

연백지구의 단층구조가 지하초염수의 개발에 미치는 영향

리룡길, 김룡흥

지난 시기 연백지구에 지하초염수의 형성과 분포에 유리한 조건이 마련되어있다는 연구결과들[1, 2]이 발표되었지만 지하초염수의 개발에 미치는 단층구조의 영향[3]에 대하여서는 연구되지 못하였다. 그러므로 우리는 연백지구에서 함초염수층의 분포특성과 지금까지 진행된 지하초염수취수추공들에서의 양수시험결과를 종합분석한데 기초하여 이 지구에 분포된 단층구조의 특징과 그것이 지하초염수개발에 미치는 영향을 평가하였다.

1. 연구지역에서 함초염수층의 분포특성

연구지역은 지체구조적으로 평남요곡지의 남서부에 위치한 연안—배천돌출대의 남쪽 끝부분에 놓여있다. 그리고 연안—배천돌출대와 안악—신천 돌출대는 재령강대단층을 경계로 하여 놓여있다.

연구지역의 제4기층은 모래, 자갈층을 기저로 하고 그 위에 모래층과 점토층의 호층으로 이루어져있는데 기반암인 랑림층군 편마암위에 부정합적으로 덮여있다.(그림 1)

연구지역에서 진행한 시추탐사결과에 의하면 기반암의 깊이는 평균 20~35m인데 서쪽에 있는 6, 7, 10호구역으로부터 동쪽에 있는 9, 11호구역으로 가면서 기반암의 깊이가 얕아지는 경향성이 나타난다.

함초염수층은 기반암위에 놓여있는 조립모래 및 자갈층으로서 두께는 평균 15m이며 우리 나라의 다른 지역들에 비하여 비교적 깊은 위치에 놓여있는 전형적인 압력수층이다. 또한 함초염수층의 두께는 서쪽구역으로부터 동쪽과 북쪽구역으로 가면서 점차 얕아진다.

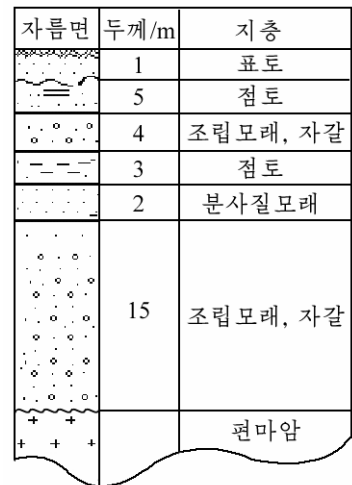


그림 1. 제4기층 자름면

2. 지하초염수취수추공의 양수시험결과

지금까지 지하초염수개발을 위하여 연구지역에 배치된 수십개의 추공들은 대부분이 단일추공이고 일부는 집단추공이다. 이 추공들에서의 양수시험결과에 의하면 연구지역 일부 구역들에서의 평균물량은 그림 2와 같다.

제염소구역의 6, 10, 8호구역의 총물량은 425m³/h, 추공당 평균물량은 15.7m³/h로서 가장 많고 9호구역의 총물량은 90.4m³/h, 추공당 평균물량은 7.5m³/h이며 7호구역의 총물량은 26.4m³/h, 추공당 평균물량은 2.2m³/h, 11호구역의 추공당 평균물량은 1.7m³/h이다.

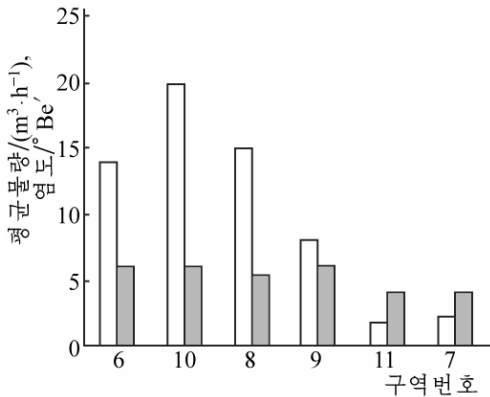


그림 2. 일부 구역들에서 평균물량과 온도
□ 평균물량, ■ 온도

연구지역 매 구역에서의 염도를 보면 6호와 10호구역 6.0°Be⁻, 8호구역 5.0~5.5°Be⁻, 9호구역 4.8~7.0°Be⁻, 7호구역 4.0°Be⁻, 11호구역 4.0°Be⁻이다. 즉 동쪽과 남쪽구역의 염도가 서쪽구역보다 낮다.

또한 6, 8호구역에 있는 2개의 집단추공에서의 물량은 30m³/h이상이며 염도는 4.5°Be⁻로서 주변의 다른 추공들보다 염도가 비교적 낮은것이 특징이다. 그리고 2, 3호구역과 11호구역의 동쪽제방 변두리에서는 담수가 나온다.

지금까지 진행된 지하초염수취수추공들에서의 양수시험결과에 의하면 다음과 같은 문제점들이 제기된다.

우선 연구지역의 일부 구역들에서 담수가 나오는것이다.

다음으로 같은 함초염수층에서 뽑아내는 염수들의 염도가 차이나는것이다.

물론 함초염수층의 깊이에 따라 염수의 염도가 차이날수 있지만 같은 깊이에 러파기가 놓이도록 시공한 추공들에서도 염도가 차이나는 원인은 연구지역에 분포된 단층구조와 연관시켜 밝혀야 한다.

3. 단층구조가 지하초염수개발에 미치는 영향

일반적으로 단층구조는 지하수의 흐름통로로 되기때문에 지하초염수개발에서 단층구조의 영향을 정확히 평가하는것이 매우 중요하다.

연구지역에는 염전구단층과 봉대산단층이 있다.(그림 3)

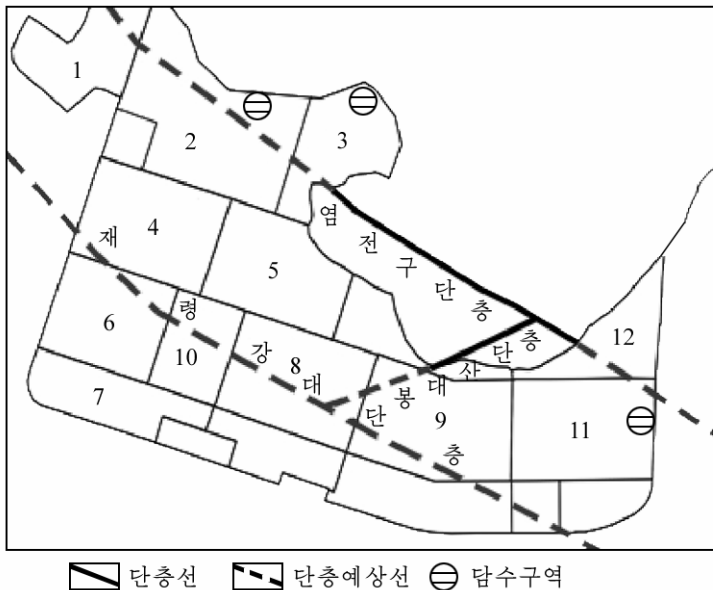


그림 3. 연구지역에 분포된 단층구조
그림의 수자는 구역번호임

염전구단층은 역단층으로서 단층면의 경사방위는 30° , 경사각은 60° , 단층대의 너비는 수십cm정도이며 락차는 수십m에 달한다. 그리고 봉대산단층 역시 역단층으로서 단층면의 경사방위는 170° , 경사각은 70° , 단층대의 너비는 수십cm정도이며 락차는 50m이상이다. 단층대안에는 석영맥들이 불연속적으로 발달하며 단층대의 주변에는 일부 변질암석들이 있다.

연구지역의 단층들은 연안-배천돌출대와 안악-신천돌출대의 경계를 이루는 재령강대단층과 성인적으로 연관된다. 재령강대단층의 너비는 수백m에 달하는데 단층면의 경사방위는 30° , 경사각은 $65\sim 85^\circ$ 이며 락차는 매우 크다.

연구지역의 단층들은 선캄브리아기와 중생대의 송림 및 대보구조운동에 의하여 형성되었다. 이 단층들에 의하여 연구지역에서는 단천암군 판입암체들이 수백m씩 전위된 특징들이 나타난다.

봉대산단층과 염전구단층, 재령강대단층은 모두 지하수가 흐르는 기본통로로 된다.

봉대산단층과 염전구단층이 분포된 구역에서는 룡지쪽의 지하수수위가 높기때문에 이 단층들을 따라 염전구역으로 담수가 흘러들어오게 된다. 그것은 이 단층들의 주변에서 염도가 낮은 염수나 담수가 나오는것을 보고 알수 있다.

염전구역에서 예상되는 재령강대단층은 청단쪽에 있는 룡지로부터 담수가 흐르는 통로로 될수 있다. 함초염수층은 반투수성인 기반암의 풍화층우에 놓여있는데 이 기반암을 따라 재령강대단층이 발달한다. 그러므로 지하초염수취수추공을 시공할 때 풍화층까지 뚫으면 러과기의 일부분이 풍화층에 놓이게 되므로 재령강대단층을 따라 흐르는 염도가 낮은 염수나 담수가 추공안으로 흘러들게 된다. 이것은 8, 10호구역에서 시공한 2개 추공으로 뽑은 염수의 염도가 낮은것을 놓고 알수 있다.

또한 2, 3호구역과 11호구역의 동쪽제방변두리에서 시공한 추공들에서 담수가 나오는것은 염전구단층을 따라 흐르는 담수의 영향을 받기때문이다.

맺 는 말

1) 연구지역의 기반암을 따라 재령강대단층과 염전구단층, 봉대산단층들이 연장된것으로 예견되는데 이 단층들은 담수가 흐르는 기본통로로 된다.

2) 봉대산단층과 염전구단층주변에서는 염도가 낮은 염수나 담수가 나오기때문에 이것을 고려하여 지하초염수취수추공들을 배치하여야 한다.

3) 재령강대단층과 봉대산단층이 지나간 구역에서 지하초염수취수추공을 시공할 때 추공이 풍화각을 통과하지 않도록 하여야 한다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 59, 3, 152, 주체102(2013).
- [2] 김일성종합대학학보(자연과학), 61, 3, 118, 주체104(2015).
- [3] 王小剛 等; 科技信息, 11, 263, 2014.

Effect of Faults in Yonpaek Area on the Development of Underground Brine

Ri Ryong Gil, Kim Ryong Hung

We described the effect of faults in Yonpaek area on the development of underground brine.

It is expected that Jaeryonggang main fault, Yomjongu fault and Pongdaesan fault exist under the marine layer in the study area and these faults can be channels that fresh water can flow through.

The bore holes for developing underground brine should not be distributed around the Pongdaesan fault and Yomjongu fault and the bore holes should not pass the weathering crust in the area where Jaeryonggang main fault and Pongdaesan fault exist.

Key words: underground brine, bore hole, fault