

# 농촌 중·소 하천 및 저수지 퇴적물의 오염현황

A study on the degree of pollution of stream and reservoir sediments in rural area

김 성 필\* · 장 병 욱 · 우 철 응 · 차 경 섭(서울대)

Kim, Seong Pil · Chang, Pyung Wuck · Woo, Chull Woong · Cha, Kyung Seob

## Abstract

This study was performed to investigate the degree of pollution of sediments of stream and reservoir in rural area. A series of site investigations were carried out for Kyongki-do area and chemical analysis were performed for sediment samples. It was found that some samples were heavily polluted with phenol and TPH and gave off a malodor. Soil Pollution Scores(SPSs) was determined for sediment samples. Some samples were classified to Soil Pollution Class(SPC) 2 and 3. For recycling and disposal of dredged sediments from stream and reservoirs, these polluted sediments should be carefully considered.

A further study on the criterion of recycling/disposal of sediments and development of new Soil Pollution Index compatible for stream sediments is necessary in future.

## I. 서론

농어촌의 중·소 하천 및 저수지는 농업용수의 공급원의 역할을 하고 있으며, 지금까지 농어촌 중·소 하천 및 저수지에 대하여 이·치수 목적의 하천개발, 제방축조, 준설 및 수질개선 등의 사업이 수행되어왔다. 하상 및 저수지 바닥에 퇴적된 퇴적물은 이러한 사업 과정에서 의부로 유출되어 건설재료로 사용되거나 사토처리되고 있다.

근래의 농어촌 정주권 사업 및 기타 환경 및 생태관련 사업 등의 관점에서 하천은 단순한 용수원의 기능뿐만 아니라 주민의 생활공간의 일부로 그 역할이 확대되고 있다고 할 수 있다. 이러한 관점에서 이들 퇴적물의 오염정도를 파악하는 것은 준설 퇴적물의 활용 및 사토처리에 있어서 토양오염 등에 대한 중요한 판단근거가 될 수 있으며, 또한 하천의 환경정비에 있어서 고려되어야할 하나의 요소가 될 것이다.

본 연구에서는 경기도내의 농어촌 중·소 하천 및 저수지의 퇴적물에 대한 오염도 분석을 실시하였다. 이는 준설사업으로 발생한 준설토사 처리에 있어 하나의 판단근거로 사용될 수 있을 것이다. 또한 향후 농어촌 하천 및 저수지 퇴적물의 오염정도의 지표화를 통한 농어촌 마을의 환경정비사업에 있어서 하천정비사업의 기초자료로 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

## II. 대상지역 및 방법

### 2.1 대상지역

본 연구에서는 먼저 경기도 일대의 중·소 하천 퇴적물에 대하여 조사를 실시하였다. 본 연구에서는 하상 퇴적물의 오염정도에 영향을 미치는 오염원을 근거로 하여 각 조사 대상 하천의

유역을 각각 농업, 생활, 공업 우세 유역으로 구분하였다. 대상 하천은 하천 폭이 10m 이내로, 주변은 대부분 농경지이고, 상류부에 주거지 및 공장 등이 산재한 지역을 선정하였다. 저수지로는 현재 준설공사가 진행중인 저수지를 대상 저수지로 선정하였다.

## 2.2 조사항목 및 방법

본 연구에서는 먼저 대상지역에 대한 현장조사에서 퇴적물의 색과 악취 발생여부를 조사하였다. 악취정도의 경우 ‘대기환경보전법’에서 제시한 관능에 의한 방법과 기기에 의한 방법 중 관능법 상의 6단계의 악취도를 적용하여 기록하였으며, 각 조사대상 지역에서 시료를 채취 후 밀봉하여 보관 후 화학성분분석을 실시하였다.

화학성분분석은 ‘토양환경보전법’에서 규정하고있는 오염물질에 대하여 수행하였으며, 측정항목은 카드뮴(Cd), 구리(Cu), 납(Pb), 비소(As), 수은(Hg), 시안(CN), 6가크롬(Cr<sup>6+</sup>), 유기인, 페놀, BTEX, TPH, PCB이다. 모든 분석방법은 ‘토양오염공정시험방법’에 준하여 수행하였다.

토양의 중금속 농도에 의한 토양의 상태를 종합적으로 판단할 수 있는 지표로 박(1966)에 의해 제안된 토양오염지표(SPI, Soil Pollution Index)를 사용하였다. 이는 다음 식의 토양오염점수(SPS, Soil Pollution Score)를 이용하여 토양오염등급을 판단하는 방법이다.

$$\text{Soil Pollution Score} = \sum_i \frac{\text{Conc}_i}{\text{TV}_i} \times 100$$

여기에서,  $i$ 는 중금속(As, Cd, Cr<sup>6+</sup>, Cu, Pb, Hg),  $\text{Conc}_i$ 는 각 중금속의 농도 그리고  $\text{TV}_i$ 는 각 중금속의 토양오염 우려기준이다. 원래의 토양오염점수는 Cr<sup>6+</sup> 대신 Zn을 사용하였으나 본 연구에서는 현재 토양환경보전법 상에서 규정한 Cr<sup>6+</sup>을 사용하였다.

토양오염점수를 근거로 토양오염등급(Soil Pollution Class)을 나타내면 표 2와 같다. 표에서 토양오염점수가 300점 이상이면 4등급으로 오염된 지역으로 구분한다. 300~200 사이는 3등, 200~100점 사이는 2등급으로 토양오염이 우려되어 토양 상태의 재검측이 필요한 지역이다. 100점 미만은 1등급으로 토양상태가 양호한 지역으로 분류한다.

표 1 토양오염점수(SPS)를 근거로한 토양오염등급(SPC)

총 토양오염점수 (Total Soil Pollution Score)	> 300	200~300	100~200	<100
토양오염등급 (Soil Pollution Class)	4	3	2	1

## III. 조사결과

### 3.1 육안조사결과

하천퇴적물의 경우 퇴적물에 의해 보의 기능을 상실한 경우가 많아 준설이 필요한 것으로 나타났다. 또한 하천 퇴적물이 육안으로 보아 오염정도가 낮거나 오염되지 않은 것으로 보이는 경우에도 내부는 색이 검은빛이고 악취가 심하게 발생하는 경우가 많이 관측되었다. 또한 육안 조사결과는 화학성분분석과 차이가 있는 것으로 나타났다. 악취정도를 분석한 결과 평야지대의 농업유역과 공업지역이 산재한 지역에서 악취발생정도가 평균적으로 높았으며 산간지대의 농

업유역일 수록 악취정도는 낮았다.

### 3.2 화학분석 결과

본 연구에서 채취한 총 22개 시료에 대한 화학분석 결과는 아래 표 2와 같다. 시료 No. 1~11은 경기 북부시료, 12~14는 경기 남부시료 그리고 15~18은 김포지역 시료이다. 나머지 19~22시료는 저수지 시료이다. 표 3에 화학분석 결과와 토양오염등급을 나타내었다. 토양 오염물질로 규정된 항목 중에서 6가크롬(Cr<sup>+6</sup>), PCB, 유기인, 시안(CN)은 검출되지 않았다.

표 2 하천 퇴적물 시료의 화학분석 결과 및 토양오염점수

시료 No.	As (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Hg (ug/kg)	TPH (mg/kg)	폐놀 (mg/gk)	BTEX (mg/kg)	pH	EC (dS/m)	유기물 (%)	SPS
1	1.375	3.406	0.059	1.396	0.1308	0	0	0	6.89	0.140	0.59	67.8
2	2.674	8.243	0.173	8.025	0.0597	0	0	0	7.13	0.260	3.31	95.5
3	2.636	4.663	0.111	2.704	0.0342	0	0	0	5.38	0.113	2.38	71.9
4	3.949	7.813	0.151	4.608	0.1528	0	0	0	7.38	0.213	3.51	134.3
5	3.920	6.140	0.180	8.541	0.0917	0	0	0	7.34	0.262	1.79	121.1
6	2.470	5.226	0.153	5.109	0.0759	0	0	0	6.60	0.422	3.58	85.9
7	1.381	11.745	0.183	12.472	0.1807	0	0	0.650	6.52	0.126	3.49	116.4
8	3.458	25.894	0.220	6.848	0.0498	0	0	0	6.59	0.634	6.84	143.4
9	0.663	2.573	0.055	2.947	0	0	0	0	5.45	0.133	0.63	22.8
10	2.233	11.923	0.603	2.684	0.0665	0	36.870	0	5.73	0.422	9.30	120.6
11	4.986	5.542	0.199	4.644	0.1852	2697.82	276.984	0	7.57	1.440	4.00	158.4
12	4.009	9.847	0.207	7.681	0.0999	0	65.067	0	4.61	0.499	2.77	133.0
13	1.261	2.517	0.072	3.505	0.8431	0	13.107	1.286	6.86	0.061	0.58	245.1
14	1.480	1.407	0.059	2.833	0	0	13.301	0	4.99	0.100	0.82	34.2
15	0.769	3.481	0.079	1.586	0.097	0	0	0				51.0
16	2.328	5.125	0.298	3.023	0.079	0	0	0				91.6
17	1.220	4.889	0.128	3.153	0.022	0	0	0				47.4
18	0.920	2.444	0.101	2.792	0	0	0	0				29.7
19	2.170	1.781	0.123	6.771	0.056	0	0	0				68.7
20	1.523	2.190	0.096	3.879	0.028	0	0	0				46.9
21	2.910	4.748	0.113	5.444	0.103	0	0	0				96.7
22	0.977	2.085	0.054	2.042	0.001	0	0	0				26.2

표에서 토양오염 우려기준 및 대책기준을 초과하는 항목은 폐놀과 TPH로 경기 북부 일부와 경기 남부시료에서 검출되었다. 또한 유기물의 경우 2~4% 이상이면 비중의 감소 및 흡수성, 보수성이 증가하여 물리적 성질이나 역학적 성질에 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 대상 시료의 경우 최대 9% 이상의 유기물 함량을 나타내었으며, 이들 퇴적물을 활용하고자 하는 경우 대책이 필요한 것으로 나타났다.

표에서 보듯이 8개 시료의 토양오염점수가 2~3등급으로 분류되어 토양오염의 우려가 있는 것으로 나타났으며, 향후 이들 하상 퇴적물에 대한 지속적인 관측이 필요한 것으로 판단되었다. 저수지 시료의 경우는 모두 1등급으로 나타났다. 또한 특징적인 것은 육안 조사에서 상대적으로 오염정도가 낮은 것으로 나타난 시료가 2~3등급으로 나타나 실제 오염정도와의 차이를 보였다.

한편으로, 하천 및 저수지 퇴적물의 오염은 그 자체의 특정기준 초과여부를 떠나서 사토 처리 및 활용에 있어서 부차적인 토양오염원으로 작용할 수 있다는 점에 중요성이 있다고 할 수 있다. 이러한 측면에서 특히 하천 및 저수지 수질의 영향이 클 것으로 판단되지만 본 연구에서는

수질과의 관계에 대해서는 조사하지 않았다.

#### IV. 결론

본 연구에서는 경기도내 농어촌 중·소 하천 및 저수지의 퇴적물에 대한 오염도 분석을 실시하였다. 그 결과 하천 퇴적물의 경우 겉으로 보이는 것과는 달리 내부의 오염이 심한 것이 육안으로 관찰되었으며, 퇴적물에서 매우 심한 악취가 발생하고 있었다. 또한 퇴적물로 인해 보의 기능이 상실되는 등 하천 준설의 필요성이 있는 것으로 판단되었다.

하상 퇴적물 시료에 대한 화학분석 결과 일부 지역의 시료에 대하여 폐놀 등에 의하여 심하게 오염된 경우가 나타났다. 토양오염지표를 이용하여 퇴적물의 오염정도를 분석한 결과, 몇몇 시료의 경우 토양오염등급 2, 3등급으로 토양오염의 우려가 있는 것으로 나타났다. 따라서 이들 지역에 있어서 유역의 오염원에 대한 관리 및 하상 퇴적물의 오염정도 모니터링이 필요할 것으로 판단된다.

향후 친환경적인 생활공간으로서의 하천개발을 위한 하천정비사업에 있어서 하천 및 저수지에서 발생하는 준설 퇴적물의 처리 및 재활용을 위한 기준의 정립이 필요한 것으로 판단되며, 이를 위하여 오염원별, 시기별 퇴적물의 오염현황 파악 및 토양오염지표의 변화에 대한 모니터링이 필요한 것으로 판단된다. 나아가 농어촌의 지역특성, 생활특성 및 산업특성을 반영하는 보다 합리적인 하천 및 저수지 퇴적물의 오염지표의 개발이 필요할 것이다.

#### 참고문헌

1. 김기현, 김세현, 최영천, 1996. 중금속 토양 오염: 한국중부지역의 농경지를 중심으로, 대한자원환경지질학회지, Vol. 29, No. 6, pp. 725~732
2. 김주용, 정철환, 오강호, 고영구, 문정준, 유경아, 1999. 광주부근 영산강과 광주천의 하상퇴적물의 중금속 오염, 한국지구과학회지, Vol. 20, No. 1, pp. 96~100
3. 농림부, 1996. 저수지 준설토의 효율적 활용방안 연구
4. 농림부, 1998. 농어촌지역 소하천의 환경정비기법 개발
5. 박용하, 1996. 중금속 및 비소오염 토양질 평가를 위한 토양오염지표의 고안과 응용 가능성, 한국토양환경학회지, Vol. 1, No. 1, pp. 47~54
6. 박용하, 윤정호, 이승희, 김강석, 1996. 토양오염지표에 의한 국내 토양의 중금속과 비소 오염도 및 향후 전망, 한국토양환경학회지, Vol. 1, No. 1, pp. 55~65
7. 윤연흠, 박돈희, 김용웅, 조완현, 박천영, 윤정환, 2000. 여천공단 주변 토양의 중금속함량에 관한 연구, 대한자원환경지질학회지, Vol. 33, No. 5, pp. 379~389
8. 이유대, 노영재, 1991. 수영만의 퇴적물 및 중금속 분포에 관한 연구, 한국지구과학회지, Vol. 12, No. 4, pp. 362~370
9. 이평구, 최상훈, 김성환, 윤성택, 2000. 주요산업활동 유형에 따른 서울시 도로변 하수퇴적물의 중금속오염 특성, 한국지하수토양환경학회, 춘계학술발표회논문집, pp. 28~32
10. 장인성, 정창모, 임계규, 1999. 토양오염지표에 의한 천안시 토양환경 평가, 한국토양환경학회지, Vol. 4, No. 2, pp. 185~192
11. 정찬호, 정기영, 2000. 벤토나이트의 중금속 흡착제거에 대한 pH와 지하수 음이온의 영향, 대한자원환경지질학회지, Vol. 33, No. 1, pp. 31~40