

# HyGIS를 이용한 2011년 7월 경안천 홍수량 분석



최 윤 석 ▶▶▶

한국건설기술연구원 수자원연구실 수석연구원  
yschoi51@kict.re.kr



김 경 탁 ▶▶▶

한국건설기술연구원 수자원연구실 연구위원  
kitkim1@kict.re.kr

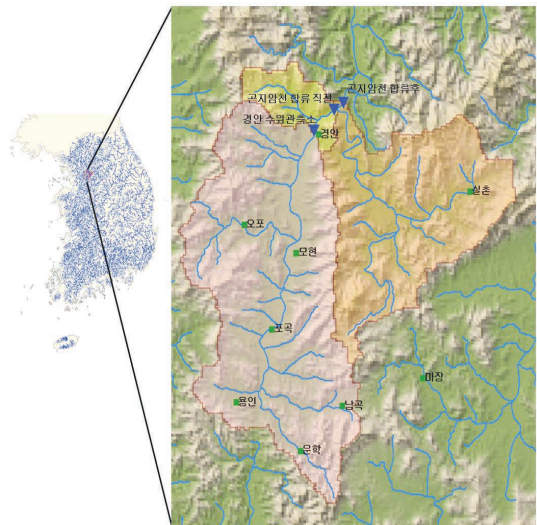
## 1. 대상 유역 현황

2011년 7월 26일과 7월 27일 양일간에 발생한 집중 호우로 인한 경안천의 범람은 곤지암천 합류부에서 발생하였으며, 곤지암천 합류부를 기점으로 하는 유역도는 그림 1과 같다. 곤지암천 합류부 지점의 유역의 면적은 약 442km<sup>2</sup>이며, 경기도 광주시와 용인시를 포함한다. 국가하천인 경안천은 경기도 광주시 초월읍 지월리에서 곤지암천과 합류하며, 합류부 우안에 삼육재활센터가 있다. 대상 유역에서 유량관측소는 경안 수위관측소가 있으며, 강우관측소는 국토해양부에서 관할하는 6개소(경안, 모현, 포곡, 용인, 운학, 남곡)와 기상청 AWS 관측소 3개소(오포, 실촌, 마장)가 있다.

## 2. 유출해석 방법

경안천 유역에서는 모형 보정에 사용할 수 있는 유량을 경안 수위관측소에서만 관측하고 있다. 또한 경안천 하천정비기본계획(건설교통부, 1998)에서는 곤지암천 합류부 직상류와 직하류에 대해서 설계홍수량을 산정하였다. 따라서 곤지암천 합류부 직상류 및 직하류 지점의 홍수량을 산정하기 위해서 경안 수위관측소 유역에 대해서 모형을 보정하였으며, 보정된 모형과 동일한 매개변수를 이용하여 곤지암천 합류부 직상류 및 직하류의 홍수량을 추정하였다.

유출모형은 국내에서 홍수량 산정시 주로 활용하



▼:홍수량 산정지점 ■:강우관측소  
그림 1. 홍수량 분석 대상 유역 모식도

고 있는 HEC-HMS(v3.1.0) 모형과 물리적 분포형 강우-유출 모형인 GRM(Grid based Rainfall-runoff Model)을 적용하였으며, HyGIS(Hydro Geographic Information system) 환경에서 각각의 모형을 구동할 수 있는 HyGIS-HMS(로커스솔루션과 한국건설기술연구원, 2009)와 HyGIS-GRM(한국건설기술연구원, 2010)을 이용하였다. 그림 2와 그림 3은 본 유출해석에 적용한 각 모형의 수행화면을 나타낸 것이다.

### 3. 수문자료 구축

본 유출해석에서는 2011년 7월 26일과 7월 27일 양일간에 발생한 강우에 대해서 홍수량을 분석하였

다. 대상 지역의 국토해양부 관할의 6개 강우관측소(경안, 모현, 포곡, 용인, 운학, 남곡)와 기상청 관할의 3개 AWS 관측소(오포, 실촌, 마장)에서 관측된 강우자료를 이용하였다. 강우자료의 검토 결과 경안천 유역에는 2011년 7월 27일 새벽부터 집중호우가 발생하였으며, 따라서 본 유출해석에서는 2011년 7월 27일 01시 00분부터 7월 27일 18시 00분 동안에 발생한 강우를 이용하였다. 이때 실촌 AWS 관측소는 7월 27일 8시 40분에 이상치(161.5mm/10분)를 기록하고 그 이후의 자료가 모두 0 혹은 이상치(312mm/10분)를 나타내고 있으므로, 7월 27일 08시 00분 이후에는 실촌 관측소와 가장 가까운 산북 AWS 관측소의 자료를 이용하였다.

경안천 유역에는 유량을 얻을 수 있는 관측소로 경안 수위관측소가 있다. 따라서 경안 수위관측소의

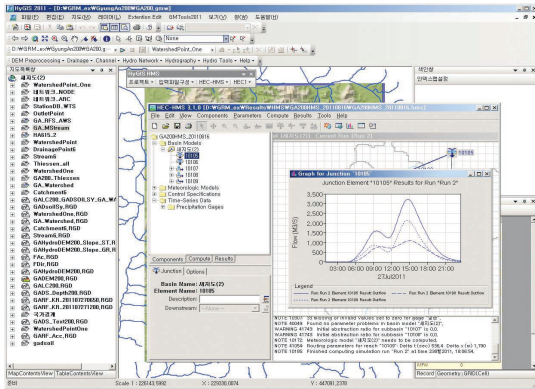


그림 2. HyGIS-HMS 적용 화면

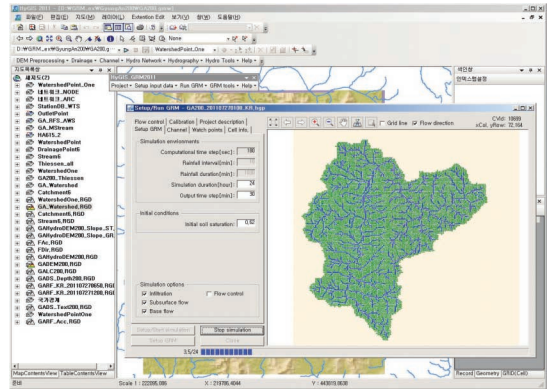


그림 3. HyGIS-GRM 적용 화면

표 1. 수문자료 구축

자료의 종류	관측소명	기간	처리방법
강우	경안(국토해양부)	2011.07.27 01:00 ~ 2011.07.27 18:00	· 티센계수를 이용한 평균강우량 산정 (HyGIS-HMS 자동 산정)
	모현(국토해양부)	2011.07.27 01:00 ~ 2011.07.27 18:00	
	포곡(국토해양부)	2011.07.27 01:00 ~ 2011.07.27 18:00	
	용인(국토해양부)	2011.07.27 01:00 ~ 2011.07.27 18:00	
	운학(국토해양부)	2011.07.27 01:00 ~ 2011.07.27 18:00	
	남곡(국토해양부)	2011.07.27 01:00 ~ 2011.07.27 18:00	
	오포(기상청)	2011.07.27 01:00 ~ 2011.07.27 18:00	· Krigging 방법을 이용해서 200×200 크기로 공간분포된 강우레이어 생성 (HyGIS-GRM 자동 생성)
	실촌(기상청(선택적 적용))	2011.07.27 01:00 ~ 2011.07.27 07:50	
	산북(기상청(선택적 적용))	2011.07.27 08:00 ~ 2011.07.27 18:00	
유량	마장(기상청)	2011.07.27 01:00 ~ 2011.07.27 18:00	
	경안(국토해양부)	2011.07.27 01:00 ~ 2011.07.27 23:30	

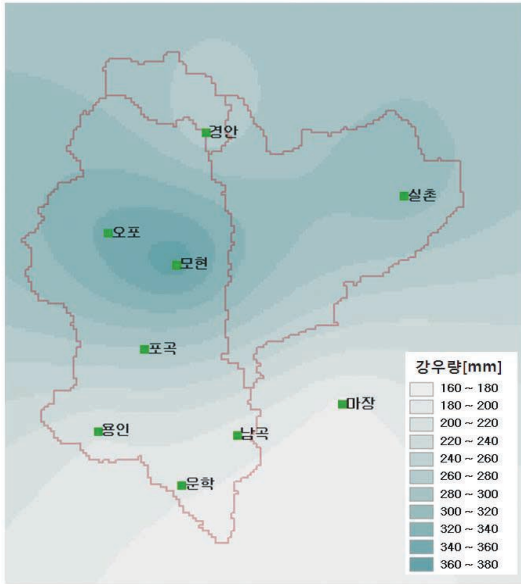


그림 4. 누적강우량 분포

2011년 7월 27일 01시 00분부터 관측된 경안 수위관측소의 유량자료를 수집하여 모형의 보정에 활용하였다. 유출해석에 적용한 수문자료를 정리하면 표 1과 같다.

본 유출해석에서는 HyGIS-HMS 모형과 물리적 분포형 강우-유출 모형인 HyGIS-GRM을 이용하여 유출해석을 수행하였다. HyGIS-HMS 모형의 적용을 위해서 각 강우관측소에 대한 티센가중치를 계산하고, 이를 이용해서 유역 평균강우량을 계산하였다. HyGIS-GRM 모형은 격자 기반의 분포형 모형으로 격자 형태로 강우레이어를 입력자료로 이용할 수 있다. 본 유출해석에서는 9개의 강우관측소의 10분단위 강우자료를 Krigging 방법을 이용해서 200m×200m 크기로 공간분포된 강우레이어를 생성하고 이를 HyGIS-GRM 모형에 적용하였다. 그림 4는 유출

표 2. 유출해석 결과(HyGIS-HMS)

구 분	총유출량			첨두유량			첨두시간			상관 계수	모형 효율 계수
	관측 [10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ]	모의 [10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ]	상대오차 [%]	관측 [m <sup>3</sup> /s]	모의 [m <sup>3</sup> /s]	상대오차 [%]	관측 [hr]	모의 [hr]	상대오차 [%]		
경안 수위관측소보정	51,579	53,372	3.5	2,064	2,061	0.0	13.5	13.5	0	0.96	0.88
곤지암천 합류부직상류 추정	-	55,840	-	-	2,119	-	-	14.0	-	-	-
곤지암천 합류부하류 추정	-	89,727	-	-	3,184	-	-	13.5	-	-	-

해석 기간 동안에 대상 유역에 발생한 누적강우량의 분포를 나타낸 것이다.

#### 4. HyGIS-HMS 모형을 이용한 유출 해석

##### ▶ 지형자료 구축 및 HEC-HMS 입력파일 생성

HEC-HMS 모형을 구동하기 위해서는 유역 폴리곤과 소유역별 주하천 및 유역과 하천의 수문학적 매개변수가 필요하다. HyGIS-HMS 모형에서는 HyGIS를 이용해서 HEC-HMS 모형에서 필요로 하는 공간자료와 수문학적 매개변수를 자동으로 계산하고, HEC-HMS 구동에 필요한 프로젝트 파일을 비롯한 모든 파일을 자동으로 생성한다.

본 유출해석에서는 경안천 유역의 200m×200m DEM을 이용하여 유역 폴리곤과 하천망을 생성하고, 각각에 해당하는 수문학적 지형인자를 산정하였으며, 환경부의 대분류 토지피복도와 농업과학기술원의 정밀토양도를 이용해서 CN을 계산하였다.

##### ▶ 유출해석

경안 수위관측소 유역에 대해서 HyGIS-HMS 모형을 보정하고, 이와 동일한 매개변수를 이용해서 곤지암천 합류부 직상류 및 직하류의 유량을 추정한 결과는 표 2 및 그림 5와 같다. 경안 수위관측소에 대한 모형 보정 결과 총유출량은 3.5%의 상대오차를 보였으며, 첨두유량과 첨두시간은 관측치와 일치되는 값을 나타내었다. 또한 상관계수는 0.96, Nash-Sutcliffe 모형 효율성 계수는 0.88을 보임으로써 모

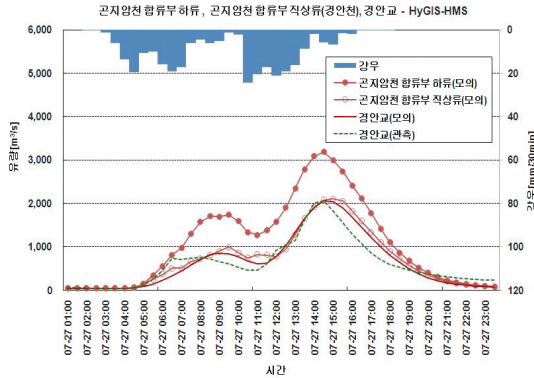


그림 5. 유출해석 결과(HyGIS-HMS)

형이 잘 보정된 것으로 나타났다.

경안 수위관측소에 대해서 보정된 모형을 이용해서 곤지암천 합류부 직상류와 직하류의 홍수량을 추정 한 결과 각각 첨두유량은 2,119m<sup>3</sup>/s, 3,184m<sup>3</sup>/s, 첨두시간은 유출해석 시점으로부터 14.0 및 13.5 시간 후로 계산되었다.

### 5. HyGIS-GRM 모형을 이용한 유출해석

#### ▶ 지형자료 구축

물리적 분포형 강우-유출 모형인 HyGIS-GRM을 이용하여 유출해석을 하기 위해서는 지형과 토지피복, 토양에 대한 그리드 레이어가 필요하다. GRM을 이용한 유출해석에서 사용한 지형자료는 표 3과 같다. 표 3의 지형자료는 HyGIS를 이용해서 구축하였으며, 모든 그리드 레이어의 격자 크기는 200m×200m로 구성하였다.

#### ▶ 유출해석

유량자료를 활용할 수 경안 수위관측소에 대해서 HyGIS-GRM 모형을 보정하고, 이와 동일한 매개변수를 이용하여 경안 수위관측소 하류에 있는 곤지암천 합류부 직상류 및 직하류 지점의 홍수량을 추정하

표 3. HyGIS-GRM 적용을 위한 지형자료 구축

그리드 레이어	설 명	원시자료
흐름방향	D-8 방법으로 생성	전처리된 DEM
흐름누적수	격자별 상류 격자의 개수	흐름방향 그리드 레이어
하천망	흐름누적수 임계값 6을 이용해서 생성	흐름누적수 그리드 레이어
경사	D-8 방법에서 적용된 최급경사 방법 적용	전처리된 DEM
토성레이어	정밀토양도를 이용해서 Green-Ampt 매개변수를 설정하기 위한 토성으로 분류(농업기술연구소, 1992)	정밀토양도(농업과학기술원)
토양심	정밀토양도를 이용해서 토양심으로 분류(농업기술연구소, 1992)	정밀토양도(농업과학기술원)
토지피복	7개의 대분류 속성 포함	대분류 토지피복도(환경부)

였다. HyGIS-GRM을 이용한 유출해석 결과는 표 4 및 그림 6과 같다.

경안 수위관측소에 대한 HyGIS-GRM 모형의 보정결과 총유출량, 첨두유량, 첨두시간에서 모두 1% 미만의 상대오차를 보이고 있으며, 상관계수와 Nash-Sutcliffe 모형 효율성 계수도 모두 0.9 이상을 보임으로써 모형이 매우 잘 보정된 것으로 나타났다.

경안 수위관측소에 대해서 보정된 모형을 이용해서 곤지암천 합류부 직상류와 직하류의 홍수량을 추정 한 결과 각각 첨두유량은 2,119m<sup>3</sup>/s, 3,091m<sup>3</sup>/s, 첨두시간은 유출해석 시점으로부터 13.5시간 및 14 시간 후로 계산되었다. 곤지암천 합류부 직하류의 홍

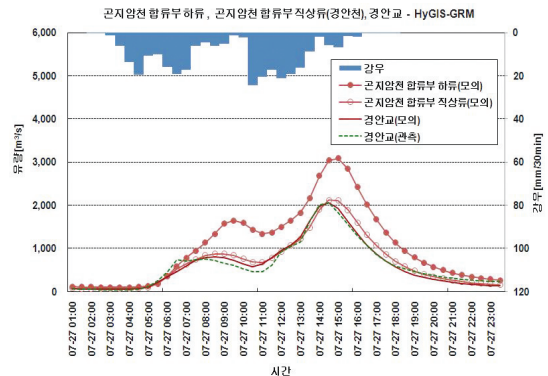


그림 6. 유출해석 결과(HyGIS-GRM)

표 4. 유출해석 결과(GRM)

구 분	총유출량			첨두유량			첨두시간			상관 계수	모형 효율 계수
	관측 [10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ]	모의 [10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ]	상대오차 [%]	관측 [m <sup>3</sup> /s]	모의 [m <sup>3</sup> /s]	상대오차 [%]	관측 [hr]	모의 [hr]	상대오차 [%]		
경안 수위관측소보정	51,579	51,249	0.6	2,064	2,060	0.2	13.5	13.5	0	0.99	0.97
곤지암천 합류부직상류 추정	-	55,840	-	-	2,119	-	-	13.5	-	-	-
곤지암천 합류부하류 추정	-	86,651	-	-	3,091	-	-	14.0	-	-	-

수량 산정지점은 경안 수위관측소 하류 약 3.6km에 위치하고 있으며, 이에 따라서 첨두시간이 경안 수위 관측소에 비해서 길어진 것으로 판단된다.

### 6. 유출해석 결과의 고찰

경안천 하천정비기본계획(건설교통부, 1998)에서는 경안천의 국가하천 구간을 100년 빈도 홍수에 대해서 설계하는 것으로 제시되어 있다. 건설교통부(1998)에서 제시하고 있는 지점별 설계홍수량은 표 5와 같

표 5. 경안천의 설계홍수량

지 점	하천정비기본계획(건설교통부, 1998)			
	기본홍수량 [m <sup>3</sup> /s]	빈도	계획홍수량 [m <sup>3</sup> /s]	빈도
곤지암천 합류전	1,760	50년	2,080	100년
	1,970	80년		
	2,070	100년		
	2,250	150년		
	2,380	150년		
곤지암천 합류후	2,440	50년	2,860	100년
	2,720	80년		
	2,860	100년		
	3,110	150년		
	3,290	200년		

※ 곤지암천의 계획홍수량은 1,170m<sup>3</sup>/s(50년 빈도)(건설교통부, 2001)

### 참고문헌

1. 건설교통부 (1998). 경안천하천정비기본계획(보완). pp.79-95.
2. 건설교통부 (2001). 곤지암수계 하천정비기본계획. pp. 237-483.
3. 농업기술연구소 (1992). 증보 한국토양총설, 토양조사자료 13, 농촌진흥청, pp. 283-290.
4. 로커스솔루션, 한국건설기술연구원 (2009). HyGIS-HMS user's manual.
5. 한국건설기술연구원 (2010). HyGIS-GRM user's manual.

고, 본 유출해석의 결과는 표 6과 같이 검토되었다.


표 5 및 표 6에서와 같이 곤지암천 합류부에서 발생한 하천 범람은 설계홍수량을 초과하는 유량에 의해서 발생한 것으로 판단된다. 최근들어 빈번하게 발생하는 이러한 집중호우는 기록적인 강우와 함께 강우 및 홍수량의 빈도 재산정에 대한 요구를 증대시키고 있다. 경안천의 경우 곤지암천 합류부에서의 범람은 과거에도 이미 발생한바 있다. 그러므로 경안천 유역의 집중호우 때마다 범람위험에 노출되는 곤지암천 합류부에 대한 홍수방어를 위해서는 수문관측 시설을 증설하고, 이를 토대로 좀 더 정확한 강우 및 홍수량 빈도해석이 선행 되어야 한다. 또한 정부와 지방자치단체 및 수자원·하천 기술자를 중심으로 홍수방어를 위한 적극적인 방안이 마련되어야 할 것이다. 

표 6. 경안천 유출해석 결과 검토

지점	유출해석 결과 (HyGIS-HMS)		유출해석 결과 (HyGIS-GRM)	
	첨두유량[m <sup>3</sup> /s]	빈도	첨두유량[m <sup>3</sup> /s]	빈도
경안 수위관측소	2,070	약 100년 빈도	2,060	약 100년 빈도
곤지암천 합류전	2,103	약 100년 빈도	2,119	약 100년 빈도
곤지암천 합류후	3,098	100년-150년 빈도	3,091	100년-150년 빈도