

## 2016년 연안오염총량 수질 모니터링

- 부산연안 오염총량관리제도 도입에 따라 수영만 해역을 중심으로 하천 및 공공수역에 대한 수질 현황의 종합적 분석 및 수질변화 추세를 파악하여 장래 수질보전정책 수립을 위한 기초자료 제공

### 1. 조사개요

- 조사기간 : 하천수(2016년 4월~12월(월 1회, 6~8월/2회)  
연안해수(5월, 6월(2회), 7월(2회), 8월(2회), 11월)
- 조사대상 : 총 10개소
  - 하천 수질조사(5) : 온천천, 남천, 춘천, 우동천, 수영강
  - 연안 해수조사(5) : 해운대, 수영만, 남천만, 해운대해수욕장, 광안리해수욕장

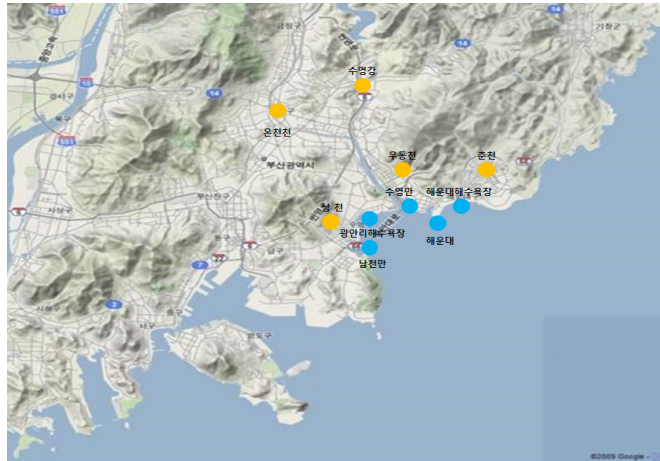


그림 1. 연안오염총량 하천 및 연안해수 조사지점

- 조사항목
  - 하천 수질조사(19개 항목)
    - 현장측정항목 : 유량, 수온, 염분, pH, DO
    - 일반수질항목 : BOD, COD, TSS, VSS, TOC, POC, T-N, T-P, Chl-a, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, SiO<sub>2</sub>
  - 연안 해수조사(18개 항목)
    - 현장측정항목 : 수온, 염분, pH, DO, 투명도
    - 일반수질항목 : COD, TSS, VSS, TOC, POC, T-N, T-P, Chl-a, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, SiO<sub>2</sub>

## 2. 조사방법

### ○ 시료채취 및 분석방법

- 하천수질조사 : 직접채수, 수질오염공정시험기준
- 연안수질조사 : 선박을 이용한 직접채수, 해양환경공정시험기준

## 3. 조사결과

### 3-1. 하천수질

#### ○ BOD(생물화학적산소요구량) :

- 수영만 해역에 직접 유입되는 5개 하천의 BOD 농도범위는 1.7 ~ 35.1 mg/L로 조사되었음
- 지점별 BOD 평균농도는 남천 35.1 mg/L(Ⅵ등급), 수영강 7.6 mg/L(Ⅳ등급), 온천천 3.4 mg/L(Ⅲ등급), 춘천 3.0 mg/L(Ⅲ등급), 우동천 1.7 mg/L(Ⅰb등급)로 조사됨
- 우동천의 수질이 가장 양호한 것으로 조사되었으며, 춘천과 온천천의 수질은 비슷한 농도 수준을 보였다. 남천은 하절기 강수량 감소(7월 중·하순: 10.6 mm)로 7월 2차 조사결과 BOD농도가 59.7 mg/L로 높게 나타났음. 특히 수영강은 하절기(7~9월) 수질농도가 최고 값(11.7 mg/L)을 보여 회동수원지 방류수의 영향을 많이 받는 것으로 나타났음

#### ○ 화학적산소요구량(COD)

- 수영만 해역에 직접 유입되는 5개 하천의 COD 농도범위는 3.4 ~ 19.2 mg/L로 조사됨
- 지점별 COD 평균농도는 남천 19.2 mg/L(Ⅵ등급), 수영강 6.7 mg/L(Ⅲ등급), 우동천 3.4 mg/L(Ⅰb등급), 온천천 4.8 mg/L(Ⅱ등급), 춘천 3.6 mg/L(Ⅰb등급)로 조사됨
- 춘천, 우동천 지점에서 비슷한 농도 수준을 보였으며, 온천천은 Ⅱ등급, 수영강은 Ⅲ등급으로 조사됨. 이는 온천천은 지천에서 월류되는 오·하수와 수영강은 회동수원지 방류수의 영향으로 보임. 특히, 남천 8월 조사결과 28.7 mg/L로 가장 높았는데 이는 남천 상류에 위치한 주거지역에서 발생한 생활하수와 비점오염원의 유입이 원인으로 판단됨
- COD 농도 분석결과 BOD 보다는 상대적으로 월별 농도변화가 적었으며, 남천을 제외하고는 비슷한 농도변화를 보임

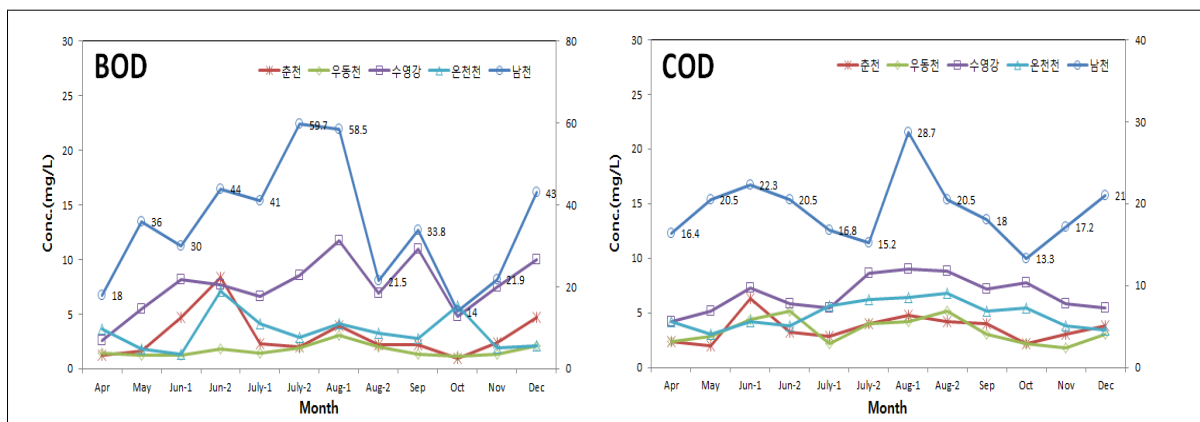


그림 2. 수영만 유입 하천의 BOD, COD 농도변화

○ 총질소(T-N)

- 수영만 해역에 직접 유입되는 5개 하천의 T-N농도범위는 1.397 ~ 18.594 mg/L로 조사됨
- 하천별 T-N 평균농도는 남천 18.594 mg/L로 조사하천 중 가장 오염이 심함. 다음으로 수영강 10.578 mg/L, 온천천 3.395 mg/L, 우동천과 춘천 각각 1.826, 1.397 mg/L로 조사됨
- 남천은 주변 아파트(장백아파트 등 3개소)에서 유입되는 생활오수의 영향을 받는 것으로 판단되며, 수영강은 회동수원지, 온천천은 낙동강 원수의 영향을 받는 것으로 조사됨

○ 총 인(T-P)

- 수영만 해역에 직접 유입되는 5개 하천의 T-P 농도 범위는 0.075 ~ 1.788 mg/L로 조사됨
- 하천별 T-P 평균농도는 남천 1.788 mg/L로 조사하천 중 가장 오염이 심함. 다음으로 수영강 1.206 mg/L, 온천천 1.143 mg/L, 우동천과 춘천 각각 1.103, 0.075 mg/L로 조사됨
- 4월(268.0 mm)과 7월(176.7 mm)은 강수량의 증가로 T-N, T-P의 농도 변화가 나타남

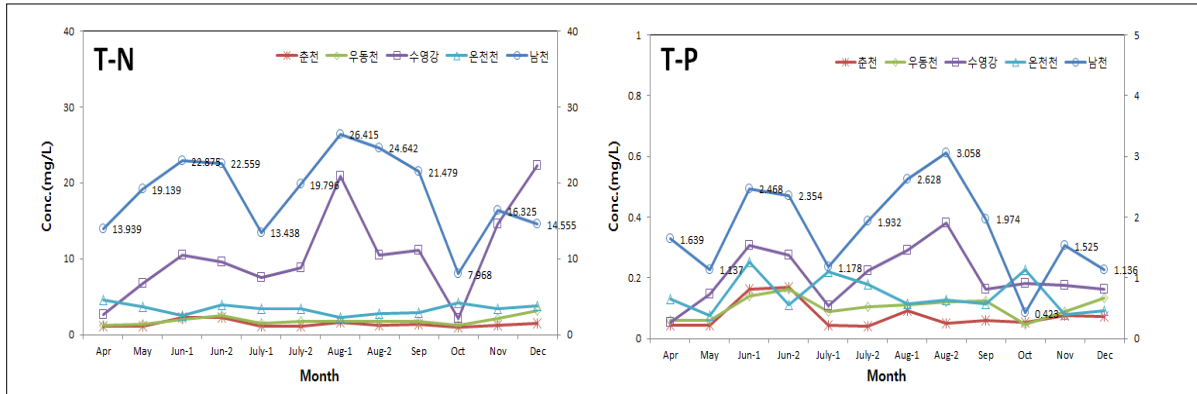


그림 6. 수영만 유입 하천의 T-N, T-P 농도변화

○ 부하량 산정

- 유량 : 수영만 해역 직접 유입되는 하천 평균 유량은 1,298 ~ 322,200 m<sup>3</sup>/day로 수영강 322,200 m<sup>3</sup>/day, 온천천 69,067 m<sup>3</sup>/day, 춘천 17,497 m<sup>3</sup>/day, 남천 5,188 m<sup>3</sup>/day, 우동천 1,298 m<sup>3</sup>/day로 조사되었음
- 하천별 유량범위는 수영강 133,381 ~ 1,041,912 m<sup>3</sup>/day, 온천천 5,087 ~ 178,164 m<sup>3</sup>/day, 춘천 4,666 ~ 52,151 m<sup>3</sup>/day, 남천 1,490 ~ 8,498 m<sup>3</sup>/day, 우동천 344 ~ 2,289 m<sup>3</sup>/day로 각 지점별 최대·최소 유량 차이가 약 6 ~ 30배까지 차이가 나 도수유무(온천천)에 따라 유량변화가 큰 것으로 조사됨
- 총유기탄소량(TOC) : 수영만 해역에 직접 유입되는 5개 하천의 TOC 농도범위는 1.5 ~ 6.4 mg/L로 조사됨
- 하천별 TOC 평균농도는 남천 6.4 mg/L(V등급)로 BOD와 COD의 수질등급도 VI(매우나쁨)등급으로 조사하천 중 가장 오염이 심함. 수영강 3.0 mg/L(II등급), 온천천 2.3 mg/L(I b등급), 우동천과 춘천 각각 1.5, 1.7 mg/L(I a등급)으로 조사됨
- TOC의 조사결과도 BOD와 COD의 조사결과와 동일하게 남천이 조사하천 중 오염도가 가장 높으며 다음으로 수영강, 온천천, 춘천, 우동천 순이었음

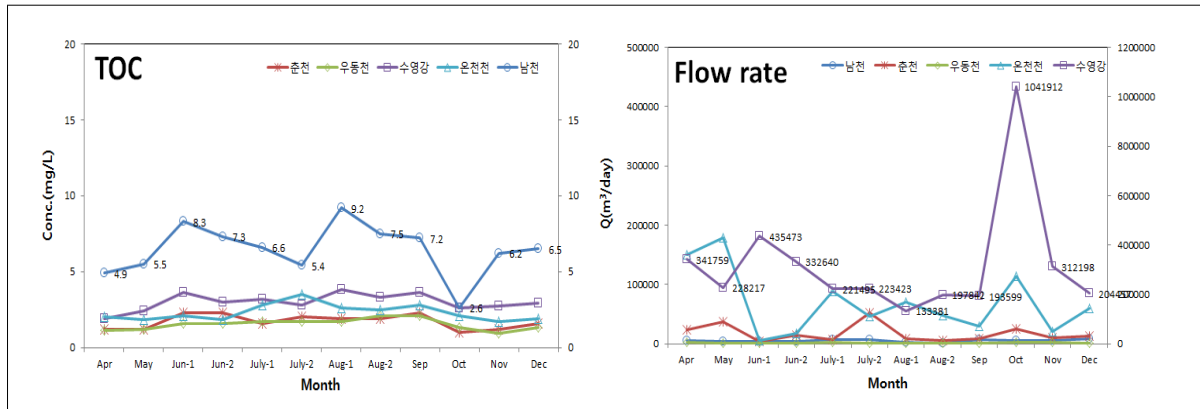


그림 4. 수영만 유입 하천의 유량 변화 및 TOC 농도

- 부하량 : 수영만 해역 직접 유입되는 하천의 1일 평균 부하량 범위는 BOD 2.1 ~ 2,446.0 kg/day, COD 4.4 ~ 2,161.4 kg/day, TOC 2.0 ~ 961.2 kg/day, T-N 2,370 ~ 3,408.325 kg/day, T-P 0.133 ~ 66.236 kg/day로 조사됨
- 1일 평균 BOD(kg/day)의 경우 수영강(2,446.0) > 온천천(234.8) > 남천(182.2) > 춘천(53.2) > 우동천(2.1) 순이었으며, COD는 수영강(2,161.4) > 온천천(333.8) > 남천(99.6) > 춘천(62.3) > 우동천(4.4) 순으로 조사됨
- 수영만 해역 직접 유입되는 하천 5개소 중 수영강, 온천천과 남천의 오염부하량이 큰 것으로 나타남
- 특히 남천의 경우 5개 하천 중 평균 유량은 두 번째로 적으나 농도가 높아 오염부하량이 큰 것으로 나타남. 수영강은 회동수원지 방류수의 영향을 크게 받는 것으로 조사됨

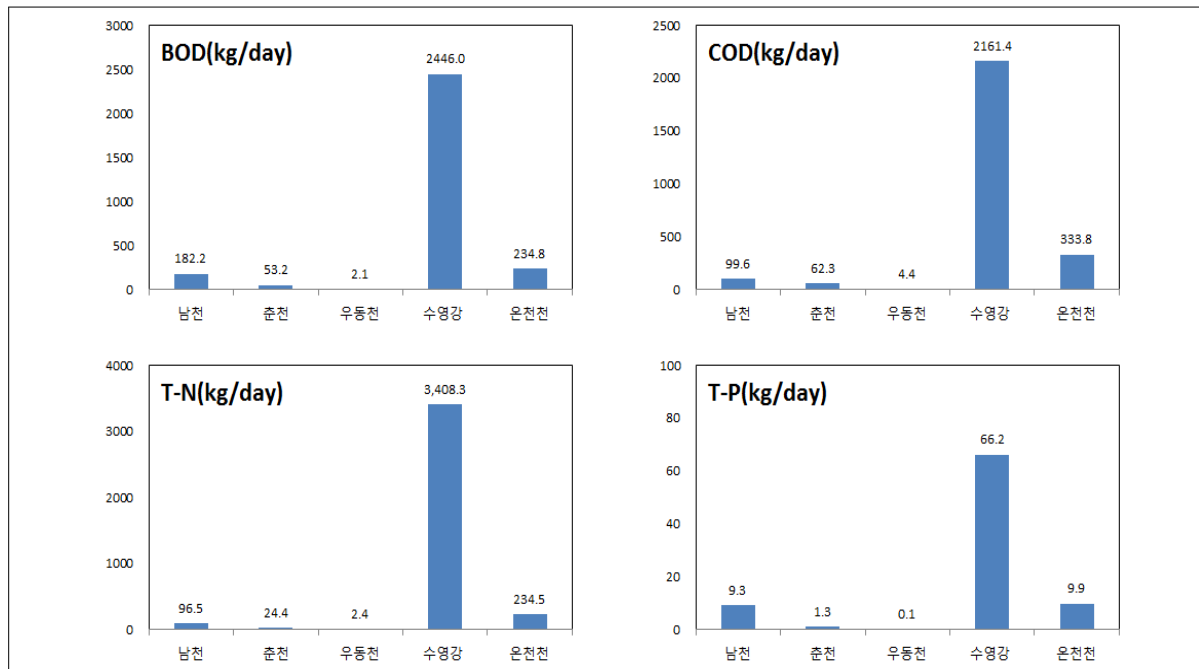


그림 8. 5개 하천의 항목별 오염부하량

### 3-2. 연안해수

#### ○ COD(화학적산소요구량)

- 수영만을 중심으로 5개 지점의 COD농도범위는 1.1 ~ 3.0 mg/L로 조사됨
- 지점별 COD 평균농도는 수영만 3.0 mg/L(Ⅲ등급), 광안리해수욕장 1.6 mg/L(Ⅱ등급), 해운대해수욕장 1.3 mg/L(Ⅱ등급), 해운대와 남천만 1.1 mg/L(Ⅱ등급)로 조사됨
- 수영만으로 유입되는 하천수가 수영만과 남천만, 광안리해수욕장에 영향을 주는 것으로 판단됨

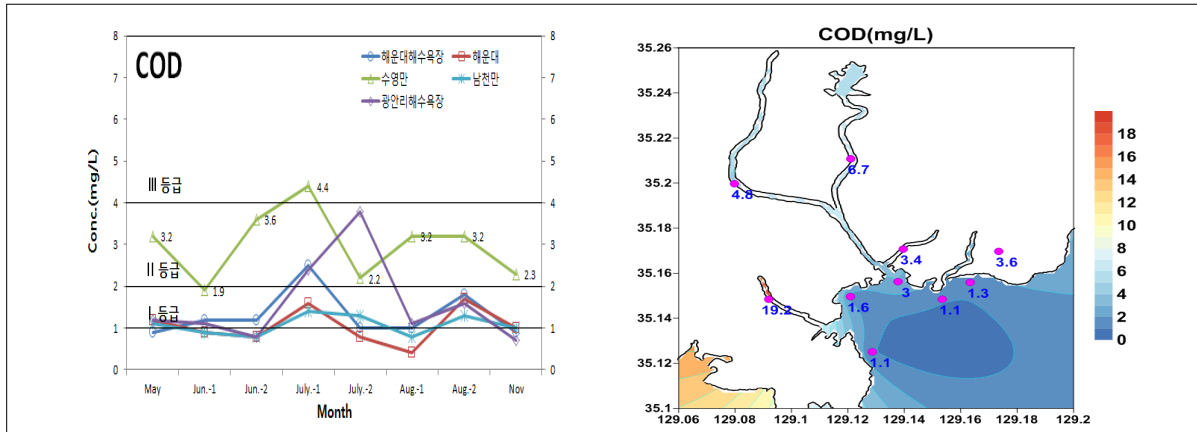


그림 9. 수영만 해역의 COD 농도변화

#### ○ TOC(총유기탄소량)

- 수영만을 중심으로 5개 지점의 TOC 농도 범위는 1.2 ~ 1.9 mg/L로 조사됨
- 지점별 TOC 평균농도는 수영만 1.9 mg/L, 광안리해수욕장 1.3 mg/L, 해운대해수욕장, 해운대, 남천만 1.2 mg/L로 조사됨
- 수영만은 제외하고 대체적으로 유사한 수질을 나타냄

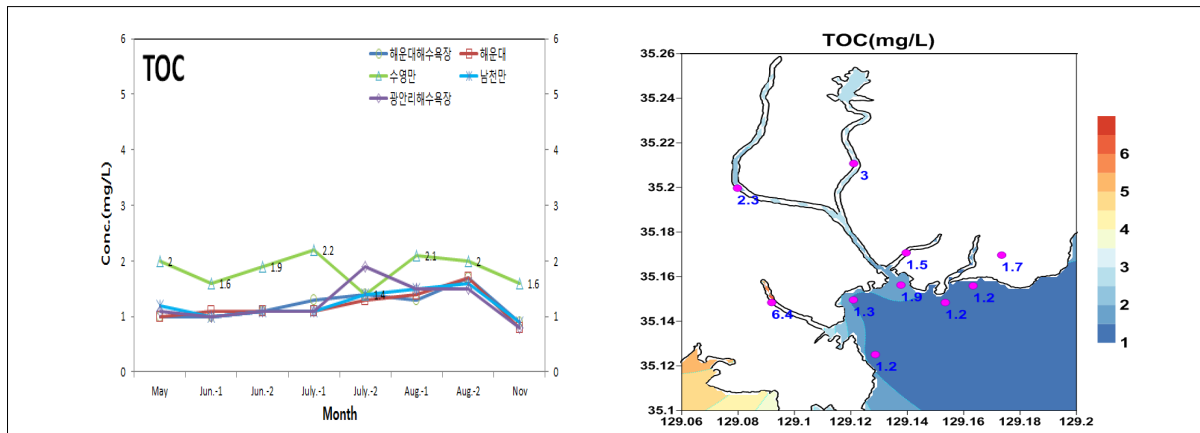


그림 10. 수영만 해역의 TOC 농도변화

○ T-N(총질소) :

- 수영만을 중심으로 5개 지점의 T-N 농도범위는 0.291 ~ 2.573 mg/L로 조사되었음
- 지점별 T-N 평균농도는 수영만 3.257 mg/L(Ⅲ등급), 남천만 0.470 mg/L(Ⅱ등급), 해운대 0.429 mg/L(Ⅱ등급), 광안리해수욕장 0.391 mg/L(Ⅱ등급), 해운대해수욕장 0.375 mg/L(Ⅱ등급)로 조사됨
- 수영만으로 유입된 오염물질이 내해보다는 외해측에 영향을 주는 것으로 조사됨

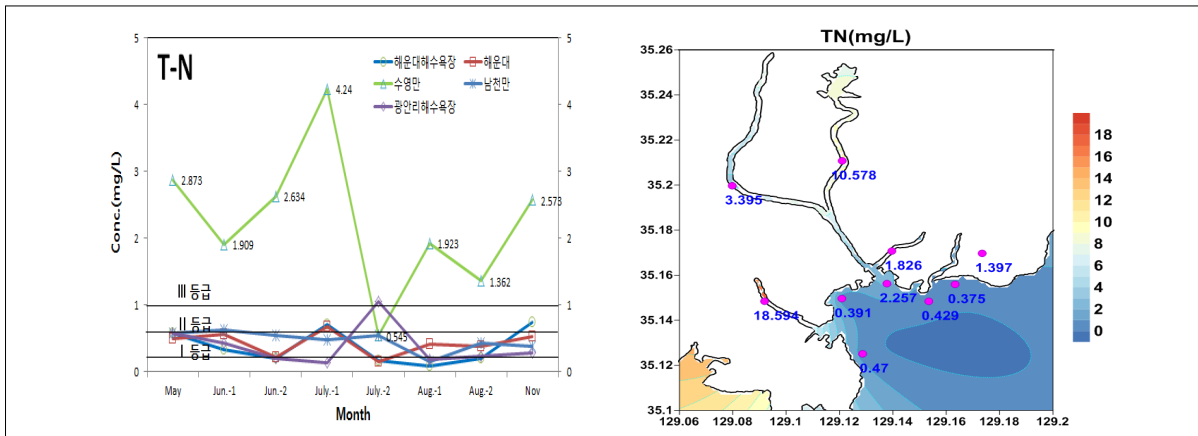


그림 11. 수영만 해역의 T-N 농도변화

○ T-P(총인) :

- 수영만을 중심으로 5개 지점의 T-P 농도범위는 0.029 ~ 0.219 mg/L로 조사되었음
- 지점별 T-P 평균농도는 수영만 0.219 mg/L(Ⅲ등급), 해운대 0.038 mg/L(Ⅱ등급), 광안리 해수욕장 0.035 mg/L(Ⅱ등급), 남천만과 해운대해수욕장은 0.029 mg/L(Ⅰ등급)로 조사됨
- 수영만을 제외하고 대체적으로 유사한 수질로 조사됨

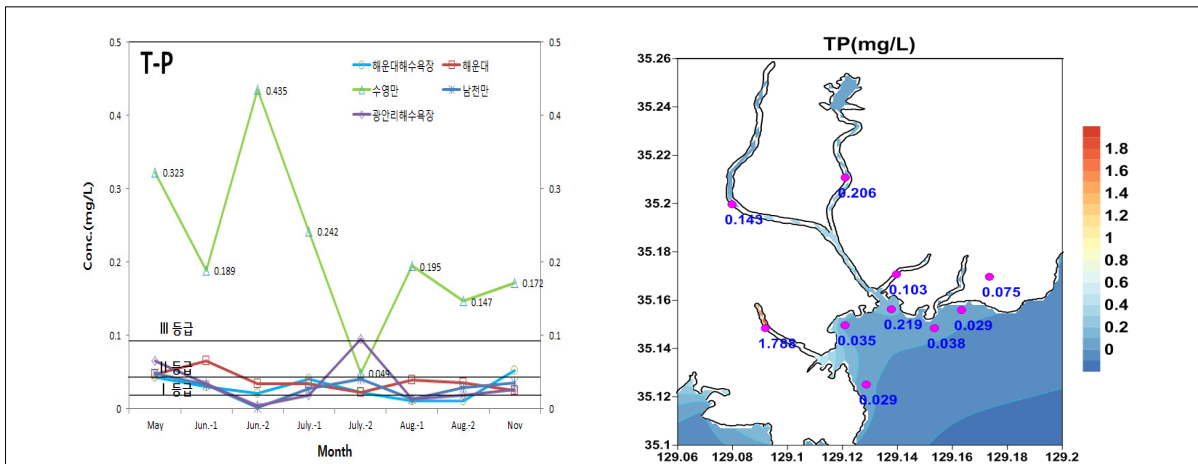


그림 12. 수영만 해역의 T-P 농도변화

#### 4. 결론

- 2016년 연안오염총량 수질 모니터링 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.
  - 하천수질
    - 수영만 유입 5개 하천 조사결과, 1일 평균 BOD부하량(kg/day)은 수영강> 온천천> 남천> 춘천> 우동천 순으로 조사되었음
    - 1일 평균 COD부하량(kg/d)은 수영강> 온천천> 남천> 춘천> 우동천 순으로 조사되었음
    - 5개 하천 중 수영만에 영향을 많이 주는 하천은 수영강으로 BOD, COD의 평균농도가 각각 생활환경기준 IV(약간나쁨), III(보통)등급의 수준을 보였음.
    - 5개 하천 중 남천은 하천유량은 두 번째로 적었으나 BOD, COD의 평균농도가 생활환경기준 VI(매우나쁨)등급의 수준으로 가장 오염도가 높은 것으로 조사됨
  - 연안해수
    - 수영만을 중심으로 5개 연안에 대한 오염도 조사결과 COD(mg/L)의 경우 수영만> 광안리 해수욕장> 해운대해수욕장 > 해운대·남천만 순으로 조사되었음.
    - 금회 조사는 4월부터 하절기에 집중되어 해수욕장의 입욕객과 해수욕장 주변 비점오염원의 유입으로 2개 해수욕장의 수질변화에 영향을 준 것으로 판단됨








#### 5. 기대효과

- 2016년 연안오염총량 수질 모니터링 결과에 따라 다음과 같은 기대효과가 예상된다.
  - 하천수질
    - 수영만 유입 5개 하천 중 수영강이 가장 부하량이 높은 것으로 나타나 2016년부터 본격 시행된 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 시행에 따른 할당부하량 준수를 위한 시행계획 수립시 우선순위를 정하는 데 기초자료로 활용 가능(목표수질 : COD 1.49 → 1.35 mg/L)
  - 해양수질
    - 수영강으로 유입되는 하천수가 수영만과 광안리해수욕장에 영향을 미치는 것으로 조사되어, 수영만의 수질 개선을 위한 할당부하량 산정 시 기초자료로 활용

**【참고자료】**

○ 하천수질기준

**표 1. 생활환경 기준**

등급	상태 (캐릭터)	기 준							
		pH	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	T-P (mg/L)	
매우 좋음	Ia 	6.5~8.5	1 이하	2 이하	2 이하	25 이하	7.5 이상	0.02 이하	
좋음	Ib 	6.5~8.5	2 이하	4 이하	3 이하	25 이하	5.0 이상	0.04 이하	
약간 좋음	II 	6.5~8.5	3 이하	5 이하	4 이하	25 이하	5.0 이상	0.1 이하	
보통	III 	6.5~8.5	5 이하	7 이하	5 이하	25 이하	5.0 이상	0.2 이하	
약간 나쁨	IV 	6.0~8.5	8 이하	9 이하	6 이하	100 이하	2.0 이상	0.3 이하	
나쁨	V 	6.0~8.5	10 이하	11 이하	8 이하	쓰레기 등이 떠 있지 않을것	2.0 이상	0.5 이하	
매우 나쁨	VI 		10 초과	11 초과	8 초과		2.0 미만	0.5 초과	

**표 2. 해역별 생활환경기준**

등급	기 준						
	pH	COD (mg/L)	DO (mg/L)	총대장균군 (총대장균군수 /100mL)	용매추출 유분 (mg/L)	총질소 (mg/L)	총인 (mg/L)
I	7.8~8.3	1 이하	7.5 이상	1000 이하	0.01 이하	0.3 이하	0.03 이하
II	6.5~8.5	2 이하	5 이상	1000 이하	0.01 이하	0.6 이하	0.05 이하
III	6.5~8.5	4 이하	2 이상	-	-	1.0 이하	0.09 이하

- 비고 : (1) 등급 I 은 참돔방어 및 미역 등 수산생물의 서식양식 및 해수욕에 적합한 수질을 말한다.  
 (2) 등급 II 는 해양에서의 관광 및 여가선용과 송어 및 김 등 등급 I 의 해역에서 서식양식에 적합한 수산생물외의 수산생물의 서식양식에 적합한 수질을 말한다.  
 (3) 등급 III 은 공업용 냉각수, 선박의 정박 등 기타 용도로 이용되는 수질을 말한다.