



논 관개 지역의 지하수위 관측을 통한 시공간적 지하수위 변동 특성 분석

Analysis of Temporal and Spatial Changes in Observed Groundwater Level in a Paddy Region

장민원* · 박기욱** · 김성준*** · 배승종****,†

Jang, Min-Won · Park, Ki-Wook · Kim, Seong Joon · Bae, Seung-Jong

Abstract

This study aimed to establish a field observation system for monitoring tempo-spatially precise changes of groundwater level and to analyze the impact of rainfall and irrigation practices on groundwater changes in paddy regions. The monitoring system comprising of all nine groundwater observation wells and four ponding depth sensors was installed in a part of paddy regions benefited from Gosam reservoir, Ansung-si. The result of groundwater level change during the irrigation period in 2002 was averagely 0.51 m higher than that during the non-irrigation period. In particular between March before puddling and June after transplanting, there was maximum 1.23 m rise in groundwater level. On the other hand, concerning the change in ponding depth, groundwater level changed similarly, and hourly rainfall was revealed to have better correlation with 24-hour delayed hourly groundwater level than with the corresponding groundwater level. Eventually, this study could be referenced for further studies to set up a more comprehensive and sustainable monitoring system of groundwater conditions.

Keywords: Groundwater; paddy; ponding depth; recharge

1. 서 론

지하수는 재이용이 가능한 수자원으로서 강수로부터 뿐만 아니라 관개 등의 농업활동으로부터 다시 함양이 가능한 자원이다. 지하수 자원은 물관리 취약성을 완화할 수 있는 저류 자원으로 계절적 지역적 지속가능성이 매우 높은 수자원이다 (GIMS, 2015). 국내 수자원 공급 및 물 환경 관리, 보전의 기초는 국내 총 용수사용량의 약 90%를 차지하는 지표수 위주로 진행되어 왔지만 안전하고 지속가능한 대안으로서 지하수의 중요성이 높아지고 개발 비율도 높아지고 있다 (KEI, 2005). 우리나라에서 개발가능한 지하수 양은 연간 약 108.5억 톤으로 2013년 기준 용수이용량의 약 11%를 차지하고, 특히 농업용수 이용량은 20.6억 톤으로 전체 지하수 사용량의 50%를 넘었다 (K-water, 2014; Lee et al., 2014). 그러나 농산업을

다각화되면서 고소득 시설농업 면적이 확대되고 기상여건의 불확실성이 커짐에 따라 지하수 이용이 지속적으로 증가하고 있다. 특히 하천수, 저수지 등과 연계된 용배수호가 발달하지 않은 농촌지역과 시설재배단지에서 지하수 의존이 높아지고 있다. 그러나 용수확보를 위한 농업용 관정의 무분별한 개발과 과도한 양수는 지하수위 저하와 지하수량 고갈 등의 문제와 더불어 주변 하천의 건천화와 지하수 오염을 증대시키는 원인이 되고 있다 (Jeoung and Park, 2003).

일반적으로 우리나라에서 논바닥을 통하여 지하로 침투되는 물의 약 55%는 배수 및 복류수 등으로 하천으로 유입되어 재이용되고 나머지 45%는 지하수로 저장하는 것으로 보고 있다. 논에 공급된 관개수의 대부분은 토양 속으로 침투되고 이 물 중 일부는 다시 하천으로 환원되거나 심층부로 들어가 지하수가 된다. 이때 논에서의 지하수 함양량은 다시 재이용이 가능하다는 측면에서, 즉 가용한 농업·농촌 수자원의 확보라는 측면에서 중요한 자원으로 인식된다. 특히 수자원의 함양 외에도 농촌지역의 생태환경을 보전하고 재이용이 가능한 순환자원을 제공한다는 점에서 공익적 효용성이 높게 인정되고 있다. 이에 KREI (2001)는 우리나라 농업용수의 지하수 함양 효과를 연간 11,427억 원으로 평가한 바 있다. Eom et al. (1993)은 벼 생육기간과 생육기간 내내 담수상태로 유지된다고 가정하여 일침투량을 19 mm로 가정하고 연간 157.5억 m³의 물이 논에 의해서 지하수로 저장된다고 발표하였다.

논농사 지역에서의 지하수 거동은 기상조건, 토양조건, 지

* Department of Agricultural Engineering, Institute of Agriculture & Life Science, Gyeongsang National University

** Korea Rural Community Corporation

*** Department of Civil and Environmental System Engineering, Konkuk University

**** Research Institute for Agriculture & Life Sciences, Seoul National University

† Corresponding author

Tel.: +82-33-339-5811 Fax: +82-33-339-5830

E-mail: bsj5120@snu.ac.kr

Received: November 25, 2015

Revised: November 26, 2015

Accepted: November 27, 2015

질조건, 물관리 등 수문순환에 영향을 미치는 인자들에 대한 이해를 바탕으로 한다. 이들 인자들을 고려하여 물수지법, 기저유출분리법, 현장관측 (이벤트 전후의 수위상승), 수치모형에 의한 시뮬레이션, 침투실험, SCS-CN 등 통계와 수리수문학적 방법 등 다양한 접근 방법이 이용되었다 (Choi and Ahn, 1998; Kim, 2011). 그러나 논농사 지역에서의 지하수 거동이나 함양량에 대한 연구는 관련 인자들의 부정확성과 현장조사 자료의 한계, 공간범위의 한계 등으로 제한적으로 수행되어 왔다. 지하수 함양 효과를 계량하기 위한 많은 연구들이 미흡한 현장자료에 기반한 시뮬레이션에 의존하기 때문에 대략적인 추세만을 나타내주거나 연구결과의 정확성에 일정한 한계를 갖는다.

논농사 지역에서의 물순환과 이로 인한 지하수위 변동 및 함양 특성을 규명하고 그 효과를 계량하기 위해서는 먼저 지속적인 현장관측 체계를 구축할 필요가 있다. 이를 위해 정부는 광역적 수문특성 파악을 위해 농촌지하수관리 관측망이 전국 147개소에서 설치·운영 중에 있고 2013년 기준으로 연간 지하수위 변동폭이 2 m 이내인 관측점이 약 55 %라고 발표한 바 있다 (Lee et al., 2014). 또한 현장관측을 통해서 Yun et al. (2013)은 강원도의 도시지역과 농촌지역의 지하수위 변동 특성을 비교한 결과 농촌지역에서 상대적으로 강우에 대한 민감도가 크고 지하수 함양률이 평균 3.5배 높다고 밝혔다. 현장조사료를 이용하여 Cho et al. (2012)은 겨울철 수막재배 지역에서의 지하수위는 최대 10 m까지의 변동이 있었고 8월부터 10월까지 기간을 제외한 기간에 주변 하천보다 낮은 지하수위를 보인다고 발표하였다. 또 Cho et al. (2004)은 지하수 함양량을 계산하기 위해 자연상태 지하수위의 풍기기와 갈수기 변동량을 측정, 분석한 바 있다. 암반지하수의 지하수 심도분포는 강수기와 풍수기에 상관없이 변화가 적은 것으로 조사되었고 비닐하우스가 분포한 지역에선 지하수의 빈번한 사용으로 인하여 심도도 깊고 변화가 심한 것으로 밝혔다.

지하수는 시공간적으로 계속 변동하기 때문에 지하수 변동의 특성을 파악하기 위해서는 지하수에 영향을 미치는 인자들에 대한 이해와 더불어 지하수에 영향을 미치는 요소들의 지속적인 관찰과 실험을 통해 지하수 시공간적 거동을 추적하고 확인할 수 있는 연구가 필요하다. 이를 위해 본 연구는 경기도 안성시 고삼저수지 하류 관개지역을 시험대상으로 선정하고 지하수위의 시공간 분포를 모니터링 할 수 있는 현장계측 체계를 구축하였다. 또한 지하수위에 영향을 미치는 지표상의 영농활동, 기상조건, 그리고 토양조건 등을 동시에 관측하고 이를 이용하여 지하수위의 시공간적 변화 특성을 분석하였다.

II. 연구 재료 및 방법

일반적으로 지하수로의 유입은 강수가 절대적으로 많은 양을 차지하지만 농촌지역에서는 농업활동 (즉, 비농사)에 의한 관개가 물의 이용이라는 측면뿐만 아니라 지하수 함양의 수자원함양기능으로서 상당한 역할을 수행한다. 이러한 농업용수의 지하수 함양 효과는 우리나라 대부분의 농업이 논에서 이루어지고 벼 재배를 위해 담수를 하고 있기 때문에 발생하는 효과로서 일반적으로 물수지 개념으로 해석될 수 있다.

1. 연구지역 선정

논에서의 영농활동에 따른 지하수위 변화와 공간적 분포를 조사하기 위해 경기도 안성시 고삼면에 위치한 대갈리 지구에 관측망을 구성하였다. 해당 지역은 상류에 위치한 유효저수량 15,166천 m³의 고삼저수지로부터 관개용수를 공급받는 논농사 지역으로 관개면적은 약 108 ha이다. 경지정리사업이 시행되었고 관개저수지와 하천에 인접하고 있고 평균지하수위가 5.0 m 이내에 있기 때문에 지하수위 관측에 용이한 여건을 갖추고 있다. 토양은 대부분 SS (silty sand)와 SC (silty clay)로 구성되어 있고, 연구지역 내 평균표고는 해발 36.2 m, 최대 표고차는 약 3.5 m로 평평한 지형이다. 연구지역과 가장 근접한 기상관측소는 수원이며 주변 원삼면소재지에 우량관측소가 운영되고 있다.

2. 관측망 설치와 자료 수집

지하수위 변화를 관측하기 위하여 Fig. 1과 같이 1.0×0.8 km² 면적 안에 모두 9개의 지하수위 관측공을 굴착하였다. 관측공의 내경은 100 mm이고 깊이는 약 5 m이며, 각 관측공별로 Fig.

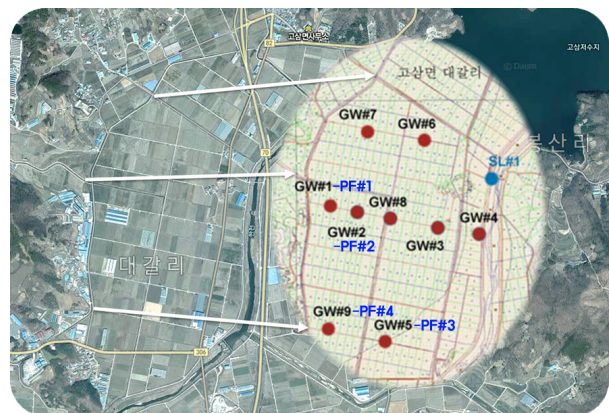


Fig. 1 Description of a study area and groundwater observation wells

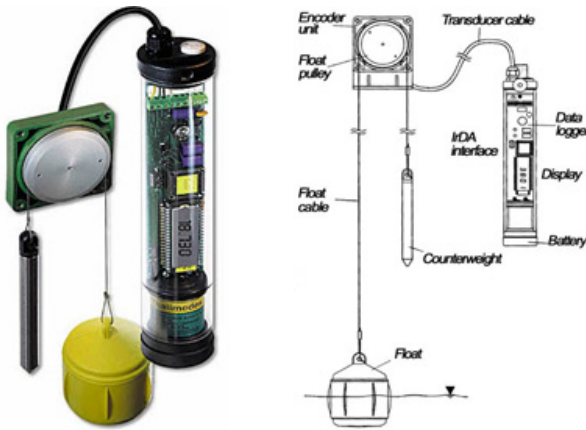


Fig. 2 Float-type water level sensor (Thalimedes, OTT Hydrometrie) installed on each observation point

2의 Thalimedes 부자식 자기수위센서 (OTT Hydrometrie, 독일)를 설치하였다. 지하수위 관측공은 인접 하천의 종단방향으로 GW#1, GW#2, GW#8, GW#3, GW#4를 설치하고, 다시 연직방향으로 GW#5, GW#6, GW#7, GW#9를 배치하였다. 이때 GW#4와 GW#8은 하천과 배수로 바로 옆에 설치하여 지하수위 관측의 기준점으로 사용하였다. 모든 관측점의 계측은 10분 간격으로 운용하였다. 한편 지하수 관측공 외에 지상의 기상과 물관리 상태를 모니터링하기 위해서 관개량, 포장담수심, 배수량 등을 관측할 수 있도록 모두 9개의 자동수위계측기도 설치하였다. 자동수위계측기는 지하수위 관측공과 동일한 부자식 자기수위센서를 사용하였고 영농시기에 따라 1분에서 10분 사이로 계측간격을 조절하였다. 그리고 연구지역을 따라 흐르는 고삼저수지 하류 하천에도 유량관측소 한 곳(SL#1)을 운영하였다.

III. 연구결과

1. 일별 지하수위 변화

2002년 1월 9일부터 관개가 종료된 후 10월 14일까지 계측한 각 관측공별 지표 아래 지하수위는 Fig. 3과 같다. Fig. 4는 관측공 지표면의 해발고도를 기준으로 변환한 값이다. 2002년 4월말 약 95 mm의 강우가 발생하기 전까지 지하수위는 모든 관측공에서 전반적으로 변화가 없거나 매우 느리게 감소하는 추세를 나타냈다. 이후 못자리 및 씨레질 기간을 거쳐 최대 1.3 m, 평균 0.56 m의 지하수 상승이 일어났고 이 때 상승한 수위는 9월초까지 관개기간 동안에 평균적으로 유지되면서 변동이 발생하였다. 지점별로는 GW#1, GW#2, 그리고 GW#7 등 산림과 마을 방면의 관측공에서 상대적으로 지

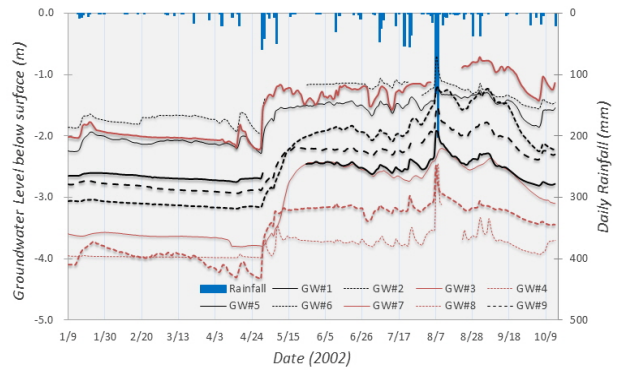


Fig. 3 Daily groundwater level below ground surface (1/9~10/14)

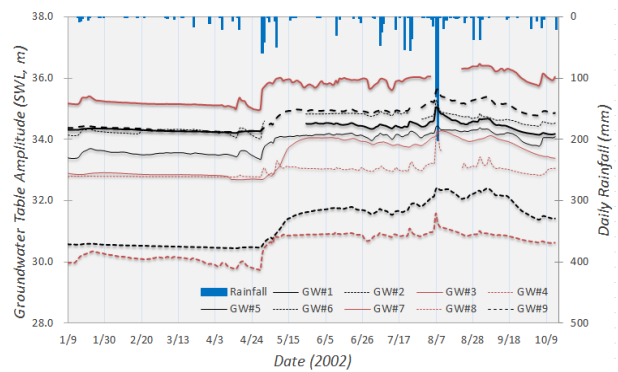


Fig. 4 Daily change in groundwater table above mean sea level (1/9~10/14)

하수위가 높은 경향을 나타냈고 하천 방향에 위치한 GW#3, GW#5, GW#6에서는 낮은 지하수위를 보였다.

논농사가 시작되기 전인 2002년 5월 이전까지는 지하수위 변동이 거의 없고 관개기에 비하여 낮은 수준을 유지하였다. 비관개기로 강수량도 적고 강설과 겨울철 표토층의 동결로 침투여건이 좋지 않아 지하수위 상승요인이 매우 제한적이었기 때문이다. 4월말부터는 강우량이 늘고 본격적인 논농사 준비로 못자리와 이앙기가 시작됨에 따라 급격한 지하수위 상승이 발생하였다. 비관개기간 동안 논토양은 담수 없이 불포화 상태로 유지되다가 관개기에 접어들어 토양수분의 포화와 지속적인 삼투로 지하수위의 급격한 상승이 유도되었기 때문이다. 한편, 배수로와 고삼저수지 하류 하천에 설치된 GW#4와 GW#8의 지하수위는 비관개기간과 관개기간의 차이가 상대적으로 낮은 결과가 모니터링 되었다. 연중 낮은 수위지만 비교적 상시 흐름이 존재하고 토양이 포화된 상태로 유지되어 있어 지하수위의 변동폭이 적은 것으로 추정된다.

2. 하천 종단면 지하수위 분포

고삼저수지 하류 하천 흐름 방향에 연직으로 위치한 GW#1,

GW#2, GW#8, GW#3, 그리고 GW#4의 월별 평균 지하수위 분포를 보면 배수로 지점 GW#8을 중심으로 좌우 wing 모양의 지하수위 분포를 보인다(Fig. 5). 평소 지표상 흐름이 목측되지 않는 배수로 GW#8에서 가장 낮은 지하수위가 모니터링 되었는데 주변 농지에서 배수로로의 유입이 적거나 배수

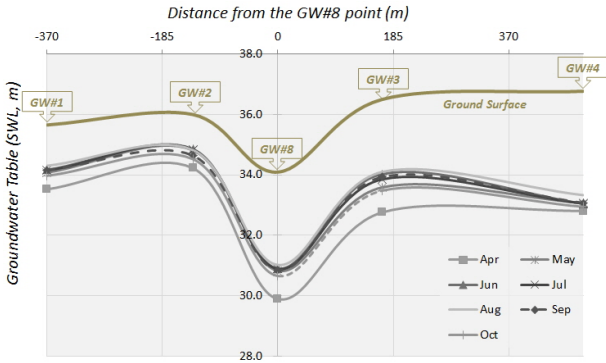


Fig. 5 Monthly mean groundwater table along the cross section of stream

로 상의 유출이 빠르게 일어나기 때문에 판단된다. 평상시 배수로를 포함한 하천이 이득하천이 되어 지하수가 모이게 되는 이론적 분포와 일치하는 결과이다 (Ha et al., 2006). 월별 변화를 보면 관개 전인 4월에 비하여 관개가 본격적으로 시작되는 5월에는 지하수위가 모든 관측공에서 상승한 것을 확인할 수 있다. 지표고도는 배수로를 기준으로 우변에서 더 높게 나타난 반면 지하수위는 좌변에서 더 높은 양상을 나타냈는데 GW#1과 GW#2는 용수로와 배수로 사이에 있는 반면 GW#3과 GW#4는 배수로와 하천 사이에 위치하여 이득하천 역할을 하는 배수로와 하천의 중간에 놓여있기 때문에 추정된다.

3. 담수심과 지하수위

지하수 관측공 중 GW#1, GW#2, GW#5, GW#9가 설치된 포장에서 각각 관측한 PF#1, PF#2, PF#3, PF#4의 포장담수심과 지하수위 변화를 비교하면 Fig. 6과 같다. 포장담수심 관측은 관개가 시작된 후 5월 25일부터 관개가 종료되는 8월 31

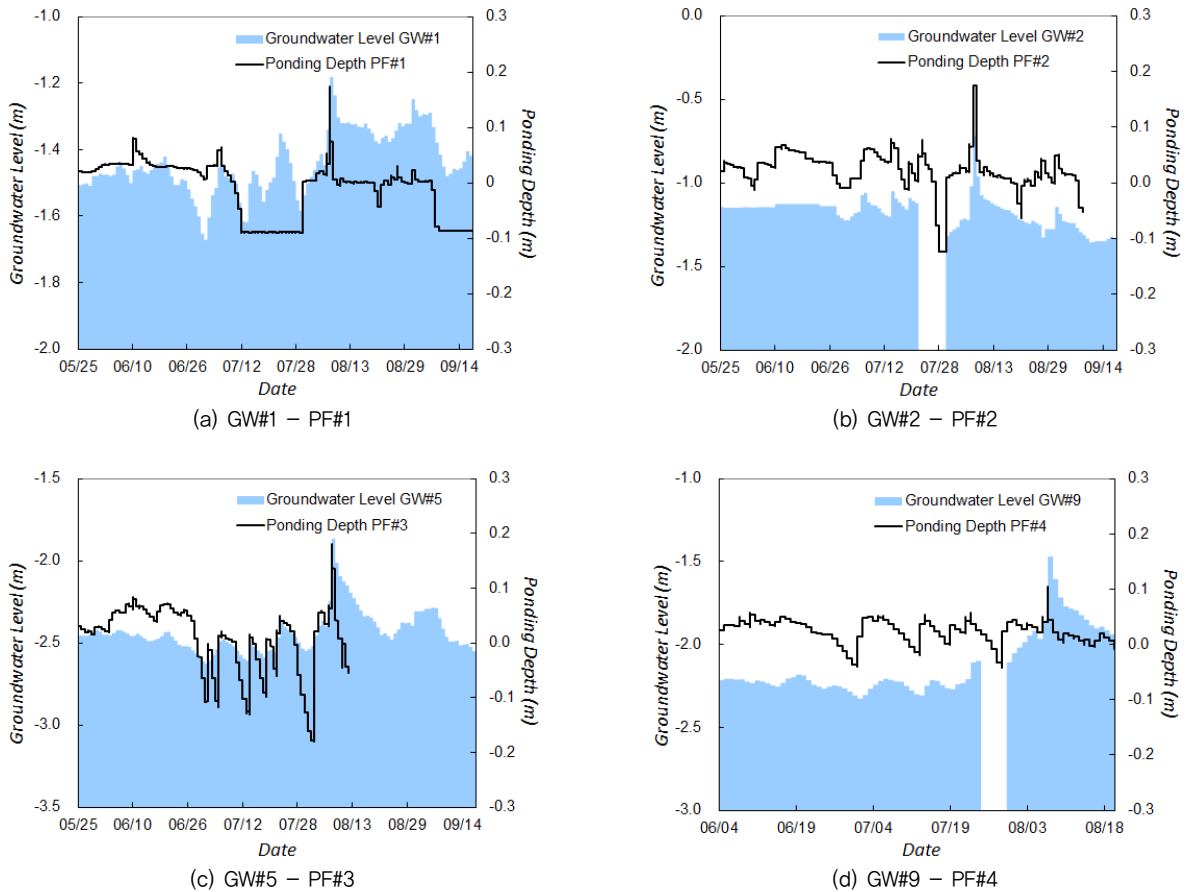


Fig. 6 Comparison between ponding depth and groundwater level (10 minutes interval)

Table 1 Variation of groundwater table in fields

Observation Well	Mean groundwater level (SWL, m)		Mean ponding depth (mm)	Observation Well	Mean groundwater level (SWL, m)		Mean ponding depth (mm)
	Non-irrigation season	Irrigation season			Non-irrigation season	Irrigation season	
Rainfall (mm)	330,3	874,1					
GW#1	33,725	34,170	18,0	GW#6	34,286	34,509	-
GW#2	34,369	34,831	24,0	GW#7	35,488	35,989	-
GW#3	33,139	33,889	-	GW#8	30,315	30,910	-
GW#4	32,875	33,123	-	GW#9	34,543	34,993	22,0
GW#5	30,926	31,733	9,0	Mean	33,296	33,794	18,3

※ Irrigation season: 5/1 ~ 8/31, Non-irrigation season: 1/9 ~ 4/30 & 9/1 ~ 10/14

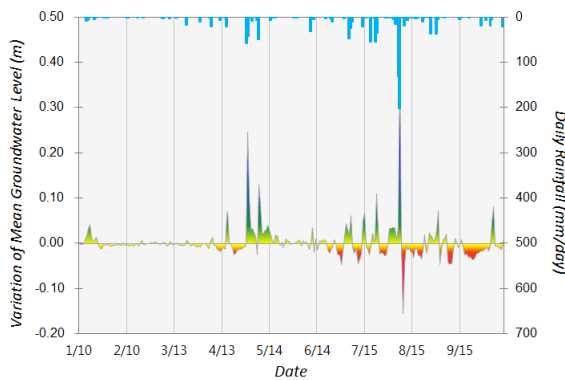


Fig. 7 Daily variation of mean groundwater level (Year: 2002)

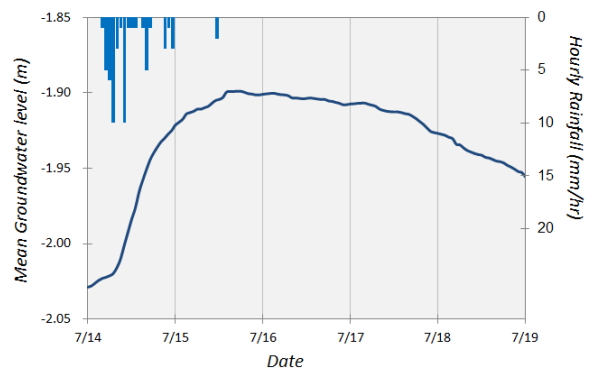


Fig. 8 An example of temporal distribution of hourly rainfall and mean groundwater level (Year: 2002)

일까지 10분 간격으로 수행하였고, PF#1 과 PF#2의 경우 7월 중에, PF#3은 8월 중순 이후 자기수위계 오류로 이상치가 기록되어 측측이 중단되었다. Fig. 6에서 각 필지별 포장담수심은 강우와 관개조건에 따라 민감하게 변동하는 반면 지하수위는 완만한 변화속도를 나타냈다. 포장담수심의 증감에 맞춰 지하수위의 상승과 하강이 동시에 이뤄지는 등 대체적으로 포장담수심과 지하수위의 변화 양상이 유사하게 나타났으며 포장담수심과 지하수위의 침투발생 시간도 유사하게 나타났다. 포장담수심 최고 상승치는 8월 7일과 8월 8일 사이에 발생하였으며 지하수위 최고치도 동시간대에서 나타났다. 담수심의 변화는 논으로 유입되는 강우와 관개의 영향뿐만 아니라 토양 중의 수분량에도 상호 영향을 받는다. 즉 담수심의 증가는 지하수 함양의 증가를 유인하지만 역으로 지하수위의 상승이 지상의 포장담수심에도 영향을 미치는 것으로 사료된다.

포장담수심 관측기간 중 관개기간(5월25일 ~ 8월31일)의 담수심을 보면 4개 지점 평균 18.3 mm을 보이는데 PF#3의 경우는 70 mm가 넘는 담수심을 기록하였음에도 최고, 최저 담수심의 차가 360 mm가 넘는 정도로 변동폭이 컸기 때문에 관개기간 중 평균담수심이 9 mm에 그쳤다(Table 1). 한편 관

개기간 동안의 평균지하수위는 모든 관측공에서 비관개기간보다 높게 나왔다. 비관개기의 평균지하수위는 33.296 m인데 비하여 관개기간 중에는 평균 33.784 m로 관개기의 지하수위가 평균 약 0.5 m 상승하는 결과를 보였다. GW#6와 GW#3에서 각각 0.807 m, 0.750 m로 가장 큰 격차를 나타냈고 GW#4와 GW#5는 0.248 m와 0.223 m로 비관개기와 관개기간 차이가 가장 적었다.

4. 강우량과 지하수위

강우량은 지하수위를 결정짓는데 가장 중요한 요소 중의 하나이다. Fig. 7에서 보듯이 연구지역내 평균 지하수위의 증감과 강우사상을 일별로 도시하면 담수심의 경우와 마찬가지로 강우에 따른 지하수위의 변화가 상승하는 것을 확인할 수 있었다. Fig. 8에서 보는 예와 같이 시우량 자료를 이용하여 시간대별로 강우량 분포와 지하수위 변동을 살펴보면 지하수위는 강우사상이 끝난 후 상당히 지체된 시간까지도 상승을 계속하고 강우사상의 침투시간과 최고 지하수위 발생시점 사이에 약 1일의 차이가 나는 것으로 나타났다. 강우가 토양에 침투하여 지하수층에 도달하기까지 토양 내 수분이동에 소요

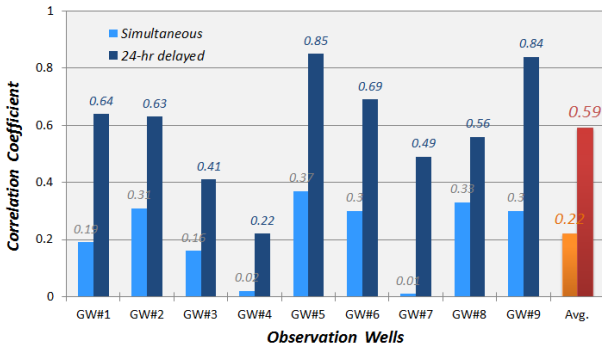


Fig. 9 Correlation between daily rainfall and groundwater level variation

된 시간만큼 지체되어 지하수위에 영향을 미치기 때문에 평균적으로 해당 일의 강우량이 해당 일의 지하수위 변화에 영향을 미치기 보다는 다음 날의 지하수위 변화에 더 큰 영향을 미치는 것으로 추정되었다.

관측자료로부터 동일 시각의 시우량과 지하수위 증감을 비교한 결과 평균 0.22의 상관계수를 나타낸 반면 지하수위 증감을 24시간 지체하여 시우량과 상관계수를 분석하면 평균 0.59로 후자가 보다 상관성이 높은 것으로 나타났다 (Fig. 9). 모든 관측공에서 지하수위를 24시간 지체한 값을 사용할 때 상관계수가 높아진 결과를 보여주었고 특히 연구지구 하단에 위치한 GW#5와 GW#9에서 뚜렷한 차이를 나타냈다. 토양의 수리적 특성과 선행 지하수위와 선행 담수심 조건에 따라 침투시간은 달라질 수 있기 때문에 관측공에 따라 차이가 있을 수 있다. 기존 연구에서도 Lee and Gu (2000)는 한강 유역의 지하수위 변화량 강우량과의 관계를 분석하여 지하수위 변화가 1일전 강우량과 가장 큰 연관성이 있는 것으로 발표된 바 있다.

5. 지하수위 공간분포

연구 대상지역의 토성분포가 단순하고 물관리 방법이 매우 유사했음에도 불구하고 관측공별 지하수위의 변화는 다른 양상으로 나타났다. Fig. 10은 2002년 2월부터 10월까지 월별 평균 지하수위를 공간내삽 (spatial interpolation)한 결과이다. 4월과 5월 사이에 최대 0.8 m까지 급격한 지하수위 상승을 보이고 후반으로 갈수록 지하수위 상승이 지속되는 변화를 확인할 수 있다. 8월에 지하수위가 가장 높게 올라가고 비의 등숙기에 접어드는 9월에 들어 관개가 끝나고 수확기 대비 토양 건조가 진행됨에 따라 지하수위가 낮아지기 시작하였다. 지형적으로 고도가 높은 북서쪽지역에서 고도가 낮은 남동쪽으로 내려가면서 지하수위가 낮게 분포하는 형태를 보여줬다. 북서쪽 부분으로 관개수로가 배치되어 있고 배후 산

림 유역에서의 유출이 모이는 소하천이 가로질러 통과하는 등 지하수 함양원이 충분하여 지하수위가 비교적 높게 분포한 것으로 추정된다. 반면 남동쪽의 하단은 우천시에도 중앙부분을 관통하는 배수로에 지표흐름이 관측되지 않는 등 상류에서 손실되는 유량이 많고 말단이 하천과 인접해 있기 때문에 지하수위가 낮은 것으로 유추할 수 있다.

한편 관개기간 중의 지하수위와 비관개기간 중의 지하수위의 평균값을 비교하면 Fig. 11과 같은데 Fig. 11(c)에서 보듯이 평균적으로 최소 0.22 m에서 최대 0.81 m 차이로 관개기간 중의 지하수위가 비관개기간 보다 높게 유지하는 것으로 분석되었다. 비관개기간에 비하여 관개기간의 평균 지하수위 상승량은 0.51 m로 연구지역 내 북동쪽 방면에서 변동폭이 가장 크게 나타났고 GW#5가 있는 남동쪽을 중심으로 가장 변동폭이 적었다. 앞서 Fig. 3에서도 알 수 있듯이 본격적인 이앙기가 시작되는 5월초부터 급작스런 지하수위 변동이 발생하는 것으로 나타났고, 3월과 6월 사이 평균 지하수위 상승은 0.72 m, 최고 지하수위 상승은 1.23 m에 달하였다.

IV. 요약 및 결론

지하수는 계절적 지역적 지속가능성이 매우 높고 재이용이 가능한 자원이지만 최근 농산업 다각화에 따른 고소득 시설농업과 전작의 확대, 그리고 커져가는 기상여건의 불확실성 때문에 그 부존량이 크게 줄어들고 있는 실정이다. 우리나라에서 논농사는 주요한 지하수 함양원으로서 역할을 하였고 농촌지역 생태환경의 보전과 건전한 수문순환에 기여하여 왔다. 하지만 논농사 지역에서의 지하수 자원의 거동을 이해하기 위한 연구는 매우 제한적이었으며, 이에 본 연구는 지하수에 영향을 미치는 기상, 토양, 물관리 등의 인자들과 더불어 지하수위의 조밀한 관측을 통하여 논농사 지역에서의 지하수 거동을 추적할 수 있는 현장관측 체계를 구축하고 지하수위의 시공간적 변동을 분석하였다.

경기도 안성시 고삼저수지 관개지역에 대하여 9개의 지하수위 관측공을 비롯하여 포장담수심과 관개량, 배수량을 모니터링 할 수 있는 계측망을 설치하고 2002년 1월부터 10월까지 최대 10분 간격으로 관측을 수행하였다. 관측자료의 분석 결과 모든 관측공에서 1~3월 사이 가장 낮은 지하수위를 보이고 모내기, 씨레질, 이앙기가 시작되는 4~5월을 기점으로 상승하는 형태를 나타냈고 비관개기 3월과 관개기 6월 사이의 지하수위 상승이 최대 1.23 m에 달하였다. 고삼저수지 하류 하천의 종단방향에서 지하수위는 배수로 부분에서 가장 낮고 양방향으로 상승하는 형태로 분포하였다. 지하수위의 변화는 포장담수심의 변화와 유사한 양상을 보였고 강우량

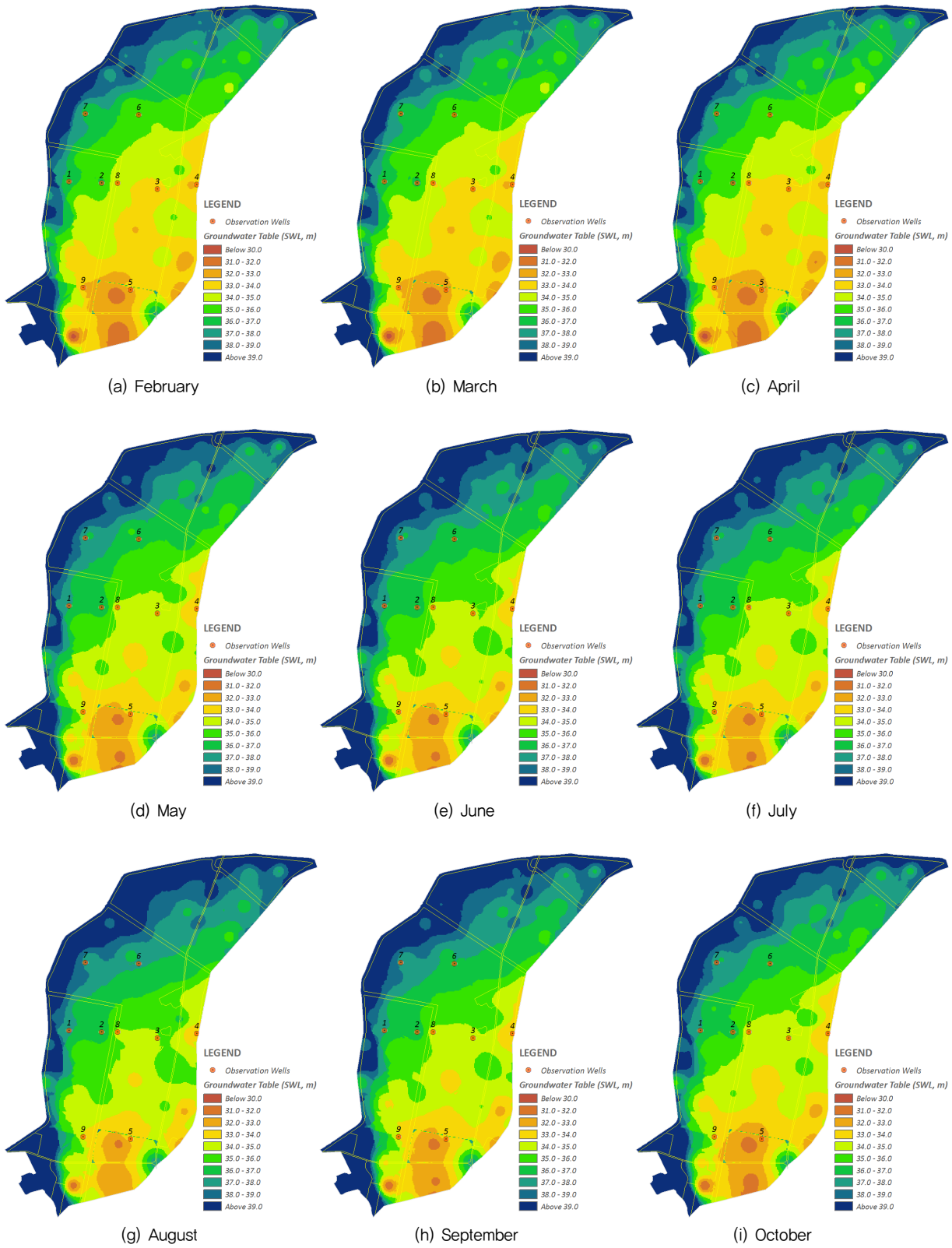


Fig. 10 Variation of monthly mean groundwater table (Year: 2002)

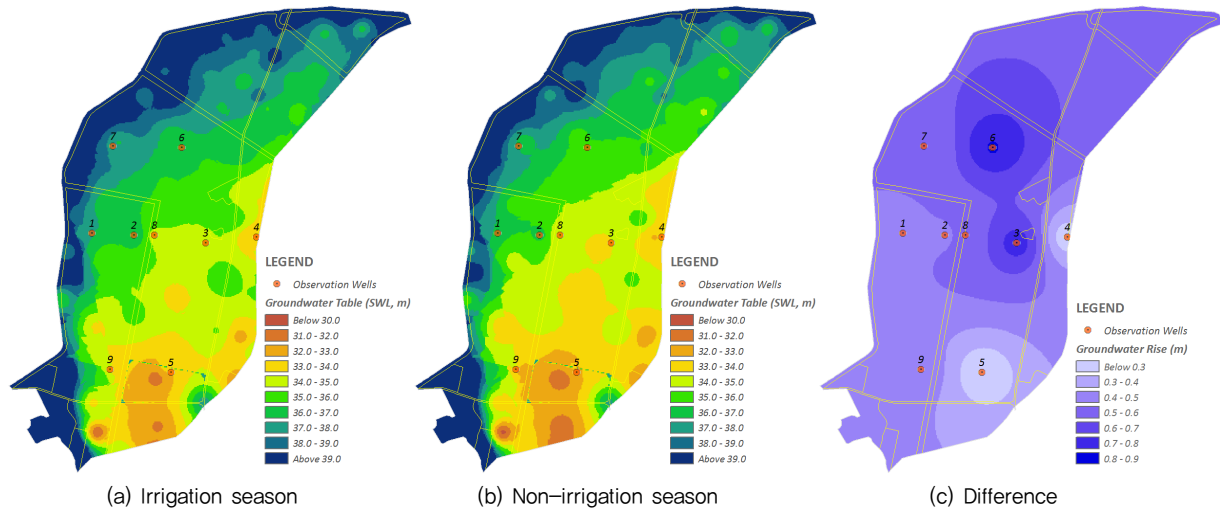


Fig. 11 Difference of mean groundwater table between irrigation season and non-irrigation season (Year: 2002)

변동에 대해서는 약 24시간 지체된 지하수위와 상관성이 가장 높은 것으로 분석되었다. 월별 평균 지하수위의 공간분포를 비교한 결과 관개기간이 비관개기간에 비하여 지하수위가 평균 0.51 m 상승하는 나타났다.

농촌지역에서의 물순환과 이로 인한 지하수위 변동 및 함양 특성을 규명하고 그 효과를 계량하기 위해서는 장기간의 정밀한 현장관측자료가 필요하다. 농촌지하수관리 관측망이 전국 147개소에서 설치·운영 중에 있으나 주로 광역적 수문 특성 파악을 위한 시설로서 관개블록과 같이 소규모 단위에서의 물순환을 이해하기에는 적절하다 할 수 없다. 농업형태의 변화와 토지이용의 전환, 기후변화 등으로 지하수 문제가 날로 심각해지는 만큼 광역 관측체계의 운영과 더불어 지하수위의 시공간적으로 세밀한 변동을 모니터링 할 수 있는 관측망의 구성도 같이 요구된다. 또한 관개, 배수, 토양, 식생을 비롯하여 지하수에 영향을 주는 다양한 지상 요인들도 같이 수집하는 포괄적인 형태의 관측 시스템 구축과 지속적인 운영이 지향되어야 할 것이다. 이와 관련하여 관개지구단위에서 지하수위의 시공간적 변화를 계측하기 위한 시험연구로서 수행된 본 연구가 참고로 활용되길 기대한다.

사 사

본 연구는 한국농어촌공사와 국토교통부 물관리연구사업(수재해 정보플랫폼 융합기술 연구단)의 연구비지원에 의해 수행되었습니다

REFERENCES

1. Choi, B.S., and J.K. Ahn, 1998. A Study on the Estimation of Regional Groundwater Recharge Ratio. Journal of the Korean Society of Groundwater Environment 5(2): 57-65 (in Korean).
2. Cho, B.W., U. Yun, B.D. Lee, and K.S. Ko, 2012. Hydrological Characteristics of the Wangjeon-ri PCWC area, Nonsan-city, with an Emphasis on Water Level Variations. The Journal of Engineering Geology 22(2): 195-205 (in Korean).
3. Cho, M.J., S.H. Cho, and G.C. Ha, 2004. Groundwater Level and Groundwater Quality at Namwon. In Proceedings of the Korean Society of Soil and Groundwater Environment Conference-Fall, 435-439, Jeonju (in Korean).
4. Eom, K.C., S.H. Yun, S.W. Hwang, S.G. Yun, and D.S. Kim, 1993, Public Benefit form Paddy Soil, Korean Journal of Soil Science and Fertilizer 26(4): 314-333 (in Korean).
5. GIMS (National Groundwater Information Management and Service Center), <http://www.gims.go.kr>. Accessed 31 Oct, 2015 (in Korean).
6. Ha, K., K.S. Ko, D.C. Koh, B.W. Yum, and K.K. Lee, 2006. Time Series Analysis of the Responses of the Groundwater Levels at Multi-depth Wells According to the River Stage Fluctuations. Economic and Environmental Geology 39(3): 269-284 (in Korean).
7. Jeoung, J.H., and S.K. Park, 2003. Calculation of Pumping Rate Considering the Change of Groundwater Level. KCID Journal 10(1): 64-72 (in Korean).
8. KEI (Korea Environment Institute), 2005. A Rational Plan for Improving Groundwater Quality Management and Cleanup Standards. Ministry of Environment (in Korean).
9. Kim, D.P., 2011. Water Balance Analysis using Observation

- Data of the Seolma-Cheon Experimental Catchment of the 2010. In Proceedings of the Korea Water Resources Association Conference Pyeongchang, Kangwon (in Korean).
10. KREI (Korea Rural Economic Institute), 2001. Valuation of Multifunctionality of Agriculture. Ministry of Agriculture and Forestry (in Korean).
 11. K-water (Korea Water Resources Corporation), 2014. 2014 Groundwater Annual Report. Ministry of Land Infrastructure and Transport (in Korean).
 12. Lee, B.S., Y.I. Kim, K.J. Choi, S.H. Song, J.H. Kim, D.K. Woo, M.K. Seol, and K.Y. Park, 2014. Rural Groundwater Monitoring Network in Korea. Journal of Soil and Groundwater Environment 19(4): 1-11 (in Korean).
 13. Lee, D.R., and H.B. Gu, 2000. Analysis of Groundwater Recharge Characteristics Using Relationship between Rainfall and Groundwater Level. Journal of Korea Water Resources Association 33(1): 51-59 (in Korean).
 14. Yun, S.W., Y.S. Kim, D.H. Kim, H.C. Kim, M.C. Shin, J.Y. Park, H.J. Kim, and J.Y. Lee, 2013. Comparative Study on Waterlevel Fluctuation and Recharge Characteristics in Groundwater of Urban and Rural Areas in Gangwon Province. Journal of the Geological Society of Korea 49(4): 503-516 (in Korean).