

2010년 유량조사사업 평가

Assessment of River Discharge Survey Project in 2010

이상철*, 오창열**, 이신재***, 정성원****, 이보영*****

Lee Sang Cheol, Chang Ryeol Oh, Sin Jae Lee, Sung Won Jung, Bo young Lee,

요 지

유량조사 자료는 하천유역의 물순환 구조 파악, 하천시설의 설치, 각종 수공 구조물의 설계, 하천 주변지역의 이용 및 관리 등 수자원 계획을 위한 기초자료로 다방면에서 활용되고 있다.

국토해양부는 전국 수위관측소를 대상으로 매년 100여개 지점에서 유량조사를 실시하고 있으며, 측정된 성과에 대한 체계적인 품질관리와 연구개발을 통해 유량자료의 품질향상 및 안정화를 위해 노력하고 있다.

본 연구는 2010년도 유량조사사업에서 수행한 4대강 권역 12개 수계 153개 지점에서 수행된 유량 측정성과에 대해서 수리특성 분석, 최대구간유량비 분석, 하천폭에 따른 측선수 비교, 불확실도 분석을 수행하였다. 또한 개발된 수위-유량관계곡선식을 통하여 산정된 유량자료에 대하여 연유출률 평가, 상·하류간 유량 비교, 연유출총량 등을 비교하여 산정된 유량자료의 적절성을 검토하였다.

2010년 조사자료의 측선수 평균은 유속계 36.7개, 부자 14.3개, 최대구간유량비는 유속계 6.7%, 부자 13.9%, 불확실도는 유속계 4.0%, 부자 7.7%로 나타났다. 개발된 수위-유량관계곡선식을 활용해 산정된 유출률의 전체 평균값은 61%로 2009년에 비해 약 10% 크게 나타났다.

핵심용어 : 유량조사, 유출률, 유량비교

1. 서론

유량자료는 하천의 치수, 이수, 수질관리 등을 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 수문조사사업의 전문성과 효율성을 높이기 위해 유량조사에 관한 기존 기술의 개량, 측정 및 자료처리 기술의 표준화와 같은 관련 기술 개발과 표준화 연구 사업 등에 관하여 수문조사 선진화 5개년 계획('05) 및 수문조사기본계획('09)을 수립하여 추진하고 있으며, 매년 전국의 주요 지점에서 유량조사를 실시하고 있다.

본 연구에서는 2010년 153개 지점에서 측정된 유량측정성과를 대상으로 측정자료의 정확도와 연관이 깊은 측선수, 최대구간유량비, 불확실도의 평균값을 비교하였으며, 수위-유량관계곡선식을 개발을 통해 산정된 유량의 적정성을 평가하기 위하여 유출특성을 검토하였다.

2. 유량측정 지점 현황

- * 정회원 · 유량조사사업단 품질정책실 연구원 · E-mail : tokebi@hsc.re.kr
- ** 정회원 · 유량조사사업단 품질정책실 그룹장 · E-mail : croh@hsc.re.kr
- *** 정회원 · 유량조사사업단 품질정책실 실장 · E-mail : lsj@hsc.re.kr
- **** 정회원 · 유량조사사업단 단장 · E-mail : swjung@hsc.re.kr
- ***** 정회원 · 국토해양부 하천운영과 시설사무관 · E-mail : leboyo@korea.kr

2010년도 국토해양부 유량조사는 한강 47개소, 낙동강 42개소, 금강 33개소, 영산강 31개소 총 153개소에서 수행되었으며, 2009년 114개에 비해 39개 지점이 증가하였다.

표 1. 2010년 유량조사 지점수 현황

권역	한강	낙동강	금강	영산강	계
지점수	47	42	33	31	153

3. 유량측정성과 검토

금회 측정된 유량측정성과에 대하여 정확도의 정량적인 비교·평가를 위해서, 측정성과에 대한 측선수, 최대구간유량비, 불확실도를 연도별로(2003~2009년) 비교하였다. 검토 결과, 유량측정의 정확도를 판단할 수 있는 3가지 항목 모두가 2004년 급격히 개선된 후 점차적으로 향상되어, 2007년 이후로는 안정된 수준을 보이고 있다.

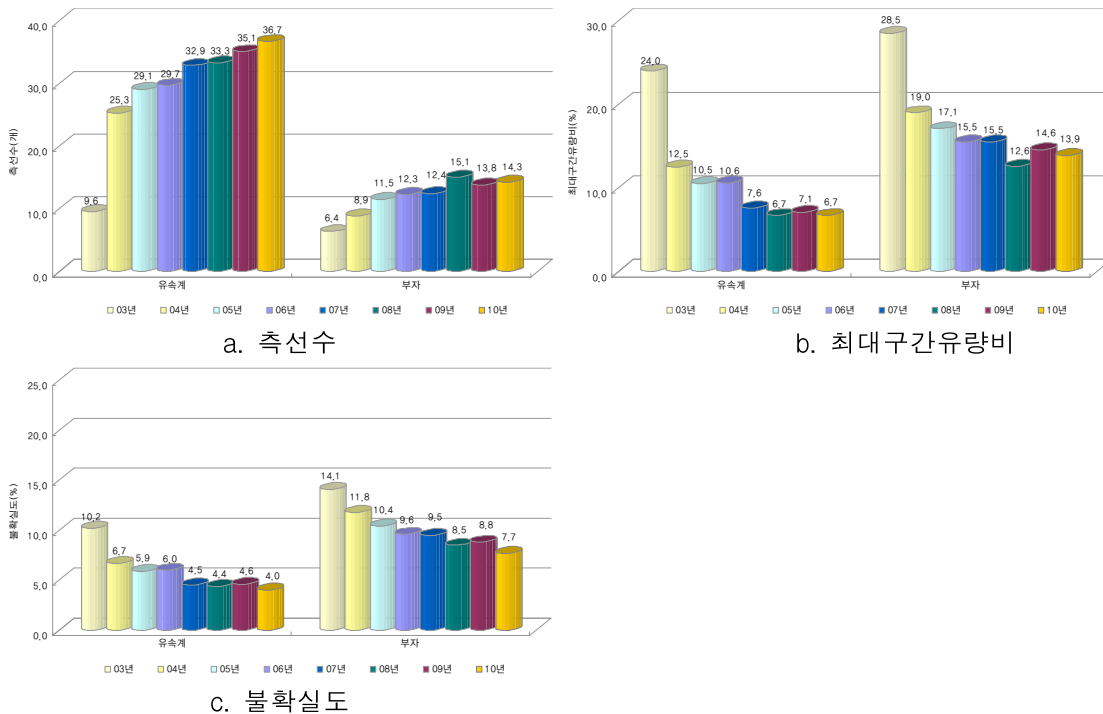


그림 1. 연도별 측정성과 비교

평균 측선수를 나타낸 그림 1(a)를 살펴보면, 유속계 측선수의 경우 2003년 평균 9.6개였으나, 2004년 이후 측정기준 강화를 통해 25.3개로 크게 증가하였으며, 2010년에는 평균 36.7개를 확보하였다. 부자 측선수의 경우도 2003년 6.4개 이었던 것이 매년 꾸준히 증가하여 2010년에는 평균 14.3개를 확보하였다. 측선수의 증가는 측정지점에 대한 세밀한 측정을 의미하며, 이는 측정결과에 큰 영향을 미친다.

그림 1(b)의 평균 최대구간유량비 비교에서는 앞서 설명한 바와 같이 측선수의 개선을 통하여 2003년 24.0%(유속계)와 28.5%(부자)를 보였던 값이, 2010년에는 최대구간유량비가 6.7%(유속계)와 13.9%

(부자)로 크게 감소하였으며, 유량조사사업단이 설립된 2007년 이후에는 비교적 일정한 값을 보였다.

그림 1(c)의 불확실도는 유량측정성과의 정확도 판단을 위해 국제표준기준 ISO748에 제시된 산정방법을 통하여 계산하였으며, 그 결과 2003년 10.2%(유속계)와 14.1%(부자)이던 것이 2007년에는 4.5%(유속계)와 9.5%(부자)로 향상되었으며, 2010년은 유속계 불확실도 4.0%, 부자 불확실도 7.7%로 나타나 점진적으로 향상되는 결과를 보였다.

유량측정성과의 불확실도와 미국 지질조사국의 유량측정성과 등급 평가기준에 따라 본 사업에서 측정된 유량측정성과의 등급을 평가하였다. 그림 2는 유량측정성과의 등급 평가결과를 나타낸 것으로 유속계, 부자의 경우로 각각 나누어 나타냈다. 그 결과 유속계와 부자성과 모두 2010년에 상위등급인 G 및 E 등급이 거의 100%에 해당하는 매우 좋은 결과를 보였으며, 과거에 비해서도 크게 증가한 것을 알 수 있다.

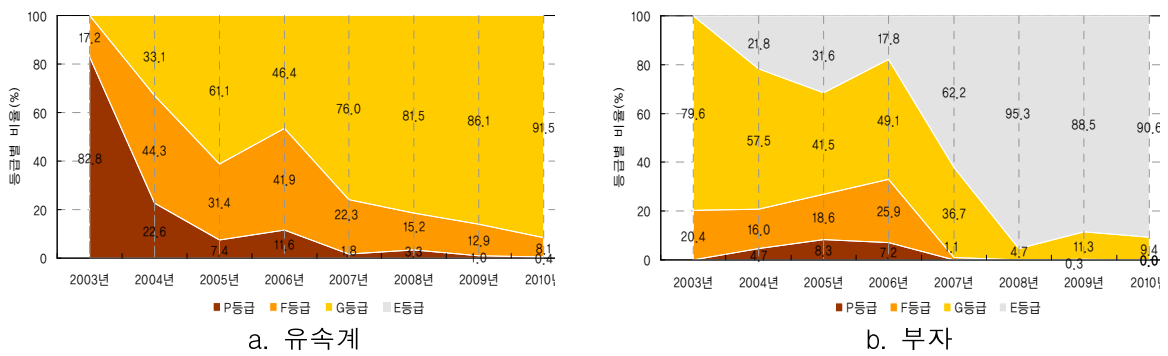


그림 2. 연도별 측정성과 등급 비율

4. 유출 검토

이러한 성과에 근거하여 개발된 수위-유량관계곡선식의 적절성을 판단하기 위해 연도별, 권역별 연유출률을 산정하였으며, 상·하류 지점간의 유출량 및 호우시 첨두유량, 연간 총유출량 검토를 수행하였다.

연평균 유출률은 2003년 이후 약 75% 내외의 값을 보였으며, 2007년 이후 점차 하락하여 2010년에는 2009년 보다 10% 높은 61%의 유출률을 나타냈다. 한강, 낙동강, 금강권역은 집중된 강수량으로 인해 2009년 보다 10~20% 높은 유출률을 나타내었다.

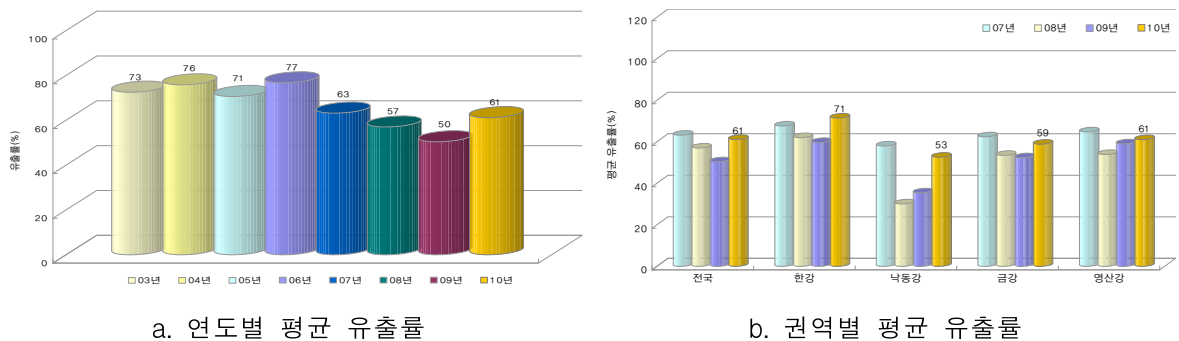
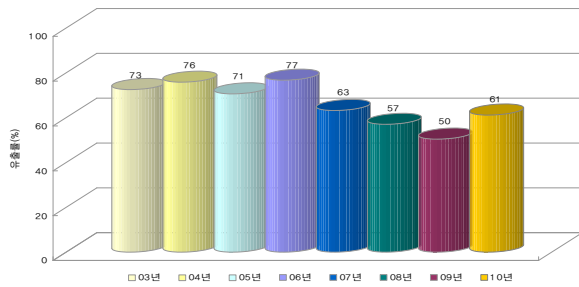
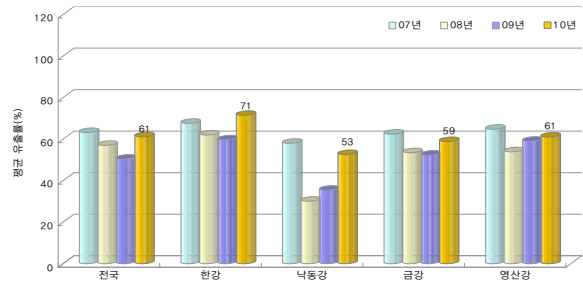


그림 4. 연유출률 검토



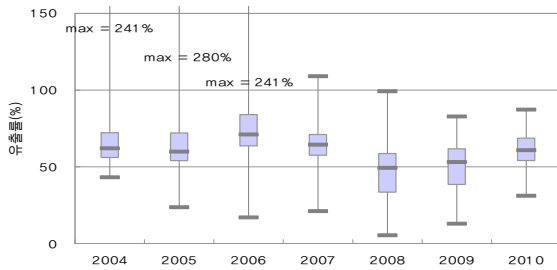
a. 연도별 평균 유출률



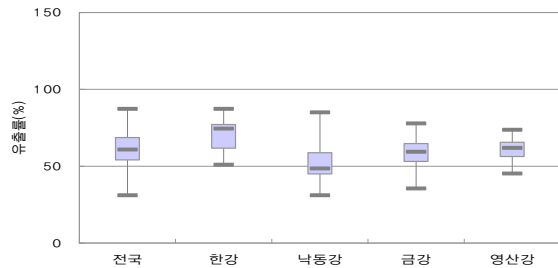
b. 권역별 평균 유출률

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 확인할 수 있으며, 2004~2006년의 지점별 유출률 최대값은 모두 200% 이상을 나타냈으나, 2007년을 기준으로 개선되기 시작하여 2008년 약 100%, 2010년은 약 80%의 유출률을 보이고 있다.



a. 연도별 평균 유출률

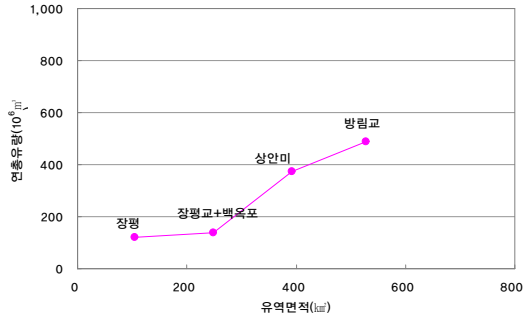
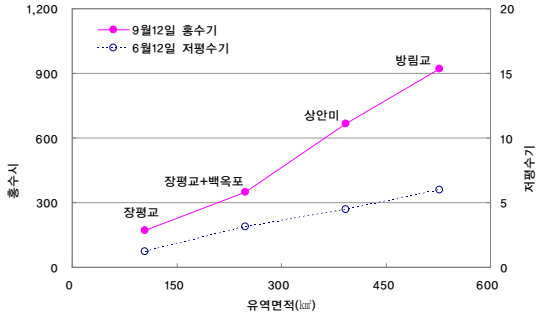


b. 2009년 권역별 유출률 분포

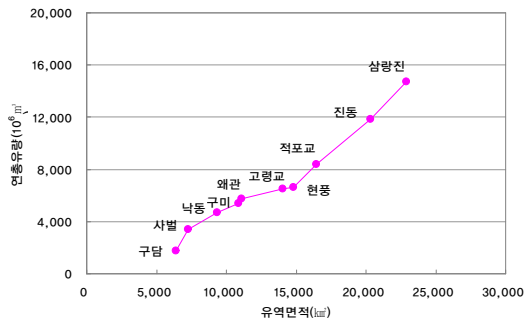
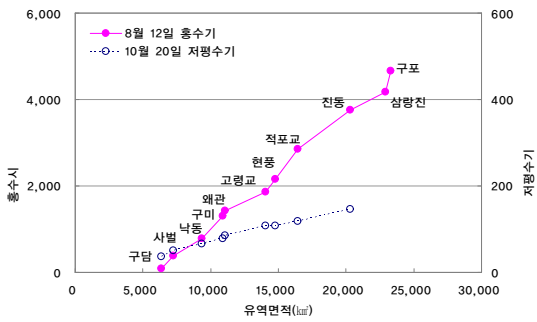
그림 5. 연유출률 분포 검토

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.

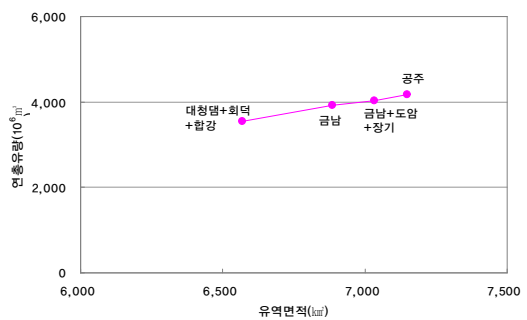
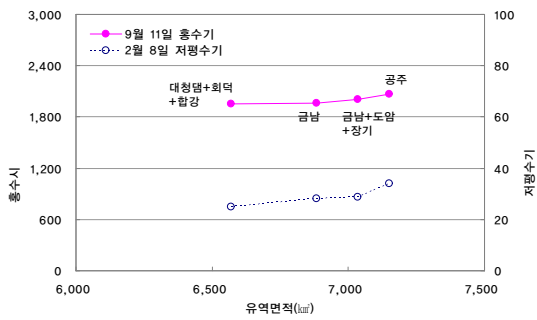
한강 권역



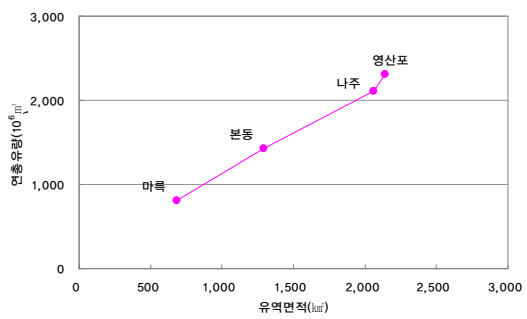
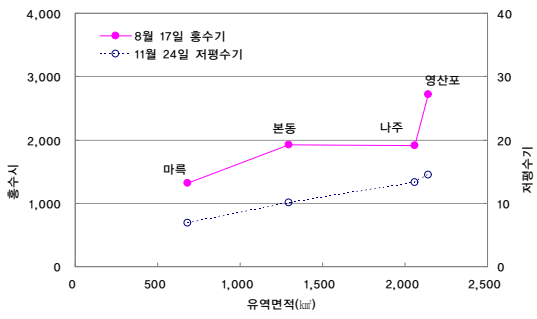
낙동강 권역



금강 권역



영산강 권역



a. 침투유량

b. 연층유량

그림 6. 상·하류 유량 비교

표 2와 그림 7은 4대강 권역의 연유출총량을 비교한 표와 그림으로, 권역별 유출량은 각 권역별 대표지점의 유출량과 동일하다는 가정하에 유출총량을 비교 하였다. 각각의 대표 지점은 2010년도 측정지점 중에 선정하였다.

한강권역은 남한강과 북한강을 모두 수렴하는 한강대교 지점이 권역을 대표하지만, 조석의 영향으로 인해 개발된 수위-유량관계곡선식의 평·저수위 유량이 불안정하여 차선으로 여주지점을 대표 지점으로 선정하였다. 낙동강권역은 진동지점, 금강권역은 공주지점, 영산강 권역은 나주지점을 대표 지점으로 선정하였다.

2010년 주요하천의 총유출량은 262.3억 m^3 으로 2009년에 비해 약 45%, 2008년에 비해 약 59% 더 많은 유출을 보였으며, 2007년에 비해서는 32% 적은 유출량을 나타냈다.

권역별로 살펴보면 낙동강이 118.4억 m^3 (2009년 대비 63%)으로 가장 많은 유출을 보였으며, 영산강이 21.3억 m^3 (2009년 대비 18%)으로 가장 작은 유출을 나타냈다. 금강권역은 41.9억 m^3 으로 2009년 대비 81%나 증가한 유출량을 보였다.

표 2. 권역별 유출총량

구 분	유역면적 (km^2)	평균 강우량 (mm)	2007년 유출량 (억 m^3)	2008년 유출량 (억 m^3)	2009년 유출량 (억 m^3)	2010년	
						유출량 (억 m^3)	증감
합 계	36,235.0	1,401.2	385.6	164.9	180.9	262.3	△45%
한 강(여주)	11,061.1	1,327.4	153.8	60.2	66.9	80.7	△21%
낙동강(진동)	20,311.3	1,214.5	157.7	66.8	72.8	118.4	△63%
금 강(공주)	2,803.9	1,431.0	50.3	25.3	23.2	41.9	△81%
영산강(나주)	2,058.7	1,631.7	23.8	12.6	18.0	21.3	△18%

※ 2009년 영산강(나주)은 본동, 능주, 오산 지점의 유출량을 합산함

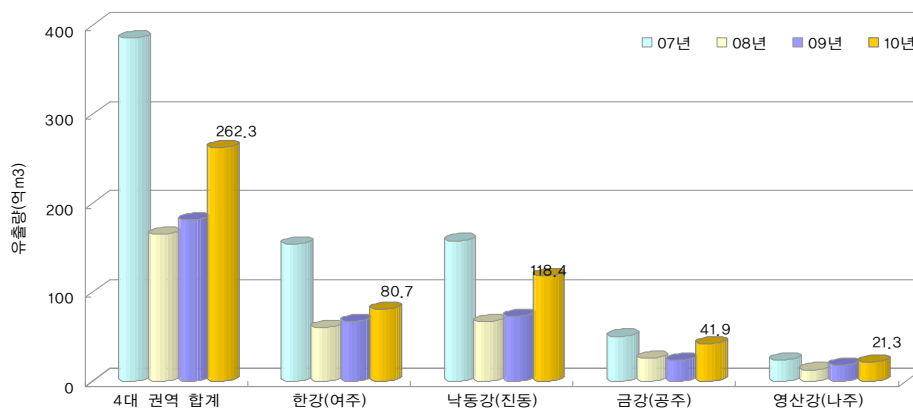


그림 7. 권역별 대표지점 연유출총량

5. 결론

2010년도 유량측정성과에 대한 품질정도를 평가한 결과 연도별로 정확도가 높아지고 있는 것으

로 나타났다. 또한 해당 지점에 대한 연유출률, 상·하류 유량, 연유출총량 등의 유출특성을 검토한 결과 측정기준 강화, 전문인력 투입, 측정성과에 대한 일상적인 품질관리시스템의 운용 등을 통해 과거의 측정성과에 비하여 자료의 품질이 점차적으로 개선되고 있는 것으로 나타났다

추후 유량자료 생산이 어려운 배수 및 감소 영향을 받은 구간내의 수위관측소에 대해서 유량측정 및 산정방법에 대한 추가적인 연구가 보완된다면, 보다 품질높은 수문자료 생산이 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 유량조사사업단 (2010). “2010년도 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