

전설의 섬 이어도에 해양과학기지 건설

심 재 설 / 한국해양연구소 선임연구원장

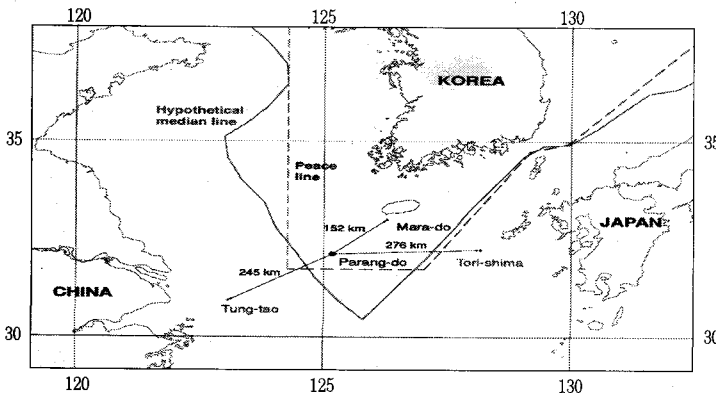
이어도의 지정학적 위치 및 형태

이어도는 동중국해 중앙에 있는 수중 암초(그림 1)로 동경 125도 10분 58초, 북위 32도 07분 32초에 있다. 이는 한국의 최남단 도서인 마라도에서 서남방으로 152km, 일본의 토리시마(鳥島)에서 서쪽으로 276km, 중국의 퉁타오(童島)로부터 북동쪽으로 245km 떨어져 있다. 그리고

이어도는 국내법적으로 보면 1952년 인접해양에 대한 주권을 선언한 평화선 선포수역내에 있어 우리나라의 해양관할권에 속하며, 또 1970년 제정된 해저광물자원개발법상의 해저광구 중 제4광구에 위치한 우리나라 대륙붕의 일부이기도 하다. 한편 1965년 체결한 한일어업협정에 따르면 동수역은 공동자원조사수역에 속한다. 향후 주변국들과 배타적 경제수역(EEZ) 확정시

중간선 원칙에 따라 이어도는 한국측 해양관할권에 위치하게 된다(단, 중국의 童島나 일본의 鳥島는 해양경계확정시 基點이 될 수 없는 암석으로 된 섬으로서 기점에서 제외한다면 그림 1에 표시된 중간선은 중국과 일본측으로 확장됨).

이어도와 같이 수중암초에서 구조물 설계 및 시공, 해저지반의 공학적 상태를 파악하는 boring(穿孔)작업을 하기 위해서는 수심자료가 필요하다. 이와 같은 이어도의 수심자료를 얻기 위해 1984년 교통부 수로국에서 최초로 수심측량을 실시한 이래 1995년에 이르기까지 4차례에 걸쳐 수심측량을 수행하였다. 각각의 수심측량결과가 측량 당시의 측량장비, 해상상태 등에 의해 약간씩은 차이를 보이고 있으나, 지금까지 수행한 수심측량의 성과를 바탕으로 보면 이어도 형상은 그



Maritime Jurisdiction around Parang-do

그림 1 이어도의 위치

림 2에서 보는 바와 같이 가장 높은 가운데 봉우리를 중심으로 좌우에 각각 한 개씩 세 개의 봉우리로 구성되어 있다. 정상부를 기준으로 남쪽과 동쪽은 급경사를, 북쪽과 서쪽은 비교적 완만한 경사를 이루고 있다. 이어도 주변해역의 수심은 대략 55m이고, 이어도의 가장 얇은 곳은 해수면하 약 4.6m까지 돌출해 있으며, 수심 40m를 기준으로 할 경우 남북으로 약 600m, 동서로 약 750m로 그 면적은 약 11만 5천평에 이른다. 그리고 해양구조물 설치하기에 가장 적합한 수심인 20m의 범위는 남북으로 220m, 동서로 450m로 나타났는데, 그 크기는 약 13,500평에 이른다.

이어도의 인식

이어도는 제주도민의 전설에 나오는 환상의 섬, 피안의

섬으로 잘 알려져 있고, 근간에는 波浪島라고도 불려지고 있다. 파랑도와 이어도가 같은 섬인지는 과학적으로 규명할 길은 없으나, 제주 사람들 특히 제주 여인에 있어 이어도는 바다에 나가 돌아오지 않는 아들이나 남편이 그곳에 있으며, 자신들도 결국 그곳으로 떠날 것을 굳게 믿고 있는 환상의 섬이요, 피안의 섬이다. 그리고 전설에 이 섬을 보면 돌아올 수 없다는 말이 있는데, 이는 먼 옛날에 이곳에 가서 조업하다가 이 섬을 볼 수 있을 정도의 파고는 약 10m(최천수심 4.6m)이므로 이 수심의 2배 이상의 파고라야만 이 섬을 볼 수 있음)쯤 되어야 함으로, 그 당시 어선으로는 그런 상황에서 어느 누구도 무사히 돌아올 수 없었기 때문일 것이다.

이어도는 1900년 영국 상선인 6,000톤급의 소코트라(Socotra)호가 일본에서 중국

상해로 항해하다가 이 암초에 의해 배 밑바닥에 파손을 입은 것을 계기로 그 선박의 이름을 따라 소코트라 암초(Socotra Rock)라고 해도상에 표기되어 국제적으로 명명되고 있다. 그리고 1901년 영국 해군 측량선 워터 위치(Water Witch)호에 의해 수심 5.4m밖에 안 되는 암초로 확인 측량된 바 있다.

이어도의 첫 이용계획은 1938년 일본에 의해 나가사키(長崎)-제주도-화조산도(花鳥山島)-상해(上海)를 연결하는 920km에 달하는 해저케이블 부설계획을 수립했는데, 이중 제주도와 화조산도의 거리가 454km에 이르는 장거리 구간으로 중간인 이어도에 인공섬 건설이 진지하게 검토된 바 있다. 이 안에 의하면 해저전선 중계시설과 등대시설을 설치할 목적으로 직경 15m, 수면상 35m에 달하는 콘크리트 인공구조물을 설치할 계획이었으나 태평양전쟁의 발발로 무산되고 말았다. 우리나라에서 이어도의 실재론이 처음 대두된 것은 전란중인 1951년으로, 국토규명사업을 벌이던 한국산악회와 해군이 공동으로 이어도 탐사에 나서 높은 파도와 싸우다 바닷물 아래 검은 바위를 눈으로만 확인하고 '대한민국영토 이어도'라고 새긴 동판 표지를 수면 아래 암초에

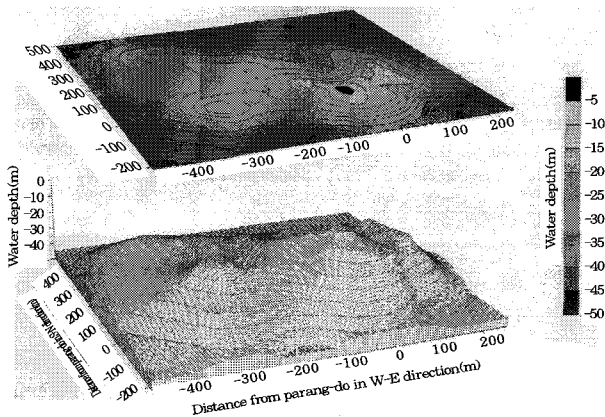


그림 2 이어도의 형상

가라 앉히고 돌아와야만 했다. 그리고 이곳에 최초의 구조물은 1987년 해운항만청에서 설치한 이어도 등부표(이어도와 같이 선박항해에 위험한 곳을 알리는 무인등대와 같은 역할을 하는 항로표지 부표)로 그 당시 이 사실을 국제적으로 공표하였다. 그후 5~6차례 태풍 및 폭풍에 의해 유실되었으나 외국 선점을 예방하기 위하여 지금까지 지속적으로 설치하여 운영하고 있다.

이어도 과학기지의 입지 여건

지금까지 우리나라에 영향을 끼친 태풍중 약 40%가 이 해역을 통과하였고, 이 해역을 통과한 태풍은 대략 10시간 후에 남해안에 상륙한다. 특히 우리나라에 막대한 피해를 입힌 태풍(사하라, 베라, 셀마, 브렌다 등)이 이 해역을 경유했고(그림 3), 또 동국해에서 갑자기 발달한 폭풍도 이어도 부근을 통과하였으므로, 이어도는 태풍 및 폭풍의 길목에 위치하여 기상학적으로 이들의 연구 및 예보에 최적의 장소이다. 또한 이곳은 동중국해의 중앙에 위치하여 연중 16만여 척의 선박의 안전항해, 어선의 안전조업을 위해 등대설치가 절실히 요구되는 곳이며, 풍부한 수산자원으로 한 중 일의

대형조업장이 형성되어 수산학적으로도 어 해황예보가 필요한 지점이기도 하다. 그리고 이 주변해역은 북상하는 쿠로시오 해류, 남하하는 황해 냉수 및 중국대륙의 연안수가 접촉하는 해역이다. 이처럼 이곳은 계절에 따른 각 수괴에 의해 해양환경 변화가 심하게 나타나기 때문에 황해 해수순환,

남해의 해수유동에 관한 메카니즘을 파악하기 위해 해양학적으로 매우 중요한 해역이다.

한편 1994년 유엔해양법 협약의 발효 등 신해양 질서의 형성에 따라 해양의 자유이용 시대에서 해양분할 관리시대로 전환되고 있어 한반도 주변해역의 경계확정시 주변국가 간에 치열한 외교 논쟁이 예견되고 있으므로 관할권 분쟁에 적극 대처하는 의미에서도 이어도는 해양과학기지의 입지 여건에 부합된다고 본다.

이어도 해양과학기지의 단계적 추진 방안

현장 해양조사 및 설계조건 산출

해양구조물을 설계하기 위

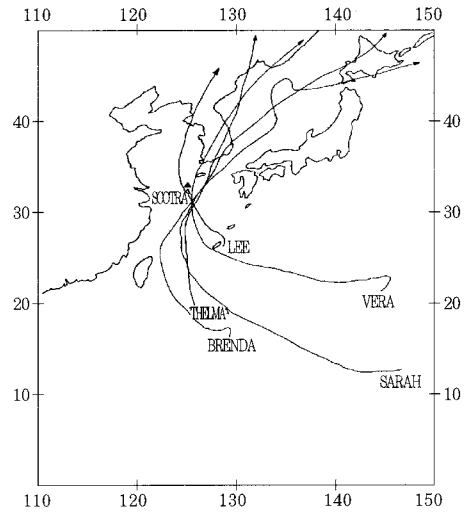


그림 3 우리나라를 통과한 주요 태풍의 진로

해서는 수면상의 풍력, 수중의 파력과 유속력, 해저 지반의 지지력, 그리고 구조물 자체 중량과 적재하중 등을 모두 파악해야 하는데, 이와 같은 해양구조물의 외력은 현장조사와 설계조건에 의해 결정되는 사항이다. 해양구조물을 설치하기 위해서는 우선 대상해역의 현장조사와 그 구조물의 내구년수(해양구조물의 경우 대개 30~50년으로 간주)를 고려하여 설계조건(파랑, 해수면, 풍속, 유속 등)을 구해야 한다. 이 설계조건은 구조물 설치지점의 관측자료가 장기간(최소한 15년 이상) 축적되어 있으면 그 자료를 이용하여 설계조건을 산출하는 것이 가장 이상적이나, 대부분 구조물 설치지점의 관측자료는 전무하고, 설령 있다 하여도 단기

간 자료이거나 결측된 기간이 많아 그 자료만으로 설계조건을 산출할 수 없는 실정이다. 따라서 컴퓨터에 의한 수치모델로 과거 기상현상을 재현하여 설계조건을 산출해야 하는데, 이 과정에서 모델의 정확도를 높이기 위해 관측자료에 의한 모델검증이 필요하다. 이 검증자료는 현장 해양조사를 통하여 확보해야 한다.

지금까지 실시한 이어도 현장조사는 건교부 수로국과 공동으로 정밀수심측량을 실시하였고, 해조류, 수온, 염분은 과학기지 설치 예정지점인 수심 약 23m 지점과 18m 지점 두 곳에서, 해수면 관측은 수심 약 45m 되는 한 곳에서 약 14일간(1995.6.7~6.21) 연속관측를 해양경찰청의 경비함 지원을 받아 실시하였다. 그 결과 최대 유속은 약 1.0m/s(약 2Knot)이고, 조류벡터의 회전방향이 시계방향이며, 대조기에 조차가 약 2.5m에 달하는 것으로 나타났다. 그리고 이어도 주변해역의 지질 및 부유물질 조사를 실시하였고, 또한 이어도 암석을 채취하여 분석한 결과, 이어도는 해저화산이 폭발하여 화산재가 응고되어 형성된 수중암초로서 암색은 담회색, 담갈색으로 중립내지 조립질의 응회암으로 구성되어 있으며, 일축압축실험으로 압축강도를

측정한 결과 약 60kg/cm²로 지반 암반은 연암 중에서도 극히 강도가 작은 것으로 나타났다. 따라서 향후 구조물을 설치하기 위해서는 해저 지반의 지층별 역학적 특성

파악이 필요한데, 이는 시료를 원상태대로 교란시키지 않고 채취가 가능한 해저 boring(穿孔)작업과 분석을 통하여 더욱 상세히 규명되어야 할 것이다.

종합해상 기상관측부이 설치 운영

종합관측부이(buoy)를 이어도 해상에 설치하려는 것은 두가지 목적 때문이다. 첫째, 위에서 언급한 이어도 주변해역에서의 정확한 설계조건 산출을 위한 수치모델의 검증자료를 제공함은 물론 관측자료를 실시간(real time)으로 즉시 사용자(예보자)에게 전달해 줌으로써 기상, 해상상태 예보의 적중률을 높여 연안에서의 자연재해를 줄이는데도 중요한 역할을 담당한다. 둘째, 관측시스템 제어 및 관측자료의 송수신 기술은 향후 우리가 건설하고자 하는 이어도 종합해양과학기지의 제어 및 송수신

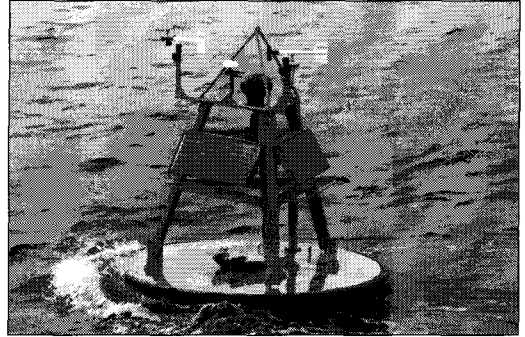


그림 4 이어도에 설치된 종합 해상 기상관측부이

기술과 거의 동일한 기술이다. 따라서 우선 우리기술로 국산화한 이 부이를 통하여 시스템 제어기술과 송수신 기술을 발전시켜 과학기지에 활용하고, 과학기지의 운영문제도 이 부이를 통하여 습득하고자 한다.

이 종합관측부이는 그림 4와 같이 변경 2.5m, 부이중량 1.3ton, 부이높이 4.95m로대만 성공대학이 미국 NOAA(해양대기국)로부터 기술이전을 받아 7년에 걸쳐 개발한 것을 제어 소프트웨어 및 송수신 방식을 한국해양연구소가 개량한 자체모델이다. 특히 Inmarsat(국제해사위성)을 통해 실시간으로 송신해주는 방식(그림 5)을 채택함으로써 기존의 송신방식과는 달리 송신거리의 제한을 받지 않기 때문에 이어도를 비롯하여 독도, 백령도와 같은 국토 선단해양과학기지의 자료 송수신 체제나 기상청이 외해에 설치하려는 부이 프로그램 등에

Inmarsat 이용 자료 송신 체계

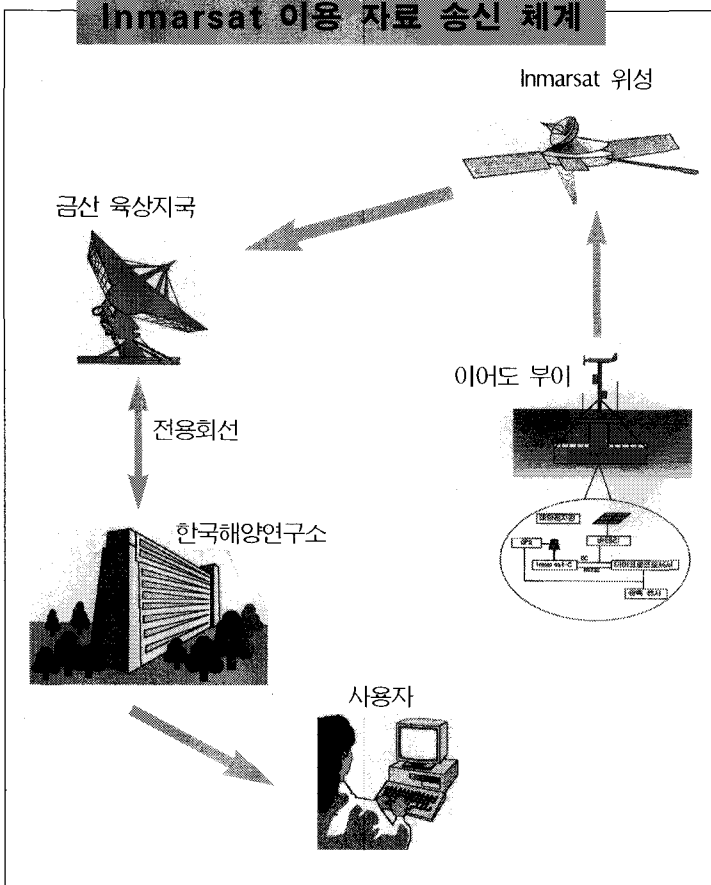


그림 5 Inmarsat 이용 자료 송신 체계

가장 적합한 방식으로 판단된다. 이 종합관측부이는 파고, 파향, 풍향, 풍속, 기압, 부이의 전원상태, 부이의 계류위치 등을 실시간으로 매시간 모니터링할 수 있는 체제를 갖춘 부이로서 해양경찰청 경비함의 지원을 받아 1996년 7월 26일 이어도 해상 수심 약 55m에 계류하였다. 그러나 이와 같은 대형부이의 계류 경험의 부족과 열악한 해상상태

등으로 인하여 계류 도중에 부이가 전복되기도 하였다. 이 과정에서 부이 내부에 약간 해수가 침입하여 부이 제어 및 송수신 시스템이 해수로 인하여 정상적으로 작동을 앓기 때문에 1996년 9월 13일 이 종합관측부이는 회수하고 그림 6과 같은 파고계로 대체 계류했다. 이 파고계는 관측자료를 ARGOS시스템으로 송

신하는데, 관측후 약 3시간 후에 관측자료를 사용자에게 전달해 주는 준실시간(near real-time)체제를 갖추고 있다. 종합관측부이는 방수문제와 제어 및 송수신 장치를 수리하여 1996년 10월 초에 재설치할 예정이다.

고정구조물 설치

1, 2단계에서 얻어진 자료와 경험을 토대로 철저한 조사 연구를 거쳐 해양수산부 주도하에 한국해양연구소를 추진기관으로 하여 이어도 해양과학기지를 고정식 해양구조물로 설치하는 방안이다. 자켓(Jacket) 형태(그림 7, 8)의 이 구조물은 해양자원개발 특히 석유생산에 선구적 역할을 한 해양구조물로서 관측용 장비, 연구 및 실험실, 발전실, 주거구, 헬리포트 등을 가진 상부구조와 이를 지지하기 위한 4~8개의 기둥으로 구성된 자켓, 구조물 전체를 해저지반에 고정시키는 파일(pile)로

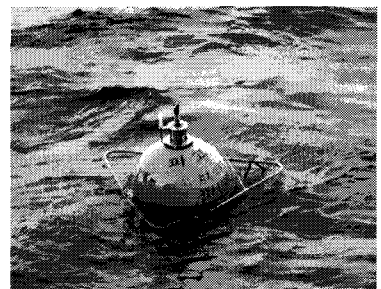
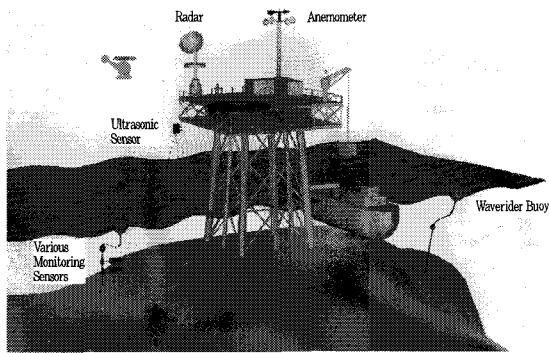


그림 6 이어도에 설치된 파고계



Schematic Diagram for Marine Science Station on Parang-do

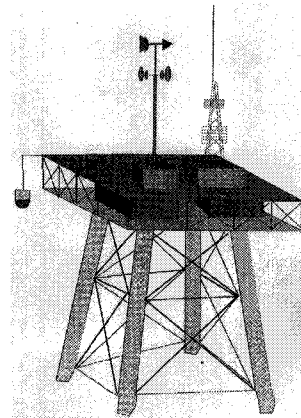


그림 8 소규모의 이어도 해양과학기지

그림 7 대규모의 이어도 종합해양과학기지

구성되어 있다. 이 방법은 국내외적으로 가장 널리 사용되고 있으며, 또한 국내에서도 세계적 수준의 기술을 보유하고 있다. 이어도 해양과학기지의 규모는 예산, 용도, 운영문제 및 관련 정부부처, 학연계, 국민정서 등을 고려하여 결정될 사항이지만, 지금 잠정적으로 고려중인 것은 대규모(360-400평 : 그림 7)와 소규모(30-50평 : 그림 8)로 여러 가지 사항중 가장 우선적으로 고려해야 할 예산, 활용도, 장단점 등을 비교하여 표 1에 수록하였다. 대규모는 다목적 해양과학기지로 헬리포트, 관측실, 주거시설, 연구실, 무인 등대시설, 전화통신중계시설 등으로 구성되어 있고, 소규모는 위의 사항에서 헬리포트, 주거시설, 전화중계시설만 제외한 모든 기능을 가질 수 있다

이어도 해양과학기지의 역할

이어도 해양과학기지가 완공될 경우 기지의 역할과 활용도는 다음과 같다.

첫째, 종합해상 기상관측소로의 역할을 담당할 것이다. 우리나라는 육상에는 매 14km마다 하나씩 조밀한 자동기상 관측망을 유지하고 있지만, 해상에는 기상관측소를 하나도 제대로 운영하지 못하는 실정이다. 따라서 이어도에 해상 기상관측소를 설치할 경우, 우리나라에 직접적인 영향을 주는 기상 및 해상에보의 정확성을 높여 국가 산업, 경제에 파급효과가 클 것이다.

둘째, 인공위성에 의한 원격해양탐사에 이용한다. 해양과 같이 인간이 접근하기 어려운 나쁜 환경의 넓은 지역의 정보를 한꺼번에 측정할 수 있

는 좋은 방법은 직접 관측계기를 수중에 넣지 않고 광파, 전자파 등을 이용하는 간접적인 원격탐사기술을 이용하는 것이다. 이와 같이 원격탐사기술로 정보를 정확히 생산하기 위해서는 몇몇 해상 지점에서 관측계기로 직접 관측한 검증자료가 요구된다. 해안 부근의 자료는 국지적인 변동이 크고, 육지의 영향을 많이 받아 검증자료로 활용도가 떨어지는 반면, 바다 한복판에 위치한 이어도 해양과학기지에서 관측한 자료는 이런 목적으로 이용하기 적합하다.

셋째, 전세계의 공동 관심사인 지구환경변화 연구에 중요한 자료를 제공한다. 인간의 화석연료의 과대 사용으로 대기의 탄산가스 농도가 높아짐에 따라 대기온도 상승으로 극지의 빙산이 녹고, 해수온도가 상승함에 따라 해수 자체의 체

표 1. 이어도 해양과학기지 건설 사업안 비교

	제 1안(그림 7)	제 2 안(그림 8)
규 모	2층 철틀 Jacket 구조물(대규모) (헬기장 및 상주 시설 포함)	단순철틀 Jacket 구조물(소규모) (헬기장 및 상주 시설 없이)
소요 예산	210억원(잠정추정액)	50억원(잠정추정액)
관측항목	해상 : 파랑, 해수면, 해수유동, 수온 염분, 기초생산량, 부유사 등 기상 : 풍향, 풍속, 기온, 기압, 강우량, 일사량 등 해양-대기 운동량, 물질 및 열교환량	좌동
자료송수신	인공위성 이용 실시간	인공위성 이용 실시간
용도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양 및 기상 관측 ○ 해양-대기 상호 작용 연구 ○ 종합 태풍연구 기지 ○ 종합 지구환경 변화 연구기지 ○ 원격탐사 검증자료 획득 ○ 해양환경 및 해양오염관측 ○ 해난구조시설(헬리포트) ○ 무인등대 ○ 통신 중계소, 위치 추적소 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양 및 기상 관측 ○ 해양-대기 상호작용 연구 ○ 간이 태풍연구 기지 ○ 간이 지구환경 변화 연구 ○ 원격탐사 검증자료 획득 ○ 해양환경 및 해양오염관측 ○ 무인등대 ○ 기지 자체통신, 위치 추적소
장단점	<ul style="list-style-type: none"> ○ 경비가 많이 든다 ○ 국제법상의 문제는 없으나 인접국을 자극할 가능성 있음 ○ 구조물 시공이 난해 ○ 지반 boring필요 ○ 안전성 확보를 위한 추가 연구필요 ○ 유인운영에 문제점 ○ 구난기지 이용 불가능 ○ 정밀 실험연구 편리 ○ 장비 점검에 편리 ○ 이어도 해역의 전화통신서비스 가능 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 경비가 적게 든다 ○ 국제분쟁소지가 없다 ○ 구조물 시공이 용이 ○ 지반 boring 필요 ○ 장비점검에 불편 ○ 구난기지 이용 불가능 ○ 정밀 실험연구 편리 ○ 기지 자체 통신만 가능

- * 제1안 : 30~400평 규모
- * 제2안 : 30~50평 규모

팽창으로 해수면이 점차 높아질 것으로 예상하고 있다. 따라서 과학자들의 지구환경변화 예측기술을 지속적으로 향상시키고, 지구환경변화의 원인이 되는 요소와 그 결과를 지속적으로 모니터링해야 할 것이다. 그런 연구를 하기에는 육지 및 지형적인 영향을 적게

받는 이어도가 적합하므로 이어도에 해양과학기지를 설치하여 지구환경변화 연구에 핵심이 되는 여러 요소를 지속적으로 장기간 관측하는 것이 요구된다.

넷째, 안전항해를 위한 등대와 구난기지로 활용될 것이다. 이어도는 소코트라호의 좌

초에서 알려졌듯이 해상교통 안전을 위해 등대의 설치가 요구된다. 현재 해양수산부의 등부표가 설치되어 이곳을 지나 는 수많은 선박들의 항로표지로 그 역할과 임무를 수행해 오고 있다. 그러나 이 같은 등부표는 태풍등에 의해 수차례 유실되었고, 또한 유실이 안

되고 그 자리에 계류되어 있다 하여도 등부표 자체의 제한된 전원과 높이 제한으로 완벽한 무인등대로서의 기능을 못하고 있는 실정이다. 따라서 이 어도 해양과학기지는 위의 사항을 모두 충족시켜 줄 수 있기 때문에 부수적으로 등대를 설치하면 이 지역을 지나는 선박들의 안전운행과 어선들의 안전조업을 지원 가능함으로 국제사회에 기여할 수 있을 것이다.

다섯째, 이어도 주변해역은 예로부터 국내외의 많은 어선들이 경쟁적으로 조업을 하던 중요한 어장으로 이 해역의 어

해황예보가 요구되는 곳이다. 이 해역에서는 어업적으로 대단히 중요한 참조기, 민어, 강달이, 부세 등과 같은 저서어류가 많이 서식하고 있으므로 이들 어종을 대상으로 기선저인망, 안강망, 유자망어선들의 주요어장이 되고 있으며, 특히 겨울철에 많은 어류들이 회하여 집군하는 월동어장으로 유명하다. 따라서 수산해양학적 연구의 중요한 목표종 하나인 어 해황예보를 일기예보와 같은 수준으로 끌어올릴 수 있는 예보체계의 확립이다. 이를 위해서는 예보하고자 하는 이어도 해역에서 어 해황예보에 필

요한 해양환경 정보를 관측하여 실시간으로 예보자에게 송신해 주어야 한다. 그리고 이 해역의 생물생산력은 우리나라 연안어장의 풍흉을 좌우하는 수산자원의 보고이며 요지이므로 이 해역에 대한 수산학적측면에서의 철저한 연구가 시급히 요청된다. 그리고 이어도 해역은 육지에서 멀리 떨어져 있고, 또한 이곳은 연안에 비해 높은 파도가 일어남으로 이곳에서 조업하는 어선들은 안전사고 및 조난사고의 위험을 늘 안고 있다. 이러한 선박들의 신속한 수색과 구난을 위해 이 과학기지(단, 규모가 360평 이상일 경우)에 헬리포트와 중간 급유시설을 갖춘 동중국해의 수색구난 전초기지로 활용할 수 있을 것이다.

이 외에도 이어도 해양과학기지는 이 주변해역의 대륙붕 개발을 위한 전초기지로 활용될 뿐만 아니라, 우리나라의 대양진출에 관한 국민의식을 고취시키는 등 정신적 의미도 클 것으로 보인다.

향후 이와 같은 사업은 그림 9에서 보는 바와 같이 우리나라 국토의 선단인 독도, 백령도 등에도 선단해양과학기지를 구축할 계획이고, 우리나라의 주요연안에는 연안과학기지를 소규모(10평 이내)로 건설할 계획에 있다. ㉔

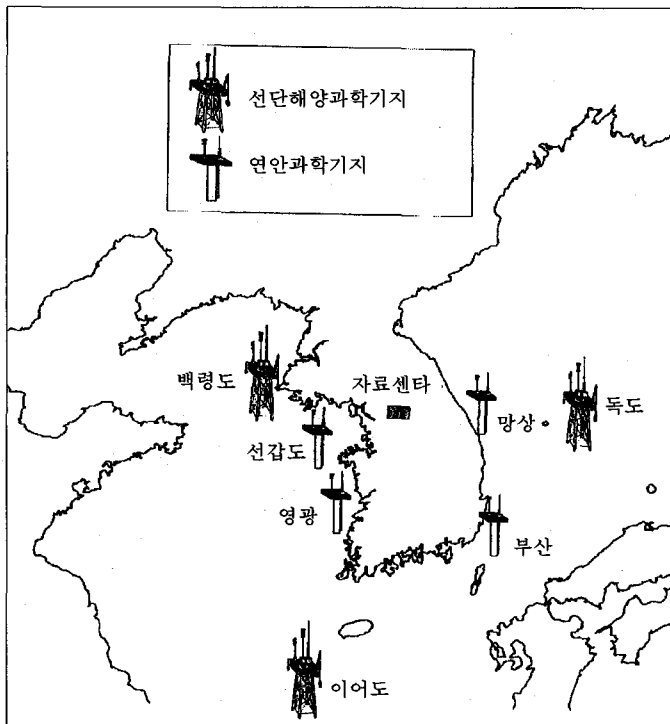


그림 9 해양과학기지 설치 위치