

## 금정산 주변 약수터수의 기생충란 실태 조사

수질보전과 : 김미희·김정아

과 장 : 김광수

부산지역의 약수터수에 대한 기생충란 실태조사를 함으로써 병원성 세균 외에 기생충 감염에 대한 안전성을 평가하고 기초자료로 제공함

### □ 조사개요

- 조사기간 : 2004. 1 ~ 2004. 12 (분기 1회)
- 조사대상 : 금정산 주변 약수터수 20개 지점(금정구 9, 동래구 6, 북구 5)
  - ▷ 금정구 : 금정, 남문입구, 무위암, 물망골, 범어사, 보광암, 불광암, 사자암, 호국사
  - ▷ 동래구 : 금병, 대덕사, 만수정, 수산대밀, 쌍학산, 청수암
  - ▷ 북 구 : 도개공, 석불사, 약수암, 하리 I, 화명

### □ 조사항목 및 방법

- 조사항목
  - ▷ 원생동물 : 지아디아 영양형 및 포낭
  - ▷ 후생동물 : 회충, 구충, 편충, 동양모양선충 등
  - ▷ 세균학적 항목 : 일반세균, 총대장균군, 분원성대장균군
  - ▷ 이화학적 항목 : pH, 탁도,  $\text{KMnO}_4$  소비량
- 조사방법
  - ▷ 기생충란 : 약수터수 20 ℓ 채수 → 0.45  $\mu\text{m}$  membrane filter로 여과 → 여과한 filter를 증류수로 세척 → 세척액과 여과 filter를 2분간 초음파 처리 및 문지르기 → 증류수로 세척 → 여과물 탈리 → 원심분리(1500 rpm) 2분 → 침전물 5 ml 이하 수집 → 현미경 검경
  - ▷ 세균학적·이화학적 항목 : 약수터수 500 ml 채수 → 먹는물수질공정시험방법에 따라 6개 항목 분석

## □ 조사결과

- 부산시 금정산 주변의 약수터 20개 지점, 총 80건의 약수터수에 대한 여과·탈리 후 현미경 검경(400×)을 실시한 결과, 20개 전 지점에서 인체 병원성인 기생충 및 충란은 불검출로 나타났다.
- 인체 비병원성인 Rhabditida, Tylenchida, Hoplolaimidae 등의 식물기생성선충류 및 유충이 전 지점에서 그림 1과 같이 검출되었고, 토양 또는 물에서 기인되는 자유유형 선충류가 그림 2와 같이 검출되었다.
- 범어사경내에서는 세균 및 다른 선충류를 잡아먹는 포식성 선충류인 Mononchida가 그림 3과 같이 검출되었고, 하리 1과 약수암에서는 그림 4와 같이 식물기생성선충 중에서 두부에서 몸통까지 전체 주름이 잡혀 있는 Criconematidae가 검출되었으며, 사자암에서는 그림 5와 같이 자충을 포함하고 있는 듯한 선충의 충란이 검출되었는데, 식물성 또는 자유유형 선충류의 충란으로 추정된다.  
자연계 내에는 약 50만종에 달하는 선충류가 존재하고 있으며 또한 무한의 미소동물들이 존재한다. 그림 6은 인체 병원성 기생충란 또는 선충류의 충란은 아니지만 충란으로 추정되는 것으로 동정이 불가능하였고, 요각류 등 미소동물들이 그림 7과 같이 검출되었다.
- 그 외 algae, 화분 및 곰팡이류가 검출되었다.
- 20개 지점, 총 80건에 대한 세균학적·이화학적 조사결과는 다음과 같이 나타났다.
  - ▷ 일반세균 : 0 ~ 680 CFU/mL로 먹는물 수질기준에 23건 부적합(부적합율 28.8 %),
  - ▷ 총대장균군 : 61건 검출(검출율 76.3 %),
  - ▷ 분원성 대장균군 : 39건 검출(검출율 48.8 %)로 나타났으며, 총대장균군 검출에서 분원성대장균군의 검출비율은 63.9 %,
  - ▷ pH : 4.6 ~ 7.3으로 6건 부적합(부적합율 7.5 %),
  - ▷ 탁도 : 0.06 ~ 3.70 NTU로 9건 부적합(부적합율 11.3 %),
  - ▷ KMnO<sub>4</sub>소비량 : 0.3 ~ 16.7 mg/L로 2건 부적합(부적합율 2.5 %)이며, 각 항목별 부적합 건수 및 부적합율은 표 1과 같고, 각 지점별·항목별 조사 결과는 표 2와 같으며, 지점별 pH 평균값은 그림 8, 지점별 탁도 평균값은 그림 9, 지점별 KMnO<sub>4</sub>소비량 평균값은 그림 10과 같다.

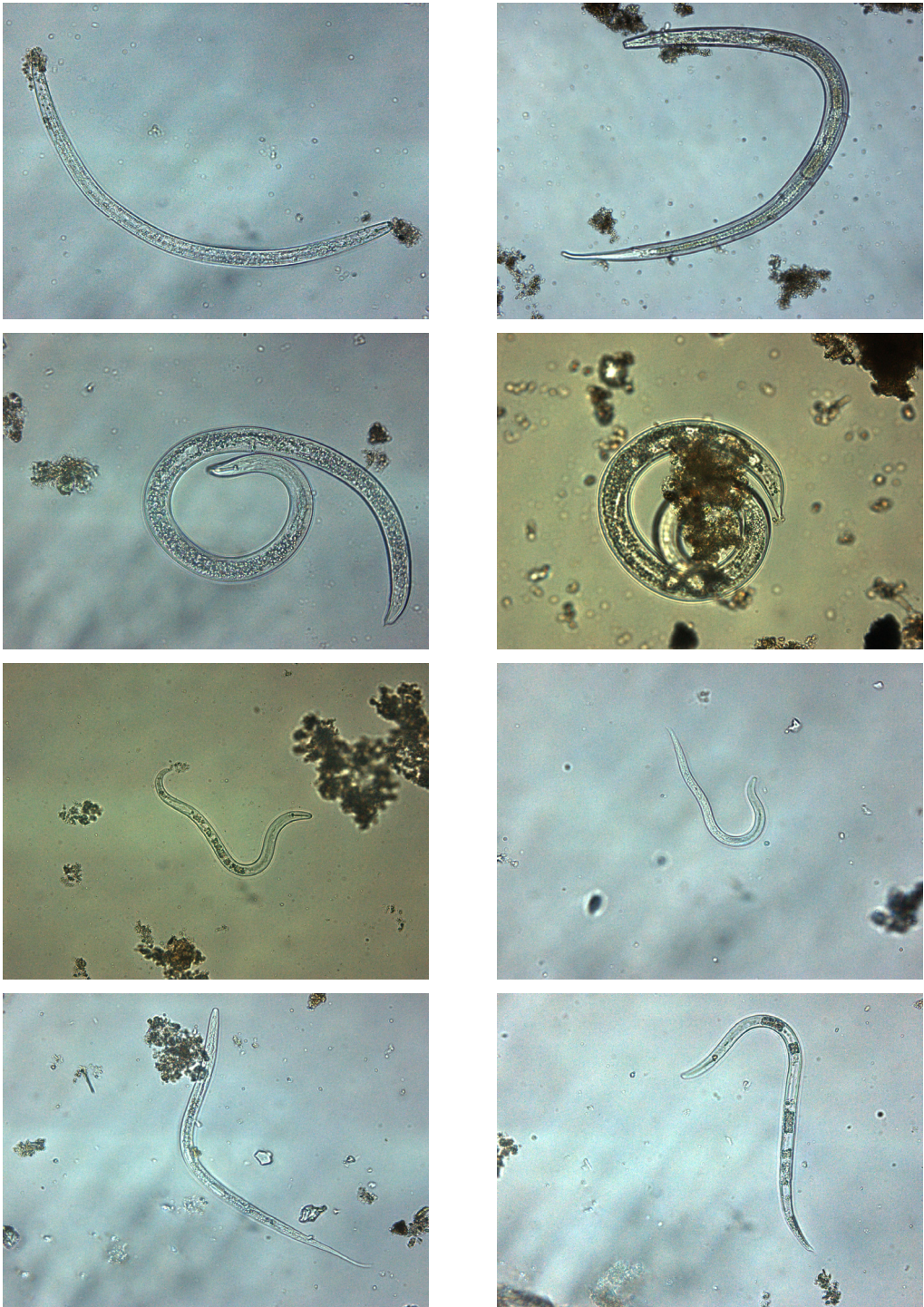


그림 1. 식물기생성선충류



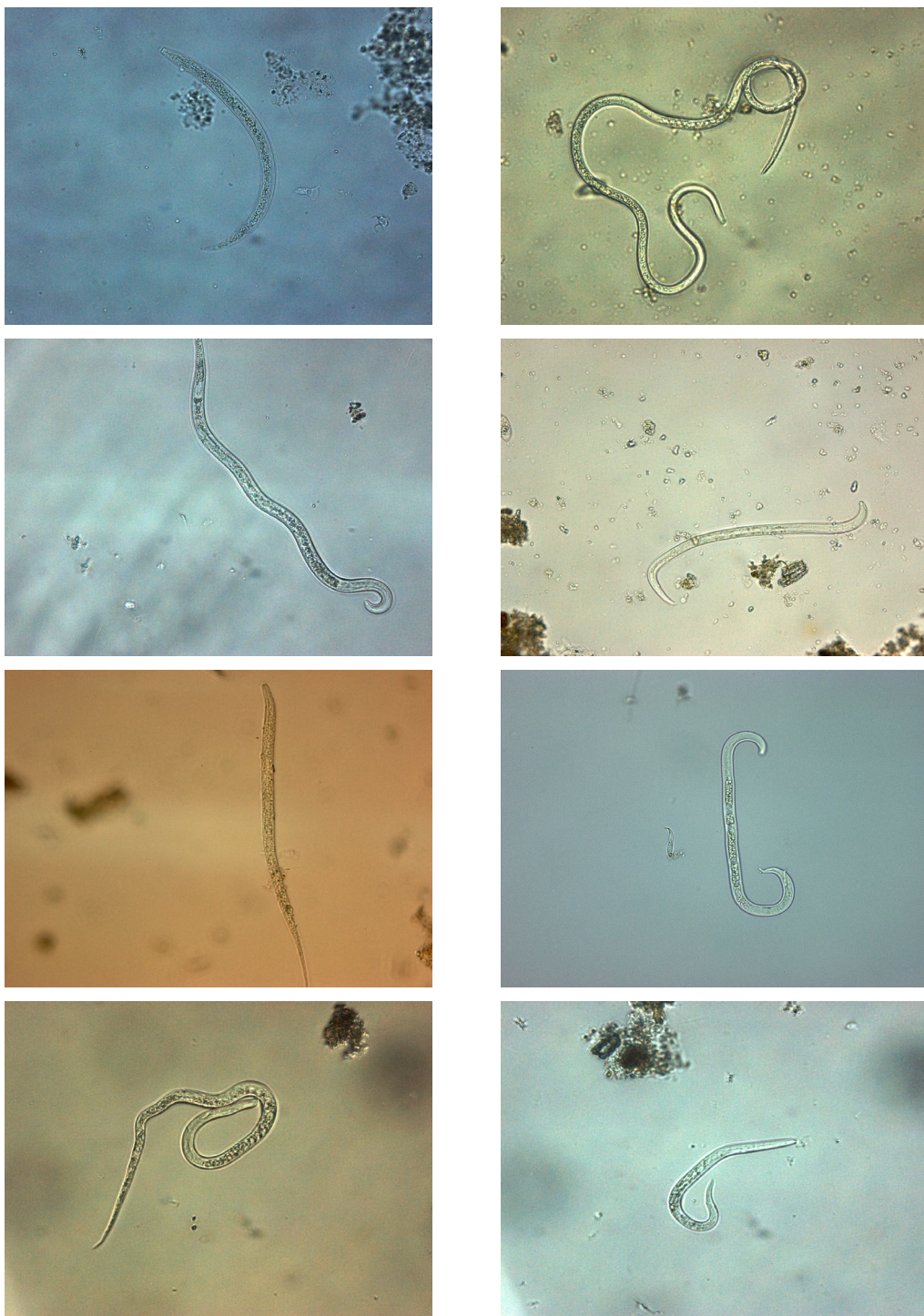


그림 2. 자유유형 선충류



그림 3. 포식성 선충류



그림 4. 환선충



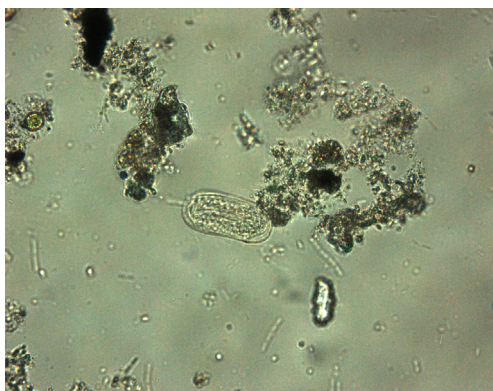


그림 5. 선충류 충란

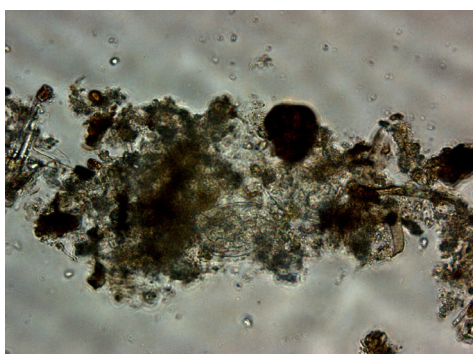
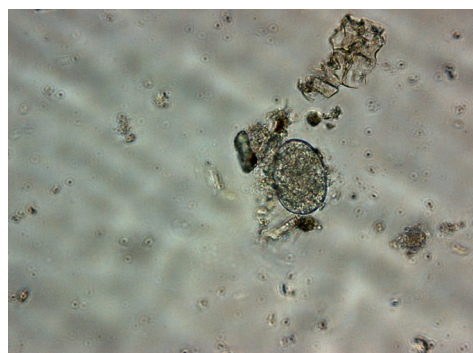


그림 6. 미동정 충란

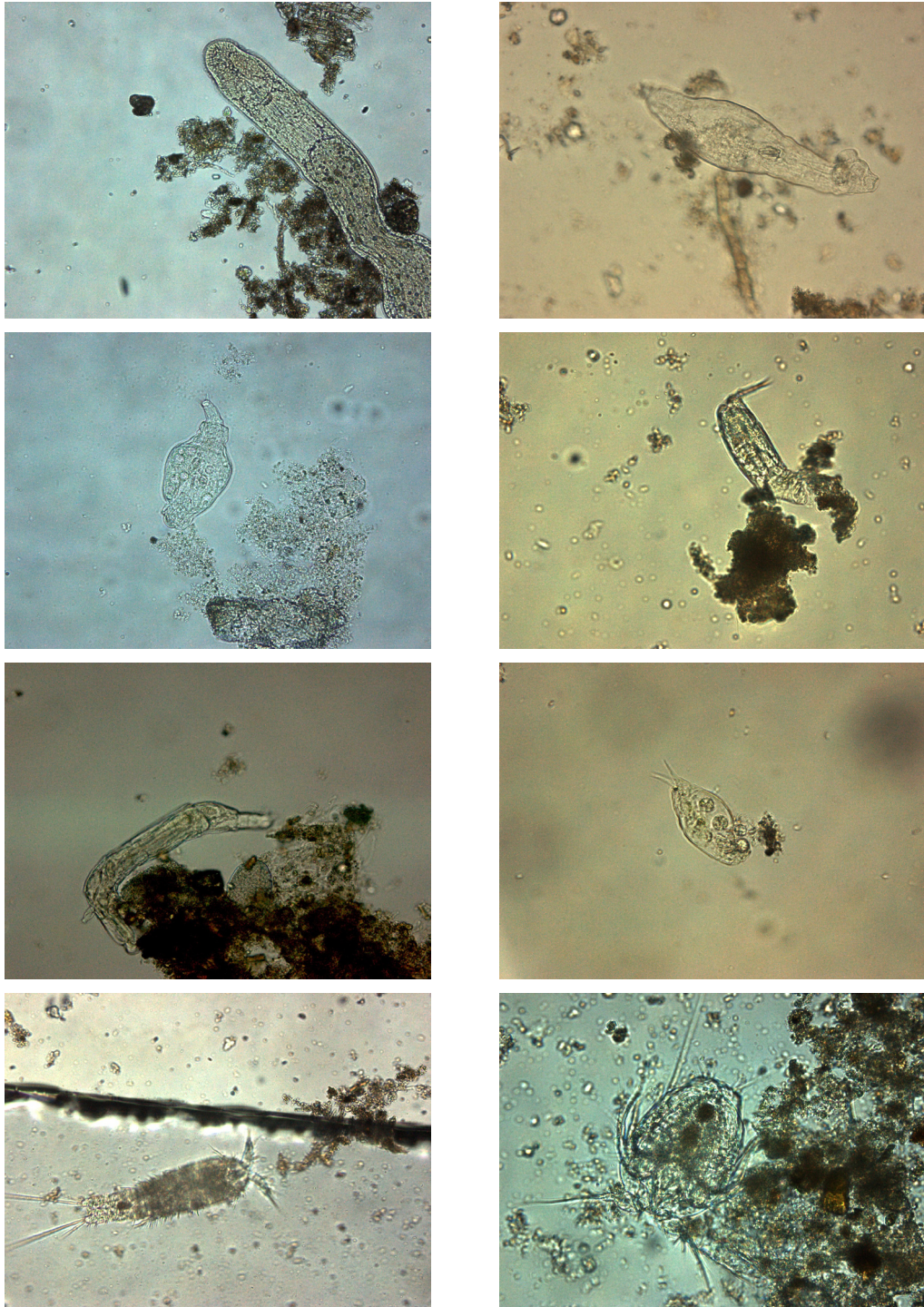


그림 7. 기타 미소동물



표 1. 각 항목별 부적합 건수 및 부적합율

구분 총 분석건수	부적합 건수(부적합율)					
	일반세균	총대장균군	분원성 대장균군	KMnO <sub>4</sub> 소비량	탁도	pH
80	23(28.8%)	61(76.3%)	39(48.8%)	2(2.5%)	9(11.3%)	6(7.5%)

표 2. 구별·지점별 세균학적·이화학적 조사결과

구별	약수터 명	분기별	pH	탁도	KMnO <sub>4</sub> 소비량	일반세균	총대장균 군	분원성 대장균군
북 구	도개공	1분기	7.2	0.90	0.6	8	N	N
		2분기	7.3	0.27	0.3	50	P	P
		3분기	7.0	0.20	0.3	11	P	P
		4분기	7.3	0.28	0.3	19	P	P
	석불사	1분기	7.0	1.03	5.4	200	P	P
		2분기	6.6	1.02	6.6	240	P	P
		3분기	6.9	3.70	16.7	390	P	P
		4분기	7.0	3.24	11.7	230	P	P
	약수암	1분기	6.2	0.40	0.3	7	N	N
		2분기	6.5	0.58	0.6	30	P	P
		3분기	6.1	0.54	1.6	25	P	P
		4분기	6.2	0.46	0.9	16	P	P
	하리1	1분기	5.0	0.33	0.3	1	N	N
		2분기	5.1	0.42	0.6	12	P	N
		3분기	4.8	0.30	0.3	0	N	N
		4분기	4.6	0.17	0.6	1	N	N
	화명	1분기	5.9	0.43	3.8	60	P	N
		2분기	6.1	0.16	1.3	200	P	P
		3분기	5.6	0.13	0.6	6	P	N
		4분기	5.7	0.14	1.6	17	P	P

※ N: 불검출, P: 검출



continued

구별	약수터명	분기별	pH	탁도	KMnO <sub>4</sub> 소비량	일반세균	총대장균 균	분원성 대장균균
금 정 구	금정	1분기	6.1	0.21	0.6	9	N	N
		2분기	6.0	0.14	0.3	4	P	N
		3분기	6.3	0.12	0.3	51	P	P
		4분기	6.4	0.10	0.3	13	P	N
	남문입구	1분기	7.2	0.50	0.3	5	P	N
		2분기	7.3	0.22	0.3	50	N	N
		3분기	7.2	0.09	0.3	31	P	N
		4분기	7.1	0.15	0.6	300	P	N
	무위암	1분기	7.0	0.09	0.9	60	P	N
		2분기	6.8	0.10	1.3	89	P	P
		3분기	7.2	0.10	0.6	760	P	P
		4분기	7.1	0.08	0.6	34	P	N
	물망골	1분기	6.5	0.29	0.3	35	P	N
		2분기	6.4	0.36	0.6	130	P	N
		3분기	6.5	0.23	0.3	98	P	P
		4분기	6.6	0.31	5.4	28	P	N
	범어사	1분기	6.8	0.33	1.6	160	P	P
		2분기	6.6	0.30	2.8	220	P	P
		3분기	7.0	0.60	3.8	440	P	P
		4분기	6.9	0.21	2.8	41	P	N
	보광암	1분기	6.0	0.29	0.6	3	N	N
		2분기	5.8	0.14	0.6	75	N	N
		3분기	6.1	0.14	0.6	25	P	P
		4분기	6.2	0.22	0.6	0	N	N
	불광사	1분기	6.6	0.10	3.8	13	P	N
		2분기	6.6	0.20	0.6	130	P	P
		3분기	6.8	0.12	0.9	110	P	P
		4분기	6.8	0.11	0.3	28	P	P
사자암	1분기	6.1	0.07	0.9	65	P	N	
	2분기	6.0	0.19	1.3	110	P	P	
	3분기	6.2	0.06	0.6	6	P	N	
	4분기	6.2	0.06	0.3	11	N	N	
호국사	1분기	6.2	0.10	1.6	4	N	N	
	2분기	6.3	0.21	1.6	13	P	P	
	3분기	6.4	0.09	1.3	210	P	P	
	4분기	6.7	0.10	0.6	24	P	P	

※ N: 불검출, P: 검출

continued

구별	약수터명	분기별	pH	탁도	KMnO <sub>4</sub> 소비량	일반세균	총대장균군	분원성 대장균군
동 래 구	금병	1분기	6.8	0.11	1.3	20	P	N
		2분기	7.1	0.15	5.4	18	P	N
		3분기	6.5	0.07	0.6	5	N	N
		4분기	6.2	0.09	0.3	60	P	P
	대덕사	1분기	7.0	0.37	0.3	62	P	N
		2분기	7.1	0.29	0.6	160	P	P
		3분기	6.9	0.37	0.9	310	P	P
		4분기	6.9	0.24	0.9	38	P	P
	만수정	1분기	6.6	0.05	0.3	10	N	N
		2분기	6.8	0.08	0.6	22	N	N
		3분기	6.5	0.07	0.9	0	N	N
		4분기	6.5	0.08	0.3	0	N	N
	수산대	1분기	7.0	0.72	3.2	150	P	P
		2분기	7.1	1.18	1.6	260	P	P
		3분기	7.0	0.28	0.3	680	P	P
		4분기	7.0	3.89	2.8	240	P	N
	쌍학산	1분기	6.8	1.72	1.6	18	N	N
		2분기	6.9	3.43	1.6	16	P	N
		3분기	6.4	1.12	1.3	6	P	P
		4분기	6.9	0.31	0.3	0	N	N
청수암	1분기	7.0	0.19	0.6	80	P	P	
	2분기	6.9	0.31	5.7	23	P	P	
	3분기	6.5	0.07	1.9	180	P	P	
	4분기	7.0	0.19	1.6	340	P	P	

※ N: 불검출, P: 검출

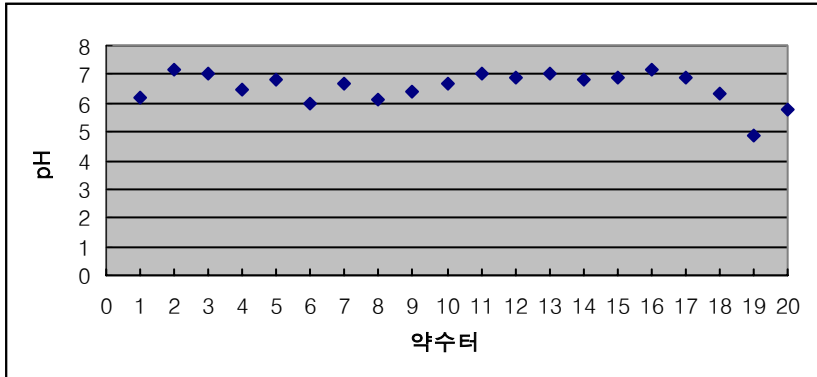


그림 8. 지점별 pH 평균값

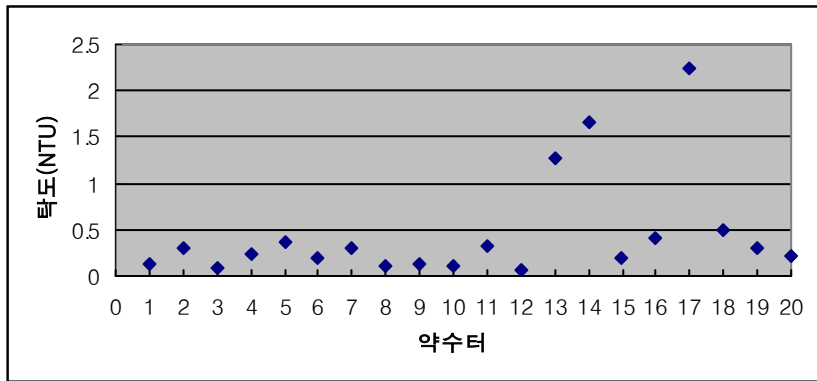


그림 9. 지점별 탁도 평균값

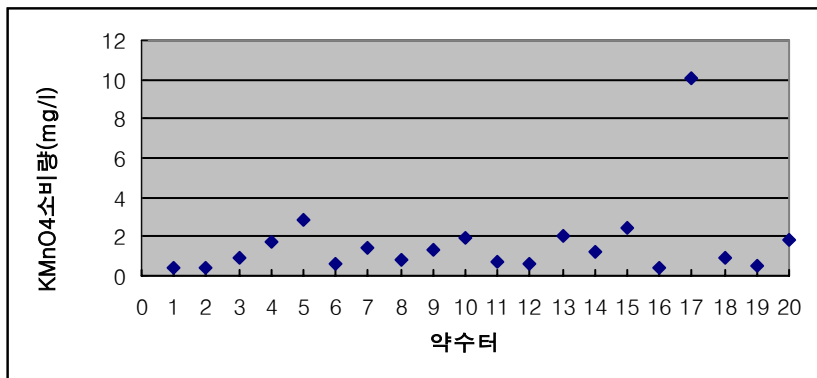


그림 10. 지점별 KMnO<sub>4</sub>소비량 평균값



## □ 결론 및 대책

- 약수터 20개 조사지점 총 80건의 약수터수에서 여과·탈리 후 현미경검정한 결과, 인체 병원성 기생충란은 불검출이었으며, 기생충학적으로는 안전한 결과를 나타내었으나, 병원성 대장균군의 높은 검출율은 장관계 병원성 세균의 존재 가능성을 나타내고 있다.
- 인체 비병원성 선충류 및 그 충란, 요각류 등 미소동물의 검출은, 약수터수에 병원성 세균이 존재한다면 그러한 병원성 세균을 대량으로 저장하여, 인체 내로 운반가능하게 할 수 있으므로, 세균학적으로 안전하지 못함을 보여주고 있다.
- 그러므로, 약수터수를 생수 그대로 마시는 것 보다는, 끓인다든지 소독이나 기타 처리를 하여, 음용하여야 할 것으로 사료된다.