

2009년 유량조사사업 평가

Assessment of River Discharge Survey Project in 2009

권 동 석*, 이 신 재**, 오 창 열***, 황 석 환****, 정 성 원*****, 이 재 형*****

Dong Seok Kwon, Shin Jae Lee, Chang Ryeol Oh, Seok Hwan Hwang, Sung Won Jung, Jae Hyung Lee

요 지

유량조사는 하천의 임의 한 단면에 흐르는 물의 양을 측정하는 것으로서 하천유역의 물순환 구조 파악, 하천시설의 설치, 각종 수공 구조물의 설계, 하천 주변지역의 이용 및 관리 등을 목적으로 실시하고 있다. 이에 따라 유량조사사업단은 전국 수위관측소 지점을 대상으로 유량측정을 실시하고 측정된 성과에 대한 체계적인 품질관리와 연구개발을 통한 유량자료의 안정화를 위하여 매년 100여개 지점에서 유량조사사업을 실시하고 있다.

본 연구에서는 2009년도 유량측정성과에 대한 평가기준으로 각 성과별 구간유량비와 불확실도를 선정하였으며, 이와 같은 항목은 측정 중 배치된 측선수에 절대적인 영향을 받게 된다. 그 결과 2009년 유량측정성과의 측선수 평균은 2003년도 대비 유속계 및 부자의 경우 각각 3.7배, 2.2배 증가한 35.1개, 13.8개로 나타났다. 측선수 증가를 통해 최대구간유량비는 유속계 및 부자 각각 30.0%, 51.2% 감소한 7.1%, 14.6%로 나타났으며, 불확실도의 경우 45.1%, 62.4% 감소하여 4.6%, 8.8%의 개선된 값을 보였다.

이러한 양질의 측정성과를 이용해 개발된 수위-유량관계곡선식과 환산유량에 대한 유출률을 검토한 결과, 조석 및 배수 영향을 받는 지점과 계기수위 자료에 문제가 발생한 지점을 제외한 지점에 대한 유출률 분포는 2003년 최대 300%까지 나타났던 유출률이 일반적인 하천에서 나타날 수 있는 유출률 50~90% 비율도 계속 증가하고 있는 것으로 나타났다. 2009년 강수량은 평년 수준을 보였으나, 지역적·시기적 편차 등으로 인해 낙동강 권역의 경우 50% 미만의 유출률을 보인 지점이 다수 나타났다.

이러한 성과는 전문 인력에 의한 유량측정 및 유량성과에 대한 품질관리시스템의 운영을 통해 비교적 양질의 유량자료를 확보할 수 있었으며 이에 근거하여 개발된 수위-유량관계곡선식과 환산된 유량자료는 과거에 비하여 신뢰성이 개선된 것으로 평가되었다. 일련의 체계적인 운영 및 검증을 통해 2009년 유량조사사업은 성공적인 수준으로 판단되며, 추후 지속적인 연구개발을 통해 유량자료의 품질수준을 한 단계 높일 수 있을 것으로 기대된다.

핵심용어 : 유량조사, 수위-유량관계곡선식, 품질관리시스템

1. 서론

유량자료는 치수, 이수, 수질관리 등 일반적인 목적 뿐만 아니라 수공 구조물의 설계 및 설계홍수량 산정을 위한 기초 자료로 활용된다. 최근 잦은 이상기후로 인해 수자원 관리에 대한 중요성이 인식되면서 합리적인 수자원 계획의 기초가 되는 수문조사 자료에 대한 관심이 증대되고 있다. 이에 국토해양부에서는 수문조사업무의 전문성과 효율성을 높이기 위해 유량조사에 관한 기존 기

* 정회원 · 유량조사사업단 품질정책실 연구원 · E-mail : kds011@hsc.re.kr
** 정회원 · 유량조사사업단 품질정책실 그룹장 · E-mail : lsj@hsc.re.kr
*** 정회원 · 유량조사사업단 품질정책실 그룹장 · E-mail : croh@hsc.re.kr
**** 정회원 · 한국건설기술연구원 수자원연구실 연구원 · E-mail : sukany@kict.re.kr
***** 정회원 · 유량조사사업단 단장 · E-mail : swjung@hsc.re.kr
***** 정회원 · 국토해양부 하천운영과 시설사무관 · E-mail : scpnara@korea.kr

술의 개량, 측정 및 자료처리 기술의 표준화와 같은 관련 기술 개발과 표준화 연구 사업 등에 관하여 수문조사 선진화 5개년 계획을 수립하였으며, 매년 전국의 주요 지점에 수위관측소를 설치하여 유량조사를 실시하고 있다.

본 연구는 이에 근거하여 조사한 2009년도 한강, 낙동강, 금강, 영산강 권역의 수위관측소를 대상으로 생산된 저·평수기 및 홍수기 유량측정성과를 검토하고자 한다.

2. 유량측정 지점 현황

2009년도 대상지점 현황은 표 1과 같으며 총 114개 지점이다. 이는 2008년 측정 지점수 109개에 비하여 5개 지점이 증가하였다.

표 1. 2009년 유량조사 지점수 현황

권역	한강	낙동강	금강	영산강	계
지점수	33	30	25	26	114

3. 유량측정성과 검토

본 연구는 2009년도 유량측정성과에 대하여 정량적이고 평균적인 정확도를 비교·평가하기 위해 2003년부터 2009년까지의 유량측정성과를 측선수, 최대구간유량비, 불확실도, 연유출률을 비교하여 보았다.

각 연도별로 지점수와 측정성과의 수에 있어 차이는 있지만 연도별 평균적인 개념에서는 크게 차이를 보이지 않을 것으로 판단된다. 측선수, 최대구간유량비, 불확실도는 측정방법에 따라 산정 기준이나 방법이 달라 유속계와 부자로 구분하여 산정하였다. 그 결과 그림 3과 같이 3가지 항목 모두가 점차적으로 개선되었고 이로 인해 측정자료의 품질이 크게 높아졌다고 할 수 있다.

유속계 측선에 대한 연차별 변화를 나타내는 그림 1(㉔)를 살펴보면, 2003년에 평균 10개 내외로 기준치에 미달하였으나 2004년 측정 기준을 강화함에 따라 25개 이상 크게 증가하였으며, 2009년에는 평균 35.1개를 확보하였다. 부자측선의 경우도 2003년 평균 6개 내외이던 것이 매년 꾸준히 증가하여 2009년은 평균 13.8개를 확보하였다. 측선수의 증가는 각 측정성과에 대한 세밀한 측정을 의미하며, 이는 측정결과의 정확도가 향상된 것으로 판단된다.

그림 2(1)의 측선수 분포 비교에서는 유속계의 경우 2009년 성과의 측선분포는 2007년과 비슷한 분포를 보이고 있다. 매년 적절한 측선 배치를 통해 측선수의 최대값은 줄어드는 경향을 보이고 있으나, 전체적인 평균값은 점차적으로 증가하고 있다. 부자의 경우 최저 측선수는 과거와 유사한 수준이나, 최고 측선수는 연도별로 계속 증가하고 있으며 2009년 가장 많은 측선수를 확보하였다.

최대구간유량비(그림 1(㉕))를 살펴보면 앞서 설명한바와 같이 측선수의 개선을 통하여 2003년 24.0%(유속계)와 28.5%(부자)였으나 2004년은 측정 기준 강화에 따라 약 50%의 개선효과가 있었고 2006년 유량조사사업단의 설립 및 운용, 2008년 일상적인 품질관리시스템의 적용 등으로 인해 점차적으로 향상되어 2009년은 최대구간유량비가 7.1%(유속계)와 14.6%(부자)로 나타났다. 또한 그림 2(2)의 분포비교에서는 유속계, 부자 측정성과 모두 최대구간유량비의 최대값이 감소하여 연차적으로 산포도가 개선되고 있으며, 2009년 최대치는 유속계 약 30%, 부자 약 37%를 보여 과거

에 비해 개선된 것으로 나타났다.

불확실도(그림 1(㉔))는 유량측정성과의 정확도 판단을 위해 국제표준기준 ISO748에 제시된 산정방법으로 2003년 10.2%(유속계)와 14.1%(부자)이던 것이 2007년에는 4.5%(유속계)와 9.5%(부자)로 안정되었으며, 2009년은 유속계 불확실도 4.6%, 부자 불확실도 8.8%로 나타났다. 그림 2(3)의 분포비교에서 유속계를 살펴보면, 2006년 최대값 약 40%를 보였던 것이 점차적으로 줄어들어 2009년 약 16% 개선된 것으로 나타났다. 또한 자료의 대부분을 차지하는 분포 비율의 폭이 2008년 이후에는 매우 좁게 나타나고 있어, 자료의 산포도 면에서 큰 개선이 있었음을 나타내고 있다. 부자의 경우 역시 2006년 이후 점차적으로 최대값 및 평균값이 낮아지고 있어 품질 개선이 이루어진 것으로 판단된다.

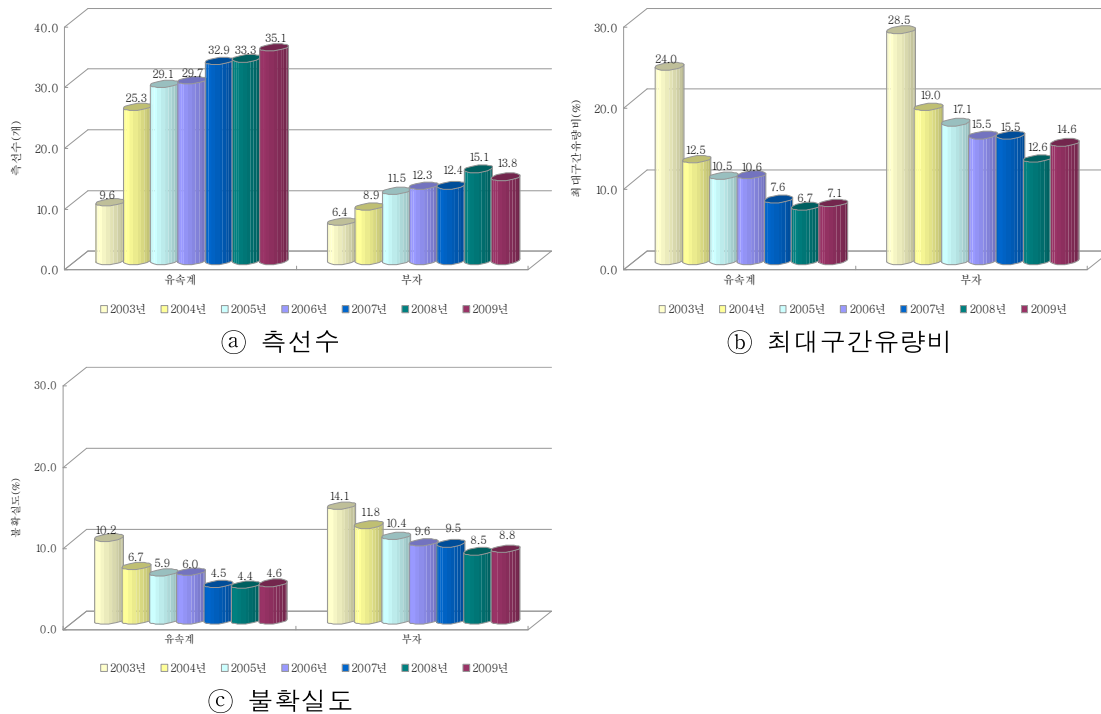


그림 1. 연도별 유량측정성과 비교

(1) 측선수

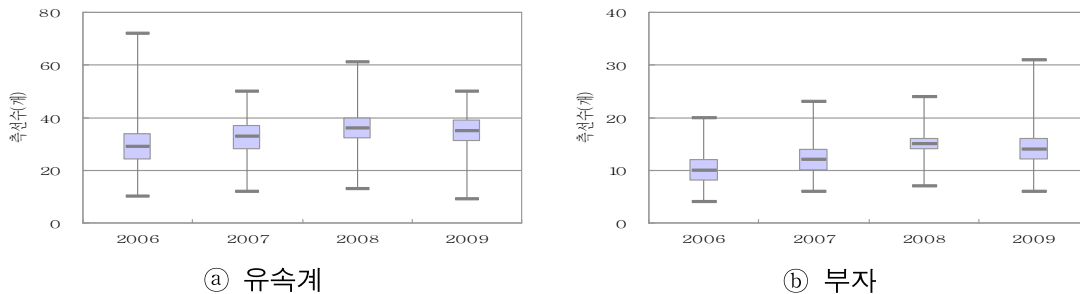
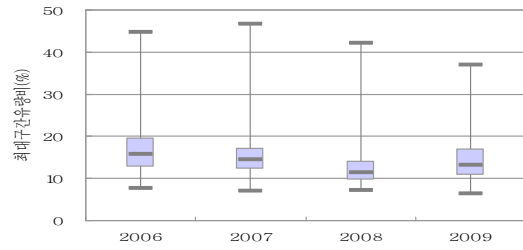
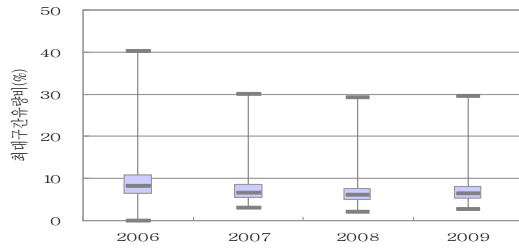
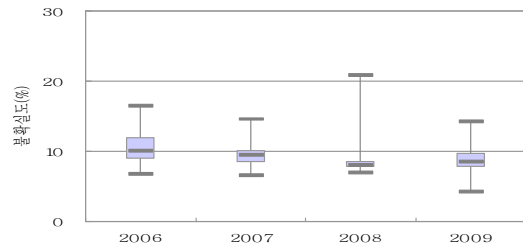
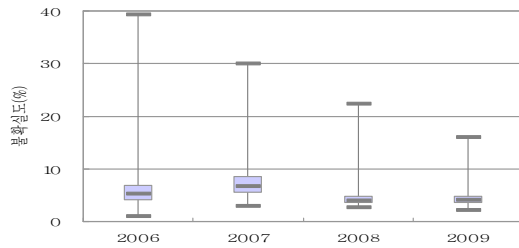


그림 2 측정성과 기본특성 분포 비교

(2) 최대구간유량비



(3) 불확실도



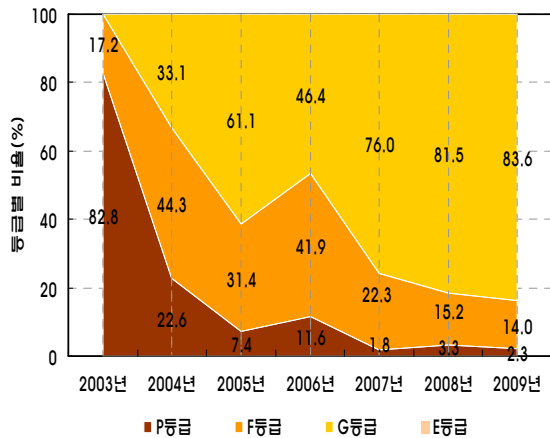
㉠ 유속계

㉡ 부자

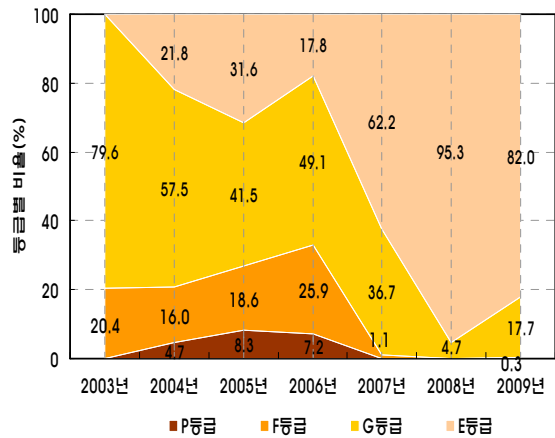
그림 2 측정성과 기본특성 분포 비교(계속)

앞에서 산정한 유량측정성과의 불확실도와 미국 지질조사국의 유량측정성과 등급 평가기준에 따라 본 과업에서 측정된 유량측정성과의 등급을 평가하였다. 그림 4는 유량측정성과의 등급 평가 결과를 나타낸 것으로 유속계, 부자의 경우로 나누어 나타냈다.

그 결과 그림 3과 같이 유속계와 부자성과 모두 2003년 이후 지속적으로 상위등급인 G 및 E 등급이 증가하고 있는 것을 알 수 있으며, 이와 같은 신뢰성 있는 유량측정성과에 근거하여 수위-유량관계곡선식을 개발하였다.



㉠ 유속계 등급 비율



㉡ 부자 등급 비율

그림 3. 연도별 유량측정성과 등급 비율

4. 유량환산 및 유출검토

이러한 성과에 근거하여 개발된 수위-유량관계곡선식의 적절성을 판단하기 위해 연도별, 권역별 연유출률을 산정하였으며, 상·하류 지점간의 유출량 및 호우시 침투유량, 연간 총유출량 검토를 수행하였다. 연평균 유출률은 2003년 이후 약 75% 내외의 값을 보였으며, 2007년 이후 점차 하락

하여 2009년에는 50%의 유출률을 나타냈다. 한강 및 금강 권역은 2008년과 비슷한 유출률을 보였으며, 낙동강 및 영산강 권역은 남해안에 집중된 강수량으로 인해 2008년에 비해 약 5% 높은 유출률을 나타내고 있다.

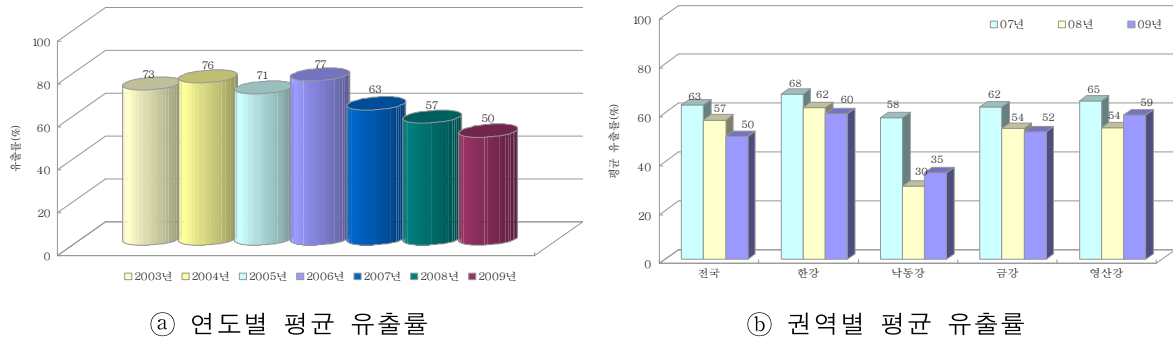


그림 4. 연유출률 검토

또한 조석 및 배수 영향을 받는 지점과 계기수위 자료에 문제가 발생한 지점을 제외한 지점에 대한 유출률 분포를 살펴보면, 2003년 최대 300%까지 나타났던 유출률이 일반적인 하천에서 나타날 수 있는 유출률 50~90% 비율도 계속 증가하고 있는 것으로 나타났다. 그림 5(a)를 살펴보면, 과거에 비해서 확연하게 유출률의 산포도가 개선되었음을 확인 할 수 있으며, 2004~2006년의 지점별 유출률 최대값은 모두 200% 이상을 나타냈으나, 2007년을 기준으로 개선되기 시작하여 2008년 약 100%, 2009년은 약 80%의 유출률을 보이고 있다. 2009년 강수량은 평년 수준을 보였으나, 지역적 편차가 심하고 8~9월의 강수량 부족으로 인해 50% 미만의 유출률을 보인 지점이 다수 나타났다.

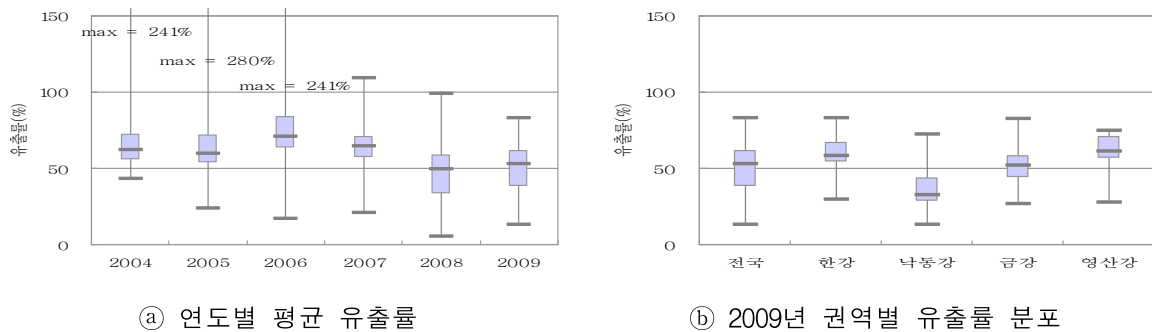
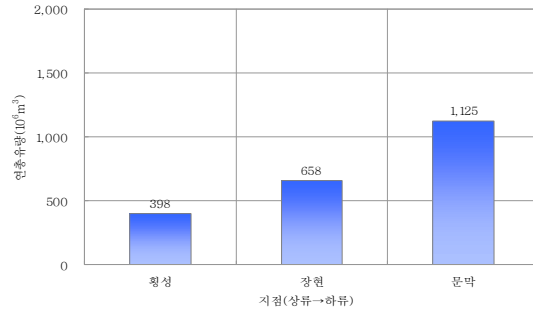
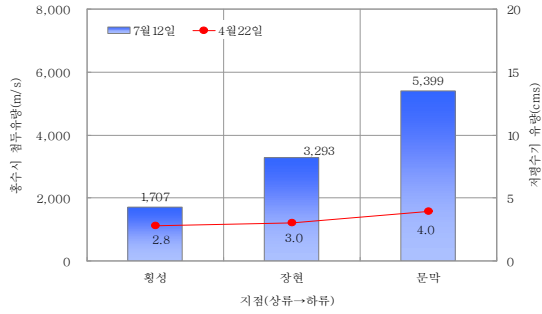


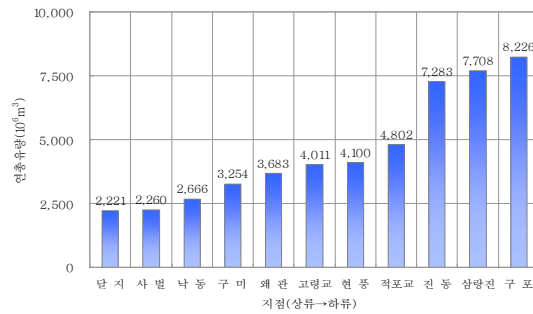
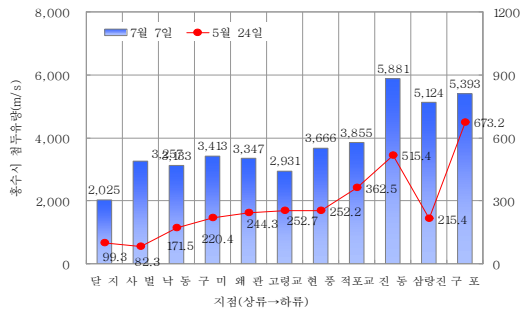
그림 5. 연유출률 분포 검토

그림 6에서 상·하류간 유량 검토 결과, 유량측정 지점간의 저·평수위 취수량과 환경기초시설에 의한 회귀수량을 고려하지 못한 부분과 홍수기 배수 영향, 하도 저류에 의한 일부 역전 현상을 제외하고는 대체로 하류의 유량이 상류보다 더 큰 정상적인 양상을 나타내고 있다.

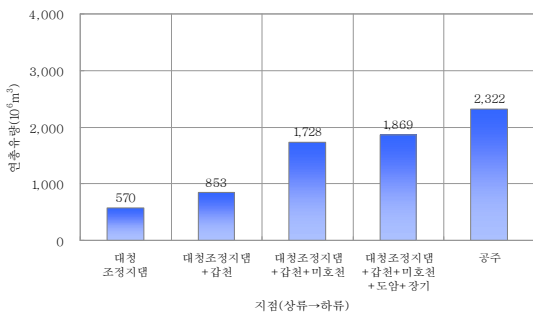
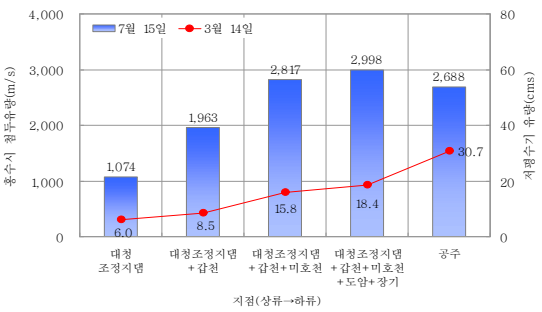
한강 권역



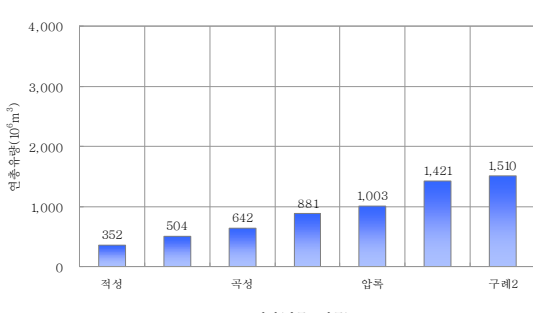
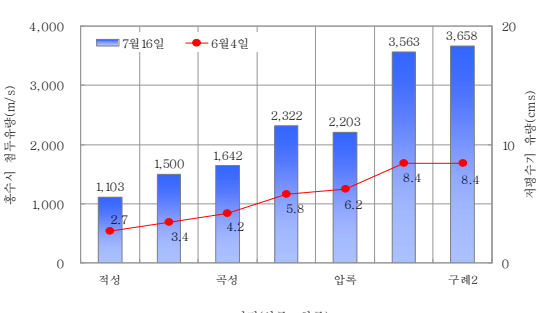
낙동강 권역



금강 권역



영산강 권역



(1) 첨두유량

(2) 연총유량

그림 6. 상·하류 유량 비교

5. 결론

2009년도 평·저수기 및 홍수기 유량측정성과에 대한 품질 정도를 평가하기 위하여 측선수, 불확실도, 최대구간유량비 등을 유속계와 부자로 나누어 비교·평가하였으며 연도별로 측정성과에 대한 신뢰성이 높아지고 있는 것으로 나타났다. 또한 해당 지점에 대한 연유출물, 침투유량, 연총유량 등의 유출특성을 검토한 결과 측정 기준 강화, 전문 인력의 투입, 측정성과에 대한 일상적인 품질관리시스템의 운용 등을 통해 과거의 측정성과에 비하여 자료의 품질이 점차적으로 개선되고 있는 것으로 나타났다. 이러한 측정성과를 근간으로 품질관리시스템을 확대 강화하면 유량자료의 품질을 더 크게 개선시킬 수 있을 것으로 기대된다.

더불어 가용 수위관측소 중 유량측정 및 유량자료의 생산이 어려운 하구둑 및 감조하천 구간내의 수위관측소에 대한 유량측정 및 산정방법에 대해 추가적인 기술개발과 심화연구가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 유량조사사업단 (2009). “2009년도 유량조사보고서”, 국토해양부
2. ISO(1997), Measurement of Liquid Flow in Open Channels-Velocity-Area Methods, ISO-748
3. Rantz, S.E.(1982), Measurement and Computation of Streamflow: Volume 1. Measurement of Stage and Discharge, Volume 2. Computation of Discharge, USGS Water-supply Paper 2175