 1회씩 水溫과 鹽分을 測定하였고, 漁獲量은 1984년부터 1993년까지 調査對象 漁場의 麗水水協 委販實積으로부터 구하여 이들 漁獲量과 環境要因으로서의 水溫 鹽分과의 關係를 檢討 分析하였다.

資料 및 方法

本 研究에서 調査對象으로 삼은 漁場 周邊의 海域은 麗水灣으로부터 欲知島, 葛島, 世尊島 및 所里島 近海를 連結하는 線內의 海域이며, 水溫과 鹽分의 觀測資料를 얻기 위하여 Fig. 1과 같이 測定點을 設定하여 水溫 鹽分計(MC-5型, 測定範圍:

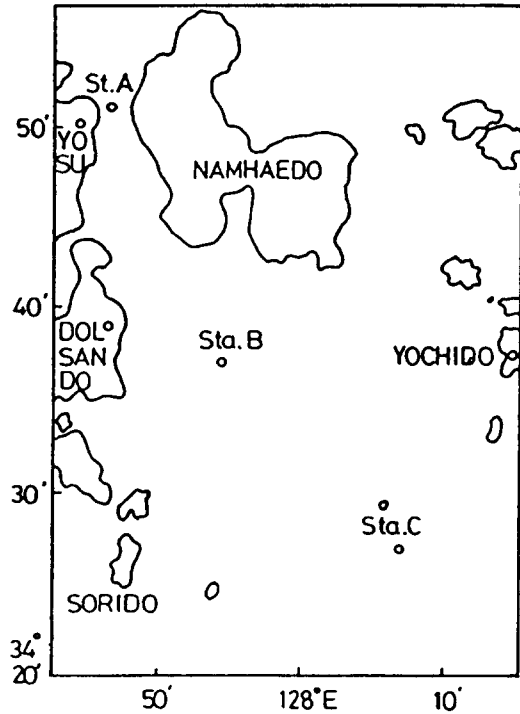


Fig. 1. Location of oceanographic station in the coastal waters of Yosue.

水溫: -1~40℃, 鹽分: 0.5~38.0%)로 1991년 1월부터 1992년 12월까지 每月 1회 水溫과 鹽分을 測定하여 이들을 平均하여 平均水溫과 平均鹽分을 구했으며, 漁獲量은 1984~1993년까지 麗水水協 委販 實積으로부터 구하였다. 또한, 漁獲 適水溫과 漁獲 適鹽分은 Uda(1961)가 使用한 方法으로 推定하였으며 使用한 公式은 다음과 같다.

$$f(x) = f(0)e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2(\sigma)^2}} \quad \text{단, } f(0) = \frac{\sum_{i=1}^n f_i}{\sigma\sqrt{2\pi}}$$

(f_i : 漁獲量, σ : 標準偏差, x : 水溫 또는 鹽分, \bar{x} : 平均水溫 또는 平均鹽分)

結果 및 考察

1. 漁場의 水溫과 鹽分의 變化

沿岸漁場에서의 海況 變化의 要因은 氣象要因의 影響을 많이 받는 水溫과 鹽分인데, 이들의 變

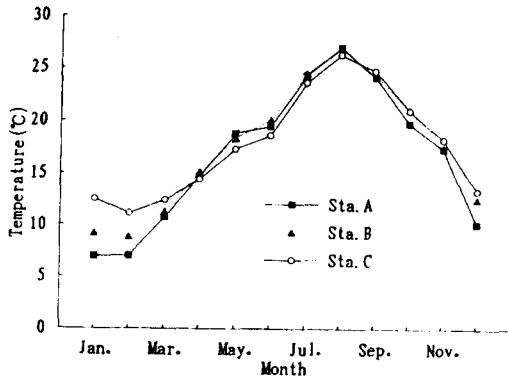


Fig. 2. The monthly variation of temperature at station A, B and C in the coastal waters of Yosü.

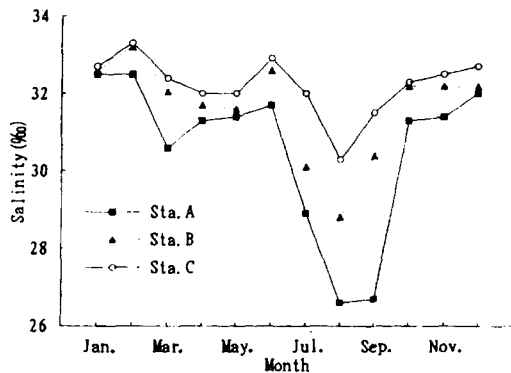


Fig. 3. The monthly variation of salinity at station A, B and C in the coastal waters of Yosü.

化樣相을 把握하기 위하여 海洋 觀測 資料를 整理 分析하여 漁場의 定點別 水溫과 鹽分의 變化를 調査한 結果는 Fig. 2, 3과 같다.

(1) 漁場의 北側 入口 (Sta. A)

表層水溫은 1월의 7.0°C인 最低水溫에서 점점 上昇하여 8월에 最高水溫 27.0°C를 나타내다가 9월부터 다시 下降하기 시작한다. 水溫의 變化는 上昇時에 緩慢하고 下降時에는 急降하는 傾向을 나타내는데 이과 같은 現狀은 陸地와 가장 가깝게 접해 있는 海域이므로 氣溫의 影響을 크게 받기 때문인 것 같다.

表層鹽分의 變化를 보면, 冬季에서 6월까지의 高鹽分으로 유지하여 2월에 最高鹽分 32.6%을 나

타내고, 3월에 30.6%까지 下降하다가 다시 上昇하는데 이것은 測定時期에 降雨量에 의한 低鹽分 현상인 것 같다. 7월부터 雨期에 접어들면서 鹽分은 下降하기 시작하여 8월에 最低鹽分 26.6%를 나타내다가 10월부터 다시 上昇하기 시작한다. 最低鹽分과 最高鹽分의 差는 6.0% 정도로 나타난다.

(2) 漁場의 中心附近 (Sta. B)

水溫의 變化를 보면, 表層에서는 2월에 最低水溫 8.8°C를 나타내다가 점점 上昇하여 8월에 最高水溫 27.0°C까지 上昇하고 9월부터 다시 下降하기 시작한다. 最高水溫과 最低水溫의 差는 18.2°C이다.

表層鹽分의 變化를 보면, 冬季에는 高鹽分으로 2월에서 最高鹽分 33.2%이고, 雨期인 6월부터 下降하기 시작하여 8월에 最低鹽分 28.8%를 나타내어 정점이 되고 다시 上昇하기 시작한다. 따라서 鹽分의 變化는 雨水期인 6월부터 10월까지이며 最低鹽分과 最高鹽分의 差는 약 4.4%을 나타낸다.

(3) 漁場의 外海 (Sta. C)

漁場과 떨어진 外海로서 陸地의 影響을 적게 받는다고 생각되는 海域 (Sta. C)에서의 表層水溫의 變化를 보면, 2월에 最低水溫 11.2°C를 나타내다가 점점 上昇하여 8월에 最高水溫 26.3°C에 이른다.

鹽分의 變化는 冬季에서 高鹽分으로 2월에 最高鹽分 33.3%를 나타내어 6월까지의 거의 같은 값으로 변하고, 8월에 最低鹽分 30.3%을 나타내다가 9월부터 다시 上昇하기 시작한다.

이상의 結果를 綜合해 보면, 表層水溫의 變化는 2월의 最低水溫에서 점점 上昇하여 8월에 最高水溫를 나타내다가 9월부터 다시 下降하기 시작하는데 水溫의 上昇時에는 緩慢하게, 下降時에는 急降하는 傾向을 나타낸다. 세 정점에서의 水溫의 變化를 보면, 4월에는 거의 동일하며 5월부터 漁場의 北側入口 (Sta. A)와 漁場의 中心附近 (Sta. B)는 거의 같은 값으로 變化해 가는데 漁場의 外海 (Sta. C)는 이들보다 水溫이 낮아져서 8월까지 持續되고, 9월에 접어들면서 漁場의 北側入口 (Sta. A)의 水溫이 漁場의 中心附近 (Sta. B)과 漁場의 外海 (Sta. C)보다 낮아져 12월까지 지속된다. 따라서 麗水沿岸 定置網漁場의 內海와 外海의 水溫이 逆

轉되는 이러한 현상은 陸地의 接近 및 氣溫의 影響을 크게 받기 때문인 것 같다.

表層鹽分의 變化를 보면, 冬季에서 6월까지는 거의 같은 값으로 變化하면서 2월에 最高鹽分을 나타내고, 7월부터 下降하기 시작하여 8월에 最低鹽分을 나타내다가 10월부터 다시 上昇하기 시작한다. 鹽分의 各 定點別 變化 時期는 7월부터 9월 까지 약 3개월간으로 最低鹽分과 最高鹽分의 差는 6.0% 정도이다. 특히 漁場의 北쪽입구(Sta. A)에서는 7월부터 9월까지 低鹽分으로 변하여 변화폭이 크게 나타나고, 漁場의 中心附近(Sta. B)에서는 漁場의 北쪽입구와 같은 시기에 變動하기 시작하나 變化幅은 적다. 또한, 漁場의 外海(Sta. C) 역시 같은 時期에 變動하기 시작하나 세 정점중에서 變動幅이 가장 적다. 이러한 현상은 陸地의 影響을 많이 받는 漁場의 北쪽입구에서는 河川水 流入의 影響을 많이 받고, 漁場의 外海에서는 河川水의 流入 影響을 적게 받기 때문에 低鹽分의 變化폭이 漁場의 세 정점중에서 가장 적은 것 같으며, 대체적으로 全 漁場이 夏季에는 河川水의 影響을 받아 低鹽分 現狀을 나타내고 있다.

2. 漁獲量의 變動

(1) 漁獲量의 月變動

定置網 漁場에서의 漁獲量을 月別로 해서 나타내면 Fig. 4, 5와 같다. 이것에 의하면, 漁獲은 4월부터 11월까지 8개월 동안 이루어지는데, 이 漁獲期間의 月別 漁獲量의 變動은 初漁期인 4월부터 漁獲이 시작되어 4~5월에는 漁獲이 低調하고 盛漁期인 6~9월에 높은 편이며 終漁期인 10~11월에는 漁獲이 低調하다. 또한 單位努力當 漁獲量도 總漁獲量의 變動과 유사한 양상으로 盛漁期인 6~

9월에 높은 편이고, 初漁期과 終漁期인 4~5월과 10~11월에는 비교적 낮은 편이다.

月別 魚群의 組成을 파악하기 위해서 定置網 漁場의 漁獲資料를 利用하여 多獲種과 月 組成比가 5% 이하의 魚種은 기타 魚種으로 區分한 月別 組成比는 Table 1와 같다. 이것에 의하면, 4월은 멸

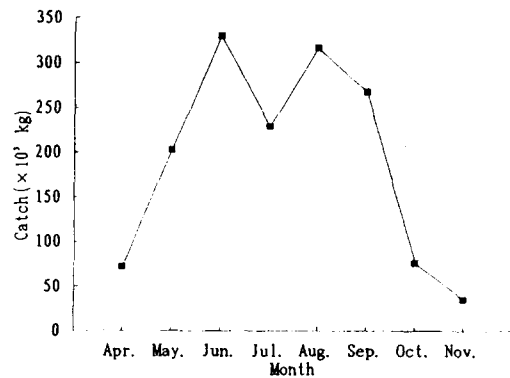


Fig. 4. The monthly variation of catches caught by set nets of the coastal waters of Yosü.

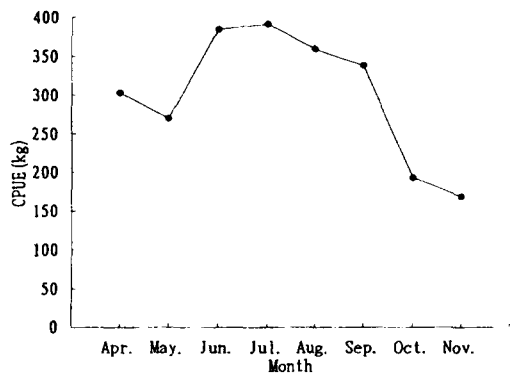


Fig. 5. The monthly variation of CPUE caught by set net of the coastal waters of Yosü.

Table 1. Monthly catch composition of dominant species caught by set nets in the coastal water of Yosü from 1984 to 1993 (Unit : %)

Species \ Month	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
Spanish mackerel	7.3	15.0	28.4	30.7	33.0	43.3	47.7	97.3
Horse mackerel	0	5.5	1.2	23.7	38.4	28.3	45.5	0.8
Sardine	0.1	23.6	41.1	30.3	0.2	0	0	0
Anchovy	79.4	47.1	21.0	2.9	8.2	0	0	0
Hairtail	0	0	3.7	3.2	12.2	21.8	3.2	0.1
Others	12.7	14.7	4.1	9.2	8.0	6.6	3.7	1.9

치가 79.4%로 가장 높고, 다음이 삼치이며, 5월에는 멸치가 47.1%로 가장 높으나, 정어리가 23.6%로 점차 많아지며, 6월들어서는 정어리가 41.1%로 가장 많고, 다음이 삼치, 멸치, 갈치의 順으로 나타난다. 7월에는 정어리와 삼치가 가장 높아 漁獲이 30% 이상을 차지하며, 전갱이가 23.6%로 갑자기 많아지는데 멸치는 적어진다. 8월에는 전갱이가 38.4%로 가장 많고, 다음이 삼치, 갈치, 멸치의 順이며, 9월에는 8월에 두번째를 차지했던 삼치가 가장 많아져서 43.3%를 나타내고, 전갱이, 갈치의 順이다. 10월 역시 삼치가 가장 많아 47.7%를 차지하나 전갱이와 큰 차이가 없고, 11월에는 삼치가 主種을 이루어 97.3%의 높은 組成比를 나타내고, 다른 魚種들은 1% 미만을 차지한다.

이상에서 보면, 定置網의 漁獲物은 4~5월에는 멸치와 정어리가 主種을 이루고, 6~9월에는 삼치, 전갱이, 정어리, 멸치 및 갈치가 主種을 이룬다. 또한, 10~11월에는 삼치와 전갱이가 主種을 이루고 있다. 이들 魚族中 삼치는 全 操業期間을 통해서 계속 漁獲되고, 멸치와 정어리는 8월부터 漁獲을 하지 않는 關係로 8월에 終漁가 되나, 全體의 으로 볼 때의 主對象魚族은 삼치, 멸치, 정어리, 전갱이 및 갈치이다.

3. 環境要因과 漁獲量

(1) 水溫, 鹽分과 漁獲量

水溫別 漁獲量의 變動을 單位努力當 漁獲量으로 調査한 結果는 Fig. 6과 같다. 이것에 의하면, 操業 期間 8개월 동안의 水溫의 變化 範圍는 10.0~28.0℃로써 水溫이 增加함에 따라 漁獲이 增加하여 水溫 21.0℃부근에서 가장 좋은 漁獲을 나타내고 그 후부터는 減少한다. 또한 低水溫(10.0℃)과 高水溫(28.0℃)에서는 最低漁獲量을 나타낸다. 따라서 漁獲量은 水溫이 21.0℃까지 上昇하는 동안에 계속 增加하고 그 이후의 水溫에서는 減少하는 경향을 나타낸다.

鹽分別 漁獲量의 變動을 單位努力當 漁獲量으로 調査한 結果는 Fig. 7과 같다. 이것에 의하면, 鹽分의 變化 範圍는 23.0~34.0%로서 鹽分이 增加하여 27.0~28.0% 부근에서 가장 漁獲이 良好하고, 그 이하의 低鹽分이거나 그 이상의 高鹽分에

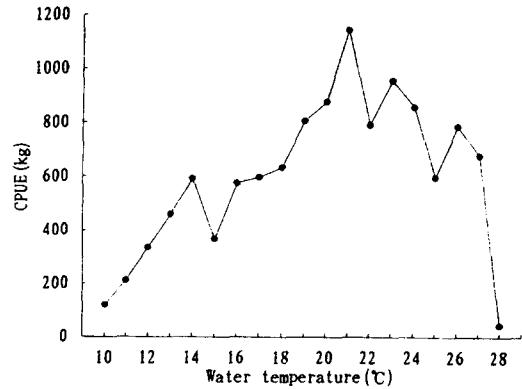


Fig. 6. Relation between water temperature and CPUE at set net grounds in the coastal waters of Yosü.

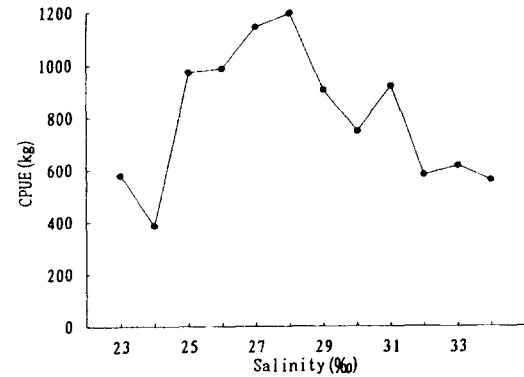


Fig. 7. Relation between salinity and CPUE at set net grounds in the coastal waters of Yosü.

서는 漁獲이 低調한 경향을 나타낸다.

(2) 月別 水溫 鹽分과 漁獲量

月別 水溫과 鹽分의 變化를 나타낸 Fig. 2, 3과 月別 漁獲量을 나타낸 Fig. 4, 5를 比較하면, 兩者의 變化 모양은 거의 類似하다. 즉, 水溫이 上昇하면 漁獲量도 增加하고, 水溫이 下降하면 漁獲量도 減少해 가는 傾向이며, 低溫보다 高溫쪽에서 漁獲이 良好하다. 操業이 시작되는 時期에는 高鹽分을 나타내고 夏季에 低鹽分을 나타내고 있는데 漁獲量 역시 高鹽에서보다는 低鹽分의 季節에 좋은 漁獲을 나타내고 있다. 따라서, 이 漁場에서의 漁獲量은 水溫이 21.0℃, 鹽分이 28.0% 부근에서 많을 수 있다.

以上과 같이 水溫 鹽分과 漁獲量의 變動을 調査

한 결과를 종합해 보면, 定置網의 漁獲은 漁具의 規模나 設計方法이 일정할 경우 漁場의 水溫, 鹽分, 水塊, 프랑크톤의 分布, 氣象狀態 및 月令 等の 環境要因에 따라 달라진다고 볼 수 있으므로 지금까지 이들 要因이 定置網의 漁獲에 미치는 影響에 대해서 비교적 많은 研究가 行해져 왔다. 특히 水溫과 漁獲量의 變動에 있어서 木村 等(1988)은 水溫이 上昇하면 漁獲量이 增加한다고 報告하였고, 曾 等(1978)은 고등어의 漁獲은 水溫 上昇時에 始作하여 下降時에 終了된다고 하였으며, 森(1964)은 定置網의 漁獲對象 魚種인 방어는 高溫年에 好魚를 이룬다고 研究 報告하였다. 또한, 張 等(1987)은 平年水溫보다 높을 때 漁獲이 增加하고 平年水溫보다 낮을 때 漁獲이 減少한다고 報告하였다. 本 研究에서 調査한 結果는 水溫이 上昇하면 漁獲量도 增加하고 水溫이 下降하면 漁獲量이 減少하는 傾向으로 低溫보다는 高溫쪽에서 漁獲이 良好하게 나타난다. 또한 鹽分의 影響에 대한 調査 結果는 鹽分이 낮은 季節에 漁獲量이 增加한다는 것을 알 수 있다.

따라서 水溫 및 鹽分과 漁獲量의 變動에 관한 調査 結果는 上記의 研究 結果와 거의 일치하여 麗水沿岸 定置網의 漁獲量은 水溫이 높고, 鹽分이 낮은 季節에 漁獲量이 良好하다고 할 수 있을 것 같다.

(3) 漁獲適水溫과 漁獲適鹽分

麗水沿岸 定置網 漁場에서 漁獲된 全體 魚種의 水溫範圍는 10.0~28.0℃, 鹽分의 範圍는 23.0~34.0%이 었으며 水溫 및 鹽分에 대한 漁獲量의 分布를 正規分布 函數에 適用시켜 最適水溫 및 最適鹽分을 推定한 結果는 Fig. 8, 9와 같다.

水溫의 경우(Fig. 8), 平均水溫(\bar{x})은 19.0℃, 標準偏差는(σ)는 5.627로서 水溫에 대한 漁獲適水溫($\bar{x} \pm \sigma$) 範圍는 13.5~24.5℃로서 推定되며, 適正水溫에 대한 漁獲量의 分布는

$f(x) = 808.95e^{-\frac{(x-19.0)^2}{2 \times 5.627^2}}$ 으로 주어진다. 鹽分의 경우(Fig. 9), 平均鹽分(\bar{x})은 28.5%, 標準偏差(σ)는 3.606으로 適正鹽分에 대한 漁獲適鹽分($\bar{x} \pm \sigma$) 範圍는 25.0~32.0%로서 推定되며 鹽分에 대한 漁獲量의 分布는

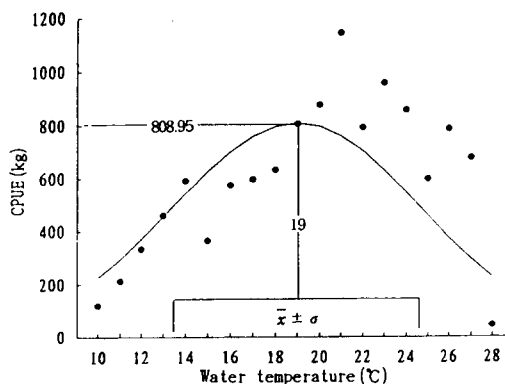


Fig. 8. Relation between water temperature and CPUE showing the optimum temperature for set net in the coastal waters of Yosü.

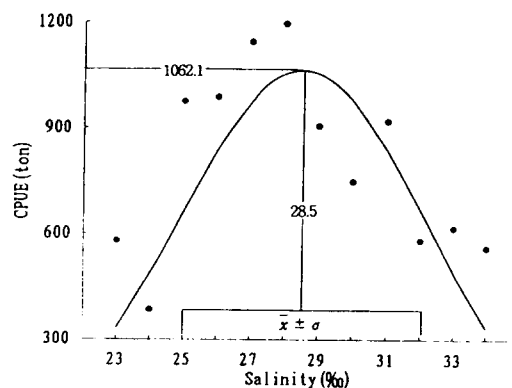


Fig. 9. Relation between salinity and CPUE showing the optimum salinity for set net in the coastal waters of Yosü.

$$f(x) = 1062.1e^{-\frac{(x-28.5)^2}{2 \times 3.606^2}} \text{ 으로 주어진다.}$$

要 約

麗水沿岸 定置網 漁場의 周邊 海域을 中心으로 調査한 海洋 觀測 資料와 麗水水協 委販場으로부터 구한 漁獲量 資料 등을 利用하여 麗水沿岸 定置網 漁場의 環境特性과 漁獲量 變動과의 關係를 分析 整理한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 定置網 漁場에서의 水溫과 鹽分의 分布範圍

는 각각 7.0~27.0℃, 26.6~33.3%로써 月別 水溫의 變化 傾向은 3월부터 上昇하기 시작하여 8월에 最高水溫을 나타내고, 9월부터 下降하기 시작하여 2월에 最低가 된다.

2. 漁場에서의 月別 鹽分의 變化傾向은 11월부터 翌年 6월까지 큰 變化를 보이지 않고 高鹽分이 維持되나 7월부터 鹽分이 낮아져 9월까지 低鹽分이 持續되다가 10월부터 다시 鹽分이 높아진다. 位置別로 보면 蟾津江 陸水의 影響을 많이 받는 內灣에서 鹽分의 變化幅이 크고 外海로 갈수록 적어지는데 이러한 鹽分의 變化는 降雨量과 密接한 關係가 있는 것 같다.

3. 麗水沿岸 定置網에 漁獲되는 主要 魚種의 漁獲量은 삼치, 전갱이, 정어리, 멸치, 갈치의 順이고, 멸치와 정어리는 4~5월, 갈치는 6~7월에 많이 漁獲되고, 삼치와 전갱이는 全 魚期에 걸쳐 漁獲되고 있다. 삼치의 最大漁獲은 9월에, 最小 漁獲은 4월에 나타난다.

4. 麗水沿岸 定置網 漁場에서 漁獲되는 全魚種의 漁獲 適水溫의 範圍는 13.5~24.5℃ 이며, 漁獲 適鹽分의 範圍는 25.0~32.0%으로 推定된다.

參考 文獻

白哲仁·朴種和(1986): 鮫鱈網 漁業에 있어서 갈치의 漁況과 海況. 水振研究報告, 39, 29~41.
張鎬榮·金榮燮·鄭興基·趙鳳坤(1987): 定置網漁業의 漁獲量 變動에 관한 研究. 韓漁技誌, 23(1), 177~183.
孔泳(1971): 韓國 南海岸 前線에 관한 研究. 韓海誌, 6(1), 25~36.
黃燦·金完洙(1977): 멸치 定置網 漁獲高와 環境과의 關係. 韓海誌, 12(1), 1~6.
井上 喜洋(1987): 魚群의 來遊量과 定置網의 漁獲. 日水

誌, 53(8), 1313~1316.

姜喆中(1974): 韓國 南海岸 沿岸水의 季節變動에 관한 研究. 水振研究報告, 12, 107~121.

金東守·李朝出·金大安(1989): 麗水 海灣의 漁場學的 特性. 韓漁技誌, 25(2), 44~53.

金東守·盧洪吉(1993): 麗水沿岸 定置網 漁場의 環境要因과 漁況의 變動에 관한 研究. 1. 漁場周邊海城의 海況 特性. 韓漁技誌, 25(2), 44~53.

(1994): 麗水沿岸 定置網 漁場의 環境要因과 漁況의 變動에 관한 研究. 2. 漁場周邊海城의 海水 流動. 韓漁技誌, 25(2), 44~53.

(1995): 麗水沿岸 定置網 漁場의 環境要因과 漁況의 變動에 관한 研究. 3. 基礎生産者의 出現과 漁獲量의 變動. 韓漁技誌, 25(2), 44~53.

木幡 孔(1969): 相模灣沿海における 漁海況に関する 研究 - I. 神奈川縣事業報告, 43~45.

木村喜之助(1933): 駿河灣東北隅談島大謀網附近の 海況に就いて - I. 日水誌, 4(1), 54~60.

(1936): 駿河灣東北隅談島大謀網附近の 海況に就いて - II. 水溫, 鹽分及び透明度の 變化と相互關係. 日水誌, 4(5), 339~352.

木村 伸吾·三本 隆成(1988): 遠州灘沿岸域における 短期漁況變動. 水産海洋研究會報, 52(31), 221~228.

森勇(1964): 女島漁場(定置網)における ブリ 漁獲量의 長年變動について. 日水誌, 30(1), 1~5.

盧洪吉(1985): 濟州島 周邊海城의 漁場海洋環境에 關する 研究. 博士學位論文, 東京大學, 1~215.

曾 萬年·平野 敏行(1978): 相模灣における サバ類의 生活實態と環境との 關係 - I. (來遊サバ群의 性狀). 水産海洋研究會報, 33, 6~14.

依悟(1986): 淺海城における 海況變動と 漁況에 關する 研究. Journal of Shimonoseki Univ. of Fisheries 34(1), 1~103

Uda. M.(1961): Fisheries Oceanography in Japan Calif. coop. Oceanogr. Fish. Invest. Report. VII.