

# 魚類의 棲息環境과 分布生態의 遠隔計測에 관한 研究-Ⅲ\* —容存酸素·pH 및 濁도와 魚類의 分布生態—

辛亨鎰·安瑛化\*\*·申鉉玉

釜慶大學校·濟州大學校\*\*

(1999년 5월 6일 접수)

## A Study on the Telemetry System for the Inhabitant Environment and Distribution of Fish- Ⅲ \* —Oxygen, pH, Turbidity and Distribution of Fishes—

Hyeong-Il SHIN, Young-Wha AHN\*\* and Hyeon-Ok SHIN

Pukyong National University, Cheju National University\*\*

(Received May 6, 1999)

### Abstract

The telemetry system for the oxygen, pH, turbidity and the distribution ecology of fishes was constructed by the authors in order to product and manage effectively in shallow sea culture and setnets fisheries, and then the experiments for the telemetry system carried out at the culturing fishing ground in coast of Sanyang-Myon, Kyoungsangnam-Do and the set net fishing ground located Nungpo bay in Kojedo province respectively from October, 1997 to June 1998.

As those results, the techniques suggested in the telemetry system for which find out the relationship between the physical and chemical environment in the sea and the distribution ecology of fishes gave full display its function, and its system could be operated as real time system. This research can also provide base-line data to develop a hybrid system unifying the marine environment information and the fisheries resources information in order to manage effectively coastal fishing ground.

### 緒 論

세계적인 관심 속에 유엔해양법 협약이 발효되고 많은 연안국들이 200해리 배타적 경제수역 (EEZ)을 신포하여 영토화하고 있으며, 공해 조업 규제 강화 등으로 원양어업이 위축되어, 고급어의 어획량 감소로 인한 수익을 저하 등으로 잡는 어업에서 기르는 어업으로 전환하기 위한 노력은 계속되고 있으나, 내만 어장의 산업폐수, 생활잡배수, 농축산배수, 양식장의 자가오염 등에 자연환경이 악화되어 적조가 빈번히 발생하고, 내만어장이 황폐되어 가고 있다.

또한, 한·일간의 새로운 어업협정 체결로 지금까지 이용하여 왔던 우리 나라 관할 연안어장이 절대적으로 줄어들어 자연적인 자원감소를 초래하게 되었다.

또한, 한·일간의 새로운 어업협정 체결로 지금까지 이용하여 왔던 우리 나라 관할 연안어장이 절대적으로 줄어들어 자연적인 자원감소를 초래하게 되었다.

\* 이 논문은 1997년도 교육부 학술연구조성비에 의한 연구 결과의 일부임.

이와 같이 연안어장의 축소로 인한 자원감소와 연안어장이 황폐화 되어가고 있는 심각한 상황을 극복하기 위해서는 어업대상이 되는 생물에 대하여 그들과 환경과의 제반관계를 명확히 하고, 어업으로써의 좋은 어획을, 자원으로서의 지속적으로 유효하게 이용할 수 있는 양식방법의 개발과 개선을 꾀하여야 한다. 이 때문에 자원의 전체적, 개별적인 파악, 보존과 관리대책을 수립할 필요가 있고, 바다의 목장화 사업을 실현시키기 위해서는 해양환경과 어류의 분포생태와의 관계를 명확히 파악하여야 한다.

본 연구에서는 연안 내만에서 행해지고 있는 양식어업, 정치망어업의 생산과 관리를 효율적으로 행할 수 있는 기초자료를 마련하기 위해 어류의 서식환경과 분포생태를 원격으로 측정할 수 있는 시스템을 구축하여, 1997년 10월부터 1998년 6월까지 경남 통영군 산양면 성지실업 육삼양어장과 경남 장승포시 능포리 소재 능포수산물사 정치망어장에서 용존산소, pH 및 탁도 등의 수질환경요소와 어류의 분포생태를 원격계측시스템을 이용하여 측정, 분석하였고, 또한, 제 1차, 제 2차 년도에서 실시한 수온, 염분, 유향, 유속 및 수중소음 등에 대한 물리적인 환경요소들도 함께 측정하여 종합분석, 검토한 결과를 보고한다.

## 裝置 및 方法

### 1. 實驗裝置

#### 1) 容存酸素 · pH 및 濁度의 遠隔計測 시스템의 構成

양식어업, 정치망어업 등의 생산과 관리를 효율적으로 행할 수 있는 기초자료를 마련하기 위해 수질환경요소 및 어류분포생태측정 원격시스템을 구성하여 1995년(1차년도)에는 2개 수층에 대한 수온, 염분농도 등 최대 8개 정보를 취득할 수 있는 원격정보전송시스템을 구축한 바 있으며, 1996년(2차년도)에는 유향 · 유속 및 수중소음 등의 요소를 측정할 수 있도록 최대 측정가능체널수를 22개로 대폭 확장하여 구성하였고, 1997년(3차년도)에는 용존산소 · pH 및 탁도에 대한 원격계측시스템을 구축하였다.

#### 가) 용존산소 · pH 및 탁도의 원격계측시스템

용존산소 · pH 및 탁도의 원격계측시스템은 Fig. 1과 같이 해상국(송신부)과 육상국(수신부)으로 구성하였으며, 해상국은 용존산소 D.O. 센서(Aanderaa, 3404), pH 센서(Aanderaa, 3264) 및 탁도SS 센서(Aaneraa, 3200)로서 1조를 이루는 2조(5m, 10m층)의 센서부와 1개의 센서스캐닝유닛(Aanderaa, 30100)로 이루어지는 자료수집시스템(DAS : Data Acquisition System), 자체 제작한 인터페이스 보드, 데이터 모뎀(Kantronics, KPC-3, 1200 bps), 음성용 VHF/FM 휴대형 무선송수신기(Standard, C150E, 출력 5 W)로 구성하였다. 육상국은 다른 1대의 음성용 VHF/FM 휴대형 무선송수신기(ADI, SENDER-145, 출력 5 W), RF데이터모뎀(Kantronics, KPC-3, 1200 bps), 노트북컴퓨터(TINMAX, 486SX)로 구성하였다.

Fig. 1에서 센서부의 D.O., pH, SS센서는 3개의

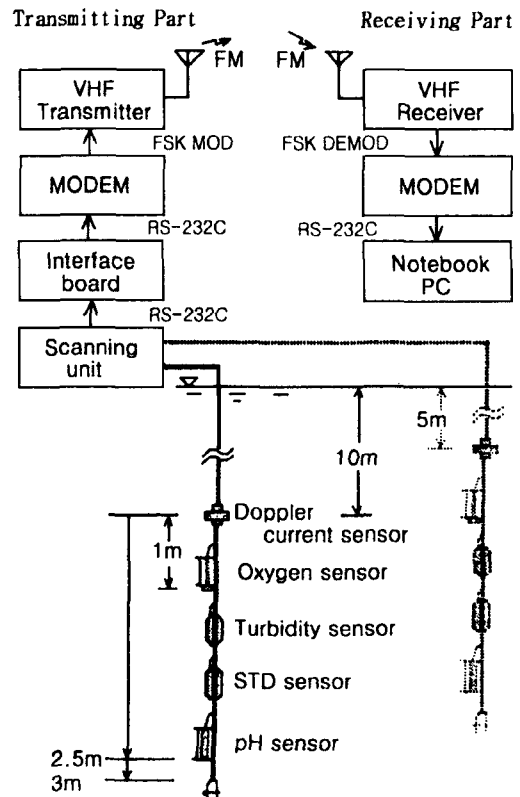


Fig. 1. Block diagram of the water environment monitoring system.

**Table 1. Specifications of the used sensors**

Items	Specification
Oxygen sensor(3404, Aanderaa)	
Range	0 to 20 mg/l
Accuracy	±0.8 mg/l
pH sensor(3264, Aanderaa)	
Range	2 to 11 pH
Accuracy	±0.1 pH
Turbidity sensor(3200, Aanderaa)	
Range	0.1 to 100 FNU
Accuracy	5% of full scale

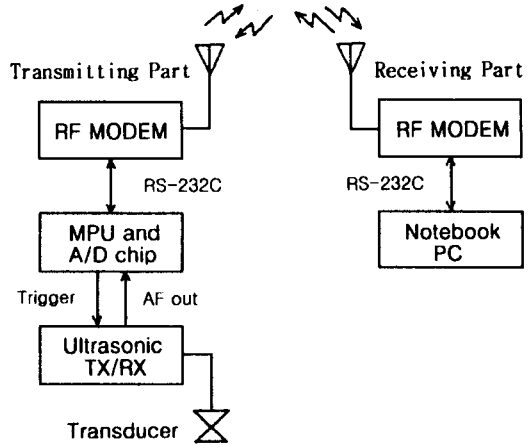
채널을 사용하였고, 종합분석하기 위해 사용한 STD, 유향·유속센서도 2개의 채널을 사용하였다. DAS의 센서스캐닝유니트는 총 23개 채널 중 동기용 채널 1개를 제외한 나머지 22개 채널의 센서를 스캐닝하여 0~1023 범위내의 정수로 표현되는 각 채널의 원자료를 액정화면에 순차적으로 나타낼 수 있도록 하였고, 300 bps의 RS-232C 신호를 4초 간격으로 출력하는 단자와 연결하였다. 또한, 본 연구에서는 이 중에서 8개의 채널을 사용하여 5 m 및 10 m 수층에 대한 화학적 수질환경요소와 물리적 수질환경요소를 측정하였으며, 실험에 사용한 센서의 제원은 Table 1과 같다.

나) 어군의 원격계측

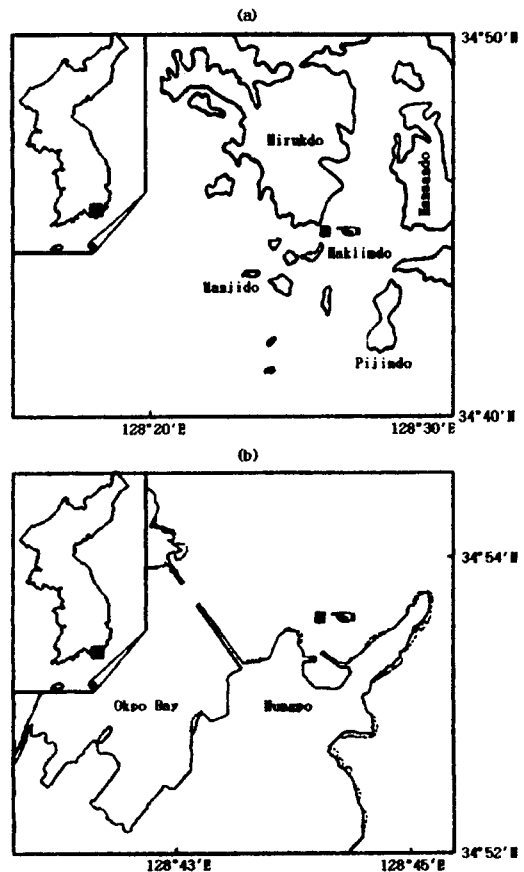
어류의 분포생태를 측정하기 위해 사용한 어군의 원격계측시스템은 Fig. 2와 같이 8비트 A/D 변환기를 이용한 디지털 방식 원격어군탐지기였다. Fig. 2에서 해상국은 50 kHz의 초음파 송수파기와 초음파 송수신보드, A/D칩을 외장한 싱글보드 컴퓨터 및 RF모뎀으로 구성하였고, 육상국은 IBM 호환형 노트북 컴퓨터와 RF모뎀으로 구성하였다.

2) 實驗 海域 및 裝置의 配置와 測定 方法

양식어업에 대한 수질환경과 어류의 분포생태에 대한 원격계측 실험은 1998년 2월 27일~28일과 3월 20일~21일에 Fig. 3(a)의 경남 통영군 산양면 소재 육삼양어장에서 실시하였으며, 실험장치는 Fig. 4(a)와 같이 우럭 약 34,000마리, 돌돔 약 5,300마리를 함께 양식하고 있는 축양조 중심에 원격어탐을, 바깥쪽에 수질환경측정 시스템을 장치한 해상국에서 원격으로 보내고, 수신은 그곳으로부터 70 m 떨어진 양어장 현장관리 사무소에 수신



**Fig. 2. Block diagram of the construction for the digital teleounder.**



**Fig. 3. Location of observation.**

- (a) Yongsam aquafarm located at Tongyong-Kun.
- (b) Nunapo setnet ground located at Kerje-Kun.

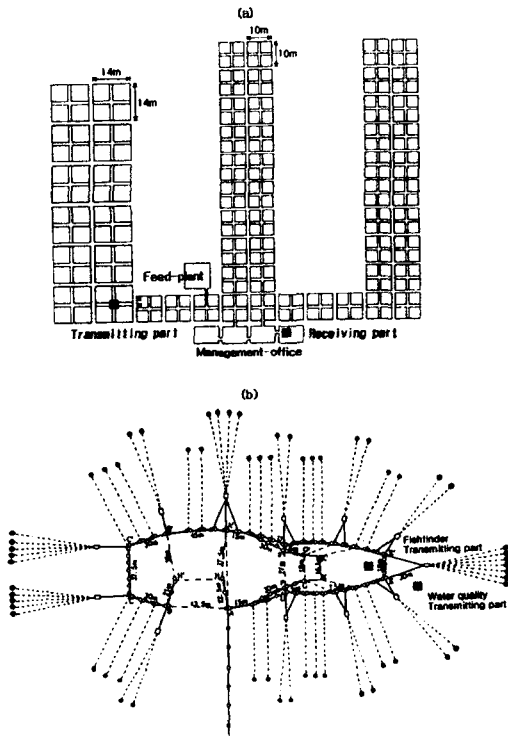


Fig. 4. Schematic of the arrangement of fish farm cages(a) and the construction of a setnet and set position of its measuring system(b).

장치로 구성된 육상국을 설치하여 25시 관측을 행하였다. 또한, 정치망 어업에 대한 수질환경과 어류의 분포생태에 대한 원격계측 실험은 1998년 6월 27일~28일에 Fig.3 (b)의 경남 장승포시 능포리 소재 능포수산 공사의 정치망 어장에서 실시하였으며, 실험장치는 Fig. 4(b)와 같은 낙망의 상자망에 원격어탐을, 그 바깥쪽에 수질환경 시스템을 장치한 해상국에서 관측정보를 원격으로 보내고, 수신은 그 곳으로부터 1.5 Km 떨어진 능포수산 사무실 내에 설치하여 25시 관측을 행하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 容存酸素, pH 및濁度の遠隔計測 시스템 接續器의機能

용존산소, pH 및 탁도 센서를 통해 수신된 수질 환경정보 신호는 DAS에 입력되고, DAS와 모뎀간의 통신속도 매칭과 패킷 통신용 모뎀의 통신접속

제어를 위하여 사용한 16비트 마이크로프로세서 칩(V25, 8 MHz)은 인터페이스 모드에서 COM1 포트에 입력한 DAS의 300 bps의 시리얼 데이터를 12,000 bps의 통신 속도로 설정한 COM2 포트에 출력함으로써 DAS와 모뎀간에 원만한 원격계측 통신 기능을 발휘하였다.

해상국의 모뎀은 육상국의 호출을 인지하면 육상국에 통신 접속되었음을 알려 주고, 이어서 육상국으로부터의 데이터 전송 명령을 수신하면 센서 스캐닝 유닛의 데이터를 인터페이스 모드를 경유하여 입력한 다음, 음성용 VHF 무선 송수신기(출력 5 W)를 통하여 육상국으로 데이터를 전송하였으며, FSK 변조방식을 쓰고 있는 이 모뎀의 출력포트와 입력포트는 육상국과의 양방향 통신을 행하기 위하여 각각 무선 송수신기의 마이크 단자 및 스피커 단자에 연결한 결과 원격계측시스템이 원활한 송신 기능을 발휘하였다.

육상국에서는 음성용 VHF 무선 송수신기(출력 5 W)로 수신한 FSK 변조신호를 모뎀을 이용하여 복조한 다음, 노트북 컴퓨터로 원자료의 저장과 원 자료를 공학단위로 변환시켜 화면상에 나타나게 한 결과, 용존산소, pH 및 탁도를 해상국에서와 같이 양호한 기록으로 나타낼 수 있음을 확인하였다.

### 2. 가두리 養殖場에서의 水質環境의 日變化

1998년 1년중 조차가 가장 심한 한사리인 2월 27일~28일과 조금기인 3월 20일~21일 Fig. 3(a)의 육삼양어장에서 Fig. 4(a)와 같이 수질환경 원격계측시스템의 용존산소(D.O.), pH 및 탁도(SS) 등의 센서를 수층 10 m층에 위치하도록 설치하고 이들 수질환경 요소를 25시 관측하여 경과시간에 따른 일변화를 분석한 결과는 Fig. 5와 같다.

한사리인 경우는 Fig. 5(a)에서와 같이 pH는 평균 8.1로 거의 변하지 않고 일정한 값을 나타내어 이 양어장에는 다소 알칼리성을 띠고 있음을 알 수 있었다. 용존산소는 평균 8.7 mg/l 이었고, 그 변동폭은  $\pm 0.1$  mg/l로 비교적 안정된 변동을 하였다. 측정 당시의 수온은  $11.3^{\circ}\text{C}$ , 염분 33.8‰로 다소 낮았으므로 용존산소가 다소 증가하는 경향을 나타내었으며, Fig. 5(a)에서 보는 바와 같이 창

조류의 최강류가 흐르는 시기인 18시 29분(남남서류, 1.9 kt)과 익일 06시 39분(남남서류, 1.9 kt)에 다소 높아지는 현상을 나타내었다.

탁도는 평균 2.6 FNU로써 17시 30분에서 20시 사이의 최대값인 6 FNU 제외하고는 비교적 낮아 현탁하지 않고 맑은 경향을 나타내고 있다. 이 때의 투명도는 2.3 m이었고, 이에 대응하는 일반적인 탁도의 값 5 FNU에 비하면 더욱 낮은 경향임을 알 수 있다. 따라서, 측정당시의 수질환경은 평균적으로 pH 8.1, D.O. 8.7 mg/l, SS 2.6 FNU를 나타내어 알카리성에 비교적 맑고 깨끗하였음을 알 수 있었으며, 이와 같은 경향은 수온이 낮고 강한 조류의 영향으로 외부 유입수의 순환이 원활한 때문이라 생각된다.

조금 때인 경우는 Fig. 5(b)에서와 같이 pH는 평균 8.0으로 한사리 때와 같이 거의 변하지 않고 일정한 경향을 나타내었으며, 용존산소는 평균적으로는 8.5 mg/l였으나, 최고 9.0 mg/l, 최저 5.0 mg/l로 다소 큰 변동을 하였다. 측정당시의 수온

은 11.4 °C, 염분은 33.8 ‰로 한사리 때와 거의 같았으나 유속이 평균 0.1 kt로 아주 약하였으며, 최강시의 유향이 동북동과 서남서임으로 Fig. 4(a)에서 보는 바와 같이 가두리 축양조 내외의 물의 흐름이 주류를 이루고, 한사리 때보다는 외부의 물의 유입이 약하였던 때문이라 생각된다. 탁도 또한 평균 4.1 FNU로 한사리 때 보다 아주 높아 가두리 주변이 현탁하여 깨끗하지 못함을 알 수 있었다.

따라서, 조금 때에의 수질환경은 pH 8.0, D.O. 8.5 mg/l, SS 4.1 FNU를 나타내어 알카리성 수질을 나타내었으나 비교적 탁하고 흐린 환경임을 확인할 수 있었다.

### 3. 定置網 漁場에서의 水質環境의 日變化

1998년 6월 27일~28일 Fig. 3(b)의 능포수산정치망어장에서 Fig. 4(b)와 같이 수질환경 원격측정시스템의 D.O., pH 및 SS 등의 센서를 수중 5 m층과 10 m층에 위치하도록 설치하고, 수질환경

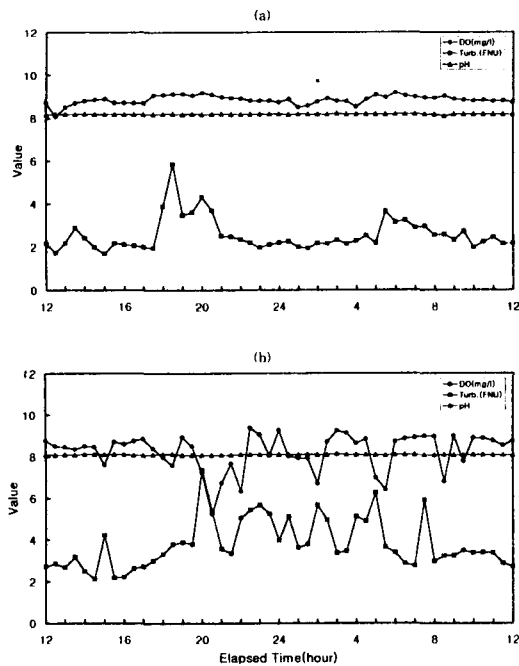


Fig. 5. Daily variation of the dissolved oxygen, pH and turbidity, in Yongsam aquafarm at 27<sup>th</sup> ~28<sup>th</sup>, February(a) and 20<sup>th</sup>~21<sup>th</sup>, March(b), 1998.

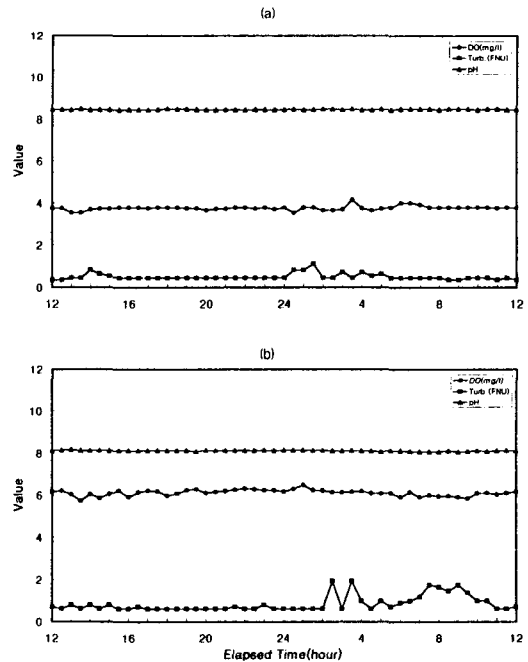


Fig. 6. Daily variation of the dissolved oxygen, pH and turbidity, underwater 5m layer(a) and 10m layer(b) in Nungpo setnet at 27<sup>th</sup>~28<sup>th</sup>, June, 1998.

요소를 25시 관측하여 경과시간에 따른 일변화를 분석한 결과는 Fig. 6과 같다.

Fig. 6(a)에서 5 m층에서의 pH는 평균 8.5로 거의 변하지 않고 일정한 값을 나타내었으며, D.O.는 평균 3.8 mg/l였고, 그 변동폭은  $\pm 0.05$  mg/l로서 비교적 안정된 값을 나타내고 있으나, 최강류 중 창조류가 흐르는 시기인 19시 28분(북북동류, 0.26 kt)과 익일 08시 11분(북북동류, 0.26 kt)에는 거의 큰 변화가 없었고, 낙조류가 흐르는 시기인 13시 45분(남남서류, 0.26 kt)과 익일 03시 45분(남남서류, 0.26 kt)에는 창조시보다도 다소 변화가 있음을 알 수 있었다. 이와 같은 원인은 Fig. 3(b)에서와 같이 창조시에는 D.O.센서의 위치가 정치망의 그물에 가리는 곳에 있으므로 외부 유입수가 적고, 낙조시에는 그와 반대의 흐름이기 때문에 외부 유입수가 큰 때문이라 생각된다. 또한, 탁도는 평균 0.5 FNU를 나타내었으나 낙조시 최강류가 흐르는 시기에는 용존산소와 같이 다소 주목할만한 변화가 있었다.

Fig. 6(b)에서 10 m층에서의 pH는 평균 8.1로 거의 변하지 않고 일정한 값을 나타내었으며, 용존산소는 평균 6.1 mg/l였고, 그 변동폭은  $\pm 0.25$  mg/l였다. 또한, 탁도는 12시부터 익일 02시까지는 평균 0.6 FNU로 일정하였으나 익일 02시~11시에는 최고 2.0 FNU까지 큰 변동을 나타내었다.

따라서, 정치망 어장에서의 수질환경은 수층과 시간이 경과함에 따라 다소 변동되고 있음을 알 수 있었다. 즉, pH는 5 m층에서는 8.5, 10 m층에서는 8.1을 나타내어 표층에 가까울수록 높은 것으로 나타났으며, 용존산소는 5 m층에서 3.8 mg/l, 10층에서는 6.1 mg/l를 나타내어 저층에 가까울수록 높은 현상을 나타내었고, 또한, 탁도는 5 m층에서 0.5 FNU, 10m층에서는 0.6 FNU를 나타내어 저층에서 약간 높아 표층 가까이보다 현탁한 것으로 나타났다.

#### 4. 魚類 分布生態의 日變化

1998년 2월 27일~28일 육삼양어장에서 Fig. 4(a)와 같이 원격어군탐지기를 설치하고 수질환경 원격계측과 동시에 측정하여 경과시간에 따른 어류의 수심별 반사강도(V)를 3차원으로 나타낸 결

과는 Fig. 7(a)와 같고, 경과 시간에 따른 수층별 변화를 평면도로 나타낸 결과는 Fig. 7(b)와 같다.

Fig. 7(a)에서 저층 20 m부근이 해저로서 평균 반사강도는 약 0.8 V를 나타내고 있고, 8 m부근에 가두리 축양조의 밑판 그물에 반사된 반사강도는 약 1.5 V인데, 시간에 따라 다소 변동을 보이고 있는 것은 물의 흐름에 따라 밑판 그물이 상하로 움직인 때문이라 생각되며, 어류들은 주로 3 m 이내에 분포하고 있다. Fig. 7(b)에서 시간 경과에 따른 어류의 이동생태를 보면 주간 중은 1 m 가까운 표층에 머물고 야간 중에는 2 m~4 m 수층에 머물고 있다가 일출과 함께 부상하고 일몰과 함께 하강하고 있음을 알 수 있다.

1998년 3월 20일~21일 육삼양어장에서 상기와 같이 실험한 결과는 Fig. 8과 같다. Fig. 8(a)에서 저층 20 m 부근이 해저로서 평균 반사강도는 약 0.5 V를 나타내고 있고, 8 m 부근에 축양조의 밑판 그물에 반사된 반사강도가 약 0.7 V로 나타났으며, Fig. 7(a)보다 다소 안정된 변화를 보였다.

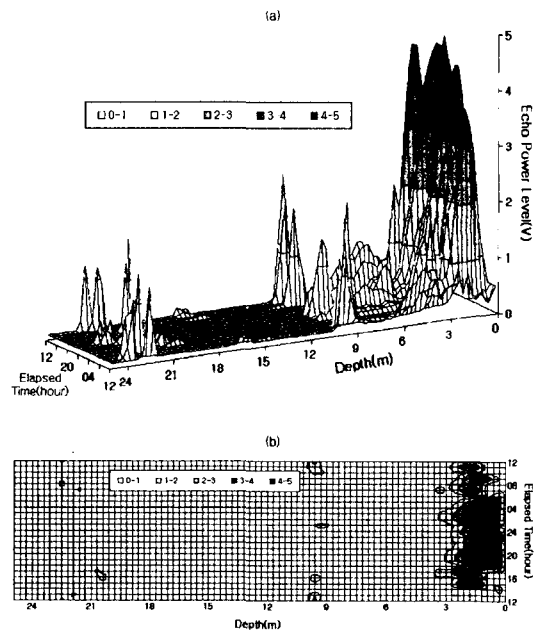
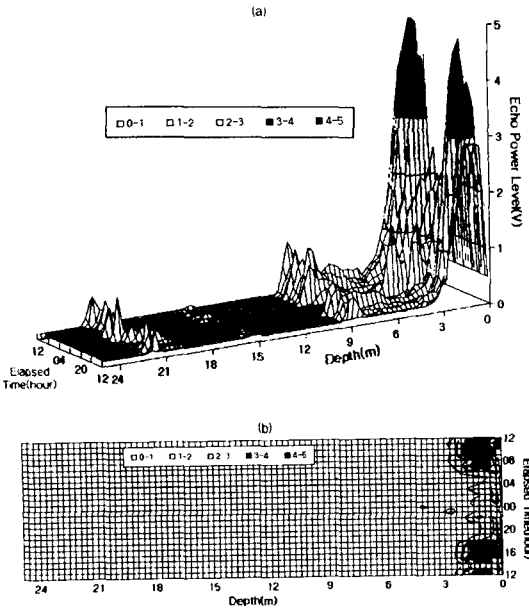


Fig. 7. Daily vertical distribution of fishes at 27<sup>th</sup>~28<sup>th</sup>, February, 1998 in Yousam aquafarm. (a) 3 dimension (b) 2 dimension

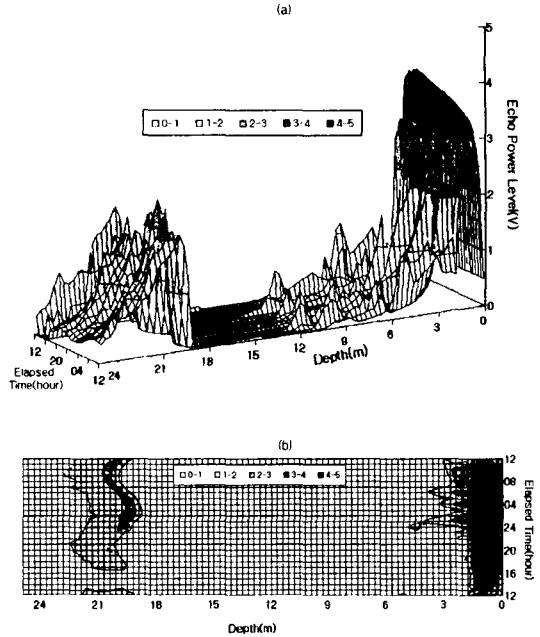


**Fig. 8. Daily vertical distribution of fishes at 20<sup>th</sup>~21<sup>th</sup>, February, 1998 in Yougsam aquafarm.**  
(a) 3 dimension  
(b) 2 dimension

이와 같은 현상은 측정 당시 기상이 2월 측정시는 평균풍속 10~15 m/sec로 해상상태가 좋지 못하였으나 이 때는 거의 평온한 상태였기 때문이라 생각된다. 그리고, 어군은 3 m층 이내에 분포하고 있다. Fig. 8(b)에서 시간경과에 따른 어류의 이동 상태를 보면 주간중은 1 m 가까운 표층에 머물고, 야간중에는 2 m~4 m 수층에 머물고 있다가 일출과 함께 부상하고 일몰과 함께 하강하고 있음을 알 수 있다.

또한, 1998년 6월 27일~28일 능포수산공사 정치망어장에서 Fig. 4(b)와 같이 원격어군탐지기를 설치하고 수질환경원격계측과 동시에 측정하여 경과시간에 따른 어류의 수심별 반사강도(V)를 3차원으로 나타낸 결과는 Fig. 9(a)와 같고 경과시간에 따른 수층별 변화를 평면도로 나타낸 결과는 Fig. 9(b)와 같다.

Fig. 9(a)에서 저층 18 m 부근이 해저로서 해저 반사강도는 2~3(V)를 나타내었으며, 10 m 부근에 상자망 그물의 밑판에 반사된 반사강도는 평균 0.5 V인데, 시간에 따라 다소 변동이 심한 것을 알



**Fig. 9. Daily vertical distribution of fishes at 27<sup>th</sup>~28<sup>th</sup>, June, 1998 in Nungpo setnet.**  
(a) 3 dimension  
(b) 2 dimension

수 있다. 이와같은 원인은 상자망 그물이 조류에 따라 상하로 유동한 때문이라 생각된다. 또한, 어류들은 6 m에서 표층까지 분포되고 있으며, 표층 부근에 주로 많이 분포되고 있음을 알 수 있다. Fig. 9(b)에서 시간경과에 따른 어류의 이동 상태를 보면 양식어류보다는 다소 깊은 곳에 분포되고 있으며, 주간 중은 표층에 머물고 야간 중에는 다소 깊은 곳으로 이동하고 있음을 알 수 있었다.

따라서, 가두리 양식어장의 양식어류나 정치망의 상자망에 입망된 어류들과 같이 제한된 공간에서는 주로 주야별에 따라 수직운동을 하고 있음을 알 수 있고, 조류의 세기에 따라 그물의 형상의 변화에 따라 주로 행동하고 있음을 알 수 있었다.

### 5. 物理的, 化學的 水質環境과 魚類의 分布生態

수질환경 원격계측시스템과 원격어군탐지기를 이용하여 연안 가두리양식장과 정치망어장에서 측정한 수온, 염분, 유향, 유속 및 환경 소음 등의 물리적 수질환경요소와, 용존산소,

탁도 등의 화학적 수질환경요소, 그리고, 그때의 어류의 분포생태의 관계를 상호 비교 검토한 결과는 다음과 같다.

여기서, 지금까지 측정된 자료들은 모두 측정된 장소가 한정되어 있고 또한, 장기적이고 연속적으로 관측한 것이 아니므로 자료들 중 가장 양호한 자료를 이용하여 시간경과에 따른 일변화를 중심으로 분석하고 해양환경과 어류의 분포생태를 신속하고 정밀하게 파악할 수 있는 원격계측시스템 모델로서의 역할에 대해 검토하였다.

Fig. 10은 1998년 2월 27일~28일 육삼양어장에서 수질환경 원격계측시스템과 원격어군탐지기를

이용하여 측정된 결과를 경과 시간에 따라 물리적 환경요소인 수온, 염분, 유향, 유속, 환경소음과 화학적 환경요소인 용존산소, pH, 탁도 등과 어군의 수직분포를 함께 나타낸 것이다.

Fig. 10(a)는 물리적 환경요소의 일변화를 나타낸 것으로서 수온과 염분은 각각 11.4 °C, 33.8 ‰로 거의 일정하였고, 유향과 유속은 창조시에 북북동류가 최대 1.9 kt, 낙조시에 남남서류가 최대 1.9 kt 흘렀으며, 환경소음은 야간 중인 18시경부터 익일 05시까지의 평균 105.7 dB로써 거의 일정하였으나, 주간에는 평균 109.0 dB을 중심으로 ± 2 dB정도의 편차가 있음을 알 수 있었다.

Fig. 10(b)은 화학적인 환경요소의 일변화를 나타낸 것으로서 pH는 8.1로 거의 일정하였고, 용존산소는 평균 8.7 mg/l, 탁도는 2.6 FNU를 나타내었으며, 용존산소와 탁도는 낙조시 최강류가 흐를 때 주목할만한 변화를 가져와 산소용존량과 탁도는 유향, 유속의 영향을 받고 있음을 알 수 있었다.

Fig. 10(c)은 해양환경요소 측정당시의 축양조내의 어류의 수직 분포를 나타낸 것으로 그림에서 야간 중에는 어류가 표층에 가까운 0.6~1.4 m 층에 주로 부상하여 분포하고, 주간 중에는 1.4~2.4 m 층으로 하강하여 분포하고 있음을 알 수 있었다.

따라서, 수질환경원격계측시스템과 원격어군탐지기를 이용하면 실시간으로 그날 그날의 환경변화와 어군분포생태를 파악할 수 있음을 확인할 수 있었다.

또한, Fig. 11은 1998년 6월 27일~28일 능포수산 정치망어장에서 수질환경 원격계측시스템과 원격어군탐지기를 이용하여 측정된 결과를 경과 시간에 따라 환경요소 및 어류 분포생태를 분석하여 나타낸 것이다.

Fig. 11(a)에서 수온과 염분은 각각 20.2 °C, 34.0 ‰로 거의 일정하였고, 유향과 유속은 창조시에는 북북동류가 최대 1.2 kt, 낙조시에는 남남서류가 1.2 kt 흘렀다. 또한, Fig. 11(b)에서 화학적 환경요소인 pH는 8.0으로 거의 일정하였고, 용존산소는 평균 3.8 mg/l, 탁도는 평균 0.5 FNU를 나타내었으나 02시~11시까지는 다소 크게 변동하는 것으로 나타났다. 그리고, Fig. 11(c)은 정치망의 상자망 내의 어류의 수직분포를 나타낸 것으로

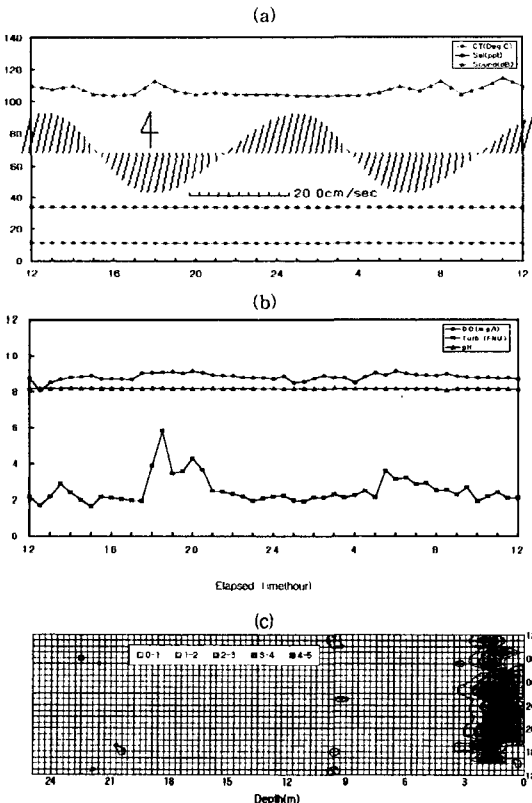


Fig. 10. Relation between physical, chemical environment factor of the quality of sea water and vertical distribution of fishes at Yongsam aquafarm in 27<sup>th</sup>~28<sup>th</sup>, February, 1998.

- (a) Physical environment factor
- (b) Chemical environment factor
- (c) Vertical distribution of fishes



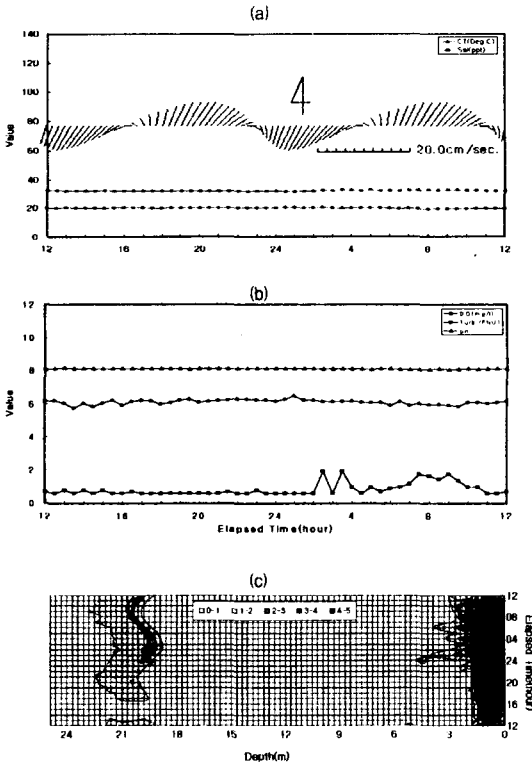


Fig. 11. Relation between physical, chemical environment factor of the quality of the seawater and vertical distribution of fishes at Nunapo setnet ground in 27<sup>th</sup>~28<sup>th</sup>, June, 1998.

- (a) Physical environment factor
- (b) Chemical environment factor
- (c) Vertical distribution of fishes

로, 1일 중 거의 표층에서 1.5 m 수층까지 분포하였으며, 오전 중에는 3 m 수층까지 분포하는 것으로 나타났다.

따라서, 정치망 어장에서도 수질환경원격계측시스템과 원격어군탐지기를 이용하면 실시간으로 그날의 환경변화와 정치망 내의 어군의 분포 생태를 파악할 수 있음을 확인할 수 있었다.

#### 6. 水質環境과 魚類分布生態 遠隔計測 시스템에 의한 測定資料 分析結果 表示시스템 構成

수질환경과 어류 분포생태 원격계측시스템으로 원격계측하여 육상국의 노트북컴퓨터에 수록하여

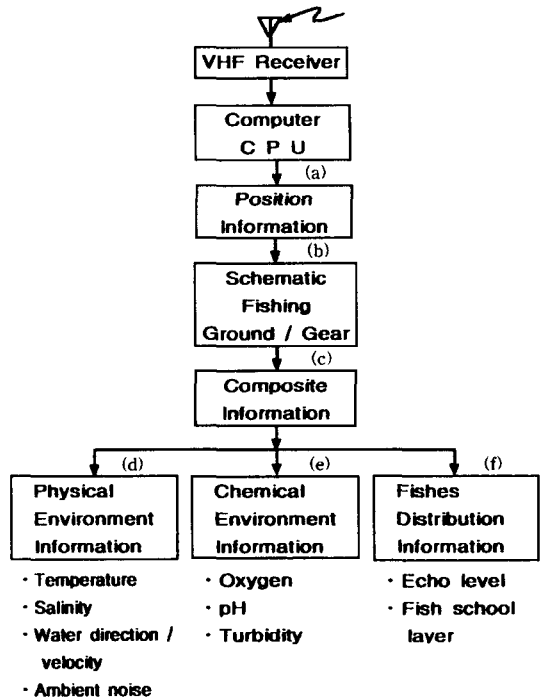


Fig. 12. Schematic of display system by the result of data analysis.

분석한 자료들은 일목요연하고 체계적으로 모니터 상에서 쉽게 인식할 수 있도록 구성된 표시시스템은 Fig. 12와 같다.

Fig. 12에서 측정된 자료들은 측정위치정보별 종합정보, 물리적 환경정보, 화학적 환경정보 및 어류분포생태정보로 나누어 표시되도록 구성하였으며, 1998년 2월 27일~28일 육상양어장에 측정된 자료를 모니터에 나타낸 결과는 Fig. 13과 같다.

Fig. 13은 조사 대상해역의 어장관리에 필요한 자료를 얻을 수 있도록 정보처리한 것으로써, 화면의 오른쪽 [Menu]를 통해 원하는 정보가 왼쪽 화면에 표시되는 일례를 나타낸 것이다. Fig. 13에서 (a)는 측정어장의 위치정보, (b)는 측정어구배치정보, (c)는 종합적인 측정자료정보, (d)는 물리적 수질환경정보, (e)는 화학적 수질환경정보, (f)는 어류분포생태정보를 나타낸 것으로 필요에 따라 원하는 수역의 해양환경정보와 어류분포생태정보를 실시간으로 구할 수 있다.

따라서, 본 연구에서 개발 구성한 수질환경과 어류 분포생태 원격계측시스템을 이용하면 실시

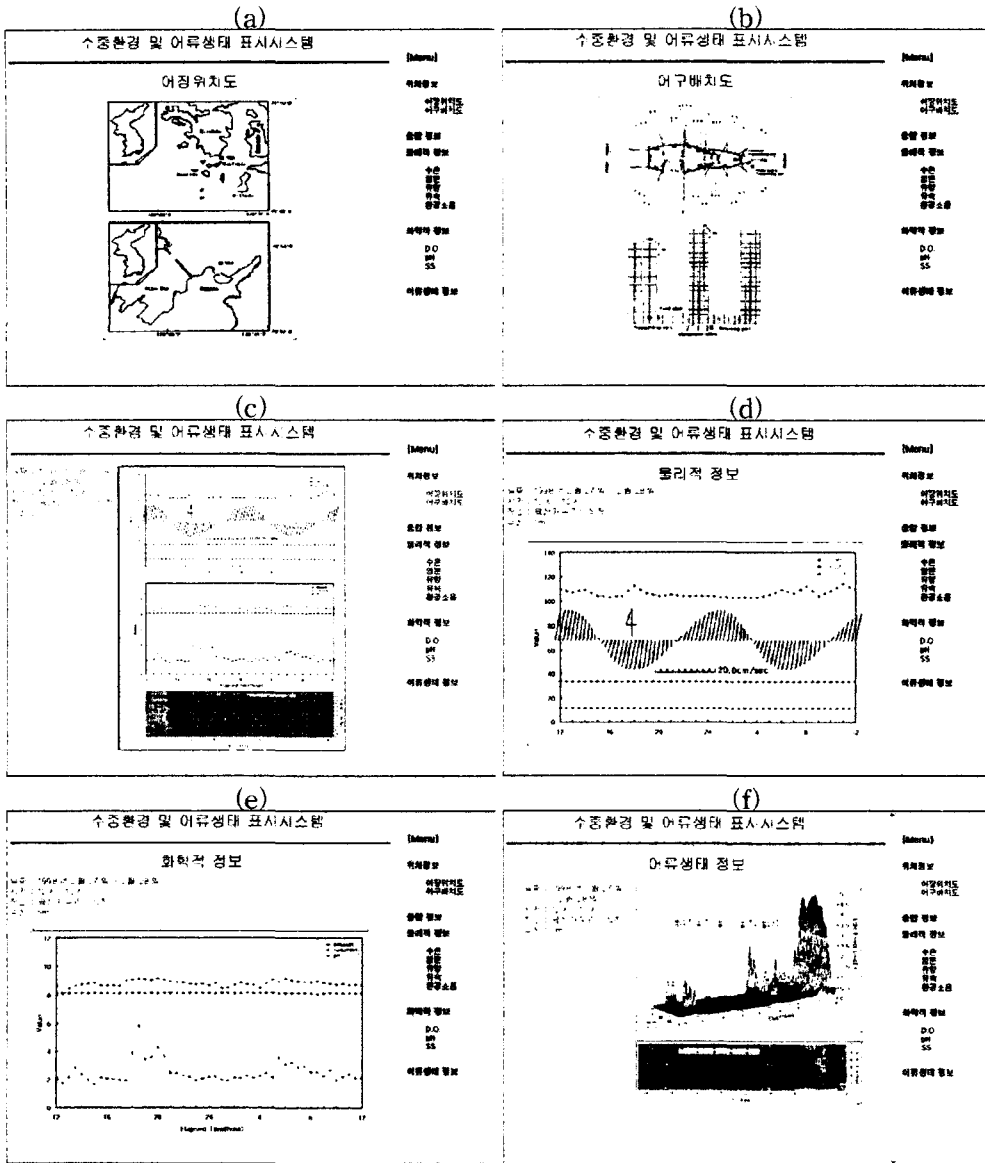


Fig. 13. Monitor display by the information of measuring position.

- (a) Display for the observed position
- (b) Display for the observed fishing ground and fishing gear
- (c) Display of the composite information
- (d) Physical environment information
- (e) Chemical environment information
- (f) Vertical distribution information of fishes

간으로 필요한 정보를 얻을 수 있을 것으로 생각되며, 아직 실질적인 구성을 하지 못한 원격계측 시스템으로부터 결과 표시시스템 변환을 위한 하

드웨어와 소프트웨어에 대한 실질적인 연구가 지속되어야 할 것이다.

要 約

양식어업과 정치망어업의 생산과 관리를 효율적으로 행할 수 있는 기초자료를 마련하기 위해 어류의 서식환경과 분포생태를 원격으로 측정할 수 있는 시스템을 구축하여 1997년 10월부터 1998년 6월까지 경남 통영군 산양면 성지실업 육삼양어장과 경남 장승포시 능포리 소재 능포수산공사 정치망어장에서 용존산소(D.O.), pH 및 탁도(SS) 등의 수질환경요소와 어류의 분포생태를 원격계측시스템을 이용하여 측정 분석하였고, 또한, 제1차, 제2차년도에서 실시한 수온, 염분, 유향, 유속 및 수중소음 등에 대한 물리적인 환경요소들도 함께 측정하여 종합 분석, 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 해상국으로부터의 용존산소, pH 및 탁도의 화학적 수질환경 정보를 음성용 VHF 무선 송수신기로 수신한 FSK 변조신호를 모뎀을 이용하여 복조한 다음 노트북 컴퓨터로 원자료의 저장과 공학단위로 변환시켜 화면상에 나타내게 한 결과 해상국의 원자료와 동일한 결과를 얻게되어 원격제어 시스템의 기능이 원활함을 확인할 수 있었다.

2. 가두리 양식장에서 25시 관측한 화학적 수질환경은, 한사리인 경우 평균적으로 pH 8.1, 용존산소 8.7 mg/l, 탁도 2.6 FNU를 나타내어 알카리성에 비교적 맑고 깨끗하였으며, 조금시에는 pH 8.1, 용존산소 8.5 mg/l, 탁도 4.1 FNU를 나타내어 다소 험탁한 현상을 나타내었다. 이와같은 원인은 유향과 유속 때문에 가두리 축양조내의 해수의 유입 정도에 영향을 받았기 때문으로 판단되었다.

3. 정치망어장에서 25시 관측한 화학적 수질환경은, 5 m층에서는 평균적으로 pH 8.5, 용존산소 3.8 mg/l, 탁도 0.5 FNU를 나타내었고, 10 m층에서는 평균적으로 pH 8.1, 용존산소 6.1 mg/l, 탁도 0.6 FNU를 나타내어 저층일수록 용존산소는 많이 분포되나 탁도는 약간 높아 다소 흐린 것으로 판단되었다.

4. 가두리 축양조내에서의 어류는 주간중은 1 m 가까이 표층에 분포하고, 야간중에는 2~4 m층에 머물다 일출과 함께 부상하고 일몰과 동시에 하강하는 경향을 나타내었으며, 정치망의 상자망

내에서의 어류는 주간중은 표층 가까이 머물고 야간중은 6 m수층까지 하강하여 분포하는 경향을 나타내었다.

5. 연안 가두리 양식장과 정치망어장에서 수온, 염분, 유향, 유속 및 환경소음 등의 물리적 수질환경요소와 용존산소, pH, 탁도 등의 수질환경요소 등을 측정할 수 있는 원격계측시스템과 원격어군탐지기를 이용하여 수질환경과 어류의 분포생태를 비교분석한 결과 실시간으로 매일 매일의 환경변화와 어군분포생태를 파악할 수 있는 시스템임을 확인할 수 있었다.

추후에는 이러한 원격 측정 자료를 단일화 시스템으로 집약화하는 시스템 개발이 진행되어야 할 것으로 생각된다.

參考文獻

1. Shin, H. O. and H. I. Shin (1987) : Telemetry of the underwater noise, Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 23(1), 11~17.
2. Matsukawa, Y. Y., H. Sato and A. Tanabe (1988) : Culture(Water quality) monitor system, Technical Report No. 26, 14~20.
3. Shin, H. I., D. J. Lee, H. O. Shin, W. W. Lee and J. Y. Ahn (1994) : Development of the underwater telemetry system to monitor the behavior of fish ( I ), Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 30(4), 263~272.
4. Lee, W. W., H. I. shin, D. J. Lee and H. O. Shin (1994) : Studies on the trial manufacture of telesounder and its application-I, Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 30(3), 135~141.
5. Lee, W. W., H. I. Shin, D. J. Lee and H. O. Shin (1995a, 1995b) : Studies on the trial manufacture of telesounder and its application -II, III, Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 31(1), 54~73.
6. Shin, H. O., D. J. Lee, H. I. Shin, G. D. Yoon, J. K. Kim and K. Y. Kim (1995) : Development of the PC based color fish finder, Bull. Korean Fish. Tech. Soc. 31(3), 247~255.
7. Shin, H. I., W. A. An and H. O. Shin (1997) : A study on the Telemetry system for the inhabitant environments and distribution of fish-I(sea temperature, salinity and distribution of fish), Bull. Korean Fish. Tech. 33(4), 321~333.