요 약 문

Ⅰ. 제목

“경안천 지천 및 하류 유역 수계 및 퇴적물 내 중금속 유해물질 오염원 분포 특성에 미치는 영향 조사”

Ⅱ. 연구의 목적 및 필요성

수계에서 검출되는 여러 가지 유해물질 중 금속류는 자체의 강한 독성 뿐만 아니라 높은 잔류성으로 생물체에 큰 위협을 나타내기 때문에 잔류성 중금속 유해물질에 대한 많은 연구가 진행되어 왔다. 중금속은 물에 대한 용해도가 매우 낮아 수계에 비하여 퇴적물에 높은 농도로 존재하고 있으며 계절, 강우, 기타 요인들에 의하여 수중으로 용출된다. 또한 EDTA(ethylenediaminetetraacetic acid)가 수계에 존재할 경우, 퇴적물에 안정적으로 흡착되어 있던 중금속들이 킬레이트 구조를 가지는 EDTA에 의하여 다시 수계로 용존되어 2차 오염을 유발할 수 있다.

경안천은 서울 및 수도권 주민들의 식수 공급원이 되고 있는 팔당호의 지류이며 팔당 취수원이 위치한 곳으로 이들 유해물질이 수계로 유입되면 음용수를 포함한 음용수용 수자원의 확보에 치명적인 문제점으로 대두될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 경안천 하천 및 퇴적물의 중금속 오염실태와 현황에 대해 정확히 파악할 뿐만 아니라, 수계에 중금속 용출을 촉진시킨다고 알려진 EDTA가 존재할 경우의 중금속 용출 특성 및 중금속 이동 특성에 대한 심도 깊은 연구를 통하여 경안천 퇴적물 관리방안을 제안함과 동시에 추후 경안천 수계의 오염물질 저감 관리방안 마련의 기초자료를 제시하고자 한다.

Ⅲ. 연구의 내용 및 범위

본 연구는 경안천 전 유역을 대상으로 9개 지점을 대상으로 하천수의 경우 pH, temperature, DO, T-N, T-P, CODcr의 분석을, 퇴적토를 대상으로는 pH, temperature, T-N, T-P, CODcr, 강열감량, 수분함량, 입도분포의 분석을 기본분석으로 하였고, 중금속을 대상으로 유해물질을 분석하였다. 또한 추후 수계에 존재하는 EDTA와 EDTA-metal complex를 조사하고자 하며, 별도의 회분식 실험을 통하여 중금속의 용출특성을 평가하고자 한다. 분석은 수질공정시험법 및 해양공정시험법, US EPA method를 토대로 수행하였다.

Ⅳ. 연구결과

CODCr, T-P 의 경우 하천수 보다는 퇴적토에 다량 존재하고 있음을 알 수 있었으며, 각 지점별 상관관계는 나타나지 않았다.

경안천 유역의 퇴적물 입도분석 결과를 보면 모든 구간이 sand, 분급도는 Poorly sorted ~ Extremely poorly sorted로 조사되었다. 이는 자연환경적인 요인으로는 상류지역의 좁은 하폭, 홍수 시 유속 증가, 지질적 특성으로 판단되며, 인위적인 요인으로는 2007년에 이루어진 자연형 하천공사 및 하수관거공사로 인하여 하상 구조를 변화시킨 점이 가장 큰 요인으로 판단된다.

경안천의 중금속 농도는 거의 모든 지점에서 Al > Zn > Ba > Mn > Pb Se > Cu > Ni As > Cd > Cr > Be > Hg 순으로 높게 나타났으며, Hg를 제외하고 측정된 전 항목 모두 환경부 하천수질환경기준을 만족하는 것으로 조사되었다.

경안천 퇴적물의 중금속 농도는 거의 모든 지점에서 Al > Mn > Ba > Zn > Cd > Ni > Cu > Pb > As > Be > Se > Cr > Hg 순으로 높게 나타났으며, microwave법(EPA method)을 이용하였을 경우 Cd의 경우 모든 지점에서 토양오염대책기준 가지역 기준치인 4 mg/kg을 초과하는 것으로 나타났으며, 토양오염대책기준 나지역 기준치인 30 mg/kg의 경우 경안천1 지역을 제외하고 모두 초과하는 것으로 나타났다. 또한 Cd의 경우 토양오염공정시험법을 이용하였을 경우에도 모든 지점에서 토양오염대책기준 가지역 기준치인 4 mg/kg을 초과하는 것으로 나타났으며, 토양오염대책기준 나지역 기준치인 30 mg/kg의 경우 경안천1, 경안천2, 경안천4, 경안천5 지역을 제외하고 초과하는 것으로 나타났다.

경안천 수질 내 중금속 농도의 경우 2007년에 비하여 증가한 지점이 많은 것을 알 수 있었으며, 직리천의 경우 모든 항목에서 2007년도에 비하여 중금속 농도가 증가한 것을 알 수 있었다. 또한 Hg의 경우에도 2007년의 경우 전 지점 불검출이었는데, 2008년 전 지점에도 Hg가 검출된 것을 알 수 있었다. 퇴적토의 경우 Cd를 제외하고는 전 지점 중금속 농도가 감소한 것을 알 수 있었으며, 직리천과 곤지암천의 경우 일부 항목에서 수질이 악화된 것을 알 수 있었다

ⅴ. 연구결과의 활용계획

본 연구에서 수행된 자료는 오염퇴적물 처리 및 관리방안 마련을 위한 기초자료, 수질개선 및 수환경 개선을 위한 방향성을 제시하는 자료, 경안천 및 팔당수계 수질개선을 위한 기초자료로 활용이 가능하다. 또한 유해물질 및 준설퇴적물에 대한 관리 강화의 척도로 사용되는 한편, 점오염원과 비점오염원의 관리를 강화하여 퇴적물에 의한 수계의 오염을 저감시키는 방안을 제시할 수 있다.

CONTENTS

Summary ····· i
Contents ····· iii

Chapter 1. Objectives and significance of the study ····· **1**
1.1 Importances of the study ····· 2
1.2 Significance of the study ····· 3

Chapter 2. Previous study ····· **5**
2.1 Domestic policies and practices ····· 6
2.2 Foreign policies and practices ····· 14

Chapter 3. Research methodology ····· **35**
3.1 Range of the study ····· 36
3.2 Contents of the study ····· 40

Chapter 4. Results ····· **49**
4.1 Sampling site ····· 50
4.2 Analysis results ····· 59
4.3 Experimental plan ····· 100
4.4 Conclusion ····· 102

Chapter 5. Application plan ····· **105**
5.1 Expectation ····· 106
5.2 Application plan ····· 106

목 차

요약문 ····· i
CONTENTS ····· iii

제 1 장 연구의 필요성 및 목적 ····· **1**
1.1 연구의 필요성 ····· 2
1.2 연구의 목적 ····· 3

제 2 장 국내·외 연구현황 ····· **5**
2.1 국내 퇴적물 및 EDTA 오염관리 현황 ····· 6
2.2 국외 퇴적물 및 EDTA 오염관리 현황 ····· 14

제 3 장 연구의 범위 및 내용 ····· **35**
3.1 연구의 범위 ····· 36
3.2 연구의 내용 ····· 40

제 4 장 연구 결과 ····· **49**
4.1 시료채취지점 ····· 50
4.2 시료분석결과 ····· 59
4.3 추후 실험계획 ····· 100
4.4 결 론 ····· 102

제 5 장 연구결과의 활용계획 ····· **105**
5.1 기대성과 ····· 106
5.2 활용방안 ····· 106

<표 목 차>

표 2.1 퇴적물 오염현황 파악을 위한 국내 선행조사 요약 ····· 7
표 2.2 국내 하천 및 호소 표층퇴적물 내 영양염류 및 중금속 조사 현황 ····· 8
표 2.3 우리나라 주요 호수 퇴적물 중금속 조사결과 ····· 9
표 2.4 오염물질의 종류별로 본 수역별 퇴적물의 영양염류 및 중금속 오염 ····· 10
표 2.5 최근 퇴적물 내의 중금속 오염현황 연구결과 ····· 11
표 2.6 한강 퇴적물 내 주요 중금속 검출 현황 ····· 12
표 2.7 저서생물 보호를 위한 미국환경보호청의 퇴적물질준거기준 ····· 14
표 2.8 미국의 퇴적물질 관련기준 개발현황 ····· 15
표 2.9 뉴욕주의 퇴적물 환경기준 중금속 항목 ····· 16
표 2.10 뉴저지주의 퇴적물 환경기준 중금속 항목 ····· 16
표 2.11 워싱턴주의 퇴적물 환경기준 중금속 항목 ····· 17
표 2.12 플로리다주의 퇴적물 환경기준 중금속 항목 ····· 17
표 2.13 텍사스주의 퇴적물 환경기준 중금속 항목 ····· 18
표 2.14 캐나다 중금속에 관한 담수퇴적물질권고기준 ····· 19
표 2.15 퇴적물, 토양, 수질에서의 무기물 오염농도 ····· 20
표 2.16 퇴적물, 토양, 수질에서의 유기물 오염농도 ····· 21
표 2.17 퇴적물 오염 조사와 연구 ····· 22
표 2,18 일본의 담수퇴적물 유해판정 기준 ····· 24
표 2.19 국외 지표수에서의 EDTA 농도 ····· 24
표 2.20 국외 퇴적물에서의 EDTA 농도 ····· 26
표 2.21 미국 환경청이 보고한 산업폐수 중에 EDTA가 포함될 수 있는 폐수 ····· 27
표 2.22 국외 EDTA 처리기술 ····· 28
표 3.1 수질조사지점의 경·위도 ····· 39
표 3.2 조사대상 중금속 목록 ····· 42
표 3.3 Microwave 운전 조건 ····· 44
표 3.4 ICP-MS 조건 ····· 45
표 4.1 수질시료 기본항목 분석 결과 ····· 59
표 4.2 퇴적토시료 기본항목 분석 결과 ····· 60
표 4.3 입도 등급표 ····· 67
표 4.4 분급도 구분 ····· 68
표 4.5 경안천 본류 입도분포 결과 ····· 69

표 4.6 수질시료 중금속 분석 결과 ····· 78
표 4.7 퇴적토시료 중금속 분석 결과 (US EPA method) ····· 79
표 4.8 퇴적토시료 중금속 분석 결과 (토양오염공정시험법) ····· 80
표 4.9 2007년도 수질시료 중금속 분석 결과 ····· 96
표 4.10 2008년도 수질시료 중금속 분석 결과 ····· 96
표 4.11 2007년도 퇴적토시료 중금속 분석 결과(US EPA method) ····· 97
표 4.12 2008년도 퇴적토시료 중금속 분석 결과(US EPA method) ····· 97
표 4.13 하천 및 퇴적토 조사 ····· 100
표 4.14 EDTA 농도에 따른 중금속 용출 및 이동특성 조사 ····· 101

<그 림 목 차>

그림 3.1 경안천 유역도와 9개 시료 채취 지점 ····· 37
그림 3.2 경안천 퇴적토 채취 지점 모식도 ····· 38
그림 4.1 지점별 수질시료와 퇴적토시료의 온도 비교 ····· 60
그림 4.2 지점별 수질시료와 퇴적토시료의 pH 비교 ····· 61
그림 4.3 지점별 수질시료의 CODcr 농도 ····· 62
그림 4.4 지점별 퇴적토시료의 CODcr 농도 ····· 62
그림 4.5 지점별 수질시료의 T-N 농도 ····· 63
그림 4.6 지점별 퇴적토시료의 T-N 농도 ····· 64
그림 4.7 지점별 수질시료의 T-P 농도 ····· 65
그림 4.8 지점별 퇴적토시료의 T-P 농도 ····· 66
그림 4.9 경안천1의 입도분석 결과 ····· 70
그림 4.10 경안천2의 입도분석 결과 ····· 70
그림 4.11 직리천의 입도분석 결과 ····· 71
그림 4.12 중대천의 입도분석 결과 ····· 71
그림 4.13 경안천3의 입도분석 결과 ····· 72
그림 4.14 곤지암천의 입도분석 결과 ····· 72
그림 4.15 경안천4의 입도분석 결과 ····· 73
그림 4.16 경안천5의 입도분석 결과 ····· 73
그림 4.17 경안천6의 입도분석 결과 ····· 74
그림 4.18 지점별 수질 시료의 DO 농도 ····· 75
그림 4.19 지점별 퇴적토시료의 수분함량 ····· 76
그림 4.20 지점별 퇴적토시료의 강열감량 ····· 77
그림 4.21 퇴적물 내 중금속과 수계 중금속의 상관관계(As) ····· 81
그림 4.22 퇴적물 내 중금속과 수계 중금속의 상관관계(Cd) ····· 83
그림 4.23 퇴적물 내 중금속과 수계 중금속의 상관관계(Cr(VI)) ····· 84
그림 4.24 퇴적물 내 중금속과 수계 중금속의 상관관계(Cu) ····· 85
그림 4.25 퇴적물 내 중금속과 수계 중금속의 상관관계(Pb) ····· 86
그림 4.26 퇴적물 내 중금속과 수계 중금속의 상관관계(Ni) ····· 87
그림 4.27 퇴적물 내 중금속과 수계 중금속의 상관관계(Zn) ····· 88
그림 4.28 퇴적물 내 중금속과 수계 중금속의 상관관계(Al) ····· 89
그림 4.29 퇴적물 내 중금속과 수계 중금속의 상관관계(Ba) ····· 90

그림 4.30 퇴적물 내 중금속과 수계 중금속의 상관관계(Be) ····· 91
그림 4.31 퇴적물 내 중금속과 수계 중금속의 상관관계(Mn) ····· 92
그림 4.32 퇴적물 내 중금속과 수계 중금속의 상관관계(Se) ····· 93
그림 4.33 퇴적물 내 중금속과 수계 중금속의 상관관계(Hg) ····· 94
그림 4.34 수계 내 중금속 농도변화 결과 ····· 98
그림 4.35 퇴적토 내 중금속 농도변화 결과 ····· 99