

낙동강 하구 사주 해안에서 수거한 쓰레기 종류 및 분포량 추정

이영복¹ · 박 순¹ · 류청로¹ · 김헌태¹ · 윤한삼[†]
¹부경대학교 해양공학과/부경대학교 해양산업개발연구소

Characteristics of Marine Debris collected from the Coastline of Sandbar in the Nakdong River Estuary

Y.B. Lee¹, S. Park¹, C.R. Ryu¹, H.T. KIM¹ and H.S. Yoon[†]

¹Department of Ocean Engineering, Pukyong National Univ., Daeyeon 3-Dong, Nam-Gu, Busan 608-737, Korea
Research Center for Ocean Industrial Development, Pukyong National Univ., Daeyeon 3-Dong, Nam-Gu, Busan 608-737, Korea

요 약

본 연구에서는 낙동강 하구역 진우도 전면해역을 대상으로 해안쓰레기의 공간적 분포를 살펴보고 해양으로부터 유입되는 쓰레기의 종류를 분석한 뒤, 낙동강 하구역 사주의 해안쓰레기 분포량을 추정하고자 하였다. 이상의 결과를 요약하면 다음과 같다. 1) 낙동강 하구역 진우도 사주 전면해역을 대상으로 50 m×50 m(=0.0025 km²) 영역을 설정하고 영역내 모든 해안 쓰레기를 수거하여 해안쓰레기의 발생량을 평가하기 위한 모니터링 시스템을 구축하였다. 2) 초기 해안쓰레기 분포량을 살펴보기 위해 모니터링 영역내의 해안쓰레기를 수거한 결과, 총 1,110 kg의 해안쓰레기가 수거되었는데, 단위면적당(1 km²) 발생하는 해안쓰레기량을 추정한 결과는 총 444 ton/km²이다. 1개월 경과후 조사시에는 총 23.75 kg의 해안쓰레기가 수거되었는데, 단위면적당(1 km²) 발생하는 해안쓰레기량은 총 9.5 ton/km²이다. 1개월 변화기간동안의 퇴적량으로 환산하면 316.67kg/day의 해안쓰레기가 퇴적되는 것으로 추정할 수 있다. 3) 모니터링 영역에 대해서 수거된 해안쓰레기중 가장 많은 양을 차지하는 것이 목재로서 85.86%, 페그몰 및 폐부이를 포함하는 어구가 5.13%, 플라스틱류가 4.78%, 생활쓰레기가 2.34%, 유리류가 0.94%, 음료수캔을 포함하는 철재류가 0.27%를 나타내었다.

Abstract – This study investigated the spatial distribution of the marine debris in Jinudo in the Nakdong river estuary. Types of marine debris in Jinudo are analyzed through sampling around some portion of its sandbar shoreline. The present study and its main results are summarized as follow: 1) Monitoring system, for evaluating the volume of marine debris, was established in the coastal region of 50 m × 50 m (0.002 km²) over the southern part of Jinudo. All the marine debris of conceivable form are collected and their amount was also estimated. 2) During the 1st collection in May 2007, the total weight of the marine debris was 1,110 kg in this site, which means the density of marine debris around the shoreline is 444 ton/ km². After one month later, the collected marine debris was 23.75 kg and so we have the average density of 9.5 ton/ km². From these results, it is suggested that the marine debris of 316.67kg was being accumulated per day over unit area(1 km²). 3) The most frequent marine debris collected during monitoring campaigns was wooden material amounting to 85.86% of the whole collection; the rest were fishing gears such as nets and buoys(5.13%), household waste(2.34%), glass(0.94%) and metals(0.27%).

Keywords: Nakdong River estuary(낙동강 하구), Jinudo(진우도), Marine debris(해양쓰레기)

[†]Corresponding author: yoonhans@pknu.ac.kr

1. 서론

Green Peace의 1998년 'Report on the World's Oceans'에 따르면 전세계 해양오염의 주요 발생원은 인간의 육상활동으로부터 77%(육상 44%, 대기유입 33%), 해상수송으로부터 12%, 해양투기에 의한 것이 10%를 차지하고 있는 것으로 알려져 있다(우[2001]).

일반적으로 해양오염은 초기에는 해양의 자정능력만으로도 해결될 수 있었으나, 여러 경로를 통해 누적되어진 해양오염은 최근 대규모의 어업 및 레저 활동이 증대되면서 문제가 표면화되었고, 해양쓰레기로 인한 오염도 더욱 큰 문제시되고 있다(구 등[2000]).

그중 일반적인 해양쓰레기는 분포되어 있는 곳에 따라 해안에 산재되어 있는 해안쓰레기, 해수면에 부유하고 있는 부유쓰레기 그리고 해저에 가라앉아 있는 바다밑 쓰레기로 나뉘어 진다(구 등[2000]). 여기서 해안쓰레기는 사람의 부주의한 처리나 폐기로 해안과 바다에 유입되는 모든 쓰레기를 지칭하며, 주로 해양에 부유하거나 해안에 떠밀려 있는 가시적인 물체를 의미한다(박 등[2005]). 이와 같은 해양쓰레기로 인해 연안환경에 미치는 영향과 피해는 매우 큰데, 투기된 어망과 플라스틱 제품 등의 화학적 유해 폐기물은 수산해양생물의 산란장과 서식처를 위협하고 심지어 그속에 갇혀서 죽어가는 현상(Ghost fishing)을 초래한다(김[1998]). 또한 일단 유입된 쓰레기는 해양생태계를 파괴하여 어족자원 감소와 해변환경파괴 및 미관훼손으로 인한 관광객 감소 그리고 반복적인 정화비용 발생과 같은 피해를 야기하게 된다(박 등[2005]).

현재 우리나라의 해양폐기물량이 매년 빠른 증가속도를 보이고 있는 가운데 해안쓰레기 발생량은 연간 30만톤에 달하며 이중 수거되어 처리가 이루어지고 있는 쓰레기는 10만톤을 넘지 못하는 것으로 발표된 바 있다(박 등[2005]). 현재까지 해양폐기물에 대한 조사가 많이 수행되고 있으나 대체로 해안가로 밀려오거나 해저면에 집적된 폐기물 조사에 그치고 있어, 발생원인별 세부적인 조사가 부족한 실정이다(유 등[2002]). 1997년 이후 남해, 서해 및 동해의 주요 항만과 주요하구/공유수면의 해저에 침적되어있는 폐기물에 대해 해양수산부를 중심으로한 전반적인 조사(해양수산부, 2002)는 매우 의미있다고 할 수 있다.

그러나 해저 침전 및 퇴적된 쓰레기까지 포함할 경우 상술한 바와 같이 실제 조사된 해양폐기물 현황보다 해양내에 더 많이 존재하리라 생각되므로 이에 대한 엄밀한 고찰이 필요한 것으로 보인다. 아울러 해안쓰레기의 정확한 분포량을 파악하고, 실질적인

해변정화사업의 기초자료 제공, 정책방안 마련을 위한 자료 개발을 목적으로 해안쓰레기에 대한 모니터링 조사가 요구되어진다.

이에 본 연구에서는 낙동강 하구역 진우도 사주 전면해역을 대상으로 해안쓰레기의 공간적 분포를 살펴보고 해양으로부터 유입되는 쓰레기의 조성분석을 실시한 뒤, 낙동강 하구역 사주(진우도, 신자도, 도요동) 전면해안의 전체 해안쓰레기 분포량(발생량)을 추정하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 해안 쓰레기의 특성

일반적으로 해안 쓰레기의 특성은 크게 광역이동성, 난분해성, 흡수성으로 분류된다(박 등[2005]). 첫째, 광역이동성으로 연안해역의 플라스틱류는 취송류에 의해 운반되고 조류 또는 해류 영향으로 외해로 이동한다. 둘째, 난분해성으로 해안쓰레기의 분해시간은 스티로폼 부표가 약 80년, 플라스틱병이 약 450년으로 이들이 썩지 않고 반영구적으로 해양에 잔류하기 때문에 인위적으로 제거하기 이전에는 지속적인 악영향을 끼치게 된다. 기존 연구결과에서 제시된 해양폐기물의 자연분해 시간은 Table 1과 같다. 셋째, 흡수성으로 해안쓰레기는 해양환경내에 머무르면서 해수를 머금어 무게가 늘어나고 염분이 스며든다. 그 결과 수거작업이나 전처리가 어렵고 소각시 2차 오염 발생우려가 있을 뿐만 아니라 재활용에도 상당한 어려움이 있다.

2.2 우리 나라 해안쓰레기 분석 특성

우리나라 해양폐기물에 대한 연구는 동해 연안해역에서 해양폐기물 종류별 분포와 조성비를 보고한 바 있고, 이어서 남해 동, 중 및 서부해역과 진해만의 해저폐기물 조사연구 그리고 제주도 근해에서 중국 연안까지 부유성 폐기물의 조사 보고가 있었다(김 등[2005]).

해양폐기물별 조성에 대한 정부 통계 기준으로 볼 때, 해양폐기물은 목재류(7.9%), 로우프(25.9), 와이어로프(25.8), 타이어(3.8%), 금속류(19.1), 기타(17.5%)로 분류할 수 있다. 그러나 해상에서의 각종 표시나 어구의 해상 부유를 위해 사용되는 스티로폼류가 차지하는 부피는 해저폐기물과 부유폐기물을 합친 것과 비슷하지만 무게로는 2%를 넘지 않는 것으로 알려져 있다(길 등[2002]).

진해만 바다밑 쓰레기의 각각의 조성별로 살펴보면 가장 많은

Table 1. Decomposition time of the marine debris(Woo[2001])

Marin debris	Requirement	Marin debris	Requirement	Marin debris	Requirement	
Description	Resolving time	Description	Resolving time	Description	Resolving time	
Paper	Wet towel	3 week	Newspaper	6 week	Fruit	2 month
Cotton	glover	1-5 month	Milk pack	3 month	Cotton rope	3-14 month
Woolen	glover	1 year	Plywood	1-3year	Painted wood	13 year
Styrofoam	cup	50 year	Tin can	50 year	Styrofoam buoy	80 year
Aluminium	can	200 year	Plastic belt	400 year	disposable nappy	450 year
Plastic	bottle	450 year	Fishing line	600 year	Glass bottle	year

것이 비닐플라스틱류가 전체의 45.8%, 두번째로 어업도구류가 21.8%, 세번째가 금속류가 12.4%, 나무류가 8.0%, 섬유류가 4.7%, 유리류가 3.2%, 고무 및 가죽류가 2.7%, 그 밖의 종이류를 포함한 기타가 1.4%의 구성을 보였다.

여수 인근 해안 쓰레기의 각각의 조성별로 살펴보면 가장 많은 것이 플라스틱류가 전체의 14.8%, 폐어망 및 어망이 18.6%, 나무류가 17.0%, 폐타이어가 10.3%, 섬유류가 5.6%, 종이류가 0.2% 그리고 기타(음료캔, 유리병, 금속류 등)가 33.5%로 나타났다.

낙동강 하구둑에서 유입되는 부유폐기물의 각각의 조성별로 살펴보면 가장 많은 것이 식물쓰레기로서 70%, 플라스틱이 19%, 목재류가 1%, 금속류가 4%, 유리류가 3%, 기타가 3%로 나타났다. DGPS 위치정보 추적실험을 통해 낙동강 하구 육상기인성 부유폐기물의 거동을 살펴본 결과에 따르면 낙동강에서 유출된 부유폐기물은 다대포항 주위에 집적되거나, 부산항을 거쳐 동해안으로 이동하는 것을 알 수 있었다. 또한 부유폐기물의 이동은 당해역에 있어서는 바람에 의한 취송류와 해류에 의한 영향이 지배적이며 조류에 의한 영향은 상기의 조건에 비하여 낮은 것으로 확인되었다(유 등[2002]).

남해동부해역에서 조사된 부유폐기물의 종류별 조성비는 가장 많은 것이 스티로폼 및 플라스틱류로서 84.3%, 목재류가 11%, 종이류가 1.1%, 나일론 어망(netting) 및 로프류가 1.7%, 금속성 및 유리용기류가 1.9%를 차지하였다. 남해 동부해역은 부유성 폐기물이 많이 떠다니고 있어 해양폐기물에 의한 해양오염이 극심하다할 수 있다. 특히 가덕도와 낙동강 하구 해상이 가장 심각한데, 봄철보다 여름철의 해구별 수량이 크게 증가한 결과를 볼 수 있다.

동해에서 한국과 일본에 인접한 해역에서 수량밀도가 높았고 독도 남방 해역은 스티로폼이, 일본의 Oki 해상에서는 비닐류, 목재류 및 스티로폼이 각각 33%에서 20%까지 비교적 비슷한 수량이 분포하는 것으로 관측되었으며 이러한 현상은 부유성 폐기물과 해류, 하천수 및 바람의 영향이 있음을 시사한다고 제시하였다(김 등[2005]).

2.3 진우도 해안 쓰레기 발생량 및 조성분류

기존 진우도 해안쓰레기 수거 및 처리 현황은 송[2001]의 자료를 바탕으로 2000년 8월부터 2001년 7월까지 1년 동안(총 12회)의 길이 920 m, 폭 60 m의 모니터링 결과를 바탕으로 중량별 수량별 해양폐기물 현황을 검토하였다.

또한 본 연구는 낙동강 하구역 진우도 사주 전면해역을 대상으로 2007년 5월경에 50 m×50 m(=2,500 m²) 영역을 설정하고 영역내 모든 해안 쓰레기를 수거하여 종류별로 분리한 뒤 무게를 측정하였다. 이는 해안에 분포한 해안쓰레기의 분포량을 추정하기 위한 것으로 진우도 전면해역의 전체 해안을 모니터링하는 것이 바람직하나 시간 및 경제적 여건을 고려하여 시각적으로 해안 쓰레기가 가장 많이 분포하는 영역을 대상 모니터링 장소로 설정하였다. 조사 방법은 조사대상 해안의 쓰레기를 모두 수거하여 조성

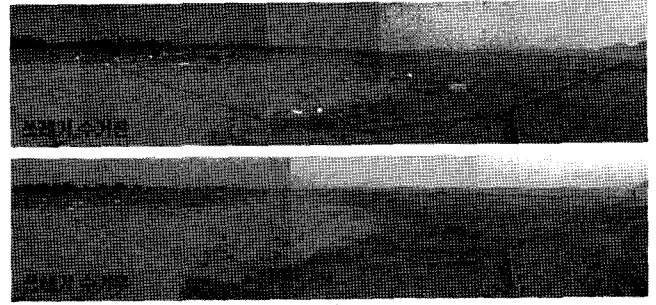


Fig. 1. Monitoring site of the marine debris in the coastal of Jinudo.

별로 분류한 뒤 각각의 무게를 측정하였다. 또한 모니터링 영역을 깨끗이 청소한 후, 일정 기간이 경과된 시점에서 해안쓰레기를 수거하여 경과된 기간 동안의 해안쓰레기량을 평가하고자 하였다. 본 연구에서는 초기 해안쓰레기 수거량을 바탕으로 현황 분석하였다. Fig. 1은 낙동강 진우도 해안 쓰레기 현황 분석을 위한 모니터링 사이트의 쓰레기 수거전 및 수거후의 사진을 나타내고 있다.

모니터링 결과를 분석하는 경우, 대상해역의 자연적 특성과 크기에 따라 결과를 어떻게 객관적으로 표준화할 것인가가 중요하다(송[2001]). 본 연구에서는 대상해역의 해안쓰레기 분포결과를 모든 해안선 길이가 모두 동일한 조건(1 km)으로 간주하여 그 결과를 분석하고자 하였다. 표준화된 해안선의 길이(1 km) 측량은 직선에 의하지 않고 해안선이 생긴 그대로의 길이(곡선)를 나타내서 그 안에서 수거되는 해안쓰레기의 중량과 수량을 기준으로 평가하고자 하였다.

낙동강 하구역 전면 사주에 해당하는 진우도, 신자도, 도요동의 해안선 길이는 실측을 통해 관측을 해야 하나 여건상 편의를 위해 Google Earth program을 통해 해안선의 길이를 측정하였다. Google Earth program에서 해안선 영상의 측정 시점은 2007년 1월에 해당한다. 이를 통해 진우도, 신자도, 도요동의 사주 전면해역의 해안선을 측정한 결과는 각각 2.96 km, 4.25 km, 3.59 km에 해당한다.

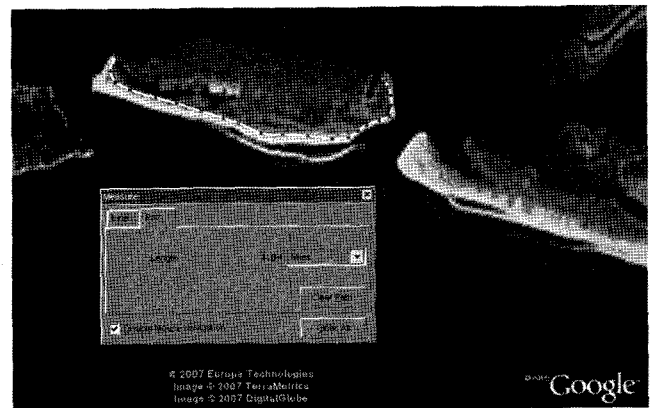


Fig. 2. The estimation of shoreline - using Google Earth program.

3. 연구결과 및 고찰

3.1 진우도 해안 쓰레기 특성 - 기존 사례분석

송[2001]의 2000년 8월부터 2001년 7월까지 1년간(총 12회) 낙동강 하구 진우도 해안의 길이 920 m×폭60 m의 총 면적 55,000 m²에 대한 모니터링 결과에 따르면 단위면적당(1 km²) 발생하는 해양폐기물은 총 48,294 kg이며 품목별 해양폐기물 증량 및 수량은 Table 2와 같다. 표에서 해안쓰레기의 단위면적당 가장 많은 양을 차지하는 것으로는 플라스틱이 30.9%, 유리류가 11.8%, 비닐류가 9.7%, 나무가 7.8%의 순으로 나타났다. 이는 육상으로부터 기인한 쓰레기가 많음을 나타낸다.

또한 부산광역시 강서구[2004]의 2003년 태풍 매미 내습후 진우도 해양쓰레기 수거작업시 처리된 해양쓰레기량은 총 1,800 ton 이고 그 후 진우도 해안쓰레기를 처리한 상황이 없었음을 감안하면 2003년 12월이후 해안쓰레기는 현재까지 지속적으로 침전 및 퇴적되었으리라 판단된다.

3.2 현장조사 결과-진우도 해안 쓰레기

낙동강 하구역 진우도 사주 전면해역을 대상으로 2007년 5월 19일(1차 조사)에 50 m×50 m(=0.0025 km²) 영역을 설정하고 영역내 모든 해안 쓰레기를 수거하여 종류별로 분리한 뒤 무게를 측정하였다. 또한 약 1개월이 경과한 6월 19일(2차 조사), 7월 30일



Fig. 3. The campaign collecting the marine debris on the coastline of Jinudo in 2003.

(3차 조사)에 동일 영역에 침적된 해안 쓰레기를 재수거하였다. 그 결과를 표로 나타내면 Table 3과 같다. 1차 조사 결과를 살펴보면 총 1,110 kg의 해안쓰레기가 수거되었는데, 단위면적당(1 km²) 발생하는 해안쓰레기량은 총 444,000 kg이다. 이상의 결과는 전술한 송[2001]의 연구결과와 비교해 볼 때 1차 조사시의 결과와 비교해 보면 약 9.2배 많은 양으로 평가할 수 있다. 모니터링 영역에 대해서 1차 조사시에 수거된 해안쓰레기중 가장 많은 양을 차지하는 것이 목재로서 85.86%, 폐그물 및 폐부이를 포함하는 어구

Table 2. Characteristics of the marine debris collected from the coastline of Jinudo in the Nakdong river estuary(Song[2001])

Component	Leather	Rubber	Metal	Wood	Glass	Styrofoam	Paper	Vinyl	Plastic	clothing & cloth	Oversize	Etc.	Total	
weight (kg)	673	2,881	2,767	3,756	5,722	3,198	560	4,680	14,942	2,118	3,022	3,976	48,294	
Area (km ²)	%	1.4	6.0	5.7	7.8	11.8	6.6	1.2	9.7	30.9	4.4	6.3	8.2	100
quantity (EA)	889	3,867	22,689	6,556	37,733	9,889	6,222	12,022	44,400	3,800	556	2,156	150,778	
%	0.6	2.6	15.0	4.3	25.0	6.6	4.1	8.0	29.4	2.5	0.4	1.4	100	
Coast (km)	weight (kg)	60.60	259.28	249.0	338.0	515.0	287.8	50.4	421.2	1,344.8	190.6	272.0	357.8	4,346.5
%	1.4	6.0	5.7	7.8	11.8	6.6	1.2	9.7	30.9	4.4	6.3	8.2	100	
quantity (EA)	80	348	2,042	590	3,396	890	560	1,082	3,996	342	50	194	13,570	
%	0.6	2.6	15.0	4.3	25.0	6.6	4.1	8.0	29.4	2.5	0.4	1.4	100	

Table 3. The result of the marine debris collected from the coastline of Jinudo in the Nakdong river estuary

Component	Type	1st investigation (19 May, 2007)		2nd investigation (19 June, 2007)		3rd investigation (30 July, 2007)	
		Quantity(EA)	Weight(kg)	Quantity(EA)	Weight(kg)	Quantity(EA)	Weight(kg)
Plastic	oversize PET	23	34.5	1	3.25	1	5
	PET & etc.	34	18.5	10		6	
Glass	beverage bottle	36		15		2	
	liquor bottle	8	10.5	1	2.5	1	1.5
	etc.	8		1		3	
Fishing implement	fishing net	-	32	1	3.5	-	1
	buoy	17	25	3		5	
	Wood	-	953	-	11	-	33
	Construction waste	3	7.5	-		-	
	Household waste	-	26	-	3	-	0.5
	Metal etc.	19	3	1	0.5	1	0.01
	Total weight(kg)		1,110		23.75		41.1



Fig. 4. Plastics collected from the campaigns in the coataline of Jinudo.



Fig. 7. Construction and life waste collected from the campaigns in the coataline of Jinudo.

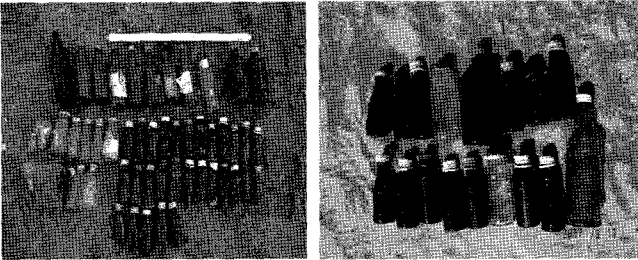


Fig. 5. Glasses collected from the campaigns in the coataline of Jinudo.

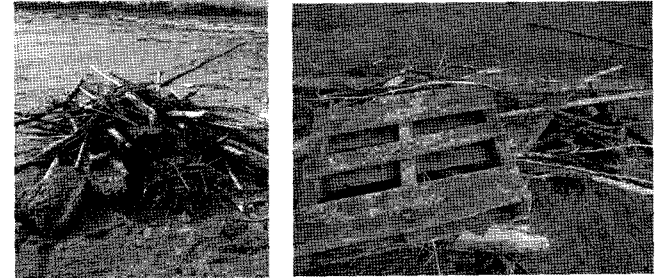


Fig. 8. Woods collected from the campaigns in the coataline of Jinudo.

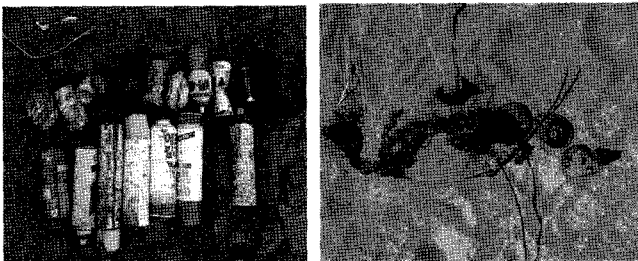


Fig. 6. Metals collected from the campaigns in the coataline of Jinudo.

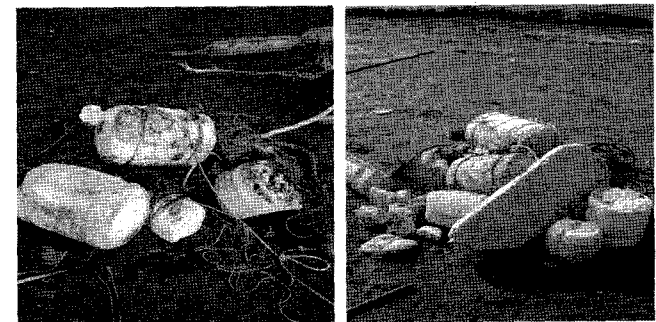


Fig. 9. Fishing implements collected from the campaigns in the coataline of Jinudo.

가 5.13%, 플라스틱류가 4.78%, 생활쓰레기가 2.34%, 유리류가 0.94%, 음료수캔을 포함하는 철재류가 0.27%를 나타내었다. 또한 2차 조사시에는 총 23.75 kg, 3차 조사시에는 총 41.1 kg의 해안쓰레기가 수거되었는데, 단위면적당(1 km²) 발생하는 해안쓰레기량은 각각 총 9,500 kg과 16,400 kg이다. 2차 조사기간동안(31일)의 퇴적량으로 환산하면 316.67 kg/day/km², 3차 조사기간동안(41일)의 퇴적량으로 환산하면 400.0 kg/day/km²의 해안쓰레기가 퇴적되는 것으로 산정되었다.

Fig. 4부터 Fig. 8까지는 진우도 사주 전면 해안 쓰레기를 수거한 후 종류별로 분류하여 사진촬영한 것을 나타낸다.

3.3 낙동강 하구역 해안 쓰레기량 추정

진우도 사주 전면 해안에서의 해안쓰레기 모니터링 결과를 바탕으로 진우도, 신자도, 도요등에 대한 해안쓰레기 분포량을 추정하는 결과는 Table 4와 같다.

구체적으로 살펴보면 진우도 2.96 km에 대한 총 해안쓰레기 총 무게는 약 65,712 kg이며, 신자도 4.25 km에 대한 총 해안쓰레기의 총 무게는 94,352 kg, 도요등 3.59 km에 대한 총 해안쓰레기의 총 무게는 79,698 kg로 추정되었다. 이상의 결과를 바탕으로

낙동강 하구역 사주 전면 해안선에 분포하는 해안쓰레기량을 추정한 결과는 239,760 kg이다.

본 연구결과는 진우도 해안 쓰레기를 모니터링한 결과를 바탕으로 신자도와 도요등에 대해서 적용한 것으로 각 사주의 특성에 따라서 그 양이 차이를 나타낼 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 차후 각 사주별로 모니터링을 통해서 각 사주별 해안쓰레기를 보다 정밀히 평가할 필요가 있다고 판단된다.

Table 4. The estimated quantity of marine debris collected from the coastline of sandbars in the Nakdong river estuary

Component	Type	Jinudo (2.96 km)	Sinjado (4.25 km)	Doyodeung (3.59 km)	Total (kg)
Plastic	oversize PET	2,042	2,933	2,477	7,452
	PET & etc.	1,095	1,573	1,328	3,996
Glass	beverage bottle liquor bottle	622	893	754	2,268
Fishing implement	fishing net	1,894	2,720	2,298	6,912
	buoy	1,480	2,125	1,795	5,400
Wood	...	56,418	81,005	68,425	205,848
Construction waste	...	444	638	539	1,620
Life waste	...	1,539	2,210	1,867	5,616
Metal	etc.	178	255	215	648
Total weight(kg)		65,712	94,352	79,698	239,760

3.4 해안 쓰레기 발생 최소화 방안

상술한 바와 같이 낙동강 하구역의 사주 전면에 분포하는 해안 쓰레기는 경제적 및 사회적으로 많은 문제점을 내포하고 있으며, 현재 분포하는 해안쓰레기의 수집 및 소거 비용 산출을 위한 연구로서 본 연구는 큰 의미가 있다고 할 수 있다. 그러나 이러한 사후 조치의 한계를 극복하기 위해서는 해안쓰레기의 발생원으로부터의 최소화 방안을 강구하는 방법이 가장 효과적이라 할 수 있다. 이들 해안쓰레기의 발생을 억제하는 방안은 기술적인 조치, 관리체도의 개선, 캠페인 같은 국민운동 전개 등이 있을 수 있는데 이러한 노력들이 함께 추진될 경우에 그 가시적인 효과가 극대화될 것으로 생각된다.

목[2005]의 연구결과에 따르면 일본 정부가 해양쓰레기 문제를 보는 시각 측면을 살펴보면 우리가 처한 당면과제를 해결하는데 도움이 될 것으로 생각된다. 즉, 1) 해양쓰레기 문제는 해안만의 해결 문제라기보다 산지-하천-연안 및 해역이 불가분의 관계에 있으므로 광역적으로 해결하여야 하며, 2) 쓰레기의 해양유입억제, 회수 및 처리를 하나의 시스템으로 대처 방안을 강구하여야 하며, 3) 해양쓰레기 문제는 향후 지속적으로 발생하는 문제이므로 장기적 관점의 필요성, 4) 행정기관, 민간단체, 기업체, 연구기관이 상호협력하여 해결하여야 한다는 것이다. 이상의 관점에서 종합적 관리계획 수립이 필요함을 강조하고 있음을 알 수 있다.

따라서 이상과 같은 해양폐기물 발생을 최소화하기 위한 세부적인 방안으로는 우[2001]가 제시한 아래의 내용이 요구되어진다고 할 것이다. 첫째, 발생저감 방안으로서 육상으로부터의 폐기물 유입을 억제하기 위해 차단막 개발 운용, 가두캠페인 실시, 선박 및 어업행위로부터의 유입을 줄이기 위해 폐기물 수용시설 및 처리체계 확립, 어민들의 환경보호 책임의식 함양이다. 둘째, 관리체도의 개선방안으로 해양폐기물관리정책의 중요도를 높이고 해양환경보전종합대책에 해양폐기물 저감/수거/처리 사업 반영, 또한 해양폐기물 수거 및 발생저감 모델사업을 실시하고 오염세 신설 등 경제적인 유인책을 병행한다. 셋째, 해양폐기물 관련법 개선으로 선박으로 하여금 가장 비중이 높은 플라스틱류 폐기물 배출을 금지시키도록 해양오염방지법을 개정하고 폐어망 등 어업폐기물 처리지침도 제정한다. 또한 각 지자체간 수거 해양폐기물 처리 관

련 협조체계를 구축하고 육상폐기물 유입억제를 위한 공동노력 협정을 체결하도록 한다. 넷째, 시민교육프로그램 개발로서 지역별로 민간차원에서 진행되고 있는 해양환경보전 프로그램의 조사 및 수집 및 국내외의 다양한 시민참여 교육 프로그램의 분석을 통해 해양환경보전을 위한 참여형 교육프로그램의 필요성을 들 수 있다.

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 낙동강 하구역 진우도 전면해역을 대상으로 해안쓰레기의 공간적 분포를 살펴보고 해양으로부터 유입되는 쓰레기의 종류를 분석한 뒤, 낙동강 하구역 사주(진우도, 신자도, 도요 등) 전면 해안의 전체 해안쓰레기 분포량을 추정하고자 하였다. 이상의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 낙동강 하구역 진우도 사주 전면해역을 대상으로 50 m×50 m(=0.0025 km²) 영역을 설정하고 영역내 모든 해안 쓰레기를 수거하여 해안쓰레기의 분포량(발생량)을 평가하기 위한 모니터링 시스템을 구축하였다.
- 2) 초기 해안쓰레기 분포량을 살펴보기 위해 모니터링 영역내의 해안쓰레기를 수거한 결과, 총 1,110 kg의 해안쓰레기가 수거되었는데, 단위면적당(1 km²) 발생하는 해안쓰레기량으로 추정된 결과는 총 444,000 kg/km²이다.
- 3) 31일이 경과된 2차 조사시에는 총 23.75 kg가 수거되어 일일 단위면적당(1 km²) 발생하는 해안쓰레기량은 총 316.67 kg/day/ km² 이, 그 후 41일이 경과된 3차 조사시에는 총 41.1 kg가 수거되어 400.0 kg/day/ km²의 속도로 해안쓰레기가 퇴적되는 것으로 조사되었다.
- 4) 모니터링 영역에 대해서 수거된 해안쓰레기중 가장 많은 양을 차지하는 것이 목재로서 85.86%, 폐그물 및 폐부이를 포함하는 어구가 5.13%, 플라스틱류가 4.78%, 생활쓰레기가 2.34%, 유리류가 0.94%, 음료수캔을 포함하는 철재류가 0.27%를 나타내었다.
- 5) 진우도 사주 전면 해안에서의 해안쓰레기 모니터링 결과를 바탕으로 진우도, 신자도, 도요등에 대한 해안쓰레기 분포량을 추정한 결과, 진우도는 약 65,712 kg, 신자도는 약 94,352 kg, 도요등은 약 79,698 kg로 추정되었으며, 낙동강 하구역 사주 전면 해

안선에 분포하는 총 해안쓰레기량을 추정한 결과는 239,760 kg이다.

6) 낙동강 하구역의 해안쓰레기의 발생을 억제하기 위한 기술적인 조치, 관리제도의 개선, 캠페인 같은 국민운동 전개 등이 요구되어지며 종합적 관리계획 수립이 필요함을 강조할 수 있다.

더 나아가 본 연구를 통해 현재 구축되어진 모니터링 영역에 대해 지속적인 현장조사를 바탕으로 연간 해안쓰레기 퇴적량을 추정함과 아울러 차후 해안쓰레기의 거동 및 퇴적을 예측하기 위한 수치시뮬레이션과 연계함으로써 해안쓰레기의 연안 분포특성을 평가하기 위한 연구가 요구되어진다.

후 기

본 연구는 2006년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구(KRF-2006-331-D00700)의 일부 결과이며, 연구비 지원에 감사드립니다. 본 연구에 참여한 이영복은 [2단계 BK21사업]의 지원비를 받았음.

참고문헌

- [1] 김종화, 1998, “연안어장의 부유성 폐기물 분포와 구성에 관한 연구”, 한국어업기술학회지, 34(3), 287-293.
- [2] 김종화, 김민석, 김용복, 2005, “하계 동해의 해양폐기물 분포와 구성에 관한 연구”, 수산해양교육연구, 17(1), 58-66.
- [3] 구분삼, 강현, 허성희, 2000, “진해만의 바다밑 쓰레기에 대한 조사연구”, 한국해양환경공학회지, 3(4), 91-98.
- [4] 김상인, 윤진한, 최연석, 강창구, 유정석, 2002, “수거된 해양폐기물 자원화 기술 개발()-해양폐기물의 폐기물 연료화”, 한국해양환경공학회지, 5(2), 28-34.
- [5] 목진용, 2005, “일본의 해양쓰레기 처리 동향”, 월간 해양수산, 254, 41-47.
- [6] 박상숙, 강화영, 2005, “전남지역 해안에서 수거한 바다쓰레기 발생량 및 성분분석”, 한국폐기물학회지, 22(2), 203-212.
- [7] 부산광역시 강서구, 2004, ‘03.태풍 “매미” 복구 해양쓰레기 수거·처리사업 업무편람, 268-282.
- [8] 송재석, 2001, “해양폐기물 모니터링(2000-2001) 시행결과분석 및 정책활용”, 한국해양수산개발원, 해양환경보전활동 강화를 위한 제2차 정책워크샵 발표자료, 37-52.
- [9] 송무석, 이준목, 이문진, 유정석, 2001, “해양쓰레기의 부유 및 침강에 관한 실험연구”, 한국해양환경공학회지, 4(1), 47-62.
- [10] 우종식, 2001, “한국연근해 해양폐기물의 현주소”, 대한조선학회, 38(4), 50-55.
- [11] 유정석, 윤범상, 노준혁, 윤성환, 2002, “홍수시 4대강에서 유입되는 부유폐기물 성분 조사”, 한국해양환경공학회지, 5(3), 45-53.
- [12] 유정석, 이문진, 노준혁, 윤성환, 김명훈, 2002, “낙동강 유입 부유폐기물 해상이동경로 추적시험”, 한국해양환경공학회지, 5(3), 3-9.
- [13] 해양수산부, 2000-2002, 해양폐기물 종합처리시스템 개발(I, II, III), 연구보고서.

2007년 7월 30일 원고접수

2007년 8월 21일 수정본 채택