

신갈호 저층 퇴적물에 대한 오염물질 특성에 관한 연구
A study on the characteristics of pollutants on bottom sediments
in Shin-Gal Reservoir

안태웅*·김태훈**·이상은**·김상현**·최이송**·오종민***†
Tae Woong Ahn·Tae Hoon Kim·Sang Eun Lee·Sang Hyeon Kim·I Song Choi·Jong Min Oh**†

요 지

본 연구에서는 정체성 수역인 신갈호를 대상으로 저층 퇴적물의 오염물질에 대한 조사를 실시하였다. 신갈호 저층 퇴적물의 분석 결과, 함수율의 범위는 49.0~68.2%로 조사되었으며, 평균 함수율은 60.8%로 나타났다. 함수비의 경우에는 지점별 96.1~214.6%의 넓은 범위를 보였으며 평균 함수비는 165.8%로 조사되었다. 퇴적물의 pH는 모든 지점에서 산성을 띄었으며, 하류부로 갈수록 더욱 낮아지는 경향을 보였다. 입도분석 결과, 토성은 SL(사양토) 및 SiL(실트질양토)로 나타났으며, 이러한 토성분포는 입자별 침강속도에 의한 것으로 퇴적물의 지점별 이·화학적 특성에 많은 영향을 줄 것으로 판단된다. 유기물 함량 분석결과, 강열감량의 경우 8.22~11.36%로 평균 10.22%의 유기물 함량을 보였으며, COD는 24,92 mg/kg~27,38 mg/kg의 값으로 평균 26,16 mg/kg로 조사되었다. 영양물질 함량 분석결과, T-N의 경우 신갈호 저층 퇴적물 평균 2,916 mg/kg의 질소 함량을 보였으며, T-P의는 평균 710 mg/kg로 조사되었다. 영양물질 함량 분석결과 하류부로 갈수록 높아지는 경향을 보였으나 총질소의 경우 지점별 비슷한 값을 보인 반면, 총인은 지점별 큰 차이를 보였다. 퇴적물의 중금속 함량은 Cd, Cu, Zn, Cr⁶⁺, Pb을 분석하였으며, Cd 0.10~0.12 mg/kg, Cu 18.33~20.67 mg/kg, Zn 82.73~110.15 mg/kg, Cr⁶⁺ 0.78~0.93 mg/kg Pb 11.04~14.53 mg/kg의 범위를 보였으며, 지점별로 큰 차이를 보이지 않았다. 본 연구의 자료는 신갈호 유역의 개발계획 및 준설 검토에 대한 유용한 자료로 활용 가능할 것으로 판단된다.

핵심용어 : 저층 퇴적물, 입도분석, 중금속 함량, 영양물질, 정체성 수역

1. 서 론

신갈호 저층 퇴적물의 특성을 파악하기 위하여 경기도 용인시에 위치한 신갈호를 대상으로 오염물질 특성을 조사하였다. 신갈호에 유입된 오염물질은 수층에서 용존 상태나 입자상태의 물질로 변하거나 입자상 물질에 포함되어 수체의 바닥에 퇴적하게 되며, 이러한 퇴적물은 호소나 하천의 오염원으로 작용하여 수층을 오염시킨다. 특히 저수지와 같이 정체성 수역에서는 상대적으로 퇴적되는 오염물질의 양이 많으며, 단위 면적당 물의 양이 적기 때문에 저층 퇴적물로부터 용출되는 영양염이 수계의 1차 생산과 수질변화에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 호소의 퇴적물은

* 경희대학교 환경응용과학과·E-mail : right52@khu.ac.kr

** 정희원·경희대학교 환경연구센터·E-mail : isongchoi67@hotmail.com

*** 정희원·경희대학교 환경학 및 환경공학과, 환경연구센터·E-mail : jmoh@khu.ac.kr

대부분 수층에서 침강하여 형성된 것으로 일정기간 축적되어 있다가 분해, 확산, 재부유, 생물교란 등의 물리적, 화학적, 생물학적 과정에 의해 다시 수층으로 용출되어 수질 및 수생태계에 영향을 미친다. 퇴적물 내에 존재하는 영양염류의 용출은 수온, pH, 용존산소, 유속 등과 같은 물리화학적 환경요인과 저서 미생물 등의 생물학적 요인에 의해 영향을 받는다.

연구 대상 지역인 신갈호 유역은 경부고속도로와 나란히 위치하고 있으며, 수도권에 인접하고 교통이 편리한 관계로 도처에 골프장 및 공장들이 산재하고 있어 잠재적인 성장 가능성이 매우 큰 것으로 알려져 있다. 신갈호로 유입되는 하천은 제 1지류라 할 수 있는 신갈천과 제 2지류라 할 수 있는 지곡천, 공세천이 유입하여 신갈호 수량을 좌우하며, 주요오염물질의 유입통로로서의 역할을 담당하고 있다. 현재 신갈천과 지곡천 등 유입 하천을 통해서 신갈호로 유입되는 오염물질 중 일부는 용인시 기흥 하수종말처리장(시설용량 최대 50,000 m³/일)에서 처리되고 있는 실정이다. 과거 10년전 까지만 하더라도 신갈호의 발생오염부하량은 주로 생활하수에 기인하였으나, 최근 호 소유역의 개발로 인해 생활하수, 공장폐수 등 점오염원의 급격한 증가와 보라택지개발지구, 공세 복합단지의 건설에 의한 유입 오염부하량 증가, 주택 및 아파트 단지 준공 등에 의한 도시지역 비점오염원의 유입증가로 인한 총오염부하량은 앞으로도 계속 증가할 추세이다. 따라서 본 연구에서는 정체성 수역인 신갈호를 대상으로 저층 퇴적물의 오염물질에 대한 조사를 실시하였으며, 본 연구의 자료는 신갈호 유역의 개발계획 및 준설 검토에 대한 유용한 자료로 활용 가능할 것으로 판단된다.

2. 조사지점 및 방법

2.1 조사지점

농림식품수산부의 수질개선 시범사업으로 추진하는 “저수지 퇴적물 처리 시범사업”에 선정된 신갈호 퇴적물의 이·화학적 특성 및 오염도를 평가하기 위하여 지점별 퇴적물 조사를 실시하였다. 조사지점은 신갈호의 상류, 중류, 하류부를 대상으로 총 3개 지점에 대하여 퇴적물 조사를 실시하였고, 조사지점에 대한 위치는 다음 <그림 1>에 나타내었다.



<그림 1> 신갈호 퇴적물 조사지점

2.2 시료채취 및 실험 방법

2.2.1 시료채취

신갈호 퇴적물 시료채취는 2010년 5월, 7월에 걸쳐 총 2회 실시하였으며, 선박을 이용하여 미리 지정한 지점에서 Grap sampler(lamotte 1097, USA)를 사용하여 채취하였다. 채취된 시료는 2 L의 둥근 폴리에틸렌 통에 2/3정도 채운 뒤 밀폐하여 즉시 실험실로 옮겨 함수율을 측정하였고, 일부 시료는 풍건 건조한 후 퇴적물의 이·화학적 특성 및 오염도 분석에 사용하였다.

2.2.2 실험방법

신갈호 퇴적물의 분석항목은 크게 물리적, 화학적 분석과 오염도 분석으로 나뉜다. 채취된 3개 지점에 대한 분석은 토양오염공정시험법, 폐기물공정시험법 및 일부 해양오염공정시험법을 혼용하여 사용하였고, 항목별 분석방법을 다음 <표 1>에 명시하였다.

<표 1> 항목별 분석방법

구 분	분석방법	분석기기
pH	직접측정법(H ₂ O)	pH meter
함수율 / 함수비	폐기물공정시험법	건조기
입도분석	피펫침강법(토양오염공정시험법)	피펫법
CEC	쇼렌베르가법(토양오염공정시험법)	토양침출장치
화학성분분석	XRF(X-Ray Fluorescence)	X선형광분석기
강열감량	폐기물공정시험법	회화로
COD	해양오염공정시험법	수욕조
T-N	과황산칼륨분해법	UV
T-P	과염소산분해법	UV
중금속 함량	0.1N HCl 추출법	AAS

3. 연구 결과

3.1 신갈호 저층퇴적물의 이화학적 분석 결과

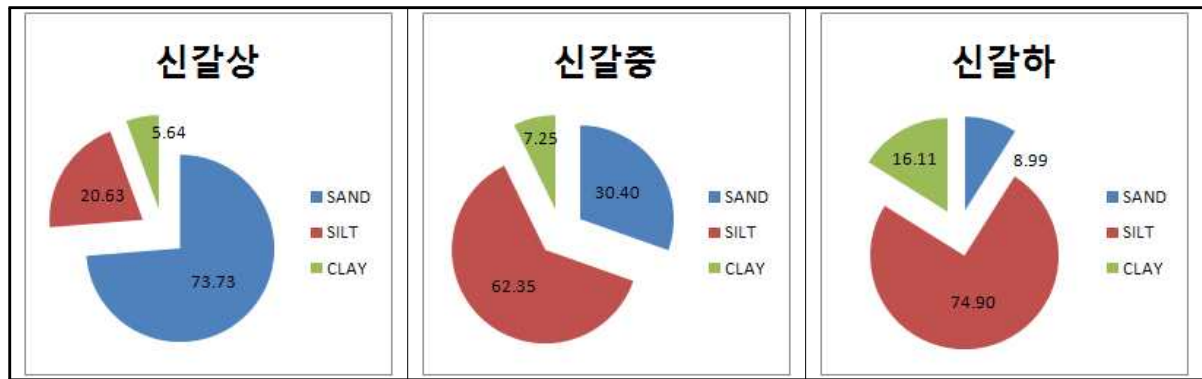
3.1.1 함수율 / 함수비

신갈호 퇴적물의 함수율의 범위는 49~68.2%이며 평균 함수율은 60.8%로 조사되었다. 함수비의 경우 지점별 96.1~214.6%의 넓은 범위를 보였으며 평균 함수비는 165.8%로 조사되었다. 지점별로는 호소의 하류부로 갈수록 고형물대비 수분함량이 증가하는 경향을 보였다. 신갈호 퇴적물의 pH는 3지점 모두 산성을 띄었으며, 하류부로 갈수록 더욱 낮아지는 경향을 보였다.

입도 분석 결과 신갈호 상 지점은 신갈천 및 지곡천의 유입 직후로써 Sand를 많이 포함하고 있었으며, 이에 따라 토성은 SL(사양토)로 조사되었다. 신갈호 중 지점은 상대적으로 입자가 작은 Silt 및 Clay의 비율이 높아졌고, 토성은 SiL(실트질양토)인 것으로 조사되었다. 신갈호 하 지점은 최하류부로 Silt 및 Clay의 비율이 가장 높은 SiCL(실트질식양토)로써 Sand는 8.99%로 거의 없었다. 이러한 지점별 토성분포는 입자별 침강속도에 의한 것으로 퇴적물의 지점별 이·화학적 특성에 많은 영향을 준다.

<표 2> 신갈호 퇴적물의 입도분포

구분	Sand(%)	Silt(%)	Clay(%)	토성 (Texture)
신갈호 상	73.73	20.63	5.64	SL
신갈호 중	30.40	62.35	7.25	SiL
신갈호 하	8.99	74.90	16.11	SiCL



<그림 2> 지점별 입도분포

신갈호 퇴적토 중의 무기원소화학적 분석결과는 각 성분원소의 함량을 산화물의 형태로 가정하여 환산하였으며, 분석결과 국내 대부분의 점성토와 같이 SiO₂와 Al₂O₃가 약 75~76%로 주요 구성성분을 차지하고 있었으며, 다음으로 Fe₂O₃, K₂O, CaO, MgO, TiO₂가 함유되어 있음을 알 수 있었다. 신갈호의 상류, 중류, 하류부의 지점별 성분의 차이는 거의 보이지 않았다.

3.2 신갈호 저층퇴적물의 오염도 조사 결과

3.2.1 유기물 함량

신갈호 퇴적물의 유기물 함량은 강열감량과 COD를 통하여 분석하였고, 유기물 함량 분석결과 강열감량의 경우 신갈호 상 8.22%, 신갈호 중 11.08%, 신갈호 하 11.36%로 평균 10.22%의 유기물 함량을 보였다. COD의 경우 신갈호 상 24,922 mg/kg, 신갈호 중 26,170 mg/kg, 신갈호 하 27,386 mg/kg의 값으로 평균 26,159 mg/kg로 조사되었다. 유기물 함량 분석결과 하류부로 갈수록 높아지는 경향을 보였으며, 중류와 하류에 비해 상류부가 다소 낮은 값을 보임을 알 수 있다.

3.2.1 영양물질 함량

신갈호 퇴적물의 영양물질 함량은 퇴적물내의 T-N과 T-P의 양을 통하여 분석하였고, 영양물질 함량 분석결과 T-N의 경우 신갈호 상 2,836 mg/kg, 신갈호 중 2,846 mg/kg, 신갈호 하 3,065 mg/kg로 평균 2,916 mg/kg의 질소 함량을 보였다. T-P의 경우 신갈호 상 305 mg/kg, 신갈호 중 537 mg/kg, 신갈호 하 1,288 mg/kg의 값으로 평균 710 mg/kg로 조사되었다. 영양물질 함량 분석결과 하류부로 갈수록 높아지는 경향을 보였으나 총질소의 경우 지점별 비슷한 값을 보인 반면, 총인원은 지점별 큰 차이를 보였다.

저질의 중금속 함량은 Cd, Cu, Zn, Cr⁶⁺, Pb의 총 5개 항목을 분석하였고 항목별로 Cd 0.1~0.12 mg/kg, Cu 18.33~20.67 mg/kg, Zn 82.73~110.15 mg/kg, Cr⁶⁺ 0.78~0.93 mg/kg, Pb 11.04~14.53

mg/kg의 범위를 보였으며, 지점별로 큰 차이를 보이지 않았다.

4. 고찰

본 연구에서는 정체성 수역인 신갈호를 대상으로 저층 퇴적물의 오염물질에 대한 조사를 실시하였다. 신갈호 저층 퇴적물의 분석 결과, 함수율의 범위는 49.0~68.2%로 조사되었으며, 평균 함수율은 60.8%로 나타났다. 함수비의 경우에는 지점별 96.1~214.6%의 넓은 범위를 보였으며 평균 함수비는 165.8%로 조사되었다. 퇴적물의 pH는 모든 지점에서 산성을 띄었으며, 하류부로 갈수록 더욱 낮아지는 경향을 보였다. 입도분석 결과, 토성은 SL(사양토) 및 SiL(실트질양토)로 나타났으며, 이러한 토성분포는 입자별 침강속도에 의한 것으로 퇴적물의 지점별 이·화학적 특성에 많은 영향을 줄 것으로 판단된다.

유기물 함량 분석결과, 강열감량의 경우 8.22~11.36%로 평균 10.22%의 유기물 함량을 보였으며, COD는 24,92 mg/kg~27,38 mg/kg의 값으로 평균 26,16 mg/kg로 조사되었다. 영양물질 함량 분석결과, T-N의 경우 신갈호 저층 퇴적물 평균 2,916 mg/kg의 질소 함량을 보였으며, T-P의는 평균 710 mg/kg로 조사되었다. 영양물질 함량 분석결과 하류부로 갈수록 높아지는 경향을 보였으나 총질소의 경우 지점별 비슷한 값을 보인 반면, 총인은 지점별 큰 차이를 보였다. 퇴적물의 중금속 함량은 Cd, Cu, Zn, Cr6+, Pb을 분석하였으며, Cd 0.10~0.12 mg/kg, Cu 18.33~20.67 mg/kg, Zn 82.73~110.15 mg/kg, Cr6+ 0.78~0.93 mg/kg Pb 11.04~14.53 mg/kg의 범위를 보였으며, 지점별로 큰 차이를 보이지 않았다. 본 연구의 자료는 신갈호 유역의 개발계획 및 준설 검토에 대한 유용한 자료로 활용 가능할 것으로 판단된다. 향후 홍부저수지의 퇴적물에 대한 제반 조건 및 준설의 타당성 여부는 수질공학적, 수량적 측면에서의 매우 중요하게 검토되어야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 2단계 두뇌한국(BK)21 사업 및 경기지역환경기술개발센터에서 시행한 환경기술연구개발사업의 지원으로 이루어졌으며, 이에 깊은 감사를 드립니다.

참고 문헌

1. 농어촌 진흥공사, 농어촌 연구원(1999), 삼교지구 유입하천·호소 퇴적물 조사 및 강우시 수질 조사
2. 오종민, 조영철(2007) 소규모 저수지에서 퇴적물로부터 영양염류의 용출이 수질에 미치는 영향, 대한환경공학회지 제29권 제11호 (2007년 11월) pp.1217-1222