

제주도 남사면지역의 지하지질구조와 지하수산출특성

김창욱, 윤정수*, 정차연**

농업기반공사 제주도본부, * 제주대학교 해양학과, ** 농업기반공사 제주도본부
kim7858@karico.co.kr, jsyoun@cheju.cheju.ac.kr, chayj@karico.co.kr

요약문

The purpose of this study is to understand characteristics of stream and spring water and subsurface geologic structure in Seogwipo area. This study area is surrounded by various smaller parasitic volcanic cinder cones, tuff cones, strangely shaped basalt and trachyte rocks, beautiful waterfalls. The geologic structure in study area is classified into the Upper layer(volcanic rocks), Middle layer(SGF), Lower layer(UF), and Basement layer. The groundwater in Seogwipo area is classified into the Upper layer groundwater, Middle layer groundwater, Lower layer groundwater and Basement layer groundwater on the basis of the hydrostratigraphy structure.

key word : volcanic cinder cones, tuff cones, SGF, UF, hydrostratigraphy structure

1. 서론

제주도 지하수의 부존형태에 관한 이전의 연구는 지하로 침투한 강수가 비포화대내의 저투수층을 만나 동수구배에 따라 저투수성 지층 상부를 유동하거나 저투수성 지층 상부에 고여 있는 지하수체를 상위지하수로, 강수가 지하의 비포화대를 거쳐 지하 심부까지 도달하여 해수와 담수의 비중차이로 설명되는 G-H 원리에 의한 지하수체를 기저지하수로 구별하였다. 이러한 분류방식은 해안지역 및 고지대 용천수의 산출특성, G-H원리에 의한 렌즈상 담수체의 형성여부, 저투수층의 분포에 따른 해수와 담수의 접촉여부에 따라 분류하여 광역적인 지하수유동을 설명하기에는 적합하나 본 지역의 경우 대수층을 구성하는 지질단위가 다양하고 각 지질단위들은 독특한 수리지질특성을 가지며 하부에 분포하는 퇴적층의 분포심도나 특성에 따라 부존된 지하수의 산출특성이 달리 나타나고 있어 지하수가 부존되어 유동하는 지질단위의 개념을 도입하여 대수층별 지하수 부존형태에 따라 분류할 필요성이 제기되었다. 따라서 제주도 남사면에 분포하는 하천중에서 지속적으로 흐름이 유지되는 백구천(천계연폭포), 연외천(천지연폭포), 동홍천(정방폭포), 강정천, 약근천을 중심으로 공공관정의 지질주상도를 이용하여 화산암류와 서귀포층의 분포심도 등 지하지질구조를 분석하고 지하수위와 서귀포층과의 관계를 규명하여 지하수의 산출 및 부존특성을 해석하였다.

2. 연구방법

연구대상 지역은 동경 126°24' 48" ~ 126°35' 00", 북위 33°13' 18" ~ 33°18' 00" 로 제주도 남사면지역에 해당되며 서쪽경계는 삼형제오름 하부에서 발원한 중문천과 동쪽은 미악산 서쪽에서 발원한 동홍천을 경계로하고 북쪽은 표고 400m 지형등고선과 거의 평행하게 개설된

제2산록도로 상류부 서쪽 모라이악에서 미악산까지이고 남쪽은 해안선을 경계로 설정하였다(Fig. 1).

연구지역 하천에 분포하는 용천수의 용출지점에 대한 용출특성을 분석하기 위하여 하천유역을 크게 3분류하여 기존자료를 수집하고 현장조사를 실시하였다. 3개 권역별 하천중 유하방향과 대체로 평행하게 개발된 공공관정을 5개 그룹으로 분류하고 표고 50m, 100m, 200m, 250m의 지형등고선에 분포한 공공관정을 대상으로 절단 면도를 작성하고 용암 흐름단위별로 분류하였다. 이들 관정에 대한 개발당시의 지하수위 자료와 제주도(2000)의 수위조사 자료를 이용하여 지하수위 등고선도를 작성하고 지하수위 분포 및 유동방향을 분석하였으며 기존 관측공의 지하수위 변화양상을 분석하였다. 서퍼프로그램을 이용하여 3차원 지하수면 등고선도와 서귀포층의 등고선도를 작성하여 서귀포층과 화산암류와의 경계선을 해석하고, 상기한 자료를 기초로 본 연구지역과 같은 소유역 단위의 지질특성에 적합한 대수층별 지하수부존 형태를 분류하고 지하수 부존모식도를 작성하였다.

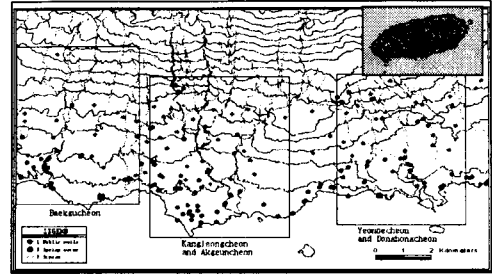


Fig. 1. Location map in study area.

3. 결과 및 고찰

3.1 지질과 하천

연구지역의 지표지질은 역암과 용암분출에 의해 형성된 화산암류와 화산폭발에 의해 형성된 화산쇄설암이 분포하고 있다. 제주도의 지질은 기반암을 이루는 화강암류, 미고결 퇴적층 및 서귀포층 등 퇴적암류와 현무암, 조면암질 안산암, 조면암, 화산쇄설물 등의 화산암류로 구성되어 있다(고기원,1997). 연중 흐름이 지속되는 대표적인 하천으로는 한라산 남사면에는 백구천(천제연폭포), 강정천, 악근천, 연외천(천지연폭포), 동홍천(정방폭포) 등이 발달하여 있으며 모두 용천수에 비롯한 수원에 의하여 평시에도 지속적으로 유출되고 있다.

3.2 지하수 관정과 용천수

연구지역내에 공공관정은 63개소가 개발되어 있으며 대부분 표고 300m 이내에 개발되어 있다. 용천수는 주로 해안변에 집중되어 분포하며 하천의 하상을 따라 분포하는 특징을 보여 준다. 지질구조에 따라 사력층형은 노루샘 1개소이며 절리형은 맥수물과 할망물 2개소에서만 확인되고 대부분은 용암류 경계형으로 용출된다(제주도,2000). 백구천에 분포하는 용천수 중 천제연물과 청수물은 천제연폭포수의 주 수원을 이룬다. 강정천에 형성된 용천수는 큰넷물(1)과 가시물 등이 있다. 악근천에는 엉커리물, 소왕물이 있으며 유량은 풍부한 편이다. 연외천에 형성된 용천수는 옷선반내물이 천지연폭포의 주 수원을 이룬다. 동홍천을 따라 분포하는 용천수 중 정방폭포의 수원과 관련된 용천수는 고냉이소 등이 있다.

3.3 지하지질구조

연구지역의 지질층서는 하부로부터 미고결층(UF), 서귀포층(SGF), 조면암류(TBs-I), 휘석반정을 함유한 조면암류(TBs-II), 주상절리가 발달된 비현정질조면암류(TBs-III), 장식현무암(FBs)으로 구성되어 있다. 해안변에 접한 관정일수록 상류부에 위치한 관정보다 용암단위 매수가 적게 산출된다. 동홍천 일대의 서귀포층은 지형경사가 높게 형성되어 점성이 높은 용암류가 하류부까지 피복하지 못함에 따라 용암단위층이 서쪽지역보다 결여되어 있으며 북동쪽은 각 수조면암 분출시 주변 지형이 융기됨에 따라 서귀포층이 동반 융기되어 높게 형성되어 있다.

표고 100m 이하 지역에 분포하는 암석은 한라산쪽으로 낮은 경사를 갖고 발달하고 있으며 후기에 한라산 쪽에서 분출한 용암이 이들 암석을 피복함으로써 자연적으로 지하에 지하수 저장고가 형성될 수 있는 지질구조가 발달되었으며 지하수가 저장되어 해안으로 유동하다가 급작스런 지형변화 등에 의해 용출되는 경우로 용천수량이 연간 일정하고 풍부하다. 표고 200m 이상 중산간지역의 용암류들은 단위층의 층후가 얇고 절리 및 파쇄대 발달이 양호하여 지표수의 지하침투가 비교적 용이하여 본 지층을 통해 대부분의 강우가 지하로 함양되고 평상시에는 용출량이 소량이다가 강우시 집중적으로 용출되어 풍부한 용출량이 확인되나 수 일내에 수량이 현저히 감소된다.

3.4 지하수위와 서귀포층의 분포

지하수위 등고선도에서 나타나는 지하수의 유동방향은 대체적으로 해안선을 향한 유선망으로 보여주고 있으나 국지적으로는 상당히 왜곡된 형태를 나타내는 지역이 있으며 수위등고선의 간격으로 나타나는 수리경사는 지역별로 심한 차이를 보여준다. 서홍지구(D-108)와 중문지구(D-168) 관측공의 지하수위 변화는 강우량의 변화에 민감하게 반응하고 있다. 서귀포층과 지하수위 분포는 상당히 밀접한 관계를 갖고 분포하고 있음을 알 수 있으며 서귀포층내에 나타나는 개수층의 심도가 지하수위 형성에 영향을 크게 미치는 것으로 분석된다. 이러한 관계로 본 대수층을 관통 혹은 부분 관통한 지하수 관정은 지하수위의 피압현상이 해안쪽으로 향할수록 심하게 일어나며 지하수 양수시 수위 변동폭이 크게 나타난다.

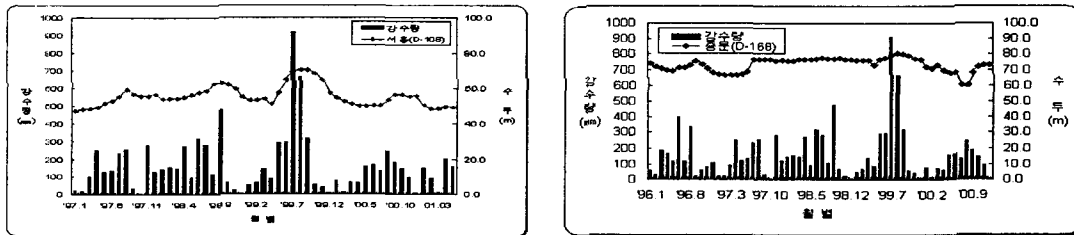


Fig. 2. The relation to groundwater level and Precipitation at observation wells

3.5 지하수부존 및 산출특성

지하수위는 저투수성 퇴적층인 서귀포층의 발달로 인하여 피압지하수의 분포양상을 보여주고 있다. 연구지역은 전반적으로 저투수성 퇴적층인 서귀포층과 미고결퇴적층에 의한 피압지하수의 부존양상을 보이며 기존 연구에 의한 지하수 부존형태의 분류에 의하면 상위지하수 부존지역에 해당된다. 그러나 본 연구지역의 경우 대수층을 구성하는 지질단위가 다양하고 각 지질단위들은 독특한 수리지질특성을 가지며 하부에 분포하는 퇴적층의 분포심도나 특성에 따라 부존된 지하수의 산출특성이 달리 나타나고 있다.

4. 결론

기반암 상위를 구성하는 현무암류 내지 조면암의 용암류와 각각의 용암단위 사이에 협재된 화산쇄설층을 상부층(Upper layer), 서귀포층을 중간층(Middle layer), 미고결 퇴적층을 심부층(Lower layer), 화강암으로 구성된 기반암을 기반암층(Basement layer)으로 분류하였다. 상부층, 중간층, 심부층 및 기반암층의 지층경계는 본 도의 중심부로 향할수록 지형고도와 유사한 비율로 상승한다. 상부층의 용암류와 화산쇄설층은 투수성이 양호한 지층이며, 중간층은 투수성이 불량하나 저투수성 지층 사이에 협재된 현무암질 용암류가 수중에서 해수와의 접촉에 의한 급냉으로 파쇄된 유리질쇄설암층, 미고결 내지 준고결의 육성기원의 사질 내지 역질 쇄설물층

은 투수성이 양호한 대수층을 형성하고 있다. 심부층은 미고결퇴적층으로 니질 내지 사질성분이 우세하며 대부분 저투수성 지층이고 일부 투수성이 양호한 지층이 협재되어 있다. 연구지역의 지하수 부존형태를 소유역 지질단위의 개념을 도입하여 대수층별로 분류하면 상부의 조면암 및 현무암내에 부존된 지하수를 상부층지하수(Upper layer groundwater), 서귀포층내의 지하수를 중간층지하수(Middle layer groundwater), 미고결퇴적층내의 지하수를 심부층지하수(Lower layer groundwater), 화강암내의 지하수를 기반암층지하수(basement layer groundwater)로 분류할 수 있으며 상부층, 중간층, 심부층 및 기반암층지하수는 연구지역 전반에 걸쳐 부존하고 있다.

참고문헌

- 고기원, 1997, 제주도의 지하수 부존특성과 서귀포층의 수문지질학적 관련성, 부산대학교 박사학위 논문, p. 325.
- 박기화외, 2000, 서귀포·하효리도폭 지질보고서, 제주도, p. 1~163, 1 지질도(1:50,000 축척).
- 윤정수, 박상운, 1998, 제주도 용천수의 수리화학적 특성, *Jurnal of the Korea Society of Groundwater Environment*, p. 66~79.
- 정차연, 2002, 제주도 서부해안지역의 지질과 지하수, 부산대학교 박사학위 논문, p. 80~88.
- Sterns, H.T., 1939, *Geologic map and guide of the island of Oahu, Hawaii* : Hawaii Div. Hydrography, Bull. 2., 75 P.
- Yoon, S., Jung, C.Y., Song, S.T., and Yang, K. H., 2001, Volcanic debris-avalanche and epiclastic deposits in the Seongeup area, Jeju Island, Korea. *Geosci. Jour.*, 5, p. 47~55.