

비점오염 모니터링을 위한 자료관리시스템 연구

A Study on the Nonpoint-Data Quality Assessment In Nackdong River

유재정*, 박재범**, 강두기***, 갈병석****, 윤영삼*****

Jae Jung Yu, Jae Beom Park, Du Kee Kang, Byung Seok Kal, Young-Sam Yoon

요 지

본 연구에서는 강우시 발생하는 비점오염원의 모니터링시 측정되는 강우자료와 유출자료, 수질 자료에 대한 효율적이고 신뢰성 있는 자료관리시스템을 제안하고자 한다.

비점오염 모니터링 자료관리시스템(NP-DAQ, Nonpoint-Data Quality Assessment)의 구성요소는 크게 다음과 같은 세가지로 이루어진다. 비점오염원 분석이 요구되는 유역에서의 모니터링 유무 및 실시간 측정 장치의 유무를 확인하는 전처리단계, 선행무강우시간 및 강우지속시간, 강우강도를 평가하고 수질 측정 간격과 유출 수문곡선을 평가하는 품질관리 단계, 측정된 자료의 이상치 분석과 유출모형의 입력자료를 생성하는 후처리 단계로 나눌수 있다.

본 연구의 적용 대상 자료는 낙동강수계 환경기초조사사업으로 수집된 비점오염원 모니터링에 대한 자료를 사용하였으며 측정된 자료는 지목별·지역별 특성에 따라 분류하여 자료관리시스템에 적용하여 분석하였다. 따라서 비점오염원 모니터링 결과 얻어진 강우 및 유출, 수질 자료를 대상으로 하여 자료의 신뢰성 평가 및 불확실성을 평가하여 보다 정확한 오염물질 유출 특성을 분석하는데 기초가 되는 시스템을 구축하고자 한다.

핵심용어: 비점오염원, 모니터링, 자료관리시스템

1. 서 론

품질 보증(Quality Assurance, QA) 및 품질 관리(Quality Control, QC)는 보통 실험실에서 모든 분석적 측정이 정확한지를 보증하기 위해 사용되는 절차과정이라고 일반적으로 생각한다. 그러나 QA와 QC는 실험실에 국한되는 사항이 아니며, 현장에서 관측자료를 수집하는 전반적인 모니터링의 각 단계에 포함된 모든 단계 및 모든 활동을 위해 필수적인 요소이다.

비점오염원에 대한 연구가 활발히 진행된 이후 보다 효율적인 환경개선과 관리를 위하여 비점오염원의 현상을 규명하고자 수많은 모니터링이 수행되어 왔다. 모니터링을 통해 수집된 자료는 비점오염원의 영향을 명확히 규명할 수 있는 소중한 자료로서 축적되고 있다. 그러나 자료(Data)란 단순히 수집된 정보(Information)와는 다른 의미의 것으로서 수집되는 양보다는 질을 더욱 중시하게 되고 있다. 따라서 정확한 자료 수집 및 관리를 통하여 보다 현실성 있는 기초자료를 사용자 하여금 획득할 수 있도록 한 시스템이 필요로 하다.

본 연구의 적용 대상 자료는 낙동강수계 환경기초조사사업으로 수집된 비점오염원 모니터링에 대한 자료를 사용하였으며 측정된 자료는 지목별·지역별 특성에 따라 분류하여 자료관리시스템에 적용하여 분석하였다.

*정회원 국립환경과학원 낙동강물환경연구소 연구관 · E-mail: youjj@me.go.kr

**정회원 · 낙동수환경방재기술원 · 팀장 E-mail: jbpark@nwater.co.kr

***정회원 · 낙동수환경방재기술원 대표이사 · E-mail: dookee@nwater.co.kr

****정회원 · 낙동수환경방재기술원 연구원 · E-mail: kalbs@nwater.co.kr

*****정회원 · 국립환경과학원 낙동강물환경연구소 연구사 · E-mail: ysyoons3@me.go.kr

2. 연구방법

2.1 자료관리시스템 구성

자료관리시스템은 모니터링의 수행 정도를 평가하는 일차적인 목적 외에도 정책 기반 자료의 생성 및 제공, 관련 기술 기반 정보 제공, 관련분야 기초 자료 제공 등의 목적에 활용할 수 있는 매우 합리적인 방안이다. 본 연구에서 구성하여 제안하고 있는 자료관리시스템은 그림1.과 같이 전처리단계, 품질관리단계, 후처리 단계로 구성된다.

전처리 단계는 각 지목별 시험구역에서 강우시 강우, 유량, 수질 항목에 대한 모니터링을 통해 생성한 자료를 다음 단계인 품질관리단계의 입력형태로 변환하는 단계이다. 실시간 강우계가 설치되지 않은 시험구역의 경우 해당 구역과 인접한 지역에 있는 기상청 AWS 자료를 이용하여 강우 입력 자료를 구성한다. 품질관리 단계에서는 전처리 단계를 통해 입력된 사상별 모니터링 자료가 1차년도 연구를 통해 설정된 품질기준의 만족여부를 선행무강우기간 분석(IETD, MIT), NOMOGRAPH 분석(총강우량-강우지속시간 분석), Hydrograph 분석(강우-유출관계, 관측주기, 관측횟수)을 통해 수행한다. 마지막으로 후처리 단계에서는 품질관리단계에서 품질관리 기준을 만족하지 못하는 이상치 및 결치를 포함하고 있는 사상을 제외한 사상으로 비점오염원 유출해석모형의 보정 및 검증을 위한 입력 자료를 생성한다.

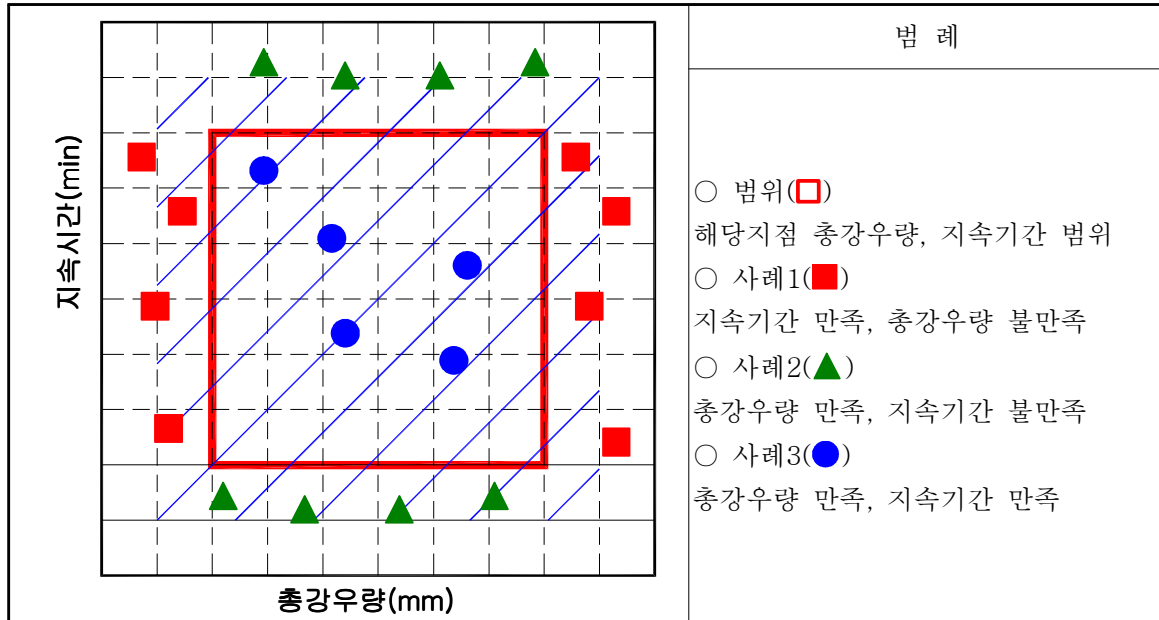


그림1. 자료관리시스템 구성

2.2 모형의 구축

전처리단계에서는 각 모니터링을 실시하는 대상지역에 대하여 강우, 유량, 수질 등 측정된 자료를 강우시간 및 수질 채수간격으로 자료를 재배열하여 품질관리 분석을 할 수 있도록 자료를 처리하는 단계이다. 이 때 실시간 강우계의 유-무를 분석함으로써 측정된 강우자료의 신뢰성을 파악할 수 있다. 실시간 강우계가 측정 지점에 설치되어 있지 않은 경우, 기상청 AWS 자료를 사용하나 자료의 신뢰성을 위하여 자동 강우계를 설치할 것을 우선적으로 고려한다. 품질관리단계에서 강우에 대한 신뢰성 평가는 관측대상 강우에 대한 IETD, 총강우량, 지속시간을 이용하여 강우의 신뢰성을 판단(NOMOGRAPH)할 수 있다. NOMOGRAPH의 경우 기존 해당 지역에 대한 강우관측소에서 평균 지속시간, 총강우량에 대한 통계분석을 통해 신뢰구간(Boundary)를

제시하여 강우에 대한 신뢰성을 평가할 수 있다. 강우에 대한 신뢰성이 확정된 후 수문곡선을 통하여 강우-유출관계, 채수 간격 등에 대한 평가를 수행하게 된다. 수문곡선의 경우 강우계의 강우량과 유출곡선을 비교함으로써 유출곡선의 이상치(무강우시 유출량이 증가하는 현상)를 확인할 수 있으며 전체 유출곡선에 대한 채수 간격의 비합리적 분포등을 파악할 수 있다.



지점명	총사상수 (7년, 회)	관측대상 강우		비고	
		구분	총강우량 기준		강우 지속시간 기준
			5mm<총강우량<80mm		60분<지속시간<24시간
부산	441	비율(%)	52	65	
		사상수(회)	33	40	
대구	422	비율(%)	52	65	
		사상수(회)	31	39	
마산	496	비율(%)	51	55	
		사상수(회)	36	39	
밀양	459	비율(%)	53	67	
		사상수(회)	34	43	
영주	469	비율(%)	50	60	
		사상수(회)	33	40	
진주	403	비율(%)	56	64	
		사상수(회)	31	36	

그림1. NOMOGRAPH 검토

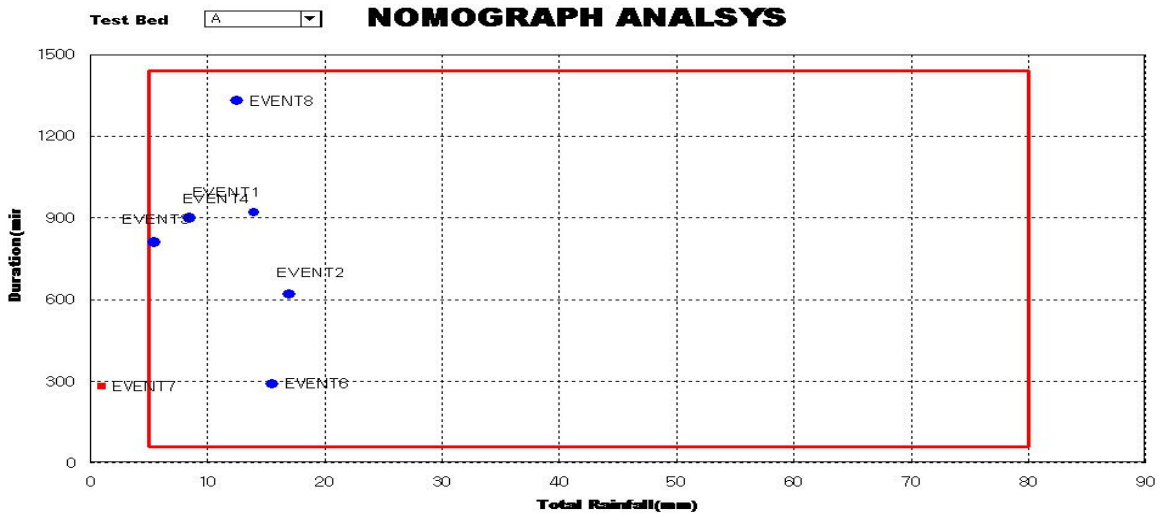
3. 연구결과

본 연구의 대상유역은 유역면적 23,790km²인 낙동강 유역으로써 남한면적의 25.9%를 차지하고 있으며, 유로연장은 510.36km이다. 낙동강 유역은 한반도 동남부에 위치하며 북쪽으로는 한강 유역, 서쪽으로는 금강 및 섬진강 유역과 접하고 동쪽으로는 태백산맥이 동해안 유역과 분수령을 형성하고 있는 우리나라 제2의 유역이다.

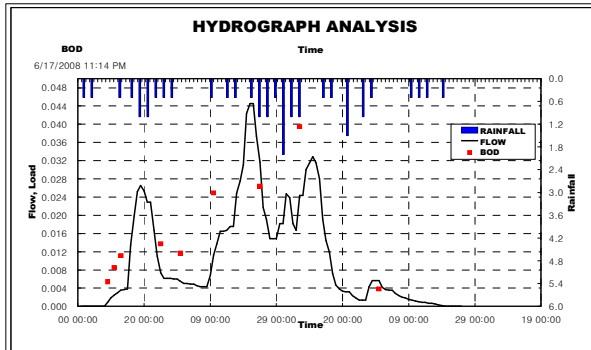
비점오염 모니터링의 대상지역은 각 토지이용특성에 따라 공업지역, 도로지역, 비닐하우스지역, 과수원지역, 기타지역으로 구분하여 측정하였다. 다음 그림2은 공업지역에서의 강우분석(NOMOGRAPH), 수문곡선분석

(HYDROGRAPH)을 수행하는 것을 나타낸다. 공업지역의 경우 총 8개 강우사상(EVENT)에서 7개의 강우사상은 총강우량 및 지속시간에 만족하는 것으로 나타나 신뢰성 있는 강우 자료가 구축되어 있음을 확인할 수 있다.

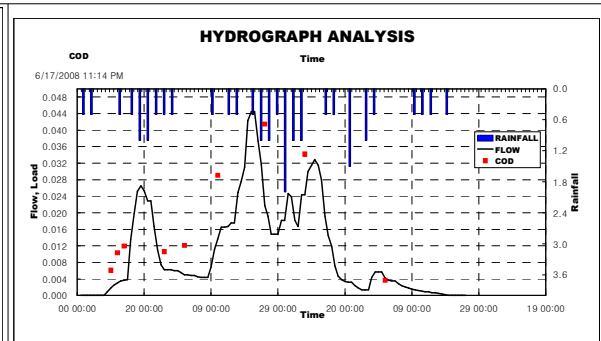
수문곡선을 통하여 강우량 및 유출곡선과의 관계를 통해 이상치를 파악하였으나 대체적으로 그 경향을 잘 따르고 있음을 확인할 수 있었으며 채수 간격(시점)에 대해서도 유출곡선의 증가·감소에 따라 효율적으로 분포되어 있음을 확인할 수 있다.



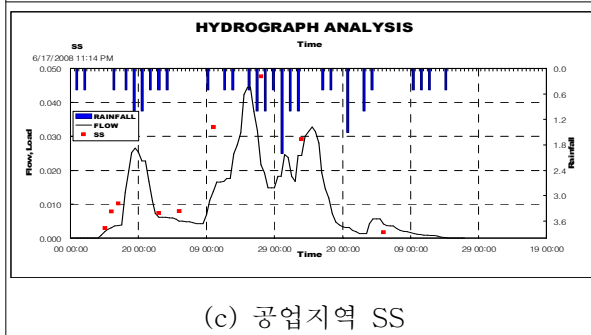
(a) 공업지역



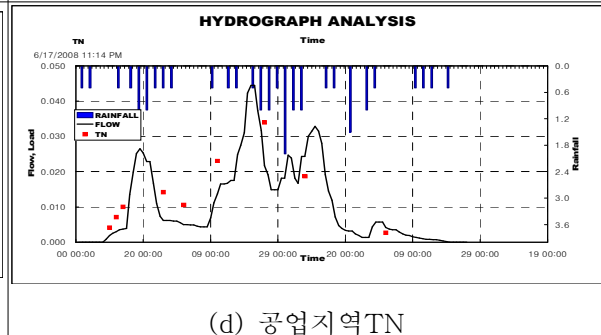
(a) 공업지역BOD



(b) 공업지역COD



(c) 공업지역 SS



(d) 공업지역TN

(b) Hydrograph(예)

그림2. NP_DQA NOMOGRAPH & HYDROGRAPH

후처리단계에서는 품질관리 단계를 통해 수집된 자료를 통하여 이상치가 발생한 경우 사상을 제외한 신뢰성 있는 자료를 구축하여 유출 및 수질모형에 대한 입력 자료로서 제공할 수 있다.

4. 결론

비점오염 모니터링을 통하여 수집된 자료에 대한 기초적인 자료분석을 수행하였다. 수문평가에서 사용된 지속시간 및 총강우량은 각 해당지역에서 비점오염 모니터링시 적정한 강우 기준을 제시할 수 있다. 또한, 수문 곡선을 통한 수질채수 간격 및 유출량의 형태는 측정된 유량의 신뢰성을 평가하는데 사용될 수 있다. 이와 같이 구축된 자료관리시스템을 보완·보충한다면 비점오염원 모니터링시 측정된 자료의 신뢰성을 증가시켜 비점오염원을 분석하고 저감시키기 위한 기초 자료 구축에 사용되어지리라 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2008년도 낙동강 수계 환경기초 조사사업의 「주요 비점오염원 유출 장기모니터링 및 저감기법 연구」에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Alley, W.M. and S.R. Ellis. (1987). Trace elements in runoff from rainfall and snowmelt at several localities in the Denver, Colorado, Metropolitan Area, Proceedings of the International Symposium on Urban Storm Water Management, 24-27 July 1987. Univ. of Kentucky, Lexington. 193-198 pp.
2. 환경부, 2006, 비점오염원관리 업무편람
3. 신현석, 서봉철(2001) “PCSWMM과 GIS를 이용한 도시 CSO 유출 해석 연구”, 한국수자원학회 학술발표회 논문집(I), pp.321-326
4. 윤영삼 등. (2003). 낙동강 유역 소수계별 유달부하량 산정 및 평가모델 개발, 낙동강물환경연구소