

4대강유역의 지하수위 경향성 분석



양 정 석
국민대학교 건설시스템공학부 부교수
해수담수화플랜트기반기술연구센터
물환경연구소장
jyang@kookmin.ac.kr

요 지

국가 지하수 관측소의 지하수위 경향성을 분석하였다. 분석한 관측소는 149개이고, 이 중 암반층은 139개, 충적층은 59개 지점으로 이루어져 있다. 이 중 한강 40, 낙동강 42, 섬진 및 영산강 43, 금강 35개소로 이루어져 있다. 경향성 분석 결과 암반층이 104개, 충적층이 46개 지점이 하강하는 것으로 나타났고, 이는 약 75%의 비율로 하강하는 것을 알 수 있다. 연강우량의 증가에도 불구하고 지하수위가 하강하는 것은 기후변화로 인해 무강우일수 및 강우강도의 증가로 인한 것과 양수 등 무리한 지하수위 개발로 인해 발생하는 것으로 판단된다.

핵심용어 : 지하수위, 경향성, 기후변화

1. 서론

1.1 연구배경 및 목표

산업발달로 인해 발생한 기후변화에 의해 발생한 이상 기후의 영향으로 세계의 많은 지역에서 크고 작은 피해가 발생하고 있다. 특히, 예전부터 여름에 편중된 강우가 발생하는 우리나라는 기후변화로 인해 연강우량이 증가함에도 불구하고, 여름철 강우량이 차지하는 비율이 점차 증가하여 나머지 계절에는 강우량 및 강우사상발생일수가 감소하여, 계절별 홍수 및 가뭄의 피해규모가 점점 증가하고 있다. 강수량은 하천 및 지하수위에 큰 영향을 미치는 인자로서, 총강수량은 증가하지만 강우강도가 높아지고 무강우일수의 증가로 평균수위는 남한의 많은 지역에서 지속적으로 낮아질 것으로 예상되고 있다. 또한 집중호우

의 증가로 인하여 강수량의 대부분이 바다로 직접유출이 되어 수자원 관리에 어려움을 끼치게 된다. 최근 발생한 이상기후로 인하여 가뭄이나 홍수의 발생 빈도 및 규모가 증가하고 피해액수 또한 점점 커지고 있어, 효율적인 수자원관리방안이 시급한 실정이다. 특히, 우리나라의 경우 산업의 발달과 인구 증가로 인해 수자원의 수요량은 매년 증가하는 경향을 보이고 있지만, 기후변화로 인하여 안정적인 수자원관리가 되지 않아 수요량이 공급량보다 많아지게 되어 물부족현상이 나타나게 될 것으로 판단된다. 이에 사회 전반적으로 대체수자원 개발의 필요성에 관심을 가지게 되었으며, 그 대안으로 해수담수화, 강변여과, 하수재이용, 지하수 개발 등의 방법이 거론되고 있다. 이 중 지하수의 개발은 보편적으로 많은 지역에서 쓰이고 있다. 지나친 양수 등으로 인한 급격한 지하수위의 하강은 지표수의 지하수계로의 과도한 유입으로 인한 하천의 건천화, 수질의 악화, 해안 지역의 염수침입, 그리고 지반 침하로 인한 구조물의 피해 등 많은 부정적인 요소를 유발하게 된다. 그리고 지하수위의 하강을 방지하기 위해서는 지속적인 지하수위 관측과 더불어 지하수위의 변동특성을 파악하여야 한다. 본 연구는 4대강 유역별 지하수위의 경향성 분석을 통해 수위의 변동특성을 분석하는 것을 목표로 한다.

2. 본 론

2.1 우리나라의 수자원특성

우리나라는 유라시아대륙의 동단에 돌출한 반도로, 북위 33~43°에 걸쳐 남북으로 뻗어 있으며, 반도를 따라 태백산맥이 위치하고 있어 국토가 작은 데 비해 동서남북의 기후가 다양하다. 또 중위도의 온대에 위치하여 지역적인 다양성과 함께 계절적 변화에도 다채로운 추이를 볼 수 있다. 기후의 특색은 기온의 측면에서는 대륙성기후로 규정할 수 있고 강수나 바람의 측면에서는 몬순(계절풍)기후

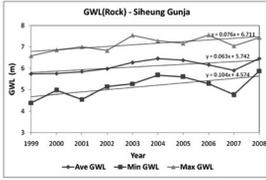
로 규정할 수 있다. 춥고 건조한 대륙성 기단인 시베리아 기단에 영향을 받는 겨울철에는 비가 적고 매우 건조하다. 이에 반해 여름철은 6월 말부터 장마전선의 영향으로 집중호우가 내려 많은 피해가 일어나기도 한다. 이러한 장마 시기가 지난 7~8월에는 북태평양 기단의 영향으로 고온다습한 기후를 보인다. 뚜렷한 성격의 겨울과 여름에 비해 봄과 가을은 짧지만 맑고 쾌청한 날씨가 연속되어 나타난다.

2.2 연구지역 선정

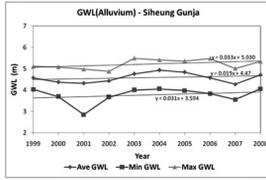
지하수위 자료의 수집은 국가지하수정보센터 (<http://www.gims.go.kr>)에서 제공되는 전국의 320개 지하수위 관측 자료 중, 결측일이 10일을 초과하거나, 자료 사용 가능 관측 년도가 5년 미만인 관측 자료, 관측정이 변경된 2곳의 관측 자료를 제외한 모든 지하수위 관측소를 연구 지역으로 선정하였다. 다음의 Fig 1은 본 연구에서 분석한 연구지점들을 정리한 것이다.



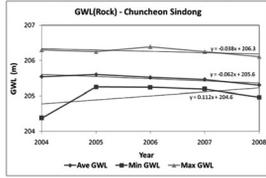
〈Fig 1〉 4대강 유역의 연구지점



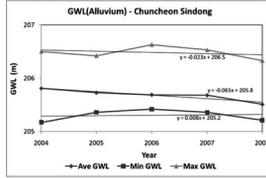
(Fig 2) GWL(Rock)-Siheung Gunja



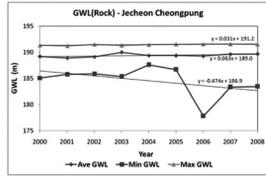
(Fig 3) GWL(Alluvium)-Siheung Gunja



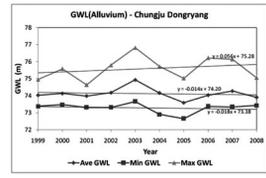
(Fig 4) GWL(Rock)-Chuncheon Sindong



(Fig 5) GWL(Alluvium)-Chuncheon Sindong



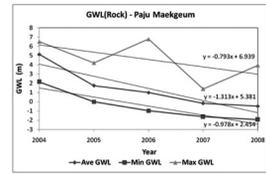
(Fig 6) GWL(Rock)-Jecheon Cheongpung



(Fig 7) GWL(Alluvium)-Jecheon Cheongpung

2.3 분석방법

연구 지역 선정을 통하여 최종선정 된 연구지점의 관측 자료의 결측이 발생했을 경우 보간법을 이용하여 보정을 하였고, 관측정별로 암반층, 충적층을 구별하여 분석하였다. 분석방법은 연 최고, 연 평균, 연 최저 지하수위로 정리한 후, 각각의 경향성을 분석하였다.



(Fig 8) GWL(Rock)-Paju Maekgeum

3. 결과 및 분석

국가지하수 정보센터(<http://www.gims.go.kr>)에서 제공되는 전국의 320개 지하수위 관측소의 관측 자료 중 연구 지역 선정을 통하여 최종 149개의 연구지점이 최종 선정되었다. 최종 선정 된 149개의 연구지점 중 한강, 낙동강, 금강, 섬진강, 영산강에 인접한 20개의 관측소를 분석한 결과, 지하수위 안정의 경향을 보이는 관측소가 7개소, 증가의 경향을 보이는 관측소가 5개소, 감소의 경향을 보

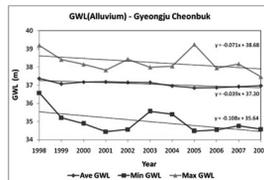
이는 관측소가 8개소로 나타났으며, 특히 1990년~2000년 보다 2000년 이후의 지하수위 변동특성이 더욱 심해지는 것으로 분석되었다.

3.1 한강 유역

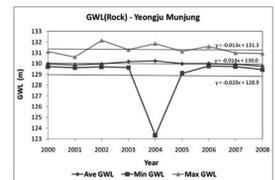
한강유역의 지하수위 관측소 중 40개의 관측소가 최종 선정되어 분석을 실시하였으며, 그 중 대표적으로 시흥군자, 춘천신동, 제천청풍, 충주도량, 파주맥금 지하수위 관측소를 분석하였다. 이 중 시흥군자 관측소는 암반층과 충적층 모두 상승하였고, 춘천신동 관측소의 암반층과 충적층의 연 최저 지하수위와 제천청풍관측 관측소의 연 최고 및 평균 수위 또한 상승하였다. 이를 제외한 관측소는 전부 하강하였으며, 연 평균 지하수위만 고려했을 때 5개 관측소 중 3개 관측소가 하강을 하고 있는 것을 알 수 있으며, 그 관측소는 춘천신동, 충주도량, 파주맥금이다. 그 중 파주맥금은 그 기울기가 -1.313 으로 매년 1m 이상 급격하게 감소하는 것을 알 수 있다.

3.2 낙동강 유역

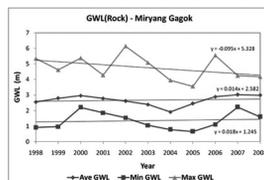
낙동강 유역의 지하수위 관측소는 관측 기간 또한 타 유역에 비해 관측 시작년도가 평균 3~5년 정도 빨리 관측이 시작되었고, 전 유역에서 최대인 42개의 관측소가 최종 선정되어 분석을 실시하였다. 낙동강 유역에 인접한 5개의 관측소 중에서 안정의 경향을 관측소가 2개소, 증가



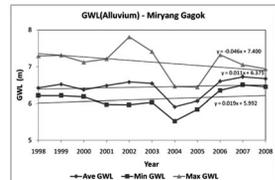
(Fig 9) GWL(Alluvium)-Gyeongju Cheonbuk



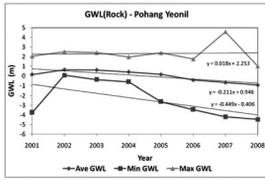
(Fig 10) GWL(Rock)-Yeongju Munjung



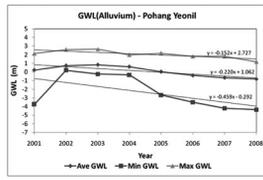
(Fig 11) GWL(Rock)-Miryang Gagok



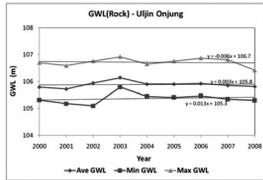
(Fig 12) GWL(Alluvium)-Miryang Gagok



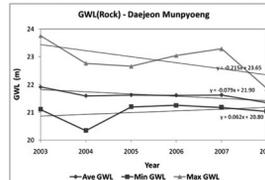
(Fig 13) GWL(Rock)-Pohang Yeonil



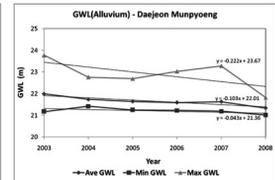
(Fig 14) GWL(Alluvium)-Pohang Yeonil



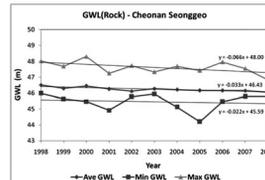
(Fig 15) GWL(Rock)-Ulljin Onjung



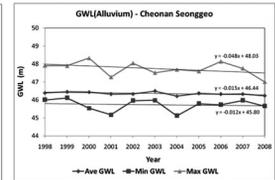
(Fig 18) GWL(Rock)-Daejeon Munpyeong



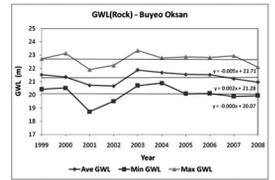
(Fig 19) GWL(Alluvium)-Daejeon Munpyeong



(Fig 20) GWL(Rock)-Cheonan Seongeo



(Fig 21) GWL(Alluvium)-Cheonan Seongeo



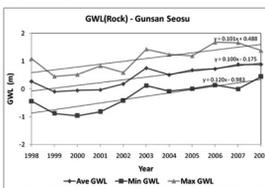
(Fig 22) GWL(Rock)-Buyeo Oksan

의 경향을 보이는 관측소가 1개소, 감소의 경향을 보이는 관측소가 3개소로 분석되었으며, 감소하는 경향을 나타내는 포함 연일 관측소는 암반층, 충적층 모두가 하강하는 경향을 보이는데다가 타 지역에 비해 연 최소 지하수위의 변동 폭이 큰 것으로 분석되었다. 포항연일의 인근 강우자료를 고려한 지하수위 일 자료 분석을 살펴보면, 2001년 이후 규칙적인 지하수위 변동이 보이나, 갈수기 때의 지하수위가 갈수록 하강하고 있고, 2007년 암반층 최고수위는 비정상적으로 증가하고 있다.

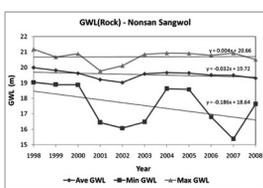
3.3 금강유역

금강 유역의 지하수위 관측소중 35개의 관측소가 최종 선정되어 분석을 실시하였으며, 금강 유역에 인접한 5개의 관측소 중에서 군선서수와 부여옥산을 제외한 모든 관측소의 연 평균 지하수위는 하강하는 경향을 나타내고 있다. 대전평원의 충적층과 천안성거 관측소의 경우 연 최고, 평균, 최저 지하수위 모두 하강하는 것을 알 수 있으며, 군산서수를 제외한 나머지 관측소 또한 최소한 2개 항목이 하강하는 것을 알 수 있다.

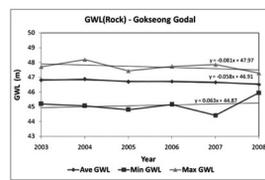
3.4 섬진강 및 영산강 유역



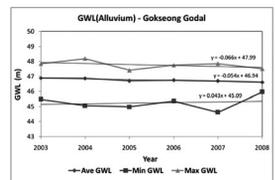
(Fig 16) GWL(Rock)-Gunsan Seosu



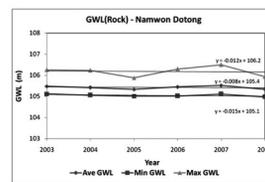
(Fig 17) GWL(Alluvium)-Gunsan Seosu



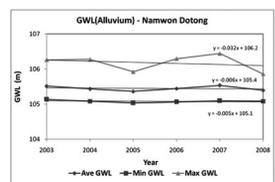
(Fig 23) GWL(Rock)-Gokseong Godal



(Fig 24) GWL(Alluvium)-Gokseong Godal

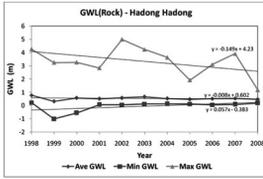


(Fig 25) GWL(Rock)-Namwon Dotong

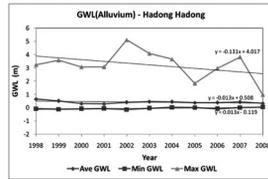


(Fig 26) GWL(Alluvium)-Namwon Dotong

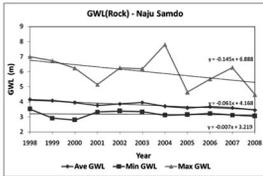
섬진강, 영산강 유역의 지하수위 관측소 중 최종 선정된 43개의 연구지점을 분석한 결과, 섬진강, 영산강 유역에 인접한 곡성고달, 남원도통, 하동하동, 나주삼도 등 4개 관측소를 분석하였다. 이 중 곡성고달과 남원도통, 하동하동은 충적층 자료도 분석하였다. 곡성고달의 경우 연 최저수위가 2008년도에 급증하여 연 최저 지하수위는 상승하지만, 연 최고 및 평균 수위는 하강한다. 남원도통과 나주삼도는 연 최고, 평균, 최저수위 모두 하강하며, 하동하동은 곡성고달과 같이 연 최저수위를 제외한 연 최고 및 평균 수위가 하강한다.



(Fig 27) GWL(Rock)-Hwasun Neungju



(Fig 28) GWL(Alluvium)-Hwasun Neungju



(Fig 29) GWL(Rock)-Naju Samdo

4. 결론

국가지하수관측소 320개 중 제주도에 위치한 4개 관측소를 제외한 316개 관측소의 관측 자료를 확인하여 총 149개 관측소의 관측자료를 토대로 경향성을 분석하였다. 2008년까지의 관측자료를 분석한 결과 75%의 관측지점이 음의 기울기를 가지는 것으로 나타났다. 연 평균 지하수위의 경우 암반층은 149개 중 104개 관측소, 충적층은 59개 중 46개 관측소가 하강하는 경향이 나타났다. 4대강 중 낙동강 유역에 위치한 관측소가 다른 유역에 위치한 관측소에 비해 하강하는 경향을 가지는 관측소가 상대적으로 많이 나타났다. 특히, 대전문평 관측소, 화순농주 관측소의 경우는 암반층에 비해 충적층이 하강하는 경향이 더욱 뚜렷하게 나타났다. 이는 충적층이 암반층보다 표층에 위치하고, 자유수면을 가진 대수층으로서, 양수 등을 통해 용수로 사용하게 되면 심층에 있는 암반층보다 지하수위의 변동이 심한 특징을 가지고 있으므로, 이러한 현상이 발생하는 것으로 판단된다.

본 연구의 진행에 있어 지하수위의 관측 자료가 다른 수문학적 요소인 하천수위와 강우 등의 관측자료에 비해 짧아 경향성 분석에 있어서, 해가 거듭될수록 그 결과의 변동 폭이 크다. 또한, 관측 자료의 결측이 다수 존재하여, 50%에 해당되는 관측소만 분석이 가능했으나, 이 또한 시간이 지남에 따라 해결될 것으로 판단된다.

본 연구에서 다른 지하수위의 변동에 관한 경향성은 대체수자원으로서의 지하수위의 지속적이고 철저한 관리 및 유지가 되어야 함에도 불구하고 이미 많은 관측소가 하강하는 것을 알 수 있었고, 지하수위의 수위유지와 올바른 운영을 위하여 향후 지속적인 모니터링 및 자료수집과 많은 연구가 필요하다고 사료된다.

참고문헌

- 국가지하수정보센터(<http://www.gims.go.kr>)
- 국가수자원관리 종합정보시스템(<http://www.wamis.go.kr>)
- 김병희, 차경준, 동경화, 장인홍, 박영선. 2009. 확률 및 통계
- 김용철, 김용제. 2009. 기후변화 대응 지하수 인공함양 기술. 한국수자원학회지. v.42 no.5, pp-58-65
- 박재현, 최용선, 박창근. 일강우자료를 활용한 지하수위 예측기법 개발. 한국수자원학회 2006년도 학술발표회 논문집. pp.189-193
- 양정석, 김남기. 2009. 기후변화를 고려한 금강유역의 수문시계열 자료 분석. pp.1220-1224
- 이진웅, 이명재, 이재형. 2006. 국가 지하수관측소 지하수위, 전기전도도 및 수온자료에 대한 모수적 및 비모수적 변동 경향성 분석. 지하수토양환경학회지. v.11 no.2, pp.56-67