

## RCP 시나리오 분석을 통한 농업용 저수지 관리방안에 관한 연구

추연문<sup>1</sup>, 원창희<sup>2</sup>, 김성률<sup>1</sup>, 권창현<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>부산대학교 사회환경시스템공학과, <sup>2</sup>국립재난안전연구원 방재연구실

### A Study on the Management Method of Agricultural reservoir Using RCP Scenario

Yeon Moon Choo<sup>1</sup>, Chang Hee Won<sup>2</sup>, Seong Ryul Kim<sup>3</sup>, Chang Heon Gwon<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Civil and Environmental Engineering, Pusan National University

<sup>2</sup>Prevention Lab, National Disaster Management Research Institute

**요약** 저수지의 정의는 물을 저장하여 홍수 시와 가뭄 시 물을 조절하는 인공적인 시설이며 우리나라는 예로부터 농경 사회로 농사를 짓기 위하여 전국에 저수지를 만들어 관리하여왔다. 도시화와 상수도의 보급으로 저수지의 중요성은 점차 떨어지게 되었으나 최근 물 부족 현상과 이에 따른 수자원 가격의 상승 등으로 물의 중요성이 점차 대두되고 있다. 따라서 본 연구에서는 농업용 저수지에 대한 이용한계점의 분석을 통한 대책을 제시하고자 한다. 이를 위하여 먼저 강우자료 수집을 통한 홍수량 산정과 RCP 시나리오를 이용하여 2100년까지의 기후전망을 분석하였으며, 이를 통해 농업용 저수지의 일종인 오동댐의 이용 한계점과 여유고 부족현상을 판단해 여러 대책법을 제시하였다. 확률강우량의 증가가 가장 큰 RCP 8.5시나리오의 증가량을 현재의 확률강우량에 가산하여 계산한 결과 2028년 오동댐의 여유고가 한계시점에 이를 것으로 예측되었다. 따라서 이를 방지하기 위한 대책으로 여수로의 높이 하강, 가동보 설치 등의 대책을 통해 유효 저수량의 확보방안을 제시하였으며, 향후 본 연구를 활용하여 농업용으로 이용되고 있는 저수지에 대한 효과적 관리가 가능할 것으로 기대된다.

**Abstract** A reservoir is defined as an artificial facility that stores and controls water during floods and droughts. Korea has constructed and managed reservoirs all over the country to benefit farming communities. The importance of reservoirs has decreased gradually due to urbanization and the spread of tap water, but the importance of water is increasing because of the recent shortage of water and the resulting rise in the price of water resources. Therefore, this study suggests countermeasures through an analysis of the used threshold for agricultural reservoirs. To this end, the forecast of rainfall up to 2100 was first analyzed using flood estimates and RCP scenarios through rainwater data collection. The increase in the RCP 8.5 scenario, the largest increase in the probability rainfall, was calculated by adding it to the current probability rainfall, and it was predicted that the marginal height of Odong Dam would reach its limit in 2028. Therefore, as a countermeasure against this, the measures to secure effective water storage were suggested through measures, such as lowering the height of Yeosu and installing movable beams. Overall, it is expected that effective management of the reservoirs used for agriculture will be possible in the future.

**Keywords** : RCP Scenario, Agricultural Reservoir, Dam Freeboard, Flood Discharge, Probability Rainfall

본 논문은 한국연구재단 BK21플러스 사업의 일환으로 수행된 연구결과임(21A20132012304).

\*Corresponding Author : Chang Heon Gwon(Pusan Univ.)

email: ckdgs13@naver.com

Received September 24, 2019

Accepted January 3, 2020

Revised October 31, 2019

Published January 31, 2020

## 1. 서론

전 세계의 지구온난화 가속과 더불어 호우발생 빈도의 증가, 태풍, 허리케인 강도의 강화 등으로 인하여 거대 자연재해의 발생횟수와 그 피해액은 지속적으로 증가하는 추세이다. 이러한 자연재해의 경우 사회의 다양한 재산에 피해를 입힐 뿐만 아니라, 심각한 경우에는 인명피해에 직·간접적인 영향을 끼치며, 특히 사회방재시설이나 재해에 대한 예비 시스템이 부족한 국가의 경우 대규모 재산 피해 및 인명피해가 지속적으로 증가할 수 있다.

이런 기후변화로 인한 재해는 지속적으로 발생하나 저수지의 설치는 평균 1950년대에 설치되어 기후의 변화에 따른 집중호우 및 강해지는 태풍으로 인한 붕괴의 위험 가능성이 매우 높은 실정이다. 실제로 경주시 산대저수지의 경우 1964년 축조 이후 관리가 이뤄지지 않아 2013년 제방붕괴사고로 저지대 주민 100명이 대피하였다.

저수지 및 기후변화에 대한 연구로 국내의 경우 오석근 등(2013)이 현재30년(1981~2010)에 대비한 미래 30년(2021~2050)의 기온·강수 변화를 4개의 RCP(Representative Concentration Pathway) 시나리오별로 분석 및 검토를 실시한 바 있으며[1], 정세진 등(2014)은 유역 규모의 수자원에 미치는 영향을 예측하기 위해서, 기상청에서 제공하는 고해상도의 RCP 8.5 기후변화시나리오와 준 분포형 수문모형, SLURP(Semi-distributed Land Use-based Runoff Processes) 모형을 이용하여 수문순환과정을 분석하였다[2]. 그리고 류정훈 등(2015)은 계통저수지 유역의 설계홍수량 산정을 위하여 RCP 시나리오 분석을 실시하여 2025년의 설계홍수량이 20% 이상 높아지며, RCP 4.5 시나리오가 전반적으로 가장 높게 나타난다고 분석한 바 있고[3], 최종우(2017)는 총 8개의 농업용 저수지를 선정하여 기존에 제시된 가능최대강수량과 기후변화연구단(CCAW)에서 제시한 기후변화시나리오에 따른 가능최대강수량을 비교하였으며, 홍수량 산정모형과 저수지추적모형을 이용하여 저수지별 수문학적 안전성 평가를 실시하였다[4]. 국외의 경우 Lins 등(1994)이 미국 지질 조사국의 수집 자료를 활용하여 수문학적 흐름과 기후 변화의 상관관계에 대해 분석하였고[5], Merritt 등(2006)은 3개의 기후변화 모델(GCMs)을 낮은 배출 시나리오와 높은 배출 시나리오를 만들기 위해 사용하였으며, Okanagan 유역에 대한 유출량의 감소를 시나리오 결과 값을 적용하여 예측하였다[6], Wang 등(2014)은 CMIP5(Coupled Model Intercomparison Project 5) 모델을 이용하여 RCP 4.5시나리오에 따른 아시아와 호주 간 몬순(AAM)의 영향에 대

한 분석을 실시하여 총 강수량이 약 2.6%에서 6.4%까지 증가하며, 아시아 지역의 몬순 면적이 약 10% 증가할 것으로 예측하였다[7].

이와 같이 기후전망 분석은 다양한 분야에서 많은 연구가 이루어졌으나 이를 적용한 수자원의 확보에 대한 연구는 비교적 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change) 제5차 평가보고서[8]에 제시된 RCP 시나리오를 이용하여 현재부터 2100년까지의 홍수량을 산정 후 저수지 추적을 통하여 저수지의 한계시점을 사전에 파악하고 사전대비 차원의 저수지 관리방법에 대하여 제안하고자 한다.

## 2. 연구방법

연구대상 유역에 대한 수리안정성 및 여유고 등의 분석을 위하여 아래의 Fig. 1과 같이 우선적으로 대상유역의 강우관측소를 통하여 강우자료를 수집하였으며 이를 활용하여 홍수량을 산정하였다. 또 한 RCP 시나리오 분석을 통해 현재 강우량에 RCP 8.5 시나리오의 연평균강우량 증가율을 적용하여 미래의 홍수량을 산정하고 홍수량에 따른 저수지 홍수추적을 통하여 저수지의 한계 이용시점을 분석하여 최종적으로 저수지 관리의 대책을 제시하였다.

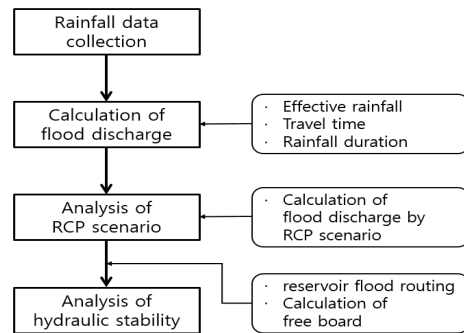


Fig. 1. Flow chart

## 3. 홍수량 산정

### 3.1 홍수량 산정

본 연구에서는 2010년 7월 15일 재해위험개선지구로 지정된바 있는 경상남도 남해군 남해읍 아산리의 오동댐 유역을 대상으로 선정하였으며 연구대상 유역은 Fig. 2와 같다.

Table 1. Result of selected travel time

Method	River Length (m)	Equivalent Grade (m/m)	Velocity (m/s)	Inlet time (min)	Time of flow (min)	Travel time (min)	Selected Travel time (min)
Kerby	1,651	0.0412	0.36	30.90	-	50.90	50.00
California			1.38	-	20.00		



Fig. 2. Research Area

이때 본 연구대상지 유역 내에는 기상학적 특성을 분석할 수 있는 기상관측소가 없기 때문에 Thiessen분석을 통하여 남해관측소로 강우관측소를 선정하고 1973년부터 2018년까지 46개년의 시우량 강우자료를 종합하여 12개의 강우지속시간에 대하여 분석, 정리하였다. 그리고 '설계홍수량 산정요령'에서 제시한 환산계수를 회귀분석하여 전 지속시간에 대한 회귀분석을 다음 Eq. (1)과 같이 회귀분석을 산정하여 지속시간별 고정시간 최대강우량을 지속시간별 임의시간 최대강우량으로 산정하였다[9].

$$Y = 0.1346 \cdot X^{-1.4170} + 1.0014 \quad (1)$$

Where, Y conversion factor, X rainfall duration  
 설정된 재현기간에 해당하는 강우사상을 산정하기 위해서는 해당 지역의 강우사상을 대표할 수 있는 지점의 연 최대치 강우기록으로부터 지속기간별 매년 최대치 강우를 산정하는 작업이 우선적으로 선행되어야 한다. 이때 추출한 자료로부터 재현기간별 확률강우량을 산정하는 작업을 빈도해석이라 하며, 이러한 빈도해석을 위해서는 강우의 지속시간에 따른 적정 확률분포형을 선정하는 작업이 선행되어야 한다. 확률강우량 산정을 위한 재현기간 설정은 30, 50, 80, 100, 200년 빈도의 총 5개 빈도를 설정하였다. 본 연구에서는 GUM 분포형의 확률가중 모멘트법을 최적확률 분포형으로 선정했고, '확률강우량도개선 및 보완 연구(국토해양부, 2011)'에서 제시한 전대수 다항식 형태의 확률강우강도식을 유도하였다[10]. 또

한, 유역의 전반적인 영향을 미치는 기상청 관할 남해관측소의 시간별 강우량자료를 이용하여 Huff분포법을 적용, 설계강우에 대한 시간분포를 실시하였으며, 남해관측소의 최빈 분위인 3분위를 사용하여 시간분포를 실시하였다.

홍수유출량 산정지점별로 홍수도달시간을 산정하기 위하여 산지유역임을 감안하여 유입 시간은 Kerby 공식과 유하시간은 California 공식을 채택하여 다음의 Table 1과같이 도달시간을 적용하였다. 지표면에 떨어진 강우량 중 침투나 차단과 같은 손실을 제외한 값을 유효우량이라 하며, 유효우량은 강우량 및 유출량의 실제 관측에 의한 방법과 경험식을 사용한 방법 등으로 산정할 수 있다. 본 연구에서는 유역의 토양상황, 토지이용상태 등을 고려하여 다음 Eq. (2)와 같이 미국 토양보존국(U.S. Soil Conservation Service)에서 제안한 SCS법을 사용하였다.[11]

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} \quad (2)$$

Where, P total rainfall(mm), Ia initial abstraction (mm), S practicable maximum loss(mm), Q direct runoff(mm)

이렇게 결정한 대상유역의 홍수유출량은 다음 Table 2와 같다.

Table 2. Flood discharge

Division	Flood frequency(m3/sec)				
	30	50	80	100	200
Flood discharge	39.25	42.69	45.84	47.33	51.95

### 3.2 RCP 시나리오

IPCC 5차 평가보고서에서 미래 온실가스의 농도 변화를 대표농도 경로로 RCP 시나리오를 산정하여 발표하였으며 이는 2100년도의 CO2농도를 기준으로 지구 스스로가 회복 가능한 경우, 저감 정책이 상당히 실현되는 경우, 저감 정책이 어느 정도 실현되는 경우, 및 저감 없이 온실가스가 배출되는 경우의 시나리오를 구성하여 각

Table 3. Annual precipitation forecast by RCP scenario

Division	Period(mm)				Tendency
	2001~2018	2019~2040	2041~2070	2071~2100	
RCP 2.6	1,596.80	1,698.60	1,645.60	1,635.40	4.83
RCP 4.5	1,596.80	1,646.70	1,730.50	1,672.10	9.41
RCP 6.0	1,596.80	1,590.60	1,546.50	1,740.60	17.98
RCP 8.5	1,596.80	1,649.80	1,672.20	1,850.10	31.66

각 RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 및 RCP 8.5의 4가지 시나리오를 발표하였다. 4가지 RCP의 시나리오를 살펴 보면 2000년도까지는 전체적인 기후변화의 양상이 비슷하나 2000년도 중반부터는 시나리오별 변화가 발생한다. 2100년 후반에는 급격한 차이를 보이는 것으로 조사되었다. 이로 인해 기후의 변화 등은 2100년 후반에 급격하게 변화를 보일 것으로 예상된다. RCP 시나리오에 따라 미래의 연평균기온을 예측한 결과 온실가스의 증가에 따라 RCP 시나리오별 미래의 평균기온은 점차 상승하는 것으로 조사 되었으며 RCP 8.5의 경우 3.7℃의 가장 큰 변화를 나타냈다. 강수량은 RCP 시나리오별 점차 증가하는 것으로 조사되었으나 변동성이 커 경향성 분석에는 어려움이 있었으며, 고온과 관련된 극한지수, 예를 들면 열대야일수나 여름일수, 그리고 폭염일수와 같은 지수들은 증가하고, 한파일수, 결빙일수, 서리일수와 같은 저온 관련 극한지수는 감소할 것으로 전망되었다. 다음의 Table 3은 본 연구 대상지인 오동댐이 위치한 경남지역의 RCP 시나리오에 따른 연 강수량 전망 분석표이다. 이들의 분석을 토대로 경남지역의 RCP 8.5 시나리오의 증가량을 현재의 확률강우량에 가산하여 다음의 Table 4와 Fig. 3과 같이 빈도에 따른 홍수량을 산정하였다. 산정결과 현재 홍수량에서 21세기 전-중반기의 홍수량은 큰 차이가 발생하지 않았으나 21세기 후반기에 온실가스의 영향으로 인한 홍수량의 차이가 다소 크게 발생하는 것으로 검토되었다.

Table 4. Flood discharge by period

Period	Flood frequency(m <sup>3</sup> /sec)				
	30	50	80	100	200
2021~2040	40.61	44.17	47.42	48.96	53.73
2041~2070	41.19	44.79	48.09	49.65	54.49
2071~2100	45.82	49.81	53.47	55.19	60.55

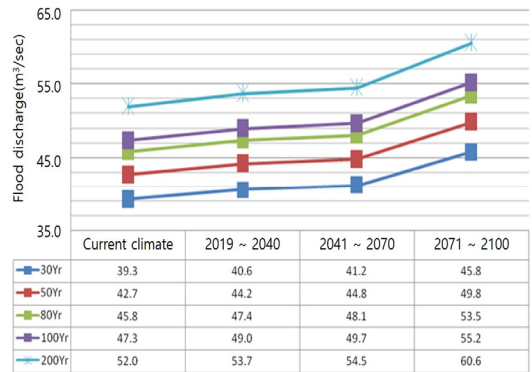


Fig. 3. Calculation result of flood discharge

#### 4. 수리안정성 분석

저수지 홍수추적은 저수지에 홍수로 넘치는 유량을 추적하는 것을 의미하며 저수지에 대하여 홍수조절 용량 결정, 댐 높이, 댐 부속물 및 수공구조물의 수리설계를 위한 기준유량 등을 제공한다.

연구대상지의 강우 및 유역특성 등을 고려하여 Clark 유출모형으로 산정한 200년 빈도 홍수량에 20% 가산한 홍수량을 적용하였다. 홍수량에 20%를 가산하여 저수지 추적을 실시한 검토 결과는 Fig. 4와 같이 구조상 문제가 발생하지 않는 것으로 나타났다.

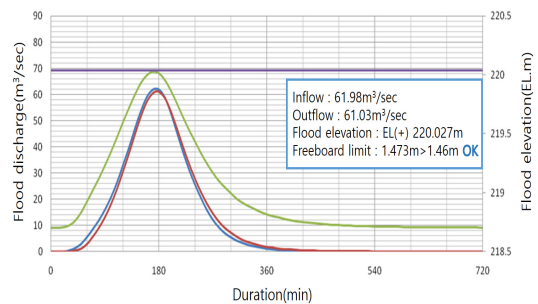


Fig. 4. Current reservoir flooding result

앞서 산정한 홍수량에 20%를 가산하였고 동일한 내용적으로 21세기 전반기(2019~2040), 중반기(2041~2070) 및 후반기(2071~2100)의 홍수 추계 결과는 다음 Fig. 5에서부터 Fig. 7과 같이 여유고에 문제가 발생하는 것으로 나타났다.

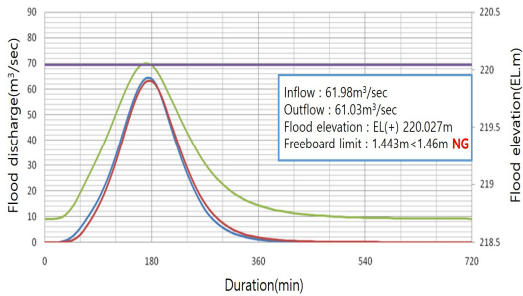


Fig. 5. Reservoir flooding result(2019 ~ 2040)

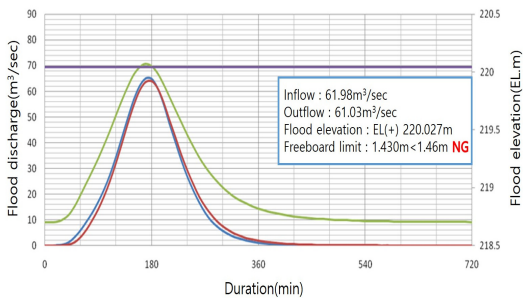


Fig. 6. Reservoir flooding result(2041 ~ 2070)

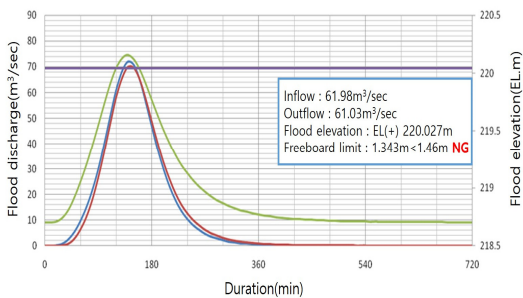


Fig. 7. Reservoir flooding result(2071 ~ 2100)

여유고는 설계 최고수위와 댐 마루고와의 차이를 의미하며, 설계 최고수위는 보통 설계홍수위를 말하나 수문식 여수로의 댐에서는 홍수 조절시의 만수위가 설계 홍수위보다도 높을 경우에는 그 최고수위를 의미한다. 댐 마루는 댐의 상류 측 비탈머리의 표고로 하고 더 쌓기는 포함

하지 않으나 물결막이의 높이는 포함시킬 때도 있다. 또한, 필댐 에서 월류는 곧 댐 붕괴로 이어지기 때문에 다른 형식의 댐보다 설계기준을 강화할 필요성이 있으며, 여유고는 어떠한 악조건에서도 홍수가 댐 마루를 넘지 않도록 크게 잡아야 한다고 ‘댐 설계기준(국토해양부, 2011)’에 명시되어 있다[12].

본 연구대상지역인 오동댐의 여유고 계산은 ‘댐 설계기준(국토해양부, 2011)’에 따라 다음의 Eq. (3)과 같이 산정하였으며, 이 때 지진에 의한 파랑고의 높이는 Eq. (4)와 같이 산정하였다.

$$H_f \geq R + \frac{h_e}{2} + h_a + h_i \quad (3)$$

Where,  $H_f$  freeboard,  $h_e$  wave height by earthquake,  $h_a$  wave height by types of spillway,  $h_i$  safety height by types of dam

$$h_e = \frac{K_h + \tau}{2\pi} \times \sqrt{gh_0} \quad (4)$$

Where,  $h_e$  wave height by earthquake,  $K_h$  design seismic coefficient,  $\tau$  period of seismic waves,  $h_0$  reservoir depth by normal high water level,  $g$  acceleration of gravity

산정된 홍수량을 기준으로 그래프를 그려 여유고 한계시점을 추정하였으며, 그 결과 Fig. 8과 같이 2028년에 여유고의 한계시점이 도래하므로 이전에 저수지에 대한 보강대책을 마련하여야 할 것이다.

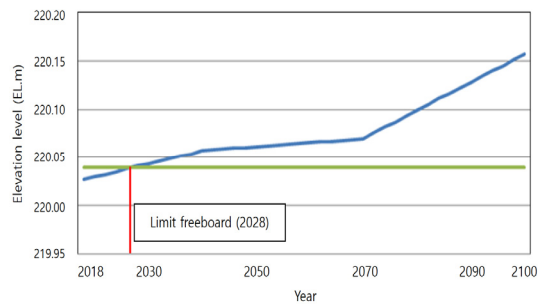


Fig. 8. Limit freeboard analysis

저수지의 수리안정성을 확보하는 방법은 매우 다양한 방법이 제시되고 있는데 그중 첫 번째는 여수로의 월류고를 하강시켜 여유고를 확보하는 방안이 있으나 월류고를 낮추게 되면 결과적으로 향후 저수지의 유효 저수량이 부족하게 될 것으로 판단된다. 두 번째 방법은 댐 마

루고를 부족한 여유고만큼 승고 시키는 방법이 있으나 이 경우 오동댐의 제원파악과 함께 하상의 토사에 대한 분석이 우선적으로 이루어져야 하며, 최종적으로 승고의 높이에 따른 제체의 안정성에 영향을 줄 우려가 있어 저수지 관리에 상당한 어려움이 예상된다. 다른 방법으로는 여수로의 높이는 조정하고 폭을 확장하는 방법이 있으나 이는 기존 여수로의 철거와 함께 인근 산자락에 대한 부지확보에 대한 비용 증대 등의 문제점이 우려된다. 따라서 오동댐 유역의 저수지 관리를 위한 방안으로 여수로의 높이를 낮추어 여유고를 확보하고 유효 저수량을 확보하기 위하여 가동보를 설치하는 방법을 제시하고자 한다. 이는 강우에 따라 탄력적인 운영으로 저수지의 관리가 가능할 것으로 판단된다.

## 5. 결론

본 연구에서는 수자원 확보를 위한 방안으로 저수지에 수자원에 대한 분석을 실시하고자 하였다. 이를 위하여 RCP 시나리오를 적용하여 기후변화에 대한 전망과 함께 이를 연구 대상 지역인 오동댐 저수지에 적용하여 대상 저수지의 수자원 이용 한계시점을 분석하였다. 그리고 이를 통해 오동댐의 여유고에 대한 부족현상을 판단해 여유고 증가 대책방안을 마련하였다.

본 연구를 통해 얻어진 결론에 대해 정리하면 다음과 같다.

- 1) '한반도 기후변화 보고서'에서 한반도의 극한기후가 증가됨에 따라 물의 조절기능을 하는 저수지의 증용성이 증대되는 것으로 조사되었다.
- 2) RCP 시나리오에서는 지속적인 강우량의 증가로 인한 홍수량은 증가하는 경향을 보이는 것으로 검토되었다.
- 3) RCP 8.5 시나리오로 오동댐의 이용 한계시점을 분석한 결과 2028년부터 여유고 부족현상이 나타나는 것으로 검토되었다.
- 4) 여유고 부족현상을 대비하기 위하여 한계시점 이전에 제방승고, 여수로 확장 등의 대책이 필요하므로 여수로 하강을 통해 여유고를 확보하고 가동보를 이용하여 유효저수량을 확보하는 방법을 제안하였다.
- 5) 향후 본 연구를 활용하여 저수지 등의 한계시점 분석과 함께 관리방안 및 유지, 보수 설계에 활용이 가능할 것으로 판단되며, 대책방안 적용후의 유출량 추정 등을 통해 지속적인 관리가 가능할 것으로 기대된다.

## References

- [1] S. G. Oh, M. S. Suh, "Projection of Fine-Scale Climate Changes over South Korea Based on the RCP(2.6, 4.5, 6.0, 8.5) Scenarios Using RegCM4", *Journal of climate research*, Vol.8, No.4, pp.291-307, 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.14383/cri.2013.8.4.291>
- [2] S. J. Jeung, B. S. Kim, K. W. Jun, J. I. Choi, "Impact Assessment of Climate Change on Long Term Runoff in the Young San River Based on the RCP 8.5 Climate Change Scenarios", *Crisisonomy*, Vol.10, No.2, pp.289-305, 2014.
- [3] J. H. Ryu, M. S. Kang, I. H. Song, J. H. Park, J. H. Song, S. M. Jun, K. U. Kim, "Estimation of Design Flood for the Gyeryong Reservoir Watershed based on RCP scenarios", *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers*, Vol.57, No.1, pp.47-57, 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.5389/ksae.2015.57.1.047>
- [4] J. W. Choi, *A Study on Evaluation for Hydrological Safety of Agricultural Reservoir Considering Climate Change*, Master's thesis, University of Seoul : Civil engineering, Seoul, Korea, pp.26-61, 2006.
- [5] H. F. Lins, P. J. Michaels, "Increasing U.S. streamflow linked to greenhouse forcing", *Eos, Transactions American Geophysical Union*, Vol.75, No.25, pp.281-285, 1994.  
DOI: <https://doi.org/10.1029/94EO00947>
- [6] W. S. Merritt, Y. Alila, M. Barton, B. Taylor, S. Cohen, D. Neilsen, "Hydrologic response to scenarios of climate change in sub watersheds of the Okanagan basin, British Columbia", *Journal of Hydrology*, Vol.326, No.1-4, pp.79-108, 2006.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.10.025>
- [7] B. Wang, S. Y. Yim, J. Y. Lee, J. Liu, K. J. Ha, "Future change of Asian-Australian monsoon under RCP 4.5 anthropogenic warming scenario", *Climate dynamics*, Vol.42, No.1-2, pp.83-100, 2014.  
DOI: <https://doi.org/10.1007/s00382-013-1769-x>
- [8] IPCC, *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)], p.151 IPCC, Geneva, Switzerland, 2014.
- [9] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, *Design Flooding Calculation Tip*, Support report, Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Seoul, Korea, pp3-28, 2012.
- [10] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, *Improving and supplementing the probability rainfall report*, Research report, Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Seoul, Korea, pp1-16, 2012.
- [11] Soil Conservation Service, *Hydrology National Engineering Handbook, Supplement A, Section 4*, Department of Agriculture, Washington DC, 1956.
- [12] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, *Dam Design Criteria*, p3-231, Korea Water Resources Association.



추 연 문(Yeon-Moon Choo)

[정회원]



- 2011년 8월 : 서울과학기술대학교 토목공학과 (공학사)
- 2013년 8월 : 영남대학교 토목공학과 (공학석사)
- 2018년 2월 : 고려대학교 토목공학과 (공학박사)
- 2018년 10월 ~ 현재 : 부산대학교 사회환경시스템공학과 계약교수

<관심분야>

수리학, 수리수문, 댐

권 창 현(Chang-Heon Gwon)

[정회원]



- 2018년 2월 : 동서대학교 토목공학과 (공학사)
- 2018년 3월 ~ 현재 : 부산대학교 사회환경시스템공학과 석사과정

<관심분야>

하천, 수리학, 방재

원 창 희(Chang-Hee Won)

[정회원]



- 2014년 2월 : 충북대학교 토목공학부 (공학사)
- 2016년 2월 : 충북대학교 토목시스템공학과 (공학석사)
- 2016년 3월 ~ 현재 : 국립재난안전연구원 방재연구실 선임연구원

<관심분야>

가뭄, 수리학, 방재

김 성 루(Seong-Ryul Kim)

[정회원]



- 1988년 2월 : 경상대학교 토목공학과 (공학사)
- 2016년 2월 : 경상대학교 건설공학과 (공학석사)
- 2016년 3월 ~ 현재 : 부산대학교 사회환경시스템공학과 박사과정

<관심분야>

수리수문, 도시방재, 하천