

# 레이더강우와 Vflo모형을 이용한 남강댐유역 홍수유출해석

박진혁<sup>1\*</sup> · 강부식<sup>2</sup> · 이근상<sup>3</sup> · 이을래<sup>1</sup>

## Flood Runoff Analysis using Radar Rainfall and Vflo Model for Namgang Dam Watershed

Jin-Hyeog PARK<sup>1\*</sup> · Boo-Sik KANG<sup>2</sup> · Geun-Sang LEE<sup>3</sup> · Eul-Rae LEE<sup>4</sup>

### 요 약

최근 기상이변에 따른 국지성 돌발 홍수의 빈번한 발생으로 인해 레이더 등을 이용한 초단기 강수예보의 필요성이 대두되고 있다. 본 연구는 시공간 분포를 적절하게 표현할 수 있는 레이더 강우시계열자료와 GIS기반의 분포형모형을 연계하여 국내 댐유역에 적용해 봄으로써, 분포형모형의 홍수유출시 실무에서의 적용가능성을 검증해 본 것이다. 본 연구에서 사용한 물리적기반의 분포형모형으로는 미국 오클라호마 대학에서 개발한 Vflo모형을 이용하였으며, 낙동강권역의 남강댐유역(2,293km<sup>2</sup>)을 시험유역으로 적용하였다. 입력강우로는 진도레이더로부터 레이더강우 전처리프로그램인 K-RainVieux를 이용하여 모형의 격자해상도에 맞는 분포형 강우를 생성하였다. 또한, GIS수문매개변수를 DEM, 토지피복도, 토양도 등의 기본 GIS자료들로부터 추출, 물리적기반의 분포형모형(Vflo)의 입력인자로 사용하여 모형의 초기설정을 향상시켰다.

본 연구의 성과는 향후 돌발홍수에 대응한 실시간 단기 강우유출예측시스템을 구축하기 위한 기반이 될 것으로 사료된다.

주요어 : 분포형모형, 레이더강우, 돌발홍수, GIS

### ABSTRACT

Recently, very short-term rainfall forecast using radar is required for regional flash flood according to climate change. This research is to evaluate the feasibility of GIS based distributed model using radar rainfall which can express temporal and spatial distribution in actual dam watershed during flood runoff period. Vflo model which was developed Oklahoma university was used as physical based distributed model, and Namgang dam watershed (2,293km<sup>2</sup>) was applied as study site. Distributed rainfall according to grid resolution was generated by using K-RainVieux, preprocess program of radar rainfall, from JIN radar. Also, GIS

2007년 5월 31일 접수 Received on May 31, 2007 / 2007년 8월 10일 심사완료 Accepted on August 10, 2007

1 한국수자원공사 물관리센터 Korea Water Resources Corporation, Water Resources Operations Center

2 단국대학교 토목환경공학과 Department of Civil and Environmental Engineering, Dankook university

3 한국수자원공사 수자원연구원 Korea Water Resources Corporation, Korea Institute of Water and Environment

\* 연락처 E-mail : park5103@kwater.or.kr

hydrological parameters were extracted from basic GIS data such as DEM, land cover and soil map, and used as input data of distributed model(Vflo).

Results of this research can provide a base for building of real-time short-term rainfall runoff forecast system according to flash flood in near future.

**KEYWORDS** : *Distributed Model, Radar Rainfall, Flash Flood, GIS*

## 서론

전 세계적으로 지구 평균기온의 지속적인 상승, 엘니뇨의 빈번한 발생, 지역에 따라 가뭄 및 홍수의 빈도증가 등 다양한 이상기상 현상이 빈발하고 있다. 우리나라도 지형학적 및 기상학적 특성에 의해 홍수피해에 아주 취약한 구조를 가지고 있어 홍수로 인한 피해가 해마다 급증하고 있다. 특히, 최근에는 국지성 돌발 홍수의 빈번한 발생으로 인해 물관리를 하는 측면에서는 사전예측과 대비에 많은 어려움을 겪고 있는 실정이다. 이러한 국지성 돌발홍수에 대응해서 초단기 강우예측의 필요성이 대두되고 있고 무엇보다 강우예측의 신뢰성을 확보하는 것이 필요한데 미국이나 일본 등의 선진외국에서는 신속한 관측능력과 시·공간적 해상도가 뛰어난 레이더 강우자료를 이용하여 실시간으로 강우현상을 감지하고 실무차원에서 레이더와 연계한 홍수 예·경보 시스템을 구축하여 많은 인명과 재산피해를 절감하고 있다(한국수자원공사, 2006, 배덕효, 2005).

현재, 국내 다목적댐을 운영하고 있는 수자원공사 물관리센터에서는 종관일기예보를 바탕으로 유역별 강수총량예측과 저류함수법을 기반으로 한 Kwater-홍수분석모형을 이용하여 저수지 홍수유입량을 추정하고 있는데, 태풍이나 국지성 집중호우의 경우 강수의 발달과 소멸이 매우 짧은 시간에 이루어지고, 공간적인 분포의 변화가 매우 심하기 때문에, 종관일기예보에서 이러한 변화에 대한 충분한 정보를 제공하기란 쉽지 않다. 과거 수자원관리를 위해서는 지상강우관측소에서의 관측자료가 주

류를 이루었고, 지금까지도 이러한 자료는 실제 지상에 떨어진 강수자료로서 활용가치가 매우 높다. 그러나 악기상시의 태풍이나 대류형의 집중호우가 발생하였을 때, 강수 클러스터의 이동경로나 강도 등을 예측하기 위해서는 강수대의 공간분포를 정확히 파악해야 하는데, 이 경우 레이더 등의 원격탐사자료가 유용하게 활용될 수 있다.

또한, 최근 전 세계적으로 GIS 및 RS데이터 등 디지털정보의 구축이 급속도로 진행되어 오고 있고, GIS 및 인공위성 영상기법의 발달로 유역에 대한 정확하고 상세한 각종 수문매개변수 수집이 가능하여 유역을 부분유역으로 분할한 기존의 집중형 수문모형보다 유역내의 공간적인 유량변동을 보다 상세하게 고려할 수 있는 격자기반의 분포형 수문모형의 활용도가 높아지고 있다. 특히, 우리나라의 경우, 치수 등을 위한 단기유량예측은 그 긴박한 필요성으로 인하여 연구와 실무에서 관심의 대상이 되고 있으며, 특히 단시간, 실시간으로 강우자료의 갱신을 수반하는 기상레이더 자료와 GIS와 연계한 물리적 기반의 분포형 유출모형의 활용은 치수분야에 있어 홍수량 예측 향상에 매우 중요한 역할을 할 것으로 기대되고 있다.

지금까지는 기상 레이더 및 기상수치예보에 대한 연구는 대부분 기상청 산하의 기상연구소 등을 통해 이루어지고 있는 등 기상과 수문은 각각 서로 다른 분야에서 활발하게 연구되어 오고 있으나, 국내에서는 이들 기반 기술을 모두 통합하여 실제 유출예측에 활용할 수 있는 시스템이 거의 마련되어 있지 않으며 이러한 정보를 통합적으로 제공할 수 있는 시스

템이 필요하다. 아직 우리나라에서는 정량적 강우예측기술과 운영결과에 대한 검증결과가 체계적으로 구축되어 있지 않을 뿐만 아니라, 전반적으로 국내에서의 수문수자원분야와 기상분야의 기술적 연계를 통한 공동 연구 분야는 아직 초기단계인 것으로 판단되므로 이에 대한 연구가 더욱 요구된다.

이러한 연구배경을 바탕으로 본 연구에서는 레이더강우자체의 오차를 지점강우량과의 보정에 의해 공간분포에 의해 보정하고, 이것을 유역의 특성을 반영하기 위한 각종 수문매개변수들을 GIS상에서 추출하고 이것을 Vflo모형에 적용하여 국내 댐유역에 처음으로 적용하여 향후 초단기 강우예측을 위한 실무가능성 여부를 검증하고자 하였다. 지금까지는 실무에서 댐유역의 유입량 예측을 위하여 저류함수법을 근간으로하는 개념적기반의 집중형모형을 사용하였으나 향후 국지성 돌발홍수에 대응하기 위하여 레이더강우량 자료와 물리적기반의 분포형모형의 실무가능성을 검증함으로써 향후, 실시간 단기 강우유출예측시스템을 구축하기위한 기반이 될 것으로 사료된다. 본 연구에서 사용한 물리적기반의 분포형모형으로는 미국 오클라호마 대학에서 개발한 Vflo모형을 이용하였으며, 낙동강권역의 남강댐유역(2,293km<sup>2</sup>)을 시험유역으로 적용하였다.

## Vflo모형의 개념 및 이론

### 1. 개념

본 연구에서는 물리적인 개념을 기반으로 하고 있으며 각종 수문자료들을 GIS와 연계하여 추출할 수 있고, 레이더 강우와 연계한 유출모의가 가능하다는 장점으로 미국 오클라호마 대학에서 개발한 물리적기반의 분포형모형인 Vflo모형을 이용하였다. Vflo모형은 JAVA언어로 개발되었으며, 현재 미국 여러 주와 대만 기상청 등에서 현업모형으로 실무에서 활용되고 있다.

Vflo모형은 지표유출에 운동과방정식(Kinematic Wave Equation)을 사용하며, 수치해를 구하기 위하여 공간적으로는 유한요소법(Viuex, 2001, 2002, 2004)과 시간적으로는 유한차분 음해법을 사용한다(박진혁 등, 2006). 하도망은 지형정보로부터 유도한 유하방향도로부터 형성되며 하도망의 지형학적 특성은 유역과 수문곡선의 형태와 반응특성을 결정한다. 완경사의 하도 및 하천 외 저류는 Modified Puls 및 Jones방정식을 이용한다. 지표격자로부터 발생하는 유출은 하도추적과 연결된다. 하도추적은 실제단면, 사다리꼴 단면, 수위-유량곡선 등을 이용하여 수행된다(홍준범 등, 2006).

Vflo모형의 특성으로서는 DEM을 이용하여 격자기반으로 지형정보를 수치화하고 GIS를 이용하여 위성영상을 통한 실제 도양 및 토지피복에 대한 매개변수들을 추출하고, 실제와 근사한 하천흐름도를 추출하여 운동역학적인 이론을 기반으로 물의 흐름을 수리학적으로 추적한다. 또한, 침투능 공극을 통한 흐름과정으로 산정하고 레이더강우자료를 활용한 분포형강우를 입력할 수 있는 전처리시스템이 개발되어 있다는 점이다.

### 2. Vflo모형의 지배방정식

Vflo모형은 수학적 상사성을 지배 방정식으로 표현하기 위하여 운동과 상사(kinematic wave analogy, KWA)를 이용한다. KWA는 매우 평평한 지역을 제외한 기본적 기울기를 가지고 있으며 배수가 중요하지 않은 유역의 어느 곳에서든지 이용될 수 있다. KWA는 단순화된 운동량방정식과 연속방정식으로 구성되며, 초과우량에 의해 발생하는 지표유출을 1차원 연속방정식의 형태로 표현한다. 직접유출은 유출 흐름이 등류라는 가정 하에서 계산되며 수치지도 형태의 분포형 격자기반 도양도, 토지피복도, 지형도 그리고 강우강도를 입력자료로 하여 유한요소(Finite element method)를 이용하여 하천망을 계산하기 위해 이용된다(홍준범 등, 2006).

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(vh)}{\partial x} = R - I \quad (1)$$

$$v = \frac{1}{n} h^{2/3} S^{1/2} \quad (2)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{S_o^{1/2}}{n} \frac{\partial h^{5/3}}{\partial x} = R - I \quad (3)$$

여기서,  $x$  : 상류단으로부터의 거리(m),  $h$  : 수심(m),  $v$  : 유속(m/s),  $R$  : 강우량(mm),  $I$  : 침투량(mm)으로 표현된다.

## 연구대상지 및 GIS수문매개변수 구축

### 1. 연구대상지

본 연구에서는 Vflo모형의 적용가능성을 평가하기 위해 남강댐유역을 대상 유역으로 선정하였다. 남강댐유역은 낙동강 합류지점으로부터 약 80km 상류지점인 기존의 남강다목적댐 직하류부에 위치하며, 유역면적은 2,293km<sup>2</sup>로 낙동강 전체 유역면적의 9.6%를 차지하고 있다. 연평균 기온은 13℃이며 여름철에 몬순 기후와 남해안의 난류가 어우러져 집중호우나 태풍을 동반하는 다우지역으로서 연평균 강우량이 1,416mm나 된다. 남강유역의 행정구역은 3도 1시 11군 68개 읍면동에 달하며 주된 산업은 농업과 임업이며 진주시 일원에 일부 공업이 발달되어 있다(한국대댐회, 2006).

남강댐유역의 지형지세 및 하도, 강우 및 수위관측소 등 기본현황은 그림 1에 나타나 있다(한국수자원공사, 2006).

### 2. GIS수문매개변수 구축

유역의 수문학적인 특성은 지형, 토지피복, 토양 등에 의해 크게 좌우된다. 본 연구에서는 HEC-GeoHMS를 ArcView에 탑재하여 DEM, 토양도, 토지피복도 등을 이용하여 아래와 같이 물리적기반의 분포형 모형인 Vflo모형의 입력인자로서 공간분포형 수문매개변수들을 추출하였다. 본 연구에서는 환경부에서 제작한



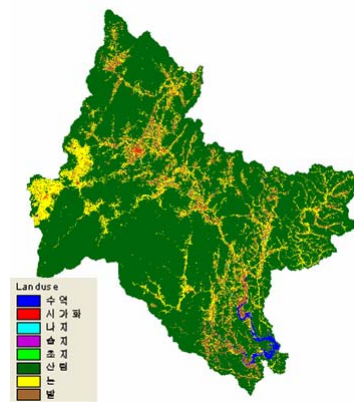
FIGURE 1. 남강댐 유역 현황도

30m 해상도의 지형도 및 토지피복도를 이용하였고, GIS 토양주제도는 30m 해상도로 농업과 학기술원에서 제공하는 자료를 이용하였다.

### 3. 지형 매개변수

남강댐유역 30m DEM을 ArcView에서 GIS 각 주제도의 투영과 해상도가 동일한 해상도를 갖도록 조정된 후 500m로 리샘플(resample)하였다. 유하방향도는 ArcView에서 HEC-GeoHMS extension을 사용하여 유도하였다. 유역의 가로흐름을 막고 수계망을 향하여 유하방향도를 작성하기 위하여 Charleux-Demarge와 Peuch(2000)가 제안한 방법을 이용하여 30m DEM과 전체 유역도로부터 유도된 수계망을 500m DEM에 중첩시켰다. 30m DEM에서 유도된 수계망은 500m Vflo모형 격자내에서 배수방향을 결정하는데 사용되었다. 하도셀을 구하기 위한 배수면적의 기준값은 수계망이 얼마나 하도화되어 있는지에 따라 경험적으로 설정되는데 여기서는 5km<sup>2</sup>의 값을 가지고 산정하였다. 모든 하도셀의 사면경사는 1:1로 설정하였다. Vflo모형에서 수위-유량 관계 곡

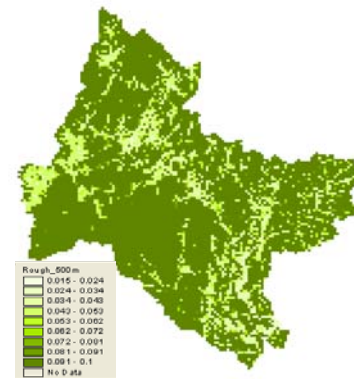
선과 단면자료를 이용하는 것은 사다리꼴 근사를 사용하는 것이 아닌 실제 하도지형을 표현할 수도 있다. 향후에 좀 더 많은 하도단면과 수위-유량관계곡선을 이용할 수 있다면 현재 기본적인 사다리꼴 하도셀 보다 많은 하도셀에 하도단면과 수위-유량 관계곡선을 입력할 수 있을 것이다. 하도 저폭값은 가중함수로서 각각의 셀의 배수면적(총유량)을 사용하여 하도저폭과 총유량 사이에 경험적으로 유도된 선형관계 기초를 두고 결정하였다. 그림 2에 남강댐 유역의 DEM과 이로부터 획득한 경사도 및 흐름방향도를 나타내었다.



(a) 토지피복도(30m)

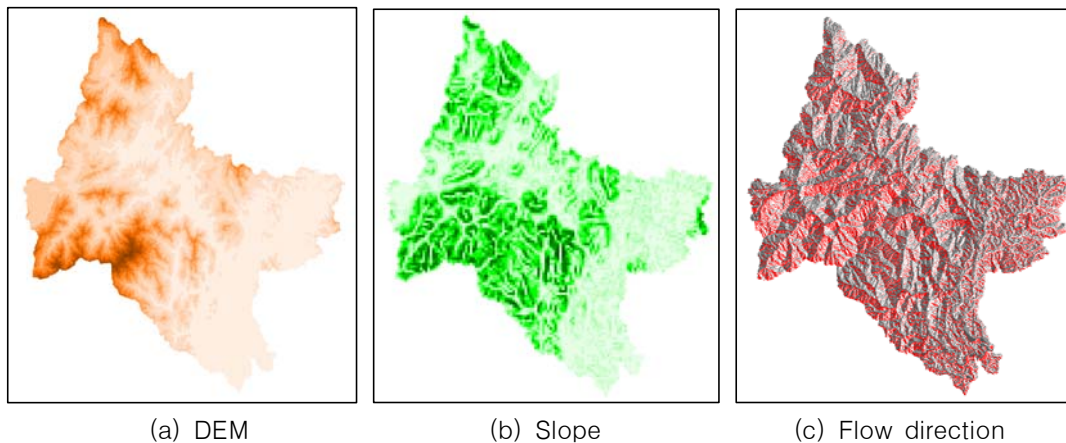
#### 4. 토지피복 매개변수

토지피복은 지표면 조도 및 불투수층의 분포를 좌우하며 이에 따른 유역의 수문응답 반응시간과 유출용적의 변화에 직접적인 영향을 미치게 된다. 본 연구에서는 환경부에서 제작한 30m 해상도의 토지피복도를 이용하여 동일한 유출부하 특성을 보이는 항목을 묶어서 8가지로 재분류하여 격자마다 조도계수를 계산하였다(그림 3). 각각의 토지피복분류에 대한 전형적인 조도계수 값은 Vieux가 제시한 값(Vieux, 2004)을 참고로 하였다(박진혁 등, 2006).



(b) 조도계수(250m)

FIGURE 3. 남강댐 유역의 토지피복도와 조도계수



(a) DEM

(b) Slope

(c) Flow direction

FIGURE 2. 남강댐 유역의 지형 특성들

## 5. 토양 매개변수

토양은 초기 함유수분, 토심, 입도분포 등에 따라 강우의 침투능에 직접적인 영향을 미치게 된다. 토양도와 토양깊이, 점토와 모래비율 등의 정보가 포함된 GIS 토양주제도는 농업과학기술원에서 제공받아 ArcView를 이용하여 토심 및 토양수분의 시간변화량 추정을 위한 Green-Ampt 침투 매개변수를 구하였다.

Green-Ampt식은 토양 수분에 따른 시간변화 영향을 물리적으로 설명하기 위해 Darcy법칙의 이론적인 근거에서 유도되어 흙의 성질로부터 계산될 수 있는 물리적인 의미를 갖고 다양한 토양조건에서 좋은 결과를 보여주었다. 남강댐 유역 30m해상도의 토양자료를 모형의 격자해상도(500m)에 맞게 리샘플링한 후 Vieux가 제시한 값(Vieux, 2004)을 참고로 토심 및 Green-Ampt 매개변수인 습윤전선(wetting front suction), 포화 투수계수 그리고 유효공극율과 같은 침투 매개변수를 산정하여 모형의 입력포맷인 ASCII파일로 변환하여 출력하였다.

## 적용 및 결과

### 1. 레이더 강우자료 처리

본 연구에서는 남강댐유역내의 시공간적인 강우분포를 유출계산에 모의하기 위해 남강댐

유역을 포함하고 있으며, 비교적 자료의 신뢰성이 높은 C-밴드 진도레이더를 원시자료로 이용하였다. 분석대상 강우는 비교적 최신의 2004년도 7월14일의 대류성강우(2004년 7월 14일~7월 16일), 2005년도의 대류성강우(2005년 8월 2일~8월4일), 2006년도의 태풍 에위니아(2006년 7월 8일~7월 11일)를 대상으로 총 3개의 강우사상을 선정하여 적용하였다. Vflo 모형에 입력하기 위한 분포형강우 생성을 위해 미국 오클라호마 대학 및 수자원연구원에서 공동개발한 K-RainVieux프로그램(한국수자원공사, 2006)을 이용하였다. 레이더 강우자료는 지상에 떨어지기 전의 강우를 관측한 것으로 보다 정확한 강우량으로 산정하기 위해서는 지상에 떨어진 관측강우와의 보정이 필요하다. K-RainVieux에서는 한국 기상청 레이더원시자료포맷인 UF포맷을 처리하고, 열대성강우에 대한 Z-R관계인  $Z=250R^{1.2}$ 를 이용하여 강수 변환하였으며, 강우강도로 전환한 격자기반의 분포형강우자료로부터 LB(Local Bias) 기법을 사용해서 지상에 떨어진 관측강우와의 보정작업을 거쳐 정량적 분포형강우로 생성하여 Vflo모형의 입력강우로 사용하였다.

LB보정기법은 주변의 G/R값과 관측소로부터 해당 격자까지의 거리에 지수함수적으로 반비례하는 가중값을 계산하여 국부편이량을 산정하는 방법이다(그림 4).

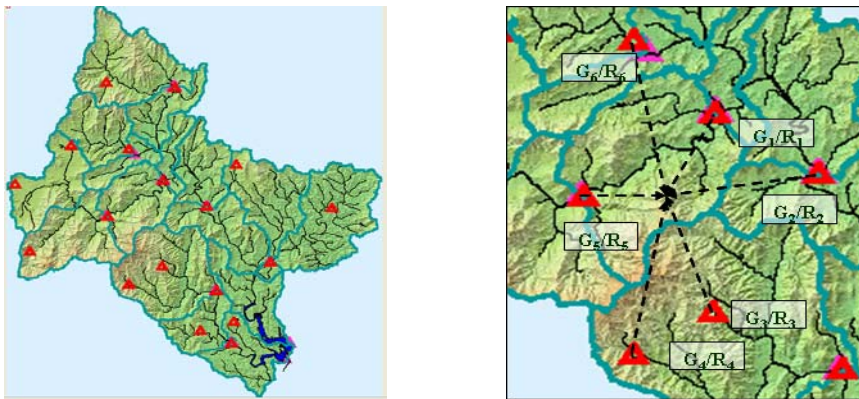


FIGURE 4. 남강댐유역에서의 LB보정기법 적용

$$\frac{G_x}{R_x} = \frac{\sum_{i=1}^n (W_i G_i / R_i)}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (4)$$

$$R^* = \frac{R G_x}{R_x} \quad (5)$$

여기서 R은 보정전의 레이더 강수량, R\*은 각 격자(x)에서의 보정강수, W는 지수가중값이며, G<sub>x</sub>와 R<sub>x</sub>는 각 격자에서의 지상 강수와 레이더강수의 사상별 총량이다.

표 1 및 그림 5에 LB기법을 이용하여 보정한 레이더강우 및 지상관측강우와의 비교 결과를 2005년 대류성강우를 예로 나타내었다. 지상관측강우량과 레이더보정강우량의 총량 오차는 불과 2% 미만이며 편의는 0.884로 상당히 양호한 결과를 보여주었다.

TABLE 1. 레이더보정강우 및 지상관측강우와의 비교(2005년 대류성 강우시)

Gauge ID	지상관측 강우(mm)	레이더보정 강우(mm)	편의 (Bias)
서하	196	191	0.975
안의	149	189	0.788
아영	199	179	0.899
운봉	122	173	0.705
임천	270	307	0.879
차황	351	294	0.837
마천	324	274	0.846
산천	353	306	0.867
삼가	319	325	0.982
산내	249	230	0.924
신안	289	331	0.873
삼장	360	382	0.942
시천	381	414	0.920
태수	300	323	0.929
청암	356	316	0.888
수곡	333	297	0.892
창촌	282	290	0.972
함양	264	207	0.784
합계평균	283	279	0.884

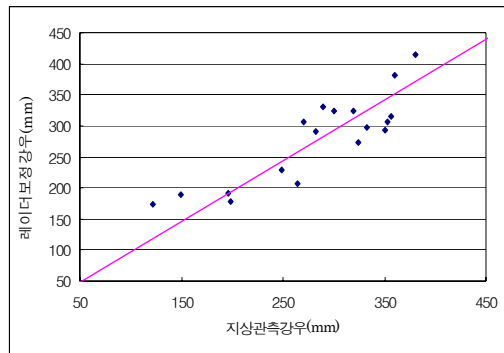


FIGURE 5. LB보정 후 레이더강우 및 지상관측강우 비교(2005년 대류성 강우시)

## 2. 유출계산 결과

앞에서 언급한 3가지 강우사상에 대하여 격자기반의 공간분포형 레이더보정강우 및 GIS와 연계한 물리적기반의 Vflo모형을 이용하여 유출량모의를 실시하여 모형의 적합성을 검토하였다. 그림 6~8은 남강댐유역의 남강댐지점에서의 3개 강우사상에 대한 매개변수 보정 후의 유출량을 관측값과 비교하여 나타낸 수문곡선이다.

모형의 수문매개변수들은 GIS와 연계하여 수치지형, 토지피복도, 토양도로부터 물리적인 공간분포형 매개변수를 추출함으로써 모형의 초기설정을 향상시킬 수 있었으며 남강댐 유역내 대표적인 5개 수위관측소(안의, 산청, 신안, 창촌, 남강댐)로부터 수위-유량 관계곡선에 의해 유량자료로 환산한 관측값과 비교해 본 결과, 침투계수 및 조도계수 등의 미세한 매개변수의 보정만을 통해 유량의 크기와 침투시간 모두 관측값과 잘 맞는 것을 확인할 수 있었다. 매개변수의 보정절차는 유출량의 총량 및 침투유량과 관련해서는 주로 기저유량 및 침투계수를 조정함으로써 보정하였고, 변동의 횡폭은 조도계수를 시행착오법에 의해 조정함으로써 수문곡선을 보정하였다.

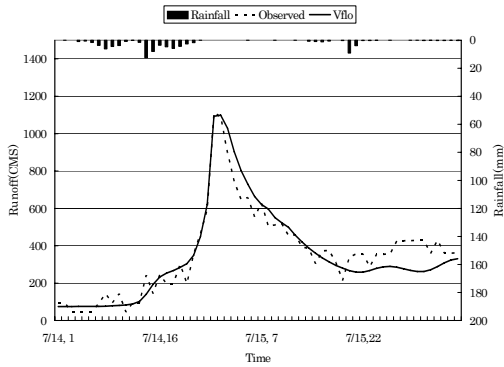


FIGURE 6. 2004년 7월14일 대류성강우시 유출해석 결과

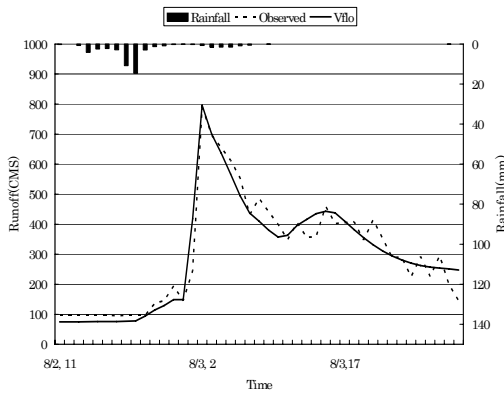


FIGURE 7. 2005년 8월2일 대류성강우시 유출해석 결과

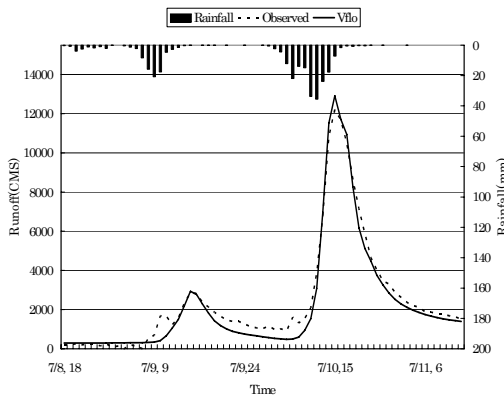


FIGURE 8. 2006년 태풍 에위니아시 유출 해석 결과

강우유출해석의 결과로부터 모형의 적합성을 평가하기 위하여 체적오차의 백분율(VER)과 첨두유량 오차의 백분율(QER)을 산정하였다. 각각의 계산식은 다음과 같다.

$$VER = \left| \frac{\sum(Q_{obs} - Q_{cal})}{\sum Q_{obs}} \right| \times 100 \quad (6)$$

$$QER = \left| \frac{Q_{pobs} - Q_{pcal}}{Q_{pobs}} \right| \times 100 \quad (7)$$

여기에서,  $Q_{obs}$  : 관측유량(CMS),  $Q_{cal}$  : 계산유량(CMS),  $Q_{pobs}$  : 관측첨두유량,  $Q_{pcal}$  : 계산첨두유량 이다.

표 4는 남강댐유역의 3개 강우사상에 대하여 VER, QER, 추가로 계산유량의 합계와 관측유량의 합계를 나눈 총유출량오차를 비교하여 나타낸 것이다. 적합성 평가 결과 3개의 강우사상에 대하여 VER, QER 및 총유출량오차 지표의 평균 오차가 20%미만으로 나타나 Vflo 모형의 정확성 및 실무에서의 적용가능성은 충분하다고 판단된다.

TABLE 4. Vflo모형의 적합성 평가

강우사상	VER(%)	QER (%)	총유출량 오차(%)
2004년 7월 14일 강우	16.55	0.87	3.22
2005년 8월 2일 강우	11.14	0.75	1.55
2006년 태풍 에위니아	14.59	5.79	9.61
평 균	14.09	2.47	4.79

### 결론 및 제언

본 논문에서는 금강권역의 남강댐유역을 대상으로 물리적기반의 분포형 모형인 Vflo모형



과 강우입력인자로서 지상관측강우와 LB기법을 이용하여 보정한 분포형 레이더강우를 이용하여 홍수유출 모의를 실시하여 레이더강우를 이용한 Vflo모형의 정확성 및 실무에서의 적용가능성을 검토해 보고자 하였다.

본 연구를 통하여 얻은 결과는 다음과 같다.

1. 모형의 수문매개변수들은 GIS를 이용하여 수치지형, 토지피복도, 토양도로부터 물리적인 특성을 가진 공간분포형 매개변수를 추출함으로써 모형의 초기설정을 향상시킬 수 있었다.
2. 남강댐유역내의 시공간적인 강우분포를 유출계산에 모의하기 위해 C-밴드 진도레이더를 원시자료로 이용하여 지상에 떨어진 관측강우와의 LB기법에 의한 보정작업을 거쳐 정량적 분포형강우로 생성하여 Vflo모형의 입력강우로 사용하였다.
3. Vflo모형에서는 초기 설정된 매개변수로부터 미세한 매개변수의 보정만을 통해 총유량 및 첨두유량 모두 비교적 정확하게 모의하는 것으로 볼 때, 실무에서의 사용 시 홍수량 예측에 충분한 적용성이 있음을 확인할 수 있었다.

홍수 시 실시간으로 강우자료의 갱신을 수반하는 기상 레이더 자료 및 수치예보자료와 GIS기반의 분포형 유출모형과의 연계는 치수 분야에 있어 홍수량 예측 향상에 매우 중요한 역할을 할 것으로 사료된다. 지금까지 연구된 성과를 기반으로 후속적으로 홍수기 저수지 유입량 예측 및 수계주요지점에서의 유출량 예측의 신뢰도를 제고하기 위하여 레이더 강우 시계열자료를 이용한 단시간 강우예측기법의 개발 및 이를 이용한 분포형 유출모형에서의 유량예측 시스템구축을 통하여 현재 개발 중인 다목적댐 저수지 단기 운영모형의 효율성을 제고하고자 한다. **KAGIS**

## 참고 문헌

- 박진혁, 강부식. 2006. 댐유역 홍수예측을 위한 GIS기반의 분포형모형과 집중형모형의 유출해석 비교. 한국지리정보학회지 9(3):171-182.
- 배덕효. 2005. 도시유역에서의 레이더강수 추정. 한국수자원학회지 53(9):33-45.
- 홍준범, 김병식, 윤석영. 2006. VfloTM모형을 이용한 물리기반의 분포형 수문모형의 정확성 평가. 대한토목학회논문집. 26(6B):614-615.
- 한국대댐회 홈페이지. 2006. [http://www.kncold.or.kr/korean/dam/k\\_dam9.html](http://www.kncold.or.kr/korean/dam/k_dam9.html).
- 한국수자원공사. 2006. 레이더 강수를 이용한 단기강수 및 유출예측시스템 개발(3차년도). 연구보고서. 1-194쪽.
- Charleux-Demargne, J. and Puech, C. 2000. Quality assessment for drainage networks and watershed boundaries extraction from a Digital Elevation Model(DEM). Eighth ACM Symposium on Advances in Geographic Information Systems in Washington D.C., November 10-11, pp. 89-94.
- Vieux, B.E. 2001. Distributed Hydrologic Modeling Using GIS. Kluwer Academic Publishers. Norwell, Massachusetts, Wat. Sci. Tech. Series, Vol. 38, pp. 293.
- Vieux, B.E., Cui, Z., Gaur, A. 2004. Evaluation of a physics-based distributed hydrologic model for flood forecasting. Journal of Hydrology, vol. 298, pp. 154-155.
- Vieux, B.E., Vieux, J.E. 2002. Vflo: a real-time distributed hydrologic model. Proceedings of the Second Federal Interagency Hydrologic Modeling Conference, July 28-August 1.
- Vieux, B.E. 2004. Distributed Hydrologic Modeling Using GIS. Second Edition, ISBN: 1-4020-2459-2, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands. **KAGIS**