

기타광물질 지역의 유출특성 및 통계분석

Analysis of statistics and Runoff Characteristic of a Mine

김태유* 최용훈** 신현준*** 원철희**** 최종대*****

Tae Yoo Kim, Yong Hun Choi, Ji Yeon Seo, Ki Cheol Kim, Hyun Jun Shin,
Chul Hee Won, Jung Dae Choi

요 지

강원도 홍천군에 위치한 기타광물질 지역의 유출과 수질농도의 특성을 파악하기 위하여 연구를 수행하였다. 연구기간동안 13회의 강우사상에 대하여 모니터링을 실시하였다. 13회의 강우모니터링 기간동안 발생한 강우량은 6.5 ~ 149.0 mm의 범위를 나타냈고, 유출계수는 0.28~0.98의 범위를 나타냈다. 유출물은 수리, 수문, 지형 및 지질학적 특성 등 여러 가지 요인에 의하여 변화할 수 있다. 어느 한 지역의 강우사상에서 강우량과 강우강도 그리고 선행무강우일수 등의 수리, 수문학적 특성은 유출량과 유출율의 크기에 큰 영향을 준다. 강우량과 선행무강우일수 그리고 강우강도와 유출율의 상관관계에서 유출물은 강우량과 강우강도가 증가할수록 선행무강우일수가 감소할수록 증가하는 경향을 나타냈다. 또한 유출율과 강우량, 선행무강우일수, 평균강우강도 그리고 최대강우강도의 Pearson 상관계수는 0.75857, -0.36346, 0.68323 그리고 0.74594로 나타났으며, 강우량, 평균강우강도, 최대강우강도는 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의하며 유출율과 강우량의 관계가 가장 큰 것으로 나타났다. 기타광물질 지역의 수질농도들 사이의 상관관계는 COD_{Cr}과 COD_{Mn}에서 0.81097로 가장 큰 상관계수가 나타났으며, 유기물질인 COD_{Cr}, COD_{Mn}, BOD 그리고 TOC는 통계적으로 유의한 상관계수를 갖는 것으로 나타났다. 하지만 유기물을 제외한 다른 수질항목은 큰 관계가 없는 것으로 나타났다. 기타광물질 지역의 유출수와 수질농도의 특성을 더 신뢰성있고 과학적으로 검증하기 위한 장기적인 연구와 노력이 더욱 필요할 것으로 사료된다.

핵심용어 : NPS, Rainfall, Pollutant load, Monitoring, Pearson correlation

1. 서론

비점오염물질은 강우시 지표면 유출수와 함께 유출되는 오염물질로서 일간, 계절간 배출량의 변화가 크고 예측과 정량화가 어려우며, 인위적 조절이 어려운 기상조건·지질·지형 등에 영향을 받는 특성을 지니고 있다. 비점오염물질은 다양한 오염물질을 포함하고 있으며, 유출오염부하는 하수처리장에 의한 것보다 매우 높은 것으로 보고되고 있다(김석구 등, 2006). 또한 비점오염원은 지형, 수리·수문조건 및 토지이용현황, 강우특성 등의 인자에 따라 유출특성이 매우 다양하게 나타나 각 대상지역에 대한 개별적인 연구가 필요하다(길병익 등, 2008).

본 연구에서는 규석광산 지역의 유량과 수질 모니터링 자료를 분석하여 규석광산에서 발생하는

* 정희원 • 강원대학교 지역기반공학과 석사과정 • E-mail : kisskty1004@nate.com

** 정희원 • 강원대학교 지역기반공학과 석사과정 • E-mail : tlemjin@nate.com

*** 정희원 • 강원대학교 지역기반공학과 석사과정 • E-mail : guyoguyo@lycos.co.kr

**** 준희원 • 강원대학교 환경연구소 • E-mail : mildbeau@nate.com

***** 정희원 • 강원대학교 교수 • E-mail : jdchoi@kangwon.ac.kr

비점오염물질의 유출특성을 분석하였다. 이 연구 결과를 이용하여 규석광산 지역의 비점오염원 관리 방법을 개발하는데 활용할 수 있을 뿐만 아니라, 이 지역의 유출 특성에 대한 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

2. 재료 및 방법

2.1 연구지역

기타광물질지역은 강원도 홍천군 북방면 능평리 299에 위치하고 있는 ○○산업주식회사이다. ○○산업은 노천채굴을 통하여 규사를 채취하고 있다. 모니터링 지점은 채광작업과 가공작업이 이루어지는 계속의 하류로 평시에 500 m³/day 의 유량이 흐르는 작은 소하천이며, 유역면적은 460,000 m² 이다.

2.2 연구방법

본 연구의 조사기간은 2008년 3월부터 12월까지 13회의 강우사상에 대한 모니터링 결과를 분석한 것이다. 기타광물질 지역에 대한 모니터링 및 수질측정을 위해 유량 측정 및 샘플채취를 동시에 실시하였으며, 수질샘플은 자동채수기(ISCO 3700 automatic water sampler)를 설치하여 1시간 간격으로 수질샘플을 채취하였다. 하천의 유량이 자동채수기를 이용하여 채수를 하기에 너무 적어 충분한 유량을 확보하기 위하여 하류부에 작은 웨어를 설치하였다. 강우 자료는 현장에 자기우량계(Aerodynamic Rain Gauge)를 설치하여 강우데이터를 이용하였다. 수질분석 항목은 SS, BOD, COD_{Cr}, COD_{Mn}, T-N, T-P, 그리고 TOC를 제반규정에 따라 수질오염공정 시험법과 Standard Method(APHA, 1998)로 분석하여 수질농도들 사이의 상관관계를 분석하였다. <그림1>은 기타광물질 채광지역의 수위관측을 위해 설치한 콘크리트 웨어와 수위 관측장비, 그리고 수질 모니터링을 위한 자동채수기(ISCO 3700 automatic water sampler)시설의 사진이다.

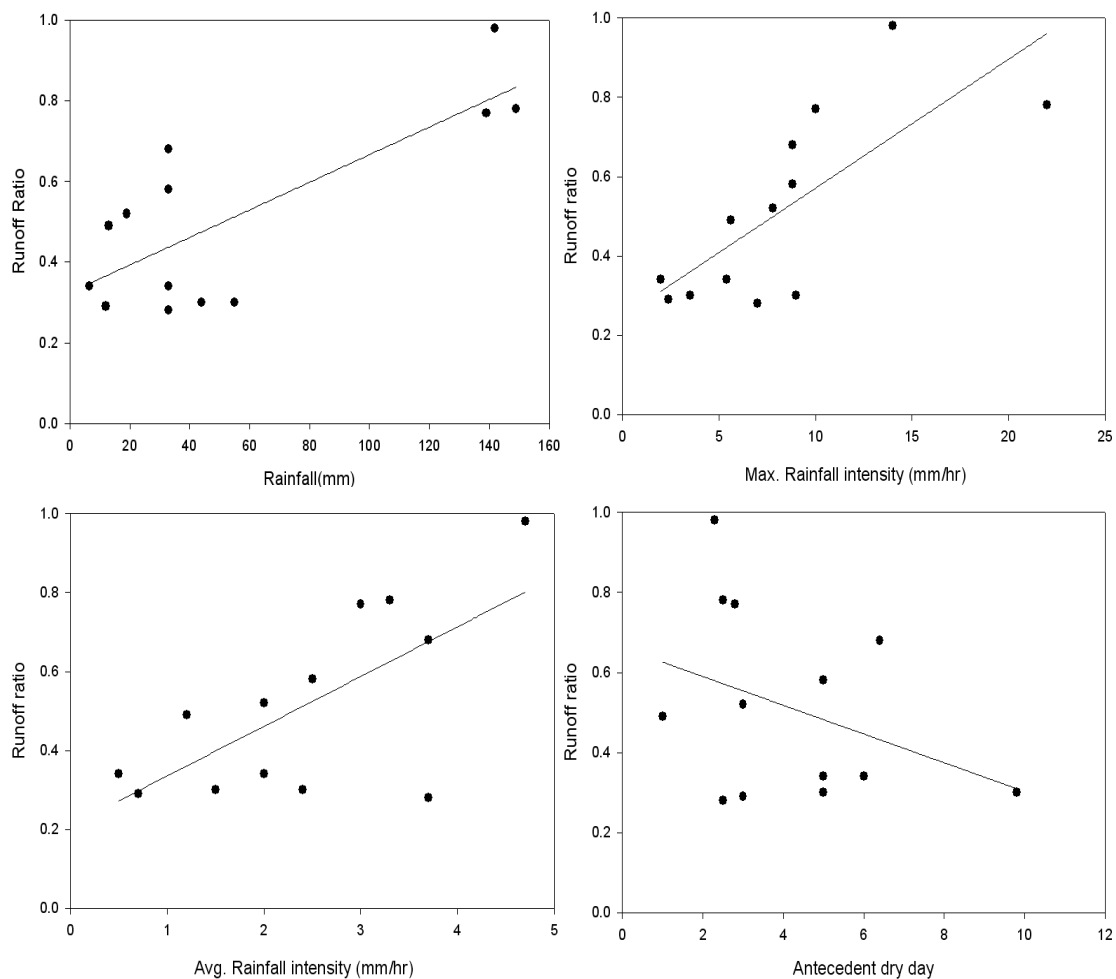


<그림1> 기타광물질 지역의 모니터링 시설과 수위 관측 지점

3. 결과 및 고찰

유출률은 수리, 수문, 지형 및 지질학적 특성 등 여러 가지 요인에 의하여 변화할 수 있다(안재환, 2000). 어느 한 지역의 강우사상에서 강우량과 강우강도 그리고 선행무강우일수 등의 수리, 수문학적 특성은 유출량과 유출율의 크기에 큰 영향을 준다.

<그림2>는 강우량, 선행무강우일수, 강우강도와 유출율의 관계를 나타냈다. 총 13회의 강우모니터링 기간 동안 발생한 강우량은 6.5 ~ 149.0 mm의 범위를 나타냈고, 유출계수는 0.28 ~ 0.98 의 범위를 나타냈다. 강우량과 선행무강우일수 그리고 강우강도와 유출율의 상관관계에서 유출률은 강우량과 강우강도가 증가할수록, 선행무강우일수가 감소할수록 증가하는 경향을 나타냈다.



<그림2> Correlation of runoff ratio.

<Table 1>은 유출계수와 강우량, 선행무강우일수, 평균강우강도 그리고 최대강우강도 사이의 Pearson 상관관계를 나타냈다. 유출율과 강우량, 선행무강우일수, 평균강우강도 그리고 최대강우강도의 Pearson 상관계수는 0.75857, -0.36346, 0.68323 그리고 0.74594로 나타났으며, 강우량과 평균강우강도 그리고 최대강우강도는 유의 수준 0.05에서 비교적 큰 상관관계가 있는 것으로 산정되었다. 반면 선행무강우일수는 큰 상관이 없는 것으로 나타났다.

<Table 1> Result of correlation analysis

	Rainfall	Antecedent dry day	Rainfall intensity (Avg.)	Rainfall intensity (Max.)
Runoff ratio	0.75857 **	-0.36346	0.68323 **	0.74594 *

* and ** are statistically significant at $p < 0.05$ (*) and italics at $p < 0.01$ (**), respectively.

<Table 2>는 기타광물질 지역의 유량과 수질 농도들 사이의 Pearson 상관관계를 제시하였다. 기타광물질 지역의 수질농도들 사이의 상관관계는 COD_{Cr} 과 COD_{Mn} 에서 0.81097로 가장 큰 상관계수가 나타났으며, 유기물질인 COD_{Cr} , COD_{Mn} , BOD 그리고 TOC는 통계적으로 유의한 상관계수를 갖는 것으로 나타났다. 하지만 유기물을 제외한 다른 수질항목은 큰 관계가 없는 것으로 나타났다.

<Table 2> Correlation analysis result flow and water quality

	FLOW	SS	BOD	COD_{Mn}	COD_{Cr}	T-N	T-P	TOC
FLOW	1.00000	0.55475 **	0.33312 **	<i>0.23504</i> *	0.18867	-0.16023	-0.04851	0.15737
SS		1.00000	0.27231 **	<i>0.25172</i> *	<i>0.23750</i> *	-0.13208	0.19233	0.09473
BOD			1.00000	0.68119 **	0.73436 **	-0.35387 **	-0.06749	0.60395 **
COD_{Mn}				1.00000	0.81097 **	-0.03674	0.02748	0.32010 **
COD_{Cr}					1.00000	-0.08847	-0.00808	0.20797 *
T-N						1.00000	-0.08804	-0.54469 **
T-P							1.00000	-0.10903
TOC								1.00000

* and ** are statistically significant at $p < 0.05$ (*) and italics at $p < 0.01$ (**), respectively.

4. 요약 및 결론

기타광물질 지역을 2008년 3월부터 12월까지 총 13회의 모니터링을 통해 유출특성과 통계 분석한 결과는 다음과 같다.

- (1) 비점오염원은 지역의 토질, 강우형태 등 많은 인자들에 의해 영향을 받기 때문에 유출특성을 정확하게 파악하기 위해서는 장기간의 관측과 분석이 필요하다.
- (2) 총 13회의 강우모니터링 기간 동안 발생한 강우량은 6.5 ~ 149.0 mm의 범위를 나타냈고, 유출계수는 0.28 ~ 0.98 의 범위를 나타냈다.

(3) 유출율과 강우량, 평균강우강도 그리고 최대강우강도는 통계적으로 큰 상관이 있는 것으로 나타났다. 수질농도의 상관관계에서는 COD_{Cr} 과 COD_{Mn} 에서 0.81097로 가장 큰 상관계수가 나타났다. 하지만 유기물인 COD_{Cr} , COD_{Mn} , BOD, TOC를 제외한 다른 수질항목은 큰 관계가 없는 것으로 나타났다.

비점오염은 기후, 지형, 토성, 수리·수문현상 등에 따라 유출특성이 매우 다양하기 때문에 장기 모니터링을 통한 자료의 수집과 분석이 필요하다. 또한 기타광물질 지역의 유출수와 수질 농도의 특성을 더 신뢰성있고 과학적으로 검증하기 위한 장기적인 연구와 노력이 더욱 필요할 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 한강수계관리위원회·국립환경과학원 한강물환경연구소에서 시행한 환경기초조사사업의 연구의 지원으로 수행된 연구결과입니다.

참 고 문 헌

1. 김석구, 김영임, 강성원, 윤상린, 김소정, 2006, 강우에 의한 도로 비점오염원 유출 특성, 대한환경공학회 논문집 pp. 104 ~ 110
2. 길병익, 이병수, 이상수, 2008, 강우 시 비점오염물질의 유출특성, 한국물환경학회·대한상하수도학회 논문집
3. 안재환, 2000, 비도시지역에서 강우사상에 따른 비점오염원 유출특성 연구, 건설기술정보, 205(12), pp. 18 ~ 23