

기상기술정책



METEOROLOGICAL TECHNOLOGY & POLICY



2012.

12

특집

해양기상서비스의 현황 및 전망

칼럼 | 해양기상서비스의 의미 및 가치 확산 |

정책초점 | 해양기상 융합서비스의 필요성 |

| 수자원 변동에 따른 해양기상서비스의 강화 |

| 해양기상정보 관리의 선진화 방안 |

| 해양기상·기후변화 대응을 위한 정책제언 |

논단 | 해양기상서비스 현황과 정책 방향 |

해외기술동향 | 선진 해양기상기술 동향 |

포커스 | 제4차 WMO/IOC 해양학 및 해양기상 합동기술위원회
(JCOMM) 총회 |



기상청

Korea
Meteorological
Administration

『기상기술정책』지는 범정부적인 기상·기후 분야의 정책 수요에 적극적으로 부응하고, 창의적인 기상기술 혁신을 위한 전문적인 연구 조사를 통해 기상·기후업무 관련 분야의 발전에 기여할 목적으로 발간 기획되었습니다.

본 『기상기술정책』지는 기상·기후 분야의 주요 정책적 이슈나 현안에 대하여 집중적으로 논의하고, 이와 관련된 해외 정책동향과 연구 자료를 신속하고 체계적으로 수집하여 제공함으로써 기상 정책입안과 연구개발 전략 수립에 기여하고자 정기적으로 발행되고 있습니다.

본지에 실린 내용은 집필자 자신의 개인 의견이며, 기상청의 공식의견이 아님을 밝힙니다. 본지에 게재된 내용은 출처와 저자를 밝히는 한 부분적으로 발췌 또는 인용될 수 있습니다.

원고모집

『기상기술정책』에서는 기상과 기후분야의 정책이나 기술 혁신과 관련된 원고를 모집하고 있습니다. 뜻있는 분들의 많은 참여를 부탁드립니다. 편집위원회의 심사를 통하여 채택된 원고에 대해서는 소정의 원고료를 지급하고 있습니다.

▶ 원고매수: A4 용지 10매 내외

▶ 원고마감: 수시접수

▶ 보내실 곳 및 문의사항은 발행처를 참고 바랍니다.

☞ 더 자세한 투고방법은 맨 뒷편의 투고요령을 참고바랍니다.

『기상기술정책』 편집위원회

발행인: 조석준

편집기획: 국립기상연구소 정책연구과

편집위원장: 남재철

편집위원: 김백조, 김금란, 임병숙, 전영신,

배덕효, 이우성, 박중훈, 만기성

편집간사: 이영곤, 김정윤, 박소연

발행처

주소: (156-720) 서울시 동작구 여의대방로16길 61 기상청

전화: 070-7850-6557 팩스: (02) 849-0668

E-mail: ni_pol@kma.go.kr

인쇄: 미래미디어

CONTENTS

특집 : 「해양기상서비스의 현황 및 전망」

칼럼 03 _ 해양기상서비스의 의미 및 가치 확산 / 박관영

정책초점 10 _ 해양기상 융합서비스의 필요성 / 김민수

21 _ 수자원 변동에 따른 해양기상서비스의 강화 / 김희용

30 _ 해양기상정보 관리의 선진화 방안 / 정일영

40 _ 해양기상·기후변화 대응을 위한 정책제언 / 양홍근

논단 48 _ 해양기상서비스 현황과 정책 방향 / 김유근

해외기술동향 58 _ 선진 해양기상기술 동향 / 우승범

포커스 68 _ 제4차 WMO/IOC 해양학 및 해양기상 합동기술위원회
(JCOMM) 총회

해양기상서비스의 의미 및 가치 확산



박관영
기상청 관측기반국장
pagoyo@kma.go.kr

바다를 조사하기 시작하면서 인간은 바다의 움직임이 얼마나 복잡한지를 알게 되기 시작했다. 그러나 과학자들은 오랜 세월 동안 재난 상황일 때뿐 아니라 평상시에도 바다의 움직임을 예측하는 데 거의 성공하지 못했었다.

인류는 제 2차 세계대전 발발 수십 년 전부터 해상에서 바람에 의해 발생하는 풍파를 연구하기 시작했지만 풍파예측은 언감생심이었다. 제 2차 세계대전이 일어나 풍파에 대한 예측이 수십만 명을 죽이고 살리는 문제가 되면서 이에 대한 연구가 본격적으로 수행되기 시작하였다. 연합군이 북아프리카(1942), 시칠리아와 이탈리아 본토(1943), 노르망디(1944) 그리고 수많은 태평양 섬들에 안전하게 상륙할 수 있도록 해준 것은 캘리포니아에 있는 스크립스 해양연구소(Scripps Institution of Oceanography)의 월터 멤크(Walter Munk)와 해럴드 스베드럽(Harald Sverdrup), 두 해양과학자가 개발한 파랑 예측기술 덕분이었다.

제 2차 세계대전 후 해상물류 및 교통 등이 증가해 전세계적으로 태풍, 해일, 파랑, 해무 등 위험기상으로 인한 수많은 해양재해가 발생하면서 해양기상정보의 중요성을 인식하였고 선진국에서는 전 지구적 규모의 해양기상 관측 및 예측이 가능해지는 등 해양기상분야의 큰 발전이 이루어졌다.

우리나라는 기상청을 중심으로 해양기상 업무가 발전을 해왔다. 해양기상 예보에 기본이 되는 파랑 예측모델은 1999년에 기상청 슈퍼컴퓨터 1호기를 활용하여 전 지구·지역 파랑 예측모델을 처음 운영하였다. 현재는 세계최고 수준의 제3세대 “현업 파랑 예측시스템”을 슈퍼컴퓨터 3호기를 통해 운영하고 있다. 이를 통해 전 지구·지역·연안별로 해역을 세분화하여 파랑 예보에 활용하고 있는데, 전 지구 파랑 예측시스템을 현업에 운영할 수 있는 나라는 세계에서 10여 개국에 불과하다.

이렇듯 해양기상 분야의 큰 발전을 이루어지기까지 기상청이 해양기상 분야는 다섯 가지 큰 변화의 물결이 있었다. 그 첫 번째는 해양기상부이 관측의 시작이다. 1996년 덕적도와 칠발도를 시작으로 현재 9대가 운영되고 있는 해양기상부이는 본격적인 기상청 해양기상관측의 시작을 열었다고 해도 과언이 아니다. 두 번째는 북극렬비도에 위치한 제1 해양기상기지이다. 기상기지로써 국내 최초로 서해상의 위험기상 관측 전초기지로써 그 역할을 수행하고 있다. 세 번째는 파고부이 관측망이다. 이전까지는 주로 외해 위주의 관측망이었는데, 많은 민원이 제기되어 왔던 평수구역의 예·특보에 객관적인 기준을 제시해 줄 수 있는 시스템으로, 대국민 서비스 향상에 큰 역할을 하고 있다. 네 번째는 연안방재 관측망의 구축이다. 2008년 5월 4일 죽도에서 발생한 이상 파랑은 9명 사망, 15명 이상이 부상하면서 사회적으로 큰 이슈가 되었고 이것을 계기로 이상파랑 관측망 확보를 통하여 이상파랑의 원인과 해결책을 찾고 모니터링을 통해 사고 최소화를 기대하고 있다. 다섯 번째는 기상1호의 도입이다. 국내 최초의 기상관측선 “기상1호”는 해양에서 발생하는 다양한 위험기상 감시 뿐만 아니라 해상고층, 해양대기 환경을 종합적으로 관측해 많은 연구를 수행할 수 있는 선박이다.

■ 해양기상서비스 수요에 대비

국민들의 생활수준 향상으로 다양한 해양레저 활동을 즐기는 인구가 늘고, 해상교통·해양물류·어업 등 해상활동이 증가해 크고 작은 해난사고가 끊임없이 발생하고 있다. 육상에서 발생하는 집중호우, 폭설 등의 위험기상 현상도 해양환경의 변화에 크게 좌우된다. 또한 연안의 이상파랑과 너울성 파도 등에 의한 피해와 이안류, 저염수, 해무 등으로 인적·물적 사고가 증가하고 있어 보다 다양하고 정확한 해양기상서비스에 대한 수요가 증가하고 있다.

특히, 연안·도서지역의 주민은 해상 예·특보가 생계활동과 생명에 직접적으로 연계되고 있으나, 현재까지 육상 위주의 기술 및 서비스 개발로 해양기상 정보와 서비스 품질에 대한 만족도가 낮다.

이에 따라 해상활동이 집중되는 연안·도서 지역에 관측망 구축, 생계 지원형 신규정보 개발과 실시간 정보 전달로 일반서민의 안전하고 편리한 해상활동을 지원하고자 해양기상 감시와 서비스 개선을 추진하고 있다.

■ 연안·도서 해역의 상세 관측망 구축에서 원해역 모니터링까지

우리나라 경제발전과 더불어 해상을 이용한 물동량이 증가하고 있다. 또한 수산 및 양식업 등 해양산업 확대에 의한 해상수송로의 안전 확보가 중요해지고 있으며, 해양레저 관련 산업 또한 활성화 되어 다양한 해양기상서비스가 요구되고 있다. 특히, 3면이 바다이고 중위도 편서풍지역에 위치한 우리나라는 해양기상관측자료가 매우 중요하다. 앞서 언급했듯이, 기상청은 해양기상관측자료를 확보하기 위하여 해역별, 요소별로 해양기상부이, 파고부이, 등표기상관측장비, 연안방재관측장비, 항만기상관측장비, 기상관측선(기상1호) 그리고 해양기상기지를 운영하고 있다.

최근에는 관측공백지역의 해소와 해역별 맞춤형 관측망 구축을 위해 표류형 국산부이를 개발하여 2012년 10대를 투하하고, 2016년까지는 총 410대까지 확대해 나갈 계획이다. 또한 해양경찰청 경비함, 어업지도선, 관측지원선박(VOS) 등의 유관기관 선박을 활용하여 광해역까지 해양기상정보를 효율적으로 수집하고, 서비스하는 방안을 확대하고 있다. 우리나라 수출입 물동량의 98%가 항만을 이용하여 이루어지고, 항만에 정박, 묘박하고 있는 선박이나 위험 기상 시에 피항지를 선정하는 선박을 위해 상세 항만기상정보가 필요하다. 항만기상서비스를 효과적으로 수행하기 위해서 자동기상관측장비(AWS), 시정현천계, 해상영상감시시스템, 파고부이 등을 기본 관측요소로 하는 항만기상관측망을 구축하고 있다(2011년 부산항, 2012년 평택항, 2016년까지 총 10소). 항만기상관측시스템과 항만기상예측시스템(100m 해상도)을 연계하여 상세 항만 기상정보를 생산하고 실시간으로 제공(항만관제센터, 해운업체, 항만건설업체, 선박 등)해 선박 안전운항에 도움을 주게 될 것이다.

■ 다양한 해양기상정보로 일반 국민의 복지 향상

2007년 3월 영광, 2008년 5월 죽도에서 발생한 이상 파랑은 사회적으로 큰 이슈가 되었다. 이상 파랑은 그 이름에서도 알 수 있는 것처럼 발생원인을 쉽게 알 수가 없는 예측이 어려운 현상이나, 연

안방재관측시스템('12년 15소, '16년까지 총 30소)이라는 관측망 구축과 다각적인 탐지기술 개발을 통하여 연안에서의 경제 및 여가활동 증가로 유사피해 발생가능성을 최소화하기 위해 장주기파 발생 가능성을 조기 감시·분석하는 시스템을 구축하고 있다.

2012년에 해운대 해수욕장에 7건의 이안류 발생으로 여름철 해수욕장 안전사고의 주요 요인으로 급부상하고 있는 이안류의 발생가능성을 예측하는 수치모형을 구축했다. 해수욕장의 개장시기에 매일 오전에 해수욕장 전 해역의 망루별, 시간별 이안류 발생가능성에 대한 2일 예측정보가 5단계(매우안전, 안전, 주의, 위험, 매우위험)로 생산되고 소방본부, 해경, 지자체 등 유관기관에 정보를 제공함으로써 여름철 안전사고 예방에 기여하고 있다.

최근 저수온에 의한 양식어 동사, 지구온난화에 따른 수온변화, 어류의 이동 등에 대처하기 위해서 해류, 수온, 염분을 예측할 수 있는 예측시스템이 필요한데 이것이 한국형 현업해양예측시스템(KOOFS : Korea Operational Ocean Forecast System)이다.

한국형 현업해양예측시스템(KOOFS)은 전지구 규모의 3차원 해양순환예측모형을 통해 해류, 수온, 염분 등의 해양환경에 가장 기본이 되는 요소를 예측하는 시스템이다. 이미 선진국인 미국, 영국, 호주, 일본에서 운영하고 있는 첨단 해양예측시스템으로써 해양기상분야에서 가장 필요한 시스템이다. 이미 한국기상청은 영국기상청의 UM모델 도입을 통해 성공적으로 기상예보에 활용하였고 이번에 해양모델도 영국기상청의 해양모델인 NEMO 모델을 들여와 해양예보에 활용하고자 한다. 특히, 해양순환 예측정보를 활용하면 190만 어민들의 안전하고 효과적인 어업활동, 해양레저 서비스에 큰 도움이 될 뿐만 아니라 제주도 연안해역의 수산업에 큰 피해를 주는 양쯔강 저염수 피해, 태안 앞바다 유류오염사고, 일본 대지진과 같은 국가적인 중대한 사고가 발생시 해양 유관기관에 정확한 해양예측정보를 제공해 유류방재, 오염물질 이동 예측 등에 큰 도움이 될 것으로 기대된다.

■ 맞춤형 해양기상서비스 전달을 통해 편리하고 안전한 해상활동 지원

해양에서의 기상변화는 어민들의 생명과 생계에 직접적으로 연계되어 있음에도 불구하고, 그동안 소형 선박 및 해양 관련종사자들은 해상에서 TV, 인터넷 등의 매체를 이용할 수 없었기 때문에 불편함이 많았다. 기상청은 소형선박과 해안가 주민들이 쉽게 기상정보를 실시간으로 전달 받을 수 있도록 전달 매체를 개선하고 있다. 무선통신방식으로 해양기상방송(We-Fax)을 24시간 제공하고

있으며, 고가의 해양기상방송(We-Fax) 수신기가 없는 소형 선박과 동북아 해역을 운항하는 선박을 위해 선박 음성통신(SSB)를 통해 수신 가능한 음성기상방송을 4개 국어(한국어, 영어, 일어, 중국어)로 방송하고 있다. 해역별 해양기상실황을 간편하고 신속하게 전달하기 위해 ‘다이얼 부이’ 등 131 ARS를 이용한 모바일 서비스와 휴대폰 문자서비스(SMS)도 제공하고 있다. 또한 최근에는 스마트폰(핸드폰)을 이용하여 웹에 접속하면 기상청에서 제공하고 있는 상세하고 다양한 해양기상정보를 언제 어디서나 손쉽게 접근할 수 있는 해양기상정보 서비스를 제공하고 있다.

최근에 해양기상 정보는 국내 뿐만 아니라 우리나라 선박들이 조업을 나가는 먼 해역에서도 해양기상정보에 대한 요구가 많아졌다. 우리나라 주변 해역은 주변 강대국의 전략적 요충지이면서 어업, 해운, 해양환경적으로도 매우 중요한 곳이다. 우리나라의 경우 과거에는 해양에 대한 인식이 해운과 수산밖에 없었으나 지금은 기상재해, 환경, 자원, 에너지, 공간, 관광 등 새로운 산업분야에서 중요성이 커지면서 국가경제의 큰 축을 담당할 정도가 되었다. 앞으로 선진화된 해양기상 관측 및 예측시스템을 바탕으로 정확한 해양기상 예보가 제공되면 해상교통, 해양환경, 해양재해 등의 문제가 해결되고 결국 우리나라 영해를 안전하게 지키면서 점차 확장해 나갈 수 있을 것이다.

해양은 분명히 인류의 미래이며, 미래에는 더 큰 변화가 해양에서 일어날 것이다. 이에 효과적으로 대처하고, 대응하기 위해서는 분명히 해양기상의 중요성을 인식하고, 국가차원에서 이에 대한 투자와 연구를 확대해야 할 것이다.

정책 초점

해양기상 융합서비스의 필요성

| 김민수

수자원 변동에 따른 해양기상서비스의 강화

| 김희용

해양기상정보 관리의 선진화 방안

| 정일영

해양기상·기후변화 대응을 위한 정책제언

| 양홍근

해양기상 융합서비스의 필요성

김민수 한국해양수산개발원 전문연구위원 guan72@kmi.re.kr

- I. 해양기상 융합서비스의 패러다임
- II. 미래 기후변화 적응·대응력 강화를 위한 솔루션
- III. 미래 산업의 블루칩 ‘해양기상산업’
- IV. 해상기상 융합서비스 가치 확산
- V. 향후 정책의 공고화

‘융합’이라는 세계적 패러다임이 기상분야에까지 파급되어 기후변화의 근원이자 솔루션인 해양에 주목하여, 융합에 기반한 해양기상정책수요를 창출하고 있다.

‘해양기상 융합서비스 정책’은 시대적 트렌드가 ‘기상’분야에 발현되어 기후변화에 적응·대응을 위해 ‘해양’에 주목하고, 나아가 국가 동력산업으로서 ‘해양기상산업’을 발전시키기 위한 통합적 정책을 의미한다. ■

“ 융합에 기반한
해양기상서비스
정책수요 창출 ”

I. 해양기상 융합서비스의 패러다임

올 해 초대형 태풍인 볼라벤, 덴빈 그리고 산바가 한반도에 남긴 생채기는 컸다. 지난 25일자 한 신문은 이들 초대형 태풍으로 인한 피해액은 1조원에 달하고, 피해 복구 비용은 총 1조 1,113억 원에 달하는 것으로 보도했다.¹⁾ 설상가상으로 기후변화로 인해 앞으로 초대형 태풍이 더욱 자주 발생할 것이라는 전망도 나오고 있다. 미래의 일임에도 오늘을 사는 우리를 한숨짓게 한다. 한편, 같은 날 다른 신문에서는 ‘융합’을 주제로 한 기사를 내놓았다. 융합이 현재 5대 산업 트렌드 중 하나이며, 기업들이 ‘융합’ 개념을 통해 대박의 꿈을 이룰 수 있다는 장밋빛 전망을 내놓았다.²⁾ 같은 날 이 두 건의 신문기사는 외견상 서로 무관하게 보인다. 그러나 자세히 보면 ‘해양기상 융합정책’이 지향하는 목표와 닮아 있음을 알 수 있다. 전자의 기사는 해양기상 융합정책이 지향하는 ‘미래 기후변화 적응·대응력 강화를 통한 국민의 안전 확보’와 닮아 있으며 후자는 융합을 통한 ‘해양기상 산업 경쟁력 제고와 미래 국가 성장 동력 확보’와 연결되어 있기 때문이다.

이쯤에서 해양기상 융합정책에 대한 궁금증이 생긴다. 그러나 해양기상 융합정책을 한마디로 정의하기는 어렵다. 왜냐하면 해양기상 융합정책은 다양한 개념과 분야를 포함하고 있기 때문이다. 정책적으로는 해양 정책과 기상정책의 융합, 기상 학적으로는 해양기상과 육상기상의 융합, R&D 측면에서는 기초연구와 응용연구의 융합, 학문적으로는 인문사회학과 자연과학, 해양학과 기상학의 융합을 의미한다. 다만 확실한 사실은 ‘융합’이라는 세계적 패러다임이 기상 분야에까지 파급되고 있다는 점, 기상 분야가 기후변화의 근원이자 솔루션인 해양에 주목하고 있다는 점³⁾ 등이 융합에 기반한 해양기상 정책수요를 창출하고 있다는 점이다. 그리고

1 연합뉴스, 2012년 9월 25일자 인터넷 기사

2 머니투데이, 2012년 9월 25일자 인터넷 기사

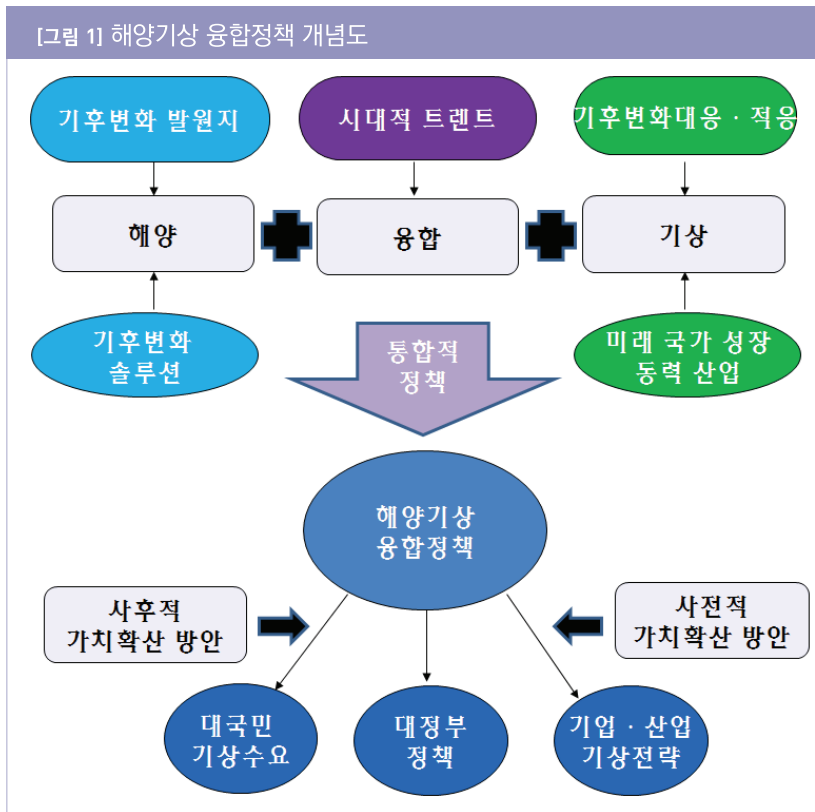
3 2009년 10월, 유엔환경계획(UNEP), 세계식량기구(FAO) 등 국제기구가 공동으로 펴낸 보고서, 「블루 카본: 카본 잡기에 있어서 건강한 바다의 역할」에서는 첫째, 광합성 활동을 통해 연간 식물이 흡수하는 카본(그린 카본)의 전 세계 총량 중 55%가 해양생물에 의해 이뤄진다는 것, 둘째, 이러한 막대한 양의 카본 흡수가 육지 식물 총량(plant biomass)의 0.05%에 불과한 해양 식물 총량에 의해 수행된다는 것, 즉, 카본 침전(carbon sink)의 측면에서 해양생물이 육지 생물과는 비교할 수 없는 탁월한 효율성을 보여주고 있다고 밝히고 있다. 박성준, ‘그린 카본에서 블루 카본으로’, 해사신문 기고문, 2009.12

“ 관련분야의 상호
연계를 통한 더 큰
시너지 효과 ”

관련된 각 분야가 독자적으로 추진될 때 보다 상호 연계를 통해 융합될 때 비용 및 시간을 줄이면서 더 큰 시너지 효과를 이룰 수 있다는 믿음을 바탕으로 한다. 한마디로 ‘해양기상 융합정책’은 ‘융합’이라는 시대적 트렌드가 ‘기상’분야에 발현된 것으로 기후변화의 발원지이자 솔루션인 ‘해양’에 주목하여 기후변화에 적응·대응하고, 나아가 국가 동력산업으로서의 ‘기상산업’을 발전시키기 위한 통합적 정책을 의미한다고 할 수 있다.

한편 해양기상 융합정책은 국가별로 다양하게 발현되지만, 그림은 정부간 해양학위원회 (IOC)와 세계기상기구(WMO)의 해양학 및 해양기상합동기술위원회(JCOMM)⁴에서 그려지고 있다. JCOMM 총회는 4년마다 치러지는 일종의 ‘세계 해양기상 올림픽’으로 올 해 5월 여수에서 제 4차 총회가 개최되었다. 이번 총회에서는 위성관측시스템을 활용한 해양기상관측 공동기술지원, 해양기상서비스와 예보시스템 구축·지원, 해양기후자료 생산 및 표준화 등 14개 의제를 다뤘다.⁵ 관심을 끄는 건 점차 극지

[그림 1] 해양기상 융합정책 개념도



4 Joint WMO-IOC Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology (JCOMM)

5 이번 총회에서는 ‘해양기상 및 해양학의 역량 배양’이 향후 주요 과제로 논의되었으며, 해양 기후 데이터 시스템을 위한 권고(권고 7.2/1)가 채택되었다. 해양학과 해양기상 관련 기후 관측은 GCOS-GOOS-WCRP-OOPC(이는 각각 전 지구 기후 관측 시스템(Global Climate Observing System), 전 지구 해양 관측 시스템(Global Ocean Observing System), 세계 기후 연구 프로그램(World Climate research Programme), 기후를 위한 해양 관측 패널(Ocean Observing Panel for Climate)임)의 통합 시스템에 의해 작성되고 이력집을 확인했으며, 대처 대기·해양 통합 기후 예보 시스템의 개발을 위해 국제사회 협력이 필요함을 확인했다. (기상청, ‘아시아 최초로 여수에서 세계 해양기상 올림픽 개최’, 보도자료, 2012.5.22)

“기후변화에 의해 전 세계적으로 손실액이 증가하고 있는 해양 분야”

에 대한 국제사회가 관심이 높아지고 있다는 점이다. 북극해, 남극해 등 해빙이동 기상정보 서비스 개선을 통해 해양 환경 보호 및 안전사고 예방에 노력을 기울이기로 했다. 이외에 JCOMM은 해양학과 기상의 통합을 주제로 시범 프로젝트를 현재 수행 중에 있다.⁶⁾ 주로 기상·기후학을 바탕으로 한 과학적 분야에서 많은 성과를 내고 있지만 교육, 훈련 및 국가 간 협력 강화를 통해 해양기상 융합정책 분야에서 JCOMM의 역할이 점차 커지고 있다.

II. 미래 기후변화 적응·대응력 강화를 위한 솔루션

최근 독일 기후변화 연구소의 람스토르프(Rahmstorf) 교수는 기후변화가 해양에 미치는 영향에 대해 “Warming Up, Rising High, Turning Sour”라고 밝혔다. 한 마디로 기후변화로 인한 해수면 상승과 해양산성화 문제가 심각해지고 있다는 것이다.⁷⁾ 실제로 최근 스톡홀름 환경연구소(SEI)의 연구결과에 따르면, 지구 평균 기온이 4℃ 상승할 경우, 기후변화에 의한 세계 해양의 손실액이 2100년에 연간 최대 2조 달러에 달할 것으로 전망됐다. 피해액은 관광손실액이 가장 많은 6,390억 달러, 이산화탄소 흡수 4,578억 달러, 해수면상승 3,672억 달러, 수산업 3,433억 달러 등으로 밝혀졌다.⁸⁾

우리나라도 이러한 피해에서 예외가 될 수 없다. 소방방재청에 따르면 해양 분야 재산피해액 규모는 2001~2010년 동안 2조 4,347억원이다. 이는 전체 재난 피해액인 20조 8,464억의 11.7%를 차지했다. 그러나 해양수산 분야 피해액은 선박, 항만, 어망, 수리시설, 수산에서의 피해액을 토대로 산정된 것이며, 연안침식, 해양관광 등 다른 직·간접적 피해를 포함할 경우 피해액은 더욱 커질 수 있다.⁹⁾

6 이는 JCOMM이 추진하는 'WIGOS Pilot Project V - JCOMM Pilot Project for WIGOS(Pilot Project for the Integration of Marine Meteorological and other Appropriate Oceanographic Observations into the WMO Integrated Global Observing System(WIGOS))'임

7 김민수, '기후변화는 바로 내 문제다', 해사신문 기고문, 2009.12.29

8 한국해양수산개발원, '기후변화에 의한 세계 해양 손실액, 연간 2조 달러 추정', 해양산업동향 제62호, 2012.4.9

9 김경신, '기후변화시대의 해양기상산업 활성화를 위한 정책 방향', 2012년도 해양환경안전학회 춘계학술발표회, 2012.4.27

“ 미래 기후변화에 대한
적응 및 대응력 상승에
대한 요구 ”

기후변화에 따른 2050년 전망도 밝지는 않다. 기상청은 2050년에 전 지구적 폭염, 호우, 폭설, 해수면 상승 등 이상기후 빈도가 강도가 크게 증가할 것이라고 전망하고 있다. 우리나라에서도 평균기온이 약 3.2℃증가하고, 초대형 태풍 빈도가 높을 것으로 전망되고 있다. 이러한 기후변화에 대한 전망은 미래의 기후변화에 대한 적응 및 대응력을 키워 나갈 것을 요구하고 있으며, 해양기상 융합정책은 이에 대한 솔루션 제공을 목표로 한다.

<표 1> 기후변화에 따른 2050년 전망

	세계	우리나라
평균 기온	평균 16.4℃ *지난 100년간 대비 3배 이상 높음	지속적 평균기온 상승(약 3.2℃) * 지난 100년간 보다 2배 상승, 대부분 아열대화 될 것으로 전망
평균 강수량	3.2% 증가	현재보다 15.6% 증가(1,461mm) 지역별 집중호우 가능성
해수면	평균 33.7cm	평균 27cm 상승
기타	전 지구적 폭염, 호우 폭설 등 기후현상 빈도와 강도 크게 증가 전망, 국가간의 수자원 이용 갈등 심화, 월경성 환경문제 심화 등	폭염, 호우 태풍 등에 의한 극한기후현상 증가, 초대형 태풍 내습 가능성 증가
참고	100 (십억불) 80 60 40 20 0 5.4 19.1 70 89.6 1970년대 1980년대 1990년대 2000년대 〈세계 연평균 자연재해 재산피해(십억불)〉	최고기온 (℃) 17.6 18.3 평균기온 (℃) 12.2 12.9 (▲0.7) 최저기온 (℃) 7.4 8.2 연강수량 (mm) 1,267.1 1,407.6 1971~1980년 2001~2010년 〈우리나라 기후변화 전망〉

자료 : 기상청, '지역기후변화정보 어떻게 활용해야 하나?', 2011.12 참조해 작성

“기후변화로 야기될 수 있는 부정적 영향 최소화에 초점”

III. 미래 산업의 블루칩 ‘해양기상산업’

2008년 12월, ‘북극의 눈물’이라는 다큐멘터리가 많은 시청자들의 심금을 울렸다. 지구 온난화로 인한 북극해 해빙과 이로 인한 해수면 상승이 서식 동물의 생존 및 해양생태계를 위협하고, 환경 재앙을 가져올 수 있다는 다분히 묵시록적 미래상을 보여줬다. 반면 많은 전문가들은 북극해 해빙으로 인해 북극항로 상용화가 촉진되고, 북극해 석유·가스 및 수산자원에 대한 접근성이 높아지면서 새로운 상업화 기회가 도래하고 있다고 보고 있다. 이러한 북극해 사례는 기후변화가 양면의 칼이라는 사실을 잘 보여주고 있다. 인류의 역사는 위기를 기회로 만들어온 많은 사례를 보여주고 있다. 기후변화가 피할 수 없는 시대적 대세라면 현명한 대처는 기후변화에 잘 적응 또는 대응하고 나아가 기후변화가 가져올 수 있는 기회를 적극 활용할 수 있도록 지혜를 모으는 것이다. 그리고 해양기상 융합정책은 이러한 지혜의 발현이다. 기후변화의 부정적 영향을 줄이고, 새로운 국가성장 동력으로서의 해양기상 산업을 육성하기 위한 방안이기 때문이다.

〈표 2〉 기후변화의 영향과 해양 기상산업 활용 사례

분야	해양산업에 미치는 잠재적 영향	활용 사례
조선	선박의 공정 및 납기 지연, 인력 수급 차질, 시설 파손	대우조선해양-조선소 내 자동기상관측장비를 활용한 예보모델 구축, 현대중공업-2003년 자체 기상관측시스템에 이어 2008년에 IT기반 기상관제시스템 개통(연 140억원 원가절감 효과), STX 조선해양-2004년부터 조선 기상정보시스템 구축(약 50억 원 생산경비절감)
해운·물류	운항지연 및 중단, 선박 및 항로 안전 위험, 보험료 등 경영비용 상승	SK해운-기상정보시스템인 ‘폴라리스(Polaris)’ 도입(운항손실 66% 감소)
수산	수산자원 변화, 생산량 감소, 시설물 파손 및 유실, 물가 상승	2008년 양식수산물재해보험 시범사업 실시 2011년 전남 갯벌산업지원 정보서비스 개발 기상청의 지역 특화형 기상정보 서비스(다도해 해양기상정보, 엑스포해양기상정보 등)
항만	항만시설물 및 구조물 파손, 항만 하역 지연, 항만 내 운항 안전 위험	기상청의 부산항 내 주요 항로에 대한 시각별 예보서비스 제공 및 2014년까지 ‘한국형 항만기상서비스’ 구축
해양환경	연안 침수 및 침식, 해양쓰레기 증가, 해양생태계 변화·훼손, 해변 모래 유실	해안침수 예상도 제작 및 보급 사업 추진(국립해양조사원)
해상안전	안전사고 노출, 해난 사고·유류 오염 발생 증가, 구조 및 방제 지체	친환경 소모성 표류형 부이 개발(기상청), 소형 선박 안전과 조업지원을 위한 해양기상응답서비스 사업(기상청), 실시간 연안정보를 제공하는 ‘종합해양정보 앱서비스’(국립해양조사원)
해양관광	경관 변화 등 해양관광 자원 훼손, 지역 관광 촉매 차질, 수요 및 매출 감소	‘해수욕장 기상정보’(기상청) 저탄소 관광(low carbon tourism)상품 개발 추진
해양장비 및 시스템	해양구조물 파손, 해양자원 수급 차질, 인명사고 위험 증가	이상 파랑 감시 모니터링 및 예보기술 개발, 해양기상 변동성 분석 및 실시간 모니터링 기술 개발, 천리안 해양관측위성 운영(기상청), 해양과학 조사 및 예보기술개발(국토해양부), 전 지구 실시간 해양관측정보시스템 구축(국립해양조사원)

자료 : 김경신, ‘기후변화시대의 해양기상산업 활성화를 위한 정책 방향’, 2012년도 해양환경안전학회 춘계학술발표회, 2012.4.27 참조해
재작성

“ 해양기상 산업 육성을
통한 국가 간 산업
경쟁에서 우위 선점과
기상정보서비스에
대한 니즈 반영으로
정책화 주력 ”

해양기상 융합정책은 우선 해양산업 각 분야에서 기후변화로 야기될 수 있는 부정적 영향을 최소화하는데 초점을 맞추고 있다. 해양산업은 국가가 추진하는 해양정책의 핵심이다. 그러나 해양산업은 해양으로부터 발생하는 태풍, 해일, 연안침식 등에 취약하다. 조선, 해운·물류, 수산, 항만, 해양관광, 해양환경 등 기후변화의 영향이 미치지 않는 분야는 없다. 일례로 항만에서 태풍에 의한 피해가 1차로 항만 외곽방파제, 대형크레인 등에서 발생하면 2차 피해는 항만 내부 안벽이나 인가에서 발생하게 되므로 재해에 의한 피해는 거의 재앙수준이다.¹⁰⁾

그리고 해양기상 융합정책은 해양기상 산업 육성을 통해 국가 간 산업 경쟁에서 우위를 점하고, 기상정보서비스에 대한 산업계 및 사회 전반적인 니즈를 반영해 이를 정책화하는데 주력한다. 현재 우리나라 국내 기상산업의 규모는 2009년 기준으로 16개사 436명이며, 매출규모는 일본, 미국 등 선진국에 비해 현저히 낮다. 특히 기상청에 따르면 우리나라는 기상산업은 매출규모가 작고 영세하며, 기상사업자의 수익 창출을 위한 기상정보서비스 관련 기술력이 부족하다. 또한 기상정보는 공공재라는 인식이 팽배해 기상산업에 적극 투자해 고급 기상정보 생산하고 이를 활용하여 경제적 수익을 창출하고자 하는 기업의 인식이 부족한 것으로 나타났다.¹¹⁾ 이에 기상청은 2010년 말, 세계 5위의 글로벌 기상산업 기술 선진국 실현이라는 비전 아래 기상산업 지원체계를 구축해 2015년까지 3,000억 원 규모의 시장을 창출

하고, 300억 원의 해외 수출액을 목표로 하는 진흥계획을 내놓았다.

한편, 2011년 6월 시행된 기상산업진흥법 제2조를 보면 기상산업은 ‘기상 관련 상품을 제조·공급하

<표 3> 한·미·일 기상산업 규모 비교

구분	미국	일본	한국
민간기상서비스 도입시기	1946년	1950년	1997년
시장규모	약 2조원('06)	약 3,200억원('08)	443억원('09)
사업자수	약 300개('06)	111개('08)	16개('09)
기상사업자 전문인력	약 5,000명('06) (기상산업종사자)	7,077명('08) (등록예보사)	436명('09) (기상산업종사자)

자료 : 기상청, '기상산업 진흥계획', 2010.11

10 2005년에 발생한 제14호 태풍의 영향으로 일본 규슈지방 항만은 최대 30%까지 피해를 입었다. 황인섭 외 2인, '해외항만 태풍 피해와 복구방안', 토목연구정보센터지, 제55권 제10호, 2007.10

11 기상청, '기상산업 진흥계획', 2010.11

“ 사전적 방안과 사후적 방안을 통한 해양기상 통합 정책의 가치 확산 ”

거나 용역을 공급하는 산업’을 말한다. 여기에는 기업이 기상 정보를 활용해 비용을 줄이고 수익을 창출할 수 있는 ‘날씨 마케팅’도 포함될 수 있다. 국가적 차원의 기상 산업 육성 전략 이외에 기업들은 날씨정보를 활용한 마케팅을 통해 수익을 창출할 수 있다. 실제로 전 세계 경영자의 70%가 기후변화 및 기상이 기업명성과 브랜드 관리에 중요한 영향을 미치는 요소로 지목하고 있다.¹²⁾

IV. 해상기상 융합서비스 가치 확산

해양기상 융합정책은 가치 확산을 필요로 한다. 가치 확산은 해양과 기상이 우리가 살아가는데 얼마나 중요한지에 대한 인식을 제고시키는 방안이면서, 그 자체로 정책 실패 가능성을 낮추는 방안이기도 하다. 그러나 문제는 어떡하면 해양기상 융합정책이 지향하는 가치를 잘 확산 시킬 수 있는가에 있다.

가치 확산 방안은 크게 사전적 방안과 사후적 적용으로 나뉘 살펴볼 수 있다. 사전적 방안은 일반 국민과 산업계에 해양과 기상, 그리고 이를 통합한 해양기상 융합정책에 대한 인식을 제고하고 이를 통해 컨센서스를 확보하는 것을 최우선 목적으로 한다. 법·제도적 기반 강화, 전략적 홍보방법 다각화, 선도기업 지원 방안, 민·관 협력체제 구축 등이 구체적 방안에 속한다. 특히 R&D를 통해 기상산업을 통한 수익창출 모델을 발굴해 이를 실용화하고 기술의 민간 이전을 지원함으로써 그 성과와 가치를 확산시키는 것도 중요한 방안이 될 수 있다. R&D 성과와 가치는 직간접 파급효과를 통해 경제 분야를 포함해 사회 문화 및 정책 분야 모두에 영향을 미치게 된다.

한편, 가치 확산은 사후대응 과정을 통해서도 이뤄진다. 한마디로 피해복구 과정에서 해양기상 융합정책의 가치를 확산시키는 방법이다. 태풍, 해일 등으로 피해를 입은 연안지역에서 향후 같은 피해의 재발을 방지하고, 연안지역 레질리언스를 강화하는 방안이 주요 사례이다. 예를 들면, 2003년 9월 12일 태풍 매미로 인해 부산

12 기상청, ‘기상산업 진흥계획’, 2010.11

“ 수익창출 모델 발굴을 통한 실용화 실현 ”

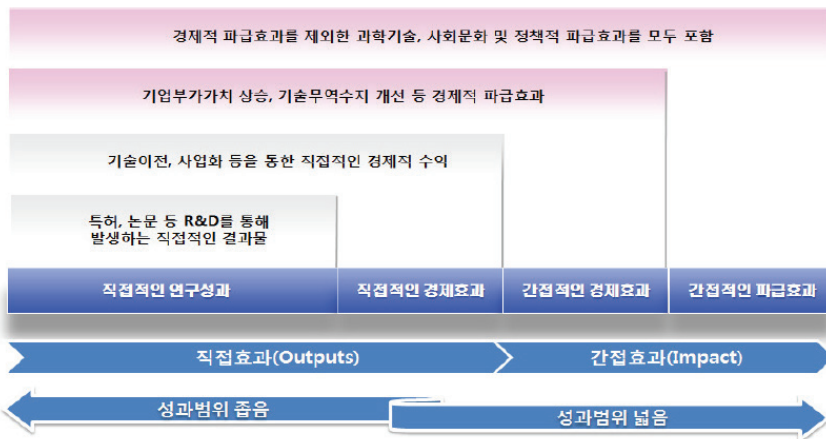
지역을 중심으로 전국적으로 4조 7,000억 원의 피해를 입었다. 거의 같은 기간인 2003년 9월 29일, 캐나다 헬리팩스는 허리케인 ‘우안(Juan)’으로 초토화됐다. 여기 까지는 두 사례가 별 차이가 없어 보인다. 그러나 사후대응 과정은 확연히 달랐다. 부산은 해안 방재림을 만들고 있는 정도의 대책을 내놓은 반면, 헬리팩스는 민관

합동으로 머리를 맞대어 기후변화와 해수면 상승을 고려한 도시계획을 만들고, 워터프런트 인프라를 강화했다. 2005년 허리케인 ‘카트리나’로 인해 재앙에 가까운 피해를 입은 미국 뉴올리언즈 역시 50년간 500억 달러를 투자해 중장기 대응 마스터 플랜을 수립했다.¹³⁾

그렇다면 이러한 대응

의 차이는 어디서 비롯되었을까? 해양 재해에 대응하는 각 도시의 정책입안자의 인식 차이, 예산 문제 등 여러 가지 이유가 있겠지만 여기서 강조하고 싶은 것은 해양 기상 융합정책의 가치를 사후에 적용할 수 있는 기반이 마련되어 있는가이다. 즉 해양 기상 융합정책의 가치를 확산시킬 수 있는 사전적 방안, 즉 법제도나 인프라, 지원 방안 등을 재해 지역에서 사후적으로 활용해 대응할 수 있는 기반이 조성되어 있다면 재해 지역에서의 사후 대응과정이 미봉책이 아닌 중장기적 관점에서 보다 체계적으로 이뤄졌을 것이라는 점이다. 앞선 사례에서 미국의 경우, 헬리팩스나 뉴올리언즈가 아닌 다른 어떤 해안도시라 하더라도 유사한 사후 대응 방안을 제시하였을 것이다. 반면 우리나라의 경우 부산 아닌 다른 지역에서도 부산과 유사한 방안만을

[그림 2] R&D 성과의 개념 및 범위



자료 : KISTEP, 정부 R&D 성과 관리·활용 체계 현황진단과 시사점, 2012.2

13 · 국제신문, 특집기사 ‘기후변화 적응에 도시 미래 달렸다.’ 가운데 3부-‘해안가 개발을 규제하는 도시’(2012.6.17)와 4부-‘경험에서 배운 뉴올리언즈.’(2012.6.24) 참조

“대국민 인식제고와
컨센서스를 전제로 한
통합적 운영”

제시할 수밖에 없었을 것이다.

요약하면, 해양기상 융합정책의 가치는 정책에 대한 대국민 인식제고와 컨센서스를 전제로 사전적 방안과 사후적 적용의 통합적 운영을 통해 확산되고 재생산된다. 피해지역에 사후 적용된 사례는 해양기상 융합정책의 잘못된 부분을 수정하는데 활용되고, 더 나은 방안을 사전 도입하는데 이용된다. 사전적 방안·사후적 적용이 상호영향을 주면서 정책 개선이 이뤄지고, 이러한 과정을 통해 정책 가치는 더욱 확산될 수 있다.

V. 향후 정책의 공고화

그렇다면 향후 해양기상 융합정책의 공고화와 가치 확산을 위한 과제는 무엇일까? 우선 기상청을 중심으로 민·관·학·연이 해양기상 융합정책의 개념과 가치를 체계적으로 정립하고 중장기 로드맵을 수립하는 것이 전제가 되어야 한다. 현재 사회·경제적으로 기상수요가 증가하고 있고, 특히 해양산업 전반에 걸쳐 기상 영향이 미치고 있다. 그럼에도 불구하고 지금까지는 단편적 기상서비스 제공이 주를 이뤄 왔다. 기상 및 관측 자료를 활용해 다양한 계층에 제공되는 수요맞춤형 기상서비스 체계 구축과 이를 통한 가치 확산을 위한 체계적인 로드맵 수립이 중요하다. 이를 위해 기상청 산하에 ‘국가해양기상융합정책센터’를 설립해 운영하는 것도 하나의 방안이 될 수 있다. 센터는 기상청을 중심으로 수립된 해양기상 융합정책의 성과와 가치를 의견수렴과 협의를 통해 다른 정부부처와 민간 분야에 확산하는 중간 브릿지 역할을 할 수 있다. 또한 각 정부부처와 산업계의 기상 수요를 수렴해 해양기상 융합정책에 반영할 수 있는 대외창구역할도 가능하다.

둘째, 대국민 삶의 질 향상과 해양산업 리스크 감소를 위해 고품질 서비스 제공을 위한 인프라를 구축해야 한다. 이를 위해 천리안 위성, 기상관측선 및 기상용 슈퍼컴퓨터가 생산한 기상예측 수치자료를 분석해 맞춤형 서비스를 제공하는 통합 시스템을 구축할 필요가 있다. 기상 기후재해로 인한 경제적 손실이 날로 증대되고

“ 해양 국제기구와
해양기상 정책 관련
협력 모색 ”

있는 상황에서 슈퍼컴퓨터가 생산한 기상예측 수치자료의 적극적 활용을 통해 기상정보의 정확도를 높이고, 이를 통해 경제적 손실을 감소시킬 수 있다. 특히 해운, 수산, 해양자원개발 등 각종 해양산업 분야에서 예측성 높은 기상정보를 통해 리스크를 줄이고, 잠재력을 확대시킬 수 있다. 현재 추진되고 있는 뉴미디어를 기반으로 한 실시간 맞춤형 기상서비스는 좋은 도구가 될 수 있다. 이러한 인프라를 통해 일반 국민과 기업인은 예측가능성 높은 생활계획 및 기업전략을 수립함으로써 높은 서비스 만족도를 느낄 수 있을 것이다.

마지막으로 전 지구적 기후변화 정책에 대응하는 해양기상 능력을 강화할 필요가 있다. 위의 두 가지 제안이 국내에서의 해양기상 융합정책 공고화와 가치 확산에 대한 것이라면, 이 제안은 국제사회로의 정책 가치 확산과 관련이 있다. 기상청은 국제사회 협력을 통해 많은 실적을 쌓고 있다. 개도국 기상기술 공여 및 기상서비스 확대 방안으로 필리핀 등 아시아 18개 개도국 238개 도시에 호우, 돌풍, 뇌전 등 재해기상의 진단과 예보를 위해 다양한 상세수치예보 자료를 무상으로 제공하고 있다.¹⁴⁾ JCOMM 총회를 아시아 처음으로 유치하는 등 국제회의와 과학기술 프로그램에 적극 참여하고 있다. 한·중·일 공동 기상서비스 체계 구축을 추진하는 등 전략적 동반자로서 기상선진국과의 협력도 강화하고 있다.¹⁵⁾ 그러나 해양기상 융합정책의 대외 확산을 위해서는 기후변화에 취약한 국가 및 지역을 대상으로 국제협력 네트워크를 확대하는 작업이 향후 필요할 것으로 생각된다. 예를 들어 기후변화로 인한 해수면 상승에 직접 노출되어 있는 태평양 소도서국 또는 UNDP 산하 동아시아 해양환경관리협력기구(PEMSEA) 등 지역별로 설립되어 있는 해양관련 국제기구와 교류 및 협력을 확대 추진할 수 있다. 또한 현재 기상청이 설립을 추진하고 있는 ‘APEC 기후센터’를 통해 APEC 역내 해양관련 국제기구와의 협력을 추진하고, 나아가 타 지역 해양 국제기구와 해양기상 정책 관련 협력을 모색하는 것도 하나의 방안이 될 수 있다.

14 애드워크, '기상청, 기상예측 수치자료 가치 확산 워크숍 개최', 2012.8.28일자 인터넷 기사

15 기상청, 2012년 기상정책 추진계획, 2012.12.27

수자원 변동에 따른 해양기상 서비스의 강화

김희용 국립수산물과학원 남서해수산업연구소 해양연구사 heeyongkim@korea.kr

- I. 서론
- II. 이상기상에 따른 해양생태계 영향
- III. 기후변화 대응을 위한 해양-기상 협력
- IV. 수산 생물자원의 변화에 따른
해양기상서비스의 필요성
- V. 결론 및 제언

기후변화가 인간의 삶에 미칠 부정적인 요소로 인해 우리는 이에 집중하고 있다. 기후변화로 인한 여러가지 환경 변화중 해양생태계 변화에 관심을 두는 가장 중요한 이유는 우리의 식량자원의 중요한 부분을 차지하는 서식처가 해양생태계이기 때문이다.

수자원 변동에 따른 부정적인 영향을 줄이기 위해 해양기상서비스가 더욱 효율적이고 적극적으로 이루어져야 한다. ■

“ 급변하는 생태계에 대한
적응 전략 미흡 ”

I. 서론

최근 한반도 주변 해양생태계는 매년 예상치 못할 정도로 급격하게 변화하고 있다. 2011년도 동계 혹한에 따른 양식어류 대량폐사, 같은 해 하계 저층 저수온현상에 따른 어황 악화, 2012년 표층 고수온현상에 따른 부어류의 어획증가 및 양식어류 폐사 등[그림 1], 짧은 기간 동안 우리나라 주변 해양생태계에 엄청난 변화를 불러오는 상황이 이어서 벌어지고 있다. 이와 같이 급격하게 변화하는 생태계에 대한 인간의 반응 및 대처가 소극적일 수밖에 없었던 것은 지금까지 급변하는 생태계

변화에 대한 적응전략이 미흡했기 때문이다. 대부분의 생태계변화에 대한 적절한 적응전략은 해양생태계 급변화의 원인이 무엇인지 정확하게 파악하는 것이 우선되어야 하고 다음으로는 밝혀진 원인에 따른 생태계변화를 예측하고 마지막으로 현실적으로 적용 가능한 정책을 수립하여 사회경제적 가치 창출을 하는 것이다.

[그림 1] 2012년도 고수온현상에 따른 고등어 어획증가 및 양식어류의 폐사



II. 이상기상에 따른 해양생태계 영향

기상과 해양의 변화가 서로 밀접하게 연관이 있다는 것은 누구나 주지하는 바이며, 어느 것이 선행되어 영향을 미치는 지에 대해서 본고에서 거론하진 않겠다. 하지만, 전 지구적인 대양규모와는 달리 한 지역에 국한되는 한반도 주변해역과 같은 지역해양생태계의 변화는 기상변화에 따른 영향에 의해 지배된다고 할 수 있다. 특히,

“ 변화하고 있는 해양 생태계에 미치고 있는 기후영향의 정확한 판단 필요 ”

계절풍지역인 우리나라의 경우, 각 계절과 관련된 기상이상은 곧 바로 해양생태계에 급격한 변화를 야기 시키게

된다. 그 예로 2012년 동계 이상 한파에 따른 양식어류의 대량 폐사[그림 2]는 강한 음의 북극진동(Arctic Oscillation)의 발생에 따른 북극의 찬 공기 덩어리의 남하에 의한 결과라는 기상청의 발표가 있었다 [그림 3]. 이처럼 우리나라 주

변해역에서 영향을 미치는 여러 기후변화 중, 변화하는 해양생태계에 어떠한 기후가 영향을 미치고 있는 지 정확하게 판단해야한다. 또한, 그러한 기후변화가 어떠한 주기적 특성을 가지고 한반도 주변해역에 영향을 미치고 있는 지도 이해해야 한다.

[그림 2] 2011년 동계 이상 한파에 의한 양식 어류의 대량 폐사



[그림 3] 북극진동에 의해 한반도에 불어 닥친 동계 한파



III. 기후변화 대응을 위한 해양-기상 협력

대부분의 사람들이 일상의 생활 속에서 상식으로 받아들이는 기후변화란, 온실가스 증가에 따른 전 지구적 온난화현상을 말한다. 하지만, 지구 온난화라는 기후변화현상은 인간이 산업 활동을 시작한 뒤 약 100여년이 흐른 최근에 와서야 감각적으로 느끼는 현상이다. 해양생태계 내에서 100여년에 걸쳐 조금씩 진행되어 온 지구온난화에 따른 생물학적 구조변화에 대한 징후를 찾는 것은 종다양성이 낮은 해역에서만 분명하게 나타날 뿐, 우리나라 남해와 같이 종다양성이 높은 해역에서는 그 징후를 찾는 데에는 어려움이 있다. 이는 지구온난화라는 기후변화에 의해 장기간동안 서서히 변화하는 해양환경에 서식생물들이 그 만큼의 시간에 걸쳐 적응해왔기 때문이다. 이외에도 기후변화로 인한 여러 가지 기후적인 변

“ 여러 기후변화 요소로
인한 한반도 주변 해역
생태계의 직·간접
영향 ”

화 현상이 다양한 주기적 특성을 가지고 해양생태계에 영향을 준다(물론, 대부분의 기후변화를 일으키는 기후적 특성들이 지구적 규모면에서 상호 연결성을 갖는다).

1. 한반도 주변해역에 영향을 미치는 기후변화

한반도 주변해역에 영향을 미치는 기후변화는 앞에서 말한 북극진동(Arctic Oscillation), 남방진동(El nino Nanina Southern Oscillation), 알류산저기압지수(Alleutian Low Pressure Index, ALPI) 및 태평양 10년 변동(Pacific Decadal Oscillation, PDO) 등이 있다. 북극진동의 경우 유라시아 대륙의 지표기온 변동과 밀접한 관련이 있으며, 우리나라 겨울 계절풍에 가장 크게 영향을 미치는 겨울 시베리아 고기압의 세기변동에 영향을 준다. 남방진동은 직·간접적으로 한반도 기후에 영향을 미치며, 엘니뇨해에는 여름철 기온이 평년보다 낮아지고 강수량이 증가한다. 또한 여름에는 저온 현상이, 겨울에는 고온현상이 뚜렷하게 발생하게 한다. 알류산저기압지수는 우리나라 동해의 겨울철 기후에 크게 영향을 주며, ALPI의 강약은 시베리아 고기압 변동과 연동하여 나타난다. 이는 앞에서 언급했듯이 북반구의 지구적 기후변동들이 서로 인접하게 연결되어 있어서 어느 한 가지의 기후변화를 독립적으로 고려하기에는 조금 곤란한 점이 있다. 마지막으로 PDO는 태평양 지역의 생태계에 장기적인 영향을 미치는 것으로 밝혀졌으며, ENSO와 연동하여 직·간접적으로 한반도 기후에 영향을 준다. 이러한 여러 가지 기후변화를 나타내는 지수들은 짧게는 5년 이내, 길게는 10년 전후의 주기적 특성을 가지며 한반도 주변해역생태계에 직·간접적으로 영향을 미치고 있다.

2. 해양생태계 변화의 예측 및 기상분야와의 협력

이러한 기후적 변화에 해양생태계가 어떻게 변화하는 지를 생각하는 것은 목적에 따라 다르다. 하지만 해양수산분야에 있어서는 우선 해양생태계 내에서 발생하는 현상에 대해서 원인을 찾을 때, 그 시기에 어떠한 기상이변이 있었는지를 찾게

“ 기상연구와
수산자원연구 간 상호
긴밀한 협조 요구 ”

된다. 그러므로 기후변화에 맞춘 해양생태계변화를 찾는 것보다는 먼저 지속적인 해양기상 모니터링 작업 중에 발견되는 해양생태계의 변화징후가 어떤 기후변화에 따른 변동특성을 보이는 지 파악해야한다. 그리고, 그 후에 기후변화에 따른 해양생태계변화를 예측하는 것이 바람직하다. 이는 시각적으로 확인이 곤란한 해양생태계변화에 대한 예측을 시각적으로 확인이 용이한 기후예측을 근거로 하는 것이다. 또한 해양생태계의 변화는 비열이 큰 해수의 성질로 인해 기상변화에 대해 즉각적인 반응을 보이지 않기 때문에 기상변화예측에 따라 어느 정도 변화에 대한 예상할 수 있는 시간적 여유가 있다는 점이 기후변화예측에 따른 해양생태계변화에 대한 예측이 가능해질 수 있는 이유가 된다. 이러한 이유에서 기상연구와 수산자원연구 간의 상호협조가 긴밀히 이루어져야 된다. 현재 기상연구와 수산자원연구는 각기 다른 기관에서 수행되고 있다. 또한, 현재 기상청에서는 우리나라 주변의 기상이변에 대한 해석 및 예측결과를, 국립수산물품질관리원은 동서남해 어업별 어획상황과 예측결과를 일별 및 주간별로 대국민 대상의 서비스를 제공하고 있다. 하지만 아직까지 두 기관 간에 유기적인 협력체제가 확립되어 있지 못해 신속하고 능동적인 해석이 지연되는 경우가 있다. 따라서, 상호간의 효율적 연구성과 뿐만 아니라 해양기상 정보의 가치향상 및 적극적인 대국민 서비스를 위해 더욱 활발한 연구교류 및 협력이 이루어져야 하며, 이를 통한 사회경제적 가치창출에 보다 적극적으로 대응해야 할 것이다.

IV. 수산 생물자원의 변화에 따른 해양기상서비스의 필요성

기후변화와 같이 현재 우리 인간을 둘러싼 주위 환경변화에 민감한 것은 이러한 변화가 우리 인간들의 삶에 미칠 부정적 영향에 대한 불안 때문이다. 또한 해양생태계변화에 깊은 관심을 두는 가장 중요한 이유는 우리의 식량자원의 중요한 부분을 차지하는 수산생물자원의 서식처이기 때문이다. 해양생태계에 서식하는 수산생물

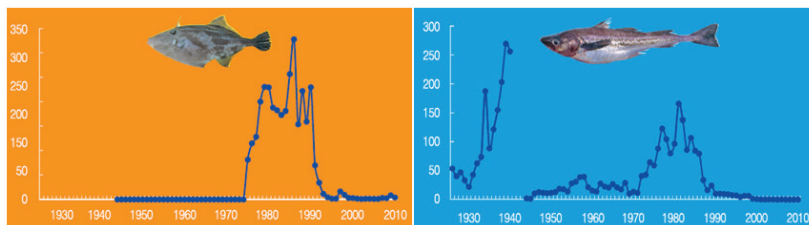
“인위적 요인과 여러 주기적 특성을 갖는 환경적 요인으로 수산생물자원의 급격한 변동”

은 육상의 동물에 비해 환경변화에 상당히 민감하다. 이러한 수산생물자원을 변화시키는 요인으로서는 남획, 쓰레기 해양투기, 과도한 수산자원개발, 과도한 양식 등의 인위적 요인과 여러 주기적 특성을 갖는 기후변화와 지구온난화 등으로 대표되는 환경적 요인을 들 수가 있다. 인위적 요인에 의해 수산생물자원이 급격히 변동한 대표적 예가 말쥐치와 명태이며, 환경적 요인에 의해 자원상태가 소멸된 대표적 예가 정어리이다. 말쥐치의 경우, 예전엔 이용가치가 거의 없어 중요한 어획대상으로 취급받지 못했으나 가공기술의 개발로 사회적 이용도가 높아져 1980년대 중반에 약 35만 톤이나 어획되었으나 1990년대 초반에 7만5천 톤으로 급격히 감소하였고, 90년대 초반에는 어획량이 거의 없어져 과도한 남획의 징후가 상당히 짧은 기간에 나타나게 된 대표적인 어종이다. 명태도 사회적 이용도에 증가, 어획기술의 고도화 및 어획세력의 증가로 과도한 어로활동이 가능해졌으며, 게다가 어체 뿐만 아니라 명

태어란(명란)에 의한 이용도가 높아 자체 어획에 의한 자원감소와 재생산과정의 소멸에 의해 빠른 시간에 많은 자원이 소멸되는 지경에 이르렀다[그림 4].

하지만, 정어리의 경우는 조

[그림 4] 말쥐치와 명태어획량의 경년변동

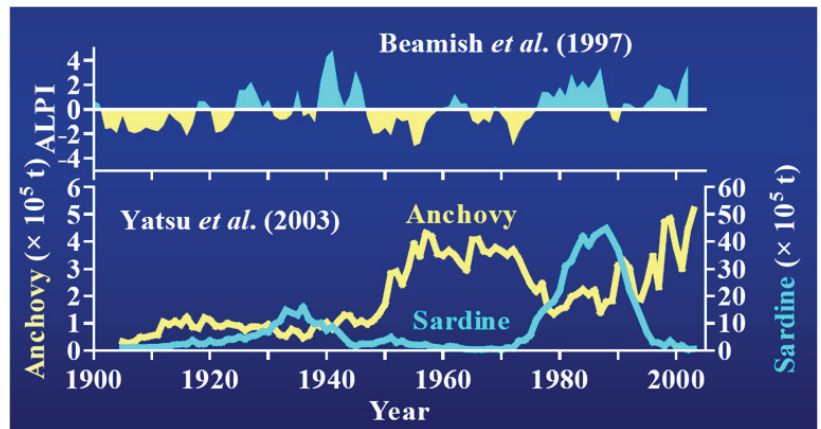


금 다르게 해석되고 있다. 정어리의 어획량은 1900년대 초반부터 50년에서 70년 정도의 장주기를 가지고 어획량이 변동하고 있으며, 1988년부터 어획량은 급격히 감소하여 1990년대 중반이후 자원수준은 거의 소멸상태에 있다. 하지만 산란량은 1990년대 전반까지 높은 수준이었다. 북서태평양에 산란장을 가지는 정어리는 동계 계절풍의 직접적인 영향을 미치는 알류산저기압이 발달하지 못하는 경우 정어리 자어가 이용할 먹이생물량이 감소하게 된다. 이는 동계 계절풍이 약해져 동계 표층수온이 증가하고, 이로 인해 해양의 혼합층이 낮아져 저층으로부터의 영양염의 공급을 감소시켜 그 해역의 기초생산량을 낮아지게 하기 때문이다. 이는 정어리

“ 동계계절풍의 영향으로 인한 해역의 기초생산량 저하 ”

자어의 생산량을 낮아지게 하여 정어리의 어장가입량을 상당히 감소시켜 결국 정 어리자원의 소멸로 연결된다. 하지만 알류산저기압이 강하게 발달하게 되면, 동계 계절풍을 강하게 하여 해수가 냉각되고 연직혼합이 발달하게 된다. 또한 영양염의 공급이 많아져 식물플랑크톤의 발생량이 증가하고, 친어량이 증가하여 산란장이 확대된다. 하지만, 알류산저기압이 약해지는 것이 반드시 수산자원변동에 항상 부 의 영향을 미치는 것은 아니다. 알류산저기압이 약해짐에 따라 결과적으로 정어리 의 자원량이 감소할 때, 종들 간의 경쟁구조를 형성하는 멸 치의 자원량은 증가할 가능성이 높아지게 된다. 실제로 정어 리 어획량의 감소기, 즉, 1950 년대와 1960년대, 1990년대 말부터 멸치어획량은 증가하 는 시기였으며, 정어리어획량 이 증가할 때, 즉, 1980년대에는 멸치어획량이 감소경향에 있었다[그림 5].

[그림 5] 알류산저기압과 정어리, 멸치 어획량의 경년변동



동·서·남해 중에서 어획량이 가장 많은 남해의 어획량을 보면, 앞에서 설명했던 것과 같이 1980년대 정어리의 어획량이 상당히 높았으며, 또한, 이 시기에 가장 특 이했던 어획상황으로 쥐치의 어획량이 가장 두드러졌다는 것이다. 1960년대부터 2000년대까지 1980년대를 제외하고는 멸치와 고등어가 가장 높은 어획량을 차지 하고 있다. 이러한 연대별 어종별 어획변동은 앞에서 설명한 인위적, 환경적 요인에 대한 예를 잘 보여주고 있다. 하지만 장기적인 수산자원의 변동은 인위적·환경적 요 인들이 복합적으로 작용하는 경우가 많기 때문에 그 원인을 해석할 경우에는 여러 원인들에 대한 세밀한 분석이 필요하다. 하지만, 최근에 발생되고 있는 단기적인 수 산자원변동에 대해서는 대상생물에 대한 인위적인 요인, 즉 소형어 및 산란개체들

“ 해양기상서비스의
활용도를 높일 수 있는
시의 적절한 정책
방안과 다양한 방법의
홍보 필요 ”

의 어획압의 증가 등에 따른 결과로 해석되는 부분도 있지만, 상당히 짧은 기간 중에 발생하는 수산자원의 변화는 다른 방향으로 해석을 할 수도 있다. 최근 주요 부어류와 저어류의 어장이 형성되는 제주 주변해역을 중심으로 한 환경변화를 보면, 2011년 겨울 시베리아고기압의 발달에 따라 냉각된 표층수에 기원하는 저층냉수가 다른 해에 비해 상당히 광범위하게 확장되어, 남해 및 동중국해의 어장형성을 방해하거나 어업생산을 감소시켰다. 또한, 2012년의 경우에는 평년에 비해 4월 이후부터 계속되는 기온의 증가로 인해 연근해역의 고수온 현상이 두드러져 어장형성을 방해함은 물론, 연안연 적조의 대량발생, 해파리의 발생기간 증가 등 연안어장 및 근해어장에 치명적인 타격을 주었다. 2012년 봄, 근해역에 채집된 멸치의 경우 성숙개체의 비율이 높고, 분포밀도가 작년에 비해 높아 긍정적인 어항전망을 기대하였다. 그러나 고수온의 영향이 오히려 멸치어장형성에 부정적인 요인으로 작용할 것이라는 것이 예상을 벗어난 의외의 상황이었다. 따라서 이와 같은 부정적인 영향을 줄이기 위해 해양기상 서비스가 더욱 효율적이고, 적극적으로 이루어져 한다. 이를 위해 먼저, 현재 기상청에서 제공되고 있는 해양기상서비스의 활용도를 높일 수 있도록 그 기능을 확대 및 강화해야한다. 그러기위해서 유관기관과 파트너십을 통한 정책을 마련하는 것이 중요하다. 이는 유관기관과의 충분한 의견을 교류하고 효율성을 극대화 시키기 위해서이다. 또한, 연구분야의 경우 중복성을 줄이고, 협력하여 연구 능력의 강화가 가능하기 때문이다. 다음으로는 정책의 시의적절한 적용이다. 필요한 서비스분야의 니즈의 충분한 분석을 통하여 어디에 어떻게 언제 그 정책이 반영될지에 대한 진지한 논의가 반드시 수반되어야 할 것이다. 끝으로 이 서비스를 직접 사용할 수요처의 의견을 무엇보다 적극 반영해야한다. 현재 서비스 범위를 확대하고, 필요한 부분을 강화하여 부족한 서비스 공백 부분을 채워나가야 할 것이다.

“유기적 협조체제를
통한 고품질 기상정보
제공을 위해 전략체계
마련 필요”

V. 결론 및 제언

지금까지 우리나라 주변에 영향을 미치는 여러 가지 기후변화 및 수산생물에 대한 기후변화의 영향 및 최근 발생되는 단기적인 환경변화가 우리나라 주변해역에서 서식하는 수산생물에게 어떠한 영향을 미치고 있는지를 기술하였다. 앞에서 우리나라와 같은 지역적인 해양생태계는 기상의 영향을 직접적으로 받을 수 있는 가능성이 높다고 말한 바와 같이 수산자원의 현황파악 및 단기예측에 기상정보가 얼마나 중요한지 충분히 이해할 수가 있다. 따라서 현재 제공되고 있는 해양기상서비스를 좀 더 고도화 시켜 부족한 서비스에 대한 공백을 최소화 시켜야 할 것이다. 이를 위해 기상연구와 수산자원연구는 더욱 유기적인 협조체제를 이루어 보다 신속하고 신뢰 높은 상황해석과 정확한 장·단기적 예측을 국민들에게 제공하는 것이 가장 중요한 선결과제이다. 이는 조직이나 기관간이 성과나 이익에 앞서 기관 간 정보의 능동적이 교환을 통해 정확한 상황설명과 해양기상 예측결과를 국민들에게 서비스함으로써 사회적, 경제적 손실을 최소화하여 그 가치를 상승시키는 것이 연구자로서 우리의 가장 근본적인 의무이기 때문이다. 또한 이러한 목적을 효율적으로 추진하기 위해서는 현장의 연구자들의 연구역량을 충분히 발휘할 수 있고, 기관 간의 유기적 공조체제가 이루어질 수 있는 전략적인 체계가 갖추어 져야 할 것이다.

해양기상정보 관리의 선진화 방안

정일영 한국해운조합 보령출장소 운항관리자 jungiy@haewoon.or.kr

- I. 내항여객선 현황
- II. 운항관리자의 기상정보 한계
- III. 기상정보 통합 데이터관리시스템
- IV. 결론

여객선은 여느 교통수단보다 날씨의 영향을 많이 받으며 실제로 기상상태와 예보구역에 따라 해사 안전법에서 통제할 것을 규정하고 있다.

기상관측 요소 중 여객선 운항에 특히 중요한 부분은 풍향, 풍속, 파고, 조류, 조석, 안개, 습도 등이며 이밖에도 해면기압 수온등을 들 수 있다. 현재 이러한 해양기상 정보를 수집하는데는 관측장비의 부족과 관측해역의 한계로 수집에 어려움이 있다. ■

“안전하고 원활한 수송에 있어 절대 떨어지지 않는 해양기상정보”

I. 내항여객선 현황

현재 우리나라 인천, 목포를 포함한 전국 11개 지역에서 관리하는 도서지역 및 국내항 간을 운항하는 연안여객선은 모두 97개 항로에 172척이며, 해상예보구역에 따라 앞바다와 먼바다, 그리고 선박안전법 시행규칙에서 정의한 평수구역에 각각 <표 1>과 같다.

이들 여객선에 일평균 운항 횟수와 선박별 최대 승선 정원을 감안하면, 하루 동안 수송할 수 있는 최대인원은 약 149천명이며, 평상시 정원에 최소 10%에 해당하는 인원 이상을 수송한다고 가정했을 때 하루 평균 최소 약 15,000명이 넘는 인원이 여객선을 이용하고 있다고 할 수 있다.

이러한 여객선에 원활하고 안전한 수송에 있어서 절대 떨어지지 않는 관계에 있는 것이 바로 해양기상이다. 바람이나 풍랑, 너울 등으로 인해 선박은 조종성능에 많은 제약을 받고, 최악의 경우 복원력을

잃게 되어 선박이 전복될 위험에 처해질 수 있기 때문에 현재처럼 풍속을 정확히 나타낼 수 없던 옛날 선박들에게도 해양기상에 대한 관심은 불가결한 것이었으며, 선박에선 눈으로 관측되는 주변이나 해면상태에 따라서 풍력을 계급으로 분류한 Beaufort 풍력계급표¹⁾가 현재까지도 사용되고 있는 것이다.

<표 1> 여객선항로 및 선박현황

2012년 10월												
구분	합 계		일반		보조		먼바다		앞바다		평수	
지역별	항로수	척수	항로수	척수	항로수	척수	항로수	척수	항로수	척수	항로수	척수
계	97	172	71	146	25	26	29	55	14	22	54	95
부산	1	1	1	1							1	1
인천	14	21	10	18	3	3	4	8			9	13
목포	21	45	13	35	8	10	5	17	2	2	14	26
여수	16	24	15	23	1	1	6	9	2	3	8	12
제주	3	7	3	7			2	4	1	3		0
군산	5	9	2	7	3	2	1	1	2	3	2	5
완도	13	23	9	18	4	5	3	3	2	2	8	18
통영	12	22	9	20	3	2	1	1	4	8	7	13
포항	3	6	3	6			3	6				1
동해	2	4	2	4			2	4				0
보령	7	10	4	7	3	3	2	2	1	1	5	7

자료 : 한국해양조합

1 영국의 해군제독 Sir Francis Beaufort가 1805년에 만든 것으로, 범선에서 바람에 대한 돛의 상태를 기준으로 하여 풍력을 0에서 12까지 13계급으로 구분, 이 후 범선에서 기관선으로 바뀌면서 판정기준도 해면상태로 바뀌었다. - 민병언·설동일, “해양기상학”, 2003, p.68.

“ 관측 장비의 부족과 관측 해역의 한계 ”

이처럼 여객선은 타 어느 교통수단보다도 날씨에 제약을 많이 받으며, 실제로 해상 기상특보 발효시나 시계제한 시 등의 기상상태, 예보구역 등에 따라 해사안전법 시행규칙을 들어 통제할 것을 규정하고 있다.

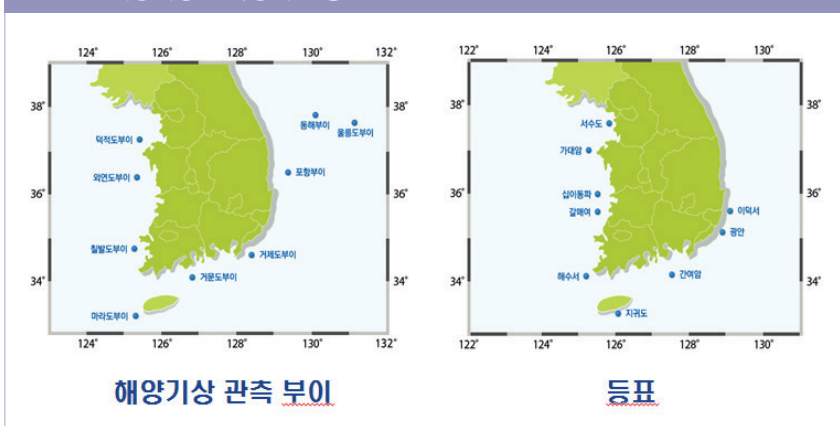
통제의 여부는 항로상에 기상상황과 예보, 선박의 감항성²⁾ 등을 고려하여 결정되나 객관적이고 정확하지 못한 분석과 판단으로 인한 통제 여부는 많은 민원을 야기시킬 우려가 있을뿐더러 국민의 안전을 저해할 수 있기 때문에 무엇보다 정확하고 신뢰성 있는 데이터에 입각한 기상관측 및 예보가 이루어지는 것이 최선이라 할 수 있다.

II. 운항관리자의 기상정보 한계

기상관측 요소 중 여객선 운항에 특히 중요한 부분은 풍향, 풍속, 파고, 조류, 조석, 안개, 습도 등이며 그 밖에도 해면기압, 수온 등을 들 수 있다.

이러한 해양기상 정보를 수집하는 데에 한계점은 첫째로 관측 장비가 부족하다는 것이며, 둘째는 관측해역에 한계가 있다는 점이다.

[그림 1] 해양기상 관측장비 현황



다음의 [그림 1]은 현재 기상청에서 설치하여 운영중인 해상관측장비의 현황이다.

그림의 바다관측 자료들은 매시간에 한번씩 그 정보가 업데이트 되어 실시간으로 수집할 수 없다는 단점이 있으며, 자동관측자료(AWS)의 경우, 파고를 관측할 수 없고 지형과 지물의 영향 등으로 실효성이

2 선박이 자체의 안정성을 확보하기 위하여 갖추어야 하는 능력으로서 일정한 기상이나 항해조건에서 안전하게 항해할 수 있는 성능을 말한다. - 선박안전법 제2조 (정의)

“ 객관적이고
신뢰적이어야 할
기상정보 ”

저하되기도 하므로 해상관측자료로서는 정보가 부족한 단점을 보인다.

특히 법에서는 시계가 1킬로미터 내로 제한될 시에 모든 내항여객선(여객용 수면 비행선박은 11킬로미터)을 통제한다고 규정하고 있으나, 바다관측자료 중 시정 정보를 제공하는 국내 등대는 대진, 소매물도, 서이말, 가덕도, 간절곶, 호미곶, 태하, 독도 총 8곳으로 관측소가 총 항로수와 만 비교해 보더라도 턱없이 부족한 형편이다. 실제로 안개의 경우는 국지적으로 발생하는 경우가 많으며, 실시간의 정보가 필요하기 때문에 운항관리자들은 VTS 무선통신이나, 등대, 항로상에 기항지들에 직접 연락을 취하여 정보를 제공받고 있다.

또한 앞서 설명한 여객선들 중 [그림 1]에서 표시된 해양기상 관측장비가 무효한 해역을 항해한다고 할 수 있는 평수구역에 항해시간이 30분내외인 여객선도 모두 26척으로, 이러한 선박들에게는 정보가 제공되는 시간과 운항시간간의 편차, 항해 구역에 있어서 실시간의 기상정보를 제공하는데 더욱 한계점을 보인다.

여객선의 안전관리 강화를 위하여 1970년 12월 여객선 남영호 사고(여객 309명, 선원 14명 사망)를 계기로 여객선 운항안전관리 제도를 신설하고, 운항관리규칙을 제정, 한국해운조합에서 선임하여 현재까지 인천을 포함한 전국 주요항만 11개 지역에 73명의 운항관리자가 여객선 운항관리업무를 수행중에 있다.

운항관리자는 여객선운항관리규칙에 근거하여 출항전 기상상황을 선장에게 통보해야 하며, 현지 기상상황을 확인해야 하고, 해역별 기상조건 및 해상조건, 항로 상황들을 선장이 볼 수 있도록 운항관리실에 비치하여야 한다.³⁾

기상조건을 파악하는 일은 선박의 출항여부를 결정하는 일이기 때문에 객관적이고 신뢰적 이어야 하며 이에 전국 각 지역에 운항관리실에서는 각기 지역특성에 맞는 기상정보처 등을 통하여 기상을 파악하여 업무를 수행하고 있지만, 이러한 기상정보를 파악하는데 있어서는 각 지역특성에 따라 차이를 보이며, Knowhow, 경험부족 등으로 인한 개인차가 발생, 정보의 공유가 불편하고, 정보가 소멸되는 등의 단점이 있다.

3 여객선운항관리규칙[시행 2008.3.14.] 제6조 (운항관리자의 직무)

“통합된 기상정보 데이터
관리시스템 구축의
필요”

III. 기상정보 통합 데이터관리시스템

1. 도입의 필요성

앞서 예로 든 기상정보습득에 한계와 업무에 편차 등 각각의 단점을 해소하면서 객관성과 신뢰성 확보, 안전관리업무를 종합하고, 체계화하기 위해서는 좀 더 다양한 경로의 기상정보를 수집하여 데이터화해야 하고, 이들 데이터를 관리 분석하여 활용하기 위한 기상정보 통합 데이터관리시스템이 구축될 필요가 있다.

위와 같은 생각을 기초로 하여 본업에 종사하는 자로서 현재 운항관리업무에 기초한 가상의 한 시스템을 구상해보았으며, ‘해상정보관리시스템’이라 칭하여 서술 하겠다.

2. 시스템 개요

1) 시스템의 특징

시스템은 운항관리실에서 운영하는 웹 기반 프로그램이며, 데이터를 축적 관리하고 공유하여 운항관리업무를 조직화하고 체계화하는 프로그램이다.

[그림 2]는 해상정보관리시스템의 다이어그램이며, 운항관리자는 현재 별도의 연락망을 통해 기상을 파악하기도 하고, 유관기관에 연락을 취하며, 인터넷이나 개인의 노하우를 통해서 기상을 파악하여 통제 등의 운항여부를 판단하

[그림 2] 해상정보관리시스템



“ 해양정보 관리를 위한
정보의 데이터화 ”

지만, 시스템은 이런 과정들을 어우르고 데이터화 할 수 있는 형태가 된다고 할 수 있다.

2) 기능

(1) 기상청정보(등대, 해상부이, AWS 등) 연동 표시

프로그램에 등록되어 있는 관측소들의 위치가 지도상에 표시되며 표시된 구역을 클릭하거나 줌인하게 되면, 축척에 따라서 보이지 않던 개소들이 [그림 3]처럼 나타나게 된다.

점선구역을 확대하여 대축적으로 갈수록 기상관측 개소들이 자세하게 표시되며 임의의 관측소를 선택했을 때 해당 개소의 명칭 및 위치 등 고유 정보가 표시되어 [그림 4]처럼 보여진다. 여기서 중요한 점은 대축적으로 갈수록 관측소 주변에 섬이나 물표로의 방위와 거리가 지표로 되어 기상관측 시 더 객관적인 자료로 수집될 수가 있으므로 맵이 확대되어 보여줄 수 있는 최대 축척을 잘 조절하는 일이다.

[그림 3] 해양정보 관리시스템: 기상청 정보 연동(예1)



[그림 4] 해양정보 관리시스템: 기상청 정보 연동(예2)



“ 기상청 데이터 연계를
통한 최신 기상정보
산출 ”

(2) 데이터 표시·입력 및 관리

데이터 창에서 [그림 5]처럼 연동되어 있는 기존의 최신 정보가 자동으로 표시되며, 입력이 가능한 기능이다.

[그림 5] 해양정보관리시스템: 데이터 표시·입력 및 관리(예1)

일자	시간	개소명	연결1	연결2	위치	기온	습도	해면기압	시정(m)	풍향(10)	풍속(10)	파향	평균파고	파고과고	유역과고	기상
20120430	6:30	삼시도 파고부이			36°22'21.2"N, 126°20'11.2"E	지정						SW	0.2	0.5	0.3	기상
20120430	6:32	삼시도 AWS			36°20'37.3"N, 126°21'32.3"E	지정	19.7	67.9	1012.1	SSW	6.1					기상
20120430	6:35	삼시도출장소	041-950-2***		36°20'9.42"N, 126°21'5.08"E	지정			1.5			0.5				시정
20120430	6:37	백화산	2123.4khz		안흥신항	지정			3	NW	10					출항전 점검 이상없음
20120430	6:40	rdps_lc30_city***	http://met***			지정										시정없음

[그림 6]에서 ①과 같이 기상청 데이터와 연계하여 최신의 기상정보가 자동으로 표시가 된다.

[그림 6] 해양정보관리시스템: 데이터 표시·입력 및 관리(예2)

일자	시간	개소명	연결1	연결2	위치	기온
20120430	6:30	삼시도 파고부이			36°22'21.2"N, 126°20'11.2"E	지정
20120430	6:32	삼시도 AWS			36°20'37.3"N, 126°21'32.3"E	지정 19.7
20120430	6:35	삼시도출장소	041-950-2***		36°20'9.42"N, 126°21'5.08"E	지정
20120430	6:37	백화산	2123.4khz		안흥신항	지정
20120430	6:40	rdps_lc30_city***	http://met***			지정

[그림 7]은 시스템에 저장되어 있거나, 사용자가 필요에 의해 시스템에 등록한 지속적으로 사용 가능한 기상관측소이며, 저장된 연결방식에 따라 인터넷이나, 인터넷전화, Fax 등으로 연결된다. 유인등대 등의 기상관측소로부터 제공받은 정보를 실시간으로 입력할 수 있게 되는 기능이다.

“ 객관적 데이터의 축적
및 관리 ”

[그림 7] 해양정보관리시스템: 데이터 표시·입력 및 관리(예3)

일자	시간	개소명	연결1	연결2	위치	기온
20120430	6:30	삼시도 파고부이			36°22.212'N, 126°20.112'E	지정
20120430	6:32	삼시도 AWS			36°20.373'N, 126°21.323'E	지정 19.7
20120430	6:35	삼시도출장소	041-950-2***		36°20.942'N, 126°21.508'E	지정
20120430	6:37	백화산	2123.4khz		안흥신항	지정
20120430	6:40	rdps_lc30_city***	http://met***			지정

* 연결방식
1. 웹사이트 2. 전화 3. FAX

[그림 8]에서 ③은 선박국과 같은 유동적이거나 일시적인 관측소에서 제공받은 정보를 사용자가 직접 생성하여 기록한 데이터이며, 마지막 행은 웹사이트에서 이미지 등을 검색 후 캡처하여 저장한 정보로 연결 시에 해당정보를 확인할 수 있게 된다.

[그림 8] 해양정보관리시스템: 데이터 표시·입력 및 관리(예4)

일자	시간	개소명	연결1	연결2	위치	기온
20120430	6:30	삼시도 파고부이			36°22.212'N, 126°20.112'E	지정
20120430	6:32	삼시도 AWS			36°20.373'N, 126°21.323'E	지정 19.7
20120430	6:35	삼시도출장소	041-950-2***		36°20.942'N, 126°21.508'E	지정
20120430	6:37	백화산	2123.4khz		안흥신항	지정
20120430	6:40	rdps_lc30_city***	http://met***			지정

입력된 정보들은 [그림 9]와 같이 기사란 뒷부분에 정보가 해당되는 사항을 분류하여 저장하게 됨에 따라서 정보들을 필터링하여 관리할 수 있게 된다.

입력된 데이터들은 분류별, 날짜 시간별로 도식화 및 보고서로 출력하는 등 통합 관리 될 수 있으며, 시각적 효과를 증대하여 어느 곳 에서든 쉽게 공유가 가능하다.

“ GPS 위치 입력을 통한
기상관측개소의
관리 ”

[그림 9] 해양정보관리시스템: 데이터 표시·입력 및 관리(예5)

습도	해면기압	시정(km)	풍향(10)	풍속(10)	파향	평균파고	최대파고	유속(파고)	기타
67.9	1012.1		SSW	6.1	SW	0.2	0.5	0.3	
		1.5				0.5			
		3	NW	10					출항전 점검 이상없음
									시계열도

(3) 기상관측개소의 생성 및 관리

프로그램은 지도상에 특정위치를 지정하거나 GPS위치를 입력하여 새로운 개소를 등록하고 관리할 수 있으며, 유인관측소로 고정적이며 지속적으로 사용가능한 존속개소와 선박국 등에 유동적이며 일시적으로 생성 후 소멸되는 일시개소로 나누어 관리하게 된다.

(4) 비상연락개소 등록 관리, 전문 송신

비상연락개소를 등록하여 관리하고, 전문을 송신할 수 있는 기능으로, 지도에 표시되는 관측개소는 3가지로 구분이 가능하며 기상청과 연계되어 자동으로 기상정보가 제공되는 기상관측개소와 사용자가 등록하여 기상을 파악하는데 사용되는 비상연락개소 및 사용자 등록개소로 구분할 수 있는데 이러한 관측개소와는 인터넷전화 연결 및 데이터 전문송신이 가능하다.

(5) 웹사이트 탐색·바로가기, 화면 캡처·저장

데이터 창 내에서 웹사이트의 바로가기와 탐색이 이루어지며, 화면을 캡처하여 저장할 수 있는 기능으로 프로그램 상에 등록된 웹사이트(기상청)의 경우는 배너, 링크 등의 형식으로 직접 탐색이 가능하고 주소창에 입력하는 형식으로도 탐색이 가능하여 기상정보 수집에 필요한 많은 웹사이트를 프로그램에 저장하여 지속적인 사용 및 공유가 가능하게 한다.

“ 기상정보 데이터 관리의
선진화 요구 ”

3. 운영효과

시스템 구축을 통한 기대효과는 크게 네가지로 첫째 객관적 데이터의 축적 및 관리가 가능한 것이며, 둘째 기상정보의 공유로 장거리 운항선박에 관리능력이 향상된다는 점, 셋째로 운항관리자의 개인차나 지역 이동에 있어서 기상과악업무에 공백을 최소화 할 수 있다는 점이며, 가장 크게는 데이터 통계를 활용한 무엇보다 체계적이고 안정적인 안전관리가 실현될 수 있다는 점이다. 그 밖에도 비상연락망을 통합하여 관리할 수 있는 것과 향후에 필요한 관측소들에 제시가 가능하다는 것, 지속적인 응용소프트웨어 개발 및 데이터품질관리 노력으로 발전이 가능하다는 점 등을 들 수 있다.

IV. 결론

해운환경은 지속적으로 변화하고 있으며 여객선에 의한 수송역시 고속화와 선진화가 이루어지고 있어 그에 맞는 안전관리방안이 마련되어야 한다.

앞서 설명한 시스템의 구현 가능성 및 소요 비용 등에 있어서는, IT컨설팅 및 시스템 개발업체에 자문을 들어, 기상청에 정보연동 기능과 관련한 데이터베이스 사용에 협의만 이루어진다면, 프로그램의 세부내용과 기능들을 추가함에 따라서 비용과 기간에 차이는 있으나 충분히 구현 가능한 것을 먼저 확인하였으며 꼭 제시한 시스템이 아니라 하더라도 종합적이고 체계적인 선박안전관리체제에 대한 노력은 현재 우리나라에 VMS(Vessel Monitoring System)와 GICOMS(해양안전종합정보 시스템) 등에서도 찾아볼 수 있듯이 미래의 안전관리가 지향하는 추세라고 볼 때 반드시 구축해야할 과제이다.

기상정보의 종합적인 수집 및 데이터관리는 선박 운항 효율을 극대화하고 해양 사고를 예방할 수 있으며, 안전관리 업무에 표준화를 이룰 수 있다는 점에 있어서 반드시 선진화를 이루어야 하며, 관련 업무 종사자들에 지속적인 협력과 관심이 있어야 할 것이다.

해양기상·기후변화 대응을 위한 정책제언

양홍근 한국선주협회 상무이사 hgyang@shipowners.or.kr

- I. 해양기상·기후변화 대응
- II. 기후변화 대책 기본방향
- III. 정책 제언 및 향후 대책

세계 해운 전문가들은 글로벌 해운 시장에서의 선사의 생존문제와 직결될 온실가스 이슈에 주목하고 있다. 따라서 국내 외항 해운업계는 해양 기상·기후 변화에 어떻게 대응할 것인지에 대해 지속적으로 연구·검토하고 있다. 또한 지구온난화 방지에 동참하기 위해 해운의 체질을 개선하고 해운산업의 성장 및 경쟁력을 제고할 계획이다. ■

“글로벌 해운시장에서의 선사의 생존 문제와 직결된 해양기상·기후 변화에 대한 관심 집중”

I. 해양기상·기후변화 대응

최근 전세계 해운산업 초미의 관심사는 단연 기후변화로 인한 온실가스가 이슈 일 것이다. 세계해운 전문가들은 온실가스 이슈가 글로벌 해운시장에서 선사의 생존 문제와 직결될 것이라고 전망하고 있다.

이에 따라 우리 외항해운업계는 한국선주협회를 주축으로 향후 해양기상·기후변화를 어떻게 대응할 것인지에 대해 지속적으로 연구·검토하고 있다. 이 지면을 통하여 한국선주협회 해양기상·기후변화 대책을 서술하고자 한다.

현재 UN기후변화협약 등 글로벌 기후변화 대응에 관한 국제적 논의가 가속화되고 있는 가운데, 국제해운과 국제항공에 대해서도 온실가스 저감에 대한 압박이 심화되고 있다.

국제해사기구(IMO)¹⁾는 2011년 7월 온실가스 저감규제(신조선: 기술적 조치, 현존선: 운항적 조치)를 채택하였다. 동 규제는 2012년 1월 1일 국제적으로 발효되었다.

그리고 또 하나의 IMO 핫이슈는 선박 온실가스 저감을 위한 시장기반조치(Market-Based Measure)이다. 시장기반조치는 온실가스 배출량에 따라 부담금을 부과하는 제도이다.

에너지 효율이 나쁜 선박일수록 더 많은 부담금을 부과함으로써 에너지 효율적 운항을 유도하여 국제해운 전체의 온실가스 배출감축 도모한다. 감축목표에 달성하지 못할 경우 모아진 부담금으로 타 산업부문의 탄소배출권(현재 운영 중인 EU-Emissions Trading System 등에서 거래되는 탄소배출권을 의미)을 구입하여 목표를 달성한다. 동 조치는 2017년 시행을 목표로 IMO에서 논의 중에 있다.

국제해사기구는 기술적 조치, 운항적 조치 및 시장기반조치를 시행하여, 2020년까지 2007년 국제해운 온실가스 배출량(8억7천만톤) 대비 20% 감축, 2050년까지 2007년 대비 50% 감축을 목표로 하고 있다.

아울러 시장에서의 친환경 운송 압박이 심화되고 있다. 대형 글로벌 화주들은 이

1 국제해사기구(International Maritime Organization, IMO)는 해운과 조선에 관한 국제적인 문제들을 다루기 위해 설립된 국제 기구로, 국제 연합의 산하 기관이다. 각국의 정부만이 회원 자격이 있는 정부간 기구이다. 영국 런던에 본부를 두고 있으며, 168개 국가가 정회원으로, 3개 국가가 준회원으로 가입되어 있다.

“기후변화에 대응하기
위한 해운산업의 성장
및 경쟁력 제고”

미 선사에 온실가스 감축에 대해 압력을 행사하고 있으며, 일부 선사들은 이를 위

해 자발적인 온실가스 감축 시스템을 개발, 운영하고 있다. 온실가스 감축은 이제 시장에서의 생존과 직결되는 문제로 인식되고 있다. 대비하지 않으면 시장에서의 퇴출은 불 보듯 뻔하다.

〈표 1〉 시장기반조치 유형별 장단점 비교

제안	장점	단점
탄소세	- ETS 대비 시행이 간편함 - 부담금에 대한 예측가능성 높음 - 선사의 행정적 부담이 없음 - 모든 선박에 공평하게 적용가능 - 부담금 감소를 위한 기술개발 유도 - 기금조성이 용이함 - 부담금의 전가가 용이함	- 온실가스 감축에 대한 확실성은 ETS에 비해 부족 - 기술혁신을 통한 인센티브가 상대적으로 부족
거래제	- 배출총량을 제한함으로써 온실가스 배출량 감축 확실성 우수 - 배출권 구매 규모를 최소화하기 위해 선박운항 효율화 가속 - 탄소배출권 구매비용 화주 일부 전가 가능 - 에너지효율에 대한 혁신기술 적용에 경제적 혜택 부여	- 육상 EU-ETS의 경우 단계별로 무상 할당을 하는데 반해 동 제도는 시행초기부터 100% 유상할당방식이므로 타 산업부문에 비해 국제 해운에 미치는 부담이 큼 - 배출권가격 변동성으로 비용에 대한 예측이 어려움 - 거래제 도입에 따른 비용 발생
인센티브제	- 에너지효율이 좋은 선박에 직접적인 인센티브 제공 - 에너지효율 개선기술 혁신가속 - 배출총량 규제가 없어 해운산업의 지속성장 가능	- 온실가스 감축에 대한 확실성은 ETS에 비해 부족 - 고효율선박 건조에 따른 부담 증가 - 실제운항효율과 무관한 EDI값만 좋은 선박 등장 가능성 - 효율검증에 따른 행정비용 발생

자료: 한국선주협회

II. 기후변화 대책 기본방향

기후변화에 대한 기본방향은 전 지구적 온난화 방지에 동참하면서, 동시에 우리해운의 체질개선을 통해 우리나라 해운산업의 성장 및 경쟁력을 제고하는 것이다.

온실가스 감축은 곧 에너지효율 개선을 의미한다. 우리 해운의 체질개선을

을 통해 에너지효율을 개선한다면 온실가스를 그 만큼 감축한다는 것이고, 이는 곧 지구 온난화 방지 노력에 동참하는 것이다.

1. 5대 중점 추진사항

기후변화 대책의 5대 중점 추진사항은 ① 온실가스 배출량 파악 ② 우리 해운의 온실가스 감축목표 설정 ③ 선사 및 선박 에너지효율 개선 실천방안 개발 및 공유 ④ 국내 온실가스 이슈 주도 ⑤ 국제 온실가스 이슈에 대한 공조 등이다.

1) 온실가스 배출량 파악

2011년 한국선주협회 회원사(193개사) 운항선박의 온실가스 배출량은 선박연

“ 온실가스 모니터링
시스템 개발 필요성이
대두 ”

료유 구매비용을 근거로 3,300만톤으로 추정된다. 하지만 이를 정확한 배출량으로 볼 수는 없다.

이에 온실가스 모니터링 시스템 개발 필요성이 대두되고 있다. 동 시스템은 선사가 직접 선박별 연료소모량, 항해거리, 화물량 등을 입력하는 컴퓨터 프로그램의 일종이다. 월별, 분기별, 연도별 데이터가 한국선주협회 서버에 축적되게 할 예정이며, 한국선급과 동 작업을 추진할 계획이다.

시스템 구축에 따른 장점으로는 온실가스 배출량 현황과 향후 배출량을 꽤 근접하게 추정할 수 있으며, 연도별로 우리 해운산업 전체의 배출감축 목표치를 설정할 수 있게 된다. 그리고 에너지효율기준을 설정할 수 있다. 기준을 설정하면, 선사에서는 선박의 에너지효율수준을 실시간 확인하여 자사 선대의 효율개선정책에 즉각 반영할 수 있을 것이다.

추가적으로 동 시스템에는 황산화물과 질산화물 등 대기오염물질의 배출량도 확인할 수 있도록 프로그래밍할 예정이다.

2) 우리 해운의 온실가스 감축목표 설정

덴마크선주협회의 경우, 이미 수년전부터 회원사의 총 연료유 소모량과 선대에 관한 정확한 데이터를 축적해 왔다. 이를 바탕으로 2020년까지 현재 배출량(정확한 배출량 정보는 없음)에서 25%를 감축한다는 목표를 설정하였다. 아쉽게도 우리 협회는 회원사들의 연료유 소모량 데이터를 최근에야 축적해 나가고 있다. 따라서 중장기 감축목표를 설정하는데 어려움이 있다.

앞서 언급한 온실가스 모니터링 시스템을 활용하여, 그 데이터를 바탕으로 온실가스 감축목표를 설정해야 한다. 감축목표를 설정할 때는 신조량 및 폐선량, 세계경제 성장률, 연료유 가격, 신기술 등 관련 정보를 모두 감안할 것이다.

하지만, 여기서 우리는 갈림길에 놓이게 된다. 적극적인 목표설정이나 소극적인 목표설정이나의 문제이다. 적극적인 목표설정이란 온실가스이슈를 기회로 삼아 향후 해운시장을 선점하는 것으로서 감축목표를 크게 잡고 그 목표를 달성토록 유도

“에너지 효율 관련
정보와 자료의 통합관리
구축”

하는 것이다.

반대로 소극적인 목표설정이란 온실가스이슈를 위기로 간주하여 타국이 해운보다 뒤처지지 않을 만큼 목표설정을 하는 것이다. 해운시장 선도는 어려울 것이며, 화주들로 부터도 외면당할 것이다.

적극적인 목표설정은 예를 들어 2020년까지 2011년 대비 30% 감축과 같은 형태이다.

3) 선사/선박 실천방안 개발 및 제시

정부, 해운, 조선, 기자재, 선급, 연구소 등 온실가스 관련 논의사항 및 기술개발 현황 등에 대한 정보가 상호 공유되지 못해 대책마련에 어려움이 예상되고 있다.

사실상 선주들은 관련정보를 파악하기 힘들고, 실제 선박에 에너지 효율개선 기술을 적용하기가 쉽지 않다. 또한 선사와 선박에 실제 실천방안이 충분하지 않다. 예를 들어 실천방안이라 함은 선조선 선사가 원하는 선박제조연비지수(EEDI)²⁾ 수준을 도달할 수 있는 기술정보 및 현존선의 경우 에너지효율을 개선할 수 있는 추가설비 또는 운항기법 등일 것이다.

이에 우리 협회를 주축으로 에너지효율과 관련된 정보교류의 장을 마련하고 활성화할 예정이다. 온라인부문에서는 분산되어 있는 에너지효율 관련 정보와 자료를 한 곳으로 통합하고 관리할 것이다.

홈페이지를 통해 쉽게 접근할 수 있도록 할 것이다. 에너지효율 기술 및 운항기법 실천적용 결과 등을 공유하고, 해당 전문가를 쉽게 검색할 수 있도록 하는 한편, 에너지효율 관련정보 및 자료를 카테고리별로 분류하고, 현안에 대한 업계별 의견수렴의 장으로 활용할 계획이다.

아울러 오프라인부문에서는 온라인 핫이슈에 대해 토론과 정보교류 등을 위하여 이해당사자들 모두가 참여하는 세미나를 정기적으로 개최할 예정이다.

2 선박제조연비지수(Energy Efficiency Design Index, EEDI)는 선박의 연비효율을 나타내는 지수로 1톤의 화물을 1해상 마일(1해상 마일=1.852km)을 운반할 때 나오는 이산화탄소의 배출량을 말함

“ 온실가스 저감을
위한 지속적인 역량
강화 ”

4) 국내 온실가스 이슈 주도

국내적으로 온실가스와 관련된 문제는 시장기반조치에 대한 선사별 입장이 다르다는 것이다. 그리고 UN기후변화협약의 녹색기후기금에 대한 정부 부처별 입장이 다르다는 것이다. 그리고 가장 큰 문제는 선사별로 온실가스 감축능력이 다르다는 것이다.

2000년대 말부터 일부 선사들은 온실가스 감축을 위해 무던히도 노력해 왔다. 『CO2 Calculator』, 『최적항로시스템』, 『에너지효율개선을 위한 설비투자』 등 국제사회에서의 흐름을 일찍 파악하여 대비해 왔다. 그만큼 역량을 키워왔다는 것이다. 해운시장이 불황인 현재까지도 온실가스 감축에 대한 노력을 계속하고 있다.

이러한 역량차이는 결국 시장기반조치에 대한 선사별 입장을 상이하게 할 수 밖에 없다. 이러한 상황에서 우리 협회는 어떠한 시장기반조치가 채택되더라도 우리 해운이 경쟁력을 유지하고 선사가 역량을 강화할 수 있도록 지원할 방침이다.

한편, 녹색기후기금에 국제해운이 기여를 해야 한다는 선진국들의 주장에 대해 우리 협회는 녹색기후기금 조성은 선진국의 의무이지, 산업계의 의무가 아니라는 점을 인식시키는데 주력하고 있다.

이와 더불어 한국 선주 협회는 2009년부터 GHG 대응 TF팀을 운영, 가동 중에 있다. IMO에서 논의되는 사항을 함께 검토하고, 우리가 취해야 할 입장을 정립해 왔다. 또한 30여개 선사의 선대 에너지효율을 파악하여 시장기반조치에 대한 입장을 확립한 바 있다.

동 TF팀을 중심으로 선사 전문가의 역량을 결집하여 상기 언급된 국내 온실가스 이슈에 대한 입장과 논리를 개발할 예정이다. 그리고 선사의 에너지효율개선 노하우를 공유하여, 실천방안을 마련할 계획이다.

아울러 선박 에너지효율 개선을 위한 정부 지원을 이끌어 내는데도 많은 노력을 기울여 나가고 있다.

조선 및 조선기자재 부문에 대해서는 정부지원이 활발하나, 해운부문에 있어서는 미흡한 실정이다. 특히 우리 선사가 녹색선박 건조나 개조시에 금융지원이 거의 없다. 또한 녹색선박에 대한 인센티브도 부족하다.

“미흡한 정부 지원의
개선 및 활성화
필요”

네덜란드 등은 이미 녹색선박에 대한 항세감면 등 인센티브를 제공하는 만큼 정부에서 이를 적극 고려할 필요가 있다.

온실가스 문제를 해결하기 위해서는 우리 해운의 노력과 함께 정부의 적극적인 지원이 필요하다. 또한 우리 해운이 타국해운과의 경쟁에서 뒤지지 않기 위해서는 경쟁력을 유지하기 위해서는 체질 개선이 시급하다.

고효율선박 신조, 운항기법 개발 및 노후선의 적기 폐선 등으로 체질개선이 가능할 것이다. 향후 TF팀의 주요 과제는 우리 해운의 체질개선을 위한 중장기 계획 수립이다.

5) 국제 온실가스 이슈에 대한 공조

국제해사기구는 2013년 5월 시장기반조치에 대한 영향평가 연구용역을 착수시킬 예정이다. 우리 해운이 바라는 시장기반조치는 국제해운시장을 왜곡시키지 않는 공평성이 있어야 하고, 또한 이행가능성이 충분해야 한다는 것이다.

일부 국가에서는 자국선대의 에너지효율 수준을 감안하여, 또는 기존의 배출권 거래시장과의 연계를 통한 수익창출 등을 노리고 자국에 유리한 시장기반조치만을 주장하고 있다.

이러한 움직임에 우려하는 이유는 우리 선대의 에너지효율 수준이 일정 궤도에 올라오지 못했기 때문이다. 우리 선대가 상기 국가들처럼 유리한 고지에 있다면 절대적으로 인센티브제도를 주장해야 하겠지만 실상은 그렇지 않다는 것이다.

우리 해운의 경쟁력을 고려하여 현재로서는 탄소세를 주장하고 있다. 우리의 주장을 국제해사기구 연구용역 결과에 반영하기 위해 나름대로 노력하고 있으며, 이를 실현시키기 위해 전문가를 파견할 예정이다.

현재로서는 세계해운에 적용가능한 시장기반조치는 선박구매량에 일정세금을 부과하는 탄소세가 유력하다. 하지만, 어떠한 형태의 시장기반조치가 채택되더라도 우리 해운이 굳건히 경쟁력을 유지하는 것이 가장 중요하다.

현 시점에서 한국 선주 협회의 역할은 우리 해운이 경쟁력을 조속히 가질 수 있도록 하면서 동시에 시장기반조치 채택을 늦추는 것이다.

대내적으로는 우리 해운의 경쟁력을 조속히 다질 수 있도록 노력하는 한편, 대외

“녹색기후기금 조성에
국제해운산업의 상당한
기여 필요”

적으로는 국제해운협의회(ICS)와 아시아선주대표자회의(ASF) 등 국제민간해운기구와 시장기반조치를 최대한 늦게 채택되도록 공조를 강화해 나가고 있다.

III. 정책 제언 및 향후 대책

장기 ‘Climate financing’의 재원조달을 위한 UN기후변화협약 사무국의 최근 보고서에 따르면, 개도국 기후변화적응프로젝트에 대한 자금지원을 위해 매년 1,000억달러의 녹색기후기금을 조성해야 하는데 국제해운산업이 상당한 기여를 해야 한다고 주문하고 있다.

또 국제통화기금은 어떠한 조치가 결정되든지 간에 연간 250억달러 이상을 세계 해운이 부담해야 한다고 주장하고 있다.

IMF 주장대로라면 우리나라 해운산업이 부담해야 하는 비용은 10억달러에 이를 것으로 추산되고 있다. 물론, 세계선주단체인 국제해운협의회(ICS)는 IMF 등의 제안사항은 완전히 불평등한 것이며, 이러한 제안은 무역에 세금을 부과하는 것이나 일종의 녹색 보호주의로서 개도국의 입장에서만 고려된 것으로 반드시 철회되어야 한다는 입장이다.

물론, 시장기반조치가 본격적으로 작동할 경우 우리나라 뿐만 아니라 세계해운주체들의 비용부담은 불가피할 것으로 예상된다.

더구나, 2013년은 국제해사기구의 선박 온실가스 감축규제(기술적 조치 및 운항적 조치)가 시행되는 원년이다. 그리고 우리 해운에 있어서도 기상·기후 변화의 온실가스 이슈를 전사적으로 관리하는 체계를 개발·시행하는 원년이 될 것이다.

한국선주협회는 2013년 한 해 동안 5대 중점 추진사항을 바탕으로 우리 해운의 체질개선을 위한 기초체력을 다질 것이며, 세부사항을 개발하여 이행이 원활하도록 추진할 계획이다. 이를 위해서는 온실가스와 관련된 국내 이해당사자 모두의 노력이 필요하다.

해양기상서비스 현황과 정책 방향

김유근 부산대학교 대기환경과학과 교수 kimyk@pusan.ac.kr

- I. 스마트시대와 해양기상서비스
- II. 해양기상서비스, 필요하고 중요한 서비스인가?
- III. 해양기상서비스의 현황
- IV. 우리나라 해양기상서비스의 문제점
- V. 전략 및 정책 제언

I. 스마트시대와 해양기상서비스

현재 우리는 스마트시대에 살고 있다. 융합과학의 힘으로 정보에 대한 새로운 도구가 끝없이 탄생함으로써 사람들을 스마트하게 만들고 있다. 그러면 해양기상서비스가 스마트시대에 부응하고 있을까? 아마 아닐 것이다. 기상서비스를 육상과 해상, 항공으로 나눈다면 서비스의 수준이 그 대상의 양적크기 순인 육해공 순서처럼 육상이 가장 높고, 그 다음 해상, 그 다음 항공의 순으로 순서가 매겨질까? 아마 아닐 것이다.

삼면이 바다에 접해있어 그 만큼 바다와 관련한 생업종사자가 많을 터인데, 왜 해양관련 기상서비스는 피부에 와 닿지 않는 것일까? 그러면 서비스를 받는 쪽에서는 불만이 없는 것일까? 필자가 만나본 사람들에게 의하면 별로 불만도 없는 것 같아 보였다. 과학의 어려움을 너무 잘 이해해서든지, 기대의 수준이 높지 않아서인지, 아니면 나름대로의 익숙한 정보취득 방법 때문에 그럴 것이다. 원래 기대가 많지 않으면 실망도 크지 않은 법이다. 그러나 언제까지 그렇게 너그러워질 수 있을까? 주변의 많은 시스템이 스마트화 되는 것을 목격하고 경험하면서도

계속 너그러워질 수 있을까? 아마 아닐 것이다. 그러면 답이 명확하지 않은가. 빨리 스마트화해야 하고, 서비스의 양과 질을 획기적으로 점프시켜야 한다. 시간과 돈이 과감하게 투자되어야 하고 시급성을 가지고 정책이 추진되어야 한다. 수요자의 너그러움이 사라지기전에....

II. 해양기상서비스, 필요하고 중요한 서비스인가?

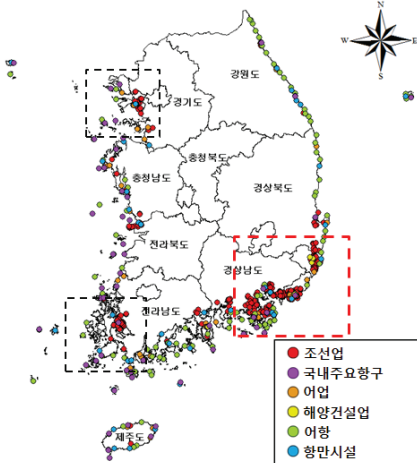
우리는 바다를 끼고 있는 국가이다. 이것은 땅만이 아니라 바다에도 우리의 주권이 있다는 것을 의미하고, 이 바다로 인해 내륙국가와 달리 엄청난 특혜를 가지고 있다는 것을 뜻한다. 1996년 배타적 경제수역법이 선포되면서 우리나라의 관할해역이 최대 200해리까지 확대되어 그 면적이 우리 영토의 약 4.5배에 달하게 되었다. 이것은 우리의 땅밖 넓은 우리의 해역에서 많은 우리 국민들이 생업에 종사하고 있음을 의미한다. 거창하게 동북아시아 해상 교역의 중심기지 운운을 하지 않더라도 어업, 양식업, 항만업, 조선업, 해양건설업, 연안여객업, 심지어 향후 폭발적으로 성장할 각종 해양레저산업까지 포함하면 연안산업 관계자는 이 루 헤아릴 수 없을 것이다.

산업측면에서 보면, 우리나라는 1960년대 이후 수출주도의 경제발전계획을 수립·시행하면서 대외무역에 용이한 바닷가 근처에 많은 항만과 조선을 비롯한 각종 산업단지가 건설되고 더불어 연안관련 산업도 점차 집중되어 왔다. 2012년 국내 1,000대 기업정보 중 내륙을 제외한 연안지역의 산업분포 현황을 보면, 우리나라의 부산, 울산, 거제를 중심으로 한 남해동부 연안이 가장 큰 집중성을 보이고 있고, 인천을 중심으로 한 서해중부와 목포를 중심으로 한 서해남부 연안지역이 뚜렷한 집중지역으로 나타났으며, 이 지역을 중심으로 주로 조선업, 항만시설, 항구·연안여객, 어항 등과 관련된 해양산업이 활발한 것으로 나타났다[그림 1].

이러한 해양산업의 발전으로 인해 많은 인구가 내륙에서 연안으로 집중하여 2006년 전국 인구기준 약 27%가 연안 시군구에 거주하고 있는 것으로 나타났으며(표 1), 연안지역의 면적 또한 전국 76개 시·군·구 면적대비 약 32%를 차지하고 있었다. 즉, 전 국민과 전 국토의 삼분의 일 가까이가 연안관련이라고 해석해도 무리가 없을 것이다.



[그림 1] 연안지역 산업분포 현황



<표 1> 연안지역 인구분포 현황

구분	전 체	연안 시군구	비율(%)
전국	48,886,000	12,977,714	26.5
부산	3,623,783	1,851,189	51.1
인천	2,608,485	1,699,472	65.2
울산	1,090,130	854,643	78.4
경기	10,801,023	1,977,757	18.3
강원	1,508,552	540,789	35.8
충남	1,965,345	801,682	40.8
전북	1,875,628	490,866	26.2
전남	1,956,326	1,623,318	83.0
경북	2,691,064	890,562	33.1
경남	3,165,077	1,688,690	53.4
제주	558,746	558,746	100.0

행정안전부, 2006

또한 우리나라의 연안지역은 태풍, 해일, 해수범람 등의 기상재해에 매우 취약한 지역이다. 2009년 해양경찰청 자료에 의하면, 우리나라 연근해에서는 매년 평균적으로 700~800건의 선박 충돌, 좌초, 침수 등 해양사고가 빈발하며, 이에 따른 인명피해(사망 및 실종)도 매년 100~200명 수준으로 매우 높은 편이라고 한다. 이러한 연안 기상재해로 인한 경제적 손실과 인명피해를 줄이고 보다 선진화된 해양경제활동을 도모하기 위해 관할해역에 대한 그들이 원하고 필요한 정보를 중심으로 구성한 해양기상서비스는 어떠한 가치를 가질까? 영토 이외에 그보다 훨씬 넓은 관할해역을 가진 국가로서, 연안중심으로 많은 지자체가 있고 연안 관련 산업이 집중된 나라로서, 그래서 국민의 삼분의 일이 어떤 형태든 연안과 연관되어 있다면, 그들이 원하는 시점에 그들의 눈높이를 맞춘 관련 기상서비스는 더 말할 나위 없이 필요하고 중요하다.

III. 해양기상서비스의 현황

현재 우리나라의 해양기상서비스는 기상청을 중심으로 지원되고 있다. 기상청 홈페이지 ‘바다날씨’에서는 우리나라 해상을 앞바다와 먼바다로 구분하여 날씨, 풍향, 풍속, 파고 등의 해양기상정보를 3일 및 7일 예보로 제공하고 있다. 주로 국내부이, 등표, 등대, 선박 및 위성 등의 시간별 관측 자료가 텍스트 형식으로 제공되며, 특정 지점을 선택할 경우에는 시계열 그래픽 형식으로도 표출된다(그림 2). 또한 해양기상예측시스템의 파랑모델, 폭풍해일모델, 해양순환모델을 이용하여 1일 2회 72시간 해양기상 예측정보를 제공하고 있다.

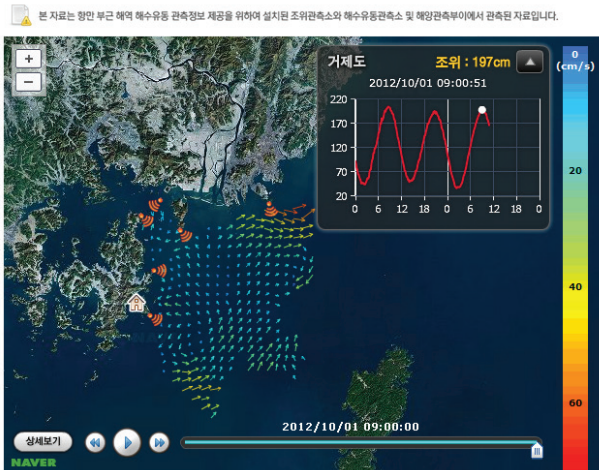


이 외에도 기상청 ‘바다날씨’는 국립수산과학원과 해양경찰청의 협조 하에 해양, 수산, 해운 분야의 종사자를 위하여 2009년 12월부터 매월 월말에 연근해 선박기상정보를 서비스하고 있다. 한편 국립수산과학원의 종합상황정보시스템은 바다를 해구(위경도 1/2도 간격)로 나누어 각 해구별 기상정보와 수온정보를 제공하고 있으며, 국립해양조사원은 KOOFS(Korea Ocean Observing Forecast System) 시스템을 통해 실시간 해양관측정보, 항만부근 해수 유동 관측정보, GIS 기반의 해양예측정보 등을 서비스하고 있다. [그림 3]은 KOOFS에서 제공하는 남동해안 주변의 해수유동 및 조위 정보를 나타낸다.

기상청에서 해양기상정보를 전달하는 방식으로는 131 ARS 서비스, 해양기상방송(We-Fax), SSB(Single Side Band) 전송 서비스 등이 있으며, 또한 해양기상정보 전달시스템을 구축하여 육상에 비해 취약한 해상의 기상정보를 음성방송, 문자서비스 및 트위터 등의 정보매체를 통



[그림 3] 국립해양조사원에서 제공하고 있는 남동해안 주변의 해양기상정보



해 신속하고 정확하게 제공하고 있다. 이 외에도 기상청은 지역별 최적의 해양기상서비스를 위해 다양한 시도를 하고 있다. 한 예로, 광주지방기상청은 2010년 여름철 방재기상대책의 하나로 호남지방의 리아스식 해안과 다도해를 다니는 90여 개의 항로를 대상으로 해상종사자들의 생활에 중요한 해양기상정보를 서비스하고 있다. 기존의 일률적인 정보제공과는 달리 지역 주민의 실생활에 직결되는 정보를 제공하

려는 차별성은 있지만, 여전히 공급자 중심의 기상정보시스템이고 전달방식에 있어서도 텍스트 중심의 단편정보만으로 구성되어 있는 단점이 있다.

우리나라 민간기상업체의 해양기상서비스 실태를 보면, 케이웨더는 포털사이트 파란(Paran)의 ‘항로기상’ 코너에서 각 항로별 날씨와 파고를 제공하고 있으며, SK 해운은 기상정보시스템 ‘Polaris’를 통해 정확한 항로기상을 예측함으로써 선박의 안전운항과, 연료소모의 절감, 악기상으로 인한 손실을 최소화 하고 있다. 이외에 STX 조선해양에서는 조선업에 초점을 맞추어 각 현장 및 사업장의 현재기상, 단기 및 일주일 기상예보, 기상특보(풍랑, 태풍) 등의 정보를 서비스하고 있다. 그러나 대부분 단순한 텍스트 및 그래픽 형식으로 제공하는 초기단계의 서비스체계이므로 더욱 다양하고 수요자가 필요로 하는 해양기상정보 콘텐츠 개발이 절실히 요구된다.

국의 해양선진국들의 경우를 보면, 미국 NOAA는 미해군과 협력하여 해양연안관리 등 다양한 프로그램을 실행하고 있는데 특정 연안지역의 상세한 해양예측정보를 웹사이트 nowCOAST에서 서비스하고 있다. 또한 nowCOAST는 미국 연안지역을 5km 간격의 격자로 상세하고 다양한 관측 및 예측정보를 사용자가 직접 선택하여 지도상에 표출하는 시스템을

운영 중이다. 이 외에도 NOAA에서는 ‘Marine Zone Forecast’를 통해 미국 연안지역(특히 오대호연안)의 해양기상 예측정보를 3시간마다 예보하고 있으며, ‘Marine Point Forecast’를 통해서 특정 연안지점에 대해 2.5km × 2.5km 해상도의 해양기상정보를 텍스트 형식으로 예보하고 있다. 질 높고 다양한 정보를 원하는 대로 선택할 수 있는 장점은 있으나, 수요자가 친숙하게 다가갈 수 있는 형태의 정보가 제공되어 진다고 보기는 어렵다.

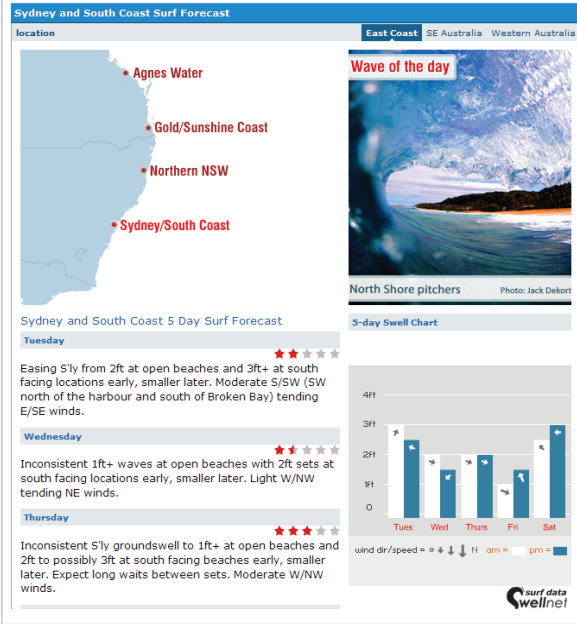
또 다른 해양선진국인 호주의 경우, 기상청, 해군, 연방과학원이 협력하여 수행한 BLUElink 프로젝트(2003~2007)를 통해 해양 및 기상시스템의 변화, 해양환경 및 안전, 해양순환 등에 관한 자료를 생산하고 있다. 특히 해양예측모델링 및 자료동화를 적용하여 생산된 해양기상 예측자료는 ‘OceanMAPS (Ocean Model and Analysis Prediction System)’ 시스템을 통해 호주 전 연안지역의 장·단기 해양예보와 상세 연안지역에 대해 3시간 또는 6시간 간격의 이미지 표출 및 단기예보를 하고 있다. 노르웨이의 경우는 기상청이 노르웨이 방송공사와 협력하여 ‘yr.no’ 서비스를 통해 해양기상정보를 제공하며, 특히 예측된 자료를 바탕으로 연안지역 어장예보와 해양레저 및 관광 등의 정보를 서비스한다. 일본 기상청도 다른 해양선진국들과 마찬가지로 다양한 해양기상정보를 이미지 또는 애니메이션 형식으로 제공하고 있는 등 주요 해양선진국들이 다양한 방법으로 각국의 환경적 특성에 맞는 해양기상서비스를 하고 있다.

또한 각국의 민간기상업체도 다양한 방식으로 해양기상서비스를 하고 있다. 미국의 Oceanweather는 전 세계의 해양기상 관측자료를 수집하고 수치모델을 이용한 예측정보를 1일 2회씩 10일 예보를 하고 있으며, 항로정보시스템인 VOSS(Vessel Optimization and Safety System)를 운영하여 선박의 안전운행에 관한 기본적인 정보제공은 물론 악천후로 인한 피해를 줄이기 위해 선박의 최고속도, 진로 등의 추천정보를 디지털 형식으로 제공하고 있다. 호주의 대표민간기상회사인 Weatherzone은 미국, 일본 등 각국의 다양한 해양기상관측 및 모델결과들을 수집하여 웹사이트와 방송을 통해 소비자에게 전달하고 있다. 더 나아가 해양레저 중 서핑과 관련된 해양기상정보(풍향, 파고높이 등)를 특정 연안지점까지 세분하여 1일 2회씩 5일 예보를 하고 있다(그림 4). 그밖에 아르헨티나, 뉴질랜드 등 여러 연안국들도 서핑은 물론 요트에 관련된 다양한 선진국형 레저정보를 제공하고 있다(그림 5).

이외 노르웨이의 민간기상서비스 StormGeo는 다양한 미디어 매체를 통해 전 지구 날씨정



[그림 4] 호주 Weatherzone에서 제공하는 동부연안의 서핑 예보

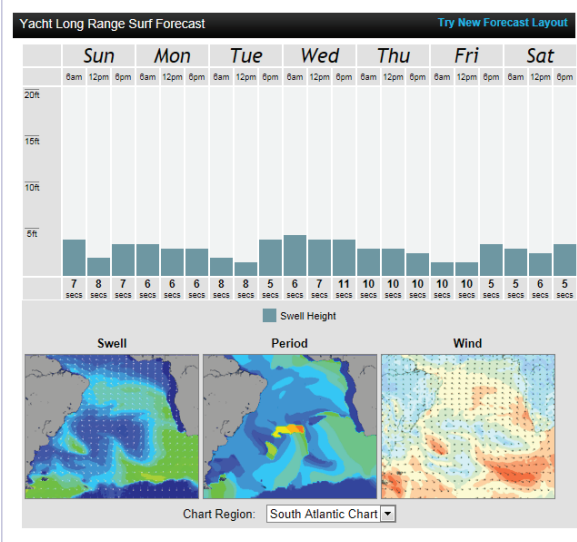


보와 해양기상정보를 표출하고, 해양기상의 관측과 예보, 그 적용방안에 대한 교육도 함께 서비스하고 있으며, 일본의 Weathernews는 선박운항관리를 위한 항해기상, 연안 및 해상작업 지원을 위한 해상기상, 어업 활동과 관련된 수산기상 등의 정보를 제공하고 있다. 이와 같이 여러 해양선진국의 국가기관 및 민간기상업체가 제각기 다양한 방식으로 해양기상정보를 제공하고 있지만, 수요자의 입장에서 필요한 정보를 직관적으로 알기에는 여전히 한계를 갖고 있어 이러한 인식 바탕하에 스마트시대에 맞는 맞춤형의 정보전달 및 서비스체계 구축이 향후 빠른 속도로 진행될 것 같다.

IV. 우리나라 해양기상서비스의 문제점

보다 정확하고 고도화된 해양기상정보를 서비스하기 위해서는 무엇보다 조밀한 관측망에 의한 육상과 해상의 관측자료가 뒷받침되어야 한다. 우리나라도 이러한 문제점을 인식하여 오랜 기간 동안 범국가적 관측망 확충사업에 많은 노력을 기울여왔다. 육상의 경우는 자동기상관측망(AWS) 및 실시간 레이더감시망 등 다양한 수단을 통해 상당한 수준의 관측망이 구축된 반면, 해양의 경우는 지속적인 노력에도 불구하고 지리적 특성과 관측의 어려움으로 인해 육상에 비해 절대적으로 미약하다. 심지어 육상예보관이 해양예보를 함께 생산하여 광역 해역위주의 정보를 발표하는 등 해

[그림 5] 아르헨티나 Magicseaweed에서 제공하는 요트 관련 예보

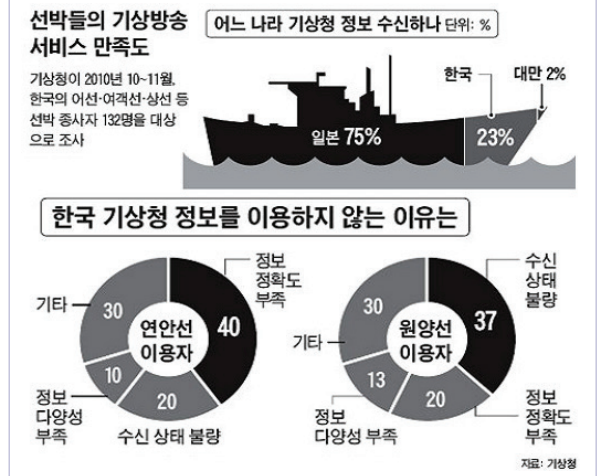


양기상예보의 전문인력 및 예보지원은 상당히 부족한 실정이다.

2010년 기상청이 실시한 해양산업 종사자들의 해양기상정보 활용현황 조사를 보면[그림 6], 국내 해양기상 예측시스템 및 정확도의 문제점이 확연하게 나타난다. 선원 및 선주 132명을 대상으로 한 설문조사 결과에서 99명이 일본의 영역기상방송을 수신한다고 응답, 한국 선박의 75%가 일본 기상청의 해양기상정보를 의존하고 있는 것으로 나타났다. 특히 원양어선의 경우에는 78%이상이 일본 기상청 정보를 받아보고 있는 것으로 조사되었다. 이러한 원인을 파악하기 위해 한국해양대학교 연구팀이 한국과 일본의 기상청에서 제공하는 팩스의 일기도를 비교·분석한 결과, 파도의 방향과 세기, 해빙정보, 기압의 이동방향과 속도 등의 정보에 있어 우리나라에서 제공하는 정보의 정확성과 수신상태가 뒤처지는 것으로 드러났다. 이 외에도 미국의 Point 예보 및 항로정보시스템(VOSS) 예측정보, 호주의 해양레저 정보 등 해양선진국에서의 해양기상정보 서비스에 비해 우리나라는 정보의 상세성과 다양성 측면에서 상대적으로 매우 열악한 상태이다.

따라서 우리나라는 수요자의 국외 해양기상정보의 의존도를 낮추고 보다 선진화된 해양경제활동을 도모하기 위하여 실제 수요자가 더욱 신뢰할 수 있는 해양기상서비스 시스템구축에 많은 시간과 투자가 필요할 것이다. 이를 위해 기존의 공급자 중심의 일률적이고 단편적인 정보제공에서 벗어나 수요자의 입장에서 최적화된 해양기상정보 제공 및 서비스 구축에 많은 노력을 기울여야 할 것이다. 아울러 해양선진국에서 제공하고 있는 서비스체계를 우리나라에 맞게 적절히 벤치마킹하여 현재의 해양기상서비스가 안고 있는 여러 문제점을 단계적으로 해결할 수 있는 방안을 강구해야 할 것이다.

[그림 6] 우리나라 선박들의 해양기상방송 서비스 만족도 (기상청, 2010)





V. 전략 및 정책 제언

기후변화로 인한 사회·경제적 손실이 증대됨에 따라 다양한 산업분야에 기상정보를 효율적으로 제공해야할 필요성이 점차 대두되고 있다. 이에 우리나라는 2010년 ‘기상산업진흥 기본계획’을 수립하여 기상정보의 활용 및 기상산업의 육성을 본격화시켜 왔다. 이 기본계획은 기상예보, 기상컨설팅, 기상장비 등의 기상산업 활동영역과 전문인력 양성, 연구개발 및 홍보 등의 지원영역을 망라한 종합계획으로써 중장기적인 기상산업 발전을 도모하기 위함이다. 그러나 이러한 한정된 연구개발 사업추진만으로는 최근 급증하고 있는 연안지역의 기상재해 및 해상사고 등으로 인한 피해와 손실을 최소화하고 다양한 해양산업 관련 종사자가 원하는 정보를 맞춤형으로 제공하는 데는 한계가 있다. 따라서 이러한 한계를 극복하기 위해서는 현재 보다 더욱 지역 특화되고 콘텐츠 다양화를 목표로 하는 발전전략 및 정책방향이 수립되어야 한다. 이와 관련된 구체적인 실행 가이드라인을 다음과 같이 제언한다.

첫째, 해양기상정보 서비스에 있어 기존의 공급자 중심에서 수요자 맞춤형의 정보를 제공하는 시스템 개발이 필요하다.

이를 위해서는 기존 정보체계가 얼마나 효율적으로 활용하고 있는지 세밀하게 조사·분석하고, 실제 수요자가 어떠한 정보를 원하는지 정확하게 파악하여 수요자 눈높이에 맞는 맞춤형 해양기상정보 콘텐츠를 개발해야 한다. 스마트화는 콘텐츠가 생명이다. 따라서 해양기상 서비스의 스마트화는 콘텐츠개발에서 그 답을 찾아야 한다. 해양기상정보를 필요로 하는 다양한 업종의 수요자를 만나본 결과, 현재 기상청에서 제공하고 있는 여러 정보들은 가독성의 불편함, 용어의 어려움, 불필요한 정보제공 등의 이유로 기상청 정보를 활용하지 않는다는 의견이 다수였다. 이러한 관점에서 보면 정확한 해양기상정보를 제공하기 위한 기술적 고도화도 중요하지만, 서비스 수요자의 입장에서 콘텐츠를 적극적으로 개발하는 것이 더 우선적이고 훨씬 효과적일 것이다.

둘째, 해양기상정보의 가치를 높이기 위해서는 관련 정보시스템의 일원화 및 체계화가 매우 중요하다.

현재 국내에서는 기상청, 국립수산물과학원, 국립해양조사원 등의 국가기관과 여러 민간기업체에서 다양한 방식으로 다양한 정보를 제공하고 있다. 이러한 해양기상정보의 분산 제공

및 중복은 수요자에게 큰 혼란과 불편을 야기하고 국가예산의 효율적 분배를 저하시키는 결과를 초래할 수 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하고 최적의 정보제공을 위해서는 다양한 정보지원시스템을 일원화하고 체계화할 필요가 있다.

셋째, 지역별로 특화된 해양기상정보 서비스 개발 및 구축이 필요하다.

연안은 바다와 육지가 만나는 공간으로 육지와 바다의 특성을 상호 공유하는 동시에 서로에 대하여 영향을 미치는 특수한 지역이다. 따라서 지역에 따라 필요로 하는 해양기상정보 또한 서로 다를 수 있다. 예를 들면, 해상교통이 집결하는 항만 및 협수로의 특정 지역에서는 해상교통적인 요인과 함께 안개로 인한 저시정 등 환경적인 요인으로 인해 선박사고가 자주 발생하게 된다. 이러한 지역에 대해서는 안개를 중심으로 상세한 관측자료와 고해상도의 예측정보를 특화하여 서비스할 수 있다면, 관련 종사자의 정보에 대한 이용가치를 높임은 물론, 해상조업의 안전과 해난재해의 예방 및 방재에 크게 기여할 것이다.

결론적으로, 우리나라의 해양기상 관측 및 예측기술은 최근 급속히 성장해 왔지만 성장속도에 비해 서비스의 수준은 여전히 답보상태에 놓여있는 것 같다. 따라서 해양기상서비스에 대한 시야를 고전적인 틀에 국한하지 말고 수요자의 입장에서 보다 적극적으로 콘텐츠를 개발하여야 하며, 관련 정보시스템을 일원화하고 체계화하면서 지역별로 특화된 서비스를 개발하는 방향으로 정책방향이 수립되어야 할 것이다. 현재의 공급자 중심의 해양기상정보 유통체계를 수요자 중심으로 전환하는 것만으로도 미래지향적 해양기상서비스 시대로의 새로운 패러다임을 여는 좋은 계기가 될 것이다.

스마트시대는 이미 우리에게 와있다. 골프가 어느덧 대중화 되었듯이 삶의 질을 추구하는 사람들의 욕구는 빠른 시간 내에 바다를 낀 다른 해양선진국처럼 요트나 서핑도 대중화시킬 것이다. 스마트시대가 사람들의 눈높이를 빠른 속도로 올라가게 할 것이고, 그에 따라 사회 모든 시스템이 그 눈높이에 맞추어야 할 것이다. 이제 해양기상서비스도 더 늦지 않게 스마트 시대에 대응할 수 있는 시스템으로 빨리 움직여야 한다. 늦은 만큼 바쁘게 더 파격적으로...



우승범 인하대학교 생명해양과학부 교수 sbwoo@inha.ac.kr

해양관측 소개

해양관측은 주로 물리적 관점에서의 자료를 얻기 위한 일반적인 방법과, 최근의 다양한 전자 제어 및 기계 기술을 이용하여 해양 및 기상관련 정보를 동시에 얻는 원격적인 방법으로 구분할 수 있다. 일반적인 해양관측은 다시 물리, 화학, 생물, 지질 분야의 관측으로 세분류 할 수 있는데, 이중에서 기상 분야와 가장 밀접한 관련을 맺고 있는 물리해양 분야는 주로 해수의 온도, 염분 그리고 조류, 조석, 파랑 및 해면변화를 관측하여 해양환경의 변화를 규명하는 것을 목적으로 한다. 원격 해양관측의 대표적인 분야는 해양-기상 분야로써 최근 이 분야의 관측 방법에 대한 많은 발전이 이루어져 왔다.

원격 해양관측 분야는 선진국에서 매우 활발히 적용되고 있으며, 이는 기상예보의 정확성을 위해 매우 필요한 부분이자, 해양 예보의 근간을 이룬다고 볼 수 있다. 특히, 일반 해양관측이 직접 해양에 장비를 설치하고 현장의 (in-situ) 자료를 직접적으로 취득하는 방법이 주를 이루는 것에 비해, 원격 해양관측은 원격으로 (remote) 해양 및 기상 분야의 자료를 얻을 수 있다는 점에서 큰 차이를 보인다. 원격으로 자료를 얻을 수 있다는 것은, 해양관련 자료를 상시적 및 안정적으로 자료를 구할 수 있음과 동시에 직접 해양에 접근을 하지 않아도 되므로 자료의 지속적 생산이 비교적 저렴한 가격으로 이루어 질 수 있다고 볼 수 있다. 따라서 자료동화에 기반한 해양 예보를 위해서는 이러한 방식의 원격 자료 획득이 필수적인 요소라고 할 수 있다.

본 고에서는 먼저 일반 해양관측에 대하여 간단히 언급하고, 다음으로 해양-기상 분야에 적용될 수 있는 원격 해양관측에 대한 부분을 좀 더 집중적으로 살펴보고자 한다.

일반 해양관측

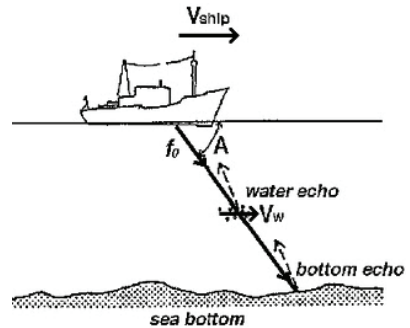
전통적 해양관측에는 해양관측선 등에 의한 선박에 의한 관측과 연안, 관측탑에서 부표 등을 이용한 관측 등이 있다. 이러한 관측의 공통적 특징은 모든 관측 장비가 관측대상과의 직접적인 물리적 접촉이 있어야만 가능하다는 점이다. 최근 음파나 레이저등을 이용한 센서 기술을 바탕으로 한 관측 장비가 많은 발전을 이루고 있는 것이 사실이나, 어디까지나 이러한 장비들이 해양에 장기간 안정적으로 계류 혹은 위치하여 해수에 직접적으로 닿아 있어야 한다는 특징을 갖는다.

이러한 관측 장비 중 가장 널리 사용되고 있는 두가지의 장비를 소개하면 다음과 같다.

1. 초음파식 유속계(ADCP: Acounter Doppler Current Profiler)

ADCP는 물 속으로 일정 주파수의 초음파를 전송하고, 부유하는 입자들에 의해 산란되어 돌아오는 방향을 수집, 도플러 효과(Doppler effect)를 이용하여 유속을 측정한다. 이 때 돌아오는 방향의 시차를 이용하여 수심에 따라 일정 깊이별로 정리하여 수심별 유속 분포를 만들어 내고 이를 이용하여 수심 평균한 유속을 계산한다. 관측 방법은 한 장소에 고정시켜서 장기간

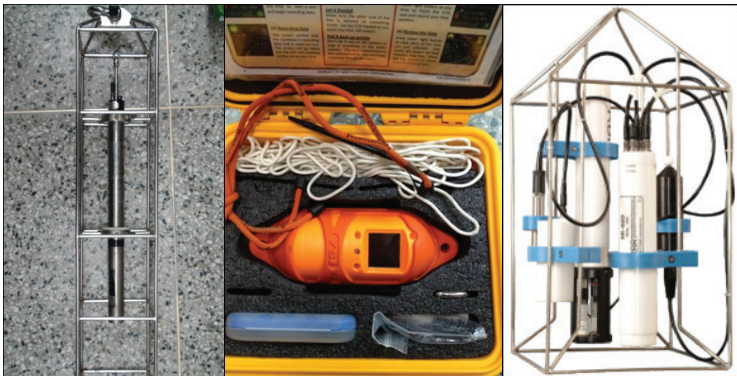
ADCP 관측방법(고정식, 이동식)



계류를 통해 관측하는 정점관측 (Eulerianian method)과 선박에 부착시켜 공간적으로 이동하면서 단면등의 공간적인 분포를 관측하는 정선관측(Lagrangian method)방법으로 나눌 수 있다. 정점 관측은 장기간의 자료를 획득할 수 있으나, 장비의 유실에 대한 위험성과 자료의 공간적 분포를 알 수 없다는 단점이 존재한다. 반면 정선관측은 선박에 직접 관측차가 동승하여 장비의 상태 여부를 조절하며 관측해야 하므로 장기간의 변화를 볼 수 없다는 한계가 존재한다.

2. 염분(Salinity), 수온(Temperature), 수심(Depth), 용존산소(Dissolved Oxygen)

CTD 의 종류(Seabird, YSI, RBR)



CTD는 해수의 수심별 온도, 전기 전도도 등의 수직구조를 측정하는 장비로 해양환경 및 생태계 등의 자료수집에 이용하며 전도도를 측정하여 염분을 구하고, 압력을 측정하여 수심을 구한다. CTD에 용존산소(DO)나 pH, 클로로필, 탁도를 측정하는 센서를 추가로 장착하여 사용하기도 한다. 이러한 관측 장비 역시 장비가 직접적으로 해수에 노출

되어야 하므로 관측자가 선박에 탑승하여 장비를 해양의 투입하는 절차가 필요하다.

수층의 변화를 알기 위해서는 반드시 이러한 장비의 도움이 필요하다는 점에서 이 장비에서

추출될 수 있는 정보의 중요성을 알 수 있다. 다음 절에 소개할 원격장비 계열은 주로 정보의 종류가 해양 표면에 대한 내용이 많으므로 해양을 총체적으로 이해하는 데에는 많은 한계가 있다.

원격 해양관측

원격 해양 관측은 관측대상과의 물리적인 접촉이 없이도 원거리에서 관측하는 것이 가능하다. 이러한 원격관측의 대표적인 종류는 인공위성과 해수면 레이더 (HF Radar) 라고 할 수 있다.

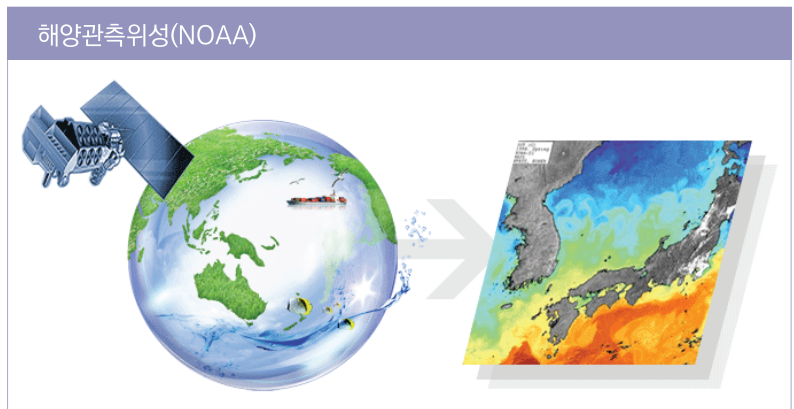
1. 인공위성

원격탐사(Remote Sensing)는 멀리 떨어져 있는 대상물을 물리적인 접촉 없이 관측하는 기술로서, 항공기, 인공위성 등에 탑재된 카메라나 스캐너를 이용하여 지표면, 해양, 대기 등으로부터 반사 또는 복사되어오는 전자파 에너지를 감지하여 그 물리적 성질을 측정·기록·분석함으로써 지표면, 해양, 대기의 환경 특성에 대한 정보를 알아내는 것을 말한다.

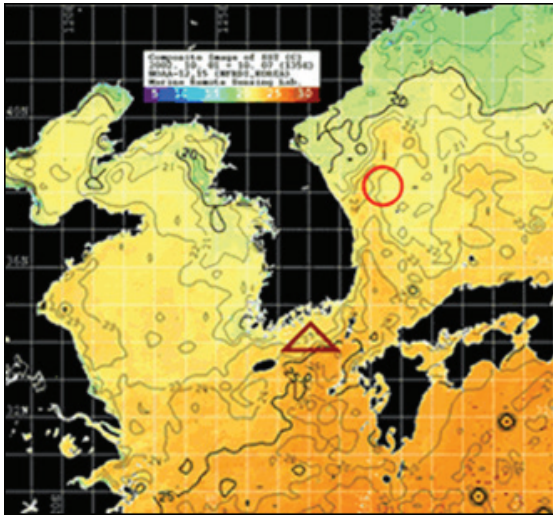
해양원격탐사(Marine Remote Sensing)는 해양을 주기적으로 관측한 위성영상 자료를 이용하여 해류 분포, 해수면온도 분포, 식물성플랑크톤 분포, 적조 감시, 부유물 분포, 해양오염, 해양기상, 냉수대 감시 등의 정보를 분석하는 기술을 말한다.

인공위성에 의한 원격탐사는 광범위한 해역의 해양수산정보를 반복적으로 획득하기에 용이하고 컴퓨터를 이용하여 손쉽게 분석할 수 있으며 분석된 정보를 시각적 형태로 제공해줌으로써 누구나 쉽게 이해할 수 있어 획기적인 해양환경탐사기법으로 각광받고 있다.

- 미국 해양대기청(NOAA)의 극궤도 위성으로 지상 약 850km 상공에서 양극지방을 회전하면서 기상을 관측
- 관측횟수 : 1일 4회(우리나라 상공을 지나갈 때)
- 관측범위 : 동서방향 2500km, 남북방향 5000km



NOAA 위성 AVHRR 자료를 이용한 동북아 해역 해수면 온도 분석 예



- 활용분야 : 시기별, 해역별 한국 연근해 수온(SST) 분포 파악, 수온전선대 위치 파악, 수온전선대 위치 파악 및 변동 연구
- 탑재센서 : AVHRR(Advanced Very High Resolution Radiometer : 5채널(가시광선1, 적외선4), 공간 해상도 1km
- TOVS(TIROS Operational Vertical Sounder) : 대기연직구조 탐측

2. 해수면 레이더 (HF-Radar)

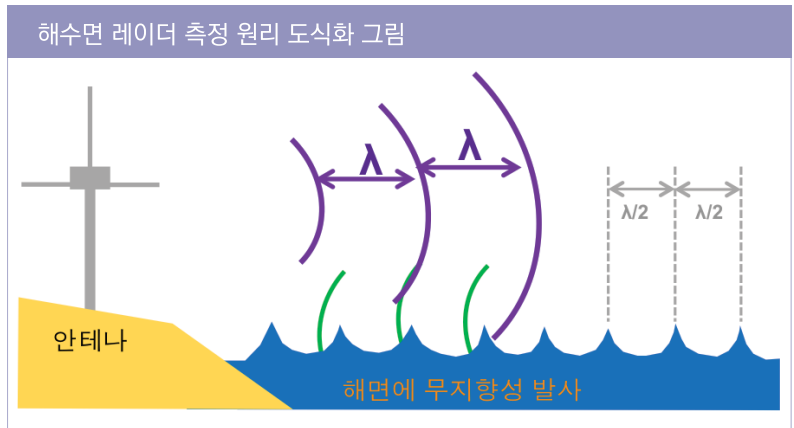
1) 해수면 레이더란?

1950년대에 해양에 전파를 발사하면 Bragg 효과에 의해 Sea Echo현상이 나타나는 사실을 발견한 이후 1960~70년대에 고주파를 이용하여 흐름과 파랑을 관측할 수 있다는 이론을 기반으로 미국 해양 대기 관리처(NOAA)와 스탠포드 대학이 공동으로 연구를 시작하여 이를 입증하였으며 1980년대 후반부터는 해수면 레이더 장비의 본격적인 상용화에 들어갔다.

현재는 전 세계적으로 많은 국가기관과 연구소 및 대학에서 해수면 레이더 장비를 이용하여 방재 및 연구목적으로 사용하고 있으며 국내에 처음 소개된 시기는 1990년대 초반에 미국의 해수면 레이더 장비 제작사와 한국해양과학기술원(구 한국해양연구원)이 공동으로 군산에서 장비 시연을 했을 때이다.

해수면 레이더는 5~45MHz범위의 고주파를 사용하고 있으며 관측 반경은 사용 주파수에 따라서 약 10km에서 220km까지 다양하다. 관측원리는 일정한 파장을 가지는 전파를 해양에 발사하면 Bragg 산란에 의해 송신전파 파장의 1/2에 해당하는 해파와 공명현상으로 반사가 일어나게 되며 반사된 신호는 해류에 의해 주파수 변이가 나타난다. 이렇게 수신된 신호를 두 부분으로 분석하여 표층흐름과 파랑정보를 추출하게 된다.

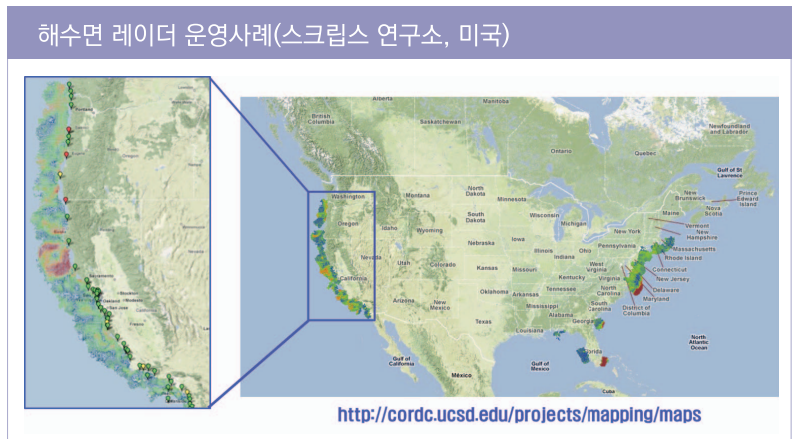
기존에는 해상에 유속계 및 파고계와 같은 관측 장비를 계류하거나 선박에 장착하는 방식으로 해양을 관측하였고 한 지점에서 관측한 정보를 이용하여 그 주변해역의 상황을 대표하여 판단하였다. 때로는 넓은 범위의 해상정보가 필요시 되는 경우가 발생하면 많은 비용을 투자하여 여러 지점을 관측하였고 이를 통해 공간적인 자료를 얻었다. 그러나 이렇게 설치한 장비는 기상악화 및 주변을 이동하는 선박들에 의해 장비파손 빈번하게 일어나며 이로 인하여 장기적인 자료획득에 어려움이 있었다. 반면, 육상에 설치하는 해수면 레이더 장비는 해상에 설치하여 파랑 및 유속을 관측하는 장비들에 비해서 유지보수가 쉽고 유실 및 파손의 우려가 현저하게 낮기 때문에 연속적인 자료획득이 가능하다. 또한 공간적으로 넓은 해역의 해상정보를 실시간으로 얻을 수 있어서 관측 해역의 정확한 상황을 알 수 있고 설치 및 유지보수가 간편하여 비용적인 부분에서 많은 절감을 가져올 수 있다.



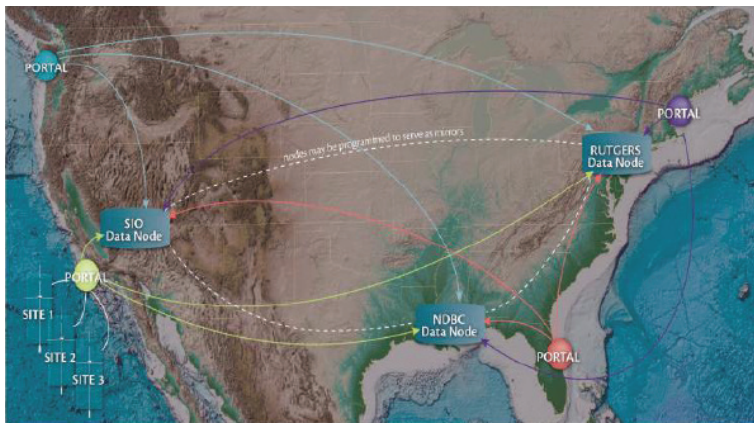
2) 해외 및 국내사례

① 해외

해수면 레이더의 중요성을 인식하여 현재 전 세계적으로 300곳 이상에서 레이더가 설치 운용 중에 있으며 그중 140곳 정도가 미국서부와 동부해안에 설치되어 있다. 또한 31곳의 대학 및 연구기관에서 참여하여 해수면 레이더를 관리하고 있으며 운영비 및 설치비는 미국 해양 대기 관리처에서 관할하여 예산을 집행하고 있다.



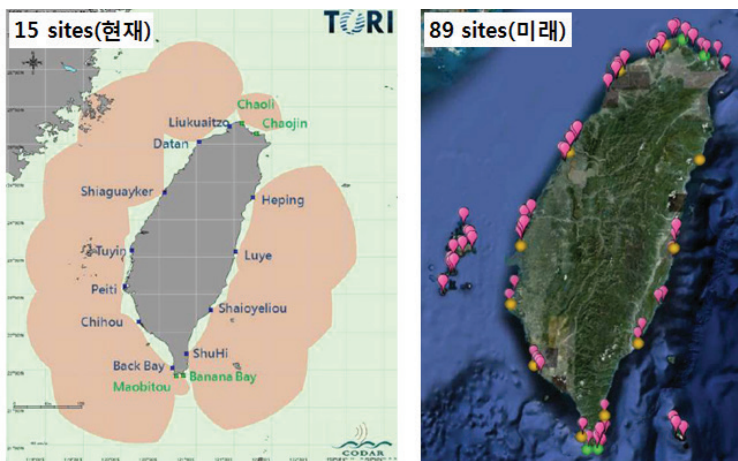
미국 해수면 레이더 운영관리 및 자료 흐름도



현재 미국은 체계적인 관리와 운영을 위해 해당대학에서 5개 내외의 레이더 사이트를 운영하고 있고 이를 다시 각 지역에 있는 연구소 및 주요 대학(Regional Portal)에서 총괄적으로 관리하고 있으며 최종 자료는 세 지역에 분산되어 있는 Data Node(SIO, Rutgers, NDBC)에 수집되어 진다. 각 지역 Data Node에 저장된 자료는 여러 대학 및 국가

기관에서 연구 및 공공의 목적으로 사용되어진다. 이렇게 체계적인 자료관리 및 운영을 통해서 자료의 연속성이 유지되고 있으며 특히 이러한 자료는 인명 구조 및 방재에 주로 사용하고 있다.

해수면 레이더 현재 설치위치 및 계획안(타이완)



현재 아시아 지역에는 거의 100여 곳에 해수면 레이더가 설치되어 있으며 타이완은 섬 전체를 이미 해수면 레이더로 설치하여 주변 해역의 흐름 및 파랑정보를 관측하고 있다. 또한 인도네시아 지역은 2004년 쓰나미 이후 현재 2곳에 설치되어 있는 해수면 레이더의 수를 100여 곳 이상으로 확대한다는 잠재적인 계획을 가지고 있다.

② 국내

국내는 2000년대 초반부터 몇몇 대학과 기관에서 연구목적으로 서해중부 및 동해연안에 설치하여 자체 운영하고 있고 기관에서는 선박의 안전 항해를 주목적으로 주요 항만 입구에 설치하여 표층흐름을 관측하여 홈페이지를 통해 대국민 서비스를 제공하고 있다. 2010년 이

후로 해수면 레이더의 중요성이 부각되면서 점차적으로 설치위치가 늘어나는 추세이며 체계적인 관리를 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 또한 금년에는 해수면 레이더 관련 국제 컨퍼런스(ORCA, Ocean Radar Conference for Asia)를 개최하여 세계 10개국 이상에서 약 50명 이상의 전문가들이 모여서 해수면 레이더 분야의 발전방향 및 현재 진행상황에 대해서 심도 있는 의견을 나누었다.

3) 활용방안

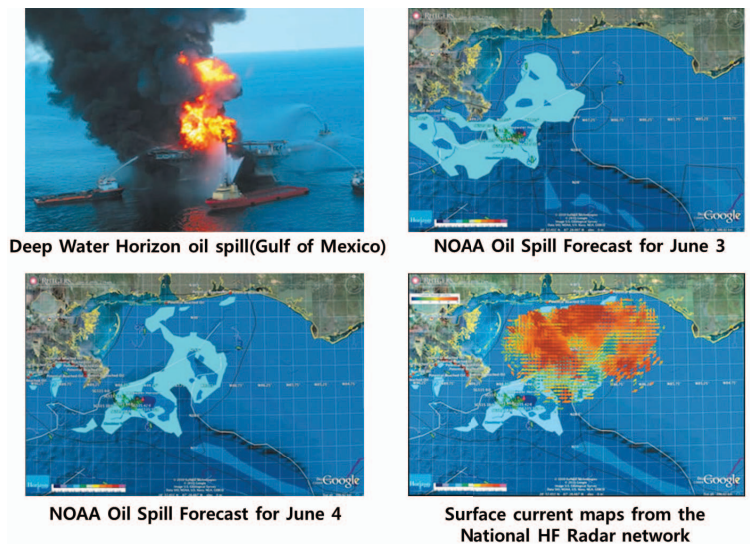
해수면 레이더를 이용하여 실시간으로 관측된 넓은 해역의 유속 및 파랑 자료는 많은 부분에서 활용이 가능하다. 최근 들어 해양을 이용한 물동량이 많아지면서 선박의 대형화와 대형 해난사고의 발생률이 높아짐으로 인하여 항만 및 주요 선박항로 주변을 레이더로 관측하여 해상에 항행하는 선박의 안전운항에 도움을 줄 수 있다.

또한 선박 좌초 및 충돌로 인해 발생할 수 있는 유류오염에 대해 빠른 대처와 방제가 가능하다. 2010년 멕시코 만에서 발생한 유류 유출 사고의 경우에는 미국 해양 대기 관리처의 모델결과와 해수면 레이더 관측 자료를 모델에 적용한 자료와 비교하였을 때 레이더 자료를 모델에 적용한 자료가 실제 인공위성에서 관측한 자료와 더 잘 일치하는 것으로 입증되었다. 이를 계기로 현재 미국 정부에서는 많은 예산을 투입하여

국내 해수면 레이더 설치위치 및 운영기관



멕시코만 유류유출 사고 당시 해수면 레이더의 역할



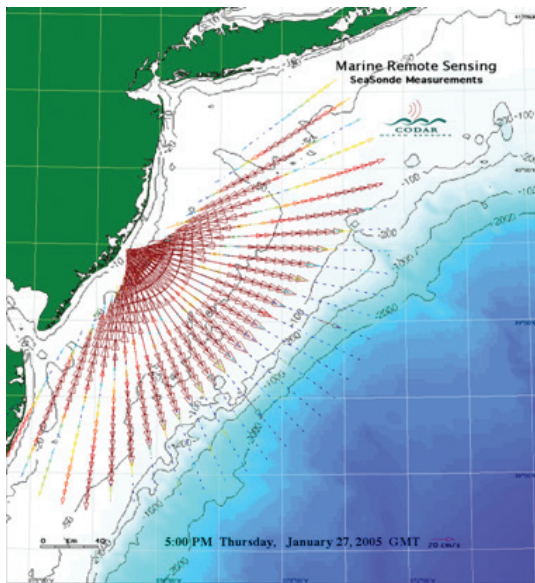
해수면 레이더의 활용 영역 예시



해수면 레이더의 효율적인 운영관리와 설치를 계획하고 있다.

최근에 해양 레저 활동의 증가로 인하여 우리나라에서도 주변해양의 조사 및 사고 대비가 절실히 요구되고 있다. 선박간의 충돌 및 여러 가지 상황으로 인하여 조난자 발생 시 사전에 관측 된 흐름자료를 이용하여 구조지역을 예측함으로써 수색에 많은 도움을 줄 수 있다. 또한 선박침몰에 따른 구난 시 그 해역의 흐름 및 파랑 정보를 이용하여 정확한 침몰 위치 및 안전한 선체 인양에도움을 줄 수 있다.

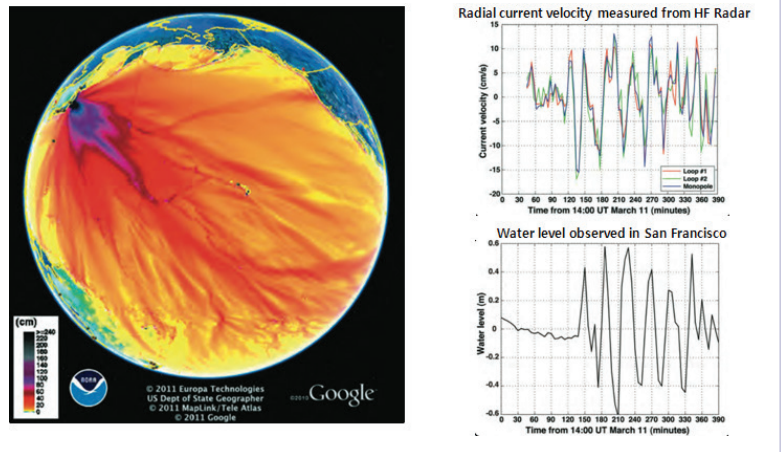
쓰나미 관측에 해수면 레이더 이용(Rutgers대학, 미국)



자연재해 중 쓰나미는 사람에게 가장 큰 인명 및 재산피해를 입히는 요인이다. 이러한 쓰나미는 훨씬 이전부터 발생하였으나 2004년 인도네시아 및 2011년 일본에 많은 피해를 입히면서 사람들에게 더욱 알려지는 계기가 되었으며 쓰나미 감지 및 피해를 최소화하기 위해 많은 나라에서 막대한 비용을 투자하고 있는 게 사실이다. 최근에는 해수면 레이더를 이용하여 파장이 긴 쓰나미를 감지한 결과들이 나오고 있으며 이를 보다 구체적이고 효율적으로 관측하기 위한 연구들이 계속 진행 중에 있다.

그 밖의 여름철 남해안에서 주로 발생하는 적조현상에 대한 효율적인 방재 및 공간적인 해류관측을 통해 영양분의 집중분포지역을 알아냄으로써 어민들의 어업활동에도 많은 기여를 할 수 있다.

2011년 3월 일본에서 발생한 쓰나미파를 미국서부에서 관측(샌프란시스코)



제4차 WMO/IOC 해양학 및 해양기상 합동기술위원회(JCOMM¹⁾) 총회



- I. 서론
- II. 제4차 JCOMM 개요
- III. 총회개최에 따른 시너지 효과
- IV. 맺음말

I. 서론

전세계적으로 해상에서 위험기상으로 인한 수많은 재해를 겪고, 해양기상정보의 중요성을 인식하면서부터 해양기상분야의 국제협력이 절실해졌고 그 첫걸음이 JCOMM의 시작이었다. JCOMM은 국제기상기구(WMO)와 정부간 해양학위원회(IOC)가 공동으로 설립한 해양학 및 해양기상 합동기술위원회이다. 기상청은 전라남도, 여수시와 함께 제3차 JCOMM 총회(모로코, '09. 11.4~11)에서 제4차 JCOMM 총회의 한국 개최를 유치하였다. 이번 4차 총회는 “살아있는 바다, 숨쉬는 연안”을 주제로 하는 여수해양엑스포와 연계하여 9일간('12.5.23~31) 전라남도 여수에서 개최되었다. 이번 총회에는 전 세계 54개국 회원국에서 해양기상 분야의 전문가로 구성된 정부 대표단 약 250여명 이상이 참가해 해양관련 재해 및 해양기상 서비스 등에 대한 각국의 활동을 보고하고 국제공동 대응전략을 마련하는 중요한 자리였다. 특히 최근 빈번하게 발생하는 해양기인성 기상재해 및 원전사고 등으로 지구환경에 대한 불안감이 높아진 가운데 'JCOMM과 함께 미래를 구하자(Save the Future with the JCOMM)'를 캐치프레이즈로 하여 국가간 공동대응방안을 마련하기 위한 자리였다.

1 : The Joint WMO/IOC Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology



이번 총회는 아이슬란드, 캐나다, 모로코에 이어 네 번째로 개최되었고 아시아에서는 처음이다. 역대 최대 규모인 54개국의 정부대표단을 비롯하여, WMO 사무총장, IOC 사무총장, IOC의 장, JCOMM 공동의장, 기상청장, EXPO2012 사무총장, 전라남도지사, 여수시장 등 국내인사를 포함, 각국의 대표 하는 해양기상 전문가들이 참가하였다. 해양재해에 대응한 국제기구(WMO, IOC)의 역할, 한국기상청의 기여 등을 설명하고 국제기구와의 협력에 집중함으로써 해양기상분야에 대한 높은 관심을 보였다. 또한 함께 열린 과학기술컨퍼런스, 해양기상 홍보전시관은 해양기상 국가 총회에 학술적, 산업적 의미를 더하였다.

II. 제4차 JCOMM 개요

JCOMM은 WMO와 IOC의 해양학 및 해양기상 합동기술위원회로서 관측, 데이터 관리, 서비스 및 예보 시스템 등 세 개의 프로그램 분야로 구성되어 있다. 전지구해양관측망 개발, 통합된 데이터 관리 시스템의 운영, WMO 및 IOC 회원국이 필요한 서비스 전달과 다른 국제기구 및 프로그램과의 협력 등을 목적으로 한다.

1. 제4차 JCOMM 총회 이슈&이슈

1) 관측 프로그램(OPA) 분야

데이터부이협력패널(DBCP), 선박관측팀(SOT) 등을 통하여 OPA²⁾의 해양관측시스템의 초기 목표가 62% 달성되었고, 표류부이 배치, Argo 플로트 프로그램, 관측지원선박 프로그램 등 세 부분에서는 그 초기 목표가 달성되었다. 그러나 최근 3년간 진척이 미진한 해양관측 기반 확충을 위해 i) WMO 및 IOC 회원국뿐만 아니라 해양 관측 커뮤니티와 산업 분야가 참여하는 포럼 촉진, ii) 관측시스템 분야 간 시너지 창출을 위한 시범 사업 개발, iii) 지속적인 역량 개발 활동, iv) 관측 및 데이터 관리 표준 및 모범 사례 촉진 및 문서화 등과 같은 방안이 제시되었다.

2) 데이터관리 프로그램 분야

2 OPA : Observation Programme Area : 관측 프로그램 분야

전세계 대기 및 해양 데이터의 효율적인 활용을 위하여 WMO와 IOC의 정보 시스템(WIS³), ODP⁴)간의 상호운용성 증진을 위한 권고가 채택되었다. ODP에 참여하는 IODE⁵ 센터와 기상 센터의 연결하기 위해 WIS와 긴밀히 협력하여 IODE ODP 프로젝트를 수행하고 데이터 및 산출물 수집/분배에 있어 WIS DCPCs⁶)와 NCs⁷) 네트워크를 최대한 이용하는 방안, ODP 운영 및 개발을 위한 지속적인 JCOMM의 지원 등이 권고에 포함된다.

3) 예보 및 서비스 프로그램 분야

최근 후쿠시마 원전사고와 관련하여 방사능 물질 방출과 같은 해양환경 문제가 초미의 관심사로 대두되면서 해양 환경사고 조치에 대한 JCOMM의 지원이 필수적임을 강조되었다. 극지역 해빙정보서비스의 강화, e-Navigation에 대한 지원 확대가 해양안전 확보를 위한 주요 과제로 다뤄졌다. 또한 해안 지역의 재해위험을 경감하기 위하여 지역단위의 시연 사업 추진, 사용자/지역별 요구사항 도출 방안 등이 논의되었다. 다양한 시간 규모의 지속적인 현업해양예보시스템 운영과 이에 대한 가이드선 제작은 향후 우선과제로 도출되었다.

4) JCOMM 공동의장 선거에서는 남아프리카공화국의 Mr. Johan STANDER이 기상분야의 의장으로 이탈리아의 Dr. Nadia PINARDI가 해양분야의 의장으로 선출되어 다음 총회까지 임무를 수행할 것이다.



프레스컨퍼런스('12.5.23)



개회식('12.5.23)

3 · WIS ; WMO Information System WMO 정보시스템

4 · ODP ; Ocean Data Portal 해양자료포털

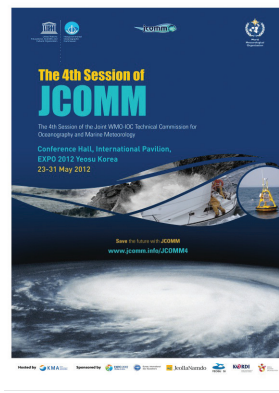
5 · IODE ; International Oceanographic Data & Information Exchange 국제 해양 데이터 및 정보 교환

6 · DCPC ; Data Collection and Production Centre 데이터 수집 및 생산 센터(WIS)

7 · NCs : National Centers 국가 센터(WIS)



JCOMM 총회 모습



총회 공식 포스터

2. 국가대표단 주요 활동

우리나라 정부대표단은 기상청 박관영 관측기반국장을 수석 대표로하여 유네스코한국위원회, 국립수산물학원, 국립해양조사원, 한국해양연구원 등 총 5개 기관의 13인으로 구성했다.

정부대표단은 아시아지역협의회의(RA II)를 대표하여 지명위원회의 위원으로, 개최국으로서 조정위원회 위원으로 선정되어 총회 전반에서 주요활동을 수행하였다. 데이터부이협력패널(DBCP⁸⁾) 훈련 워크숍 개최, 개도국 연안범람예보시연사업 추진 의사를 밝힘으로써 JCOMM 우선사항인 역량개발의 지원국으로 자리매김했다. 또한 현업 해양예보시스템 전문가팀과 파랑 및 연안재해 예보시스템 전문가팀의 전문가로 선출되어 다음 총회까지 관련 가이드스 제작에 기여할 것이다.

Ⅲ. 총회개최에 따른 시너지 효과

이번 총회에서는 과학기술컨퍼런스, 해양기상 홍보전시관 등 다채로운 행사가 함께 열려 정부대표단뿐만 아니라 학계와 산업계 전문가 참여를 도모하였고, 참가자들에게 제공된 환영/환송 만찬과, 관광 프로그램은 우리나라의 아름다운 문화유산과 자연유산을 알릴 수 있는 좋은 기회가 되었다.

8 DBCP : Data Buoy Cooperation Panel 데이터 부이 협력 패널

1. 과학기술 컨퍼런스(Scientific and Technical Conference)

총회와 연계한 과학기술 컨퍼런스('12.5.24~25)를 개최하여 국내외 석학과 전문가 간에 최근 연구동향에 대한 정보 공유와 담론의 장을 마련한 것도 의미 있는 성과이다. '한국기상청 해양 기상서비스의 사회경제적 효과'를 주제로 하는 기상선진화 추진단장의 기조강연을 시작으로 24 명의 구두발표가 이어졌다. 학계에서도 '기상청 현업 해양 관측 및 예측시스템', '부산 해운대 이 안류 예측시스템', '서해의 이상파랑 분석 및 모의' 등을 주제로 최근 이슈가 되고 있는 해양 관련 재해에 대한 연구를 발표하였다.



과학기술컨퍼런스('12.5.24)



해양기술홍보전시관('12.5.23~31)



환영만찬('12.5.23)



참가자 관광('12.5.26)

2. 해양기상기술 홍보 전시관

총회 전 기간에 걸쳐 해양기상기술 홍보 전시관을 운영하여 신개념의 해양기상인프라를 널리 알릴 수 있는 기회가 되었다. 한국기상청, JCOMM 해빙 전문가팀을 비롯하여 3개의 해양장



비업체가 참가하였다. 기상청의 해양기상정책관에서는 전 세계 최초의 해양기상음성방송과 디지털기상정보방송, 수요자 중심의 스마트정보 어플리케이션 등을 전시하여 많은 참가자들의 관심을 집중시켰다.

IV. 맺음말

이번 제4차 JCOMM 총회의 키워드는 ‘융합’이다. 2012여수세계박람회 조직위원회와 지자체(전라남도, 여수시)가 총회 예산확보를 위해 협력하였으며, 학·관·연의 총 14개 기관으로 구성된 국내조직위원회를 통해 조직적이고 체계적인 준비가 이루어졌다. 행사 내용면에서도 JCOMM 총회뿐만 아니라 과학기술 컨퍼런스, 해양기상 홍보전시관 등을 포함하는 ‘융합’ 지향적 구성으로 해양 각계 분야의 참여를 유도함으로써 시너지 효과를 높였다.

무엇보다 의미 있는 성과는 기후변화로 인한 해양재해와 쓰나미로 인한 원전사고, 유조선 침몰사고로부터의 원유의 확산과 같은 해양환경오염에 대응하기 위한 국가간 협력이 절실한 시점에 우리나라에서 공론의 장이 마련되었다는 것이다. 이번 JCOMM 총회에서 중요하게 다루었던 현업 해양예보시스템 개발, 해양자료관리 표준화, 능력배양 프로그램 등은 그동안 국내 해양관련기관의 협력체계가 잘 진행되지 못했으나 이번 총회를 계기로 기상청과 국내·외 협력기관의 공조를 통해 활발한 추진이 기대된다. JCOMM 전문가팀에 지속적인 참여를 통해 전세계 해양기상정책 수립에 핵심적인 역할을 함으로써 국내 유관기관, 학계, 연구계와 산업계의 중심에서 해양기상분야의 체계적인 협력을 선도할 것으로 기대한다.

향후, 우리나라는 기상청을 중심으로 JCOMM이 추진 중인 국제 공동프로젝트에 적극 참여하고, 해양기상분야를 선도하는 선진국의 하나로서 역할을 적극 수행할 것을 강조할 예정이다. 특히 기상청이 추진 중인 해양기상 관측·예측과 서비스에 JCOMM의 계획과 접목할 수 있는 선도적 방안을 마련하며, 개발도상국에 대한 적극적인 해양기상기술을 지원하는 등 국제사회에서 대한민국의 국가브랜드 이미지를 향상시키고 해양기상영토를 넓히기 위한 다각적인 노력을 기울일 계획이다.

기상기술정책지 발간 목록

창간호, 제1권 제1호(통권 창간호), 2008년 3월

칼 럼	·기후변화 대응을 위한 기상청의 역할	권원태	3-11
정책초점	·기후변화감시 발전 방향	김진석	12-18
	·미국의 기상위성 개발현황과 향후전망	안명환	19-38
	·기상산업의 위상과 성장가능성	김준모	39-45
	·최적 일사 관측망 구축방안	이규태	46-57
	·국가기상기술로드맵 수립의 배경과 의의	김백조, 김경립	58-61
논 단	·A New Generation of Heat Health Warning Systems for Seoul and Other Major Korean Cities	L.S. Kalkstein, S.C. Sheridan, Y.C. Au	62-68
해외기술동향	·프랑스의 에어로솔 기후효과 관측 기술	김상우	69-79
	·일본의 우주기상 기술	김지영, 신승숙	80-84

기상산업의 현황과 전략, 제1권 제2호(통권 제2호), 2008년 6월

칼 럼	·기후변화시대, 기상산업 발전상	봉종현	1-3
정책초점	·기상산업의 중요성과 전략적 위치	이중우	5-13
	·기후변화가 산업에 미치는 경제적 영향과 적응대책	한기주	14-22
	·기후경제학의 대두와 대응 전략	임상수	23-33
	·기후변화와 신재생에너지 산업	구영덕	34-45
	·기상산업 육성을 위한 정책대안 모색	김준모, 이기식	46-54
	·미국 남동부의 응용기상산업 현황	임영권	55-64
	·최근 황사의 특성 및 산업에 미치는 영향	김지영	65-70
	·A brief introduction to the European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research (COST)	Radan Huth	71-81
논 단	·우주환경의 현황과 전망	안병호	82-92
해외기술동향	·유럽의 기후변화 시나리오 불확실성 평가 : EU(유럽연합) 기후변화 프로젝트를 중심으로	임은순	93-103
	·미국 NOAA의 지구 감시 현황	전영신	104-107

항공기 관측과 활용, 제1권 제3호(통권 제3호), 2008년 9월

칼 럼	·기상 관측 · 연구용 항공기 도입과 활용	정순갑	1-4
정책초점	·무인항공기 개발 현황 및 응용 방안	오수훈, 구삼옥	6-18
	·해외 기상관측용 항공기 운영 및 활용 실태	김금란, 장기호	19-34
	·항공기를 이용한 대기물리 관측 체계 수립 방안	오성남	35-45
	·효과적인 항공기 유지 관리 방안	김영철	46-56
	·공군에서의 항공관측 현황과 전망	김종석	57-66
	·항공기를 이용한 대기환경 감시	김정수	67-74
	·항공/위성 정보를 활용한 재해 피해 조사	최우정, 심재현	75-84
	·유/무인항공기를 이용한 기후변화 감시	윤순창, 김지영	85-93
해외기술동향	·미국의 첨단 기상관측 항공기(HIAPER) 운영 현황	김지영, 박소연	94-99
	·미국의 탄소 추적자 시스템 개발 현황 및 전략	조천호	100-108
	·미국의 우주기상 예보와 발전 방향	곽영실	109-117
뉴스 포커스	·한국, IPCC 부의장국에 진출	허 은	118-119

기상기술정책지 발간 목록

전지구관측시스템 구축과 활용, 제1권 제4호(통권 제4호), 2008년 12월

칼 럼	· 전지구관측시스템(GEOSS) 구축과 이행의 중요성	정순갑	1-4
정책초점	· GEO/GEOSS 현황과 추진 계획	엄원근	6-21
	· GEOSS 구축을 위한 전략적 접근 방안	김병수	22-31
	· GEO 집행위원회에서의 리더십 강화 방안	허 은	32-39
	· 국내의 분야별 GEOSS 구축과 발전 방안	신동철	40-41
	- 재해 분야	박덕근	42-44
	- 보건 분야	이희일	45-47
	- 에너지자원 분야	황재홍, 이사로	48-50
	- 기상 및 기후 분야	이병렬	51-53
	- 수문 및 수자원 분야	조효섭	54-56
	- 생태계와 생물다양성 분야	장임석	57-58
	- 농업 분야	이정택	59-62
	- 해양 분야	김태동	63-67
	- 우주 분야	김용승, 박종욱	68-71
논 단	· Taking GEOSS to the nest level	José Achache	72-75
해외기술동향	· GEOSS 공동 인프라(GCI) 구축 동향	강용성	76-83
	· 최근 주요 선진국의 GEO 구축 현황	이경미	84-95
뉴스 포커스	· 한국, GEO 집행 이사국 진출	이용섭	96-97

기상장비의 녹색산업화 전략, 제2권 제1호(통권 제5호), 2009년 3월

칼 럼	· 녹색산업으로서의 기상장비 산업 육성 정책 방향	전병성	1-2
정책초점	· 기상장비의 산업여건과 국산화 전략	김상조	4-13
	· 기상장비 수출 산업화를 위한 성공전략	이종국	14-21
	· 기상레이더 국산화 추진 방안	장기호, 석미경, 김정희	22-29
	· 기상레이더의 상용화 현황과 육성 방안	조성주	30-41
	· 기상장비의 시장성 확보 전략 및 방향	이부용	42-51
논 단	· 외국의 기상레이더 개발 동향과 제언	이규원	52-72
해외기술동향	· 유럽의 기상장비 산업 현황: 핀란드 바이살라를 중심으로	방기석	73-80
	· 세계의 기상장비 및 신기술 동향	김지영, 박소연	81-89

기후변화와 수문기상, 제2권 제2호(통권 제6호), 2009년 6월

칼 럼	· 기후변화에 따른 수문기상 정책 방향	전병성	1-2
정책초점	· 기후변화와 물환경정책	김영훈	4-15
	· 기후변화에 따른 물 관리 정책 방향	노재화	16-27
	· 기후변화에 따른 하천 설계빈도의 적정성 고찰	김문모, 정창삼, 여운광, 심재현	28-37
	· 수문기상정보를 활용한 확률강우량 산정 방안	문영일, 오태석	38-50
	· 수문기상학적 기후변화 추세	강부식	51-64
	· 기상정보 활용을 통한 미래의 물관리 정책	배덕호	65-77
	· 이상가뭄에 대응한 댐 운영 방안	차기욱	78-89
논 단	· 기후변화의 불확실성 해소를 위한 대응방안	양용석	90-110
해외기술동향	· 미국의 기상-수자원 연계기술 동향	정창삼	111-121
	· NOAA의 수문기상 서비스 및 연구개발 현황	김지영 · 박소연	122-131
	· 제5차 세계 물포럼(World Water Forum) 참관기	김용상	132-140

기상기술정책지 발간 목록

기상 · 기후변화와 경제, 제2권 제3호(통권 제7호), 2009년 9월

칼 럼	· 기상정보의 경제적 가치 제고를 위한 정책 방향	전병성	1-2
정책초점	· 기후변화에 따른 에너지정책	박현중	4-18
	· 기후변화 대응이 경제에 미치는 영향	박중현	19-29
	· 기후변화가 농업경제에 미치는 영향	김창길	30-42
	· 기상 재난에 따른 경제적 비용 손실 추정	김정인	43-52
	· 기상산업 활성화와 과제	이만기	53-59
	· 날씨 경영과 기상산업 활성화를 위한 정책 제언	김동식	60-69
논 단	· 기후변화와 새로운 시장	이명균	70-78
해외기술동향	· 기상정보의 사회 · 경제적 가치와 편익 추정	김지영	79-85
	· 강수의 경제적 가치 평가 방법론	유승훈	86-96
뉴스 포커스	· 기상정보의 경제적 가치 평가 워크숍 개최 후기	이영곤	97-103

날씨 · 기후 공감, 제2권 제4호(통권 제8호), 2009년 12월

칼 럼	· 날씨공감포럼의 의의와 발전방향	전병성	1-2
정책초점	· [건강] 지구온난화가 건강에 미치는 영향	고상백	4-19
	· [해양] 기후변화에 있어서 해양의 중요성과 정책방향	이재학	20-29
	· [산림] 기후변화에 따른 산림의 영향과 정책방안	차두송	30-41
	· [관광] 기후변화 시대의 관광 활성화 정책방향	김익근	42-50
	· [도시기후] 대구의 도시 기후 및 열 환경 특성	조명희, 조원원, 김성재	51-60
	· [에너지] 태양에너지 소개와 보급의 필요성	김정배	61-72
	· [디자인] 생활디자인과 기후 · 기상과의 연계방안	김명주	73-88
논 단	· 국민과의 ‘소통’ - 어떻게 할 것인가?	김연중	89-97
뉴스 포커스	· 날씨공감포럼 발전을 위한 정책 워크숍 개최 후기	김정윤	98-101

기후변화와 산업, 제3권 제1호(통권 제9호), 2010년 3월

칼 럼	· 기후변화에 따른 기상산업의 성장가능성과 육성정책	박광준	1-2
정책초점	· 기상이변의 경제학	이지훈	4-11
	· 기후변화 영향의 경제적 평가에 관한 소고	한기주	12-21
	· 기후변화 정책에 따른 산업계 영향 및 제언	이종인	22-32
	· 기후변화예측 관련 기술 동향 및 정책 방향	이상현, 정상기, 이상훈	33-45
	· 기후변화와 건설 산업	강운산	46-56
	· 코펜하겐 어코드와 탄소시장	노종환	57-66
	· 기후변화, 환경산업 그리고 환경경영	이서원	67-77
	· 이산화탄소(CO ₂) 저감기술 개발동향: DME 제조기술	조원준	78-84
논 단	· 기후변화와 정보통신 산업의 상관관계: 그린 IT를 중심으로	양용석	85-99
	· 기후변화 대응을 위한 산업계 및 소비자의 책임	김창섭	100-109
뉴스 포커스	· 기후변화미래포럼 개최 후기	김정윤	110-115

기상기술정책지 발간 목록

국가 기후정보 제공 및 활용 방안, 제3권 제2호(통권 제10호), 2010년 6월			
칼 럼	· 국가기후자료 관리의 중요성	켄 크로포드	1-2
정책초점	· 기후변화통합영향평가에 대한 국가기후정보의 역할	전성우	4-11
	· 친환경 도시 관리를 위한 기후 정보 구축 방안	권영아	12-22
	· 기상정보의 농업적 활용과 전망	심교문	23-32
	· 기상자료 활용에 의한 산불위험예보 실시간 웹서비스	원명수	33-45
	· 경기도의 기상 · 기후정보 활용	김동영	46-57
	· 국가기본풍속지도의 필요성	권순덕	58-62
	· 국가기후자료센터 구축과 기상산업 활성화	김병선	63-74
	· 국가기후자료센터 설립과 민간의 역할 분담	나성준	75-83
	· 가치있는 기후정보	김윤태, 정도준	84-99
논 단	· 기상청 기후자료 활용 증대 방안에 관한 제언	최영은	100-110
뉴스 포커스	· 국가기후자료센터의 역할	임용한	111-119
장기예보 정보의 사회경제적 가치와 활용, 제3권 제3호(통권 제11호), 2010년 9월			
칼 럼	· 장기예보 투자 확대해야	박정규	1-2
정책초점	· 전력계통 운영 분야의 기상정보 활용	정응수	4-15
	· 기상 장기예보에 대한 소고	박창선	16-23
	· 패션머천다이징과 패션마케팅에서 기상 예보 정보의 활용	손미영	24-33
	· 장기예보의 사회 · 경제적 가치와 서비스 활성화 방안	김동식	34-43
	· 기상 장기예보의 농업적 가치와 활용	한점화	44-53
	· 장기예보 정보의 물관리 이수(利水) 측면에서의 가치와 활용	우수민, 김태국	54-64
	· 기상예보와 재해관리	박종윤, 신영섭	65-81
	· 장기예보 업무의 과거, 현재, 그리고 미래	김지영, 이현수	82-89
해외기술동향	· 영국기상청(Met Office) 해들리센터(Hadley Centre)의 기후 및 기후 영향에 관한 서비스 현황	조경숙	90-101
	· WMO 장기예보 다중모델 앙상블 선도센터(WMO LC-LRFMME)	윤원태	102-106
뉴스 포커스	· 영국기상청과의 계절예측시스템 공동 운영 협정 체결	이예숙	107-109
사회가 요구하는 미래기상서비스의 모습, 제3권 제4호(통권 제12호), 2010년 12월			
칼 럼	· 시대의 요구에 부응하는 기상 · 기후서비스	권원태	1-3
정책초점	· 기상학의 역사	윤일희	6-16
	· 지질학에서 본 기후변동의 과거, 현재, 그리고 미래	이용일	17-29
	· 예보기술의 성장 촉진을 위한 광각렌즈	변희룡	30-44
	· 전쟁과 기상	반기성	45-55
	· 날씨와 선거	유현중	56-64
	· 기후변화와 문학	신문수	65-74
	· 기후변화와 문화 I (문명의 시작과 유럽문명을 중심으로)	오성남	75-87
	· 비타민 D의 새로운 조명	김상완	88-96
	· G20서울정상회담과 경호기상정보 생산을 위한 기상청의 역할	이선제	97-105
	· 기상정보의 축적과 유통 활성화를 통한 국부 창출	김영신	106-115
논 단	· 날씨의 심리학	최창호	116-122
해외기술동향	기상정보의 사회 · 경제적 평가에 관한 해외동향	김정윤, 김인겸	123-130

기상기술정책지 발간 목록

신규 시장 창출을 통한 기상산업 육성 방안, 제4권 제1호(통권 제13호), 2011년 6월

발 간 사	· G20 국가에 걸맞는 기상산업 발전 방향	조석준	1-3
칼 럼	· 대학과 공공연구소의 기상기술 이전 활성화 및 사업화 촉진을 위한 기술이전센터(TLO) 발전 방안	박종복	4-13
	· 새로운 기상산업 시장창출과 연계된 금융시장 활성화에 대한 소고 - 보험산업의 입장에서	조재린, 황진태	14-23
정책초점	· 신규 기상시장 창출을 통한 기상산업 육성 방안 연구	국립기상연구소 정책연구과	26-63

도시기상관측 선진화방안, 제4권 제2호(통권 제14호), 2011년 12월

발 간 사	· 도시기상 선진화, 미래의 약속입니다.	조석준	1-3
칼 럼	· 도시기후 연구의 과거, 현재, 미래	최광용	6-18
	· 기후변화로 인한 도시 재해기상의 특성 변화 및 기상관측 선진화 방안	박민규, 이석민	19-30
	· 도시열섬의 환경평가와 도시기상관측시스템 구축방안	김해동	31-42
	· 수치모델을 이용한 도시기상 연구의 현재와 한계	이순환	43-50
	· 도시 기상 관측 연구 현황	박영산	51-62
정책초점	· 도시기상 관측 선진화 방안 연구	이영곤	64-73

「원격탐측기술(레이더, 위성, 고층) 융합정책 실용화 방안」, 제5권 제1호(통권 제15호), 2012년 6월

칼 럼	· 원격탐측의 융합정책과 기상자원 가치 확산	Kenneth Crawford	3-8
정책초점	· 레이더-위성 융합 강수정보 생산 기술	신동빈	10-18
	· 위성과 첨단기술 융합을 통한 미래 기상서비스 발전 방향	은종원	19-27
	· 라이더 관측기술 활용 방안	김덕현	28-41
	· 위성기술을 이용한 수문분야의 융합 정책	배덕효, 이병주	42-53
	· 위성자료의 해양 환경감시 활용	황재동	54-65
논 단	· 우리나라의 융합기술발전 정책 방향	이상현	66-72
해외기술동향	· 일본의 원격탐사 활용 및 융합정책	윤보열, 장희욱, 임호숙	73-85
포 커 스	· 레이더 융합행정 포럼 : 레이더운영과	송원화	86-93

「해양기상서비스의 현황 및 전망」, 제5권 제2호(통권 제16호), 2012년 12월

칼 럼	· 해양기상서비스의 의미 및 가치 확산	박관영	3-7
정책초점	· 해양기상 융합서비스의 필요성	김민수	10-20
	· 수자원 변동에 따른 해양기상서비스의 강화	김희용	21-29
	· 해양기상정보 관리의 선진화 방안	정일영	30-39
	· 해양기상 · 기후변화 대응을 위한 정책제언	양홍근	40-47
	· 해양기상서비스 현황과 정책 방향	김유근	48-57
해외기술동향	· 선진 해양기상기술 동향	우승범	58-67
포 커 스	· 제4차 WMO/IOC 해양학 및 해양기상 합동기술위원회(JCOMM) 총회	해양기상과	68-73

『기상기술정책』 투고 안내

투고방법

1. 본 정책지는 기상기술 분야와 관련된 정책적 이슈나 최신 기술정보 동향을 다룬 글을 게재하며, 다른 간행물이나 단행본에서 발표되지 않은 것이어야 한다.
2. 원고의 특성에 따라 다음과 같은 5종류로 분류된다.
(1) 칼럼 (2) 정책초점 (3) 논단 (4) 해외기술동향 (5) 뉴스 포커스
3. 본 정책지는 연 2회(6월, 12월) 발간되며, 원고는 수시로 접수한다.
4. 원고를 투고할 때는 투고신청서, 인쇄된 원고 2부, 그림과 표를 포함한 원본의 내용이 담긴 파일(hwp 또는 doc)을 제출하며, 일단 제출된 원고는 반환하지 않는다. 원고접수는 E-mail을 통해서도 가능하다.

원고심사

1. 원고는 편집위원회의 검토를 통하여 게재여부를 결정한다.

원고작성 요령

1. 원고의 분량은 A4용지 10매 내외(단, 칼럼은 A4용지 3~5매 분량)로 다음의 양식에 따라 작성한다.
 - 1) 워드프로세서는 ‘아래한글’ 또는 ‘MS Word’ 사용
 - 2) 글꼴 : 신명조, 글자크기 : 본문 11pt, 표·그림 10pt
 - 3) 줄간격 : 160%
2. 원고는 국문 또는 영문으로 작성하되, 인명, 지명, 잡지명과 같이 어의가 혼동되기 쉬운 명칭은 영문 또는 한자를 혼용할 수 있다. 학술용어 및 물질명은 가능한 한 국문으로 표기한 후, 영문 또는 한문으로 삽입하여 표기한다. 숫자 및 단위의 표기는 SI규정에 따르며, 복합단위의 경우는 윗 첨자로 표시한다.
3. 원고 첫 페이지에 제목, 저자명, 소속, 직위, E-mail등을 명기하고, 저자가 다수일 경우 제1저자를 맨 위에 기입하고, 나머지 저자는 그 아래에 순서대로 표시한다.
4. 원고의 제창을 나타내는 단락의 기호체계는 I, 1, 1), (1), ①의 순서를 따른다.
5. 표와 그림은 본문의 삽입위치에 기재한다. 표와 그림의 제목은 각각 원고 전편을 통하여 일련번호를 매겨 그림은 아래쪽, 표는 위쪽에 표기하며, 자료의 출처는 아랫부분에 밝힌다.
예) [표 1] [표 2]...[그림 1] [그림 2]
6. 참고문헌
 - 1) 참고문헌 표기 양식
 - 참고문헌(reference)은 본문의 말미에 첨부하되 국내문헌(가나다 순), 외국문헌(알파벳 순)의 순서로 정리한다.
 - 저자가 3인 이상일 경우, ‘등’ 또는 ‘et al.’을 사용한다.
 - 제1 저자가 반복되는 경우 밑줄(_)로 표시하여 작성한다.
 - 2) 참고문헌 작성 양식
 - 단행본 : 저자, 출판년도: 서명(영문은 이탤릭체). 출판사, 총 페이지 수.
 - 학술논문 : 저자, 출판년도: 논문명. 게재지(영문은 이탤릭체), 권(호), 수록면.
 - 학술회의(또는 세미나) 발표논문 : 저자, 발표년도: 논문명, 프로시딩명(영문은 이탤릭체), 수록면.
 - 인터넷자료 : 웹 페이지 주소

METEOROLOGICAL TECHNOLOGY & POLICY

An abstract graphic consisting of several overlapping, flowing, wavy bands in shades of light blue and white, creating a sense of movement and depth across the page.

Volume 5, Number 2

61, Yeouidaebang-ro 16-gil, Dongjak-gu, Seoul, 156-720, Korea
TEL. 070-7850-6557 | FAX. 02)849-0668
<http://www.kma.go.kr>