

강우시 신갈호 유입하천의 오염부하량 및 기여율 산정

Estimation pollutant load and rate of contribution in inflow streams of Sin-gal reservoir during the raining season

정재훈*, 안태웅**, 최이송***, 오종민****

Jae Hoon Jung, Tae Woong Ahn, I Song Choi, Jong Min Oh

요 지

경기도 용인시, 오산시와 화성시 지역의 농업용수와 공업용수의 공급원으로 이용되고 있는 신갈호는 현재 유입하천으로부터 미처리된 도시하수, 공장 폐수, 축산 폐수 등의 점오염원 및 도시 지역 불투수층에 쌓여있는 오염물질인 비점오염원이 무분별하게 유입되어 수질이 매우 악화되어 용수로의 사용이 어려운 지경에 달하였으며, 자연정화능력도 감소하는 등 심각하게 오염되었다. 또한 최근에는 신갈호 유역의 개발에 따른 토지이용 변화로 신갈호 유역의 총오염부하량이 증가하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 현재 날로 심각해지는 신갈호 유입하천의 비점오염원 조사를 통해 신갈호 및 유입하천의 기초데이터의 확충 및 현황 파악을 하고자 하였다.

본 연구에서는 강우 시 신갈호로 유입되는 3개의 유입지천인 신갈천(SG), 지곡천(JK), 공세천(KS)에서 비점오염부하량을 산정함으로써 강우 시 호소로 유입되는 총오염부하량 및 비점오염부하량의 비율을 알아보고자 하였다. 강우사상에 따른 총 오염물질 부하량은 EMC 농도를 구한 후 총 유출유량을 곱하고 총 강우지속시간을 곱하여 산정하였다. 조사결과 강우기에 있어서 거의 모든 항목의 농도는 평수기보다 매우 높은 수치를 나타냈다. 특히 SS 농도는 토사의 하천유입으로 인해 다른인자에 비해 큰 변동폭을 나타내었으며, COD와 T-P는 토양입자에 흡착되어 함께 이동하기 때문에 SS와 밀접한 관계를 가졌다.

강우시의 각 유입하천별 오염부하 기여율은 SG의 경우 SS 74.1%, BOD 64.4%, COD 65.7%, T-N 63.8%, T-P 73.8%를 나타내었다. JK의 경우 SS 25.4%, BOD 31.5%, COD 30.5%, T-N 32.5%, T-P 24.2% 였고, KS의 경우 SS 0.5%, BOD 4.1%, COD 3.8%, T-N 3.7%, T-P 2.0%를 나타내었다. 강우시의 각 유입하천별 오염부하 기여율을 평수기때의 오염부하 기여율과 비교하였다. 비교결과 SS의 경우는 SG가 강우시에 74%, 평수기에 83%, BOD의 경우는 강우시 64%, 평수기 80%, T-N은 강우시 64%, 평수기에 84%, T-P의 경우는 강우시 74%, 평수기에 82%로 모든 항목에서 평수기에 신갈천이 신갈호의 오염부하에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났는데, 이는 강우시 지곡천의 기여율이 평수기 보다 상대적으로 높아지기 때문인 것으로 판단된다.

핵심용어 : 신갈호, 비점오염원, 오염부하량

* 경희대학교 환경응용과학과 석사과정 E-mail : yama0821@naver.com
** 경희대학교 환경응용과학과 박사과정
*** 정회원·경희대학교 환경연구센터 선임 연구원
**** 정회원·경희대학교 건설환경공학부 교수

1. 서론

일반적으로 하천 및 호소내 수질변화는 자연적인 물질순환 과정 안에서 해석이 가능하다고 알려져 있다. 하지만 근래에는 자연적인 자정능력의 한계를 넘어서는 오염물질의 유입이 수질변화의 근본적인 원인을 제공하고 있다. 이에 대한 대응방안으로, 여러 가지 방안을 수립 해 왔지만 현재까지는 점오염원에 국한된 계획수립이 대부분이었고, 그 효과 또한 부분적으로 나타났을 뿐 근본적인 대책은 되지 못하였다. 이러한 결과는 하천 및 호소의 오염에 상당 부분을 차지하는 비점오염원에 대한 대책 없이 기존의 점오염원에 대한 처리만으로는 더 이상의 수질개선이 어려울 것이라는 현실을 말해 준다.

경기도 용인시, 오산시와 화성시 지역의 농업용수와 공업용수의 공급원으로 이용되고 있는 신갈호도 예외가 아니어서 유입하천으로부터 미처리된 도시하수, 공장 폐수, 축산 폐수 등의 점오염원 및 도시지역 불투수층에 쌓여있는 오염물질인 비점오염원이 무분별하게 유입되어 수질이 매우 악화되어 용수로의 사용이 어려운 지경에 달하였으며, 자연정화능력도 감소하는 등 심각하게 오염되었다. 또한 최근에는 신갈호 유역의 개발에 따른 토지이용 변화로 신갈호 유역의 총오염부하량이 증가하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 현재 날로 심각해지는 신갈호 유입하천의 비점오염원 조사를 통해 신갈호 및 유입하천의 기초데이터의 확충 및 현황 파악을 하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 연구개요

본 연구에서는 강우 시 신갈호로 유입되는 3개의 유입지천에서 비점오염부하량을 산정함으로써 강우 시 호소로 유입되는 총오염부하량 및 비점오염부하량의 비율을 알아보하고자 하였다. 본 연구가 수행된 조사지점은 신갈호로 유입되는 하천의 지류라고 할 수 있는 신갈천(SG), 지곡천(JK), 공세천(KS)에서 수행되었고, 각 하천의 기하학적 특성 및 조사지점의 위치를 “표. 1” 및 “그림. 1”에 나타내었다.

표 1. 유역의 현황

구분	유로연장 (km)	하천연장 (km)	유역면적 (km ²)
신갈천(SG)	9.20	-	27.06
지곡천(JK)	7.00	5.05	10.21
공세천(KS)	3.42	1.45	4.09

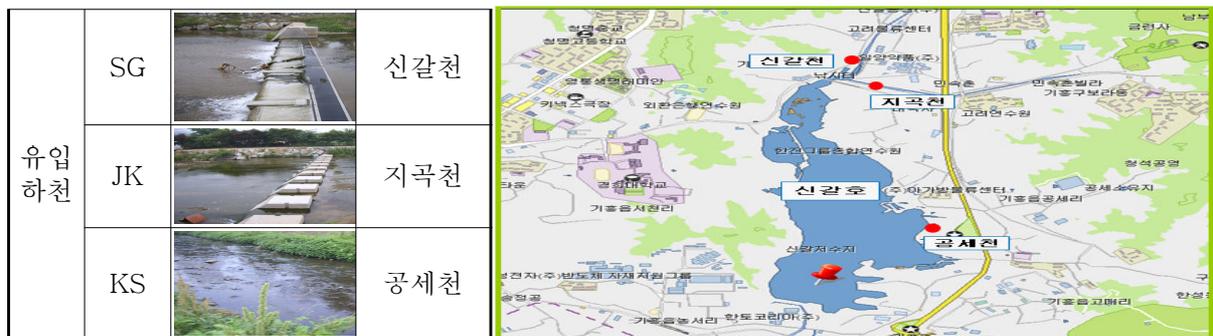


그림 1. 신갈호 유입하천의 비점오염부하량 조사지점

2.2 연구방법

실험 계획 및 방법을 “표. 2”에 나타내었다. 실험은 강우시 지점별, 시간별로 진행하였으며, 유입하천에서 유량은 유속 - 단면적법으로 산출하였고, 분석 항목들은 수질공정시험법과 Standard Method에 준하여 분석하였다.

표 2. 수질 분석 항목

Items	Analysis Methods
SS	Vacuum Filtration (Glass Fiber Filter, GF/C)
COD	COD _{Mn} Method
BOD	
T-N	Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method
T-P	Ascorbic Acid Method

3. 결과 및 고찰

3.1 강우시 강우량 및 각 유입하천의 유량

강우시 조사 시 강우량 및 각 유입하천의 유량을 “표3”에 나타내었다. 강우시 조사는 2006년 11월 5일 24:00시부터 익일인 11월 6일 17:00 까지 수행하였고, 총 강우량은 23mm 로 11월 6일 0:30분경부터 시작되어 12:00 시 까지 강우가 발생하였고, 시간당 최대발생강우는 03:30 ~ 04:30 까지 약 7mm 의 강우가 발생하였다. 강우에 의한 각 유입하천의 유량의 경우 KS는 최대 강우발생 시간인 04:30분에 최대유량 0.251 m³/s 를 나타내었고, JK, SG의 경우도 최대 강우 발생시간인 04:30분 경에 최대 유량인 3.52 m³/s, 4.14 m³/s 를 나타내었다. JK, SG의 경우는 최대유량을 지난 후에도 KS에 비해 비교적 유량이 서서히 감소하는 형태를 보이는데 이는 JK, SG의 유역면적이 KS와 비교해 크기 때문인 것으로 사료된다.

표 3. 강우시 강우량 및 각 유입하천의 유량

날짜	시 간	강우량 (mm)	KS (m ³ /sec)	JK (m ³ /sec)	SG (m ³ /sec)
11/5	24:00	0	0.102	0.14	0.79
11/6	1:00	1	0.102	0.14	0.81
	2:00	2	0.176	0.792	1.05
	2:30	2	0.227	1.274	2.72
	3:00	3	0.231	2.58	3.86
	3:30	4	0.235	3.4	4.08
	4:30	3	0.251	3.52	4.14
	5:30	2	0.195	3.27	3.82
	6:30	1	0.162	2.85	3.41
	7:30	2	0.162	2.05	3.32
	9:00	1	0.145	1.94	2.6
	10:00	1	0.12	1.42	2.42
	11:00	1	0.1	1.31	2.21
	13:00	0	0.095	0.35	1.12
	17:00	0	0.09	0.12	0.81
	계	23			

3.2 강우시 오염부하량 조사결과 및 비점오염부하량 산정 결과

강우사상에 따른 총 오염물질 부하량은 EMC 농도를 구한 후 총 유출유량을 곱하고 총 강우지속시간을 곱하여 산정하였다. 강우시 유입하천의 오염부하량 산정결과를 “표4”에 나타내었다.

조사결과 강우기에 있어서 거의 모든 항목의 농도는 평수기보다 매우 높은 수치를 나타냈다. 특히 이중에 SS의 농도는 토사의 하천유입으로 인해 특히 큰 변동폭을 나타내었으며, COD와 T-P는 토양입자에 붙어서 함께 이동하기 때문에 SS와 밀접한 관계를 가졌다.

표 4. 강우시 유입하천의 오염부하량 산정결과

지점	항목	총오염부하량 (kg)	비율	비점오염부하량 (kg)	비율	점오염부하량 (kg)	비율
KS	SS	271.9	100	243.8	89.7	28.1	10.3
	BOD	66.6	100	36.8	55.3	29.7	44.7
	COD	80.6	100	43.7	54.2	36.9	45.8
	T-N	68.1	100	31.2	45.8	36.9	54.2
	NH3-N	9.1	100	1.8	20.0	7.3	80.0
	NO2-N	2.9	100	1.7	59.8	1.2	40.2
	NO3-N	28.0	100	15.8	56.5	12.2	43.5
	T-P	6.7	100	2.1	32.1	4.5	67.9
JK	SS	21786.8	100	21679.1	99.5	107.7	0.5
	BOD	583.7	100	547.4	93.8	36.4	6.2
	COD	755.4	100	706.9	93.6	48.5	6.4
	T-N	616.6	100	562.1	91.2	54.5	8.8
	NH3-N	84.0	100	75.8	90.3	8.1	9.7
	NO2-N	21.4	100	18.7	87.7	2.6	12.3
	NO3-N	169.1	100	153.6	90.8	15.5	9.2
	T-P	91.3	100	83.7	91.7	7.5	8.3
SG	SS	58312.5	100	57417.2	98.5	895.4	1.5
	BOD	1068.9	100	805.0	75.3	263.9	24.7
	COD	1485.8	100	1099.4	74.0	386.4	26.0
	T-N	1381.0	100	985.2	71.3	395.8	28.7
	NH3-N	119.7	100	43.4	36.2	76.3	63.8
	NO2-N	21.3	100	16.1	75.6	5.2	24.4
	NO3-N	619.3	100	453.4	73.2	165.9	26.8
	T-P	279.1	100	200.4	71.8	78.7	28.2

3.3 신갈호에 대한 강우시 및 비강우시 각 유입하천별 오염부하 기여율

강우시 및 평수기의 각 유입하천별 오염부하 기여율을 “그림2”, “그림 3”에 나타내었다. 강우시의 각 유입하천별 오염부하 기여율은 SG의 경우 SS 74.1%, BOD 64.4%, COD 65.7%, T-N 63.8%, T-P 73.8%를 나타내었다. JK의 경우 SS 25.4%, BOD 31.5%, COD 30.5%, T-N 32.5%, T-P 24.2% 였고, KS의 경우 SS 0.5%, BOD 4.1%, COD 3.8%, T-N 3.7%, T-P 2.0%를 나타내었다.

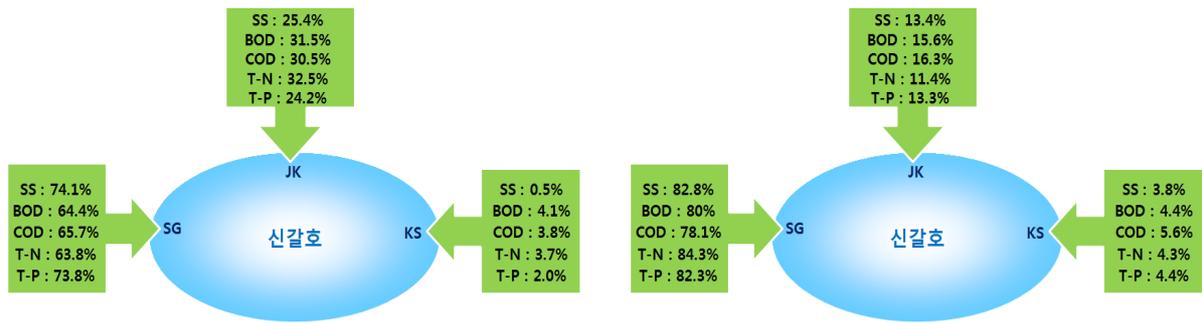


그림 2. 강우시 기여율

그림 3. 평수기 기여율

4. 결론

4.1 신갈호 유입하천의 비점오염원부하량 조사결과

신갈호 유입하천의 비점오염원부하량 조사결과 SS의 경우는 SG가 강우시에 74%, 평수기에 83%, BOD의 경우는 강우시 64%, 평수기 80%, T-N은 강우시 64%, 평수기에 84%, T-P의 경우는 강우시 74%, 평수기에 82%로 모든 항목에서 평수기에 신갈천이 신갈호의 오염부하에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났는데, 이는 강우시 지곡천의 기여율이 평수기 보다 상대적으로 높아지기 때문인 것으로 판단된다.

4.2 신갈호 유입하천의 비점오염원부하량 조사 활용방안

본 조사연구 결과는 앞으로 신갈저수지 및 유입하천을 효율적으로 관리함에 있어 중요한 근거 자료가 될 수 있을 것으로 판단되며, 수질개선 사업의 수행 시 설계 인자로 반영 하고자 한다.

참 고 문 헌

1. 대한환경공학회지, 우리나라 비점원 수질오염 관리의 문제점과 개선방안 (1998)
2. 한국환경정책평가연구원, 최지용, 비점오염원의 제도적 관리방안 (1998)
3. 건설교통부, 수자원 장기 종합계획 (2001)
4. 국립환경연구원, 비점오염원 유출부하량 조사지침 (1994).
5. 농어촌 진흥공사, 농업·농촌용수 종합 이용 계획 보고서(1997)
6. 동화기술. 호소 환경조사법 (1993)
7. APHA, AWWA, WPCF, Standard method for the examination of water and wastewater, 16th ed. (1985)