

# 저수지에서의 수온 모니터링

## Monitoring of Water Temperature at the Reservoir

이현석\*, 정선아\*\*, 이용곤\*\*\*, 정남정\*\*\*\*

Hyun Seok Lee, Seon A Jeong, Yong Kon Yi, Nam Chung Jung

### 요 지

댐과 양쪽의 산 능선에 감싸여 있는 저수지의 모습은 이렇다할만한 특징을 찾아보기가 쉽지 않다. 우리나라의 각지에 건설되어진 다목적댐으로 인해 형성되어진 저수지들을 둘러보아도, 역시 주변의 지형을 자세히 비교해 보기 전에는 구별하기 힘들만큼, 그만큼 외관상으로는 닮아있다. 하지만, 이러한 저수지들이 보여주는 자연현상은 실제로는 너무나도 다양하다. 잔잔한 물 표면의 안쪽에 저마다 눈에 보이지 않는 특성들을 감추고 있으리라 추측해 본다. 하지만, 그 특성을 정량적으로 파악 하기란 좀처럼 쉽지가 않다.

영양염분의 과다 유입으로 부영양화가 초래되면 여기저기서 녹조를 발생 시키고, 또한 홍수나 상류 유역의 토사 붕괴로 인하여 좀처럼 침강되지 않는 미세 입자가 과다 유입되면, 1년 내내 누런 탁수로 몸살을 앓는다. 이처럼, 인간의 눈에 보여 지는 저수지는 “매우 닮은 모습에서 너무나 다른 모습”으로 “계단의 층계변화”와 같은 극단적인 상태 변화만이 파악되어진다.

최근에 들어서, 장비의 발달과 환경에 대한 관심의 고조로 한 달에 한번 많으면 일주일에 한 번씩 현장 조사를 수행하고는 있지만, 지속적으로 저수지를 파악하기 위한 “선형적인 현상”을 보여주기에는 충분하지가 않다.

본 연구에서는, 저수지 수온을 모니터링 함으로서, 홍수와 가뭄과 같은 이벤트 및 계절 변화로 인한 수체의 온도분포를 조사 하였다. 그 방법으로, 자체 개발한 써미스터체인을 용담호의 댐측 지점과 댐측으로부터 상류방향으로 6.6km 떨어진 유입지점의 두 곳에 설치하였으며, 연 중 10분 간격으로 수온데이터를 로거에 저장한 후, 두 달에 한번 정도로 센서 정비 및 데이터 수거를 실시하였다. 그 결과, 우리가 눈으로나 현지관측만으로는 파악할 수 없었던 수체내의 많은 특징을 파악 할 수 있었다.

**핵심용어:** 저수지, 써미스터체인, 수온, 모니터링

### 1. 서 론

자연현상을 관찰하고 조사 하는 업무에 종사하는 사람들은 누구나, 가능한 한 간단하고 경제적인 방법으로 대상현상을 모니터링 하고 싶어 한다. 특히, 저수지의 수질을 조사하는 업무에 종사하는 사람, 취수설비 및 댐의 수문조작에 관련된 업무에 종사하는 사람, 수체내의 거동을 모의하는 업무를 수행하는 사람 등, 수자원 관리 분야에 종사하는 수많은 사람들은 업무수행을 위한 기본적인 자료로서 저수지의 수온 데이터를 요구한다. 저수지에서의 수온은 수체내의 수리학적 거동을 지배하는 매우 중요한 인자이기 때문이다(Ishikawa, 2005).

\* 정회원·국수자원공사 수자원연구원 공동연구원·E-mail : leehs2005@kowaco.or.kr

\*\* 한국수자원공사 수자원연구원 연구원·E-mail : jsa@kowaco.or.kr

\*\*\* 정회원·한국수자원공사 수자원연구원 선임연구원·E-mail : yongkon@kowaco.or.kr

\*\*\*\* 정회원·한국수자원공사 수자원연구원 토목2급·E-mail : chung@kowaco.or.kr

써미스터체인을 이용한 저수지에서의 수온 모니터링은 수체의 특성을 파악하기 위한 가장 기본적이고 저렴한 방법 중의 하나이다(이현석 등, 2005). 본 연구에서는 금강의 발원지에 위치한 용담호를 대상으로 수온모니터링과 수질조사를 실시하여 그 결과를 비교 분석하였다.

## 2. 연구대상 지역

전라북도 진안지역에 위치한 용담호는 높이 70.0m에, 길이가 498m로 2001년에 준공된 용담다목적댐에 가로막혀 형성되어진 인공호로서, 총저수량은 815백만 $m^3$ 이고, 유역면적은 930.0 $km^2$ 에 이른다(그림 1). 한편, 이 지역의 기후적 특성은 연평균 강수량이 1300mm정도로서, 1283mm인 우리나라의 연평균 강수량과 거의 동일하다.

용담호에는 댐측으로부터 시작하여 상류쪽으로 그림1에 나타낸바와 같이 St. 1에서 St. 9까지 9개의 수질관측지점을 설정하였으며, St. 1과 St. 7 각각의 동일지점에는 그림 1에 TC. 1과 TC. 2로 나타낸 바와같이 두곳에 수온모니터링 장비인 써미스터체인을 설치하였다. 그림 2는 저수지내에 설치한 수온모니터링 장비와 설치상황을 보여주고 있다.

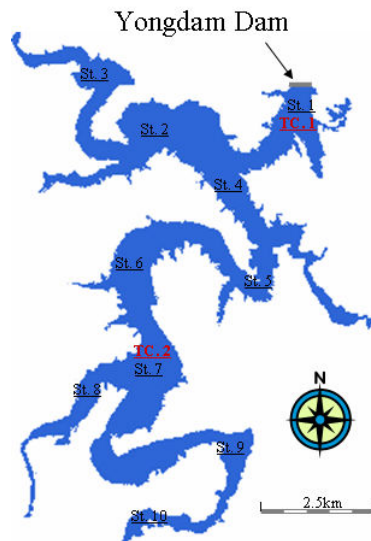


그림1. 연구대상 지역.

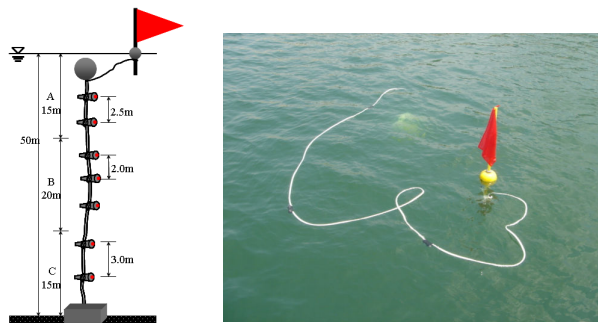


그림 2. 저수지내에 설치한 수온모니터링장비.

### 3. 관측결과

본 논문에서는 2005년 7월부터 12월까지 실시한 수온모니터링 결과를, 동일 장소에서 동일한 시기에 약 1~2주 간격으로 실시한 수질관측의 수온과 탁도 치를 가지고 비교 검토 하였다. 먼저, 수질관측결과를 제시하고, 다음에 수온모니터링 결과를 소개 하고자 한다.

#### 3.1 수질관측

그림 3에는 용담호 내에 지정한 전 수질관측 지점에서 2005년 6월30일에 다항목수질계(YSI Incorporated)를 이용하여 실시한 수온과 탁도 분포를 나타내었다. 그림 3에 나타낸바와 같이 편의상 그림의 좌측에 댐 축과 가까운 측정지점의 수질분포를 우측에는 저수지 상류 쪽 측정지점에서 얻은 결과를 나타내었다. 그림 중에서, St. 1의 그래프를 살펴보면, Y축은 측정지점의 수심을 미터 단위로 나타내었고, X축은 저수지의 수온과 탁도 분포를 각각 °C와 NTU라는 단위로 흑색과 적색으로 나타내었다.

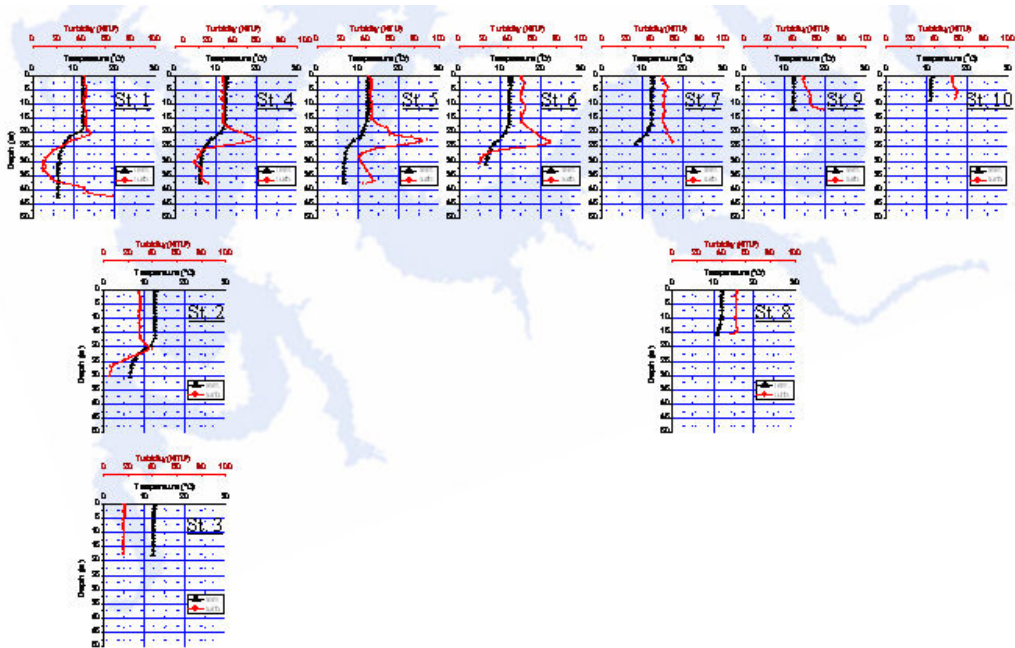


그림 3. 수질관측 결과.

그림 3의 St. 1, St. 4, St. 5, 그리고 St. 6의 수온분포는 수면으로부터 수심 20m지점에 수온약층이 선명하게 발달되어 있음을 보여주고 있다. 다시 말하면, 수심을 경계로 이보다 낮은 St. 8, St. 9 그리고 St. 10의 수온은 수심에 따른 온도분포가 거의 일정하다. 또한 적색으로 표현한 탁도 분포는 수온약층에 연동하고 있다. 즉 상류에서 유입 되어진 탁수는 St. 7까지는 복잡하게 혼합되어 유입되다가 수온약층이 형성되어 있는 St. 6부터는 수온약층을 따라 댐축 부근까지 유입된다.

이와 같은 집중조사 결과를 근거로, 본 연구에서는 수리학적으로 뚜렷한 차이를 보이고 있는 St. 1지점과 St. 7지점에서의 수온 모니터링을 결정하였다.

### 3.2 수온모니터링

본 연구에서는 수체내의 수온분포를 파악하기 위하여 저수지 수질 관측지점 중 St. 1지점과 St. 7지점의 두 곳에 써미스터체인을 설치하였다. 그림 4는 7월 초에서 12월 초까지의 각 지점에서 관측한 모니터링 결과를 보여주고 있다. 그림 4의 아래 부분은 St. 1의 모니터링 결과이고, 위 부분은 St. 7의 모니터링 결과이다. X축은 모니터링한 시간의 변화를 Julian Day로 나타내었다. Y축은 각 관측지점의 저면으로부터의 수심을 m단위를 사용하여 표현 하였다. 각 관측지점의 수위는 검은 실선으로 표현 하였으며, 2.5m 간격으로 측정되어진 수온데이터는 각각 보간을 실시하여 그림과 같은 분포도를 작성하였다. 끝으로, St. 1의 결과와 St. 7의 결과는 같은 시간대의 비교를 위하여 적절하게 시간대를 조정하여 일치하도록 표현 하였다.

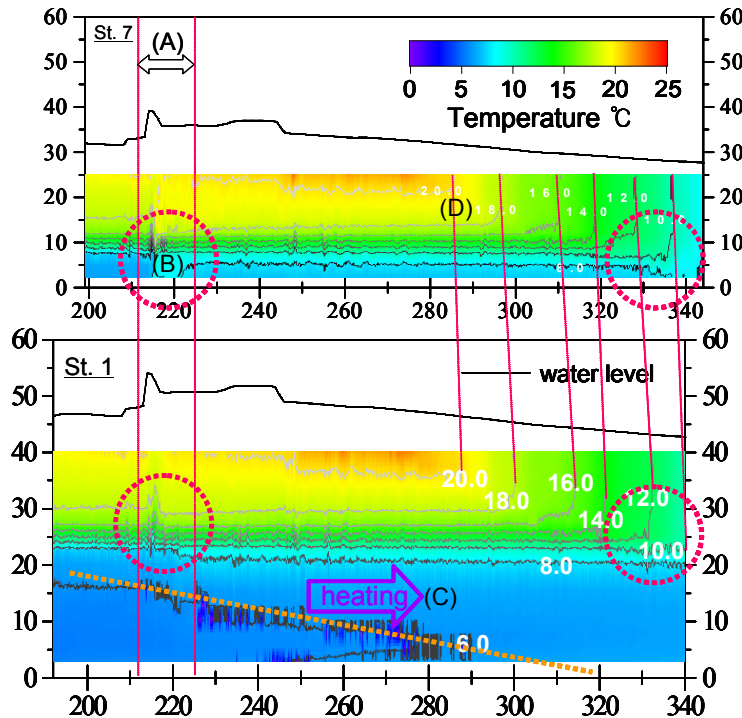


그림 4. St. 1지점과 St. 7지점에서의 수온 모니터링 결과.

용담호에서 수온을 모니터링 함으로서 얻은 수체의 특성들은 그림 4에 (A)~(D)로 나타내었다.

(A) 홍수로 인한 수체의 교란: 212일과 225일의 사이에 홍수로 인한 막대한 양의 강수유입이 있었음을, 이 시기의 수위변동 폭으로부터 알 수 있다. St. 1의 경우 유입수온의 영향으로 각 수온층 전체가 균일한 온도 상승이 있었으나, St. 7의 경우에는 성층의 교란으로 인하여 전체 수온이 일정한 분포를 가지게 되었음이 파악 되었다.

(B) 수온성층과 수심과의 관계: 이 특징은 그림 4에 4개의 적색 원으로 구분하였다. 즉

St. 1의 경우는 220일 전후의 홍수 유입으로 인한 수온성층과 330일 전후의 계절변화로 인한 온도저하로 성층이 변화하고 있는 상황을 잘 보여주고 있다. 하지만, St. 7의 좌우의 적색 원으로 표시한 수온분포는 저수지 바닥과의 여러 가지 작용으로 인하여 약 8℃의 수온층이 교란을 일으키고 있음을 잘 보여주고 있다.

(C) 계절변화에 따른 저층 수온의 상승: 220일부터 데워지기 시작한 저층의 수온은 280일째가 되면, 비로소 6℃에서 8℃로 즉, 2℃의 수온상승을 가져온다. 이 시기의 수온은 가장 안정한 상태를 이루게 되고, 차차 기온이 저하하게 되면 상층에서부터 점차적인 성층의 파괴가 나타난다.

(D) 수체의 규모에 의한 특성: St. 1과 St. 7의 온도분포는 지리적 차이 및 수체규모의 다양성으로 인하여 외적작용에 대한 반응속도가 다르다. 이러한 현상으로부터, 소양호처럼 수체가 훨씬 더 커질 경우 외부의 이벤트에 영향을 받지 않는 연 중 수온분포가 일정한 부동층이 존재 하리라는 추측을 가능하게 한다.

#### 4. 결 론

저수지의 특성을 파악하고자 하는 많은 방법 중, 본 논문에서는 수온을 모니터링하는 방법을 소개 하였다. 대상지를 정하고, 준비조사를 실시한 후, 성층화가 시작되는 초여름부터 성층화가 깨지기 시작하는 초겨울까지의 수온분포를 특성이 다른 두 곳에서 수집하고 분석 하였다. 그 결과, 막연하게 추측에만 머물렀던 많은 사실들을 확인할 수 있었다.

이러한 결과들은 저수지에서의 수온 모니터링이 과학적인 저수지 관리를 위해서는 없어서는 안 될 중요한 요소라는 주장을 가능하게 하였다.

#### 참 고 문 헌

1. T. Ishikawa (2003). Planning and Management of Environmental Hydraulic Research, *ながれ* 22, pp. 457-466.
2. 이현석, 이용곤, 고덕구, 김우구(2005). 저수지 관리를 위한 수온 모니터링의 필요성, 2005 대한토목학회 정기학술대회, pp. 307-310.