

침적 해양폐기물 수거사업과 자원 및 해양환경 조사사업의 연계방안에 대한 고찰

김정협¹ · 장철호¹ · 김광태^{2,†}

¹한국어촌어항협회

²한국해양연구원

Study on Linking a Submerged Marine Litter Collection Project to a Marine Environment and Resources Investigation Project

Jeong-Hyop Kim¹, Cheol-Ho Jang¹ and Gwang Tae Kim^{2,†}

¹Korea Fisheries Infrastructure Promotion Association, 345-90 Gasan-dong, Seoul, Korea

²Korea Ocean Research and Development Institute, 787 Haezanro, Ansan, Kyunggido, Korea

요 약

최근 들어 어업세력은 경제성 악화로 인해 계속해서 내리막길을 걷고 있는 상황에 처해 있으며, 생활수준 향상과 주5일 근무로 인한 해양 레저 관광객의 증가로 인해 침적 해양폐기물은 계속해서 증가하고 있는 추세이다. 또한 매립, 간척사업 등으로 인해 어장의 면적은 계속해서 축소되고 있으며, 육상과 해상에서 기인한 각종 오염물질로 인한 해양오염으로 어장 파괴는 지속적으로 이루어지고 있다. 이와 같은 결과로 인해 정부는 어장을 보호하고 어업 여건을 향상시키기 위해 침적 해양폐기물 수거사업을 시행하고 있다. 해양환경과 자원들에 대한 연구결과들은 바다라는 특수한 상황에서 가시적인 해양환경과 어업여건의 개선에 대한 결과들을 얻기까지에는 많은 시간을 투자해야한다는 것을 간접적으로 알려주고 있다. 2004년 7월부터 2013년까지 10년 동안 약 3천억 원을 투자해서 해양환경 조사사업들이 진행되고 있어, 효과적인 성과들을 얻기 위해서는 보다 전략적인 접근에 의한 사업이 진행되어야 한다. 일반시민과 정부에서 점차적으로 해양환경에 대한 관심이 높아지고 있어, 해양환경 관련 조사사업들을 진행하는 연구기관들은 효율적이고 합리적인 결과를 얻기 위해 관련 사업들과 상호협력력이 필요하다. 이러한 배경으로 해양환경 및 자원조사와 침적 해양폐기물 수거사업이 동일해역에서 상호 협의된 조사항목에 대해 병행하는 방식으로 추진된다면 해양환경과 어업여건의 개선과 더불어 비용 효과적 결과들을 얻을 수 있을 것이다.

Abstract – While fishery has been continuously suffering from deteriorating economic feasibility, the amount of the deposited marine litter has been increasing due to an increased number of marine leisure tourists which are caused by an improved quality of life and five-day work week. In addition, the fishery area has been reduced by the reclamation projects and it is being destroyed by marine pollution with a variety of contaminants coming from land and sea. To protect and improve fisheries in these poor conditions, Korean governments have implemented the submerged marine litter collection projects. However, previous research results on the marine environment and resources indicate that it requires a lot of time investment to achieve tangible results of such improvement. The 300 billion won marine environment and resource investigation project has been executed since July 2004 by Korean governments, which demands strategic approaches to obtain more effective and satisfactory results before the project expires in 2013. Ocean environment research institutes and governments need to cooperate each other to gain efficient and reasonable achievement by identifying and linking related projects. This study suggests that the marine environment and resources investigation projects should run parallel with the submerged marine litter collection projects on mutually agreed research items in the identical area of the ocean to obtain cost-effective improvement of marine environment and fishery conditions.

Keywords: submerged marine litter collection project(침적 해양폐기물 수거사업), marine litter(해양폐기물), marine environment(해양환경), marine pollution(해양오염), marine environment and resources investigation projects(해양환경 및 자원 조사사업), fishery condition(어업여건), reclamation projects(매립사업)

[†]Corresponding author: leokgt@kordi.re.kr

1. 서 론

최근 국내 어업세력은 경제성 악화로 인해 계속해서 내리막길을 걷고 있는 상황에 처해 있으며, 생활수준 향상과 주5일 근무로 인한 해양 레저 관광객의 증가로 인해 침적 해양폐기물은 계속해서 증가하고 있는 추세이다. 또한 매립, 간척사업 등으로 인해 어장의 면적은 계속해서 축소되고 있으며, 육상과 해상에서 기인한 각종 오염물질로 인한 해양오염으로 어장 파괴는 지속적으로 이루어지고 있다.

이렇게 해양으로 흘러들어온 해양폐기물은 해양환경에 심각한 영향을 끼치고 있으며, 수산생물들이 먹이로 오인하여 섭식 후 폐사를 일으키기도 한다. 또한 버려진 통발, 어망 등에 들어가 폐사하므로 Ghost Fishing과 제2의 환경오염을 유발하기도 하고, 이로 인해 폐사된 수산생물 자원량이 상당한 양을 차지하기도 한다. 한편으로는 침적 해양폐기물로 인한 서식 및 산란장의 파괴로 우리나라 해양 생태계에 큰 영향을 미치기도 한다.

또한 연근해 양식어업 등 어업활동이 활발할수록 해양폐기물 발생량은 지속적으로 늘어나고 있다. 우리나라에서 발생하는 연간 해양폐기물의 발생량은 약 16만 톤가량으로 추정되고 있으며, 수거사업을 진행하는 중에도 계속해서 증가되고 있는 것으로 추정되고 있다(해양수산부[2005]; 국토해양부 *et al.*[2008]; 국토해양부[2009]).

한편 수거처리량은 2004년 이후 연간 약 5~6만 톤 수준으로 나타났다. 최근 들어서는 처리율도 계속해서 증가하고 있는 것으로 나타났다. 침적 해양폐기물의 경우에는 어업활동, 선박항해 등으로 인한 해상기인 쓰레기 발생량이 연간 약 5만 톤가량으로 추정되고 있으며, 육상기인 쓰레기 발생량은 연간 약 11만 톤으로 추정되고 있다(국토해양부 *et al.*[2008]).

이 외에도 여러 가지 요인으로 인해 우리나라의 연근해 어업어장이 계속해서 악화되어 가고 있는 상황에서 해양환경과 어장을 보호하기 위한 정부의 노력(침적 해양폐기물 수거사업, 해양환경 조사사업, EEZ 자원조사사업 등)은 예산 투자와 노력에 비해 잘 나타나지 않고 있는데, 이것은 바다라는 특수한 상황에 의해 효과가 눈에 보이지도 않으며, 또한 육지에서 추진하는 사업에 비해서도 천천히 나타나기 때문이다.

이와 같은 상황에서 해양폐기물 침적량은 계속해서 증가할 것으로 전망되고 있는데, 이렇게 계속해서 증가하는 해양폐기물에 대한 수거사업은 눈에 보이지 않는 다음과 같은 몇 가지 문제점을 안고 있다.

먼저 해양폐기물 관리를 위한 과학적인 조사통계 자료와 향후 얼마만큼의 재원을 투자해야 하는가에 대한 조사·연구 자료가 미흡하다는 것이다. 또한 해양환경 보전 및 항해의 안전을 위해서는 해양폐기물 수거사업이 활성화되어야 하는데, 현재는 투입되어지는 재원의 부족으로 인하여 청항선, 어항청소선 등 구비되어진 시설도 모두 활용하지 못하고 있는 것도 큰 문제점의 하나라고 할 수 있다. 마지막으로 Ghost Fishing으로 인한 자원량 소실에 관한 문제도 현

재까지 선행되어진 연구결과가 없고 대략적인 추정치를 사용하기 때문에, 과연 어느 정도나 손실을 입히고 있는지에 대한 결과가 불투명하다. 이런 여러 가지 문제점이 더해지면서 효과적이고 효율적인 해양폐기물 정화사업이 진행되지 못하고, 정화사업에 관한 효과 분석도 잘 이루어지지 못하고 있는 것으로 판단된다(해양수산부[2004]; 국립수산물과학원[2003]). 또한 현재 진행되고 있는 어장환경 개선사업에 대한 효과분석이 안 되고 있기 때문에 지속적인 환경 개선 사업을 시행해야 하는 당위성이 부족하며, 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 유관기관의 상호협조가 절실하게 필요한 실정이다(해양수산부[2006]).

본 연구에서 이를 개선하기 위한 방안으로 해양 침적폐기물 수거사업과 자원 및 해양환경 조사사업의 연계방안에 대해서 제시해 보고자 한다.

2. 해양폐기물 수거사업과 자원 및 해양환경 조사사업의 연계 필요성

현재 국내에서 진행되고 있는 침적 해양폐기물 수거사업과 바다와 관련한 조사는 한국어촌어항협회와 해양환경관리공단이 정부나 지자체에서 위탁받아 진행하고 있는 연근해 침적 해양폐기물 수거사업과 해양폐기물 정화사업 그리고 국립수산물과학원에서 추진하고 있는 EEZ자원 및 해양환경 조사, 마지막으로 한국해양연구원에서 추진하고 있는 외해 해양자원조사 및 광물조사 등이 있다.

하지만 한국해양연구원의 경우에는 연근해를 위주로 조사를 하고 있지 않기 때문에 그리고 해양환경관리공단은 한국어촌어항협회와 침적 해양폐기물 수거사업에 있어서는 같은 업무를 추진하고 있으므로 이번 연계방안의 대상으로는 제외하였다.

한국어촌어항협회의 본연의 업무는 정부와 지자체에서 위탁받아서 진행하는 어촌, 어항 및 연안수역의 정화·정비·조사와 관련된 사업을 수행하고 있다. 한편 국립수산물과학원은 EEZ자원 및 해양환경 조사사업을 진행하고 있다. 이는 바다라는 동일한 이용대상을 가지고 각각의 기관들이 보호하고 관리하는 업무를 진행하고 있다는 것이 특징이라고 할 수 있다. 특히 국립수산물과학원은 해양에 대한 전반적인 조사를 진행하고 있으며, 한국어촌어항협회의 경우에는 침적 해양폐기물 수거사업을 주 업무로 하고 있기 때문에 서로 다른 성격의 업무를 진행하고 있지만, 해양이라는 동일한 대상을 상대로 진행되고 있기 때문에, 서로의 연계가 가능할 것으로 판단된다.

특히 침적 해양폐기물 수거사업 후 사업의 효과를 알아보기 위해서는 사업전후의 해수 및 저질에 대한 조사가 필요할 것이다. 그러기 위해서는 해수에 대한 화학적산소요구량(COD), 용존무기인(DIP), 용존무기질소(DIN), 부유입자물질(SPM), 용존무기규소(Silicate)의 농도분포, 표층퇴적물 중 화학적산소요구량(COD), 강열감량(IL), 산취발성 황화물(AVS)의 농도변화, 해수 수질 등에 관한 조사가 필요한데. 이와 같은 조사는 현재 국립수산물과학원에서 정선관측지점을 통해서 동해, 서해, 남해, 동중국해로 나누어서 총

25개 정선, 207개 정점에서 조사되고 있다. 수거사업의 효율성에 대한 정확한 분석을 위해서는 해양환경조사가 반드시 필요한데, 수거사업 해역과 국립수산물과학원에서 조사가 진행되는 해역에서 서로 정점이 맞을 경우에는 이 조사항목 등을 침적 해양폐기물 수거사업에 연계시키는 방안이 필요하다고 판단된다. 이는 각각의 분석 결과를 활용하여 참고자료로 사용하게 되므로, 수거사업에 대해서 보다 신뢰성 있는 효과분석과 더불어 이에 따른 불필요한 예산도 절감할 수 있기 때문이다. 한편으로는 수거사업 해역과 조사정점이 틀릴 경우에는 전문가 의견을 통해서 근처 조사정점의 자료를 사용할 수 있으면 사용하는 것도 불필요한 예산을 절감하고 수거사업의 효율성을 비교적 정확히 측정할 수 있을 것으로 판단된다.

수거사업이 진행되고 난 뒤에 해양 환경의 분석은 수거사업의 효율성을 알아보는데 가장 기초적인 일이라고 할 수 있다. 물론 시간이 흐른 뒤에는 수산생물량을 가지고 수거사업의 효율성을 알아 볼 수도 있지만, 수거사업이 어장만을 위주로 해서 이루어지지 않기 때문에 수거사업에 대한 효율성을 알아보기 위해서는 환경적인 조사가 반드시 필요하다고 판단된다.

현재 우리나라에서 해양환경 분야와 관련한 기초 조사·연구 분야는 지난 2004년 7월 ‘해양과학기술개발계획’을 통하여, 그동안 기초적인 조사·연구에 머물렀던 해양환경 분야에 대하여 2013년까지 10년간 총 3조 1천억 원을 투자해 추진할 계획을 수립하여 진행 중에 있다(윤진숙 *et al.*[2006]). 이와 같이 과거에는 기초적인 조사·연구 수준이었던 해양환경 분야에 막대한 자금이 투입되면서, ‘해양과학기술개발계획’의 중요한 부분을 담당하고 있는 해양환경 분야 조사·연구의 효율적인 효과분석 및 타당적 실효성을 높이기 위한 전략도 마련되어야 한다. 또한 이 기관들의 합리적인 연계방안을 통해서 효율적으로 효과를 분석할 수 있도록 하는 체계적인 전략수립이 요구되고 있는 실정이다.

그리고 최근 들어 해양환경에 정부와 국민들이 높은 관심을 보이고 있는데, 해양환경 분야의 정책적인 효율성을 높이기 위해서는 해양환경과 관련된 각 기관들의 공동협조체제를 통한 조사·연구 및 사업진행이 필요한 시점이라고 판단된다.

하지만 우리나라의 경우 연근해 어장 환경개선 또는 연안어장 오염방지나 퇴적물의 제거가 법제상으로도 여러 곳에 분산되어 있어 체계적인 사업추진을 어렵게 하고 있다. 즉 앞에서 본 바와 같이 환경문제에 관한 기본법 격인 환경정책기본법에서는 환경보전장기종합계획을, 해양오염에 대한 가장 포괄적인 내용을 규정하고 있는 해양환경관리법에서는 해양환경관리종합계획을, 국토이용관리법에서는 자연환경보전지역에 대한 계획의 하나로서 환경오염방지구획을, 그리고 해양개발기본법에서는 해양개발기본계획을 수립함에 있

어 해양환경의 보전 및 관리에 관한 구체적인 계획을 수립하도록 하고 있다. 이 밖에 수산업법에서는 연안수역 정화사업계획을 수립 추진하도록 하고 있고, 어장정비법에서는 특히 양식어장에 대한 어장정화 및 정비사업을 구체적으로 수립하도록 정하고 있다. 이런 문제점으로 인하여 크게는 1개 구역에서 사업을 진행할 경우에도, 5~6개의 서로 다른 법률에 근거하여 일부 조사내용이 중복되는 부분이 있지만 서로 다른 사업으로 사업계획을 수립해서 추진하는 경우도 발생할 수가 있다.

하지만 전세계적으로 정부예산을 투자한 조사 및 연구, 사업 분야가 지속적으로 증가하면서 국민의 세금으로 추진되고 있는 공공사업에 대한 효과분석에 대한 관심도도 높아지고 있는 실정이다. 이로 인하여 공공사업의 평가 기준도 과거에는 ‘과학기술적 성과’에서 최근 들어 ‘사업의 전반에 걸쳐 적절한가, 효율적으로 이용되는가, 효과는 있는가’ 등으로 바뀌고 있는 추세이다. 한 예를 들어 보면 개별 연구개발 평가프로그램인 EU의 EUREKA Program이나, 미국의 ATP(Advanced Technology Program)¹⁾와 같은 연구개발 프로그램은, 대형 연구개발 사업이 추진됨에 따라 평가의 초점도 과제 관점이 아니라 사업 전체에 대한 전략적 투자 개념이 강조되기 시작했다(윤진숙 *et al.*[2006]).

이와 같이 사업 전체에 대한 전략적 투자개념은 “과연 이 사업이 얼마나 높은 효과를 보일 수 있는가”에 대한 정부 및 국민들의 높은 관심도를 나타내고 있는 것이라고 판단된다. 이에 앞으로는 침적 해양폐기물 수거사업도 ‘청소’라는 좁은 의미의 과제 관점에서 벗어나, 타 기관과 연계하여 이 사업의 효과가 과연 어느 정도인지 분석하는 넓은 의미에서 사업전체에 대한 효율성을 보여야 한다고 판단된다.

세계적인 추세도 효과분석에 대한 합리적인 효율성을 요구하는 수준으로 바뀌어 가고 있는데, 우리나라의 경우도 현 흐름에 맞추어 해양환경 조사·연구에 대한 효과분석에 효율성을 맞출 필요가 있다. 그러기 위해서는 각각의 기관들이 서로 정보를 공유하고 업무에 협조해야 하는데, 우리나라의 경우에는 각각 맡은 분야와 예산집행 기관이 다르므로 서로의 분야에 대해서 협조와 공동조사 등의 노력이 매우 부족한 실정이다.

이에 각 기관의 연계에 대한 노력이 필요하며, 협조체제를 통하여 바다라는 공유적인 재산에 대한 보호가 필요한 것도 사실이다. 특히 침적 해양폐기물 수거사업과 자원 및 해양환경 조사 사업에 대한 각 기관의 공동협조체제를 통하게 된다면 사업시행 후 보다 빠른 시간내에 사업의 효과가 나올 수 있을 것으로 판단되고, 수거사업에 대한 효과를 분석하기 위한 예산도 줄일 수 있으며, 시간, 인력소모 등을 감소시킬 수 있는 장점이 나타날 수 있을 것이다.

3. 침적 해양폐기물 수거사업과 자원 및 해양환경 조사 사업의 현황

현재 우리나라에서 2008년에 국토해양부·환경부·농림수산식품부·해양경찰청에서 공동으로 계획을 세운 “제1차 해양쓰레기 관리 기

¹⁾개별 연구개발 평가 프로그램인 ATP(Advanced Technology Program)는 미국의 산업 및 경제 전반에 광범위 한 혜택을 줄 수 있지만 그 개발위험이 아주 커서 개별기업들로서는 엄두를 내지 못하는 초기단계의 기반기술 혹은 전 경쟁 기술(Generic or Pre-Competitive Technology) 개발을 위한 프로젝트를 지원하는 것으로 미국의 과학기술정책 역사상 산업계를 직접 지원한다는 의미에서 그 규모가 작음에도 불구하고 정책논란의 중심에 서게 되었다. 이러한 여건 속에서 ATP는 수준 높은 평가를 하지 않으면 안 되는 상황에 직면하였으며, 이것이 체계적이고 다양한 평가체계가 수립되어지게 된 계기가 되었음.

본계획(2009~2013)”이 중앙정부 차원에서 추진하고 있는 해양폐기물 정화에 관한 유일한 계획이라고 할 수 있다. 이 기본 계획에서 제시된 일반적인 정화사업에 현황을 보면 2003~2007년까지 국내에서 실시되어 수거 처리된 해양폐기물 물량은 약 31만 톤으로 추정하고 있으며, 2008년 이후 자료는 아직 공표되지 않은 상태이다.

아래에서는 “제1차 해양쓰레기 관리 기본계획(2009~2013)”에 기초하여 해양폐기물 정화사업에 관한 일반적인 현황 및 정부정책의 추진방향에 대해 알아보고, 아직 전국적인 자료가 취합이 되지 않은 최근의 해양폐기물 정화사업에 관한 현황은 한국어촌어항협회에서 진행되었던 사업별 수거실적을 통하여 해양폐기물 정화사업의 실태에 관해 알아보았다.

3.1 일반적인 현황 및 정부정책

침적 해양폐기물을 수거하여 처리하는 해양폐기물 정화사업은 1999년부터 시작되었는데, 전반적으로 해양폐기물 수거방식은 다음과 같은 몇 가지 방식으로 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 수거방식은 먼저 청소선에 의한 항만·어항 쓰레기 수거, 침적 해양폐기물 수거, 조업 중 인양된 해양폐기물 수매, 바닷가 대청소 활동, 태풍이나 홍수시 재해대책에 따른 해양폐기물 수거 등 크게 6가지 방식으로 이루어지고 있다.

해양폐기물의 발생원에 대해서 알아보면, 크게 육상기인과 해상기인의 두 가지로 나눌 수 있는데 이중 육상기인 쓰레기양이 전체 해양폐기물 발생량 추정치 약 16만 톤의 2/3가량인 11만 톤을 차지하고 있는 것으로 추정된다. 특히 집중호우, 홍수, 태풍 등으로 인해 하천과 강을 통해서 유입되고 있으며, 해변에 출입하는 관광객이나 연안거주자의 방치 또는 투기로 인한 발생이 대부분을 차지하고 있다. 해상기인 쓰레기의 발생 원인으로는 어업활동 중 유실 또는 투기되는 어구 및 어망, 정지망 또는 양식어장에서 태풍 등으로 유실되거나 버려진 어구, 어망, 페스티로폼 그리고 선박 운항, 해양시설 이용 또는 해난사고로 발생하는 폐기물이 전체의 1/3 가량인 5만 톤을 차지하고 있는 것으로 추정된다.

한편 해양폐기물 수거·처리에 관한 능력에서 해양폐기물 수거선박은 청항선, 어항청소선, 폐기물 해양수거선, 어장정화선 등 총 139척이 운영중에 있으며, 청항선은 전국 무역항 내의 부유쓰레기를 수거하는 선박으로 해양환경관리공단에서 19척이 있다. 그리고 어항청소선은 부유 및 침적쓰레기를 수거하는 선박으로 한국어촌어항협회에서 8척을 운영하고 있다. 그 외 폐기물 해양수거선, 민간이 등록한 어장정화선, 지자체에서 보유한 어장정화선이 수거선과 부선을 합쳐 2007년말 기준으로 총 112척이 운영중에 있다. 이 중에서 민간이 등록한 사업체는 13개 업체이며, 이들이 보유하고 있는 어장정화선과 부선이 76척으로 전체 139척의 55% 가량을 차지하고 있다.

과거의 해양폐기물 수거·처리 실적으로서, 2003년 이후 2007년까지 각종 사업을 통해 수거·처리된 해양폐기물의 양은 총 385,223 톤으로 추정된다(국토해양부 *et al.*[2008]). 사업별로는 연안대청소 행사가 161천 톤으로 가장 많았으며, 그 뒤는 재해쓰레기 수거사

업, 해양폐기물 정화사업 순으로 해양폐기물 수거량이 많았던 것으로 조사되었다.

먼저 해상기인 해양폐기물 정화사업에 대한 향후 정부의 정책방향은 연안 대청소사업의 활성화, 연근해·갯벌·해안가 쓰레기 수거사업의 지속적인 실시, 해양폐기물 자원화 기술 개발 및 도입방안 검토 등이 있다. 해양폐기물 수거사업과 관련하여 정부에서 투자하는 내용은 해양폐기물 정화사업, 조업중 인양쓰레기 수매사업, 침체어망 인양사업, 어업용 페스티로폼 감용기 보급, 어장관리해역 어장정화사업, 하구 및 해안 쓰레기 정화사업, 연안 대청소행사 활성화 등 10개 사업에 2009년부터 총 사업비 285,367백만원을 5년에 걸쳐 투자하고 있다(국토해양부 *et al.*[2008]).

다음은 육상기인 해양폐기물 정화사업에 대한 향후 정부의 정책방향 및 예산에 대해 알아보았다. 향후 진행될 육상기인 해양폐기물 정화사업의 정책방향은 오염원인 행위자에게 책임을 물을 수 있는 제도와 시스템을 구축하고, 생분해성 어구 개발 및 제도화를 통한 사용처의 확대, 차단막 등 쓰레기의 해양유입 방지를 위한 시설 확충, 강과 하천 유역별 책임관리제 도입 및 공동관리체계 구축 등이다. 이에 따른 정부 예산 44,020백만원이 2009년부터 5년에 걸쳐 항목별·연도별로 투자되고 있다(국토해양부 *et al.*[2008]).

이와 같은 정부의 노력은 해양폐기물로 인한 환경오염의 감소와 특히 어구 및 어망의 투기와 방치로 인하여 나타나는 Ghost Fishing에 의한 자원손실을 막고, 어업의 생산성을 높이기 위한 것이다. 하지만 명확한 재원 투자의 연구도 없이 예산을 투자하고 있는 실정이므로, 이 자금을 투자하여 효과가 얼마나 있는가에 대해서는 명확한 효과 산출이 어려운 것도 현실이다.

3.2 추진경과 및 조사·설계 방법

3.2.1 추진경과

어장정화 사업의 사업적 측면의 경우, 1986년에 연안어장의 오염심화에 대처하기 위하여 수산업협동조합 주관으로 폐기물 수거위주의 양식어장 정화사업이 시작되었으며, 1991년에 「수산업법」에 의거하여 어장정화 사업은 청소명령권을 가진 각 시도로 이관되어 추진해왔다. 또한 1996년에는 오염이 심화된 만(灣)단위로 “특별관리어장정화사업”이 실시되었으며, 1999년도부터는 해양수산부를 중심으로 수중 침적 해양폐기물 수거사업이 항만 및 국가 어항을 중심으로 진행되었다. 2004년 이후에는 연근해 주요어장을 대상으로 해양폐기물 정화사업이 추진되었으며, 2008년은 정부의 조직개편으로 인해 해양환경 업무가 국토해양부로 이관되면서 해양폐기물 정화사업을 국토해양부에서 추진하고 있는 상황이다. 또한 이와는 별도로 농림수산물부에서는 2009년부터 주요어장에 대한 연근해 침적 해양폐기물 수거사업을 독자적으로 추진하고 있다(고진필[2010]).

3.2.2 침적 해양폐기물 수거사업을 위한 실시설계의 방법 및 과정

침적 해양폐기물 수거사업은 조업어장의 경우 자망이나 통발어업의 위해요소가 되는 침체어망 등을 수거하는 것이 주목적이므로

양방향 음파 탐사기나 인양틀 예인 조사 및 잠수조사 등을 수행하기도 한다. 현장 실태조사를 통하여 조사 대상 해역에 대한 어업실태 및 폐기물 발생 현황 관련 정보를 관할 어촌계 및 관계자 등을 통하여 수집 분석하고, 분석된 자료를 바탕으로 각 조사 대상 해역에 대한 수거대상의 분포해역, 분포량에 대한 기초 자료를 작성한다. 또한 표본조사(양방향 음파 탐사기 조사, 인양틀 예인 조사, 잠수조사, 육안 확인 조사 등)를 통하여 얻어진 자료를 분석하여 현장야장을 작성한다. 현장야장에 기록된 표본조사 폐기물량을 취합, 데이터베이스화하여 기초 물량표를 작성한다.

다음은 조사 대상 조업어장 해역의 해저면에 침적되어 있는 폐기물의 분포를 파악하기 위한 현장 조사 단계로서 양방향 음파 탐사기 조사, 잠수조사, 인양틀 예인 조사, 육안확인조사 등의 방법을 선택적으로 사용한다. 아래의 Fig. 1은 한국어촌어항협회에서 굴채묘 양식장의 해저면을 스캔 소나로 조사한 것으로 해저에 침적되어 있는 어구 등이 나타나 있다(한국어촌어항협회[2004]).

한편 잠수조사의 경우에는 스쿠버장비를 사용하여 실시하고, 잠수작업 시 안전을 위하여 비감압 한계 이내의 해저 체류시간을 지켜 실시한다. 잠수사는 입수 전 조사방향을 결정하고, 입수 후 나침반을 이용하여 조사방향으로 진행하며 폐기물의 분포실태를 조

사한다. 조사거리는 잠수사의 하강 및 상승 지점의 좌표를 수치해도에 입력해 계산하여 조사면적을 산출한다. 이런 작업을 거쳐 표본조사 면적과 폐기물량과의 비율을 통하여 일정구역 내의 폐기물량을 산출하였는데, 잠수 조사를 마친 후 조사좌표, 조사거리 등의 사항을 작업일지에 기입한다.

인양틀 예인조사는 관계 어업인, 관련 수협 등을 통한 설문·탐문 조사를 토대로 조사 대상 해역을 재확정 후 실시절계에 반영되는 폐기물의 분포상태, 인양소요시간 및 작업선 작업효율 등을 산정하기 위하여 인양틀을 이용하여 조사를 수행한다. 샘플링 조사 선박은 약 6~10톤 규모의 관할 지선의 선박을 활용하며, 기본적으로 선박에는 폐기물의 인양이 가능한 물러와 윈치가 탑재되어 있어야 한다. 조사 대상 어장 해역의 특성에 적합한 인양틀과 무게추 그리고 일정길이의 로프를 기본 조사 장비로 선정한다. 아래의 Fig. 2는 잠수조사를 통한 현장의 침적 해양폐기물을 수거하는 사진이다.

다음 기본적인 샘플링 조사 방법은 조사 대상 해역을 등간격의 격자로 나누어 격자별 1회 조사하는 것을 원칙으로 한다. 조사 선박은 조류, 통발 및 자망 등의 조업 형태를 고려하여 대각선 방향으로 진행하는 것을 원칙으로 하며, 이 방법은 세로 혹은 가로 방향으로 진행하는 것보다 넓은 면적을 정확하게 조사할 수 있다.

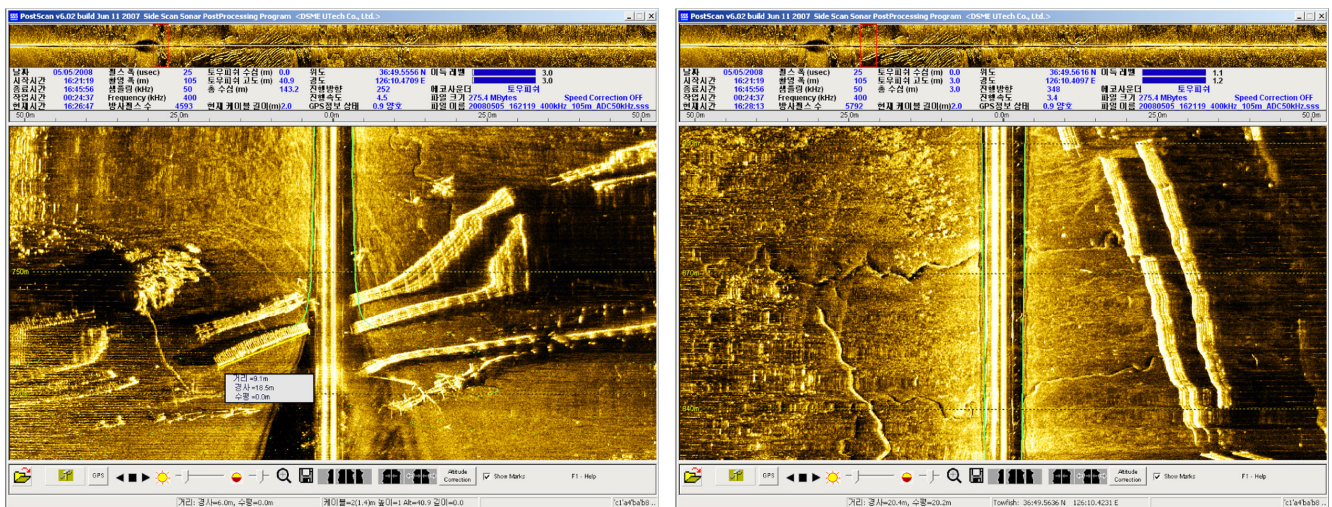


Fig. 1. Seabed images of an oyster seed collection farm at high tide.

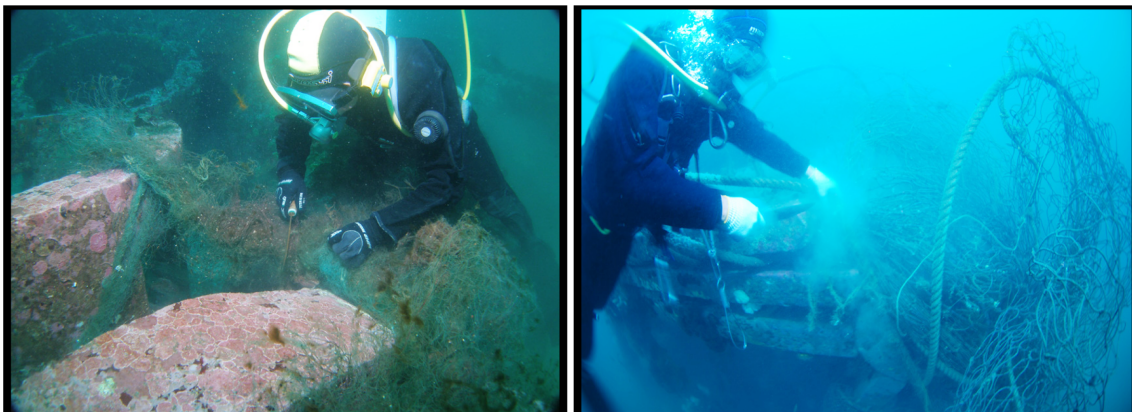


Fig. 2. Photos of a diving survey.

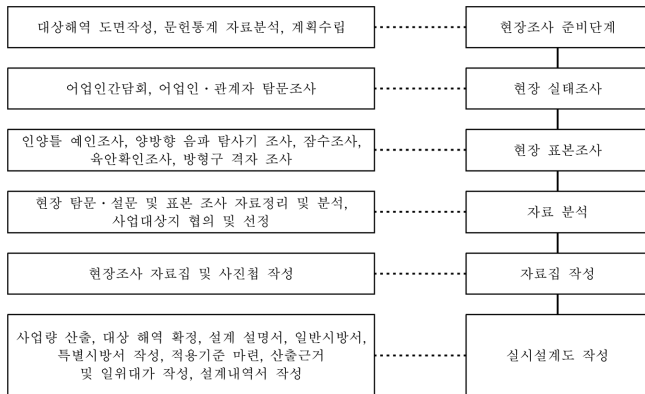


Fig. 3. Schematic diagram of survey and design methods.

조사 선박에는 선장 및 선원 외 2인의 연구원이 승선하여 조사 대상 해역으로 이동하며, 조사 위치에 도착하여 준비된 인양망을 투하하고 위치정보를 확인한다. 조사를 위한 선박의 속도는 평균 약 3 knots이었으며, 일정거리 혹은 일정시간 동안 진행한 후 폐기물이 견인되면 인양하여 인양점의 위치정보를 다시 확인한 후 폐기물을 인양한다. 폐기물이 인양되면 물량을 계측한 후 새로운 격자 출발점에서 인양망을 투하하여 재조사를 실시하는 형태로 진행한다.

육안 확인 조사는 잡석 및 패각의 분포량 조사를 위하여 방형구 표본조사를 수행하는 방식으로, 방형구법은 일정한 크기의 방형구를 제작하거나 규격을 사업 대상 구역의 면적을 고려하여 지정하고 수거대상의 종류와 양을 표본 측정하여 전체 사업 대상 구역 내 수거 잡석이나 패각 물량을 산정하는 방법이다. 일반적으로 물량이 많은 경우 5 m × 5 m를 기본단위로 하여 측정한다.

다음 자료 분석은 각종 조사를 통해 수집된 자료를 취합하여, 분석하며 이 분석이 끝난 후에 사업대상지를 선정하기 위한 업무협의를 추가적으로 진행한다. Fig. 3은 조사·설계 방법에 대한 모식도이다.

3.3 한국어촌어항협회의 침적 해양폐기물 수거사업 현황

현재 추진되고 있는 연근해어장 환경개선사업으로는 농림수산물품부(지자체 보조사업 포함)의 연근해 침적 해양폐기물 수거사업, 낚시터환경개선사업, 불법어구철거사업, 양식어장 정화사업 등과 국토해양부의 해양폐기물 정화사업, 조업 중 인양쓰레기 수매사업, 침체어망인양사업(해양폐기물 수거사업) 등으로 구분할 수 있으며 그 중에서 한국어촌어항협회에서 수행하고 있는 사업은 다음과 같다 (Table 1).

지방자치단체가 수행하는 사업으로는 연근해 침적 해양폐기물 수거사업, 낚시터 환경개선사업, 조업 중 인양쓰레기 수매사업, 해양폐기물 정화사업, 유류피해지역 지원 사업 등이 있으며, 중앙정부가 직접 수행하는 사업은 불법어구 철거사업(농림수산물품부),

해양폐기물 정화사업(국토해양부)이 있다. 또한 수산과학 연구기관인 국립수산과학원은 인공어초어장 폐기물 수거사업을 수행하고 있는 상황이다.

연근해 침적 해양폐기물 및 인공어초어장 폐기물 수거사업의 목적은 연근해 어선어장, 인공어초어장 등의 침적 해양폐기물(폐어구, 유실어구 등) 수거를 통한 해양 환경개선 그리고 지속가능한 어업 생산 기반 구축 및 어업인 소득증대를 도모하기 위한 것이며, 사업 내용은 수산자원회복정책 추진수역 등의 침적 해양폐기물 및 어업 현장에서 발생한 어구, 어망을 비롯한 각종 침적 해양폐기물 등을 수거하여 처리하는 것이다. 이런 사업수행에 있어 어업인들이 자발적으로 해양 정화활동에 참여하게하고 해양환경의 중요성 인식제고를 위해 조업 중 그물에 인양된 해양폐기물을 항구로 되가져오게 하는 인양쓰레기 수매사업도 동시에 실시하고 있다.

국토해양부 및 지방자치단체에서 수행하고 있는 해양폐기물 정화사업의 목적은 정화사업 대상수역 내 해양생물의 산란·서식장 파괴와 선박의 안전운항 등을 위협하는 해양폐기물을 수거·처리하여 수산 자원회복 및 해양환경을 보전하는 것을 목적으로 하고 있으며, 사업내용은 연근해 해역 해양폐기물 수거·처리, 항만 및 어항 구역 내 수중침적쓰레기 수거·처리, 습지보호구역 해양폐기물 수거·처리, 해안가쓰레기 수거·처리 등이 있다.

또한 허베이스피리트호에 의한 유류오염피해를 입은 어장의 환경개선 사업 추진을 통해 수산자원 회복과 어업인 생계지원으로 어업인 소득증대에 기여하고 있다. 실질적 사업내용으로 마을어장 등 환경개선(어장바닥 경운·준설·객토·투석, 어장내 통행로 조성, 어장 정리 등)과 조업어장 환경개선(유류오염어장의 폐어업 기자재 수거) 등이 있다(유민석[2010]).

3.4 자원 및 해양환경 조사 사업 현황

국내 자원 및 해양환경 조사 사업은 크게 EEZ어업자원 조사와 해양환경 조사로 나뉘지며 국립수산과학원에서 주도적으로 사업을 수행하고 있다. EEZ어업자원 조사는 배타적 경제 수역의 주요 어업자원에 대한 직접적인 조사로 생물학적 특성 및 자원상태를 파악하고 인접국간 공동자원관리에 필요한 기초자료를 확보함으로써 어업생물과 어장환경간의 상호관계를 규명하여 생태계기반에 의한 어업자원 관리를 실시하여 생물자원의 지속적인 생산을 도모하도록 하는데 그 목적이 있다. 반면 해양환경 조사는 국립수산과학원에서 수행하고 있는 국가해양환경망측정망²⁾ 조사를 통해 수행되고 있으며, 그 목적은 우리나라 연·근해의 해양환경의 실태를 정기적으로 파악하여 종합적인 해양환경관리 정책 수립에 활용하기 위함이다.

3.4.1 EEZ자원조사

우리나라 주변 해역에 서식하는 주요 어업자원인 갈치, 살오징어, 참조기 등에 관한 해양생물 자원에 대한 관리를 위하여 EEZ자원조사를 진행하고 있는데, 어업자원 조사를 위하여 동·서·남·북·제주를 포함하여 74개의 해구에 대한 관할 해구를 지정·조사하고 있다.

²⁾국립수산과학원 해양수산연구정보포털 http://portal.nfrdi.re.kr/page?id=aq_env_coss_02_01 참조.

Table 1. Results of marine litter collection projects

사업명(발주기관)	년도	사업지역	집행액(백만원)	수거량(톤)
연근해 침적 해양폐기물 수거사업 (지자체)	'09	경남도, 8개 시·군	5,657	1,660
남시터 환경개선사업 (지자체)	'09	완도군 등 5개 시·군	533	40
불법어구 철거사업 (농림수산식품부)	'07	서해특정해역	500	222
	'08	왕돌초 주변해역	281	89
	'09	흑산도 주변해역 서해특정해역	700	319
인공어초 폐기물 수거사업 (국립수산과학원)	'05	경남 외 1개소	432	36
	'06	경북 외 5개소	375	50
	'07	강원 외 5개소	366	52
	'08	제주 외 5개소	336	45
	'09	전북 외 3개소	247	36
	'99		609	1,138
해양폐기물 정화사업 (국토해양부)	'00		1,634	3,434
	'01		1,996	1,380
	'02		1,785	1,383
	'03		3,095	1,828
	'04	거제시 가조도 외 ³⁾	3,484	1,948
	'05		3,523	2,292
	'06		3,251	1,560
	'07		4,562	2,393
	'08		3,346	1,497
	'09		5,800	3,424
해양폐기물 수매사업 (지자체)	'03	부산 외 3개소	731	578
	'04	여수 외 5개소	1,054	1,445
	'05	보령 외 15개소	1,452	1,819
	'06	목포 외 14개소	1,842	2,920
해양폐기물 정화사업 (지자체)	'00~'04	고성군	1,245	2,125
	'00	속초시	60	45
	'03~'05	울진군	1,508	484
	'03	양양군	60	41
	'03	경주시	83	39
	'04~'07	보령시	2,058	1,110
	'06	영덕군	1,036	314
	'06	울릉군	325	99
	'06	화성시	446	199
	'07	신안군	201	39
	'05~'07	인천시	9,383	8,526
	'08	보성군	189	262
	'08	태안군	12,273	15,794
	'09	신안군	57	85
유류피해지역 지원사업 (지자체)	'09	태안군	500	136
합 계			77,015	60,886

본 조사사업은 2004년부터 배타적 경제수역 어업자원 조사의 지침에 의거하여 국립수산과학원 시험선(탐구 1, 2, 3, 5, 8호)에 의해 수행되고 있으며, 조사항목은 저층트롤, 난자치어조사, 연령, 먹이 생물 및 어장환경 등을 조사하고 있다.

해역별 주요 어업자원의 분포특성 파악 및 자원량 추정, 주요 어업자원의 생태학적 특성파악, 생태계 종다양성 및 식성조사를 통한 영양단계를 규명하기 위해 서해연구소의 경우 연 4회(동계, 춘계,

하계, 추계), 남해 및 본원에서는 연 2회(동계, 하계)를 각 해구에서 트롤어획 조사를 실시하고 있는데, 동해 7개, 서해 29개, 남해 15개 및 제주근해 27개(하계 22개) 정점에서 2, 4, 8, 10(11)월에 각각 실시하고 있다. 다음은 국립수산과학원에서 진행하고 있는 EEZ 자원조사에 대한 조사목록 및 방법에 대한 설명이다.

1) 트롤어획조사

각 연구소는 조사선박의 크기에 맞게 제작된 저층트롤어구를 사용하여 트롤어획 조사를 실시하며, 조사해구 분포종의 단위면적당

³⁾해양폐기물 수거사업의 경우 사업영역이 한국어촌어항협회와 해양환경관리공단으로 나누어져 있어 명확한 사업지역과 개소를 산정하기 어려움.

생체량을 조사하고 있다. 또한 본 생체량을 조사하기 위해서는 트롤이 지나간 궤적인 소해면적(= 예망폭 × 예망거리)을 구하고, 예망거리는 트롤어구가 해저 바닥에 착망한 시간부터 양망 시작시점까지 약 30~60분간을 기준으로 설정하고, 속도는 3 knots를 기준으로 하여 조사를 진행하고 있다.

2) 생물학적 조사

생물학적 조사의 대상어종은 트롤어획에 의하여 채집된 모든 어종을 대상으로 하고 있으며, 우리나라 연근해에서 많이 어획되고 있는 주요 저서성 생물 33종을 대상으로 조사를 진행하고 있다.

3) 체장조성 조사

본 조사는 조사 정점당 어획된 모든 어종에 대해 어종별로 30미 내외를 샘플로 채취하여 전장, 가랑이 체장, 체중 등을 측정하고 있다. 이와 같이 전 체급에 대한 조사를 위해서 트롤어구의 코드엔드에 내장망(10 mm)을 부착하여 소형어 개체를 확보하여 조사를 진행하는 방법을 택하고 있다.

4) 재생산조사

각 해구당 주요 조사대상 어종 및 다핵어종(10종 내외)을 대상으로 조사를 하고 있으며, 난소의 상태가 성숙 또는 완숙한 개체에 대해서 체급별로 5미 내외의 생식소를 분석하고 있다. 성숙도 조사는 육안판별에 의하여 진행하며, 난의 크기와 포란수도 조사하고 있다.

5) 식성조사

각 정점당 주요 조사대상 어종 및 다핵어종(10종 내외)에 대하여 각 10미 내외를 대상으로 하고 있으며, 이는 조사해역 전체 샘플수의 체급 및 분포해역을 대표할 수 있는 표본수를 대상으로 하기 때문이다. 본 조사는 대상어종의 위 내용물에 대한 조사로 포식종과 피식종의 상호관계에 대해서 분석하는 방식으로 진행하고 있다.

6) 어장 환경 조사, 동물플랑크톤 및 난, 자치어 채집

각 해구에서 CTD(염분, 수온, 수심 측정기)를 이용하여 조사하는데, 조사수심은 1, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 250 m 지점의 수온 및 염분을 측정하고 있다. 또한 클로로필을 측정하기 위해서는 표층수 1,000 ml를 여과시켜 클로로필의 양을 측정하고 있으며, 동물성 플랑크톤의 경우에는 각 해구에서 망목 334 μ m와 구경 45 cm로 만든 Zooplankton net을 사용하여 해저 바닥부터 표층까지 수집으로 채집하여 대분류로 나눈 후 습중량을 측정하고 단위면적당 생체량(mg/m^2)을 계산하여 자료를 저장하고 있다. 난, 자치어는 각 조사해구에서 망목 334 μ m와 구경 80×80 cm (Bongo-net)로 만든 채집망을 사용하며, 수심 20~30 m 수층을 대상으로 하여 10분간 경사채집을 하고 있다.

3.4.2. 해양환경 조사

국가해양환경측정망 조사는 동해, 서해, 남해, 제주도의 4개 해

Table 2. Number of national marine environmental monitoring areas

측정망	해역별	총계	조사 해역수	
			연안해역	근해해역
	계	108	102	6
항만 환경측정망	소 계	36	36	-
	동 해	15	15	-
	서 해	4	4	-
	남 해	17	17	-
연·근해 환경측정망	소 계	55	49	6
	동 해	17	15	2
	서 해	15	13	2
	남 해	23	21	2
환경관리해역 환경측정망	소 계	16	16	-
	동 해	-	-	-
	서 해	3	3	-
	남 해	13	13	-
하구역 환경측정망	소 계	1	1	-
	동 해	-	-	-
	서 해	-	-	-
	남 해	1	1	-

역에서 진행되어지고 있으며, 각각의 해역 특성에 맞게 1~30개 정점을 위주로 해서 조사되어진다. 이 조사는 국립수산물과학원이 보유하고 있는 시험조사선을 이용하여 진행되어지며, 조사 항목으로는 수온, 염분, pH, DO, COD, DN, DIN 등 15개 항목이며 미량금속으로는 Cu, Pb, Zn, Cr 등 8개 항목을 조사하고 있다. 또한 해양생물에 대해서도 2~8월 사이에 조사를 진행하며, 해저퇴적물에 대해서도 2월에 9개의 조사정점을 가지고 진행하고 있다.

Table 2는 국가해양환경측정망 조사를 통하여 항만환경측정망, 연·근해환경측정망, 환경관리해역환경측정망, 하구역환경측정망을 통해서 조사를 진행하고 있는 해역별 조사현황을 나타내고 있다. 이 표에서 보면 조사해역 총계는 108개 해역이며, 이중 연안해역이 102개 해역으로 95% 이상을 차지하고 있는 것으로 나타났다.

또한 측정망에 따라 각각 조사하는 항목과 정점 그리고 조사시기가 다르게 진행되고 있다. 해수는 표·저층 조사를 원칙으로 하고 있으며, 해양생물의 미량금속은 혼합 또는 굴을 지표생물로 활용하여 조사하는 것을 기본으로 하고 있다.

아래의 Table 3은 측정망별 조사항목 및 조사 시기를 나타내고 있는데, 해수의 일반항목 15가지는 측정망별로 모두 동일한 항목이며, 조사 시기와 조사 정점에서만 큰 차이를 보이고 있다. 또한 해저퇴적물의 경우에도 측정망별로 거의 동일하지만, 하구역 환경측정망 미량금속 조사에서 Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As 조사 이외에 CN 조사가 추가적으로 진행되고 있는 것을 알 수 있다.

이외에도 잔류성유기오염물질 조사가 진행되고 있는데, 해양생물과 해저퇴적물로 구분하여 조사하고 있으며 조사항목은 2가지 모두 PCBs, TBT, PAHs(다환방향족탄화수소), 유기염소계농약, 다이옥신/퓨란이다. 또한 조사 시기는 2~5월이며, 조사 정점은 각 25개 정점에서 진행하고 있다.

Table 3. Survey items of marine environmental monitoring per period

구 분(항목수)		조사항목	조사 시기(월)	조사 정점수
① 항만 환경측정망				
해수	일반항목(15)	수온, 염분, pH, DO, COD, TN, DIN(NO ₂ -H, NH ₄ -N, NO ₃ -N), TP, DIP(PO ₄ -P), SiO ₂ -Si, 유분, SS, 투명도	2, 8	40
	미량금속(8)	Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As, CN	2	9
해양 생물	일반항목(1)	클로로필-a	2, 8	40
	미량금속(7)	Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As	2~5	2
해저 퇴적물	일반항목(4)	입도, 강열감량, 황화물, COD	2	9
	미량금속(7)	Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As	2	9
② 연·근해 환경측정망				
해수	일반항목(15)	수온, 염분, pH, DO, COD, TN, DIN(NO ₂ -H, NH ₄ -N, NO ₃ -N), TP, DIP(PO ₄ -P), SiO ₂ -Si, 유분, SS, 투명도	2, 5, 8, 11	214
	미량금속(8)	Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As, CN	2, 8	54
해양 생물	일반항목(2)	클로로필-a, 총대장균군	2, 5, 8, 11	214
	미량금속(7)	Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As	2~5	16
해저 퇴적물	일반항목(4)	입도, 강열감량, 황화물, COD	2	54
	미량금속(7)	Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As	2	54
③ 환경관리해역 환경측정망				
해수	일반항목(15)	수온, 염분, pH, DO, COD, TN, DIN(NO ₂ -H, NH ₄ -N, NO ₃ -N), TP, DIP(PO ₄ -P), SiO ₂ -Si, 유분, SS, 투명도	2, 5, 8, 11	72
	미량금속(8)	Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As, CN	2, 8	16
해양 생물	일반항목(2)	클로로필-a, 총대장균군	2, 5, 8, 11	72
	미량금속(7)	Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As	2~5	7
해저 퇴적물	일반항목(4)	입도, 강열감량, 황화물, COD	2	16
	미량금속(7)	Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As	2	16
④ 하구역 환경측정망				
해수	일반항목(15)	수온, 염분, pH, DO, COD, TN, DIN(NO ₂ -H, NH ₄ -N, NO ₃ -N), TP, DIP(PO ₄ -P), SiO ₂ -Si, 유분, SS, 투명도	3, 7	10
	미량금속(8)	Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As, CN	3	2
해양 생물	일반항목(2)	클로로필-a, 총대장균군	3	2
	미량금속(7)	Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As	3	2

4. 침적 해양폐기물 수거사업과 자원 및 해양환경 조사 사업의 연계 방안

아래의 Fig. 4는 2007년부터 한국어촌어항협회에서 수행한 침적 해양폐기물 수거사업 구역과 국립수산물과학원에서 수행하고 있는 정선관측 사업에 관한 구역을 표시한 것으로, 아래의 그림에서 보 여주듯이 사업구역이 서로 일치하는 부분도 있지만 일치하지 않는 부분이 더 많다는 것을 보여주고 있다.

이렇게 각 사업별로 일치하지 않는 부분이 많으므로 인해, 각 기관별 사업을 연계하고자 할 때는 국립수산물과학원에서 조사 정점을 늘려야만 하는데, 이 부분은 예산의 지원이 없으면 어려운 것이 현실이므로 사업의 원활한 수행을 위해서는 반드시 재원은 충분히 조달되어야 할 것으로 판단된다.

해양환경 조사와 침적 해양폐기물 수거사업의 최근 4년치 자료를 비교해서 분석해보면, 2007년에는 신안군 흑산도, 울진군, 울진군 3구간, 울산시 동구, 동해시 대진북평 그리고 2008년 사업에는 부산시 기장군, 포항시 대보면, 서해특정해역, 2009년도에는 제주도 화

도(관탈섬)에서 정선관측 사업과 침적 해양폐기물 수거사업이 중첩되어 있는 것으로 나타났다. 또한 서해에서 진행되고 있는 대부분의 사업들이 서로 인근해역에서 진행되고 있는 것으로 조사되었던 반면 남해와 동해, 제주도의 경우에는 각 기관의 사업들이 인근 해역에서 진행되는 경우가 많지 않았는데, 이는 서해에서 진행되는 수거사업이 다른 해역보다 많았기 때문으로 판단된다.

또한 EEZ자원조사를 하는 지역과 정선관측 및 해양폐기물 수거사업 지역이 많은 부분에서 일치하고 있는 것처럼 보이지만, EEZ 자원조사의 정점이 해구의 한 가운데 지점이므로 일치하는 지역이 매우 드물 것으로 판단되는데, 명확한 수거사업의 효과를 분석하기 위해서는 자원조사의 정점 수를 수거사업 지역과 연계하여 늘려야 할 것으로 판단된다.

그렇다면 수거사업 지역에서 행해져야 할 조사는 과연 어떤 것들이 있을까? 아래의 Table 4는 수거사업이 이루어지고 난 지역의 효과를 분석하기 위해서는 국립수산물과학원에서 진행하고 있는 EEZ 자원 및 해양환경 조사에 관한 필요 항목과 필요한 기간을 비교하여 안으로 제시한 것이다. 하지만 수거사업의 명확한 효과를 분석

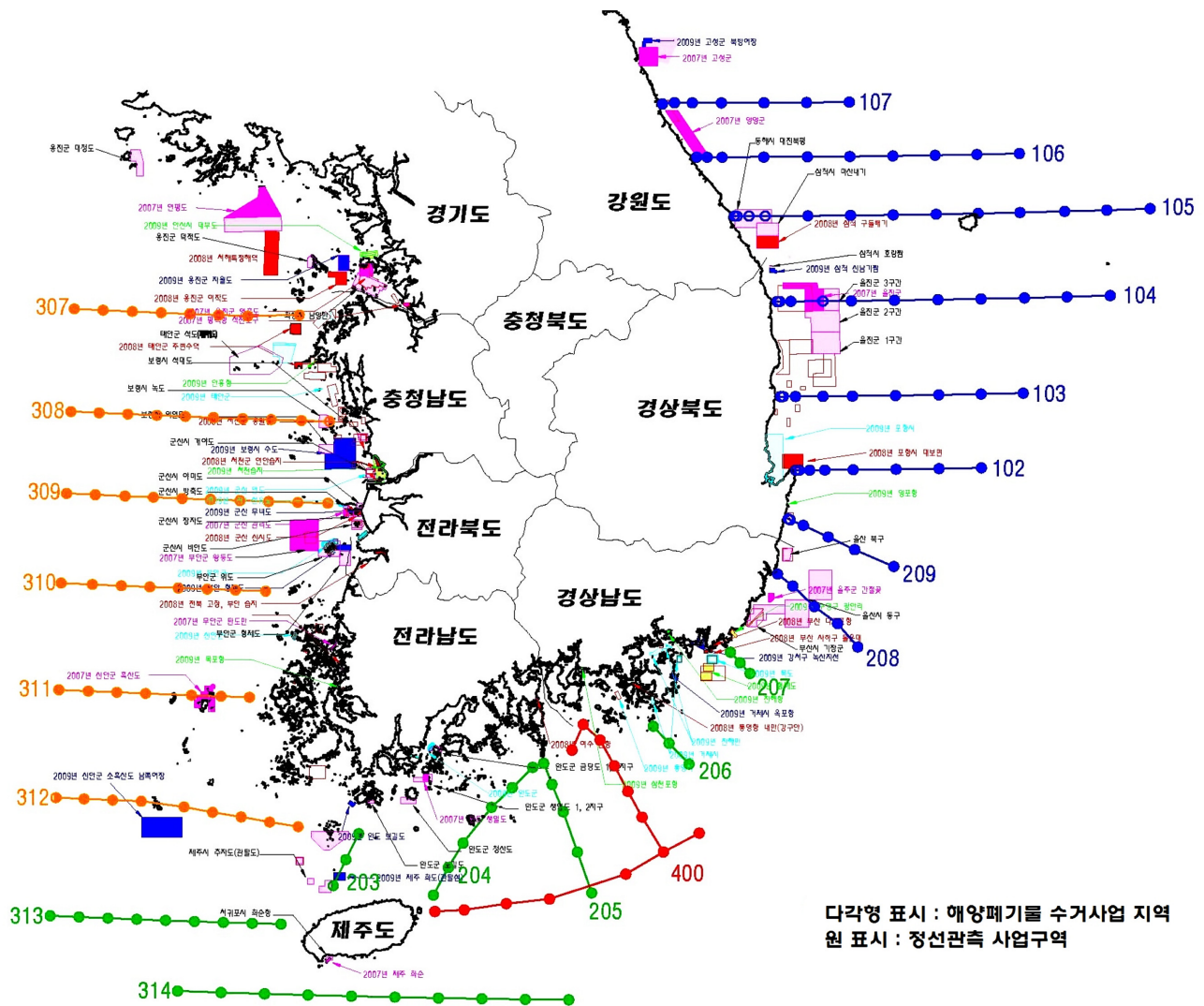


Fig. 4. Areas of serial observation and deposited marine litter collection.

Table 4. Survey items for marine litter collection areas

구 분(항목수)	조사항목	조사 시기
해수	일반항목(15) 수온, 염분, pH, DO, COD, TN, DIN(NO ₂ -H, NH ₄ -N, NO ₃ -N), TP, DIP(PO ₄ -P), SiO ₂ -Si, 유분, SS, 투명도	수거사업이 끝난 직후부터 계속 (종료시점은 전문가 협의 필요)
해양 생물	미량금속(8) Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As, CN	
해저 퇴적물	미량금속(7) Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As	
해양생물 자원량	일반항목(4) 입도, 강열감량, 황화물, COD	
	미량금속(7) Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As	
	해양생물(어류, 패류, 갑각류, 플랑크톤) 총수, 개체수, 전장도, 밀집도 등	

하기 위해서는 전문가들의 충분한 검토를 거친 후 주요 조사 항목에 대해서는 다시 결정해야 할 것으로 판단된다.

한편 EEZ자원조사의 경우에는 현재 74개 해구지역과 연계하여 동일한 지역이나, 인근지역에 대해서도 침적 해양폐기물 수거사업을 실시하기 전 그리고 이후를 각각 조사하여야 할 것이다. 또한 이 조사를 진행할 시에 필요한 항목으로는 플랑크톤, 난, 자-치어, 생물상, 어류 채장, 저서생물 등 현재 EEZ자원조사 항목과 동일한 부분에서 조사가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

마지막으로 침적 해양폐기물 수거사업과 해양환경 및 자원조사 분야의 연계방안에 대해 논의해 보면, 각 기관의 업무협조를 통해, 수거사업 구역과 조사구역이 서로 동일한 구역이면, 먼저 한국어촌 어항협회에서 침적 해양폐기물 수거사업을 실시 한 지역에 대해 국립수산물과학원에서 수거사업 전년도부터 지속적으로 환경 및 자원 조사를 진행하는 방안으로 일정을 조율하여 진행하는 방안이 마련될 수 있다. 하지만 위의 그림에서 보았듯이 각 기관의 사업이 인근해역에서 이루어지는 것에 대해서는 각 기관의 특성에 맞게 사

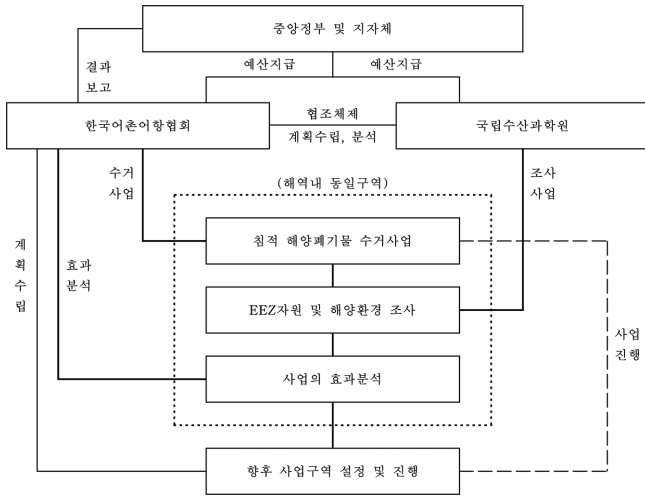


Fig. 5. Linkage plan of marine scientific projects and marine litter collection projects in the same sea sector.

업의 연계방안을 이루어야 할 것이다.

Fig. 5는 동일구역일 경우 사업의 연계방안에 대해서 모식도로 나타낸 것이다. 본 연계방안은 동일한 지역 내에서 수거사업과 조사사업이 이루어질 경우로 이런 때에는 각자 고유의 사업을 진행하면서 서로 사업시기와 조사 시기를 검토하여 결정하면 된다. 또한 효과분석 시에도 각 기관 공동협조를 통하여 조사내용과 결과에 대한 검토를 거친 후 결과를 보고하고, 향후 사업 및 조사지역에 대한 검토를 거쳐 사업을 진행하는 방향으로 추진하는 것이다.

하지만 서로 일치하지 않는 구역일 경우에는 어느 방식으로 서로의 사업을 연계해야 하는가에 대한 문제점이 나타나게 된다. 이럴 때에는 침적 해양폐기물 수거사업이 진행된 인근 해역의 해양환경 및 자원조사에 대한 정보와 침적 해양폐기물 수거사업에 관한 내용을 서로 공유하므로, 해양환경 및 자원조사에 대한 참고자료로 사용하면 될 것으로 보인다.

Fig. 6은 사업구역이 서로 동일하지는 않지만 서로 인근에 위치

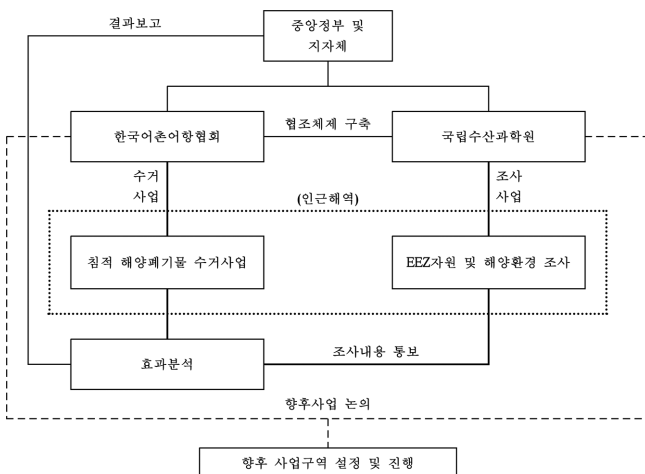


Fig. 6. Linkage plan of marine scientific projects and marine litter collection projects in the neighboring sea sector.

한 경우 연계방안에 대한 모식도를 나타낸 것이다. 본 방안에서는 국립수산물과학원이 수거사업과 인근한 지역의 정점조사 자료를 협조하는 것으로 협조방식과 조사결과 통보 그리고 공동으로 효과를 분석하는 것에 대해서는 향후 두 기관의 논의가 필요할 것으로 판단된다.

이렇게 공유되어진 정보의 비교분석을 통하여 갑자기 해양환경이 나빠졌거나, 자원량 감소 등의 문제점이 발생했을 때에는 보다 빠른 대처방안을 제시할 수 있을 것이다. 또한 해양환경 조사와 자원조사가 침적 해양폐기물 수거사업과 병행되어 진행된다면, 수거사업의 효과분석이 더 효율적으로 나타날 수 있을 것으로 판단된다.

이와 같은 정보공유를 통해 선작업(선조사) 구역을 선정할 수도 있으며, 보다 빠른 수거사업을 통해 이에 따른 해양환경 및 자원량의 회복을 이끌어 낼 수도 있고, 침적 해양폐기물 수거사업의 효과가 해양환경과 자원증가를 통해 합리적으로 나타날 수도 있다. 또한 효과를 분석하기 위해서 투자되는 자금도 줄일 수 있을 것으로 판단되고, 어장의 침적 해양폐기물 수거사업과 해양환경 기술적인 측면에서 어장의 생산량과 환경오염 결정인자 간의 상관관계를 과학적으로 규명하는 것이 향후 바람직한 어장관리 계획의 수립을 가능하게 할 수 있을 것이다.

이와 같이 서로가 보유한 정보를 협조하여 공동운영체제로 사업을 수행하는 것은, 좁은 의미의 과제 관점에서 평가한다는 것에서 벗어나 이 사업의 효과가 과연 어느 정도인지 분석하는 넓은 의미로 사업전체에 대한 효율성을 판단할 수 있기 때문이다. 이런 연계를 통한 효과분석을 통해 나온 공신력 있는 결과를 이용하게 되면, 보다 나은 어업인 소득을 증대시킬 수 있으며, 더 나아가서는 국민들에게 보다 더 깨끗한 해양이라는 휴양지를 제공할 수도 있을 것으로 판단된다.

5. 결 론

향후 해양환경 및 자원조사와 침적 해양폐기물 수거사업은 해역내 동일한 구역에서 이루어져 가도록 기관별 협조가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 이는 전세계적으로 개별 연구개발 평가프로그램에서 보이고 있는, 과제 관점에서 벗어나 전략적 투자를 통한 종합적인 효과성을 판단하는 시스템으로 가고 있는 추세와도 인접한다고 판단이 된다.

하지만 이와 같은 연계가 이루어지려면 우선 한국어촌어항협회와 국립수산물과학원 두 기관의 긴밀한 협조체제가 이루어져야 하며, 각 기관의 주무 부서에서도 부서별 공동협조 체제가 이루어져야 할 필요성이 있다.

본문에서 주장했던 침적 해양폐기물 수거사업과 자원 및 해양환경조사 사업에 대한 구체적인 진행방향에 대해서 살펴보면, 먼저 침적 해양폐기물 수거사업을 우선적으로 해양환경 조사와 자원조사를 병행하는 방식으로 추진하여 효과를 분석하는 시범사업이 진행되어야 한다. 이후에는 사업결과의 효율성을 본 후 연계사업의 영역을 확대하여야 하며, 또한 향후 진행되어질 수 있는 해적생물

구제 혹은 기타 해양관련 연구사업에도 이와 같은 연계방안을 채택하여 진행한다면 더 큰 효율적인 면을 얻을 수 있을 것으로도 판단된다. 또한 침적 해양폐기물 수거지역의 효과분석에 대한 조사항목은 반드시 전문가의 협의를 거친 후 조사항목을 신중하게 선택하여 조사를 진행해야 할 것이다. 그리고 현재에는 수거사업에 대한 효과분석이 미흡한 상태이므로, 정부(농림수산식품부)의 침적 해양폐기물 수거사업 후 어장회복 및 환경변화에 대한 연구 및 조사를 수행할 수 있도록 예산항목을 새롭게 추가하여야 한다. 또한 국립수산물과학원의 경우에도 수거사업과 협조체제를 구축하기 위해서는 정점을 늘릴 수 있어야 하는데, 정점을 새롭게 늘릴 수 있도록 정부의 예산이 뒷받침되어야 할 것이다. 그리고 효과분석을 위해서는 한국어촌어항협회에서는 현장실태조사, 어업인 인식도 조사 등에 대한 상시 조사시스템을 구축해야 한다.

이는 수거사업 지역의 효과를 분석하기 위해서 따로 예산을 책정해서 진행하는 것보다 더 빠른 시간내에 결과 도출이 가능할 것이며, 두 기관의 연계를 통하여 효과를 도출하기 때문에 결과에 대한 확신도도 높아질 것이다. 그리고 따로 예산을 책정하여 진행하는 것 보다 예산자책도 절감될 수 있을 것이다. 또한 본 연계방안을 통해 수거사업에 대한 효과분석에 대한 보다 정확한 통계자료를 확보함으로써 이 분야의 정책의 효율성을 높일 수 있을 것으로 판단된다. 그리고 현재까지 사후처리적인 방법으로 해양폐기물 관리가 이루어져 왔지만, 향후에는 쓰레기 발생 저감을 위한 시스템 구현 등 제도적 기반을 확대하는데 영향을 줄 수 있으므로 해양폐기물에 대한 사전관리 체계의 변화도 가능할 것으로 판단된다.

현재 정부의 조직개편으로 인해 해양환경 업무가 국토해양부로 이관되면서 연근해 조업어장과 마을어장 등에 대한 체계적이고 집중적인 관리가 곤란한 상황이다. 그리고 농림수산식품부는 이 부분에 대해서 관리를 하기 위해 노력하고 있는 상황이다. 그러므로 이에 관련된 법·제도의 정비 등을 통해 침적 해양폐기물 수거사업과 해양환경 및 자원조사 사업에 대한 정비체계를 농림수산식품부의 주관으로 각 기관별 네트워크로 구성하여 사업계획을 공동으로 구축하는 등 정책적인 면에서 개선할 필요성이 있다.

마지막으로, 해양환경 및 자원조사는 목적과 성격에 의해 조사지역이 고정적인데 비해, 침적 해양폐기물 수거사업 구역은 유동적이므로 상기 본문에서 제안한 연계방안은 효과분석 측면에서 동일 구역 사업 수행이 유리하다는 기본전제 하에 제안한 일종의 (안)일

뿐이다. 침적 해양폐기물 수거사업에 대한 효과분석은 자원뿐만 아니라 해양환경적인 측면에서 매우 중요하기 때문에 관련 전문가와 두 기관의 면밀한 검토가 반드시 필요하며, 검토시에는 구체적인 추진방안과 조사내용 등 본 사업에 대한 전반적인 협의가 진행되어야 하며 예비사업을 통해 결과를 도출한 후 본 사업이 본격적으로 추진되어야 할 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 국토해양부 연구사업 “해양폐기물 분포 및 실태조사”와 농림수산식품부 연구사업 “연근해 침적폐기물 실태조사 및 효과분석”으로부터 지원받아 한국어촌어항협회에서 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 고진필, 2010, 연안수역 및 연근해 어장 환경개선사업의 추진방향, 한국수산물경영학회 춘계학술대회 초록집, 31-50.
- [2] 국립수산물과학원, 2003, 노후 양식어장의 효율적 저질 개선 방안 연구.
- [3] 국토해양부, 2009, 2009년 해양폐기물 분포 및 실태조사.
- [4] 국토해양부, 농림수산식품부, 환경부, 해양경찰청, 2008, 제1차 해양쓰레기 관리기본계획(2009~2013).
- [5] 유민석, 2010, 허베이스피리트호 유류피해어장 복원사업 추진계획, 어항어장지, 90, 25-28.
- [6] 윤진숙, 신철오, 2006, 해양환경 조사연구 사업의 성과분석 및 개선방안, 한국해양수산개발원 보고서, 2 pp.
- [7] 한국어촌어항협회, 2004, 설문조사에 의한 해양폐기물 발생량 추정 및 침체어망 수거에 따른 효과분석.
- [8] 해양수산부, 2004, 어장정화사업의 효과분석 및 추진방안 연구.
- [9] 해양수산부, 2005, 연근해 주요어장에 대한 해양폐기물 분포 및 실태조사(III).
- [10] 해양수산부, 2006, 연안어장의 효율적 관리를 위한 중장기 정책방향 연구.

2011년 6월 29일 원고접수

2011년 7월 18일(1차), 1월 17일(2차) 심사수정일자

2012년 1월 17일 게재확정일자