

해양폐기물 수거선박 요구조건 및 선단구성

조용진⁽¹⁾, 문일성⁽¹⁾, 신명수⁽¹⁾, 유정석⁽¹⁾, 강창구⁽¹⁾

Functional Requirement of Marine Waste Cleaning Ships and Organization of the Fleets

by

Yong-Jin Cho⁽¹⁾, Il-Sung Moon⁽¹⁾, Myung-Soo Shin⁽¹⁾, Jeong-Seok Yu⁽¹⁾ and
Chang-Gu Kang⁽¹⁾

요 약

본 논문은 해양 폐기물 수거선박과 선단구성의 초기개념개발에 대하여 논한다. 운용요구조건을 도출하기 위해 해역의 운용환경, 유사선, 관련법규 및 규정을 조사하고 임부분석을 통해 선박과 선단의 사양요구조건(TLR)을 작성하였다. 국내연안의 침적 폐기물 추정량을 토대로 수거에 필요한 선박규모의 여러 대안을 도출하고 경제성, 효율성을 검토하였으며 국내연안에 적합한 수거선박과 선단을 구성하였다.

Abstract

This paper describes on the initial procedure of the concept development for marine waste cleaning ships and her fleets. We investigated and analyzed about missions, operating ocean environments; similar cleaning ships, laws and regulations for determining the functional requirements of ships and fleets, and then top-level requirements were drawn out. According to the volume estimation of marine wastes in domestic coastal and shoreline, we made the alternatives, combination of some design factors, for the evaluation of economical efficiency. As a result of this study, we organized the fleets of marine waste cleaning ships adapted to the environments of domestic coastal.

Keywords: Marine waste cleaning ship, Functional requirements, Economical efficiency

(1) 정회원, 한국해양연구원 해양시스템안전연구소

1. 서 론

우리의 바다는 산업화와 인구의 증가로 지속적으로 파괴되고 있고, 관리보존을 소홀히 하여 현재의 해양은 자정능력을 넘어 해양오염이 심각하며 해양자원의 감소로 이어지고 있다. 또한 국내 연안해역의 산업화, 해양개발, 대규모 어업활동 및 레저활동의 증가로 각종 오염물질이 바다로 유입되어 심각한 폐해를 끼치고 있다.

과거 국내에서는 해양폐기물에 대한 문제의식 부족, 해양자정능력에 대한 무한한 기대 등으로 해양 오염문제의 심각성 해결을 위한 개선노력과 연구가 체계적으로 이루어지지 못하였다. 그러나, 90년대 초부터 학계, 연구소, 민간단체 등을 중심으로 해양폐기물에 의한 해양환경피해 및 생태계 보전을 위한 노력이 시작되었으나 규모나 성과는 미미하였다. 최근 해양수산부를 중심으로 해양폐기물 수거에 집중적인 투자를 하고 있고, 해양보존과 오염방지에 대한 활발한 보호활동이 시작되어 해양관련 종사자들의 인식도 크게 향상되어 가고 있다.

본 연구에서는 국내 연안해역의 해양폐기물 수거와 처리시스템 개발연구의 일부로 해저에 침적 또는 수면에 부유 되어 있는 해양폐기물을 효율적으로 수거하기 위한 적절한 시스템 개발을 최종 목표로 하고 있다. 이를 위해 국내연안 해양폐기물 발생량 추정결과를 토대로, 해양환경에 적합한 수거선박과 수거선단의 요구조건을 도출하였고, 수거지역으로부터 처리지역까지 경제적으로 운반할 수 있는 운반선을 포함하는 수거선단을 구성하였다.

2. 수거선박의 요구조건 도출

현재 국내에서 해양 폐기물의 수거와 처리는 주로 청항선, 어항청소선, 어장정화선등의 전용선박이 사용되고 있고, 일부는 민간업체에 의한 용역사업으로 수행되고 있다. 수거해야할 폐기물의 규모에 비하면 전용선박이 매우 부족하다는 것이 담당자들의 일반적인 의견이다.

개발 예정인 수거선박의 요구조건을 도출하기 위하여 국내외에서 운용되고 있는 수거선박의 자료조사를 수행하고, 개발될 수거선박이 운용될 해양 환경을 조사하였다. 또한, 관련법규를 검토

하여 수거선박의 초기 개념개발을 위한 요구조건을 도출하였으며 이를 근거로 하여 수거선박의 사양을 확정하였다.

2.1 수거선 자료조사

해양폐기물 수거선박의 개념도출을 위해서 국내외 해양폐기물 수거선박의 자료조사를 수행하였고, 아울러 국가어항 제1종 어항, 제3종 어항과 연안항로에서 활동중인 수거선의 운용 환경을 조사하였다. 이를 근거로, 국내 환경에 적합한 해양폐기물 수거선박의 요구조건, 초기개념을 도출하였다.

(가) 외국의 해양 폐기물 수거선박 조사

외국의 유사 해양폐기물 수거선박은 국민의 해양에 대한 인식, 문화 및 환경의 차이로 인해 국내와는 다르게 해양폐기물 형태 및 종류 면에서 많은 차이를 보이고 있다. 대부분의 선진 해양국들의 해양폐기물은 주로 육상으로부터 유입되는 부유폐기물과 해저면에 퇴적된 뿔 및 오니들로서 이를 제거하기 위해 부유폐기물 수거선박(Trash Skimmer) 및 준선설(Dredging Ship)으로 크게 구별된다.

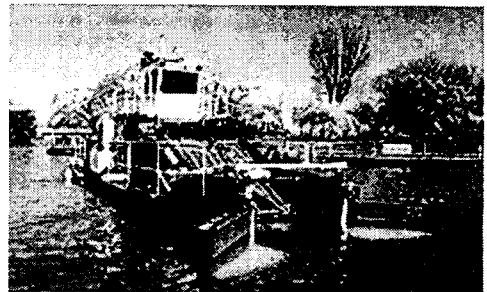


Fig. 1 Conventional floating wastes cleaning ship

외국에서는 본 연구와 같이 항구와 연안 해저 침적 폐기물 전용 수거선박의 개발, 운용 예를 찾아 볼 수 없었다. 유사선박으로서, Fig. 1은 선수 포집부에서 쓰레기를 모은 뒤, 컨베이어로 인양하는 장비를 갖춘 항내 및 호수의 부유폐기물 수거선박이다. Fig. 2는 하천 및 항만 내 수심 확보를 위한 준설과 해저면의 뿔 및 오니 등을 제

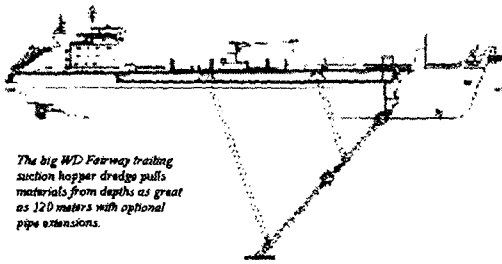


Fig. 2 Conventional dredging ship

거하기 위한 것으로 흡입펌프나 버킷 등의 인양장치를 이용하여 해저 오염물질을 수거하는 준설선이다.

(나) 국내 해양폐기물 수거선박

국내의 해양폐기물 수거 전용선박은 지방 자치단체의 어장정화선, 어항협회의 어항청소선 및 방제조합의 청항선으로 크게 구분된다. 이와 같은 기존선박들은 수거대상 구역이 매우 한정적일 뿐 아니라 선박 및 장비의 부족으로 연간 총 발생량 처리에는 절대적으로 적은 규모이다. 특히, 연안 해저면의 폐기물수거는 적절한 장비가 없는 상태이며 전용선박 개발 시도도 이루어지지 못하고 있는 형편이다.

본 연구에서는, 첫 번째 단계로서 현재 운용중인 선박에 대한 수거 및 운용개념에 대한 기초 자료를 수집하여 전용 수거선박의 개발에 활용하고자 하였다. 유사선의 실효역 운용상태를 파악하기 위하여 진출한 대표적인 3가지 수거선박의 실효역 수거작업을 참관하였다. 또한, 승조원과의 의견교환을 통하여 자료를 보완하였다.

이 작업선들의 규모 및 수거대상 폐기물을 Table 1에 정리하였으며, 해저폐기물 수거개념 정립시 반영되어야 할 사항들을 규모 및 운용여건이 비슷한 어장정화선과 어항청소선을 중심으로 조사·정리하였다.

2.2 개발대상 수거선박의 운용환경 및 관련법규

개발 대상선의 운용환경 조사를 위해 국내 연안 환경에 대한 조사를 수행하였다. 집중적으로 작업을 수행 할 연안과 어항을 중심으로 동해, 서해 및 남해의 해역별로 나누어 Table 2에 정리하였다.

Table 1 Domestic marine cleaning ships and target waste

	어장 정화선	어항 청소선	청항선
규모 (총톤수)	100톤급	15톤급	30톤급
소속	지자체	어항협회	방제조합
수거 지역	연해 양식어장	1, 3종 어항	연안항 및 무역항
수거대상 폐기물	양식장 해저 폐기물 (페어망, 로프, 패각류 등)	항내 부유 및 해저 폐기물 (와이어로프, 폐선용품, 페어망, 부유쓰레기)	항내 부유 폐기물 (육상유입 각종 부유 폐기물)

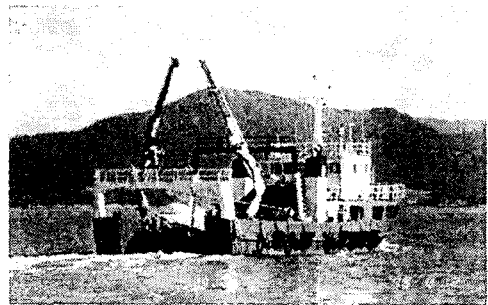


Fig. 3 Aquafarm seabed cleaning ship



Fig. 4 Fishing port cleaning ship

또한, 각 지방 자치단체 해안선 거리의 산출로 수거된 폐기물을 운반할 운반선의 운송거리를 추정하였으며, 이를 근거로 소요척수를 산정하여 수거선단을 구성하였다(Table 3).

Table 2 Operational environment of marine cleaning ship

특성 해역		수심 (m)	조석차 (m)	조류/ 해류 (m/sec)	파고 (H _{1/3} m)	지형 (해저면)
서 해 안	1, 3 종 항 해안, 항로	1~5	3~8.5	0.5~3.0	0.1~0.5	진흙 +모래
				-	1.0~2.0	
남 해 안	1, 3 종 항 해안, 항로	5~15	1~3	0.1~1.5	0.1~0.5	진흙 +모래
				0.2~0.5	1.0~2.0	
동 해 안	1, 3 종 항 해안, 항로	10~30	0.1~1.0	0.05~0.2	0.1~0.5	모래 +암반 +진흙
				0.5~2.0	2.0~3.0	

Table 3 coastline length of each local government

지방자치 단체	해안선의 길이 (해리)	지방자치 단체	해안선의 길이 (해리)
인천	82.2	부산	44.6
경기	69.5	울산	31.9
충남	107.4	경북	101.1
전북	69.5	강원	120.1
전남	290.7	제주	126.4
경남	176.9		

해양폐기물 수거선박의 건조 및 실행역 운항 시, 적용되는 주요법규로는 선박법, 선박안전법과 어선법(통합발효 예정), 각종 설비기준 및 시행규칙 등이 있으며 해양오염방지법, 어항법 등이 일부 적용되어야 할 국내 법규로 조사되었다. 또한, 국제조약인 국제해사기구(IMO)의 해양오염방지조약(MARPOL : 1987 International Treaty on the Prevention of Marine Pollution by Ships)을 만족할 수 있도록 설계, 운용되어야 한다.

2.3 수거선단의 요구조건 도출

(가) 수거선박 최상급 요구조건 (Top Level Requirement)

해양폐기물 수거선박의 운용환경과 국내외 유사

선박의 조사자료를 토대로 개발대상 수거선의 최상급 요구조건을 도출하였다. 일일목표 수거량은 선단의 운용비용 경제성 평가 부분이 고려되어 도출되었다. 수거선박의 형태는 수심을 고려하여 서해안은 홀수가 낮은 수거 바지선으로, 동해안, 남해안은 기동성이 우수한 수거선박으로 분류하여 최상급 요구조건을 도출하였다.

(1) 주요임무 설정

- 기본 주요임무
 - 해저폐기물 및 부유 폐기물
- 수거해역
 - 국가어항 제1종, 제3종 어항 및 연안해양/항로해역 (해양수산부 관할구역)
- 일일 목표 수거량
 - 40 ton/일 (선단구성 평가결과에 의함)
- 연간 운용일수
 - 100일 (작업시간 800시간) 이상
- 부차임무
 - 기타 폐기물수거 및 조사 지원
 - 적조 발생시 황토살포 지원

(2) 수거시스템

- 다관절크레인 형태 해저 폐기물 수거장비
- 수중카메라 탑재에 의한 모니터링 시스템
- DGPS에 의한 정확한 수거선박 위치확보 시스템
- 스틸 와이어 로프 절단기능 보유
- 부유폐기물 수거장비
- 수거 폐기물, 운반선 이송능력 보유

(3) 수거선박 형태

- 수심 및 조석 고려, 2가지 형태로 개발추진
- 남해, 동해안
 - 우수한 기동성, 장거리 이동가능 작업선
 - 작업속도 : 3노트 이상
 - 이동속도 : 10노트 이상
 - 항속거리 : 300해리이상 (전남해안선 290해리 편도기준)
 - 서해안
 - 천수에서 작업 가능선박
 - 작업가능 홀수 : 1.5미터
 - 작업속도 : 3노트 이상
 - 이동속도 : 5노트 이상

해양폐기물 수거선박 요구조건 및 선단구성

- 항속거리 : 100해리이상
(충남해안선 107해리 편도기준)

(4) 기타 요구조건

- 운반선 : 전용화된 운반선 필요
- 기타 지원시스템 및 소요
 - 유압시스템 지원동력, 수거 폐기물의
세정용 해수분사 시스템

(나) 운반선 최상급 요구조건(TLR)

수거된 폐기물을 육상의 전처리장으로 운송하는 운반선의 최상급 요구조건은 다음과 같이 정리되었다.

(1) 주요임무

- 수거 쓰레기를 전처리장으로 이송
- 운송거리 : 지자체별 산정

(2) 운송능력

- 운반량 : 일 40톤
- 운반속도 : 12 노트 이상
- 항속거리
 - 서해안 : 250해리
(충남해안선 107해리 왕복기준)
 - 동해안, 남해안 : 650해리
(전남해안선 290해리 왕복기준)

(3) 기타 성능사양

- 운송시스템의 특성
 - 적하역설비는 수거선 및 전처리장의
크레인사용
- 기타 지원시스템 및 소요사양
 - 수거선의 예인을 위한 장치 필요

3. 해양 폐기물 수거선단 구성

해양폐기물 수거선단은 수거선과 수거된 폐기물을 육지로 운반하는 운반선으로 구성한다. 지자체별 발생량과 수거시스템의 적정 수거능력이 고려되어 선단구성 방안이 만들어 졌으며, 이 안으로 경제성 평가를 수행하여 최적의 정화선단(안)을 도출하였다. 수거 목표는 연간 해양폐기물 총발생량 추정결과에 따라 2003년 기준, 12.4만톤 이다.

3.1 폐기물 적정 수거규모 산정

현재 사용되고 있는 어항청소선은 수거선박의 규모가 매우 작고 해저 폐기물, 부유폐기물 두가지를 모두 수거하고 있으므로 해저폐기물만의 정확한 산정은 어렵다.

남해안 해저 폐기물의 밀집구역이라 할 수 있는 통영항과 여수항의 어항 정화사업 자료에 의하면 해저에서 인양한 해저폐기물의 양이 일일 약 20톤 정도로 조사되었다. 이를 기준으로 볼 때 수거장비의 적절한 조합과 개선이 이루어 질 경우 하루 30톤 이상의 수거는 가능할 것으로 판단된다.

또한, 폐기물의 해역별 분포와 밀집도에 따라

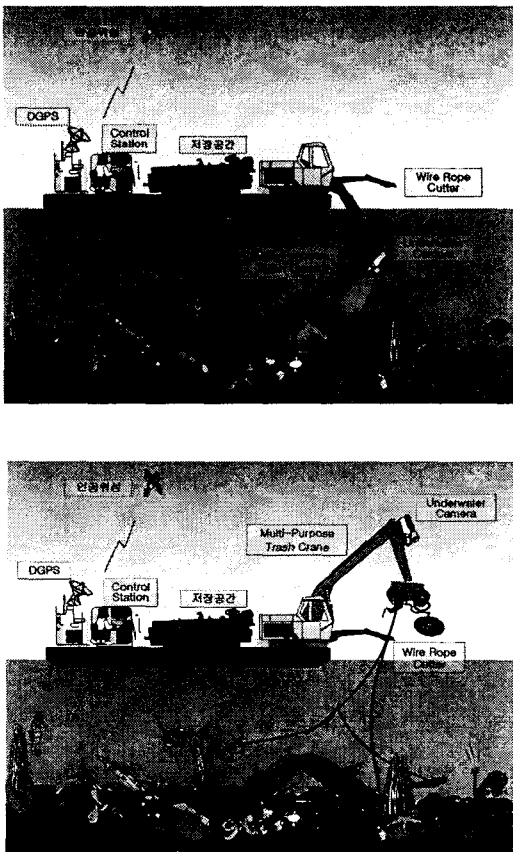


Fig.5 Conceptual arrangement plan of seabed cleaning system

일일 수거량이 변화를 보이고 있기 때문에 30톤을 기준으로 하여 10톤이 증감된 일일 20톤, 40톤의 수거규모에 대한 선단구성 검토가 필요할 것으로 판단된다. 따라서 일일 적정 수거규모를 20톤, 30톤 및 40톤으로 가정하여 경제성 평가를 위한 대안을 구성하였다.

3.2 정화선단의 적정규모 산정 및 최적구성 검토

(가) 선단구성을 위한 대안의 변수구성

유사선이 없는 일반적인 선박설계 과정과 본과제의 초기 선단 구성과정을 비교해 보면 Fig. 6과 같다. 이에 따라 본 과제의 요구조건과 선박의 특성(Ship Characteristics)중에서 다음과 같은 4가지의 변수를 선정하여 파라미터 검토(Parametric Study)를 통하여 선단 구성(안)을 도출하였다

1. 연간 해양폐기물 지자체별 발생량 (추정량을기준)
2. 수거선박의 해양폐기물 수거능력
3. 폐기물 전처리장의 규모 (지자체별 적정한 분포)
4. 운반선의 활용방안 (유휴선박의 활용)

(나) 경제성 분석을 위한 수거선단 대안 구성
경제성 분석을 위한 선단 구성방안은 다음의 4가지로 이루어져 있다.

- ① 해역별 발생량 : 11개 지자체
- ② 수거능력 : 20, 30, 40톤/일
- ③ 전처리 : 30톤, 90톤/일
- ④ 운반선 : 신조, 유휴선박 활용

구성방안의 갯수는 총 $11 \times 3 \times 2 \times 2 = 132$ 개이다. 전처리장 규모는 이미 최적으로 구성되어 있으므로 경제성평가의 변수로는 활용하지 않았고 수거선박의 수거능력과 운반선의 운반능력으로 대안을 제안하였다. 각 항의 대안구성법은 Table 4와 같다.

(1) 해역(지자체)별 발생량 추정

연간 발생하는 해양폐기물은 2003년 기준, 해안선에 접한 11개 지자체별 발생량을 처리량 변수로 설정하였다.

(2) 수거선박 수거능력

일일 평균 30톤을 기준으로 10톤의 증감을 고려하여 20톤, 30톤 및 40톤으로 설정하였다.

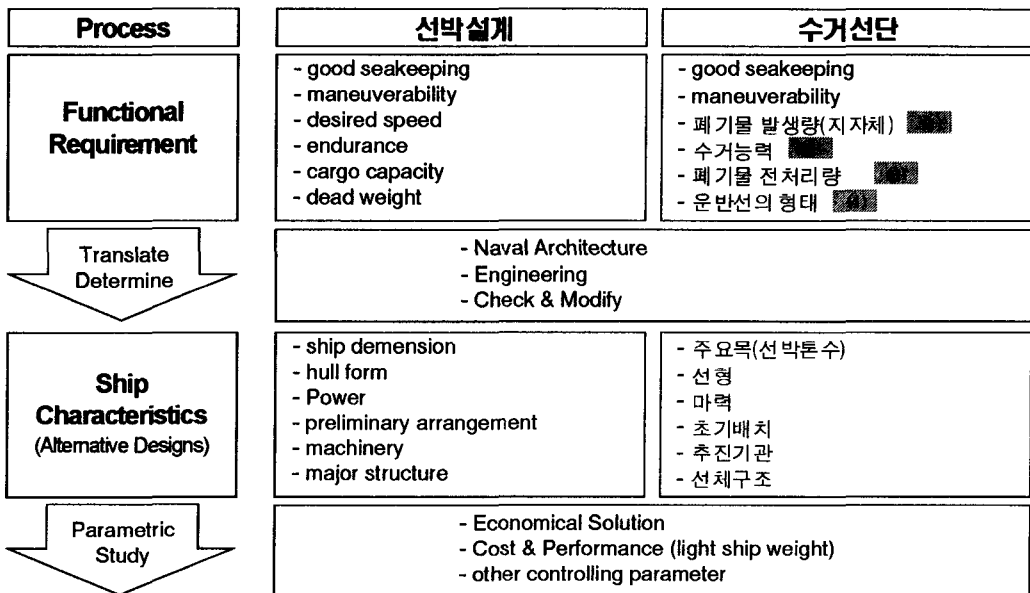


Fig. 6 Ship design and fleet organization process

해양폐기물 수거선박 요구조건 및 선단구성

Table 4 Variables for the fleet organizations

번 수 범 위	해역(지자체) 별 발생량	수거능력 (톤/일)	전처리 (톤/일)	운반선의 유휴선박 활용
1	지자체별로	① 20.0	① 30.0	① 신조선박
2	분류 처리량	② 30.0	② 90.0	② 유휴선박 활용
3	산정(총11개 지자체)	③ 40.0		
4				
대 안 갯 수	11	3	2	2

(3) 폐기물 전처리장의 규모

전처리장의 규모는 해양 폐기물의 자원화, 경제적 운용, 건설측면을 고려하여 30톤과 90톤 규모를 기준으로 하였다.

(4) 운반선의 형태(유휴선박의 활용)

수거된 폐기물을 전처리장으로 운반하는 운반선은 신조와 유휴선박(감축어선)활용으로 분류하였다. 유휴선박의 활용의 경우 건조비는 없지만 선박의 개조와 개장에 필요한 비용이 소요된다.

(5) 운반선의 요구척수

국내 연안의 지도를 이용하여 개략적으로 지자

Table 5 Seabed cleaning fleets for waste collecting(target : 40 tons per day)

(5th plan : Construction of waste carrier, 6th plan : Recycling the 2nd hand fishing ship)

해양폐기물 수거선박 및 선단 구성(안)

(2003년 124,000(톤/년) 처리요구 기준)

대안 (안)	(1) 지역별처리량		(2) 수거선 요구			(3) 전처리장 규모		(4) 선박형태		(5) 운반선 요구			(6) 획득단가 (백만)		(7) 획득비용 (백만)		(8) 초기 투자비		(9) 운영경비 (백만)		총초기투자비	총년간비용	총초기투자비	총년간비용
	지역 (톤/년)	일일 수거 요구	척당 수거 능력	필요 척수	90톤	30톤	수거 선박	운반 선박	해안 길이	일일 운송 척수	운반 선	수거 선	운반 선	수거 선	운반 선	수거 선	운반 선	수거 선	운반 선					
5	인천	6,600	66.0	40.0	1.7	0.0	2.0	바지 신조	822	1.1	2.5	427	420	704	1,055	1,759	248	226		474				
	경기	12,700	127.0	40.0	3.2	1.0	1.0	바지 신조	69.5	1.0	4.1	427	420	1,355	1,716	3,072	477	368		845				
	충남	12,500	125.0	40.0	3.1	0.0	4.0	바지 신조	107.4	0.7	3.1	427	420	1,334	1,305	2,639	470	280		750				
	전북	7,000	70.0	40.0	1.8	0.0	3.0	바지 신조	69.5	0.6	1.5	427	420	747	631	1,378	263	135		398				
	전남	30,300	303.0	40.0	7.6	2.0	4.0	혼합 신조	290.7	1.3	13.6	592	420	4,487	5,709	10,196	1,202	1,223		2,425				
	경남	18,200	182.0	40.0	4.6	1.0	3.0	작업 신조	176.9	1.2	7.5	675	420	3,071	3,130	6,201	741	671		1,411				
	부산	9,800	98.0	40.0	2.5	1.0	0.0	작업 신조	44.6	1.2	4.0	675	420	1,654	1,700	3,354	399	364		763				
	울산	3,300	33.0	40.0	0.8	0.0	1.0	작업 신조	31.9	0.9	1.0	675	420	557	409	966	134	88		222				
	경북	9,900	99.0	40.0	2.5	0.0	3.0	작업 신조	101.1	0.9	3.1	675	420	1,671	1,297	2,968	403	278		681				
	강원	7,100	71.0	40.0	1.8	0.0	3.0	작업 신조	120.1	1.1	2.6	675	420	1,198	1,105	2,303	289	237		526				
제주	6,600	66.0	40.0	1.7	0.0	2.0	작업 신조	126.4	1.8	3.9	675	420	1,114	1,622	2,736	269	348		616					
						31.0								총초기투자비	37,572	총년간비용			9,111					
6	인천	6,600	66.0	40.0	1.7	0.0	2.0	바지 감척	822	1.4	3.0	427	131	704	396	1,100	248	299		547				
	경기	12,700	127.0	40.0	3.2	1.0	1.0	바지 감척	69.5	1.2	4.9	427	131	1,355	644	1,999	477	486		963				
	충남	12,500	125.0	40.0	3.1	0.0	4.0	바지 감척	107.4	0.9	3.7	427	131	1,334	489	1,824	470	370		839				
	전북	7,000	70.0	40.0	1.8	0.0	3.0	바지 감척	69.5	0.8	1.8	427	131	747	236	984	263	179		442				
	전남	30,300	303.0	40.0	7.6	2.0	4.0	혼합 감척	290.7	1.6	16.3	592	131	4,487	2,141	6,628	1,202	1,617		2,818				
	경남	18,200	182.0	40.0	4.6	1.0	3.0	작업 감척	176.9	1.5	8.9	675	131	3,071	1,174	4,245	741	887		1,627				
	부산	9,800	98.0	40.0	2.5	1.0	0.0	작업 감척	44.6	1.5	4.9	675	131	1,654	637	2,291	399	481		880				
	울산	3,300	33.0	40.0	0.8	0.0	1.0	작업 감척	31.9	1.1	1.2	675	131	557	154	710	134	116		250				
	경북	9,900	99.0	40.0	2.5	0.0	3.0	작업 감척	101.1	1.1	3.7	675	131	1,671	487	2,157	403	367		770				
	강원	7,100	71.0	40.0	1.8	0.0	3.0	작업 감척	120.1	1.3	3.2	675	131	1,198	415	1,613	289	313		602				
제주	6,600	66.0	40.0	1.7	0.0	2.0	작업 감척	126.4	2.1	4.6	675	131	1,114	608	1,722	269	459		728					
														총초기투자비	25,272	총년간비용			10,467					

체별 해안선의 길이를 추정(n.m)하였고, 지역에 배치한 전처리장의 수에 따라 운반선 이동거리 비율로 운송률을 산정하였다. 운반선의 이동 속력은 새로 건조하는 경우 12노트를 기준으로 총 6시간 왕복 운항하는 것으로 가정하여 편도 36마일(n.m)을 기준으로 하였고, 유티선박을 활용하는 경우 10노트 속도로 운항하여 편도 30마일(n.m)을 기준으로 하였다. 따라서, 운반선 소요척수는 (운송율)*(해안길이/운반선 이동거리)이다.

(6) 수거선과 운반선의 건조가격 추정

바지형 수거선의 건조가격은 최근 조선소 선가 자료를 토대로 그룹별 분리 추정(선체+주기관+추진기+보조기관+전기/선체의장)하였다. 작업선형의 수거선은 배수량에 대응하는 어선의 총톤수(G/T)를 산정한 후, 어선선가 G/T당 1500만원을 기준으로 하여 건조 단가를 추정하였다. 새로이 건조되는 운반선의 선가는 총톤수 35톤급으로 수거선 선가의 80%로, 감척어선은 개조비로 동급 운반선 선가의 25%(수거선 선가의 20%) 기준으로 추정하였다.

(7) 선단의 획득단가와 비용

수거선단의 획득비용은 수거선 및 운반선 각각 추정건조 단가를 기준으로 소요척수의 곱으로 추정하였다.

(8) 초기투자비용

총초기 투자비용은 수거선박과 운반선의 건조획득을 위한 지자체별로 초기에 투자 요구되는 비용이다.

(9) 연간 운용경비

수거선과 운반선의 운용경비는 인건비, 유류비와 감가상각비로 분류 산정하며, 운용인원은 건조되는 수거선과 운반선 모두 최소 3인, 감척어선은 규모가 대형이므로 4인으로 하였다. 인건비는 99년 수산업 월평균 임금을 기준(1,266천원/인·월)으로 하여 약 1500만원으로 추정하였다.

유류비로서, 운반선은 6시간운용을 고려하여 어선 일일평균(80만원선)의 25%로, 수거선은 운반선의 50%를 고려하고 각각에 마진(20%)고려하였다. 그리고 연간감가상각비는 선가의 5%를 고려하고, 감척어선의 경우는 10%산정 하였다.

Table 6 Alternative of fleets

대안	수거선 수거능력	운반선 형태	수거선 형태
1안	20톤/일	신조	서해: 바지선
2안		감척어선활용	
3안	30톤/일	신조	남해, 동해: 작업선
4안		감척어선활용	
5안	40톤/일	신조	※전남: 혼합형
6안		감척어선활용	

이상의 경제성 평가를 위한 각각의 방안에 따라 도출된 선단구성 대안의 결과는 Table 6과 같으며, 1~6안중, 수거능력 40톤에 대한 5, 6안의 계산과정을 Table 5에 나타내었다.

이상의 6개의 대안 중 제 5안(일일수거량 40톤, 운반선 신조)이 가장 경제적인 것으로 판명되었으며 이에 따라 수거선 31척, 운반선 27척이 필요하게 된다.

그러나 지자체별로 추정된 발생량 수거를 위해 100일 수거에 정확히 40톤 규모의 수거선박으로 선단을 전부 구성하는 것은 어려울 것으로 판단된다. 항내수거 등 실제의 운용경험에 비추어 볼 때, 20톤과 30톤 규모의 수거선박을 혼재하여 구성할 필요가 있다. 넓은 해안선을 가진 지역자치단체의 경우에는 대형화된 수거선박보다는 소형 수거선박이 경제적으로 유리 할 수도 있기 때문이다. 이렇게 지자체별 특성을 고려하여 일일처리능력 30톤, 40톤급으로 최적화시킨 선단 구성 일례를 Table 7에 나타내었다.

최적화된 선단은 일일 수거량 30톤급 15척, 40톤급 21척으로 구성된 36척의 수거선으로, 수거된 폐기물의 운반을 위한 운반선 46척으로 구성되어 있다.

4. 결 론

본 연구는 해양폐기물을 효율적으로 수거하기 위한 수거선박의 요구조건을 도출하고 운반선을 포함하는 선단구성을 수행하였다. 국내연안 해양폐기물 발생량 추정결과를 토대로, 해양환경에 적합한 수거선박의 요구조건을 도출하였고, 수거

Table 7 Optimum fleets for the local government

수거해역		수거선단 구성		비고
해역	지자체	수거선박/수거톤	운반선	
서해	인천	30톤급 1척, 40톤급 1척	3척	제3종 어항수의 고려
	경기	30톤급 1척, 40톤급 3척	4척	
	충남	30톤급 1척, 40톤급 3척	3척	상대적으로 짧은 해안선
	전북	30톤급 1척, 40톤급 1척	2척	
남해	전남	30톤급 4척, 40톤급 5척	14척	3종 어항 고려함
	경남	30톤급 2척, 40톤급 3척	7척	
	부산	30톤급 0척, 40톤급 2척	2척	운반선 능력확대
	제주	30톤급 1척, 40톤급 1척	4척	해안선의 길이 고려
동해	울산	30톤급 1척, 40톤급 0척	1척	
	경북	30톤급 2척, 40톤급 1척	3척	
	강원	30톤급 1척, 40톤급 1척	3척	넓은 해안선
계	36척 (30톤 15, 40톤 21)	46척		

분임을 밝힌다.

참고 문헌

- [1] 해양수산부, 2000, “해양폐기물 종합처리시스템 개발”, 한국해양연구소연구보고서 UCM 99904 - 2226.
- [2] 1999, “어업경영조사보고”, 수산업협동조합중앙회.
- [3] 조용진 외2, 1999, “어장정화선 개발 및 설계 타당성 검토”, 한국해양환경공학회 추계학술대논문집, 269~276.
- [4] 유정석 외, 1995, “형망식 어장정화선의 설계 기술 개발”, 과기처 UCK024-1926·D.

지역으로부터 처리지역까지 경제적으로 운반할 수 있는 운반선을 포함하는 수거선단을 구성하였다.

수거선 선단은 일일 수거량 30톤급 15척, 40톤급 21척으로 구성된 36척의 수거선과, 전처리장으로의 운반을 위한 운반선 46척으로 구성될 때 가장 효율적, 경제적임을 알 수 있다.

후 기

본 연구결과는 해양수산부 지원으로 수행된 “해양폐기물 종합처리시스템 개발(I)” 과제의 일부