

금강 수계 갈수기 유출특성 분석

Runoff Characteristics Analysis of Drought Season in the Geumgang River Basin

이 충 대*, 이 금 영**, 박 석 근***, 최 혁 준****
Chung Dae, Lee, Geum Young, Lee, Seok Geun, Park, Hyuk Joon, Choi

요 지

그 동안 우리나라 수자원 관리의 주요 목적은 치수관리에 치중되어 있었으며, 이로 인하여 하상계수가 낮아지고 유행도 개선되어 도시 지역에서의 홍수발생은 거의 일어나지 않고 있다. 그러나 최근들어 급격한 산업화와 도시의 발달로 인하여 용수수요가 급증하여, 지속적이고 안정적인 용수공급이 한계를 나타내고 있으며, 또한 수질 악화 등과 같이 환경 문제 역시 발생하고 있다. 따라서, 수자원의 관리를 위하여 갈수기의 유출 특성을 파악하는 것은 매우 중요한 요소가 되었고, 이와 같은 문제들을 해결하기 위하여 갈수량의 조사는 필수적이다.

본 연구의 목적은 갈수량의 유출 특성을 파악하기 위해 2008년 금강 수계 수위관측소 지점에 대하여 유량측정을 수행하고, 측정된 성과를 기존 수위-유량관계곡선식에 적용하여 시계열 유량 자료를 획득하는데 문제가 없는지를 검토하였으며, 하천 지형 특성의 변화 및 수위 시계열의 변화 등을 파악하여 안정적인 갈수량 자료를 생산하는데 문제가 없는지 검토하였다.

금강 본류 및 1, 2차 하천의 41개 지점에 대하여 갈수량을 조사한 결과 안정적인 유량자료를 생산하는 지점은 9개소로 전체 중에 약 22%를 차지하고 있으며, 기존 수위-유량관계곡선식과 실측값 간에 오차가 발생하는 지점은 14개소로 전체 34%를 차지하고 있다. 또한 저수위 곡선식이 개발되지 않아 유량자료를 생산하지 못하는 지점이 18개소로 전체 약 44%를 차지하고 있는 것을 알 수 있다.

핵심용어 : 금강 수계, 갈수량, 유량측정

1. 서 론

우리나라는 대부분이 산간 지방으로 이루어져 있어 하상 경사가 매우 급하고, 강수량의 2/3 이상이 홍수기인 7월~9월에 집중되어 있어 강수에 의한 홍수피해가 비번하게 발생하고 있다. 이와 반대로 홍수기 기간을 제외한 기간에는 매우 적은 강수가 발생하여 하천의 용수이용에 많은 문제가 발생하고 있다.

본 연구에서는 금강 수계의 실측 유량 자료를 활용하여 금강 수계의 유출 특성을 분석하고, 기존 수위-유량관계곡선식과 실측 유량측정 성과의 비교·분석을 통하여 각 지점별 문제점을 파악하고, 정확한 갈수량 산정을 위하여 개선점을 제시하고자 한다.

* 정희원 · 유량조사사업단 유량조사실 그룹장 · E-mail : chungdea@kict.re.kr
** 정희원 · 유량조사사업단 유량조사실 연구원 · E-mail : decider@kict.re.kr
*** 정희원 · 유량조사사업단 유량조사실 연구원 · E-mail : dicast97@kict.re.kr
**** 정희원 · 금강홍수통제소 조사과 시설연구사 · E-mail : hjchoi@mltm.go.kr

2. 수위관측소 현황

금강 수계의 2008년도 측정성과 중 배수영향을 받지 않는 수위관측소 41개 지점에 대하여 2회~5회의 갈수위 유량측정을 수행하였으며, 수위관측소 현황은 표 1과 같다.

표 1 수위관측소 현황

하천명	지점(관측소코드)	위 치	조석/ 배수	관측 개시일
금 강	월 곡 (3001605)	전북 장수군 천천면 월곡리 운곡교	무/무	2008-01
장계천	장계교 (3001610)	전북 장수군 장계면 장계리 장계교	무/무	2008-01
금 강	용 담 (3007650)	전북 진안군 용담면 송풍리	무/무	1962-07
무주 남대천	설 천 (3003620)	전북 무주군 설천면 소천리 신촌농1교	무/무	2007-01
무주 남대천	장 백 (3003660)	전북 무주군 무주읍 장백리 장백교	무/무	2007-01
무주 남대천	무 주 (3003680)	전북 무주군 무주읍 읍내리 칠리교	무/무	1973-01
금 강	제 원 (3004640)	충남 금산군 제원면 저곡리 제원대교	무/무	1995-03
금 강	양강교 (3004690)	충북 영동군 심천면 고당리 양강교	무/무	1962-07
영동천	영 동 (3004685)	충북 영동군 심천면 초강리 (구)초강교	무/무	2006-01
초 강	황 간 (3005670)	충북 영동군 황간면 신흥리 황간교	무/무	2008-01
석 천	백화교 (3005675)	충북 영동군 황간면 우매리 백화교	무/무	2008-01
초 강	심 천 (3005690)	충북 영동군 심천면 심천리 심천교	무/무	1973-01
금 강	이 원 (3006650)	충북 옥천군 이원면 원동리 이원대교	무/무	1946-07
보청천	산성교 (3007610)	충북 보은군 보은읍 산성리 산성교	무/무	1982-08
보청천	이평교 (3007620)	충북 보은군 보은읍 이평리 이평교	무/무	1982-08
보청천	대 양 (3007645)	충북 보은군 탄부면 대양리 대양교	무/무	2008-01
삼가천	탄부교 (3007640)	충북 보은군 탄부면 하장리 탄부교	무/유	1982-08
보청천	기대교 (3007650)	충북 보은군 마로면 기대리	무/무	1982-08
보청천	산계교 (3007660)	충북 옥천군 청성면 산계리 산계교	무/무	1982-08
소옥천	옥각교 (3008630)	충북 옥천군 옥천읍 옥각리 옥각교	무/무	2008-01
금 강	현 도 (3008695)	대전시 대덕구 석봉동 금강1교	무/무	2007-01
두계천	방 동 (3009655)	대전시 유성구 방동 두계교	무/무	2001-01
갑 천	도 룡 (3009675)	대전시 유성구 도룡동 대덕대교	무/무	2007-01
유등천	복 수 (3009630)	대전시 서구 복수동 복수교	무/무	2001-05
대전천	인 동 (3009640)	대전시 동구 인동 인창교	무/무	2001-05
대동천	철갑교 (3009645)	대전광역시 동구 소재동 철갑교	무/무	2009-01
갑 천	불무교 (3009698)	대전광역시 유성구 봉산동	무/무	2009-01
금 강	매 포 (3010620)	충북 청원군 부용면 노호리	무/무	1958-01

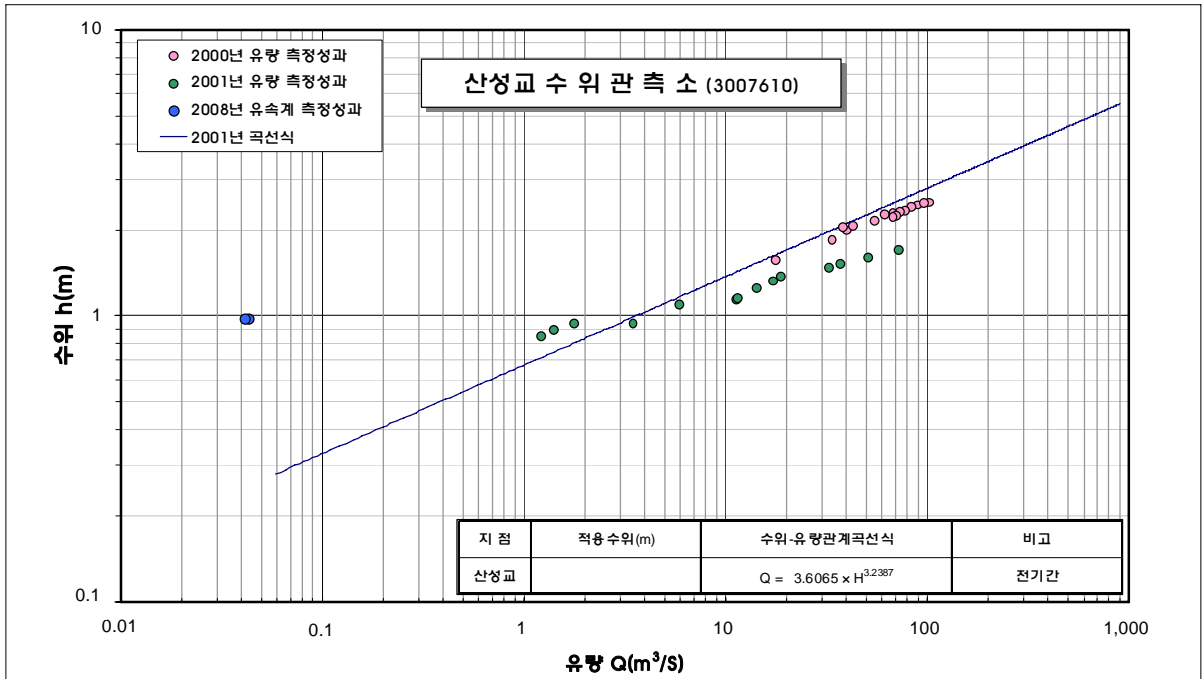
표 1 수위관측소 현황(계속)

하천명	지점(관측소코드)	위 치	조석/ 배수	관측 개시일
금 강	부 강 (3010660)	충남 연기군 동면 명학리	무/무	1917-01
미호천	가산교 (3011620)	충북 진천군 덕산면 인산리 가산교	무/무	2008-01
미호천	북 일 (3011635)	충북 청주시 상당구 외하동 팔결교	무/무	1993-06
무심천	청 주 (3011645)	충북 청주시 흥덕구 운천동 흥덕교	무/무	1917-06
병천천	장산교 (3011650)	충남 천안시 수신면 장산리 장산교	무/무	2009-01
병천천	옥 산 (3011660)	충북 청원군 옥산면 흰희리	무/무	1993-06
미호천	미호교 (3011685)	충북 청원군 강외면 서평리 미호교	무/무	2009-01
용수천	도 압 (3012607)	충남 연기군 금남면 도암리 도암교	무/무	2007-01
대교천	장 기 (3012609)	충남 공주시 장기면 봉안리 산봉교	무/무	2007-01
유구천	우 성 (3012635)	충남 공주시 우성면 동대리 동대교	무/무	1993-06
지 천	구 룡 (3012665)	충남 부여군 은산면 회곡리 지천교	무/무	1973-01
노성천	항 월 (3013665)	충남 논산시 광석면 항월리	무/무	2003-12
논산천	논 산 (3013670)	충남 논산시 대교동 논산대교	무/무	1993-06

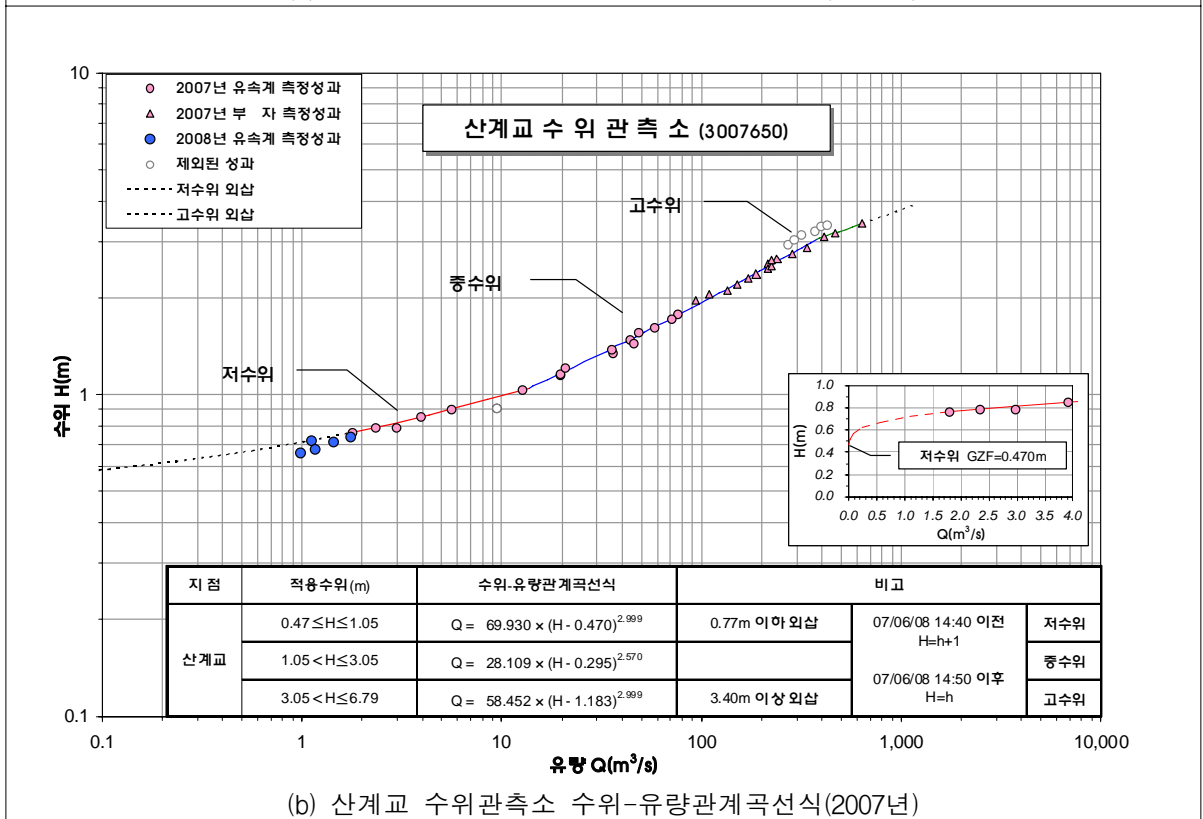
3. 자료 분석

3.1 수위-유량관계곡선식 분석

갈수량을 산정하는 가장 근간이 되는 수위-유량관계곡선식의 정확도를 판단하기 위하여 현재 작성된 수위-유량관계곡선식과 금번에 측정된 갈수위 유량측정성과를 같이 도시하였다. 그림 1(a)은 산성교 지점의 수위-유량관계곡선식을 나타낸 것으로 2002년에 작성되어 사용하고 있지만 그림에서 알 수 있듯이 갈수위 유량의 경우 오차발생이 매우 크게 나타나고 있다. 이는 2002년에 작성된 수위-유량관계곡선이 단일 곡선식으로 작성된 것으로 실제 유출과의 상관관계가 매우 낮다는 것을 알 수 있다. 그림 1(b)는 산계교 지점의 수위-유량관계곡선식을 나타낸 것으로 2007년에 작성되어 사용하고 있지만 갈수위 외삽을 추정하여 작성한 결과와 실제 2008년도 갈수위 측정성과와 다른 경향을 보이고 있다는 것을 알 수 있다. 그림 1(c)은 인동 지점의 수위-유량관계곡선식을 나타낸 것으로 2007년에 작성된 곡선식과 2008년 측정성과가 유사한 경향을 보이는 것을 알 수 있으며, 이는 인동지점이 대전광역시를 관통하여 흐르는 하천으로 안정적인 수위-유량관계곡선식이 제공되고 있다고 판단할 수 있다. 그림 1(d)은 옥산 지점의 수위-유량관계곡선식을 나타낸 것으로 2007년 작성된 곡선식을 사용하고 있지만 2008년 측정된 성과와 다른 경향을 보이고 있다. 이는 옥산 지점은 미호천의 지류인 병천천에 위치한 지점으로 하상이 모래로 되어 있어 지속적인 단면변화가 발생하고 있어 매년 홍수기를 전·후하여 갈수위 곡선식의 변화가 발생하는 것으로 판단된다. 이외에도 하도정비공사, 보의 갑문조작, 하수종말처리장, 취수장, 배수장 등 다양한 원인에 의하여 곡선식의 변화가 발생하는 것으로 판단되고 있다.

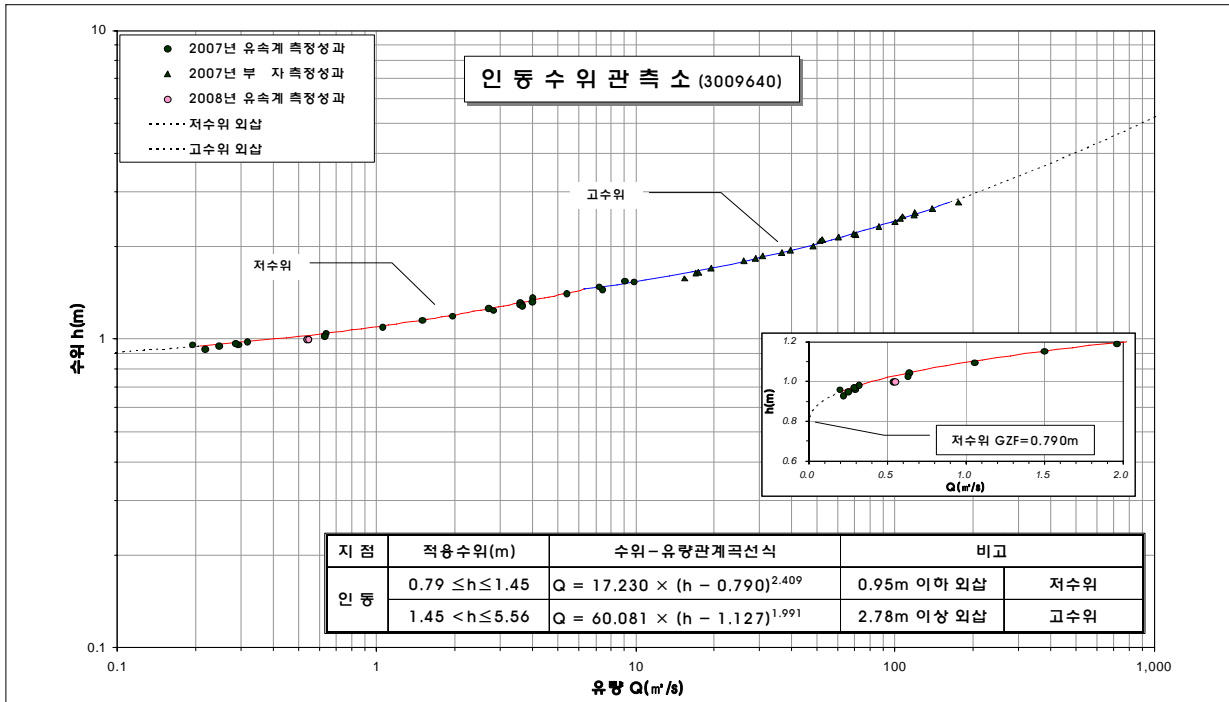


(a) 산성교 수위 관측소 수위-유량관계곡선식(2002년)

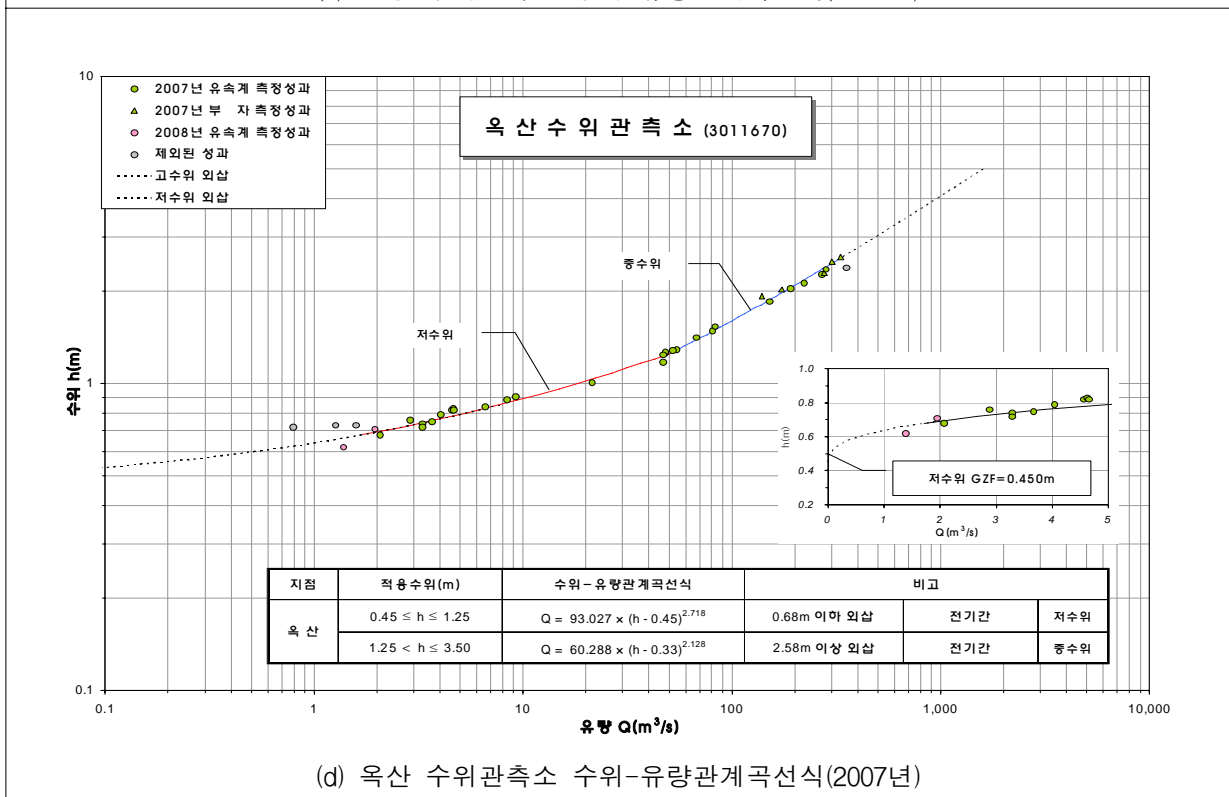


(b) 산성교 수위 관측소 수위-유량관계곡선식(2007년)

그림 1 수위-유량관계곡선식 사례 별 모음



(c) 인 동 수 위 관 측 소 수 위-유량관계곡선식(2007년)



(d) 옥 산 수 위 관 측 소 수 위-유량관계곡선식(2007년)

그림 1 수위-유량관계곡선식 사례별 모음(계속)

3.2 지점별 분석 현황

금강수계의 갈수위 곡선식과 2008년 측정성과를 비교 검토한 결과 그림 2와 같이 나타나고 있다. 그림 2에서 보는 바와 같이 기존곡선식과 실측치가 유사한 경향을 보이는 수위관측소는 총 9개소로 전체 조사한 41개소 중 약 22%를 차지하고 있으며, 미측정 지점 즉, 교량이 없거나 최근에 신설 되어 기존 수위-유량관계곡선식이 없는 지점이 18개소로 약 44%를 차지하는 것으로 나타났다. 또한 기존 곡선식과 실측치간의 오차가 발생하는 지점이 14개소로 전체 조사한 지점 중에서 34%나 차지하고 있어 이런 결과가 계속 누적될 경우 갈수량 산정에 많은 문제점이 발생할 것으로 판단된다.

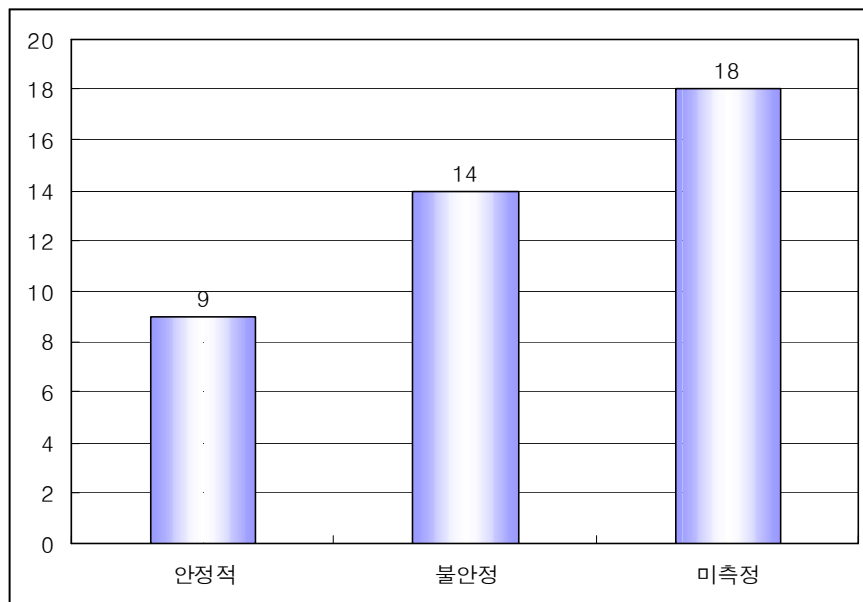


그림 2 갈수위 곡선식 정확도 현황

위 그림에서 알 수 있듯이 불안정한 유량값이 산정되고 있는 지점에 대하여 실측 유량과 기존 곡선식을 비교 하여 표 2에 나타내었다. 표 2에서 보면 기존 곡선식과 유량차이가 가장 많이 발생하는 무주 지점은 약 30 m³/s로 나타나고 있고, 가장 적게 발생하고 있는 구룡 지점은 약 0.25 m³/s로 나타나고 있다. 표 2에서 보면 유량 차이가 크게 발생하는 지점은 대부분 하도공사로 인하여 단면이 변화가 발생한 지점이며, 하상재료가 모래로 이루어진 지점과 보가 설치되어 있는 지점에서 갈수위 유량 차이가 발생하고 있다. 또한 과거에 단일곡선식으로 작성된 지점의 경우에도 역시 유량 자료의 오차 발생이 크게 나타났다. 대부분의 경우 홍수 전·후의 단면변화에 의해 갈수위 유량 오차가 발생하는 것을 알 수 있으며, 이와 같은 지점의 경우 갈수위 곡선식만을 변경하면 되지만 하도 공사와 같이 단면 전체의 변화가 발생하는 지점에서는 전 기간에 대한 유량측정이 필요할 것으로 판단된다. 또한 갈수위 곡선식의 경우 측정성과가 없는 구간에 대해서는 외삽추정식을 사용하고 있지만 모든 지점에서 추정식이 실측유량과 일치하고 있지 않기 때문에 추가 측정을 통하여 외삽추정식의 정확도를 향상 할 필요가 있다.

표 2 수위-유량관계곡선식 유량과 실측 유량의 비교

지점	수위 (m)	실측치 (m ³ /s)	추정치 (m ³ /s)	오차 (m ³ /s)	자료의 정상성과 특성
용담	0.300	5.184	0.074	5.1	하도공사로 인하여 저수위부 수위 하락 발생
	0.280	5.247	0.001	5.2	
무주	1.350	0.643	30.434	-29.8	하도공사로 인하여 저수위부 수위 상승 발생
	1.340	0.595	29.497	-28.9	
	1.330	0.496	28.579	-28.1	
	1.310	0.397	26.798	-26.4	
	1.350	0.590	30.434	-29.8	
이원	0.200	9.530	8.627	0.9	추정된 저수위 외삽곡선식 보완 필요
	0.220	11.270	9.900	1.4	
산성교	0.980	0.043	3.378	-3.3	단일곡선식으로 기존곡선식 작성 오류
	0.975	0.041	3.323	-3.3	
탄부교	0.890	0.032	0.873	-0.8	단일곡선식으로 기존곡선식 작성 오류
	0.865	0.016	0.759	-0.7	
산계교	0.720	1.107	1.094	0.0	추정된 저수위 외삽곡선식 보완 필요
	0.715	1.434	1.030	0.4	
	0.740	1.749	1.378	0.4	
	0.680	1.158	0.649	0.5	
	0.660	0.973	0.480	0.5	
옥산	0.710	1.940	2.391	-0.5	홍수 전·후 단면변화 발생
	0.620	1.380	0.753	0.6	
장기	1.145	0.190	5.003	-4.8	홍수 전·후 단면변화 발생
	1.160	0.270	6.494	-6.2	
구룡	0.180	1.340	0.907	0.4	홍수 전·후 단면변화 발생
	0.150	0.780	0.530	0.3	
	0.160	0.830	0.642	0.2	
	0.150	0.730	0.530	0.2	
	0.170	1.040	0.768	0.3	
이평교	0.350	0.014	-	-	계기수위 조정으로 곡선식 GZF 이하의 수위 발생
	0.460	0.036	-	-	
제원	1.050	6.400	13.016	-6.6	홍수 전·후 단면변화 발생
	1.060	7.180	13.507	-6.3	
	1.030	6.280	12.064	-5.8	
	1.020	6.240	11.603	-5.4	
	1.050	6.750	13.016	-6.3	

3.3 동시 유량비교 분석

금회 산정된 실측 유량을 전체 유역에 대하여 동시에 비교해 봄으로써 금강 수계의 갈수위 유출특성을 파악할 수 있으며, 상·하류 갈수량에 대한 비교 검토를 할 수가 있다. 그림 3은 갈수량 측정지점에 대한 동시유량을 지점별로 파악한 것이다. 용담댐 상류 지역은 약 0.5 m³/s 보다 적은 유량이 흐르고 있는 것을 알 수 있으며, 용담댐 하류지역은 용담댐 발전 방류에 의해 약 5.0 m³/s~10.0 m³/s 정도의 유량을 유지하고 있는 것을 알 수 있다. 대청댐 하류지역은 약 20.0 m³/s~40.0 m³/s 정도의 유량을 유지하고 있다. 대부분의 작은 지류에서는 약 1.0 m³/s 이하의 유량을 유지하고 있다.

그림 4을 보면 갑천 유역의 합류 전·후로 유량이 역전하는 현상을 보이고 있는데 이는 대청댐의 방류량과 갑천에 위치한 하수종말처리장의 방류에 의해 일시적으로 나타나는 현상이다.

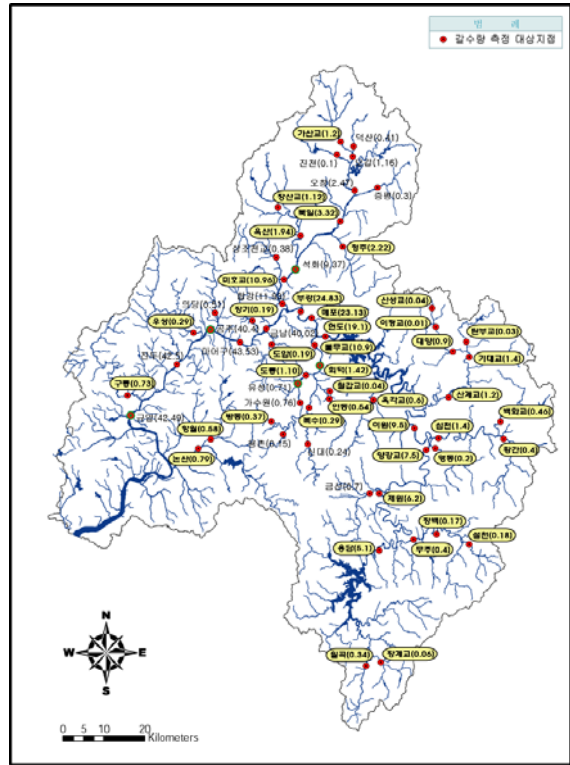


그림 3 갈수위 동시유량 비교

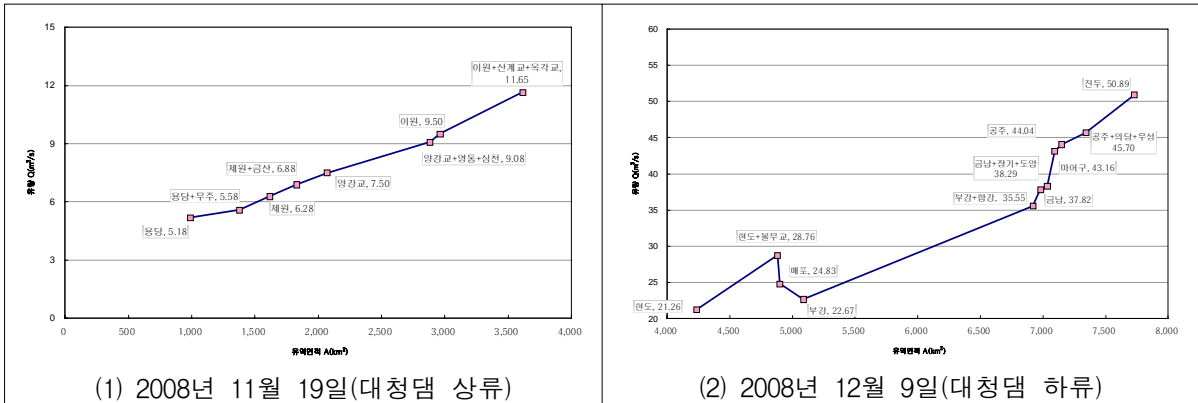


그림 4. 대청댐 상·하류의 동시유량 비교

4. 결론

본 연구에서는 기존 수위-유량관계곡선식과 갈수위 실측 유량의 비교·검토를 통하여 각 지점의 문제점을 분석하였으며, 현재 제공하고 있는 갈수량의 정확도를 파악하기 위한 기초자료를 구축하였다. 위에서 설명한 바와 같이 보다 정확한 갈수량 산정을 위해서는 각 지점의 갈수위 곡선식에 대한 지속적인 유량측정이 필요하며, 일부 수위-유량관계곡선식이 작성되지 않은 지점에서도

갈수량 산정을 위하여 갈수위 곡선식 산정이 매우 중요한 것으로 판단된다. 특히, 치수 목적의 홍수예보 지점과 같이 지속적인 유량측정이 이루어지는 지점과 같이 하천의 갈수위 유지 및 관리를 목적으로 하는 지점을 선정하여 지속적인 유량측정이 이루어져야 할 것으로 판단된다. 또한 홍수기를 전·후 하여 단면변화의 발생이 일어나는 지점에 대하여서도 역시 갈수위 유량측정이 지속적으로 이루어져야 할 것이다. 본 연구에서 구축된 갈수량 자료는 금강 수계의 물 순환 과정을 분석하는 중요한 자료로서 활용이 가능할 것으로 사료되며, 물 순환 체계의 유지 및 관리를 위한 기본 자료가 될 것으로 판단된다.

감 사 의 글

본 연구는 국토해양부가 출연하고 유량조사사업단에서 위탁 시행한 2008년도 수문정보 인프라 확충에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 건설교통부(2002), 금강수계하천정비기본계획
2. 건설교통부 (2004~2008), 한국수문조사연보.
3. 건설교통부 금강홍수통제소(2008), 금강수계 유량측정 조사 보고서
4. 건설교통부 금강홍수통제소 홈페이지 <http://www.hrfco.go.kr/kumgang>
5. 기상청(2008), 기상월보