

# 2008년 하천유량조사사업 현황 및 향후 전망



**이 신 재**

유량조사사업단 품질정책실 품질정책그룹장  
lsj@kict.re.kr



**정 성 원**

유량조사사업단 단장  
swjung@kict.re.kr



**최 명 용**

국토해양부 하천운영과장  
myc72@mltm.go.kr

사업으로 유사량, 토양수분량, 증발산량을 측정하고 있으며, 수문관측의 자동화라는 세계적인 흐름에 따라 자동유량측정시설을 구축하여 운영하고 있다. 그리고 국내 수문조사 기술과 품질관리 개선을 위한 다양한 연구개발 사업을 진행하고 있으며, 하천법 제18조 제2항에서 규정한 수문조사종사자 교육을 위한 대행기관으로 지정되어 교육을 진행하고 있다.

본 고에서는 유량조사사업단에서 수행한 2008년 하천유량조사에 대한 사업현황과 성과에 대해서 소개하고, 향후 유량조사사업의 방향 및 전망에 대해 언급하고자 한다.

## 1. 서 론

국토해양부는 홍수예보업무 및 하천수 관리, 용수과약 등을 위해 우리나라 4대강 권역 전반에 걸쳐 하천유량조사를 실시하고 있다. 국토해양부의 하천유량조사는 2007년에 발족한 국내 유일의 수문조사 전담기관인 유량조사사업단에서 90여명의 전문인력과 각 하천의 흐름특성 등을 고려하여 사용할 수 있는 다양한 전문장비를 활용하여 연중 하천유량조사를 실시하고 있다.

또한 유량조사사업단은 국토해양부의 수문조사

## 2. 하천유량조사 사업

### 2.1 사업현황

국토해양부의 유량조사는 2003년에 64개 지점에서 수행되었으나 점진적으로 증가하여 유량조사사업단이 발족한 2007년부터 100개가 넘는 지점에서 실시하고 있으며, 2008년 109개, 2009년에 114개 지점으로 2003년에 비해 약 2배 정도 확대되어 진행되고 있다. 이는 2007년 국토해양부 수위관측소 369개 지점을 기준으로 약 30% 정도에 해당하는 것으로 단순히 지점수로만 판단할 때 3년

주기로 국토해양부의 모든 수위관측소에 대해서 유량측정을 실시할 수 있는 지점수라고 할 수 있다.

또한 2008년 8월 이후 전국적인 가뭄으로 인하여 연평균강수량이 1,028.3 mm로 평년의 78.1% 수준이며, 특히 가을철 강수량은 전국 평균 119.3 mm로 평년대비 46.0%로 나타나 전국 하천 대부분에서 기 측정된 최저수위 및 최저유량 보다 낮은 수위와 유량을 보이는 지점들이 발생하였다. 따라서 유량조사사업단에서는 기존의 수위-유량관계곡선식의 저수위 부분, 특히 저수위 외삽 및 추정 GZF (Gauge height of Zero Flow)에 대한 실측 자료를 검토하여 정확한 하천 갈수량을 파악하기 위하여 국토해양부 수위관측소 191개 지점에 대해 추가적으로 갈수량조사를 지점당 2~8회 정도 실시하였다.

그림 1은 권역별 및 연도별 유량측정 지점수로 홍수위 또는 저·평수위만을 부분적으로 측정하는 지점을 포함한 것이며, 그림 2는 국토해양부에서 실시한 2008년 109개의 유량측정 지점이다. 표 1은 권역별 유량조사 지점수 및 측정횟수, 추가적인 갈수량조사에 대한 현황을 나타낸 것이다.

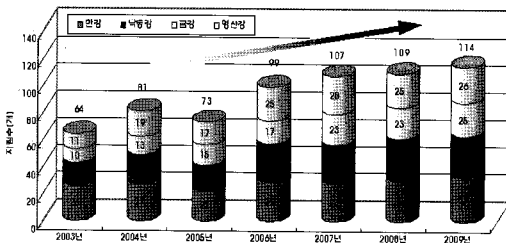


그림 1. 권역별 유량측정 지점수(2003~2009년)

## 2.2 유량측정성과

### 가. 유량측정 주기

지점당 유량측정횟수는 기본적으로 저·평수위 24회, 홍수위 12회 측정을 계획하여 실시하였으며, 교량 등이 없어 고수위 측정을 할 수 없는 지점 또

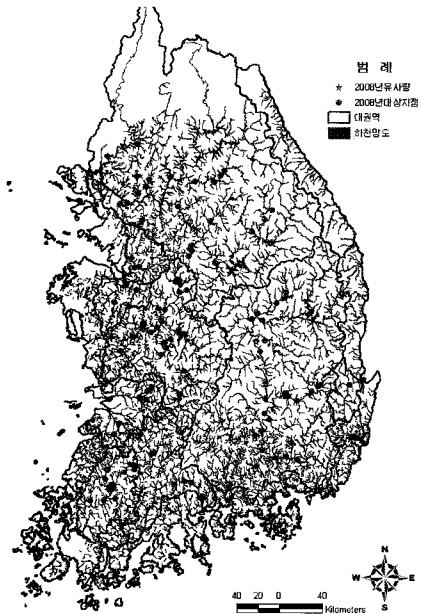
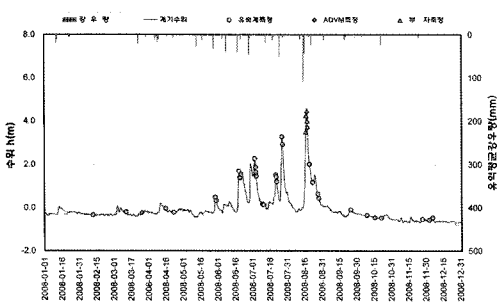


그림 2. 유량조사 지점(2008년)

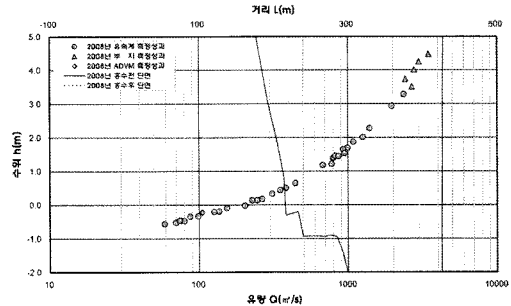
표 1. 2008년 하천유량조사사업 현황

구분	권역	지점수	측정횟수
기본 사업	한 강	30	1,590
	낙동강	31	961
	금 강	23	818
	영산강	25	716
	계	109	4,085
추가 갈수량 조사	한 강	51	120
	낙동강	51	156
	금 강	50	142
	영산강	39	141
	계	191	559

는 배수나 조위영향 등으로 인하여 정확한 저·평수위 측정이 어려운 일부 지점에서는 측정횟수를 5~24회로 계획하여 실시하였다. 유량조사 기간은 동절기를 포함한 연중 실시하고 있으며, 저·평수위는 월별 평균 2회 정도 실시하고 홍수위는 주로 홍수사상이 발생하는 6~9월에 집중적으로 측정을 실시하였다. 또한 유량조사를 실시하기 전에 각 지점들의 현장 및 지점특성 조사, 과거 자료 수집 및 분석 등 사전조사를 실시하여 보다 체계적이고 정확한 유량조사가 될 수 있도록 하였다. 그림 3은 낙



(a) 시기별 분포도(낙동강 진동지점)



(b) 수위 분포도(낙동강 진동지점)

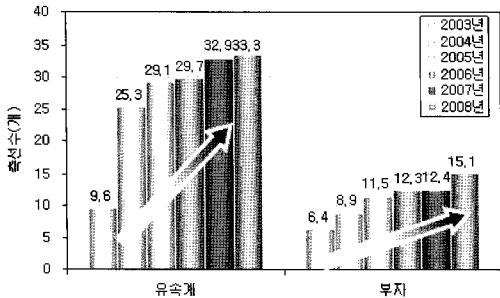
그림 3. 하천유량조사 시기 및 수위 분포도

동강 진동지점의 유량측정성과 분포도 및 수위분포도를 보여주는 것으로서 연중 유량측정을 주기적으로 한 것을 볼 수 있으며, 연 최저 및 최고수위를 모두 포함하고 다양한 홍수사상 및 수위범위별로 성과가 분포한 것을 볼 수 있다.

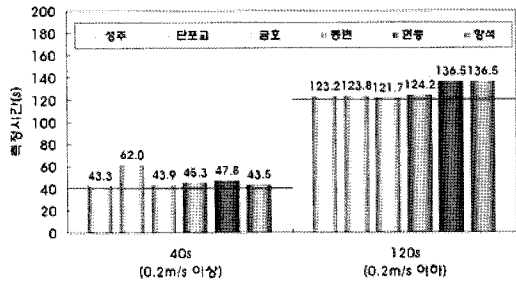
나. 유량측정성과 검토

유량자료의 신뢰성 제고와 고품질의 유량자료를 생산하기 위한 목적으로 2004년부터 현장에서 측정

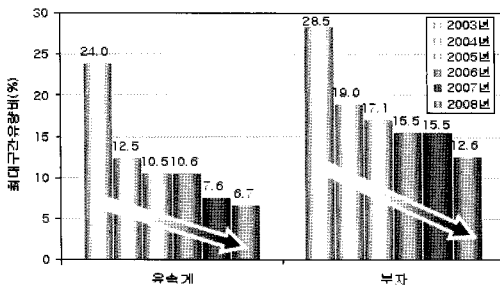
된 유량자료에 대해 유량자료 품질관리시스템을 단계적으로 확립하여 운영하고 있다. 품질관리시스템이 적용되기 전인 2003년과 적용 후인 2004~2008년까지의 유량자료의 측정성과를 비교하면 그림 4와 같다. 유속 측선수는 2008년에 유속계의 경우 33.3개로 2003년에 비해 3배 이상 증가하였으며, 부자는 6.4개에서 15.1개로 약 2.5배 증가하였다(그림 4(a)). 유속측정시간은 기존(2004년 이전)에 대부분 10초~20초로 측정하던 것을 최소 40초



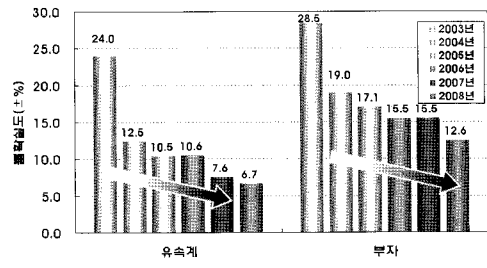
(a) 측선수



(b) 측정시간



(c) 최대구간유량비



(d) 불확실도

그림 4. 연도별 유량측정성과 비교

이상, 0.2 % 이하에서는 120초 이상으로 측정시간을 대폭 늘려 측정하였다(그림 4(b)). 또한 유량측정성과의 정확도를 판단하는 하나의 기준인 최대구간 유량비도 유속측선수의 증가 및 등유량 개념의 측선 배치로 2008년 유량측정성과는 유속계와 부자 모두 ISO에서 권고하는 10%, 20% 이내의 기준을 평균적으로 모두 만족하고 있으며, 연차별로 점차 감소하고 있는 것을 볼 수 있다(그림 4(c)). 유량측정성과의 정량적인 정확도 지표라고 할 수 있는 불확실도는 기준 강화에 의한 유속측선수, 유속측정시간 증가 등으로 인하여 유속계는 4.4%, 부자는 8.5%로 과거에 비해 매우 감소한 것을 볼 수 있다(그림 4(d)). 이러한 결과를 볼 때 2004년 이후 유량측정기준의 강화와 2007년 수문조사 전담기관의 설립에 의한 전문인력, 전문장비에 의한 유량측정, 체계적이고 일상적인 품질관리로 인하여 유량측정성과의 품질이 정량적으로 대폭 향상된 것을 알 수 있다.

### 2.3 수위-유량관계곡선식

유량측정성과의 품질향상과 함께 정도 높은 수위-유량관계곡선식 개발을 위한 방법론을 그림 5와 같이 개선하였다. 기존 수위-유량관계곡선식은 단순 회귀분석하여 작성하였으나, 2004년 이후에

는 측정성과에 대한 수위-단면적, 수위-유속, 수위- $\sqrt{Q}$  등과 같은 수리특성 분석과 수위관측소 주변의 단면통제 특성을 조사·분석한 결과 등을 함께 고려하여 작성하였다. 그리고 수위-유량관계곡선식을 개발할 때 이용되는 유량측정성과에 대한 상·하류 유량평가, 수리특성 검토 등을 통하여 정상적이지 못한 경우 제반사항을 면밀히 재검토하여 그 원인을 규명하고자 하였으며, 명확히 오류로 판단되는 경우 그 원인을 제거하여 정확하고 신뢰도 높은 수위-유량관계곡선식을 개발하였다.

또한 측정구간에 영향을 주는 하천공사가 진행될 경우 지속적인 공사, 수위, 단면변화 등에 대한 모니터링을 통해 공사에 따른 수위-유량관계의 영향을 파악하여 수위-유량관계곡선식을 개발하였으며(그림 6(b)), 하천 식생에 의한 영향을 받는 지점에서도 시기별 식생성장 모니터링을 통한 수위-유량관계곡선식을 시기별로 개발하여 제시하였다(그림 6(c)).

이렇게 개발된 수위-유량관계곡선식의 불확실도를 조위 및 배수영향을 받는 지점을 제외하여 연도별로 비교·검토하였다. 그 결과 2003년에  $\pm 24.1\%$ 였던 불확실도는 2006년에  $\pm 15.0\%$ 로 개선되었으며, 유량조사사업단에서 측정 및 검증을 일원화한 2007년 및 2008년에  $\pm 6.1\%$ ,  $\pm 6.7\%$ 로 2003년에 비해 약 4배, 2006년에 비해서는 약 2.5배 정도로 크게 개선되는 결과를 보였다.

2008년 수위-유량관계곡선식의 활용성을 높이기 위해 본 유량조사사업단에서는 2008년 10월에 '홍수에보지점 잠정 수위-유량관계곡선식'을, 2009년 3월에는 2008년 106개 지점에 대해 '2008년 국토해양부 수위-유량관계곡선식'을 작성하여 발간하였으며, 관계기관 및 필요기관에 배포하여 관련 업무와 연구에 활용하도록 하였다.

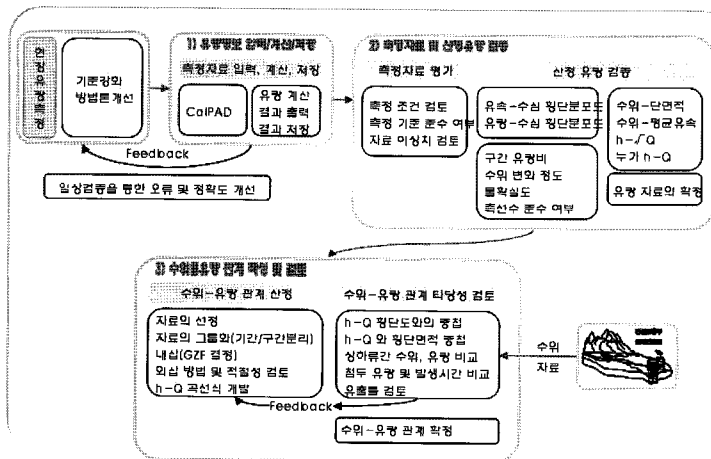
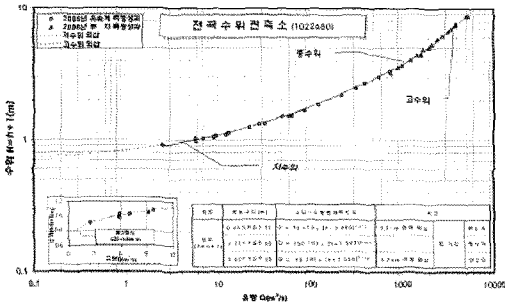
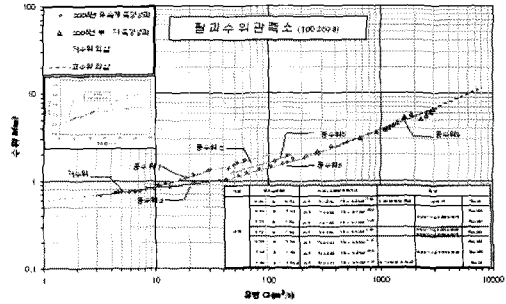


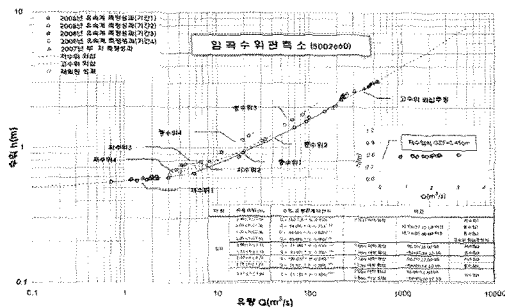
그림 5. 수위-유량관계곡선식 개발 방법 및 절차



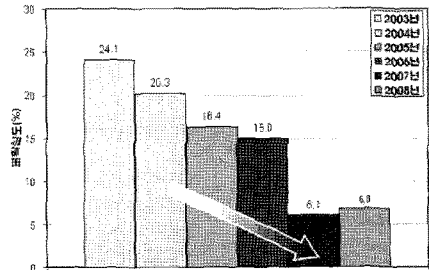
(a) 일반적인 Rating 개발(한탄강 전곡지점)



(b) 단면변화 고려한 Rating(한강 팔곡지점)



(c) 식생영향 고려한 Rating(황동강 임곡지점)



(d) 연도별 수위-유량관계곡선식 불확실도 비교

그림 6. 2008년 수위-유량관계곡선식 개발 현황

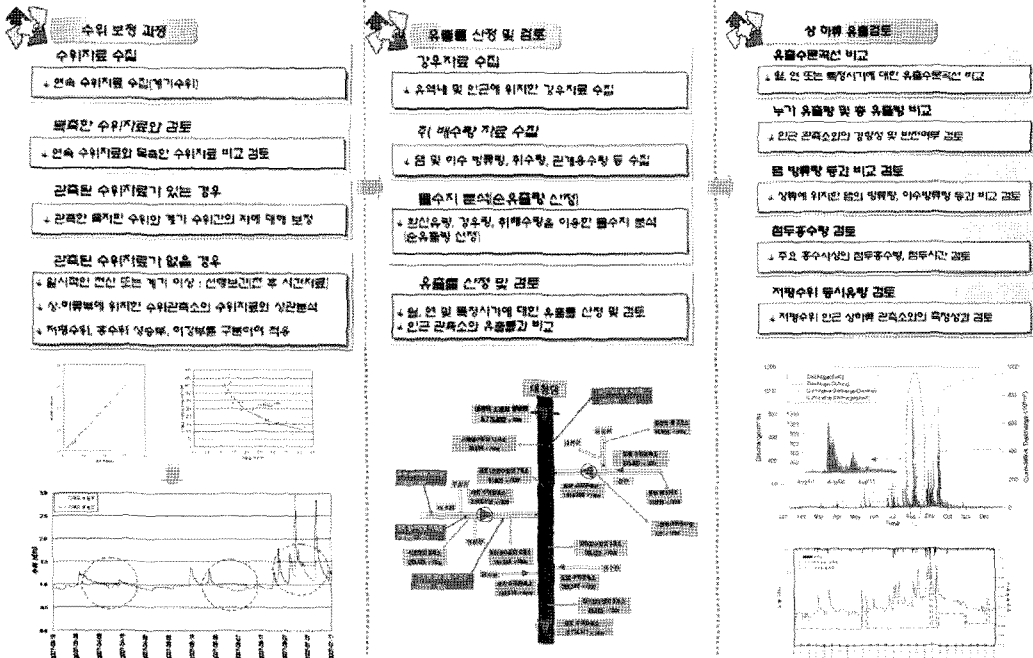
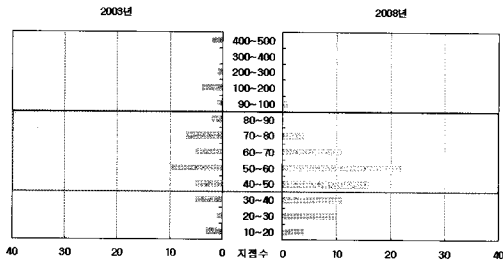
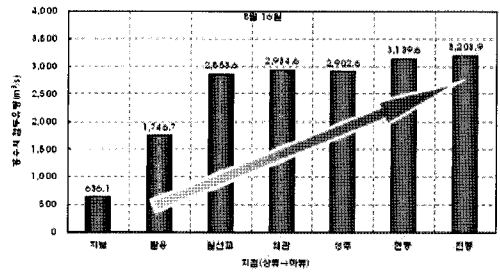


그림 7. 유출평가 방법 및 절차



(a) 연유출률 분포 비교(2003년 vs 2008년)



(b) 2008년 상·하류 유출량 비교(낙동강 본류)

그림 8. 연도별 연평균유출률 비교(2007년 배수영향 지점 제외)

## 2.4 유출평가

측정된 유량측정성과와 개발된 수위-유량관계곡선식의 적절성을 판단하기 위해 그림 7과 같이 수위의 결측 및 이상치에 대해 수위보정과정을 거친 후 수위-유량관계곡선식에 의해 유량자료를 생산하고, 해당 구역의 물수지분석을 통해 유출률 산정, 상·하류 지점 간의 유출수문곡선, 누가 및 총 유출량, 댐방류량, 침투홍수량 및 저평수위 동시유량 등 다양한 유출 검토를 하여 적정성을 판단하였다. 본고에서는 연 유출률과 상·하류 침투홍수량 비교에 대해서만 언급하고자 한다.

2008년 유량측정지점의 연 유출률을 검토한 결과 그림 8(a)에서 보는 바와 같이 2003년에 비해 40~80%의 연 유출률을 보이는 지점이 대폭 증가한 것을 볼 수 있다. 또한 2003년과 같이 100%가 넘는 연 유출률을 보이는 지점은 발생하지 않아 수문학적으로 정상적인 유출률을 보였다고 할 수 있다. 다만 40% 이하의 연 유출률을 보이는 비율이 과거에 비해 증가하였으나, 이는 2008년에 가뭄에 따른 유출감소가 주요원인으로 분석되며, 이밖에도 농업용수, 생활 및 공업용수를 위한 하천수의 취수 등이 다양한 과정을 통해 많이 발생하고 이에 대해 정확한 물수지를 파악하는데 한계가 있어서 일부 지점에서 연 유출률이 작게 산정된 것으로 판단된다.

주요 호우사상에 대한 침투홍수량을 검토한 결과 그림 8(b)와 같이 상류에서 하류로 갈수록 증가하

는 정상적인 상·하류 유출관계를 확인할 수 있다. 다만 일부 상·하류 지점들 간에 반전이 발생하는 부분에 대해서는 물수지분석을 통한 원인을 규명하였다. 이와 같은 결과로 기존에 빈번히 발생되었던 상·하류간의 반전에 대한 문제점은 많은 부분 해소되었으며, 다양한 방법을 통해 문제점의 원인을 파악하여 제시함으로써 유량자료의 활용에 크게 기여할 것으로 판단된다.

## 3. 유량조사사업의 방향

유량자료를 포함한 수문자료는 국가의 수자원계획을 수립하고 시행하는데 있어 가장 기초적이면서 중요한 자료이다. 특히 하천 유량자료는 수자원계획 및 각종 수공구조물의 설계 등에 직접 활용될 수 있는 자료로서 그 중요성은 다른 수문자료보다 크다고 할 수 있다.

그리고 우리나라 역사상 가장 큰 하천사업인 '4대강 살리기 사업'이 계획, 추진 중에 있으며, 천문학적 예산이 투입될 예정이다. 이와 같이 거대한 국책 하천사업이 제대로 진행되기 위해서는 무엇보다도 많은 지점에서의 신뢰성 있는 하천 유량자료의 생산과 적극 활용이 필요하다. 또한 하천 공사 전·중·후의 수위-유량관계 변화에 대응하기 위해 유량측정지점수 확대 및 측정횟수 증가를 통해 유량자료의 연속성을 확보하고, 공사기간 내에서도

홍수예보, 하천수 및 수질 관리, 기타 업무 및 연구 등이 적절히 수행할 수 있도록 지속적인 하천유량 조사가 진행되어야 할 것이다.

이를 위해서는 무엇보다도 유량조사를 안정적이고 지속적으로 실시할 수 있는 법적으로 안정된 전담기관이 필요하며, 전문인력 및 전문장비의 확대를 통해 국가적인 사업 및 다양한 분야에서 수문자료의 수요에 부응할 수 있도록 해야 한다. 하지만 현재 우리나라의 경우 본 유량조사사업단이 국내 유일의 수문조사 전담기관이지만 법적으로 안정된 조직이 아니기 때문에 전문인력 및 전문장비 등의 확대에 한계가 있다. 따라서 조속한 시일 내에 법적으로 안정된 수문조사 전담기관의 설립이 필요하다. 2011년에 우리나라 수문조사 100주년이 되는 해로서 국가적인 수문조사 전담기관의 설립은 그 의미가 크다고 할 수 있다.

#### 4. 결 론

하천 유량조사는 2004년에 품질관리시스템의

도입과 2007년 유량조사사업단의 설립, 국토해양부의 적극적 지원으로 유량조사지점수 및 측정횟수 확대, 유량자료의 신뢰성 향상으로 이어지고 있다. 또한 하천법 개정으로 수문조사 표준화, 기기검정, 수문조사 종사자 교육 등 수문조사의 기반을 확보하는데 국토해양부에서 많은 노력을 하고 있으며, 수문조사 환경이 과거에 비해 많은 부분에서 개선되었다. 하지만 수문조사 선진국에 비하면 아직 부족한 수준이며 예산의 확대, 기술개발 촉진, 수문조사 전문기관의 제도적 안정화 추진을 통하여 획기적인 수문조사 환경을 개선할 필요가 있다.

이와 같은 수문조사의 환경 및 기반이 구축된다면 수문자료는 양적인 부분과 질적인 부분 모두 크게 향상될 것이며, 지금까지 발생했던 다양한 수문조사의 문제는 많은 부분에서 일소에 해결할 수 있을 것으로 보인다.

끝으로 우리나라 수문조사 100주년을 2년 앞두고 수문조사의 기틀을 다질 수 있는 법적 수문조사 전담기관의 설립이라는 역사적인 사건이 머지않아 현실로 다가오기를 기대해본다. ☞

#### 참고문헌

1. 국토해양부 (2009). 2008년도 유량조사 보고서.
2. 유량조사사업단(2009). 2008년도 국토해양부 수위-유량관계곡선식.
3. 이진원, 이신재, 이재형(2008). 하천유량조사사업 현황 및 전망, 한국수자원학회지, 제41권 제8호, pp.27-36.
4. 정성원, 황석환 (2007). 우리나라의 유량조사 현황, 한국수자원학회지, 제40권 12호, pp.30-37.