

## 미국의 홍수보험 운영현황 및 홍수지도 작성기법 소개

### 1. 서론

보험제도는 '다수의 불확실한 동질의 위험을 결합하여 일정한 확률적 규칙성을 갖고 발생하는 실질적 손실을 위험의 결합에 의한 평균손실로 대체하여 위험을 분산하는 사회적 제도'라 정의된다(고영찬 등, 1998).

따라서, 홍수보험은 홍수로 인해 발생할 수 있는 위험과 손실을 분산하기 위한 제도라 할 수 있다. 우리나라에서는 현재 '홍수보험' 대신 '풍수해보험'이라는 이름이 사용되고 있다. 2006년 3월에 제정 및 공포된 '풍수해보험법'은 '풍수해로 발생하는 재산 피해에 따른 손해를 신속하고 공정하게 보상하기 위한 풍수해보험에 필요한 사항을 규정함으로써 국민의 생활 안정에 이바지함을 목적'으로 하고 있다.

풍수해보험법에서 정의된 '풍수해'는 '태풍·홍수·호우(豪雨)·강풍·풍랑·해일(海日)·대설로 발생하는 재해'를 의미하며, '풍수해보험'은 '풍수해로 발생하는 재산 피해에 따른 손해를 보상하기 위한 보험'이다. 따라서 풍수해보험은 홍수보험에 비해 더 넓은 범위의 재난을 대상으로 운영되는 제도라 할 수 있다.

우리나라의 풍수해보험은 민간회사에서 운영하지만 제도의 활성화를 위해 국가에서 일부를 지원하는 형태로 운영되고 있다. 따라서 현실적인 운영현황을 고려한다면 풍수해보험을 '소방방재청이 관장하고 민영보험사가 운영하는 정책보험'으로서 국민이 부담하여야 하는 보험료의 일부를 국가 및 지자체에서 보조함으로써 국민은 저렴한 보험료로 예기치 못한 풍수해(태풍, 홍수, 호우, 해일, 강풍, 풍랑, 대설)에 능동적으로 대처할 수 있도록 하

는 선진형 보험'으로 정의할 수 있다(홍창문, 2008).

자연재해에 대한 정책보험은 정부에서 1990년대 초반부터 선진형 위험관리 기법의 하나로 준비해 온 제도로 통계자료의 부족과 관련 보험업계와 운영방안에 대한 협의의 난항 등의 사유로 정책화되지 못하다가 2004년 6월에 소방방재청이 발족된 후 민간/관계/학계 등이 함께 참여한 TF팀의 운영 등을 통해 풍수해보험 제도가 실체화 되었다. 이를 통해 2006년 3월 3일 '풍수해보험법'이 법률 제7859호로 제정, 공포되었고 5월 16일 소방방재청과 동부화재해상보험(주)가 전국 9개 시군에 대한 풍수해보험 시범사업 운영양정을 체결하면서 풍수해보험이라는 이름의 정책보험사업이 시작되었다(임현우, 2006). 이후 2008년 4월 1일부터 전국적으로 확대되어 시행 중에 있다.

표 1. 풍수해보험의 특성

구분	내 용	비 고
보험의 성격	사회적 보험	사회보장제도와 같이 국민생활의 공평을 방지하는 국민의 생존권을 확보하기 위해 시행되는 제도로서 시장기구에 의해 해결될 수 없는 위험이기 때문에 국가의 적극적인 개입을 통해 이루어지게 된다.
	민간적 보험	개인 스스로의 필요에 의해 국가에서 보장하는 최저치 이상의 경제적 위험을 완화하기 위한 자발적인 노력으로 이루어지기 때문에 시장기구에 그 기능을 의존하는 경향이 크다.
보험의 종류	생명 보험	생명의 손실이 취급대상
	재산 보험	재산을 소유, 관리, 사용하는 과정에서 발생할 수 있는 손실이 취급대상
	재해 보험	배상책임보험, 계약자가 과실 등으로 인해 제3자에게 금전적 손실을 주어 법적으로 보상할 의무가 생길 경우 이를 보험자가 보상해주는 보험

풍수해보험은 이재민을 대상으로 국가가 지원해주는 사회후호차원 보상수준을 그대로 유지한다면 사회적 보험이라 할 수 있으며, 최저 생활수준 이상을 넘어 피해의 상당 부분을 충당할 수 있다면 민간적 보험의 성격을 갖는다. 현재 우리나라의 풍수해보험은 사회적 보험과 민간적 보험의 성격을 동시에 가지고 있다.

풍수해보험은 재산보험의 성격을 가진다고 볼 수 있음

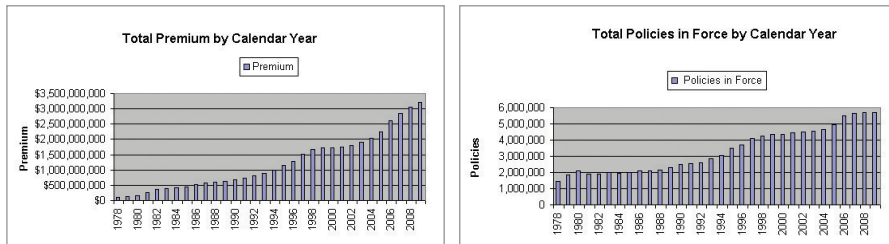


그림 1. 미국의 홍수보험료와 홍수보험수의 변화 추이<sup>1)</sup>

보험으로서 풍수해보험만이 가지는 특성은 여러 가지가 있다. 심재현 등(2006)은 풍수해보험의 특성을 사회적 보험과 민간보험 및 재해보험과 재산보험으로 구분해서 표 1과 같이 정리한 바 있다. 표 1의 내용을 토대로 풍수해보험의 특성을

정의한다면 '사회적 보험과 민간적 보험의 성격을 동시에 가지는 재산보험' 이라 할 수 있을 것이다.

본 원고에서는 효율적인 풍수해보험 제도의 운영을 위해 필요한 홍수지도 제작 방법을 검토하며, 특히 미국에서 운영되

는 홍수보험제도의 현황 및 홍수지도 제작방향을 소개함으로써 우리나라 홍수보험 활성화 및 홍수지도 제작기술의 향상에 기여하고자 한다.

## 2. 본론

### 1) 미국의 홍수보험제도

미국은 1968년 국가홍수보험법을 제정하여 홍수보험을 시작하였다. 보험의 조직은 연방보험국·국가홍수보험인협회·공인보험회사의 구조로 되어있다. 연방보험국은 홍수에 취약한 지역사회를 지정고시하고, 홍수터관리기준 설정, 홍수보험의 요율 산정, 재보험 제공 등을 통하여 홍수보험사업 전체를 관리하며, 직접적인 보험의 운용은 미국 내 130개 보험회사들의 협의체인 국가홍수보험인협회가 담당하고 있다. 홍수보험에 가입하는 절차는 지역사회가 먼저 보험사업에 참여해야 하며, 그 전제 조건으로 홍수터 관리 및 규제에 대한 법을 제정하여야 한다. 지역사회가 사업에 불참시는 연방정부의 비상재해구조 혜택을 받을 수 없게 되어있다. 가입은 임의 가입이지만 보험가입을 안했을 경우는 각종 불이익을 당하게 되어있다(주철 등, 1988).

1968년에 미 의회가 국가 홍수보험 프로그램(National Flood Insurance Program, NFIP)을 제정한 목적은 지속적으로 증가하는 재해 경감비용을 감소시키는 것이었다. 그림 1은 1978년부터 2009년까지의 총 홍수보험료와 총 홍수보험수를 나타낸 그래프이며 지속적인 증가 추세를 나타내고 있다.

그림 2에는 홍수 피해가 발생했을 때

1) 출처 : <http://www.fema.gov/business/nfip/statistics/pcstat.shtm>

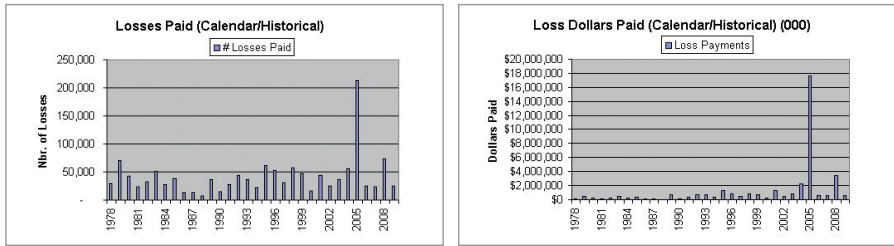


그림 2. 미국의 홍수보험료와 홍수보험수의 변화

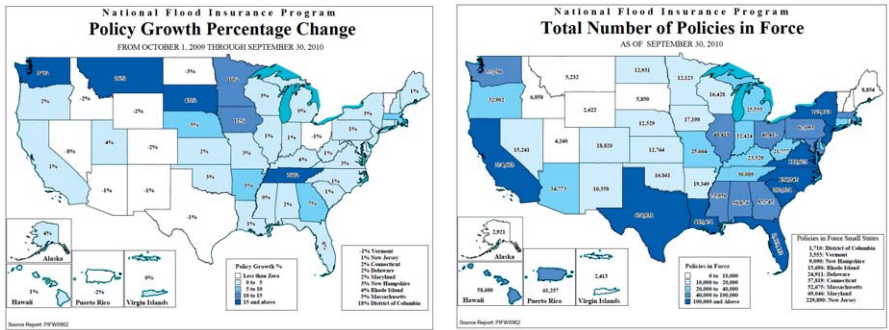


그림 3. 미국의 주별 보험가입자 수 및 증가 현황

홍수보험에 의해 보험금이 지불된 건수와 총 지급액을 나타내었다.<sup>2)</sup> 2005년 총 보험 담보범위는 평균 보험료 453달러에 176,545달러이다. 평균 홍수피해 보상청구액은 같은 해 87,512달러로 2004년 39,094달러에 비해 크게 증가하였다. 2005년 총 피해보상비는 180억 달러에 달했고 같은 해 보상 횟수도 최고치를 기록하였다. 이는 미국 남동부를 강타한 대형 허리케인 카트리나에 의한 피해가 워낙 큰 규모로 발생한 까닭이다.

그림 3에는 각 주별 보험가입자 수 및 증가 현황을 나타내었다. 보험가입자 수의 증가는 2009년 10월 1일부터 2010년 9월 30일사이의 기간에 해당하는 결과이며 보험가입자 수는 2010년 9월 30일의 자료이다. Washington, Montana,

South Dakota, Tennessee에서 그 증가율이 컸으며, Florida, Texas, Louisiana, California 순으로 보험가입자 수가 많았다.

보험 정보 연구소(Insurance Information Institute)가 발표한 미국인들의 홍수보험 가입 정도를 보면 2009년 전체 미국인의 13%가 홍수보험에 가입한 것으로 나타났다. 남부지역에서 주로 홍수보험 가입자수가 많았으며 2005년 허리케인 카트리나의 피해가 컸던 Louisiana는 인구의 37%, 그리고 Mississippi주는 인구의 14%가 홍수보험에 가입되어 있는 것으로 조사되었다.<sup>3)</sup>

## 2) 홍수보험을 위한 홍수지도의 제작

홍수(Flood)는 미국에서 1990년 한 해

만으로도 재산 손실액 500억 달러를 기록한 주요한 자연재해이다. 홍수위험을 관리하고 미래의 재해 경감비용을 최소화하기 위해 미국은 엄청난 자원을 투자하여 홍수위험지도의 제작 및 연방 홍수보험을 제공하고 있다. 연방재난관리청(The Federal Emergency Management Agency, FEMA)에서 제작한 홍수지도(Flood Insurance Rate Maps, FIRMs)는 홍수보험요율(Insurance Rate)을 지정하고 홍수터 개발을 규제하며 홍수터에 거주하고 있는 주민들에게 홍수위험을 전달하는데 그 목적이 있다.

정확한 홍수지도를 제작하고 유지 관리하는 것은 많은 비용을 필요로 한다. 연방재난관리청의 지도 현대화 프로그램(Map Modernization Program)은 2003년부터 2008년까지 연방 정부의 재정적 지원을 받아 미국 인구의 92%가 거주하는 지역을 전자형식의 홍수지도로 제작하였다(FEMA map service center, 웹 주소는 참고문헌참조). 홍수지도를 전자화 하는 것은 지도를 다목적 용도로 사용할 수 있다는 점과 홍수터 관리의 측면에서도 지도의 갱신이 쉽다는 점에서 매우 고무적인 일이다. 그러나 현재 미국인구의 21%가 거주하는 지역만이 국가 홍수 위험 데이터 요구 기준에 적합한 홍수 지도를 가지고 있는 것으로 나타났다. 높은 정확도의 홍수지도를 가진 홍수터에서도 토지 개발과 수문시스템의 자연적인 변화에 의해 지속적인 홍수지도의 갱신이 필요하다.

최근 연방재난관리청과 국가해양/대기 관리청(The National Oceanic and

2) 출처 : <http://www.fema.gov/business/nfip/statistics/pcstat.shtm>

3) 출처: <http://www.iii.org/media/facts/statsbyissue/flood>

Atmospheric Administration, NOAA)는 공동으로 홍수재난방지위원회(이하 위원회라 칭함)를 구성하여 홍수지도의 정확성에 영향을 주는 요인들을 조사하고 보다 정확도가 높은 홍수지도의 장점과 그 제작을 위한 비용을 산정하였으며 최종적으로 홍수지도를 발전시킬 수 있는 방법을 추천한 바 있다. 표 2에는 구성된 위원회의 과제를 간략히 요약하였다.

프로젝트를 수행함에 있어 사례연구의 대상지역으로 노스캐롤라이나주와 플로리다주의 홍수자료를 주로 활용하였는데, 이는 이들 지역에서 주(state) 전체 지역에 대한 높은 정확도를 가진 자료와 지도를 보유하고 있어 새로운 자료와 과거 자료의 비교를 가능하게 하였기 때문이다. 다음에 소개될 노스캐롤라이나주의 사례연구는 지형학적으로 상이한 세 곳(산지지역, 구릉지, 해안지역)을 대상으로 수행되었다. 경제성 분석을 수행하기 위해 필요한 가용 자료의 존재 유무를 기준으로 두 가지 이

익을 고려하였다. 즉, (1) 새로 지은 건물의 홍수로 인한 피해 경감과 홍수터의 정확한 묘사(delineation)를 통해 사회기반 시설의 보수비용을 경감; (2) 실제 홍수 위험도에 맞는 홍수보험료의 지정이다.

① **홍수지도의 정확성에 영향을 주는 요인**  
홍수지도의 정확성에 가장 큰 영향을 주는 연방재난관리청 홍수지도의 구성요소는 홍수터 경계(floodplain boundaries)와 기준 홍수위(base flood elevation)이다. 홍수터는 내륙과 해안에 인접한 상대적으로 낮은 평지를 일컫는다. 가장 흔히 접할 수 있는 지도 내 홍수터는 100년, 500년 빈도에 해당하는 것이다. 기준홍수위는 100년 빈도의 홍수에서 도달하는 수위를 말하며 홍수보험료와 구조물 고도 제한의 기준이 된다.

잠재적 홍수 범람의 범위는 통계적 분석법과 모델링으로부터 예측되어야 한다. 하천 범람의 해석을 위해 미국 지질조사

국(U.S. Geological Survey, USGS)의 수위관측소의 자료로부터 홍수량을 통계적으로 산정하고 지형의 수치자료를 이용하여 수문수리 모델에 필요한 자료를 제공한다. 홍수터의 경계를 파악하기 위해 지형 정보 시스템(Geographic Information System, GIS)의 결과물을 사용한다.

해안 범람지도를 위한 제작 과정도 하천 홍수지도의 제작과정과 유사하나 이용 가능한 관측 자료가 상대적으로 한정되어 있고, 극한 사상의 자료의 측정이 어렵다는 점에서 어려움이 있다. 그 결과 해안 홍수지도는 해안 홍수위를 예측하기 위한 해안파, 해안의 침식과정, 폭풍해일(Storm Surge) 등의 모델링에 주로 의존한다. 모든 입력자료는 불확실성을 가지고 있으며 이는 홍수지도의 정확성에 큰 영향을 미친다.

② **홍수재난방지위원회의 활동결과**

홍수재난방지위원회의 활동을 통해 도출된 결과를 요약하면 다음과 같다.

표 2. 홍수재난방지위원회의 추진 과제

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 연방재난관리청의 기존 홍수지도 제작 방법과 홍수위의 정확도, 홍수범람 영역의 정확성 사이의 관련성을 조사</li> <li>2. 홍수위와 홍수터 산정 기술의 부정확성에 의한 경제적 영향을 홍수지도 내 지역의 위험 등급에 따라 조사</li> <li>3. 홍수범람 경계를 설정하는데 필요한 다양한 변수들의 영향을 조사             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. 하천범람(Riverine flooding)                 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전자 지형정보의 정확성</li> <li>- 홍수량 산정시 수문학적 불확실성</li> <li>- 홍수량을 홍수위로 변환시 수리학적 불확실성</li> </ul> </li> <li>b. 해안범람(Coastal flooding)                 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전자 지형정보의 정확성</li> <li>- 해안 홍수위 분석의 불확실성</li> </ul> </li> <li>c. 서로 연결된 요지(Interconnected Pond)                 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전자 지형정보의 정확성</li> <li>- 홍수위 분석의 불확실성</li> </ul> </li> </ol> </li> <li>4. 연방재난관리청의 홍수관련 연구와 홍수지도 제작 방법의 경제적 발전 방법을 제안</li> <li>5. 연방재난관리청 홍수지도의 정확성을 향상시킬 수 있는 방안을 제시</li> <li>6. 연방재난관리청 홍수지도 연구에 의해 제작된 지형공간 자료의 관리 방안과 국가 수문 정보 시스템과의 통합 방법 제시</li> </ol>
--

<지형자료>

지형자료는 수면표고(water surface elevation)와 기준홍수위, 홍수 범람의 범위를 결정하는데 있어 가장 중요한 요소이며 따라서 하천 유역의 홍수지도의 정확성에 가장 큰 영향을 미친다.

연구 대상 지역인 노스캐롤라이나주와 플로리다주의 30여개 수위관측소에서 측정한 관측 수위의 불확실성은 평균 1ft였으며 0.3ft에서 2.4ft의 범위를 가지는 것으로 나타났다. 이러한 불확실성은 유역 면적이나 지표 경사에 따라 크게 변화하지 않는 것으로 나타났다. 노스캐롤라이나주 하천의 경우, 1ft의 홍수위의 불확



실성은 지역에 따라, 산지지역의 경우는 8ft, 구릉지에서는 10ft, 해안지역에서는 무려 40ft의 수평경계면의 불확실성 (horizontal uncertainty in the floodplain boundary)을 초래하는 것으로 나타났다. 이러한 수위의 불확실성은 홍수지도에서 범람 면적의 경계를 산정하는데 상당한 영향을 줄 수밖에 없다.

교각이나 암거에 의한 홍수 흐름단면의 감소는 세 곳의 연구 대상지역의 기준홍수위의 증가를 가져왔다. 이러한 배수효과는 수축 단면의 직상류 구간에서 가장 크며 상류로 갈수록 감소하였다. 이러한 현상은 해안평야 지역에서 뚜렷하며 산지에서는 그 영향이 감소하였다. 해안에서는 평균 1.1mile의 거리에서 배수효과가 나타났으며 평균 0.9ft, 최대 2.5ft까지 기준홍수위가 증가하였다. 산지에서는 평균 0.2ft 기준홍수위가 증가하는 것으로 나타났다.

기준홍수위에 지금까지 가장 큰 영향을 준 것은 지형자료의 정확성이다. 미 지질조사국의 국가고도자료 (National Elevation Dataset, NED)는 주로 항공사진과 현지측량에 의해 구축되었는데 NED 표고의 불확실성이 연방재난관리청에 의해 정의된 홍수터 지도를 위한 불확실성 기준보다 10배가량 더 큼에도 불구하고 홍수지도 제작에 주로 이용되어 오고

있다. Lidar, Laser Radar와 같은 원격탐사의 방법으로 획득한 고해상도의 자료들은 cm 단위의 오차를 가지고 있고 이는 연방재난관리청의 기준에 부합한다. 하지만 그와 같은 자료는 미 전역에서 모두 가능한 것은 아니다. 노스캐롤라이나주 하천에서 Lidar자료와 NED자료를 비교한 결과, 무작위 오차(Random error)와 시스템 오차(Systematic error)에 의해 무려 12ft의 표고차가 났으며 이는 홍수의 범위를 산정하는데 심각한 영향을 준다.

이러한 차이는 연방재난관리청에서 지형자료에 대해 지정한 오차 허용기준을 넘어서는 것이며 미 국립연구회의 (National Research Council, NRC, 2007)의 '홍수터 지도 제작을 위한 표고자료' 보고서에서 요구한 바와 같이 새로운 지형 조사의 필요성을 뒷받침한다. 연구대상 지역 중 두 곳에서도 지형자료의 무작위 오차가 홍수터 경계 산정에 부정확성을 야기하였지만 홍수터 전체 면적을 크게 변경시키지는 않았다. 다른 연구대상 지역에서는 Lidar와 NED자료간의 무작위 오차와 더불어 큰 시스템오차가 발생하였으며 이는 지형자료간의 오차로 인한 하천 위치의 부정합(misalignment)으로부터 오는 결과였다. 그 결과 Lidar와 NED에 의해 정의된 홍수터의 총 면적이 20% 정도 차이가 나는 것으로 나타났다.

### 〈해안 홍수지도〉

해안 홍수지도는 2차원 폭풍 해일 (Storm surge)과 파랑 모형(Wave model)의 통합사용을 통해 보다 향상시킬 수 있고 그 결과 보다 높은 정확도의 기준홍수위를 산출할 수 있다.

하천 범람의 경우 그 원인과 과정이 상대적으로 잘 알려져 있으나(따라서, 내륙 홍수지도의 진보는 그와 관련된 기술을 구비하는데 초점이 맞추어져 있다), 이와는 대조적으로 해안 홍수지도의 정확성을 향상시키기 위해서는 해안 범람과정의 복잡한 역학관계를 먼저 이해하는 것이 중요하다. 해안 홍수모형은 빠른 속도로 개발, 발전하고 있다. 앞서 발표된 연구들에서 파고(Wave height)를 계산하기 위한 연방재난관리청의 1970년대에 개발된 1차원 모형을 2차원 파랑 모형으로 대체하는 것을 제안하였으며 이는 기준홍수위의 정확성을 높일 것으로 판단된다. 해일과 파랑 모형이 통합된 2차원 모형은 침식과정, 구조물의 영향, 지형변화뿐만 아니라 해안 홍수지도의 정확성을 증가시킬 것으로 기대된다.

### 〈기준홍수위〉

기준홍수위가 표시된 홍수지도는 기준홍수위가 없는 홍수지도에 비해 비용대비보다 큰 순이익을 발생하는 것으로 나타났다.

정확한 홍수지도 제작의 가장 큰 이익은 새로 지어진 건물에 대한 홍수피해를 저감하고 보다 나은 기준 홍수위와 홍수터 경계의 묘사를 통해 사회기반시설의 피해를 최소화하는 것이다. 정밀한 기준 홍수위의 산정은 큰 이익을 발생시키는데 이는 현실적인 보험료의 책정과 그에 상응한 건축물 제한이 가능해지기 때문이다. 사례연구지

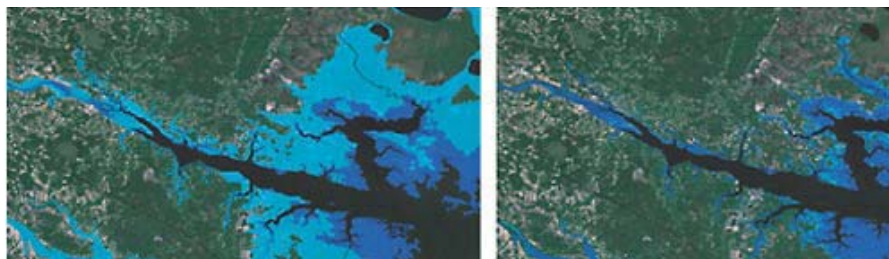


그림 4. 홍수범람지도

(좌) USGS NED 자료를 이용한 DEM(Digital Elevation Model), (우) Lidar자료를 이용한 DEM

역에 대해 비용-편익 분석(Benefit-cost analysis)을 실시한 결과, 노스캐롤라이나주 범람원 지도제작 프로그램(North Carolina Floodplain Mapping Program)에 의한 세 가지 사례 연구 중, 연구 방법의 비교에서 기준 홍수위를 산정하는 심층 연구(detailed studies)와 제한적 심층 연구(limited detailed studies)의 사용은 순이익을 발생시키는 것으로 조사되었다. 반면, 기준 홍수위를 산정하지 않는 추정 산정 방법(approximate study methods)의 사용은 이익보다 비용이 더 큰 것으로 나타났다.

이 결과는 매우 중요한 것으로, Lidar 자료를 이용한 심층 연구와 제한적 심층 연구는 비록 비용이 많이 들지만, 세 곳의 사례 연구 결과 정밀한 지도제작으로 인한 이익이 그 비용을 상회하는 것으로 나타났다.

### 〈홍수량 산정방법〉

특정 지도에 사용될 가장 적합한 홍수량 산정방법은 지형자료의 정확성과 취약성으로 정의된 홍수확률을 포함한 전반적인 홍수위험에 따라 달라질 수 있다.

노스캐롤라이나주 비용-편익 분석은 각기 다른 연구 방법을 조합하는 것이 가장 큰 경제적 이익을 만든다는 것을 보여주었다. 가장 좋은 방법은 현재와 미래의 홍수잠재성, 인구증가 잠재성, 개발지의 이용가능성, 건설된 구조물의 경제적 가치 등 지도를 제작한 지역의 특성에 따라 달라진다. 지형자료의 정확성 또한 매우 중요하다. 정확한 지형자료가 가능한 곳에 정확한 기준홍수위가 계산 가능하고 더 정확한 지도 제작이 가능하여 그 결과 홍수터의 적절한 사용을 위한 더 나은 결정을 내릴 수 있다.

### 〈지도 현대화프로그램〉

연방재난관리청의 지도 현대화프로그램(Map Modernization Program)에 의한 디지털 홍수지도(digital flood mapping)로의 전환은 웹기반의 지도 제작을 통해 홍수해(flood hazard)와 홍수위험(flood risks)의 예방에 진일보를 가져왔다(FEMA map service center, 웹 주소는 참고문헌참조).

연방재난관리청은 홍수해와 홍수보험 요율구역(flood insurance rate zone)의 단순한 묘사에서 탈피하여 홍수피해를 산정하는 연방재난관리청의 소프트웨어의 개발과 지도 현대화 프로그램 중 개발된 지도를 직접 인터넷을 통해 제공함으로써 디지털화된 홍수 관련 정보와 함께 홍수위험을 알리고 평가하는 방향으로 전환하고 있다. 홍수 위험을 알리기 위해 디지털지도는 홍수 위험지역이 어디 인지를 나타낼 뿐만 아니라 홍수의 결과(예를 들어, 가구의 피해, 해안 침식 등)를 직접 구현한다.

홍수터의 경계만을 보여주는 지도는 지정된 홍수 구역 내의 모든 건축물이 홍수의 피해를 입을 수 있고, 그 구역의 바깥쪽에 위치한 건축물은 안전하다는 것을 의미하는데, 이는 단점을 가지고 있다. 홍수터에 거주하는 주민들에게 홍수위와 더불어 범람가능지역을 제공하는 것은 낮은 위험에서부터 높은 위험까지 단계적인 위험성을 알리는 더 나은 방법이다. 지형정보시스템은 기준 홍수위 등의 필요한 자료가 가능한 곳에서 개인의 거주지에 홍수위험을 표시하기 위해 사용될 수 있다.

### ③ 홍수재난방지위원회의 추천사항

홍수재난방지위원회는 연방재난관리청의 홍수자료, 모형, 지도제작의 향상 방법

을 제안하였는데, 아래에 대표적인 추천 사항들을 요약하였다.

### 〈1〉 비용 대비 효율이 높은 연방재난관리청의 홍수연구와 지도제작 방법

1-1. 연방재난관리청은 미 전역에 고해상도, 고정밀도의 지형, 심해 측심자료 등의 확보를 위해 연방정부, 주정부, 그리고 여타 정부기관과 공동으로 연구를 수행하여야 한다.

강우-유출 모형의 검정, 회귀식의 갱신, 새롭게 개발된 2차원 모형사용의 증가가 지속적으로 이루어져야 한다. 홍수지도의 정확도를 향상시키기 위해서는 높은 정확성의 고해상도 지형자료의 사용이 필요하다. 하천과, 호수, 하구, 해안의 향상된 측정자료는 Lidar 기술에 의한 향상된 지형 측정에 의해 가능하다. 위에서 언급한대로 보다 정확한 기준홍수위와 홍수터 경계의 산정을 가능하게 하는 Lidar자료의 사용은 미래의 홍수로 인한 손실을 감소시키고 순 이익을 증가시킬 것으로 기대된다. 즉, 미래의 홍수로 인한 손실을 감소시킬 뿐만 아니라 전국의 납세자들의 이익을 증가시킬 것이다. 연방재난관리청은 최근 걸프 해안(Gulf coast)을 따라 Lidar 자료를 수집하는 연구에 지원을 시작하였지만 대부분의 내륙에서는 Lidar 자료가 빈약한 현실이다.

1-2. 연방재난관리청은 해일모형과 파랑모형을 통합한 2차원 모형을 시작으로 기준홍수위 산정을 위해 해일-파랑-구조물 통합모형(Coupled surge-wave-structure model)을 사용하는 방향으로 나아가야 한다.

해안 홍수지도의 진보는 모형의 진보에서 이루어진다. 현재 기준홍수위는 폭풍

해일모형과 파랑모형의 결합과 침식 및 파랑의 효과를 계산하는 모형에 의해 산정되어 왔다. 그러나 모형화가 상당히 향상되어 이제는 폭풍해일, 파랑, 침식, 지형 등을 동시에 고려할 수 있는 통합모형을 사용할 수 있게 되었다.

## 〈2〉 연방재난관리청 홍수지도의 정확성을 산정하고 알리기

2-1. 연방재난관리청은 모든 홍수연구가 상세한 메타데이터(metadata)에 의해 진행되도록 해야 한다. 메타데이터는 각 강과 해안선이 어떤 방법으로 연구되었는지 알려주고 홍수해의 범위와 크기를 산정하기 위해 사용한 방법과 지도를 제작하기 위해 사용한 방법을 기록하여 보관한다.

홍수지도의 정확성을 산정하고 알리는 가장 중요한 방법 중 하나는 각 하천과 해안선을 연구하는데 사용된 자료와 방법을 문서화하는 것이다. 연방재난관리청이 현재 사용하고 있는 메타데이터 보고 요구 기준은 지도 제작을 위해 사용된 자료의 질과 신뢰성을 평가하기 위한 모든 정보를 포함하지는 않는다. 따라서, 메타데이터는 입력자료, 지도, 모형화 방법 등에 대해 보다 상세히 기술하여야 하며 지도 제작의 일자, 계약자, 시작점과 종료점도 포함하도록 해야 한다.

## 〈3〉 지형공간 자료의 관리

3-1. 연방재난관리청은 Mapping Information Platform의 모든 강과 해안 연구들을 미 지질조사국 National Hydrography Dataset과 통합 관리해야 한다.

연방재난관리청의 지도 현대화 프로그램은 전국의 하천과 해안에서 많은 양의 지형공간 정보와 홍수 수리모형을 개발하

였다. 그 결과물은 지금까지 수행되었던 어떤 프로그램보다 더 많은 양질의 전국의 하천에 대한 통합적 수치데이터를 구축하였다. 이러한 자료는 지역단위로 Mapping Information Platform (MIP)에 저장되어 있다. 하천의 중심선(center line)과 같은 지도 정보가 지역마다 통일되어야 하는 기준은 없다. 미 지질조사국 National Hydrography Dataset는 전국의 하천과 해안선을 연결한 지도이다. 선형 참조(Linear Referencing)라 불리는 기술을 사용하여 연방재난관리청의 강과 해안선 자료에 상응하는 National Hydrography Dataset 자료와 연결시키는 것이 가능하다. 이러한 작업이 수행된다면 연방재난관리청의 홍수자료는 전국 수문정보 시스템과 통합되어 그 효용성이 커지게 된다.

## 3. 결론

우리나라 홍수보험 제도의 활성화를 위해서는 정확한 홍수지도의 제작이 필수적이다. 본 원고에서는 미국에서 추진되고 있는 홍수지도 제작을 위한 방안들을 소개하였으며, 특히 홍수재난방지위원회의 활동사항 및 추천사항들을 기술하였다.

미국의 홍수재난방지위원회에서는 홍수지도 제작방법과 홍수지도의 정확도 등에 관련된 사항을 조사하면서, 홍수위 산정기술의 부정확성이 홍수지역의 위험도 등급을 결정하는데 미치는 영향을 평가하였다. 또한, 홍수범람 경계를 결정하는데 있어 하천범람, 해안범람 등의 변수들에 대해 조사하였으며, 최종적으로 홍수지도의 정확성을 향상시키면서 이를 활용할 수 있는 방안을 제시하였다.

미국의 하천특성과 관련 자료의 활용성

등이 우리나라와는 여러 부분에서 다른 상황을 감안하더라도 현재 운영 중인 홍수보험제도와 홍수지도 제작기술이 우리보다 앞선 것은 사실이며, 이 글에서 소개한 관련 현황 및 기법 등을 참고한다면 우리나라 홍수보험 제도에 폭넓게 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

## 감사의 글

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 건설기술혁신사업(08기술혁신F01)에 의한 차세대홍수방어기술개발연구단의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다. ☺

## 참고 문헌

- 고영찬, 김운태, 김양수(1998). “홍수보험제도의 도입방안” 1998년 학술발표회 논문집, 한국수자원학회, pp.647-651.
- 심재현, 최우정(2006). “홍수해보험제도 도입의 필요성과 운영방안” 물과 미래, 한국수자원학회, 제39권, 제11호, pp.16-21.
- 임현우(2006). “홍수해보험 제도의 도입” 방재연구, 국립방재연구소, 제8권, 제3호, pp.83-93.
- 주철, 오규창, 유권규, 홍일표(1988). 1988년 학술발표회 개요집, 대한토목학회, pp.211-215.
- 홍창문(2008). “홍수해의 경제적 복구 ; 홍수해보험 및 보상” 방재저널, 한국방재협회, 제11권, 제3호, pp.85-95.
- NRC, 2007, Elevation Data for Floodplain Mapping, National Academies Press, Washington, D.C., 152 pp.