

득량만 환경보전해역 환경관리방안 연구

2007. 12

수행기관 : 한국해양수산개발원 · 남해수산연구소 · 전남대학교



해양수산부
MINISTRY OF MARITIME AFFAIRS & FISHERIES

제 출 문

해양수산부장관 귀하

본 보고서를 「득량만 환경보전해역 환경관리방안 연구」의 최종보고서로 제출합니다.

2007년 12월

한국해양수산개발원장

이 정 환

【 연구 진 】

연구 책임자 : 한국해양수산개발원 윤진숙 연구위원

한국해양수산개발원	남해수산연구소	전남대학교
장원근 책임연구원	김정배 연구관	조현서 교수
최지연 책임연구원	정창수 책임연구원	이대인 연구교수
최희정 연구원	정희동 책임연구원	강조해 연구보조원
황제인 연구원	김숙양 연구관	박정채 연구보조원
김복희 행정원	오현주 연구관	이종혁 보조원
홍수진 행정원	최윤석 연구관	유진호 보조원
	조은섭 연구관	
	최양호 연구관	
	이상용 연구관	
	박정남 연구관	

연구지문 : 국립수산과학원 김도훈 박사, 전남대학교 윤양호 교수,
(주) 지오피디엠 임효혁 과장

목 차

제1부 득량만 환경보전해역 관리 기본계획(안) / 1

제1절 계획의 개요	3
1. 계획수립의 배경	3
2. 계획수립의 필요성	3
3. 계획의 범위	4
4. 추진경위	5
제2절 득량만 해양환경 현황 및 여건	6
1. 자연환경 현황	6
2. 연안이용·개발현황	7
3. 유역 오염부하 및 환경기초시설 현황	8
4. 해역수질 및 해역개선사업 현황	9
5. 해양생물 현황	12
제3절 해양환경관리 문제점과 전망	15
1. 해양환경의 문제점	15
2. 연안환경관리의 문제점	17
3. 득량만 해양환경관리 전망	18
제4절 해양환경관리 목표와 추진전략	20
1. 해양환경관리 기본목표 설정	20
2. 부문별 환경관리 목표	21
3. 해양환경관리 추진전략 설정	21

제5절 부문별 시행계획(안)	23
1. 수질·저질환경 부문	23
2. 생태계 및 생물자원 부문	25
3. 연안이용 및 공간관리 부문	27
4. 환경관리제도 정비 및 지역역량 강화	28
5. 과학조사·모니터링 및 환경관리시행평가	30

제2부 득량만 환경 현황 및 관리여건 분석 / 33

제1절 득량만 현황 개요	35
제2절 해역의 자연환경 특성	36
1. 위치 및 지형	36
2. 갯벌 현황	37
제3절 해수유동 특성	39
1. 해수유동 특성 분석의 개요	39
2. 수치모델 개요	39
3. 모델 방정식	42
4. 모델 검증	47
5. 해수유동 특성분석 결과	51
제4절 해양생물 현황	59
1. 연구방법	59
2. 표영생태계 생물상	60
3. 저서생태계 생물상	68

제5절 배후 육지부 및 해역이용 현황	72
1. 배후 육지부 이용현황	72
2. 해역 이용 현황	79
제6절 해양환경 및 육상기인오염부하 특성	87
1. 해양환경 특성	87
2. 육상기인 및 자가오염부하량 조사	108
제7절 잘피의 자원경제학적 가치와 득량만 잘피의 생태·군집구조 특성	137
1. 잘피의 자원경제학적 효과 및 가치	137
2. 득량만 잘피 출현종 현황·분포 조사 및 생태·군집구조의 특성 조사	145
제8절 득량만 연안개발·관리계획 현황	155
1. 연안이용·개발계획	155
2. 환경기초시설 현황 및 설치계획	159
3. 환경개선사업 실적 및 계획	167
<참고문헌>	169

표목차

<표 1-1> 득량만 유역의 BOD, 총인, 총질소 발생 및 배출부하량 현황(2006년)	8
<표 1-2> 화학적 산소요구량 농도(중앙값)의 연변화('97~'06)	10
<표 1-3> 득량만의 깔피 출현종 및 면적	13
<표 2-1> 득량만 갯벌면적 비교	38
<표 2-2> 해수유동 분석 개요	39
<표 2-3> 해안선 및 수심입력에 이용된 자료	41
<표 2-4> 녹동항의 조석 조화상수 및 비조화상수	46
<표 2-5> 조석 검증 결과	48
<표 2-6> 연속조류 검증 결과	48
<표 2-7> 층별조류 검증 결과	50
<표 2-8> 득량만 및 거금수도해역의 해양생물상 관련 연구문헌 현황	59
<표 2-9> 득량만 및 주변해역의 식물플랑크톤 군집의 종조성	60
<표 2-10> 득량만 및 주변해역의 식물플랑크톤의 현존량	61
<표 2-11> 득량만 및 주변해역의 식물플랑크톤 군집에서 우점종 목록	62
<표 2-12> 득량만 및 주변해역의 식물플랑크톤의 현존량	63
<표 2-13> 녹동항 주변해역에서 출현이 확인된 어류의 종조성(목-과-속-종 순으로)	68
<표 2-14> 득량만 유역 면적 및 행정구역 현황	72
<표 2-15> 득량만 유역 인구현황(2005년)	74
<표 2-16> 득량만 유역 지목별 토지이용현황(2005년)	74
<표 2-17> 득량만 유역 지목별 토지이용면적 집중도(2005년)	75
<표 2-18> 득량만 유역 도시계획 현황(2005년)	76
<표 2-19> 득량만 사업체 및 종사자수 현황	77
<표 2-20> 득량만 유역 농공단지 현황(2006년)	77
<표 2-21> 득량만 농가인구 및 경지면적 현황(2005년)	78
<표 2-22> 득량만 한육우·젖소·돼지 사육수(2005년)	79

<표 2-23> 득량만 해역 관련 어가인구 및 어가수 현황(2005년)	79
<표 2-24> 득량만 어선보유 현황(2005년)	80
<표 2-25> 득량만 수산물 어획고 현황 및 연별 추이	82
<표 2-26> 득량만 면허어업권 건수 현황(2005년)	83
<표 2-27> 득량만 어촌계 현황(2005년)	85
<표 2-28> 득량만 수산자원 보호 및 육성관련 지정구역	86
<표 2-29> 화학적산소요구량 농도(중양값)의 연변화('97~'06)	87
<표 2-30> 전국연안 및 득량만의 계절별 COD 분포	88
<표 2-31> 득량만의 정점별 COD 분포 특성	89
<표 2-32> 전국연안 및 득량만의 총인 중양값의 연변화('97~'06)	89
<표 2-33> 전국연안 및 득량만의 총인 중양값의 계절별 분포	90
<표 2-34> 득량만의 총인 중양값의 정점별 분포('02~'06)	91
<표 2-35> 득량만의 총질소 중양값 추이('02~'06)	91
<표 2-36> 전국연안 및 득량만의 대수변환 총질소 중양값의 계절 분포	92
<표 2-37> 득량만의 총질소의 정점별 분포	93
<표 2-38> 득량만 질소-인 비율의 연변동('02~'06)	93
<표 2-39> 득량만 질소-인 비율의 계절 변동	94
<표 2-40> 득량만의 질소-인 비율의 정점별 분포	95
<표 2-41> 득량만 적조 발생 이력('01~'05)	95
<표 2-42> 고흥반도 주변해역의 적조원인 생물과 발생상황	97
<표 2-43> 2월 득량만 표층수 중 식물플랑크톤의 종 구성과 밀도 (10cells/ml)	101
<표 2-44> 5월 득량만 표층수 중 식물플랑크톤의 종 구성과 밀도 (10cells/ml)	102
<표 2-45> 8월 득량만 표층수 중 식물플랑크톤의 종 구성과 밀도 (10cells/ml)	103
<표 2-46> 11월 득량만 표층수 중 식물플랑크톤의 종 구성과 밀도 (10cells/ml)	104
<표 2-47> 득량만 표층 퇴적물내 유기물 함량의 범위와 평균값	105
<표 2-48> 득량만 저서 다모류 군집의 주요 우점종	108
<표 2-49> 득량만 유역의 인구현황	111

<표 2-50> 득량만 유역의 가축사육 현황	112
<표 2-51> 득량만 유역의 폐수배출업소 현황	112
<표 2-52> 득량만 유역의 환경기초시설 수와 배출량(유역경계 내)	113
<표 2-53> 득량만 유역의 토지 지목별 현황	113
<표 2-54> 득량만 유역의 육상 양식장 현황	114
<표 2-55> 득량만 유역의 총 발생 및 배출부하량	115
<표 2-56> 득량만 유역의 행정구역별 발생 및 배출부하량	117
<표 2-57> 고흥군의 발생 및 배출부하량	117
<표 2-58> 보성군의 발생 및 배출부하량	118
<표 2-59> 장흥군의 발생 및 배출부하량	118
<표 2-60> 득량만 유역의 해면 어업권 현황	120
<표 2-61> 득량만 유역의 해면양식에 의한 발생 및 배출부하량	121
<표 2-62> 조사지점별 유량 및 수질결과표(2007년 5월)	126
<표 2-63> 조사지점별 유량 및 수질결과표(2007년 8월)	128
<표 2-64> 점오염원별 오염물질 유입부하량	130
<표 2-65> 잘피가 있는 지역과 잘피가 없는 지역의 동식물 양의 비료	139
<표 2-66> 득량만의 잘피 출현종 및 면적	147
<표 2-67> 득량만의 잘피 출현종 및 면적(평균 ± 표준에러)	149
<표 2-68> 득량만의 잘피 출현지의 생육환경	150
<표 2-69> 득량만 내 간척사업 계획	155
<표 2-70> 득량만 내 관광개발사업 계획 현황	158
<표 2-71> 득량만 내 하수도 보급률	159
<표 2-72> 득량만 배후지역내 하수처리시설 현황	161
<표 2-73> 득량만 배후지역내 하수관거 현황	162
<표 2-74> 분뇨처리장 시설현황	163
<표 2-75> 득량만 배후지역 폐기물매립장 현황	163
<표 2-76> 득량만 배후지역 폐기물소각장 현황	164

<표 2-77> 장흥군 하수종말처리장 및 마을하수처리시설 건설계획	164
<표 2-78> 보성군 마을하수처리시설 건설계획	165
<표 2-79> 고흥군 하수처리시설 건설계획	165
<표 2-80> 고흥군 마을하수도 처리시설 건설계획	166
<표 2-81> 어장정화사업 실적	168
<표 2-82> 어장정화사업 계획	168

그림목차

[그림 1-1]	득량만 환경보전해역 범위	4
[그림 1-2]	해안선 및 갯벌분포 현황	6
[그림 1-3]	득량만 해수유동 변화	9
[그림 1-4]	득량만 총인 농도 중앙값의 연변화('02~'06)	11
[그림 1-5]	득량만 총질소 농도 중앙값의 연변화('02~'06)	11
[그림 1-6]	거머리말과 잘피숲 전경	13
[그림 1-7]	득량만 배후지역의 축산단지(장흥 용산면)	15
[그림 1-8]	장흥 신리간척지 및 고흥간척지	16
[그림 1-9]	고흥 대서면 장산포 갯벌 해안도로 및 고흥 방조제	16
[그림 1-10]	득량만 연안의 쓰레기 전경	16
[그림 1-11]	득량만 환경보전해역 관리범위 조정(안)	29
[그림 2-1]	득량만 해역 범위	36
[그림 2-2]	1920년과 2006년 득량만 지형변화	37
[그림 2-3]	1920년(좌)과 2003년(우) 갯벌면적	38
[그림 2-4]	해수유동 모델 계산 격자망도	40
[그림 2-5]	득량만 및 녹동항 인근해역의 수심 분포도	41
[그림 2-6]	해수유동 모델 K-Cythere의 변수 계산체계	44
[그림 2-7]	해수유동 모델 K-Cythere의 계산 흐름도	45
[그림 2-8]	모델 검증 위치도	47
[그림 2-9]	조석 검증 곡선	48
[그림 2-10]	연속조류 검증 조류타원도	49
[그림 2-11]	연속조류 검증 시계열 자료	49
[그림 2-12]	층별조류 검증 조류타원도	50
[그림 2-13]	고조위 분포도	52
[그림 2-14]	저조위 분포도	53

[그림 2-15] 창조류 벡터도	54
[그림 2-16] 낙조류 벡터도	55
[그림 2-17] 창조류 유속 분포도	56
[그림 2-18] 낙조류 유속 분포도	57
[그림 2-19] 최강유속 분포도	58
[그림 2-20] 득량만 식물플랑크톤 군집의 분류군별 종조성(A)과 경시적 변화(B)	60
[그림 2-21] 득량만 식물플랑크톤 현존량의 경시적 변동양상과 변동 폭	61
[그림 2-22] 득량만 식물플랑크톤 우점종의 경시적 변동양상(윤, 1999)	62
[그림 2-23] 득량만 식물플랑크톤 생물량의 경시적 변동양상	63
[그림 2-24] 득량만 동물플랑크톤 주요 분류군의 조성률(A)과 주요 요각류 조성률의 계절 변화(B)	65
[그림 2-25] 득량만 주변 행정구역 현황	73
[그림 2-26] 득량만의 연별 수산물 생산량 추이	81
[그림 2-27] 득량만 해역 어장 분포도	83
[그림 2-28] 득량만 해역 내 장흥군·고흥군의 김양식장 분포 현황(2007)	84
[그림 2-29] 득량만 대수변환 COD 중앙값의 연변화('03~'06)	88
[그림 2-30] 득량만 총인 농도 중앙값의 연변화('02~'06)	90
[그림 2-31] 득량만 총질소 농도 중앙값의 연변화('02~'06)	92
[그림 2-32] 득량만 질소-인 비율의 연변화	94
[그림 2-33] '90~현재까지 득량만 주변 적조 발생 해역	96
[그림 2-34] 전국연안 분포 대비 득량만의 오염현황도	99
[그림 2-35] 득량만 표층수의 계절별 클로로필-a 농도 분포	100
[그림 2-36] 득량만 저층수의 계절별 클로로필-a 농도 분포	101
[그림 2-37] 득량만 표층 퇴적물의 산화발성황화물 농도 분포	106
[그림 2-38] 득량만 표층 퇴적물의 총유기탄소 농도 분포	106
[그림 2-39] 득량만 환경관리해역 유역경계도	109
[그림 2-40] 득량만 유역 오염원 조사지점도	110

[그림 2-41] 득량만 유역의 총 발생 및 배출부하량 현황	115
[그림 2-42] 득량만 유역의 행정구역별 발생 및 배출부하량	117
[그림 2-43] 고흥군의 발생 및 배출부하량	118
[그림 2-44] 보성군의 발생 및 배출부하량	119
[그림 2-45] 장흥군의 발생 및 배출부하량	119
[그림 2-46] 점오염원별 유량	132
[그림 2-47] 점오염원별 COD 부하량	132
[그림 2-48] 점오염원별 TSS 부하량	133
[그림 2-49] 점오염원별 DIN 부하량	133
[그림 2-50] 점오염원별 DIP 부하량	134
[그림 2-51] 점오염원별 TN 부하량	134
[그림 2-52] 점오염원별 TP 부하량	135
[그림 2-53] 갈피의 기능 및 가치	139
[그림 2-54] 갈피에 의한 어업수입 곡선 변화와 경제적 가치 변화	142
[그림 2-55] 유어객의 수요곡선과 어획량 변화에 따른 수요곡선의 변화	143
[그림 2-56] 득량만 갈피 출현종 및 분포현황 조사지역도	146
[그림 2-57] 득량만 갈피 출현종 및 면적 도식화	148
[그림 2-58] 거머리말의 영양지 및 생식지	151
[그림 2-59] 애기 거머리말의 영양지	152
[그림 2-60] 갈피숲의 어류, 새 및 어로행위	153
[그림 2-61] 방조제 공사 등으로 인한 주변 서식상 훼손	154
[그림 2-62] 득량만 환경보전해역 조사 광경	154
[그림 2-63] 장흥 회진~신상간 매립지 통수시설사업의 위치	167

제1부

득량만 환경보전해역 관리 기본계획(안)

여 백

제1절 계획의 개요

1. 계획수립의 배경

- 우리나라는 과도한 연안개발정책으로 인하여 1985년 이후 영해면적의 2.5%에 해당하는 해수면을 매립하였고, 아울러 생활하수를 비롯한 육상기인 오염물질 유입 및 과밀 양식으로 인한 해양오염의 증가 등 해양의 수용력을 초과하는 인간의 활동은 연안생태계 훼손, 어업생산량 감소, 연안생물서식지 파괴, 연안경관 및 심미적 이용가치 훼손 등을 가속화시키고 있음.
- 이에 대한 대응으로 2000년 환경보전해역과 특별관리해역의 관리기본계획(해양오염방지법)을 수립하였고, 이에 따라 각 해역별 관리범위를 확정하였음. 특히, 환경보전해역의 지정은 당시의 국토이용관리법의 수산자원보전지구(현재; 수산자원보호구역)를 대상으로 하여 연안환경 악화, 연안자원의 질 훼손 등에 관한 적절한 대응이 요구됨에 따라 육상기인 오염원 및 해양 자가 오염원의 심도있는 진단을 통한 관리의 필요성에서 이루어졌음.
- 최근 국제사회에서도 이와 같은 사실이 관심의 대상이 되고 있어 연안·해양환경과 자원을 보호·보전하기 위한 노력이 강화되고 있으며, 훼손된 연안생태계에 관한 복원이 중요한 이슈로 등장하고 있음.

2. 계획수립의 필요성

- 득량만은 비교적 만 입구가 넓고 외해와 해수유통이 원활하여 양호한 해역 환경상태를 유지하고 있어 예로부터 키조개, 피조개, 새조개 등 패류의 주산지일 뿐만 아니라 잘피가 잘 발달해 있어 우리나라 남해 해양생물의 중요한 산란·서식지로 알려져 있음.
- 그러나 득량만은 그동안 농지조성을 위하여 약 35.31km²를 매립·간척하여 해역이 축소되었고, 주변으로 부터 생활하수·축산폐수 등 육상기인 오염물질이 유입될 뿐만 아니라 고흥지구 간척사업, 경비행장, 첨단산업단지, 우주항공시설 조성을 위한 기반사업 등 다양한 연안개발사업이 추진 중에 있어 득량만의 해양환경과 생태계를 위협하는 요인으로 등장하고 있어 이에 대한 시급한 대응이 필요함.
- 이러한 사실에 기반하여 득량만의 양호한 해역 생태계를 과학적으로 진단하여 지속적

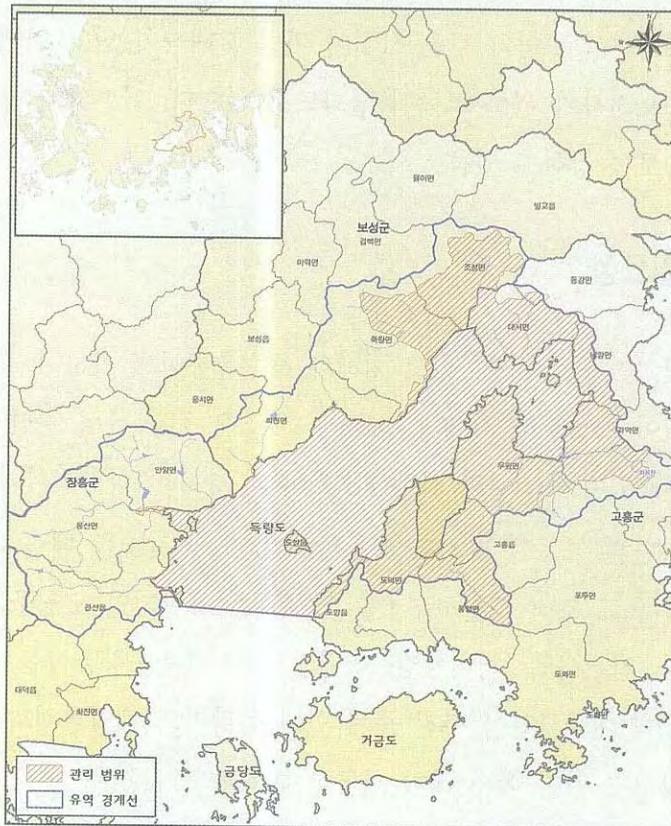
으로 보전할 수 있도록 통합적이고 체계적인 관리기본계획의 수립이 필요함.

- 따라서 본 연구의 목적은 득량만 환경보전해역의 지속가능한 해양환경 관리를 위한 관리기본계획(안)을 마련하는 것임.
 - 득량만 오염상태 및 원인에 대한 과학적 진단을 통해 관리방향 설정
 - 생물자원의 지속가능한 이용을 위해 해양생물의 산란·서식지인 잔피를 조사하여 보전·복원방안 마련
 - 육역의 사회경제활동이 해역의 건강 유지, 생산성 향상 및 생물다양성 등 연안 해양환경의 가치를 훼손시키지 않는 범위 내에서 이루어질 수 있도록 함.

3. 계획의 범위

가. 공간적 범위

- 해양환경관리법(해양오염방지법의 전면개정)에 의해 전남 고흥군·보성군, 장흥군 일대에 지정된 득량만 환경보전해역: 총면적 550.25km²(육역 234.51km², 해역 315.74km²)



[그림 1-1] 득량만 환경보전해역 범위

나. 내용적 범위

- 득량만 환경보전해역의 해양환경 일반현황과 연안이용 및 사회경제적 특성 조사
- 득량만 환경보전해역의 육상기인 오염부하량 및 자가오염 부하량 조사
- 득량만 살피 출현종 현황·분포조사 및 생태·군집구조의 특성 조사
- 득량만 환경보전해역 종합관리계획(안) 마련

4. 추진경위

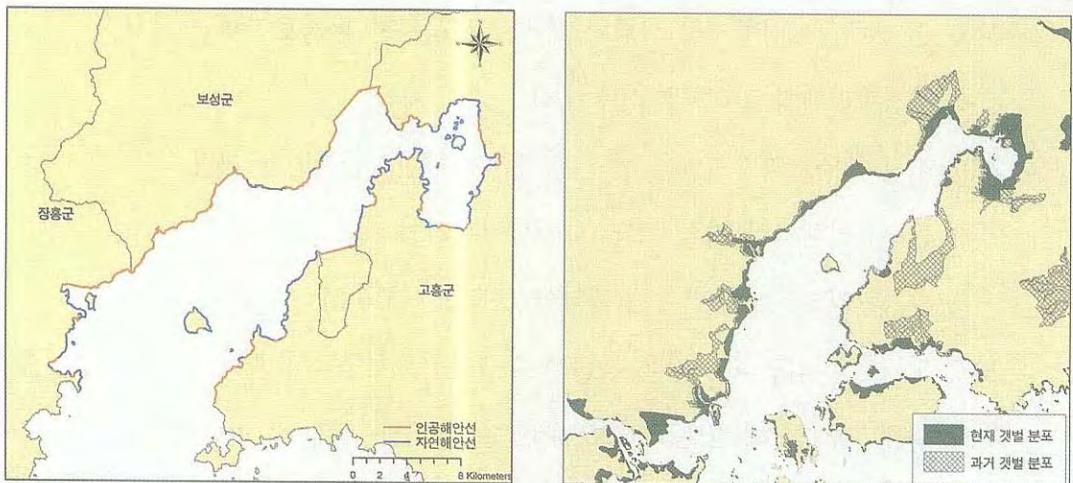
- 1972. 12 : 국토이용관리법 제9조에 의해 수산자원의 보호·육성을 위해 수산자원보전지구로 지정
- 1996. 8 : 특별관리해역 업무를 환경부에서 해양수산부로 이관
- 1999. 2 : 해양오염방지법 개정을 통해 환경관리해역 제도 신설
- 2000. 2 : 해양오염방지법 시행령 개정으로 득량만 환경보전해역 지정
 - ※ 환경관리해역 관리기본계획 수립
- 2007. 4 : 해양오염방지법을 전면 개정한 해양환경관리법을 제정
 - ※ 환경관리해역의 지정·관리(해양환경관리법 제15조)
 - ※ 환경관리기본계획의 수립(해양환경관리법 제16조)
- 2007. 7 : 수산업법의 개정을 통하여 수산자원보호구역의 관리 및 행위제한 등을 명시
 - ※ 현재 10개의 해면(면적: 3,868.08km²)을 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제40조에 의거하여 지정하고 있음.
 - ※ 득량만 수산자원보호구역은 총 462.51km²(육역 145.30km², 해역 317.21km²)임.

제2절 득량만 해양환경 현황 및 여건

1. 자연환경 현황

【해안선 및 갯벌 특성】

- 득량만은 우리나라 남서부 해역의 중앙부에 위치하며, 만의 남쪽 입구에서 30km 정도 북동쪽으로 만입되어 있고, 남쪽 입구만을 통해 해수교환이 이루어지는 반폐쇄성 해역임.
- 해안선 길이 총 155.3km, 만의 장축길이 50km, 폭은 4.6~11km의 득량만은 만 남쪽에 금당도, 거문도, 소록도 등이 분포해 있고, 북서쪽 연안에는 수심 5m 이하의 갯벌이 잘 발달되어 있음.
- 갯벌면적은 2003년 현재 45.7km²이나, 간척·매립사업, 방조제·해안도로 건설 등으로 1920년에 비해 40.7%가 감소하여 인공해안선은 득량만 전체 해안선 대비 50.1%를 차지



[그림 1-2] 해안선 및 갯벌분포 현황

【해수유동 특성】

- 조류의 주방향은 지형의 영향으로 만 입구는 남북방향으로, 득량도 인근해역은 주수로의 방향과 거의 일치하며, 내만으로 갈수록 해안선에 평행한 흐름을 보임.
 - 고조위는 3.8~4.2m, 저조위는 0.1~0.4m이며 만 내부로 들어갈수록 조차가 커짐.
- 득량만은 지형적인 영향으로 만 입구와 내만의 수심차이가 크고, 득량만 입구와 내만

의 창조시 유속이 낙조시 유속보다 커서 만내로 유입된 해수의 지체 시간이 길어짐에 따라 조류의 소통이 원활하지 못할 것으로 판단

2. 연안이용·개발현황

【연안육역 이용현황】

- 득량만의 유역인구는 2005년 현재 82,946명, 인구밀도는 108명/km²로 전국 연안 평균(397명/km²)에 비해 현저히 낮고, 최근 5년간('00~'05년) 매년 3.8%씩 감소
- 득량만 유역의 토지이용 현황을 보면, 임야가 전체 56%로 가장 넓고, 담 21.8%, 전 9.5%를 차지하고 있어 농경지에서 유입되는 오염원이 클 것으로 예상됨.
 - 고흥군은 대지와 공업용지, 장흥군은 목장용지와 임야가 집중
- 장흥·보성·고흥군의 가축(한우·젓소·돼지) 사육두수는 총 52,464마리 중 44.3%가 득량만 유역에 분포
 - 장흥군에 득량만 유역의 가축사육두수 중 44.9%가 분포

【연안해역 이용현황】

- 득량만 유역의 어가는 2,889호, 어가인구는 7,155명이며, 이중 62.1%가 고흥군에 거주하고 있음.
 - 어가의 82%가 겸업을 하고 있고, 전업 비율은 18%에 불과
- 득량만을 둘러싼 3개 군의 2005년 전체 수산물 생산량은 179,886M/T이고, 최근 5년간('00~'05) 연평균 8.74%씩 증가 추세
 - 전체 수산물 생산량 중 해조류가 76.6%를 차지하고, 연평균 13.2%씩 증가한 반면 어류, 갑각류, 연체동물은 각각 2.7%, 6.4%, 21.6%씩 감소
- 득량만의 면허어업권은 총 631건이며, 이중 패류양식이 79.1%, 해조류 7.9%, 마을어업 12.5%를 차지
 - 시군별로 고흥군 37.4%, 보성군 36.3%, 장흥군 26.3%를 차지

【연안이용·개발계획 현황】

- 득량만 내 간척사업은 1930년대부터 득량만 간척지 조성을 시작으로 현재 장흥삼산지구와 고흥지구의 간척사업이 진행 중
 - 고흥지구는 전남 최대 간척지구로 거의 완공되었고, 주요시설로 방조제 2.87km, 담수호 745ha, 농지와 인공습지 280ha가 조성되었음.
- 득량만 유역에는 13개의 관광개발 사업이 추진되고 있는데, 이 중에는 해양환경에 영향을 미칠 수 있는 골프장 건설, 해양복합레저공간조성사업 등이 진행 중

3. 유역 오염부하 및 환경기초시설 현황

【유역오염부하 현황】

- 득량만 유역의 유기물 오염부하량은 토지계와 축산계가 대부분을 차지하고 있음.
 - 발생부하량의 경우는 BOD의 80%, 총질소 93.1%, 총인 93.7%를 차지
 - 배출부하량의 경우는 BOD의 85.1%, 총질소의 91.8%, 총인의 88.1%를 차지

<표 1-1> 득량만 유역의 BOD, 총인, 총질소 발생 및 배출부하량 현황(2006년)

(단위 : kg/일)

구분		생활계	축산계	산업계	양식계	토지계	계
BOD	발생부하량	3,062.9 (6.3)	13,547.4 (28.0)	2,682.8 (5.6)	441.7 (0.9)	28,590.1 (59.2)	48,324.9 (100.0)
	배출부하량	1,425.5 (10.4)	2,370.8 (17.3)	184.7 (1.3)	441.7 (3.2)	9,291.8 (67.8)	13,714.6 (100.0)
TN	발생부하량	841.9 (3.2)	3,147.7 (12.1)	879.1 (3.4)	86.1 (0.3)	21,118.8 (81.0)	26,073.5 (100.0)
	배출부하량	506.5 (5.7)	1,328.5 (14.9)	138.6 (1.6)	86.1 (1.0)	6,863.6 (76.9)	8,923.3 (100.0)
TP	발생부하량	91.8 (3.1)	1,092.0 (36.5)	73.3 (2.4)	23.9 (0.8)	1,713.6 (57.2)	2,994.7 (100.0)
	배출부하량	57.1 (6.8)	178.4 (21.4)	18.5 (2.2)	23.9 (2.9)	556.9 (66.7)	834.8 (100.0)

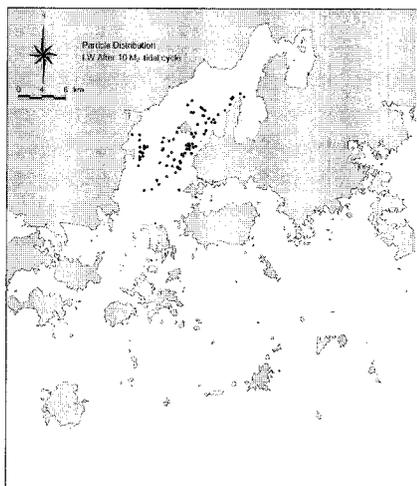
【환경기초시설 현황】

- 득량만 유역의 하수도 보급율은 32.4%로 전국평균 83.5%에 비해 현저히 낮음.
 - 최근 고흥읍·도양면에 하수종말처리장 건설로 고흥군의 하수도 보급율이 45.3%인 반면, 장흥군은 19.4%, 보성군 4%에 불과
- 득량만 배후지역에는 하수종말처리장 2개소, 마을하수도시설 34개소가 입지해 있고, 총 시설용량이 8,410m³/일임. 그러나 축사가 집중해 있는 장흥군에는 축산폐수처리시설이 전무한 실정
- 득량만 내 2011년까지 하수종말처리장은 9개소(시설용량 16,100m³/일), 마을하수도처리 시설은 59개소(시설용량 3,995m³/일)가 조성될 계획

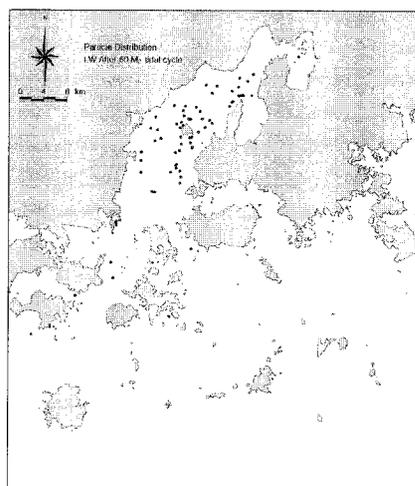
4. 해역수질 및 해역개선사업 현황

【득량만 내 오염물질 거동 특성】

- 득량만의 해수유동 모델 분석에 따르면, 득량만 해역 관리범위 내로 유입된 오염물질은 시간이 지나면서 만 내부로 차츰 이동하는 경향이 있음.
- 장기적으로 생물에 의한 또는 자연 분해에 의한 오염물질 감소량보다 만내로 유입되는 오염물질의 양이 클 경우 득량만 내부의 오염은 악화될 것으로 전망



<10 조석주기 후>



<60 조석주기 후>

[그림 1-3] 득량만 해수유동 변화

【화학적 산소 요구량】

- 최근 10년간('97~'06년) 국가해양측정망의 측정수질에 대한 평가 결과에 따르면, 특량만의 해양수질은 COD 기준 연평균 1.50mg/L로 II등급 수준을 유지하고 있으며, 전국 평균(1.35mg/L)을 1.1배 상회한 수치

<표 1-2> 화학적 산소요구량 농도(중양값)의 연변화('97~'06)

(단위: mg/L)

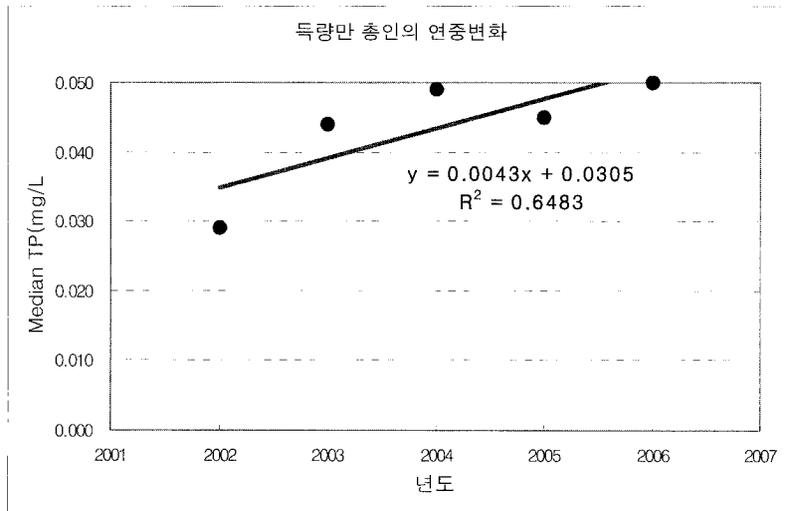
구분	중양값 (평균)	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06
특량만	1.38 (1.50)	1.20	1.54	1.54	1.66	1.45	1.29	1.68	1.32	1.31	1.01
전국연안	1.13 (1.35)	1.02	1.19	1.11	1.10	1.16	1.05	1.39	1.22	1.10	1.00

자료: 해양환경조사연보, 각년도

- 특량만의 COD 기준 해양수질은 내만에 위치한 특량 1정점에서 가장 악화되는 것으로 나타났고, 특량 2정점이 1.34mg/L, 특량 3정점이 1.24mg/L로 내만에서 만 입구로 갈수록 낮은 농도를 보임.
- 특량만의 잔차류 및 조류·조석 특성은 특량만 배후 유역에서 특량만으로 유입되는 육상기인 영양염이 내만(특량 1정점)으로 이동·축적하는 경향을 보임.

【총인】

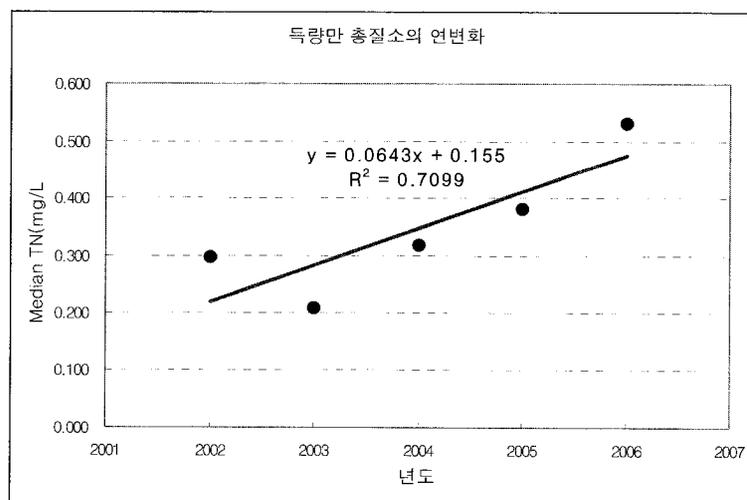
- 특량만의 총인 평균농도는 0.050mg/L로 해역수질 기준 II등급에 해당하여 전국 평균 0.048mg/L과 유사하며, 중양값은 '02년 0.029mg/L 이후 증가하여 '06년에는 0.050mg/L로 가장 큰 농도를 보임.
- 지난 5년간(2002~2006년)의 총인 중양값을 1차 회귀 분석한 결과, 매년 0.4%씩 증가하는 것으로 나타났고, 연변화율은 유의수준 0.1하에 통계적으로 유의
- 특량만의 총인 기준 해양수질의 정점별 농도를 보면, 특량 1정점이 0.042mg/L, 특량 2정점이 0.042mg/L, 특량 3정점이 0.044mg/L로 정점별 차이가 거의 없음.



[그림 1-4] 득량만 총인 농도 중앙값의 연변화('02~'06)

【총질소】

- 득량만의 총질소 평균 농도는 0.388mg/L로 해역수질 기준 II등급에 해당하며, 전국 평균 0.476mg/L보다 낮음. 중앙값은 '03년 0.208mg/L 이후 증가하여 '06년에는 0.533mg/L로 가장 높은 농도를 보임.
 - 지난 5년간 총질소 중앙값을 1차 회귀분석한 결과, 매년 6.4%씩 증가
- 득량만의 총질소 기준 해양수질의 정점별 농도자료를 통계 분석한 결과, 득량 1정점이 0.348 mg/L, 득량 2정점이 0.326mg/L, 득량 3정점이 0.321mg/L로 정점별 차이가 거의 없었음.



[그림 1-5] 득량만 총질소 농도 중앙값의 연변화('02~'06)

【적조】

- 득량만의 적조는 지난 5년간('02~'06) 10회 발생하였고, 이중 장흥군 인근 해역에서 9회 발생
 - 유해성 적조는 6회 발생하였고, 유해성 적조생물인 *Cochlodinium polykrikoides*와 *Chattonella antiqua*가 주로 출현
- 2001년 이후, 생물생산성이 높고, 수심이 낮은 남서연안해역을 중심으로 매년 유해성 적조발생 반복

【해역개선사업 현황】

- 해양수산부는 장흥군 회진면 일원(회진~신상간 매립지)에 갯벌복원사업인 '장흥 회진~신상간 매립지 통수시설' 사업 실시
 - 방조제를 허물고 간척지에 해수를 유통시켜 갯벌을 복원함으로써 생태계 보전과 어장생 산성 향상을 기대
- 연안어장의 환경개선을 위한 어장정화사업은 1991년부터 17,650ha에 대해 3,702백만원을 투자하여 퇴적 오폐물 및 폐어망·어구 등 수거

5. 해양생물 현황

【잘피 출현종 현황 및 분포】

- 1에이커당 잘피는 연간 10톤 이상의 잎을 생산할 수 있어 4천여마리의 어류와 5천만여마리의 무척추동물의 산란·서식장과 먹이를 제공
 - 잘피는 높은 생물다양성 유지에 도움이 되며, 수질의 변화에 민감하게 반응하기 때문에 해양생태계의 건강도를 판단하는 중요한 지표종의 하나
- 득량만의 잘피는 만 동측인 고흥군 두원면 대금리를 시작으로 득량도를 포함한 도양읍 용정리까지 분포

<표 1-3> 득량만의 갈피 출현종 및 면적

구분	구역	출현종(학명)	면적	수심
고흥 1	고흥군 두원면 대금리	거머리말 (<i>Zostera marina</i>)	58,000m ²	조간대-1.5m
	고흥군 두원면 풍류리	거머리말 (<i>Zostera marina</i>)	35,700m ²	조간대-1.0m
고흥 2	고흥군 도덕면 용동리	거머리말 (<i>Zostera marina</i>)	37,500m ²	1.0m
	고흥군 도덕면 가야리	거머리말 (<i>Zostera marina</i>)	40,500m ²	조간대-1.5m
		애기거머리말 (<i>Zostera japonica</i>)	4,500m ²	조간대
고흥3	고흥군 도덕면 가야리 당중마을	거머리말 (<i>Zostera marina</i>)	400,000m ²	조간대-1.0m
	고흥군 도덕면 장계리	거머리말 (<i>Zostera marina</i>)	122,900m ²	1.0m
고흥 4	고흥군 도양읍 용정리	거머리말 (<i>Zostera marina</i>)	10,700m ²	1.0m
고흥 5	고흥군 도덕면 득량리	거머리말 (<i>Zostera marina</i>)	4,000m ²	조간대-1.0m
		애기거머리말 (<i>Zostera japonica</i>)	28,500m ²	조간대



[그림 1-6] 거머리말과 갈피숲 전경

【표영 생태계 현황】

□ 플랑크톤

- 문헌조사에 따르면, 득량만에 출현한 식물플랑크톤은 규조류, 와편모조류 등으로 우리나라 남서해역과 유사

- 정체성이 강한 북부내만은 식물플랑크톤 현존량이 매우 높아 여름에는 와편모조류, 겨울에는 규조류에 의한 적조 발생
- 동물플랑크톤 현존량은 3월에 낮고 9월에 높았으나 *Sagitta crassa*의 체장변화에 따라 지배
 - 3월은 *S. crassa*의 큰 체장의 출현으로 개체수가 적은 반면, 9월은 소형인 *Noctiluca scintillans*의 대량출현에 의해 개체수가 많음.

□ 난·치어 등 어류

- 득량만 입구 해역에서 출현이 확인된 대표적 어란은 멸치(*Engraulis japonicus*)와 전어(*Konosirus punctatus*) 등 5종이고, 확인된 치어는 22종으로 봄에 12종, 여름에 11종, 가을에 2종, 겨울에 1종이 출현
- 득량만 인근해역에서 산란과 성장을 하는 것으로 보이는 어류는 멸치, 까나리, 흰베도라치, 조피볼락, 감성돔, 삼세기, 쭈기미, 홍어, 쥐노래미, 문치가자미, 도다리, 기타 망둥어과 어류 등

【저서생태계 생물상】

□ 무척추동물

- 문헌조사에 따르면 득량만에 출현이 확인된 저서동물은 118종으로 비교적 단순
 - 분류군별로는 다모류 44.1%, 갑각류 38.1%, 연체동물 11.9% 순
- 1980년대 이후 득량만 저서환경은 아직 우려할만한 유기오염이 진행되지 않았으나 만 입구의 양식시설의 설치 등에 의한 유속변화 등의 환경변화로 인하여 잠재적 유기오염 기회종이 다수 출현

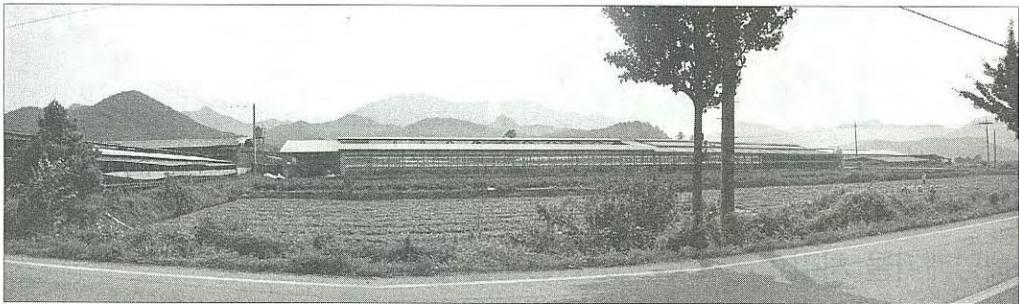
□ 해조류·패류

- 득량만 주변해역 암반조간대에 서식하는 해조류는 녹조류 2종, 갈조류 8종, 홍조류 5종, 미동정 잘피 1종으로 모두 16종임.
 - 고흥반도 인근해역과 서측해역인 장흥, 강진, 완도해역에서 해조류 양식 성행
- 득량만에서 출현 확인된 조개류는 키조개, 피조개, 새고막, 가리맛, 농조개 등 10종 중 최우점종은 키조개이며, 개체수는 봄에 높고, 총중량은 가을에 가장 높음.

제3절 해양환경관리 문제점과 전망

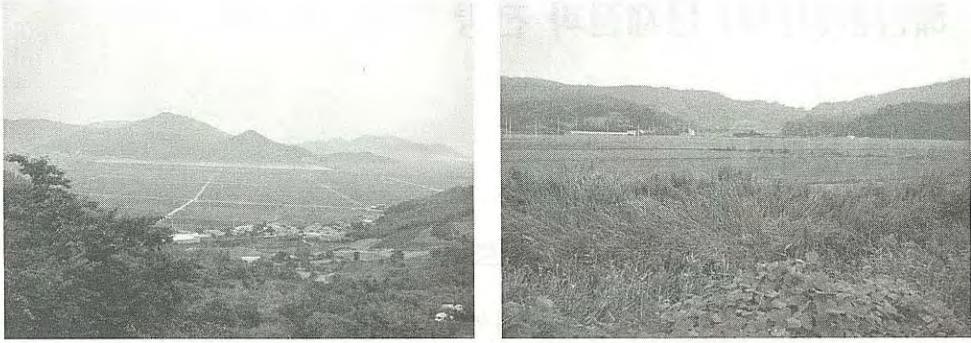
1. 해양환경의 문제점

- 축산폐수 등 육상기인 오염물질 유입으로 만내 유기물 및 영양염류 축적
 - 장흥군, 보성군 등 축사와 농경지 등에서 유입되는 비점오염원이 조류 소통이 불량한 만 내측에 축적
 - COD 농도는 만입구에서 만내부로 갈수록 높아지고 총인과 총질소 농도는 매년 증가하는 추세
 - 만 동측해역에 상시적 적조 출현과 유기물 오염 지표종 출현

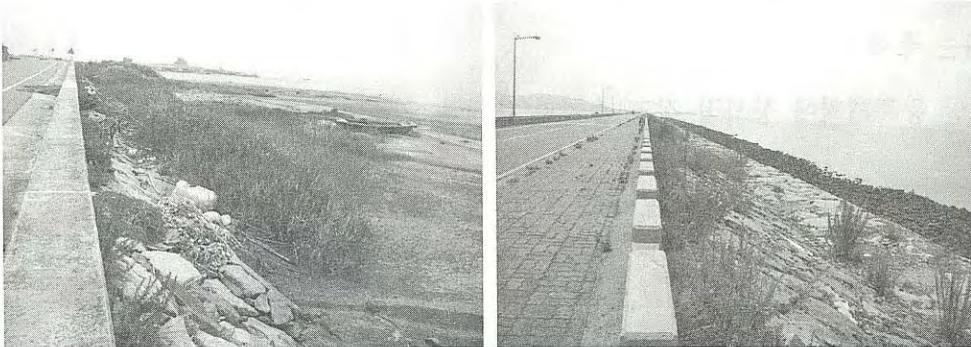


[그림 1-7] 득량만 배후지역의 축산단지(장흥 용산면)

- 해양생물의 산란·서식지 상실과 생태계 단절 가속화
 - 대규모 간척·매립 등에 의해 생태계의 단절을 가져오고, 해양생물의 산란·서식지인 갯벌과 해조류 숲이 사라짐에 따라 득량만의 해양생물 생산성 감소
 - 1920년대에 비해 득량만 갯벌이 40.7%가 사라졌고, 현재 골프장 조성, 간척사업 진행, 해안도로 조성 등에 따라 자연해안의 인공화 가속



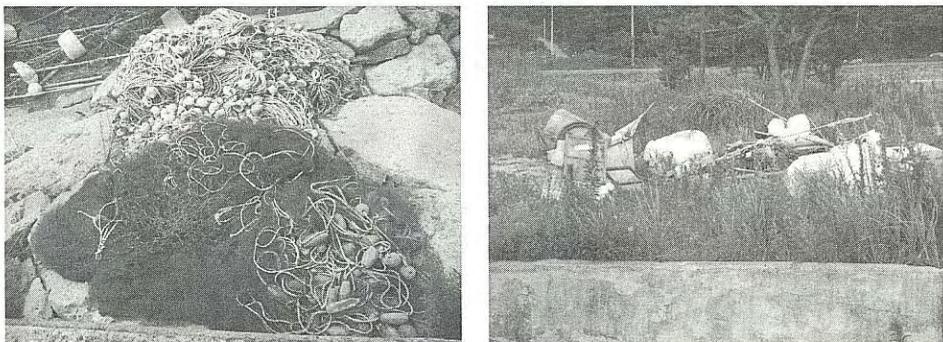
[그림 1-8] 장흥 신리간척지 및 고흥간척지



[그림 1-9] 고흥 대서면 장산포 갯벌 해안도로 및 고흥 방조제

□ 해양폐기물 처리 미흡으로 해양환경오염 심각

- 저층 생태계를 파괴하는 해상투기물, 폐어망·어망 등 해양폐기물의 무단 투기로 해양 저질의 오염이 빠르게 진행
 - 풍수기에 육상에서 유입되는 오염물질과 합쳐져 해양생물의 산란·서식지 잠식
 - 특히, 낙지통발 등 다량의 폐어구가 그대로 해양에 방치
- 전용소각장·집하장 등 해양쓰레기 처리시설 부족으로 해양쓰레기 방치



[그림 1-10] 특량만 연안의 쓰레기 전경

2. 연안환경관리의 문제점

□ 득량만 육역과 해역의 통합환경관리체계 구축 미흡

- 득량만의 통합적 환경관리를 위한 해양과 배후 육지부 관리의 종합적 노력 부족
 - 수질, 생물, 육역이용·개발 등 육상과 해양환경을 고려한 환경관리계획의 부재
 - 보호수면, 수산자원보호구역, 환경보전해역 등 보호구역 관리체계 미흡
- 득량만 환경개선을 위한 적응관리(adaptive management) 노력 필요
 - 2000년 지정 당시, 관리범위에서 배제되었던 장흥군과 보성군 육지배후지를 포함함으로써 현 환경관리 여건변화를 반영한 적응관리 실현

□ 환경기초시설의 설치 미흡과 연안이용·개발계획 조정 필요

- 고흥·도양 하수처리장 설치로 고흥군에서 유입되는 육상기인오염원은 줄었으나, 장흥·보성군의 환경기초시설 설치 미흡으로 환경관리 목적을 달성하는데 한계
 - 하수관거율이 24.4%에 불과하여 생활하수 등은 비점오염원 형태로 해역에 배출
 - 득량만의 유기물 오염부하의 주요 원인이 토지계와 축산계임에도 불구하고 비료·농약과 축산폐수 등에 관한 대책 미흡
- 폐어망 등 해양폐기물에 의한 해양자가오염의 증가가 예상되며 간척사업, 골프장조성사업 등 해역의 환경용량 고려 부족
 - 해양오염행위 관리체계 구축과 조류방향을 고려한 양식어장의 재배치 필요

□ 득량만 관리주체 미정립과 지역사회 이해관계자 참여기반 부족

- 득량만 해양환경 관리 주체는 장흥군, 보성군, 고흥군, 여수지방해양수산청, 전라남도청 등이 존재하나 득량만 유역을 종합적으로 관리할 수 있는 주체가 정립되어 있지 않음.
- 지역어민, 환경단체 등 지역이해당사자가 득량만 해역 관리를 위한 의사결정과정에 참여할 수 있는 제도 부재

- 득량만 특성을 고려한 과학적 진단체계 미흡과 일회성·현안별 조사의 한계
 - 마산만 등 특별관리해역 등에 비해 득량만 관련 연구는 단기적·일회성으로 진행됨에 따라 축적된 해양환경정보의 취득 곤란 및 취득 정보의 공유부족
 - 득량만의 육상기인 오염물질은 대부분 토지계와 축산계로, 육상기인 오염현상의 정밀한 진단을 위한 연안 중심의 조사방안 마련 시급
 - 득량만의 오염물질 거동 분석을 해수유동 모델로 분석한 결과, 득량만으로 유입된 육상기인 오염물질은 만 전체에 골고루 희석되고 있어 현재 측정망을 이용한 오염물질의 거동 파악에는 한계
 - 해양환경측정망 자료 분석 결과, 득량만 내 3개 측정망 간의 오염물질 농도 차이가 없음을 통계적으로 확인

3. 득량만 해양환경관리 전망

- 국제적으로 잘피군락 등 해조류에 관한 보전의 필요성 증대
 - 전 세계적으로 토착 수산 및 생물자원의 보호를 위해 잘피와 같은 '수생식물의 보호 및 복원 정도'를 환경지표(SAV 지표)로 설정
 - 잘피의 경제적 가치를 미국 플로리다 환경보호청에서는 554억 달러 이상, 멕시코만 지역은 에이커당 9천~28천달러에 이르는 것으로 평가
 - 우리나라에서도 해양생물 산란·서식지 보호 등에 관심이 고조되고 있어 해조류의 보전·복원에 관한 관심 증대

- 하수종말처리장·마을하수도 신규 건설로 육상기인오염물질 부하 저감 기대
 - 장흥군, 보성군, 고흥군 등에서는 하수종말처리장 및 마을하수도처리시설 등을 확충하기 위하여 현재 가동 중인 하수처리시설용량을 포함하여 계획완료시점인 2011년에 28,505m³/일 규모의 시설이 조성될 계획

□ 골프장 등 연안개발사업 추진으로 육상기인오염부하 증가 예상

- 득량만 유역 지자체별로 간척사업, 관광개발 등 다양한 개발계획을 수립하고 있거나 시행중에 있어 유역의 개발로 인해 육상기인오염원의 증가 및 지형경관 변화 진행

□ 지역이해당사자의 득량만 환경에 대한 관심 고조

- 간척사업 등 대규모 연안개발에 따라 해양생물의 생산성이 크게 저하됨에 따라 잘피군락 등 해양환경·자원 관리의 필요성에 대한 득량만 유역 지자체 및 지역주민의 관심 증대
- 지역어민 및 환경단체의 바다환경정화, 해양오염 실태조사 등 득량만 환경을 개선하고자 하는 활동 증가

제4절 해양환경관리 목표와 추진전략

1. 해양환경관리 기본목표 설정

- 득량만 환경보전해역의 해양환경 관리목표는 「환경관리해역 관리 기본계획」의 관리목표인 ‘지속가능한 해양수산기반 조성’ 및 ‘해양친화적 수변공간 창조’와 일관성을 유지하는 방향으로 설정하는 것이 중요함.
- 또한, 「2006-2010 해양환경보전종합계획」의 기본정책방향인 ‘Marine ECHO’와 계획의 기본목표인 보호가치가 높은 생태계의 보호, 훼손된 해양환경의 복원, 해양환경 오염물질의 유입·발생을 줄여 ‘국민의 삶의 질 향상’과 ‘해양수산분야 부가가치 창출’을 실현할 수 있도록 설정해야 함.
 - ※ Marine ECHO란? 해양환경보전종합계획(’06~’10)의 핵심 정책인 ‘생태계 중심’과 키워드인 Ecosystem, Cooperation, Human & Ocean을 모두 담고 있을 뿐만 아니라 ‘해양환경보전정책’이 메아리처럼 국민과 상호 소통한다는 의지를 상징
- 이를 기반으로 득량만의 사회경제적 이용특성, 자연환경, 해양환경 현황, 관리문제점 등 환경관리 여건 및 전망을 종합적으로 분석하여 득량만 환경관리 기본목표를 설정해야 함.
- 따라서 수산자원 보전 및 생태계 보호를 위해 지정·관리되고 있는 득량만의 해양환경 관리목표는 ‘육상기인 오염원 적정관리를 통한 연안 건강성 회복’과 ‘해양생태계의 보전·복원을 통한 생산성 증대’로 설정하였음.
- 득량만 해양환경관리 기본목표 달성을 위해 ‘수질·저질’, ‘생태계·생물자원’, ‘연안이용·공간관리’, ‘관리제도정비·지역역량강화’, ‘과학조사·모니터링 및 환경관리시행평가’로 구분하여 부문별 관리목표를 설정하였음.

득량만 해양환경관리 기본목표

육상기인오염원 적정관리를 통한 연안 건강성 회복
해양생태계의 보전·복원을 통한 생산성 증대

2. 부문별 환경관리 목표

부문	부문별 목표
수질·저질환경	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 육상기인오염물질 저감으로 해양환경 개선 ▷ 오염원 관리를 위한 과학적 조사·모니터링 강화
생태계·생물자원	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 해양생물 산란·서식지 보호를 통한 해양생물다양성 증대 ▷ 매립, 방조제 조성 등으로 훼손된 연안생태계 복원
연안이용·공간관리	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 해역환경용량과 해역특성을 고려한 연안 공간이용 조정 ▷ 득량만 연안기능에 적합한 다목적 연안 이용 유도
관리제도정비·지역역량강화	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 적응관리 실현을 위한 관리범위 조정 등 제도적 기반 구축 ▷ 지역 역량강화를 통한 자율환경관리 기반 조성
과학조사·모니터링 및 환경관리시행평가	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 통합환경모니터링 시행으로 득량만의 과학적 환경관리 실현 ▷ 득량만 관리시행계획의 추진실적에 관한 평가체계 구축

3. 해양환경관리 추진전략 설정

- 득량만 환경보전해역의 관리기본목표를 달성하기 위한 추진전략으로 ▷ 해양환경 수용력을 고려한 해역통합관리체계 구축, ▷ 해양으로 유입되는 오염원의 사전 예방적 관리, ▷ 해양생태계를 고려한 생태계기반관리체계 구축, ▷ 환경변화와 관리여건 변화를 고려한 능동적 적응관리 실현, ▷ 홍보와 교육 등 역량강화를 통한 지역자율관리 이행 등으로 설정하였음.

□ 전략 1 : 해양환경 수용력을 고려한 해역통합관리체계 구축

- 해양의 환경수용력을 고려하여 수용력을 초과하지 않는 범위 내에서 육상과 해양의 개발밀도를 조절하여 해양과 유역을 하나의 관리단위로 설정하는 유역통합관리체계 구축

□ 전략 2 : 해양으로 유입되는 오염원의 사전 예방적 관리

- 국제사회의 해양오염관리방향은 오염원을 사전에 차단하는 사전예방관리로 전환되었으며, 비점오염원, 가축분뇨 등과 같은 육상기인오염원을 사전에 차단할 수 있고, 통합적으로 관리할 수 있는 대응방안 마련

□ 전략 3 : 해양생태계를 고려한 생태계기반관리체제 구축

- 해양생물의 산란과 서식환경 개선, 유용생물의 생산량 증가 등을 실현할 수 있는 사업과 정책을 우선적으로 추진할 중점과제로 선정하여 집중 투자

□ 전략 4 : 환경과 관리여건 변화를 고려한 능동적 적응관리 실현

- 해양환경·자원관리를 성공적으로 달성하기 위해서는 변화하는 환경과 관리여건을 능동적으로 반영하는 것이 필요
- 해양환경과 관련여건 변화로 새롭게 발생하거나 잠재된 해양환경의 이슈를 법제도와 기술개발에 반영할 수 있도록 능동적 적응관리체제 확립

□ 전략 5 : 홍보와 교육 등 역량강화를 통한 지역자율관리 이행

- 지역이해관계자의 인식제고와 참여를 통해 득량만의 해양관리 기본목표를 이해하고 공유할 수 있는 신뢰기반의 해역관리 실현
- 득량만 환경관리 관련 주체별 책임과 역할을 정립하여 책임있는 관리기구 구성, 지역이해관계자 참여의 제도적 장치 마련, 지역주민 의식제고를 위한 교육·홍보 등을 통한 지역역량강화 추진

제5절 부문별 시행계획(안)

1. 수질·저질환경 부문

관리목표

육상기인오염물질 저감으로 해양환경 개선
오염원 관리를 위한 과학적 조사·모니터링 강화

가. 환경기초시설 설치를 통한 육상기인오염원 관리대책 추진

- 득량만 유역내 하수종말처리장 설치 계획의 지속적 추진(2011년)
 - 장흥군 : 장흥·관산·대덕·회진 4개소, 시설용량 12,800m³/일
 - 고흥군 : 풍양·포두·과역·금산·도화 5개소, 시설용량 3,300m³/일
 - 보성군 조성·득량 하수도 정비사업
 - 마을하수처리 770m³/일, 맨홀펌프장 7개소, 오수관거신설 37,247m, 우수관거교체 1,774m, 배수시설 1,402개소
- 득량만 유역내 마을하수도 설치 계획의 지속적 추진(2011년)
 - 장흥군 : 관산 우산 외 2개소, 시설용량 275m³/일
 - 보성군 : 득량면과 회천면 각각 14개소와 10개소, 시설용량 1,485m³/일
 - 고흥군 : 고흥읍, 도양읍, 풍양면, 도덕면, 점암면, 과역면, 남양면, 대서면, 두원면에 24개소, 시설용량 2,210m³/일
- 하수종말처리장의 배수관로 및 연안 배출구의 적지 선정
 - 하수처리배출구는 중요한 해양오염인자가 될 수 있으므로 하수종말처리장을 조성하기 이전에 배출구를 득량만 외측으로 설치
 - 하수종말처리장의 연안 배출구의 적지 산정방법 혹은 조사를 선행하여 사전예방적 관리 이행
- 축산폐수 처리를 위한 정화시설 설치계획 마련·이행

- 가축분뇨처리를 위한 축산폐수 처리시설 계획 추진 및 축산농가별 간이시설 설치 장려 및 지원

나. 농약·비료의 과다사용 억제 대책 마련

- 유기 염소계 농약 및 화학비료 등 지속성 유기오염물질(POPs) 및 중금속 등에 의한 오염실태조사 실시
 - 최근 농약 저항성 해충이 출현함에 따라 농약 과다사용의 증가
 - 득량만 내 대규모 간척사업으로 조성된 농경지 등을 대상으로 유기염소계 농약 및 화학비료의 오염실태조사 실시
 - 간척농지 등 농경지에 관한 화학적, 생물적, 물리적 병해충 방제수단의 통합적 관리
- 농약과 화학비료 등 과다사용 억제에 관한 지역주민 인식제고를 위한 교육 실시

다. 득량만 수산자원의 품질향상을 위한 수질개선 및 정화사업

- 지속가능한 수산자원의 품질 향상을 위한 수질개선
 - 득량만 내의 오염을 저감할 수 있도록 해수유동의 특성을 고려한 어장배치 프로그램 개발
 - 해양생태계·생물자원의 지속가능한 이용을 위한 어장관리방안 조정과 어획 강도 조정방안 마련
- 득량만 어장정화사업, 해양 폐기물의 효율적 수거 및 친환경 처리가 가능한 종합처리 체계 구축
 - 해양폐기물 수거시설(폐기물 수거선박 및 육상보관소) 등을 설치하고 어민의 자발적 수거노력 지원과 교육 실시
 - 어장정화사업을 통한 폐어망 등 해양폐기물 오염지역의 집중관리

라. 득량만 유입 하천·해역의 수질 모니터링 강화

- 주요 유입하천 및 축산단지 인근의 오·폐수 배출구 등에 대한 수질 모니터링을 실시하여 유입물질의 종류 및 농도를 확인
 - 향후 축산계 오염물질 저감대책 수립을 위한 기초자료로 이용하며, 저감 대책의 이행 평가 지점으로 활용
- 환경관리해역 측정망 확대를 통한 오염물질 및 적조 모니터링 강화
 - 득량만 해양환경을 종합적으로 파악하기 위해 현재 설치된 3개 측정망(득량1,2,3 정점)을 포함하여 총 6개로 확대하여 오염물질의 거동 파악
 - 측정망 확대지점(안)은 내만의 우도 인근 해역, 금당도와 거금도 간 해역, 득량만 입구(장흥군)와 금당도 간 해역

2. 생태계 및 생물자원 부문

관리목표

해양생물 산란·서식지 보호를 통한 해양생물다양성 증대
수산자원 회복시스템 구축 및 교란생물 퇴치로 연안생태계 복원

가. 잘피군락 등 해양생물의 산란·서식지의 보전·복원사업 추진

- 득량만 해양생태계 정밀조사 실시
 - 생태계와 생물자원, 산란·서식기능, 종다양성 평가 등 종합적 정밀조사와 평가를 통한 생태계기반 관리 실현
- 득량만 잘피군락의 생태계·경제적 가치 평가 실시
 - 어류상 조사 : 어구에 의한 잘피군락의 어류상 조사 등
 - 위 내용물 조사 : 지속적으로 출현하는 어종의 위 내용물 분석
 - 저서동물 : 저서동물군집 및 현존량
- 잘피군락의 정밀 모니터링 체계 구축

- 조사정점 : 득량만에 분포하는 잘피가 일정규모 이상이 되는 대금리, 당중, 가야당중, 득량도, 노력도 및 옹암리의 6점과 거금도, 금당도 주변
- 조사시기 : 전체적으로 월별조사가 추진되는 것이 바람직하나 2개의 조사정점(가야당중 및 노력도)은 월별조사를 실시하고, 다른 조사 정점은 분기별 조사를 실시하여 잘피 생태계의 복원에 필요한 이식사업의 적지선정 및 시범보호구역 지정이 필요
- 조사항목 : 생육환경(수온, 염분, 생육수심, 생육지 광량, 퇴적물 입도조성 및 퇴적 환경 조사), 형태학적 분류(지상부 길이, 잎 수, 잎 길이, 엽초 길이, 잎 너비, 지하경의 길이, 지하경 직경), 생물계절학적 특징(영양지, 생식지, 측지, seedling을 구분하여 조사), 생육밀도, 생물량 및 생산성 조사
- 잘피 군락의 복원에 필요한 이식사업의 적지선정 및 시범보호구역 지정 검토
 - 지역주민, 시민단체, 전문가, 공무원 등 지역 이해관계자와 공동으로 보호구역 지정 검토, 시범보호구역의 서식·산란 기능, 생태계 및 생물자원 평가, 시범보호구역 지정의 종합적 효과 평가 및 보호구역 유지·관리방안 수립·시행

나. 수산자원회복을 위한 종묘 방류 및 해양생태계 교란생물 퇴치

- 해역 특성에 적합한 수산종묘 방류사업 실시
 - 생태계 기반의 생물자원 관리를 위하여 수산자원회복에 초점을 맞추므로써 연안어장에 부가가치가 높은 건강한 수산종묘를 방류하여 수산자원을 증강하고, 어업인 소득 증대에도 기여
 - 이를 위해서는 기존의 치어 방류방법의 개선이 필요하고, 해당 생물종에 대한 명확한 자원조사 및 행태를 바탕으로 산란지, 성장지, 성어자생지 등을 구분하여 금어기나 금어지역 등을 지정하며, 인공방류 해양생물종에 대한 인공방류 후의 추적과 평가시스템 도입 필요
- 유해해양생물 및 해양생태계 교란생물의 퇴치사업 실시
 - 해양생태계 안정성 유지를 위하여 「해양생태계 보전 및 관리에 관한 법률」에서 제시하는 유해해양생물에 대한 퇴치사업 필요
 - 특히, 어장의 유해해양생물로 분류되는 불가사리류의 효율적인 구제 사업을 통해 패류자원의 번식·보호 및 생산력 향상을 도모

3. 연안이용 및 공간관리 부문

관리목표

해역환경용량과 해역특성을 고려한 연안 공간이용 조정
수산·산업·여가·주거 등 다목적 연안의 지속가능 이용 실현

가. 통합 해양환경관리 의사결정지원시스템 개발·운영

- 득량만 해양환경에 관한 시뮬레이션 개발·운영
 - 조류, 해저지형, 해양생물 등에 관한 시뮬레이션을 개발하여 공간이용계획 수립·조정·변경 시 환경영향 시뮬레이션
- 지리정보시스템과 통합한 득량만 통합 환경관리를 위한 의사결정지원시스템 구축
 - 육상기인오염부하량, 해양환경현황, 생태계 및 생물자원현황, 인문사회현황 등에 대한 기존의 연구결과를 종합하여 득량만 해양환경 지리정보시스템 구축

나. 해양환경을 고려한 연안이용계획 추진

- 득량만 연안공간이용계획 수립 시 전략환경평가 도입
 - 전략환경평가(Strategic Environmental Assessment, SEA)는 계획수립의 초기단계부터 환경영향을 평가하여 공간계획을 조정하는 제도
 - 공간이용계획이 해양환경에 영향을 줄 경우 이로 인한 오염부하를 억제할 수 있는 대책마련 후 연안개발·이용 행위 및 사업시행 허가
- 체계적 공간관리를 위해 연안관리지역계획과 연계
 - 연안육역과 해역의 용도구역 계획 수립
 - 개발·이용·보전의 조화로운 공간을 실현하기 위해 합리적 조정과정을 거쳐 연안관리지역계획 수립

4. 환경관리제도 정비 및 지역역량 강화

관리목표

적응관리 실현을 위한 관리범위 조정 등 제도적 기반 구축
지역 역량강화를 통한 자율 환경관리 기반 조성

가. 득량만 유역 적응관리 체제 구축

- 득량만 해양환경·자원관리를 위해 변화한 환경여건을 고려하여 환경보전해역의 공간적 관리범위 확대
 - 2000년 득량만 환경보전해역 지정 당시 장흥군과 보성군 일부 육역범위가 관리범위에 서 배제되었으나, 현재 축사, 농경지에 유입되는 육상기인오염물질이 증가되는 실정
 - 장흥군과 보성군 일부 육역을 득량만 환경보전해역 관리범위에 포함시킴으로써 연안의 적응관리 실현
 - 득량만 환경보전해역 관리범위 중 육역부문 293.8km² 확대

나. 득량만 통합환경관리체제 구축

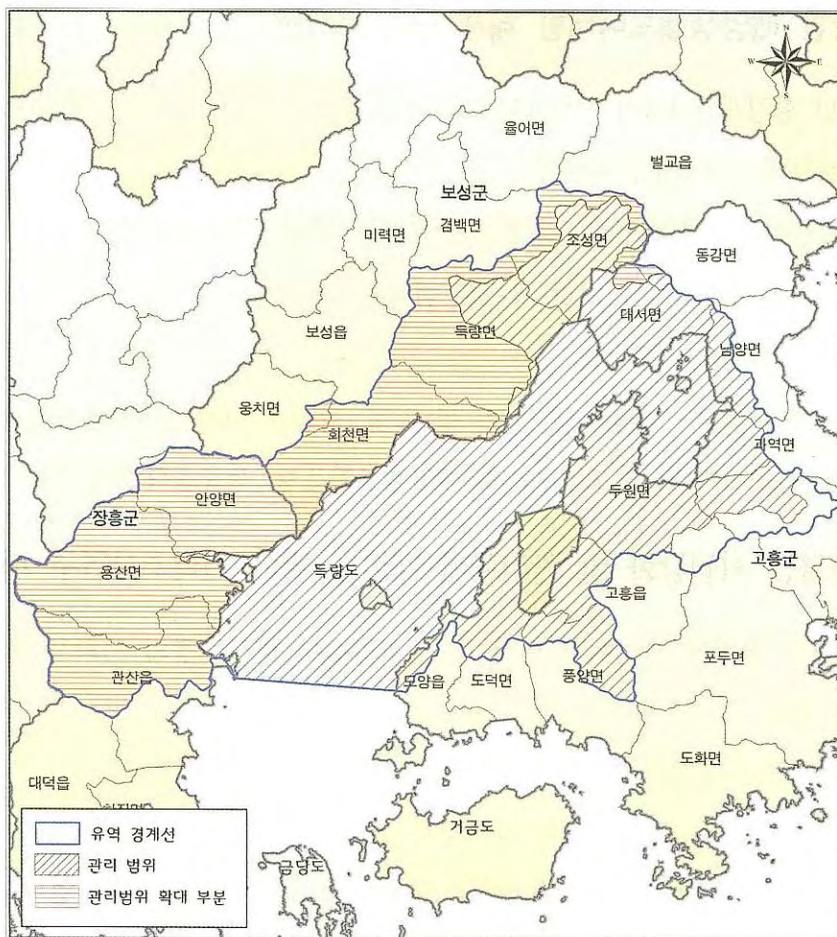
- 득량만 환경관리위원회 구성·운영
 - 위상 : 득량만 유역의 자치단체가 주축이 되어 득량만 유역을 하나의 환경관리단위로 관리하는 기구
 - 참여기관 : 득량만 유역 3개 자치단체, 전라남도, 해양수산부(지방해양수산청), 환경부(영산강유역환경청), 농림부 등 관련행정기관, 전문가, 주민대표
 - 위원장 : 해양수산부 지방해양수산청장
- 득량만 환경관리 실무협의회 운영
 - 자치단체, 지역주민, 민간단체, 산업체 등 지역이해당사자의 득량만 해양환경에 대한 관심제고와 자율적 해양환경관리를 위한 민간기구로 구성
 - 역할 : 득량만 환경관리기본계획 이행, 해양환경·자원 보전을 위한 교육·홍보프로그램

운영, 득량만 유역주민의 의견을 수렴하여 환경관리위원회에 반영, 득량만 환경감시프로그램 운영, 해양생물 산란·서식지 복원 등 사업 참여

- 구성 : 자치단체 지역어민대표, 여성대표, 산업체, 시민·사회단체 대표 등

○ 득량만 환경보전해역 자문위원회 구성·운영

- 득량만 환경관리위원회 및 환경관리 실무협의회에 전문적 지식과 정보 제공
- 국립수산과학원 득량만 해양환경 연구조사 담당자, 득량만 인근 대학 및 연구기관의 관련전문가, 득량만 환경보전해역연구 수행 연구진



[그림 1-11] 득량만 환경보전해역 관리범위 조정(안)

5. 과학조사 · 모니터링 및 환경관리시행평가

관리목표

통합환경모니터링 시행으로 득량만의 과학적 환경관리 실현
득량만 관리시행계획의 추진실적에 관한 평가체계 구축

가. 득량만 해양생태모니터링 체제 구축 · 시행

- 득량만 환경개선사업의 시행효과 평가와 환경상태 진단을 위한 통합환경모니터링 시행
 - 시행주체 : 국립수산과학원
 - 국립수산과학원 해양환경측정망에 득량만 내만 해역 포함 운영
 - 모니터링 정점 : 모니터링 정점을 현행 3개소에서 6개소로 확대
 - 모니터링 빈도 : 연 4회
 - 모니터링 항목 : 해수유동, 수질 및 저질, 생태계 일반조사(부유생태계 및 저서생태계)와 정밀조사(잘피 및 토착어류), 해양생물자원량, 생물종다양성, 하천오염부하

나. 정책결정 지원강화 및 관리체제 개선을 위한 기획조사연구 시행

- 득량만의 환경과 관리여건 변화 등을 고려하여 의사결정의 시의성 확보와 사전예방적 관리 도모
 - 시행기관 : 해양수산부
 - 기획조사분야 : 잘피군락과 토착어류 조사와 경제적 가치분석, 복원 적지선정과 타당성 조사, 간척지 등에서 유입되는 오염원실태조사, 환경개선사업과 개발계획에 관한 비용편익분석 등
- 지하수 수질오염 현황 파악을 위한 정밀조사 실시 및 연구 개발
 - 지하수 수질오염현황 파악을 위한 정밀조사 실시, 이를 위한 모델 및 시뮬레이션 개발, 지하수질의 영향을 파악하기 위한 관리모델 연구

다. 득량만 해양환경·자원관리정책 평가제도 도입·시행

- 관리 기본계획 시행, 환경개선상태, 관리역량 등에 관한 종합적 평가 수행
 - 생태계, 수질·저질환경, 연안이용, 거버넌스 등 4개 부문에 관한 지속가능한 지표를 선정하여 평가 실시
 - 평가주체 : 득량만 환경관리위원회(환경관리지역협의회 위원, 득량만 환경보전해역 지문위원 참여)
 - 평가단계 : 득량만 환경관리위원회(초안작성)→환경관리지역협의회 검토→공개 및 평가의 반영
 - 평가방법 : 성과평가(outcome evaluation)와 과정평가(process evaluation)
 - 성과평가 : 관리기본계획 이행에 따른 성과 점검
 - 과정평가 : 환경개선상태와 관리여건 변화 점검으로 예산·사업내용 조정

※ 부문별 시행계획 요약

부문	5개 부문 14개 추진과제
수질·저질환경 (4개 과제)	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 환경기초시설 설치를 통한 육상기인오염원 관리대책 추진 ▷ 농약·비료의 과다사용 억제 대책 마련 ▷ 득량만 수산자원 품질향상을 위한 수질개선·정화사업 ▷ 득량만 유입 하천·해역의 수질 모니터링 강화
생태계·생물자원 (2개 과제)	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 잘피군락 등 해양생물의 산란·서식지의 보전·복원사업 마련 ▷ 수산자원회복을 위한 종묘 방류 및 해양생태계 교란생물 퇴치
연안이용·공간관리 (2개 과제)	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 통합 해양환경관리 의사결정지원시스템 개발·운영 ▷ 해양환경을 고려한 연안이용계획 추진
관리제도정비 · 지역역량강화 (3개과제)	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 득량만 유역 적응관리 체제 구축 ▷ 득량만 통합환경관리체제 구축 ▷ 득량만 환경관리지역협의회 운영
과학조사·모니터링 및 환경관리시행평가 (3개과제)	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 득량만 통합환경모니터링 체제 구축·시행 ▷ 정책결정 지원강화와 관리체제 개선을 위한 기획조사연구 시행 ▷ 득량만 해양환경·자원관리정책 평가제도 도입·시행

제2부

득량만 환경 현황 및 관리여건 분석

여 백

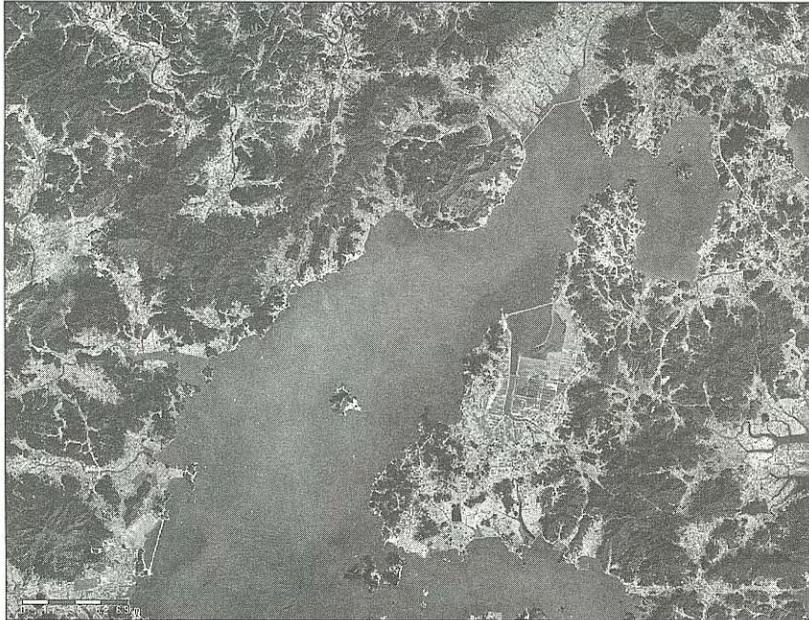
제1절 득량만 현황 개요

- 고흥반도 서쪽에 위치한 득량만은 장흥군, 보성군, 고흥군 등 3개 군으로 둘러싸여 있으며, 내만 면적은 374.4km², 길이는 약 50km, 폭은 4.6~11.0km로 남쪽 입구쪽에서 북쪽으로 갈수록 폭이 좁아지는 반 폐쇄성 형태임.
- 득량만은 일제시대부터 이루어진 대규모 간척사업으로 인위적인 지형이 크게 변한 지역이고, 최근 전남최대의 간척지구인 고흥지구의 완공으로 경관·생태적 가치가 현저히 저하되고 있는 실정임.
 - 그러나 득량만 간척지(고흥군 대서면) 전면으로 양호한 갯벌이 분포해 있고 해안단구, 암석해안, 모래해안, 파식지형 등 자연경관과 간척과 관련한 문화·역사적 가치가 있는 인공지형이 잔존해 있음.
- 득량만 유역에 포함된 행정구역의 면적은 2,057.6km²이고, 이 중 유역면적은 765km²로 행정구역 총면적의 37.2%에 해당함. 2005년 현재 득량만의 유역인구는 82,946명으로, 행정구역 총 인구의 45.4%를 차지하고 있으나 지속적인 감소추세에 있음.
 - 득량만 유역의 인구밀도는 108명/km²이며, 이 중 고흥군의 인구밀도가 138명/km²로 가장 높게 나타났으나, 전국 연안인구밀도(402명/km²)보다 낮고 공장용지, 대지면적 등이 다른 연안지역에 비해 상대적으로 개발에 의한 압력이 적은 편임.
 - 장흥군 삼산간척사업, 고흥군 도양읍 일대 고흥조선단지, 보성군 골프장 조성계획 등 연안개발계획과 연안을 따라 중소규모의 관광개발계획이 수립되어 있어 향후 득량만 해양환경에 영향을 미칠 것으로 전망됨.
- 득량만 배후지역에 축사 등이 분포하고 있으나 축산폐수시설이 제대로 갖추어지지 않아 축산폐수, 생활하수 등이 그대로 득량만 해역으로 유입되고 있으나 득량만 내만은 조류소통이 불량하여 담수와 해수교환이 제대로 이루어지지 않고 있는 실정임.
 - 득량만 배후지역 내 하수도보급률은 32.4%로 전국 평균(83.5%)에 비해 현저히 낮은 수준이고, 하수종말처리장은 고흥군 고흥읍과 도양읍에 각각 1개씩 입지해 있음.
- 현재 득량만은 우리나라 최대의 잘피군락지이며, 바지락, 키조개 등 패류와 어류의 집산지로 수산자원의 보고로 알려져 있음.

제2절 해역의 자연환경 특성

1. 위치 및 지형

- 득량만은 남해의 중앙부에서 서쪽에 위치하며, 지형적으로는 만의 남쪽 입구에서 30km 정도 북동쪽으로 함몰되어 있고, 남쪽 입구만을 통해 해수교환이 이루어지는 매우 폐쇄성이 강한 내만임(윤양호, 2003).
- 득량만의 해안선¹⁾ 길이는 총 155.3km이고, 지형은 남서~북동 방향으로의 장축 길이가 약 50km, 동서방향의 폭은 4.6~11km의 내만으로 만 남쪽의 입구에는 금당도, 거문도, 소록도 등의 섬들이 위치하고 있음.



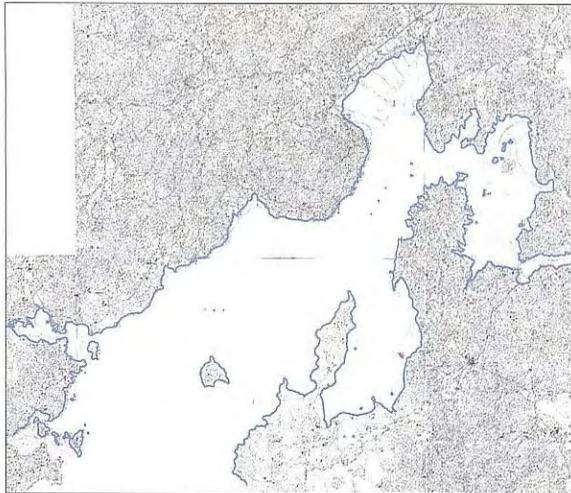
자료 : 연안관리정보시스템(<http://www.coast.go.kr>)

[그림 2-1] 득량만 해역 범위

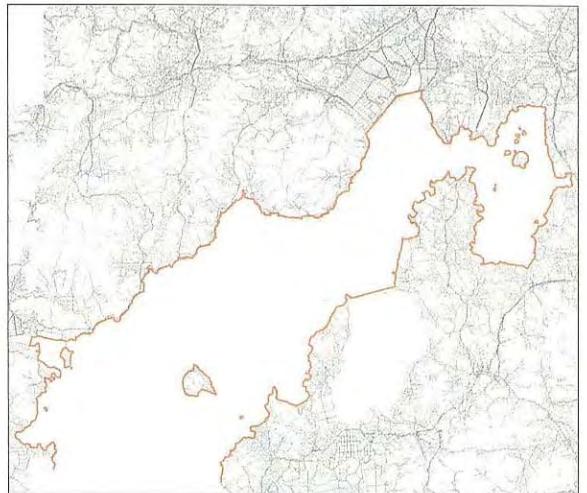
- 득량만의 평균 수심은 7.5m로서 만의 중앙에 위치한 득량도를 중심으로 서쪽은 해저경사가 대단히 완만하고, 동쪽의 수심은 최고 40m까지 달함. 그리고 만 입구가 비교적 넓어 외해와의 해수 유통이 활발한 특징을 보이고 있음(해양수산부, 1999).

1) 국토지리정보원의 1:25,000 수치지형도를 활용하여 계산하였음.

- 만의 구조는 내만 해역과 만의 중앙부를 따라 북서쪽 연안은 5m 이하의 수심으로 갯벌이 발달되어 오래전부터 각종 패류의 증·양식장으로 이용되고 있으며, 만 입구에서 만 중앙에 위치하는 득량도까지의 남동해역은 20m이상의 수심으로 수로가 형성되어 있음(윤양호, 2003).
- 득량만의 입구는 금당도·거금도 등으로 인하여 세 개의 수로로 나뉘지고, 만 안쪽 중앙부에는 득량도가 위치하고 있어서 만내 유동은 이들 섬에 의해서 영향을 받을 것으로 보임(해양수산부, 1999).
- 1920년대 고지도상 득량만은 넓은 갯벌과 크고 작은 도서, 만 등으로 이루어진 전형적인 리아스식 해안이었으나 현재는 1930년대에 이루어진 득량만 간척사업을 시작으로 진행된 매립·간척사업으로 단조로운 형태의 해안선으로 변화되었음.



[1920년]



[2006년]

[그림 2-2] 1920년과 2006년 득량만 지형변화

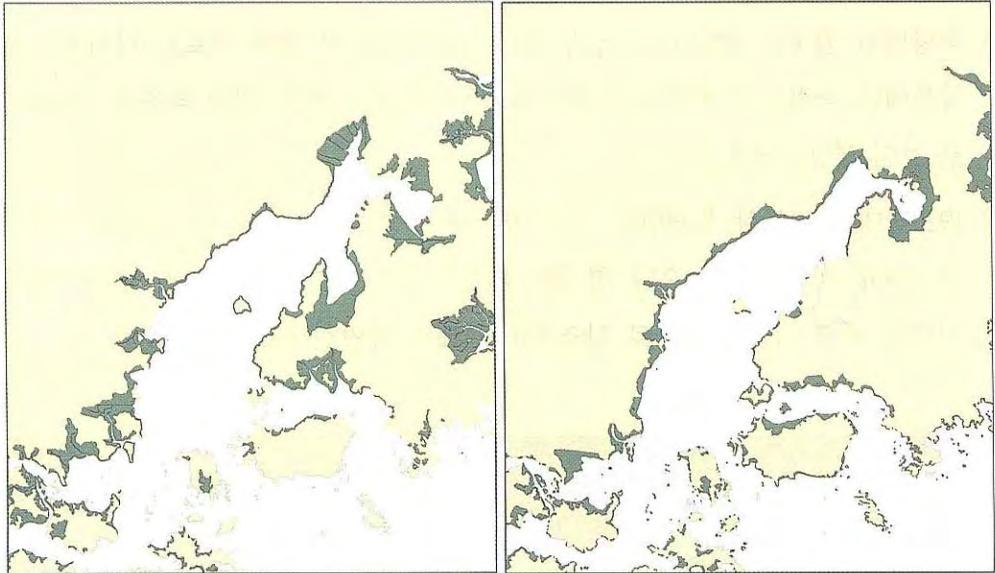
2. 갯벌 현황

- 득량만 연안의 갯벌은 간척 사업, 방조제 공사, 해안도로 건설 등 인위적인 영향에 의해 많은 변화를 보이는데, 국립해양조사원에서 작성한 고지도²⁾ 갯벌 현황자료를 활용해 득량만 해역의 갯벌 변화를 살펴본 결과 1920년에 비해 40.7%의 갯벌이 감소한 것으로 나타났다.

2) 과거 갯벌 추출 도면 - 고지도, 제작 : 조선총독부 임시토지조사국, 축척 : 1/50,000
 현재 갯벌 추출 도면 - 해도, 제작 : 국립해양조사원, 축척 : 1/75,000

<표 2-1> 특량만 갯벌면적 비교

1920년(A)	2003년(B)	감소면적(A-B)	감소비율(%)
77.1km ²	45.7km ²	31.4km ²	40.7



주 : 국립해양조사원의 고지도 갯벌 및 현재 갯벌 수치자료를 활용하여 면적을 산정
 자료 : 국립해양조사원 내부자료

[그림 2-3] 1920년(좌)과 2003년(우) 갯벌면적

- 특량만 주변 해안선 일대에는 특량만 방조제, 고흥만 방조제 등을 축조하여 조수의 침입을 막아 농지를 조성하고 있으며 해역은 양식에 적합하여 김·굴의 양식업이 활발히 이루어지고 있음.
- 만 입구해역에는 김, 미역, 다시마 등 해조류 양식이 성행하는 반면, 내만 해역과 북서 천해 해역에서는 피조개, 키조개, 고막 등 패류 양식이 이루어지는 등 대부분의 해역이 수산자원 생물의 산란 및 성육장으로서 이용되고 있음.
- 한편, 특량만은 외해와의 해수 교환이 활발하고, 아직까지 특량만 연안에 대규모의 산업단지 혹은 도시가 형성되어 있지 않아 산업폐수 등 육상으로부터의 오염원과 하천에 의한 담수의 유입이 적어 인위적인 오염에 의한 만의 생태계 변화는 다른 지역에 비하여 적은 편임.³⁾

3) 해양수산부, 1999

제3절 해수유동 특성

1. 해수유동 특성 분석의 개요

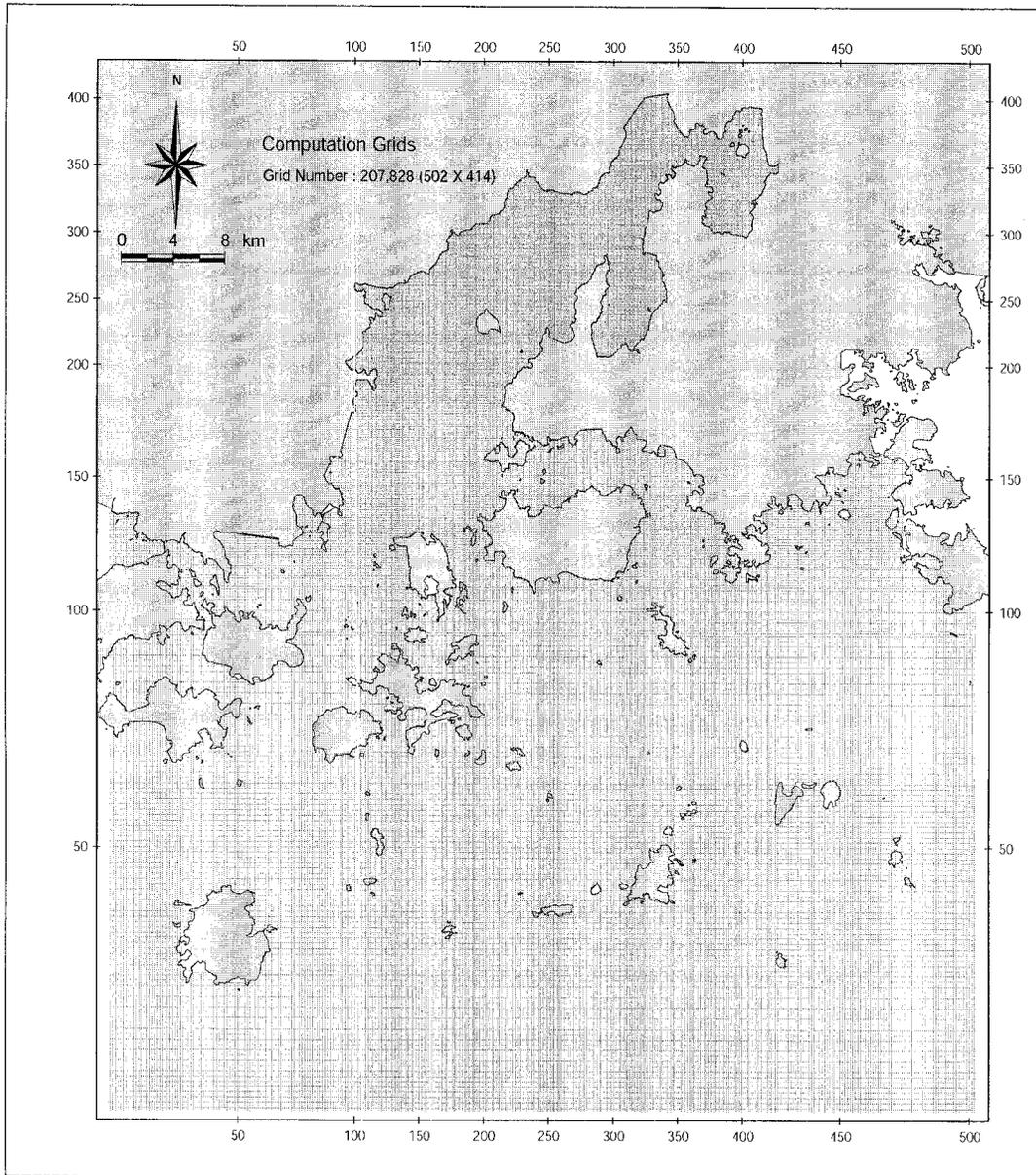
- 득량만 해수의 유동특성 분석은 득량만 내 오염물질의 희석·확산 현상을 파악하는 기초자료로 활용하기 위해 실시하였음.
 - 해수유동 분석에 사용한 K-Cythere 모델은 LNH-EDF(프랑스 전력공사 국립수리시험소)와 SOGREAH가 공동으로 개발한 해수유동 수치모델임.
 - 유한격자 체계 하에서 2차원 Saint-Venant 방정식을 풀어 각 격자에서 수위와 수심평균 유속 및 유량을 계산하는 특징이 있음.
- 득량만 해수유동 특성 분석의 개요는 <표 2-2>과 같음.

<표 2-2> 해수유동 분석 개요

구 분	세 부 내 용
실험목적	득량만 해역에 대한 해수유동 현황 재현 입자추적 실험을 위한 기초자료 제공
사용모델	Cythere ESI(프랑스 전력공사와 SOGREAH사 공동개발)
모델범위	66.8km × 77.2km
격자간격	100m ~ 400m 가변격자
격자수	207,828개(502 × 414)
조석조건	녹동향 평균대조기
실험기간	31시간 (약 2.5조석주기)
계산시간간격	20초

2. 수치모델 개요

- 모형의 계산영역은 동서 방향(X)으로 66.8km, 남북 방향(Y)으로 77.2km이며, 격자간격은 X, Y 방향에 대해 최소 100m에서 최대 400m의 가변격자로 구성하였음.
- 격자수는 X방향으로 502개, Y방향으로 414개로 총 207,828개이고, [그림 2-4]는 해수유동 실험을 위한 격자망도임.

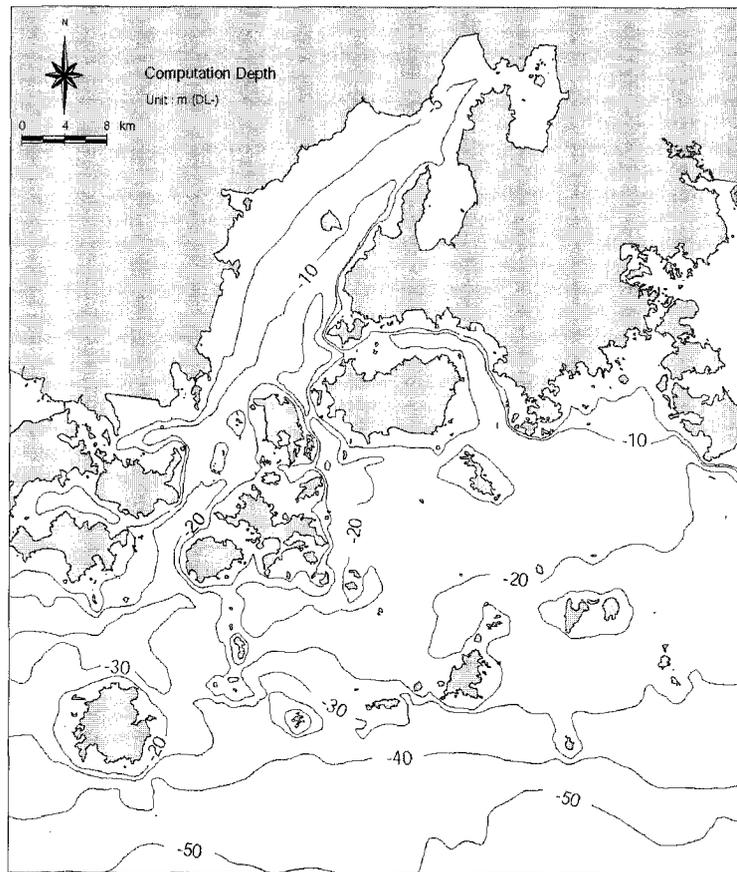


[그림 2-4] 해수유동 모델 계산 격자망도

- 모델에 입력한 수심자료는 득량만 인근의 해도를 이용하여 해안선의 위치 및 격자점을 입력하였음(<표 2-3>, [그림 2-5]).

<표 2-3> 해안선 및 수심입력에 이용된 자료

도면명	축척	간행처
해도 DC 213	1:75,000	국립해양조사원(2004)
해도 DC 214	1:250,000	국립해양조사원(2002)
해도 DC 232	1:75,000	국립해양조사원(2003)
해도 DC 240	1:50,000	국립해양조사원(2004)
해도 DC257	1:50,000	국립해양조사원(2005)
해도 DC257-1	1:5,000	국립해양조사원(2004)



[그림 2-5] 득량만 및 녹동항 인근해역의 수심 분포도

3. 모델 방정식

- 해수유동분석을 위한 K-Cythere 모델은 2차원 Saint-Venant 방정식을 풀어 각 격자에서 수위와 수심평균 유속 및 유량을 계산하는 프로그램으로 아래와 같은 기본 식으로 구성됨.
- 연속방정식

$$\frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} = 0$$

- 운동량 보존 방정식

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{\partial(uU)}{\partial x} + \frac{\partial(vU)}{\partial y} + gh \frac{\partial Z}{\partial x} - \frac{\tau_{sx}}{\rho} + \frac{\tau_{bx}}{\rho} - Kh \left(\frac{\partial^2(U/h)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2(U/h)}{\partial y^2} \right) - FV = 0$$

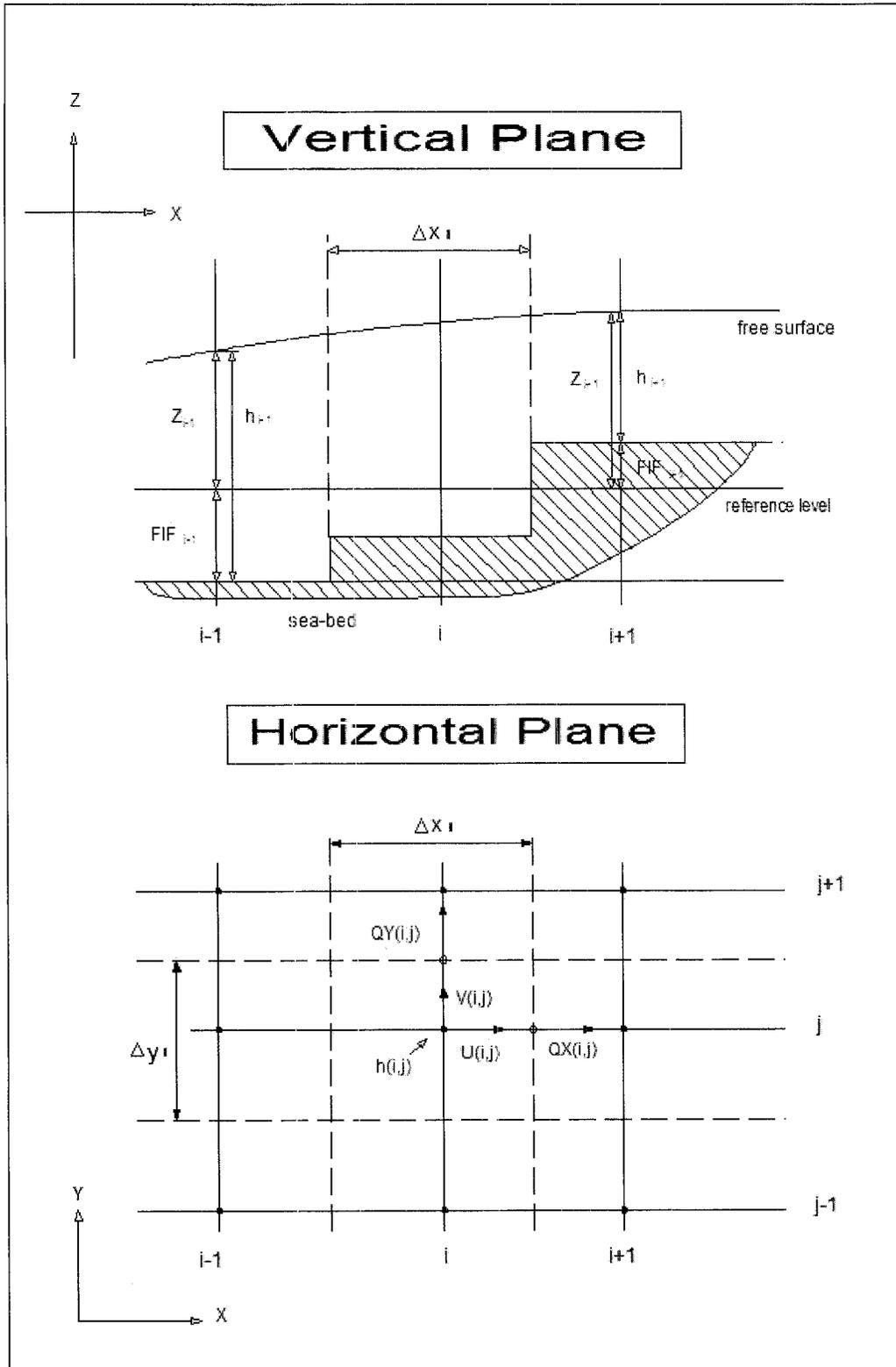
$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial(uV)}{\partial x} + \frac{\partial(vV)}{\partial y} + gh \frac{\partial Z}{\partial y} - \frac{\tau_{sy}}{\rho} + \frac{\tau_{by}}{\rho} - Kh \left(\frac{\partial^2(V/h)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2(V/h)}{\partial y^2} \right) + FU = 0$$

x, y	: 2차원 직교 좌표
t	: 시간
Z	: 기준면 상에서 자유수면까지의 높이
h	: 자유수면에서 해저면까지의 수심
U, V	: x, y 방향의 단위폭당 유량
u, v	: x, y 방향의 유속
g	: 중력가속도
F	: Coriolis 계수
τ_s	: 해수면 전단응력
τ_b	: 해저면 전단응력
ρ	: 해수 밀도
K	: 난류 확산계수

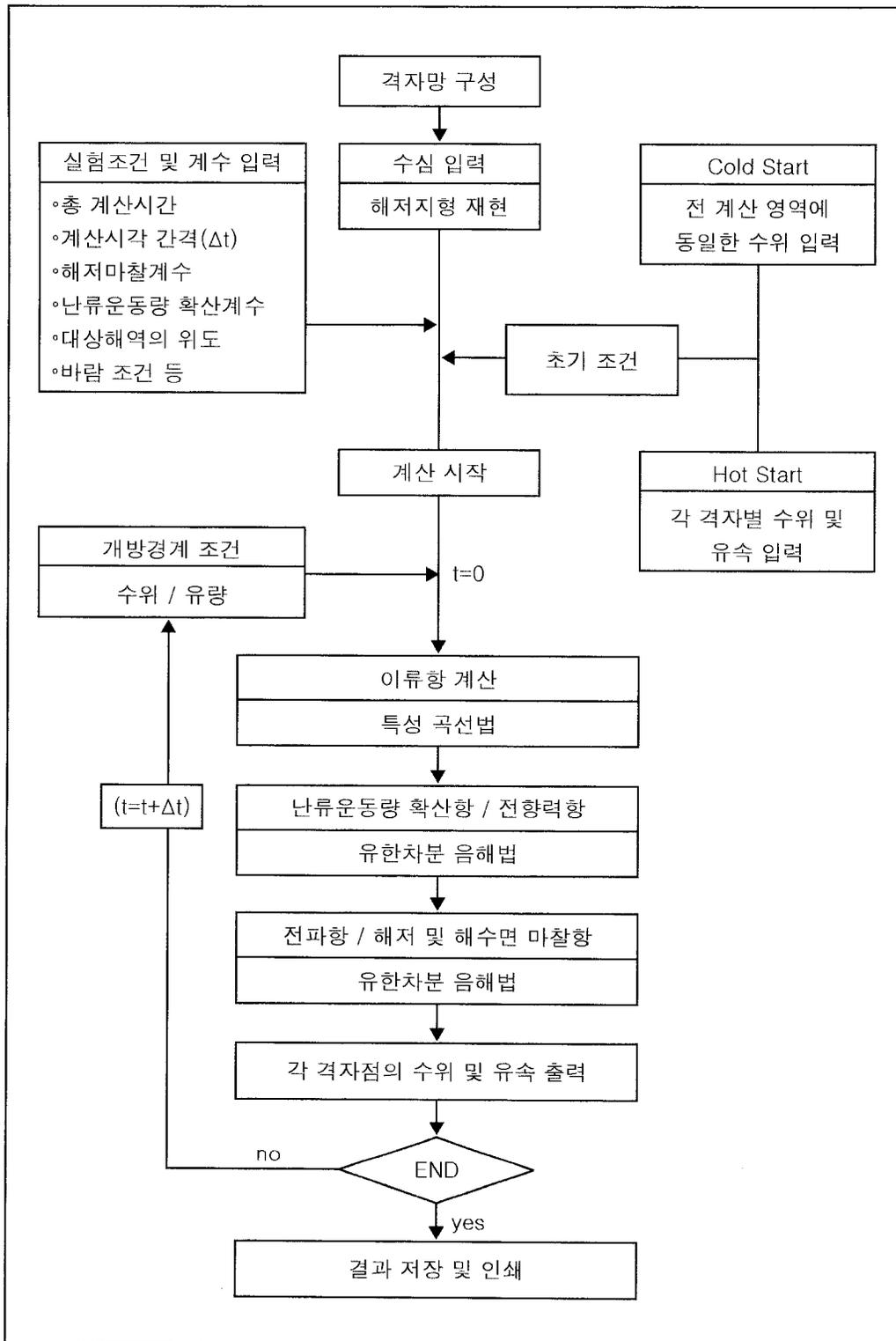
- 모델 방정식의 각 항을 구성하는 변수들의 계산체계는 <그림 2-6>에 개념적으로 묘사하였음.

- [그림 2-6]에서 $QX(i, j)$ 는 격자점 (i, j) 와 $(i+1, j)$ 의 중간지점에서 단위폭당 유량, $QY(i, j)$ 는 격자점 (i, j) 와 $(i, j+1)$ 의 중간지점에서 단위폭당 유량임.

- 모델 각 계산격자에서는 매 계산시각 간격마다 수위, 유량 등의 주어진 외력조건(개방 경계조건)에 따라 x, y 방향의 유량과 수위가 계산됨.
- 운동방정식 중의 이류항은 특성곡선법으로, 확산항과 전향력항은 유한차분 음해법으로, 그리고 전파항과 해수면, 해저면 마찰항 및 연속방정식은 반복 ADI법으로 시간 분할하여 해를 구함(Benque et al., 1982; SOGREAH, 1995).
- K-Cythere 프로그램의 장점은 다음과 같음.
 - 비선형 이류항을 특성곡선법으로 분리하여 계산함으로써 유량의 불규칙한 진동과 수치적 감쇠를 개선하였고, 전파항을 반복 ADI법으로 계산함으로써 계산시각 간격을 크게 하여도 큰 오차의 발생없이 안정한 해를 얻을 수 있음.
 - 조건대에서는 유량 보정법을 적용하여 실제 현상에 근사하도록 처리하였고, 가변 격자체계를 채택할 수 있음.



[그림 2-6] 해수유동 모델 K-Cythere의 변수 계산체계



[그림 2-7] 해수유동 모델 K-Cythere의 계산 흐름도

□ 경계조석

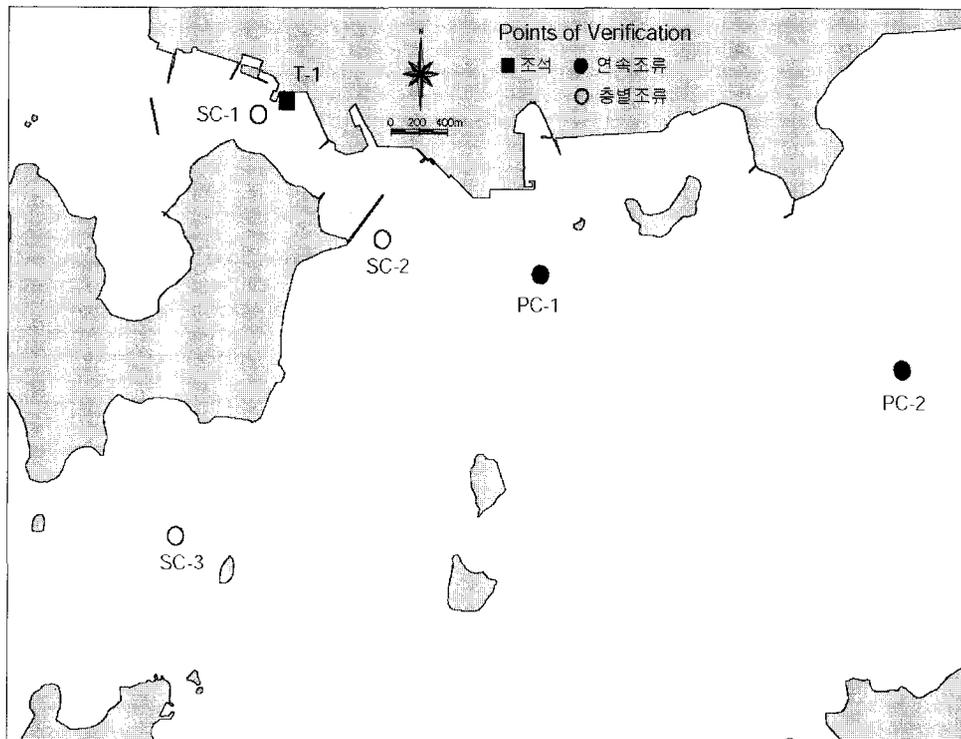
- 실험기간(simulation period)은 평균대조기 상황이며, 여기서 평균대조는 M2 분조(주태음 반일주조)와 S2 분조(주태양 반일주조)의 진폭을 더한 가상의 조건임.
- 매 계산시각마다 의해 개방경계에서 입력되는 조위는 기존의 조석관측 자료 및 수치 실험결과로부터 유도하였음.
- 조석·조류의 계산치가 관측치와 일치할 때까지 경계조석을 수정하여 실험을 수행하였으며, 본 실험의 조위는 녹동항 검조소의 기본수준면(DL)을 기준으로 하였음.

<표 2-4> 녹동항의 조석 조화상수 및 비조화상수

항 목		녹동항		
관측 위치		34° 31' 27" N 127 8 9 E		
관측 기간		1972. 10. 1 ~ 10. 31		
조 화 상 수	분 조	조화상수	반조차 (cm)	지각 (°)
	M ₂	주태음반일주조	116.2	278.7
	S ₂	주태양반일주조	47.9	296.5
	K ₁	일월합성일주조	26.0	181.3
	O ₁	주태음일주조	19.0	171.1
평균해면의 높이 (기본수준면상)		209.1cm		
비 조 화 상 수	평균고조간격	(M.H.W.I.)	9h 37m	
	평균저조간격	(M.L.W.I.)	3h 25m	
	고극조위 (Obs. H.H.W)		-	
	약최고고조위 (Approx. H.H.W.)		418.2cm	
	대조평균고조위 (H.W.O.S.T.)		373.2	
	평균고조위 (H.W.O.M.T.)		325.3	
	소조평균고조위 (H.W.O.N.T.)		277.4	
	평균해면 (So)		209.1	
	소조평균저조위 (L.W.O.N.T.)		140.8	
	평균저조위 (L.W.O.M.T.)		92.9	
	대조평균저조위 (L.W.O.S.T.)		45.0	
	약최저저조위 (Approx.L.L.W.)		0.0	
	저극조위 (Obs. L.L.W)		-	
	대 조 차 (Sp. Range)		328.2	
평균조차 (Mn. Range)		232.4		
소 조 차 (Np. Range)		136.6		

4. 모델 검증

- 조사된 관측치와 모델의 계산치를 상호 비교하여 모델의 신뢰도를 확보하고자 하였음.
- 검증한 항목은 조석과 연속 조류 및 총별 조류이며, 계산치가 관측치와 일치할 때까지 반복 수행하였음.
- 검증은 평균대조기 상황에서 31시간 동안 계산된 모델의 후반부 24시간을 대상으로 실시하였음.



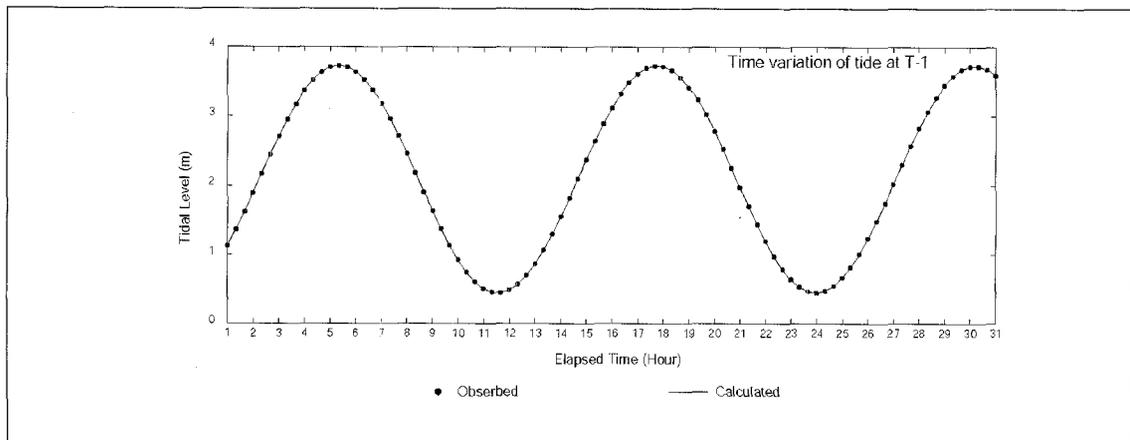
[그림 2-8] 모델 검증 위치도

가. 조석 검증

- 모델의 검증을 위해 사용한 조석자료는 녹동항 기준검조소 자료를 사용하였고, 모델에서 계산된 값은 평균대조기로 환산하여 조화 분해한 결과를 비교하였음.
- 고조위와 저조위 및 조차와 지각에 대한 검증 결과는 <표 2-5>와 같고, 이를 시계열로 표현한 결과는 [그림 2-9]에 제시한 바와 같이 관측치와 계산치는 잘 일치하는 것으로 나타남.

<표 2-5> 조석 검증 결과

구 분	관측치				계산치			
	고조위	저조위	조차	지각	고조위	저조위	조차	지각
녹동항 (T-1)	373.2cm	45.0cm	328.2cm	278.7°	375.4cm	47.1cm	328.3cm (100%)	278.9° (100%)



[그림 2-9] 조석 검증 곡선

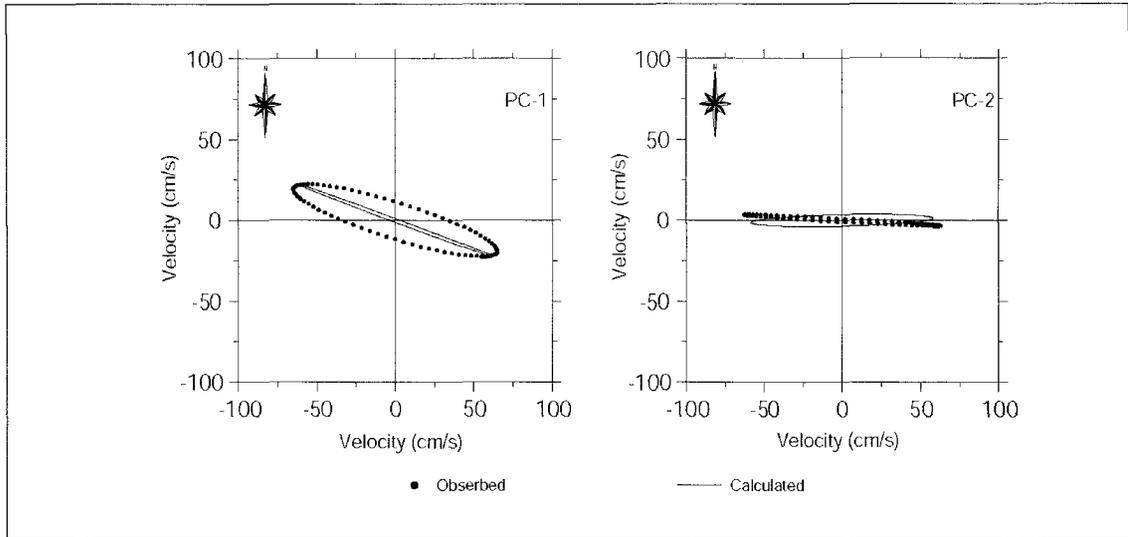
나. 연속조류 검증

- 연속 조류검증은 2개 정점(PC-1, PC-2)에서 관측한 자료를 이용하였음.
- 조류의 검증은 조화 분해한 결과 중 평균대조 성분을 대상으로 하였고, 조류의 관측치와 계산치를 타윈도 및 시계열 자료로 비교하여 [그림 2-10]과 [그림 2-11]에 제시하였음.
- <표 2-6>는 평균대조류 성분의 값을 비교한 것으로써 모델의 계산결과는 대상 해역의 해황을 잘 재현한 것으로 판단됨.

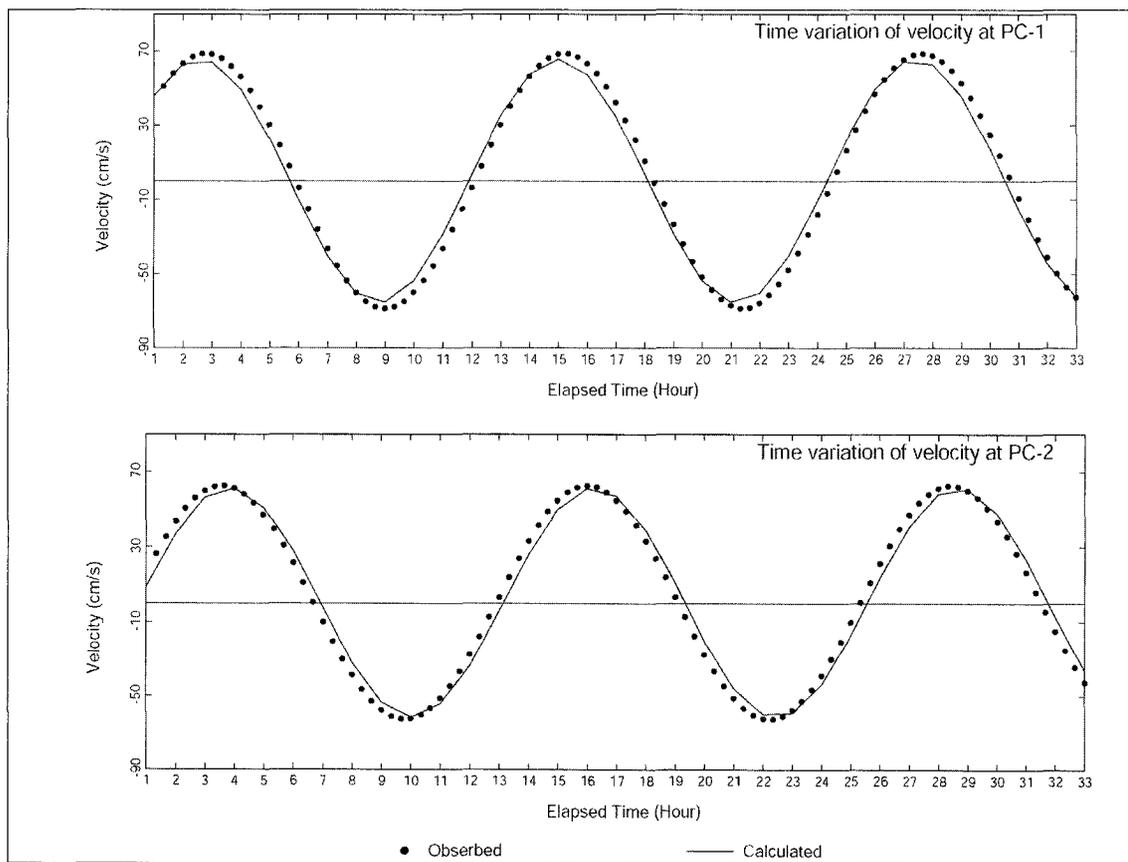
<표 2-6> 연속조류 검증 결과

(단위: cm/s, %)

구 분		PC-1	PC-2
평균 대조류 성분	관측치	68.6	62.6
	계산치	65.5(95.5%)	61.2(97.8%)



[그림 2-10] 연속조류 검증 조류터원도



[그림 2-11] 연속조류 검증 시계열 자료

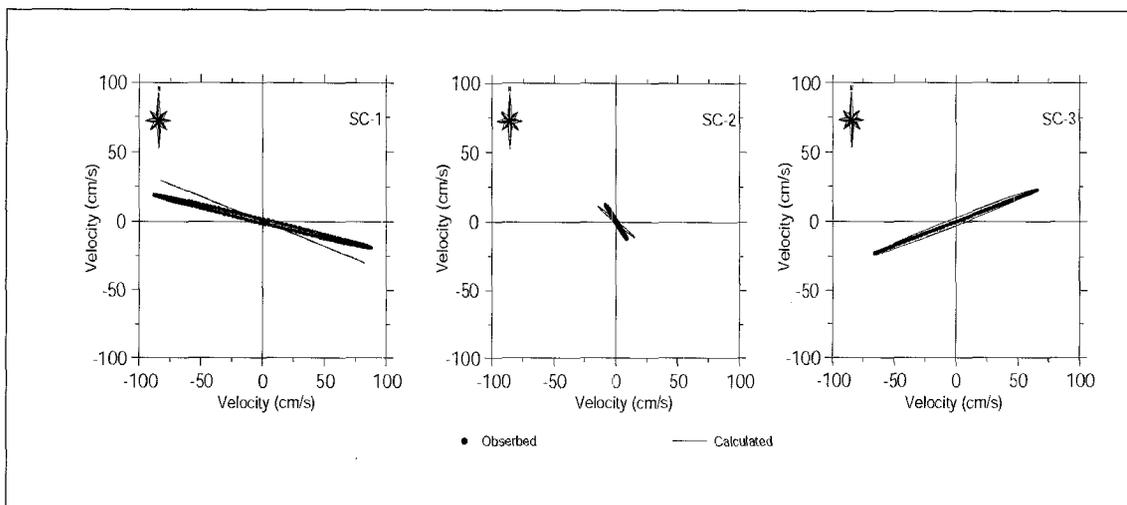
다. 층별조류 검증

- 관측된 층별 조류 관측 자료 중에서 중층 반일 주조류 성분을 검증하였음.
- SC-1~SC-3에서 조사된 관측치와 모델의 계산치의 반일주조류 성분을 비교한 결과는 <표 2-7>과 같으며, 조류 타원도로 비교 검증한 그림을 [그림 2-12]에 제시하였음.
- 각 지점에서 관측치와 계산치는 91~108% 가량의 차이를 보이며, 모델이 공간적인 해황을 잘 재현하고 있는 것으로 나타남.

<표 2-7> 층별조류 검증 결과

(단위: cm/s, %)

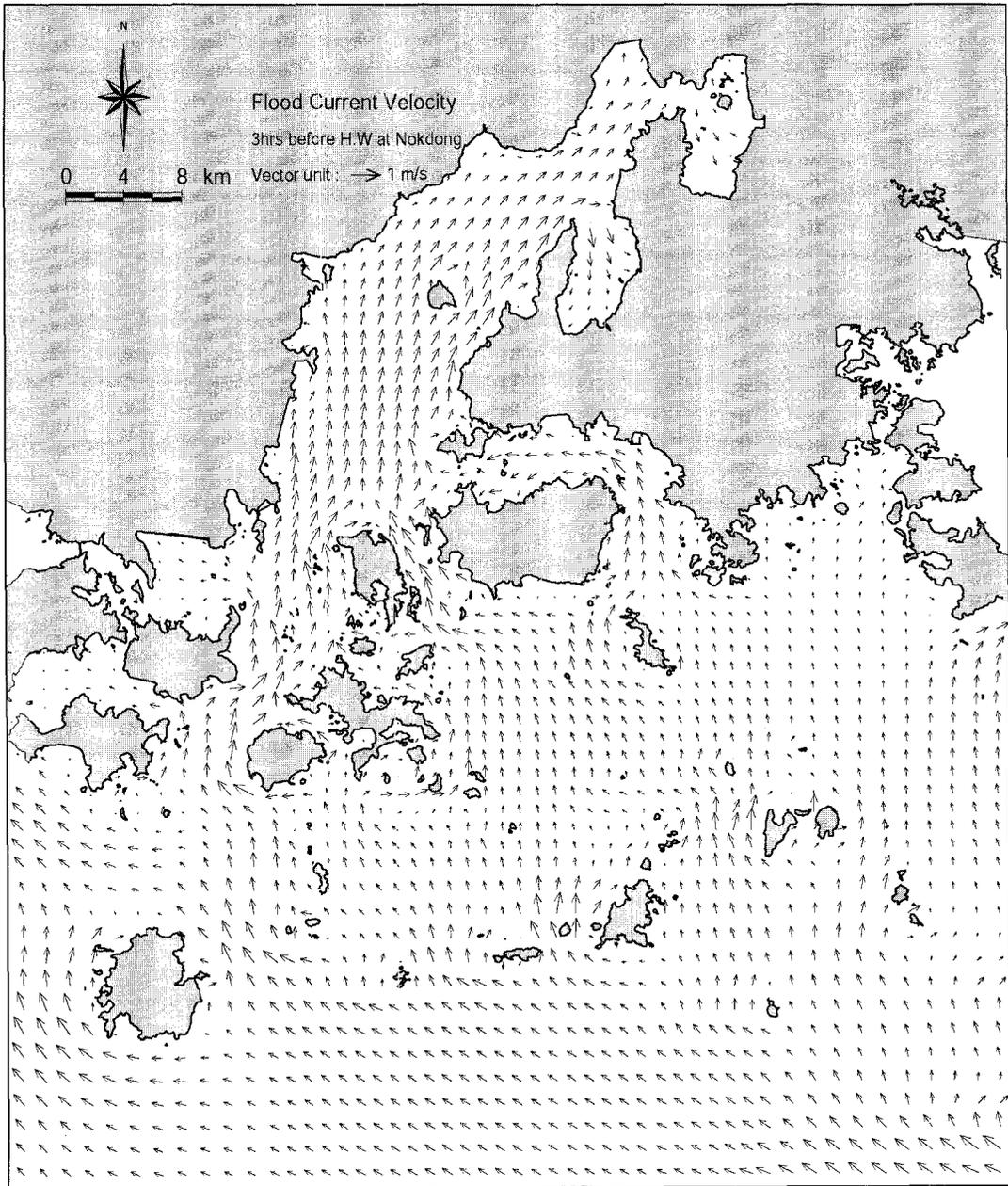
구 분	SC-1		SC-2		SC-3	
	관측치	계산치	관측치	계산치	관측치	계산치
반일주조류 성분	89.7	87.6 (97.6%)	14.7	15.8 (107.5%)	69.7	63.7 (91.4%)



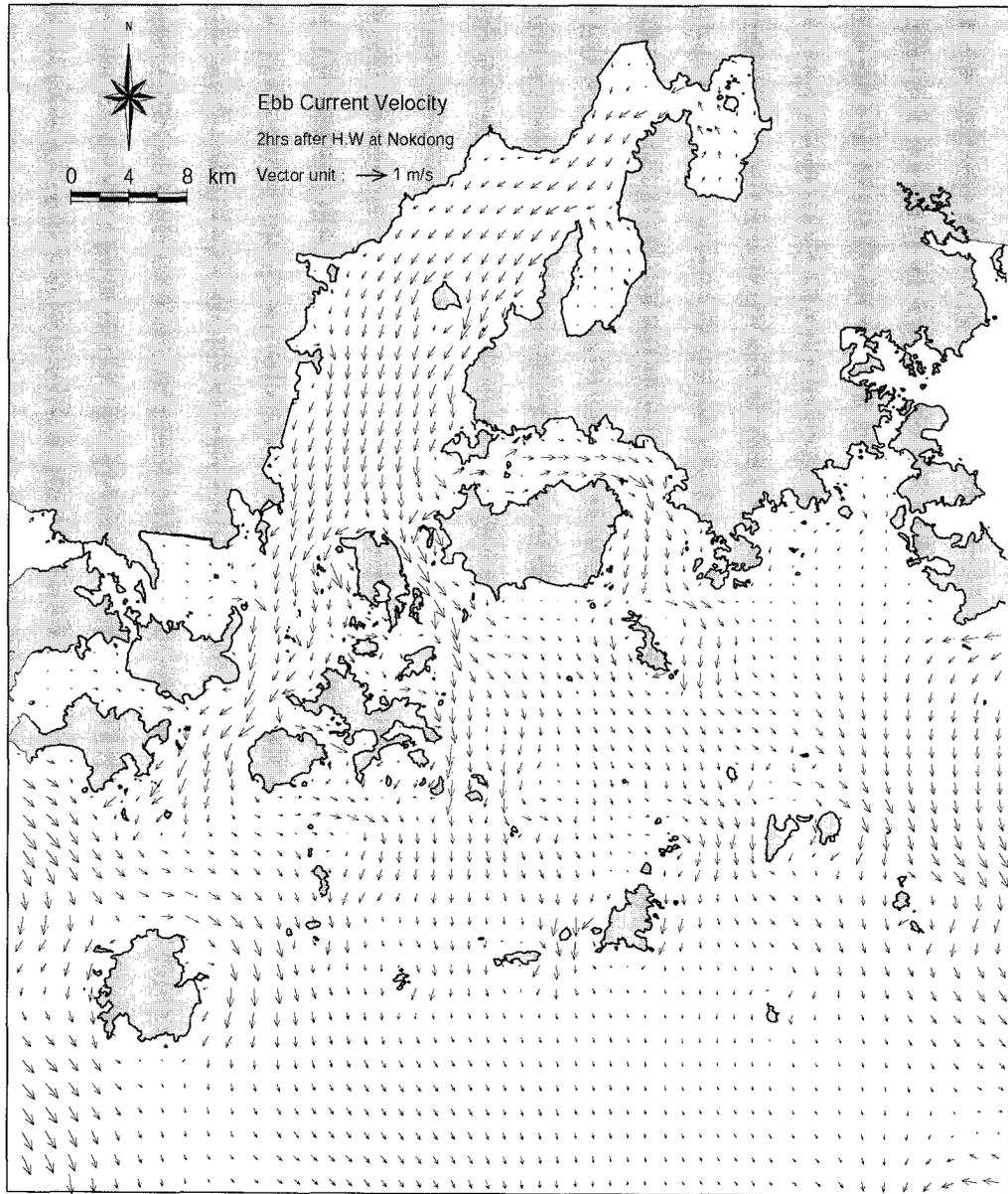
[그림 2-12] 층별조류 검증 조류타원도

5. 해수유동 특성분석 결과

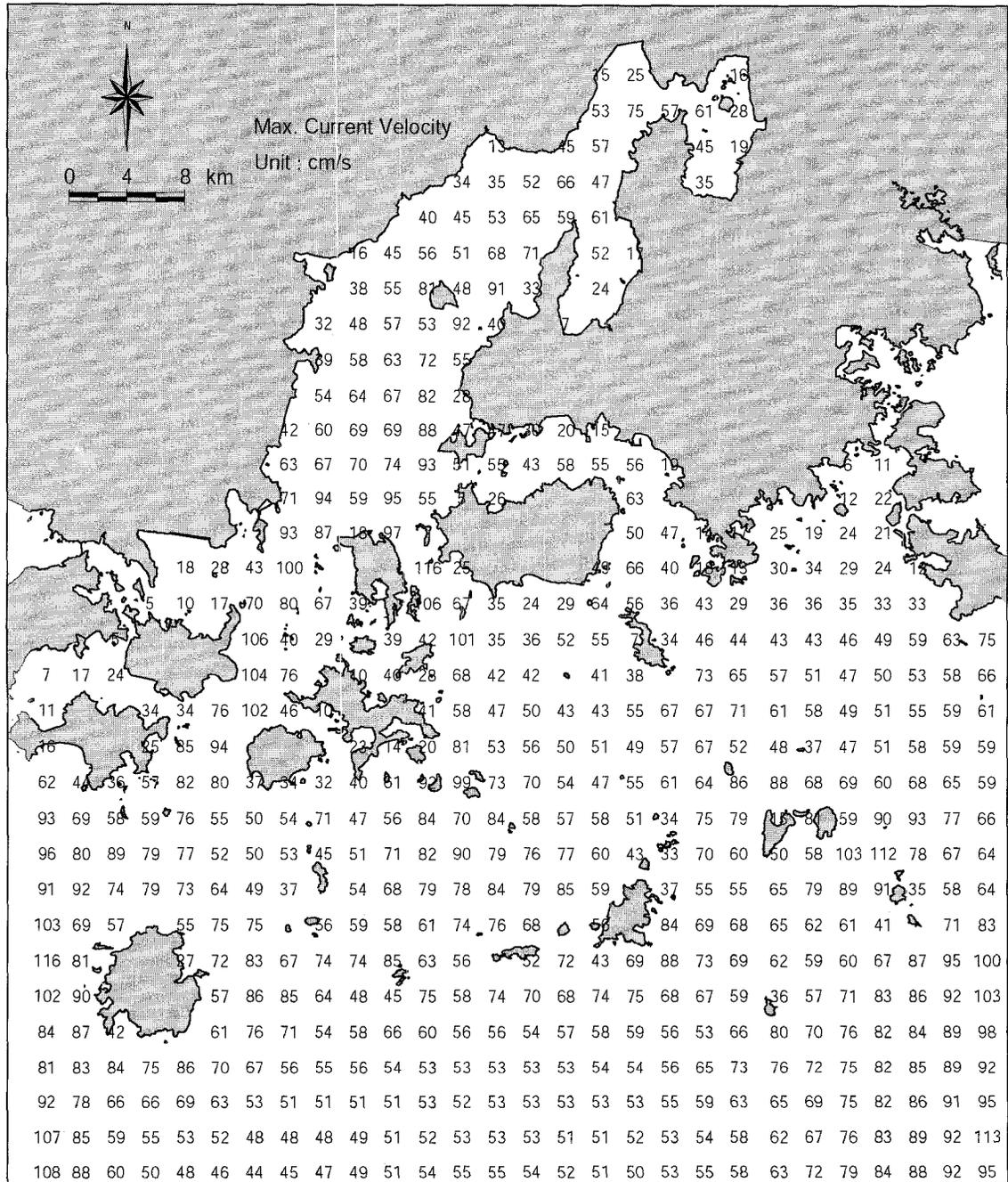
- 조석 및 조류가 검증될 토대로 득량만의 해수 유동 특성을 정리한 결과는 아래와 같음 ([그림 2-13] ~ [그림 2-19] 참조).
- 득량만은 남북으로 길게 형성된 반폐쇄성 만으로 만 입구와 내부의 수심차이가 크고 또한 반폐쇄성 만은 지형적인 특성상 조류의 소통이 원활하지 못하고 만내측에서의 해저면은 [그림 2-5]에서 나타난 바와 같이 득량도 동쪽 지역의 주 수로 지역의 수심은 10~20m 이내이고 그 이외지역은 10m 이내임.
 - 득량만 내의 고조위 및 저조위 분포는 각각 380~420cm와 10~40cm이고, 득량만 안으로 들어갈수록 조차가 커지는 것으로 나타남([그림 2-13] ~ [그림 2-14]).
- 또한, 두원면의 남북에 위치만 만 내측에는 조간대가 넓게 분포하고 있어 만입구와 만 내부의 조류속의 차이가 크게 발생함.
 - 득량만 내에서의 최강유속분포는 10~90cm/s로 나타남.
 - 창조시 만입구에서 유입된 해수는 득량도와 도덕면 사이의 해역에서 강한 흐름을 보이면서 만내로 진입하는데, 만내부에서는 수심의 영향으로 유속이 점차 감소하는 경향을 보임.
 - 낙조시에는 만내부에서 만입구 방향으로 유속이 점차 증가하며, 창조시와 같이 득량도와 도덕면 사이 해역에서 강한 조류가 나타남.
- 조류의 주 방향은 지형적인 영향으로 만 입구에서는 남북방향이 흐름이 나타나고, 득량도 주변에서는 주 수로의 방향으로 흐름이 나타나며, 만 내측으로 갈수록 해안선에 평행한 흐름이 나타남.
- 득량만 입구 및 만내의 창조시 유속이 낙조시 유속보다 커서 만내로 유입된 해수가 머무는 시간이 길어질 것으로 예상됨.



[그림 2-15] 창조류 벡터도



[그림 2-16] 낙조류 벡터도



[그림 2-19] 최강유속 분포도

제4절 해양생물 현황

1. 연구방법

- 득량만 생물상에 관한 내용은 해양수산연구정보센터(KOSFIC)의 자료를 활용하여 분석한 문헌조사 결과임.
 - 해양수산연구정보센터에서 검색한 문헌은 총 33건으로 이 중 10건만이 해양생물상이나 해양생물자원 관련 문헌임.
- 기타 자료는 학회 발표자료 및 관련 문헌을 검색하여 정리한 내용으로, 득량만에 관한 문헌은 1992년부터 한국과학재단의 지원을 받는 부경대학교 해양산업개발연구센터가 중심이 되어 “연안어장의 생산성 향상을 위한 종합적 연구”에 의해 생산된 것이 대부분임.
 - 거금수도 관련 자료는 1993년 전라남도가 “어장의 복합적 이용을 위한 종합적인 어장환경조사”에 의해 생산된 문헌이며, 어류 및 해조류에 대한 문헌은 검색이 되고 있지 않음.

<표 2-8> 득량만 및 거금수도해역의 해양생물상 관련 연구문헌 현황

해역	미생물	식물플랑크톤	동물플랑크톤	저서동물	해조류	어류 등	계
논문편수	1	6	1	7	-	-	15

<논문목록> * KOSFIC 검색목록

- *김철원, 권승배, 허성범, 2006, 득량만에서 조개류 유생의 분포. 한국양식학회지, 19, 288~298.
- *김철원, 허성범, 1998, 득량만에서 조개류 자원 분포. 한국양식학회지, 11, 249~260.
- 마채우, 홍성윤, 임현식, 1995, 득량만의 저서동물 분포. 한국수산학회지, 28, 503~516.
- *신현출, 김용현, 2002, 득량만 저서다모류군집의 공간분포. 한국해양학회지[바다], 7, 20~31.
- *양문호, 최상덕, 노용길, 김성연, 정춘구, 1998, 득량만에 이식한 키조개, *Atrina pectinata japonica*의 성장에 관한 연구 I. 양식장 환경 및 각장 크기별 이식 효과. 한국양식학회지, 11, 193~201.
- *윤양호, 1999, 득량만 식물플랑크톤 군집의 시·공간적 분포특성. 환경생물, 17, 481~492.
- 윤양호, 고남표, 1995, 거금수도 내 양식어장의 해양환경특성 1. 식물플랑크톤 군집의 계절변동. 한국양식학회지, 8, 47~58.
- 윤양호, 박종식, 2000, 주성분분석에 의한 거금수도의 해양환경과 식물플랑크톤 변동 요인해석. 한국환경과학회지, 9, 1~11.
- 윤양호, 박종식, 고남표, 2000, 거금수도 양식어장의 해양환경특성 2. 수질환경과 엽록소 량의 분포특성. 한국양식학회지, 13, 87~99.
- *이진환, 이은호, 1999, 득량만의 수질과 식물플랑크톤 적조. 환경생물, 17, 00~00.
- *이진환, 허형택, 1983, 득량만에 있어서 식물플랑크톤과 적조발생에 관한 연구. Bulletin of KORDI, 5, 21~26.
- *장동석, 정은탁, 유홍식, 이은우, 임성미, 1998, 득량만 해수의 세균학적 수질. 한국수산학회지, 31, 77~81.
- *최규정, 1974, 득량만의 피조개 자원량 추정을 위한 예비조사. 한국수산학회지, 7, 204~208.
- 한동훈, 홍성윤, 마채우, 1995, 득량만 동물플랑크톤의 분포. 한국수산학회지, 28, 517~532.
- *홍재상, 1983, 한국 남해안 득량만에서 실시한 부착관 실험에서 대량 발생했던 관서 단각류 3종의 분류 및 생태학적 연구. 한국동물학회지, 26, 135~153.

2. 표영생태계 생물상

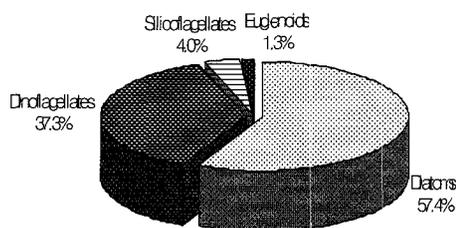
가. 식물플랑크톤

- 특량만에서 보고된 식물플랑크톤은 출현을 정확히 집계하기 어려우나, 6개 식물플랑크톤 군집 문헌에서 60~111종을 보고하고 있어 대략 140여종이 출현하는 것으로 판단되며, 계절별로 여름과 가을에 다양한 종이 출현하는 반면, 봄과 겨울에는 단순함.
- 분류군별 출현종수는 1992/93년의 경우, 규조류가 34속 43종(57.3%), 다음으로 와편모조류가 13속 28종(37.3%) 그리고 규질편모조류와 유글레나조류가 2속 3종(5.3%)으로 ([그림 2-20A]) 한국남서연안해역과 유사한 결과를 나타내고 있으며, 월별로 살펴보면, 규조류는 연중 큰 변화가 없지만 고수온기에 와편모조류의 출현이 높음([그림 2-20B]).

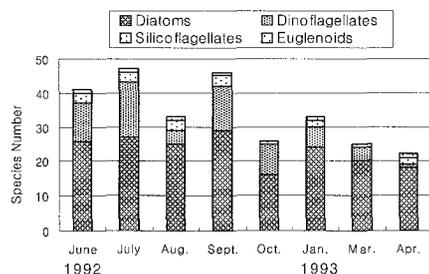
<표 2-9> 특량만 및 주변해역의 식물플랑크톤 군집의 종조성

해역→	북부내만	만 전역	북부내만	남서해역	거금수도
문 헌	이와 허(1983)	윤(1999)	이와 이(1999)	윤과 김(2003)	윤과 고(1995)
정점수(현장조사)	21 (1980, 1981)	38 (1992, 1993)	18(1998)	25 (1997,1998)	25 (1993)
조사간격	격월조사	격월조사	7,8,9월	3계절	4계절
종조성	30속 67종	50속 75종	37속 111종	41속 60종	40속 65종

(A)



(B)



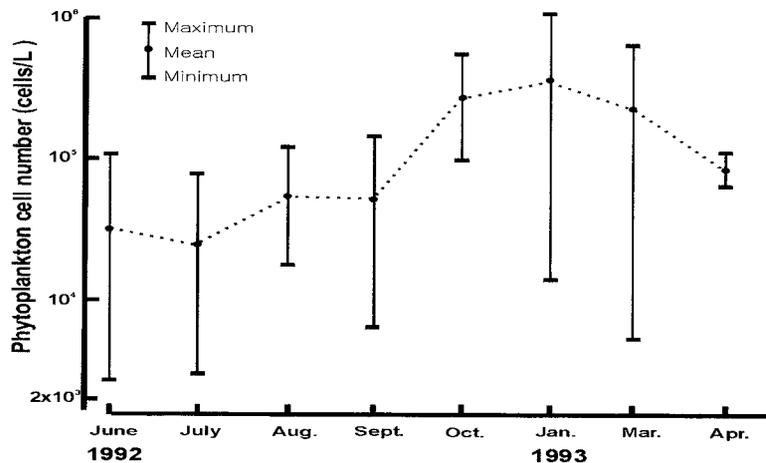
자료 : 윤, 1999

[그림 2-20] 특량만 식물플랑크톤 군집의 분류군별 종조성(A)과 경시적 변화(B)

- 득량만에서 출현이 보고된 식물플랑크톤 현존량은 $2.6 \times 10^3 \sim 5.3 \times 10^6$ cells/L로 변화하여 공간적인 차이가 큼(<표 2-10> 참조).
- 현존량의 경시적 변화는 1992/1993년의 경우, 저수온기에 높고 고수온기에 낮은 반면, 공간적으로는 해역에 따라 수온 차이가 심한 여름과 겨울에 크고, 해역 특성에 의한 단기 변동 특성을 나타냄([그림 2-21] 참조).

<표 2-10> 득량만 및 주변해역의 식물플랑크톤의 현존량

해역→	북부내만	만 전역	북부내만	남서해역	거금수도
문헌	이와 허(1983)	윤(1999)	이와 이(1999)	윤과 김(2003)	윤과 고(1995)
정점수(현장조사)	21 (1980, 1981)	38 (1992, 1993)	18(1998)	25 (1997,1998)	25 (1993)
조사간격	격월조사	격월조사	7,8,9월	3계절	4계절
현존량 (cells/L)	$2.9 \times 10^3 \sim 5.3 \times 10^6$	$2.6 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6$	$1.3 \times 10^4 \sim 7.5 \times 10^5$	$6.0 \times 10^3 \sim 6.9 \times 10^5$	$8.8 \times 10^3 \sim 1.4 \times 10^6$



자료 : 윤, 1999

[그림 2-21] 득량만 식물플랑크톤 현존량의 경시적 변동양상과 변동 폭

- 득량만 식물플랑크톤 군집에서의 우점종은 조사시점에 따라 다소 차이를 보이지만, 대부분 조사결과에서 만의 북부내만해역을 제외하고는 연중 규조류에 의한 우점현상이 보임(<표 2-11> 참조).

<표 2-11> 득량만 및 주변해역의 식물플랑크톤 군집에서 우점종 목록

해역→	북부내만	만 전역	북부내만	남서해역	거금수도
문 헌	이와 허(1983)	윤(1999)	이와 이(1999)	윤과 김(2003)	윤과 고(1995)
정점수 (현장조사)	21(1980, 1981)	33(1992, 1993)	18(1998)	25(1997, 1998)	25(1993)
조사간격	격월조사	격월조사	7, 8, 9 월	3계절	4계절
우점종	<i>Skeletonema costatum</i> 적조(12월) <i>Ceratium furca</i> 적조(8월)	<i>Skeletonema costatum</i> <i>Guinardia flaccida</i> <i>Chaetoceros curvisetus</i> <i>Proboscia alata</i> <i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Prorocentrum minimum</i> <i>Bacillaria paxillifer</i> <i>Chaetoceros curvisetus</i> <i>Ch. debilis</i> <i>Lauderia annulata</i> <i>Thalassionema nitzschioides</i> <i>Thalassiosira</i> sp.	<i>Eucampia zodiacus</i> <i>Nitzschia longissima</i> <i>Chaetoceros curvisetus</i> <i>Bacillaria paxillifer</i> <i>Skeletonema costatum</i>	<i>Skeletonema costatum</i> <i>Chaetoceros curvisetus</i> <i>Proboscia alata</i> <i>Asterionellopsis kariana</i> <i>Thalassionema nitzschioides</i>

- 1992/93년의 경우, 우점종의 계절 천이는 여름에 *Proboscia alata*, *Guinardia flaccida*, *Skeletonema costatum*, *Leptocylindrus danicus*와 *Nitzschia longissima*, 가을에 *Stephanopyxis palmeriana*, *Chaetoceros curvisetus*와 *Bacillaria paxillifera*, 겨울에 *S. costatum*, *Ch. curvisetus*, *Eucampia zodiacus* 와 *Pseudonitzschia pungens*, 그리고 봄에 *Asterionellopsis glacialis*, *As. kariana*, *Neodelphineis pelagica*, *Thalassionema nitzschioides*, *S. costatum*으로 변화하여, 비교적 계절적으로 뚜렷한 우점종 천이를 나타냄([그림 2-22] 참조).

Dominant species	June	Jul	Aug	Sept	Oct	Jan	Mar	Apr
CENTRIC DIATOMS								
<i>Chaetoceros curvisetus</i>					①	③		
<i>Eucampia zodiacus</i>						④		
<i>Guinardia flaccida</i>	②	①	①					
<i>Leptocylindrus danicus</i>			②					
<i>Proboscia alata</i>	①							
<i>Skeletonema costatum</i>		②	③			①		①
<i>Stephanophxis palmeriana</i>				①				
<i>Thalassiosira</i> sp.							③	③
PENNATIC DIATOMS								
<i>Asterionellopsis glacialis</i>							①	
<i>As. kariana</i>								②
<i>Bacillaria paxillifera</i>				②				
<i>Neodelphineis pelagica</i>							②	
<i>Nitzschia longissima</i>		③						
<i>Pseudonitzschia pungens</i>						②		
<i>Thalassionema nitzschioides</i>								④

주 : 단 그래프 속의 숫자는 우점순위를 나타냄
 자료 : 윤, 1999

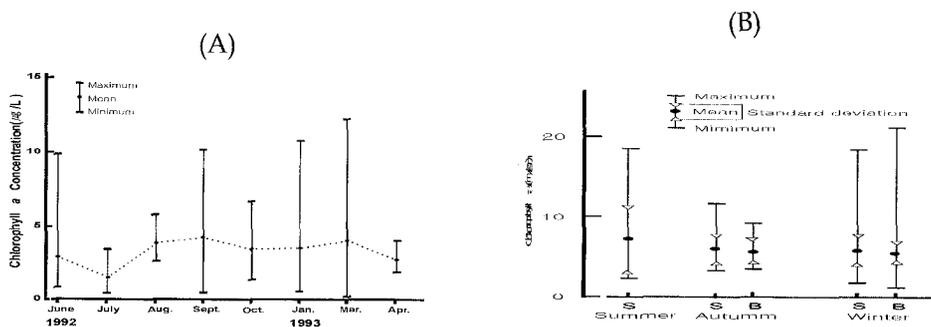
[그림 2-22] 득량만 식물플랑크톤 우점종의 경시적 변동양상(윤, 1999)

- 득량만에서 측정된 식물플랑크톤 생물량(Chlorophyll a)은 0.14~44.9 $\mu\text{g/L}$ 로 변화하여, 시간적 변동보다는 공간적인 차이가 매우 크게 나타남(<표 2-12> 참조).
- 정체성이 매우 강한 내만 북부해역은 여름에 성층과 높은 식물플랑크톤 현존량에 의한 외편모조류에 의한 적조 현상, 겨울에 규조류에 의한 적조 현상이 발생함.

<표 2-12> 득량만 및 주변해역의 식물플랑크톤의 현존량

해역→	만 전역	북부내만	남서해역	거금수도
문헌	윤(1999)	이와 이(1999)	윤과 김(2003)	윤과 박(1999)
정점수(현장조사)	38 (1992, 1993)	18(1998)	25 (1997,1998)	25 (1993)
조사간격	격월조사	7,8,9월	3계절	4계절
생물량($\mu\text{g/L}$)	0.19~12.31	1.72~44.90	1.48~18.60	0.14~12.33

- 생물량의 경시적 변화는 1992/93년의 경우, 만 전체의 평균으로는 3 $\mu\text{g/L}$ 전후의 생물량을 보이지만, 공간적으로는 큰 변동 폭을 나타냄. 공간적 변동 폭은 여름보다 겨울이 높은 특징을 보이며(그림 2-23A), 해역별로는 수심이 얇은 득량만 북동 및 북서 연안해역에서 상대적으로 높은 생물량을 나타내고 있는 반면(그림 2-23B), 고흥반도 연안과 수로부 등 비교적 수심이 깊은 만의 동남 해역에서 상대적으로 생물량이 낮음.



주 : (A) -만전체(윤, 1999), (B) -만의 남서부 천해역(윤과 김, 2003)

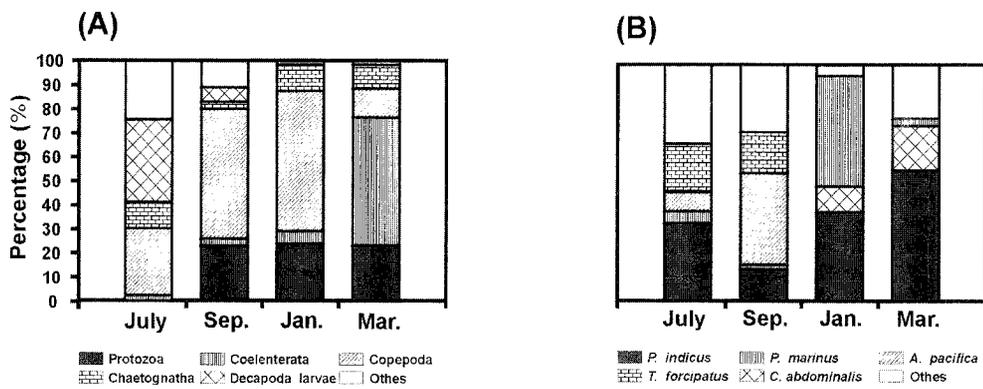
[그림 2-23] 득량만 식물플랑크톤 생물량의 경시적 변동양상

- 득량만에 서식하는 식물플랑크톤에 관한 연구결과를 종합한 결과, 득량만의 생태적 특징을 다음과 같이 정리할 수 있음.
 - 득량만의 식물플랑크톤 군집은 만의 해양환경학적 특성을 반영하여, 시간적 변화보다 공간적으로 더욱 큰 변화를 보이며, 해수유동과 영양염류 공급 조건에 의해 계절적인 장기변동 보다 단기적으로 빠른 변화양상을 나타냄(양 등, 1995; Lee and Cho, 1995)
 - 공간적으로는 수심이 얇은 보성 및 장흥연안해역에서 높은 생물량을 나타내며, 고흥반도 연안과 수로부 등 비교적 수심이 깊은 만의 남동 해역에서 생물량이 낮음.
 - 득량도를 중심으로 하는 만의 중앙해역은 해수유동과 관련된 소규모의 고농도 패치상의 식물플랑크톤 생물량이 고수온기에 보이며, 고수온기에 내만해역에서 보여지는 성층은 크게 발달되지 않고, 수층간 생물량이 비교적 균일함.
 - 득량만은 여름보다 겨울이, 표층보다 저층에서 보다 높은 생물량을 보여, 조석혼합 및 식물플랑크톤 성장을 지배하는 광 조건이 충족된 내만해역 특성을 나타내며, 높은 생물생산이 연중 유지되고 있는 해역으로 판단됨.
 - 특히 고수온기에 보이는 Chl-a 농도와 식물플랑크톤 세포밀도 사이의 불일치는 득량만 북서 및 남서해역에서 식물플랑크톤 잠재생산력이 연중 매우 높으며, 고수온기에 대형 식물플랑크톤보다 미소 또는 극미소 식물플랑크톤에 의한 점유율이 높은 것으로 판단됨.
 - 득량만 식물플랑크톤 성장을 지배하는 영양염류의 만내 공급은 내만에 위치하는 하천 등 연안에서의 유입보다 만외의 개방해역을 통해 만입구 해역으로의 유입이 더욱 지배적인 것으로 평가되고 있음(양 등, 1995).

나. 동물 플랑크톤

- 득량만에 서식하는 동물플랑크톤은 총 50여개 분류군으로 추정할 수 있음(한동훈 등, 1995).
 - 연 4회 조사(7월, 9월, 1월, 3월)를 실시한 결과, 월별로는 7월과 9월이 각각 37개 및 43개 분류군이 출현하고, 1월과 3월에 각각 21개 및 16개 분류군이 출현하고 있어 대체적으로 9월에 높고, 3월에 낮은 경향을 보임.
 - 월별 주요 분류군의 출현 조성을 살펴보면, 7월에는 십각류 유생이 3,884 inds./m³ (33.4%), 요각류가 3,162 inds./m³(28.0%), 그리고 모악류가 1,266 inds./m³(11.2%)이고,

9월에는 요각류가 9,070 inds./m³(54.1%), 야광충(*Noctiluca scintillans*)이 3,779 inds./m³(22.6%), 1월에는 요각류가 7,409 inds./m³(58.5%), 야광충이 2,997 inds./m³(23.7%), 모악류 및 Coelenterates가 1,427 inds./m³(11.3%)과 699 inds./m³(5.3%), 그리고 3월에는 Coelenterates가 3,361 inds./m³(53.7%), 야광충이 1,417 inds./m³(22.6%), 요각류가 761 inds./m³(12.0%)로 나타나 9월에 가장 높고, 3월에 낮음([그림 2-24A] 참조).



자료 : 한 등, 1999

[그림 2-24] 득량만 동물플랑크톤 주요 분류군의 조성률(A)과 주요 요각류 조성률의 계절 변화(B)

- 득량만에서 출현하는 동물플랑크톤 중에서 요각류는 총 24개 분류군이 출현하여 가장 우점함(한동훈 등, 1995).
 - 월별로는 7월과 9월에 12개 및 15개 분류군, 1월과 3월은 각각 7개 및 6개 분류군으로 전체 동물플랑크톤과 유사한 경향을 보임.
 - 월별 주요 우점군을 보면, 7월에는 *Paracalanus indicus*가 33.5%, *Tortanus forcipatus*가 20.2%, 9월에는 *Acartia pacifica*와 *Tortanus forcipatus*가 각각 39.8%와 17.0%, 1월에는 *Pseudodiaptomus marinus*와 *P. indicus*가 각각 47.6%와 37.1%, 3월에는 *P. indicus*가 54.5%를 차지함(그림 2-24B).
- 득량만 동물플랑크톤 군집의 주요 특성을 다음과 같이 정리할 수 있음.
 - 득량만 동물플랑크톤 현존량은 3월에 낮고, 9월에 높았으나, *Sagitta crassa*의 체장 변화에 의해 지배됨. 즉, 3월은 *S. crassa*가 큰 체장으로 출현하여 개체수가 낮은 반면, 9월은 비교적 소형인 *Noctiluca scintillans*의 대량출현에 의해 높은 개체수를 나타냄.

- 득량만 동물플랑크톤 종조성 및 출현 개체수는 수온에 따라 크게 영향을 받는 것으로 평가됨.

다. 난·자치어⁴⁾

- 득량만의 입구 해역에서 출현이 확인된 어란은 모두 5종이나, 동정이 확인된 것은 멸치(*Engralius japonicus*)와 전어(*Konosirus punctatus*) 뿐이며, 3종은 미동정 종이었음.
 - 계절별로는 봄과 여름에 3~5종, 가을에 2종, 그리고 겨울에는 출현이 확인되지 않았음.
 - 득량만의 입구 해역에서 출현이 확인된 자치어는 미동정 2종을 포함하여 총 22종이었으며, 봄에 12종, 여름에 11종, 가을에 2종, 그리고 겨울에 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*) 1종이 출현함.
- 어란의 현존량은 월 4개 정점 총 채집 개체수로서 0~7,967 inds./1,000m³의 범위로 변화하여, 10월과 12월에 낮고, 7월에 높은 양상을 나타냄.
 - 계절별, 정점별 평균 어란의 출현 개체수는 4월은 96 inds./1,000m³, 7월은 1,992 inds./1,000m³, 10월은 10 inds./1,000m³로 나타남.
 - 자치어 현존량은 월 4개 정점 총 채집 개체수로서 24~821 inds./1,000m³의 범위로 변화하여, 어란과는 달리 봄에 높고, 가을과 겨울에 낮았음.
 - 계절별, 정점별 평균 자치어의 출현 개체수는 4월은 205 inds./1,000m³, 7월은 7 inds./1,000m³, 10월은 6 inds./1,000m³로 나타남.
- 어란 중 우점종은 동정되지 않았으며, 멸치(*Engralius japonicus*)는 출현 개체수가 적지만, 겨울을 제외하고 전 조사시점에 출현하였고, 전어(*Konosirus punctatus*)는 봄에만 출현이 확인되었음.
 - 우점 자치어는 봄에 망둥어과어류(*Gobiidae* spp.)가 65.4%, 까나리(*Ammodytes personatus*)가 15.8%, 여름에 민어과(*Sciaenidae* spp.)가 35.0%, 망둥어과어류(*Gobiidae* spp.)가 15.5%, 멸치(*Engralius japonicus*)가 10.0%, 가을에 망둥어과어류(*Gobiidae* spp.)가 76.9%를 차지하고, 겨울에는 출현 개체수가 적지만 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)가 100%로 우점하였음.

4) 득량만 난·자치어 및 어류에 대한 학술논문 및 자료는 거의 없으므로 득량만 만입구 서쪽의 “장흥 정남진 우산도 관광지 조성계획 환경영향평가서[초안](장흥군, 2007)”과 동쪽 만입구인 “녹동신항 접안시설·방파제 및 배후단지조성사업 환경영향평가서(여수지방해양수산청, 2007)” 보고서를 참고로 요약 정리함.

라. 어류

- 득량만 인근해역에서 산란과 성장을 하는 것으로 보이는 어류는 멸치, 까나리, 흰배도라치, 조피볼락, 감성돔, 삼세기, 쭈기미, 홍어, 쥐노래미, 문치가자미, 도다리, 기타 망둥어과 어류로 판단됨.
 - 다만, 홍어, 가자미과 어류는 수심이 좀 더 깊은 외해에서 부화하여 만내로 유입되어 성장하는 것으로 판단됨.
 - 우점 자치어인 멸치, 흰배도라치, 까나리 등도 어란보다 자치어가 출현하는 것으로 볼 때, 외해에서 산란하여 만내로 유입되는 것으로 판단됨.
 - 연안성 정착어류인 쥐노래미와 망둥어과 어류는 득량만에서 산란과 성장이 이루어지는 것으로 판단됨.
 - 기타 조피볼락, 감성돔, 삼세기, 쭈기미 등은 자치어는 채집되지 않았지만 어린 개체가 다수 포획되는 것으로 미루어 볼 때 득량만에서 산란과 성장이 이루어지는 대표적인 어류로 판단됨.
- 최근 자료⁵⁾에 의하면, 득량만의 어류는 5목 13과 20속 20종으로 연중 채집된 어류는 홍어, 쭈기미, 문치가자미, 도다리, 각시서대, 용서대 등 6종과 보구치가 3회 채집됨.
 - 통발에 의해 어획된 어류는 2목 2과 2속 2종으로 붕장어만이 봄철을 제외하고 3계절 채집됨.
 - 주변 해역에서 조업한 어선에서 수거한 어류는 11목 35과 44속 48종이며, 이 중에서 연중 채집되는 어류는 홍어, 붕장어, 조피볼락, 군평선이, 감성돔, 참돔, 말쥐치 등 7종으로 득량만에서 어선에 의해 채집되는 주요 경제성 어종으로 판단됨.
- 개체수로는 봄에 19개체(14.0%), 여름에 53개체(39.0%), 가을에 13개체(22.0%), 겨울에 34개체(25.0%)이며, 생체량으로는 봄에 2,998g(11.9%), 여름에 9,507g(37.7%), 가을에 4,321g (17.2%), 겨울에 8,375g(33.2%)을 나타내어 여름과 겨울에 높은 개체수 및 생체량을 보임.

5) 득량만 난·자치어 및 어류에 대한 학술논문 및 자료는 거의 없으므로 득량만 입구 서쪽의 “장흥 정남진 우산도 관광지 조성계획 환경영향평가서[초안](장흥군, 2007)”와 동쪽 만입구인 “녹동신항 접안시설·방파제 및 배후단지조성사업 환경영향평가서(여수지방해양수산청, 2007)”를 참고로 요약 정리함.

<표 2-13> 녹동항 주변해역에서 출현이 확인된 어류의 종조성 (목-과-속-종 순으로)

조사일시	사용한 어구		
	자망	통발	조업한 어선
2006년 04월	4-7-8-8	0-0-0-0	9-15-20-22
2006년 07월	4-9-13-13	2-2-2-2	6-16-21-23
2006년 10월	5-9-13-13	1-1-1-1	8-25-29-30
2006년 12월	3-6-7-8	1-1-1-1	10-24-28-28
계	5-13-20-20	2-2-2-2	11-35-44-48

3. 저서생태계 생물상

가. 저서 무척추동물

- 1991년 11월과 1992년 1월에 20개 정점을 대상으로 2회 조사를 실시한 결과, 득량만에 출현이 확인된 저서동물은 118종으로 비교적 단순하였으며, 분류군별로는 다모류가 52종(44.1%), 갑각류가 45종(38.1%), 연체동물이 14종(11.9%), 그리고 극피동물과 기타 분류군이 7종(5.3%)임.
 - 1996년과 1997년에 만 전체를 대상으로 조사를 실시한 결과, 1회 조사보다는 2회 조사결과에서 득량만에 출현이 확인된 저서다모류는 100종으로 이전조사 보다 출현종에서 2배 높으며, 이와 같은 차이는 시간경과에 따른 해역의 환경변화보다 조사정점 및 조사시기 차이에서 오는 결과로 판단됨.
- 1991~1992년 저서동물의 평균서식밀도는 1,432 inds/m²이며, 분류군별로는 연체동물이 920 inds/m² (64.3%), 다모류가 276 inds/m² (19.3%), 갑각류가 220 inds/m² (15.3%), 그리고 기타 분류군이 16 inds/m²(1.1%)임.
 - 1996년 저서동물의 평균서식밀도는 871 inds/m²이며, 분류군별로는 연체동물이 386 inds/m² (44.3%), 갑각류가 307 inds/m² (35.2%), 다모류가 138 inds/m² (15.8%) 그리고 기타 분류군이 40 inds/m²(4.7%)로 이전 조사에 비해 많은 차이를 보이는데, 이는 조사지역의 범위 차이에서 오는 결과로 추정됨.
 - 부영양화된 내만 및 연안 해역에 비해 다모류의 서식밀도가 전체 저서동물군집 중 20% 이하로 그 중요도가 매우 낮음.

- 1990년대초 저서동물 군집에서 1% 이상 출현 개체수를 나타내는 우점종은 12종으로 갑각류가 5종, 다모류가 4종, 연체동물이 2종, 그리고 극피동물이 1종임. 특히 연체동물인 종뱀(*Musculista senhousia*)은 전체 저서동물 출현개체수의 60%를 차지함.
 - 기타로는 다모류인 *Eteone longa*(3.6%), *Paraprionospio pinnata*(2.6%), *Intermonephtys inermis*(2.6%), 갑각류 중 옆새우류인 *Nippopisella nagatai*(3.4%)가 2% 이상 출현 점유율을 나타냄.
 - 1990년대 중반 득량만 우점 다모류(>5%)는 *Uumberineris longifolia*(9.3%), *Eteone longa* (7.3%), *Heteromastus filiformis*(7.1%), *Sternaspis scutata*(6.1%), *Polynoidae indet.* (6.0%), *Neanthes sp.*(5.6%), *Glycera chirori*(5.4%), 그리고 *Poecilochaetus johnsoni* (5.0%)임.
- 득량만의 저서무척추동물 생물군집의 특성은 다음과 같이 요약할 수 있음.
 - 1980년대 이후 3건의 득량만 저서동물군집 관련 문헌(보고서 1건)의 결과에 의한 득량만 저서환경 특성은 아직 우려할만한 유기오염진행은 보이지 않았음.
 - 다만, 만 입구 수하식 양식시설에 의한 유속변화에 따라, 퇴적상 변화를 초래하고 있으며, 가장 최근의 자료에서는 유기물 오염과 관련성이 높은 잠재적 유기물오염 기회 종이 다수 출현하고 있어, 해양환경관리에 주의를 요하는 것으로 평가됨.

나. 해조류

- 득량만 주변해역 암반조간대에 서식하는 해조류는 납작파래(*Enteromorpha compressa*)와 구멍갈파래(*Ulva pertusa*)의 녹조류 2종, 톳(*Hizikia fusiforme*), 틈부기(*Pelvetia wrightii*), 넓패(*Ishige foliacea*), 패(*Ishige okamurai*), 바위수염(*Myelophyichus caespitosus*), 고리매(*Scytosiphon lomentaria*), 지충이(*Sargassum thunbergii*), 미역(*Undaria pinnatifida*)의 갈조류 8종, 진두말(*Chondrus ocellatus*), 풀가사리(*Gloiopeltis tenax*), 꼬시래기(*Gracilaria verrucosa*), 사이다가시우무(*Hypnea saidana*), 도박(*Pachymeniopsis elliptica*)의 홍조류 5종과 미동정 잘피(unidentified eelgrass) 1종으로 모두 16종임.
 - 계절적으로는 봄에 9종, 여름에 8종, 가을에 8종, 그리고 겨울에 6종이 채집되어 계절에 따른 차이는 크지 않음.
- 평균 습중량으로 표현한 해조류 생물량의 계절 변화는 4월에 2,471 g/m², 7월에 986 g/m², 10월에 1,389 g/m², 12월은 2,730 g/m²로 저수온기인 12월과 4월에 높고, 고수온

기인 7월과 10월에 낮으며, 특히 7월은 12월에 비해 1/3정도 수준임.

- 득량만 주변해역의 해조류는 연중 갈조류가 가장 우점하며, 갈조류의 평균 습중량의 계절변화는 4월에 1,826 g/m², 7월에 518 g/m², 10월에 1,293 g/m², 12월에 1,785 g/m²를 나타내어 전체 해조류 변동 양상과 같음.
- 득량만 주변해역 암반조간대에 계절별로 우점으로 출현하는 종은 해역에 따라 다소 차이는 있지만, 4월에는 갈조류인 툃과 미역, 7월에는 갈조류인 지충이와 녹조류인 구멍갈파래, 그리고 일부 해역에서는 홍조류인 꼬시래기와 사이다가시우무가 출현하고, 10월에는 다시 툃이 출현하며, 12월에는 지충이, 구멍갈파래, 툃이 출현하는 것으로 보아 계절별 천이가 불분명한 것으로 보임.
 - 득량만 우점 해조류 대부분은 생물자원으로 매우 중요한 산업종이나 지충이는 현재 식용으로 이용하지 않은 비산업종임.
- 득량만의 해조류 군집의 분포는 만 입구해역은 녹동을 중심으로 고흥반도 인근해역에서 김과 미역, 서쪽의 장흥군, 강진군, 완도군에 연하는 해역에서는 다시마, 미역, 김 등의 해조류 양식이 성행하고 있지만, 4계절 조사에서 김과 다시마 출현은 확인되지 않았음.
 - 이와 같은 차이를 나타내는 것은 제한된 문헌에 의한 자료조사이기 때문에 현장조사를 충분히 반영하지 못한 것으로 판단됨.

다. 패류자원

- 1995년 5월에서 1996년 2월에 걸친 4회 조사에서 득량만에서 출현이 확인된 주요 조개류는 키조개(*Atrina pectinata*), 피조개(*Scapharca broughtonii*), 새고막(*Scapharca subcrenata*), 새조개(*Fulvia mutica*), 고막(*Tegillarca granoasa*), 가리맛(*Sinnovaluca constricta*), 농조개(*Paphia undulata*), 개조개(*Saxidomus purpuratus*), 벗굴(*Ostrea denselamellosa*), 비단가리비(*Chlamys farreri*) 등 모두 10종임.
 - 키조개, 피조개, 새고막, 새조개는 4계절 출현하나, 고막, 가리맛, 농조개, 개조개는 5월, 벗굴은 8월과 11월, 그리고 비단가리비는 11월과 2월에만 출현하는 등 계절에 따라 출현종이 차이가 나는 것으로 보이나 실제로 계절별 출현종 수를 살펴보면, 봄에 8종이 출현하였으나, 기타 계절에는 모두 6종이 출현하는 것으로 나타나 계절변화가 뚜렷하지 않은 것으로 판단됨.

- 동일기간(겨울제외) 득량만에서 채집된 조개류 유생 중에 동정이 가능한 종은 피조개(*Scapharca broughtonii*), 새고막(*Scapharca subcrenata*), 새조개(*Fulvia mutica*), 바지락(*Ruditapes philippinarum*), 가무락(*Cyclina sinensis*), 참굴(*Crassostrea gigas*), 벗굴(*Ostrea denselamellosa*) 그리고 종뿔(*Musculus senhausia*) 등 모두 9종으로 자원 조개류와는 내용적으로 많은 차를 나타냄.
- 단위면적당 자원 조개류의 개체수는 봄에 3.7 inds./m²로 가장 높았고, 총중량은 가을에 379 g/m²으로 가장 높음.
 - 조개류 유생의 현존량은 봄에 3,736 inds./m², 여름에 174,616 inds./m², 그리고 가을에 2,171 inds./m²로서 여름에 매우 높은 현존량을 나타냄.
- 최우점종은 키조개로 봄에 2.5 inds./m²의 출현 개체수와 333 g/m²의 총중량을 나타내고 있어 가장 높고, 가을에 1.4 inds./m²의 출현 개체수와 155 g/m²의 총중량으로 가장 낮음.
 - 동정된 조개류 유생 중 새고막은 14,030 inds./m²로 동정된 전체 조개류 유생의 33.5%를 차지하였으며, 다음으로 피조개(16.2%), 참굴(12.5%), 종뿔(11.0%) 그리고 진주담치(10.2%) 순임.
- 득량만 폐류의 생물군집적인 특성은 아래와 같음.
 - 조개류 유생과 성체의 출현에서 차이를 나타내는 것은 유생이 플랑크톤 생활로 부유생활을 하는 대신 성체 조개류는 수심을 달리하는 퇴적층 및 암반 등에 부착하여 서식하므로 서식지의 차이에 따른 조사방법의 차에서 오는 결과로 판단됨.
 - 조개류 유생의 계절분포로부터 진주담치와 종뿔을 제외한 득량만 주요 자원 조개류의 주 산란 시기는 7월로 추정됨.

제5절 배후 육지부 및 해역이용 현황

1. 배후 육지부 이용현황⁶⁾

가. 행정구역 현황

- 득량만은 우리나라 남서해안에 위치하고 있고, 행정구역상으로는 장흥군, 보성군, 고흥군에 둘러싸여 있음.
 - 득량만에 영향을 미치는 유역에 해당하는 상세 읍면 행정구역은 장흥군의 관산읍, 용산면, 안양면, 보성군의 조성면, 득량면, 회천면, 고흥군의 고흥읍, 도양읍, 풍양면, 도덕면, 점암면, 과역면, 남양면, 대서면, 두원면으로 총 3읍 12면임.
- 득량만 유역에 포함된 행정구역의 총 면적은 2,057.6km²이고, 이 중 유역면적은 765km²로 총면적의 37.2%를 차지하고 있음. 해당군의 행정구역 면적대비 유역면적비율은 장흥군 31.6%, 보성군 25.9%, 고흥군 51.2%로 고흥군이 가장 넓은 유역을 보유하고 있음.
 - 득량만 유역 면적 765km² 중에서 고흥군이 397.6km²(52%)로 가장 많은 부분을 차지하고 있고, 다음으로 장흥군이 195.3km²(25.6%), 보성군이 172.1km²(22.4%) 순임.

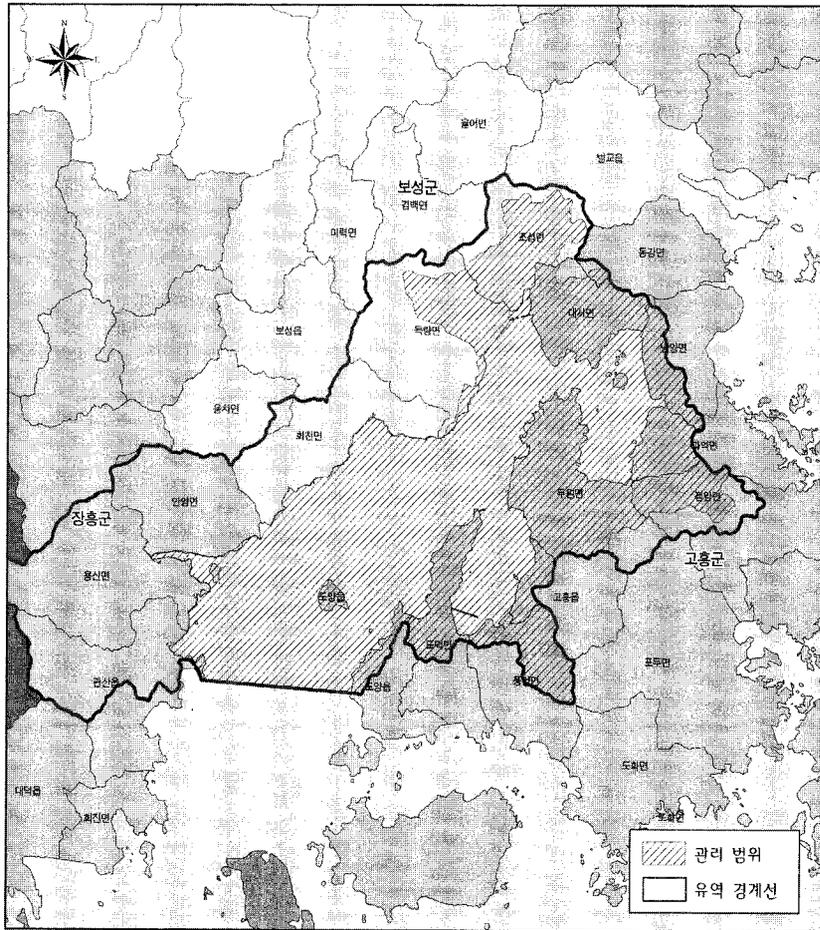
<표 2-14> 득량만 유역 면적 및 행정구역 현황

(단위: km², %)

구 분	행정구역 면적(A)	유역면적(B)	면적비율(B/A)	유역내 행정구역
보성군	663.3	172.1 (22.6%)	25.9	3면 : 조성면, 득량면, 회천면
고흥군	776.1	397.6 (52.0%)	51.2	2읍 7면 : 고흥읍, 도양읍, 풍양면, 도덕면, 점암면, 과역면, 남양면, 대서면, 두원면
장흥군	618.2	195.3 (25.6%)	31.6	1읍 2면 : 관산읍, 용산면, 안양면
합계	2,057.6	765.0 (100)	37.2	3읍 12면

자료 : 해당군, 통계연보, 2006

6) 득량만 환경보전해역은 지정 당시 유역관리 개념을 토대로 배후 육지부와 해면부를 모두 포함하여 고시하였는데, 지정 관리범위는 유역 내에서 임야를 제외한 시가화가 발달된 지역을 포함하였음. 즉 기존의 수산자원 보호구역 설정과 토지이용현황을 고려하여 장흥군의 안양면, 용산면, 관산읍과 보성군의 회천면은 육지부를 지정범위에 포함시키지 않았음. 이와 함께 득량만 해면부의 경우는 고흥군의 도양읍과 장흥군의 관산읍 사이를 연결하는 만의 입구에서 경계를 설정하였음.



[그림 2-25] 득량만 주변 행정구역 현황

나. 인구 현황

- 2005년 현재 득량만 유역 행정구역에는 28,731세대, 82,946명의 인구가 거주하고 있으며, 해당 군 전체 인구 중에서 득량만 유역의 인구가 차지하는 비율은 45.4%임. 득량만 유역 행정구역 중에서 고흥군의 인구는 54,740명으로 유역 전체 인구의 66%를 차지함.
- 득량만 유역 행정구역의 인구밀도는 108명/km²이며, 이 중 고흥군이 138명/km²으로 가장 높았고 보성군은 85명/km², 장흥군은 69명/km²임.
- 득량만 유역 행정구역에서 지난 5년간 인구의 연평균 증가율은 -3.8%로 감소 추세에 있음. 유역 내 보성군, 고흥군, 장흥군 인구의 연평균 증가율은 각각 -5.4%, -3.2%, -4.1%로 해당 군에서 모두 지속적으로 인구가 감소하고 있음.

<표 2-15> 특량만 유역 인구현황(2005년)

구 분	세 대(호)	인 구(명)			인구 밀도	면적 (km ²)	연평균증가율 ²⁾ (2000-2005)(%)	
		합계	남	여				
특량만 유역	보성군	6,493	14,640	7,054	7,586	85	172.1	-5.4
	고흥군	16,290	54,740	5,822	23,885	138	397.6	-3.2
	장흥군	5,948	13,566	6,431	7,135	69	195.3	-4.1
	소계	28,731	82,946	19,307	38,606	108	765.0	-3.8
비율(% ¹⁾)		36.8	45.4	21.8	41.0		37.2	

주 : 1) 보성군, 고흥군, 장흥군 전체 인구 중에서 특량만 유역의 인구가 차지하는 비율

2) 인구총조사 자료 활용(www.nso.go.kr)

자료 : 해당군, 통계연보, 2006; 통계청

다. 토지이용 현황

- 특량만 유역의 2005년도 토지이용 현황은 임야가 전체면적의 56%인 428.4km²로 가장 넓은 면적을 차지하고 있으며, 다음으로 답 167km²(21.8%), 기타 78.2km²(10.2%), 전 72.6km²(9.5%) 순임. 반면에 해양오염에 영향을 미치는 특량만 유역의 대지 및 공장용지는 16.5km²에 불과함.

<표 2-16> 특량만 유역 지목별 토지이용현황(2005년)

(단위: km², %)

구 분	계	전	답	목장용지	임야	대지	공장용지	기타	
특량만 유역 ¹⁾	보성군	172.1 (100.0)	13.8 (8.0)	41.4 (24.1)	0.3 (0.2)	94.3 (54.8)	4.0 (2.3)	0.1 (0.0)	18.2 (10.5)
	고흥군	397.6 (100.0)	47.3 (11.9)	87.0 (21.9)	0.9 (0.2)	212.8 (53.5)	8.6 (2.2)	0.2 (0.1)	40.8 (10.3)
	장흥군	195.3 (100.0)	11.5 (5.9)	38.6 (19.8)	1.1 (0.6)	121.2 (62.1)	3.5 (1.8)	0.1 (0.0)	19.3 (9.9)
	소계	765.0 (100.0)	72.6 (9.5)	167.0 (21.8)	2.3 (0.3)	428.4 (56.0)	16.1 (2.1)	0.4 (0.0)	78.2 (10.2)
전 체 ²⁾	2,057.6	165.7	362.8	6.4	1,288.7	37.2	1.0	195.7	
비 율(% ³⁾)	37.2	43.8	46.0	36.3	33.2	43.2	35.0	40.0	

주 : 1) 특량만 유역의 읍면동 토지이용 면적

2) 보성군, 고흥군, 장흥군 전체의 토지이용 면적

3) 전체토지이용면적에서 특량만 유역의 토지이용이 차지하는 비율

자료 : 해당군, 통계연보, 2006

- 유역 내 지목별 면적이 전체면적에 비하여 어느 정도 집중되어 있는가를 나타내는 지목별 집중도를 산출한 결과는 아래 <표 2-17>과 같음. 득량만 유역은 전, 답, 대지, 기타 지목이 각각 1.18, 1.24, 1.16, 1.08를 나타내고 있어 전, 답 등의 농경지가 집중하고 있음을 알 수 있음.
- 유역내 해당군별로 보면, 고흥군은 도시적 특성을 나타내는 대지와 공장용지의 집중도가 높게 나타나고 있으며, 장흥군은 목장용지 및 임야의 집중도가 높게 나타나고 있음.

<표 2-17> 득량만 유역 지목별 토지이용면적 집중도(2005년)

구 분		전	답	목장용지	임야	대지	공장용지	기타
득량만 유역	보성군 ¹⁾	0.85	1.10	0.64	0.98	1.10	0.73	1.03
	고흥군	1.25	1.00	0.74	0.96	1.03	1.25	1.00
	장흥군	0.62	0.91	1.85	1.11	0.84	0.73	0.97
	소 계 ²⁾	1.18	1.24	0.98	0.89	1.16	0.94	1.08

주 : 1) 득량만 시군구 지목별 토지이용 면적비율/득량만 유역 지목별 토지이용 면적비율
 2) 득량만 유역 지목별 토지이용면적 비율/득량만 전체 시군구 지목별 토지이용 면적 비율
 - 집중도>1 : 각 지목별 면적의 집중비가 전체 시군구에 비하여 유역에 집중해 있음.
 - 집중도=1 : 각 지목별 면적의 집중비가 전체 시군구와 유사한 수준임.
 - 집중도<1 : 각 지목별 면적의 집중비가 전체 시군구에 비하여 유역에 집중해 있지 않음.

자료 : 해당군, 통계연보, 2006

- 득량만 유역의 도시계획 구역은 해당군 전체 도시계획 구역 면적의 38.6%(34.92km)를 차지하고 있음. 이 중 대부분 녹지지역으로 75.0%를 차지하고, 다음으로 미지정 11.8%, 주거지역 10.0% 순임.
- 득량만 유역 내 도시계획 구역 중 상업지역과 공업지역은 각각 1.79%(0.63km), 1.40%(0.49km)로 낮은 비중을 차지하고 있음.

<표 2-18> 득량만 유역 도시계획 현황(2005년)

(단위: km², %)

구분	계획구역 면적	용도지역						
		합계	주거지역	상업지역	공업지역	녹지지역	미지정	
득량만 유역	보성군	3.62(10.4%)	3.62 (100)	0.32 (8.74)	0.08 (2.10)	- -	3.23 (89.16)	- -
	고흥군	27.62(79.1%)	27.62 (100)	2.82 (10.21)	0.51 (1.85)	0.49 (1.77)	21.09 (76.36)	2.71 (9.81)
	장흥군	3.68(10.5%)	3.68 (100)	0.37 (10.05)	0.04 (1.09)	- -	1.87 (50.82)	1.40 (38.04)
	소계	34.92(100%)	34.92 (100)	3.51 (10.04)	0.63 (1.79)	0.49 (1.40)	26.19 (74.99)	4.11 (11.77)
전체 ¹⁾	90.46	90.46	9.17	1.55	0.64	74.99	4.11	
비율 ²⁾	38.6	38.6	38.3	40.3	77.0	34.9	100.0	

주 : 1) 보성군, 고흥군, 장흥군 전체 용도지역 면적

2) 전체 용도지역면적에서 득량만 유역의 용도지역이 차지하는 비율

자료 : 해당군, 통계연보, 2006

라. 지역경제 현황⁷⁾

- 2005년 기준 득량만 주변의 사업체는 총 11,297개이고, 사업체 종사자수는 37,151명임.
 - 2001년 대비 사업체의 연평균 증감률은 -2.32%, 사업체 종사자수의 연평균 증감률은 -0.89%로 지속적으로 감소하고 있음.
- 득량만 주변 군별 사업체수는 고흥군이 전체의 42%인 4,745개로 가장 많은 비중을 차지하고 있고, 다음으로 보성군 30.4%, 장흥군 27.6% 순임.
 - 사업체 종사자수도 마찬가지로 고흥군이 15,566명으로 전체의 약 41.9%를 차지하고 있고, 다음으로 보성군(30.9%), 장흥군(27.6%) 순임.

7) 득량만 유역에 해당하는 보성군, 고흥군, 장흥군 전체의 사업체 및 종사자수 현황임.

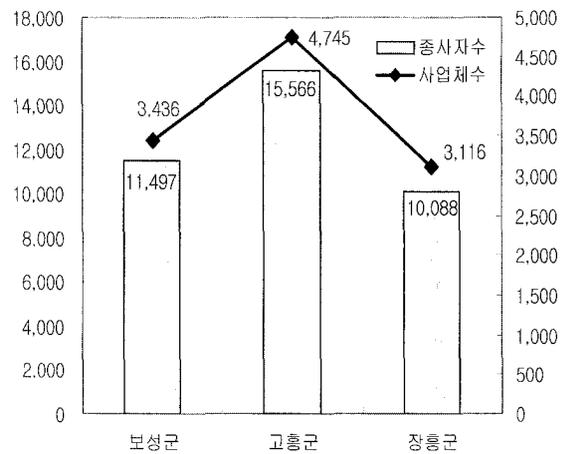
<표 2-19> 득량만 사업체 및 종사자수 현황

구분	2001	2002	2003	2004	2005
사업체(개)	12,408	12,241	12,098	11,899	11,297
종사자(명)	38,505	38,571	38,499	37,356	37,151
사업체 증감율(%)	-	-1.3	-1.2	-1.6	-5.1
종사자 증감율(%)	-	0.2	-0.2	-3.0	-0.5

a. 득량만 사업체 및 종사자 연도별 변화

주 : 득량만 해당군 전체의 자료임.

자료 : 해당군, 통계연보, 2006



b. 득량만 해당군 사업체 및 종사자 현황('05)

마. 농공단지⁸⁾ 현황

- 득량만 유역에는 대규모의 국가 및 지방산업단지가 없고, 다만 농공단지 1개소가 입주하고 있음.
- 1개의 농공단지는 고흥군에 있는 풍양농공단지⁸⁾로 1990년에 조성되었으며, 39천㎡에 4개 업체가 입주하고 있음.

<표 2-20> 득량만 유역 농공단지 현황(2006년)

(단위 : 천㎡)

구분	단지명(분양상태)	면적						업체현황		
		지정면적	분양대상면적	개발면적	분양	미분양	미분양율	계	가동중	휴·폐업
고흥군	풍양농공단지(분양완료) 풍양면 상림리 일원	55	39	39	39	-	-	4	4	-

주 : 2006년 12월 말

자료 : 건설교통부 산업입지정보센터(2007)

8) 보성군의 미력농공단지, 벌교농공단지⁸⁾와 장흥군의 장평농공단지가 입주하고 있지만, 유역 외 지역에 위치하고 있음.

- 미력 농공단지 : 보성군 미력면 도개리 960-1번지 일원
- 벌교 농공단지 : 보성군 벌교읍 연산리 603번지 일원
- 장평 농공단지 : 장흥군 장평면 봉림리 일원

바. 농축산업 현황

- 득량만 유역의 경지면적은 19,193ha로 전체 행정구역 면적의 48.1%를 차지하고 있음.
군별로 보면, 고흥군 10,561ha로 55%를 차지하고 있고, 다음으로 보성군 4,466ha (23.3%), 장흥군 4,166ha(21.7%) 순임.
- 득량만 유역의 농가인구는 34,957명이고, 농가호수는 15,376호로, 각각 전체의 47.1%, 47.3%를 차지하고 있음.
 - 군별로 농가인구와 농가호수는 고흥군이 각각 57.8%, 59.2%를 차지하고 있어 득량만 유역 내에서 보성군과 장흥군에 비해 농업 활동이 많음을 시사함.

<표 2-21> 득량만 농가인구 및 경지면적 현황(2005년)

구분		농가인구		농가호수		경지면적	
		명	%	호	%	ha	%
득량만 유역	보성군	7,485	21.4	3,243	21.1	4,466	23.3
	고흥군	20,213	57.8	9,097	59.2	10,561	55.0
	장흥군	7,259	20.8	3,036	19.7	4,166	21.7
	합 계	34,957	100	15,376	100.0	19,193	100.0
전 체 ¹⁾		74,263	-	32,506	-	39,905	-
비 율 ²⁾		47.1	-	47.3	-	48.1	-

주 : 보성군, 고흥군, 장흥군 전체 농가인구·호수·경지면적
자료 : 통계청(2005)

- 득량만 유역의 한육우·젓소·돼지 사육수는 총 52,464마리로 전체 행정구역 사육두수의 44.3%를 차지하고 있음.
 - 군별로는 장흥군이 25,551마리로 유역 내에서 44.9%를 차지하고 있어 가장 많은 가축을 사육하고 있고, 다음으로 고흥군 36.1%, 보성군 19%순임.
 - 득량만 유역 중에서 장흥군에서의 한육우, 돼지, 젓소의 활발한 사육은 득량만 해역에 오염원으로 작용할 수 있어 이에 대한 관리가 필요함.

<표 2-22> 득량만 한육우·젖소·돼지 사육수(2005년)

(단위 : 마리, %)

구분		합 계	한육우	젖소	돼지
득량만 유역	보성군	9,994 (19.0)	3,685	482	5,827
	고흥군	18,919 (36.1)	11,735	883	6,301
	장흥군	23,551 (44.9)	13,975	220	9,356
	합 계	52,464 (100.0)	29,395	1,585	21,484
전 체 ¹⁾		118,556 -	66,389	4,942	47,225
비 율 ²⁾		44.3 -	44.3	32.1	45.5

주 : 1) 보성군, 고흥군, 장흥군 전체 가축 사육수

2) 전체 가축 사육수에서 득량만 유역의 가축 사육수가 차지하는 비율(%)

자료 : 통계청(2005)

2. 해역 이용 현황

가. 어가 및 어가인구

- 2005년 득량만의 어가인구는 총 7,155명으로 전체 해당군 어가인구 13,862명 중 51.6%를 차지하고 있음.
- 군별로 살펴보면, 고흥군이 62.1%로 가장 많고, 다음으로 장흥군 21.6%, 보성군 16.3% 순으로 나타나 득량만 해역에서 고흥군의 어업활동이 많은 것을 알 수 있음.
- 득량만의 어가수는 총 2,889호로 전체 어가수 5,427호 중 53.2%를 차지하고 있으나 이중 겸업이 차지하는 비중이 82%로 전업 어가 비중은 18%에 불과함.

<표 2-23> 득량만 해역 관련 어가인구 및 어가수 현황(2005년)

구분	어가인구(명)				어가수(호)		
	합계	남자	여자	합계	전업	겸업	
득량만 해역	보성군	1,168 (16.3)	571	597	470 (16.3)	89	381
	고흥군	4,442 (62.1)	2,115	2,327	1,838 (63.6)	362	1,476
	장흥군	1,545 (21.6)	741	804	581 (20.1)	68	513
	소계	7,155 (100.0)	3,427 (47.9%)	3,728 (52.1%)	2,889 (100.0)	519 (18%)	2,370 (82%)
전 체 ¹⁾		13,862 -	6,727	7,135	5,427 -	1,143	4,284
비 율 ²⁾		51.6 -	50.9	52.2	53.2 -	45.4	55.3

주 : 1) 보성군, 고흥군, 장흥군 전체 어가인구 및 어가수

2) 전체 어가인구 및 어가수에서 득량만 해역의 어가인구 및 어가수가 차지하는 비율(%)

자료 : 통계청(2005)

나. 어선보유현황

- 2005년 특량만의 어선보유수는 총 2,708척이고, 이중 92.8%(2,515척)가 동력어선이 차지하고 있음.
 - 어선 규모별 척수를 살펴보면, 10톤 미만의 소규모 어선이 99.8%로, 소형 연안어선이 주종을 이루고 있음.
- 군별로 살펴보면 고흥군이 70.1%인 1,899척을 보유하고 있어 어선세력이 가장 크고, 다음으로 장흥군 18%, 보성군 11.9% 순임.

<표 2-24> 특량만 어선보유 현황(2005년)

구분	합계	동력	무동력	어선 규모별 척수					
				1톤미만	1~5톤	5~10톤	10~20톤	20~50톤	
특량만 해역	보성군	322 (11.9%)	292	30	129	129	62	0	2
	고흥군	1,899 (70.1%)	1,741	158	702	1,090	103	2	2
	장흥군	487 (18.0%)	479	8	302	175	10	0	0
	소계	2,708	2,512 (92.8%)	196 (7.2%)	1,133 (41.8%)	1,394 (51.5%)	175 (6.5%)	2 (0.1%)	4 (0.1%)
전 체 ¹⁾		5,563	5,192	371	2,360	2,948	244	5	6
비 율 ²⁾		48.7%	48.4%	52.8%					

주 : 1) 보성군, 고흥군, 장흥군 전체 어선보유수

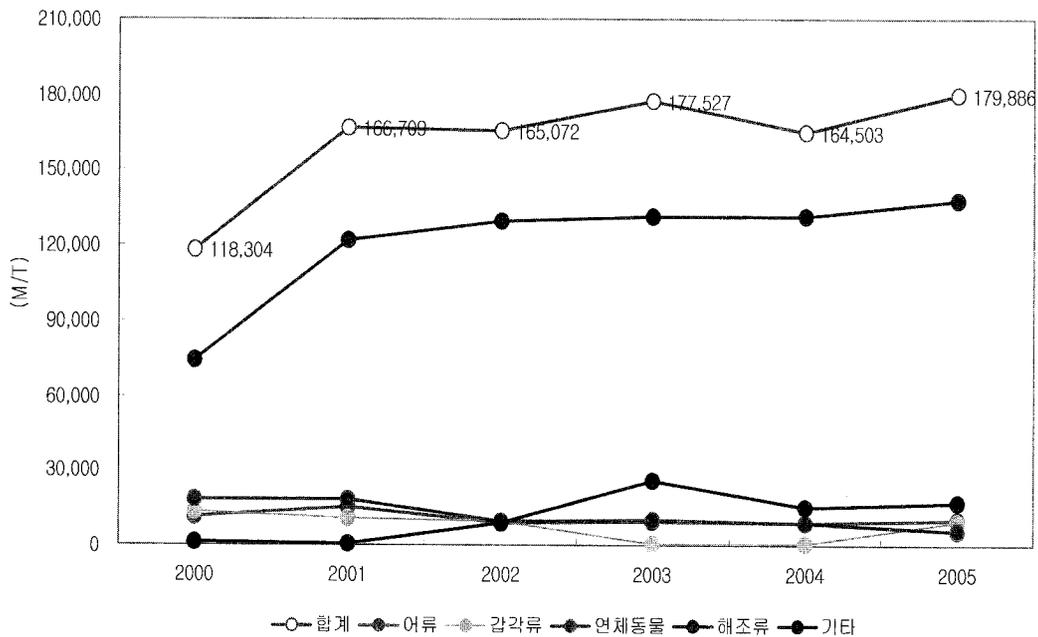
2) 전체 어선보유수에서 특량만 지역의 어선보유수가 차지하는 비율(%)

자료 : 고흥군(2006), 장흥군(2006), 보성군(2005)

다. 수산물 어획실적

- 2005년 현재 특량만 지역의 행정구역인 장흥군, 고흥군, 보성군의 수산물 생산량은 총 179,886MT이고, 이 중 고흥군의 수산물 생산량이 전체 생산량의 71.8%를 차지하고 있어 가장 비중이 높음.
 - 지난 5년간 수산물 생산량의 연평균 증가율은 8.74%의 증가율을 보이고 있으며, 특히 고흥군의 증가율이 높음.

- 득량만의 종류별 수산물 생산실적을 살펴보면, 해조류가 76.6%를 차지하고 있고, 다음으로 기타, 어류, 갑각류, 연체동물 순임.
 - 지난 5년간 어류, 갑각류, 연체동물 생산량의 연평균 증가율을 보면, 각각 -2.75%, -6.4%, -21.63%로 감소하고 있으며, 특히 연체동물의 생산량이 급격하게 감소추세에 있음.
 - 반면 해조류와 기타 수산물의 생산량은 13.21%, 76.27%로 증가 하고 있음.
- 해당군별 수산물 생산 현황을 살펴보면, 보성군은 갑각류가 군 전체 생산량의 56.9%를 차지하고 있고, 고흥군은 해조류가 군 전체 생산량의 88.2%, 장흥군은 해조류가 군 전체 생산량의 68.6%를 차지하고 있음.
 - 보성군은 갑각류의 생산, 장흥군과 고흥군은 해조류의 생산이 주를 이루고 있음.



[그림 2-26] 득량만의 연별 수산물 생산량 추이

<표 2-25> 특량만 수산물 어획고 현황 및 연별 추이

구 분	2000	2001	2002	2003	2004	2005	연평균 증가율 ('00~'05)	
보 성 군	소계	16,776	15,400	13,792	12,607	12,787	15,812 (100%)	-1.18
	어류	2,603	3,471	3,327	3,885	3,344	4,782 (30.2%)	12.93
	갑각류	12,570	9,985	8,665	50	15	8,996 (56.9%)	-6.47
	연체동물	1,544	1,944	1,800	1,820	1,800	1,800 (11.4%)	3.12
	해조류	-	-	-	-	-	-	-
	기타	59	-	-	6,852	7,628	234 (1.5%)	31.73
고 흥 군	소계	67,234	116,645	116,594	130,160	117,052	129,095 (100%)	13.94
	어류	6,054	8,680	2,089	2,678	2,210	1,200 (0.9%)	-27.65
	갑각류	650	728	581	328	550	560 (0.4%)	-2.94
	연체동물	11,810	11,007	2,376	3,184	2,000	2,200 (1.7%)	-28.54
	해조류	48,208	95,890	103,382	105,364	105,149	113,820 (88.2%)	18.75
	기타	512	340	8,166	18,606	7,143	11,315 (8.8%)	85.73
장 흥 군	소계	34,294	34,664	34,686	34,760	34,664	34,979 (100%)	0.40
	어류	2,890	3,074	3,080	3,125	3,120	4,060 (11.6%)	7.03
	갑각류	100	10	10	10	12	15 (0.0%)	-31.57
	연체동물	4,984	4,990	5,000	5,135	5,120	1,423 (4.1%)	-22.17
	해조류	25,890	26,190	26,193	26,080	26,000	23,996 (68.6%)	-1.51
	기타	430	400	403	410	412	5,485 (15.7%)	66.40
합 계	소계	118,304	166,709	165,072	177,527	164,503	179,886	8.74
	어류	11,547	15,225	8,496	9,688	8,674	10,042 (5.6%)	-2.75
	갑각류	13,320	10,723	9,256	388	577	9,571 (5.3%)	-6.40
	연체동물	18,338	17,941	9,176	10,139	8,920	5,423 (3.0%)	-21.63
	해조류	74,098	122,080	129,575	131,444	131,149	137,816 (76.6%)	13.21
	기타	1,001	740	8,569	25,868	15,183	17,034 (9.5%)	76.27

주 : 수산물 어획고 자료는 해당 시군 전체만 작성하고 있어, 동 자료에는 특량만 해역외의 지역의 수산물 어획고를 포함하고 있음.

자료 : 해당군 통계연보(2006)

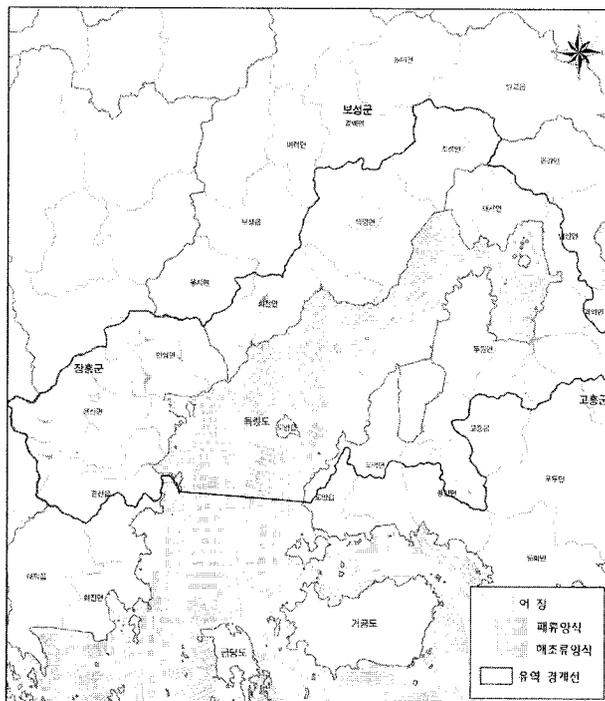
라. 양식어업권 현황

- 2005년 현재 득량만의 면허어업권 건수는 총 631건이며, 이중 패류양식이 79.1%, 해조류 7.9%, 마을어업 12.5%를 차지함.
- 시군별로 보면, 고흥군이 236건으로 득량만 해역의 37.4%, 보성군(229건)이 36.3%, 장흥군(166건)이 26.3%를 차지하고 있어 보성군과 고흥군이 비슷한 비율을 차지함.
- 득량만 해역의 양식 종류별 현황을 보면, 패류 양식이 499건으로 전체 건수의 약 79.1%, 마을어업 79건(12.5%), 해조류 50건(7.9%) 순으로 패류양식이 대부분임..

<표 2-26> 득량만 면허어업권 건수 현황(2005년)

구분	합계	해조류	패류	어류	복합	협동	정치망어업	마을어업
득량만 해역	보성군	229 (36.3)	-	215	-	-	-	14
	고흥군	236 (37.4)	15	172	2	-	-	47
	장흥군	166 (26.3)	35	112	-	-	1	18
	소계	631 (100.0)	50 (7.9)	499 (79.1)	2 (0.3)	-	1 (0.2)	79 (12.5)

자료 : 보성군·장흥군·고흥군 내부자료



자료 : 연안관리정보시스템 어장도 재작성

[그림 2-27] 득량만 해역 어장 분포도



a. 장흥군 김양식장 분포



b. 고흥군 김양식장 분포

자료 : 한국해양수산개발원 수산업관측센터, 2007

[그림 2-28] 특량만 해역 내 장흥군·고흥군의 김양식장 분포 현황(2007)

마. 어촌계 현황

- 특량만에는 총 74개의 어촌계와 총 6,865명의 어촌계원이 있는데, 이 중에서 고전체 어촌계의 77%에 해당하는 57개의 어촌계가 고흥군에 위치해 있음.
- 특량만 어촌계의 생산량은 16,373MT이고, 주로 양식어업에 의한 것임. 유형별로 보면, 양식어업을 영위하고 있는 어촌계가 전체 어촌계의 73%인 54개소이고, 다음으로 복합어업(24.3%), 어선어업(2.7%) 순임.

<표 2-27> 득량만 어촌계 현황(2005년)

구분	읍면	어촌계수	계원수	생산량	종사별				
					복합어업	양식어업	어선어업	합계	
득량만 유역	보성군	득량면	5	263	50	1	4	-	5
		회천면	10	534	69	4	5	1	10
		소계	15 (20.3%)	797 (11.6%)	119 (0.7%)	5	9	1	15
	고흥군	고흥읍	4	370	255	-	4	-	4
		과역면	3	245	516	-	3	-	3
		남양면	3	168	255	-	3	-	3
		대서면	4	274	696	1	3	-	4
		도덕면	9	1,389	1,371	-	9	-	9
		도양읍	18	1,821	10,082	4	13	1	18
		두원면	9	910	767	-	9	-	9
		풍양면	7	761	1,783	6	1	-	7
		소계	57 (77%)	5,938 (86.5%)	15,725 (96%)	11	45	1	57
	장흥군	관산읍	1	66	398	1	-	-	1
		용산면	1	64	131	1	-	-	1
		소계	2 (2.7%)	130 (1.9%)	529 (3.2%)	2	-	-	2
합계		74	6,865	16,373	18 (24.3)	54 (73.0)	2 (2.7)	74 (100)	

바. 보호수면 및 수산자원보호구역 지정

- 득량만 해역은 수산자원의 보호와 육성 측면에서 정부에서 보호수면과 수산자원보호구역으로 지정하여 관리하고 있음.
- 득량만 해역은 고흥군 일대 총 263ha가 「수산업법」에 근거하여 보호수면⁹⁾으로 지정되어 있음. 보호수면은 수산물의 산란과 수산·동식물의 종묘발생이나 치어의 성장보호를 위하여 어로행위, 매립, 준설, 유량·수위의 변경의 우려가 있는 공사 등을 제한하고 있음.
- 또한, 득량만 해역은 「국토의 이용 및 계획에 관한 법률」에 의하여 수산자원보호구역으로 지정되어 있는데, 수산자원보호구역의 총 면적은 462.51km²(육역은 145.30km², 해역은 317.21km²을 차지)임.
 - 수산자원보호구역은 과거 1975년 지정을 시작으로 하여 20년 이상 경과되면서 주변 지역의 도시화, 산업시설의 입지 등으로 해역환경 및 어업환경이 변화하고 있고, 육지부를 포함하여 광범위하게 지정한 상태에서 행위제한으로 인하여 주민의 해제·조

9) 2007년 현재 보호수면(해면) 지정 현황 : 7건 8개소 3,166.6ha(해양수산부 홈페이지)

정의 민원이 발생하고 있는 실정임. 이러한 여건에 부응하여 정부는 최근 수산자원보호구역의 적정성을 재검토하고 조정(안)을 마련하여 동 제도를 합리화하는 방향을 찾기 위해 노력하였고, 현재는 수산자원보호구역 지정권을 해수부로 이관하였음.

<표 2-28> 득량만 수산자원 보호 및 육성관련 지정구역

구분	지정일자	위 치	수면적	비고
보호수면	'88.03.12(제33호)	고흥군 도덕면 가야리 지선	225ha	수산업법
	'89.06.16(제36호)	고흥군 금산면 신평리 지선	38ha	
수산자원보호구역	'82. 1. 8 (변경 '07.7)	고흥, 보성, 장흥 일원	462.51km ² - 육역 145.30 - 해역 317.21	국토의 계획 및 이용에 관한 법률

주 : 현재 수산자원보호구역은 수산업법 개정으로 관리 및 운영에 관한 사항을 해양수산부에서 정하도록 하고 있음.

- 득량만 해역과 같이 연안어장이 집중해 있는 해역의 오염은 어업자원을 감소시킬 뿐만 아니라 해양관광 기회를 감소시키는 등 수산업과 해양관광에 악영향을 미칠 수 있음.
- 득량만에는 매년 돔·키조개·고막·매생이·낙지 등 어·패·해조류 등이 생산되고 있으나, 한편으로는 낙지잡이에 사용되는 통발의 과도한 밀식과 함께 어민의 상당수가 통발을 수거하지 않고 바다에 버리는 등 해양오염을 가속화 하고 있음¹⁰⁾.
- 정부는 어장 환경을 개선하기 위해 「어장관리법」에 의거하여 연안어장에 퇴적되어 있는 오염물질을 제거하여 어장의 생산성을 높이고 아울러 연안어장의 수질을 개선함으로써 해양관광 등 용도로의 활용성을 높이기¹¹⁾ 위하여 어장정화사업을 실시하고 있음 (신영태·이상민, 2000).
- 이에 따라 전라남도는 1997년 득량만의 49,700ha를 특별관리어장¹²⁾으로 지정하여 특별관리어장 정화사업¹³⁾을 추진하였고(전라남도, 2005), 또한 득량만의 김·미역 양식어장을 대상으로 지속적으로 어장정화사업을 추진하고 있음.

10) 보성환경운동연합 면담(2007년 7월)

11) 양식어장 정화사업에 대한 기본적인 사항은 어장관리법에서 정하고 있고 구체적인 사항은 매년 정부에서 별도 지침(해양수산사업시행지침)으로 정하고 있음.

12) 시도지사는 해양오염 또는 적조로 인하여 수산피해가 빈발하거나 어업권이 밀집된 수역으로서 어장환경의 개선이 시급히 요청되는 수면을 특별관리어장으로 지정하여 관리 할 수 있음.

13) 정화사업 추진은 도내 가막만, 완도도암만, 득량만, 여자만을 순차적으로 정화하였고 가막만과 득량만을 추가 정화하고 있음. 지난 1997~2004년까지 국·도비 133억원을 투자하여 가막만 5,160ha를, 완도 도암만에 61억원을 투자하여 5,938ha를, 득량만은 109억원을 투자 9,457ha를, 여자만은 77억원을 투자 6,850ha에 대한 오폐물 인양, 경운, 객토, 어장 재시설 등 일련의 정화사업을 완료하였음.

제6절 해양환경 및 육상기인오염부하 특성

1. 해양환경 특성

가. 수질환경¹⁴⁾

(1) 화학적산소요구량(COD)

- '97~'06년도 국가해양측정망의 측정수질에 대한 평가 결과를 살펴보면, 득량만의 해양 수질은 COD 기준 대수변환 연평균 1.50mg/L로 II등급 수준을 유지하고 있으며, 전국 대수변환 평균(1.35 mg/L)을 1.1배 상회한 수치임.
- 득량만의 대수변환 중앙값은 1.38mg/L로 전국 연안 대수변환 중앙값 1.13mg/L의 1.2배에 해당하며, 지난 10년간 1.01 ~ 1.68mg/L의 범위를 보이고 있음.

<표 2-29> 화학적산소요구량 농도(중앙값)의 연변화('97~'06)

(단위: mg/L)

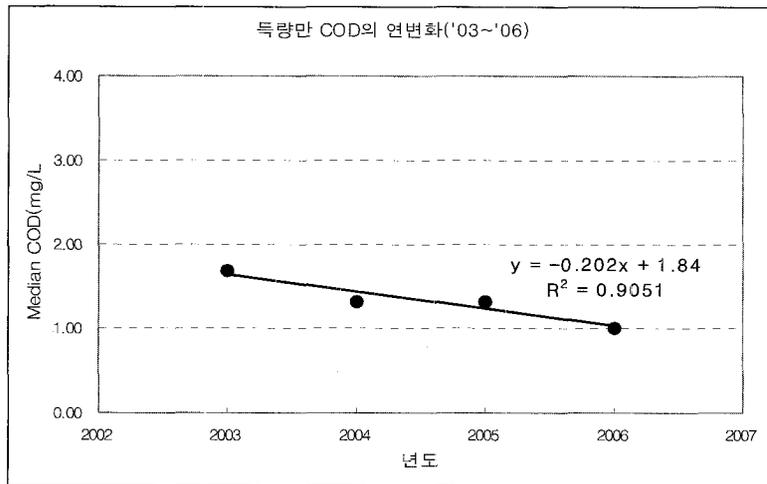
연도	중앙값 (평균)	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06
득량만	1.38 (1.50)	1.20	1.54	1.54	1.66	1.45	1.29	1.68	1.32	1.31	1.01
전국연안	1.13 (1.35)	1.02	1.19	1.11	1.10	1.16	1.05	1.39	1.22	1.10	1.00

자료 : 해양환경조사연보, 각년도

- 득량만 COD의 중앙값은 '03년 1.68mg/L 이후 최근 감소하여 '06년에는 전국 중앙값 1.00mg/L 와 유사한 1.01mg/L로 측정됨.
- 지난 10년간 중앙값을 1차 회귀 분석한 결과, 매년 2.7%씩 개선되고 있는 것으로 나타났으나, 연변화는 통계적으로 유의하지 않음(유의수준 0.05, 잔차자유도 8, 회귀선 기울기의 p value = 0.265 > 0.05).
- 단, '03년 이후 COD 중앙값을 1차 회귀 분석한 결과에 따르면, 매년 20.2%씩 개선되

14) 득량만 해역 수질을 나타내는 항목(COD, TN, TP 등)을 Sapiro and Wilk(1969)가 제안한 통계분석법을 이용하여 분포를 검증한 결과, 대수변환 분포를 보임. 따라서 본문의 중앙값은 대수변환 중앙값을, 평균은 대수변환 평균을 의미함.

는 것으로 나타남.(유의수준 0.05, 잔차자유도 2, 회귀선 기울기의 p value = 0.049 < 0.05, [그림 2-29])



[그림 2-29] 특량만 대수변환 COD 중앙값의 연변화('03~'06)

- 특량만의 해양수질(COD 기준)은 모든 계절에서 전국 연안의 COD 분포보다 높은 농도를 보이며, 특히 8월에 COD 기준 수질이 가장 나쁜 것으로 검증됨.
- 계절별 COD 자료에 대한 분산분석, F 및 t-검정을 실시한 결과, 8월의 COD 농도는 다른 계절의 농도와 통계적으로 구분됨(t-검정: 유의수준 0.1).

<표 2-30> 전국연안 및 특량만의 계절별 COD 분포

(단위: mg/L)

구분	중앙값	2월	5월	8월	11월
특량만	1.38	1.37	1.27	1.64	1.28
전국연안	1.13	1.11	1.10	1.29	1.02

자료 : 해양환경조사연보, 각년도

- 특량만의 COD 기준 해양수질은 내만에 위치한 특량만 1정점에서 가장 악화되는 것으로 나타남.
- 특량 1정점이 1.60, 특량 2정점이 1.34, 특량 3정점이 1.24mg/L로 내만에서 만 입구로

갈수록 낮은 농도를 보임.

- 정점별 자료에 대한 통계검증을 실시한 결과, 득량만 1정점의 COD 농도는 다른 정점의 COD 농도 분포와 뚜렷하게 구별되며, 득량 2정점과 3정점은 통계적으로 구분되지 않음(t-검정, 유의수준 0.05).
- 이러한 결과는 득량만의 잔차류 및 조류·조석 특성상 득량만 배후 유역에서 득량만으로 유입하는 육상기인 영양염이 내만(득량 1정점)으로 이동·축적하는 경향을 보이는 것으로 판단됨.¹⁵⁾

<표 2-31> 득량만의 정점별 COD 분포 특성

(단위: mg/L)

구분	중앙값	정점1	정점2	정점3
COD (Median)	1.38	1.60	1.34	1.24

자료 : 해양환경조사연보, 각년도

(2) 총인 (Total Phosphorus, TP)

- 득량만의 총인 농도는 대수변환 평균 0.050mg/L로 해역수질 기준 II등급에 해당하며, 전국 평균 0.048mg/L과 유사함.
- 대수변환 총인 중앙값은 0.045mg/L로 전국연안 대수변환 중앙값 0.037mg/L보다 1.2배 높으며, 지난 5년간 0.029~0.050mg/L의 범위를 보임.

<표 2-32> 전국연안 및 득량만의 총인 중앙값의 연변화('97~'06)

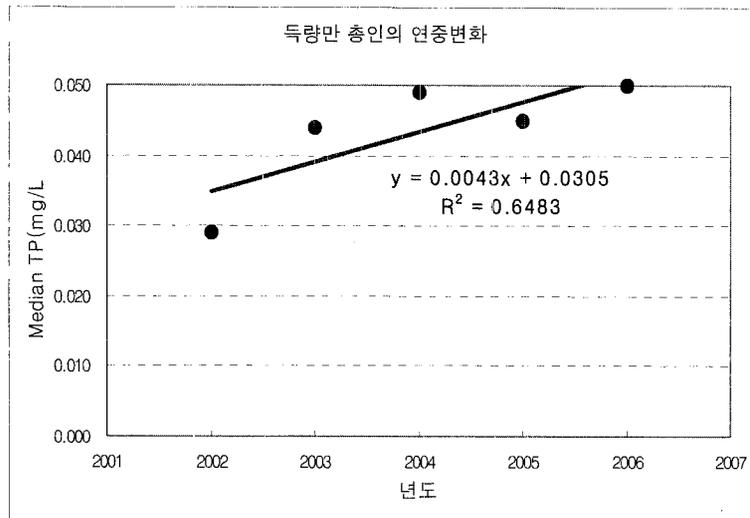
(단위: mg/L)

연도	중앙값 (평균)	'02	'03	'04	'05	'06
득량만	0.045 (0.050)	0.029	0.044	0.049	0.045	0.050
전국연안	0.037 (0.048)	0.040	0.034	0.034	0.040	0.039

자료 : 해양환경조사연보, 각년도

15) 상세서

- 득량만 총인의 중앙값은 '02년 0.029mg/L 이후 증가하여 '06년에는 0.050mg/L로 가장 큰 농도를 보임.
- 지난 5년간 총인 중앙값을 1차 회귀 분석한 결과, 매년 0.4%씩 증가하고 있는 것으로 나타났고, 연 변화율은 통계적으로 유의함(p value = 0.10 < 0.1).



[그림 2-30] 득량만 총인 농도 중앙값의 연변화('02~'06)

- 계절별 득량만의 총인 농도는 전국연안 총인 분포보다 다소 높거나 유사한 값을 가지며, 2월에 다소 높은 농도를 보임.
- 계절별 총인 자료에 대한 분산분석, F 및 t-검정을 실시한 결과, 2월의 총인 농도는 다른 계절의 농도와 통계적으로 구분됨(t-검정: 유의수준 0.1).

<표 2-33> 전국연안 및 득량만의 총인 중앙값의 계절별 분포

(단위: mg/L)

연도	평균	2월	5월	8월	11월
득량만	0.045	0.055	0.038	0.039	0.041
전국연안	0.037	0.042	0.032	0.036	0.040

자료 : 해양환경조사연보, 각년도

- 득량만의 총인 기준 해양수질의 정점별 농도자료를 통계 분석한 결과, 정점별로 차이가 없는 것으로 나타남.

- 득량 1정점이 0.042, 득량 2정점이 0.042, 득량 3정점이 0.044mg/L로 정점별 차이가 거의 없음.
- 정점별 자료에 대한 통계검정을 실시한 결과, 각 정점은 통계적으로 구분되지 않음(t-검정, 유의수준 0.5). 즉, 총인은 득량만 해역에서 균등하게 분포하는 것을 알 수 있음.

<표 2-34> 득량만의 총인 중앙값의 정점별 분포('02~'06)

(단위: mg/L)

구분	중앙값	정점1	정점2	정점3
총인	0.045	0.042	0.042	0.044

자료 : 해양환경조사연보, 각년도

(3) 총질소 (Total Nitrogen, TN)

- 득량만의 총질소 농도는 대수변환 평균 0.388mg/L로 해역수질 기준 II등급에 해당하며, 전국 평균 0.476mg/L보다 낮음.
- 대수변환 총질소 중앙값은 0.331mg/L로 전국연안 대수변환 중앙값 0.366mg/L보다 0.9배에 해당하며, 지난 5년간 0.208~0.533mg/L의 범위를 보임.

<표 2-35> 득량만의 총질소 중앙값 추이('02~'06)

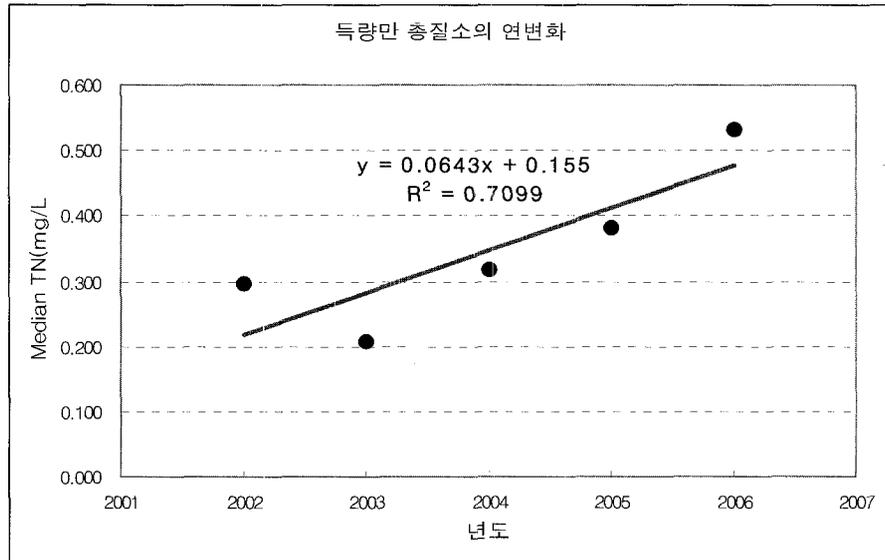
(단위: mg/L)

연도	중앙값 (평균)	'02	'03	'04	'05	'06
득량만	0.331 (0.388)	0.298	0.208	0.318	0.381	0.533
전국연안	0.366 (0.476)	0.372	0.386	0.323	0.385	0.369

주 : 2001년 전국연안의 총질소 및 총인은 해역별로 일부 자료가 누락되어 분석에서 제외
 자료 : 해양환경조사연보, 각년도

- 득량만 총질소의 중앙값은 '03년 0.208mg/L 이후 증가하여 '06년에는 0.533mg/L로 가장 높은 농도를 보임.

- 지난 5년간 총질소 중앙값을 1차 회귀분석한 결과, 매년 6.4%씩 증가하고 있는 것으로 나타났고, 연개선율은 통계적으로 유의함(p value = 0.07 < 0.1).



[그림 2-31] 득량만 총질소 농도 중앙값의 연변화('02~'06)

- 계절별 득량만의 총질소 농도는 전국연안 계절별 총질소 농도보다 다소 낮은 농도를 보이나, 11월에 다소 높은 값을 보임.
- 계절별 총질소 자료에 대한 분산분석을 실시한 결과, 계절별 총질소 농도의 차이는 보이지 않음(유의수준 0.1, 자유도 3, F 비율 = 2.108 < 2.77)

<표 2-36> 전국연안 및 득량만의 대수변환 총질소 중앙값의 계절 분포

(단위: mg/L)

연도	중앙값 (평균)	2월	5월	8월	11월
득량만	0.331 (0.388)	0.313	0.261	0.346	0.426
전국연안	0.366 (0.476)	0.380	0.340	0.392	0.352

자료 : 해양환경조사연보, 각년도

- 득량만의 총질소 기준 해양수질의 정점별 농도자료를 통계 분석한 결과, 정점별로 차이가 없는 것으로 나타남.

- 득량 1정점이 0.348mg/L 득량 2정점이 0.326mg/L, 득량 3정점이 0.321mg/L로 정점별 차이가 거의 없음.
- 정점별 자료에 대한 통계검증을 실시한 결과, 각 정점은 통계적으로 구분되지 않음(t-검증, 유의수준 0.05). 즉 총질소는 득량만 해역에서 균등하게 분포하는 것을 알 수 있음.

<표 2-37> 득량만의 총질소의 정점별 분포

(단위: mg/L)

구분	중앙값	정점1	정점2	정점3
총질소	0.331	0.348	0.326	0.321

자료 : 해양환경조사연보, 각년도

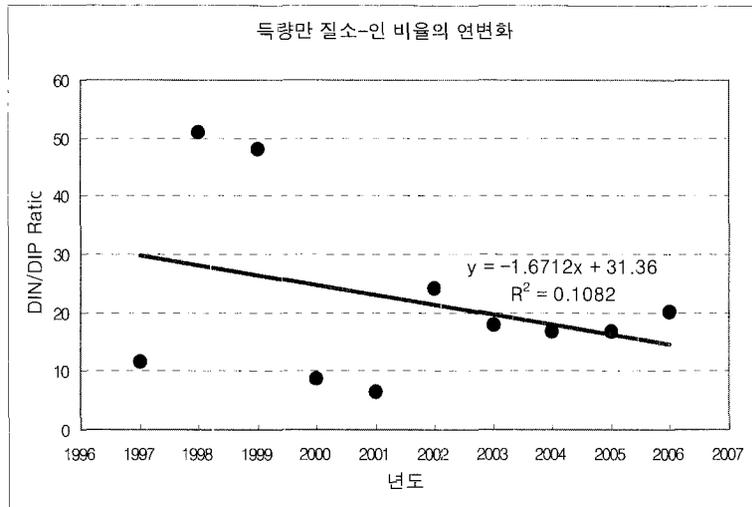
(4) 질소-인 비율

- 지난 10년간('97~'06) 득량만의 질소-인 비율은 평균 19.86(중앙값 12.42)으로 전국연안 평균 30.64보다 낮게 나타나 질소-제한 환경으로 판단됨.
- 대수변환 질소-인 비율의 중앙값은 12.4로 전국 연안 18.51보다 낮음.

<표 2-38> 득량만 질소-인 비율의 연변동('02~'06)

연도		중앙값 (평균)	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06
N/P 비율	득량만	12.4 (19.9)	7.7 (11.7)	15.1 (51.0)	22.0 (48.2)	5.7 (8.7)	5.4 (6.5)	19.0 (24.2)	16.3 (17.9)	14.3 (16.8)	14.0 (16.7)	17.9 (20.1)
	전국 연안	18.5 (30.6)	16.4 (29.8)	16.9 (25.3)	18.1 (32.2)	15.7 (27.5)	16.5 (29.9)	22.6 (37.0)	25.2 (39.6)	19.1 (30.4)	16.5 (26.1)	19.9 (28.8)

- 득량만 질소-인 비율의 중앙값은 연별 편차가 극심하였으나, '02년 이후부터 다소 안정적인 값을 보임.
- 지난 10년간 총질소 중앙값은 매년 1.67씩 감소하는 것으로 추정되지만, 1차회귀분석 결과 연변화율은 변화가 없음(p value = 0.353 > 0.1).



[그림 2-32] 득량만 질소-인 비율의 연변화

- 득량만의 질소-인 비율은 8월에 40.9로 가장 높은 값을 보이며, 통계분석 결과 계절적으로 뚜렷한 차이는 보이지 않음.
- 질소-인 비율은 계절별로 11월에 가장 낮은 값(11.9)을 보이며, 다음으로 2월, 5월, 8월에 각각 16.0, 19.2, 40.9의 값을 보임.

<표 2-39> 득량만 질소-인 비율의 계절 변동

연도		중앙값 (평균)	2월	5월	8월	11월
N-P 비율	득량만	12.4 (19.9)	13.3 (16.0)	12.6 (19.2)	15.8 (40.9)	9.0 (11.9)
	전국연안	18.51 (30.64)	18.9 (31.4)	17.3 (29.7)	20.7 (37.9)	17.2 (24.4)

- 득량만의 총질소 기준 해양수질의 정점별 농도자료를 통계분석한 결과, 정점별로 차이가 없는 것으로 나타남.
- 득량 1정점이 19.3, 득량 2정점이 20.4, 득량 3정점이 20.4로 정점별 차이가 거의 없음.
- 정점별 자료에 대한 통계검증을 실시한 결과, 각 정점은 통계적으로 구분되지 않음(t-검정, 유의수준 0.5). 즉 정점별로 질소-인 비율의 차이가 없음.

<표 2-40> 득량만의 질소-인 비율의 정점별 분포

(단위: mg/L)				
구분	중앙값 (평균)	정점1	정점2	정점3
질소-인 비율	12.4 (19.9)	12.1 (19.3)	12.2 (20.4)	13.0 (20.4)

자료 : 해양환경조사연보, 각년도

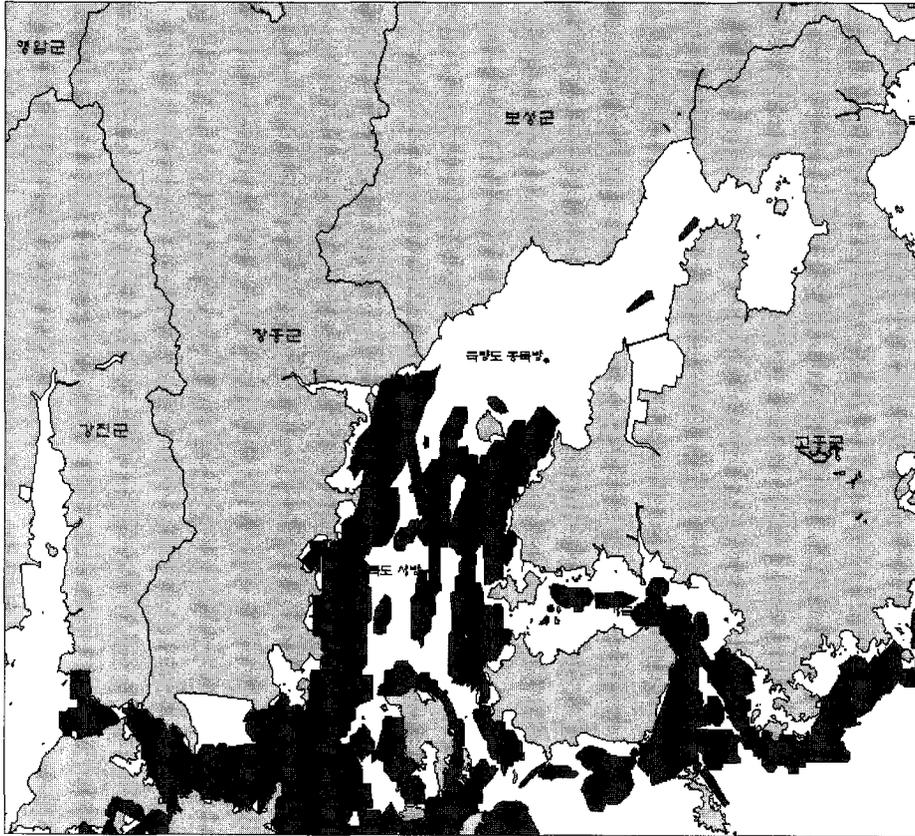
(5) 적조 발생

- 득량만의 적조는 여름철(6월과 8월 경)을 중심으로 지난 5년간 총 10회 발생하였으며, 매년 발생빈도가 증가하는 추세로 2005년에 4회 발생하였음(국립수산과학원, 2007).
- 특히, 득량만의 장흥군 인근 해역에서 총 9회 발생하여 총 발생빈도의 90%를 차지함.
- 유해성 적조는 총 6회 발생하여 전체 발생 빈도의 60%를 차지하였고, 주요 유해성 적조생물로는 *Cochlodinium polykrikoides*과 *Chattonoella antiqua*이 출현하였음.

<표 2-41> 득량만 적조 발생 이력('01~'05)

발생시기	발생지역	적조생물	유해성 적조 여부
2001.8.	전남 장흥	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	○
2002.8.	전남 장흥	<i>Proro sp.</i>	×
2002.8.	전남 장흥	<i>C. polykrikoides</i>	○
2003.8.	전남 장흥	<i>C. polykrikoides</i>	○
2004.6.	전남 장흥(용곡)	<i>Prorocentrum sp.</i>	×
2004.8.	전남 장흥	<i>C. polykrikoides</i>	○
2005.6.	전남 장흥	<i>Prorocentrum sp.</i>	×
2005.8.	득량만	<i>Ceratium furca</i>	×
2005.8.	전남 장흥	<i>C. polykrikoides</i>	○
2005.8.	전남 장흥	<i>Chattonoella antiqua</i>	○

자료 : 해양수산연구정보(국립수산과학원, <http://portal.nfrdi.re.kr/external/environment/redtide/index.jsp>)



자료 : 국립수산과학원의 적조정보시스템(1990~2007) (<http://mrgis.nfrdi.re.kr/rtide/simindex.jsp>)

[그림 2-33] '90~현재까지 득량만 주변 적조 발생 해역

- 문헌 연구 결과, 80년대 득량만 적조가 처음 관측된 이후 득량만 및 주변해역에서 적조 발생을 기록한 원인종은 규조류 5종, 와편모조류 6종, 라피도조류(침편모조류) 1종 등 모두 12종으로, 이 중에서 와편모조류가 50%를 차지함(<표 2-42>).

<표 2-42> 고흥반도 주변해역의 적조원인 생물과 발생상황

기간 및 해역 원인생물	발생해역	발생기간	비 고
규조류			
<i>Skeletonema costatum</i>	북부내만해역	1980. 12	이와 허(1983)
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	만 중앙부 및 입구	1998. 07	이와 이(1999)
<i>Chaetoceros</i> sp.*	북부내만해역 (복합적조)	1999. 07	
<i>Coscinodiscus</i> sp.*			
<i>Thalassiosira</i> sp.*	녹동항 주변	1998.07	이와 이(1999)
와편모조류			
<i>Ceratium furca</i>	북부내만해역	1980. 08	이와 허(1983)
	북부내만해역	1994. 08	윤(미발표)
	북부내만해역	1998. 07	이와 이(1999)
<i>Ceratium fusus</i> *	득량만(복합)	1998. 05	
	녹동항 주변	1998. 07	이와 이(1999)
<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	장흥연안해역	2001. 08	
	금당,소록도,거금도	2002. 08	
	장흥연안해역	2002. 08, 09	
	장흥연안해역	2002. 09	
	장흥연안, 득량도동부	2004. 08, 09	
	장흥연안, 거금수로	2005. 08	
	장흥연안해역	2006. 08	
<i>Gymnodinium</i> sp.	보성연안해역	1999. 09	
<i>Prorocentrum</i> sp.*	득량만(복합)	1999. 07	
	장흥연안해역, 고흥연안	2004. 06, 07	
<i>Prorocentrum minimum</i> *	북부내만해역	1998. 07	이와 이(1999)
	득량만입구(강진군)	2000. 08	
라피도조류			
<i>Heterosigma akashiwo</i>	강진군 (도암만, 득량만?)	2000. 07	

*표는 복합 적조를 발생시킨 적조원인 종을 나타냄.

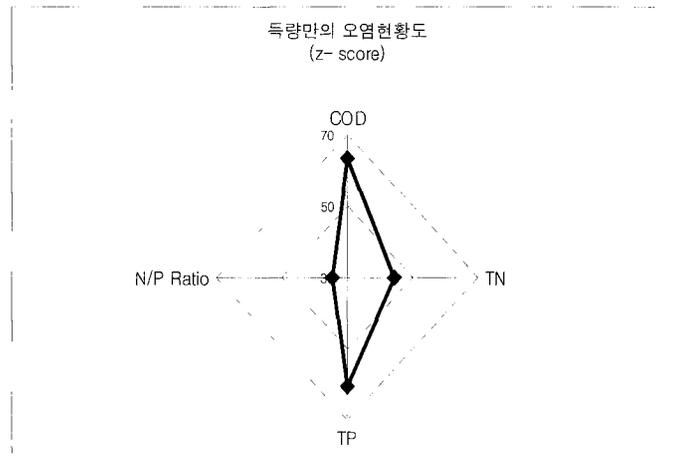
○ 득량만 적조발생의 특징은 다음과 같음.

- 우리나라 남해연안 및 내만해역의 적조는 산업발달과 함께 연안해역의 부영양화 진행에 따라 발생하기 시작하였으며, 원인생물은 규조류 → 규조류 및 편모조류 혼합 → 편모조류로 변화하는 양상을 나타냄.
- 득량만은 만입구만을 통해 해수교환이 이루어지는 중규모 이상의 내만으로 북부해역은 매우 폐쇄성이 강한 천해특성을 나타내지만, 연안부에는 공업지대가 형성되지 않아 육상에서 유입되는 오염물질이 제한된 해역임.

- 1980년부터 만 북부해역의 여름 외편모조류에 의한 적조발생은 육상오염물질 유입(이와 허, 1983)보다는 폐쇄적이면서 천해적 특성을 나타내는 만 북부내만해역의 해역내 물질순환과정과 관련하여 발생하는 것으로 판단됨.
- 1980년부터 만 북부해역의 겨울 규조류에 의한 적조발생은 겨울 득량만의 이상 기온 상승(이와 허, 1983)보다는 조석혼합과 광조건이 충분한 내만해역의 해역적 특성에 의해 발생하는 현상으로 판단됨.
- 기록은 없지만 득량만 북부내만해역은 1980년 이후 여름과 겨울에 지속적으로 높은 생물량을 나타낸 것으로 추정되며, 국지적이면서 소규모적인 적조가 해역특성에 의해 발생하는 것으로 추정됨.
- 2001년 이후에는 생물생산이 높고, 수심이 낮은 득량만의 남서연안해역을 중심으로 매년 유해성 적조발생이 반복되고 있는데, 이는 득량만 입구해역을 중심으로 강진, 완도 연안해역에 오염부하량이 많은 어류 양식 등이 최근 성행하고 있는 것과도 관련성이 있는 것으로 볼 수 있음.
- 향후 득량만 이용측면에서 적조발생에 관한 지속적인 모니터링과 대책수립에 세심한 배려가 필요함.

(6) 해양환경 분석 종합

- 득량만의 오염물질 거동 분석 결과, 득량만으로 유입하는 오염물질은 내만으로 이동하는 특성을 지님([그림 2-34] 확인).
- 화학적 산소요구량은 '02년 이후 농도가 감소하고 있고, 8월 농도가 다른 계절에 비해 높으며, 내만의 득량 1정점의 농도가 다른 정점에 비해 높음.
- 총인과 총질소는 매년 증가 추세이며, 계절별 정점별 차이는 없음.
- 질소-인 비율은 지난 10년간 변화가 없으며, 계절별 정점별 차이가 없음.
 - 단, 전국연안 분포를 기초로 득량만 질소-인 비율의 z-score를 산출한 결과, 득량만의 비율이 상대적으로 낮아 질소-제한 환경이라고 판단됨([그림 2-34] 참조).
 - 즉, 득량만의 일차 생산성은 질소원에 의해 조절되고 있고, 만약 질소원이 추가적으로 득량만에 유입할 경우 일차생산성의 증가(적조 등)가 예상됨.



[그림 2-34] 전국연안 분포 대비 득량만의 오염현황도

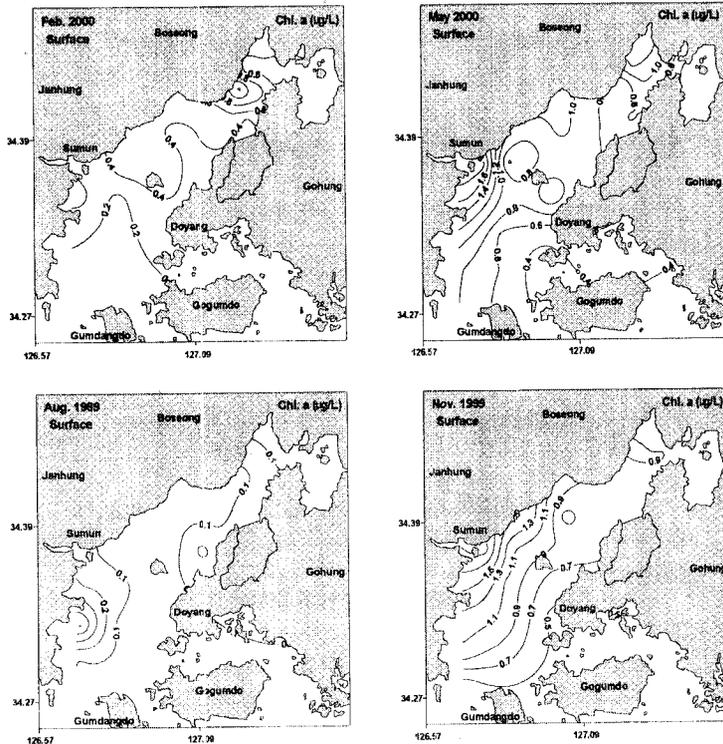
나. 생물학적 특징¹⁶⁾

(1) 클로로필-a

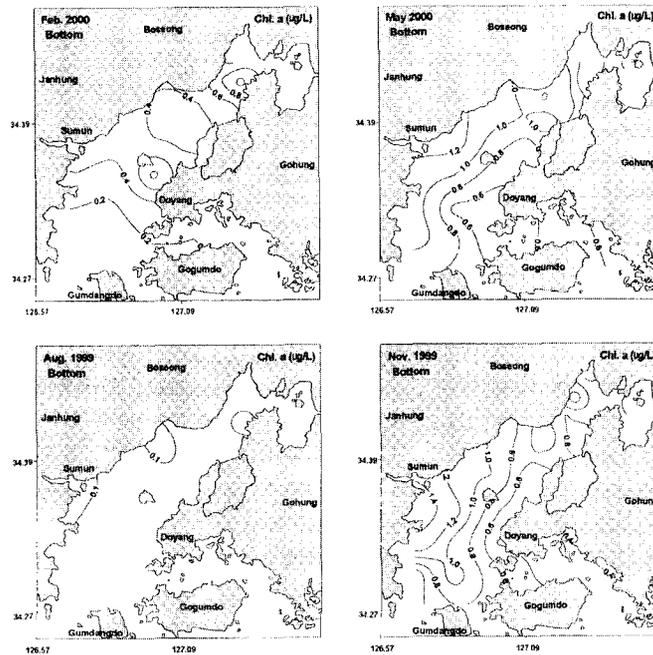
- 클로로필-a의 평균 농도는 표층이 0.11~0.90 $\mu\text{g/L}$ 로 5월과 11월의 경우 0.89 $\mu\text{g/L}$ 이상의 높은 농도를 보인 반면에, 2월과 8월은 각각 0.11 $\mu\text{g/L}$ 및 0.41 $\mu\text{g/L}$ 로 낮음. 저층에서는 0.09~0.94 $\mu\text{g/L}$ 로 5월에 최대값을 보였으며, 11월에도 0.77 $\mu\text{g/L}$ 로 비교적 높았으나, 2월과 8월에는 각각 0.42 $\mu\text{g/L}$ 및 0.09 $\mu\text{g/L}$ 로 낮았음.
- 또한, 층별 차이는 2월과 5월의 경우 저층이 다소 높았으나, 다른 시기에는 표층이 다소 높았음.
 - 2월에는 0.08~1.25 $\mu\text{g/L}$ 로 북쪽해역에서 0.8 $\mu\text{g/L}$ 이상으로 높았으나, 남쪽으로 갈수록 점차 낮아져서, 득량도 남쪽에서 만입구까지는 0.2 $\mu\text{g/L}$ 이하로 매우 낮았음.
 - 5월에는 0.29~1.93 $\mu\text{g/L}$ 로 수문리 앞에서 최대값을 보였으며, 북쪽 해역에서도 비교적 높은 농도를 보였으나, 남동쪽 만 입구 부근에서는 0.4 $\mu\text{g/L}$ 이하로 가장 낮았음.
 - 8월에는 0.04~0.52 $\mu\text{g/L}$ 로 남서쪽 입구 부근에서 다소 높은 것을 제외하면 대부분의 해역에서 0.1 $\mu\text{g/L}$ 이하로 다른 시기와는 달리 극히 낮은 농도를 보였음.
 - 11월에는 0.33~1.98 $\mu\text{g/L}$ 로 5월과 같이 수문리 앞에서 최대값을 보였으며, 동쪽으로 갈수록 점차 낮아져서 남동쪽 만 입구 부근에서는 0.5 $\mu\text{g/L}$ 이하로 가장 낮았음.

16) 해양수산부, 2002, 연안어장평가보고서 중 발췌

- 저층 수면분포를 보면, 2월에는 $0.06\sim 1.08\mu\text{g/L}$ 로 표층과 같이 북쪽 해역에서 높았으나, 남쪽으로 갈수록 낮아지는 경향을 보였음.
- 5월에는 $0.47\sim 1.63\mu\text{g/L}$ 로 표층과 같이 수문리 앞에서 최대값을 보였으며, 북쪽 해역에서도 비교적 높은 농도를 보였으나, 남동쪽 만 입구쪽으로 갈수록 낮아지는 경향을 보였음.
- 8월에는 $0.03\sim 0.18\mu\text{g/L}$ 로 모든 정점에서 매우 낮은 농도를 보이므로 분포 경향이 뚜렷하지 않았음. 11월에는 $0.26\sim 1.52\mu\text{g/L}$ 로 5월과 같이 수문리 앞에서 최대값을 보였으며, 남동쪽으로 갈수록 점차 낮아져서 남동쪽 만 입구 부근에서는 $0.6\mu\text{g/L}$ 이하로 가장 낮았음.



[그림 2-35] 득량만 표층수의 계절별 클로로필-a 농도 분포



[그림 2-36] 특량만 저층수의 계절별 클로로필-a 농도 분포

(2) 식물플랑크톤

- 2000년 2월 표층에서의 식물플랑크톤 출현량(<표 2-43>)은 정점 8에서 최소 10cells/ml, 정점 26에서 최대 1,515cells/ml, 평균 출현량은 385cells/ml이었고, 우점종은 *Thalassiothrix spp.*였으며, 총 7종이 출현하였음.
- 저층에서는 정점 2에서 최소 10cells/ml, 정점 24에서 최대 322cells/ml, 평균 출현량은 391cells/ml였고, 우점종은 표층과 같이 *Thalassiothrix spp.*으로 나타났음.

<표 2-43> 2월 특량만 표층수 중 식물플랑크톤의 종 구성과 밀도 (10cells/ml)

Species	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
<i>distoms</i>		1											
<i>Biddulphia sinensis</i>		1											
<i>Coscinodiscus gigas</i>													
<i>Coscinodiscus spp.</i>			1										
<i>Nitzschia sp.</i>	3		1						2				
<i>Pinularia sp.</i>													
<i>Pleurosigma spp.</i>	1	1				3				1			
<i>Skeletonema costatum</i>													132
<i>Thalassiothrix spp.</i>	3	7	25		3	47	92	65	61	9	12	17	20
<i>Thalassiosira rotula</i>													
Total	7	9	26	1	3	51	92	65	63	10	12	17	152

- 2000년 5월 표층에서의 식물플랑크톤 출현량(<표 2-44>)은 정점 6에서 최소 27cells/ml, 정점 18에서 최대 약 210cells/ml, 평균농도는 110cells/ml이었고, 우점종은 *Leptocylindrus danicus*이었으며, 총 12종이 출현하였음.
- 저층에서는 정점 24에서 최소 16cells/ml, 정점 12에서 최대 395cells/ml, 평균 출현량은 178cells/ml이었고, 우점종은 *Skeletonema costatum*이었음.

<표 2-44> 5월 특량만 표층수 중 식물플랑크톤의 종 구성과 밀도 (10cells/ml)

Species	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
<i>distoms</i>													
<i>Amphora sp.</i>													
<i>Asterionella japonica</i>		1											
<i>Chaetoceros spp.</i>													
<i>Coscinodiscus gigas</i>					2	2	3	2	4	4	2	3	2
<i>Hemiaulus sinensis</i>				1									
<i>Leptocylindrus danicus</i>	2	2	2	2	4	4	1	2	3	3	2	1	2
<i>Nitzschia sp.</i>		1		1	2		2	2	1	4	1		1
<i>Pleurosigma spp.</i>				1									
<i>Rhzosolenia spp.</i>							2	2	3	2			
<i>Stephanopyxis spp.</i>													
<i>Skeletonema costatum</i>	3	6		3	4	6	7	3		2	3	3	
<i>Thalassiothrix spp.</i>	1	2			1		2	1	10	3	1		2
<i>dinoflagellates</i>													
<i>Ceratium furca</i>				2		1		1					
<i>Dinophysis spp.</i>		1	1				2	2		1			
<i>Protocentrum spp.</i>								1					
Total	6	13	3	10	13	13	19	16	21	19	9	7	7

- 1999년 8월 표층에서 식물플랑크톤의 출현량(<표 2-45>)은 정점 4에서 최소 121cells/ml, 정점에서 최대 977cells/ml, 평균 출현량은 433cells/ml, 우점종은 *Nitzschia spp.*이었고, 총 13종이 출현하였음.
- 저층에서는 정점 2에서 최소 20cells/ml, 정점 22에서 최대 768cells/ml, 평균 출현량은 360cells/ml, 우점종은 표층과 같이 *Nitzschia spp.*이었고, 총 13종이 출현하였음.

<표 2-45> 8월 득량만 표층수 중 식물플랑크톤의 종 조성과 밀도 (10cells/ml)

Species	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
<i>distoms</i>													
<i>Bacteriastrium spp.</i>							5	1	1	1		2	
<i>Biddulphia sinensis</i>	2		4	3	2	3	5		5		2	1	3
<i>Chaetoceros spp.</i>	11	9	6		9								
<i>Chaetoceros affine</i>							5	6	3	5	13	10	
<i>Coscinodiscus soo.</i>		2	2	5	2		19		1				
<i>Nitzschia sp.</i>	2	1	9		10	18	24	12	18	25	35	11	14
<i>Pleurosigma spp.</i>			2	14	5	1				1	1		
<i>Rhzosolenia spp.</i>	4		2		2		6	4	2		1	7	
<i>Stephanopyxis sp.</i>	3						2	4		5		5	
<i>Skeletonema costatum</i>						9		13	8	61	7	56	12
<i>Thalassionema nitzschoid</i>							10						
<i>dinoflagellates</i>													
<i>Ceratium furca</i>						1					1		
<i>Ceratium fusus</i>						1		1					
Total	22	12	25	22	30	33	76	41	38	98	60	92	29

- 1999년 11월 식물플랑크톤의 출현량 (<표 2-46>)은 정점 10에서 최소 27cells/ml, 정점 12에서 최대 150cells/ml, 평균 출현량은 80cells/ml이었고, 우점종으로는 *Coscinodiscus gigas*이었으며, 총 13종이 출현하였음.
- 저층에서는 정점 14에서 최소 46cells/ml, 정점 6에서 최대 248cells/ml, 평균 출현량은 102cells/ml, 우점종으로는 *Pleurosigma spp.*이었으며, 총 9종이 출현하였음.

<표 2-46> 11월 득량만 표층수 중 식물플랑크톤의 종 구성과 밀도 (10cells/ml)

Species	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
<i>distoms</i>													
<i>Chaetoceros affine</i>						3						6	3
<i>Chaetoceros spp.</i>	8		3		2	10							
<i>Coscinodiscus gigas</i>				1	1		6	4	3	2	5	6	4
<i>Nitzschia sp.</i>										1			1
<i>Pleurosigma spp.</i>							2		1		2		2
<i>Stephanopyxis spp.</i>		3											
<i>Thalassiothrix spp.</i>	2	3		2				1		2	1	1	
<i>dinoflagellates</i>													
<i>Ceratium furca</i>				1			1						1
<i>Ceratium fusus</i>		1											
<i>Dictyoca fibla</i>		2				1		1					
<i>Dinophysis caudata</i>									1				
<i>Dinophanus speculum</i>			2			1			1				1
<i>Protocentrum triesyinum</i>									1				
Total	10	9	6	3	3	15	8	6	4	8	7	14	10

다. 퇴적물 환경

(1) 입도

- 득량만 27개 정점의 표층 퇴적물에 대한 입도조성을 보면, Sand의 함량비는 득량도를 중심으로 남쪽 및 남서쪽 정점들(정점 5,6,7,10,11)과 동쪽 및 동북쪽 정점들 (정점 12,13,19,20,22)에서는 12~57%로 비교적 높았으나 나머지 정점들에서는 10%이하로 매우 낮았음.
- Silt의 함량비는 23~72%로 Sand 함량비가 36% 이상을 보이는 정점 6, 11, 19에서 49% 이하로 낮았으나, 나머지 정점들에서는 57% 이상으로 비교적 높았음. Clay의 함량비는 12~35%로 15% 이하의 낮은 함량비를 보이는 정점 6, 11, 22를 제외하면 지점별 차이가 그다지 크지 않았음.
- 이러한 양상은 가막만이나 여자만과는 달리 Sand의 함량비가 높은 것을 의미하며, 이러한 함량비는 이 등(1995)의 결과와 비슷하였으나, Silt와 Clay의 함량이 다소 높았음.

(2) 화학적산소요구량(COD)

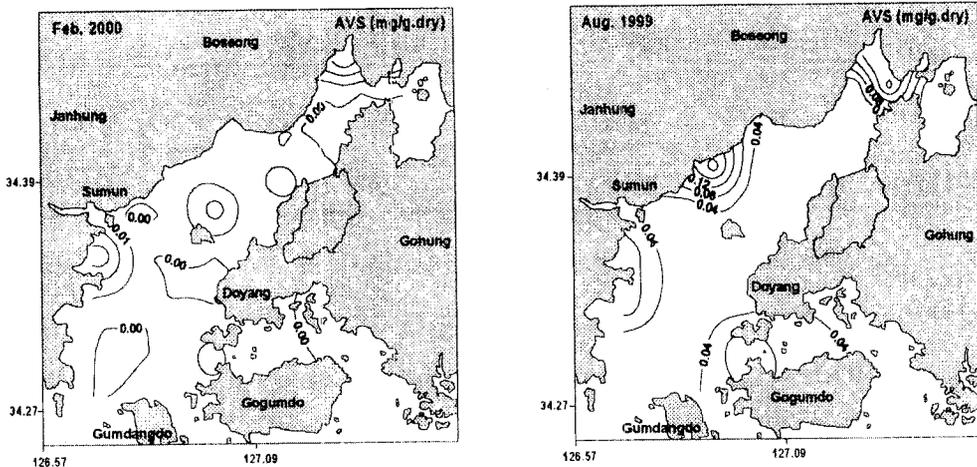
- 표층 퇴적물 내 화학적산소요구량의 농도는 2월과 8월이 각각 6.22~15.68mg/g·dry(평균 11.05mg/g·dry) 및 6.09~17.92mg/g·dry(평균 11.55mg/g·dry)로 시기별 차이는 그다지 크지 않았으나 하계가 동계보다 다소 높았음(<표 2-47>).
- 2월의 경우 만의 최북단과 득량도 서북쪽 연안에서 13mg/g·dry이상으로 비교적 높은 농도를 보였으나, 만 입구쪽과 득량도 서북쪽 및 수문리 앞에서는 9mg/g·dry이하로 낮았으며, 또한 오염 퇴적물 기준 (20.0mg/g·dry)을 초과하는 정점은 나타나지 않았음. 8월 역시 지역별 변화양상은 2월과 비슷하였음.

<표 2-47> 득량만 표층 퇴적물내 유기물 함량의 범위와 평균값

Month	Parameters	COD (mg/g·dry)	AVS (mg/g·dry)	TOC (%)
Feb. 2000	Range	6.22~15.68	0.00~0.04	0.45~0.80
	Mean	11.05	0.01	0.64
Aug. 1999	Range	6.09~17.92	0.00~0.22	0.31~0.77
	Mean	11.55	0.04	0.60

(3) 산취발성황화물 (AVS)

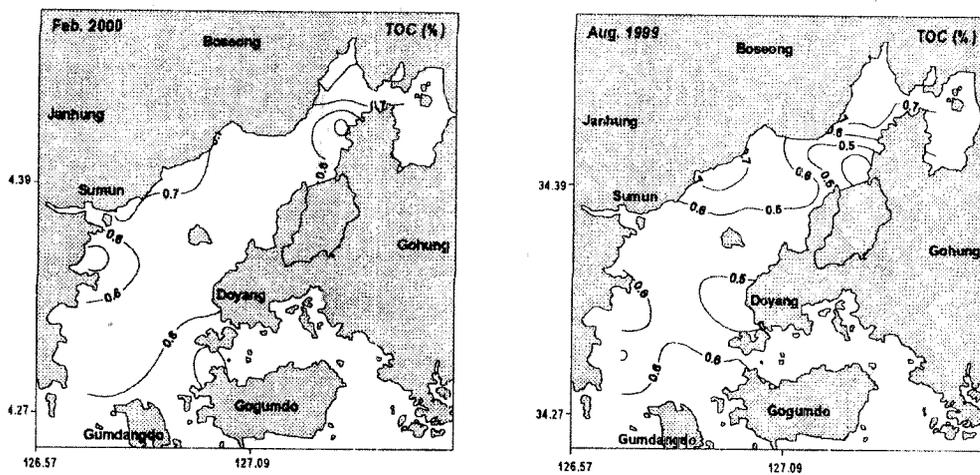
- 표층 퇴적물 내 산취발성황화물의 함량은 2월과 8월이 각각 0.00~0.04mg/g·dry(평균 0.01mg/g·dry) 및 0.00~0.22mg/g·dry(평균 0.04mg/g·dry)로 하계가 동계보다 다소 높았으며, 여자만과 비슷한 범위를 보였음.
- 2월의 경우 수문리 앞과 최북단에서 다소 높은 것을 제외하면 함량이 극히 낮았으며, 지역별 변화양상도 뚜렷하지 않았음. 8월에는 득량도 북서쪽의 정점 18과 북쪽의 정점 25, 27에서 양식장의 오염이 기준(0.20mg/g·dry)보다 다소 높은 것을 제외하면 지역별 차이도 뚜렷하지 않았고 농도 역시 매우 낮았음.



[그림 2-37] 득량만 표층 퇴적물의 산취발성황화물 농도 분포

(4) 총유기탄소(TOC)

- 표층 퇴적물 내 총유기탄소의 함량은 2월과 8월이 각각 0.45~0.80%(평균 0.64%) 및 0.31~0.77%(평균 0.60%)로 하계가 동계보다 다소 낮았으며, 여자만과 비슷하였음.
- 2월의 경우 득량도 북서쪽 연안과 최북단에서 0.7% 이상의 다소 높은 함량을 보였으나, 대부분의 해역에서 0.6% 이하로 낮았으며, 지역별 변화양성도 뚜렷하지 않았음. 8월 역시 득량도 북서쪽 및 최북단에서 0.7% 이상의 다소 높은 함량을 보였으나, 득량도 북동쪽 및 남동쪽 해역에서는 0.5% 이하로 가장 낮았음.



[그림 2-38] 득량만 표층 퇴적물의 총유기탄소 농도 분포

라. 저서 동물상

(1) 출현종수

- 1999년 8월에는 총 64종의 다모류가 출현하였으며, 평균 출현 종수는 23종이었음. 출현 종수의 분포에서 지역적인 구배 현상은 나타나지 않았음.
- 2000년 2월에는 총 76종이 출현하였으며, 평균 출현 종수도 28종으로 1999년 8월에 비해 다소 증가하였음. 분포양상에 있어서도 하계에 비해 만 하부역이 높은 출현종수를 보이는 지역적인 구배현상을 보였음.

(2) 개체수 분포

- 1999년 8월에 채집된 다모류의 평균밀도는 738개체/m²이며, 정점 간에 뚜렷한 분포특징은 나타나지 않았음.
- 2000년 2월 군집의 경우, 평균밀도는 1,078개체/m²로 8월에 비해 다소 증가하였으며, 2월의 분포양상은 전반적으로 만의 중·하부해역 정점들에서 1,000개체/m² 이상의 비교적 높은 밀도를 보이는 것이 특징임.

(3) 다양도 지수

- 1999년 8월 군집의 다양도 지수는 1.5~2.7, 2000년 2월에는 2.0~2.8의 범위를 보였으며, 전반적으로 8월에 비해 2월이 높은 것으로 나타났음.

(4) 우점 종

- 1999년 8월 득량만 다모류 군집에서 최우점종은 *Sigambra tentaculata*로서 이 종은 평균 밀도 242개체/m²로 전체의 33%를 차지하였으며, 만 전체에 고르게 분포하였음. 그 다음으로 우점하는 종은 *Sternaspis scutata*와 *Notomastus latericeous*로서 각각 평균밀도 109개체/m²와 48개체/m²로 전체의 15%와 7%를 차지하였음.
- 2000년 2월의 다모류 군집에서 우점종은 *Notomastus latericeous*, *Paralacydonia paradoxa*, *Paraprionospio pinnata*, *Sigambra tentaculata*, *Sternaspis scutata*로서 평균밀도 100~150개체/m²로 전체의 10~14%를 차지하였으며, 8월 군집에 비해 우점종 조성이 비교적 균일하였음.

<표 2-48> 득량만 저서 다모류 군집의 주요 우점종

Aug. 1999			Feb. 2000		
Species	Density	%	Species	Density	%
<i>Sigambra tentaculata</i>	242±158	32.8	<i>Notomastus latericeous</i>	148±211	13.7
<i>Sternaspis scutata</i>	109±100	14.8	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	113±94	10.5
<i>Notomastus latericeous</i>	48±80	6.5	<i>Paraprionospio pinnata</i>	106±100	9.8
<i>Spiochaetopterus costarum</i>	42±37	5.7	<i>Sigambra tentaculata</i>	104±70	9.7
<i>Aglaophamus tepens</i>	40±43	5.4	<i>Sternaspis scutata</i>	102±106	9.5
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	37±26	5.0	<i>Aglaophamus tepens</i>	47±60	4.4

2. 육상기인 및 자가오염부하량 조사

가. 조사방법

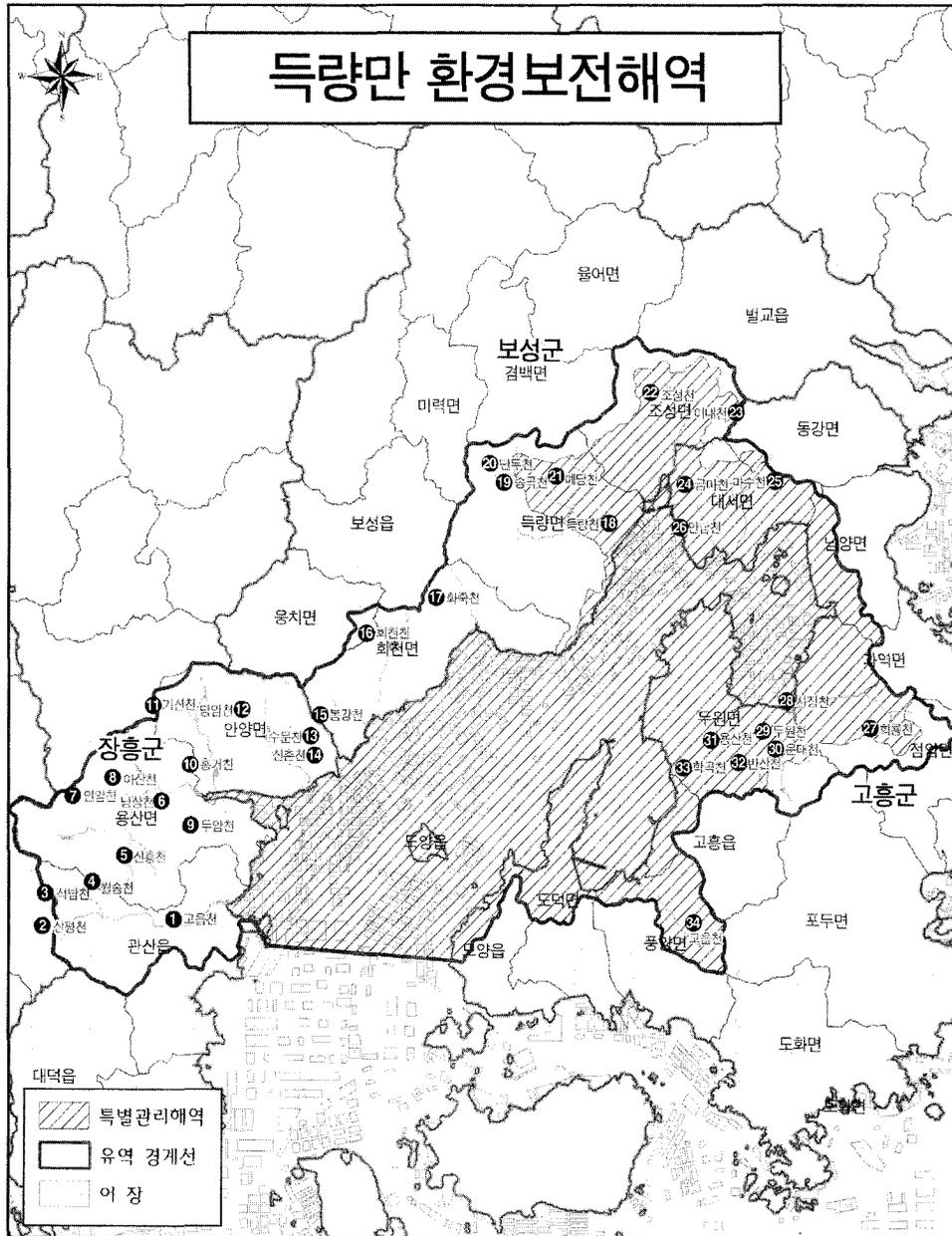
(1) 조사지역

- 조사는 득량만에 직접적으로 영향을 미치는 집수구역을 대상으로 실시하였음. 행정구역별 기초자료를 수집하기 위한 득량만의 유역경계는 [그림 2-39]과 같고, 하천 등 점오염원을 통해 득량만으로 유입하는 오염원의 실측지점은 [그림 2-40]와 같음.

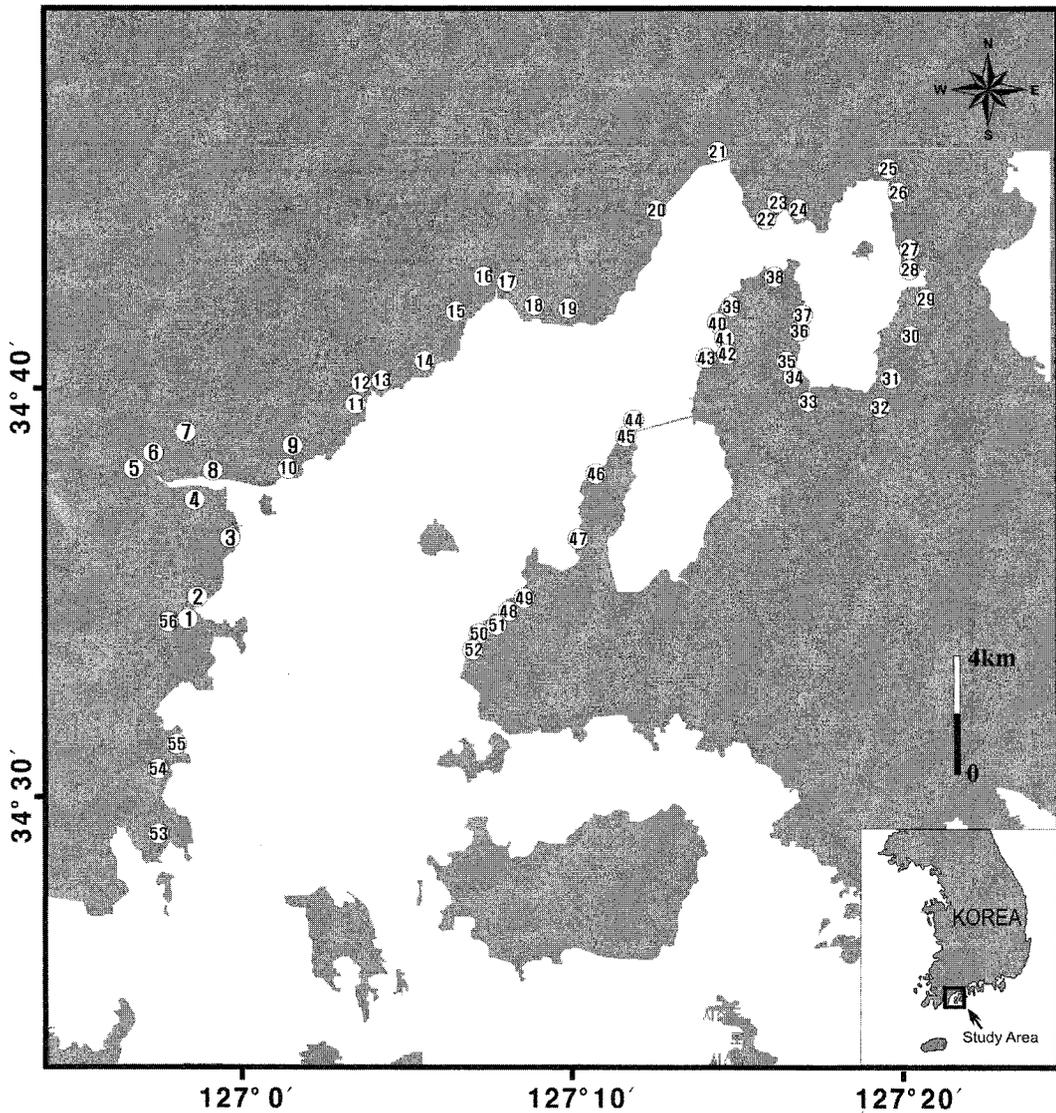
(2) 조사 및 실측방법

- 육상기인 부하량 산정을 위한 기초조사와 발생부하량 및 배출부하량은 제2단계 수계오염총량관리기술지침(환경부, 2007)에 의거하고 해양수산부(2004)를 참조해서 계산하였음.
- 대상해역의 집수구역에서 배출된 오염물질이 실제 해당하천에 유달되는 양을 추정하기 위해 집수구역을 소집수구역으로 구분하고, 각 소집수구역의 하단에서 풍수기와 저수기를 고려하여 하천 유량 및 수질조사를 실시하였음.
- 유입지점 중 잠재적인 오염원인 각종 방조제 및 수문으로부터의 부하량은 직접적으로 유량을 측정하기 어렵고 유출량의 시간변동이 심하기 때문에 수문제원 및 설계 자료가 확

보가능한 곳을 바탕으로 유추하고, 다만, 수질은 직접적으로 시료 채취하여 분석하였음.



[그림 2-39] 득량만 환경관리해역 유역경계도



- 1.장환배수장, 2.죽청배수관문, 3.상발천, 4.두암천, 5.남상천, 6.원등천, 7.홍거천, 8.해창방조제, 9.신촌천, 10.수문천, 11.봉강천, 12.회천천, 13.영천교, 14.울포해수욕장, 15.석간, 16.화죽교, 17.와교목산마을, 18.연동마을, 19.객산, 20.득량수문, 21.득량만방조제, 22.신기교, 23.신기마을수문, 24.송림방조제, 25.원형천, 26.중산리하천, 27.남양리하천, 28.대곡교, 29.도야, 30.노일리, 31.노일방조제, 32.동촌, 33.용산천, 34.영오리수문, 35.성두리수문, 36.예회방조제수문, 37.예회리, 38.대전해수욕장, 39.용당방조제, 40.신흥, 41.월하방조제3, 42.월하방조제2, 43.월하방조제1, 44.고흥만방조제, 45.금호해수욕장, 46.용동리, 47.당남해수욕장, 48.장수마을1, 49.장수마을2, 50.장예마을1, 51.장예마을2, 52.장예마을3, 53.명덕초교앞수문, 54.우산배수장, 55.삼산방조제, 56.고마1방조제수문.

[그림 2-40] 득량만 유역 오염원 조사지점도

(3) 조사항목

- 육상기인 오염부하량중 발생부하량 및 배출부하량 계산항목은 BOD(생화학적산소요구량), TN(총질소)과 TP(총인)임.

- 해역으로 유입되는 오염부하량을 산정하기 위해 저수기와 풍수기에 각 유입원에서 유량 및 TSS(총부유물질), DO(용존산소), COD(화학적산소요구량), TOC(총유기탄소), NH₄+N(암모니아질소), NO₂-N(아질산질소), NO₃-N(질산질소), PO₄-P(인산인), TN(총질소) 과 TP(총인)를 수질오염·폐기물·토양오염공정시험방법¹⁷⁾, 수질오탁조사지침¹⁸⁾, 수질 및 하수시험표준법¹⁹⁾ 등에 의거해서 실측하고 분석하였음.

나. 조사결과

(1) 득량만 유역 오염원 현황

- 득량만 유역의 행정구역별 기초통계자료(2006년)를 바탕으로 한 오염원 현황은 다음과 같음.
 - ① 생활계
- 득량만 유역의 총 인구는 50,613명으로 고흥군이 전체의 약 45.1%, 보성군과 장흥군이 각각 32.2%와 22.7%를 차지하였음(<표 2-49>).
 - 유역내에서 시가지 인구와 비시가지 인구비율은 각각 6.1%와 93.9%로 나타나 장흥군을 제외하고는 대부분이 비시가지 인구에 해당됨.

<표 2-49> 득량만 유역의 인구현황

(단위: 명)

구분	시가지	비시가지	계
고흥군	0	22,845	22,845
보성군	0	16,275	16,275
장흥군	3,089	8,404	11,493
계	3,089	47,524	50,613

17) 동화기술 편집부, 1998

18) 일본수산자원보호협회, 1980

19) APHA, AWWA, WPCF, 1992

② 축산계

- 특량만 유역내의 가축사육 현황은 <표 2-50>와 같으며 한우 18,348마리, 젓소 1,011마리, 돼지 30,893마리, 개 3,236마리, 가금²⁰⁾ 280,445마리, 산양(염소포함) 2,495마리, 사슴 688마리가 사육되고 있었음.
- 군별 가축사육두수는 장흥군이 총 207,239마리로 가장 많았고, 보성군과 고흥군이 각각 100,278마리와 29,599마리이며, 그리고 전체 사육두수 중 가금이 약 83.2%를, 돼지와 한우가 각각 9.2%와 5.4%를 차지하였음.

<표 2-50> 특량만 유역의 가축사육 현황

(단위: 마리)

구분	한우	유우	돼지	개	가금	산양 (염소포함)	사슴	계
고흥군	2,916	405	6,389	-	19,889	-	-	29,599
보성군	4,792	369	7,139	3,236	81,589	2,465	688	100,278
장흥군	10,640	237	17,365	-	178,967	30	-	207,239
계	18,348	1,011	30,893	3,236	280,445	2,495	688	337,116

③ 산업계

- 특량만 유역내의 영업시설과 기타 오염원 등의 폐수배출업소 현황은 <표 2-51>과 같으며, 장흥군, 고흥군, 보성군이 각각 28개, 21개, 9개의 배출업소가 있는 것으로 나타났고, 배출량은 장흥군이 약 2,245.8 m³/day로 대부분을 차지함.

<표 2-51> 특량만 유역의 폐수배출업소 현황

구분	업소수	폐수배출량(m ³ /day)
고흥군	21	99.0
보성군	9	12.0
장흥군	28	2,245.8
계	58	2,359.8

20) 가축가운데 조류에 속하는 것으로 주로 닭, 오리, 거위 등의 날짐승을 지칭

- <표 2-52>와 같이 유역 내에 위치한 환경기초시설을 살펴보면, 하수종말처리장은 전무하고, 마을하수도가 23개(장흥군 11개, 고흥군 9개, 보성군 3개), 분뇨처리장이 1개임.

<표 2-52> 득량만 유역의 환경기초시설 수와 배출량(유역경계 내)

구분	하수종말 처리장	마을 하수도	분뇨처리장	매립장	폐수종말처리장	총방류량 (m ³ /day)
고흥군	(2)	9(20)	1	(1)	-	565.0
보성군	(3)	3(12)	(1)	(2)	-	97.0
장흥군	-	11(24)	(1)	(2)	-	403.0
계	(5)	23(56)	1(3)	(5)	-	1,068.0

* (): 해당 군의 시설수

④ 토지계

- 득량만 유역의 토지이용 지목별 현황은 <표 2-53>과 같으며, 토지지목 중 임야의 비율이 59.7%로 가장 컸고, 답과 전이 각각 21.4%와 8.9%의 순으로 나타났다.
 - 행정구역별로 보성군, 장흥군과 고흥군이 각각 전체의 38.7%, 37.6%와 23.7%를 차지하였다.

<표 2-53> 득량만 유역의 토지 지목별 현황

구분	지목별 면적(km ²)					계
	전	답	임야	대지	기타	
고흥군	13.30	21.53	61.66	5.84	5.88	108.21
보성군	15.19	42.45	99.16	10.11	9.57	176.48
장흥군	10.16	33.83	111.67	8.34	7.59	171.59
계	38.65 (8.9%)	97.81 (21.4%)	272.49 (59.7%)	24.29 (5.3%)	23.04 (5.0%)	456.28 (100.0%)

⑤ 양식계

- 득량만 유역의 육상 양식장 현황은 <표 2-54>과 같으며, 총 시설면적 33,443.0m² 중 장흥군이 77.5%를 차지하였으며 대부분이 유수식과 지수식인 것으로 나타났다.

<표 2-54> 득량만 유역의 육상 양식장 현황

구 분	고흥군	보성군	장흥군	계
시설면적(m ²)	1,280.0	6,259.0	25,904.0	33,443.0

(2) 득량만 유역의 발생 및 배출부하량 산정

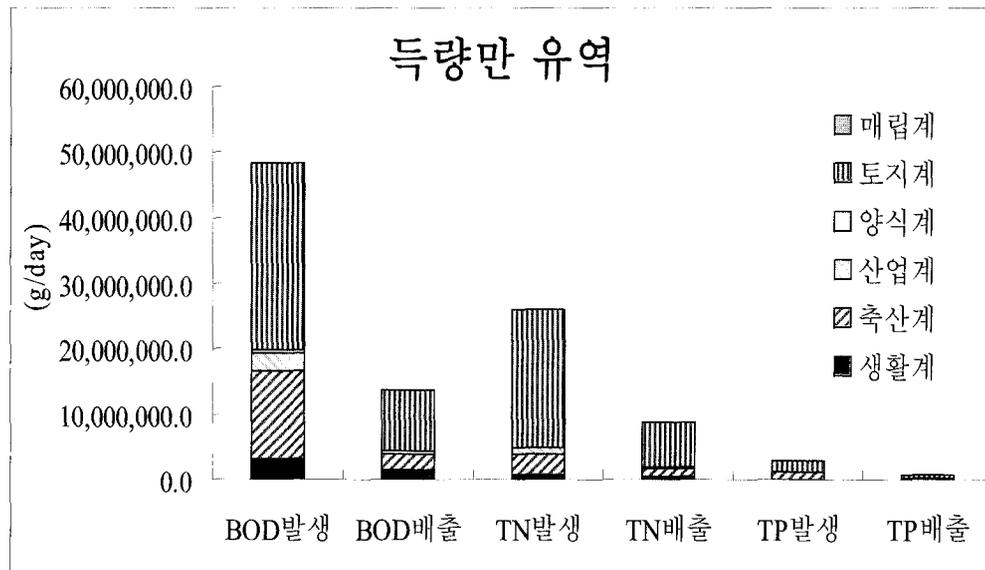
- 득량만 유역에서 수계오염총량관리기술지침(환경부, 2007)에 의거해서 산정한 발생 및 배출부하량 결과는 <표 2-55> 및 [그림 2-41]과 같음.

① 종합

- 득량만 유역에서 발생하는 BOD 총 부하량은 48,324,904.8 g/day로 이 중 토지계가 59.2%로 가장 컸고, 축산계가 28.0%, 생활계의 기여도가 6.3%를 차지하는 것으로 나타났고, 배출부하량은 토지계, 축산계, 생활계의 기여도가 각각 67.8%, 17.3%와 10.4%로 나타났음.
- TN 발생부하량의 경우는 전체 26,073,496.7 g/day 중 토지계가 81.0%로 가장 컸고, 축산계와 산업계에 의한 부하량이 각각 12.1%와 3.4%를 차지하는 것으로 나타났으며, 배출부하량은 토지계, 축산계, 생활계의 기여율이 각각 76.9%, 14.9%, 5.7%로 나타났음.
- TP의 경우는 전체 2,994,657.2 g/day의 발생부하 중 토지계가 57.2%, 축산계가 36.5%와 생활계가 3.1%를 차지하였으며, 배출부하량의 경우에는 토지계, 축산계, 생활계가 각각 66.7%, 21.4%, 6.8%를 차지하고 있음.
- BOD 총 발생량 중 약 28.4%가 배출되며, TN은 34.2% 그리고 TP는 27.9%가 배출되는 것으로 나타남.
- 득량만 유역에서는 토지계와 축산계가 발생부하량 및 배출부하량에 가장 큰 기여를 하는 것으로 평가됨.

<표 2-55> 득량만 유역의 총 발생 및 배출부하량

단위: g/day	생활계	축산계	산업계	양식계	토지계	매립계	계
BOD발생	3,062,868.2	13,547,423.2	2,682,804.2	441,716.9	28,590,092.3	0.0	48,324,904.8
BOD배출	1,425,541.9	2,370,770.4	184,745.9	441,716.9	9,291,780.0	0.0	13,714,555.2
TN발생	841,863.4	3,147,651.4	879,069.5	86,147.2	21,118,765.2	0.0	26,073,496.7
TN배출	506,475.7	1,328,530.4	138,559.4	86,147.2	6,863,598.7	0.0	8,923,311.4
TP발생	91,793.4	1,092,011.0	73,328.2	23,876.9	1,713,647.7	0.0	2,994,657.2
TP배출	57,070.7	178,402.2	18,474.6	23,876.9	556,935.5	0.0	834,759.9



[그림 2-41] 득량만 유역의 총 발생 및 배출부하량 현황

② 행정구역별 발생 및 배출부하량

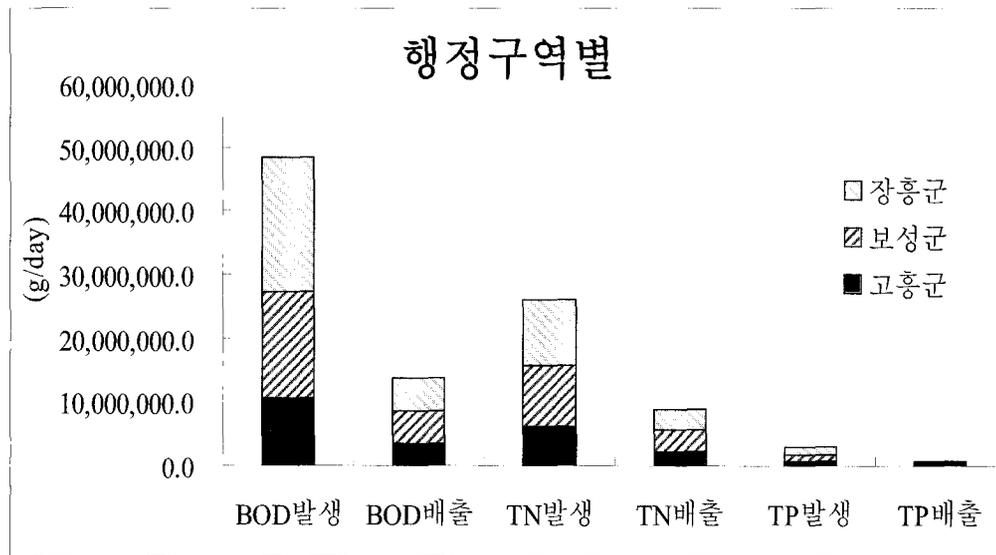
- 득량만 유역내의 행정구역인 고흥군, 보성군과 장흥군의 BOD, TN 및 TP의 발생과 배출 부하량 현황을 <표 2-56>에서 <표 2-59>, [그림 2-42]에서 [그림 2-45]에 각각 제시하였음.
- BOD의 발생부하량에서는 3개의 행정구역 중 장흥군에 의한 부하가 전체의 43.6%로 가장 컸고, 보성군이 34.5% 그리고 고흥군이 21.9%정도로 기여하는 것으로 나타났음.
 - 고흥군은 토지계와 축산계가 각각 64.8%와 23.3%로 BOD 발생부하량에 기여율이 가장 컸으며, 보성군은 토지계와 축산계가 각각 70.8%와 24.2%, 그리고 장흥군은 토지

계와 축산계가 각각 47.2%와 33.4%로 나타났음. 3개 군 모두에서 토지계와 축산계에 의한 발생부하량이 미치는 영향이 큰 것으로 평가됨.

- BOD 배출부하량은 장흥군에 의한 부하가 전체의 37.9%로 가장 컸고, 보성군이 36.6% 그리고 고흥군이 25.5%정도로 나타났음.
 - 고흥군은 토지계와 생활계가 각각 63.7%와 22.0%, 보성군은 토지계와 축산계가 각각 76.4%와 14.0%, 장흥군은 토지계와 축산계가 각각 62.2%와 22.9%로 나타남.
- TN 발생부하량은 장흥군, 보성군과 고흥군에 의한 부하가 전체의 각각 39.3%, 37.0%와 23.6%로 나타났음.
 - 모든 군에서 토지계와 축산계에 의한 부하가 큰데, 고흥군은 각각 85.4%와 9.4%, 보성군은 각각 87.8%와 9.9%, 장흥군은 각각 71.9%와 15.7%로 나타남.
 - BOD 부하량에 비해 토지계의 기여율이 증가하는 것으로 평가됨.
- TN 배출부하량은 장흥군, 보성군과 고흥군에 의한 부하가 전체의 각각 37.4%, 37.3%와 25.3%로 나타났음.
 - 고흥군은 토지계와 생활계가 각각 75.7%와 12.4%, 보성군은 토지계와 축산계가 각각 82.9%와 12.2%, 그리고 장흥군은 토지계와 축산계가 각각 71.8%와 19.7%로 나타남.
- TP 발생부하량은 장흥군, 보성군과 고흥군에 의한 부하가 전체의 각각 43.5%, 35.0%와 21.5%로 나타났음.
 - 모든 군에서 토지계와 축산계에 의한 부하가 큰데, 고흥군은 각각 62.7%와 31.8%, 보성군은 각각 66.8%와 30.7%, 장흥군은 각각 46.8%와 43.4%로 나타남.
 - 각 행정구역별로 축산계의 기여율이 상대적으로 증가하는 것으로 보여짐.
- TP 배출부하량은 장흥군, 보성군과 고흥군에 의한 부하가 각각 40.1%, 35.8%와 24.1%로 나타났음.
 - 모든 군에서 토지계와 축산계에 의한 부하가 큰데, 고흥군은 각각 65.2%와 18.5%, 보성군은 각각 76.3%와 17.1%, 장흥군은 각각 59.1%와 26.8%로 나타남.
- 전체적으로 오염물질의 발생 및 배출부하량 측면에서 행정구역별로는 장흥군에 의한 기여가 상대적으로 가장 컸고, 오염원별로는 토지계와 축산계의 영향이 지배적인 것으로 판단됨.

<표 2-56> 득량만 유역의 행정구역별 발생 및 배출부하량

g/day	고흥군	보성군	장흥군	계
BOD발생	10,574,768.4	16,657,427.3	21,092,709.1	48,324,904.8
BOD배출	3,498,303.2	5,015,288.8	5,200,963.1	13,714,555.2
TN발생	6,158,757.9	9,658,484.9	10,256,253.9	26,073,496.7
TN배출	2,257,767.1	3,326,987.3	3,338,557.1	8,923,311.4
TP발생	644,159.9	1,048,937.9	1,301,559.4	2,994,657.2
TP배출	201,016.8	298,620.6	335,122.5	834,759.9



[그림 2-42] 득량만 유역의 행정구역별 발생 및 배출부하량

<표 2-57> 고흥군의 발생 및 배출부하량

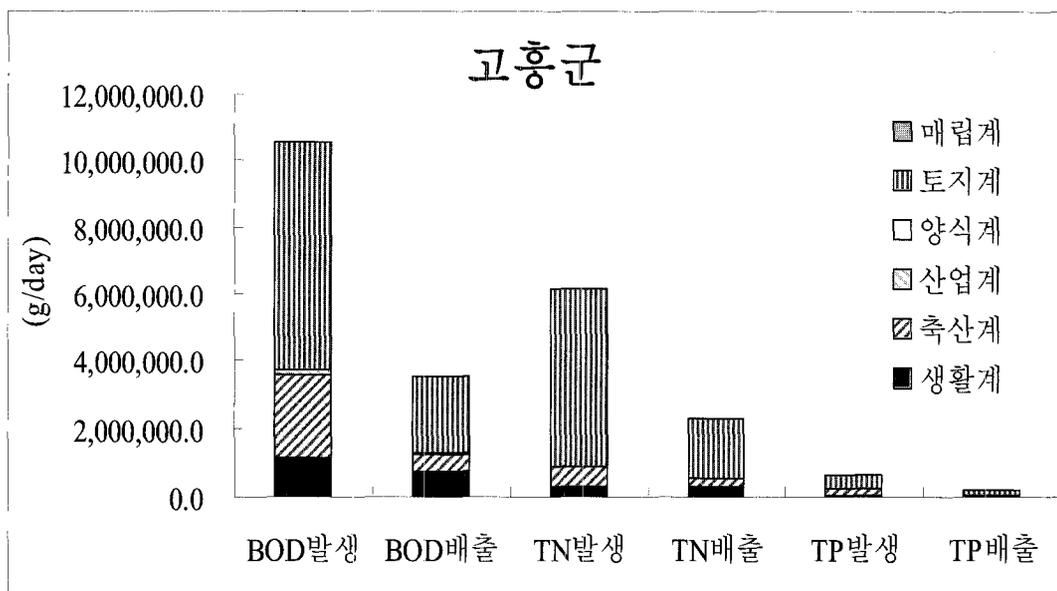
g/day	생활계	축산계	산업계	양식계	토지계	매립계	계
BOD발생	1,122,650.5	2,468,936.0	105,943.7	19,596.8	6,857,641.4	0.0	10,574,768.4
BOD배출	767,995.0	477,498.0	4,480.0	19,596.8	2,228,733.5	0.0	3,498,303.2
TN발생	301,621.1	581,385.2	15,211.9	3,827.2	5,256,712.5	0.0	6,158,757.9
TN배출	279,510.2	262,638.1	3,360.0	3,827.2	1,708,431.6	0.0	2,257,767.1
TP발생	33,511.3	204,764.8	1,243.0	1,062.4	403,578.5	0.0	644,159.9
TP배출	31,082.4	37,261.0	448.0	1,062.4	131,163.0	0.0	201,016.8

<표 2-58> 보성군의 발생 및 배출부하량

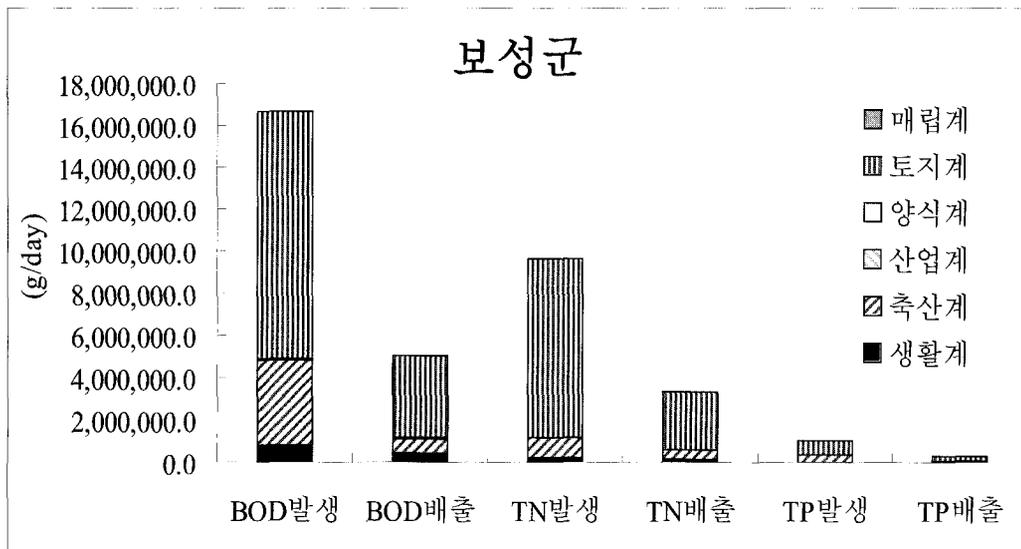
g/day	생활계	축산계	산업계	양식계	토지계	매립계	계
BOD발생	793,495.0	4,029,674.8	2,884.0	45,941.1	11,785,432.5	0.0	16,657,427.3
BOD배출	436,187.3	702,294.9	600.0	45,941.1	3,830,265.5	0.0	5,015,288.8
TN발생	212,365.0	953,006.7	880.5	8,887.8	8,483,344.9	0.0	9,658,484.9
TN배출	153,983.6	406,578.8	450.0	8,887.8	2,757,087.1	0.0	3,326,987.3
TP발생	23,677.8	321,893.6	60.4	2,441.0	700,865.2	0.0	1,048,937.9
TP배출	17,165.6	51,172.8	60.0	2,441.0	227,781.2	0.0	298,620.6

<표 2-59> 장흥군의 발생 및 배출부하량

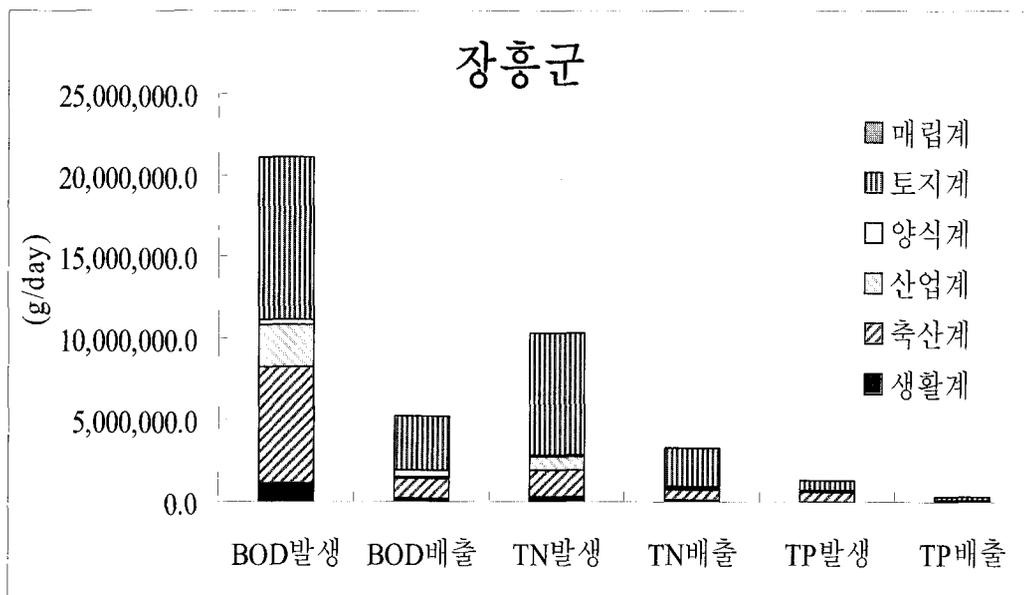
g/day	생활계	축산계	산업계	양식계	토지계	매립계	계
BOD발생	1,146,722.7	7,048,812.4	2,573,976.5	376,179.1	9,947,018.4	0.0	21,092,709.1
BOD배출	221,359.6	1,190,977.6	179,665.9	376,179.1	3,232,781.0	0.0	5,200,963.1
TN발생	327,877.3	1,613,259.5	862,977.2	73,432.2	7,378,707.7	0.0	10,256,253.9
TN배출	72,981.9	659,313.5	134,749.4	73,432.2	2,398,080.0	0.0	3,338,557.1
TP발생	34,604.4	565,352.6	72,024.9	20,373.5	609,204.1	0.0	1,301,559.4
TP배출	8,822.7	89,968.4	17,966.6	20,373.5	197,991.3	0.0	335,122.5



[그림 2-43] 고흥군의 발생 및 배출부하량



[그림 2-44] 보성군의 발생 및 배출부하량



[그림 2-45] 장흥군의 발생 및 배출부하량

(3) 득량만 유역 해역에서의 자가오염부하량

- 득량만 해역에서 각 행정구역별 해면 양식면적을 파악하고, 그리고 수계오염총량관리 기술지침(환경부, 2007)의 양식계 부문의 원단위를 고려해서 산정한 발생 및 배출부하량 결과는 <표 2-60>와 <표 2-61> 및 [그림 2-46]과 같음.
- 해면 양식의 총 면적은 16,615.65ha로서 해조류 양식이 57.1%로 가장 큰 비율을 차지하

고, 패류와 어류양식이 각각 42.6%와 0.3%를 차지하는 것으로 나타남.

- 행정구역별로는 고흥군이 총 12,553.50ha로 가장 큰 면적을 차지하고 있으며, 장흥군과 보성군이 각각 2,089.25ha와 1,972.90ha임.

<표 2-60> 특량만 유역의 해면 어업권 현황

구분	해면 면적(ha)			
	해조류	패류	어류	계
고흥군	8,479.00	4,032.00	42.50	12,553.50
보성군	-	1,972.90	-	1,972.90
장흥군	1,013.80	1,075.45	-	2,089.25
계	9,492.80	7,080.35	42.50	16,615.65

- 발생 및 배출부하량은 어류 양식이 이루어지고 있는 고흥군에서만 산정되었음.
- 해면양식에 의한 BOD, TN과 TP 발생 및 배출부하량은 육상양식에 의한 값보다 모두 약 7배 정도가 높았음. 이러한 차이는 해면양식에 의한 면적이 육상양식의 면적보다 매우 크기 때문이며, 해면양식에 의한 오염부하량 산정시 원단위 값을 육상양식의 값과 동일하게 적용했기 때문이라 판단됨.
- 따라서, 좀 더 정확한 해역내에서의 양식에 의한 오염부하량 산정을 위해서는 해면양식의 형태에 따른 원단위 값을 육상 양식의 경우와 같이 충분한 연구·검토 후 정립할 필요성이 제기됨.
- 또한, 연안양식이 이루어지거나 부영양화된 천해/반폐쇄성 해역에서는 해역 자체에서 발생하는 자가오염 부하량이 해역 수질에 큰 영향을 미칠 수 있으므로 자가오염 부하량에 대한 정확한 정의와 Source 정립, 그리고 직/간접적인 부하량 산정방법 등에 대한 좀 더 과학적인 접근체계가 필요한 것으로 나타났음.
- 향후 지속가능한 이용과 생산성 향상을 위해서 환경용량(양식생물 수용능력) 산정을 통한 적절하고 효과적인 양식면적, 위치선정과 양식생물 등에 관한 종합적이고 장기적인 검토가 있어야 할 것임.

<표 2-61> 득량만 유역의 해면양식에 의한 발생 및 배출부하량

g/day	고흥군	보성군	장흥군	계
BOD발생	3,119,500.0	0.0	0.0	3,119,500.0
BOD배출	3,119,500.0	0.0	0.0	3,119,500.0
TN발생	603,500.0	0.0	0.0	603,500.0
TN배출	603,500.0	0.0	0.0	603,500.0
TP발생	165,750.0	0.0	0.0	165,750.0
TP배출	165,750.0	0.0	0.0	165,750.0

(4) 오염원의 실측 부하량

- 과업의 시간적 범위내에서 상대적으로 저수기로 고려되는 2007년 5월 18-19일에, 그리고 풍수기로 고려되는 8월 18-19일에 고흥군, 보성군과 장흥군을 포함하는 득량만 유역 일대의 총 50여개의 지점([그림 2-40] 참조)에서 실측한 오염원별 수질현황과 오염부하량 결과를 <표 2-62>~<표 2-64> 및 [그림 2-46]~[그림 2-52]에 나타내었고, 그리고 현장조사 사진을 <사진 1>~<사진 5>에 제시하였음.
- 방조제를 제외한 실측 지점을 대상으로 산정한 유량을 살펴보면, 5월에는 12.10~20,619.98m³/day, 평균 3,654.70m³/day, 그리고 8월에는 90.34~129,510.36m³/day, 평균 16,953.90m³/day로 5월에 비해 8월이 강우의 영향으로 크게 나타났음.
 - 조사지점별로는 5월에는 영천교에서 최대를 나타내었고, 남상천, 회천천, 용당방조제, 신촌천, 흥거천과 수문천 등 지방2급하천에서 상대적으로 높게 나타났음. 8월에는 화죽교에서 최대이고, 남상천, 영천교, 수문천과 회천천 등에서 높게 나타났음.
- 한편, 대부분의 방조제에서는 유량 실측이 불가능하였고, 또한 일부 유입지점에서도 건천화 성격을 띠어 실측이 불가능하였음. 특히, 비교적 큰 방조제의 하계 홍수기 유량에 대해서는 자료확보가 가능한 곳을 대상으로 농업진흥공사 등의 수문자료, 제원 및 설계자료 등을 참조하여 <표 2-64>에 제시하였는데, 고흥만방조제의 홍수시 유량은 약 27,835,200.0m³/day로 계산되었고, 득량만방조제는 약 9,197,280.0m³/day로 계산되었음. 또한, 해창방조제와 죽청배수관문도 홍수배제량이 각각 2,880,000.0m³/day와 1,440,000.0m³/day로 나타났음. 이러한 큰 방조제와 배수장은 다른 유입하천에 비해 하계 강우시 그 유량이 매우 큰 것이 특징임.

- 유입하천의 평균 수온은 5월에는 20.9℃, 8월에는 25.7℃이고, 유입원의 부유물질 농도는 5월에 3.0~138.0mg/L, 평균 30.11mg/L로 영오리수문, 죽청배수관문, 회천천과 득량만방조제 등에서 약 70.0mg/L 이상으로 높게 나타났으며, 8월에는 1.57~37.29mg/L, 평균 9.57mg/L로 신흥, 장예마을3, 화죽교와 죽청배수관문 등에서 높게 나타났음.
- TSS 부하량은 5월에는 회천천, 용당방조제, 영천교, 남상천, 신촌천과 흥거천에서 약 100.0kg/day 이상으로 상대적으로 높게 산정되었고, 8월에는 유입하천을 고려하면 화죽교에서 약 3,700.0kg/day로 최대를 나타내었으며, 영천교, 회천천, 울포해수욕장, 수문천, 남상천과 와교목산마을에서 약 200.0kg/day 이상의 비교적 높은 값을 나타내었음. 방조제의 홍수배제량 등을 고려하면 득량만방조제, 고흥만방조제, 해창방조제와 죽청배수관문 등에서의 양은 다른 일반 유입하천의 값보다 매우 높음.
- 유입하천의 용존산소 평균 농도는 5월에는 8.78mg/L, 8월에는 7.72mg/L를 보임.
- BOD와 함께 유기물질 함량의 간접지표로 고려되는 COD 농도분포는 5월에는 0.50~10.90mg/L, 평균 4.72mg/L로 용산천, 월하방조제3, 영오리수문, 장환배수장, 신촌천, 득량만방조제, 두암천, 해창방조제와 고흥만방조제에서 약 7.0 mg/L 이상의 고농도를 나타내었고, 8월에는 1.80~13.15mg/L, 평균 9.63mg/L로 송림방조제, 화죽교, 고마1방조제수문, 우산배수장, 해창방조제, 신촌천과 고흥만방조제 등에서 높게 나타남.
- COD 부하량은 5월에는 신촌천, 남상천, 영천교와 용당방조제에서 약 50.0kg/day 이상으로 높게 계산되었고, 흥거천, 수문천과 회천천은 약 20.0~45.0kg/day 범위로 나타났고, 그 외의 유입원에서는 약 8.0kg/day 이하임. 8월에는 많은 하천유량의 유입으로 인하여 화죽교와 남상천에서 약 1,000.0kg/day 이상으로 가장 높게 나타났고, 영천교, 수문천, 회천천, 울포해수욕장과 봉강천 등에서 200.0~1,000kg/day 정도의 비교적 높은 값이 나타남. 방조제의 홍수배제량 등을 고려하면 고흥만방조제, 득량만방조제, 해창방조제와 죽청배수관문 등에서 유입하천의 값보다 매우 높게 산정되어 하계 홍수시 수문개방에 따른 인근 해역에 대한 잠재적인 오염의 기여가 매우 클 것으로 예상됨.
- 유입원의 총유기탄소 농도분포는 5월에 1.21~6.28mg/L, 평균 3.09mg/L로 용산천, 월하방조제3, 신촌천과 장환배수장 등에서 5.0mg/L 이상의 상대적 고농도를 보였고, 8월에는 0.96~3.37mg/L, 평균 1.66mg/L로 고흥만방조제, 고마1방조제수문 등에서 상대적으로 높게 나타남.
- TOC 부하량은 신촌천, 남상천과 영천교 등에서 약 30.0kg/day 이상으로 높게 산정되었고, 8월에는 실측 유입하천에 대해서는 화죽교, 수문천, 남상천과 영천교에서 약

- 100.0kg/day 이상으로 크게 나타났으며, 홍수기 방조제 수문자료를 고려하면 고흡만방조제, 득량만방조제와 해창방조제 등에서 매우 큰 값을 보임.
- 유입원에서 5월에 실측한 DIN의 농도분포는 0.119~4.961mg/L, 평균 1.749mg/L를 나타내었고, 신촌천, 장수마을1, 예회리, 울포해수욕장과 화죽교 등에서 약 3.5mg/L 이상으로 나타났으며, 고흡방조제에서 낮음. DIN 평균값으로 볼 때, 질산질소가 약 65.1%, 그리고 암모니아질소가 약 31.1%를 차지함. 8월의 경우에는 0.218~8.341mg/L, 평균 2.789mg/L로서 객산, 와교묵산마을, 장예마을3, 회천천, 연동마을과 용동리 등에서 약 5.0 mg/L 이상으로 높게 나타났고, DIN 평균값에서 질산질소가 약 91.5%를 차지함.
 - DIN 부하량은 5월에는 영천교, 신촌천, 남상천, 회천천과 수문천에서 약 10.0kg/day 이상으로 높게 산정됨. 8월에는 유입하천만을 고려하면 화죽교, 영천교, 회천천, 수문천, 남상천과 울포해수욕장 등에서 약 100kg/day 이상으로 5월의 조사결과와 비교해서 매우 높은 값을 나타냄. 방조제의 홍수배제량 등을 고려하면 득량만방조제, 고흡만방조제와 해창방조제는 약 10,000kg/day 이상으로 일반 유입하천에 비해서 매우 높게 산정됨.
 - TN 농도는 5월에 1.219~6.908mg/L 범위로 평균 3.026mg/L를 보였고, 예회리, 월하방조제3, 울포해수욕장, 장수마을1, 금호해수욕장, 신촌천과 화죽교 등에서 약 5.0mg/L 이상의 상대적인 고농도를 보였고, 8월에는 2.436~16.888mg/L 범위로 평균 5.469mg/L로 5월에 비해서 높게 나타났으며, 명덕초교앞수문, 회천천, 연동마을, 와교묵산마을과 객산 등에서 높은 분포를 보임. 총질소 중에서 무기질소가 차지하는 비율은 5월과 8월에 각각 57.8%와 51%로 나타났음.
 - TN 부하량은 5월에는 DIN과 같이 영천교, 신촌천, 남상천, 회천천과 수문천에서 약 20.0kg/day 이상으로 높게 계산되었고, 8월에는 유입하천만을 고려하면 회천천, 화죽교, 영천교, 수문천과 남상천 등에서 약 300kg/day 이상으로 5월의 조사결과와 비교해서 매우 높은 값을 보임. 물론, 방조제의 홍수배제량 등을 고려하면 고흡만방조제, 득량만방조제와 해창방조제는 약 15,000kg/day 이상으로 매우 높게 산정됨.
 - 5월에 실측한 DIP의 농도분포는 0.008~0.541mg/L, 평균 0.073mg/L를 나타내었고, 장수마을1, 장예마을, 신촌천과 회천천 등에서 약 0.2mg/L 이상으로 높았으며, 8월의 경우에는 0.010~0.052mg/L, 평균 0.021mg/L로서 해창방조제, 남양리하천과 장예마을2 등에서 높게 나타남.
 - DIP 부하량은 5월에는 신촌천, 회천천과 영천교에서 약 1.0kg/day 이상으로 높게 계산

되었고, 8월에는 유입하천단을 고려하면 영천교, 화죽교, 회천천, 수문천과 남상천 등에서 약 1.0kg/day 이상의 값을 나타냄. 방조제의 홍수배제량 등을 고려하면 고흡만방조제, 특량만방조제와 해창방조제는 약 150kg/day 이상으로 매우 높게 나타남.

- TP 농도는 5월에 0.138~4.219mg/L 범위로 평균 0.591mg/L를 보였고, 장수마을1, 용동리, 장예마을2, 회천천과 신촌천 등에서 상대적으로 높았고, 8월에는 0.316~1.075mg/L 범위이며 평균 0.507mg/L로 송림방조제, 금호해수욕장, 예회리와 회천천 등에서 다소 높은 분포를 보임. 총인 중에서 무기인이 차지하는 비율은 5월과 8월에 각각 12.4%와 4.1%로 나타남.
- TP 부하량은 5월에는 회천천, 신촌천과 영천교에서 약 10.0kg/day 이상으로 높게 계산되었고, 8월에는 화죽교, 회천천, 영천교, 수문천과 남상천 등에서 약 30kg/day 이상으로 5월의 조사결과와 비교해서 높은 값을 보임. 방조제의 홍수배제량 등을 고려하면 고흡만방조제, 특량만방조제와 해창방조제에서는 일반 유입하천에 비해서 매우 높게 산정됨.
- 조사결과를 종합해 보면, 과업기간 중 저수기에 해당하는 5월에는 하천 주변 식물들의 성장 등으로 대부분의 자연형 하천에서는 유량이 비교적 적었을 뿐만 아니라 일부가 건천화되어 있었지만, 8월의 경우에는 강우량의 증가로 인해 5월에 비해 각 유입원의 유량이 매우 증가한 것으로 보임. 특히, 화죽교, 남상천, 영천교, 수문천과 회천천 등 지방2급하천에서 높게 나타남.
- 약 20개에 이르는 크고 작은 방조제와 수문 등에서는 유량실측이 대부분 불가능해서 자료확보가 가능한 곳을 대상으로 홍수시 방류량과 설계시 수문자료 등을 확보해서 유량을 고려하여 분석한 결과, 고흡만방조제, 특량만방조제와 해창방조제 등에서 홍수배제량이 큰 것으로 나타남. 이러한 지점에서는 하계 홍수시 수문을 통한 담수배출량이 일반 하천에 비해서 매우 큰 것(인근해역에 대한 잠재적인 오염의 영향가능성)으로 나타나서 효율적인 수질관리를 위해서는 이에 관한 좀 더 정밀한 모니터링과 체계적인 자료관리 및 확보가 필요한 것으로 사료됨.
- 수중 유기물 함량의 간접지표로 고려되는 COD 농도는 대체적으로 방조제, 배수장과 수문 지점에서 다른 하천보다 높았으며, 부하량은 유량이 큰 곳에서 특히 높게 나타남. 방조제의 홍수배제량 등을 고려하면 고흡만방조제, 특량만방조제, 해창방조제, 죽청배수관문 등에서 유입하천의 값보다 매우 높게 산정되어 하계 홍수시 수문개방에 따른 인근 해역에 대한 잠재적인 오염의 기여가 매우 클 것으로 예상됨.

- 부영양화의 원인물질인 영양염류 분포에서 TN 부하량은 실측 하천만을 고려하면 회천천, 화죽교, 영천교, 수문천과 남상천 등에서 높게 나타났고, 총질소 중에서 무기질소가 차지하는 비율은 대략 54%, 그리고 무기질소는 대부분 질산질소가 차지하는 것으로 나타남. TP 부하량은 화죽교, 회천천, 영천교, 수문천과 남상천 등에서 높게 나타났으며 총인 중에서 무기인이 차지하는 비율은 약 8%임. 물론, 유량실측을 못한 방조제의 홍수배제량 등을 고려하면 고흡만방조제, 득량만방조제와 해창방조제 등의 오염부하량은 다른 유입원보다 매우 높음.

<표 2-62> 조사지점별 유량 및 수질결과표(2007년 5월)

조사지점	유량	Temp.	SS	DO	COD	TOC	
	m ³ /day	°C					(mg/L)
1	장환배수장	-	17.0	33.00	5.99	8.50	5.65
2	죽청배수관문	-	16.8	108.00	8.18	6.10	3.36
3	상발천	544.49	16.0	10.00	10.12	1.90	1.65
4	두암천	-	17.1	9.00	7.84	7.50	4.03
5	남상천	18,503.24	18.1	10.00	8.44	3.70	2.25
6	원등천	2,291.38	19.4	11.00	10.26	0.50	2.29
7	홍거천	7,835.77	18.9	12.00	10.01	5.70	3.68
8	해창방조제	-	19.0	32.00	7.73	7.12	3.60
9	신촌천	8,973.39	19.4	19.00	8.65	8.30	5.73
10	수문천	6,819.78	18.5	10.00	9.66	4.70	1.94
11	봉강천	1,276.88	17.5	4.00	7.80	2.30	1.70
12	회천천	9,564.41	22.5	80.00	9.19	3.10	2.07
13	영천교	20,619.98	22.9	12.00	8.15	2.50	1.45
14	울포해수욕장	809.65	23.2	8.00	9.09	0.50	2.68
15	석간	810.94	23.2	11.00	9.15	3.90	2.55
16	화죽교	1,292.67	22.1	5.00	10.33	2.50	1.21
17	와교목산마을	779.56	22.9	19.00	8.93	1.10	1.64
19	객산	1,987.32	22.1	6.00	9.12	0.50	2.33
20	득량수문	-	21.5	24.00	9.40	3.50	1.91
21	득량만방조제	-	23.1	68.00	8.81	7.50	2.48
22	신기교	-	23.3	24.00	9.47	3.50	2.87
23	신기마을수문	-	22.0	15.00	9.99	4.70	2.85
24	송림방조제	-	23.0	62.00	9.16	7.90	4.62
25	원형천	-	21.0	23.00	8.58	3.90	2.81
28	대곡교	-	19.8	12.00	9.03	6.10	4.02
31	노일방조제	-	20.9	67.00	7.46	5.50	3.10
32	등촌	-	20.4	28.00	8.02	1.30	2.23
33	용산천	2,995.17	22.9	10.00	5.94	10.90	6.28
34	영오리수문	-	22.3	138.00	8.72	8.90	3.14
35	성두리수문	-	19.7	18.00	6.46	6.90	4.75
36	예회방조제수문	63.08	21.8	67.00	10.63	6.10	4.36
37	예회리	432.91	18.5	3.00	6.24	6.10	4.83
38	대전해수욕장	95.05	19.9	8.00	8.49	2.70	2.96
39	용당방조제	9,531.87	23.8	47.00	7.12	5.30	2.51
40	신흥	182.54	25.8	45.00	7.93	0.50	1.32
41	월하방조제3	573.10	24.5	32.00	8.25	10.70	5.83
42	월하방조제2	63.34	24.0	54.00	8.86	4.10	2.22
43	월하방조제1	421.97	23.8	48.00	11.45	6.30	3.16
44	고흥만방조제	-	18.0	16.00	8.62	7.10	3.78
45	금호해수욕장	12.10	26.0	13.00	8.54	4.10	2.17
46	용동리	-	23.0	17.00	10.47	0.70	3.52
47	당남해수욕장	207.79	18.0	26.00	11.27	4.10	2.61
48	장수마을1	1,812.38	16.8	42.00	9.88	4.30	3.24
51	장예마을2	176.22	16.9	19.00	8.77	4.50	2.71
Min		12.10	16.0	3.00	5.94	0.50	1.21
Max		20,619.98	26.0	138.00	11.45	10.90	6.28
Mean		3,654.70	20.9	30.11	8.78	4.72	3.09

* -: 미실측 및 미확보

<표 2-62> 조사지점별 수질결과표(2007년 5월)(계속)

조사지점	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	DIN	PO ₄ ³⁻ -P	T-N	T-P	
								(mg/L)
1	장환배수장	0.251	0.004	0.055	0.310	0.009	1.969	0.391
2	죽청배수관문	0.277	0.046	0.567	0.889	0.034	2.060	0.605
3	상발천	0.128	0.029	0.724	0.881	0.026	1.917	0.231
4	두암천	0.151	0.009	0.562	0.722	0.051	1.219	0.342
5	남상천	0.157	0.015	1.633	1.805	0.008	2.440	0.138
6	원동천	0.136	0.012	0.810	0.958	0.017	1.807	0.279
7	홍거천	0.184	0.015	0.271	0.469	0.034	1.557	0.609
8	해창방조제	0.208	0.017	0.408	0.633	0.139	1.777	0.767
9	신촌천	2.801	0.120	2.040	4.961	0.249	5.369	1.268
10	수문천	0.490	0.110	1.303	1.903	0.071	3.221	1.098
11	봉강천	0.208	0.012	1.397	1.617	0.048	2.272	0.603
12	회천천	0.191	0.043	2.767	3.002	0.206	4.145	1.274
13	영천교	0.189	0.025	2.333	2.547	0.047	3.171	0.452
14	울포해수욕장	1.269	0.204	2.301	3.774	0.200	5.725	1.131
15	석간	0.294	0.580	1.174	2.048	0.024	2.498	0.674
16	화죽교	0.243	0.022	3.366	3.631	0.049	5.363	0.328
17	와교목산마을	0.214	0.098	2.348	2.660	0.146	5.058	0.796
19	객산	0.107	0.009	1.813	1.929	0.058	2.381	0.370
20	득량수문	0.147	0.021	0.837	1.005	0.014	1.700	0.201
21	득량만방조제	0.205	0.025	0.346	0.576	0.019	1.847	0.439
22	신기교	0.318	0.007	0.217	0.542	0.010	1.236	0.173
23	신기마을수문	0.217	0.036	0.670	0.923	0.016	1.935	0.274
24	송림방조제	0.330	0.036	0.345	0.712	0.022	2.389	0.448
25	원형천	0.217	0.038	1.887	2.142	0.015	3.187	0.214
28	대곡교	1.386	0.242	1.173	2.801	0.088	4.412	0.569
31	노일방조제	0.457	0.098	0.772	1.327	0.030	2.579	0.231
32	동촌	0.230	0.043	1.113	1.385	0.022	2.719	0.306
33	용산천	0.503	0.076	0.793	1.371	0.039	2.374	0.336
34	영오리수문	0.334	0.073	1.511	1.918	0.046	2.862	0.650
35	성두리수문	0.491	0.040	0.431	0.962	0.013	2.243	0.177
36	예회방조제수문	0.211	0.007	0.124	0.343	0.019	1.484	0.247
37	예회리	1.160	0.099	2.943	4.201	0.047	6.908	0.282
38	대전해수욕장	0.108	0.057	0.242	0.407	0.059	1.467	0.432
39	용당방조제	1.403	0.095	0.493	1.991	0.074	2.227	0.644
40	신흥	0.174	0.014	0.319	0.508	0.015	1.461	0.172
41	월하방조제3	1.506	0.145	0.864	2.514	0.033	6.824	0.431
42	월하방조제2	0.220	0.014	0.275	0.509	0.013	1.539	0.249
43	월하방조제1	0.689	0.072	0.585	1.347	0.016	2.556	0.156
44	고흥만방조제	0.075	0.006	0.037	0.119	0.010	1.401	0.145
45	금호해수욕장	0.367	0.013	1.290	1.670	0.017	5.434	0.214
46	용동리	0.955	0.060	1.081	2.096	0.300	4.240	1.752
47	당남해수욕장	0.686	0.082	2.203	2.971	0.044	3.552	0.322
48	장수마을1	2.539	0.104	2.130	4.773	0.541	5.670	4.219
51	장예마을2	1.512	0.045	1.567	3.124	0.257	4.938	1.361
	Min	0.075	0.004	0.037	0.119	0.008	1.219	0.138
	Max	2.801	0.580	3.366	4.961	0.541	6.908	4.219
	Mean	0.544	0.066	1.139	1.749	0.073	3.026	0.591

* -: 미실측 및 미확보

<표 2-63> 조사지점별 유량 및 수질결과표(2007년 8월)

No.	Station	유량	Temp.	SS	DO	COD	TOC
		m ³ /day	℃	(mg/L)			
1	장환배수장	-	28.0	15.29	9.26	10.75	1.70
2	죽청배수관문	-	26.0	26.86	6.74	10.35	1.21
3	상발천	2,984.62	24.0	3.00	9.38	10.15	1.22
4	두암천	6,925.78	18.5	3.86	8.76	10.95	1.13
5	남상천	109,593.17	24.0	2.00	7.79	10.35	1.16
6	원등천	5,691.37	21.0	3.57	9.44	8.75	1.14
8	해창방조제	-	26.8	13.86	5.25	11.95	2.13
9	신촌천	4,386.13	25.5	7.29	7.01	11.75	1.37
10	수문천	77,637.27	25.0	3.86	7.59	10.15	1.73
11	봉강천	22,519.60	21.0	1.57	7.95	10.15	0.98
12	회천천	66,811.39	23.9	10.43	8.05	9.95	1.06
13	영천교	85,681.80	28.9	10.29	7.84	10.75	1.33
14	울포해수욕장	27,702.00	24.5	16.86	8.15	10.95	1.21
15	석간	8,845.20	-	-	-	-	-
16	화죽교	129,510.36	24.0	28.86	8.49	12.75	1.18
17	와교목산마을	16,450.56	25.8	12.00	8.05	11.75	1.46
18	연동마을	2,946.24	26.2	5.86	8.90	9.15	1.40
19	객산	9,029.74	24.0	2.71	8.58	7.95	1.29
20	특량수문	-	26.7	10.86	6.88	8.95	1.31
21	특량만방조제	-	30.4	23.67	7.63	10.35	2.00
23	신기마을수문	4,374.00	25.0	2.86	8.51	10.87	1.63
24	송림방조제	-	27.3	17.57	2.72	13.15	2.15
25	원형천	3,132.24	24.2	10.86	5.17	9.55	1.03
26	중산리하천	3,514.37	23.0	4.00	8.81	10.75	1.40
27	남양리하천	3,307.50	24.5	2.71	7.69	8.95	1.64
29	도야	-	30.0	6.43	5.26	10.67	2.03
30	노일리	733.73	28.1	6.14	8.04	8.60	1.68
31	노일방조제	-	29.0	24.57	6.04	8.00	2.09
32	동촌	-	26.9	11.00	9.69	6.80	1.73
33	용산천	11,122.86	29.0	7.14	9.68	10.47	1.54
34	영오리수문	2,026.67	29.9	3.86	6.62	6.80	1.14
35	성두리수문	347.49	25.1	3.86	5.97	9.00	2.18
36	예회방조제수문	4,512.20	25.5	2.29	8.00	9.60	2.63
37	예회리	131.62	26.8	1.86	5.69	9.20	2.37
39	용당방조제	-	28.5	9.86	6.85	8.80	1.75
40	신흥	90.34	31.0	37.29	9.51	8.80	1.97
41	월하방조제3	1,059.29	28.3	2.14	7.96	8.00	1.24
42	월하방조제2	97.52	25.0	3.00	7.60	7.80	1.39
44	고흥만방조제	-	30.0	7.71	10.32	11.40	3.37
45	금호해수욕장	146.74	26.2	2.00	8.50	9.00	1.80
46	용동리	908.08	25.0	5.00	7.42	8.80	1.82
47	당남해수욕장	395.84	28.0	11.57	7.88	9.00	1.59
48	장수마을2	2,694.21	21.7	5.71	8.41	9.00	1.46
49	장수마을1	1,201.27	24.2	6.43	8.35	1.80	1.61
50	장예마을1	1,384.00	20.8	2.00	7.55	7.00	1.57
51	장예마을2	5,357.97	23.8	5.00	7.97	9.87	1.01
52	장예마을3	1,216.40	21.3	30.00	9.02	7.60	0.96
53	명덕초교앞수문	2,774.85	22.0	2.43	7.10	8.55	2.34
54	우산배수장	-	26.0	9.43	4.81	11.95	2.44
55	삼산방조제	-	27.0	24.00	9.61	10.95	1.92
56	고미1방조제수문	-	26.2	13.29	6.53	12.55	3.04
	Min	90.34	18.5	1.57	2.72	1.80	0.96
	Max	129,510.36	31.0	37.29	10.32	13.15	3.37
	Mean	16,953.90	25.7	9.57	7.72	9.63	1.66

* -: 미실측 및 미확보

<표 2-63> 조사지점별 수질결과표(2007년 8월)(계속)

No.	Station	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	DIN	PO ₄ ⁻ -P	T-N	T-P
		(mg/L)						
1	장환배수장	0.107	0.005	0.106	0.218	0.013	2.436	0.326
2	죽청배수관문	0.147	0.024	1.898	2.070	0.018	4.093	0.334
3	상발천	0.066	0.007	0.730	0.804	0.011	5.195	0.437
4	두암천	0.103	0.008	0.524	0.635	0.010	1.528	0.370
5	남상천	0.064	0.016	1.642	1.722	0.011	3.402	0.316
6	웁등천	0.093	0.026	2.046	2.165	0.013	3.853	0.365
8	해창방조제	0.193	0.050	3.273	3.515	0.052	5.546	0.512
9	신촌천	0.128	0.037	1.724	1.889	0.029	6.560	0.524
10	수문천	0.077	0.008	3.510	3.595	0.017	5.898	0.465
11	봉강천	0.071	0.013	5.114	5.198	0.015	8.007	0.550
12	회천천	0.091	0.015	5.743	5.849	0.023	16.782	0.771
13	영천교	0.092	0.016	5.038	5.146	0.023	6.062	0.530
14	울포해수욕장	0.070	0.027	5.054	5.151	0.015	6.495	0.638
15	석간	-	-	-	-	-	-	-
16	화죽교	0.152	0.013	3.513	3.678	0.014	4.673	0.576
17	외교목산마을	0.128	0.020	6.545	6.693	0.033	10.086	0.643
18	연동마을	0.088	0.026	5.726	5.840	0.026	10.467	0.370
19	객산	0.172	0.015	8.154	8.341	0.024	9.571	0.618
20	득량수문	0.102	0.012	2.404	2.517	0.019	3.871	0.431
21	득량만방조제	0.162	0.038	1.621	1.822	0.018	4.275	0.643
23	신기마을수문	0.176	0.090	3.211	3.476	0.020	3.765	0.398
24	송림방조제	0.124	0.020	0.873	1.017	0.021	2.969	1.075
25	원형천	0.039	0.004	1.861	1.905	0.015	3.431	0.572
26	중산리하천	0.104	0.006	2.152	2.262	0.015	3.092	0.476
27	남양리하천	0.150	0.032	3.282	3.464	0.045	4.609	0.491
29	도야	0.328	0.043	2.819	3.190	0.023	6.050	0.483
30	노일리	0.179	0.015	2.794	2.987	0.020	3.900	0.484
31	노일방조제	0.176	0.052	2.754	2.981	0.017	3.724	0.411
32	동촌	0.174	0.016	2.504	2.694	0.017	3.777	0.352
33	용산천	0.188	0.015	1.295	1.498	0.016	2.412	0.432
34	영오리수문	0.229	0.074	2.788	3.091	0.021	4.439	0.690
35	성두리수문	0.205	0.011	1.187	1.403	0.015	2.213	0.432
36	예회방조제수문	0.184	0.009	0.484	0.676	0.015	1.141	0.388
37	예회리	0.658	0.040	2.647	3.345	0.022	6.964	0.891
39	용당방조제	0.206	0.012	0.970	1.187	0.015	4.099	0.398
40	신흥	0.156	0.011	0.134	0.301	0.015	2.576	0.372
41	월하방조제3	0.200	0.007	1.799	2.006	0.015	5.212	0.493
42	월하방조제2	0.188	0.021	2.997	3.206	0.018	3.923	0.460
44	고흥만방조제	0.198	0.019	0.209	0.426	0.015	1.826	0.576
45	금호해수욕장	0.263	0.025	3.126	3.414	0.017	6.847	0.922
46	용동리	0.379	0.126	4.527	5.032	0.032	6.360	0.524
47	당남해수욕장	0.216	0.058	4.382	4.657	0.018	5.980	0.383
48	장수마을2	0.319	0.011	1.656	1.986	0.016	2.301	0.530
49	장수마을1	0.876	0.020	0.959	1.855	0.035	3.344	0.669
50	장예마을1	0.278	0.011	1.189	1.478	0.020	2.248	0.414
51	장예마을2	0.617	0.149	5.299	6.065	0.041	8.522	0.543
52	장예마을3	0.299	0.013	0.17	0.483	0.020	1.569	0.473
53	명덕초교앞수문	0.434	0.129	4.464	5.027	0.035	16.888	0.491
54	우산배수장	0.284	0.035	0.751	1.071	0.026	2.787	0.367
55	삼산방조제	0.212	0.029	0.093	0.334	0.017	2.512	0.377
56	고마1방조제수문	0.155	0.036	0.213	0.403	0.015	2.723	0.414
	Min	0.039	0.004	0.093	0.218	0.010	2.436	0.316
	Max	0.876	0.149	8.154	8.341	0.052	16.888	1.075
	Mean	0.206	0.031	2.552	2.789	0.021	5.469	0.507

* - : 미실측 및 미확보

<표 2-64> 점오염원별 오염물질 유입부하량

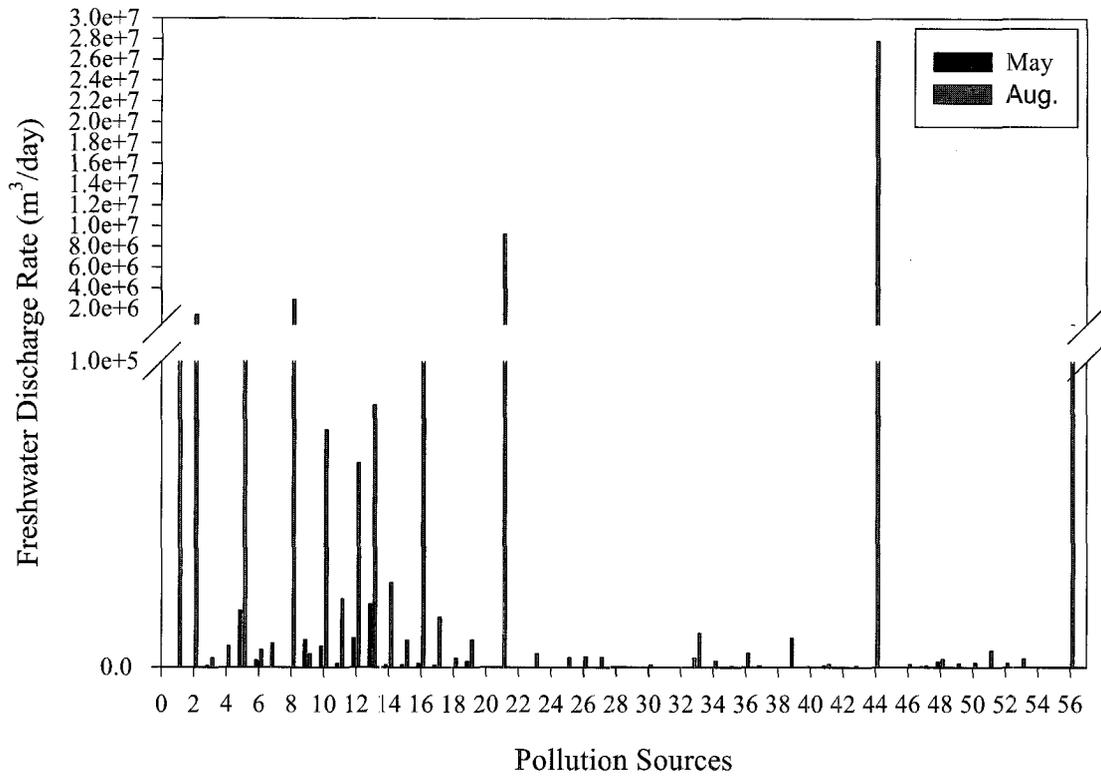
조사지점	유량(m ³ /day)		DO(kg/day)		TSS(kg/day)		COD(kg/day)		TOC(kg/day)	
	5월	8월	5월	8월	5월	8월	5월	8월	5월	8월
장항배수장	-	(216,000.00)	-	(2,000.00)	-	(3,301.71)	-	(2,322.23)	-	(366.77)
죽청배수관문	-	(1,440,000.00)	-	(9,708.18)	-	(38,674.29)	-	(14,905.49)	-	(1,742.40)
상발천	544.49	2,984.62	5.51	28.01	5.44	8.95	1.03	30.30	0.896	3.641
두암천	-	6,925.78	-	60.69	-	26.71	-	75.84	-	7.840
남상천	18,503.24	109,593.17	156.13	853.31	185.03	219.19	68.46	1,134.40	41.558	127.018
원등천	2,291.38	5,691.37	23.51	53.75	25.21	20.33	1.15	49.80	5.252	6.494
홍거천	7,835.77	-	78.44	-	94.03	-	44.66	-	28.81	-
해창방조제	-	(2,880,000.00)	-	(15,108.78)	-	(39,908.78)	-	(34,419.44)	-	(6,143.04)
신촌천	8,973.39	4,386.13	77.64	30.74	170.49	31.96	74.48	51.54	51.400	6.013
수문천	6,819.78	77,637.27	65.87	589.41	68.20	299.46	32.05	788.10	13.258	134.312
봉강천	1,276.88	22,519.60	9.97	178.98	5.11	35.39	2.94	228.60	2.175	22.114
회천천	9,564.41	66,811.39	87.92	537.84	765.15	696.75	29.65	664.84	19.827	70.553
영천교	20,619.98	85,681.80	168.09	671.91	247.44	881.30	51.55	921.17	29.981	113.871
울포해수욕장	809.65	27,702.00	7.36	225.81	6.48	466.98	0.40	303.37	2.170	33.464
석간	810.94	8,845.20	7.42	-	8.92	-	3.16	-	2.068	-
화죽교	1,292.67	129,510.36	13.35	1,098.91	6.46	3,737.30	3.23	1,651.42	1.567	152.563
와곡목산마을	779.56	16,450.56	6.96	132.49	14.81	197.41	0.86	193.31	1.276	23.985
연동마을	-	2,946.24	-	26.21	-	17.26	-	26.96	-	4.131
객산	1,987.32	9,029.74	18.13	77.51	11.92	24.51	0.99	71.79	4.623	11.603
득량수문	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
득량만방조제	-	(9,197,280.00)	-	(70,160.44)	-	(217,668.96)	-	(95,201.37)	-	(18,431.35)
신기마을수문	-	4,374.00	-	37.24	-	12.50	-	47.54	-	7.134
송림방조제	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
원형천	-	3,132.24	-	16.21	-	34.01	-	29.92	-	3.239
중산리하천	-	3,514.37	-	30.96	-	14.06	-	37.78	-	4.906
남양리하천	-	3,307.50	-	25.43	-	8.98	-	29.61	-	5.431
도야	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
노일리	-	733.73	-	5.90	-	4.51	-	6.31	-	1.233
노일방조제	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
동촌	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
용산천	2,995.17	11,122.86	17.92	107.71	24.68	79.45	6.74	116.43	23.514	17.096
영오리수문	-	2,026.67	-	13.42	-	7.82	-	13.78	-	2.304
성두리수문	-	347.49	-	2.07	-	1.34	-	3.13	-	0.756
예회방조제수문	63.08	4,512.20	0.67	36.12	4.23	10.31	0.38	43.32	0.275	11.876
예회리	432.91	181.62	2.70	1.03	1.30	0.34	2.64	1.67	2.091	0.430
대전해수욕장	95.05	-	0.81	-	0.76	-	0.26	-	0.281	-
용당방조제	9,531.87	-	67.82	-	448.00	-	50.52	-	23.963	-
신흥1	182.54	90.34	1.45	0.86	8.21	3.37	0.09	0.80	0.242	0.178
월하방조제3	573.1	1,059.29	4.73	8.43	18.34	2.27	6.13	8.48	3.340	1.315
월하방조제2	63.34	97.52	0.56	0.74	3.42	0.29	0.26	0.76	0.140	0.135
월하방조제1	421.97	-	4.83	-	20.25	-	2.66	-	1.335	-
고흥만방조제	-	(27,835,200.00)	-	(287,342.31)	-	(214,728.69)	-	(317,353.01)	-	(93,915.96)
금호해수욕장	12.1	146.74	0.10	1.25	0.16	0.29	0.05	1.32	0.026	0.264
용동리	-	908.08	-	6.74	-	4.54	-	7.99	-	1.653
당남해수욕장	207.79	395.84	2.34	3.12	5.40	4.58	0.85	3.56	0.543	0.628
장수마을2	-	2,694.21	-	22.65	-	15.40	-	24.25	-	3.944
장수마을	1,812.38	1,201.27	17.91	10.03	76.12	7.72	7.79	2.16	5.870	1.929
장예마을1	-	1,384.00	-	10.45	-	2.77	-	9.69	-	2.169
장예마을2	176.22	5,357.97	1.55	42.70	3.35	26.79	0.79	52.87	0.477	5.422
장예마을3	-	1,216.40	-	10.97	-	36.49	-	9.25	-	1.170
명덕초교앞수문	-	2,774.85	-	19.71	-	6.74	-	23.73	-	6.482
우산배수장	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
삼산방조제	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
고마1방조제 수문	-	(504,000.00)	-	(3,288.62)	-	(6,696.00)	-	(6,325.83)	-	(1,533.67)

* (): 방조제 수문자료 이용, -: 미실측 및 미확보

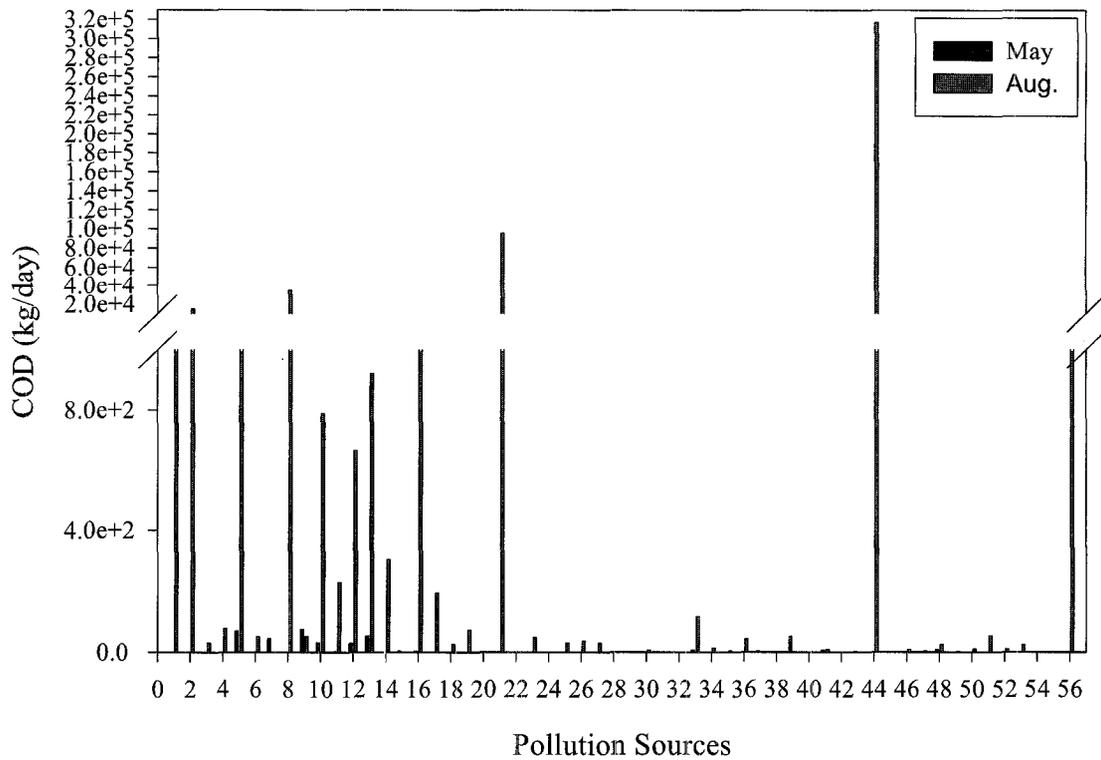
<표 2-64> 점오염원별 오염물질 유입부하량(계속)

조사지점	NH ₄ ⁺ -N(kg/day)		NO ₂ -N(kg/day)		NO ₃ -N(kg/day)		DIN(kg/day)		TN(kg/day)		DIP(kg/day)		TP(kg/day)	
	5월	8월	5월	8월	5월	8월	5월	8월	5월	8월	5월	8월	5월	8월
장환배수장	-	(23.16)	-	(1.10)	-	(22.80)	-	(47.06)	-	(526.07)	-	(2.71)	-	(70.46)
죽청배수관문	-	(212.29)	-	(35.08)	-	(2,733.23)	-	(2,980.60)	-	(5,894.45)	-	(25.45)	-	(481.48)
상발천	0.069	0.198	0.016	0.022	0.394	2.180	0.479	2.400	1.044	15.504	0.014	0.032	0.126	1.305
두암천	-	0.712	-	0.057	-	3.627	-	4.396	-	10.579	-	0.072	-	2.564
남상천	2.901	7.018	0.273	1.736	30.216	179.925	33.390	188.679	45.149	372.848	0.150	1.166	2.552	34.677
원등천	0.312	0.530	0.027	0.147	1.856	11.643	2.194	12.320	4.141	21.930	0.038	0.071	0.639	2.079
홍거천	1.439	-	0.117	-	2.123	-	3.675	-	12.203	-	0.266	-	4.770	-
해창방조제	-	(555.40)	-	(143.31)	-	(9,424.98)	-	(10,123.69)	-	(15,973.02)	-	(150.73)	-	(1,474.97)
신촌천	25.131	0.562	1.078	0.161	18.307	7.561	44.515	8.284	48.174	28.771	2.238	0.128	11.377	2.296
수문천	3.339	6.012	0.748	0.592	8.888	272.539	12.975	279.143	21.970	457.880	0.483	1.332	7.486	36.089
봉강천	0.266	1.610	0.015	0.286	1.784	115.172	2.065	117.067	2.901	180.306	0.061	0.340	0.770	12.378
회천천	1.830	6.069	0.416	0.998	26.463	383.683	28.709	390.750	39.644	1,121.235	1.966	1.513	12.182	51.544
영천교	3.898	7.911	0.509	1.370	48.103	431.652	52.511	440.933	65.395	519.378	0.978	1.941	9.316	45.419
율포해수욕장	1.027	1.939	0.165	0.762	1.863	139.998	3.056	142.699	4.635	179.930	0.162	0.423	0.915	17.666
석간	0.238	-	0.470	-	0.952	-	1.661	-	2.026	-	0.020	-	0.546	-
화죽교	0.314	19.672	0.029	1.645	4.351	455.004	4.694	476.321	6.933	605.244	0.063	1.867	0.424	74.566
와교묵산마을	0.167	2.107	0.076	0.337	1.831	107.662	2.074	110.106	3.943	165.924	0.114	0.548	0.621	10.572
연동마을	-	0.259	-	0.076	-	16.871	-	17.205	-	30.838	-	0.078	-	1.091
객산	0.212	1.553	0.018	0.136	3.603	73.629	3.833	75.319	4.731	86.421	0.115	0.212	0.735	5.582
득량수문	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
득량만방조제	-	(1,492.89)	-	(353.22)	-	(14,908.71)	-	(16,754.82)	-	(39,318.13)	-	(164.13)	-	(5,910.42)
신기마을수문	-	0.769	-	0.392	-	14.046	-	15.206	-	16.469	-	0.089	-	1.741
송림방조제	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000
원형천	-	0.124	-	0.014	-	5.829	-	5.966	-	10.748	-	0.048	-	1.793
중산리하천	-	0.366	-	0.022	-	7.562	-	7.950	-	10.865	-	0.054	-	1.674
남양리하천	-	0.495	-	0.107	-	10.855	-	11.457	-	15.244	-	0.149	-	1.624
도야	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
노일리	-	0.131	-	0.011	-	2.050	-	2.192	-	2.862	-	0.014	-	0.355
노일방조제	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
동촌	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
용산천	1.665	2.095	0.228	0.168	2.306	14.399	4.199	16.662	7.683	26.829	0.116	0.183	1.045	4.808
영오리수문	-	0.465	-	0.151	-	5.650	-	6.265	-	8.996	-	0.043	-	1.398
성두리수문	-	0.071	-	0.004	-	0.413	-	0.487	-	0.769	-	0.005	-	0.150
예회방조제수문	0.013	0.830	0.000	0.038	0.008	2.182	0.022	3.051	0.094	5.148	0.001	0.066	0.016	1.752
예회리	0.502	0.120	0.043	0.007	1.274	0.481	1.819	0.608	2.991	1.265	0.020	0.004	0.122	0.162
대전해수욕장	0.010	-	0.005	-	0.023	-	0.039	-	0.139	-	0.006	-	0.041	-
용당방조제	13.377	-	0.902	-	4.696	-	18.975	-	21.227	-	0.701	-	6.136	-
신흥	0.032	0.014	0.003	0.001	0.058	0.012	0.093	0.027	0.267	0.233	0.003	0.001	0.031	0.034
월하방조제3	0.863	0.212	0.083	0.008	0.495	1.905	1.441	2.125	3.911	5.521	0.019	0.016	0.247	0.522
월하방조제2	0.014	0.018	0.001	0.002	0.017	0.292	0.032	0.313	0.097	0.383	0.001	0.002	0.016	0.045
월하방조제1	0.291	-	0.031	-	0.247	-	0.568	-	1.079	-	0.007	-	0.066	-
고흥만방조제	-	(5,513.00)	-	(515.79)	-	(5,823.89)	-	(11,852.68)	-	(50,834.68)	-	(405.99)	-	(16,026.23)
금호해수욕장	0.004	0.039	0.000	0.004	0.016	0.459	0.020	0.501	0.066	1.005	0.000	0.003	0.003	0.135
용동리	-	0.344	-	0.114	-	4.111	-	4.569	-	5.776	-	0.029	-	0.475
당남해수욕장	0.142	0.085	0.017	0.023	0.458	1.735	0.617	1.843	0.738	2.367	0.009	0.007	0.067	0.152
장수마을2	-	0.859	-	0.031	-	4.461	-	5.350	-	6.199	-	0.043	-	1.428
장수마을1	4.602	1.053	0.189	0.024	3.860	1.152	8.651	2.229	10.276	4.016	0.980	0.042	7.647	0.803
장예마을1	-	0.385	-	0.015	-	1.646	-	2.046	-	3.111	-	0.027	-	0.573
장예마을2	0.266	3.307	0.008	0.799	0.276	28.389	0.550	32.496	0.870	45.661	0.045	0.218	0.240	2.910
장예마을3	-	0.364	-	0.016	-	0.207	-	0.587	-	1.908	-	0.024	-	0.575
명덕교교앞수문	-	1.205	-	0.357	-	12.388	-	13.949	-	46.860	-	0.098	-	1.362
우산배수장	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
삼산방조제	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
고마1방조제수문	-	(78.06)	-	(17.93)	-	(107.13)	-	(203.11)	-	(1,372.17)	-	(7.78)	-	(208.80)

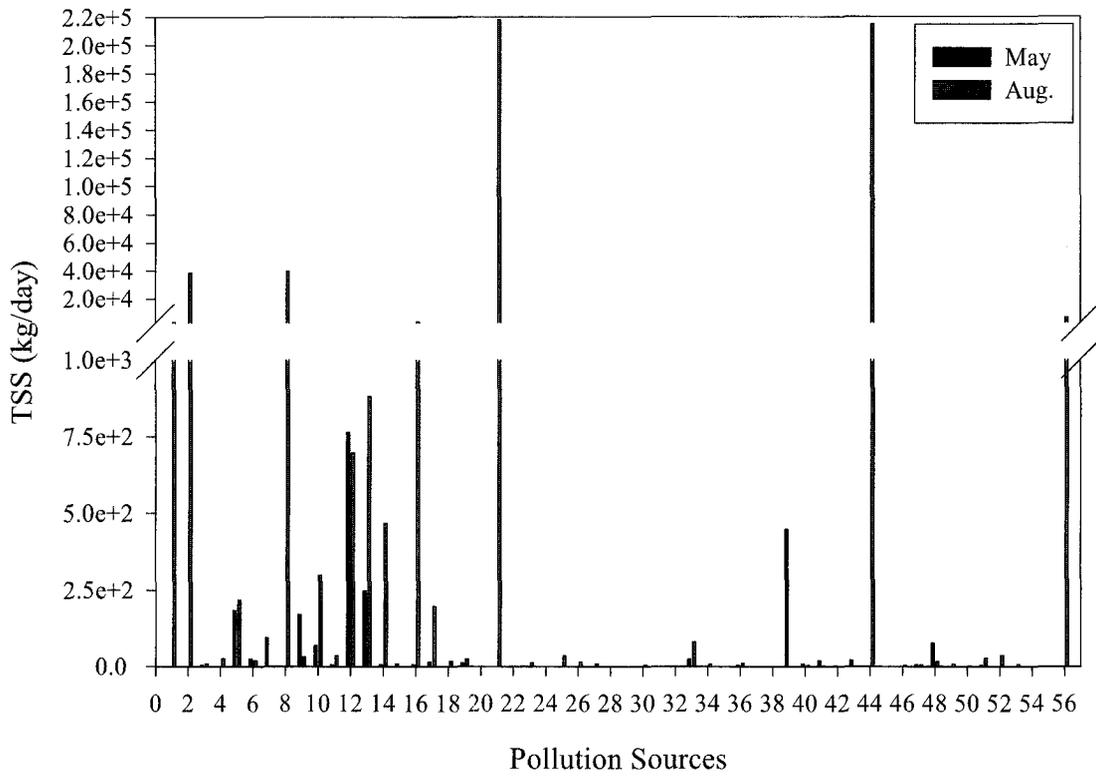
* (): 방조제 수문자료 이용, -: 미실측 및 미확보



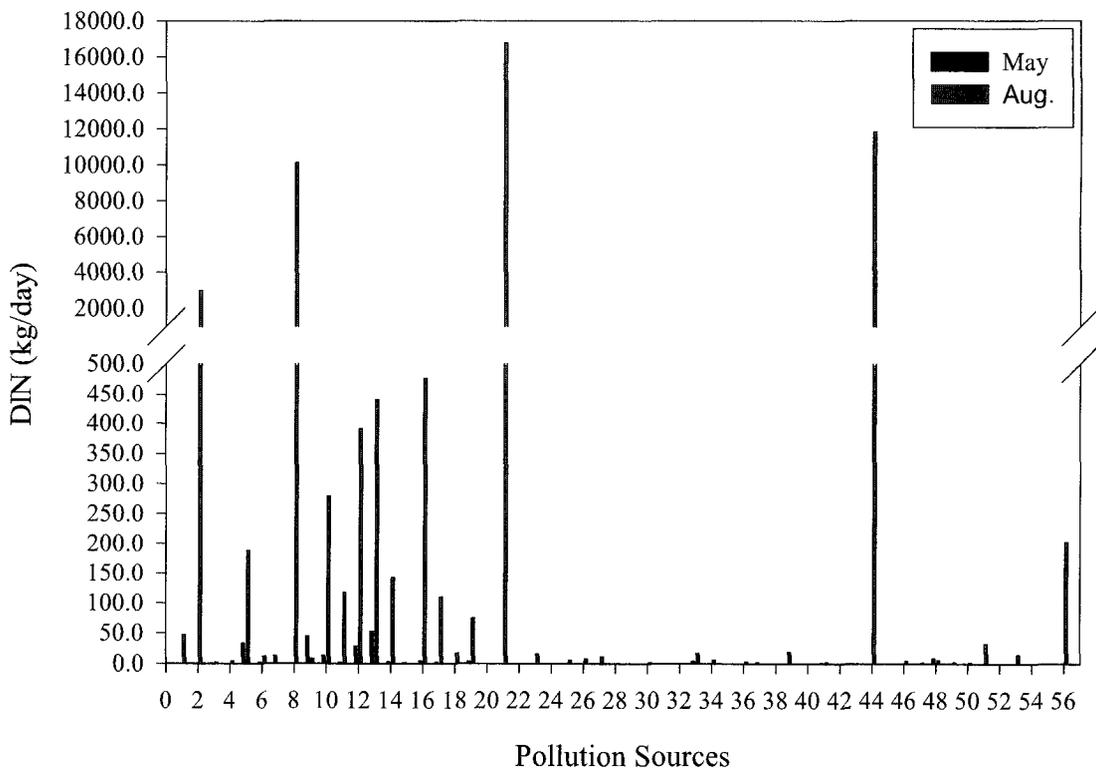
[그림 2-46] 점오염원별 유량



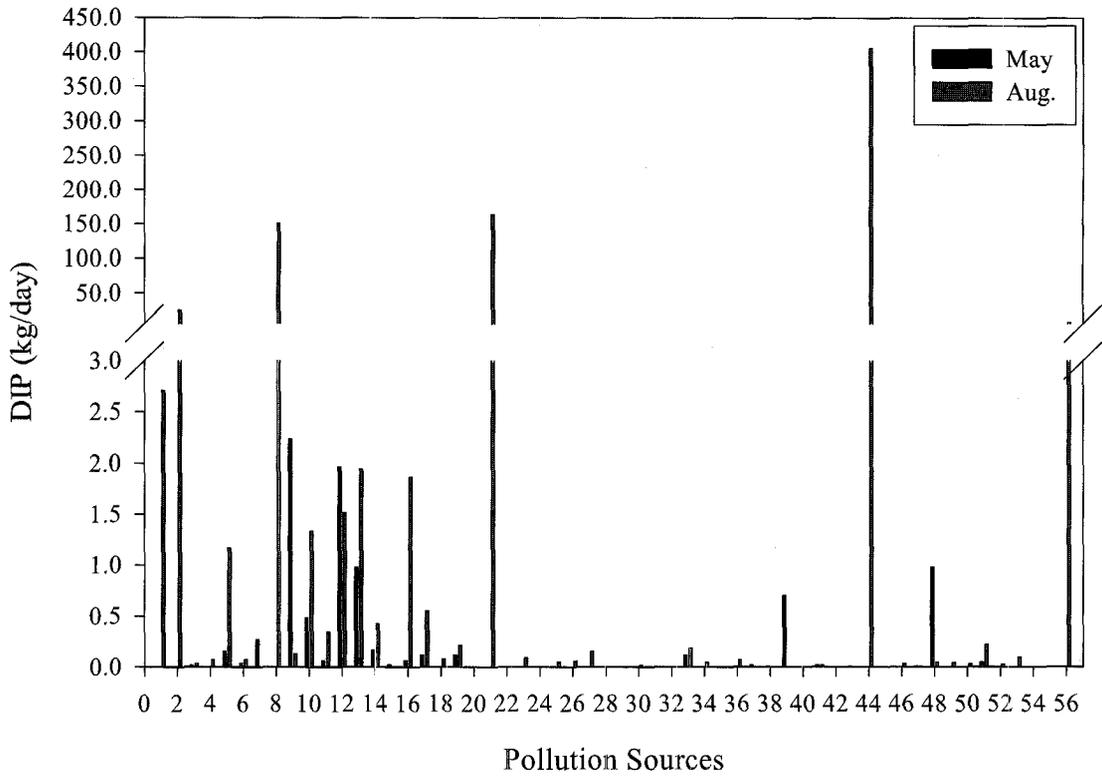
[그림 2-47] 점오염원별 COD 부하량



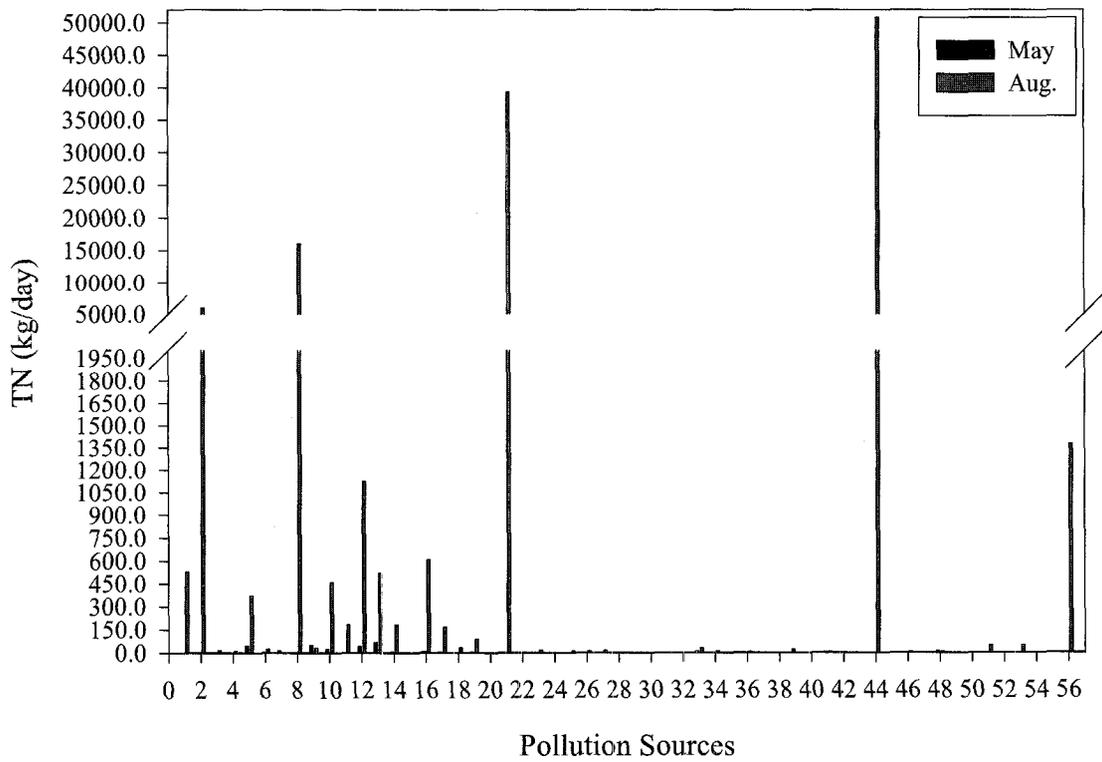
[그림 2-48] 점오염원별 TSS 부하량



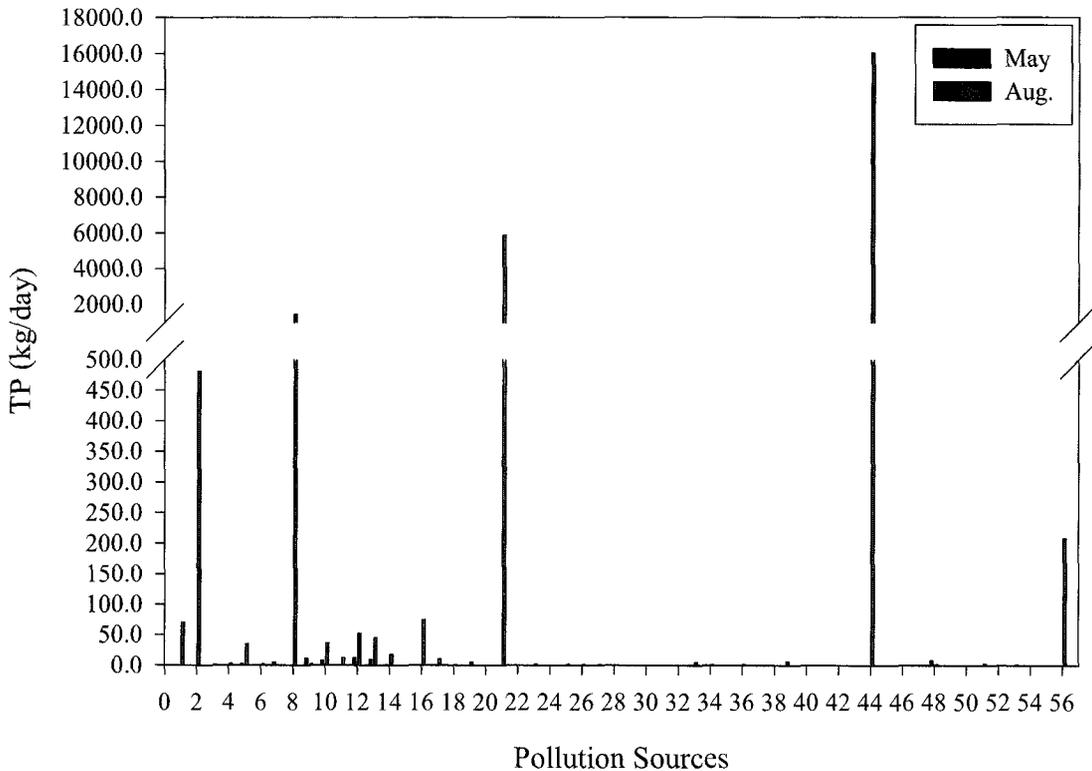
[그림 2-49] 점오염원별 DIN 부하량



[그림 2-50] 점오염원별 DIP 부하량



[그림 2-51] 점오염원별 TN 부하량



[그림 2-52] 점오염원별 TP 부하량

(5) 결론

- 득량만 유역의 행정구역별 기초통계자료(2006년)를 바탕으로 오염원의 현황을 조사한 결과, 유역의 총 인구는 50,613명으로 고흥군이 전체의 약 45.1%, 보성군과 장흥군이 각각 32.2%와 22.7%를 차지하였고, 장흥군 지역의 가축사육두수가 가장 많았으며 전체 사육두수 중 가금이 약 83.2%, 돼지와 한우가 각각 9.2%와 5.4%를 차지함. 유역내의 영업시설과 기타 오염원 등의 폐수배출업소 수와 배출량은 장흥군이 가장 컸고, 유역의 토지이용 지목 중에서는 임야의 비율이 59.7%로 가장 컸으며 담과 전이 각각 21.4%와 8.9%의 순으로 나타났고, 행정구역별로 보성군, 장흥군과 고흥군이 각각 전체의 38.7%, 37.6%와 23.7%를 차지함.
- 수계오염총량관리기술지침에 의한 득량만 유역의 BOD, TN과 TP의 총 발생부하량은 각각 48,324,904.8g/day, 26,073,496.7g/day와 2,994,657.2g/day로 계산되었음. BOD 총 발생량 중 약 28.4%가 배출되며, TN은 34.2% 그리고 TP는 27.9%가 배출되는 것으로 산정되었으며, 특히 토지계와 축산계가 발생부하량 및 배출부하량에 가장 큰 기여를 하는 것으로 판단됨.

- BOD의 배출부하량에서는 장흥군에 의한 부하가 가장 큰 전체의 37.9%, 보성군이 36.6%, 고흥군이 25.5%정도로 나타났고, TN 배출부하량은 장흥군, 보성군과 고흥군에 의한 부하가 각각 37.4%, 37.3%와 25.3%로 나타남. TP 배출부하량은 장흥군, 보성군과 고흥군에 의한 부하가 각각 40.1%, 35.8%와 24.1%로 나타남.
- 전체적으로 오염물질의 발생 및 배출부하량 측면에서 행정구역별로는 장흥군에 의한 기여가 상대적으로 가장 컸고, 오염원별로는 토지계와 축산계의 영향이 지배적인 것으로 나타남.
- 해면 양식의 총 면적은 16,615.65ha로서 해조류 양식이 57.1%, 패류와 어류양식이 각각 42.6%와 0.3%를 차지하고 있으며, 행정구역별로는 고흥군의 양식면적이 가장 크고, 보성군과 장흥군은 어류양식이 전문하여 발생 및 배출 부하량은 어류양식이 이루어지고 있는 고흥군을 대상으로 산정한 결과 육상양식에 의한 것보다 약 7배 정도 높았음.
 - 이러한 차이는 해면양식에 의한 면적이 육상양식의 면적보다 매우 크기 때문인 이유와 해면양식에 의한 오염부하량 산정시 원단위 값을 육상양식의 값과 동일하게 적용했기 때문이라 판단됨.
- 점오염원 등에 대해서 오염부하량을 실측한 결과, 과업기간 중 풍수기에 해당하는 8월에는 강우량의 증가로 인해 5월에 비해 각 유입원의 유량이 매우 증가한 것으로 나타났는데, 특히, 화죽교, 남상천, 영천교, 수문천과 회천천 등 지방2급하천에서 높게 나타남. 고흥만방조제, 득량만방조제와 해창방조제 등에서는 홍수배제량이 큰 것으로 나타났고, 이러한 지점에서는 하계 홍수시 수문을 통한 담수배출량이 일반 하천에 비해서 상대적으로 커서 효율적인 수질관리를 위해서는 이에 관한 좀 더 정밀한 모니터링과 체계적인 자료관리 및 확보가 필요한 것으로 사료됨.
- COD 농도는 대체적으로 방조제, 배수장과 수문 지점에서 다른 하천보다 높았으며, 유량이 큰 곳에서 높은 부하량을 보임. TN 부하량은 실측 하천만을 고려하면 회천천, 화죽교, 영천교, 수문천과 남상천 등에서 높게 나타났고, TP 부하량 또한 화죽교, 회천천, 영천교, 수문천과 남상천 등에서 높게 나타났으나 유량실측을 못한 방조제의 홍수배제량 등을 고려하면 고흥만방조제, 득량만방조제와 해창방조제 등의 오염부하량은 다른 유입원보다 매우 높은 것으로 판단됨.

제7절 잘피의 자원경제학적 가치와 득량만 잘피의 생태·군집구조 특성

1. 잘피의 자원경제학적 효과 및 가치

가. 잘피의 일반적 효과 및 가치

- 잘피는 수중 현화식물의 한 종류로, 12속 58종이 전 세계에 걸쳐 분포하고 있으며(Kuo and McComb, 1989; Tomlinson, 1982), 온대와 열대의 연안 해역에 밀생하여 무성한 해초지를 형성하고 있어 해양의 생태계 중 가장 생산성이 높은 해역 중의 하나임.²¹⁾
 - 잘피 군집 속에서 단일면적 1에이커(4,046.8m²)의 잘피는 연간 10톤 이상의 잎을 생산할 수 있음(Perez-Llorens and Niell, 1993; Short, 1987).
- 이러한 광대한 잘피의 양은 해양생물 척추동물과 무척추동물의 성어 및 치어의 서식장, 먹이, 그리고 생육장 제공 등의 역할을 유용하게 수행하고 있음.
 - 1에이커의 잘피는 4,000마리의 어류와 5천만 마리의 작은 무척추동물 등을 지원(먹이공급 등)할 수 있다고 함.
 - 이렇듯 잘피는 생물다양성을 높은 수준에서 유지할 수 있도록 공헌하고 있을 뿐만 아니라, 수질의 변화에 민감하게 반응하기 때문에 연안 해양생태계의 전체적인 건강도를 파악하는데 중요한 지표종의 하나로 인식되고 있음.
- 잘피는 생태계 내에서 다양한 기능을 수행하고 있는 만큼 그 생태적인 가치가 아주 높으며, 잘피는 생산력(번식력)이 대단히 뛰어나.
 - 예를 들어, 미국 플로리다 지역의 잘피종의 하나인 *Halodule beaudettei*의 연간 생산량은 182~730g/C/m²(m²당 탄소의 그램으로 표시) 정도이고, *Syringodium filiforme*의 연간 생산량은 292~1,095g/C/m²이고, *Thalassia testudinum*의 연간 생산량은 329~5,840g/C/m² 정도로 왕성함(Virnstein *et al.*, 1983).
- 서식처로서 잘피는 상업적 어종 및 유어(遊漁) 어종의 생육장, 은신처, 먹이 등을 공급하고, 무수히 많은 무척추동물들의 산란, 이동, 서식의 장소를 제공함.

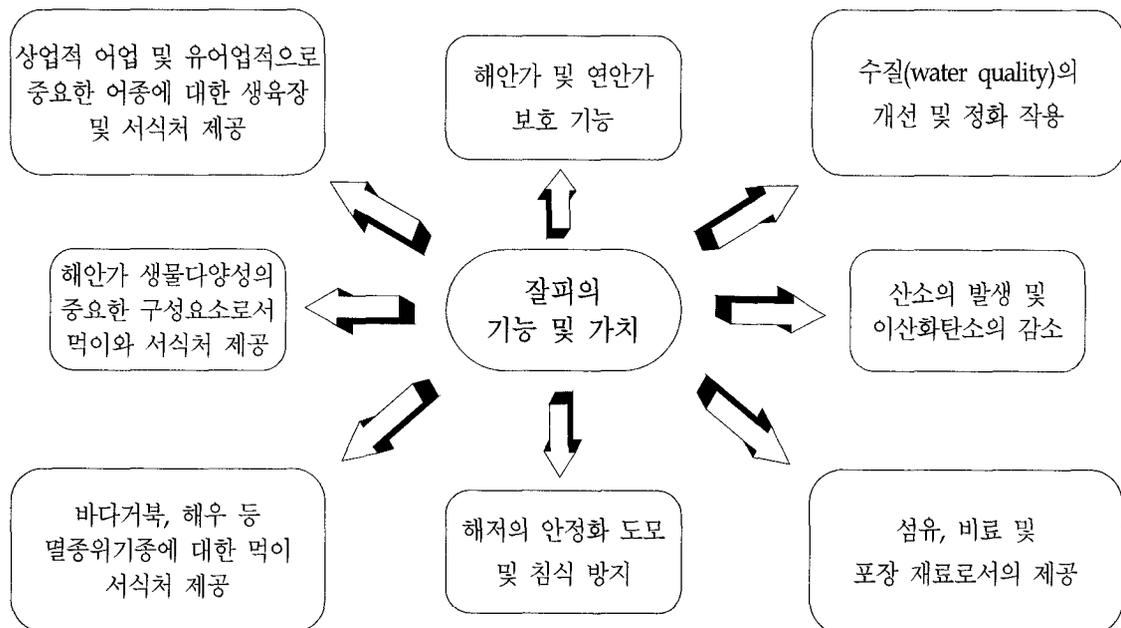
21) 우리나라의 연안해역에는 잘피(eelgrass, *Zostera marina*), 애기잘피(*Z. nana*), 개바다말(*Phyllospadix japonicus*) 및 새우말(*P. iwatensis*) 등 여러 종의 해초가 군락을 형성하고 있다(허성희 외 2인, 1998).

- 잘피 서식처는 서로 다른 잘피종이 함께 자라는 경우 더욱 복잡하게 되는데, 잘피의 잎들은 치어, 갑각류, 이패류 등의 척추 및 무척추동물들의 은신처를 효과적으로 제공한다(Huh, 1986).
- 그리고 잘피 초원(meadow)은 강한 조류의 흐름을 약하게 하여 어류와 무척추동물들을 보호하는데도 큰 역할을 하고 있음.
- 이 외에도 잘피는 작은 조류(藻類) 및 착색식물들의 서식처로서의 기능을 원활하게 수행하고 있음. 특히 잘피에 서식하는 착색식물들은 해양생태계 먹이망에 있어 아주 중요한 구성요소 중의 하나로, 잘피가 많으면 많을수록 해양생태계 먹이망은 더욱 풍부해지게 됨.
- <표 2-65>는 전 세계적으로 잘피 서식처와 잘피가 없는 해저지역에서의 동식물의 양을 비교한 것으로, 표에서 보는 바와 같이, 잘피가 있는 지역의 동식물의 양이 잘피가 없는 지역의 동식물의 양보다 최소 5배에서 최대 25배 정도 많은 것으로 나타났음.
- 이러한 해양동식물의 서식처 제공 외에도 잘피는 또한 다른 야생동물의 서식처 및 먹이공급원으로서의 유용한 기능을 수행하고 있음. 즉, 물새(waterfowl), 바다거북(sea turtles), 섭금류(涉禽類)의 새 등은 직접적으로 잘피를 소비하는데, 붉은머리 오리는 잘피의 뿌리줄기를 주로 먹을 뿐만 아니라, 바다거북과 해우(海牛)는 잘피의 잎을 먹고 성장 및 생활하고 있음.
- 이와 같이 잘피는 생태계 내에서 다양한 기능 및 생태적 가치를 지니고 있는데, 이러한 잘피의 효과 및 가치를 간단히 도식화하면 아래 [그림 2-53]에서 보는 바와 같이, 우선 상업적 어업 및 유어업적으로 중요한 어종에 대한 생육장 및 서식처를 제공하고 있음. 뿐만 아니라, 바다거북, 해우 등 멸종위기종에 대한 먹이 및 서식처를 제공하고 있으며, 수질의 개선 및 정화 작용을 위한 기능도 효과적으로 수행하고 있음.
- 잘피는 저질을 안정시키고, 파랑 에너지를 약화시킴으로써 해안가 및 연안가를 보호하는 기능도 가지고 있으며, 해조류의 역할로서 산소를 발생시키고, 이산화탄소를 감소시키는 등 지구온난화 방지를 위한 역할도 크게 담당하고 있음. 이 외에도 잘피는 저질 속에 깊이 파묻혀 있는 뿌리체계를 가지고 있어서 저질(해저)의 안정화를 도모하고, 저질의 침식을 방지하는 중요한 역할과 가치를 지니고 있음.

<표 2-65> 잘피가 있는 지역과 잘피가 없는 지역의 동식물 양의 비료

지역	잘피종	잘피가 있는 지역	잘피가 없는 지역	인용자료
버뮤다	<i>Thalassia testudinum</i>	13,580	3,145	Orth, 1971
플로리다	<i>Thalassia testudinum</i>	33,485	17,220	Santos and Simon, 1974
노스캐롤라이나	<i>Zostera marina</i>	923	170	Thayer et al., 1975
버지니아	<i>Zostera marina</i>	51,343	1,771	Orth, 1977
북해	<i>Zostera noltii</i>	5,088	1,043	Reise, 1978
호주	<i>Zostera muelleri</i>	1,039	156	Poore, 1982
벨리즈	<i>Thalassia testudinum</i>	12,167	16,750	Young and Young, 1982
플로리다	<i>Thalassia testudinum</i>	17,479	5,844	Virnstein et al., 1983

자료 : Texas Parks & Wildlife(1996)에서 재인용



[그림 2-53] 잘피의 기능 및 가치

나. 잘피의 경제적 가치

- 앞서 살펴본 바와 같이, 잘피는 생태적으로 많은 효과와 가치를 지니고 있는데, 이러한 가치를 경제적인 가치로 구체화시켜 살펴보면, 잘피의 경제적 가치는 크게 직접적 경제적 가치(direct economic value), 간접적 경제적 가치(indirect economic value), 그리고 비활용성 경제적 가치(unavailable economic value) 등으로 구분하여 살펴볼 수 있음.
 - 지금까지 알려진 국제적인 정보 및 자료에 의하면, 잘피의 경제적 가치는 산호초(coral reefs)나 홍수림(mangrove forest) 보다도 훨씬 높은 것으로 평가되고 있음.

(1) 직접적인 잘피의 경제적 가치

- 잘피는 수산동물의 먹이로서 뿐만 아니라, 화장품 제조의 원재료, 비료, 수공업 제품의 원료 등으로도 아주 좋은 원재료임. 잘피는 또한 어류, 갑각류, 그리고 연체동물 등의 먹이 제공뿐만 아니라, 서식처나 은신처를 제공함으로써 수산동물의 군집 효과가 큼.
 - 예를 들어, 우리나라의 진동만을 대상으로 잘피밭과 잘피가 없는 해역의 어류군집 효과를 비교한 연구(Kwak *et al*, 2006)에 의하면, 잘피밭의 경우 조사된 어류는 대부분이 소형 어종이거나 대형 어종의 유어들로 구성되어 있어 잘피밭이 작은 크기의 어종들에게 좋은 성육장이 되고 있는 것으로 확인되었음. 그리고 출현 종수, 개체수 및 생체량이 모두 잘피밭에서 훨씬 많은 것으로 나타나 어류 군집효과 또한 상당히 높은 것으로 나타났음.
- 특히 상업적 그리고 유어적으로 가치 있는 어종의 서식처를 제공하기 때문에 상업적 어종 및 유어종의 어획량 증대에도 크게 기여할 수 있음. 이외에도 잘피는 해상 양식업에도 영양분, 먹이공급 등을 유용하게 제공하고, 해양관광적인 측면에서도 높은 경제적 가치를 지니고 있음.
- 잘피의 경제적 가치 중 가장 중요한 부분인 상업적 어업 및 유어업의 어획량 증대를 통한 경제적 가치를 이론적으로 보다 구체적으로 살펴보면 다음과 같음.
 - 상업적 어업의 어획량 증대를 통한 잘피의 경제적 가치를 이론적으로 분석해 보면, 우선 어업자원의 성장함수(G)를 식 (1)과 같이 일반적인 쉐퍼(Schaefer)함수로 가정할 수 있음.

$$G(X) = rXP\left(1 - \frac{X}{K}\right) \quad \text{식 (1)}$$

- 여기서, r 은 자원의 본원적 성장률(*intrinsic rate*), K 는 최대 자원량 수준, X 는 어업 자원량을 의미함. 다음으로 어획량(Y)은 어획노력량(E) 수준과 어업자원량(X)에 비례한다고 가정하면, 어획함수는 식 (2)와 같이 나타낼 수 있게 됨.

$$Y = qPEPX \quad \text{식 (2)}$$

- 여기서, q 는 어획능률계수(*catchability coefficient*), E 는 어획노력량 수준을 의미함. 지속적 어업자원량 수준을 구하기 위해 식 (1)과 식 (2)를 동일하게 놓고 X 에 대해 식을 구하고, 이를 식 (2)에 대입하면 식 (2)는 다음의 식 (3)과 같이 나타낼 수 있게 됨.

$$Y = qPKPE - \frac{q^2PK}{r} E^2 \quad \text{식 (3)}$$

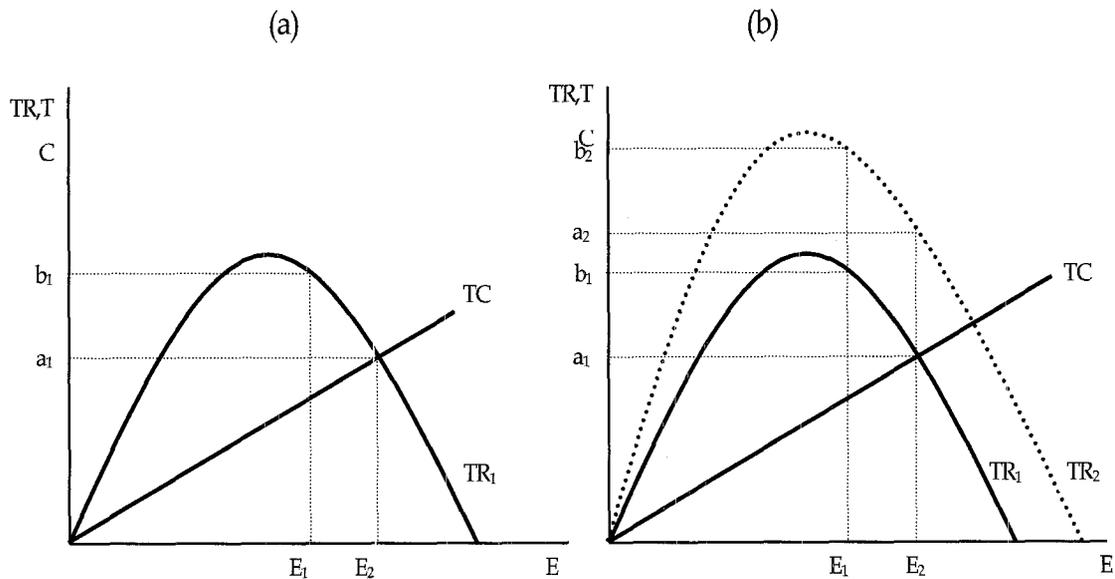
- 어업자원의 단위당 시장가격이 p 라고 할 경우, 어업수입(TR)은 식 (4) 그리고 어업비용(TC)은 어획노력량 수준에 비례한다고 가정할 경우 식 (5)와 같이 나타낼 수 있게 됨.

$$TR = pPY \quad \text{식 (4)}$$

$$TC = cPE \quad \text{식 (5)}$$

- 여기서 식 (5)에서 c 는 어획노력량 단위당 비용을 의미함. 식 (4)의 지속적 어업수입 함수와 식 (5)의 어업비용 함수를 어획노력량 수준에 대한 그림으로 나타내면 다음의 [그림 2-54]의 (a)와 같음. 즉, 주어진 지속적 어업수입 곡선과 어업비용 곡선 하에서 어획노력량 수준이 E_1 일 경우 어업이익은 어업수입곡선과 어업비용곡선의 차이분이나 어획노력량 수준이 E_2 로 증가할 경우 어업수입곡선과 어업비용곡선은 일치하게 되어 어업이익은 영(0)이 됨.
- 잘피의 군집 효과에 따라 주어진 어장에 있어서 어업자원량이 증가되면 지속적 어획량 곡선이 상승하게 되고, 이에 따라 어업수입 곡선도 [그림 2-54]의 (b)에서와 같이 TR_1 에서 TR_2 로 증가하게 됨.
- 이때 어획노력량 수준이 E_1 이라고 하면 잘피의 군집효과에 의한 경제적 이익(어업이익)

은 $b_2 - b_1$ 만큼 증가하게 됨. 그리고 어업이익이 발생되지 않던 E_2 수준에서도 잘피에 의한 군집 효과에 의해 어업이익이 $a_2 - a_1$ 만큼 발생할 수 있게 됨. 즉, 잘피의 군집효과에 의해 동일한 어획노력량 수준 하에서도 더 큰 경제적 이익 발생하게 되는 것임.



[그림 2-54] 잘피에 의한 어업수입 곡선 변화와 경제적 가치 변화

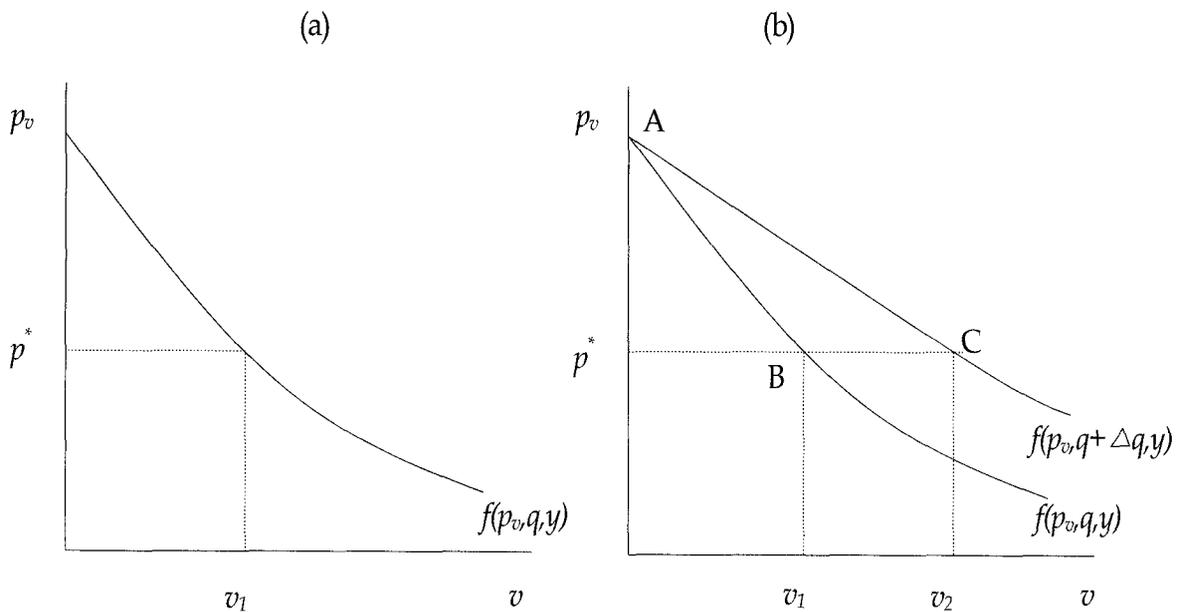
- 다음으로 잘피의 유어업에 대한 경제적 가치를 이론적으로 분석해 보면, 유어객의 유어활동에 대한 소비함수는 다음의 식 (6)과 같이 나타낼 수 있음.

$$v = f(p_v, q, y) \quad \text{식 (6)}$$

- 여기서, v 는 종속변수로서 유어활동의 소비지표로 유어활동 횟수(*visit*)를 나타내고, p_v 는 설명변수로서 유어활동에 대한 가격지표로 활동비용(*visit cost*), q 는 유어활동의 대상자원이 지닌 속성(*quality*, 예를 들어 어획량 증감 등), 그리고 y 는 유어객의 일반적인 특성을 나타냄. 일반수요곡선의 이론에 따라 유어활동에 따른 비용이 낮으면 낮을수록 유어활동 수가 증가하게 되므로, 추가적인 유어활동 비용과 유어활동 횟수와의 관계를 타나내는 유어객의 유어활동에 대한 수요곡선을 도출하면 [그림 2-55]의 (a)와 같이 나타낼 수 있음.
- 따라서 가격이 p^* 이고, 대상자원의 속성(어획량 수준)이 q 일 경우 유어활동의 횟수는

v_1 으로 결정되고, 유어활동에 대한 경제적 가치는 총 소비자 잉여분 중 비용부분을 차감한 만큼이 됨. 만약 대상자원의 속성이 변한다면, 유어활동에 대한 유어객의 수요곡선 자체가 변하게 되는데, 잘피로 인한 어업자원의 군집효과가 증대되어 어획량이 증가한다면($q+\Delta q$) 수요곡선은 [그림 2-55]의 (b)와 같이 변하게 됨.

- 이 경우 잘피의 군집효과에 따른 유어객의 경제적 가치는 소비자 잉여부분이 증가한 ABC만큼 높아지게 됨. 즉, 잘피로 인한 어업자원의 군집효과가 커져 어획량이 증가하면 할수록 유어업의 경제적 가치는 더욱 높아지게 됨.



[그림 2-55] 유어객의 수요곡선과 어획량 변화에 따른 수요곡선의 변화

(2) 간접적인 잘피의 경제적 가치

- 간접적인 경제적 가치로서는 이미 앞의 잘피의 생태적 가치에서 살펴본 바와 같이, 잘피는 해양환경을 개선시키는 효과가 있는데, 특히 조간대 지역의 환경을 개선시키는데 큰 역할을 수행하고 있음.
- 즉, 잘피는 해수 중의 영양분을 흡수함으로써 수질을 정화하고, 이를 통해 해조류 등의 확산을 억제하게 됨. 게다가 잘피는 파도의 속도를 줄이고, 움직임을 약하게 함으로써 해안가 어초(魚礁)나 바닷가의 돌, 수로 등을 효과적으로 보호하는데도 큰 효과가 있음.

(3) 비활용성 경제적 가치

- 잘피는 해양생태계의 중요한 구성요소 중의 하나로, 보이지 않는 다양한 심미적(審美的) 가치를 지니고 있음. 예를 들어, 바다 속 잘피의 모습을 통해 인간의 정서를 더욱 함양시키고, 심미적 관점을 더욱 넓히는데 큰 역할을 수행할 수 있음.
- 전 세계적으로 지금까지 계량적으로 평가된 잘피의 경제적 가치를 보다 구체적으로 살펴보면, 미국 플로리다 지역의 경우 총 2.7백만 에이커의 잘피 서식처는 플로리다주 경제에 있어 아주 중요한 어업 및 유어업에 크게 기여하고 있는 것으로 나타났음.
 - 즉, 플로리다 환경보호청(Florida's Department of Environmental Protection)에 따르면, 잘피로 인한 상업적 어류 및 패류의 가치가 미화 1천 2백 4십억 달러 이상이 된다고 함. 그리고 유어업에 대한 경제적 가치를 더할 경우, 플로리다 지역 잘피 1 에이커의 경제적 가치는 연간 미화 20,500달러 정도로, 플로리다 주 전체로 볼 경우 연간 잘피의 경제적 가치는 미화 5백 5십 4억 달러 이상 되는 것으로 평가되었음.
 - 호주 퀸즐랜드(Queensland)에 있어서는 어업에 공헌하는 잘피의 경제적 가치가 연간 호주 700,000달러 정도로 평가되었음. 그리고 미국 워싱턴주에 있어서 잘피 0.4ha 당의 경제적 가치는 연간 미화 12,325달러로 평가되어, 잘피의 경제적 가치가 상당히 높은 것으로 나타났음.
- 이 외에도 잘피 및 잘피 서식지는 미국 멕시코만 연안지역에 있어서도 경제적 가치가 높은 것으로 평가되고 있는데, 어류 및 패류의 생산, 유어의 경제적 가치, 폭풍으로부터의 해안가 보호 등 멕시코만 지역 잘피의 경제적 가치는 에이커당 미화 9,000달러에서 28,000달러에 이르는 것으로 평가되고 있음(Lipton *et al.*, 1995).

2. 득량만 잘피 출현종 현황·분포 조사 및 생태·군집구조의 특성 조사

가. 연구의 범위 및 방법

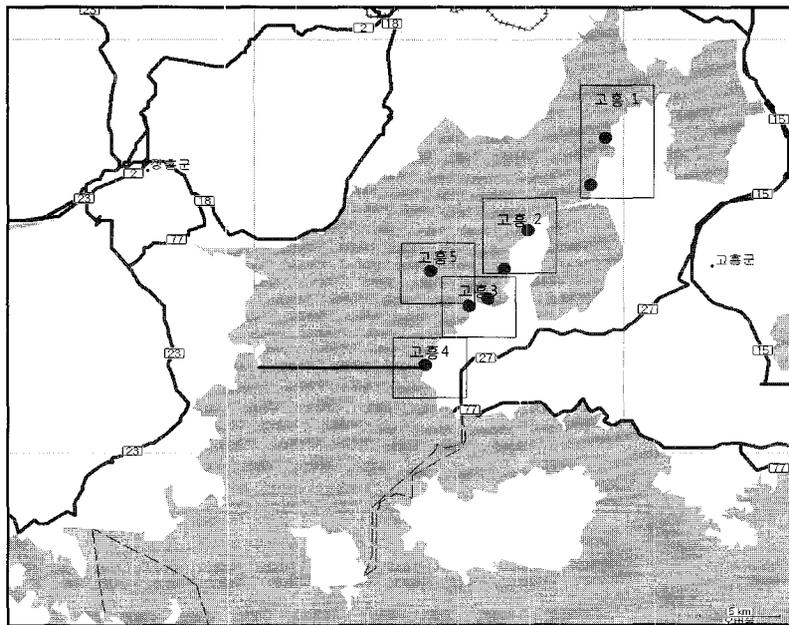
- 잘피는 해수에서 수중 생활을 하면서 성장하여, 꽃이 피고 수정이 일어나는 해산 고등 현화식물인 피자식물을 통칭하는 것임. 따라서 잘피는 해조와는 달리 형태학적으로 잎, 줄기, 뿌리와 꽃의 구분이 명확하고, 관다발조직이 발달되어 있으며, 지하경과 뿌리로서 바닥에 고착하여 조간대에서부터 수심 깊은 조하대까지 출현하고 있음.
- 연안에 있는 잘피숲(seagrass beds)은 다양하고 복잡한 생태계를 구성하며, 연안 및 하구생태계에서 중요한 기능과 역할을 담당하고 있음.
 - 잘피숲의 역할은 기초생산자로서 초식동물의 직접적인 먹이원이 되기도 하며, 미생물에 의해 분해된 식물체의 유기쇄설물은 연안 생태계 먹이망의 중요한 구성요소가 됨.
 - 또한, 연안생태계에서 잘피 또는 잘피숲은 경제적 가치가 높은 다양한 수산어족 자원의 유어 및 자치어들의 서식처와 피난처가 되며, 산란장으로 이용되기 때문에 본 조사는 득량만 환경보전해역에 생육하고 있는 잘피의 생육종 파악 및 목록화, 출현 잘피의 면적 파악 및 도식화, 출현 잘피종의 형태적 특징 및 잘피 출현지의 생육환경 특성을 조사하여 군집의 생태적인 특징을 파악하고자 하였음.
- 연구의 지역적 범위는 전남 고흥군, 보성군, 장흥군 일대 해역 315.74km²의 득량만 환경보전해역 내 잘피 서식처임.
- 조사 방법은 아래와 같음.
 - 조사지역에서 잘피 종들의 생육환경을 파악하기 위하여 수온, 염분, 수심(간조시 수심으로 표기) 및 퇴적 환경을 조사하였음.
 - 잘피의 형태학적 특징(식물체의 길이, 잎 수, 잎 길이, 엽초 길이, 잎 너비, 지하경의 길이, 지하경 직경)과 생물계절학적 특징(영양지, 생식지, 측지, seedling)을 조사하였음.
 - 잘피의 생육밀도와 생물량 조사는 거머리말과 수거머리말은 35 x 35cm 방형구를 이용하였으며, 조간대의 애기 거머리말은 직경 10cm corer를 이용하여 채집하였음.
 - 채집한 식물체는 수돗물로 깨끗이 세척하고, 부착생물을 완전히 제거한 후 지상부와 지하부로 나눈 후 지상부 식물체는 영양지, 생식지와 종묘(seedling)로 구분하여 계수하였음.

- 생육밀도는 계수한 식물체를 단위면적(m²)으로 환산하였으며, 생물량은 지상부와 지하부의 식물체를 일정한 무게가 될 때까지(60°C) 건조한 후 무게를 측정하여 단위면적으로 환산하였음.

나. 조사 결과

○ 잘피 출현 현황

- 득량만 환경보전해역 조사 결과, 득량만 서쪽에는 갯벌이 잘 발달되어 있었으나, 생육하는 잘피는 관찰되지 않았음.
- 동쪽에는 전남 고흥군 두원면 대금리를 시작으로 득량도를 포함한 도양읍 용정리까지 분포하고 있었음.



[그림 2-56] 득량만 잘피 출현종 및 분포현황 조사지역도

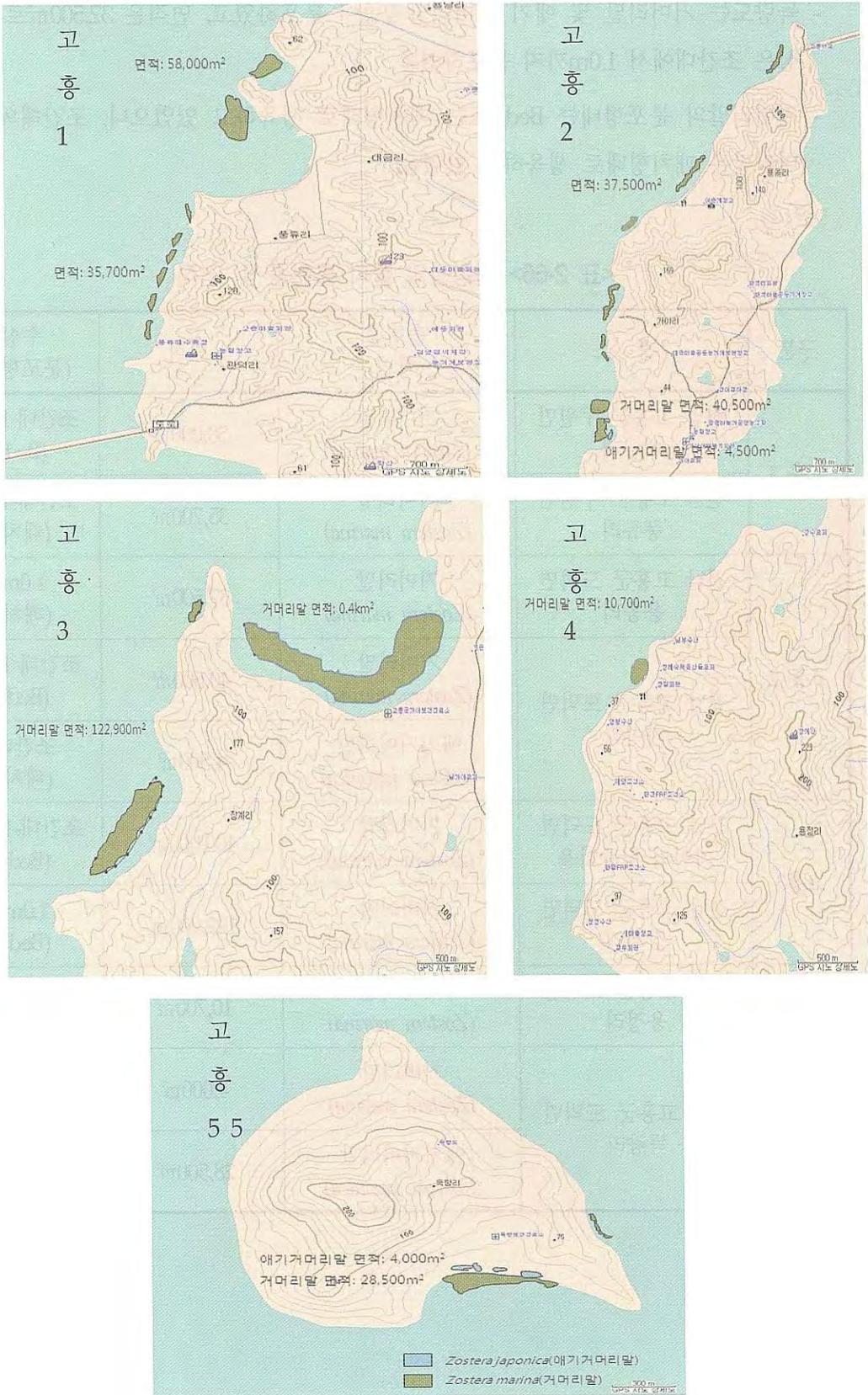
○ 잘피 출현종 및 면적

- 고흥만 방조제 상부 지역은 거머리말 1종이 분포하였고, 면적은 93,700m²로서 분포수심은 조간대에서 1.5m까지 분포하였음.
- 고흥만 방조제 하부 지역은 거머리말 및 애기 거머리말 2종이 분포하였고, 면적은 709,800m²로서 분포수심은 조간대에서 1.5m까지 분포하였음.

- 득량도는 거머리말 및 애기 거머리말 2종이 분포하였고, 면적은 32,500m²로서 분포수심은 조간대에서 1.0m까지 분포하였음.
- 거머리말의 분포형태는 Bed 또는 패치형태로 생육하고 있었으나, 조간대의 애기 거머리말은 패치형태로 생육하고 있었음.

<표 2-66> 득량만의 잘피 출현종 및 면적

구분	장 소	출현종 (학명)	면적	수심 (분포형태)
고흥 1	전남 고흥군 두원면 대금리	거머리말 (<i>Zostera marina</i>)	58,000m ²	조간대-1.5m (Bed)
	전남 고흥군 두원면 풍류리	거머리말 (<i>Zostera marina</i>)	35,700m ²	조간대-1.0m (패치)
고흥 2	전남 고흥군 도덕면 용동리	거머리말 (<i>Zostera marina</i>)	37,500m ²	1.0m (패치)
	전남 고흥군 도덕면 가야리	거머리말 (<i>Zostera marina</i>)	40,500m ²	조간대-1.5m (Bed)
		애기거머리말 (<i>Zostera japonica</i>)	4,500m ²	조간대 (패치)
고흥3	전남 고흥군 도덕면 가야리 당중마을	거머리말 (<i>Zostera marina</i>)	400,000m ²	조간대-1.0m (Bed)
	전남 고흥군 도덕면 장계리	거머리말 (<i>Zostera marina</i>)	122,900m ²	1.0m (Bed)
고흥 4	전남 고흥군 도양읍 용정리	거머리말 (<i>Zostera marina</i>)	10,700m ²	1.0 m (패치)
고흥 5	전남 고흥군 도덕면 득량리	거머리말 (<i>Zostera marina</i>)	4,000m ²	조간대-1.0m (Bed)
		애기거머리말 (<i>Zostera japonica</i>)	28,500m ²	조간대 (패치)



[그림 2-57] 특량만 잘피 출현종 및 면적 도식화

○ 출현 잘피종의 형태적 특징

- 거머리말 (*Zostera marina*)

- 득량만에 출현한 거머리말 영양지의 평균 잎 수는 5~6개 이었으며, 지상부의 평균 길이는 $74.5 \pm 4.7 \sim 115.4 \pm 5.5$ cm의 범위, 잎의 평균 길이는 $17.0 \pm 0.9 \sim 23.8 \pm 0.5$ cm의 범위에 있음.
- 잎의 평균 길이는 $57.6 \pm 3.9 \sim 97.2 \pm 5.4$ cm의 범위로 다양하게 나타났으며, 평균 너비는 $7.2 \pm 0.2 \sim 9.7 \pm 0.3$ mm이었음.
- 지하경 평균 길이는 $11.5 \pm 1.9 \sim 16.8 \pm 1.5$ mm이었고, 평균 직경은 $4.4 \pm 0.6 \sim 5.4 \pm 0.3$ mm를 보였음.

- 애기거머리말(*Zostera japonica*)

- 득량에서 출현한 애기거머리말 영양지의 평균 잎 수는 3개였으며, 지상부의 평균 길이는 $14.1 \pm 0.8 \sim 17.9 \pm 1.1$ cm의 범위이고, 엽초의 평균 길이는 $3.0 \pm 0.1 \sim 4.2 \pm 0.2$ cm의 범위였음.
- 잎의 평균 길이는 $11.5 \pm 0.6 \sim 14.3 \pm 0.9$ cm의 범위로 다양하게 나타났으며, 평균 너비는 $1.5 \pm 0.1 \sim 2.8 \pm 1.4$ mm이었음.
- 지하경의 평균 길이는 $2.8 \pm 0.5 \sim 6.3 \pm 1.6$ mm였고, 평균 직경은 $1.2 \pm 0.4 \sim 1.5 \pm 0.1$ mm를 보였음.

<표 2-67> 득량만의 잘피 출현종 및 면적(평균 ± 표준에러)

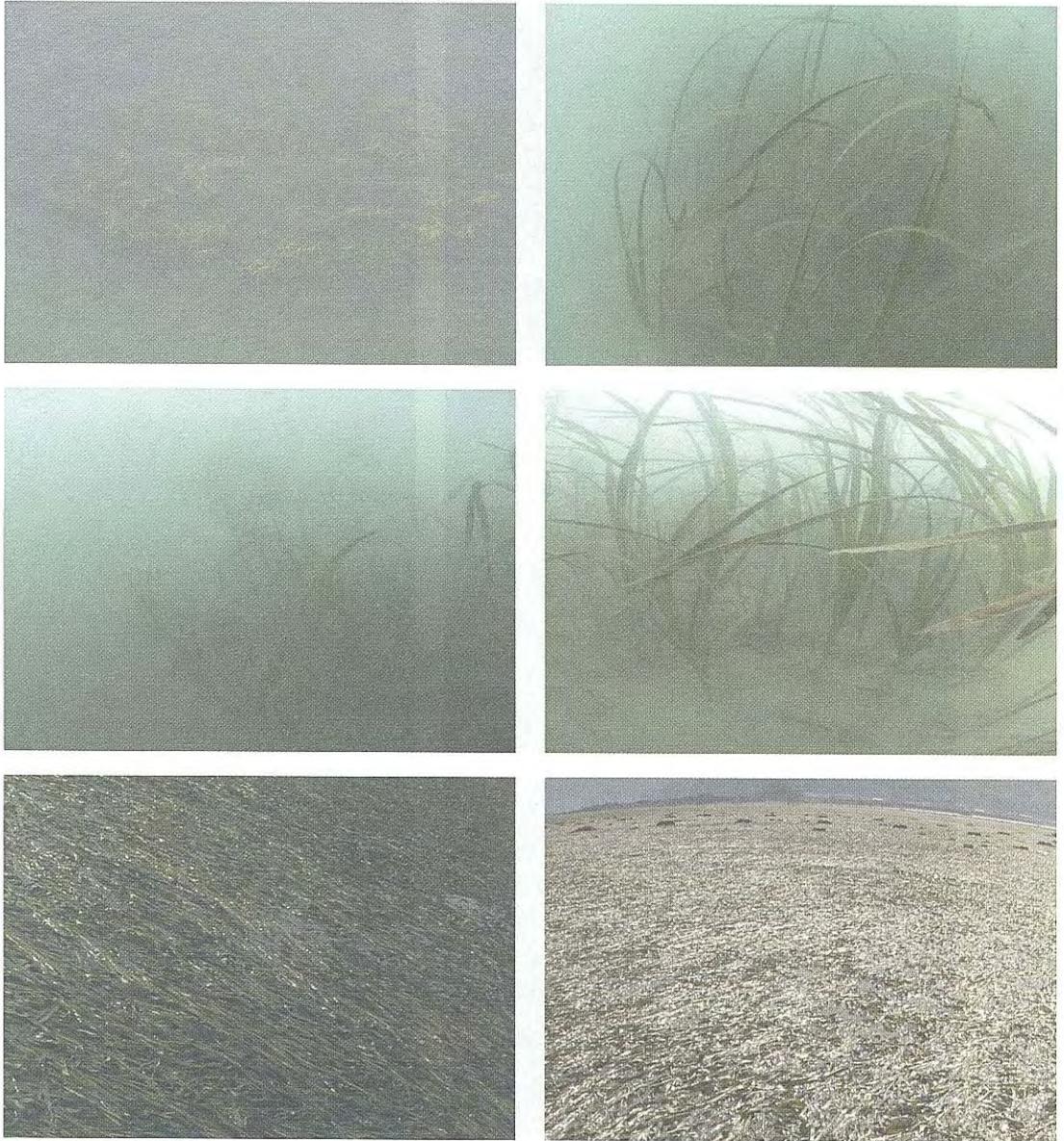
장 소	출현종	지상부길이	엽초길이	잎 길이	잎 너비	잎 수	지하경	
							길이	직경
대금리	거머리말	115.4 ± 2.5	23.8 ± 0.5	91.6 ± 2.1	7.2 ± 0.2	6.0 ± 0.2	13.1 ± 0.7	5.1 ± 0.2
풍류리	거머리말	74.5 ± 4.7	17.0 ± 0.9	57.6 ± 3.9	8.5 ± 1.4	5.6 ± 0.3	16.8 ± 1.5	4.4 ± 0.2
가야리	거머리말	92.0 ± 2.6	19.2 ± 0.4	73.7 ± 2.2	7.5 ± 0.2	5.8 ± 0.1	12.8 ± 0.8	4.9 ± 0.6
	애기거머리말	17.9 ± 1.1	4.2 ± 0.2	14.3 ± 0.9	2.8 ± 1.4	2.6 ± 0.2	6.3 ± 1.6	1.5 ± 0.1
당중	거머리말	115.4 ± 5.5	20.4 ± 0.6	97.2 ± 5.4	9.7 ± 0.3	5.0 ± 0.4	11.5 ± 1.9	5.0 ± 0.3
득량리	거머리말	106.1 ± 3.8	22.2 ± 0.6	84.9 ± 3.3	9.2 ± 0.4	5.7 ± 0.2	15.2 ± 1.5	5.4 ± 0.3
	애기거머리말	14.1 ± 0.8	3.0 ± 0.1	11.5 ± 0.6	1.5 ± 0.1	2.7 ± 0.2	2.8 ± 0.5	1.2 ± 0.4

○ 득량만 잘피 출현지의 생육환경특성

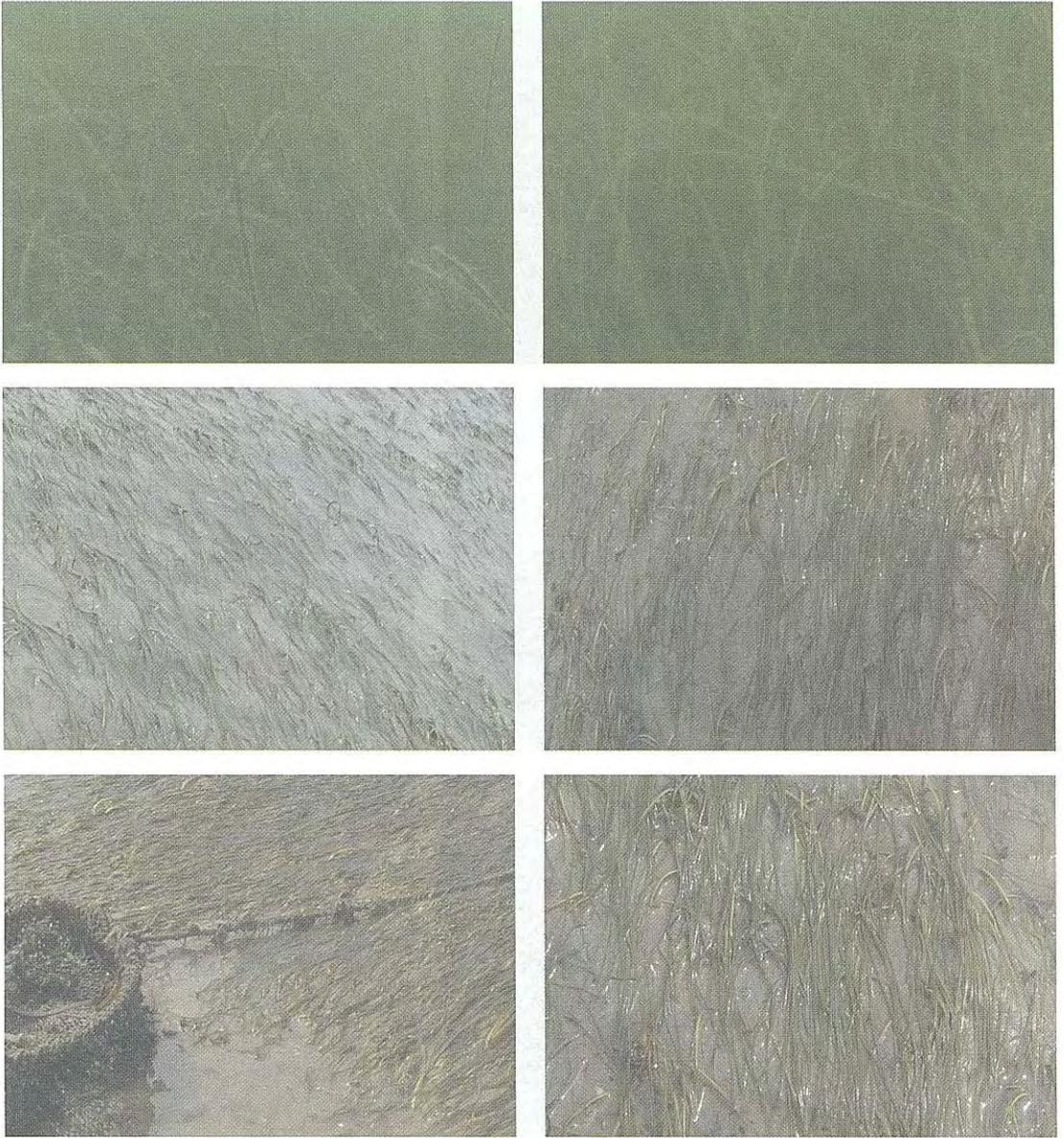
- 조사기간 동안 수온은 17.7~19.5℃, 염분은 32.3~32.9‰를 보였고, 용존산소 농도는 6.65~8.55mg/L를 보였음.
- 잘피 생육지의 광소멸 계수(Kd)를 보면 0.46~1.18을 보였음.
- 퇴적물의 입도조성은 거머리말의 경우 모래와 펄의 조성비가 많은 차이를 보이고 있으며, 애기 거머리말의 경우 모래의 비중이 높았음.

<표 2-68> 득량만의 잘피 출현지의 생육환경

장소	출현종	수온 (℃)	염분 (‰)	용존산소 (mgL-1)	광소멸계수 (Kd)	퇴적물 입도조성(%)	
						모래 (sand)	펄 (mud)
대금리	거머리말	18	32.3	7.28	0.46	56.9	43.1
풍류리	거머리말	17.7	32.5	6.65	0.76	58.3	41.7
가야리	거머리말	19.5	32.9	8.38	0.32	88.2	11.8
	애기거머리말					93.5	6.5
당중	거머리말	17.7	32.8	7.77	1.18	19.3	80.7
득량리	거머리말	19.1	32.9	8.55	0.53	45.1	54.9
	애기거머리말					84.5	15.5



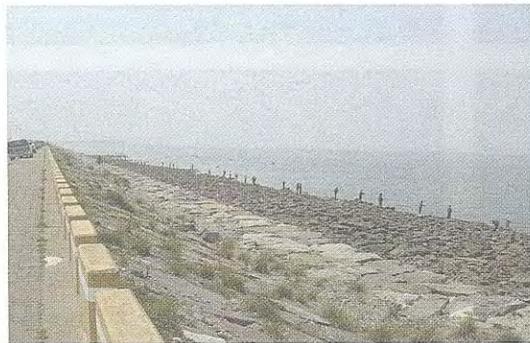
[그림 2-58] 거머리말의 영양지 및 생식지



[그림 2-59] 애기 거머리말의 영양지



[그림 2-60] 잘피숲의 어류, 새 및 어로행위



[그림 2-61] 방조제 공사 등으로 인한 주변 서식상 훼손

[그림 2-62] 득량만 환경보전해역 조사 광경

제8절 득량만 연안개발·관리계획 현황

1. 연안이용·개발계획

가. 간척사업 계획

- 득량만내 간척사업은 일제시대 산미증식을 목적으로 1930년대 보성군 득량·조성면과 고흥군 대서면 일대에 조성된 득량만 간척지를 시작으로 본격적으로 이루어졌음.
- 득량만 간척지는 보성군 득량면 해평리 발금에서 고흥군 대서면 안남리 신흥까지 이 어지는 4.43km 득량만 방조제가 조성되어 있고, 해수를 차단하고 내수를 바다로 방류 하는 배수갑문은 3조가 운영 중임.
- 현재 장흥군 삼산지구와 고흥군 고흥지구는 간척 중에 있는데, 이 중에서 삼산지구는 420.5ha를 매립하여 120.6ha의 담수호를 조성하고 있으며 약 80% 완공률을 보임.

<표 2-69> 득량만 내 간척사업 계획

명칭	주요내용
삼산지구 간척사업	- 위치 : 장흥군 관산읍 삼산리 일대 - 면적 : 매립 420.5ha - 주요시설 : 배후지 101.4ha, 담수호 120.6ha, 방조제 5.9ha - 사업기간 : 1997~2008년
고흥지구 간척사업	- 위치 : 고흥군 고흥읍, 풍양면, 도덕면, 두원면 - 면적 : 매립 3,100ha (개발면적 2,063ha) - 주요시설 : 방조제 2.87km, 담수호 745ha - 사업기간 : 1991~2007년

자료 : 장흥군·고흥군 내부자료

- 전남 최대규모의 간척지구인 고흥지구는 1991년 농림부로부터 공유수면매립면허승인을 받고 2007년 현재 99%의 완공률을 나타냄. 이 지구의 주요시설로 방조제 2.87km, 담수호 745ha, 농지와 담수호의 완충구역으로 인공습지 280ha를 조성하였음.
- 고흥지구는 2005년에서 실시한 고흥지구 간척개발사업 환경영향조사에 따르면, 고흥 방조제 인근 해역에서 어종이 1992년 42종에서 20종으로 절반이상 감소한 것으로 나타남.

- 방조제 앞 해역 6개 지점 해저 퇴적물의 입도도 2002년 침적토(62%), 모래(25%), 점토(18%), 유기물(1.54%)에서 2005년 침적토(62.05%), 점토(20.16), 모래(15.77%), 유기물(5.48%)로 바뀌는 등 모래의 유출이 심화된 것으로 나타남.

나. 관광개발계획

- 득량만 유역 내에 입지할 관광개발사업은 총 13개 사업으로, 해변을 활용한 산책로, 해수욕장 등 중·소규모의 관광개발사업이 대부분임.
- 장흥군의 관광개발계획을 살펴보면, 다음과 같음.
 - 장흥군은 광주대도시권 및 목포도시권의 배후 전원도시로 정비함으로써 오염되지 않은 자연자원과 역사·문화적 소재로 지역을 특성화하여 품격있는 남도문화의 원류를 계승할 수 있는 정주공간으로 육성하고자 하는 것이 목표임.
 - 장흥군은 관광권역을 '북부산악관광권'과 '남부해양관광권'으로 구분하였으며, 이중 남부해양관광권이 득량만 환경관리해역 유역범위에 해당함.
 - 남부해양관광권을 해안·내륙형의 대중적 관광지대로 육성하기 위해 수문해수욕장과 장재도를 장흥관광의 거점지역으로 육성하고, 남해안 일주도로를 정비하여 이를 연계한 해양관광자원을 정비·확충할 계획임.
 - 장흥군의 관광개발사업은 안양면 수문해수욕장을 거점으로 하여 씨포츠 사업, 플로피아 사업 등을 추진할 계획이며, 신동리·삼산리 등 삼산간척지 일원에 해수탕을 조성할 계획임.
- 보성군의 관광개발계획을 살펴보면, 다음과 같음.
 - 보성군의 득량비봉지구의 해양복합레저공간 사업은 지속적으로 증가하는 있는 관광수요를 반영하기 위해 육상에 위치한 비봉공룡공원과 연계하여 실제 화석 발견지까지 체험이 가능한 탐방로(산책로)를 조성하고 갯벌 및 농어촌 체험 등 다양한 시설과 연계하여 복합적인 체험이 이루어질 수 있도록 조성할 계획임.
 - 동 사업에 포함된 위락형 해상잔교는 다른 해상 교량과 달리 준설 및 매립이 동반하지 않고 조성할 계획으로, 해양환경에 직접적인 영향을 미치지 않을 것으로 판단됨.
 - 비봉공룡공원 조성사업의 개발방향은 '공룡을 매개로 한 환경테마공원 조성'으로 관광과급효과를 통한 지역경제의 활성화를 기대하고 있음.

- 보성군은 관광산업과 레포츠를 접목시킨 복합 휴양시설을 개발할 목적으로 전일리·봉강리 일대 27홀의 3,579,904㎡ 규모의 해변골프장 건설을 추진하고 있음.
- 고흥군의 관광개발계획을 살펴보면, 다음과 같음.
 - 고흥군 우도에 대해 현재와 미래가 조화된 환경을 창출하고 대상지의 장소성·상징성을 부여하여 방문객의 인지도를 극대화하기 위한 관광개발계획을 수립하였음.
 - 수변공간의 접근성 및 친수공간 확보를 위해 조깅 및 산책로 조성, 해안변과 연결하여 설치하여 보행자의 안전성과 쾌적성 도모, 갯벌 및 어촌체험장 조성을 계획하고 있음.
 - 고흥군 관광개발기본계획에 따르면 두원면 풍류지구는 호텔, 방갈로, 대형주차장, 자동차 야영장 등을 배치하여 휴양형 거점기능과 주제박물관, 조류관찰, 해양체험공간 등 학습시설을 배치하여 '쉬는 관광'에 비중을 둔 거점을 개발할 계획임. 용동지구는 콘도미니엄과 레포츠 전문상가, 농산물 직판장, 해양여가시설, 오락관 등을 배치하여 '하는 관광'에 비중을 둔 개발할 계획임.
 - 고흥군은 도양읍 일원에 민관투자 합작으로 고흥조선타운을 조성할 계획으로 중소형 조선단지과 배후단지를 조성할 예정에 있어 현재 타당성조사 및 기본설계, 환경영향평가 등 제반 설계 추진 중임.
 - 고흥군 거금도 폐석산부지에 연간 40MW급의 태양광발전소를 건립하는 '거금 솔라 테마파크' 조성사업을 추진할 계획임. 폐석산부지 432,900㎡에 2010년까지 연차적으로 태양광발전소, 홍보관, 조경시설을 건립할 계획으로 단계별로는 1~3단계 각 9.8MW, 4단계 10.6MW로 건설할 예정임. 또 20MW 규모의 태양열 전열판을 생산하는 모듈공장을 건립하고 한방휴양타운 등을 조성할 예정임.

<표 2-70> 득량만 내 관광개발사업 계획 현황

구분	사업명	위치	주요내용	사업면적	사업기간
장 흥 군	씨포츠 사업	안양면 사촌리, 수문리 일원	- 여다지 다목적 광장, 해변 산책로, 친환경 물양장, 민박촌 조성, 키조개 축제 장, 해변 야영장 등	45,060m ²	2006~2009
	플로피아 사업	안양면 사촌리 장재도, 용산면 상발리 남포	- 펜션단지, 해수욕장, 장재 식물공원, 남포마을 특화	422,700m ²	2006~2010
	피셔리나 사업	관산읍 고마리 장환, 무녀도 일원	- 물양장, 관리동, 가두리 낚시장 등	7,830m ²	2007~2009
	패밀리 파크 사업	관산읍 신동리, 삼산리 일원	- 숙박시설, 정남진 해수탕, 자연체험장 등	430,200m ²	2006~2010
	백의종군 호국역사공원 조성	회진면 회진리 980번지 일원	- 먹거리촌, 호국역사공원 조성 등	7,546m ²	2006~2008
	대리 해상 낚시 공원	회진면 대리	- 낚시터 조성	4,713m ²	2007~2009
	블루투어 사업	대덕읍 용암리	- 어촌체험학교, 개매기 체 험장, 민박마을 등	7,530m ²	2006~2007
보 성 군	해양복합레저 공간조성사업	득량면 비봉2리	- 위락형 해상잔교, 어촌체 험관광마을, 어항접안시설, 해양관광루트 개발 등	600,000m ²	2005~2014
	비봉공룡공원 조성사업	득량면 비봉리 일대	- 환경테마공원 조성	256,900m ²	2001~2010
	해변 골프장 건설	전일리·봉강리 일대	- 27홀 골프장 조성	3,579,904m ²	
고 흥 군	우도 관광개발	남양면 남양리	- 조깅 산책로, 갯벌 및 어 촌체험장, 펜션단지 조성	5,400m ²	2007~2010
	풍류지구 개발	두원면 풍류리	- 호텔, 방갈로, 주차장 등		2001~2010
	용동지구 개발	도덕면 용동리	- 콘도미니엄, 농산물 직판 장, 해양여가시설 등		2001~2010
	고흥조선타운	도양읍 일원	- 중소형 조선 특화도시	3,030,300m ²	2011
	태양광 발전소	거금도	- 40MW의 태양광발전소	432,900m ²	2010

자료 : 장흥군, 2005, 정남진권역 관광개발계획; 보성군, 2007, 보성군 종합개발계획; 보성군, 2007, 보성군 연
안관리지역계획; 고흥군, 2006, 고흥군 테마의 섬 개발기본계획; 고흥군, 2000, 고흥군관광개발계획

2. 환경기초시설 현황 및 설치계획

가. 하수도 보급률

- 득량만 배후지역 하수도 보급률은 장흥군 19.4%, 보성군 4.0%, 고흥군 45.3%로 전체 32.4%로 전국평균 83.5%에 비해 매우 낮은 상태임. 고흥군 고흥읍과 도양면의 하수도 보급율은 최근 하수종말처리장의 조성으로 인하여 각각 93.5%, 68.6%로 향상되었음.

<표 2-71> 득량만 내 하수도 보급률

지역	수계	총인구 (명)	총면적 (km ²)	하수처리구역내						하수도 보급률(%)
				계	하수종말처리장인구(명)			면적 (km ²)		
					합계	1차처리	2차처리		3차처리	
득량만		91,319	849	29,617	29,617	-	8,160	21,457	80	32.4
장흥군		21,939	279	4,260	4,260	-	4,260	-	56.50	19.42
관산읍	연안	7,028	71.83	1,659	1,659	-	1,659	-	30.60	23.6
대덕읍	연안	4,568	58.02	185	185	-	185	-	2.00	4.0
용산면	연안	2,939	72.34	165	165	-	165	-	2.40	5.6
안양면	연안	3,599	51.11	1,463	1,463	-	1,463	-	17.50	40.7
회진면	연안	3,805	25.93	788	788	-	788	-	4.00	20.7
보성군		14,640	172	587	587	-	587	-	6.32	4.01
조성면	연안	5,095	44.52	331	331	-	331	-	2.90	6.5
득량면	연안	5,543	73.92	256	256	-	256	-	3.42	4.6
회천면	연안	4,002	53.55	-	-	-	-	-	-	-
고흥군		54,740	397	24,770	24,770	-	3,313	21,457	17.60	45.25
고흥읍	연안	13,576	35.04	12,699	12,699	-	204	12,495	3.33	93.5
도양읍	연안	13,328	33.30	9,146	9,146	-	184	8,962	1.86	68.6
풍양면	연안	4,622	48.00	198	198	-	198	-	0.79	4.3
도덕면	연안	4,059	37.76	1,038	1,038	-	1,038	-	2.32	25.6
점암면	연안	3,655	69.07	609	609	-	609	-	1.68	16.7
과역면	연안	4,702	42.34	652	652	-	652	-	1.25	13.9
남양면	연안	3,250	39.51	-	-	-	-	-	-	-
대서면	연안	3,455	34.39	148	148	-	148	-	0.74	4.3
두월면	연안	4,093	58.07	280	280	-	280	-	5.63	6.8

자료 : 환경부, 2006, 하수도통계

나. 하수처리장 현황

- 득량만 배후지역 내 하수종말처리장은 고흥군에 2개소, 마을하수도시설은 34개소가 입지해 있으며, 총 시설용량은 9,828m³/일임.
- 장흥군에는 하수종말처리장이 없고 마을하수도처리시설 18개소가 구성되어 있어 총 시설용량은 972m³/일로 전체 시설용량의 5.2%에 불과함.
- 보성군도 마찬가지로 득량만 배후지역내 하수종말처리장이 없고 마을하수도처리시설 3개소만 조성면에 위치해 있어 시설용량은 77m³/일임.
- 고흥군에는 고흥읍과 도양면에 각각 2003년과 2005년에 각 4,000m³/일 용량의 하수종말처리장이 각 1개소씩 구성되어 있음. 또한 득량만 배후지역내에 설치된 마을하수도처리시설은 13개소로 총 시설용량 779m³/일임.
- 득량만 내 하수처리시설은 2003년과 2005년 각각 고흥군에 하수종말처리장이 조성되면서 시설용량이 크게 증가하였으나, 여전히 장흥군과 보성군의 생활오수, 축산폐수, 농약, 폐기물 등이 대부분 여과되지 않고 그대로 득량만으로 유입되고 있음.

<표 2-72> 득량만 배후지역내 하수처리시설 현황

지역	시설명계	시설명	소재지	시설용량 (m ³ /일)	처리량 (m ³ /일)	처리효율 (%)	가동 개시일	수계	
득량만				9,828	9,623	98			
고흥군	하수	고흥	고흥읍 호형리	4,000	4,000	100	'03	연안	
	하수	도양	도양면 봉암리	4,000	4,000	100	'05	연안	
장흥군	마을	잣두	관산읍 행원리	20	15	75	'05	연안	
	마을	온천	관산읍 남송리	17	13	76	'97	연안	
	마을	산서	관산읍 삼산리	90	87	97	'03	연안	
	마을	동두	관산읍 신동리	60	50	83	'04	연안	
	마을	산동	관산읍 삼산리	130	100	77	'04	연안	
	마을	송촌	대덕읍 송촌리	60	50	83	'04	연안	
	마을	덕촌	대덕읍 잠두리	40	25	63	'96	연안	
	마을	용인	용산면 면인암	44	40	91	'96	연안	
	마을	사촌1	안양면 사촌리	40	30	75	'98	연안	
	마을	사촌2	안양면 사촌리	17	13	76	'99	연안	
	마을	수문	안양면 수문리	70	60	86	'98	연안	
	마을	교동	안양면 해창리	30	25	83	'99	연안	
	마을	율산	안양면 사촌리	40	35	88	'95	연안	
	마을	용곡	안양면 수문리	39	30	77	'00	연안	
	마을	지천	안양면 지천리	70	56	80	'01	연안	
	마을	해창	안양면 해창리	45	29	64	'01	연안	
	마을	노력	회진면 덕산리	40	30	75	'96	연안	
	마을	대리	회진면 대리	120	91	76	'05	연안	
	보성군	마을	대전	조성면 용전리	25	23	92	'04	섬진강
		마을	삼정	조성면 축내리	12	10	83	'03	연안
마을		중촌	조성면 대곡리	40	32	80	'02	연안	
고흥군	마을	신장전	고흥읍 동암리	50	50	100	'98	연안	
	마을	강동	풍양면 풍남리	40	40	100	'96	연안	
	마을	방사	풍양면 보천리	40	40	100	'97	연안	
	마을	동촌	도덕면 가야리	40	40	100	'96	연안	
	마을	학동	도덕면 도덕리	160	160	100	'02	연안	
	마을	장전	도덕면 장전리	60	60	100	'01	연안	
	마을	용동	도덕면 용동리	80	80	100	'02	연안	
	마을	용두	점암면 대룡리	50	50	100	'96	연안	
	마을	상신	점암면 신양리	50	50	100	'00	연안	
	마을	여호	점암면 여호리	49	49	100	'04	연안	
	마을	장전	대서면 남정리	50	50	100	'98	연안	
	마을	금오	두원면 운대리	50	50	100	'99	연안	
	마을	오수	두원면 영오리	60	60	100	'02	연안	

자료 : 환경부, 2006, 하수도통계

다. 하수관거 현황

- 득량만 배후지역의 하수관거는 계획연장 491,005m 중 119,670m가 설치되어 있어 보급률을 24.4%에 그침. 득량만 배후 행정구역 중 고흥군이 하수관거 보급률의 44.3%를 차지하였으나 전부가 고흥읍과 도양읍에 집중되어 있어 관내 다른 지역에는 하수관거가 전무한 실정임. 또한, 장흥군과 보성군의 하수관거율도 각각 25.8%, 10.5%에 불과함.

<표 2-73> 득량만 배후지역내 하수관거 현황

구분	수계	계획연장(m)	시설연장(m)	보급률(%)
득량만		491,005.0	119,670.0	24.4
장흥군		122,016.0	31,522.0	25.8
관산읍	연안	33,300.0	7,778.0	23.4
대덕읍	연안	73,918.0	15,830.0	21.4
회진면	연안	14,798.0	7,914.0	53.5
보성군		222,560.0	3,277.0	10.5
조성면	연안	86,838.0	6,724.0	7.7
득량면	연안	122,607.0	10,512.0	8.6
회천면	연안	13,115.0	6,041.0	46.1
고흥군		146,429.0	64,871.0	44.3
고흥읍	연안	57,469.0	31,026.0	54.0
도양읍	연안	62,725.0	33,845.0	54.0
풍양면	연안	13,905.0	-	-
과역면	연안	12,330.0	-	-

자료 : 환경부, 2006, 하수도통계

라. 분뇨처리장

- 분뇨처리장은 유역 해당 군별로 각 군별 1개소씩 있으며, 총 시설용량은 195m³/일로 각 군별 처리장의 규모는 비슷함. 고흥군 도덕면에 위치한 고흥분뇨처리시설은 한외여과막을 사용하고, 보성과 장흥분뇨처리장은 액상부식법을 사용하고 있음.

<표 2-74> 분뇨처리장 시설현황

지역	시설명	소재지	시설용량 (m ³ /일)	처리량 (m ³ /일)	처리 공법	가동 개시일	방류수역		
							지류	분류	수계
고흥군	고흥	도덕면 신양리	95	51	한외여과막	1996년	-	-	연안
보성군	보성	미력면 덕림리	50	46	액상부식법	1997년	하수연계처리		
장흥군	장흥	장흥읍 금산리	50	34	액상부식법	1991년	부동천	탐진강	탐진강

자료 : 환경부, 2006, 하수도통계

마. 폐기물 매립장 및 소각장 현황

- 폐기물매립장은 총 5개소가 있는데, 이중 장흥군 2개소, 보성군 2개소, 고흥군 1개소가 각각 분포하고 있음. 폐기물 매립장의 총면적은 191,302m²이며, 총 매립량은 874,027m³, 잔여매립가능량은 553,552m³임. 매립후 토지는 대부분 잡종지로 이용될 계획임.

<표 2-75> 득량만 배후지역 폐기물매립장 현황

구분	소재지	총 매립지 면적(m ²)	총 매립용량 (m ³)	기매립량 (m ³)	잔여 매립가능량 (m ³)	2005년 매립량 (m ³)	사용기간	매립후 이용계획
합계	5개소	191,302	874,027	320,475	553,552	40,885		
장흥군	부산면 부춘리	77,602	238,000	145,500	92,500	5,500	1998-2011	잡종지
	회진면 회진리	42,870	274,000	633	273,367	505	2004-2033	잡종지
보성군	보성읍 용문리	5,130	51,577	14,237	37,340	3,680	2001-2010	잡종지
	별교읍 영동리	1,700	5,450	5,105	345	200	2000-2006	잡종지
고흥군	고흥읍 호형리	64,000	305,000	155,000	150,000	31,000	2000-2029	공공용지

자료 : 환경부, 2006, 전국폐기물통계

- 폐기물 소각시설은 보성군과 고흥군에 각각 1개소가 분포하고 있으며, 이들 소각시설의 총 시설용량은 1,458kg/시간이며, 열분해와 화격자 방식으로 소각됨.

<표 2-76> 득량만 배후지역 폐기물소각장 현황

구분	소재지	시설용량 (kg/시간)	소각방식	운영방식	2005년도 처리량(톤)	설치기간
보성군	보성읍 용문리 616-1	833	열분해	연속식	3,170	2001.06.15
고흥군	고흥읍 호형리 1164	625	화격자식	준연속식	3,699	2001.08.20

자료 : 환경부, 2006, 전국폐기물통계

바. 하수처리장 설치 계획

- 장흥군에서는 장흥, 관산, 대덕, 회진에 각각 1개소씩 총 4개소에 시설용량 6,700천톤/일 규모의 하수종말처리장을 설치할 계획이며, 관산 우산, 용산 상밭, 회진 대리에 마을하수도처리시설을 설치할 계획임.

<표 2-77> 장흥군 하수종말처리장 및 마을하수처리시설 건설계획

명칭	시설용량 (천톤/일)	사업기간	투자사업비
장흥	6,700	2004 ~ 2008	88,195
관산	4,400	2004 ~ 2008	52,981
대덕	700	2004 ~ 2008	10,429
회진	1,000	2004 ~ 2008	17,852
관산 우산	95		1,356
용산 상밭	60		1,859
회진 대리	120		1,510

- 득량만 배후지역 내 보성군의 하수처리시설계획은 득량면과 회진면에 각각 마을하수도처리시설 14개소와 10개소로 총 24개소, 시설용량 1,485톤/일 규모의 시설을 조성할 계획임.
- 고흥군은 고흥읍과 도양읍에 조성한 하수종말처리장외에 풍양면, 포두면, 과역면, 금산면, 도화면에 하수종말처리장을 건설할 계획으로 계획의 완료시점인 2011년에는 11,300 m³/일 규모의 시설이 들어설 계획임.
- 마을하수도설치계획은 59개소 5,035m³/일 규모의 시설이 들어설 계획임.

<표 2-78> 보성군 마을하수처리시설 건설계획

읍 면	명 칭	동 리	처리구역	시설용량 (천톤/일)	사업기간	방류수역
득량면	금능	해평리	금능	0.05	2006년이후	득량만
	안심촌	오봉리	안심촌	0.05	"	득량만
	선소	비봉리	선소	0.05	"	득량만
	덕산	덕산리	덕산	0.02	"	득량만
	초암	덕산리	초암	0.03	"	득량만
	보흥	덕산리	보흥	0.04	"	득량만
	금평	덕산리	금평	0.02	"	득량만
	강골	덕산리	강골	0.015	"	득량만
	상작천	상작천	상작천	0.06	"	득량만
	하작천	하작천	하작천	0.015	"	득량만
	조양	조양리	조양	0.03	"	득량만
	구룡	구룡리	구룡	0.02	"	득량만
	청암	청암	청암	0.05	"	득량만
	상파청	사파청	상파청	0.02	"	득량만
회천면	연동	서당리	연동	0.05	2006년이후	득량만
	회령2리	회령리	회령2리	0.16	"	득량만
	전일2리	전일리	전일2리	0.06	"	득량만
	군농1리	군농	군농1리	0.11	"	득량만
	서당1리	서당	서당1리	0.16	"	득량만
	서당2리	서당	서당2리	0.16	"	득량만
	군농2리	군농	군농2리	0.1	"	득량만
	화죽1리	화죽	화죽1리	0.085	"	득량만
	화죽2리	화죽	화죽2리	0.07	"	득량만
객산	객산리	객산	0.06	"	득량만	

자료 : 보성군 하수자원계 내부자료, 2005

<표 2-79> 고흥군 하수처리시설 건설계획

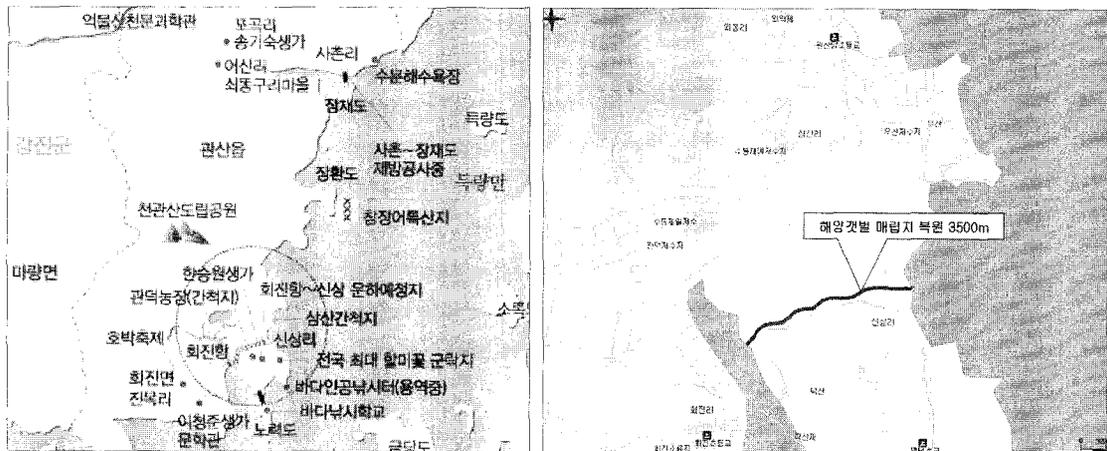
처리시설	시설용량(m ³ /일)					착공 년도	가동 년도	목표 년도
	기 존	2006년	2011년	2016년	2021년			
고 흥	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	-	-	-
도 양	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	-	-	-
풍 양	-	700	700	700	700	2005	2006	2021
포 두	-	600	600	600	600	2005	2006	2021
과 역	-	700	700	700	700	2005	2006	2021
금 산	-	-	700	700	700	2009	2011	2021
도 화	-	-	600	600	600	2009	2011	2021

<표 2-80> 고흥군 마을하수도 처리시설 건설계획

면 명	마을하수도	용량(m ³ /일)	단 계	비 고
합 계		5,035		59 개소
고흥읍	호동	50	4	1 개소
도양읍	시산	65	2	3 개소
	장수	65	3	
	관리	60	4	
풍양면	풍남	160	1	2 개소
	매곡	50	3	
도덕면	도덕	80	3	6 개소
	가동	65	3	
	내봉	70	4	
	당동	70	4	
	오마	50	5	
	신양	50	5	
점암면	연봉	50	5	1 개소
과역면	내백	50	3	3 개소
	도야	50	4	
	내로	90	5	
남양면	남양	80	1	5 개소
	선정	50	2	
	와야	60	4	
	대곡	60	5	
	중산	50	5	
대서면	대서	140	1	5 개소
	송림	70	2	
	장선	60	2	
	송강	60	3	
	신기	50	4	
두원면	두원	90	1	6 개소
	대전	80	1	
	풍류	60	1	
	예회	70	3	
	대덕	110	3	
	금성	70	4	

3. 환경개선사업 실적 및 계획

- 해양수산부에서는 전라남도 장흥군 회진면 일원(회진~신상간 매립지)에 1965년에 조성한 방조제를 허물고 바닷물을 끌어들이어 갯벌로 복원하는 사업인 '장흥 회진~신상간 매립지 통수시설' 사업을 시행할 계획임. 이 사업은 해양수산부 연안정비사업의 일환으로 진행되는 것으로 통수시설(운하 3,500m), 배수갑문 2개소, 교량 3개소, 산책로 등을 조성할 계획임.
- '장흥 회진~신상간 매립지 통수시설' 조성사업은 2007년 7월 해양수산부가 기본계획의 타당성 조사와 지반·수심측량 등을 마친 후 2009년에 완공할 예정임.
- 이 사업은 방조제 축조로 인한 불량한 조류 소통을 개선하여 회진항의 기능을 회복하고, 매립된 해양 및 갯벌복원으로 생태계 보전 및 어장생산성 향상을 기대하며, 오염된 해양 환경을 친수공간으로 복원 조성하여 건강 휴양촌인 정남진과 연계한 관광자원화로 지역 경제 활성화를 도모하고자 시행할 예정임.



[그림 2-63] 장흥 회진~신상간 매립지 통수시설사업의 위치

- 연안어장의 환경을 개선하기 위해 실시하고 있는 어장정화사업은 퇴적물 수거, 바닥갈이, 경운, 객토, 해적생물 구제 등을 통하여 어장생산성을 향상시킬 뿐 아니라 안전하고 위생적인 수산물의 생산 공급 기반을 조성하기 위해 1991년부터 실시해 왔음.
- 장흥군에서는 1992~2006년의 기간 동안 10,119ha에 대해 2,199백만원을 투자하여 각종 퇴적 오염물 및 폐어망·어구 등을 수거하는 어장정화사업을 실시하였음.
- 보성군은 득량만 해역에 대해 1992년부터 2006년까지 6,553ha에 대해 1,002백만원을 투자하여 어장정화사업을 실시하였음.

- 고흥군은 1991년부터 2007년까지 9,250ha에 대해 7,886백만원을 투자하여 어장정화사업을 실시하였음.

<표 2-81> 어장정화사업 실적

년도	사업량(ha)	사업비(천원)	비 고	
장흥군	소계	10,119	2,199,403	
	1992~1998년	8,645	971,611	1999년과 2000년 미실시
	2001년	450	420,000	
	2002년	200	210,000	용암
	2003년	300	242,100	신동
	2004년	242	161,400	대리
	2005년	90	40,200	안양, 용곡, 울산
	2006년	192	154,092	회진, 신상
보성군	소계	6,553	1,002,635	
	1992~1999년	6,443	913,865	2000~2005년 미실시
	2006년	110	88,770	
고흥군	1991~2007년	9,250	7,886,000	양식어장: 2,190ha 특별어장: 7,060ha

- 연안어장의 환경개선을 위하여 2008년부터 실시할 양식어장 정화사업 계획은 다음과 같음.
 - 장흥군은 1,078ha에 대해 869백만원(국비: 697백만원/지방비: 172백만원)을 투자하여 해조류 및 패류 양식장의 어장정화사업을 실시할 계획임
 - 보성군은 1,522ha에 대해 872백만원(국비:719백만원/지방비:152백만원)을 투자하여 패류 양식장의 퇴적 오폐물을 인양처리할 계획임.
 - 고흥군은 1,600ha에 대해 800백만원을 투자하여 어장정화사업을 실시할 계획임.

<표 2-82> 어장정화사업 계획

구분	년도	사업량(ha)	사업비(천원)	비 고
장흥군	2008~	1,078	869,000	해조류 또는 패류 양식장
보성군	2008~	1,522	872,000	패류양식장 퇴적 오폐물
고흥군	2008~	1,600	800,000	양식어장

〈참 고 문 헌〉

- 건설교통부 산업입지정보센터, 2007, 2006 전국산업단지 통계
- 고흥군, 2000, 고흥군관광개발계획
- _____, 2006, 고흥군 테마의 섬 개발기본계획
- _____, 2007, 하수도정비
- 국립수산과학원, 2005, 연안어장평가보고서
- 보성군, 2007, 보성군 연안관리지역계획
- _____, 2007, 보성군 종합개발계획
- 신영태·이상민, 2003, 어장정화사업의 체계적 추진방안, 한국해양수산개발원
- 윤양호, 2003, 득량만 표층퇴적물 중 유기물의 시·공간적 분포 및 기원, 한국환경과학회
지 제12권(제7호), pp.735~744.
- 이태원 외 4인, 2000, 남해 안골만 잘피밭 어류 종조성의 계절변동, 한국수산학회지, 33(5),
pp. 439-447.
- 일본수산자원보호협회, 1980, 신편수질오탁조사지침
- 장흥군, 2003, 장흥비전 2010 개발계획
- _____, 2005, 정남진권역 관광개발계획
- 전라남도, 2005, 전라남도 도정백서
- 최성애·박상우, 2004, 우리나라 해양관련 보호구역에 관한 제도정비 방향, 한국해양수산
개발원
- 통계청, 2005, 농어업총조사
- _____, 2005, 인구총조사
- 동화기술 편집부, 1998, 수질오염·폐기물·토양오염 공정시험방법, 동화기술
- 해양수산부, 2004, 환경관리해역 환경개선연구(Ⅲ)
- _____, 2007, 2007년 해양수산사업 집행지침
- _____, 2006, 어장관리기본계획-어장환경 보전·개선-(2007~2011)
- 해양수산부·한국어촌어항협회, 2006, 어촌어항 기초조사 결과

- 허성희 외 2인, 1998, 광양만 잘피밭에서 잘피와 착생해조류의 계절 변동, 한국수산학회지, 31(1), pp. 56-62.
- 홍금수, 2004, 득량만과 해창만의 간척지 개발, 문화역사지리 제16권 제3호, pp. 86-120.
- _____, 2006, 전국폐기물통계
- _____, 2006, 하수도통계
- APHA. AWWA. WPCF., 1992. Standard methods for the examination of water and waste water. 18th edition.
- Gulbert, R.O., 1987. Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring. Van Nostrand Reinhold. New York. 320pp.
- Huh, S.H., 1998, "Species composition and seasonal variations in abundance of fishes in eelgrass meadows", Bull. Korean Fish. Soc., 19(5), pp. 509-517.
- Kuo, J. and J. McComb, 1999, Seagrass taxonomy, structure and development. In Larkum, A. W. D., A. J. McComb, and S. D. Sjepherd., Biology of Seagrass, Elsevier Science Publishers, New York, p.841.
- Kwak, SN et al., 2006, "Comparisons of Fish Assemblages Associated with Eelgrass Bed and Adjacent Unvegetated Habitat in Jindong Bay", Korean J. Ichthyol, 18(2), pp. 119-128.
- Lipton, W. et al., 1995, Economic valuation of natural resources: A Handbook for Coastal Resource Policyakers. NOAA Coastal Ocean Program Decision Analysis Series NO. 5, Silver Spring, MD. p. 131.
- MOE (Ministry of Environment), 1999, Founding guide of total pollutant loads control (Notification No 143), MOE, Seoul, Korea, pp. 86.
- Perez-Lioren, J.L. and F.X. Niell, 1993, Seasonal dynamics of biomass and nutrient content in the intertidal seagrass from Palmones River estuary, Spain. Aquat. Bot., 46, pp. 49-66.
- Short, F.T., 1987, Effects of sediment nutrients on seagrass: literature review and mesocosm experiment, Aquat. Bot., 27, pp. 41-57.

Texas Parks & Wildlife, 1996, Seagrass Conservation Plan for Texas.

Tomlinson, P.B., 1982, Anatomy of the Monocotyledins, Vol.VII, Clarendon Press, Oxford.

Virnstein, R.W. et al., 1983, "Seagrass beds versus sand bottoms: The trophic importance of their associated benthic invertebrates", Fla. Sci., 46, pp. 363-381.

<http://industryland.or.kr/> 산업입지정보센터

<http://www.nso.go.kr> 통계청홈페이지

<http://www.jeonnam.go.kr/> 전라남도청 홈페이지

<http://industryland.or.kr/> 건설교통부 산업입지정보센터

<http://www.boseong.go.kr/ko/> 보성군청 홈페이지

<http://www.jangheung.go.kr/> 장흥군청 홈페이지

<http://www.goheung.go.kr/> 고흥군청 홈페이지

<http://portal.nfrdi.re.kr/envirodata> 국가해양환경측정망, 국립수산과학원.

<http://portal.nfrdi.re.kr/external/environment/redtide/main.jsp> 적조정보, 국립수산과학원