

홍수시 4대강에서 유입되는 부유폐기물 성상 조사

유정석⁽¹⁾, 윤범상⁽²⁾, 노준혁, 윤성환⁽³⁾

Investigation of Floating Debris Characteristics Drained from 4 Big River on a Flooding

by

J. S. Yu⁽¹⁾, B. S. Yoon⁽²⁾, J. H. Rho and S. H. Yoon⁽³⁾

요 약

본 조사는 장마나 홍수로 인하여 강에서 해양으로 유입되는 부유폐기물의 성상을 파악하여, 해양폐기물 저감대책을 마련하기 위한 자료로 활용하기 위해 한국의 4대강인 한강, 낙동강, 금강, 영산강을 대상으로 2002년 7월과 8월 두 달간 수행하였다. 부유폐기물의 유입은 강우의 정도에 따라 차이가 있으나, 일일 강수량 150mm 이하의 일시적인 호우경보 시에도 부유폐기물의 유입은 미미하였으며, 지속적이며 다량의 강우량이 발생하거나 국지성 호우에 의하여 홍수가 발생할 때 대부분의 부유폐기물이 유입됨을 알 수 있었다. 따라서 강에서 유입되는 부유폐기물은 지속적으로 해양에 유입되는 것이 아니라, 일시에 특히 홍수시 다량으로 며칠에 걸쳐서 유입된다. 또한 발생된 부유폐기물 모두가 해양으로 유입되지 않고 폐기물의 상당량이 강변에 집적되는 것을 확인하였다. 각 강의 특성에 따라 부유물의 구성비는 달랐지만 부유물들의 절반이상은 식물 쓰레기이다. 그러므로 해양에 유입되는 부유폐기물 수거 방안 마련을 위해서는 식물쓰레기에 의한 영향을 고려해야 한다.

Abstract

This investigation is performed to prepare reducing method drained floating debris from the river. This paper is present an investigation result of the marine debris characteristics that drained from Korea 4 big river (Han river, Kum river, Youngsan river, Nakdong river) during July and August. A mount of floating debris different with rainfall. Short heavy rain like as 150mm/day floating debris drained lower, almost floating debris drained when a flooding cause by continuance heavy rain. Floating debris draining is not continuance, but concentrated on a flooding. All debris is do not drained ocean, a lot of debris accumulated riverside. Floating debris is drained with plant and configuration is similar with other river. But, the component ratio is different, so that, to prepare removing method for floating debris consider that effect of plant debris.

Keywords: Marine debris characteristics, Han river, Kum river, Youngsan river, Nakdong river, Flooding.

(1) 정회원, 한국해양연구원
(2) 정회원, 울산대학교
(3) 정회원, 세호코리아

1. 서 론

해양폐기물 중 육상에서 기인한 폐기물은 전체 해양 폐기물의 70% 이상을 차지하며, 특히 하천을 통하여 많은 양의 폐기물이 유입된다. 해양에 유입된 폐기물은 해양생태계 파괴로 인한 어족 자원 감소와 해변환경파괴 및 미관 훼손으로 인한 관광객 감소, 그리고 반복적인 정화비용 발생과 같은 피해를 야기하므로, 우리나라에서도 정부와 민간부문에서 합동하여 해양폐기물에 대한 대책마련을 지속적으로 추진하고 있다.

해양폐기물로 인한 해양오염 피해를 감소시키기 위해서는 우선, 해양폐기물에 대한 실태조사를 수행하여, 해양폐기물의 데이터베이스를 구축하고, 이를 토대로 정화장비와 정화기술을 개발하여 해양폐기물을 수거하고, 수거된 폐기물을 처리하여야 한다. 또한, 해양폐기물에 의한 해양오염 피해의 심각성을 꾸준히 홍보하여 해양으로 투기되는 폐기물의 양을 줄여야 한다.

해양폐기물에 대한 조사는 1990년대 중반부터 특정지역을 대상으로 해변으로 밀려오는 해안폐기물 청소운동의 결과와 인천 앞바다의 부유쓰레기 및 침적폐기물에 대한 조사결과 등이 보고되고 있다. 또한, 1999년부터 2000년에 걸쳐 한국해양연구원은 해양수산부와 어항협회의 의뢰를 받아 남해, 서해 및 동해의 주요항만 및 주요항구의 공유수면 해저에 침적되어 있는 폐기물에 대한 전반적인 조사를 실시하였으며, 2000년 8월부터 2001년 6월까지 전국 20곳의 연안지역을 대상으로 해양수산부의 의뢰를 받아 해양수산개발원, 녹색연합, 연안보전네트워크, 환경운동연합에서 해양폐기물의 발생량 및 성상을 모니터링하였으며 현재도 꾸준히 수행되고 있다. 해양폐기물에 의한 오염조사는 지속적으로 수행되어져야 할 과제이며, 현재까지 여러 단체나 조직에서 해양폐기물에 대한 조사가 수행되고 있다.(해양수산부[2001], [2002]) 그러나, 지금까지는 해안가로 밀려오거나 해저면에 집적된 폐기물 조사에 그치고 있어, 발생원인별 세부적인 조사가 부족한 실정이다.

본 조사는 해양폐기물 실태조사의 일환으로 장마나 폭우로 인하여, 강에서 해양으로 유입되는 육상폐기물 가운데 부유폐기물의 성상을 파악하여, 해양폐기물 저감대책을 마련하기 위한 자료로 활용하기 위하여 수행하였다. 본 조사를

통하여 강에서 해양으로 유입되는 부유폐기물의 성상을 파악함으로써 폐기물 발생지와 발생원인을 조사하여 강에서 유입되는 폐기물을 감소시키기 위한 방안을 마련하고, 국민들에게 폐기물에 의한 해양오염의 심각성을 인지시킬 수 있는 계기가 될 것으로 기대된다.

2. 해양부유폐기물

2.1 해양부유폐기물의 정의

해양폐기물이란 광범위한 의미로 인간활동이나 또는 자연재해에 의하여 발생되어 해양에 유입되는 모든 고형 물질을 의미하며, 부유폐기물이란 물위에 뜨는 고형(固形) 폐기물을 의미한다. 따라서 해양부유폐기물이란 인간의 활동이나 자연재해에 의하여 해양에 버려지는 고형부유폐기물이다. 해양부유폐기물 가운데 강에서 해양으로 유입되는 폐기물의 대부분은 생활 폐기물이라 할 수 있고 일반적인 용어로 부유쓰레기라 표현한다.

2.2 강에서 유입되는 부유폐기물의 발생원인 및 종류

2.2.1 부유폐기물 발생원인

일반적으로 강수의 변화가 적은 시기에는 부유폐기물의 유입량은 미미하며, 유량이 증가하여 수위가 높아지면서 강변에 산적한 부유폐기물이 강에 합류하게 되고 유속이 빨라져 부유폐기물이 해양으로 유입된다. 홍수란 강의 물이 불어 범람(汎濫)하는 현상으로, 우리나라의 홍수 발생원인을 살펴보면 대략,

- ① 장마전선의 남북 진동과 이 전선을 지나가는 저기압
- ② 여름철, 특히 7월~9월초에 한반도에 영향을 주는 태풍
- ③ 중국 화북지방 양쯔강과 동중국해 방면에서 이동해오는 저기압
- ④ 여름철의 남동 계절풍과 고온으로 인한 뇌우성 집중호우 등이다.

홍수가 발생되면 하천의 수위가 급격하게 높아짐으로 인하여 부유폐기물이 대량으로 유입된다.

우리나라의 경우는 홍수 발생률이 높은 6월에서 8월에 사이에 부유폐기물 유입이 집중된다.

2.2.2 부유폐기물 종류

해양폐기물 가운데 어업도구를 제외한 폐기물은 강에서 유입되는 부유폐기물들과 동일한 항목이며, 강에서 유입된 부유폐기물과 바다에 직접 투기한 폐기물은 구별 할 수 없다. 국내외를 막론하고 부유폐기물의 종류는 유사하며, 플라스틱류가 절반정도를 차지하고 있고, 나무, 유리, 금속 등이 10% 내외의 비율을 차지하고 있는 것으로 파악 되고 있다.

3. 부유폐기물 조사자료

3.1 조사기간

2002년 7월~8월 기간동안 Table 1의 조사지역을 기준으로 할 때, 4대강 유역에 위치한 도시들의 강우량은 Fig. 1과 같다. 전국이 거의 비슷한 시기에 강우량 증가를 보이고 있으며, 장마나 태풍에 의한 강우량 증가보다 국지적인 집중호우가 발생된 8월 6일부터 13일 사이에 강우 증가량이 큰을 알 수 있다(기상청[2002]). 집중호우기간인 8월 6일부터 8월 19일 사이의 수위가 특히 높음을 알 수 있다 이 기간은 4대강 모두 홍수주의보 또는 홍수 경보가 발령된 시기이다.

강에서 유입되는 부유폐기물의 성상을 조사하기 위하여 강우량의 증가에 따라 3단계로 나누

어 각각의 단계에 대한 부유폐기물의 유입정도 와 성상을 조사하였다. 각각의 단계를 기술하면,

- ① 첫 번째 단계(CASE I) - 강우의 유입 없을 때
- ② 두 번째 단계(CASE II) - 호우경보 이하의 일반적인 강우시(150mm이하/일)
- ③ 세 번째 단계(CASE III) - 호우경보 이상의 강우로 인한 홍수 발생시

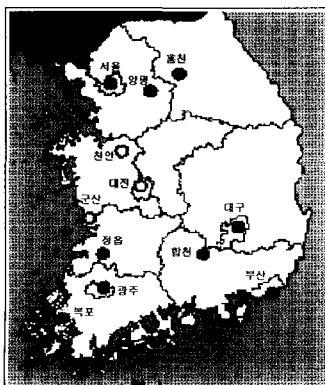
이다.

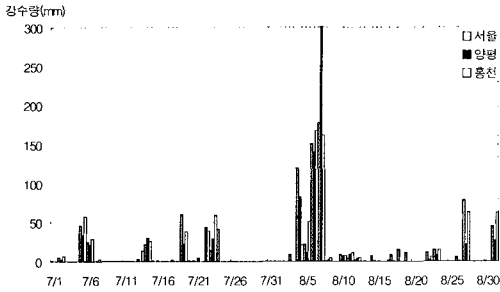
2002년 7월부터 8월 기간 중의 우리나라에서 발생한 강우량 자료를 검토해 보면, 예년에 발생하는 일반적인 강우특성을 모두 포함하고 있다. 강우량의 발생 원인을 살펴보면 태풍에 의한 강우량발생, 장마에 의한 강우량 발생, 집중호우에 의한 강우량 발생이다. 2002년에 발생하여 우리나라에 영향을 미친 태풍은 라마순과 평센, 루사이며, 8월말에 발생한 루사는 조사시기에서 제외하였다.

3.2 부유폐기물 조사위치

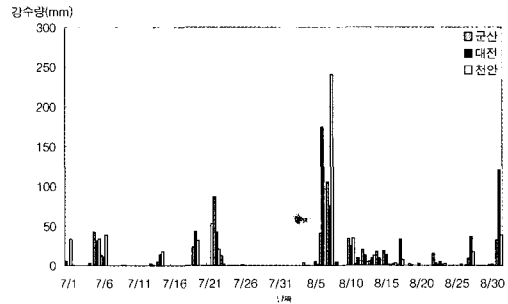
부유폐기물의 성상을 조사하기 위하여 각 강의 하류를 기준으로 조사위치를 선정하였다. 한강은 행주대교가 서울시 외곽에 위치하고 있으며, 임진강과 떨어져 있어 한강에서 유입되는 부유폐기물을 파악하기에 적절하여 행주대교를 기준으로 상하 지역에서 조사하였다. 금강, 영산강, 낙동강은 하구언이 있어 해양과 강의 구분이 명확하므로, 수문이 있는 곳 또는 그와 인접한 상부에서 조사하였다.

Table 1 Rainfall check region.

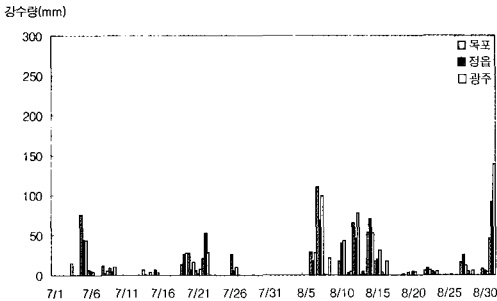
	River	City
	Han river	Seoul, Yangpyung, Hongcheon
	Kum river	Gunsan, Taejon, Chonan
	Youngsan river	Mokpo, Jeongeup, Gwangju
	Nakdong river	Pusan, Hapchun, Taegu



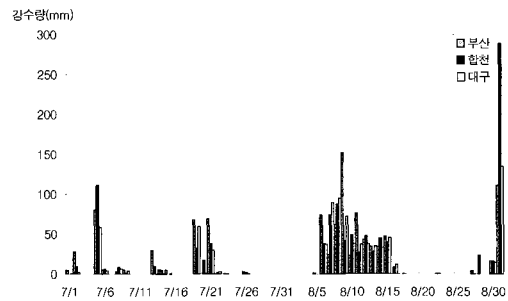
(a) Han river area



(b) Kum river area



(c) Youngsan river area



(d) Nakdong river area

Fig. 1 The amount of rainfall that 4 big river for 2 month from 7 to 8.

4. 조사결과

앞에서 언급한 CASE I, II, III을 기준으로 4대강에서 유입되는 부유폐기물을 조사한 결과 CASE I, CASE II의 경우 부유폐기물의 유입은 거의 없었다. 이는 강우로 인한 강수량 증가가 예상되면 홍수통제소에 의하여 한강상류의 댐 또는 하구언이 있는 강들이 수문을 미리 조절하여 댐과 강의 수위를 낮춤으로서 강변에 산적한 부유폐기물의 유입이 거의 없었다. 물론 강변에 포집된 부유폐기물들이 해양으로 유입되는 경우도 있으나, 그 양은 미미한 것으로 확인되었다. 따라서 본 조사에서 수행한 부유폐기물의 성상 결과는 CASE III인 홍수로 인하여 해양으로 유입되는 부유폐기물의 성상에 대하여 언급하였다.

부유폐기물이란 해양부유폐기물 가운데 강에

서 해양으로 유입되는 폐기물로 대부분은 생활 폐기물이며, 식물쓰레기는 부유폐기물에 포함되지 않는다. 그러나 부유물질 중 대부분은 식물쓰레기이며, 부유폐기물은 이들 식물쓰레기와 함께 해양에 유입된다. 부유폐기물에 대한 각 강의 성상 파악과 함께 전체부유물질 중 식물쓰레기가 차지하는 비율도 조사하였다. 이는 부유폐기물을 수거하기 위해서는 식물쓰레기도 함께 수거하여야 하기 때문에 수거장비 개발에 필요한 자료로 활용 할 수 있을 것으로 기대된다.

4.1 4대강별 부유폐기물 유입특징

4.1.1 한강의 부유폐기물 유입특징

행주대교에서 한강을 통해 해양으로 유입되는 부유폐기물의 성상을 조사한 결과 강변지역에서

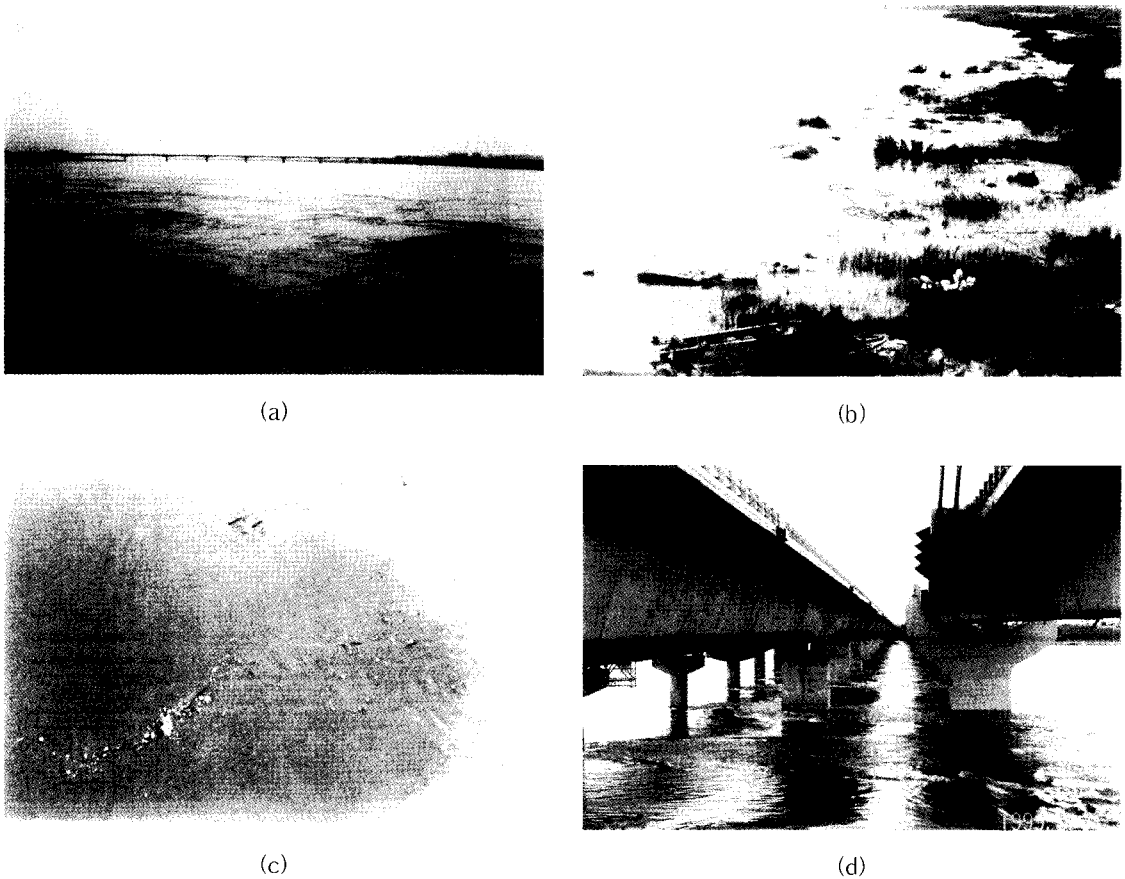


Fig. 2 Floating debris characteristics drained from the Han river.

부유폐기물의 유입이 조금 많지만(Fig. 2 (a)), 대체적으로 강폭전체에 걸쳐서 유입됨을 확인하였다(Fig. 2 (b)). 이는 서울시를 통과하는 한강 수계가 굽이 없는 직선의 형태를 띠며, 강변이 잘 정리되어 있기 때문으로 판단된다. 또한, 한강에서 유입되는 부유폐기물은 가는 띠 형태로 잘게 부서져서 유입된다(Fig. 2 (c)). 이는 한강에 있는 많은 교각 때문에 교각에서 발생하는 와류가 부유폐기물을 휘저어 줌으로서 부유물들이 강 전체로 퍼지는 현상 발생하기 때문이다(Fig. 2 (d)).

한강에서 유입되는 부유폐기물의 특징을 살펴보면, 농산물 포장용 스티로폼과 건축자재 등(대형PVC관, 안전모, 각목, 목재 팔레트)이 많이 유입되며, 특이한 것은 유원지에서 유입된 것으로

판단되는 운동경기용 공이(1개/10min) 많았다. 한강의 팔당댐 이하는 농사짓는 지역이 적고 수로가 잘 정비되어 있어, 농산물이나 식물쓰레기의 양은 타지역에 비하여 적음을 알 수 있었다.

4.1.2 금강의 부유폐기물 유입특성

홍수발생시 금강 하구언에서 해양으로 유입되는 부유폐기물의 유입특성을 조사한 결과, 부유물은 연속적인 띠를 이루며 일정한 물길을 따라, 하구언에 있는 수문들 가운데 우측 2개의 수문을 통하여 해양으로 유입됨을 알 수 있었다(Fig. 3 (a)). 금강 하류는 강폭이 좁고 강변 정리가 잘 되어 있으며, 하구언 입구에서는 갑자기 강의 폭이 넓어져서 유속 변화가 발생하며, 부유폐기물은 유속이 빠른 물길을 타고 해양으로 유입되는

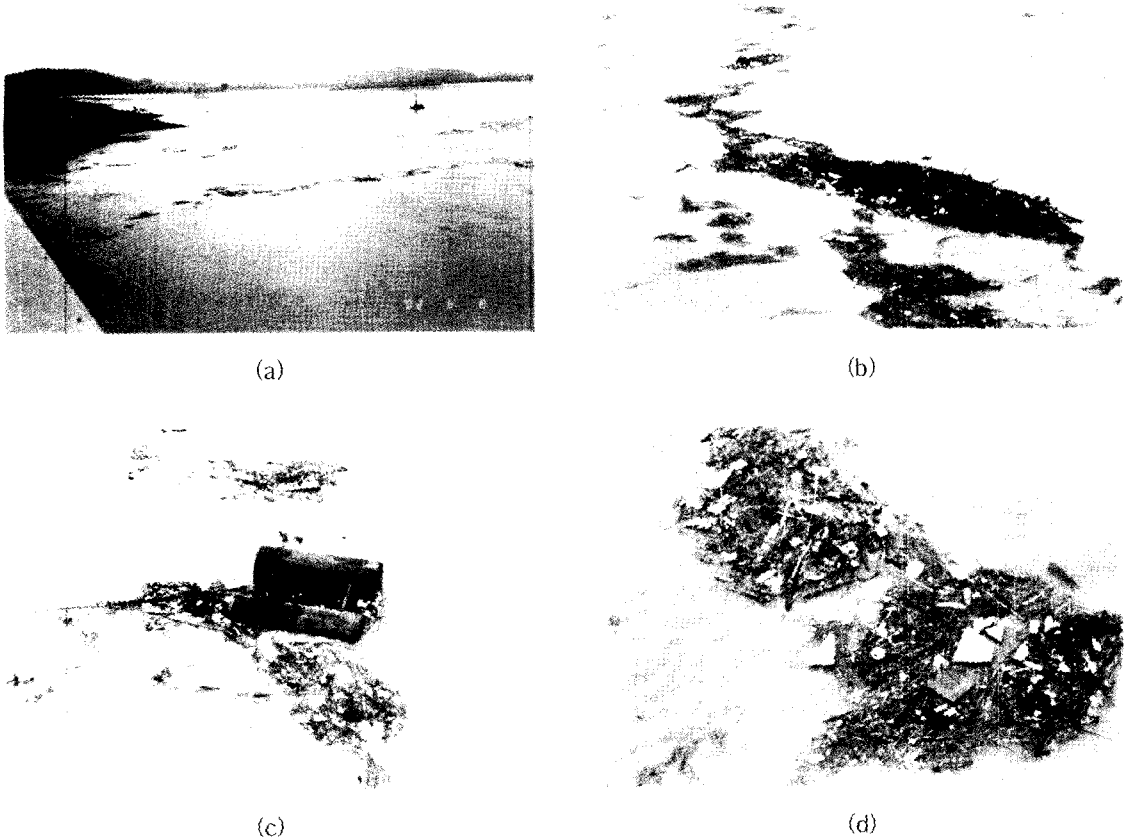


Fig. 3 Floating debris characteristics drained from the kum river.

것으로 판단된다.

금강에서 유입되는 부유폐기물의 특징을 살펴 보면, 하우스용 비닐과 경운기 타이어, 농약통, 농산물, 가축 등과 같이 농축산업용 물건이 많았으며, 대형 철구조물이 자주 떠내려옴을 알 수 있었다(Fig. 3 (c)). 대형 철구조물들은 강변에 선착장으로 활용되는 드럼통이나 하우스용 기름 탱크 등이었으며, 살충제 통들도 간간히 떠내려 오는 등 금속성 폐기물이 대체적으로 많았다.

4.1.3 영산강의 부유폐기물 유입특징

영산강은 다른 강에 비하여 강우량이 적었다. 영산강은 하구둑으로 인하여 하류에 영산호가 형성되어 유속이 느리며, 부유물들은 무리를 이루며 영산호 중간 중간에 넓게 퍼져서 느리게 이

동한다(Fig. 4 (a)). 영산강의 부유물 특징은 식물쓰레기가 대부분을 차지한다(Fig. 4 (b), (c)). 이는 영산강 주변에 논농사 등과 같은 농업이 주를 이루고 있기 때문이다. 농사와 관련된 부유물이 많이 조사되었으며, 살충제 용기, 부탄가스 통과 같은 금속성 폐기물도 눈에 띄었다(Fig. 4 (d)). 본 조사기간 동안에는 영산강 하구연에서 해양으로 직접 유입되는 부유폐기물들을 조사할 수 없어, 영산호에 산적한 부유폐기물들을 조사하였다.

4.1.4 낙동강의 부유폐기물 유입특징

낙동강은 남부지역의 홍수로 인하여 부유폐기물의 유입이 많았다. 낙동강은 한강이나 금강에 비하여 강변의 수로가 정비되어 있지 않아서, 영산

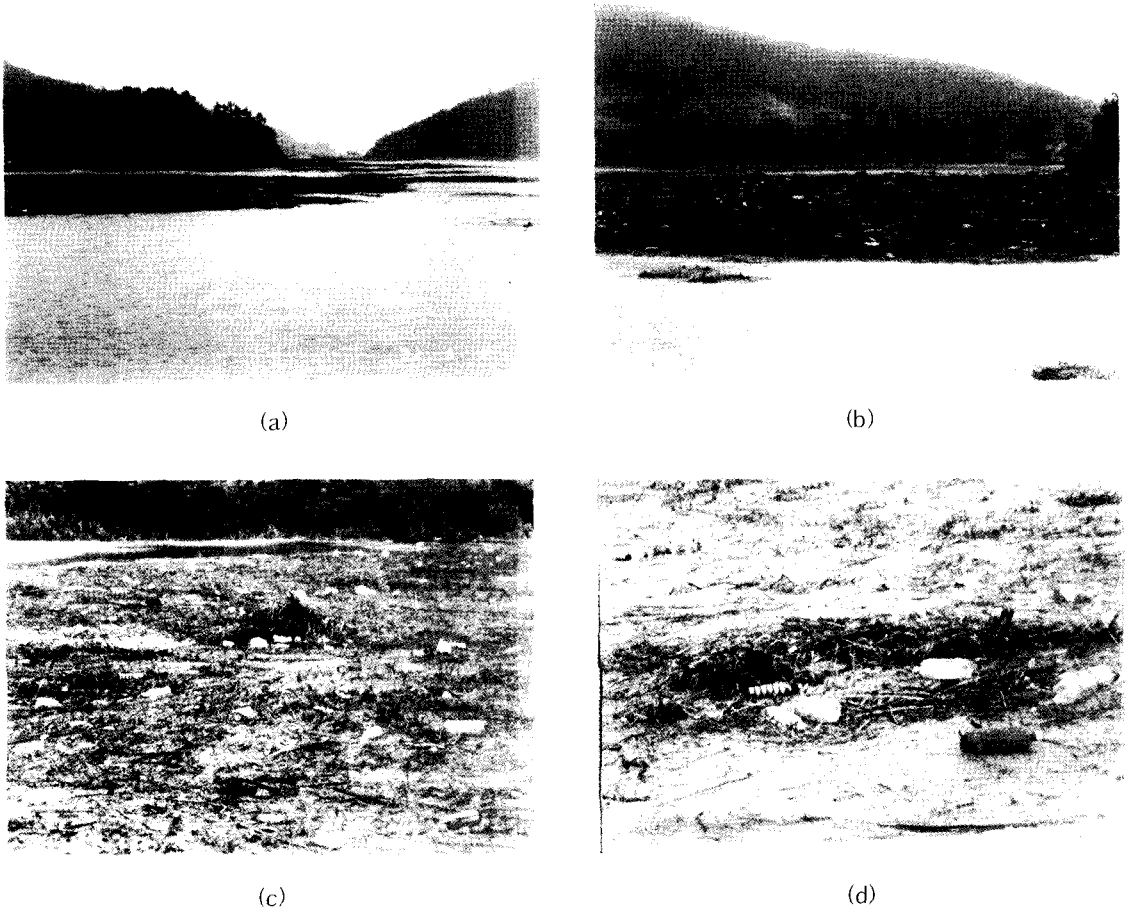


Fig. 4 Floating debris characteristics drained from the youngsan river.

강과 같이 강변수풀에 부유쓰레기가 걸려 있었다. 강변에 부유폐기물의 집적량이 증가하면서 더 이상 강변에 부유폐기물이 집적되지 못하면, 비연속적인 띠의 형태로 강을 따라서 하류로 내려가면서 순차적으로 강변에 집적되는 현상이 발생하였다(Fig. 5 (a), (b)). 낙동강 하구언에서 해양으로 유입되는 부유폐기물은 급강에서와 같이 우측 2개의 수문을 통하여 해양으로 유입되었으며, 상류의 부유폐기물 발생량에 비하여 해양으로 직접 유입되는 부유폐기물의 양은 적었다(Fig. 5 (c)).

낙동강은 영산강과 같이 식물쓰레기의 비율이 높았으며, 농업과 관련된 폐기물과 함께 냉장고와 같은 생활용품과 단열재, 건축용 안전장비와

같은 건축용 폐자재가 조사되었다.

4.2 4대강 부유폐기물 성상비

홍수로 인하여 육상의 부유폐기물이 해양에 유입될 때 부유폐기물 단독으로 유입되지 않고 하천의 식물쓰레기와 함께 유입된다. 따라서 전체 부유물질들 중 식물쓰레기가 차지하는 비율이 중요한 인자로 작용할 수 있다. Table 2은 홍수시 4대강에서 발생하는 부유물질들의 성상비율을 나타낸다. 전체 부유물질들 중 식물쓰레기의 비율은 각 강의 특성에 따라 차이가 있으나 농업과 관련된 강의 경우 식물쓰레기의 유입이 많았다. 식물쓰레기를 제외한 부유폐기물의 성상비는 그림 8에 나타내었다.

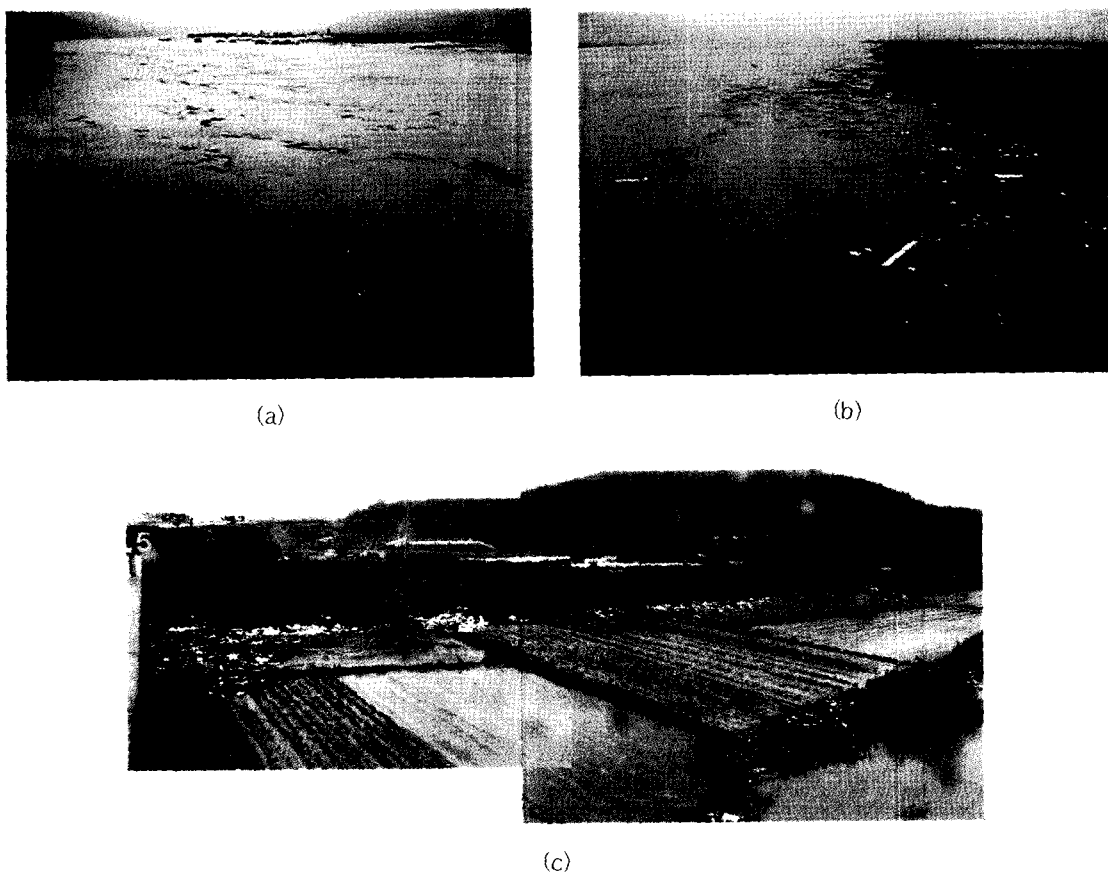


Fig. 5 Floating debris characteristics drained from the nakdong river.

Table 2 Floating debris characteristics ratio drained from rivers on a flooding. (unit : %)

River	Plant	plastics	Wood	Metal	Glass	Other	Total
Han	64	26	4	1	1	4	100
Kum	77	15	1	4	1	2	100
Youngsan	80	14	1	3	1	1	100
Nakdong	70	19	1	4	3	3	100

5. 결 토

4대강에서 해양으로 유입되는 부유폐기물의 성상을 파악하기 위하여 4대강의 하류에서 강우량의 정도에 따라 3단계(CASE I, II, III)로 나누어

폐기물의 성상을 조사하였다. 부유폐기물의 성상은 4대강 모두 비슷한 종류로 구성되어 있으나, 그 구성비는 각 강의 특성에 따라 차이가 있음을 확인하였다.

부유폐기물의 유입은 강우의 정도에 따라 차

이가 있으나, 일일 강수량 150mm이하의 일시적인 호우경보 시에도 부유폐기물의 유입은 미미하였으며, 지속적이며 다량의 강수량 발생하거나 국지성 호우에 의하여 홍수가 발생할 때, 대부분의 부유폐기물이 유입됨을 알 수 있었다. 따라서 강에서 유입되는 부유폐기물은 지속적으로 해양으로 유입되는 것이 아니라 일시에 특히 홍수시 다량으로 며칠에 걸쳐서 유입된다. 또한, 발생된 부유폐기물 모두가 해양으로 유입되지 않고 폐기물의 상당량이 강변에 집적되는 것을 확인하였다.

각 강의 특성에 따라 부유물의 구성비는 달랐지만 부유물들의 절반이상은 식물쓰레기이다. 그러므로 해양에 유입되는 부유폐기물 수거 방안을 마련하기 위해서는 식물쓰레기에 의한 영향을 고려하여야겠다.

후 기

본 연구결과는 해양수산부 지원으로 수행된 “해양폐기물 종합처리시스템 개발(Ⅳ)” 과제의 일부 분임을 밝힌다.

참고문헌

- [1] 해양수산부, “해양폐기물 종합처리시스템 개발연구(Ⅰ)”, 2000.
- [2] 해양수산부, “해양폐기물 종합처리시스템 개발연구(Ⅱ)”, 2001.
- [3] 해양수산부, “해양폐기물 종합처리시스템 개발연구(Ⅲ)”, 2002.
- [4] 이창복, “우리나라 해양오염의 현주소(Ⅱ)”, 1996.
- [5] 환경부, “비점오염원 관리요령”, 2000.
- [6] 국립해양조사원, <http://www.nori.go.kr>
- [7] 기상청, <http://www.kma.go.kr>
- [8] 한강홍수통제소, <http://www.hrfco.go.kr>
- [9] 한국수자원공사, <http://www.kowaco.or.kr>