

# 연근해 침적폐기물 조사 및 관리방안

[요약보고서]

2012. 09



# 제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

본 결과물을 “연근해 침적폐기물 조사 및 관리방안” 연구용역의  
최종 요약보고서로 제출합니다.

2012년 9월

(특)한국어촌어항협회장 방 기 혁



# 연 구 진

## □ 연구책임자

김 동 주(한국어촌어항협회 수산개발본부장)

## □ 참여연구원

### • (특)한국어촌어항협회

이 서 구, 김 국 주, 고 진 필, 김 종 범, 김 정 협,  
최 규 철, 심 정 남, 강 효 군, 김 민 경

### • (주)해양기술ENG

이 진 환, 박 형 윤, 강 윤 향, 김 성 권, 조 근 옥,  
김 동 우, 성 윤 범, 이 광 석, 윤 동 현, 공 윤 미



## <제 목 차례>

제1장 서론 .....	1
1. 과업의 목적 .....	2
2. 과업의 범위 .....	2
제2장 연근해 어장에 대한 침적폐기물 수거사업 대상지 수요조사 .....	3
1. 연근해 침적폐기물 수거사업 신규사업 후보 대상지 선정 .....	3
제3장 연근해 어장의 침적폐기물 실태조사 .....	11
1. 조사대상해역 .....	11
2. 조사결과 .....	11
3. 현장표본조사 시 문제점 및 조치사항 .....	25
4. 조사해역별 침적폐기물 수거·처리사업 희망시기 .....	26
5. 조사해역별 침적폐기물 수거·처리 방안 수립 및 개략적 수거·처리 사업비 산정 ..	27
6. 수거·처리사업 시 문제점 및 조치사항 .....	35
7. 연근해 침적폐기물 실태조사 결과 요약 .....	36
제4장 연근해 침적폐기물 수거사업 사후조사 .....	37
1. 조사방법 .....	37
2. 조사대상해역 .....	37
3. 조사결과 .....	38
4. 연근해 침적폐기물 수거사업 사후조사 결과 요약 .....	77
제5장 연근해 침적폐기물 이동경로 추적 조사 및 유동인자 연구 .....	79
1. 조사대상해역 .....	79
2. 조사방법 .....	79
3. 조사결과 .....	81
제6장 연근해 침적폐기물 관리방안 .....	95





제 1 장

서 론



## 제1장 서론

해양에 침적된 폐기물은 해양생물의 산란 및 서식공간을 침해하여 조업 어로 행위를 방해하고, 해양 관광레저 등에 영향을 끼칠 뿐만 아니라 장기적으로 수질을 악화시켜 생태계 변화를 유발한다.

우리나라는 삼면이 해양으로 둘러싸여 있고, 넓은 대륙붕과 긴 해안선으로 어업에 유리한 조건을 가지고 있지만, 최근 연안 해역의 대규모 어업활동과 경제발전으로 인한 전반적인 산업화 현상의 확대 그리고 생활수준의 향상에 따른 여가 활동의 증가로 인해 해상 부유 쓰레기 및 해저면의 침적 쓰레기, 오염 퇴적물 등 각종 오염 물질로 인해 어장환경이 점차 악화되어 가고 있다.

또한 한·일, 한·중 어업 협정으로 근해어업의 생산 활동이 위축되면서 연안 해역에서의 어업생산 활동이 증가되고, 이로 인하여 발생된 각종 해양폐기물이 어장 환경을 빠르게 악화시키고 있다. 어업생산 활동 중 유실된 어망, 통발, 낚시줄 등으로 인하여 형성되는 폐어구는 해양에서 분해되지 않기 때문에 장기간에 걸쳐 해양생물과 잠수사의 안전에 위협요소가 되고, 선박운항에 악영향을 주고 있을 뿐만 아니라 어업자원 회복을 저해하는 중요한 문제로 인식되고 있다.

이렇듯 해양으로 흘러들어온 쓰레기는 해양 환경에 심각한 영향을 끼치고 있으며, 수산생물들이 먹이로 오인하여 섭식 후 폐사를 일으키기도 한다.

어업생산 활동 중 유실된 어망, 통발 등의 폐어구는 내구성을 위해 합성물질로 제작된 난분해성으로 장기간에 걸쳐 해양 생물과 잠수사의 안전에 위협요소가 되고, 선박 운항에 악영향을 미친다. 이는 전체 해양사고의 약 10%를 차지하고 있다. 또한, 해저에 방치된 폐어구는 수산생물의 회유경로를 차단하고, 산란장 및 서식처를 파괴, 유령어업, 어장 축소 및 저서생태계를 위협하고 있다.

국립수산과학원의 동·서·남해의 어구유실 실태조사 결과에 의하면, 연안 통발 및 연안 자망의 경우 연간 어구 사용량의 50%가 유실되고, 근해 통발 및 자망은 연간 어구 사용량의 20~30%가 유실된다. 이 중 자망으로 인한 유령어업의 피해가 어획량의 1~5%, 통발로 인한 피해는 5~10%라고 한다. 우리나라의 연근해 자망, 통발어업의 연간 어획량은 약 170만 톤이며 그 중 약 10% 가량인 15~17만 톤은 수중에 방치된 폐그물에 걸려 썩어가고 있다. 또한, 연근해 양식어업 등 어업활동이 활발할수록 침적폐기물 발생량은 지속적으로 늘어난다고 보고하고 있다. 우리나라에서 발생하는 연간 해양폐기물 발생량은 약 16만 톤가량

으로 추정되고 있으며, 이를 수거하는 수거사업 진행 중에도 계속해서 증가하고 있는 것으로 추정되고 있다. 이처럼 연근해 침적폐기물 분포에 관한 조사 및 수거사업은 해양환경 및 수산 측면에서 매우 중요하다고 할 수 있겠다.

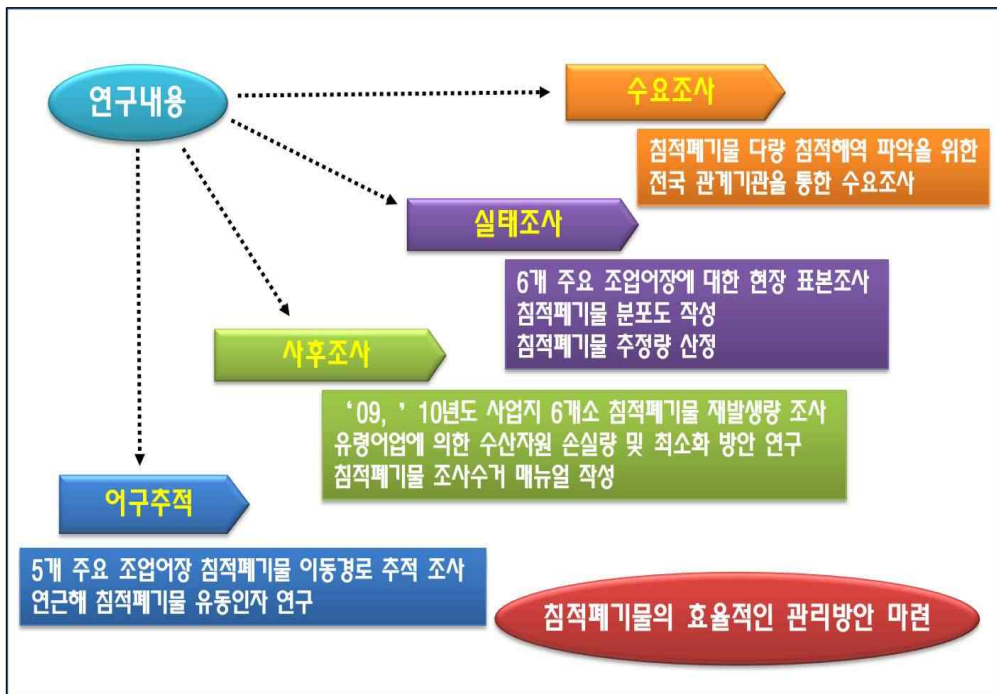
본 과업에서는 우리나라 연근해 중 수산어업활동이 활발한 주요 어장에 분포하고 있는 침적폐기물 실태조사 및 과거 수거사업지에 대한 사후조사를 실시하고 침적폐기물의 이동경로 추적 및 유동인자 연구를 통하여 효율적이고 체계적인 침적폐기물 관리방안을 제시하고자 한다.

## 1. 과업의 목적

국내 주요어장에 대한 수중 침적폐기물 분포 현황을 파악하고 과거 수행한 연근해 침적폐기물 수거사업에 대한 사후조사를 실시하여 효율적인 수거·처리 사업 정책 수립을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

## 2. 과업의 범위

본 연구의 과업의 범위는 다음에 나타난 바와 같다.



## 제 2 장

# 연근해 어장에 대한 침적폐기물 수거사업 대상지 수요조사



## 제2장 연근해 어장에 대한 침적폐기물 수거사업 대상지 수요조사

### 1. 연근해 침적폐기물 수거사업 신규사업 후보 대상지 선정

#### 가. 수요조사 결과

지방자치단체를 통해 수집한 수요조사 결과는 다음과 같다.

지역	시·군	주요어장 명칭	면적 (ha)	우심해역 좌표 (WGS84)	수거사업 적정시기	신청 사유
인천광역시	옹진군	갈매기터	1,800	1. N 34° 48.000' E 124° 21.600' 2. N 37° 45.193' E 124° 21.600' 3. N 37° 48.000' E 124° 24.000' 4. N 37° 45.190' E 124° 24.000'	7~8월	폐닷, 폐어구, 어망 침적으로 인해 어족 자원고갈 및 투망의 어려움.
		중터	130	1. N 37° 46.000' E 124° 25.000' 2. N 37° 45.200' E 124° 25.000' 3. N 37° 46.000' E 124° 25.600' 4. N 37° 45.200' E 124° 25.600'		
		텃밭이	392	1. N 37° 45.000' E 124° 29.000' 2. N 37° 44.000' E 124° 29.000' 3. N 37° 37.000' E 124° 39.200' 4. N 37° 44.200' E 124° 30.600'	7~8월	폐닷, 폐어구, 어망 침적으로 인해 어족 자원고갈 및 투망의 어려움.
		새터	1,900	1. N 37° 40.000' E 124° 27.000' 2. N 37° 40.000' E 124° 29.700' 3. N 37° 37.000' E 124° 27.600' 4. N 37° 37.200' E 124° 29.700'		

제2장 연근해 어장에 대한 침적폐기물 수거사업 대상지 수요조사

계속

지역	시·군	주요어장 명칭	면적 (ha)	우심해역 좌표 (WGS84)	수거사업적정 시기	신청 사유
인천광역시	옹진군	문단지	1,145	1. N 37° 40.300' E 124° 37.200' 2. N 37° 38.200' E 124° 37.200' 3. N 37° 40.300' E 124° 39.200' 4. N 37° 38.200' E 124° 39.200'	7~8월	폐땃, 폐어구, 어망 침적으로 어족자원고갈 및 투망의 어려움.
		사향포지선	-	1. N 37° 58.350' E 124° 37.730' 2. N 37° 58.550' E 124° 37.680' 3. N 37° 58.350' E 124° 38.420' 4. N 37° 58.150' E 124° 38.420'		
		진촌리지선1	37	1. N 37° 56.826' E 124° 43.443' 2. N 37° 56.542' E 124° 43.867' 3. N 37° 56.330' E 124° 42.992' 4. N 37° 55.962' E 124° 43.577'	3월~5월	어선조업 등 발생된 침적폐기물 수거필요
		진촌리지선2	240	1. N 37° 55.957' E 124° 43.700' 2. N 37° 57.010' E 124° 44.400' 3. N 37° 55.767' E 124° 44.263' 4. N 37° 56.792' E 124° 44.616'		
		덕적서방 특정해역	425,500	1. N 37° 25.000' E 125° 00.000' 2. N 37° 25.000' E 125° 50.000' 3. N 37° 30.000' E 125° 50.000' 4. N 37° 30.000' E 126° 00.000' 5. N 37° 00.000' E 126° 00.000' 6. N 37° 00.000' E 125° 00.000'	1월~2월 7월~8월	폐땃, 폐어구, 어망 침적으로 인해 어족 자원고갈 및 투망의 어려움.



제2장 연근해 어장에 대한 침적폐기물 수거사업 대상지 수요조사

계속

지역	시·군	주요어장 명칭	면적 (ha)	우심해역 좌표 (WGS84)	수거사업적정 시기	신청 사유
경남	거제시	동부면 일원해역	1,000	학동모돌 해수 욕장 북동해상	연중가능 (5월)	연안어선 어업 구조업지로 침적폐기물 다량 분포 예상 해역
		장목면일원 해역	520	유호 북동해상, 남동해상	연중가능 (5월)	
	통영시	추도, 사랑도 주변해역	3,700	추도, 사랑도 일원 해역	3~4월	업종별 혼합작업으로 유실어장 다량 침적
		한산면일원 장자도일원 거제도일원	1,000	한산면, 장자도, 거제도 일원	7~8월	유령어업으로 각종 어구류 침적
		욕지면 남도일원	2,500	욕지면 남도 일원	7~8월	어초지역 등으로 각종 어로 작업시 유실 어장 많음
	사천시	동서동해역	334	1. N 34° 59.968' E 128° 02.086' 2. N 34° 55.404' E 128° 03.395' 3. N 34° 54.312' E 128° 03.661' 4. N 34° 53.951' E 128° 03.038'	5월~7월	동서동부권역 소규모 바다목장 주변 침적 폐어구, 유실어구 등 수거처리
	하동군	섬진강 하구	240	섬진강 하구 인근	연상반기 (2월~6월)	집중호우 시 섬진강 하구 쓰레기 적재로 해양환경 훼손 및 어족자원 손실
	남해군	앵강만 ~ 미조면 초전해역	3,200	남해군 앵강만 해역~ 남해군 미조면 초전해역	4~6월	어장이설 및 태풍 시 어망, 어구 등 유실 해역

제2장 연근해 어장에 대한 침적폐기물 수거사업 대상지 수요조사

계속

지역	시·군	주요어장 명칭	면적 (ha)	우심해역 좌표 (WGS84)	수거사업적정 시기	신청 사유
전남	장흥군	회진면, 대덕읍	2,440	신상어촌계지선, 내저어촌계지선 연안	3월~6월	전국 낙지생산량의 22%를 생산하는 국내 최대생산지. 주로 통발과 연승어법이지만 공유수면에 버려진 침적폐기물로 인한 어업활동에 막대한 지장을 초래
제주특별자치도	제주시	애월읍 한담코지	342	1. N 33° 28.000' E 126° 18.000' 2. N 33° 29.000' E 126° 18.000'	5월~7월	조업불편 해소, 환경저하
	추자도	221해구	513,000	1. N 34° 00.000' E 125° 30.000' 2. N 34° 00.000' E 126° 00.000' 3. N 33° 30.000' E 126° 00.000' 4. N 33° 30.000' E 125° 30.000' 5. N 34° 00.000' E 126° 00.000' 6. N 34° 00.000' E 126° 30.000' 7. N 33° 30.000' E 126° 30.000' 8. N 33° 30.000' E 126° 00.000'	1월~12월	침적된 폐기물로 인한 자원고갈 및 어구피해

제2장 연근해 어장에 대한 침적폐기물 수거사업 대상지 수요조사

계속

지역	시·군	주요어장 명칭	면적 (ha)	우심해역 좌표 (WGS84)	수거사업적정 시기	신청 사유
강원	고성군	연근해지역	5,000	1. N38° 13.000' ~ 38° 33.000' E 129° 24.807'	6~11월	침적폐기물에 의한 수산자원 손실
	속초시	조도 동방	18,000	1. N 38° 13.362' E 128° 36.763' 2. N 38° 13.458' E 128° 38.267' 3. N 38° 13.303' E 128° 38.394' 4. N 38° 13.214' E 128° 37.670' 5. N 38° 12.476' E 128° 37.830' 6. N 38° 12.480' E 128° 38.299' 7. N 38° 11.939' E 128° 38.231' 8. N 38° 11.399' E 128° 38.392' 9. N 38° 10.856' E 128° 37.871' 10. N 38° 10.856' E 128° 37.824' 11. N 38° 11.397' E 128° 37.755' 12. N 38° 12.271' E 128° 37.671'	2~6월	침적폐기물에 의한 수산자원 손실
	양양군	동산어촌계 마을어장	-	잔교리 인근	5~6월	침적폐기물에 의한 수산자원 손실
		광진리어촌계 마을어장	180	1. N 37° 58.030' E 128° 45.786' 2. N 37° 58.227' E 128° 46.293' 3. N 37° 57.338' E 128° 47.121' 4. N 37° 57.049' E 128° 46.648'	4~5월	
강릉시	주문진항 주변해역	2,500	1. N 37° 55.739' E 128° 51.631' 2. N 37° 50.161' E 128° 56.449' 3. N 37° 49.601' E 128° 55.283' 4. N 37° 55.178' E 128° 50.464'	5~7월	침적폐기물에 의한 수산자원 손실	

연근해 침적폐기물 조사 및 관리방안

제2장 연근해 어장에 대한 침적폐기물 수거사업 대상지 수요조사

계속

지역	시·군	주요어장 명칭	면적 (ha)	우심해역 좌표 (WGS84)	수거사업 적정시기	신청 사유
강원	삼척시	외두내기, 바다잠, 진서잠	-	1. N 37° 19.965' E 129° 24.807'	5~6월	침적폐기물에 의한 수산자원 손실
경북	울진군	울진군 연근해	50,000	1. N 36° 50.983' E 129 49.041' 2. N 36° 51.086' E 129 30.500'	5월~11월	조업 중 분실어장 수거 및 유령어업으로 인한 대게자원 손실
		왕돌초 주변해역	3,000	3. N 37° 10.052' E 129 30.626' 4. N37° 09.969' E 129 45.936'	7월~10월	
	영덕군	강구해역 영덕해역 추산해역 영해해역	- - - -	1. N 36° 21.431' E 129° 33.404' 2. N 36° 31.889' E 129° 34.305' 3. N 36° 29.357' E 129° 34.912' 4. N 36° 31.875' E 129° 35.701'	6월~11월	어구유실로 인한 폐어구 침적으로 수산자원 감소
	포항시	구룡포 대게어장 주변해역	24,000	1. N 36° 08.000' E 129° 40.000' 2. N 36° 08.000' E 129° 46.000' 3. N 36° 04.000' E 129° 44.500' 4. N 36° 01.000' E 129° 44.500' 5. N 35° 55.000' E 129° 43.000' 6. N 35° 52.500' E 129° 43.000' 7. N 35° 50.000' E 129° 44.500' 8. N 35° 50.000' E 129° 38.000' 9. N 35° 53.000' E 129° 39.000' 10. N 36° 00.000' E 129° 39.000' 11. N 36° 03.000' E 129° 40.000'	6월~11월	서식지 환경개선 및 대게자원 보고
	경주시	감포 연안	-	1. N 35° 46.786' E 129° 31.059' 2. N 35° 46.943' E 129° 30.849'	6월~11월	침적폐기물로 인한 조업방해

연근해 침적폐기물 조사 및 관리방안

계속

지역	시·군	주요어장 명칭	면적 (ha)	우심해역 좌표 (WGS84)	수거사업적정 시기	신청 사유
경북	울릉군	도동해역 저동해역 북면해역	-	1. N 37° 29.322' E 130° 54.657' 2. N 37° 29.326' E 130° 54.358' 3. N 37° 31.787' E 130° 54.917' 4. N 37° 31.784' E 130° 55.186' 5. N 37° 31.721' E 130° 51.676' 6. N 37° 31.823' E 130° 51.660'	5월~9월	자망 및 통발어업으로 인한 어장 손실
울산광역시	울주군	서생면 신암리해역	677	1. N 35° 33.820' E 129° 32.680' 2. N 35° 32.820' E 129° 33.000' 3. N 35° 33.100' E 129° 34.530' 4. N 35° 32.300' E 129° 35.350' 5. N 35° 31.300' E 129° 33.330'	1~6월	주요어장 관리

#### 다. 연근해 침적폐기물 실태조사 대상해역 선정

전국 각 지방자치단체를 통해 받은 수요조사 결과를 바탕으로 다음과 같이 실태조사 대상해역을 선정하였다.

연근해 침적폐기물 실태조사 대상해역

권역	조사대상해역	선정이유
서해	웅진군 새택	폐닷, 폐어구, 어망 침적으로 인해 어족자원고갈 및 투망의 어려움.
	웅진군 문단이	
남해	장흥군 회진면, 대덕읍 연안	전국 낙지생산량의 22%로 국내 최대 생산지 주로 통발과 연승어법이지만 공유수면에 버려진 침적폐기물로 인한 어업활동에 막대한 지장 초래
	남해군 미조면 마안도 ~ 창선면 가인리 해역	어장이설 및 태풍 시 어망, 어구 등 유실해역
동해	경주시 감포 연안	침적폐기물로 인한 조업 방해
	울진군 주변해역	조업 중 분실어장 수거 및 유령어업으로 인한 대게 자원 손실



## 제 3 장

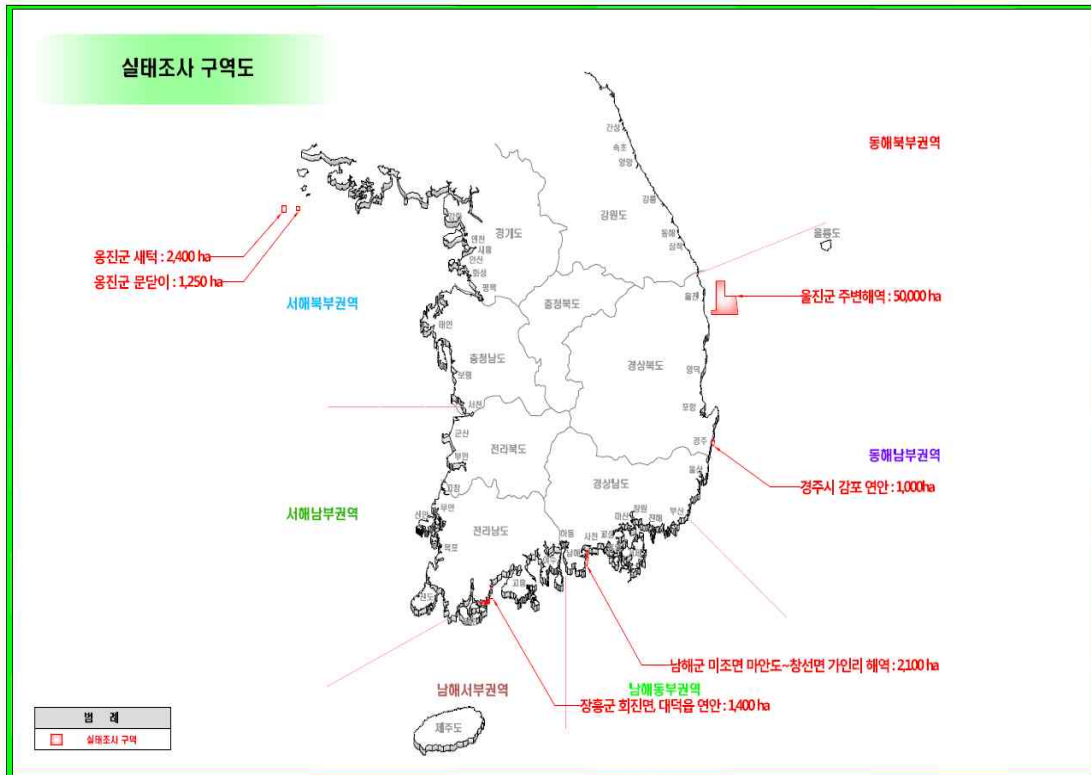
# 연근해 어장의 침적폐기물 실태조사





# 제3장 연근해 어장의 침적폐기물 실태조사

## 1. 조사대상해역



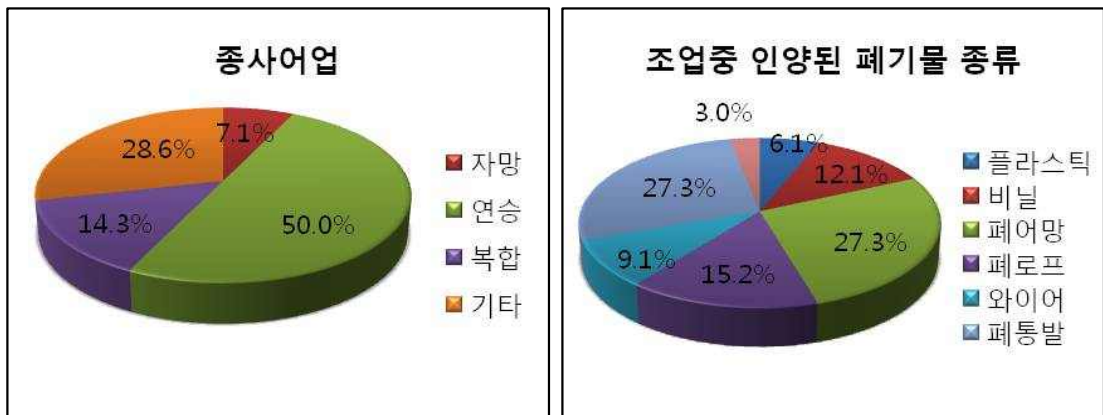
조사대상해역 위치도

## 2. 조사결과

### 가. 울진군 새터к 해역

#### 1) 현장 사전조사

연근해 침적폐기물 분포 및 실태조사의 효율적인 추진을 위하여 지방자치단체 담당자와 자망협회장, 통발협회장 그리고 해당 구역에서 어업을 하는 어민들을 대상으로 설문조사 및 탐문조사를 실시한 결과는 다음과 같다.



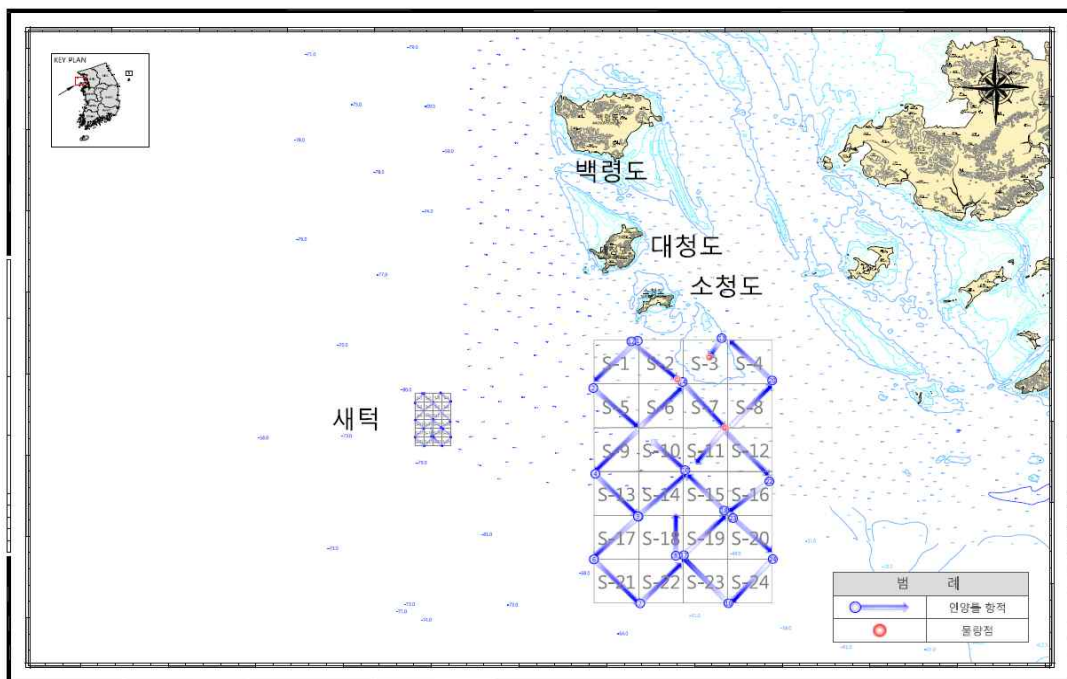
웅진군 새터, 문단이 해역의 종사어업과 조업 중 인양된 폐기물 종류

침적폐기물 수거·처리사업의 희망사업 시기는 어한기인 7월에서 8월이 가장 높게 나타났다. 사업에 대한 인식도는 답변자 대부분 긍정적으로 생각하고 있는 것으로 파악되었다.

## 2) 현장 표본조사

### 가) 인양틀 예인조사

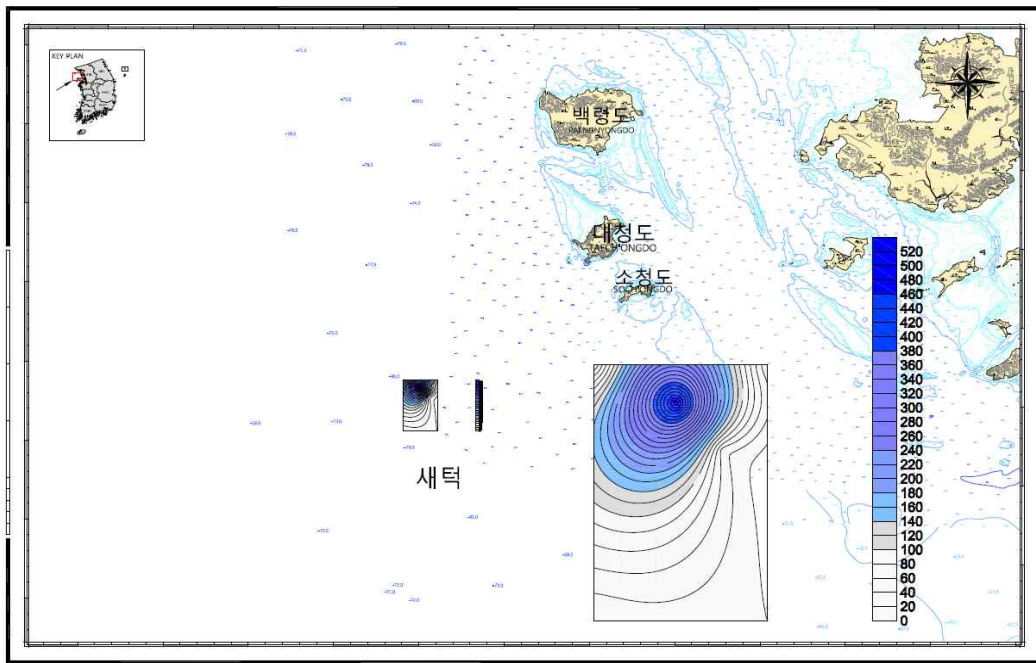
웅진군 새터 해역 인양틀 예인조사 경로는 다음 그림과 같다.



웅진군 새터 해역 인양틀 예인조사 경로도

총 24회 인양틀 예인조사 결과, 폐기물이 3회 인양되어 약 13%의 인양률을 보였으며, 총 20톤의 수중 침적폐기물이 존재하고 있을 것으로 추정되었다. 인양된 폐기물로 조업 중 버려지거나 유실된 폐통발, 폐로프와 주낙줄 등이 확인되었다.

웅진군 새터 해역에서 확인된 침적폐기물량을 중심으로 작성한 침적폐기물 개략 분포도는 다음과 같다.



웅진군 새터 해역의 침적폐기물 개략 분포도(단위:kg)

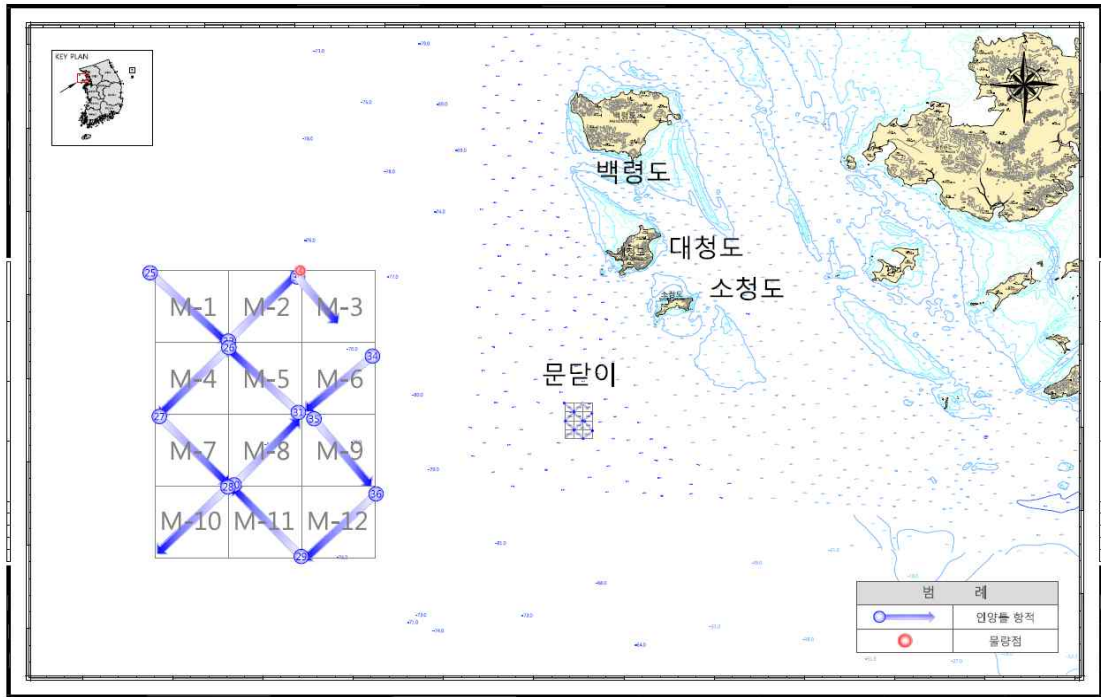
## 나. 웅진군 문단이 해역

### 1) 현장 표본조사

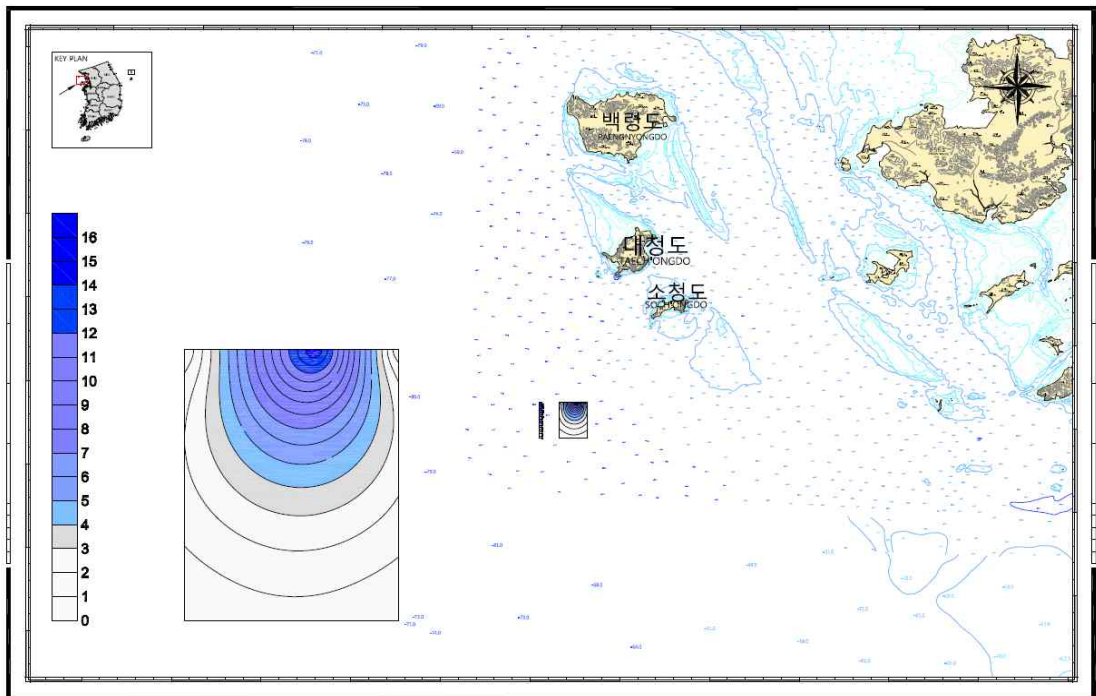
#### 가) 인양틀 예인조사

웅진군 문단이 해역의 인양틀 예인조사 경로 및 침적폐기물 개략 분포도는 다음과 같다. 총 12회 인양틀 예인조사 결과 폐기물이 1회 인양되어 약 8%의 인양률을 보였으며, 총 12톤의 수중 침적폐기물이 존재하고 있을 것으로 추정되었다. 인양된 폐기물은 조업 중 버려지거나 유실된 와이어가 확인되었다.

제3장 연근해 어장의 침적폐기물 실태조사



웅진군 문단이 해역 인양틀 예인조사 경로도

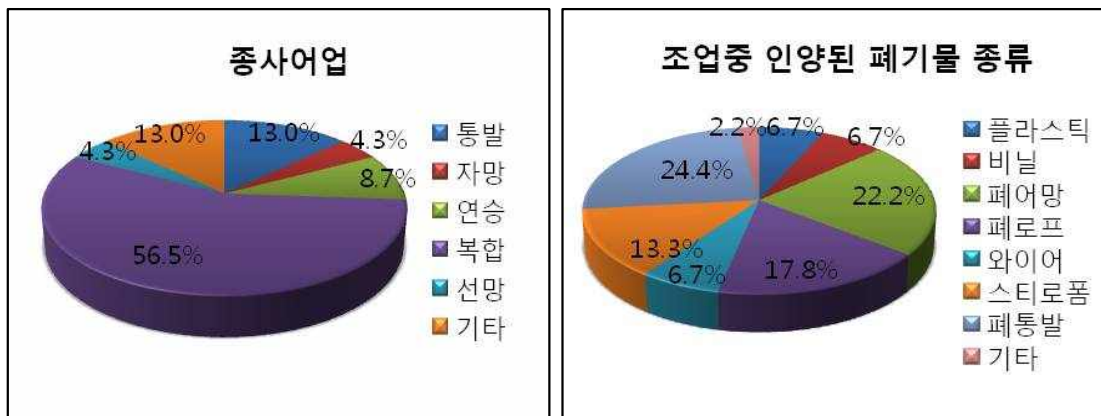


웅진군 문단이 해역의 침적폐기물 개략 분포도(단위:kg)

## 다. 장흥군 회진면, 대덕읍 연안

### 1) 현장 사전조사

장흥군 회진면, 대덕읍 연안에서 조업활동을 하는 어업인 18명을 대상으로 업종별 어업현황, 조업 중 인양되는 폐기물의 종류 등에 대한 설문조사 결과는 다음과 같다. 응답자의 주 어획어종은 낙지, 감성돔 등이었으며 이 외에도 김, 미역, 다시마 등의 해조류 양식을 많이 하고 있는 것으로 파악되었다.



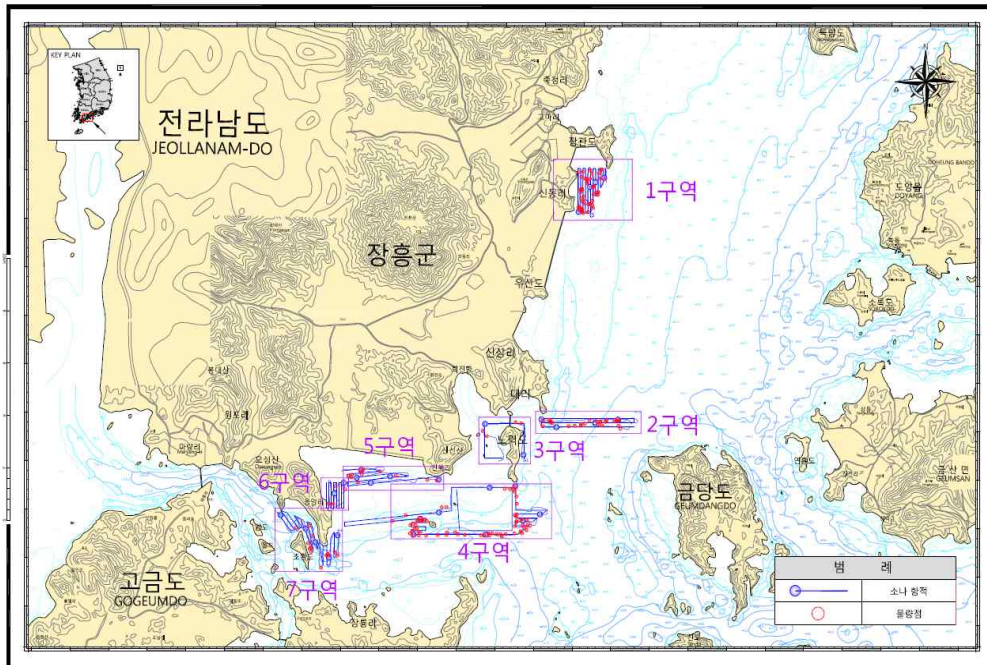
장흥군 회진면, 대덕읍 연안 해역의 종사어업과 조업 중 인양된 폐기물 종류

침적폐기물 수거·처리 사업시기는 대부분의 응답자가 해조류 양식어장 철수 시기인 5월에서 9월까지로 희망하였다. 사업에 대한 인식도는 답변자 대부분 긍정적으로 생각하고 있는 것으로 파악되었다.

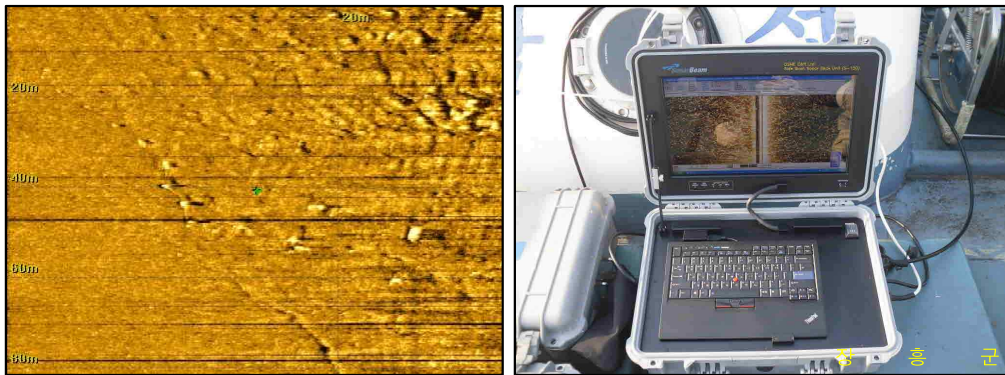
### 2) 현장 표본조사

#### 가) 양방향 음과 탐사기 조사

장흥군 회진면, 대덕읍 연안 해역의 양방향 음과 탐사기를 이용하여 조사한 결과는 다음과 같으며, 주 침적폐기물은 통발과 로프 등으로 확인되었다.



장흥군 회진면, 대덕읍 연안 해역 양방향 음파 탐사기 조사 경로도



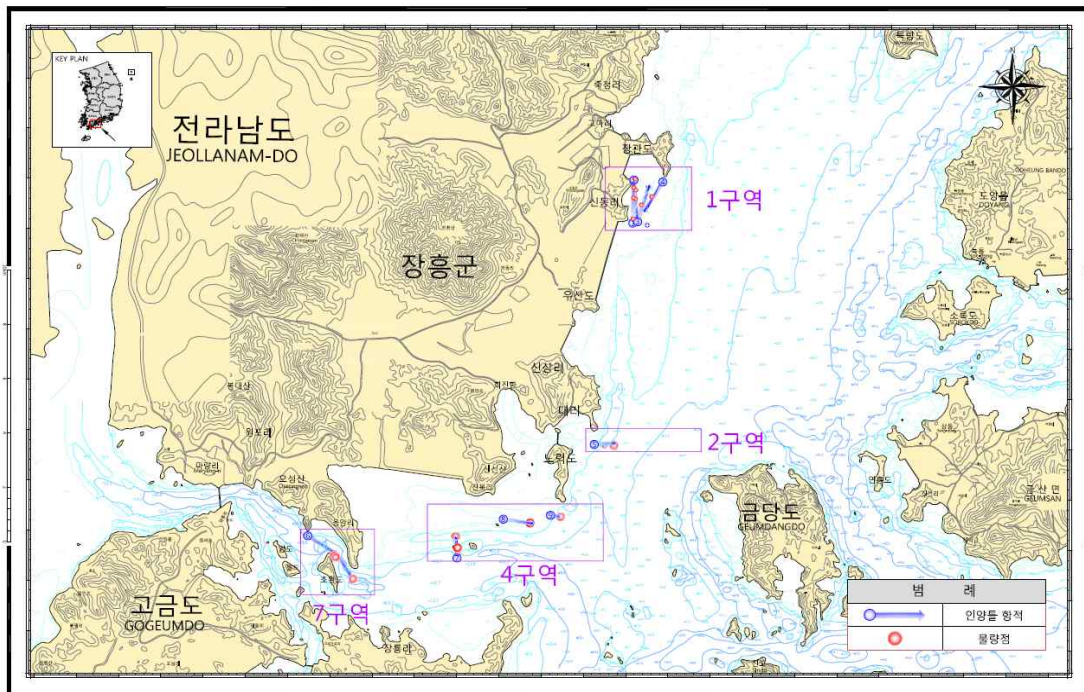
장흥군 회진면, 대덕읍 연안 해역 해저면 영상 및 조사 사진

#### 나) 인양틀 예인조사

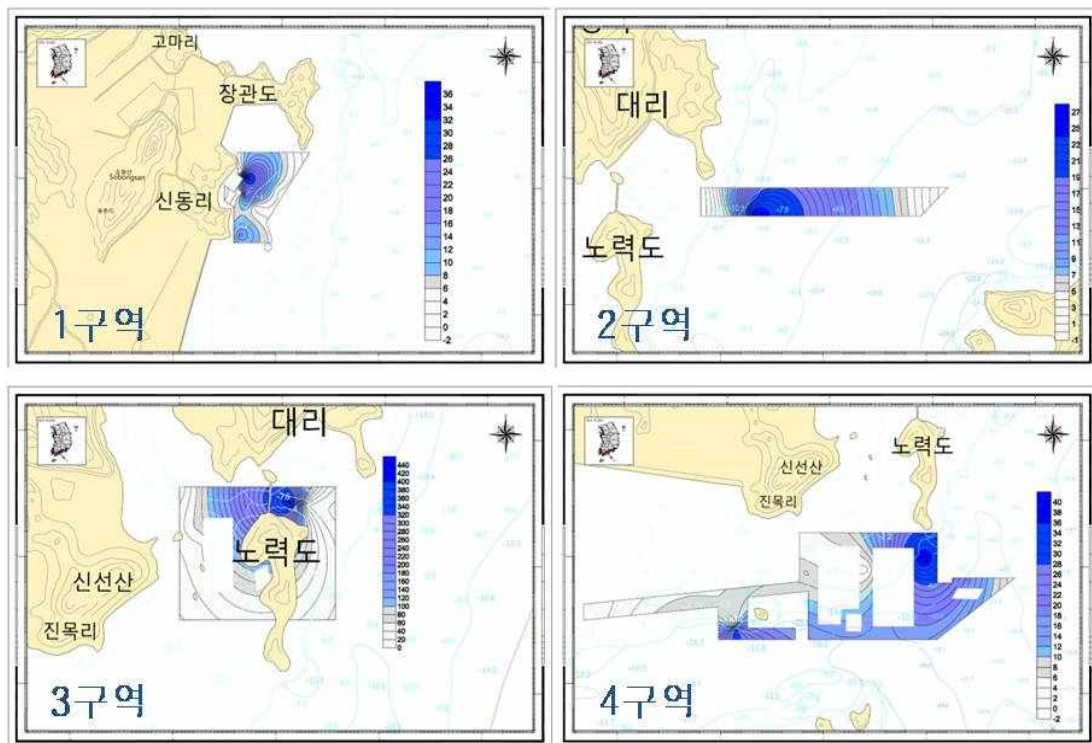
장흥군 회진면, 대덕읍 연안 해역 인양틀 예인조사 경로는 다음과 같으며 총 9회 예인조사 결과 폐기물이 9회 인양되어 100%의 인양률을 보였다. 인양된 폐기물은 조업 중 버려지거나 유실된 원형통발, 로프 등으로 확인되었다.

조사 자료를 분석한 결과, 총 190톤의 수중 침적폐기물이 존재하고 있을 것으로 추정되었고 개략 분포도는 다음과 같다.

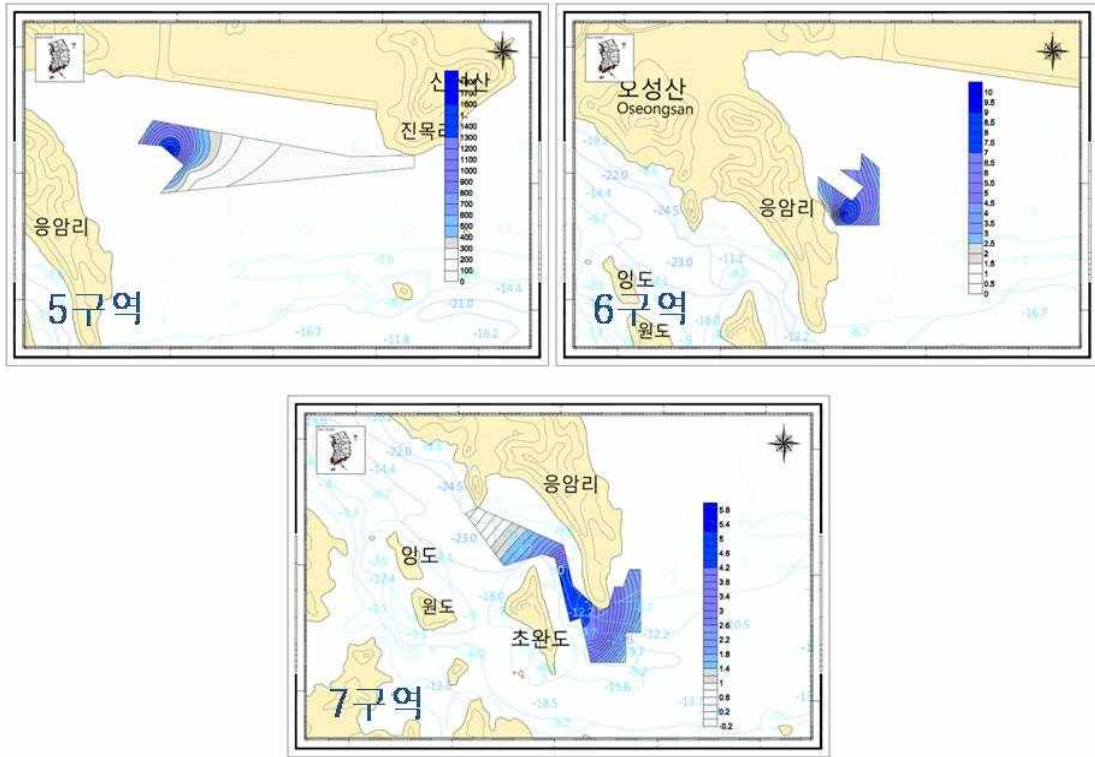
제3장 연근해 어장의 침적폐기물 실태조사



장흥군 회진면, 대덕읍 연안 해역 인양틀 예인조사 경로도



장흥군 회진면, 대덕읍(1~4구역) 해역의 침적폐기물 개략 분포도 (단위:kg)

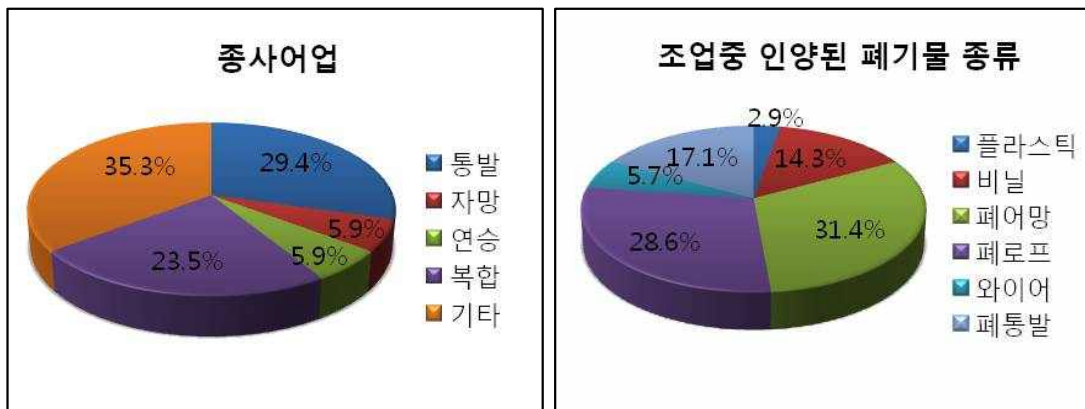


장흥군 회진면, 대덕읍(5~7구역) 해역의 침적폐기물 개략 분포도 (단위:kg)

### 라. 남해군 미조면 마안도 ~ 창선면 가인리 해역

#### 1) 현장 사전조사

해당지역의 어업인에 대한 설문조사 결과, 응답자의 주 어획어종은 멸치, 대구, 감성돔, 도다리 등으로 파악되었으며, 종사어업 및 조업 중 인양되는 폐기물은 다음과 같다.



남해군 미조면 마안도 ~ 창선면 가인리 해역의 종사어업과 조업 중 인양된 폐기물 종류

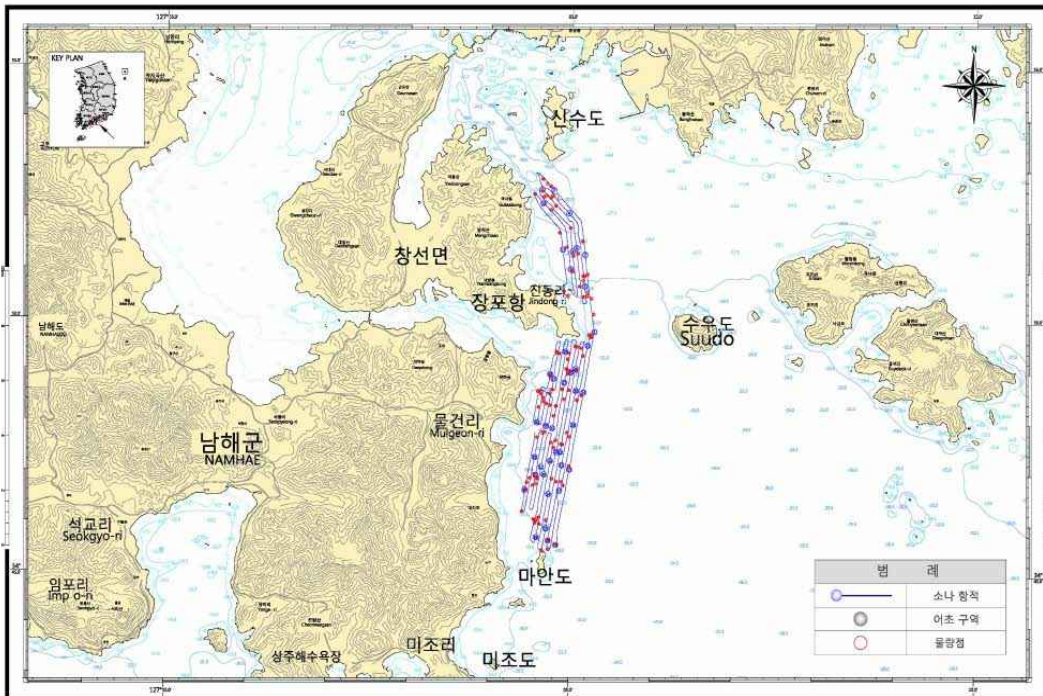


침적폐기물 수거·처리사업의 희망시기는 1월에서 8월로 다양하게 나타났는데, 그 이유는 어업별로 어한기가 다르기 때문인 것으로 조사되었다. 사업에 대한 인식도는 답변자 대부분 긍정적으로 생각하고 있는 것으로 파악되었다.

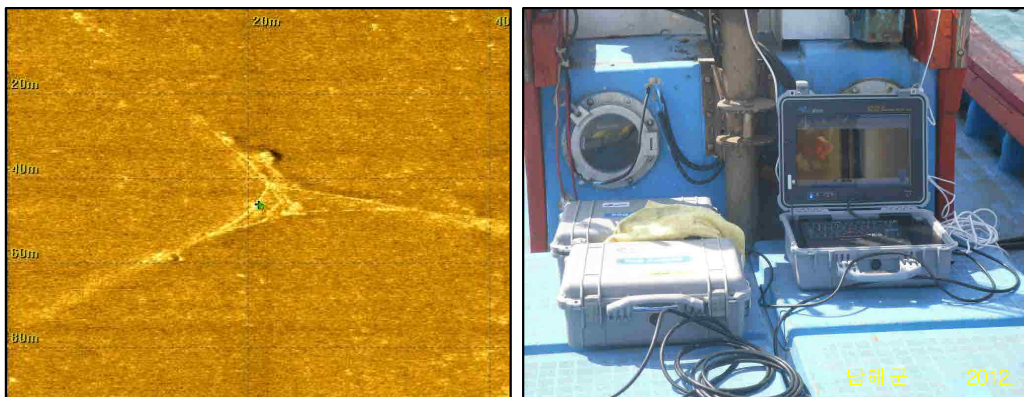
## 2) 현장 표본조사

### 가) 양방향 음파 탐사기 조사

남해군 미조면 마안도 ~ 창선면 가인리 해역의 양방향 음파 탐사기 조사 결과, 주 침적폐기물은 로프 등으로 확인되었다.



남해군 미조면 마안도 ~ 창선면 가인리 해역 양방향 음파 탐사기 조사 경로도



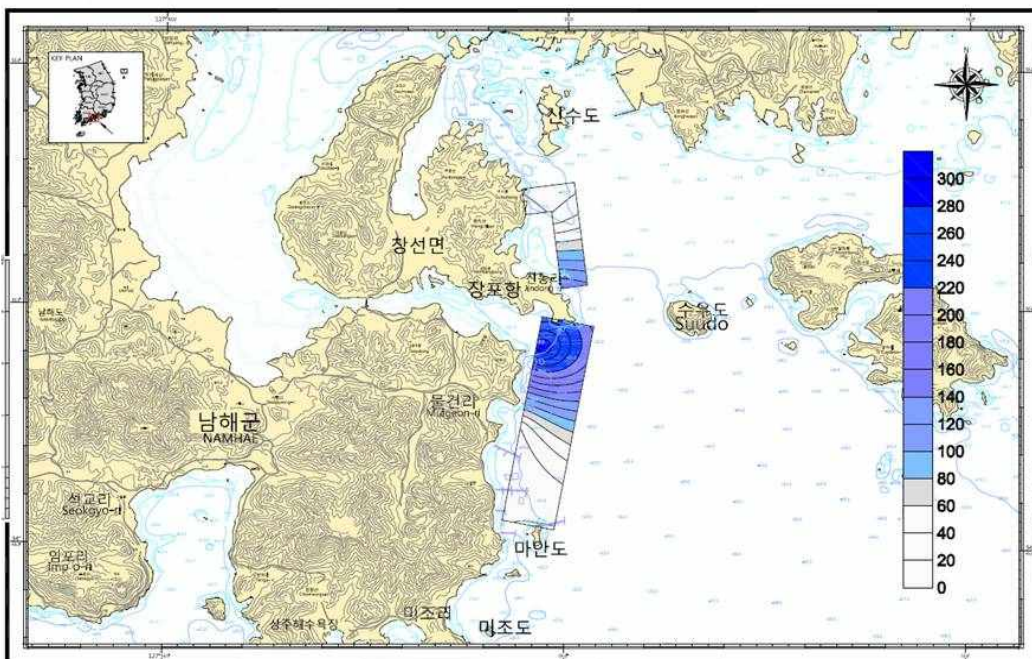
남해군 미조면 마안도~창선면 가인리 해역 해저면 영상 및 조사 사진

나) 인양틀 예인조사

남해군 미조면 마안도 ~ 창선면 가인리 해역에서 총 21회 인양틀 예인조사 결과, 스프링통발 및 와이어 등의 폐기물이 3회 인양되어 약 14%의 인양률을 보였다. 인양틀 예인조사 경로 및 개략 분포도는 다음과 같다.



남해군 미조면 마안도 ~ 창선면 가인리 해역 인양틀 예인조사 경로도

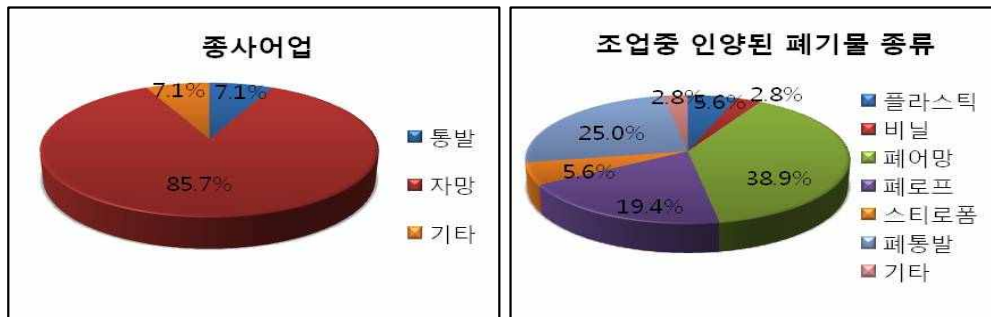


남해군 미조면 마안도 ~ 창선면 가인리 해역의 침적폐기물 개략 분포도(단위:kg)

### 마. 경주시 감포 연안

#### 1) 현장 사전조사

경주시 감포 연안에서 조업하는 어업인들의 주 어획어종은 가자미, 문어 등 이었으며 그 외 설문조사 결과는 다음과 같다. 침적폐기물 수거·처리사업의 시기는 태풍 등 기상 영향으로 그물을 철수하는 8월에서 9월까지로 희망하였다.

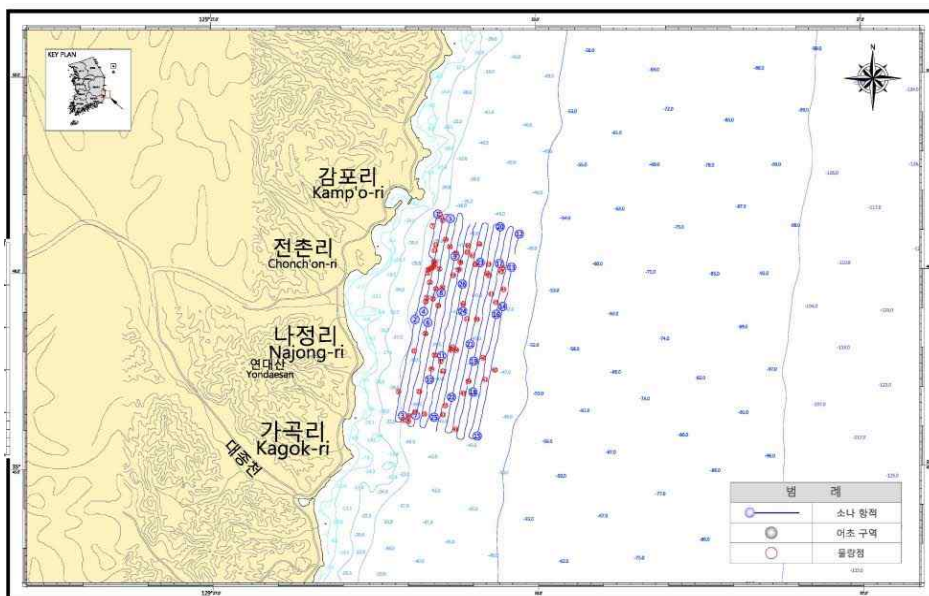


경주시 감포 연안의 중사어업과 조업 중 인양된 폐기물 종류

#### 2) 현장 표본조사

##### 가) 양방향 음파 탐사기 조사

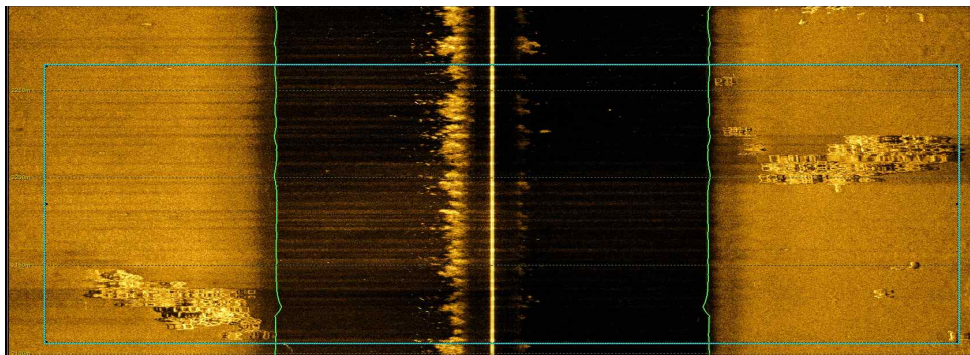
경주시 감포 연안에서 양방향 음파 탐사기 조사 결과, 로프와 그물더미 등의 폐어구와 다량의 인공어초가 분포하는 것으로 확인되었다.



경주시 감포 연안 양방향 음파 탐사기 조사 경로도

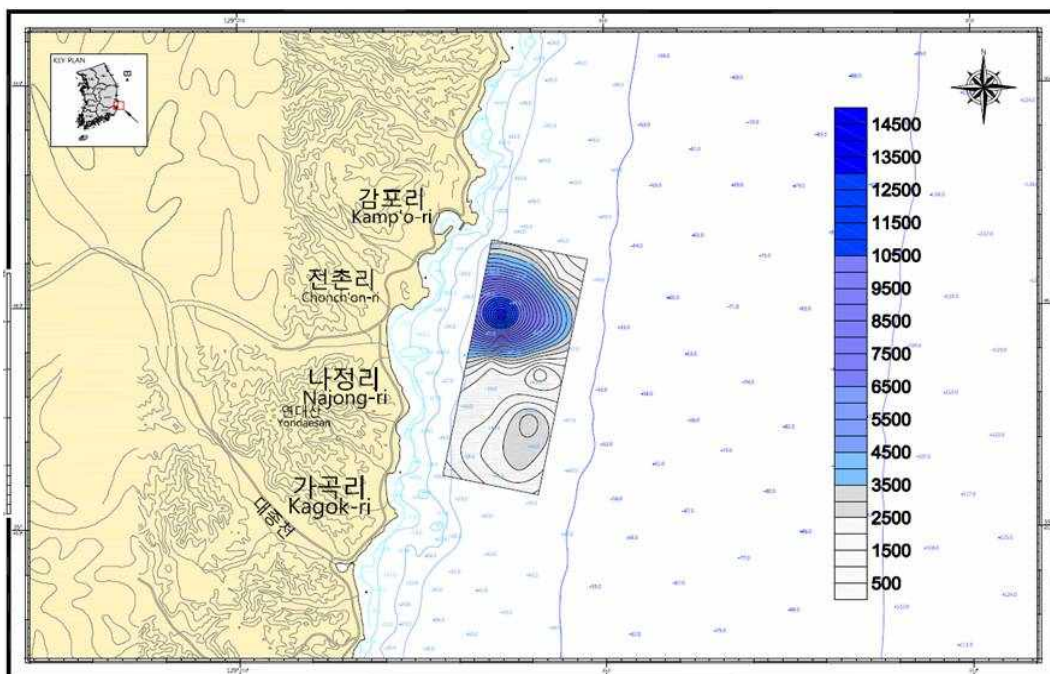


경주시 감포 연안 해저면 영상 및 조사 사진



경주시 감포 연안 해저면의 인공어초

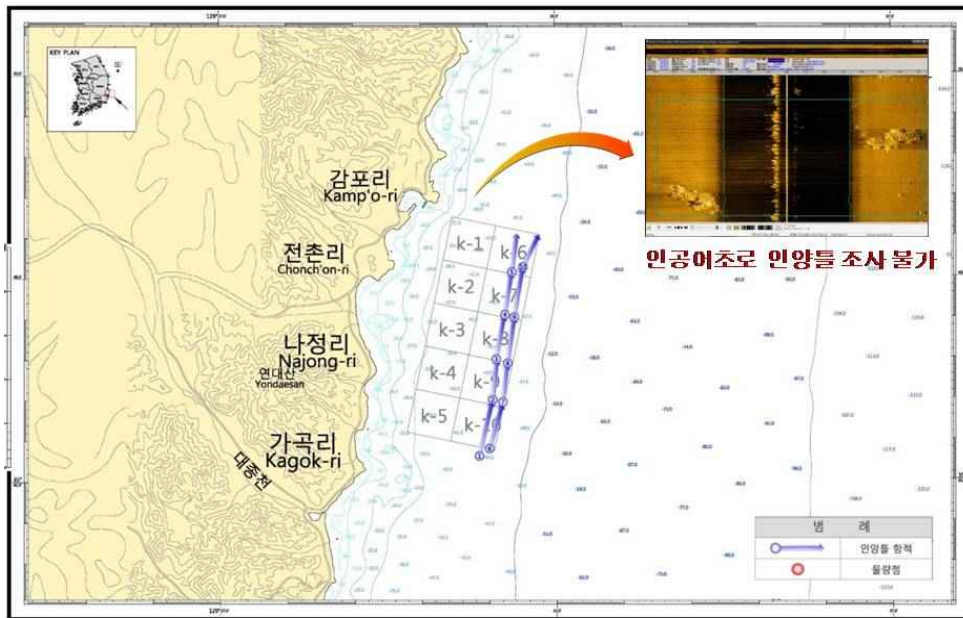
조사 자료를 분석한 결과, 경주시 감포 연안에는 총 38톤의 수중 침적폐기물이 존재하고 있을 것으로 추정되었고, 개략 분포도는 다음과 같다.



경주시 감포 연안의 침적폐기물 개략 분포도(단위:kg)

나) 인양틀 예인조사

경주시 감포 연안에서는 조사 불가능 지역을 제외하고 한구역당 2회씩 총 10회 인양틀 예인조사를 실시하였지만 폐기물은 인양되지 않았다. 인양틀 예인조사 경로는 다음과 같다.

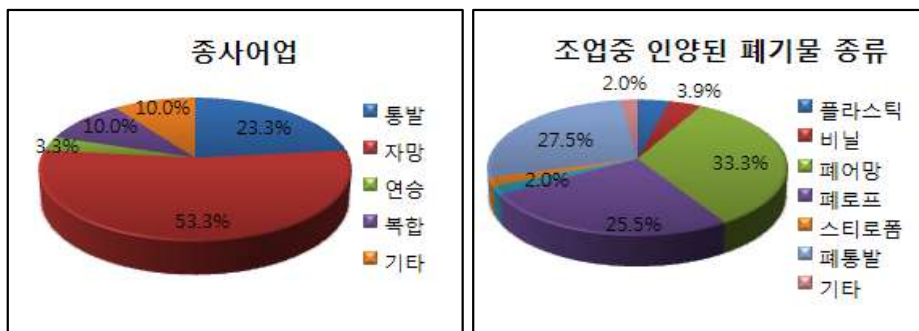


경주시 감포 연안 인양틀 예인조사 경로도

바. 울진군 주변 해역

1) 현장 사전조사

설문조사 결과, 주 어획어종은 대게, 가자미, 대구, 문어 등으로 파악되었으며, 침적폐기물 수거·처리 사업시기는 대부분의 응답자가 비조업 시기와 기상상태가 좋지 않은 5월에서 7월까지로 희망하였다. 그 외 결과는 다음과 같다.

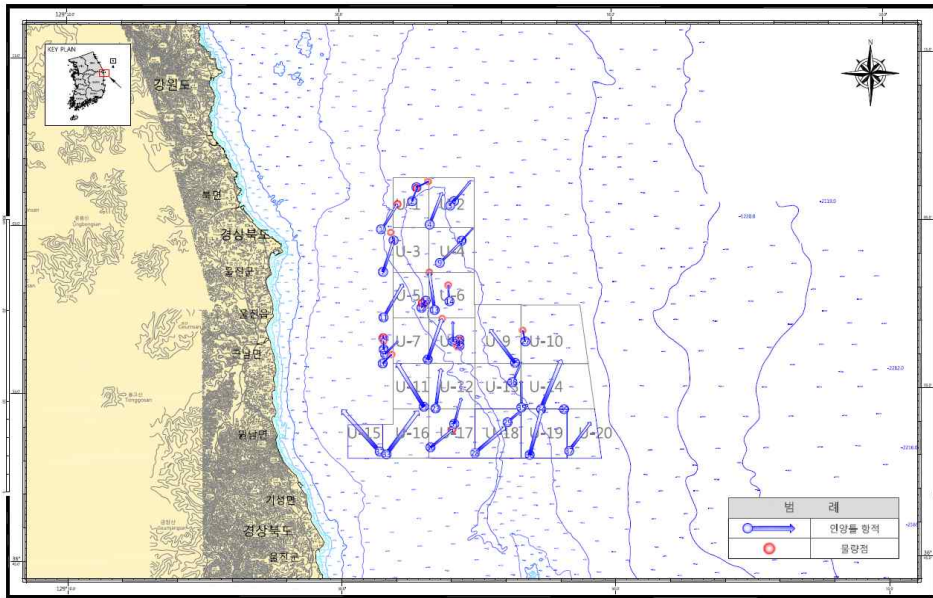


울진군 주변 해역의 중사어업과 조업 중 인양된 폐기물 종류

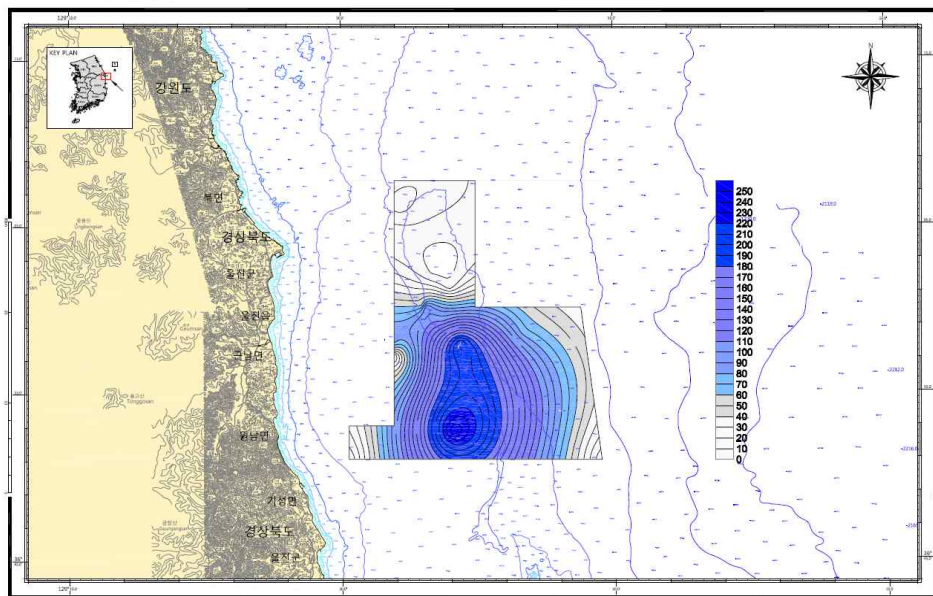
2) 현장 표본조사

가) 인양틀 예인조사

울진군 주변해역에서 총 27회 인양틀 예인조사 결과 폐기물이 6회 인양되었고, 총 77톤의 수중 침적폐기물이 존재하고 있을 것으로 추정되었다. 인양된 폐기물은 조업 중 버려지거나 유실된 원형통발, 로프와 그물-로프더미 등으로 확인되었다. 인양틀 예인조사 경로 및 개략분포도는 다음과 같다.



울진군 주변해역 인양틀 예인조사 경로도



울진군 주변해역 침적폐기물 개략 분포도(단위:kg)

### 3. 현장표본조사 시 문제점 및 조치사항

조사해역에 대한 현장 표본조사 실시 중 조업에 따른 조사시기, 해역별 특성에 따른 문제점과 이에 대한 대응방안 및 조치사항을 다음에 정리하였다.

현장표본조사 시 문제점과 대응 및 조치방안

조사해역	표본조사 시 문제점	대응방안 및 조치사항
웅진군 새터	강한 조류로 인해 조사 효율 저하	조석표 참조하여 조사 실시
웅진군 문달이	강한 조류로 인해 조사 효율 저하	조석표 참조하여 조사 실시
장흥군 회진면, 대덕읍 연안	조사해역 내 잘피 서식처 존재 일부 조사해역의 낮은 수심 및 개매기 어장 존재	잘피 서식처는 보호를 위해 소나조사 실시 요함. 만조 시기에 맞춰 개매기 어장을 우회하여 조사 실시
남해군 미조면 마안도 ~ 창선면 가인리 해역	조사해역 내 정치망 및 수하식 양식 어장 다수 존재	정치망 및 수하식 어장 구역을 우회하여 조사 실시
경주시 감포 연안	조사해역 내 시설된 어장 다수 존재	시설된 어장을 우회하여 조사 실시
울진군 주변해역	강한 해류로 인해 조사 효율 저하 조사해역 내 통발 및 자망어장 다수 존재	해류 방향에 따른 예인 조사 필요 어업인 협조 하에 시설된 어장을 우회하여 조사 실시

#### 4. 조사해역별 침적폐기물 수거·처리사업 희망시기

어업인 설문조사 및 탐문조사 결과 조사해역별 침적폐기물 수거·처리사업의 희망시기는 다음에 나타난 바와 같다.

조사해역별 침적폐기물 수거·처리사업 희망시기

■ : 사업 적정 시기

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
용진군 새터							■	■				
용진군 문단이							■	■				
장흥군 회진면, 대덕읍 연안					■	■	■	■				
남해군 미조면 마안도 ~ 창선면 가인리 해역	■	■		■	■		■	■				
경주시 감포 연안								■	■			
울진군 주변해역					■	■	■					



## 5. 조사해역별 침적폐기물 수거·처리 방안 수립 및 개략적 수거·처리 사업비 산정

### 가. 조사해역별 침적폐기물 수거·처리 방안 및 개략적 사업비 산정

#### 1) 용진군 새터 해역

용진군 새터 해역에 대한 침적폐기물 조사 결과, 2,400ha의 면적에 20톤의 침적폐기물이 침적되어 있을 것으로 추정되었다.

#### 가) 수거·처리 방안

용진군 새터 해역의 해저면 상태, 침적폐기물량 등을 고려하여 다음과 같이 투입장비를 구성하였다.

용진군 새터 주변해역의 쓰레기 수거·처리를 위한 투입장비 조합

투입장비	규격	수량	비고
침적폐기물 전용 수거선	50ton급	1	선박일체형 갤로스(Gallows), 선박일체형 크레인(Crane), 윈치(Winch), 인양틀 등의 수거장비가 탑재되어 있어 수중침적폐기물의 인양이 가능한 수거장비
작업보조선	10ton급	5	사업해역의 어업실정을 잘 알고 있는 길잡이 선박으로 윈치(Winch) 등의 인양장비가 탑재되어 있어 인양틀 예인 공정이 가능한 선박

#### 나) 사업비 산정

용진군 새터 해역에 대한 침적폐기물 수거·처리사업의 개략적 예상 사업비는 약 257,907,000원으로 추정되었다. 침적폐기물 수거·처리사업의 비용 산출 내용은 다음과 같다.

제3장 연근해 어장의 침적폐기물 실태조사

용진군 새터 해역에 대한 침적폐기물 수거·처리 비용 산출

공종	수량	단위	계	
			단가(원)	금액(원)
1. 침적폐기물 수거처리사업				
· 수중침적폐기물 침적폐기물 전용수거선 인양공종	20.0	ton	9,195,260	183,905,200
· 인양 수중침적폐기물 해상운반	20.0	ton	33,882	677,640
· 인양 수중침적폐기물 육상하역	20.0	ton	27,851	557,020
<b>소계</b>				<b>185,139,860</b>
2. 순공사비				185,139,860
3. 간접노무비	10.60	%		6,462,750
4. 산재보험료	3.70	%		2,494,987
5. 고용보험료	0.79	%		532,713
6. 건강보험료	1.70	%		1,036,478
7. 노인장기요양보험료	6.55	%		67,889
8. 연금보험료	2.49	%		1,518,136
9. 기타경비	6.20	%		10,225,762
10. 산업안전보건관리비	1.24	%		1,965,014
11. 순공사원가				209,443,589
12. 일반관리비	6.0	%		12,566,615
13. 이윤	10.0	%		12,451,064
14. 공급가액				234,461,268
15. 부가가치세	10.0	%		23,446,126
<b>폐기물 수거사업비</b>				<b>257,907,000</b>

2) 용진군 문단이

용진군 문단이 해역에 대한 침적폐기물 조사 결과, 1,250ha의 면적에 12톤의 침적폐기물이 침적되어 있을 것으로 추정되었다.

가) 수거·처리 방안

용진군 문단이 해역의 해저면 상태, 침적폐기물량 등을 고려하여 다음과 같이 투입장비를 구성하였다.

용진군 문단이 주변해역의 쓰레기 수거·처리를 위한 투입장비 조합

투입장비	규격	수량	비고
침적폐기물 전용 수거선	50ton급	1	선박일체형 갤로스(Gallows), 선박일체형 크레인(Crane), 윈치(Winch), 인양틀 등의 수거장비가 탑재되어 있어 수중침적폐기물의 인양이 가능한 수거장비
작업보조선	10ton급	5	사업해역의 어업실정을 잘 알고 있는 길잡이 선박으로 윈치(Winch) 등의 인양장비가 탑재되어 있어 인양틀 예인 공정이 가능한 선박

나) 사업비 산정

용진군 문단이 해역에 대한 침적폐기물 수거·처리사업의 개략적 예상 사업비는 약 125,218,000원으로 추정되었다.

용진군 문단이 해역에 대한 침적폐기물 수거·처리 비용 산출

공종	수량	단위	계	
			단가(원)	금액(원)
1. 침적폐기물 수거처리사업				
· 수중침적폐기물 침적폐기물 전용수거선 인양공종	12.0	ton	7,439,399	89,260,788
· 인양 수중침적폐기물 해상운반	12.0	ton	24,037	288,444
· 인양 수중침적폐기물 육상하역	12.0	ton	27,851	334,212
<b>소계</b>				<b>89,883,444</b>
2. 순공사비				89,883,444
3. 간접노무비	10.60	%		3,139,577
4. 산재보험료	3.70	%		1,212,054
5. 고용보험료	0.79	%		258,790
6. 건강보험료	1.70	%		503,517
7. 노인장기요양보험료	6.55	%		32,980
8. 연금보험료	2.49	%		737,504
9. 기타경비	6.20	%		4,964,638
10. 산업안전보건관리비	1.24	%		953,996
11. 순공사원가				101,686,500
12. 일반관리비	6.0	%		6,101,190
13. 이윤	10.0	%		6,047,110
14. 공급가액				113,834,800
15. 부가가치세	10.0	%		11,383,480
<b>폐기물 수거사업비</b>				<b>125,218,000</b>

3) 장흥군 회진면, 대덕읍 연안

장흥군 회진면, 대덕읍 연안에 대한 침적폐기물 조사 결과, 1,400ha의 면적에 190톤의 침적폐기물이 침적되어 있을 것으로 추정되었다.

가) 수거·처리 방안

장흥군 회진면, 대덕읍 연안의 해저면 상태, 침적폐기물량 등을 고려하여 다음과 같이 투입장비를 구성하였다.

제3장 연근해 어장의 침적폐기물 실태조사

장흥군 회진면, 대덕읍 연안의 쓰레기 수거·처리를 위한 투입장비 조합

투입장비	규격	수량	비고
침적폐기물 전용 수거선	50ton급	1	선박일체형 갤로스(Gallows), 선박일체형 크레인(Crane), 윈치(Winch), 인양틀 등의 수거장비가 탑재되어 있어 수중침적폐기물의 인양이 가능한 수거장비
작업보조선	10ton급	5	사업해역의 어업실정을 잘 알고 있는 길잡이 선박으로 윈치(Winch) 등의 인양장비가 탑재되어 있어 인양틀 예인 공정이 가능한 선박
크레인부선	200ton급	1	침적폐기물 전용수거선으로 인양된 수중침적폐기물을 적재하기 위한 선박
예선	90kW급	1	자체 항행력이 없는 크레인부선의 예인 및 관리선의 목적으로 사용하기 위한 선박

나) 사업비 산정

장흥군 회진면, 대덕읍 연안에 대한 침적폐기물 수거·처리사업의 개략적 예상 사업비는 약 582,834,000원으로 추정되었다.

장흥군 회진면, 대덕읍 연안에 대한 침적폐기물 수거·처리 비용 산출

공종	수량	단위	계	
			단가(원)	금액(원)
1. 침적폐기물 수거처리사업				
· 수중침적폐기물 침적폐기물 전용수거선 인양공종	190	ton	2,174,809	413,213,710
· 인양 수중침적폐기물 해상운반	190	ton	6,637	1,261,030
· 인양 수중침적폐기물 육상하역	190	ton	27,851	27,851
<b>소계</b>				<b>419,766,430</b>
2. 순공사비				419,766,430
3. 간접노무비	10.60	%		14,056,793
4. 산재보험료	3.70	%		5,426,717
5. 고용보험료	0.79	%		1,158,677
6. 건강보험료	1.70	%		2,254,391
7. 노인장기요양보험료	6.55	%		147,662
8. 연금보험료	2.49	%		3,302,020
9. 기타경비	6.20	%		22,372,400
10. 산업안전보건관리비	1.24	%		4,300,175
11. 순공사원가				472,785,265
12. 일반관리비	6.0	%		28,367,115
13. 이윤	10.0	%		28,697,526
14. 공급가액				529,849,906
15. 부가가치세	10.0	%		52,984,990
<b>폐기물 수거사업비</b>				<b>582,834,000</b>

4) 남해군 미조면 마안도 ~ 창선면 가인리 해역

남해군 미조면 마안도 ~ 창선면 가인리 해역에 대한 침적폐기물 조사 결과, 2,100ha의 면적에 36톤의 침적폐기물이 침적되어 있을 것으로 추정되었다.

가) 수거·처리 방안

남해군 미조면 마안도 ~ 창선면 가인리 해역의 해저면 상태, 침적폐기물량을 등을 고려하여 다음과 같이 투입장비를 구성하였다.

남해군 미조면 마안도 ~ 창선면 가인리 해역의 쓰레기 수거·처리를 위한 투입장비 조합

투입장비	규격	수량	비고
침적폐기물 전용수거선	50ton급	1	선박일체형 갤로스(Gallows), 선박일체형 크레인(Crane), 윈치(Winch), 인양틀 등의 수거장비가 탑재되어 있어 수중침적폐기물의 인양이 가능한 수거장비
작업보조선	10ton급	5	사업해역의 어업실정을 잘 알고 있는 길잡이 선박으로 윈치(Winch) 등의 인양장비가 탑재되어 있어 인양틀 예인 공정이 가능한 선박

나) 사업비 산정

남해군 미조면 마안도 ~ 창선면 가인리 해역에 대한 침적폐기물 수거·처리사업의 개략적 예상 사업비는 약 163,767,000원으로 추정되었고, 비용 산출 내용은 다음과 같다.

제3장 연근해 어장의 침적폐기물 실태조사

남해군 미조면 마안도 ~ 창선면 가인리 해역에 대한 침적폐기물 수거·처리 비용 산출

공종	수량	단위	계	
			단가(원)	금액(원)
1. 침적폐기물 수거처리사업				
· 수중침적폐기물 침적폐기물 전용수거선 인양공종	36	ton	3,226,044	116,137,584
· 인양 수중침적폐기물 해상운반	36	ton	9,842	354,312
· 인양 수중침적폐기물 육상하역	36	ton	27,851	1,002,636
<b>소계</b>				<b>117,494,532</b>
2. 순공사비				117,494,532
3. 간접노무비	10.60	%		4,127,542
4. 산재보험료	3.70	%		1,593,464
5. 고용보험료	0.79	%		340,226
6. 건강보험료	1.70	%		661,964
7. 노인장기요양보험료	6.55	%		43,358
8. 연금보험료	2.49	%		969,582
9. 기타경비	6.20	%		6,489,276
10. 산업안전보건관리비	1.24	%		1,246,673
11. 순공사원가				132,966,617
12. 일반관리비	6.0	%		7,977,997
13. 이윤	10.0	%		7,934,548
14. 공급가액				148,879,162
15. 부가가치세	10.0	%		14,887,946
<b>폐기물 수거사업비</b>				<b>163,767,000</b>

5) 경주시 감포 연안

경주시 감포 연안에 대한 침적폐기물 조사 결과, 1,000ha의 면적에 38톤의 침적폐기물이 침적되어 있을 것으로 추정되었다.

가) 수거·처리 방안

경주시 감포 연안의 해저면 상태, 침적폐기물량 등을 고려하여 다음과 같이 투입장비를 구성하였다.

제3장 연근해 어장의 침적폐기물 실태조사

경주시 감포 연안의 쓰레기 수거·처리를 위한 투입장비 조합

투입장비	규격	수량	비고
침적폐기물 전용수거선	50ton급	1	선박일체형 갤로스(Gallows), 선박일체형 크레인(Crane), 윈치(Winch), 인양틀 등의 수거장비가 탑재되어 있어 수중침적폐기물의 인양이 가능한 수거장비
작업보조선	10ton급	2	사업해역의 어업실정을 잘 알고 있는 길잡이 선박으로 윈치(Winch) 등의 인양장비가 탑재되어 있어 인양틀 예인 공정이 가능한 선박

나) 사업비 산정

경주시 감포 연안에 대한 침적폐기물 수거·처리사업의 개략적 예상 사업비는 약 109,783,000원으로 추정되었으며 비용 산출 내용은 다음과 같다.

경주시 감포 연안에 대한 침적폐기물 수거·처리 비용 산출

공종	수량	단위	계	
			단가(원)	금액(원)
1. 침적폐기물 수거처리사업				
· 수중침적폐기물 침적폐기물 전용수거선 인양공종	38	ton	2,041,722	77,585,436
· 인양 수중침적폐기물 해상운반	38	ton	5,492	208,696
· 인양 수중침적폐기물 육상하역	38	ton	27,851	1,058,338
<b>소계</b>				<b>78,852,470</b>
2. 순공사비				78,852,470
3. 간접노무비	10.60	%		2,734,395
4. 산재보험료	3.70	%		1,055,631
5. 고용보험료	0.79	%		225,391
6. 건강보험료	1.70	%		439,535
7. 노인장기요양보험료	6.55	%		28,724
8. 연금보험료	2.49	%		642,325
9. 기타경비	6.20	%		4,340,785
10. 산업안전보건관리비	1.24	%		834,250
11. 순공사원가				89,152,506
12. 일반관리비	6.0	%		5,349,150
13. 이윤	10.0	%		5,301,956
14. 공급가액				99,803,612
15. 부가가치세	10.0	%		9,980,361
<b>폐기물 수거사업비</b>				<b>109,783,000</b>

6) 울진군 주변해역

울진군 주변해역에 대한 침적폐기물 조사 결과, 50,000ha의 면적에 77톤의 침적폐기물이 침적되어 있을 것으로 추정되었다.

가) 수거·처리 방안

울진군 주변해역의 해저면 상태, 침적폐기물량 등을 고려하여 다음과 같이 투입장비를 구성하였다.

울진군 주변해역의 쓰레기 수거·처리를 위한 투입장비 조합

투입장비	규격	수량	비고
침적폐기물 전용수거선	50ton급	1	선박일체형 갤로스(Gallows), 선박일체형 크레인(Crane), 윈치(Winch), 인양틀 등의 수거장비가 탑재되어 있어 수중침적폐기물의 인양이 가능한 수거장비
작업보조선	10ton급	5	사업해역의 어업실정을 잘 알고 있는 길잡이 선박으로 윈치(Winch) 등의 인양장비가 탑재되어 있어 인양틀 예인 공정이 가능한 선박

나) 사업비 산정

울진군 주변해역에 대한 침적폐기물 수거·처리사업의 개략적 예상 사업비는 약 286,269,000원으로 추정되었다.

울진군 주변해역에 대한 침적폐기물 수거·처리 비용 산출

공종	수량	단위	계	
			단가(원)	금액(원)
1. 침적폐기물 수거처리사업				
· 수중침적폐기물 침적폐기물 전용수거선 인양공종	77	ton	2,609,602	200,939,354
· 인양 수중침적폐기물 해상운반	77	ton	28,388	2,185,876
· 인양 수중침적폐기물 육상하역	77	ton	27,851	2,144,527
<b>소계</b>				<b>205,269,757</b>
2. 순공사비				205,269,757
3. 간접노무비	10.60	%		7,255,405
4. 산재보험료	3.70	%		2,800,997
5. 고용보험료	0.79	%		598,050
6. 건강보험료	1.70	%		1,163,602
7. 노인장기요양보험료	6.55	%		76,215
8. 연금보험료	2.49	%		1,704,335
9. 기타경비	6.20	%		11,329,012
10. 산업안전보건관리비	1.24	%		2,175,835
11. 순공사원가				232,373,203
12. 일반관리비	6.0	%		13,942,392
13. 이윤	10.0	%		13,929,222
14. 공급가액				260,244,822
15. 부가가치세	10.0	%		26,024,482
<b>폐기물 수거사업비</b>				<b>286,269,000</b>



## 6. 수거·처리사업 시 문제점 및 조치사항

조사해역에 대한 수거·처리사업 시 사업시기, 해역별 특성에 따른 문제점과 이에 대한 대응방안 및 조치사항을 다음에 정리하였다.

수거·처리사업 시 문제점 및 대응·조치

조사해역	수거·처리사업 시 문제점	대응방안 및 조치사항
웅진군 새터	<ul style="list-style-type: none"> <li>어업인 민원내용과 사업내용의 상이함으로 사업실시에 대한 부정적 여론</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>어업인 간담회 실시로 사업내용 및 효과 취지 등을 충분히 설명</li> </ul>
웅진군 문달이	<ul style="list-style-type: none"> <li>어업인 민원내용과 사업내용의 상이함으로 사업실시에 대한 부정적 여론</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>어업인 간담회 실시로 사업내용 및 효과 취지 등을 충분히 설명</li> </ul>
장흥군 회진면, 대덕읍 연안	<ul style="list-style-type: none"> <li>잘피 서식처 존재</li> <li>개매기 어장 다수 존재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>잘피 서식처는 잠수사 수거 구역 설정</li> <li>어업인 간담회 실시로 사업내용을 충분히 설명하여 어구의 훼손을 방지</li> </ul>
남해군 미조면 마안도~창선면 가인리 해역	<ul style="list-style-type: none"> <li>사업구역에 시설된 어장이 다수 존재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>어업인 간담회 실시로 사업내용을 충분히 설명하여 어구 훼손의 사전 방지</li> </ul>
경주시 감포 연안	<ul style="list-style-type: none"> <li>사업구역에 시설된 어장이 다수 존재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>어업인 간담회 실시로 사업내용을 충분히 설명하여 어구 훼손의 사전 방지</li> </ul>
울진군 주변해역	<ul style="list-style-type: none"> <li>사업구역에 시설된 어장이 다수 존재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>어업인 간담회 실시로 사업내용을 충분히 설명하여 어구 훼손의 사전 방지</li> </ul>

## 7. 연근해 침적폐기물 실태조사 결과 요약

연근해 침적폐기물 실태조사 결과, 현장 표본조사가 실시된 해역에 대한 침적폐기물의 추정량과 해당면적을 고려한 침적폐기물 수거사업에 대한 개략적 수거·처리사업비는 다음과 같다.

조사대상해역에 대한 침적폐기물 추정량

조사대상해역	대상면적 (ha)	폐기물 추정량 (ton)	단위면적당 폐기물량 (kg/ha)	개략적 수거처리 사업비 (천원)	톤당 수거비 (천원)
용진군 새터	2,400	20	8.3	257,907	12,895
용진군 문단이	1,250	12	9.6	125,218	10,434
장흥군 회진면 대덕읍 연안	1400	190	135.7	582,834	3,067
남해군 미조면 마안도 ~ 창선면 가인리 해역	2,100	36	17.1	163,767	4,549
경주시 감포 연안	1,000	38	38.0	109,783	2,889
울진군 주변해역	50,000	77	1.5	286,269	3,717

## 제 4 장

# 연근해 침적폐기물 수거사업 사후조사



## 제4장 연근해 침적폐기물 수거사업 사후조사

### 1. 조사방법

#### 가. 과거 수거사업지에 대한 침적폐기물 재발생량 조사

2009년도와 2010년도에 수거 사업을 실시한 해역 중 동·서·남해 6개소를 선정하여 인양틀을 이용한 표본조사를 실시하고 침적폐기물량 추정 및 사업경과연도에 따른 침적폐기물 재발생량을 조사하였다.

#### 나. 유행어업에 의한 수산자원 손실량

조사대상해역에서 수거된 폐어구에 포획된 해양생물의 양을 파악하여 수산자원 손실량을 조사하였다.

#### 다. 해역별 조사·수거 매뉴얼 작성

효율적인 수거사업이 수행될 수 있도록 조사대상해역별 저질, 수심, 조류 등의 특성을 고려한 조사와 수거사업 매뉴얼을 작성, 제공하였다.

### 2. 조사대상해역



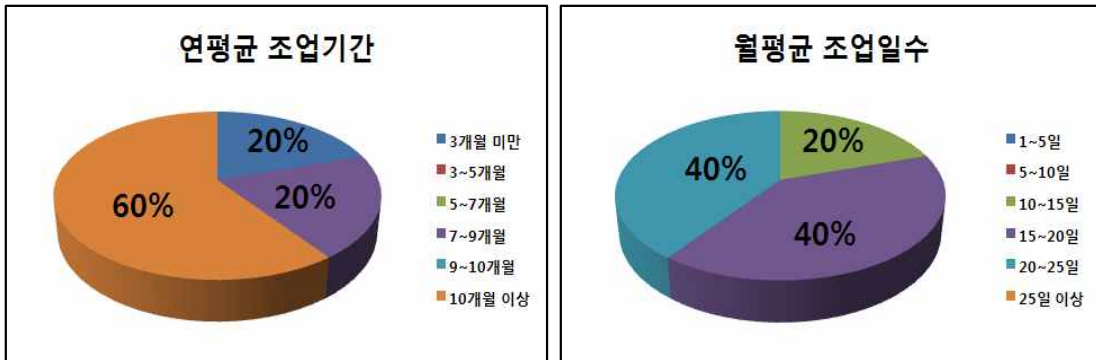
조사대상해역 위치도

### 3. 조사결과

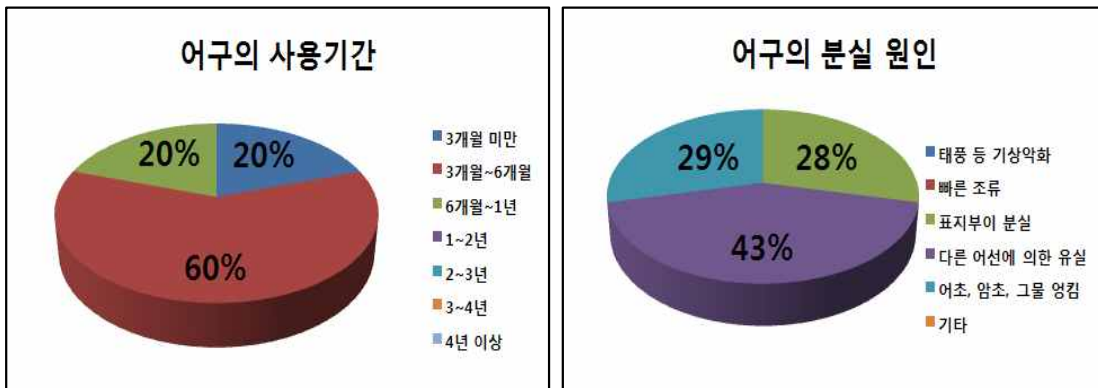
#### 가. 사업경과년도에 따른 침적폐기물 재발생량 조사

##### 1) 부산광역시 사하구 목도 주변해역

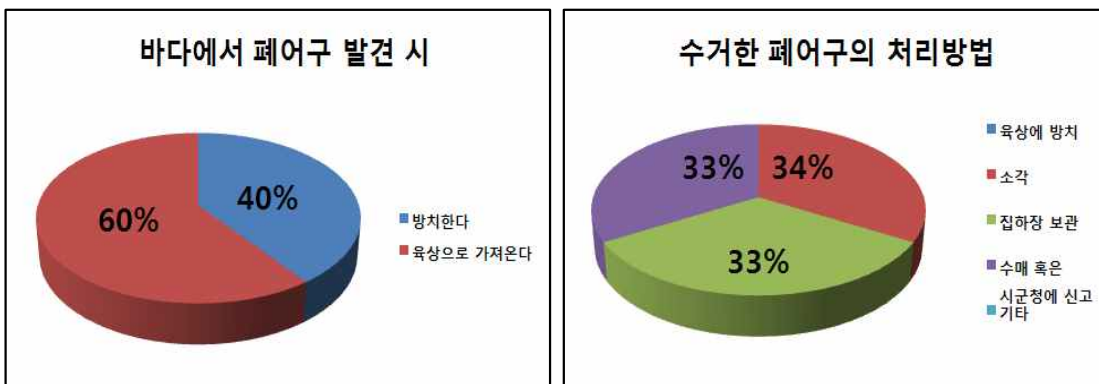
##### 가) 설문조사 결과



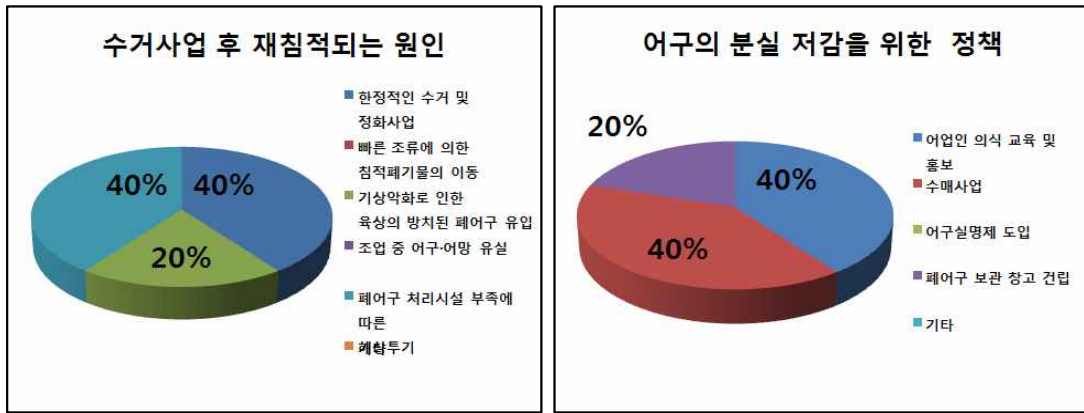
부산광역시 사하구 목도 주변해역의 연평균 조업 기간과 월평균 조업일수



부산광역시 사하구 목도 주변해역의 어구 사용기간과 어구 분실 원인



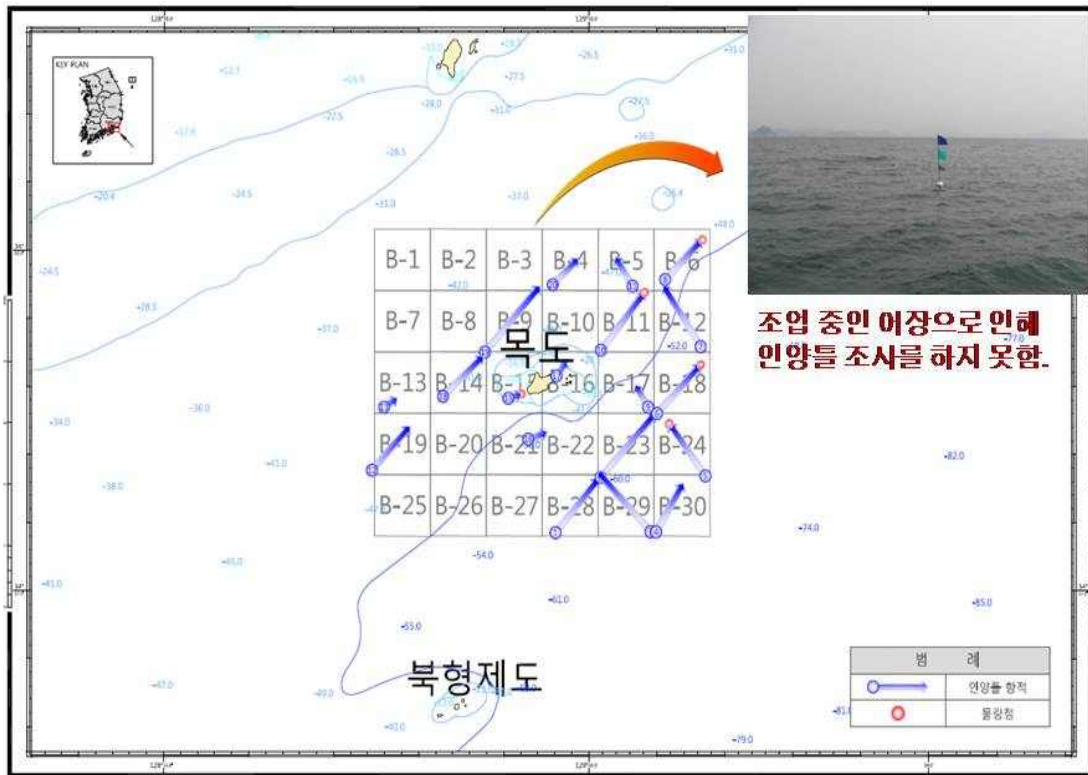
부산광역시 사하구 목도 주변해역에서 조업인이 폐어구 발견 시 취하는 행동과 수거한 폐어구 처리방법



부산광역시 사하구 목도 주변해역의 침적폐기물 수거사업 후 재침적되는 원인과 어구 분실 저감을 위한 정책

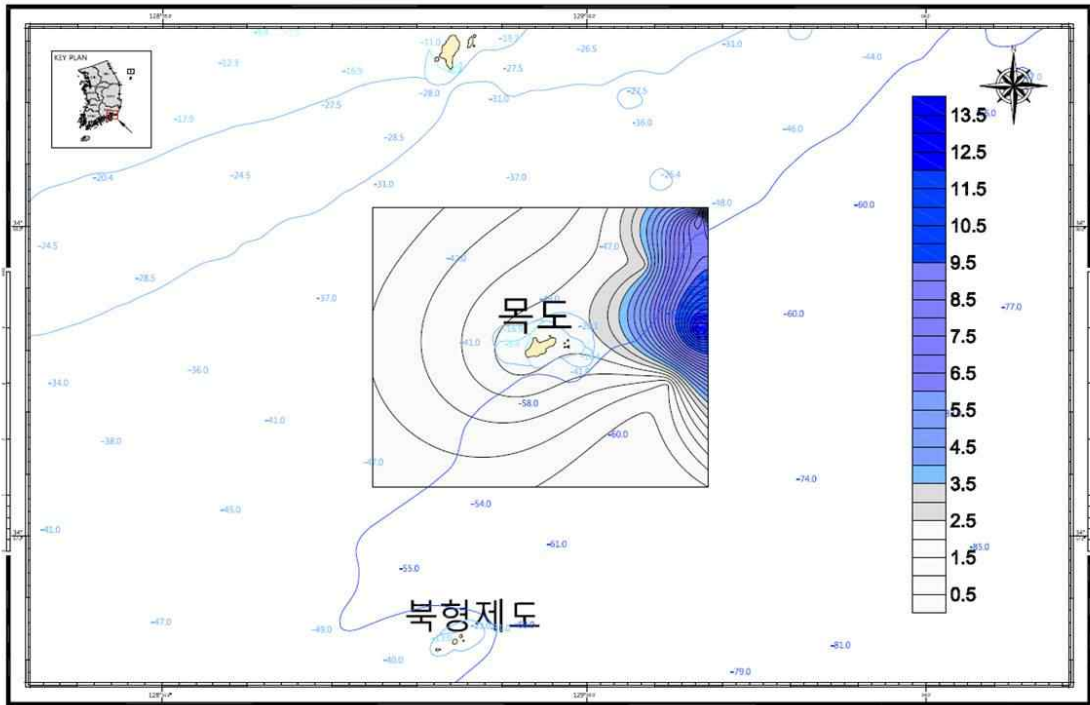
나) 현장 표본조사

부산광역시 사하구 목도 주변해역 3,000ha에 대한 인양틀 예인조사 결과, 총 20회 인양하여 폐기물이 4회 인양되었고, 인양된 폐기물은 조업 중 버려지거나 유실된 주낙줄, 스프링통발 등으로 확인되었다. 인양틀 예인조사 경로는 다음과 같다.



부산광역시 사하구 목도 주변해역 인양틀 예인조사 경로도

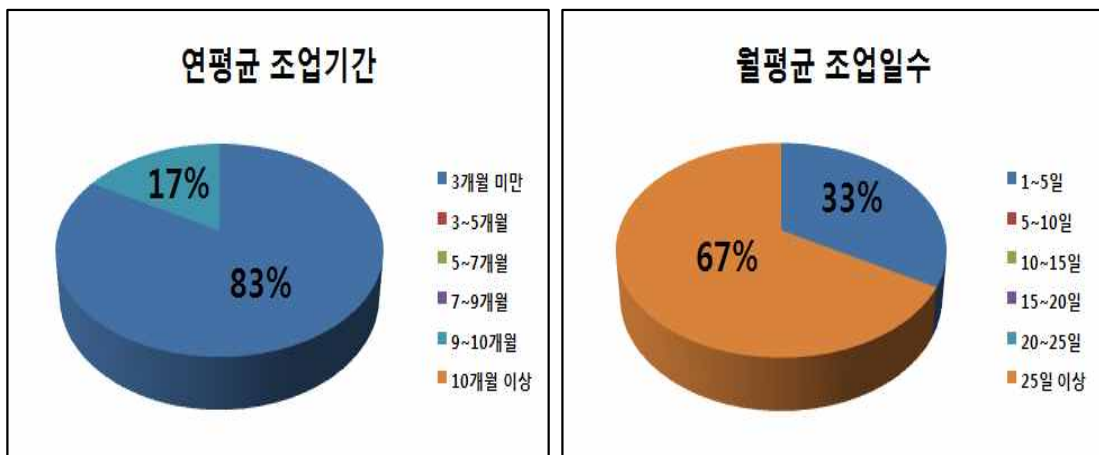
인양틀 예인조사 결과, 목도 주변해역에는 2009년 사업량인 90톤의 29%인 26톤의 폐기물이 침적되어 있는 것으로 추정되었으며 개략 분포도는 다음과 같다.



부산광역시 사하구 목도 주변해역의 침적폐기물 개략 분포도(단위:kg)

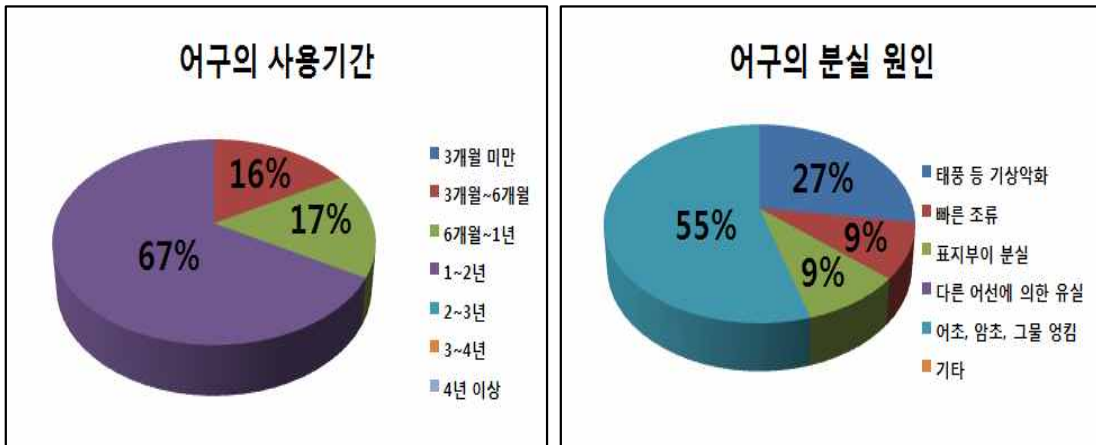
## 2) 거제시 칠천도 주변해역

### 가) 설문조사 결과

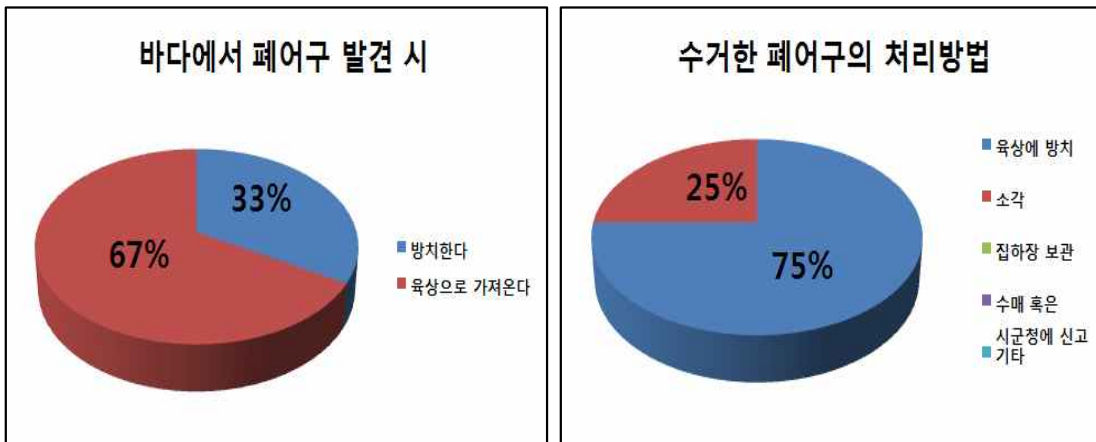


거제시 칠천도 주변해역의 연평균 조업 기간과 월평균 조업일수

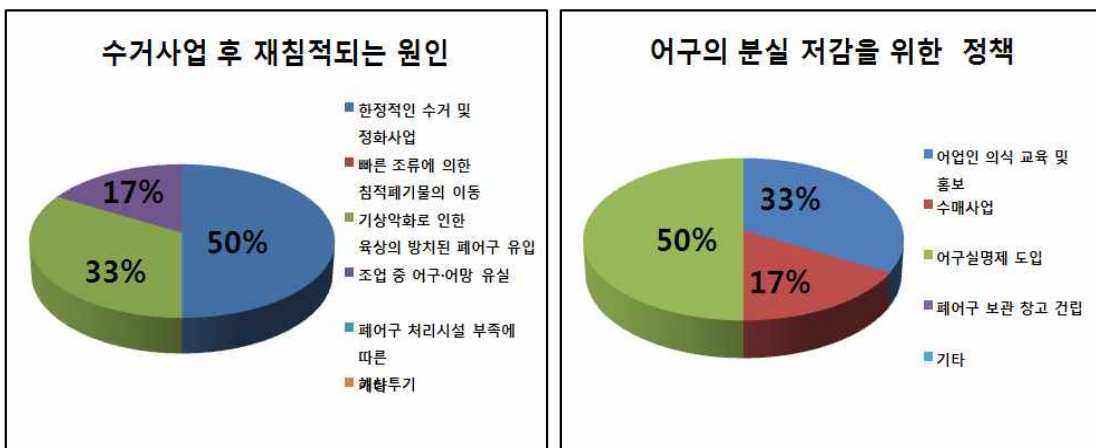




거제시 칠천도 주변해역의 어구 사용기간과 어구 분실 원인



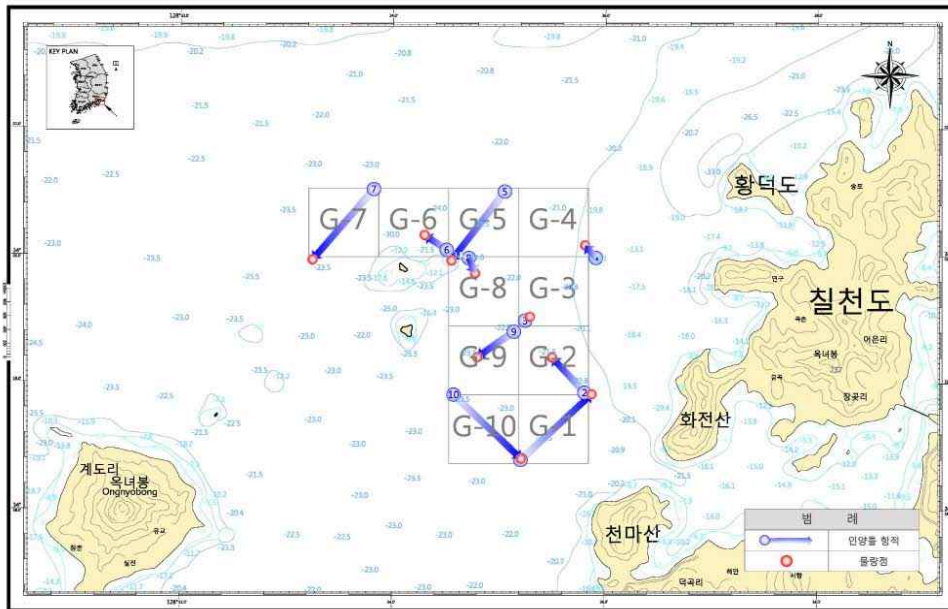
거제시 칠천도 주변해역에서의 조업인이 폐어구 발견 시 취하는 행동과 수거한 폐어구 처리방법



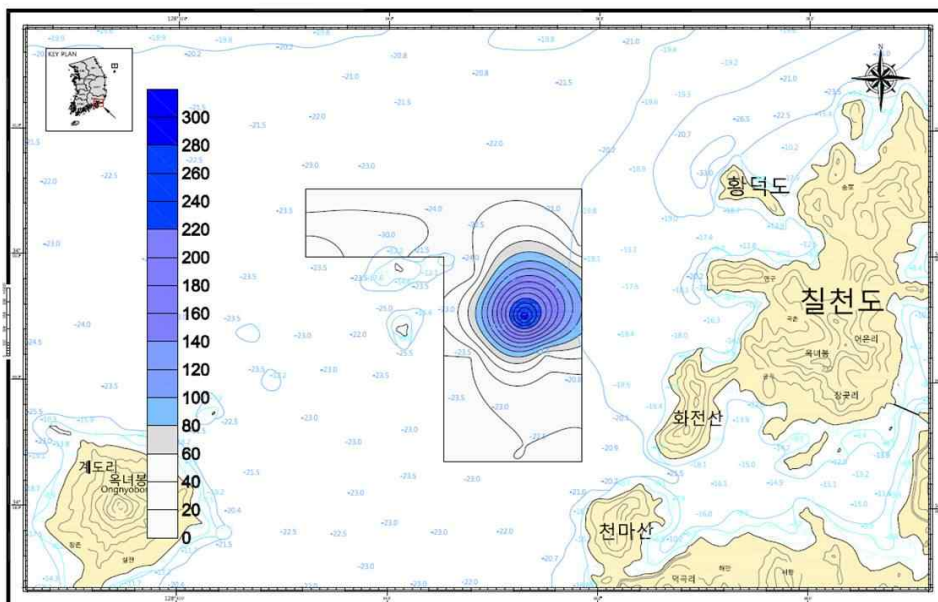
거제시 칠천도 주변해역의 침적폐기물 수거사업 후 재침적되는 원인과 어구 분실 저감을 위한 정책

나) 현장 표본조사

거제시 칠천도 주변해역 1,000ha에 대하여 인양틀 예인조사를 실시하였고 총 10회 예인조사 결과 100%의 인양률을 보였다. 인양된 폐기물은 조업 중 버려지거나 유실된 로프, 앵커 등으로 확인되었다. 조사대상해역에는 2010년 사업량인 196톤의 약 23%인 46톤의 폐기물량이 침적되어 있는 것으로 추정되었으며, 인양틀 예인조사 경로 및 개략 분포도는 다음과 같다.



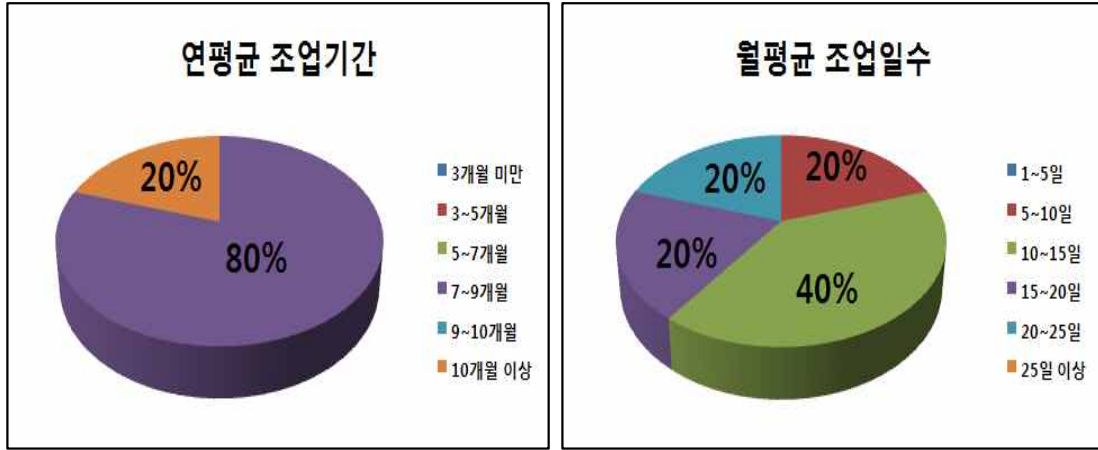
거제시 칠천도 주변해역 인양틀 예인조사 경로도



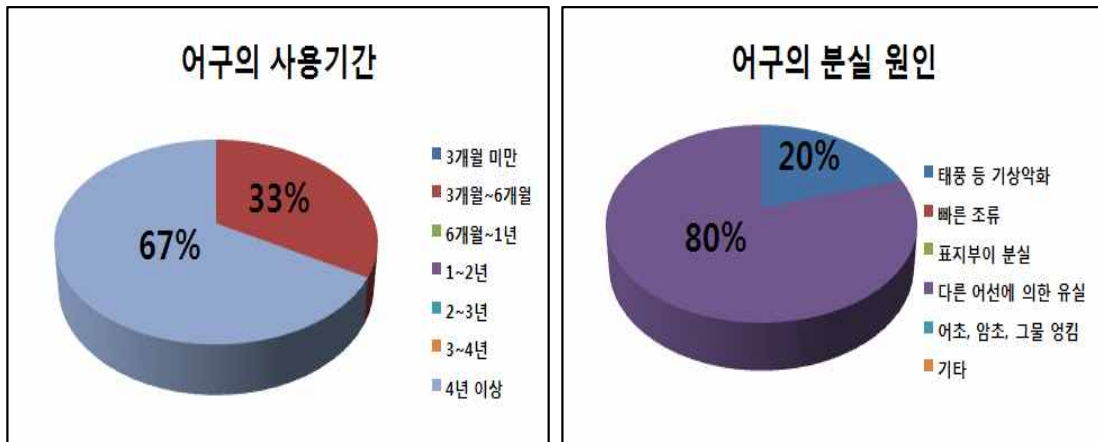
거제시 칠천도 주변해역의 침적폐기물 개략 분포도(단위:kg)

3) 창원시 진해구 잠도 주변해역

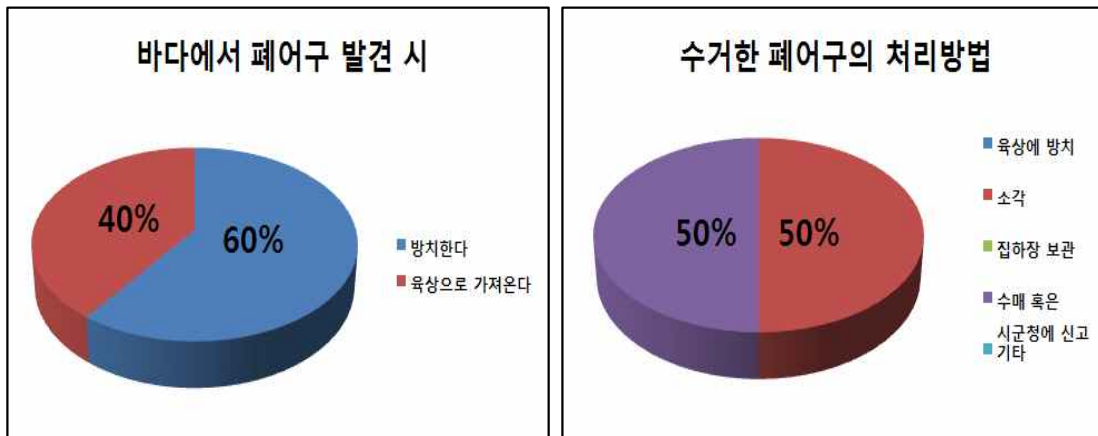
가) 설문조사 결과



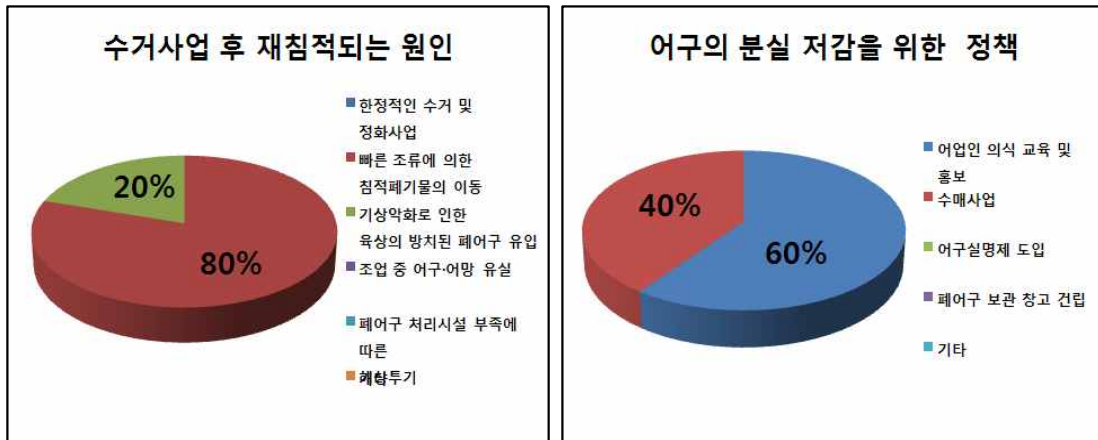
창원시 진해구 잠도 주변해역의 연평균 조업 기간과 월평균 조업일수



창원시 진해구 잠도 주변해역의 어구 사용기간과 어구 분실 원인



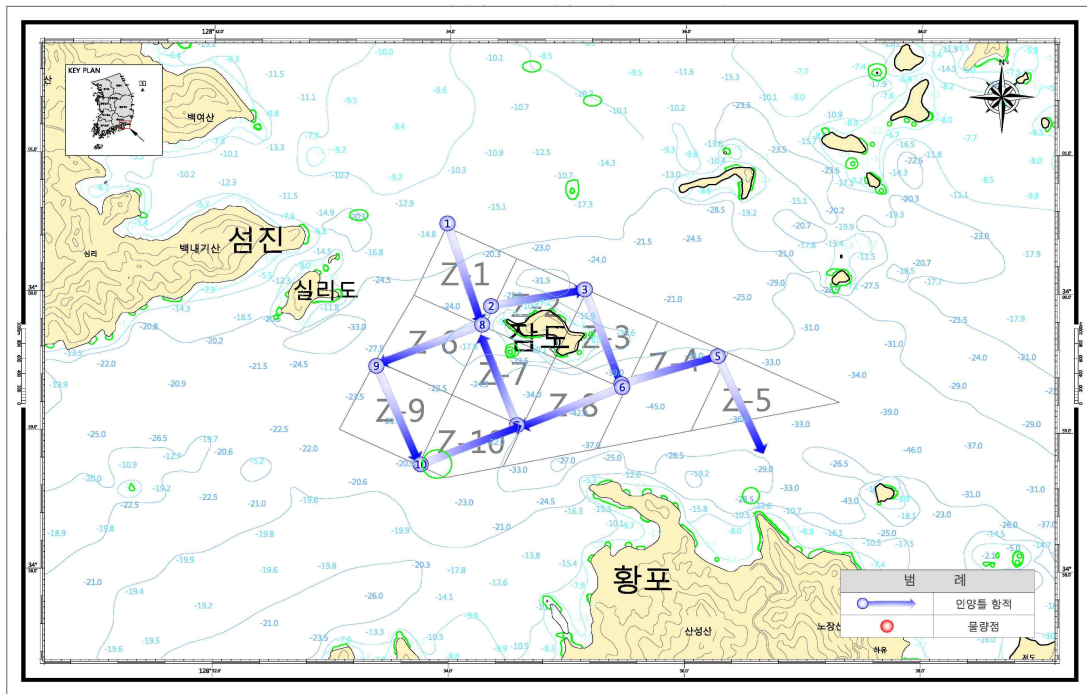
창원시 진해구 잠도 주변해역에서 조업인이 폐어구 발견 시 취하는 행동과 수거한 폐어구 처리방법



창원시 진해구 잠도 주변해역의 침적폐기물 수거사업 후 재침적되는 원인과 어구 분실 저감을 위한 정책

나) 현장 표본조사

창원시 진해구 잠도 주변해역 900ha에 대하여 다음 경로와 같이 10회 인양틀 조사를 실시하였으나, 인양된 침적폐기물은 없는 것으로 조사되었다.

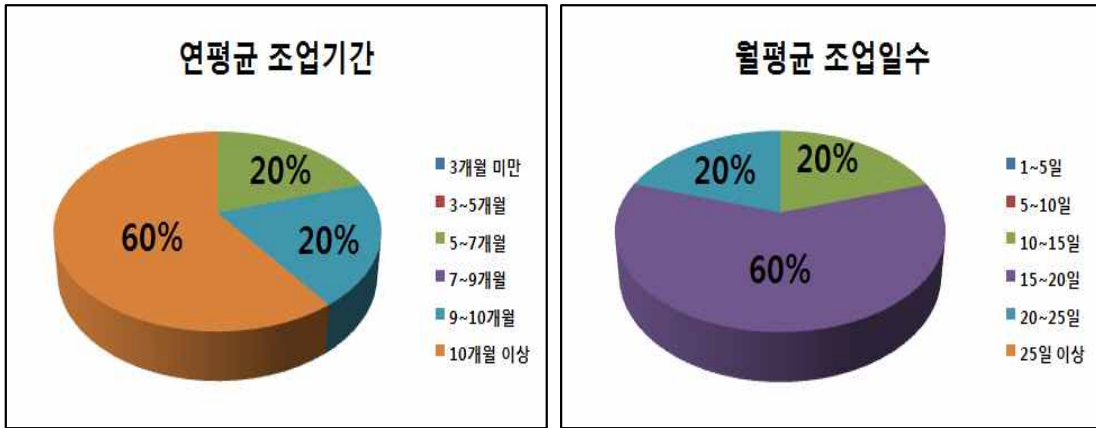


창원시 진해구 잠도 주변해역 인양틀 예인조사 경로도

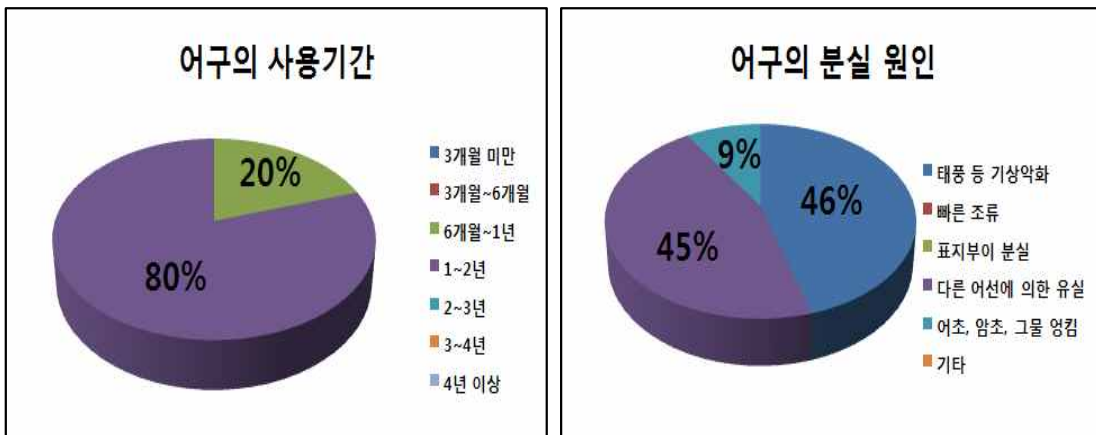
창원시 진해구 잠도 주변해역의 2010년에 수거된 침적폐기물의 양은 126톤이었다.

4) 포항시 영일만 주변해역

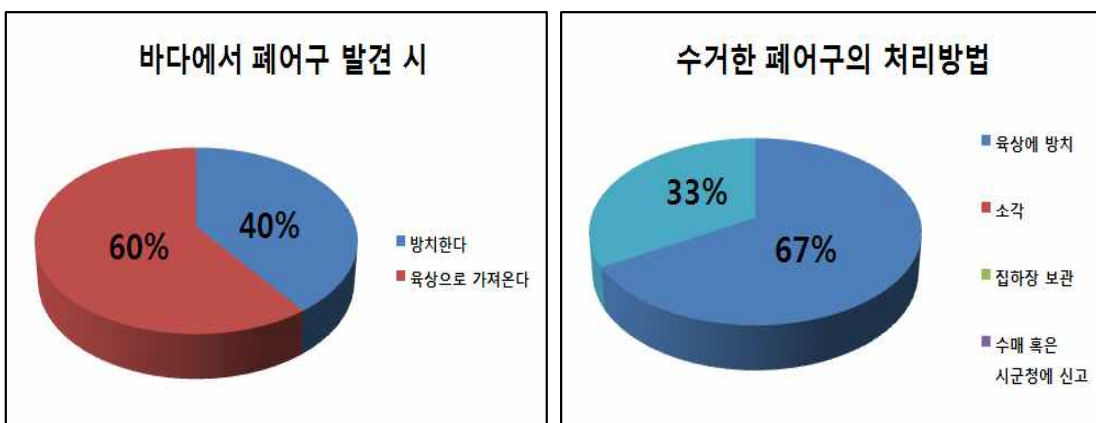
가) 설문조사 결과



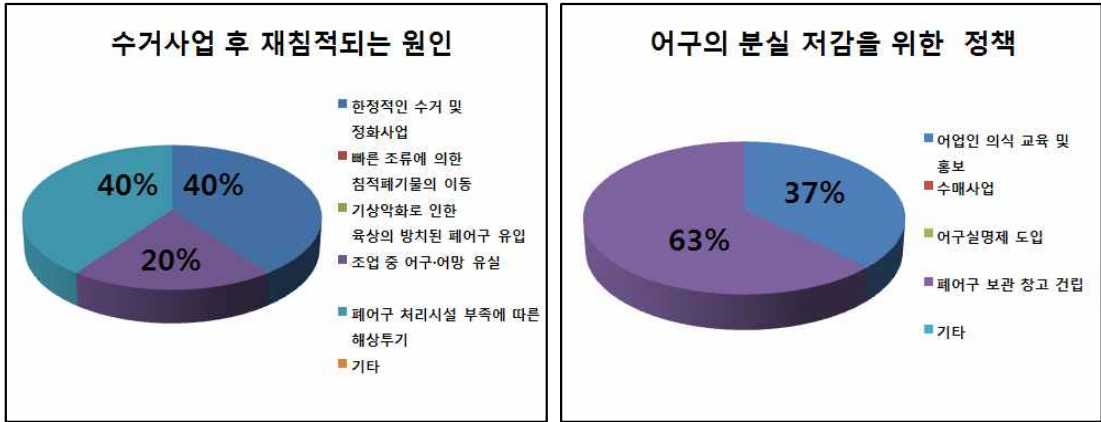
포항시 영일만 주변해역의 연평균 조업 기간과 월평균 조업일수



포항시 영일만 주변해역의 어구 사용기간과 어구 분실 원인



포항시 영일만 주변해역에서 조업인이 폐어구 발견 시 취하는 행동과 수거한 폐어구 처리방법

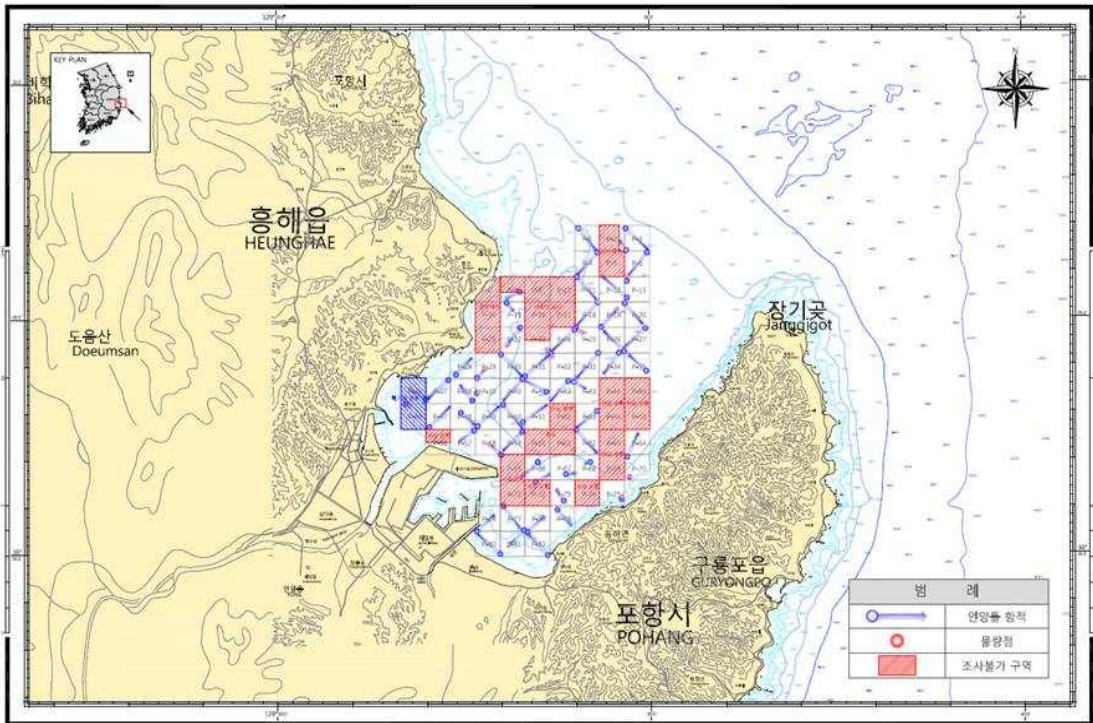


포항시 영일만 주변해역의 침적폐기물 수거사업 후 재침적되는 원인과 어구 분실 저감을 위한 정책

나) 현장 표본조사

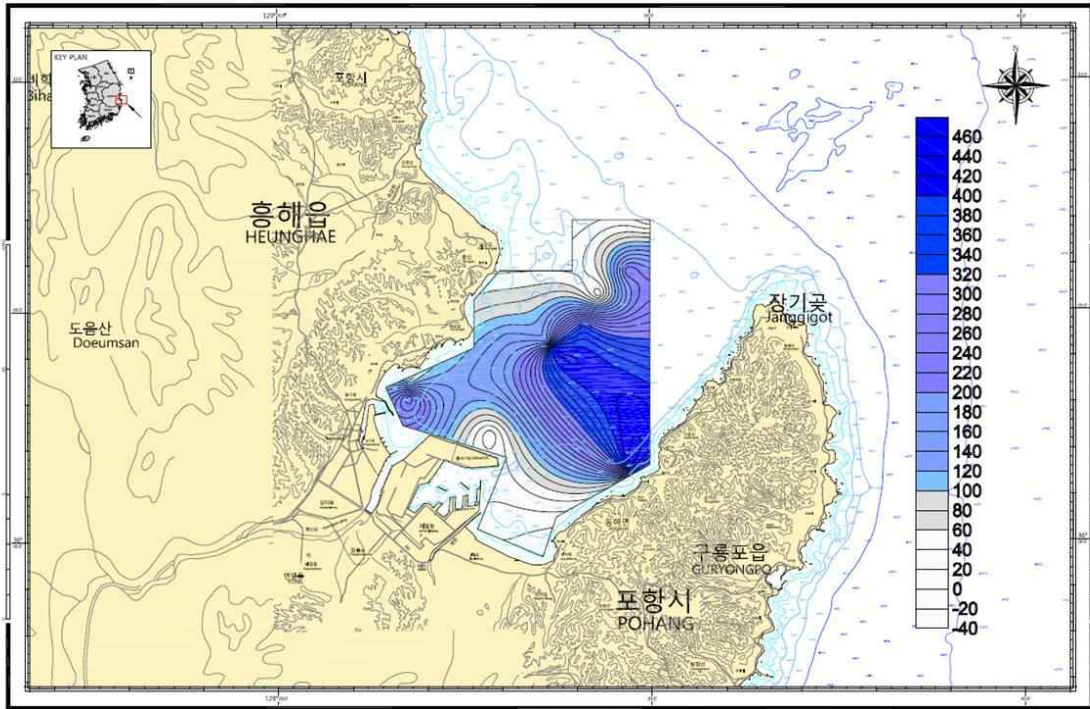
포항시 영일만 주변해역 8,200ha에 대한 인양틀 예인조사를 실시하여 총 59회 예인조사 중 폐기물이 15회 인양되어 25.4%의 인양률을 보였으며 인양된 폐기물은 조업 중 버려지거나 유실된 그물-로프, 통발 등으로 확인되었다.

인양틀 예인조사 경로는 다음과 같다.



포항시 영일만 주변해역 인양틀 예인조사 경로도

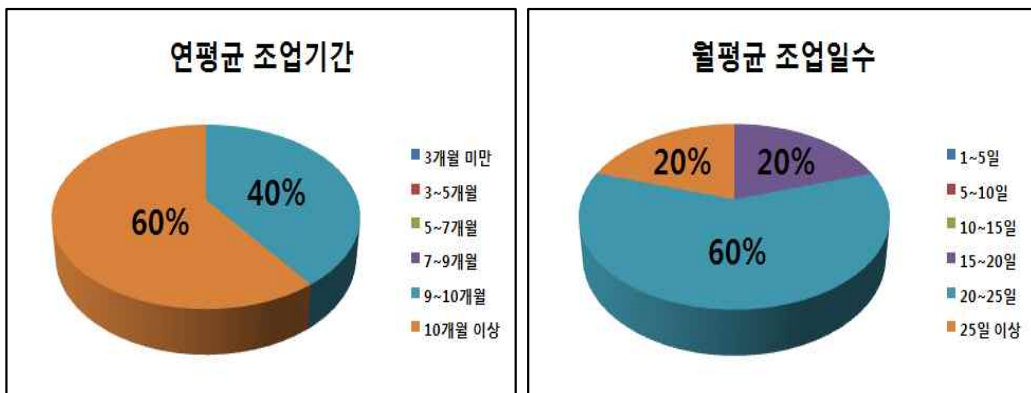
침적폐기물에 대한 과거 수거사업량과 본 연구 결과를 비교해 보면, 현재 포항시 영일만 주변해역에는 2009년 사업량인 189톤의 약 74%인 140톤의 폐기물량이 재침적되어 있는 것으로 추정된다. 조사대상해역에 대한 침적폐기물 개략 분포도는 다음과 같다.



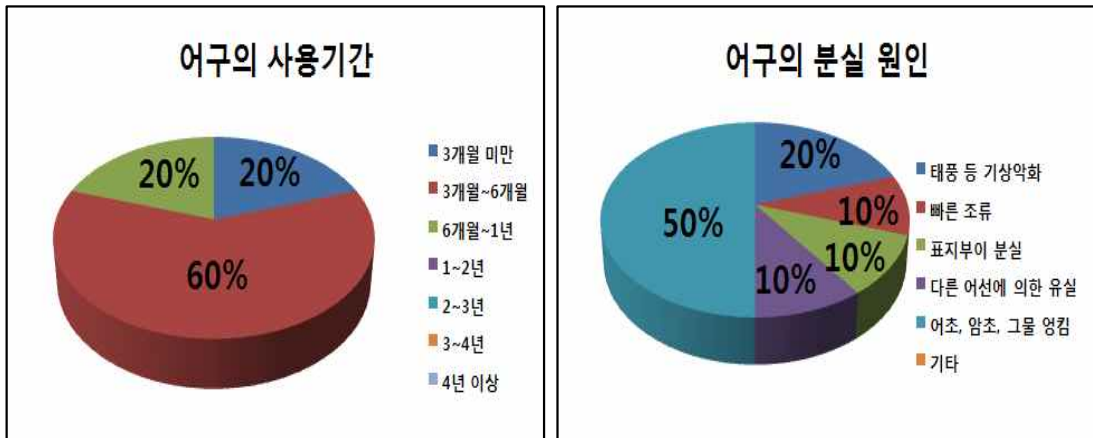
포항시 영일만 주변해역의 침적폐기물 개략 분포도(단위:kg)

5) 속초시 주변해역

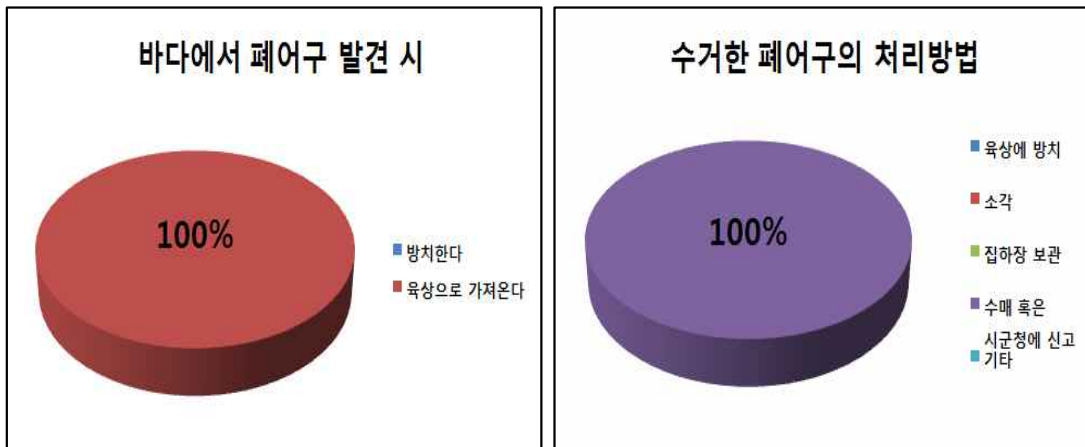
가) 설문조사 결과



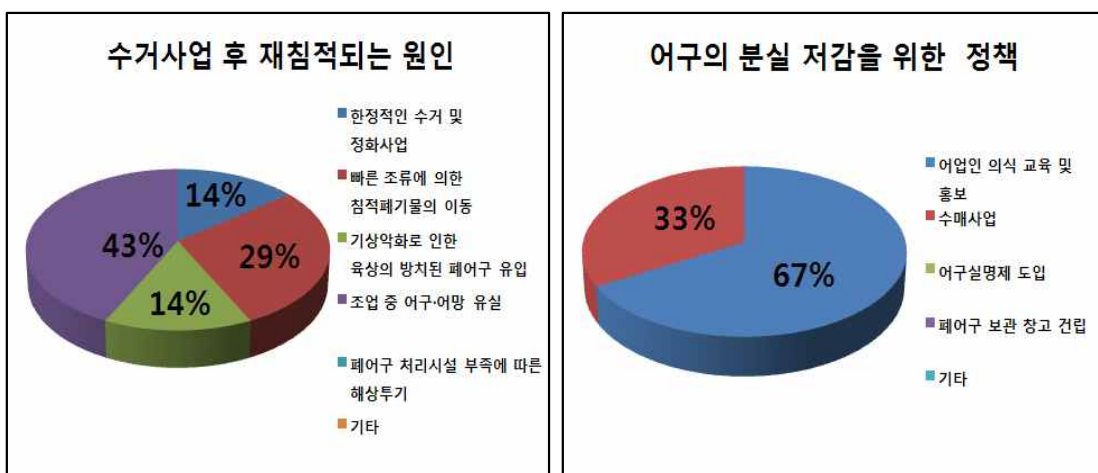
속초시 주변해역의 연평균 조업 기간과 월평균 조업일수



속초시 주변해역의 어구 사용기간과 어구 분실 원인



속초시 주변해역에서 조업인이 폐어구 발견 시 취하는 행동과 수거한 폐어구 처리방법

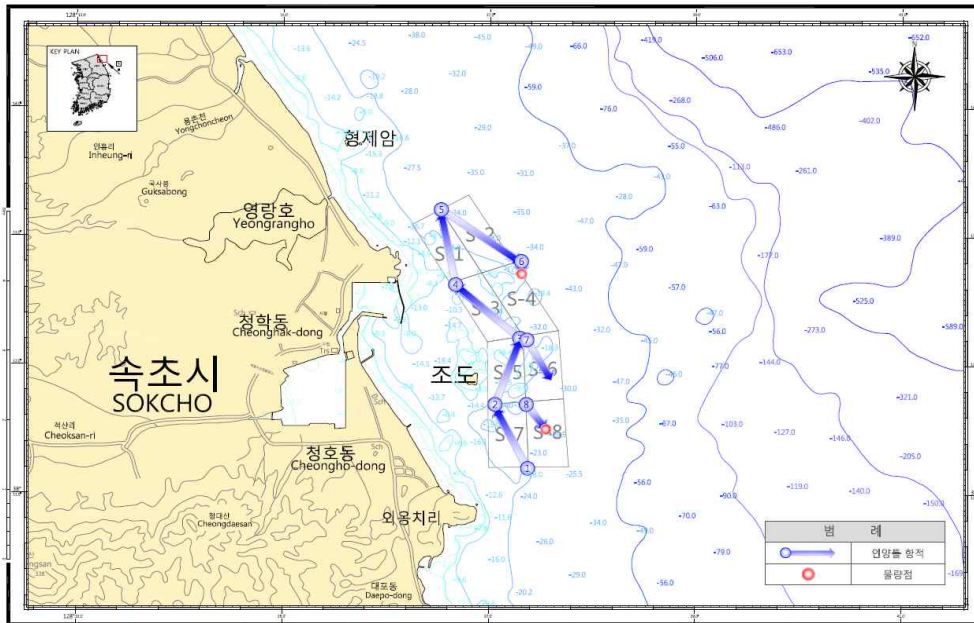


속초시 주변해역의 침적폐기물 수거사업 후 재침적되는 원인과 어구 분실 저감을 위한 정책

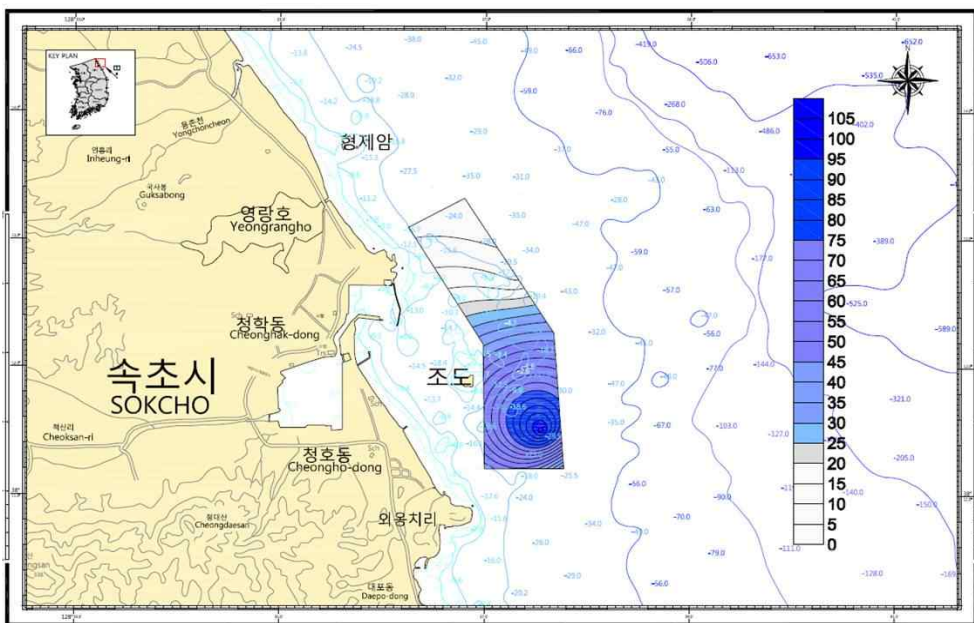


나) 현장 표본조사

속초시 주변해역 400ha에 대하여 총 8회 인양틀 예인조사를 실시하여 폐그물 및 로프 등의 폐기물이 2회 인양되었다. 조사 결과, 속초시 주변해역에는 2010년 사업량인 43톤의 약 30%인 13톤의 폐기물량이 재침적되어 있는 것으로 추정된다. 인양틀 예인조사 경로 및 개략 분포도는 다음과 같다.



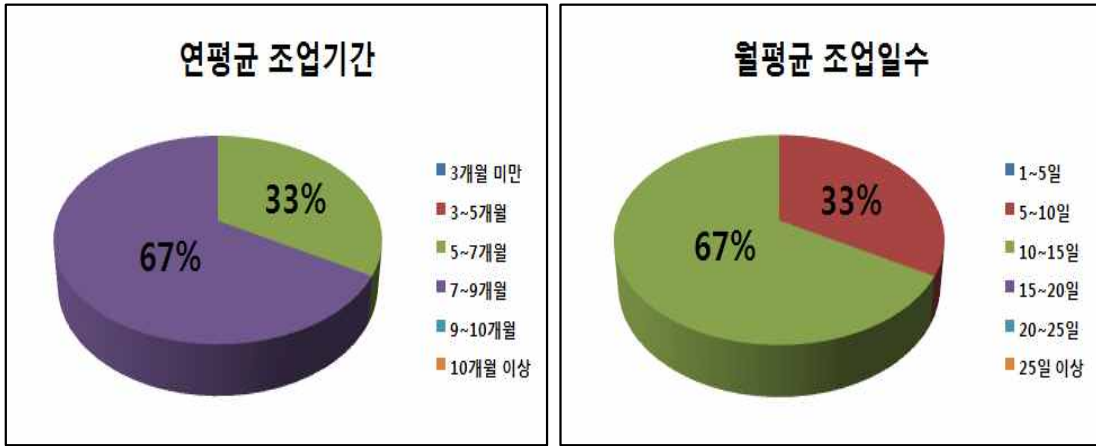
속초시 주변해역 인양틀 예인조사 경로도



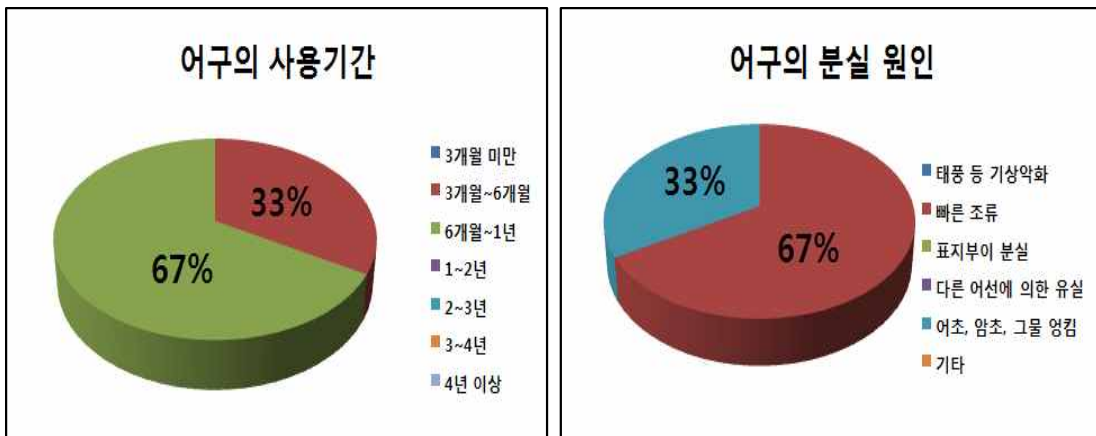
속초시 주변해역의 침적폐기물 개략 분포도(단위:kg)

6) 울진군 주변해역

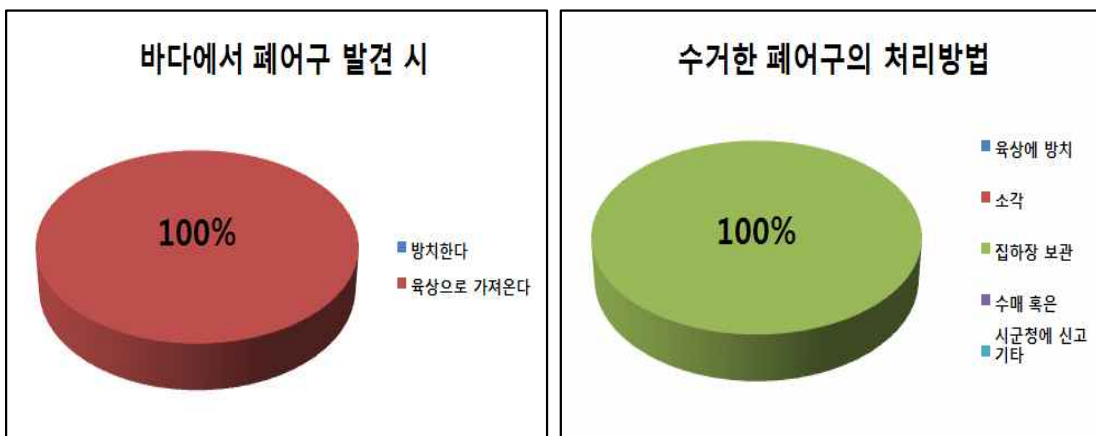
가) 설문조사 결과



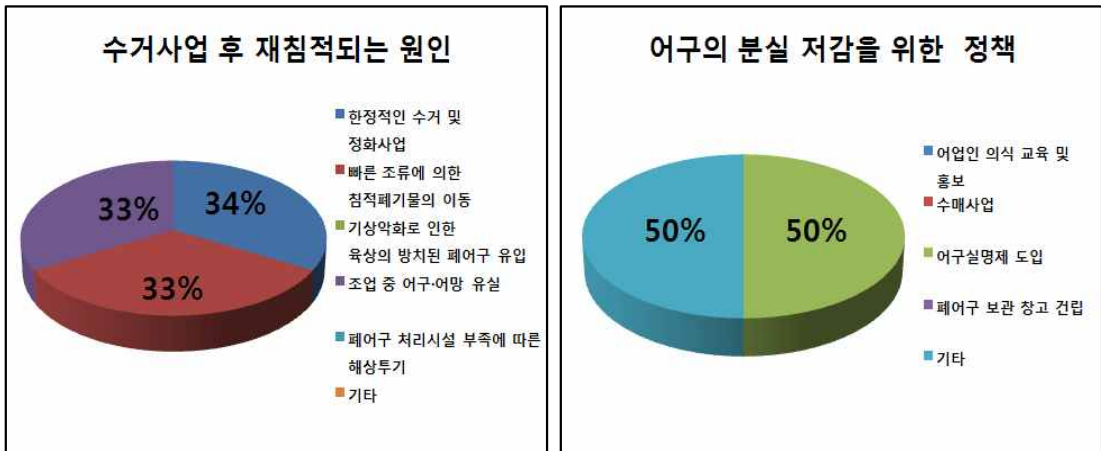
울진군 주변해역의 연평균 조업 기간과 월평균 조업일수



울진군 주변해역의 어구 사용기간과 어구 분실 원인



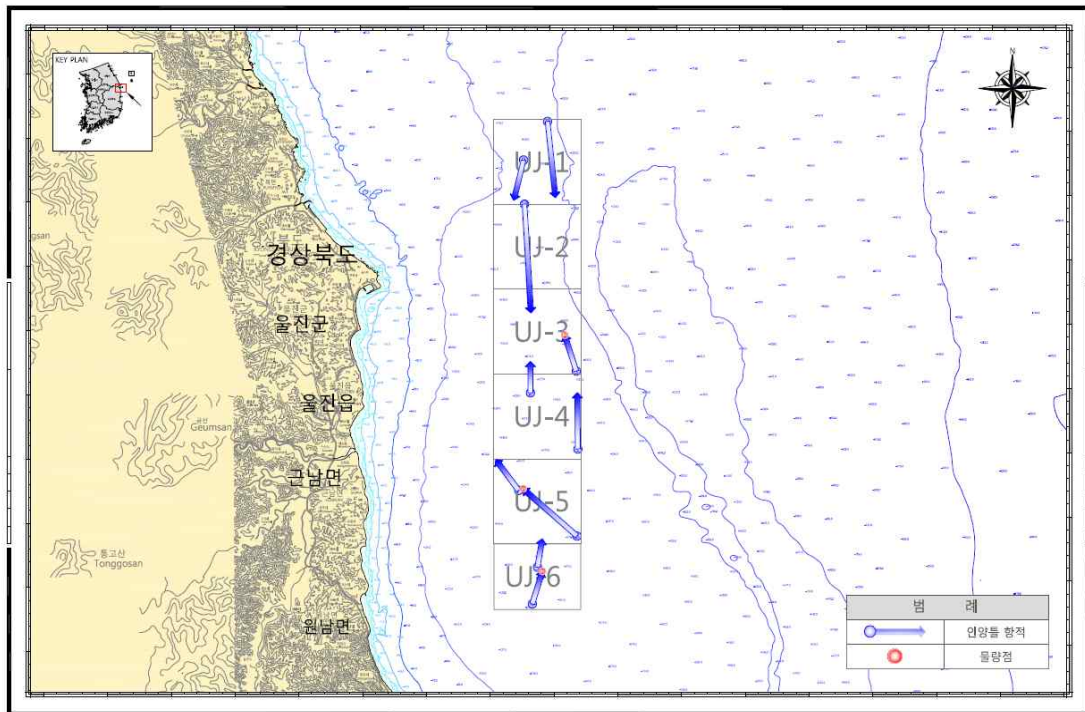
울진군 주변해역에서 조업인이 폐어구 발견 시 취하는 행동과 수거한 폐어구 처리방법



울진군 주변해역의 침적폐기물 수거사업 후 재침적되는 원인과 어구 분실 저감을 위한 정책

나)현장 표본조사

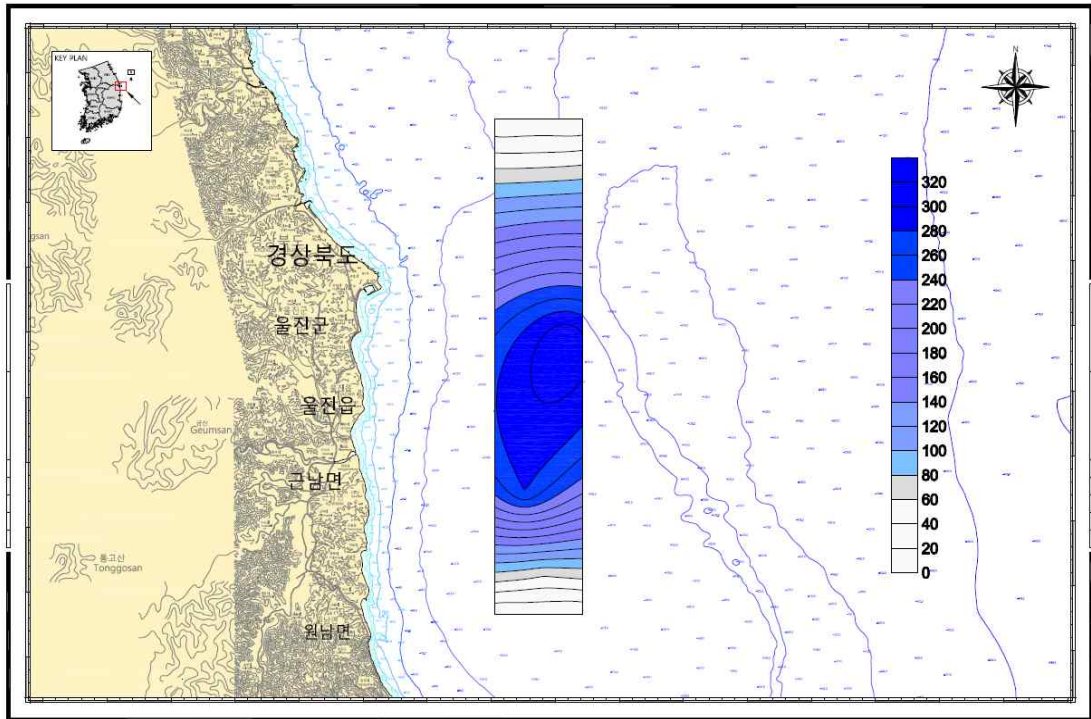
울진군 주변해역 15,000ha에 대하여 인양틀 예인조사를 실시하여 침적폐기물량을 추정하였고 인양틀 예인조사 경로는 다음과 같다.



울진군 주변해역 인양틀 예인조사 경로도

총 10회 인양틀 예인조사 결과 폐기물이 3회 인양되어 30%의 인양률을 보였으며 인양된 폐기물은 조업 중 버려지거나 유실된 대게 자망으로 확인되었다.

과거 수거사업이 시행되었던 2010년 사업량인 38톤의 약 142%인 54톤의 폐기물량이 추정되었고, 조사대상해역에 대한 개략 분포도는 다음과 같다.



울진군 주변해역의 침적폐기물 개략 분포도(단위:kg)

## 나. 유령어업에 의한 수산자원 손실량 최소화방안 연구

### 1) 유령어업 조사 및 분석

유령어업에 의한 수산자원 손실량 파악을 위하여 연근해 침적폐기물 수거사업 사후조사 실시 해역에서 인양된 폐어구에 폐사되어 있는 수산생물의 양을 조사하였다.

속초시 주변해역 및 울진군 주변해역에서 인양된 어구와 어망에 포획된 수산생물의 종류, 체장, 체고 및 무게를 측정하여 2011년 다른 해역에서 조사된 유령어업 조사 결과와 비교하였다.

다음은 속초시 주변해역 및 울진군 주변해역에서 수거된 폐어구로부터 유령어업에 의해 폐사된 수산생물량을 조사하는 장면이다.



유령어업(ghost fishing)으로 포획된 생물들

## 2) 유령어업 조사 결과

조사 년도	조사 해역	인양된 폐어구	유령어업으로 포획된 수산자원					
			개체수(ea/ha)					
			어류	패류	갑각류	연체 동물	기타 수산 동물	합계
2011 <sup>1)</sup>	삼척시	통발	12	5	-	2	-	19
2011 <sup>2)</sup>	포항시	자망	5	36	5	-	9	55
2012 <sup>3)</sup>	속초시	자망	-	10	-	-	5	15
	울진군	자망	-	1	183	-	-	184

<sup>1)</sup>자료 : 농림수산물부, 연근해 침적폐기물 실태조사 및 효과분석 보고서, 2011

<sup>2)</sup>자료 : 한국어촌어항협회, 포항 연근해 침적폐기물 실태에 관한 연구, 2011

<sup>3)</sup>본 조사결과

속초시 유령어업 조사 결과, 인양틀 표본조사에 의해 인양된 폐어구는 주로 폐자망류이었다. 유령어업으로 손실된 수산자원은 패류와 기타 수산동물로 총 15개체, 총무게 0.25kg으로 조사되었다.

울진군의 경우, 인양된 폐어구는 대게 자망으로 유령어업으로 인해 손실된 수산자원의 대부분은 대게인 갑각류가 차지하는 것으로 나타났다. 패류와 갑각류는 단위면적(ha)당 총 184개체로 총무게 44.4kg으로 조사되었다.

2011년 조사되었던 삼척시 주변해역의 경우, 인양된 주 폐어구가 통발이었으며 단위면적(ha)당 손실된 수산자원량은 어류>패류>연체동물 순으로 나타나 총 개체수의 63%가 어류인 것으로 조사되었다.

2011년 포항시 주변해역에서 인양된 폐어구는 주로 자망인 것으로 조사되었으며 단위면적(ha)당 손실된 수산자원은 패류>어류, 갑각류 순으로 총 개체수의 65%가 패류인 것으로 조사되었다.

### 3) 유령어업으로 인한 수산자원 손실량 산정

2004년 한국어촌어항협회의 '설문조사에 의한 해양폐기물 발생량 추정 및 침체어망 수거에 따른 효과분석' 보고서에 수록된 유령어업에 의한 대게 손실량 산정방법과 울진군 주변해역의 조사 결과로부터 유령어업에 의한 수산자원 손실량을 산정해 보았다.

울진군 주변해역에서 수거된 폐어구는 대부분 대게자망으로 약 16.5폭(3~4m × 200m/폭)이고, 수거된 전체 대게자망에서 총 566마리의 대게가 폐사된 채 포획되었다. 울진군 주변해역에서 조사 기간 중 침체어망에 의해 폐사된 대게의 직접효과를 계산해 보면 다음과 같다.

$$566\text{마리} \times 0.243\text{kg}(\text{평균중량}) = 138\text{kg}$$

이를 금액으로 환산하면 다음과 같다.

$$138\text{kg} \times 33,000\text{원} = 4,554,000\text{원}$$

(2012년 3월 20일 대게 도매기준가(33,000원/kg) 적용)

탐문조사에 의하면 울진군에서 대게자망어업에 의해 사용되는 자망량이 연간 약 10만폭이라고 한다. 그리고 농림수산식품부 어업정책과의 보도자료(2009)에 게시된 우리나라 자망 유실률인 10~20%로부터 울진군의 연간 대게자망어업으로 손실되는 수산자원량을 계산해 볼 수 있다.

울진군 연간 대게자망 사용량 10만폭의 10%인 1만폭이 유실된다고 가정하면, 울진군 대게자망에 의한 유령어업으로 인해 약 83톤의 대게가 폐사하며, 이 손실액을 계산하면 약 27억이다. 대게자망 유실률이 20%라고 가정한다면 유실된 자망에 의하여 약 166톤의 대게자원이 손실될 것이며, 이를 금액으로 계산하면 약 54억으로 나타난다.

이렇듯 유령어업으로 폐사된 수산생물을 양적인 개념으로 파악하는 직접효과 이외에 산란치어의 폐사에 의해 산란 후 치어로 자라 자원으로 가압 가능한 량 그리고 연중 반복적으로 걸려 폐사하는 질적인 개념(간접효과)으로도 생각해 볼 수 있다.

간접효과를 조사하기 위하여 일반적으로 어업인들의 대게 자망 투망기간이 5~15일 정도 투망하는 것을 고려하여 폐어구에 걸려 어획된 대게가 약 10일간에 걸쳐 어획된 것으로 가정할 경우, 이 폐어구에서 1년에 걸친(금어기 제외 8개월) 유령어업으로 인한 대게 손실량을 아래와 같이 계산할 수 있다.

$$566\text{마리} \times 36.5 = 20,659\text{마리} \dots\dots\dots (1)$$

조사기간 중 암컷 160마리가 유령어업으로 어획되었는데, 암컷 한 마리가 폐어구에 걸리지 않고 산란을 하여 7~8년(암컷 대게 산란 시까지의 수명) 후 자원으로 가입되는 양을 추정하여 구하면 다음과 같다. 이 때, 성체 암컷 한 마리가 100,000립의란을 부화하고, 0.00003%가 성체로 가입된다고 가정한다.

$$160\text{마리} \times 100,000\text{립} \times 0.000003 \times 36.5 = 1,752\text{마리} \dots\dots\dots (2)$$

(1)과 (2)의 결과를 합하면 다음과 같다.

$$20,659\text{마리} + 1,752\text{마리} = 22,411\text{마리}$$

유령 어업으로 유실될 대게량과 새로운 자원으로 가입되는 양을 총중량으로

환산하여 금액으로 계산하면 다음과 같다.

$$22,411\text{마리} \times 0.243\text{kg} \times 33,000\text{원} = 179,713,809\text{원}$$

간접효과 산정 결과 역시 울진군 연간 대게자망 사용량인 10만 폭과 어구 유실률을 고려하여 계산하면, 어구유실률이 10%라고 가정할 때 약 1,000억, 어구 유실률이 20%라고 가정할 때 약 2,000억 정도가 유령어업의 간접효과로 인한 수산자원 손실액으로 계산된다.

여기서 대게 조업 시 암컷은 원칙적으로 어획하지 않는다는 현실을 감안하여 울진군 대게자망의 유령어업으로 인한 효과를 다시 계산해 볼 필요가 있다. 그리하여 유령어업의 직접효과 및 간접효과에서 연간 대게 손실량 산정 시 암컷수를 제외하고 다시 계산하면, 울진군에서 대게자망에 의한 직접효과는 어구유실률이 10%라고 가정할 때 약 20억, 그리고 어구유실률이 20%라고 가정할 때 약 40억으로 계산된다. 간접효과에 의한 손실량 또한 어구유실률이 10%일 때, 약 800억, 어구유실률이 20%일 때, 약 1,600억의 손실액이 계산된다.

울진군 주변해역에서 수거된 대게자망에 의한 유령어업 효과를 금액으로 계산한 결과, 수거된 16.5폭의 대게자망으로 폐사된 대게량은 약 4.6백만 원(암컷 제외 약 3.3백만 원), 새로운 자원으로 가입될 양을 포함하여 유령어업으로 인한 연간 손실액은 약 1.65억 원(암컷 제외 1.32억 원)으로 나타났다. 이 결과를 활용하여 울진군의 연간 대게자망 사용량이 10만폭이고 어구유실률이 10~20%일 때 유령어업을 계산해 보면, 유실되어 해저면에 침적된 대게자망에 의해 직접적으로 약 27~54억 원(암컷 제외 시 약 20~40억 원)의 자원 손실이 있는 것으로 나타났다. 새로운 자원으로 가입되는 양을 포함하여 연간 유령어업으로 손실되는 양은 약 1,000억 원 이상인 것으로 정도로 나타났다.

울진군의 대게자망어업에서 어구가 10~20% 유실된다고 볼 때, 직접적으로 대게 생산량에 있어서 수십억 원의 손실액이 발생하며, 간접효과까지 고려하면 수백억 원에서 천억 원대의 손해액이 예상된다.

전체 대게어장이나 우리나라 연근해 어장 전체를 고려한다면 상당히 많은 양이 손해액으로 예상되고, 따라서 유령어업에 의한 수산자원 손실량을 최소화하기 위한 방안이 다각적으로 연구되어야 할 것이다. 다음에서는 유령어업에 의한 수산자원 손실량 최소화 방안을 연구하였다.



#### 4) 유령어업에 의한 수산자원 손실량 최소화 방안

연안 및 근해역은 수산생물의 산란장과 성육장이며, 어업인들의 삶의 터전으로 일반해면 전체 어획량의 대부분이 연근해 어업에서 어획되고 있다(신 등, 2010). 연근해 어장에서 혼획·투기 문제(신 등, 2010)만큼이나 유령어업이 수산자원에 미치는 영향은 심각하다. 그러므로 유령어업 저감을 위한 노력은 연근해 침적폐기물 관리뿐만 아니라 수산자원의 효율적인 관리에 있어서 핵심적인 부분으로 고려되어야 할 사항이다.

유령어업에 의한 수산자원 손실량을 저감 및 최소화하기 위한 방안으로는 ① 신기술을 도입하여 어구유실방지 및 효율적인 수거를 위한 과학적이고 능동적인 방안, ②지속가능한 수산업을 위한 방안, ③경제적 인센티브 제공 및 강제에 의한 방안이다. 이에 세부추진 방안을 아래와 같이 제시하고자 한다.



\*자료 : 국토해양부, 해양폐기물 분포파악을 위한 어구실태조사 보고서, 2011

#### 가) 과학적이고 능동적 방안

유령어업에 의한 수산자원 손실량 최소화를 위한 능동적 방안으로는 Pingers, CDMA, GPS, Pop-Up Tag, 트랜스폰더, 어망전자부이 등의 어구 추적시스템, ROV를 이용한 심해 조사기술과 수거장비개발 등 신기술 개발을 들 수 있다.

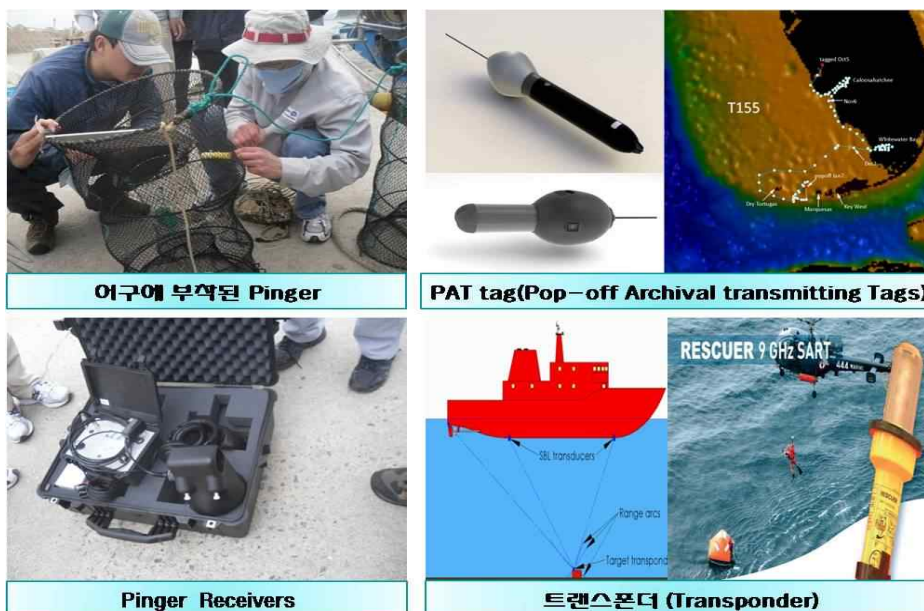
(1) 현황 및 문제점

수산업을 영위하기 위해서는 어선, 어업인, 어업허가, 어구와 수산자원이 중요하다. 이 중 어선, 어업허가와 수산자원에 대한 법적 규제 및 관리는 정립되어 있는 상태이나 어구의 경우, 실제 유통량, 사용량과 사용주기 등에 관한 법적인 규제가 없어 이로 인한 침적폐기물 발생과 유령어업현황에 대한 자료가 부족하다.

폐어구는 연근해 침적폐기물의 대부분을 차지하고 있으며 주로 태풍 발생 시 또는 조업 중 발생하기 때문에 이에 대한 관리가 쉽지 않은 실정이다. 유령어업은 궁극적으로 조업 중 발생하는 어구의 유실 및 투기의 결과이다. 그러므로, 어구 추적시스템이나 대수심이나 암반지역에서 조사 가능한 장비 도입 그리고 다용도 수거장비 개발 등 신기술의 도입을 통해 어구의 이동경로 및 위치를 파악하는 노력이 필요하다. 또한 어구 추적시스템 구축을 통한 어구의 제작에서 노후 폐기 과정까지의 모니터링을 통해 어구관리 및 유령어업 감소를 위한 관리방안 등이 수립되어야 할 것이다.

(2) 개선방안

수중에 침적된 폐어구를 추적하는데 이용될 수 있는 어구 추적시스템으로 Pingers, CDMA, GPS, 어망전자부이, 트랜스폰더와 ARGOS 위성을 이용한 Pop-Up Tag등이 있다.



어구 추적시스템(예)

본 연구에 사용된 Pingers와 Pop-Up Tags는 어구에 부착하여 어구의 이동경로를 예측하고 폐기물의 집적지를 파악할 수 있어 눈으로 확인할 수 없는 해저면에서의 침적폐기물에 대한 정보 확보가 가능하다. 이 방법은 경제성의 문제가 있긴 하나 지금까지 침적폐기물 조사를 위한 방법과는 달리 매우 과학적이고 실제 정확한 위치를 파악할 수 있다는 점에서 향후 지속적인 연구가 필요하다.

최근 개발된 또 다른 어구 추적이 가능한 장비로 어망전자부이를 들 수 있다. 어망전자부이는 GPS가 내장된 전자 부이로 어망의 정확한 위치정보와 식별 부호를 GPS 플로터 상에 표시함으로써 어망의 감시, 분실방지, 연료절감, 어망 회수시간을 단축하여 빠른 시간에 어망의 위치를 찾기 위한 장비로 Pingers와 Pop-Up Tags와 함께 어구의 이동경로 추적에 효과적일 것으로 보인다.

어구 추적시스템은 어구의 이동경로 및 위치 등을 파악하여 폐기물의 집적장소를 파악하여 자료를 수집, 축적하는 것이다. 유령어업은 어구 등이 유실되어 지속적으로 수산자원을 어획하는 것으로 어구 등을 수거하지 않은 이상 확인이 어렵고, 어구 추적 장비가 부착되지 않으면 위치 파악이 힘들다.

따라서 향후 어구 추적시스템을 도입하여 어구에 부착시켜 위치를 파악한다면 유실된 어구 회수 및 침적폐기물의 분포 및 이동경로 파악 등에 매우 유용하게 쓰일 것으로 판단된다.

어구 추적시스템이 어구의 이동경로를 파악하여 폐기물 집적 장소를 파악, 자료 축적으로 어구유실방지 및 효율적인 수거를 가능하게 하는 반면, 탐사용 해중 로봇(ROV) 등 최첨단 기기를 이용하여 해저면에 위치한 폐기물의 위치를 직접 파악 및 수거가 가능하다. 최근 NOAA에서 몬테레이 만 국립 해양 보호구역의 폐어구 수거 프로젝트를 통해 수심 300m에서 ROV를 이용하여 불락 폐자망 등을 수거하는 등 해저면의 침적폐기물 조사, 수거 장비로서의 ROV 테스트에 성공하였다(NOAA, 2010). ROV 등 최첨단 과학기기를 이용한 조사 및 수거방법은 경제적 효율성이라는 단점을 보완하여 상용화될 수 있다면 가장 확실하고 정확한 방법인 것으로 보인다.

#### 나) 지속 가능한 수산업을 위한 개선 방안

유령어업에 의한 수산자원 손실량 최소화를 위한 지속적인 방안은 친환경어구인 생분해성 어구의 보급, 확대 및 생분해성 어구의 단점 보완하는 방법과, 어구 어업 개발 및 이에 대한 홍보 등이 있다.

### (1) 현황 및 문제점

일반적으로 어업에 사용되는 그물의 재료는 나일론, 폴리에스테르, 폴리아미드 등의 합성섬유가 대부분이며 이들이 자연 상태에서 완전히 썩어 분해되는 데이는 100년 이상의 오랜 기간이 소요된다. 플라스틱류의 경우 미세한 입자로 분해된다고 할지라도 여과섭식을 하는 패류나 해조류 등이 이를 섭취하여 축적시키고 이를 먹이로 하는 갑각류나 어류가 이를 섭취하는 등 먹이사슬을 통해 인간의 인체에 축적되게 된다. 이에 비해 생분해성 어구는 자연 상태에서 일정기간이 지나면 수중 미생물에 의해 자연 분해되는 것으로, 2년 후부터 미생물에 의해 자연 분해되기 시작하므로 해저에 방치되더라도 나일론 어구에 비해 유령어업을 줄이는데 기여하며 수산생물의 산란장, 서식장 파괴를 완화함으로써 수산생물의 보호에도 도움이 될 것으로 보인다.

생분해성 어구에 사용되는 PBS(Polybutylene succinate) 물질은 물이나 토양 속의 박테리아나 곰팡이와 같은 미생물에 의해 분해되는 생분해성 지방족 고분자로서 분해가 진행됨에 따라 분자량이 감소되고 최종적으로 물과 이산화탄소로 분해된다. 우리나라에서는 생분해성 어구에 관해 2002년부터 연구를 시작하여 2007년에 생산하고 시범으로 보급하기 시작하였으며 2008년부터 경제성 분석을 시작하였다.

시험사업 실시 결과, 기존 나일론 어구와 비교해 어획성능에 차이가 없고, 생분해성 어구의 경우 내구성도 2배 정도 우수하여 어구비 절감효과가 있으며 암컷과 어린 물고기의 혼획이 현저히 감소되는 등 수산자원 보호 효과가 탁월한 것으로 나타났다. 그러나 조업하는 수산자원의 종류, 조업 지역 및 구역 등에 따라 어구 사용 기간이 다르고, 어구의 원가 등과 같은 근본적인 문제 해결을 위한 대책에도 한계가 있으므로 수산자원 회복 및 지속적 어업을 위해서 어구 보완, 어구어법개발 및 홍보가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

### (2) 개선방안

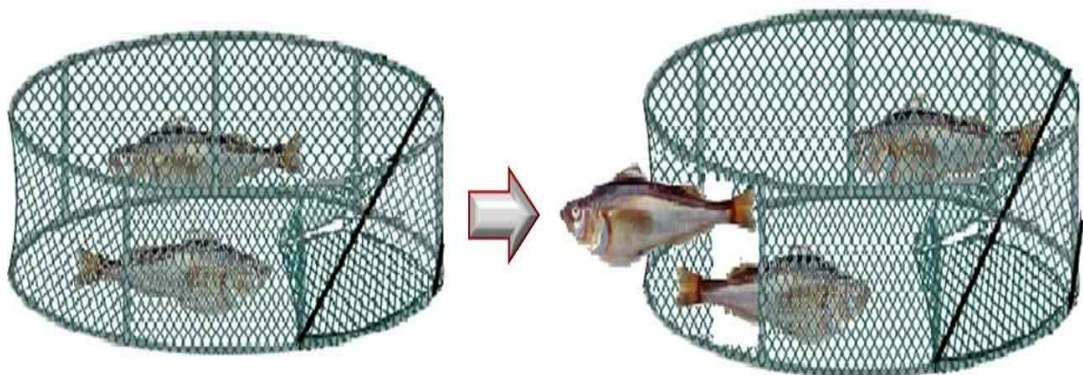
유령어업 최소화 및 침적폐기물 저감 방법 중 가장 친환경적이고 합리적인 대책으로 생분해성 어구와 같은 친환경 소재의 어구를 개발하는 것이다. 친환경 소재로 어구를 제작하고 일정기간 경과 시 자연적으로 소멸된다면 유령어업에 의한 폐해와 침적폐기물에 의한 고충도 감소될 것이다.

나일론 어구의 경우 바다에 투하 되면, 분해가 잘 이루어지지 않을 뿐만 아니

라 지속적인 유령어업을 발생시키고, 다량의 침적폐기물을 유발시킨다. 반면, 생분해성 어구의 경우, 침체 이후 나일론 어구와 마찬가지로 유령어업을 발생시키는 것은 하지만 21개월 경과 후 해양저층에 서식하는 박테리아에 의해서 자연분해가 시작되고, 일정기간이 경과하면 분해에 의해 소멸되는 것으로 알려져 있으므로 장기적으로 볼 때 가장 친환경적이고 합리적인 침적폐기물 저감 방안으로 판단된다.

기존의 어구에 비해 생분해성 어구가 분해되는 속도가 빨라 유령어업이나 침적폐기물의 감소를 가져오기는 하지만 약 2년이라는 기간이 지나야지만 분해되는 단점이 있다. 그렇다면 어느 일정부분을 더 빨리 분해되는 재료를 사용 혹은 일정기간이 지나면 어구에서 어느 부분이 탈락되도록 보완하여 개발한다면 유령어업에 대한 피해를 한층 더 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

또한 이와 관련된 어구어법을 개발하고, 대민 홍보와 해양환경교육을 통해 생분해성 어구에 대한 홍보를 함으로써 유령어업과 침적폐기물 축소를 유도해야 할 것이다.



생분해성 어구 개량(예: 통발)

#### 다) 경제적 인센티브 제공 및 강제적 방안

노후 폐기된 어구들의 적절한 처리 수집, 처분, 재활용 계획을 세워 이를 지속적으로 증진시키도록 하는 경제적 방안으로 선상 집하장 설치와 수매제도가 있고, 강제적인 방안으로 어구실명제 등이 있다.

경제적인 방안인 육상 및 선상 집하장 설치와 수매제도는 시설 확충과 수매제도 확대가 그 목표라고 할 수 있다. 턱없이 부족한 육상 집하장으로 인해 선착장 및 어항부근에 널려있는 어구들은 여름철 태풍 시 육상에서 해양으로 유입되

기 때문에 이로 인한 유령어업 및 침적폐기물 발생이 우려된다. 또한, 해양쓰레기 유입이 많은 지역과 도서지역 등에 설치된 선상 집하장은 선착장이나 물량장 주변에 폐어망 등 쓰레기 유실방지 칸막이를 갖춘 바지선으로 어업인들이 입·출항 시 쉽게 쓰레기를 모을 수 있도록 하기 위한 것으로서 선상 집하장 시설 확충으로 인해 바다로 유입되는 쓰레기 처리에 효율이 클 것으로 기대한다.

따라서 육상 및 선상 집하장 확충과 수매제도를 확대한다면 폐기물을 육상에 두어 태풍 시 해양으로 쓸려나간다거나 조업 중 폐기물을 발견 시 방치하거나 하는 일이 감소할 것으로 판단된다.

어구실명제는 바다에 설치한 그물의 위치를 나타내는 표시 깃발이 어업현실에 맞게 개발된 것으로 과도한 그물 사용으로 인한 자원남획을 예방하고, 어장선점 경쟁으로 인한 어구분쟁을 막고자 하기 위함이다. 그러나 현재 사용 중인 표시 깃발은 어업인이 직접 일반 천으로 제작하여 사용하기 때문에 조류나 해풍에 의해 3~5일 만에 훼손되어 어구실명 확인에 어려움이 있다.

따라서 내구성이 강하고 가격이 저렴한 표시 깃발, 바코드 형식, 어구 정보를 발광하는 발광표시장치 등을 개발하여 어구에 부착한다면 어구 사용자 파악 및 관리가 용이하고, 수산자원보호 및 어구분쟁 발생이 크게 감소할 것으로 판단된다.

여기에 현재 미국에서 사용되고 있는 어구 예치금 제도를 도입하는 방안을 제시하고자 한다. 미국의 경우, 랍스터 통발의 경우 사용 시 예치금을 부담하고 회수 시 환불해 주는 어구 예치금 제도를 시행하고 있다. 어구 예치금 제도는 자칫 국내 정서상 반감을 불러일으킬 염려가 있으나 어구 유실이 많은 자망, 통발에 있어서 수매제도와 병합하여 사용자들이 저항하지 않는 범위 내에서 점차적으로 시행, 확대해 간다면 매우 효율적인 유령어업 저감 방안이 될 것이다.

## 다. 해역별 침적폐기물 조사 · 수거 매뉴얼

### 1) 조사부분 매뉴얼

#### 가) 양방향 음파 탐사기 조사

##### (1) 양방향 음파 탐사기 원리

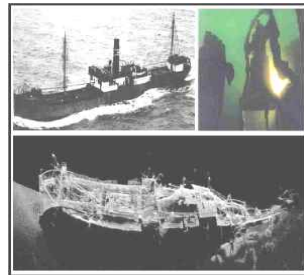
- 양방향 음파 탐사기(Side Scan Sonar)는 양방향 측면을 탐색하는 수중 초음파 시스템이다. 선박이 수중 탐사체(Tow-fish)를 견인 신호 케이블로 견인하면서 수중 탐사체 양측면의 트랜스듀서(Transducer)에서 수중으로 초음파를 발신하고 반사된 초음파를 수신하여 영상처리장치로 수중의 형태를 영상으로 복원하는 시스템이다.

(2) 양방향 음파 탐사기의 응용 분야

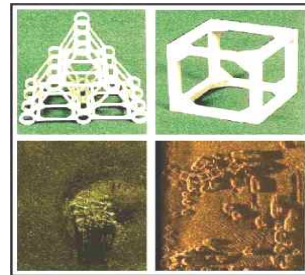
- 양방향 음파 탐사기는 넓은 해저 표면을 영상화하기에 매우 효과적이기 때문에 수중에서 특정한 목표물을 찾고자 할 때 주로 사용된다. 현재 국내외에서 많이 활용되는 분야로는 해양환경조사 및 오염방제, 침선 및 수중물체 탐색, 인공어초 조사 및 사전 사후 관리, 어군탐지, 군사 분야, 해양개발분야에 많이 활용되고 있다. 이와 같이 사이드스캔소나의 응용 분야는 수중의 모든 분야에 활용이 가능한 해양 분야에 있어서 필수적 장비라고 할 수 있다.



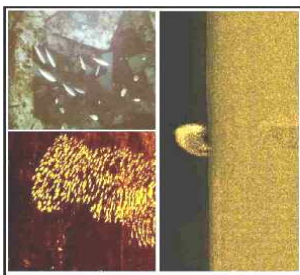
해양 환경 분야



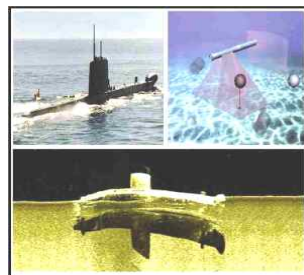
침선 및 수중 물체 탐색 분야



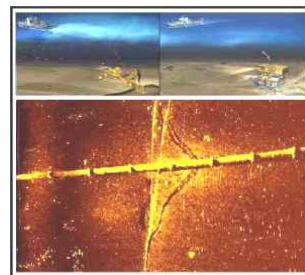
인공어초 시설 분야



어군 탐지 분야



군사적 응용분야



해양 개발 분야

(3) 양방향 음파 탐사기의 운용

- 수심별 양방향 음파 탐사기 운용
  - 가장 최적의 영상을 취득하기 위한 수중 탐사체의 고도는 탐사체 탐색

범위의 10~20% 정도 또는 최소한 수심의 반 이하가 되는 것이 최적의 영상을 표현하기에 적합하다. 현장 조사 시 조사구역의 주변수심에 따라 양방향 음파 탐사기 예인케이블의 길이와 조사되는 좌우의 조사 폭을 수심에 따라 적절히 설정한다.

- 저질별 양방향 음파 탐사기 운용
  - 양방향 음파 탐사기는 수중 물체의 성질이나 해저면 형태, 지질에 대한 정보 등을 얻는데 사용된다. 양방향 음파 탐사기의 직접적인 데이터는 해저면 형태의 특성을 보여주는 데는 유용하지만, 해저면 지질을 이해하기 위한 정보를 충분히 제공하지는 못한다. 양방향 음파 탐사기를 이용해 해저면 지질을 이해하기 위해서는 영상표현 시스템으로부터 디지털 자료를 획득하고, 여러 가지 자료 보정과 연속적인 후처리를 통해 모자이크 영상(<그림 4.75>)을 만들고, 그 영상을 분석해야 한다.

- 속도(조류)별 양방향 음파 탐사기 운용

$$\begin{aligned} \text{부력의 크기}(F) &= m(\text{유체의 질량}) \times g(\text{중력가속도}) \\ &= \rho(\text{유체의 밀도}) \times V(\text{잠긴 부분의 부피}) \times g(\text{중력가속도}) \end{aligned}$$

위 공식을 사용하여 나온 수중 탐사체의 부력은 0.31N이다. 수중 탐사체의 예인각이 30°일 경우로 가정한다면 중력가속도의 크기가 9.8N이기 때문에 19N이상의 힘이 수중 탐사체에 가해져야 부력이 발생하게 된다. 19N의 힘을 속도로 계산하면 약 1.85Knot가 된다. 수중 탐사체에 약 1.85Knot 이상의 속도로 예인했을 경우에 가라앉지 않고 부력을 받아 뜨게 된다. 조사의 특성상 일정한 깊이에 유지되어야 하기 때문에 약 1.85Knot 이상의 속도로 예인하게 되면 결국 부력으로 인해 뜨게 되어 일정한 깊이에 유지해 있을 수 없게 된다.

- 결과적으로 일정한 깊이에서 수중 탐사체의 예인속도를 약 1.85Knot로 예인할 수 있는 기술적인 문제가 해결된다면 조류도 크게 문제되지 않는다. 하지만 수시로 바뀌는 해양환경에서 이와 같은 속도를 맞추는 것은 매우 어려운 일이라고 하겠다.
- 현재로서는 그 대안으로 수중 탐사체에 부가적인 무게장치 장착을 통하여 수중 탐사체의 무게를 증가시켜 부력을 낮춰 속도 변화에 덜 민감하



도록 조정하고 있다.

(가) 양방향 음파 탐사기의 운용 전 점검

- 예인 케이블 준비
  - 예인 케이블과 보조 예인 로프를 안전장치에 연결 후 고정  
예인 케이블 절단에 대비  
수중 탐사체가 장애물에 걸렸을 경우 안전장치 작동
- 수중 탐사체 준비
  - 예인 케이블과 수중 탐사체 연결 커넥터 확인
  - 수중 탐사체의 Fin(날개 - Tow Fish(탐사체)의 수평 수직 유지 장치) 장착 후 고정
  - Fin 과 Fin 사이를 낚싯줄, 케이블타이 등으로 고정  
Fin이 수중 탐사체에 이탈 시 분실 대비
- Unit Deck(신호, 영상처리장치) 준비
  - 예인 케이블과 Unit Deck(신호, 영상처리장치) 연결  
수중 탐사체 신호처리  
수중 탐사체 전원공급
- 수중 탐사체 GPS연결  
수중 탐사체의 이동과약
- 수중 탐사체와 배터리 박스 연결  
Unit Deck(신호, 영상처리장치) 전원공급

(나) 시험운용

- 수중 탐사체의 위치 결정
  - 프로펠러의 간섭이 없는 위치  
수중 탐사체에 문제가 생겼을 경우 신속히 대처할 수 있는 장소
- 주변 장애물 제거
  - 현장 조사 시 방해가 될 만한 요소 제거(ex. 그물, 로프, 통발, 타이어 등)
- 장비의 작동 확인

- 현장조사와 같은 조건으로 작동
- 장비의 오작동할 경우
  - 모든 장비를 해체하여 운용 전 준비상황을 반복

(다) 현장조사

- 수중 탐사체의 주파수, 탐색범위 결정
  - 탐색범위와 분해능에 따라 변화
    - 주파수가 높으면 탐색범위는 짧지만 분해능은 향상
    - 주파수가 낮으면 탐색범위는 넓지만 분해능은 저하
- 수중 탐사체의 고도 결정
  - 수중 탐사체 고도는 탐사체와 바닥사이의 높이
    - 수중 탐사체 탐색 범위의 10%(ex. 탐색 범위가 50m일 경우에는 5m 이하)
  - 수중 탐사체의 고도가 최소 수심의 반 이하가 되는 것이 유리(ex. 수심이 10m일 경우 5m 이하)
  - 조류나 배의 속력으로 수중 탐사체의 고도를 낮출 수 없는 경우 수중 탐사체에 보조 장치나 케이블에 무게 추를 연결해 무게를 무겁게 해 고도를 낮춤.
- 수중 탐사체의 케이블 길이 결정
  - 일정 속도에서 케이블을 길게 하면 수중 탐사체의 고도가 낮아짐
  - 일정 속도에서 케이블을 짧게 하면 수중 탐사체의 고도가 높아짐
- 수중 탐사체의 속도 결정
  - 수중 탐사체의 속도가 빠르면 탐사체의 고도가 상승
  - 수중 탐사체의 속도가 느리면 탐사체의 고도가 하강

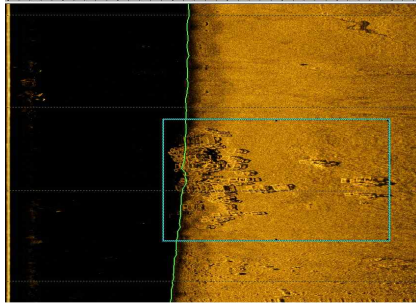
(라) 현장조사 후 유지보수

- 수중 탐사체와 케이블을 깨끗한 수돗물로 청소
  - 해수로부터 부식을 최소화
- 커넥터 부분에 실리콘 기름으로 얇은 막을 입힘
  - 소금기가 포함된 환경에서 부식을 최소화

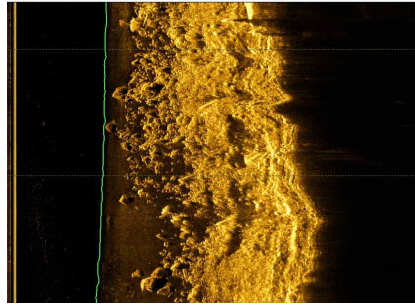
- 커넥터 부분의 뚜껑의 모두 닫음
- 수중 탐사체에 있는 모든 나사의 조임 상태 확인

(마) 자료 처리

- 해저 지형 파악

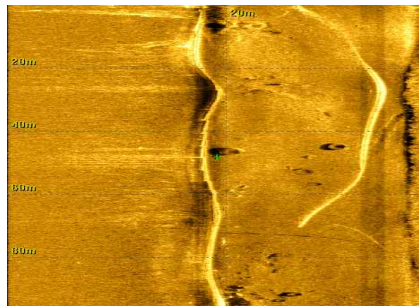


해저지형 영상 예(인공어초)

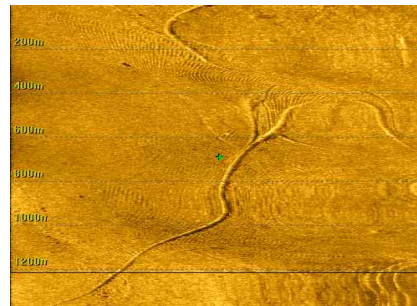


해저지형 영상 예(암반)

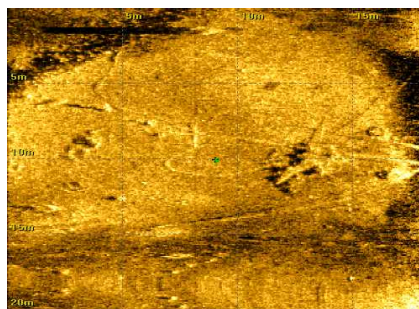
- 영상물의 형태와 크기를 분석해 폐기물 종류 확인



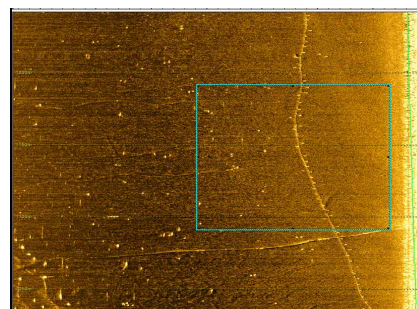
침적폐기물 영상 예(타이어)



침적폐기물 영상 예(로프)



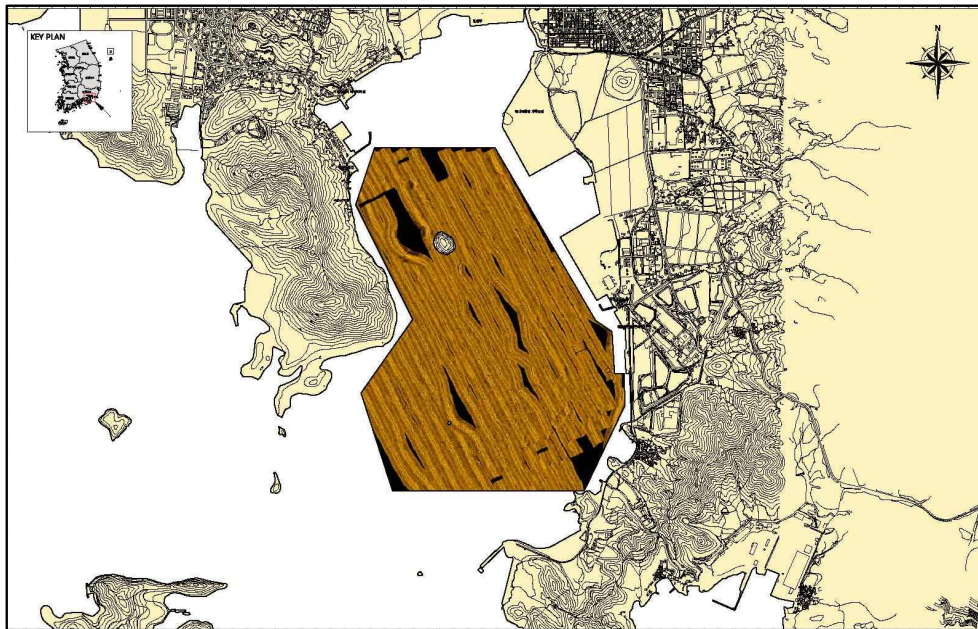
침적폐기물 영상 예(그물-로프더미)



침적폐기물 영상 예(통발류)

- 폐기물의 부피와 물량 파악
  - 탐문, 현장조사 시 조사지역에서 주로 사용되는 어구의 종류를 파악

- 영상물의 크기를 측정해 폐기물의 부피와 무게 파악
- 단위 물량표 작성
  - 폐기물의 종류와 부피, 무게를 기초하여 단위 물량표 작성
- Mosaic 지도 작성
  - 현장조사 항적을 이용하여 해저지형도 작성

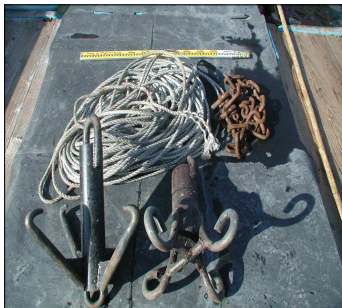


모자이크도 예(진해항)

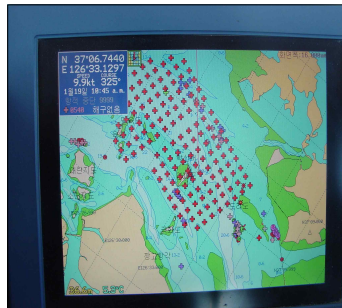
#### 나) 인양틀 예인조사(Trawl Survey)

- 관계 어업인, 관련 수협 및 자망·통발협회 등을 통한 설문·탐문조사 결과를 토대로 조사대상해역을 재확정 후 실시설계에 반영되는 침적폐기물의 분포상태, 인양소요시간 및 작업선 작업효율 등을 산정하기 위하여 인양틀을 이용하여 인양틀 예인조사를 수행한다.
- 샘플링 조사 선박은 약 5~10톤 규모의 관할 지선의 선박을 활용하며, 기본적으로 폐기물의 인양이 가능한 롤러와 윈치가 탑재되어 있어야 한다. 조사대상해역의 특성에 적합한 인양틀과 무게추, 22mm p.p로프 약 200m(수심이 깊은 해역의 경우 약 500m)를 기본 조사 장비로 한다.
- 일정 수심 이상의 해역이나 유속이 센 해역의 경우, 무게 추는 조사선박이 진행할 때 인양틀이 바닥에서 뜨는 것을 방지하여 인양틀이 해저면을

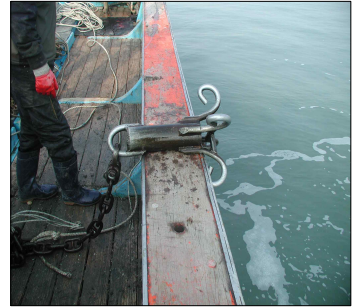
충분히 탐색할 수 있도록 한다. 인양틀 예인조사의 공정은 다음 그림에 나타난 바와 같다.



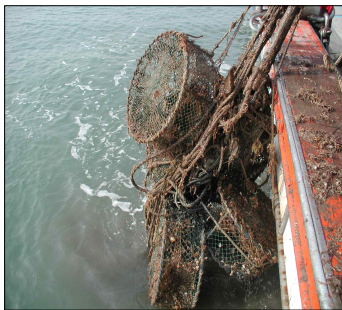
<조사에 사용되는 인양틀>



<플로터에 조사격자 설정>



<인양틀 투하>



<인양된 폐기물>



<인양폐기물 물량계측>

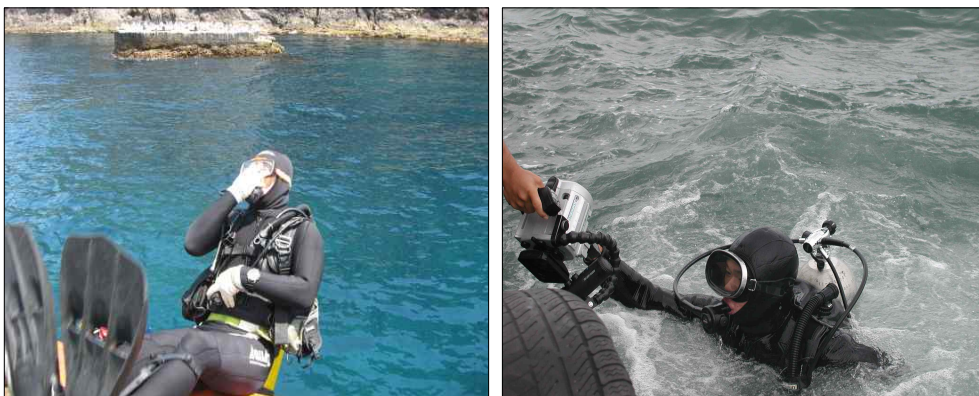


<조사공정별 야장기록>

- 기본적인 샘플링 조사 방법은 조사대상해역을 등간격의 격자 (예:1km×1km)로 나누어 격자별 1회 조사하는 것을 원칙으로 한다. 조사 선박은 조류, 통발 및 자망 등의 조업 형태를 고려하여 대각선 방향(之자형)으로 진행하므로 세로 혹은 가로 방향으로 진행하는 것보다 넓은 면적을 정확하게 조사할 수 있다.
- 조사 선박에는 선장 및 선원 외 2인의 연구원이 승선하여 조사대상해역으로 이동한다. 조사 위치에 도착하여 준비된 인양틀을 투하하고 위치정보를 확인한다.
- 평균 약 3knots의 속도로 진행하며 일정거리 혹은 일정시간동안 진행한 후 폐기물이 견인되면 인양하여 인양점의 위치정보를 다시 확인하고 폐기물을 인양한다. 폐기물이 인양되면 물량을 계측한 후 새로운 격자 출발점에서 인양틀을 투하하여 재조사를 실시한다.

다) 잠수조사



- 수심 30m 이내의 해역에 대한 연근해 침적폐기물 분포실태조사에서 잠수조사 등의 방법을 동원할 수 있다. 잠수조사는 표본 조사 면적이 넓지는 않으나 해저면과 저질 내를 직접 육안에 의해 직접적으로 확인할 수 있어 평면적인 조사뿐만 아니라 연직적인 조사도 가능하다는 장점이 있다. 잠수조사 시 일반적으로 4인 1조(잠수책임자, 잠수사, 보조잠수사, 잠수보조자)의 인원이 필요하다.
- 잠수조사는 SCUBA(Self Contained Underwater Breathing Apparatus)장비를 사용하여 실시하고, 잠수작업 시 안전을 위하여 비감압 한계 이내의 해저 체류시간을 지킨다. 잠수사는 입수 전 조사방향을 결정하고, 입수 후 나침반을 이용하여 조사방향으로 진행하며 폐기물의 분포실태를 조사한다.
- 수중에서 시정에 따라 조사 폭을 결정한 후 조사를 실시, 폐기물의 양을 파악하고, 조사 후 기초 물량표를 작성한다. 폐기물의 양과 조사면적 등을 입력하는 기초 물량표는 수중비디오카메라로 촬영을 한 뒤 다시 촬영분을 보면서 작성할 수도 있고, 수중에서 메모판을 이용하여 기록하여 상승 후 옮겨 적었다가 작성할 수도 있다.
- 조사거리는 잠수사의 하강 및 상승 지점의 좌표를 수치해도에 입력해 계산하여 조사면적을 산출한다. 표본조사 면적과 폐기물량과의 비율을 통하여 일정구역 내의 폐기물량을 산출한다. 조사를 마친 후 조사좌표, 조사거리 등의 사항을 현장야장에 기입한다.



<잠수조사 입수 및 출수장면>

2) 수거부분 매뉴얼

방법별	특 징
오렌지 피일 그래플 (OPG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 오렌지피일그래플(Orange Peel Grapple)에 의한 폐기물 수거방법은 주로 항만정화사업 시에 쓰이는 방법임.</li> <li>◦ 연근해 침적폐기물 수거사업에서 OPG가 사용되는 경우는 쓰레기의 밀도가 매우 높고, 해상 계류(mooring)가 가능한 해역이어야 함.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 주로 섬 주변 폐기물 퇴적지역에 사용됨.</li> </ul> </li> </ul>
잠수사	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 잠수사에 의한 침적폐기물 수거는 쓰레기의 밀도가 비교적 높고 작업면적이 적을 때에 투입함.</li> <li>◦ 수거선박의 투입이 어려운 저수심 해역이나 해저장애물이 존재하는 해역에 투입함.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 섬 주변 쓰레기 밀집 해역</li> <li>- 섬과 섬 사이 전기, 수도, 가스 선로 매설해역</li> <li>- 해조류, 가두리 등 양식장 주변해역</li> </ul> </li> <li>◦ 수심 30M까지 수거작업 가능함.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 30M 이상도 기술적으로는 잠수가 가능하나 고비용이 소요되어 일반적인 수중쓰레기 수거작업에 부적합함.</li> </ul> </li> <li>◦ 모래, 암반 저질에서는 수중시야가 넓으므로 탐색속도가 높으나 펄 저질에서는 부유 시 시야가 거의 나오지 않으므로 탐색에 어려움. 그러나 정조 때나 약한 조류속도를 보이는 때 등 물때에 맞추면 작업이 가능하나 일일작업시간이 짧고 효율이 매우 떨어진다고 할 수 있음.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 서해가 동해, 남해에 비해 수중시야 및 조류속도 등의 악조건이 높음.</li> </ul> </li> </ul>

방법별	특 징
인양틀	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 인양틀을 이용한 침적폐기물 수거는 어장정화선, 폐기물해양수거선 등에서 주로 사용됨.</li> <li>◦ 잠수사, OPG 수거구역 외 모든 해역에서 사용함.</li> <li>◦ 잠수사, OPG 방법에 비해 수심, 조류, 저질 등의 자연조건의 제약을 비교적 덜 받음.</li> </ul>
인양틀	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 인양틀의 종류는 모래·펄용과 암반용으로 크게 두 종류로 구분됨.               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인양틀 예인 시 와이어로프를 주로 사용함.</li> <li>- 모래, 펄 해역에서 로프길이는 수심의 3배</li> <li>- 암반 해역에서 로프길이는 수심의 2~2.5배</li> </ul> </li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>&lt;모래, 펄용&gt;</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>&lt;암반용&gt;</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 수거선박의 규격은 30톤~200톤급까지 분포함.               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 규모에 따라 승선인원은 4~7명이 탑승함.</li> </ul> </li> </ul>

가) 인양틀 및 OPG 선박 안전 관리

- 선박항해 시에는 해상교통안전법 동법시행령 등 동법시행규칙, 선박안전법 동법 시행령 및 동법시행규칙 등 관련 법령을 준수하여야 한다.
- 선박운항 전에 기상예보 및 기상특보 등 기상현황을 면밀히 파악하여 운항 가능여부를 판단한 후에 악천후에 대비하여 승조원 및 작업원의 안전을 조치하여야 한다.



- 선박운항 시에는 선원법 동법시행령 및 동법시행규칙에서 정한 자격이 있는 자로서 법정인원과 수거관련 인원이 승선하여야 하며 수거업무와 관련이 없는 자가 승선하여서는 안 된다.
- 선박이 운항 시에는 출항 시부터 입항 시까지 통신기를 개방하여야 하며 어업무선국 등과 통신이 두절되지 않도록 하여야 한다.
- 선박 운항 시 출항 전에 다음사항을 감독관에게 보고하여야 하며 입항 후에는 항해결과를 보고하여야 한다.
  - 승선자 명단
  - 출항예정일시 및 입항 예정일시
  - 출항지 및 입항지
  - 기타 필요한 사항
- 피난 시 예선 및 동원장비의 피항지를 사전 확보한다.
- 피난시의 경계체제, 연락방법은 미리 결정하고 숙지상태를 수시로 확인한다.
- 피난지에서 타 선박에 피해를 주지 않도록 조치한다.
- 사고발생 시에 대비한 대책을 수립한다.
- 넘어지거나 미끄러지는 등의 위험이 없도록 작업장의 바닥은 안전하고 청결한 상태로 유지할 것
- 작업장의 바닥, 선상갑판으로부터 근로자가 추락할 위험이 있을 때는 방책을 설치하는 등 필요한 조치를 하여야 한다.
- 작업장의 바닥, 선상갑판에서 근로자에게 낙하물에 의한 위험을 미칠 우려가 있을 때에는 보호망을 설치하는 등 필요한 조치를 하여야 한다.
- 보호구를 지급할 때에는 이를 상시 사용할 수 있도록 관리하여야 하며 청결을 유지하도록 한다.
- 기계의 발전기, 절단기, 회전기계 기구 등 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 부위에는 덮개, 울, 슬라이브 및 건널다리 등을 설치하여야 한다.
- 종이, 천, 비닐 및 와이어로프 등의 감김통 등에 의하여 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 부분에는 덮개 또는 울 등을 설치하여야 한다.

- 사용 중인 기계, 기구 등의 클러치 브레이크 기타 제어를 위하여 필요한 부위의 기능을 항상 유효한 상태로 유지한다.
- 크레인 과부하 방지장치, 비상정지장치 및 브레이크장치 등 방호장치를 부착하고 유효하게 작동할 수 있도록 미리 조정하여 둔다.
- 수압 또는 유압을 동력으로 사용하는 크레인의 과도 상승을 방지하기 위한 안전밸브에 대하여는 정격 하중을 걸었을 때는 수압 또는 유압에 상당하는 압력 이하로 조정하여 두어야 한다.
- 크레인에 정격 하중을 초과하는 하중을 걸어서 사용하여서는 안 되며 하중시험을 실시할 때 또는 그 결과를 기록하고 3년간 보존한다.
- 크레인에 대하여 근로자를 운반하거나 근로자를 달아 올린 상태에서 작업에 종사시켜서는 안 된다. 다만 작업상의 부득이한 경우 다음 각 호의 조치를 하여야 한다.
  - 탑승 설비의 전위 및 탈락을 방지하는 조치
  - 근로자로 하여금 안전대 또는 구명대를 사용하도록 할 것
  - 탑승설비를 하강시킬 때에는 동력 하강 방법에 의할 것
- 작업자는 안전모, 안전화, 구명동의를 착용하고 작업에 종사한다.
- 해상에 작업자 낙하시를 대비하여 선박의 구명대를 배치한다.
- 해양오염이 있는 공사 잔해를 완전히 수거한다.
- 공사용 공, 기구를 정리 정돈하여 폐자재 및 수리가능 부품을 감독관이 지정하는 장소에 보관시킨다.

#### 나) 잠수사에 의한 수거 안전 관리

- 잠수작업 시에는 항상 현장대리인 입회하에 작업을 실시토록 한다.
- 해면공급식(Surface demand) 잠수를 원칙으로 하되 수심 50미터에서 두 명의 잠수사에게 충분한 주공기공급원과 보조(비상)공기공급원을 갖추고 잠수사와 해상 간 통화 가능하며 잠수사의 수심을 해상에서 파악할 수 있도록 조종 및 원격감시(Control & Monitoring) 체계를 갖춘다.
- 잠수작업에 투입되는 인원은 아래와 같은 최소한의 적정 자격증 하나 이상을 갖춘 자이어야 한다.

- 모든 잠수 활동은 잠수책임자(Diving Supervisor ; 잠수기능사 이상의 자격을 갖춘 자)의 지휘 하에 이루어져야 하고 반드시 비상대기 잠수사(Standby Diver)가 준비되어야 한다. 따라서 잠수작업 시에는 자격소지자 4인 1조(잠수기능사급 4인 ; 경우에 따라 잠수기능사는 초급기술자 이상으로 잠수능력이 인정되는 자로 대체할 수 있다)로 편성하여 2개조가 교대로 잠수해야 하며 반드시 짝잠수(Pair Diving)를 하여야 한다.
- 수심 10미터 이상의 잠수 시에는 반드시 감압실 사용이 즉시 이루어질 수 있는 상태를 유지하여야 하고, 감압실은 자격을 갖춘 자 LST(Life Support Technician) 또는 잠수산업기사급으로 운용 경험이 있는 자의 책임지도하에 사용되어야 한다.
- 가능한 무선통화 장비를 사용하고 비감압 한계 이내의 해저체류시간을 지켜야 한다.

※ 감압실 보유 치료 시설

구분	주소	전화번호
고신의료원 복음병원 고압산소치료실	부산광역시 서구 암남동 34번지	051-996114, 990-6175
통영세계로 병원 고압산소치료클리닉	경남 통영시 정량동 1379-4번지	055-649-7115
해군 해양의료원	경남 창원시 진해구 현동 사서함 602-16	055-549-1700, 1780
잠수기조합 고압챔버실	전남 여수시 중화동 제3,4지구 잠수기조합	061-683-2011
장목잠수기 자율관리위원회	경남 거제시 장목면 장목리 319-9	055-635-5161
제주의료원	제주특별자치도 제주시 아라1동 4-17번지	064-720-2275
오천면 보건지소	충남 보령시 오천면 소성리 691-55	041-932-4303
한국다이버 긴급전화 DAN SEAP(South East Asia Pacific)후원	-	010-4500-9113 강영천 박사 : 24시간 다이버 긴급전화 문의 서비스

제5장 연근해 침적폐기물 이동경로 추적 조사 및 유동인자 연구

사업권역별 해역의 특성에 따른 사업방안

권역	수심 (Depth)	해상거리 (Distance)	작업면적 (Area)	특징	폐기물 분포특성	선단구성(해역에 따라 선택적 구성)	주요 조업어장
동해 북부 권역	Very Deep	Long	Wide		집중형	인양 능력이 큰 200ton급 작업선 +10ton급 길잡이선	고성 명태어장 등
	Deep	Long	Narrow	째	분산형	10ton급 작업선 소형 폐기물 탐색 및 인양 100ton급 작업선 대형폐기물 인양	삼척 호랑째 등
동해 남부 권역	Deep	Long	Very wide	초	분산형	10ton급 작업선 소형 폐기물 탐색 및 인양 100ton급 작업선 대형폐기물 인양	울진 왕돌초 등
남해 동부 권역	Shallow	Short	Wide		분산형	50ton급과 10ton급 작업선 병행 작업 작업보조선, 예선, 크레인부선 운영	창원 진동만 등
	Shallow	Short	Narrow	양식장 분포	집중형	10ton급 작업선, 작업보조선, 예선, 크레인부선 운영	거제, 통영 등
남해 서부 권역	Shallow	Middle	Narrow Wide		분산형	10ton급 작업선 소형폐기물 탐색 및 인양 50ton급 작업선 대형폐기물 인양작업 보조선, 예선, 크레인부선 운영	여수 가막만, 보성 득량만 등
	Deep	Long	Wide	도서	일부 집중형	100ton급 및 10ton급 작업선 탐색 및 인양	제주 추자관탈 등
	Shallow	Short	Narrow	양식장 분포	집중형	50ton급과 10ton급 작업선 병행 작업 작업보조선, 예선, 크레인부선 운영	완도, 장흥 등
서해 남부 권역	Deep	Long	Wide	도서	분산형	50ton급과 10ton급 작업선 병행 작업 작업보조선, 예선, 크레인부선 운영	신안, 흑산도 등
	Shallow	Short	Narrow	양식장 분포	집중형	크레인부선, 예선, 10ton급 작업선, 작업보조선 운영	군산 고군산 열도
서해 북부 권역	Shallow	Middle	Wide		분산형, 일부 집중형	50ton급과 10ton급 작업선 병행 작업 작업보조선, 예선, 크레인부선 등 영	보령, 태안 등
	Deep	Long	Wide	도서	분산형, 일부 집중형	100(50)ton급과 10ton급 작업선 병행 작업 작업보조선, 예선, 크레인부선 등 운영	서해특정 해역 등

#### 4. 연근해 침적폐기물 수거사업 사후조사 결과 요약

과거 수거사업이 이루어진 6개 해역에 대하여 사업경과년도에 따른 침적폐기물의 재발생량을 파악하기 위하여 인양틀 예인조사를 실시하여 침적폐기물량을 추정한 결과는 다음과 같다.

과거 수거사업 대상지에 대한 침적폐기물 재발생량 추정 결과

조사대상해역	조사면적 (ha)	과거 사업량 (ton)	2012년 폐기물 추정량(ton)	단위면적당 폐기물량 (kg/ha)	경과시간 (year)	재침적율 (%/yr)
부산광역시 사하구 목도 주변해역	3,000	90	26	8.7	3	10
거제시 칠천도 주변해역	760	196	46	60.5	2	12
창원시 진해구 잠도 주변해역	900	126	-	-	2	-
포항시 영일만 주변해역	8,200	189	140	17.1	3	25
속초시 주변해역	400	43	13	32.5	2	15
울진군 주변해역	15,000	38	54	3.6	2	71



## 제 5 장

연근해 침적폐기물 이동경로  
추적 조사 및 유동인자 연구

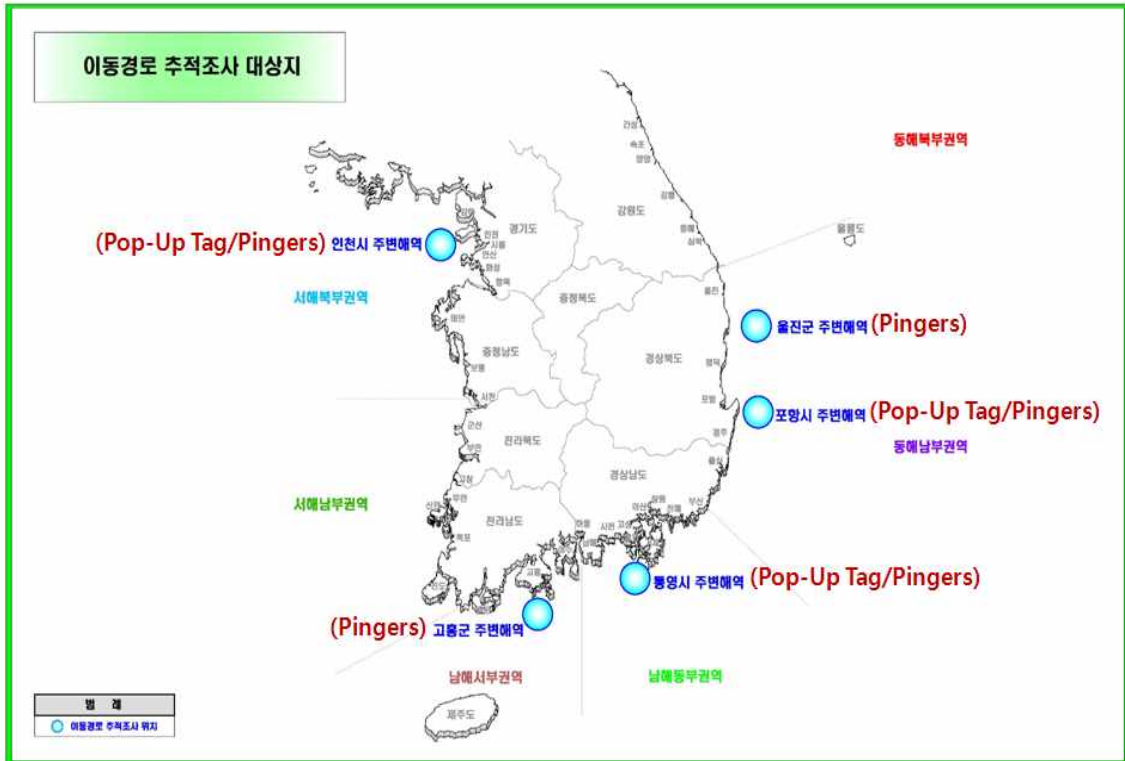




# 제5장 연근해 침적폐기물 이동경로 추적 조사 및 유동인자 연구

## 1. 조사대상해역

국내 주요 5개 조업어장인 인천광역시, 고흥군, 통영시, 포항시, 울진군의 조업 어장을 대상으로 침적폐기물의 이동경로를 추적하기 위하여 Pop-Up Tag와 Pingers를 이용한 연구를 수행하였다. 조사대상해역의 위치는 다음과 같다.



침적폐기물 이동경로 추적 조사대상지

## 2. 조사방법

### 가. 위성추적장치 Pop-Up Tag를 이용한 추적 조사

위성추적장치인 Pop-Up Tag는 특정 기간이 경과하면, 수면으로 자동 부상하여 수중에서 수집된 데이터를 ARGOS 위성으로 전송하는 원리로 다음과 같은 방법으로 연구를 수행하였다.

먼저, 어구에 Pop-Up Tag를 부착하여 실제 조업어장에 투하하고 설정해 두었던 기간까지 기다리는 것이다. 그리고 미리 설정된 기간이 경과하면 연결고리에서 Pop-Up Tag가 분리되어 해수면으로 부상하게 되는데 이때, 부상한 Pop-Up Tag가 수중에서 측정한 정보를 ARGOS 위성으로 송신하게 되고, 이를 이용하여 이동경로를 파악하는 것이다.

본 연구에서는 Pop-Up Tag를 어구에 장착 투하하여 3개월 후에 부상하도록 제작하여 어구 이동경로를 파악하였으며 Pop-Up Tag의 외관과 어구에 부착된 모습은 다음과 같다.



침적폐기물 추적 장비 - 위성추적장치 Pop-Up Tag

## 나. Pingers를 이용한 추적 조사

Pingers를 이용한 어구 추적 조사는 어구에 Pingers를 부착하여 음파송수신을 통해 찾는 원리로 본 연구에서는 어구 추적의 효율성을 위하여 음파 발신 폭이 상이한(3km, 500m) Pingers를 한 어구에 동시에 부착하여 추적하였다.

Pingers를 이용한 어구 추적 조사의 경우 선상과 수중에서 추적이 가능하다. 선상의 경우, 선상용 음파 추적 수신기를 이용하여 찾는 방법이고, 수중에서는 잠수사가 다이빙용 음파 추적 수신기를 직접 들고 들어가 수신기와 헤드셋을 이용하여 추적하는 방법이다.

Pingers 수신 장비와 어구에 부착된 Pingers의 모습은 다음과 같다.



침적폐기물 추적 장비 - Pingers

### 3. 조사결과

#### 가. 침적폐기물 이동경로 추적 조사 결과

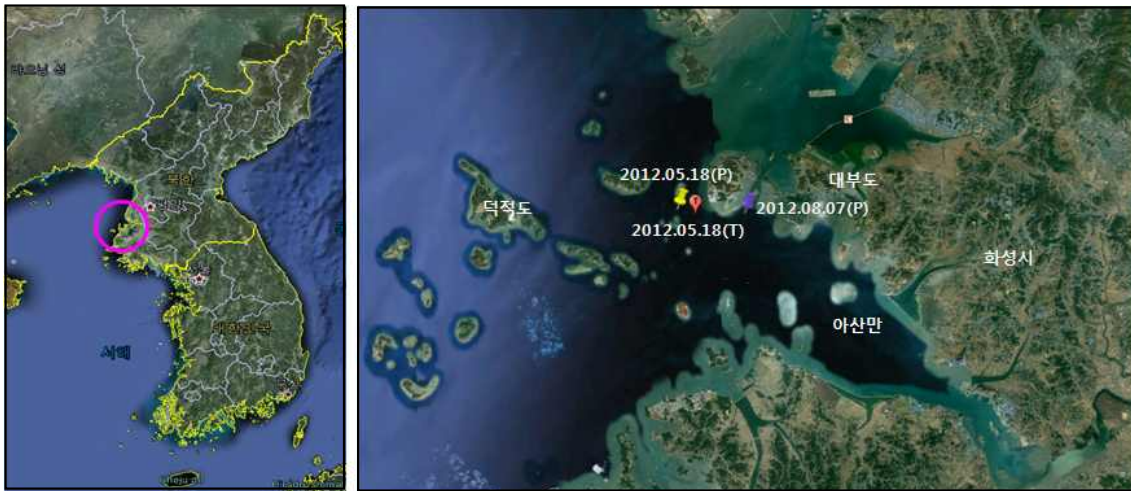
##### 1) 인천광역시 주변해역

##### 가) 재료 및 방법

인천광역시 주변해역의 침적폐기물 추적을 위한 어구는 조사대상해역의 주 어업 어구인 통발에 Pop-Up Tag와 Pingers를 부착하여 어구 추적 조사를 실시하였다. 추적 조사 시 사용된 어구의 제원 및 투하 지점은 다음과 같다.

인천광역시 주변해역 어구 제원

추적 장치	어구 종류	어구 제원/EA	무게/EA	부피/EA
Pop-Up Tag	통발	50cm(Φ)*20cm(H)	3kg	39,250cm <sup>3</sup>
Pingers	통발	50cm(Φ)*20cm(H)	3kg	39,250cm <sup>3</sup>



인천광역시 주변해역 - Pop-Up Tag와 Pingers 부착 어구의 투하지점 및 투하일시

### 나) 조사 결과

인천광역시 주변해역의 Pop-Up Tag와 Pingers를 부착한 통발의 투하는 5월 18일에 이루어졌다.

Pop-Up Tag를 부착한 통발의 투하수심은 35m였고, 5월 18일에 투하된 Pop-Up Tag는 투하 105일째인 8월 31일에 부상하였다.

Pingers의 투하수심은 10~15m였고, Pingers 부착 어구에 대한 1st tracking은 6월 15일에 수행되었고, 투하지점으로부터 1,170m 이동한 것으로 조사되었다. 그러나 8월 7일 2nd tracking 조사 시 태풍 제 10호 담레이의 영향으로 어구가 유실된 것으로 판단되어 처음에 투하한 것과 같은 제원의 어구를 재투하 하였다.

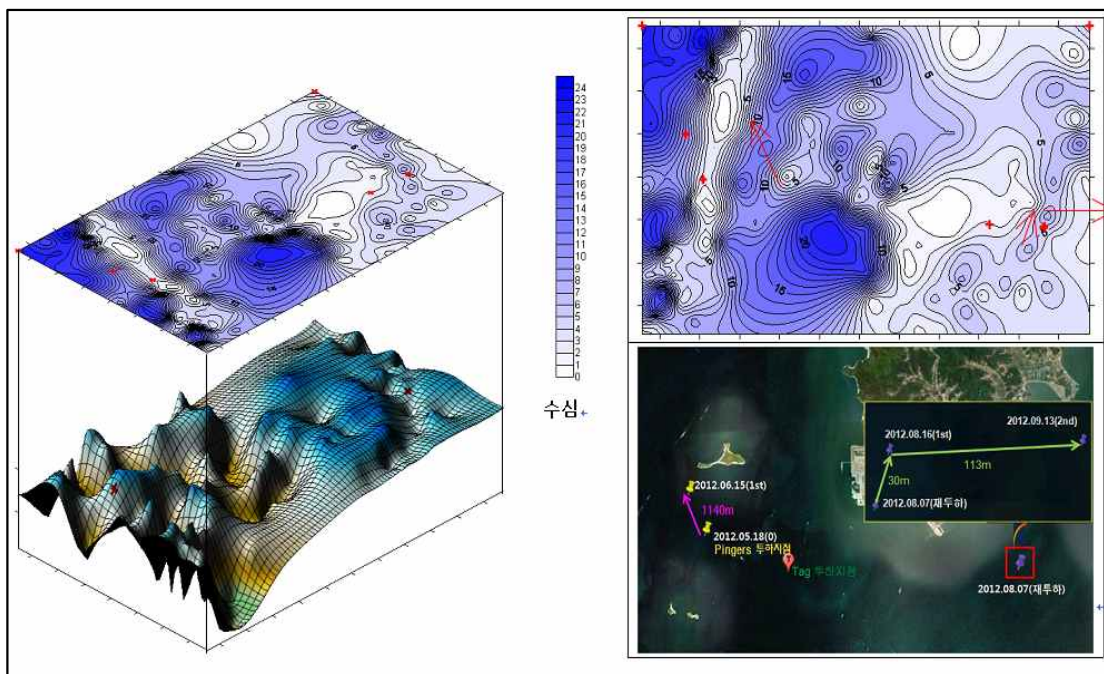
재투하한 Pingers 부착 어구에 대한 1st tracking은 8월 16일에 이루어져 투하지점에서 30m 떨어진 곳에서 발견되었다. 2nd tracking은 9월 13일에 이루어졌으며, 통발의 이동거리는 2nd tracking에서는 113m 떨어진 곳에서 발견되어 처음 투하지점으로부터 총 이동거리는 1,283m인 것으로 조사되었다. 이에 대한 좌표와 이동거리 변화는 다음과 같다.

Pingers를 이용한 어구 추적 결과, 인천 주변해역은 강한 조류의 영향으로 다른 조사해역에 비하여 많은 거리를 이동한 것으로 보이며, 처음 투하하여 유실된 어구는 태풍의 영향으로 Pingers의 음파 수신 폭 3km 이상의 거리를 벗어나 이동한 것으로 사료된다. 즉, 연근해 어장에서 태풍과 같은 기상현상은 어구유실의 주원인일 뿐만 아니라 유실 후 다른 곳으로 이동시키는 유동인자로서의 역할

도 하는 것으로 판단된다.

인천광역시 주변해역에서의 Pingers 부착 어구 추적 결과

구분	Pingers	이동거리	추적일시
투하수심	10~15m		
사용 어구	통발(5ea)		
투하	37°13.448 ' N, 126°23.158 ' E		2012. 05. 18
1st tracking	37°14.015 ' N, 126°22.848 ' E	1,140m	2012. 06. 15
재투하	37°12.970 ' N, 126°28.954 ' E		2012. 08. 07
1st tracking	37°12.985 ' N, 126°28.960 ' E	30m	2012. 08. 16
2nd tracking	37°12.986 ' N, 126°28.036 ' E	113m	2012. 09. 13
총 이동 거리(m)		1,283m	



인천광역시 주변해역 - Pingers 부착 어구의 이동경로

통발에 부착하여 투하하였던 Pop-Up Tag는 5월 18일 투하 이후 105일째인 8월 31일 부상하여 위성으로 자료를 송신하기 시작하였다. 자료 분석 결과, 투하 후, 105일 경과 후, 투하지점으로부터 약 4km의 위치에서 부상하였다. Pop-Up Tag는 투하 이후 100여 일 동안 약 25km 이상의 경로를 이동하였다. 인천 주변 해역에서 Pop-Up Tag를 이용한 어구 추적 결과를 다음 표와 그림에 나타내었다.

투하지점에 따라 다른 양상으로 나타날 수도 있지만 Pingers를 부착하여 추적한 어구의 이동에 비해 큰 폭으로 이동하였다. 추가적으로 어구로부터 탈락하여 해수면으로 부상한 Tag가 해수면에서 이동한 경로도 그림에 함께 나타내었다. 이로부터 본 연구를 위하여 어구를 투하한 지점에서 발생할 수 있는 표층 쓰레기의 이동경로를 유추해 볼 수 있다.

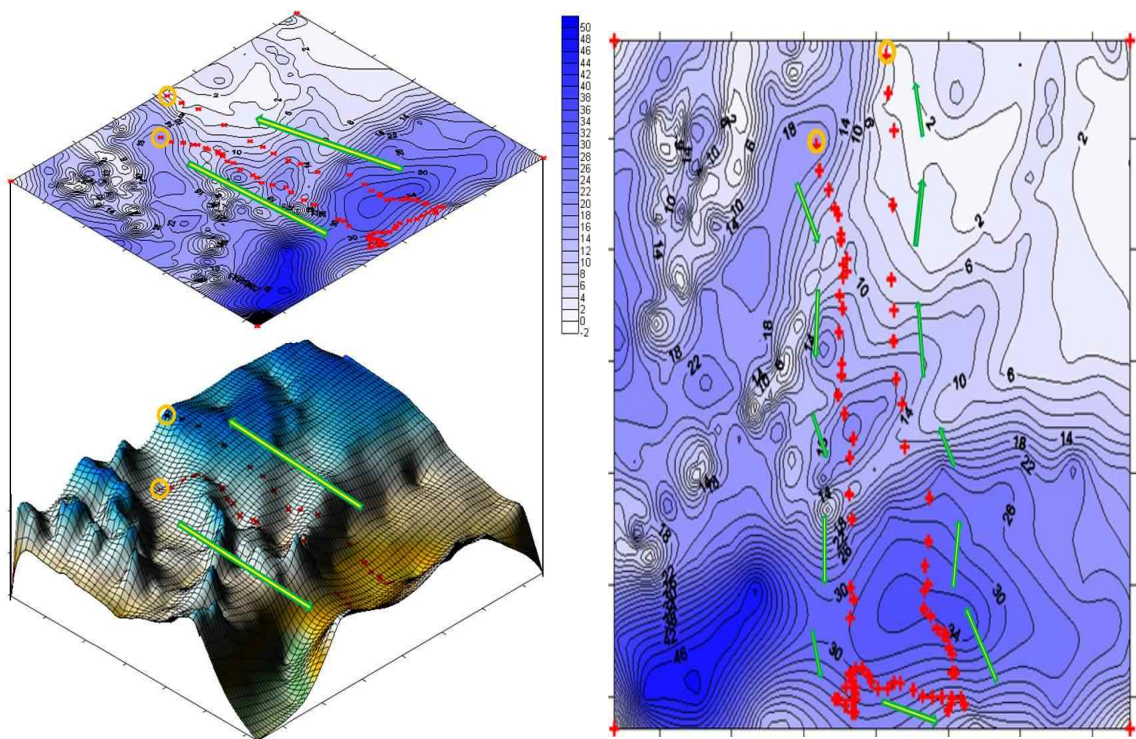
인천 주변해역에서 Pop-Up Tag를 이용하여 어구를 추적한 결과, 폐어구가 발생 후 이동하는 것은 조류 혹은 지형적 원인 그리고 태풍과 같은 기상학적 요인에 기인하는 것으로 보인다. 향후에는 침적폐기물의 유동 인자에 대한 더 세밀한 정보를 파악한 후, 투하 위치 및 투하 시간 등을 선정하여 연구를 수행한다면 더 정확한 결과를 얻을 수 있을 것이며 조류나 태풍 등의 유동인자가 작용하여 침적폐기물이 큰 범위로 이동할 것으로 예상되는 구역에서는 Tag를 이용한 중장기적인 연구를 지속적으로 수행할 필요가 있다고 본다.

인천광역시 주변해역에서의 Pop-Up Tag 부착 어구 추적 결과

구분	Pop-Up Tag	이동거리	추적일시
투하수심	35m		
사용 어구	통발(5ea)		
투하	37°12.906 ' N 126°24.715 ' E		2012. 05. 18
부상	37°14.700 ' N 126°25.980 ' E	4km	2012. 08. 31



인천광역시 주변해역 - Pop-Up Tag 부착 어구의 해수 중 이동경로 및 해수면으로 부상한 Tag의 이동경로



인천광역시 주변해역 - Pop-Up Tag 부착 어구의 이동경로

## 2) 고흥군 주변해역

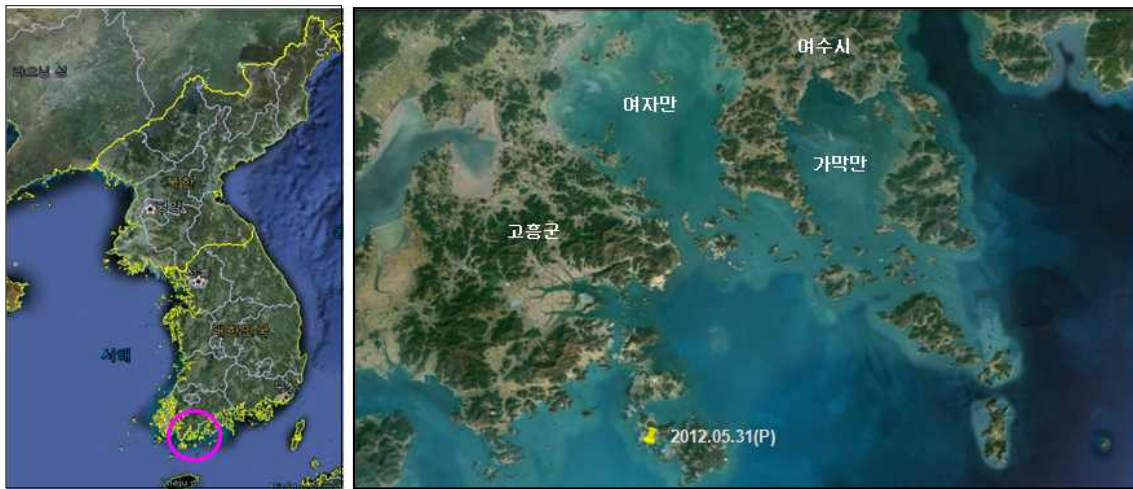
### 가) 재료 및 방법

고흥군 주변해역의 침적폐기물 추적을 위한 어구는 주 어업 어구인 통발을 이용하였으며 Pingers를 이용하여 어구 추적 조사를 실시하였다.

추적 조사 시 사용된 어구의 제원 및 투하지점은 다음과 같다.

고흥군 주변해역 어구 제원

추적 장치	어구 종류	어구 제원/EA	무게/EA	부피/EA
Pingers	통발	40cm(Φ)*12cm(H)	1.78kg	15,072cm <sup>3</sup>



고흥군 주변해역 - Pingers 부착 어구의 투하지점

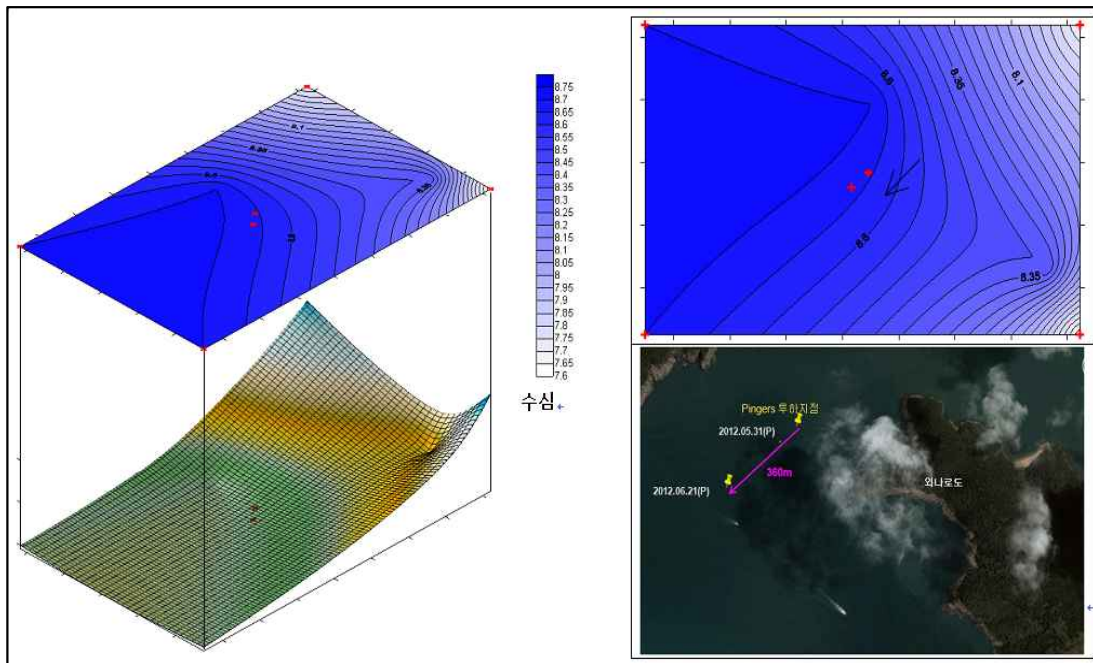
### 나) 조사 결과

고흥군 주변해역은 2012년 5월 31일 Pingers를 부착한 통발에 4개의 통발을 더 묶어 투하시켰고 이때의 투하수심은 15~17m이었다. Pingers 부착 어구에 대한 1st tracking은 6월 21일에 이루어졌고 투하지점으로부터 360m 이동한 것으로 조사되었다. 그러나 8월 15일 2nd tracking 조사 시 태풍 제 7호 카눈, 제 10호 담레이 혹은 제 14호 텐빈의 영향으로 어구가 유실된 것으로 판단된다. 고흥군의 어구 추적을 위한 Pingers의 투하지점, 추적위치 및 이동경로는 다음의 표와 그림에 나타난 바와 같다.



고흥군 주변해역에서의 Pingers 부착 어구 추적 결과

구분	Pingers	이동거리	추적일시
투하수심	9~15m		
사용 어구	통발(5ea)		
투하지점	34°26.756 ' N, 127°27.521 ' E		2012. 05. 31
1st tracking	34°26.635 ' N, 127°27.335 ' E	360m	2012. 06. 21
총 이동 거리(m)		360m	



고흥군 주변해역 - Pingers 부착 어구의 이동경로

### 3) 통영시 주변해역

#### 가) 재료 및 방법

통영시 주변해역의 침적폐기물 추적을 위한 어구는 주 어업 어구인 통발과 자망을 이용하였으며 Pop-Up Tag와 Pingers를 이용하여 어구 추적 조사를 실시하였다.

추적 조사 시 사용된 어구의 제원 및 투하지점은 다음과 같다.

통영시 주변해역 어구 제원

추적 장치	어구 종류	어구 제원/EA	무게/EA	부피/EA
Pop-Up Tag	통발	30cm(Φ)*20cm(H)	0.76kg	42,390cm <sup>3</sup>
Pingers	자망	30m(W)*1m(H)	3kg	-



통영시 주변해역 - Pop-Up Tag와 Pingers 부착 어구의 투하지점

#### 나) 조사 결과

통영시 주변해역의 Pop-Up Tag와 Pingers를 부착한 통발의 투하는 5월 16일에 이루어졌다.

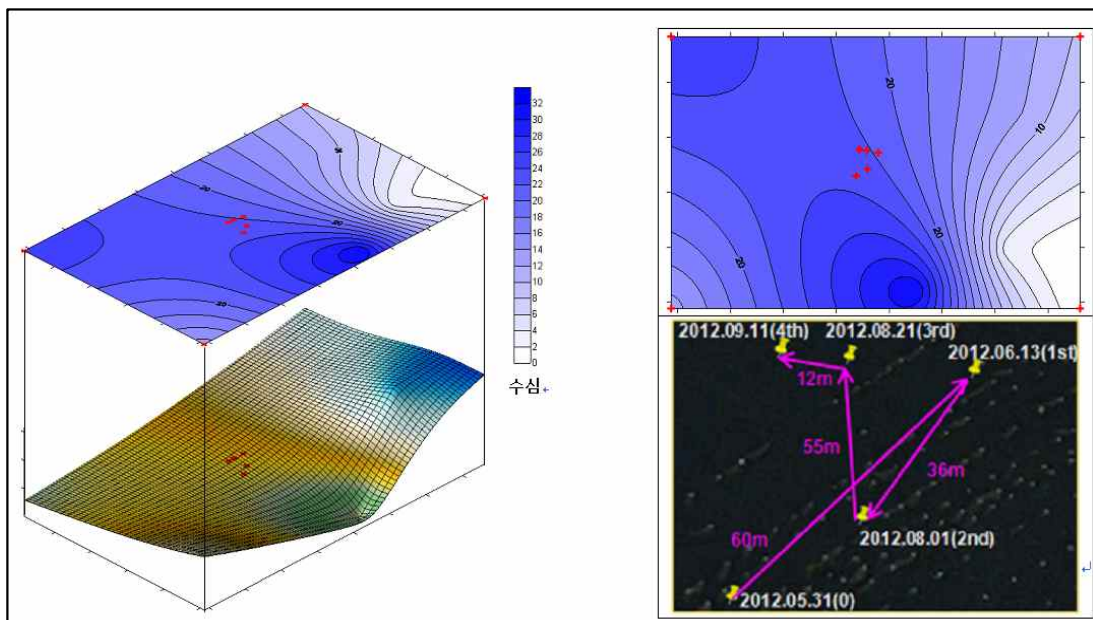
Pop-Up Tag를 이용한 어구 추적을 위하여 Pop-Up Tag 부착 통발에 4개의 통발을 더 묶어 투하시켰고 이때의 투하수심은 15~17m이었다. Pop-Up Tag 투하 100일 경과 후 ARGOS 위성을 통한 Pop-Up Tag의 정보가 송수신되지 않은 것으로 보아 Pop-Up Tag의 분리 혹은 해수면으로의 부상 중 사고 또는 자료 송신에 결함이 생긴 것으로 판단된다.

Pingers를 이용한 어구 추적 조사의 경우, 폭이 30m인 자망에 Pingers를 부착하여 투하시켰고 이때의 투하수심은 15~17m이었다. Pingers 부착 어구에 대한 1st tracking은 6월 13일에 이루어졌으며 2nd tracking은 8월 1일, 3rd tracking은 8월 21일 그리고 4th tracking은 9월 11일에 이루어졌다. Pingers를 부착한 통발의 이동거리는 1st tracking에서는 투하지점으로부터 60m 떨어진 곳에서 발

견되었고, 2nd tracking에서는 36m 떨어진 곳에서 확인되었다. 3rd tracking에서는 55m, 4th tracking에서는 12m 떨어진 곳에서 확인되어 총 이동거리는 163m 인 것으로 조사되었다.

통영시 주변해역에서의 Pingers 부착 어구 추적 결과

구분	Pingers	이동거리	추적일시
투하수심	15~17m		
사용 어구	자망(30m)		
투하지점	34°47.386 ' N, 128°31.823 ' E		2012. 05. 16
1st tracking	34°47.409 ' N, 128°31.850 ' E	60m	2012. 06. 13
2nd tracking	34°47.373 ' N, 128°31.837 ' E	36m	2012. 08. 01
3rd tracking	34°47.411 ' N, 128°31.836 ' E	55m	2012. 08. 21
4th tracking	34°47.412 ' N, 128°31.827 ' E	12m	2012. 09. 11
총 이동 거리(m)		163m	



통영시 주변해역 - Pingers 부착 어구의 이동경로

4) 포항시 영일만 주변해역

가) 재료 및 방법

포항시 영일만 주변해역의 침적폐기물 추적을 위한 어구는 주 어업 어구인 통발과 자망을 이용하였으며 Pop-Up Tag와 Pingers를 이용하여 어구 추적 조사를 실시하였다.

추적 조사 시 사용된 어구의 제원 및 투하지점은 다음과 같다.

포항시 영일만 주변해역 어구 제원

추적 장치	어구 종류	어구 제원/EA	무게/EA	부피/EA
Pop-Up Tag	통발	40cm(Φ)*80cm(H)	1.5kg	127,170cm <sup>3</sup>
Pingers	자망	60m(W)*2.5m(H)	5kg	-



포항시 영일만 주변해역 - Pop-Up Tag와 Pingers 부착 어구의 투하 지점

나) 조사 결과

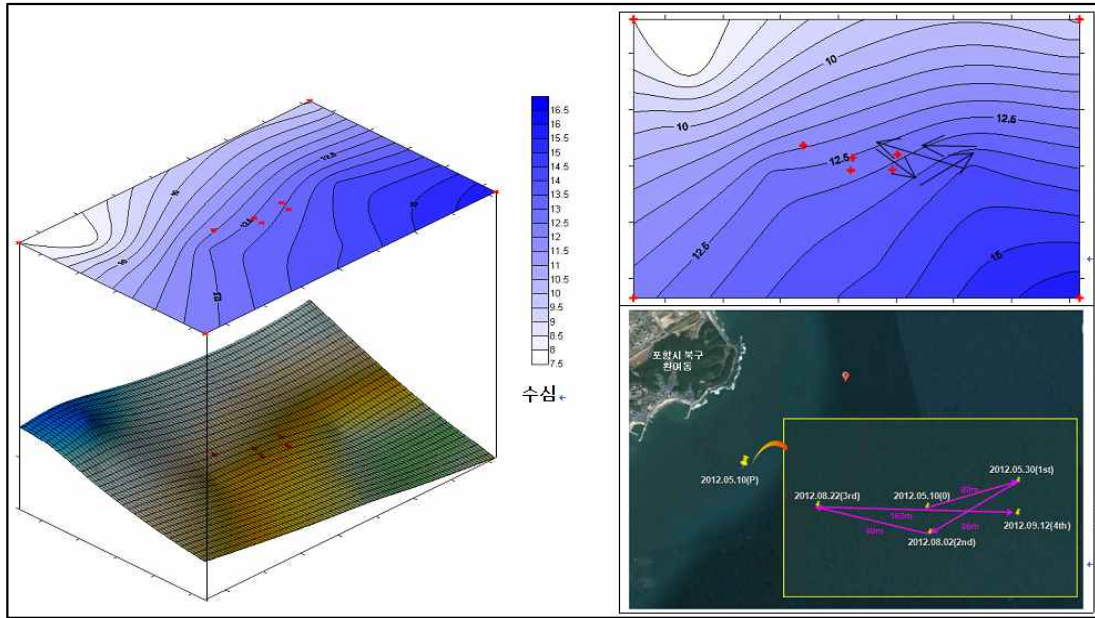
포항시 주변해역의 Pop-Up Tag와 Pingers를 부착한 통발의 투하는 5월 10일에 이루어졌다.

Pop-Up Tag를 부착한 통발의 투하수심은 15~17m이었다. 포항시 주변해역에서 투하된 Pop-Up Tag를 부착한 통발로부터도 데이터가 수신되지 않았는데 이 역시 Pop-Up Tag의 분리 또는 부상 중 이상이 발생한 것으로 보인다.

Pingers의 경우, 폭이 60m인 자망에 Pingers를 부착하여 투하시켰고 이때의 투하수심은 15~17m이었다. Pingers 부착 어구에 대하여 1st tracking은 5월 10일에 이루어졌고, 2nd tracking은 5월 30일에 이루어졌으며 3rd tracking은 8월 22일에 그리고 4th tracking은 9월 12일에 이루어졌다. Pingers 부착 통발의 이동거리는 1st tracking에서는 투하지점으로부터 60m 떨어진 곳에서 발견되었고, 2nd tracking에서는 36m 떨어진 곳에서 확인되었다. 3rd tracking에서는 55m 떨어진 곳에서 발견되었고, 4th tracking에서는 160m 떨어진 곳에서 발견되어 총 이동거리는 416m인 것으로 조사되었다. 이에 대한 좌표와 이동거리 변화는 다음 표와 그림에 나타내었다.

포항시 주변해역에서의 Pingers 부착 어구 추적 결과

구분	Pingers	이동거리	추적일시
투하수심	15~17m		
사용 어구	자망(60m)		
투하지점	36°3.887' N, 129°25.068' E		2012. 05. 10
1st tracking	36°3.890' N, 129°25.120' E	80m	2012. 05. 30
2nd tracking	36°3.875' N, 129°25.066' E	86m	2012. 08. 02
3rd tracking	36°3.899' N, 129°25.011' E	90m	2012. 08. 22
4th tracking	36°3.899' N, 129°25.011' E	160m	2012. 09. 12
총 이동 거리(m)		416m	



포항시 영일만 주변해역 - Pingers 부착 어구의 이동경로

### 5) 울진군 주변해역

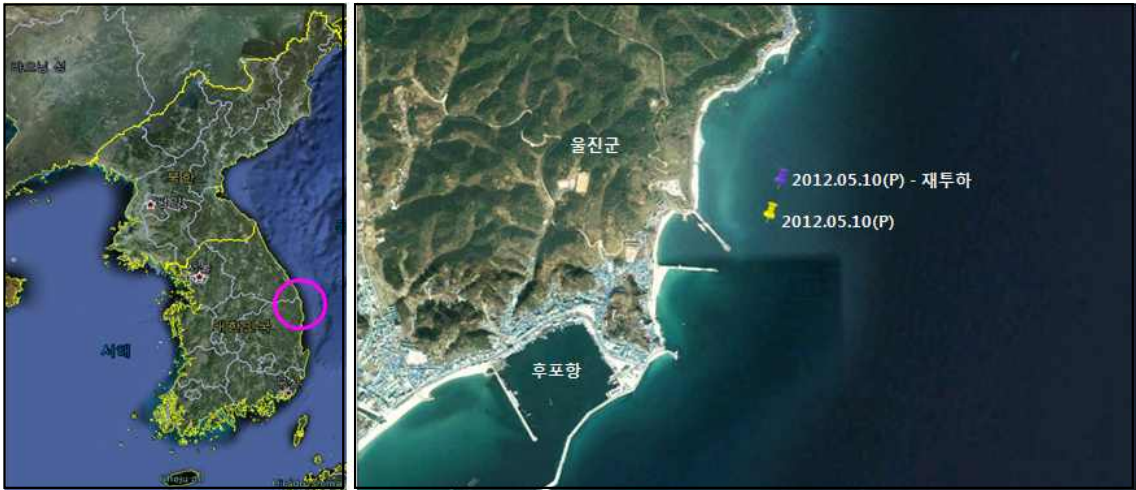
#### 가) 재료 및 방법

울진군 주변해역의 침적폐기물 추적을 위한 어구는 주 어업 어구인 통발을 이용하였으며 Pingers를 이용하여 어구 추적 조사를 실시하였다.

추적 조사 시 사용된 어구의 제원 및 어구 투하지점은 다음과 같다.

울진군 주변해역 어구 제원

추적 장치	어구 종류	어구 제원/EA	무게/EA	부피/EA
Pingers	통발	30cm(Φ)*20cm(H)	0.76kg	42,390cm <sup>3</sup>



울진군 주변해역 - Pingers 부착 어구의 투하지점

#### 나) 조사 결과

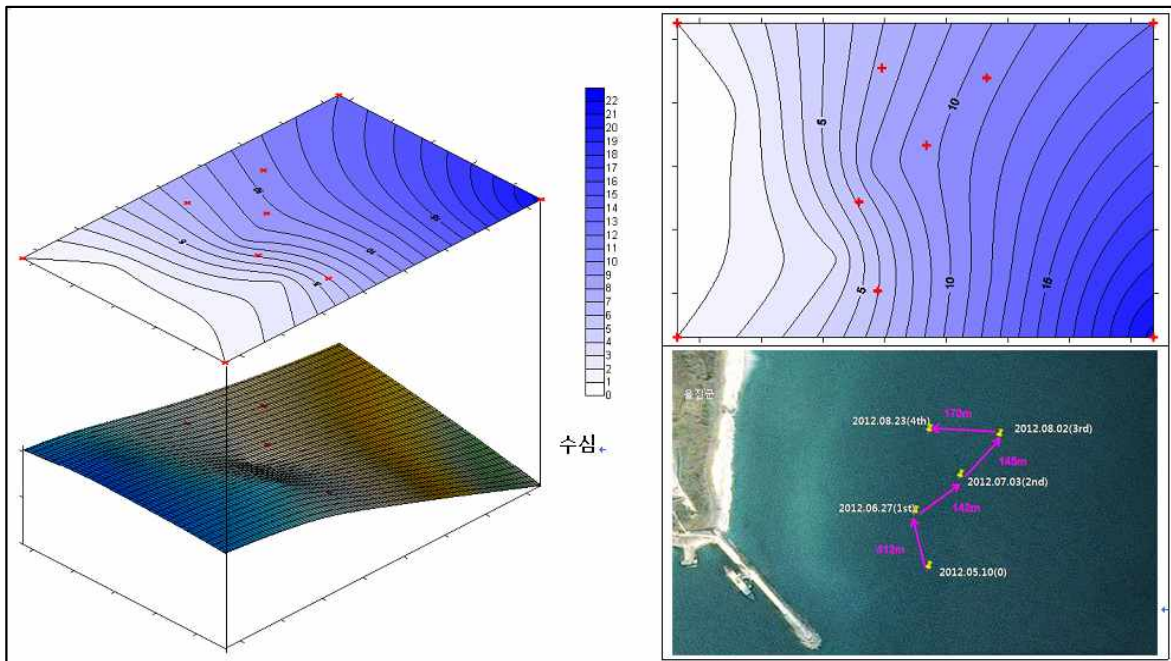
울진군 주변해역은 2012년 5월 29일 Pingers를 부착한 통발에 2개의 통발을 더 묶어 투하시켰고 이때의 투하수심은 15~17m이었다.

Pingers 부착 어구에 대한 1st tracking은 6월 27일에 이루어졌고 2nd tracking은 7월 3일에 이루어졌으며, 3rd tracking은 8월 2일 그리고 4th tracking은 8월 23일에 이루어졌다.

Pingers를 부착한 통발의 이동거리는 1st tracking에서는 투하지점으로부터 412m 떨어진 곳에서 발견되었고, 2nd tracking에서는 142m 떨어진 곳에서 확인되었으며 3rd tracking에서는 145m 떨어진 곳에서 발견되었다. 4th tracking은 170m 떨어진 곳에서 발견되어 총 이동거리는 869m인 것으로 조사되었다. 이에 대한 좌표와 이동거리 변화는 다음 표와 그림에 나타내었다.

울진군 주변해역에서의 Pingers 부착 어구 추적 결과

구분	Pingers	이동거리	추적일시
투하수심	15~17m		
사용 어구	통발(3ea)		
투하지점	36°41.246 ' N, 129°28.401 ' E		2012. 05. 29
1st tracking	36°41.322 ' N, 129°28.381 ' E	412m	2012. 06. 27
2nd tracking	36°41.370 ' N, 129°28.455 ' E	142m	2012. 07. 03
3rd tracking	36°41.427 ' N, 129°28.521 ' E	145m	2012. 08. 02
4th tracking	36°41.436 ' N, 129°28.407 ' E	170m	2012. 08. 23
총 이동 거리(m)		869m	



울진군 주변해역 - Pingers 부착 어구의 이동경로



## 제 6 장

## 연근해 침적폐기물 관리방안



## 제6장 연근해 침적폐기물 관리방안

본 연구에서는 국내 주요어장에 대한 수중 침적폐기물 분포 현황을 파악하고 과거 수행했던 연근해 침적폐기물 수거사업에 대한 사후조사를 실시하였다. 그리고 연간 9만 톤 이상 유실 또는 투기되는 것으로 추정되는 수중 침적폐기물의 대부분을 차지하는 어구들의 이동경로를 파악하기 위하여 어구 추적 연구를 수행하였다. 이 장에서는 본 연구 결과를 포함하여 2011년 농림수산식품부의 ‘연근해 침적폐기물 실태조사 및 효과분석’ 연구 결과를 바탕으로 우리나라 연근해 침적폐기물 수거사업 및 관리방안에 대해 논의하고자 한다.

연근해 침적폐기물 관리방안을 논하기에 앞서 ‘침적쓰레기’와 ‘침적폐기물’에 대한 용어정리를 할 필요가 있다. 국토해양부의 자료에 의하면 “해양쓰레기, 바다쓰레기, 해양폐기물 모두 같은 말이나 해양폐기물에는 축산분뇨, 하수오니 등 폐기물 해양배출에서 다루어지는 액상의 물질을 포함하지만, 쓰레기라고 할 때는 이들을 제외한 고형의 폐기물만을 의미한다. 해양쓰레기가 어디에 분포하고 있느냐에 따라 해변 또는 해안쓰레기, 부유쓰레기, 해저 또는 침적쓰레기(바다 밑바닥에 가라앉은 쓰레기) 등의 용어를 사용한다”라고 설명하고 있다. 현재 통용되는 침적폐기물의 의미상 ‘침적폐기물’ 보다는 ‘침적쓰레기’라는 용어를 사용하는 것이 바람직한 것으로 보인다.

본 연구에서는 우리나라 연근해 주요 어장에 분포하고 있는 침적폐기물 다량 침적 해역을 파악하기 위한 실태조사 대상지 선정을 위하여 전국 각 지방자치단체를 통한 수요조사를 실시하였다. 수요조사 결과 폐어구, 폐어망 등의 침적폐기물로 인한 조업 방해 등의 이유로 수거사업을 희망하는 대상 후보지 중 유류피해지역 지원 대상 구역인 충남, 전북, 전남은 타 사업과의 중복성으로 인하여 우선 제외하였고, 과거 침적폐기물 수거사업이 시행되지 않은 해역을 중심으로 동·서·남해 해역을 균등 배분하여 실태조사 대상지를 선정하였다. 2010년과 2011년 조사기간 동안 침적폐기물 실태조사를 수행한 결과는 다음과 같다.

제6장 연근해 침적폐기물 관리방안

연근해 침적폐기물 실태조사 결과(농림수산식품부, 2011; 본 연구 결과)

조사해역	조사년도	대상면적 (ha)	단위면적당 폐기물량 (kg/ha)	폐기물 추정량 (ton)
강릉시 주변해역	2011	2,500	6.4	16
삼척시 외두대기, 바다짬, 진서짬 지구	2011	9,600	3.2	31
울진군 왕돌초 주변해역	2011	4,000	14.3	57
고흥군 나로도 동쪽해역	2011	9,100	1.1	10
웅진군 연평어장 서측해역	2011	15,000	7.0	105
거제시 일운면 지구	2011	2,000	5.0	10
거제시 장목면 지구 (이수도 주변해역)	2011	1,500	7.3	11
거제시 동부면 지구 (가배리 주변해역)	2011	110	54.5	6
창원시 진전면 지구	2011	3.0	1666.7	5
웅진군 새터	2012	2,400	8.3	20
웅진군 문단이	2012	1,250	9.6	12
장흥군 회진면, 대덕읍 연안	2012	1400	135.7	190
남해군 미조면 마안도 ~ 창선면 가인리 해역	2012	2,100	17.1	36
경주시 감포 연안	2012	1,000	38.0	38
울진군 주변해역	2012	50,000	1.5	77

다음은 2009년과 2010년에 연근해 침적폐기물 수거 사업이 시행되었던 해역에서 수거사업 이후 1~3년 내 재침적된 폐기물의 양을 추정하기 위하여 인양틀 조사를 실시한 결과이다.

제6장 연근해 침적폐기물 관리방안

과거 연근해 침적폐기물 수거처리사업 모니터링 결과(농림수산식품부, 2011; 본 연구 결과)

조사대상 해역	조사 년도	조사 면적 (ha)	과거 계획량 (ton)	과거 사업량 (ton)	폐기물 추정량 (ton)	단위면적당 폐기물량 (kg/ha)	경과 기간 (year)	재침 적률 (%/yr)	비고
2009년 태안 가의도 주변해역	2010	1,400	48	51	22	15.7	1	43	활발한 어선어업
2009년 거제 이수도 주변해역	2010	1,200	26	32	2	1.7	1	6	강한 조류
2009 포항 인근 해역	2011	3,900	61	76	36	9.2	2	24	활발한 어선어업, 해류 및 지형적 특성
2009년 부산광역시 사하구 목도 주변해역	2012	3000	78	90	26	8.7	3	10	주낙, 스프링통발
2010년 거제시 칠천도 주변해역	2012	760	115	196	46	60.5	2	12	인양률 100% (로프, 앵커)
2010년 창원시 진해구 잠도 주변해역	2012	900	98	126	-	-	2	-	4년 이상 어구사용 (67%), 강한 조류
2009년 포항시 영일만 주변해역	2012	8,200	152	189	140	17.1	3	25	
2010년 속초시 주변해역	2012	400	38	43	13	32.5	2	15	1년 미만 어구사용 (100%)
2010년 울진군 주변해역	2012	15,000	32	38	54	3.6	2	71	대게 자망

위 결과를 살펴보면, 침적폐기물 실태조사를 실시한 해역들에 비해 이미 수거사업이 실시된 바 있는 해역들에서 사업대상후보지가 많은 것을 볼 수 있다.

실제 2009년과 2010년 연근해 침적폐기물 수거사업이 시행되었던 지역에서 수거사업 시행 후 경과 기간에 따른 재침적률을 살펴보면, 연평균 약 26%로 나타났다. 평균 재침적률 산정 시 주의할 점을 예로 들면 침적폐기물의 연간 재침적

율이 71%를 기록한 울진군 연근해 침적폐기물 사업지의 경우, 수거사업 당시 실시설계량이 32톤이고 수거량이 38톤으로 수거사업 시 사업의 타당성이나 효율성에 따라 사업이 진행되었다기보다는 예산 등 제반 정책적인 문제로 사업이 이루어졌을 가능성이 있으므로 정확한 재침적량이라 보기 어렵다. 실제로 실시설계량과 사업량이 유사하거나 계획량을 초과하여 사업량을 달성한 사업지가 이러한 경우에 해당된다고 볼 수 있어 수거사업 후에도 수거되지 않은 폐기물이 상당히 잔존할 가능성이 높고 이러한 사유로 인해 사후조사 시 재침적율이 과대평가되어 나타날 수도 있다. 이 해역을 포함하여 침적폐기물 수거사업 실시 이후 침적폐기물의 연평균 재침적율이 26%로 나타난다는 결과로부터 수거사업이 수행되었음에도 불구하고 상당히 빠른 속도로 폐기물이 재침적되고 있다는 것을 알 수 있다.

이와 같이 연근해 침적폐기물 실태조사와 사후조사 결과로부터 향후 침적폐기물 관리방안 수립을 위한 좋은 자료를 얻을 수 있다. 과거 침적폐기물 수거사업이 수행되었던 해역에서 재침적되는 쓰레기양이 과거 수거사업이 전혀 시행되지 않은 해역에서 나오는 쓰레기양만큼 또는 그 이상의 쓰레기가 재침적되고 있는 것을 알 수 있다. 과거 침적폐기물 수거사업이 시행되었던 해역에서 꾸준히 사업성이 있는 규모의 쓰레기가 조사 및 발견되고 있는 이유는 해당 해역이 ①활발한 조업해역이거나 ②조류 혹은 기타 지형적 요인 등으로 쓰레기가 잘 집적되는 해역이든 관계없이 다량발생해역에는 쓰레기가 지속적으로 침적되고 있다는 것이다.

실제로 2009년 거제시 이수도 주변해역과 창원시 진해구 잠도 주변해역을 제외하고는 지속적으로 침적폐기물에 대한 관리를 할 필요성이 있는 것으로 사료된다. 인양틀 표본조사 결과, 거제시 이수도 주변해역은 재침적율이 6%로 나타났다. 진해구 잠도 주변해역은 약간의 생활쓰레기를 제외하고 침적폐기물이 전혀 인양되지 않았는데, 이는 설문조사 결과로부터 그 원인을 유추할 수 있다. 거제시 이수도 주변해역은 빠른 조류로 인한 침적폐기물의 이동이 예상되고, 진해구 잠도 주변해역의 경우는 설문 응답자 전원이 어구 사용기간이 4년 이상이라고 응답하여 이러한 요인들이 낮은 재침적율과 연관이 있는 것으로 파악된다.

위의 연구 결과에서 거제시 이수도 주변해역과 진해구 잠도 주변해역을 제외하고는 침적폐기물 중점관리해역 또는 일반관리해역으로 구분하여 관리하면 효율적인 관리가 이루어질 것으로 보인다. 예를 들어, 포항시 영일만 주변해역, 울진군 주변해역과 태안 가의도 주변해역은 중점관리해역으로 3년 주기로 사업을

실시하고, 부산광역시 사하구 목도 주변해역, 거제시 칠천도 주변해역, 속초시 주변해역은 모니터링을 계속할 필요성이 있어 보이지만 일반관리해역으로 5년 주기로 사업을 실시하며, 그 외 해역은 일반해역으로 10년 주기로 관리를 하는 등의 계획을 수립할 수 있다. 실제 2011년 국토해양부의 “해양폐기물 분포파악을 위한 어구실태조사” 보고서의 전문가 및 어업인 대상의 설문조사 결과를 분석해 보면, 수거사업 효과가 지속되는 기간은 5년이라는 응답이 가장 많았고, 재수거사업시기에 관해서는 3년~5년까지라는 응답이 가장 많아 폐기물 다량 침적해역에 대한 사업주기를 정함에 있어 3~5년의 기간을 선정하여 관리하는 것이 타당성이 있어 보인다.

그러므로 수요조사를 통한 수거사업 희망 대상지에 대한 조사 결과가 실제 사업계획 수립을 위한 자료로 활용되고 있지만 그것보다도 이미 침적폐기물 수거사업이 실시되었던 해역에 대한 모니터링이 병행되어야 하고, 재침적량에 대한 조사가 지속적으로 확대, 실시되어야 더욱 합리적인 침적폐기물 관리방안을 수립할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 사후조사 이후 과거 침적폐기물 수거사업지에 대하여 수거사업 이후 폐기물이 재침적되는 원인을 파악하기 위하여 설문조사를 실시하였다.

설문조사 결과, 어구사용기간은 설문 대상자의 59%가 1년 미만으로 사용한다고 응답하였는데 이와 같이 어구사용기간이 짧은 것은 1회용 중국산 어구 사용의 결과로 판단된다. 또한 어구분실 원인으로 태풍 등 기상요인과 타 어선이나 어초, 암초 등으로 인한 그물 엉킴이 대부분이었다. 이 결과에서 어구 사용기간이 매우 짧다는 것과 자연적 또는 조업 중 발생할 수밖에 없는 요인으로부터 폐어구가 끊임없이 유실되고 있는 것을 알 수 있다.

어구 사용기간의 단축과 폐어구가 끊임없이 발생될 수밖에 없는 환경에서 효율적인 어구 관리방안이 마련되지 않으면 지속적으로 시행되고 있는 침적폐기물 수거사업 등의 노력에도 불구하고 폐어구 등으로 인한 침적폐기물 발생 확률이 높아질 것이다. 이러한 사실을 고려하여 어구실명제나 예치금 제도 또는 생분해성 어구 개발 등의 사전적 예방법과 이렇게 유실된 어구가 집적되어 있는 장소를 능동적으로 찾아 수거하는 방법의 연구 등 침적폐기물 관리하는 방안을 마련해야 할 것이다.


어구 분실 저감을 위한 정책에 대한 질문을 한 결과, 어업인 의식 교육 및 홍보에 대한 응답이 44%의 높은 비율로 나타나 앞으로는 선진국에서와 마찬가지로

로 어업인에 대한 홍보 및 교육 부분을 강화하여 침적폐기물 관리방안 및 정책을 수립하여 시행하여도 큰 효과를 볼 수 있으리라 판단된다.

침적폐기물 수거사업이 이미 수행된 곳에서 사업 이후 폐기물이 재침적되는 이유에 대한 설문 결과, 조업 중 발생하는 어구·어망 유실, 빠른 조류에 의한 침적폐기물의 이동, 폐어구 처리시설 부족에 따른 해상투기, 기상악화로 인한 육상에 방치된 폐어구의 유입 등의 원인으로 나타났지만, '한정적인 수거 및 정화사업'이라고 대답한 응답자가 31%로 가장 많았다. 그러므로 체계적이고 효율적인 침적폐기물 관리방안의 마련으로 한시적인 정화사업이 아닌 지속적인 침적폐기물 수거정책을 수립하여 시행하여야 할 것이다.

본 연구에서는 연근해 주요어장에서 발생한 폐어구 등의 폐기물이 어디로 이동하여 어디에서 침적하는가를 파악하기 위하여 지금까지는 수행한 바 없는 어구 추적 장치를 이용한 연구를 수행하였다. 음파 발생을 이용한 송수신 시스템으로 그 위치를 추적할 수 있는 Pingers와 폐어구에 Tags를 부착하여 일정기간 경과 후 수면으로 부상하여 수중에서 이동한 정보를 ARGOS 위성을 통해 전달하여 수중에서의 어구 이동경로를 파악할 수 있는 Pop-Up Tags를 이용한 어구 추적 연구를 수행하였다.


**❖ Pingers를 이용한 추적조사**



**>원리**  
- Pingers를 부착한 어구를 투하한 후 주파수를 설정하여 음파 감지로 찾는 방법

**>사용 방법**  
- 선상추적: 헤드셋(2)을 착용하고 음파감지기(3)를 수중에 넣고 둘러가며 음파 발생 위치 추적  
- 잠수추적: 잠수사가 수중에서 수신기(1)와 헤드셋(2)을 이용하여 음파 발생 위치 추적

**❖ 위성 추적 Pop-up Tag를 이용한 추적조사**



**>원리**  
- Tag를 부착한 어구를 투하한 후, 미리 설정된 기간 이후 분리된 Tag가 해수 표면으로 부상하여 저장된 정보를 Argos 위성에 송신하여 이동경로 추적

**> 사용 방법**  
- Tag(4)와 연결고리(5)를 연결한 후 어구에 부착 투하  
- 일정 기간 후 Tag가 분리되어 해수면으로 부상  
- 해수면으로 부상한 Tag로부터 저장 정보가 Argos 위성에 송신되고 위성으로부터 자료를 수신하여 이동경로 추적

Pingers와 Pop-Up Tag를 이용한 어구 추적



Pingers를 이용한 어구 추적을 위하여 동·서·남해 5개 해역에 Pingers를 부착한 어구를 투하하여 3개월 동안 추적한 결과, 강한 조류의 특성을 나타내는 인천 주변해역을 제외하고는 어구를 투하한 지점으로부터 크게 벗어나 이동하지 않는 것으로 나타났다.

이 결과로부터 우리나라 연근해 주요 어장 즉, 실제 어업인들이 조업하는 위치에 대한 정보 관리만 된다면 상당히 효율적인 침적폐기물 수거처리 관리방안을 마련할 수 있을 것으로 보인다. 예를 들어 연안의 경우, 조업위치나 조업 중 침적폐기물 인양 시 폐기물이 인양된 위치 정보를 전송할 수 있는 어플리케이션을 개발하여 사용할 수 있다. 어플리케이션에는 폐기물의 종류, 개수, 위치, 영상 등의 내용 등을 포함하여 전송할 수 있도록 하며, 조업 시 어업인의 편의를 위해서 자료입력이 불가능시에는 위치정보만 윈터치로 전송할 수 있도록 하는 것이다. 자료 입력 정보에 대해서는 비밀 보장을 원칙으로 하며, 자료 전송 실적 대비 포상 프로그램 등을 운영한다면 연안의 침적폐기물 모니터링을 함에 있어서 상당히 정확하고 과학적인 정보를 축적할 수 있을 것이다. 물론 어업인에 대한 교육 및 홍보가 반드시 필요하다.

Pop-Up Tags를 이용한 어구 추적 조사는 동·서·남해 각 1개소(인천광역시 주변해역, 포항시 주변해역과 통영시 주변해역)에서 실시되었다. 조사 시작 100일 이후 해수면 위로 부상하도록 제작된 Tag를 부착한 어구를 조사대상 주요 조업어장에서 투하하였으나 105일 이후 인천광역시 주변해역에서 투하한 Tag만 해수면 위로 부상하여 수중에서 저장한 데이터를 ARGOS 위성으로 송신하는데 성공하였다. 실제 GPS 정보를 파악하지 못하는 해수 중의 정보, 예를 들어 회유성 어류 등의 이동경로를 파악하는데 이용되는 위성추적 Pop-Up Tag는 주로 해양생물의 추적에 이용되어 왔다. Pop-Up Tag를 해양생물 이외의 것에 적용하여 수행한 연구는 처음이라 데이터 자료처리 기관인 프랑스 ARGOS 사에서도 상당히 관심을 가지고 협조하였다. 그러나 투하한 3개의 Tags 중 연구 종료 시점에 인천 주변해역에서 투하한 1개의 Tag만 해수면으로 부상하여 수중에서 수집된 데이터 송신에 성공하였다.

Pingers를 이용한 어구 추적 결과, 조사기간 동안 통영, 고흥, 울진 및 포항 주변해역의 어구를 투하한 지점으로부터 1km를 벗어나지 않은 반면, 인천 주변해역에서 1km 이상의 이동이 있었던 결과와 마찬가지로 Pop-Up Tags를 이용하여 어구를 추적한 결과도 인천 주변해역에서 조사기간인 100여 일 동안 투하 지점

으로부터 4km 정도의 이동이 있었으며, 조사기간 동안 총 이동거리는 25km 이상이였다.

인천 주변해역의 경우, 강한 조류나 태풍과 같은 기상학적 요인에 의하여 다른 조사해역에 비하여 많은 거리를 이동한 것으로 보인다. 이는 Pingers를 이용한 인천 주변해역에서의 어구 추적 결과에서도 파악할 수 있다. 처음 투하하여 태풍 발생 이후 유실된 어구가 Pingers의 음파 수신폭 3km 이상의 거리를 벗어나 수신이 되지 않았던 것으로 보아 태풍 발생 이후 큰 폭으로 이동이 있었던 것으로 판단된다.

연근해 어장에서 태풍과 같은 기상현상은 어구유실의 주원인일 뿐만 아니라 유실 후 다른 곳으로 이동시키는 유동인자로서도 큰 역할을 하는 것으로 판단된다.

침적폐기물은 발생 장소에서 침적하여 큰 이동을 하지 않고 주변에 머무를 확률도 크지만, 태풍 등의 외부 요인에 의한 이동, 또는 조류나 해류 등에 의하여 장시간에 걸쳐서 이동할 가능성도 배제하지 못한다. 어구 추적 연구 결과로부터 침적폐기물 이동범위가 작은 해역은 주조업구역을 중심으로 수거사업을 실시하고, 이동범위가 큰 해역은 조업 후 즉시 수거를 하는 등의 관리방안을 마련할 수 있을 것이다. 이를 위하여 침적폐기물의 이동범위가 작은 해역은 주조업구역에 대한 정확한 위치정보 파악을 위한 노력이 필요할 것이며, 이동범위가 큰 해역에서의 침적폐기물 관리를 위해서는 Pop-Up Tags 등의 과학적 장비를 이용한 침적폐기물의 위치를 파악하는 등 지속적인 연구가 필요하다.

제4차 해양환경종합계획(2011~2020)에 따라 해양환경보전 부분별 계획을 총괄, 조정, 통합해 개별사업을 체계적으로 추진하기 위해 농림수산식품부, 국토해양부, 환경부, 해양경찰청이 공동으로 수립한 2012년 시행계획을 보면, 오염물질의 해양유입 및 해양 쓰레기 관리 강화 등을 주 내용으로 하고 있다. 이렇듯 최근에는 연근해 침적폐기물을 포함한 해양쓰레기 관리정책이 쓰레기 발생 후 수거하는데 중점을 두는 관점에서 쓰레기 발생을 사전에 방지하고 줄이는 관점으로 전환되고 있다. 즉, 사후 처리식 접근방식에서 사전 예방적 접근방식으로, 국비 지원 중심에서 오염원인 책임 강화로, 개별 사업식 추진방식에서 체계적 관리기반 구축 그리고 수거된 쓰레기의 매립·소각보다는 재활용이나 자원화를 추진하는 방향으로 가고 있는 것이다.

수산업은 축산업에 비해 환경친화적이고 경제성도 높다. 인구 증가와 함께 미래의 양식으로서의 수산자원에 대한 관리에 대한 중요성이 부각되는 가운데 유

령어업으로 수산자원의 손실을 초래하는 폐어구 관리방안은 해양쓰레기 관리방안 중 가장 중요하게 포함되어야 할 부분이며, 해양쓰레기 관리를 통해 수산자원을 보호한다는 관점에서 접근하여야 가장 효율적인 방안이 될 수 있을 것이다.

제4장에서 유평어업을 통한 수산자원 손실량 최소화 방안에서는 어구유실방지 및 효율적인 수거를 위한 과학적이고 능동적 대안으로서 Pingers나 Pop-Up Tags를 이용한 어구 추적, 전자어망부이의 사용과 ROV를 이용한 조사수거기술 개발 등을 제시하였고, 어구실명제와 같은 강제적 관리방안과 현재 시행되고 있는 수매제도와 함께 어구 예치금 제도를 도입하여 함께 운용하는 방안을 제시하였다. 이와 함께 지속가능한 수산업업을 위한 방안으로 친환경(생분해성) 어구 개발 및 기타 어구어법 개발, 그리고 교육홍보 등의 내용을 강화하여 관리방안을 마련하는 것이 바람직하다.



\*자료 : 국토해양부, 해양폐기물 분포파악을 위한 어구실태조사 보고서, 2011

본 연구의 설문조사 결과에서 침적폐기물 저감 방안 설문에서 어업인에 대한 의식 교육 및 홍보에 대한 인식이 높아진 점을 특이하게 볼 수 있다. 침적폐기물 수거사업에 대한 어업인의 인식 수준 뿐 아니라 침적폐기물 발생 원인이나

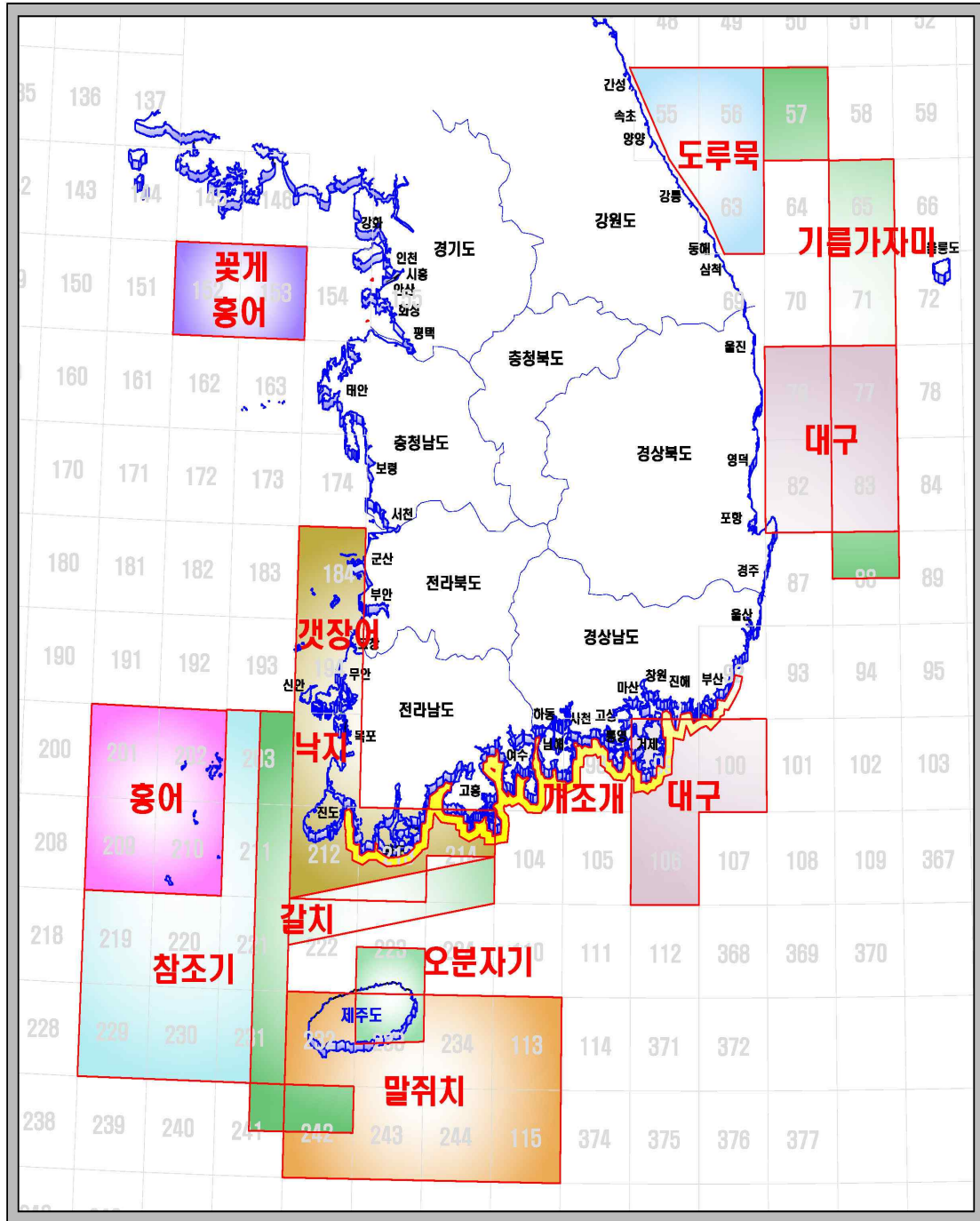
그 인과관계에 대한 이해도 높아진 것으로 보이는데, 이 결과로부터 침적폐기물 발생 이후 처리하는 관점에서보다 사전에 방지하고 줄이는 관점에서의 교육·홍보를 강화하는 등 앞으로 침적폐기물 관리정책 수립 시 고려되어야 할 사항이다. 어업인들에 대한 적정량의 어구 사용, 노후 폐기된 어구의 해상 투기 방지 및 재활용 등에 대한 교육·홍보 뿐 아니라 침적폐기물이 아니더라도 학생들로 하여금 ‘국제 연안 정화의 날’ 행사 등의 참여 유도 또는 교육프로그램 개발 등을 통하여 어린 세대에서부터 해양환경에 대한 올바른 사고를 정립해 주는 것이 필요하다.

본 연구 결과로부터 우리나라 연근해 어장의 침적폐기물 분포 및 변화 양상에 대한 과학적이고 주기적인 현장 모니터링이 필요하다는 것을 알 수 있다. 현재 농림수산식품부에서 진행 중인 ‘연근해 침적폐기물 모니터링(남해동부권역) 연구용역’과 같이 우리나라 연근해 해역을 권역별로 나누어 주기적으로 실태조사를 실시하거나 과거 사업을 수행했던 해역 중 침적폐기물이 다량으로 수거되었거나 2회 이상 수거실적이 있는 해역에 대한 실태조사를 실시하여 그 결과에 대한 Database를 구축하고 그 자료를 바탕으로 정화관리 지표나 지수를 개발하여 중점관리해역, 일반관리해역 또는 자원관리를 위한 특별관리해역 등으로 구분, 중·장기적 관리체제를 구축하여 관리한다면 가장 이상적인 연근해 침적폐기물 관리방안이 될 것으로 보인다.

지금까지 해양 침적폐기물 수거사업의 목적이 수거를 통한 해양환경 개선이라면 이제는 **환경개선을 통한 어업인 소득증대**를 목적으로 두어야 한다. 현 연근해 주요어장의 자원증가 및 어업인 소득증대 목적에 비추어 볼 때, 산란장이 주로 연안에 분포하는 등 수산자원관리와 관련하여 연안이 근해에 비해 수거사업의 효과가 훨씬 크다. 그러므로 향후 연근해 침적폐기물 수거 및 관리를 위해서는 연안과 근해를 분리하여 시행하는 것이 바람직하며, 따라서 자원 증가나 어업인 소득증대 목적에 따른 과업 추진이 필요하다.

예를 들어 수산자원회복계획에 따라 수산자원회복계획 12개 어종 대상 해역의 침적폐기물 전수조사를 한다거나 TAC 대상 어종 서식 해역 중 자망·통발어업 등 폐기물 다량 발생 어구어업 해역 전수조사 또는 수산자원회복계획과 TAC 제도를 동시에 진행 중인 해역이거나 경제성이 높은 어종을 선정하여 그 대상해역에 대한 전수조사를 실시하는 등 수산자원의 회복 및 증대를 목표로 하는 침

적폐기물 관리방안을 마련하는 것도 중요하다.



수산자원회복계획 대상 어종의 주조업구역

제6장 연근해 침적폐기물 관리방안

수산자원회복계획 대상 어종 범위

대상종	회복기간	대상어업	자원관리수단	해구
도루묵	2006 ~2015	동해구기저, 연안자망, 정치망	보호수면, 어구사용량, 체장제한, TAC	55, 56, 63
낙지	2006 ~2015	연승, 통발, 도수	산란장보호, 어구규모, 조업일수, 자율금어	184, 194, 212, 213, 214
꽃게	2006 ~2015	자망, 통발, 안강망	금어기, 체장제한, 보호구역, 종묘방류, TAC	152, 153
오분자기	2006 ~2015	마을어업(나잠)	금어기, 체장제한, 보호구역, 종묘방류, TAC	223, 233
참조기	2007 ~2015	대형기저, 안강망, 유자망	체장제한, 어구규모, 감척	203, 211, 219, 220, 221, 229, 230, 231
참홍어	2007 ~2015	연승, 자망, 대형/중형기저	금어기, 체장제한, TAC	201, 202 209, 210
대구	2007 ~2015	동해구기저, 트롤, 유자망	종묘방류, 산란장보호, 체장제한, 금어기, 감척	76, 77 82, 83, 99, 100, 106
개조개	2008 ~2015	잠수기	종묘방류, TAC	-
말쥐치	2008 ~2015	정치망, 안강망	종묘방류, 체장제한, 통수규제	232, 233, 234, 113, 242, 243, 244, 115
기름 가자미	2008 ~2015	자망, 외끌이중형기저	체장제한, 어구규모, 감척	57, 65, 71, 77, 83, 88
갈치	2009 ~2015	연승, 트롤, 안강망, 저인망	체장제한, 낚시크기, 감척	203, 211, 221, 231, 241, 242, 222, 223, 214
갯장어	2009 ~2015	저인망, 연승, 복합	어구규모, 낚시크기, 감척	184, 194, 212, 213, 214



TAC 대상해역 범위

어종명	대상어업	대상수역	총어획량(kg)	해구
고등어	대형선망	근해	160,000,000	105, 106, 107, 224, 110, 112, 368, 234
도루묵	동해구트롤, 동해구기저	동해 연근해	1,500,000	55, 56, 63
전갱이	대형선망	근해	21,000,000	-
홍어	주낙	서해특정해역, 흑산도해역	230,000	201, 202 209, 210
키조개	잠수기	인천, 경기, 충남, 전북 연근해	2,700,000	154, 174, 184
개조개	잠수기	부산, 전남, 경남 연근해	2,400,000	213, 214, 98, 99
대게	근해자망, 근해통발	동해연안 및 한일중간수역	1,620,000	70, 76, 82
붉은대게	근해통발	동해근해	32,000,000	71, 77, 83
꽃게	연·근해자망, 연·근해통발	서해특정해역 및 연평도수역	13,200,000	152, 153
오징어	근해채낚기, 대형선망, 대형트롤 및 동해구트롤	연근해	188,100,000	-

마지막으로 해양 침적폐기물 관리체계에 있어서 고려해야 할 사항이 남아 있다. 실제 해양 침적폐기물 발생에 따른 관리 구조에 있어서 특이한 점을 발견할 수 있는데, 해양 침적폐기물의 원인 제공자인 수산업자가 침적폐기물로 인한 피해 당사자가 된다는 것이다. 그럼에도 불구하고 업무를 관할하는 정부 조직과



관리주체가 다르기 때문에 해양쓰레기 문제 발생 시 해결하는데 적지 않은 어려움이 있다. 그러므로 해양쓰레기 관리 정책의 주체는 이익당사자인 정부 중앙부처가 적극적으로 담당해야 보다 현실적이고 효율적인 관리 정책의 실현이 가능할 것으로 사료된다.

우리나라는 작지만 강한 수산업을 만들기 위해 선진화 전략이 절실하다. 지난 반세기 동안 한국 수산업은 눈부신 발전을 이룩하였지만 그 고도성장의 부산물인 해양환경의 악화는 수산업의 선진화를 가로막는 문제로 남아 있다. 이러한 해양환경 문제를 해결하기 위해서는 무엇보다도 해양수산정책을 통합적으로 관리할 해양 정책에 대한 통합 거버넌스 구축이 절실하다.

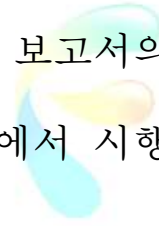
그러므로 정부부처, 공공기관, 전문 업체와 민간단체 등으로 구성된 해양환경 거버넌스 구축을 통하여 '해양은 인류에게 남은 마지막 보고로서 지속가능한 개발의 원칙하에 관리하자'라는 세계의 흐름에 맞게 해양 침적폐기물 관리정책을 수립해야 할 것이다.



연근해 침적폐기물 수거사업 및 관리방안



## 주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부에서 시행한 연구용역 보고서입니다.
2. 이 보고서의 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부에서 시행한 연구용역의 결과임을 밝혀야 합니다.  


농림수산식품부  
Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.
4. 이 용역사업에서 개발된 시스템 개발결과의 전체 또는 일부를 무단으로 사용할 경우 관련법에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.