

태평양 원양어업의 효율제고를 위한 원격해양자료 활용기술 연구

강현선⁽¹⁾, 송무석⁽²⁾, 홍기용⁽³⁾

A Study on the Utilization of Satellite Ocean Data for Efficient Fisheries in the Pacific Ocean

by

Hyun-Sun Kang⁽¹⁾, Museok Song⁽²⁾ and Keyyong Hong⁽³⁾

요 약

본 논문은 태평양 원양어업의 효율을 제고하기 위해 필수적으로 요구되는 정보인 해양의 표층수온분포, 수심별 수온분포, 그리고 플랑크톤의 분포를 원양어선에 실시간으로 제공하는 시스템 구축을 목적으로 하는 기초연구의 보고이다. 위성 및 해양부이에 의해 취득되고 있는 다양한 공개된 자료를 분석하였고, 이들의 어업관점에서의 효과적인 조합과 현장에서의 활용도 제고를 위한 방안을 제시하였다. NOAA의 고해상도 적외선 위성자료의 표면수온분포 자료, 태평양 해역 적도부분을 중심으로 배열된 TAO/TRITON 부이와 광범위한 지역에 분포한 ARGOS 표류부이의 수심별 수온자료, 그리고 MODIS 위성에 의한 해색자료를 활용한 정보가공의 기본형태를 제안하고 예를 보였다.

Abstract

This is a brief report on the development of a system which provides fishing vessels with a real-time key information that can direct to regions of high fish density. Water temperature and Plankton distribution are the base parameters and various public information have been examined and summarized. The surface water temperature can be obtained from NOAA's high resolution infrared data base and the vertical water temperature can be obtained from TAO/TRITON's buoy near the equator and ARGOS's drifting buoy covering wider Pacific ocean. MODIS's data is also utilized for sea color information. A model data format is proposed and a few examples are demonstrated.

Keywords: Remote Ocean Data(원격해양자료), Satellite Data(위성자료), Buoy Data(부이자료), Pelagic Fishery(원양어업), Fish Finding(어군탐지).

(1) 한국해양연구원, 연안항만공학부

(2) 정회원, 홍익대학교, msong@hongik.ac.kr

(3) 정회원, 한국해양연구원

1. 서 론

어업은 바다나 내수면에서 서식하는 생물 중에서 인류가 유용하게 이용할 수 있는 것을 채취하여 소비자에게 공급하는 산업이며, 이러한 유용 수산 생물의 채포가 이루어지는 장소를 어장이라 한다. 하지만, 바다에 서식하는 생물은 주변의 물리/화학적 환경변화에 따라 그 분포와 밀도를 달리하므로 어선들은 어업활동의 80% 이상의 시간을 어군을 찾는데 보내고 있다(이병기[1989]). 일반적으로 수온과 플랑크톤분포가 어종의 분포와 밀접한 관련이 있다고 알려져 있고 실질적으로 정확한 해양환경정보가 참치, 황새치, 멸치 및 고등어와 같은 다양한 어류들을 찾는데 소모되는 어선의 탐색시간과 운영비용을 줄이는데 기여하고 있다(이병기[1989]). 실제로 우리나라도 원격 탐사기술을 도입하여 근해의 표면수온분포도를 작성하고 있으며 이 결과를 즉시 현장의 어민들에게 팩시밀리로 전송하여 효과적인 어로활동을 가능케 하고 있는 등 첨단과학기술의 발전이 위성어업시대를 열어가고 있다고 하겠다.

이러한 배경에서 해양의 표층 및 수심별 수온 분포와 플랑크톤의 분포 등의 실시간 정보는 관련된 원양어업자원의 생물학적 특성, 어군의 분포 및 이동 등에 대한 이해와 연계되어, 특히 대양을 대상으로 하는 태평양 원양어업과 같은 경우 어업효율의 극대화에 결정적으로 기여할 수 있다. 이러한 정보는 현재 다양한 해양위성 또는 관측부이에 의해 획득되고 있는데, 취득원에 따라 다른 종류의 정보를 상이한 형식으로 공개하고 있다. 본 연구에서는 현재 공개되고 있는 정보의 활용을 통하여 원양어업 시행주체가 쉽게 어업효율의 제고에 이용할 수 있는 방법과 형식에 대한 기초조사를 수행하였다. 이를 위하여 다양한 실시간 해양정보 자료를 분석하여 활용 가능한 부분을 선택하고 이들을 가공하여 최종적으로 제시할 형식을 제안하였다. 이는 정량화하기 어려운 광역적이면서 단기적 해양환경현상의 구체적 변동 양상을 구명하기 위해 필요한 자료의 전처리법의 제안이라는 의미도 있겠다.

2. 어군과 해양환경 정보의 연관성

바다에서 서식하고 있는 생물은 물리적인 요인,

화학적 요인, 생물학적 환경 요인에 따라 그 분포 및 밀도가 좌우된다. 이러한 분포 정보는 지금까지의 어획 자료를 분석하여 그 생물이 어획되었던 어장의 환경 조건을 조사함으로써 획득될 수 있다(이병기[1989]).

물리적 요인은 수온, 염분, 광선, 투명도, 해수의 유동, 지형 등이 있는데, 수온은 여러 가지 물리적 요인 중에서도 해양 생물의 생활과 가장 밀접한 관계가 있다. 해양생물은 대부분 수온에 민감하여 0.03℃에서 0.06℃의 수온차에 반응한다고 알려져 있고 특정 어류가 많이 모이는 수온을 적수온(適水溫)이라 한다. 따라서 어선이 어장을 찾는 과정을 적수온 수역을 찾아가는 것으로 볼 수도 있다.

어류서식의 또 다른 조건으로 어장형성의 간접적인 판단기준인 화학적 조건, 즉 용존 산소량과 영양 염류의 분포가 있다. 이 중 해수 중에 용존하고 있는 질산염(NO_3), 인산염(PO_4), 규산염(SiO_2) 같은 영양 염류는 식물 플랑크톤과 해조류가 광합성을 하는데 필요한 물질이다. 화학적 요인은 어류가 살아가는데 필요한 기본적인 요소이나 어업활동에 있어서의 현재 좋은 어장과는 직접적인 연관은 부족하다고 볼 수 있다(이병기[1989]).

생물적인 환경요인으로는 먹이 생물, 경쟁 생물, 해적 생물 등의 분포를 들 수 있다. 먹이생물인 플랑크톤은 영양 염류가 많은 수체에서 대량 발생하게 되며, 그것들이 해류를 따라 조경에 모이게 되면, 이들 플랑크톤을 먹이로 하는 어업생물이 조경역에 체류, 또는 집합하게 되는 원인이 된다. 먹이 연쇄도를 살펴보면 식물성 플랑크톤은 태양빛과 자양분으로 살아가는 부유성 단일세포 식물이고, 동물성 플랑크톤은 작은 새우와 같은 부유동물로서 식물성 플랑크톤을 먹고 산다. 작은 어류와 오징어는 식물성 플랑크톤과 동물성 플랑크톤을 먹고살고, 참치와 같은 대어들은 작은 어류들을 먹고사는 먹이 구조로 되어 있다. 어류와 밀접한 상관관계를 가지는 식물성 플랑크톤은 떠다니는 미세한 식물로써, 해양 먹이 사슬의 가장 기본 단위이고, 실제 바다의 대부분을 차지하고 있는 유기물 생산력으로서 모든 다른 생물에 필요한 에너지의 근원이다. 어업인들은 식물성 플랑크톤이 생성되고 있는 지역을 찾아 어획을 하는 것이 어류를 발견하는 주요 열쇠임을 경험적으로 인지하고 있으며, 식물

성 플랑크톤이 고도로 밀집되어 있는 지역과 그 하류 지역에 먹이가 밀집될 가능성이 높다고 판단한다. 그러므로 바다의 수면근처에 위치해 있는 플랑크톤의 밀집은 어류의 밀집지역을 발견할 수 있는 가능성과 밀접한 관계가 있다(이병기[1989]).

3. 공개된 해양환경 정보의 종류 및 특성

해양정보자료는 해양관측 위성 및 부이에 의해 취득될 수 있다. 광범위한 해양정보의 수집이 가능한 궤도위성에 의한 해양관측은 일정한 주기의 해양정보 수집이 가능한 장점을 지닌다. 해수 표면 온도는 해양관측 위성에 탑재된 적외선 센서를 이용한 적외선 원격탐사가 흔히 사용된다. 위성으로 얻을 수 없는 수심별 온도 분포자료는 부이에 의해 관측되는 자료를 이용한다. 플랑크톤 자료해석은 해석 자료로부터 추출이 가능하다.

3.1 표면수온 자료

해양의 표면수온자료는 적외선 원격탐사를 활용하여 정밀 관측한다. 적외선 원격탐사란, 모든 물체의 표면으로부터 방사되어 나오는 원격외선을 감지하는 것으로 해수면 온도, 구름의 분포 및 고도, 기상 관측 등의 목적에 폭넓게 활용되고 있다. 해양 표면수온 관측의 기본적 원리는, 해양표면에서 방출되는 근적외선의 방사량을 측정하는 것이다. 해양표면에서의 근적외선 방사율은 거의 1에 가까우며, 대기로부터 방사되는 동안 대기 입자에 의한 흡수 또는 재 방사되는 비율은 매우 낮아 손실이 거의 없는 점을 이용한다. 적외선 센서를 탑재한 위성으로는 1972년부터 시작된 미국 NOAA의 위성 시리즈가 대표적으로 Nimbus, GOES 와 DMSP 등의 위성을 들 수 있다. 여기에 탑재된 센서는 HRIR, VHRR, SR, AVHRR, 그리고 VISSR 등이다(한국해양연구원 해양광학 & 해석원격탐사실 인터넷자료).

AVHRR 자료로부터 얻어지는 다중채널 표면수온(MCSST)은 1983년부터 일상적으로 제공되어 활용되고 있으며, 8km~25km의 공간분해능으로 지구 대양의 표면을 하루에 주간 약 75,000

지점, 야간 25,000지점에서 관측되고 있다. 위성에 의하여 정밀 관측된 해양표면수온과 고성능 표류부이에 의한 관측 값을 비교하면 평균수온 차이는 약 0.3°C 이내, rms 수온차이는 0.7°C 이내로 매우 근접된 값을 보인다. 특별 정밀 SST 관측이 아닌 상용 SST의 정밀도는 약 0.5°C~1.5°C 정도이며, 이는 대기와 해양의 상태, 평균 값을 취한 시간과 공간의 범위, 그리고 비교 검증을 위한 현장 자료의 질에 따라 변한다(해양과학기술 해양표면수온인터넷자료).

자료가 누락되거나 적은 해역은 주변자료를 이용하여 내삽하였고, 자료포맷은 HDF나 ASCII, GIF, JPG, ncCDF, BIN로 되어 있다. 지구 전체에 대한 해수면 온도자료는 미국 제트추진연구소(<http://seablade.jpl.nasa.gov/gui>)를 통해 획득될 수 있으며, 이용자는 이 곳의 ftp 사이트(<ftp://podaac.jpl.nasa.gov/pub>)로부터 전부 또는 원하는 해역의 자료 및 안내서를 전송 받을 수 있다.

3.2 플랑크톤 해석 자료

해양의 플랑크톤 자료는 해석 원격탐사 위성에 의해 획득되는 이미지 자료를 분석하여 얻을 수 있다. 해석 원격탐사는 위성으로부터 해양에 조사된 가시광이 해수 수괴에 반사되어 되돌아 나오는 광을 관측하는 기술로, 해석의 변화 감지를 기본으로 한다.

해양에서 매우 다양한 용도로 활용되고 있는 해석 센서는 1978년 미국 Nimbus-7위성의 CZCS, 1996년 일본 ADEOS 위성의 OCTS, 1997년 미국 SeaStar 위성의 SeaWiFS가 대표적이다. 현재 플랑크톤 자료해석에 가장 널리 쓰이는 해석 센서는 가장 많은 밴드 수를 가진 미국의 EOS AM-1(지구 관측 위성)의 MODIS이다. 본 연구에서는 이를 바탕으로 자료의 취득 및 처리방법을 제시하고자 한다.

EOS-AM1은 NASA에서 계획한 지구 관측 프로그램의 하나로써 1999년에 발사됐다. 이는 NASA의 주관하에 프랑스, 일본 등 여러 나라의 우주 관계 기관의 협력으로 제작됐다. 이 위성은 모두 다섯 개의 센서를 가지고 있으며, 이 센서들은 예전의 어느 위성에도 탑재된 센서보다 독특하고 발전적인 기능을 갖고 있다. 이 위성은 육상, 해양, 대기 등 지구 전반의 환경을 관측한다.

MODIS(Moderate Resolution Spectroradiometer)는 해양과 육상, 대기 모두에 대해 적용이 가능한 다목적 센서로 EOS-AM1에 탑재된 센서 중 해수면 온도와 해양 일차생산력 연구를 주목적으로 한다. 이 센서는 36개의 스펙트럼 밴드와 0.25~1km의 해상도가 가지며, L밴드(1.7GB) 주파수를 훨씬 초과하는 X밴드(약8GB) 주파수 대를 갖고 있다. 얻을 수 있는 해양환경 정보의 종류로는 정밀 수온 및 클로로필 전선대 정보, 부유 퇴적물, 기초먹이 생물량, 냉수대 정보, 연안 양식장 시설물량 및 적지환경 정보 등이 있고, 관측기능은 클로로필a 색소농도, 형광, 광합성 유용 복사에너지, 해양 기초 생산력, 부유 물질 농도, 유기물질 농도, 해표면 수온 등이 있다. MODIS가 지구 과학에 중요한 역할을 하게 되는 가장 큰 특징은 해색과 해양역학에 대한 자료를 수집할 수 있다는 점이다(한국해양연구소 해양광학 & 해색원격탐사실 인터넷자료).

식물성 플랑크톤은 해양원격탐사에서 가장 중요한 대상 생물로 이들 양의 추정은 결국 단위 클로로필 농도당 얼마의 광에너지를 흡수(aph) 하는가에 있다. 최종적으로는 해당물질의 해수 내에서 흡광계수를 구하고 이 값을 다시 aph의 값에 의하여 클로로필 농도로 환산한다. 그러므로 해당물질의 비계수(Specific Coefficient)에 대한 정보가 요구되며, 해수의 수색을 가장 크게 변화시킬 수 있는 요소로서, 해색 원격탐사에서 가장 중요한 광학적 인자이다(안유환[1998]). 해양에서 식물성 플랑크톤의 비 흡수특성(aph) 계수의 값은 이미 많은 연구가 수행되었으며, 해역에 따른 종의 분포특성차이로 다양한 값을 보여 준다. Morel과 Bricquad[1981]는 같은 클로로필 농도를 갖는 해역일지라도 식물성플랑크톤의 크기가 달라지면 aph의 값이 크게 차이가 발생할 수 있음을 이론적으로 이미 증명하였다.

MODIS 자료의 취득은 NASA를 통해서 가능하다. Terra 위성의 자료는 실시간 이용할 수 없지만, Aqua위성의 자료는 아직 이용할 수 없는 자료이다. Terra자료는 매일, 매주, 한달, 일년 단위로 이용할 수 있도록 업데이트되고 있으며, 이미지 자료는 사용자 누구나 FTP 사이트(ftp://modis.gsfc.nasa.gov)나 실시간 이미지 자료를 제공하는 NASA의 홈페이지(http://jeager.gsfc.nasa.gov/browsetool/)을 통해 이용 가능하다. 하지만 제공되는 정보가 영상자료이기 때문

에 사진 자료를 해석하고 적절한 방법으로 정량화하여 분석할 필요가 있다.

3.3 수심별 수온 자료

수심별 온도 분포는 위성자료로부터 획득이 불가능하므로 부이를 이용하여 얻어진 자료를 활용한다. 해양의 기상 실황 파악과 예보 정확도 향상은 관측 자료의 수 및 그 질에 의해 좌우된다. 근해 및 원해 해양기상 정보는 주로 선박, 위성, 레이더, 부이 및 기타 해양자료 관측시스템에 의해 생산되지만, 각 시스템으로 생산한 정보를 상호 보완할 때 보다 가치있는 정보가 획득된다.

부이는 관측 자료가 없는 해상과 악천후로 관측이 불가능한 지역에서도 관측이 가능하여 기상 분석과 예보에 매우 유용한 정보를 생산하는 장비이다. 계류 부이(moored buoy)는 장비 설치 및 운영비가 다소 비싼 면이 있지만 정점에서 기상 및 해양 자료를 연속적으로 관측할 수 있는 장점이 있다. 표류 부이(drifting buoy)는 해류에 따라 이동하며 관측 자료를 송신하며, 소형이고 가격이 싼 장점이 있다. 부이는 현재 현업 기상뿐만 아니라 TOGA(Tropical Ocean and Global Atmosphere), WOCE(World Ocean Circulation Experiment)와 같은 연구 수행에서도 중요한 역할을 하며, 해운, 수산업, 레저 등에 유용한 자료를 생산하므로 활용이 계속 늘어나고 있다.

본 연구에서는 태평양 지역은 적도를 중심으로 배열을 이루고 있는 TAO/TRITON 부이자료를 활용하고, 그 이외의 지역은 ARGOS 표류부이에 의해 취득된 정보를 이용하였다.

TAO/TRITON BUOY

TAO/TRITON 부이는 열대 태평양에 대략 70개의 정박시켜 놓은 고정식 해양부이(Fig. 1)로 구성되어 있고, ARGOS 위성 시스템을 경유하여 실시간으로 해양으로부터 기상자료들을 원격계측기로 송신한다. 배열은 미국(NOAA), 일본(JAMSTEC), 프랑스(IRD)에 의해 운영되며, 수면하 10m부터 500m까지 수온 측정이 가능하고, 바람, 해양표면온도, 상대습도, 공기온도를 측정한다. 적도를 따라 위치한 5개의 계선장치는 해양의 유속을 함께 측정한다. TAO/TRITON 부이 배열로부터 얻어진 데이터와 이의 그래픽 디

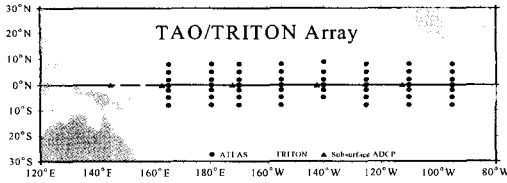


Fig. 1 TAO/TRITON Buoy Array.

스플레이는 매일 업데이트되며, 이 데이터는 연구단체나 기상예보단체, 그리고 일반 연구자가 자유로이 이용할 수 있도록 제공된다. TAO/TRITON 부이의 데이터는 웹(<http://www.pmel.noaa.gov>) 또는 ftp(<ftp://ftp.pmel.noaa.gov>) 사이트에서 다운로드 할 수 있다.

ARGOS BUOY

ARGOS는 자기 위치 발신장치를 부착하고 있는 표류식 부이로서 위성을 활용해서 현장의 위치와 환경요소 자료를 수집하고 전송하는 시스템으로, 위치 추적을 통하여 해류흐름 및 방향을 함께 파악할 수 있다. NOAA 위성 통과궤도를 중심으로 지상 5,000 km 범위 내에 있는 ARGOS 부이가 자기위치 발신기인 PTT (Platform Transmitter Terminal)를 통해 401.646-401.654 MHz의 주파수로 발신하는 메시지는 NOAA 위성에 탑재된 DCLS(Data Collection and Location System)으로 잡아낼 수 있다. 북위 30-45도의 경우 24시간 내에 NOAA/AVHRR 관측 자료와 동시에 8~10회 자료를 획득할 수 있으며, 극지방에서는 하루에 최대 28번까지 자료 획득이 가능하다(ARGOS[1989], ARGOS[1996]).

ARGOS 표류부이 자료는 NOAA 위성에 탑재된 TIP(Tiros Information Processor)에 의해 처리되어 위성 통과시 HRPT(High Resolution Picture Transmission)를 통해 S밴드를 이용하여 8.32 kb/s의 속도로 정보를 지상에 송신하게 된다. 지상에서는 HRPT 수신기로 TIP 정보를 받아 분석할 수 있다. 프랑스 본부와 미국 2곳 등에 위치한 지상국에서는 전세계 자료를 수신하여 처리한 후 분석된 정보를 서비스하고 있다(서영상[2001]).

자료취득은 웹사이트 <http://www.usgodae.fnmoc.navy.mil/argo/argo.html>를 통해 사용자들

이 무료로 한 달에 한번씩 이미지 자료를 받을 수 있고, FTP는 <ftp://argo.kishou.go.jp/>를 이용한다.

4. 취득 자료의 처리 및 결과

4.1 NOAA/AVHRR/MCSST 위성 적외선 자료

NOAA에서 제공되는 태평양지역의 해수표면 온도 분포에 관한 영상 자료의 예를 Fig. 2에 보였고, Fig. 3은 이를 가공하여 등고선으로 표시한 것이다. Fig. 3은 0°(180°)를 기준으로 좌측이 170°East이며, 우측으로는 170°West ~ 60°West의 구간을 나타낸다. 태평양해역의 전체적인 온도분포를 이미지 영상과 비교하여 살펴보면, 대

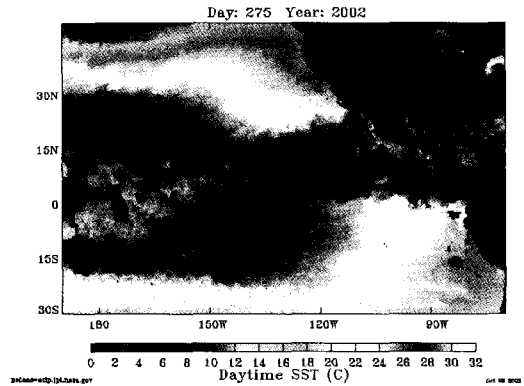


Fig. 2 Daytime SST Image Data.

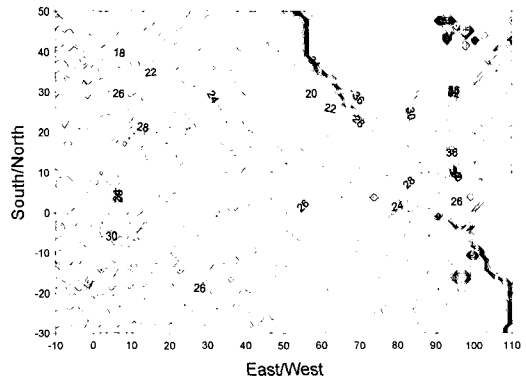


Fig. 3 Daytime SST Contour.

체적으로 빨갭게 표시된 부분이 26°C에서 30°C의 분포를 이루고 있고, 위도가 높아질수록 온도가 낮아지고 있음을 눈으로 쉽게 파악할 수 있다. 태평양 어업의 주 어종인 참치가 살기에 적합한 온도는 25°C~28°C이므로 아래의 등고선 자료는 참치어장을 찾기에 아주 효과적인 자료가 된다.

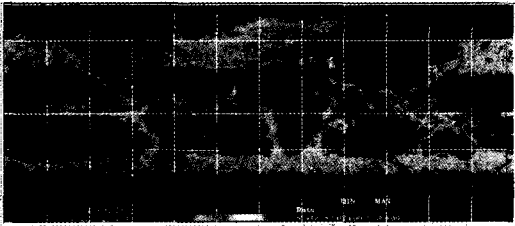


Fig. 4 Chlorophyll Monthly Image Data(2002. 06. 01).

4.2 EOS-AM1 / MODIS 위성 자료

NASA의 Terra 위성3 자료는 매일, 매주, 매달, 매년의 단위로 표시되고, 시간별로 기간을 정하여 이용자들이 쉽게 자료를 받아볼 수 있다. 자료는 Fig. 4와 같은 전세계 이미지형태로 주어진다. 얻어진 클로로필 이미지 자료는 수정, 보완하여 해석의 자료로부터 수치화하여 해석한 후에 플랑크톤과의 상관식으로부터 식물성 플랑크

톤의 농도를 구할 수 있다. 식물성 플랑크톤농도는 단위 클로로필 농도당 흡수되는 광에너지의 양(cells/ml)으로 구할 수 있다.

4.3 TAO/TRITON 부이와 ARGOS 부이 자료

TAO/TRITON BUOY

특성 분석을 위해 활용한 자료는 2002년 9월 14일에 137°E - 23°W, 10°N - 10°S 지역에서 획득된 97개의 실시간 자료이다. Table 1은 자료 중 일부의 예이다. 수직, 수평단면 수온분포도의 작성에는 Griging 내삽법을 이용하였다. 계산되어진 자료를 가지고 2°N의 연직단면온도(Fig. 5)와 각 수심별 100m, 200m, 300m, 500m의 수평단면 온도를 등고선의 형태로 그렸다(Fig. 6).

다양한 각 기관에서 제공하고 있는 자료들은 각기 서로 다른 형태의 자료를 보유하고 있고, 대부분의 자료는 실시간으로 가공처리가 이루어진 자료를 받아볼 수도 있지만, 우리가 여기서 이용한 자료는 실시간으로 받은 처리전 자료를 이용하였다. 처리된 결과 자료 Fig. 5를 살펴보면 0°(180°)를 기준으로 좌측으로 160°East - 120°East, 우측으로는 170°West - 60°West의 구간을 나타낸다. 연직단면 수온 분포는 수심 0m에서부터 500m까지를 보여주고 있고, 수심이 깊어질수록 온도가 점차적으로 낮아지는 것을 확인할 수 있다. 어장형성은 100m에서 200m사이

Table 1 0N165E Temperature ASCII File.

Location: 0N 165E 20 Jan 1986 to 15 Sep 2002 (6083 lines, 19 depths, 18 blocks) Gen.												
Date Sep 17 2002 Units: Depth (Meters), Temperature (C), -9.999 = missing												
Time: 1200 10 Jul 2002 to 1200 15 Sep 2002 (index 6016 to 6083, 68 lines, 11 depths)												
Index:		1	5	7	8	9	10	11	13	15	17	19
Depth(M)	:	1	25	50	75	100	125	150	200	250	300	500
DATE	TIME	SST	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP
20020901	1200	29.24	29.25	29.26	29.26	27.78	24.80	22.28	-10.00	13.27	11.90	8.13
20020902	1200	29.12	29.12	29.14	29.18	28.68	24.83	22.24	-10.00	13.05	11.34	8.22
20020903	1200	29.07	29.04	29.05	29.07	28.98	24.85	21.79	-10.00	13.22	11.53	8.25
20020904	1200	29.19	29.08	29.07	29.03	28.27	23.61	20.11	-10.00	13.18	11.69	8.38
20020905	1200	29.28	29.12	29.09	28.69	26.43	23.11	20.13	-10.00	13.81	12.12	8.08
20020906	1200	29.63	29.17	29.13	28.98	25.70	22.35	20.89	-10.00	14.02	12.51	8.01
20020907	1200	29.53	29.21	29.14	28.97	24.46	22.51	21.38	-10.00	13.83	12.31	8.01
20020908	1200	29.14	29.13	29.13	28.99	24.44	22.78	20.90	-10.00	13.78	12.33	7.82
20020909	1200	28.93	28.94	28.97	28.95	24.76	23.22	21.60	-10.00	13.40	11.95	7.85
20020910	1200	29.08	29.08	29.08	28.99	24.55	23.23	21.51	-10.00	13.20	11.37	7.84
20020911	1200	29.19	29.15	29.13	29.06	25.00	23.62	21.82	-10.00	13.24	11.55	7.92
20020912	1200	29.26	29.21	29.19	29.05	24.34	23.56	21.69	-10.00	12.98	11.87	8.00
20020913	1200	29.22	29.22	29.21	29.10	24.93	24.00	22.23	-10.00	12.82	11.83	8.04
20020914	1200	29.03	29.06	29.25	29.05	25.44	24.20	22.31	-10.00	12.94	12.31	8.35
20020915	1200	29.46	29.07	29.18	29.05	25.55	24.43	21.36	-10.00	12.82	12.31	8.35

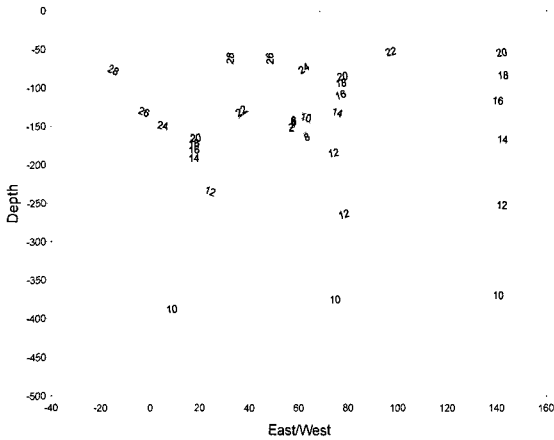


Fig. 5 Temperature Contour at 2°N.

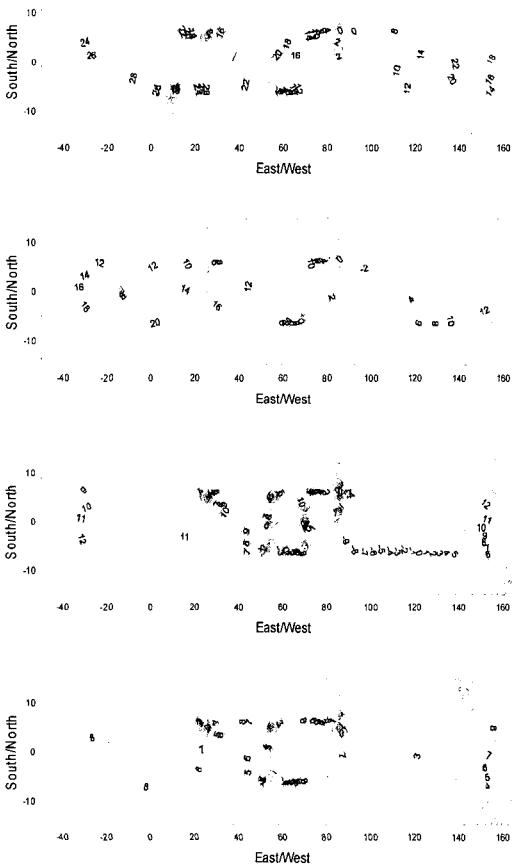


Fig. 6 500m Temperature Contour at 100, 200, 300 and 500m depth from the top.

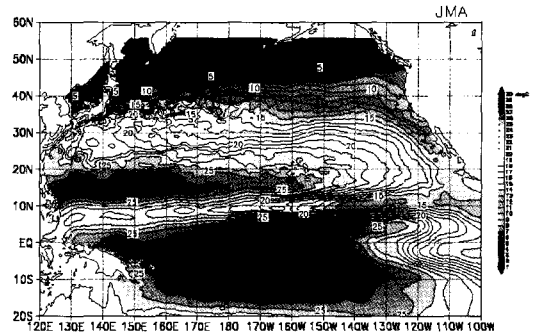


Fig. 7 Temperature Contour at 200m depth.

에서 많은 것을 알 수 있다. Fig. 6은 북위, 남위 10°부근의 수평단면 수온등고선을 나타내고 있다. 수심에 따른 일정한 간격의 수온분포도를 나타내고 있다.

ARGOS BUOY

ARGOS표류부이 자료는 일본 기상청에 의해 제공되는 온라인 자료를 활용할 수 있다. 수심 100M, 200M, 400M의 수평수온자료가 매달 제공된다. 경도120°E-100°W, 위도60°N-20°S 지역의 수심 200m의 분포도가 Fig. 7에 보여진다. 등고선형태와 색깔 이미지 형태가 같이 표현되어 있어서 어장형성 지역을 쉽게 판별할 수 있다. 일본 기상청의 자료는 태평양 전해역의 광범위한 수온자료를 이용할 수 있고, 대부분 처리가 다 된 자료를 받아 볼 수 있는 이점이 있다. 그러나 우리는 처리된 데이터를 가지고 가공, 처리하여 아래와 같은 자료의 형태로 원양어업 선박에 제공하여 주는 것을 목적으로 한다.

5. 결 론

본 연구에서는 태평양을 중심으로 한 원양어업에서 어군의 밀집된 위치를 탐지하는데 필수적인 수온과 플랑크톤분포에 관한 자료를 효과적으로 제공하기 위한 방안을 제시하였다. 수온과 플랑크톤 분포자료는 적외선 원격탐사, 해상 원격탐사와 부이의 자료로 획득될 수 있다. 위성 및 부이 자료의 실시간 획득이 가능한 자료 제공 기관 및 자료의 특성을 조사하고 이로부터,

자료의 취득 및 처리 시스템을 구축하였다. 처리된 자료의 분석을 통해 어종의 분포 및 이동 상태를 예측할 수 있으며, 대상 해역이 풍부한 어장으로서 이용 가능한지 평가할 수 있다. MODIS 위성자료에서 측정된 단위 클로로필 농도당 흡수되는 광에너지의 양을 위성영상을 통해 추정함으로써 어류의 기초먹이가 되는 식물플랑크톤의 분포 정도를 효과적으로 판단할 수 있다. AVHRR 센서에 의해 얻어지는 표층수온과 TAO/TRITON 고정식 부이와 ARGOS 표류식 부이에 의해 얻어지는 수심별 수온자료를 통해 대상 어류의 적수온이 분포한 해역을 효과적으로 탐색할 수 있다. 본 연구에서 정립한 위성자료 활용기술은 경험에만 의존해왔던 기존의 어로방식에 새로운 개념의 과학적 정보시스템을 도입함으로써 효율적이고 경제적인 수산활동을 가능케 할 것으로 판단된다.

후 기

본 논문은 산·학·연 공동기술개발 컨소시엄 사업으로 수행중인 “원양어업 지원 해양정보 제공 프로그램 개발(2002)” 과제의 연구결과 중 일부이다. 본 연구의 일부는 한국과학재단의 첨단조선공학연구센터의 지원으로 수행되었다.

참고문헌

- [1] 서영상, 2001, “위성원격탐사에 의한 한반도 근해의 해양학적 특성”, 부경대학교, pp. 9~10.
- [2] 이병기, 1989, “연근해 어업개론”, 태평출판사, pp. 5~11.
- [3] 안유환, 1998, 해양원격탐사기술 개발을 위한 해색 분석모델의 개발, 한국해양연구소, pp. 27.
- [4] 한국해양연구소, 해양광학 & 해색원격탐사실 홈페이지 인터넷 자료.
- [5] 해양과학기술, 위성으로부터 관측되는 해양 표면수온 인터넷 자료.
- [6] Richard A. Davis, JR., 1990, “일반해양학 - Principles of oceanography”, 대한교과서주식회사, pp. 246~256, 309~319.
- [7] ARGOS, 1989, Guide to the Argos system. pp. 206.
- [8] ARGOS, 1996, User's manual 1.0. pp. 176.

[9] Morel A. and A. Bricaud, 1981, Theoretical results concerning light absorption in a discrete medium, and application to specific absorption of phytoplankton. Deep-Sea Res., 28, pp. 1375~1393.

[10] Morel A. and A. Bricaud, 1981, Theoretical results concerning the optics of phytoplankton, with special reference to remote sensing applications. In : Oceanography from space, J.F.R. Gower, editor, Marine Science Series. Vol. 13, Plenum Press, New-York, pp. 313~327.