

선박사고 기인 해양재난 피해축소를 위한 해양과학기술 개발수요 도출

장덕희 · 강길모

Abstract

The purpose of this study is to derive the demands to develop marine science technology to reduce damage of disasters caused by boating accidents. This study analyzed the press release to identify the factors of damages that can result from boating accidents and derive the demands for technology development to approach from the perspective of marine science technology to avoid the elements of damage.

For this purpose, this study analyzed the contents of about 77,000 articles posted for a month after the tragedy of the Sewol (April 16 – May 15) to derive the keywords and used SNA for the network analysis of each keyword. The findings of the analysis showed that there were five networks and each network consisted of different aspects of technology development to prepare for the marine disasters. Based on these findings, this study derived the demands for technology development from the perspective of marine science technology required to prepare for the possible marine disasters caused by vessels in the future.

Key words: Marine Science Technology, Boat Accidents, SNA, Sewol, News contents analysis

I. 서론

이 연구의 목적은 ‘선박사고 기인 해양재난(이하 선박사고)’ 피해축소를 위한 해양과학 기술개발수요를 도출하는 데 있다. 이 연구에서는 2014년 4월 16일 진도 해상에서 발생한 세월호 참사(이하 세월호 사례)에 대한 대응과정을 분석함으로써, 향후 유사상황 발생 시 이에 효과적으로 대응하기 위해서 필요한 과학기술적 측면에서의 연구개발 수요를 도출한다. 세월호 사례가 중요한 것은 동 사고의 발생과 대응과정에서는 선박관련 해양재해재난에서 발생할 수 있는 거의 모든 사회과학적·과학기술적 이슈들이 제기되었으며, 이들 이슈들에 대한 적절한 대응체계를 갖추는 것은 향후 발생할 수 있는 유사 사례에 대한 타산지석(他山之石)으로 삼을 수 있기 때문이다. 물론, 해양재난의 대부분은 선박사고에 의해 발생하므로, 선박사고 발생 억제가 최우선 과제임이 분명하다. 그러나 이 연구에서는 피치 못하게 발생하는 선박사고에 대한 피해 저감을 위한 대응전략 마련의 차원에서 과학기술 분야의 연구개발 수요를 도출하는 것을 초점을 두었다. 또한, 관련 선행연구에 의하면(IMO, 1994 등), 그동안 해양사고를 다루고 있는 선행연구의 75% 이상은 해양사고를 인적재난의 관점에서 다루고 있다. 이는 대부분의 사고가 ‘Human Error’에서 발생하고 있다는 점이 고려된 것이라고 판단된다(Grech et. al., 2002). 해양사고와 관련된 기존의 연구들은 대부분 사고발생 원인을 다루고 있는 것이 대부분이며, 이로부터 선박시스템에 대한 신뢰성과 효율성 제고에 초점을 맞춰 연구가 진행되어 왔다(Rothblum,

2000 등). 이와 비교할 때, 이 연구에서는 사고발생의 원인과 관계 없이 사고발생 이후의 대처과정에서 적절한 대응방안 마련을 위해 필요한 과학기술개발 수요를 도출하는 데 초점을 맞추었다.

이 연구에서는 효과적인 기술개발수요 도출을 위해 다음의 두 과정을 통해 연구를 수행하였는데 첫째, 언론기사 분석을 통해 2014년 4월 16일 발생한 ‘세월호 참사’에 대한 사례분석을 통해 선박사고에 대한 적절한 대응을 어렵게 한 ‘문제’를 정의하고, 둘째, 정의된 문제를 바탕으로 이를 해결하는 데 필요한 해양과학기술적 관점에서의 기술개발 수요를 도출하는 것이 그것이다. 이 연구에서 이와 같은 방법을 채용한 것은 선박사고와 같은 대형재난 발생 시 효과적 대응을 위해서 “과학기술로 해결해야 하는 문제가 무엇이며, 그 문제를 해결하기 위해서는 어떤 기술을 어떻게 그리고 어떤 수준으로 개발해야 하는가?”를 찾는 것이 대안마련의 핵심이라고 판단되기 때문이다. 그리고 이것이 중요한 것은 첫째, 선박사고는 매년 수없이 많이 발생하였고¹⁾ 둘째, 그 동안 선박사고에 대한 피해축소를 위한 다양한 기술개발이 시도되었음에도 그동안 개발된 기술들은 실제 현장에서는 별로 도움이 되지 못하였다는 반성에서이다.²⁾

이 연구에서 연구개발수요 도출을 위해 언론분석 방법을 이용한 것은 당시의 언론보도가 ‘세월호’ 참사에 대한 다차원적인 국민적 시각이 투영된 결과로, Top-Down 방식의 기술개발 수요 도출에 효과적이라고 판단되기 때문이다. 특히 대부분의 언론보도는 사회 각계각층, 다양한 학문영역의 전문성을 보유한 전문가들의 의견을 토대로 작성되었다는 점도 고려 대상이었다. 즉, 언론보도의 내용은 짧은 시간 다수의 재난전문 기자들이 관련 분야 전문가들의 의견을 청취하여 의견을 종합한 것이라 볼 수 있다. 따라서 언론보도 분석 결과는 해양과학기술 측면에서 해결해야 하는 과학기술 수요를 최종결과물 위주로 인식할 수 있는 기회를 제공해주는 효과가 있어, ‘선박사고 대응을 위해 무엇이 필요한가?’에 대한 질문의 답을 찾는데 효과적이라고 판단하였다.

특히, 기존의 해양안전 과학기술 개발은 주로 과학분야 연구자 중심의 부분적인 필요 요소기술 중심으로 개발이 이루어져, 실제상황이 발생하였을 때에는 적용이 불가능한 기술들이 다수 존재하였다. 예컨대 2010년 발생한 천안함 사건 등 굵직한 선박기인 해양재난이 있을 때마다 여러 가지 기술들이 개발되었지만, 전술한 바와 같이 이 기술들은 세월호 사례에서는 적용하지 못하였다. 이와 같은 상황이 발생한 다양한 원인들이 있을 것이지만, 핵심 원인은 개발된 기술과 장비의 현장적용 가능성에 있다고 판단된다. 세월호 참사가 발생한 진도해역에서 빠른 대처가 어려웠던 것은 기상상황과 강한 조류, 그리고 탁한 시야 등으로 인한 접근곤란성에 있었으며, 이를 극복할 수 있는 기술개발은 아직까지 이뤄지지 못했다고 판단된다. 그러나 세월호 참사에서는 선박기인 해양재난 발생시 제기될 수 있는 거의 모든 기술개발 수요가 발생하였으며, 이 연구에서는 이를 기반으로 하여, 향후에 발생 가능한 선박기인 해양재난에 대비하기 위해 필요한 해양과학기술 관점에서의 기술개발 수요를 도출하였다.

1) 해양안전심판원(<http://www.kmst.go.kr/statistics/yearsStatisticsList.jsp> 검색일: 2015.02.26.) 자료에 의하면, 최근 5년('09년-'13년) 발생한 해양사고는 4,832건으로 연평균 966.4건이 발생하고 있으며, 2013년 기준으로는 등록된 선박 수 대비 약 1.0%에서 사고가 발생하고 있는 것으로 조사되었다. 이와 같은 해양사고 발생률은 같은 해 발생한 자동차 등록대수 대비 사고율 1.1%와 유사한 수준이다.(자동차 사고 발생률 통계는 교통안전관리공단과 국가통계포털 자료 참고)

2) 이후 보다 자세히 설명할 것이지만, 세월호 참사에서 선체 침몰 후 희생자 감소를 위해서는 선내 실종자 수색·구조가 우선이나, 강한조류, 탁한 시야의 문제를 극복하지 못하였으며, 선내 실종자 수색은 다이버의 잠수수색에 전적으로 의존해야만 했다는 한계가 있다.

II. 선박기인 해양재난 현황 및 이론적 논의

1. 선박기인 해양재난 발생현황 및 특징

현행 「재난 및 안전관리 기본법」³⁾ 제3조 제1호에서 재난은 “국민의 생명·신체·재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것”으로 정의되며, 태풍, 홍수와 같은 자연재난과, 화재, 폭발교통사고 등 사회재난으로 구분된다. 또한, 사회재난의 교통사고는 항공사고와 해상사고를 포함하며, 선박사고는 여기에 해당한다. 대부분의 재난이 그러하겠지만, ‘세월호 사례’에서 확인된 바와 같이 선박기인 해양재난은 인간의 삶과 경제적 손실 뿐만 아니라 환경적 재앙을 불러올 수 있다. 특히, 해양재난은 인명과 경제적 손실 측면에서 매우 심각한 결과를 초래한다(Marriott, 1987). 예를 들어 역사상 가장 많은 사망피해가 발생한 민간인 침몰사고는 1987년 12월 21일 유조선과의 충돌에 의해 발생한 필리핀 여객선 도나파즈(Doña Paz)호 침몰사고로 약 4,386명의 사망실종자가 발생하였다.⁴⁾ 그리고 영화를 통해 많이 소개되어 우리가 가장 많이 알고 있는 타이타닉호 침몰사고(1912년 4월 발생)는 승객 2,224명 가운데 1,514명이 사망실종자를 발생시켰다.

선박사고는 우리가 생각했던 것보다 훨씬 빈번하게 발생하고 있는데, 관련 자료에 의하면⁵⁾ 1900년 이후 1,000명 이상의 사망(또는 실종)자가 발생한 사건은 모두 13건에 이른다. 또한, 그동안 우리나라에서도 선박사고로 인한 매우 많은 피해가 발생하고 있다. 다음 <표 1>은 100명 이상의 피해가 발생한 국내 선박사고를 정리한 것이다.

<표 1> 국내 선박사고 현황(100명 이상 피해)

피해순위	사고일	침몰 선박명	침몰사고 지역	인명피해 규모
1	1953.1.9	창경호	부산 다대포 해상	330명 사망 32명 실종
2	1970.12.15	남영호	전남 여수시 소리도	323명 사망
3	2014.4.16	세월호	전남 진도 해상	295명 사망 9명 실종
4	1993.10.10	서해 웨리호	전북 부안군 위도면	292명 사망
5	1963.1.18	연호	전남 영암군 가지도	138명 사망

주) 피해순위는 인명피해 규모 기준

세월호 사고 이외에도, 우리나라에서는 매우 많은 선박기인 사고가 발생하고 있다. 우리나라의 선박사고 발생현황을 살펴보면(<표 2> 참조⁶⁾) 최근 5년 간('09년-'13년) 연평균 754건의 선박사고가 발생하였고, 이로 인해 연평균 253.2명의 인명피해가 발생하였으며(5년간 총 1,266명의 인명피해 발생), 연평균 63.2명이 사망하는 막대한 인명피해가 발생하고 있다.

3) 법률 제12943호, 시행: 2014.12.30

4) 자료: 위키피디아 http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_maritime_disasters#cite_note-35 검색일: 2015.03.02.

5) 타이타닉호는 1912년 4월 14일 오후 11시 40분에 북대서양 뉴펀들랜드 남서쪽에서 빙산과 충돌해 침몰한 것으로 알려져 있다.

6) 자료: 해양안전심판원(<http://www.kmst.go.kr/statistics/yearsStatisticsList.jsp> 검색일: 2015.02.26.)

<표 2> 선박사고 기인 인명피해 현황('09-'13년)

(단위: 명)

연도	사고건수	인명피해			
		사망자수	실종자수	부상자 수	소계
2009	723	45	62	136	243
2010	737	86	90	71	247
2011	946	63	85	132	280
2012	726	62	52	118	232
2013	638	60	37	167	264
연평균	754.0	63.2	65.2	124.8	253.2
5년 합계	3,770	316	326	624	1,266

선박사고의 피해유형은 해양안전심판원과 IMO의 관련 법규 등을 바탕으로 <표 3>과 같은 9개 유형으로 분류된다(김동진·곽수용, 2011: 88-89). 이처럼 선박에 의한 해양재난은 발생 시 막대한 피해가 발생하는 사회재난으로, 이에 효과적으로 대응하기 위한 다양한 측면에서의 노력이 요구된다. 그러나 해양재난은 ‘바다’를 공간적 배경으로 발생하는 사회재난이라는 점에서 적기에 효과적으로 대응하기가 쉽지 않다는 중요한 특징을 갖는다. 선박사고에 효과적으로 대응하기 위해서는 해양의 특성을 정확히 이해해야 하며, 선박사고 구조에 있어 핵심적인 영향을 미치는 요소는 조류, 기상, 수온, 시야확보 등 매우 다양하다.⁷⁾ 또한, 해양재난의 경우 사고 직후 몇 시간 이내, 소위 「Golden Time」내의 인명구조 활동이 가장 중요한데, 이는 이미 잘 알려져 있는 바와 같이 선체의 침몰로 인해 구조기회가 사라질 수 있음은 물론, 저체온증에 대응할 수 있는 인간의 생체능력이 그리 길지 않기 때문이다.

<표 3> 선박사고 피해 유형

유형	정의
충돌	선박간의 물리적 충돌, 선박과 해양구조물과의 접촉 등 외부적 접촉 유형
침몰	선박이 수면 아래로 완전히 가라앉은 상태(침수 제외)
기름유출	선박이 운송을 위해 적재한 원유, 석유제품, 해양생태에 위해를 가할 수 있는 유해물질과 선박의 운항에 필요한 연료유가 해상에 유출된 상태
전복	선박이 정상적으로 수면 상에 직립되지 않은 상태
좌초	선박이 해저의 지형 및 구조물에 얽혀진 상태
화재	선상 작업 중, 또는 기관의 화재, 선박의 주거 구에서 발생하는 화재
폭발	가연성 연료가 팽창하거나 불이 붙어 급격한 화학반응을 보이는 상태
기관고장	운항 시 또는 선박의 정상적 작동에 문제가 되는 전자적/기계적 손상
인명사고	상기 8개 사고를 제외한 작업 또는 선상 생활 중 발생한 피해

특히 세월호 사례발생 내내 초기 재난대응에 대한 문제는 지속적으로 제기된 이슈였으며, 사고당시 신속한 초동대처에 대한 구조 매뉴얼이 작동하지 못해 효과적인 초기대응에 실패했다는 논의가 많았다(강오성·박홍균, 2014: 898).⁸⁾ 초동대처와 관련하여, 미국의 경우 2013년 미국 해안경비대를 중심으로 ‘Multi-Agency

7) 이와 관련하여서는 III장과 IV장에서 상세히 설명한다.

8) 초기대응과 관련하여서는 거의 모든 언론에서 이슈가 제기되었다. 관련 보도에서는 ‘Golden Time’의 중요

Quick Response Guide for Passenger Vessels'를 구축하고 있으며, 동 가이드라인에서는 구조협조본부를 비롯한 선박소유주, 해안경비대, 합동사령부 등 직간접적인 기관들이 사고발생 후 1시간-4시간 이내에 실행해야 하는 조직별 시행가이드를 구축하고 있다.⁹⁾ 그러나 대부분의 경우 선박사고에 대응할 수 있는 충분한 시간적 조건을 갖추기 어렵기 때문에 해양재난에 대한 대응수준은 경험에 근거한 인간의 전문성에 의존하는 경향이 있어왔다(Yan et. al., 2009: 621).

2. 해양재난 대응 관련 선행연구 논의: 인문사회 관점

세월호 사례 이후 동일주제로는 매우 많은 관련 연구들이 수행되었는데, 관련연구들은 대부분 인문사회 관점에서 수행되고 있다. 특히 관련 연구논문들은 특정주제 영역에 초점을 맞추고 있는데, 첫째, 법적 이슈를 다루고 있는 연구(홍완식, 2014; 박상식, 2014; 백옥선, 2014 등), 둘째, 사고에 대한 대응 과정에서의 정부 역할에 관한 연구(정우성·김태진, 2014; 김병삼·김정인, 2014; 이선영, 2014; 최병선, 2014 등), 셋째, 사고발생 이후 발생할 수 있는 심리적 문제에 초점을 둔 연구(박영혜, 2014; 손승희, 2014 등)들이 주로 수행된 바 있다. 이들 주요 연구들의 내용을 분석해보면, 주로 인문사회 관점에서 세월호 사례에서 도출 가능한 사회·정책 이슈들을 대상으로 하여 분석하고, 이를 기반으로 한 합의 도출을 목적으로 한다. 세월호 사건을 대상으로 한 선행연구들 중에서는 이 연구와 같이 세월호 사례를 기반으로 과학기술 관점에서의 이슈를 도출하고 대안을 탐색하는 연구들은 찾기 어렵지만, 해양재난을 주제로 대응방안을 탐색하고 있는 연구들은 일부 찾을 수 있다.

관련연구들 중에서는 주로 해양오염사고 발생시 자치단체의 재난관리체계를 주제로 한 연구들이 있으며(이병기 외, 2010; 이영마·박순애, 2008; 현승현 외, 2009 등), 해양재난 대응체계의 문제를 다루고 있는 연구(강오성·박홍균, 2014)도 있다. 이때, 현승현 외(2009)의 연구에서는 재난대응체계 모형을 이용한 비교분석을 이용해 국내 허베이스피리트호 사고와 일본의 나호토키호 사고를 상호 비교하였다. 이 연구에서는 우리나라의 재난대응은 제도적 문제로 인해 지방정부 주도 하의 유관기관 네트워크 형성이 부족한 점과 정부의 관리능력 한계를 재난대응체계의 한계로 지적하고 있다. 유사하게, 이병기 외(2010)의 연구는 허베이스피리트호 사례에서 나타난 재난관리행태와 민관협력과정을 위험거버넌스 관점에서 분석하였다. 그리고, 이영마·박순애(2008)의 연구에서는 씨프린스호 유류유출 사고와 허베이스피리트호 유류유출 사고에서 나타난 재난대응 주관 부처의 조직학습 양상을 분석하여 재난관리의 효과성 제고를 위한 조직학습 관점의 해결과제를 제시하였다.

해양재난에 따른 대응체계 관점에서 컨트롤 타워의 문제를 다루고 있는 강오성·박홍균(2014)의 연구에서는 AHP 분석 기법을 적용하여 재난대응 컨트롤 타워가 고려해야 하는 매뉴얼의 우선순위를 분석하였으며, 분석 결과 현장조치가 다양하고 세부적이며, 탄력적으로 연계성이 있어야 하며, 실제 가장 혹독한 조건에서 적용될 수 있는 민첩성 있는 현장조치의 매뉴얼 개발이 요구된다고 주장하였다. 이상에서 살펴본 바와 같이, 재난을 대상으로 한 기술개발 수요를 확인하고, 현장에 적용하려는 연구는 그리 많지 않다. 물론, 이를 해양재난이 아닌 일반적인 '재난'으로 확장하여도 결과는 크게 다르지 않다. 재난과 관련한 대부분의 국내 문헌들은 재난 발생시 동원해야 하는 재난대응 협력시스템 구축문제를 주요 연구대상으로 삼고 있는 것을 확인할 수 있다(고기봉 외, 2012; 류상일, 2008; 양기근, 2008; 이명석, 2008; 최수영 외, 2014).

재난에 대한 과학기술적 이슈들이 많은 연구를 통해 다뤄지지 못하고 있는 근본적인 원인은 이 주제가 주로 '과학'적 접근에 따른 전문성을 필요로 하기 때문이다. 그리고 과학분야(주로 이공계) 연구자들은 재난 그 자체를 목적으로 한 연구논문을 작성하기 보다는 재난에 대응할 수 있는 특정한 기술개발을 목적으로 하기

성과 초기대응 매뉴얼의 문제, 컨트롤 타워의 문제 등이 집중 보도된바 있다.

9) 미해안경비대 (<https://www.uscg.mil/hq/cg5/cg534/MassRescueOps/MRO-D17QuickStartGuide.pdf> 검색일: 2015.03.01)

때문으로 판단된다. 즉, 관련 기술들은 재난대응을 위한 기술개발 분야에 연관되어 있지만, 재난대응 이외에도 특정한 기술개발을 주 목적으로 하며, 재난에의 활용은 부가적인 목적인 경우가 많다. 특히 대부분의 R&D 이슈의 경우 전문성을 보유하고 있는 연구자들에 의해 이슈가 독점되는 경향이 많으며, 이를 기반으로 발생하는 정보비대칭으로 인해 재난 그 자체에 대한 대응을 위한 기술개발이 이뤄지기 쉽지 않은 경향이 있다.

3. 과학기술 R&D 수요 도출: 전문성에 기인한 정보비대칭

과학기술 수요는 어떻게 결정되는가? 정부가 지원하는 R&D 사업의 최종목표는 사회적 합의에 기인하는가? 특정한 집단이 R&D 이슈 선정에 과도한 영향력을 행사하거나 특정 이익자 집단의 이익만을 대변하지는 않는가? 과학기술분야 연구개발 사업은 소기의 목적을 달성하고 있는가?

세월호 참사에 대한 대응과정에서 가장 많이 접한 서술어는 “...로 인해 접근이 어렵다”이다. “...”의 범주에는 강한 조류, 기상조건, 탁한시야, 높은 수압 등 다양한 단어들이 위치해 있다. 그리고 이들 단어들은 세월호 참사가 발생한 진도해역이 과학자들이 R&D 활동을 수행하는 실험실(수조 등)과 다른 조건에 해당하며, 향후 해양과학기술 분야에서 선박기인 해양재난에 대한 대응을 위해 극복해야 하는 조건에 해당한다. 우리나라는 GDP 대비 비율로 OECD 국가 가운데 가장 많은 R&D를 투자하고 있는 국가이지만, 세월호 참사에 대응하기 위한 과학기술 분야의 기여는 그리 많지 않았다. 해양구난을 위한 구조선은 사고해상에 접근하지 못하였고, 최신 기술이 적용된 ROV 역시 투입되지 못하였다. 그러나 이와 같은 상황이 발생하게 된 것은 과학자들의 무능 또는 과실이 아니다.

R&D 의제의 결정과정은 정책결정과정과 유사한 과정을 거친다. 특히 선박사고와 같은 국가적 재난에 대응하기 위한 R&D의 결정과정 역시 유사하다. 다만, 과학기술 분야 R&D 결정의 경우 과학기술정책이 갖고 있는 본연의 속성인 미래지향성과 불확실성, 재원투입에 대한 성과발생의 장기성 등 일반적인 국가정책의 속성 이외에도 고도의 전문성, 장기 투자의 필요성 등 일반적인 국가정책과의 차별성 역시 보유하고 있다(성지는 2006). 그리고 특히 정부 R&D 사업은 전문 과학 분야에 대한 고도의 전문성을 필요로 한다는 점에서 정부영역이 효과적으로 통제하기 어렵다는 문제가 있다. 즉, 이처럼 R&D 활동이 고도의 전문성을 요한다는 점에서 R&D 보조금을 지원하는 정부영역 보다는 과학자들이 R&D 활동에 대한 더 많은 정보를 갖는다는 점에서 정보비대칭(Information asymmetry)이 발생하게 되고, 이를 원인으로 한 다양한 문제들이 존재한다(Abody & Lev, 2000). 따라서 R&D를 필요로 하는 정부 또는 기업영역에서는 체계화된 평가체계 구축하거나, R&D를 시행하는 과학자 집단에 대한 다양한 정보를 구축하고 있지만(Healv & Palepu, 2001: 405; Liberatore, 1987), 이를 통해 정보비대칭 문제를 해결하기는 쉽지 않다.

물론, 정책문제 해결에 있어 가장 효과적인 방법이란 존재하지 않을 것이지만, 다양한 측면에서 정책문제를 효과적으로 해결하기 위한 이론적 방법론이 정책학의 범주에서 다뤄지고 있다. 특히 정책결정과정은 정형화된 절차를 거치지 않고 다양한 형태로 이뤄지지만, 시간의 관점에서 일반적으로 의제형성과정으로부터 시작된다. 그리고 의제형성 단계는 “해결해야 하는 사회문제가 무엇인지”를 식별하는 단계로서 그 중요성이 매우 높다(Dunn, 1981: 101). 특히 의제형성 과정에서 정책문제가 누구에 의해 어떻게 정의되는 가는 관련 결정의 성패를 좌우할 수 있는 중요한 사안이다(Shattschneider, 1971: 69). 특히 지금까지 과학기술 분야에서 어떤 기술개발 수요가 존재하는지를 결정하는 과정에서는 전문성을 이유로 관련분야 연구자들 중심의 소수 엘리트에 의한 의견이 중요한 영향을 미쳐왔다(홍성만, 2004: 262). 이는 고도로 전문화된 과학기술 분야에서는 해당 분야의 전문성을 보유한 소수의 전문가들에 의해 정보가 독점되는(천세봉·하연섭, 2013: 326) 정보비대칭이 존재하기 때문이다. 또한, 대부분의 전문가 영역은 그 자체로 세부 학문분야로 철저히 구분되어 있기 때문

에 사회문제 해결형 R&D 과제와 같이 융합적 접근을 필요로 하는 혁신활동에는 효과적으로 기능하기 어렵다(송위진, 2013: 168). 즉, 과학기술 이슈, 특히 재난과 관련한 R&D 정책결정은 전문성 영역에서 존재하는 정보비대칭 이슈로 인해 일반적인 국가 R&D 사업의 결정방식인 Bottom-Up 방식으로는 효과적인 사업구상이 쉽지 않다.

다만, 특정 이슈들에 대한 종합적인 검토를 통한 분석과정을 통해서 해양재난과 같은 국가 R&D 정책영역에서 존재하는 목표들을 식별하고, 이를 R&D 사업에 대한 정책목표로 제시하는 과정을 통해 그동안 존재해 왔던 R&D 정책결정에 있어서의 정보비대칭 문제가 일부 해소될 수 있다고 판단된다.¹⁰⁾ 따라서 이 연구에서는 세월호 사례를 이용해, 인문사회적 방법론을 적용해 정책목표를 설정하고, 이를 기반으로 R&D 사업수요를 창출하는 방식으로 논의를 진행하였다.

III. 방법론

이 연구에서는 2가지 과정을 통해 연구를 수행하였다. 첫째는 선박기인 해양재난에 대한 R&D 정책목표를 식별하기 위해, SNA(Social Network Analysis) 방법을 적용한 언론분석을 실시하였으며, 둘째는 도출된 R&D 목표를 달성하기 위해 필요한 연구개발수요를 도출하는 방법이다.

1. R&D 성과목표 도출을 위한 언론분석 방법론

R&D 성과목표 도출을 위해 이 연구에서는 세월호 참사가 발생한 2014년 4월 16일 - 5월 15일(30일) 간의 세월호 관련 신문기사에 대한 Text 분석과 SNA를 이용한 분석을 실시하였다. 이 연구에서 분석대상 기간을 1개월로 한정된 것은 세월호 사례에서 구조와 관련된 과학기술적 이슈들은 사고발생 1개월 이내에 모두 노출되었다고 판단되었기 때문이다. 사고발생부터 한달 간(2014.04.16.-2014.05.15.)의 기간 동안 언론에 보도된 세월호 관련 기사는 모두 77,009건이며, 일평균 2,567건의 기사가 게재되었다. 이 연구에서는 이들 기사들을 검색하여 그 가운데 선박기인 해양재난에 효과적으로 대응하기 위해 필요한 기술개발 수요와 관련된 기사들을 추출하였다.¹¹⁾ 그리고 추출된 기사들에 대한 내용분석을 위해 이 연구에서는 한국어 Text 분석 프로그램인 KrKwic 프로그램을 사용하였다.¹²⁾ 세월호 참사 발생 이후 수많은 언론기사들이 게재되었으며, 이를 단어 단위로 정리하기 위한 목적에서 핵심 단어들은 1일 단위로 추출하였다. 이 연구에서 이와 같은 방법을 채택한 것은 1일 단위로 동일 또는 유사한 기사들이 2천 건 이상 발생하였기 때문에, 발생빈도를 세는 것은 의미가 크지 않을 것이라고 판단되었기 때문이다. 또한, 관련 기사들 중, 과학기술 이슈와 관련 없는 기사들은 분석에서 제외하였다. 세월호 사례에서 신문기사 내용분석을 통해 도출된 핵심 키워드는 다음과 같다.

10) 물론, 과학기술 정책결정 분야에 있어서의 정보비대칭이 완전히 해소될 것이라고 판단되지는 않는다. 다만, 정책영역에서는 R&D 성과평가 시스템을 통해, 당초 계획된 ‘극복해야 하는 요소’를 제시하고, 과학기술 영역에서는 이를 해소할 수 있는 기술개발이 이뤄진다면, 정보비대칭에 의한 정책오류는 상당부분 줄일 수 있을 것이라고 본다.

11) 기사검색은 네이버 뉴스검색(<http://news.naver.com/> 검색일: 2014.4.30.-2014.05.16.)을 이용하였으며, 기사검색은 해양정책 분야의 숙련된 연구자 2인에 의해 이뤄졌다.

12) 이 프로그램은 한국어 사회네트워크분석을 위해 영남대학교 박한우 교수와 University of Amsterdam의 Loet Leydesdorff 교수가 개발한 프로그램이다. KrKwic 프로그램에 대한 자세한 내용은 관련 연구를 참고하기 바란다(Chung & Park, 2010; Park et. al., 2011; Park, 2012; Cho, Choi & Park, 2012).

<표 4> 기술개발수요 관련 핵심키워드

키워드	키워드	키워드	키워드	키워드	키워드
잠수사	구조함	수중음향	크랩스터	다이빙벨	해양오염
시정	플로팅도크	소나	잠수정	감압체임버	콘트롤타워
골든타임	크레인	발광다이오드	무인잠수정	가이드라인	저체온증
조류	어선	저인망	무인로봇	PTSD	에어포켓
수온	채낚기	유자망	ROV	탐지기	부력
수압	잠수장비	쌍끌이	기상	초음파	리프트백
수심	잠수병	그물망	인양	적외선	구멍조끼
시신유실	바지선	관리대상	격실	음파탐지기	구멍보트

또한, 이 연구에서는 선박기인 해양재난에 대한 효과적인 R&D 정책목표 도출을 위해, 각각의 핵심키워드들 간의 단어네트워크 분석을 실시함으로써, 시각화 기법을 이용한 사업수요 이슈를 정리하는 방법을 이용하였다. 예를 들어 관련 기사 중에서는 “사고발생 해역에서의 강한 조류로 인해 잠수사들의 선체 접근이 어려우며, 이를 해결하기 위해서는 무인로봇의 투입이 필요하다”는 기사가 있으며, 이는 기술개발 수요 관련 키워드(<표 4> 참조) 가운데 잠수사, 조류, 무인로봇의 세 단어로 연결된다. 즉, 이는 강한 조류로 인해 잠수사의 접근이 어렵기 때문에 무인로봇 개발이 필요하다는 R&D 수요로 연결되며, 이를 위해 개발되는 무인로봇은 최소한 진도해역과 같은 강조류 상황 하에서 투입이 가능한 수준에서 개발되어야 한다는 것을 의미한다. 이 연구에서는 이와 같은 단어 네트워크의 시각화 작업을 위해 Netminer4.0 프로그램을 이용하였다.¹³⁾

2. R&D 성과목표 달성을 위한 사업수요 도출

언론분석을 통해 도출된 R&D 성과목표는 인문사회학적 관점에서 ‘언론’이라는 도구를 통해 선박기인 해양재난에서 해결되어야 하는 이슈들이 나열된 것이다. 이후 자세하게 설명할 것이지만 그동안 선박사고와 관련된 효과적인 대응을 위해 많은 기술들이 개발되었으나, 세월호 사례에서 적절하게 적용된 기술은 극히 드물었다. 따라서 세월호 사례에서는 구조를 위해 잠수사들에 완전히 의존해야 했으며, 개발된 기술들이 적용되지 못한 이유는 강한 조류, 기상악화, 수압, 20cm에 불과한 시정 등이 근본 원인이었다. 또한, 이들 요인들은 효과적인 구조활동을 위해 반드시 해결되어야 하는 요인들로, 잠수사들의 잠수장비 개선 만으로는 상당한 한계가 존재할 수 밖에 없는 근본원인들이기도 하다. 따라서 이 연구에서는 이들 이슈들을 대상으로 과학기술적 관점에서 한계요인들을 해결할 수 있는 기술개발 수요를 도출하였다. 기술개발수요 도출은 한국해양과학기술원에서 실제 관련 분야의 연구활동을 수행중인 최고의 전문성을 지닌 전문가들의 의견을 구했다. 전문가들은 관련 이슈들에 대하여 최상의 결과를 얻을 수 있는 기술개발 수요를 제안하였으며, 의견은 2014년 5월 23일-6월03일 까지 10일간 수행되었다.

IV. 분석결과

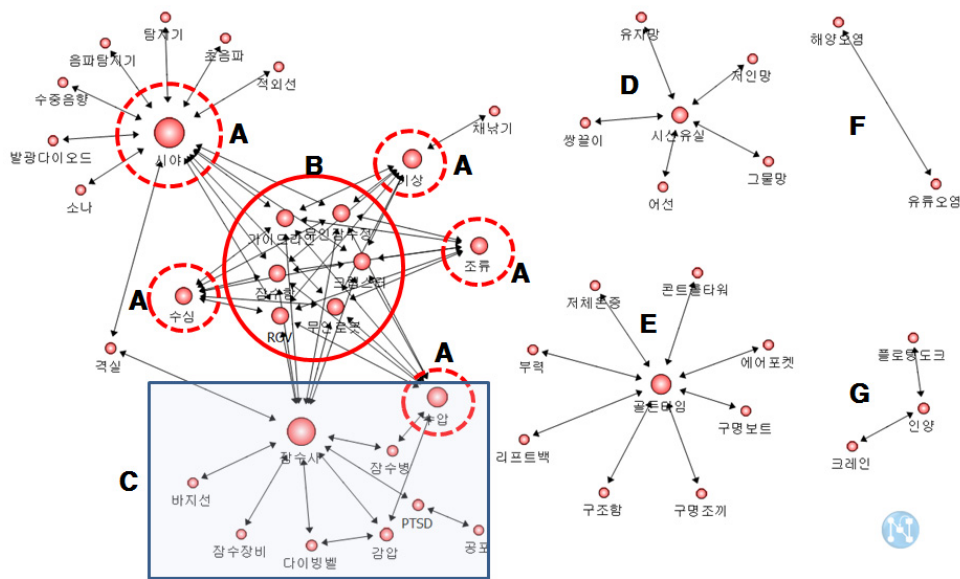
1. 언론분석 결과

세월호 사례와 관련하여, 언론기사에서 상대적으로 많은 노출이 발생한 단어는 강한 조류, 시야확보 어려

13) 이 프로그램은 네트워크 시각화를 위해 적용되는 프로그램이다.

움, 잠수사, 수압, 수심 등 이다. 특히 세월호 사례가 발생한 2014년 4월 16일-19일 까지는 기상악화로 인해 구조작업에 어려움을 겪었는데, 선박사고는 기상조건과 사고 발생지역의 조류, 파고, 기온, 수심 등 환경요인에 의해 강하게 영향 받는 구조적 문제를 안고 있기 때문에 효과적인 구조구난을 위해서는 환경적 요인에 대한 극복이 필수적이다. 선박기인 해양재난에 효과적으로 대응하기 위해 필요한 기술개발 수요와 관련된 기사에서 추출한 핵심 키워드는 앞서 <표 4>에서 확인된 바와 같다.

<표 4>에서 확인된 바와 같이 기술개발수요 핵심키워드 가운데 상대적으로 높은 중심성 지수를 갖는 단어는 ‘시야’와 ‘잠수사’, ‘수압’, ‘골든타임’, ‘기상’ 등 이다. 주지하다시피, 세월호 사례에서는 강한 조류와 기상 조건 등의 이유로 잠수사들의 구조작업이 원활히 수행되지 못하였으며, 결과적으로 출입구가 물에 잠긴 이후에는 단 한명의 승객도 구조되지 못하였다. 또한, 관련 키워드들은 대부분 잠수사에 의한 구조작업이 원활히 수행되지 못함으로 인해 대안으로 제시된 기술수요들이며, 언론을 통해 노출된 어떤 기술도 현장에 효과적으로 적용된 기술은 존재하지 않는다. 즉, 언론에 노출된 기사들은 구조현장에서 효율적인 구조가 이뤄지지 못한 근본원인으로서의 환경적 요인(시야, 조류, 수압, 수심)에 대한 극복을 위한 대안으로써 각각의 기술들에 대한 탐색이 이뤄졌다. 이를 반영하듯, 핵심 키워드들 간의 단어 네트워크 분석결과에서도 동일한 결과를 확인할 수 있다.



(그림 1) 핵심키워드 간 단어네트워크 분석결과

(그림 1)은 핵심키워드 간 단어네트워크 분석 결과이다. 네트워크 구조에서 확인되는 바와 같이, 세월호 사례의 언론분석 결과 도출된 과학기술 이슈는 크고 작은 다섯 개의 단어네트워크로 구성되어 있는 것을 확인할 수 있다. 이들 가운데 가장 큰 네트워크를 갖고 있는 것은 선박기인 해양재난 대응과정에서 발생한 환경요인에 대한 극복과 관련된 것이다. 핵심키워드 가운데 효과적인 재난대응을 위해 극복해야 하는 환경적 요소들은 다섯 가지로 제시되었으며(A영역), 이는 시야, 기상, 조류, 수심, 수압이다. 그리고 이들 환경요인들을 극복하기 위해 필요한 기술로 제시된 것은 실선 B 영역에 포함되어 있는 기술(무인잠수정, 크랩스터, 무인로봇, ROV)과 환경요인 중 시야극복을 위해 필요한 적외선, 초음파, 탐지기(음파탐지기 포함), 수중음향시스템, 발광다이오드, 소나이다. 이들 기술개발 요소들은 환경요인으로 효과적인 구조활동이 난항을 겪으면서, 한번

좁 도입을 검토하였거나, 도입이 필요하다는 의견이 제시된바 있다.¹⁴⁾

C 네트워크는 잠수사의 구조 활동과 관련되어 있는 키워드 들이다. 과학기술에 근거한 첨단장비들이 투입 되지 못하면서, 세월호 사례에서의 모든 구조 활동은 잠수사에 의한 탐색에 완전히 의존해야 할 수 밖에 없는 상황이 발생하였다. 그러나 시간이 지나면서 환경요인에 의해 잠수사들의 구조 활동이 제한되고, 열악한 잠수 장비, 수압으로 인한 잠수병, 잠수사들의 공포에 의한 PTSD(외상 후 스트레스 장애, Post-Traumatic Stress Disorder)에 이르기까지 잠수사에 의한 효과적인 구조활동을 어렵게 하는 요소들이 등장하였다. 특히 시간이 지날수록 침몰한 선박 내부의 격실 붕괴 현상이 심화되었으며, 정부는 결국 참사 발생 209일 만인 2014년 11월 11일 세월호 침몰사고 실종자 수색 중단 발표 성명을 발표하였다.

D 네트워크는 실종자 수색활동이 진행됨에 따라 발생한 시신유실에 대비하기 위한 대처에 해당한다. 그러나 이를 위해 도입된 방안들은 주로 어선을 동원한 유자망, 저인망, 쌍끌이, 멸치잡이용 그물망(낭장망) 등 주로 어구들을 이용했다. 그러나 이들 도구들이 바다에 있는 어류들을 모두 잡을 수 없는 것과 마찬가지로 먼 바다로 유실될 수 있는 실종자들을 놓칠 가능성이 매우 높다.

E 네트워크는 골든타임과 관련된 단어네트워크이다. 앞서 I장과 II장에서 논의한 바와 같이 선박기인 해양재난은 재난발생 후 3-4시간이 매우 중요한 골든타임이다. 이는 낮은 수온으로 인한 저체온증으로 인해 바다속에서의 생존가능시간이 상당히 짧기 때문이다. 이로인해 2013년 미국 해안경비대가 제시한 초기 대응 매뉴얼에서는 사고 발생후 1-4시간 이내에 실행해야 하는 조직별 시행가이드를 강조하고 있다(미해안경비대, 2013). 다만 선체의 완전침몰 시간을 연장하고, 실종자의 탐색시간을 벌기위한 노력으로 선체의 부력을 유지 하기 위한 에어포켓 생성과 리프트백의 활용, 구조함을 이용하는 방법, 구명보트와 구명조끼를 이용한 신속한 생존재 구출 등이 주요 키워드로 제시되어 있다.

F 네트워크는 세월호 사례에서 상대적으로 주목을 받지 못한 주제어들이 포함되어 있다. 침몰 선박에서는 적재된 유류, 연료 등이 해상에 유출됨으로써 해양생태계에 악영향을 미치게 되며, 주변 어장을 황폐화 시킬 수 있다. 실제 세월호 사례에서도 유류유출에 의한 문제가 발생하였으나, 구조 이슈에 묻혀 크게 이슈화 되지 못하였다. 그러나 유류유출에 의한 해양생태계 훼손은 장기간 주변의 해양생태계는 물론, 주변 어장을 훼손할 수 있기 때문에 즉각적인 대응이 필요한 이슈이다. 또한, E 네트워크는 침몰 선박의 인양과 관련되어 있는 단어들로 구성되어 있다.

2. 선박기인 해양재난 효과적 대응을 위한 기술개발 수요 도출

앞서 논의한 내용을 정리하면, 선박기인 해양재난에 대한 효과적인 대응을 위해서는 크게 3범주의 기술개발이 필요한 것으로 정리될 수 있다. 첫째는 해양안전 및 구조활동을 위해 필요한 해양환경정보의 현황 및 예측정보를 제공함으로써, 조류, 기상, 수온 등 구조활동을 지원하기 위해 필요한 환경정보 생산에 필요한 기술이다. 이를 통해 선박사고 발생시 잠수 및 인양을 지원하기 위해 필요한 정보가 제공되며, 이를 기초로 하여 원활한 구조 활동이 가능할 뿐만 아니라, 선박사로 인한 해상표류자 및 표류체의 위치를 예측할 수 있는 예측모델 개발이 필요할 것으로 판단된다. 둘째는 극한 환경을 극복할 수 있는 구조물 또는 장비를 개발하는 데 있다. 세월호 사례에서 효과적인 구조 활동을 불가능하게 했던 가장 핵심적인 영향요인은 강한 조류와 시야확보가 어렵다는 점이었으며, 직접적인 구조활동을 수행하는 잠수사에게 가장 큰 걸림돌은 높은 수압을 극복하는 일

14) 구조활동 지원을 위해 해군은 참사가 발생한 2014년 4월 16일부터 무인로봇을 준비해 대기하였지만, 조류 문제로 수중작업에 투입하지 못했다. 경향일보 2014.01.18.

http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?artid=201404182140125&code=940202

이었다.¹⁵⁾ 따라서 향후 효과적인 구조활동을 위해서는 해양의 극한환경을 극복할 수 있는 기술이 개발되어야 할 것으로 판단된다. 셋째는 해양재난에 효과적으로 대응할 수 있는 신속한 현장지원 시스템 체계를 구축하는 일이다. 해양재난 발생에 대비하기 위한 신속대응팀의 구성과 소요장비 및 운용전술기술절차 등을 기반으로 한 최적의 방안을 수립하는 것도 여기에 포함되어야 할 것이다. 이상의 내용을 간략히 정리하면 <표 5>와 같다.

<표 5> 선박기인 해양재난 대응 기술개발 수요 범주

구분	내용
해양환경 정보지원	<ul style="list-style-type: none"> · 해양안전 및 신속한 구조 활동을 위해 필요한 통합된 해양환경 정보 현황 및 예측자료의 실시간 제공 · 선박사고 시 해상 표류자 및 표류체에 대한 수색과 구조를 위한 3차원 수색구조모델 개발 및 표류 예측 시스템 개발
극한환경 극복	<ul style="list-style-type: none"> · 불량한 시정상황을 개선하기 위한 음향가시화 시스템, 수중 생존자를 탐지할 수 있는 청음시스템 등 개발 · 골든타임을 연장할 수 있도록 선내 에어포켓 생성기술 · 조류, 수압, 수온 등을 극복할 수 있는 수중로봇 등 기술개발 · 대형 선박의 침몰 속도 제어 및 부분 침몰된 선박의 안전한 인양기술개발
현장지원 체계	<ul style="list-style-type: none"> · 효과적인 해양재난에 대응할 수 있는 현장지원체계 수립 · 해양사고에 신속히 대응할 수 있는 전문가 훈련 · 첨단 잠수장비 개발, 잠수기술 개발 및 전문교육

1) 해양환경 정보지원 관련 연구개발 수요 도출

선박사고 발생을 억제하고, 피치 못한 선박사고 발생 시 관련 해황정보의 취득과 활용은 효과적인 구조활동 수행을 위해 반드시 필요한 요소이다. 선박기인 해양재난에 대한 대책으로 가장 중요한 것이 선박 항행위험을 사전에 예방하는 것이라고 한다면, 해양사고의 예방과 관리적 측면에서 선박의 실시간 인식과 항해위험도 산출 기술에 대한 개발이 필요할 것으로 판단된다. 이와 관련하여서는 그동안 광학/SAR(Synthetic Aperture Rader, 영상레이더) 위성자료와 AIS(Automatic Identification System, 선박자동식별시스템)을 이용한 선박인식기술들이 개발되어 왔다. 이와 관련하여 우리나라는 2002년부터 국내 선박의 24시간 모니터링을 위해 해양안전종합정보시스템(GICOMS, General Information Center on Maritime Safety & Security)을 구축운영하고 있으나, 현재는 선박의 안전운항을 위한 일부 정보(지진, 군사훈련에 대한 문서정보, 단일 인공위성 이미지 중심의 해양기상정보 등)만을 제공하고 있는 한계가 있다. 그리고 해양교통관제센터에서는 Radar, CCTV, VHF를 이용한 선박통항정보서비스 시스템(VTS: Vessel Traffic System)이 구축되어 있으나, AIS가 설치된 대형선박에 대한 한정적인 모니터링만 이뤄지고 있다.¹⁶⁾

이처럼 선박의 항행위험 저감과 해양환경 정보지원체계 구축을 위해서는 통합된 해양환경 현황정보는 물론, 예측에 기반한 실시간 제공 시스템 개발 및 구축이 필수적이다. 그러나 이 기술은 신규로 개발해야 하는

15) 실제 세월호 구조 활동에 투입된 잠수사들의 잠수시간은 20-30분에 불과하였으며, 이는 높은 수압으로 인한 것이었다. 기압은 바다속으로 10m 들어갈 때마다 1기압씩 높아지며, 세월호 침몰지점인 35-40m 지점의 수압은 4.5-5기압에 이른다. 또한 이로 인해 체내 질소 온도가 급격하게 높아져 잠수병이 발생할 가능성이 높아진다. 이를 방지하기 위해 감압챔버를 이용하며, 2014년 5월 6일에는 민간잠수사가 사망하는 사고가 발생했다.

16) 현재까지 국가적으로 선박 항행위험 및 긴급사고 대응 시스템은 부재한 상황임

것은 아니다. 우리나라는 해양관측을 위한 운용해양예보시스템(KOOS, Korea Operational Oceanographic System)을 구축하여 시범운영중이며, 이를 기반으로 우리나라 연안과 주변 해양에서의 해황 정보를 생산해 왔다. 그리고 이 기술은 각종 해양활동 및 연안재해, 유류오염, 해난사고, 해양오염은 물론, 선박사고 발생시 정확한 해황현황 정보는 물론 정밀한 수준에서의 예측도 가능한 수준이다. 또한, 금번 세월호 참사에서도 KOOS를 이용한 사고현장해역의 해상상태 현황 및 예측정보를 생산하여 제공해 왔다. 그러나 이 기술은 구조를 위한 목적으로 개발된 것이 아니기 때문에 선박기인 해양재난에 적용하기 위해서는 이에 적합한 추가적인 기술개발이 필요할 것으로 판단된다. 또한, 이 기술은 해양표류체의 위치를 예측하는 것에도 효과적으로 적용이 가능하다. 실제 세월호 참사의 사례에서는 유실된 시신이 사고해역에서 수 km가 떨어진 해역에서 발견된 바 있고, 이들 시신들은 대부분 수면 아래에서 이동하다가 떠오른 경우이다. 따라서 수색구조 과정에서 그물망, 유자망, 쌍끌이 등 어업도구들이 사용된 바 있으나, 이들 방법은 우연에 의한 수색방법으로 매우 비효율적이다. 특히, 해양표류체는 바다 표면에서 표류할 수 있으나, 상당부분은 중층 또는 저층으로 이동하는 경우가 많다. 그런데 현재까지의 수색구조를 위한 표류체의 표류위치 예측정보는 표층에서의 이동에 집중되어 있어 중층이나 저층에서의 표류체 이동 예측은 연구 초기단계이다.¹⁷⁾

또한 이와 더불어 잠수사에 의한 재난구조와 인양지원을 위한 실시간 해양환경정보(전수심에 걸친 유속, 유향, 수온, 가시거리 확보 등) 제공기술 개발 역시 필요할 것으로 판단된다. ‘해양’은 수심에 따라 유속과 수온, 가시거리가 다르기 때문에 구조 현장에 대한 지속적인 해양환경 모니터링이 필요하며, 이를 위해서는 해양관측센서 기반의 해양환경모니터링 기술의 확보가 필요하다.¹⁸⁾

2) 극한환경 극복 관련 연구개발 수요

세월호 사례에서 확인된 바와 같이 선박사고 발생에 대한 효과적인 대응을 위해서는 각 위험요소별로 과학 기술적 관점에서의 기술지원이 필요하다. 그리고 앞서 언론분석 결과에서 제기된 바와 같이 강한조류와 불량한 시정, 기상환경 악화 상황 하에서도 효과적인 대응이 가능하기 위해서는 과학기술의 도움이 절실히 필요한 상황이다. 특히 현재까지 침몰선박에서 실종자를 구조할 수 있는 현실적인 방법이 잠수사를 통한 방법이고 이외의 방법(예를 들어 수중로봇을 이용한 구조 등)을 발전시키기 위한 시간이 필요한 점을 감안하면, 잠수사의 효과적인 활동을 지원하기 위한 단기적 방안과, 구조용로봇 개발 등의 장기적 방안을 동시에 강구할 필요가 있을 것으로 판단된다.

첫째, 단기적 관점에서는 불량한 시정을 극복하고 잠수를 통한 효과적인 구조활동을 지원하기 위한 방안으로 잠수사들의 시야확보를 지원할 수 있는 기술개발수요가 존재한다. 우리나라는 1980년대 이후 국내 조선해양산업의 발달과 더불어 다수의 산업잠수 전문기업이 활동 중이고, 1994년 서해 훼리호 침몰, 2010년 천안함 피격, 고속적 침몰사고 등 대형 해양재난 상황을 겪으면서 심해잠수 및 수중작업과 관련한 세계적 수준에서의 전문인력 및 경험을 보유하고 있다. 그러나 세월호 사례에서 효과적인 구조활동에 어려움을 겪었던 것은 잠수 기술 그 자체 보다는 사고해역에서의 불량시정 문제를 극복하지 못했던 영향도 크다. 특히 우리나라의 주변해역은 대부분의 해역에 대한 수중 시정이 불량하기 때문에, 구조 또는 작업을 위해 투입된 잠수사들은 양손의 촉감에 의존하여 주변환경 및 물체를 인식하고 있는 실정이다. 따라서 이를 극복할 수 있는 방안으로 현재시

17) 이 기술은 유실된 시신의 위치를 예측하기 위한 목적 이외에도, 난파선의 위치, 선박사고로 인해 유실된 컨테이너 등의 위치를 예측하는 것에도 적용할 수 있는 기술이다.

18) 현재의 해양예보기술은 세월호 침몰위치와 같이 지형적 특성에 의해 나타나는 해황을 정확히 예측하는데 한계가 있어 실제 수색구조 지원에 어려움이 있었다. 따라서 실시간 해황자료 확보가 가능한 추가적인 연구개발 수요가 존재한다고 판단된다.

점에서는 수중음향기술을 이용하는 방법이 현실적인 대안이 될 수 있을 것으로 판단된다. 이때, 음향기술을 이용하는 방법은 음향가시화체계 개발을 통해 시정이 불량한 수중 또는 침몰 선박 내에서 활동하는 잠수사에게 장애물, 구조물, 익수자 등의 형상정보를 제공하는 방법이다. 전방시현장치를 적용한 잠수마스크를 착용한 잠수사에게 제공되는 형상정보는 효과적인 구조활동을 수행할 수 있다. 또한, 음향가시화 기술은 수중에 국한되지 않고 비파괴탐사와 같은 다양한 상황에서 폭넓게 적용될 수 있는 기술이며, 우리나라는 조선분야 세계 제1위에 해당해 다양한 측면에서의 산업적 활용성도 매우 높은 편이다.¹⁹⁾

또한, 수중 생존자를 탐지하기 위한 청음시스템 개발 역시 음향을 이용한 구조 활동을 지원할 수 있는 기술이다. 사고선박 선체 내부에 생존자가 있을 가능성을 탐지하기 위해, 선체 외벽에 부착형 수중청음기를 부착하고, 선체 내부에서 발생하는 소리를 수집함으로써 수중생존자를 확인하고, 신속한 구조활동을 지원할 수 있다. 이를 위한 대부분의 기술들은 이미 개발되어 있으며, 해양에 적용하기 위한 수중모뎀(수중무선통신장치)과 수중마이크를 이용한 양방향 음향통신을 지원함으로써, 생존자의 위치를 확인하고, 선체 내부에 음성을 전달함으로써 생존자의 생존의지를 지원할 수 있을 것으로 판단된다.

둘째, 많은 인명과 손실을 가져온 세월호 사례를 분석하면, 잠수사와 관련된 연관 키워드들이 등장하며, 이들은 주로 잠수장비와 관련되어 있다. 즉, 안전하고 효율적 해난구조가 가능한 잠수기술과 잠수종 등의 표준장비 개발은 물론, 잠수 보조선에 탑재할 표준장비 개발이 필요하다. 그리고 해외에서는 일반적으로 해난구조 영역은 고부가가치 산업으로 인식되고 있으며, 특히 심해 해난구조는 기술장벽이 높아 그 가치가 매우 높기 때문에 산업으로서의 가치도 충분하다. 그러나 해양재난을 대비하기 위한 국내 잠수장비 개발 시장은 매우 영세하며, 관련 기술에 대한 연구개발이 충분히 이뤄지지 못하고 있는 대표적인 시장실패 영역이다. 특히 과거 천안함 구조 현장에서는 물론, 세월호 사례에서도 구조작업에 참여한 잠수사들이 사망하는 사고가 발생하였으며, 이는 사전준비, 현장 운용·관리에 대한 충분한 기술개발이 이뤄지지 못한 데 원인이 있다. 외국의 경우 장비의 사양규격은 물론, 운영에 대한 표준지침이 정립되어 있어 이를 엄격히 적용하고 있다. 따라서 이와 관련된 연구개발은 현재 문제가 되고 있는 해난구조 시의 잠수기술, 장비개발에 있어 핵심적인 내용이 되며, 또한, 향후 심해 해난구조 기술 확보에 있어 초석이 될 것으로 판단된다.

셋째, 수중로봇 개발기술을 통해 선내 생존자 수색 및 잠수사의 활동지원이 필요할 것으로 판단된다. 세월호 사례에서는 수중구조 지원을 위한 로봇의 일종인 ROV와 그래프스터 등 그간 개발된 기술의 적용을 시도하였으나, 사고해역의 강한 조류로 인해 접근이 불가능하였으며, 효과적인 지원이 이뤄지지 못하였다. 그러나 잠수사에 비해 장시간 구조활동이 가능한 수중로봇의 개발이 이뤄진다면, 훨씬 효과적인 구조활동이 가능할 것만은 분명하다. 그러나 현재까지 개발되어 있는 수중로봇 기술은 대부분 세월호 선내와 같은 복잡한 공간에 적용하기 어렵다는 점에서 한계가 존재한다. 수중로봇을 통한 효과적인 구조작업지원을 위해서는 미로와 같은 복잡한 구조물을 스스로 해결할 수 있는 미로해결 로봇기술의 개발이 필요하며, 이 기술은 다양한 측면에서 개발되고 있다. 그러나 미로해결 로봇의 경우 현재 산업계에서 요구되어 개발되고 있는 사례는 없으며, 로봇 대회를 위해 개발되고 경쟁하면서 기술 발전이 이뤄지고 있다. 이와 관련해 우리나라 카이스트에서는 거북형상을 모방한 KAURO를 개발하여 AUVSI(Association for Unmanned Vehicle Systems International)와 미국 ONR(Office of Naval Research)에서 공동 주최한 국제 RoboSub Competition에 참가하였다.

19) 국내에서는 인디시스템사에서 가스배관 탐사용으로 음향가시화 휴대장비를 개발한 사례가 있으며, 추가적인 기술개발을 통해 수중에서 적용할 수 있는 기술개발이 단기간 내에 가능할 것으로 판단된다. 특히 미 해군은 해군함정에 부착된 폭발물 또는 흡착식 소형 기뢰 탐지를 위한 수대형 소형 음향소나체계를 개발하여 적용하고 있으며, 현재 무인잠수정에도 탑재하여 수중환경 탐사를 시도 중에 있다. 그러나 이 기술은 안보 측면에서의 효과가 크기 때문에 제3국 수출이 불가하므로, 개별적 기술개발이 필요한 상황이다.

이외에도 유사하게 한국해양과학기술원과 서울대학교, (주)두배시스템은 수중항만구조물 점검용 로봇을 수심 20m 이상에서도 수중 항만구조물의 점검이 가능하도록 개발하고 있으며, 한국원자력연구원은 고 방사선 지역의 수중영상 촬영을 위한 원자로 검사용 수중로봇을 2009년 개발해 이용 중이다. 이외에도 해양수산부는 해양광물탐사를 목적으로 ‘해미래’와 ‘이심이’ 등을 개발하였고, 이 로봇에는 초음파 센서와 고해상도 카메라 등이 장착되어 있다.²⁰⁾ 그러나 기준에 개발된 수중 로봇들은 구조용 로봇이 아니거나, 중대형 크기로 선내 투입 및 수색에 적용하는 것이 어려운 실정이다. 수중로봇이 수중구조작업에 효과적으로 활용될 수 있기 위해서는 ①침몰선박과 같은 복잡한 구조물을 스스로 해결할 수 있는 추진력과 관련 기술이 탑재되어야 하며, ② GIS 기반 실내위치서비스기술 적용을 통해 선내 수색과 생존자 위치정보 제공 기술, ③준 실시간 생존자 위치 및 접근경로(가이드라인) 제공기술이 통합적으로 제공되어야 할 것으로 판단된다. 또한, 이와 같은 기술은 선박사고 대응을 위한 목적 뿐만 아니라, 국방 및 해양 플랜트 유지 점검 기술을 파생할 수 있어, 조선해양의 다양한 산업영역에도 적용이 가능할 것으로 판단된다.

3) 현장지원체계 구축

세월호 사례는 물론, 과거의 천안함 피폭, 태안 유류오염사고, 해일발생 등 각종 해양재해 및 재난상황발생에 있어, 문제로 제기된 부분 가운데 하나는 초기대응과 관련된 측면이다. 특히 세월호 사례 발생 초기 특히 많은 문제제기가 이뤄진 부분은 사고발생 초기의 골든타임(Golden Time)에 대한 효과적인 대처가 어려웠다는 것이다. 여기에는 재난에 대비하기 위해 사전에 구축되어 있어야 할 콘트롤 타워의 부재와, 구난장비의 동원과 적용, 잠수사 양성의 문제 등 다양한 문제제기가 이뤄졌다. 현장지원체계에는 이와 같이 발생 가능한 재해재난 유형별 현장환경을 효과적으로 실시간 관측하기 위한 신속대응팀 구성, 소요장비 및 운용전술, 기술, 절차(TTP: Tactics, Techniques & Procedures) 등에 대한 최적방안 수립이 포함된다. 그리고 다양한 해양재해 및 사고 유형별 원인과 대응방법에 대한 체계적인 교육과 체험, 훈련과 연습을 통해 긴급 상황 발생시 신속한 대처를 통해 인명과 재산을 보호할 수 있는 안전교육체계 구축 역시 여기에 포함될 수 있다.

현재 우리나라는 해군 해난구조대(SSU) 및 특수전여단(UDT) 등을 운영 중이며, 이들은 그간의 다양한 해양재난상황을 겪으며 실전경험을 축적하고 있다. 특히 1998년 남해에서 격침된 북한 반잠수정 인양 과정에서 수심 147m까지 도달하는 포화잠수 세계신기록을 수립하는 등 심해 잠수 및 수중작업과 관련한 세계적 수준의 전문인력 및 경험을 보유하고 있다. 그러나 대형 해난사고 발생 시 민간군에 산재되어 있는 다수의 전문인력과 장비들을 신속히 결집시킬 수 있는 기술적 통제기능은 거의 전무한 상태이다. 반면 미국과 영국, 프랑스 등의 선진국들은 정부와 민간 전문가들로 구성된 범정부 차원의 강력한 재난관리 콘트롤타워를 구축하여 재난 관련 정보를 수집하고, 기술통제를 위한 다양한 기술개발 활동을 지휘하고 있다. 따라서 향후 해양구조와 방재 등 해양재난에 대비하기 위해 유관기관 간 해양과학 ‘기술’ 중심이 실질적인 공조체계를 구축운영해야 할 필요가 있을 것으로 판단된다.

V. 결론 및 함의

이 연구의 목적은 선박사고 기인 해양재난 피해축소를 위한 과학기술개발 수요를 도출하는 것이다. 연구목

20) 우리나라는 2016년까지 유속이 빠른 환경에서 작업이 가능한 천해용 다관절 해저로봇인 ‘크랩스터 CR200’을 개발중이나, 재난에 활용하는 데에는 한계가 있다.

적 달성을 위해 이 연구에서는 세월호 사례에 대해 언론에서 제기된 과학기술적 이슈들에 대한 내용분석과 SNA를 이용한 시각화를 통해 인문사회과학적 관점에서 제기되고 있는 세월호 사례의 해양과학 기술개발 수요를 도출하였다. 이와 같은 과정이 중요한 것은, 해양재난 대응과 같은 국가재난에 대처하기 위한 과학기술 R&D 사업은 Bottom-Up 방식 보다는 Top-Down 방식에 근거한 성과목표의 설정과, 이를 해결하기 위한 과학기술 분야의 노력이 필요하다고 판단되기 때문이다. 이는 일반적으로 과학기술의 영역은 고도의 전문성을 필요로 하기 때문에 연구자들이 더 많은 정보를 갖는 정보비대칭 상황이 발생할 수 있고, 이를 극복하기 위한 지혜를 모으는 것이 중요할 것이기 때문이다.

특히, 앞서 II.장에서 살펴본 바와 같이, 해양재난은 물론, 일반적인 재난에 대한 인문사회과학적 관점에서의 연구들은 기술개발 수요를 확인하고, 현장에 적용하려는 연구주제는 극히 드물게 수행되고 있으며, 이는 과학기술정책의 관점에서 향후 관련 연구자들의 더 많은 관심과 노력이 필요한 부분이다. 이처럼 인문사회과학 분야에서 기술개발 그 자체를 대상으로 한 연구들이 수행되지 못하고 있는 것은 과학기술이 갖는 고도의 전문성에 기인하며, 효과·효율적 과학기술 정책개발을 위해서는 이를 극복할 수 있는 대안마련이 필요하다. 따라서 이 연구에서는 언론보도라는 종합된 지식을 이용해 세월호 사례에서의 해양과학기술 개발수요를 도출하였다.

이 연구에서 실시한 언론분석 결과 선박기인 해양재난에 대응하기 위한 기술개발 수요는 크게 세 가지 범주로 구분되었다. 첫째는 해양환경 정보지원 분야로, 해양안전 및 신속한 구조활동을 위해 필요한 해양환경 현황정보와 예측정보를 정확히 제공하기 위한 기술개발 분야이며, 둘째는 불량한 시정, 조류, 수압 등 효과적인 구조활동을 어렵게 했던 극한환경을 극복하기 위한 기술개발 분야로, 잠수사의 구조 활동을 돕거나, 수중 로봇을 이용한 구조활동 지원을 위한 기술개발 분야이다. 그리고 마지막 셋째는 현장지원체제로, 효과적인 해양재난에 대응하기 위한 컨트롤 타워의 구성, 기술 통제를 위한 기술개발 수요가 포함되어 있다. 또한, 이들 각각의 기술개발 수요들은 현재까지 없던 기술을 신규로 개발해야 하거나, 개발된 기술이 오로지 선박기인 해양재난 대응에만 사용될 수 있는 기술이 아니라는 점도 매우 중요한 측면이다. 현재까지 해양과학기술 분야에서는 다양한 관측 장비의 개발은 물론, 조선해양 산업개발을 위한 잠수기술 및 장비기술, 심해탐사를 위한 ROV와 광물자원 개발을 목적으로 한 수중로봇 기술 등이 개발되었거나 개발 중이다. 이들 기술들은 해양재난 대응 그 자체를 목적으로 하지는 않지만, 일부 기술개량을 통해 해양재난에 효과적으로 적용할 수 있는 기술이기도 하다. 다만, 이들 기술들을 현장에 적요하기 위해서는 기술의 보완 수준은 세월호 사고해역과 같은 극한환경에서 적용가능한 수준이어야 할 것이다. 또한, 이를 통해 개발된 향후 우리나라가 조선, 해양플랜트는 물론, 해양관측 및 예측 등 관련 해양과학기술을 발전시키는 데 핵심적인 역할을 할 수 있을 것으로 예상되므로, 관련한 기술개발에 대한 적극적인 투자가 필요할 것으로 본다.

참고문헌

- 강길모·박성욱·장덕희 외. 2014. 선박사고 기인 해양재난 대응기술 개발 기획연구. 『한국해양과학기술원』, 연구보고서.
- 강영민. 2014. 「세월호 사고와 관련된 법적문제」. 『해양한국』, 10호. pp158-161.
- 강오상·박홍균. 2014. 「해양재난에 따른 컨트롤 타워의 매뉴얼 우선순위 분석」. 『해운물류연구』, 제30권 제4호, pp. 897-918.
- 고기봉이·시영·채진. 2012. 「소방의 재난대응체계 개선방안에 관한 연구 : 춘천시 신북읍 산사태 대응사례를

- 중심으로. 『한국화재소방학회논문지』, 제26권 제2호, pp. 17-31.
- 국가과학기술심의회. 각연도. 재난 및 안전관리기술개발 시행계획(안)
- 김동진·곽수용. 2011. 「국내 해양선박사고의 인적 오류의 요인 평가」. 『대한인간공학회지』, 제30권 제1호, pp. 87-98.
- 김병삼·김정인. 2014. 「관료 무책임성의 재해석: 세월호 사고를 중심으로」. 『한국행정학보』, 제48권 제3호, pp. 99-120.
- 류상일. 2008. 「지방자치단체의 재난대응 네트워크 분석」. 『한국지방자치학회보』, 제20권 제1호, pp. 53-70.
- 박상식. 2014. 「세월호 선장에 대한 미필적 고의의 적용 여부에 관한 연구」. 『법학연구』, 제22권 제4호, pp. 105-130.
- 박영혜. 2014. 「재난 가족 개입의 경험과 과제: 세월호 피해가족을 중심으로」. 『가족정책포럼』, 제3권: 83-95.
- 백옥선. 2014. 「해상재난관리체계의 법적 문제점과 개선방안-여객선 세월호 침몰사건을 중심으로」. 『중앙법학』, 제16권 제2호, pp. 7-52.
- 성지은. 2006. 「과학기술정책결정구조의 변화: 참여정부 과학기술행정체제개편을 중심으로」. 『행정논총』, 44권 제1호, pp. 243-264.
- 손승희. 2014. 「사회적 사건에 의한 청소년의 간접외상 및 관련요인 연구: 세월호 사건을 중심으로」. 『청소년학연구』, 제21권 제10호, pp. 269-294.
- 송위진. 2013. 「사회기술시스템론과 과학기술혁신정책」. 『기술혁신학회지』, 제16권 제1호, pp. 156-175.
- 양기근. 2008. 「효율적 재난대응을 위한 재난현장지휘체계의 개선방안: 한국과 미국의 비교론적 관점」. 『사회과학연구』, 경희대학교 사회과학연구원 제34권 제3호, pp. 81-104.
- 이명석·오수길·배재현·양세진. 2008. 「재난대응 거버넌스 분석-민간자원봉사네트워크를 중심으로」. 『한국정책학회보』, 제17권 제3호, pp. 163-189.
- 이병기·김건위·현승현. 2010. 「위험거버넌스 관점에서 본 해양오염사고의 재난관리행태 분석」. 『한국정책학회보』, 제19권 제4호, pp. 353-378.
- 이선영. 2014. 「행정 책임성에 관한 연구: 일본의 설명책임과 한국의 개인책임 비교분석을 통해 본 세월호 참사」. 『정부와 정책』, 제7권 제1호, pp. 99-120.
- 이영마·박순애. 2008. 「조직학습 실패 사례를 통한 재난관리의 효과성 제고 방안: 해양 유류유출 사례를 중심으로」. 『한국사회와 행정연구』, 제19권 제3호, pp. 25-53.
- 정우상·김태진. 2014. 「세월호 사건 대처과정에서 정부의 역할: 메타거버넌스적 관점의 적용」. 『한국정책학회』, 추계학술대회발표논문집: 185-197.
- 천세봉·하연섭. 2013. 「과학기술정책 거버넌스 변동에 관한 신제도주의 분석: 노무현 정부와 이명박 정부를 중심으로」. 『한국정책학회』, 하계학술대회 발표논문집. pp325-351.
- 최병선. 2014. 「박근혜 정부 규제개혁 성공의 조건: 세월호 참사 이후 규제개혁의 진로」. 『한국행정포럼』, 제145권: 10-13.
- 최수영·강수명·김진만·오은호·조명희. 2014. 「재난대응 의사결정 지원을 위한 인벤토리 통합 관리 시스템 구축 방안」. 『한국지리정보학회지』, 제17권 제4호.
- 해양안전심판원. 2014호. . 해양사고통계.
- 현승현·이병기·김건위·추병주. 2009. 「지방정부의 재난대응체계에 관한 비교 연구: 한국과 일본의 해양오염사고 사례를 중심으로」. 『한국행정학보』, 제43권 제3호, pp. 273-306.
- 홍성만. 2004. 「과학기술정책에서 신거버넌스의 대두: 시민참여적 프로그램의 활성화」. 『한국행정학회』, 동계

- 학술대회 발표논문집. pp262-281
- 홍완식. 2014. 「세월호 사고에 관한 입법적 성찰」. 『법학연구』, 제56권: 327-348.
- Aboudy, D., & Lev, B. 2000. Information asymmetry, R&D, and insider gains. *The journal of Finance*, Vol. 55 No. 6, pp. 2747-2766.
- Altay, N., & Green, W. G. 2006. OR/MS research in disaster operations management. *European journal of operational research*, Vol. 175 No. 1, pp. 475-493.
- Azofra, M., Pérez-Labajos, C. A., Blanco, B., & Achutegui, J. J. 2007. Optimum placement of sea rescue resources. *Safety Science*, Vol. 45 No. 9, pp. 941-951.
- Blanes, J. V., & Busom, I. 2004. Who participates in R&D subsidy programs?: The case of Spanish manufacturing firms. *Research policy*, Vol. 33 No. 10, pp. 1459-1476.
- Celik, M., & Er, I. D. 2007. Identifying the potential roles of design-based failures on human errors in shipboard operations. In *7th Navigational Symposium on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*.
- Cho, S. E., Choi, M. G., & Park, H. W. 2012. Government-civic group conflicts and communication strategies: A text analysis of TV debates on Korea's Import of US Beef. *Journal of Contemporary Eastern Asia*, Vol. 11 No. 1, pp. 1-20.
- Cho, S.E., & Park, H. W. 2012. Government Agencies' Innovative Use of the Internet: The Case of the Twitter Activity of South Korea's Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. *Scientometrics*. Vol. 90 No. 1, pp. 9-23.
- Chung, C. J., & Park, H. W. 2010. Textual analysis of a political message: The inaugural addresses of two Korean presidents. *Social science information*, 49 No. 2, pp. 215-239.
- Dunn, William N.. 1981. *Public Policy Analysis*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Dunn, W. N. 2004. *Public Policy Analysis: an introduction*. Third Edition. Prentice-Hall, Inc. 남궁근·이희산·김선호·김지원 역. 2005. 정책분석론. 서울: 법문사.
- Er, Z. 2005. Definitions of human factor analysis for the maritime safety management process. In *International Association of Maritime Universities (IAMU) 6th Annual General Assembly and Conference*.
- Grabowski, M., & Sanborn, S. D. 2003. Human performance and embedded intelligent technology in safety-critical systems. *International journal of human-computer studies*, Vol. 58 No. 6.
- Grech, M. R., Horberry, T., & Smith, A. 2002. Human error in maritime operations: Analyses of accident reports using the leximancer tool. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* Vol. 46 No. 19. pp. 1718-1721. SAGE Publications.
- Healy, P. M., & Palepu, K. G. 2001. Information asymmetry, corporate disclosure, and the capital markets: A review of the empirical disclosure literature. *Journal of accounting and economics*, Vol. 31 No. 1, pp. 405-440.
- IMO. 1994. Better tandards, training and certification: IMO's response to human error. IMO news.
- Liberatore, M. J. 1987. An extension of the analytic hierarchy process for industrial R&D project selection and resource allocation. *Engineering Management, IEEE Transactions on*, (1), 12-18.
- Marriott, J. 1987. *Disaster at sea*. Ian Allan.

- Park, H. W. 2012. Examining academic Internet use using a combined method. *Quality & Quantity*, Vol. 46 No. 1, pp. 251-266.
- Park, S. J., Lim, Y. S., Sams, S., Nam, S. M., & Park, H. W. 2011. Networked politics on Cyworld: The text and sentiment of Korean political profiles. *Social Science Computer Review*, Vol. 29 No. 3, pp. 288-299.
- Rothblum, A. M. 2000. *Human error and marine safety*. In National Safety Council Congress and Expo, Orlando, FL
- Schattschneider. E. E. 1975. *The Semisovereign People*. Dryden Press.
- Weiss, J. A. 1989. The powers of problem definition: The case of government paperwork. *Policy sciences*, Vol. 22 No. 2, pp. 97-121.
- Yan, L., Jinsong, B., Xiaofeng, H., & Ye, J. 2009. A heuristic project scheduling approach for quick response to maritime disaster rescue. *International Journal of Project Management*, Vol. 27 No. 6, pp. 620-628.
- KOSIS (http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=116&tblId=DT_MLTM_1244&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=116_11615&seqNo=&lang_mode=ko&language=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=E1# 검색일: 2015.02.26.) 자동차 등록대수
- 교통안전관리공단 (<http://tmacs.ts2020.kr/web/TG/TG200/TG2100S/Tg2101.jsp?mid=S1147> 검색일: 2015.02.26.) 자동차사고 발생건수
- 네이버 뉴스검색(<http://news.naver.com/> 검색일: 2014.4.30.-2014.05.16.)
- 미해안경비대 (<https://www.uscg.mil/hq/cg5/cg534/MassRescueOps/MRO-D17QuickStartGuide.pdf> 검색일: 2015.03.01) Multi-Agency Quick Response Guide for Passenger Vessels.
- 위키피디아 http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_maritime_disasters#cite_note-35 검색일: 2015.03.02. 세계 해양사고 현황
- 해양안전심판원 (<http://www.kmst.go.kr/statistics/yearsStatisticsList.jsp> 검색일: 2015.02.26.) 해양사고통계