Regular paper

Journal of the KIECS. pp. 539-544, vol. 11, no. 5, May. 31 2016, t. 73, pISSN 1975-8170 | eISSN 2288-2189
http://dx.doi.org/10.13067/JKIECS.2016.11.5.539

해양침적쓰레기의 공간적 분포 특성 파악 연구

박재문* · 김대현** · 윤홍주*** · 서원찬****

A Study on Identification of Characteristics of Spatial Distribution for Submerged Marine Debris

Jae-Moon Park* · Dae-Hyun Kim** · Hong-Joo Yoon*** · Won-Chan Seo****

요 약

본 연구의 목적은 해저 바닥에 침적된 쓰레기를 조사한 자료를 이용하여 공간적 분포 특성을 파악하는 것이다. 해양쓰레기는 부유쓰레기와 침적쓰레기로 구분할 수 있다. 부유 및 침적쓰레기는 해수면을 떠다니고 해저에 침적되어 해양환경과 해양생물, 서식지들을 오염시킨다. 또한 해양으로 유입된 쓰레기를 처리하는데 많은 비용이 소요된다. 본 연구에서는 동해의 대표적인 무역항인 포항항을 대상으로 2014년도에 사이드스캔소나로 해저에 침적된 쓰레기를 조사한 자료를 이용하였다. 해양침적쓰레기의 성상별 공간적 특성을 파악하기 위해 침적쓰레기의 위치와 단위면적당 무게 자료를 이용하여 침적 분포도를 작성하였다.

ABSTRACT

The aim of this study is identifying characteristics of spatial distribution using submerged debris data on the bottom of sea ground. Marine debris is classified into floating and submerged debris. These are polluting marine environment, ecology and habitat by floating and submerged. Also it takes a lot of money when it is to process the waste flowing into the ocean. In this study, it is used data of submerged debris by side scan sonar on the bottom of sea ground in Pohang port. Submerged distribution map is made to identify spatial classified characteristics of SMD(submerged marine debris) using by position and weight per area of SMD.

키워드

Submerged Marine Debris, Gis, Spatial Distribution, Marine Environment Pollution, Pohang Port
해양 침적 쓰레기, GIS, 공간 분포, 해양 환경 오염, 포항항

Ⅰ. 서 론

최근 해양환경을 오염시키는 원인으로 해양쓰레기가 대두되고 있다. 해양쓰레기는 고의나 부주의로 인하여 해안에 방치되거나 해양으로 유입 또는 배출되어 해양환경에 악영향을 미치는 물체이다[1]. 해양쓰레기는 해수면위에 떠서 해류와 바람에 의해 움직이는 해양부유쓰레기(Floating Marine Debris)와 해저 바닥에 가라앉는 해양침적쓰레기(Submerged Marine Debris: SMD)로 구분된다. 일반적으로 침적쓰레기는

* 부경대학교 공간시스템공학과(parkjm56@gmail.com)
** 오션테크(주)(deahyun@gmail.com)
*** 부경대학교 공간정보시스템공학과(yoonhj@pknu.ac.kr)
**** 교신저자 : 부경대학교 신소재시스템공학과
· 접 수 일 : 2016. 04. 15
· 수정완료일 : 2016. 05. 13
· 게재확정일 : 2016. 05. 24
· Received : Apr. 15, 2016, Revised : May. 13, 2016, Accepted : May. 24, 2016
· Corresponding Author : Won-Chan Seo
Dept. Materials System Engineering, Pukyong National University,
Email : seowc@pknu.ac.kr

해양생물의 서식공간을 침해할 뿐만 아니라, 성장 및 생존을 위협한다[2]. 해양 폐기물 관련하여 1970년대 이후에 해양환경을 대상으로 많은 연구가 진행 중이다[3]. 미국 해양대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration: NOAA)에서는 해양쓰레기가 해양 생물들을 다치게 하거나 죽일 수 있고, 안전한 항해를 방해하고, 인간의 건강을 위협할 수 있다고 한다. 또한 해양쓰레기는 다양한 유입원을 통해 바다로 유입되며, 전체적인 양과 유형에 대해 보고되고 있다[4]. 해양으로 유입된 쓰레기는 해수면에 부유하거나 침적하는데, 쓰레기를 수거하여 육상으로 이동 및 재처리하는데 많은 비용이 소요된다[5].

우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸여있어 어업 및 무역활동이 활발하게 일어나고 있고, 한반도 주변 동해와 남해, 서해에 수많은 항만과 어항들이 있다. 또한 강과 하천들이 바다와 연결되어 있어 육상에서 발생한 쓰레기들이 해상으로 유입되는 경로가 된다. 하천을 통한 쓰레기의 유입은 장마나 태풍 발생 시 유량 증가로 인하여 하천으로 유입되어 이동한다[6-7]. 현재 우리나라는 주로 해상에서 바람, 조류, 해수 표층 흐름에 따라 표류하고[8], 해안가에 표착하는 부유쓰레기에 대한 정책과 관련 사업이 활발하게 진행 중이다. 국내의 해안쓰레기 관리는 2008년부터 시행한 국가해양쓰레기 모니터링 사업을 통하여 주기적으로 모니터링 하고 있으며, 해양침적쓰레기는 1999년부터 현재까지 10여년 이상 수거사업을 통해 관리되고 있다[9]. 해양침적쓰레기의 경우 해저 바닥에 침적되어 있는 쓰레기이기 때문에 분포 및 유입경로 파악이 힘들다[10-11]. 이러한 해양쓰레기는 해양환경과 동식물에 악영향을 끼친다. 예를 들면, 부유쓰레기는 어류 또는 조류가 먹이로 오인하여 섭취 후 폐사하며, 침적쓰레기는 어류 또는 수중 해양 생물들이 폐그물로프(즉, 유령어구(ghost fishing))에 걸려 폐사한다.

따라서, 본 연구의 목적은 연구지역인 포항항을 대상으로 해양환경을 오염시키고, 해양생태계에 악영향을 미치는 해양침적쓰레기의 공간적 특성을 파악하는 것이다.

II. 자료 및 방법

본 연구는 그림 1과 같이 포항항을 대상으로 해양침적쓰레기의 공간적 분포를 파악하였다. 연구 지역은 포항항의 항계 영역까지를 대상으로 하였고 전체 면적은 약 103.8 ㎢ (10,380 ha)이다.

포항항에서 2014년 9월에 사이드스캔소나(Side Scan Sonar: SSS) 장비를 이용하여 해저 바닥을 조사한 자료를 사용하였다[12]. 사이드스캔소나를 선박에 연결하여 이동한 경로는 그림 1과 같다. 사이드스캔소나로 연구지역의 해저바닥을 탐지한 결과를 분석하여 바닥에 침적된 쓰레기가 발견된 지점의 좌표와 발견된 해양쓰레기의 단위면적당 무게(kg/ha) 자료를 이용하여 해양쓰레기의 성상별 침적 분포도를 작성하였다. 사이드스캔소나를 이용하여 해저 바닥을 탐지한 결과는 그림 2와 같이 원안에 로프가 탐지된 것을 확인할 수 있다. 사이드스캔소나를 이용한 탐지 결과는 프로그램을 통해 촬영 폭과 수심, 좌표, 촬영 시간 등의 정보를 표시한다. 이러한 방법으로 탐지된 해양침적쓰레기의 단위면적당 무게는 식 1을 이용하여 산출하였다.

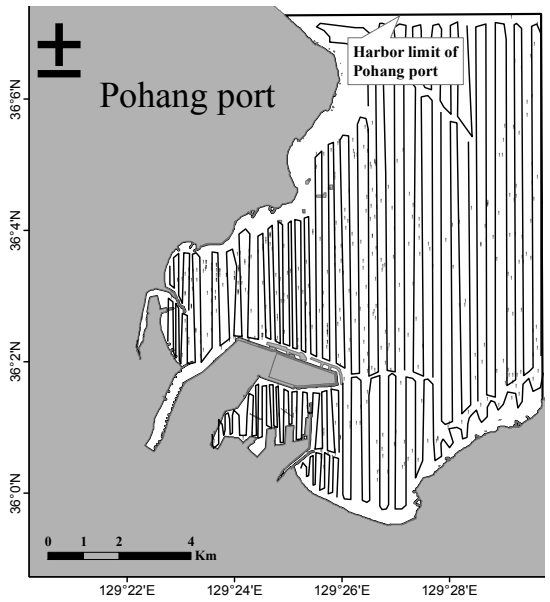

그림 1. 연구지역인 포항항과 사이드스캔소나의 조사 경로
Fig. 1 Studied area in Pohang port and researching path of SSS

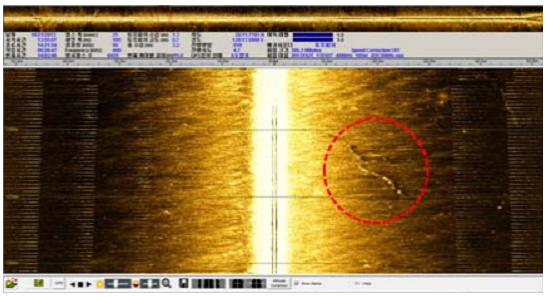

그림 2. 사이드스캔소나로 탐지된 침적쓰레기(로프)
Fig. 2 SMD detected by SSS (rope)

단위면적당 무게 = 개당무게(kg) ÷ 조사면적(ha) (1)

여기서, 개당무게(kg)는 침적된 쓰레기의 품목별 무게이며, 조사면적(ha)은 사이드스캔소나의 조사 폭과 길이를 곱하였다.

III. 연구 결과

연구지역인 포항항에서 2014년도에 조사한 해양침적쓰레기 자료를 11개의 성상별(그물로프류, 통발류, 앵커류, 철제류, 목재류, 타이어류, 플라스틱류, 병류, 캔류, 의류, 기타)로 분류하여 분포도를 작성하였다. 포항항의 해양침적쓰레기 성상별 구성은 표 1과 같다. 또한 침적쓰레기의 성상별 무게 비율은 그림 3과 같다. 그물로프류가 88.1% 로 가장 높은 비율을 나타내며, 통발류가 8.2%, 앵커류가 1.0%, 철제류가 2.6%, 타이어류가 0.1% 순으로 구성되어 있다.

연구지역을 대상으로 사이드스캔소나를 이용하여 해양침적쓰레기를 조사한 총 길이는 약 430 km 이며, 영상 분석 과정을 통해 쓰레기가 발견된 지점은 451 개이다. 이와 같은 방법으로 조사한 자료를 단위면적당 무게로 변환하여 분포도를 작성하였다. 그물로프류는 그림 4와 같이 단위면적당 무게 최대값이 16.9 kg 이며, 연안 및 포항구항 주변에 높은 분포를 나타내고 있다. 특히 포항구항 주변에 총 무게 중의 약 60%를 차지하여 높은 밀도를 보여준다. 철제류는 그림 5와 같이 단위면적당 무게 최대값이 4.4 kg 이며, 포항신항 항내 깊숙한 지역이 높고 나머지 지역은 낮은 분포를 나타내고 있다. 통발류는 그림 6과 같이 단위면적당 무게 최대값이 2.5 kg 이며, 포항신항 주변에 총 무게 중 약 55%로 높은 밀도를 나타내고 있다. 앵커류는 그림 7과 같이 단위면적당 무게 최대값이 0.8 kg 이며, 포항신항 항내에서 총 무게 중 약 60%를 차지하고 있어 높은 밀도를 나타내고 있다.

표 1. 포항항에서 해양침적쓰레기의 무게(kg)와 단위면적당 무게(kg/ha)(2014년 9월)
Table 1. Weight(kg) and weight per area(kg/ha) of SMD in Pohang port(Sept. 2014)

Characteristics	Weight (kg)	Weight per area (kg/ha)
Nets	54,385.5	506.1
Traps	5,087.4	11.6
Anchors	633.1	2.5
Irons	1,573.8	7.5
Tires	79.2	0.6
Total	61759.0	528.3

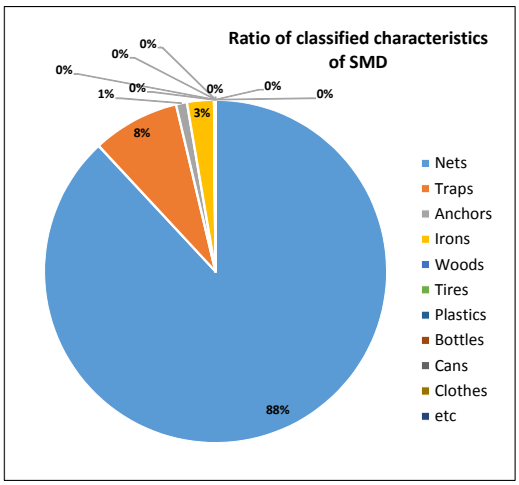

그림 3. 포항항에서 해양침적쓰레기의 성상별 무게 비율(2014년 9월)
Fig. 3 Weight ratio of classified characteristics of SMD in Pohang port(Sept. 2014)

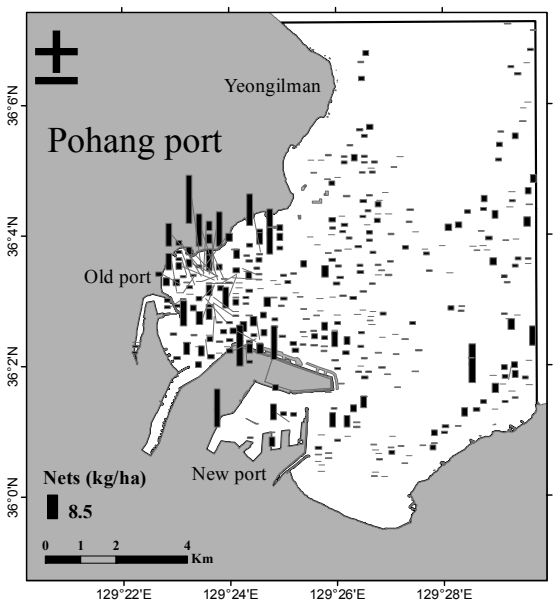

그림 4. 포항항의 그물로프류 분포도
Fig. 4 Distribution map of nets in Pohang port

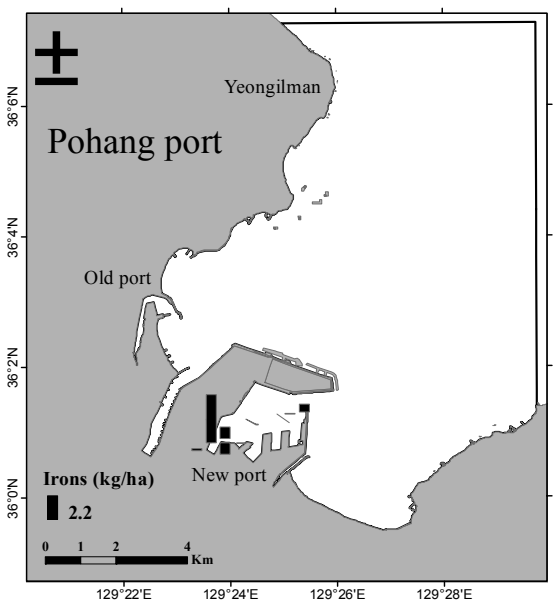

그림 5. 포항항의 철제류 분포도
Fig. 5 Distribution map of irons in Pohang port

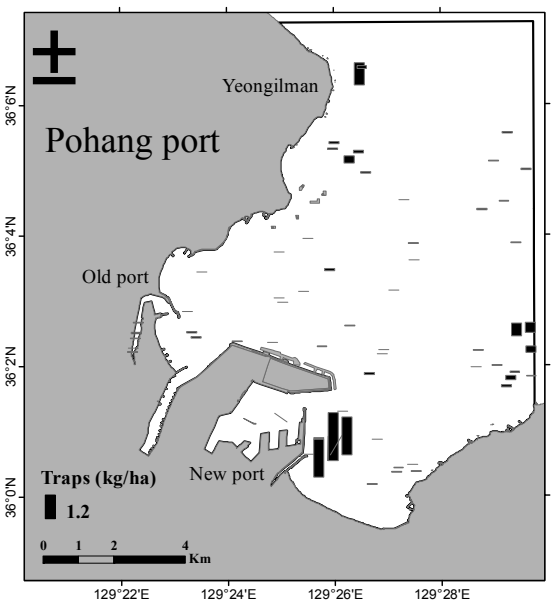

그림 6. 포항항의 통발류 분포도
Fig. 6 Distribution map of traps in Pohang port

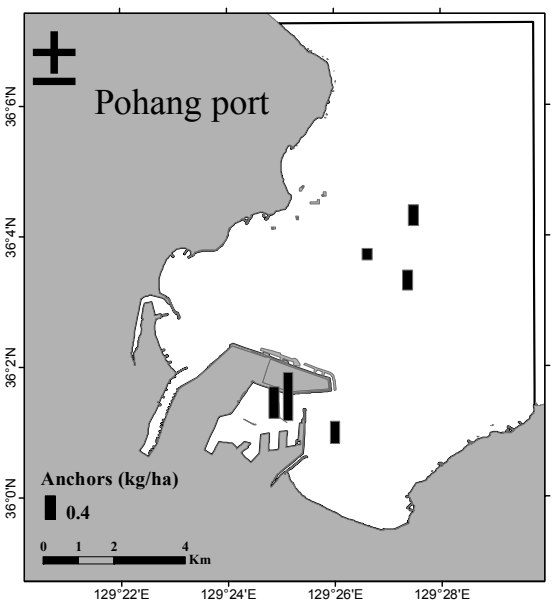

그림 7. 포항항의 앵커류 분포도
Fig. 7 Distribution map of anchors in Pohang port

Ⅳ. 결 론

본 연구는 연구지역인 포항항을 대상으로 사이드스캔소나 장비로 조사한 자료를 이용하여 해양침적쓰레기의 성상별 분포를 파악하였다.

해양침적쓰레기는 11개(그물로프류, 통발류, 앵커류, 철제류, 목재류, 타이어류, 플라스틱류, 병류, 캔류, 의류, 기타)의 성상으로 분류하였다. 포항항에 침적된 해양쓰레기는 그물로프류, 철제류, 앵커류, 통발류가 주된 성상으로 구성되어있다. 포항항의 해양침적쓰레기 분포 특성을 살펴보면, 그물로프류의 경우 항계 내에 전체적으로 분포하고 있지만 포항구항 지역에서 총 무게 중 약 60% 정도로 높은 비율을 차지하고 있다. 철제류는 포항신항 항내 안쪽에 집중적으로 분포하고 있고, 통발류는 포항신항과 포항영일신항만 주변에서 높은 분포도를 나타내고, 앵커류는 포항구항과 신항에서 높게 나타났다. 쓰레기의 성상별로 무게 비율을 파악한 결과, 그물로프류의 무게가 전체의 88.1%를 차지하며 연구지역 전체에 걸쳐 분포하고 있다. 나머지 철제류, 통발류, 앵커류의 무게는 11.9%를 차지하고 있으며 포항신항 항내에 주로 분포하는 것으로 파악하였다. 포항항의 전체적인 해양침적쓰레기의 분포는 포항구항과 신항 주변에 주로 무거운 쓰레기가 분포하고 있고, 포항항 구역 내 가운데 부분에는 비교적 가벼운 쓰레기들이 분포하는 것으로 파악하였다. 본 연구 결과를 바탕으로 다른 지역의 해양침적쓰레기 분포 실태를 파악하여 해양침적쓰레기의 수거 계획 수립 시 활용 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2016)에 의하여 연구되었습니다.

References

[1] J. Lee, and H. So, “A Strategy for Marine Litter Management in Gyeonggi-Do,” Gyeonggi Research Institute, Dec. 2012, pp. 35.

[2] S. Lee, *“A Study on the Analysis and Assessment of Influencing Factors of Submerged Marine Debris Accumulation,”* thesis for the of degree master, Hanbat Natioanl University, 2011.

[3] W. Kang, H. Choi, M. Lee, S. Lee, S. Kang, and C. Kang, “Seabed Litters at the Off the Coast of Jeju Island,” *Conf. on The Korean Society for Marine Environment & Energy*, Yeosoo, Nov. 2004.

[4] B.S. Galil, A. Golik, and M. Turkay, “Litter at the bottom of the sea: a sea bed survey in the Eastern Mediterranean,” *J. of Marine Pollution Bulletin,* vol. 30, no. 1, 1955, pp. 22-24.

[5] S. Kim, and W. Kang, “Distribution Characteristics and Cost Estimation of Collection and Treatment of Deposited Marine Debris in Coastal Fisheries around the Southwestern Islands of Korea,” *J. of the Korean Society for Marine Environmental Engineering*, vol. 15, no. 4, pp. 330-336.

[6] J. Yu, B. Yoon, J. Rho, and S. Yoon, “Investigation of floating debris characteristics drained from 4 big river on a flooding,” *J. of the Korean Society for Marine Environment & Energy*, vol. 5, no. 3, 2002, pp. 45-53.

[7] S. Jang, H. Yoon, and W. Seo, “Analysis of the estuary outflow characteristics of floating debris in the downstream of Nakdong River using satellite location tracking buoys,” *J. of the Korean Institute of Electronics Communication Science*, vol. 10, no. 2, 2015, pp. 157-164.

[8] S. Jang, Y. Chung, and H. Yoon, “A Study on Occurrence Characteristics of beach litter from Nakdong river estuary to Geoje sea area,” *Proc. of the Korean Institute of Electronics Communication Sciences,* Busan, June 2013.

[9] J. Kim, Y. Kang, J. Ko, S. Lee, and K. Kim, “A paradigm change in the submerged marine debris management – focused on marine debris management index -,” *Conf. on the Korean Society of Marine Environment & Safety,* Yeosoo, June 2014.

[10] Y. Kim, *“Strategic measures preventing debris from Nak-Dong River, Policy Study Report,”* Gyeongnam Development Institute, Oct. 2003.

[11] Y. Kim, S. Jang, and H. Yoon, “Estimation of the origin through Disposable Lighters Monitoring of the nakdong River Estuary

Using GIS," *J. of the Korean Institute of Electronics Communication Science,* vol. 10, no. 6, 2015, pp. 729-736.
[12] J. Park, D. Kim, S. Yang, and H. Yoon, "A Study on Estimation of Submarine Groundwater Discharge Distribution area using IR camera and Field survey around Jeju island," *J. of the Korean Institute of Electronics Communication Science*, vol. 10, no. 8, 2015, pp. 861-866.

저자 소개

박재문(Jae-Moon Park)

2007년 부경대학교 위성정보과학과 졸업(공학사)
2009년 부경대학교 대학원 위성정보과학과 졸업(공학석사)
2009년~2010년 한국해양연구원 위촉연구원
2012년 부경대학교 대학원 공간정보시스템공학과 박사수료
※ 관심분야 : 해양 원격탐사, GIS

김대현(Dae Hyun Kim)

1986년 부경대학교 해양학과 졸업(이학사)
1998년 부경대학교 대학원 해양학과 졸업(이학석사)
2008년 부경대학교 대학원 해양학과 졸업(이학박사)
2010년~현재 오션테크(주) 해양시스템연구소 소장
※ 관심분야 : 해양 원격탐사, 기후변화

윤홍주(Hong-Joo Yoon)

1983년 부경대학교 해양공학과 졸업(공학사)
1985년 부경대학교 대학원 해양학과 졸업(공학석사)
1997년 프랑스 그르노블 I 대학교 대학원 위성원격탐사전공 졸업(공학박사)
1999년~2002년 여수대학교 해양공학과 교수
2002년~현재 부경대학교 공간정보시스템공학 교수
2012년~2013년 부경대학교 공간정보연구소 초대 소장
2013년 (사)한국클라우드센터럴파크 이사
2014년 한국전자통신학회 부회장
2015년 공간정보 Big Data 센터장
2015년 행정공간정보화연구소 소장
2016년 (사)한국생태공학회 회장
※ 관심분야 : 해양 원격탐사, GIS

서원찬(Won-Chan Seo)

1988년 부경대학교 해양공학과 졸업(공학사)
1992년 일본 OSAKA대학 대학원 생산가공공학과 졸업(공학석사)
1995년 일본 OSAKA대학 대학원 생산가공공학과 졸업(공학박사)
1998년 ~현재 부경대학교 신소재시스템공학과 교수
※ 관심분야 : 위성정보처리, Machine Vision