

기본과제 II

유류오염 실태조사 및 환경생태 복원방안 연구

충남발전연구원
정종관 연구위원



I. 연구의 개요

연구의 배경 및 목적

• 연구의 배경

- 해양 유류유출 오염물질 제거, 방제 종료점 선정 방법과 기준, 환경생태 복원 방법 등에 대한 **경험적, 귀납적 사례를 축적** 필요
- 유류유출 사고에 따른 실태조사 및 환경생태 복원 등 **대응방안**이 미흡한 상황
- 유류유출 방제 관련 종료점의 설정 및 환경생태 복원시책 추진 등은 많은 이해당사자가 관련되어 있으므로 국가, 지방, 지역공동체 등 **합의형성** 과정이 필요

• 연구의 목적

- 방제 및 환경생태 복원 방법론의 정립과 함께 외국의 사례분석 등을 통해 **정책적 시사점**을 도출
- 유류유출에 따른 유류폐기물의 처리, 유출유의 방제 및 정화작업을 통해 최종적으로 해양 및 연안 **환경생태의 복원** 추진
- 지역단위의 유류오염 폐기물 처리 및 해양환경 생태계 복원을 위한 추진체계와 다양한 관련부문 **이해당사자간의 협력을** 토대로 통합적인 합의형성 과정을 정립

I. 연구의 개요

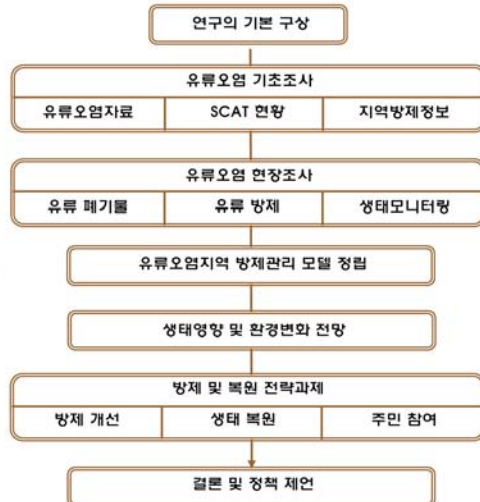
연구의 방법

- 유류오염 지역별 방제 현황조사
- 방제표준구획도 이용(2008. 1, 해경청)
- 조사대상지 방제상태 조사(2007. 12, 환경부) 자료 이용
- 방제 작업 후 생태변화 모니터링 병행조사

내용적 범위

- 유류오염 폐기물의 현지처리 방안
- 방제종료점 설정은 유류유출에 의한 환경상의 영향 최소화
- 방제, 정화작업, 복원로드맵의 효율적인 집행과 운용을 위한 정책수단 확보

연구 흐름체계도



3

I. 연구의 개요

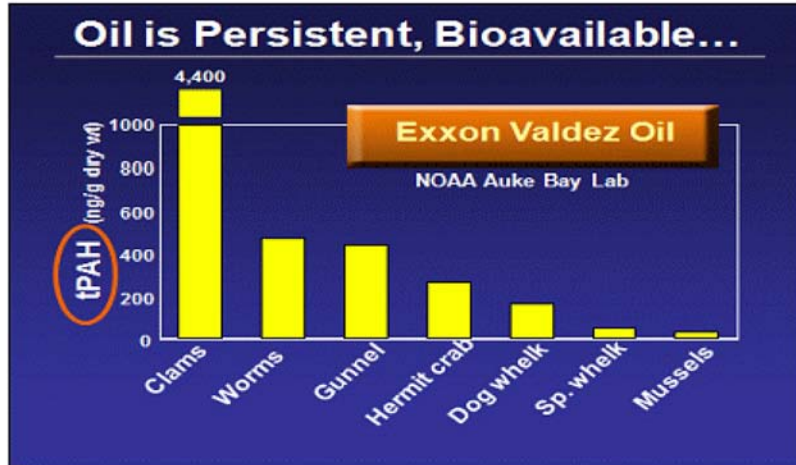


4

II. 유류오염 사례와 선행 연구

1 유류오염사고 사례

엑슨발데즈

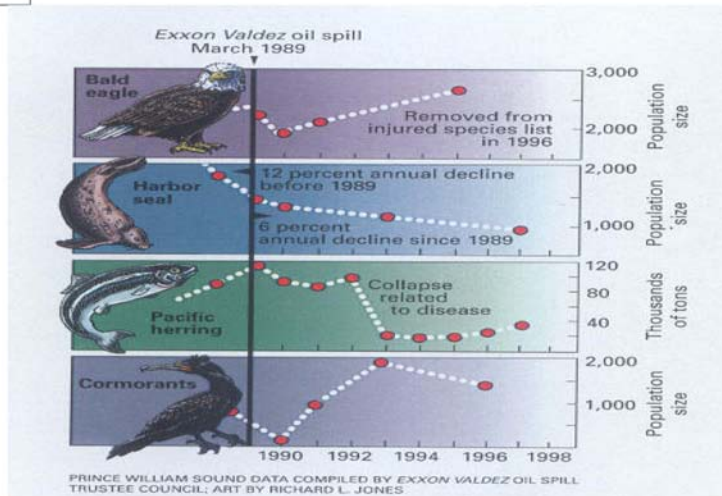


5

II. 유류오염 사례와 선행 연구

1 유류오염사고 사례

엑슨발데즈

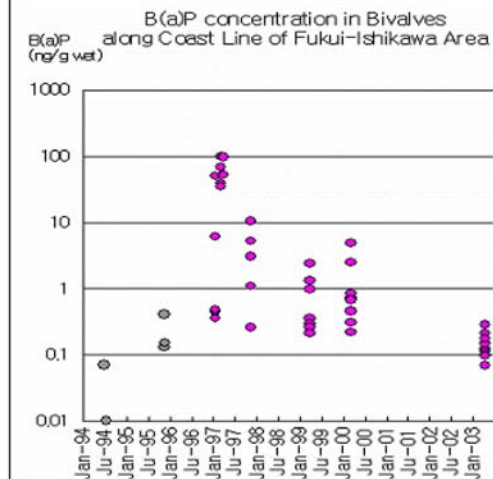


6

II. 유류오염 사례와 선행 연구

1 유류오염사고 사례

나뭇카

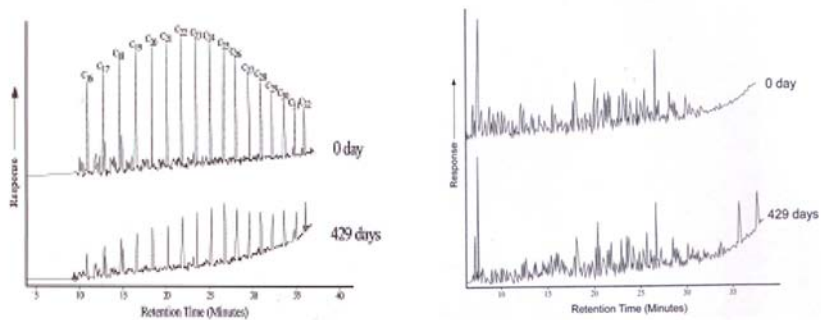


7

II. 유류오염 사례와 선행 연구

1 유류오염사고 사례

나뭇카

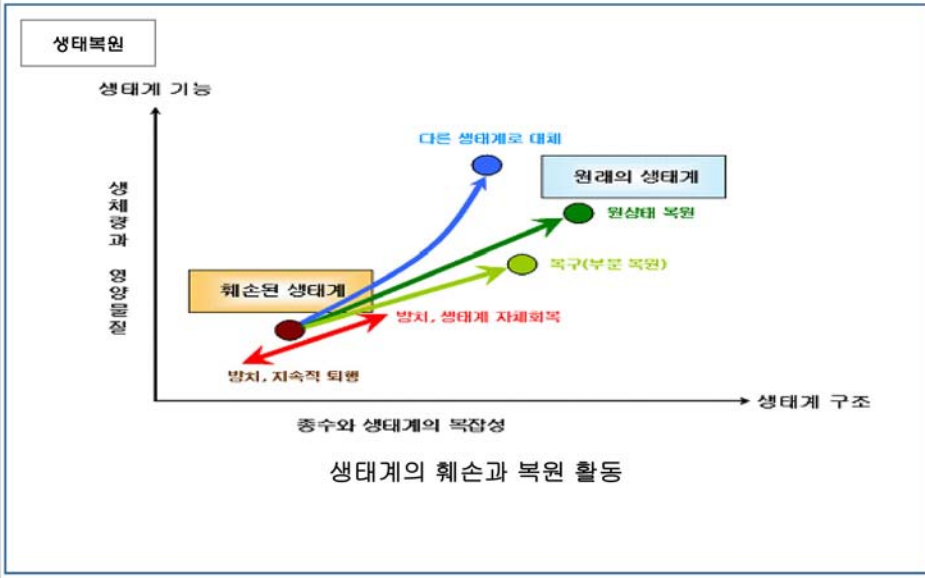


중유의 생분해 정도를 나타낸 가스크로마토그램

8

II. 유류오염 사례와 선행 연구

2 유류오염 생태복원



9

III. 유류오염 실태조사

1 유류오염도 현황

유류오염도 조사 지점

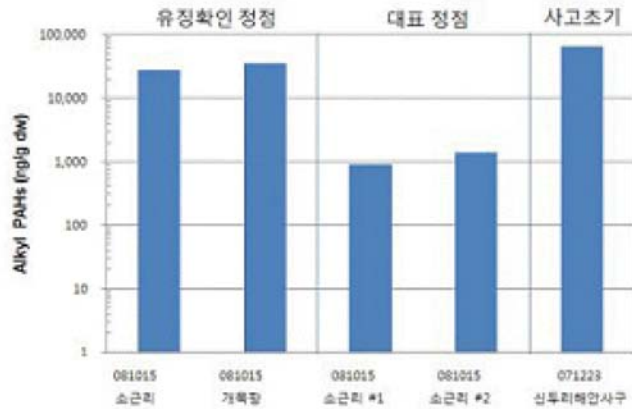


10

Ⅲ. 유류오염 실태조사

1 유류오염도 현황

유류오염도 심화지점 변화추세

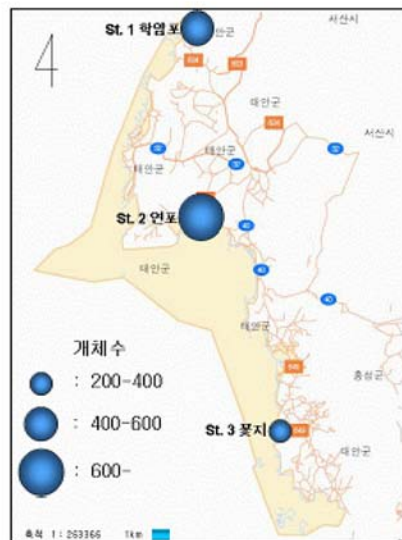
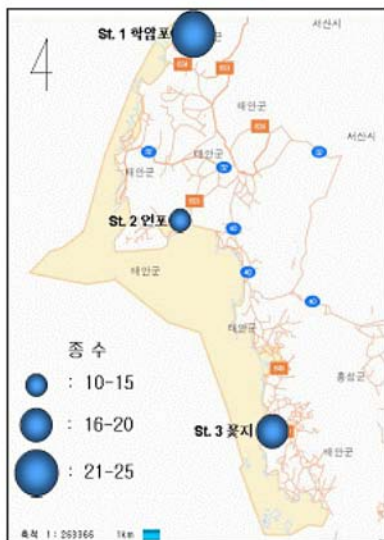


11

Ⅲ. 유류오염 실태조사

2 저서생물상 변화

유류오염 전후 비교

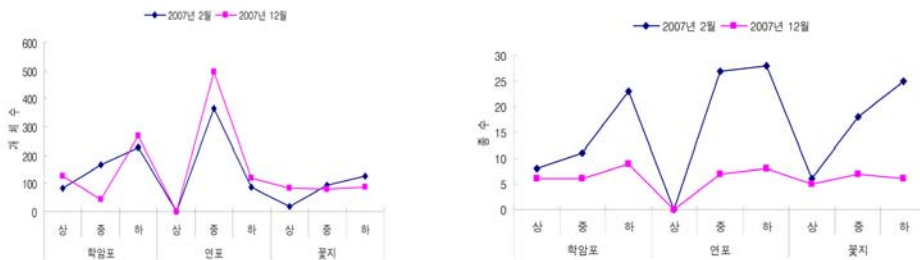


12

Ⅲ. 유류오염 실태조사

2 저서생물상 변화

조사 지점별 개체수/종수 비교



13

Ⅲ. 유류오염 실태조사

3 유류오염 폐기물처리

유류오염 폐기물 조사 지점



14

III. 유류오염 실태조사

3 유류오염 폐기물처리

유류 폐기물 성상 분석

성분	안면읍 내과수도		소원면 과도리	이원면 내리 꾸지나무골	원북면 학암포	원북면 학암포 R-2
	Fresh Oil	Mousse				
Fe	14.33	43.49	4.12	961.60	0.71	0.15
Ni	17.38	26.38	6.66	ND	ND	ND
Zn	1.10	1.66	ND	139.29	0.22	ND
Al	27.18	88.54	1.77	27.70	0.12	0.29
Cr	0.84	0.90	NA	NA	ND	ND
Mn	0.76	1.36	ND	5.51	ND	ND
Cd	0.36	0.37	NA	NA	ND	ND
V	16.44	37.33	18.61	1.32	ND	ND
P	23.45	30.94	ND	208.76	0.10	ND
Ca	18.35	63.81	2.87	83.96	0.49	0.43
Mg	31.62	151.26	1.51	73.01	ND	ND
Pb	3.81	4.49	ND	0.59	0.14	ND
Si	36.55	127.99	1.84	69.58	0.06	0.03
Ti	1.28	3.50	ND	1.25	NA	NA
Sb	42.63	152.75	1.72	66.46	NA	NA

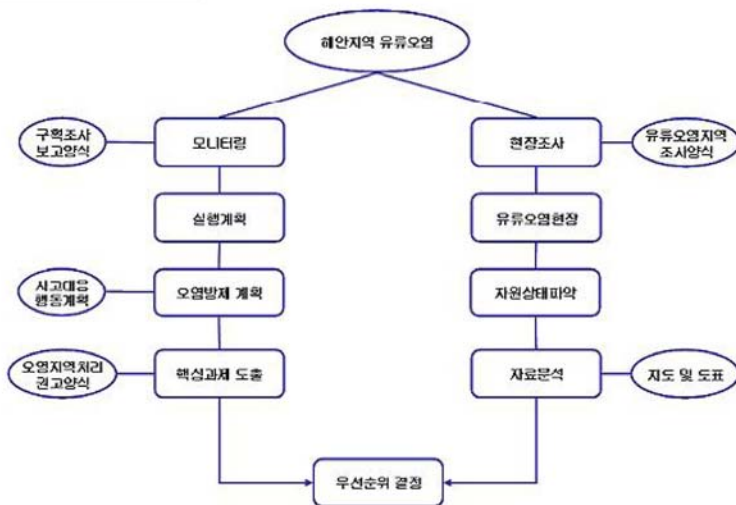
(주) ND : Not Detected, NA : Not Available

15

IV. 유류오염지역 방제 관리

1 유류유출 방제 종료점 설정

유류유출 해안방제 흐름도

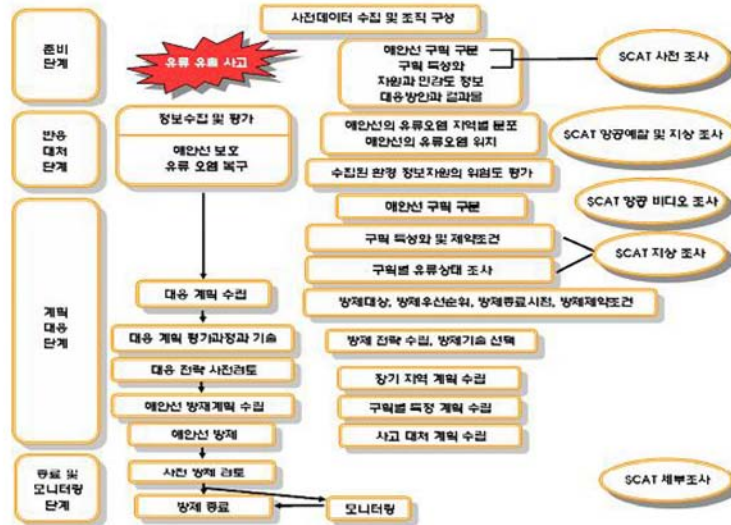


16

IV. 유류오염지역 방제 관리

1 유류유출 방제 종료점 설정

유류오염 정화 의사결정 과정



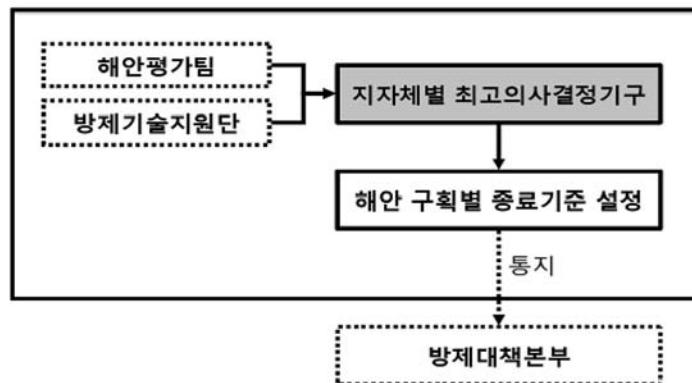
17

IV. 유류오염지역 방제 관리

1 유류유출 방제 종료점 설정

방제 종료기준 설정

방제종료기준 설정단계

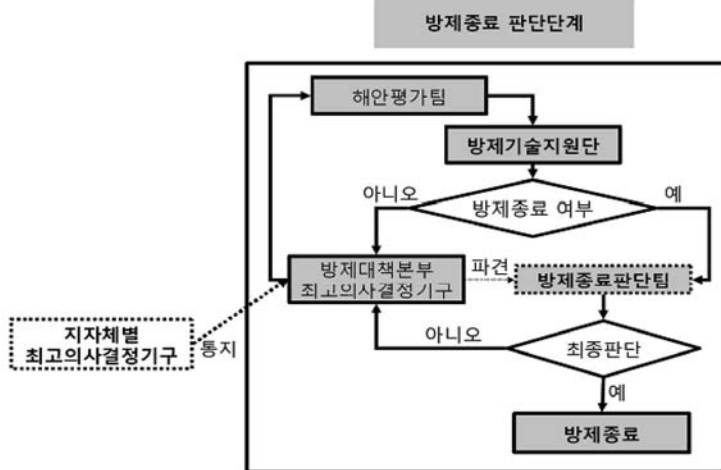


18

IV. 유류오염지역 방제 관리

1 유류유출 방제 종료점 설정

방제 종료 판단

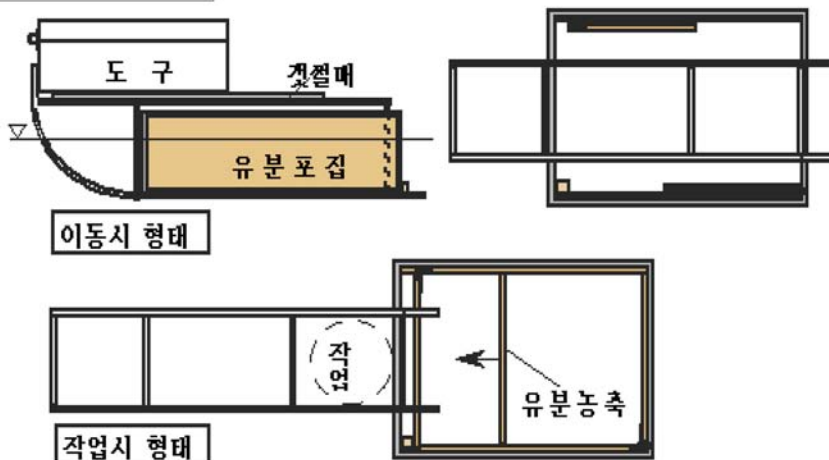


19

IV. 유류오염지역 방제 관리

2 갯벌 방제 방법

갯벌 방제작업 도구



20

IV. 유류오염지역 방제 관리

2. 갯벌 방제 방법

갯벌 양식장 유류오염 심화지역



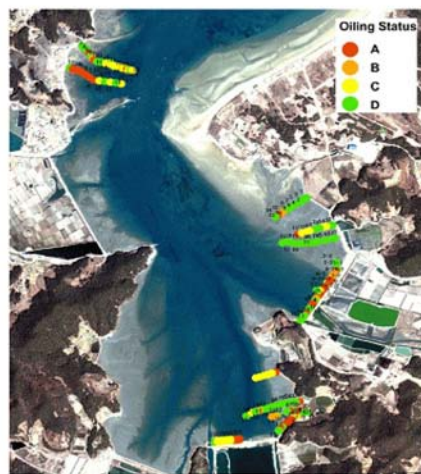
21

IV. 유류오염지역 방제 관리

2. 갯벌 방제 방법

유류오염 심화 갯벌지역

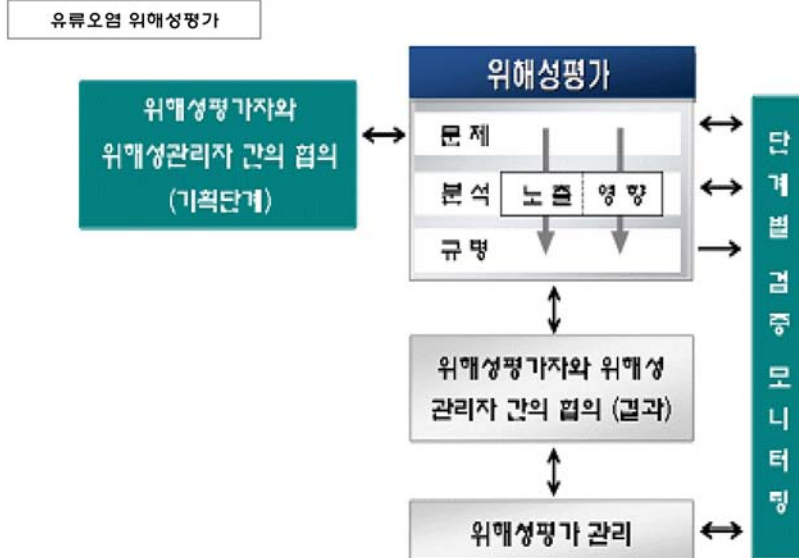
유정분포 조사(2008년 10월)



22

V. 생태영향 모니터링 및 복원관리

1 생태영향 모니터링

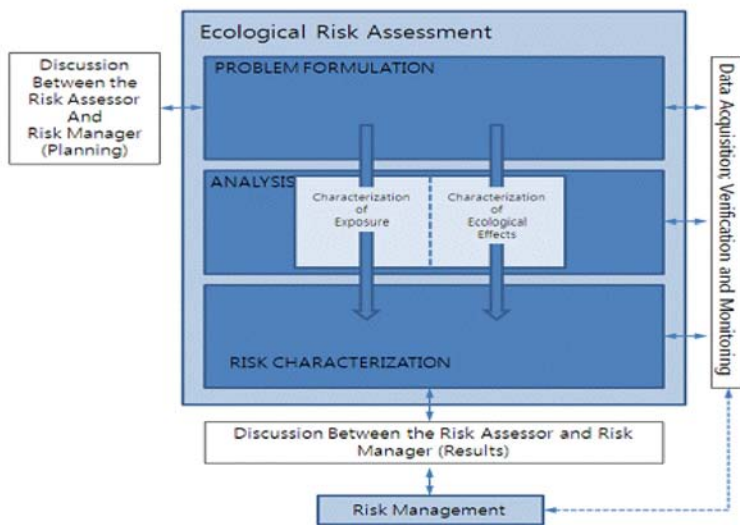


23

V. 생태영향 모니터링 및 복원관리

1 생태영향 모니터링

유류오염 위해성평가 과정



24

V. 생태영향 모니터링 및 복원관리

2 유처리제 생태영향

유처리제 특성조사

시험항목		판정기준	제품A	제품B
1. 인화점(C.O.C. °C)		61이상, 단 주성분이 물인 제품은 생략	생략	생략
2. 동점도(40°C, mm ² /s)		30 이하	0.8011	0.8103
3. 유화율(%)	처리상태	미립자로 분해되고 가라앉지 않을 것	이상 없음	이상 없음
	30초	90 이상	91.1	90.2
	10분	35 이상	41.5	38.9
4. 계면활성제의 생분해도(%)		생분해시험 개시 후 7일째의 값과 8일째의 값과의 평균치가 90이상	95.8	95.1
5. 생물영향시험	스케레토네마 코스타눔 (100ppm)	100ppm 이상의 시험구에서 유처리제를 넣지 않은 시험관과 같은 색조나 약간 옅은 색조일 것.	약간 옅은 색조	약간 옅은 색조
	송사리 (24hr, TLM, ppm)	4,000 이상	4,000 이상	4,000 이상
	알테미아 새우 (24hr, TLM, ppm)	4,000 이상	4,000 이상	4,000 이상
	우럭 (24hr, TLM, ppm)	2,000 이상	2,000 이상	2,000 이상
6. 유동점(°C)		- 0.5 이하	- 5.0	- 2.5
7. 색 (ASTM)		보고치	L 0.5	L 1.0

25

V. 생태영향 모니터링 및 복원관리

3 생태복원계획

생태복원 프로그램 추진 과정

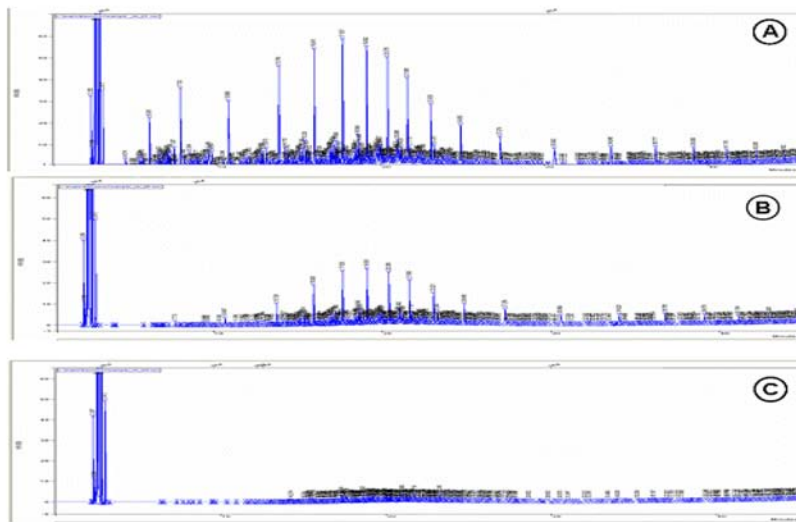


26

V. 생태영향 모니터링 및 복원관리

3 생태복원계획

생태복원 프로그램 추진 과정

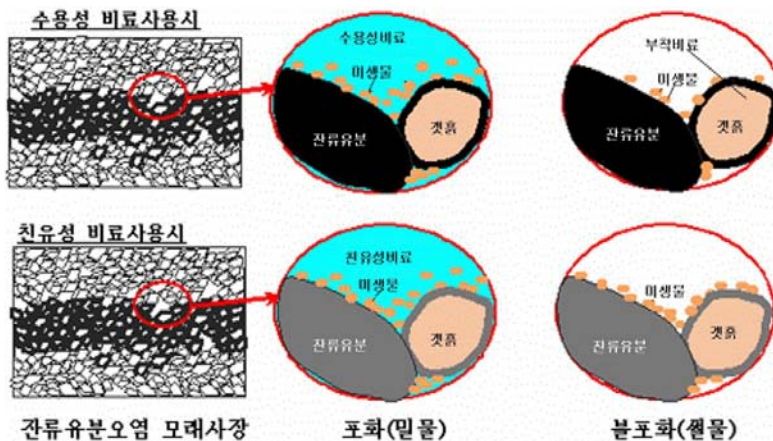


27

V. 생태영향 모니터링 및 복원관리

3 생태복원계획

비료 사용 시 잔류유분 분해과정



28

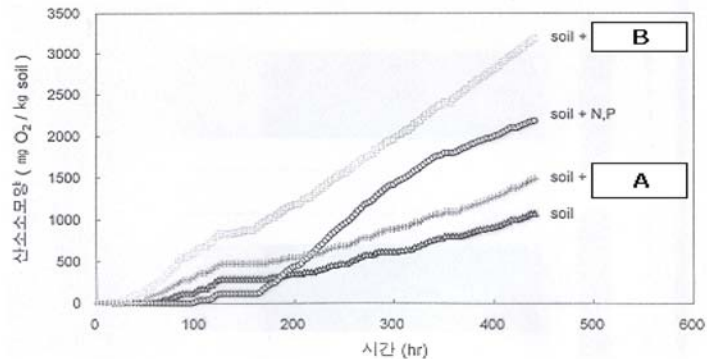
V. 생태영향 모니터링 및 복원관리

3

생태복원계획

생물학적 복원 방법

Respirometer를 이용한 토양 중 디젤의 생물학적 분해속도



N,P: 영양분 A, B: 미생물 제제

29

V. 생태영향 모니터링 및 복원관리

3

생태복원계획

생물정화제제

No	업체명	제품명	제품형태
1	(주)비제이씨	바이오리메디	미생물제제
2	에코필(주)	EcoGuard	미생물제제
3	바이오 바스코	B-Vital	영양염제
4	이엠라이프영농조합법인	항산화발효미생물제제	미생물제제
5	바이오세인트(주)	Oilbug-marine	미생물제제
6	(주)프로바이오닉	BioActs	미생물제제
7	[재]한국건설방식기술연구소	Oil Spill Eater	영양염제
8	(주)스탠다드이솔루션스	ProArchaea	미생물제제
9	(주)건농	KS 50	미생물제제

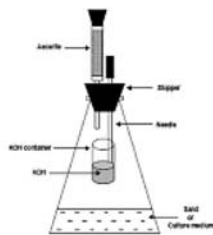
30

V. 생태영향 모니터링 및 복원관리

3

생태복원계획

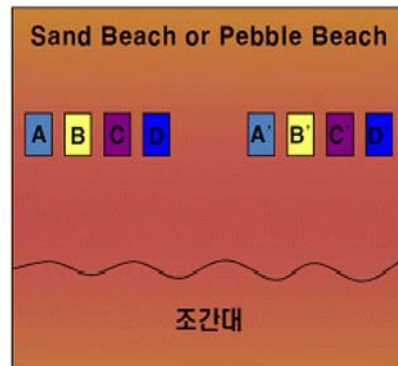
갯벌지역 생물학적 복원



특성 선별



적용성 평가 : Lab scale



현장 실험구 설치 : 오염이 심하게 남아있는 조상대 및 상부 조간대 (2반복)
실험구 구성 : 무처리 대조구, 영양염제 처리구, 생물정화제 처리구 A, B, ...
측정 항목 : 잔류 유류, 공극수 중 영양염 농도, 미생물 군집변화

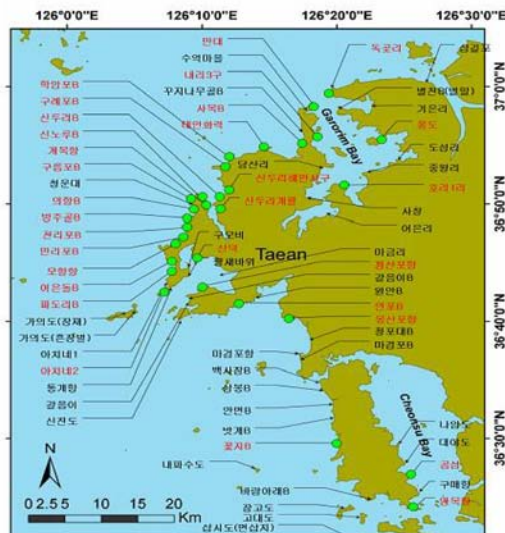
31

V. 생태영향 모니터링 및 복원관리

3

생태복원계획

생태 모니터링 지점

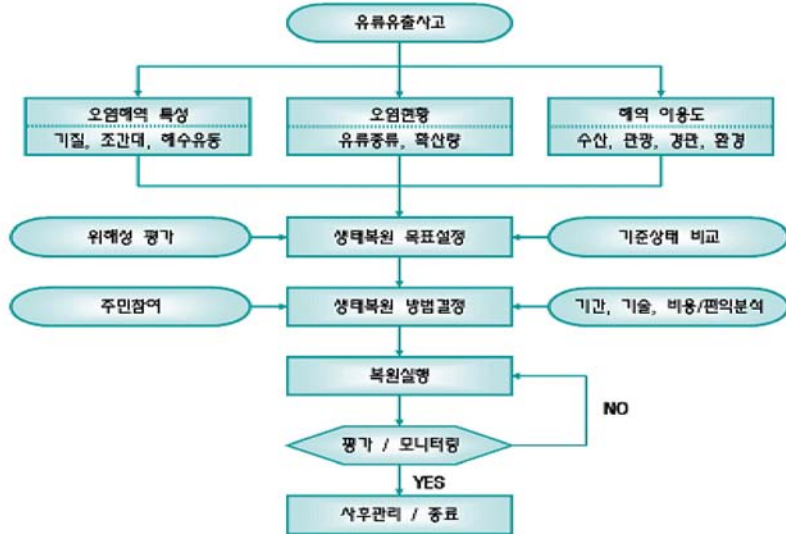


32

V. 생태영향 모니터링 및 복원관리

4 주민참여형 복원

주민참여형 복원관리

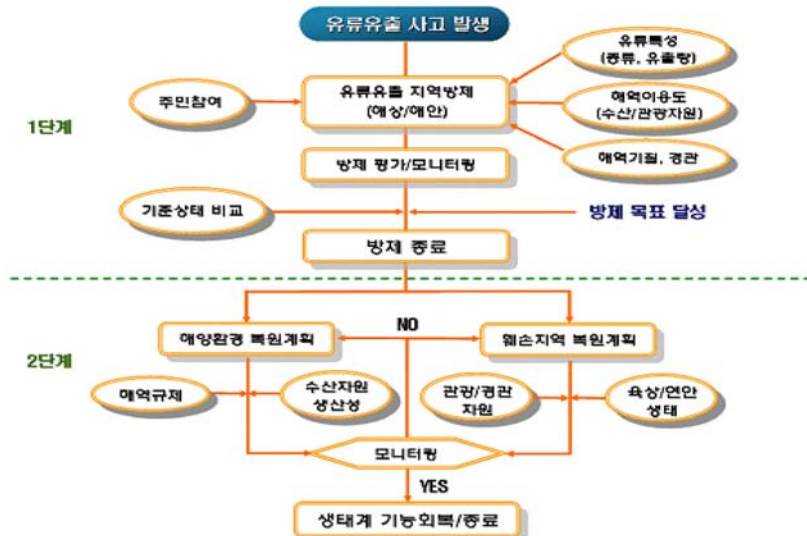


33

V. 생태영향 모니터링 및 복원관리

4 주민참여형 복원

적응관리형 복원관리



34

VI. 결론 및 정책 제언

연구의 결론

- 해양 유류유출 사고 후 **해안선정화평가팀(SCAT)**의 현장조사와 방제작업에 따른 방제성과 평가 시 현장 조사를 통해 해안선에 표착된 원유, 유화제에 의해 분산된 후 해안에 표착된 초콜릿무스 상태의 **안정화물과 타르 덩어리**의 성상을 분석
- **잔존유류(lingered oil)** 방제현장에서 채취한 시료를 등유에 희석하여 분석한 결과 잔존 유류 성분이 거의 없는 상태로, 해안에 표착된 타르보다도 중금속 농도가 현저히 낮아졌음
- **방제 종료점** 설정의 목적은 유류유출 방제를 위하여 처리 종료점을 설정하는 것은 의사 결정 과정 관리, 방제작업, 그리고 완전한 생태복원 결정의 중요한 핵심
- **해양환경평가** : 생태계 군집, 잔류유해물질 농도, 생물농축이나 생물확대, 생물독성 등 다양한 매체들을 대상으로 수행하여 얻어진 결과들을 종합분석하여 유류유출에 따른 영향을 평가

35

VI. 결론 및 정책 제언

정책 제언

- 유류오염지역의 **생물학적 복구** :
 - 영양염을 첨가하여 오염된 지역에 이미 존재하는 유류 분해 미생물의 활동을 촉진시켜 유류 분해능을 향상(biostimulation)
 - 인위적으로 배양된 유류 분해 미생물을 유류오염지역에 추가 살포하여 유분 분해시간 단축 촉진(bioaugmentation)
- **특별해양환경복원계획(특별법 근거)** : **적응관리**를 통한 생태복원 성과의 병행추진
 - 복원전략이 장·단기로 나누어 추진
 - 복원전략을 수정하고 원래의 복원목표를 이루어 나갈 수 있는 적응관리의 도입을 고려

36

VI. 결론 및 정책 제언

정책 제언

- 적응관리와 복원 평가를 위해 세가지 고려사항 :
- 첫째, 복원성과 **직접비교**
- 대조지역 즉 오염이전의 해당 생태계 혹은 아직 오염되지 않은 인근의 유사생태계가 대조지역으로 선정
- 둘째, **속성분석**으로 이는 대조생태계를 특징지을 수 있는 주요 속성들의 그룹을 분석
- 유사도나 군집분석과 같은 통계적인 방법의 도입
- 셋째, **추세분석**으로 장·단기간에 걸친 모니터링 결과들의 경향을 분석
- 복원이후의 복원방향이나 변화상태를 비교하여 복원시행의 결과의 방향을 판단하여 복원결과를 평가

37

VI. 결론 및 정책 제언

정책 제언

• 참여기관 선정 및 제언 (허베이 스피리트호 유류 유출사고 유관기관 중심) : 4월

• 참여기관

- ✓ 해양분야 - 한국해양연구원, 해양경찰청, 해양수산업개발원, 해양환경관리공단
- ✓ 어장환경 및 수산물안전성분야 - 국립수산물과학원
- ✓ 태안해안국립공원 분야 - 국립공원관리공단
- ✓ 건강영향분야 - 태안환경보건센터
- ✓ 해당 지자체 - 충청남도, 충남발전연구원, 태안군
- ✓ 시민사회 - 생태지평연구소, 허베이 스피리트호 유류유출로 인한 급성건강영향조사 민간합동회의, 희망제작소, 지역단체 등



• 정기협의회의 개최 (총 4회) : 4, 6, 8, 10월

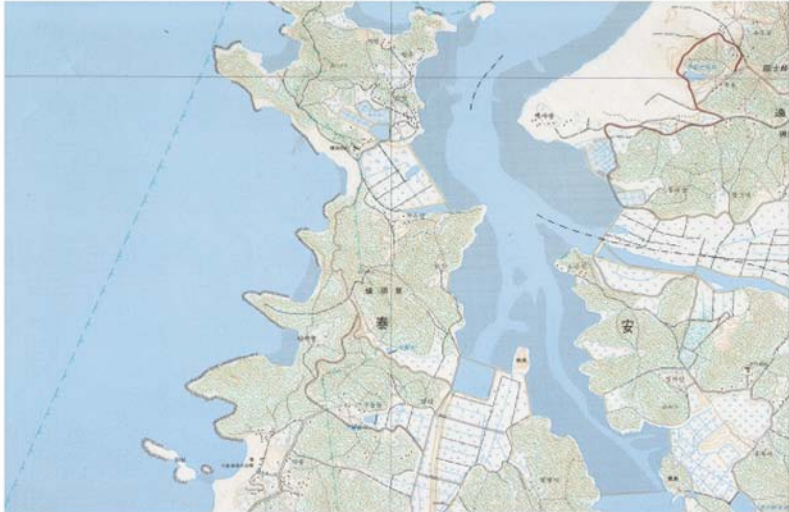
• 논의내용

기관별 추진 사업 중심으로 방제현황, 환경피해조사, 생태계 복원, 건강영향피해조사, 주민피해에 대한 지원방안, 지역공동체 회복을 위한 발전계획 수립현황, 중장기 지원정책 현황 등 논의

38

VI. 결론 및 정책 제언

정책 제언



생태계 복원 중점 필요지역(갯벌, 양식장, 해수욕장, 생태경관보전지역)

39

VI. 결론 및 정책 제언



소근진 갯벌지역 정밀 방제 (2009. 4. 16)

40

