

# 부산 광안리 해수욕장에서 표착된 플라스틱 폐기물의 오염 특성

김 종 화\*  
(부경대학교)

## Pollution Characteristics of Plastic Debris on the Gwanganri Beach, Busan

Jong-Hwa KIM\*  
(Pukyong National University)

### Abstract

In order to analyze the pollution characteristics of small plastic debris (SPD) ashore on the shoreline of coastal flow, 12 times of survey were conducted on the Gwanganri beach of Busan for nearly 3 years. The sampled stations on the beach were divided into 11 squared survey sites from St. G1 to G11 (see [Fig. 1]) and all of SPD was sorted into 11 items like P1 to P11 according to the kind of plastic materials and products (see <Table 1>).

1. Total weights of them were widely ranged from 3.23g to 30.58g and also total amounts, from 39 ea to 398 ea on each site. 2. The ratio of items, P2 and P3, were accounted for 63% among all of them. 3. The seasonal variabilities of them were not founded with remarkable. 4. The correlation of total weights and amounts have reliable coefficients to some extent on the survey sites, but nearly didn't have reliances on items. 5. The average densities of total weights and amounts were computed with 4.506g/m<sup>2</sup>, 51.936 ea/m<sup>2</sup>, respectively.

**Key words :** Pollution characteristic, Small plastic debris, Items, Average densities, Correlation

### I. 서 론

근년에 와서 급속한 산업화와 생활의 편리함에 힘입어 플라스틱 제품이 우리의 삶에 깊숙이 자리잡고 있다. 플라스틱류의 성형 제품은 강도와 내구성이 우수하고 염가이며, 원료의 다양성으로 인해 우리의 일상 생활용품은 물론 많은 산업분야에서 다양한 형태의 제품으로 만들어질 수 있으므로 그 활용도는 무궁무진하다고 할 수 있다. 때문에 플라스틱의 원료와 제품개발을 통해 계속해서 이용분야가 증가하고 있는 것은 사실이다.

현재, 플라스틱 원료의 전 세계 연간 생산량은 약 1억 1천만 톤 이상으로, 이 중에서 미국이 약 2,700만 톤, 일본이 약 1,000만 톤, 우리나라가 약 7백만 톤을 생산하는 것으로 추정되고 있다.

그러나 플라스틱 성형 제품이 사용 후 폐기될 경우, 잘 분해되거나 썩지 않고 수백 년씩 자연에 노출되어 방치되므로 토질 및 해양 오염을 야기시키며, 태웠을 경우에는 유독성 가스를 발생시켜 대기 오염을 일으키고 있다. 결국 심각한 환경문제로, 지구상에 그대로 남아서 동식물 특히 인간에게 유해한 물질로 축적되어 가고 있는

\* Corresponding author : 051-629-5993, kimjh@pknu.ac.kr

\*\* 이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2015년)에 의하여 연구되었음.

것 또한 사실이다(Jose, 2002).

특히 육상에서 버려진 플라스틱 폐기물인 비닐 봉지, 성형플라스틱 파편 및 미소 플라스틱류 (Small Plastic Debris, SPD) 등은 강과 하천 등을 통하여 바다로 유입되며, 이 중 수산업 또는 해양산업 활동 등으로 인해 폐기된 어구, 로프, 스티로폼 및 FRP로 된 폐 선박 등은 해양환경에 극심한 오염을 발생시키는 주범이 되고 있다.

이러한 플라스틱류의 폐기물은 피드백되어 수산물 생산, 해상수송 활동 등을 감소시키고, 이들 중 비닐봉지 조각, 성형플라스틱 파편 및 플라스틱 성형제품의 원료인 미소 플라스틱류 등은 먹이로 오인되어 바다새, 어류 등이 섭취하여 위에 축적됨으로써 사망하게 됨이 이미 보고되었다 (Baird & Hooker, 2000; Bugoni et al., 2001).

또한 해안에 표착된 미소 플라스틱류에서 PCBs의 농도, 독성분포(Endo et al., 2005)와 해안에 폐기되어 매장된 플라스틱류의 종류분포 (Kusui & Noda, 2003) 및 플라스틱류의 양적 분석 등(McDermid & McMullen, 2004; Claeroboudt, 2004)이 발표되었다.

우리나라에서 미소 플라스틱(resin pellets) 폐기물에 관한 연구는 적지만 1회성 조사를 통해 수량적 분포 특성(Kim et al., 2000 & 2002)이 보고된 바 있다. 그리고 1년 이상의 장기간에 걸친 계절적 미소 플라스틱류의 변동과 정량적 분포에 관한 연구가 최근에 부산송정해수욕장을 대상으로 보고된 것이 있을 뿐이다(Kim, 2013).

본 연구에서는 부산 광안리 해수욕장을 대상으로 하여 조간대 해안에 표착된 미소 플라스틱 폐기물의 계절별 현장 채집을 통해서 그 성분을 세밀하게 분류하여 그들의 중량과 수량의 분포 특성 및 상호 상관성을 살펴보고, 미소 플라스틱 폐기물의 밀도에 의한 오염 정도를 분석하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 대상 해수욕장

광안리 해수욕장(Fig. 1)은 부산의 동남해안에 위치하여 모래사장의 길이 1.4km, 폭 67m, 면적 82,000m<sup>2</sup>로써 수용능력은 12만 명 정도이며, 해마다 광안리 불꽃 축제 등 많은 행사가 열리고 있다(www.suyeong.go.kr).



[Fig. 1] Squared survey sites of Gwananri beach (www.suyeong.go.kr)

이와 같이 인구가 밀집하고 시민 생활과 직결된 해수욕장을 연구 대상으로 선정하여 인체와 해양 생물에 유해한 미소플라스틱 폐기물을 조사, 분석함으로써 해양 환경 의식을 높이기 위함이다. 따라서 1년 이상의 조사기간을 통하여 이 해수욕장에서 표착 또는 버려진 미소 플라스틱의 다양한 종류를 채집, 분석하였다

### 2. 조사 방법

광안리 해수욕장은 2009년 10월 26일 부터 2012년 01월 26일까지 총 12회의 현장 조사를 행하였다(<Table 1>). 이 해수욕장에서의 채집은 조사 당일 밀물시 해수가 모래사장에 유입된 최상단과 썰물시 해수가 머물고 있는 해안선까지의 범위 내에서 표착된 미소 플라스틱류, 해조류 등을 조사하였다. [Fig.1]과 같이 11개 정점(St. G1 ~ St. G11)은 거의 같은 등 간격으로 정하여 채집하였으며, 각 정점에서의 채집 방법은 제작된 정방형(0.5m × 0.5m) 목재틀을 사용하여 틀 안에 있는 5cm 두께의 바닥 층 모래를 긁어모아 플라스틱 바스켓에 넣고 물을 부어 휘저어서 물에 뜨는 물체를 지퍼가 부착된 비닐봉지에 담았다. 해변의 조간대역의 구체적인 조사방법 등은 Otley & Ingham(2003)가 제시한 방법을 참고하였다. 이와 같이 조사하여 얻어진 자료의 조사 기간, 채집 정점의 수 및 해황 조건은 <Table 1>과 같으며, 각 정점에서 모두 채집되지 않은 시기도 있었다.

### 3. 재료 분석

현장에서 채집된 시료는 실험실에 바로 운반되었고, 시료의 염분을 제거하기 위하여 Bucher형 깔때기가 달린 흡인 여과병을 사용하여 세정병의 청수로 해수를 씻어 낸 후, 핀셋으로 납작한 유리 접시(세균배양용)에 담아 말렸다. 그리고 출현 플라스틱류를 code화 시켜 플라스틱 item별 code에 따라 분류하고, 각 item별, size별로 구분하여 각각 무게를 달았다. 플라스틱 item별 무게는 0.0001g까지 계측 가능한 칭량계(Pioneer, Ohaus Corp.,USA)를 사용하였고, size의 구분은 내수성 투명 방안지의 mm눈금 위에 올려놓고 크기를 0~10mm를 1mm간격으로 10등분하고 10mm이상은 11로 code화(P1 ~ P11)하여 분류하고 수량을 계측하였다. 계측된 재료는 표를 만들어 기입하고, 플라스틱 상자 또는 표본병에 보관하였다. 플라스틱 item의 분류(sorting) 등 대부분의 분석은 Haruo Ogi & Yuri Fukumoto(2000)와 같이 하였다(<Table 2>).

<Table 1> Survey duration & environmental conditions on the Gwanganri beach

Beach	Area (L×B,m <sup>2</sup> )	Duration		No. of St.	Tide <sup>*1</sup>		Wind <sup>*1</sup>		Precip. <sup>*2</sup> (mm)
		Dates	time		Range (cm)	Age (d)	Dir.	M. sp'd (m/sec)	
Gwang anri	1400 × 67	2009-10-26	14:00 ~ 15:00	11(11)	31	24	ENE	0.06	0
		2009-11-16	14:53 ~ 16:00	11(11)	105	30	SW	6.1	0
		2009-12-07	10:20 ~ 11:35	11(11)	88	21	WSW	5.45	0
		2010-01-15	10:50 ~ 11:55	11(10)	97	1	SW	4.01	0
		2011-03-18	11:00 ~ 11:50	11(11)	115	14	SSW	3.36	0
		2011-04-21	16:00 ~ 16:55	11(11)	98	19	SW	6.67	0
		2011-07-09	10:00 ~ 12:00	11(11)	57	9	SSW	4.82	11.5
		2011-09-29	10:45 ~ 11:45	11(11)	136	3	NE	3.03	5.0
		2011-10-28	15:00 ~ 15:50	11(11)	131	2	NE	1.73	0
		2011-11-24	15:45 ~ 16:45	11(11)	108	4	SSE	3.42	0
		2011-12-25	13:30 ~ 14:40	11(11)	120	1	WSW	4.42	0
2012-01-26	15:20 ~ 16:00	11(6)	108	4	WSW	4.93	0		

( ) : actually acquisition site; \*1: www.khoa.go.kr; \*2: www.kma.go.kr

<Table 2> Items identified in plastic marine debris(Ogi & Fukumoto, 2000)

Plastic Item (P-item)	Sub-item	Type of Debris
1 Resin pellets (P1)	1	Resin pellets
	2	Flower-shaped plastic (yellow)
	3	Hard packing tape
	4	Twisted rope
2 Plastic Products (P2)	5	Caps
	6	Pull tabs, Inner caps, Packing
	7	Spherical pellets
	8	Containers
	9	Fishing gear (float)
3 Fragments of Plastic Products (P3)	10	Fragments of plastic products
	11	Straws
	12	Scraped refuse (pale blue color)
	13	Tube
	14	Cord
	15	Hard tape
	16	Spherical pellets
	17	Bubble-type pellets
4 Synthetic rubber (P4)	18	Fragments of sieve
	19	Synthetic rubber
5 Synthetic Fiber (P5)	20	Elastic bands
	21	Mono-filament
6 Styrofoam (P6)	22	String, Soft tape
	23	Fiber
7 Sponge (P7)	24	Styrofoam
	25	Styrofoam coated with other materials
8 Plastic sheet (P8) (thickness : < 2mm)	26	Soft sponge
	27	Hard sponge
	28	Plastic sheet
9 Oil ball (P9)	29	Tape
	30	Bags
10 Paint (P10)	31	Oil ball
11 Cigaret Filter (P11)	32	Paint
	33	Cigaret butts
	34	Fragment of cigaret butts

[Photo 1]은 현장에서 채집된 미소 폐기물을 분석한 후 저장 용기 상자에 담아 보관 중인 모습을 나타내고 있다.



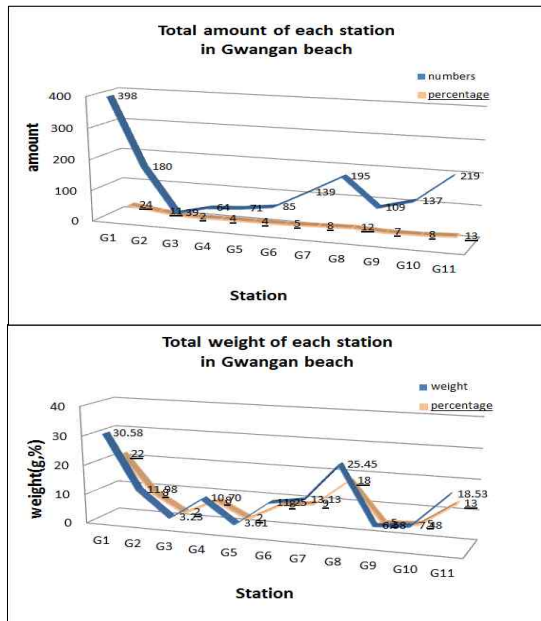
[Photo 1] Sampling of small debris at St. G 8 & 10(Sep. 29th, 2011) on the beach

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 중량 및 수량 분포

가. 장소별 변동

[Fig. 2]는 광안리 해수욕장에서 12회의 현장조사를 통해 얻어진 11개 장소별(G1~G11) 미소 플라스틱류의 총 중량과 수량 및 그 비율을 나타내었다.



[Fig. 2] Total weight and amount of each station on the Gwananri beach.

윗 그림의 중량분포는 해수욕장의 남부의 끝단에 위치한 1개의 장소 G1정점에서 폐기물 중량이 30g 이상(22%)으로 전체에서 최고이며, 그 다음은 G8(18%)으로 25g 정도로 높은 중량을 나타내었다. 가장 낮은 중량이 분포하는 장소는 G3으로 3.23g 정도(2%)이었다. G1의 중량이 가장 많은 것은 이곳에 소하천이 연결되어 있기 때문으로 추정된다.

따라서 이 해수욕장의 미소 플라스틱류의 중량의 분포 특징은 11개 장소에서 약 3.23 ~ 30.58g 까지 넓게 분포하였으며, 이들간의 차는 약 9배 정도로 큰 차이를 보였다. 또한 해수욕장의 남쪽 끝단 정점에서 최고값을 보이다가 중간에 해당하는 G3 ~ G5의 해안에서 중량 밀도가 낮고 북쪽으로 갈수록 다시 증가하는 모습을 보였다.

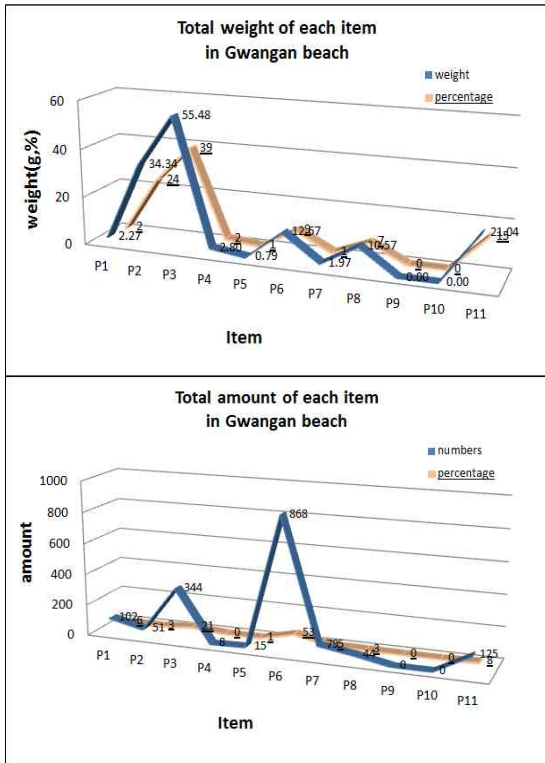
이 해수욕장의 장소별 총수량을 보면([Fig.2]의 아랫그림), 중량 분포의 특징과 유사하였다. 즉 G1에서 가장 많은 수량이 발견되어 398개 이고, 그 다음이 219개로 G11, 세 번째 G8가 195개, 네 번째 G2가 180개로 나타났다. 비율 또한 G1이 24%, G11이 13%, G8 12%, G2 11%로 이들 4개 장소가 60%를 점유하였다. 그러나 기타 7개 장소에서는 39 ~ 139개로 각각 10% 미만으로 나타났다. 그래서 수량에 있어서도 남쪽 끝단에서 최고 수량(398개)이 발견되었다가 해수욕장의 중앙으로 가면서 G3 지점에서 현저히 떨어져 39개(2%)이고, 다시 북쪽으로 가면서 수량이 점점 증가한 후 북쪽 끝단의 G11에서 219개(13%)로 많이 발견되었다. 장소별 수량의 분포 범위는 39 ~ 398개로 크게 차이를 보였으며, 최대치와 최고치는 약 10배 정도였다.

나. item별 변동

[Fig. 3]은 <Table 2>에서 분류된 11개의 플라스틱 item의 종류별로 총중량과 수량 분포를 나타내었다. 각 item에서 현저하게 많은 중량을 보인 것은 P3(플라스틱 제품의 조각)가 55.48g이고 그 다음은 P2(플라스틱 제품) 34.34g이었다. 반면에 P9(기름방울), P10(페인트)은 발견되지 않았다. 그 분포 비율은 P3가 39%, P2가 24%로 이들은 전체의 63%를 점유하였다([Fig. 3]의 윗 그림).

따라서 item별 중량 특성을 보면 P3, P2인 플라스틱 제품들이 전체 item의 63%정도이고 그 외의 item은 매우 적은 양으로 나타났다.

[Fig. 3]의 아랫 그림은 이 해수욕장의 총 수량 분포와 비율을 item별로 나타내었다. 가장 많은 수량은 P6(스티로폼류)로서 868개이고 다음은 P3로 344개였다. 그러나 나머지 대부분은 200개 미만이었다. item별 비율을 보면, P6가 53%로 미소 플라스틱류의 대부분을 차지하였다. 그 다음이 P3로 21%이며, 그 외의 item은 13%이하로 매우 적거나 없었다.



[Fig. 3] Total weight and amount of each item on the Gwananri beach.

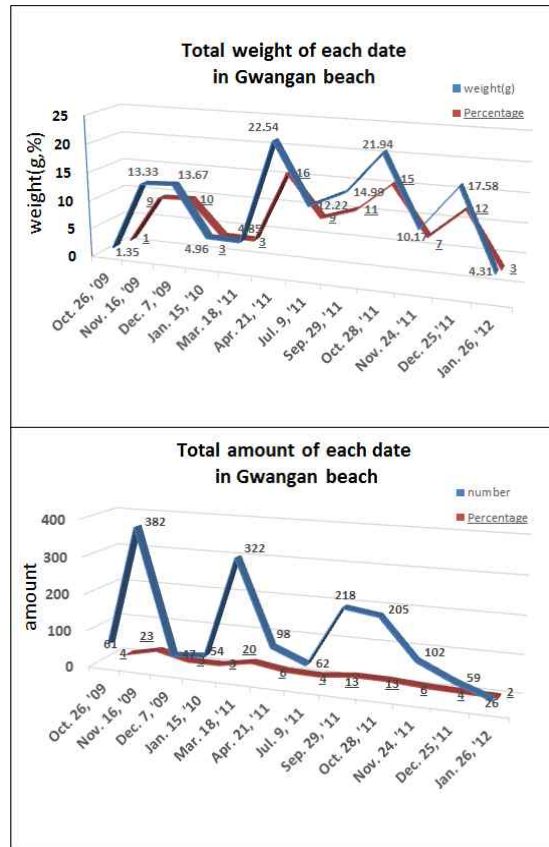
그러므로 이 해수욕장은 중량면에서 미소 플라스틱 중에서 플라스틱 제품 또는 그 폐품들(P2, P3)이 약  $\frac{2}{3}$  정도로 많이 발견된 것이 하나의 특징이다. 그러나 총수량에서는 P6의 한 개 item이 53%를 차지한 것이 총중량과 다른 양상이었다. 그리고 P6에서 수량이 월등히 많아도 중량면에서는 아주 적게 나타났다.

다. 계절 변동

[Fig. 4]는 12번의 계절별로 조사된 날자별 미소 플라스틱의 총중량 분포(위쪽)와 수량(아랫쪽)을 나타내었다.

중량 분포를 보면, 4월에 22.54g(16%)로 가장 많았고, 그 다음으로 10월에 21.94g(15%)로 나타났다. 중량이 적은 시기는 1월과 3월로 각각 3% 정도였다. 그리고 두 번 관측된 1월에서

4.96(3%), 4.31(3%)로 적은 중량을 보였다. 그러나 전반적인 시기별 분포는 어떤 계절적 특징을 나타내기 어려웠다.



[Fig. 4] Total weight and amount of each date on the Gwananri beach.

시기별 수량 분포는 11월에 382개(23%), 다음이 3월에 322개(20%), 9월 218개(13%) 순으로 나타났다. 그러나 두 번 관측된 1월에서는 모두 최저 수준인 54개(3%), 26(2%)를 보였다.

수량 역시 어떤 계절적 특징을 볼 수 없었다. 그렇지만 중량과 수량에서 일치하는 하나의 특징은 1월에 모두 매우 적은 양이 분포를 하고 있음을 알 수 있었다.

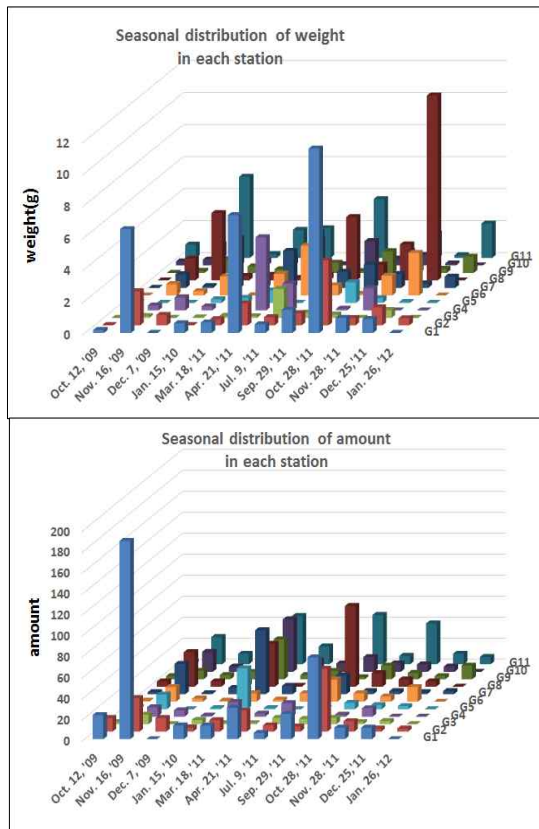
그러므로 시기별 또는 계절별 특징은 구별하기 어렵지만, 2010년과 2011년 1월에는 두 번 모

두 다른 조사 계절보다 가장 적은 중량과 수량을 나타내었다. 또한 중량이 많은 시기라도 반드시 수량도 비례하여 많지는 않았다.

## 2. 장소, item 및 계절별 분포

### 가. 장소에 따른 계절 변동

[Fig. 5]는 각 장소의 조사 시기별 중량(왼쪽 그림)과 수량 변동(아랫 그림)을 3차원적 분포로 나타낸 것이다.



[Fig. 5] Seasonal distribution of weight and amount in each station.

여기서 중량을 보면, 각 장소별 플라스틱 폐기물의 시기별 차이는 크다. 특히 정점 G1, G8에서 조사 시기별 큰 변동을 나타내었다. 중량에서 전반적인 분포 특징은 4 ~ 10월에 걸쳐 대부분의

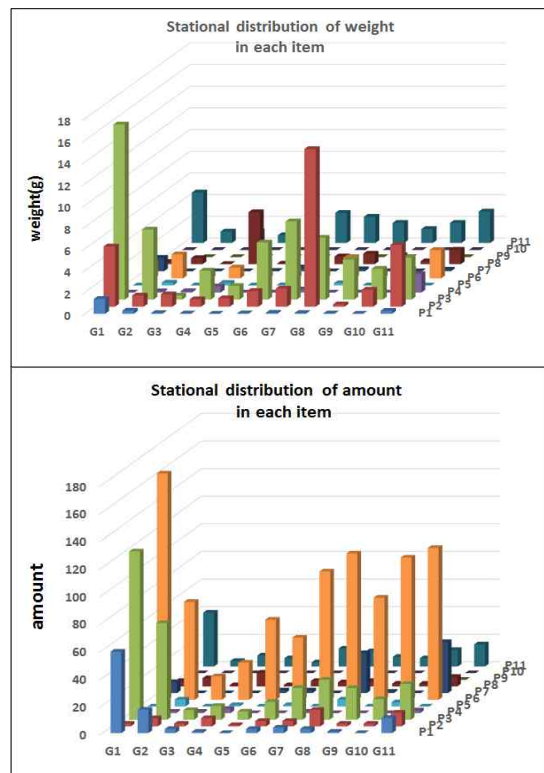
장소에서 해안에 표착한 미소 플라스틱류가 많았음을 알 수 있다.

수량을 보면, 정점 G1에서 2009년 11월에 189개로 다른 장소와 시기에 비해 매우 많은 수량을 보였다. 그리고 모든 장소에서 12월과 1월의 수량이 대체로 다른 시기에 비해 현저히 적게 나타났다. 그러나 전반적으로는 해수욕장의 중앙과 북쪽에 위치한 장소에서 많이 분포하였다.

그러므로 장소와 계절 변동의 특징은 시기별 중량 변동 차가 큰 곳은 G1, G8이며, 전반적으로 4~10월에 많았다. 수량은 남단의 G1과 북쪽의 장소에서 많았다.

### 나. item의 장소별 변동

[Fig. 6]은 플라스틱 폐기물의 item 종류(P1 ~ P11)와 장소에 따른 변동을 나타내었다.



[Fig. 6] Stational distribution of weight and amount in each item.

[Fig. 6]의 윗 그림에서 중량을 보면, 장소별 중량의 변동도 있지만, item별 분포는 5가지 item이 대부분을 이루고 있다. 즉 P2, P3, P6, P8 및 P11이며 이 중에서도 P3의 중량이 가장 많았다. 따라서 이 해수욕장의 플라스틱 폐기물의 종류가 단순하여 5가지 정도로 집중되어 있음을 알 수 있다.

한편 수량 변동을 보면([Fig. 6]의 아랫 그림), P6 item의 수량이 전 11개 장소에서 모두 발견되고 수량도 가장 많다는 것이 특징적이다. 이 중에서 P6의 G1 정점에서 164개를 기록하였다. 그 다음으로 P3를 들 수 있다.

그러므로 item과 장소의 변동 특성은 중량과 수량에서 가장 큰 값은 각각 P3과 P6의 item이었고, 대부분 5가지 종류의 플라스틱 item이 분포함을 알 수 있었다.

다. 계절별 item의 변동

[Fig. 7]은 채집된 조사 시기와 폐기물의 item 종류에 따른 변동을 나타내었다.

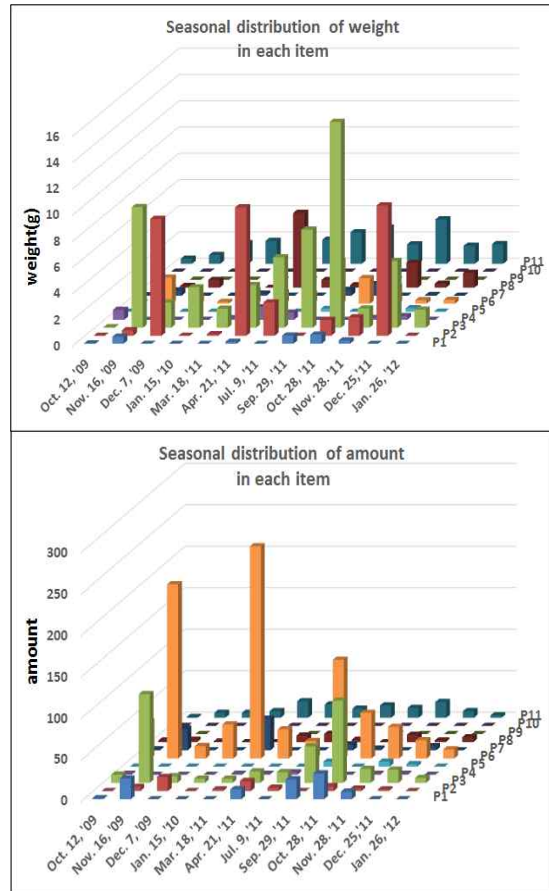
윗 그림의 중량 분포를 보면, P3, P11의 item에서 조사 시기마다 채집되었고 그 중에서 P3의 중량이 가장 많이 채집된 시기는 2011년 10월이었다. P11인 담배꽂이는 인위적 폐기물로서 연중으로 조금씩 발견되었다.

아랫 그림의 수량적 측면에서는 전 조사시기에 걸쳐 현저하게 많은 수량이 분포한 item이 P6로 150개 이상이 12번의 조사 중 두 번이나 나타났다. 그 다음은 P3로 볼 수 있으나 상대적으로 수량이 적었다.

그러므로 매 조사 시기마다 조금이라도 채집된 item은 P3, P6 및 P11이었지만, 중량과 수량은 서로 대응하여 비례하지 않았다.

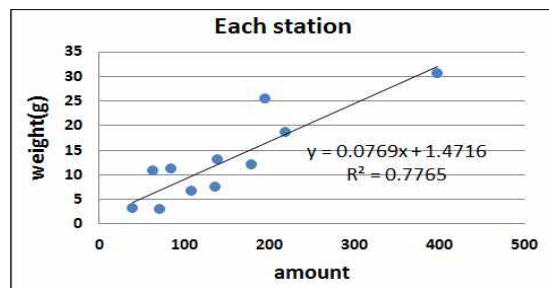
3. 상호 상관성

[Fig. 8]은 각 장소에서 무게와 수량에 관한 상관정도를 나타내었다. 비록 11개 장소이지만



[Fig. 7] 3-D distribution of weight of dates & items. on the beach.

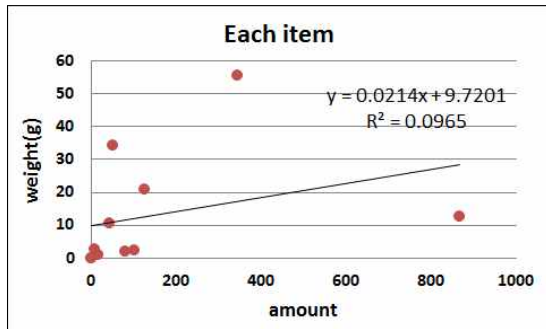
결정계수  $R^2 = 0.7765$ , 다중계수  $r = 0.881$ 를 나타내었다. 따라서 광안리 해수욕장은 수량에 대한 무게의 상관은 어느 정도 있음을 의미한다.



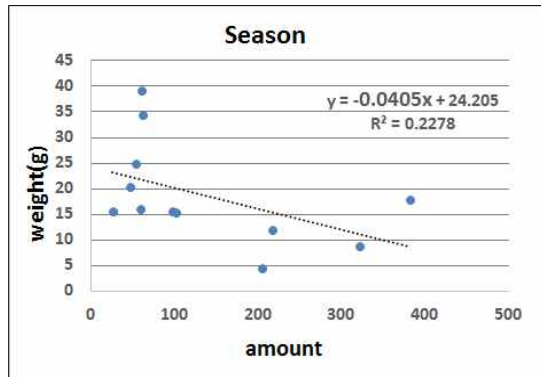
[Fig. 8] Relationship between weights & amounts in each station



반면에 [Fig. 9]처럼, item에 대한 상관은  $R^2 = 0.0965$ , 다중계수  $r = 0.31$ 로서 상관성이 거의 없음을 알 수 있다.



[Fig. 9] Relationship between weights & amounts in each item



[Fig. 10] Relationship between weights & amounts in each researching date

또한 [Fig. 10]은 조사시기별(계절) 상관을 나타내었지만, 다중계수  $r = 0.477$ 로서 조사 일자별 상관성은 역상관성을 보이지만, 조사시기에 따른 계절적 상관성은 적었다.

#### 4. 오염 밀도

동일한 조사시기에 광안리와 송정해수욕장의 미소플라스틱 조사에 의한 각 정점에서 채집한 총량과 수량 밀도를 비교하면 <Table 3>와 같다. 여기서 각 숫자는 표본 채집장소에서 정방형 면적과 정점의 조사 횟수를 나누어 단위면적당( $m^2$ )의 량을 나타내었다. 총중량 밀도는 광안해수욕장이  $4.506g/m^2$ 으로 송정의  $3.668g/m^2$ 보다 많았으나, 총수량 밀도는  $51.936개(ea/m^2)$ 로  $69.839개(ea/m^2)$ 의 송정보다 적었다. 조사 정점에서는 장소별 총중량과 수량이 광안리 해수욕장은 동일하게 최고치와 최소치가 각각 정점 G1과 G3이므로 동일하였지만, 송정에서는 그 장소가 서로 다르게 나타났다. 이와 같은 현상은 미소플라스틱 item의 크기 또는 종류가 두 해수욕장에서 서로 다를 수 있음을 의미한다(Kim, 2013). 실제로 <Table 3>의 item에서 나타난대로 가장 최고치의 중량과 수량은 두 해수욕장 모두 P3와 P6로 동일하므로 이들 item 이외의 것들에서 서로 차이가 있음을 암시한다.

<Table 3> Comparison of debris densities between Gwanganri and Songjung beach

Beach	Total		Station		Item		No. of squared sites
	weight ( $g/m^2$ )	amount ( $ea/m^2$ )	weight ( $g/m^2$ )	amount ( $ea/m^2$ )	weight ( $g/m^2$ )	amount ( $ea/m^2$ )	
Gwang-anri	4.506	51.936	max.	max.	max.	max.	126
			G1 0.971	G1 12.634	P3	P6	
			min.	min.	1.761	27.555	
Song-jung	3.668	69.839	max.	max.	max.	max.	87
			S2 0.663	S3 15.448	P3	P6	
			min.	min.	1.629	43.862	
			S8 0.188	S7 4.276			

따라서 총중량면에서는 송정보다 광안해수욕장이 약간 더 무거운 것으로 오염되었고 할 수 있고, 송정해수욕장은 가볍지만 수량면에서는 더 많이 오염되었다고 말할 수 있다. 즉 광안리 해수욕장은 미소 플라스틱류의 조각들이, 송정은 스티로폼류가 더 많이 분포하고 있는 오염특성을 갖고 있다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구는 광안리 해수욕장을 대상으로, 2009년 10월부터 2012년 1월까지 총 12회, 11개 조사 정점에서 126회의 현장조사를 통하여 해수욕장에서 표착 또는 버려진 미소 플라스틱의 다양한 종류를 채집, 분석하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 이 해수욕장의 미소 플라스틱류의 중량의 분포 특징은 11개 장소에서 약 3.23 ~ 30.58g 까지 넓게 분포하였으며, 이들간의 차는 약 9배 정도로 큰 차를 보였다. 장소별 수량의 분포 범위는 39 ~ 398개로 크게 차이를 보였으며, 최대치와 최고치는 약 10배 정도였다.

2. item별 중량 특성을 보면 P3, P2인 플라스틱 제품들이 전체 item의 63%정도이고 그 외의 item은 매우 적은 양으로 나타났다. 그러나 총수량에서는 P6의 한 개 item이 53%를 차지한 것이 총중량과 다른 양상이었다.

3. 시기별 또는 계절별 특징은 구별하기 어렵지만, 2010년과 2011년 1월에는 두 번 모두 다른 조사 계절보다 가장 적은 중량과 수량을 나타내었다. 또한 중량이 많은 시기라도 반드시 수량도 비례하여 많지는 않았다.

4. 장소에 따른 계절 변동으로는 정점 G1, G8에서 조사 시기별 중량 변동 차가 크게 나타났고, 전반적으로 4~10월에 많았다. 수량은 남단의 G1과 북쪽의 장소에서 많았다.

5. item과 장소의 변동 특성은 중량과 수량에서

가장 큰 값이 각각 P3와 P6의 item이었고, 대부분 5가지 종류의 플라스틱 item이 분포함을 알 수 있었다.

6. 매 조사시기마다 조금이라도 채집된 item은 P3, P6 및 P11이었지만, 중량과 수량은 서로 대응하여 비례하지 않았다.

7. 각 장소에 대응한 중량과 수량에 관한 상호 상관성은  $R = 0.881$ 로 나타나 상당한 관련성을 찾을 수 있었으나, item이나 계절에 따른 중량과 수량에는 상관성이 거의 없음을 알 수 있었다.

8. 총중량 밀도는  $4.506\text{g/m}^2$ , 총수량 밀도는  $51.936\text{개(ea/m}^2)$ 이었다.

향후 많은 해수욕장과 장기적 조사를 병행한다면 흥미있는 결과를 찾을 수 있을 것이다.

#### 감사의 글

이 연구 조사에 참여하여 자료 정리 및 그래프를 도와준 해양생산시스템관리학부 4년 정정모 군, 김영은 양에게 심심한 감사를 표합니다.

#### References

- Baird, R. W. · Hooker, S. K.(2000). Ingestion of plastic and unusual prey by a juvenile Harbour Porpoise, Mar. Poll, Bull, 40, 719~720.
- Bugoni, L. · Krause, L. · Petry, M. V.(2001). Marine debris and human impacts on sea turtles in Southern Brazil, Mar. Poll, Bull, 42, 1330~1334.
- Claereboudt M. R.(2004). Shore litter along sandy beaches of the Gulf of Oman. Mar. Poll, Bull, 49, 770~777.
- Endo S. · R. Takizawa, · K. Okuda, · H. Takada, · K. Chiba, · H. Kanehiro, · H. Ogi, · R. Yamashita and T. Date(2005). Concentration of polychlorinated biphenyls(PCBs) in beached resin pellets variability among individual particles and regional differences, Mar. Poll, Bull, 50, 1103~1114.
- Haruo Ogi and Yuri Fukumoto(2000). A Sorting Method for Small Plastic Debris Floating on the

- Sea Surface and Stranded on Sandy Beaches, Faculty of Fisheries Hokkaido University, 51(2), 71~93.
- Jose G. B. Derraik(2002). The pollution of the marine environment by plastic debris : a review, Mar. Poll, Bull, 44, 842~852.
- Kim, J. H.(2013). Pollution Characteristics of Plastic Debris ashore on the Shoreline in the Coastal Flow Field : 1. Busan Song-Jung beach, Jour. Fish. and Mar. Sci. Edu., 25(1), 78 ~ 86.
- Kim, S. K. · Kim, J. H. · Kim, M. S. · Cheong, S. B. · Lee, J. T.(2000). A study on the Distribution and Composition of Plastic Debris in the Coastal Beaches of Young-il Bay, Jour. Fish. and Mar. Sci. Edu., 12(2), 152~163.
- Kim, S. K. · Kim, J. H. · Park, C. D.(2002). Distribution and Composition of Plastic Pellets and Trash on the Beaches of the Southern Coast at Korea, Jour. Fish. and Mar. Sci. Edu., 14(1), 43~56.
- Kusui T. and M. Noda(2003). International survey on the distribution of stranded and buried litter on beaches along the sea of japan, Mar. Poll, Bull, 47, 175~179.
- McDermid K. J. and T. L. McMullen(2004). Quantitative analysis of small-plastic debris on beaches in the Hawaiian archipelago, Mar. Poll, Bull, 48,790~794.
- Otley H. and R. Ingham(2003). Marine debris survey at Volunteer Beach, Falkland Islands, during the summer of 2001/02. Mar. Poll, Bull, 46, 1534~1539.
- [www.kma.go.kr](http://www.kma.go.kr).(기상청)  
[www.khoa.go.kr](http://www.khoa.go.kr).(국립해양조사원).  
[www.suyeong.go.kr](http://www.suyeong.go.kr).(수영구청).
- 
- Received : 10 November, 2015
  - Revised : 01 December, 2015
  - Accepted : 07 December, 2015