

## 한국 남부지방의 강수량 이동평균과 지하수위의 상관관계

양정석\* · 안태연

국민대학교 건설시스템공학부

### The Correlation between the Moving Average of Precipitation and Groundwater Level in Southern Regions of Korea

Jeong-Seok Yang\* and Tae-Yeon Ahn

School of Civil and Environmental Engineering, Kookmin University

한국의 남부지방인 경상남도와 전라남도에서 강수량과 지하수위의 관계를 분석해보고 강수량 이동평균과 지하수위의 상관관계를 분석하였다. 한국 남부지방의 여러 관측소에서 지하수위를 분석한 결과 지역적으로 다소 다른 지하수위의 계절적인 변동을 보여주었다. 지하수위는 강수량이 적은 봄철에 떨어지고 여름철 풍수기에 상승하는 경향을 보이나 그 변동 폭은 지역별로 다른 양상을 보인다. 지하수위와 강우이동평균의 상관관계를 여러 관측소의 자료로 분석한 결과 20일에서 130일 범위의 이동평균값에서 가장 높은 상관관계를 보여주었다. 그리고 유역평균 일최대침투량인 한계침투량은 한국 남부지방에서는 10 mm에서 90 mm 범위의 값을 가지는 것으로 분석되었다. 한계침투량을 고려해서 수정된 강수량 자료를 이용하여 이동평균을 구하여 지하수위와의 상관관계를 구해본 결과 이동평균일의 범위는 10일에서 150일 이었고, 한계침투량을 고려했을 때 더 큰 상관계수를 가지는 것으로 나타났다.

**주요어** : 강우이동평균, 지하수위, 한계침투량

The relationship between precipitation and groundwater level and the correlation between the moving average of precipitation and groundwater level were analyzed for the southern area of Korean peninsular. There were somewhat different patterns of seasonal fluctuation of groundwater level data. The groundwater level data tends to decrease in dry spell and increase in wet spell however the range between maximum and minimum values is quite different for each gauging point. The maximum correlation coefficient for each gauging station is obtained in a range of 20- to 130-day moving average period of precipitation. The critical infiltration, which is the maximum daily infiltration averaged throughout watershed, value is turned out to have the range of 10 to 90 mm and the moving average period is 10 to 150 days. We could have stronger correlation when we consider critical infiltration and modify the original precipitation data than we use original precipitation data.

**Key words** : moving average of precipitation, groundwater level, critical infiltration

### 서 론

한국의 남부지방은 평야지대가 많고 농경지로 이용되는 면적이 많은 지역으로 농업용수의 공급이 절대적으로 필수 불가결한 지역이다. 이러한 남부지방에서 봄철의 건기에 지하수위의 하강으로 주변의 하천이나 저수지로부터 용수를 공급받아 모내기를 실시하고 있고 최

근 기후변화의 영향으로 하천 상류지역의 건천화가 가속되고 있고 장기적인 하천수위 수문시계열 자료를 검토한 결과 하천수위가 대부분의 낙동강 유역에서 하강하고 있다(Yang and Ahn, 2008). 또한 지하수위의 변동은 인접한 하천수위와 항상 상호작용을 통하여 상승과 하강을 같이 하게 된다. 이러한 현실에서는 지하수를 이용함에 있어 지하수위의 변동을 분석하여 지나친 지

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

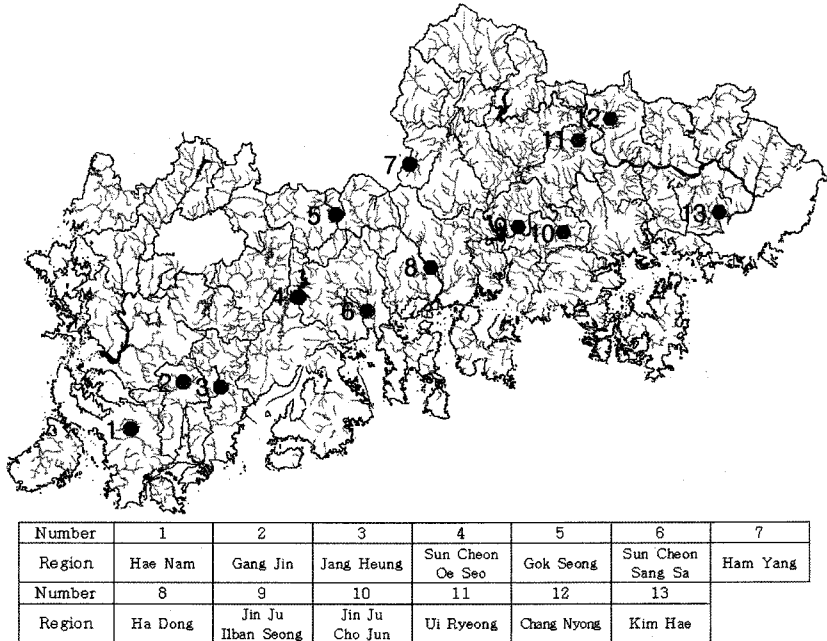


Fig. 1. Study area.

하수위강을 방지해야 한다. 본 연구에서는 강우에 의한 요인을 분석하여 갈수기에 일어나는 과도한 수위강을 지하수양수에 대한 제한조치를 통하여 방지하려 한다. 강수량과의 상관관계를 분석을 통한 지하수위의 변화를 분석하는 시도는 지하담 연구에서 처음 다루어졌다(양정석, 2005). 강우자료와 지하수위 자료를 그대로 써서 상관관계를 구하게 되면 선행강우를 고려하지 못하게 되어 지표면의 포화도를 고려하지 못하게 되므로 강우자료를 이동평균 하는 것으로 선행강우를 고려하였고 강우이동평균과 지하수위와의 상관관계를 구해보았다. 이 방법으로 쌓친 유역에서 비교적 높은 상관계수를 구할 수 있었다. 또한 이 결과는 지하담의 운영지표(Groundwater dam Operation Index, GOI)로서 활용될 수 있다(박재현, 2005; Park, 2005). 지하담 운영을 위해 개발된 GOI는 강우이동평균값에 상용로그 값을 취한 것으로 지하수위의 상관관계를 분석하여 비교적 높은 상관관계가 있을 시 지하담 운영지표로 사용하는데 목적을 두고 개발되었다. 강우자료의 이동평균 개념은 Gutmann (1999)과 Wilhite(1985)가 제시한 가뭄지표를 구하는 과정에서 이용되었는데 본 연구에서는 수문학적인 지표로서 선행강우를 고려하는데 쓰인다. 강우자료에 적용 시에는 유역별, 자료별로 토양피복조건이나 매질 그리고 지질조건이 이동평균기간이 다를 수 있기 때문에 여러 이동평

균기간을 정하여 각각 상관계수를 구한 후에 가장 높은 상관관계를 가지는 이동평균기간을 선택하게 된다. 또한 이동평균계산과정에서 기온과 유역의 고도를 고려하여 융설 효과를 고려해 보고(양정석, 2006b), 지하수위에 영향을 주는 1일 최대 침투량인 한계침투량을 고려한 결과 다소 높은 상관계수를 얻을 수 있었다(양정석, 2005, 2006a). 본 연구에서는 남부지방(경상남도과 전라남도)에 대해서 국가지하수 관측망과 국가수자원 종합정보 시스템의 자료를 토대로 하여 강수량이동평균과 지하수위의 상관관계를 구해보았다. 아래 Fig. 1은 본 연구에서 다루어진 지역의 위치이다.

**남부지방 (경상남도, 전라남도) 유역 특성**

**경상남도 유역 특성**

**낙동강 유역**

낙동강 유역은 유역 면적 23,728 km<sup>2</sup>이고, 유로 연장은 509.7 km이다. 유역 평균 폭이 45.36km인 남한 제 2의 유역으로, 유역의 동서 길이는 120 km, 남북 길이는 200 km 내외이다. 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, 지

**Table 1.** Watersheds included in Gyeong Sang Nam-do.

Watershed	Watershed area (km <sup>2</sup> )	Percentage of each watershed (%)
Nak Dong	7,551.95	31.86
Hye Hwa	0.49	0.07
Hoi Ya -Su Young	86.03	9.94
Nak Dong Southern Sea	2,399.81	98.01
Kum	1.43	0.01
Seom Jin	460.17	9.36

리산으로 이어지는 소백산맥으로 둘러싸인 낙동강 유역의 중심부를 관류하고 있으며, 산악으로 인하여 최단거리로 유하하지 못하고 유로방향으로 4차례나 굽변하면서 우회하여 남해안으로 유입된다. 낙동강 유역의 주요 지류를 보면 본류의 수원은 강원도 태백산(EL. 1,549 m)에서 발원하여 안동댐에 유입한 후, 안동댐 하류지점에서 유로의 주방향을 서쪽으로 바꾼 후 임하댐이 위치한 반변천과 합류하여 서쪽으로 유하하면서 미천과 합류한다. 또한 경북 예천군 풍양면 지점에서 내성천과 합류 후 2차 유향을 바꾸어 흐르는데 본 지점까지를 낙동강 유역의 상류로 본다. 내성천 합류 후 남쪽으로 흐르면서 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 동쪽으로 유하하다가 경남 밀양시 삼랑진읍 지점에서 밀양강과 합류한 후 4번째로 유향이 남쪽으로 바뀌면서 양산천과 합류하여 부산광역시 사하구 하단동 지점에서 남해안으로 유입된다.

**전라남도 유역 특성**

**섬진강 유역**

한반도의 남해안 중서부에 위치하고 있는 섬진강 유역은 우리나라 4대강 유역의 하나로서, 동경 126° 51' 50"~127° 53' 05", 북위 34° 40' 26"~35° 50' 0" 사이에 위치하고 있으며, 동쪽으로 낙동강유역, 서쪽으로 영산강유역과 동진강유역, 북쪽으로 금강유역 및 만경강유역과 각각 경계를 이루고 있다. 섬진강 하구지점의 유역면적은 4,911.89 km<sup>2</sup>, 유로연장은 223.86 km, 유역 평균폭은 21.94 km, 형상계수는 0.1이고, 유역형태는 수지상이며, 평균고도는 EL. 301.60 m이다. 유역내의 행정구역으로는 전라북도의 정읍시, 남원시, 진안군, 장수군, 임실군, 순창군, 전라남도의 순천시, 광양시, 담양군, 곡성군, 구례군, 화순군, 보성군, 장흥군, 경상남도의 하동군을 포

함 3도 4시 11군으로 이루어져 있고, 도별 유역면적을은 전라남도 47%, 전라북도 44%, 경상남도 9%이다. 섬진강 유역면적은 4,897 km<sup>2</sup>로써 이중 경지면적이 924 km<sup>2</sup>, 임야 및 기타지는 3,972 km<sup>2</sup>로써 경지율은 총면적의 18.9%에 불과하다. 유역 내 담면적은 62,700 ha이며 이중 43,400 ha가 수리담이며 나머지 19,300 ha 가수리 불안전담 및 천수담으로써 1972년 현재 수리담률은 약 69%이며 앞으로 89%까지 수리담화 될 것으로 예측된다.

**영산강 유역**

영산강유역은 그 면적이 2,798 km<sup>2</sup>로서 부채꼴 형상을 하고 있으며 평균고도는 약 127 m 정도로 대단히 평탄한 지형을 이루고 있고 하천연안을 따라 대평지가 발달하여 경지율이 유역면적의 약 35%를 차지하여 전국 평균 21%를 훨씬 상회하고 있다. 영산강 유역 내 총 담면적은 61,900 ha로써 유역면적의 22%를 차지하고 있고 그중 약 65%인 40,400 ha가 수리담이며 나머지 21,500 ha가 수리불안전담과 천수담이다. 농업이 위주인 본 유역은 농업용수수요가 대종을 차지하고 있으며 갈수기에는 극심한 물부족을 겪고 있다. 우리나라 5대강 중 하나인 영산강은 한반도 남서부 전라북도에 위치하며, 유역경계는 동경 126° 26' 12"~127° 06' 07", 북위 34° 40' 16"~35° 29' 01" 사이에 걸쳐 있다. 유역의 행정구역을 살펴보면 전라북도 정읍시, 광주광역시, 전라남도 나주시, 목포시, 담양군, 장성군, 영광군, 화순군, 함평군, 무안군, 영암군 등 1개 광역시, 2개도, 3개시, 7개 군의 전체 또는 일부를 포함하고 있다. 영산강의 유역면적은 3,455 km, 유로연장은 129.5 km이며 유역의 동서 방향 최대길이는 60.0 km, 남북 방향 최대길이는 89.9 km이다. 유역의 평균 폭은 26.7 km, 형상계수는 0.206이고 유역형태는 직사각형 형태의 수지상이며 유역의 평균고도는 EL 118.9 m이다.

**탐진강 유역**

탐진강유역은 동경 126° 37' 00"~126° 59' 01", 북위 34° 12' 35"~34° 36' 01"에 위치하고 영산강과 섬진강의 분수계를 이루면서 남으로 뻗어있는 노령산맥의 소지맥 중 삼계봉, 가지산, 용두산, 행암산, 사자산등을 분수령으로 유역동쪽에 위치한 섬진강 유역과 접하고, 궁성산, 국사봉, 활역산, 월출산, 별매산, 우두봉 등을 분수령으로 유역 서쪽에 위치한 영산강 유역과 접하고, 유역서쪽은 역불산, 광운산, 피마위산 등을 분수령으로 남산천 유역과 접하고 있다. 탐진강은 유역 북쪽에서 위치한 궁성산에서 발원하여 급경사의 산간 계곡을 따라 동

**Table 2.** Watersheds included in Jeol La Nam-do.

Watershed	Watershed area (km <sup>2</sup> )	Percentage of each watershed (%)
Seom Jin	2,317.76	47.16
Seom Jin Southern Sea	3,396.67	100
Young San	2,965.60	85.48
Young San Southern Sea	1,506.74	100
Young San Western Sea	1,443.41	68.24
Tam Jin	493.22	100
Nak Dong	19.32	0.08

남진하여 유하하다가 장흥군 유치면 송정리에서 유치천과 합류한 후 남에서 금강천과 합류한다. 이후 총적평야인 강진평야를 서진하다 강진읍에 이르러 급여회 하여 강진만으로 유입되는 하천으로 유역면적 508.83 km<sup>2</sup>이며, 유로연장은 55.27 km이다. 탐진강 유역의 특성은 유역 상류가 노령산맥의 남단에 위치하여 높은 산악지역이 발달되었으며 유역의 중·하류는 완만한 퇴적평야가 발달되어 있다. 한편 유로가 유역의 동쪽으로 편제되어 있어 대부분의 지천이 본류 우안측으로 유입하는 방사상의 유역이다.

**수문학적 특성**

**경상남도 수문학적 특성**

**낙동강 유역**

낙동강유역의 기상은 대개 극전선의 계절적인 이동으로 결정되며, 북아시아의 대륙성기류 이동과 태평양의 열대성 다습한 기류 이동으로 인하여 저온 및 고온의 기후가 상대적으로 나타난다. 북쪽으로부터 기류이동으로 인하여 저온건조하고, 북서풍이 부는 겨울이 11월부터 3월까지 계속되며, 고온다습한 여름은 6월부터 9월 중순까지 계속되어 열대성기류가 태평양으로부터 이동한다. 북위 35°에서 30° 사이에 위치한 낙동강유역은 표고가 북쪽에서 남쪽으로 갈수록 낮아져서 기온의 분포가 남쪽으로 가면 상승하는 기후 형태를 나타낸다. 낙동강유역의 예년('73 ~'93) 연평균강수량은 1231.4 mm로 전국의 연 평균강수량 1274 mm와 비슷하다. 우기인 6월~9월 동안의 강수량은 연평균강수량의 64%, 건조기인 10월~익년 5월까지의 36%로 우기에 가중되는 현상을 나타낸다. 유역 내 유출량은 진동지점을 기준으로 예년('22~'94) 연평균유출량은 121.8억 m<sup>3</sup>이며, 우기인 6월부터 9월까지의 유출량은 연간 유출량의 62% 정도로 우기에 편중되어 유출이 일어나고 있다. 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.

**전라남도 수문학적 특성**

**섬진강 유역**

섬진강유역은 국내 최대 다우지역으로써 연평균 강우량이 1,403 mm에 이르며 연평균 유출량이 약 36억 m<sup>3</sup>으로써 풍부한 수자원을 보유하고 있다. 섬진강유역은 풍부한 수자원을 보유하고 있고 자체수요는 적은 반면 인근 영산강, 동진강 및 남해안 연안지역에서는 소모수 자원이 부족하므로 타 유역으로 용수공급이 불가피하다.

**영산강 유역**

영산강 유역은 연평균 강우량은 기상청의 광주와 목포 측후소를 기준으로 1,294.3 mm, 1,192.1 mm로서 전국 평균과 비슷하지만 지역적으로 비교적 심한 편차를 보이며, 특히 농업용수의 수요가 두드러지게 많은 유역이다. 유역 면적에 대한 주요 댐의 저수용량의 비는 다른 유역에 비해 상당히 작은 편이며, 따라서 홍수 시 댐에 의한 저류 및 지체 영향이 비교적 적을 것으로 판단된다.

**탐진강 유역**

한반도의 중남부지방에 위치한 탐진강은 우리나라의 전형적인 기후 특성인 몬순 기후권에 속하며 여름철과 겨울철의 기후가 현저하게 다르다. 여름철에는 해양성 기후의 영향을 받아 일반적으로 고온 다습한데 반하여 겨울철에는 대륙성 기후로 변하여 한랭 건조하다. 여름철인 6~7월에 고온 다습한 남풍이 한반도를 통과하게 되는데, 이 기간이 안정되어 있을 경우 강우량이 비교적 적다. 그러나 불안정해져서 호우를 발생하는 경우가 많고 이 기간에 비교적 강우 일수가 많다. 8~9월에는 점차 기후 상태가 건조해지고 풍향도 남향에서 북향으로 바뀐다. 이 기간에는 태풍이나 집중호우가 종종 발생한다. 10월부터는 점점 더 기후가 건조해지고 비교적 맑은 날씨가 많아지며 기온이 떨어진다. 이러한 현상은 11월까지 거의 비슷하게 진행된다. 12월에 접어들면, 기온이 계속 하락하고 건조해지며 1월과 2월중에는 대륙성 기후로 인하여 한랭한 날씨가 계속된다. 3월부터는 기후가 변하기 시작하여 기온이 점차 높아지고 강우량도 증가되며, 4월과 5월을 지나 6월부터는 다시 강우가 시작되는 기후현상을 나타낸다.

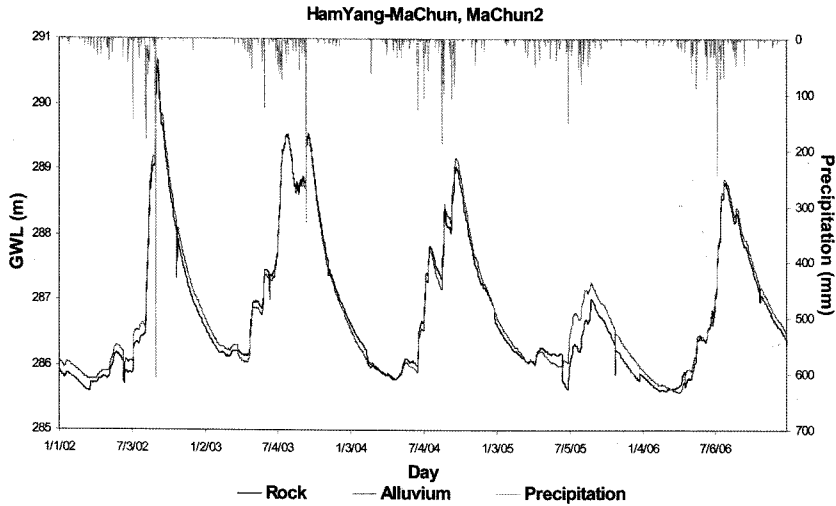


Fig. 2. Precipitation and groundwater level plot for Ham Yang-Machun, Machun2 gauge station.

### 남부지방의 강수량과 지하수위의 분석

남부지방의 강수량과 지하수위를 분석하기 위해서 강수량과 지하수위 자료를 수집하였다. 먼저 국가지하수정보센터(GIMS)에서 제공하는 경상남도, 전라남도 지하수위 관측소의 모든 지하수위 자료를 정리하여 2년 이상동안 결측자료가 없는 자료를 선별하고 같은 기간 동안의 인근 강우관측소의 강수량 자료를 수집하였다. 강수량 자료는 국가수자원관리 종합정보시스템(WAMIS)에서 취합하였고 지하수위 자료와 비교분석을 시행하기에는 충분한 자료가 확보되어 있었다. 지하수위자료 분석에 있어서 계절적 변화를 보려면 최소 2년의 자료가 필요한데 앞으로 계속 자료가 수집될 계획이기 때문에 자료의 길이는 계속 길어질 것이고 지속적으로 개선된 결과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

#### 경상남도

##### 거창함양-마천, 진주초전-진주 지역

함양군 마천 지역은 2002년부터 2006년까지 5년간의 자료이며 강수량과 지하수위의 변화가 뚜렷하다. 2월부터 5월까지 지하수위가 낮은 상태로 유지되다가 7월~8월의 우기에 상승하는 모습을 볼 수 있다. 연 총강수량은 2002년에 1977 mm, 2003년에 1703 mm, 2004년에 1875 mm, 2005년에 1073 mm, 그리고 2006년에는 1485 mm이다. 2005년은 다른 년도에 비하여 강수량이 상당히 적었고 Fig. 2의 2005년 지하수의 자료에서 이를 반영하는 것을

보여준다.

Fig. 3은 진주시 초전 지역의 2003년부터 2006년까지의 4년간의 자료를 보여준다. 2003년 5월~6월, 2004년 6월의 지하수위가 상승하는 기간동안 0.1m~0.2m의 하강이 보인다. 같은 기간의 강우자료와 비교 하였을 때 하강하는 기간 동안 강우가 거의 발생하지 않는 것을 확인 할 수 있었다. 2005년 7월, 8월과 2006년 7월 역시 지하수위가 정체되어 있거나 점차 상승하던 도중 큰 강우로 인하여 급상승하는 모습을 볼 수 있다.

함양마천과 진주초전 두 지역 모두 강수량과 암반층 충전층 두 지하수위 변동이 비슷하게 움직이는 높은 상관계수를 가지는 경우이다.

지하수의 큰 하락이 보이지 않는 것으로 보아 위 두 지역은 지하수의 양수가 많지 않은 것으로 보인다.

#### 하동군 하동-하동 지역

하동군 하동 지역의 2002년부터 2005년까지의 4년간의 자료이고, 강수량과 지하수위를 도시해 보면 Fig. 4와 같다. 강수량과 지하수위의 변화가 뚜렷하지만, 다른 관측소에서 볼 수 없는 지하수위에서의 0.2m~0.4m 정도 미세한 변화들이 계속적으로 반복되어 진다. Fig. 4에서 보이는 작은 수위의 상승하강 주기는 3일에서부터 8일 정도의 크기로 하동지역에서는 작지만 꾸준하게 지하수를 양수하고, 이를 다시 보충해 주는 지역적인 특징이 있을 것으로 예상된다. 장기적인 분석으로 12월부터 5월까지의 지하수위의 지속적인 증가가 없이 상대적으로 낮은 수

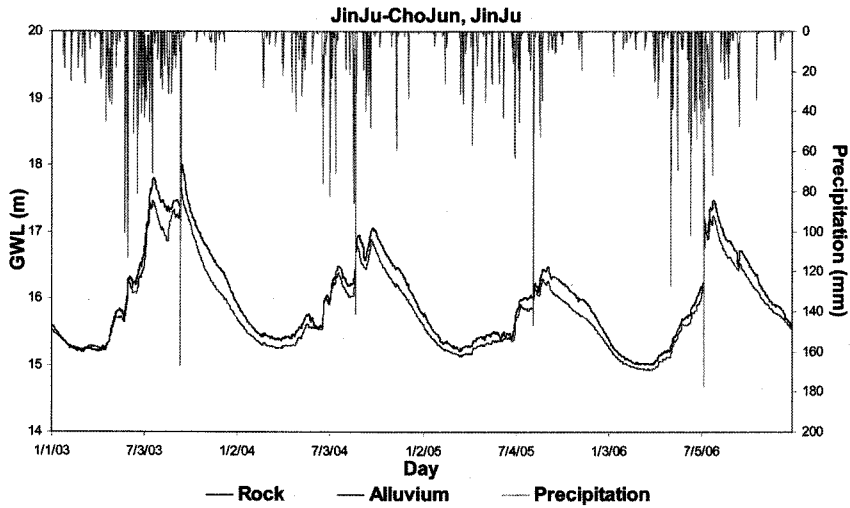


Fig. 3. Precipitation and groundwater level plot for JinJu-ChoJun, JinJu gauge station.

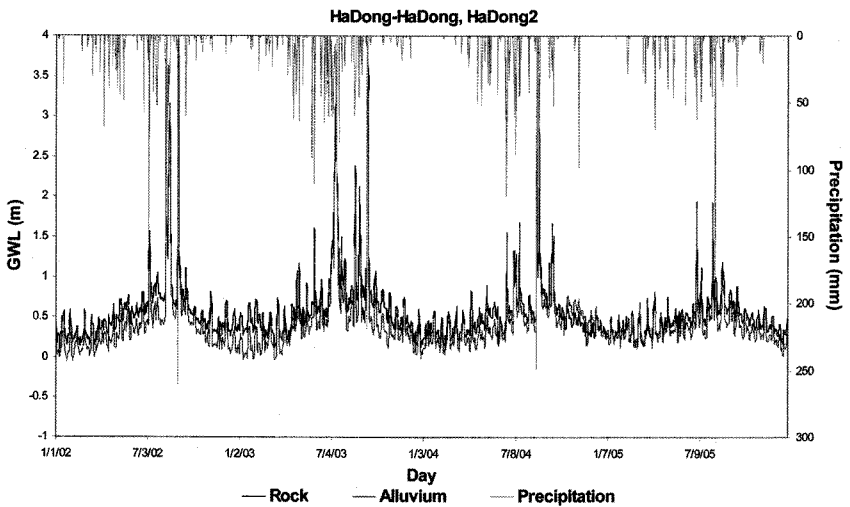


Fig. 4. Precipitation and groundwater level plot for HaDong-HaDong, HaDong2 gauge station.

위에 정체되어 있다가 7월~8월의 우기에 집중적으로 상승하는 모습을 볼 수 있다.

**의령낙서신반 지역**

의령군 낙서지역은 2년간의 자료로 짧지만 강우량에 따른 지하수위의 변동이 안정적이다. 무리한 양수로 예상되는 큰폭의 지하수위 하강은 보이지 않으나, 특이점은 암반층과 충적층의 지하수위 변동이다. 이 지역은 다른 지역과는 달리 암반층과 충적층의 지하수위의 차이가 크게는 5m이상 나는 경우가 있다. 이는 두 층간의 투수계

수 차이로 인한 결과로 예상되는데, 암반층의 전달계수(transmissivity)는  $0.998 \text{ m}^2/\text{day}$ 이고, 충적층의 전달계수는  $52.02 \text{ m}^2/\text{day}$ 이다. 위의 Fig. 5에서와 같이 4월~6월에 지하수의 사용이 증가하는 농번기에 두층의 지하수위의 차이가 벌어지기 시작한다. 갈수기인 12월~3월까지 그 차이는 더욱 크게 벌어지는 현상을 볼 수 있다. 이는 두 층간의 전달계수 차이가 큰 영향을 미친다고 볼 수 있다.

**밀양창녕-영산 지역**

밀양군 창녕 지역의 2002년부터 2005년까지의 4년간

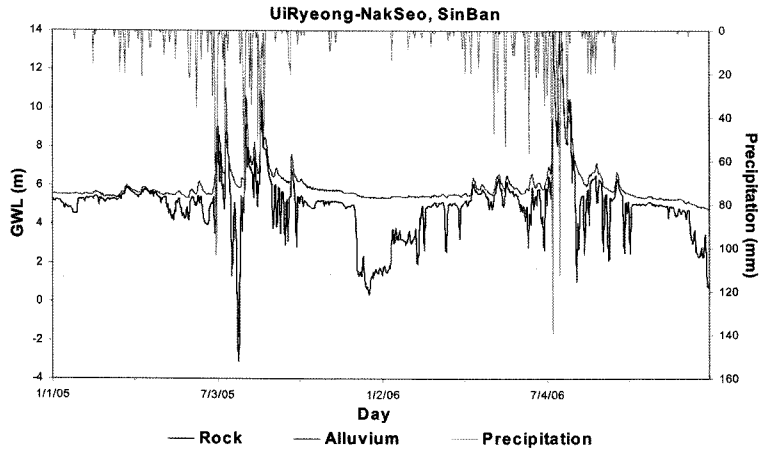


Fig. 5. Precipitation and groundwater level plot for UiRyeong-NakSeo, SinBan gauge station.

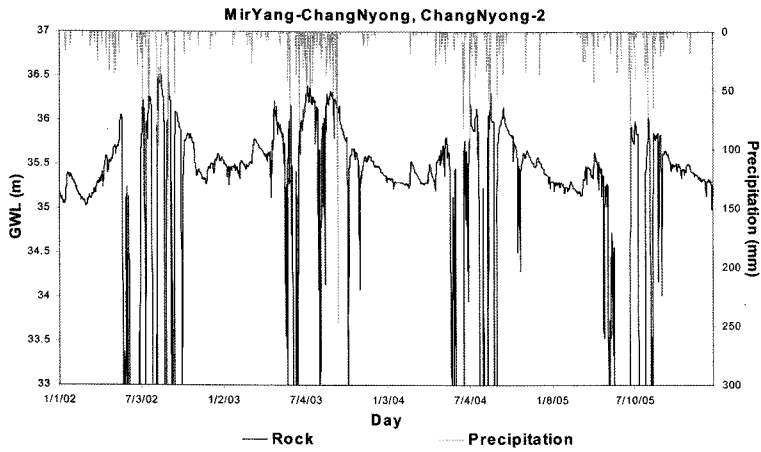


Fig. 6-1. Precipitation and groundwater level plot for MirYang-ChangNyong, ChangNyong-1 gauge station.

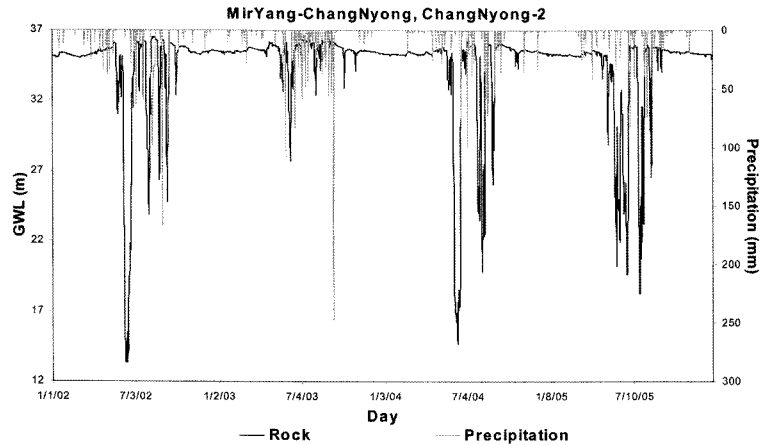


Fig. 6-2. Precipitation and groundwater level plot for MirYang-ChangNyong, ChangNyong-2 gauge station.

의 자료이고, 강우자료와 지하수위를 도시해 보면 Fig. 6-1, Fig. 6-2와 같다. 이 지역은 암반층의 지하수위 변동이 특이하다. Fig. 6-1에서 보면 전체적으로는 다른 지역과 비슷하게 강우량의 증가에 따라 지하수위의 변동이 빠르고 하면서 농번기의 지하수위 하강이 나타난다. 하지만, Fig. 6-2에 나타난 바와 같이 지하수위를 최저점까지 표현해 놓고 본다면 이 지역은 지하수를 과도하게 양수하여 암반층과 충적층의 수위 차이가 심한 시기엔 20m 이상 차이가 날 정도로 사용한다고 볼 수 있다. 이 지역은 지하수 이용을 제한하거나 자제해야할 것으로 보인다.

**전라남도**

**순천시 외서-우산, 장흥유양-유양 지역**

순천시 외서 지역의 2002년부터 2006년까지의 5년간의 자료이고, 강우자료와 지하수위를 도시해 보면 Fig. 7과 같다. 강우량과 지하수위의 변화가 뚜렷하고, 전체적으로 지하수위가 5년 동안 4월부터 7월까지 상승하면서 일시적인 하락을 보이며 강우가 발생함에 따라 다시 상승해 올라감을 볼 수 있다. 2002년, 2003년, 2004년, 2006년에는 상대적으로 2005년보다 강우량이 많아 지하수위의 변동폭이 크게 나타나 0.3 m~1.1 m의 큰 수위

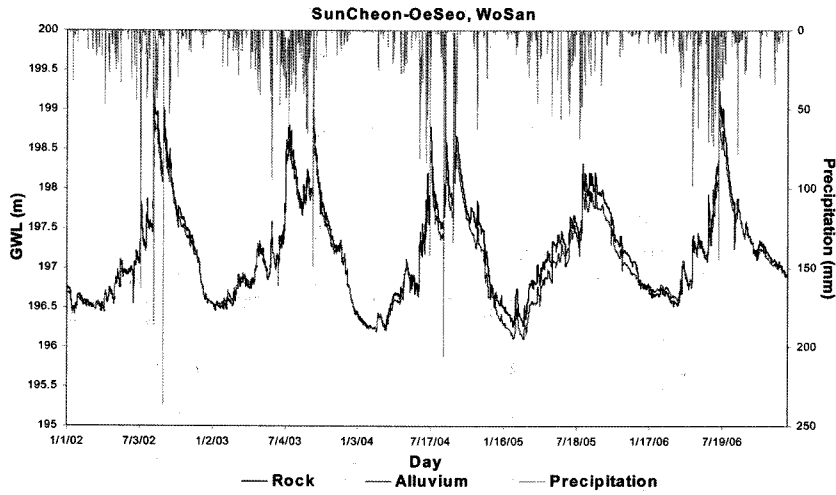


Fig. 7. Precipitation and groundwater level plot for SunCheon-OeSeo, WoSan gauge station.

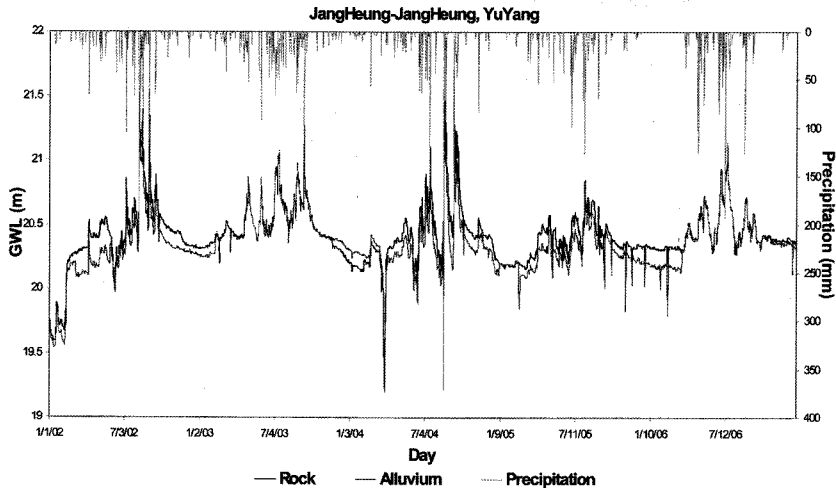


Fig. 8. Precipitation and groundwater level plot for JangHeung, YuYang-YuYang gauge station.



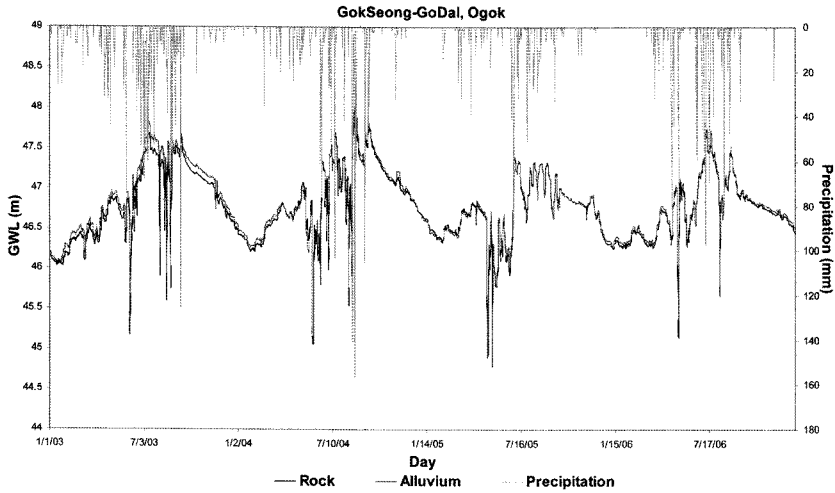


Fig. 9. Precipitation and groundwater level plot for GokSeong-GoDal, Ogok gauge station.

변화가 관측되었다. 그에 반하여 강우량이 작은 2005년에는 지하수량이 작으므로 위의 설명과 같은 변동이 상대적으로 작게 관측되었다. 행정구역상 시이지만 주변이 농경지임을 확인하였고, 위와 같은 변동은 생활용수와 농업용수를 위한 지하수의 양수로 추측된다.

장흥군 유양 지역도 위의 순천시 외서지역과 같은 기간의 자료이고, 전체적인 지하수위가 변동하는 모습도 비슷한 유형을 가진다. 하지만 순천시 외서지역과 비교하여 2004년 3월 중순부터 4월 초까지 나타나는 약 1m 정도의 갑작스러운 지하수위의 하강을 제외하고 안정적인 수위 변동을 보여준다. 강우량에 따른 지하수위의 변화가 뚜렷하고, 매년 4월~7월 사이에 지하수를 양수하는 모습을 볼 수 있다. 겨울철 길수기의 임반층과 충적층간의 수위가 차이 나는 모습을 볼 수 있다. 두 경우 모두 강우량과 지하수위 변동이 비슷하게 움직이는 이상적인 경우이다.

**곡성고달오곡 지역**

5월부터 7월까지 1.5m~2.0m 정도의 지하수위 하강이 일어나고 강우에 따라 상승하는 모습이 나타난다. 위의 순천시 외서, 장흥군 유양 지역과 비교 하였을 때 Fig. 9에 나타나듯이 지하수위가 안정적으로 변동하지 않고 불규칙적으로 하강하는 모습이 나타나는 것으로 보아 곡성군 고달 지역은 용수 사용에 있어서 지하수에 의존하는 비율이 높다고 예측 할 수 있다.

**순천시상사-순천2 지역**

순천시 상사 지역의 2003년부터 2005년까지의 3년간의

자료이고, 강우자료와 지하수위를 도시해 보면 Fig. 10과 같다. 이 지역은 일 년 내내 양수를 한다고 예상 할 수 있다. 지하수위가 강우량의 증가에 따라 점차적으로 상승하는 것이 아니고, 일정한 수위를 유지하는 도중에 다른 강우가 발생해야 수위가 증가하여 한 계단 높은 층을 이루어 수위를 유지하면서, 또 다른 강우가 발생하면 다시 증가하는 식으로 지하수위가 변동하여 Fig. 10과 같이 계단 형태를 이룬다. 지하수위가 감소 할 때에도 역시 같은 형태로 감소하는 경향을 보인다. 전체적으로 갈수기의 하강과 우기의 상승이 관측되어지지만 자료가 계단형태로 층을 이루는 점이 특이한 경우이다.

**남부지방의 강우이동평균과 지하수위의 상관관계**

이동평균값은 각 자료별로 이동평균기간을 10일부터 130일까지 10일 간격으로 설정하여 상관계수를 구해보고 가장 높은 상관계수를 가지는 이동평균기간을 선택하였다. 조사지역의 이동평균을 구하여 지하수위와의 상관관계를 구해본 값들은 Table 3에 정리되어 있다. 자료에 대해서는 각 지점별로 10일에서 130일 사이의 이동평균을 사용하였으며 강우이동평균과 지하수위와의 상관계수는 최대 0.8745의 값을 보여준다. 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 상관

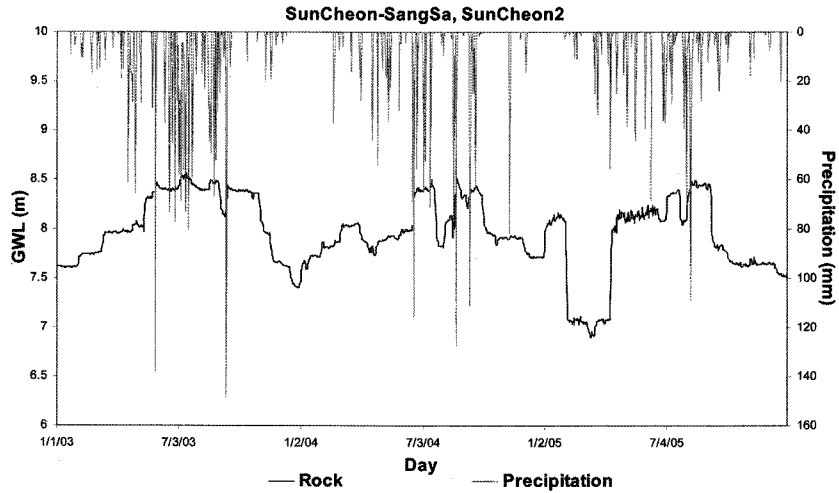


Fig. 10. Precipitation and groundwater level plot for SunCheon-SangSa, SunCheon2 gauge station.

Table 3. The correlation between the moving average of precipitation and groundwater level.

Region	GWL Station	Precipitation Station	Data Period	Geological Stratum	Correlation			
					MA Duration	MA	CI Duration	CI
GyeongSang Namdo	Ham Yang Ma Chun	Ma Chun2	2002-2006	Rock	110	0.7743	120/60	0.7675
				Alluvium	110	0.8098	120/60	0.8041
	Mil Yang Chang Nyong	ChangNyong	2002-2005	Rock	20	0.0330	20/10	0.0345
				Alluvium	-	-	-	-
	Ha Dong Ha Dong	Ha Dong2	2002-2005	Rock	110	0.4969	120/60	0.4576
				Alluvium	110	0.4612	120/60	0.4232
	Jin Ju Cho Jun	Jin Ju	2003-2006	Rock	130	0.8745	150/30	0.8916
				Alluvium	130	0.8790	130/80	0.8905
	Ui Ryeong Nak Seo	Sin Ban	2005-2006	Rock	20	0.4444	10/10	0.4444
				Alluvium	20	0.7280	30/20	0.7280
Jeol La Namdo	Gok Seong Go Dal	O Gok	2003-2006	Rock	90	0.2966	100/90	0.5316
				Alluvium	90	0.3206	100/90	0.5821
	Sun Cheon Sang Sa	Sun Cheon2	2003-2005	Rock	70	0.5349	70/40	0.5411
				Alluvium	-	-	-	-
	Sun Cheon Oe Seo	Wo San	2002-2006	Rock	80	0.8027	80/70	0.8404
				Alluvium	80	0.8041	80/70	0.8412
	Jang Heung	Yu Yang	2002-2006	Rock	80	0.2347	100/80	0.5602
				Alluvium	80	0.2265	80/60	0.5193
	Gang Jin Sung Jun	Jak Chun	2002-2005	Rock	30	0.3463	30/30	0.3902
				Alluvium	-	-	-	-
Hae Nam Hae Nam	Hae Nam	2002-2005	Rock	100	0.7552	100/90	0.7661	
			Alluvium	-	-	-	-	

MA, Moving Average; CI, Critical Infiltration.

관계를 분석함으로써 파악하기 힘든 지하수양수에 의한 영향을 최소화하려 했다. 0.5 이하의 상관계수를 가지는 지역은 불규칙적이거나 잦은 인공적인 양수나 토양피복 조건, 지질조건, 또는 저수지나 하천의 수리학적 경계조건으로 강우이동평균과 지하수위의 상관관계가 다소 낮은 것으로 보인다. 한계침투량을 고려한 상관계수의 최대값은 0.8790이다.

**결 론**

한국의 남부지방의 강우와 지하수위 자료를 가지고 강우와 지하수위의 관계를 분석해 본 결과 여러 가지의 지하수위 변동을 보이는 것을 알 수 있었다. 이러한 다양한 강우에 대한 지하수위의 반응은 지하매질의 투수계수나 지질학적 특성 그리고 지표면의 조건 등에 기인한다. 또한 한계침투량은 유역평균 일최대침투량으로 정의되므로 지하수위의 반응에 직접적으로 관계된다. 본 연구에서는 강우이동평균을 취하여 지하수위와의 상관계수를 구하는 통계학적통계적 방법에 의하여 이동평균 기간을 정하고 한계침투량을 추정하였다. 5개 지역에서 아주 높은 상관계수를 얻을 수 있었고 다른 지역들은 인위적인 대규모 지하수 양수가 자료에 큰 영향을 준 것으로 보인다. 그리고 한계침투량 개념을 적용하였을 때 상관관계가 더 커지는 경향을 모든 지점에서 볼 수 있었다. 향후 연구로는 이러한 다양한 강우에 대한 지하수위의 반응과 한계침투량을 각 관측소 지역의 지질학적 특성, 투수계수, 토지이용도 등의 자료를 가지고 실험적인 분석을 시행함으로써 각 요인의 물리적인 관계에 대한 분석이 수행되어야 할 것이다.

**사 사**

본 연구는 2007년 국민대학교 교내연구비를 지원받아 수행된 연구입니다.

**참 고 문 헌**

Yang, J.-S. and Ahn, T.-Y., 2008, The Analysis of Climate Change Effects considering the Hydrologic Time Series Data Analysis Results, in Nakdong River Watershed in Korea, Proceedings of International Conference on Climate Change: Science

and Impacts, KPCC.  
 박재현, 최용선, 김대근, 박창근, 양정석, 2005, 일 강우 자료를 이용한 지하담 운영지표의 개발, 한국수자원학회 발표논문집, 한국수자원학회, 60.  
 양정석, 박재현, 최용선, 박창근, 2006a, IHP유역의 한계 침투량을 고려한 강수량 이동평균과 지하수위의 상관관계, 한국수자원학회 발표논문집 한국수자원학회.  
 양정석, 임창화, 박재현, 박창근 2006b, 쌍천유역의 지하수위와 용설 효과를 고려한 GOI의 상관관계, 한국수자원학회 논문집, 39(2), 121-125.  
 양정석, 임창화, 박재현, 박창근, 정교철, 2005, 한계침투량을 고려한 쌍천유역의 강수량과 지하수위의 관계, 지질공학회지 15(3), 303-307.  
 속초시, 2003, 쌍천수계 수자원 이용방안 및 가용수량 조사용역, 제4장.  
 영산강 홍수통제소, 2004, 만경강,담진강 수계 유량 측정 조사 보고서.  
 Changkun Park, Jaehyeon Park, Yongsun Choi, Jeong-Seok Yang and Kyochul Jeong, 2005, Operating Strategy of Groundwater Dam Utilizing a Precipitation - Based Index, Proceedings of International Association of Hydraulic Engineering and Research, IAHR  
 Guttman, Nathaniel B., 1999, Accepting the Standardized Precipitation Index : A Calculation Algorithm., Journal of the American Water Resources Association, 35(2), 311-322.  
 McKee, T. B., Doesken, N. J. and Kleist, J., 1995, Drought Monitoring with multiple time scales. Preprints, 9th Conference on Applied Climatology, 15-20 January, Dallas, TX, 233-236.  
 Wilhite, D. A., Glantz and M. H., 1985, Understanding the Drought Phenomenon : The Role of Definition., Water international, 10, 111-120.

2008년 10월 15일 원고접수, 2008년 11월 29일 게재승인

**양정석**

국민대학교 건설시스템공학부  
 136-702 서울시 성북구 정릉동 861-1  
 Tel: 02-910-4289  
 Fax: 02-910-4939  
 Email: 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