



WATER
FOR
FUTURE



2009년 하천유량조사사업 평가회의를 통해 본 유량조사 현황



박 상 우
서남대학교 토목공학과 교수
hydropsw@hanmail.net



안 재 현
서경대학교 토목공학과 교수
wrr@skuniv.ac.kr

머리말

지난 6월 3일 경기도 고양시 동양인재개발원에서 국토해양부 한강홍수통제소가 주관하고 유량조사사업단이 주최한 「2009년도 하천유량조사 평가회의」가 개최되었다. 이번 평가회의는 2009년도 수문조사 사업을 통해 생산된 하천유량, 유사량, 토양수분량 및 증발산량 자료에 대하여 전문가 그룹의 평가를 통한 검증으로 신뢰성을 확보하고자 마련되었다.

평가회의는 총 3부로 구성되어 개최되었는데 1부는 개회식과 총괄보고, 2부는 총괄 및 자동유량분과, 4대강권역 유량분과 및 유사량 분과 등 6개 분과로 나누어 진행되었고, 3부에서는 각 분과별 평가결과와 향후 개선방안에 대한 주제토론이 있었다.

1부 개회식에서 김석현 한강홍수통제소장은 개회사를 통해 국가의 물 관리와 수자원 활용의 극대화, 효과적인 물 관련 재해관리, 수질관리 등으로 하천유량을 포함한 수문조사 자료 품질의 중요성이 매우 부각되고 있는 시점에서 수문자료의 신뢰도를 제고하고 수자원조사 전반에 대한 논의를 통해 앞으로의 발전 방향을 모색한다는 점에서 본 평가회의는 큰 의미가 있다고 강조했다.

개회사에 이어 정성원 유량조사사업단장의 2009년도 하천유량조사 결과에 대한 총괄보고가 있었다. 정성원 단장은 총괄발표를 통해 연차별 축선수, 최대 구간유량비 및 불확실도 등 정량적 지표를 통해 2009년도 유량측정성과가 과거 측정성과에 비하여 크게 개선되었음을 강조하였다. 이러한 측정성과에 근거한 수위-유량관계곡선식 개발과 생산된 유량자료는 상류에서 하류로 갈수록 커지는 정상적인 패턴

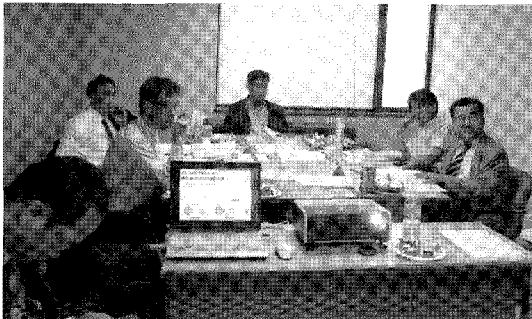


그림 1. 낙동강분과 평가회의 모습

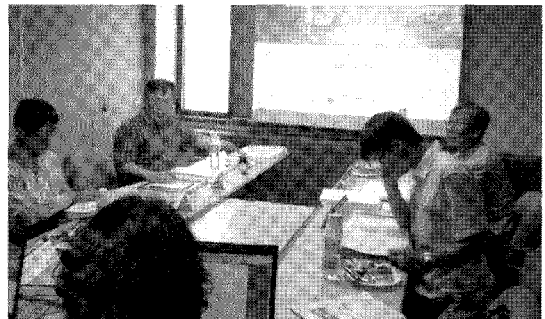


그림 2. 영산강분과 평가회의 모습

의 유량과 유출률을 나타내고 있음을 보여주었다.

본 고에서는 2부에서 진행된 분과별 평가회의 중 논의되었던 내용을 중심으로 우리나라의 유량조사 현황을 살펴보고, 발전방향에 대하여 논하고자 한다.

유량조사 현황과 발전방향

국토해양부는 2005년도에 물 관리에 필요한 수문 조사의 중요성을 새로이 인식하고 하천에 흐르는 물의 양을 실시간 제공하기 위하여「수문조사 선진화 5개년 계획」을 수립·시행하였으며, 수문조사 항목의 확대, 수문조사 방법 및 기준 표준화 등 수문자료의 품질을 개선하기 위해「하천법」을 전면개정(2007.4.6)하는 등 다각도의 수문조사 발전 방안을 수립한 바 있다.

이러한 기술적·제도적 정책수립과 법적인 근거 마련을 통해 유량측정지점을 확대하고 측정기준과 품질관리를 강화함으로써 유량자료의 품질을 크게 개선시켰으며, 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

2007년 이전 유량조사는 일반용역 형태로 과업이 발주되고 해당연도 4~7월에 과업을 시작하여 짧게는 6개월 동안 과업을 수행함으로써 연중 하천유량 파악이 곤란하고, 과업이 다음연도로 이월되는 경우가 자주 발생하였다. 그러나 2007년도에는 유량조사 전문조직인 유량조사사업단 발족을 통해 과업기간을 해당연도 1~12월로 변경함으로써 연중 최저수위를 포함하는 하천유량 자료를 생산할 수 있게 되었다는 점에서 큰 의미를 갖는다.

유량측정 지점수는 「수문조사 선진화 5개년 계획」이 수립된 해를 기점으로 2006년도부터 약 100개소 이상의 수위관측소를 대상으로 유량측정을 확대 실시하고 있으며, 이후 꾸준히 증가하여 2009년도에는 114개 수위관측소에서 수위-유량관계곡선식을 생산하고 하였다. 이는 2004년도와 비교할 경우 약 1.7배이며, 2009년도 전체 수위관측소대비 30%에 해당한다.

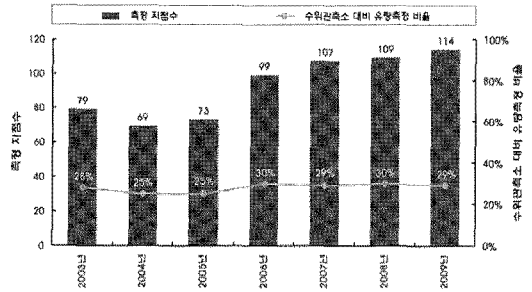


그림 3. 연차별 유량측정 지점 수 및 수위관측소 대비 유량측정 비율

이번 평가회의에서 유량조사사업단이 생산한 유량자료의 품질을 각종 통계적 지표를 통해 살펴본 결과, 유량조사 전문조직이라는 수식어에 걸맞게 과거에 비하여 획기적으로 개선되었고, 그 수준은 미국의 수문조사 전문기관인 USGS(United States Geological Survey)와 견줄 수 있다고 판단된다.

생산된 유량자료와 수위-유량관계곡선식의 신뢰도는 다양한 형태의 지표를 통해 살펴볼 수 있지만 국제표준화기구(ISO, International Organization for Standardization)에서 제시한 유량측정성과 및 수위-유량관계곡선식의 불확실도와 측선수, 최대구간유량비 등을 통해서 살펴보면 다음과 같다.

첫 번째로는 개별적인 측정성과에 대하여 연차별 측선수와 관련한 측정기준이며, 측선수는 유량측정시 측선수를 늘릴수록 최대구간유량비가 줄어들어 유량측정 자료의 정확도가 증가한다고 할 수 있다. 매년 측정된 성과 중 유속계를 이용한 유속 측선수와 최대구간유량비를 산정한 결과는 그림 4와 같다.

2003년에는 유속 측선수가 평균 9.6개에 불과했으나 2007년 이후 국제기준(ISO 748) 이상의 수준인 30개 이상으로 측선수가 늘어났으며, 이는 약 2.7배에 해당하는 수치이다. 또한 측선수를 확대함으로써 최대구간유량비도 2003년에는 평균 24.0%이었던 것이 2009도에는 7.1%로 개선되었다. 이는 어느 한쪽, 즉 주 흐름방향에 측정이 편중되지 않고 등간격이 아닌 등유량 개념으로 유량측정을 실시함으로써 유량자료의 정확도가 향상되었다고 판단한다.

두 번째로 개별적인 유량측정성과에 대한 정량적

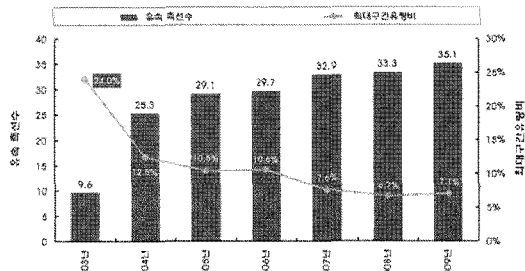


그림 4. 연차별 유속 측정수 및 최대구간유량비
인 지표인 불확실도 기준이며, 불확실도는 측선수, 평균유속에 따른 측정시간, 측선별 측정수, 유속계 검정 여부 등에 대한 종합적인 평가기준이라 할 수 있다. 매년 측정된 성과에 대하여 측정방법별로 유속계와 부자를 구분하고 평균적인 개념에서 불확실도를 산정한 결과는 그림 5와 같다.

2003년도 유속계와 부자 측정방법의 불확실도는 각각 10.2%, 14.1%로 나타났으나 2009년도는 4.6%와 8.8%로 크게 개선되었다. 이는 전술한 바와 같이 불확실도 산정방법이 측선수 및 측정시간 등을 종합적으로 고려한 평가지표이고, 국제기준(ISO 748)의 G(Good) 등급에 해당함에 따라 품질이 우수한 자료

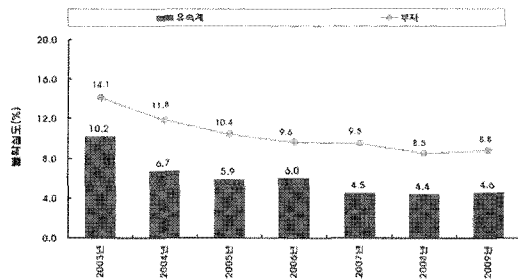
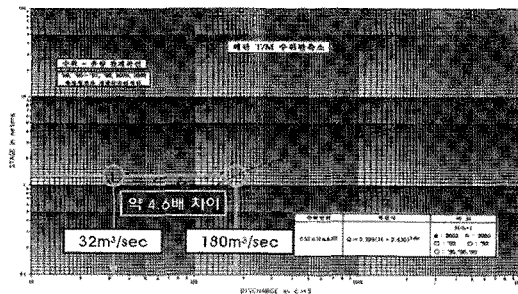


그림 5. 연차별 불확실도



㉔ 과거 수위-유량관계곡선식

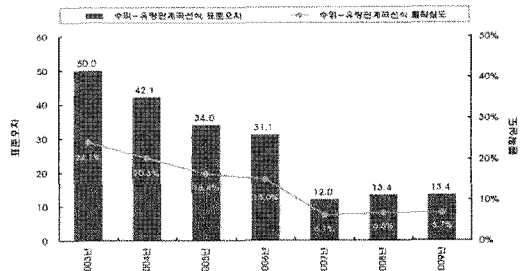
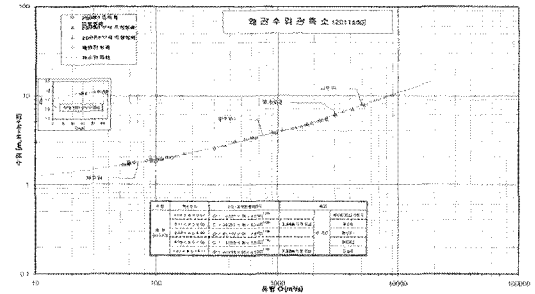


그림 6. 연차별 수위-유량관계곡선식 표준오차 및 불확실도
라 할 수 있다.

세 번째로 유량측정성과에 근거해 개발한 수위-유량관계곡선식에 대하여 국제적 평가기준(ISO 1100-2)인 표준오차와 불확실도 기준으로 이는 최적화된 수위-유량관계곡선식을 통해 계산된 유량 값과 측정된 유량 값과의 차이 정도를 평가하는 지표이다. 매년 개발된 수위-유량관계곡선식과 측정성과를 활용하여 표준오차와 불확실도를 산정한 결과는 그림 6과 같다.

2003년도 수위-유량관계곡선식의 표준오차와 불확실도는 각각 50.0, 24.1%로 나타났던 것에 반하여 2009년도는 13.4와 6.7%로 크게 개선되었으며, 그 결과는 그림 7과 같다. 과거 수위-유량관계곡선식은 같은 수위에서 약 4.6배 이상의 큰 오차를 보이는 반면에 2009년도에 개발된 수위-유량관계곡선식은 직관적으로 볼 때 매우 우수한 결과라 할 수 있다.

이번 평가회의에서 2009년도 유량자료에 대한 각종 수문학적 통계적 지표를 통해 살펴본 결과 과거에 비하여 크게 개선된 것을 확인할 수 있었으며, 우리나라의 연강수량과 연유출량 자료를 포함하는 수문자



㉕ 2009년도 수위유량관계곡선식

그림 7. 수위-유량관계곡선식 비교

료를 세계기상기구(WMO, World Meteorological Organization)에 제출해도 크게 문제되지 않을 것으로 판단된다.

다만, 매년 측정된 성과에 대한 일상적인 품질관리 과정에서 품질평가 결과가 좋지 않거나, 이상치인 경우에는 그 원인에 대한 명확한 분석과 측정당시 현장 조건 등을 포함하는 이력정보를 함께 관리하여 추후 현장조사시 반복되는 실수를 최소화할 수 있을 것으로 판단된다.

맺음말

국토해양부는 「수문조사 선진화 5개년 계획」 수립과 「하천법」을 전면개정 등을 통해 하천의 유량자료에 대한 품질을 개선하기 위해 많은 노력을 기울여 왔으며, 그 결과 과거에 비하여 유량자료의 품질이

크게 개선되었다. 또한 이러한 성과를 기반으로 하여 외부 평가위원을 구성하고 평가회의를 개최하는 것은 오랫동안 하천유량조사사업과 함께 했던 필자로서 고무적인 일이라 생각한다.

다만, 「4대강 살리기 사업」 이후 측정지점이나 측정방식의 변경이 필요하므로 이에 대한 충분한 검토 및 계획수립을 통해 수자원 계획에 있어서 가장 중요한 수문자료의 연속성을 확보하여야 할 것이다. 또한 향후에는 수문순환 해석에 대한 완결된 구조로 평가가 이루어질 수 있도록 유량, 유사량, 토양수분량 및 증발산량 자료뿐만 아니라 강수량과 수위자료도 평가항목으로 추가하고 모든 수문조사 기관으로 확대하였으면 한다.

이처럼 수문조사 항목과 모든 수문조사 기관에서 수문자료에 대한 평가회의를 개최를 통해 자료에 대한 검토과정을 거친다면 수문자료의 품질과 신뢰도는 크게 개선될 것으로 기대해 본다. ☺