

2017년도 인문자연탐사 보고서

‘제철산을 찾구하다’

수통골의 유속과 수온 상관성 조사를 기반으로 한 물고기 서식 분포 예측

2017. 08. 21

이유환, 이주호, 양현규, 이률
지도교사 : 김정화

수통골의 유속과 수온 상관성 조사를 기반으로 한 물고기 서식 분포 예측

세종과학예술영재학교
1608 이유환, 1609 이주호
2608 양현규, 2609 이를

1. 탐사의 필요성

가. 탐사 동기 및 Main Reference

< 자연 하천에서의 유속과 수온의 상관성 조사 >
: 이현석, 이근상, 김영성, 양재린

자연하천에서의 유속과 수온의 상관성 조사
Investigation of correlation between Water Velocity
and Water Temperature at a Natural River

이현석*, 이근상**, 김영성***, 양재린****
Hyun-Seok Lee, Geun-Sang Lee, Young-Sung Kim, Jee-Rheen Yang

요지
본 연구는 자연하천에서의 수온과 유속과의 상관성을 조사하고 이를 바탕으로 기후변화에 따른 환경 및 분포를 시사하였다. 강계별 연구수온은 도출하고 이를 바탕으로 이를 활용하는 계절별 유속 및 분포를 시사하였다. 1) 서식지별 수온은 시간 단위로 관측기간 내내 경기강과 노면강을 시사하였다. 2) 계절별 유속 관측: 하천에서의 계절별 유속은 강수가 있고 계절변화가 발생하지 않으면 그 차이가 크게 없으므로 날씨가 좋았던 현장조사 기간 중에는 시간을 고려하지 않은 각 계절별 유속을 측정하였다. 3) 자료 분석: 최근 수온과 유속과 분석방법 수온과 유속과 유사한 결과를 확보하였다. 4) 분포 특징: 대표기밀역사와 서식지별 유속과 유온의 연관성을 분석하였다.

본 연구에서 제안한 수법을 현장에서 활용하기 위해서는 수도 분포의 주기로 볼 수 있는 1년간의 시기별 조사 및 서식환경에 따라 다른 계절에서의 어떤 서식지별 분포를 시 하천수온은 하천유량 및 하천수온과 함께 주로 일자로만 활용되었다. 이런 데서는 하천에서의 수온의 중요성은 더 이상 언급할 필요도 없다. 하지만 그림에서도 볼수하고 하천에서의 수온을 절대관측 하거나 모니터링을 실시하여 분석의 범주를 넓힐 수 있는 중장기 예측에 비해 많지 않다.

본 연구는 하천 수온과 유속을 조사하고 이를 바탕으로 기후변화에 따른 환경 및 분포를 시사하였다. 1) 서식지별 수온은 시간 단위로 관측기간 내부 다른 Pool과 Glide를 비교해 각 계절별 유속을 조사한 결과, 계절별 유속은 강수와 유속과 유온의 연관성을 시사하였다. 2) 계절별 유속은 각 계절별 유속과 유온을 활용한 영상을 분석하면 물류 경로를 하지 않고서도 수온과 깊고 유속은 각각 다른 '물고기서식지'를 구분할 수 있는 방법을 제시할 수 있다고 생각하게 되었다.

* 정희원 한국수자원공사 국가수질원무관 E-mail : leehj2004@water.or.kr
** 정희원 한국수자원공사 국가수질원무관 학생연무관 E-mail : leejp@water.or.kr
*** 정희원 한국수자원공사 국가수질원무관 학생연무관 E-mail : yskim@water.or.kr
**** 정희원 한국수자원공사 국가수질원무관 학생연무관 E-mail : jangj@water.or.kr

- 위 논문은 자연하천에서의 유속과 수온의 상관성 조사를 통하여 그래프 값으로 일반화 하는 것에 집중을 하였다. 또한 외관상으로는 구별하기 어렵지만 유속으로 구별을 할 수 있는 서로 다른 서식지인 pool과 glide를 구별하는 것에 초점을 두고 연구를 하였다. 즉 열적외선으로만 분석하여 수온을 통하여 유속을 예측하고, 유속을 통한 서식지 구별을 목표로 연구한 논문이다.

나. 우리 조의 연구 동기 및 목표

하천 생태계는 하천의 수온, 용존 산소량, 유속 등의 기본적인 환경 조건을 바탕으로 한 다양한 수생생물들의 서식 분포 및 비율 등으로 확인할 수 있다. 따라서 하천 생태계를 파악하기 위해서는 수생생물들의 서식 분포를 확인하며 지표생물의 존재성을 확인하는 등의 조사 또한 가능하겠지만, 근본적으로는 이러한 생물들이 살아갈 수 있는 하천의 환경이 조성되었는지를 먼저 파악할 수 있어야 한다. 우리는 계룡산의 수통골 방면 하천의 수온과 유속을 측정함으로서 계룡산 하천의 생태 환경을 파악하고, 더 나아가 수온과 유속의 상관관

계에 대해 main reference를 검증하고 확인하며 그 관계성을 통해 수온이나 유속 중 하나의 지표를 통해 다른 지표값까지 예측할 수 있는 것을 목표로 한다. 또한 이 연구가 성공적으로 진행된다면, 연구 결과에 기반을 두고 수생생물인 물고기의 서식 분포까지 예측할 수 있을 것으로 기대한다.

2. 탐사 과정

가. 탐사 진행의 흐름

1) 사전 답사 및 탐사 포인트 선정

첫째 날, 우리는 우선 수통골을 따라 올라가면서 우리가 측정할만한 장소들을 살펴보았다. 우리가 유속을 측정하고 원활하게 수온을 재기 위해서는 다양한 환경의 포인트를 설정하되, 돌이 매우 많지는 않고, 우리가 직접 들어가기 어려운 포인트들은 제외시켜야 했다.

우리가 두 시간에 걸쳐 수통골의 계곡을 살펴본 결과 우리는 다양한 지점에서 4군데의 포인트를 설정하여 다음날 탐사하기로 하였다.

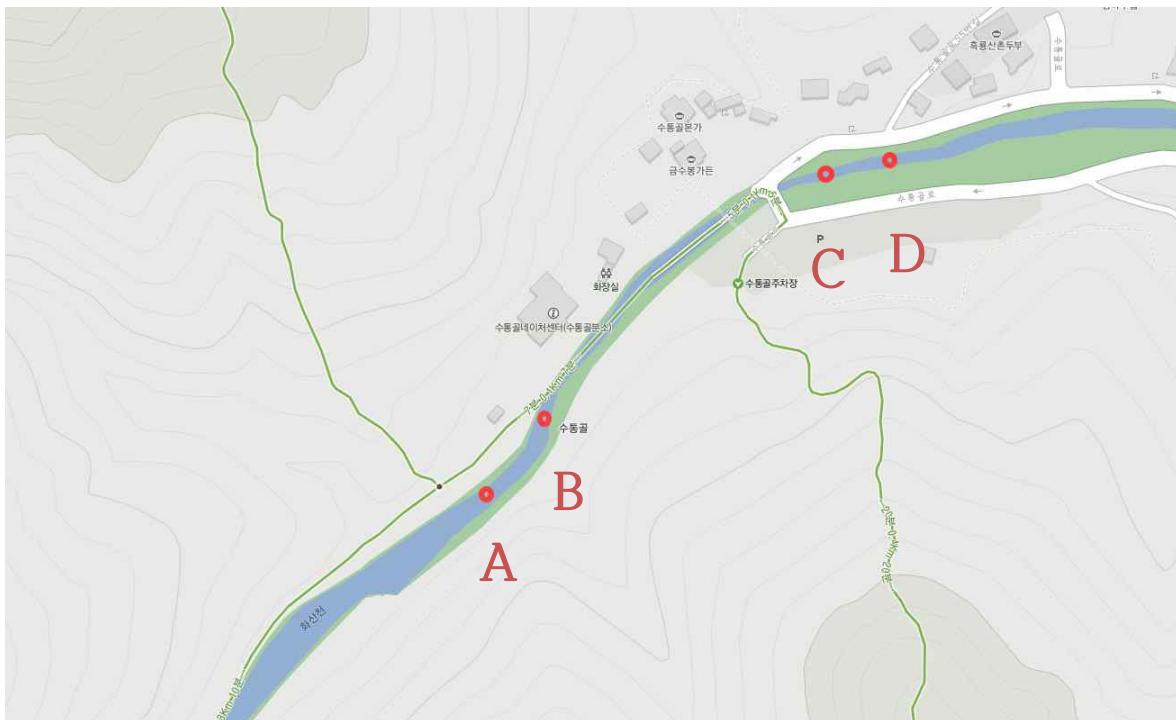
2) 계곡의 수온 측정

우리는 우선 2가지의 온도계를 사용하여 물의 온도를 측정하려고 시도하였다. 첫 번째는 디지털 탐침 온도계였고, 두 번째는 적외선 온도계였다. 직접 하천에서 수온 측정을 해본 결과, 적외선 온도계를 사용하여 물의 온도를 재면 햇빛에 의해 물 표면의 온도가 올라간 것 때문에 결과 값이 부정확하게 나오므로, 온도를 재는 것은 디지털 탐침 온도계가 더 적합하다고 판단하였다. 온도 측정 시에는 반복하여 같은 디지털 탐침 온도계(써미트 SDT8Q)를 계속 사용하였다. 햇빛에 의한 물 표면의 가열에 영향을 받지 않기 위해 수온 측정 시에는 수면으로부터 10cm 아래까지 탐침을 넣어 수온을 측정하였고, 일정한 시간간격을 두고 5번씩 측정하여 평균값을 측정하였다.

3) 계곡의 유속 측정

우리는 유속 측정기를 사용하지 않고 주변에서 쉽게 구할 수 있는 제품인 빈 페트병을 이용하여 유속을 측정하려고 시도하였다. 우리는 두 지점을 설정하고 두 지점 간 거리를 측정한 후 위 지점에서 페트병을 떠내려 보내서 아래 지점까지 도달하는 시간을 측정하였다. 하지만 우리가 여기서 측정한 속력은 표충수였고, 페트병을 이용하였기 때문에 바람의 영향을 받을 가능성이 높았다. 따라서 유속 측정을 할 때엔 최대한 바람이 적게 부는 때에 페트병을 떠내려보내는 것으로 하였다. 이를 10번씩 반복실험하면서 평균 유속을 구하였다.

나. 유속 측정 지점



A.



B.



C.



D.



장소 선정의 기준은 접근성이 좋은 곳, 즉 우리가 내려가서 유속 측정을 할 수 있는 곳으로 선정하였다. 따라서 수심이 매우 깊은 곳, 출입 금지 및 수영 금지구역, 등산로에서 하천으로 내려가는 계단이 없는 곳 등은 자연적으로 배제되었고, 따라서 위의 4개 구

역이 측정 장소로 선정되었다. 수온 및 유속의 측정은 기후 상황에서도 크게 차이가 나기 때문에 우리는 기상상황이 양호한 날(8월 23일)에 측정을 실시하였다. 전날 비가 많이 와 유량이 어느 정도 불어난 것을 감안하였으며, 수온 값에 큰 차이가 있음을 우려하여 기온 및 수온이 최고조에 달하는 1~3시경을 피해 조사를 실시하였다.

3. 탐구 결과

가. 수온 및 유속 측정

수통골의 하천은 강의 상류에 해당하는 부분으로서, 범위가 매우 작고 유속 또한 국소적인 위치에 따라서도 천차만별이므로 유속을 어디서 어떤 경로로 측정하는가가 결과값을 크게 좌우할 수 있다. 따라서 측정 방식은 위의 유속 측정방식대로 측정을 하되 페트병을 물살의 중심 즉, 물의 흐름이 가장 빠른 곳에 위치하여 그 흐름을 타고 내려가는 시간으로 하였다.

또한 전체 하천에 비해 국소적인 범위에 대해서 측정을 진행하므로, 각 구간의 길이를 줄자를 사용하여 측정하였다.

1) 장소 A

장소 A의 하천 구간 길이는 약 6m이다. 물살은 아래 사진에 표시된 화살표의 방향대로 흘러가며, 시작점 위치에서 물살이 제일 센 곳에 페트병을 위치하는 것으로 하였다. 시작점의 수온은 20.2°C, 끝점의 수온은 20.3°C였다. 유속 측정은 총 10회 실시하였다.



회수	시간(s)
1	15.56
2	12.92
3	14.38
4	13.24
5	12.67
6	15.90
7	11.41
8	14.59
9	14.47
10	13.73

총 10회의 유속 측정 결과, 이의 평균은 13.89(s) 이었다. 구간의 길이는 6m이므로 그 유속은 0.4321(m/s)가 나왔다.

2) 장소 B

장소 B의 하천 구간 길이는 약 6.75m이다. 물살은 아래 사진에 표시된 화살표의 방향대로 흘러가며, 시작점 위치에서 물살이 제일 센 곳에 페트병을 위치하는 것으로 하였다. 시작점의 수온은 20.9°C, 끝점의 수온은 20.8°C였다. 유속 측정은 총 10회 실시하였다.



회수	시간(s)
1	17.95
2	17.66
3	20.44
4	15.79
5	16.52
6	19.27
7	17.33
8	18.87
9	22.06
10	16.23

총 10회의 유속 측정 결과, 이의 평균은 18.21(s) 이었다. 구간의 길이는 6.75m이므로 그 유속은 0.3706(m/s)가 나왔다.

3) 장소 C

장소 C의 하천 구간 길이는 약 9m이다. 물살은 아래 사진에 표시된 화살표의 방향대로 흘러가며, 시작점 위치에서 물살이 제일 센 곳에 페트병을 위치하는 것으로 하였다. 시작점의 수온은 21.3°C, 끝점의 수온은 21.3°C였다. 유속 측정은 총 10회 실시하였다.



회수	시간(s)
1	44.71
2	33.59
3	50.14
4	53.01
5	40.21
6	37.08
7	32.30
8	46.13
9	36.96
10	47.02

총 10회의 유속 측정 결과, 이의 평균은 42.12(s) 이었다. 구간의 길이는 9m이므로 그 유속은 0.2137(m/s)가 나왔다.

4) 장소 D

장소 D의 하천 구간 길이는 약 5.75m이다. 물살은 아래 사진에 표시된 화살표의 방향대로 흘러가며, 시작점 위치에서 물살이 제일 센 곳에 페트병을 위치하는 것으로 하였다. 시작점의 수온은 20.9°C, 끝점의 수온은 20.9°C였다. 유속 측정은 총 10회 실시하였다.



회수	시간(s)
1	17.68
2	15.82
3	14.07
4	19.28
5	17.51
6	16.24
7	17.19
8	18.94
9	15.02
10	15.88

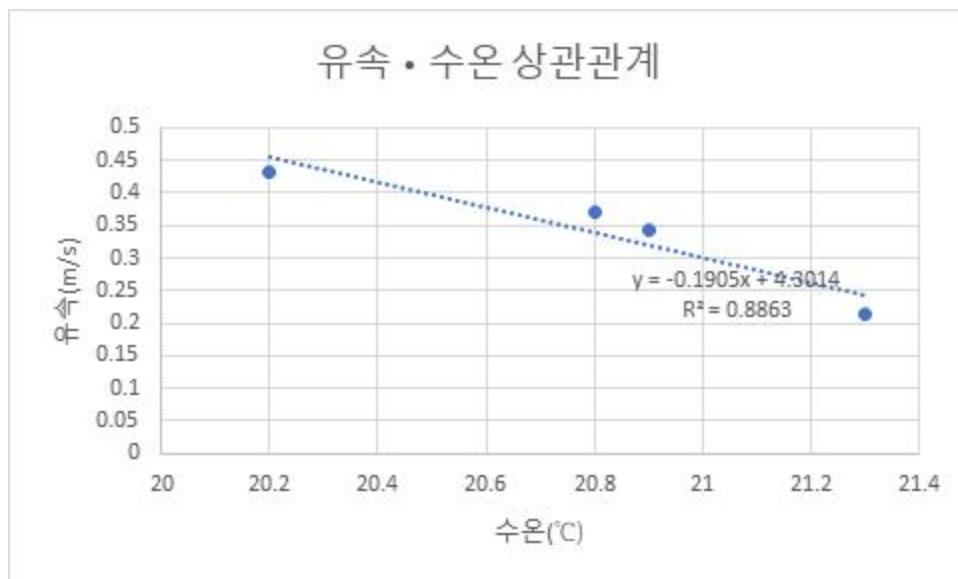
총 10회의 유속 측정 결과, 이의 평균은 16.76(s) 이었다. 구간의 길이는 5.75m이므로 그 유속은 0.3430(m/s)가 나왔다.

나. 수온과 유속의 상관관계 분석

위에서 얻은 유속 측정값과 수온을 정리하면 아래 표와 같다.

	장소 A	장소 B	장소 C	장소 D
유속(m/s)	0.4321	0.3706	0.2137	0.3430
수온(°C)	20.2	20.8	21.3	20.9

이 연구의 목적은 수온과 유속의 관계성을 알아보고자 하는 것이다. 따라서 이를 바탕으로 유속과 수온의 상관관계를 알아보기 위해 유속•수온 그래프를 그려 값의 추세를 알아보기로 하였다. 그래프는 엑셀을 이용하여 그렸다.

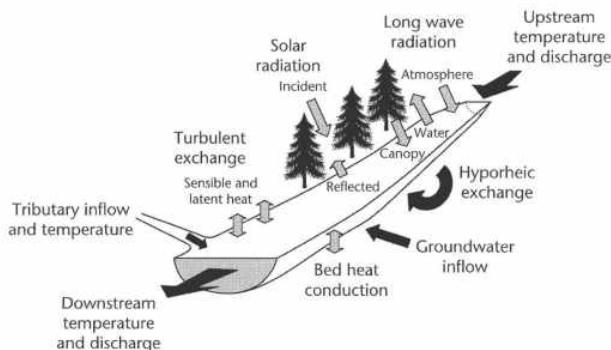


해당 그래프의 각 점은 각 장소 A, B, C, D의 평균유속값과 각 장소의 수온을 나타낸다. 그래프 상의 점선은 네 지점의 Data 추세선이며, 그 관계식 또한 표 안에 나타내었다. R^2 값은 0.8863으로 매우 정확하다 보기는 힘드나, 측정과정상의 오차 등을 고려하면 무의미한 데이터값은 아님을 알 수 있다. 결과적으로 그래프를 통해서 유속과 수온은 반비례하며, 강 상류에서도 유속과 수온의 관계성이 Main reference의 경우와 동일한 경향성을 보임을 확인하였다.

4. 결론 및 제언

가. 결론

결론적으로, 본 연구는 위에 기술한 바와 같이 유속과 수온의 상관성에 대한 관계성을 제시하였다. 본 연구의 결과에 따르면, 유속과 수온은 반비례의 관계를 보인다. 즉, 유속이 빠르면 수온이 낮고, 유속이 느리면 수온이 높은 경향성을 보인다. 이는 Main reference에서 제시한 결과와도 동일한 경향성이다.



<그림 2-1> 하천의 수온을 조절하는 요인(Moore et al., 2005)

위 그림은 하천의 수온을 조절하는 요인들에 대해 나타낸 그림이다. 이를 바탕으로 우리의 연구 결과를 해석하면, 하천의 유속이 낮으면 낮을수록 오랫동안 햇빛을 받게 되면서 하천의 물이 가열된 것으로 해석된다.

또한 일반적으로, 하천의 하류로 내려갈수록 하천이 받은 열에너지가 누적되며 온도가 높아질 것이기에 본 연구 결과에서 하류로 내려갈수록 온도가 높았던 결과 또한 설명할 수 있다. 다만 장소 D의 경우 우리가 선정할 장소 중 제일 하류에 위치함에도 불구하고 온도가 C보다 낮았던 것은, C~D 사이의 구간에서 열교환에 이득을 보았기 때문이라고 추측한다.

나. 본 연구의 활용 방안

본 연구는 수온이나 유속 중 한 가지 지표만 가지고도 다른 하나의 지표 또한 유추할 수 있도록 제시한 것에 가치가 있으며, 추세선을 통해 이의 정량적인 수식까지 제시하였다. 이 연구 결과는 쉽게 측정하기 어려운 구간 유속의 값과 분포를 쉽게 알아낼 수 있게 하는 데에 도움이 될 수 있다.

유속과 수온은 수생식물의 생장 및 서식 조건에 매우 중요한 요소이다. 수온의 경우, 어류의 최적 생활 수온과 같은 것 만 보더라도 생물의 생명유지에 크게 영향을 끼침을 알 수 있다. 수온이 어류의 최적 생활 수온의 범위보다 높거나 낮아지게 된다면, 어류는 생명유지를 위해 과도한 에너지를 항상성 유지에 사용해야 하며, 따라서 생리 활성 등의 저하 및 성장 둔화, 심할 경우 집단 폐사에 이를 수 있다. 또한, 수온은 오염물질의 용해도 및 각 물질간의 반응성에도 수온이 매우 중요한 요소로 작용하며, 특히 용존산소량(DO)의 포화 농도에도 영향을 미친다.

또한 유속의 경우, 역시 수생태계에 중요한 역할을 하는데, 녹조 및 각종 영양염류의 생장 여부 뿐 아니라 물의 흐름 정도에 따라 수생생물들의 스트레스 및 항상성 유지에 사용하는 에너지가 달라지게 되므로 유속 또한 상당히 중요한 지표임을 알 수 있다. 아래의 참고 논문을 인용하면, 유속이 0.3m/s 이상일 경우 조류 성장이 상당히 저해된다고 이야기 하며, 반면 유속이 낮으며 각종 영양염류들의 농도가 높은 물에서는 조류성장 정도가 높게 나타났다.

이러한 하천 수생태계에 중요한 지표가 되는 유속과 수온은 그 자체로 수생태계 생물종 파악 및 환경 수준의 측정에 매우 중요한 역할을 하며, 본 연구는 이 두 지표의 관계성을 보여준 것에 큰 의의가 있다. 더 나아가 도시계획 등에서 계획하천을 구상할 때에 본 연구의 결과를 활용할 수도 있을 것으로 기대한다.

다. 본 연구의 제한점

본 연구는 전체적인 하천의 유속분포를 정밀하게 측정한 것이 아니므로 오차가 발생할 수 있다. 특히, 하천의 구조에 따라서 같은 위치임에도 불구하고 각 지점에 따라 유속이 빠른 지점이 있고 느린 지점이 있기 때문이다. 또한 하천 길이 측정의 오차, 시간에 따른 풍속의 변화, 같은 구간의 유속 측정도 제각각 다른 값이 나오게 되는 국소적인 하천 흐름의 차이

등의 다양한 변수로 인해 오차값이 작지 않게 나온 것이 본 연구의 아쉬운 점이다. 또한 연구 대상이 수통골인 만큼, 자연하천의 상류 부분에 대한 조사이기에 다른 형태, 다른 환경의 하천 또한 같은 결과가 나오리라고 장담할 수는 없다. 다만, Main reference로 설정하였던 논문 또한 강의 중하류 부분에서도 동일한 경향성이 나온 만큼 어느정도의 신뢰도를 가지고 있다고 판단할 수 있다.

5. 활동 후기

1608 이유환

수온과 유속의 상관성을 탐구함으로써 인공 하천, 물고기 서식지 예측 등에 사용될 수 있는 결과를 내었다는 것에 큰 만족을 한다. 또한 그동안 바쁜 일상에 관심없이 지나쳤던 우리 주변의 자연을 탐사하여 자연의 아름다움도 느끼며 동시에 실험능력도 기를 수 있었던 인문자연탐사였던 것 같다.

1609 이주호

계룡산이라 하는 틀 안에서 주제를 찾아 내어 탐사를 진행하는 과정은, 역시 이것도 다른 경험을 시켜보려는 것인가, 하는 생각이 들었습니다만, 그렇게 가벼웠던 생각과는 다르게 상당히 어렵지 않았나, 생각해봅니다. 기후나, 측정과정에서의 여러가지 예상과도 달랐던 점이 다른 때보다도 많았기에 힘든 점이 있지 않았을까, 하는 생각도 듭니다. 이번 탐사는 그 자체의 값에 중요함을 따지는 것이 아니라, 어떠한 경향을 가지는지에 대해 중요하게 생각하는 첫 실험과도 같은 것이었기에, 결과적으로 사고력이 늘어났다고 생각이 들었습니다.

2608 양현규

건강이 그다지 좋지 않았음에도 불구하고, 아주 순조롭게, 그리고 효율적으로 탐사가 진행되며 별 마찰 없이 인문자연탐사를 성공적으로 마친 것에 감사한다. 팀원들 모두 다 희생적으로 협조를 잘 해 주었으며, 일 분배도 적절하게 이루어져서 팀 활동에서는 흔히 보기 힘든 그런 광경을 볼 수 있었다. 연구에 대해서도 만족할 만한 결과가 나왔으며, 측정 상황에서도 힘든 역할을 마다하지 않고 측정에 임해준 후배들에게 고맙다고 말하고 싶다. 계룡산이라는 좋은 자연 경관을 감상하며 맑은 공기 속에서 이러한 연구를 진행하여 본 것은 또 처음이라 감회가 새롭다. 이번 인문자연탐사를 통해 실험의 방향성을 잡고 목적을 설정하고 팀원과 의논하며 결과를 분석하는 등의 모든 과정에서 많은 것을 배웠다.

2609 이률

이번 인문자연 탐사를 하면서 특히 의미있었던 것은 바로 계룡산 국립공원을 방문했던 것이다. 나는 부끄럽지만 우리나라에 살면서 계룡산 국립공원을 이번 기회에 처음 가 볼 수 있었다. 가기 전에 비가 올까봐 걱정했지만 첫째날에 조금 내리고 다음날부터는 무척 맑았다. 직접 수통골

계곡에 들어가서 유속을 측정하고 온도를 재며 우리의 측정 값을 그래프로 나타낼 수 있어서 기분이 좋았고, 계곡의 시원한 물을 내 몸으로 느낄 수 있어서 좋았던 것 같다. 방학때 놀러가지 않고 집에서만 있었던 것을 국립공원에서 힐링하면서 보상받았던 느낌이 들었다.

6. 참고 문헌

- [1] 이현석, 이근상, 김현석, 양재린. 자연하천에서의 유속과 수온의 상관성 조사(2008)
- [2] 소상영, 허준욱, 이정열, 수온변화에 따른 무지개송어(*Oncorhynchus mykiss*)의 산소소비, 아가미 호흡수 및 혜모글로빈 변화(2008)
- [3] 김문진, 정민환, 허준욱, 장영진. 급격한 수온 변화가 넙치, *Paralicaithys olivaceus*의 산소소비에 미치는 영향 (2010)
- [4] 김영택, 김호열, 김보라, 송호면. 유속 변화에 따른 조류발생 평가 실험(2008)
- [5] 조순행. 관악산 도림천 상류지역의 수질 분석 (2001)
- [6] Kim, S.J. 2011. Impact of Climate Change on Water Resources and Ecological Habitat in a River Basin. Ph.D. Dissertation, Inha University, Incheon, Korea.