

외도천 유역의 시기별 유출량 및 수질변화

하규철^{1)*} · 문덕철²⁾ · 고동찬¹⁾ · 박기화¹⁾

1. 서 론

외도천유역의 유량조사는 2002년도와 2003년도의 제주도 수문지질 및 지하수 자원 종합 조사에서 이루어진 바 있다. 외도천의 홍수시의 유출률은 19.8%에서 35.2%에 달하고, 강우 규모가 커질수록 증가하는 경향을 보이는 것으로 결과가 나온바 있다 (제주도, 한국수자원공사, 2003). 외도천유역의 중요한 지형으로는 1950m의 백록담과 1740m의 위세오름에서 시작하여, 만세동산과 으스렁오름, 망체오름, 붉은오름 등 크고 작은 오름이 약 8~10여개 정도 분포하고, 어승생과 붉은오름으로부터 등글게 물이 모여드는 Y자계곡, 천아계곡 등이 있다.

GIS 기법을 이용하여 외도천유역의 경계를 설정하였는데, 1:5,000수치지형도에서 수치표고모형을 작성하고, WMS(Watershed Modeling System)의 TOPAZ module을 이용하여 각 cell상에서 흐름방향(flow direction) 및 흐름이 모여드는 셀(flow accumulation)을 추출하고 하계망을 구성하였다. 외도천유역의 지하학적(geometrical) 특성치들을 계산하여 보면, 유역면적은 41.25km²이고, 유역길이는 16.85km, 최대유하거리는 22.87km, 유역경사는 0.2598, 최대하도경사는 0.0764, 최대하도길이는 21.76km이다. 유역의 형태와 관련된 상수로 sinuosity factor는 1.29로 하도길이와 유역길이는 거의 비슷하고, shape factor는 6.88, form factor는 0.1452로 폭에 비하여 길이가 매우 긴 형태를 하고 있다.

시기별 유출특성과 수질특성을 알아보기 위하여 강수량에 의한 영향이 적은 날을 골라서 매달 1회씩 상시 유출량과 간이수질, 주이온 분석을 실시하였다.

2. 본 론

유출량 측정은 일정한 간격으로 유속을 재고, 측정된 유속과 단면적을 곱함으로써 유량을 측정하는 단면적법을 적용하였다. 사용된 유속계는 건설기술연구원에서 검정된 전자파 유속계(FLO-MATE, Model 2000)를 사용하였다. 각 하천의 유량측정은 불완전한 유량측정법에 대한 측정의 신뢰성을 확보하기 위하여 하천별로 한곳에서만 유량을 측정하지 않고 여러 곳에서 유량을 측정하여 서로 비교하여 검정할 수 있도록 하였다.

외도천의 유량측정은 외도취수장에 설치된 하천자동수위측정센서부로부터 상류쪽으로 약 50 m정도 떨어진 곳(A), 하천자동수위센서부(B), 그리고 월대교하류의 해수침투방지용 웨어부(C) 등 3곳에서 이루어졌고, B는 보와 가까운지점에 있다는 점과 웨어부에 측정된 유량은 웨어하부로 누수되는 양에 대한 손실량 때문에 유량측정의 오차가 있을 것으로 판단된다(Fig. 1). 측정된 외도천의 유량은 C단면을 기준으로 2,030m³/day에서 50,415m³/day의 범위에서 평균 11,655m³/day의 값을 보이고 있고, 취수량은 평균 9,560m³/day임을 고려하면 하루 평균 21,215m³의 물이 유출되는 것으로 나타났다 (Fig. 2). 유량은 10, 11, 12월에 높은 값을

주요어 : 제주도, 외도천, 하천유출량, 하천수질

1) 한국지질자원연구원 지하수지열연구부(hasife@kigam.re.kr, kao@kigam.re.kr, ghpark@kigam.re.kr)

2) 제주특별자치도 수자원관리본부 수자원연구실(waterfeel@naver.com)

나타내는 경향을 가지지만, 뚜렷하지는 않다. 2004년 7월의 50,415 m³/day의 높은 유출량은 취수량이 없었기 때문에 나타난 결과로 생각된다.

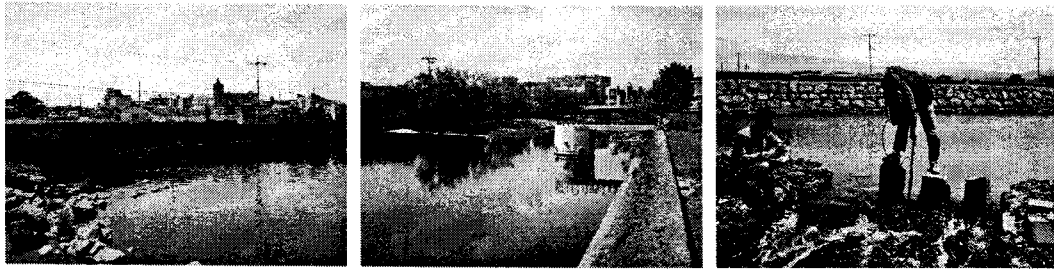


Fig. 1. 외도천 유량측정지점, A(왼편), B(중간), C(오른편)

각 단면에서의 유량을 살펴보면 A단면보다는 B단면에서의 유량이 다소 높는데, 아래쪽으로 갈수록 주변 대수층에서 지하수가 유입되어 유량이 높아지는 일반적인 경우라고 생각된다. 그러나 유량측정의 오차를 감안하면 유의한 값이라고는 할 수 없다. 2005년도의 유량이 적은 것은 강수량이 매우 적었던 시기이기 때문으로 판단된다.

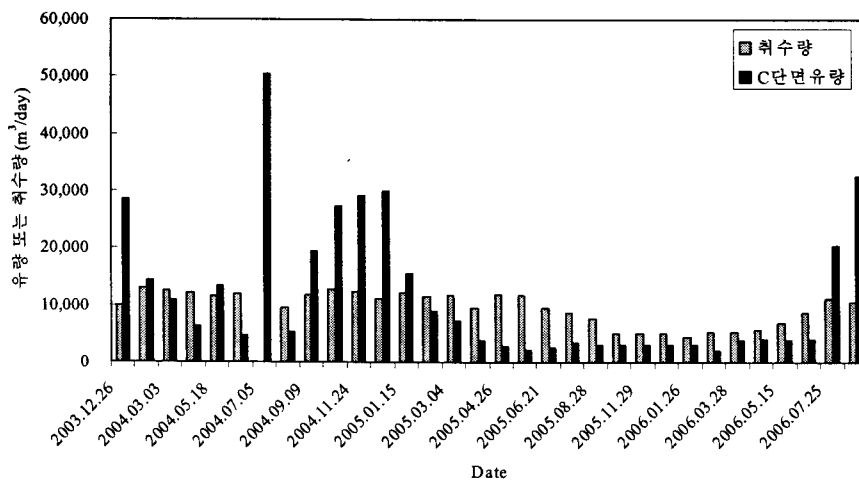


Fig. 2. 외도천에서의 취수량 및 유량

EC는 101.7~202.0 μ S/cm의 범위 내에서, pH는 7.38~8.38, 온도는 10.8~23.3 $^{\circ}$ C로 측정시기에 따라 큰 편차를 보이며 나타나고 있다. 온도는 시기별로 여름철에 높고, 겨울철에 낮은 경향을 그대로 반영하고 있다. 주요 양이온의 농도를 보면, Mg가 2.39~7.45 mg/l, Ca가 4.11~11.54 mg/l, Na가 4.80~13.24 mg/l, K이 1.64~3.47 mg/l의 분포를 보이고 있다. 음이온의 경우에는 SO₄가 2.78~8.25 mg/l, HCO₃가 17.78~36.61 mg/l, Cl이 6.43~22.77 mg/l의 분포를 나타내었고, NO₃의 경우에는 6.66~25.50 mg/l로서 시기별로 큰 편차를 나타내고 있다. 유량이 적은 2006년도 초반에 주요 양이온과 음이온의 농도가 대체로 높게 나타나고 있는 것으로 보아, 강수량이 적은 시기이기 때문에 강우에 의한 희석효과가 나타나지 않기 때문으로 사료된다.

Table. 1. 외도전에서 시기별 수질

Date	EC (μ S/cm)	pH	Temp. ($^{\circ}$ C)	Mg (mg/l)	Ca (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	SO4 (mg/l)	HCO3* (mg/l)	Cl (mg/l)	NO3 (mg/l)
05.03.15	106.1	8.21	14.4	3.88	5.65	7.51	2.16	3.11	29.37	10.32	10.68
05.04.29	113.6	7.62	19.8	4.07	5.95	7.55	2.29	3.40	30.17	10.59	9.99
05.05.25	106.8	7.38	19.2	3.92	5.69	7.47	2.26	3.51	29.27	10.39	10.73
05.06.23	101.7	8.38	23.3	3.58	5.18	7.29	2.23	2.78	30.29	9.56	8.66
05.07.18	168.1	8.03	20.8	5.71	8.44	9.31	2.70	5.45	31.98	15.22	19.02
05.08.28	152.7	7.98	19.7	2.39	4.11	4.80	1.64	3.40	17.78	6.43	6.66
05.09.21	-	-	-	3.92	5.62	8.56	2.38	3.41	29.35	12.25	9.36
05.10.26	202.0	7.42	15.6	4.04	6.23	8.58	2.34	3.28	31.14	12.04	10.15
05.11.26	130.4	7.86	13.7	4.19	6.76	8.96	2.60	3.92	30.46	13.89	10.76
05.12.20	177.2	7.94	10.8	5.77	9.17	10.58	2.92	5.91	32.02	19.40	17.40
06.01.26	181.4	7.72	12.9	7.30	10.53	13.24	3.47	7.01	33.41	22.77	25.50
06.02.23	166.5	7.46	17.2	6.38	9.23	12.15	3.06	6.12	32.09	21.22	20.14
06.03.28	189.2	8.32	12.3	6.66	10.06	12.73	3.11	7.19	36.44	22.62	20.67
06.04.20	108.7	7.98	12.8	6.46	9.86	12.65	2.98	4.93	35.56	16.52	13.89
06.05.18	199.0	7.98	17.2	7.45	11.54	12.90	3.29	8.25	35.07	22.72	25.35
06.06.21	153.2	7.77	21.2	5.91	9.11	11.61	3.08	5.46	36.39	16.57	16.99
06.07.25	164.3	8.17	19.2	6.23	10.01	10.12	2.98	6.59	36.61	16.66	23.35
06.08.30	134.6	7.67	17.7	5.14	8.08	9.35	2.78	6.64	36.61	12.37	11.80
06.09.25	-	-	-	5.42	8.51	11.51	2.66	6.09	34.68	13.66	19.71
06.10.25	-	-	-	4.38	6.71	9.59	2.26	3.97	33.66	11.29	13.57
06.12.15	-	-	-	4.00	7.52	9.06	2.49	4.69	30.48	13.83	15.76
최대	202.0	8.38	23.3	7.45	11.54	13.24	3.47	8.25	36.61	22.77	25.50
최소	101.7	7.38	10.8	2.39	4.11	4.80	1.64	2.78	17.78	6.43	6.66
평균	150.3	7.88	16.9	5.09	7.81	9.79	2.65	5.00	32.04	14.78	15.24

* Total alkalinity

3. 결 론

외도천의 2003년 12월부터 2006년 8월까지 월별유출량은 취수량을 고려하면 2,569~50415 m³/day의 분포를 보이고 있고, 평균 22,162 m³/day을 가지는 것으로 나타나고 있다. 윤정수 등 (1998)에 의하면 제주도의 용천수의 수질은 해발고도에 따라서 차이가 크게 나타나면 수질유형도 달라진다고 하였다. 고도가 낮을 수록 대수층에서 지하수와 암석과의 상호작용에 의한 용출가능성이 커지기 때문에 용존 이온농도도 높게 나타나는 것으로 해석할 수 있다. 유출량과 수질의 관계를 살펴보면 유출량이 적은 시기에 용존이온의 농도가 높게 나타나고 있는데, 강우량이 적은 시기에 희석의 효과가 적어지는 것과 관련시킬 수 있다.

참고문헌

- 제주도, 한국수자원공사, 2003, 제주도 수문지질 및 지하수자원 종합조사(III).
 윤정수, 박상운, 1998, 제주도 용천수의 수리화학적 특성, 지하수환경, 5(2), p 66-79.