

2017년도 인문자연탐사 보고서

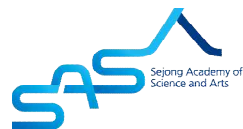
*'계룡산을 탐구하다'*

## 위치에 따른 계룡산 신원사 계곡물의 중금속 함량 및 수질 지표 조사

2017. 08. 21

서윤아, 원혜연, 송하선, 이강민

지도교사 : 고민지



**세종과학예술영재학교**

# 위치에 따른 계룡산 신원사 계곡물의 중금속 함량 및 수질 지표 조사

세종과학예술영재학교

1107 서운아, 1108 원혜연

2107 송하선, 2108 이강민

## 1. 탐사의 필요성

산업의 진취적인 발전으로 인해 각종 공해가 발생하고 이에 따라 자연환경이 오염되고 있다는 것은 우리 모두가 잘 알고 있는 사실이다. 환경오염의 종류 중 하나인 수질오염은 카드뮴 중독으로 인한 이타이이타이병과 같은 심각한 문제를 일으킬 뿐 만 아니라, 토양오염 등의 주범으로 인간에게 몹시 위협적이라고 할 수 있다. 따라서, 수질의 오염 정도를 파악해 그 대책을 강구하는 것은 필수적이라고 가히 말할 수 있을 것이다. 우리는 우리나라의 국립공원 중 하나인 계룡산 계곡물의 수질을 분석함으로써 그 수질오염 실태와 수생태계의 상태를 파악해보고자 한다.

## 2. 탐사 과정

### 가. 1일차\_계룡산 신원사 계곡물 수집

#### 1) 계곡물 수집방법

##### 가) 수집장비

- (1) 10m~20m 사이의 노끈을 준비한다.
- (2) 철사를 이용하여 노끈의 한쪽 끝에 고리를 만든다.
- (3) 이 때, 고리에 Conical Tube를 안정적으로 끼워둘 수 있도록 한다.

##### 나) 수집과정

- (1) 계곡의 하류에서 상류로 올라가며, 계곡물을 채취할 수 있는 장소를 발견하면 지도에 그 위치를 기록한다.
- (2) 상류에서부터 내려오면 기록해둔 위치에서 계곡물을 수집한다.
- (3) Conical Tube를 고리에 끼운 뒤, 계곡을 향해 던져 물을 담는다.
- (4) 채취는 유속이 빠른 곳, 느린 곳 등 여러 지점에서 하며, 한 지점에서 약 50mL 씩 2개의 샘플을 수집한다.
- (5) Conical Tube에 물을 채취한 지점에 대한 정보를 상세히 기록한다.

#### 2) 수집경로

##### 가) 신원사 입구

신원사 입구 앞의 다리 밑을 지나가는 물줄기에서 유속이 보통인 지점과 정체된 지점에서 Conical Tube에 계곡물 샘플을 각각 2개씩 채취함

나) 신원사

유속이 빠른 지점과 보통인 지점에서 Conical Tube에 계곡물 샘플을 각각 2개씩 채취함

다) 금룡암

금룡암 부근의 물줄기의 유속이 빠른 지점에서 Conical Tube에 계곡물 샘플을 2개 채취함

라) 고왕암 (1)

고왕암 부근 물줄기의 유속이 빠른 지점과 정체된 지점에서 Conical Tube에 계곡물 샘플을 각각 2개, 1개씩 채취함

마) 고왕암 (2)

고왕암 (1)에 비해 고도가 높은 곳에 위치한 물줄기의 유속이 빠른 지점과 정체된 지점에서 Conical Tube에 계곡물 샘플을 각각 2개씩 채취함

## 나. 2일차\_계곡물 분석

### 1) 중금속 분석

#### 가) 표준용액 농도 설정

위에서 본 것과 같이 지하수의 최대 허용 기준은 카드뮴, 비소, 납이 각각 0.01, 0.05, 0.1 ppm이다. 이 때 이 지하수 농도의 0.3, 0.5, 1.0, 1.5 배의 농도를 가진 용액 4개와 증류수 총 5개로 검정곡선을 그렸다. 이렇게 기준점을 설정한 이유는 계곡수의 중금속이 기준에 못 미칠 것이라는 판단과, 해당 날짜에 비가 내려 계곡수가 늘어나면서 중금속 농도가 기준치보다 낮아진 점 때문이다.

(단위:ppm)

표준용액 농도/ 최대 농도	Cd	As	Pb
0.3	0.003	0.015	0.03
0.5	0.005	0.025	0.05
1.0	0.01	0.05	0.1
1.5	0.015	0.075	0.15

표 1 검정곡선에 사용한 표준용액의 농도

#### 나) 시료 전처리 방법 비교

우리 조는 결과적으로 filtering만 하여 전처리를 완료하였는데, 왜냐하면 이미 농도가 0.05ppm이라 ICP-AES의 정밀한 측정범위인 0.1ppm보다 이미 작기 때문에 농도가 더 작아지면 유의미한 데이터가 나오지 않을 것으로 예상되었기 때문이다.

	장점	단점
filtering	속도가 빠르다	계곡수 내 유기물이 그대로 존재하여 이 부분의 중금속을 고려할 수 없다.
질산	계곡수 내 유기물도 측정할 수 있다.	중금속의 농도가 너무 작아져 측정이 불가능해질 수도 있다.

표 2 전처리 방법에 따른 장단점

## 2) 수질 지표 분석

- 가) PASCO의 Advanced Water Quality Sensor를 이용하여 수집한 계곡물의 DO, pH, 전기전도도를 측정하는 것이 목적이다.
- 나) PASCO 인터페이스를 노트북에 연결한 뒤 센서를 인터페이스와 연결한다.
- 다) 수집한 계곡물 샘플의 일부(15mL)를 덜어낸다.
- 라) 덜어낸 샘플에 차례로 DO 측정센서, 전기전도도 측정 센서, pH 측정 센서를 담가 해당 수치를 측정하여 기록한다.
- 마) 사용한 센서는 증류수에 담가 5분간 세척한다.
- 바) 다음 계곡물 샘플을 분석한다.



그림 2 데이터 수집

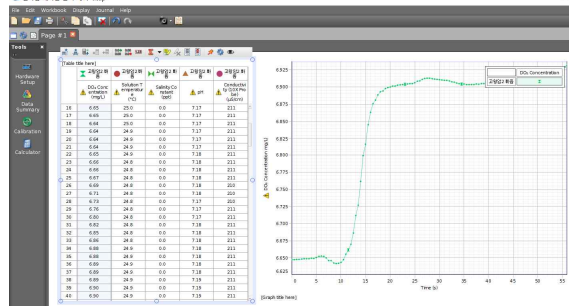


그림 3 측정된 데이터 처리

## 3. 탐구 결과

### 가. 계곡물 수집 결과

신원사 입구, 신원사, 금룡암, 고왕암 1, 고왕암 2 순으로 고도가 높아졌으며, 각 위치마다 유속에 따라 시료를 수집하였다.

위치	빠름	보통	느림
신원사 입구		○	○
신원사	○	○	
금룡암	○		
고왕암 1	○		○
고왕암 2	○		○

표 3 채수지점, 유속에 따른 시료 수집 여부

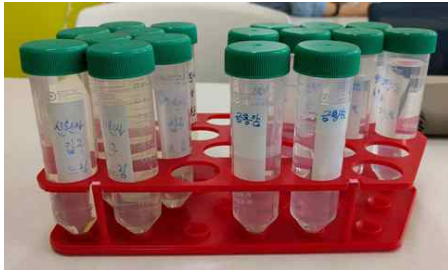


그림 4 수집한 시료

## 나. 중금속 분석 결과

(단위:ppm)

채수 지점	Cd	As	Pb
수돗물	0.0014	0.0125	0.0183
고왕암 2	0.0015	0.0239	0.0184
고왕암 1	0.0016	0.0197	0.0157
금룡암	0.0021	0.0334	0.0187
신원사	0.0017	0.0288	0.0162
신원사 입구	0.0017	0.0241	0.0166

표 4 중금속 농도 분석 결과

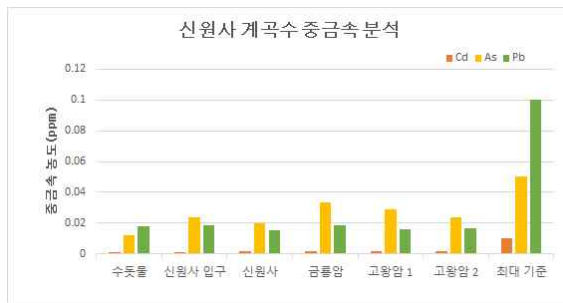


그림 5 채수지점에 따른 중금속 농도

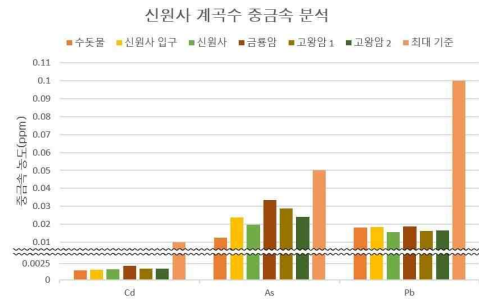


그림 6 중금속 종류별 농도

해당 데이터에서 보면 모든 지점에서 계곡수의 중금속 농도가 기준치 미만임을 볼 수 있다. 또한 금룡암에서 농도가 중금속의 농도가 가장 높은 것으로 나왔는데, 이 이유는 바로 옆에 사람들이 살고 있는 지역이기 때문이라고 생각된다. 또한 하류로 갈수록 중금속의 농도가 높아질 것으로 예상하였는데, 위치와 중금속의 농도가 독립적인 것으로 보아 자연 정화 능력, 물의 합쳐짐에 따른 농도의 변화 등 다양한 요인에 따라 농도가 변하는 것으로 생각된다.

#### 다. 수질 지표 분석 결과

장소	유속	용존산소량 (mg/L)	pH	전기전도도 ( $\mu$ S/cm)
신원사 입구	보통	6.89	7.35	68
	느림	7.00	7.21	76
신원사	빠름	6.90	7.37	138
	보통	6.94	7.27	69
금룡암	빠름	6.97	7.35	70
고왕암 1	빠름	6.90	7.31	55
	느림	6.89	7.30	95
고왕암 2	빠름	6.87	7.31	61
	느림	6.91	7.34	57
수돗물	-	6.66	7.11	490

표 5 수질 지표 분석 결과

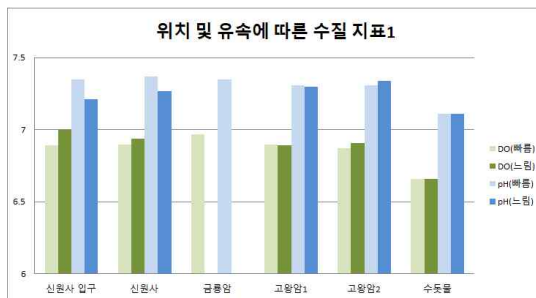


그림 7 수질 지표 분석 결과 (DO, pH)

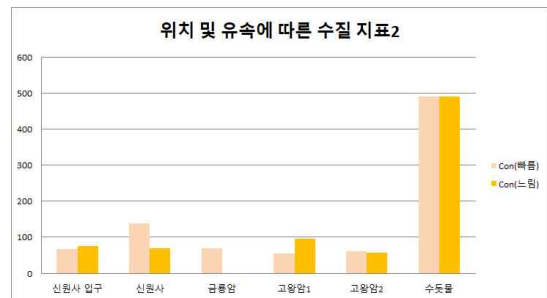


그림 8 수질 지표 분석 결과 (전기전도도)

## 4. 결론 및 제언

### 가. 결론

#### 1) 측정치의 경향성

가) 탐사 전에 예상했던 것과 달리, 채수지점의 높이에 따른 측정치의 경향성은 명확히 드러나지 않았다. 산의 아랫부분에 대한 데이터밖에 얻지 못한 것이 원인으로 생각된다.

나) 같은 위치에서는 유속이 느린 곳이 용존산소량은 많았고, pH는 낮았다.

#### 2) 계곡물의 수질

가) 중금속의 농도는 지하수의 허용기준치보다 작으므로 안전하다고 할 수 있다.

나) 용존산소량은 약 7로, 생물이 살기 적합한 환경이라고 할 수 있다.

(국가수자원관리종합정보시스템 자료 기준 5 이상 좋음, 7.5 이상 매우 좋음)

다) 계곡물의 pH는 수돗물에 비해 다소 높았고, 전기 전도도는 낮았다. 이는 계곡물 속의 용존 물질과 콜로이드 물질의 양이 적어 생물이 살기에 적합함을 의미한다.

라) 계룡산의 계곡은 청정하며, 계룡산 생태계는 건강하다는 것을 확인할 수 있다.

## 나. 제언

### 1) 탐사의 한계

#### 가) 데이터의 부족

기상상황으로 인해 산의 정상부분은 조사하지 못하였다. 또한 계곡물뿐만 아니라 계곡 주변의 흙도 조사하려 하였으나, 험한 지형으로 인해 계곡에 인접한 흙은 채취할 수 없었다. 또한 유속에 대한 정확한 데이터를 얻을 수 없었다.

#### 나) 측정결과의 오차

현장에서 직접 측정하지 않고, 샘플을 학교로 가져와 분석했기 때문에 용존산소량 등의 측정결과에 오차가 발생했을 것이다. 또한 탐사 시간 동안 내린 비로 인해 계곡물이 희석되어 오차가 발생했을 것이다.

#### 다) 계곡에 대한 정보 부족

수집한 물이 어디서 흘러들어와서 어디로 흘러가는지 등 계곡에 대한 정보가 부족하였다. 단순히 고도만을 볼 것이 아니라 물의 흐름을 고려해야 하는데 그렇게 하지 못하였다.

### 2) 개선방안

#### 가) 산의 윗부분도 조사한다.

#### 나) 홍수기와 갈수기에 따른 수질을 조사한다.

#### 다) DO 등을 현장에서 직접 측정한다.

#### 라) 장비를 동원하여 유속을 정확히 측정한다.

#### 마) 계곡물의 흐름을 정확히 이해하여 조사할 위치를 선정한다.

## 5. 활동 후기

서윤아: 인문자연탐사기간과 이를 준비하는 시간 동안 우리나라 국립공원 중 하나인 계룡산과 그 지형에 대해 조사하는 과정에서 지리적인 감각을 키울 수 있었고, 자연 속에서 직접 시료를 채취함으로써 시료를 채취하는 방법 등에 대해 배울 수 있었다. 또한, 첨단기기로 시료를 분석한 결과를 이용해 유의미한 결론을 도출해내는 과정을 통해 여러 가지를 배울 수 있었다. 다만, 예기치 못한 기상상황, 시료 분석까지의 소요시간 등의 변수로 인해 시료 분석에 있어서 측정의 정확성이 다소 떨어져 대략적인 결론을 내릴 수밖에 없었다는 점이 아쉬웠지만, 이와 같은 어려움을 극복하는 과정에서도 많은 것을 배울 수 있었던 이번 인문자연탐사 기간은 더없이 보람찬 시간이었다.

원혜연: 이번 인문자연탐사를 통해 자연 속에서 이에 대해 직접 탐구해 보면서 자연의 대단함을 알게 됨과 동시에 성취감을 느꼈다. 물론 계속해서 비가 내리고 그치기를 반복하는 좋지 않은 기상상황에서 등산과 탐구를 진행한다는 것이 힘들기는 했지만 그 비로인해 오히려 더 운치 있는 경관을 자아내는 계룡산의 모습에 저절로 감탄사가 나오게 되었다. 물론 이번 탐구에서 비 때문에 탐사한 범위가 좁았고, 결과의 정확도가 제대로 나오지 않을 수도 있었던 것처럼 부족한 점도 많고 어려운 점도 많았지만 이런 점에도 불구하고 계획했던 탐사를 다 끝내고 나니 뿌듯함과 함께 여러 가지를 느낄 수 있었던 계기가

된 것 같다.

이강민: 직접 답사를 통해 데이터를 추출할 시료를 수집하면서 기존에 실험실 내에서 모든 것이 이루어지는 수업과 차별성을 느낌. 실험에서 일상적으로 사용하는 시료에 대하여 고민해보게 됨. 또한 시료 채취 시 사전답사를 진행하지 않아 일정한 기준-예로 들어 계곡수가 흘러온 거리나 강에서의 위치, 유속 등-에 따라 시료를 채취한 것이 아니라 무작정 최대한 많이 채취하고자 한 점이 아쉬움. 또한 폭우라는 예상하지 못한 환경 변화에 만나 주제에 대한 고민을 다시 하게 되었지만 결국 계속 하자는 결정을 하면서 주제를 다시 한 번 고민하게 되었고, 이런 고민 덕분에 데이터가 아쉬웠지만 후회를 하지 않을 수 있었음.

송하선: 여러 가지 제한된 조건으로 인해 다소 엉성한 조사를 할 수밖에 없었던 점이 아쉽지만, 처음부터 끝까지 스스로 탐사를 계획하고 진행하는 과정에서, 수업 때 배운 내용을 활용하는 것을 넘어서서 새로운 것들을 배울 수 있었다. 이미 학교에서 준비된 시료를 분석하는 것이 아닌, 내가 직접 도구를 만들고 산에 오르며 시료를 수집하고 분석하고 그 결과를 처리하는 과정에서, 시료를 수집할 때 유의해야 할 점 등을 배웠다. 예상치 못한 강우로 인해 정확한 데이터를 얻기 어렵긴 했지만, 이를 해결하고자 하는 과정에서 다른 지표들도 조사하자는 생각을 하고 이를 실행하는 과정에서 수질을 평가하는 기준에 대해 더 많은 내용을 배울 수 있었다. 그 뒤에는 얻어진 데이터를 해석하기 위해 수질관리기준 및 각종 선행연구를 조사하며 하천에 대한 이해를 넓힐 수 있었다.

## 6. 참고 문헌

- ▶ 국가수자원관리종합정보시스템 (WAMIS)
- ▶ 수질분석, 하천의 물리적 환경분석 (서울대학교 생물교육과)
- ▶ 한국 국립공원 자연생태계 건강성 모니터링 및 평가에 관한 연구 (오장근, 김종완, 원혁재, 정승준, 신용석, 명현호)
- ▶ 경안천의 중금속 분포 (이동석, 박갑성)