

## RCP 8.5 기후변화시나리오 기반의 기후변화가 미래 한반도의 치수안전도 및 홍수 적응비용에 미치는 전망<sup>1)</sup>



김 병 식 교수

강원대학교 소방방재학부 | 방재전문대학원  
도시·환경방재공학전공  
E-mail: hydrokbs@kangwon.ac.kr

### 1. 서론

산업혁명 이후 세계적인 산업화와 도시화로 인한 과도한 CO2 배출로 지구온난화를 야기 시켜 기후변화를 초래하게 되었다. 이로 인해 기상에 영향을 미쳐 인류의 삶에 재해를 유발하는 등 각종 부정적인 영향이 심각해지고 있는 것이 현실이다. 기후변화는 수자원의 양과 질, 하천생태계, 산림, 농업, 해양, 건강과 위생, 산업 등 광범위한 부문에 영향을 미칠 뿐 아니라, 인류의 생존 자체에 위협이 될 수 있을 것으로 보고 있다. 특히, 집중호우의 강도 및 발생빈도의 증가와 태풍의 대형화 등으로 인한 홍수, 토석류, 폭풍해일 등의 피해는 크게 증가할 것으로 예상되며, 강수량 변동의 폭이 확대됨에 따라 극심한 가뭄의 발생 가능성도 커질 것으로 전망된다. 기후변화에 관한 정부간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)의 제4차 평가보고서에는 온실가스 배출량 감축 위주의 기후변화 완화대책(mitigation measure)과 함께 기후변화로 인한 여러 영향에 대한 다양한 적응대책(adaptation measure)의 필요성을 강조하고 있다. 이는 온실가스 배출량 감축을 목표로 하는 완화대책이 성공하더라도 기후의 탄성 때문에 앞으로 수세기동안 지구온난화는 계속될 수밖에 없을 것이라는 사실 때문이다. 특히, 기후변화 영향을 받는 여러 부문들 중 수자원 부문은 특히 기후변화에 가장 취약한 부문이므로 적응대책의 수립·시행은 시급하다. 따라서 국민의 생명과 재산을 안전하게 보호할 책무를 가지고 있는 정부는 장·단기적인 기후변화 적응대책의 수립 및 단계적 시행을 통해 부문별로 기후변화 영향을 최소화해 나가는 것이 시급하다.

대부분의 기후변화 관련 선행연구에서는 우리나라 역시 기후변화로 인해 극과 극의 자연재해에 위협에 노출되어 있음을 경고하고 있다. IPCC 4차보고서 발표 이후로 우리나라에서도 기후전망 자료를 이용하여 기후변화 영향평가 시도되기 시작했다. 극한강수와 가뭄, 홍수와 갈수로 대표되는 이상기후를 평가하기 위하여 지역기후모형, 그리고 통계적 상세화를 거친 전망자료에 여러 분석들이 적용되었다. 적용결과

1) 본고는 저자의 개인적 연구결과를 근거로 작성하였음을 미리 밝히는 바임.



는 공통적으로 미래로 갈수록 극한강수의 크기가 커지고, 극한강수의 확률분포형 우측 이동(성장현 등 2012a, b)을, 또한 가뭄의 심도가 증가하고, 발생빈도가 잦아지리라 전망하고 있다(김병식 등 2013).

그러므로 미래 국가 물 관리는 기후변화를 고려하여 달라져야 하며 기후변화에 대응하기 위해 그 영향을 경제학적으로 정량화하고 이에 따른 필요예산을 전망할 필요가 있다. 여기서, 기후변화를 고려한 물 관리 예산이라 함은 기존의 예산투입의 패턴과 수준에서 벗어나 기후변화 적응 또는 완화를 위해 추가적으로 할당된 예산이라고 정의될 수 있다. 예를 들어 기후변화 대응에 있어 가장 앞서 있는 영국의 경우 장기적 관점에서 홍수방어활동을 공공부문 투자 중 가장 높은 수익을 올리는 것 중 하나로 평가하고 있다. 이는 홍수로 인한 자산파괴와 복구비를 절감하기 위한 목적으로 사용되는 1유로의 지출이 8유로의 수익을 가져온다는 판단에 기인한다. 물론 이는 효과적인 1유로의 지출을 전제로 한다. 이처럼 기후변화에 적응하기 위한 예산의 투입은 미래에 비용을 절감할 수 있다는 판단에 근거한다(수자원공사, 2012).

본 원고에서는 기후변화가 미래 한반도의 치수안전도와 홍수에 미치는 영향을 피해금액으로 정량화 하였으며 이를 이용하여 영국에서의 사례와 같이 피해를 막기 위한 지출이 수익이라는 가정에서 이를 물 관리 예산이라고 가정하였다. 따라서 본 원고에서는 홍수피해금액 평가에 있어서 기후변화의 정보를 활용할 수 있는 가장 현실적인 방법을 찾았으며, 유출빈도는 강우빈도와 동일하다는 기본 개념에 착안하여 현재 기후 및 미래기후에서의 피해금액을 전망하였다.

## 2. 기후변화에 따른 치수안전도의 변화

본 원고에서는 분석 공간적 범위는 남한지역, 구체적으로는 행정구역 단위로 정하였으며 시간적 범위는 현재기후(1980~2005) 대비 미래기후(2011~2099)이며, 미래는 기간을 나눠서 각 기간에 대한 변화를 전망하였다. 관측자료는 최근까지 수집된 기상청 자료를 이용하였으며 기후변화 전망자료는 행정구역 단위로 HadGEM3-RA의 정보를 추출하여 모든 격자자료를 사용하였다.



그림 1. 분석에 사용된 RCP 기후변화시나리오의 격자망 및 기상관측소 위치



RCP 8.5 기후변화시나리오 기반의 기후변화가 미래 한반도의 치수안전도 및 홍수 적응비용에 미치는 전망

IPCC(2007) 4차 보고서에 의하면 대기 중의 CO<sub>2</sub> 농도는 1750년에 280ppm이었지만 1999년에는 367ppm까지 증가하였으며 2050년과 2100년쯤에는 각각 463-623ppm와 470-1099ppm까지 증가 할 것으로 전망하였다. 또한, 전구의 평균기온이 20세기를 지나면 약  $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$  상승할 것이며 이는 지난 1000년 동안 가장 큰 상승이라고 하였다. Clausius-Clapeyron의 물리 식에 따르면, 온도가 높아질수록 증기압은 더 증가하게 되는데 이는 홍수를 유발할 수 있는 강우의 잠재력이 온도와 함께 증가하게 됨을 의미하며, 이러한 현상은 실제로, 이미 많은 지역에서 관측된 바 있다(IPCC, 2001). 기후변화가 수문순환 과정을 빠르게 진행시키고, 극한 사상의 빈도와 극치 상태를 증가시킨다는 가정이 실제 수문자료에서 그 변화가 관측됨에 따라 최근 주된 관심사가 되고 있다. 이를 가시화하기 위하여 그림 2-1과 같이 현재와 미래의 확률분포형으로 도시하였을 때 현재와는 일치하지 않고 과거 극한 강우와 같은 특정 사상의 크기와 위치는 변화하게 된다(Klein Tank, A.M.G.와 Konneb, G. P., 2003; Griffith, G.M. 등, 2005). 예를 들어 1990대에 10이라는 크기를 갖는 극한강우가 5회만큼 발생하였다면 미래에는 10이라는 크기의 강우는 20회 이상으로 빈번하게 발생하여 극한강우로 표현하기 어렵게 된다. 이는 곧 미래 극한강우는 1990년대 정의하였던 10이라는 크기를 넘는 20이상의 크기가 될 수 있음을 의미한다.

국토교통부(2009)의 선행연구에 따르면 이러한 극치강수량의 변동성을 100년 빈도강수량을 기준으로 평가해 보면 미래에는 현재의 100년 빈도 강수량이 약 60년 빈도로 낮아져 홍수위험성이 높아져 치수 안전도가 낮아지는 것으로 분석되었다(그림 2과 3참조).

이러한 치수 안전도의 저하로 인해 도시지역의 경우, 상대적인 배수체계의 약화로 인한 내수침수·범람 위험이 심화되어 중요한 기반시설, 주거지, 시설물들이 위협받을 것으로 예상되며 하천유역의 경우 하천 제방의 붕괴 및 범람으로 인해 인명 및 재산피해가 급증할 것으로 예상된다.

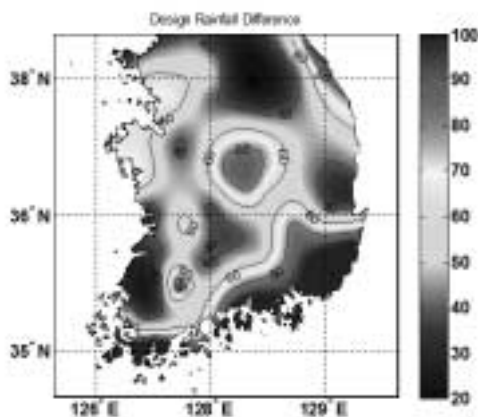


그림 2. 2030년 목표연도의 치수 안전도 변화

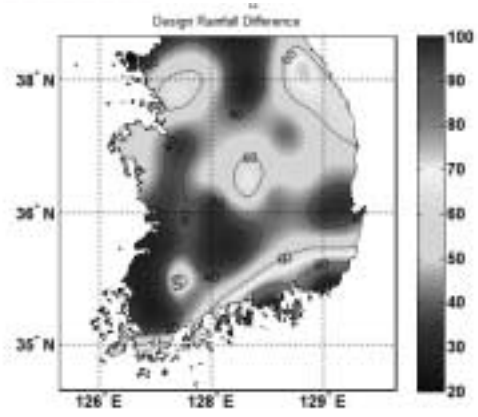


그림 3. 2090년 목표연도의 치수 안전도 변화



일본의 경우에도 A2 기후변화시나리오를 이용해 100년 후 강수량 변화가 여러 하천에 있어 홍수 규모에 어떠한 영향을 미칠지 검토하였다. 기후자료는 GCM20 예측결과에서 산출한 각 지역의 100년 후 연 최대 일 강수량의 변화율을 사용하였다. 이를 통해 시험적으로 전국 82개 수계의 1급 하천을 대상으로 현 계획상 치수 안전도<sup>2)</sup>가 어느 정도 떨어질지 계산한 것이다. 치수 안전도는 빈도<sup>3)</sup>로 표시하였고, 지역과 현 계획상 치수 안전도별로 정리하였다. 그 결과, 현 계획이 목표로 하는 치수 안전도를 기준으로 200년 빈도는 90~145년 빈도로, 150년 빈도는 22~100년 빈도로, 100년 빈도는 25~90년 빈도로 모두 발생빈도가 높아졌다. 특히, 홋카이도와 토호쿠의 경우 높은 강수량 증가율을 나타내었다. 이는 극단적 상황이 보다 자주 발생한다는 의미인데, 치수 안전도 수준이 크게 떨어질 것이며 중·소규모 하천의 경우에도 치수 안전도 수준의 저하가 예상하였다.



그림 5. 기후변화에 따른 일본의 치수 안전도 변화(일본 건설교통성, 2008)

2) 치수 안전도 : 치수계획에서 하천의 안전한 정도

3) 빈도(年超過確率) : 몇 년에 한 번의 비율로 일어나는 현상인지를 나타낸 것. 예를 들어, 연초과확률이 1/10인 강수량은 10년에 1회의 비율로 그를 넘어서는 비가 내리는 것



RCP 8.5 기후변화시나리오 기반의 기후변화가 미래 한반도의 치수안전도 및 홍수 적응비용에 미치는 영향

표 1. 100년 후 강수량 변화가 치수 안전도에 미치는 영향

지역명	장래의 치수 안전도 (빈도)					
	1/200 (현 계획) 빈도		1/150 (현 계획) 빈도		1/100 (현 계획) 빈도	
	빈도	수계수	빈도	수계수	빈도	수계수
홋카이도(北海道)	-	-	1/40~1/70	2	1/25~1/50	8
토호쿠(東北)	-	-	1/22~1/55	5	1/27~1/40	5
간토(關東)	1/90~1/120	3	1/60~1/75	2	1/50	1
호쿠리쿠(北陸)	-	-	1/50~1/90	5	1/40~1/46	4
추부(中部)	1/90~1/145	2	1/80~1/99	4	1/60~1/70	3
긴키(近畿)	1/120	1	-	-	-	-
이세(伊勢)남부	-	-	1/57	1	01월 30일	1
산인(山陰)	-	-	1/83	1	1/39~1/63	5
세토우치	1/100	1	1/82~1/86	4	1/44~1/65	3
시코쿠(四國)남부	-	-	1/56	1	1/41~1/51	3
규슈(九州)	-	-	1/90~1/100	4	1/60~1/90	14
전국	1/90~1/145	7	1/22~1/100	28	1/25~1/90	47

현재 우리나라의 하천제방은 소하천, 지방하천 그리고 국가하천별로 제방의 홍수방어 빈도가 다르다. 소하천과 지방하천의 경우는 50년-70년 빈도 그리고 국가하천의 경우는 대개 100년 빈도로 설계되어 있다. 그러나 문제는 현재의 이 같은 제방빈도가 기후변화를 고려한다면 100년 빈도가 70년 빈도로 70년 빈도는 50년 빈도 아래로 떨어지게 된다. 따라서 기후변화를 고려한다면 현재 100년 빈도의 제방을 예를 들면 2050년에도 100년 빈도로 유지시키려면 다시 설계하여 보강해야하는 것이고 여기에 투입되는 예산은 기후변화 예산으로 구분될 수 있다. (그림 6. 참조)

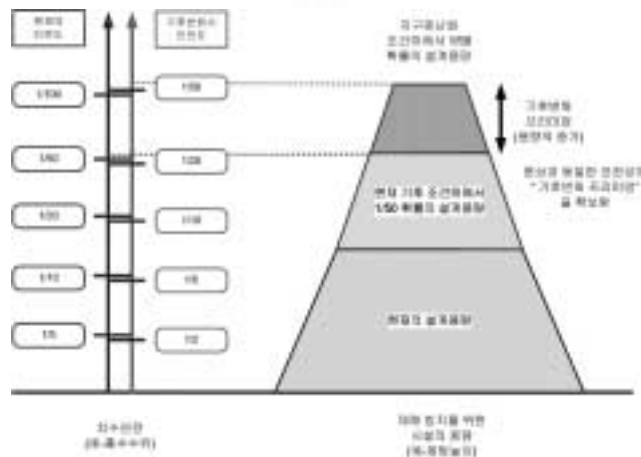


그림 6. 치수 안전도 변화에 대응한 기후변화 프리미엄의 개념

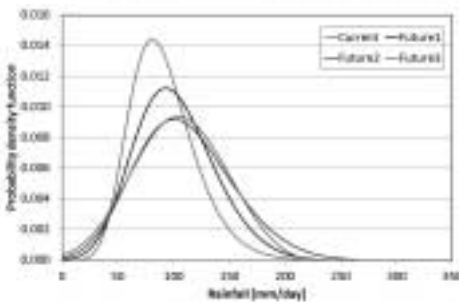
방재연구



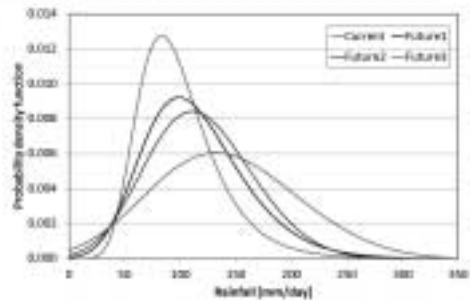
### 3. 기후변화가 치수 안전도에 미치는 영향전망

본 고에서는 현재기후에서의 극한강수의 변화전망을 위하여 GEV 분포를 이용한 빈도해석을 수행하였다. 행정구역별 분석을 위하여 행정구역내에 있는 모든 격자자료(grid point data)를 이용하였는데 이는 사용되는 격자자료가 충분할수록 사용되는 자료수가 많아서 분포형의 꼬리부분 자료가 많아져 극단치 표현에 유용하기 때문이다. 선행연구들을 보면 사용되는 자료수가 적고, 수백년 이상의 재현기간을 갖는 수문량을 계산하기 위해서는 지역빈도해석(regional frequency analysis)을 권장하고 있는데, 본 연구에서는 각 격자의 모든 자료수가 일정하여 격자자료를 길이에 따라 가중할 필요가 없다. 따라서 점 빈도해석(at-site frequency analysis)을 적용하고 점 빈도해석 결과를 평균하였고, 이는 지역빈도해석 결과와 동일하다고 볼 수 있다.

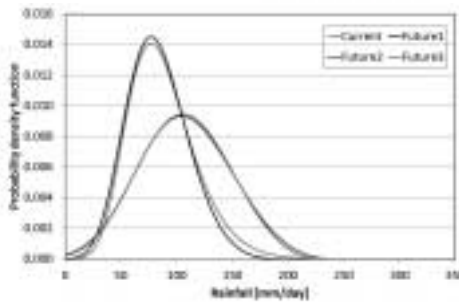
그림 7은 각 행정구역별의 GEV 분포의 확률밀도함수를 보여주고 있다. 전반적으로 미래로 갈수록 분포형 자체가 우측으로 이동하고 있어 평균이 커지고 있으며, 분포의 폭도 넓어져 분산이 커지고 있었다. 또한 분포의 상위꼬리 부분 크기도 두터워지고 있어 미래에는 극한사상의 발생빈도가 현재보다 잦아지리라 전망되었다.



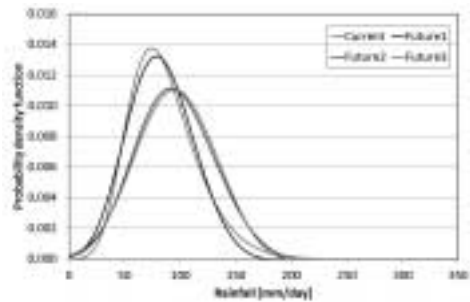
(a) 강원도



(b) 수도권 및 경기



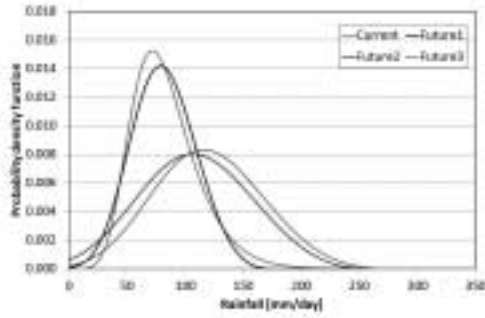
(c) 경상남도



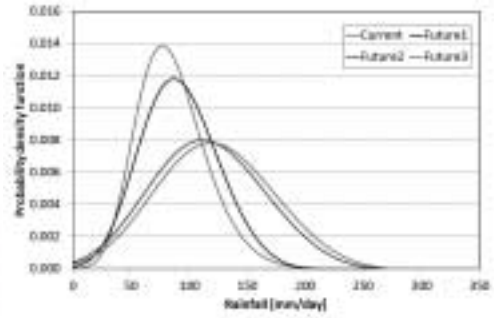
(d) 경상북도



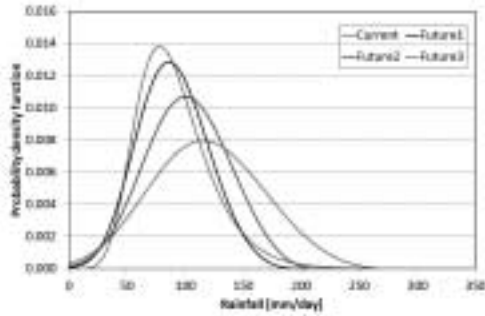
RCP 8.5 기후변화시나리오 기반의 기후변화가 미래 한반도의 치수안전도 및 홍수 적응비용에 미치는 전망



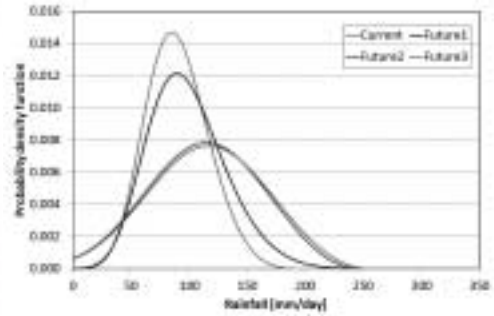
(e) 전라남도



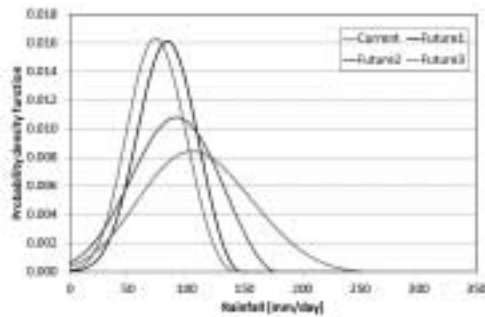
(f) 전라북도



(g) 충청남도



(h) 충청북도

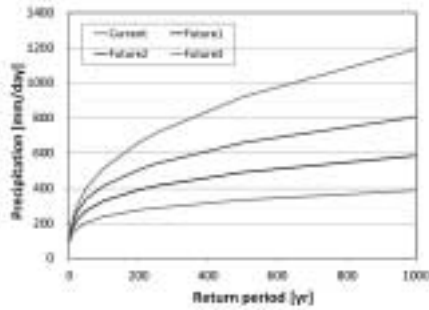


(i) 제주도

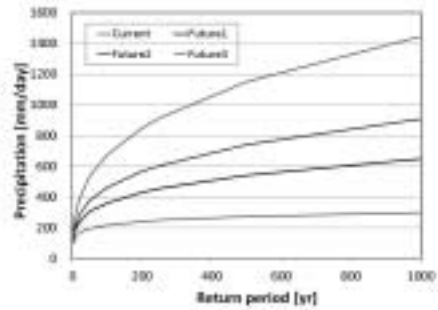
그림 7. GEV 분포의 확률밀도함수 변화



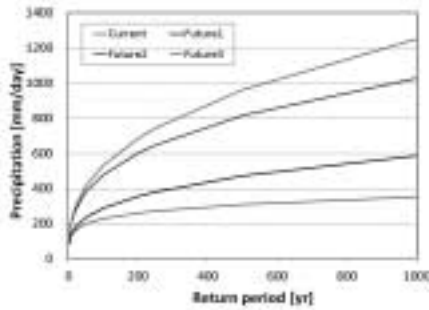
그림 8은 각 행정구역의 빈도별 강우량을 나타낸 것으로 저 빈도에서 부터 고 빈도까지 전반적으로 미  
래로 갈수록 빈도별 강우량이 증가하는 것으로 분석되었다.



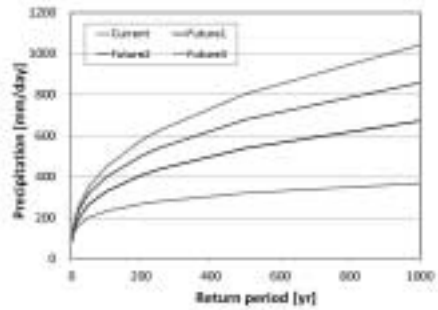
(a) 강원도



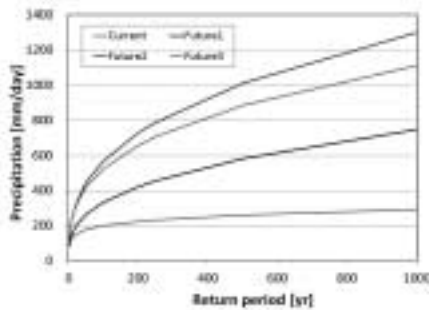
(b) 수도권 및 경기



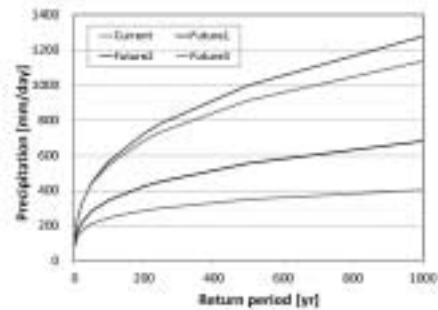
(c) 경상남도



(d) 경상북도



(e) 전라남도



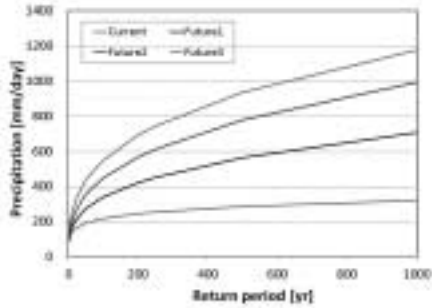
(f) 전라북도

그림 8. 행정구역별 빈도별 확률강우량

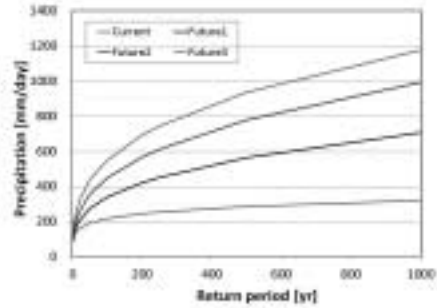




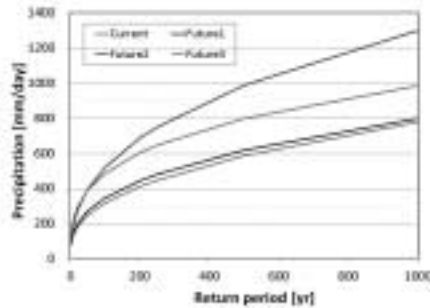
RCP 8.5 기후변화시나리오 기반의 기후변화가 미래 한반도의 치수안전도 및 홍수 적응비용에 미치는 전망



(g) 충청남도



(h) 충청북도



(i) 제주도

그림 8. 행정구역별 빈도별 확률강우량 (continued)

#### 4. 미래 극한기후 변화에 따른 피해 및 적응 금액 추정

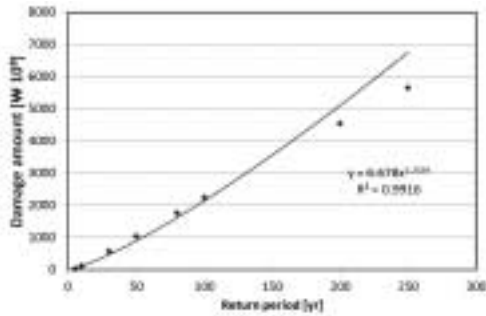
기존의 직접조사법과 자산조사법의 경우 과거 홍수피해액 산정하기 위해 반드시 손상함수인 홍수위 또는 침수심과 피해액의 관계식이 도출되어 한다. 그러나 아직까지는 기후변화시나리오의 정보를 이용하여 전국의 침수심(면적)을 모의한다는 것은 유출모형의 불확실성과 매개변수의 선정이라는 문제가 내포되어 있으며 또한 전국적으로 홍수량을 산정한다는 것 자체가 무리이다. 회귀분석법의 경우에는 기후변화시나리오로부터 극한치 계열을 추출하여 피해액과 관계식을 유도해야 하나 아직까지 제공되고 있는 기후변화시나리오는 과거의 극치계열을 재현하는데는 한계점이 있기에 이를 이용하는 것은 무리가 있다. 이에 본 원고에서는 간단하면서 전국규모의 홍수피해액을 추정하기 위해 기상정보를 바로 이용할 수 있는 빈도해석기법을 이용하였으며 이를 이용하여 미래 기후변화에 따른 홍수피해 전망 분석을 실시하였다. 표 2와 그림 9의 분석결과는 국토연구원 (2005) “홍수피해특성 분석 및 홍수피해지표 개발에 관한 연구”의 연구 결과를 이용한 것임을 미리 밝히는 바이다.



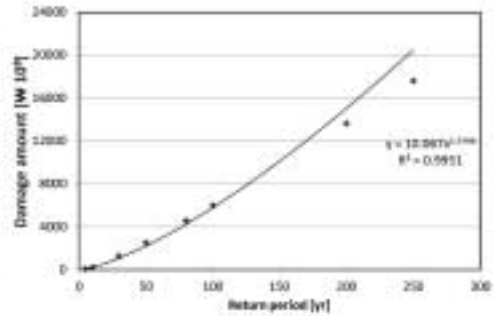
표 2. 행정구역별 재현기간-평균피해액

(단위 : 억 원)

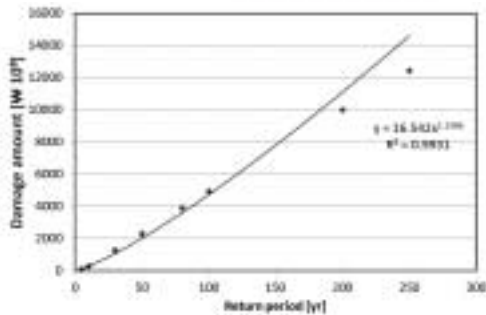
행정구역별	확률 피해액							
	5년	10년	30년	50년	80년	100년	200년	250년
강원도	39	127	571	1050	1774	2252	4556	5657
수도권 및 경기	75	254	1285	2531	4584	6025	13673	17649
경상남도	96	295	1274	2323	3906	4953	10020	12454
경상북도	36	112	475	856	1425	1797	3579	4425
전라남도	30	82	294	491	764	934	1688	2025
전라북도	10	27	99	167	265	326	605	732
충청남도	29	82	330	585	959	1202	2350	2890
충청북도	18	58	254	464	777	984	1972	2442
제주도	4	12	44	74	117	143	264	319



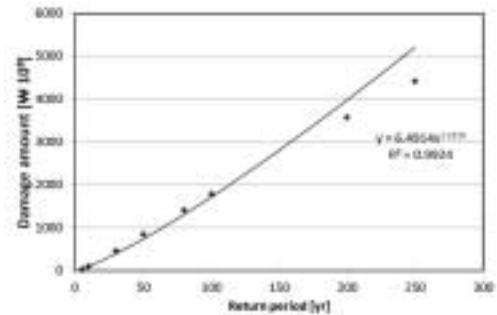
(a) 강원도



(b) 수도권 및 경기



(c) 경상남도

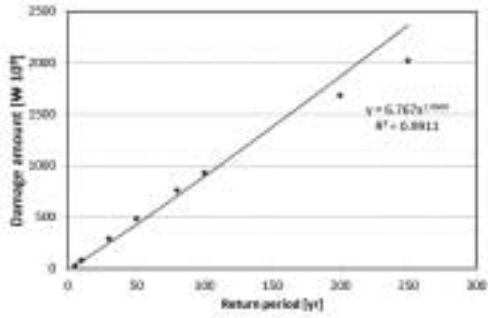


(d) 경상북도

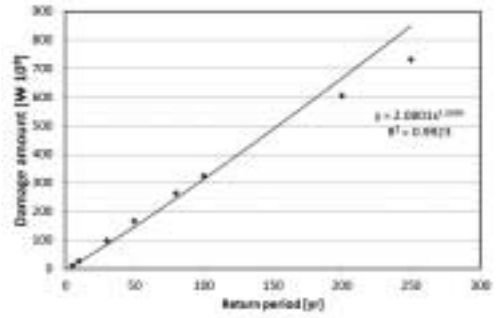
그림 9. 행정구역별 재현기간-평균피해액



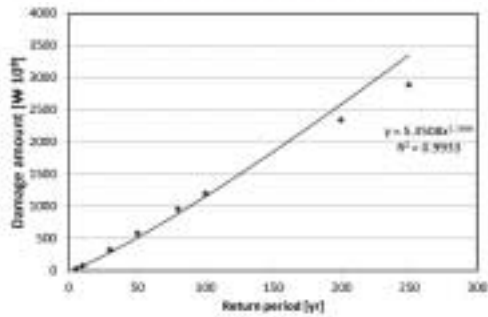
RCP 8.5 기후변화시나리오 기반의 기후변화가 미래 한반도의 치수안전도 및 홍수 적응비용에 미치는 전망



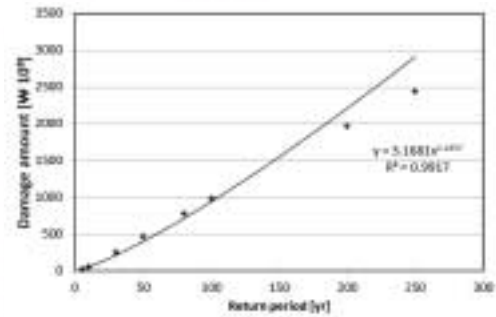
(e) 전라남도



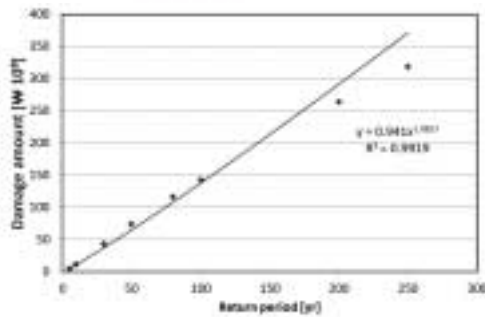
(f) 전라북도



(g) 충청남도



(h) 충청북도



(i) 제주도

그림 9. 행정구역별 재현기간-평균피해액 (continued)



우리나라는 유출량 자료가 짧아 직접 빈도해석을 적용하는데 어려움이 있기 때문에 빈도별 홍수를 구할 때 빈도별 강우량을 유출모형의 입력자료로 하여 빈도별 홍수량을 구하게 되는데 본 연구에서는 이러한 점에 착안을 하여 빈도별 홍수피해 금액을 산정하였다. 예를 들어, 100년 빈도의 강우량은 100년 빈도의 홍수량을 발생시키기 때문에 100년 빈도의 홍수량이 갖는 피해액과 같다는 점이다. 우선 현재빈도(치수안전도)가 미래에 어떻게 변화할지를 알아보았다. 기후변화전망에 따르면 미래로 갈수록 현재 빈도보다 더 작아지는데 이는 재현기간이 짧아져 현재보다 미래일 때 같은 크기를 갖는 사상이 더 잦게 발생함을 의미하는 것으로 치수안전도가 저하로 표현할 수 있다. 따라서 기후변화를 고려한다면 현재 치수안전도를 유지시키려면 현재 시점에서 기후변화 프리미엄을 고려하여 설계를 보강해야하는 것이고 여기에 투입되는 예산은 기후변화 예산으로 구분될 수 있다. (그림 10. 참조)

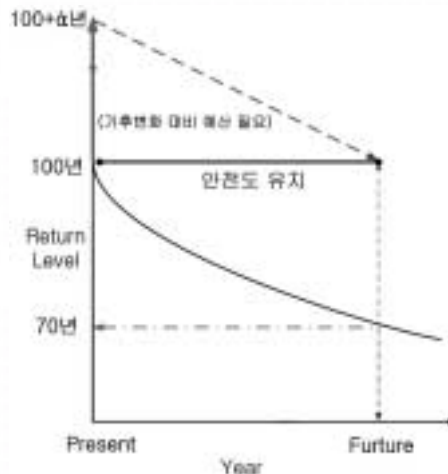


그림 10. 치수안전도 보강에 따른 기후변화 대비 예산 개념

표 3은 행정구역별 치수안전도의 변화전망 결과이고 표에서 ①은 Future-1, ②는 Future-2, ③은 Future-3를 의미한다. 21세기 초반에는 수도권 및 경기가, 21세기 중반에서 전반적으로 수도권 및 경기가, 21세기 말에는 경상북도가 짧아지리라 전망되었다. 빈도 변화율을 고려하여 홍수피해 금액을 계산한 결과, 미래에는 수도권 및 경기의 피해금액이 많은 편이었고, 모든 행정구역에서 21세기 중반에서 피해금액이 많은 편이었다(표 4. 참조)



RCP 8.5 기후변화시나리오 기반의 기후변화가 미래 한반도의 치수안전도 및 홍수 적응비용에 미치는 전망

표 3. 행정구역별 치수안전도의 변화 전망

(단위 : 년)

행정구역	미래	재현기간							
		5년	10년	30년	50년	80년	100년	200년	250년
강원도	①	1.83	3.15	5.46	10.27	25.16	50.41	100.49	125.51
	②	1.65	2.62	4.1	6.69	13.97	25.8	48.53	59.84
	③	1.77	2.86	4.88	9.36	23.19	46.37	92.81	116
수도권 및 경기	①	1.91	3.4	5.8	10.46	24.44	47.54	93.47	116.63
	②	1.63	2.46	3.56	5.22	9.07	14.46	23.62	28
	③	1.42	2.12	4.01	8	20	40	80	100
경상남도	①	2.21	4.43	8.21	15.13	35.09	67.74	131.69	163.08
	②	1.66	2.78	4.52	7.41	14.57	24.93	43.72	52.59
	③	1.74	3.16	5.74	10.86	26.11	51.48	101.78	126.87
경상북도	①	2.16	4.09	7.15	12.57	28.54	55.34	108.73	135.28
	②	1.83	3.32	5.73	9.71	19.57	33.9	60.34	73.26
	③	1.87	3.38	6.03	10.98	25.47	49.85	98.63	122.98
전라남도	①	2.12	3.89	6.53	11.43	26.86	52.96	105.98	132.69
	②	1.51	2.06	2.74	3.69	5.7	8.45	12.71	14.64
	③	1.35	2.15	4.06	8.07	20.1	40.1	80.17	100.2
전라북도	①	1.93	3.52	6.18	11.4	27.42	54.19	108.34	135.32
	②	1.46	2.16	3.26	5.12	10.05	17.41	31.89	38.96
	③	1.38	2.23	4.17	8.22	20.71	41.41	82.87	103.64
충청남도	①	2.09	3.9	6.63	11.66	26.42	50.54	98.6	122.49
	②	1.73	2.76	4.15	6.22	10.72	16.5	26.24	30.78
	③	1.47	2.23	4.17	8.33	21	42.03	84.21	105.26
충청북도	①	2.03	4.03	7.67	15	37.17	74.56	148.78	185.66
	②	1.66	2.49	3.72	5.66	10.2	16.42	27.15	32.12
	③	1.59	2.46	4.43	8.73	22.34	45.44	91.82	114.95
제주도	①	1.94	4.09	8.04	15.89	38.11	73.11	140.02	173.22
	②	1.78	3.01	5.01	8.62	18.63	34.99	65.94	80.48
	③	1.46	2.41	4.58	9.31	23.81	47.05	94.47	119.1

표 4은 앞에서 산정된 결과들을 이용하여 추정된 행정구역별 평균빈도별-평균피해예상액을 정리한 것으로 표를 통해 알 수 있듯이 수도권 및 경기지역이 가장 기후변화로 인해 피해액이 증가할 것으로 전망되었으며 두 번째로는 경상남도지역이 클 것으로 전망되었다. 이러한 결과는 물론 기후변화전망의 많은 불확실성이 포함되어 있기는 하지만 이 두 지역에 기후변화 물관리 예산의 우선적 투자가 필요하다는 것을 의미하는 것이다.



표 4. 기후변화에 따른 행정구역별 평균빈도별-평균피해예상액

행정구역	미래	단위(억원) Ave.	평균 빈도별-평균 피해예상액
강원도	①	1.48	3,380
	②	2.64	6,029
	③	1.66	3,791
수도권 및 경기	①	2.46	16,166
	②	10.28	67,556
	③	3.56	23,395
경상 남도	①	1.46	7,347
	②	4.3	21,638
	③	2.14	10,769
경상 북도	①	1.8	3,258
	②	3	5,430
	③	2.1	3,801
전라 남도	①	1.78	1,596
	②	9.88	8,861
	③	2.64	2,368
전라 북도	①	1.82	577
	②	5.14	1,631
	③	2.64	838
충청 남도	①	1.9	1,887
	②	6	5,958
	③	2.76	2,741
충청 북도	①	1.44	200
	②	6.88	956
	③	2.68	373
제주도	①	1.36	1,632
	②	2.68	3,215
	③	2.32	2,783

## 6. 요약 및 결론

본고에서는 지역기후모형의 미래기후변화 전망자료를 이용하여 미래 자연재난 변화를 전망하고 그로 인한 피해금액을 산정하였다. 본 원고에서는 분석 공간적 범위는 남한지역, 구체적으로는 행정구역 단위로 정하였으며 시간적 범위는 현재기후(1980~2005) 대비 미래기후(2011~2099)이며, 미래는 시간을 나눠서 각 기간에 대한 변화를 전망하였다. 미래 극한기후 변화 전망 후에는 무엇보다도 간단하고 불확실성을 줄일 수 있는 타당한 방법을 찾아서 미래 홍수 대한 피해금액을 산정하였다. 우선 홍수의 경우에 국토연구원에서 발표한 2005년 선행연구 결과를 이용하여 미래의 빈도별 홍수피해 금액을 전망하였다. 빈도



RCP 8.5 기후변화시나리오 기반의 기후변화가 미래 한반도의 치수안전도 및 홍수 적응비용에 미치는 전망

변화율을 이용하여 홍수피해 금액을 계산한 결과, 행정구역별 평균빈도별-평균피해예상액을 정리한 것을 통해 알 수 있듯이 수도권 및 경기지역이 가장 기후변화로 인해 피해액이 증가할 것으로 전망되었으며 두 번째로는 경상남도지역이 클 것으로 전망되었다. 이러한 결과는 물론 기후변화전망의 많은 불확실성이 포함되어 있기는 하지만 이 두 지역에 기후변화 물관리 예산의 우선적 투자가 필요하다는 것을 의미하는 것이다.

현재 우리나라는 100년간 평균기온이 1.8도 상승했다. 이는 전지구 평균 상승폭인 0.75도의 2배가 넘는 수치다. 강수일수는 18% 감소했다. 반면 강수량은 오히려 17% 증가해 집중호우 현상이 두드러졌다.

특히 많은 기후변화 관련 연구 결과에 따르면 집중호우로 인한 하천 유역과 도심지 등에 피해가 늘고 있으며 가뭄, 해수면 상승 등으로 인한 피해도 증가했다. 최근 10년 동안 자연재해로 매년 평균 68명의 인명 피해와 1조7,044억원의 재산피해가 발생했다. 1970년대에 비하면 10배에 달한다. 문제는 누적된 온실가스의 영향으로 이러한 기후변화가 앞으로 가속될 것이라는 전문가들의 의견(기후 탄력성)이다. 때문에 정부 차원에서 마련한 종합대책이 효과적이기를 기대하는 시선이 많다. 이에 따라 미래로 갈수록 기후변화에의 대응을 위한 기회비용이 점차 커지고 있으며 이에 대한 적절한 대응의 확립은 곧 미래의 국가 경쟁력의 수립으로 이어질 수 있다.

## 참고문헌

국토연구원 (2005) “홍수피해특성 분석 및 홍수피해지표 개발에 관한연구”

국립기상연구소 (2011) IPCC 5차 평가보고서 대응을 위한 기후변화 시나리오 보고서 2011. pp.2.

김병식, 성장현, 이병현, 김도정 (2013) “표준강수 증발산량지수(SPEI)와 대표농도경로를 이용한 남한지역 미래 가뭄의 변화전망” 한국방재학회, 한국방재학회논문집, 제 13권, 제 2호, pp. 97-109

성장현, 강현석, 박수희, 조천호, 배덕효, 김영호 (2012a) “대표농도경로(RCP)에 따른 21세기 말 우리나라 극한강수 전망” 한국기상학회지, 제22권, 제2호, pp. 221-231

성장현, 김병식, 강현석, 조천호 (2012b) “RCP 기후변화 시나리오 기반의 미래 극한강수의 비정상성 빈도해석” 한국방재학회논문집, 제12권, 제2호, pp. 231-244

IPCC (2001) “Third Assessment Report of the Intergovernmental panel on climate change”, Cambridge university press, Cambridge

IPCC (2007), Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Kim, Byung Sik, Yoon, Young Han, Lee, Hyun Dong “Analysis of Changes in extreme weather events Using Extreme Indices” Environmental Engineering Research Vol.16(3), pp. 175-183