

# 무안군 해안지역의 지하수질과 해수침투영향

정찬덕 · 서구원

\* 농업기반공사 환경지질팀  
e-mail : duckiangel@karico.co.kr, suhgw@karico.co.kr

## 요약문

무안군 해안지역과 접해있는 청계면-삼향면 일대를 따라 지하수 및 지표수의 수질특성을 규명하여 해수침투 영향정도를 파악하고자 하였다. 연구지역을 수리적특성에 따라 소유역으로 나누어 조사한 결과 구조선이 발달한 지역을 중심으로 해안에서부터 해수침투의 징후를 보였다. 수질분석결과 주로 Ca-HCO<sub>3</sub> 유형, Na-HCO<sub>3</sub>, Na-Cl 유형이 대부분이었다. 이는 탄산염광물과 해수침투의 영향에 의한 것으로 판단되며, 대부분 구조선이 발달한 지역에서 높게 나타났다. 따라서 구조선발달지역의 수질분석을 실시할 경우 해수침투영향을 고려하여 시행해야할 것으로 판단된다.

key word : 지하수, 지표수, 소유역, 구조선, 해수침투

## 1. 서론

본 연구에서는 주로 운모편암과 석회암지대를 중심으로 구조선이 발달한 연구지역내의 수질특성을 규명하기 위해 여러 가지 주요 요인별로 현장조사를 실시하였으며, 기상자료, 수문자료, 토양도 및 지형·지질도, 그리고 기타 관련자료 등을 이용하여 분석하였다(Fig. 1). 이를 토대로 지하수위 및 수질에 대한 공간적 특성의 변화상을 보다 쉽고 효율적으로 분석가능한 GIS의 공간분석기능을 이용하여 이들의 공간적 특성을 규명하여 보다 효과적인 지역 지하수의 함양량 및 수질의 양상을 파악하고자 시행하였다.

## 2. 연구방법

연구지역에 대한 DEM 작성은 먼저 1:25,000 수치지형도를 이용하여 DEM을 구축한 후 유역 경계를 추출하였다. 유역경계는 1:25,000 수치지형도를 이용 주곡선(layer number 7111)과 계곡선(layer number 7114)을 추출하여 TIN을 제작한 후 Grid화하여 작성하는 방식을 선택하여 수위변화와 해상도를 감안하여 격자간격을 10×10m에 해당하는 DEM을 작성하였다. 또한 연구지역에 대한 수치지도로부터 구축한 음영도 및 수계망도와 지형경사를 중첩하여 Fig. 2와 같이 MC01부터 MC06으로 6개의 유역으로 구분하였다. 수질조사는 갈수기와 풍수기로 구분하여 2회에 걸쳐 실시하였으며, 해수침투의 영향을 파악하기 위한 양·음이온, 수소 및 산소동위원소, 질소동위원소 조사를 병행하였다. 그리고 종합적으로 조사한 공간자료에 대한 분석을 GIS 프로그램에서 제공하는 공간분석 도구를 이용하여 고

찰 · 검증하였다.

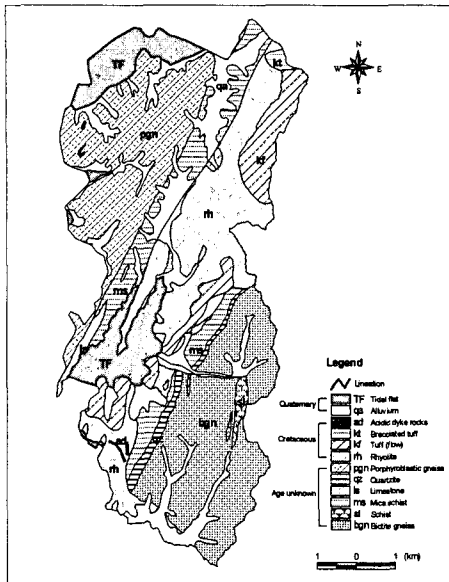


Fig. 1 Geological map(국립지질조사소, 1971)

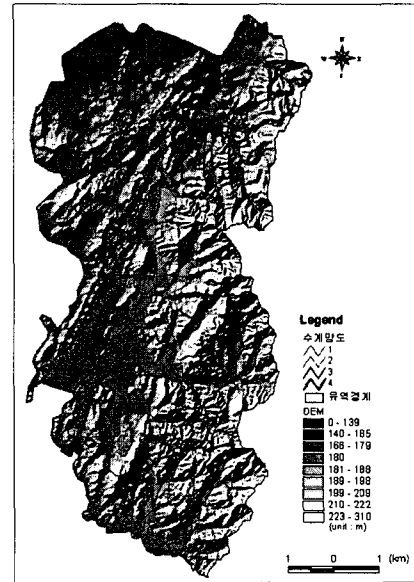


Fig. 2 Hillshade map and drainage pattern

### 3. 분석결과

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 지구 남동쪽에 소규모로 분포하고 있다. 특히, pH는 감소평균 0.31로서 편암 0.95, 층적층 0.7, 운모편암 0.56으로 가장 크게 감소했다(Table 1).

Table 1. Variation of pH and EC by dry season and rainy season

Geol.	pH variation	EC variation ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )
Tidal Flat	-0.34	111
Alluvium	-0.70	49
Flow	0.06	311
Rhyolite	-0.33	129
Porphyroblastic gneiss	-0.03	12
Quartzite	0.11	102
Mica schist	-0.56	96
Schist	-0.95	-33
Biotite granite	0.10	124
Total	-0.31	66

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

해수영향과 인위적 오염 영향을 대표적으로 반영해주는  $\text{Cl}^-$ 과  $\text{NO}_3^-$ 의 농도를 이용한 배경치를 산

정한 결과  $Cl^-$  36.5mg/l,  $NO_3^-$  52.4mg/l 로 높게 나타났다(Sinclair, 1976, Fig. 3).

또한 지하수의 수질특성을 알아보기 위해 주요 양·음이온별로 epm(equivalents per million)을 산출한 결과 연구지역의 수질형태는 Ca-HCO<sub>3</sub> 유형이 7개소(46.7%), Na-Cl 유형이 2개소(13.3%), Na-HCO<sub>3</sub>유형이 6개소(41.0%)로 Ca-HCO<sub>3</sub> 유형과 Na-Cl 유형이 대부분을 차지했다.

또한 유역별로 양·음이온 수질분포를 GIS를 이용해 도면에 도시해보면, A-3과 A-5번 시료의 위치는 과거 바다를 메워 만든 간척지로 잔류염류의 영향이 아직 잔존하고 있는 것으로 해석된다. 그리고 A-13과 A-14번 시료는 석회암분포지역 또는 운모편암지역으로 관입한 석회암의 영향으로  $Na^+$ 와  $Ca^{2+}$  성분이 높게 나타난다(Fig. 4).

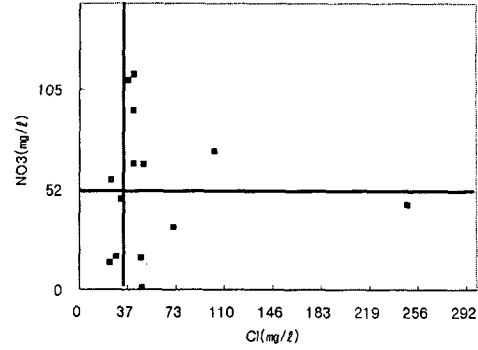


Fig. 3. Divided Group on background value

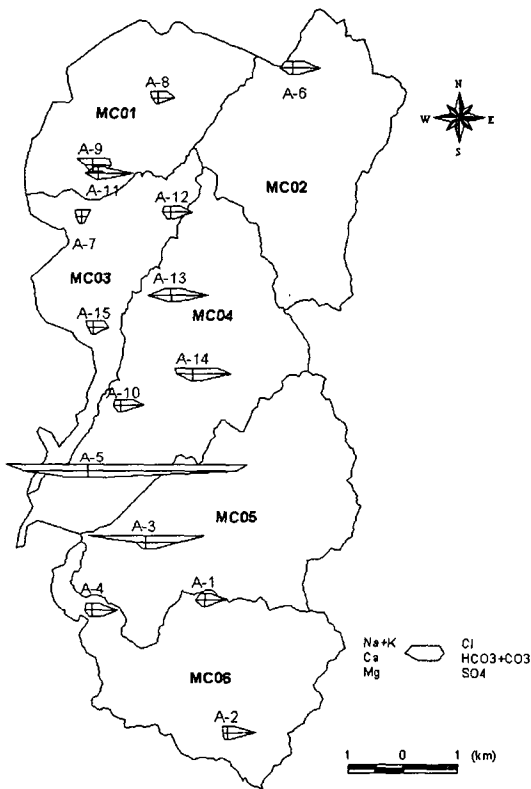


Fig. 4. Stiff diagram

연구지역의 구조선밀도 분석은 지질도폭상의 구조선, DEM, Landsat TM 및 SPOT 위성영상 자료를 이용하여 구조선을 추출하고 이를 중첩하여 각 구조선에 등급을 부여하였다. 특히 본 연구지역에서는 구조선에 대하여 10×10m의 Grid를 생성하여 구조선의 밀도를 계산하였다. 그 후 단위원의 반경(100m)내의 구조선의 길이를 계산하여 등면적으로 10등급화하였다(농업기반공사, 2002).

Fig. 5는 구조선의 방향에 따른 평균 길이와 빈도를

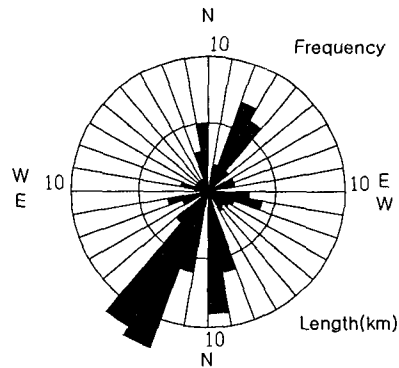


Fig. 5. Rose diagram

Rose diagram에 나타난 것이다. 대체적으로 연구지역의 구조선방향은 N20~40E가 우세하게 나타난다. 유역별 수질변화값과 앞에서 등급화한 구조선을 가중치를 적용하여 중첩한 결과 구조선이 수질변화에 미치는 영향정도를 구할 수 있다.

연구지역에서의 수질변화와 가장 밀접한 영향을 보이는 곳은 구조선 발달과 일맥상통하는 것을 알 수 있다.

#### 4. 결론

연구지역내 수질분석 결과를 보면 pH는 각각 6.2와 5.9로서 풍수기에 더 낮은 값을 나타내었으나, EC는 306에서 371로 오히려 증가했다. 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.

양·음이온 분석자료는 양이온  $\text{Na}^+$  65.36mg/l,  $\text{Ca}^{2+}$  56.31mg/l와 음이온  $\text{Cl}^-$  100.05mg/l,  $\text{HCO}_3^-$  139.79mg/l,  $\text{NO}_3^-$  50.19mg/l가 매우 높은 농도를 보였다. 이는 해안과 인접할 뿐 아니라 과거 간척된 농경지의 잔류 염류와 조사지구에 발달한 단층대를 따라 해수 침투의 징후라고 볼 수 있다. Stiff diagram에 도시해 본 결과도 마찬가지로 해수의 영향으로 보이고 Na-Cl 유형과 Ca-Cl 유형이 총 15개소 중 8개소로 나타났다. 또한 수질변화양상과 구조선의 발달정도가 일맥상통하고 있다는 것을 알 수 있다.

#### 5. 참고문헌

1. 최승오, 고중배, 1971, 국립지질조사소
2. Sinclair, 1976, Application of Probability Graphs in Mineral Exploration. Association of Exploration Geochemists, Rexdale, Ont., 95p
3. 농림부, 농업기반공사, 2002, 농촌지하수관리조사 보고서