

# (3-5) 홍수빈도해석에 의한 설계홍수량 산정방법 일반화



김 남 원 ▶▶▶

한국건설기술연구원 수자원연구실 선임연구위원  
nwkim@kict.re.kr

## 1. 서론

우리나라는 수자원의 효과적인 이용과 홍수로부터 초래되는 피해를 줄이기 위해 하천에 수공구조물을 설치하거나 많은 공사를 오래전부터 진행해 왔다. 하천설계개념이 명확하지 않았던 조선시대에도 하천공사 관련 기록은 총 132회나 되었으며(김현준, 1998), 20세기 이후에는 이수와 치수의 목적으로 구축되는 대소 수공구조물이 점점 많아지게 되었다(건설부, 1991). 이러한 수공구조물의 수문학적 설계를 위한 기본 입력자료는 홍수량이며, 특정구조물의 사회, 경제적 측면을 함께 고려하여 결정된 홍수량을 설계홍수량(design flood)이라 한다. 일반적으로 중소 수공구조물의 설계홍수량은 홍수량의 상대빈도 이론과 구조물의 사회, 경제적 측면을 함께 고려하는 빈도홍수량이 주로 이용된다. 즉, 실제 수공구조물의 설계홍수량을 위해서는 반드시 홍수량 자료를 직접적으로 분석하는 것이 필요하나, 홍수량 자료가 계속되지 않는 경우가 많고, 계속되었다고 하더라도 자료기록기

간이 짧거나, 지배유역계의 변화, 자료기록기간 또는 신뢰성 등의 문제를 가지고 있다.

우리나라의 수공구조물 설계의 경우, 홍수량 자료의 부족과 신뢰성 문제로 홍수량 자료에 의해서 직접 설계, 평가되지 못하고, 소위 설계강우-단위도법에 의해서 빈도홍수량을 추정하는 등 간접적인 빈도홍수량 추정방법이 표준방법으로 자리매김을 하고 있다. 예를 들어 하천정비 기본계획상의 대부분의 방법은 모두 설계강우-단위도법으로 추정된 빈도홍수량으로 비교·검토없이 그대로 설계에 반영되고 있다.

그러나, 이러한 간접적인 홍수량 추정방법은 포함되어 있는 절차에 불확실성이 너무 많이 내포되어 있기 때문에 실제 적용에 있어서 많은 제약이 뒤따른다(건설부, 1991). 물론, 설계강우-단위도법의 정교성과 타당성에 대해서는 논의조차 불허하는 현실에서, 다행히 이번 ‘첨단기술 기반 하천운영 및 관리 선진화’ 연구단의 ‘한국형 수문량 분석 선진화 기술개발’ 연구에서 국내 자료를 이용하여 홍수량 추정에 포함된 기본가정에서부터 매개변수 추정에 이르기까지, 홍수량 추정에 포함된 제반 절차를 평가할 예정이다.

홍수량 자료에 의한 빈도홍수량 분석은 실제적으로 빈도홍수량을 추정하기 위한 실제적이고 기본적인 방법임에도 불구하고, 우리나라에서는 홍수량 자료의 부족과 신뢰도 그리고 댐과 같은 인위적인 영향으로 인한 지배유역계의 변화 등으로 인하여 잘 사용되고 있지 않았다. 따라서, 간접적인 방법인 설계강우-단

위도법과 같은 방법의 많은 오류를 낳았고, 추정된 결과의 신뢰성에 대해서 충분한 결론을 내리기 어렵게 되었다. 물론 미계측 유역에서의 홍수량 추정에는 어느 정도의 오차를 가질 수 밖에 없지만, 그러한 오차범위조차도 논의할 수 없는 것이 현실이다.

그러므로, 미계측 유역에서의 홍수량 추정을 위한 방법론을 정리하고, 일관된 홍수량을 추정할 수 있도록 유도하기 위한 홍수량 빈도해석에 의한 설계홍수량 산정방법을 일반화 시키는 것이 무엇보다도 필요하다고 할 수 있다. 이것은 오랜 기간에 걸쳐 그 이론과 적용이 잘 정립된 방법으로서, 여러 지역의 계측된 홍수빈도분석 자료를 이용하여 지역인자 및 기상인자와의 상관분석을 통해서 지역화하는 절차를 가진다. 이 방법은 지역의 수문학적, 통계학적인 동질성과 유역의 흐름영역이 주요한 제약조건으로 작용하나, 지역의 균형된 홍수량 해석을 수행할 수 있다는 장점이 있다. 따라서, 홍수빈도분석은 무엇보다도 홍수량 자료에 의한 해석이기 때문에 많은 홍수량 관측 자료가 요구된다. 근래 들어 우리나라에는 많은 지점에서 수위관측과 유량측정이 이루어지고 있으며, rating에 의해서 수위자료를 유량으로 환산할 수 있으며, 더욱이 홍수빈도분석을 수행할 수 있을 정도의 상당한 자료기록기간을 가지고 있다.

본 고에서는 홍수빈도분석을 위한 우리나라와 세계 주요국가들의 연구동향을 통해서 얻은 문제점들과 노력을 고찰하고, 금번 ‘한국형 수문량 분석 선진화 기술개발’ 연구의 3-5 세세부 과제에서 수행할 우리나라 홍수량 자료에 의한 ‘홍수빈도해석에 의한 설계홍수량 산정방법 일반화’ 연구의 계획된 내용을 소개하고자 한다.

## 2. 미계측 지역을 위한 지역홍수빈도 분석의 동향 및 문제의 제기

대부분의 설계상황은 홍수량 자료를 얻을 수 없는 미계측 유역을 대상으로 한다. 미계측 유역의 빈도홍

수량을 추정하는 방법은 단순홍수량 공식, 설계호우-단위도법, 지역홍수빈도분석법, 동역학적홍수법 등으로 나눌 수 있으나, 실제로는 설계호우-단위도법을 중심으로 하는 강우에 의한 홍수량 추정방법과, 지역홍수빈도분석방법을 중심으로 하는 홍수량 추정방법으로 크게 나눌 수 있다. 강우에 의한 홍수량 추정방법은 침투홍수량과 홍수수문곡선을 모두 나타낼 수 있는 장점이 있고, 지역홍수빈도분석방법은 침투홍수량만을 표현하나, 추정치의 정해라는 장점이 있다. 여기에서는 지역홍수빈도분석에만 국한하여 논의한다.

Burnham(1980)은 홍수량 자료가 없거나, 자료기록기간이 매우 짧은 경우, 즉 미계측 유역의 경우, 자료기록기간이 긴 지역에서 빈도분석한 결과치와 유역특성인자 간의 관계를 해석하는 것을 지역화 또는 지역빈도분석으로 정의하였으며, 관계해석방법에 따라 Qt의 통계적 추정법, 모멘트 추정법, 지수홍수법, 전이법으로 분류하였다. Qt의 통계적 추정법은 계측된 여러 지점에서 빈도홍수량을 작성한 후 특정 재현기간의 홍수량과 기상학적 또는 지형학적인 요소와 상관시켜 회귀식을 유도한 후 회귀식과 잔차항의 함수로 표현되는 방법이다. 모멘트 추정법은 계측된 여러 지점에서 1, 2, 3차 모멘트를 추정한 후, 이 모멘트와 기상학적 또는 지형학적인 요소와 상관시켜 회귀식을 유도하는 방법이다. 지수홍수법은 일정한 재현기간 또는 평균홍수량에 대한 지역적인 관계를 작성하고 나머지 재현기간은 지수홍수에 대한 무차원 빈도곡선 또는 분위수로 표현하는 방법이다(Darymple, 1960). 전이법은 타지역의 빈도홍수량을 수문학적인 동질성을 가정하여 유역면적비법만을 이용하여 사용하는 방법이다. 각 방법이 상황에 따라 장단점을 가지고 있고 그 쓰임새가 다르기 때문에(건설부, 1991), 특별히 어떤 방법이 우월하다고 할 수 없지만, WMO(1989)에서는 지수홍수법을 권장하고 있는 실정으로 현재 유일한 지역해석방법으로 자리매김하고 있다.

## 2.1 우리나라의 지역홍수빈도분석 현황 및 문제점

국내의 경우 지역홍수빈도분석의 시도로서, 윤태훈(1973)은 전국수계에 대해 2변수 대수정규분포를 이용하여 유역면적 654.3~25,046.0km<sup>2</sup>의 범위를 가지는 12개 유역에 대해 지역빈도분석을 수행하였고, 홍수빈도분석을 수행한 후 자료의 모멘트를 유역특성 인자와 상관시키는 모멘트 추정방법으로 경험식을 제시하였다. 고재웅(1977)은 전국 5대 하천 중 유역면적 551.4~2473.2km<sup>2</sup> 범위를 가지는 24개 소유역에 대해 20년간의 홍수자료를 이용하여 빈도분석을 수행하였으며, 이때 이용된 방법은 Hazen 방법, Log Pearson Type III, Gumbel-Chow 방법이며, 각 방법에 의한 빈도분석결과의 중간치를 이용하여 재현기간 2.33년의 홍수량과 유역면적을 상관시켰다. 양동률과 고재웅(1981)은 고재웅(1977)과 동일한 유역을 대상으로 Gumbel-Chow 방법과 Weibull 도시위치 공식을 이용하여 지역빈도분석을 수행한 후, 유역면적과 상관시켜 재현기간별 홍수량을 추정할 수 있는 경험식을 제안하였다. 이 결과는 우리나라 자료에 의한 최초의 지역관계라고 할 수 있다.

설계호우-단위도법이 표준방법으로 자리매김하고 있는 상황에서 추정된 홍수량의 신뢰성을 확보하기 위하여 당시 건설부(1991)에서도 수자원관리기법 개발연구조사의 일환으로 홍수빈도분석을 위한 절차를 검토하였고, 이를 근거로 건설부(1993)는 우리나라 35개 지점을 대상으로 일제시대부터 1993년까지 수집가능한 모든 순간홍수량 자료를 수집, 정리하였으며 이를 이용하여 지역빈도분석을 수행하였다. 각 지점의 자료 연수는 약 45개년이다. 최종적으로 빈도분석에 고려된 관측소는 28개 지점이고, 확률분포형으로 Wakeby 분포, 매개변수 추정방법으로 L-Moment 방법을 이용하여 지역빈도분석을 수행하였다. 이는 일종의 지수홍수법과 유사한 방법으로 전국의 대 유역별 재현기간에 따른 분위수와 홍수량과 유역면적을 상관시킨 경험식을 제시하였으나, 만족할 만한 지역해석결과를 제시하지 못하였다. 그 이유로,

관측자료의 신뢰성과 댐과 같은 구조물 설치로 인한 자료군의 변질, 그리고 소유역에 대한 자료부재, 자료기록기간의 불일치성 등의 문제가 제기되었다. 따라서 소유역 부분에 대한 문제를 해결하고자, 김남원(1994)은 건설부(1993)와 유사한 방법으로 IHP 유역을 대상으로 합리식의 형태로 지역화를 시도하여 경험관계를 제시하였으나, 앞서 제시한 자료의 신뢰성, 불일치성 등의 문제가 여전히 남아 있었다.

김남원과 원유승(2004)은 건설부(1993)와 김남원(1994)의 결과에서 1999년까지 자료를 확장하여 건설부(1993)과 같은 방법으로 전국적인 지역홍수빈도분석을 수행하였으며, 그 결과를 지수홍수법과 Qt 통계추정법으로 나타내었다. 이 결과는 ‘하천정비기본계획수립 및 하천대장작성지침(건설교통부, 2004)’과 ‘홍수량 산정기법 가이드라인(건설교통부, 2007)’에 삽입되어 설계호우-단위도법의 비교, 평가용으로 이용되었다. 이 결과는 당시 상황으로서 상당한 분석이었으나, 자료의 한계로 댐영향을 충분히 검토하지 못하였으며, 공간적으로 산재된 적은 자료군으로 인하여 지역해석의 특성이 충분히 검토되지 못하였다.

## 2.2 설계홍수량 산정방법론에 대한 문제제기 및 홍수빈도분석

설계홍수량은 대상이 되는 수공구조물 및 평가하는 시설물의 규모를 결정하는 중요한 지표로, 잘못된 홍수량의 추정은 대규모의 경제적인 편향을 가져올 수 있다. 이러한 상황에서 2005년 초에 시민단체로부터 임진강 유역에 설치될 한탄강댐의 설계홍수량과 이에 근거한 임진강 하천정비기본계획의 홍수량에 대해 문제가 제기되었다. 한탄강댐의 역할을 강조하기 위하여 홍수량의 규모를 부풀리고 그 영향을 극대화하기 위하여 하천정비기본계획상에 임진강 하류의 홍수조절을 크게 하였다는 것이다. 이것은 설계홍수량 추정방법의 불확실성을 근거로 하였다는 점과 그동안 관행적으로 묵인되어 왔던 매개변수 추정방법에

대하여 이론적으로 문제를 제기하였다는 점에서, 학계에서 제기되어야 할 문제가 시민사회단체에 의하여 사회적, 정책적으로 문제가 되었다는 점에서 큰 충격이 되었다. 물론, 한탄강댐의 설계홍수량은 건설교통부(2004)의 홍수빈도분석 결과를 이용하여 비교, 평가하였다.

이 문제의 제기는 '설계홍수량 산정 선진화 기획 연구보고서(국토해양부, 2010)'를 요구하게 이르렀으나, 여전히 이 보고서에서도, 홍수빈도분석 방법은 홍수량 자료의 신뢰성 문제로 자료가 더 축적된 후에 수행되어야 할 방법으로 폄하하는 우를 범하고 있었다. 즉, 홍수량 자료의 문제가 우리나라에서는 설계홍수량 산정방안의 선진화에 무엇보다도 중요한 역할을 하고 있음을 알 수 있다.

### 2.3 외국의 홍수빈도분석 현황

미계측 지역을 위한 홍수빈도분석을 이룸하여 지역홍수빈도분석이라 하는데, 이 결과는 수공구조물을 설계하기 위한 설계홍수량으로서 뿐만 아니라, 실제 홍수량의 규모를 평가한다든가, 홍수보험에 적용되는 등 세계 각국의 노력은 상당하다고 할 수 있다.

1) 미국의 경우 Fuller(1914)에 의한 지역해석을 필두로 많은 지역홍수빈도분석에 관한 많은 리포트가 있었으나, 홍수보험제도의 도입과 더불어 일관된 홍수량 산정방법이 요구되어 미국 의회 수자원분과(Water Resources Council)에서 논의 되었고, Benson(1968)을 중심으로 홍수빈도분석 방법이 토의되어, 최종적으로 Bulletin 17B(IACWD, 1982)를 보고하였다. 여러 홍수량 산정방법 중 Log-Pearson Type III를 미국의 대표 확률분포로 선정하여 제시하였고, 지역화된 왜곡도 지도를 작성함으로써 미국에서 일정한 홍수량을 산정할 수 있도록 하였다. 이 결과는 미국의 대부분의 유량자료를 관측하고 있는 미국지질조사국(USGS)에서 보유하고 있는 장기간의 많은 자료를 바탕으로 한 Hardison(1974)의 결과를 이용한 것이다. 이후 수많은 연구가 있었으며 현재는

지역홍수빈도 분석결과가 기후변화와 지형형태학의 관점에서 어떤 관계를 가지는지에 대한 연구가 주를 이룬다.

2) 영국의 경우 Beran(1987)에 의하면 설계홍수량의 연구는 1851년 Lastle의 연구를 시작으로 하여, 1862년 Beardmore에 의해 최대치 개념이 도입되었고, 그 이후 합리식 등의 홍수량 공식을 연구하기에 이르렀다. 1968년에 발생한 심각한 홍수의 발생을 시작으로 Flood Studies Report(FSR)(NERC, 1975)를 위한 대규모 연구가 진행되었으며, IH(Institute of Hydrology)를 중심으로 25명의 전문가를 구성하여 4년의 연구 끝에 FSR을 제시하였다. 이 당시 영국은 엄청난 홍수량자료를 가지고 있었기 때문에 이를 근거로 하여 지역홍수빈도 분석결과를 지수홍수법으로 제시하였다. 여기에서의 초점은 많은 홍수량 자료를 이용하여 지역화를 시도할 때 자료해석을 어떻게 하느냐, 통계적인 기법과 자료의 신뢰성이 어떤 관계를 가지느냐가 연구의 중심에 있었다. 이후 대규모 연구는 FSR을 수정하는 형식으로 이루어졌으며, Flood Estimation Handbook(FEH)(IH, 1999)에 수정된 형태로, 다시 2008년 재수정을 하기에 이르렀다.

3) 유럽연합의 경우, 최근 COST Action ES0901 (FloodFreq - European procedures for flood frequency estimation)(CEH, 2012)을 통하여 전 유럽의 홍수빈도 분석의 방법을 평가하는 연구를 수행중임을 밝혔다. 영국을 포함한 25개국의 지역홍수빈도 분석의 내용을 살펴보면, 대체로 유럽의 각국에서는 영국 FSR (NERC, 1975)을 벤치마킹하여 대규모 연구단을 구성하였음을 알 수 있다. 여기에서도 중요한 것은 지역화하기 위한 통계적인 방법론 보다는 홍수량자료의 획득 여부와 처리여부 그리고 자료형성조건에 따른 통계적인 방법론의 도입이 주요한 이슈가 되었다.

### 3. 홍수빈도분석의 연구방향

#### 3.1 홍수빈도분석을 위해 계획된 연구절차

홍수빈도분석에 대한 국내외 연구동향에서 충분히 알 수 있었던 것은 홍수빈도분석 지역화 연구의 성패는 신뢰성 있는 홍수량 자료를 얼마나 많이 확보하느냐에 있으며, 방법론의 개발도 홍수량 자료의 확보 및 관측자료의 공간적인 밀도 여부에 따라 많은 변화가 있다는 것이다. 또한, 일반적인 홍수빈도분석 절차는 매우 잘 정립되어 있기 때문에 자료의 수집 정도에 따른 여러 방법론을 구상할 수 있으며, 댐과 같은 인위적인 수공구조물에 의한 홍수량의 변화, 기후변화 요인을 고려할 수 있는 방법론의 정립 등이 요구된다고 할 수 있다.

현재 우리나라 상황은 외국과 같이 홍수빈도분석을 위한 방대한 양의 자료가 관측되고 있지 않으며, '설계홍수량 산정 선진화 기획 연구보고서(국토해양부, 2010)'에서도 밝힌바 있듯이 홍수량 자료의 신뢰성에 많은 의문점을 제시하고 있는 현실이다. 그러나 우리나라의 수문관측은 홍수량을 중심으로 이루어져 왔으며, 더욱이 상당한 자료가 축적되어 있다는 것이다. 다만, 도시화와 하천정비와 같은 관측 시스템의 변화를 가져온 자료가 상당량 포함되어 있고, 댐과 같은 지배유역계의 변화로 인하여 직접적인 자료 형태로 분석할 수 없다는 것에 주안점을 두어, 이를 평가하는데 초점을 맞춘 홍수빈도해석의 일반화 연구를 다음과 같이 계획하였다.

첫째, 홍수량 자료를 침투홍수량만이 아닌 홍수사상별로 수집한다.

둘째, 자료의 신뢰성을 확보하기 위한 제반의 가능성을 검토한다.

셋째, 기개발된 강우-유출모형을 이용하여 공간자료를 모의, 확장한다.

넷째, 홍수빈도분석의 방법론은 기존에 정립된 방법을 따른다.

다섯째, 댐과 같은 인위적인 영향과 기후변화와 같은 자연적인 영향을 고려할 수 있는 지역관계를 개발할 수 있는지 검토한다.

#### 3.2 홍수량 자료의 수집 범위

우리나라 빈도홍수량의 특성을 토의하기 위해서는 무엇보다도 신뢰성 있는 순간최고치 홍수량 자료를 많이 확보하는 것이 필요하나, 우리나라 수문관측의 실정상 그러한 자료를 수집, 정리하기란 쉽지 않다(김남원, 1998).

건설부(1993)는 한강 13개, 낙동강 14개, 금강 7개, 영산강 5개, 섬진강 3개 등 5대강의 도합 42개 지점에 대해서 연최대치 계열을 구축할 수 있도록 자료를 수집, 정리한 바 있으며, 기왕의 모든 자료를 획득한다는 차원에서 조선하천조사서, 조선하천조사연보, 한국하천요람, 한국수문조사서, 한국 수문조사연보, 홍수위일보 등 수집 가능한 대부분의 참고자료를 총망라한 바 있다. 한편 김남원(1994)은 건설부(1993)의 자료에서 제외된 IHP 유역을 대상으로 약 10년간의 홍수량 자료를 정리한바 있다. 따라서 이 자료를 포함하여 가능한 홍수량 자료를 2010년까지 확보하는 것이 제일 중요하다. 그러나, 이 자료는 침투유량 자료가 아니기 때문에 실제로 이의 신뢰성을 확보하기 위한 제반 평가를 할 수 없다. 따라서 가능한 홍수사상자료를 중심으로 새롭게 발췌, 검토하는 것이 필요하다. 이때, 일단위 유량자료도 포함하여 수집한다.

#### 3.3 홍수량 자료의 공간확장과 신뢰성 분석

홍수빈도 분석의 지역화와 미계측 유역의 특성을 좀 더 세밀히 고찰하기 위해서는 전국적인 관측자료가 필요하지만, 무엇보다도 신뢰성 있고 공간적으로 조밀한 관측망을 가진 자료형태가 필요하다. 우리나라의 관측망의 형태는 지역화 특성을 충분히 모사할 수 없다. 유역규모가 큰 경우에는 지역화를 위해서 댐의 영향을 배제한 홍수량을 얻는 것이 필요하고,

유역규모가 작은 경우는 공간자료의 모의확장이 필요하다. 따라서, 시단위의 홍수량 자료를 공간적으로 더 확보하기 위하여, 현재까지 개발된 수문모형을 중심으로 연구를 수행한다. 물론, 댐 하류의 홍수량은 수문모형을 중심으로 홍수량을 재산정한다. 수문모형 적용에 의한 생성자료는 지역화 해석을 위한 것 뿐만 아니라 홍수빈도분석 방법론, 지역홍수빈도분석의 원 인적, 물리적인 해석을 가능케 할 수 있다. 또한, 수 문모형으로 자료의 일관성과 신뢰성을 검토한다.

### 3.4 일자료를 이용한 첨두유량의 추정

지역홍수빈도분석의 시간적인 정보의 확장, 공간 적인 정보의 확장을 위해서는 많은 정보를 획득하는 것이 중요하다. 특히 일유량 자료는 첨두유량의 정보를 획득하는 데 중요한 역할을 할 수 있다. 더욱이 기 후변화에 대한 시나리오의 결과가 최소 일단위로 모 의되기 때문에 이를 검증하기 위해서는 일자료와 첨 두유량의 관계가 매우 중요하다. 따라서, 일자료와 첨두유량의 관계를 검토하여, 지역홍수빈도분석의 가 능성을 확보하고, 지역간의 관계해석에 신뢰성을 부 여한다.

### 3.5 홍수빈도분석 방법

홍수빈도분석은 세 가지 방향으로 진행된다. 첫째, 현재 자료로 어느 정도의 재현기간까지 확장할 수 있느냐는 것이고(시간적 정보확장), 둘째, 공간적으로 어느 정도의 범위를 가지느냐(공간적 정보확장)의 문 제이다. 셋째는 원인적으로 지역홍수분석을 수행할 수 있느냐(원인적 정보확장)이다. 이를 위해서 직접 적인 지점홍수빈도 분석은 미국에서 제안하고 있는 Log-Pearson Type III 분포, 영국 및 유럽에서 사 용하고 있는 GEV 분포가 이용될 것이고, 지역홍수빈 도 분석을 위해서 Wakeby 분포가 추가로 포함될 것 이다. 매개변수 추정법은 L-Moment 방법(Hosking and Wallis, 1997)이 이용될 것이다.

시간적 정보확장은 자료기간을 넘어 어느 정도 재 현기간까지 확장할 수 있느냐 이며, 공간적 정보의 확장은 바로 지역홍수빈도분석의 주된 연구이며, 그 관계는 FEH(IH, 1999)에서 작성한 다음의 관계로 이루어질 것이다.

$$Q_0 = f(\text{유역면적, 유역경사, 강우량, 저수지 면적, ...})$$

원인적인 지역홍수빈도분석은 홍수빈도분석을 물 리적인 측면으로 고찰하는 것으로 우리나라 홍수량 자료에 의해서 지형형태와 강우형태에 따른 거동을 규명하며, 그 가능성에 초점을 맞춘다.

### 3.6 댐 영향을 고려한 홍수빈도분석 방향

댐하류 지점에서 상류댐의 영향에 따른 홍수량 평 가방안은 평가측면과 설계측면으로 구분되어 연구된 다. 평가측면의 홍수량 변화는 기존 댐의 운영에 따 른 하류지점의 홍수량을 댐이 없을 때의 홍수량과 비 교, 평가하는 형태로 연구되며, 설계측면의 홍수량 변화는 댐의 홍수방어능력에 따른 하류의 홍수량 변 화 영향으로 지역홍수빈도분석의 결과를 이용하여 수 립한다.

### 3.7 기후변화를 고려한 홍수빈도분석 방향

홍수빈도분석의 결과는 ‘과거 홍수의 상대빈도가 앞으로 발생할 홍수의 상대빈도와 같다’라는 가정에 서 설계홍수량에 사용된다. 그러나 기후변화가 앞으 로 예상된다면 이러한 가정은 성립될 수 없기 때문에 이를 고려할 수 있는 방안이 수립되어야 한다. 본 연 구에서는 기후변화 여부와 예상되는 기후변화에 따른 강우 및 홍수량 변화 형태를 연구하는 것은 아니다. 그러나, 기후변화는 기상인자의 변화이기 때문에 이 로 인하여 예상되는 홍수량의 변화를 고려하기 위해 서 강우인자(강우량, 강우강도 등)를 지역홍수빈도 분석의 독립인자로 사용함으로써 기후변화를 고려할

수 있는 지역홍수빈도 분석 방안을 수립할 수는 있다. 따라서, 지수홍수법의 지수를 평균홍수량으로 산정하여, 앞서 설명한 지역인자는 물론 기후인자에 따른 다중회귀 분석으로 기후가 변화하는 시나리오에서도 이를 감안할 수 있는 방안을 모색한다.

#### 4. 결론

현재 우리나라 하천의 대부분이 하천정비가 이루어져 있고, 댐과 같은 구조물도 상당 부분이 구축되어 있는 실정으로 설계홍수량의 추정은 매우 일반적인 형태로 이루어지고 있으나, 실제로는 어느 누구도 그 추정된 결과치에 대해서 확신을 할 수 없는 것이 우리나라 현실이라고 할 수 있다. 심지어는 전문가 그룹이 아닌 시민단체에 의해서 설계홍수량 산정방법에 대한 문제가 제기되는 등의 정말로 유감스러운 상황에 직면하고 있다. 다행히, 이번 ‘한국형 수문량 분석 선진화 기술 개발’ 연구에서 미계측 유역을 대상으로 하는 설계홍수량 추정에 대하여, 각 부분별로 국내자료와 선진 기법을 연결함으로써 과학적, 기술적으로 설명할 수 있는 결과를 도출하기를 기대한다.

본고는 3-5세세부 ‘홍수빈도해석에 의한 설계홍

수량 산정방법 일반화’ 연구에 국한하여 우리나라 연구상황과 어려움 그리고 외국의 연구전략 등을 살펴 보아 홍수량 자료의 중요성과 그에 따른 홍수빈도분석 연구의 필요성을 고찰하였다. 물론, 홍수량 자료가 시, 공간적으로 충분치 않은 상황에서 공간해석을 하는 지역홍수빈도분석을 수행하기란 매우 어렵다. 금번 계획된 홍수빈도분석의 일반화 연구는 우리나라 상황에 맞게 지역홍수빈도분석 연구를 수행할 수 있도록 구상하였다. 연구의 초점은 얼마나 실제 업무에 사용할 수 있느냐에 달려있다. 따라서 충분한 기술적, 과학적인 고찰을 통해서, 냉철하게 설계업무의 고충을 살펴서 최선의 결과가 도출되기를 희망한다.

※ 덧붙이는 말 : 본고의 서론, 연구동향, 그리고 자료부분에서 상당한 부분이 김남원과 원유승(2004)에서 재이용된 것임을 밝힙니다.

#### 감사의 글

본 연구는 국토교통부 물관리연구사업의 연구비지원(11기술혁신C06)에 의해 수행되었습니다. 🍵

#### 참고문헌

1. 건설교통부 (2004). 하천정비기본계획수립 및 하천대장작성 지침.
2. 건설교통부 (2007). 홍수량 산정기법 가이드라인.
3. 건설부 (1991). 1991년도 수자원관리기법개발연구조사 보고서.
4. 건설부 (1993). 1993년도 수자원관리기법개발연구조사 보고서.
5. 고재웅 (1977). “한국하천홍수량의 빈도분석에 관한 연구.” **대한토목학회 논문집**, 대한토목학회, Vol. 25, No. 4, pp. 95-102.

6. 국토해양부 (2010). 설계홍수량 산정 선진화 기획 연구보고서.
7. 김남원 (1994). *미계측 유역의 홍수유출 특성에 관한 비교연구-합리식을 중심으로-*, 연구보고서, 건기연 94-WR-112, 한국건설기술연구원.
8. 김남원 (1998). *수문관측 현황과 개선방향-수위, 우량관측을 중심으로*, 건설기술정보지, 한국건설기술연구원, 7월호, pp. 9-15.
9. 김남원, 원유승 (2004). “우리나라의 빈도홍수량의 추정.” **한국수자원학회 논문집**, 한국수자원학회, 제37권, 제12호, pp. 1019-1032.
10. 김현준 (1998). *조선시대 하천공사 기록조사*, 책임연구과제보고서, 건기연 98-098, 한국건설기술연구원.
11. 양동률, 고재웅 (1981). “유역특성으로부터 확률홍수량의 유도에 관한 연구.” **한국수문학회 논문집**, 한국수자원학회, Vol. 14, No. 3, pp. 37-46.
12. 윤태훈 (1973). “지역화한 홍수빈도분석.” **대한토목학회논문집**, 대한토목학회 제21권, 제3호, pp. 43-51.
13. Benson, M.A. (1968). “Uniform flood-frequency methods for federal agencies.” *Water Resources Research*, Vol. 4, No. 5, pp. 891-908.
14. Beran, M. (1987) *The UK Flood Studies Report: continging responsibilities and research needs*, in *Flood Hydrology*, edited by V.P. Singh, Riedel Publishing Company.
15. Burnham, M.W. (1980). *Adoption of Flood Flow Frequency Estimates at Ungaged Locations*, Training Document 11, U.S. Army Corps of Engineers.
16. CEH (2012). *Review of applied-statistical methods for flood-frequency analysis in europe*, Centre for Ecology & Hydrology.
17. Darymple, T. (1960). *Flood Frequency Analysis, manual of hydrology, Part 3, Flow-flow Techniques*, U. S. Geological Survey Water Supply paper 1543-A, pp. 1-79.
18. Fuller, W.E. (1914). “Flood flows.” *ASCE Trans.*, 77, pp. 567-617.
19. Hardison, C.H. (1974). “Generalized skew coefficients of annual floods in the United States and their application.” *Water Resources Research*, Vol. 10, No. 4, pp. 745-751.
20. Hosking, J.R.M. and Wallis J.R. (1997). *Regional Frequency Analysis - An Approach Based on L-moments*, Cambridge University Press.
21. IACWD (1982). Guidelines for determining flood flow frequency, Bulletin 17B (revised and corrected), Interagency Advisory Committee on Water Data(IACWD), U.S. Dept. of the Interior, USGS, Office of Water Data Coordination, Reston, VA.
22. IH (1999). *Flood Estimation Handbook*, Institute of Hydrology(IH), UK.
23. NERC (1975). *Flood Studies Report*, Vol. 1, Hydrologic studies, Natural Environment Research Council (NERC), London.
24. WMO (1989). “Statistical Distributions for Flood Frequency Analysis.”, WMO-No. 718, *World Meteorological Organization*, Geneva, Switzerland.