

# 자연하천에서의 유속과 수온의 상관성 조사

## Investigation of correlativity between Water Velocity and Water Temperature at a Natural River

이현석\*, 이근상\*\*, 김영성\*\*\*, 양재린\*\*\*\*

Hyun-Seok Lee, Geun-Sang Lee, Young-Sung Kim, Jae-Rheon Yang

### 요 지

본 연구는 자연하천에서의 수온과 유속의 정량적인 관계를 도출하고 이를 검증하기 위한 지점별 열화상 촬영 및 분석을 실시하였다. 단계별 연구내용은 다음과 같다. 1) **서식처별 수온 모니터링**: 수온은 시간 변화에 연동하므로 관측기간 내내 장기간의 모니터링을 실시하였다. 2) **서식처별 유속 관측**: 하천에서의 지점별 유속은 강우가 없고 지형변화가 발생하지 않으면 그 차이가 크지 않으므로, 날씨가 좋았던 현장조사 기간 중에는 시간을 고려하지 않은 각 지점별 유속을 취득하였다. 3) **자료 분석**: 취득된 수온 자료와 유속 자료를 분석하여 수온과 유속간의 정량적인 상관관계를 규명하였다. 4) **분포특성 비교**: 대표지점에서의 수치계산 결과와 열화상을 이용하여, 유속과 수온의 면적 분포를 제시하였다.

본 연구에서 제안한 수법을 현업에서 활용하기 위해서는 온도 분포의 주기로 볼 수 있는 1년간의 시기별 조사 및 서식환경이 각각 다른 지점에서의 환경특성을 고려한 분석이 보완되어야만 한다. 하지만 그럼에도 불구하고 적외선 카메라로 촬영한 영상을 이용하여 자연하천에서의 서식지 구분 및 유속 분포를 추정한 본 연구는 향후 그 활용성이 매우 크다고 사료된다.

**핵심용어**: 수온, 유속, 모니터링, 상관관계, 열화상

## 1. 서 론

저수지, 하천, 하구 및 만 등을 포함하는 물 환경 분야에서의 수온은 그 지역에서의 수질을 대표하는 중요한 지표이다. 또한 하천에서의 어류서식처 분류 시 하천수온은 하천유량 및 하천수심과 함께 주요 인자로서 활용되고 있다. 이처럼 하천에서의 수온의 중요성은 더 이상 언급할 필요도 없다. 하지만 그럼에도 불구하고, 하천에서의 수온을 집중관측 하거나 모니터링을 실시하여 분석한 연구사례는 그 중요성에 비해 많지 않다.

본 연구는 하천 수온의 중요성을 인지하고 “어떻게 하면 외관상으로는 차이를 찾아보기가 어렵지만, 서식 환경 중 하나인 유속은 너무도 다른 Pool과 Glide를 직접 관측 하지 않고서도 구분할 수 있을까” 라는 동기로부터 시작되었다. 그리고 기존의 연구들을 조사한 결과, 열적외선을 촬영한 영상을 분석하면 물에 접촉을 하지 않고서도 수심은 깊고 유속은 각각 다른 “물고기서식처”를 구분할 수 있는 방법을 제시할 수 있다고 생각하게 되었다.

\* 정회원·한국수자원공사 수자원연구원 공동연구원·E-mail : leehs2005@kwater.or.kr

\*\* 정회원·한국수자원공사 수자원연구원 책임연구원·E-mail : ilovegod@kwater.or.kr

\*\*\* 정회원·한국수자원공사 수자원연구원 책임연구원·E-mail : yskim@kwater.or.kr

\*\*\*\* 정회원·한국수자원공사 수자원연구원 책임연구원·E-mail : jyang@kwater.or.kr

이해동(2007)은 적외선 열화상 카메라 사용자들을 위한 열 측정 이론을 기고하고, 향후 열화상카메라의 발전 동향을 전망해 주었고, 박승만 등(2006)은 적외선 검출기 기술의 국내외 현황 및 검출기 기술의 미래 발전 추세를 소개하였다. 홍정의(2006)는 각 회사별 적외선 차단필터의 투과율을 분석하고, 필터를 제거한 카메라를 이용하여 적외선 차단필터의 효과와 역할을 설명하였다. 또한 유성빈 등(2007)은 일반적으로 사용되고 있는 디지털 카메라를 개량한 적외선 반사 사진기술을 소개하였다. 한편 국외에서는 위성영상의 RGB밴드 및 적외선 밴드를 이용하여 동·식물의 서식환경을 파악하기 위한 연구들이 Marcus 등(2003), Fonstad 와 Marcus(2005) 그리고 Handcock 등(2006)에 의해 보고되었다. 그림 1은 본 연구의 흐름도를 나타내고 있다.

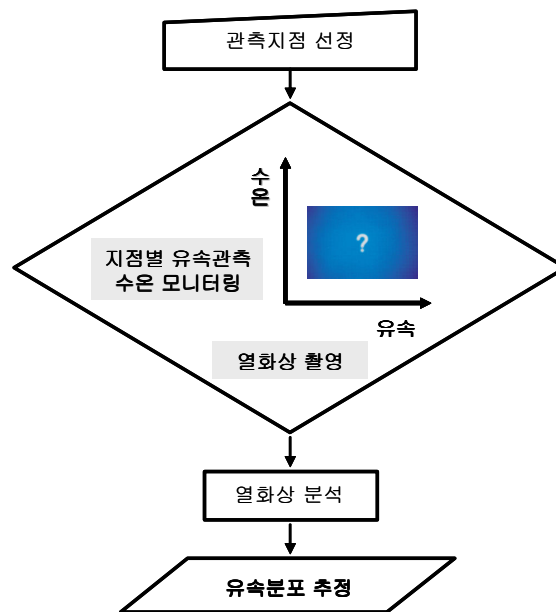


그림 1. 연구 흐름도

## 2. 수온조사

### 2.1 현지관측

수온모니터링은 수온계 Water Temp Pro. (Onset Ltd.)를 이용하여 2007년 10월8일 12시 경부터 10월 10일까지 약 2.5일에 걸쳐 측량기준점을 중심으로 종단 및 횡단 방향에 대하여 실시하였고, 유량조사는 프로펠러 유속계 (Swoffler Model 3000)를 이용하여 10월10일 당일에 그림 1에 나타난 3곳의 유량측정 단면 및 12개소의 수온모니터링 지점에 대한 지점별 유속 측정을 수행하였다. 이 시기에는 하루의 수온이 14시경에 최고에 다다른 것으로 조사 되었으며, 약 3일간 기상변화가 없이 맑은 날이 지속되었으므로 유량변화는 크게 없을 것으로 가정하고 유량측정은 하루만 실시하였다. 또한 예비실험으로 수면으로부터 바닥까지 층별 수온을 모니터링 하였으며, 안전한 수온 측정을 위하여 수온계는 수면으로부터 약 10cm 깊이로 설치하였다.

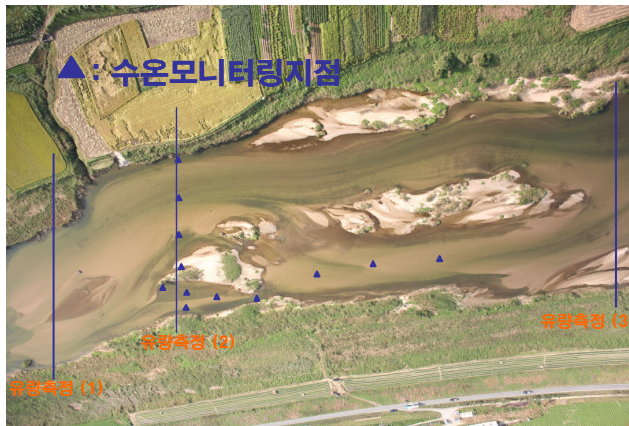


그림 2. 유량측정 및 수온모니터링 지점

## 2.2 관측 결과

수온 모니터링 결과는 그림 3에 나타내었다. 그림 3의 좌측 그림은 수온 모니터링 전 기간의 자료 중 Glide (수심이 50 cm 이상으로 자연하천에서는 상대적으로 깊고, 유속도 비교적 빠른 구역)와 Pool (수심은 50 cm 이상으로 Glide와 구분이 어려우나, 상대적으로 유속이 약해 흐름이 거의 느껴지지 않는 구역)의 구간에 설치한 5개의 모니터링 자료를 선택하여 그림으로 나타낸 관측결과이다. 상온의 변화에 따라 저녁에는 수온도 18.5도 정도로 내려갔다가 오후에는 약 3도정도가 증가한 약 21.5도를 나타내었다. 우측에는 좌측과 같은 자료를 8월 8일 12시부터 17시까지 확대하여 하루 중 수온이 제일 높은 시간의 온도 차이를 나타내었다. 그림에서 G.M.은 Glide와 Middle의 중간지점의 수온자료를 의미하고, M.P.는 Middle과 Pool사이의 지점에 설치한 수온모니터링 결과이다. 그림으로부터 이시기에는 Glide로 구분되어진 구간에서 모니터링된 수온이 제일 낮은 것으로 판명되었다.

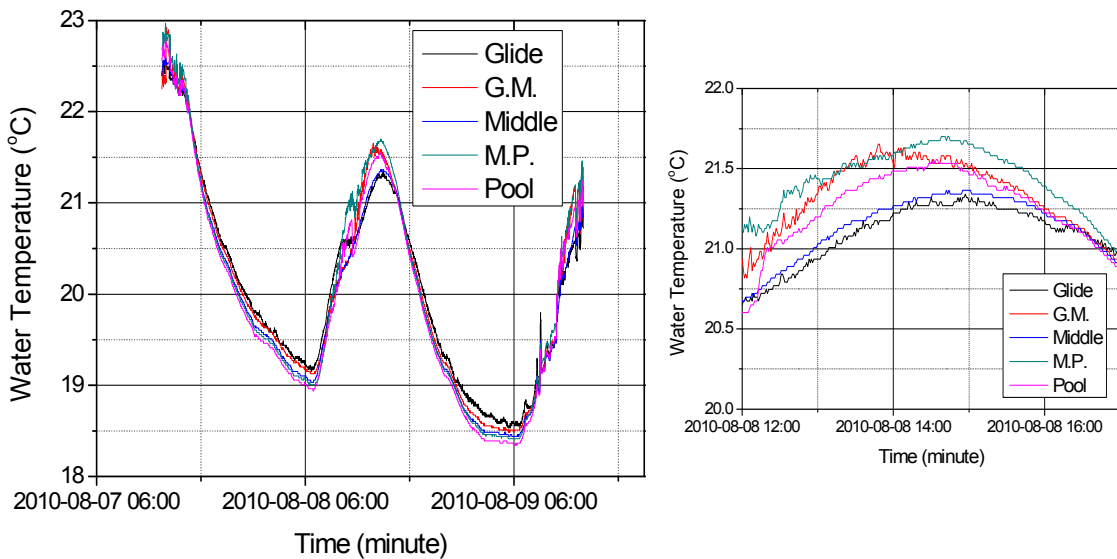


그림 3. 수온모니터링 결과

### 2.3 분석

본 장에서는 수온과 유속과의 상관성을 조사하고자 하였다. 본 연구에서는 앞에서 설명한 수온모니터링 외에도 각 수온모니터링지점에 대한 유속을 측정하였다. 유속은 5초간 평균을 한 값을 1회 측정치로 기록하였으며, 지점당 3회 이상 측정한 후 그 값들을 평균하였다. 또한, 수온 분포도 그림 3의 우측에 표시한바와 같이 수온이 가장 높은 14시 전후 즉, 10월 8일 12시부터 17시까지 5시간동안의 수온자료를 평균하였다.

그림 4는 5개 지점에 대한 수온과 유속간의 상관관계를 보여주고 있다. 적색 실선은 양자 간의 선형관계를 나타내며 관계식은 그림 4에 나타내었다. 분석결과, 이 시기의 유속은 수온에 반비례함을 명확히 알 수 있었다.

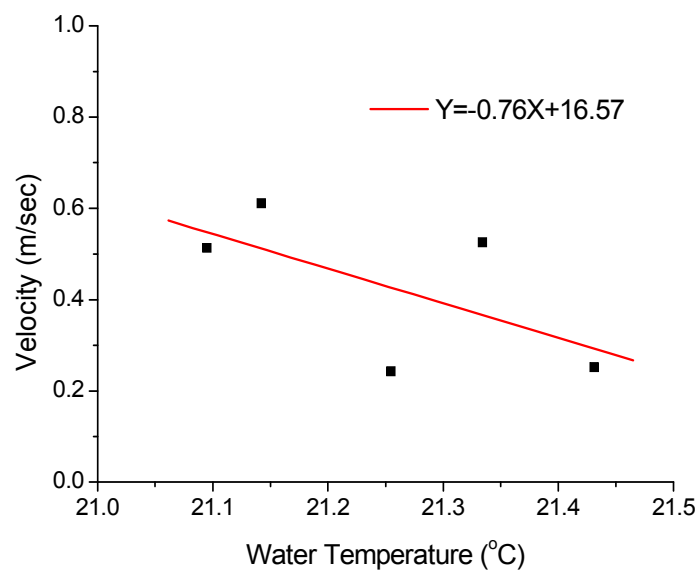


그림 4. 수온과 유속간의 상관관계

### 3. 고찰

대상하천에서의 현장조사를 통하여 지형자료 및 유량 자료를 취득하였다. 또한 수온자료와 유속자료를 분석하여 상호간의 상관식을 얻을 수 있었다. 그림 5의 좌측은 현지관측으로부터 얻은 자료를 입력 값으로 하고, 지형관측을 통하여 얻은 자료로 요소망을 구축한 후 RMA2를 이용한 모형실험 결과 중 Riffle (수심이 낮고 유속이 매우 빨라 너울이 발생하는 구간) 지역만을 선별해낸 그림이다. 또한 가운데 사진은 열화상 촬영 당시의 현장 모습이며 우측의 사진은 열화상 카메라를 이용하여 촬영한 Riffle 지역의 적외선 이미지이다. 그림으로부터 알 수 있듯이, 평면 2차원 유속분포와 적외선 카메라로 만든 열화상은 매우 유사하다. 즉 이들 상호간의 자료는 본 논문에서 제시한 관계식을 이용하면 상호변형이 가능하므로 목적에 맞게 가공하여 활용할 수가 있다.

현재 사용하고 있는 열화상 카메라는 촬영구간이 매우 협소하여 사용범위가 특수 분야에만 한정 되어있지만, 해상도가 매우 높은 인공위성 센서에 적외선 촬영 기능을 추가함으로써 그 활용범위가 점차 확대되어가는 추세이다. 그러므로 향후 위성영상을 활용하여 자연하

천에서의 온도분포를 유속분포로 단순히 변환할 수 있다면, 이러한 기법은 광역의 환경생태학적 하천관리에 크게 기여할 수 있으리라 사료된다.

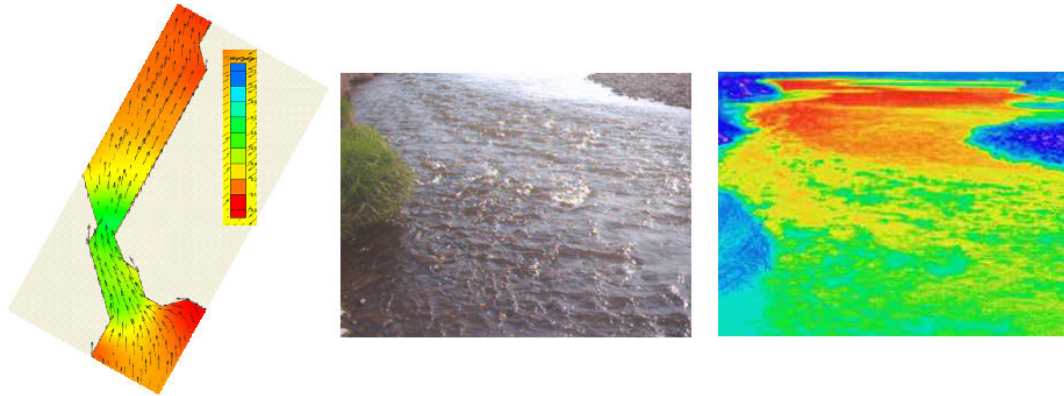


그림 5. 유속분포와 열화상

#### 4. 결 론

본 논문에서는 자연하천에서의 유속과 수온의 상관성을 조사하였다. 현지관측을 통하여 하천구간별 유속을 조사하였으며, 수온계를 이용한 수온모니터링을 통하여 자연하천에서의 시간별 구간별 수온변동 특성을 알 수 있었다. 이러한 연구를 통하여 미시구간에서의 수온과 유속의 상관관계를 파악하였으며 아울러 향후의 활용방안을 제시하였다.

#### 참 고 문 헌

1. Fonstad, Mark A. and Marcus, W. Andrew(2005). Remote sensing of stream depths with hydraulically assisted bathymetry (HAB) models, *Geomorphology* 72, pp. 320-339,
2. Handcock, R. N., Gillepie, A.R., Cherkauer, K.A., Kay, J.E., Burge, S.J. and Kampf, S.K.(2006). Accuracy and uncertainty of thermal-infrared remote sensing of stream temperatures at multiple spatial scales, *Remote Sensing of Environment* 100, pp. 427-440.
3. Marcus, W. Andrew, Legleiter, Carl J., Aspinall, Richard J., Boardman, Joseph W. and Crabtree, Robert L.(2003). High spatial resolution hyperspectral mapping of in-stream habitats, depths, and woody debris in mountain streams, *Geomorphology* 55, pp. 363-380.
4. 박승만, 김치연, 김재원, 윤재룡(2006). 적외선 검출기의 개발 현황과 발전 추세, *재료마당*, 제19권 제5호, pp. 22-31.
5. 윤성빈, 김유진, 조운철, 하동환(2007). 디지털 카메라를 이용한 적외선 반사 사진기술에 대한 연구 -회화의 밀그림 검출을 중심으로-, *한국사진학회지*, 제17권, pp. 34-45.
6. 이해동(2007). 적외선 열화상 카메라를 이용한 열 측정 이론, *소음진동*, 제17권 제3호, pp. 31-34.
7. 홍정의(2006). 디지털 카메라의 적외선 차단 필터에 관한 연구, *한국사진학회지*, 제14권, pp. 120-131.