

해양환경측정망 운영

○ 부산지역 연안해역의 해양환경 상태와 오염원의 정기적인 조사를 통한 해양수질환경의 종합적인 파악으로 보다 체계적인 해양환경관리 및 보전정책 수립에 필요한 기초자료 제공

1. 조사개요

- 조사기간 : 2019. 1. ~ 2019. 12. (2, 5, 8, 11월)
- 조사정점 : 해역의 이용목적별로 4개 측정망 30개 정점 운영 (해수 30, 퇴적물 6)
 - 연근해환경측정망(일반 연안 및 근해역 조사) : 기장연안(고리 등 3개 정점)
 - 환경관리해역환경측정망(특별관리해역 조사) : 부산연안(해운대해수욕장 등 13개 정점)
 - 항만환경측정망(주요 항만 및 어항 조사) : 부산연안, 신항(5부두 등 9개 정점)
 - 하구역환경측정망(낙동강 하구역 조사) : 낙동강하구(장림 등 5개 정점)
 - ※ 해저퇴적물 조사정점 : 동천하류, 5부두, 북내항, 남항, 발전소앞, 다대포어시장



그림 1. 해양환경측정망 운영지점도

2. 조사방법

- 시료채취 및 분석방법
 - 시료 채취방법 : 선박이용 표층수 및 퇴적물 채취

- 시료 분석방법 : 해양환경공정시험기준

○ 조사항목 및 조사주기 : 표 1 과 같음

표 1. 해양환경측정항목 조사항목 및 주기

구분	항목수	조사항목	주기
해양수질	14	생활환경기준(2) : pH, 총대장균군 생태기반기준(5) : 용존무기질소(DIN), 용존무기인(DIP), 클로로필-a, 투명도, 저층산소 포화도(DO, %) 기타항목(7) : 화학적산소요구량(COD), 용존산소량(DO), 수온, 전기전도도, 염분, T-N, T-P	4회/년 (2,5,8,11월)
	6	생태계보호기준(6) : Cu, Pb, Zn, As, Cd, Ni	2회/년 (2,8월)
해저퇴적물	10	유기물항목(3) : 함수율, 강열감량, 화학적산소요구량(COD) 중금속항목(7) : Cu, Pb, Zn, As, Cd, Cr, Hg	1회/년 (5월)

○ 해양환경기준(해수수질)

- 생활환경 기준

항목	수소이온농도(pH)	총대장균군(총대장균수/100mL)	용매추출유부(mg/L)
기준	6.5-8.5	1,000 이하	0.01 이하

- 생태기반 해수수질 기준(대한해협)

등급	수질평가 지수값(Water Quality Index)
I (매우 좋음)	23 이하
II (좋음)	24 ~ 33
III (보통)	34 ~ 46
IV (나쁨)	47 ~ 59
V (아주 나쁨)	60 이상

- 수질평가지수(수질평가지수 항목별 점수를 이용하여 계산)

수질평가지수(WQI, Water Quality Index)

$$= 10 \times [\text{저층산소포화도(DO)}] + 6 \times [(\text{식물플랑크톤 농도(Chl-a)} + \text{투명도(SD)}) / 2] + 4 \times [(\text{용존무기질소 농도(DIN)} + \text{용존무기인 농도(DIP)}) / 2]$$

※ 수질평가지수 항목별 점수(대한해협)

점수	용존무기질소 (µg/L)	용존무기인 (µg/L)	클로로필 (µg/L)	저층용존산소 포화도(%)	투명도(m)
1	≤220	≤35	≤6.3	≥90	≥2.5
2	<242	<38.5	<6.93	>81	>2.25
3	<275	<43.75	<7.88	>67.5	>1.88
4	<330	<52.5	<9.45	>45	>1.25
5	≥330	≥52.5	≥9.45	≤45	≤1.25

- 해양생태계 보호 기준

(단위 : µg/L)

중금속류	구리	납	아연	비소	카드뮴	니켈
단기기준*	3.0	7.6	34	9.4	19	11
장기기준**	1.2	1.6	11	3.4	2.2	1.8

* : 단기기준 : 1회성 관측값과 비교 적용

** : 연간평균값 (최소 사계절 조사 자료)과 비교 적용

○ 해양환경기준(해저퇴적물)

(단위 : mg/kg)

해양환경기준	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
주의기준(TEL)	14.5	0.75	116	20.6	0.11	44.0	68.4
관리기준(PEL)	75.5	2.72	181	64.4	0.62	119	157

(1) 주의기준(Threshold Effects Level, TEL) : 부정적인 생태영향이 일부 발현될 개연성이 있을 것으로 예측되는 농도

(2) 관리기준(Probable Effects Level, PEL) : 부정적인 생태영향이 발현될 개연성이 매우 높은 농도

(3) 적용방법 : 금속농도가 입자 크기에 따라 변화하므로 입자 크기의 변화를 나타낼 수 있는 금속(Li)을 사용하여 보정된 금속 농도를 사용

- As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb는 시료와 각 기준 농도를 직접 비교

- Cu, Zn은 시료의 Li으로 측정농도를 입도 보정하여 기준농도와 비교

$$\text{입도보정한 Cu 농도} = \left(\left(\frac{\text{시료의 Cu 농도} - 4.10}{\text{시료의 Li 농도} - 21.2} \right) \times 11.9 \right) + 4.10$$

$$\text{입도보정한 Zn 농도} = \left(\left(\frac{\text{시료의 Zn 농도} - 30.4}{\text{시료의 Li 농도} - 21.2} \right) \times 11.9 \right) + 30.4$$

만일 시료의 Li이 33.1 ppm 이하이거나 입도보정 농도가 음의 값을 보일 경우 별도의 입도보정 없이 주의기준과 관리기준에 직접 비교

3. 조사결과

3.1 해양수질 조사결과

3.1.1 연근해환경측정망

○ 생활환경기준 : 모든 정점이 기준(pH 6.5~8.5, 총대장균군수 1,000 이하/100mL) 기준 이내

○ 생태기반 해수수질기준 : 고리, 일광 I 등급(매우 좋음), 대변 II 등급(좋음)

○ 해양생태계보호기준 : 모든 조사항목이 단기기준 이내임

수질현황분석결과

- 수심이 깊고 해안선이 개방되어 외해와의 해수교환이 활발한 기장연안 해역임
- 전년도에는 모든 정점이 I 등급(매우 좋음) 유지, 2019년에는 대변 정점의 저층산소포화도가 다소 낮게 나타나 II 등급(좋음)으로 하락
- 주요 수질영향인자 : 해양의 물리적 특성(개방된 해안선, 원활한 해수교환 등)

표 2. 연근해환경측정망 정점별 해양수질 조사결과(2019년 평균)

조사항목		조사정점	고리	일광	대변	
생활환경기준	pH		8.3	8.3	8.3	
	총대장균군(MPN/100mL)		1	1	6	
생태기반 해수수질기준	등급	2018년 평균	I	I	I	
		2019년	1분기	I	I	I
			3분기	I	I	II
			평균	I	I	II
	용존무기질소 (µg/L)		33.8	91.1	26.4	
	용존무기인 (µg/L)		11.0	8.2	9.5	
	클로로필-a (µg/L)		1.2	0.6	0.9	
	저층산소포화도 (%)		100.6	94.1	89.6	
	투명도 (m)		4.0	4.3	3.9	
	해양생태계 보호기준	Cu (µg/L)		0.710	0.450	0.870
Pb (µg/L)		1.030	0.740	2.205		
Zn (µg/L)		0.010	1.110	0.000		
As (µg/L)		0.000	0.350	0.450		
Cd (µg/L)		0.085	0.005	0.050		
Ni (µg/L)		0.240	0.235	0.300		
기타항목	COD (mg/L)		0.94	1.10	1.24	
	T-N (µg/L)		132.6	113.1	111.9	
	T-P (µg/L)		30.7	25.2	14.4	
	DO (mg/L)		7.7	7.5	7.5	
	수온 (°C)		20.28	20.87	20.63	
	염분 (PSU)		33.5	33.8	33.7	

주 : 1)  : 2019년 평균과 비교하여 등급이 개선된 정점,  : 2019년 평균과 비교하여 등급이 하락된 정점
 2) 2019년 2월, 8월 조사결과의 평균값임

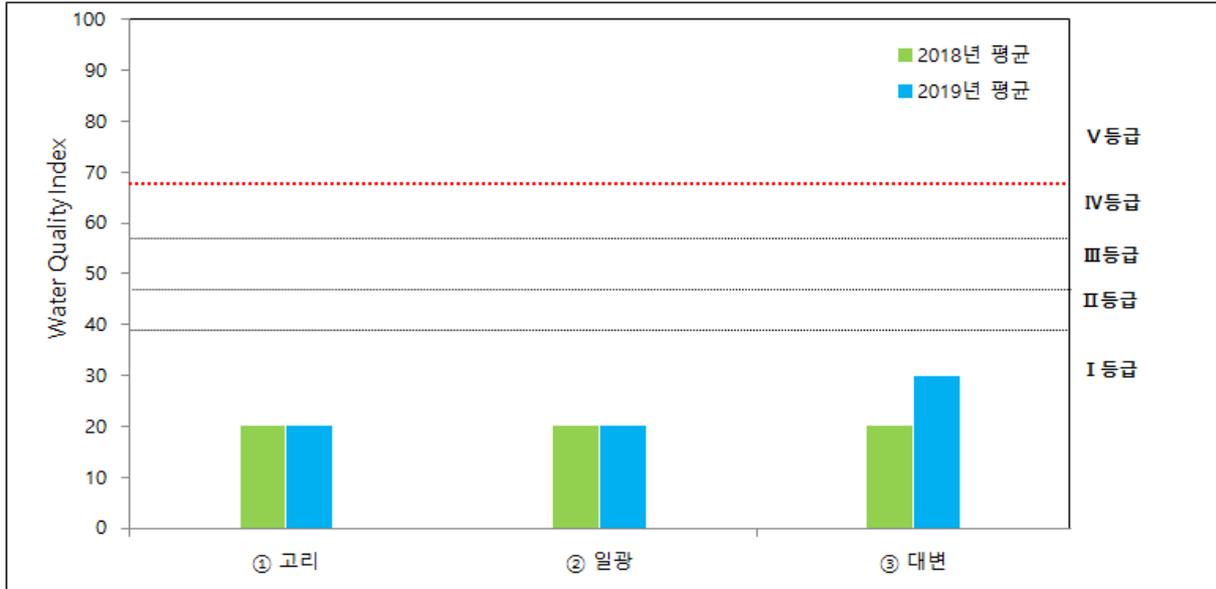


그림 2. 생태기반 해수수질기준 등급 비교(연근해환경측정망)

3.1.2 환경관리해역환경측정망

- 생활환경기준 : 2개 정점(수영만, 동천하류)이 총대장균군수 기준(1,000 이하/100mL)을 초과
- 생태기반 해수수질기준 : II등급(좋음) 이상이 11개 정점
- 해양생태계보호기준 : 부산대교 정점에서 Cu 항목의 연평균 농도가 4.665 µg/L로써 단기기준(3.0 µg/L)을 초과

수질현황분석결과

- 전년도 대비 대체적으로 수질은 개선, 동천 및 반폐쇄성 해역환경의 영향을 받는 ‘동천하류’ 정점이 다소 높은 오염도를 나타내었음
- 미량금속 중 Cu 항목은 1분기에 자갈치 정점에서, 3분기에 해운대 및 부산대교 정점에서 단기기준 초과, Zn 항목은 1분기에 5부두 정점에서 단기기준 초과 → 지속적인 모니터링을 통한 농도변화 추이 관찰 필요
- 주요 수질영향인자 : 육상기인 오염물질 유입(수영강, 동천, 남천), 정체수역 형성(pocket beach-광안리해수욕장), 반폐쇄성 해역 환경

표 3. 환경관리해역환경측정망 정점별 조사결과(2019년 평균)

조사항목	조사정점	해운대	해운대	수영만	민락동	광안리	남천만	이기대	등천하류	북외항	부산대교	자갈치시장	송도	남외항		
		해수욕장	해수욕장			해수욕장							해수욕장			
생활환경 기준	pH	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.0	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2		
	총대장균군 (MPN/100mL)	99	203	3043	473	94	121	186	19318	96	367	839	38	3		
생태기반 해수수질 기준	등급	2018년 평균	I	I	III	III	I	II	II	III	I	I	I	I	I	
		2019년	1분기	I	I	III	I	I	I	II	I	I	I	I	I	I
			2분기	II	II	III	III	I	II	III	III	III	I	I	II	II
			3분기	II	III	IV	IV	II	II	II	V	III	IV	III	I	I
			4분기	II	II	III	III	I	I	I	V	I	II	I	I	I
			평균	I	I	III	II	I	I	I	IV	I	I	I	I	I
	용존무기질소 (µg/L)	65.2	229.4	1716.3	691.5	230.1	164.4	222.1	793.8	94.8	114.3	78.9	40.8	43.8		
	용존무기인 (µg/L)	25.9	29.2	88.1	41.5	24.9	21.5	24.5	49.0	20.6	26.4	24.1	10.1	11.8		
	클로로필-a (µg/L)	1.0	0.9	2.5	1.0	2.0	3.2	1.4	4.2	2.2	1.4	1.2	2.2	1.5		
	저층산소포화도 (%)	96.1	93.9	93.7	95.1	99.7	96.3	97.1	78.6	91.8	92.6	97.0	99.3	96.3		
투명도 (m)	5.1	5.0	4.1	4.2	3.8	5.2	4.9	2.8	3.9	3.8	4.2	4.5	4.4			
해양생태계 보호기준	Cu (µg/L)	1.165	2.005	1.445	0.545	0.525	0.470	0.685	2.225	1.850	4.665	1.195	0.625	0.740		
	Pb (µg/L)	3.815	3.545	0.710	1.400	3.565	1.625	1.355	2.015	3.400	2.710	0.640	0.985	0.795		
	Zn (µg/L)	0.900	0.000	0.490	0.000	0.000	0.000	0.000	2.015	2.835	2.715	0.000	2.365	0.000		
	As (µg/L)	0.110	0.270	0.275	0.000	0.445	0.000	0.385	0.000	0.000	0.105	0.115	0.365	0.320		
	Cd (µg/L)	0.040	0.040	0.000	0.010	0.120	0.055	0.010	0.090	0.145	0.005	0.000	0.050	0.010		
	Ni (µg/L)	0.230	0.540	0.735	0.270	0.375	0.220	0.285	0.355	0.320	0.300	0.255	0.305	0.340		
기타항목	COD (mg/L)	1.19	1.63	2.40	1.70	1.30	1.54	0.74	1.58	0.74	0.63	0.80	0.65	0.59		
	T-N (µg/L)	247.1	406.4	1829.0	1000.1	354.6	336.9	393.8	1075.6	187.7	222.9	237.0	154.6	143.2		
	T-P (µg/L)	28.2	33.2	131.8	78.3	37.4	33.6	35.3	93.9	28.5	27.7	31.3	19.1	16.7		
	DO (mg/L)	7.6	7.6	7.1	7.5	8.0	7.8	7.6	5.6	7.6	7.3	7.6	8.0	7.7		
	수온 (°C)	18.6	18.6	18.2	18.9	18.7	18.6	18.7	18.2	17.9	17.8	18.0	18.7	18.4		
	염분 (PSU)	33.5	33.3	31.2	32.0	33.6	33.4	33.0	32.8	33.8	33.7	33.7	33.6	33.7		

주 : 1) : 2018년 평균과 비교하여 등급이 개선된 정점, : 2018년 평균과 비교하여 등급이 하락된 정점
 2) 2019년 2월, 5월, 8월, 11월 조사결과의 평균값임

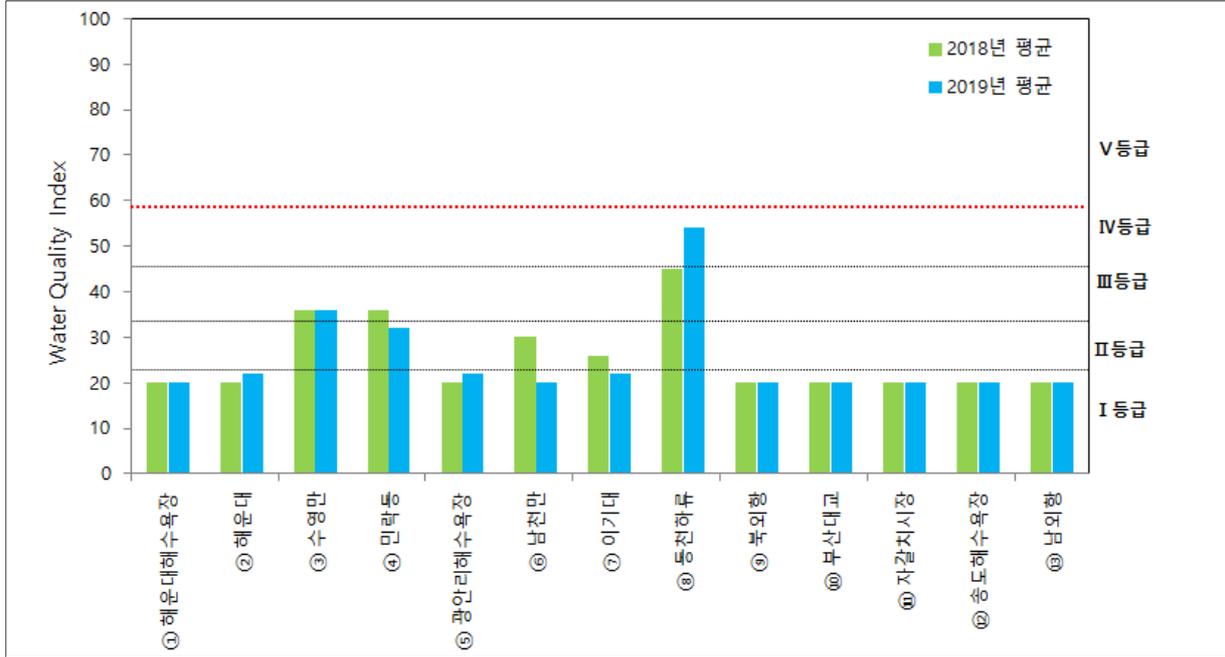


그림 3. 생태기반 해수수질기준 등급 비교(환경관리해역환경측정망)

3.1.3 항만환경측정망

- 생활환경기준 : 1개 정점(남항)이 총대장균군수 기준(1,000 이하/100mL)을 초과
- 생태기반 해수수질기준 : II 등급(좋음) 이상이 6개 정점
- 해양생태계보호기준 : 4개 정점(5부두, 발전소앞, 다대포항, 다대포어시장)에서 Cu 항목의 단기기준 (3.0 µg/L) 초과

수질현황분석결과

- 전년도 대비 수질등급은 전반적으로 하락
- 특히 ‘다대포어시장’ 정점은 주변 오염물질 유입(수협공판장, 어류선별장, 수리조선소 등) 및 반폐쇄성 해역환경 등으로 인해 9개 정점 중 용존무기질소(DIN), 용존무기인(DIP) 농도는 가장 높고, 저층산소포화도와 표층 DO가 가장 낮게 나타남
- 남항(2009~2014년), 다대포항(2016~2017년), 감천항(2019~2020년) 등 오염퇴적물 정화사업의 효과를 지속적으로 기대하기 위해서는 육상오염물질의 유입관리가 병행되어야 할 것임
- 주요 수질영향인자 : 육상기인 오염물질 유입(수리조선소, 위판장, 공동어시장, 오수유입 구거 등), 고수온 현상(하계), 반폐쇄성 해역 환경

표 4. 항만환경측정망 정점별 조사결과(2019년 평균)

조사항목		조사정점										
		5부두	북내항	남항	감천항	발전소 앞	다대포항	다대포 어시장	신항	신외항		
생활환경기준	pH	8.2	8.2	8.2	8.2	8.1	8.1	8.3	8.2	8.2		
	총대장균군 (MPN/100mL)	318	603	2210	25	357	136	167	74	12		
생태기반 해수수질기준	등급	2018년 평균	II	I	I	I	II	II	III	I	I	
		2019년	1분기	I	I	I	I	I	I	II	II	I
			2분기	III	II	I	I	II	III	II	-	-
			3분기	III	III	II	III	III	III	IV	IV	IV
			4분기	III	II	III	I	III	II	IV	-	-
	평균	II	II	I	II	II	II	IV	III	III		
	용존무기질소 (µg/L)	167.9	104.9	131.3	70.0	141.1	122.8	<u>223.9</u>	113.0	68.1		
	용존무기인 (µg/L)	23.9	19.9	23.2	22.8	27.1	30.9	<u>46.5</u>	13.3	12.7		
	클로로필-a (µg/L)	2.3	3.5	2.0	2.0	2.0	1.9	1.7	5.1	4.2		
	저층산소포화도 (%)	82.4	87.9	94.0	89.9	85.8	83.1	<u>76.6</u>	87.5	84.7		
투명도 (m)	3.2	3.8	2.9	4.4	2.9	3.1	2.3	2.2	2.2			
해양생태계 보호기준	Cu (µg/L)	5.095	2.315	1.700	2.645	3.470	3.320	3.910	1.040	0.895		
	Pb (µg/L)	2.805	1.610	1.245	0.105	0.320	0.300	1.540	1.885	0.130		
	Zn (µg/L)	25.465	7.745	4.015	2.555	7.790	4.340	9.565	2.665	1.725		
	As (µg/L)	0.000	0.000	0.000	0.250	0.290	0.220	0.290	0.010	0.000		
	Cd (µg/L)	0.110	0.060	0.005	0.055	0.000	0.000	0.050	0.055	0.000		
	Ni (µg/L)	0.320	0.440	0.200	0.300	0.320	0.265	0.740	0.490	0.430		
기타항목	COD (mg/L)	0.79	0.64	0.94	0.78	1.11	0.82	1.31	1.66	1.14		
	T-N (mg/L)	299.7	250.2	281.9	206.6	344.6	241.3	369.0	216.4	195.6		
	T-P (mg/L)	30.1	32.7	29.5	31.0	33.9	25.1	31.4	22.1	26.0		
	DO (mg/L)	7.1	7.9	7.4	7.5	7.1	6.9	<u>6.4</u>	7.8	8.5		
	수온 (°C)	17.6	17.4	18.0	19.0	18.6	18.0	17.7	18.0	17.9		
	염분 (PSU)	33.4	33.6	33.5	33.6	33.5	33.6	33.6	33.5	33.5		

주 : 1) : 2018년 평균과 비교하여 등급이 개선된 정점, : 2018년 평균과 비교하여 등급이 하락된 정점
 2) 2019년 2월, 5월, 8월, 11월 조사결과의 평균값임(산항, 신외항 : 2월, 8월 조사결과의 평균값임)

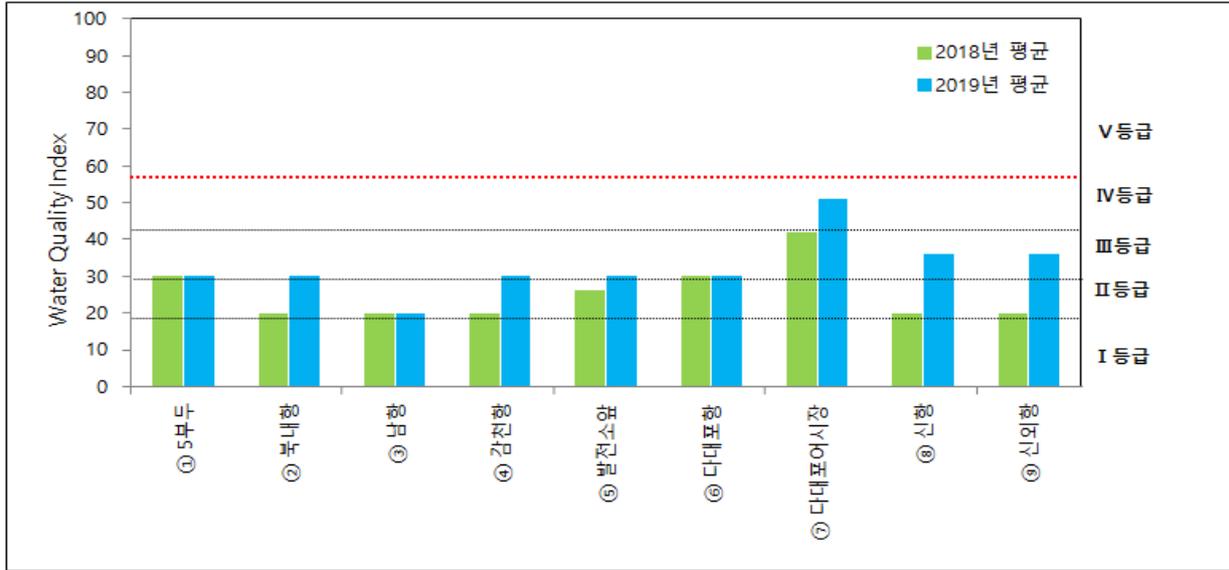


그림 4. 생태기반 해수수질기준 등급 비교(항만환경측정망)

○ 다대포항 오염퇴적물 정화사업(2016~2017) 및 환경개선 조치계획 수립(2019. 02) 전·후 수질기준 등급 변화 (다대포어시장 정점)

2017년		2018년				2019년			
3분기	4분기	1분기	2분기	3분기	4분기	1분기	2분기	3분기	4분기
V등급 (매우맑)	V등급 (매우맑)	III등급 (보통)	III등급 (보통)	IV등급 (나쁨)	V등급 (매우맑)	II등급 (좋음)	II등급 (좋음)	IV등급 (나쁨)	IV등급 (나쁨)

정화사업 완료 (2017년 4분기) → 조치계획 수립 (2019년 1분기)

- 오염퇴적물 정화사업 이후 수질기준 등급이 개선되었으나, 2018년 3분기부터 IV등급(나쁨) 이하로 악화되어 2019년 2월 환경개선 조치계획을 수립함
- 이후 2019년 1,2분기 기간 동안 II등급(좋음)을 유지하였으나, 3분기 조사시 IV등급(나쁨)으로 나빠졌고, 4분기 조사에서도 IV등급(나쁨)으로 확인됨
- 이는 오염퇴적물 정화사업 이외의 요인(고수온, 육상오염원 유입, 반폐쇄성 해역 등)에 의한 것으로 판단됨(해양환경공단 사후모니터링 진행 중)

○ 감천항 오염퇴적물 정화사업(2019~2020) 전·후 수질등급 변화(감천항 정점)

2018년			2019년			
2분기	3분기	4분기	1분기	2분기	3분기	4분기
I 등급 (매우좋음)	II 등급 (좋음)	II 등급 (좋음)	I 등급 (매우좋음)	II 등급 (좋음)	III등급 (보통)	I 등급 (매우좋음)

- 감천항 정점의 경우 '감천항 오염퇴적물 정화사업(동측, 2019~2020년)'을 3분기에 착수하여 4분기 수질이 I 등급(매우좋음)으로 개선된 것으로 판단됨

3.1.4 하구역환경측정망

- 생활환경기준 : 장림 정점에서 총대장균군수 기준(1,000 이하/100mL)을 초과
- 생태기반 해수수질기준 : 5개 정점 중 II등급(좋음) 이상이 2개 정점
- 해양생태계보호기준 : 모든 조사항목이 단기기준 이내임

수질현황분석결과

- 전년도 대비 수질등급이 전반적으로 하락
- 낙동강, 서낙동강 등을 통한 담수(오염물질) 유입의 영향으로 유기물 및 영양염류(DIN, DIP) 농도가 높게 나타남
- 해당년도의 기상상황, 해수유동에 따른 수질변화가 큰 해역으로 판단됨
- 주요 수질영향인자 : 육상기인 오염물질 유입(낙동강, 서낙동강, 산업단지), 낮은 수심 및 미약한 해수유동(신호, 녹산, 가덕대교)

표 5. 하구역환경측정망 정점별 조사결과(2019년 평균)

조사항목	조사정점		다대포 해수욕장	장림	신호	녹산	가덕대교	
생활환경기준	pH		8.2	8.0	8.1	8.1	8.1	
	총대장균군(MPN/100mL)		790	12650	49	55	43	
생태기반 해수수질기준	등급	2018년 평균	I	II	III	II	II	
		2019년	1분기	II	III	II	I	III
			3분기	II	II	IV	III	IV
			평균	II	II	III	III	III
	용존무기질소 (µg/L)		740.7	998.3	1199.8	309.3	172.8	
	용존무기인 (µg/L)		27.6	29.5	22.1	21.4	26.8	
클로로필-a (µg/L)		3.3	4.7	5.6	4.2	2.4		
저층산소포화도 (%)		99.6	98.6	93.3	96.3	89.0		
투명도 (m)		3.4	3.3	1.9	1.5	1.9		
해양생태계 보호기준	Cu (µg/L)		0.985	0.880	0.925	0.630	0.925	
	Pb (µg/L)		0.215	0.565	2.145	1.965	0.160	
	Zn (µg/L)		5.250	3.905	2.905	3.390	4.205	
	As (µg/L)		0.220	0.000	0.000	0.245	0.135	
	Cd (µg/L)		0.000	0.070	0.020	0.035	0.010	
	Ni (µg/L)		1.415	2.215	1.360	0.570	0.470	
기타항목	COD (mg/L)		2.30	2.96	3.98	1.80	1.08	
	T-N (mg/L)		916.9	1356.2	1569.8	378.6	279.8	
	T-P (mg/L)		49.2	62.9	39.9	30.7	36.2	
	DO (mg/L)		8.0	8.0	7.9	7.8	7.3	
	수온 (°C)		17.6	18.4	18.6	19.6	18.1	
	염분 (PSU)		30.9	29.1	24.5	30.8	32.4	

주 : 1)  : 2018년 평균과 비교하여 등급이 개선된 정점,  : 2018년 평균과 비교하여 등급이 하락된 정점
 2) 2019년 2월, 8월 조사결과의 평균값임

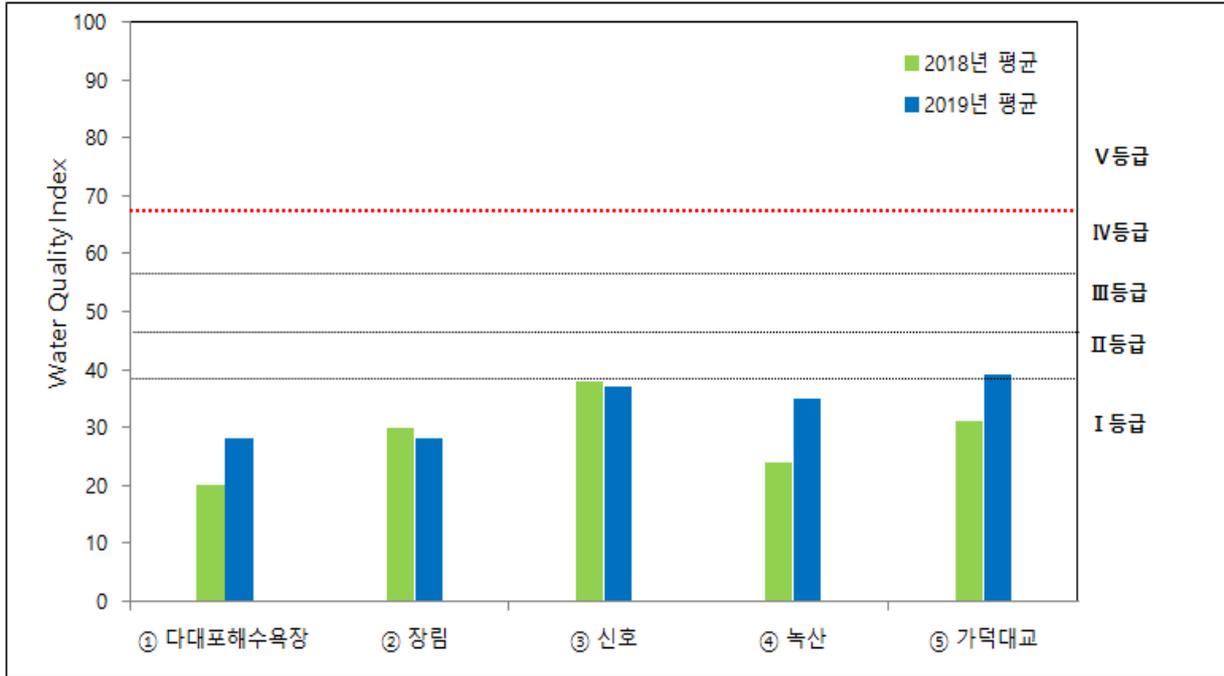


그림 5. 생태기반 해수수질기준 등급 비교(하구역환경측정망)

3.2 해저퇴적물 조사결과

3.2.1 일반항목

- COD의 농도범위는 9.99 ~ 50.38 mg/g.dry로 조사됨
 - 조사대상 6개 정점 중 육상오염원의 직접적인 영향을 받는 동천하류 정점이 2018년과 동일하게 가장 높은 농도를 나타내었고 남항 정점이 최솟값을 보였음

3.2.2 미량금속항목

- As, Cr은 전년도와 마찬가지로 주의기준 이하로 나타나 비교적 양호한 수준을 보였음
- Cu, Zn은 전년도와 마찬가지로 모든 정점에서 주의기준을 초과하였음
 - Cu는 6개 정점(동천하류, 5부두, 북내항, 남항, 발전소앞, 다대포어시장) 모두에서 관리기준 초과
 - Zn은 5개 정점(동천하류, 5부두, 북내항, 발전소앞, 다대포어시장)에서 관리기준 초과
- Cd과 Hg도 모든 정점에서 주의기준을 초과하였음

수질현황분석결과

- 항만 및 조선소 주변 해역의 경우 방오제로 사용되는 구리(Cu)와 아연(Zn)이 선박표면으로부터 용출되어 높게 나타나는 경향이 있는 것으로 판단됨
- 주요 영향인자 : 육상기인 오염물질 유입(수리조선소, 미차집오수 유입), 반폐쇄성 해역 환경

표 6. 정점별 해저퇴적물 오염도 조사결과

구 분	일 반 항 목					
	함수율(%)		강열감량(%)		COD(mg/g.dry)	
	2018년	2019년	2018년	2019년	2018년	2019년
동천하류	48.99	58.94	12.30	15.40	<u>49.51</u>	<u>50.38</u>
5부두	57.45	58.73	12.60	33.40	21.39	22.78
북내항	49.67	53.16	20.20	9.80	15.46	15.72
남항	28.98	31.38	4.30	3.60	9.01	9.99
발전소앞	33.75	44.76	5.70	4.30	10.38	11.43
다대포어시장	36.34	50.76	4.40	25.40	10.45	26.86

구 분	미량금속항목(mg/kg)													
	Cu		Pb		Zn		As		Cd		Cr		Hg	
	2018년	2019년	2018년	2019년	2018년	2019년	2018년	2019년	2018년	2019년	2018년	2019년	2018년	2019년
동천하류	130.40	147.81	88.77	27.11	491.10	181.65	14.46	10.75	2.49	0.79	35.94	40.08	0.419	0.367
5부두	100.82	160.08	37.38	60.77	172.91	364.42	10.82	10.68	1.49	1.78	20.79	66.60	0.168	0.234
북내항	44.03	181.84	32.32	30.82	115.34	197.27	13.51	8.59	1.64	0.93	27.96	50.33	0.149	0.148
남항	127.04	83.03	43.31	29.60	240.12	126.61	12.62	9.42	1.83	0.97	25.09	57.26	0.240	0.264
발전소앞	113.40	196.71	38.68	35.42	194.35	203.67	14.16	9.25	1.99	1.07	31.33	49.10	0.220	0.169
다대포어시장	159.26	482.86	22.33	40.08	150.96	229.57	11.72	11.35	1.28	1.03	25.82	49.88	0.048	0.124
주의기준	20.6		44.0		68.4		14.5		0.75		116		0.11	
관리기준	64.4		119		157		75.5		2.72		181		0.62	

주 : 1)  : 주의기준을 초과한 정점,  : 관리기준을 초과한 정점
 2) 조사시기 : 매년 5월(2분기)

3.3 총괄 결과

3.3.1 생태기반 해수수질 등급

○ 조사대상 30개 정점 중 I 등급 13개 정점, II 등급 9개 정점, III 등급 6개 정점 등으로 확인되어 전년도 대비 II 등급(좋음) 이상 정점수는 감소하였으나, 2017년과 비교할 경우 양호한 조건임

표 7. 생태기반 해수수질 등급 비교(2017 ~ 2019년)

구 분	합계	생태기반 해수수질 등급(정점수)				
		I등급(매우 좋음)	II 등급(좋음)	III 등급(보통)	IV 등급(나쁨)	V 등급(아주 나쁨)
2017년	30	8	7	12	3	0
2018년	30	17	8	5	-	-
2019년	30	13	9	6	2	-

- 측정망별 해수수질 등급은 연근해환경측정망 I 등급, 환경관리해역환경측정망과 항만환경측정망 및 하구역환경측정망이 모두 II 등급으로 조사되었음

표 8. 측정망별 해수수질 등급 비교

구 분	연근해환경측정망	환경관리해역환경측정망	항만환경측정망	하구역환경측정망
2018년	I	II	I	II
2019년	I	II	II	II

3.2.2 계절별 수질영향

- 부산연안 해양수질을 계절별로 분석한 결과, 강수에 따른 비점오염부하량이 높은 여름철에 Chl-a와 COD 농도가 가장 높고, 투명도와 저층산소포화도가 가장 낮은 것으로 조사됨
- 부산연구원에서 수행 중인 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 이행평가용역에서 강수량이 가장 많았던 2018년에 목표수질로 설정된 평균 COD 농도가 가장 높았던 결과와 유사함
- 이를 통해 알 수 있듯이 육상기인 오염물질의 관리 없이는 해양수질 개선을 기대할 수 없을 것으로 판단됨

표 9. 분기별 해수수질 비교

구 분	1분기(2월, 겨울)	2분기(5월, 봄)	3분기(8월, 여름)	4분기(11월, 가을)
총대장균군 (MPN/100mL)	461	530	1466	3876
DIN (µg/L)	247.4	341.7	283.8	326.2
DIP (µg/L)	22.3	36.9	15.7	42.5
Chl-a (µg/L)	1.97	0.91	3.42	2.22
저층산소포화도 (DO,%)	100.3	86.7	83.2	97.0
투명도 (m)	4.5	4.4	2.3	3.9
COD (mg/L)	1.03	1.10	1.62	1.12
T-N (µg/L)	401.7	587.0	405.0	446.4
T-P (µg/L)	28.0	64.8	34.8	36.5

표 10. 연도별 강수량 대비 COD 농도 비교

구 분	2015년	2016년	2017년	2018년
강수량 (mm)	378.4	445.0	304.4	<u>568.5</u>
평균 COD (mg/L)	1.47	1.65	1.40	<u>2.13</u>

주 : 1) '부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 2018년도 이행평가' 최종보고회 자료 인용
 2) 강수량 : 부산지방기상청 자료
 3) 평균 COD : 목표수질 정점의 5~8월 평균 수질

3.2.3 해저퇴적물 조사결과

○ 일반항목

- 조사대상 6개 정점 중 육상오염원의 직접 영향권인 동천하류 정점의 COD 농도가 가장 높았음

○ 미량금속원소

- As, Cr은 모든 정점에서 주의기준 이하로 양호한 수준
- Cu, Zn은 모든 정점에서 주의기준 초과
 Cu : 6개 정점 모두에서 관리기준 초과
 Zn : 남항 제외한 5개 정점에서 관리기준 초과
- Cd와 Hg도 모든 정점에서 주의기준 초과

4. 결론

4.1 생태기반 해수수질기준 등급

- 조사대상 30개 정점 중 I 등급 13개 정점, II 등급 9개 정점, III 등급 6개 정점 등으로 확인되어 전년도 대비 II 등급(좋음) 이상 정점수는 감소하였으나, 2017년과 비교할 경우 양호한 조건임
- 측정망별 해수수질 등급은 연근해환경측정망 I 등급, 환경관리해역환경측정망과 항만환경측정망 및 하구역환경측정망이 모두 II 등급으로 조사되었음

4.2 계절별 수질영향

- 강수에 따른 비점오염부하의 유입량이 상대적으로 많은 여름철에 Chl-a와 COD 농도가 가장 높은 반면, 투명도와 저층산소포화도는 가장 낮은 것으로 조사됨
- 이를 통해 알 수 있듯이 육상기인 오염물질의 관리 없이는 해양수질 개선을 기대할 수 없을 것으로 판단됨

표 11. 측정망별 수질영향인자 및 수질개선대책

구 분	수질영향인자	수질개선대책
연근해환경 측정망	· 해양의 물리적 특성 (개방된 해안선, 깊은 수심, 외해와의 원활한 해수교환)	· 육상기인 오염물질 유입관리 (미차집 오수 유입차단)
환경관리해역 환경측정망	· 육상기인 오염물질 유입 (수영강, 동천, 남천 등) · 정체수역 형성 · 반폐쇄성 해역 환경	· 연안오염총량관리(수영만) 유역 내 수질개선 사업의 조속한 완료 - 하수관로 정비(분류식, 노후관로 정비) - 비점오염물질 저감시설 설치사업 (사직천, 광안리해수욕장)
항만환경측정망	· 육상기인 오염물질 유입 (수리조선소, 위판장/공동어시장, 오수유입 구거 등) · 고수온 현상(하계) · 반폐쇄성 해역환경	· 오염퇴적물 정화사업(남항, 다대포항, 감천항 (예정))의 효과를 지속적으로 유지하기 위한 육상기인 오염물질 유입차단 (미차집오수 유입차단, 주변 오염배출 유발시설물 지도·점검 강화)
하구역환경 측정망	· 육상기인 오염물질 유입 (낙동강, 서낙동강, 산업단지) · 낮은 수심 및 미약한 해수유동	· 수질오염총량관리제 단위유역내 배출부하량 관리 (낙동강, 서낙동강) · 산업단지 비점오염물질 유입 저감을 위한 주기적인 지도활동 실시