하천퇴적물 오염도조사

○ 부산지역 주요 하천의 하천퇴적물에 대한 오염 실태를 파악
○ 하천환경 관리 대책 수립 및 퇴적물 법정기준 설정 시 기초 자료 제공

1. 조사개요

○ 조사기간 : 2015년 1월 ~ 12월
○ 조사지점 : 10개 하천 15개 지점
- 동천(범4호교, 범1호교)
- 학장천(엄궁교)
- 대천천(화명교)
- 서낙동강(강동교, 동서교, 식만교)
- 회동댐 상류(신천교)
- 수영천(동천교, 연안교)
- 덕천천(덕천교)
- 낙동강(물금, 매리)
- 좌광천((주)세양교),
- 지사천(인우교)

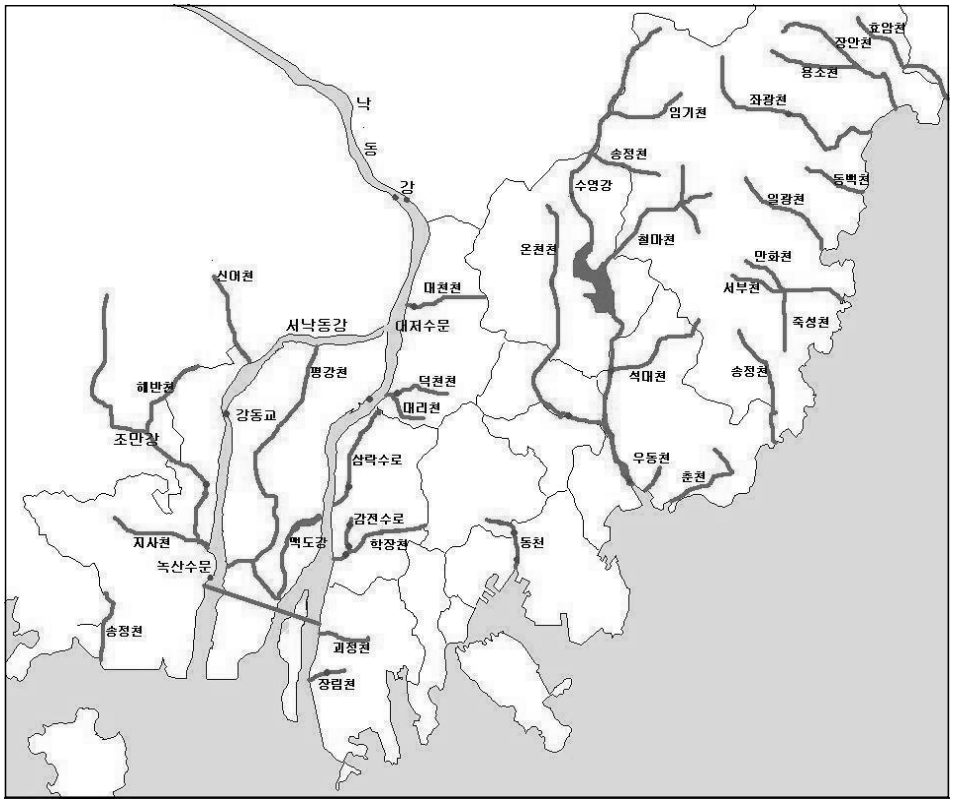

그림 1. 하천퇴적물 채취지점

담당부서 : 토양폐기물팀(☎051-309-2933)
팀 장 : 이경심, 담당자 : 한상민

○ 조사대상 및 항목
- 조사대상 : 10개 하천 15개 지점
- 조사항목(16개 항목) : 함수율, 연소가능량, COD, SRP, T-N, T-P, Cr, Cu, Zn, Al, As, Cd, Pb, Li, Ni, Hg.

2. 조사방법

퇴적물 매뉴얼의 표준작업 절차서를 따름

3. 조사결과

○ 2015년 하천퇴적물 오염도 현황

표 1. 10개 하천 15개 지점의 조사 결과(상 · 하반기 평균) (mg/kg)

하천명	지 점 명	함수율 (%)	연소가능량 (%)	COD (%)	SRP	T-N	T-P	Al (%)	Li
동 천	범4호교	37.0	6.0	2.9	39.7	1,980	918	4.7	14.0
	범1호교	37.0	5.6	2.5	23.3	1,855	924	1.6	16.4
수영천	동천교	39.0	3.9	1.8	13.3	1,950	724	4.0	12.0
	연안교	40.0	2.6	1.5	8.6	704	466	3.9	14.0
학장천	엄궁교	40.0	2.6	1.6	17.8	1,384	765	2.6	16.0
덕천천	덕천교	39.0	4.9	2.8	15.7	1,321	843	4.7	12.1
대천천	화명교	37.0	1.3	0.6	9.9	533	332	1.9	12.7
낙동강	물금	40.0	2.9	0.5	10.7	809	315	3.5	16.2
	매리	38.0	1.9	0.6	8.9	530	322	3.0	14.4
서낙동강	강동교	39.0	3.4	1.7	16.1	1,339	613	3.3	12.6
	동서교	38.0	4.2	1.2	15.5	1,165	444	3.8	16.9
	식만교	39.0	3.1	1.7	14.6	1,051	398	2.8	13.0
좌광천	㈜세양엽	40.0	3.9	1.6	16.1	680	677	3.5	17.2
회동댐상류	신천교	37.0	2.6	1.0	10.6	495	633	2.3	10.0
지사천	인우교	39.0	2.7	0.9	6.9	1,234	427	3.1	11.2

표 2. 10개 하천 15개 지점의 조사 결과(상 · 하반기 평균) (mg/kg)

하천명	지 점 명	Cr	Cu	Zn	As	Cd	Pb	Ni	Hg
동 천	범4호교	58.1	82.9	215.6	6.4	1.5	49.7	17.0	0.054
	범1호교	42.5	93.8	420.0	6.4	1.4	65.1	17.9	0.317
수영천	동천교	66.6	65.2	564.9	5.2	1.9	67.9	15.4	0.038
	연안교	24.2	34.5	185.1	3.4	1.3	41.1	8.2	0.041
학장천	엄궁교	22.1	19.8	130.0	7.7	0.9	26.2	7.2	0.011
덕천천	덕천교	78.2	85.6	599.3	7.5	2.0	102.5	30.0	0.048
대천천	화명교	6.5	6.6	135.9	2.4	1.3	27.5	2.6	0.004
낙동강	물금	25.6	11.4	64.0	7.3	0.9	18.0	10.1	0.005
	매리	23.9	6.8	54.0	3.5	0.9	16.3	9.6	0.005
서낙동강	강동교	32.8	52.4	464.8	3.1	1.9	76.8	10.6	0.026
	동서교	22.8	24.2	307.7	16.0	1.3	34.3	9.0	0.011
	식만교	16.9	9.5	67.9	0.8	0.7	18.7	7.0	0.008
좌광천	㈜세양옆	11.7	7.8	74.4	44.8	1.0	17.4	4.5	0.003
회동댐상류	신천교	11.8	9.5	110.5	17.8	0.8	36.2	4.9	0.011
지사천	인우교	16.9	18.6	209.0	4.2	1.3	48.2	6.1	0.012

○ 항목별 오염도 추이

– 연소가능량

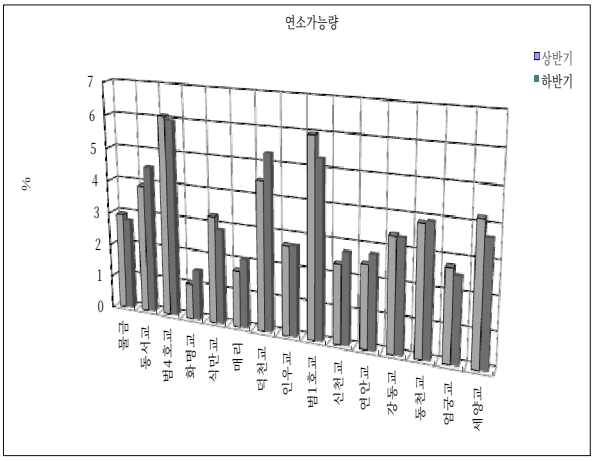

그림 2. 지점별 연소가능량 농도

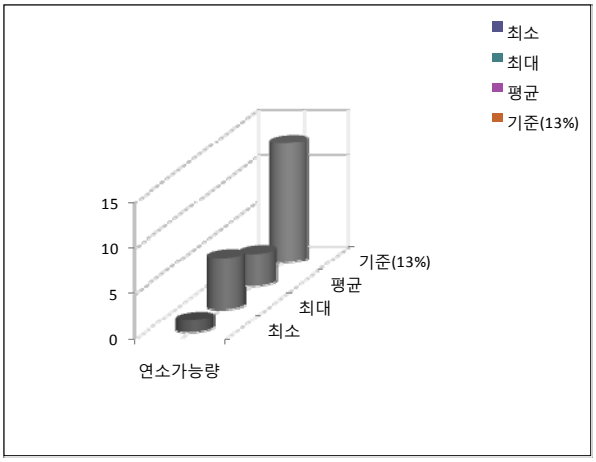

그림 3. 평가기준에 의한 연소가능량 농도(최소, 최대, 지점평균)

하천퇴적물의 유기물농도를 비교 측정하기 위한 또 하나의 항목인 연소가능량의 분석 결과(지점 평균농도)는 〈그림 2〉에 나타난 바와 같다. 조사결과 농도분포는 1.3 %~5.6 %를 나타내었음. 동천의 범1호교 지점이 최고치(5.6 %)로 조사되었으며, 대천천의 화명교 지점이 최저치(1.3 %)로 조사되었음. 〈그림 3〉의 2015년도 15개 조사지점의 연소가능량의 년 평균 농도는 3.5 %조사되었으며 하천퇴적물 평가기준(미국 워싱턴주 퇴적물 기준: 환경부 예규 제575호) 13 %의 약 27 % 수준으로 조사되었음

- T-N(총질소)

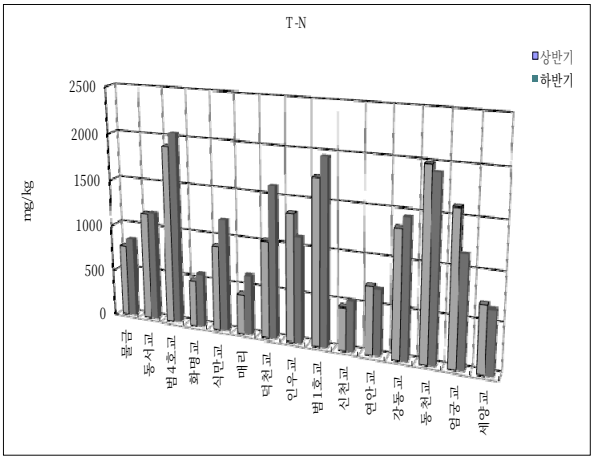

그림 4. 지점별 T-N농도

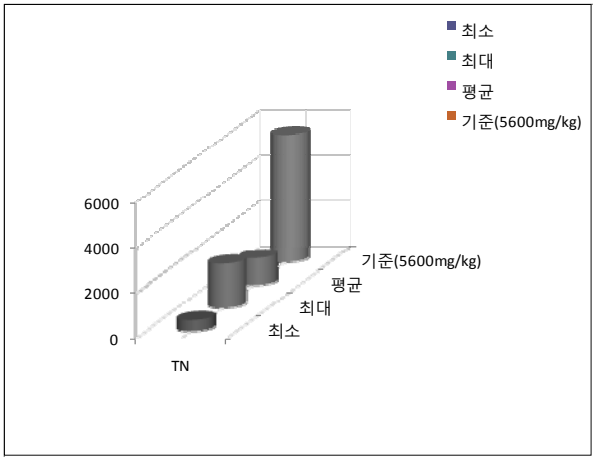

그림 5. 평가기준에 의한 T-N 농도(최소, 최대, 지점평균)

영양염류 항목인 T-N(총질소)의 지점별 년 평균 농도는 〈그림 4〉에 나타낸 바와 같음. 조사결과 농도분포는 495.0 mg/kg~1,980 mg/kg를 나타내었음. 회동댐 상류 지점인 신천교지점이 최저치 495.0 mg/kg로 가장 낮게 조사되었으며, 동천의 동천교 지점이 1,980 mg/kg로 가장 높게 조사되었음. 〈그림 5〉의 2015년도 15개 조사지점의 T-N의 평균 농도는 1,171 mg/kg 로 조사되었으며 T-N의 하천오염도 평가기준 5,600 mg/kg 의 약 21 %로 조사되었음

- T-P(총인)

동천의 범1호교 지점이 924.0 mg/kg로 최고치로 조사되었으며, 낙동강의 물금지점이 315.0 mg/kg로 가장 낮게 조사되었음. 동천의 범1호교 지점이 높게 조사되었는데, 동천의 범4호교 지점과 함께 지속적인 준설과 동천의 특성(간 · 만조시의 해수 영향)을 파악하여 과학적인 하천관리 방안이 필요할 것으로 사료됨. 〈그림 7〉의 2015년도 15개 조사지점의 T-P의 평균 농도는 585.0 mg/kg 로 조사되었으며, T-P의 퇴적물 평가기준 1,600 mg/kg 의 약 37 %로 조사되었음

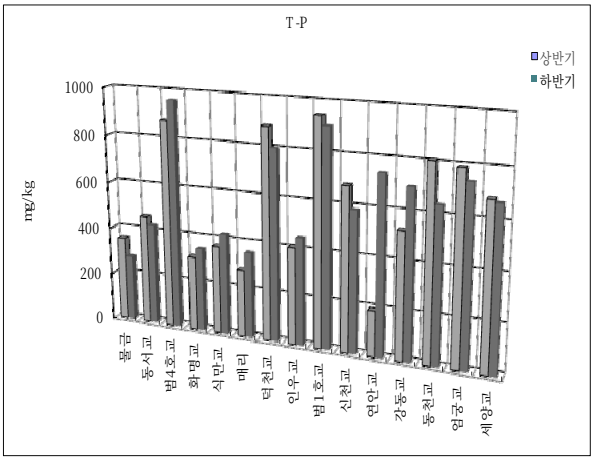

그림 6. 지점별 T-P농도

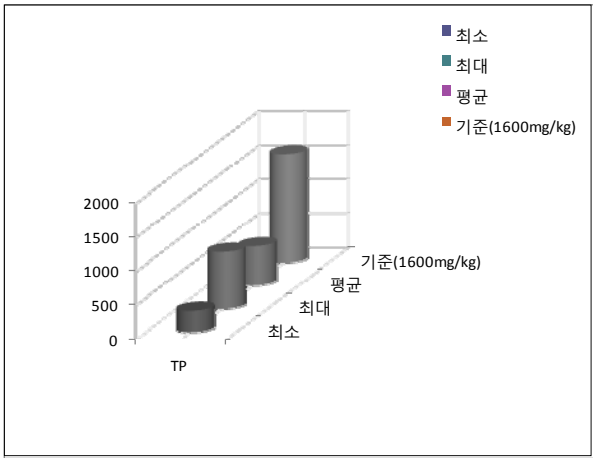

그림 7. 평가기준에 의한 T-P 농도(최소, 최대, 지점평균)

- Cu(구리)

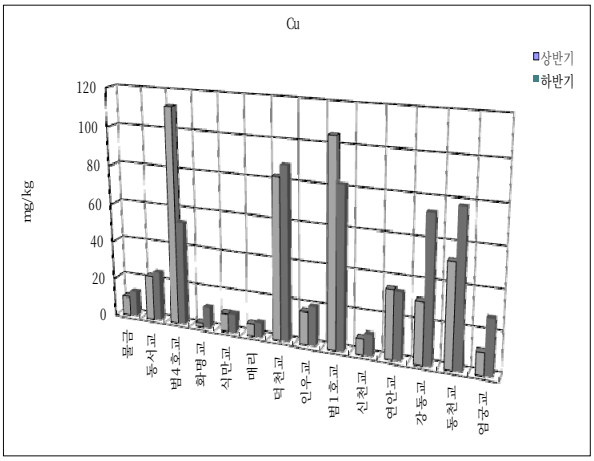

그림 8. 지점별 Cu농도

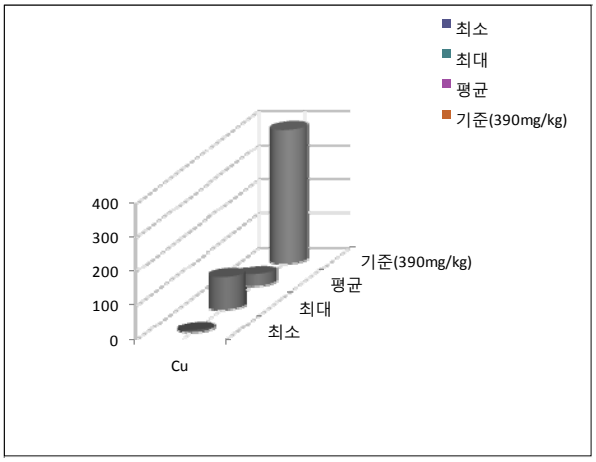

그림 9. 평가기준에 의한 Cu농도(최소, 최대, 지점평균)

Cu의 지점별 평균 농도는 〈그림 8〉 에 나타내었고, 조사결과 6.6 mg/kg ~ 93.8 mg/kg의 농도 분포를 나타내었음. 대천천 화명교지점이 6.6 mg/kg로 가장 낮게 조사되었음. 동천의 범1호교 지점이 93.8 mg/kg(평가기준: 390 mg/kg) 가장 높게 조사되었으며, 덕천교 85.6 mg/kg, 범4호교 82.9 mg/kg 순으로 조사되었음. 〈그림 9〉 의 15개 지점 하천퇴적물의 평균 Cu 농도는 34.8 mg/kg 로 조사되었음. 일반적으로 퇴적물에 축적된 중금속 농도는 인위적인 오염원에 의한 영향 외에 지질학적인 배경 및 입도에 의한 영향을 크게 받는 것으로 알려져 있음

– Zn(아연)

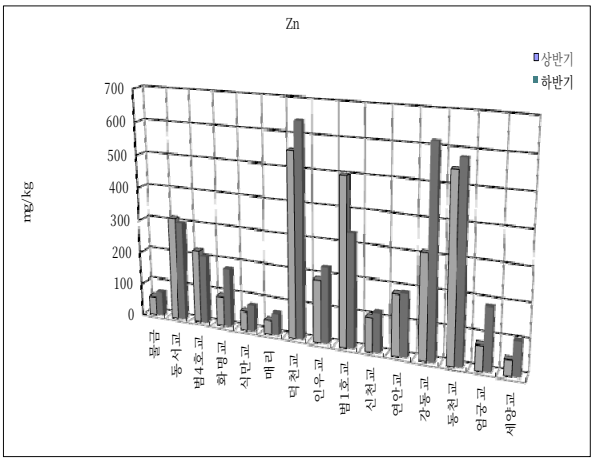

그림 10. 지점별 Zn농도

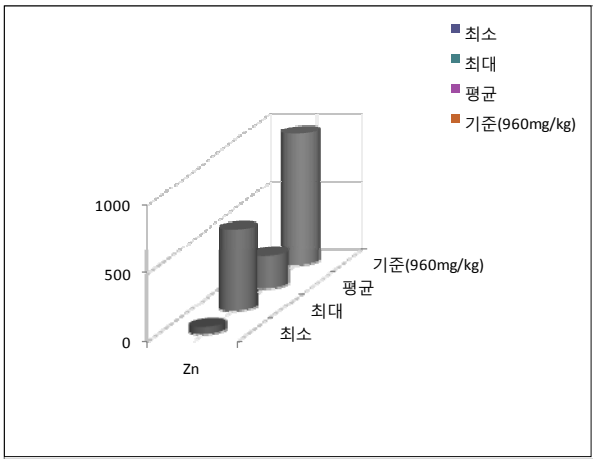

그림 11. 평가기준에 의한 Zn농도(최소, 최대, 지점평균)

하천퇴적물의 Zn분석 결과(년 평균농도)는 〈그림 10〉에 나타낸 바와 같음. 조사결과 농도분포는 54.0 mg/kg ~ 599.3 mg/kg로 나타내었으며, 낙동강의 매리지점이 54.0 mg/kg로 가장 낮게 조사되었으며, 덕천천의 덕천교 지점이 599.3 mg/kg(평가기준:960 mg/kg)로 가장 높게 조사되었으며, 동천교 564.9 mg/kg, 강동교 464.8 mg/kg 순으로 조사되었음. 15개지점 하천퇴적물의 평균 Zn 농도는 236.6 mg/kg 로 조사되었음. 국립환경과학원 용역사업(하천퇴적물 배경농도산정:2011년) 결과인 국가조사지점 농도범위(낙동강, 영산강, 금강) 40.0 mg/kg ~ 1,100 mg/kg보다 조금 낮은 조사 결과를 보였음

– Cd(카드뮴)

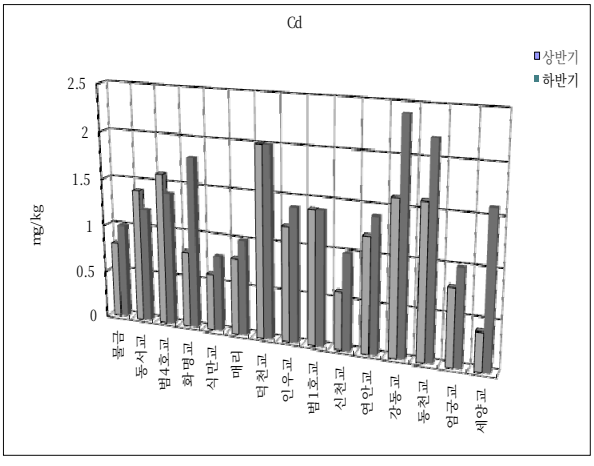

그림 11. 지점별 Cd농도

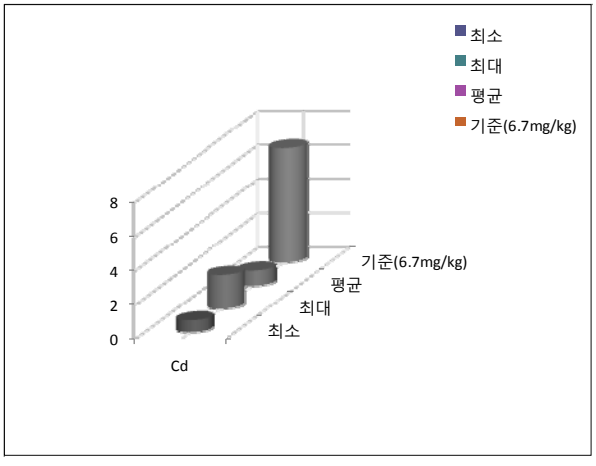

그림 12. 평가기준에 의한 Cd농도(최소, 최대, 지점평균)

하천퇴적물의 Cd분석 결과(년 평균농도)는 〈그림 11〉에 나타낸 바와 같음. 조사결과 농도분포는 0.7 mg/kg~2.0 mg/kg를 나타내었으며, 낙동강 물금 지점이 0.7 mg/kg로 낮게 조사되었으며, 강동교지점이 2.0 mg/kg(평가기준 : 93 mg/kg)로 가장 높게 조사되었으나 평가 기준에는 훨씬 미치지 못하였음. 15개지점 하천퇴적물의 평균 Cd 농도는 0.9 mg/kg 로 조사되었음. 국립환경과학원 용역사업(하천퇴적물 배경농도산정:2011년) 결과인 국가조사지점 농도범위(낙동강, 영산강, 금강) 0.04 mg/kg ~ 2.12 mg/kg와는 비슷한 결과를 보였음. 단기적인 조사에 의한 결과 비교 평가(추론) 보다는 장기적이고 지속적인 모니터링후 결과를 비교 평가할 필요가 있을 것으로 사료됨

- Cr(크롬)

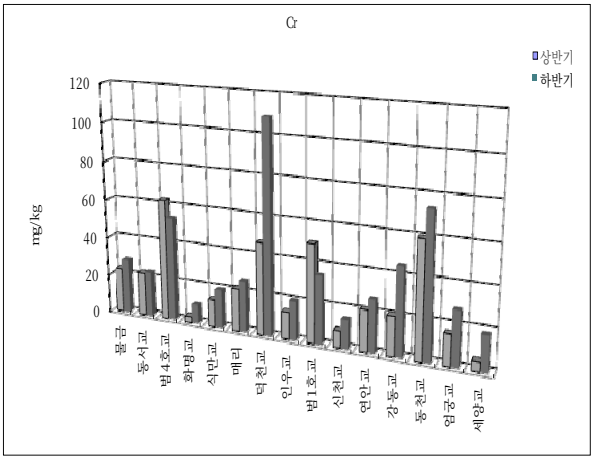

그림 12. 지점별 Cr농도

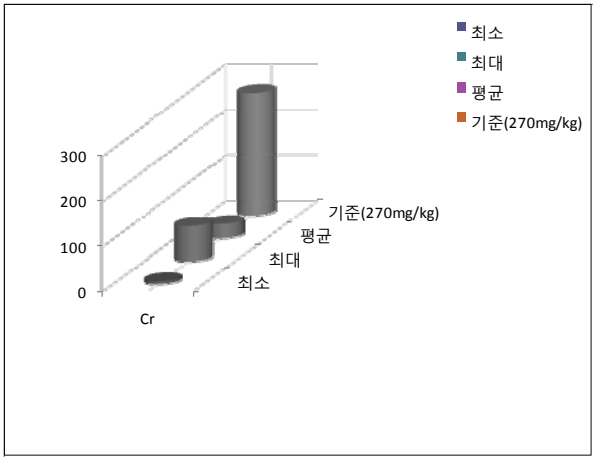

그림 13. 평가기준에 의한 Cr농도(최소, 최대, 지점평균)

하천퇴적물의 Cr분석 결과(년 평균농도)는 〈그림 12〉에 나타낸 바와 같음
조사결과 6.5 mg/kg ~ 78.2 mg/kg의 농도 분포를 나타내었음. 대천천 화명교 지점이 6.5 mg/kg로 낮게 조사되었으며, 덕천천 덕천교 지점이 78.2 mg/kg 가장 높게 조사되었으며, 동천교 66.6 mg/kg, 범4호교 58.1 mg/kg 순으로 조사되었음. 15개지점 하천퇴적물의 평균 Cr농도는 31.9 mg/kg 로 조사되었음. 국립환경과학원 용역사업(하천퇴적물 배경농도산정)결과인 낙동강, 영산강, 금강) 30 mg/kg ~ 200 mg/kg와 비교해보면 조금 낮게 조사되었음

- Pb(납)

하천퇴적물의 Pb석 결과(평균농도)는 〈그림 14〉에 나타낸 바와 같음
조사결과 농도분포는 16.3 mg/kg ~ 102.5 mg/kg를 나타내었음. 덕천천의 덕천교 지점이 102.5 mg/kg로 가장 높게 조사되었으며, 낙동강의 매리 지점이 16.3 mg/kg으로 가장 낮게 조사되었으며, 강동교 76.8 mg/kg, 동천교 87.9 mg/kg 순으로 조사되었음. 15

개 지점 하천퇴적물의 평균 Pb 농도는 49.4 mg/kg 로 조사되었음. 국립환경과학원 용역사업(하천퇴적물 배경농도산정:2011년) 결과인 국가조사지점 농도범위(낙동강, 영산강, 금강) 10.0 mg/kg ~ 230.0 mg/kg보다는 약간 낮은 조사 결과를 보였음

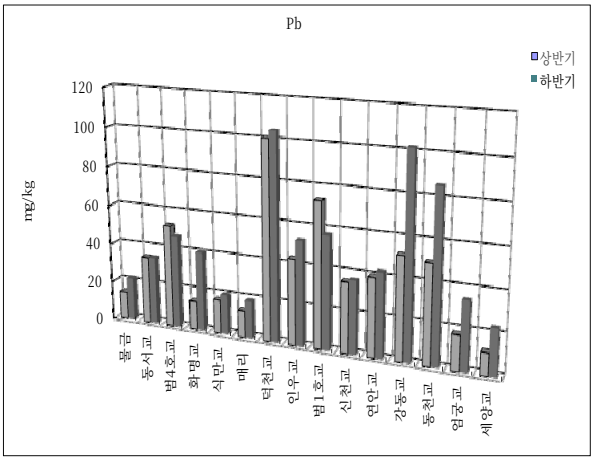

그림 14. 지점별 Pb농도

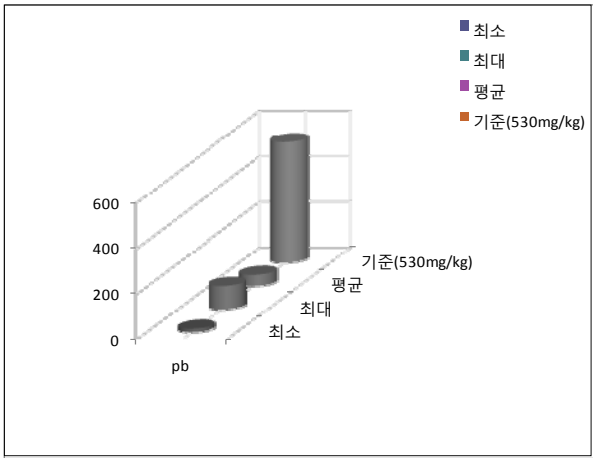

그림 15. 평가기준에 의한 Pb농도(최소, 최대, 지점평균)

– Hg(수은)

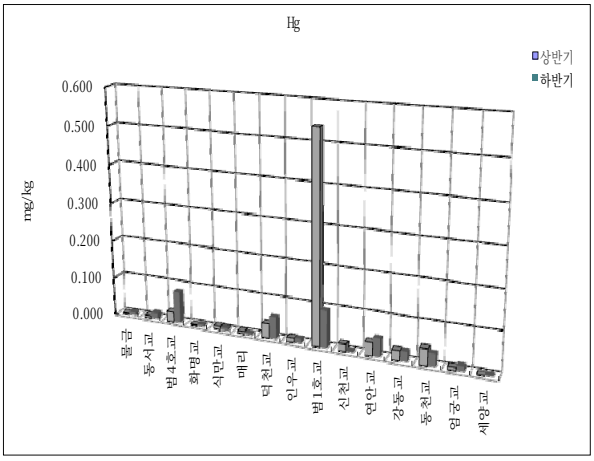

그림 15. 지점별 Hg농도

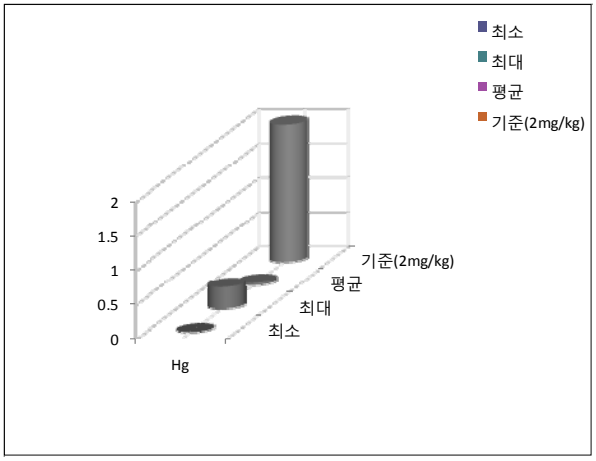

그림 16. 평가기준에 의한 Hg농도(최소, 최대, 지점평균)

하천 퇴적물의 Hg분석 결과(평균농도)는 〈그림 15〉에 나타낸 바와 같음
조사결과 농도분포는 0.003 mg/kg ~ 0.317 mg/kg를 나타내었음. 동천의 범1호교 지점이 0.317 mg/kg로 가장 높게 조사되었으며, 좌광천의 세양교 지점이 0.003 mg/kg 가장 낮게 조사되었음. 15개지점 하천퇴적물의 평균 Hg 농도는 0.038 mg/kg 로 조사되었음. 국립환경과학원 용역사업(하천퇴적물 배경농도산정:2011년) 결과인 국가조사지점 농도범위(낙동강, 영산강, 금강) 0.010 mg/kg ~ 0.260 mg/kg와는 거의 비슷한 조사 결과를 보였음

○ 조사지점별 중금속(4개항목)조사 결과 비교

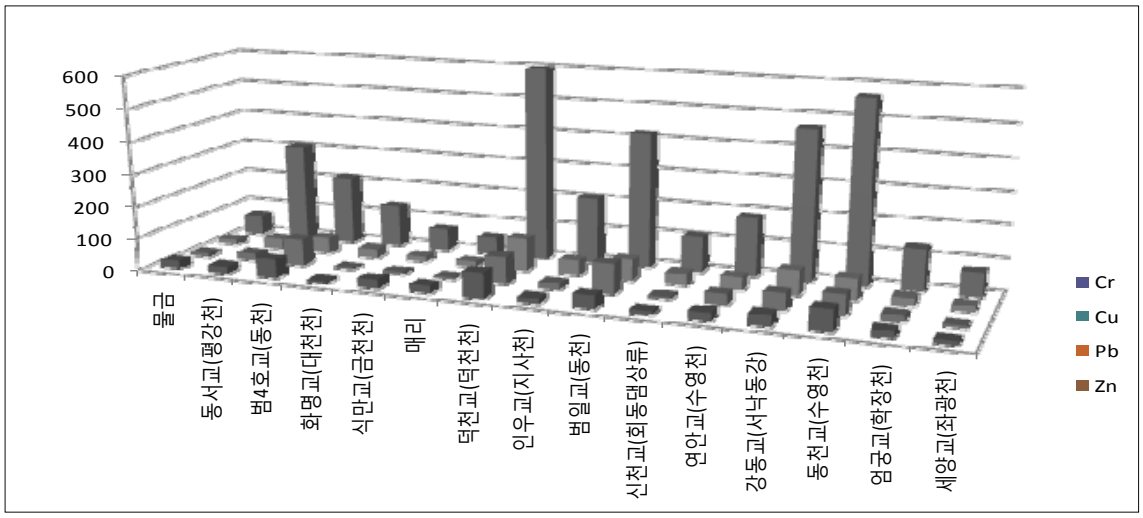

그림 17. 2015년도 조사 지점별 주요 중금속(Cr, Cu, Pb, Zn) 결과 비교

〈그림 17〉의 중금속 4개 항목의 조사결과를 분석해보면 동천의 범4호교, 덕천천의 덕천교, 동천의 범1호교, 수영천의 동천교, 서낙동강 강동교 등 5개 지점들은 다른 지점들에 비해 조사 결과가 높음을 확인할 수 있는데 위의 5개 지점들은 지속적인 모니터링의 결과에 따라 과학적인 하천관리 대책 수립이 필요할 것으로 사료됨. 현재 우리나라의 하천퇴적물의 법정 기준은 설정되지 않았으며 , 퇴적물의 조사결과를 오염도 평가에 적용할 목적으로 측정망 운영계획 18개 항목중 10개(연소가능량, T-P, T-N, As, Cd, Cr, Cu, Pb, Zn, Hg)항목에 대해서만 미국 워싱턴주 퇴적물 기준을 참고로한 퇴적물 오염평가기준이 아래 표 3에 환경부 예규 제575호로 정해져 있음

표 3. 하천 퇴적물 오염 평가기준(미국 워싱턴주 퇴적물 기준: 2012년)

항 목		기준치
유기물 및 영양염류	완전연소가능량	13 %
	총인(T-P)	1,600 mg/kg
	총질소(T-N)	5,600 mg/kg
중금속	비소(As)	93 mg/kg
	카드뮴(Cd)	6.7 mg/kg
	크롬(Cr)	270 mg/kg
	구리(Cu)	390 mg/kg
	납(Pb)	530 mg/kg
	아연(Zn)	960 mg/kg
	수은(Hg)	2 mg/kg

신설 제정된 새로운 하천퇴적물 공정시험기준에 따른 2015년도 부산지역 10개 하천 15개 지점의 하천 퇴적물 오염도를 조사한 결과 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었음

- COD의 조사결과 농도분포는 0.6 % ~ 2.9 %의 농도 분포를 나타내었다. 동천의 범4호교 지점이 2.9 %로 최고치로 조사되었으며, 대천천의 화명교 지점이 0.6 %로 최저치로 조사되었음. 유기물 오염지표인 COD 조사결과 동천의 범4호교 (2.9 %), 덕천천의 덕천교 (2.8 %)와 동천의 범1호교 (2.5 %) 지점은 지속적인 하천준설 등의 종합적인 하천관리가 필요한 것으로 사료됨
- 연소가능량의 농도분포는 1.3 % ~ 6.0 %를 나타내었음. 동천의 범4호교 지점이(6.0 %)로 최고치로 조사되었으며, 대천천의 화명교 지점이 최저치(1.3 %)로 조사되었음
- 하천 퇴적물의 조사항목중 영양염류인 T-N의 오염평가기준 5,600 mg/kg을 초과하는 지점은 없으나 동천의 범4호교 지점이 1,980 mg/kg, 수영천의 동천교가 1,950 mg/kg, 범1호교 1,855 mg/kg로 순으로 조사되어 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 사료되어지며, 또 조사결과 T-P의 오염평가기준 1,600 mg/kg을 초과하는 지점은 없으나 동천의 범1호교 924 mg/kg, 범4호교 918 mg/kg, 덕천천 덕천교 843 mg/kg 순으로 조사되어 앞으로도 지속적인 모니터링과 하천 정화가 필요할 것으로 사료됨
- 10개 하천 15개 지점의 중금속 조사결과 Cu, Cr, Pb ,Hg, As, Cd 등은 전반적으로 평가기준에 비해 낮게 조사되었으며, Zn의 조사 결과중 평가기준 960 mg/kg를 초과한 곳은 없으나 덕천천의 덕천교 599.3 mg/kg, 수영천의 동천교 564.9 mg/kg 등의 지점은 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 사료된다. 이번 조사 결과는 향후 국가 하천퇴적물 환경 농도 기준 및 퇴적물 환경 위해성 기준 설정 시 참고 자료로 활용 될 수 있을 것으로 사료됨

4. 활용방안

○ 수저 퇴적물의 환경질 현황 조사 및 평가
○ 퇴적물이 수질과 수생태계에 미치는 영향에 대한 기초자료로 활용

5. 기대효과

○ 부산지역 하천 퇴적물에 대한 오염실태를 파악하여 효과적이고 과학적인 하천관리를 위한 정책 자료로 제공
○ 향후 퇴적물 법정 기준 및 퇴적물의 환경위해성 기준 설정시 기초 자료로 제공