

## 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(매월, 9 ~ 12월/2회)  
연안해수(2월, 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 2.7 ~ 49.9 mg/L로 조사되었음
  - 지점별 BOD 평균농도는 남천 49.9 mg/L(Ⅵ등급), 수영강 6.1 mg/L(Ⅲ등급), 우동천 3.0 mg/L(Ⅱ등급), 온천천 2.8 mg/L(Ⅱ등급), 춘천 2.7 mg/L(Ⅱ등급)로 조사됨
  - 춘천, 우동천, 온천천 지점에서 비슷한 농도 수준을 보였으며, 남천은 동절기 강수량 감소(11월 중·하반기: 12.3 mm)로 11월 2차 조사결과 BOD 농도가 92.0 mg/L로 높게 나타났다. BOD 농도 분석결과 모든 하천에서 큰 농도변화를 보였으며, 특히 남천은 하천인 근에 산재해 있는 생활하수 및 강수량에 따라 큰 농도변화를 보임

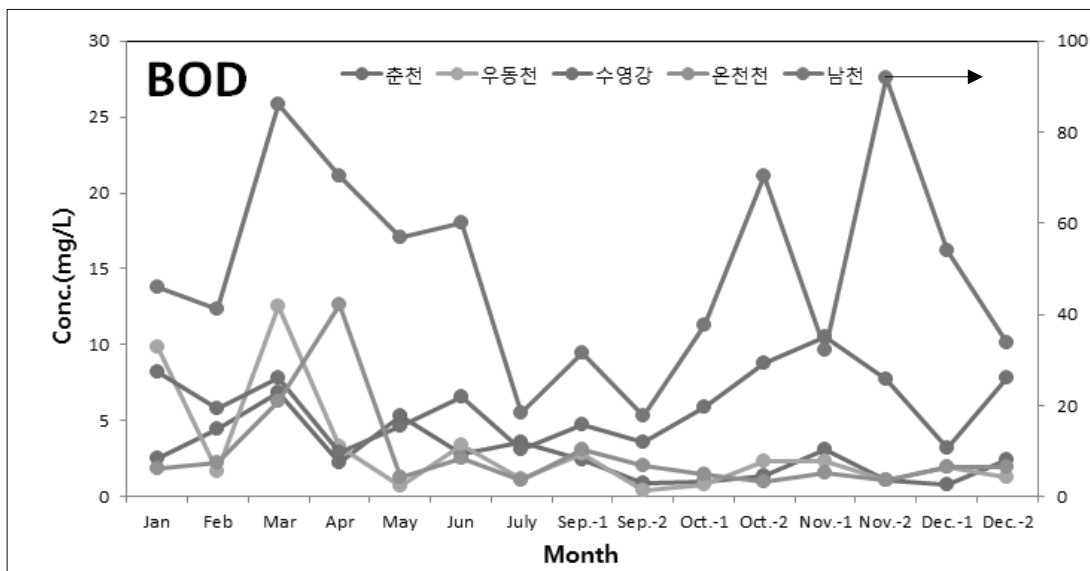


그림 2. 수영만 유입 하천의 BOD 농도변화

- 화학적산소요구량(COD) : 수영만 해역에 직접 유입되는 5개 하천의 COD 농도범위는 3.3 ~ 29.7 mg/L로 조사됨
  - 지점별 COD 평균농도는 남천 29.7 mg/L(Ⅵ등급), 수영강 6.5 mg/L(Ⅲ등급), 우동천 3.6 mg/L(Ⅰa등급), 온천천 2.8 mg/L(Ⅱ등급), 춘천 2.7 mg/L(Ⅱ등급)로 조사됨
  - 춘천, 우동천, 온천천 지점에서 비슷한 농도 수준을 보였으며, 수영강 지점의 농도 증가가 나타났음. 이는 회동수원지의 영향으로 보이며 특히, 남천 3월 조사결과 57.3 mg/L로 가장 높았음. 이는 1 ~ 3월까지 누적강수량의 감소로 생활하수 및 불명수의 영향으로 판단됨
  - COD 농도 분석결과 BOD 보다는 상대적으로 월별 농도변화가 적었으며, 남천을 제외하고는 비슷한 농도변화를 보임

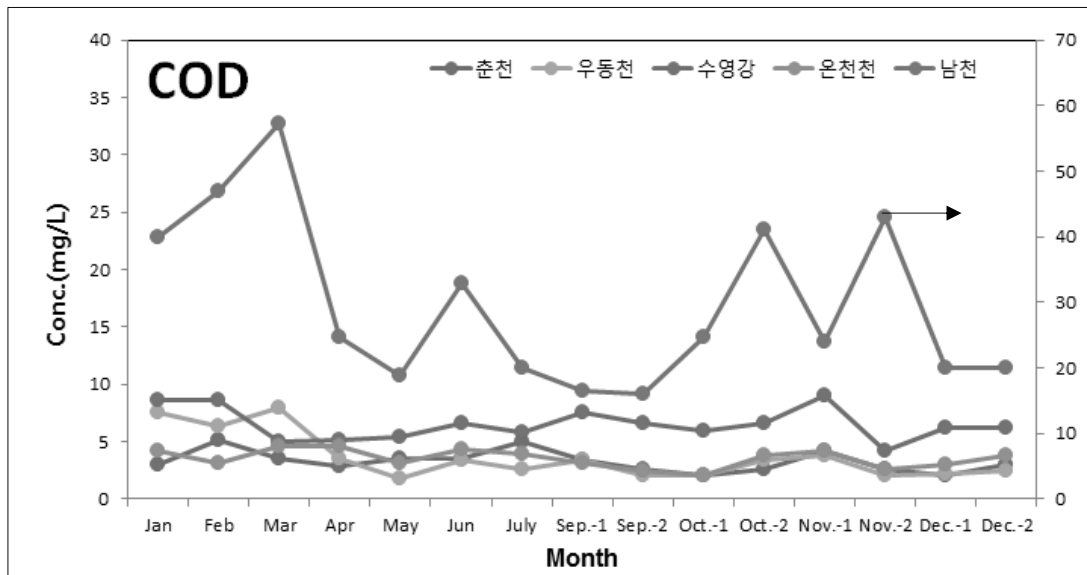


그림 3. 수영만 유입 하천의 COD 농도변화

- 총유기탄소량(TOC) : 수영만 해역에 직접 유입되는 5개 하천의 TOC 농도범위는 1.8 ~ 8.9 mg/L로 조사됨
  - 하천별 TOC 평균농도는 남천 8.9 mg/L(Ⅵ등급)로 BOD와 COD의 수질등급과 동일하였으며 조사하천 중 가장 오염이 심함. 수영강 3.4 mg/L(Ⅱ등급), 온천천 2.1 mg/L(Ⅰb등급), 우동천과 춘천 각각 1.9, 1.8 mg/L(Ⅰa등급)으로 조사됨
  - TOC의 조사결과도 BOD와 COD의 조사결과와 동일하게 남천이 조사하천 중 오염도가 가장 높으며 다음으로 수영강, 온천천, 우동천, 춘천 순이었음

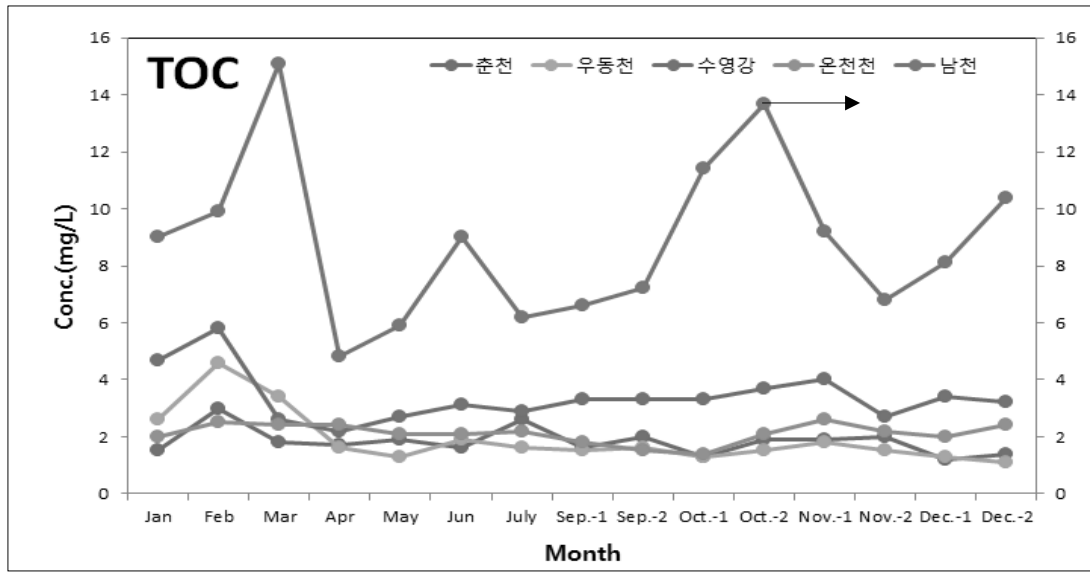


그림 4. 수영만 유입 하천의 TOC 농도변화

- 총질소(T-N) : 수영만 해역에 직접 유입되는 5개 하천의 T-N 농도범위는 1.508 ~ 22,205 mg/L로 조사됨
  - 하천별 T-N 평균농도는 남천 22,205 mg/L로 조사하천 중 가장 오염이 심함. 다음으로 수영강 9,081 mg/L, 온천천 3,149 mg/L, 우동천과 춘천 각각 2,254, 1,508 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

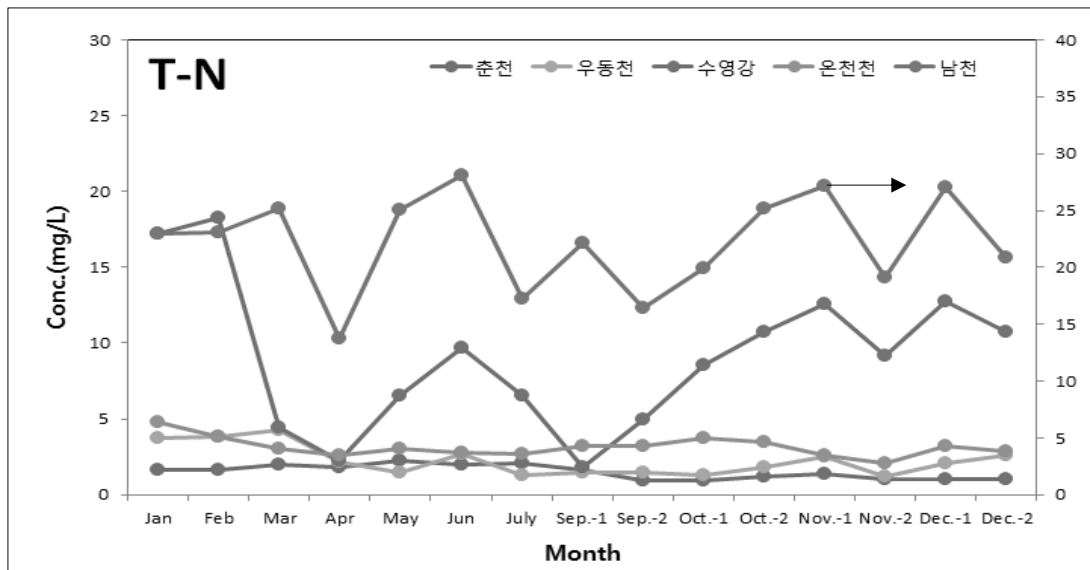


그림 5. 수영만 유입 하천의 T-N 농도변화

- 총인(T-P) : 수영만 해역에 직접 유입되는 5개 하천의 T-P 농도범위는 0.060 ~ 1.889 mg/L로 조사됨
  - 하천별 T-P 평균농도는 남천 1.889 mg/L로 조사하천 중 가장 오염이 심함. 다음으로 수영강 1.189 mg/L, 우동천 1.124 mg/L, 온천천과 춘천 각각 1.107, 0.060 mg/L로 조사됨
  - 4월(268.0 mm)과 7월(176.7 mm)은 강수량의 증가로 T-N, T-P의 농도변화가 나타남

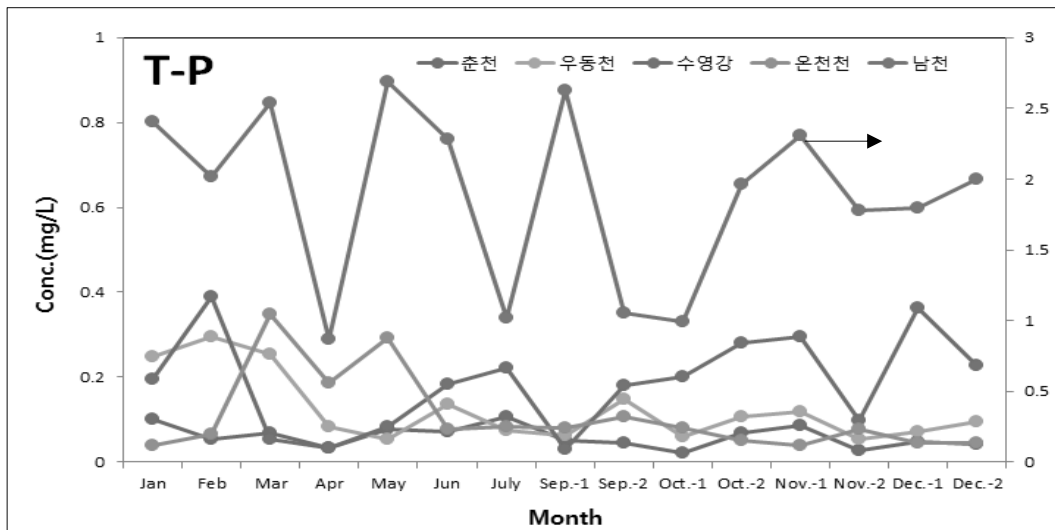


그림 6. 수영만 유입 하천의 T-P 농도변화

- 부하량 산정
  - 유 량 : 수영만 해역 직접 유입되는 하천 평균 유량은 1,547 ~ 160,386 m<sup>3</sup>/일로 수영강 160,386 m<sup>3</sup>/일, 온천천 75,852 m<sup>3</sup>/일, 춘천 19,439 m<sup>3</sup>/일, 남천 7,843 m<sup>3</sup>/일, 우동천 1,547 m<sup>3</sup>/일로 조사되었음
    - 하천별 유량범위는 수영강 42,223 ~ 313,596 m<sup>3</sup>/일, 온천천 23,095 ~ 108,035 m<sup>3</sup>/일, 춘천 6,404 ~ 36,599 m<sup>3</sup>/일, 남천 4,353 ~ 15,365 m<sup>3</sup>/일, 우동천 366 ~ 7,829 m<sup>3</sup>/일로 각 지점별 최대·최소 유량 차이가 3 ~ 10배까지 나타남
    - 따라서 수영강은 회동수원지 방류수 및 온천천은 낙동강수의 유입 유·무에 따라 유량 변동이 심한 것으로 조사됨
  - 부하량 : 수영만 해역 직접 유입되는 하천의 1일 평균 부하량 범위는 BOD 4.7 ~ 975.1 kg/일, COD 5.6 ~ 1,043.6 kg/일, TOC 3.0 ~ 544.2 kg/일, T-N 3.487 ~ 1,456.446 kg/일, T-P 0.192 ~ 30.302 kg/일로 조사되었음
    - 1일 평균 BOD(kg/일)의 경우 수영강(975.1) > 남천(391.2) > 온천천(211.9) > 춘천(52.9) > 우동천(4.7) 순이었으며, COD는 수영강(1,043.6) > 온천천(269.0) > 남천(233.0) > 춘천(63.8) > 우동천(5.6) 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

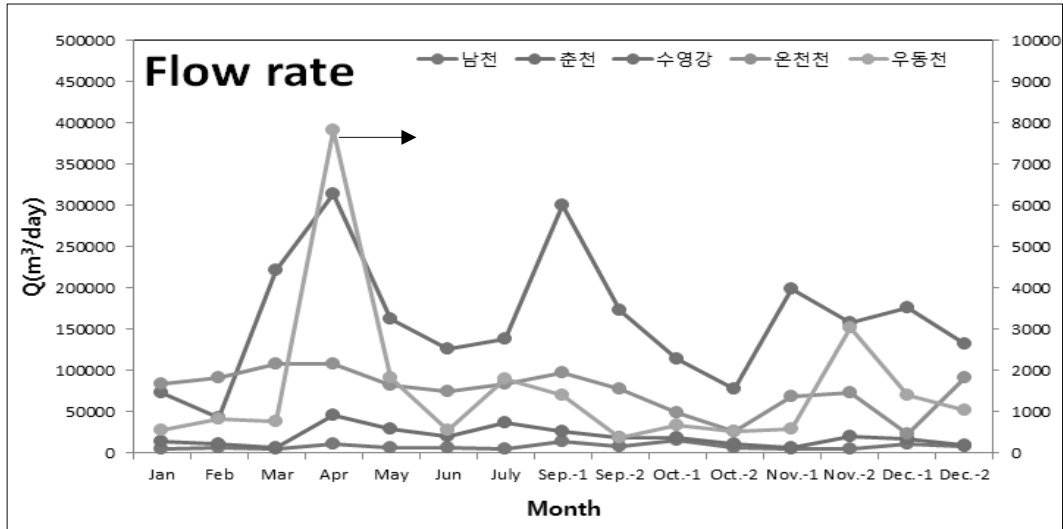


그림 7. 5개 하천의 유량변동

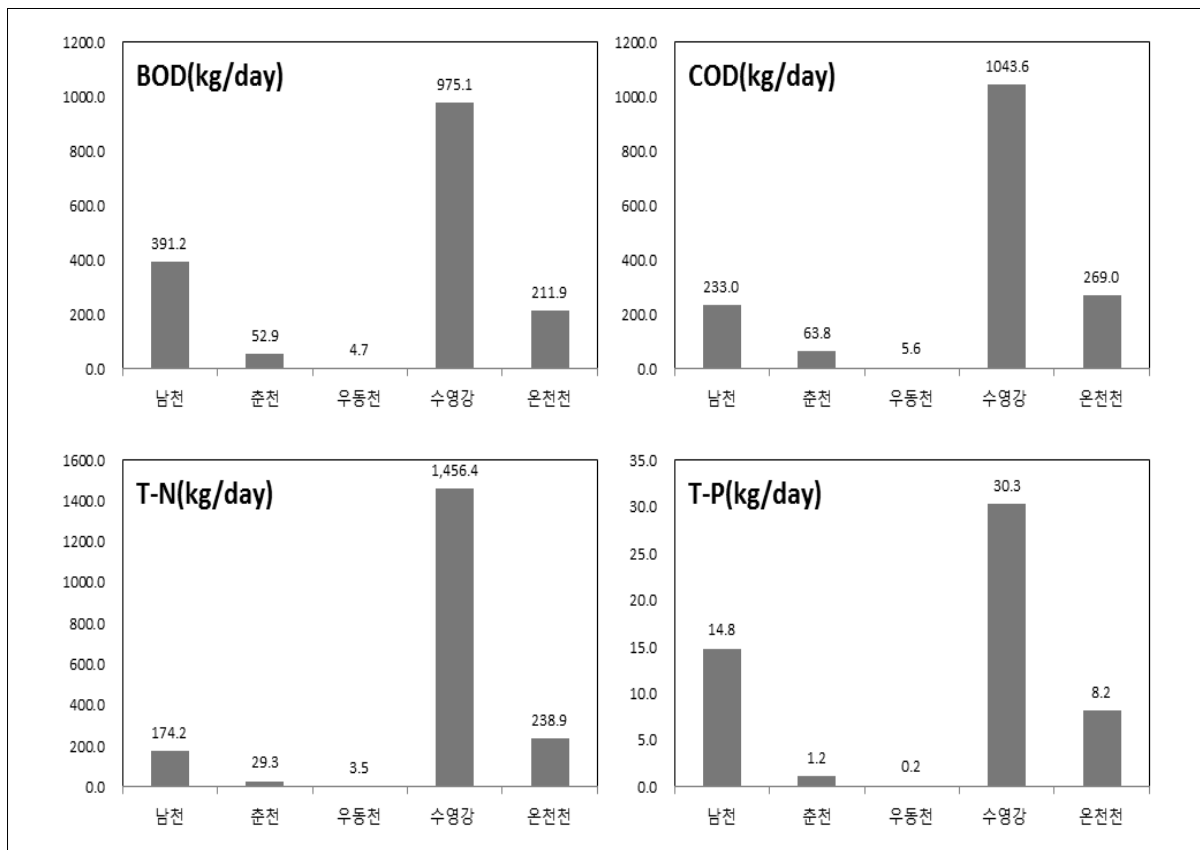


그림 8. 5개 하천의 항목별 오염부하량

### 3-2. 연안해수

- COD(화학적산소요구량) : 수영만을 중심으로 5개 지점의 COD 농도범위는 0.9 ~ 1.6 mg/L로 조사되었음
  - 지점별 COD 평균농도는 수영만 1.6 mg/L(II 등급), 남천만 1.5 mg/L(II 등급), 광안리해수욕장 1.1 mg/L(II 등급), 해운대와 해운대해수욕장 0.9 mg/L(I 등급)로 조사됨
  - 수영만으로 유입되는 하천수가 수영만과 남천만, 광안리해수욕장에 영향을 주는 것으로 판단됨

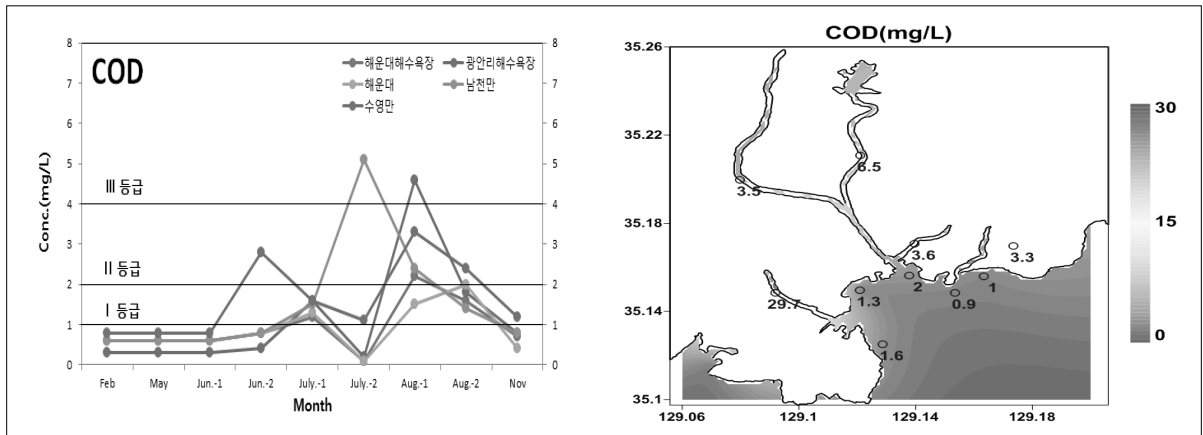


그림 9. 수영만 해역의 COD 농도변화

- TOC(총유기탄소량) : 수영만을 중심으로 5개 지점의 TOC 농도 범위는 1.0 ~ 1.6 mg/L로 조사되었음
  - 지점별 TOC 평균농도는 수영만과 남천만 1.6 mg/L, 해운대와 광안리해수욕장 1.1 mg/L, 해운대해수욕장 1.0 mg/L로 조사됨
  - 남천만은 조사지점 인근 해안 매립공사로 인한 오염도 상승이 관측됨

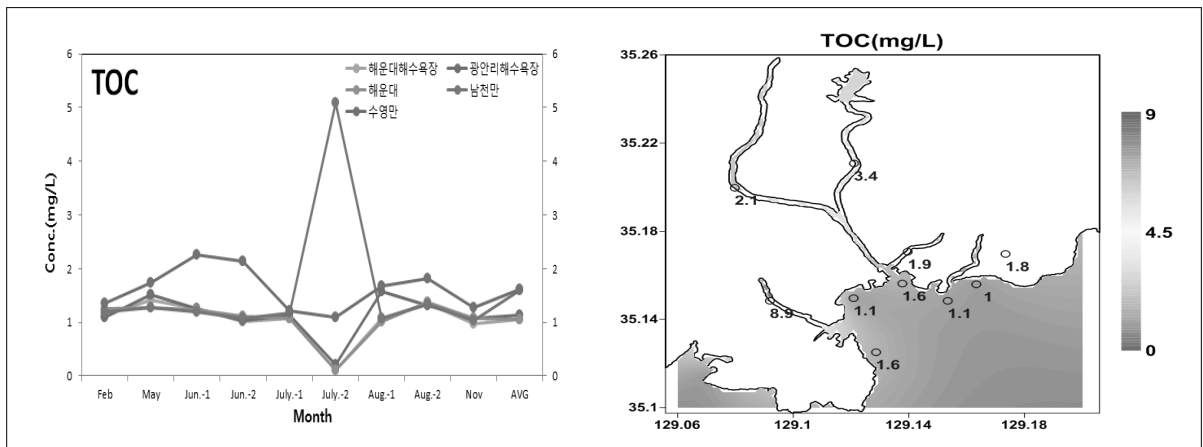


그림 10. 수영만 해역의 TOC 농도변화

- T-N(총질소) : 수영만을 중심으로 5개 지점의 T-N 농도범위는 0.169 ~ 1.632 mg/L로 조사되었음
  - 지점별 T-N 평균농도는 수영만 1.632 mg/L(Ⅲ등급), 남천만 0.475 mg/L(Ⅱ등급), 광안리해수욕장 0.412 mg/L(Ⅱ등급), 해운대 0.305 mg/L(Ⅱ등급), 해운대해수욕장 0.169 mg/L(Ⅰ등급)로 조사됨
  - 남천만은 조사지점 인근 해안 매립공사로 인한 오염도 상승이 관측됨

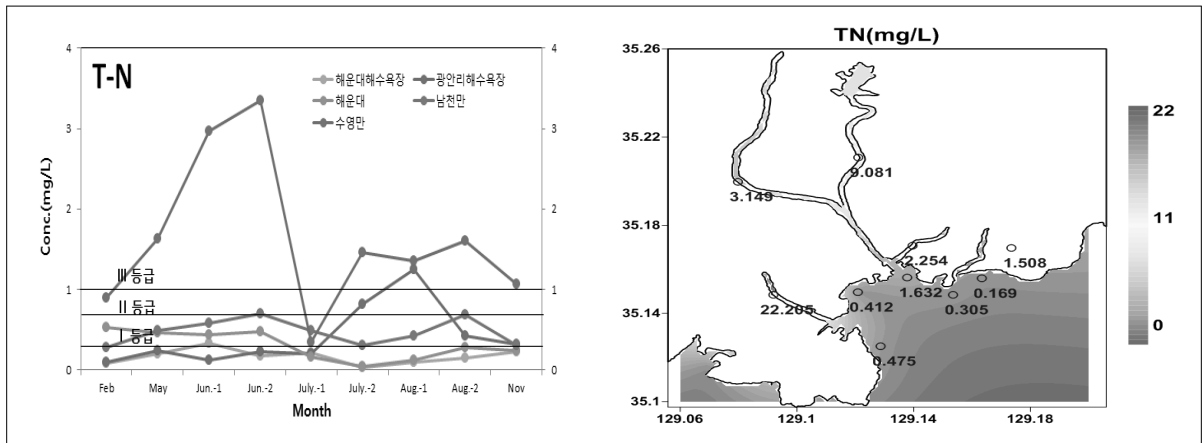


그림 11. 수영만 해역의 T-N 농도변화

- T-P(총인) : 수영만을 중심으로 5개 지점의 T-P 농도범위는 0.018 ~ 0.130 mg/L로 조사되었음
  - 지점별 T-P 평균농도는 수영만 0.130 mg/L(Ⅲ등급), 광안리 해수욕장 0.038 mg/L(Ⅱ등급), 해운대 0.027 mg/L(Ⅰ등급), 남천만과 해운대해수욕장이 각각 0.026 mg/L(Ⅰ등급), 0.018 mg/L(Ⅰ등급)로 조사됨
  - 수영만을 제외하고 수질이 양호한 상태를 유지함

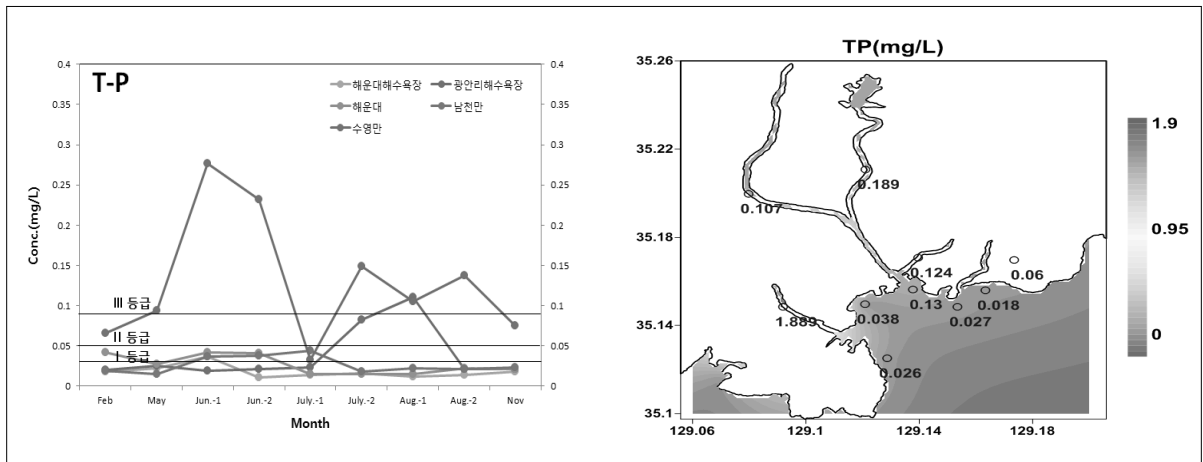


그림 12. 수영만 해역의 T-P 농도변화



#### 4. 활용방안

- 2015년 연안오염총량 수질 모니터링 결과 다음과 같은 결론을 얻었음
  - 하천수질
    - 수영만 유입 5개 하천 조사결과, 1일 평균 BOD부하량(kg/d)은 수영강> 남천> 온천천> 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 생활환경기준 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 조사되었음
  - 연안해수
    - 수영만을 중심으로 5개 연안에 대한 오염도 조사결과 COD(mg/L)의 경우 수영만> 남천만> 광안리해수욕장> 해운대·해운대해수욕장 순으로 조사되었음
    - 따라서 수영만으로 유입되는 하천수가 수영만과 남천만 그리고 광안리해수욕장에 영향을 미치는 것으로 조사되어, 수영만의 수질개선을 위해서는 회동수원지의 영향을 받는 수영강의 수질개선이 우선되어야 하며 다음으로 남천으로 유입되는 생활하수의 완전 차집이 이루어져야 할 것으로 판단됨








#### 5. 기대효과

- 2015년 연안오염총량 수질 모니터링 결과에 따라 다음과 같은 기대효과가 예상됨
  - 하천수질
    - 수영만 유입 5개 하천 중 수영강이 가장 부하량이 높은 것으로 나타나 2016년부터 본격 시행되는 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 시행에 따른 할당부하량 준수를 위한 시행계획 수립 시 우선순위를 정하는 데 기초자료로 활용 가능(COD 1.49 → 1.35 mg/L)
  - 해양수질
    - 수영만으로 유입되는 하천수가 수영만과 남천만 그리고 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 수산생물의 수산생물의 서식·양식에 적합한 수질을 말한다.

(3) 등급 III 은 공업용 냉각수, 선박의 정박 등 기타 용도로 이용되는 수질을 말한다.