

강우 패턴에 의한 낙동강 유역 주요지점의 유출특성

Runoff characteristics on the Major Water-level Station at Nakdong basin by rainfall pattern

김 삼 은*, 임 혁 진**, 정 찬 용***
Sam Eun Kim, Hyeok Jin Im, Chan Yong Jung

요 지

수문학적인 물의 순환은 여러 기상인자들과 영향을 주고 받으며 복합적으로 발생하는 자연현상이다. 이에 본 연구에서는 강우패턴에 의한 낙동강 본류 주요지점을 비교·분석하여 유출특성을 파악하였다. 또한 연간 강우량 변화에 따른 유출률 비교를 실시하였다. 선정된 지점은 연속적인 수위-유량관계곡선식이 개발되어 안정적인 시계열자료를 산출할 수 있는 지점으로 낙동강권역의 유역특성을 대표할 수 있는 진동 지점과 도시하천의 특성을 나타내는 금호강유역에 위치한 동촌 지점 및 남강댐 하류에 위치하여 댐방류량에 의한 하천유지유량이 발생하는 정암 지점을 선정하여 유출률분석을 실시하였다.

세 지점의 2008년 순유출률은 30% 내외의 유출률을 나타내고 있으며 주요 호우사상이 집중된 3/4분기의 경우 2007년과 비교하여 약 50% 가량의 작은 유출을 보이고 있다. 특히, 순유출량에 대한 순손실유량은 저·평수기로 대표되는 1, 2, 4분기에서 2007년에 비해 크게 높아지는 결과가 나타나는데 이는 저·평수기 토양 침투 및 증발에 의한 자연적인 손실과 가용하천유량이 적어짐에 따른 취수량의 유출량에 대한 양적 비율의 증가가 원인으로 파악할 수 있다. 2008년 낙동강권역의 순유출률은 2007년에 비해 낮아지는 결과를 나타내며 그 결과, 2008년 낙동강권역의 순유출률은 약 20%~40%의 순유출률을 나타내고 있다.

핵심용어 : 강우량, 수위-유량관계곡선식, 유출특성

1. 서 론

수문학적인 물의 순환은 여러 기상인자들과 영향을 주고 받으며 복합적으로 발생하는 자연현상이다. 이에 본 연구에서는 강우패턴에 의한 낙동강 본류 주요지점을 비교·분석하여 유출특성을 파악하였다. 또한 연간 강우량 변화에 따른 유출률 비교를 실시하였다. 선정된 지점은 연속적인 수위-유량관계곡선식이 개발되어 안정적인 시계열자료를 산출할 수 있는 지점으로 낙동강권역의 유역특성을 대표할 수 있는 진동 지점과 도시하천의 특성을 나타내는 금호강유역에 위치한 동촌 지점 및 남강댐 하류에 위치하여 댐방류량에 의한 하천유지유량이 발생하는 정암 지점을 선정하여 유출률분석을 실시하였다.

2. 대상지점의 현황

진동 수위관측소는 경남 함안군 칠서면 계내리(동경 128°29'09", 북위 35°22'49")에 제방부착식으로 설치되어 있다. 유역면적은 20,311.3km²로 낙동강 전체 유역면적의 85%를 차지하며 유로연장은 427.9km이다. 동촌 수위관측소는 대구광역시 동구 신암동(동경 128°38'03", 북위 35°53'29")에 제방부착식으로 위치하고 있다. 유역면적은 1,533.6km²이다. 계획홍수위는 EL. 34.650m, 계획홍수량은 5,590m³/s이며 수원으로부터 거리는 90.8km로서 금호강 전체 유역면적의 73.23%를 차지하고 유로연장은 86.4km, 하도경사는 1/1,250, 하폭은 245m이다. 정암 수위관측소는 경남 의령군

* 정회원 · 유량조사사업단 낙동강그룹 연구원 · E-mail : sekim@hsc.re.kr

** 정회원 · 유량조사사업단 낙동강그룹 연구원 · E-mail : hyukjin@hsc.re.kr

*** 정회원 · 유량조사사업단 낙동강그룹 연구원 · E-mail : sharpkms@hsc.re.kr

의령읍 정암리 (구)정암교(동경 128°17' 43", 북위 35°18' 48")에 교량부착식으로 낙동강 수계의 남강에 위치하고 있다. 본 수위관측소는 1968년 1월에 자기수위계로 관측을 개시하여 1988년 3월에 T/M수위계로 전환하였다. 유역면적은 3,283.0km², 유로연장은 129.0km, 하폭은 260m, 하상경사는 1/1,430이다. 수위관측소 상류 약 51.8km 지점에 남강댐이 위치하여 댐 방류량의 영향을 받고 하류 약 27.5km 지점에서 낙동강 본류와 합류하여 본류 배수영향을 받는 지점이다.

3. 지점별 2008년도 수위-유량관계곡선 및 유량자료 현황

2008년도 낙동강수계의 측정지점 중 2007년도와 수위-유량관계곡선의 변화가 없었던 3개지점을 선택하여 각각의 지점에 대한 수위-유량관계곡선식 개발에 대한 내용을 기술하였다.

3.1 진동 지점의 2008년도 수위-유량관계곡선 개발 유량환산 자료 분석

진동 지점은 수위관측소 과거년과 비교해 측정성고가 안정되는 결과를 나타내고 있어 2007년에 개발된 수위-유량관계곡선식을 참고하여 저·중·고수위 세 구간으로 구분하여 수위-유량관계곡선식을 개발하였다. GZF는 최근 4년간 수위자료 및 GZF로 예상되는 남지대교 교각보호공 유심부의 최심하상고(-1.30m)를 고려하여 2007년과 동일한 0.25m(H=h+2 기준, 실제수위 h=-1.75m, 이하 환산수위 기준)로 선정하고 별도의 저수위외삽 추정식을 개발하였다. 고수위 구간은 2007년에 측정된 수위-유량관계의 경향성이 상이하여 2007년에 개발된 고수위 외삽추정식을 동일하게 사용하였다. 저·중수위의 구간분리는 수위관측소 단면측량자료(단면변화 수위 2.12m) 및 수위-단면적, 수위- \sqrt{Q} 관계의 수위-유량관계의 경향성을 검토하여 2007년에 개발된 수위-유량관계곡선식과 동일하게 2.17m에서 구간분리를 실시하였다.

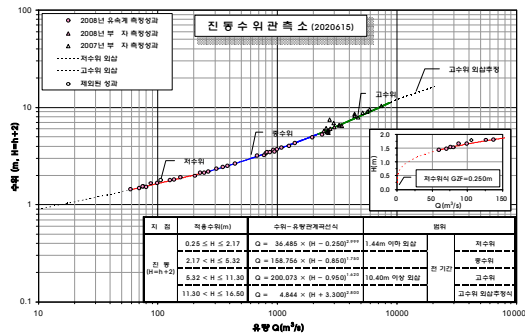


그림 1. 진동 지점 2008년도 수위-유량관계곡선식

진동 지점은 2008년 계기수위가 전 기간에 걸쳐 정상적으로 작동하였으나 수위관측소가 음영 지역에 위치하여 목자관수위와 계기수위가 약 0.05m 내외의 수위차를 나타내고 있으나 환산유량과 측정유량의 편차는 10% 내외로 낮게 나타나고 있다.

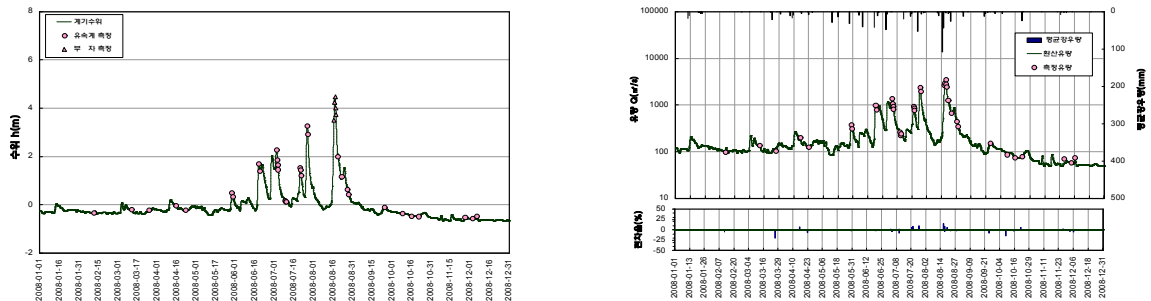


그림 2. 진동 지점 수위 및 유량환산 자료

3.2 동촌 지점의 2008년도 수위-유량관계곡선 개발 유량환산 자료 분석

2007년에 개발된 곡선식의 고수위 구간 검증에 위해 고수위 12회 측정이 계획되었으며, 저수위 곡선식의 검증을 위해 저·평균수에 대한 측정 8회, 고수위 6회의 측정성과를 확보하였다. 홍수 전후 단면변화가 크지 않고 측정성과간에도 거의 유사한 특성을 보이고 있다. 따라서, 2008년 하천단면의 변화가 미미하다고 판단하여 곡선식의 기간분리를 고려하지 않았다. 저수위 곡선은 추정된 GZF를 고려하여 개발하였으므로 저수위 곡선의 하한 적용 수위인 1.09m 미만에 대해서는 별도의 외삽곡선 없이 저수위 곡선을 그대로 외삽하여 사용이 가능하다.

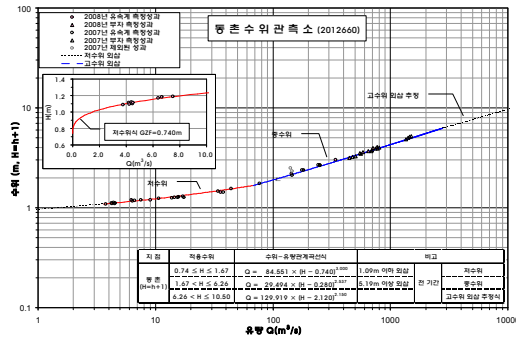


그림3. 동촌 지점 2008년도 수위-유량관계곡선식

동촌 지점은 2008년 계기수위가 전 기간에 걸쳐 정상적으로 작동하여 목자관수위와 계기수위가 비교적 정확하게 일치하여 환산유량과 측정유량의 편차는 매우 낮게 나타나고 있다.

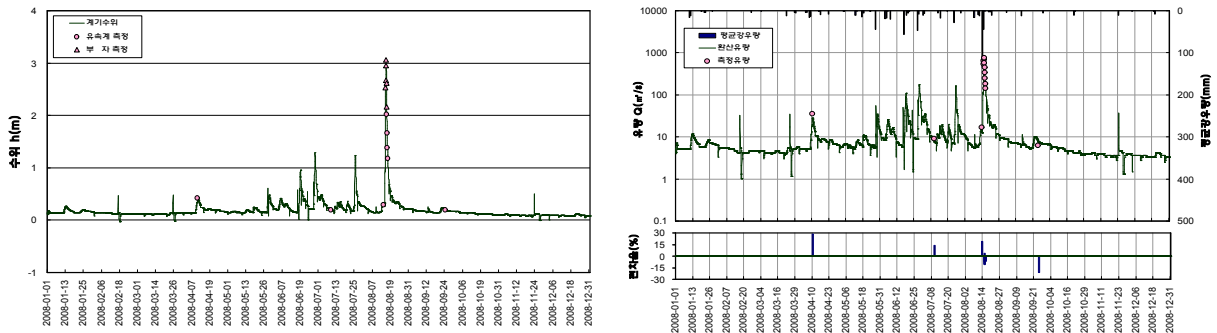


그림 4. 동촌 지점 수위 및 유량환산 자료

3.3 정암 지점의 2008년도 수위-유량관계곡선 개발 유량환산 자료 분석

정암 지점은 하상의 주성분이 모래로 구성되어 단면이 불규칙하고 유수의 흐름이 불안정하여 단면통제를 심하게 받는 지점이다. 유량측정은 수위대별로 유수의 흐름이 안정된 지점을 선정하여 유량측정을 실시하였다.

홍수 전후 단면변화가 미미하다고 판단되어 곡선식의 기간분리는 고려하지 않았고 하천단면이 복단면 형상으로 저수위, 중수위1, 중수위2 3개 구간으로 분리하였다. 중수위2 구간은 2007년 측정된 중수위 성과를 이용하여 개발하였고 고수위 구간은 유량측정성과가 없어서 별도의 외삽 추정식을 개발하였다. 수위-단면적, 수위-평균유속, 수위- \sqrt{Q} 관계를 종합적으로 분석한 결과 1.50m, 4.15m에서 수위-유량관계 특성의 변화가 있어 이를 경계로 저수위와 중수위1 그리고 중수위2를 구간분리하여 작성하였다.

GZF는 현장 측정과 측정성과, 과거 5년 최저수위, 계기수위의 관계를 분석하여 -1.90m로 정하고 별도의 저수위 외삽 추정식을 개발하였다.

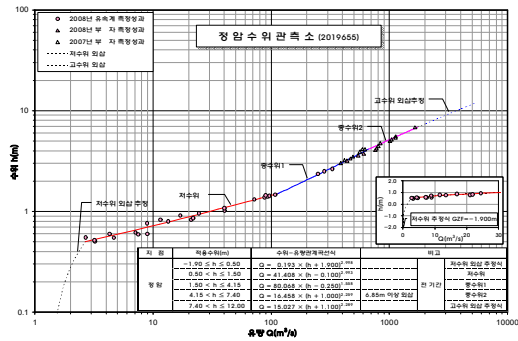


그림 5. 정암 지점 수위 및 유량환산 자료

정암 지점은 전 기간 동안 계기수위와 목자관수위가 일치하고 있으며 하반기에 저수위 측정성과의 산포도는 미미하게 변하는 불규칙한 하상단면과 저유속으로 발생하는 측정오차가 원인으로 판단된다.

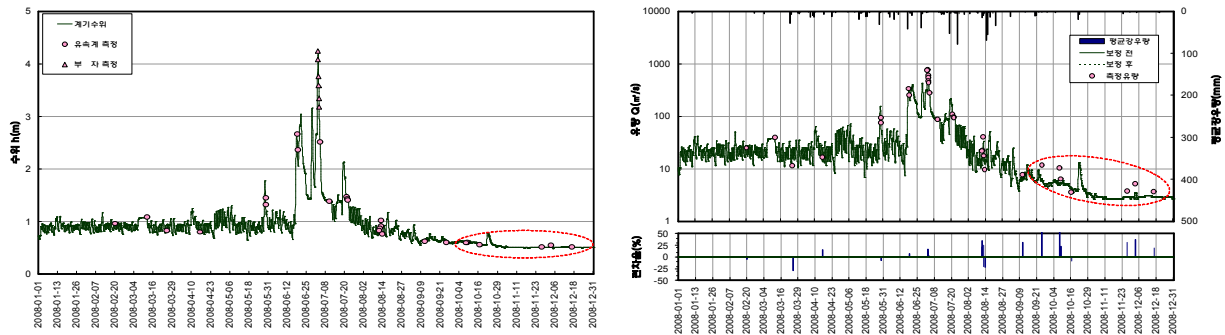


그림 6. 정암 지점 수위 및 유량환산 자료

4. 강우패턴에 따른 유출특성 분석

2008년 전 기간의 기상청 지상기상관측소의 산술평균강우량과 Thiessen 가중평균유량은 낙동강유역 산술평균강우량 887.3mm, 가중평균강우량 833.3mm로 나타났으며, 각각의 유역에 대해 기상청 지상기상관측소의 우량관측망의 산술평균강우량을 사용하여 유출량을 산정하였으며 2008년 낙동강권역의 월별 강우량은 다음 표 1과 같다. 2008년 강수량은 2007년에 비해 양적으로 약 34.3% 적게 내린 905.7mm를 기록하고 있다. 따라서 2008년 낙동강권역의 연 유출량은 2007년에 비해 적게 나타나고 있으며 2008년 기상청 월별 우량분포는 다음 그림7과 같이 낙동강유역 상류지역인 내성천과 낙동강 동해 및 낙동강 남해에 집중되었다. 월별 우량분포는 기상청 지상기상관측소의 월별 강수량을 단순히 거리가중평균법에 따라 공간내삽한 수치로서 시계열특성에 따른 강우분포를 비교하기 위한 분포도로 공간분포에 대한 수치상의 의미를 내포하진 않는다.

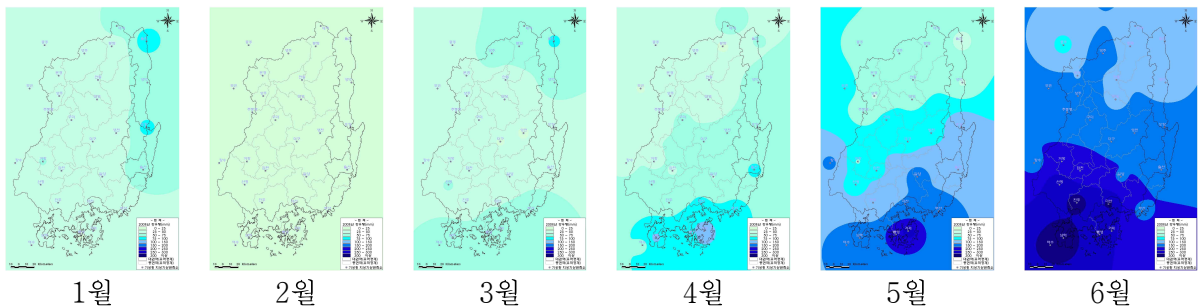


그림 7. 2008년 낙동강권역 월별 강우량분포

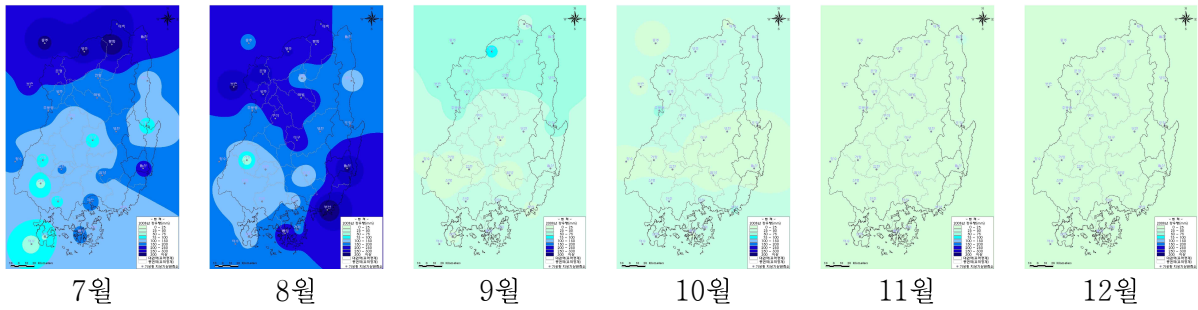


그림 7. 2008년 낙동강권역 월별 강수량분포(계속)

표 1. 낙동강권역 기상청 월별 강수량현황

년도	거제	거창	구미	남해	대구	마산	문경	밀양	보은	봉화
2007년	1,576.00	1,729.00	1,523.80	1,780.50	973.9	1,497.20	1,448.80	1,061.00	1,541.10	1,210.30
2008년	1,206.90	615.7	760.2	1,081.40	761.4	1,020.40	974.8	807.5	959.9	1,027.90
년도	부산	산청	상주	안동	영덕	영주	영천	울산	울진	의성
2007년	1,276.50	1,775.90	1,283.30	1,122.00	1,197.50	1,475.90	1,142.10	1,135.80	1,215.00	1,324.30
2008년	1,168.30	785.5	856.7	737.9	729.3	1,063.10	774.3	1,112.30	916.6	786.2
년도	장수	진주	추풍령	충주	태백	통영	포항	합천	평균	편차율 (%)
2007년	1,563.30	1,701.50	1,311.00	1,439.20	1,498.80	1,341.80	1,241.90	1,232.60	1,379.30	
2008년	863.4	885.6	818.5	882.5	959.5	1,150.00	885.4	767	905.7	-34.3

유출률 비교를 위해 선정된 지점은 연속적인 수위-유량관계곡선식이 개발되어 안정적인 시계열자료를 산출할 수 있는 지점으로 낙동강권역의 유역특성을 대표할 수 있는 낙동강하류에 위치한 진동 지점과 도시하천의 특성을 나타내는 금호강유역에 위치한 동촌 지점 및 남강댐 하류에 위치하여 댐방류량에 의한 하천유지유량이 발생하는 정암 지점을 선정하여 유출률분석을 실시하였다. 다음 표 2와 같이 세 지점의 2008년 순유출률은 30% 내외의 유출률을 나타내고 있으며 주요 호우사상이 집중된 3/4분기의 경우 2007년과 비교하여 약 50% 가량의 작은 유출을 보이고 있다. 특히, 순유출률에 대한 순손실유량은 저·평수기로 대표되는 1, 2, 4분기에서 2007년에 비해 크게 높아지는 결과가 나타나는데 이는 저·평수기 토양 침투 및 증발에 의한 자연적인 손실과 가용하천유량이 적어짐에 따른 취수량의 유출량에 대한 양적 비율의 증가가 원인으로 파악할 수 있다. 2008년 낙동강권역의 순유출률은 2007년에 비해 낮아지는 결과를 나타내며 그 결과, 2008년 낙동강권역의 순유출률은 약 20%~40%의 순유출률을 나타내고 있다.

표 2. 지점별 2007년, 2008년 분기별 유출률 비교

지점	유역 면적 (km ²)	분기	연도	강우량 (mm)	유출고 (mm)	유출률 (%)	순유출고 (mm)	순유출률 (%)	순순실유량 (유입량-유출량) (백만 m ³)
동 촌	1,544.0	1분기	2007년	105.4	33.8	32.1	23.8	22.5	106.82
			2008년	65.5	27.1	41.4	12.8	19.5	69.0
		2분기	2007년	189.9	47.3	24.9	43.2	22.8	192.0
			2008년	313.3	64.7	20.7	60.5	19.3	330.8
		3분기	2007년	703.9	396.7	56.4	457.2	65.0	322.9
			2008년	349.9	112.3	32.1	118.6	33.9	302.7
		4분기	2007년	58.9	26.8	45.5	21.7	36.9	48.6
			2008년	39.2	21.3	54.3	15.3	39.1	31.2
		계	2007년	1,058.0	504.6	47.7	545.9	51.6	670.3
			2008년	767.9	225.4	29.4	207.3	27.0	733.8
정 암	3,283.0	1분기	2007년	162.2	64.6	39.8	78.1	48.2	84.3
			2008년	90.2	53.8	59.6	25.5	28.3	64.6
		2분기	2007년	164.2	44.0	26.8	22.2	13.5	142.5
			2008년	444.0	128.8	29.0	123.1	27.7	320.3
		3분기	2007년	1154.4	515.7	44.7	871.2	75.5	284.1
			2008년	235.5	118.6	50.3	75.8	32.2	159.4
		4분기	2007년	86.2	65.9	73.9	77.7	87.2	11.5
			2008년	43.0	8.7	20.2	-1.4	-3.2	44.3
		계	2007년	1,570.0	690.2	44.0	1049.2	66.8	522.3
			2008년	812.7	309.9	38.1	223.0	27.4	588.6
진 동	(가) 2 0, 31 7. 0	1분기	2007년	136.7	52.9	38.7	42.8	31.3	1,516.9
			2008년	77.5	46.9	60.5	26.0	33.5	712.0
		2분기	2007년	227.8	73.9	32.5	59.5	26.1	2,717.0
			2008년	288.1	90.2	31.3	63.4	22.0	3,105.6
		3분기	2007년	871.1	577.9	66.3	680.4	78.1	3,077.8
			2008년	416.1	172.9	41.6	189.7	45.6	3,130.4
		4분기	2007년	58.3	71.4	122.4	61.2	104.9	-46.3
			2008년	46.0	26.2	56.9	15.2	32.9	426.7
		계	2007년	1293.9	776.1	60.0	843.9	65.2	7,265.5
			2008년	827.7	336.2	40.6	294.3	35.5	7,374.7

4. 결 론

수문학적인 물의 순환은 여러 기상인자들과 영향을 주고 받으며 복합적으로 발생하는 자연현상이다. 이에 본 연구에서는 강우패턴에 의한 낙동강 본류 주요지점을 비교·분석하여 유출특성을 파악하였다. 또한 연간 강우량 변화에 따른 유출률 비교를 실시하였다. 선정된 지점은 연속적인 수위-유량관계곡선식이 개발되어 안정적인 시계열자료를 산출할 수 있는 지점을 선택하여 분석하였다. 세 지점의 2008년 순유출률은 30% 내외의 유출률을 나타내고 있으며 2008년 낙동강권역의 순유출률은 2007년에 비해 낮아지는 결과를 나타내며 그 결과, 2008년 낙동강권역의 순유출률은 약 20%~40%의 순유출률을 나타내고 있다. 향후 강우에 의한 유출 분석뿐만 아니라, 증발산, 토양수분, 하천수 사용에 관한 종합적인 인자들에 대한 측정이 실시된다면, 낙동강 권역에서의 종합적인 물순환 과정이 파악될 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 건설교통부(2007), 2007년도 유량조사 보고서.
2. 국토해양부(2008), 2008년도 유량조사 보고서.
3. 김경훈, 낙동강수계 T/M유량과 실측유량의 비교분석, 대한상하수도학회 학술발표회 논문집, 2005.4
5. 국토해양부 낙동강홍수통제소 홈페이지 <http://www.nakdonriver.go.kr>.