강우에 의한 대천천 오염부하량 변화 분석

Analysis on the Pollutant Load Changes due to Rainfall in Daecheoncheon

조홍연[1)*], 조범준[**], 정신택[***]

Hong Yeon Cho, Bum Jun Cho, Shin Taek Jeong

요 지

연안유역으로 유입되는 소하천의 유량 및 오염물질의 농도는 유역의 기상상태(강우량 및 증발량), 토지피복도, 인공구조물의 운영규칙 등에 의하여 변화한다. 특히, 강우에 의한 오염부하량 변화는 평상시의 오염부하량에 비하여 그 변화량이 매우 크기 때문에 평상시의 측정간격으로는 보다 정확한 오염부하량 산정에 한계가 있다. 따라서, 본 연구에서는 충청남도 보령시를 관통하는 대천천을 대상으로 강우에 의한 오염부하량 변화를 연속적으로 측정하였다. 대천천은 상류지역에 청천저수지가 형성되어 있으며, 보령시내를 관통하는 과정에서 도시 오염물질이 유입되는 양상을 보이고 있으며, 천수만 입구지역으로 유입되는 지방하천이다. 유역오염부하량 계산에 필요한 유량은 보(weir)에서 측정한 수위자료를 이용하여 환산하였으며, 수온, 탁도 및 염도는 OBS-3A 장비를 이용하여 연속측정하였다. 또한, 영양염류의 오염물질 농도는 30분 간격으로 채수하여 분석하였다. 분석결과, 오염물질 항목에 따라 시간에 따른 오염부하량 변화양상이 매우 상이하게 나타났으며, 변화 폭도 매우 크게 나타나서 강우시의 오염부하량을 추정하기 위해서는 1시간 간격 이내의 관측자료를 이용하여 추정하는 방법이 타당한 것으로 파악되었다.

핵심용어 : 오염부하량, 강우, OBS-3A, 대천천, 청천저수지

1. 서론

연안해역으로 유입되는 유역의 오염부하량은 강우 등 다양한 인자의 영향으로 시간적·공간적인 변화 양상이 매우 크다. 유역의 발생 오염부하량은 유역의 인구, 산업시설, 가축사육 규모, 토지이용 상황 등에 의하여 결정되고, 계절적인 변화보다는 년변화의 관점에서 추정되는 중요한 인자이다. 그러나, 유역에서 발생된 오염물질은 다양한 유입경로를 통하여 연안 해역으로 유입되고 있다. 발생된 오염물질이 해역으로 유입되는 양상은 매우 복잡한 양상을 보이고 있으나, 두드러진 양상중의 하나는 강우에 의한 과다한 유역의 오염부하량이다. 평상시에 하수관거를 통하여 배출되는 오염물질은 일정한 유량을 유지하고 있으나, 강우시에는 증가된 유량의 영향 및 강우이전 유역에 축적된 오염물질이 일시에 쓸려가는 현상으로 인하여 평상시보다 오염물질 유입이 크게 증가하는 시기에 해당한다. 따라서, 육상기인 유역 오염물질의 유입에 의한 해역환경 변화를 파악하기 위해서는 평상시의 오염부하량과 강우시의 유역 오염부하량에 대한 연구가 병행되어야 한다. 본 연구에서는 평상시의 오염부하량은 그 변화 폭이 크기 않을 것으로 추정되는 바, 적절한 시기의 관측으로 오염부하량을 산정하는 방법을 선택하고, 강우에 의한 오염부하량 변동연구에 중점을 두어 수행하였다.

강우에 의한 오염부하량 변동연구는 체계적인 오염부하량의 관측 및 관측된 자료의 품질관리 및 축적과정이 매우 중요하며, 신뢰성있고 체계적으로 축적된 자료는 유역의 오염물질 유출모형의 보정 및 검증에 이용할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 강우에 의한 오염부하량 변화연구의 첫 단계로 오염부하량 관측에 중점을 두어 수행하였으며, 대상 하천은 충청남도 보령시에 위치한 대천천이다. 관측항목은 유량환산에 필요한 수위, 오염부하량 추정에 필요한 탁도, 연도 및 영양염류 항목의 농도이다. 또한, 오염물질 농도의 공간적 변화를 파악하기 위하여 하천 상류부, 하류부의 2개 지점을 선정하여 오염물질 농도를 분석하였다.

1) 정회원·한국해양연구원 연안·항만공학연구본부 책임연구원·E-mail : hycho@kordi.re.kr
** 정회원·원광대학교 토목환경도시공학부 박사과정·E-mail : sabotage@wonkwang.ac.kr
*** 정회원·원광대학교 토목환경도시공학부 교수·E-mail : stjeong@wonkwang.ac.kr

2. 현장관측

2.1 유역 개황

천수만으로 유입되는 대천천 유역은 상류의 청천지와 보령(대천)시내를 관통하는 대천천으로 구성되어 있다. 대부분이 산지유역에 해당하나, 하류부는 도시유역으로 오염부하량이 급증하는 영역에 해당한다. 대천천은 유역면적 82.17km^2, 유로연장 12.60km, 하폭 123m 규모의 지방 2급하천에 해당한다. 대천천 유역정보는 GIS ArcView 도구를 이용하여 추출하였으며, 오염원 분포 및 토지이용도 정보도 추출하여 유역의 오염물질 유출모형 구축자료로 활용할 예정이다.

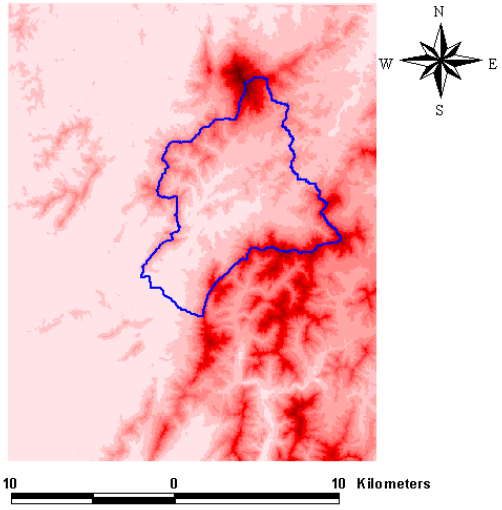

그림 1. 대천천 유역 DEM Burning

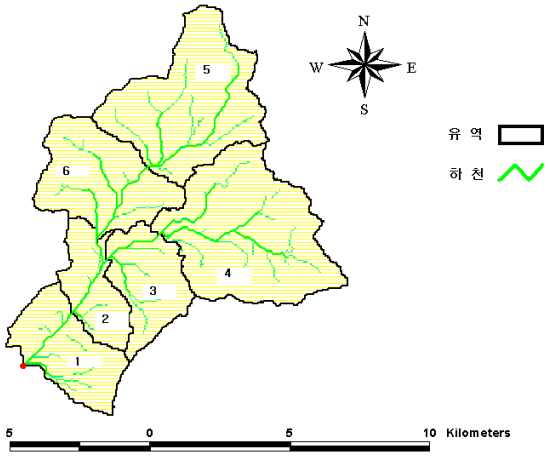

그림 2. 대천천 유역 하천망 및 소유역분할

표 1. 대천천 소유역면적 및 하도길이

소유역 번호	유역면적 (m^2)	하도길이 (m)	소유역 번호	유역면적 (m^2)	하도길이 (m)
1	10,137,500	2,542	4	24,500,000	3,205
2	7,087,500	2,206	5	20,940,000	5,336
3	9,000,000	2,081	6	13,855,000	2,296

2.2 수위 관측

대천천의 수위관측은 수위자료를 이용하여 유량환산이 가능한 대천천 하류부 웨어 위치지점의 동대교에서 수행하였다. 수위관측은 초음파 수위계를 이용하여 수행하였으며, 기온보정은 장비내부에서 수행된다. 관측기간은 2003년 8월 18일부터 8월 20일이며, 정확한 관측을 위한 초음파수위계의 수평유지를 위하여 기포수평계를 장착하였다. 관측된 수위변화 도시에 의하면 강우의 영향으로 매우 큰 변화를 보이고 있음을 알 수 있다.

그림 3. 초음파 수위계 설치도

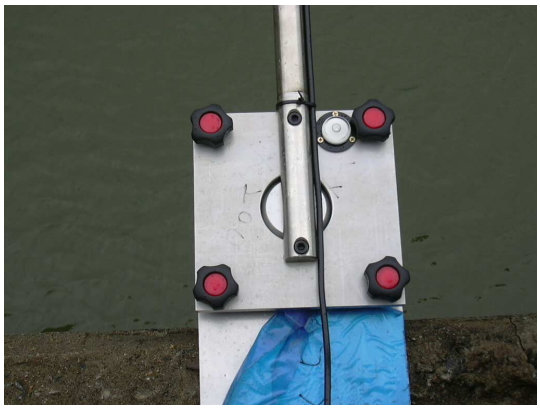

그림 4. 기포수평계

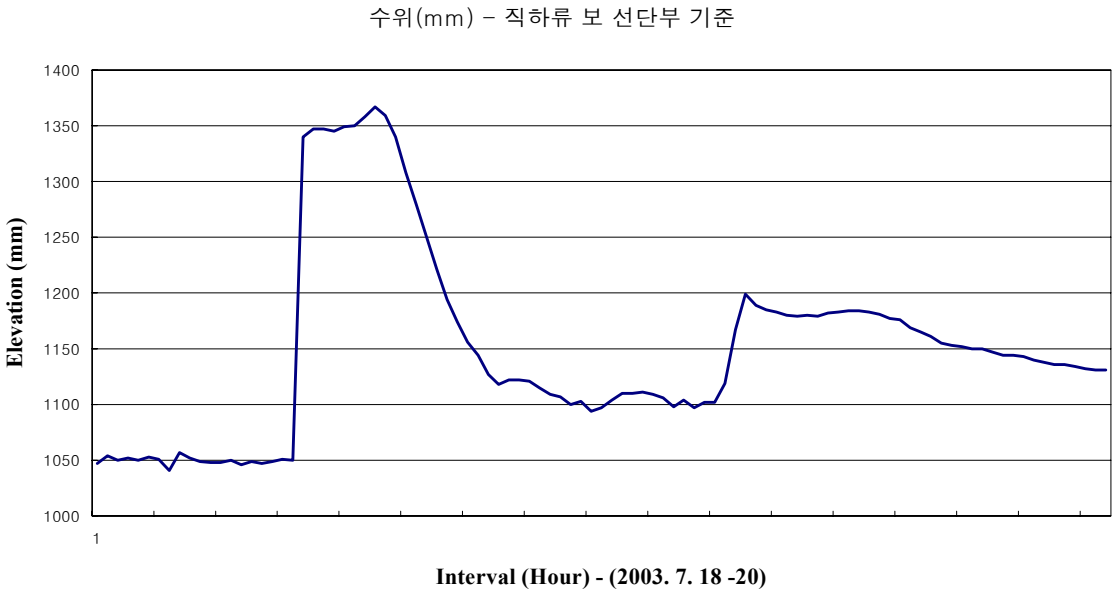

그림 5. 대천천의 강우에 의한 수위변화 관측자료

2.2 오염물질 농도 관측

대천천의 오염부하량 산정을 위한 오염물질 농도관측도 수위관측기간과 동일하게 수행하였다. 염도 및 탁도는 OBS-3A 장비를 이용하여 현장에서 직접 관측하였으며, 영양염류 항목은 상류·하류 2개 지점에서 채수하여 공간적인 오염물질 농도변화 분석을 파악하기 위한 자료로 이용하기 위하여 실험실 분석을 수행하였다. 관측자료의 농도변화 도시자료를 보면, 탁도의 변화가 시간에 따라 변화 폭이 매우 크게 나타나고 있으며, 영양염류 항목의 농도도 공간적·시간적으로 매우 큰 폭의 변화가 나타나는 것으로 파악되었다. 따라서, 강우에 의한 오염부하량은 1시간 이내의 짧은 시간간격에서 관측된 자료를 이용하지 않고는 정확하게 추정하는 것이 매우 곤란할 것으로 파악되었다. 또한, 채수 지점별로도 큰 변화를 보이고 있기 때문에 가능한 하류 지점에 근접하여 오염부하량을 관측하는 것이 보정에 의한 오차를 저감할 수 있는 방안으로 사료된다.

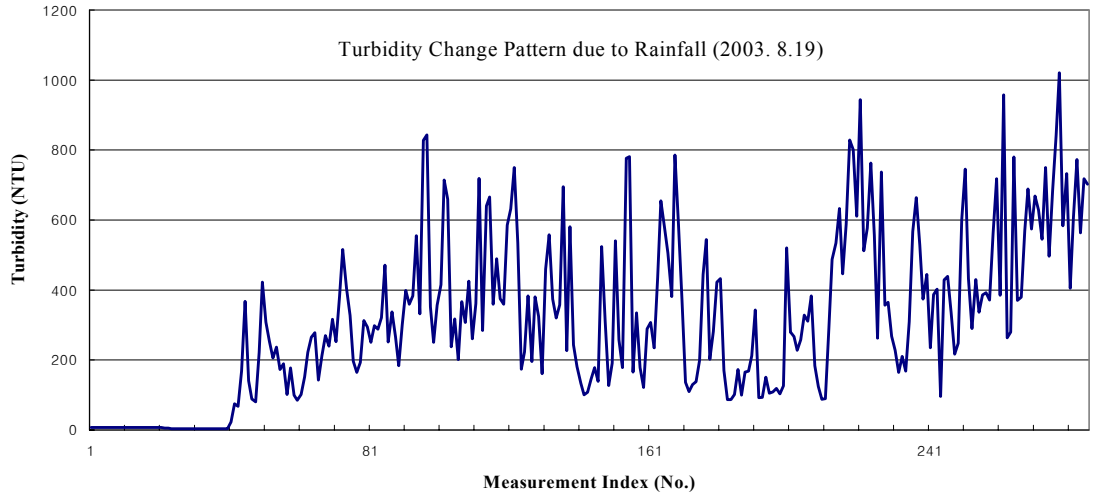

그림 6. OBS-3A 장비를 이용한 탁도 연속관측자료

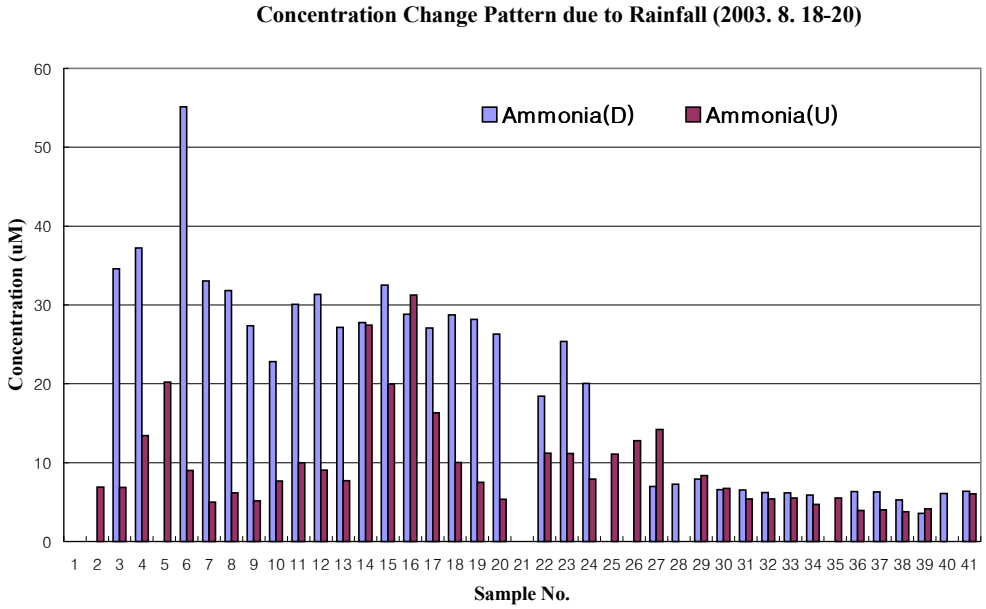

그림 7. 대천천 상류지점·하류지점의 영양염류 농도변화 양상

3. 결론

본 연구에서 수행된 관측자료를 분석한 결과, 대천천 유역의 강우에 의한 유량 및 오염물질의 농도변화는 매우 큰 폭으로 나타났으며, 공간적인 오염물질 농도변화도 크게 나타났다. 따라서, 연안해역으로 유입되는 오염부하량을 정확하게 산정하기 위해서는 기존에 수행되는 월별관측으로는 정확성이 크게 반감될 것으로 사료된다. 특히, 과다한 오염부하가 예상되는 강우시의 오염부하량을 정확하게 추정하기 위해서는 1시간 간격이하의 유량 및 오염물질 농도관측이 수행되어야 할 것으로 사료된다. 또한, 관측된 자료를 이용하여 오염물질 유출정보를 추정하는 모형을 구축하여야 하며, 모형의 신뢰도 향상을 위하여 체계적인 관측자료 확보와 관측자료를 이용한 모형의 보완·검증과정이 지속적으로 수행되어야 할 것으로 사료된다.

그림 8. 염도 및 탁도 연속관측장비 (OBS-3A)

감 사 의 글

본 연구는 한국해양연구원 기본연구사업 “연안역 통합관리를 위한 해양환경변화 특성 규명 - 천수만 유역” 연구사업의 일환으로 추진되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다.