

GIS를 이용한 무안군 서부지역 지하수의 수위 및 수질분포 특성에 관한 연구

Study on the Characteristics of Water Table and Quality of Groundwater in Western-Muan Area Using GIS

서 구 원* 정 찬 덕* 박 배 영**
Suh, Goo Won · Jung, Chan Duck · Park, Bae Young

Abstract

Variation of groundwater level and groundwater quality are an important parameter in the basin analysis. The study of groundwater level and groundwater quality require a knowledge of the geology and the regions surface. We analyzed characteristics of change of groundwater level and groundwater quality with the basin. In dry season to rainy season pH values decreased averagely 6.5 to 5.9. But EC values in dry season were averagely 306 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Meanwhile, these in rainy season increased 371 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Hydrochemistry of the studied normal waters are characterized by the relatively significantly enrichment of Na^+ , Ca^{2+} , HCO_3^- and Cl^- . Groundwater quality of study area through the background values are classified into four group. Among the groundwater samples, 73% influenced by sea water. And they strongly influence to the lineament density in situ area. As a result, changes of these were largely caused by geological settings around the upper regions.

1. 서론

지하수는 적절한 개발과 효율적인 관리만 잘 이루어지면 지속적인 이용이 가능한 귀중한 자원이다. 지하수는 강우기원으로, 일부는 중력작용에 의하여 지하로 침투하게 된다. 지층 내로 침투된 물은 암석의 공극이나 균열을 따라 이동하거나 충전되며, 지하에서는 대부분 대수층에

존재하게 된다. 이러한 지하수는 각종 산업활동 등으로 오염이 확산되고 있으며, 관정이 밀집된 지역의 경우는 그 영향이 상대적으로 큰 것으로 알려져 있다.

현재 효율적인 지하수자원 관리를 위한 노력의 일환으로 지하수법에 의하여 전국단위의 지하수 기초조사가 수행되고 있으며, 이와 관련된 연구^{5,8)}는 지하수 DB에 대한 지구통계학적 분석

*농업기반공사 전라남도본부(suhgw@karico.co.kr)

**전남대학교 자연과학대학 지구환경학부(kwonhj@konkuk.ac.kr)

키워드 : 갈수기, 풍수기, 수리지질학, 지하수위, 배경값

연구⁴⁾, 영산강 유역 퇴적환경과 하천수 및 퇴적물의 오염⁶⁾ 등이 진행되고 있다.

본 연구대상지역은 바다와 인접한 무안군 서부지역에 위치하며, 단층대 발달(광주단층) 및 타 시·군보다 많은 관정이 개발되어 있는 지역으로 본 연구에서는 지하수위 및 수질에 대한 공간적 특성의 변화상을 알아보기 위해 GIS의 공간분석 기능을 이용하여 이들의 공간적 특성을 규명하였다. 이러한 연구결과를 효과적인 지역 지하수의 수위 및 수질의 양상을 파악하여 지하수 자원의 개발 및 보존·관리에 필요한 기초자료로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

II. 조사지구 현황

1. 위치

본 연구 지역은 행정구역상으로 전라남도 무안군 청계면 전역과 삼향면 일부를 포함하며, 서쪽으로는 바다와 접해있고, 지역 동쪽으로는 남북으로 길게 승달산이 유역의 분수령으로 높게 자리하고 있다. 또한 광주~목포간 국도가 남북으로 연구지역을 관통하고 있다. 지리 좌표상으로 북위 34° 50' 41.3"~34° 57' 40.7"와 동경 126° 24' 23.4"~126° 28' 39.0" 사이에 위치하고 있다(Fig. 1).

2. 지형 및 지질

본 연구지역은 전라남도의 서남단에 위치하며, 지구 동쪽은 승달산을 중심으로 남북으로 길게 대상을 이루는 고지대로, 몽탄면, 일로읍과 경계를 이루며, 서쪽은 바다와 접해있는 전형적인 동고서저형의 지형이다. 수계는 지구

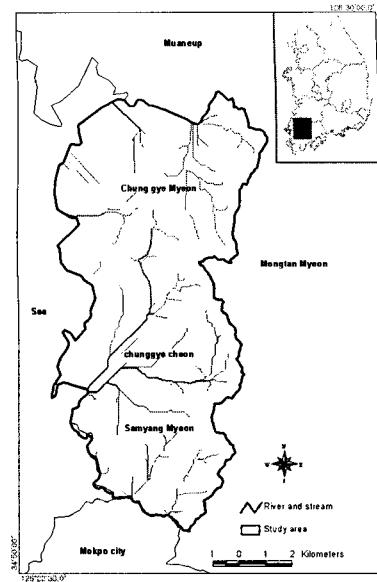


Fig. 1. Location map of the study area

동쪽의 고지대에서 발달한 소지류들이 지형 경사를 따라 수지상으로 흐르다가 합류하여 서해에 유입된다. 연구지역의 수계망은 1차수부터 4차수까지 존재한다.

본 연구지역의 지질은 크게 변성암류와 화성암류로 구분되는데, 변성암류는 시대미상의 변성퇴적암류(운모편암, 석회암으로 구성)와 선캠브리아기로 추정되는 반상변정편마암과 화강암질편마암으로 구분된다. 화성암류는 분출암인 화산암과 관입암인 맥암으로 구성되며, 중생대 백악기에 생성된 응회암과 유문암은 지질경계의 구분이 어려울 정도로 호층을 이루며 분포한다(Fig. 2).

화산암류를 제외한 각 지층은 대체로 북북동-남남서 방향으로 분포하여 한반도의 지질분포 추세와 일치하며, 이들 지층들은 소위 옥천대의 남서단에 분포한다.

시대미상의 변성퇴적암류는 대부분 퇴적기원의

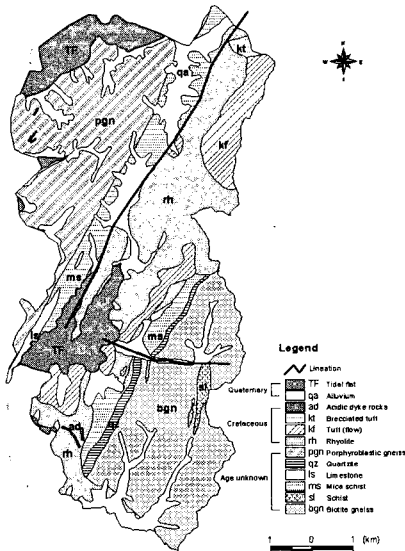


Fig. 2. Geological map of the study area (Geological and mineral institute of Korea,¹⁾ 1983)

암석이 백악기 초에 있었던 지각변동에 기인한 광역변성작용과 관련된 화강암화작용에 의해 형성된 것으로 추정된다. 즉 이들 변성암류는 퇴적암류인 규암, 편암 및 석회암 등을 함유하고 있으며 이들간의 관계는 모두 점이적으로 변화한다²⁾.

3. 공간분석 방법

연구지역에 대한 유역경계는 1:25,000 수치지형도를 이용 주곡선과 계곡선을 추출하여 TIN(Triangulated Imager Network)을 제작한 후 Grid화 하여 작성하는 방식을 선택하여 수위변화와 해상도를 감안하여 격자간격을 10 × 10m에 해당하는 DEM(Digital Elevation Model)을 작성하였다.

또한 지하수 흐름방향의 오차를 발생시키는

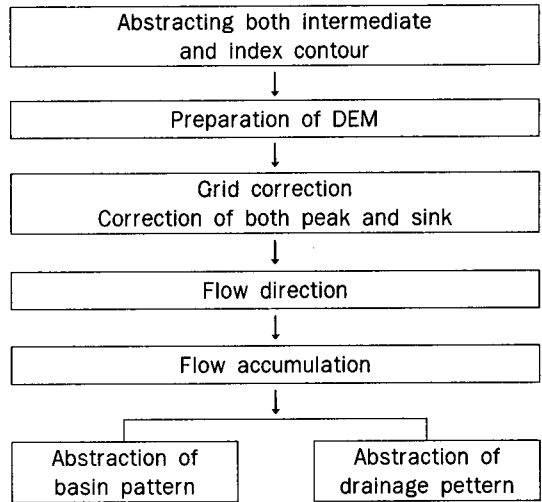


Fig. 3. Abstracting of DEM, basin and drainage pattern using the digital map

peak(주위의 점보다 상대적으로 높은 표고값)와 sink(주위의 점보다 상대적으로 낮은 표고값)는 인접격자의 표고값과 주변격자의 평균값을 구하여 보정하였다. 보정된 Grid는 Flow

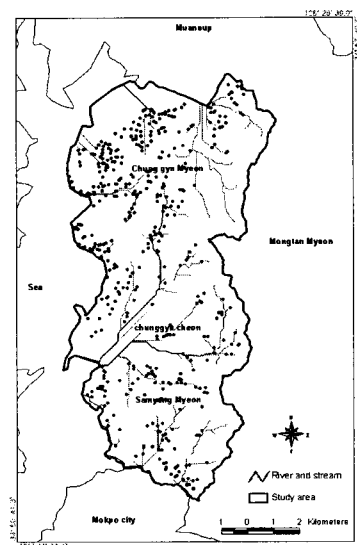


Fig. 4. Well locations of the study area

direction을 통해 각 격자로부터 흐름방향을 추출하였고, Flow accumulation을 통해 유역 및 수계를 작성하였다(Fig. 3).

DEM으로부터 추출한 유역별로 조사 가능한 관정 280개소에 대한 자료를 공간 DB화하여 합리적으로 수위·수질조사를 실시하였다(Fig. 4).

4. 유역현황

Fig. 5는 연구지역에 대한 음영도(a)와 지형경사에 수계망도를 중첩한 결과(b)이다.

Fig. 5(b)에서 MC01(Muan Chunggye01) 유역은 연구지역의 최북단으로 북서쪽으로 과거 바다였던 간척지가 존재하며, 수계는 북서방향을 향한다. MC02 유역은 다른 유역과 달리 수계가 북쪽을 향하는 것이 특징이며, 유역 동쪽에는 산지가 남북방향으로 발달하였고, 선구조는 북동-남서방향이 우세하다. MC03 유역은

농경지가 협소하고 유역 동쪽을 북동-남서방향으로 지나는 광주단층을 경계로 서쪽으로는 바다와 접한다. MC04 유역은 연구지역의 유역중 가장 넓은 면적을 차지하며, 북쪽에서 남서쪽으로 긴 수계가 발달하였으며, 유역 하부에는 과거 바다였던 간척지가 넓게 자리하고 있다. MC05 유역은 대부분이 높은 산지로 이루어져 있으며, 서쪽에 약간의 농경지와 간척지가 발달했다. MC06 유역은 MC05 유역과 산능선을 경계로 남북으로 나뉘었으며 지구 최남단에 위치한다.

III. 결과 및 고찰

1. 수위조사

연구지역의 지하수위를 합리적으로 조사하기 위하여 280개소의 관정을 유역별로 구분하고

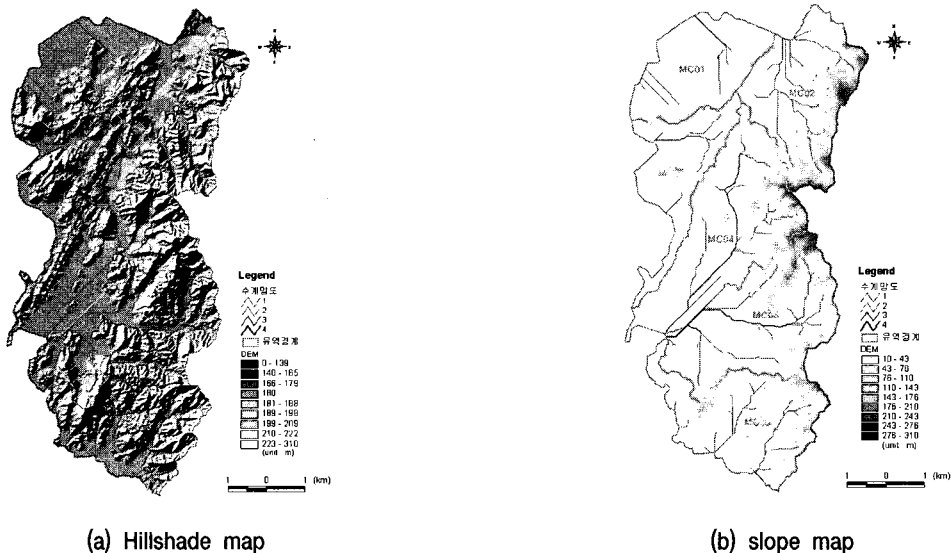


Fig. 5. Hillshade map and slope map contoured with stream pattern in the study area

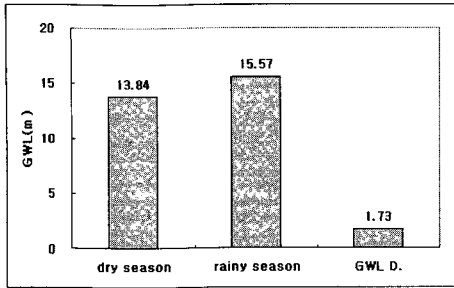


Fig. 6. Analysis values of groundwater level in dry and rainy season

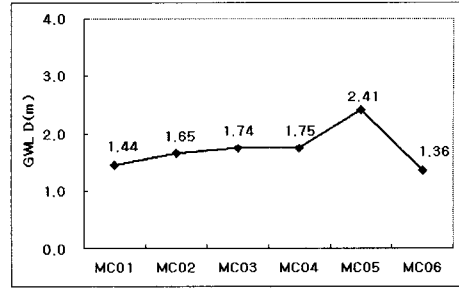


Fig. 7. Differences of groundwater level between dry and rainy season at six basins

총 2회에 걸쳐 지하수위를 측정하였다. 지하수 위조사(갈수기, 풍수기)시에 측정된 수위 값과 지형도(1:5,000)를 DEM화하여 추출한 표고 값을 기준으로 수위자료 값에 대한 지하수두 값(해수면기준)을 산출하였으며, 이를 이용하여 지하수두 분포도를 작성하였다.

지하수두 분포도를 이용하는 경우 지하수의 유동방향 및 부존특성(지하수 함양 및 배출지역 구분)을 파악할 수 있으며, 또한 잠재오염원에 의한 지하수질 변화 및 오염특성 등을 예측할 수 있어 지하수 오염취약성 평가와 오염예측이 가능한 것으로 알려져 있다⁹⁾.

Fig. 6과 Fig. 7은 갈수기와 풍수기에 2차례에 걸쳐 유역별로 지하수위변화를 측정할 결과로 갈수기(10월~6월)의 수두평균 13.84m, 풍수기(7월~9월)의 수두평균 15.57m, 유역별 지하수위 편차는 MC06 유역이 2.41m로 가장 높게 나타났다 <Table 2>.

또한 분포지질별 수위변화를 알아보기 위해 앞서 작성한 DEM에서 추출한 자료를 이용하여 수두차를 계산하였다(Fig. 8).

웅회암과 간석지에서 2.58m, 2.40m로 가장 수두차가 컸으며, 다음으로 운모편암 2.31m, 층적층 1.75m, 유문암 1.66m, 반상변정편마암 1.53m 순이며, 흑운모편마암이 가장 낮은 1.45m를 나타냈다. 간석지는 지질특성을 대변하지는 않는 것으로 보면, 용암 분포지역에서 가장 지하수위 변화가 큰 것으로 나타났다.

이는 인접한 유문암 분포지역에서는 수두차는 작은 것으로 보아 암질의 특성상 공극이 많은 각력질이 포함된 웅회암 분포지역이 수두변화가 큰 것으로 보인다.

토지이용별 지하수두 변화를 알아보기 위해 연구지역내의 1:25,000 정밀도양도를 이용하여 분석하였는데, 산림지는 지하수위 측정이 현실적으로 불가능하여 제외하였다.

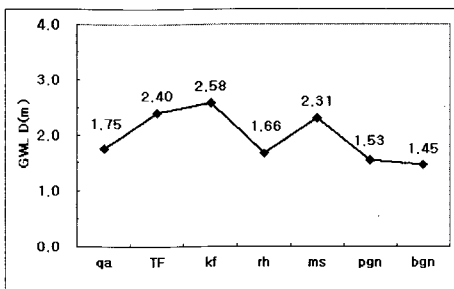


Fig. 8. Differences of groundwater level between dry and rainy season at seven hydrogeological characteristics

Table 2. Seasonal variation results of groundwater level at six basins and hydrogeological characteristics

| Drainage | dry season GWL(m) | rainy season GWL(m) | GWL D(m) | Geol. | dry season GWL(m) | rainy season GWL(m) | GWL D(m) |
|----------|----------------------|------------------------|-------------|-------|----------------------|------------------------|-------------|
| MC01 | 6.75 | 8.20 | 1.44 | qa | 6.91 | 8.67 | 1.75 |
| MC02 | 19.11 | 20.76 | 1.65 | TF | 0.07 | 2.47 | 2.40 |
| MC03 | 11.53 | 13.27 | 1.74 | kf | 6.23 | 8.80 | 2.58 |
| MC04 | 12.66 | 14.40 | 1.75 | rh | 17.11 | 18.77 | 1.66 |
| MC05 | 24.87 | 27.27 | 2.41 | ms | 20.64 | 22.95 | 2.31 |
| MC06 | 11.93 | 13.28 | 1.36 | pgn | 13.83 | 15.36 | 1.53 |
| | | | | bgn | 29.53 | 30.98 | 1.45 |
| Ave. | 13.84 | 15.57 | 1.73 | Ave. | 13.84 | 15.57 | 1.73 |

* bgn: biotite gneiss, kf: flow, ms: mica schist, pgn: porphyroblastic gneiss, qa: alluvium, rh: rhyolite,
 * TF: Tidal Flat, D: Difference

분석결과 초지지역이 2.01m로 수두차가 가장 크고, 답작지역이 1.87m, 전작지대가 1.60m, 과수원이 1.47m 순으로 나타났다(Table 3), <Fig. 9>.

이는 앞서 분석한 용암 분포지역인 초지지역이 높은 결과로 보이며, 전작지대와 답작지대의 점토함량이 높아 지하수의 함양보다는 유출이 높은 것에 기인한 것으로 판단된다. 유역별로 갈수기와 풍수기때의 지하수두 변화분포도를 종합적으로 Fig. 10과 Fig. 11에 도시하였다.

Table 3. Variation of groundwater level with land-use

| Land Use | dry season GWL(m) | rainy season GWL(m) | GWL Difference(m) |
|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| Extensive grassland | 15.90 | 17.91 | 2.01 |
| Orchard and mulberry | 28.76 | 30.23 | 1.47 |
| Paddy land | 12.72 | 14.59 | 1.87 |
| Uplands | 13.79 | 15.39 | 1.60 |
| Total | 13.84 | 15.57 | 1.73 |

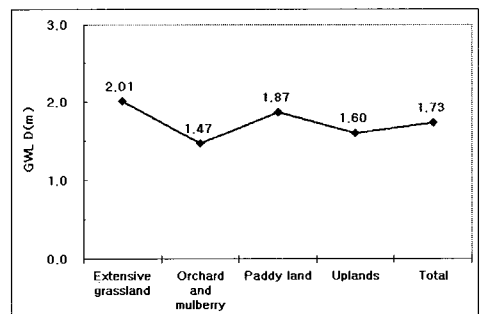


Fig. 9. Differences of groundwater level between dry and rainy season with land-use

2. 수질조사

일반적으로 지하수의 수리화학적 특징은 지하수 부존지역 기반암의 암석화학적 특징과 구성 광물 및 지질구조 등의 지질학적 특성에 의해 영향을 받으며, 동일한 지질상태에서도 지하수 부존심도나 주변 오염원의 존재 등에 따라 변화한다²⁾. 특히 지하 심층에 부존하는 암반지하수의 경우 기반암의 광물 조성과 반응성이 매우 중요하며, 또한 천층지하수 및 지표수의 혼입과정 또한 지하수의 수리화학적 특징에 영향을 주는 중요한 요인이다⁷⁾.

수질특성을 좌우하는 일반적인 물리화학적 기준은 pH, Eh, EC 및 TDS이나, 본 연구에서는 해수침투 영향을 알아보는데 중요한 pH와 EC만을 갈수기와 풍수기에 걸쳐 총 2회 조사·분석하였다(Table 4).

분석결과 갈수기와 풍수기에 조사한 평균 pH는 각각 6.2와 5.9로서 풍수기에 더 낮은 값을 나타내었으나, 평균 EC는 306 μ s/cm에서 371

μ s/cm로 오히려 증가했다. 이는 pH와 EC의 관계가 반비례함을 알 수 있다. 각 항목을 유역별로 보면 pH와 EC 모두 MC06 유역에서 pH는 1.2 감소, EC는 133 μ s/cm 증가하여 다른 유역보다 큰 변화값을 보였다(Fig. 12).

지질별로 pH와 EC의 변화정도를 보면, 갈수기에서 풍수기로 갈수록 pH는 흑운모편마암과 용암 및 규암을 제외한 모든 곳에서 수치의 감소를 보였다. 또한 EC는 편암을 제외한 모든 지질분포지역에서 증가함을 알 수 있었다. 연구지역의 편암은 자갈이 섞여 있는 것이 특징으로 조사지구 남동쪽에 소규모로 분포하고 있다. 특히, pH는 감소평균 0.31로서 편암 0.95, 충적층 0.7, 운모편암 0.56으로 가장 크게 감소했다.

이는 변성암류가 분포하는 지역의 pH값이 화강암이나 화산암 분포지역의 값에 비해 더 높게 나타나는 것과 일맥상통한다. 충적층에서는 물-암석 반응을 겪기보다는 천부지하수와 혼합에 기인하는 것으로 보인다.

일반적으로 EC 값은 물-암석 반응의 정도와 이를 반영하는 지하수 심도증가 정도에 따라 증가하는 것으로 알려져 있으며, 인위적 오염이나 해수(약 35,000 μ s/cm) 혼입에 의해서도 증가하게 된다³⁾. 따라서, 해수침투 현황 파악 수단으로 주로 이용된다. 본 연구지역의 지하수 수질자료의 10.3%는 500 μ s/cm 이상의 값을 나타냈다. 이는 대체로 이 정도의 비율로 해수 침투 영향을 반영하는 것으로 판단된다.

연구지역의 수질특성을 알아보기 위해 점오염원이 주로 분포하고 질산성질소 값이 높은 곳을 15개소 선정하여 양·음이온분석을 실시하였는데, 분석된 양이온과 음이온은 각각 Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, HCO₃⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻이다(Table 6).

Table 4. Variation results of pH and EC ingroundwater samples between dry and rainy season

| Drainage | Dry season pH | Rainy season pH | Dry season EC (μ s/cm) | Rainy season EC (μ s/cm) |
|----------|------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| MC01 | 5.9 | 5.9 | 270 | 297 |
| MC02 | 6.4 | 5.8 | 298 | 357 |
| MC03 | 5.7 | 5.6 | 362 | 331 |
| MC04 | 6.3 | 5.9 | 315 | 365 |
| MC05 | 6.1 | 6.0 | 324 | 507 |
| MC06 | 7.2 | 6.0 | 246 | 379 |
| Ave. | 6.2 | 5.9 | 306 | 371 |

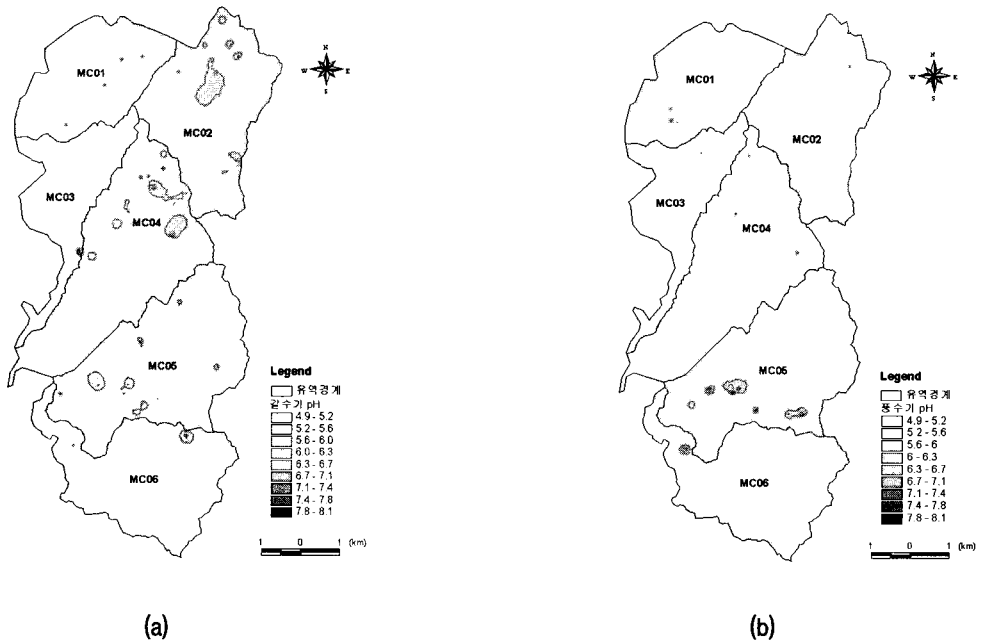


Fig. 10. Variation of pH in (a) dry and (b) rainy season

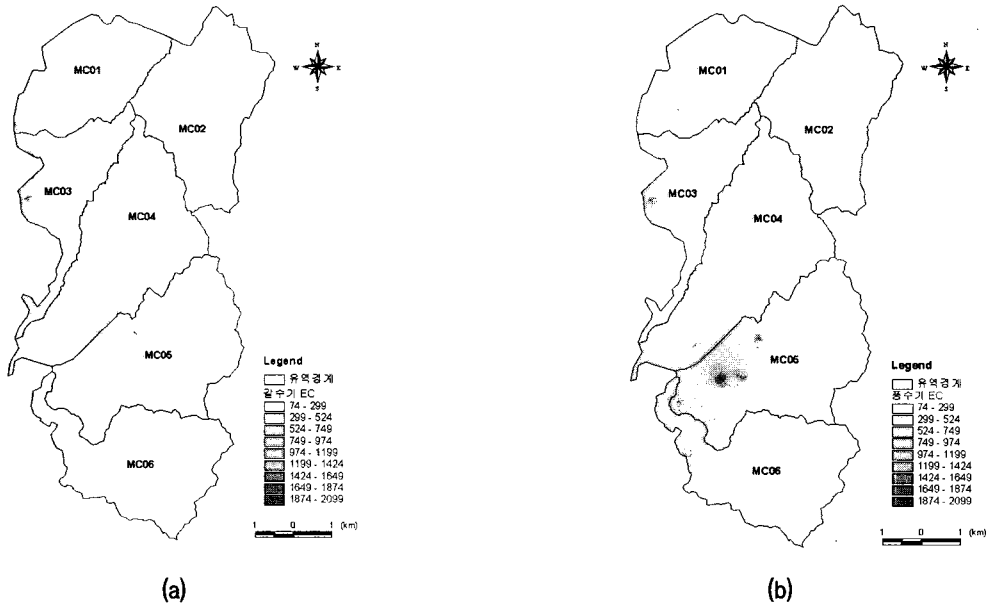


Fig. 11. Variation of EC in (a) dry and (b) rainy season

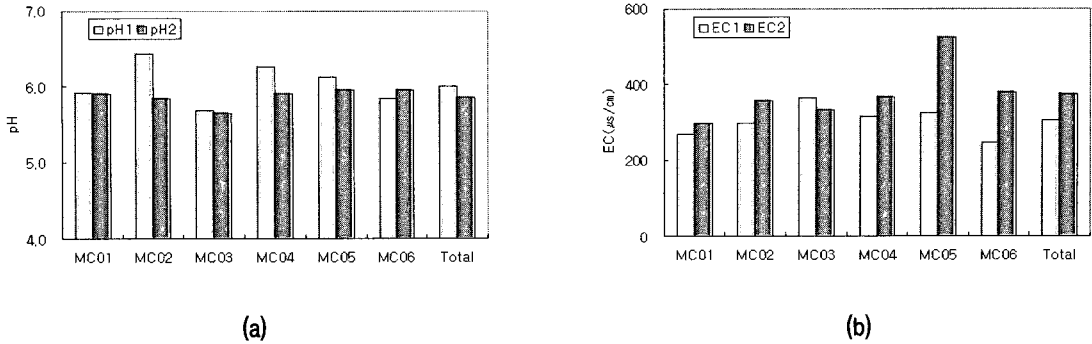


Fig. 12. Comparative graph of (a) pH, (b) EC by the basin

Table 5. Variation of pH and EC by dry season and rainy season

| Geol. | pH | EC (µs/cm) |
|-------|-------|------------|
| TF | -0.34 | 111 |
| qa | -0.70 | 49 |
| kf | 0.06 | 311 |
| rh | -0.33 | 129 |
| pgn | -0.03 | 12 |
| qz | 0.11 | 102 |
| ms | -0.56 | 96 |
| sl | -0.96 | -33 |
| bgn | 0.10 | 124 |
| Total | -0.31 | 66 |

* bgn: biotite gneiss, kf: flow, ms: mica schist, pgn: porphyroblastic gneiss, qa: alluvium, rh: rhyolite, TF: Tidal Flat, D: Difference

양이온 중 Na는 퇴적암 중의 사장석의 양과 관계가 있으며, 점토광물의 표면에 농집되는 현상이 있으므로 점토광물의 양과 Na 함량이 비례하고, 사질암에서는 장석 및 glaucophane 등의

함유된 Na 광물의 양에 좌우된다¹²⁾.

양이온의 경우, Na⁺는 12.17~339.66mg/l (평균 65.36mg/l), K⁺는 0.98~10.89mg/l (평균 3.47mg/l), Ca²⁺는 19.52~268.59mg/l (평균 15.48mg/l), Mg²⁺는 5.77~91.44mg/l (평균 15.48mg/l)이며, 음이온의 경우, Cl⁻은 23.44~667.13mg/l (평균 100.05mg/l), HCO₃⁻는 24.0~626.78mg/l (평균 139.79mg/l), SO₄²⁻는 1.14~71.16mg/l (평균 23.9mg/l), NO₃⁻는 0.84~112.62mg/l (평균 50.19mg/l)으로 분석되었다(Fig. 13).

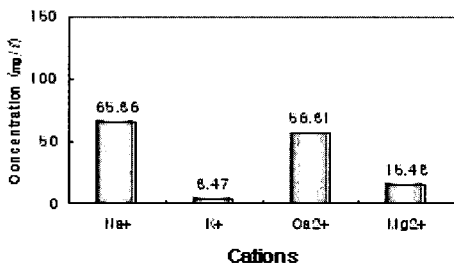
분석결과 Na⁺와 Cl⁻의 평균농도가 높은 것은 연구지역에 발달한 단층대 주변의 일부 관정에서 채취한 지하수가 해수의 유입 내지 간척지에 남아 있는 잔류염분의 영향을 받기 때문으로 해석된다. 또한 Ca²⁺와 HCO₃⁻성분은 이 지역에 주로 분포하는 석회암과 운모편암의 풍화에 기인하는 것으로 해석된다.

본 연구에서는 Revelle(1941)이 제시하여 해수 영향판단의 효과적인 파라미터로 활용되어 온 Cl/HCO₃ 몰비를 비교해 보았다¹¹⁾.

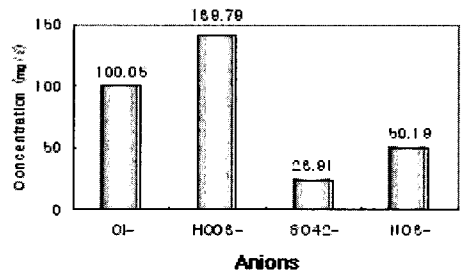
본 연구지역의 Cl/HCO₃ 몰비는 66.6%가 1.3 이상의 값을 보였다(Table 7).

Table 6. Analysis results of cations and anions in groundwater samples

| Sample No. | Na ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Cl ⁻ | HCO ₃ ⁻ | SO ₄ ²⁻ | NO ₃ ⁻ | pH | EC |
|------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----|-----|
| A-1 | 15.58 | 2.17 | 39.90 | 10.11 | 24.35 | 86.93 | 11.05 | 57.26 | 6.2 | 241 |
| A-2 | 17.95 | 1.01 | 19.52 | 8.32 | 28.48 | 122.00 | 10.52 | 17.10 | 5.8 | 178 |
| A-3 | 239.16 | 3.50 | 43.51 | 13.64 | 247.91 | 144.88 | 44.48 | 44.48 | 7.2 | 603 |
| A-4 | 24.08 | 7.80 | 30.77 | 11.58 | 31.45 | 108.28 | 34.91 | 47.02 | 5.7 | 269 |
| A-5 | 339.66 | 10.89 | 268.59 | 91.44 | 667.13 | 626.78 | 71.16 | 4.33 | 6.2 | 442 |
| A-6 | 30.38 | 0.98 | 52.06 | 8.31 | 47.59 | 115.90 | 34.24 | 0.84 | 6.6 | 431 |
| A-7 | 25.97 | 2.10 | 23.23 | 5.77 | 41.14 | 24.40 | 1.59 | 65.65 | 5.6 | 298 |
| A-8 | 30.77 | 2.83 | 28.41 | 8.15 | 37.07 | 67.10 | 1.14 | 109.48 | 5.9 | 249 |
| A-9 | 66.80 | 4.06 | 32.72 | 13.54 | 71.53 | 77.78 | 46.90 | 32.67 | 6.0 | 240 |
| A-10 | 23.18 | 2.55 | 31.41 | 9.37 | 48.71 | 97.60 | 4.19 | 65.46 | 6.1 | 221 |
| A-11 | 12.17 | 1.29 | 53.01 | 6.98 | 23.44 | 149.45 | 5.90 | 13.81 | 7.0 | 248 |
| A-12 | 24.72 | 3.68 | 32.08 | 15.65 | 41.19 | 93.03 | 21.47 | 93.63 | 5.6 | 247 |
| A-13 | 23.13 | 1.84 | 96.13 | 12.47 | 41.49 | 155.55 | 32.12 | 112.62 | 6.6 | 379 |
| A-14 | 74.63 | 5.91 | 71.19 | 10.63 | 102.22 | 161.65 | 32.19 | 72.16 | 6.7 | 463 |
| A-15 | 32.16 | 1.42 | 22.05 | 6.29 | 46.98 | 65.58 | 6.82 | 16.38 | 5.8 | 217 |
| Max | 339.66 | 10.89 | 268.59 | 91.44 | 667.13 | 626.78 | 71.16 | 112.62 | 7.2 | 608 |
| Min | 12.17 | 0.98 | 19.52 | 5.77 | 23.44 | 24.40 | 1.14 | 0.84 | 5.6 | 178 |
| Ave. | 65.36 | 3.47 | 56.31 | 15.48 | 100.05 | 139.79 | 23.91 | 50.19 | 6.2 | 315 |



(a)



(b)

Fig. 13. Analysis results of (a) cations and (b) anions in groundwater samples of the study area

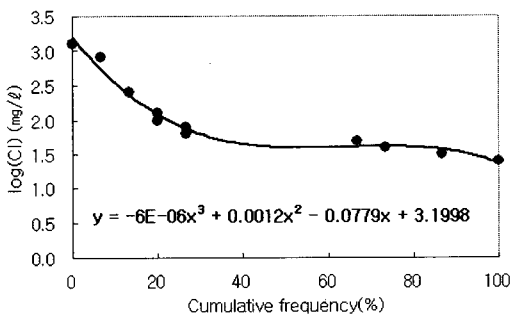
Table 7. Cl/HCO₃ ratio of the study area (Revelle, 1941)

| Cl/HCO ₃ ratio | N= 15(100%) | Impact of seawater intrusion |
|---------------------------|-------------|------------------------------|
| 0.50이하 | 5(33%) | none of seawater intrusion |
| 0.5-1.3 | 6(40%) | a little problem |
| 1.3-2.8 | 2(13%) | a little impact |
| 2.8-6.6 | 2(13%) | a serious impact |
| 6.60이상 | 0(0%) | very serious impact |

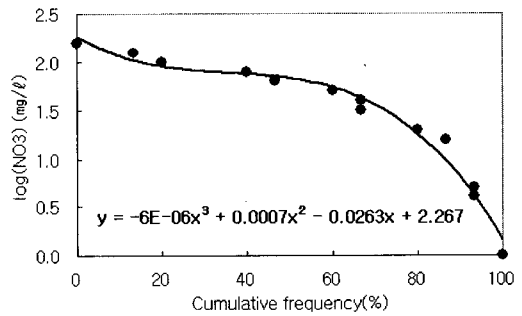
즉 연구지역은 해수영향이 큰 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다. 특히 과거 간석지 및 단층대를 따라 유입되는 해수침투의 영향으로 해석된다.

본 연구에서는 분석 시료가 15개소로 해수영향과 인위적 오염 영향을 대표적으로 반영해 주는 Cl⁻과 NO₃⁻의 농도를 이용한 배경치를 산정하였는데, 연구지역의 배경수질값은 Cl⁻ 36.5mg/l, NO₃⁻ 52.4mg/l 로 높게 나타났다(Fig. 14).

Fig. 15는 계산된 배경값을 기준으로 15개 수질자료를 4개의 그룹으로 구분하였다. 이 중 그룹 1은 오염의 영향을 받지 않은 시료이며, 그룹



(a)



(b)

Fig. 14. Background value of (a)Cl and (b)NO₃ elements

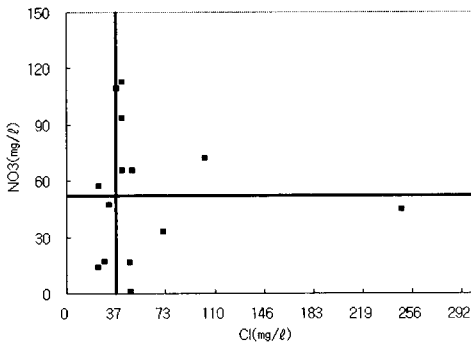


Fig. 15. Divided Group on background value

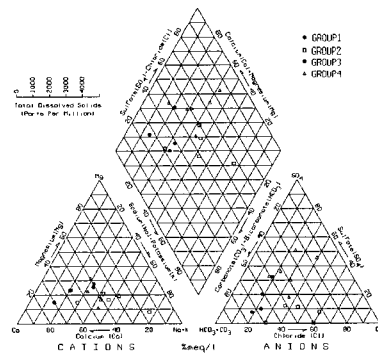


Fig. 16. Piper diagram from ionic data at 15 wells in basin

2는 해수의 영향을 받은 시료, 그룹 3은 인위적 오염의 영향을 받은 시료로 구분된다.

그룹 4는 해수 및 인위적 영향을 모두 받은 시료이다. 연구지역의 수질은 해수의 영향을 받은 지하수는 총 11개로 전체대비 73%로 대단히 높게 나타났다.

또한 지하수의 수질특성을 알아보기 위해 주요 양·음이온별로 epm(equivalent per million)을 산출하여 Piper diagram(Fig. 16)과 Stiff diagram(Fig. 17)에 도시하였다.

Fig. 16에서 연구지역의 수질형태는 Ca-HCO₃ 유형이 7개소(46.7%), Na-Cl 유형이 2개소(13.3%), Na-HCO₃ 유형이 6개소(41.0%)로 Ca-HCO₃ 유형과 Na-Cl 유형이 대부분으로 분석되었는데, 앞서 배경치로 구분한 결과와 일치되는 것으로 나타났다.

Fig. 17은 유역별로 양·음이온 수질분포를 Arcview를 이용해 도면에 도시한 것으로 A-3과

A-5번 시료의 위치는 과거 바다를 메워 만든 간척지로 잔류염류의 영향이 아직 잔존하고 있는 것으로 해석된다. 또한 A-13과 A-14번 시료는 석회암분포지역 또는 운모편암지역으로 석회암 구성성분의 영향으로 Na⁺와 Ca²⁺ 성분이 높게 나타난 것으로 판단된다.

IV. 결론

본 연구결과 연구지역의 지하수위는 갈수기 평균 13.84m, 풍수기 평균 15.57m로, 수두차가 1.73m로 나타났다. 지질별 수위변화는 용암과 간석지에서 2.58m, 2.40m로 가장 수두차가 컸으며, 다음으로 운모편암 2.31m, 총적층 1.75m, 유문암 1.66m, 반상변정편마암 1.53m 순이며, 흑운모편마암이 가장 낮은 1.45m를 나타냈다.

토지이용별 지하수두 변화 분석결과 수두차는 초지지역이 2.01m로 수두차가 가장 크고, 답작지역이 1.87m, 전작지대가 1.60m, 과수원이 1.47m 순으로 나타났다.

양·음이온 분석자료는 양이온 Na⁺ 65.36mg/l, Ca²⁺ 56.31mg/l 와 음이온 Cl⁻ 100.05mg/l, HCO₃⁻ 139.79mg/l, NO₃⁻ 50.19mg/l 이 상대적으로 높은 농도로 나타났는데, 이는 단층대 주변의 일부 관정에서 채취한 지하수가 해수침투의 영향을 크게 받은 것으로 판단된다.

Cl/HCO₃ 몰비를 분석한 결과 연구지역의 수질은 총 15개소 중 10개소(66.6%)가 해수의 영향을 받은 것으로 나타났는데, 이는 해안과 인접할 뿐 아니라 과거 간척된 농경지의 잔류 염류와 조사지구에 발달한 단층대를 따라 해수침투의 영향으로 판단된다. 또한 Piper diagram에 도시해 본 결과도 마찬가지로 해수의 영향

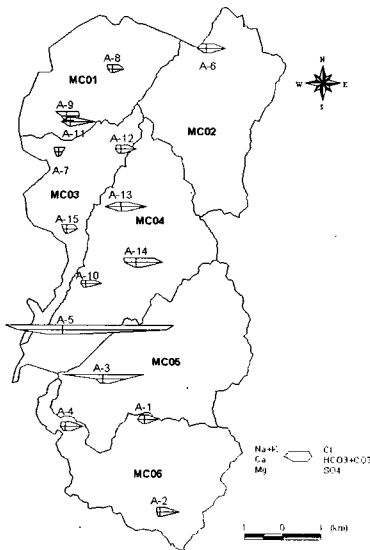


Fig. 17. Stiff diagram from ionic data at 15 wells in basin

으로 보이고 Na-Cl 유형과 Ca-Cl 유형이 총 15개소 중 8개소로 나타났다.

결과적으로 연구지역은 해안에 인접해 있어 풍수기와 갈수기에 따른 수위 및 수질변화가 크고, 해수의 영향을 많이 받는 것으로 나타남에 따라 일부 해수침투에 따른 오염원인을 철저히 분석하고, GIS를 이용한 지속적인 공간분석이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 국립지질조사소, 1983, 목포도폭
2. 김남진, 윤성택, 김형수, 정경문, 김규범, 2001, 지구 통계 기법을 활용한 울진 지역 천부 지하수의 수질 및 수리지구화학특성 해석, 자원환경지질, 제34권, 제2호, pp.175-192.
3. 신광섭, 윤성택, 허철호, 이상규, 2002, 남해 서부 연안 지역 지하수의 수리지구화학: 해수침투에 대한 예비 고찰, 한국지하수토양환경학회 춘계 학술대회논문집, pp.258-261.
4. 심병완, 정상용, 강동환, 김규범, 박희영, 2000, 영산강·섬진강 유역의 지하수 데이터베이스 자료에 대한 지구통계학적 분석, 부경대학교 기초과학연구논문집, 10, pp.131-142.
5. 양해근, 김인수, 최희철, 김정우, 2001, 광주 본촌지역의 지하수의 수화학적 특성과 오염, 지하수토양환경, 제6권, 제4호, pp.83-95.
6. 오강호, 2002, 영산강 유역 퇴적환경과 하천수 및 퇴적물의 오염, 전남대학교 박사학위논문, pp.138-129.
7. 윤정수, 박상운, 1998, 제주도 용천수의 수리화학적 특성, 지하수환경학회지, 제5권, 제2호.
8. 이인호, 조병욱, 이병대, 성익환, 임용수, 2002, 광주광역시 지하수의 수리지화학적 특성연구, 지하수토양환경, 제7권, 제3호, pp.115-132.
9. 조시범, 1999, GIS를 이용한 경기도 평택군 지역의 지하수오염 가능성 평가 연구.
10. 한국자원연구소, 2000, 지질도폭보고서 무안 (1:25000).
11. Revelle, R., 1941, Criteria for Recognition of Sea water in Groundwaters: Trans. Amer. Geophysical Union, Vol. 22, pp.593-597.
12. Wedepohl, K. H., Berlin, 1978, Handbook of Geochemistry, vol 5, p.515.