

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 : 2020. 1. ~ 2020. 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. 해양환경측정망 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

** 장기기준 : 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

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

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

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 II 등급(좋음), 일광, 대변 III등급(보통)
- 해양생태계보호기준 : 모든 조사항목이 단기기준 이내임

수질현황분석결과

- 수심이 깊고 해안선이 개방되어 외해와의 해수교환이 활발한 기장연안 해역임
- 전년도에는 모든 정점이 II등급(좋음) 이상 유지, 2020년에는 7월말의 장마 및 집중호우로 인해 육상오염물질과 비점오염원이 대량 유입되어 수질 악화
- 일광, 대변 정점 III등급(보통) : 높은 영양염류 농도 및 낮은 저층산소포화도
- 주요 수질영향인자 : 해양의 물리적 특성(개방된 해안선, 원활한 해수교환 등), 강우로 인한 육상오염물질 및 비점 오염원 유입

표 2. 연근해환경측정망 정점별 해양수질 조사결과(2020년 평균)

조사항목		조사정점	고리	일광	대변	
생활환경기준	pH		7.9	8.0	8.0	
	총대장균군(MPN/100mL)		67	176	41	
생태기반 해수수질기준	등급	2018년 평균	I	I	II	
		2019년	1분기	I	II	II
			3분기	IV	IV	IV
			평균	II	III	III
	용존무기질소 (µg/L)		127.5	121.1	142.6	
	용존무기인 (µg/L)		20.1	23.4	48.4	
	클로로필-a (µg/L)		2.8	2.5	3.0	
	저층산소포화도 (%)		81.2	79.0	77.3	
	투명도 (m)		2.8	2.7	2.7	
	해양생태계 보호기준	Cu (µg/L)		0.715	0.495	0.525
Pb (µg/L)		1.030	0.525	0.375		
Zn (µg/L)		0.010	0.000	0.000		
As (µg/L)		0.000	0.110	0.190		
Cd (µg/L)		0.000	0.050	0.045		
Ni (µg/L)		0.505	0.225	0.295		
기타항목	COD (mg/L)		1.20	0.86	0.96	
	T-N (µg/L)		295.3	426.5	351.5	
	T-P (µg/L)		26.0	45.9	86.4	
	DO (mg/L)		7.3	7.2	7.4	
	수온 (°C)		15.47	15.24	15.51	
	염분 (PSU)		33.8	33.7	33.3	

주 : 1)  : 2020년 평균과 비교하여 등급이 개선된 정점,  : 2020년 평균과 비교하여 등급이 하락된 정점
 2) 2020년 2월, 8월 조사결과의 평균값임

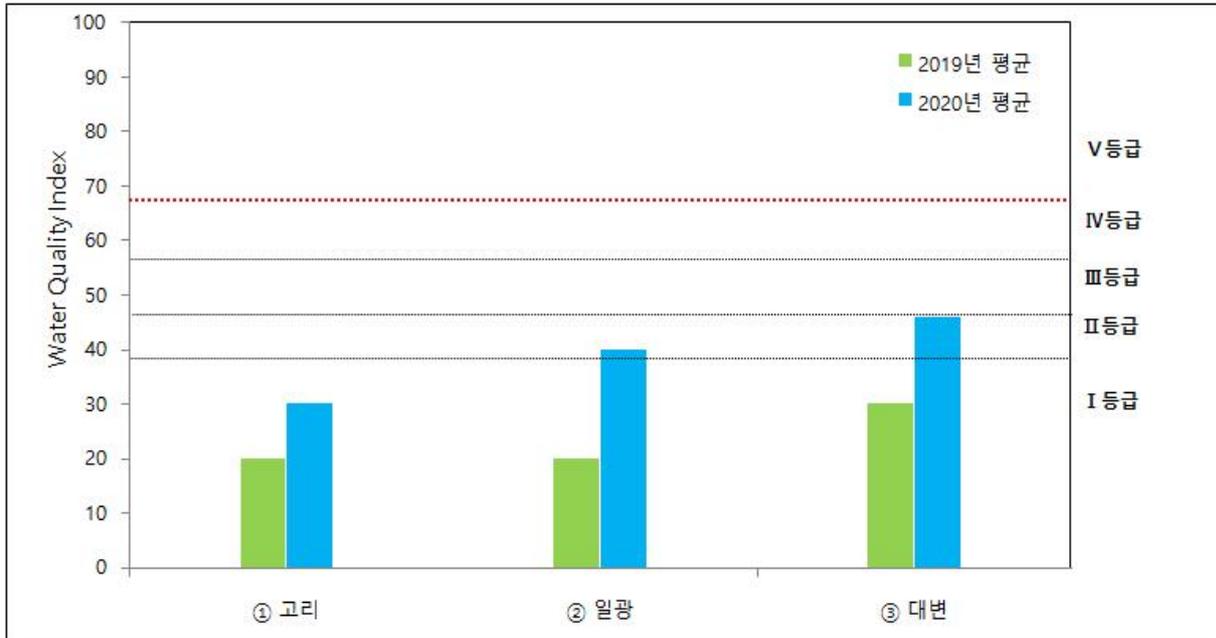


그림 2. 생태기반 해수수질기준 등급 비교(연근해환경측정망)

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 수질 악화, 동천 및 반폐쇄성 해역환경의 영향을 받는 '동천하류' 정점이 가장 높은 오염도를 나타내었음(V등급(아주나쁨))
- 13개 정점 중 7개 정점이 전년도 대비 수질 악화 : 7월말 장마 및 집중호우로 인한 육상오염물질 및 비점오염원 유입이 원인임
- 주요 수질영향인자 : 육상기인 오염물질 유입(수영강, 동천, 남천), 반폐쇄성 해역 환경, 강우로 인한 육상오염물질 및 비점오염원 유입

표 3. 환경관리해역환경측정망 정점별 조사결과(2020년 평균)

조사항목	조사정점	해운대	해운대	수영만	민락동	광안리	남천만	이기대	동천하류	북외항	부산대교	자갈치시장	송도	남외항		
		해수욕장	해수욕장			해수욕장							해수욕장			
생활환경기준	pH	8.0	8.0	8.1	8.0	7.6	7.9	8.0	7.9	8.0	8.1	8.1	8.2	8.2		
	총대장균군 (MPN/100mL)	227	465	6225	767	224	285	249	249868	492	9983	458	249	94		
생태기반 해수수질 기준	등급	2019년 평균	I	I	III	II	I	I	I	IV	I	I	I	I	I	
		2020년	1분기	I	I	III	III	II	I	I	II	II	II	II	I	II
			2분기	II	II	III	I	I	I	II	IV	I	III	I	I	II
			3분기	I	I	IV	IV	III	II	II	V	IV	V	IV	V	V
			4분기	III	III	III	I	I	II	III	V	I	I	I	I	I
			평균	I	II	III	II	I	I	II	V	II	III	II	I	II
	용존무기질소 (µg/L)	84.6	286.3	1498.9	499.1	131.6	109.8	267.1	2308.1	151.3	285.0	142.7	176.4	106.5		
	용존무기인 (µg/L)	20.3	39.8	91.8	41.9	16.4	19.3	25.7	152.3	20.2	32.3	11.1	24.2	23.1		
	클로로필-a (µg/L)	2.2	2.6	3.9	4.0	4.7	3.7	3.1	1.2	5.4	5.2	7.7	6.7	10.5		
	저층산소포화도 (%)	95.0	94.2	95.0	100.9	99.1	99.4	93.7	73.8	87.8	85.5	97.3	95.8	91.0		
투명도 (m)	3.6	3.5	3.3	3.3	2.6	3.6	3.9	1.4	3.0	3.3	3.6	3.8	2.6			
해양생태계 보호기준	Cu (µg/L)	1.185	2.325	1.180	0.530	0.440	0.420	0.735	1.555	1.225	2.415	1.850	0.400	0.350		
	Pb (µg/L)	2.435	2.855	1.260	1.240	1.213	0.780	0.410	0.855	0.210	2.710	0.640	0.000	0.580		
	Zn (µg/L)	0.910	0.000	2.785	0.000	0.376	0.000	0.000	1.185	1.430	0.735	0.275	0.000	0.000		
	As (µg/L)	0.000	0.115	0.075	0.000	0.206	0.000	0.385	0.000	0.300	0.000	0.115	0.000	0.000		
	Cd (µg/L)	0.015	0.025	0.095	0.015	0.236	0.030	0.005	0.025	0.045	0.004	0.020	0.025	0.000		
	Ni (µg/L)	0.170	0.645	0.785	0.380	0.258	0.220	0.330	0.390	0.305	0.195	0.350	0.305	0.295		
기타항목	COD (mg/L)	0.89	1.28	2.14	1.55	1.45	1.08	0.97	4.90	1.16	1.47	1.66	1.61	1.48		
	T-N (µg/L)	234.5	233.5	1917.0	819.6	370.1	308.3	337.4	2739.1	315.3	443.1	363.4	328.5	272.7		
	T-P (µg/L)	26.2	14.5	94.0	58.8	25.2	22.4	39.3	251.3	33.7	35.0	33.7	19.4	17.2		
	DO (mg/L)	7.7	7.6	7.1	8.0	8.3	8.5	7.9	4.9	8.0	7.7	8.2	8.3	8.9		
	수온 (°C)	16.8	16.2	16.3	16.4	16.1	16.1	16.0	16.8	16.0	16.6	17.1	17.2	17.3		
	염분 (PSU)	33.4	33.2	30.0	32.7	33.6	33.5	33.1	29.2	32.6	31.2	31.0	30.9	31.1		

주 : 1)  : 2019년 평균과 비교하여 등급이 개선된 정점,  : 2019년 평균과 비교하여 등급이 하락된 정점
 2) 2020년 2월, 5월, 8월, 11월 조사결과의 평균값임

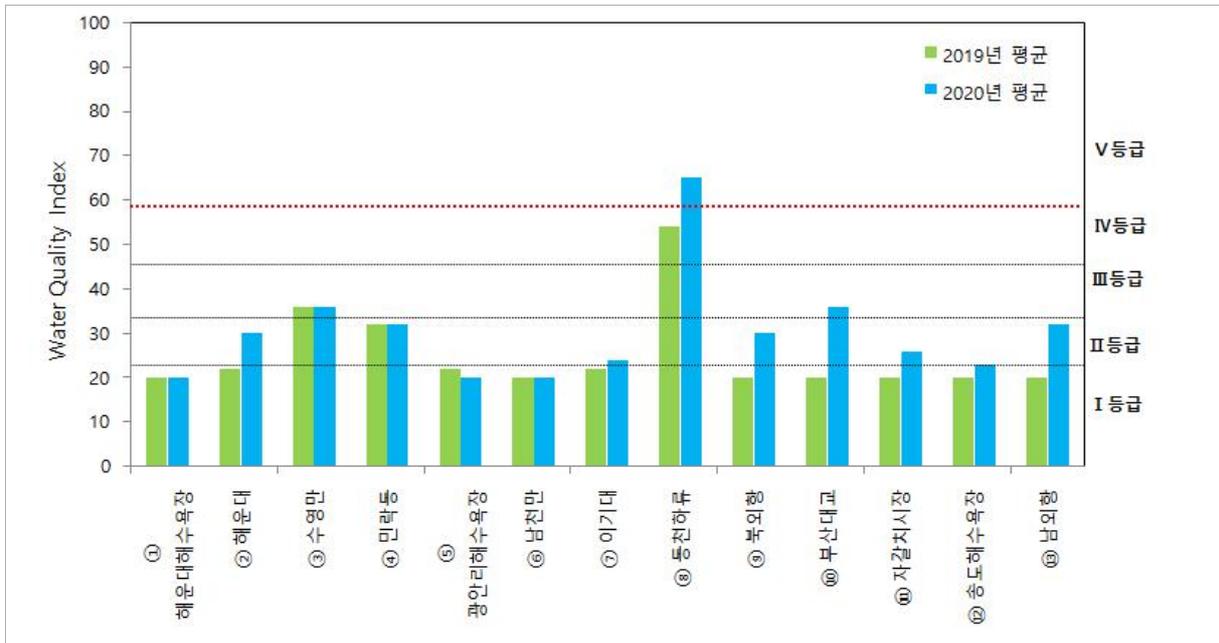


그림 3. 생태기반 해수수질기준 등급 비교(환경관리해역환경측정망)

3.1.3 항만환경측정망

- 생활환경기준 : 9개 정점 모두 총대장균군수 기준(1,000 이하/100mL)을 초과
- 생태기반 해수수질기준 : II등급(좋음) 이상이 2개 정점
- 해양생태계보호기준 : 3개 정점(5부두, 감천항, 다대포어시장)에서 Cu 항목의 단기기준(3.0 µg/L) 초과

수질현황분석결과

- 장마 및 집중호우로 인하여 전년도 대비 수질등급이 전반적으로 하락
- '다대포어시장' 정점은 주변 오염물질 유입(수협공판장, 어류선별장, 수리조선소 등) 및 반폐쇄성 해역환경 등으로 인해 9개 정점 중 용존무기질소(DIN), 용존무기인(DIP) 농도가 가장 높은 것으로 조사됨
- '신항', '신외항' 정점의 경우 적조 현상으로 인한 고농도 Chl-a 및 낮은 투명도 인하여 V등급(아주나쁨)으로 확인됨
- 항만, 조선소 주변에서는 방오제로 사용되는 구리와 아연이 선박표면으로부터 용출되어 높은 농도로 나타남
- 남항(2009~2014년), 다대포항(2016~2017년), 감천항(2019~2022년) 등 오염퇴적물 정화사업의 효과를 지속적으로 기대하기 위해서는 육상오염물질의 유입관리가 병행되어야 할 것임
- 주요 수질영향인자 : 강우로 인한 육상기인 오염물질 및 비점오염원 유입, (수리조선소, 위판장, 공동어시장, 오수 유입 구거 등), 반폐쇄성 해역 환경, 적조발생으로 인한 고농도 Chl-a

표 4. 항만환경측정망 정점별 조사결과(2020년 평균)

조사항목		조사정점	5부두	북내항	남항	감천항	발전소 앞	다대포항	다대포어시장	신항	신외항	
생활환경기준	pH		8.1	8.0	8.1	8.0	8.0	7.9	7.9	7.9	8.1	
	총대장균군 (MPN/100mL)		2505	8935	4598	4021	1513	4049	1987	8009	4601	
생태기반 해수수질기준	등급	2019년 평균	II	II	I	II	II	II	IV	III	III	
		2020년	1분기	I	II	I	I	I	II	V	II	II
			2분기	II	I	I	II	IV	III	II	-	-
			3분기	V	IV	V	V	IV	V	III	V	V
			4분기	IV	II	II	I	II	I	IV	-	-
			평균	III	II	III	I	III	III	IV	V	V
	용존무기질소 (µg/L)		224.9	193.1	199.7	184.7	209.3	297.8	331.4	74.3	98.2	
	용존무기인 (µg/L)		47.3	23.6	19.8	29.5	43.2	27.4	53.7	12.4	18.2	
	클로로필-a (µg/L)		3.4	5.0	7.6	6.0	8.0	7.0	5.7	21.0	16.1	
	저층산소포화도 (%)		82.9	87.3	89.3	93.2	89.2	85.9	84.4	75.4	77.8	
투명도 (m)		2.6	2.8	3.2	3.6	3.0	2.9	2.1	1.4	1.7		
해양생태계 보호기준	Cu (µg/L)		3.385	1.600	1.730	3.430	2.925	2.940	4.605	0.510	1.130	
	Pb (µg/L)		0.220	0.435	0.910	0.265	0.320	0.300	0.495	0.970	0.130	
	Zn (µg/L)		9.355	1.010	0.060	2.470	4.850	1.230	10.880	0.000	0.000	
	As (µg/L)		0.000	0.000	0.000	0.100	0.125	0.000	0.110	0.010	0.000	
	Cd (µg/L)		0.020	0.040	0.470	0.445	0.035	0.035	0.040	0.025	0.035	
	Ni (µg/L)		0.360	0.480	0.470	0.375	0.405	0.350	0.800	0.580	0.505	
기타항목	COD (mg/L)		1.40	1.63	1.38	1.50	1.86	2.44	1.93	3.66	3.08	
	T-N (mg/L)		350.2	356.6	355.7	311.0	426.4	489.7	546.1	528.6	339.5	
	T-P (mg/L)		35.5	32.6	27.5	22.4	67.9	37.6	46.8	44.7	22.5	
	DO (mg/L)		6.8	7.6	8.0	8.5	8.3	8.2	6.9	10.5	9.8	
	수온 (°C)		16.3	16.2	17.0	17.4	17.7	16.6	16.6	17.6	17.6	
	염분 (PSU)		32.4	31.8	31.2	31.9	32.1	30.8	30.9	29.0	29.3	

주 : 1)  : 2019년 평균과 비교하여 등급이 개선된 정점,  : 2019년 평균과 비교하여 등급이 하락된 정점
 2) 2020년 2월, 5월, 8월, 11월 조사결과의 평균값임(산항, 신외항 : 2월, 8월 조사결과의 평균값임)

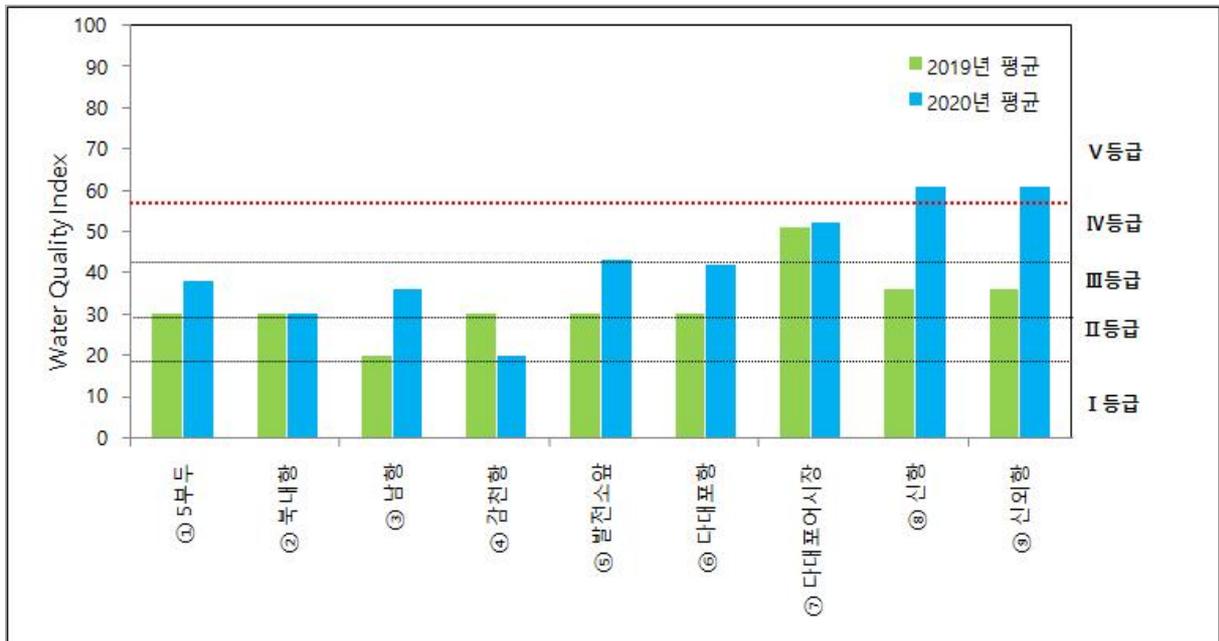


그림 4. 생태기반 해수수질기준 등급 비교(항만환경측정망)

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

2018년			2019년				2020년			
2분기	3분기	4분기	1분기	2분기	3분기	4분기	1분기	2분기	3분기	4분기
I 등급 (매우 좋음)	II 등급 (좋음)	II 등급 (좋음)	I 등급 (매우 좋음)	II 등급 (좋음)	III 등급 (보통)	I 등급 (매우 좋음)	I 등급 (매우 좋음)	II 등급 (좋음)	V 등급 (매우 나쁨)	I 등급 (매우 좋음)

- ‘감천항 오염퇴적물 정화사업(동측, 2019~2020년)’을 2019년 3분기에 착수하여 2019년 4분기부터 I 등급(매우 좋음)으로 유지되고 있었음
- 2020년 6월부터 서측지역의 오염퇴적물 준설 및 투기공정에 착수하여 3분기에 수질개선이 기대되었으나, 장마 및 집중호우로 인한 외부 오염물질의 유입 및 적조발생으로 인하여 V등급(매우나쁨)으로 수질평가지수가 하락하였음
- 장마 및 집중호우 종료로 해수수질이 안정화되고, 11월에 오염퇴적물 준설 및 투기공정이 마무리되면서 4분기에 I 등급(매우 좋음)으로 회복함

3.1.4 하구역환경측정망

- 생활환경기준 : 9개 정점 모두 총대장균군수 기준(1,000 이하/100mL)을 초과
- 생태기반 해수수질기준 : 5개 정점 중 II등급(좋음) 이상 정점 없음
- 해양생태계보호기준 : 모든 조사항목이 단기기준 이내임

수질현황분석결과

- 장마 및 집중호우로 인하여 전년도 대비 수질등급이 전반적으로 하락
- 낙동강, 서낙동강 등을 통한 담수(오염물질) 유입의 영향으로 유기물 및 영양염류(DIN, DIP) 농도가 타 측정망에 비해 상대적으로 높게 나타남
- 해당년도의 기상현황, 해수유동에 따른 수질변화가 큰 해역으로 판단됨
- 주요 수질영향인자 : 강우로 인한 육상기인 오염물질 및 비점오염원 유입, 육상기인 오염물질 유입(낙동강, 서낙동강, 산업단지), 낮은 수심 및 미약한 해수유동(신호, 녹산, 가덕대교)

표 5. 하구역환경측정망 정점별 조사결과(2020년 평균)

조사항목	조사정점	다대포 해수욕장	장림	신호	녹산	가덕대교		
생활환경기준	pH	8.1	7.8	8.0	7.8	8.0		
	총대장균군(MPN/100mL)	27395	19550	4639	1455	1204		
생태기반 해수수질기준	등급	2019년 평균	II	II	III	III	III	
		2020년	1분기	III	IV	III	III	II
			3분기	IV	V	IV	IV	V
			평균	IV	V	IV	III	IV
	용존무기질소 (µg/L)	1619.3	1834.7	1102.4	729.9	674.7		
	용존무기인 (µg/L)	53.5	158.2	53.4	45.8	29.9		
	클로로필-a (µg/L)	6.2	7.3	2.4	2.8	3.1		
저층산소포화도 (%)	86.7	79.3	93.5	91.4	85.4			
투명도 (m)	1.5	1.3	0.9	1.0	1.1			
해양생태계 보호기준	Cu (µg/L)	1.125	0.590	0.615	0.805	1.010		
	Pb (µg/L)	0.215	0.010	0.365	1.395	0.160		
	Zn (µg/L)	0.000	0.000	0.000	0.495	2.345		
	As (µg/L)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.185		
	Cd (µg/L)	0.040	0.000	0.015	0.040	0.055		
	Ni (µg/L)	1.550	1.750	0.870	0.775	0.600		
기타항목	COD (mg/L)	3.98	3.56	3.76	3.10	3.38		
	T-N (mg/L)	2146.1	2863.5	1479.9	1100.6	1068.0		
	T-P (mg/L)	73.0	167.2	68.6	63.6	60.2		
	DO (mg/L)	8.2	8.0	8.3	8.2	8.4		
	수온 (°C)	16.4	16.2	17.5	17.3	17.5		
	염분 (PSU)	13.0	8.7	14.7	20.8	21.2		

주 : 1)  : 2019년 평균과 비교하여 등급이 개선된 정점,  : 2019년 평균과 비교하여 등급이 하락된 정점
 2) 2020년 2월, 8월 조사결과의 평균값임

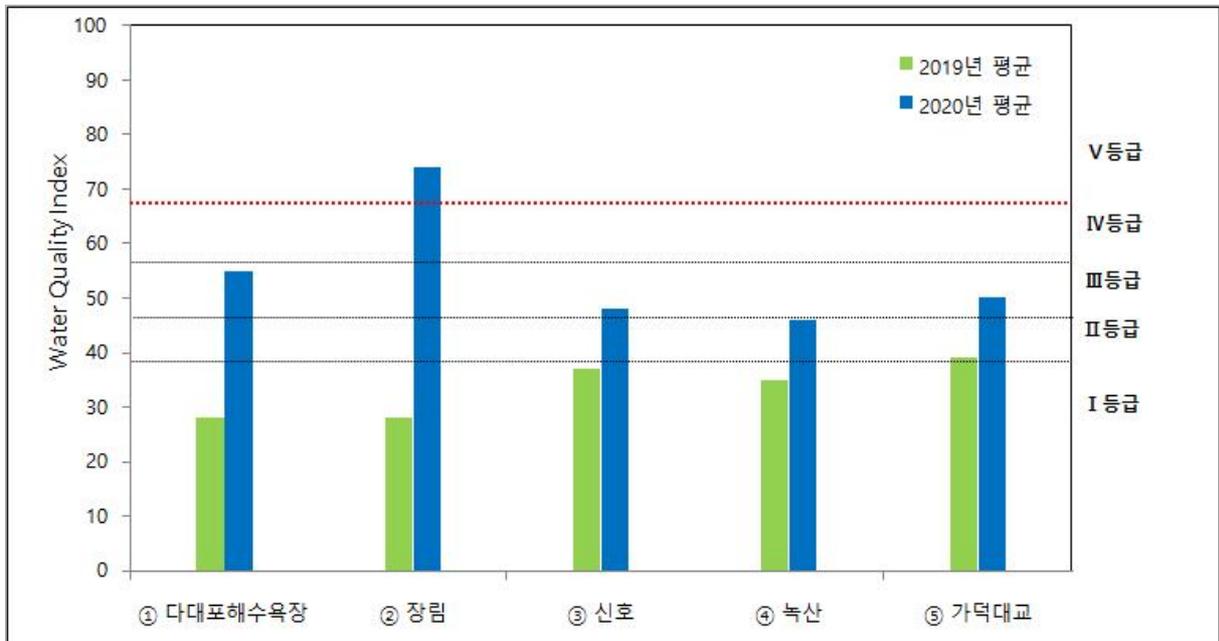


그림 5. 생태기반 해수수질기준 등급 비교(하구역환경측정망)

3.2 해저퇴적물 조사결과

3.2.1 일반항목

- COD의 농도범위는 2.89 ~ 45.24 mg/g.dry로 조사됨
- 조사대상 6개 정점 중 육상오염원의 직접적인 영향을 받는 동천하류 정점이 2019년과 동일하게 가장 높은 농도를 나타내었고, 주로 모래로 구성되어 있는 것으로 조사된 남항 정점이 최솟값을 보였음

3.2.2 미량금속항목

- Cr은 전년도와 마찬가지로 주의기준 이하로 나타나 비교적 양호한 수준을 보였음
- Cu는 전년도와 동일하게 모든 정점에서 관리기준을 초과하였음
- Zn, Cd은 모든 정점에서 주의기준을 초과하였으며, Zn의 경우 일부 정점에서 관리기준을 초과하였음 (Zn은 3개 정점(5부두, 북내항, 남항)에서 관리기준 초과)

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)	
	2019년	2020년	2019년	2020년	2019년	2020년
동천하류	59.84	56.74	15.40	14.70	50.38	45.24
5부두	58.73	58.84	33.40	10.20	22.78	14.32
북내항	53.16	64.88	9.80	12.10	15.72	21.01
남항	31.38	28.17	3.60	2.10	9.99	2.89
발전소앞	44.76	45.50	4.30	7.20	11.43	15.48
다대포어시장	50.76	44.11	25.40	6.20	26.86	18.71

구 분	미량금속함량(mg/kg)													
	Cu		Pb		Zn		As		Cd		Cr		Hg	
	2019년	2020년	2019년	2020년	2019년	2020년	2019년	2020년	2019년	2020년	2019년	2020년	2019년	2020년
동천하류	147.81	124.72	27.11	46.08	181.65	321.16	10.75	12.08	0.79	2.00	40.08	54.74	0.367	0.015
5부두	160.08	171.44	60.77	25.40	364.42	150.56	10.68	8.66	1.78	1.26	66.60	49.14	0.234	0.011
북내항	181.84	65.72	30.82	44.80	197.27	96.14	8.59	14.82	0.93	1.16	50.33	48.24	0.148	0.009
남항	83.03	143.36	29.60	25.36	126.61	129.72	9.42	8.76	0.97	1.10	57.26	39.88	0.264	0.011
발전소앞	196.71	194.88	35.42	27.78	203.67	177.60	9.25	18.84	1.07	1.28	49.10	58.30	0.169	0.010
다대포어시장	482.86	566.90	40.08	39.94	229.57	249.24	11.35	11.42	1.03	1.36	49.88	47.40	0.124	0.005
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 5개 정점, II 등급 8개 정점, III 등급 9개 정점 등으로 확인되어 전년도 대비 II 등급(좋은) 이상 정점수는 감소한 반면, IV 등급 및 V 등급 정점수가 각각 4개에 달하였음
- 측정망별 해수수질 등급은 연근해환경측정망과 항만환경측정망은 III 등급, 환경관리해역환경측정망 II 등급, 하구역환경측정망 IV 등급으로 조사되었음

표 7. 생태기반 해수수질 등급 비교(2018 ~ 2020년)

구 분	합계	생태기반 해수수질 등급(정점수)				
		I등급(매우 좋음)	II 등급(좋음)	III 등급(보통)	IV등급(나쁨)	V등급(아주 나쁨)
2018년	30	17	8	5	-	-
2019년	30	13	9	6	2	-
2020년	30	5	8	9	4	4

○ 측정망별 해수수질 등급은 연근해환경측정망 I 등급, 환경관리해역환경측정망과 항만환경측정망 및 하구역 환경측정망이 모두 II 등급으로 조사되었음

표 8. 측정망별 해수수질 등급 비교

구 분	연근해환경측정망	환경관리해역환경측정망	항만환경측정망	하구역환경측정망
2019년	I	II	II	II
2020년	III	II	III	IV

3.3.2 계절별 수질영향

- 부산연안 해양수질을 계절별로 분석한 결과, 강수에 따른 비점오염부하량이 높은 여름철에 Chl-a와 COD 농도가 가장 높고, 투명도와 저층산소포화도가 가장 낮은 것으로 조사됨
- 해양수질 개선을 위해서는 육상기인 오염물질의 관리가 반드시 필요함

표 9. 분기별 해수수질 비교

구 분	1분기(2월, 겨울)	2분기(5월, 봄)	3분기(8월, 여름)	4분기(11월, 가을)
총대장균군 (MPN/100mL)	461	6266	39120	847
DIN (µg/L)	293.2	483.1	674.8	255.1
DIP (µg/L)	25.5	47.4	53.7	32.8
Chl-a (µg/L)	1.30	2.33	13.63	2.76
저층산소포화도 (DO,%)	92.7	93.8	81.6	91.6
투명도 (m)	2.6	2.7	2.1	4.2
COD (mg/L)	1.28	1.67	3.44	0.76
T-N (µg/L)	567.2	706.4	1202.6	2.3
T-P (µg/L)	29.9	74.1	89.9	0.3

4. 결론

4.1 생태기반 해수수질기준 등급

- 조사대상 30개 정점 중 I 등급 5개 정점, II 등급 8개 정점, III 등급 9개 정점 등으로 확인되어 전년도 대비 II 등급(좋음) 이상 정점수가 감소하였으며, 전반적으로 수질등급이 하락함
- 측정망별 해수수질 등급은 연근해환경측정망 III 등급, 환경관리해역환경측정망 II 등급, 항만환경측정망 III 등급, 하구역환경측정망 IV 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 10. 측정망별 수질영향인자 및 수질개선대책

구 분	수질영향인자	수질개선대책
연근해환경 측정망	<ul style="list-style-type: none"> • 해양의 물리적 특성 (개방된 해안선, 깊은 수심, 외해와의 원활한 해수 교환) 	<ul style="list-style-type: none"> • 육상기인 오염물질 유입관리 (미차집 오수 유입차단)
환경관리해역 환경측정망	<ul style="list-style-type: none"> • 육상기인 오염물질 유입 (수영강, 동천, 남천 등) • 정체수역 형성 • 반폐쇄성 해역 환경 	<ul style="list-style-type: none"> • 연안오염총량관리(수영만) 유역 내 수질개선사업의 조속한 완료 <ul style="list-style-type: none"> - 하수관로 정비(분류식, 노후관로 정비) - 비점오염물질 저감시설 설치사업 (사직천, 온천천, 광안리해수욕장, 동천분류, 부전천, 괴정천)
항만환경측정망	<ul style="list-style-type: none"> • 육상기인 오염물질 유입 (수리조선소, 위판장/공동어시장, 오수유입 구거 등) • 반폐쇄성 해역환경 	<ul style="list-style-type: none"> • 오염퇴적물 정화사업(남항, 대대포항, 감천항)의 효과를 지속적으로 유지하기 위한 육상기인 오염물질 유입차단(미차집오수 유입차단, 주변 오염배출 유발시설물 지도·점검 강화)
하구역환경 측정망	<ul style="list-style-type: none"> • 육상기인 오염물질 유입 (낙동강, 서낙동강, 산업단지) • 낮은 수심 및 미약한 해수유동 	<ul style="list-style-type: none"> • 수질오염총량관리제 단위유역내 배출부하량 관리 (낙동강, 서낙동강) • 산업단지 비점오염물질 유입 저감을 위한 주기적인 지도활동 실시