

2006년 한강 유역의 유출특성 분석

Runoff Characteristics Analysis in the Han-River Basin

이상철*, 이석호**, 권동석***, 김동필****, 정성원*****

Sang Cheol Lee, Seok Ho Lee, Dong Seok Kwon, Dong Phil Kim, Sung Won Jung

요 지

본 연구는 2006년도 한강 유역의 유량측정 지점 중 임진강 6개 지점, 중랑천 및 왕숙천 5개 지점, 홍천강 및 섬강 4개 지점 총 15개 지점 유량측정성과에 대한 기본적인 성과분석과 더불어 수위-유량관계곡선식의 개발, 산정 유량의 연유출률 평가, 상하류간 유량 비교, 직접유출률 평가, 평-저수위 동시유량 비교 등을 통하여 산정된 유량자료의 적절성의 검토와 유출특성을 검토하였다.

산정된 유출률은 49.0% ~ 117.7%의 범위를 보였으며, 부분적으로 계기수위가 불안정했던 지점들을 제외한 나머지 지점들의 유출률은 그 지점들의 특성을 감안할 경우 비교적 안정적인 범위내의 유출특성을 보였다. 2005년도 유출률과 비교해 보면 전체적으로 다소 높게 나타났으나, 올해 장기간 집중된 강우 특성을 고려한다면 적절한 유출범위를 보인 것으로 판단된다.

핵심용어 : 한강 유역, 유량측정, 유출률

1. 서 론

본 연구는 한강 유역 15개 유량측정 지점에 대한 유량측정성과 검토와 더불어 개발된 수위-유량관계곡선식을 이용하여 산정된 유량의 적절성을 평가하였으며, 산정된 유량을 이용하여 2006년 한강유역의 유출특성을 검토하였다.

2. 유량측정성과 분석

2.1 기본 수리특성 분석

측정된 유량측정성과의 이상치를 검토하고, 하천단면 등 흐름 특성의 변화를 파악하기 위하여 유량측정성과의 수위-단면적, 수위-평균유속, 수위- \sqrt{Q} , 수위변화량을 검토하였다. 일반적으로 수위-단면적 관계는 단면 형상의 변화에 따라 기울기가 달라지는 일차적인 관계이며, 수위-유속 및 수위- \sqrt{Q} 관계는 통수 단면의 변화, 단면 형태, 하도 형상 및 재질 등 복합적 요인에 따라 다르게 나타나기 때문에 다소 복잡한 관계를 보인다. 대부분 정상적인 성향을 보였으며, 일반적인 경향에서 벗어나는 자료는 수위-유량관계곡선 개발과정에서 제외시켰다.

2.2 최대구간유량비 분석

어느 한 축선에서 산정된 구간유량은 전체 유량에 비해 비중을 많이 차지할수록 일반적으로 측정 오차는 커

* 정회원·유량조사사업단 품질정책실 연구원 E-mail : tokebi@kict.re.kr

** 정회원·유량조사사업단 유량조사실 연구원 E-mail : esoco@kict.re.kr

*** 정회원·유량조사사업단 유량조사실 연구원 E-mail : kds011@kict.re.kr

**** 정회원·유량조사사업단 사업관리실 실장 E-mail : dpkim@kict.re.kr

***** 정회원·유량조사사업단 사업단장 E-mail : swjung@kict.re.kr

진다. 따라서 모든 측선의 구간유량은 되도록 비슷한 크기를 가질 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 이를 위해서 유속이 빠른 구간에서는 측선을 더 배치하여 구간유량이 균등하게 배분되도록 일상적으로 검토하였다.

지점별 최대구간유량비는 유속계의 경우 평균치가 대부분 10% 내외의 값을 보여 양호한 수준을 보였으며, 부자의 경우 하천폭이 작아 기준측선수가 작은 신곡, 연평, 갈매, 연평 지점을 제외하면 15% 이내로 우수한 수준을 보였다.

2.3 하천폭에 따른 측선수 분석

그림 1과 그림2는 측정한 유량측정성과가 기준측선수를 얼마나 따르고 있는지를 판단하기 위하여 평저수기 및 홍수기의 측선수를 2005년과 비교한 그림이다. 2005년에 비해 전체적인 측선수의 산포도가 많이 개선되었으며, 홍수위 측선수가 늘어났음을 확인 할 수 있다.

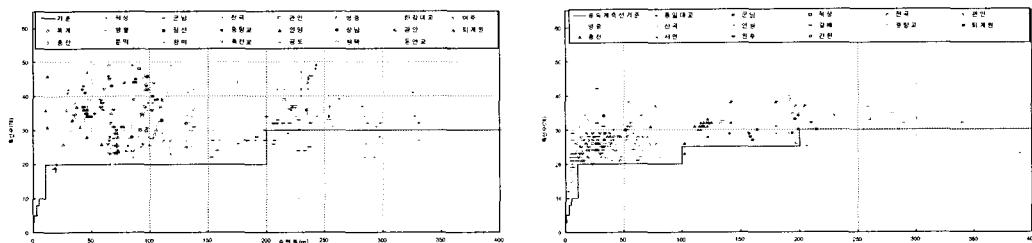


그림 1. 유속계 평저수기 측선수 비교(2005년-좌, 2006년-우)

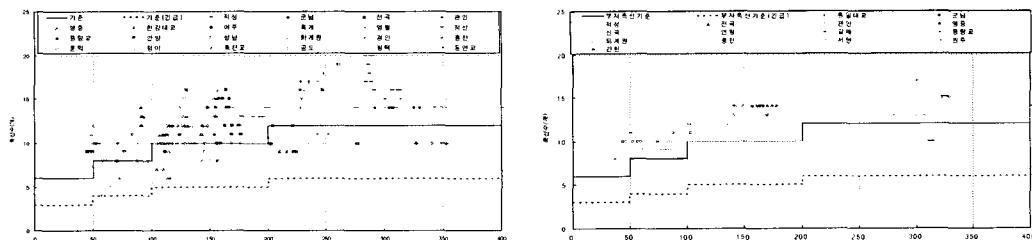


그림 2. 부자 홍수기 측선수 비교(2005년-좌, 2006년-우)

2.4 불확실도 분석

유량측정성과의 정확도를 판단하기 위해 ISO 748 등에 제시된 방법을 기준으로 개별 유량측정성과의 불확실도를 산정하였으며, 그림 3은 기존 유량측정성과의 불확실도(한강유역 수자원 시험장비의 설치 및 운영_시험유역 및 주요지천등에 대한 유량측정, 건설교통부 한강홍수통제소, 2002)와 올해 측정한 유량측정성과의 평균 불확실도와 등급을 연도별로 비교한 그림으로 2002~2004년에 비해 불확실도가 개선되고 있음을 확인 할 수 있다.

3. 수위유량관계곡선 개발 및 유출 평가

3.1 수위-유량관계곡선식 개발

수위-유량관계곡선식은 하천 단면자료, 수리특성 자료 및 수위관측소 주변의 통제특성을 고려하여 구간분리 및 기간분리를 검토하였으며, 저수위 유량 산정에 큰 영향을 미치는 흐름이 0인 수위(Gauge Height of Zero

Flow; GZF)는 하천단면의 측량성과와 유량측정성과를 통한 결정으로 수위-유량관계곡선식을 개발하였다.

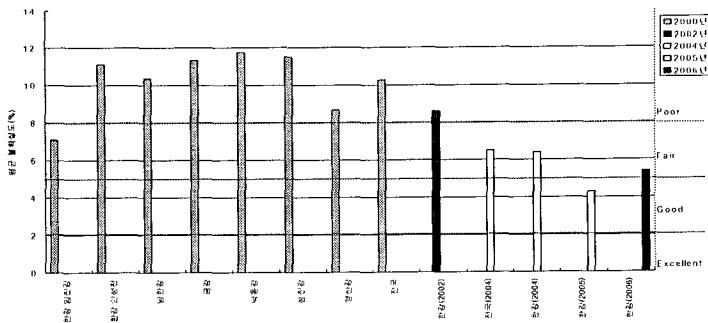


그림 3. 유량측정성과 불확실도 비교

3.2 연유출률 비교

유출률은 해당 지점에서 산정된 유량을 유역면적으로 나눠 산정된 유출고를 유역평균우량으로 나눈 것으로 장기간의 강우 대비 유출 특성을 파악하는 지표로 사용되고 있으며, 유출률 분석기간은 해당 지점의 수위자료가 장기간에 걸쳐 결측되거나 이상치를 갖는 기간을 제외한 기간이다. 표 1은 산정된 유량의 적절성을 검토하기 위하여 지점별 연간 유출률을 비교하였다.

임진강, 중랑천 및 왕숙천 수계의 유출률은 49.0%(영중) ~ 115.9%(중랑교)의 범위를 보였으며, 목자판 수위와 계기수위의 불일치를 보였던 영중(49.0%), 적성(88.3%), 연평(115.9%) 지점과 홍수위 유량측정성과가 다소 불안정했던 중랑교(111.2%)를 제외하면 70 ~ 85%로 일반적인 자연하천의 유출률인 60 ~ 70%보다 다소 높게 나타났다. 그러나 중랑천 및 왕숙천 수계의 지점들이 도심하천 내에 위치하고 있으며, 올해 장기간 집중된 호우 특성을 감안하면 양호한 수준의 유출률을 보인 것으로 판단된다.

홍천강 및 섬강 수계의 경우에는 65.7(서면) ~ 117.7%(간현)의 범위를 보였으며, 계기수위와 목자판 수위가 차이를 보였던 간현 지점을 제외하면 60 ~ 70%로 일반적인 유출 범위를 보이고 있다.

표 1. 지점별 유역평균우량 및 유출률

지점	2006년				비고(2005년)
	유역면적 (km ²)	유역평균우량 (mm)	유출고 (mm)	유출률(%)	
임진강	통일대교	8,210.0	1,225.0	1,010.6	82.5
	군남	4,268.0	1,225.0	879.1	71.8
	적성	6,784.0	1,225.0	1,082.2	88.3
	전곡	2,425.0	1,128.0	805.4	71.4
	관인	1,336.0	1,225.0	107.6	82.3
	영중	564.5	1,284.0	629.4	49.0
중랑천 왕숙천	신곡	79.7	1,600.6	1,328.1	83.0
	연평	25.9	1,522.8	1,764.3	115.9
	갈매	46.9	1,522.8	1,282.4	84.2
	중랑교	208.0	1,600.6	1,851.4	111.2
	퇴계원	276.5	1,600.6	999.9	62.5
홍천강 섬강	홍천	882.4	1,568.0	1,029.4	65.7
	서면	1,325.4	2,041.5	1,348.2	66.1
	원주	96.0	1,477.1	1,044.1	70.7
	간현	1,190.3	1,477.1	1,738.3	117.7

3.3 상·하류 유량비교

그림 4는 상·하류간 유량 반전 여부를 검토하기 위하여 상·하류간의 유량을 비교한 그림이다. 대부분 하류 지점의 유량이 상류 지점의 유량보다 크게 나타나는 일반적인 양상을 보이고 있다. 그러나 일부 지점에서는 유량의 반전이 나타나고 있다. 임진강 수계와 중랑천 및 왕숙천 수계의 경우에는 계기수위와 목자관 수위 차이로 인해 유량반전이 일어나는 발생하고 있으며, 홍천강 수계의 경우에는 가동보 운영으로 인해서 유량 반전이 나타나고 있다.

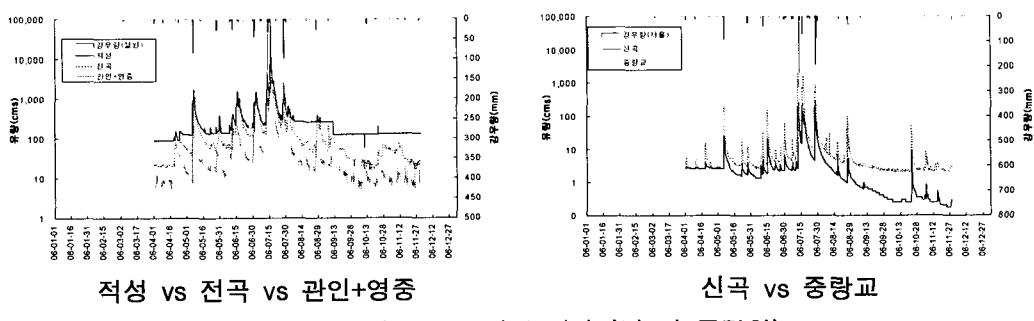


그림 4. 상·하류 유량비교(임진강 및 중랑천)

3.4 직접유출률 검토

표 2는 중·고수위의 유량이 적절하게 산정되었는지를 평가하기 위해 주요사상에 대한 직접유출률을 산정하여 비교하였다. 임진강 유역의 경우 조석의 영향을 받는 통일대교(43.9%) 지점을 제외하면 58.2% ~ 94.0% 범위를 보였으며, 유역평균우량과 기저유량의 불확실성을 고려한다면 비교적 적절한 결과인 것으로 판단된다.

중랑천 및 왕숙천 수계의 경우 계기수위 오작동을 보인 연평과 홍수위 측정성과가 불안정했던 중랑교 지점을 제외한 나머지 지점들의 직접유출률이 83.2% ~ 91.3%로 다소 높게 나타났지만, 홍수기 유량이 매우 큰 도심 하천의 유출특성과 7월의 장기간 집중된 강우 특성을 감안한다면 양호한 수준의 직접유출률을 보였다.

홍천강 및 섬강 유역의 직접유출률은 계기수위 이상과 횡성댐 방류의 영향으로 인해 고수위 유량이 다소 과다 산정된 간현 지점을 제외하면 73.9% ~ 84.8%의 범위로 적절한 유출률을 보인 것으로 판단된다.

3.5 평·저수위 동시유량 비교

그림 5는 평·저수시 유량이 전체적으로 타당한지 파악하기 위해 상·하류간 평·저수시 동시유량을 비교한 그림이다. 그림을 살펴보면 조류의 영향을 받는 임진강 수계의 통일대교 지점을 제외하고는 상·하류간에 유량반전 없이 완만하게 유량이 증가함을 볼 수 있다.

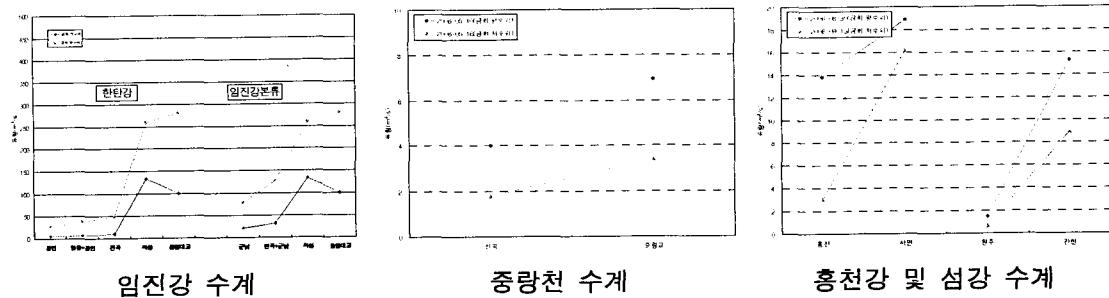


그림 5. 평·저수시 동시유량

표 2. 주요 호우사상에 대한 직접유출률

지점	강우량 (mm)	강우량 (백만m ³)	유출량 (백만m ³)	기저유량 (백만m ³)	직접유출량 (백만m ³)	직접유출률 (%)	
2006년 7월 10일 ~ 8월 9일							
임진강	통일대교	597.1	4,901.9	2,554.9	403.9	2,151.1	43.9
	군남	590.0	2,518.1	1,855.1	388.6	1,466.5	58.2
	적성	597.1	4,050.5	3,487.9	591.4	2,896.5	71.5
	전곡	622.1	1,508.5	1,325.2	162.3	1,162.9	77.1
	관인	589.6	787.7	852.9	112.2	740.7	94.0
	영종	693.0	391.2	291.4	6.1	285.3	72.9
중랑천 왕숙천	신곡	979.1	78.0	74.2	6.9	67.3	86.2
	연평	979.1	25.4	34.9	2.3	32.6	93.4
	갈매	979.1	46.9	47.3	4.5	42.8	91.3
	중랑교	979.1	203.7	283.1	13.2	269.9	132.5
	퇴계원	979.1	270.7	232.6	7.3	225.3	83.2
홍천강 섬 강	홍천	1,199.5	1,058.4	828.3	46.6	781.7	73.9
	서면	1,199.5	1,589.8	1,433.9	70.7	1,363.2	85.8
	원주	855.7	82.2	73.5	8.5	65.0	79.1
	간현	855.7	1,018.5	1,781.1	105.8	1,675.3	164.5

4. 결 론

일상적인 유량측정 검증시스템의 운영을 통해 확보한 2006년의 유량측정성과는 비교적 양질의 성과를 확보한 것으로 판단된다. 수리특성 검토에서는 대부분 정상적인 경향을 보였으며, 최대구간유량비 분석에서는 우수한 수준을 보였다. 측선수 분석에서는 홍수위 측선수가 늘어났으며 전체적인 측선수의 산포도 또한 개선되었다. 불확실도 분석에서는 2002~2004년에 비해 불확실도가 상당히 개선되었다.

개발된 수위-유량관계곡선식을 통해 산정된 유출률은 49.0%~117.7%의 범위를 보였으며, 부분적으로 계기 수위가 불안정했던 지점들을 제외한 나머지 지점들의 유출률은 그 지점들의 특성을 감안할 경우 비교적 안정적인 범위내의 유출특성을 보였다.

향후 전문 인력에 의한 수문관측과 일상적인 검증과정을 통해서 정밀한 유량측정성과를 확보한다면, 보다 신뢰성 있는 유량자료를 생성할 수 있을 것이며, 효과적인 치수 및 이수계획의 수립 등 수자원 개발을 위한 기반을 마련할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 건설교통부 한강홍수통제소(2002), 한강유역 수자원 시험장비의 설치 및 운영_시험 유역 및 주요지천 등에 대한 유량측정.

2. 건설교통부 한강홍수통제소(2006), 임진강 및 안성천유역 유량측정용역 보고서.
3. 건설교통부 한강홍수통제소(2006), 한강 및 주요지천 유량측정요역 보고서.
4. 한국건설기술연구원(2005), 시험유역의 운영 및 수문특성 조사·연구.
5. ISO(1997), Measurement of Liquid Flow in Open Channels -Velocity-area Meathods, ISO-748:1997(E)