

저수지내 침전지가 수질개선에 미치는 영향

Effect of Sedimentation Pool within Irrigation Reservoirs on Water Quality Improvement

장 정 렬*(농진공) · 박 병 혼 · 권 순 국(서울대)

Jang, Jeong Ryul·Park, Byung Hcun·Kwun, Soon Kuk

Abstract

This study was conducted for the purpose of assessing the pollutant removal possibilities of sedimentation pool formed by deep dredging of a reservoir inlet. Water quality data were collected in the Masan reservoir, whose inlet has been dredged deep like sedimentation pool. The average concentration of chemical oxygen demand(COD), toatal nitrogen(T-N) and total phosphorous(T-P) in the deep dredged area were 8.3~28.4mg/ℓ (COD), 2.0~6.0mg/ℓ (T-N), 0.17~1.34mg/ℓ (T-P), which were 3.3%(COD), 30.6%(T-N) and 46.4%(T-P) higher than those of middle part of the reservoir. From these results, it was considered the deep dredged area in the inlet of reservoir might play a key role to improve reservoir water quality.

I. 서론

최근 저수지 유역에서 생산활동의 증대에 따라 폐쇄성 정체수역인 저수지에 오염물질이 크게 증가하여 저수지의 수질이 크게 악화되는 경향을 보이고 있다⁷⁾. 강우기간 중에는 유역에 퇴적되어 있던 많은 양의 비점오염원 물질이 저수지로 씻겨 들어오게 되며, 이들은 저수지의 부영양화문제 즉, 수화현상, 물고기의 폐사 등의 문제를 야기시킨다. 이러한 비점오염원을 측정, 제어, 평가하기 위해 많은 연구를 수행하였다.^{1,8,9,10)} 강우와 관련된 오염부하량을 줄이는 효과적인 방법으로 침전지가 많이 이용되며, 이는 물리적, 화학적, 생물학적인 과정에 의해 강우 유출에 포함된 오염물질의 상당량을 제거하는 기능을 한다⁸⁾.

저수지의 유입하천은 유사와 각종 오염물질을 이송하게 되어 저수지내에서 유속의 감소로 저수지 바닥에 퇴적된다. 퇴사로 인한 내용적의 감소율은 통상적인 중소규모 저수지 설계기준의 값 10% 보다 2~3배 정도 큰 값을 보이고 있어²⁾ 저수지의 내용적 확보를 위해서는 준설작업이 필요한 실정이다.

유입하천의 수질정화를 위해 체류언(보), 부둣, 체수지 등을 설치하여 유입수의 유속을 저하시켜 하천수중의 현탁성 유기물 및 영양물질을 침전·제거하는 것¹¹⁾ 같이 저수지를 준설할 때 저수지내 유입부를 깊게 굴착하여 침전지 형태로 조성하면 저수지로 유입하는 오염물질을 효과적으로 침전·제거할 수 있을 뿐만 아니라 유입부에 퇴적을 집중적으로 유도하여 저수지의 퇴적으로 인한 용량의 감소를 상당히 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 저수지에서 퇴적이 가장 많이 일어나는 유입부를 깊게 준설하여 침전지 형태로 조성할 경우 저수지 수질개선에 미치는 영향을 파악하고자 한다.

II. 연구의 방법

시험대상지인 마산저수지는 유역면적 1,776ha, 관개면적이 566ha, 만수면적 92ha, 저수량이 3,037천 m^3 인 중규모 농업용 저수지로⁴⁾ 마산저수지는 '96~'97년에 Fig.1과 같이 준설하였다. 저수지의 유입부는 만수면을 기준으로 수심 6.8m까지 준설을 하였으며, 그 하류는 자연적 지형으로 두어 저수지의 수위가 만수위에서 3m이하로 떨어질 경우는 저수지의 유입부는 침전지와 같은 형상을 갖게 된다(이하 부분에서는 저수지의 유입부가 깊게 준설된 지역을 '침전지'라 정의한다). 침전지의 준설면적은 14ha로서, 침전지 용량은 174,000 m^3 이다. 마산저수지의 연평균 유입량은 14,504,000 m^3/yr 이며⁴⁾, 100년 빈도 설계 홍수량은 111.0 m^3/s 이다.⁵⁾ 연평균 유입량과 최대홍수량을 기준으로 침전지의 체류시간을 계산하면 각각 442hr, 1.9hr이 된다. 수질분석은 Standard method에 따랐으며, 저질의 입도분석은 체분석법, 유기물함량은 Walkley-black법, T-N, T-P는 Kjeldahl법 및 Vanado molydate법으로 분석하였다.

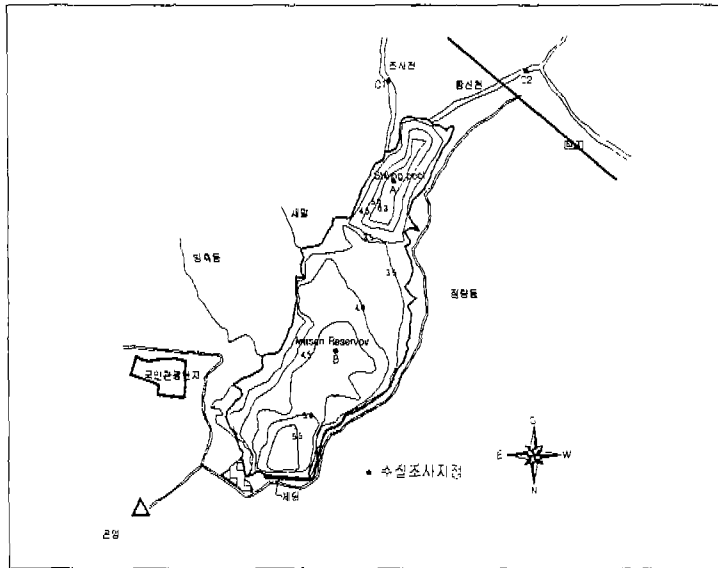


Fig.1 Water depth of Masan reservoir after dredging

III. 결과 및 고찰

1. 수질분석결과

'98. 7. 2~'99. 7. 19일의 마산저수지의 수질조사결과를 보면 Fig.3, 4, 5와 같이 유입하천의 수질은 COD 4.8~28.3 mg/l , T-N 2.8~12.2 mg/l , T-P 0.16~1.16 mg/l 의 분포를 보였다. 저수지의 유입부인 침전지의 COD는 상층(수심1m) 9.0~21.6 mg/l , 하층(수심5m) 8.3~28.4 mg/l , T-N은 상층 2.0~6.0 mg/l , 하층 2.2~5.9 mg/l , T-P는 상층 0.17~0.72 mg/l , 하층 0.17~1.34 mg/l 로 상층에 비해 하층의 수질농도가 높게 나타났다. 저수지의 중앙부의 COD는 상층 9.4~18.0 mg/l , 하층 8.0~23.0 mg/l , T-N은 상층 1.3~4.52 g/l , 하층 1.4~4.4 mg/l , T-P는 상층 0.10~0.25 mg/l , 하층 0.11~1.01 mg/l 의 보여 침전지보다는 수질이 양호한 것으로 분석되었다.

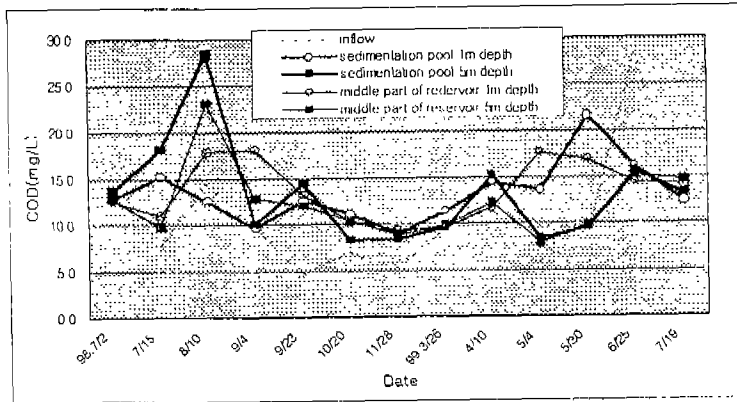


Fig.2 Seasonal variations of COD at inflow stream, sedimentation pond and middle part of reservoir

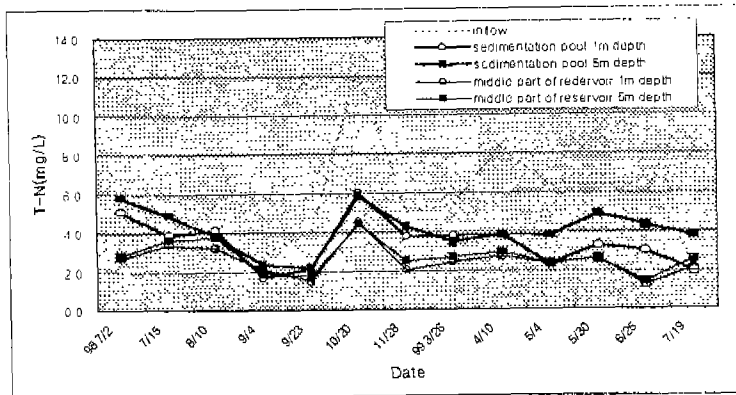


Fig.3 Seasonal variations of T-N concentration at inflow stream, sedimentation pond and middle part of reservoir

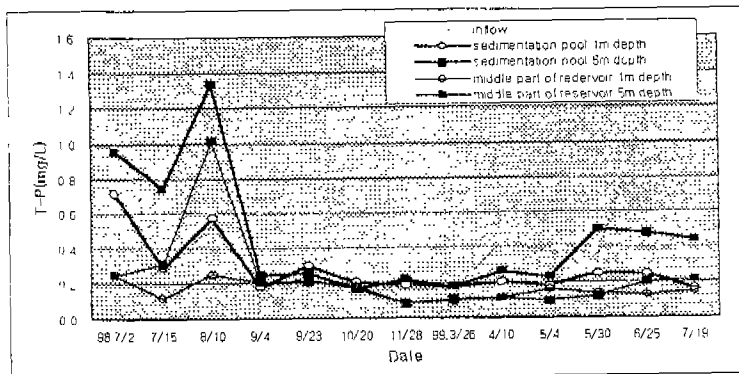


Fig.4 Seasonal variations of T-P concentration at inflow stream, sedimentation pond and middle part of reservoir

침전지와 저수지 중앙부의 수질차이의 비율을 분석한 결과 COD는 상층에서 -2.7%, 하층에서 7.8%, T-N은 상층에서 27.0%, 하층에서 33.7%, T-P는 상층에서 43.1%, 하층에서 48.4%로 평균 COD 3.3%, T-N 30.6%, T-P 46.4%이며, 하층에서 수질차이가 큰 것으로 나타났다.

2. 저질분석 결과

저수지내에 침전지 설치로 저수지에 유입된 오염물질의 퇴적현황을 파악하기 위해 침전지와 저수지 중앙부의 저질을 분석하였다. 침전지 저질의 화학적 성분은 유기물 4.5%, T-N 3,035mg/kg, T-P 1,379mg/kg이며, 저수지 중앙부에서는 유기물 3.7%, T-N 2,701mg/kg, T-P 1,051mg/kg으로 나타났다. 이러한 화학성분의 차이는 유역에서 유입된 미세한 오염물질이 침전지에 많이 침전되어 나타난 현상으로 판단된다.

Table-1 Physical and chemical properties of sediments

('99. 3)

Site	Mechanical composition				Organic matter contents(%)	T-N mg/kg	T-P mg/kg
	Sand(%)	Silt(%)	Clay(%)	Soil texture			
Sedimentation pond	25	60	15	SiL	4.50	3,035	1,379
Middle part of reservoir	49	27	24	SCL	3.67	2,701	1,051

3. 저수지내 침전지가 수질개선에 미치는 영향

유입부에 깊게 준설되어 형성된 침전지내의 수질과 저질의 오염도가 저수지의 중앙부보다 높은 것은 유입하천에서 유입되는 각종 오염물질이 침전지에서 체류되면서 침전되어 나타난 현상으로 볼 수 있으나, 이러한 침전지와 저수지 중앙의 수질의 차이가 침전지의 형성으로 일어난 현상인지를 파악하기 위해 침전지가 형성되기 전인 '95. 6~11월의 수질조사 결과를 분석한 결과 Table-2과 같이 저수지의 유입부와 중앙부의 수질차이는 COD가 평균 -8.6%, T-N이 -5.5%, T-P가 7.6%였다.³⁾

Table-2 Water quality of inlet and middle part of the Masan reservoir before dredging

Date	COD(mg/ℓ)			T-N(mg/ℓ)			T-P(mg/ℓ)		
	Inlet (A)	Middle (B)	(A-B)/A×100 (%)	Inlet (A)	Middle (B)	(A-B)/A×100 (%)	Inlet (A)	Middle (B)	(A-B)/A×100 (%)
'95. 6	7.5	8.9	-18.7	1.120	1.344	-20.0	0.122	0.111	9.0
'95. 9	7.5	8.7	-16.0	0.896	0.672	25.0	0.154	0.141	8.4
'95.11	5.3	4.8	9.0	0.784	0.952	-21.4	0.091	0.093	-2.2
Average	6.8	7.5	-8.6	0.933	0.989	-5.5	0.122	0.115	7.6

또한 '96~'97년의 하구 담수호인 금강호, 영산호, 해남호의 유입부와 중앙부의 수질을 분석한 결과⁶⁾를 보면 Fig. 5, 6, 7과 같이 시기적으로 약간의 차이는 있으나, 전반적으로 담수호 유입부와 중앙부의 수질차이는 거의 없는 것으로 나타났다. 3개 담수호의 유입부와 중앙부의 수질차이 비율을 계산한 결과 평균적으로 COD -4.8%, T-N -9.3%, T-P 7.2%로 나타나 저수지의 유입부와 중앙부의 수질차이는 거의 없는 것으로 분석되었다. 따라서 저수지 유입부의 침전지와 저수지 중앙부의 수질차이는 침전지에 의한 수질개선효과라 판단할 수 있다.

문헌에 의하면 체류연(보)을 설치할 경우 입자성 COD가 20~70%의 정화효과가 있는 것으로 보고되고¹¹⁾ 있으나, 본 연구에서 침전지와 저수지 중앙부의 COD차이가 낮게 나타난 것은 저수지의 중앙부에 조류가 대량 발생하여 COD가 높아졌고, Fig.2와 같이 수질측정 당시 유입하천의 COD가 전반적으로 침전지보다 낮아 침전지의 높은 COD를 희석시켜 나타난 현상으로 생각된다. 따라서 COD의 처리효율은 침전지와 저수지 중앙부의 수질차이로 평가하는 것은 어려운 것으로 생각된다. 따라서 저수지내 침전지의 정확한 수질처리효율을 파악하려면 홍수시 유입하천, 침전지, 저수지 중앙부에서 일정시간 간격으로 수질을 연속측정과 침전지 내의 저질

성분을 정량적으로 분석되어야 할 것으로 판단된다.

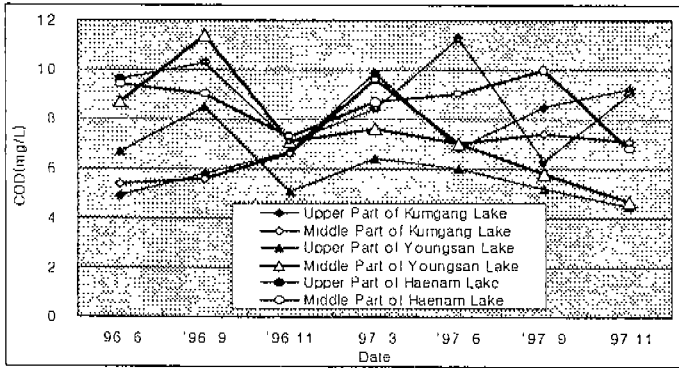


Fig.5 Seasonal variations of COD at inflow stream, sedimentation pond and middle part of 3 freshwater lakes

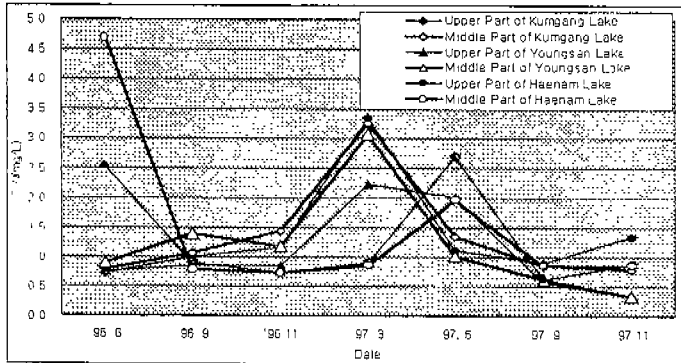


Fig.6 Seasonal variations of T-N concentration at inflow stream, sedimentation pond and middle part of 3 freshwater lakes

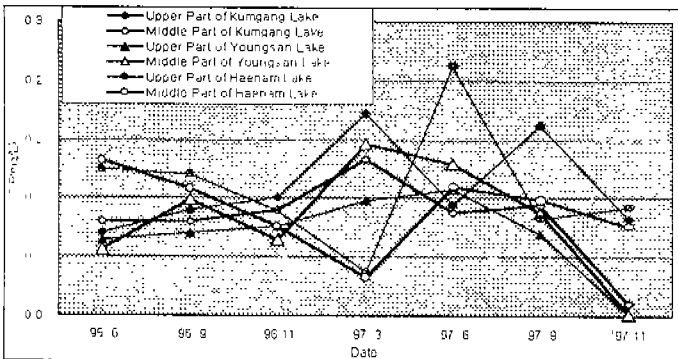


Fig.7 Seasonal variations of T-P concentration at inflow stream, sedimentation pond and middle part of 3 freshwater lakes

IV. 요약 및 결론

저수지에서 퇴적이 가장 많이 일어나는 유입부를 깊게 준설하여 자연적 침전지 형태를 가질 경우 침전지가 저수지 수질개선에 미치는 영향을 파악하기 위해 유입부가 깊게 준설되어 저수지 유입부의 침전지 형태를 가진 충남 아산시 마산저수지에서 수질을 측정하고, 침전지가

저수지 수질에 미치는 영향을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. '98. 7. 2~'99. 7. 19일의 마산저수지의 수질조사결과를 보면 저수지의 유입부인 침전지의 COD는 평균 8.3~28.4mg/l, T-N은 2.0~6.0mg/l, T-P는 0.17~1.34mg/l로 나타났으며, 저수지 중앙부의 COD는 8.0~23.0mg/l, T-N은 1.3~4.52mg/l, T-P는 0.10~1.01mg/l의 나타나 침전지와 저수지 중앙부의 수질차이의 비율은 COD가 평균 3.3%, T-N 30.6%, T-P 46.4%로 분석되었다.

2. 침전지와 저수지 중앙부의 저질을 분석한 결과 침전지의 저질은 유기물 4.5%, T-N 3,035mg/kg, T-P 1,379mg/kg이며, 저수지 중앙부에서는 유기물 3.7%, T-N 2,701mg/kg, T-P 1,051mg/kg로 나타나 유입하천에서 유입되는 오염물질이 침전지에서 많이 침전되고 있는 것으로 분석되었다.

3. 마산저수지의 준설전과 하구 담수호인 금강호, 영산호, 해남호의 유입부와 중앙부의 수질을 분석한 결과 저수지의 유입부와 중앙부의 수질차이는 거의 없는 것으로 나타났으나, 침전지 조성후 마산저수지는 양 지점의 수질차이가 뚜렷하게 나타나 침전지에 의한 수질개선효과를 확인할 수 있었다.

4. 저수지내 침전지의 정확한 수질처리효율을 파악하려면 홍수시 유입하천, 침전지, 저수지 중앙부에서 일정시간 간격으로 연속수질측정과 침전지 내의 저질성분을 정량적으로 분석되어야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) 권순국, 1998, 우리나라 비점원 수질오염 관리의 문제점과 개선방안, 대한환경공학회지 20(11), pp. 1497~1510
- 2) 김진택, 박승우, 서승덕, 1993, 관개용 저수지의 퇴사량과 유역 유사량 추정식, 한국농공학회지 35(4), pp.104~115
- 3) 농림부·농어촌진흥공사, 1995, 농업용수 수질조사 보고서, pp. 409~433
- 4) 농림부·농어촌진흥공사, 1997, 농업용수 수질조사 시험사업보고서, pp.263~271
- 5) 농림부·농어촌진흥공사, 1997, 농업용수 수질조사 시험사업계획서, pp.11~83
- 6) 농림부·농어촌진흥공사, 1997, 농업용수 수질개선대책수립 수질실태조사 결과보고서, pp.660~674
- 7) 박병훈, 장정렬, 권순국, 1998, 농업용 저수지의 수질개선방안에 관한 연구, 한국농공학회 학술발표회 발표논문집, pp.500~507
- 8) Jeffery Dee Holler, 1989, Storm water detention Basin Nutrient Removal Efficiency, Journal of Water Resources Planning and Management Vol. 115(1), pp.52~63
- 9) U.S. Environ. Protection Agency, 1983, Final report of the National Urban Runoff Program(NURP), Vol. I, Washington, D. C.
- 10) Wanielista, M. P., Y. A. Yousef and J. S. Taylor, 1982, Stormwater management to improve lake water quality. Environ. Protection Agency Report 66/S2-82-048, Washington, D. C.
- 11) 리버프론트整備センター, 1994. 水質淨化對策に關する資料, pp.2-9~3-30