

An Economic Feasibility Study for Construction and Use of Korea Ocean Research Stations

Sang-Hwa Song* · Kwang-Sup Shin* · Jae-Gon Kim**[†] · Jin-Yong Jeong***

*Graduate School of Logistics, Incheon National University

**Department of Industrial and Management Engineering, Incheon National University

***KIOST

종합해양과학기지 구축 및 활용의 경제성 분석

송상화* · 신광섭* · 김재곤**[†] · 정진용***

*인천대학교 동북아물류대학원

**인천대학교 산업경영공학과

***한국해양과학기술원

Korea ocean research stations manage the weather and environmental data collected from coastal and ocean areas to provide short-term and long-term ocean forecasts. The purpose of this paper is to analyze and quantify economic benefits of the ocean research stations with sensors to observe physical, chemical, and biological data. The construction and operation of an integrated ocean observation station is expected to reduce uncertainty about ocean and coastal areas and to improve the quality of ocean forecasts. The economic benefits are mainly come from improved search and rescue operations, ocean pollution management, yellow dust management, and improved productivity in ocean-related industries. In addition, an input-output analysis is performed to evaluate the economic impacts of ocean research stations nationwide. The analysis shows that the system can contribute to industries such as fishing, maritime and air cargo, medical and health care.

Keywords : Ocean Research Station, Ocean Observation System, Economic Benefit Analysis, Input-output Analysis

1. 서론

해양과학기지는 최첨단 해양, 기상, 환경 관측체계를 갖추고, 해양 및 기상예보, 어장예보, 지구환경문제 및 해상교통안전, 연안재해방지와 기후변화예측에 필요한 자료를 실시간으로 수집, 제공할 수 있도록 건설된 최첨단 종합 해양연구 인프라를 의미한다[12]. 2014년 현재 이어도와 가거초에 해양과학기지가 구축되어 있으며, 서해와

동해에 추가 해양과학기지가 구축될 예정이다. 해양과학기지의 구축 및 운영, 그리고 활용이 필요한 이유는 크게 다섯 가지이다. 첫째, 세계 기후변화에 따른 한반도 주변해에 대한 해양 관측 및 연구의 필요성 때문이다. 한반도 주변 해수온 및 해수면 상승 추세는 전 세계평균에 비해 두 배 이상 빠르며[2], 한반도 주변해의 해양산성화, 해양생태계 변동이 진행되고 있어[4] 국가적으로 이에 대한 모니터링, 예측을 수행하여야 하며 지구환경변화 대응을 위한 전지구 규모의 모니터링 및 연구 협력에 동참하여야 한다. 둘째, 해양재해에 신속히 대응하고 피해를 예방하기 위해 필요한 실시간 해양 정보를 확보하기 위해서이다. 최근 수년간 기후변화로 인한 태풍, 폭풍해일, 너울

성 고파, 쓰나미 등의 자연재해가 증가하고 있으며, 해양 운송, 수산업, 해양레저 등 해양활동 빈도 증가로 대규모 해양사고가 속출하고 있다. 셋째, 주변국으로부터의 월경 오염물질의 영향을 파악하는 것이 필요하기 때문이다. 중국 및 일본으로부터의 오염물질 국내 유입 위험성 증가에 따른 오염물질 해상 모니터링 필요성은 급속도로 증가하고 있다. 최근 수년간 중국발 황사, 미세먼지, 그리고 오존, 블랙카본 등 오염기체의 양과 농도가 증가하고 있으며, 중국 양자강 저염수 및 오염수의 서해 유입도 증가하고 있다[8]. 또한 동일본해의 방사성 오염에 따른 방사능물질의 한반도 해역 유입 가능성도 높아지고 있는 실정이다. 마지막으로, 해양과학기지의 적극적 활용을 통한 국내산업 경제적 이익 증대의 필요성 때문이다. 해양과학기지 관측 데이터는 어업, 해양운송, 해상 레저 등의 산업에서 직접적으로 활용될 수 있으며, 더 나아가 국방, 의료, 미용, 에너지 등의 산업에서도 활용될 수 있다.

한국해양과학기술원(KIOST)에서는 ‘종합해양과학기지 구축 및 활용연구’ 2단계 사업을 2015년부터 2020년까지 6년간 약 700억 원의 정부 예산을 들여 수행할 예정이다. 예산의 항목별 비중은 과학기지 구축비 75%, 관측장비 구입 및 제작 10%, 기지 현장 관측 및 연구비 15%, 연구선 임차 5%이며, 2015년부터 2018년까지는 차기 해양과학기지 구축비가 예산의 대부분을 차지하며 2019년부터 2년간은 완공된 해양과학기지의 안정화와 기구축된 해양과학기지들을 활용한 연구에 예산이 소요된다. 본 사업은 100% 국가예산으로 수행되는 사업이므로 국가예산의 낭비를 막기 위해 사업 시행 전에 경제성평가를 통해 사업의 경제적 타당성을 검증할 필요성이 있다. 경제성 평가를 위해 많이 사용되는 방법으로 경제성 편익분석, 산업연관분석, 가상가치평가법(Contingent Valuation Method) 등이 있다. 본 연구에서는 가장 보편적으로 사용되는 경제성 편익분석과 산업연관분석을 사용하였다.

2. 관련 문헌 연구

해양과학기지를 구축한 선진 사례에서도 객관적 경제적 편익 및 산업연관 분석 사례는 매우 제한적이며, 정보제공 및 예측 시스템을 통한 파급 분야 예측이 주를 이루고 있다. Stel and Mannix[13]의 연구에서는 Seawatch Europe에 대하여 해양 활동, 원유 및 가스 발굴, 상업적 어업, 양식업, 여행, 기상예측, 재난대응, 해양연구 측면에서의 경제적 편익을 정성적으로 분석하였으나, 구체적인 수치에 기반을 둔 정량적 분석은 제시하지 않았다. Adams et al.[1]의 연구에서는 기존의 독립적 해양관측기지들을 통합하여 하나의 통합된 해양관측체계가 구축될 경우의

경제성에 대한 분석 자료를 제시하고 있으며, 농업, 수력 발전, 해안선 관리, 단기 기상예측, 태풍 예측, 전력 생산, 에너지 탐사, 건설, 어업, 건강, 야외활동, 해상운송, 해양 에너지 생산, 군사적 활용, 해양레저 활동, 인명구조, 해양오염 대응, 글로벌 기후변화 등에서 경제적 편익을 정성적으로 분석하였다. 경제적 편익 분석 결과 해양관측 시스템 설치 및 운영에 투입되는 비용 대비 경제적 편익이 매우 높은 것으로 분석되었으며, 이를 바탕으로 미국 정부의 적극적 투자 필요성 도출되었다. 특히, 해양관측 시스템의 특성상 민간의 참여가 제한적인 상황을 고려하여 정부의 개입이 필요하다는 결론을 도출하였다.

Kaiser and Pulsipher[5]의 연구에서는 멕시코만 지역에 설치된 해양관측기지(Ocean Observation System)의 경제적 편익을 해상운송 증가, 상업적 어업 수확량 증가, 레저 낚시, 인명구조, 해양오염 대응, 에너지 자원 탐사 측면에서의 편익 측면에서 분석하였으며, 해양관측 기지 설치에 따라 약 1% 수준의 생산량 및 효율성 증대로 발생 가능한 편익을 분석하였다. Gulf of Mexico 지역에서의 해양관측기지 건설 및 운영은 연간 8천 5백만 달러에서 최대 1억 2천 6백만 달러의 경제적 편익을 가져올 것으로 분석되었으며, 1% 수준의 생산량 및 효율성 증대는 해양관측기지의 건설 및 운영에 따른 영향을 보수적으로 평가한 것으로 주장하였다. Dumas and Whitehead[3]의 연구에서는 미국 Southeast Atlantic 지역의 해양과학기지 구축에 따른 경제적 편익을 분석하고 있으며, 해양과학기지 구축에 따라 관련 분야에 1%의 긍정적 영향이 있는 것으로 분석되었다. 해양과학기지 구축에 따라 2003년 기준 연간 1억 7천만 달러의 경제적 편익이 발생하는 것으로 분석되었으며, 이를 바탕으로 관련 시스템의 설치 및 운영에 있어 미국 정부의 적극적 투자 필요성을 제안하였다. 이 연구에서 가장 큰 편익으로 제시된 것은 해변 레저 활동, 인명구조, 해양 레저 활동으로 분석되었으며, 2003년 기준 각각 연간 8천 8백만 달러, 4천만 달러, 2천 7백만 달러의 경제적 편익이 발생하는 것으로 분석되었다. 기타 편익으로는 선박 화물/여객 운송시간 절약 편익, 선박의 항만 내 대기/지체 시간 단축 편익, 수산업 부가가치 창출, 허리케인 대응 및 해양 오염 방지 등의 편익이 제시되었다. Southeast Atlantic Ocean뿐만 아니라 해당 구역 내 각각의 지역별 편익에 대한 상세 분석도 실시하였으며, Florida주가 가장 큰 혜택을 받는 것으로 분석되었다. Southeast Atlantic Ocean에서의 해양과학기지 건설 및 운영에 따른 경제적 편익은 유사연구에서 도출된 경제적 편익들의 범위 내에서 도출되어 합리적인 분석이 이루어진 것으로 자체 평가된다.

Kite-Powell[6]의 연구에서는 미국 내 해양과학기지들의 경제적 편익 분석들을 리뷰하고, 이를 바탕으로 Northeast

Region에서의 경제적 편익 분석을 실시하였다. 경제적 편익에 대한 구체적이고 계량적인 분석은 이루어지지 않았으며, 1% 수준의 보수적 효율성 향상을 고려할 때 발생 가능한 경제적 편익들에 대해 기존의 연구들을 참고하여 정성적 경제적 편익 분석을 주로 실시하였다. 주요 경제적 편익은 레저 활동, 해상운송, 인명구조, 유류 유출 및 오염, 해상 태풍 경로 예측, 에너지 생산, 해양 구조물 설치 등의 분야에서 발생하는 것으로 분석되었다. 기존 방법론을 바탕으로 경제적 편익 분석 방법론을 새롭게 도출하였으며, 이를 바탕으로 Northeast Region에 적용할 경우 인명구조에서 연간 2천 4백만 달러, 선박 레저 활동에 따라 1천만 달러 이상, 수산업 종사자들에 있어 연간 1백만 달러 이상의 경제적 편익이 발생하는 것으로 분석되었다.

기존 관련 연구의 한계점을 분석해보면, 먼저 해양과학기지의 건설이 관련 분야에 획일적으로 1% 수준의 효율성/생산성 향상을 가져올 것으로 분석한 것을 들 수 있다. 분야에 따라 직접적 영향이 아닌 간접적 영향을 미칠 수도 있기 때문에 상관관계에 따라 효율성/생산성 향상에 차별화가 필요하다. 그리고 관련 산업에의 경제적 파급효과를 고려하지 않은 점 역시 문제점으로 파악된다. 기존 연구들은 주로 해양과학기지 건설 및 운영에 따른 경제적 이익을 정성적 분석을 통해 주관적으로 기술하는 측면이 있으며, 관련된 분야에서의 간접적 영향 및 파급효과, 해양과학기지 건설에 따른 산업 및 국가 전체에의 영향을 더욱 세밀히 분석할 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 해양과학기지 구축 및 운영에 의한 이익을 경제적 편익 분석과 산업연관분석으로 세분화하여 분석함으로써 해양과학기지 구축 및 운영에 따른 직접적 경제적 편익뿐만 아니라 거시적 측면에서 산업 전반에의 파급효과를 복합적으로 고려하고자 한다.

3. 해양과학기지 구축·운영의 경제적 편익

해양과학기지 구축이 완료될 경우 종합해양과학기지에 설치된 센서들로부터 생산되는 실시간 관측자료는 운용해양시스템을 통한 사용자 밀착형의 해양정보 제공으로 해양, 항만, 농수산 등 관련 분야에 경제적 편익이 발생할 것으로 예측된다. 그러나 도로, 철도 등 경제와 밀접한 연관관계를 가진 분야에서의 투자와 달리 해양과학기지 구축 및 운영은 공공재적 성격을 띠고 있으며, 이에 따라 정확한 경제적 편익 분석에 어려움이 존재한다. 본 연구에서는 기존에 수행된 해외 선진 해양과학기지 경제성 분석 자료를 바탕으로 국내 실정에 맞는 데이터를 활용한 경제적 편익 분석을 실시하였다.

본 연구에서는 객관적 통계자료가 가용한 최신년도(2012년)를 기준으로 분석을 수행하였으며, Kaiser and

Pulsipher[5]와 Dumas and Whitehead[3]의 연구의 분석 방법론을 활용하였다. 해당 연구에서 연구자들은 해양과학기지의 구축에 따라 관련 분야에 1%의 긍정적 효과가 있을 것으로 판단하였다. 그러나 본 연구에서는 해양과학기지의 성공적 구축에 따라 관련 분야에 1%의 긍정적 효과가 있다고 가정하되, 직접적 영향의 경우 1%, 간접적 영향의 경우 0.1%의 긍정적 영향이 있을 것으로 가정하였다. 특히, 보수적 평가를 위하여 가급적 보수적 추정치를 활용하였으며, 2012년 기준 데이터를 바탕으로 2012년 기준 원화 가치로 연간 경제적 편익을 추정하였다. 실제 구축 및 운영이 정상궤도에 오를 경우 본 경제적 편익 분석에 분석된 경제적 편익보다 많은 비용 절감 및 편익 창출이 가능할 것으로 판단된다.

해양과학기지의 구축 및 운영에 따라 경제적 편익이 발생 가능한 분야를 추정하기 위하여 기존 연구에서 다루어진 분야 중 국내 상황에 맞는 분야를 선택하였으며, 본 연구에서는 해상 조난사고 예방 및 대응, 해양오염사고 예방 및 대응, 황사 피해 감소, 항만 대기/지체 감소, 자연재난 피해 및 복구비용, 어업생산성 향상을 고려하였다. 이중 해양오염사고, 황사피해, 항만 대기/지체, 어업생산성은 직접적 영향을 받는 분야로, 해상 조난사고 및 자연재난 피해는 간접적 영향을 받는 분야로 가정하였다.

3.1 해상 조난사고 예방 및 대응에 있어서의 경제적 편익

인명 조난사고의 경우 발생초기 대응에 따라 구조 성공여부가 결정되며, 해양과학기지에 구축된 모니터링 시스템을 통해 예측 정확도 향상을 가져오는 경우 보다 정확한 조류 및 풍향, 풍속, 기상정보를 제공함으로써 구조율을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다. 국내의 해상조난사고는 <Table 1>에 나타난 바와 같이 2000년대 들어 지속적으로 증가하고 있으며, 2012년의 경우 1,632건의 선박 조난사고와 11,302명의 인명 조난사고가 발생하였다. 인명 구조율은 2006년 97.9%에서 매년 지속적으로 증가하여 2012년 기준 99.2%를 달성하였다. 해양과학기지 구축에 따른 모니터링 및 예측 정보의 적시 제공을 통해 인명 구조율을 99.3%로 0.1% 향상시킬 수 있을 것으로 기대되며, 이 경우 2012년 기준 약 6명을 추가 구조할 수 있었을 것으로 분석된다.

구조율 향상에 따른 경제적 편익은 인명 구조에 따른 통계적 생명가치 VSL(Value per Statistical Life)을 바탕으로 추정 가능하다. 통계적 생명 가치란 인간이 자신의 삶을 유지하기 위해 지불할 의지가 있는 금액을 의미하며, 일반적으로 인명 구조에 따른 경제적 편익 산정에 활용된다.¹⁾

1) 참조 : <http://sites.maxwell.syr.edu/vsl/>.

<Table 1> Statistics for Marine Distress Accidents(Source : Korea Coast Guard)

Division		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ship	Accidents	845	978	767	1,921	1,627	1,750	1,632
	Rescue	794	909	735	1,875	1,569	1,680	1,570
	Rescue Ratio(%)	94	92.9	95.8	97.6	96.4	96	96.2
	Failure	51	69	32	46	58	70	62
Human	Accidents	4,873	5,530	4,976	11,037	9,997	9,503	11,302
	Rescue	4,769	5,460	4,927	10,940	9,844	9,418	11,217
	Rescue Ratio(%)	97.9	98.7	99	99.1	98.5	99.1	99.2
	Failure	104	70	49	97	153	85	85

<Table 2> Marine Pollution(Source : Korea Coast Guard <http://www.index.go.kr>, Efflux in *k*)

Division		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Number of Accidents	Sub-Total	285	345	265	287	329	287	253
	Tanker	26	36	23	18	37	25	32
	Cargo	33	47	32	36	33	39	48
	Fishing Boat	112	141	98	125	140	97	66
	Others	114	121	112	108	119	126	107
Efflux (Spilled)	Sub-Total	365	14,022	436	111	601	369	419
	Tanker	11	12,623	301	8	149	1	1
	Cargo	58	141	3	10	82	60	222
	Fishing Boat	21	49	34	18	131	52	6
	Others	275	1,206	98	75	240	255	190

Kite-Powell and Colgan[7]의 연구에서는 해양사고에 따른 통계적 생명가치를 2003년 달러 기준 4.35백만 달러로 산정하였으며, 본 연구에서는 해당 금액을 해양과학기지 구축에 따른 인명사고 구조율 향상의 경제적 편익의 기준 금액으로 활용하였다. 2003년 US달러를 2012년 대한민국 원화로 변환하기 위하여 본 연구에서는 2003년 US달러를 2012년 US달러로 환산한 후 2012년 평균 달러 환율을 적용하여 원화로 환산하였다.

미국의 1960년 이후 50년간 평균 물가상승률은 연간 기준 4.1%이며, 이를 적용할 경우 2003년 기준 1달러는 2012년 기준 1.436달러이고, 이를 적용할 경우 미국의 1인당 통계적 생명가치는 약 6.25백만 달러로 추정 가능하다. 사회·문화·경제적 차이로 인하여 미국 기준 통계적 생명가치를 국내에 그대로 적용하는 것은 경제적 편익을 과대 계상할 가능성이 존재하여 본 연구에서는 2012년 기준 1인당 GDP를 바탕으로 국내 기준 통계적 생명가치를 역으로 추정하였다. 2012년 기준 1인당 GDP는 미국의 경우 49,601달러, 대한민국 23,689달러로 대한민국이 미국 대비 47.7%이며, 이를 2012년 US달러 기준 미국 1인당 통계적 생명가치에 적용할 경우 국내 1인당 통계적 생명가치는 3,279,528,000원으로 분석 가능하다.

<Table 1>로부터 도출된 해양과학기지 구축에 따른 구조율 향상 및 인명구조 건수 증가 6건에 대하여 추정된 통계적 생명가치를 적용할 경우 2012년 기준 연간 약 193억 원의 경제적 편익이 발생하는 것으로 최종 추정된다. 국내 1인당 통계적 생명가치 3,279,528,000원에 대해 6명의 인명구조를 반영할 경우 인명 구조율 향상에 따른 경제적 편익은 2012년 기준 연간 19,303,305,796원으로 추정 가능하다.

3.2 해양오염사고 예방 및 대응에 있어서의 경제적 편익

해양오염사고는 <Table 2>와 같이 2000년 이후 매년 300여건이 발생하고 있으며, 선박사고 등으로 유출된 오염물질은 2006년에서 2012년 평균 387,000리터로 보고되었다. 해양과학기지 구축 및 운영을 통해 보다 정밀한 해양 정보를 관측하고 예측할 수 있게 될 경우 해양오염에 따른 피해를 감소하는데 큰 역할을 할 것으로 기대된다. 해양오염에 따른 유출 피해액 산정을 위하여 관련 연구에서 추정된 유출 피해액 산정 기준을 분석하였고, 본 연구에서는 Dumas and Whitehead[3]의 연구를 바탕으로 유출 피해액을 산정하였다. Dumas and Whitehead[3]의 연구에서

미국의 석유류 유출 피해액은 2003년 기준 1배럴당 10,000 달러로 추정되었다. 석유류 1배럴은 158.9리터로 변환되며, 미국 물가상승률 4.1%와 2012년 기준 평균 환율 1100 원을 적용할 경우 2012년 기준 1리터당 99,386원의 유출 피해가 발생하는 것으로 분석 가능하다.

해양과학기지 구축에 따라 해양오염사고 피해를 1% 감소시킬 경우 연간 약 3억 8천만 원의 경제적 편익 발생한다. 2007년의 경우 허베이 스피리트호 원유 유출사고로 평년과 다른 매우 많은 양의 유류가 유출되었으며, 보수적 추정을 위하여 이를 제외할 경우 2008년~2012년 평균 387,200리터가 유출된 것으로 추정 가능하다. 해양과학기지 구축에 따라 해양오염사고의 피해를 1% 감소시킬 경우 연간 3,872리터의 오염피해 감소가 가능하며, 1리터당 평균 유출 피해액을 고려할 경우 연간 384,822,718 원의 경제적 편익이 발생한다.

3.3 황사 피해 감소에 따른 경제적 편익

황사 피해에 따른 사회적 비용 지출은 매년 증가하여 사회적 문제가 되고 있으며, 2004년 이후 연간 평균 9.6회 황사가 발생하고 황사 지속일수는 연간 평균 17.6일로 보고되었다. 해양과학기지를 통해 중국으로부터의 황사 발생 및 이동 상황을 실시간으로 파악하게 되면 황사에 대한 보다 정밀한 예측 및 관리가 가능하여 황사 관련 피해를 감소시키는데 직접적 영향을 미칠 것으로 기대된다.

본 연구에서는 황사에 따른 사회적 비용 지출 분석 자료를 바탕으로 황사지속 1일당 피해금액을 산정하였다. Shin[11]의 연구에서는 황사에 따른 사회경제적 영향과 피해비용을 추정하였으며, 황사에 의한 연간 피해비용을 조건부가치추정법에 의해 연간 1조 3,570억 원으로 추정하였다. 환경피해에 따른 피해비용 추정을 직접지출액 및 손실로 평가할 경우 최대 9조 8,988억 원에 이르는 것으로 분석되었으나, 직접지출액 평가의 경우 실제 피해비용을 다소 과대평가할 수 있다는 한계점을 고려하여 본 연구에서는 보수적 경제성 평가원칙에 따라 조건부가치추정법에 따른 피해비용을 황사 피해 감소에 따른 경제적 편익 측정에 활용하였다.

기상청 발표 자료 기준 황사지속일수는 <Table 3>에 정리되어 있으며, 기존 연구에서 인용된 2004년을 기준으로 할 때 황사지속일수는 14일로 이를 고려할 경우 2004년 기준 황사지속1일당 피해금액은 2004년 기준 연간 96,928,571,429원으로 추정가능하며, 이를 2012년 기준 금액으로 환산하기 위하여 경제적 타당성 분석에 사용되는 사회적 할인율 5.5%를 적용할 경우 2012년 기준 황사지속 1일당 피해금액은 148,754,971,489원으로 추정

할 수 있다. 황사지속 1일당 피해금액을 바탕으로 해양과학기지 구축에 따라 연평균 피해금액을 1% 감소시킬 경우 2012년 기준 약 261억 원의 경제적 편익이 발생하는 것으로 추정할 수 있다. 연평균 17.6일의 황사지속일수를 바탕으로 연간 총 피해금액을 산출할 경우 2012년 기준 약 2조 6천억 원의 사회적 피해비용이 발생하는 것으로 분석 가능하다. 해양과학기지 구축에 따라 황사발생 정보를 정확히 공유하고, 예측정확도를 높일 경우 황사발생에 따른 피해비용을 1% 절감할 수 있을 것으로 기대되며, 이를 적용할 경우 2012년 기준 26,114,761,661 원의 경제적 편익이 발생한다.

<Table 3> Statistics for Yellow Dust(Source : Korea Meteorological Administration)

Division	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Occurrences	6	11	9	13	10	10	15	7	5
Days	14	17	21	22	20	18	25	15	6

3.4 항만 대기/지체 감소에 따른 경제적 편익

Park et al.[10]의 연구에 따르면, 2007년 기준 우리나라 수출입 물동량의 99.6%는 해상운송 되고 있어 항만에서의 대기/지체가 발생할 경우 국가 물류비 측면에서 큰 피해가 있으며, 기상악화 및 대응 부족이 선박 대기 및 화물 지체에 가장 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 따라서 해양 관련 정보의 조기 확보 및 예측은 기상 관련 대응 역량을 강화하여 항만에서의 대기 및 지체를 감소시키는데 직접적 영향을 미칠 수 있을 것으로 기대된다.

해당 연구에서 2007년 국가 항만 대기/지체비용이 선박 대기 기준 연간 66,192,000,000원, 화물지체에 따라 연간 12,535,000,000원의 비용이 발생하는 것으로 추정되었다. 이를 2012년 기준으로 변환하기 위하여 항만 입출항 횟수를 살펴보면, 해운항만물류정보센터 자료 기준 2007년 입출항 합계는 200,745회, 2012년 기준 연간 입출항 합계는 197,354회로 분석되어, 2007년 대비 98.3% 수준으로 분석된다. 연간 물가상승률 5.5%를 적용할 경우 2012년 기준 전국 항만에서의 선박대기 및 화물지체 비용은 각각 85,048,958,149원, 16,106,005,112원으로 추정된다. 해양과학기지 구축에 따라 선박대기 및 화물지체 피해비용을 1% 절감할 경우 2012년 기준 절감액은 각각 연간 850,489,581원, 161,060,051원으로 추정된다.

3.5 자연재난 피해 및 피해복구비용 절감에 따른 경제적 편익

2000년대 자연재난으로 인한 인명 피해는 연간 평균

30.9억 원, 재산피해는 7941.9억 원으로 보고되었다. 자연재난은 산불이나 홍수 등 자연재해로 인한 피해를 의미하며, 해양과학기지 건설에 따라 태풍 등의 악기상 관련 정보를 보다 조기에 정확히 예측할 경우 간접적으로 피해 규모를 줄이는데 기여할 수 있을 것으로 판단된다. 자연재난 발생 후 피해복구에 연간 평균 14,461억 원이며, 해양과학기지 운영에 따라 자연재난 발생에 따른 피해와 피해복구비용이 각각 0.1% 감소할 경우 피해비용은 2012년 기준 약 11.9억 원, 피해복구비용은 약 14.5억 원 절감 가능한 것으로 추정된다. 보수적 추정을 위하여 해양과학기지 구축 및 운영이 자연재난 발생 및 피해복구에 간접적 영향을 미치는 것으로 가정할 경우 간접적 영향 기준 0.1%의 피해 절감이 가능할 것으로 기대된다.

인명피해의 경우 2012년 기준 1인당 통계적 생명가치를 적용하여 경제적 편익 추정이 가능하며, <Table 4>의 재해연보 데이터 기준 2004년~2012년 평균 연간 30.9명의 인명피해 발생과 7,941억 원의 재산피해가 각각 0.1% 감소할 경우 인명피해 및 재산피해 절감에 따른 경제적 편익은 각각 약 101,300,997원, 1,089,200,000원으로 추정된다. 피해복구의 경우 <Table 5>의 2004년~2012년 데이터 기준 평균 연간 14,461억 원의 피해복구비용을 0.1% 절감할 것으로 기대되며, 이 경우 피해 복구비용은 2012년 기준 1,446,122,222원의 경제적 편익이 발생한다.

3.6 어업 생산성 향상에 따른 경제적 편익

<Table 6>에 나타난 바와 같이 어업생산액은 매년 증가 추세에 있으며, 2012년 기준 연간 7조 6890억 원의 생산액을 기록하였다. 어업에 있어 가장 중요한 영향 요인 중 하나는 해황 정보가 있으며, 해양과학기지의 성공적 운영은 해양 기상 정보에 대한 정확한 정보를 조기에 어업 관련 산업에 전달할 수 있음을 의미한다. 따라서 성공적 구축과 운영이 이루어질 경우 어업 생산성 향상에 따라 경제적 편익이 발생할 것으로 기대된다. 어업생산성 향상으로 인한 경제적 편익은 2012년 기준 연간 약 39억 원의 경제적 편익이 발생한다. 해양과학기지 구축에 따라 어업생산성이 향상될 경우 해당 산업에서의 이익 증가에 따라 경제적 편익이 발생하는 것이다. 어업생산액은 기업의 매출 개념으로 어업생산액이 증가한다 하더라도 증가분이 모두 경제적 편익이 되는 것은 아니며, 매출에 따른 이익률을 산정하여 경제적 편익을 산정하였다. 어업 분야의 평균 이익률 산정에 대한 자료를 확보하기 어려워 본 연구에서는 2012년 기준 국내 상장기업 평균 이익률 5.1%를 적용하여 어업생산성 향상에 따른 경제적 편익을 산정하였다. 해양과학기지 구축 및 운영으로 어업생산액이 1% 증가할 경우 2012년 기준 연간 7,689억 원의 어업생산액 향상이 가능하며, 평균 이익률 5.1%를 고려할 경우 3,921,390,000원의 경제적 편익이 발생한다.

<Table 4> Statistics for Damages from Natural Disasters (Source: Chronicle of Natural Disaster, National Emergency Management Agency, Units in 0.1 Billion KRW)

Division	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Casualties	14	52	63	17	11	13	14	78	16
Property Damage	12,304	10,498	19,430	2,518	637	2,988	4,268	7,942	10,892

<Table 5> Recovery Costs for Natural Disasters(Chronicle of Natural Disaster, National Emergency Management Agency, Units in 0.1 Billion KRW)

Division	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
TOTAL	36,509	4,897	1,476	7,735	7,154	16,540	20,532	
Recovery Aid	Sum	33,760	4,170	972	5,895	5,569	13,402	18,472
	Government	27,489	3,023	783	3,661	3,854	9,243	13,657
	Contribution	0	0	0	0	0	0	0
	Local Government	6,271	1,147	189	2,234	1,715	4,159	4,815
	Debt	0	0	0	0	0	0	0
Self	0	0	0	0	0	0	0	
Self-recovery	2,749	727	504	1,840	1,585	3,138	2,060	

<Table 6> Fisheries Production(Units in 1 Billion KRW)

Year	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Production	4731	5049	5286	5752	6345	6924	7425	8072	7689

3.7 해양과학기지 구축 및 운영에 따른 경제적 편익 종합

해양과학기지 구축은 해양사고, 오염피해, 자연재난, 항만운영, 황사, 산업 측면에서 긍정적 효과가 있을 것으로 예상되며, 직접적/간접적 영향을 통해 2012년 기준 연간 약 533억 원의 경제적 편익이 발생할 것으로 종합 분석되었다. 각각의 분석 항목 및 결과는 <Table 7>에 요약되어 있다.

4. 해양과학기지 구축·운영의 경제적 파급효과

해양과학기지의 구축과 운영에 따른 경제적 파급효과를 산정하기 위해서 본 연구에서는 최초 해양과학기지를 구축하는 데 따른 파급효과와 이후 해양과학기지를 지속적으로 운영하고 활용함으로써 얻을 수 있는 경제적 파급효과를 구분하여 산정하였다.

4.1 산업연관분석 개요

우선 구축에 따른 경제적 파급효과는 해양과학기지 구축과 관련된 산업을 중심으로 표준 산업 분류 체계를 재편하고, 이를 기반으로 생산유발효과, 부가가치 유발 효과 및 고용유발 효과를 평가하였다. 산업연관 분석을 위한 기준 자료는 한국은행에서 발행한 2011년 산업연관표 2를 사용하였다.

산업간 투입-산출 분석을 통한 경제적 파급효과를 산출하기 위해서는 해양과학기지 구축과 관련된 산업을 재분류해야만 한다. 특히, 해양과학기지 구축 사업이 특정 산업에 속하는 것이 아니라 여러 산업들과 관련되어 있으므로 하나의 산업으로 분석하기 보다는 관련 산업부문을 개별적으로 구분하여 분석하는 것이 합리적이기 때문이다. 한국은행에서 제시한 표준산업분류체계 중 소분류 항목을 기준으로 해양과학기지 구축을 위한 예산이 투입되는 산업부문을 구조물 건설업(Structure Construction), 측정장비 제조업(Measuring Gear Manufacturing), 해양연구 조사 및 서비스업(Ocean Research and Service)으로 구분하였다. 각 산업에 포함되는 표준 산업 분류 코드는 아래 <Table 8>과 같다.

<Table 7> Summary of Economic Benefits

	Details	Scenarios		Benefits (KRW)
		Impacts (O : Direct, △ : Indirect)	Assumptions	
Port Activities	Ship Waitings	O	1% Reduction in Cost	850,489,581
	Cargo Delays	O	1% Reduction in Cost	161,060,051
Marine Distress	Casualties	O	0.1% Increase in Rescue	19,303,305,796
	Marine Pollution	O	1% Reduction in Damage	384,822,718
Natural Disasters	Casualties	△	0.1% Reduction in Damage	101,300,997
	Property Damages	△	0.1% Reduction in Damage	1,089,200,000
	Recovery Costs	△	0.1% Reduction in Costs	1,446,122,222
Yellow Dust	Recovery Costs	O	1% Reduction in Damage	26,114,761,661
Industry	Fisheries	O	1% Increase in Revenue	3,921,390,000
Total				53,372,453,026

<Table 8> Re-categorizing Industries Related with Ocean Research Station

Division	Level#1		Level#2		Level#3	
	Code	Name	Code	Name	Code	Name
Structure Construction	10	Primary Metal	36	Pig Iron and Crude Steel		
			37	1 st Good of Steel		
			38	Nonferrous and 1 st Good		
	11	Metal Good	39	Metal Good	84	Metal Goods for Construction
	18	Construction	56	Civil Engineering and Special Construction	128	Special Construction
Measuring Gear Manufacturing	13	Electronic and Electricity	67	Business Related Special Service	152	Construction and Engineering Related Service
			42	Electric Machine and Equipment		
			43	Parts of Electronic Goods		
			44	Picture, Sound and Broadcasting Instrument	102	Communication and Broadcasting Instrument
	45	Computer and Office Machine				
14	Precision Instrument	47	Precision Instrument	106	Medical and Measurement Instrument	
Ocean Research and Service	15	Transportation Equipment	49	Ship	112	Ship
	21	Transportation	60	Water and Air Transportation	135	Water Transportation
	24	Real Estate and Business service	66	Research Agency	148	Research Agencies
			68	ETC Business Service	154	ETC Business Service
	28	ETC.	78	ETC	166	Office supplies

한국은행에서 제시한 28개 산업 분류 체계에서 제 1차 급속 산업은 구조물 건설업에 포함되었으므로 분류체계에서 삭제하고, 나머지 분류 체계를 다시 산업간 유사성을 고려하여 25개 산업으로 조정하였다. 따라서 새롭게 추가된 세 가지 산업과 함께 총 28개 산업을 기준으로 경제적 파급효과를 분석하였으며, 그 목록은 아래의 <Table 9>와 같다.

<Table 9> Re-categorizing Whole Industries

Name	Name
01. Agriculture and Forestry Good	15. Construction
02. Mining Goods	16. Wholesale and Retail
03. Food and Drink	17. Restaurant and Lodge
04. Textile and Leather	18. Transportation
05. Timber/Paper and Print/Copy	19. Communication and Broadcasting
06. Petroleum and Coal	20. Finance and Insurance
07. Chemical Goods	21. Real estate and Business service
08. Nonmetal Mineral Goods	22. Public administration and National defense
09. Metal Goods	23. Education and Public Health
10. General Machine	24. Social and ETC.
11. Electric/Electron and Precision Machine	25. ETC.
12. Transportation Instrument	26. Structure Construction
13. ETC Manufacturer	27. Measuring Gear Manufacturing
14. Electricity, Gas and Water supply	28. Ocean Research and Service

전체 28개 산업간 투입-산출 분석을 통해 생산유발계수, 부가가치 유발 계수 및 고용유발계수를 산정한 결과는 아래 <Table 10>과 같다.

<Table 10> Economic Effect of Each Related Industries

Industries	Production Inducement Coefficient	Value added Inducement Coefficient	Employment Inducement Coefficient
Structure Construction	3.628	0.581	1.864
Measuring Gear Manufacturing	3.618	0.588	2.133
Ocean Research and Service	2.972	0.637	7.644

해양과학기지 구축 사업과 관련된 산업의 생산 한 단위를 증가시켜 타 산업으로 분배되는 생산유발효과는 지지건설업이 3.628, 측정장비 제조업이 3.618, 해양연구 및 서비스업이 2.972로 나타났다. 그러나 해양과학기지 구축을 위해서 세 가지 산업에 동일한 비중의 투자가 이루어

진다고 가정할 수 없으므로 더욱 정교한 분석을 위해서는 세 가지 산업의 평균 생산유발효과를 적용하기 보다는 해양과학기지 구축 산업에 대한 세부 투자 계획을 기준으로 분석해야 한다.

부가가치 유발효과 측면에서는 해양연구 및 서비스업의 부가가치 유발 계수가 0.637로 가장 높게 나타났으며, 구조물 건설업과 측정장비 제조업은 각각 0.581과 0.588로 나타났다. 이러한 결과의 원인은 해양연구 및 서비스업을 구성하는 세부 산업의 특성에서 찾을 수 있다. 수송부분을 제외한 나머지 산업은 투입되는 인력, 장비 및 원자재의 규모에 비해 산출되는 결과물의 가치가 큰 산업이 주를 이루고 있기 때문으로 해석할 수 있다.

부가가치 유발 계수와 마찬가지로 해양연구 및 서비스업의 고용유발계수가 가장 높게 나타났으며, 구조물 건설업 및 측정장비 제조업은 1.864, 2.133으로 타 산업에 비해 평이한 수준으로 나타났다. 이는 해양기지 구축 사업과 관련된 구조물 건설업과 측정장비 제조업의 특징으로부터 그 원인을 찾아볼 수 있는데, 첨단 대형 설비와 정밀도를 요하는 장비를 필요로 하는 해양기지 구축 사업의 특성상 인력 고용보다는 자동화된 장비 및 기기의 수요가 더 높게 나타날 수밖에 없기 때문이다. 이에 반해 해양연구 및 서비스업은 자동화된 시스템이나 장비가 아닌 인력 중심의 산업이 주를 이루고 있기 때문에 다른 산업에 비해 고용 유발 효과가 높게 나타났다고 볼 수 있다.

4.2 해양과학기지 투자의 경제적 파급효과

해양과학기지 건설을 위한 투자는 2014년부터 향후 7년간 계획되어 있으며, 앞서 분석된 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 고용 유발 효과는 단순히 해양과학 기지 건설에 투입되는 총 투자 규모를 기준으로 분석하기 보다는 투자 예산의 세부 항목을 해양과학기지 건설과 관련된 세 가지 산업과 연관하여 분석할 필요가 있다. 기존 해양과학 기지 건설 및 운영을 위한 예산의 투입 비중을 분석한 결과는 아래 <Table 11>과 같다.

<Table 11> Execution of Budget for Constructing and Operating Ocean Research Stations

Items	%	Detailed Items
Construction of research station	75	Manufacture and install structures
Purchasing Observation device	5	import(95%), domestic(5%)
Research expense	15	Labor cost, foreign and domestic travel expenses
Material Cost	10	Lease ships for research, production of research device and prototype

다음 <Table 12>는 KIOST에서 수립한 투자 운용 계획을 과거 예산 집행 이력을 바탕으로 세 가지 관련 산업에 대한 투자 규모를 산정한 결과이다.

전체 투자 규모 중 구조물 건설업이 대부분을 차지하고 있으며, 해양 연구 및 서비스업이 약 28%를 차지한다. 측정장비의 제조업의 경우 <Table 4>에서도 확인할 수 있듯이 관측 장비의 대부분이 외산장비인 관계로 내수 장비 제조업에 대한 투자에 대한 비중이 미비한 수준이다.

다음 <Table 13>은 해양과학기지 건설과 관련된 산업에 대한 투자 규모를 반영한 경제적 파급효과를 산정한 결과를 보여준다.

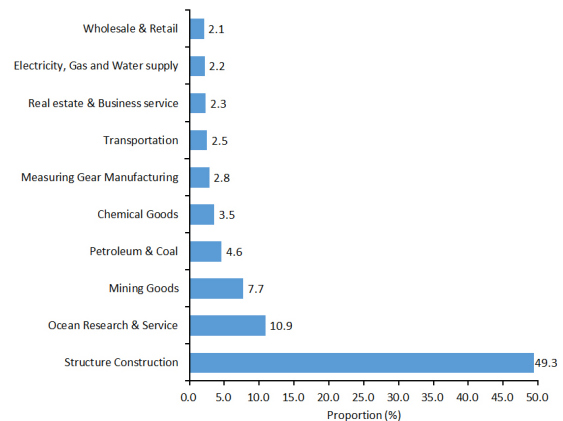
7년간 전체적으로 2,356억 원 규모의 생산유발 효과가 예상되며 이중 1,786억 원이 구조물 건설업을 통한 생산유발 효과로 볼 수 있다. 해양연구 및 서비스업의 효과는 565억 원 규모이며, 외자 구매 부분이 제외된 측정장비 제조업의 생산유발효과는 약 5억 6천만 원 수준에 머무를 것으로 예상된다.

부가가치 유발 계수는 해양연구 및 서비스업이 가장 높은 수치(0.637)를 보여주었으나, 7년간 투자 금액이 상대적으로 낮아 121억 원의 부가가치 창출 효과를 기대할 수 있을 것으로 예상된다. 반대로 가장 큰 규모의 투자가 이루어진 구조물 건설업은 286억 원의 부가가치가 창출될 것으로 예상할 수 있다. 외자 구매 부분을 제외한 측정장비 제조업의 경우는 부가가치 유발 계수 0.588로 구조물 건설업(0.581)과 유사한 수준이었으나 투자 규모가 극히 작기 때문에 9천만 원 정도로 극히 미비한 부가가치 창출 효과가 예상된다.

해양과학기지 건설 사업을 통한 7년간 총 고용유발 효과는 237명 수준이며, 이 중 해양연구 및 서비스업이 약 145명, 구조물 건설업이 약 92명 수준이며, 장비제조업은 고용유발 효과가 없다고 판단할 수 있다. 생산 유발효과와 부가가치 유발효과와 마찬가지로 구조물 건설업에

비해 해양연구 및 서비스업의 고용유발 효과가 더욱 크게 나타났으며, 이는 해당 산업에 일정 규모의 금액이 투자되었을 때의 효과를 기준으로 산정하기 때문이다. 측정장비 제조업은 외자구매 부분을 제외하였기 때문에 투자 규모가 두 개 산업에 비해 극히 낮은 수준을 보이기 때문에 뚜렷한 고용 유발 효과를 기대하기는 어렵다.

해양과학기지 건설과 관련된 세 개 산업뿐만 아니라 전체 산업에 대한 경제적 파급효과를 비교할 필요가 있다. <Figure 1>은 28개 산업 중 생산유발 효과가 가장 높은 10개 산업의 목록과 그 비율을 보여주고 있다. 구조물 건설업이 전체 생산 유발 효과의 약 50% 정도를 차지하는 것으로 나타났으며, 그 다음으로는 해양연구 및 서비스업(10.85%), 광산품(7.68%), 석유 및 석탄(4.59%)의 순서로 나타났다. 구조물 건설업과 측정 측정장비 제조업의 생산유발 계수가 약 3.6으로 유사한 값을 보이고 있으나 실제 효과가 구조물 건설업에 집중되는 이유는 투자 금액이 과학기지 건설 분야에 집중되기 때문이라고 볼 수 있다.



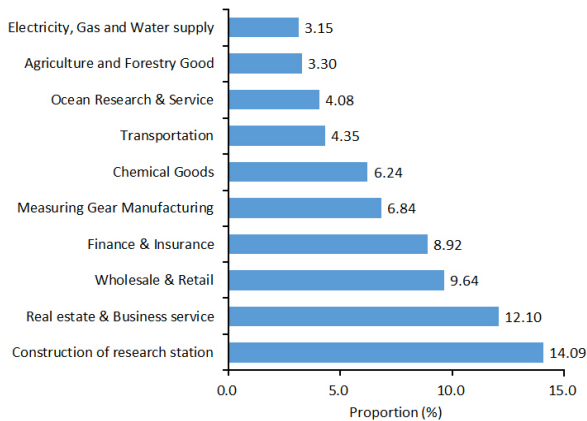
<Figure 1> Top 10 Industry Sectors with the Highest Contribution to the Effect on the Production Inducement by Constructing Ocean Research Stations

<Table 12> Expected Investment on Each Related Industries

Division	Structure Construction	Measuring Gear Manufacturing (except Importing)	Ocean Research and Service
Investment (Unit : 1,000Won)	49,218,750	153,809	19,000,000
Ratio	71.99%	0.22%	27.79%

<Table 13> Economic Effect of Each Related Industries

Division	Structure Construction	Measuring Gear Manufacturing (except Importing)	Ocean Research and Service	Total
Effect on Production Inducement (Unit : 1,000won)	178,565,625	556,479	56,468,000	235,590,104
Effect on Value added Inducement (Unit : 1,000won)	28,610,943	90,483	12,098,838	40,800,264
Effect on Employment Inducement (Unit : person)	91.74	0.33	145.24	237.31



<Figure 2> Top 10 Industry Sectors with the Highest Contribution on the Effect on the Value Added Inducement by Constructing Ocean Research Centers

<Figure 2>는 부가가치 유발 효과가 높은 10개 산업의 목록과 그 비율을 보여주고 있다. 생산유발 효과와 마찬가지로 구조물 건설업이 가장 높은 비율(14.09%)을 나타내고 있으며, 그 다음으로는 부동산 및 사업 서비스(12.1%), 도소매(9.64%), 금융 및 보험(8.92%) 및 측정장비 제조업(6.84%)이 뒤를 잇고 있다.

앞서 살펴본 바와 같이 측정장비 제조업의 경우는 외자 구매를 제외한 투자 규모가 극히 미비하기 때문에 상대적으로 낮은 값을 보이고 있고 부동산 및 사업 서비스의 경우는 구조물 건설업과 해양연구 및 서비스업에 의한 부가가치 유발 효과가 0.032, 0.03으로 다른 산업에 비해 전반적으로 높게 나타나기 때문인 것으로 판단할 수 있다. 즉, 부동산 및 사업 서비스는 해양과학기지 구축 사업과 높은 연관성을 가진다고 말할 수 있다.

4.3 해양과학기지 운영의 경제적 파급효과

본 연구에서는 Lee and Noh[9]의 연구에서처럼 사업에 대한 투자에 의한 경제적 파급효과뿐만 아니라 사업수행의 결과 구축된 해양과학기지의 운영으로 기대할 수 있는 각 산업별 경제성장에 따른 2차적 파급효과도 고려하였

다. 즉, 본 사업의 효과로 경제적 편익이 예상되는 산업에 대해 최종수요가 증가한다고 예상할 수 있으며 산업연관 분석에서 일종의 공공투자 사업에 의한 외생적인 수요창출로 간주할 수 있다. 이와 같은 분석은 본 사업이 계획대로 성공적으로 수행된다는 가정 하에 이루어졌다.

본 사업수행을 통해 경제성장이 기대되는 관련 산업 분야는 산업연관 통합중분류 78부문 중에서, 수산물, 수상 및 항공운수, 연구기관, 공공행정 및 국방, 의료 및 보건 등으로 선정되었으며 그 이유는 다음과 같다. 수산물 부문은 해상일기예보 정확도 향상, 해상 재해피해 감소 등으로 최종수요가 늘어날 것으로 기대된다. 수상 및 항공운수 부문은 해상일기예보 정확도 향상에 따라 운송횟수 및 운송량이 늘어남으로 인해 최종수요가 늘어날 것으로 기대된다. 연구기관 부문은 해양연구 인프라 구축에 따라 해양연구가 촉진됨으로 인해 최종수요가 늘어날 것으로 기대된다. 공공행정 및 국방 부문은 영토분쟁지역에 구축된 해양과학기지를 수호하기 위해 최종수요가 늘어날 것으로 기대된다. 의료 및 보건 부문은 중국 및 일본으로부터의 유해물질 유입정보 정확도 향상으로 인한 국민들의 의료 및 보건에 대한 관심 증가로 최종수요가 늘어날 것으로 기대된다.

본 연구에서는 본 사업을 통해 경제성장을 기대할 수 있는 관련 산업의 최종수요 증가를 <Table 14>와 같이 가정하였다. 관련 산업의 최종수요증가는 사업이 성공적으로 완료되었을 때 기대할 수 있으므로 매우 보수적으로 설정하였다. 수산물, 수상 및 항공운수, 연구기관은 본 사업의 수행 공간인 바다와 직접적으로 관련되므로 본 사업을 통해 많은 편익을 얻을 수 있어 0.1%의 최종수요 증가를 가정하였으며, 공공행정 및 국방과 의료 및 보건은 상대적으로 매우 작은 관련성을 가지므로 0.01%의 최종수요 증가를 가정하였다. <Table 14>에서 최종수요의 값은 국산 및 수입을 모두 합친 총 거래표 값 기준이며, 최종수요(외생적 투입) 증가액의 총합은 702.7억 원 수준이다. 위에 언급된 5개 이외의 73개의 산업부문은 본 사업과 직접적 관련성이 미미하므로 최종수요 증가가 없다고 가정하였다.

<Table 14> Increases of Final Demands Occurred by the Operation of Ocean Research Stations

Industry sector	Final demand (million KRW)	Increase of final demand (%)	Increase amount (million KRW)
Fishery	2,916,615	0.1	2,916.6
Marine and air transport	42,524,573	0.1	42,524.6
Research	7,582,271	0.1	7,582.3
Public administration and national defense	99,901,014	0.01	9,990.1
Health and medical service	72,589,654	0.01	7,259.0
Sum			70,272.6

<Table 15> Increases of Final Demands and the Consequential Effect on Production Inducement

Industry sector	Final demand (million KRW)	Column sum of production inducement coefficients	Effect on production inducement (million KRW)
Fishery	2,916.6	2.638	7694.0
Marine and air transport	42,524.6	3.402	144668.7
Research	7,582.3	2.167	16217.3
Public administration and national defense	9,990.1	1.951	19490.7
Health and medical service	7,259.0	2.253	16354.5
		Sum	204425.2

<Table 16> Increases of Final Demands and the Consequential Effect on Value Added Inducement

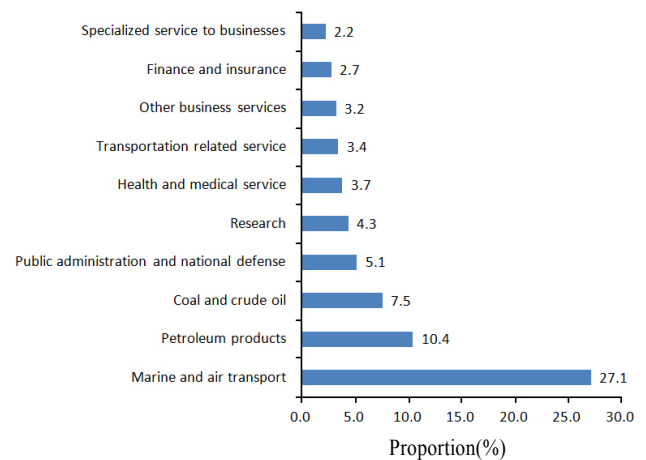
Industry sector	Increase amount (million KRW)	Value added inducement coefficient	Effect on value added inducement (million KRW)
Fishery	2,916.6	0.703	2050.4
Marine and air transport	42,524.6	0.299	12,714.9
Research	7,582.3	0.852	6460.1
Public administration and national defense	9,990.1	0.861	8601.5
Health and medical service	7,259.0	0.824	5981.4
		Sum	35808.3

각 산업부문의 최종수요 증가액수에 생산유발계수 열 함께 값을 곱하면 해당 산업부문의 최종 수요증가에 따른 총 생산유발액수를 구할 수 있다. <Table 15>는 해양 과학기지 운용에 따른 산업별 최종 수요증가에 의한 생산유발효과를 나타낸다. 본 사업의 수행결과에 따른 수산물, 수상 및 항공운수, 연구기관, 공공행정 및 국방, 의료 및 보건 부문에서의 수요증가로 연간 총 2044.3억 원 규모의 생산유발효과를 기대할 수 있다. 이는 본 사업 총 소요예산인 715억의 2.9배에 달하는 규모로, 사업수행의 결과로 매년 이 정도 규모의 생산유발효과가 발생한다는 점에서 본 사업의 경제성이 높다고 볼 수 있다(물론 이런 효과가 매년 계속 지속될 수는 없으나, 사업종료 후 수년간은 지속될 것으로 기대된다).

<Figure 3>은 통합중분류 78개 부문에서 생산과급효과가 가장 큰 10개 부문을 나타낸다. 본 사업 수행의 결과로 매년 수상 및 항공운송 부문에서 가장 큰 생산과급 효과가 나타나며, 석유제품, 석탄 및 원유, 공공행정 및 국방, 연구기관 등의 산업부문의 순으로 생산과급효과가 나타난다. 이는 수상 및 항공운수 부문의 수요증가액수가 가장 크고, 수상 및 항공운수 부문의 수요를 만족시키기 위해 수상 및 항공운송 부문과 석유제품, 석탄 및 원유 부문의 생산이 가장 많이 필요하기 때문이다.

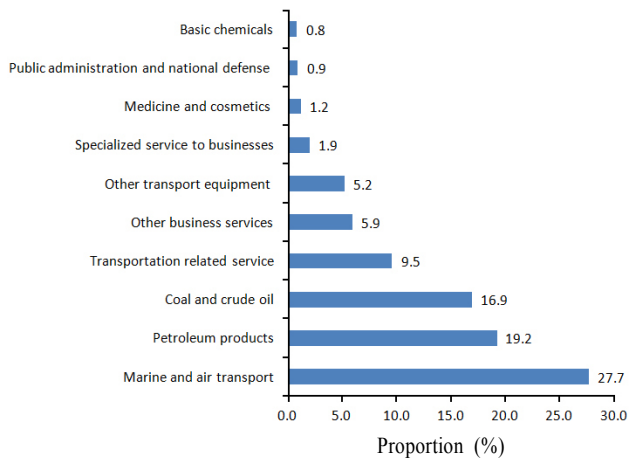
각 산업부문의 최종수요 증가액수에 부가가치 유발계수 값을 곱하면 해당 산업부문의 최종수요 증가에 따른 총 부가가치 유발액수를 구할 수 있다. <Table 16>은 산

업별 최종수요 증가에 따른 부가가치 유발효과를 나타낸다. 본 사업의 수행결과에 따른 수산물, 수상 및 항공운수, 연구기관, 공공행정 및 국방, 의료 및 보건 부문에서의 수요증가로 연간 총 358억 원 규모의 부가가치 유발효과를 기대할 수 있으며 이는 본 사업 총 소요예산인 715억의 50%에 해당하는 규모이다. 부가가치는 실제 국민소득으로 해석할 수 있으므로 사업의 성공적 수행 후 2년 후면 본 사업을 위해 투자한 국민세금에 해당되는 규모의 소득이 국민에게 되돌아가는 효과를 볼 수 있다.



<Figure 3> Top 10 Industry Sectors with the Highest Contribution to the Total Production Occurred by the Operation of Ocean Research Stations

<Figure 4>는 통합중분류 78개 부문에서 부가가치 발생효과가 가장 큰 10개 부문을 나타내고 있다. 본 사업의 수행 결과로 역시 수상 및 항공운송 부문에서 가장 큰 부가가치 발생효과가 나타나며, 석유제품, 석탄 및 원유, 운수관련서비스, 기타 사업서비스 등의 산업부문의 순으로 부가가치 발생효과가 나타날 것으로 분석되었다.



<Figure 4> Top 10 Industry Sectors with the Highest Contribution to the Total Value Added Occurred by the Operation of Ocean Research Stations

5. 결론

본 연구에서는 KIOST에서 수행예정인 ‘종합해양과학기지 구축 및 활용’ 사업의 경제성분석을 위해 편익분석과 산업연관분석을 수행하였다. 편익분석의 결과 해양과학기지 운영은 해양사고, 오염피해, 자연재난, 항만운영, 황사, 산업 측면에서 긍정적 효과가 있을 것으로 예상되며, 직접·간접적 영향을 통해 2012년 기준 연간 약 533억 원의 경제적 편익이 발생할 것으로 종합 분석되었다. 7년간 총 715억 원을 투자하여 연간 533억 원의 경제적 편익을 얻을 수 있다면 충분히 경제성이 있다고 볼 수 있다. 단 도출된 경제적 편익은 본 사업이 성공적으로 수행되어 여러 산업에서 편익을 얻을 수 있다는 전제 하에서의 결과이므로 도출된 편익의 결과를 보수적으로 평가할 필요가 있다.

본 사업에 대한 투자의 경제적 파급효과를 알아보기 위해 산업연관분석을 수행한 결과 6년간 700억 원을 투자하여 2,356억 원의 생산유발효과와 408억 원의 부가가치 유발효과를 얻을 수 있다고 분석되었다. 또한 본 사업 완료 후 해양과학기지 운영을 통해 연간 2,044억 원의 생산유발효과와 358억 원의 부가가치 유발효과를 기대할 수 있다고 분석되었다. 이러한 경제적 파급효과 또한 본 사업이 성공적으로 수행되어 수산, 해상 및 항공운송,

연구, 행정 및 국방, 의료 및 보건 등의 산업분야에서 본 사업으로부터 편익을 얻을 수 있다는 가정 하에서 도출된 결과이다. 따라서 본 사업의 경제적 타당성을 확보하기 위해서는 반드시 해양과학기지의 산업적 활용 가능성을 확보해야만 한다. 이를 위해서는 해양과학기지의 관측 데이터의 품질향상 및 고품질 데이터의 공공 및 민간 기관 제공 및 활용이 필수적이다. 또한 기본적인 항목측정에 추가하여 해양과학기지 별로 특성화된 기능 및 측정항목을 마련하여 기지의 활용도를 높여야 한다. 예를 들어 서해기지는 중국관련, 이어도기지는 재해관련, 독도기지는 일본관련 이슈를 반영하여 기능구축 및 관측을 하도록 특성화 할 수 있을 것이다.

비록 본 연구에서는 정량적 관점에서 해양과학기지 구축 및 활용연구 사업의 경제성을 분석하였지만, 해당 사업은 기후변화, 국토안보, 국민건강 등과 같은 국민생존과도 밀접히 관련된 사업이므로 경제적 가치뿐만 아니라 사회적 가치까지 종합적으로 고려하여 사업의 당위성을 판단하는 것이 바람직하다. 그리고 해양과학기지를 활용한 다양한 세부연구과제의 성과들이 가질 수 있는 경제적인 가치는 포함되지 않은 것을 감안하는 것이 필요하다. 해양과학기지가 주변국과의 접경 해역에 설치되거나 위치해 있음으로 인해 우리나라의 해양력 확대 등의 큰 무형의 효과가 있으나 이런 효과는 정량적으로 측정하기 힘들다. 또한 세계기후변화의 영향에 대비하기 위해 당장의 가시적인 경제성이 떨어지더라도 장기간에 걸쳐 한반도 근해의 기후변화나 해양 생태계 변화 등과 관련된 관측 데이터를 확보해야 할 필요가 있다.

Acknowledgements

이 논문은 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행되었습니다(연구과제명 : 종합 해양과학기지 구축 및 활용연구).

References

- [1] Adams, R., Brown, M., Colgan, C., Flemming, N., Kite-Powell, H., McCarl, B., Mjelde, J., Solow, A., Teisberg, T., and Weiher, R., *The Economics of Sustained Ocean Observation : Benefits and Rationale for Public Funding*, National Oceanic and Atmospheric Administration and Office of Naval Research, Washington, DC, 2000.
- [2] Cho, K.-W., *National Assessment on Sea Level Rise Impact of Korean Coast in the Socioeconomic Context*, Korea Environment Institute, 2011.

- [3] Dumas, C.F. and Whitehead, J.C., The Potential Economic Benefits of Integrated Sustainable Ocean Observation Systems : The Southeast Atlantic Ocean. *Coastal Management Journal*, 2008, Vol. 36, No. 2, pp. 146-164.
- [4] Gim, B.-M., Choi, T.S., Lee, J.-S, Park, Y.-G., Kang, S-G., and Jeon, E.-C., Effect Assessment and Derivation of Ecological Effect Guideline on CO₂-Induced Acidification for Marine Organisms. *Journal of the Korean Society for Marine Environment and Energy*, 2014, Vol. 17, No. 2, pp. 153-165.
- [5] Kaiser M.J. and Pulsipher, A.G., The Potential Value of Improved Ocean Observation Systems in the Gulf of Mexico. *Marine Policy*, 2004, Vol. 28, No. 6, pp. 469-489.
- [6] Kite-Powell, H.L., Economic Considerations in the Design of Ocean Observing Systems. *Oceanography*, 2009, Vol. 22, No. 2, pp. 44-49.
- [7] Kite-Powell, H.L. and Colgan, C., *The Potential Economic Benefits of Coastal Ocean Observing Systems : The Gulf of Maine*. National Oceanic and Atmospheric Administration, Office of Naval Research and Woods Hole Oceanographic Institution, Washington, 2001.
- [8] Lee, D.-I. and Kim, J.-K., Numerical Simulation of Residual Currents and Low Salinity Dispersions by Changjiang Discharge in the Yellow Sea and the East China Sea. *Journal of the Korean Society for Marine Environmental Engineering*, 2007, Vol. 10, No. 3, pp. 67-85.
- [9] Lee, J.-H. and Noh, Y.-H., A Note on the Economic Rationale for the Development of the Korean Operational Oceanographic System. *Ocean and Polar Research*, 2010, Vol. 32, No. 3, pp. 255-265.
- [10] Park, B.-I., Bae, J.-W., and Park, S.-J., Evaluating the Levels of Port Services by the Average Waiting Cost of Ships. *Journal of Korea Port Economic Association*, 2009, Vol. 25, No. 4, pp. 185-205.
- [11] Shin, Y.-C., Socioeconomic Effects and Damage Costs of Yellow Dust. *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, 2006, Vol. 35, No. 4, pp. 26-30.
- [12] Shim, J.S. and Chun, I., Construction and Operation of L-eodo Ocean Research Stations. *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 2004, Vol. 52, No. 4, pp. 28-36.
- [13] Stel, J.H. and Mannix, B.F., A Benefit-Cost Analysis of a Regional Global Ocean Observing System : Seawatch Europe. *Marine Policy*, 1996, Vol. 20, No. 5, pp. 357-376.

ORCID

Sang-Hwa Song | <http://orcid.org/0000-0001-6986-6417>
 Kwang-Sup Shin | <http://orcid.org/0000-0003-4526-0861>
 Jae-Gon Kim | <http://orcid.org/0000-0002-4821-4441>