

온천천 적조 조사

- 동절기 수영강 하류 및 온천천의 수질이 갈색편모조류로 인해 적갈색으로 변화는 적조 발생
- 주기적인 조사를 통해 적조발생 추세를 파악하고 대책수립을 위한 자료를 확보

1. 조사개요

- 조사근거 : 온천천 적조조사 계획 보고 [물환경생태팀-3471(2015.12.2.)]
- 조사기간 : 2015. 12. 2. ~ 2016. 5. 2. (5개월)
- 조사지점 : 온천천 이섭교, 수영강 합류지점

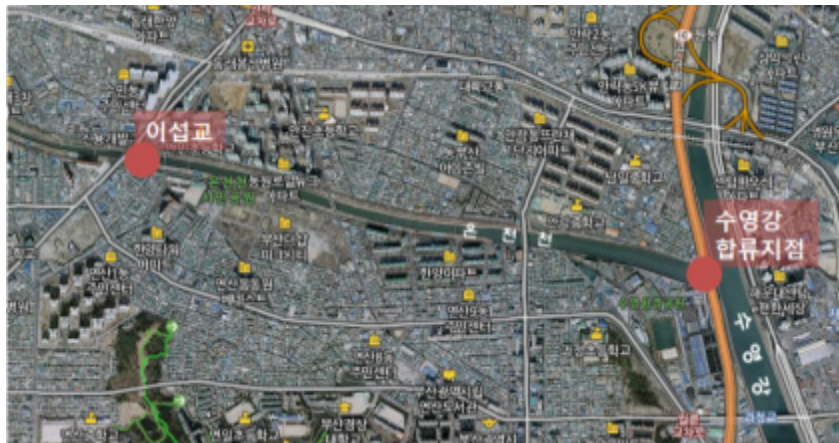


그림 1. 온천천 적조 조사지점

- 적조발생현황
 - 발생시기 : 2011년 이후 동절기에 번성과 소멸 반복
 - 발생지역 : 온천천 수영강 합류지역~세명교, 수영강 원동교~수영2호교
 - 적조원인생물 : 크립토모나드(Cryptomonads) 우점
 - 크기는 10~15 μm , 편모 2개, 쌀알모양의 갈색편모조류
 - 다양한 담수 및 해양 환경에서 부유생물로 출현
 - 대체로 겨울과 이른 봄 낮은 수온에서 성장하고 대량 번성

2. 조사방법

- 조사항목 : 적조조류 개체수, COD, TOC, T-N, T-P 등 13개 항목
 - 적조조류 개체수 : 현미경 검정
 - COD 등 이화학적 항목 : 수질오염공정시험기준

- 조사지점의 수질 및 적조발생 추이조사
- 적조조류 개체수와 이화학적 인자들과의 상관성 검토

3. 조사결과

- 수질 현황
 - 하천 생활환경기준(BOD(mg/L) 기준)에 따른 수질등급
 - BOD 1.1 ~ 8.8 mg/L으로 좋음(Ia)~나쁨(V) 등급
 - 영양염류 : T-N 2.380~6.756 mg/L, T-P 0.060~0.619 mg/L
 - 클로로필-a 농도 : 이섭교 1.1~188.3 mg/m³, 수영강합류지점 1.3~86.5 mg/m³

표1. 지점별 수질 현황

조사지점 \ 항목	수온 (°C)	염분 (psu)	pH	BOD (mg/L)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)	크립토모나드 개체수 (cells/mL)	
이섭교	최대	17.6	9.1	8.5	6.5	3.3	5.162	0.261	188.3	188,800
	최소	2.9	0.1	6.6	2.3	1.8	2.838	0.060	1.1	0
	평균	9.9	2.0	7.2	4.1	2.4	3.644	0.129	35.4	17,643
수영강 합류 지점	최대	19.7	28.2	8.3	8.8	3.0	6.756	0.619	86.5	39,200
	최소	7.2	6.5	6.5	1.1	1.7	2.380	0.096	1.3	2
	평균	12.8	15.7	7.1	3.9	2.4	3.725	0.242	22.2	6,459

- 적조원인생물
 - 적조 대발생(algal bloom)시 크립토모나드(Cryptomonads)가 우점
 - 최대 크립토모나드(Cryptomonads) 개체수(cells/mL)
 - 이섭교(2015.3.3.) : 188,800 cells/mL (수온 11.3 °C, 염분 2.07 psu)
 - 수영강합류지점(2016.1.26.) : 39,200 cells/mL (수온 8.2 °C 염분 21.88 psu)

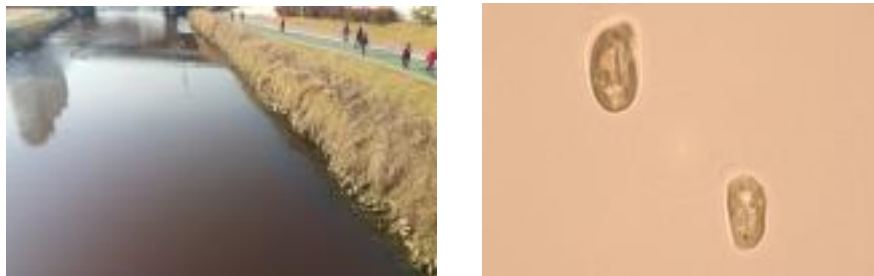


그림 2. 적조발생 및 Cryptomonads 현미경 사진(×1600)

- 적조발생 추이
 - 12월부터 크립토모나드(Cryptomonads) 개체수가 증가하여 대발생과 소멸 반복
 - 4월 잦은 강우(강우일수 12일, 누적강우량 239.2 mm)이후 개체수 감소

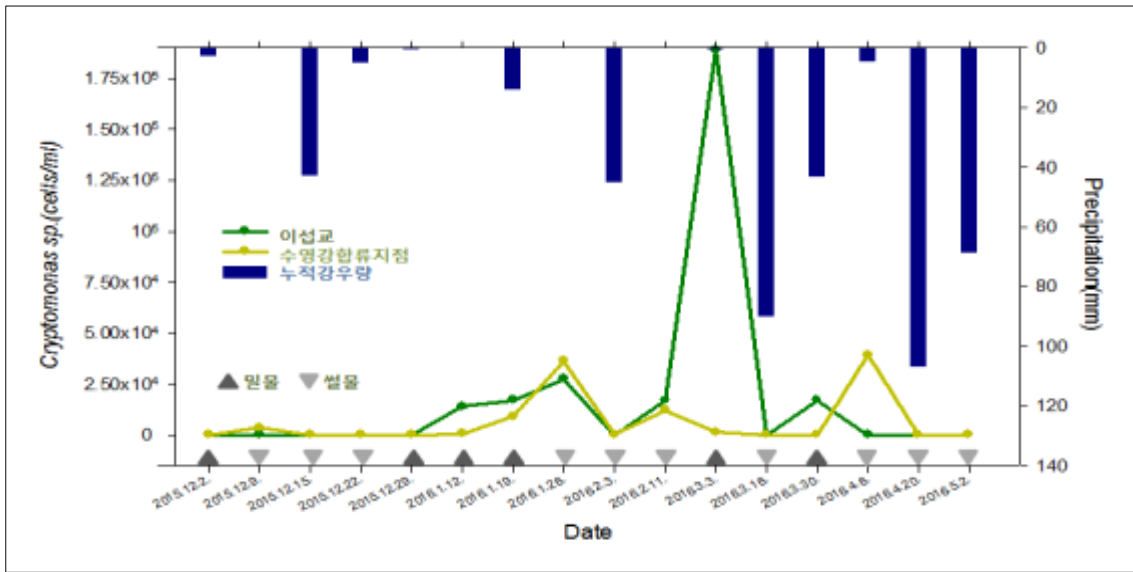


그림 3. Cryptomonads 개체수 및 선행(7일) 누적강우량

- 조석에 따른 적조발생분포

- 조사당일 시료채취시 조석상황에 따라 지점별 차이 있음
 - : 밀물 때 이섭교 지점, 썰물 때 수영강 합류지점에서 크립토모나드(Cryptomonads) 개체수와 클로로필-a 농도가 더 높은 경향을 보임.
- 이섭교 지점의 클로로필-a 농도(수질자동측정망)는 조석에 따라 변동함
 - : Chl-a 0~520 mg/m³, 적조 발생 시 만조 때 증가, 간조 때 감소

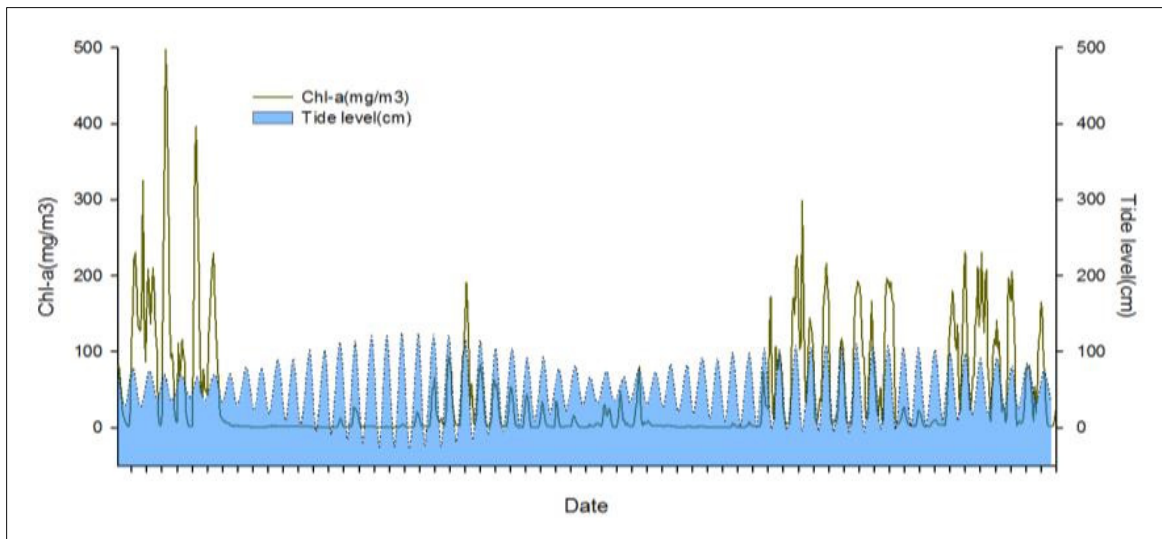


그림 4. 조석에 따른 온천천(이섭교)의 클로로필-a 농도(3월 자동측정 Data)

○ 상관분석을 통한 수질특성

- 크립토모나드(Cryptomonads) 개체수는 pH, DO, 유기물질, SS, 클로로필-a 와 상관성이 높음
 - 조류의 광합성으로 인한 pH, DO 증가
 - 조류발생으로 인한 생분해성 유기물 증가
 - 동절기 적조원인생물인 크립토모나드(Cryptomonads) 우점
- 총인, 총질소와의 상관관계는 명확하지 않음.
 - 영양염류가 충분하여 조류발생의 제한인자로 작용되지 않음
 - 한국형 호소부영양화지수(TSIko = 0.5×TSIko(COD)+0.25×TSIko(Chl-a)+0.25×TSIko(TP)) 45~79로 중영양~부영양상태
 - ※ 평균 TSIko 30~50미만 : 중영양, 50~70미만 : 부영양
 - 미국 EPA의 하천 부영양화 관리기준에 의한 부영양상태
 - ※ 미국전역을 14개 생태권역으로 나누고 각 하천의 부영양화 관리기준을 정함
 - : 하천의 부영양화 : TN 0.12~2.18 mg/L, TP 0.010~0.128 mg/L
 - 해수 유입에 따른 희석, 조석에 따른 영양염류 재부유 등 복합적 요인 작용
 - 비점오염원 관리, 하천준설 등 영양염류 저감이 필요함

표2. 크립토모나드 개체수와 유의한 상관성을 가지는 수질항목

지점 \ 항목	pH	DO	BOD	COD	TOC	SS	TN	클로로필-a
이섭교	0.730**	0.608**			0.627*	0.611*	0.788**	0.983**
수영강 합류지점			0.901**	0.786**		0.605*		0.940**

* 유의확률 p<0.05, **유의확률 p<0.01

4. 활용방안 및 기대효과

- 온천천 이섭교 수질자동측정망의 클로로필-a 데이터와 연계하여 적조발생상황 감시와 대응
- 온천천 비점오염 저감사업(사직천 합류지점 비점오염저감시설 설치) 전,후 적조발생 현황과 변동추세 파악