

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 : 2021. 1. ~ 2021. 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(총대장균군수/100mL)	용매추출유분(mg/L)
기준	6.5-8.5	1,000 이하	0.01 이하

- 생태기반 해수수질 기준

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

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

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

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 : 모든 정점(고리, 일광, 대변) I 등급(매우 좋음)
- 해양생태계보호기준 : 고리 정점에서 Cu 항목의 연평균 농도가 5.050 µg/L로써 단기기준(3.0 µg/L)을 초과

수질현황분석결과

- 수심이 깊고 해안선이 개방되어 외해와의 해수교환이 활발한 기장연안 해역임
- 전년도에 비해 전반적으로 수질 개선
- 전년도에는 7월 말의 장마 및 집중호우로 인해 육상오염물질과 비점오염물질이 대량 유입되어 수질이 악화되었음
- 주요 수질영향인자 : 해양의 물리적 특성(개방된 해안선, 원활한 해수교환 등)

표 2. 연근해환경측정망 정점별 해양수질 조사결과(2021년 평균)

조사항목	조사정점	고리	일광	대변		
생활환경기준	pH	8.12	8.15	8.17		
	총대장균군(MPN/100mL)	280	5	14		
생태기반 해수수질기준	등급	2020년 평균	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	
		2021년	1분기	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ
			3분기	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ
			평균	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ
	용존무기질소 (µg/L)	127.1	46.1	63.7		
	용존무기인 (µg/L)	14.4	8.6	9.4		
	클로로필-a (µg/L)	0.80	0.53	0.55		
	저층산소포화도 (%)	92.8	95.8	97.6		
투명도 (m)	5.7	5.1	5.3			
해양생태계 보호기준	Cu (µg/L)	5.050	1.023	1.304		
	Pb (µg/L)	0.545	0.075	0.225		
	Zn (µg/L)	6.875	0.677	1.027		
	As (µg/L)	0.080	0.000	0.000		
	Cd (µg/L)	0.131	0.281	0.106		
	Ni (µg/L)	0.876	0.199	0.390		
기타항목	COD (mg/L)	0.82	0.62	0.40		
	T-N (µg/L)	437.4	286.2	302.9		
	T-P (µg/L)	20.6	11.8	11.8		
	DO (mg/L)	8.38	8.40	8.39		
	수온 (°C)	18.99	19.80	18.90		
	염분 (PSU)	33.52	33.45	33.36		

주 : 1) : 2020년 평균과 비교하여 등급이 개선된 정점, : 2020년 평균과 비교하여 등급이 하락된 정점
 2) 2021년 2월, 8월 조사결과의 평균값임

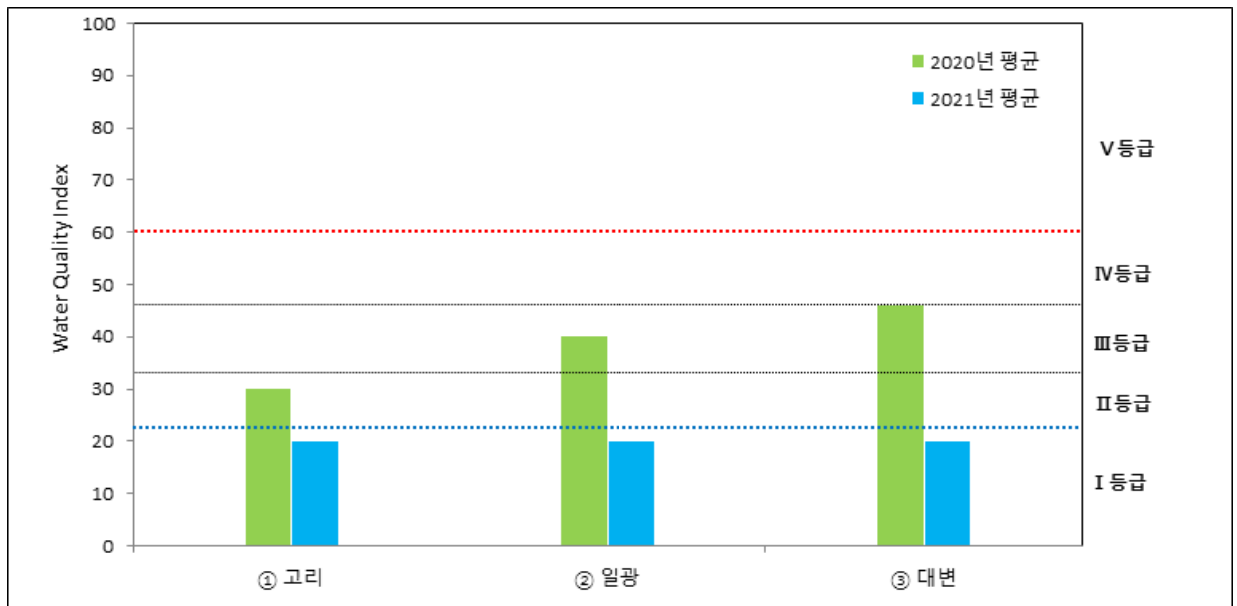


그림 2. 생태기반 해수수질기준 등급 비교(연근해환경측정망)

3.1.2 환경관리해역환경측정망

- 생활환경기준 : 5개 정점(수영만, 민락동, 동천하류, 부산대교, 자갈치시장)이 총대장균군수 기준(1,000 이하 /100mL)을 초과
- 생태기반 해수수질기준 : II등급(좋음) 이상이 9개 정점
- 해양생태계보호기준 : 동천하류, 자갈치시장 정점에서 Cu 항목의 장기기준(1.2 µg/L)을 초과

수질현황분석결과	
<ul style="list-style-type: none"> · 전년도와 유사한 수준 · 동천 및 반폐쇄성 해역환경의 영향을 받는 '동천하류' 정점이 가장 높은 오염도를 나타내었음(IV등급(나쁨)) · 미량금속 중 Cu 항목은 1분기에 동천하류, 복외항, 자갈치시장 정점에서 기준치(1.2 µg/L)를 초과하였으나, 3분기에는 모든 정점에서 기준치를 만족하였는바, 지속적인 모니터링을 통한 관찰이 필요함 · 주요 수질영향인자 : 육상기인 오염물질 유입(수영강, 동천, 남천), 반폐쇄성 해역 환경, 강우로 인한 육상오염물질 및 비점오염원 유입 	

표 3. 환경관리해역환경측정망 정점별 조사결과(2021년 평균)

조사항목	조사정점	해운대	해운대	수영만	민락동	광안리	남천만	이기대	동천하류	복외항	부산대교	자갈치시장	송도해수욕장	남외항		
		해수욕장	대			해수욕장										
생활환경기준	pH	8.10	8.13	7.87	8.05	8.09	8.11	8.09	7.94	8.16	8.12	8.05	8.16	8.17		
	총대장균군 (MPN/100mL)	126	777	7600	5078	293	186	493	2618	22	1648	1454	92	5		
생태기반 해수수질기준	등급	2020년 평균	I	II	III	II	I	I	II	V	II	III	II	I	II	
		2021년	1분기	I	II	III	I	II	I	II	III	I	I	III	I	I
			2분기	I	I	IV	IV	II	III	III	IV	II	I	I	II	II
			3분기	I	II	IV	IV	II	III	II	IV	I	II	II	II	I
			4분기	I	I	III	III	I	I	II	III	II	II	II	II	I
	평균	I	II	III	III	I	II	II	IV	I	I	III	I	I		
	용존무기질소 (µg/L)	93.1	343.4	1512.5	745.8	175.6	193.8	289.1	377.1	91.4	171.0	757.7	62.9	53.9		
	용존무기인 (µg/L)	13.1	19.5	76.1	52.0	17.0	13.1	16.8	48.8	17.2	24.2	65.9	11.4	10.0		
	클로로필-a (µg/L)	1.78	1.24	1.09	1.17	1.53	1.51	1.63	1.99	1.97	0.69	0.79	1.14	2.81		
	저층산소포화도 (%)	94.6	91.2	86.7	89.5	90.7	89.0	91.5	79.3	94.8	91.0	92.2	92.6	94.6		
투명도 (m)	4.5	4.4	4.1	4.1	3.4	4.9	3.4	2.4	4.3	3.1	3.2	5.1	3.6			
해양생태계 보호기준	Cu (µg/L)	0.422	0.183	0.250	0.440	0.202	0.290	0.231	1.609	1.169	0.782	1.569	0.175	0.361		
	Pb (µg/L)	0.280	0.100	0.125	0.085	0.000	0.095	0.205	0.160	0.165	0.050	0.265	0.090	0.000		
	Zn (µg/L)	1.774	1.131	3.187	3.003	0.902	1.705	1.040	0.903	6.995	1.418	5.535	1.705	3.377		
	As (µg/L)	0.000	0.046	0.070	0.000	0.000	0.090	0.000	0.000	0.040	0.000	0.010	0.095	0.000		
	Cd (µg/L)	0.044	0.014	0.017	0.025	0.020	0.027	0.017	0.027	0.043	0.014	0.025	0.026	0.013		
	Ni (µg/L)	0.167	0.106	0.319	0.217	0.108	0.128	0.801	0.158	0.142	0.136	0.117	0.064	0.060		
기타항목	COD (mg/L)	0.65	0.95	1.94	1.10	0.75	0.65	0.74	1.66	0.70	1.21	1.34	0.96	0.61		
	T-N (µg/L)	387.4	671.2	1946.7	1098.4	447.1	507.3	578.3	782.2	438.4	497.2	1184.2	342.4	406.2		
	T-P (µg/L)	26.5	34.8	85.6	61.2	23.1	35.5	25.0	62.8	42.9	31.2	136.9	23.6	41.6		
	DO (mg/L)	7.50	7.16	6.66	7.02	7.19	7.13	7.41	5.33	7.67	7.07	7.10	7.38	7.45		
	수온 (°C)	17.63	17.37	17.62	17.47	17.30	17.55	17.65	17.96	17.69	17.94	17.90	18.17	18.06		
	염분 (PSU)	33.69	33.01	28.77	32.07	33.71	33.57	33.54	32.99	33.62	33.50	33.36	33.78	33.64		

주 : 1) : 2020년 평균과 비교하여 등급이 개선된 정점, : 2020년 평균과 비교하여 등급이 하락된 정점
 2) 2021년 2월, 5월, 8월, 11월 조사결과의 평균값임

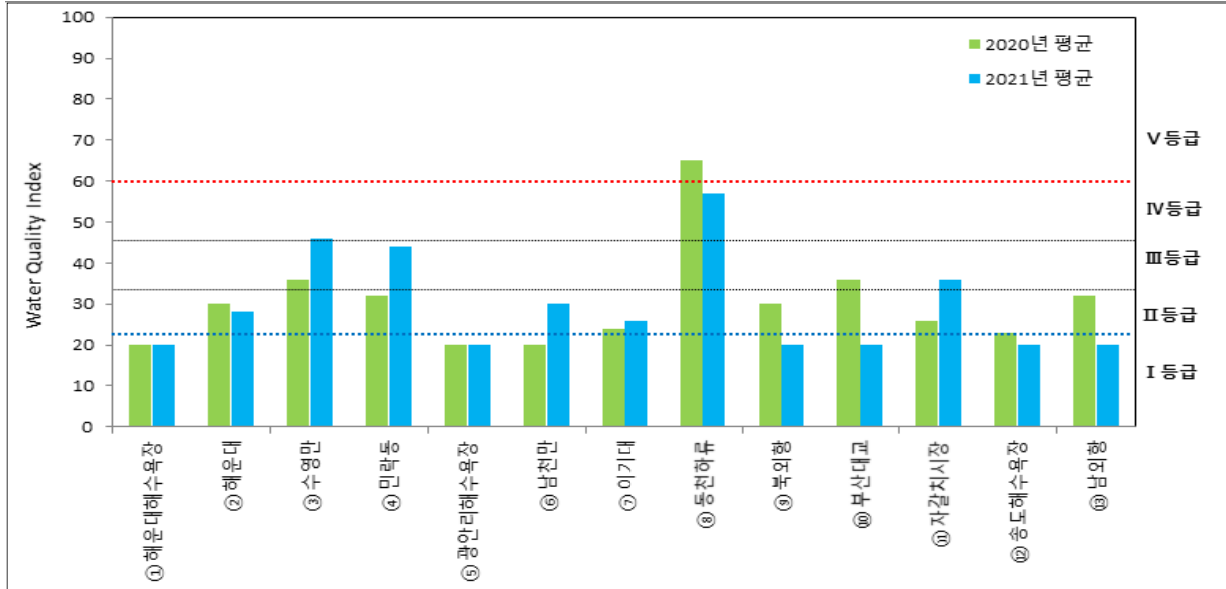


그림 3. 생태기반 해수수질기준 등급 비교(환경관리해역환경측정망)

3.1.3 항만환경측정망

- 생활환경기준 : 모든 정점이 기준(pH 6.5~8.5, 총대장균군수 1,000 이하/100mL) 기준 이내
- 생태기반 해수수질기준 : II등급(좋음) 이상이 8개 정점
- 해양생태계보호기준 : 3개 정점(5부두, 다대포항, 다대포어시장)에서 Cu 항목의 단기기준(3.0 µg/L) 초과

수질현황분석결과

- 전년도에 비해 전반적으로 수질 개선
- 전년도에는 7월 말의 장마 및 집중호우로 인해 육상오염물질과 비점오염물질이 대량 유입되어 수질이 악화되었음
- 5부두 정점의 경우 주변 오염물질 유입 및 반폐쇄성 해역환경으로 인해 저층산소포화도와 투명도가 낮아 수질등급이 III등급(보통)으로서 상대적으로 낮은 등급으로 조사됨
- 미량금속 중 Cu 항목의 경우 다대포어시장 등 3개 정점에서 단기기준을, 북내항 등 4개 정점에서 장기기준을 초과하였으며, Zn 항목은 5부두에서 장기기준을 초과함
- 항만, 조선소 주변에서는 방오제로 사용되는 구리와 아연이 선박표면으로부터 용출되어 높은 농도로 나타남(출처: 해양오염과 지구환경, 한국해양과학기술원 p.141)
- 5부두, 발전소앞, 다대포어시장 정점은 Cu 항목이 지속적으로 단기 혹은 장기기준을 초과하고 있으므로 주변 오염물질(수리조선소 등) 유입차단, 오염퇴적물 정화사업 등의 수질개선 조치가 필요할 것으로 판단됨
- 남항(2009~2014), 다대포항(2016~2017), 감천항(2018~2022), 북항(2020~2025), 감만항(2022~2025) 등 오염퇴적물 정화사업의 효과를 지속적으로 기대하기 위해서는 육상오염물질의 유입관리가 병행되어야 할 것임
- 주요 수질영향인자 : 강우로 인한 육상기인 오염물질 및 비점오염원 유입(수리조선소, 위판장, 공동어시장, 오수유입구거 등), 반폐쇄성 해역 환경

표 4. 항만환경측정망 정점별 조사결과(2021년 평균)

조사항목	조사정점		5부두	북내항	남항	감천항	발전소 앞	다대포항	다대포 어시장	신항	신외항	
	생활환경기준	pH		8.04	8.13	8.16	8.22	8.18	8.18	8.13	8.07	8.16
	총대장균군 (MPN/100mL)		230	158	793	43	68	306	265	31	2	
생태기반 해수수질기준	등급	2020년 평균	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅴ	
		2021년	1분기	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ
			2분기	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	-	-
			3분기	Ⅳ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
			4분기	Ⅳ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅴ	-	-
	평균	Ⅲ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	
		용존무기질소 (µg/L)	190.7	115.7	107.9	63.0	85.4	100.7	198.0	72.7	39.3	
		용존무기인 (µg/L)	31.4	19.0	20.9	16.4	25.0	12.2	24.6	16.0	15.0	
		클로로필-a (µg/L)	1.01	1.69	0.90	3.45	5.61	4.04	3.75	2.70	3.05	
		저층산소포화도 (%)	81.1	90.8	91.0	86.8	92.6	85.7	87.6	94.0	100.5	
	투명도 (m)	2.3	3.9	3.1	3.4	3.0	3.8	2.4	2.1	3.2		
해양생태계 보호기준		Cu (µg/L)	3.558	1.291	1.444	2.728	2.624	5.613	5.442	0.290	0.598	
		Pb (µg/L)	0.101	0.000	0.000	0.215	0.320	0.020	0.235	0.036	0.120	
		Zn (µg/L)	26.238	2.845	1.664	5.695	8.490	2.815	9.403	0.780	0.170	
		As (µg/L)	0.000	0.000	0.085	0.000	0.000	0.000	0.000	0.035	0.000	
		Cd (µg/L)	0.040	0.015	0.027	0.044	0.033	0.024	0.032	0.035	0.013	
		Ni (µg/L)	0.314	0.035	0.049	0.025	0.085	0.113	0.075	0.059	0.058	
기타항목		COD (mg/L)	0.97	1.07	1.27	1.08	1.12	1.14	0.89	0.76	0.60	
		T-N (mg/L)	529.5	420.8	375.2	338.2	370.3	422.1	462.2	301.2	271.5	
		T-P (mg/L)	38.7	36.5	36.8	70.4	38.9	44.8	58.2	22.0	15.2	
		DO (mg/L)	6.34	7.19	7.17	7.94	7.94	7.57	7.07	8.20	8.6	
		수온 (°C)	17.60	17.64	17.92	18.79	18.89	17.87	18.07	16.58	17.8	
		염분 (PSU)	33.31	33.64	33.54	33.41	33.41	33.03	30.00	32.79	32.97	

주 : 1) : 2020년 평균과 비교하여 등급이 개선된 정점, : 2020년 평균과 비교하여 등급이 하락된 정점
 2) 2021년 2월, 5월, 8월, 11월 조사결과의 평균값임(산항, 신외항 : 2월, 8월 조사결과의 평균값임)

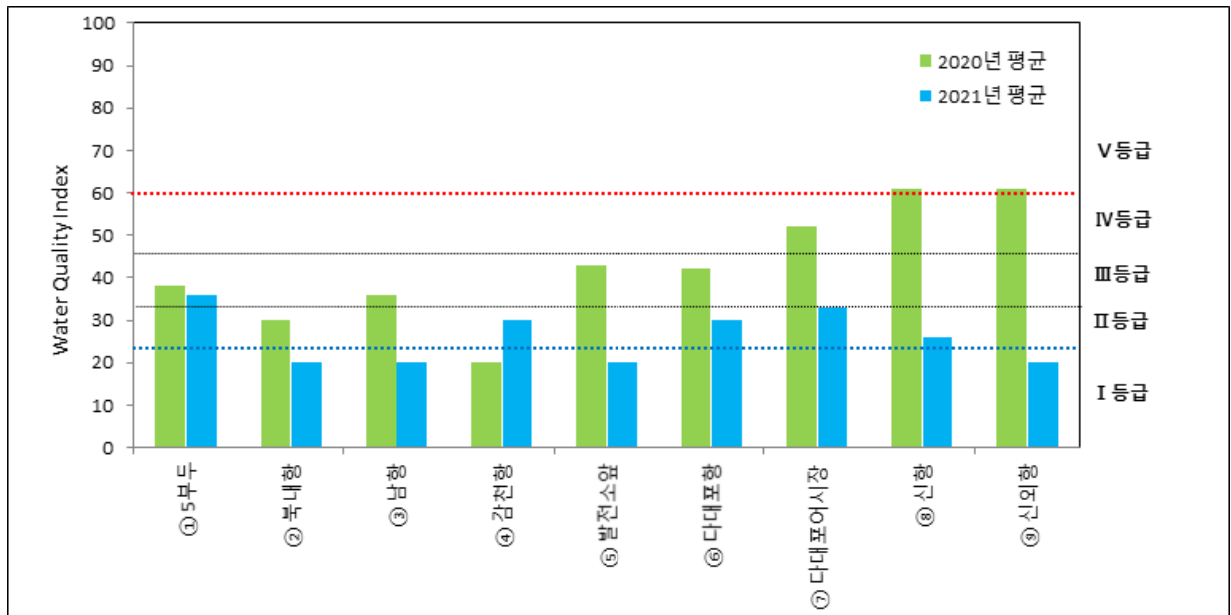


그림 4. 생태기반 해수수질기준 등급 비교(항만환경측정망)

3.1.4 하구역환경측정망

- 생활환경기준 : 5개 정점 중 장림 정점에서 총대장균군수 기준(1,000 이하/100mL)을 초과
- 생태기반 해수수질기준 : II등급(좋음) 이상이 3개 정점
- 해양생태계보호기준 : 가덕대교 정점에서 Cu 항목의 장기기준(1.2 µg/L)을 초과

수질현황분석결과	
<ul style="list-style-type: none"> · 전년도에 비해 전반적으로 수질 개선 · 전년도에는 7월 말의 장마 및 집중호우로 인해 육상오염물질과 비점오염물질이 대량 유입되어 수질이 악화되었음 · 장림 정점은 육상기인 오염물질(낙동강, 주변 산업단지 등)의 직접적인 영향을 받는 정점으로 IV등급(나쁨)으로 조사됨 · 하구역환경측정망 정점은 낙동강, 서낙동강 등을 통한 담수(비점오염원) 유입의 영향으로 유기물(COD) 및 영양염류(DIN, DIP) 농도가 타 측정망에 비해 상대적으로 높게 나타남 · 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(2021년 평균)

조사항목		조사정점	다대포 해수욕장	장림	신호	녹산	가덕대교	
생활환경기준		pH	8.11	7.95	8.04	8.03	8.04	
		총대장균군(MPN/100mL)	157	8700	67	68	540	
생태기반 해수수질기준	등급	2020년 평균	IV	V	IV	III	IV	
		2021년	1분기	III	III	III	II	III
			3분기	I	IV	II	I	III
			평균	II	IV	II	II	II
		용존무기질소 (µg/L)	173.1	388.4	120.7	104.9	112.8	
		용존무기인 (µg/L)	28.4	53.4	21.7	26.3	35.5	
		클로로필-a (µg/L)	4.32	1.92	1.90	2.13	1.01	
	저층산소포화도 (%)	107.4	83.6	97.1	93.3	84.6		
	투명도 (m)	2.5	2.0	2.0	2.5	1.4		
해양생태계 보호기준		Cu (µg/L)	201.4	1239.4	219.8	145.3	180.6	
		Pb (µg/L)	41.2	41.6	22.0	21.4	28.2	
		Zn (µg/L)	3.48	2.92	1.54	1.15	0.63	
		As (µg/L)	103.8	88.9	96.6	95.4	90.4	
		Cd (µg/L)	1.8	1.9	1.6	1.9	1.3	
		Ni (µg/L)	0.353	0.946	0.432	0.843	1.351	
기타항목		COD (mg/L)	0.145	0.197	0.000	0.296	0.010	
		T-N (mg/L)	3.747	6.439	0.020	1.670	1.200	
		T-P (mg/L)	0.000	0.000	0.000	0.040	0.000	
		DO (mg/L)	0.079	0.033	0.022	0.042	0.029	
		수온 (°C)	0.596	2.699	0.078	0.145	0.837	
		염분 (PSU)	1.76	2.26	1.26	1.18	1.00	

주 : 1) : 2020년 평균과 비교하여 등급이 개선된 정점, : 2020년 평균과 비교하여 등급이 하락된 정점
 2) 2021년 2월, 8월 조사결과의 평균값임

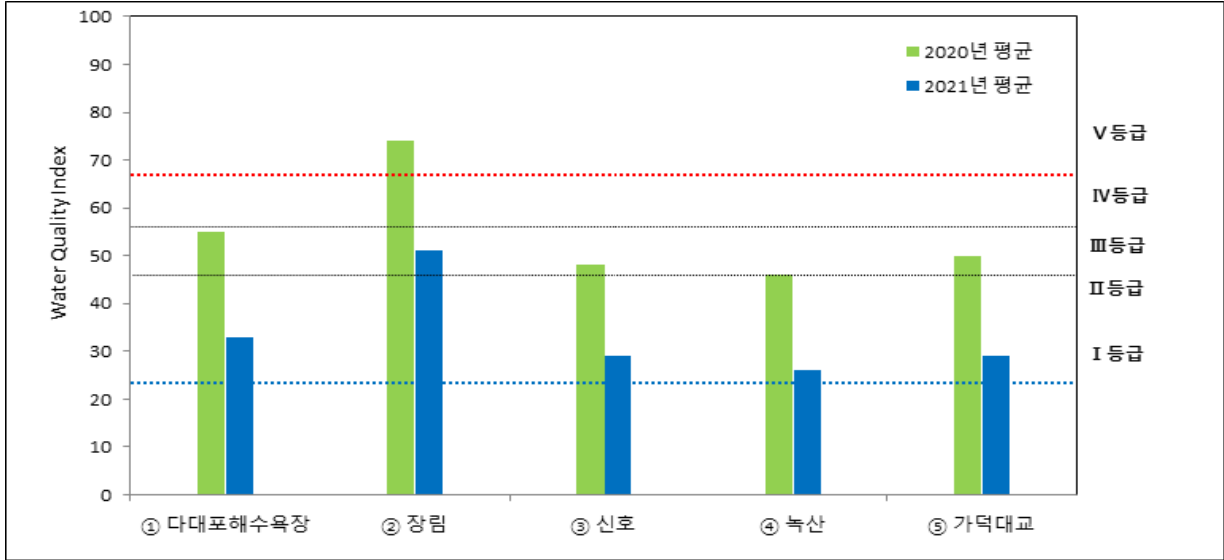


그림 5. 생태기반 해수수질기준 등급 비교(하구역환경측정망)

3.2 해저퇴적물 조사결과

3.2.1 일반항목

○ COD의 농도범위는 6.87 ~ 42.71 mg/g.dry로 조사됨

- 조사대상 6개 정점 중 육상오염원의 직접적인 영향을 받는 동천하류 정점이 2020년과 동일하게 가장 높은 농도를 나타내었고, 주로 모래로 구성되어 있는 것으로 조사된 남항 정점이 최소값을 보였음

3.2.2 미량금속항목

- Cr은 전년도와 마찬가지로 주의기준 이하로 나타나 비교적 양호한 수준을 보였음
- Cu, Cd은 모든 정점에서 관리기준을 초과하였음
- Cu의 경우 3년 연속('19~'21) 모든 정점에서 관리기준을 초과함
- Pb, Zn, As는 모든 정점에서 주의기준 초과, Zn의 경우 일부 정점에서 관리기준 초과함

수질현황분석결과

- 항만 및 조선소 주변 해역의 경우 방오제로 사용되는 구리(Cu)와 아연(Zn)이 선박표면으로부터 용출되어 높게 나타나는 경향이 있음(출처 : 해양오염과 지구환경, 한국해양과학기술원 p. 141)
- 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)	
	2020년	2021년	2020년	2021년	2020년	2021년
동천하류	56.74	40.09	14.70	37.50	45.24	42.71
5부두	58.84	40.48	10.20	23.40	14.32	14.94
북내항	64.88	29.36	12.10	21.40	21.01	14.22
남항	28.17	27.09	2.10	2.80	2.89	6.87
발전소앞	45.50	40.30	7.20	11.80	15.48	21.13
다대포어시장	44.11	38.85	6.20	18.50	18.71	21.58

구 분	미량금속항목(mg/kg)													
	Cu		Pb		Zn		As		Cd		Cr		Hg	
	2020년	2021년	2020년	2021년	2020년	2021년	2020년	2021년	2020년	2021년	2020년	2021년	2020년	2021년
동천하류	124.72	149.58	46.08	100.46	321.16	358.14	12.08	34.56	2.00	4.92	54.74	61.26	0.015	0.24
5부두	171.44	230.76	25.40	63.34	150.56	218.46	8.66	35.78	1.26	4.44	49.14	58.74	0.011	0.15
북내항	65.72	114.80	44.80	64.22	96.14	155.30	14.82	35.88	1.16	4.52	48.24	66.00	0.009	0.16
남항	143.36	163.06	25.36	65.92	129.72	183.38	8.76	32.76	1.10	4.34	39.88	57.34	0.011	0.25
발전소앞	194.88	185.00	27.78	79.48	177.60	208.50	18.84	46.52	1.28	6.00	58.30	62.10	0.010	0.21
다대포어시장	566.90	301.86	39.94	60.62	249.24	179.44	11.42	35.42	1.36	4.60	47.40	55.44	0.005	0.02
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 I등급 13개 정점, II등급 11개 정점, III등급 4개 정점 등으로 확인되어 전년도 대비 II등급(좋음) 이상 정점수가 크게 증가하였음
- 측정망별 해수수질 등급은 연근해환경측정망 I 등급, 환경관리해역환경측정망과 항만환경측정망은 II 등급, 하구역환경측정망 III등급으로 조사되었음

표 7. 생태기반 해수수질 등급 비교(2019 ~ 2021년)

구 분	합계	생태기반 해수수질 등급(정점수)				
		I등급(매우 좋음)	II 등급(좋음)	III등급(보통)	IV등급(나쁨)	V등급(아주나쁨)
2019년	30	13	9	6	2	-
2020년	30	5	8	9	4	4
2021년	30	13	11	4	2	-

표 8. 측정망별 해수수질 등급 비교

구 분	연근해환경측정망	환경관리해역환경측정망	항만환경측정망	하구역환경측정망
2019년	I	II	II	II
2020년	III	II	III	IV
2021년	I	II	II	III

4. 결론

- 조사대상 30개 정점 중 I 등급 13개 정점, II등급 11개 정점, III등급 4개 정점 등으로 확인되어 전년도 대비 II등급(좋음) 이상 정점수가 크게 증가하였으며, 전반적으로 수질등급이 개선됨
- 측정망별 해수수질 등급은 연근해환경측정망 I 등급, 환경관리해역환경측정망과 항만환경측정망 II등급, 하구역환경측정망 III등급으로 조사되었음
- 육상기인 오염물질로부터 직접적인 영향을 받는 동천하류 정점과 장림 정점이 IV등급(나쁨)으로 가장 낮은 등급임
- 이를 통해 알 수 있듯이 해양수질 개선을 위해서는 육상기인 오염물질의 관리가 필요하며, 구체적으로는 비점오염저감시설 확충, 공공하수처리시설의 고도화, 하수관로 정비사업, 오염퇴적물 정화사업 등이 지속적으로 추진되어야 함

표 9. 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 수질개선사업의 조속한 완료 - 하수관로 정비(분류식, 노후관로 정비) - 비점오염물질 저감시설 가동 및 설치 확충(운천천[기가동], 수영만연안[기가동], 수영강하류, 석대천, 춘천, 우동천, 동래천, 남천) - 공공하수처리시설 고도화
항만환경측정망	· 육상기인 오염물질 유입 (수리조선소, 위판장/공동어시장, 오수유입 구거 등) · 반폐쇄성 해역환경	· 오염퇴적물 정화사업(남항, 다대포항, 감천항, 북항, 감만항)의 효과를 지속적으로 유지하기 위한 육상기인 오염물질 유입차단 - 차집오수 유입차단 - 주변 오염배출 유발시설물 지도·점검 강화 · 2단계 연안오염총량관리(북항) 조속한 추진
하구역환경 측정망	· 육상기인 오염물질 유입 (낙동강, 서낙동강, 산업단지) · 낮은 수심 및 미약한 해수유동	· 수질오염총량관리제 단위유역 내 배출부하량 관리(낙동강, 서낙동강) · 산업단지 비점오염물질 유입 저감을 위한 주기적인 지도활동 실시 · 비점오염물질 저감시설 가동 및 확충(염공유수지[기가동], 덕천유수지[기가동], 장림유수지[기가동])