

# 실시간 어장정보 생산 부이시스템 개발 및 활용연구

이주<sup>1\*</sup> · 서영상<sup>2</sup> · 황재동<sup>2</sup>

## Development on Real Time Application system for Fisheries Oceanography Information

Chu LEE<sup>1\*</sup> · Young-Sang SUH<sup>2</sup> · Jae-Dong HWANG<sup>2</sup>

### 요 약

동해중북부 연안역의 해황 변화에 따른 연안 양식 환경변화에 능동적으로 대처할 수 있도록 연안 어장에서 관측한 해양자료를 실시간으로 일반사용자들에게 제공하는 실시간 어장정보 제공시스템을 개발 및 운용할 수 있는 연구를 수행 하였다.

실시간 어장정보 제공시스템은 크게 어장정보 생산 부이시스템, 해양자료 수집서버, 해양자료 저장데이터베이스 서버, 인터넷을 통한 자료제공을 위한 웹 서버로 구성하였다. 또한 인터넷을 통해 최종 이용자들에게 자료를 제공할 뿐만 아니라 원하는 사용자에게 휴대전화서비스 및 문자서비스(SMS)를 제공할 수 있게 하였다.

실시간 어장정보 제공시스템에서 관측한 수온, 유향·유속자료를 이용하여 연안역 저층에서 수일 이하의 단주기적인 해황변동이 발생함을 정량화 할 수 있었다. 수일 이내 단주기적 해황변동은 어장환경에 영향을 미쳐 어장의 폐사를 유발시키는 원인 중에 하나가 되기도 한다. 따라서 실시간 자료에 의해 이상 해황이 발생하면 수하식 양식시설을 적수온대로 이동 시켜 대량폐사를 막을 수 있으리라 생각된다. 또한 수층별 장기적인 자료의 데이터베이스 구축을 활용하여 수평 및 연직의 양식장 적격지 공간을 과학적으로 도출할 수 있다.

주요어: 어장정보, 원격탐사, 해황변동, 실시간 모니터링

### ABSTRACT

To provide observed oceanography data at coastal fish and shellfish farm in the northeastern sea of the Korean peninsula on real time base, we developed real time application system for fisheries oceanography information.

The system has been made up a mooring buoy system, a server for oceanography data collection, a server for archiving data and a database system, and a web server for providing fisheries oceanography information using internet. Furthermore, to support letters service on a cellular phone,

2005년 8월 9일 접수 Received on August 9, 2005 / 2005년 9월 5일 심사완료 Accepted on September 5, 2005

1 국립수산과학원 동해수산연구소 양식연구팀 Aquaculture Research Team, East Sea Fisheries Institute

2 국립수산과학원 동해수산연구소 해양환경팀 Marine Environment Team, East Sea Fisheries Institute

\* 연락처 E-mail: ascidian@chollian.net

we developed the communication system from mooring buoy to cell phone on real time base. The oceanography data derived from the system are water temperature, speed and direction of current in surface layer middle layer and bottom layer in hour. We were able to quantify short term variation of ocean conditions within several days at shellfish farm such as a scallop sea farm using our system.

To reduce damages of fish and shellfish farm from abnormal phenomena of ocean conditions such as a broken stratification of water, an occurrence of abnormal coastal cold water and warm water, we will be able to move vertically and horizontally the sea farm facilities to proper conditions using real time oceanography information derive from the system.

**KEYWORDS :** *Oceanography Information for Fisheries, Remote Sensing  
Variation of Ocean Conditions, Real Time Monitoring*

## 서 론

우리나라 동해중북부 연안역은 북한한류수와 동한난류수가 만나 계절에 따라 세기는 다소 차이를 보이지만 연 중 수평적으로 극전선이, 연직적으로는 성층이 형성 된다 (국립수산진흥원, 2001; 동해수산연구소, 2004, 2005a, 2005b, 2005c, 2005d). 이 들 극전선이나 성층의 형성으로 인해 수 시간에서 수일 주기의 단기적이며 급격한 해황 변동이 발생한다. 이런 급격한 해황변동은 양식장에 심각한 피해를 입히기도 한다 (박 등, 2001).

따라서 심각한 양식장 피해를 최소화하기 위해서는 단기간 해황의 변화를 모니터링하거나 연구할 필요가 있다. 그러나 현재 수행되고 있는 국립수산과학원의 격월 주기 관측 해양환경 조사는 조사의 반복 주기가 길기 때문에 장주기적인 해황 변화 연구에는 적절하지만 단주기적인 해황 변화는 설명하기 어렵다. 또한 단주기적인 해황 조사는 주로 피해발생 후 원인 규명 차원에서 한시적 조사가 이루어짐에 따라 양식 피해에 대해 적절한 대응을 할 수 없었다.

이에 따라 부이 및 해상 관측탑에서 해양변동을 관측하는 방안이 대두되고 있다 (윤 등, 1998; 심 등, 1999; 이 등, 1999). 그러나 기존의 실시간 자료는 주로 기상요소를 측정하는 연근해 부이 시스템을 사용하고 있기 때문에 양식장 환경을 파악하는 것과는 다소 거리가 있으

며, 주로 연근해 해황과 관련된 자료 수집에 국한하고 있는 실정이다.

따라서 인접 연안 해황 변화에 따른 양식장의 피해를 감소시키기 위해 보다 능동적으로 대처할 수 있는 해황관측 시스템이 요구되어 이를 위해 연안 양식장에서 관측한 해양자료를 실시간으로 일반사용자들에게 제공하는 실시간 어장정보 제공시스템을 개발 및 운용할 수 있도록 본 연구를 수행하였다.

## 시스템 구성 및 운용

실시간 해양관측결과를 일반 이용자 및 연구 관련자에게 제공하고자 국립수산과학원 동해수산연구소는 강원도연안의 시험어장인 강릉, 삼척, 양양에 실시간 어장정보 시스템을 설치하였다 (그림 1).

실시간 어장정보 시스템을 운용하면서 실시간 해양자료의 획득에서부터 일반 이용자에게 제공하기까지의 전체 시스템 개요를 그림 2에 나타내었다.

실시간 어장정보 시스템은 크게 어장정보 생산 부이 시스템, 해양자료 수집서버, 해양자료 저장 데이터베이스 서버 및 해양자료제공을 위한 웹 서버로 구성하였다. 또한 데이터베이스 서버와 웹 서버를 분리하여 처리속도를 향상시켰을 뿐만 아니라 두 서버 사이에 방화벽(Fire

wall)을 설치하여 인터넷망을 통한 데이터베이스 서버로의 외부침입을 사전에 차단하고자 하였다.

해양자료측정 및 실시간 제공을 목적으로 하는 시스템이다 (그림 3).



FIGURE 1. 강원도 연안 실시간 어장정보 제공 시스템 설치 위치도



FIGURE 3. 어장정보 생산 부이 시스템

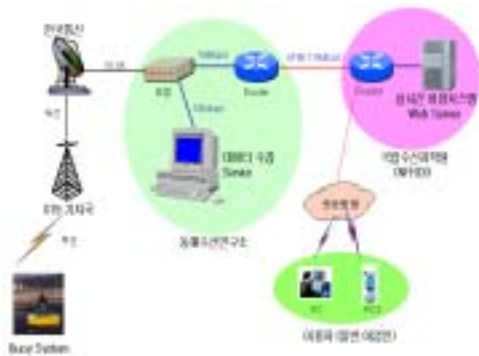


FIGURE 2. 실시간 어장정보 제공 시스템의 개요

연안 양식장은 연안에서 수 km 이내에 있는 지리적 이점을 고려하여 원격지에서 효율적으로 부이 시스템을 관리할 수 있게 하였으며, 이를 위해 CDMA(code division multiple access)전송방식을 이용한 양방향 통신방법을 개발 및 활용 하였다.

1. 어장정보 생산 부이 시스템

어장정보 생산 부이 시스템은 동해 인접 연안 양식장 주변에 계류되어 있으며, 직접적인

시스템 구성은 부이 상단부와 하단부로 나눌 수 있다. 부이 상단부는 기상장비, 태양광 전지판, 자료통합·전송시스템 및 안테나로 구성하였다. 기상장비는 CAMPBELL SCIENTIFIC사의 풍향·풍속계와 기온·습도계 장착하여 연안 양식장 해상의 풍향·풍속과 기온·습도를 측정할 수 있게 구성했다. 태양광 전지판은 50W급 2매를 플랫폼에 부착하여 최고 100W의 용량을 가지도록 설계하였으며, 어장정보 생산 부이 시스템에 자체적으로 전원을 공급하게 하였다. 또한 GPS(global positioning system)를 설치하여 태풍과 같은 자연재해 발생시 부이 분실위험을 최소화할 수 있도록 하였다. 자료통합·전송시스템은 기상자료, 유향유속자료, 수심별 수질, 먹이생물 및 GPS 수신 자료를 자료통합소프트웨어를 이용하여 송·수신기로 자료를 전송할 수 있도록 하였다 (그림 4).

부이 하단부는 먹이생물분석기 (Chlorophy11 Analyzer), 다기능수질측정기 (YSI6600), 유향·유속계 (acoustic doppler profiler)로 구성하였다. 먹이생물분석기는 수심별 클로로필양을 측정하며, 다기능수질측정기는 수심별 (0.5m, 15~20m, 30~40m)로 설치하여 수온, 용존산소, 염분, pH(수소이온농도)를 30분 간격으로 측정토록 하였다. 유속계

(SonTek ADP)는 부이 하단중앙에 설치하여 수심 2m 간격으로 14개 수층별 유향·유속을 측정할 수 있도록 하였다 (그림 5).

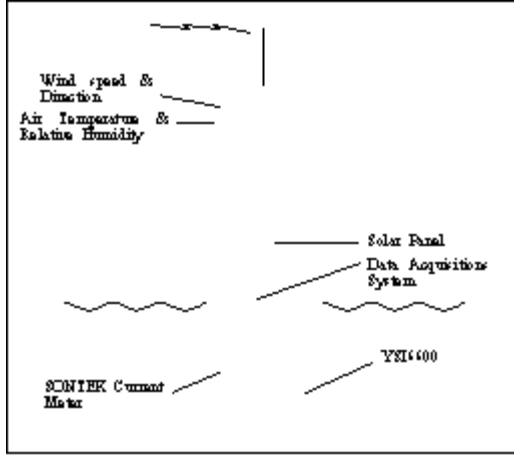


FIGURE 4. 어장정보 생산 부이 시스템 상단 부 구성

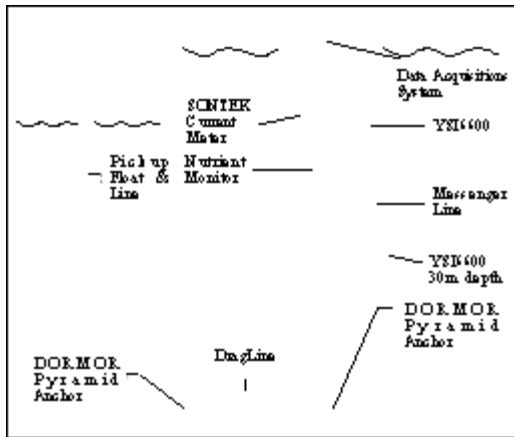


FIGURE 5. 어장정보 생산 부이 시스템 하단부 구성

## 2. 해양자료 수집 서버

데이터 수집 서버는 Windows 2000 기반의 운영체제를 사용하였으며, 어장정보 생산 부이 시스템에서 전송받은 데이터를 자료파일로 축적하고 그 결과 값을 모니터로 출력하게 하였다.

또한 어장정보 생산 부이 시스템과 양방향 통신을 이용해 DCP(Data Control Process)를 관리하거나 어장 정보를 관리하는 기능을 수행토록 하였다 (그림 6).

## 3. 해양자료 저장 데이터베이스(DB) 서버

해양자료 저장 데이터베이스 서버는 구축비용을 줄이기 위해 Linux(Red Hat)기반의 운영체제를 사용하였으며, MySQL을 이용하여 데이터베이스 서버를 구축하였다. 이렇게 구축된 데이터베이스 서버에 해양자료 수집 서버에서 전송된 실시간 해황 관측 자료를 저장하였다. 해황 관측 자료의 저장은 PERL(practical extraction and report language) script를 이용하여 미리 정의된 데이터베이스 스키마(schema)를 참조하여 데이터베이스에 저장되게 하였다.

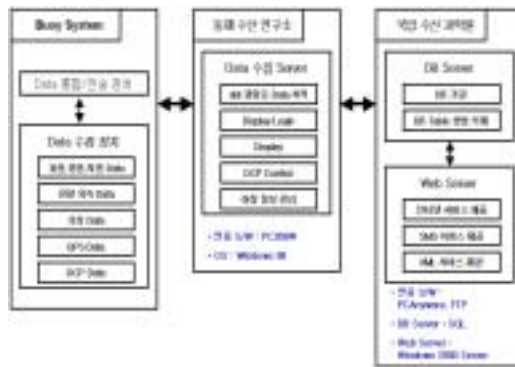


FIGURE 6. 실시간 어장정보 제공 시스템 구축 개요도

## 4. 해양자료 정보 제공 웹서버 구축

실시간 어장정보 시스템으로 관측된 해황 자료를 실시간으로 인터넷을 이용하여 최종 이용자에게 제공하도록 디자인 하였다 (<http://www.kecffs.re.kr>). 본 시스템에서 이루어지는 인터넷 서비스는 Windows 2000 운영체제기반에 apache 웹 서버를 설치하여 수행될 수 있도록 하였다.

최종 이용자가 사용하는 browser (client)에서 요청한 질의를 웹 서버에서 받아 이를 다시 데이터베이스에서 검색하며, 검색 결과를 다시 최종 이용자에서 돌려주는 작업이 이루어지도록 피드백(feed back) 기능을 추가하였다. 이 작업을 수행하기 위해 웹 서버 측에 HTML 코드와 함께 프로그래밍이 가능한 스크립트(script) 언어인 PHP(professional HTML preprocessor)를 설치하였다. PHP는 대부분의 운영체제와, IIS, PWS, apache와 같은 웹 서버에서 대부분의 데이터베이스를 지원하는 PHP의 높은 범용성을 가지는 장점을 최대한 이용하였다.

5. 어장정보의 휴대폰 서비스 구축

인터넷 서비스 이외에도 최종 사용자의 다양한 요구에 부응하기 위해 report 서비스, mobile 및 SMS 서비스(short message service)를 제공토록 구성하였다. report 서비스는 인터넷 서비스에서 실시간으로 제공된 자료를 데이터베이스에 저장하고 이를 이용해 사용자들은 웹 서버의 리포트 기능을 통해 현재 및 과거의 자료를 비교 분석할 수 있게 하였다. mobile 서비스는 웹으로 실시간 어장정보를 제공할 뿐만 아니라 이를 XML (extensible markup language)로 변환시켜 사용자가 휴대폰으로 인터넷 홈페이지(m.kecfs.re.kr)에 접속하여 실시간 어장정보 제공 서비스를 받을 수 있게 하였다. 또한 사용자가 원할 경우 휴대폰에 문자 서비스(SMS)를 추가 제공 및 이용자 관리를 할 수 있게 하였다.

어장지리정보 활용

박 등 (2001)에 의하면 1997년과 1998년에 고수온 및 저수온의 온도충격에 의해 동해안 일부해역의 가리비 어장에서 부분적인 폐사가 발생했다고 하였다. 본 연구에서 수행한 실시간 어장정보 시스템 운용으로 인해 수온충격에 대한 어장 폐사의 물리적인 원인을 밝힐 수 있었

으며, 그 대표적인 사례로 2003년 4월 참가리비 어장폐사를 들 수 있다.

2003년 4월 강원도 강릉연안 실시간 어장정보 시스템에서 측정 및 제공한 수층별 수온 변동과 유향·유속변동에 대한 월 평균, 최대 및 최소값과 (표 1) 30분 간격으로 측정된 수온 및 유향·유속 시계열자료를 도식화시켰다 (그림 7 및 그림 8).

TABLE 1. 2003년 4월 수층별 수온 및 유속의 평균값, 최고값 및 최저값

	수층 (수심)	평균값	최고값	최저값
수온 (°C)	표층 (0.5m)	10.6	12.1	9.2
	중층 (15m)	8.9	11.3	5.5
	저층 (30m)	6.2	10.8	4.8
유속 (cm/s)	표층 (2~4m)	8.9	36.0	0.2
	중층 (12~14m)	7.2	34.7	0.3
	저층 (20~22m)	7.4	29.7	0.2

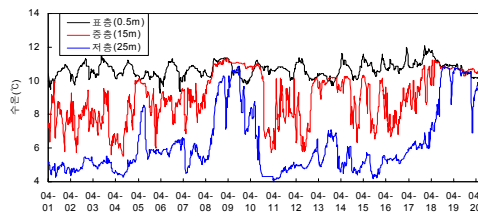


FIGURE 7. 2003년 4월 강릉연안 수층별 수온의 시계열 자료

2003년 4월 평균 수온의 경우 표층 (0.5m)과 저층 (30m)간에 4.4°C 수온차이가 나타나 이 시기에 전반적으로 약한 성층이 형성되었음을 알 수 있었다. 그러나 수온의 최고값과 최저값의 차이는 표층 (0.5m), 중층 (15m) 및 저층(30m)에서 각각 2.9, 5.8 및 6.0°C로 나타나 중층 및

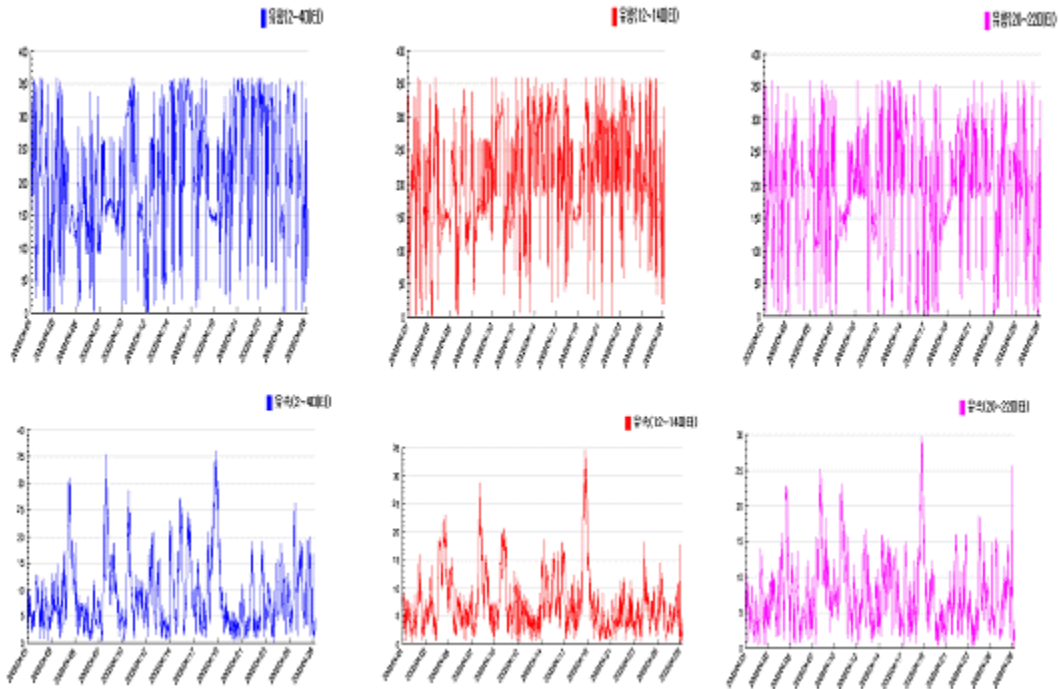


FIGURE 8. 2003년 4월 강릉연안 수층별 유향·유속의 시계열 자료

저층에서 수온의 변화가 크게 나타났음을 알 수 있었다 (표 1). 또한 저층 (20~22m)에서의 유속 최고값이 29.7cm/s로 나타나 저층에서 일시적으로 빠른 흐름이 발생하였음을 알 수 있었다 (표 1, 그림 8).

성층소멸 발생시기는 실시간 어장정보 시스템에서 관측한 수온 시계열 자료를 도식한 결과에 더욱 잘 나타나 있다 (그림 7). 2003년 4월의 경우 성층소멸이 4월 9일 전후, 4월 19일 전후로 두차례 발생 하였다. 성층 소멸시 저층의 수온은 수시간 주기로 변화를 보였으나, 중층의 수온은 일정하게 나타났다. 저층수온의 상승에 대한 시간 스케일이 하루 정도인 점을 감안하면 단주기적 내부파(internal soliton)가 발생하여 연직적인 혼합을 발생시켜 저층수온이 급상승 하였다.

동해안에서 내부파는 조류의 세기, 저층의 경사도, 수괴에 따른 성층 양상 등에 의하여 발생하는 것으로 알려져 있으며, 내부파 발생

시 저층수온의 급상승 현상이 발생할 수 있음을 본 시스템 관측자료 분석결과로 추정할 수 있게 되었다.

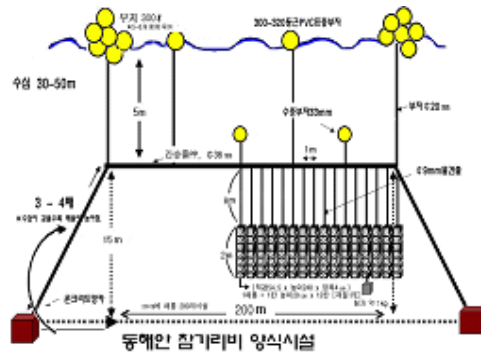


FIGURE 9. 동해안 참가리비 양식시설 모식도

따라서 수온의 연직변동을 실시간 효율적으로 파악하여 양식장의 대량폐사를 유발시키는

급격한 수온변동 발생시 수하식 가리비 양식 시설 (그림 9)을 수온변동이 비교적 약한 수층에 일시적으로 이동시켜 급격한 수온변동에 따른 양식장 대량폐사의 피해를 최소화 시킬 수 있을 것으로 생각된다.

수온의 계절변화와 같은 장주기적인 해황 변동을 볼 때 가리비의 생육과 성장에 영향을 미치는 적수온대의 경우 Yamamoto (1964)는 5~23°C, 박 등 (2001)은 8~17°C로 다소 차이를 보였다. 그러나 강원도 거진~문암 연안에서 1994년 7월 중순 10~15m 층에서 22°C 이상의 고수온이 50일 이상 지속될 때 참가리비 폐사가 발생한 것으로 나타나 (박 등, 2001) 비록 적수온대 해당되는 고수온일지라도 고수온의 지속기간이 가리비의 폐사에 직접적으로 영향을 미치는 것으로 생각된다.

따라서 본 시스템에서 관측되는 수온이 고수온으로 나타나며 지속적일 경우와 그 반대로 하계에 연안 냉수역 발생 또는 동계의 저수온 등으로 인해 수온이 적수온대 보다 낮게 나타나며 지속적일 경우 수하식 가리비 양식 시설을 적수온대로 일시 연직 이동 시켜 가리비의 대량 폐사를 예방할 뿐만 아니라 성장에 크게 도움을 주리라 생각된다.


## 결 론

동해 중북부연안은 동한난류와 북한한류가 만나는 곳으로 한류와 난류의 세기에 따라 해황의 변동이 심하게 나타나기도 한다. 또한 급격한 해황의 변동은 연안양식장의 대량 폐사를 유발시키기도 한다. 따라서 실시간 어장정보 시스템을 본 연구에서 개발하여 연안양식장 부근에 설치 운용한 결과 실시간으로 해황의 자료를 측정하고 제공 받을 수 있게 되었다. 해황변동을 실시간으로 확인 할 수 있게 됨에 따라 어장환경의 변화에 따른 양식장 집단 폐사에 신속히 대응할 수 있게 되었다.

실시간 어장정보 제공시스템 활용으로 단기적으로는 어장환경 변동에 따른 양식장 대량폐

사를 사전에 대처할 수 있을 것이며, 장기적으로는 해황자료의 데이터베이스 구축으로 기후변화와 연관된 양식장 주변 환경 변화를 모니터링 할 수 있다. 향후 실시간 어장정보 제공 시스템에 영양염분석기를 추가로 설치하여, 식물플랑크톤의 먹이원이 되는 영양염류를 직접 측정하고 장기적 해양환경자료의 축적으로 동해 연안역의 해양환경 변동추이 및 생태계 변화를 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

## 감사의 글

본 연구는 국립수산과학원 동해수산연구소에서 수행 한 사업과제 (참 가리비 어장정보 시스템 개발 연구 및 동해해양환경연구, RP-2005-ME-027)의 일부 결과입니다. 

## 참고문헌

- 국립수산진흥원. 2001. 한국해양편람 제4판 437쪽.
- 동해수산연구소. 2004 동해 해어황정보. 동해수연 해어황 정보지 제63호. 16쪽.
- 동해수산연구소. 2005a. 동해 해어황정보. 동해수연 해어황 정보지 제65호. 29쪽.
- 동해수산연구소. 2005b. 동해 해어황정보. 동해수연 해어황 정보지 제66호. 16쪽.
- 동해수산연구소. 2005d. 동해 해어황정보. 동해수연 해어황 정보지 제68호. 16쪽.
- 동해수산연구소. 2005d. 동해 해어황정보. 동해수연 해어황 정보지 제70호. 15쪽.
- 박영제, 노섭, 이채성. 2001. 동해안 참가리비, *Patinopecten yessoensis*의 성장. 한국양식학회지 14(3): 181-195.
- 심재설, 이동영, 박우선, 박광순. 1999. 종합관측 부이 개발 및 실시간 관측기술. 한국해안·해양공학회지 11(1): 56-67.
- 윤용훈, 홍성길, 홍윤, 이지연. 1998. 칠발도 Buoy자료를 이용한 해양-대기 열교환량 산출 및 파랑특성에 관한 연구. 한국해양학회

지 바다 3(1): 9-15.

이동규, 오재호, 서영상. 1999. 연근해용 소형기  
상관측부이의 개발. 한국해양학회지 바다  
4(2): 155-159.

Yamamoto, G. 1964. Scalop culture in Mutsu  
bay. Suisan zoyoshoku Sosho (Tokyo) 6:  
77pp. 