

현안과제연구  
2011. 4. 30

허베이스피리트호 유류오염 사고에 따른  
**환경피해액 산정비교 및 환경복원사업 발굴**

연구수행 : 정종관

CDI 충남발전연구원

허베이스피리트호 유류오염 사고에 따른  
**환경피해액 산정비교 및 환경복원사업 발굴**

연구수행 : 정종관(환경생태연구부)

## 차 례

### I. 환경가치평가 방법 / 1

1. 가치평가의 개요 / 1
2. 가치평가 방법론과 구조 / 2

### II. 환경피해액 산정 조사방법 / 3

1. 국제유류오염배상기금의 손해배상 매뉴얼 / 3
2. 배상대상 유류오염 손해의 주요 내용 / 3
3. 유류오염 환경피해의 원상복구 조사 / 5

### III. 환경피해액 산정사례 / 6

1. 엑슨발데즈호 / 6
2. 시프린스호 / 8
3. 허베이스피리트호 / 9

### IV. 환경 복원사업 / 17

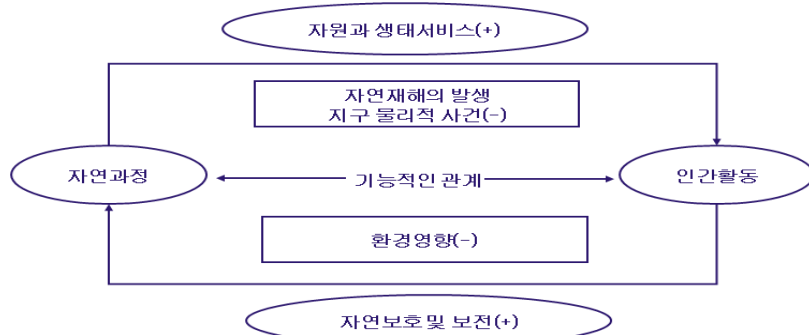
1. 전제 조건 / 17
2. 방법론 / 20

### V. 맺음말 / 23

# 1. 환경가치평가 방법

## 1. 가치평가의 개요

- 엑스발테즈호 사고 이전의 환경피해 가치평가는 비사용가치 중심으로, 존재가치의 추정에는 환경편의 시설과 건강의 위험과 관련된 연구의 비용편익분석이 새로운 환경경제학 연구 영역으로 대두.
- 알래스카주가 손실된 사용가치에 대한 자연자원 피해소송을 염두에 두으로써 환경가치 산정의 개념적 토대와 급변하는 수동적 사용가치의 추정기법에 관심이 집중.
- 실제적인 측면에서 엑스발테즈호 유류유출사고의 수습 및 향후 소송 과정에서 비사용가치가 과연 소송절차에서 피해의 입증자료로 충분히 신뢰성이 인정되는가에 논란이 이어짐.



[그림 1-1] 자원과 생태서비스의 가치평가

- 엑스발테즈호 사고 이후 생태계 및 비사용가치와 관련된 피해의 입증 과정에서 가치평가기법의 하나로 이용되어오던 조건부 가치추정법의 유용성과 활용가능성이 노벨경제학상 수상자인 Kenneth Arrow와

Robert Solow 등으로 구성된 미국해양대기청(National Oceanic Atmospheric Administration : NOAA)의 조사단을 통해 집중적으로 논의되었으며, 이러한 과정에서 가치평가기법에 많은 진전이 이루어졌음.

- 조건부 가치추정법은 사적 또는 공공의 재화나 서비스의 가치를 도출하기 위해 고안된 설문조사를 이용한 접근법으로, 사람들이 재화나 서비스의 양 또는 질의 특정한 변화에 대해 지불할 의사가 있는 금액이나 재화나 서비스의 공급 감소를 보상받기 위해 수용할 의사가 있는 금액을 결정하기 위한 연구기법임.
- 심리적인 개념인 특정 환경재화에 대한 선호정도를 지불의사액이나 수취의사액을 통해 금전적으로 환산하는 방법을 의미.
- 이 과정에서 사적 시장(private market)이나 정치적 투표의 형식을 차용하며, 이와 같은 과정을 거쳐서 도출된 가치가 응답자에게 제시된 특정한 가상시장에 조건적이므로, 이 접근법을 조건부 가치추정법이라고 부르게 되었음.

## 2. 가치평가 방법론과 구조

- 환경피해액 산정을 위한 조건부 가치추정법 적용 설문지는 유류유출 사고로 인한 피해를 묘사하는 가치평가 시나리오가 주된 부분을 차지하고 있음.
- 해당지역의 피해와 같은 미래의 사고를 예방하고자 응답지역의 가치를 명시화하기 위한 가상적 시장을 설정하고 시나리오에 대한 응답자의 태도, 유류유출에 대한 사전지식, 개인적 특성 등에 대한 기타 질문을 포함하여 작성.
- 설문작성을 위해 일대일 면접 인터뷰 도중 적절한 곳에 카드, 사진, 지도 등 응답자의 이해를 돕기 위한 정보가 포함되어 있음.

## II. 환경피해액 산정 조사방법

### 1. 국제유류오염배상기금의 손해배상 매뉴얼 (IOPC Fund Claims Manual)

- 유류오염 사고관련 국제기금협약에서는 환경피해의 배·보상에 있어서 화폐단위로 수량화 시킬 수 있는 경제적 손해에 대해서만 인정하기 때문에 어업 피해가 발생했다면 이를 정량화하여 화폐단위로 수량화하여야 함.
- 독자적인 피해보상을 하는 미국에서는 환경피해의 추정에 있어서 자연자원 피해추정 모델(NRDA; Natural Resources Damage Assessment)을 사용한 정량화를 인정하고 있으나, 국제기금에서는 아직까지 이론적인 모델을 이용하여 추상적으로 수량화하여 계산하는 방식을 인정치 않고 있음.
- 환경손상에 대한 배상은 실제로 취하였거나 취하여야 할 원상회복을 위한 합리적인 조치에 대한 비용에 한한다고 규정.
- 오염손해의 예방조치 비용에 대해서는 사고가 발생한 후에 오염손해를 방지하거나 또는 최소한으로 줄이기 위해 어떠한 사람에 의해 취해진 모든 합리적인 조치로 규정하여 배상기준을 제한하고 있음.
- 우리나라는 민사책임협약(1992), 기금협약(1992) 가입으로 국제유류오염배상기금의 손해배상 매뉴얼(IOPC Fund Claims Manual)에 관련하여 유류오염손해배상보장법 제정으로 손해배상의 법적 근거 마련.
- 국내 자체적인 피해액 산출기준이 없고 손해액 산출은 IOPC에 근거하여 추진.

### 2. 배상대상 유류오염 손해의 주요 내용

- 환경피해로 인한 소득감소를 화폐단위로 수량화하려면 우선 사고 이전에 그 지역에 서식하고 있는 생물량 및 생산량에 관한 자료가 필요함.
- 그러나 우리나라의 경우 이러한 기초자료가 대부분인 상태이므로 기존자료를 조사하여 사용하기가 매우 어려움.
- 향후 국가적 지원에 의해 전국적인 수산 자원조사가 선행되지 않는다면 이러한 문제점을 극복하기 어려우므로 현재 허베이스피리트호 사고처럼 대형사고가 발생한 경우 사고 즉시 해당 지역의 자원조사를 실시하는 것이 최선의 방법임.
- 유류오염 영향이 있기 전의 자원량과 사고 직후의 자원량을 조사함으로써 차후 피해복원 경향의 비교자료로 이용할 수 있음.
- 환경피해의 조사나 원상복구를 위한 조치에 관한 연구를 실시함에 있어서 국제기금에서는 연구를 수행할 전문가를 선정하고 전문가가 수행할 과업을 결정하는 데 있어서 국제기금이 초기 단계부터 관여할 수 있어야 한다는 조건이 있으므로 연구가 시행되기 이전에 국제기금 측과 긴밀한 연락을 통해 연구범위나 내용을 사전 정리하여야 함.
- 유류오염 사고에 의한 피해의 배·보상은 다음과 같이 6가지 범주로 구분되고 그 중에 환경피해도 포함되어 있음.
  - ① 방제 및 예방조치 : 어떤 장소에서 조치를 취하든 협약체결 국가내의 오염손해를 방지하거나 최소화하기 위해 취해진 합리적인 방제조치 비용.
  - ② 재산피해 : 유류에 의해 오염된 재산을 세척하거나 수리 또는 대체하는데 소요되는 합리적인 비용.
  - ③ 간접손실 : 유류유출에 의해 오염된 재산의 소유자가 상실한 수입소득 손실분. 도구의 손실로 대체도구를 확보하지 못해 상

실된 소득이 해당됨.

- ④ 순수경제적 손실 : 피해자의 소유재산 자체가 오염되지 않았으나 유류오염의 원인에 의한 손실. 해안지역 관광숙박업소의 오염기간 동안 수입감소 시 유류사고의 부정적인 경제적인 영향을 예방하고 줄이기 위한 마케팅의 합리적인 비용.
- ⑤ 환경피해 : 환경피해의 자연복원을 촉진시키는데 목적을 둔 합리적인 복구조치 및 연구비용
- ⑥ 법률자문고용 : 배상을 위한 소송청구 시 청구인의 조언자, 자문자, 상담자를 고용할 경우 협약의 범위 내에서 조언자에 의해 수행된 업무의 합리적인 비용

### 3. 유류오염 환경피해의 원상복구 조사

- 국제기금은 오염사고 후 해양환경을 원상으로 회복시키는데 취한 조치에 소요된 비용을 조건에 따라 배상하고 있음.
- 배상 대상이 되기 위해서는 이러한 조치비용이 합리적이며, 이러한 조치가 기대하는 결과와 비례적이어야 하며, 이러한 조치가 적절하게 성공할 합리적인 전망이 있어야 함.
- 환경피해의 원상복구에 있어서 야생동물의 구조 및 치료와 같은 행위도 포함될 수 있으며 배상의 대상이므로 어떠한 조치가 적절한지 혹은 해양환경을 원상으로 회복시키는데 도움을 줄 수 있는지를 사전에 합리적으로 조사할 필요가 있음.
- 유류오염과 환경피해 사이에 어떤 인과관계가 있다는 것을 입증하려면 다음 사항에 대한 손실 증명으로 油指紋法(oil fingerprint) 등을 이용한 유출물질 확인이 필요.

- 피해자와 오염지역과의 거리, 지리적 근접성,
  - 피해자가 영향을 받은 자연자원에 경제적으로 의존하고 있는 정도,
  - 피해자가 대체할 수 있는 자원, 사업기회 획득 정도,
  - 손실을 경감할 수 있는 정도,
  - 손실 예상가능성,
  - 피해자의 손실을 초래한 기타 원인과 영향 정도
- 유류오염으로 인한 손실 증명은 油指紋法(oil fingerprint)을 이용한 유출물질 확인 등이 있으며, 유류오염과 피해간의 인과관계 조사방법은 다음의 방법이 적용되고 있음.

- ① 독성실험
- ② 성장속도 측정
- ③ 幼生 생존률 측정
- ④ 산란 측정
- ⑤ 생체효소 유도 측정

## III. 환경피해액 산정 사례

### 1. 엑스발데즈호

- 엑스발데즈호 사고의 환경피해를 조건부 가치측정법(CVM)을 통해 측정함에 있어서 어떠한 표본을 사용했는가, 어떤 설문 시나리오에 따랐는가, 그리고 어떤 통계처리 방식을 이용했는가에 대해서 다양한 논의가 이루어졌고, 최종적으로 가장 합리적인 결과 값은 가구당 31



달러의 지불의사액으로 조사.

- 이러한 값을 미국 내의 전체 90,838,000가구로 환산할 경우 환경피해의 크기는 약 28억 달러에 해당.
- 엑슨발데즈호 사고에 대해 엑슨모빌사는 CVM에 의해 평가된 28억 달러를 근거로 약 11억 달러를 해양환경손해액으로 법원판결에 의해 보상하였는데, 이 보상액은 해상 및 연안 유류오염방제비 20억 달러를 제외한 것으로 대부분이 해양환경의 비사용가치에 대한 금액임.
- 해양환경피해 비율은 해양환경의 비사용가치로 판단할 수 있으므로 엑슨발데즈호 사고의 경우  $0.393(=11/28)$ 으로 볼 수 있음.

○ 엑슨발데즈 원유유출 사건: 미 법원 재심 결정.

- 미 대법원은 1989년 엑슨 발데즈호 유조선의 원유 누출 사고와 관련, 이 회사가 25억 달러의 배상금을 지불해야 하는 지에 대한 재심에 들어갔다.
- 1989년 3월 24일 알래스카 프린스 윌리엄 굿 해안에서 엑슨 사의 유조선 발데즈가 1100만 갤런의 원유를 누출한 것이 사건의 요체. 이 미국 최악의 유출사고로 연안 5백 킬로미터가 오염되고 수 만종의 새와 수백 종의 바다수달이 폐사했다. 회사는 사고 후 21억 달러의 방제비용을 투입하고 3억 달러의 보상을 피해 주민에게 하고, 한편으로는 9억 달러의 벌금을 물고 사고에 대한 범죄기소 중지조치를 얻어냈었다.
- 그러나 1994년 알래스카에서 재개된 소송에서 3만 4천명의 이재민을 상대로 50억 달러를 더 배상하라는 판결이 내려졌고 회사는 항소했다. 지금은 25억 달러로 연방법원이 양측에 조정안을 제시한 상태다.

출처 : US high court to review 1989 Exxon Valdez oil spill case

Washington (AFP) Feb 25, 2008

[http://www.energy-daily.com/reports/US\\_high\\_court\\_to\\_review\\_1989\\_Exxon\\_Valdez\\_oil\\_spill\\_case\\_999.html](http://www.energy-daily.com/reports/US_high_court_to_review_1989_Exxon_Valdez_oil_spill_case_999.html)

## 2. 시프린스호

- 김석구·김태유(2002)<sup>1)</sup>는 엑슨발데즈호 사고의 환경비용 추정에서와 마찬가지로 조건부 가치측정법을 통하여 국내에서 처음으로 해양오염 사고의 피해비용을 산정하였음.
- 이 연구에서는 Hanemann(1989)이 제안한 효용격차 모형을 통해 Hicks 후생(Hicksian welfare)을 구하였으며 결과적으로 평균 지불의사액은 가구당 11,850원으로 추정.
- 여수지역 해양환경보전에 대한 지불의사액은 해양환경피해 지불의사표명비율(75%), 조정계수(2) 등을 바탕으로 추산할 수 있음

<표 3-1> 시프린스호 환경피해액 산정

시나리오	특성	총지불의사금액 (억원)	비고
1	보수적 추정	576	가구당 지불의사액×가구수×0.75/2
2	중간 추정	768	NOAA 조정계수만 고려
3	낙관적 추정	1,536	응답자들이 밝힌 금액 평균값 적용

- 엑슨발데즈호 사고의 배상사례와 비교하여 우리나라에서 CVM을 적용하여 평가한 해양환경피해액은 실제로 인정되는 배상액보다는 높게 추정(overestimation)되는 경향이 있으므로 법원판결에 가장 근접한 것은 보수적 추정 시나리오라 할 수 있음.
- 이와 같은 추정치를 1995년 인구통계자료를 통해 전국 모집단 가구로 확장하여 가장 보수적인 추정치로서 약 576억 원의 여수지역 해양환경 보존에 대한 가치를 도출<sup>2)</sup>

1) 김석구·김태유(2002)는 엑슨발데즈호 사고의 환경비용 추정에서와 마찬가지로 조건부 가치측정법을 통하여 국내에서 처음으로 해양오염사고의 피해비용을 산정하였다.

2) 김석구·김태유(2002)의 연구에서는 지불의사가 있는 조사비율(약 75%)만이 해양환경 보전을 위해 실제 지불의사가 있는 것으로 보고 이들이 선택한 평균 지불의사액의 절반만을 실

### 3. 허베이스피리트호

#### 1) 경기개발개발원(유영성 외, 2008. 4)

- 유류유출에 따른 해양오염 사고 방지를 위한 추가 세금 적정 부담액의 지불의사액수(WTP)를 알아보고자 조건부가치측정법(CVM)을 이용.
- 조건부가치측정법 중에서 지불의사유도 방법은 이중경계 양분선택형<sup>3)</sup> 질문(double-bounded dichotomous choice question)과 개방형<sup>4)</sup> 질문(open ended question)을 병행하여 사용함으로써 방법론에 의한 오류의 유무와 개방형 응답에 대한 지불의사금액간의 차이를 분석.
- 이중경계 양분선택형 지불의사 유도방법으로 추가 세금 부담액에 대해 질문한 결과 추가 세금을 부담하겠다고 응답한 403명은 10년 동안 매년 평균 약 24,263원에서 31,883원의 세금을 지불할 의사가 있는 것으로 나타남.
- 개방형 지불의사 유도방법으로 추가세금 부담액에 대해 질문한 결과, 10년 동안 매년 평균 28,105원을 지불할 의사가 있는 것으로 나타남.

<표 3-2> 환경피해액 추정 구분

추가 세금지불	이중경계 양분선택형	개방형
평균값	24,263 ~ 31,883원	28,105원
중앙값	21,100 ~ 22,500원	20,000원
최빈값	100 ~ 7,500원	10,000원 (1,000 ~ 200,000원)

질적인 값으로 인정하였으나 이에 대한 후생경제학적 근거는 뚜렷하지 않음.

3) 해양오염 사고 방지를 위해 지불할 수 있는 금액을 제시한 후, 수용 여부에 따라 x2 또는 ÷2의 금액에 대한 수용 여부를 다시 질문함.

4) 해양오염 사고 방지를 위해 지불할 수 있는 금액을 제시하지 않고, 응답자가 직접 응답하도록 질문함.

<표 3-3> 경제규모를 반영한 환경피해액 추정

구분	모집단 규모 (천인)	추가 세금부담액 (원)	추가 세금총액 (억원)
경제활동인구	24,495	28,105	6,884
총인구	46,744	28,105	13,137

주) 경제활동 인구란 만15세 이상 인구 중 상품이나 서비스를 생산하기 위하여 실제로 수입이 있는 일을 한 취업자와 일을 하지 않았으나 구직활동을 한 실업자를 말한다. (2008년 4월 통계청 기준)

- 유류유출 사고 초기에 따른 심각성의 부각에 따라 지불의사가 상대적으로 높게 추정되어 실질적으로 환경개선을 위해 추가적으로 부담해야 할 재정규모는 10년간 총 6,884억원 규모로 추정

#### 2) 해양수산개발원(신철오 외, 2008. 12)

- 태안지역의 400가구를 대상으로 일대일 개인면접을 통하여 수집한 CV응답 자료를 토대로 분석한 결과, 허베이스피리트호 유류오염사고로 인한 태안지역의 가구당 환경피해액 추정결과는 다음과 같음.
- 허베이스피리트호 유류오염사고로 인한 환경피해 복구 및 향후 유류오염사고 예방사업에 대해 총지불의사액을 5년 동안 매년 동일한 금액을 나누어 지불한다고 가정했을 때, 태안지역의 가구당 평균 WTP는 5,205원으로 추정되었으며, 음의 WTP를 제외하고 계산한 절단된 평균 WTP는 8,869원으로 추정.
- 이들 추정치는 각각 WTP 추정치의 하한과 상한으로 해석하여 태안지역의 가구당 평균 환경피해액이 최소 5,205원에서 최대 8,869원 정도로 추정.
- 허베이스피리트호 유류오염사고의 환경피해액 추정 연구를 수행하는 중요한 목적 중에 하나는 표본정보를 이용하여 모집단 전체의 편익을 추정하는 것임.

- 태안지역의 400가구와 수도권 400가구라는 표본에 대해 도출된 정보를 활용하여 조사대상 지역 모집단 전체로 또는 우리나라 전체로 확장하여 WTP의 평균값을 구하여 표본의 값을 모집단 전체로 확장.
- 표본이 모집단을 제대로 반영하고 있어야 하므로 과학적인 표본추출 및 조사를 전제로 만 20세 이상 65세 이하의 세대주 또는 주부만으로 한정.
- 모집단을 대표할 수 있는 표본을 추출할 수 있도록 무작위로 추출된 표본에 대해 배포된 설문지를 전량 회수하여 무응답률을 낮추어야 함.
- 연구의 표본에서 얻은 WTP의 평균값 정보를 이용하여 우리나라 전체 모집단으로 확장하는 4단계의 절차를 도시하면 다음과 같음.

<표 3-4> CV 분석방법 및 추정결과 비교

	NOAA	KMI
분석방법론	CVM	CVM
지불의사 유도모형	이중경계 양분선택형	1.5경계 양분선택형
지불의사액 추정결과	가구당 31 \$ 총액 28억 \$ (1991년 기준)	영향권내 8,869.0원/년 영향권외 4,324.3원/년 (2008년 기준)

- ① 조사대상 지역의 2005년 기준 가구수 정보를 이용하여 표본에 대해 추정된 평균값 WTP를 조사대상 지역 전체의 모집단으로 확장.  
(통계청, <http://kosis.nso.go.kr>)
- ② 2005년 기준 각 광역자치단체별 가구당 민간 최종소비 지출자료를 이용하여, 조사대상 지역에 대해 추정된 WTP의 평균값을 조사대상

지역 외 나머지 광역자치단체로 이전하고, 기준이 되는 WTP는 태안지역이 아닌 수도권 지역에서 추정된 값을 적용.

- ③ 2005년 기준 조사대상 지역 외 나머지 광역자치단체의 가구수 정보를 이용하여 조사대상 지역 외 지역전체의 모집단으로 확장.
- ④ ①과 ③의 결과를 합하면 우리나라 전체에 대해 허베이스피리트호 유류오염의 환경피해액을 추정할 수 있음.
- 2005년 기준 가구당 민간 최종소비 지출은 수도권의 경우 2,949만원이며, 나머지 광역자치단체의 경우 2,479만원이므로 수도권에 대한 추정된 가구당 WTP에다 0.8405(=2,479/2,949)를 곱하여 다른 지역에 대해 조정된 가구당 WTP 값을 도출.
- 매년 지불 가능하면서 경제주체에게 익숙한 수단은 소득세와 주민세 등 몇몇 가지로 한정되어 있으므로 가구당 추가로 부담하는 의미에서 가구소득세를 상정하고 이를 지불수단으로 제시하였음).
- 허베이스피리트호 유류사고로 인한 환경피해액은 전국적으로 볼 때, 비시장가치 피해액은 연간 약 630억원으로 영향기간을 10년으로 잡아 5.5%의 할인율을 적용한 경우 총 환경피해 가치는 약 5,010억원 가량 발생하는 것으로 추정.

<표 3-5> 권역별 환경피해액 추정

대상지역	가구당 WTP (원/년)	가구수	연간 경제적 환경가치 (백만원)
태안군	8,869.0	21,782	193.2
수도권	4,324.3	7,462,090	32,268.3
나머지 지역	3,634.6	8,403,256	30,542.3
전국	-	15,887,128	63,003.8

5) 주민세의 경우 균등할과 소득할로 나누어져 있으며 균등할의 경우 지자체에 주소 또는 사무소를 둔 세대주(개인 사업자)와 사무소 또는 사업소를 둔 법인에게 지방자치단체 구성원에게 부과하므로 일종의 회비적인 성격을 지닌다고 할 수 있음. 따라서 지불수단으로 균등할 주민세를 이용하는 것도 환경가치를 평가하는 제도의 성격에 따라서 충분히 가능함.

### 3) 경북대학교(한상열, 2009. 3)

- 허베이스피리트호 유류유출에 따른 영향권역은 해안습지와 국립공원, 445개 양식장이 포함되는 생태적으로 중요한 지역이므로 여가활동과 생물다양성 등 공공재적 비시장 재화에 대한 사회적 비용을 평가하기 위해 조건부 가치추정법을 적용하여 추정.
- 고려한 사항은 환경가치 조사의 설계특성, 가구조사의 국가표본 전체에 적용, 유류유출에 따른 가구별 지불의사액 추정방법을 적용.
- 표본으로는 전국 5대 주요 도시인 서울, 부산, 대구, 광주, 대전지역의 총인구 19,144천명에 대해 인구비례 1,000가구를 대상으로 수집한 CV 응답 자료를 토대로 분석하여 가구당 환경피해액을 추정.
- 그 결과 피해영향기간 동안 각 가구당 총 지불의사액은 22,854원으로 전국의 15,880천 가구(2008년 기준)에 곱하여 비시장 재화가지로 환산한 환경피해 비용은 3,629억원으로 추정하였음.
- 조건부 가치추정법은 가상시장(contingent market)을 전제로 추론한 것이므로 가설설정 시 통계적 편의(偏倚, bias)가 존재함

### 4) 국토해양부 · 한국해양연구원(권석재, 2010. 3)

- 환경복원기술을 활용하여 유류사고에 의한 복원기간을 자연치유보다 절반으로 줄일 수 있다고 가정하고 가상시장에서 지불하고자하는 대상재화의 품질과 가치를 고려하여 지불의사액을 설정.
- 해양환경 및 허베이스피리트호 사고에 대한 인지정도를 바탕으로 유류유출에 따른 자연환경 복구기간을 질문하였는데, 10 ~ 20년(40.6%), 5 ~ 10년(24.6%), 20년 이상 (24.6%)로 나타남.
- 영향기간 10년에 대해 응답자의 지불규모는 가구당 연간 7,921.7원이며, 월평균 소득의 1.28%를 지불할 의사가 있는 것으로 나타났음.

- 조건부 가치추정법을 적용하여 환경복원기술의 공공재적 경제적 가치에 대한 예비조사 결과 전국 15,988천가구(2005년 기준)에 대한 총 피해액 가치는 12,655억원으로 추정.
- 이 값은 단순 예비조사 결과이므로 실험적 설계조건의 한계가 있어 신뢰도는 낮은 편임.
- 위 추정액에 대해 할인율 5.5%로 피해 영향기간 10년으로 하여 현재화하면 10,072억원으로 조정.

### 5) 기존 환경피해액 산정방법 적용

- 시프린스호 사고에서 평균 지불의사액으로 가구당 11,850원을 적용한 조건부 가치추정법을 통하여 환경비용 추정.
- 환경피해 규모에 영향을 주는 변수로 유류유출량, 오염피해면적, 해역의 이용특성과 자정능력, 피해건수 및 청구금액 등이 있는데 두 지역을 직접적으로 비교할 수는 없으나 간접적으로 비교가능
- 해양환경보전에 대한 지불의사액은 해양환경피해 지불의사 표명비율(75%), 조정계수(2) 등이 여수해역과 같다고 전제하여 추산할 수 있음
- 시프린스호의 보수적인 해양환경피해액 추정치 576억원을 고려하고, 유류유출 규모가 2.5배(12,547kL), 해역이용 조건이 태안지역은 연안밀집형인데 비해 여수지역은 먼바다 확산형으로 태안이 불리한 여건이지만 같은 상태로 비교하여 추정.
- 시프린스호 사고와 비슷한 자연환경 조건에서 기준년도 2008년으로 6년간의 단리 5.5%를 적용하여 추정하였음.
- 피해영향 지속기간 추정도 일정하지 않으나 대체로 10년으로 하여 현재화하여 조정할 수 있고, 수산 및 비수산 직접피해와 방제비용을 제외한 순수한 환경피해 규모는 최소 1,909억원에서 낙관적 추정치 5,090억원에 달할 것임.

- 우리나라에서 CVM을 적용하여 평가한 해양환경 피해액은 법원판결에 의해 실제로 인정되는 배상액보다는 높게 추정되는 경향이 있음.
- 그러나 해양환경복원은 허베이스피리트호 특별법에 근거하여 유류유출 사고로 오염된 해역을 사고이전보다 생산력이 증진된 해역으로 복원하는 목적을 두고 시행되고 있음.
- 해양환경복원 사업비는 정부(농림수산식품부, 환경부, 국토해양부) 합동으로 10년간 4,786억원 투자계획이 수립되어 있음(국토해양부 자료, 2011. 4. 19).
- 해양환경피해 비율은 해양환경의 비사용가치(엑슨발데즈호 사고의 경우 0.393) 비율로 판단할 수 있으므로 삼성중공업에서 제시한 지역발전기금으로 해양환경 피해 복원비용을 충당하기에는 매우 부족함.

<표 3-6> 기존 사례를 반영한 환경피해액 산정

시나리오	특성	총지불의사금액 (억원)	비고
1	보수적 추정	1,909	가구당 지불의사액×가구수×0.75/2
2	중간 추정	2,544	NOAA 조정계수만 고려
3	낙관적 추정	5,090	응답자들이 밝힌 금액 평균값 적용

## 6) 환경피해액 산정의 특성과 한계

- 해양환경피해액의 산정 영향요소로 유류유출량, 유류의 특성, 피해지역의 해양이용, 피해를 입은 자원의 종류와 특성을 고려하여야 함.
- 유류유출에 따른 해양오염 사고 방지를 위한 추가 세금 적정 부담액의 지불의사액수(WTP)를 알아보고자 조건부가치추정법(CVM)을 이용.
- 우리나라에서 허베이스피리트호 유류사고와 관련하여 추정한 해양환경피해액 규모는 다음과 같음

<표 3-6> 연구기관별 환경피해액 추정결과

연구기관	산출근거	환경피해총액 (억원)	비고
경기개발연구원	CVM-WTP	6,884	사고 초기상태로 추정, 추가 세금부담의사 반영
한국해양수산개발원	CVM-WTP	5,010	연간 630억원, 5.5% 할인율로 10년 지속 현가화 합산
경북대학교	CVM-WTP	3,629	오염정화 및 복구비용을 제외한 비사용가치
한국해양연구원	CVM-WTP	12,665	연간 1,266.5억원, 5.5% 할인율로 10년 지속으로 현가화 조정하면 10,072억원
충남발전연구원	CVM-SP	1,909 2,544 5,090	시프린스호 유류유출량 비례, 2008년 기준으로 6년간의 단리 5.5%를 적용하여 보수적, 중간, 낙관적 추정치 구분

- 허베이스피리트호 유류사고의 해양환경피해액 추정 규모는 법원의 배상판결을 바탕으로 한 가장 보수적인 조건에서부터 단순 예비조사에 의한 실험적 설계조건인 낙관적 조건까지 범위가 다양하게 나타났음.
- 적극적인 환경피해의 복구와 관련하여 피해의 규모를 산정하는 절차적 과정에 환경피해 부분을 포함하여 포괄적인 피해액의 산정이 가능하도록 제도적으로 보장할 필요가 있음.
- 이를 위해서는 가치측정이 어려운 해양환경자산을 판별하고 이렇게 구분된 자산 가운데서 중요한 것을 선정하여 체계적으로 계량화하여야 함.
- 전체적인 환경피해를 산정하기 위해서는 반드시 피해지역 주민들에 대한 소득손실이나 건강피해로 인한 의료비 지출이 종합적으로 추정되어야 하며, 이러한 결과를 그대로 유류유출로 인한 피해액으로 확대하는 것은 피해의 범위를 과소평가할 수 있음에 유의해야 함.

## IV. 해양환경 복원사업

### 1. 전제 조건

#### 1) 목적성

- 해양환경복원은 허베이스피리트호 특별법에 근거하여 유류유출 사고로 오염된 해역을 사고이전보다 생산력이 증진된 해역으로 복원하는 목적을 두고 있음.
- 해양환경복원 사업기간(2010~2019) 중 전체 사업비는 4,786억원이 투입(국토해양부 자료, 2011. 4. 19)되므로 피해가 가장 심한 충남지역 해양수산자원 회복 및 증식의 기반을 마련하는데 중점을 두어야 함.
- 특별법에서 특별해양환경복원계획을 수립하려는 경우에는 피해어장 환경의 안정성 정밀조사, 피해어장 복원 시범단지의 지정 및 단계별 자원회복사업 등 피해어장 환경 복원계획 등에 관하여는 농림수산식품부 장관과 협의하고 지방자치단체장은 필요한 조치를 취하도록 하고 있음.

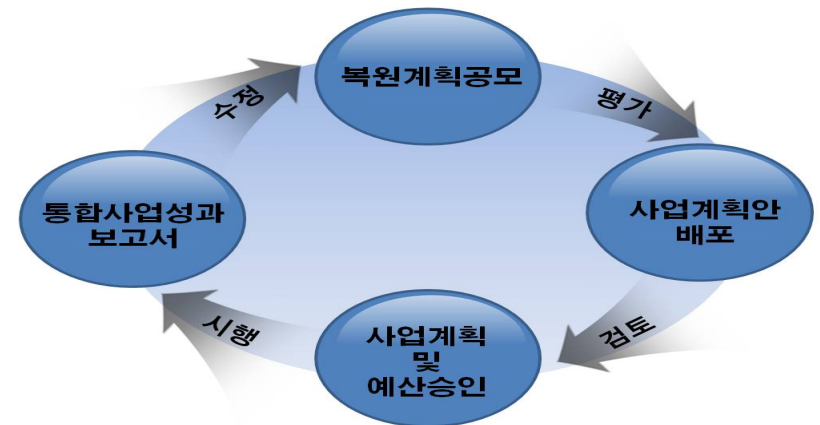
#### 2) 방향성

- 어장환경 변화 모니터링 결과를 반영하여 복원계획을 수립할 경우 서식환경과 서식지 복원이 선행된 후 수산자원 회복으로 수산자원의 생산력 회복 및 추가 증대가 필요.
- 대체 복원 방법의 선택 시 다음 조건을 고려
  - 피해가 직접적으로 복원 가능한가?
  - 그렇지 않다면, 손실을 보전하기 위하여 다른 대체 복원이 가능한가?
  - 해당 선택이 기술적으로 가능한가?

- 해당 선택이 비용면에서 효율적이고 성공가능성이 높은가?
- 대중이 납득할 만한가?
- 복원사업의 규모 또는 수준을 결정할 수단이 있는가?
- 대체 복원 방법의 실효성을 모니터링 할 수 있는가?

#### 4) 적응관리와 복원 평가

- 유류유출로 인한 연안생태계의 복원 평가는 속성분석과 추세분석 등 장단기의 모니터링 결과를 활용할 수 있으며, 적응관리를 적용할 수 있는 분석 방법을 적절히 활용해야 함.

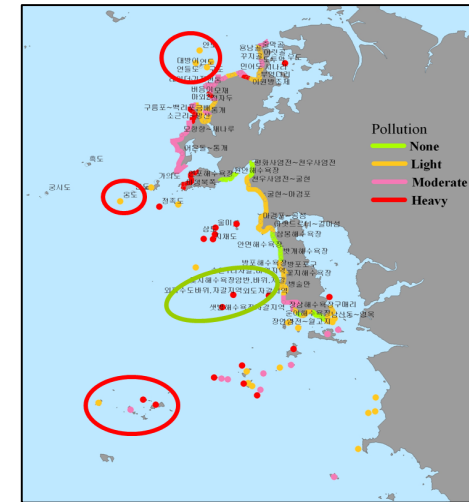


[그림 4-1] 적응관리 과정

- 첫째, 복원성과를 직접비교(direct comparison)하는 것으로 복원지역과 대조지역의 특성을 해당 생태계의 생물학적 요인과 무생물학적 요인 중 20~30여개의 중요한 변수를 비교.
- 대조지역과 더불어 사고지역의 복원이전과 이후의 상태를 비교할 수

도 있지만, 가장 바람직한 것은 오염이전의 해당 생태계 혹은 아직 오염되지 않은 인근의 유사생태계를 대조지역으로 선정하여 복원을 평가하는 것이 바람직.

- 둘째, 속성분석(attributes analysis)으로 이는 대조생태계의 주요 속성 그룹을 분석하는 것으로 이를 위해서는 계획된 모니터링과 관련 자료들이 필요.
- 속성분석을 통한 복원 평가를 위해서는 단순비교가 아니라 유사도나 군집분석과 같은 통계적인 방법의 도입이 고려되어야 함.
- 셋째, 추세분석(trajecory analysis)으로 장·단기간에 걸친 모니터링 결과의 경향을 분석하는 것으로 어느 한 시점이 아니라 복원이후의 복원방향이나 변화상태를 비교하여 복원결과를 평가.



[그림 4-2] 바다목장 조성

#### 4) 선택과 집중

- 대상해역 가운데 피해 집중지역에 중점을 두도록 요구해야 함.
- 특별법에 근거한 어장환경 복원이므로 사고가 없더라도 집행되었을 경상사업비(예를 들어 바다목장 조성, 해양 침적폐기물 처리 등)는 제외하고 특별사업비 중심으로 충남지역에 집중 투입할 것을 요구함.
- 이를 위해 안면도 남단지역의 외도~내외파수도(8,500ha) 해역에 조성 중인 바다목장 조성사업을 태안 중부, 북부지역, 보령 외연도 해역에도 추가 조성하여 수산자원 증식기반을 마련하여 어민의 소득증대에 기여해야 함.

#### 4) 복원 평가기준 제시

- 수산생태계에 대한 정밀조사를 수행하여 유류사고로 인한 수산자원의 변화를 과학적으로 평가하여 복원의 기준선을 정해야할 필요가 있는데 이를 위한 기준제시가 없음(종류별 수산물 생산량, 플랑크톤 등 생물생산력 지표 등).
- 따라서 피해어장 복원사업을 시행하려면 해역별 사전 복원평가기준이 설정되어야 함.

## 2. 방법론

### 1) 입지여건

- 어장 환경복원 대상지역의 환경여건은 심한 파랑(波浪, plunging

breaker)이 밀려오는 지역일 가능성이 큰 조간대로서 물리적으로 불안정하고 파랑에 휩쓸리는 입자간의 부딪침과 마모가 계속되는 특성이 있을 것임.

- 따라서 기질입자의 표면에 부착하여 살아가기 어려운 환경으로 특히 자갈 조간대는 수분이 부족하여 간극생물 등의 서식이 적합하지 않은 조간대사막(intertidal desert)이 되지 않도록 입지여건을 고려해야 함.
- 치어방류와 인공어초시설, 잘피밭 조성, 염습지 조성을 통해 안정적인 생태계 유지를 추진하고 수중생태계의 건강성 확보를 위해 해중립 조성으로 산소 공급기능 강화가 필요함.
- 사업시행 후 수질과 저질의 오염부하가 크지 않는 전제 조건이 선행되어야 함.
- 염생식물 중 생체량(biomass)이 큰 식물들은 수·저질의 정화능이 뛰어나므로 컷팅 등을 통한 조절이 필요하고, 컷팅된 염생식물을 사육동물의 조사료 혹은 발효를 통한 친환경비료로 활용 가능.

## 2) 군집상태

- 해중립(marine forest)조성 시 조하대의 단층계와 다층계 특성을 반영한 생물군집 구조를 고려하여 설계하도록 해야 함.
- 즉 모래갯벌이나 펄갯벌에서 파랑에 대한 노출정도가 약할수록 저질의 안정성이 증가할수록 생물의 다양성은 높아지고 개체수 증가, 생체량이 증가함.
- 국립공원관리공단에서 2008년 원북면 황촌리에서 실시한 잘피 이식실험 결과 태풍이나 빠른 조류 변동으로 활착률이 50% 수준에 불과함.
- 사업기간중 해중립 조성과 사후관리 사업예산이 960억원 정도로 서식

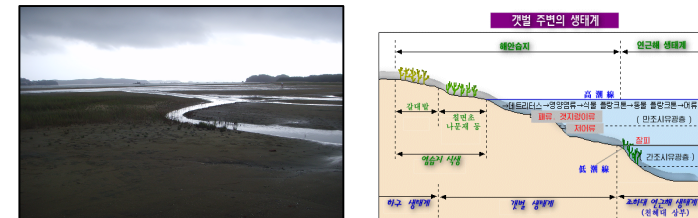
생물상 조사를 통해 실제 적용성을 확보할 수 있어야 함.



[그림 4-3] 연안습지 조성

## 3) 생태천이

- 유류유출에 따라 오염해역 정화과정에서 사용된 유화제, 해안 및 도서 방제과정의 압력수 분사 등에 의한 해양생태계 회복과정의 천이는 군집이 자연상태의 변동수준으로 회복되기 까지 여러 번에 걸친 海藻類와 海藻食者간의 교대적인 변동과정을 거칠 것임.
- 따라서 이러한 시행착오와 여건변화를 고려한 어장환경 복원사업의 방향성을 구체적으로 설정해야 함.



[그림 4-4] 염생습지 조성(안면도 장곡리)



## V. 맺음말

- 허베이스피리트호 유류사고와 관련하여 해양환경피해액 규모 추정방법은 비시장가치로 추정되는 여가활동, 생물다양성 등 공공재화에 대한 지불의사를 도출한 다음 가상시장가치로 판단하는 조건부 가치측정법(CVM)을 통해 산출함.
- 해양환경피해액 규모 추정 범위는 법원의 배상판결을 바탕으로 한 가장 보수적인 조건에서부터 단순 예비조사에 의한 낙관적 조건까지 범위가 다양하게 나타나는데 최소 1,909억원에서 최대 12,665억원까지 추정.
- 해양환경복원은 허베이스피리트호 특별법에 근거하여 유류유출 사고로 오염된 해역을 수산자원의 생산성이 회복되거나 사고이전보다 생산력이 증진된 해역, 환경적으로 안정한 지역생태 상황으로 복원하는 목적을 두고 있음.
- 해양환경복원은 수산생물 서식지 회복을 위해 잘피 등의 수중립 조성, 염습지 조성, 바다목장 조성 등의 사업을 지역여건을 감안하되, 해양환경복원 사업기간(2010~2019) 중 전체 사업비 4,786억원은 초기에 집중적으로 투입하여 해양수산자원 회복 및 증식의 기반을 마련하는데 비용투입의 효과성과 효율성을 높일 수 있어야 함. (끝)