

청계천 홍수량, 유사량 특성 분석

Analysis of flood and sediment discharge characteristics on Cheonggyecheon

유철상*, 김기욱**, 김경준***, 박용희****, 이지호***, 박현근*****, 김대하****, 박상형****, 박창열****,
김병수****, 김현준*****

Chulsang Yoo, Keewook Kim, Kyoungjun Kim, Yong Hee Park, Ji Ho Lee, Hyunkeun Park,
Daeha Kim, Sanghyoung Park, Chang-Yeol Park, Byoungsoo Kim, Hyeon Jun Kim

Abstract

In this study, flow-sediment discharge characteristics and relationships are estimated for the Cheonggyecheon basin, newly restored in 2005. Flow and sediment discharge measurement is performed on Ogansugyo, Majanggyo 2 and Yongdugyo during the rainy seasons in 2005-2006. The parameters of Clark UH are estimated using measured data, and sediment rating curves are derived by using grading and concentration analysis. Concentration time and storage coefficient of Clark UH are estimated 0.5 hr and 0.63 hr for Majanggyo 2, and 0.4 hr and 0.45 hr for Yongdugyo, respectively. Grain size of sediments are composed of fine silt to fine sand (0.008-0.25mm) based on the sediment grain size classification (Lane, 1947). Flow-sediment relationships derived by using concentration analysis shows that sediment discharge has no obvious relationship with flow discharge.

Key words: Cheonggyecheon, sediment rating curve, grading analysis, concentration analysis

1. 서 론

최근 국제사회에서는 개발과 보전의 조화를 통한 환경적으로 건전하고 지속가능한 개발이라는 새로운 개념을 보편화하는 노력을 기울이고 있다. 이에 서울특별시는 '인간·자연 우선주의'라는 정비이념을 바탕으로 서울을 관통하여 흐르는 복개된 청계천을 복원하는 계획을 수립하고 총 예산 3,577억 원을 투입하여 2005년 9월을 완공 목표로 2003년 7월 1일부터 고가도로의 철거 및 복개 구간의 복원 공사를 착수하였다. 청계천복원 사업은 서울을 개발 위주의 도시, 차량 중심의 도시 이미지에서 사람 중심의 도시, 자연과 사람이 공존하는 도시 이미지로서 21세기 새로운 도시관리 패러다임으로 전환하려는 흐름과 함께 한다. 최근에 시민들의 삶의 질(Quality of Life)에 대한 관심이 증대되고 있어 세계적으로는 환경친화형 도시설계가 보편적으로 지속되는 경향을 보이고 있다. 청계천복원사업은 청계천에 맑은 물을 다시 흐르게 하여 생태계의 복원은 물론 서울이 자연과 함께 어우러지는 환경친화적 도시로 거듭나게 하는 프로젝트이다(청계천 복원사업 홈페이지).

청계천의 유출특성과 도시화로 인한 지하수위의 저하 등은 복원하게 되는 청계천의 수량·수질을 비롯한 하천생태 및 도시기후의 향상성에 불리하게 작용할 것으로 예상된다. 또한 이러한 복원 사례는 국내외적으로 매우 드물기 때문에 공사 전은 물론 공사 중·후에도 지속적인 관찰을 통하여 유지관리계획 및 앞으로의 발전방향을 검토할 필요성이 있다(청계천 복원공사 모니터링 및 물순환 해석 기술 적용 홈페이지).

* 정회원·고려대학교 사회환경시스템공학과 교수 E-mail: envchul@korea.ac.kr
** 정회원·고려대학교 사회환경시스템공학과 박사수료 E-mail: kkw5287@korea.ac.kr
*** 정회원·고려대학교 사회환경시스템공학과 박사과정
**** 정회원·한국건설기술연구원 유량조사사업단 연구원
***** 정회원·고려대학교 사회환경시스템공학과 석사과정
***** 정회원·한국건설기술연구원 수자원연구부 수석연구원 E-mail: hjkim@kict.re.kr

이를 위해 청계천 복원공사에 따른 모니터링을 실시하고 물순환 체계 변동을 고려한 물순환 정상화 기술을 개발할 필요가 있다. 이를 이용하여 국내 지방자치단체들의 도시하천 전천화 방지 및 하천환경의 전전화를 위한 개선 및 복원사업을 지원할 수 있을 것이다.

이에 본 연구에서는 새롭게 복원된 청계천 유역의 유량, 유사량의 특성을 분석하고 유량-유사량 관계를 도출해보고자 하였다.

2. 유량·유사량 측정

본 연구에서는 유량측정을 위한 장비로 봉부자, 프로펠러 유속계, 전자파표면유속계를 사용하였으며, 유사량측정을 위해 수심적분 부유사 채취기(D-74)를 이용하였다. 유량·유사량 측정지점은 그림 1과 같다.



그림 1. 청계천, 정릉천 유역도 및
유량·유사량 측정지점

3. 관측자료의 분석

3.1 Clark 단위도의 매개변수 추정

2005년 6월 1일부터 2006년 9월 30일까지 발생한 주요강우사상에 대하여 용두인도교지점(7개)과 제2마장교지점(9개)에서 관측된 실측유량을 이용하여 Clark 단위도의 매개변수를 추정하였다. 이 때, 오간수교지점은 유량측정 시 도로하부로 흐르는 유량을 측정하지 않았기 때문에 최적화와 검증과정을 수행하지 않았다. 그 결과로 얻어진 지점별 매개변수는 표 1과 같다.

표 1. 지점별로 최적화를 통해 얻어진 Clark 단위도의 매개변수

	마장2교		용두인도교	
	집중시간(hr)	저류상수(hr)	집중시간(hr)	저류상수(hr)
최적화된 매개변수	0.50	0.63	0.40	0.45

3.2 유사의 입도분포분석

유량관측 시 함께 채취한 시료에 대한 입도분포분석을 수행하였다. 각 지점별로 채취한 시료(용두인도교 30개, 오간수교 20개, 제2마장교 24개)에 대하여 BW관을 이용하여 입도분포를 알아보았다. 그 예로 2006년 7 월 16일 1시 21분 용두교 채취시료의 입도분포분석결과를 표 2에 나타내었다.

표 2. 2006년 7월 16일 1시 21분 용두교 채취시료의 입도분포분석결과

소요시간 (분)	입경 (mm)	증 량				누가 백분율	부유잔류 백분율
		총증량	용기증량	유사증량	누가증량		
0.5	0.250	175.3901	175.3549	0.0352	0.0352	18.7234	81.2766
2	0.113	172.4964	172.4541	0.0423	0.0775	41.2234	58.7766
4	0.073	169.1376	169.1113	0.0263	0.1038	55.2128	44.7872
7	0.052	159.8335	159.8051	0.0284	0.1322	70.3191	29.6809
16	0.034	150.9138	150.8968	0.0170	0.1492	79.3617	20.6383
40	0.021	142.2044	142.1898	0.0146	0.1638	87.1277	12.8723
58	0.018	172.3750	172.3672	0.0078	0.1716	91.2766	8.7234
80	0.015	152.3328	152.3252	0.0076	0.1792	95.3191	4.6809
100	0.014	139.6968	139.6911	0.0057	0.1849	98.3511	1.6489
120	0.013	154.1838	154.1807	0.0031	0.1880	100.0000	0.0000

표 2를 보면 시료에 포함된 유사가 120분 내에 모두 침강하는 것을 알 수 있다. 이로서 채취된 시료의 유사가 유사입경분류(Lane, 1947)에 의해 fine silt부터 fine sand까지의 입경(0.008~0.25mm)을 가지는 것을 알 수 있다. 또한 sand(0.062~2.0mm)가 전체시료의 55% 이상을 차지하는 것을 알 수 있다. 전체자료의 분석 결과 표 2의 결과와 유사한 것을 알 수 있었으며 대부분의 시료에서 sand가 전체시료의 50~60%를 차지하고 있는 것을 알 수 있었다.

3.3 유량-유사량 관계

유량측정결과와 채취시료에 대한 농도분석결과를 이용하여 유량-유사량 관계를 도출하였다. 그 결과를 그림 2에 나타내었다.

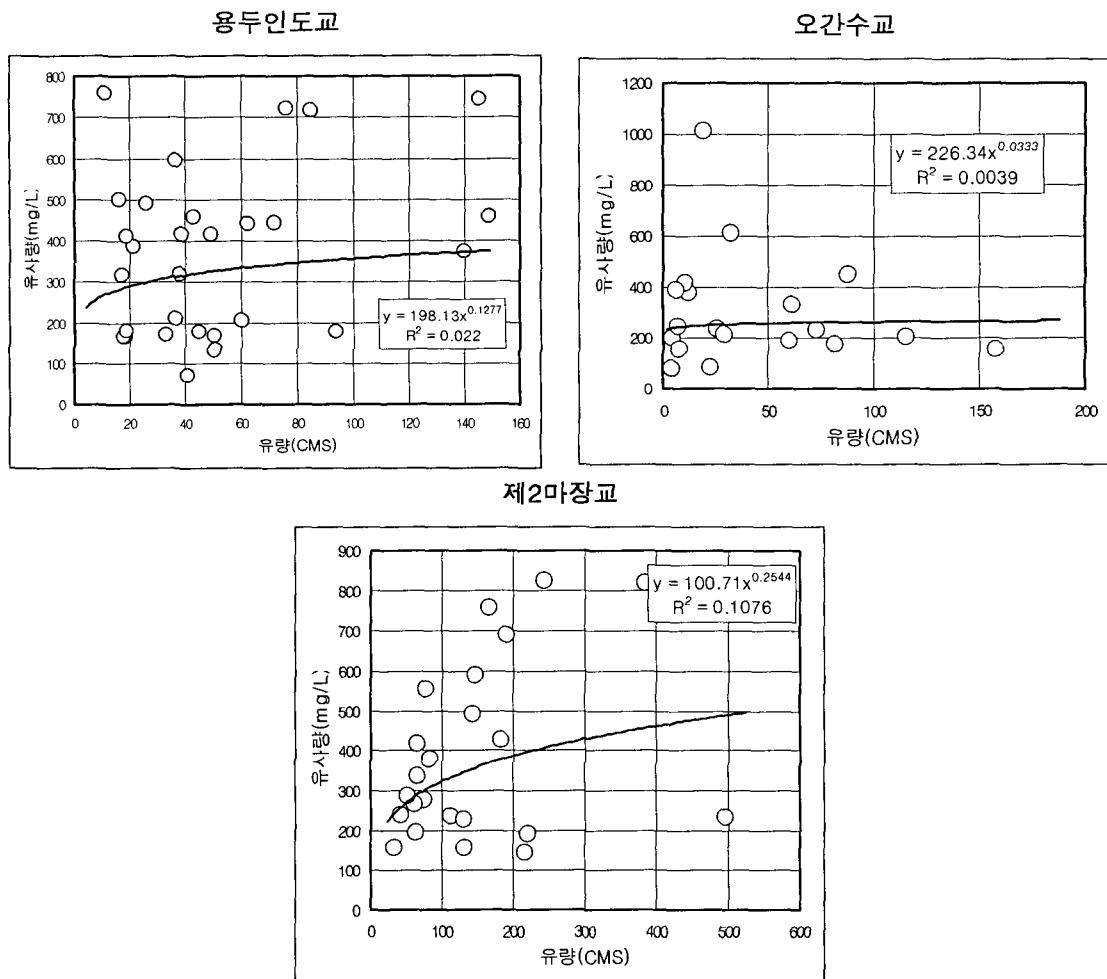


그림 2. 각 지점의 유량-유사량 관계

그림 2를 보면 세 지점에서 모두 유량의 변화에 따라 유사량이 뚜렷한 변화를 보이지 않으며 회귀식의 결정계수가 매우 작게 나타나는 것을 알 수 있다. 이는 청계천 유역이 도시유역이므로 유사의 발생원이 제한되어 있기 때문인 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 2005년 새롭게 복원된 청계천 유역의 유량, 유사량의 특성을 분석하고 유량-유사량 관계를 도출해보고자 하였다. 이를 위해 청계천이 복원된 직후인 2005, 2006년 우기(6-9월)에 청계천 본류인 오간수교, 마장2교와 청계천 지류인 정릉천의 용두인도교지점에 대한 유량-유사량 관측을 수행하였다. 관측된 유량을 이용하여 각 지점에 대한 Clark 매개변수를 추정하였으며 유사량의 입도분포분석과 농도분석을 통해 유량유사량곡선을 도출하였다. 그 결과는 다음과 같다.

- (1) Clark 매개변수는 마장2교의 경우 집중시간 0.5시간, 저류상수 0.63시간, 용두인도교의 경우 집중시간 0.4 시간, 저류상수 0.45시간을 얻을 수 있었다.
- (2) 유사의 입도분포분석결과 청계천유역의 유사는 유사입경분류(Lane, 1947)에 의해 fine silt부터 fine sand

까지의 입경(0.008-0.25mm)을 가지는 것을 알 수 있었으며, 시료에 따라 차이는 있었지만 대부분의 경우에서 sand가 전체유사의 50-60%를 차지하는 것을 알 수 있었다.

(3) 유사농도분석을 통한 유량-유사량 관계를 알아본 결과 모든 지점에서 유량의 변화에 따라 유사량이 뚜렷한 변화를 보이지 않는 것을 알 수 있었다. 이는 청계천 유역이 도시유역이므로 유사의 발생원이 제한되어 있기 때문인 것으로 판단된다.

이러한 결과는 청계천의 유지관리계획 및 앞으로의 발전방향을 검토하는데 유용하게 이용될 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 '청계천 복원공사 모니터링 및 물순환 해석 기술 적용(과제번호 2-6-2)'의 지원에 의하여 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참고문현

1. 청계천 복원공사 모니터링 및 물순환 해석 기술 적용 홈페이지(<http://cheonggyecheon.kict.re.kr/>)
2. 청계천 복원사업 홈페이지(<http://cheonggye.seoul.go.kr/>)
3. Lane, E. W.(1947). Report of the Subcommittee on Sediment Terminology. *Transactions, American Geophysical Union*, Vol. 28, No. 6, pp. 936-938.