

## OE10 제주도 주요하천의 기저유출량 산정에 관한 연구

문덕철<sup>\*</sup>, 양성기, 고기원<sup>1</sup>, 박원배<sup>2</sup>

제주대학교 토목해양공학과, <sup>1</sup>제주도광역수자원관리본부,

<sup>2</sup>제주발전연구원

### 1. 서 론

제주도는 우리나라 최대의 다우지역임에도 불구하고 투수성이 좋은 다공질 화산암류 및 화산회토로 이루어져 있어 총 강우량의 48.5%에 이르는 빗물이 지하로 침투함으로써 대부분의 하천들이 건천을 이루고 있다(제주도·한국수자원공사, 2003). 그러나 일부하천에서는 해안변 부근에 분포하는 용천수에 의해 연중 하천수의 흐름이 유지되고 있다. 이러한 유출은 가뭄에도 수량변화가 크지 않을 뿐만 아니라, 수질도 양호하여 제주도에서는 1970년대부터 상수원으로 개발해 이용하고 있다. 유출량 규모면에서 볼 때, 하천을 통한 기저유출량은 전체 용천수의 용출량에서 차지하는 비율이 높을 뿐만 아니라, 개소당 용출량도 비교적 많기 때문에 제주도 지하수의 기저유출 특성을 연구하는데 좋은 대상이라 할 수 있다. 따라서 연중 하천수의 흐름이 유지되고 있는 하천들 중 외도천·옹포천·강정천·연외천을 대상으로 수위를 관측하여 강우량에 따른 하천수위의 변동특성을 파악하고, 유속측정을 실시하여 수위-유량 관계곡선을 유도함으로써 연간 기저유출량의 규모를 파악하는데 중점을 두었다.

### 2. 조사방법

연구대상 하천의 유출량 산정 및 변화를 파악하기 위하여 18개월간(2002. 07~2003. 12) 매월 1회 이상 하천의 유속을 측정하였다(Fig. 1). 유속측정시에는 우선 수준측량을 통하

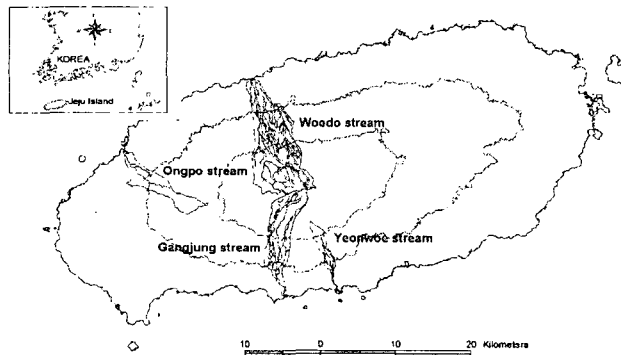


Fig. 1. The Location of gauging stations and watershed area of each stream.

여 단면을 분할하였고, 이러한 단면의 연직선상에서 유속계(Flo-MATE사의 Portable Flowmeter Model 2000)를 이용하였다. 또한, 강우량에 따른 하천수위의 변동특성을 파악하기 위한 하천수위자료는 제주도에서 설치·운영하고 있는 수위관측소의 시간별 수위자료를 이용하였다.

### 3. 조사결과

연구대상 하천에서 측정된 시간별 수위자료를 분석한 결과, 홍수유출은 강우가 집중되는 5~9월 사이의 주로 발생하였으며, 2003년에 발생한 홍수유출은 11회~14회 범위로 분석되었다. 또한, 홍수유출 지속시간은 평균적으로 8~46시간인 것으로 분석되었다. 또한 지하수의 기저유출에 의해 유지되는 하천수위 변화를 분석한 결과, 외도천의 경우는 계절적인 강우량의 분포와는 상관없이 거의 일정한 것으로 조사되었으나, 옹포천·강정천·연외천인 경우는 계절적인 변동특성(여름철에는 상승, 가을~봄철 기간에는 하강)을 뚜렷한 것으로 조사되었다.

한편, 실시간 관측된 수위자료와 관측지점에서의 수준측량 및 유속측정을 통하여 연간 기저유출량의 규모를 파악하였다. 외도천과 강정천은 관측된 수위자료를 Oki(1929)와 Govinda Rao(1963)의 식에 적용하여 기저유출량을 산정하였는데, 외도천은 6개월(2003. 7~12월)동안  $5 \times 10^6 m^3$ , 강정천은 연간(2003년)  $60 \times 10^6 m^3$ 으로 나타났다. 상기와 같은 웨어공식으로 산정된 기저유출량의 타당성을 검토하기 위해 유속측정법으로 기저유출량을 산정하여 비교한 결과, 웨어공식에 의한 값보다 3~10%정도 많게 산정되었다. 이러한 차이의 발생요인을 보면, 수준측량 과정에서 줄자에 의한 하폭측정오차, 하상을 형성하는 토립자에 따른 수심측정오차, 평균유속 측정시 수직 및 수평유속분포·유속진동·비직각 흐름·난류 등에 의한 평균유속 측정오차(정진영, 2002)에 의한 것으로 사료된다. 또한, 옹포천과 연외천을 대상으로 18개월(2002. 7~2003. 12월)동안 실시한 유속측정 자료를 근거로 기저유출량을 산정한 결과, 옹포천의 경우 최소  $39,647 m^3/d$ , 최대  $116,607 m^3/d$ 을 나타냈고, 연외천은  $45,859 m^3/d$ , 최대  $185,462 m^3/d$ 을 나타냈다. 옹포천과 연외천에서 실시된 유속측정 자료와 관측된 수위자료를 이용하여 수위-유량 관계식을 유도한 결과, 옹포천은  $Q=458824 h^{0.9694}$ ( $R=0.9485$ )의 식을 얻었으며, 연외천은  $Q=1368019 h^{0.5035}$ ( $R=0.9615$ )의 식을 얻었다. 상기와 같은 관계식을 적용하여 옹포천과 연외천을 통해 유출되는 연간 기저유출량을 산정한 결과 각각  $23 \times 10^6 m^3$ 과  $38 \times 10^6 m^3$ 으로 나타났다.

### 4. 결 론

제주도 지하수의 기저유출 현상을 수문학적 관점에서 정량화하기 위해 제주도의 남·북사면과 서부지역에 위치한 외도천·옹포천·강정천·연외천을 대상으로 하천의 수위변동을 분석한 결과, 외도천을 제외한 3개의 하천에서는 계절적인 강우량의 차이에 의해 상승과 하강이 뚜렷하게 나타내었다. 이러한 수위변동의 차이는 하천유역의 지표 및 지하지질 상태, 대수층의 수리성, 지하수 체류기간, 유역내 강우량 등 수문지질학적 인자들이 동일

하지 않음을 암시해 주고 있다. 한편, 수위자료를 웨어공식에 적용한 외도천·강정천에서의 기저유출량을 산정한 결과, 외도천은 6개월 동안  $5 \times 10^6 m^3$ , 강정천은 2003년 1년 동안  $60 \times 10^6 m^3$ 으로 산정되었다. 이와는 달리 수위-유량 관계식을 유도하여 기저유출량을 산정한 옹포천·연외천인 경우, 각각 연간  $23 \times 10^6 m^3$ 과  $38 \times 10^6 m^3$ 이었다.

#### 참 고 문 헌

- 김원만, 1996, 수리공식집, 건우사, pp. 254~275.
- 정진영, 2002, 유량 측정자료의 불확실도 분석에 관한 연구(섬진강 유역을 중심으로), 수원대학교 석사학위 논문, pp. 7~25.
- 제주도, 2003, 제주도 수문지질 및 지하수자원 종합조사(Ⅲ), pp. 11~83.
- Thomas C. Winter·Judson W. Harvey·O.Lehn Franke·William M. Alley, 1998, Ground water and surface water a single resource, USGS, pp. 1~25.