

# 요 약 문

## I. 제목

“ 경안천 서하보 침전물이 수질에 미치는 영향분석 ”

## II. 연구의 목적 및 필요성

서하보는 경안천이 팔당호로 유입되기 전에 설치된 마지막 하천 보이며 경안하수처리장을 제외하면 하천상류에서 배출되는 대부분의 점 오염물질 및 강우 시 비점오염물질이 최종적으로 유입되는 경기도 광주시의 제1차 수질오염총량관리계획의 목표수질이 설정된 지역이다. 환경변화에 따라 수저퇴적물에 포함된 오염물질이 용출되어 수질악화의 원인이 될 수 있다는 우려가 지속적으로 제기되면서 준설의 필요성이 꾸준히 제기되어 왔다. 정체수역의 특성상 서하보의 목표수질은 상류유역으로부터의 유입되는 오염물질의 양 뿐만 아니라 수저퇴적물로부터 용출되는 오염물질의 양에 따라 좌우된다. 만일 수저퇴적물이 수질오염물질의 공급원으로 작용한다면 퇴적물의 준설은 수질오염총량관리의 수립에 있어 하나의 효과적인 오염물질 부하량 삭감대책이 될 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 정체수역인 서하보에서 수저퇴적물에 의한 수질영향을 정량하여 서하보의 준설이 향후 수질오염총량관리계획의 수립 및 이행에 있어 추가적인 삭감방안으로 사용될 수 있는지 여부를 평가하고자 한다.

## III. 연구의 내용 및 범위

서하보의 수저퇴적물이 수질이 미치는 영향을 평가하기 위해 1) 서하보로 유입되는 오염물질의 물질수지를 통한 수저퇴적물의 영향, 2) 수저퇴적물 및 수층의 오염물질 함량 측정을 통한 오염 정도, 3) 수저퇴적물의 산소요구량(SOD) 및 영양염류 용출량 측정을 통한 오염물질의 용출량 등을 파악하였다. 실험은 현장과 실험실 조건을 병행하여 실시하였다.

## IV. 연구결과

연구 대상이 되는 서하보 수역은 폭이 최대 200m, 수심이 최대 4m 내외, 길이는 850m 정도를 포함하며 연구기간 동안 측정된 유속은 0.025~0.050 m/s, 유량은 1.86~4.6 m<sup>3</sup>/s 이다.

수질분석 결과 COD는 8~28 mg/L, BOD는 1~16 mg/L, T-P는 0.16~0.42 mg/L, T-N은 1~5 mg/L, SS는 4~61 mg/L, Chl-a는 0.3~40mg/m<sup>3</sup> NH<sub>3</sub>-N은 0.08~0.20mg/

L, NO<sub>2</sub>-N은 0.03~0.07mg/L, NO<sub>3</sub>-N은 1.8~3.6mg/L, PO<sub>4</sub>-P는 0.2~0.6mg/L 정도로 측정시기에 따라 변화를 보이지만 동일한 시간의 공간적 변화는 상대적으로 매우 적다.

물질수지 개념에 의한 오염물질의 유입과 유출 부하를 측정한 결과 대상오염 물질에 따라 다른 경향을 보이지만 서하보가 오염물질의 공급원 역할을 한다는 증거를 찾기 어려웠다.

<표 1> 서하보 수역의 간단한 물질수지를 이용한 계산

구분	측정 지점	COD	BOD	T-P	T-N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P
C(mg/L)	유입	3.99	2.76	0.19	4.05	0.0616	2.3	0.11	1.52
	유출	3.83	6.09	0.14	3.53	0.0618	2.16	0.126	1.25
Q·C (g/s)	유입	18.35	12.7	0.87	18.63	0.28336	10.58	0.506	6.99
	유출	17.62	28.01	0.64	16.24	0.28428	9.94	0.5796	5.75
유출-유입(g/s)		-0.73	15.31	-0.23	-2.39	0.00092	-0.64	0.0736	-1.24

구분	측정 지점	COD	BOD	T-P	T-N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P
C(mg/L)	유입	14.79	2.94	10.5	0.65	0.14	6.8	0.51	1.45
	유출	11.79	2.54	11.81	0.63	0.13	7.7	0.57	1.25
Q·C (g/s)	유입	27.51	5.47	19.53	1.21	0.26	12.65	0.95	2.7
	유출	21.93	4.72	21.97	1.17	0.24	14.32	1.06	2.32
유출-유입(g/s)		-5.58	-0.75	2.44	-0.04	-0.02	1.67	0.11	-0.38

퇴적물분석을 한 결과 서하보 부근의 중심부에서 머드가 우세했고 상류 쪽으로 갈수록 모래, 자갈의 함량이 증가 하였다. 가장 머드 함량이 높아 오염의 가능성이 큰 퇴적물의 오염물질 함량을 측정한 결과 COD가 16~724.8 mg/kg, T-P는 1.64~12.64 mg/kg, T-N은 5.6~76.8 mg/kg, NH<sub>3</sub>-N은 0.32~21.6 mg/kg, NO<sub>2</sub>-N은 0.092~0.544 mg/kg, NO<sub>3</sub>-N은 4.8~18.4mg/kg, PO<sub>4</sub>-P는 5.64~32.16 mg/kg 정도로 나타났다. 이는 수질개선을 목표로 하는 수저퇴적물의 국내외 준설기준과 비교할 때 매우 낮은 수준이며, 퇴적물 오염이 수질에 영향을 미치는 것으로 나타난 국내 저수지 및 호소의 수저퇴적물 오염물질 농도와 비교해도 매우 낮은 수준이다.

실제 수저퇴적물이 수질에 미치는 영향을 정량적으로 알아보기 위해서 퇴적물산소요구량(SOD)와 용출실험을 실시하였다. 용출실험 결과 퇴적물산소요구량(Sediment Oxygen Demand, SOD)는 0.190~0.802 g·m<sup>-2</sup>·d<sup>-1</sup> 정도로 기존에 발표된 숫자와 비교해 볼 때 모래 성분이 우세한 퇴적물의 SOD에 근접하는 수치로 수질에 큰 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 평가된다. 또한 오염물질의 용출실험 결과를 보더라도 일부 영양염류 성분의 용출이 있기는 하지만 오히려 싱크의 역할을 하는 것으로 나타나고 있어 용출

이 크게 우세한 것으로 보기는 어렵다.

<표 2> 서하보의 퇴적물 산소요구량 값

(단위:  $g \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$ )

날 짜	조 건	SOD(20℃)	비 고
8월 12일	명반응	0.327	실험실
	암반응	0.577	
9월 5일	명반응	0.358	
	암반응	0.420	
10월 29일	명반응	0.313	
	암반응	0.395	
11월 25일	명반응	0.747	현장에서 측정
	암반응	0.802	
12월 1일	명반응	0.190	실험실
	암반응	0.318	

<표 3> 서하보 퇴적물 용출률

(단위:  $mg \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$ )

날 짜	조 건	T-N	T-P	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -N	비 고
8/12	명반응	-197.37	-0.66	-32.89	-1.84	5.92	87.5	SP6 현장수
	암반응	-6.58	-2.63	-26.32	-2.04	14.47	24.34	
9/5	명반응	278.71	8.26	20.65	0.21	74.32	1.03	SP6 증류수
	암반응	237.42	-0.52	-41.29	-0.52	68.13	-42.32	
10/29	명반응	550	12	-70	0.8	21	-76.6	증류수
	암반응	440	16	-40	0.1	47	32	
12/1	명반응	-60	-12	40	-0.4	0.4	-30	SP24 증류수
	암반응	60	0	-60	0.2	2	-80	

위에서 제시된 제한된 실험 결과에 근거한다면 서하보로 유입되는 오염물질의 양보다 서하보에서 유출되는 오염물질이 양이 크지 않고(서하보가 오염물질의 공급원 역할을 지속적으로 하지 않음), 서하보 수저퇴적물의 오염물질 농도가 수저퇴적물이 문제가 되었던 타 사례와 비교할 때 그리 높지 않으며, 수저퇴적물의 오염물질 농도와 수층의 오염물질 농도와의 연관성이 매우 미약하며, 수저퇴적물의 산소요구량도 일반적으로 문제가 될 수 있는 점착성 퇴적물에서 측정된 수치에 비해 상대적으로 매우 작으며, 수저퇴적물에 의한 용출량도 크지 않은 것으로 보아 서하보에서의 수저퇴적물 영향은 그리 크지 않은 것으로 판단된다. 이는 서하보 퇴적물의 준설이 수질총량관리계획의 수립에 있어 추가적인 삭감수단으로 사용되기에는 적정하지 않음을 반영한다.

## v. 연구결과의 활용방안

본 연구결과는 다음과 같이 3가지 측면에서 활용 가능할 것으로 보인다.

첫째, 현재 광주시 수질오염총량관리를 위한 관리지점으로 선정된 서하보 지점의 타당성 재평가를 위한 기본적인 자료로 활용할 수 있다. 즉, 서하보의 수질이 정체수역이기는 하지만 수저퇴적물과 같은 내부오염원 보다는 유역으로부터 유입되는 외부 오염원의 영향을 크게 받는다는 점에서 총량관리 대표지점으로서 큰 문제가 없음을 반영한다.

둘째, 수질오염총량관리 시행 시 개발여력의 추가적인 확보를 위한 추가적인 부하량 삭감대책으로서 활용가능한지 여부를 판단하는 기준이 될 수 있다. 만일 수저퇴적물에 의한 수질영향이 크다면, 수저퇴적물의 준설을 통해 부하량 삭감이 가능하겠지만 본 연구결과와 같이 수저퇴적물의 영향이 확실하지 않은(적은) 경우에는 총량관리계획의 수립에 있어 준설이 효과적인 부하량 삭감수단으로 보기에 한계가 있을 수 있음을 의미한다.

셋째, 수질개선을 위해 수저퇴적물 준설을 고려하고 있는 유사한 지역의 타당성 평가의 사례의 하나로 활용 가능하다. 서하보와 유사한 수리특성과 오염부하특성을 가지는 하천보의 경우에는 별도의 연구 없이 본 연구결과를 토대로 수질개선을 위한 준설 타당성을 평가할 수 있을 것이다.

# SUMMARY

## I. Title

“Influences of Bottom Sediment on the Water Quality of Seoha Stream Weir ”

## II. Objectives and Importance

Seoha weir is located downstream where Gyeongan stream finally inflows into Paldang reservoir. This area is important because the check point to assess the first phase of Total Pollutant Load Management System (TPLMS) implemented by Gwangju City is established.

Water quality of Seoha weir depends on the internal loading such as photosynthesis and bottom sediments as well as the external loading from upstream activities. If the bottom sediment is really a factor on water quality, dredging can be an alternative management measure to reduce pollutant load.

The objectives of this study are to make assessment of influences of bottom sediments on water quality, and to evaluate the applicability of sediment dredging as an additional load reduction measure to improve water quality of Seoha stream weir.

## III. Research scope

In order to assess the influences of bottom sediment on water quality, following measurements were made.

- 1) Estimate pollutant loads from the bottom sediment based on mass balance concept(*in situ* measurements of inflow loading and outflow loading).
- 2) Measurements pollutant concentrations in the sediment to assess the pollution level and influence potential (compare pollutant level with other contaminated sediments)

3) *In situ* and laboratory measurements of sediment oxygen demands and pollutant load from bottom sediment (compare the SOD and pollutant loads with other cases)

#### IV. Results

The Seooha weir has a maximum width and depth about 200m and 4m, respectively. The flow velocity ranges from 0.025 to 0.05 m/s and flow rate ranges 1.86 ~ 4.6 m<sup>3</sup>/s.

Water quality show a temporal variation but spatial variation for a given time is relatively small. Water quality measurements show that COD is 8 to 28mg/L, BOD is 1 to 16 mg/L, T-P is 0.16 to 0.42 mg/L, T-N is 1 to 5 mg/L, SS is 4 to 61 mg/L, and Chl-a is 0.3 to 40 mg/m<sup>3</sup>, NH<sub>3</sub>-N is 0.08 to 0.20 mg/L, NO<sub>2</sub>-N is 0.03 to 0.07 mg/L, NO<sub>3</sub>-N is 1.8 to 3.6 mg/L, PO<sub>4</sub>-P is 0.2 to 0.6 mg/L.

Analysis of inflow and outflow loadings using simple mass balance show that there are some variations found according to the pollutants(<table 1>). However, there is no consistent evidence that the sediment can be a source of pollutants.

<Table 1> calculation using simple mass balance

구분	SP	COD	BOD	T-P	T-N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P
C(mg/L)	In	3.99	2.76	0.19	4.05	0.0616	2.3	0.11	1.52
	Out	3.83	6.09	0.14	3.53	0.0618	2.16	0.126	1.25
Q·C (g/s)	In	18.35	12.7	0.87	18.63	0.28336	10.58	0.506	6.99
	Out	17.62	28.01	0.64	16.24	0.28428	9.94	0.5796	5.75
Q·C <sub>out</sub> -Q·C <sub>in</sub> (g/s)		-0.73	15.31	-0.23	-2.39	0.00092	-0.64	0.0736	-1.24

구분	SP	COD	BOD	T-P	T-N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P
C(mg/L)	In	14.79	2.94	10.5	0.65	0.14	6.8	0.51	1.45
	Out	11.79	2.54	11.81	0.63	0.13	7.7	0.57	1.25
QC(g/s)	In	27.51	5.47	19.53	1.21	0.26	12.65	0.95	2.7
	Out	21.93	4.72	21.97	1.17	0.24	14.32	1.06	2.32
$Q \cdot C_{out} - Q \cdot C_{in}$ (g/s)		-5.58	-0.75	2.44	-0.04	-0.02	1.67	0.11	-0.38

Bottom sediment distribution shows that mud sediments are dominant central parts of near the Seoha weir and sediments are getting coarser toward upstream. Pollutant concentrations in the sediment range 16~724.8 mg/kg (COD), 1.64~12.64 mg/kg (TP), 5.6~76.8 mg/kg(TN), 0.32~21.6 mg/kg (NH<sub>3</sub>), 0.092~0.544 mg/kg(NO<sub>2</sub>), 4.8~18.4 mg/kg (NO<sub>3</sub>), and 5.64 to 32.16 mg/kg(PO<sub>4</sub>). These pollutant concentrations are much smaller than the available sediment quality criteria for environmental dredging. These values are also relatively very small compared with the reported contaminated sediments in other reservoirs.

Measured SOD ranges 0.190~0.802 g·m<sup>-2</sup>·d<sup>-1</sup> and it depends on sediment types and experimental conditions(*in situ*/laboratory, light/dark). However it is evident that these values are much smaller than the typical ones measured from other mud sediments. Pollutant loading data show no consistent figures that the bottom sediments act as a source of pollutants.

All study results indicate that bottom sediments in the Seoha weir show only limited effects on the water quality. It implies that sediment dredging is not an effective option or management measure to reduce pollutant loading.

<Table 2> SOD of seoha weir waters

(단위:  $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ )

Date	Light condition	SOD(20°C)	Remark
8/12	light	0.327	Laboratory (sediment taken at SP6)
	dark	0.577	
9/05	light	0.358	
	dark	0.420	
10/29	light	0.313	
	dark	0.395	
11/25	light	0.747	<i>In situ</i> at SP6
	dark	0.802	
12/01	light	0.190	Laboratory (SP24)
	dark	0.318	

<Table 3> Pollutants loadings from bottom sediments

(단위:  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ )

Date	Condition	T-N	T-P	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -N
8/12	light	-197.37	-0.66	-32.89	-1.84	5.92	87.5
	dark	-6.58	-2.63	-26.32	-2.04	14.47	24.34
9/5	light	278.71	8.26	20.65	0.21	74.32	1.03
	dark	237.42	-0.52	-41.29	-0.52	68.13	-42.32
10/29	light	550	12	-70	0.8	21	-76.6
	dark	440	16	-40	0.1	47	32
12/1	light	-60	-12	40	-0.4	0.4	-30
	dark	60	0	-60	0.2	2	-80

## V. Future Applications

This study could provide baseline data in assessing and selecting a proper checking point for TPLMS implementation. It also can apply as basic data for a feasibility study on sediment dredging in order to have water quality improvement and load reduction measure in other similar conditions.



# CONTENTS

Summary (Korean) .....	i
Summary (English) .....	v
Contents .....	ix
<b>Chapter 1. Introduction</b> .....	<b>2</b>
1. Importance .....	2
2. Objectives .....	4
<b>Chapter 2. Technology status</b> .....	<b>7</b>
1. Domestic technology status .....	7
1.1 Domestic sediments management .....	7
1.2 During dredging applied standard status .....	8
2. International technology status .....	9
2.1 International sediments management .....	9
3. Treatment and disposal of dredging sediment .....	10
<b>Chapter 3. Experiments</b> .....	<b>13</b>
1. baseline investigation .....	13
2. distribution and specific character investigation of sediment .....	16
2.1 distribution and specific character investigation of sediment .....	16
2.1.1 Sampling .....	16
2.1.2 Experimental items and methods .....	16
3. Water quality analysis .....	17
3.1 sampling and field investigation .....	17
3.2 Experimental items and analysis method of sample .....	18
4. SOD .....	19
4.1 production of reactor .....	19
4.2 experiment .....	19
5. Sediment release rate .....	21

<b>Chapter 4. Results</b> .....	23
1. Baseline data specific character investigation .....	23
2. Water quality analysis .....	28
2.1 water quality analysis .....	28
2.2 water quality analysis using mass balance .....	31
3. distribution and specific character investigation of sediment .....	39
3.1 Ignition loss .....	40
3.2 Granularity analysis .....	42
3.3 Sediment analysis .....	43
4. Influence analysis between sediment and water quality .....	46
4.1 Influence of concentration between sediment and water quality .....	46
4.2 SOD .....	47
3.3 Sediment release rate .....	54
 <b>Chapter 5. Research of other Korean results</b> .....	 66
1. Korean results .....	66
1.1 Sediment analysis of Jam-sil regional district .....	66
1.2 Sediment analysis of stream weir .....	67
1.3 Nutrient release of stream .....	68
1.4 SOD and Specific character investigation of sediment .....	69
1.5 Sediment release and Specific character investigation of sediment .....	70
 <b>Chapter 6. Future plan of the research</b> .....	 74
1. Expectation .....	74
2. Future plan .....	74
3. Plan of practical use .....	75
 <b>Chapter 7. Reference</b> .....	 77

# 목 차

요약문 .....	i
SUMMARY .....	v
목차 .....	ix
<b>제 1 장 서 론</b> .....	<b>2</b>
1. 연구의 필요성 .....	2
2. 연구의 목적 .....	4
<b>제 2 장 국내외 기술 현황</b> .....	<b>7</b>
1. 국내의 관련기술의 현황 .....	7
1.1 우리나라의 퇴적물 관리 .....	7
1.2 준설 시 적용된 기준 현황 .....	8
2. 국외의 기술현황 .....	9
2.1 국외의 퇴적물 관리 .....	9
3. 준설퇴적물 처리 및 처분 .....	10
<b>제 3 장 연구방법</b> .....	<b>13</b>
1. 서하보의 기본특성 조사 .....	13
2. 수저퇴적물의 특성 및 분포 조사 .....	16
2.1 서하보 수역의 퇴적물 분포 및 특성조사 .....	16
2.1.1 시료채취 .....	16
2.1.2 분석 항목 및 방법 .....	16
3. 서하보 수역의 수질분석 .....	17
3.1 시료채취 및 현장 측정 .....	17
3.2 실험항목 및 샘플 분석방법 .....	18
4. SOD 측정 .....	19
4.1 반응기 제작 .....	19
4.2 실험 .....	19
5. 수저 퇴적물로부터의 영양염류 용출을 측정 .....	21
<b>제 4 장 연구결과</b> .....	<b>23</b>

1. 서하보의 기본특성 조사 .....	23
2. 서하보 수역의 수질분석 .....	28
2.1 서하보 수역의 수질분석 .....	28
2.2 서하보 수역의 물질수지를 이용한 수질분석 .....	31
3. 수저퇴적물 분포 및 특성조사 .....	39
3.1 강열감량 .....	40
3.2 입도분석 .....	42
3.3 퇴적물분석 .....	43
4. 수저퇴적물과 수질과의 상관관계 분석 .....	46
4.1 수질과 수저퇴적물의 농도 상관성 .....	46
4.2 SOD .....	47
3.3 퇴적물 용출 .....	54
<b>제 5 장 국내 조사결과 비교 .....</b>	<b>66</b>
1. 국내 조사결과 .....	66
1.1 잠실영향권역의 퇴적물 분석 .....	66
1.2 문산천, 안양천, 경안천 보의 퇴적물 분석 .....	67
1.3 영산강 유역 하천에서의 영양염류 용출 .....	68
1.4 팔당호와 충주호의 SOD와 퇴적물 특성 .....	69
1.5 호수 및 저수지의 퇴적물 용출과 특성 .....	70
<b>제 6 장 연구결과의 활용계획 .....</b>	<b>74</b>
1. 기대효과 .....	74
2. 향후 연구계획 .....	74
3. 활용방안 .....	75
<b>제 7 장 참고문헌 .....</b>	<b>77</b>