

## 낙동강유역의 지하수위와 강우이동평균의 상관관계

양정석\*<sup>1</sup> · 안태연<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국민대학교 건설시스템공학부

### The Correlation between Groundwater Level and Moving Average of Precipitation in Nakdong River Watershed

Yang Jeong-Seok\*<sup>1</sup> and Ahn Tae Yeon<sup>1</sup>

<sup>1</sup>School of Construction System Engineering, Kookmin University

지하수위와 강우이동평균의 상관관계를 낙동강 유역의 여러 관측소 자료를 근거로 하여 분석하였다. 강우자료와 강우 관측소의 하루 방향으로 인접한 지하수위 관측소의 지하수위자료를 비교분석하였고 강우자료를 여러 범위의 기간 동안 이동평균하여 지하수위자료와의 상관관계를 분석하였고 최대상관계수를 가지는 이동평균기간을 구하였다. 낙동강 유역의 강우와 지하수위의 분석에서 대체로 12월에서 4월까지 갈수기에서 지하수위의 현저한 저하를 확인할 수 있었고 지하수위와 강우이동평균의 상관관계를 분석한 결과 20일에서 80일 범위의 이동평균값에서 가장 높은 상관계수를 구할 수 있었다.

**주요어** : 강수량, 지하수위, 강우이동평균

The correlation between groundwater level(GWL) and the moving average of precipitation was analyzed based on the observation data in Nakdong river watershed. The precipitation data was compared and analyzed with the GWL data from adjacent observation point to the precipitation gauge station. The correlation between the moving average of precipitation with several averaging periods and GWL were analyzed and we could choose the averaging period that produces maximum correlation. A severe drawdown was observed from December to April. The maximum correlations between GWL and the moving average of precipitation were occurred from 20-day to 80-day averaging period.

**Key words** : precipitation, groundwater level(GWL), moving average of precipitation

## 서 론

도시화로 따른 불투수면의 증가와 산업과 경제발전으로 인한 용수수요의 증가로 강우의 침투량이 지속적으로 줄어들고 기저유출은 지속적으로 감소되고 있다. 이러한 기저유출의 감소는 기후변화로 인해 가뭄이 심해지고 강우강도가 커지면서 더욱 하천의 건천화를 조장하고 수자원의 활용도를 떨어뜨리게 된다. 또한 기저유출의 감소는 지하수위의 하강으로 이어져 지반침하나 구조물의 손상을 일으키게 된다. 이러한 현실에서 지하수를 이용함에 있어 지하수위의 변동을 분석하여 지나친 지하수위하강을 방지함이 시급하다 하겠다. 강수량을 이용하여

지하수위의 변화를 예측하고 두 자료의 상관관계를 분석하는 시도는 지하담 연구에서 다루어졌다(양정석, 2005). 강우자료를 이동평균 한 값과 지하수위의 상관관계를 구하여 비교적 높은 상관계수를 구하게 되면 그 유역에서의 지하수위의 변동을 강우자료로부터 예측할 수 있게 된다. 또한 이 결과는 지하담의 운영지표(Groundwater dam Operation Index, GOI)로서 활용될 수 있다(박재현, 2005). 지하담 운영을 위해 개발된 GOI는 이동평균값(Moving Average, MA)을 사용하여 상용로그 값을 취한 것으로 지하수위와의 상관관계를 분석하여 비교적 높은 상관관계가 있을 시 지하담 운영지표로 사용하는데 목적을 두고 개발되었다. 강우이동평균

\*Corresponding author: jyang@kookmin.ac.kr

값과 지하수위의 관계는 강우가 지표로부터 침투할 때 선행강우의 영향이 크다는 수문학적 이론의 한 모형이 될 수 있다고 여겨지며 자료의 적용 후에 높은 상관계수를 얻을 수 있다면 충분히 적용가능성이 높은 모형으로 사용되어질 수 있으므로 본 연구에 적용되었다. 이동평균 개념은 Gutmann(1999)과 Wilhite(1985)가 제시한 기물지표를 구하는 과정에서 이용되는데 수문학적 지표로서 선행강우를 고려하는데 쓰인다. 강우이동평균을 구할 때 유역별, 자료별로 이동평균기간이 다를 수 있기 때문에 여러 이동평균기간을 정하여 각각 상관계수를 구한 후에 가장 높은 상관관계를 가지는 이동평균기간을 선택하게 된다. 동해로 유입되는 강원도 쌍천 유역에 위치한 지하댐의 운영지표로 제시된 GOI는 비단 지하댐 운영에만 활용될 수 있는 것이 아니라 모든 유역에서 강수와 지하수위의 관계를 제시하는 지표로 사용될 수 있다. 또한 이동평균계산과정에서 기온과 유역의 고도를 고려하여 융설효과를 고려해 보았고(양정석, 2006), 지하수위에 영향을 주는 1일 최대 침투량인 한계 침투량을 고려한 결과 다소 높은 상관계수를 얻을 수 있었다(양정석, 2005). 본 연구에서는 낙동강유역에 대해서 강수량이동평균과 지하수위의 상관관계를 구해보았다.

## 낙동강유역

### 유역특성

낙동강 유역은 유역 면적 23,728 km<sup>2</sup>이고, 유로 연장은 509.7 km이다. 유역 평균 폭이 45.36 km인 남한 제 2의 유역으로, 유역의 동서장은 약 120 km, 남북장은 200 km내외이다. 유역의 지세는 북쪽으로 한강 유역, 서쪽으로는 금강 및 섬진강 유역과 접하고 동쪽으로는 태백산맥이 동해안 유역과 분수령을 형성하고 있다. 낙동강 본류는 동쪽 태백산맥과 북서쪽의 속리산, 덕유산, 지리산으로 이어지는 소백산맥으로 둘러싸인 낙동강 유역의 중심부를 관류하고 있으며, 산악으로 인하여 최단거리로 유하하지 못하고 유로방향으로 4차례나 급변하면서 우회하여 남해안으로 유입된다. 낙동강 유역의 주요 지류를 보면 본류의 수원은 강원도 태백산(EL. 1,549 m)에서 발원하여 남류하면서 안동댐에 유입한 후, 안동댐 하류지점에서 유로의 주방향을 서쪽으로 바꾼 후 임하댐이 위치한 반변천과 합류하여 서방향으로 유하하면서 미천과 합류한다. 또한 경북 예천군 풍양면 지점에서 내성천과 합류 후 2차 유향을 바꾸어 남류하는데 본 지점까지를 낙동강 유역의 상류로 본다. 내성천 합류 후 남

류하면서 낙동강 제 1지류인 영강, 병성천, 위천,감천, 백천, 금호강, 회천, 황강과 차례로 합류하고 경남 의령군 지정면 지점에서 남강과 합류하며 본 지점까지를 낙동강 중류라 한다. 남강 합류 후 3번째 유향을 바꾸어 동방향으로 유하하다가 경남 밀양시 삼랑진읍 지점에서 밀양강과 합류한 후 4번째로 유향이 남방향으로 바뀌면서 양산천과 합류하여 부산광역시 사하구 하단동 지점에서 남해안으로 유입된다.

### 수문학적 특성

낙동강유역의 최근 8년 간 연평균 기온은 13.5°C이고, 연평균 상대습도는 62.13%, 연평균강수량은 1,318 mm로서 우리나라 연 평균 강수량인 1,283 mm에 비하여 35 mm가 많은 양이다. 그러나 연 강수량의 대부분이 하절기인 6-9월의 장마와 태풍기간에 집중되고, 10월부터 익년 4월까지 7개월간은 갈수기에 해당된다. 하천경사는 5도에서 10도사이의 값을 가진다.

## 낙동강유역의 강수량과 지하수위의 분석

낙동강유역(산청)의 2003년부터 2005년까지 3년간의 강수량자료와 지하수위자료(Fig. 1)를 분석해 본 결과 강우는 계절적으로 5월 말부터 8월말까지 풍수기를 그리고 12월부터 4월까지 갈수기를 보여주고 있고 지하수위도 같이 풍수기에 상승하고 갈수기에 하강하는 것을 보여준다. 그리고 강우사상이 일어난 당일이나 1-2일 후까지 지하수위 상승효과를 볼 수 있다. 분석된 기간은 지하수위 관측자료가 확보된 2003년 1월부터 2005년 12월까지이다. 11월부터 4월까지의 갈수기로서 지하수위의 하강이 뚜렷이 관측되어진다. 특히 1월부터 3월 초에는 지하수위의 하강이 극심함을 볼 수 있다. 지하수위

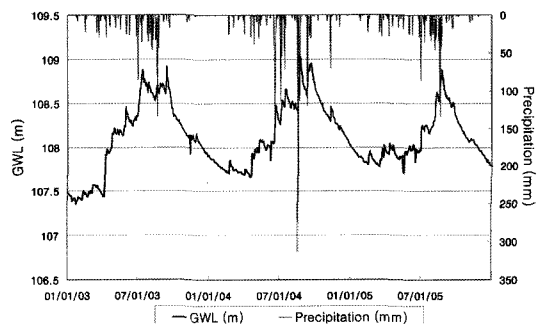


Fig. 1. The relation between the precipitation and groundwater level in Nakdong watershed (Sanchung).

**Table 1.** The correlation between the moving average of precipitation and groundwater level.

Area	Daily Moving Average	Precipitation Data	Groundwater Level Data	Moving Average Period
Geongnam	Geochang	0.690627	Geochang	50
	Sanchung	0.772675	Dansung	80
	Euryung	0.520132	Euryung	50
	Hapcheon	0.530942	Hapcheon	50
Geongbuk	Goryung	0.687801	Goryung	20
	Sangju	0.708208	Seomun	70
	Andong	0.615582	Gilan	30
	Moonkyung	0.556315	Moonkyung	10

는 4·5월에 회복되기 시작한다. 낙동강 유역은 고산지대를 제외하고는 대부분 강설사상이 일어나지 않으므로 융설현상은 고려하지 않았다. Fig. 1의 경상남도 거창지역의 자료에서 볼 수 있듯이 3-4월에 강우사상이 없어도 지하수위의 상승이 일어나는 융설효과는 없는 것으로 보인다. 이에 본 연구에서 융설효과는 고려하지 않았다.

### 낙동강유역의 강우이동평균과 지하수위의 상관관계

이동평균값은 각 자료별로 이동평균기간을 10일부터 10일 간격으로 200일까지 설정하여 상관계수를 구해보고 가장 높은 상관계수를 가지는 이동평균기간을 선택하였다. 이동평균을 구하여 지하수위와의 상관관계를 구해본 값들은 Table 1에 정리되어 있다. 낙동강유역의 자료에 대해서는 각 지점별로 20일에서 80일 사이의 이동평균을 사용하였으며 강우이동평균과 지하수위와의 상관계수는 0.5201에서 0.7727로서 대체로 높은 값을 가진다. 이 결과는 강우자료와 지하수위자료를 선택할 때 강우관측소 위치를 지하수위 관측소의 인접한 상류에 위치하는 관측소를 선정하여 높은 상관관계를 얻은 것으로 보이며 이렇게 가까운 거리의 강우 관측소와 지하수위관측소의 자료를 선택하여 상관관계를 분석함으로써 파악하기 힘든 지하수양수에 의한 영향을 최소화하려 했다.

### 결 론

낙동강 유역의 강우와 지하수위자료의 분석에서 대체로 5월말부터 8월말까지 풍수기에 지하수위의 상승과 12월에서 4월까지 갈수기에서 지하수위의 현저한 저하를 확인할 수 있었다. 지하수위와 강우이동평균의 상관관계를 낙동강 유역의 여러 관측소 자료를 근거로 하여 분석해본 결과 상당히 높은 상관계수를 여러 자료로부터

얻을 수 있었다. 지하수 양수나 강우의 공간적인 불균질한 분포의 영향을 최소화하기 위해서 강우자료와 강우관측소의 하류 방향으로 인접한 지하수위 관측소의 지하수위자료를 비교분석 하였고 여러 범위의 강우자료를 이동평균하여 지하수위자료와의 상관관계를 분석하여 최대상관계수를 가지는 이동평균기간을 구한 결과 20일에서 80일 범위의 이동평균값에서 가장 높은 상관계수를 구할 수 있었다.

### 사 사

본 연구는 2006년도 국민대학교 교내연구비를 지원받아 수행된 연구입니다.

### 참 고 문 헌

박재현, 최용선, 김대근, 박창근, 양정석, 2005, 일 강우 자료를 이용한 지하댐 운영지표의 개발, 한국수자원학회 발표논문집.  
 양정석, 박재현, 박창근, 정교철, 2005, 한계침투량을 고려한 쌍천유역의 강수량과 지하수위의 상관관계, 지질공학회지, 15(3), 303-307.  
 양정석, 임창화, 박재현, 박창근, 2006, 쌍천유역의 지하수위와 융설 효과를 고려한 GOI의 상관관계, 한국수자원학회논문집, 39(2), 121-125.  
 Guttman, Nathaniel B, 1999, Accepting the Standardized Precipitation Index : A Calculation Algorithm, Journal of the American Water Resources Association, 35(2), 311-322.  
 Wilhite, D. A., and Glantz, M. H., 1985, Understanding the Drought Phenomenon : The Role of Definition., Water international, 10, 111-120.

**양정석**

국민대학교 건설시스템공학부  
136-702 서울시 성북구 정릉동 861-1  
Tel: 02-910-4289  
Fax: 02-910-4939  
Email: [jyang@kookmin.ac.kr](mailto:jyang@kookmin.ac.kr)

**안태연**

국민대학교 건설시스템공학부  
136-702 서울시 성북구 정릉동 861-1  
Tel: 02-910-5062  
Fax: 02-910-4939  
Email: [ahnty123@hotmail.com](mailto:ahnty123@hotmail.com)