

BSPE 97637-00-1049-7

장목 분소 해양 및 환경 관측 Station 구축 사업

Construction for the Ocean and Environment Observation  
Station in Changmok

1997. 12.

한국해양연구소

# 提出文

韓國海洋研究所長 貴下

본 보고서를 “장목 분소 해양 및 환경 관측 Station 구축” 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

1997. 12

韓國海洋研究所

연구 책임자 : 全 鎬 景 ( 海洋器機室 )  
연구 인 : 威 錫 賢 ( 海洋器機室 )  
          朴 東 元 ( 海洋器機室 )  
          魚 泳 湘 ( 海洋器機室 )

# 要約文

I. 제목 : 장목 분소 해양 및 환경 관측 Station 구축 사업

II. 연구 개발의 목적 및 중요성

1. 목적

- 장목분소의 2단계 발전계획의 일환으로 임해연구소 주요 기능인 각종 해양 관측 연구 및 실험을 할 수 있는 Station 구축

2. 중요성

- 장목 분소 해양 특성 및 환경요소 장기 관측 및 실험장으로 응용
- 해양오염, 환경변화, 특히 적조 및 기상특성 관련자료 장기관측, 자료축적
- 장기적인 기술 축적을 통하여 우리 나라 전역에(울릉도, 독도, 선감도 등) 세워질 자료 관측 Station의 중심적인 고정국으로 확대 운용
- 현장위주의 실제적 실험과 응용으로 양질의 자료생산

### III. 연구 개발의 내용 및 범위

- 자료 전송체계 및 부이제작기술 축적을 바탕으로 고정 관측 Station기능 확장 및 실험
- 장기적인 조석 자료 획득
- 관측 센서의 특성실험 및 신뢰성 검증
- 시스템 운용소프트웨어 분석, 문제점 보완 Version Up 실험
- 해양연구소 전용 해양자료 전송을 위한 고정 주파수 선택

### IV. 연구 개발 결과 및 활용에 대한 건의

- 장목 분소에 체계적인 기상 및 해양 관측 Station을 통해 장비 운영의 검증 및 신뢰도 구축
- 지역사회, 산업계 및 관련기관 기술저변확대
  - . 공동기술 협력 추진
  - . Data telemetering & Real Time Monitoring 기술 축적
- 해양관측 장비의 국산화 선도적 역할 및 경제적 효과 증대
- 선진 해양 기술 국들과의 실질적인 기술 교환 확보 및 활용
- Sensor 기술 ( 응용, 개발 )
- 향후 예상되는 환경오염, 기상 이변 등 생활에 직접적이고 핵심적인 자료 체계수립
- 연안 또는 광역 해역에서의 확산 실험 및 해수 순환, 표층 수온 등 해양의 구조 파악과 규명 연구에 이용
- 각종 모델링의 보정 자료로서 활용
- 인공위성을 이용한 자료 전송 및 획득 등 미래 지향적 첨단 기술 축적의 기초 마련
- 조석 관측 스테이션으로 활용

# SUMMARY

I. Title: Construction for the Ocean and Environment Observation  
Station in Changmok

II. The purpose and importance of study development

1. Purpose

- The construction of the station which can make an experiment and study on several the ocean observations of the main function of a marine research center as the second phase of the development plan of Changmok branch of KORDI

2. Importance

- Application as the observation and experiment places for the long-term ocean characteristics and environmental elements in Changmok branch of KORDI
- Accumulation of the data for the ocean contamination, environmental changes, especially the related red tide and meteorological characteristic observations for a long period of time
- Extensive use as a fixed station centered, which will be set up for the data observation, at all the area of our country (Ulreungdo, Dokdo, Sungapdo etc) through a long-term technological accumulation
- Production of data in good quality in terms of the practical experiments and applications the actual spot

### III. The content and coverage of study development

- The function extension and experiment of a fixed observation station which is based upon the technological accumulations of data transmission system, buoy manufacture
- Verification of the characteristic experiment and reliability for the observation sensors
- Software Analysis for utilizing system, version up experiment for problem modification
- Selection of a fixed frequency to transmit the ocean data for the exclusive use of KORDI

### IV. Recommendation to the results and applications of study development

- Establishment of verification and reliability for operating the instruments through the systematic ocean and meteorological observation station in Changmok branch of KORDI
- Extension of the technological base for a community, the industrial world, related organizations
  - Promotion of communal technology cooperation
  - Accumulation of data telemetering & real time monitoring technologies
- Step-up of leading role and economic effect for localizing the ocean observation equipments
- Security and application of substantial technology exchange with the advanced nations in ocean technology
- Sensor technology (application, development)

- Establishment of the data system, which is direct and fundamental to living, such as the expected environmental contaminations, meteorological events, etc hereafter
- Utilization of the Understanding and proof study of the ocean structure such as the extensive experiments of water temperature cycle, near surface water temperature on the coast and large area of the sea
- Utilization as revision data for all sorts of modeling
- Preparation of the foundation to the future oriented technologies accumulation such as data transmission and acquisition, etc using an earth satellite
- Utilization as a tide observation station.





# 目 次

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 제출문                        | 1  |
| 요약문                        | 3  |
| Summary                    | 5  |
| 목차                         | 9  |
| List of Figures            | 13 |
| List of Tables             | 14 |
| 제 1 장 서 론                  | 15 |
| 제 2 장 해양 관측 Buoy 특성고찰 및 현황 | 16 |
| 제 1 절 관측 Buoy의 종류 및 특징     | 17 |
| 1. 일반적인 해양 및 기상 관측 부이특성    | 18 |
| 1) Seawatch Buoy           | 18 |
| 2) TACCS                   | 21 |
| 3) Endeco /YSI             | 22 |
| 4) CMB                     | 25 |
| 5) Smart - 800             | 27 |
| 6) Wave Scan               | 33 |
| 7) TGPS(KORDI)             | 35 |
| 8) TTPS(KORDI)             | 38 |
| 제 2 절 센서 구성                | 41 |
| 1. 구성                      | 41 |
| 2. 센서의 특성                  | 43 |
| 제 3 절 전자회로 및 체계            | 51 |
| 1. 전송체계                    | 51 |
| 2. 전파특성                    | 54 |
| 3. 자료전송 및 수신               | 55 |

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 제 3 장 Buoy Station 운영 | 59 |
| 제 1 절 계류 종류 및 방법      | 59 |
| 제 2 절 환경 및 설치         | 64 |
| 1. 주변 환경              | 64 |
| 2. 설치                 | 64 |
| 제 3 절 소내 및 현장 실험      | 66 |
| 1. 실험 및 운용            | 66 |
| 2. 관측자료               | 67 |
| 제 4 절 국내외 현황 및 사례     | 72 |
| 1. 영국                 | 72 |
| 2. 일본                 | 76 |
| 3. Canada             | 79 |
| 4. 벨기에                | 80 |
| 5. 한국                 | 81 |
| 제 4 장 결론 및 건의         | 87 |
| 참고문헌                  | 88 |

# Contents

|   |    |
|---|----|
| Summary (Korean) -----  | 3  |
| Summary (English) -----   | 5  |
| Contents -----  | 9  |
| List of Figures -----   | 13 |
| List of Tables -----  | 14 |
| Chapter 1 Introduction -----  | 15 |
| Chapter 2 Characteristic consideration and the present condition<br>of the ocean observation buoy ----- | 16 |
| Section 1 Class and characteristic of the observation buoys -----                                       | 17 |
| 1. General buoy characteristic of ocean and<br>meteorological measurement -----                         | 18 |
| 1) Seawatch Buoy -----  | 18 |
| 2) TACCS -----  | 21 |
| 3) Endeco /YSI -----  | 22 |
| 4) CMB -----  | 25 |
| 5) Smart - 800 -----  | 27 |
| 6) Wave Scan -----  | 33 |
| 7) TGPS(KORDI) -----  | 35 |
| 8) TTPS(KORDI) -----  | 38 |
| Section 2 Sensor structure -----  | 41 |
| 1. Structure -----  | 41 |
| 2. Sensor characteristic -----  | 43 |
| Section 3 Electronic circuit and system -----   | 51 |
| 1. transmission system -----  | 51 |
| 2. Electric wave characteristic -----   | 54 |
| 3. Data transmission and reception -----  | 55 |

|   |    |
|---|----|
| Chapter 3 Operation of buoy station -----                           | 59 |
| Section 1 Mooring pattern and method -----                          | 59 |
| Section 2 Environment and installation -----                        | 64 |
| 1. Surrounding environment -----                                    | 64 |
| 2. Installation -----   | 64 |
| Section 3 Inside of KORDI and the actual spot experiment -----      | 66 |
| 1. Experiment and operation -----                                   | 66 |
| 2. Observation data -----   | 67 |
| Section 3 The present conditions, examples at home and abroad ----- | 72 |
| 1. U.K. -----   | 72 |
| 2. Japan -----  | 76 |
| 3. Canada -----   | 79 |
| 4. Belgium -----  | 80 |
| 5. Korea -----  | 81 |
| Chapter 4 Conclusion and suggestion -----                           | 87 |
| Reference -----   | 88 |

## List of Figures

|  |    |
|--|----|
| Fig. 1. Seawatch Buoy  | 20 |
| Fig. 2. TACCS Buoy   | 22 |
| Fig. 3. Endeco buoy (Small Size)                               | 23 |
| Fig. 4. Endeco Buoy (Large Size)                               | 24 |
| Fig. 5. CMB Buoy   | 26 |
| Fig. 6. Smart - 800  | 32 |
| Fig. 7. Wavescan data buoy                                     | 34 |
| Fig. 8. Consist of TGPS  | 36 |
| Fig. 9. Configuration of TTPS buoy                             | 39 |
| Fig. 10. Consist of observation system sensors                 | 42 |
| Fig. 11. Data acquisition process                              | 44 |
| Fig. 12. Data transmission organization                        | 53 |
| Fig. 13. Tx frequency and power of transmitter                 | 56 |
| Fig. 14. Spectrum analyzer of transmitter                      | 56 |
| Fig. 15. Modulation of transmitter                             | 57 |
| Fig. 16. Consist of Receiving Deck Unit                        | 58 |
| Fig. 17. Block diagram of RF(Tx, Rx) modem                     | 58 |
| Fig. 18. Generic forms of surface buoy hull                    | 60 |
| Fig. 19. Shallow water surface mooring                         | 62 |
| Fig. 20. Deep sea mooring                                      | 63 |
| Fig. 21. Installation point of observation system              | 65 |
| Fig. 22. Circuit block diagram of seawater temperature circuit | 68 |

|   |       |    |
|---|-------|----|
| Fig. 23. Sea surface Temperature ( I )                            | ----- | 70 |
| Fig. 24. Sea surface Temperature ( II )                           | ----- | 71 |
| Fig. 25. A complete view of SOC                                   | ----- | 73 |
| Fig. 26. 해양오염 및 생화학적 변화를 관측하는 Toroid Buoy                         | ----- | 75 |
| Fig. 27. Schema of Ocean Acoustic Tomography System configuration | ---   | 77 |
| Fig. 28. Buoy structure of Japan                                  | ----- | 78 |
| Fig. 29. Observation point of meteorological buoy                 | ----- | 82 |
| Fig. 30. Wave observation network of MOMAF                        | ----- | 84 |
| Fig. 31. Configuration of marine observation station              | ----- | 85 |
| Fig. 32. Observation buoy of KORDI                                | ----- | 86 |

## List of Tables

|  |       |    |
|--|-------|----|
| Table. 1. 일반적으로 널리사용되고 있는 국내외 해양관측<br>부이 현황 및 비교 | ----- | 17 |
| Table. 2. Specification of TGPS                  | ----- | 37 |
| Table. 3. Standard Specification of TTPS         | ----- | 38 |
| Table. 4. Telemetry power and current            | ----- | 51 |
| Table. 5. Specification of SOC sensors           | ----- | 74 |
| Table. 6. Meteorological observation buoy        | ----- | 81 |

## 제 1 장. 서론

한국해양연구소 중·장기 발전계획의 일환인 제 2차 장목기지 발전계획을 현실성과 신뢰성이 있는 목표를 위해서 우선 장목기지 주변해역에 해양환경과 기상 등을 장기적으로 관측하고 분석기록 할 수 있는 고정관측 부이스테이션과 Pier부근에 조위를 관측할 수 있는 조위계(Tide Gauge)를 설치하여 앞으로 계속적인 관측을 할 것이다. 또한 부이 스테이션을 각 연구부에서 필요한 해양관련 센서의 현장 실험장으로 활용토록 할 것이다.

특히 장목기지 주변은 생화학적 변화가 심하며 적조의 발생빈도가 증가하고 있다. 이러한 분야의 연구를 규명하고 대처하기 위한 관측장비 및 관측 Station이다. 이러한 목적을 위해서 금번 연구에서는 부이제작에 필요한 예산을 효율적으로 집행하고자 밀접한 관계가 있는 “해양 무인 종합관측 부이 국산화 개발연구” 사업과 연계시켜서 Channel을 확장하고 필요한 센서의 일부를 구매 보완하고 제작하여 한국해양연구소 장목 분소에 설치 시험 중에 있다.

구체적으로 이 관측시스템 부이 Hull은 순수 국내제작을 하였고 센서는 일부 국내제작(수온센서), 일부는 국외제품을 이용하였다. 전자적인 실험과 수조에서의 Buoy hull의 특성 실험 및 하드웨어 개조작업 등 많은 노력이 필요했다.

이미 축적된 자료전송, 수신기술을 바탕으로 종합 해양 및 환경 관측 Station과 향후('98) 조석 관측 장비를 설치하고 또한 울릉도, 선감도 등의 관측스테이션과 연계되는 망을 구축할 것이다.

## 제 2 장 해양관측 Buoy 의 특성고찰 및 현황

해양 기술 개발은 일반적으로 지금까지의 전통적인 방법론에 근거하여 오로지 해양 연구선으로만 수행되어 지는 것으로는 도저히 해결 할 수 없는 수천 수만 배의 능률과 처리속도의 빠른 방법의 해결책으로 발전해가고 있다. 즉 문제의 해결은 인간의 직접적인 노동력의 한계를 벗어난 무인동력의 자동관측장비의 개발이나 수천 킬로미터 상공에서 지구의 해표면을 항시적으로 관측하고 조사할 수 있는 위성을 이용하는 방법으로 빠르게 변화되고 있는 것이다. 앞으로 21세기에서는 자동측정시스템(Automated Measurement System), 자동시료채집기(Automated Sample Collector) 등과 같이 해수중이나 해저, 표층 등에서 원격음향탐사기술, 종합관측부이시스템 등의 기술혁명이 일어나 일반 연구선에서 획득하는 내용보다 더욱 효율적, 경제적, 과학적인 방법이면서 훨씬 저 비용으로 탄력적인 연구가 이루어질 것이다.



제 1 절. 관측 Buoy의 종류 및 특징

해양의 특성을 관측하기 위한 부이에는 Table 1과 같이 다양한 종류가 있다. 그러므로 해양 관측에 알맞은 부이를 선택하는 것은 우선 연구분야 및 목적, 부이의 특징, 우리 나라 해양 환경에 알맞은 조건 및 설치 관리, 운영 등 종합적인 문제를 고려해야 한다.

Table. 1. 일반적으로 널리 사용되고 있는 국내의 해양관측부이 현황 및 비교

| 장비명(Buoy)     | 특징 또는 용도   | 제작사/국가          | 구매가격 (추정)    | 기 타                  |
|---------------|--|-----------------|--------------|----------------------|
| 1)CBM 연안 관측부이 | 내만 또는 천해에서 기상관측<br>직경 90cm 구형<br>VHF 대 무선전송 출력 50mw<br>표층수온감지 가능   | Aanderaa Norway | 40,000\$     | 계류비용 저렴              |
| 2)Seawatch    | 해양특성 및 기상관측<br>해양오염측정센서부착<br>직경 1.2m 450 kg<br>높이 6.5m             | Oceanor Norway  | 150,000\$ 이상 | 계류비용 대               |
| 3)TACCS       | 무선, 유선, 위성통신식 가능<br>표층, 연직 수온관측가능<br>직경12cm, 길이 60cm<br>상부 원형부표 설치 | Saltantic 미국    |              | 계류비용 저렴              |
| 4)Waverider   | 직경 90cm, 1m구형<br>전원 장기간사용<br>VHF, 200mw<br>수온, 파고관측<br>야간경고 등 부착   | Data well 네덜란드  | 25,000 \$이상  | 계류비용 대               |
| 5)Discus Buoy | 3m discus 형<br>해양기상관측용<br>대양 및 연근해용                                | Axys 캐나다        | 200,000\$    | 계류비용 대 (대형선박 및 장비필요) |
| 6)Normad Buoy | 6 m (10 ton) 대형<br>심해 장기 계류용<br>기상관측<br>보수 유지 비용 필요                | AXYs 캐나다.       | 1,200,000\$  | 계류비용 대 (대형선박 및 장비필요) |

| 장비명(Buoy)                | 특징 또는 용도  | 제작사/국가      | 구매가격<br>(추정)   | 기 타            |
|--------------------------|---|-------------|----------------|----------------|
| 7)TTPS                   | 표층, 연직 수온관측<br>소형 경량, 취급용이<br>보수, 유지 편리<br>VHF, 1w<br>프로그램 간단                 | KORDI<br>한국 | 8,000\$        | 계류비용<br>저렴     |
| 8)TGPS                   | 표층 수온 관측<br>표층해류, 이동물체 관측<br>소형경량 40cm 구형<br>무선이용 10w<br>연안역 실시간 해류 관측 적<br>합 | KORDI<br>한국 | 5,000\$        | 계류비용<br>저렴     |
| 9)Smart -<br>800 Oceanor | 파고 및 파향 관측<br>Coastal erosion modelling<br>사용<br>GPS 기술도입<br>무선이용 자료전송        | Norway      | 40,000<br>\$이상 | 계류비용<br>저<br>렴 |
| 10)Wave scan             | Wave 관측<br>Solar Cell Power 구성<br>Inmarsat-C 사용                               |             |                |                |

## 1. 일반적인 해양 및 기상 관측 Buoy 특성

### 1) Seawatch Buoy : Oceano : Norway ( Fig. 1 참조 )

해양 및 기상 상태를 실시간으로 관측하고 예측하기 위하여 제작된 부이로서 비행접시 모양의 중심에 표층과 수중에 골격을 기초로 하여 수직적으로 세운 기둥에 각종 센서를 부착했다. 이 부이의 특징은 해양의 오염 및 환경 모니터링에 적합하게 설계하였다.

전자적인 처리와 인터페이스를 위해 최소한의 전력을 소모하며, 거친 바다의 상태에서도 유지관리 없이 몇 개월을 버틸 수 있다. 자료 획득은 GENI라는 Software에 의하여 이루어지며 빠른 속도로 정확한 자료를 얻고 처리한다.

이 부이는 다양한 센서와 전송 시스템으로 사용자의 요구에 따라 자료 획득 및 처리를 할 수 있다. 모든 자료는 실시간으로 전송되고 또한 부이 내부에 Harddisk로 저장된다.

가. 부표 특성

- 중량 : 450 Kg
- 높이 : 6.6 m
- 직경 : 1.2 m
- 재료 : 알루미늄, divynycell
- 전원 : 14.7 V 태양전지

나. 센서

- 파랑
- 풍속 및 풍향
- 기온 및 기압
- 해류
- 조류(Algae) 센서
- 영양염
- 용존 산소
- 방사능
- 연직 수온 및 염분
- 기타

다. 자료처리

- GENI processor unit
- 저 소모전력
- 16/32 아날로그 채널
- 6개의 RS-232C port
- 다중 프로토콜 통신 제어기능
- 실시간 작동기
- Modular Turbo C++ Software
- 알고리즘: 신호 상태분석 및 자료 전송

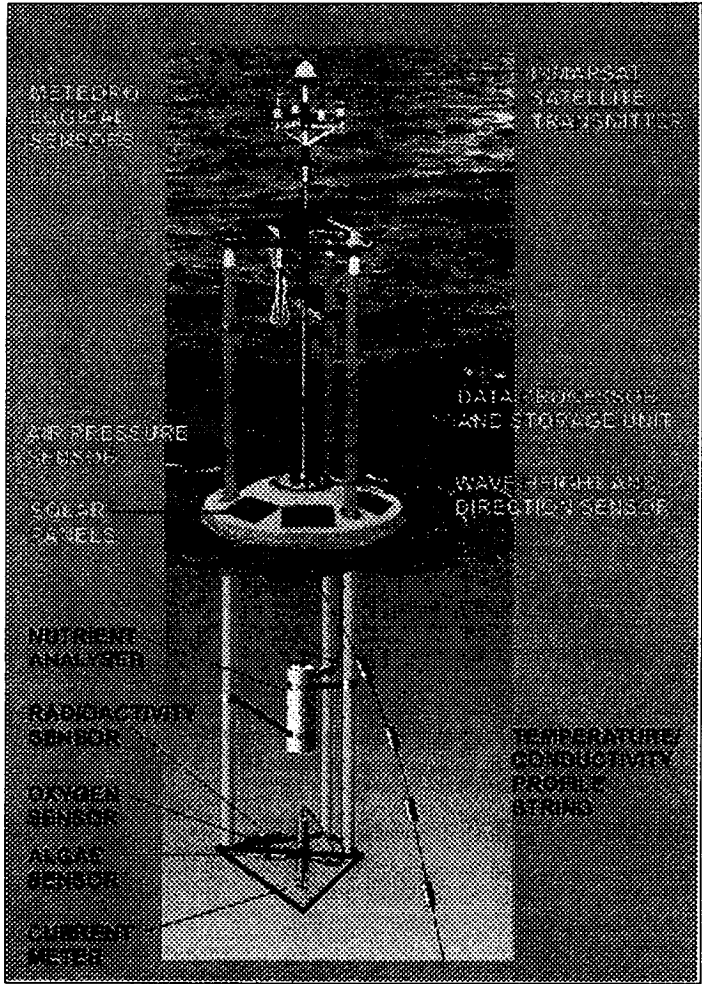


Fig. 1. Seawatch Buoy

2) TACCS : Tethered Attenuation Coefficient Chain Sensor  
: Satlantic : USA (Fig. 2. 참조)

가. 특성

- 유선에 의한 실시간 자료 전송 또는 ARGOS satellite transmitter를 통한 RF 전송 또는 Cellular phone modem data link가 가능하다. 비교적 소형 경량으로서 표층 수온 변화 또는 해수의 탁도 등의 관측이 주요한 기능이다.

- 16 Channel 12 - bit data acquisition system
- Compact buoy package
- 내장 온도센서
- 각종 PC의 RS232를 통한 실시간 자료 획득 및 표시 가능

나. 제원

- 규모 : 직경 11.5 cm, 길이 60 cm
- 부표 : High Density foam
- 중량 : 18 Kg ( in Air), 5 Kg( in Water )
- 수온 범위 : - 10 ~ 60 ℃
- System data rate : 1 Hz
- inter channel sampling delay : 1 msec
- 수온센서 : internal thermistor
- 전원 : 24 VDC
- Deck unit power input : 110 - 120 VAC,  
50 ~ 60 Hz, 200 ~240 VAC 50~60 Hz, 24 VDC
- 전송방식 : RS 485(RS485 to RS 232 converter in deck unit) ASCII
- Cable : MBS kevlar braid 4 conduct, deck unit 방수처리.

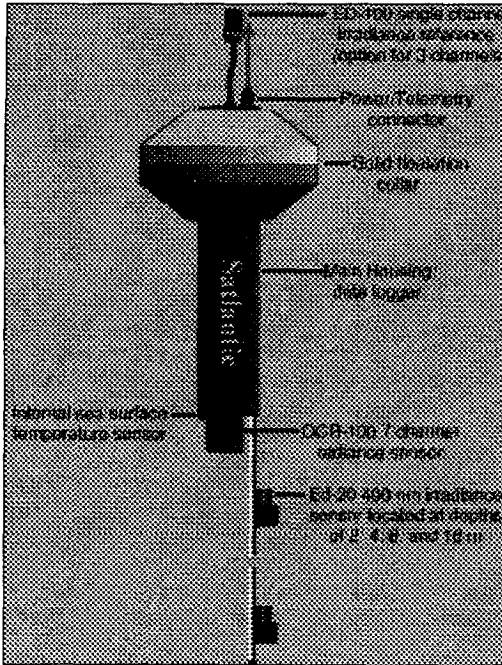


Fig. 2. TACCS Buoy

3) Endeco/YSI : YSI-USA ( Fig. 3, Fig. 4 )

가. 특징

연안에서의 해수 표층 관측이 주요 기능이며 관측된 자료는 실시간으로 전송할 수도 있다. 간단한 기상 파라메타를 관측 할 수 있는 센서 부착도 가능하다. 부이의 모양은 구형이다.

전원은 내부 축전지 및 Solar panel을 병행으로 사용 할 수 있다.

나. 자료획득, 전송 소프트웨어

- EchoWatch for windows
- 1240 Data Collection Platform : Sensor sampling, data buffering,

radio telemetry to a base station

- Base station : PCs
- adaptive Packet Software : Real time data acquisition software

다. Adaptive Platforms

- Solar panels, Battery pack, telemetry and data acquisition electronics, antenna, meteorological sensors, mooring assembly and collision lamp

- EMM 450, EMM800, EMM2000

라. Temperature Sensor : Precision thermistor in a titanium sleeve



Fig. 3. Endeco buoy (Small Size)

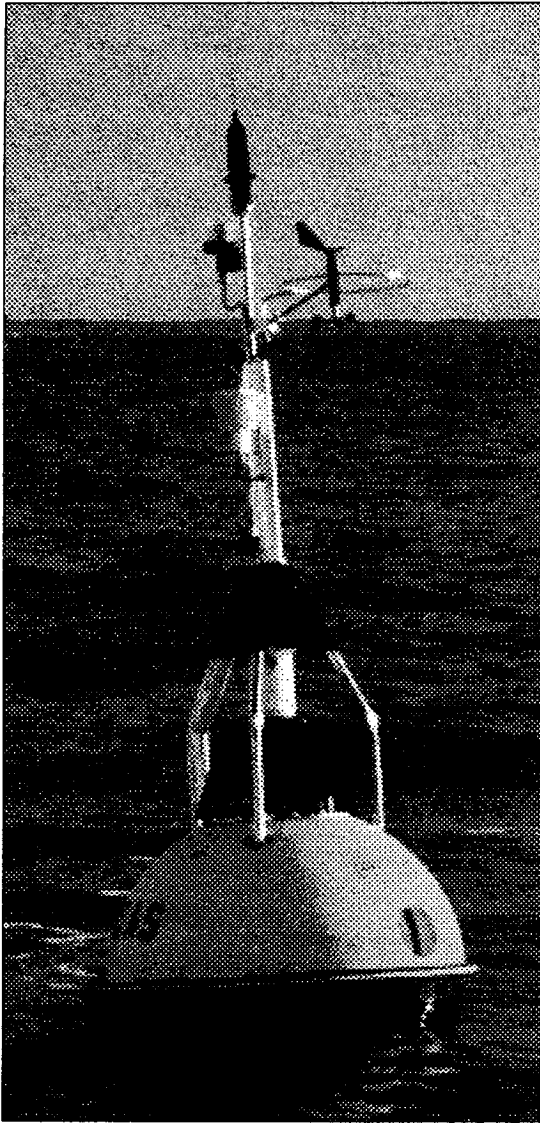


Fig. 4. Endeco Buoy (Large Size)



#### 4) CMB : Costal Monitoring Buoy - Aanderaa : Norway (Fig. 5 참조)

##### 가. 특성

- 파도가 약한 연안과 해안에서 비교적 가볍고, Compact, 쉽게 설치 가능
- Doppler Current sensor를 부착하여 해류의 움직임과 해수의 표층 온도 및 기상관측 파라메타를 VHF를 이용하여 실시간으로 전송 가능하다.
- 고정점에 계류된 부이는 Solar cell에 의하여 작동되고 센서 Scanning unit에 의하여 조정된다.
- 매 10 분마다 내부 클럭에 의하여 센서의 값을 읽고 기록하며 또한 실시간으로 연안 또는 Platform으로 전송이 가능하다.

##### 나. 제원

- VHF radio transmitter : 142.025 Mhz, Range : 8 ~ 10 Km
- Solar cell power module : 충전식
- Sensor Scanning Unit : 12 Ch, Sampling 간격 선택, 평소 10 분에 고정
- Central Buoy Module : 파고 및 주기 센서 내장, buoy orientation(풍향)
- Battery : 21 Ah 충전용 battery.
- Polyform buoy : Superstructure/counterweight, Foam filled.  
Net buoyance : 345 Kg, OD 94 cm
- Doppler current sensor : A rugged, true averaging sensor measuring current speed/direction and sea temperature. Installed inside a plastic buoy tube which has acoustic permeability. Up to 3 sensors can be moored inline for current measurement in several depths

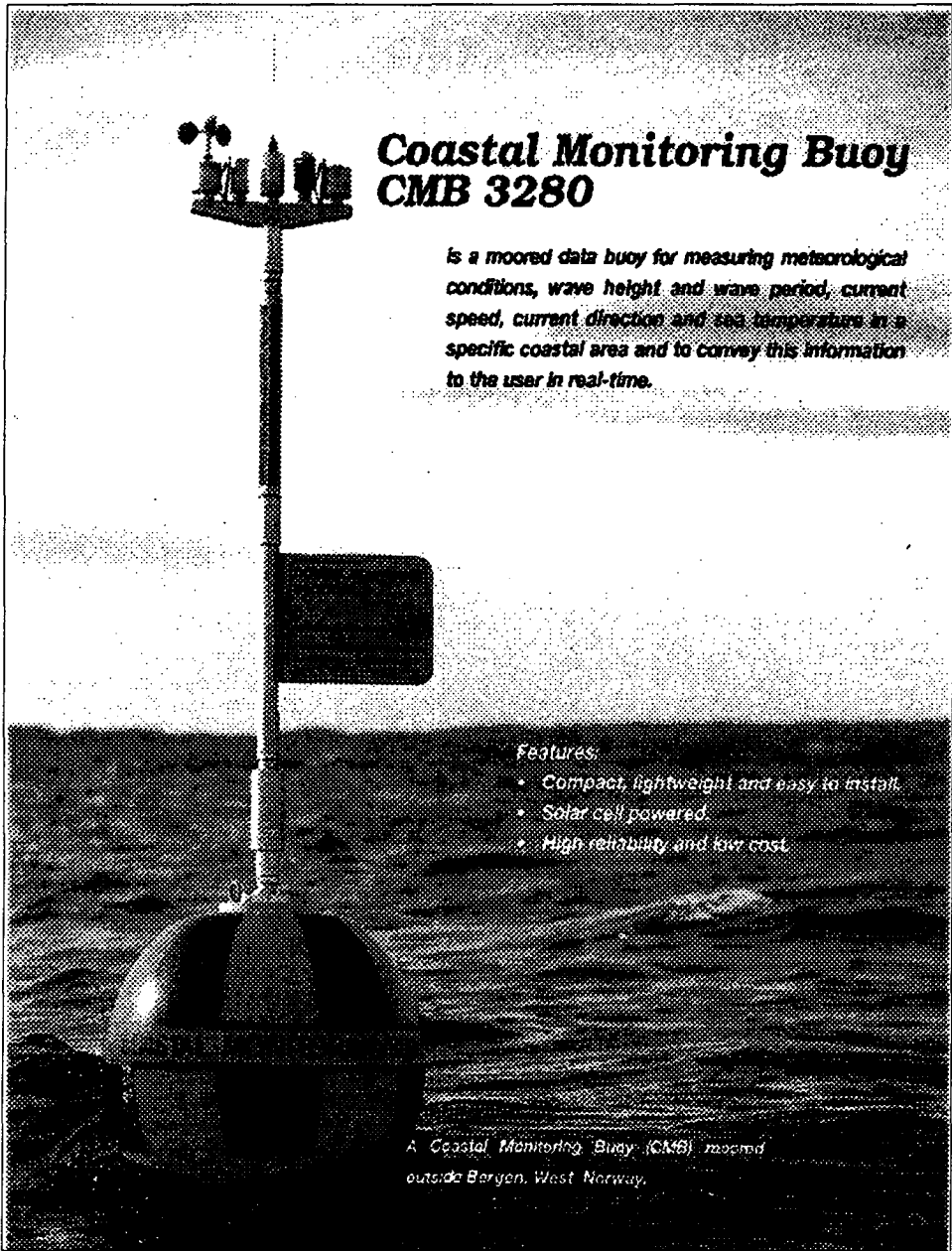


Fig. 5. CMB Buoy

## 5) Smart-800 : OCEANOR : Norway ( Fig. 6 참조 )

Wave Directional Buoy System의 기본 원리는 GPS Technology Novel 특허 기술에서 유도 된 것이다.

### 가. 특징 및 기능

- Wave 높이 및 방향 측정
- 높은 확실성 (외부의 안테나 또는 connectors가 없다)
- 많은 유지 보수가 필요하지 않다.
- GPS 소프트웨어로 기초로 하여 증명되고 유일한 것이다.
- 쉽게 전개되고 운용 할 수 있다.

### 나. 제원

Smart-800은 Seatex differential GPS의 Software에 의한 파고 관측에 새로운 기술을 도입하고, 계류가 용이하며 Hull에 모양이 잘 개선된 Buoy이다.

Smart-800은 직경이 0.8 m인 구형모양의 부이이다. 양질의 파고자료와 신뢰성 그리고 유지 보수를 극소화하도록 설계되었다. 해양 환경에서 생기는 부식을 막기 위하여 많은 노출을 피하고 있다.

Smart-800의 개념은 운용과 유지보수가 쉽고 편리하도록 하였으며 부이의 움직임을 내부의 GPS 수신기로 관측한다. 부표의 움직이는 속도는 x, y 그리고 z 방향을 1 Hz Sampling interval 에 17 분 동안 연속적으로 관측되고 동시에 고정된 기준 점에서 GPS의 자료를 수신하여 정밀도를 높이는데 사용된다.

연안에서 On-board 32 bit의 CMOS를 사용하여 GPS 수신기를 조정하며 UHF로 연안에서 전송한다. 수집된 raw 데이터는 모두 UHF를 통하여 전송된다. Smart-800은 표준 alkaline 전지로 3 시간 간격으로 데이터 획득 할 경우 12 달 동안 사용 할 수 있다.

#### 다. 응용 범위

The Smart-800 부표의 응용 범위는 매우 넓다. 저 전력, 가볍고, 쉽게 운용하고 설치하는 것을 기초로 하여 좋은 자료를 얻을 수 있는 시스템이다.

- 항만 모니터링
- 연안침식 모델링
- 해양파랑모델링
- 위성리모트센싱 및 해양관측

#### 라. 파고, 파향 관측

해면의 표층부이는 적당한 해양의 수심에 맞게 Hydrodynamic 시스템으로 계류 할 수 있게 설계되 있다. GPS 기술에 높은 정밀도를 추가하여 바다표면 운동의 자료를 Smart-800을 통하여 얻는다. 파고 자료는 북쪽과 동쪽 그리고 수직방향의 속도를 관측하여 얻어진다. 부이의 운동은 1 Hz의 Sampling Frequency로 관측된다.

#### 마. 2 중 무선 통신 방식

UHF를 통하여 부이에서 자료를 전송하며 연안의 수신소에는 PC로 운용한다. DGPS의 계수 보정은 내부 또는 외부의 시스템이 갖는 GPS로부터 자료를 받아 이루어지며, 부이의 관측 간격은 0.5, 1, 3, 6 or 12 시간 간격을 육상의 PC로 조정할 수 있다.

#### 바. 자료표시

자료는 실시간으로 부이에서 UHF를 사용하여 얻어지며 육상의 PC를 통하여

자료전송, 처리, 저장, 자료표시가 이루어진다. 파고 Spectrum은 계산되고 그래프 프화하여 나타내며, 파고의 Parameter는 물리적인 값과 시간별로 그래프화 하여 선택 할 수 있다.

파고 Spectrum을 포함한 파고 자료는 자료 분석과 보고서 처리 후 저장된다. 모든 자료는 ASCII으로 저장된다.

Smart-800 자료의 처리 및 표시는 Windows NT 또 Windows '95에 의하여 운용 할 수 있으며 그 밖의 파고 parameters의 파고 spectra는 선택된 부표 상태정보 와 함께 나타난다.

또한 부이의 상태를 사용자에게 만약 부이의 계류 정점 이탈시 알려준다.

#### 사. 계류 장치

어떤 바다 상태하에서도 바다 표면에 자유롭게 뜰 수 있는 구의 형태의 부 표로 계류조건에 충족하고 유연성이 있는 수직형태로 설계되었다.

#### 아. TECHNICAL SPECIFICATIONS

- Buoy unit : Polyethylene의 구형부이, 두께 8 mm
- Electronic Housing : aluminium
- Buoy diameter : 80 cm
- Buoy weight : 60 kg with batteries
- Environment : 동작온도-10 °C to + 40 °C
- Buoy Power : 12 VDC
  - Battery 수명 1년, 자료전송 매 3 시간
  - Battery 용량 300 ampere hours
- On board processor : CPU32 bit CMOS microprocessor
  - Sampling frequency 1 Hz
- GPS receiver : Channels 6-12
  - Frequency L1, CA code

UHF Radio Link : 단방향 전송방식, 송신주파수 440 - 460 MHz,

송신출력 0.5 W

통달거리 : 가시거리

전송속도: 4800

Beacon Light : 자동점멸 방식

SHORE STATION : Computer Requirements PC with 16 MB RAM,

540 MB hard disk, 3.5" floppy disk

Windows '95 or Windows NT 3.51

Data communication software Smart-800 control SW

Observation period 0.5, 1, 3, 6 or 12 hours

Customer Supplied

Differential corrections RTCM 104 v.2.0 format

Optional : Differential Corrections Integral, dedicated reference

station based on 12 ch. GPS receiver.

UHF antenna Single dipole element

GPS antenna Omnidirectional

Antenna cables 20 meters included

Power Supply 115/230 VAC, 50/60 Hz, 10 Watts

plus PC

WAVE MEASUREMENTS : Wave Height Range +/- 20 m

Wave Height Accuracy 2% of range

Wave Period Range 2 to 33.3 sec at 1 Hz

Wave Direction 0 to 360 Wave Direction

Accuracy +/- 5(typical)

Computed wave parameters : Analysis Method Long (1980) Spectral analysis

Significant wave height HMO

Average wave period TMO mean

Period corresponding to spectral peak TP

Main spectral wave direction MDIR

Unidirectivity index UI

Mean wave direction at TP THTP

Spreading at TP SPR1TP

Smoothed frequency spectrum SPEC

Fourier coefficient  $sa_1, b_1, a_2, b_2$

MOORING SPECIFICATIONS : The mooring consists of the following components: Chain 2 m long, 1/2 " stainless steel chain, approx. 7 kg

attached to the hull mooring eye.

Elastic section Specially manufactured rubber section

Rope Braided rope with neutral buoyancy, 12 mm

Optional Subsurface buoy for deep water or strong currents.

Anchor weight (user supplied) Railway wheel or similar dead weigh with drag anchor. approx. 300 kg

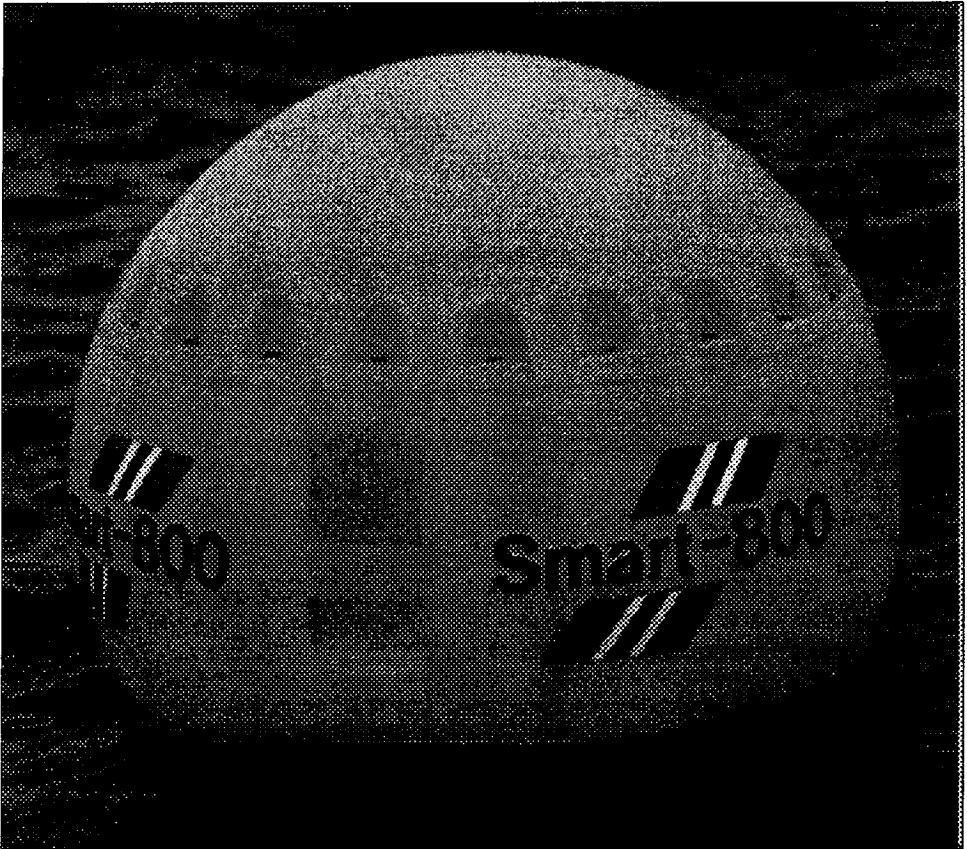


Fig. 6. Smart - 800



## 6) Wave scan (Fig. 7 참조)

### 가. 특성

계속적인 개선으로 현재는 더욱 새로워 졌다. 주요 개선 된 내용을 보면 첫째로는 Buoy Hull이 새로운 모듈 형태로 강하면서 쉽게 분해 할 수있어 이동이 쉽도록 했으며, 파고에 따라 잘 움직이며 유지 될 수 있다. 둘째로는 충분한 용량의 Solar cell과 축전지를 사용하여 많은 센서에서 필요한 전원을 더 오랫동안 작동시킬 수 있다. 셋째로는 파고센서가 더욱 새로워진 것으로서 Wavescan 부이에는 Seatex MRU-6 새로운, 유일한 Wave 감지기 와 함께 갖추었다. MRU-6 은 wind 그리고 파고 방향 자료를 위하여 특히 중요한 부이 오리엔테이션의 값의 정밀도를 높이기 위해 높은 정확성을 갖는 3 축 fluxgate 나침반을 병합하였다.

인공위성인 Inmarsat-C를 사용하여 양방향 통신이 이루어진다.

### 나. 제원

More powerful in situ processing capacity

Higher processing speed

Increased resolution by use of 16 bits A/D converter

Lower power consumption

Selectable observation intervals, every 30, 60 , 90, 120 or 180 minutes

SCSI data logger, 200 MByte, allows 2 years of raw data storage

Spare analogue and digital interface channels for special applications

# The 3rd generation Wavescan data buoy

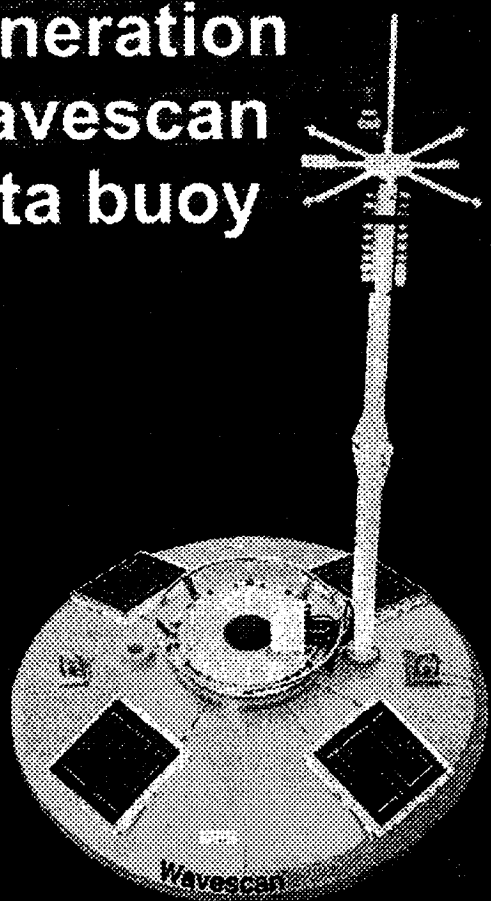


Fig. 7. Wavescan data buoy

## 7) TGPS ( KORDI )

이 기기는 조사 해역에서의 해류의 유동 상태를 표류시킨 부표에 위성 수신 장치를 장착하여, 표류 위치를 위성으로부터 수신과 동시에 재 송신하여 Base station에서 부표 표류 자료를 실시간으로 획득할 수 있는 TGPS( Telemetric of Global Positioning System) Buoy인 것이다.

지금까지 국외에 몇몇의 비슷한 제품들이 상품화되었으나 운용상에서 위성 사용료가 고가 일뿐 아니라 자료를 실시간으로 획득할 수 없는 제약으로 여러 가지 어려움이 있기 때문에 이러한 복잡한 문제들을 해결하고 실수요자가 자료를 언제든지 응용할 수 있도록 시스템을 개선하였다.

시스템의 구성과 기능은 크게는 송신부와 수신부 및 소프트웨어의 세 부분으로 구분된다. 세분화하면 Fig. 8과 같이 위성 수신 모듈과 송신 RF Modem 그리고 송신기로 구성된 이동 송신부(Fig. 8.A)가 있고, 이들 이동 송신부로부터 신호를 받는 수신기와 수신 RF Modem (Fig. 8.B)이 있으며, 이 신호를 수집 처리하는 소프트웨어(Fig. 8.C)로 구성되어 있다. Table 2는 TGPS 시스템에 대한 전체적인 규격을 나타낸 것이다. 기능적으로는 이동하는 물체(부이) 에서 GPS의 위치 정보를 수신하고 이 정보를 즉시 무선주파수에 실어 다시 원거리로 전송하면, 수신국에서는 이 정보를 수신하여 컴퓨터로 입력시킨다. 컴퓨터 화면에서는 이동 물체의 상황을 실시간으로 나타내어 위치를 추적 분석하여 이용자가 쉽게 판독할 수 있게 되어 있다.

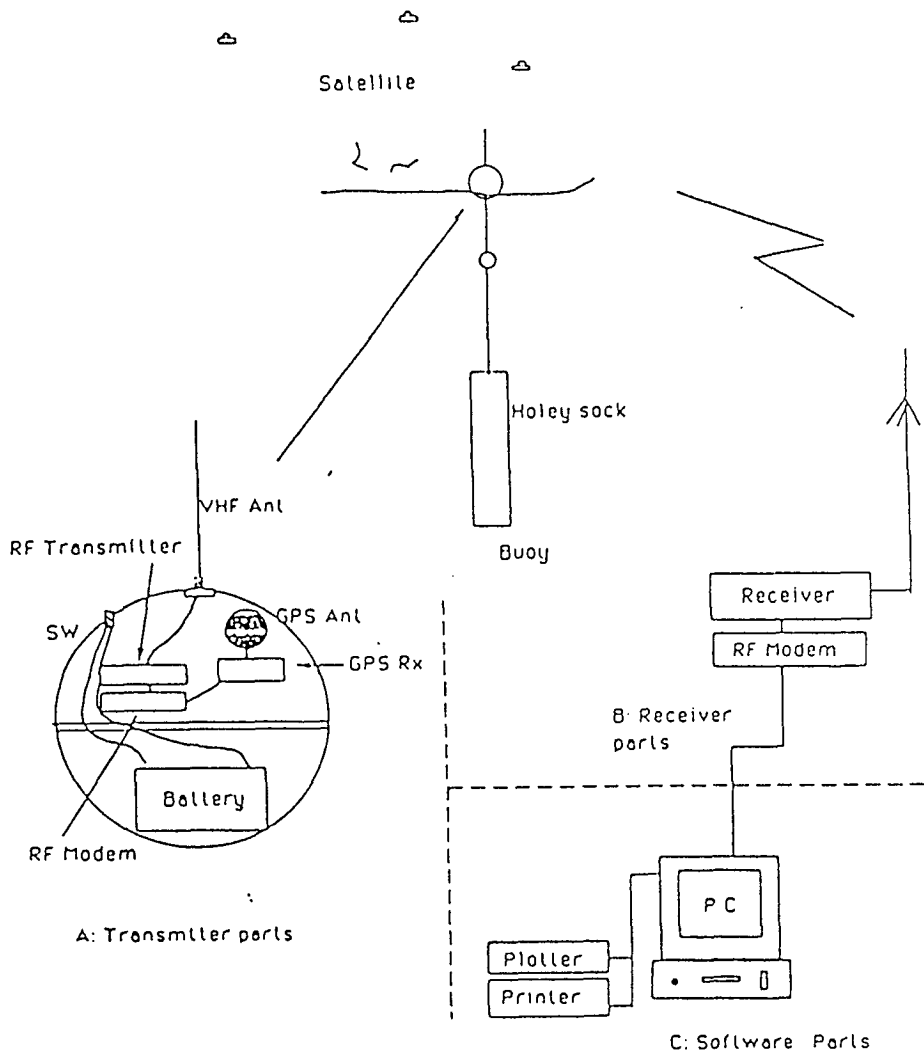


Fig. 8 Consist of TGPS

Table 2. Specification of TGPS

|  |   |
|--|---|
| <p>1) Transmitter</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Power supply</li> <li>. Frequency band</li> <li>. Channel</li> <li>. Modulation</li> <li>. Ant</li> <li>. Range</li> <br/> <li>. Transmitting time</li> <li>. Power SW</li> <li>. RF power</li> </ul>   | <p>DC 12 [V]<br/> 155 [Mhz]<br/> Option<br/> FSK<br/> Whip 50 [ohm]<br/> Over the 30 [Km] ( Depend on RX station level )<br/> Variable ( Option )<br/> External On/Off<br/> 5 [W]</p> |
| <p>2) Receiver</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Power supply</li> <li>. Channel</li> <li>. Ant Type</li> <li>. Data out</li> <li>. Sensitivity</li> <li>. External audio SP</li> <li>. Portable/Easy installation</li> </ul>   | <p>AC 110/220 or DC 12 [V]<br/> Option<br/> 155 [Mhz] band 3 stage GP type<br/> Serial output for PC<br/> Less then 0.3 [<math>\mu</math>V] / 20 [dB]</p>                             |
| <p>3) Monitoring Program</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. TGPS buoy location</li> <li>. Time</li> <li>. Buoy speed(Current speed )</li> <li>. Course ( Direction )</li> <li>. Buoy ID No.</li> <li>. Surface Temperature data</li> <li>. Range(From RX to TGPS )</li> <li>. Available calling each buoy</li> <li>. Variable changing scale ( Easy zooming )</li> <li>. Available port selection</li> </ul> <p>그 밖의 화면상에 나타난 각 Buoy의 결과를 색으로 구분하여 시각적인 판별이 쉬우며 이용자가 기타 필요한 명령이 가능하도록 메뉴 기능이 있다.</p> | <p>Latitude, Longitude and UTM X, Y<br/> GMT and Local Time<br/> Knots<br/> Degree<br/> <br/> Option [°C]<br/> mmmmm.m [m]</p>  |

## 8) TTPS (KORDI)

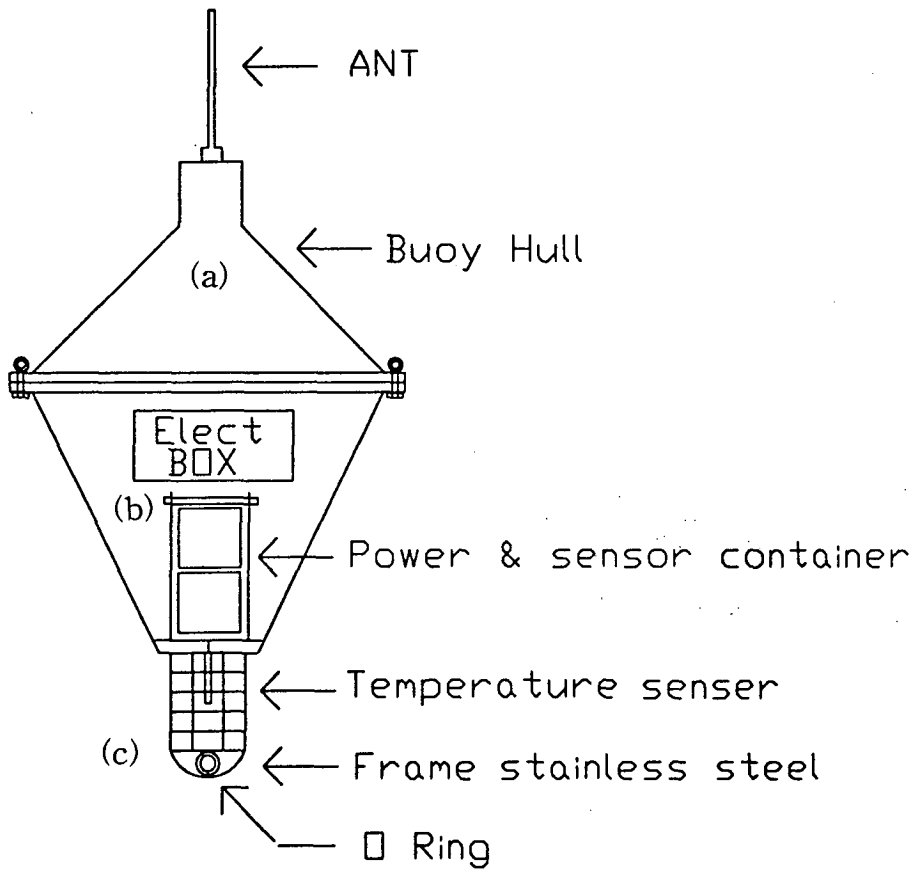
해수의 온도를 측정하는 방법은 여러 가지가 있겠으나 특정한 관심의 해역에서의 결과를 신속하게 산업에 응용하거나 그 변화 추세를 면밀하게 관찰할 필요가 있는 것이라면 그 해역의 변화를 실시간으로 관측하고, 분석하는 것이 가장 좋은 방법이 될 것이다.

TTPS(Telemetering Temperature Profiling System)는 이러한 목적을 충족시키기 위해서 일정한 해역의 해수온도를 무선주파수를 이용하여 실시간으로 원격 측정할 수 있는 장비로 개발 된 것이다. 지금까지 연속성이 없던 자료를 이용자가 설정한 연구기간 만큼 정확하고 신뢰성이 있는 자료를 연속적으로 실시간 획득하고 판독 할 수 있게 되었다.

TTPS의 구성을 보면 크게 부이와 수신부 두 가지로 나눌 수 있다. 수온을 측정하여 수신소로 보내주는 부이(송신부)에는 수온검출부인 온도센서 및 변환부 (INTERFACE UNIT)와 변환된 신호를 무선송신 주파수에 실어주는 (변조) 무선주파수용 MODEM 및 이 신호를 원격 송신하는 송신기로 구성되어 있다. 또한 자료를 수신하여 처리하는 수신부에는 수신기와 컴퓨터 그리고 운용 프로그램으로 구성되어 있다. ( Table 3, Fig. 9 참조)

Table 3. Standard Specification of TTPS

|                          |  |
|--------------------------|--|
| 1) Communication Type    | One way data transmitter communication                     |
| 2) Transmitter Frequency | 155.300 [Mhz]  |
| 3) Channel Number        | 1 ea   |
| 4) Transmitter Form      | 13KOF3D  |
| 5) Operating Temperature | -10 °C ~ +50 °C  |
| 6) Antenna               | 1/4 wave length whip type                                  |
| 7) Power                 | DC 12V 1 AH  |
| 8) Size                  | 105(W) x 35(H) x 143(D) [M/M]<br>(Without Projection part) |
| 9) Weight                | About 600 G (Transmitter part)                             |



Material : Buoy Hull : FRP  
 Frame : Stainless Steel

Fig. 9. Configuration of TTPS buoy

부이무게는 공기 중에서 약 40 Kg이며 내부의 축전지와 제반 전자합체를 포함하면 약 90 Kg이고 총 부력은 380 Kg이다. 현장에서의 부이계류는 비교적 간편한 일점식 계류를 할 수 있게 하였다.

부이는 원통형으로서 부이의 상부(안테나부), 하부의 온도 센서 보호망으로 구성되며 외부 센서 연결을 위한 하부에 센서 고정판 그리고 상부의 안테나와 연결된 전자합체가 내부 부착되어 있다.

공기구멍은 부이 내부에 생기는 Battery의 가스와 습기를 제거하기 위하여 설치했으며 부이 상부와 부이 몸체의 연결부분은 고무링으로 간단하게 처리하고 볼트 너트를 이용하여 고정시켰다. 또한 모든 부분은 스텐레스 스틸을 사용하여 해수에 의한 녹슬음을 방지하였다.

방수는 부이 설계에 있어서 가장 세심한 주의와 면밀한 검토가 이루어진 부분으로 대부분의 전자 부품과 미세한 기계적인 작동부분들은 습기에 매우 취약하여 습기로 인한 자료의 질적 저하와 오동작의 원인이 되지 않도록 하였다.



## 제 2 절 센서구성

### 1. 구성

먼저 해양 기상 관측을 위해 사용하게 될 센서는 대기온도, 해면 기압(대기압), 해면 위의 풍향 및 풍속(해상풍) 등 기상특성과 해수면 온도, 해류, 해파 등의 해양 특성 및 광센서를 이용한 해수의 생화화적인 관측센서로 구성 될 수 있다.

해상풍 결정과정에서 중요한 지균풍(Geostrophic wind)은 해면 기압으로부터 얻어지며, 해면 마찰 보정시 대기 경계 층의 안정도는 대기 온도와 해수면 온도의 차로 결정된다. 해파의 관측은 파랑 예보 모형의 초기 조건을 결정하는데 중요할 뿐만 아니라, 모형의 검증 및 개량에 필요한 자료를 제공하게 된다. Fig. 10은 관측 시스템의 센서와의 구성도 이며 해양을 위한 기본적인 염분도, 압력 센서 이외에 몇 가지 센서가 추가 될 것이다.

우리 나라의 적조오염 현상은 바닷물의 수온이 12℃ 이상 되는 4 ~ 11월 사이에 나타나고 있다. 특히 남해안에서 자주 일어나는 이유는 주변에 공단지역이 많이 들어서 오염 배출이 증가하고 있으며 수심이 얕고 섬들이 많아 해류의 영향을 적게 받기 때문으로 알려져 있다. 이러한 해양의 생화학적 특성 변화를 관측하기 위하여는 특수 센서가 또한 추가 될 것이다.

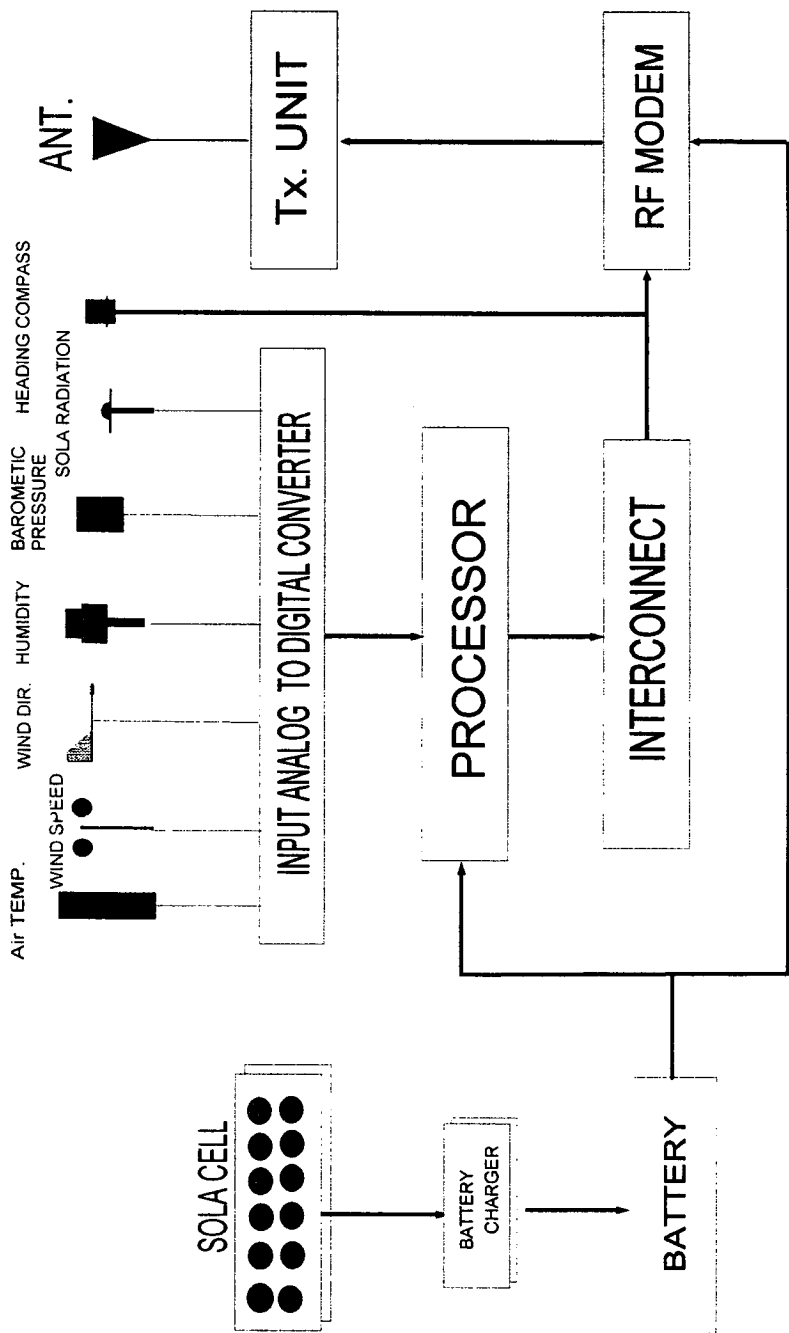


Fig. 10. Consist of observation system sensors

## 2. 센서의 특성

다음은 관측 Station에서 구축하게 될 기본적인 센서들의 사양 및 규격을 나타냈다. 센서의 선택은 자료의 질적 향상과 정확도를 높이는 가장 중요한 사항이기 때문에 센서의 등급에 따라 정도의 차이를 명확히 구분할 필요가 있다. 모든 면에서 우수한 센서를 선택하면 자료의 질적 향상은 될 수 있겠지만 그에 따른 경제적 및 운용의 효율성을 고려해야 한다. 그러므로 관측 Station을 통한 센서의 정확도, 제작 단가, 보수, 유지 및 운용상의 어려움을 판단하는 것은 매우 중요하다.

센서의 기본적인 자료처리 프로세서는 Fig. 11과 같다. 센서에서 나오는 기본 값을 증폭시켜 Converter를 통해 처리하여 검교정된 자료를 바탕으로 상수화시켜 하나의 관측 값으로 만들어지는 것이다.

# Data Acquisition process

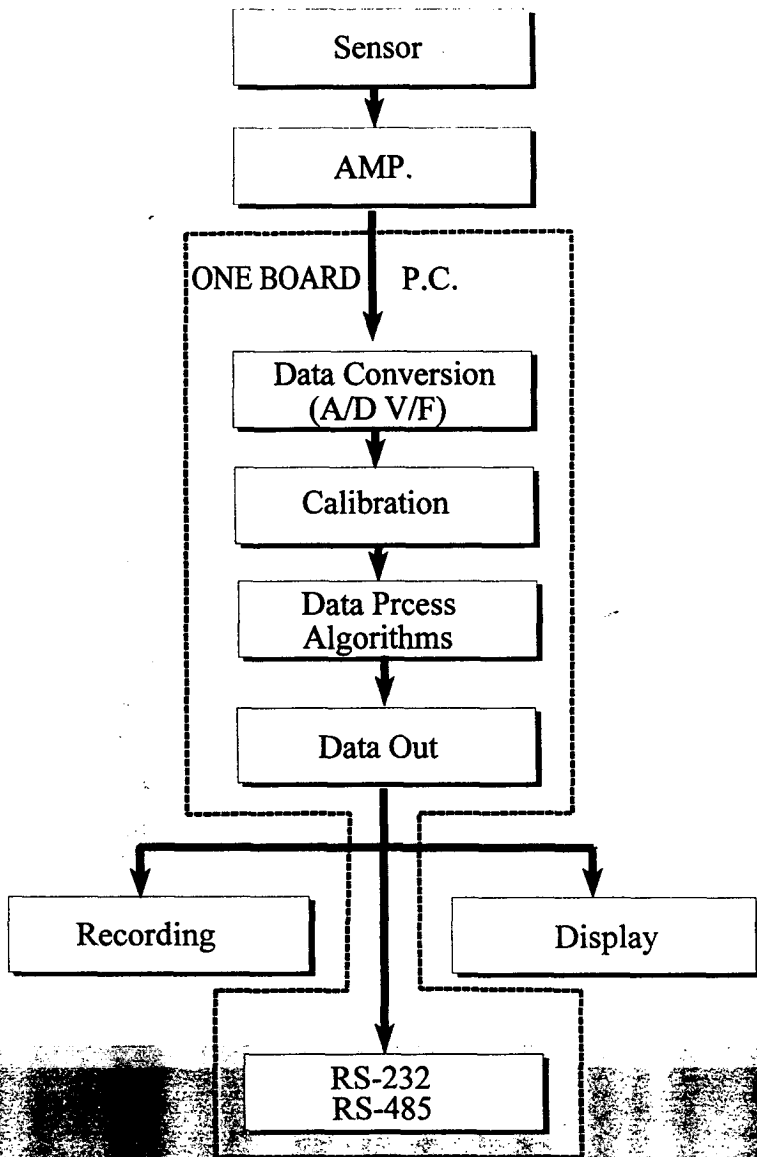


Fig. 11. Data acquisition process

## 1) 대기 온도와 습도

- 대기 온도 센서와 습도계는 동일한 하우징에 장착되어
- 직사광선 및 복사 열등으로 인한 오차를 줄이고 관측 자료의 신뢰도 유지.

Manufacture & Model : Vaisala HMP 35D Humidity module

Measurement Range : 0 ~ 100 % RH

Output Signal range : 0.002 ~ 1 VDC ( equals 0.2 100% RH )

Accuracy at + 20°C (Including nonlinearity and Hysteresis)

- against factory references  $\pm 1 \% \text{ RH}$
- against field reference  $\pm 2 \% \text{ RH}$  ( 0 ... 90 % RH )  
 $\pm 3 \% \text{ RH}$  ( 90 ... 100 % RH )

Temperature dependence :  $\pm 0.04 \% \text{ RH}/^{\circ}\text{C}$

Typical long-term stability : better than 1 % RH per year

Response time : 15 s with membrane filter  
( at 20°C, 90 % response)

Setting time : 1 s

Sensor : HUMICAP H-Sensor (part No. 0062 )

Temperature sensor : Pt 100  
(1/3 Din 43760 B, four-wire connection)

Supply voltage : 7 ~ 35 VDC

Current Consumption :  $\leq 4 \text{ mA}$

Operating Temperature : - 40 °C to 60 °C

Protection Class : IP 55(NEMA 3S)

Weight : 180 g

Accessories : radiation shield

## 2) 풍속·풍향

- 풍향 풍속 센서는 현재 북미주에서 가장 널리 사용되고 있는 것을 선택
- 풍속은 프로펠러 회전에 의한 전압 발생을 전자적으로 계수 하는 방법이며
- 풍향은 바람에 의한 꼬리의 회전을 포텐시오메타의 저항 변화로 검출  
( 최근의 해양 부이에 설치하는 풍향 풍속계는 두개의 센서를 약 1 [m]정도 높이를 다르게 설치하여 상호 보완적으로 자료의 신뢰성과 정확성을 높이고 있다.)

Manufacture & Model : R.M. Young Company RMY 05103

### Wind Speed

Range : 0 ~ 60 m/s ( 130 mph), gust survival  
100 m/s ( 220 mph )

Sensor : 18 cm diameter 4-blade helicoid propeller  
molded of polypropylene

Pitch : 29.4 cm air passage per revolution

Distance constant : 2.7 m(8.9 ft) for 63% recovery

Threshold Sensitivity : 1.0 m/s (2.2 mph)

Transducer : Centrally mounted stationary coil, 2 K  
0 Ohm nominal DC resistance

Transducer Output : AC sine wave signal induced by rotating  
magnet on propeller shaft. 125 mV p-p  
at 100 rpm. 12.5 V p-p at 10,000 rpm

Output Frequency : 3 cycles per propeller revolution  
( 0.098 m/s per Hz )

### Wind Direction

Range : 360° mechanical, 355° electrical ( 5° open )

Sensor : Balanced Vane, 38 cm ( 15 in ) Turning radius.

Damping ratio : 0.25

Delay Distance : 1.3 m(4.3 ft) for 50% recovery

Threshold Sensitivity : 1.0 m/s (2.2 mph) at 10° Displacement  
1.5 m/s (3.4 mph) at 5° Displacement

### Damped Natural

Wavelength : 7.4 m (24.3 ft)

Undamped Natural

Wavelength : 7.2 m (23.6 ft)

Transducer : Precision conductive plastic potentiometer,  
10 K Ohm resistance( $\pm 20\%$ ), 0.25% linearity, life expectancy  
50 million revolutions, rated 1 watt at 40 °C,  
0 watts at 125 °C

Transducer Excitation

Requirement : Regulated DC voltage, 15 VDC Max

Transducer Output : Analogy DC voltage proportional to azimuth  
angle with regulated excitation voltage applied across  
potentiometer

3) 기압

- 기압계는 전자기기함체 내부에 설치하며 호스를 통하여 기압을 검출하도록 설계가 되는데 이때 그 호스에는 습기제거제를 거치게 만들어야 한다.

Manufacture & Model : Setra System, Inc. 270

Sensor Type : Pressure transducer

Range : 800 ~ 1100 mbar

Accuracy :  $\pm 0.05$  FS

Operation Temp.: - 0°F to 175°F

4) Water temperature(표층 수온)

- 온도 센서는 전자기기함체 밀부분에 수직으로 부이밀 중심 부근에 설치
- 센서와 전자기판과의 케이블을 최단거리를 유지시키고
- 항상 수면과 접촉하여 해수의 정확한 온도를 감지할 수 있도록 하였다.

Type : Platinum resistance thermometer

Range : -2 °C ~ 30 °C

Precision :  $\pm 0.02$  °C

## 5) Compass

- 두개의 컴파스를 전자 기기 함체에 설치
- 부이 방향 설정(Buoy orientation)을 기준으로한 수평 성분의 지구자계를 검출하여 마이크로 프로세서로 처리.

Manufacture & Model : Navico HS 8000 Heading Sensor  
Sensor Type : Fluxgate compass  
Range : 0 ~ 360°  
Accuracy :  $\pm 1.0^\circ$  ( at 25° , 0° heel )  
Resolution : 0.1 °  
Operation Temp. : - 5 °C to 70 °C  
Operating Voltage : 12 VDC  $\pm 30\%$   
Operating Current : Typically 30 mA

## 6) Wave Height and Period

- 파도의 높이와 주기를 측정하는 센서로서 단일 축을 가진 (Datawell) 것과 회전축이 없이 전자적으로 되어 있는 (Jewell) 것이 있다.
- 두 센서의 장단점을 고려하여 선정 ( 크기 , 가격, 정확도 등)

Type : Strap-down accelerometer  
Range :  $\pm 15$  [m]  
Accuracy :  $\pm 1$  [%]

또는

Type : Gimballed accelerometer  
Rang :  $\pm 15$ m  
Accuracy : better than 2 [%]



7) Light(PAR) :

- 해수의 광합성량을 측정하는 센서로서 광 센서인 Photodiode를 이용하여 관측

Manufacture : Chelsea Instruments Ltd

Type : PAR Irradiance Meter PR46

Output 0 ~ 5 VDC

Approx. Cal. PAR (In  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) = - 0.005 signal (mV)

Range 450 ~ 700 nm

Precision  $\pm 3\%$

Range 400 ~ 450 nm

Precision  $\pm 8\%$

8) Transmissometer :

Type                      Folded Beam

Path length              25 cms

Output                    0 ~ 5 VDC

Precision :  $\pm 1\text{ mV}$

9) Fluorometer :

- 전 전력을 사용하는 Xenon을 광원으로 하여 해수의 Chlorophyll a, Rhodamine, Turbidity을 관측하는 센서
- 부이에 별도의 Cage를 만들어 관측 해야하기 때문에 설계에 많은 어려움이 있다.

Manufacture : Chelsea Instruments Ltd

Type : Aquatracker III

Range 0.01  $\mu\text{g}/\text{l}$  - 100  $\mu\text{g}/\text{l}$

Precision 0.01  $\mu\text{g}/\text{l}$

10) Conductivity : Inductive Cell (Aanderaa)

- 염분도 측정 기기

Type : Inductive Cell (Aanderaa Instruments, Norway)

Range : 0 ~ 50 mS/cm

Precision : 0.05 mS/cm

11) Pressure : Pressure transducer model PDCR910(Druck Ltd)

- 조석 관측기기

Type : Pressure transducer model PDCR910(Druck Ltd)

Range : 20 Bar

Precision :  $\pm 0.02$  Bar

12). Solar Radiation : Quantum LI-190SZ

- 일사량

Manufacture & Model : Lincoln , LI - 190 SZ Quantum sensor

Sensor Type                                      SZ terrestrial

Absolute Calibration                             $\pm 5\%$  traceable to NBS

Sensitivity                                        Typically 20  $\mu$ A per 100 Klux.

Linearity                                        Maximum deviation of 1 % up to 100 Klux

Stability                                          $< \pm 2\%$  change over a 1 year period

Response Time                                    10  $\mu$ s

### 제 3 절 전자회로 및 체계

#### 1. 전송 체계

기본적으로 자료를 전송하는 방법에는 Table 4와 같이 다양하게 많지만 여러 가지의 예산, 사용료 등의 문제점이 많아 본 연구에서는 기본적으로 VHF를 이용한 자료의 송수신을 검토하여 기본적인 구성을 마쳤다.

Table 4. Telemetry power and current

| Telemetry type | Transmitter power [W] | Average Drain [mA] | Range                             |
|----------------|-----------------------|--------------------|-----------------------------------|
| GOES           | 40                    | 100                | Controlled access to 70° latitude |
| METEOSAT       | 40                    | 100                | Controlled access to 70° latitude |
| ARGOS          | 2                     | 4                  | Global                            |
| METEORBURST    | 100                   | 4                  | 2000 [Km]                         |
| Direct RF      | 1                     | 0.3                | 15 [Km]                           |
| Direct RF      | 5                     | 0.8                | 50 [Km]                           |

해양에서 관측된 자료의 전송 체계는 Fig. 12와 같이 관측부이에서 자료가 장목분소로 전송되면 이 자료를 처리하고 저장 한 후 Modem을 통하여 안산의 한국 해양 연구소로 보낼 수 있는 전송 체계를 구축하고자 한다.

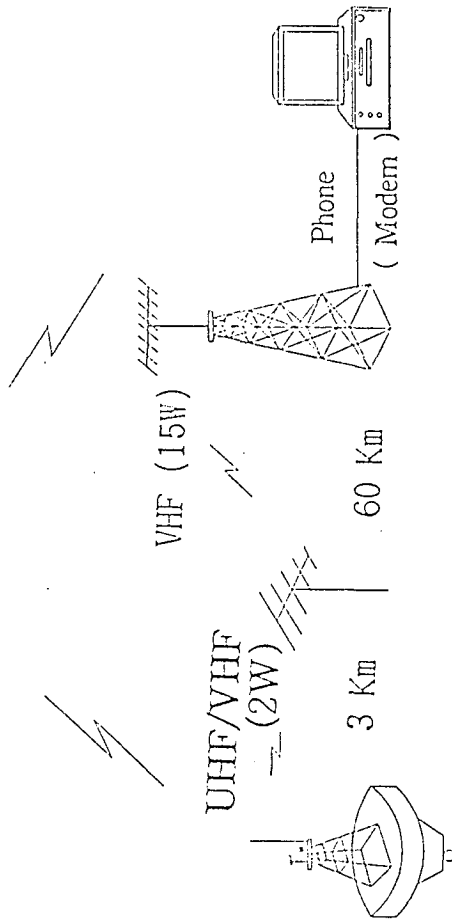
시스템을 이용하여 연구의 극대화를 이루기 위해서는 송신용달 거리가 연구 해역에 넓게 미칠수록 효과적이다. 때문에 수신기의 감도가 양호해야 하며 송신기의 출력의 크기도 중요하다. 또한 안테나에서 전파 복사 효율이 양호해야 한다.

부이는 송신 안테나의 환경적 조건이 항상 움직이고 있어 지향성 또는 고정국에 알맞는 효율이 좋은 안테나를 사용 할 수도 없어 가장 범용인 휩 안테나 뿐 선택의 여지가 없다고 보아야한다.

그러므로 휩 안테나라도 송신기 최종단에서 방사저항이나 스프리어스를 최소화시키면서 가장 효율적으로 안테나와 정합이 잘 되도록 해야한다.

이러한 제반 문제들을 해결하기 위해서 여러 가지 실험을 해야하며, 시험운영이 잘 되면 Fig 12에 나타낸 바와 같이 Inmarsat-C 또는 Cellular Phone을 사용하여 관측 해역의 폭을 넓혀야 한다. 이 경우에는 직접 한국해양연구소에서 자료를 받을수 있으며, 우리 나라 위성을 사용하게 된다면 더욱 효율적이라고 본다.

인공위성 ( Inmarsat-C, ARGOS 등 )



해양 및 기상 부이  
( 해상 )

중계소  
( 필요시 )

해안 수신소  
( 장목분소 )

사용자  
( 해양 관리기관 )

Mooring

Tower/Ant/송수신 장비 설치

Data Management

Fig. 12. Data transmission organization

## 2. 전파특성

원거리 자료 전송에서 무엇보다 중요한 것은 관측 Station의 위치라 하겠다. 이 문제는 전파전파에서 동일한 조건이라면 전파 통로의 어떠한 다른 장애를 극소화 할 수 있는 지점일 수록 좋다. 즉 가능하다면 외부의 간섭이 적고 수신 안테나를 높이 세울 수 있는 곳이 좋다.

VHF에서 UHF에 걸쳐있는 주파수대는 각종 통신에 널리 이용되고 있는 통신 대역으로서 본 연구에서 채택한 주파수도 이 대역에 속한 155 [Mhz]이다.

일반적으로 주파수가 높아질수록 대기중에서의 흡수와 감쇠가 커지므로 고품질의 전송이 용이하고 경제적인 주파수대를 찾는 것이 중요하다. 본 연구에서도 이러한 문제들을 감안하여 송신 출력과 송 수신 안테나 및 전체적인 송수신기의 크기 등을 고려하여 설계하였다.

전파를 전송함에 있어서 대지의 영향은 상당히 크다. 특히 지상파라는것은 대지상의 안테나로부터 전파를 방사하면 대지의 근접한 높이까지는 지표파가 존재한다. 지표파는 대지에 유기된 전류에 의해서 대지의 근방에 생기는 전자계로서 지표면에 따라 전파하는 표면파라고 할 수 있다.

지표파는 전파 거리와 더불어 대지에 의한 에너지 손에 의해서 지수 함수적으로 감쇠하며, 그 감쇠계수는 주파수가 높을수록 또 대지의 도전율이 낮을수록 크다.

따라서 HF나 LF 같은 낮은 주파수의 지표파는 적은 감쇠로서 먼 거리까지 전파 하지만 VHF 이상의 높은 주파수에서는 거리와 더불어 급속히 약해진다.

해상에서는 대지의 도전율이 크므로 육상보다 감쇠가 적다. 이러한 여러 가지 복합적인 전파전파에 문제가 있기 때문에 수신기의 감도가 우선 양호해야함은 물론이고 안테나의 정합이 잘되어 안테나에서 수신기 초단 증폭기까지 신호의 손실을 최소화 해야한다.

구면대지상에서의 전파전파: 가시거리 밖에 지점에서 수신안테나 높이를 지표 상으로 부터 올렸을 때 전계강도를 보면, 최소 실효 안테나의 높이(H') 까지는 지표파만 수신되지만 안테나를 높임에 따라 지표파는 급속하게 약해지며 한

편으로 회절파가 강하여진다. 즉, 전계강도는 어떤 높이까지는 거의 일정하게 되다가 그 이상의 높이에서는 회절파가 주성분으로 되어 높이와 더불어 전계강도는 증가한다.

때문에 LF 와 같은 낮은 주파수대에서는 실제적으로 안테나의 높이는 파장 이하이며 지표파가 주성분이지만 VHF 이상에서는 실제 안테나의 높이는 파장에 비해서 통상적으로 길어서 지표파는 무시되며 가시거리내에서는 직접파와 대지 반사파가 주성분이고 가시거리 밖에서는 회절파가 주체가 된다.

지구곡면 대기의 굴절은 기압, 기온, 수증기압에 의해서 결정되며 평균적으로 높이와 더불어 단조로이 감소한다고 생각하나 마이크로파에서 실재 전파전파는 지형적인 수평거리보다 약 6 [%]가량 더 멀리 도달한다.

### 3. 자료전송 및 수신

이번 연구 사업에서의 전자 회로는 이미 성공적으로 끝마무리가 된 원격 수질 모니터링 시스템 개발 연구와 연근 해역에서의 해황 모니터링 시스템 연구, 광역 표층 해류 관측을 위한 TGPS Buoy 제작 연구, 해수원격 자동 측정 시스템인 TTPS 제작 연구 등에서 개발되고 개선된 회로를 채용하면서 자료의 전송률을 최대한 높일 수 있게 하였다. 처음에는 단일 기판으로 시작하였으나 점차로 전자 소자와 회로를 소형화하면서 사용이 쉽게 변경하였고 기판도 2중 회로로 구성하였다. 발진부의 Crystal은 선정한 주파수에 맞도록 깎아 사용하였다. 회로의 특징은 발진부 및 여진부까지는 8 [V] DC로 안정화된 동일 전원으로 작동되고 최종 출력부는 입력 전압이 DC 12 [V]로 직접 구동되도록 하였다.

여기에 사용한 송신기의 특성을 RF Communication test set ( HP 8920 )을 사용하여 측정한 결과 Fig. 13, Fig 14, Fig 15을 보면 잘 알 수 있듯이 송신기의 상태가 상당히 안정적인 특성을 보여주고 있다.

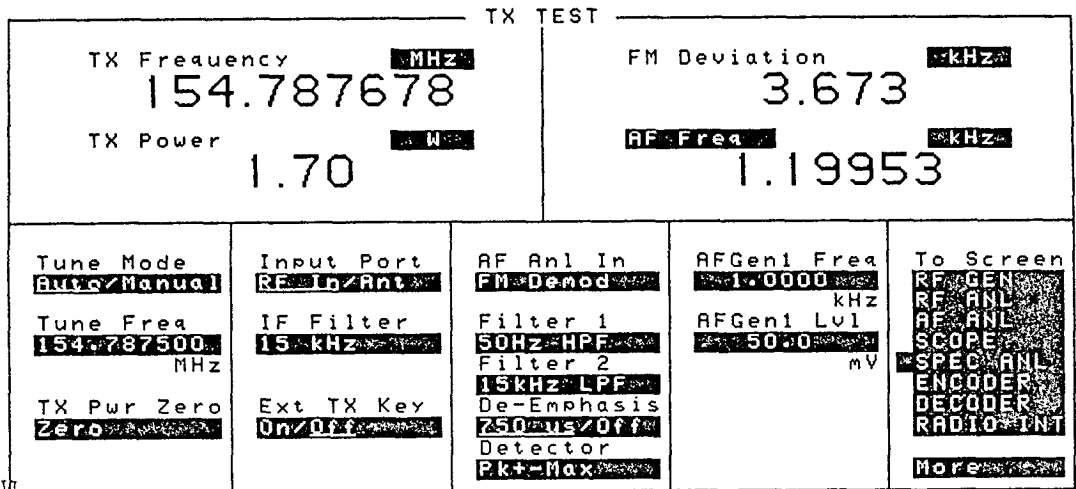


Fig. 13. Tx frequency and power of transmitter

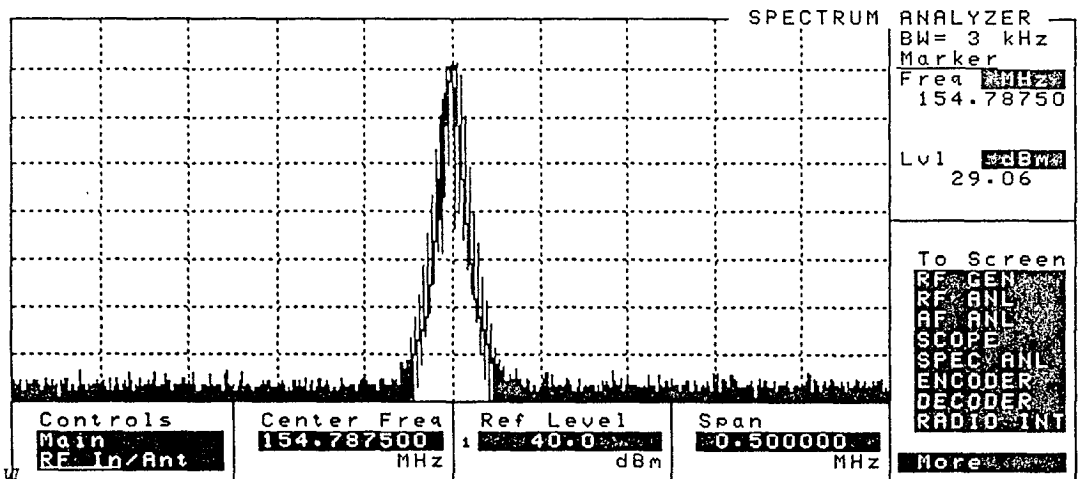


Fig. 14. Spectrum analyzer of transmitter



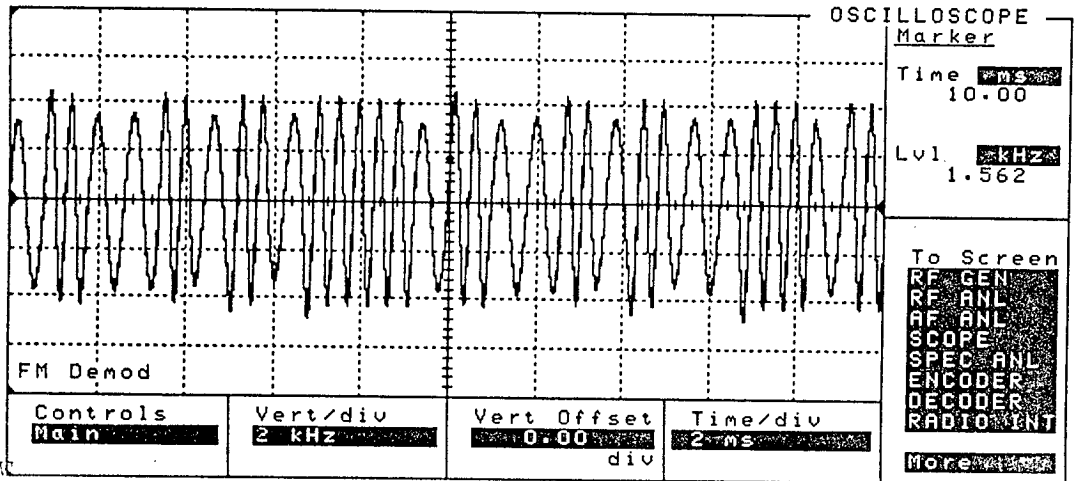


Fig. 15. Modulation of transmitter

송신 주기는 GPS수신기의 프로토콜 과 EPROM 마이크로프로세스 내에 명령을 설정하여 사용자가 원하는 시간에 송신하도록 송신 시간과 주기를 정하여 입력 시킬 수 있게 하여 실험하였다. 본 실험에서 자료 전송주기는 매 5 분으로 하고 2 번씩 자료를 전송하였다. 전송내용은 GPS의 시간과 위치 자료에 해수온도를 함께 붙여 전송하였다.

수신소는 수신 안테나를 포함한 수신기(RF Modem 포함)와 Control unit의 기능이 합쳐진 하나의 장비로 구성된다(Fig. 16 참조). 이 Unit를 RDV( Receiving Deck Unit)라고 하며 Display 기능까지 되어 있다. 내부 전원의 구성은 일반적으로 사용이 간단하도록 AC 110/220 [V] 겸용이며 야외에서 사용이 가능하도록 DC 12 [V] 및 충전식도 가능하다. 전자적인 회로의 구성과 기능은 송신부에서 언급한 것과 같이 수신부도 이미 개발이 끝나고 실용화한 회로를 개선하였다.

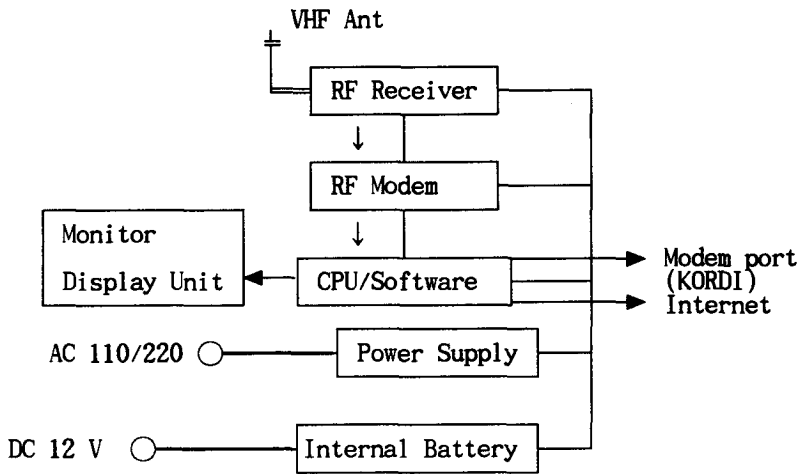


Fig. 16. Consist of Receiving Deck Unit

데이터 통신에서 가장 중요한 것은 데이터 전송 장비이며 그 중에서도 가장 많이 활용하는 것은 변복조기(Modem)이다. RS232C의 데이터 전송 방식은 원 신호인 디지털 신호를 변조하지 않고 그대로 전송하는 베이스 밴드 전송 방식이다. 그러나 무선 회선을 사용하기 때문에 이 방식을 그대로의 형태로는 사용할 수 없으므로 반송파의 어떤 변조를 만드는 모뎀이 필요하다. Fig. 17은 송신 RF 모뎀 회로의 Block diagram이다. (수신용 RF Modem도 개념은 동일함)

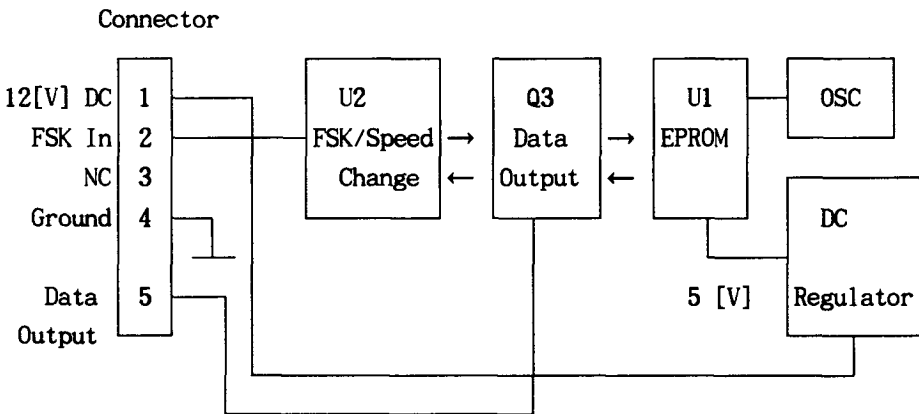


Fig. 17. Block diagram of RF(Tx, Rx) modem

## 제 3 장 Buoy Station 운영

### 제 1 절 계류 종류 및 방법

부이 시스템은 해상에 떠 있는 부이와 부이 구조물의 부착된 각종 센서 및 부이를 고정시켜 주는 수중 계류 부분으로 구성된다. 또한 부이를 고정시키는 방법의 따라서 일점 계류식(single moored system)과 다족 계류식(multileg moored system)으로 분류한다. 이러한 계류 방식은 나름대로의 장단점을 가지고 있으며 (그에 대한 자세한 분석은 많은 논의가 필요함). 부이의 계류 수심은 천해에서부터 심해 (수백 미터)까지 계류가 가능하나 계류 지점과 주위 해상 상태 및 해양의 구조(해류 속도, 방향, 바람 등)에 대해 고려 해야 한다.

Fig. 18은 해양에서 관측용으로 이용하고 있는 여러 가지 모양의 Buoy 종류로서 Fig.18의 a 는 Disc형태이며 Fig.18의 b는 반잠수식 형태이고 Fig.18의 c 는 강한 해조류에서 사용하는 보트 형태이고, Fig.18의 d는 파고 및 표층 운동이 심한 해역에서 안정을 요하는 형태의 것이다.

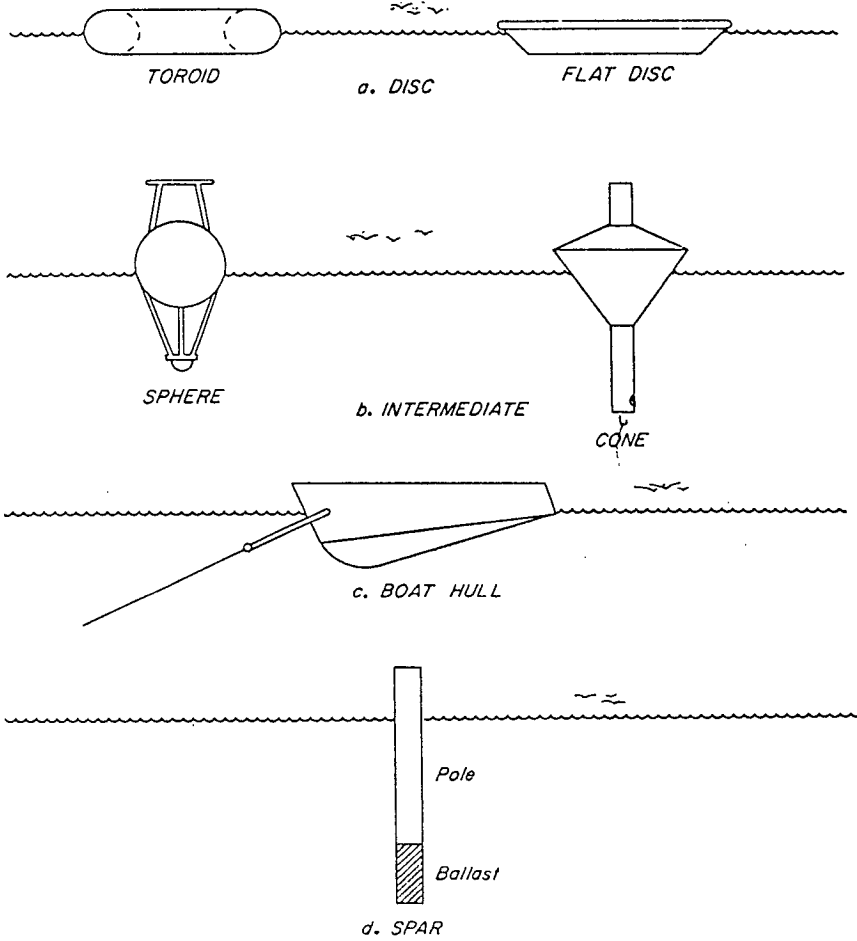


Fig. 18. Generic forms of surface buoy hull

Fig. 19는 수심 300 [m] 이하인 연안 및 천해에서 주로 사용하는 여러 가지의 계류 형태이며 Fig. 19의 a, b는 수심 50 [m] 이하에서 많이 이용되는 계류 방법이다. Fig. 19의 a 에서와 같이 계류선 전체를 체인을 사용한 Slack moor방법이 있고 Fig. 19의 b는 로프를 혼합하여 사용하므로써 재료비를 절감할 수 방법이 있다. (1994. H. Berteaux)

Fig. 19의 c는 일점식 팽팽한 계류 방법이다. 이것은 부이의 회전 방지와 원운동을 줄이고 안정한 상태를 유지하기 위해서 부이와 수중 앵커 사이의 계류선을 팽팽하게 장력을 주는 방법이다. 그러나 해수의 조석차에 의하여 어느 정도 부이가 상하 운동이 되도록 해야 하고 수심이 깊은 곳에서는 Fig. 19의 d와 같은 방법으로 삼각모양의 계류를 하여서 부이의 원운동을 감소시켜 주기도 한다.

천해에서 대형 원반형 부이 계류의 가장 효과적인 방법으로서는 Fig. 19의 e 과 같은 모양이다. 이러한 방법은 계류선이 지속적인 인장력을 유지시켜 주기 때문에 계류선을 중심으로한 원운동은 물론 회전운동을 최소화시켜 준다. 그러나 이 방법에서는 계류선이 표류하는 물체 등에 의하여 손상을 받을 위험성이 있는 것이 약간의 문제이기도 하다.

Fig. 20은 심해 계류( Deep sea moorings )의 대표적인 방법을 나타낸 것이다.

심해 계류에서는 수심과 계류선의 비율을 계류 길이( mooring scope )로 나타내는데 이 비율이 작으면 팽팽한 계류( taut moor ) 비율이 크면 느슨한 계류( slack moor )가 되는 것이다. (1994. H.O. Berteaux)

Fig 20의 a, b은 심해 계류에서 표층계류시 가장 보편적인 계류 방법 중의 하나인 일점식의 팽팽한 계류와 느슨한 계류의 그림이다. 그리고 Fig. 20의 C은 spar부이의 계류 방식이며 Fig. 20의 d, e은 심해에서 보편화된 다점식 계류 방식을 나타낸 것이다.

경제성을 비교해 보면 천해에서(50 [m] 이내) 계류는 Buoy의 크기 및 해조류의 영향에 따라 계류 단가가 다르게 산정된다. 또한 유실에 대한 안정성을 고려하여 일점식 보다는 Fig. 20의 e 번이 안전하다. 비용이 일점식에 비하여 훨씬 높게 잡아야 한다. 대개 비용의 산출은 계류 Line의 재질, 굵기 및 길이, 보조 시설 즉 경보등 또는 경계 부표, 앵커 등으로 구성된다.

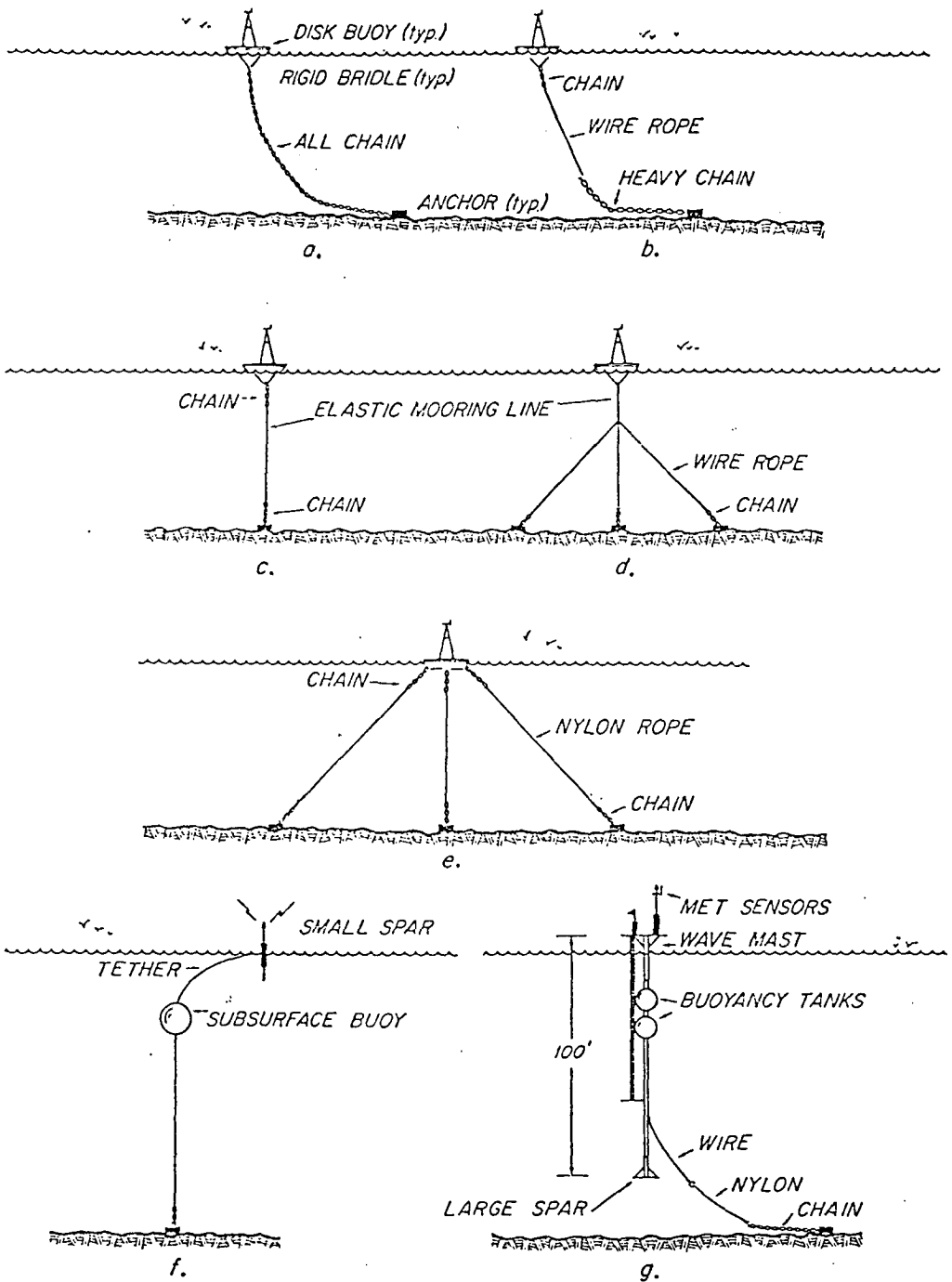


Fig. 19. Shallow water surface mooring

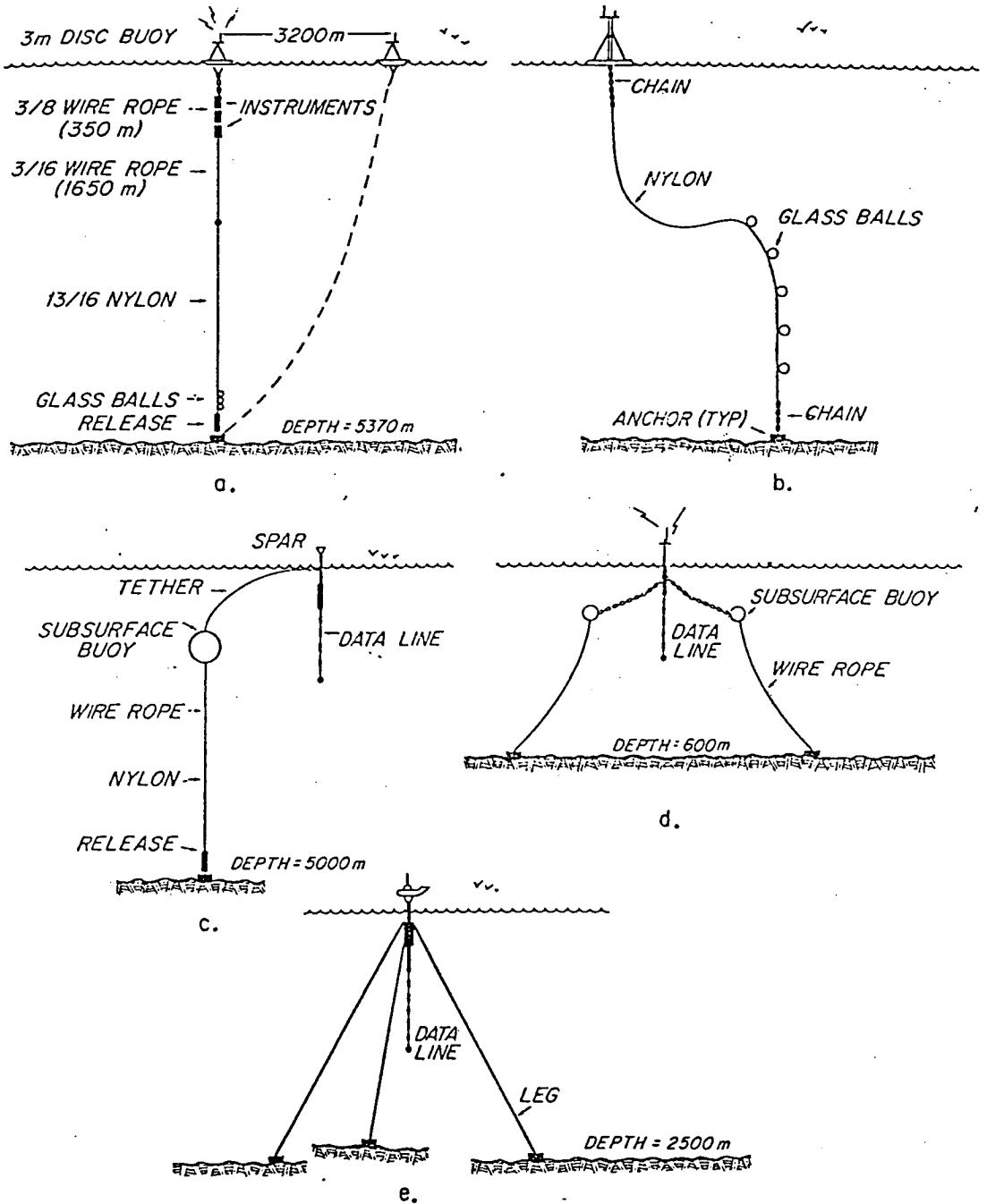


Fig. 20. Deep sea mooring

## 제 2 절 환경 및 설치

### 1. 주변환경

한국해양연구소의 장목분소가 있는 거제도(巨濟島)는 우리나라의 남동부에 위치한 섬으로서 이곳의 기상 상황은 거제 관측소의 10년간 관측한 결과 연평균 기온은 13.9 °C로 온화하고, 계절에 따른 기온 차가 비교적 적은 편이다. 연간 강수량 1,733 mm로 비교적 다우지역이며 동절기에는 북서풍이 우세하고 하절기에는 남동풍이 우세하여 평균속도 1.5 m/sec를 나타낸다.

장목기지가 있는 이곳은 장목항 근처로 거제도 북단에서 6 Km 정도 남측으로 들어온 내항으로 북서측으로 항 입구가 열려 있어 칠천도와 사이의 칠천수로를 통하여 북으로 진해만과 남으로 고현항과 연결된다.

### 2. 설치

수신소는 자료가 전송되는 지점과 거리가 가까울수록 수신용 안테나의 위치가 높을수록 좋은 자료를 얻을수 있다. 그러나 금번 실험에서는 관측부이에 위치가 항 내만에 있으며 가시거리내에 있기 때문에 자료전송에는 아무런 전송이 없다.

그 정확한 설치 위치는 한국해양연구소 장목분소 부근 해역인 Fig. 21에서와 같이 4곳 중에서 시험 운영하기에 적당한 1 번의 위치로 하기로 하였다. ( 34 ° 59.58' N, 128 ° 40.59' E )

앞서 언급했듯이 한국 해양 연구소 (해양 기기실)에서는 해양 및 환경 관측 시스템을 설치하여 장목분소 주변의 해양 환경의 변화를 관측하고자 함이다.

이러한 자료의 전송 및 운영 실험을 거쳐, 관측 자료를 토대로 연안의 환경 변화에 대해 깊이 연구함으로써 해양 환경의 오염과 생태계의 변화를 조기에 발견코자 한다. 특히 남해안 일 때에 널리 퍼지는 적조에 대한 연구가 이 관측 Station을 설치하게 됨으로서 더욱 심도 있게 연구가 진행 될 것입니다.



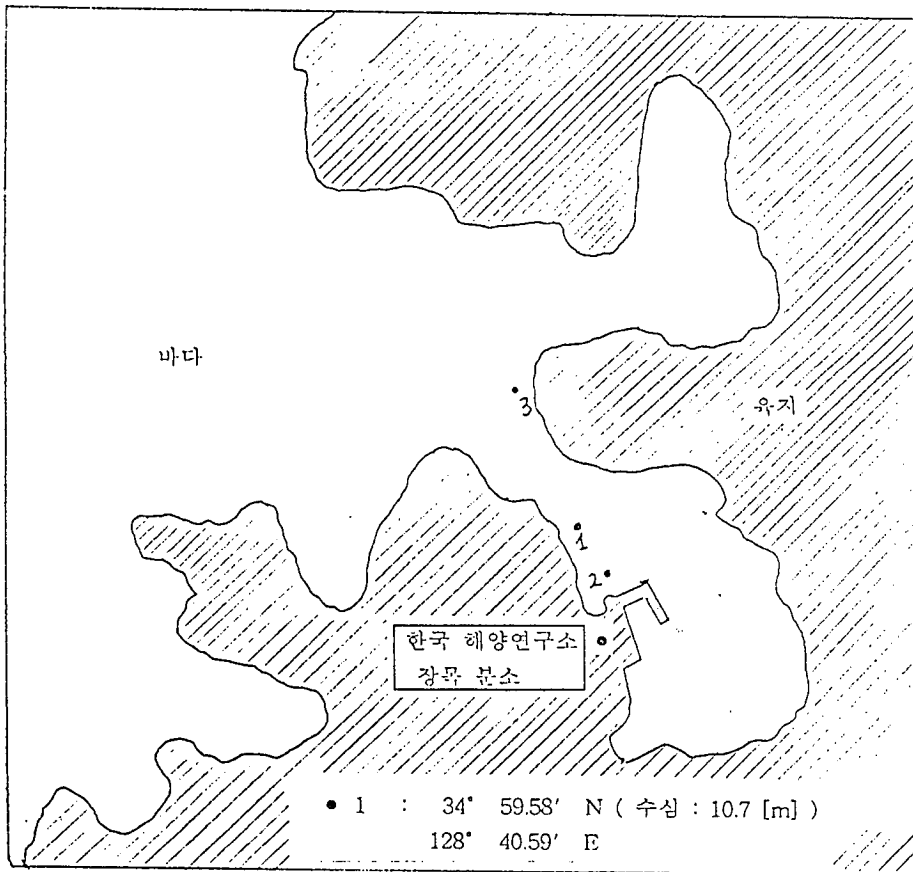


Fig. 21. Installation point of observation system

## 제 2 절 소내 및 현장 실험

### 1. 실험 및 운용

관측 Station은 관측부이에 탑재된 DCP(Data Collection Processor)를 이용하여 해양과 기상환경의 변화를 관측하고, 조위계의 자료를 실시간으로 관측하며, 또한 기타 해수특성 관측자료를 통합하여 무선망을 관리 운영하면서 자료를 처리하고 저장하여 정보를 공유할 수 있는 관측 Station으로 만들고자 한다.

DCP는 가능하면 32-Bit의 고속 자료 처리 장치로서 구성 될 것이다. 기계적으로는 튼튼하며, 전자적인 컴포넌트는 전력소모, 자료 처리와 저장, 통신, 원거리 측정(RF-Modem 이용)이 가능한 장비로써 센서의 값을 읽어 들여서, 처리하고, 경고신호를 나타내며, 센서들을 조정할 수 있다.

관측 부이 및 기기에서 전송되는 자료는 KOMEM( Korea Ocean And Meterological Environmental Management Data)라는 프로그램에 의하여 자료를 시계열 별로 그래프화 시켜내고 Window용 프로그램으로 사용이 가능하도록 할 것이다. WMO의 기본적인 형식에 맞추어 일반화된 신호를 가장 최근의 Data로 나타내며, 자료의 Database를 이용하여 과거 며칠전의 data를 관찰할 수 있다.

관측Station은 외부에서 입력되는 기상, 해양 등의 자료를 받아서 저장과 함께 자료의 정보를 처리하여서 Computer와 연결된 line과 함께 무선으로 이를 전송하면 그 자료를 다시 KOMEM이라는 프로그램에서 우리가 볼 수 있는 정보로 만들어 주면서 자료를 Internet으로 공유할 수 있게 해준다.

관측부이시스템에 전원이 연결되면 자동으로 동작하여 EEPROM에 있는 변수 값을 읽어들이게 된다. 이 변수 값에는 여러 센서들의 정보, 샘플링에 대한 정보, Data저장에 대한 정보, 시스템의 현재 시간과 날짜, 전송포트, 시스템 Alarm, 시스템의 운영 전반에 관한 모든 변수 값으로 구성되어져 있다. 이렇게 읽어 들여진 값은 관측시스템의 기본 값으로 설정이 되어서 시스템을 초기화시킨다.

시스템의 초기화를 어떻게 시키는가에 따라 그 동작도 여러 가지로 나뉘어

지게 되지만 여기에서는 특정시간에만 시스템이 동작한다는 전제하에 논의 해 보기로 하겠다. 이 동작에서는 시스템의 시간이 주된 동작의 시발점이 된다. 시스템의 시간을 주기적으로 계속하여 읽어들이다가 처음에 초기화가 된 System On Time이 되며 시스템을 On시키고, 샘플링을 할 준비를 한다. 초기화된 시간에서 Sample duration time이 되면 시스템은 샘플링을 시작하며, 그 시작은 모두 초기화된 변수의 영향을 받아서 순차적으로 실행된다. 이 실행된 정보는 프로세스 메뉴를 통해서 실시간으로 자료처리가 이루어지며, 저장된다. 샘플링이 끝나면, 송신기(Inmarsat, VHF, UHF, Cellular phone 등)가 On이 되면 1-2초 지난 후 자동으로 저장된 정보를 송신하게 된다.

지금까지는 인터럽트가 걸리지 않은 단편적인 형태의 관측시스템의 동작을 살펴보았다. 그러나, 관측 Station에서는 다양한 자료를 하나의 Station으로 종합하여야하기 때문에 해양에서의 무인자료 획득을 위해서는 무선을 이용한 양방향으로의 관측 Station의 조정이 되어 한다. 각각의 기·장비에 맞는 코드를 부여하여 실시간으로 관측 할 수 있어야 한다. 또 하나의 가장 중요한 것은 관측 시스템에 문제가 발생시 육상에서 초기화를 시켜서 올바른 자료를 수집하는 것이고, 필요시 자료의 관측 간격을 조정하여 정확한 예측이 가능한 실시간 자료를 얻을 수 있어야 한다는 것이다. 그러기 위해 양방향의 모뎀이 필요하며 이를 위한 통신 체계를 갖추는 것이 중요하다.

## 2. 관측자료

온도센서는 주위온도변화에 따라 저항 값이 달라지는 것을 응용하여 관측하였다. 백금저항(Pt)온도센서는 열전대센서 부류에 속하며 일반적으로 표준형으로 사용되고 있다. 본 연구에서 이용한 센서는 저항이 0℃에서 100 Ohm 이다. Pt저항센서는 고순도의 백금을 사용하기 때문에 정밀도가 높고 내 산화성, 내약품성이 좋다. 그러나 열기전력이 작고 열 전도율이 높으며 값이 비싸다.

Fig. 22는 수온센서를 이용하여 자료가 무선으로 전송될 수 있게 만든 원격 관측 시스템의 구성도 예이다.

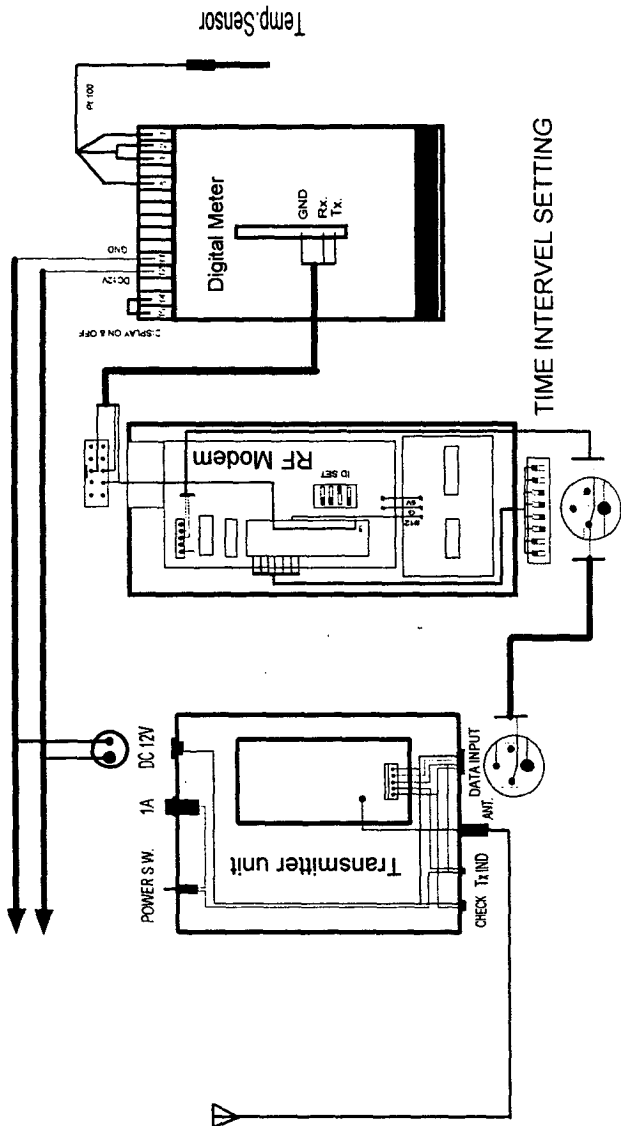


Fig. 22. Circuit block diagram of seawater temperature circuit

센서의 교정은 항상 실측업무에 투입하기 전에 하는 것이 원칙이며 특히 해양에서 사용하는 센서는 육상과 달리 더 자주 해야한다. 이것은 해수의 영향으로 부식되거나 끊임없는 해조류 등의 물리적인 운동으로 기기 및 센서가 손상을 입을 요인이 많기 때문에 더욱 유지 관리의 노력이 필요하다. 대략적으로 센서의 교정은 6 개월 ~ 1년에 한번은 교정을 하여야 한다.

측은 저항체 센서로부터 얻어지는 저항 값이 온도로 변환 되가는 과정을 보면 다음과 같다. 온도에 의한 센서의 저항값 변화는 휘스톤 브리지 회로를 기본으로 한 저항-전압 변환 회로에 의해 전압 신호로 변환된다. 변환된 이 신호는 필터 회로에서 노이즈의 성분을 제거하고 앰프 회로로 들어가 온도에 대한 비직선성을 보정하고 직선적인 직류 전압으로 변환하여 나오는 전압 값을 실제적인 실험 장치를 통해 검교정하여 센서로부터의 변화 값을 온도로 나타내게 된다.

1 차적으로 Compass와 수온 관측 센서 그리고 GPS를 하나의 Serial port로 전송하고자 실험을 하였으나 자료의 전송이 잘 되지 않았다. 원인은 본 연구에 사용한 Compass 센서가 진동에 약하여 Serial Port를 이용한 전송에 영향을 준 것으로 판명되었다.

2 차적인 시험 결과를 보면 97년 12월 18일부터 98년 1월 18일 까지의 자료의 저장은 정해진 시간 간격대로 전송되는 것을 알 수 있었으며 해수온도 자료가 매우 양호하게 전송되었다. (Fig. 23, Fig. 24)

단지 사용 주파수대에서 생기는 음성신호에 의해 약간의 자료가 깨지거나 송신의 오차가 있었다. 종합적으로 분석해 볼 때 약 1 % 이내로 매우 양호한 전송을 보여 주었다.

약 한달 동안의 전원은 아무런 문제가 없었으며 시스템은 완벽하게 작동하였다.

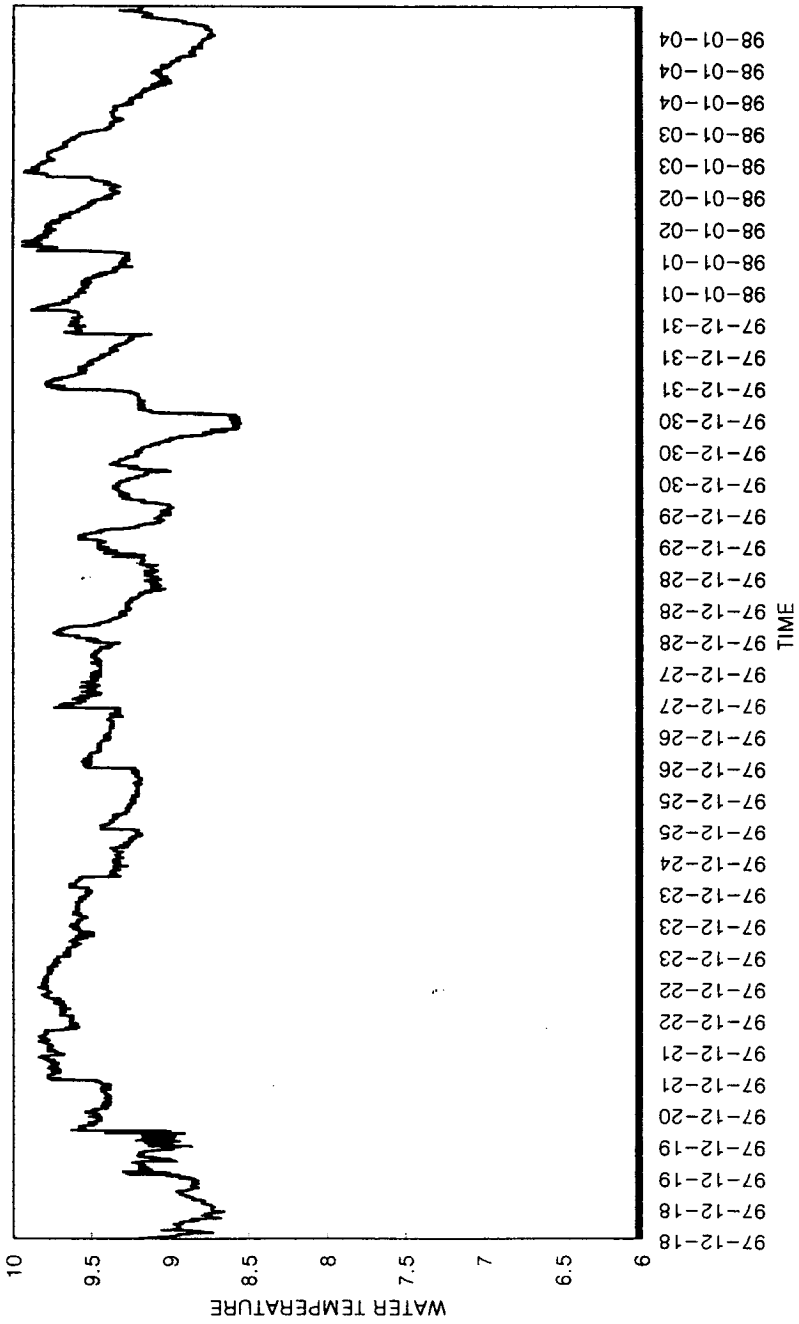


Fig. 23. Sea surface Temperature ( I )

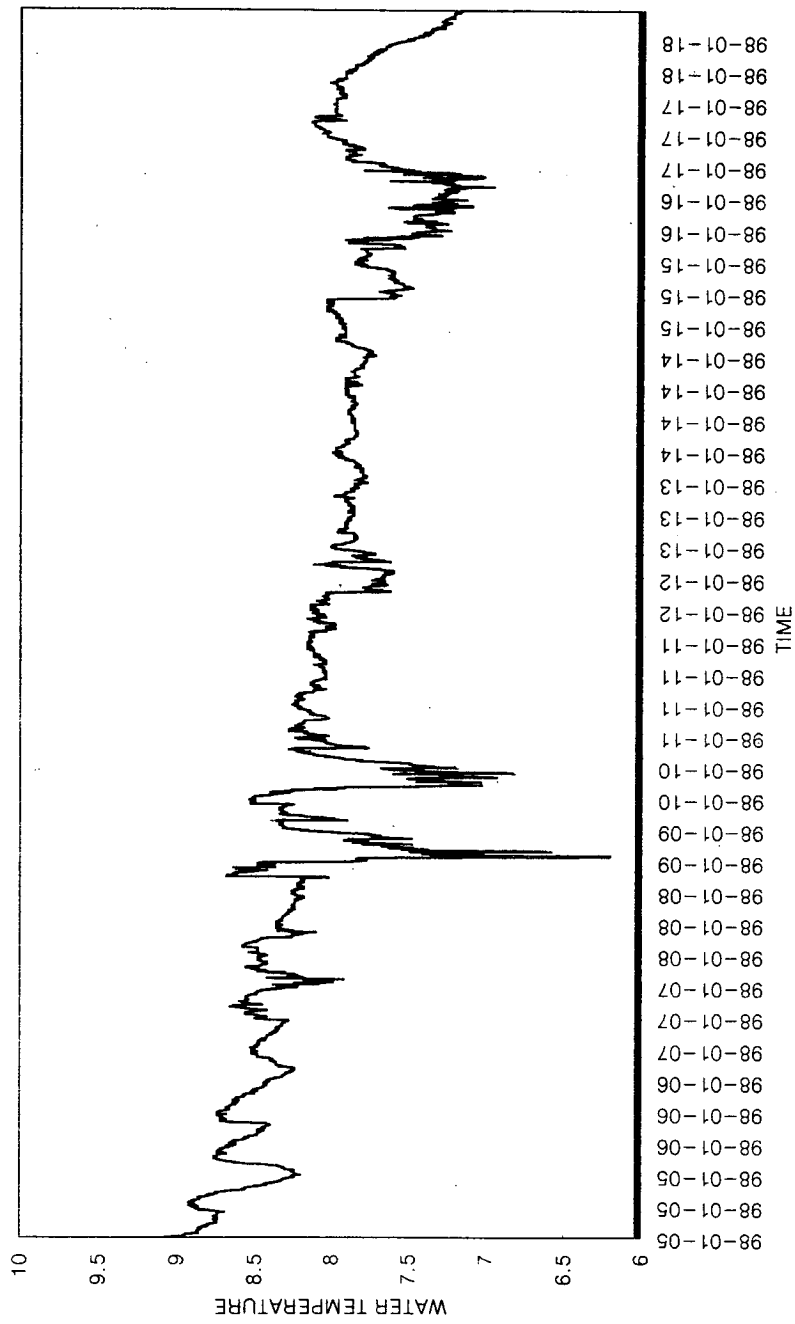


Fig. 24. Sea surface Temperature ( II )

## 제 4 절 국내의 현황 및 사례

모든 산업이 그러하듯이 해양개발 연구나 해양산업도 결국은 인간의 삶의 질을 향상시키는 것이 궁극적인 목표라 할 수 있겠다. 국외유수의 해양연구소나 관련학교에 기본적인 목표와 자세는 언제나 동종의 기관과 유기적인 관계는 물론 일반 산업체나 일반인들에게도 항상 연구소를 개방하고 기술의 전수를 기꺼이 할 수 있는 자세라고 하겠다. 이러한 기관들의 습성과 제도를 종합 분석하여 보면,

- 해양관련기술 자문역할
- 장비개발의 선도적인 역할과 구심점으로 기술지원
- 협력사업을 통한 실생활의 부가가치창조
- 장비의 구매, 대여 및 공동활용 및 정보교환, 기술교환, 인력교환이 매우 자유스러운 전통을 유지하고 있다는 것을 알 수 있다.

다음은 몇몇 나라의 해양관측 및 오염 관측스테이션의 간단한 현황을 정리하여 보았다.

### 1. 영국

SOC( Southampton Oceanographic Center )는 Southampton 대학과 자연환경연구 위원회(NERC) 간의 합작 투자기관으로서 센터는 해양과학 및 지구과학에 대한 연구, 훈련, 대학생과 대학원생교육, 기술지원 서비스 등 모든 측면에서 국가적인 중심적 역할을 수행하고 있다. SOC의 과학적 임무는 지구의 작용과 지구 규모의 해양 물리학적, 생물학적, 지질학적, 화학적 시스템에 대한 이해를 하는 것이다. (Fig. 25 참조)



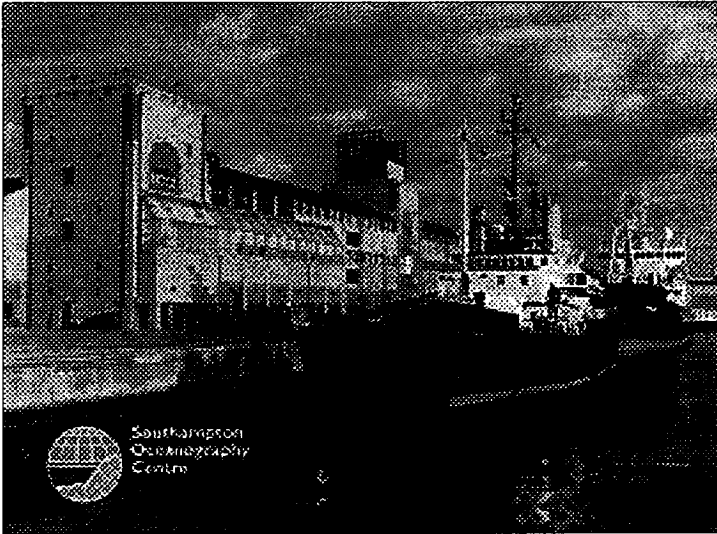


Fig. 25. A complete view of SOC

영국의 SOC( Southampton Oceanographic Center )에서는 Southampton 강에서 발생하는 생화학적인 환경 변화를 보기 위해 관측 시스템을 만들어 관리해오고 있다. 이때 사용된 부이는 Toroid형태로서 제작되어 기상 및 해양을 동시에 관측하는 시스템으로 구성되었다. 그 중심에 사각모양의 타워를 갖고 있는 형태로써 컴파트먼트가 나뉘어져 있다. Hull의 깊이는 2 [m]이며 타워의 높이는 약 2.5 [m]이다. 그리고 부이 중심으로는 해양 환경 관측 센서의 컴포넌트가 위 아래로 움직일 수 있게 가이드가 있어 센서의 유지관리를 쉽게 할 수 있으며 전송선을 보호하기 위한 보호대가 있다. ( Fig. 26 참조)

또한 생화학 변화를 관측하기 위한 센서로는 Table 5와 같이 해수온도, 염분도, Light(PAR), Fluorometer, Transmissometer 등이 구성돼 있다.

Table. 5 Specification of SOC sensors

| 센서의 종류             | 규격  |
|--------------------|---|
| 1) Temperature     | Type : Platinum resistance thermometer<br>Range : -2 °C ~ 30 °C<br>Precision : ± 0.02 °C  |
| 2) Conductivity    | Inductive Cell (Aanderaa)<br>Type : Inductive Cell (Aanderaa Instruments, Norway)<br>Range : 0 ~ 50 mS/cm<br>Precision : 0.05 mS/cm   |
| 3) Light(PAR)      | Manufacture : Chelsea Instruments Ltd<br>Type : PAR Irradiance Meter PR46<br>Output 0 ~ 5 VDC<br>Approx. Cal. PAR (In $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) = - 0.005 signal (mV)<br>Range 450 ~ 700 nm<br>Precision ± 3 %<br>Range 400 ~ 450 nm<br>Precision ± 8 % |
| 4) Transmissometer | Type                Folded Beam<br>Path length        25 cms<br>Output             0 ~ 5 VDC<br>Precision : ± 1 mV  |
| 5) Fluorometer     | Manufacture : Chelsea Instruments Ltd<br>Type : Aquatracker III<br>Range 0.01 $\mu\text{g}/\text{l}$ - 100 $\mu\text{g}/\text{l}$<br>Precision 0.01 $\mu\text{g}/\text{l}$  |

Data Logger는 14 bit의 분해능을 갖는 16개의 channel과 1 개의 RS232C로 구성되어 있다. 자료의 저장은 직렬 port를 통하여 4 Mbyte의 PCMCIA SRAM으로 저장된다. 자료의 전송은 Cellular phone을 이용하여 양방향 전송 방식으로 정한 시간에 자동적으로 Vodaphone-paknet cellular radio를 통해 수신소로 전송되고 있으며 건물 내에 있는 Monitor를 통해 보여준다.

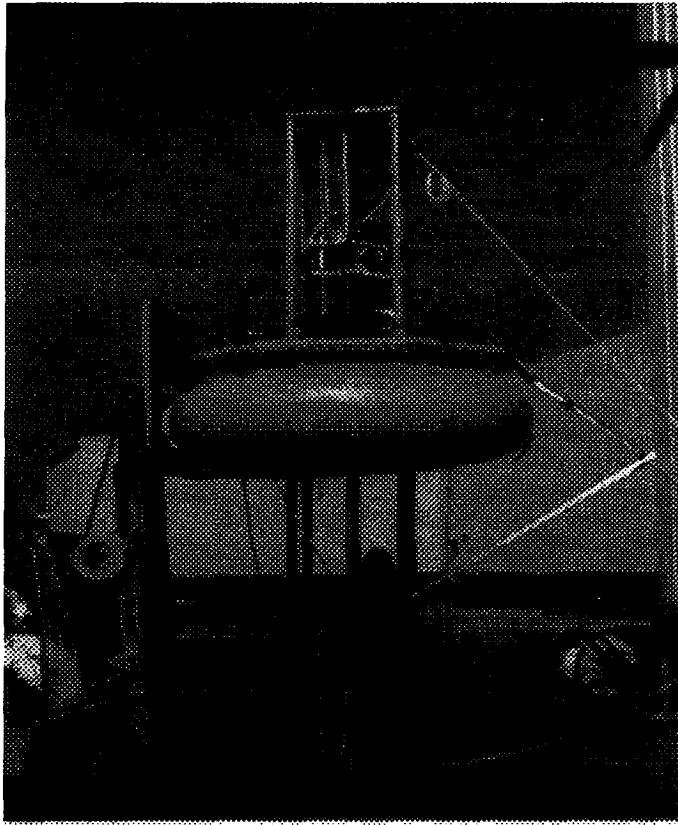


Fig. 26. 해양오염 및 생화학적 변화를 관측하는 Toroid Buoy

## 2. 일본

일본은 전 국토가 해양과 접하여 있는 도서국가로서 그 범위가 대단한 넓이로서 오래 전부터 세계에서 유수한 전통적인 어업, 해운국으로 식량의 근원 및 각종자원 과 생활공간의 이용을 해 왔던 국가이다.

근세에 접어들면서 경제력과 과학기술력을 확보하게되면서 전반적인 산업의 발전과 생산력을 갖게 되었으며 국민의식의 다양화와 각 분야에 걸친 기술의 선진화 특히 해양공간의 효과적인 이용, 해양에서의 자원개발 및 연구활동은 매우 그 목적이 뚜렷하며 도약발전을 하여왔다. 이러한 뚜렷한 국가정책을 수행하는 기관으로서 JAMSTEC(Japan Marine Science & Technology Center)을 1970년에 설립하여 해양조사 대한 강력한 추진력으로 활발한 해양조사업무를 통하여 국가의 해양정책의 기본 방향을 이행하며 해양 연구와 기술 개발을 하고 있다.

JAMSTEC의 연구활동은 지구의 온난화 문제, 해양의 기상관련, 해양의 구조 및 해류 흐름, 각종 자료를 이용한 시뮬레이션 연구, 수중음향을 이용한 Tomography , 연안역 개발, 수산자원의 개발연구 등 그 범위는 대단히 광범위하며 이러한 연구를 수행하기 위한 예산이 매년 상당한 비율로 증가되고 있다는 사실만 보더라도 일본이 해양국가로서 자처하고 있다고 하겠다.

이러한 예로서 Fig.27은 2000년대 환경 대책의 일환으로 OAT(Ocean Acoustic Tomography ) 시스템을 개발하여 실시간으로 육상의 관측 스테이션에서는 고속의 컴퓨터를 사용하여 수신된 자료를 축적하고, 처음의 자료를 응용하여 수신된 자료를 분석하여 Database로부터 해양자료로서 해수온도 등을 그래프화 시켜 나타내고 있다. 지금은 2 차원적인 관측만 가능하지만 2000년대가 지나면 3 차원적인 관측을 하여 Large-scale의 범위와 실시간 관측이 요구하는 목적에 맞게 자료를 제공할 예정으로 있다.

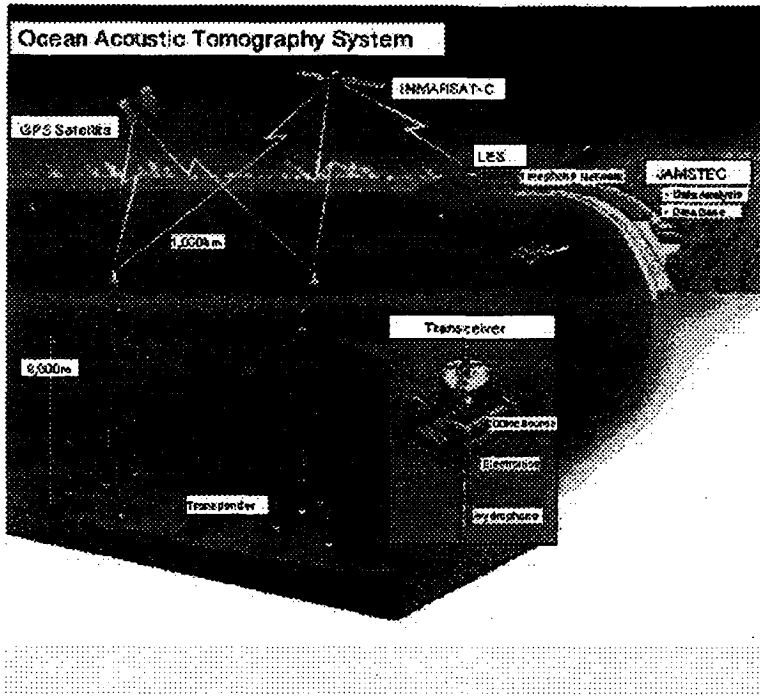


Fig. 27. Schema of Ocean Acoustic Tomography System configuration

또 다른 하나의 예로서 일본의 수산시험장(愛知縣水産試験場)의 부이 운영 실태를 보면 관측 항목으로는 기상 분야는 기온, 풍속, 풍향이고 해상 자료는 표층(수심 3.5 [m])과 저층(해저 위 2 [m])을 구분하여 수온, 염분, 용존산소, 유향, 유속을 관측하여 RF 무선 장치를 이용하여 400 [Mhz]로 전송하게 된다.

부이의 형태는 Fig. 28와 같이 원반형이고 계류 형태는 부이를 세 방향에서 고정시켜 파향과 파고는 관측에서 제외하여 사용하고 있다.

부이의 위치는 수산 시험장에서 약 10 [Km] 이내에 3 군데에 위치하고 있으며 그 지역의 어장 환경을 관측하여 통보하고 있다. 부이의 위치가 수신소와 비교적 가까운 위치에 있어 항상 자료의 감시가 가능하고, 자료의 질을 높이기 위하여 매달 한번씩 센서를 교체 혹은 보수를 하고 있지만 부이의 성능을 유지 관리하는데 있어 많은 노력이 소모되고, 관측 장비에 생물 부착물이 많아 염분,

D0 값의 정확도가 떨어진다고 한다.

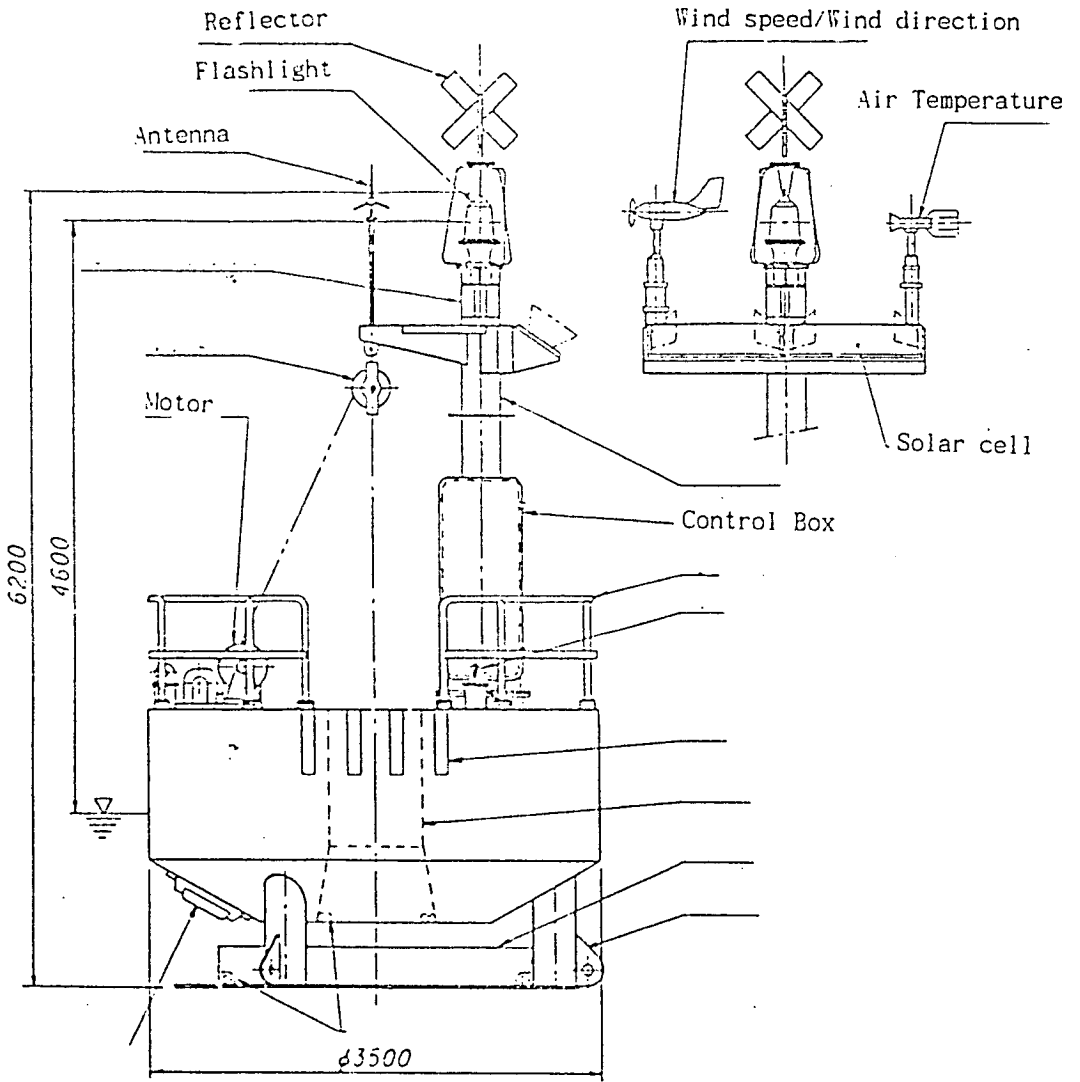


Fig. 28. Buoy structure of Japan

### 3. Canada

캐나다 기상 부이의 운용 현황은 매우 활발하고 광범위하며 대단히 실용적으로 운용된다. 그것은 기상 부이로부터 획득되고 있는 기상, 해양 자료를 실제로 기초 연구는 물론이거니와 국민들의 실생활과 특히 산업, 어업 종사자들에게 양질의 서비스를 하고 있다는 의미이다. 캐나다 국가적으로 볼 때 광범위한 국토를 동서로 구분하여 자료를 수집하고 한데 모으는 것이다. 현재 캐나다의 서해안 북쪽 즉 북태평양 베링해로부터 알래스카를 거쳐 콜럼비아주 앞바다를 연결하는 영해와 공해 상에는 크고 작은 기상 부이가 약 20여개가 고정적으로 끊임없이 자료를 수집하여 밴쿠버에 있는 기상 자료 센터( CAES )로 위성을 통하여 들어오고 있으며 이 센터에서 각 해역으로부터 들어오고 있는 자료를 취합하고 분석하며 예상도를 작성하여 다시 캐나다 기상 위성으로 보내어 캐나다 전지역으로 재 전송하여 사용자들이 수신하여 이용하도록 시스템이 되어 있다.

부이의 제작은 캐나다 자체에서 제작되고 있으며 기상 부이만을 전문적으로 해상에 설치하고 보수 유지, 운용하는 회사가 별도로 있으며 이 회사는 기상 자료 센터에서 요구하는 대로 현장을 관리 운용을 하고 있다.

물론 이 회사에는 각분야의 전문 기술진을 확보하고 있어 센서의 특성 분석과 소프트웨어 등의 개발을 끊임없이 수행하고 있다.

#### 4. 벨기에

해양환경의 모니터링은 북해 주변국가들이(프랑스 포함) 맺은 Oslo Paris 협약(OSPARCOM)에 따른 Joint Monitoring Program의 일환으로 수행된다. 벨기에에서는 공중보건환경부의 국으로 "Management Units of mathematical Model (MUMM)"을 두어 해양환경청과 함께 자원 평가를 담당하게 하고 있다. 북해와 Scheldt만의 모니터링은 1977년부터 바다에서는 25개 정점과 만에서는 7개 정점을 수심 3 m에서 1 년에 6 ~ 10 회로 시료를 채취, 분석하여 왔다. 1990년 이후에 추가된 측정점에 대한 시료채취는 OSPARCOM 과 International Council for the Exploration of the Sea (ICES)에 의해서 설립된 North Sea Task Forth(NSTF)의 Monitoring Master Plan(MMP)에 따라 수행하고 이 사업에는 대학 연구소와 지방연구소들이 참여하고 있다. 현재의 모니터링 정점 구성은 오염물질의 Western Scheldt 만에서의 커다란 유입을 고려하여 염분도 변화에 따른 오염물질농도 변화를 해석 할 수 있도록 0.5 % 간격으로 정점을 배치하였다.

해수는 일반 수질항목으로 염분도, SS, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, Hg, Cd, Cu, Zn을 측정하며, 독성물질로 PCB, HCH's, drin's, DD's, Zin's를 기타 유기물질로 beta-, alpha-endosulfan, HCB, heptachlor, metoychlor, t-Epoxychor을 측정한다. 해양 저질에서는 일반 중금속류로 Hg, Cd, Cu, Pb, Zn을, 독성물질로 PCB's, HCH's, drin's, PAH's, butyltin's, DD's와 기타 유기물질들을 측정한다. 모니터링에서 얻어진 Data(기상학적, 수로학적, 생물학적, 화학적, 오염)는 MMUM에서 관리하고 있으며, JMP와 MMP에 데이터를 보내고 ICES와 데이터를 교환하고 있다. 또한 JMP의 일환으로 5 년 이상 수행된 결과를 볼 때 부유물질의 변화도 측정망을 구성하는 주요한 인자가 될 수 있다고 보고했다.

(Mommaerts, J.P. 1990)



#### 4. 한국

##### 1) 기상청

기상청에서의 운영하는 부이의 가장 중요한 이유를 보면 다음과 같다. 최근 어업, 해운업 등 해양 관련된 산업의 발달과 더불어 악기상으로 인한 해난사고의 발생률이 점차 증가하고있다. 해양은 기상변화에 중요한 역할을 담당하고 있음에도 불구하고 해상에서의 관측자료가 부족한 실정이다. 따라서 부이를 운영함으로써 생산되는 종합적인 해양기상관측 자료는 해양감시는 물론 해양기상 연구 및 예보 기초 자료로 활용하여 악기상에 의한 해상 재해를 최소화하는 데 있다.

1989년 12월 기상장비 현대화 계획의 일환으로 최초 해양기상관측 부이를 도입하여 서해 격렬비열도 북쪽 10km 해상에 설치 운영하기 시작하였다. '93년 5월부터 서해 만리포 남서쪽 30km 해상에 설치 운영해 왔으며 '96년 4월 선박의 충돌로부터 파손되었다. 그 동안의 축적된 운영경험과 기술을 바탕으로 1997년 8월 성공적으로 진수하였다.

관측하는 부분은 Table 6과 같으며 부이는 해상에서의 기상요소와 해양요소를 자동으로 관측하며 관측된 자료는 위성통신(Inmarsat-C) 시스템을 통해 기상연구소 베이스 컴퓨터에 수집, 저장된다.

Table. 6. Meteorological observation sensor

| 구 분    | 종 류                               |
|--------|-----------------------------------|
| 기상 수감부 | 바람(2), 기온, 습도, 기압, 일사             |
| 해양 수감부 | WAVE(파고, 파향, 파주기), 해류(유향, 유속), 수온 |
| 보조 장치  | 컴퍼스, GPS, 경광등, 몸체 내부의 침수여부 수감부    |

연구용 부이는 서해 궁시도 부근 해상에(안흥 서쪽 30km) 계류하였으며, 관측된 자료는 실시간으로 수집되어 해양기상예보의 적중률 향상과 대국민 해양기

상 서비스, 해양기상특성 연구를 위한 기초자료로 사용되어 해양기상 업무의 발전에 기여 하고있다. 그 동안 부이 운영보고서 발간('95년도), 해양기상 관측자료의 축적, 해양기상 관측시스템 개발 연구의 발전에 기여하였으며, 축적된 운영 기술은 기상청 부이 도입, 설치, 운영에 선도적 역할 수행하고 있다. Fig. 29는 기상청이 운용하고 있는 관측 부이의 위치도이다.

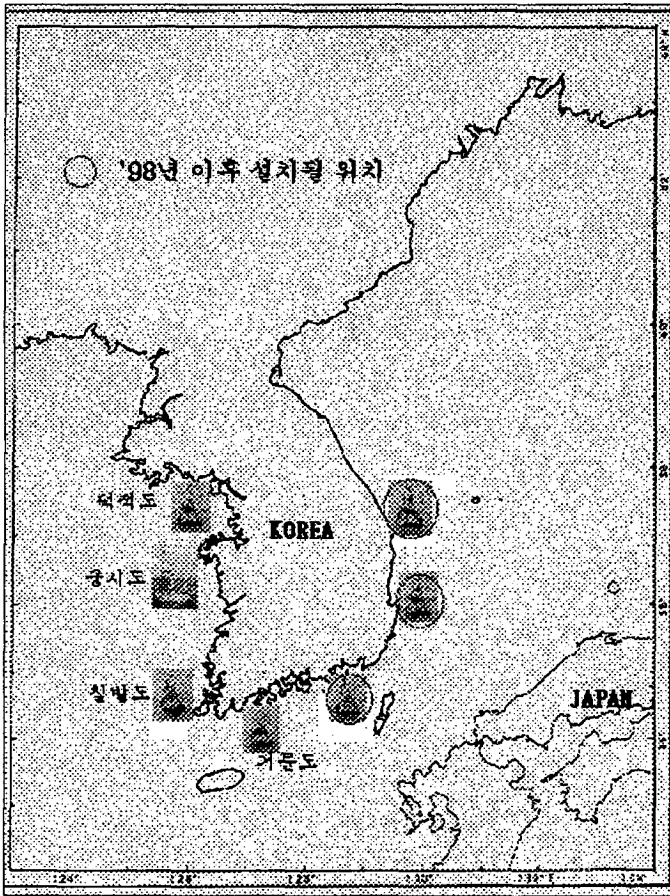


Fig. 29. Observation point of meteorological buoy

## 2) 한국해양연구소

해양 및 연안의 이용과 활동범위가 크게 신장되면서 항만 및 해안개발의 계획, 해안 구조물의 설계, 자연재해( 태풍 및 폭풍 등)로 인한 피해를 감소하고 경제적인 해상활동에 대한 기본자료인 우리나라해역의 파랑특성을 파악하기 위하여 1986년부터 한국해양연구소에서는 해양수산부 사업인 파랑 구축망의 사업으로 Fig. 30과 같이 우리 나라 전역에 대한 파고관측을 실시해 오고 있다.

파랑관측의 종류를 심해파 파랑관측소(Primary)와 천해 국지파랑관측소(Secondary)의 두 종류로 나누어서 체계화하였다.

### i) 심해파 파랑관측소

- 무인육상 관측기기를 사용한 실시간 관측
- 넓은 해역에 대한 현황과 예보에도 이용할 수 있는 파랑의 표준 관측망
- 여러 관계기관이 공동으로 이용할 수 있는 최적의 지점

파향 스펙트럼 관측은 연안의 국지적 영향을 크게 받지 않고 넓은 해역을 대표할 수 있는 곳에 설치 (Fig. 30)

### ii) 천해 국지파랑관측소

- 효율적인 자기기록식 파고 조위계에 의한 비실시간 관측
- 특별 관심 해역에서의 국지의 파랑을 관측 (일시적인 기간 동안)

파랑관측부이에서 송신된 원자료(Raw data)와 간이 분석된 자료의 두 가지는 표준 파랑관측소의 수신기( Data Logger 및 수신장치)에 자동으로 저장되는데, 저장되어 있는 자료는 지방항만청에서 전화선을 이용하여 PC로 수신하며, 전화선의 문제와 자료 수신된 자료를 확인하지 않아 간이분석 자료만 수신 될 때도 있다.

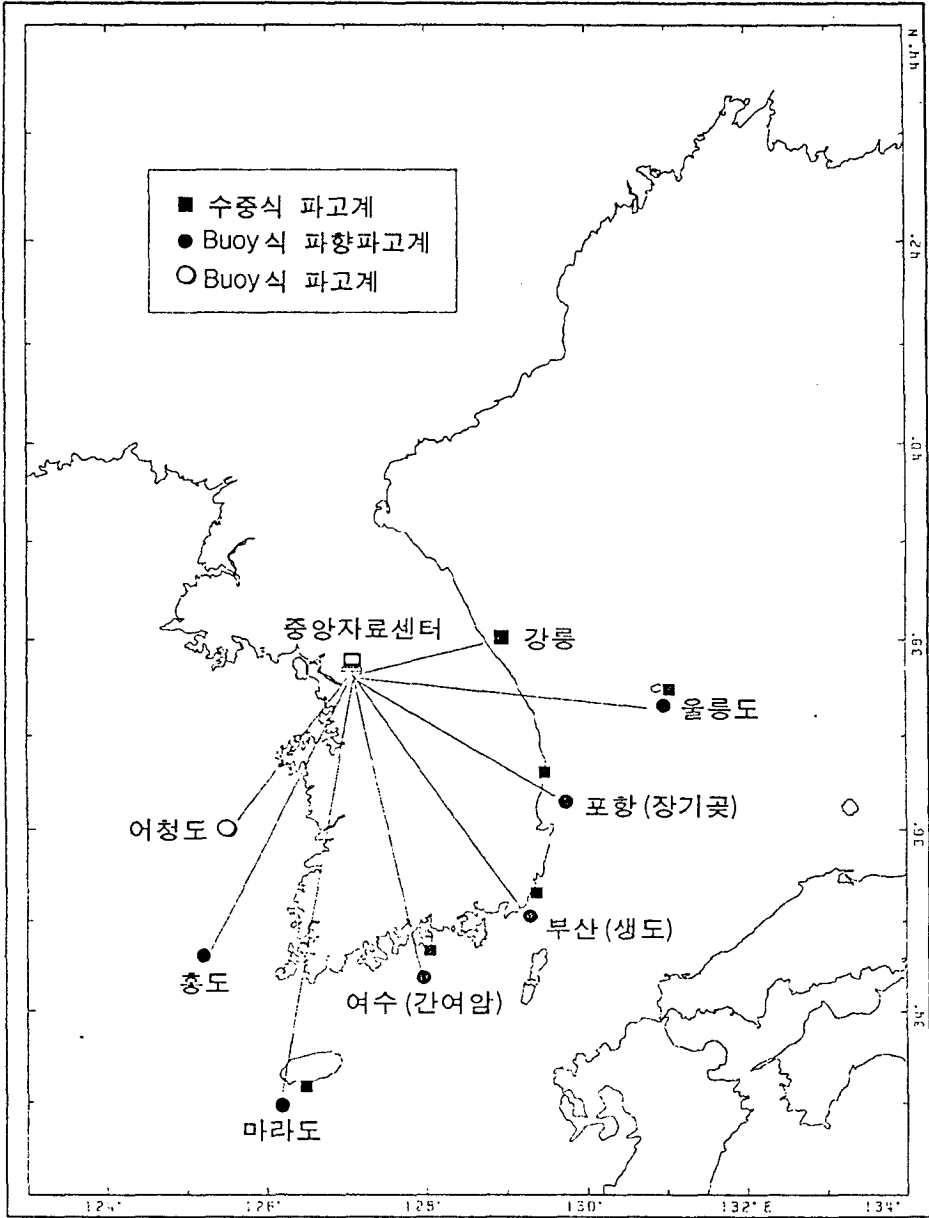


Fig. 30. Wave observation network of MOMAF

또한 현재 기상변화 관측을 위한 고정 스테이션이 선갑도, 장목기지, 해양연구소(안산)에 설치 운용되고 있다. 그러나 이 관측스테이션은 그 규모가 간단하고 연구에 필요한 몇 가지의 센서뿐이며 육상에 고정되어있어 종합관측 스테이션이라고 할 수가 없다. 하지만 앞으로 장목분소에서 Fig. 31과 같이 기상, 해양 특성, 조위계, 생화학 관측 센서 등을 갖춘 해양환경 및 기상 종합 무인 관측 시스템이 성공적으로 운영되면 Fig. 32과 같이 관측 부이를 설치하여 모든 시스템을 해양연구소로 자료가 전달 될 수 있는 체계를 갖추어 기상청의 자료와 공유할 수 있게 만들 것이다.

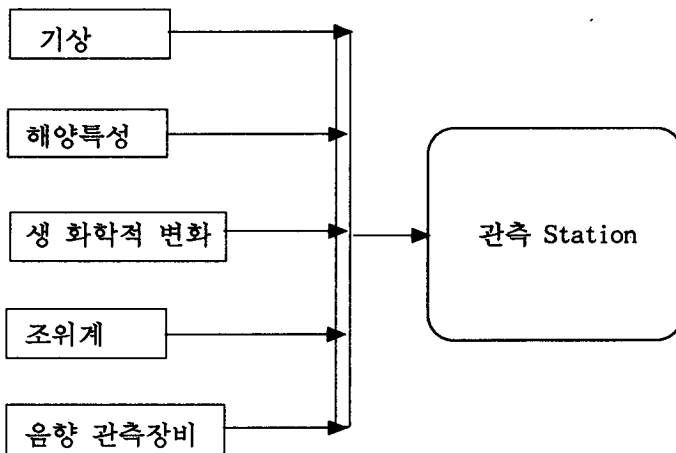


Fig. 31 .Configuration of obseravation station

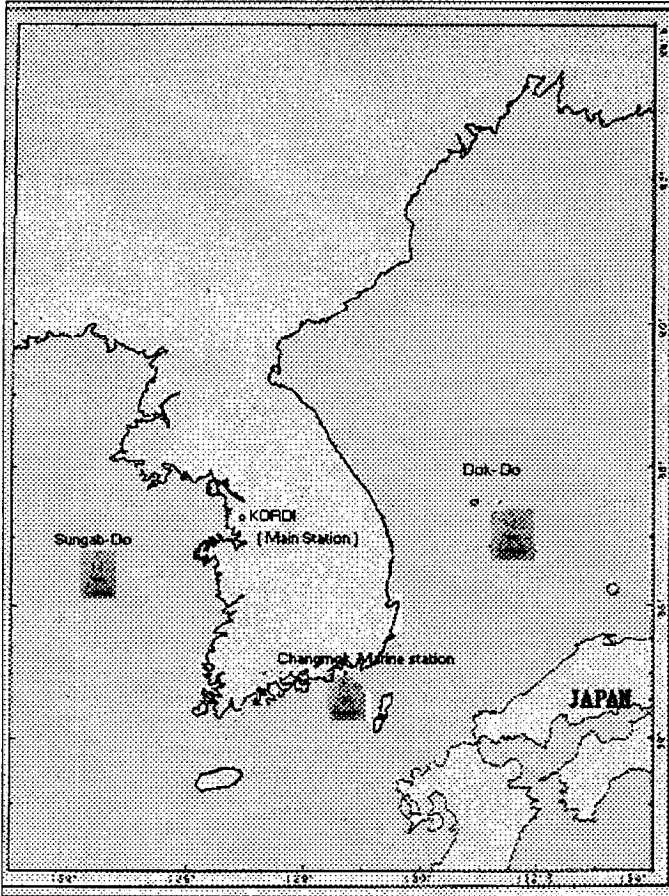


Fig. 32. Observation buoy of KORDI

## 제 4 장 결론 및 건의

임해 해양연구의 활성화와 발전을 위한 기초적인 자료를 수집하고 가시적이며 가능한 것부터 제작 설치하고 이용하기 위한 첫 걸음으로서 넓은 해역에서 가장 효과적이고 실효성이 있는 방법 중에서 Buoy를 이용한 고정점에서의 관측과 해양 관측 기기를 통합 운영하는 해양 Station 구축에 대하여 각국의 실상과 널리 사용하고 있는 Buoy 종류에 대해 조사하였다.

Buoy를 이용한 해양 환경 및 기상관측 System은 용도에 따라 크기, 관측범위, 전송방식이 다르며, 또한 고정점 유지를 위한 계류 방법도 다양하게 고려되어야 한다. 즉, Buoy 형태에 따른 계류방식, 연안의 급속한 환경 변화, 모니터링 주기 설정, 자료전송 주파수에 따른 전파특성 및 전송체계 등에 대한 분석이 선행 되어야 한다.

장목분소에서 일부센서를 이용하여 관측 Station을 구축하여 장기간 운영한 결과 송수신기의 작동은 소내에서 실험한 결과대로 양호한 자료를 얻을 수 있었다. 또한 해수온도 관측 센서의 값의 변화는 매우 안정적이며 장기 관측시 별 문제가 없다고 판단된다. 관측시간 주기는 GPS를 사용한 결과 매우 안정적으로 정확한 시간에 관측되어 기존의 회로에 의한 Time interval 방식보다 Microprocessor를 이용한 방식이 매우 효율적임이 입증되었다.

Buoy 재질이나, 운용 Software, 일부센서는 우리가 스스로 설계 제작하였으나 Buoy의 운동특성 및 고속자료전송에 대한 실험은 계속과제로 이어질 필요가 있다. 매우 짧은 기간에 Buoy의 제작, 현장실험으로 완벽하다고 할 수는 없겠으나 제작기술, 센서 Interface 및 운용 알고리즘 설계, 실험에 대한 기술 및 경험은 연구소 발전과 이 분야에 선도적인 역할을 할 수 있다고 생각한다.

## 참고문헌

- 박 종세, 1995 화학적 평가  
물 2000 pp. 213 ~ 246, 연세대학교 환경공해연구소
- 봉 종헌, 등 1987: 한국 근해의 해양기상 특성과 예보기술 개발에 관한 연구.  
과학 기술처, 기상연구소
- 유 정찬, 김 인영, 1990: 햄을 위한 햄에 의한 안테나 핸드북. 명지 출판사.
- 이 동섭, 김창식, 강시환 해양과학기술 : 그 시작과 미래. 첨단과학기술총서  
한국과학기술진흥재단
- 이 강호, 1991: 통신공학. 한국이공학사.
- 이 흥재, 전 호경, 등 1990.7: 연근 해역에서의 해황 모니터링 시스템 연구  
(1차년도) 보고서 . BSPG 00099-300-1.
- 석 문식, 전 호경, 등 1991.7: 연근 해역에서의 해황 모니터링 시스템 연구  
(2차년도) 보고서 . BSPG 00120-390-1.
- 스마트 전기·전자 용어 사전 도서출판 탐구원
- 전자기술연구회 1991. 전원회로 설계 마스터 도서출판 기문사
- 전자정보공학 대사전 도서출판 技多利
- 정 진욱, 변 옥환, 1993: 데이터통신과 컴퓨터 네트워크 Ohm 사.  
1986: Texas Instrument Production Data Book.
- 전 호경, 1991: 원격 수질 모니터링 시스템 개발 연구 보고서 .  
BSPE 00217- 364-7.
- 전 호경, 1994.6: 광역 표층 해류 관측을 위한 TGPS buoy 제작 연구  
BSPE 00436 - 695 - 7.
- 전호경, 함석현, 박동원 1995.2 표층해류 관측을 위한 TGPS buoy 제작 연구  
한국해양학회 Vol. 30, No. 1, pp. 27~38
- 전호경 1995.6 광역 표층 해류 관측을 위한 TGPS buoy 제작 연구  
( 중소기업 기술 무상양허 사업)  
한국해양연구소, BSPN 00265 - 809 - 7.



- 岡本 次雄, 1988: 아마추어의 안테나 설계 . 세운 출판사.
- AXYS Environmental Systems Ltd., 1995: 3 M Discus Meteorological and oceanographic data buoy system
- Chelsea Instruments Ltd., 1991 AQUATRACKA III user handbook
- Dallas, 1990: DS5000 soft microcontroller User's Guide. Dallas semiconductor, U.S.A.
- D.J. Hydes 1997 Brief description of the SOC-SONUS-Data-Buoy used to study phytoplankton growth conditions in Southampton Water in spring and Summer 1996  
Southampton Oceanography Centre
- G.O. Hamilton, 1988: Small coastal data buoys. Proceed. 4th conference on Meteo. Oceanogr. of the Coastal Zone, Calif, American Meteo. Soc., Boston, 74 ~ 78.
- GPS Technical Report , Trimble Navigation 4000 Series.  
1980: R.J Milliken and C.J. Zeller : Principle of Operation of NAVASTAR and system characteristics.
- H.O. Berteaux, 1976: Buoy Engineering. John Wiley Sons, Inc.,
- Intel Corporation, 1991: Embedded applications. Embedded controller applications handbook,
- Mommaerts, J.P. 1990. Analysis of inorganic nitrogen distribution and trends in the Southern Bight of the North Sea and Western Scheldt estuary. MUMM's data processing series.
- Paul N. Wright Results from data buoy measurements of processes related to phytoplankton production in a temperature latitude estuary with high nutrient inputs :  
Southampton Water, UK  
Southampton Oceanography Centre
- Seatech Inc. Fluorometer manual