한국위기관리논집 제9권 제5호 2013. 05 117~136쪽

창경궁의 홍수해 위험 관리 시스템의 개발

이효상*, 정성혁, 이호진**

최근 발생하는 이상기후의 영향으로 홍수 및 지진 등과 같은 자연재해의 위험성이 증대되고 있다. 이러한 자연재해로부터 인류 문화의 유산인 건축문화재를 보호하기 위한 위험관리 시스템의 필요성이 꾸준히 제기되고 있다. 창경궁을 대상으로 위험도 평가 강우 시나리오(재현빈도별 강우 시나리오(100, 200 년 및 500년) 및 극치발생 강우시나리오(1942년,1964년,2001년 및 2010년))를 구축하고, 이를 창경궁을 포함한 도심지 홍수 모형인 SWMM(Storm Water Management Model)모형에 적용하여 홍수 위험도를 평가하였다. 이러한 홍수 위험도를 GIS 지형도 기반의 침수 위험도로 제시하여, 개별 건축문화재의 홍수위험도를 평가한다. 이러한 위험도 평가 결과를 현장 관리자가 활용할 수 있는 재해위험관리 시스템으로 구축한다. 홍수 위험도 평가는 도심지 홍수 모의(SWMM)결과 창경궁 유출구 지점의 관거 통수능 분석결과를 바탕으로 창경궁에 100년, 200년, 500년 빈도의 홍수시나리오를 적용하여 분석한다. 창경궁의 홍수 위험도 평가 결과 창경궁의 일부 지역이 침수 되나, 주요 건축문화재의 침수 위험성은 낮게 평가되었다. 본 연구에서 제시한 창경궁의 홍수 위험도 평가 결과 및 홍수 위험관리 시스템은 홍수에 대한 체계적인 위험관리 방안과 대책을 제시하였으며, 이의 활용가능성은 높다. 향후 다양한 재해 요인을 검토하여 종합적인 건축문화재 관리시스템을 구축하고자한다.

주제어: 이상기후, 홍수 위험관리 시스템, SWMM 모형, 건축문화재

Ⅰ. 서론

최근 2010년 및 2011년에 서울지역에 발생한 집중호우는 홍수 및 위기관리 측면에서 많은 점을 시사하고 있다. 2010년 서울 지역에서 발생 강우량은 99mm/hr(295.5mm/day)을 기록하였으며, 광화문 일대를 침수시켰으며, 경복궁의 경회루 연못 등이 넘치는 피해를 입었다. 2011년 서울의 강남 지역은 대규모 침수 피해가 발생하였으며, 우면산 지역에서 산사태가 발생하여 극심한 인명 및 재산상의 피해를 발생시켰다(기상청. 2011). 2011년 7월 26~28일 서울 지역에서 발생한 113.3mm/hr (301.5mm/day)의 강우는 창경궁 지역의 유출부(금천- 도심지 배수관망 유입부)에서 침수가 발생하였다.

* 제1저자, ** 교신저자.

www.kci.go.kr

반면 창덕궁지역은 의풍각 둘레의 담장이 일부 무너진 피해 외 홍수와 관련된 피해는 발생하지 않았다. 그러나 2011년의 서울지역의 강남지역에서 발생한 강우는 113.3mm/hr으로 강북지역에서 발생한 85mm/hr와 많은 편차를 보이고 있다. 강북지역에 이러한 극심한 강우가 발생하였다면, 강남지역의 피해에 버금가는 피해가 발생하였을 것으로 판단되며, 이러한 사회 기반 시설 뿐 만아니라 문화재에 초점을 맞춘 기후변화 및 이상 기후에 따른 홍수 위험에 대한 대비가 필요하다(UNESCO. 2008). 인류문화유산인 건축문화재 또한 이러한 자연재해의 위협으로 안전하지 않다(국립문화재연구소, 2010). 따라서 향후의 건축문화재에 대한 종합적인 안전관리 체계의 마련이 요구된다.

최근 기후변화 등의 영향 등을 고려하여 문화재 보호관리 측면에서 다양한 재해경감에 관한 연구가 국제적으로 수행되고 있다. UN, 세계 각국의 정부기관 및 단체들은 2005년 일본 효고 현, 고베에서 열린 세계재해경감회의(World conference on Disaster reduction)에서 이를 위한 재해경감 10년 계획(HFA, Hyogo framework of Action 2005-2015)과 아젠다(Hyogo Declaration)를 제시 하였다(http://www.unisdr.org/). HFA에서 세계도처에서 발생하는 각종 재해에 대하여 저감대책을 구체적으로 추진하고 있으며, 홍수피해에 대한 대책도 중요한 부분으로 다루어지고 있다. HFA의 목표는 재해로 인한 손실을 실질적으로 축소하는 방안을 제시하는 것이며, 재해를 겪고 있는 국가들의 사회적, 경제적, 환경적 피해를 2015년까지 회복 하도록 하는 데 있다(World Conference on Disaster Reduction, 2005).

UNESCO에서는 HFA의 프로그램에 적극 참여하고 있으며, 보존가치가 높은 건축물 및 문화유산을 자연재해로부터 보호하기 위하여 다양한 자연의 위험요소들의 평가하는 과학적인 업무 및 재해방어 및 예방을 위한 방법들을 발전시키는 연구가 적극 지원하고 있다. 또한 자연재해들의 위험성 과 재해경감대책을 대중들에게 제공, 교육하는 활동들을 진행하고 있다(World Conference on Disaster Reduction, 2005). 홍수와 같은 자연재해로부터 국가적인 차원에서 문화유산을 지키기 위한 다각적인 노력이 각국에서 시도되고 있으며, 스위스의 경우가 대표적이다. 스위스 연방정부의 국민보호사무소(Swiss federal office for civil protection)에서 자연재해 시 구호활동과 그리고 무력충돌 사태로부터 국민보호를 주 임무로 하고 있으며, 재난 상황 시 문화유산(cultural heritage)보호 활동 또한 주요 임무로 하고 있다(국립문화재연구소, 2009).

국립 문화재 연구소에서는 2009년, 건축문화재에 맞춘 홍수위험도 평가방법을 제시하였고, 이를 수원화성-행궁지역에 적용하여 평가하여 체계적인 홍수위험도 평가의 토대를 마련하였다. 화성행궁지역의 홍수위험도 평가에서는 하천의 월류로 인한 문제 보다 도심지내의 우수(내수)배제 문제로 인한 홍수 위험이 있음을 확인하였다(문화재연구소, 2009). 2010년에 부여지역 건축문화재 지진 홍수 재해위험도 평가연구를 통해 맞춤형 홍수위험도 평가연구의 방향제시하였으며 정림사지 오층 석탑에 맞춘 홍수 위험도 평가에서 홍수위험에 대한 안전함을 확인하였다(문화재연구소, 2010). 본 연구에서는 이러한 연구를 바탕으로 서울지역에 위치한 창경궁의 홍수 위험도 평가 결과를 바탕으로 한 홍수 위험관리 시스템을 구축한다.

www.kci.go.kr

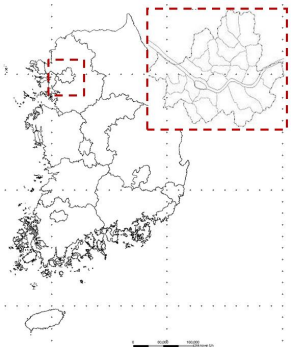
Ⅱ. 대상 연구 유역

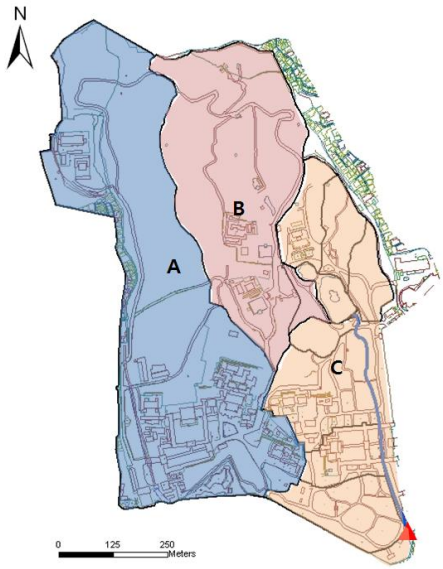
본 연구는 서울 지역의 대표적인 궁궐지인 창경궁을 대상으로 홍수 위험 관리 시스템을 구축하고자 한다. 기초 연구(국립문화재연구소, 2011)에서 창덕궁, 창경궁 및 후원의 홍수 위험도를 평가한 결과, 창덕궁과 후원은 창경궁에 비하여 홍수위험도가 낮아 본 연구에서는 창경궁에 초점을 맞추어 연구를 수행한다.

1.창경궁

창경궁은 1483(성종 14년)에 건립되었으나, 임진왜란 때에 경복궁, 창덕궁과 함께 모든 전각이 불에 소실되었다. 그 후, 창덕궁과 같이 다시 지어져 그 이후 조선왕조의 정궁으로 사용된 조선시대의 대표적인 궁궐이다. 창경궁은 창덕궁과 연결되어 동궐이라는 하나의 궁역을 형성하면서, 독립적인 궁궐의 역할을 함과 동시에 창덕궁의 모자란 주거공간을 보충해주는 역할을 하였다(http://cgg.cha.go.kr).

창경궁 내에 존재하는 주요 건축문화재로는 17세기의 조선 궁궐 건축 양식을 대표하는 명정전(국보 제226호), 홍화문(보물 제384호), 통명전(보물 제818호) 및 옥천교(보물 제386호) 등이 있다. 후원은 조선시대 임금의 산책지로 설계된 한국 최대의 궁중 정원이다. 후원에 위치한 규장각, 영화당, 주합루, 서향각, 영춘루, 소요정, 태극정 및 연경당등 다양한 건축물은 시대에 따른 다양한 건축 양식을 나타내고 있다(http://www.cha.go.kr/). 창덕궁과 더불어 1997년에 유네스코 지정 세계 문화유산으로 등록되었으며, 자연미를 살린 정원으로 그 보존 및 역사적인 가치가 있다.





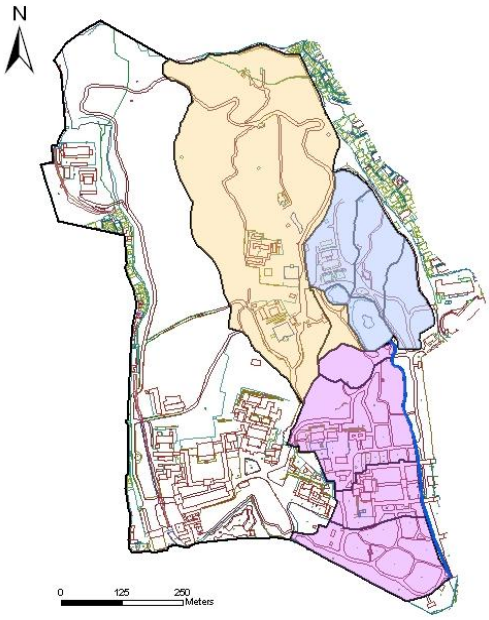
	분류
A	창덕궁
B	비원
C	창경궁

<그림 1> 대상연구유역(창경궁)

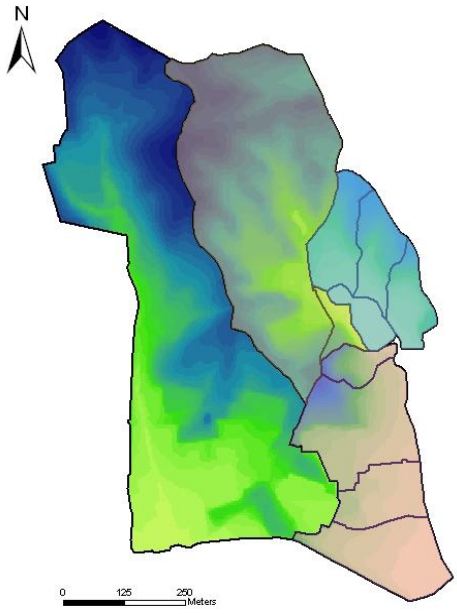
www.kci.go.kr

2. 창경궁 유역의 수리수문 현황

창덕궁-창경궁 지역의 유역의 지형특성 및 주요 건축문화재의 위치에 따라 창덕궁은 단일 유역으로, 창경궁을 10개의 소유역으로 분할하였으나 창경궁의 유역 수문모형에 적용을 위하여 <그림 1>과 같이 소유역을 세 개의 유역(A, B, C)으로 통합하였다. 다음 <그림 2>는 창덕궁/창경궁 유역 내의 건물 및 산책로를 나타낸 수치지형도(1:5000)와 유역도를 중첩한 것이다. <그림 3>은 대상유역의 표고분석도이다.



<그림 2> 창덕궁 창경궁 유역의 유역도



<그림 3> 창덕궁 창경궁 유역의 표고분석도

창경궁 유역의 평균고도는 46.37m(해수면)이고, 창경궁 후원이 있는 유역 A의 평균고도는 55.86m, 춘당지를 포함하는 유역 B는 40.10m, 배수로가 있는 유역 C의 평균고도는 34.44m이다. 각 유역별 경사는 가장 상류 지역인 유역 A의 평균경사(12.13°)가 가장 높고 유역 B(6.07°)와 배수로가 있는 하류의 유역 C(5.27°)의 순으로 평균경사가 낮아진다. 유역 C는 평균경사가 5% 내외로 거의 평지에 가깝다.

창경궁 유역의 유역 내 가장 높은 표고(90.26m)와 가장 낮은 표고(25.13m)의 차이는 65.13m이다. 상류(유역 A)에서부터 하류(유역 C)로 갈수록 유역의 표고차이는 작아지며 낮은 고도의 분포율은 커진다. 또한 경사의 분포도 역시 하류로 갈수록 낮은 경사에서 분포율이 커지며 유역 C의 경우 평지로 간주되는 경사(5°이하)의 분포율이 67.84%이다. 창경궁 전체 유역 및 소유역의 지형 특성 분석은 <표 1>과 같으며 <표 2>는 유역 내 고도별 유역면적 분포도를 나타낸 것이다.

www.kci.go.kr

<표 1 > 창경궁 유역의 지형 특성 분석

	유역면적(km2)	평균고도(m)	평균경사(°)
창경궁유역	0.34	46.37	8.96
유역 A	0.17	55.86	12.13
유역 B	0.06	40.10	6.07
유역 C	0.11	34.44	5.27

<표 2> 창경궁 유역의 고도별 면적 분포율

	고도분포율(%)						
	30m이하	30-40m	40-50m	50-60m	60-70m	70-80m	80m이상
창경궁유역	8.21	30.62	24.61	20.77	9.19	5.50	1.10
유역 A	-	5.53	28.25	35.45	17.92	10.75	2.10
유역 B	-	51.40	38.11	10.49	-	-	-
유역 C	25.93	59.94	14.13	-	-	-	-

창덕궁/창경궁 인근의 기상 관측소는 1개소(서울기상청)가 있으며, 관측소 현황은 <표 3>과 같다. 창경궁의 수문모형을 위한 강우자료 및 기상자료는 서울 기상청에서 수집하였다. 창경궁 지역을 관통하는 금천의 경우 관측 유량 자료가 전무하여, 직접 현장 유량 관측을 수행 하였다. 창경궁의 유출 지점에 가장 근접하게 유량 측정과 산정이 가능한 지점을 선정하여 수위관측(도섭법)을 하고 단면 유속법으로 유량을 산정하였다.

<표 3> 창경궁 관측소 현황

명칭	기종	관리기관	관측개시일	주소	자료보유기간
서울	일반	기상청	1907-10-01	서울특별시 종로구 송월동	1973-2011

3. 창덕궁- 창경궁의 배수로 현황

창덕궁 유역은 각 전각마다 전각(지붕 및 뜰)에서 발생한 강우량을 배수를 할 수 있는 측구 및 배수구가 설치되어 있으며, 배수구의 유입 강우량은 창경궁내 하부로 구축된 배수관망을 통해 외부로 유출되는 배수체계가 구축되어 있다. <그림 4>는 창경궁의 대조전 및 인정전의 사진이다.

창경궁의 배수로의 총 길이는 5,160m이고 금천(옥천) 개수로는 528m이다. 22개의 배수구가 연결되어있는 어구(대궐에서 흘러나오는 개천)의 길이는 540m이다. 후원유역의 유출량은 부용지, 연경단, 반도지에 연결된 배수로를 통하여 유역 내부로 유입되며 부용지와 연경당의 배수로는 배수구와 연결되고 반도지의 유출량은 철제 집수구와 연결되어 배수구로 이어진다. 창경궁 유역은 후원을 포함하며 후원의 표면 유출과 각 전각의 유출량이 주 수로에 연결되어 있는 측구를 통하여 배수된다. 이는 유출구를 통하여 도시배수관망으로 연결된다.

www.kci.go.kr

강우 시에 창덕궁 유역은 비교적 소규모 지역에 다수의 불투수층(전각 지붕 및 관람로 등)과 조밀한 배수체계가 구축되어 유역 수문 모형의 적용은 불필요하며, 인근 지역과 연계된 도시 수문모형의 적용이 적합한 것으로 판단된다. 창경궁 유역(후원 유역 포함)은 상류부의 자연 유역과 중류부의 건물지와 하류부의 자연 녹지의 형태로 구성되었으며, 자연 지표 유출 후 측구를 통하여 수로로 연결되어 외부로 유출되는 배수체계를 가지고 있다.

a) 창덕궁 대조전 전경 및 측구

b) 창경궁 금천의 측구 현황

<그림 4> 창덕궁 및 창경궁의 배수 시설 현황

III. 홍수 위험도 평가 모형의 구축 및 적용

창경궁의 역사적인 자료 검토 및 현장 배수 체계 조사 등을 수행한 결과 홍수위험도 평가는 도시홍수평가 모형인 SWMM 모형(Environment Protection Agency)을 바탕으로 한다. 이를 위하여 창덕궁 및 창경궁지역의 도시수문모형(SWMM)을 구축하였으며 2011년 6-8월 기간의 8개의 관측 홍수 수문사상을 바탕으로 모형을 검정 및 검증한 후 홍수 사상을 모의하였다. 창덕궁 및 창경궁 지역의 현장조사를 통하여 배수관망의 배열, 크기 및 형상 자료 등을 확보하였으며, 궁궐 주변 지역의 자료는 문화재 연구소의 협조를 얻어 청계천 이북의 창경궁 배수구역의 도심지 홍수 모형을 구축하였다. 창경궁 지역의 사진 영상 자료 및 DTM 자료를 바탕으로 지형 정보 모형을 구축하였다. 이는 주요 건축문화재의 개별 적인 홍수 위험도 평가를 위한 토대로 활용하고자 한다.

1. 위험도 평가 강우 시나리오

창덕궁 및 창경궁의 홍수 위험도 평가를 위한 강우시나리오는 재현빈도별 확률강우량(100, 200년

www.kci.go.kr

및 500년) 및 과거 주요 홍수를 야기한 강우사상(1942. 1964. 2001 및 2010)을 적용한다(http://floodhistory.kict.re.kr/). 창경궁 유역 내 빈도별 확률강우량을 기 구축한 서울지역의 FARD(Frequency Analysis of Rainfall Data, http://www.nidp.go.kr/) 모형으로부터 산정한다. 국립방재연구소에서 개발한 FARD는 국내에서 빈도해석에 널리 사용되고 있는 프로그램으로써, 빈도별 확률강우량을 산정한다.

확률강우량은 재현빈도(100빈도, 200년, 500년 빈도, PMP)에 대하여 각각의 강우지속시간(1시간, 3시간, 6시간, 9시간, 12시간, 24시간)에 따른 강우량을 산정하였으며, 산정된 강우량을 Huff의 2 분위의 시간 분포 또한 확률강우량의 시간분포형은 기존의 설계강우량 산정에 적용되고 있는 Huff의 분위법을 적용하며, 서울 지역의 중호우 강우 빈도 경향을 고려하여 2분위법을 적용(국토해양부, 2009).하여 빈도별 위험 설계 강우를 산정한다. 그 결과는 다음 <표 4>와 같다.

<표 4> 서울 지역의 지속시간 별 확률 강우량(단위 mm)

재현기간	지속 시간별 확률강우량(mm)						
	1(hr)	2(hr)	3(hr)	6(hr)	9(hr)	12(hr)	24(hr)
100	106.2	168.1	231.6	292.1	320.1	350.2	453.3
200	115.4	183.9	254.8	321.1	350.6	383.8	499.7
500	127.6	204.8	285.5	359.2	390.9	428.2	561

2. 도시홍수 위험도 평가 모형(SWMM, Storm Water Management Model)의 적용

도시유역의 유출해석 및 침수해석에는 다양한 모형들이 사용되어 왔다. 기존에 널리 사용되어온 ILLUDAS 모형은 1987년에 서울에서 발생한 대규모 수해의 원인분석에 사용되면서 국내에 도입되었다. ILLUDAS 모형은 우수관과 배수관의 직경과 저류지 특성을 고려할 수 있으나 관로 내 흐름을 등류로 보고 해석하므로 배수현상에 대한 영향을 고려할 수 없는 단점이 있다(이호진 외, 2011).

본 연구에서는 연구대상지역의 침수해석을 위해 도시지역 내의 상습침수지역의 침수 원인 및 예측을 통한 배수관로 내 압력흐름과 배수위 영향을 분석할 수 있는 SWMM 모형을 적용하였다. SWMM 모형은 1971년 미국 EPA의 지원 하에 Metcalf & Eddy 사가 Florida 대학 및 W.R.E와의 공동연구로 개발한 모형으로 도시 내의 배수계통으로 이루어진 유역의 유출 모의가 가능하며, 단일 및 연속적인 강우에 대한 계산이 가능하다.

SWMM 모형에서는 지표면 유출에 대한 기본 방정식으로서 식(1)과 같이 마찰경사를 유역경사와 같다고 가정하는 Kinematic wave 근사법인 비선형저류 방정식을 사용한다. 관로에서의 유출은 각 소유역에서의 수심과 유량을 결정하기 위해 연속방정식 식(2)와 Manning 방정식 식(3)을 사용한다.

$$Q = W \cdot \frac{1}{n}(d - d_p)^{5/3} S^{1/2} \quad (1)$$

www.kci.go.kr

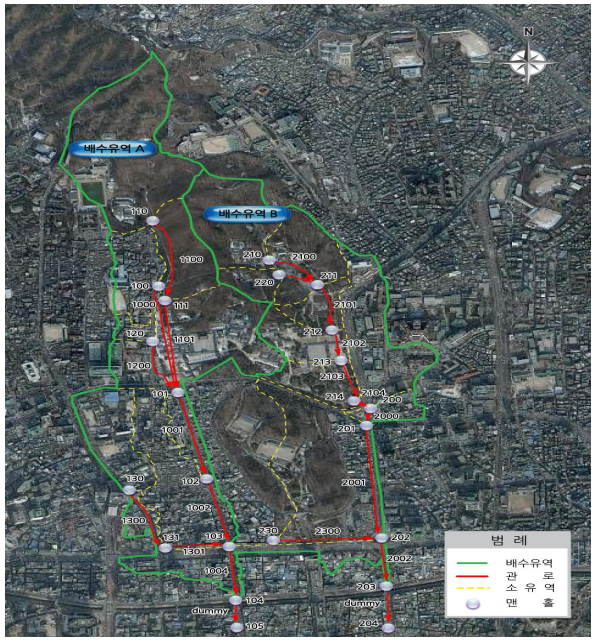
$$\frac{\partial A}{\partial t}+\frac{\partial Q}{\partial x}=0 \quad (2)$$

$$Q=\frac{1}{n}R^{2/3}S_0^{1/2}A \quad (3)$$

여기서, Q는 유량, W는 유역 폭, n은 Manning의 조도계수, d는 수심, d_p는 지면저류깊이, A는 관 단면적, x는 관로의 길이방향, S는 소유역경사, S_0는 관로 경사, R은 동수반경을 나타낸다.

창경궁·창덕궁 유역의 SWMM 모형을 구축하기 위해서 <그림 5>와 같이 배수유역을 구분하였다. 간선관로는 크게 창덕궁의 우수가 배제되는 배수유역 A 및 창경궁의 우수가 배제되는 배수유역 B로 구분하였으며, 두 배수유역 모두 북고남저 지형으로 청계천으로 방류되도록 되어 있다. 모형은 위의 그림과 같이 배수유역 A와 배수유역 B로 구분하여 구축하였으며, 배수유역 A의 경우 10개 소유역, 10개의 관로(dummy 관로 포함), 11개의 맨홀로 구축하였으며, 배수유역 B의 경우 11개의 소유역, 11개의 관로(dummy 관로 포함), 12개의 맨홀로 구축하였으며, 배수유역 A 및 배수유역 B의 경우 청계천의 외수위에 영향을 받으므로 청계천 외수위를 적용하여 검토하였다.

일반적으로 도심지 홍수 위험평가 및 관망설계는 30년~50년의 재현 빈도로 설계되지만, 최근 기후변화 등에 따른 이상강우를 고려하여 본 연구에서는 Huff 분위법(2분위)의 100년 및 200년 빈도와 과거 실강우 사상에 대해 모의를 실시하였다. 분석에 사용된 강우시나리오는 <표 5>~<표 7>에 제시된 바와 같이 Huff 분위법에 의한 분포형 강우 및 과거 5개의 실강우사상을 입력강우로 사용하여 홍수 위험도를 평가 하였다.



<그림 5> 창경궁·창덕궁 유역 배수체계 및 관망도

www.kci.go.kr

<표 5> SWMM의 입력 강우데이터(단위: mm)

시간 (day:hr:min)	실강우 2011년 (실강우)	시간 (hr:min)	실강우 2011년 (실강우)	시간 (day:hr:min)	실강우 2011년 (실강우)	시간 (day:hr:min)	실강우 2011년 (실강우)	시간 (day:hr:min)	실강우 2011년 (실강우)
1:00:30	0.5	2:00:30	0	3:00:30	0	4:00:30	0	5:00:30	1
1:01:00	0.5	2:01:00	0	3:01:00	1.5	4:01:00	0	5:01:00	0
1:01:30	0.5	2:01:30	0	3:01:30	10.5	4:01:30	0	5:01:30	0
1:02:00	0	2:02:00	0	3:02:00	28.5	4:02:00	0	5:02:00	0.5
1:02:30	0.5	2:02:30	0	3:02:30	17.5	4:02:30	0	5:02:30	1
1:03:00	0	2:03:00	0	3:03:00	3	4:03:00	0.5	5:03:00	1
1:03:30	0	2:03:30	0	3:03:30	3	4:03:30	0	5:03:30	0
1:04:00	0	2:04:00	0	3:04:00	5.5	4:04:00	0.5	5:04:00	0
1:04:30	0	2:04:30	0	3:04:30	10	4:04:30	0	5:04:30	0
1:05:00	0	2:05:00	0	3:05:00	5.5	4:05:00	3.5	5:05:00	0
1:05:30	0	2:05:30	0	3:05:30	15	4:05:30	10.5	5:05:30	0
1:06:00	0	2:06:00	0	3:06:00	8	4:06:00	11.5	5:06:00	0
1:06:30	0.5	2:06:30	0	3:06:30	19	4:06:30	4.5	5:06:30	0
1:07:00	0.5	2:07:00	0	3:07:00	3.5	4:07:00	6.5	5:07:00	0
1:07:30	0	2:07:30	0	3:07:30	1	4:07:30	0.5	5:07:30	0.5
1:08:00	0.5	2:08:00	0	3:08:00	5	4:08:00	2	5:08:00	0.5
1:08:30	0	2:08:30	0	3:08:30	5.5	4:08:30	3.5	5:08:30	3
1:09:00	0	2:09:00	0	3:09:00	19	4:09:00	11	5:09:00	0
1:09:30	0	2:09:30	0	3:09:30	21	4:09:30	2.5	5:09:30	0
1:10:00	0	2:10:00	0	3:10:00	36.5	4:10:00	0.5	5:10:00	0
1:10:30	0.5	2:10:30	0	3:10:30	10.5	4:10:30	0	5:10:30	0
1:11:00	0.5	2:11:00	0	3:11:00	10.5	4:11:00	0	5:11:00	0
1:11:30	0	2:11:30	0	3:11:30	0.5	4:11:30	0	5:11:30	0
1:12:00	0	2:12:00	0	3:12:00	0.5	4:12:00	0	5:12:00	0
1:12:30	0	2:12:30	0	3:12:30	0.5	4:12:30	0	5:12:30	0
1:13:00	0.5	2:13:00	0	3:13:00	0.5	4:13:00	0	5:13:00	0
1:13:30	0	2:13:30	0	3:13:30	4	4:13:30	0	5:13:30	0
1:14:00	0	2:14:00	0	3:14:00	0.5	4:14:00	0	5:14:00	0
1:14:30	0	2:14:30	0	3:14:30	9	4:14:30	0	5:14:30	0
1:15:00	0	2:15:00	0	3:15:00	5	4:15:00	0	5:15:00	0
1:15:30	0	2:15:30	0	3:15:30	0.5	4:15:30	4	5:15:30	0
1:16:00	0	2:16:00	0	3:16:00	2	4:16:00	0	5:16:00	0
1:16:30	0	2:16:30	18.5	3:16:30	0.5	4:16:30	0.5	5:16:30	0
1:17:00	0	2:17:00	31	3:17:00	4.5	4:17:00	0	5:17:00	0
1:17:30	0	2:17:30	0.5	3:17:30	0.5	4:17:30	0.5	5:17:30	0
1:18:00	0	2:18:00	13	3:18:00	1.5	4:18:00	0	5:18:00	0
1:18:30	0	2:18:30	18	3:18:30	0.5	4:18:30	0	5:18:30	0
1:19:00	0	2:19:00	24	3:19:00	3	4:19:00	0	5:19:00	0
1:19:30	3.5	2:19:30	28.5	3:19:30	0	4:19:30	2.5	5:19:30	0
1:20:00	18	2:20:00	6	3:20:00	0	4:20:00	0	5:20:00	0
1:20:30	1.5	2:20:30	7.5	3:20:30	0	4:20:30	0	5:20:30	0
1:21:00	0	2:21:00	0	3:21:00	0	4:21:00	0	5:21:00	0
1:21:30	0	2:21:30	13	3:21:30	0.5	4:21:30	1	5:21:30	0
1:22:00	0	2:22:00	11	3:22:00	16.5	4:22:00	7	5:22:00	0
1:22:30	0	2:22:30	0	3:22:30	9	4:22:30	27.5	5:22:30	0
1:23:00	0	2:23:00	0	3:23:00	1.5	4:23:00	12	5:23:00	0
1:23:30	0	2:23:30	0	3:23:30	1	4:23:30	2.5	5:23:30	0
2:00:00	0	3:00:00	0	4:00:00	0	5:00:00	0	6:00:00	0

www.kci.go.kr

<표 6> SWMM의 입력 강우데이터(단위: mm)

시간 (hr:min)	HUFF 4분위법		시간 (hr:min)	HUFF 4분위법		시간 (hr:min)	HUFF 4분위법	
	100년 빈도 (60분)	200년 빈도 (60분)		100년 빈도 (180분)	200년 빈도 (180분)		100년 빈도 (180분)	200년 빈도 (180분)
00:00	0.000	0.000	00:00	0.000	0.000	01:40	19.644	21.612
00:10	9.007	9.787	00:10	7.728	8.502	01:50	14.536	15.992
00:20	28.048	30.477	00:20	4.144	4.559	02:00	9.899	10.890
00:30	36.413	39.567	00:30	7.770	8.549	02:10	6.541	7.196
00:40	20.213	21.964	00:40	14.372	15.812	02:20	4.890	5.380
00:50	7.442	8.087	00:50	20.991	23.093	02:30	4.798	5.279
01:00	5.079	5.518	01:00	25.803	28.388	02:40	5.355	5.891
합 계	106.200	115.400	01:10	27.932	30.730	02:50	4.697	5.168
			01:20	27.256	29.986	03:00	1.023	1.125
			01:30	24.220	26.646	합 계	231.600	254.800

<표 7> SWMM의 입력 강우데이터(단위: mm)

시간 (hr:min)	실강우		시간 (hr:min)	HUFF 4분위법		시간 (hr:min)	HUFF 4분위법	
	1942년	1964년		1942년	1964년		1942년	1964년
00:00	0.0	0.0	00:45	2.7	7.9	01:20	8.0	12.5
00:05	7.0	4.6	00:50	11.0	7.8	01:30	2.0	13.0
00:10	18.3	11.7	00:55	6.5	7.4	01:40	10.0	16.0
00:15	16.6	14.5	01:00	6.1	1.7	01:50	8.0	9.0
00:20	16.4	17.4	00:00	0.0	0.0	02:00	7.0	11.0
00:25	14.0	9.7	00:10	14.5	11.0	02:10	12.0	10.0
00:30	13.0	10.3	00:20	12.5	9.0	02:20	13.0	10.0
00:35	5.4	10.8	00:30	10.5	12.5	02:30	19.0	10.0
00:40	5.7	10.3	00:40	17.0	13.5	02:40	18.0	11.0
합 계	96.4	89.3	00:50	8.5	10.0	02:50	19.0	11.0
			01:00	11.5	10.5	03:00	19.0	10.0
			01:10	12.5	11.0	합 계	248.3	254.8

3. 도시 지형 모형의 구축

도시지형모형은 홍수 침수지형을 정확히 분석하기 위한 모형으로 적용되며, GIS(Geographic Information System)를 활용하여 구축하였으며, 대상지역의 수치표고모형(DTM)을 제작하고, 이를 바탕으로 ArcGIS 등 GIS툴을 이용하여 다양한 공간분석을 실시한다.

1) 3D 지형분석을 위한 수치지형 데이터 구축방법

수치지형 데이터 구축은 연속적으로 분포하고 있는 지표면상의 모든 지점에 대한 데이터를 취득할 수 없기 때문에 표본 추출에 의해 이루어지며 표본추출방법에는 계통적 표본추출법과, 적응적 표본추출법이 있다. 계통적 표본 추출법은 표본지점이 규칙적인 간격으로 측정되는 경우로 불규칙하고 복잡

www.kci.go.kr

한 지표면(해안선, 능선, 단층 등)을 정확하게 표현할 수 없는 단점이 있으며 대표적인 형태는 수치표고모델(DEM)이다. 적응적 표본추출법은 복잡한 지형을 보다 세밀하게 표현하기 위해 표본지점을 선택적으로 채택하는 방법으로 수치지형 데이터를 삼각법에 의해 불규칙 삼각망 형태로 변환한 형태이다. 표본 추출법은 지형의 특성과 모델링의 목적, 자료 응용의 필요성 및 데이터 취득방법 등의 기준을 고려하여 선택한다.

2) 3D 지형분석

GIS에서 침수분석, 경사도분석, 표고분석, 가시도분석 등과 같은 3D분석을 실시하기 위하여 대상지역의 표고정보 및 지형 특성정보를 포함하는 수치지형모형(DTM: Digital Terrain Model)이필요하다. 현재 DTM 구축을 위하여 기존 DEM 자료를 이용하는 방법과 수치지형도 또는 항공라이다(LiDAR) 데이터로부터 DTM을 새로 제작하여 사용하는 방법이 있다. 기존 DEM 자료는 공간 해상도가 좋지 않기 때문에 3D 지형분석에 적합하지 않다. 수치지형도는 등고선 자료를 이용하여 보간법에 의해 DTM을 제작할 수 있으며 이때 수치지형도의 축척에 따라 정밀도는 다르다. 1/5,000 이상의 대축척 수치지형도를 사용할 경우 높은 정밀도를 기대할 수 있다. 항공라이다데이터는 더욱 정밀한 DTM을 제작할 수 있으며 세밀한 지형까지 표현이 가능한 기법이다.

본 연구에서는 표고정보를 포함하는 대상지역의 항공라이다데이터를 이용하여 지표면의 고도값을 이용 TIN 데이터를 제작하고 이를 그리드 모형으로 변환하였으며 시각화를 위해 대상지역의 고해상도 항공정사영상(orthoimage)자료를 중첩하여 3차원 영상모형을 구축, 활용하였다.

3) 홍수 침수 지형 모형

본 연구에서는 대상유역에 대한 재현기간별 홍수량 자료와 다양한 시나리오에서 산정된 홍수량 자료를 이용하여 대상유역의 홍수위를 산정하였으며, 이를 구축된 3차원 수지지형 영상모형에 적용시킴으로 홍수 침수도를 작성하였다.

Ⅳ. 홍수 위험도 평가 결과

창덕궁 및 창경궁 지역의 2011년 7월 26-28일의 홍수 사례 분석을 통하여 구축된 홍수 위험도 평가 모형을 검증 하였으며, 대상 지역의 빈도별 확률강우량(재현 빈도 100, 200, 500년)을 산정하여 빈도별 홍수 위험도를 분석 하였다. 이러한 분석 결과를 정밀한 창경궁의 지형 모형에 적용하여 침수 위험범위를 도시하여 개별 건축 문화재의 침수 위험도를 평가 한다.

www.kci.go.kr

1. 홍수 위험 강우 시나리오 분석 결과

전술한 “SWMM 모형 구축” 결과를 바탕으로 Huff 분위법에 의한 강우 및 5개의 과거 실강우 사상에 대하여 모의를 실시하였다. 모의결과, 창경궁 및 창덕궁 유역에 인접한 맨홀 중 101번, 200번 맨홀에서 월류가 발생하였으며, 특히 200번 맨홀의 경우 모든 강우시나리오에서 월류가 발생하였다.

배수유역 A의 101번 맨홀의 경우 실강우사상에서 강우가 집중적으로 많아져 관의 통수능이 순간적으로 부족 할 때 월류가 발생하는 것으로 판단되며, 배수유역 B의 200번 맨홀의 경우 2001번, 2002번 관로(약 750m)의 관로의 유량의 배제가 늦어져 월류가 발생한 것으로 판단된다. <표 8> 에 월류발생 지점의 강우시나리오별 월류량 및 침수위를 나타내었다.

<표 8> 빈도별 월류량 및 침수위

구분		101번 맨홀	200번 맨홀
HUFF 4분위법 100년 빈도(60분)	침수량(m³)	2,580	12,395
HUFF 4분위법 200년 빈도(60분)	침수량(m³)	4,663	14,962
HUFF 4분위법 100년 빈도(180분)	침수위(EL.m)	18,120	38,282
HUFF 4분위법 200년 빈도(180분)	침수위(EL.m)	26,381	44,828
1942년(실강우)	침수량(m³)	1,993	15,871
1964년(실강우)	침수량(m³)	257	13,479
2001년(실강우)	침수량(m³)	7,775	26,409
2010년(실강우)	침수량(m³)	-	21,662

산정한 침수용량을 바탕으로 Huff의 4개 강우사상과 1942년, 1964년, 2001년, 2010년 실강우 사상의 침수면적 및 침수심을 산정하였으며, 주요 맨홀별 수위 현황을 바탕으로 침수시간을 산정한 결과는 <표 9>와 같다. 200번 맨홀에서 22765m²의 침수가 165분 동안 발생하였으며, 그 결과 창경궁의 일부 지역이 침수되는 것으로 검토되었다.

<표 9> 빈도별 침수면적 및 침수심

구분		101번 맨홀	200번 맨홀
100년 빈도 (60분)	침수면적(m²)	-	17141.02
	침수심(m)	-	1.69
	침수시간(min)	-	50
200년 빈도 (60분)	침수면적(m²)	-	18218.02
	침수심(m)	-	1.85
	침수시간(min)	-	55

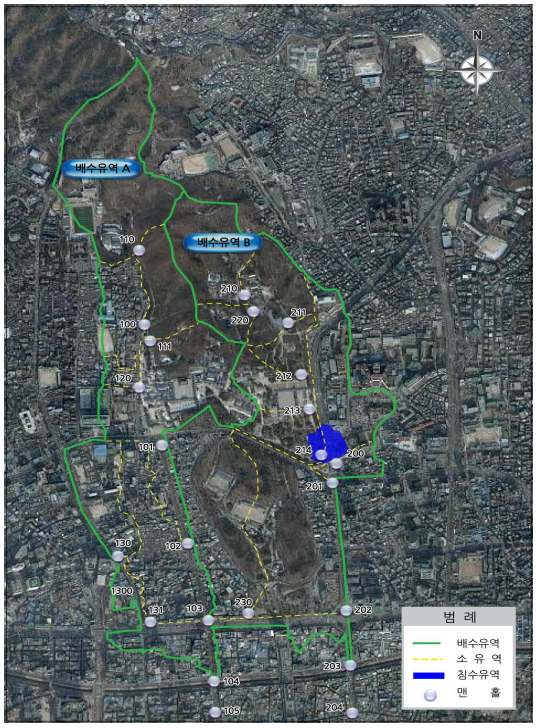
www.kci.go.kr

구분		101번 맨홀	200번 맨홀
100년 빈도 (180분)	침수면적(m²)	-	22446.26
	침수심(m)	-	2.52
	침수시간(min)	-	170
200년 빈도 (180분)	침수면적(m²)	950.68	26925.86
	침수심(m)	0.63	2.91
	침수시간(min)	5	175
1942년 (실강우)	침수면적(m²)	3231.18	19636.50
	침수심(m)	1.56	2.07
	침수시간(min)	15	55
1964년 (실강우)	침수면적(m²)	891.26	18806.78
	침수심(m)	0.58	1.94
	침수시간(min)	10	50
2001년 (실강우)	침수면적(m²)	8318.41	22765.22
	침수심(m)	2.58	2.57
	침수시간(min)	35	155
2010년 (실강우)	침수면적(m²)	-	21377.55
	침수심(m)	-	2.35
	침수시간(min)	-	155

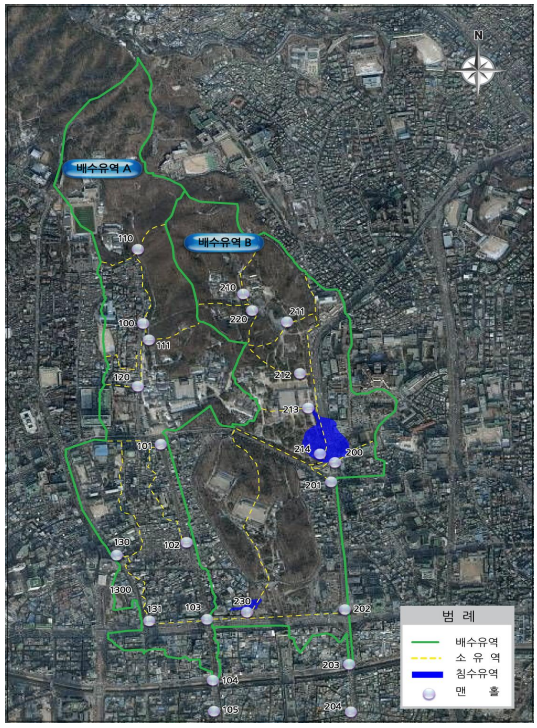
위의 도시유출모의 결과를 바탕으로 각 소유역을 저류지로 가정하여 <그림 6>과 <그림 7>과 같이 침수예상도를 작성하였으며, 침수면적 및 침수심 산정 시 각 소유역을 포켓으로 하여 침수예상도를 작성하여, 침수심이 다소 크게 산정되는 현상이 나타났으나, 유량이 하류유역의 낮은 지반으로 흐르는 현상으로 실제 침수위는 위의 산정결과보다 다소 낮을 것으로 판단된다.

모의결과 101번, 200번 의 경우 각각 최대 7,775m³, 26,409m³ 월류량이 발생하였으며, 면적으로는 8,318m², 26,925m² 침수된 것으로 검토되었다. 창덕궁 인근의 101번 및 230번에서 발생하는 월류량은 월류발생 시간이 짧고 월류량이 소량으로, 창덕궁이 침수되지 않았으며, 인근도시 유역에도 큰 피해가 없을 것으로 판단된다.

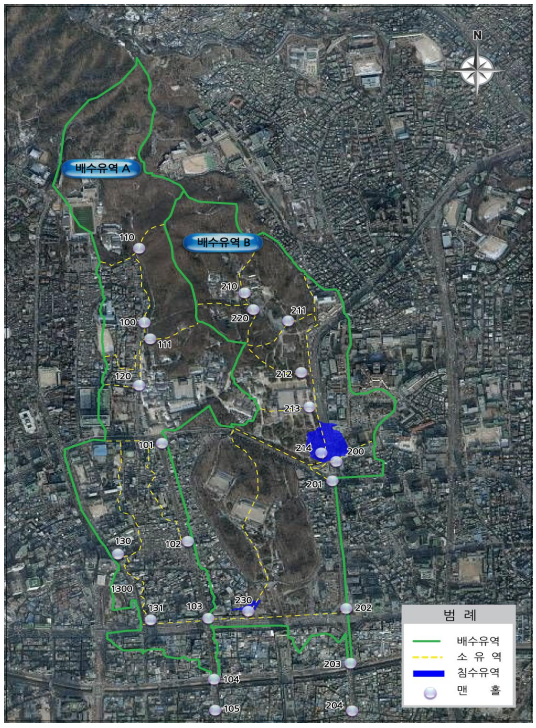
www.kci.go.kr



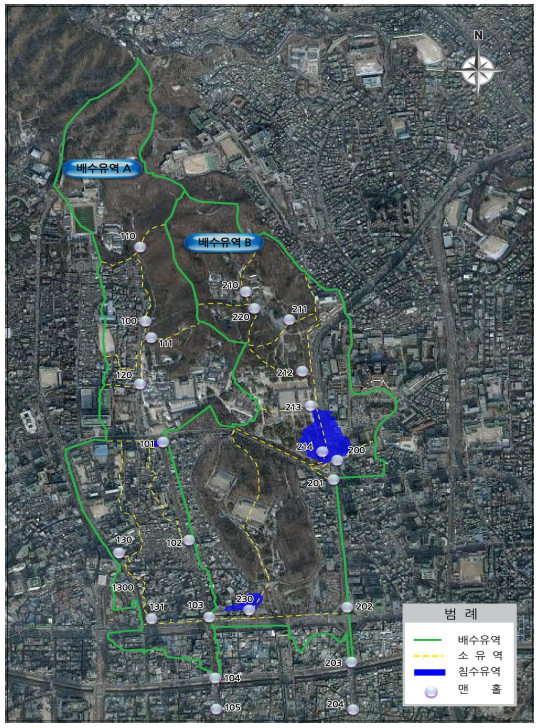
a) 100년 빈도 60분 강우사상



b) 100년 빈도 180분 강우사상



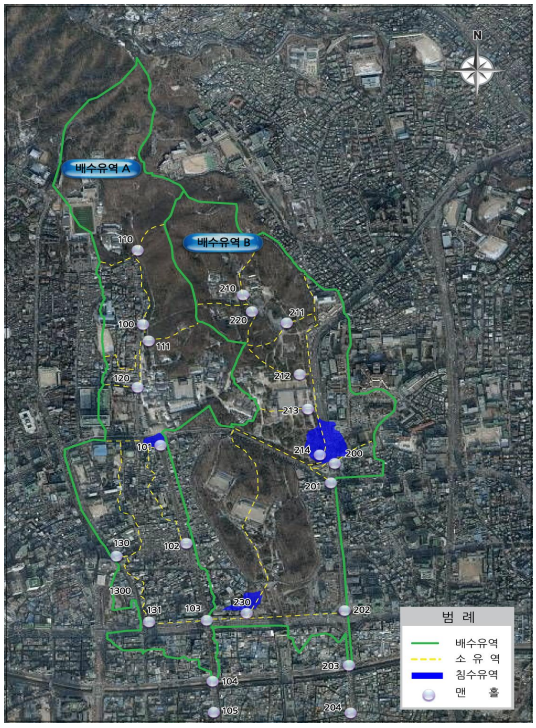
c) 200년 빈도 60분 강우사상



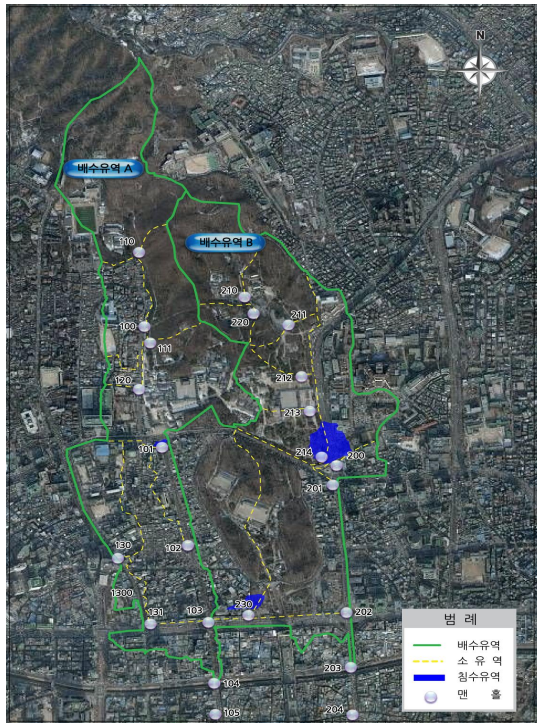
d) 200년 빈도 180분 강우사상

<그림 6> 강우시나리오별 침수현황

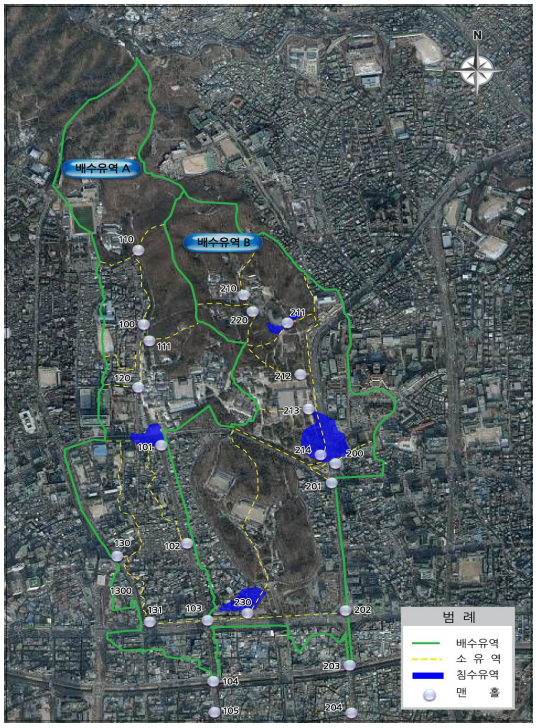
www.kci.go.kr



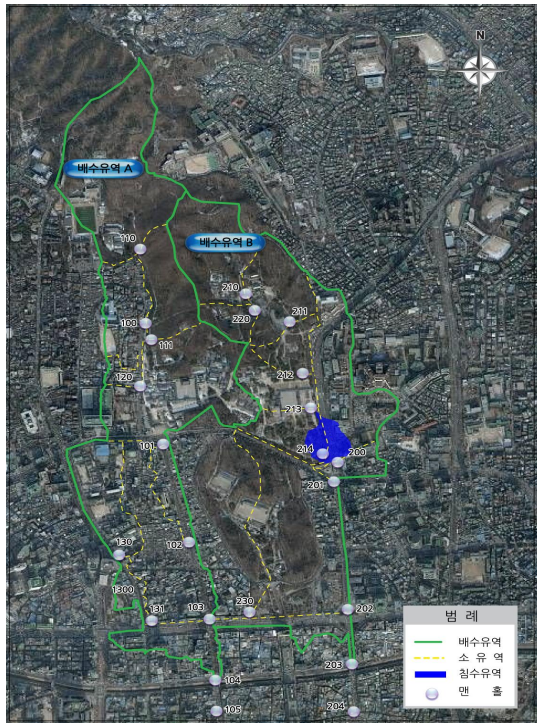
a) 1942년 실강우사상



b) 1964년 실강우사상



c) 2001년 실강우사상



d) 2010년 실강우사상

<그림 7> 강우시나리오별 침수현황

www.kci.go.kr

Ⅴ. 홍수위험관리 Pilot 시스템

홍수 위험도 분석결과에 따라 창경궁 지역의 주요 건축 문화재의 홍수위험관리 Pilot 시스템을 구축한다. 홍수위험관리 Pilot 시스템은 구글에서 제공하는 3D 영상지도 서비스(구글 어스)와 홍수위험 시나리오 분석에 따른 홍수위험도 정보를 통합하여 각 빈도별 홍수 발생 시나리오를 제공하며, 직관적으로 홍수 위험을 직시할 수 있도록 하였다. 이는 창경궁 지역의 주요 건축 문화재의 홍수위험을 손쉽게 확인하고 체계적으로 관리할 수 있도록 하는 바탕이 된다. 홍수위험관리 Pilot 시스템 구축을 위하여 다양한 공간정보를 통합하는 매쉬업(Mashup)기술을 이용하였으며 홍수위험 시나리오 분석 정보를 확인하기 위한 3D 영상지도 서비스는 구글 어스를 사용하였다.

1.매쉬업(Mashup)

매쉬업(Mashup)이란 웹으로 제공하고 있는 정보와 다양한 공간정보자료들을 융합하여 새로운 소프트웨어나 서비스, 데이터베이스 등을 개발하는 것으로서 웹 2.0 기술의 등장과 함께 인터넷 환경에 많은 변화를 불러오고 있다.

웹 2.0은 일방적으로 구축된 자료를 전달하는 것에서 탈피하여 구축된 콘텐츠의 개발 또는 활용에 사용자가 직접 참여하고 의견을 제시할 수 있도록 개방된 창구를 제공하고 있다.

웹 2.0을 도입하여 혁신을 이룬 사례는 구글, 야후 등과 같은 기법뿐만 아니라 해외 정부에서도 적극적으로 도입을 추진 중에 있다. 또한 오픈 API기반의 매쉬업 서비스 구현을 적용하여 지도 등 다양한 콘텐츠를 조직 내부의 정보나 서비스와 결합하여 유용하게 활용하고 있으며, 미국 국방정보국(DIA)의 경우 외부 웹을 통해 제공되는 다양한 정보 중 국방에 관련된 정보를 모니터링하기 위해 RSS기술을 사용하고 있고, 내부정보와 구글 맵정보를 결합하는 등 매쉬업 기술을 적극 활용하고 있다.

2. 3D 영상지도 서비스

현재 세계적으로 많은 사용자들이 구글 어스 등과 같은 영상지도 서비스를 이용하고 있으며, 유무선 네트워크를 통하여 원하는 지역의 영상지도를 손쉽게 검색하고 다양한 목적으로 사용하고 있다. 대표적인 3D 영상지도인 구글 어스는 Google이 제공하는 서비스로 위성영상, 지도, 지형 및 3D 건물 정보 등 전 세계 지역정보를 제공하고 있다. 3D 영상지도 서비스는 지역 상권정보 안내, 길안내 서비스, 부동산 정보 서비스, 온라인 호텔 및 식당 예약, 교통정보서비스, 내비게이션 시스템 등 각종 정보서비스 시스템의 형태로 구축된 자료를 활용할 수 있으며, 이와 관련된 어플리케이션 및 비즈니스 모델이 빠르게 개발되고 있다.

www.kci.go.kr

3. 창경궁의 홍수위험도 관리 Pilot 시스템의 구축

웹기반의 홍수위험관리 Pilot 시스템은 창경궁 지역의 자료를 바탕으로 구글 어스의 매쉬업 어플리케이션을 이용하여 구축하였다. 구글 어스에 다양한 도형 및 속성정보를 업로드하고 가시화하기 위하여 항공사진을 이용하여 제작한 고해상도 수치정사영상을 이용하여 KML파일로 제작하였다. KML은 구글 어스, 구글 지도 및 기타 응용 프로그램에 쓰이는 XML 기반의 마크업 언어 스키마로서 각종 정보(annotation)를 모델링하고 표현하는 역할을 한다. 제작된 3D 영상모형과 기존의 구축된 수치지형도, 수치표고모형(DTM) 자료를 이용하여 새로운 공간분석 자료를 생성할 수 있다. GIS툴을 통하여 분석한 고도분석자료 및 경사분석자료 뿐 아니라 시나리오 별 홍수위험도를 KML 파일로 제작하고 www, ftp, email, cloud service 등을 활용하여 공간분석 자료를 배포함으로써 문화재 현장 관리자가 손쉽게 구글 어스를 통해 각각의 정보를 실시간 확인할 수 있도록 하였다.

예상 위험강우량에 따라 <표 10>에서와 같이 홍수 위험도를 3단계(위험-1, 위험-2, 위험-3)로 구분하고 각 단계별 홍수위험 시나리오에 따른 홍수량자료를 제공하여 기상청의 홍수예보 시 해당 강우량에 따른 예상 홍수량를 확인하고 이에 대한 대비를 할 수 있도록 한다. 창경궁 지역의 홍수 위험 시나리오(100년,200년, 500년 및 PMP) 별 홍수량은 <표 10>와 같다.

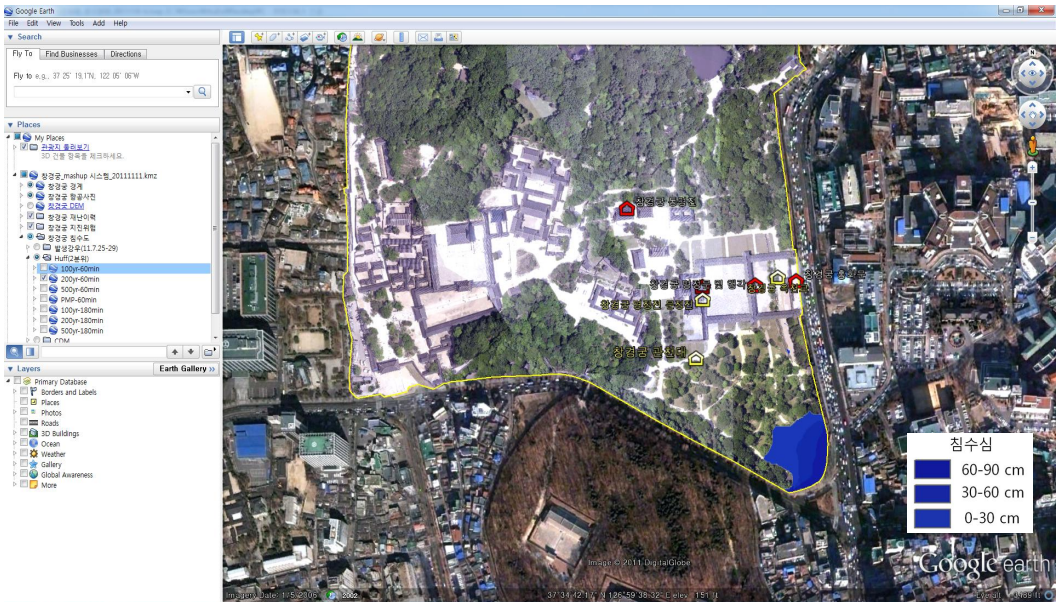
<표 10> 창경궁 지역의 홍수 위험 시나리오별 홍수량

	위험강우량	홍수 위험 평가 시나리오	홍수량[CMS]	
			1시간	3시간
위험-1 (Red)	발생빈도 100년 100년 빈도 강우량 106.2㎜/1시간당 231.6㎜/3시간당	1-(1)설계 확률 강우량(Huff 2분위)	4.8	8.7
위험-2 (Purple)	발생빈도 200년 100년 빈도 강우량 115.4㎜/1시간당 254.8㎜/3시간당	1-(1)설계 확률 강우량(Huff 2분위)	5.4	9.8
위험-3 (Dark)	발생빈도 500년 500년 빈도 강우량 127.6㎜/1시간당 285.5㎜/3시간당	3-(1)설계 확률 강우량(Huff 2분위)	6.2	11.2
	PMP(최대발생가능강우량) 175㎜/1시간당	3-(3)설계 확률 강우량(Huff 2분위)	9.6	-

구축된 홍수위험관리 시스템을 통하여 위험강우량의 발생빈도(100년, 200년, 500년 및 PMP)에 따른 각각의 위험 시나리오의 1시간 3시간의 침수심과 범위를 확인 할 수 있다. 예로 창경궁 지역을 포함한 서울 지역의 예보된 강우량이 발생빈도 100년에 해당하면, 해당 빈도에 따른 시나리오별 침수심과 범위를 확인할 수 있다. 다음 <그림8>은 시간당 115mm의 위험강우가 예보 되었을 때, 현장 문화재 관리자가 확인하게 될 침수 위험지도(Huff 2분위의 시나리오에 대한 빈도별 1시간 지속시간의 침수심

www.kci.go.kr

과 범위)를 홍수위험관리 시스템을 통하여 활용한 예이다.



<그림 8> 200년 빈도 위험강우량에 따른 지속시간 1시간의 침수심과 범위 표시 예

VI. 결론

본 연구에서는 홍수 재해 발생으로 인한 건축 문화재의 피해 위험을 분석하기 위하여 서울의 창경궁지역을 대상으로 홍수 위험도 평가 모형(FARD, SWMM, GIS 모형)을 구축 및 적용하였다. 구축된 홍수 위험도 평가 모형으로 재현 빈도별 확률강우량(100년, 200년 및 500년) 및 과거 극치 홍수사상(1942년, 1964년, 2001년 및 2010년)의 강우 시나리오를 적용하고, 산정 결과를 침수 지도로 산정하여 홍수위험도를 평가하였다. 또한 홍수 위험 관리 pilot 시스템을 구축하여 실무 활용성을 높였다. 본 연구의 주요 결론은 다음과 같다.

창경궁지역의 재현 빈도별 홍수 위험 분석 결과, 모든 시나리오(100년, 200년, 500년 및 PMP)에서 창경궁 내에 금천의 유출구 지점을 기점으로 침수 피해를 발생시키는 것으로 모의되었다. 창경궁의 유출구 지점에서 금천의 상류로 침수 범위가 확대되나, 창경궁 및 후원의 주요 건축문화재는 침수로부터 안전함을 확인 하였다. 창덕궁 인근지역에서는 월류는 발생하는 발생시간이 짧고, 월류량이 소량이므로, 창덕궁 지역은 침수되지 않았으며, 인근도시 유역에도 큰 피해가 없는 것으로 나타났다.

창경궁 홍수의 주요 원인은 창경궁의 주변부 도심의 배수관로 용량 부족 때문인 것으로 분석되며, 창경궁 내에서의 호우 발생으로 인한 유출의 반응이 상당히 빠른 것 또한 위험 요인 중 하나로 분석되었다. 두 가지 위험 요소의 복합 작용으로 인하여 강우강도가 큰 호우 발생 시 창경궁 내 존재하는

www.kci.go.kr

하나의 유출구로 상당히 큰 유량이 일시에 흐르게 되어, 배수관로의 수용불능의 사례가 발생하는 것으로 판단된다.

홍수위험 시나리오 분석에 따른 홍수위험도 정보와 3D 영상지도 서비스(구글어스)를 결합하여 직관적으로 홍수위험을 직시할 수 있는 창경궁의 홍수위험도 관리 Pilot 시스템 구축을 통하여 체계적인 건축문화재 관리의 방향을 제시하여, 향후 건축문화재의 체계적인 홍수 위험도를 평가할 수 있는 토대를 마련하였다.

참고문헌

국립문화재연구소. 2009. 건축문화재 지진홍수 재해 위험도 평가 연구. KAIST.

국립문화재연구소. 2010. 부여지역 건축문화재 지진・홍수 재해위험도 평가. 충북대학교.

국립문화재연구소. 2011. 서울지역 건축문화재 지진・홍수 재해위험도 평가. 충남대학교.

국립방재연구원: http://www.nidp.go.kr/

국토해양부. 2009. 한강 하천정비기본계획.

기상청. 2011. 2011 이상기후 보고서.

문화재청. 창경궁: http://cgg.cha.go.kr/

문화재청. 문화유산정보 시스템: http://www.cha.go.kr/

이호진, 장창덕, 전계원. 2011. XP-SWMM 모형을 이용한 침수지역의 수치모의. 한국위기관리논집. 7(2): 75-86.

한국건설기술연구원 역사기록과 홍수: http://floodhistory.kict.re.kr/

http://unece.org/env/water/publications/documents/guidelinesfloode.pdf

The United Nations Office for Disaster Risk Reduction: http://www.unisdr.org/

UNESCO. 2008. *Cultural Heritage Protection Handbook-Volume 4 Disaster Risk Management for Museums.*

World Conference on Disaster Reduction. 2005.

李曉上: Imperial College London에서 공학박사(수문학 전공) 학위를 취득하고 현재 충북대학교에서 조교수로 재직 중이다. 최근 저서로는 “미호천 유역의 지역화 연구를 위한 개념적 강우유출모형의 평가”, “금강 상류 유역의 저수지 홍수저감지수 결정”, “Stream flow Prediction with Uncertainty Analysis, Weida Catchment , Germany”, “강우자료의 불확실성을 고려한 강우 유출 모형의 적용” 등이 있으며 관심분야는 수자원공학, 하천방재 등이다. (hyosanglee@chungbuk.ac.kr).

鄭成赫: 충북대학교에서 공학박사(측량공학 전공) 학위를 취득하고 현재 충북대학교에서 시간강사로 재직 중이다.

www.kci.go.kr

최근 저서로는 “U-캠퍼스를 위한 3D 지도제작”, “무인항공 사진측량을 이용한 3D 공간정보 취득”, “수치지도 수시 갱신 시스템 개발” 등 이 있으며, 관심분야는 지형정보를 활용한 관리스템 개발, 위성영상을 활용한 지형정보 데이터 베이스의 구축 등이다.(idealharry@gmail.com).

李昊振: 충북대학교에서 공학박사(수공학 전공) 학위를 취득하고 현재 충북대학교에서 조교수로 재직 중이다. 주요 논문으로는 “Simulation of Seawater Intrusion Range in Coastal Aquifer using the FEMWATER Model for disaster information”, “An investigation of the applicability of a swelling wave simulation using maritime information for disaster prevention”, “비탈면 경사변화에 따른 토석류 거동의 수치모의” 등이 있다. 주요 관심분야는 연안방재, 수공구조물 설계, 유사현상 등이다(hojinlee@chungbuk.ac.kr).

투 고 일: 2013년 04월 10일
수 정 일: 2013년 05월 21일
게재확정일: 2013년 05월 27일

www.kci.go.kr

Development of Flood Risk Management for Changkyung Palace, Korea

Hyo Sang Lee, Sung Heuk Jung, Ho Jin Lee

The risk of natural disaster has been increasing due to the effects of climate change and abnormal regional climate, such as flood and earthquake. The need of a risk management system is raised to protect architectural heritages from those risks. In this study, flood risk of Changkyeong palace, Korea, is assessed using SWMM(Strom Water Management Model) with rainfall scenarios(probabilistic rainfall: 100, 200 and 500 return period and observed extreme rainfall of 1942, 1964, 2001 and 2010). The flood risk for architectural heritage is presented as the degree of inundation risk. these results are used to build up a flood risk management for architectural heritage of Changkyung palace. Although the lower part of Changkyung palace are inundated, the major area which the heritages are located, are in low risk of flooding. The flood risk management system, which is based on scenarios analysis in this study, suggests a systematical approach to deal with the risk of the flooding. It will be used as a fundamental management tool for architectural heritages.

Key words: climate change, flood risk management system, SWMM, architectural heritage

www.kci.go.kr