

해양·수산에 대한 DCS기반 실시간 위성중계수집 시스템의 활용

윤홍주*, 서영상**

*부경대학교, **국립수산과학원

Application of real-time satellite based DCS (Data Collection System) in the ocean and fisheries

Hong-Joo Yoon*, Young-Sang Suh**

*Pukyong National University, **National Fishery Research Development institute

E-mail : yoonhj@mail1.pknu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 기존의 위성탑재체 및 지상단말기의 현황을 살펴보고 2008년 이후 계속 계획되고 있는 우리나라 정지기상위성 시리즈에 탑재 가능한 DCS와 지상단말기 성능을 연구하고 해양수산활용분야를 제시하고자 한다.

ABSTRACT

It was discussed to satellite based DCS (NOAA, Orbcomm, ADEOS-II, CBERS in polar satellite and GMS, GOES, METEOSAT, INSAT, FY-2 in geostationary satellite) with PTT (Platform Transmitter Terminal) and DCP (Data collection Platform) in order to application of real-time DCS (Data Collection System) in the ocean and fisheries. For covering ocean data link area in the eastern hemisphere, it was proposed to take DCS on the Korean geostationary satellite in the marine environments.

키워드

DCS, Korean geostationary satellite, Marine environment

I. 서 론

Data Collection System(DCS)는 지상, 해양, 대기에 위치한 Platform Transmitter Terminal (PTT) 또는 Data Collection Platform (DCP)의 관측센서로부터 기상 및 환경요소 측정치와 동시·공간적으로 도플러 방식이나 GPS (Geographical Position System)에 의해 측정된 위치정보(지구좌표)를 받아 비교적 고주파수로 지상의 DPC (Data Processing Center)을 향해 실시간 전송하는 위성에 탑재된 Data 수집체이다. 넓은 의미에 있어 DCS는 지구의 여러 곳에서 생산된 현장자료를 위성통신을 통해 실시간으로 수집하여 지상의 DPC로 보내고 DPC에서

처리된 자료가 최종사용자에게 실시간 전달되는 모든 과정을 DCS라 할 수 있겠다. 본 논문에서는 기존의 위성탑재체 및 지상단말기의 현황을 살펴보고 2008년 이후 계속 계획되고 있는 우리나라 정지기상위성 시리즈에 탑재 가능한 DCS와 지상단말기 성능을 연구하고 해양수산활용분야를 제시하고자 한다.

II. 본 론

1. NOAA 위성의 ARGOS system

NOAA 위성 DCS의 경우 좁은 의미에서는 DCLS(Data Collection and Location System)이라 하고 넓은 의미에 있어 DCS를 ARGOS system이라 한다. ARGOS는 환경모니터링을 위해 위성을 활용해서 현장의 위치와 해당요소 자료를 수집하는 시스템 (satellite-based location and data collection system)이다.

NOAA 위성 통과궤도를 중심으로 지상 5,000 km 범위 내에 있는 ARGOS drifter가 자기위치 발신기인 PTT를 통해 401.646~401.654 MHz의 주파수로 발신하는 메시지를 NOAA 위성에 탑재된 DCLS (Data Collection and Location System)으로 잡아낼 수 있다. 북위 30-45도의 경우 24시간내에 NOAA/AVHRR 관측 자료와 동시에 8~10회 자료를 획득할 수 있다. 극지방에서는 하루에 24회 이상의 자료 획득이 가능하다 [1-3].

이러한 ARGOS 표류부이 자료는 NOAA 위성 에 탑재된 TIP (Tiros Information Processor)에 의해 처리되어 위성 통과시 HRPT (High Resolution Picture Transmission)를 통해 S-band 로 8.32 kb/s의 정보를 지상에 송신하게 된다. 지상에서는 HRPT 수신기로 TIP 정보를 받아 분석할 수 있다. 그러나 ARGOS 표류부이의 고유 ID number를 알아야만 직접 실시간 자료를 활용할 수 있게 되어있다. 뿐만 아니라, S-band로 보내오는 TIP을 지상국 특히, 프랑스 본부와 미국 2곳에서 전세계자료를 수신하여 처리한 후 분석된 정보를 서비스하고 있다(Fig.1).

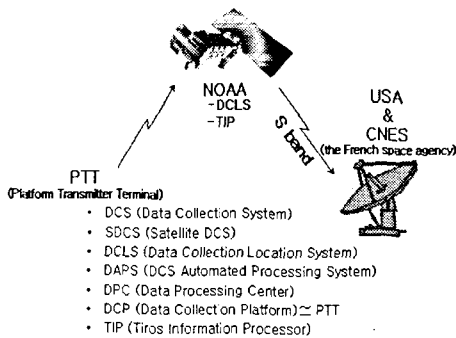


Fig. 1. DCS of NOAA Argos.

넓은 의미에서 NOAA 위성 DCS (ARGOS system)의 활용성은 세계 어느 위성의 것보다 크며, 규범이 되고 있다 (Fig. 2). 작게는 10g밖에 안되는 단말기 (PTT)를 바다새에 부착하여 기후와 관련된 바다새의 회유 (migration) 경로, 이동거리 등의 상태를 정밀하게 과학적으로 조사하고 있다. 중규모적으로는 열대 해역에 대형 해양 관측 부이를 심해에 설치하여 최근 지구온난화

와 관련된 엘니뇨 (El Niño) 및 라니냐 (La Niña) 현상을 실시간 모니터링하고 있다(Fig. 3).

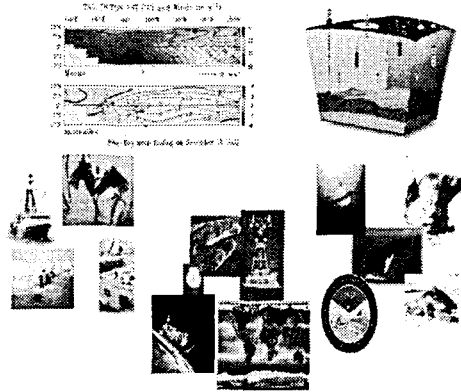


Fig. 2. NOAA Argos DCS (Global Data Telemetry and Geo-positioning Services) system. (cf: <http://www.argosinc.com/>)

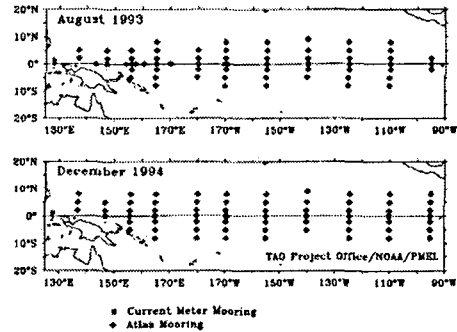


Fig. 3. TAO Array

세계해양순환실험 (WOCE, World Ocean Circulation Experiment)을 기반으로 각국에서 투하한 수천, 수만개의 표류부이 (ARGOS drifting buoy)에서 관측되는 해류의 유향 유속을 DCS로 실시간 수집하여 대양의 해류 정보를 실시간 생산하고 있다. 해양동물(물개, 고래, 거북이)의 회유정보도 생산하고 있으며, 참치 (tuna)에 단말기를 부착하여 어장형성 해역을 추정하는 연구에 DCS를 사용하고 있다. 최근에는 어선 및 상선에 위치 발신기를 부착하여 DCS를 이용함으로써, 배의 위치와 척수를 모니터링하는 VMS (Vessel Monitoring System) 운영에 활용하고 있다.

2. Orbcomm 위성의 DCS

최근 저궤도 위성이 지구상의 위치정보를 기

반으로 다양한 지구상의 실시간 정보를 상업화하는 추세에 있다. 이중 대표적인 위성은 Orbcomm 위성이라 할 수 있겠다. 지상 약 700 km 상공에서 극궤도를 운행하며 VHF 주파수대 (downlink : 137~138 MHz, uplink : 148 MHz) 로 지상의 platform (DCP, PTT)과 최초로 양방향 정보교환 시스템을 갖추고 있다. 극궤도의 단점을 보완하기 위해 여러대의 Orbcomm 위성이 지구 주위를 회전 운영하고 있어 실시간 정보를 최종사용자가 획득 활용할 수 있다 (Fig. 4).

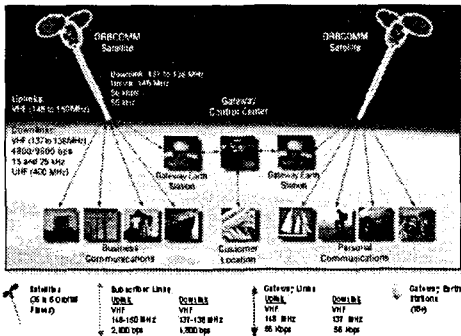


Fig. 4. Orbcomm system overview (store and forward).

3. ADEOS-II 및 기타 극궤도 위성 DCS 비교

과학위성에 탑재된 DCS가 2002년 12월에 발사된 ADEOS-II (Advanced Earth Observing Satellite-II) 위성에도 탑재되었으며, 극궤도 과학 위성에서도 양방향 (DCS↔DCP)으로 과학자료를 실시간 수집함과 동시에 지상의 platform에 자료 생산횟수와 관측기기의 상수값을 보정하는 등 지상에서 위성을 통해 해양의 관측 platform에 명령을 내릴 수 있게 되어있다 (Fig. 5).

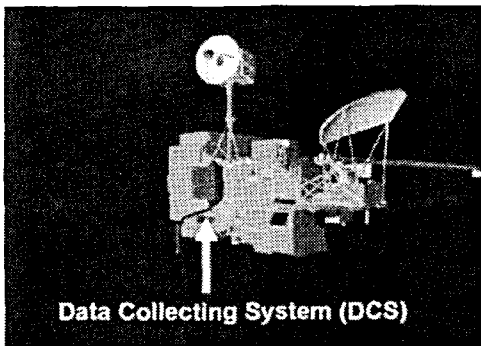
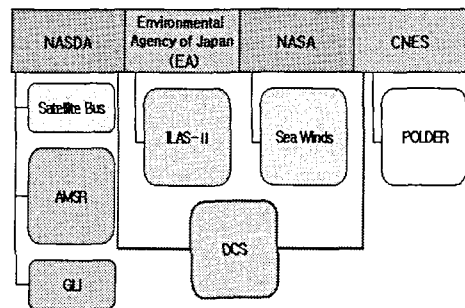


Fig. 5. DCS for ADEOS-II satellite.

ADEOS-II 위성 탑재체 중 Satellite Bus, AMSR(Advanced Microwave Scanning Radiometer)

및 GLI (Global Imager)는 일본 항공우주연구소 (NASDA, National Space Development Agency of Japan)에서 개발하였으나, 특이한 것은 DCS의 경우 프랑스 항공우주국(CNES, Centre National d'Etudes Spatiales)과 공동으로 개발 탑재한 것으로 되어있다[4]. 이것은 기존의 ARGOS System에서 또 하나의 DCS와 같은 역할을 ADEOS-II 위성이 한다고 볼 수 있다. 기존에 발달되어 있는 ARGOS system의 자료처리 및 배포 분야를 심분 활용하자는 치밀한 계산에서 나온 계획서인 것 같다 (Fig. 6). ADEOS-II DCS의 주요한 특징은 Table 1과 같다. NOAA와 정확히 같은 receiving frequency (401.65 MHz)를 가졌으며 NOAA DCS에 없는 지상의 platform을 향한 transmitting frequency는 465.9875 MHz를 가졌고 UHF 안테나가 탑재되어 있다.



(NASDA REPORT No.63 1997 SEP.)

Fig. 6. ADEOS-II development responsibilities.

Table 1. Major characteristics of DCS aboard ADEOS-II

Receiving Frequency	401.65MHz±0.0405MHz
Receiving Signal Bit Rate	400bps
Receiving Signal Modulation Mode	PCM(Bi phi -L)/PM
Receiving Signal Bit Error	below 1*10 ⁻⁵
Transmitting Frequency	465.9875MHz or 468.875MHz
Transmitting Power	over 5W
Transmitting Signal Bit Rate	200bps
Transmitting Signal modulation Mode	PCM(Bi phi -L)/PM
UHF Antenna	Formed Broad Beam Pattern
G/T	over -36.6dBk
EIRP	over 27.1dBm

최근의 극궤도 위성에 탑재된 DCS의 uplink 와 downlink 주파수를 정리하였다. 중국과 브라

수집 활용은 30~45분마다 가능하다. 자료취급방식은 일시 저장 후 전송(store and forward) 방식임으로 전세계 자료 수집은 3시간 이상 소요된다. DCS의 위치 정보는 Doppler 방식 이용시 1km 이하, GPS 경우 100m의 정확도를 가진다. 전지구를 모니터링시 2대의 극궤도 위성이 필요하다. 자료전달 체계는 one way 방식으로 지상에서 DCS를 거쳐 미국과 프랑스로 전달된다. 최대 정보 전달 크기는 256bits이고, uplink 401.65MHz 주파수를 갖는다. 취합되는 실시간 DCS자료는 위성으로 DPC 또는 NOAA 위성 수신기가 있는 곳은 모두 받을 수 있는데 주파수대는 1698.0 혹은 1707.0MHz이다. 보안성을 위해 필요의 경우 암호화(Encryption)가 가능하다.

이루어진다. DCS 자료 위치 정보는 GPS를 사용함으로 100m이내의 정확도를 가진다. 정지궤도 위성 2대를 활용한다. 최대 전송자료 양은 5,200bits이고 전송 속도는 100bps이다. 전송주파수 영역대는 uplink시 401.7-402.1MHz (2034.9MHz)이고 Downlink시 1694.5MHz (468MHz)이다. 정보의 보안성은 원하는 경우 일부 암호화할 수 있다(Table 2).

5. 한국의 해양기상통신 정지위성에 DCS 탑재를 위한 지상 단말기의 안테나 및 주파수 제안

5.1 한국의 정지과학위성 (해양기상통신위성)에 DCS를 탑재하자는 제안의 목적

Table 2. Comparison of data collection system

Parameter	System		
	Cospas-Sarset	Argos DCS	GOES DCS
Mission	Search and rescue or persons in	Environmental data collection and limited other use	Environmental data collection and limited other use
coverage	Global	Global	Western Hemisphere
Timing	Near instantaneous with geostationary satellites, 45 minutes with polar orbiting satellites	30-45 minutes for regional data, > 3hours for global (store and forward) data	near instantaneous
Accuracy	Doppler <- 5km GPS - 100m	Doppler <- 1km GPS - 100m	GPS - 100m
Reliability	bit Error Rate 10 ⁻³ bit BICHI error correction (Operational since 1985)	Check sum to verify message ID. User introduced wallatron (Operator since 1973)	Header checked and corrected. Message has partly check. 99.999% acquisition < 1s (Operational since 1979)
Nominal Satellite Constellation	4 polar orbiting and a minimum or two geostationary	2 polar orbiting	2 geostationary
Roaming	international through LUTs and MCCs (One Way messaging)	Unite States and France (One way messaging for current DCS)	Unite States (interrogation allowed)
Message Size	144bits	255bits	5200bits @ 100 bps
Uplink	40601 - 40609 MHz	401.65MHz	401.7-402.1MHz 2034.9MHz
Downlink	1544.5MHz	Global data-available only at selected real-time data-1698.0 or 1707.0 MHz	1694.5MHz 468MHz
Security	None	some encryption available	some encryption available

(<http://noaasis.noaa.gov/DCS/index.html>)

GOES DCS의 경우, Mission은 Argos DCS와 동일한 환경자료 수집과 자료 실시간 수집에 제한성이 있는 것을 해결하기 위한 것이다. 모니터링 범위는 서반구(Western Hemisphere)전체이다. DCS 자료의 수집과 활용은 거의 실시간으로

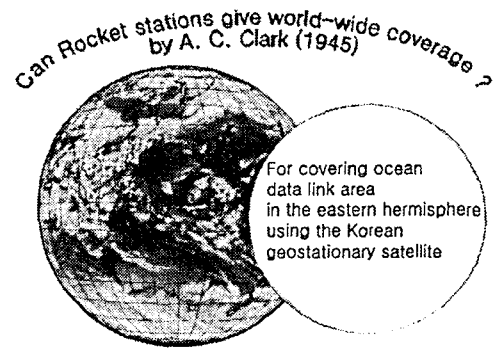


Fig. 9. The purpose of DCS on the Korean geostationary satellite.

극궤도위성의 경우 3대 이상의 위성이 극궤도를 회전하고 있어야 실시간 DCS 기능을 지구전체를 대상으로 할 수 있게되나, 정지기상위성의 경우 1대만으로도 한반도를 중심으로 Eastern Hemisphere의 어디서나 관측자료를 실시간으로 수집 및 활용할 수 있다. 즉 한국의 정지과학위성 1호에 DCS를 탑재하고자 하는 목적은 한국형 정지위성을 사용하여 동반구에서 여러 지역에 연계된 해양자료를 획득하는 것이다(Fig. 9).

5.2 극궤도위성 DCS 지상단말기 현황

오브컴(ORBCOMM)은 저궤도 위성 집합체를 이용한 무선 데이터 통신 서비스 업체로 현재 35기의 저궤도 위성으로 상용 서비스를 실시하고 있다. 저궤도 위성신호는 왕복운항에 20~40m/s 정도 소요되며 주로 고속데이터 전송을 요구하는 서비스 분야에 활용되고 있다. 데이터 전송에서 이러한 속도는 궤도의 고도와 관련이 있다. 또한 단말기 출력 문제에 있어서도 고궤도 위성에 비해 저궤도의 경우 작은 출력으로도 문제없이 위성에 탑재된 DCS에 자료를 송신할 수 있다. 그러므로 오브컴 위성 지상 단말기의 경

우, 송신출력이 5W 정도면 충분함으로 단말기 및 송신 안테나도 규모가 매우 작다.

NOAA 위성의 경우도 DCS 시스템 단말기를 새에 부착해야 함으로 10g 밖에 안되는 단말기 크기를 실 활용하고 있는 실정이다. 한국 오브컴(Korea Orbcomm)에서도 소형단말기를 생산해내고 있다 (위성 단말기의 구성, 기능, 규격, 및 위성안테나에 대해서는 웹사이트 참조: www.orbcomm.co.kr). 미국에서 생산된 것 또한 국내의 삼성전기에서 OEM하에 생산하고 있는 실정이다.

5.3 정지(고궤도)위성 DCS 지상 단말기 현황

정지기상위성은 지상으로부터 약 36,000km 상공에서 운행되고 있어 저궤도 위성의 평균 궤도 800km보다 약 45배 먼 거리에 위치하고 있다. 이런 이유로 저궤도 위성에서 주로 이용하는 단말기 주파수인 UHF (400MHz)대를 정지기상위성 통신용으로 사용할 때에는 정지 위성을 항상 정향하는 지향성 안테나가 반드시 필요하게 된다.

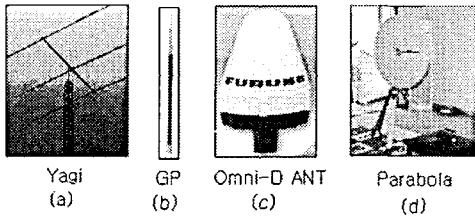


Fig. 10. Types of antenna.

Table 3. Satlink High Data Rate Satellite Transmitter/Loggers

Superior Specification	
Timekeeping	GPS controlled within 10ms
Frequency	Controlled within 10 Hz
Quiescent Current	5mA
Transmission Formats	ASCII, Pseudo-binary, or NESDIS Binary
Input Voltage	10.5 - 15 VDC
Weight	3 lbs
Size	5.55 in. × 9.75 in. × 2.18 in.
Environmental	-40°C to + 60°C
Output	Protected against open or short circuits
Supports	Sutron, Telonics TGT-2, & other DCP Protocol

정지궤도위성 DCS용 지상 단말기를 만드는

대표적인 미국회사는 Sutron (www.sutron.com)로서 최근 정지궤도에서 운항중인 주요한 환경 위성(GOES, GMS, METEOSAT, INSAT, FY-2 및 INMARSAT)에 대한 자료를 수집하기 위한 지상 단말기(SatLink)를 개발 및 상품화하여 실 활용화 하고 있다. SatLink HDR(High Data Rate) 위성 전송장치는 크기가 5.55×9.75×2.18 inch로 무게는 단지 31bs밖에 되지 않는 작은 규모로 다루기 쉽게 되어 있다(Table 3). 그러나 안테나는 지상에서 요동하지 않는 것을 전제로 한 전형적인 지향성 안테나인 Yagi 안테나를 사용하고 있었다(Fig. 10a).

5.4 정지위성 DCS용 단말기의 안테나와 주파수 제안 (해양용 단말기 : 해양관측 자료 수집 등)

지상 고정 관측소에서 UHF 주파수를 사용하면서 Yagi 안테나를 사용하는 것은 단말기 크기를 최소화하는데 기여할 수 있으나, 정지(고궤도)위성에 신호를 전달하게 하기 위해서는 UHF 주파수 사용시에는 무지향성의 GP안테나같은 것은 활용이 불가하다. 참고로 GP안테나는 주로 저궤도(극궤도) 위성과의 교신시 UHF 주파수를 이용하는 무 지향성 안테나로서 Argos system 이용하는 표류부이에 많이 활용되고 있다(Fig 10b). 그러므로, 해양 환경과 같이 단말기 위치가 항상 유동하는 상황에서 정지(고궤도)위성에 신호를 전달하기 위해서는 지향성 안테나를 사용하는 것이 불가함으로 무지향성 안테나 및 UHF보다 고주파수를 사용해야한다.

비교적 고주파수를 이용하면서 정지(고궤도)위성과 통신할 수 있는 무지향성 안테나는 omni-direction 안테나로 일본 FURUNO 회사에서 이미 개발하여 INMARSAT과 같이 위성과 통신하는데 실 활용하고 있다(Fig 10c). 또 다른 가능성은 Ku 같은 매우 높은 주파수대를 사용하는데 유용한 Parabola형 안테나를 활용하는 것이다. 해양에서도 정지해 있는 섬이나 해양기지 같은 곳에서 이용가능하다. 30톤 이상의 어업선, 상선, 해양조사선, 해양경찰선, 해군작전함 등과 같이 움직이는 물체에서 항상 지향할 수 있도록 하는 특수 안테나 시설인 stabilizing 장비를 이용한 parabola 안테나를 사용할 수도 있다(Fig 10d).

해양환경과 같이 항상 공간좌표가 유동성을 띤 상황에서 정지위성을 향해 관측 자료값 및 기타 중요정보를 송신하기 위한 주파수 영역을 검토해 본 결과 L band(1~2GHz) 및 Ku band(12.5~18GHz)가 적당할 것으로 판단되었다. 이 경우 초당 5MB 이상의 대량자료 위성 통신이 가능하다. 사용 주파수 영역과 이에 따른 안테나의 적합성을 정리하여 도표로 나타내었다 (Table 4).

Table 4. Antennas depend on frequency in ocean

Band	UIF	Ku		
Antenna	GP	Yagi	Omni-D ANT	Parabola
Transmitting signal bite rate	2400-9600 bos below	2400-9600 bps below	2400-9600 bps below	1-50 M bps
Directional antenna	No	Yes	No	Yes
Arrival distance	short	long	long	long
Signal Sensitivity	low	high	moderate	proportion to a radius
Frequency	5M-2.4GHz	50M-1GHz	1GHz-2GHz	K or C band
Value	low	high	high	receiving instrument : low transmitting instrument : high
Marine environments	possible	impossible	possible	possible (special instrument)

III. 결론

한국 정지위성에 탑재 가능한 DCS의 활용

해양과 같이 유동성을 지닌 환경에서 정지기상 위성에 탑재하여 적당한 비용으로 송수신하기 좋은 안테나는 L밴드를 사용하기를 원한다면 시중에 나와있는 omni-direction 안테나를 예들 들 수 있다. 그 제원은 무게 1.4kg, 길이 26cm 및 소요전원이 17watt 정도 된다 (Fig. 10c).

이러한 안테나와 단말기로 구성된 해양정보의 DCS의 해양 응용분야를 검토 정리하면 다음과 같이 크게 4가지로 나눌수 있다; 1) 해양자료 송수신 통신료 해결 : 해양조사선 실시간 관측자료의 송수신 (L, Ku 이동형), 해양기지 (이어도등) 생산자료의 송수신 (L, Ku 고정형), 2) Data의 집약 관리 (I band, UHF 400 MHz) : 연안교과, 도서, 검조소, 강수위, 3) 해양기지 및 선박의 안전 : 이어도 기지 등 (L), 어선, 상선 (L), 4) Buoy 관측자료 송수신 (L) : Yes, 고정 Buoy에서 L band 사용시 가능 (2m 지름 이상), No, drifting Buoy등 이다. 정지기상 위성에 DCS를 탑재하여 해양에 적용한다면 해양조사선들이 관측한 과학자료를 송수신하는데 획기적인 개선의 결과를 가져올 뿐만 아니라 고가의 통신료를 무료로 해결할 수 있을 것으로 기대한다. 이어도와 같은 해양기지에서 생산자료의 송수신과 관측장비를 원격 제어할 수도 있다. 어선 및 상선의 선박 안전 및 위치 정보와 분포상황을 실시간 파악할 수 있다(Fig. 11). 우리나라 근해에서 상선과 어선에 대해 VMS(Vessel Monitoring System)을 운영할 수도 있다. Fig. 16에 나타난 제주도와 중국 양자강 근해역의 어선 추적은 국립수산물과학원이 1997년 8월 및 9월에 해류 조사차 투하한 ARGOS drifter을 중국 어선이 갑판 위에 두고 항해하여 NOAA 위성의 DCLS에 의

해 중국, 어선의 위치가 상세히 모니터링 되었다.

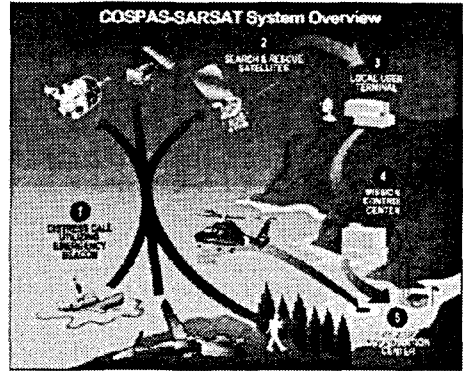


Fig. 11. Search & Rescue Satellite Aided Tracking System (<http://www.sarsat.noaa.gov/>).

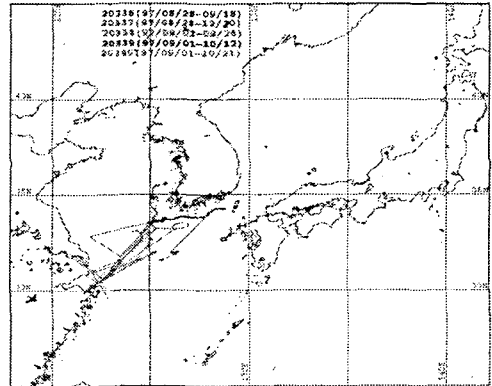


Fig. 12. Vessels were tracked by ARGOS satellite tracking system from August 28 to December 30 in 1997 [5].

원격해양관측에 흔히 사용되고 있는 관측 부이 시스템은 비교적 부이 규모가 큰(직경 2m 이상) 경우 L밴드로 정지기상 위성에 관측자료를 통신할 수 있는 전기 공급 unit을 설치 운영할 수 있다. 그러나 2m 이하 규모의 표류부이에 L 밴드의 omni-direction 안테나를 설치하고 전기를 공급할 수 있는 unit을 설치하기는 현 기술로는 어렵다는 결론을 얻었다(L밴드로 위치 및 해양 정보 값을 송신하려면 기본적으로 15W(12V, 2A)의 전력이 소모된다).

국립수산물과학원은 1921년부터 한국연안 35여 개 연안정점에서 일일 1회 연안수온 및 기상기본요소를 관측해 오고 있으나 최근 양식 어장에 해양이상 현상으로 양식 어류의 대량 폐사가 발생하고 있다. 만일 정지기상위성에 DCS를 탑재

하고 전국 연안에 계류부이 설치하여 운영한다면 적어도 1시간에 1회 1일 24회 실시간 연안 수온 변동 등을 효과적으로 파악할 수 있게 될 것이다(Fig. 13). 이 경우 민감하게 변하는 일일 수온변동을 정확하고도 신속하게 모니터링 함으로써 양식어민의 피해를 최소화할 수 있을 것으로 기대된다. 사실상 위성에서 감지하기 힘든 적조 문제도 이러한 DCS function을 이용해서 조기 감지하는 연구가 최근 수행되고 있다.

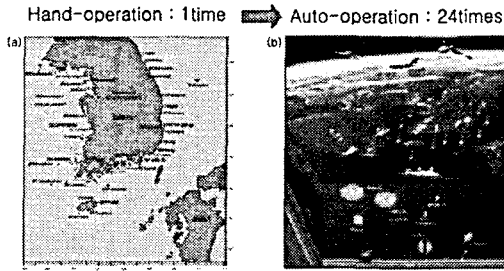


Fig. 13. Schematic diagram of satellite monitoring buoy system around the fish farm in Korean water.

사사

본 연구는 국립수산물과학원 「칩단위성 해양정보활용시스템 운영」과 한국과학재단 「특정기초연구(R01-2002-000-00369-0)」의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 서영상, 2001. 위성원격탐사에 의한 한반도 근해의 해양학적 특성. 이학박사 학위논문. 185pp.
- [2] ARGOS, 1989. Guide to the Argos system, 206pp.
- [3] ARGOS, 1996. User's manual 1.0. 176pp.
- [4] NASDA, 1997. Development of ADEOS-II's onboard sensors progress. NASDA Report NO.63. 2pp.
- [5] SUH Y. S., C. U. Choi, N. K. Lee, B. K. Kim and L. H. Jang, 2002. Approaching method for detecting vessels in Korean waters using the panchromatic imagery of IRS-1C satellite. J. of Korean Association of Geographic Information Studies. Vol. 5 No. 4. pp. 86-92