

부산연안 특별관리해역 제1단계 제2차 연안오염총량관리 시행계획

2020. 02.



목 차

I. 계획의 개요	1
1. 계획수립 주제	3
2. 계획수립 목적 및 범위	4
가. 계획수립의 목적	4
나. 공간 및 시간적 범위	4
다. 대상물질	6
3. 계획수립 근거 및 추진경과	7
가. 계획수립 근거	7
나. 추진경과	9
4. 시행계획 요약	10
가. 관리구역의 개요	10
나. 하천 및 해역 수질현황	11
다. 오염원 현황 및 전망	12
라. 오염부하량 현황 및 전망	13
마. 관리해역의 목표수질	15
바. 할당부하량	17
사. 삭감계획	18
아. 모니터링 및 이행방안	20
자. 재원조달 방안	21
II. 유역 및 해역환경조사	23
1. 관리구역의 경계구분	25
가. 관리구역	25
나. 관리구역의 사회경제적 이용현황	29
다. 관리구역 구분	33
2. 토지이용 실태조사 및 토지이용 규제조사	36
가. 토지이용 실태	36
나. 토지이용규제 실태	37
3. 하천환경 자료조사	39
가. 하천 수질측정망	39

나. 금회 수질조사	44
다. COD-BOD 전환계수	53
4. 해역환경 자료조사	69
가. 해양물리 조사	66
나. 해역수질 조사	100
다. 해양생물 조사	131
라. 퇴적물 침강·용출 조사	156
Ⅲ. 오염원 및 오염부하량 산정	165
1. 오염원 현황	167
가. 오염원 조사방법	167
나. 오염원 조사결과	169
2. 장래 오염원 예측	180
가. 장래 오염원 예측 방법	180
나. 오염원 그룹별 전망(자연증감+개발)	181
3. 개발계획 현황	194
가. 개발계획	194
나. 개발부하량	198
4. 삭감계획 현황	199
가. 삭감계획 조사결과	199
나. 삭감계획	200
5. 오염부하량 산정 및 산정결과	202
가. 오염부하량 산정방법	202
나. 오염부하량 산정결과	202
Ⅳ. 부하량 할당 및 삭감계획 수립	217
1. 기본계획에 의한 할당부하량	219
가. 부하량 할당 기본 자료	219
나. 할당부하량	220
2. 오염부하량 삭감계획	223
가. 삭감계획	223
나. 삭감사업 방향	224
다. 삭감사업	225
3. 부하량 할당결과 종합	229

V. 이행평가 및 모니터링 방안	233
1. 삭감 계획별 이행방안	235
가. 이행관리체계 구축	235
나. 연안오염총량관리 부서별 이행관리 역할	236
2. 할당부하량 관리 및 이행방안	238
가. 이행평가 방안	238
나. 연안오염총량관리대장	238
다. 이행평가보고서 작성	238
3. 개별 오염원 모니터링 방안	240
가. 환경기초시설 모니터링	240
나. 배출시설 모니터링	240
다. 비점오염 저감시설	241
라. 오염원 및 오염부하량 산정	242
4. 하천 또는 해역모니터링 방안	243
가. 하천 모니터링	243
나. 해역 모니터링	244
 VI. 재원조달 및 의견수렴	 247
1. 재원조달 방안	249
2. 주민의견 수렴	250

표 목 차

<표 I -1> 연안오염총량관리 관련 사항 수립 주체	3
<표 I -2> 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역 범위	4
<표 I -3> 계획수립 근거	8
<표 I -4> 수영만 해역 직유입하천 연평균 COD 농도	11
<표 I -5> 수영만 해역 직유입하천 금회 월별 COD 농도	12
<표 I -6> 최근 10년간 해역 연평균 COD 농도	12
<표 I -7> 오염원 현황 및 전망	13
<표 I -8> 행정구역별 BOD 발생부하량 현황 및 전망	14
<표 I -9> 행정구역별 COD 배출부하량 현황 및 전망	15
<표 I -10> 기준배출부하량	17
<표 I -11> 안전율 및 안전부하량	17
<표 I -12> 할당부하량	17
<표 I -13> 삭감부하량	18
<표 I -14> 부산연안 특별관리해역 제2차 연안오염총량관리 삭감계획 총괄	19
<표 I -15> 삭감계획에 따른 재원 조달 방안	21
<표 II -1> 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역 범위	25
<표 II -2> 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역 행정동 현황	26
<표 II -3> 관리구역 내 사업체 현황	29
<표 II -4> 관리구역 내 산업단지 현황	30
<표 II -5> 관리구역 내 어항 현황	31
<표 II -6> 관리구역 내 하수처리시설 현황	33
<표 II -7> 관리구역 내 토지이용·규제 현황	37
<표 II -8> 수영만 해역 직유입하천 연평균 BOD 농도	40
<표 II -9> 수영만 해역 직유입하천별 연평균 BOD 농도	40
<표 II -10> 수영만 해역 직유입하천 연평균 COD 농도	41
<표 II -11> 수영만 해역 직유입하천 연평균 COD 농도	42
<표 II -12> 수영만 해역 직유입하천 연평균 T-N 농도	43
<표 II -13> 수영만 해역 직유입하천 연평균 T-N 농도	43
<표 II -14> 수영만 해역 직유입하천 연평균 T-P 농도	44
<표 II -15> 수영만 해역 직유입하천 연평균 T-P 농도	45
<표 II -16> 수영만 해역 직유입하천 금회 월별 BOD 농도	48

<표 II-17> 수영만 해역 직유입하천별 금회 월별 BOD 농도	48
<표 II-18> 수영만 해역 직유입하천 금회 월별 COD 농도	49
<표 II-19> 수영만 해역 직유입하천별 금회 월별 COD 농도	49
<표 II-20> 수영만 해역 직유입하천 금회 월별 T-N 농도	50
<표 II-21> 수영만 해역 직유입하천별 금회 월별 T-N 농도	50
<표 II-22> 수영만 해역 직유입하천 금회 월별 T-P 농도	51
<표 II-23> 수영만 해역 직유입하천별 연평균 T-P 농도	52
<표 II-24> 수영만 해역 직유입하천 평균 유량	53
<표 III-25> 수영강 BOD 및 COD 유출특성 조사지점	57
<표 III-26> 수영강유역 수계별 BOD-COD 상관계수 및 결정계수	60
<표 III-27> 수영강유역 계절별 BOD-COD 상관계수 및 결정계수	62
<표 III-28> 수영만유역 COD/BOD 전환계수	64
<표 III-29> 연도별 하수도 보급률	64
<표 III-30> 수영강유역 연도별 COD-BOD 상관계수 및 결정계수	65
<표 III-31> 수영하수처리장 방류수 COD-BOD 상관관계 분석 결과	67
<표 II-32> 조석 관측 개요	70
<표 II-33> 조위계 제원	71
<표 II-34> 조석 조화상수 및 비조화상수	72
<표 II-35> 층별연속조류 관측 개요	75
<표 II-36> 유속계의 제원	75
<표 II-37> 정점 PC-1의 유속/유향 출현율	77
<표 II-38> 정점 PC-2의 유속/유향 출현율	78
<표 II-39> 정점 PC-3의 유속/유향 출현율	78
<표 II-40> 유속 통계분석 결과	81
<표 II-41> 잔차류 유속 및 유향	82
<표 II-42> 정점 PC-1 주요 분조의 조류 조화상수	84
<표 II-12> 정점 PC-2 주요 분조의 조류 조화상수	85
<표 II-44> 정점 PC-3 주요 분조의 조류 조화상수	86
<표 II-45> 층별연속수온 관측 개요	87
<표 II-46> 수온계의 제원	87
<표 II-47> 층별연속수온 관측 결과	88
<표 II-48> 층별연속염분 관측 개요	89
<표 II-49> 염분계의 제원	89
<표 II-50> 층별연속염분 관측 결과	90

<표 II -51> OceanSeven 304 CTD의 제원	91
<표 II -52> 7월 1일(누적 강수량 91.2mm) 공간 수온 관측 결과	93
<표 II -53> 7월 1일(누적 강수량 91.2mm) 공간 염분 관측 결과	96
<표 II -54> 수영만 해역 연평균 COD 농도	102
<표 II -55> 국가 측정망의 최근 10년간 정점별 COD 농도	102
<표 II -56> 부산시 측정망의 최근 10년간 정점별 COD 농도	103
<표 II -57> 수영만 해역 연평균 T-N 농도	104
<표 II -58> 국가 측정망의 최근 10년간 정점별 T-N 농도	105
<표 II -59> 국가 측정망의 최근 10년간 정점별 T-N 농도	106
<표 II -60> 수영만 해역 연평균 T-P 농도	107
<표 II -61> 국가 측정망의 최근 10년간 정점별 T-P 농도	108
<표 II -62> 부산시 측정망의 최근 10년간 정점별 T-P 농도	109
<표 II -63> 수영만 해역 연평균 Chlorophyll-a 농도	110
<표 II -64> 국가 측정망의 최근 10년간 정점별 chlorophyll-a 농도	111
<표 II -65> 부산시 측정망의 최근 10년간 정점별 chlorophyll-a 농도	112
<표 II -66> 수영만 해역 국가 해양환경측정망 연평균 수질평가 지수값(WQI)	113
<표 II -67> 수영만 해역 부산시 연안해수 수질 모니터링 연평균 수질평가 지수값(WQI) ..	114
<표 II -68> 수영만 해역 2018년 COD 농도	116
<표 II -69> 국가 측정망의 정점별 월별 COD 농도	117
<표 II -70> 부산시 측정망의 정점별 월별 COD 농도	118
<표 II -71> 수영만 해역 2018년 T-N 농도	119
<표 II -72> 국가 측정망의 정점별 월별 T-N 농도	119
<표 II -73> 부산시 측정망의 정점별 월별 T-N 농도	120
<표 II -74> 수영만 해역 2018년 T-P 농도	121
<표 II -75> 국가 측정망의 정점별 월별 T-P 농도	122
<표 II -76> 부산시 측정망의 정점별 월별 T-P 농도	123
<표 II -77> 수영만 해역 2018년 Chlorophyll-a 농도	124
<표 II -78> 국가 측정망의 정점별 월별 chlorophyll-a 농도	125
<표 II -79> 부산시 측정망의 정점별 월별 chlorophyll-a 농도	126
<표 II -80> 국가 측정망의 정점별 WQI	127
<표 II -81> 수영만 해역 국가 측정망 2019년 수질평가 지수값(WQI)	127
<표 II -82> 부산시 측정망의 정점별 WQI	128
<표 II -83> 수영만 해역 부산시 연안해수 수질측정망 2019년 수질평가 지수값(WQI)	129
<표 II -84> 저서오염지수(BPI)와 AMBI의 지수등급	133

<표 II -85> 조하대 저서동물의 분류군별 출현 양상	136
<표 II -86> 조하대 대형저서동물의 Le Bris index 기준 우점종(2019년 5월)	141
<표 II -87> 조하대 대형저서동물의 개체수 기준 우점종 현황(2019년 5월)	142
<표 II -88> 조하대 대형저서동물의 Le Bris index 기준 우점종(2019년 7월)	143
<표 II -89> 조하대 대형저서동물의 개체수 기준 우점종 현황(2019년 7월)	143
<표 II -90> 조하대 대형저서동물의 Le Bris index 기준 우점종(2019년 9월)	144
<표 II -91> 조하대 대형저서동물의 개체수 기준 우점종(2019년 9월)	144
<표 II -92> 조하대 대형저서동물의 개체수 기준 우점종 현황(2019년 11월)	145
<표 II -93> 조하대 대형저서동물의 생태지수	147
<표 II -94> 조사해역의 저서건강도(BPI, AMBI)	151
<표 II -95> 해산어류의 조사 시기, 정점별 출현량	153
<표 II -96> 입자물질 침강농도 및 침강량 분석결과	160
<표 II -97> 퇴적물 산소소모율, 영양염 용출율	162
<표 III-1> 생활계 오염원 현황	170
<표 III-2> 축산계 오염원 현황	170
<표 III-3> 산업계 오염원 현황	171
<표 III-4> 토지계 오염원 현황	171
<표 III-5> 매립계 오염원 현황	172
<표 III-6> 환경기초시설 설치 현황	172
<표 III-7> 환경기초시설 총유입유량 및 유입수질	173
<표 III-8> 환경기초시설 관거이송유량 및 관거이송수질	175
<표 III-9> 환경기초시설 방류유량 및 방류수질	177
<표 III-10> 수영만 해역 선박계 현황	179
<표 III-11> 수영만 해역 수중양식계 오염원 현황	179
<표 III-12> 행정구역별 인구 전망	182
<표 III-13> 행정구역별 물사용량 전망	183
<표 III-14> 행정구역별 축산 전망	184
<표 III-15> 행정구역별 폐수 배출업소 전망	185
<표 III-16> 행정구역별 폐수 발생량 전망	187
<표 III-17> 행정구역별 폐수 배출량 전망	188
<표 III-18> 행정구역별 토지이용 전망	191
<표 III-19> 행정구역별 매립장 침출수 처리시설 전망	193
<표 III-20> 개발계획 현황	194
<표 III-21> 개발계획 목록 및 배출부하량	195

<표 III-22> 개발계획 점·비점 개발부하량	198
<표 III-23> 행정구역별 삭감시설 설치계획	199
<표 III-24> 하수관거 삭감계획	200
<표 III-25> 비점오염원저감시설 설치 삭감계획	201
<표 III-26> 단위유역별 BOD 발생부하량 현황 및 전망	203
<표 III-27> 단위유역 오염원별 BOD 발생부하량 현황 및 전망	204
<표 III-28> 관리유역 해역계 BOD 발생부하량	208
<표 III-29> 단위유역별 COD 배출부하량 현황 및 전망	208
<표 III-30> 단위유역별 생활계 COD 배출부하량 현황 및 전망	211
<표 III-31> 관리유역 해역계 COD 배출부하량	215
<표 IV-1> 기준배출부하량	219
<표 IV-2> 기준배출부하량에 의한 삭감량	219
<표 IV-3> 안전율 및 안전부하량	220
<표 IV-4> 할당부하량	221
<표 IV-5> 행정구역별 할당부하량	221
<표 IV-6> 소유역별 할당부하량	222
<표 IV-7> 삭감계획 총괄	223
<표 IV-8> 지역개발부하량	223
<표 IV-9> 자연증감부하량	224
<표 IV-10> 행정구역별 삭감시설 설치계획	225
<표 IV-11> 하수관거 삭감계획	226
<표 IV-12> 비점오염원저감시설 설치 삭감계획	227
<표 III-13> 비점오염원저감시설 설치 삭감계획	228
<표 IV-14> 할당부하량	229
<표 IV-15> 하수관거 삭감계획	230
<표 V-1> 환경기초시설 검사 주기	240
<표 V-2> 배출시설에 따른 조사 주기	240
<표 V-3> 비점오염 저감시설 조사주기	241
<표 V-4> 하천수질 조사 횟수 및 항목	244
<표 V-5> 해양수질 조사 횟수 및 항목	244
<표 VI-1> 비점오염저감시설 설치 국고보조율	249
<표 VI-2> 삭감계획에 따른 재원 조달 방안	249

그림 목 차

<그림 I-1> 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역	5
<그림 I-2> 행정구역에 따른 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역	10
<그림 I-3> 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역	11
<그림 I-4> 최근 10년간 수영만 해역 수질 및 월별 수질 변화	16
<그림 I-5> 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 목표수질 기준 지점 설정	16
<그림 I-6> COD 부하량 할당 모식도	18
<그림 II-1> 행정구역에 따른 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역	26
<그림 II-2> 하수처리구역에 따른 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역 ..	27
<그림 II-3> 수계에 따른 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역	28
<그림 II-4> 관리구역 내 산업단지 현황	30
<그림 II-5> 관리구역 내 어항지점	32
<그림 II-6> 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역	35
<그림 II-7> 토지이용 현황	36
<그림 II-8> 상수도보호구역 현황	38
<그림 II-9> 개발제한구역 현황	38
<그림 II-10> 수영만 해역 유입하천 수질측정망 위치도	39
<그림 II-11> 최근 10년간 수영만 해역 직유입하천 연도별 BOD 농도 변동	41
<그림 II-12> 최근 10년간 수영만 해역 직유입하천 연도별 COD 농도 변동	42
<그림 II-13> 최근 10년간 수영만 해역 직유입하천 연도별 T-N 농도 변동	44
<그림 II-14> 최근 10년간 수영만 해역 직유입하천 연도별 T-P 농도	45
<그림 II-15> 수영만 해역 직유입하천 수질조사 위치도	47
<그림 II-16> 수영만 해역 직유입하천 BOD 농도 변동	48
<그림 II-17> 수영만 해역 직유입하천 COD 농도 변동	50
<그림 II-18> 수영만 해역 직유입하천 T-N 농도 변동	51
<그림 II-19> 수영만 해역 직유입하천 T-P 농도 변동	52
<그림 II-20> 수영만 해역 직유입하천 유량 변동	53
<그림 II-21> 수영만 해역 직유입하천 BOD 부하량	54
<그림 II-22> 수영만 해역 직유입하천 COD 부하량	55
<그림 II-23> 수영만 해역 직유입하천 T-N 부하량	55
<그림 II-24> 수영만 해역 직유입하천 T-P 부하량	56
<그림 III-25> 수영강 BOD 및 COD 유출특성 조사지점	58

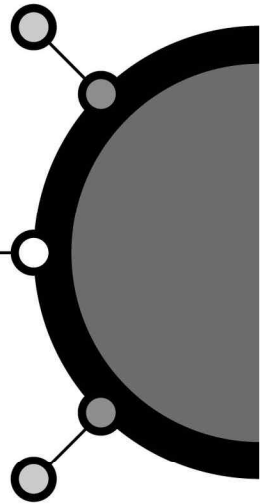
<그림 III-26> 수영강유역 COD/BOD 산정절차	59
<그림 III-27> 수영강유역 COD 및 BOD 분포도	61
<그림 III-28> 수영강 유역 계절별 COD 및 BOD 분포도	63
<그림 III-29> 수영강유역 연도별 COD 및 BOD 분포도	66
<그림 III-30> 수영하수처리장 방류수BOD 및 COD 유출특성 조사지점	67
<그림 III-31> 수영하수처리장 방류수 COD 및 BOD 분포도	68
<그림 II-32> 해양조사 위치도	70
<그림 II-33> 주요 검조소 위치도	74
<그림 II-34> 주요 검조소의 평균해면 및 대조차 비교	74
<그림 II-35> 정점 PC-2의 조류분산도	79
<그림 II-36> 정점 PC-3의 조류분산도	79
<그림 II-37> 정점 PC-1의 조류 진행벡터도	82
<그림 II-38> 정점 PC-2의 조류 진행벡터도	82
<그림 II-39> 정점 PC-3의 조류 진행벡터도	83
<그림 II-40> 연속수온 관측 결과	88
<그림 II-41> 연속염분 관측 결과	90
<그림 II-42> 7월 1일(누적 강수량 91.2mm) 낙조시 공간 수온 분포도	94
<그림 II-43> 7월 1일(누적 강수량 91.2mm) 창조시 공간 수온 분포도	95
<그림 II-44> 7월 1일(누적 강수량 91.2mm) 낙조시 공간 염분 분포도	97
<그림 II-45> 7월 1일(누적 강수량 91.2mm) 창조시 공간 염분 분포도	98
<그림 II-46> 수영만의 염분분포도와 조류분산도	99
<그림 II-47> 수영만 해역 연안해수 수질조사 정점도	100
<그림 II-48> 수영만 해역 연평균 COD 농도 변화	102
<그림 II-49> 국가 해양환경측정망 연차별 COD 변동	103
<그림 II-50> 부산시 연안해수 수질 모니터링 연차별 COD 변동	104
<그림 II-51> 수영만 해역 연평균 T-N 농도 변화	105
<그림 II-52> 국가 해양환경측정망 연차별 T-N 변동	106
<그림 II-53> 부산시 연안해수 수질 모니터링 연차별 T-N 변동	107
<그림 II-54> 수영만 해역 연평균 T-P 농도 변화	108
<그림 II-55> 국가 해양환경측정망 연차별 T-P 변동	109
<그림 II-56> 부산시 연안해수 수질 모니터링 연차별 T-P 변동	110
<그림 II-57> 수영만 해역 연평균 Chlorophyll-a 농도 변화	110
<그림 II-58> 국가 해양환경측정망 연차별 Chlorophyll-a 변동	111
<그림 II-59> 부산시 연안해수 수질 모니터링 연차별 Chlorophyll-a 변동	112

<그림 II-60> 국가 해양환경측정망 연차별 생태기반 해수수질 변동	114
<그림 II-61> 부산시 연안해수 수질 모니터링 연차별 생태기반 해수수질 변동	115
<그림 II-62> 수영만 해역 2019년 월별 COD 농도	116
<그림 II-63> 수영만 해역 국가 해양환경측정망 월별 COD 변동	117
<그림 II-64> 수영만 해역 부산시 연안해수 수질 모니터링 월별 COD변동	118
<그림 II-65> 수영만 해역 2019년 월별 T-N 농도	119
<그림 II-66> 수영만 해역 국가 해양환경측정망 월별 T-N 변동	120
<그림 II-67> 영만 해역 부산시 연안해수 수질 모니터링 월별 T-N변동	121
<그림 II-68> 수영만 해역 2019년 월별 T-P 농도	122
<그림 II-69> 수영만 해역 국가 해양환경측정망 월별 T-P 변동	123
<그림 II-70> 수영만 해역 부산시 연안해수 수질 모니터링 월별 T-P 변동	124
<그림 II-71> 수영만 해역 2019년 월별 Chlorophyll-a 농도	124
<그림 II-72> 수영만 해역 국가 해양환경측정망 월별 Chlorophyll-a 농도	125
<그림 II-73> 수영만 해역 부산시 연안해수 수질 모니터링 월별 Chlorophyll-a 농도	126
<그림 II-74> 수영만 해역 국가 해양환경측정망 월별 생태기반 해수수질 지수 변동	128
<그림 II-75> 수영만 해역 부산시 연안해수 수질측정망 월별 생태기반 해수수질 지수 변동	129
<그림 II-76> 해양생물 조사 정점	134
<그림 II-77> 조하대 대형저서동물의 분류군별 점유율 및 정점별 출현빈도(2019년 5월) ..	137
<그림 II-78> 조하대 대형저서동물의 분류군별 점유율 및 정점별 출현빈도(2019년 7월) ..	138
<그림 II-79> 조하대 대형저서동물의 분류군별 점유율 및 정점별 출현빈도(2019년 9월) ..	139
<그림 II-80> 조하대 대형저서동물의 분류군별 점유율 및 정점별 출현빈도(2019년 11월) ..	140
<그림 II-81> 조하대 대형저서동물의 집괴분석(수지도 및 다차원분석)(2019년 5월)	148
<그림 II-82> 조하대 대형저서동물의 집괴분석(수지도 및 다차원분석)(2019년 7월)	148
<그림 II-83> 조하대 대형저서동물의 집괴분석(수지도 및 다차원분석)(2019년 9월)	149
<그림 II-84> 조하대 대형저서동물의 집괴분석(수지도 및 다차원분석)(2019년 11월)	150
<그림 II-85> 해산어류의 조사 시기, 정점별 출현량	153
<그림 II-86> 대형저서동물의 시계열 변화	154
<그림 II-87> 해산어류의 시계열 변화	155
<그림 II-88> 퇴적물 침강·용출 조사 정점	156
<그림 II-89> 현장 배양·측정용 벤틱 랜더 (Lee et al., 2010)	157
<그림 II-90> 수영강 하구의 현장조사(a,b) 및 동천 하구의 현장조사 광경(c,d)	158
<그림 II-82> 수영강 하구(a)와 동천강 하구(b)의 정점별 수온·염분	159
<그림 II-83> 조사연도별 강우량 및 조사 30일·60일 전 강우량	159
<그림 II-84> 입자물질 중 유기물 구성비 및 입자물질 침강량	161

<그림 II-85> 입자물질 중 유기탄소(POC) 및 유기질소(PON) 침강율	161
<그림 II-86> 퇴적물 산소소모율	162
<그림 II-87> 퇴적물의 영양염(DIN(좌), DIP(우)) 용출량	163
<그림 IV-1> 기준배출부하량 산정 절차	220
<그림 V-1> 연안오염총량관리 관련 업무처리 흐름도(총괄)	235
<그림 V-2> 연안오염총량관리 관련 업무 처리(해양수산부내)	236
<그림 V-3> 연안오염총량관리 관련 업무 처리(부산광역시내)	237
<그림 V-4> 하천 모니터링 지점	243
<그림 V-5> 부산연안 연안오염총량관리 해역조사 정점	244

○ Ⅰ. 계획의 개요

1. 계획수립 주체
2. 계획수립 목적 및 범위
3. 계획수립 근거 및 추진경과
4. 시행계획 요약



01

계획수립 주체

- 시행계획의 수립 주체는 「해양환경관리법 시행령」제12조 내지「특별관리해역 연안오염 총량관리 기본방침」제21조 규정에 따라 시행청(부산광역시)에서 수립함
 - 시행청은 기초자치단체 또는 광역자치단체가 될 수 있으며, 수영만 해역의 유역특성과 사업시행의 합리성을 고려하여 부산광역시를 시행청으로 함
- 부산광역시가 시행계획을 수립함에 따라「해양환경관리법 시행령」제12조 내지 「특별관리해역 연안오염총량관리 기본방침」제23조 규정에 의한 해양수산부장관의 승인을 받아야 함

〈표 I-1〉 연안오염총량관리 관련 사항 수립 주체

구분		주체	근거
특별관리해역의 지정		해양수산부장관	「해양환경관리법」제15조 제1항
총량규제 조치		해양수산부장관	「해양환경관리법」제15조의2 제2항, 제3항 「해양환경관리법 시행령」제11조~제15조
연안오염 총량관리 시행에 관한 사항	적용범위	해양수산부장관	「특별관리해역 연안오염 총량관리 기본방침」제3조
	항목선정	해양수산부장관	「특별관리해역 연안오염 총량관리 기본방침」제4조
	목표수질 설정	해양수산부장관	「특별관리해역 연안오염 총량관리 기본방침」제5조
기본계획	수립	시·도지사	「해양환경관리법 시행령」제12조제3항 「특별관리해역 연안오염 총량관리 기본방침」제17조
	승인	해양수산부장관	「해양환경관리법 시행령」제12조제3항 「특별관리해역 연안오염 총량관리 기본방침」제19조
시행계획	수립	시행청	「해양환경관리법 시행령」제12조제4항 「특별관리해역 연안오염 총량관리 기본방침」제21조
	승인	해양수산부장관	「해양환경관리법 시행령」제12조제4항 「특별관리해역 연안오염 총량관리 기본방침」제23조
이행평가	수립	시행청	「해양환경관리법 시행령」제14조 「특별관리해역 연안오염 총량관리 기본방침」제25조~제32조

02

계획수립 목적 및 범위

가. 계획수립의 목적

- 계획 기간 동안 수영만 해역의 수질을 목표수질 수준으로 달성하기 위하여 유역환경 기초조사, 오염원 조사, 해역수질 특성에 대한 연구결과를 적용하여 관리해역으로 유입하는 관리대상 오염물질(COD)의 총량을 허용총량 이내로 관리하는 부산연안 특별관리해역 제2차 연안오염총량관리 시행계획을 수립함

나. 공간 및 시간적 범위

1) 유역범위

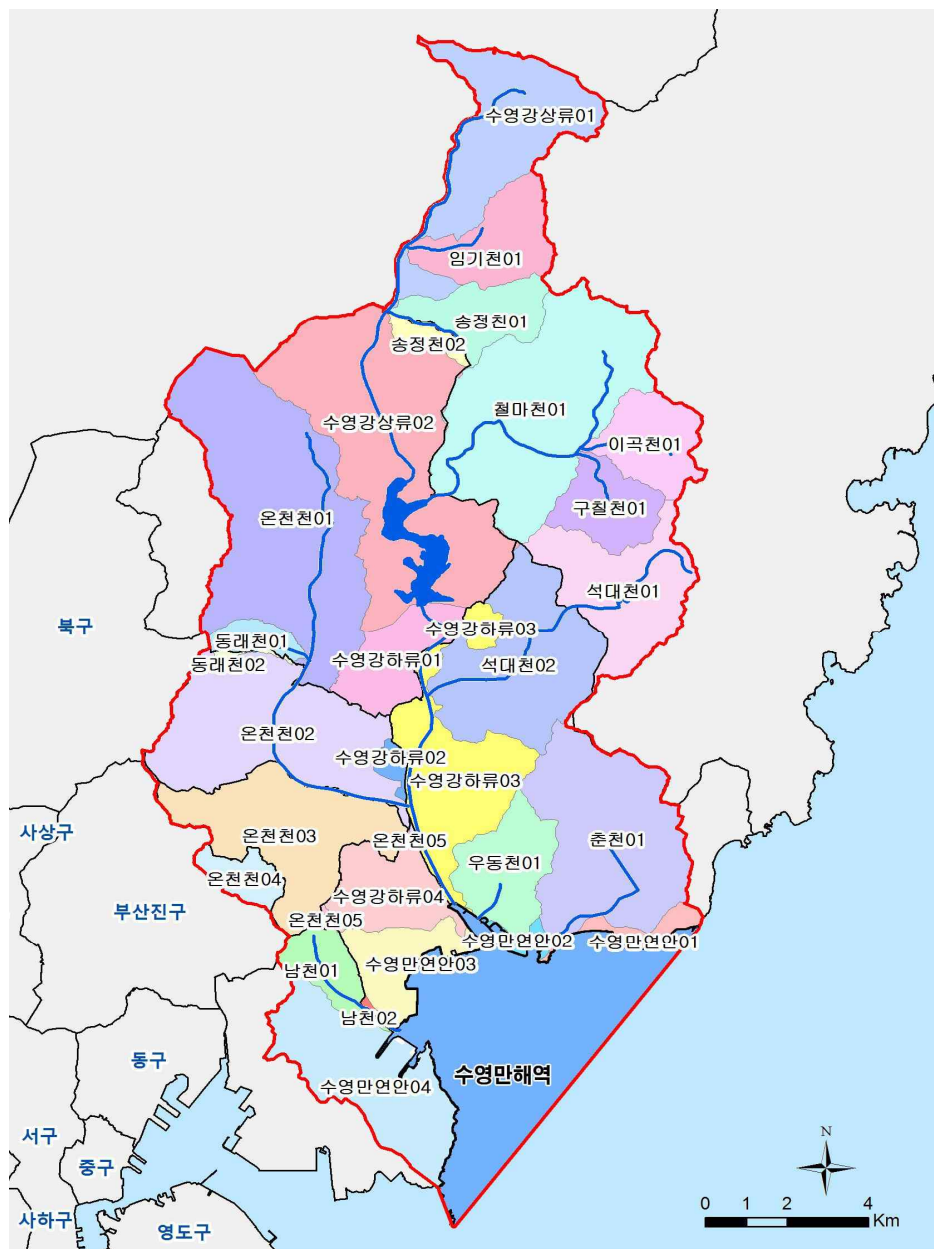
- 「특별관리해역 연안오염총량관리 기본방침」 제3조 관련 <별표 1>에서 규정한 관리유역
- 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리유역은 관리해역의 해양수질에 직접 또는 간접적으로 영향을 미치는 육상유역으로 부산광역시 8개 구·군을 포함하고 있으며 221.076km²에 이름

<표 I -2> 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리유역 범위

구·군	행정면적(km ²)	유역면적(km ²)	점유율(%)
부 산 진 구	29.689	2.019	6.8
동 래 구	16.629	16.615	99.9
남 구	26.807	14.432	53.8
해 운 대 구	51.462	47.093	91.5
금 정 구	65.200	56.654	86.9
연 제 구	12.079	12.070	99.9
수 영 구	10.204	10.204	100.0
기 장 군	218.273	61.987	28.4
계	430.343	221.076	-

2) 해역범위

- 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리해역(이하 ‘관리해역’)은 해운대 중동 동쪽 끝점, 오륙도 남단과 남구 용호동 남쪽 끝점을 잇는 선과 해안선으로 둘러싸인 해역으로 그 면적은 24.503km²임
 - 해운대구 중동 동쪽 끝점 : 129°11′43.1460″, 35°09′25.8496″
 - 오륙도 남단 : 129°07′46.5604″, 35°05′15.9294″
 - 남구 용호동 남쪽 끝점 : 129°07′33.1710″, 35°05′46.4500″



<그림 I-1> 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역

3) 시간적 범위

- 제2차 연안오염총량관리 계획기간은 5년(2020~2024)이며, 계획수립의 기준연도는 2018년으로 함

다. 대상물질

- 「특별관리해역 연안오염총량관리 기본방침」제4조 관련 <별표4>의 규정에 따라 관리대상 오염물질을 화학적산소요구량(COD, Chemical Oxygen Demand)으로 함

03

계획수립 근거 및 추진경과

가. 계획수립 근거

- 「해양환경관리법」제15조 제1항 규정에 따라 부산연안 특별관리해역이 지정되고, 「해양환경관리법」제15조 제3항 규정에 의하여 수영만 해역 연안오염총량관리제도 도입을 결정
- 「특별관리해역 연안오염총량관리 기본방침」제3조와 제4조 규정에 의하여 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역, 관리기간, 관리항목을 설정
- 「해양환경관리법 시행령」제12조 제3항 규정에 따라 부산광역시는 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리제도 시행을 위한 기본계획을 수립
- 「해양환경관리법 시행령」제12조 제4항 규정에 따라 부산광역시는 기본계획에 따라 시행계획을 수립하고 해양수산부장관의 승인을 받아야 함
- 「특별관리해역 연안오염총량관리 기본방침」제22조 <별표 7>의 규정에 의한 ‘시행계획에 포함해야 할 내용’을 작성·제출
 - 계획의 개요, 유역 및 해역 환경조사, 오염원 조사 및 오염부하량 산정, 연안오염총량관리 모델링(모델을 사용하는 경우), 부하량 할당 및 삭감계획, 이행평가 및 모니터링 방안, 자원조달 및 의견수렴

<표 I -3> 계획수립 근거

구분		근거	내용
특별관리해역 지정		「해양환경관리법」제15조 제1항	<ul style="list-style-type: none"> 해양환경의 보전.관리를 위하여 필요하다고 인정되는 경우 지정.관리
총량규제 조치		「해양환경관리법」제15조 제3항 「해양환경관리법 시행령」제12조 제2항	<ul style="list-style-type: none"> 국민의 건강이나 생물의 생육에 심각한 피해 우려가 있을 경우 조치 총량규제를 실시하기 위하여 기본방침 수립
부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리제	관리 구역	「특별관리해역 연안오염 총량관리 기본방침」제3조 관련 <별표 1>	<ul style="list-style-type: none"> 관리해역(해운대구 중동 동쪽 끝점, 오륙도 남단, 남구 용호동 남쪽 끝점) 관리구역(8개 구군)
	기간 및 오염물질 종류	「특별관리해역 연안오염 총량관리 기본방침」제4조 관련 <별표 4>	<ul style="list-style-type: none"> 제2차 총량관리계획기간 : 2020~2024 대상물질 : 화학적산소요구량
	기본 계획 수립	해양환경관리법 시행령 제12조 제3항	<ul style="list-style-type: none"> 시.도지사 기본계획 수립
		「특별관리해역 연안오염 총량관리 기본방침」제 18조 관련 <별표 5>	<ul style="list-style-type: none"> 계획의 개요, 구역 및 해역 환경현황 및 문제점, 오염원 조사 및 오염부하량 산정, 연안오염총량 관리 모델링, 목표수질 및 부하량 할당, 이해관계자 참여 및 협력
	시행 계획 수립	해양환경관리법 시행령 제12조 제4항	<ul style="list-style-type: none"> 시행청(부산광역시) 시행계획 수립
		「특별관리해역 연안오염 총량관리 기본방침」제 22조 관련 <별표 7>	<ul style="list-style-type: none"> 계획의 개요, 구역 및 해역 환경조사, 오염원 조사 및 오염부하량 산정, 연안오염총량관리 모델링 (모델을 사용하는 경우), 부하량 할당 및 삭감계획, 이행평가 및 모니터링 방안, 재원조달 및 의견수렴

나. 추진 경과

- 부산연안 특별관리해역 지정
- 2000. 2 「해양오염방지법」개정 환경관리해역 제도 신설
- 2009. 4 해역환경관리 기본계획 수립연구(부산연안 특별관리해역)
- 2009. 12 부산연안 특별관리해역 관리기본계획
- 2012. 12 부산연안 오염총량관리제 도입 타당성 조사 연구
 - 관리구역 : 부산연안 특별관리해역 중 수영만 해역
 - 관리물질 : 화학적산소요구량(COD)
- 2013. 5 특별관리해역 연안오염총량관리 기본방침 제정·시행
- 2014. 1 부산연안 특별관리해역 민관산학협의회 구성
- 2014. 6 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 도입 연구
- 2015. 9 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 시행연구
- 2016. 4 2016년 부산연안특별관리해역 연안오염총량관리 시행연구
 - 해역환경조사, 하천환경조사, 수영만 해역 관리항목 확대 타당성 연구
- 2017. 4 2017년 부산연안특별관리해역 연안오염총량관리 시행연구
 - 해역환경조사, 하천환경조사, 연안오염총량관리 대상구역 확대 타당성 연구 I
- 2018. 4 2018년 부산연안특별관리해역 연안오염총량관리 시행연구
 - 해역환경조사, 하천환경조사, 연안오염총량관리 대상구역 확대 타당성 연구 II
- 2019. 3 2019년 부산연안특별관리해역 연안오염총량관리 시행연구
 - 해역환경조사, 하천환경조사, 수영만 해역 연안오염총량관리 제2차 기본계획 실시

04

시행계획 요약

가. 관리구역의 개요

- 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역(이하 ‘관리구역’)은 행정구역상으로 부산진구, 동래구, 남구, 해운대구, 금정구, 연제구, 수영구, 기장군이 포함되어 있으며 관리구역 면적은 221.076km²임

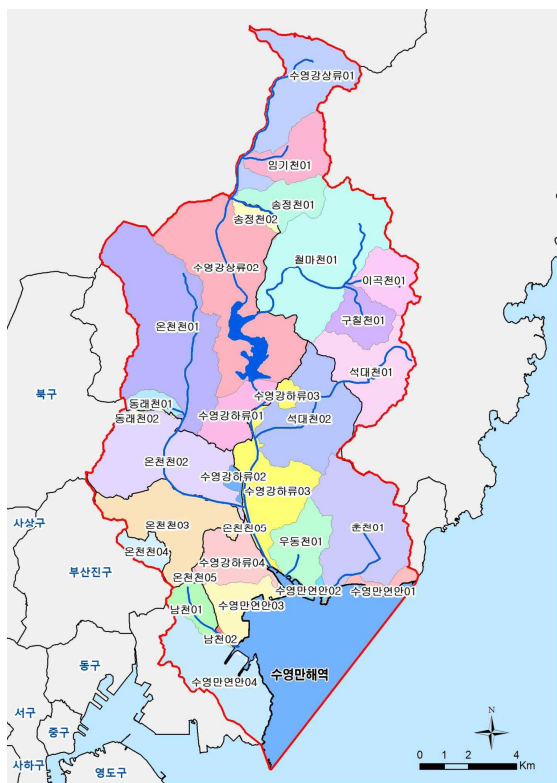


<부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역 범위>

구·군	행정면적(km ²)	유역면적(km ²)	점유율(%)
부산진구	29.689	2.019	6.8
동래구	16.629	16.615	99.9
남구	26.807	14.432	53.8
해운대구	51.462	47.093	91.5
금정구	65.200	56.654	86.9
연제구	12.079	12.070	99.9
수영구	10.204	10.204	100.0
기장군	218.273	61.987	28.4
계	430.343	221.076	-

<그림 1-2> 행정구역에 따른 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역

- 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리소유역은 총 29개로 면적은 221.076km²임
- 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리해역(이하 ‘관리해역’)은 해운대 중동 동쪽 끝점, 오륙도 남단과 남구 용호동 남쪽 끝점을 잇는 선과 해안선으로 둘러싸인 해역으로 그 면적은 24.503km²임



<부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역>

구분	소유역명	구 ·군	면적 (km ²)	소유역명	구 ·군	면적 (km ²)
부 산	구칠천01	기장군	4.620	수영만연안01	해운대구	1.837
	남 천01	남 구	3.029	수영만연안02	해운대구	0.605
	남 천02	수 영 구	0.196	수영만연안03	수 영 구	4.306
	동래천01	금정 구	1.572	수영만연안04	남 구	11.403
	동래천02	동래 구	0.221	온천천01	금정 구	24.060
	석대천01	기장군	9.133	온천천02	동래 구	15.640
	석대천02	해운대구	12.993	온천천03	연 제 구	12.070
	송정천01	기장군	4.516	온천천04	부산진구	2.020
	송정천02	금정 구	1.038	온천천05	수 영 구	0.117
	수영강상류01	기장군	12.538	우동천01	해운대구	5.920
	수영강상류02	금정 구	25.030	이곡천01	기장군	5.040
	수영강하류01	금정 구	4.954	임기천01	기장군	5.884
	수영강하류02	동래 구	0.754	철마천01	기장군	20.255
	수영강하류03	해운대구	10.612	춘천01	해운대구	15.126
	수영강하류04	수 영 구	5.585	합 계 (29개 소유역)		221.076
	위 치					면적 (km ²)
해 역	해운대구 중동 동쪽 끝점		129°11'43.1460", 35°09'25.8496"			24.503
	오륙도 남단		129°07'46.5604", 35°05'15.9294"			
	남구 용호동 남쪽 끝점		129°07'33.1710", 35°05'46.4500"			

<그림 I-3> 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역

나. 하천 및 해역 수질현황

1) 하천 수질현황

- 수영만 해역으로 유입되는 하천의 연평균 COD 농도범위는 <표 I-4>와 같았으며, 하천 생활환경기준은 춘천 V등급(나쁨), 우동천 VI등급(매우나쁨), 수영강 III등급(보통), 온천천 III등급(보통), 남천 VI등급(매우나쁨) 이었음

<표 I-4> 수영만 해역 직유입하천 연평균 COD 농도

(단위 : mg/L)

직유입하천	COD 농도범위	COD평균	하천 생활환경기준
춘천	7.3~11.7	9.6	V(나쁨)
우동천	2.6~25.5	11.2	Ⅳ(매우나쁨)
수영강	4.9~7.6	6.5	Ⅲ(보통)
온천천	5.1~7.9	6.1	Ⅲ(보통)
남천	20.3~33.0	27.8	Ⅳ(매우나쁨)

- 수영만 해역 직유입하천의 금회 월별 COD 농도는 수영강을 제외하고 다소 나아지는 것을 확인할 수 있었음
- 하천 생활환경기준은 춘천 Ib등급(좋음), 우동천 Ib등급(좋음), 수영강 IV등급(약간나쁨), 온천천 III등급(보통), 남천 IV등급(약간나쁨)이었으며 우동천, 춘천, 온천천, 수영강, 남천 순으로 수질이 양호하였음

<표 I-5> 수영만 해역 직유입하천 금회 월별 COD 농도

(단위 : mg/L)

직유입하천	COD 농도범위	COD평균	하천 생활환경기준
춘천	3.3~4.8	3.9	I b(좋음)
우동천	2.8~5.2	3.7	I b(좋음)
수영강	5.7~9.1	7.6	IV(약간나쁨)
온천천	3.2~9.2	5.6	III(보통)
남천	4.8~15.9	8.6	IV(약간나쁨)

2) 해역 수질현황

- 최근 10년간(2010~2019년) 연평균 COD 농도범위는 1.14~1.51mg/L로 평균 1.31mg/L 이었으며, 예년(2009~2018년) 10년 평균 농도와 같은 값을 보임
- 전년 대비 농도는 0.06mg/L 감소하였고 2014년까지는 연도별 증감 변화가 있었으나 농도가 감소하는 추이를 보였고 이후 농도가 증가하여 2018년에는 1.51mg/L까지 증가하였으나 2019년 다소 감소하였음

<표 I-6> 최근 10년간 해역 연평균 COD 농도

(단위 : mg/L)

	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	평균
수영만 해역	1.26	1.33	1.20	1.24	1.14	1.26	1.42	1.31	1.51	1.45	1.31

다. 오염원 현황 및 전망

- 관리구역 인구는 2018년에 1,522,860인이었으며, 2024년에 1,504,325인으로 18,532인 감소할 것으로 전망하였음
- 폐수배출업소 수는 2018년에 328개였으며, 2024년에 283개로 45개 감소하였고, 폐수발생량도 7,750.1㎥/일에서 7,567.4㎥/일로 감소할 것으로 전망하였음
- 토지계의 경우 최종년도에 전, 임야, 기타는 증가하고, 답과 대지는 감소할 것으로 전망하였음

〈표 I-7〉 오염원 현황 및 전망

오염원별	기준년도(2018년)		최종년도(2024년)	
	인구(인)	물사용량(㎥/일)	인구(인)	물사용량(㎥/일)
생활계	1,522,860	416,453.0	1,504,325	473,665.1
축산계	축종	두수	축종	두수
	젖소	208	젖소	208
	한우	37	한우	37
	말	5	말	5
	돼지	75	돼지	75
	가금	700	가금	700
	계	1,025	계	1,025
산업계	폐수배출업소 수	폐수발생량(㎥/일)	폐수배출업소 수	폐수발생량(㎥/일)
	328	7,750.1	283	7,567.4
토지계(㎢)	전	4.029	전	4.174
	답	10.611	답	9.405
	임야	121.032	임야	121.602
	대지	68.840	대지	67.985
	기타	16.564	기타	17.910
	계	221.076	계	221.076
매립계	연도별 매립장 침출수 처리시설 수		연도별 매립장 침출수 처리시설 수	
	1		1	

라. 오염부하량 현황 및 전망

1) 발생부하량 현황 및 전망

- 2018년 BOD 발생부하량은 113,721.57kg/일이 발생하였고, 2024년에는 117,239.12kg/일이 발생하는 것으로 전망하였음

<표 I-8> 행정구역별 BOD 발생부하량 현황 및 전망

(단위 : kg/일)

시군구	2018년 (기존)	2024년(최종년도)		
		합계	자연증감	개발계획
부산진구	2,791.30	3,155.64	2,578.02	577.62
동래구	19,357.18	18,847.52	18,102.41	745.11
남구	12,782.29	11,579.43	11,327.78	251.65
해운대구	29,982.17	31,964.14	31,769.16	194.98
금정구	19,658.64	19,045.45	18,882.13	163.32
연제구	15,117.47	16,304.98	15,131.10	1,173.88
수영구	13,011.10	15,160.32	14,897.24	263.08
기장군	1,021.42	1,181.64	1,181.64	0.00
합계	113,721.57	117,239.12	113,869.48	3,369.64

2) 배출부하량 현황 및 전망

- 개발계획은 총 92건+여유분으로 배출부하량은 676.71kg/일임
 - 공동주택 및 주상복합 84건, 시설계획 6건, 관리계획 2건 등

<표 I-9> 행정구역별 COD 배출부하량 현황 및 전망

(단위 : kg/일)

시군구	2018년 (기존)	2024년(최종년도)			
		합계	자연증감	개발계획	삭감계획
부산진구	316.50	277.64	284.05	71.60	78.01
동래구	4,898.80	4,382.68	4,881.95	154.00	653.27
남구	2,942.63	3,935.7	3,826.35	109.35	0
해운대구	4,511.89	3,507.84	3,844.01	49.17	385.34
금정구	3,018.38	2,835.6	3,148.70	31.83	344.93
연제구	1,887.58	1,419.29	1,775.54	105.72	461.97
수영구	1,715.04	1,421.21	1,616.51	45.56	240.86
기장군	681.36	659.41	665.89	0.51	6.99
합계	19,972.18	18,439.37	20,043.00	567.74	2,171.37

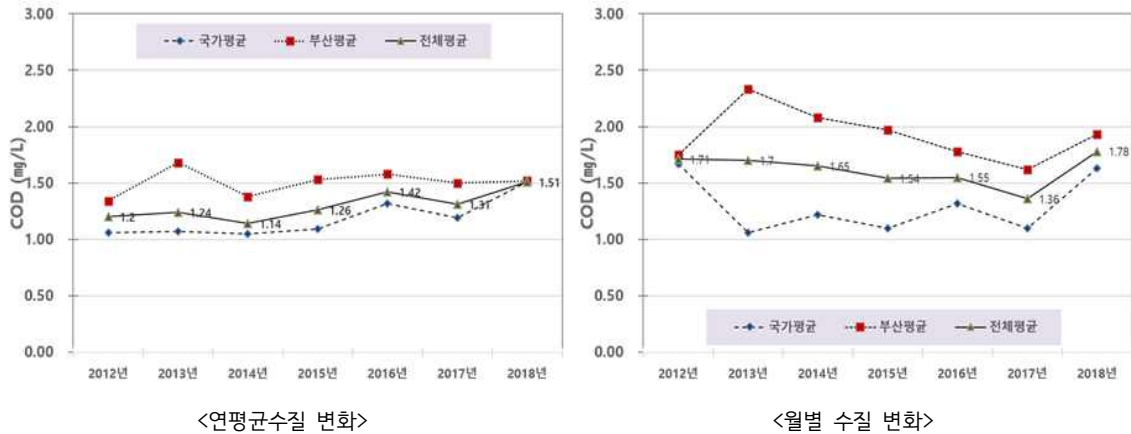
- 부산시가 계획 중인 삭감계획은 관거정비와 비점저감시설 등이며 이에 따른 삭감부하량은 총 2,171.37kg/일임
- 2018년 배출부하량은 19,972.18kg/일이었으며, 2024년에는 18,439.37kg/일 배출하는 것으로 전망하였음

마. 관리해역의 목표수질

1) 목표수질 기준 시기

- 국가 및 부산시 측정망의 최근 5년 수질자료는 연도별로도 비교적 일정한 값을 유지할 뿐 아니라 연간 변화의 폭도 안정적인 상황을 보임
 - 특히 기본방침 제5조 제2항에서 과거 5년 이상의 수질자료를 기준연도로 설정하도록 규정
- 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리를 위한 기준연도는 최근 5년으로 설정함
- 제1차 기본계획 시 오염이 우려되는 기간으로 잠정 설정한 8월 수질에 대한 대표성 문제 및 재검토 필요성 제기
 - 8월 1회 자료를 이용할 경우 연도별 강수, 태풍 등의 영향으로 높은 편차를 보여 수영만 해역의 대표 수질로는 부적절
- 자료의 안정성을 위하여 연평균 자료 이용 필요

- 해역이용 목적을 고려할 경우 해역이용이 집중되는 하계기간은 오염도가 높으므로 대표성을 가지기 어려움



<그림 1-4> 최근 10년간 수영만 해역 수질 및 월별 수질 변화

2) 목표수질 기준 지점

- 국가 해양환경측정망(8개소) 및 부산연안해수모니터링(3개소)을 기준 지점으로 선정
 - 국가 해양환경측정망 : 해운대해수욕장 앞, 수영강하구, 광안리해수욕장 앞, 용호만, 수영강입구, 이기대동쪽, 수영만동쪽, 수영만남쪽
 - 부산연안해수모니터링 : 해운대, 수영만, 남천만



<그림 1-5> 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 목표수질 기준 지점 설정

바. 할당부하량

1) 기준배출부하량

- 목표수질(COD 1.31mg/L)을 달성하기 위한 기준배출부하량은 19,122.0kg/일
 - 2018년 기준배출부하량에 비하여 850.18kg/일의 부하량 삭감이 필요함

<표 I-10> 기준배출부하량

목표수질	기준배출부하량(2018)	기준배출부하량	삭감 필요 부하량
COD 1.31 mg/L	19,972.18	19,122.0	850.18

2) 안전부하량

- 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리의 적정 안전율 적용수준을 평가하기 위하여 민관산학협의회(2019. 11. 07)의 논의 과정을 거쳐 안전율 3%를 적용
 - 과도한 안전율 적용으로 실현 불가능한 삭감대책이 마련될 우려가 높음
 - 1차 기본계획(2015~2019)시 수영만 해역의 특성 및 하수처리율을 반영하여 3%를 유지하고 향후 지속적인 모니터링을 통한 단계적 적용 방안 마련이 필요

<표 I-11> 안전율 및 안전부하량

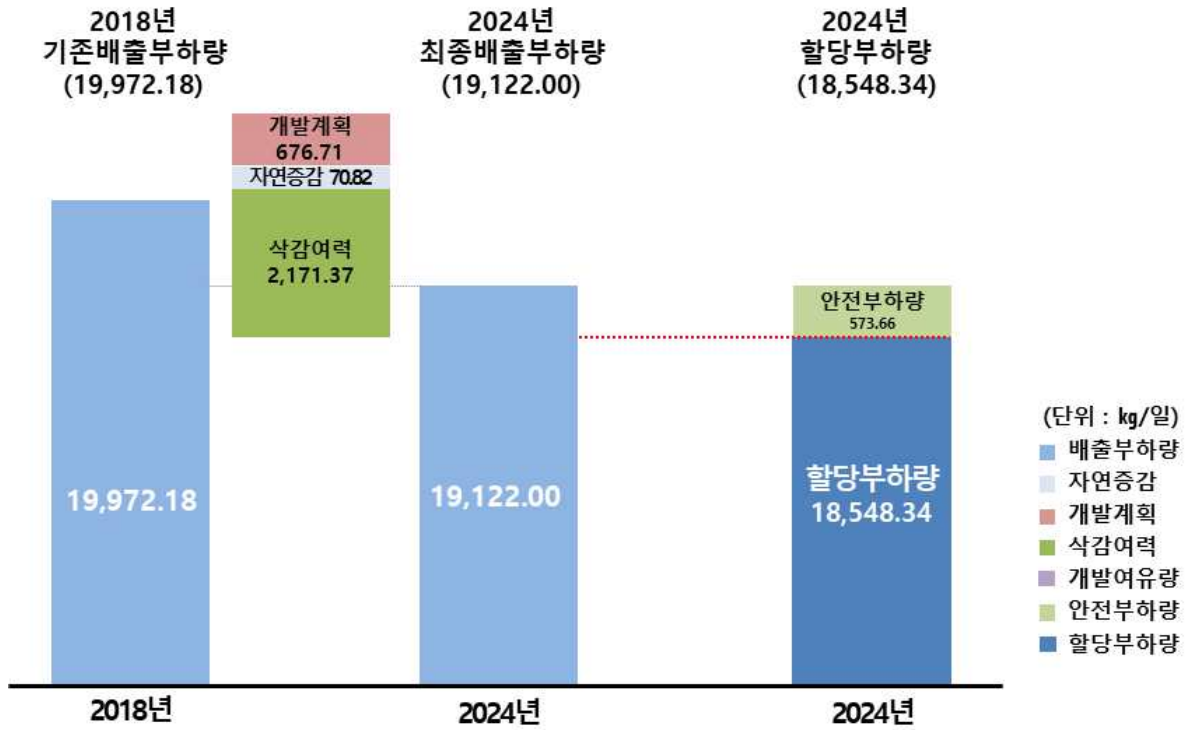
항목	안전율(%)	안전부하량(kg/일)
COD	3	573.66

3) 할당부하량

- 할당부하량은 기준배출부하량에서 안전부하량을 뺀 값으로 18,548.34kg/일로 산정됨

<표 I-12> 할당부하량

항목	할당부하량(kg/일)
COD	18,548.34



<그림 I-6> COD 부하량 할당 모식도

사. 삭감계획

- 수영만 해역 목표수질 달성을 위한 할당부하량은 18,548.34kg/일이며, 수영만 해역의 개발부하량과 자연증감 부하량을 모두 고려한 삭감부하량은 2,171.37kg/일임
- 삭감부하량 = 기존배출부하량 - 할당부하량 + (개발부하량+자연증감)

<표 I-13> 삭감부하량

기존배출부하량	할당부하량	개발부하량	자연증감	삭감부하량
19,972.18kg/일	18,548.34kg/일	676.71kg/일	70.82kg/일	2,171.37kg/일

- 삭감계획은 하수관거정비 신설 및 확충사업, 비점저감시설 신설 설치사업 등으로 삭감부하량을 산정하였으며 총 삭감부하량은 2,171.37kg/일임

〈표 I-14〉 부산연안 특별관리해역 제2차 연안오염총량관리 삭감계획 총괄

구분	단위유역	사업위치	사업내용	삭감량(kg/일)		
교체 및 정비	수영강상류	금정구, 노포동, 청룡동 일원	L=1.43km	0.07		
		금정구 오륜동 일원	L=22.66km	150.81		
	온천천	금정구 부곡동 일원			L=58.18km	113.94
		동래구 사직동, 온천동 일원	L=52.75km	151.63		
		부산진구 양정동, 연제구 거제동, 연산동 일원	L=85.20km	539.98		
		동래구 낙민동, 명륜동, 명장동, 복천동, 수안동, 안락동, 칠산동 일원	L=97.97km	11.28		
		수영강하류			동래구 명장동, 안락동 일원	
	수영강상류	금정구 회동동 일원	L=41.15km	179.08		
	수영강하류	금정구 금사동, 서동, 회동동 일원				
		해운대구 반여동, 석대동, 재송동 일원				
	석대천	해운대구 반여동, 석대동			L=3.77km	6.99
	석대천	기장군 고촌 일원				
		해운대구 반여동 일원	L=41.44km	80.65		
	수영강하류	해운대구 재송동 일원				
	춘천	해운대구 반여동 일원				
	우동천	해운대구 재송동 일원				
	수영강하류	해운대구 우동 일원			L=23.16km	112.33
	춘천	해운대구 우동, 중동 일원				
	우동천	해운대구 우동 일원				
	수영만연안01	해운대구 우동, 중동 일원				
	수영만연안02	해운대구 우동 일원				
	수영강하류	수영구 광안동, 민락동	L=40.31km	109.89		
	남천	수영구 남천동				
	수영만연안03	수영구 광안동, 남천동, 민락동				
	춘천	해운대구 좌동, 우동 일원			L=19.70km	86.02
	수영만연안01	해운대구 중동 일원				
	소계				1,542.67	
	비점 오염 저감 시설	온천천02	온천천-사직천 합류부	장치형 여과 19,200 톤	488.93	
수영만연안03		광안리해수욕장 서편 중계펌프장 인근	장치형 여과 7,000 톤	128.58		
소계			617.51			
소배수 분구 비점 오염 저감 시설	수영강하류	소배수분구	투수성포장 트리박스필터 침투도량	2.12		
	석대천			2.40		
	춘천			1.90		
	우동천			0.95		
	동래천			1.43		
	남천			2.39		
	소계			11.19		
합계				2,171.37		

아. 모니터링 및 이행방안

1) 환경기초시설 모니터링

- 수영만 해역 내 4개소(수영, 남부, 동부, 해운대) 하수처리장의 유량, BOD, COD 등을 측정

2) 배출시설 모니터링

- 오수처리시설, 축산폐수배출시설, 산업폐수배출시설에 대한 모니터링은 관련 부서별 자체지도 및 점검을 수립하여 시행
- 매립장 침출수에 대한 모니터링은 유량, BOD, COD, T-N, T-P, SS 등에 대해 실시

3) 비점오염 저감시설

- 비점오염 저감시설에 대한 모니터링은 대표 강우사상에 대해 유량, BOD, COD, SS, T-P, T-N 등에 대해 실시
- 대표 강우사상은 총 강우량 5.0mm 이상, 선행 무강우시간 48시간 이상, 강우사상 중 무강우시간 6시간 이내 일시 실시

4) 하천 모니터링

- 조사대상 하천은 모두 감조하천으로 해수의 영향을 받지 않는 최하류 지점을 수질 및 유량 조사지점으로 선정
- 조사항목은 유량, 수온, pH, 염분, DO, BOD, COD, TOC, DOC, TSS, VSS, NH_4^+-N , NO_2^--N , NO_3^--N , T-N, PO_4^--P , T-P, SiO_2 , 클로로필a 등 총 19개의 항목이며, 수질오염공정시험법에 의해 분석

5) 해역 모니터링

- 수영만 해역 내 해양환경측정망은 총 11개소가 현재 운영 중에 있으며, 해양환경측정망 자료와 부산시 연안해수 수질 모니터링 자료를 활용
- 연안해수 수질조사항목은 수온, DO, COD, T-N, T-P, 클로로필a 등임

자. 재원조달 방안

- 삭감계획에 필요한 총 예산은 713,913 백만원이며, 하수관거 정비에서 681,983 백만원, 비점오염 저감시설에서 31,930 백만원의 예산이 소요됨
 - 하수관거 정비에 필요한 총 예산은 681,983 백만원이며, 하수관거 정비 예산 중 40.2%에 해당하는 274,409 백만원은 국비에서 지원하며, 59.8%에 해당하는 407,574 백만원은 지방비에서 충당

<표 I-15> 삭감계획에 따른 재원 조달 방안

(단위 : 백만원)

구분		국비	지방비	계
하수관거	재정사업	274,409	407,574	681,983
신규 비점오염저감사업		15,965	15,965	31,930
합계		290,374	423,539	713,913



II. 유역 및 해역환경조사

1. 관리구역의 경계구분
2. 토지이용 실태조사 및 토지이용 규제 조사
3. 하천환경 조사
4. 해역환경 조사

01

관리구역의 경계 구분

가. 관리구역

1) 행정구역

- 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역(이하 '관리구역')은 행정구역상으로 부산진구, 동래구, 남구, 해운대구, 금정구, 연제구, 수영구, 기장군이 포함되며 관리구역의 면적은 221.076km²로 부산시 전체 면적의 28.7%를 차지함
- 관리구역의 면적은 수영구 100%, 동래구와 연제구 99.9%, 해운대구 91.5%, 금정구 86.9%, 남구 53.8%, 기장군 28.4%, 부산진구 6.8%가 포함됨

<표 II-1> 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역 범위

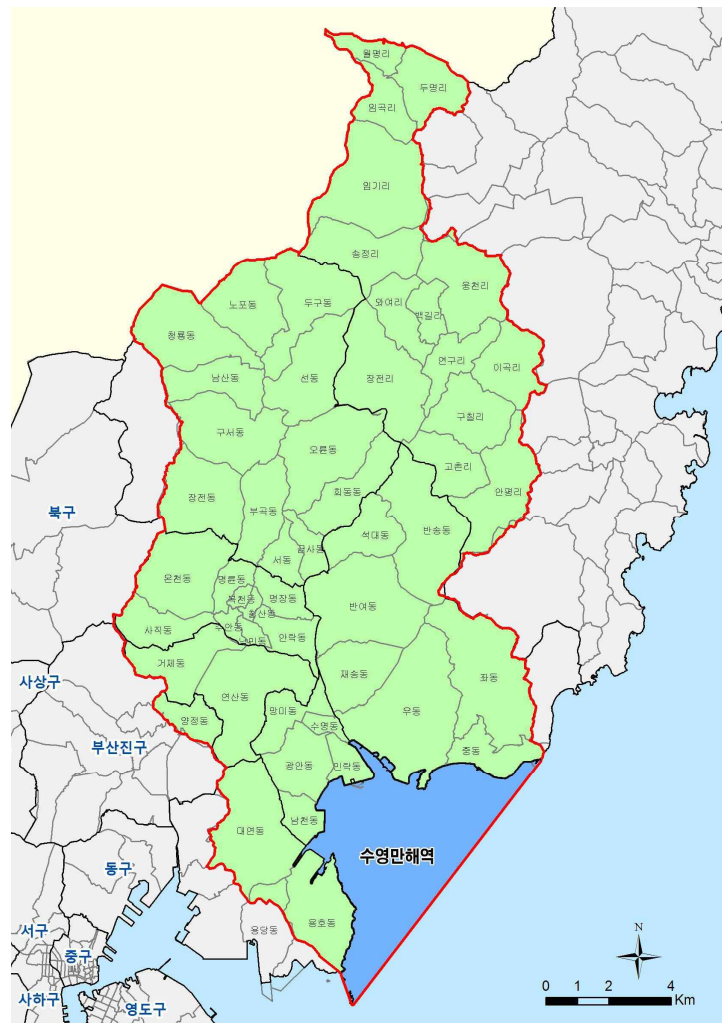
구.군	행정면적(km ²)	유역면적(km ²)	점유율(%)
부산진구	29.689	2.019	6.8
동래구	16.629	16.615	99.9
남구	26.807	14.432	53.8
해운대구	51.462	47.093	91.5
금정구	65.200	56.654	86.9
연제구	12.079	12.070	99.9
수영구	10.204	10.204	100.0
기장군	218.273	61.987	28.4
계	430.343	221.076	

자료 : 2018년 토지지목별 현황

- 관리구역 행정동 현황은 <표 II-2>와 <그림 II-1>과 같음

〈표 II-2〉 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역 행정동 현황

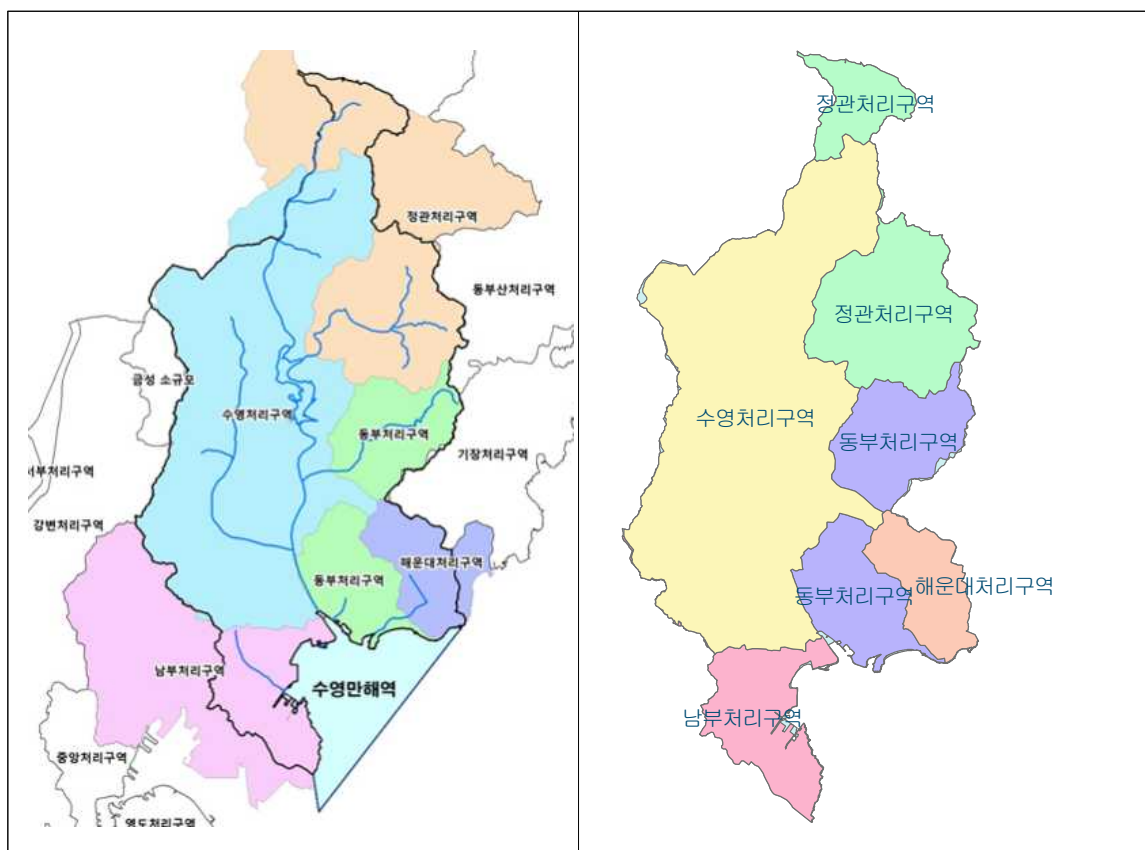
구분	구역내 행정구역
부산진구	양정동 일부
동래구	낙민동, 명륜동, 명장동, 복천동, 사직동 일부, 수안동, 안락동, 온천동 일부, 칠산동
남구	대연동 일부, 용당동 일부, 용호동 일부
해운대구	반송동, 반여동, 석대동, 우동, 중동, 재송동, 좌동
금정구	구서동 일부, 금사동, 남산동, 노포동, 두구동, 부곡동, 서동, 선동, 오륜동, 장전동 일부, 청룡동 일부, 회동동
연제구	거제동 일부, 연산동 일부
수영구	광안동, 남천동, 망미동, 민락동, 수영동
기장군	정관면(두명리 일부, 월평리, 임곡리), 철마면(고촌리, 구칠리, 백길리, 송정리 일부, 안평리 일부, 연구리, 와여리, 웅천리 일부, 이곡리 일부, 임기리 일부, 장전리)



〈그림 II-1〉 행정구역에 따른 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역

2) 하수처리구역

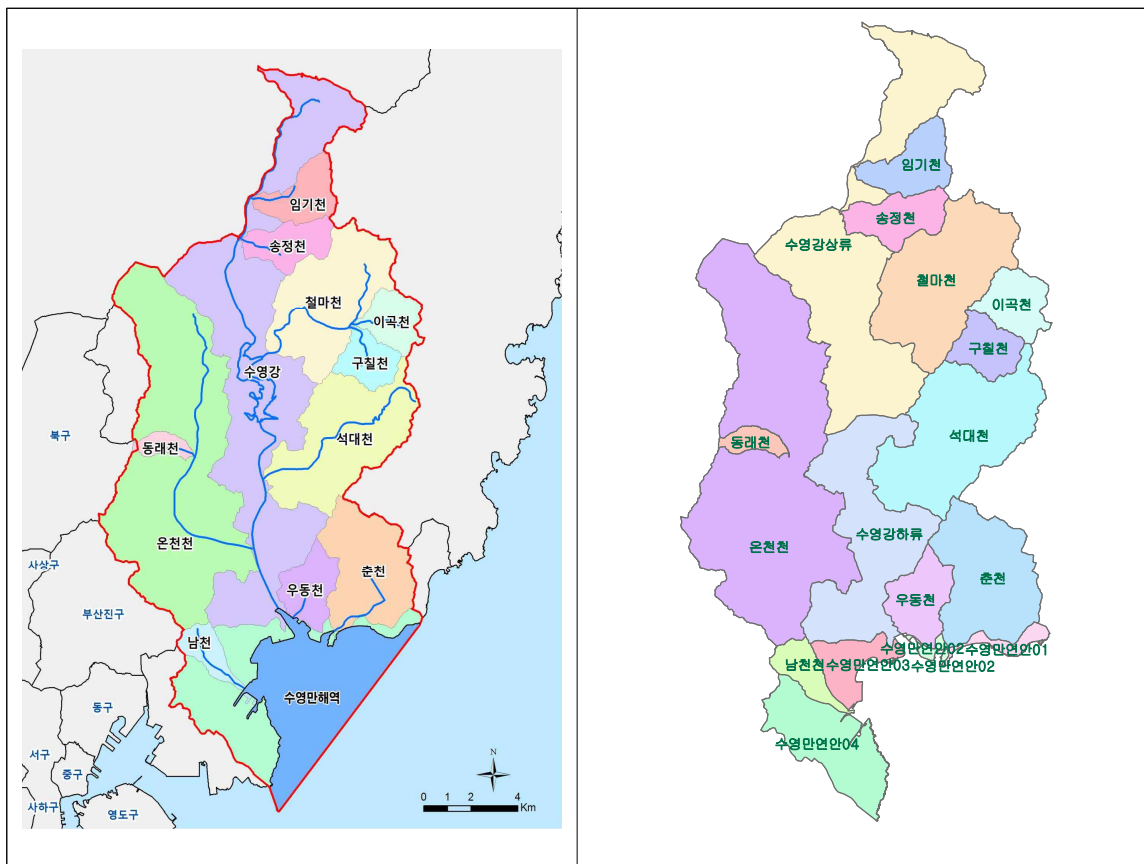
- 부산의 하수처리구역은 총 17개 구역으로 나뉘며, 그 중 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리유역을 포함하는 구역은 수영처리구역, 동부처리구역, 정관처리구역, 남부처리구역, 해운대처리구역으로 총 5개 구역임
- 수영처리구역이 51.7%로 가장 많은 면적을 차지하고 정관처리구역이 17.8%, 동부처리구역이 15.9%, 남부처리구역이 8.7%의 점유율을 보이며, 해운대처리구역이 5.9%로 가장 작은 면적을 차지함



<그림 II-2> 하수처리구역에 따른 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리유역

3) 수계

- 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역의 가장 큰 하천인 수영강은 기장군 정관면 용천산에서 발원하여 남서방향으로 유하하면서, 양산의 법기천, 임기천, 여락천, 송정천이 차례로 합류하고 유하방향을 남쪽으로 전환하여 회동호에서 철마천과 합류하고 석대천, 온천천과 합류한 후 바다로 유입됨
- 관리구역 내 수역은 구칠천(2.1%), 남천(1.5%), 동래천(0.8%), 석대천(10.0%), 송정천(2.5%), 수영강(26.9%), 온천천(24.4%), 우동천(2.7%), 이곡천(2.3%), 임기천(2.7), 철마천(9.2%), 춘천(6.8%)으로 총 12개의 구역과 구역에 포함되지 않은 수영만 해역(8.2%) 지역으로 구분되며, 수영강, 온천천 순으로 많은 면적을 차지함



〈그림 II-3〉 수계에 따른 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역

나. 관리구역의 사회경제적 이용현황

1) 사업체

- 2017년 기준 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역(이하 ‘관리구역’) 내 사업체 수는 총 156,219개이었으며, 이 중 도매 및 소매업이 26.6% (41,537개)로 가장 많은 비중을 차지하였음
- 다음으로 숙박 및 음식점업 19.3% (30,165개), 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업 11.2% (17,463개), 운수 및 창고업 9.2% (14,391개) 순으로 많았으며, 광업이 5개소로 가장 적었음

<표 II-3> 관리구역 내 사업체 현황

(단위 : 개)

업종	부산진구	동래구	남구	해운대구	금정구	연제구	수영구	기장군
농업,임업및어업	2	1	-	-	3	-	-	5
광업	-	3	-	2	-	-	-	-
제조업	2,351	1,039	975	856	1,682	722	593	1,164
전기,가스,증기및공기조절공급업	1	3	3	5	-	-	1	9
수도,하수및폐기물처리,원료재생업	16	11	18	27	21	11	15	42
건설업	1,077	894	517	811	698	782	588	402
도매및소매업	10,334	5,228	3,689	7,622	4,521	3,771	3,543	2,829
운수및창고업	2,550	2,171	2,116	2,657	1,647	1,447	1,031	772
숙박및음식점업	6,282	3,988	3,096	5,006	3,502	3,063	2,880	2,348
정보통신업	220	76	153	512	80	109	71	23
금융및보험업	805	176	147	278	108	424	96	62
부동산업	1,450	911	675	1,579	757	990	651	462
전문,과학및기술서비스업	869	376	313	1,077	463	1,141	331	119
사업시설관리,사업지원및임대서비스업	744	388	308	511	251	415	310	153
공공행정,국방및사회보장행정	62	34	51	66	45	48	30	26
교육서비스업	1,403	1,245	871	1,752	921	785	728	531
보건업및사회복지서비스업	1,196	761	626	1,057	611	601	491	433
예술,스포츠및여가관련서비스업	775	634	485	766	628	417	381	269
협회및단체,수리및기타개인서비스업	3,442	2,365	2,018	2,846	2,070	1,956	1,703	1,063

자료 : 2013 부산시 통계연보

2) 산업단지

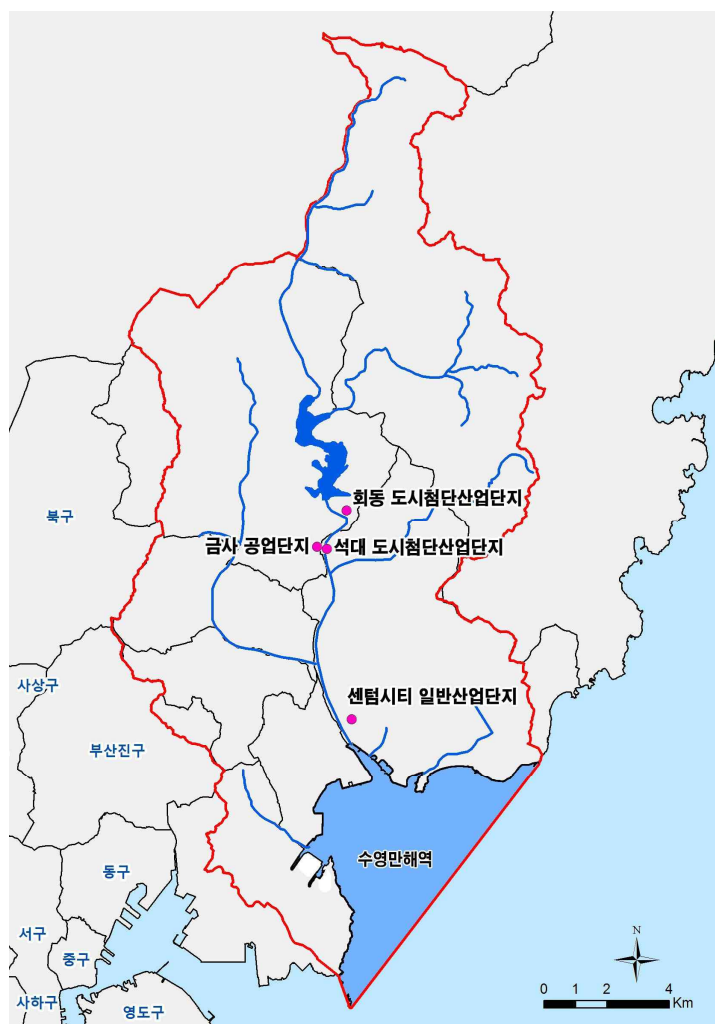
- 2018년 4분기 기준 부산 전체에 35개의 산업단지(총 43,589천㎡)가 조성되었음.
이 중 관리구역 내 산업단지는 총 2개소로 일반산업단지 1개, 도시첨단산업단지 1개가 위치함

<표 II-4> 관리구역 내 산업단지 현황

(단위 : 천㎡, %, 개사)

산업단지	시군	단지명	조성상태	지정면적	관리면적	산업시설구역			입주계약
						전체면적	분양	분양률	
일 반	해운대구	센텀시티	완료	1,178	1,178	210	210	100	2,232
도시첨단	해운대구	회동.석대	완료	229	228	127	127	100	106

자료 : 전국산업단지현황통계 2019년 2/4분기



<그림 II-4> 관리구역 내 산업단지 현황

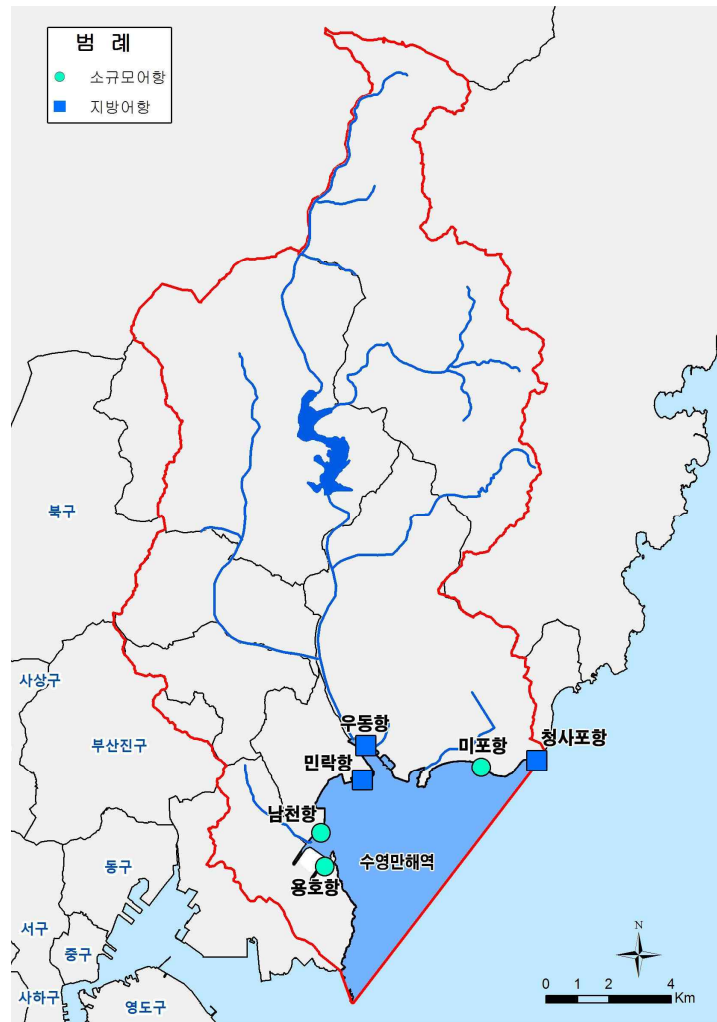
- 센텀시티 일반산업단지는 해운대구 재송동 및 우동 일원에 위치하며, 총 면적은 1,178천m²으로 주로 지식, 정보통신, 문화산업 등이 입주해 있음
- 회동.석대 도시첨단산업단지는 금정구 회동동, 해운대구 석대동 일원에 위치하며 총 면적은 229천m²으로 주로 정보통신산업, 의료기술, 전기장비제조 등 첨단업종이 입주해 있음

3) 해역이용 현황

- 관리구역 내 위치한 어항은 총 6개소로 지방어항이 3개, 소규모어항이 3개임
 - 지방어항으로는 민락항, 우동항, 청사포항이 있으며, 소규모어항으로는 남천항, 미포항, 용호항이 있음

<표 II-5> 관리구역 내 어항 현황

구분	명칭	위치	지정일	관리자
지방어항	민락항	수영구 민락동, 수영만 내측	'72.05.27	수영구청장
	우동항	해운대구 우2동, 수영만 내측 수영강 하류	'91.05.28	해운대구청장
	청사포항	해운대구 중2동	'72.05.27	해운대구청장
소규모어항	남천항	수영구 남천1동 561 일원	-	수영구청장
	미포항	해운대구 중1동 1015-9 일원	-	해운대구청장
	용호항	남구 용호3동 5-8 일원	-	남구청장



<그림 II-5> 관리구역 내 어항지점

4) 하수처리시설

- 관리구역 내 하수처리시설은 총 19개로 공공하수처리장 4개, 공공하수도 8개, 마을하수도 3개, 오수처리시설이 4개이며, 총 시설용량은 993,505m³/일임

<표 II-6> 관리구역 내 하수처리시설 현황

구분	처리시설명	시설용량(m ³ /일)	가동개시일	가동률(%)
공공하수처리장	남부하수종말처리장	340,000	'96.06.01	100
	수영하수종말처리장	452,000	'88.05.01	80
	동부하수처리장	135,000	'06.10.27	80.9
	해운대하수종말처리장	65,000	'96.09.01	64
공공하수도	두명공공하수도	140		100
	월평공공하수도	240		100
	임곡1공공하수도	90		100
	임곡2공공하수도	70		100
	구칠공공하수도	40		100
	백길공공하수도	40		100
	이곡공공하수도	70		100
	대곡공공하수도	30		100
마을하수도	보림_마지마을하수도	60		100
	중리_미동마을하수도	130		100
	와여_장전마을하수도	210		100
오수처리시설	하정공동오수처리시설	90	'95.01.01	78
	상현공동오수처리시설	120	'95.01.01	78
	본동공동오수처리시설	120	'95.01.01	78
	세내공동오수처리시설	55	'95.01.01	100

다. 관리구역 구분

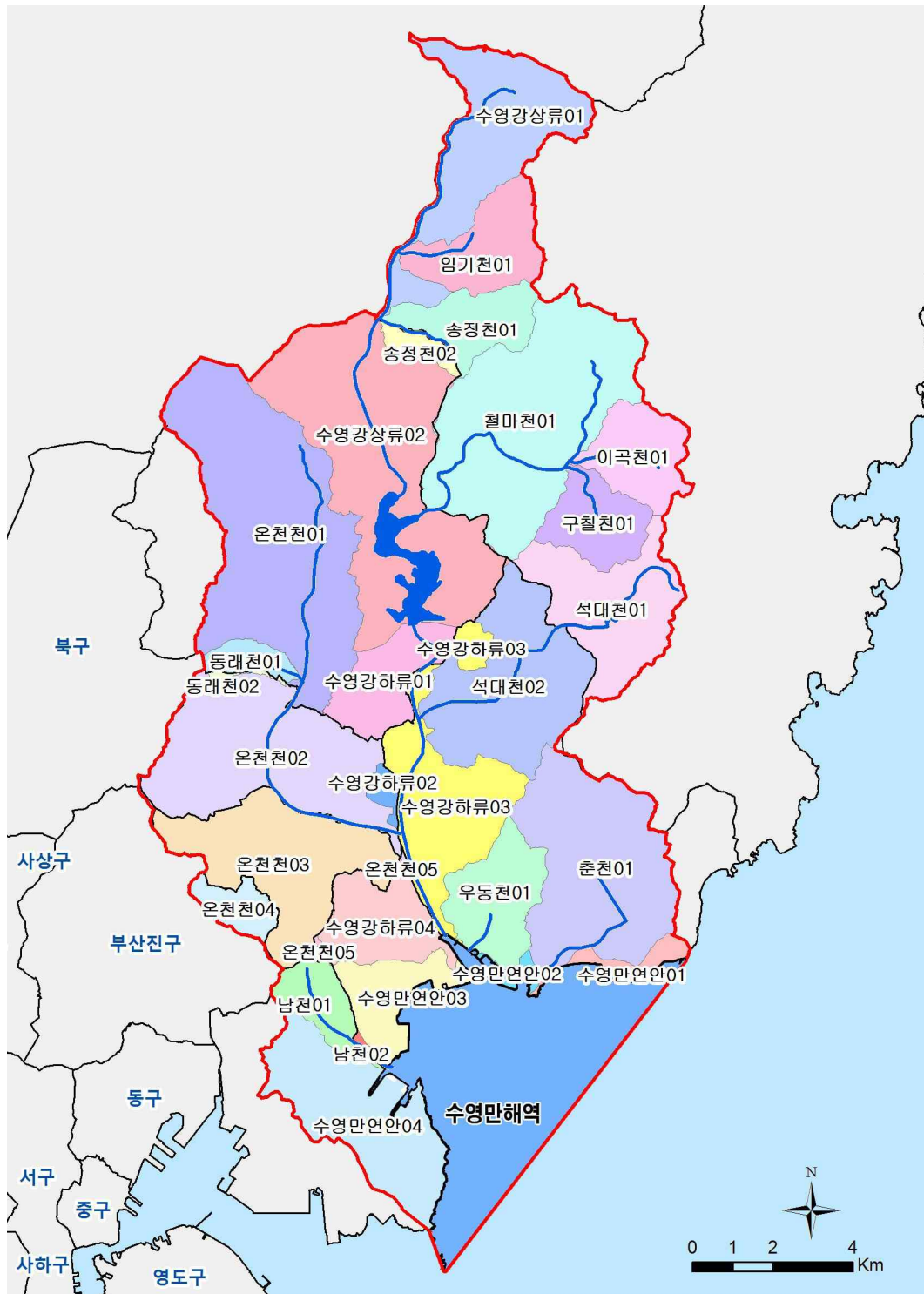
1) 관리구역

- 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역은 하천구역과 하천구역에 포함되지 않는 육역부를 행정구역으로 나눈 결과 총 29개의 소유역으로 나누어짐
 - 12개 하천구역 중 구칠천, 우동천, 이곡천, 임기천, 철마천, 춘천은 행정구역 경계로 구분되지 않았으나 남천(2개), 동래천(2개), 석대천(2개), 송정천(2개), 수영강(상류 2개, 하류 4개), 온천천(5개) 등 6개 하천구역은 행정구역 경계에 의해 19개의 소유역으로 분할됨

- 수영강의 경우 회동댐을 기준으로 상.하류로 구분한 다음 행정경계로 상류(기장군, 금정구)와 하류(금정구, 동래구, 해운대구, 수영구)로 나누어 총 6개의 소유역으로 분할됨
 - 온천천의 경우 금정구, 동래구, 연제구, 부산진구, 수영구를 포함하고 있어 총 5개의 소유역으로 분할됨
 - 그 외 남천(남구, 수영구), 동래천(금정구, 동래구), 석대천(기장군, 해운대구), 송정천(기장군, 금정구)은 각 2개의 소유역으로 분할됨
- 유역에 포함되지 않은 해안가 육역은 4개의 소유역(수영만연안01~수영만연안04)으로 구분함
- 소유역은 하천명 뒤에 각각의 번호를 부여하여 최종적인 소유역명으로 명명하였음

2) 관리해역

- 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리해역(이하 ‘관리해역’)은 해운대 중동 동쪽 끝점, 오륙도 남단과 남구 용호동 남쪽 끝점을 잇는 선과 해안선으로 둘러싸인 해역으로 그 면적은 24.503km²임
- 해운대구 중동 동쪽 끝점 : 129°11′43.1460″, 35°09′25.8496″
- 오륙도 남단 : 129°07′46.5604″, 35°05′15.9294″
- 남구 용호동 남쪽 끝점 : 129°07′33.1710″, 35°05′46.4500″



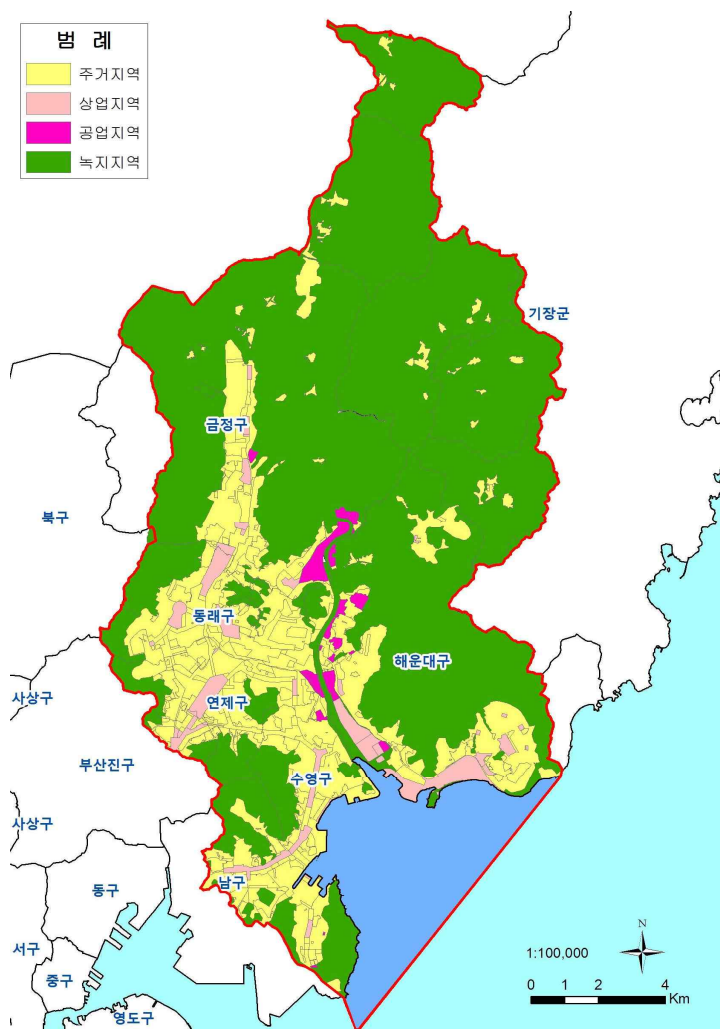
<그림 II-6> 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 관리구역

02

토지이용 실태조사 및 토지이용 규제조사

가. 토지이용 실태

- 토지이용 분석 결과 관리구역 내 토지이용은 녹지지역(71.0%), 주거지역(24.7%), 상업지역(3.2%), 공업지역(1.1%) 순으로 면적을 차지하고 있었음



<그림 II-7> 토지이용 현황

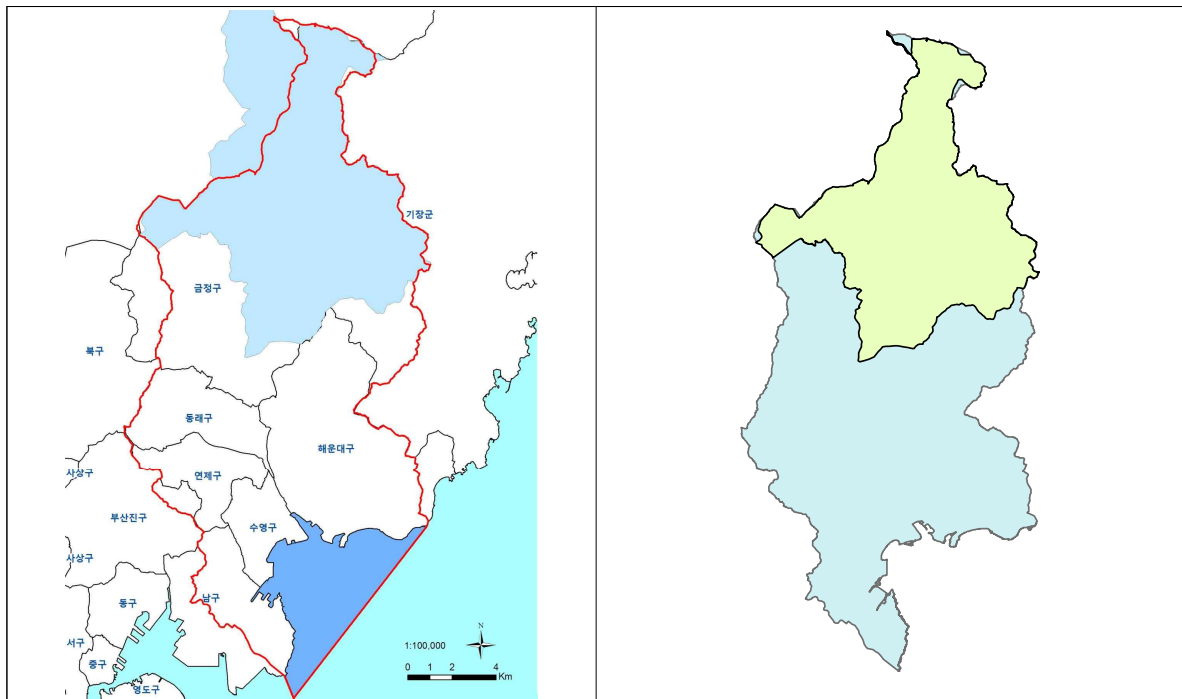
<표 II-7> 관리구역 내 토지이용규제 현황

근거법률	구분		면적(k㎡)	비율(%)
국토의 계획 및 이용에 관한 법률	도시지역	주거지역	55.1	24.7
		상업지역	7.2	3.2
		공업지역	2.4	1.1
		녹지지역	158.8	71.0
		계	223.5	100.0
개발제한구역지정 및 관리에 관한 특별조치법	개발제한구역		127.3	56.9
낙동강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률	상수원보호구역		82.7	37.0

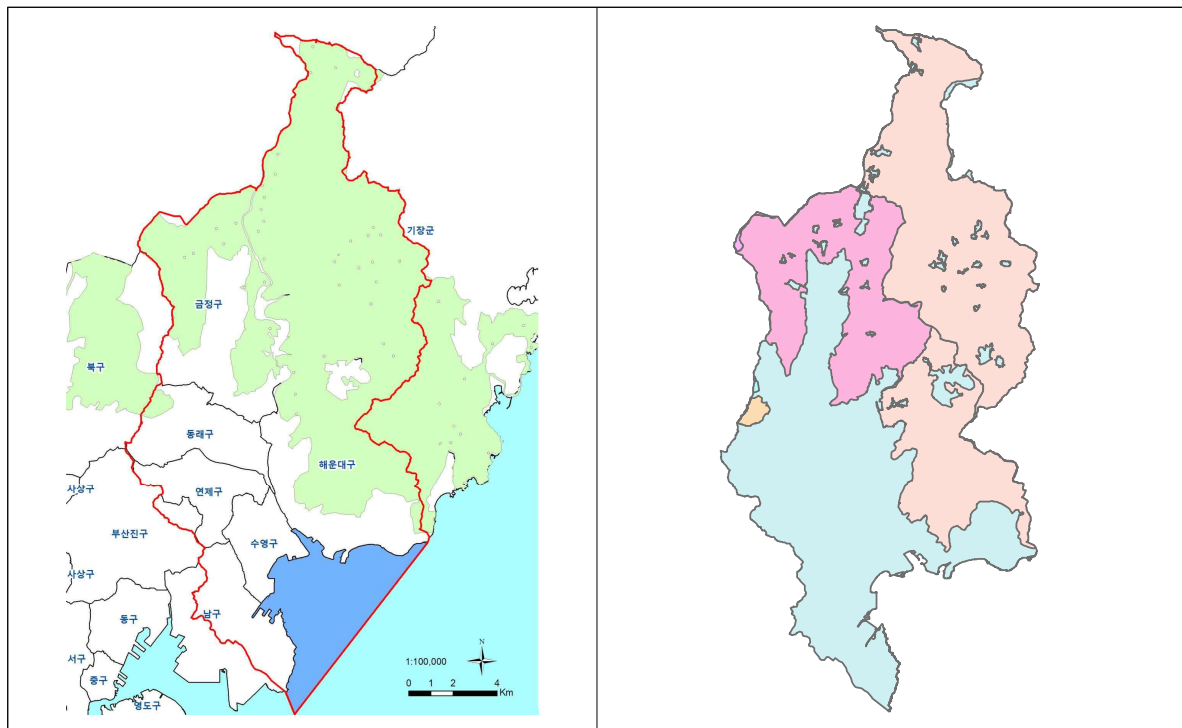
자료: KLIS(한국토지정보시스템, 2013)

나. 토지이용규제 실태

- 관리구역 내 상류는 대부분 상수원보호구역이며, 면적은 82.7km²으로 전체 면적의 37.0%를 차지하고 비교적 오염원이 적은 상태임
- 관리구역 내 개발제한구역은 127.3km²로 전체 면적의 56.9%를 차지하고 대부분 기장군, 금정구, 해운대구임



<그림 II-8> 상수도보호구역 현황



<그림 II-9> 개발제한구역 현황

03

하천환경 조사

가. 하천 수질측정망

1) 조사지점

- 최근 10년간(2009~2018년) 수영만 해역으로 직유입하는 5개 하천의 수질측정망 자료를 조사하여 수질변화를 살펴보았음
 - 국가 측정망 : 춘천, 우동천, 수영강(수영강4), 온천천(수영강2)
 - 부산시 측정망 : 남천



<그림 II-10> 수영만 해역 유입하천 수질측정망 위치도

2) 조사결과

가) 최근 10년간 수질변동

(1) 생물화학적산소요구량(BOD)

- 수영만 해역 직유입하천 5개의 최근 10년간 연평균 BOD 농도범위는 9.0~21.8 mg/L, 평균은 13.9 mg/L로 하천 생활환경기준 VI등급(매우나쁨)이었음

<표 II-8> 수영만 해역 직유입하천 연평균 BOD 농도

(단위 : mg/L)

	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018	2019	평균
직유입하천	21.8	17.5	14.6	13.7	10.8	12.8	13.9	12.1	12.7	9.0	13.9

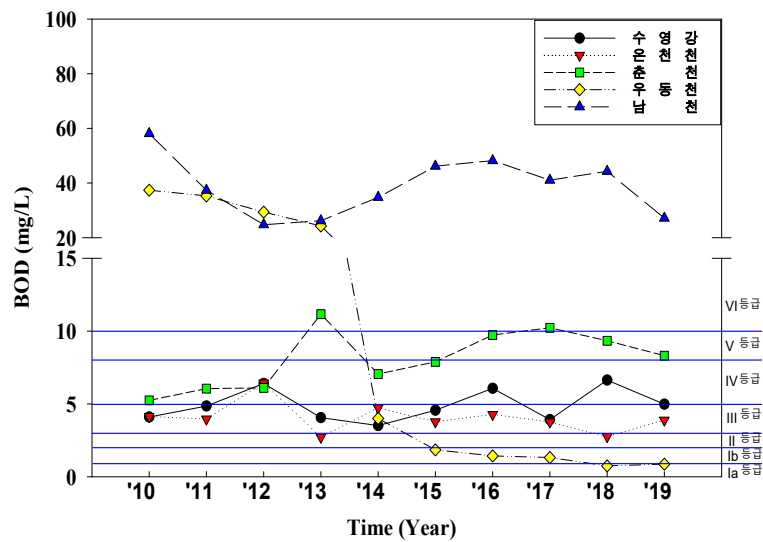
- 하천별 연평균 BOD 농도는 하천 생활환경기준은 춘천 V등급(나쁨), 우동천 VI등급(매우나쁨), 수영강 III등급(보통), 온천천 III등급(보통), 남천 VI등급(매우나쁨)이었음

<표 II-9> 수영만 해역 직유입하천별 연평균 BOD 농도

(단위 : mg/L)

직유입하천	BOD 농도범위	BOD평균	하천 생활환경기준
춘천	5.2~11.2	8.1	V(나쁨)
우동천	0.7~37.4	13.6	IV(매우나쁨)
수영강	3.5~6.6	4.9	III(보통)
온천천	2.7~6.4	4.0	III(보통)
남천	24.7~58.1	38.8	IV(매우나쁨)

- 우동천의 경우 농도가 계속적으로 감소하다 우동천 정비사업이 완료 된 이후 4.0mg/L 이하로 급격히 감소하였고, '15년 이후 하천 생활환경기준 I b등급(좋음)을 유지하고 있음
- 반대로 남천의 경우, '10년 이후 농도가 감소하는 경향을 보이다 '13년부터 다시 증가하고 있으며, 올해 예년에 비해 크게 감소한 경향을 보임. 그러나 여전히 다른 지점보다 농도가 매우 높은 수준임
- 춘천, 수영강, 온천천 지점은 연도별 변화가 다른 지점보다 크지 않음



<그림 II-11> 최근 10년간 수영만 해역 직유입하천 연도별 BOD 농도 변동

(2) 화학적산소요구량(COD)

- 수영만 해역 직유입하천 5개의 최근 10년간 연평균 COD 농도범위는 10.1~14.9 mg/L, 평균은 12.2 mg /L로 하천 생활환경기준 VI등급(매우나쁨)이었음

<표 II-10> 수영만 해역 직유입하천 연평균 COD 농도

(단위 : mg/L)

	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018	2019	평균
직유입하천	14.9	14.1	14.0	14.8	10.5	11.1	11.7	10.4	10.1	10.7	12.2

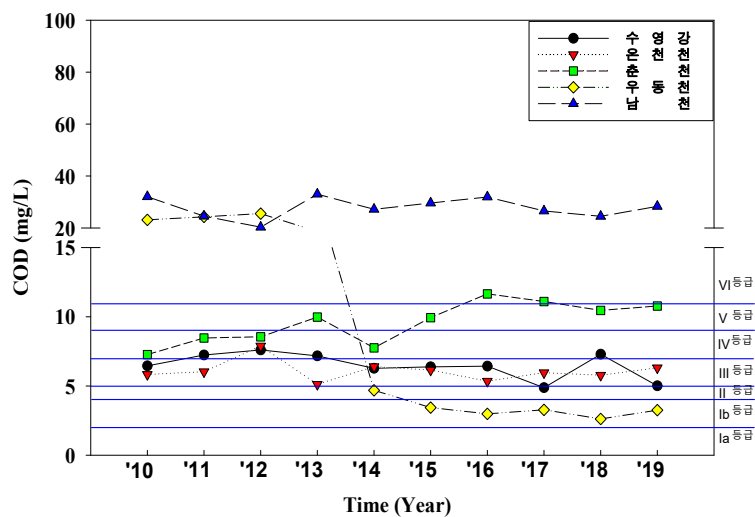
- 하천별 연평균 COD 농도범위는 <표 II-11>과 같고, 하천 생활환경기준은 춘천 V등급(나쁨), 우동천 VI등급(매우나쁨), 수영강 III등급(보통), 온천천 III등급(보통), 남천 VI등급(매우나쁨)이었음

<표 II-11> 수영만 해역 직유입하천 연평균 COD 농도

(단위 : mg/L)

직유입하천	COD 농도범위	COD평균	하천 생활환경기준
춘천	7.3~11.7	9.6	V(나쁨)
우동천	2.6~25.5	11.2	IV(매우나쁨)
수영강	4.9~7.6	6.5	Ⅲ(보통)
온천천	5.1~7.9	6.1	Ⅲ(보통)
남천	20.3~33.0	27.8	IV(매우나쁨)

- 우동천의 경우 하천 정비사업이 완료 된 이후 '14년~'19년 평균 농도가 3.4 mg/L로 하천 생활환경기준 I b등급(좋음)으로 가장 좋은 수질을 보임
- COD 농도 분석결과 우동천은 하천 정비사업 완공 후 가장 좋은 수질을 보이고 있으며 남천의 경우 수질의 개선 없이 높은 농도로 담보 상태에 있음



<그림 II-12> 최근 10년간 수영만 해역 직유입하천 연도별 COD 농도 변동

(3) 총질소(T-N)

- 수영만 해역 직유입하천 5개의 최근 10년간 연평균 T-N 농도범위는 7.591~13.387 mg/L, 평균은 9.620 mg/L 이었음

<표 II-12> 수영만 해역 직유입하천 연평균 T-N 농도

(단위 : mg/L)

	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018	2019	평균
직유입하천	9.900	11.771	10.868	13.387	9.118	8.222	8.239	8.758	8.348	7.591	9.620

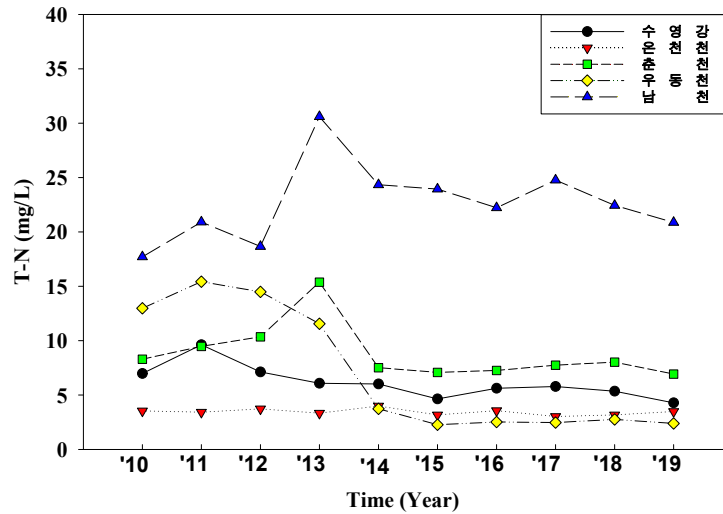
- 하천별 연평균 T-N 농도범위는 <표 II-13>과 같고, 온천천, 수영강, 우동천, 춘천, 남천으로 갈수록 T-N 농도가 증가하였음

<표 II-13> 수영만 해역 직유입하천 연평균 T-N 농도

(단위 : mg/L)

직유입하천	T-N 농도범위	T-N 평균
춘천	6.927~15.377	8.805
우동천	2.272~15.423	7.059
수영강	4.286~9.628	6.152
온천천	3.024~3.987	3.442
남천	17.706~30.598	22.643

- '14년 이후 우동천의 농도는 감소하는 경향을 보이며, 타지점에 비해 가장 낮은 농도를 보임. 남천의 경우 큰 변화없이 높은 농도를 보임
- 온천천의 경우 큰 변화 없이 농도 증감이 반복되고 있으나 전반적으로 농도가 조금씩 증가하는 것을 볼 수 있고 춘천의 경우 농도 '14년에 농도가 급격히 감소하였고, 이후 큰 변화 없이 유지 중
- T-N 농도 분석결과 최근 3년 동안 우동천이 가장 낮은 농도를 보이고 다음으로 온천천, 수영강, 춘천, 남천 순으로 농도가 높은 추세를 보임
- '18년과 비교하여 모든 지점에서 다소 감소하는 경향을 보이나, 큰 차이가 없기 때문에 유지 수준으로 판단됨



<그림 II-13> 최근 10년간 수영만 해역 직유입하천 연도별 T-N 농도 변동

(4) 총인(T-P)

- 수영만 해역 직유입하천 5개의 최근 10년간 연평균 T-P 농도범위는 0.536~1.290 mg/L, 평균은 0.778 mg/L로 하천 생활환경기준 VI등급(매우나쁨)이었음

<표 II-14> 수영만 해역 직유입하천 연평균 T-P 농도

	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	평균
직유입하천	0.668	0.787	0.753	1.290	0.648	0.710	0.715	0.742	0.536	0.556	0.741

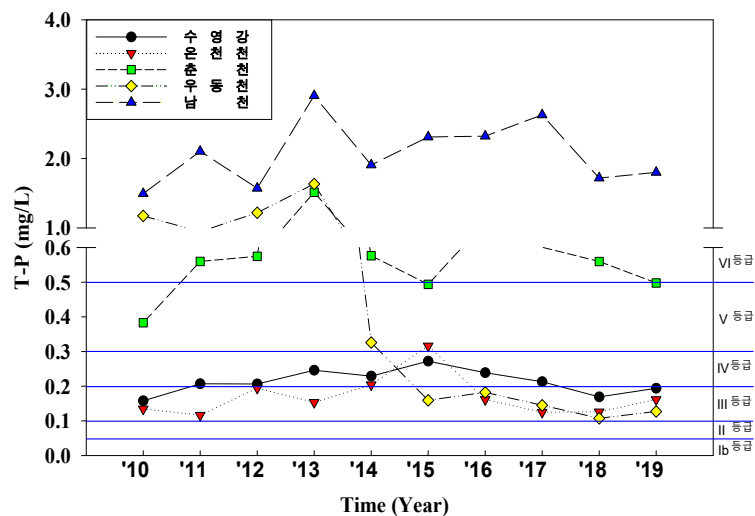
- 하천별 연평균 T-P 농도범위는 <표 II-15>와 같고, 하천 생활환경기준은 춘천 VI등급(매우나쁨), 우동천 VI등급(매우나쁨), 수영강 IV등급(약간나쁨), 온천천 III등급(보통), 남천 VI등급(매우나쁨)이었음
 - 우동천은 하천 정비사업이 완료된 이후 '14년~'19년 평균 농도가 0.174 mg/L로 하천 생활환경기준 III등급(보통)을 유지하고 있음

<표 II-15> 수영만 해역 직유입하천 연평균 T-P 농도

(단위 : mg/L)

직유입하천	T-P 농도범위	T-P 평균	하천 생활환경기준
춘천	0.383~1.514	0.643	Ⅳ(매우나쁨)
우동천	0.107~1.633	0.602	Ⅳ(매우나쁨)
수영강	0.158~0.272	0.213	Ⅳ(약간나쁨)
온천천	0.116~0.316	0.169	Ⅲ(보통)
남천	1.494~2.905	2.076	Ⅳ(매우나쁨)

- T-P 농도 분석결과 모든 지점에서 '18년에 비해 농도가 다소 증가하는 경향을 나타냄

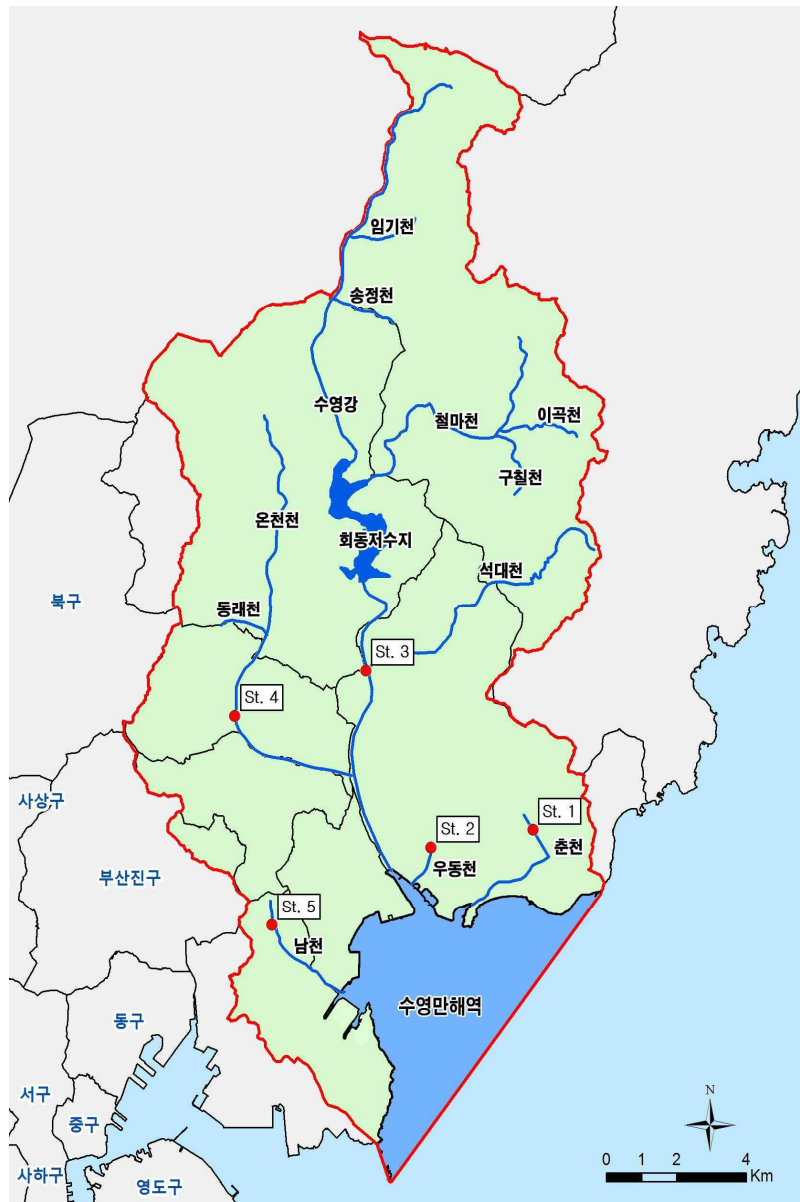


<그림 II-14> 최근 10년간 수영만 해역 직유입하천 연도별 T-P 농도

나. 금회 수질조사

1) 조사개요

- 수영만 해역으로 직유입하는 춘천, 우동천, 수영강, 온천천, 남천의 수질조사와 수질오염물질 부하량을 산정하기 위하여 5개 하천의 유량을 조사하였음
 - 유량조사를 위해 하천의 수폭, 수심, 유속 등을 측정하였고, 유량은 수질오염공정시험기준에 따라 산정하였음
- 조사지점은 춘천(St.1), 우동천(St.2), 수영강(St.3), 온천천(St.4), 남천(St.5) 임
- 조사항목은 유량, 일반수질 항목 10개와 부영양화 관련 항목 8개로 총 19개 항목을 조사하였음
 - 일반수질 항목 : 수온, pH, DO, 염분, BOD, COD, TOC, DOC, TSS, VSS
 - 부영양화 항목 : $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_2^-\text{-N}$, $\text{NO}_3^-\text{-N}$, T-N, $\text{PO}_4^-\text{-P}$, T-P, Chl-a
- 조사 시기는 2019년 5월부터 2019년 10월까지 5~8월은 2회/월, 9월, 10월은 1회/월 실시하여 총 10회 조사하였음
 - 조사일자 : 5/2, 5/21, 6/5, 6/24, 7/8, 7/24, 8/9, 8/29 9/30, 10/22
- 시료채수 및 분석은 수질오염공정시험기준에 따라 실시하였으며, 수온, pH, 염분, DO는 현장에서 측정하였음



<그림 II-15> 수영만 해역 직유입하천 수질조사 위치도

2) 조사결과

가) 생물화학적산소요구량(BOD)

- 수영만 해역 직유입하천 5개의 BOD 월별 농도범위는 0.2~7.3 mg/L, 평균은 2.9 mg/L로 하천 생활환경기준 II 등급(약간좋음)이었음
- 남천은 6월 이후 감소하는 경향을 보이고, 전 지점에서 10월 이후 다소 증가하는 경향을 나타냄

<표 II-16> 수영만 해역 직유입하천 금회 월별 BOD 농도

(단위 : mg/L)

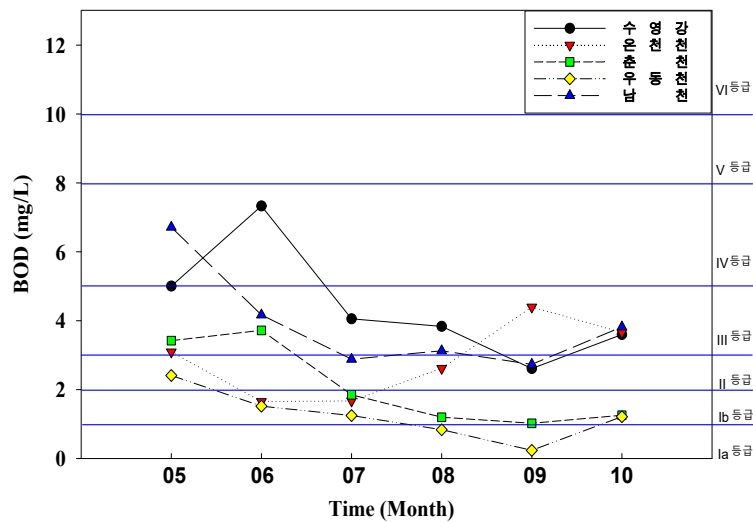
	5월	6월	7월	8월	9월	10월	평균
직유입하천	4.1	3.7	2.3	2.3	2.2	2.7	2.9

<표 II-17> 수영만 해역 직유입하천별 금회 월별 BOD 농도

(단위 : mg/L)

직유입하천	BOD 농도범위	BOD평균	하천 생활환경기준
춘천	1.0~3.7	2.1	Ⅱ (약간 좋음)
우동천	0.2~2.4	1.2	I b (좋음)
수영강	2.6~7.3	4.4	Ⅲ (보통)
온천천	1.7~4.4	2.8	Ⅱ (약간 좋음)
남천	2.7~6.7	3.9	Ⅲ (보통)

- 하천 생활환경기준은 춘천 Ⅱ등급(약간 좋음), 우동천 I b등급(좋음), 수영강 Ⅲ등급(보통), 온천천 Ⅱ등급(약간 좋음), 남천 Ⅲ등급(보통)으로 우동천의 수질이 가장 양호하였음
- 춘천은 6월, 우동천은 9월, 수영강은 6월, 온천천은 9월, 남천은 5월에 생활환경기준이 가장 높아, 계절에 따라 다양하게 나타났음



<그림 II-16> 수영만 해역 직유입하천 BOD 농도 변동

나) 화학적산소요구량(COD)

- 수영만 해역 직유입하천 5개의 COD 농도범위는 2.8~15.9 mg/L, 평균은 5.9 mg/L로 하천 생활환경기준 Ⅲ등급(보통)이었음
 - COD 농도는 5월에 가장 높고, 이후 감소하는 경향을 보이다 8월 이후 증가하는 경향을 보임

<표 II-18> 수영만 해역 직유입하천 금회 월별 COD 농도

(단위 : mg/L)

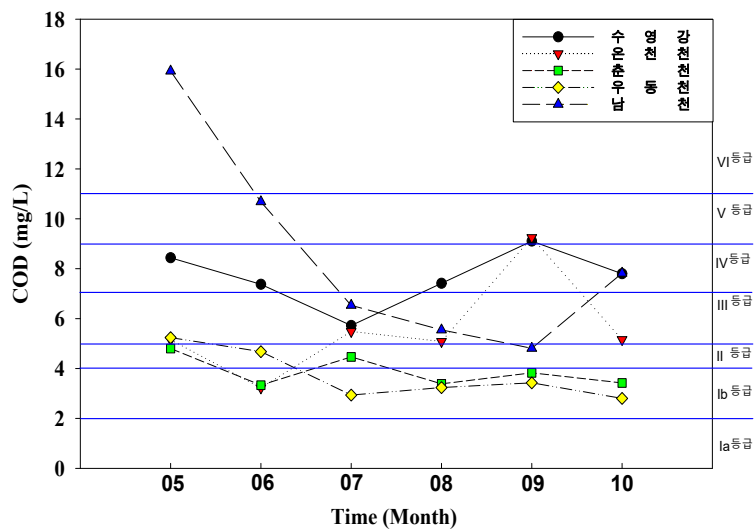
	5월	6월	7월	8월	9월	10월	평균
직유입하천	7.9	5.9	5.0	4.9	6.1	5.4	5.9

<표 II-19> 수영만 해역 직유입하천별 금회 월별 COD 농도

(단위 : mg/L)

직유입하천	COD 농도범위	COD평균	하천 생활환경기준
춘천	3.3~4.8	3.9	I b(좋음)
우동천	2.8~5.2	3.7	I b(좋음)
수영강	5.7~9.1	7.6	Ⅳ(약간나쁨)
온천천	3.2~9.2	5.6	Ⅲ(보통)
남천	4.8~15.9	8.6	Ⅳ(약간나쁨)

- 하천 생활환경기준은 춘천 Ib등급(좋음), 우동천 Ib등급(좋음), 수영강 Ⅳ등급(약간나쁨), 온천천 Ⅲ등급(보통), 남천 Ⅳ등급(약간나쁨)으로 우동천, 춘천, 온천천, 수영강, 남천 순으로 수질이 양호하였음
- 수영강, 온천천은 9월, 춘천, 우동천, 남천은 5월 가장 높은 농도를 보였으나, 대체적으로 봄, 가을에 수질이 악화됨을 알 수 있음



<그림 II-17> 수영만 해역 직유입하천 COD 농도 변동

다) 총질소(T-N)

- 수영만 해역 직유입하천 5개의 T-N 농도범위는 1.593~20.345 mg/L, 평균은 6.397 mg/L 이었음
- T-N 농도는 6월까지 증가하다 이후 다시 감소하는 경향을 보임
- 춘천, 우동천, 온천천, 수영강, 남천 순으로 수질이 양호하였음

<표 II-20> 수영만 해역 직유입하천 금회 월별 T-N 농도

(단위 : mg/L)

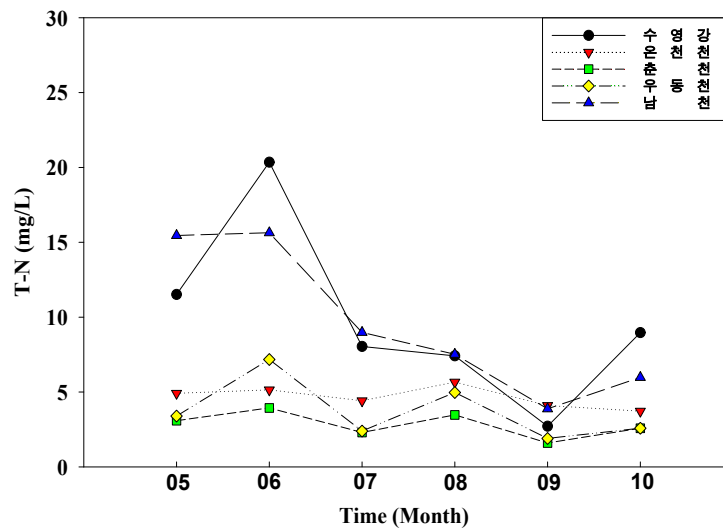
	5월	6월	7월	8월	9월	10월	평균
직유입하천	7.672	10.445	5.225	5.806	2.835	4.763	6.124

<표 II-21> 수영만 해역 직유입하천별 금회 월별 T-N 농도

(단위 : mg/L)

직유입하천	T-N 농도범위	T-N 평균
춘천	1.593~3.937	2.827
우동천	1.901~7.172	3.734
수영강	2.713~20.345	9.832
온천천	3.718~5.664	4.657
남천	3.873~15.635	9.572

- 우동천, 온천천은 8월에, 수영강, 남천, 춘천은 6월에 가장 높은 농도를 보였으며, 수영강은 6월에 가장 낮은 농도를 보인 후, 증가하는 경향을 보였음
- T-N 농도 분석결과 춘천의 농도가 가장 낮았고, 수영강 농도가 가장 높았음



<그림 II-18> 수영만 해역 직유입하천 T-N 농도 변동

라) 총인(T-P)

- 수영만 해역 직유입하천 5개의 T-P 농도범위는 0.003~1.297 mg/L, 평균은 0.200 mg/L로 하천 생활환경기준 IV등급(약간나쁨) 이었음

<표 II-22> 수영만 해역 직유입하천 금회 월별 T-P 농도

(단위 : mg/L)

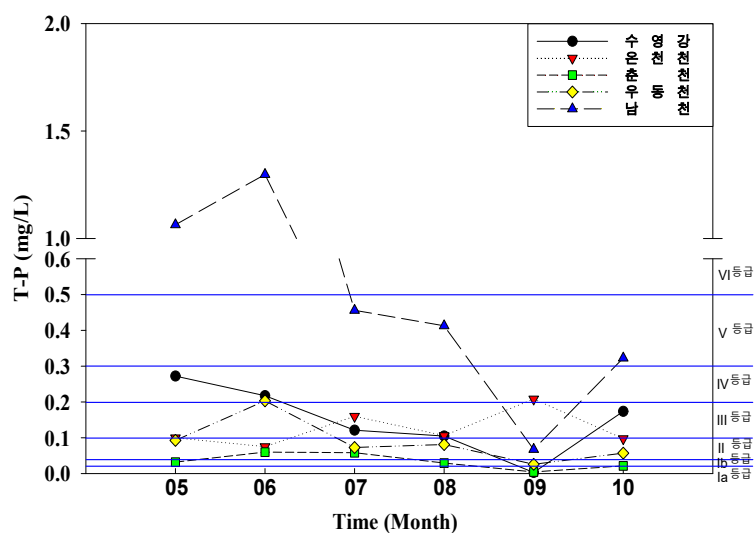
	5월	6월	7월	8월	9월	10월	평균
직유입하천	0.312	0.370	0.173	0.147	0.062	0.134	0.200

<표 II-23> 수영만 해역 직유입하천별 연평균 T-P 농도

(단위 : mg/L)

직유입하천	T-P 농도범위	T-P 평균	하천 생활환경기준
춘천	0.004~0.060	0.034	I b(좋음)
우동천	0.026~0.203	0.089	II (약간좋음)
수영강	0.003~0.272	0.149	III(보통)
온천천	0.075~0.208	0.124	III(보통)
남천	0.067~1.297	0.603	IV(매우나쁨)

- 하천 생활환경기준은 춘천은 I b등급(좋음), 우동천 II 등급(약간좋음), 수영강 III등급(보통), 온천천 III등급(보통), 남천 VI등급(매우나쁨)으로 춘천, 우동천, 온천천, 수영강, 남천 순으로 수질이 양호하였음
- 남천을 제외한 모든 지점의 계절적 변화가 미미함. 남천은 6월에 가장 높은 농도를 보이고, 이후 감소하는 경향을 보임
- T-P 농도 분석결과 춘천의 농도가 가장 낮았고, 남천의 농도가 가장 높았음



<그림 II-19> 수영만 해역 직유입하천 T-P 농도 변동

마) 부하량 조사결과

(1) 유량

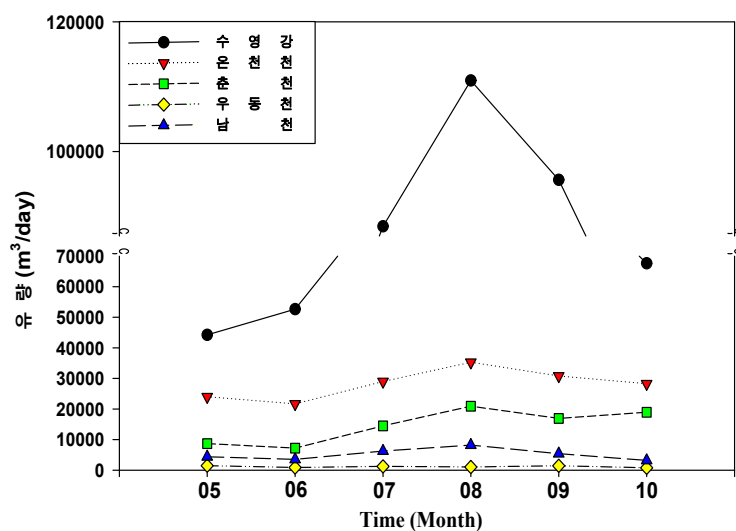
- 수영만 해역 직유입하천 평균 유량은 786.2~110,948.0 m³/일로 춘천 14,518.4 m³/일, 우동천 1,135.2 m³/일, 수영강 76,603.8 m³/일, 온천천 28,167.9 m³/일, 남천 5,140.8 m³/일 이었음

<표 II-24> 수영만 해역 직유입하천 평균 유량

(단위 : m³/일)

직유입하천	하천별 평균유량	하천별 유량범위
춘천	14,518.4	7,204.5 ~ 20,898.0
우동천	1,135.2	786.2 ~ 1,466.6
수영강	76,603.8	44,241.0 ~ 110,948.0
온천천	28,167.9	21,675.6 ~ 35,283.6
남천	5,140.8	3,179.5 ~ 81,734.4

- 하천별 유량차이를 살펴보면 우동천 최소 유량과 수영강 최대 유량은 141.1배 차이를 보임
- 금회에는 수영강은 계절적 유량의 변화가 큰 것으로 나타났고, 춘천, 우동천, 온천천, 남천은 계절적 차이가 미미한 것으로 나타남

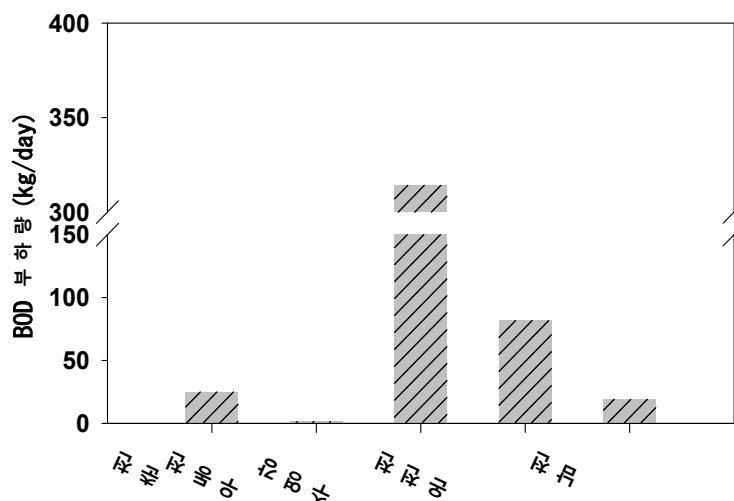


<그림 II-20> 수영만 해역 직유입하천 유량 변동

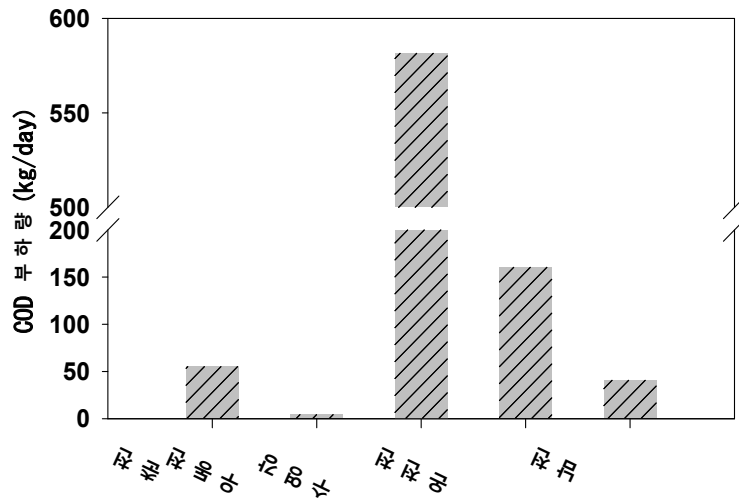
(2) 부하량

• 오염부하량

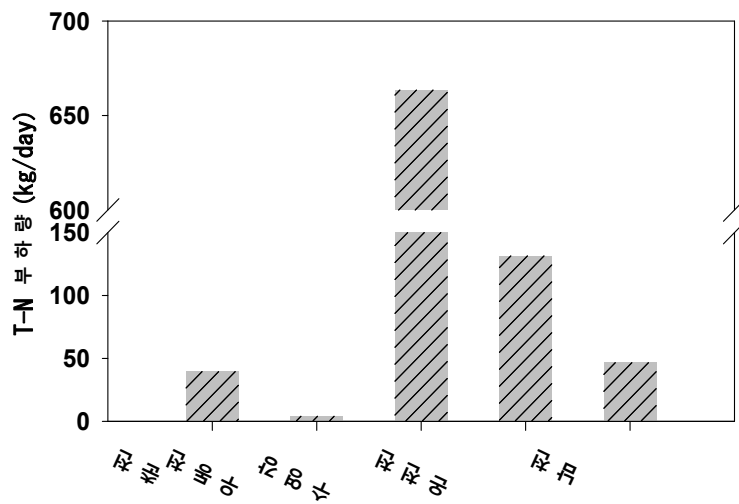
- BOD 오염부하량은 춘천 24.9 kg/일, 우동천 1.4 kg/일, 수영강 314.1 kg/일, 온천천 81.6 kg/일, 남천 19.0 kg/일로 수영강, 온천천, 춘천, 남천, 우동천 순으로 높았음
- COD 오염부하량은 춘천 55.1 kg/일, 우동천 4.3 kg/일, 수영강 581.5 kg/일, 온천천 160.4 kg/일, 남천 40.6 kg/일로 수영강, 온천천, 춘천, 남천, 우동천 순으로 높았음
- T-N 오염부하량은 춘천 39.4 kg/일, 우동천 4.0 kg/일, 수영강 663.4 kg/일, 온천천 131.4 kg/일, 남천 46.6 kg/일로 수영강, 온천천, 남천, 춘천, 우동천 순으로 높았음
- T-P 오염부하량은 춘천 0.4 kg/일, 우동천 0.1 kg/일, 수영강 9.6 kg/일, 온천천 3.6 kg/일, 남천 2.8 kg/일로 수영강, 온천천, 남천, 춘천, 우동천 순으로 높았음
- 수영만 해역 5개 직유입하천 중 전반적으로 수영강, 온천천, 남천의 오염부하가 컸음
- 수영강은 오염원의 농도는 낮지만 상대적으로 많은 유량으로 인해 오염부하도가 높은 것으로 나타났으며, 남천은 상대적으로 오염원 농도가 높아, 유량은 적지만 상대적으로 오염부하도가 높은 것으로 나타남



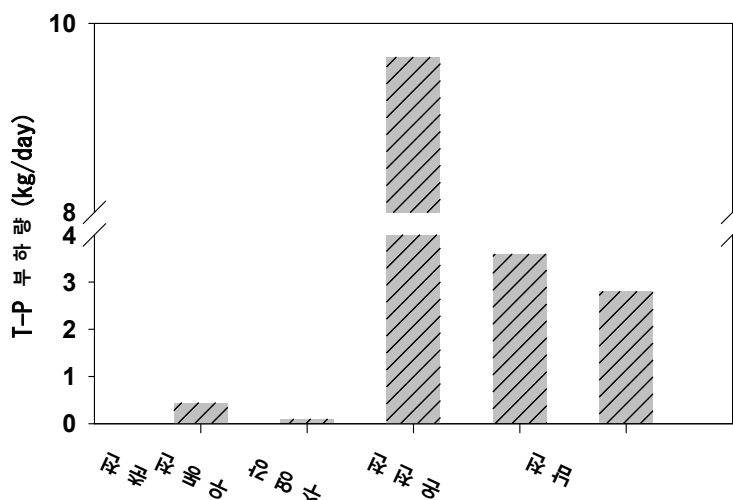
<그림 II-21> 수영만 해역 직유입하천 BOD 부하량



<그림 II-22> 수영만 해역 직유입하천 COD 부하량



<그림 II-23> 수영만 해역 직유입하천 T-N 부하량



<그림 II-24> 수영만 해역 직유입하천 T-P 부하량

다. BOD-COD 전환계수

1) 수영강유역 COD-BOD 상관관계

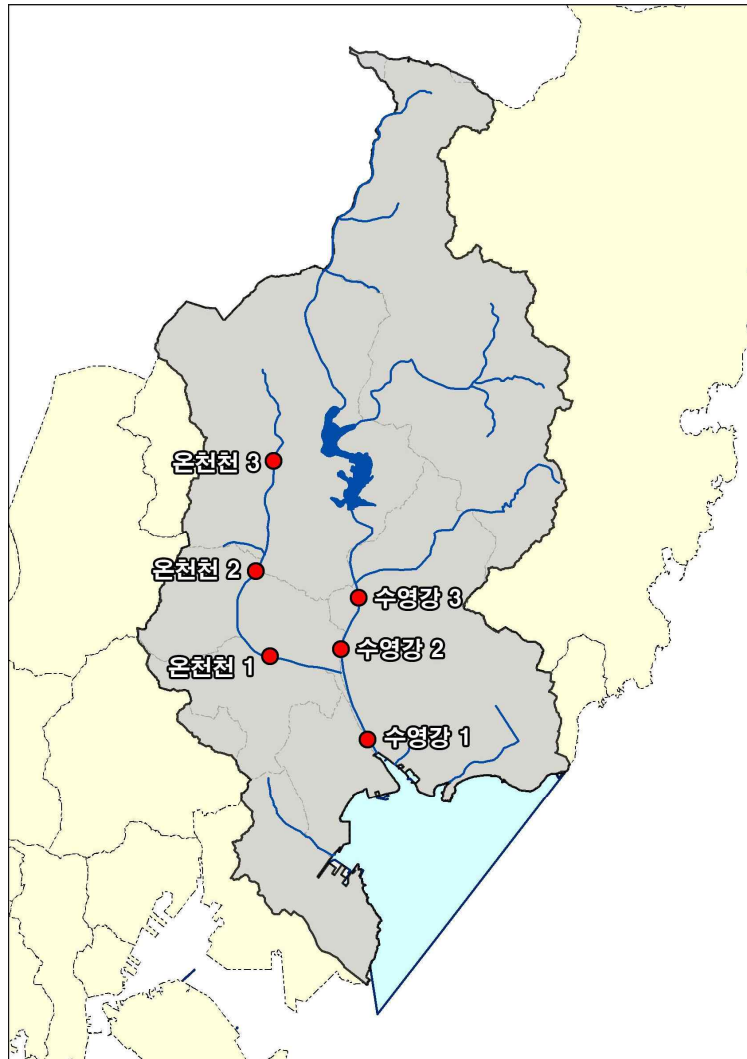
- 현재 발생오염부하량 산정을 위한 원단위는 BOD를 기준으로 산정하고 있는 반면 해역의 수질관리는 COD를 기준으로 산정하고 있어 수질관리 유역에 대한 COD 오염부하량 조사·추정이 힘든 실정임
- 해역의 목표수질(COD) 달성을 위한 COD 오염부하량 추정식 개발은 시간이 많이 소요될 것으로 예상되므로 본 연구에서는 할당오염부하량 및 삭감오염부하량 산정을 위하여 COD-BOD 상관관계를 추정하여 전환계수를 산정하는 방법을 이용함
- COD와 BOD의 농도 비율을 이용한 전환계수는 오염원의 분포특성에 따라 계절별, 지점별로 차이를 보이므로 전환계수 산정 시 이를 고려할 필요가 있음
- 이에 본 연구에서는 1992년 1월부터 2018년 12월까지 수영만연안으로 유입하는 수영강수계와 온천천수계를 대상으로 COD와 BOD 값을 이용하여 수영만연안 유입하천의 COD-BOD 상관관계를 추정하였음
- 수영만유역 오염원의 분포특성을 고려하기 위하여 BOD와 COD 농도를 수계별, 계절별로 분석하였음

- 수영강유역을 대표하는 수영강5(舊 수영강1) 지점과 방류수 영향을 받지 않는 온천천수계(수영강1(舊 온천천1), 수영강2(舊 온천천3), 온천천2)와 수영강수계(수영강3(舊 수영강2), 4(舊 수영강3))로 나누어 분석하였음
- 계절은 봄 3~5월, 여름 6~8월, 가을 9~11월, 겨울 12~2월로 구분하여 분석하였음
- BOD 및 COD 농도 조사 기간은 수영강5(舊 수영강1) 지점은 2007년 1월~2018년 12월, 수영강3, 4(舊 수영강2), 수영강1(舊 온천천1), 수영강2(舊 온천천3) 지점은 1992년 1월~2018년 12월, 온천천2 지점은 2006년 6월, 9월, 12월~2012년 12월까지의 자료를 이용하였음
- 전 지점의 관측수는 총 1,518개로 수영강5(舊 수영강1) 145개, 수영강4(舊 수영강2) 322개, 수영강3 321개, 수영강1(舊 온천천1) 323개, 온천천2 86, 수영강2(舊 온천천3)이 321개이었음

<표 III-25> 수영강 BOD 및 COD 유출특성 조사지점

수계	지점	기간	조사기관	관측수(개)
수영강	수영강5(舊수영강1)	2007.01~2018.12	낙동강유역환경청	145
	수영강4(舊수영강2)	1992.01~2018.12	부산광역시	322
	수영강3	1992.01~2018.12	부산광역시	321
온천천	수영강1(舊온천천1)	1992.01~2018.12	부산광역시	323
	온천천2	2005.06~2012.12	부산광역시	86
	수영강2(舊온천천3)	1992.01~2018.12	부산광역시	321

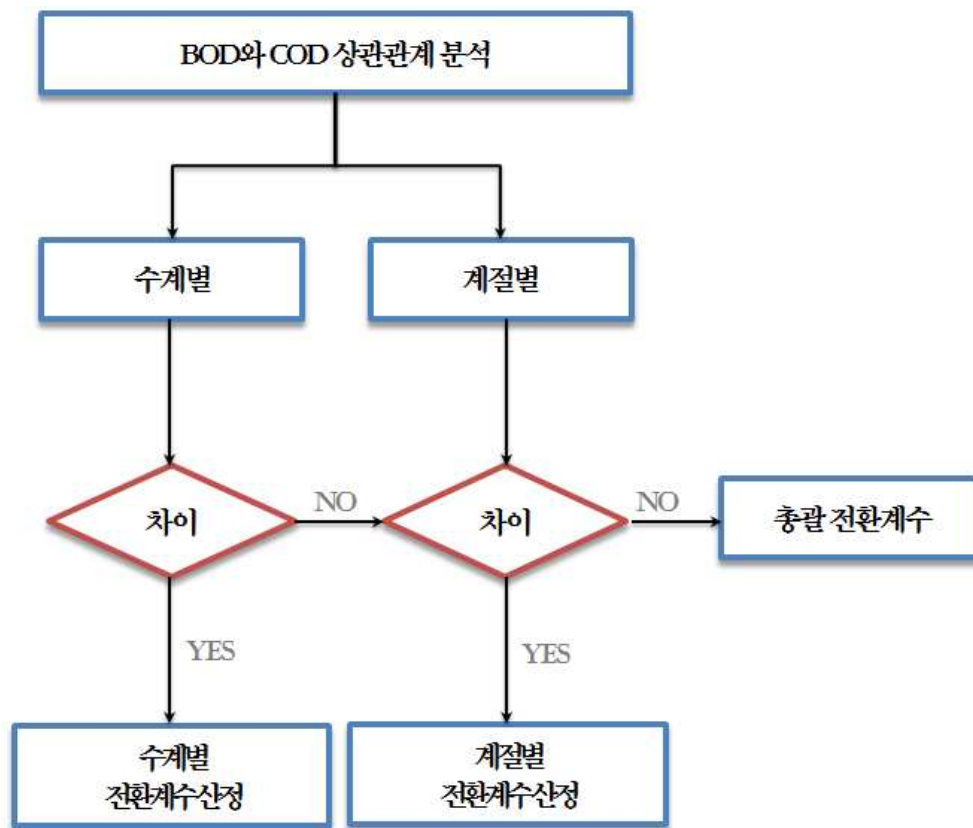
자료 : 물환경정보시스템



<그림 Ⅲ-25> 수영강 BOD 및 COD 유출특성 조사지점

가) COD/BOD 비율 산정 절차

- 오염원 분포특성을 고려한 수영만연안의 COD/BOD 비율을 산정하기 위하여 수계별 및 계절별 COD-BOD 상관관계를 분석하여 전환계수를 산정함
- 수계별 COD-BOD 상관관계 분석결과 수계에 따른 BOD와 COD의 상관관계가 차이를 보이면 수계별 전환계수를 수영만연안에 적용함
- 계절별 COD-BOD 상관관계 분석결과 계절에 따른 BOD와 COD의 상관관계가 차이를 보이면 계절별 전환계수를 수영만연안에 적용함
- 수계 및 계절에 따른 BOD와 COD의 상관관계가 차이를 보이지 않으면 총괄 전환계수를 수영만연안에 적용함



<그림 III-26> 수영강유역 COD/BOD 산정절차

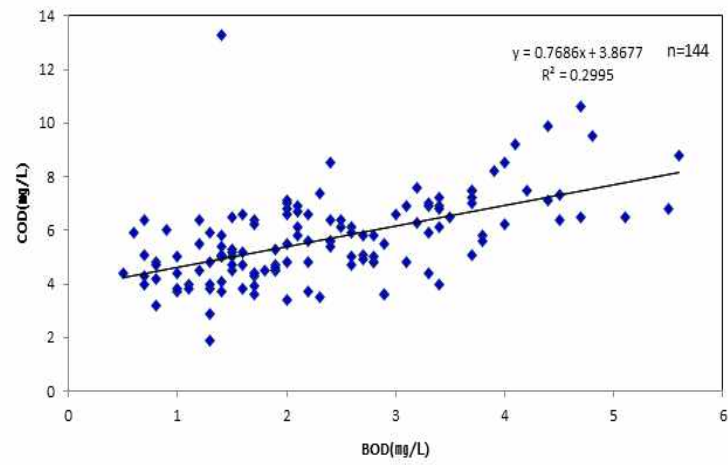
나) 수영강유역 COD-BOD 상관관계 분석결과

- 수영강유역의 특성을 반영할 수 있는 제일 말단부에 있는 수영강5(舊수영강1)를 대표지점으로 선정하여 COD-BOD 상관관계를 분석한 결과 상관계수 0.5299, 결정계수 R^2 0.2995으로 상관성이 낮아 수영강유역을 대표하기에는 부족하였음
 - 수영강5(舊수영강1)는 지점 특성상 상류에 위치한 수영하수처리장 방류수의 영향을 받는 동시에 조석의 영향으로 해수가 유입되어 담수와 섞이는 지역이므로 COD-BOD 상관성이 낮은 것으로 판단할 수 있음
- 수영하수처리장 방류수의 영향을 배제한 수계의 특성을 살펴보기 위하여 수영강수계(수영강3, 4(舊)수영강2, 3)와 온천천수계(수영강1(舊온천천1), 수영강2(舊온천천3), 온천천2))에 대하여 각각 COD-BOD 상관성 분석을 실시하였음. 분석결과 수영강수계 상관계수는 0.9039, 결정계수 R^2 는 0.817로 수영강5 지점보다 높은 상관성을 보임
 - 온천천수계 역시 상관계수 0.9128, 결정계수 R^2 0.8332로 수영강1 지점보다 높은 상관성을 보였으며, 수영강과 온천천의 수계별 특성은 보이지 않았음

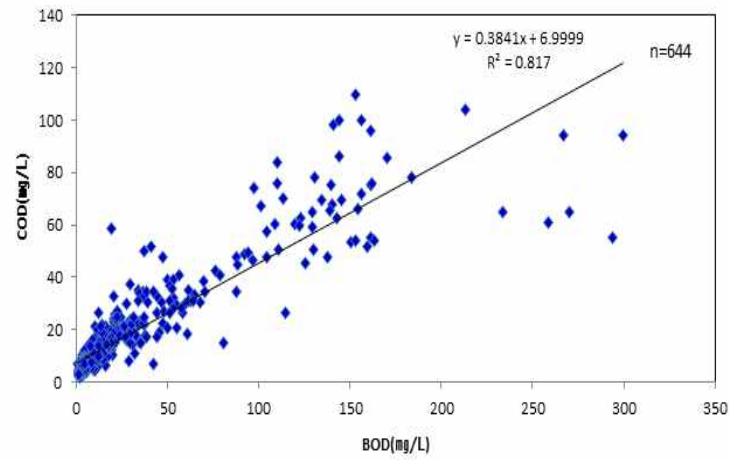
- 수영강유역 COD-BOD 상관관계 분석결과 수영강유역의 대표지점인 수영강5는 COD-BOD 상관성이 낮아 대표성이 낮았으며, 방류수 영향을 받지 않는 수영강 및 온천천수계의 COD-BOD 상관관계 분석결과 높은 상관성을 보였으며, 수계별 차이는 보이지 않아 수계별 전환계수는 적용하지 않음

<표 Ⅲ-26> 수영강유역 수계별 BOD-COD 상관계수 및 결정계수

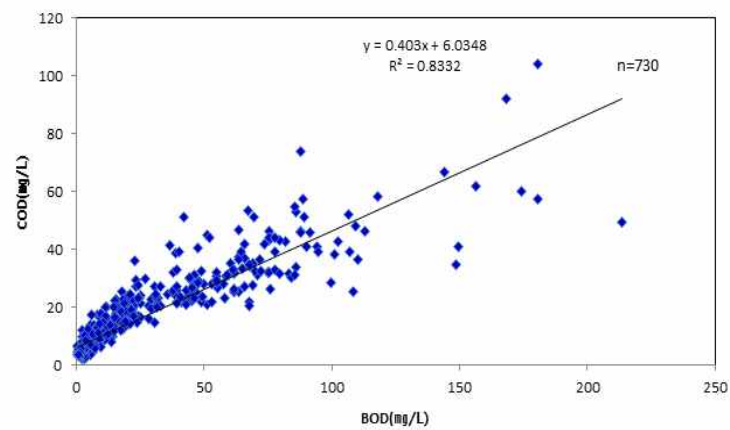
구분		상관계수	결정계수(R ²)	관측 수
수영강	수영강5(舊수영강1)	0.5299	0.2995	145
	수영강4(舊수영강2)	0.9039	0.817	322
	수영강3			321
온천천	수영강1(舊온천천1)	0.9128	0.8332	323
	온천천2			86
	수영강2(舊온천천3)			321



수영강5(舊수영강1)



수영강수계(수영강3, 4(舊수영강2)



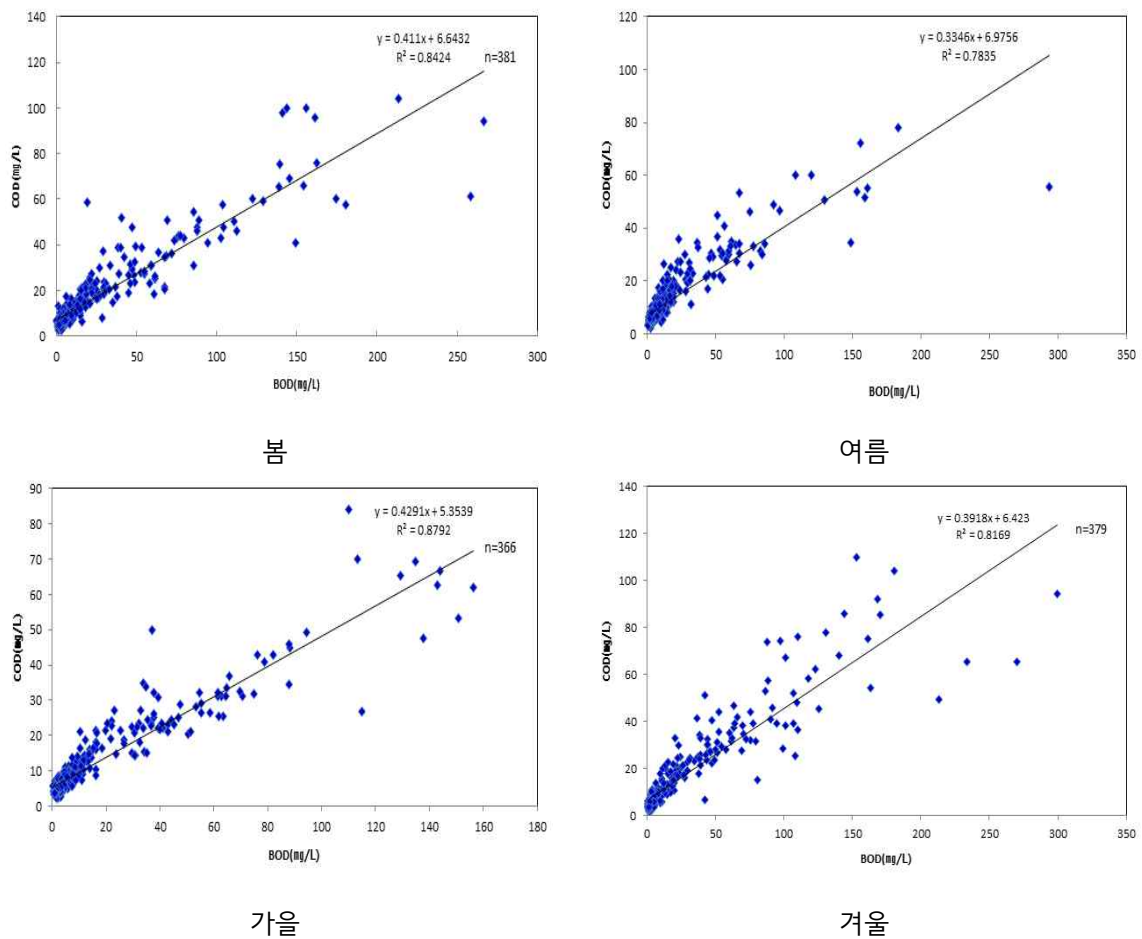
온천천수계(온천천2, 수영강1(舊온천천1), 수영강2(舊온천천3)

<그림 Ⅲ-27> 수영강유역 COD 및 BOD 분포도

- COD/BOD 산정절차에 따라 수계별 COD-BOD 상관관계가 큰 차이를 보이지 않는 관계로 수영강유역 계절에 따른 COD-BOD 상관관계를 분석하였음
 - 수영강유역 계절별 COD-BOD 상관관계 분석결과 봄은 상관계수 0.9178 결정계수 R2 0.8424, 여름은 상관계수 0.8851, 결정계수 R2 0.7835, 가을은 상관계수 0.9376, 결정계수 R2 0.8792, 겨울은 상관계수 0.9033, 결정계수 R2 0.8163로 모두 높은 상관성을 보였으며, 계절별로 뚜렷한 차이를 보이지 않아 계절별 전환계수는 적용하지 않음
- 수영강유역의 오염원 분포 특성을 고려하기 위해 수계별 및 계절별 COD-BOD 상관관계를 분석한 결과 수영강과 온천천수계에 따른 COD-BOD 분포특성이 큰 차이를 보이지 않았으며, 계절에 따른 분석결과 또한 COD-BOD 분포특성의 큰 차이를 보이지 않아 수영만연안에 수계별 및 계절별 전환계수가 아닌 총괄 전환계수를 적용하여 연안해역의 COD 오염부하량을 추정하도록 함

<표 III-27> 수영강유역 계절별 BOD-COD 상관계수 및 결정계수

계절	상관계수	결정계수(R2)	관측 수
봄	0.9178	0.8424	381
여름	0.8851	0.7835	377
가을	0.9376	0.8792	366
겨울	0.9038	0.8168	379



<그림 Ⅲ-28> 수영강 유역 계절별 COD 및 BOD 분포도

2). 수영강유역 COD-BOD 전환계수

- 수영강유역은 수계 및 계절에 따른 COD와 BOD의 상관성이 큰 차이를 보이지 않으므로 수영강유역 전지점(수영강5(舊수영강1), 4(舊수영강2), 3과 수영강1(舊온천천1), 온천천2, 수영강2(舊온천천3)을 이용한 총괄전환계수를 적용하여 연안해역의 COD 오염부하량을 추정하도록 함
- 수영만으로 유입하는 하천의 BOD와 COD 값을 이용하여 COD/BOD 비율을 분석한 결과 수영강유역의 COD/BOD 평균 비율은 1.59로 마산만 특별관리해역의 COD-BOD 전환계수 2.17보다 낮음
 - 이는 도시생활에 따른 인구집중과 산업 발달로 인한 생활하수 및 산업폐수의 급격한 증가로 하수처리시설의 미비 및 통수능력의 부족 등으로 90년대 초에는 유기오염 물질이 소하천 등으로 많이 유입되어 BOD가 COD보다 높은 상태를 보였으며, 이에 따라 수영강 유역의 COD/BOD 비율 평균이 낮은 것으로 해석됨

<표 Ⅲ-28> 수영만유역 COD/BOD 전환계수

구분		전환계수(COD/BOD)
전지점		1.43
수영강수계	수영강5(舊수영강1)	3.07
	수영강4(舊수영강2), 수영강3	1.23
온천천수계	수영강1(舊온천천1), 온천천2, 수영강2(구온천천3)	1.61

- 부산시의 경우 단계적으로 초기단계 하수도 시설을 지속적으로 확장 개선 중에 있으며, 하수도 및 하수관거 보급률도 증가하여 2012년 이후 하수도 보급률이 99.0%를 상회하고 추세이므로 연도별 하수도 보급률에 따라 COD/BOD 농도 비율의 변화가 있음
- 그러므로 본 연구에서는 하수도 보급률이 70% 이하인 '92~'98년, 90% 이하인 '99~'05년, 90% 이상인 '06~'12년, '13~18년, '06~'18년으로 구분하여 수영만 유입하천의 COD/BOD 평균 비율을 재산정 하였음

<표 Ⅲ-29> 연도별 하수도 보급률

(단위 : %)											
구분	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07
하수도	48.8	69.4	71.9		77.8	78.2	78.8	79.3	89	98.6	99
구분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18
하수도	99	99.1	99.1	99.1	99.2	99.2	99.2	99.2	99.2	99.3	

자료 : 국가하수도정보시스템(<http://www.hasudoinfo.or.kr>) 하수도통계

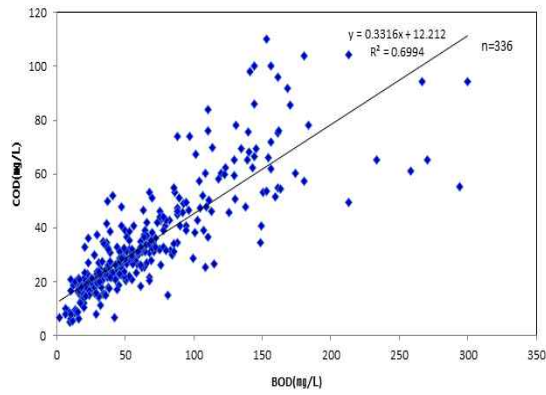
- 수영강유역 하수도 보급률에 따른 연도별 COD-BOD 상관관계 분석결과 상관계수는 '92~'98년에 0.8363, '99~'05년에 0.8550, '06~'12년에 0.7727, '13~18년 0.8202, '06~'18년 0.7921로 높은 상관관계를 보였음
- 수영강유역 COD 및 BOD 관측수는 '92~'98년에 336개, '99~'05년에 335개, '06~'12년에 490개, '13~'18년 357개, '06~'18년 847개 임

- 수영강유역 하수도 보급률에 따른 연도별 COD-BOD 회귀분석 결과 결정계수 R2는 '92~'98년에 0.6994, '99~'05년에 0.7311, '06~'12년에 0.5970, '13~'18년 0.6728, '06~'18년 0.6275로 조사되었음

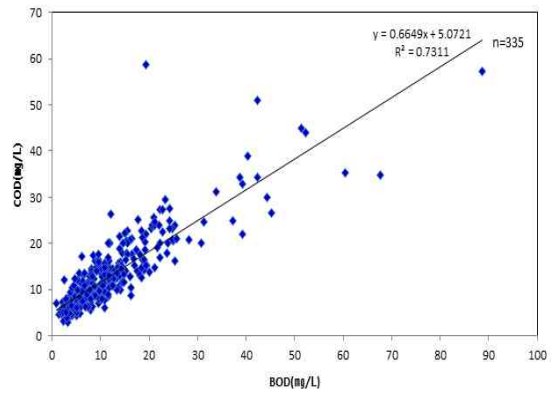
<표 III-30> 수영강유역 연도별 COD-BOD 상관계수 및 결정계수

	상관계수	결정계수	관측수(개)	전환계수
1992~1998년	0.8363	0.6994	336	0.63
1999~2005년	0.8550	0.7311	335	1.31
2006~2012년	0.7727	0.5970	490	2.05
2013~2018년	0.8202	0.6727	357	2.11
2006~2018년	0.7921	0.6275	847	2.07

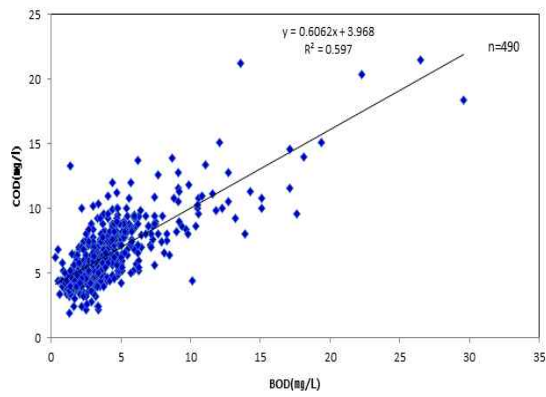
- 하수도 보급률이 저조한 90년대 초에는 BOD와 COD 농도 범위가 <그림 III-52> (a)와 같이 매우 컸으며, 하수도 보급률이 증가함에 따라 소하천 등으로 유입하는 유기오염물질의 감소로 BOD 및 COD 농도 범위가 좁아지는 것을 볼 수 있음
- 수영강유역 하수도 보급률에 따른 연도별 COD/BOD 평균 비율은 '92~'98년도에 0.63이었고, '99~'05년도에 1.31이었으며, '06~'12년도에는 2.05로 조사되었음 (표 III-14)
 - 측정 초기에는 부산 하수시설의 낮은 보급률로 하천으로 생활하수, 우수 등의 직유입이 많아 BOD가 COD보다 상대적으로 높아 COD/BOD 평균 비율이 낮았으며, 매년 하수도 및 하수관거 시설을 꾸준히 개선·확장하고 있어 COD/BOD 비율은 증가하고 있는 추세임
- 따라서 현재 하수도 보급률 실정을 고려한 '06~'18년 COD/BOD 평균 자료를 수영강유역 총괄 전환계수로 이용하여 수영만연안에 적용함



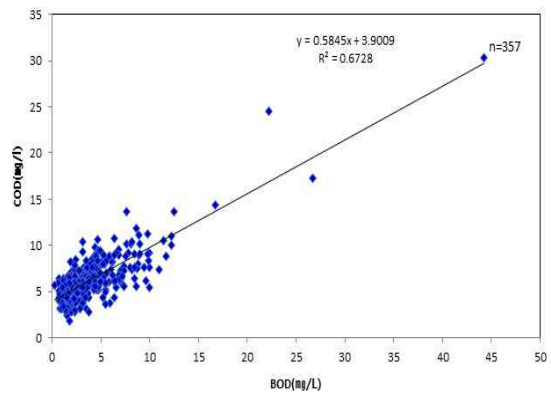
(a) 1992~1998년



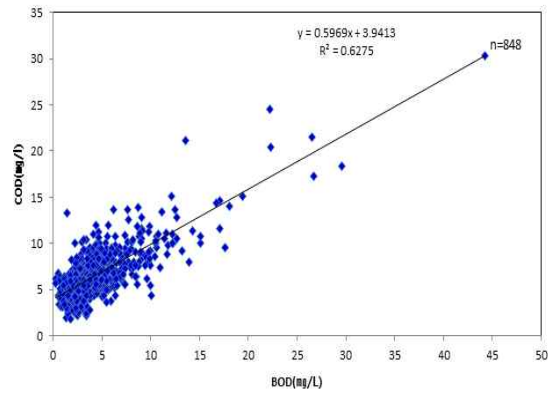
(b) 1999~2005년



(c) 2006~2012년



(d) 2013~2018년



(d) 2006~2018년

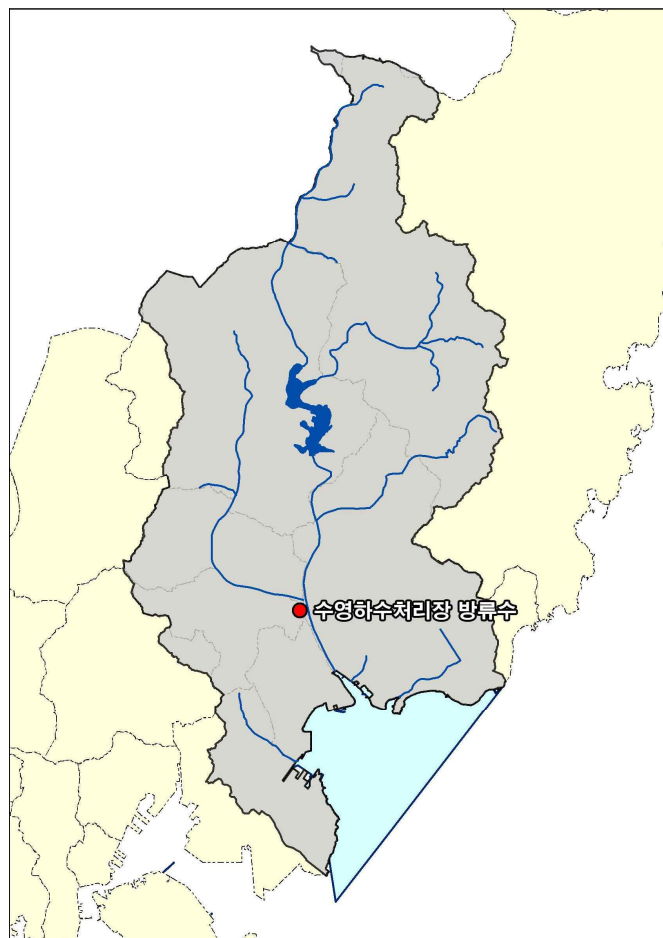
<그림 Ⅲ-29> 수영강유역 연도별 COD 및 BOD 분포도

3) 수영하수처리장 COD-BOD 상관관계

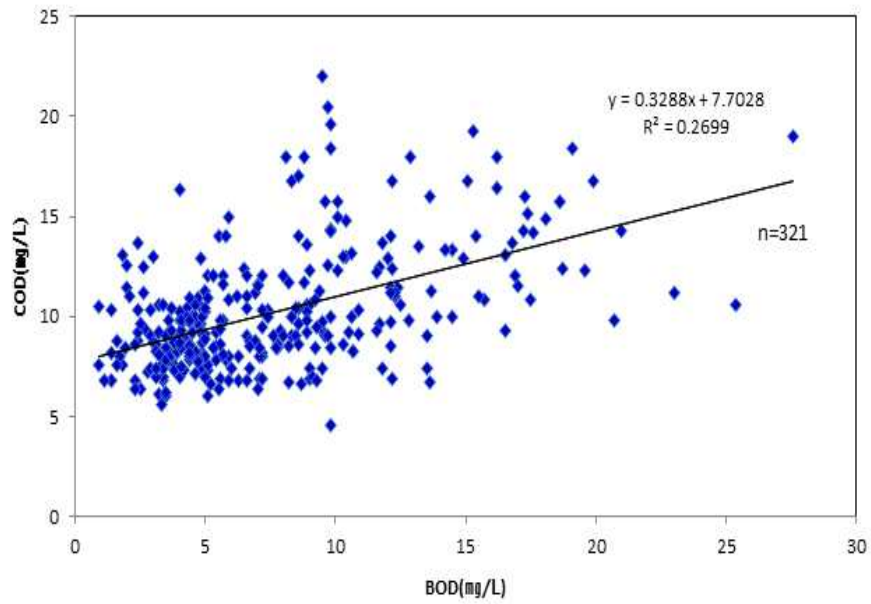
- 수영만으로 유입하는 수영하수처리장 방류수의 COD와 BOD 값을 이용하여 COD-BOD 상관관계를 분석하였음
 - COD 및 BOD 농도조사 기간은 1992년 3월~2018년 12월까지이며, 관측수는 321개임
 - COD-BOD 상관관계 분석결과 수영하수처리장 방류수의 상관계수는 0.5195, 결정계수 R2은 0.2699로 낮은 상관성을 보여 COD/BOD 전환계수를 적용하기에는 다소 무리가 있음. 따라서 수영하수처리장 방류수의 경우 실측 자료를 이용하여 연안해역의 COD 오염부하량을 추정하도록 함

<표 III-31> 수영하수처리장 방류수 COD-BOD 상관관계 분석 결과

지점	기간	조사기관	관측수(개)	상관계수	결정계수(R2)
수영하수처리장 방류수	1992.03 ~2018.12	부산광역시	321	0.5195	0.2699



<그림 III-30> 수영하수처리장 방류수BOD 및 COD 유출특성 조사지점



<그림 Ⅲ-31> 수영하수처리장 방류수 COD 및 BOD 분포도

04

해역환경 조사

가. 해양물리 조사

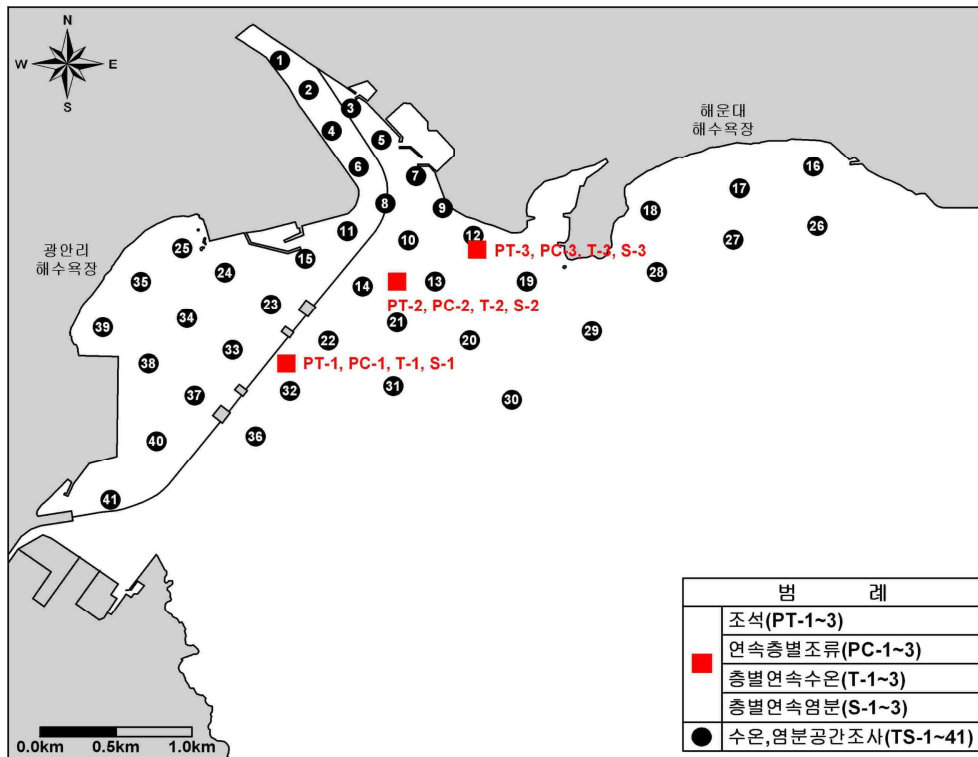
1) 조사개요

가) 조사목적

- 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 도입을 위한 해양의 기초 조사 및 향후 부산연안의 목표수질 달성을 위한 삭감계획 수립과 해양생태계 모델 구축에 필요한 기초자료로 활용하는데 그 목적이 있음

나) 조사항목 및 범위

- 조사지점
 - 부산 연안 신선대~해운대 해안 일대 주변 해역
- 조사항목
 - 조석, 층별연속조류, 층별연속수온, 층별연속염분, 수온·염분 공간조사
- 조사시기
 - 2019년 6월 28일~7월 31일 : 조석, 층별연속조류, 층별연속수온, 층별연속염분
 - 2019년 7월 1일 : 수온·염분 공간조사



<그림 II-32> 해양조사 위치도

2) 조사결과

가) 조석

(1) 관측 개요

- 부산 수영만 인근 해역의 조석 특성을 규명하기 위하여 총 3개 정점에서 동시관측을 실시하였고, 매 10분 간격으로 수위값을 관측한 후, 조석 조화분석을 실시하여 조화상수 및 비조화상수를 산출하였음
- TWR-2050 조위계를 사용하여 PT-1~PT-3 정점에서 조석관측을 수행하였음

<표 II-32> 조석 관측 개요

관측정점	위경도 좌표	관측기간	관측장비
PT-1	N 35° 08' 43" E 129° 07' 51"	2019년 6월 28일~7월 31일(34일)	TWR-2050
PT-2	N 35° 09' 00" E 129° 08' 16"		
PT-3	N 35° 09' 12" E 129° 08' 36"		

<표 II-33> 조위계 제원

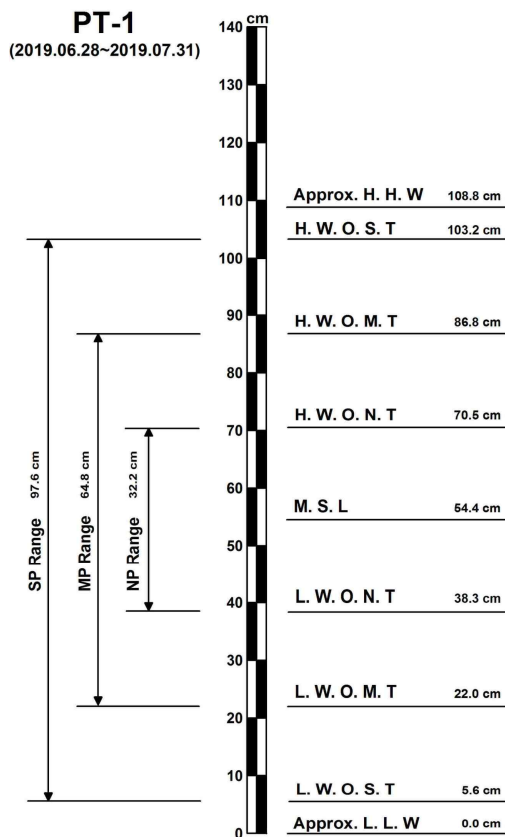
장비	Sensor	범위	정확도	제작사
TWR-2050	조위	10/20/50/100m(dBar)	0.05% of full scale	Richard Brancker Research Ltd.
	수온	-5~+35°C	±0.002°C	

(2) 관측 결과

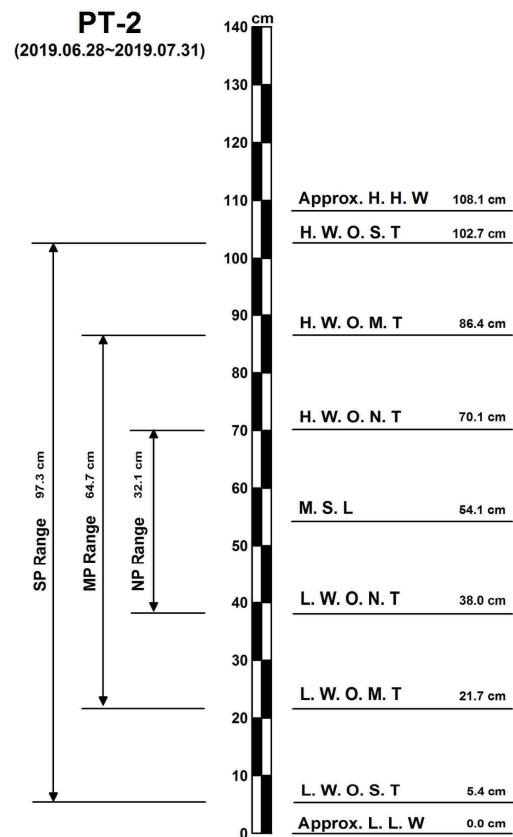
- 정점 PT-1의 조석 관측결과를 조화분석한 결과, 반일주조인 M_2 분조와 S_2 분조의 진폭은 각각 32.4cm와 16.4cm, 일주조인 K_1 과 O_1 분조의 진폭은 각각 3.8cm와 1.8cm이고, 대조차는 97.6cm, 평균조차는 64.8cm, 소조차는 32.2cm로 나타남
- 정점 PT-2에서는 반일주조인 M_2 분조의 진폭은 32.3cm, S_2 분조의 진폭은 16.3cm, 일주조인 K_1 의 진폭은 3.9cm, O_1 분조의 진폭은 1.6cm이고, 대조차는 97.3cm, 평균조차는 64.7cm, 소조차는 32.1cm로 나타남
- 정점 PT-3의 경우, M_2 분조와 S_2 분조의 진폭은 각각 32.3cm와 16.2cm, K_1 과 O_1 분조의 진폭은 각각 4.1cm와 1.4cm이고, 대조차는 96.8cm, 평균조차는 64.5cm, 소조차는 32.2cm로 나타남
- 조석 관측결과 3정점 모두 조석형태수는 0.11로 반일주조 형태의 조석체계를 지니는 것으로 나타나, 수영만 인근 해역은 1일 2회의 고조와 저조가 거의 같은 크기로 출현하며 고조 간격이 거의 일정한 것으로 나타남
- 한편, 조석 관측기간과 동일한 시기에 대해 국립해양조사원에서 운영하는 검조소 중 동해, 남해, 서해의 대표적인 검조소 9곳을 선정하여 조석자료를 분석한 결과, 평균해면의 경우 묵호 17.0cm, 포항 12.0cm, 울산 28.7cm, 부산 60.3cm, 광양 172.6cm, 완도 189.3cm, 목포 245.0cm, 보령 381.5cm, 인천 466.4cm로 나타났고, 대조차의 경우 묵호 15.6cm, 포항 8.0cm, 울산 45.3cm, 부산 108.3cm, 광양 279.8cm, 완도 283.0cm, 목포 381.6cm, 보령 638.1cm, 인천 797.8cm로 나타났으며, 조사정점 인근의 부산항 검조소에서 금번조사 결과와 유사한 평균해면 및 대조차를 나타냄
- 검조소의 조석자료 분석결과, 평균해면과 대조차는 수심, 고유진동주기 및 조석파에너지의 차이 등에 의해 전반적으로 동해에서 남해를 거쳐 서해북부로 진행함에 따라 크기가 증가하는 경향을 나타냄

<표 II-34> 조석 조화상수 및 비조화상수

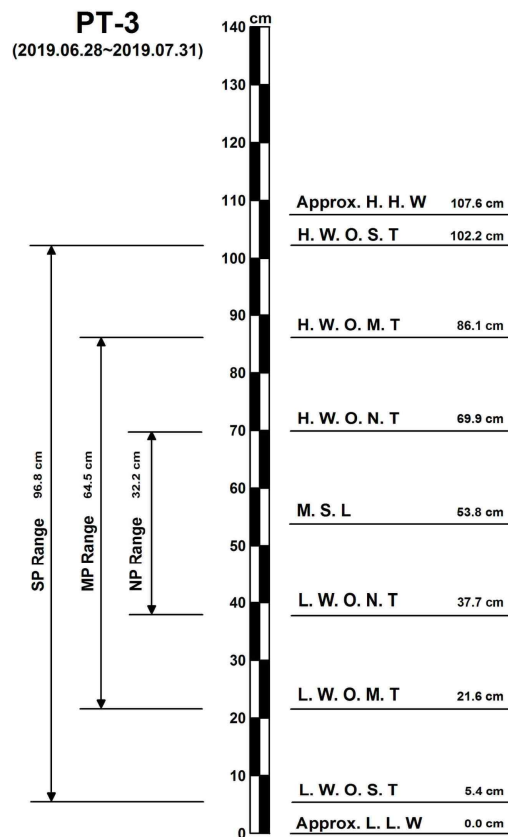
위치		PT-1		PT-2		PT-3	
관측기간		2019.06.28~07.31					
분조		반조차 (cm)	지각 (°)	반조차 (cm)	지각 (°)	반조차 (cm)	지각 (°)
조화상수							
조 화 상 수	M ₂ 분조	32.4	232.1	32.3	232.4	32.3	232.4
	S ₂ 분조	16.4	268.2	16.3	268.3	16.2	268.5
	K ₁ 분조	3.8	135.1	3.9	135.9	4.1	136.9
	O ₁ 분조	1.8	90.5	1.6	92.6	1.4	100.4
비 조 화 상 수 (cm)	평균고조간격	8시간 1분		8시간 1분		8시간 1분	
	평균저조간격	14시간 13분		14시간 13분		14시간 13분	
	약최고 고조위	108.8		108.1		107.6	
	대조평균 고조위	103.2		102.7		102.2	
	평균 고조위	86.8		86.4		86.1	
	소조평균 고조위	70.5		70.1		69.9	
	평균해면(S ₀)	54.4		54.1		53.8	
	소조평균 저조위	38.3		38.0		37.7	
	평균 저조위	22.0		21.7		21.6	
	대조평균 저조위	5.6		5.4		5.4	
	약최저 저조위	0.0		0.0		0.0	
	대 조 차	97.6		97.3		96.8	
	평균조차	64.8		64.7		64.5	
	소 조 차	32.2		32.1		32.2	
	조석형태수	0.11		0.11		0.11	



(a) PT-1

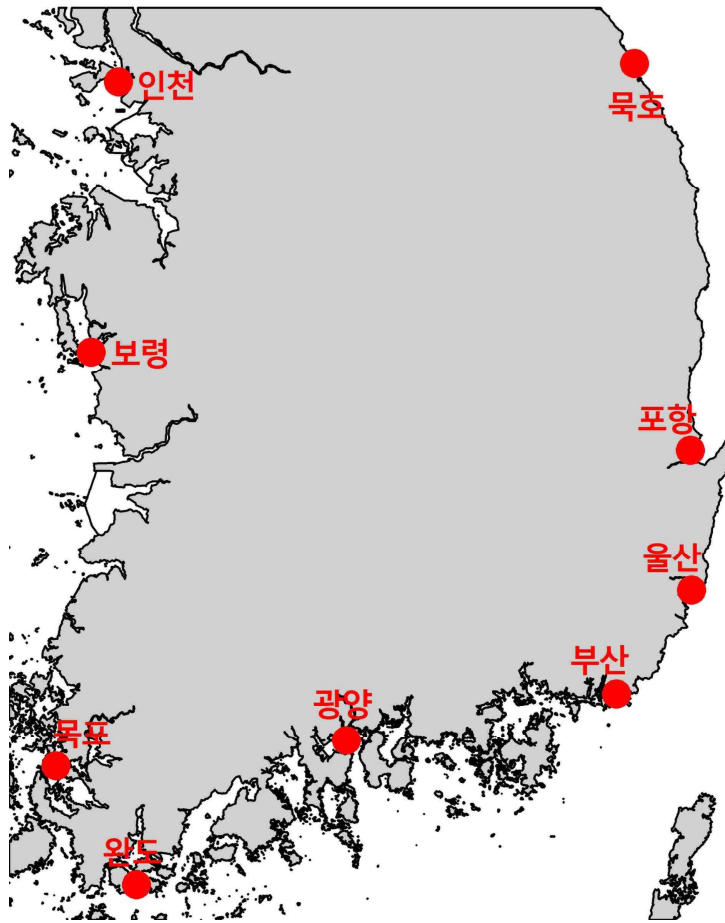


(b) PT-2

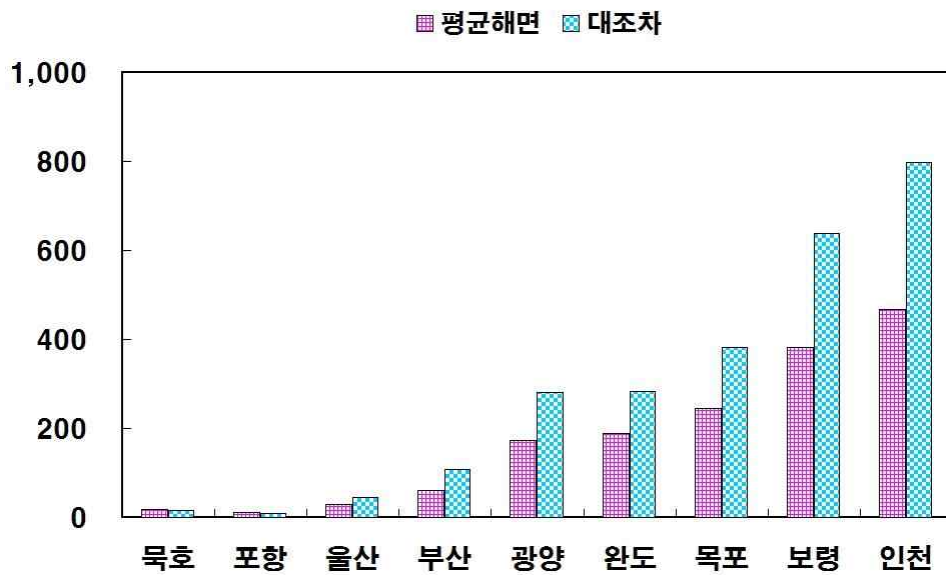


(c) PT-3

<그림 II-1> 조위면도



<그림 II-33> 주요 검조소 위치도



<그림 II-34> 주요 검조소의 평균해면 및 대조차 비교

나) 층별연속조류

(1) 관측 개요

- 수영만 인근 해역의 층별연속조류의 특성을 규명하기 위하여 PC-1~PC-3, 총 3개의 정점에서 동시에 관측을 실시하였음
- 유속계는 관측 정점의 해저면 바닥에 설치하고, 매 10분 간격의 유향과 유속을 수직 1m 간격으로 관측하였으며, 이 중 표층, 중층 및 저층의 자료를 추출하여 조류 조화분석을 실시하였음

<표 II-35> 층별연속조류 관측 개요

관측정점	경위도	관측기간	관측층	관측장비
PC-1	N 35° 08' 43" E 129° 07' 51"	2019년 6월 28일~7월 31일	표층 중층 저층	ADCP SeaGuard II DCP
PC-2	N 35° 09' 00" E 129° 08' 16"			
PC-3	N 35° 09' 12" E 129° 08' 36"			

<표 II-36> 유속계의 제원

장비	장비사진	센서	범위	정확도	제작사
ADCP		유속	0 ~ 500cm/sec	0.3%±0.3cm/sec	RD Instrument. USA
		유향	0 ~ 360°	±0.05° RMS	
SeaGuard II DCP		유속	0 ~ 500cm/sec	0.25%±0.5cm/sec	Aanderaa, Norway
		유향	0 ~ 360°	±0.5° up to ±15°	

- 본 관측에서는 기기유실 위험을 최소화하고, 신뢰성 있는 자료 확보를 위해 잠수부를 투입하여 TRBM(Trawl Resistant Bottom Mount) 방법을 이용하여 유속계를 해저면에 설치하였음
- 조화분석에는 Canada 해양연구소의 M.G.G. Forman에 의해 개발된 IOS Tidal Package(Institute of Ocean Sciences, Canada)를 사용하였으며, IOS Tidal Package는 조류를 동방성분과 북방성분으로 분해하지 않고 벡터적으로 해석하여 조화분석을 실시하였음

- 아울러 수치모델링 보정 및 검증에 쉽게 활용할 수 있도록 유속을 동방성분과 북방성분으로 나누어 TASK Package (Proudman Oceanographic Laboratory, UK)로도 조화분석을 수행하였음

(2) 관측 결과

- 유속계는 해저면 바닥에 설치하여 수직 1m 간격으로 층별 유속 및 유향을 측정하였고, 표층($h_{2/10}$), 중층($h_{5/10}$) 및 저층($h_{8/10}$)의 자료를 추출하였으며, 조류 조화분석을 수행한 후, 수영만 인근 해역의 층별연속조류 특성을 파악하였음
- 층별연속조류 관측 결과는 분석 후 유향/유속별 출현율 및 항류와 시계열을 작성하였고, 조류관측 자료는 Canada 해양연구소 M.G.G. Forman에 의해 개발된 IOS Tidal Package를 사용하여 조류조화분석을 실시하였음
- 또한, 유속성분을 동방성분과 북방성분으로 분해한 후 TASK(Tidal Analysis Software Kit) Package를 사용하여 조류조화분해를 실시하여 37개의 조류조화상수를 계산하였음

(가) 유속 및 유향 출현율

- 관측된 유동자료를 대상으로 유향에 대하여 16방위로 유속에 대해서 0~최강유속 범위에서 10cm/sec 간격으로 유향/유속의 출현율을 계산하였음
- 정점 PC-1의 경우, 20cm/sec 이하 유속구간의 출현율은 표층에서 92.7%, 중층에서 95.7%, 저층에서 96.9%로 대부분을 차지하였고, 표층에서는 창·낙조류가 유사하게 나타났으며, 중층 및 저층에서는 창조류에 비해 낙조류가 우세하게 나타남
- 유향의 경우 창조시에는 서남서~서북서 계열의 흐름이 우세하게 나타났고, 낙조시에는 전반적으로 북북동~북동 방향이 우세하게 나타났음
- 정점 PC-2에서는 표·중·저층에서 각각 94.3%, 95.2%, 96.6%가 20cm/sec 이하의 작은 유속을 나타내었고, 전 수층에서 창조류에 비해 낙조류가 우세하게 나타남

- 유향의 경우 창조시에는 뚜렷한 방향성을 나타내지 않았고, 낙조시에는 동쪽~동남동 방향의 흐름이 우세하게 나타남
- 정점 PC-3에서 20cm/sec 이하 유속의 출현율은 표층에서 94.3%, 중층에서 98.3%, 저층에서 97.5%를 차지하였고, 표층에서는 창조시와 낙조시 모두 유사한 유속분포를 보였으며, 중층과 저층에서는 창조류에 비해 낙조류가 우세하게 나타남
- 유향의 경우 표층에서는 창조시에 서남서~서북서 방향이 우세하게 나타났고, 중층과 저층에서는 뚜렷한 방향성을 나타내지 않았으며, 낙조시에는 모든 수층에서 전반적으로 동쪽~동남동 방향의 흐름이 우세하게 나타남

<표 II-37> 정점 PC-1의 유속/유향 출현율

(단위 : %)

관측층	유향 유속 (cm/sec)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	합계
표층	0~10	4.6	4.6	4.0	4.0	2.7	1.6	2.0	2.0	2.0	2.9	4.2	4.5	4.2	4.0	3.4	3.3	54.0
	10~20	2.0	4.8	6.2	2.9	0.9	0.6	0.8	0.1	0.1	0.8	3.1	3.6	5.2	4.5	2.0	1.3	38.7
	20~30	0.0	0.4	1.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.2	0.9	0.1	0.0	6.4
	30~40	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.9
	40~50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	50~60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	합계	6.6	9.7	12.5	7.2	3.6	2.2	2.8	2.1	2.1	3.7	7.3	8.8	11.7	9.5	5.5	4.6	100.0
중층	0~10	4.4	6.4	6.3	3.5	2.3	2.0	1.7	1.6	1.9	2.5	3.8	5.7	5.5	5.5	4.1	3.7	60.9
	10~20	1.8	5.8	7.5	2.4	0.5	0.5	0.3	0.1	0.0	0.4	1.8	3.7	4.6	3.6	1.1	0.8	34.8
	20~30	0.0	0.5	2.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.4	0.3	0.0	0.0	3.7
	30~40	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
	40~50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	50~60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	합계	6.3	12.7	16.5	6.0	2.8	2.6	2.1	1.7	1.9	2.9	5.6	9.5	10.4	9.4	5.3	4.5	100.0
저층	0~10	5.6	5.6	6.5	6.1	3.7	3.8	2.6	2.8	2.6	3.0	2.8	4.3	4.4	4.2	4.1	4.9	67.1
	10~20	2.8	6.4	8.1	3.0	1.4	1.6	0.6	0.3	0.1	1.0	1.4	0.8	0.4	1.1	0.4	0.4	29.9
	20~30	0.0	1.1	1.6	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1
	30~40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	40~50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	50~60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	합계	8.5	13.1	16.2	9.4	5.1	5.6	3.2	3.0	2.7	4.0	4.3	5.1	4.9	5.3	4.5	5.3	100.0

<표 II-38> 정점 PC-2의 유속/유향 출현율

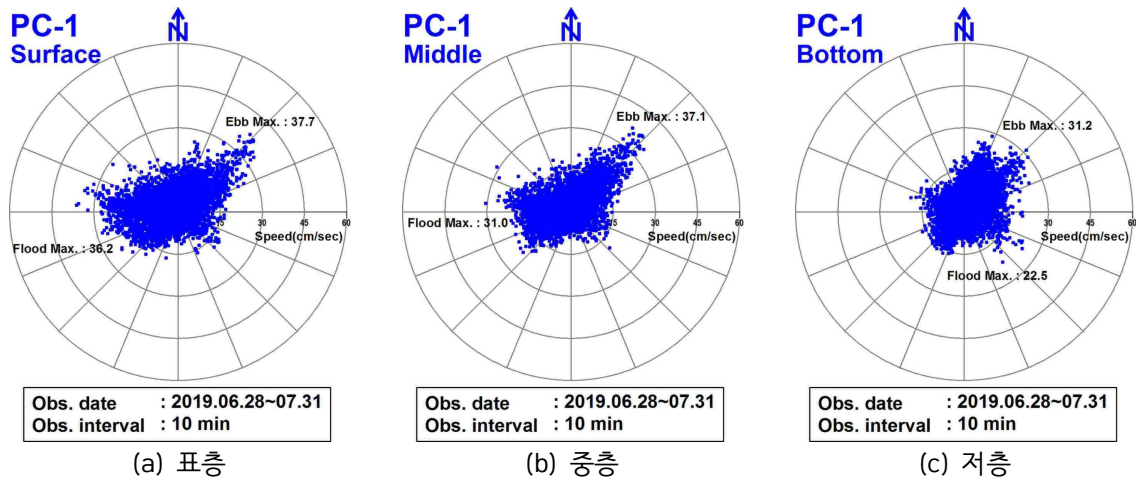
(단위 : %)

관측층	유향 유속 (cm/sec)	유향																합계
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
표층	0~10	2.0	2.4	2.9	4.9	6.8	5.6	3.2	2.8	1.9	1.8	1.7	2.0	2.3	2.8	3.0	2.5	48.6
	10~20	0.8	0.9	0.9	3.8	9.7	12.5	6.0	1.2	0.8	0.4	0.3	0.8	1.0	1.2	3.2	2.3	45.7
	20~30	0.0	0.0	0.0	0.4	0.7	2.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.8	0.6	5.5
	30~40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2
	40~50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	50~60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	합계	2.9	3.3	3.8	9.0	17.2	20.2	9.9	4.1	2.7	2.2	2.0	2.8	3.5	4.0	7.1	5.5	100.0
중층	0~10	4.0	4.3	4.9	7.6	9.5	6.8	3.0	1.6	0.9	1.1	1.0	1.6	2.6	2.5	3.8	3.9	58.9
	10~20	1.6	0.6	0.5	4.4	13.5	8.9	2.6	0.4	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.6	1.1	1.9	36.4
	20~30	0.0	0.0	0.0	0.2	3.2	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	4.8
	30~40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	40~50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	50~60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	합계	5.7	4.9	5.4	12.2	26.2	16.4	5.6	2.0	0.9	1.1	1.0	1.6	2.8	3.0	5.0	6.3	100.0
저층	0~10	4.8	4.8	5.3	5.9	9.2	8.5	5.4	3.0	1.2	1.2	1.5	1.2	1.5	1.8	2.9	4.6	62.8
	10~20	1.6	0.8	1.4	4.8	10.7	7.9	3.7	0.5	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6	1.2	33.8
	20~30	0.1	0.0	0.0	0.4	2.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	3.3
	30~40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	40~50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	50~60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	합계	6.4	5.6	6.7	11.1	22.2	16.7	9.3	3.5	1.2	1.4	1.6	1.4	1.6	1.9	3.5	6.1	100.0

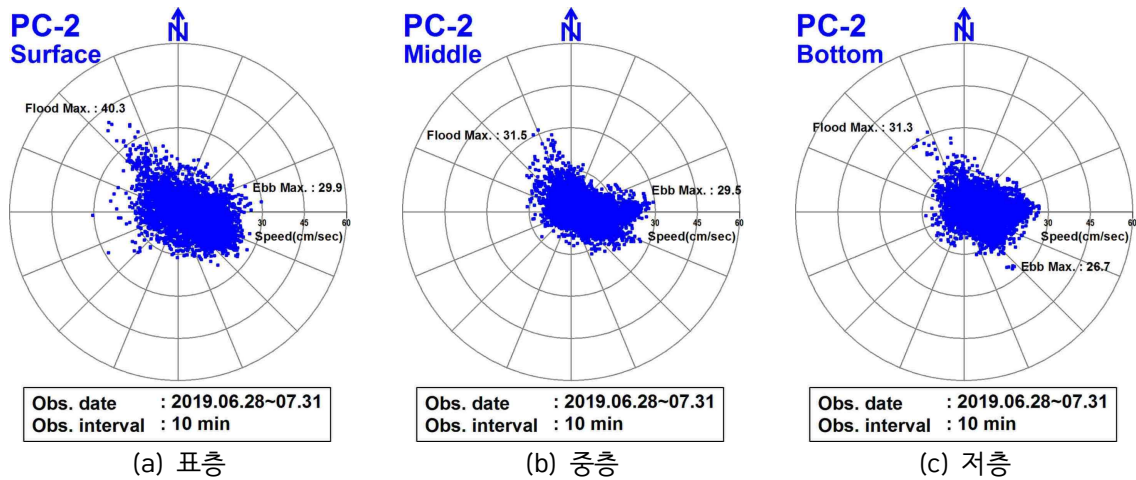
<표 II-39> 정점 PC-3의 유속/유향 출현율

(단위 : %)

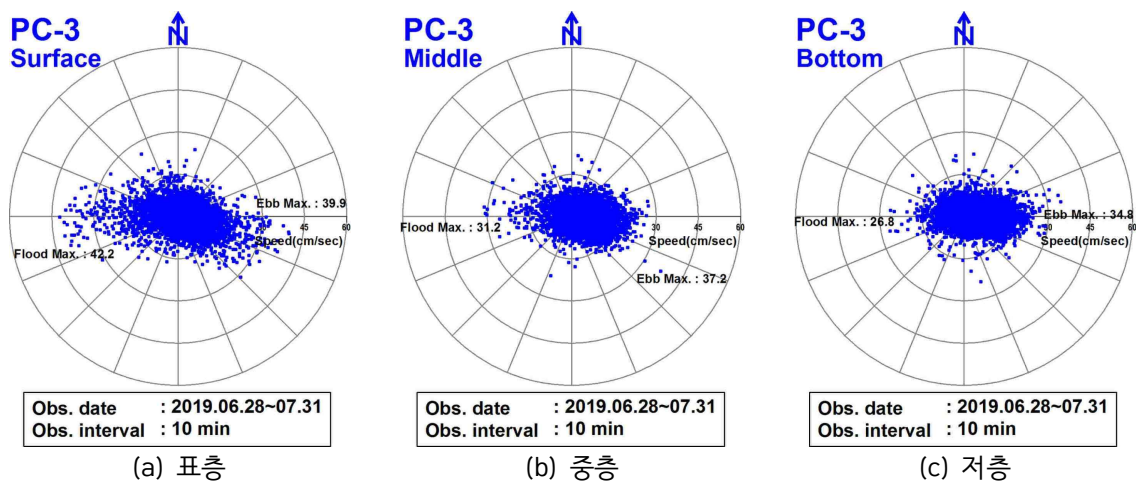
관측층	유향 유속 (cm/sec)	유향																합계
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
표층	0~10	2.9	3.1	3.8	5.3	8.0	8.6	6.9	4.7	3.4	2.4	3.0	3.8	4.1	3.6	3.6	3.4	70.5
	10~20	0.5	0.3	0.6	1.1	4.0	5.8	2.6	0.8	0.2	0.3	0.4	1.4	2.4	2.1	1.0	0.5	23.9
	20~30	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9	1.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.0	0.5	0.1	0.0	4.3
	30~40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	0.1	0.0	0.0	1.3
	40~50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
	50~60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	합계	3.5	3.4	4.4	6.5	13.1	15.7	9.9	5.5	3.6	2.7	3.4	5.6	8.0	6.3	4.7	3.9	100.0
중층	0~10	3.1	3.2	4.8	8.4	11.1	10.3	5.5	3.5	3.1	2.7	2.1	2.4	3.0	3.1	2.6	3.3	72.1
	10~20	0.1	0.3	1.0	3.9	8.8	6.3	2.0	0.4	0.1	0.1	0.1	0.6	0.8	1.0	0.5	0.2	26.2
	20~30	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	1.5
	30~40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2
	40~50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	50~60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	합계	3.2	3.5	5.8	12.4	20.6	17.0	7.5	3.9	3.2	2.8	2.2	3.0	4.1	4.2	3.1	3.5	100.0
저층	0~10	3.0	3.4	5.4	9.0	10.7	10.3	5.6	2.9	2.3	1.3	2.2	2.8	3.8	3.1	2.5	2.8	71.1
	10~20	0.3	0.4	0.9	5.4	9.6	5.3	1.4	0.3	0.1	0.2	0.2	0.5	1.2	0.5	0.5	0.2	26.5
	20~30	0.1	0.0	0.0	0.2	1.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	2.4
	30~40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
	40~50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	50~60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	합계	3.3	3.7	6.3	14.6	21.8	15.9	7.0	3.2	2.3	1.4	2.3	3.3	5.1	3.6	3.0	3.0	100.0



<그림 II-1> 정점 PC-1의 조류분산도



<그림 II-35> 정점 PC-2의 조류분산도



<그림 II-36> 정점 PC-3의 조류분산도

(나) 통계분석

- 각 정점에서 최강유속과 유속 통계분석 결과를 <표 II-9>에 제시하였고, 최강 유속, 상위 5%, 상위 10%, 상위 50% 및 평균유속에 대해 창조 및 낙조시로 구분하여 정리하였음
- 정점 PC-1의 경우 최강유속은 창조시 표·중·저층에서 각각 36.2cm/sec, 31.0cm/sec, 22.5cm/sec, 낙조시 표·중·저층에서 각각 37.7cm/sec, 37.1cm/sec, 31.2cm/sec로 나타났고, 평균유속은 창조시 각 수층별로 10.5cm/sec, 8.7cm/sec, 6.5cm/sec, 낙조시 각 수층별로 10.1cm/sec, 9.9cm/sec, 9.5cm/sec로 표층에서는 조시별로 유사한 최강유속과 평균유속을 나타내었으며, 중층과 저층에서는 낙조시에 다소 강한 최강유속 및 평균유속을 나타내었음
- 정점 PC-2에서의 최강유속은 창조시 표층 및 중층 그리고 저층에서 각각 40.3cm/sec, 31.5cm/sec, 31.3cm/sec, 낙조시 표·중·저층에서 29.9cm/sec, 29.5cm/sec, 26.7cm/sec, 평균유속은 창조시 각 수층별로 9.4cm/sec, 7.3cm/sec, 6.6cm/sec, 낙조시 각 수층별로 11.1cm/sec, 10.1cm/sec, 9.5cm/sec로 최강유속은 창조시에 다소 강하게 나타난 반면, 평균유속은 낙조시에 상대적으로 크게 나타남
- 정점 PC-3의 최강유속은 창조시 표·중·저층에서 각각 42.2cm/sec, 31.2cm/sec, 26.8cm/sec, 낙조시 표·중·저층에서 각각 39.9cm/sec, 37.2cm/sec, 34.8cm/sec로 나타났고, 평균유속은 창조시 표·중·저층에서 8.4cm/sec, 6.3cm/sec, 6.2cm/sec, 낙조시 표·중·저층에서 8.4cm/sec, 8.4cm/sec, 8.6cm/sec로 창·낙조류의 최강유속과 평균유속 모두 수층별로 다소 다른 분포를 보였음

<표 II-40> 유속 통계분석 결과

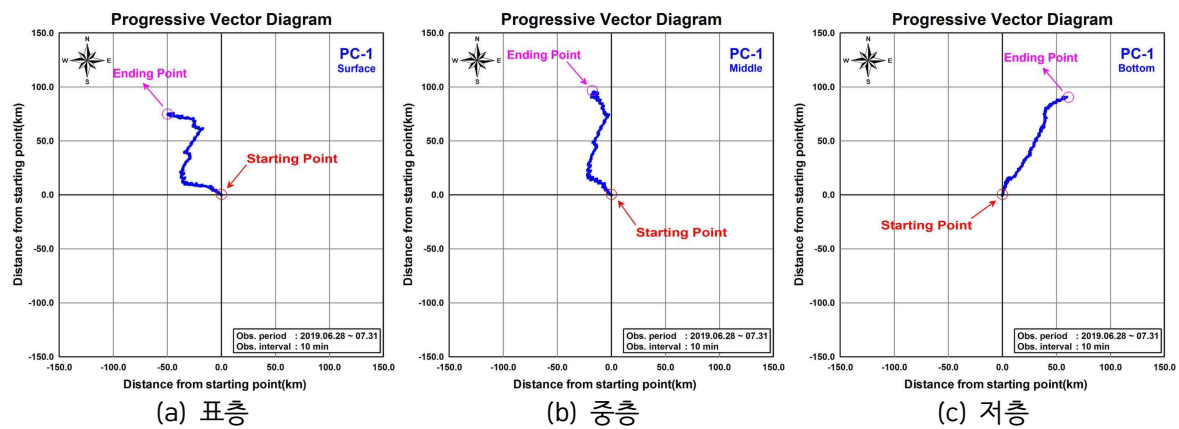
정점	관측기간	관측층	조시	유속(cm/sec)				
				최강	상위 5%	상위 10%	상위 50%	평균
PC-1	2019.06.28~07.31	표층	창조	36.20	22.50	19.00	9.40	10.49
			낙조	37.70	21.30	17.60	9.20	10.14
		중층	창조	31.00	17.90	15.70	7.80	8.69
			낙조	37.10	21.30	17.70	8.90	9.87
		저층	창조	22.50	13.10	11.60	6.00	6.50
			낙조	31.20	19.60	16.40	8.70	9.44
PC-2		표층	창조	40.30	21.50	17.10	8.40	9.36
			낙조	29.90	20.20	18.30	11.00	11.10
		중층	창조	31.50	15.90	13.90	6.30	7.34
			낙조	29.50	20.20	17.90	9.40	10.13
		저층	창조	31.30	15.30	12.40	5.70	6.61
			낙조	26.70	19.20	16.70	8.80	9.52
PC-3		표층	창조	42.18	23.23	17.31	6.27	8.43
			낙조	39.92	19.57	15.29	7.08	8.38
		중층	창조	31.21	15.97	11.89	5.16	6.27
			낙조	37.15	16.65	14.68	7.65	8.35
		저층	창조	26.79	14.02	11.32	5.54	6.19
			낙조	34.80	17.76	15.40	7.73	8.57

(다) 잔차류

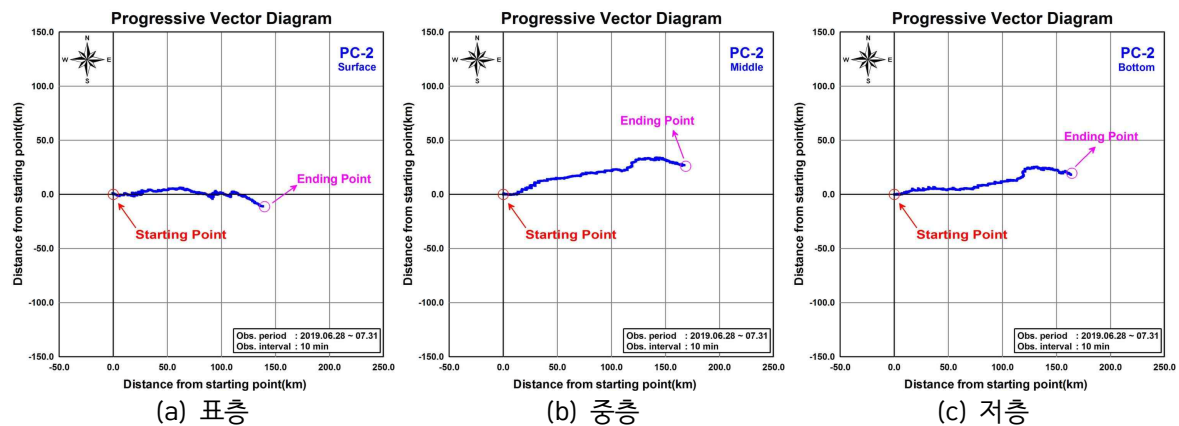
- 잔차류는 장기적인 물질분포를 결정하는 중요한 요소로 잔차류의 유향 및 유속을 제시하였고, 관측기간 동안의 조류 진행벡터도를 제시하였음
- 정점 PC-1에서의 잔차류 분석결과, 잔차류 유속은 표·중·저층에서 각각 3.1cm/sec, 3.4cm/sec, 3.8cm/sec로 정점간 유사하게 나타났고, 유향은 각각 327.3°, 350.6°, 33.4°로 분석되어 표·중·저층에서 북서, 북쪽 및 북동 방향으로 진행되는 것으로 나타남
- 정점 PC-2에서의 잔차류는 표·중·저층에서 유속은 각각 4.8cm/sec, 5.9cm/sec, 5.7cm/sec, 유향은 94.6°, 80.9°, 83.6°로 모든 수층에서 동쪽 방향으로 진행되는 것으로 나타남
- 정점 PC-3에서의 잔차류는 표층에서 유속 1.8cm/sec, 유향은 114.4°, 중층에서 유속 4.2cm/sec, 유향은 92.7°, 저층에서 유속 4.5cm/sec, 유향은 87.8°로 표·중·저층에서 다소 다른 잔차류 유속 및 유향 분포를 나타냈음

<표 II-41> 잔차류 유속 및 유향

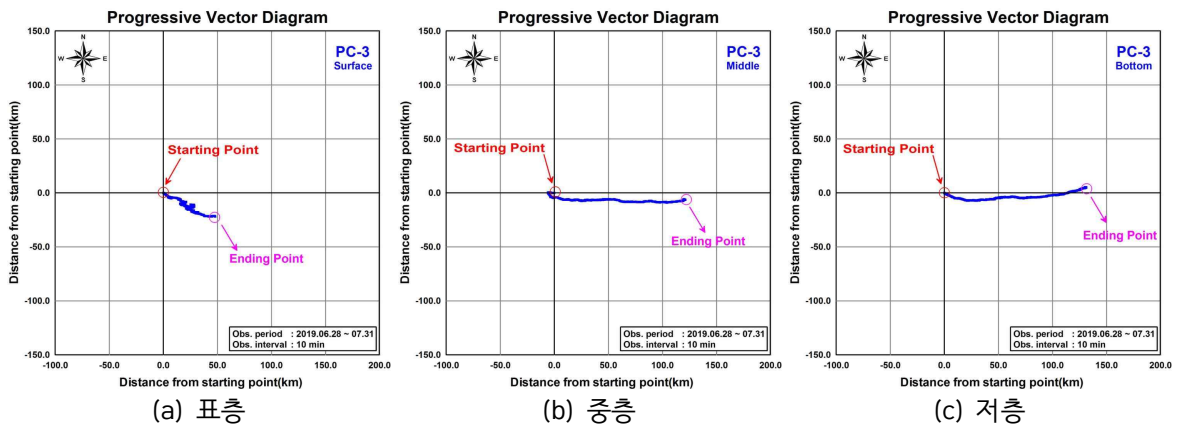
정점	관측기간	관측층	이동거리 (km)	누적이동거리 (km)	잔차류 유속 (cm/sec)	잔차류 유향 (°)
PC-1	2019.06.28~07.31	표층	89.62	273.40	3.10	327.27
		중층	97.11	248.51	3.36	350.56
		저층	108.62	224.97	3.75	33.44
PC-2		표층	138.82	282.95	4.80	94.57
		중층	169.60	248.99	5.86	80.86
		저층	164.43	233.76	5.68	83.64
PC-3		표층	52.64	224.41	1.82	114.43
		중층	120.42	208.91	4.16	92.72
		저층	131.44	215.48	4.54	87.77



<그림 II-37> 정점 PC-1의 조류 진행벡터도



<그림 II-38> 정점 PC-2의 조류 진행벡터도



<그림 II-39> 정점 PC-3의 조류 진행벡터도

(라) 조류 조화분석

- 정점 PC-1의 표층과 중층 및 저층에서 M_2 분조의 크기는 전체의 약 16.1~18.3% 정도를 차지하고 있고, 주요 4대분조인 M_2 , S_2 , K_1 , O_1 분조의 합은 약 37.0~40.8% 정도로 나타났으며, M_2 분조와 S_2 분조의 합은 전체의 약 23.7~24.9% 정도를 차지하였음
- 정점 PC-2의 표·중·저층에서 M_2 분조의 크기는 전체의 약 18.1~20.0% 정도를 차지하였고, 주요 4대분조인 M_2 , S_2 , K_1 , O_1 분조의 합은 약 36.2~38.3% 정도를 차지하였으며, M_2 분조와 S_2 분조의 합은 전체의 약 24.6~26.6% 정도를 차지하고 있었음
- 정점 PC-3의 경우, 표·중·저층에서 M_2 분조의 크기는 전체의 약 4.5~11.2% 정도를 차지하고 있고, 주요 4대분조인 M_2 , S_2 , K_1 , O_1 분조의 합은 약 19.2~29.3% 정도로 나타났으며, M_2 분조와 S_2 분조의 합은 전체의 약 8.3~17.0% 정도를 차지하는 것으로 나타남

<표 II-42> 정점 PC-1 주요 분조의 조류 조화상수

Layer	No.	Name	Major (cm/sec)	Minor (cm/sec)	INC (°)	G (°)	U-Amp. (cm/sec)	V-Amp. (cm/sec)	U-Phase (°)	V-Phase (°)
Surface	1	Z ₀	3.0	0.0	115.0	360.0	1.3	2.7	180.0	360.0
	2	M _{sf}	1.5	-0.3	179.6	85.2	1.5	0.3	265.1	173.1
	3	O ₁	1.8	0.2	42.5	78.5	1.3	1.2	73.5	84.5
	4	K ₁	4.3	-0.6	35.7	146.3	3.5	2.5	152.3	134.7
	5	N ₂	1.6	-0.1	71.6	220.9	0.5	1.5	235.7	219.2
	6	M ₂	7.5	-1.9	30.3	253.9	6.6	4.1	262.3	230.4
	7	S ₂	3.6	-0.7	38.5	274.7	2.9	2.3	283.9	260.3
Middle	1	Z ₀	3.4	0.0	95.1	360.0	0.3	3.4	180.0	360.0
	2	M _{sf}	1.3	0.0	155.6	77.4	1.2	0.5	256.8	80.5
	3	O ₁	1.9	0.2	49.4	95.9	1.3	1.5	87.7	101.9
	4	K ₁	4.4	0.2	43.8	148.7	3.2	3.1	146.3	151.3
	5	N ₂	1.1	-0.4	75.8	212.2	0.5	1.1	264.4	207.5
	6	M ₂	7.3	-1.6	32.9	254.2	6.2	4.2	262.5	235.1
	7	S ₂	2.8	-0.5	39.3	280.9	2.2	1.8	288.3	269.8
Bottom	1	Z ₀	3.7	0.0	58.0	360.0	2.0	3.2	360.0	360.0
	2	M _{sf}	0.5	-0.2	89.7	93.2	0.2	0.5	182.4	93.0
	3	O ₁	1.6	0.0	71.7	116.2	0.5	1.5	117.6	116.1
	4	K ₁	4.1	0.6	65.2	150.6	1.8	3.7	134.0	154.2
	5	N ₂	1.1	-0.2	150.8	41.3	1.0	0.6	216.1	57.4
	6	M ₂	6.1	0.1	35.3	246.3	5.0	3.5	245.7	247.7
	7	S ₂	1.8	0.2	29.5	272.8	1.6	0.9	268.6	285.5

<표 II-12> 정점 PC-2 주요 분조의 조류 조화상수

Layer	No.	Name	Major (cm/sec)	Minor (cm/sec)	INC (°)	G (°)	U-Amp. (cm/sec)	V-Amp. (cm/sec)	U-Phase (°)	V-Phase (°)
Surface	1	Z ₀	4.4	0.0	177.0	180.0	4.4	0.2	360.0	180.0
	2	M _{sf}	1.6	-0.7	145.6	93.7	1.4	1.1	256.3	127.3
	3	O ₁	1.2	0.1	148.5	287.6	1.0	0.6	111.1	278.4
	4	K ₁	2.7	-0.9	144.0	323.7	2.2	1.7	129.9	348.7
	5	N ₂	1.6	-0.4	165.8	82.5	1.6	0.6	258.8	128.4
	6	M ₂	7.7	-0.4	159.6	43.3	7.2	2.7	222.3	50.3
	7	S ₂	3.0	-0.4	165.4	70.0	2.9	0.9	247.9	99.2
Middle	1	Z ₀	5.6	0.0	9.8	360.0	5.5	1.0	360.0	360.0
	2	M _{sf}	1.5	0.1	55.7	75.8	0.9	1.3	71.8	77.7
	3	O ₁	1.4	-0.3	172.3	268.1	1.4	0.3	86.6	322.3
	4	K ₁	2.7	0.4	174.5	311.6	2.7	0.5	132.4	253.8
	5	N ₂	1.5	-0.8	135.1	92.8	1.2	1.2	245.6	120.3
	6	M ₂	7.0	-0.8	160.2	52.1	6.6	2.5	229.8	69.5
	7	S ₂	2.3	-0.3	164.5	88.4	2.2	0.7	266.2	115.0
Bottom	1	Z ₀	5.4	0.0	8.2	360.0	5.3	0.8	360.0	360.0
	2	M _{sf}	1.6	-0.1	26.7	65.4	1.4	0.7	66.8	59.7
	3	O ₁	1.6	0.0	18.7	112.0	1.5	0.5	111.5	116.9
	4	K ₁	2.9	0.8	9.2	140.2	2.9	0.9	137.8	198.9
	5	N ₂	1.2	-0.5	131.8	63.7	0.9	0.9	217.5	85.1
	6	M ₂	6.1	-0.5	155.2	51.2	5.5	2.6	229.1	60.9
	7	S ₂	2.2	-0.1	157.5	93.6	2.0	0.8	272.3	101.5

<표 II-44> 정점 PC-3 주요 분조의 조류 조화상수

Layer	No.	Name	Major (cm/sec)	Minor (cm/sec)	INC (°)	G (°)	U-Amp. (cm/sec)	V-Amp. (cm/sec)	U-Phase (°)	V-Phase (°)
Surface	1	Z ₀	1.3	0.0	153.9	180.0	1.2	0.6	360.0	180.0
	2	M _{sf}	0.6	-0.4	38.3	279.7	0.6	0.5	307.6	239.4
	3	O ₁	3.6	0.2	1.4	128.2	3.6	0.2	128.1	193.0
	4	K ₁	5.2	-0.1	163.4	39.6	5.0	1.5	219.4	41.7
	5	N ₂	1.7	-0.1	169.7	189.6	1.7	0.3	8.8	211.8
	6	M ₂	1.9	-0.1	177.2	350.2	1.9	0.2	170.0	47.7
	7	S ₂	1.6	0.9	157.8	339.2	1.5	1.0	171.3	287.1
Middle	1	Z ₀	4.0	0.0	178.0	180.0	4.0	0.1	360.0	180.0
	2	M _{sf}	1.4	0.2	176.6	263.3	1.4	0.2	83.8	196.2
	3	O ₁	0.8	0.2	164.9	166.7	0.8	0.3	349.6	131.4
	4	K ₁	0.9	-0.2	169.9	319.5	0.9	0.2	137.7	4.2
	5	N ₂	1.0	-0.1	1.9	310.3	1.0	0.1	310.6	234.1
	6	M ₂	2.0	0.1	173.6	4.5	2.0	0.2	184.8	344.4
	7	S ₂	0.9	0.4	164.4	55.2	0.9	0.4	242.0	358.2
Bottom	1	Z ₀	4.0	0.0	2.1	360.0	4.0	0.2	360.0	360.0
	2	M _{sf}	0.7	0.4	168.0	243.0	0.7	0.4	69.7	174.1
	3	O ₁	0.3	0.1	0.4	12.3	0.3	0.1	12.2	100.9
	4	K ₁	0.7	0.1	4.2	139.0	0.7	0.1	138.2	205.5
	5	N ₂	1.3	-0.1	175.7	149.8	1.3	0.1	329.4	196.1
	6	M ₂	2.3	-0.1	164.1	356.6	2.2	0.6	175.9	4.8
	7	S ₂	1.2	0.2	161.8	17.8	1.1	0.4	200.4	355.5

다) 층별연속수온

(1) 관측 개요

- 수영만 인근해역 수온의 시간적 변화를 파악하기 위하여 3개 정점의 표층($h_{2/10}$), 중층($h_{5/10}$) 및 저층($h_{8/10}$)에 수온계(Solo-T)를 설치하고, 2019년 6월 28일 ~ 7월 31일에 걸쳐 매 10분 간격으로 연속관측을 실시하였음

<표 II-45> 층별연속수온 관측 개요

관측정점	경위도	관측기간	관측층	관측장비
T-1	N 35° 08' 43" E 129° 07' 51"	2019년 6월 28일~7월 31일	표층 중층 저층	Solo-T
T-2	N 35° 09' 00" E 129° 08' 16"			
T-3	N 35° 09' 12" E 129° 08' 36"			

<표 II-46> 수온계의 제원

장비	Sensor	범위	정밀도	분석도(분해능)	제작사
Solo-T	수온	-5~+35°C	±0.002°C	< 0.00005°C	Richard Brancker Research Ltd.

(2) 관측 결과

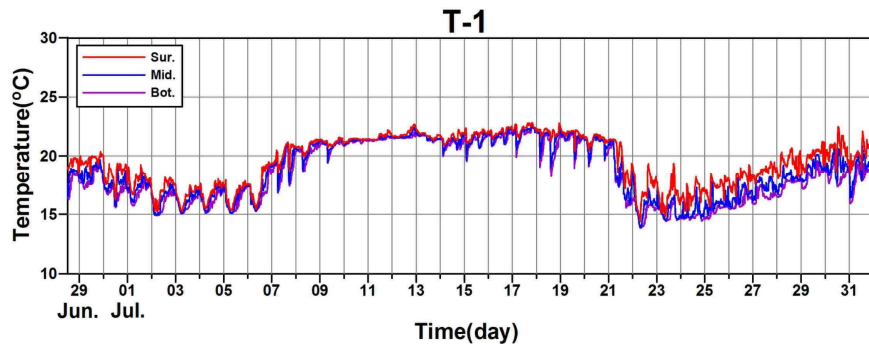
- 연속수온 관측 결과 정점 T-1의 표층에서는 평균 19.61°C, 14.43 ~ 22.82°C의 범위로 나타났고, 중층에서는 평균 18.88°C, 13.90 ~ 22.64°C의 범위, 저층에서는 평균 18.46°C, 13.86 ~ 22.62°C의 범위로 나타났으며, 표층 수온에서 저층 수온을 뺀 표층과 저층의 수온차는 평균 1.15°C, -0.12 ~ 5.07°C의 범위로 나타났음
- 정점 T-2의 표층에서는 평균 19.61°C, 13.86 ~ 23.51°C의 범위, 중층에서는 평균 18.65°C, 13.49 ~ 23.22°C의 범위, 저층에서는 평균 18.15°C, 13.48 ~ 22.42°C의 범위로 나타났고, 표층과 저층의 수온차는 평균 1.45°C, -0.13 ~ 5.64°C의 범위로 나타났음
- 정점 T-3의 표층에서는 평균 19.69°C, 14.08 ~ 23.02°C의 범위, 중층에서는 평균 18.78°C, 13.51 ~ 22.46°C의 범위, 저층에서는 평균 18.16°C, 13.44 ~ 22.33°C의 범위로 나타났고, 표·저층의 수온차는 평균 1.53°C, -0.26 ~ 5.51°C의 범위로 나타남

- 전반적으로 정점간 유사한 평균수온 및 수온 분포 범위를 나타내었음

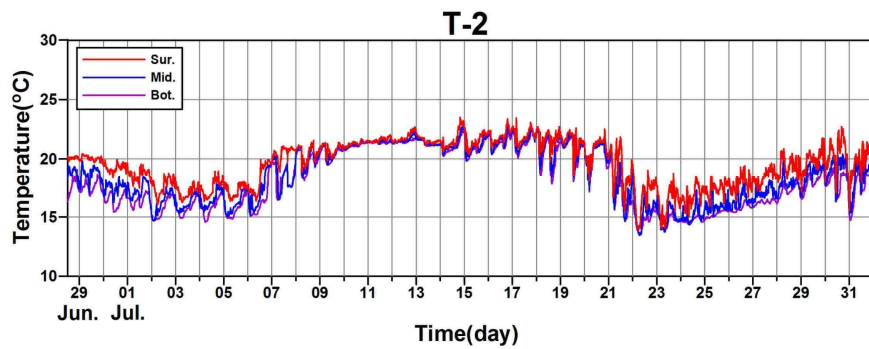
<표 II-47> 층별연속수온 관측 결과

(단위 : °C)

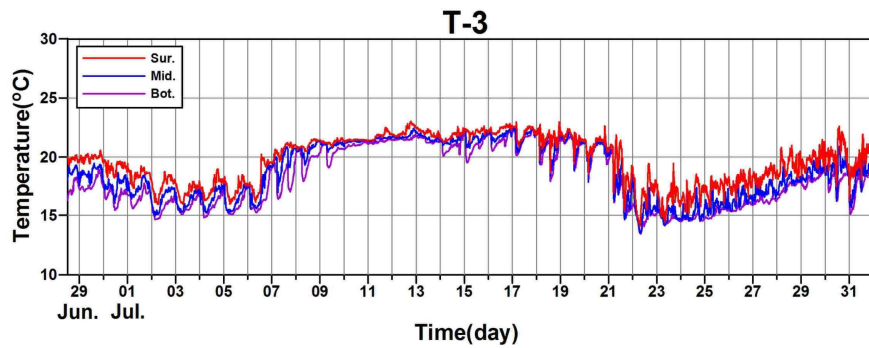
구분	T-1				T-2				T-3			
	표층	중층	저층	수온차	표층	중층	저층	수온차	표층	중층	저층	수온차
최소 수온	14.43	13.90	13.86	-0.12	13.86	13.49	13.48	-0.13	14.08	13.51	13.44	-0.26
최대 수온	22.82	22.64	22.62	5.07	23.51	23.22	22.42	5.64	23.02	22.46	22.33	5.51
평균 수온	19.61	18.88	18.46	1.15	19.61	18.65	18.15	1.45	19.69	18.78	18.16	1.53



(a) T-1



(b) T-2



(c) T-3

<그림 II-40> 연속수온 관측 결과

라) 층별연속염분

(1) 관측 개요

- 수영만 인근해역 염분의 시간적 변화를 파악하기 위하여 3개 정점의 표층($h_{2/10}$), 중층($h_{5/10}$) 및 저층($h_{8/10}$)에 염분계를 설치하고, 2019년 6월 28일~7월 31일에 걸쳐 매 10분 간격으로 연속관측을 실시하였음

<표 II-48> 층별연속염분 관측 개요

관측정점	경위도	관측기간	관측층	비고
S-1	N 35° 08' 43" E 129° 07' 51"	2019년 6월 28일~7월 31일	표층 중층 저층	-
S-2	N 35° 09' 00" E 129° 08' 16"			
S-3	N 35° 09' 12" E 129° 08' 36"			

<표 II-49> 염분계의 제원

장비	Sensor	범위	제작사
Odyssey Conductivity & Temperature Logger	염분	3~80mS/cm	Odyssey

(2) 관측 결과

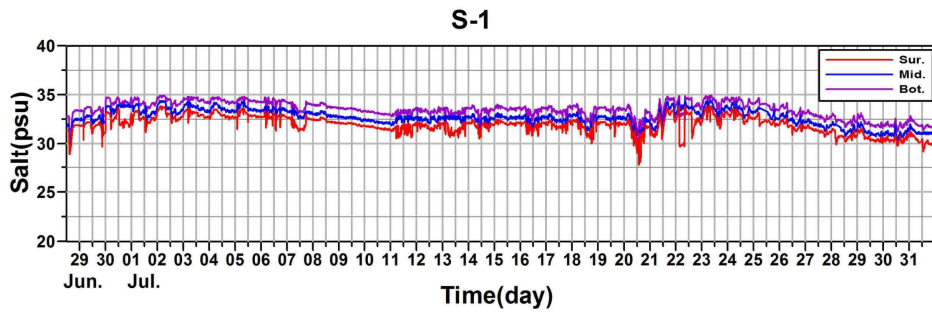
- 연속염분 관측 결과, 정점 S-1의 표층에서는 평균 31.95psu, 27.74~33.86psu의 범위로 나타났고, 중층에서는 평균 32.68psu, 29.78~34.41psu의 범위, 저층에서는 평균 33.50psu, 30.14~34.95psu의 범위로 나타났으며, 저층 염분에서 표층 염분을 뺀 표층과 저층의 염분차는 평균 1.55psu, 0.47~3.39psu의 범위로 나타났음
- 정점 S-2의 표층에서는 평균 31.01psu, 21.18~32.84psu의 범위, 중층에서는 평균 32.02psu, 26.36~33.68psu의 범위, 저층에서는 평균 33.03psu, 28.99~34.31psu의 범위로 나타났으며, 표층과 저층의 염분차는 평균 2.02psu, -1.11~9.74psu의 범위로 나타났음
- 정점 S-3의 경우, 표층에서는 평균 31.99psu, 26.82~33.91psu의 범위, 중층에서는 평균 32.79psu, 28.77~34.68psu의 범위, 저층에서는 평균 33.31psu, 29.52~35.22psu의 범위로 나타났고, 표·저층의 염분차는 평균 1.33psu, 0.89~2.91psu의 범위로 나타났음

- 수영강 하류 전면의 S-2 정점에서 상대적으로 낮은 평균염분을 나타내었고, 염분농도 변동 범위 또한 넓게 나타났음

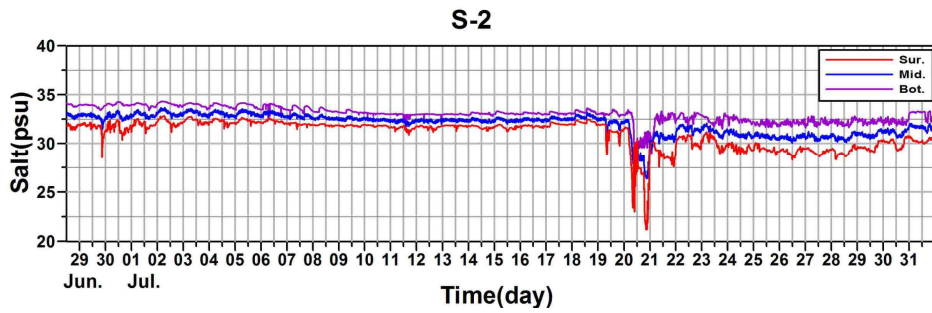
<표 II-50> 층별연속염분 관측 결과

(단위 : psu)

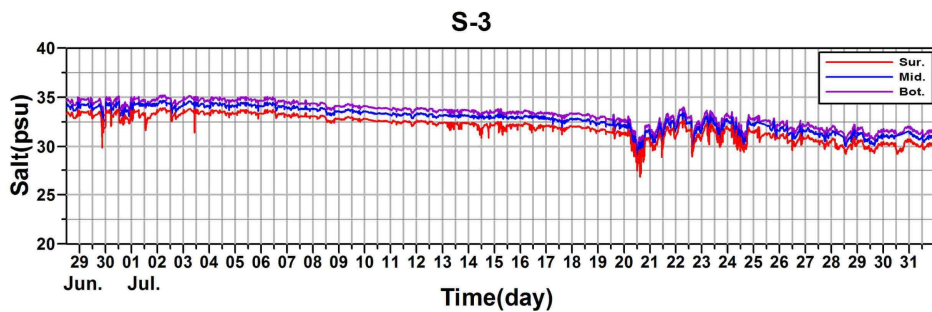
구분	S-1				S-2				S-3			
	표층	중층	저층	염분차	표층	중층	저층	염분차	표층	중층	저층	염분차
최소 염분	27.74	29.78	30.14	0.47	21.18	26.36	28.99	-1.11	26.82	28.77	29.52	0.89
최대 염분	33.86	34.41	34.95	3.39	32.84	33.68	34.31	9.74	33.91	34.68	35.22	2.91
평균 염분	31.95	32.68	33.50	1.55	31.01	32.02	33.03	2.02	31.99	32.79	33.31	1.33



(a) S-1



(b) S-2



(c) S-3

<그림 II-41> 연속염분 관측 결과

마) 수온·염분 공간조사

(1) 관측 개요

- 수영만 인근해역 일대에서 공간적인 수온, 염분의 공간적인 분포 특성을 파악하기 위하여 41개 정점에서 2019년 7월 1일(누적 강수량 91.2mm) 창조 및 낙조시에 CTD 조사를 수행하였음
- 관측 및 분석방법
 - CTD의 수온, 염분 센서를 표층 해수에서 충분히 안정화시킨 후, 해저면 부근까지 일정한 속도로 서서히 하강시켜 측정하였음
 - 각 정점별로 표층, 중층 및 저층으로 구분하였는데, 표층은 수면에서 수면하 1.0m까지의 data를 평균하였고, 중층은 전체 수심의 1/2 지점에서 $\pm 0.5\text{m}$ 의 data, 저층은 해저면에서 1.0m까지의 data를 평균한 값을 취하였음

<표 II-51> OceanSeven 304 CTD의 제원

장비	Sensor	범위	정밀도	분석도	제작사
OceanSeven 304 CTD	압력	0~1,000dbar	0.05% F.S	0.0015% F.S	Idronaut
	수온	-5~+35°C	$\pm 0.002^\circ\text{C}$	$< 0.00005^\circ\text{C}$	
	전기전도도	0~70mS/cm	0.005mS/cm	0.001mS/cm	

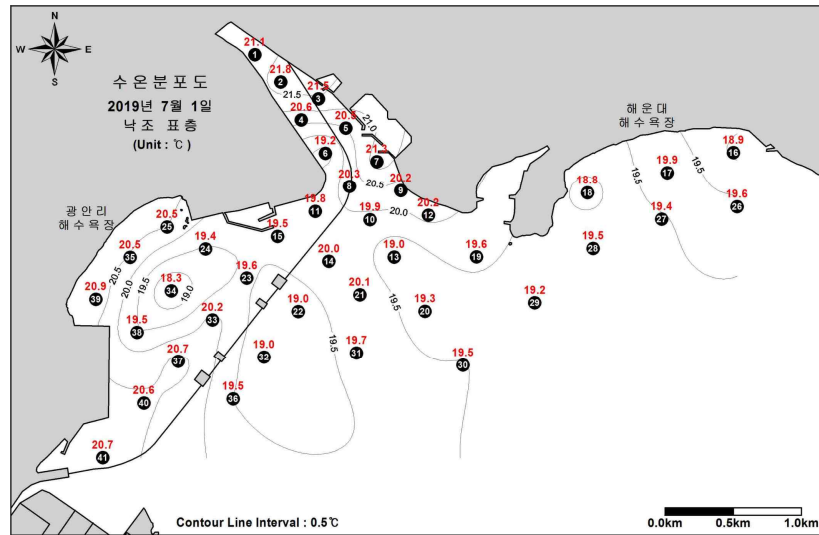
(2) 관측 결과

- 2019년 7월 1일 관측된 수온과 염분의 수심별 분포 특성을 보면(부록 참조) 수온의 경우, 대부분 정점에서 표층에서 저층으로 갈수록 수온이 완만하게 감소하는 경향을 보였고, 염분의 경우 수영강에서 유입된 담수의 영향으로 낙조시에는 수영강 하류 및 광안리 해수욕장 전면 일부 정점에서만 급격한 연직 염분변화를 보인 반면, 창조시에는 수영강 하류를 비롯하여 광안대교에서 광안리 해수욕장에 이르기까지 넓은 범위에서 염분변화가 크게 나타났음
- 낙조시 수온 분포 범위는 표층은 18.32(TS-34)~21.83(TS-02)°C, 평균 19.92°C, 중층은 17.09(TS-36)~19.95(TS-02)°C, 평균 18.13°C, 저층은 15.82(TS-36)~18.72(TS-39)°C, 평균 17.20°C로 나타남
- 창조시 표층에서는 18.88(TS-31)~21.42(TS-01)°C, 평균 19.89°C, 중층에서는 18.20(TS-29)~19.94(TS-01)°C, 평균 18.86°C, 저층은 16.42(TS -22)~19.18(TS-16)°C, 평균 17.67°C로 나타남

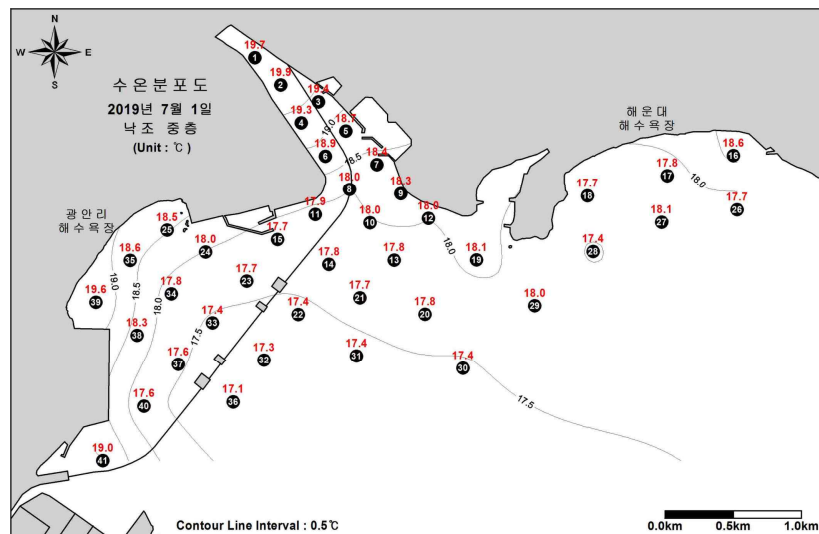
- 수온의 공간분포를 살펴보면 낙조시와 창조시 모두 표층에서는 담수유입의 영향으로 수영강 내측 및 광안리 인근에서 상대적으로 높은 수온을 나타내었고, 중층과 저층에서는 연안측 정점에서 전반적으로 높은 수온 분포를 보였음
- 낙조시 염분 분포 범위는 표층에서 21.25(TS-01)~33.12(TS-18)psu, 평균 29.65psu, 중층은 29.35(TS-02)~33.76(TS-36)psu, 평균 32.98psu, 저층은 32.90(TS-01)~34.09(TS-36)psu, 평균 33.67psu로 나타남
- 창조시 염분 분포 범위는 표층에서 13.66(TS-01)~32.81(TS-31)psu, 평균 29.05psu, 중층은 28.16(TS-03)~33.19(TS-22)psu, 평균 32.28psu, 저층은 32.22(TS-06)~33.89(TS-36)psu, 평균 33.41psu로 나타남
- 염분의 공간분포를 살펴보면 낙조시 표층에서는 수영교를 기준으로 외해방향으로 약 2km 및 광안리 해수욕장 전면에서 30psu 이하의 낮은 염분농도를 나타내었고, 중층과 저층에서는 외해로 진행할수록 완만하게 염분농도가 증가하는 것으로 나타남
- 창조시의 경우, 표층에서는 수영교를 기준으로 외해방향으로 약 2.4km 및 광안리, 남천동, 광안대교까지 30psu 이하의 낮은 염분농도를 나타내었고, 중층에서는 수영강 내측에서 상대적으로 낮은 염분분포를 보였으며, 저층에서는 연안측 일부 정점을 제외한 대부분의 정점에서 33psu 이상의 염분농도를 보였음

<표 II-52> 7월 1일(누적 강수량 91.2mm) 공간 수온 관측 결과

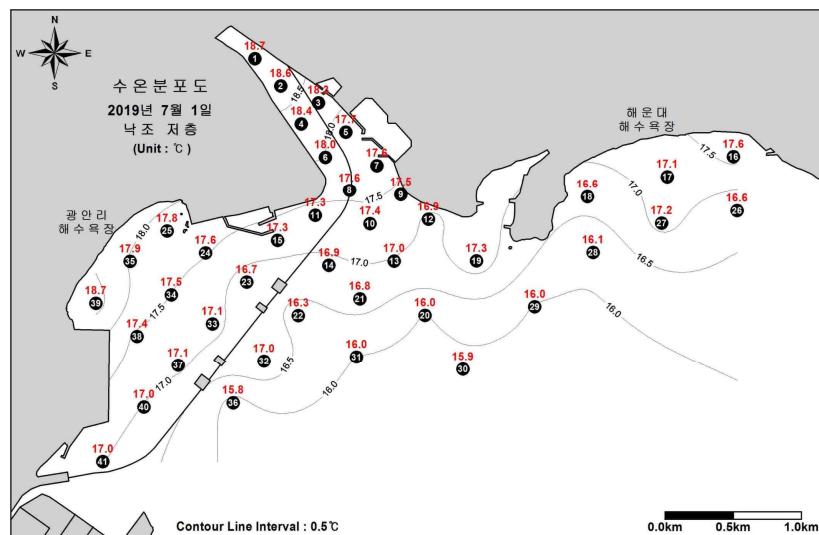
구분	낙조					창조				
	수온(°C)				수심 (m)	수온(°C)				수심 (m)
	표층	중층	저층	평균		표층	중층	저층	평균	
TS-01	21.07	19.70	18.70	19.75	3.49	21.42	19.94	18.46	19.82	3.30
TS-02	21.83	19.95	18.65	20.00	3.56	20.72	19.64	18.62	19.66	3.39
TS-03	21.50	19.37	18.30	19.62	4.00	20.71	19.45	18.16	19.05	3.84
TS-04	20.62	19.29	18.36	19.35	4.26	20.33	19.58	18.28	19.28	3.97
TS-05	20.51	18.68	17.71	18.79	5.82	20.10	18.76	17.84	18.71	5.48
TS-06	19.22	18.92	18.01	18.69	4.94	20.21	18.98	18.65	19.14	3.86
TS-07	21.26	18.41	17.59	18.93	7.44	19.77	19.00	18.06	18.94	7.40
TS-08	20.26	17.99	17.55	18.39	7.74	20.00	18.99	18.10	18.87	7.81
TS-09	20.24	18.30	17.46	18.36	8.90	19.55	18.63	17.57	18.57	8.48
TS-10	19.86	17.98	17.44	18.27	9.14	19.65	19.02	17.77	18.81	9.18
TS-11	19.82	17.86	17.33	18.07	8.94	20.30	18.90	18.47	18.94	8.82
TS-12	20.16	18.00	16.90	18.16	10.01	19.24	18.70	17.31	18.61	9.87
TS-13	19.02	17.82	16.97	17.92	10.70	20.29	18.92	16.97	18.72	10.60
TS-14	20.04	17.84	16.87	17.88	10.60	19.83	18.73	17.23	18.54	10.42
TS-15	19.54	17.74	17.26	18.03	9.37	19.51	18.74	17.50	18.66	9.56
TS-16	18.89	18.62	17.64	18.43	5.33	19.55	19.45	19.18	19.41	4.48
TS-17	19.92	17.76	17.12	18.11	7.93	19.42	19.25	19.10	19.27	8.41
TS-18	18.76	17.71	16.64	17.80	9.34	19.36	19.00	18.46	19.01	8.71
TS-19	19.63	18.07	17.30	18.14	8.86	19.68	18.55	17.52	18.46	8.61
TS-20	19.28	17.77	15.97	17.74	12.66	19.11	18.66	16.59	17.87	12.34
TS-21	20.05	17.72	16.77	17.85	11.46	19.98	18.28	16.88	18.28	11.33
TS-22	18.98	17.36	16.33	17.64	11.65	19.73	18.25	16.42	18.08	11.58
TS-23	19.55	17.66	16.74	17.82	10.16	19.56	18.28	17.22	18.36	10.30
TS-24	19.44	17.98	17.55	18.13	7.86	19.43	18.58	17.38	18.43	8.10
TS-25	20.53	18.54	17.82	18.81	5.79	20.96	18.87	17.97	18.94	6.36
TS-26	19.63	17.71	16.59	17.90	9.44	19.44	19.40	18.19	19.17	9.11
TS-27	19.45	18.05	17.16	18.07	7.31	19.26	19.20	18.31	18.94	7.22
TS-28	19.46	17.43	16.08	17.41	11.58	19.29	18.78	17.08	18.42	11.34
TS-29	19.16	18.00	15.96	17.32	12.77	18.90	18.20	16.96	17.73	12.05
TS-30	19.52	17.41	15.92	16.74	16.02	19.10	18.38	16.69	17.73	15.71
TS-31	19.73	17.35	15.99	17.47	13.11	18.88	18.29	16.61	17.62	12.90
TS-32	19.00	17.27	16.96	17.66	11.51	19.90	18.38	16.62	18.13	11.53
TS-33	20.18	17.45	17.11	17.74	10.16	19.85	18.47	17.10	18.48	10.19
TS-34	18.32	17.75	17.49	17.90	7.78	19.93	18.50	17.54	18.57	8.08
TS-35	20.46	18.63	17.95	18.77	4.67	20.25	19.36	18.86	19.39	5.18
TS-36	19.48	17.09	15.82	17.47	11.87	19.57	18.26	16.45	17.97	11.93
TS-37	20.71	17.58	17.12	18.03	9.06	20.83	19.06	17.05	18.92	9.09
TS-38	19.49	18.30	17.38	18.32	7.25	20.05	18.79	17.62	18.95	7.30
TS-39	20.88	19.56	18.72	19.62	4.15	20.63	19.90	19.16	19.71	4.43
TS-40	20.55	17.61	16.97	18.16	9.53	20.35	18.56	17.14	18.29	9.49
TS-41	20.70	19.03	17.02	18.55	8.49	20.92	18.49	17.18	18.73	8.55
최소	18.32	17.09	15.82	16.74	-	18.88	18.20	16.42	17.62	-
최대	21.83	19.95	18.72	20.00	-	21.42	19.94	19.18	19.82	-
평균	19.92	18.13	17.20	18.24	-	19.89	18.86	17.67	18.71	-



(a) 표층

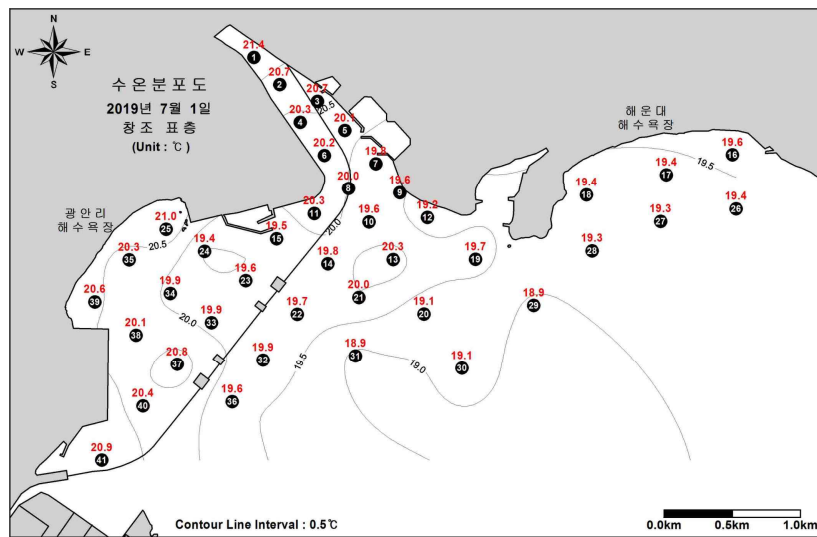


(b) 중층

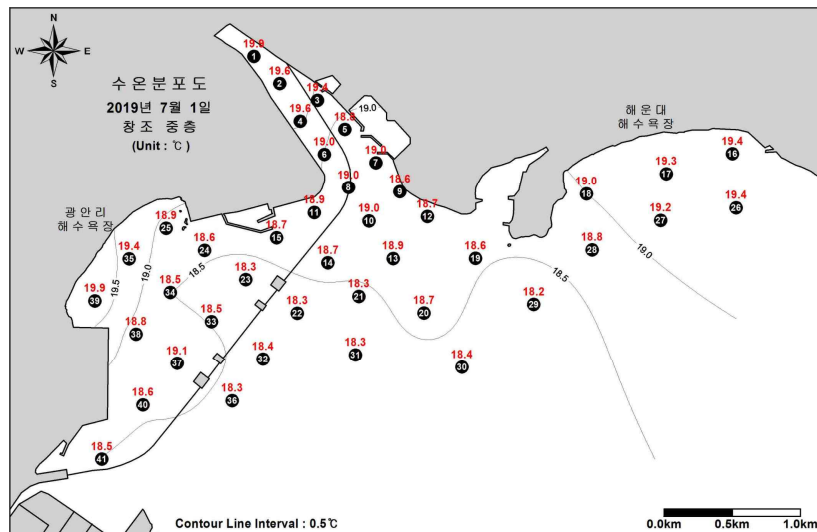


(c) 저층

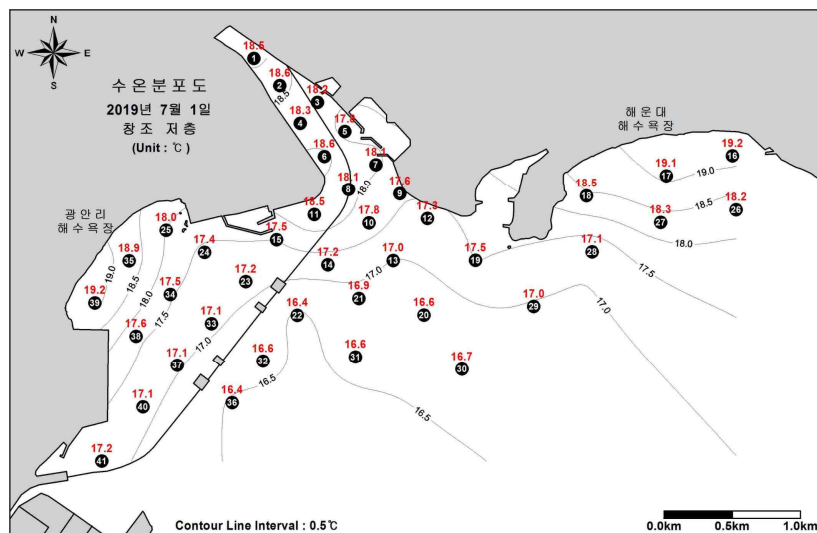
<그림 II-42> 7월 1일(누적 강수량 91.2mm) 낙조시 공간 수온 분포도



(a) 표층



(b) 중층

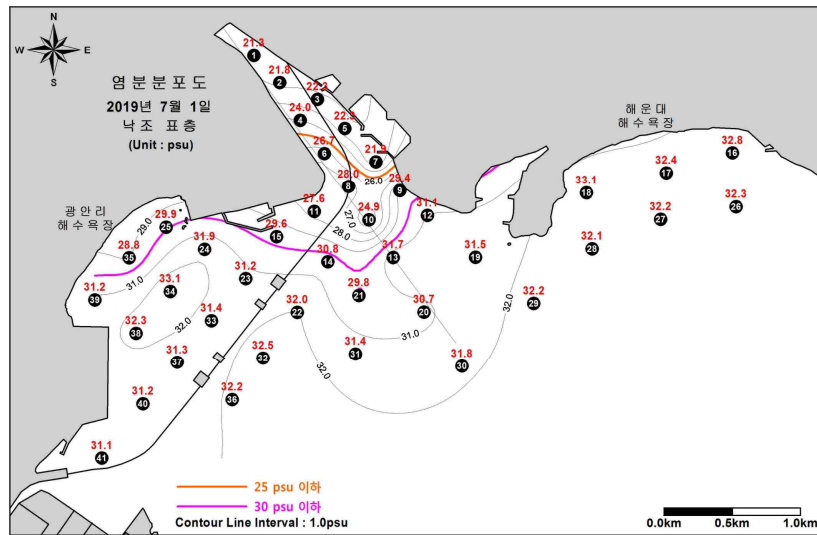


(c) 저층

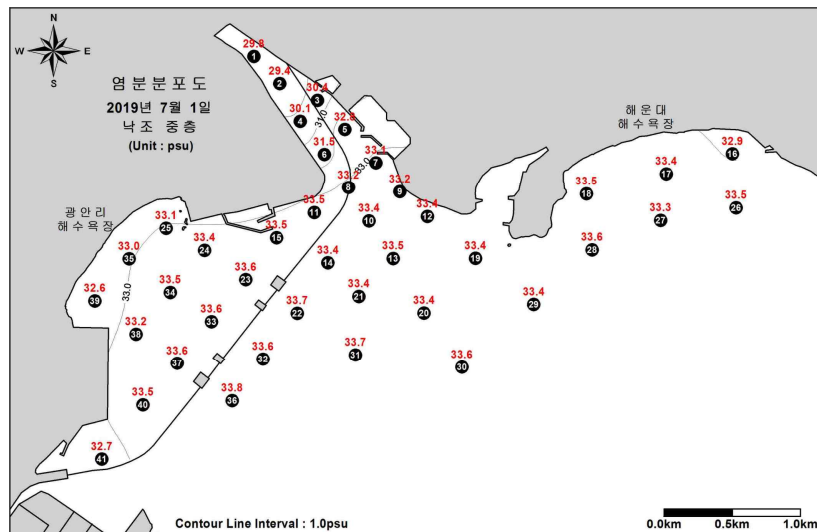
<그림 II-43> 7월 1일(누적 강수량 91.2mm) 창조시 공간 수온 분포도

<표 II -53> 7월 1일(누적 강수량 91.2mm) 공간 염분 관측 결과

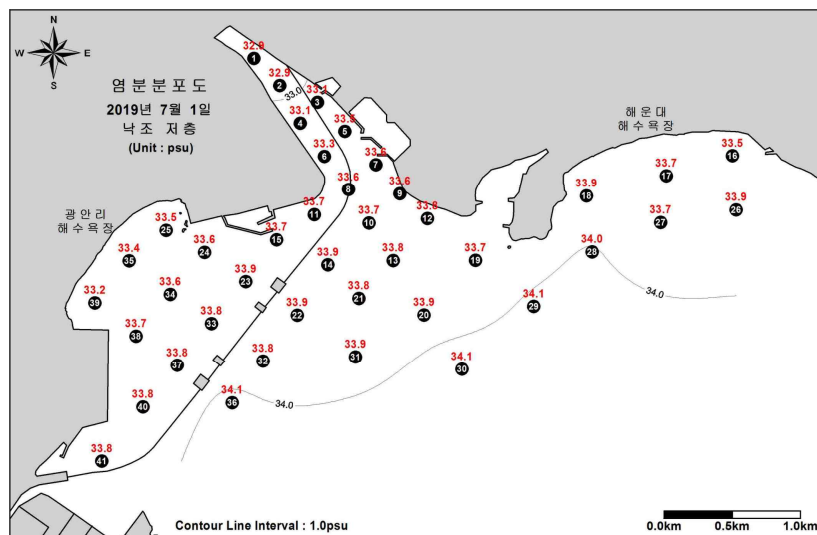
구분	낙조					창조				
	염분(psu)				수심 (m)	염분(psu)				수심 (m)
	표층	중층	저층	평균		표층	중층	저층	평균	
TS-01	21.25	29.80	32.90	28.40	3.49	13.66	28.89	33.04	26.10	3.30
TS-02	21.75	29.35	32.94	28.46	3.56	21.19	29.88	32.91	28.16	3.39
TS-03	22.26	30.43	33.07	28.80	4.00	22.55	28.16	33.31	29.98	3.84
TS-04	24.02	30.15	33.15	30.02	4.26	22.60	28.80	33.21	29.20	3.97
TS-05	22.27	32.77	33.52	31.36	5.82	26.98	32.58	33.51	31.78	5.48
TS-06	26.70	31.48	33.33	30.76	4.94	27.71	31.32	32.22	30.42	3.86
TS-07	21.93	33.08	33.56	30.31	7.44	26.68	32.30	33.36	31.43	7.40
TS-08	28.00	33.23	33.61	32.36	7.74	28.44	32.37	33.26	32.28	7.81
TS-09	29.44	33.24	33.56	32.89	8.90	29.40	32.80	33.55	32.23	8.48
TS-10	24.87	33.43	33.69	32.10	9.14	29.82	32.67	33.48	32.42	9.18
TS-11	27.65	33.50	33.69	32.80	8.94	25.28	32.71	32.95	32.31	8.82
TS-12	31.07	33.36	33.76	32.96	10.01	31.92	32.79	33.64	32.68	9.87
TS-13	31.73	33.46	33.78	33.25	10.70	25.08	32.69	33.73	31.45	10.60
TS-14	30.75	33.44	33.85	33.24	10.60	30.26	32.83	33.70	32.79	10.42
TS-15	29.60	33.48	33.70	32.86	9.37	31.16	32.84	33.60	32.67	9.56
TS-16	32.80	32.93	33.54	33.06	5.33	32.14	32.33	32.67	32.37	4.48
TS-17	32.35	33.41	33.74	33.21	7.93	31.96	32.15	32.57	32.20	8.41
TS-18	33.12	33.46	33.88	33.43	9.34	32.06	32.65	33.04	32.53	8.71
TS-19	31.54	33.39	33.70	33.23	8.86	30.60	32.99	33.60	32.65	8.61
TS-20	30.74	33.43	33.93	33.08	12.66	32.73	32.87	33.78	33.27	12.34
TS-21	29.83	33.43	33.84	33.20	11.46	29.15	33.07	33.72	32.84	11.33
TS-22	32.05	33.68	33.94	33.28	11.65	31.33	33.19	33.86	33.03	11.58
TS-23	31.17	33.57	33.90	33.30	10.16	30.58	33.10	33.72	32.64	10.30
TS-24	31.86	33.37	33.57	33.20	7.86	30.37	32.80	33.67	32.70	8.10
TS-25	29.90	33.08	33.48	32.57	5.79	26.82	32.59	33.32	31.88	6.36
TS-26	32.26	33.48	33.92	33.29	9.44	32.44	32.46	33.14	32.59	9.11
TS-27	32.18	33.30	33.74	33.22	7.31	32.17	32.19	33.05	32.49	7.22
TS-28	32.15	33.64	34.02	33.49	11.58	32.11	32.66	33.76	32.86	11.34
TS-29	32.24	33.38	34.06	33.54	12.77	32.69	33.17	33.80	33.41	12.05
TS-30	31.83	33.60	34.08	33.76	16.02	32.76	33.08	33.85	33.36	15.71
TS-31	31.41	33.71	33.92	33.49	13.11	32.81	33.09	33.80	33.43	12.90
TS-32	32.46	33.65	33.80	33.38	11.51	30.20	33.14	33.80	33.05	11.53
TS-33	31.35	33.64	33.79	33.41	10.16	28.56	32.98	33.70	32.36	10.19
TS-34	33.06	33.48	33.63	33.35	7.78	29.41	32.80	33.60	32.58	8.08
TS-35	28.83	32.96	33.44	32.55	4.67	29.56	31.30	32.70	31.48	5.18
TS-36	32.16	33.76	34.09	33.40	11.87	32.07	33.15	33.89	33.20	11.93
TS-37	31.26	33.57	33.75	33.22	9.06	25.89	32.44	33.78	31.96	9.09
TS-38	32.34	33.22	33.69	33.14	7.25	29.89	32.59	33.53	32.03	7.30
TS-39	31.20	32.57	33.19	32.42	4.15	27.78	30.90	32.60	31.05	4.43
TS-40	31.16	33.53	33.82	33.05	9.53	31.04	33.01	33.76	32.99	9.49
TS-41	31.06	32.66	33.83	32.99	8.49	31.02	33.11	33.74	32.78	8.55
최소	21.25	29.35	32.90	28.40	-	13.66	28.16	32.22	26.10	-
최대	33.12	33.76	34.09	33.76	-	32.81	33.19	33.89	33.43	-
평균	29.65	32.98	33.67	32.53	-	29.05	32.28	33.41	32.04	-



(a) 표층

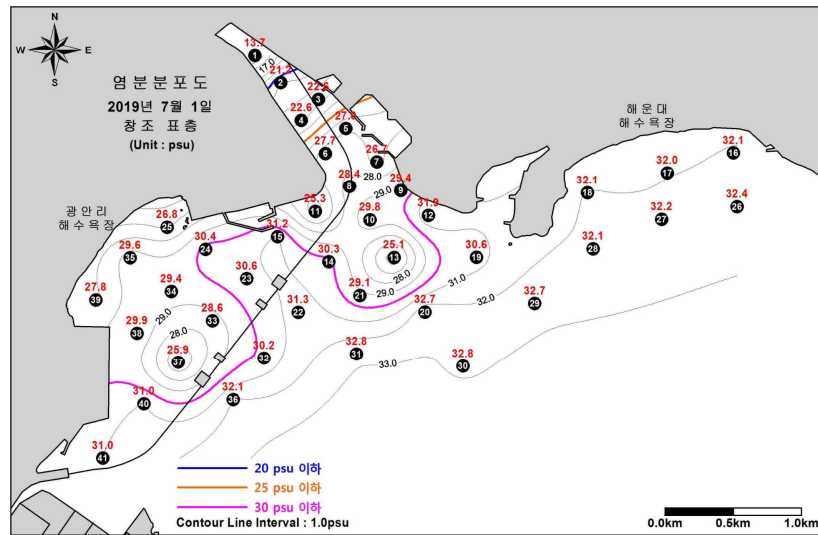


(b) 중층

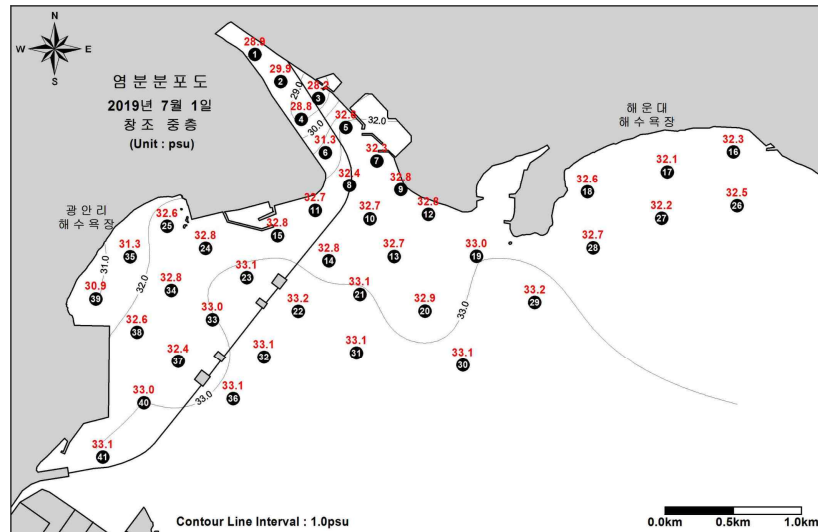


(c) 저층

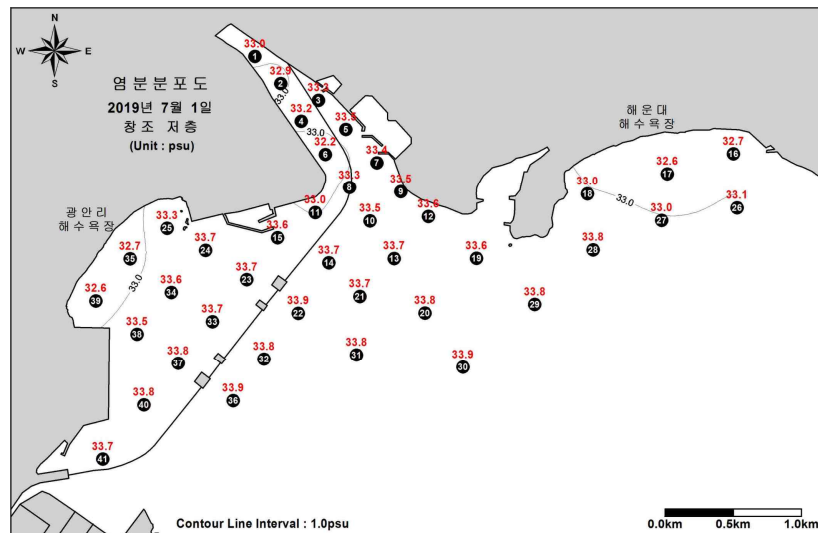
<그림 II-44> 7월 1일(누적 강수량 91.2mm) 낙조시 공간 염분 분포도



(a) 표층



(b) 중층

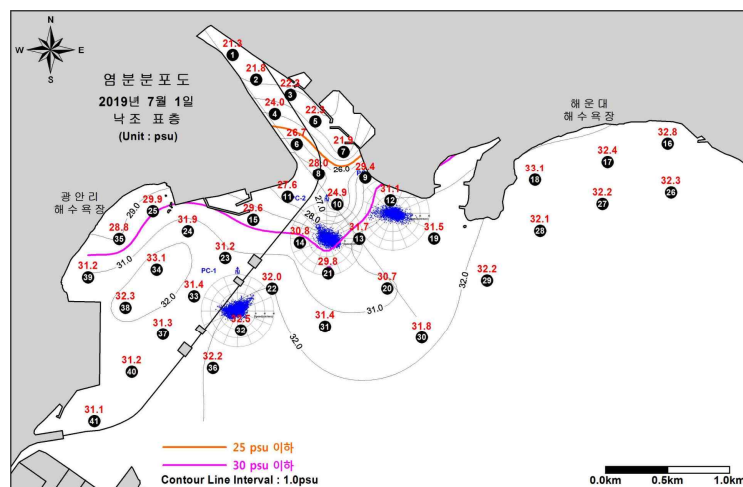


(c) 저층

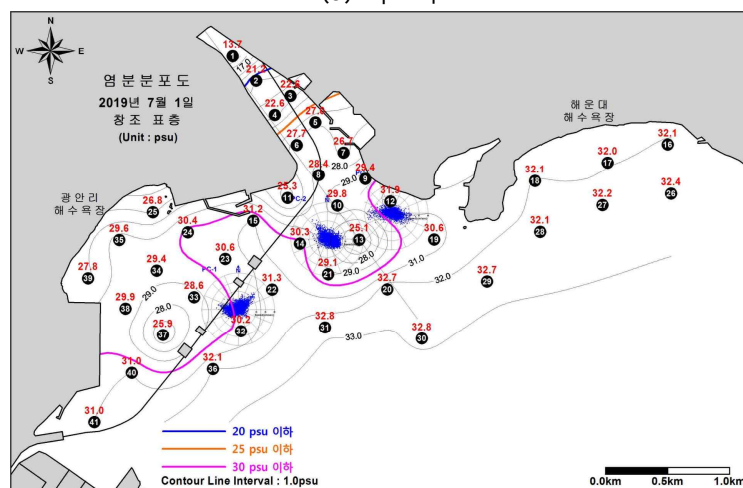
<그림 II-45> 7월 1일(누적 강수량 91.2mm) 창조시 공간 염분 분포도

3) 종합 결론 및 요약

- 강우 후 발생한 저염분수괴 면적은 낙조시 25psu 이하 0.498km², 30psu 이하 1.341km²로 나타났고, 창조시 20psu 이하 0.093km², 25psu 이하 0.267km², 30psu 이하 2.688km²로 창조시에 다소 넓게 나타났는데, 6월 29~30일 강우 이후 지속적인 담수유입의 영향으로 오후에 조사가 수행된 창조시에 30psu 이하의 저염분수괴 분포범위가 낙조시보다 큰 것으로 나타남
- 염분분포도와 조류분산도를 통해 수영만의 해양 물리환경을 살펴보면, 강우 후 수영강에서 유입된 담수는 수영강 하구를 기준으로 상대적으로 지형적 차폐효과를 받는 서쪽 광안리 해수욕장 및 광안대교 주변 1km 해역까지 확산되지만, 동백섬을 지나 개방경계 형태를 갖는 동쪽 해운대 해수욕장으로는 수영강의 담수가 거의 확산되지 않는 것으로 판단됨



(a) 낙조시



(b) 창조시

<그림 II-46> 수영만의 염분분포도와 조류분산도

나. 해양수질조사

1) 조사정점

- 수영만 해역 내 연안 수질 측정망은 국가 해양환경측정망 8개소, 부산시 연안해수 수질 모니터링 5개소로 총 13개소가 있음
 - 국가 해양환경측정망 : 해운대해수욕장 앞, 수영강하구, 광안리해수욕장 앞, 용호만, 수영강입구, 이기대동쪽, 수영만동쪽, 수영만남쪽
 - 부산시 연안해수 수질 모니터링 : 해운대, 수영만, 남천만, 해운대해수욕장, 광안리해수욕장



<그림 II-47> 수영만 해역 연안해수 수질조사 정점도

2) 조사항목

- 국가 해양환경측정망
 - : 수온, 염분, pH, DO, COD, DIN, T-N, NO_2^- -N, NH_4^+ -N, NO_3^- -N, DIP, T-P, 규산규소, SPM, Chl-a, POC, DOC, 투명도 등 18개 항목

- 부산시 연안해수 수질 모니터링
: 수온, 염분, pH, DO, COD, T-N, DIN, T-P, DIP, Chl-a, Cd, Pb, 투명도, 규산규소, 저층산소포화도, 총대장균군, 전기전도도 등 17개 항목

3) 조사시기

- 국가 해양환경측정망
 - 2011년 이전 : 분기별(2월, 5월, 8월, 11월)로 측정하여 년 4회 조사
 - 2012년~2016년 : 2월, 4월, 5월, 9월, 11월은 월 1회 측정, 6~8월은 월 2회 측정하여 년 11회 조사
 - 2017년 이후 : 2월, 5~8월, 11월에 각 1회씩 측정하여 연 6회 조사
- 부산시 연안해수 수질 모니터링
 - 2014년 이전 : 분기별(2월, 5월, 8월, 11월)로 측정하여 년 4회
 - 2015년~2016년 : 2월, 5월, 11월 각 1회, 6월~8월 각 2회씩 측정하여 년 9회
 - 2017년 : 해운대, 남천만, 수영만 정점은 2월, 5월, 11월 각 1회, 6~8월 각 2회씩 조사, 광안리해수욕장과 해운대해수욕장 정점은 분기별(2월, 5월, 8월, 11월) 조사
 - 2018~2019년 : 2월, 5~8월, 11월에 각 1회씩 측정하여 연 6회 조사

4) 조사결과

가) 최근 10년간 수질변동

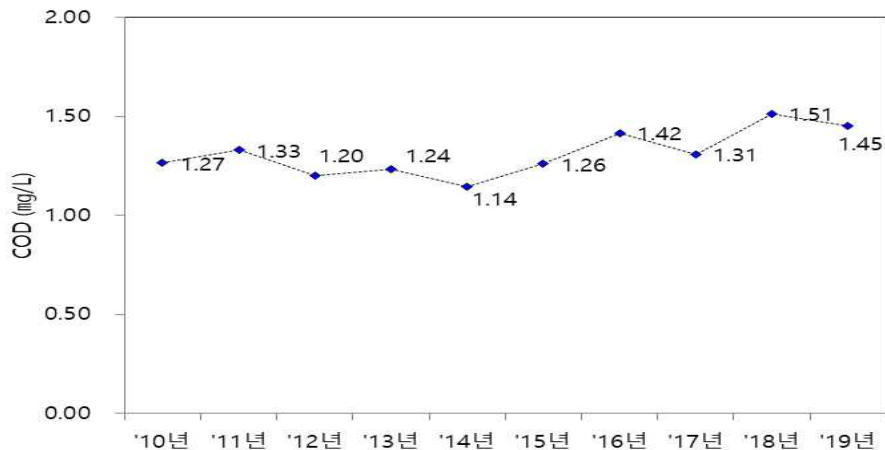
(1) 화학적산소요구량(COD)

- 최근 10년간(2010~2019년) 연평균 COD 농도범위는 1.14~1.51mg/L로 평균 1.31mg/L 이었으며, 예년(2009~2018년) 10년 평균 농도와 같은 값을 보임
- 전년 대비 농도는 0.06mg/L 감소하였고 2014년까지는 연도별 증감 변화가 있었으나 농도가 감소하는 추이를 보였고 이후 농도가 증가하여 2018년에는 1.51mg/L까지 증가하였으나 2019년 다소 감소하였음

<표 II-54> 수영만 해역 연평균 COD 농도

	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	평균
수영만 해역	1.26	1.33	1.20	1.24	1.14	1.26	1.42	1.31	1.51	1.45	1.31

(단위 : mg/L)



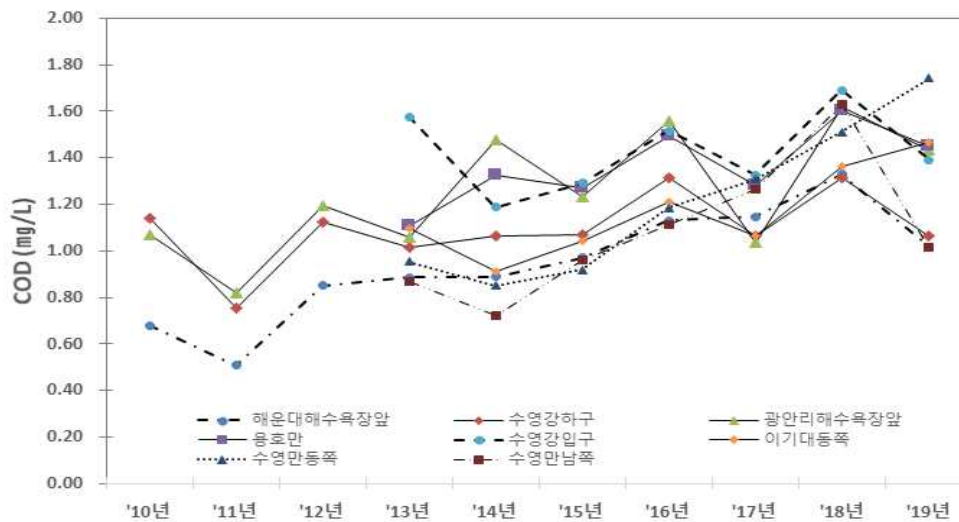
<그림 II-48> 수영만 해역 연평균 COD 농도 변화

<표 II-55> 국가 측정망의 최근 10년간 정점별 COD 농도

(단위 : mg/L)

정점	COD 농도 범위	COD 농도 평균
해운대해수욕장 앞	0.51~1.33	0.94
수영강하구	0.75~1.31	1.09
광안리해수욕장 앞	0.82~1.62	1.25
용호만	1.11~1.60	1.36
수영강입구	1.19~1.69	1.43
이기대동쪽	0.91~1.47	1.16
수영만동쪽	0.85~1.74	1.21
수영만남쪽	0.72~1.63	1.08

- 국가 측정망의 최근 10년간 정점별 COD 농도는 <표 II-64>와 같음
 - 해운대해수욕장 앞 정점 10년 평균 농도는 0.94mg/L로 1.00mg/L 이하로 나타났으나 '19년에는 1.02mg/L로 '18년보다 감소하는 경향을 보임
 - 이기대동쪽과 수영만동쪽을 제외한 모든 정점에서 전년대비 농도가 감소하는 경향을 보임



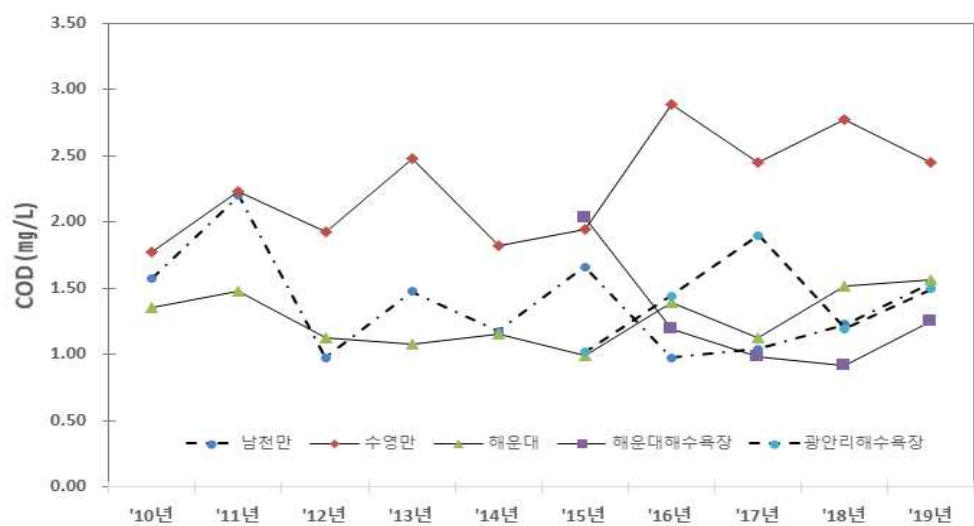
<그림 II-49> 국가 해양환경측정망 연차별 COD 변동

<표 II-56> 부산시 측정망의 최근 10년간 정점별 COD 농도

(단위 : mg/L)

정점	COD 농도 범위	COD 농도 평균
남천만	0.98~2.20	1.54
수영만	1.78~2.89	2.45
해운대	0.99~1.57	1.57
광안리해수욕장	1.02~1.90	1.50
해운대해수욕장	0.91~2.03	1.25

- 부산시 측정망의 최근 10년간 정점별 COD 농도는 <표 II-65>와 같음
 - 수영만은 다른 정점보다 높은 농도를 보이며 농도 증감이 있으나 전반적으로 농도가 증가하고 있음
 - 2019년 조사에서 유일하게 수영만 정점이 2018년 2.77mg/L에서 2019년 2.45mg/L로 전년 대비 농도가 감소하는 결과를 보였음
 - 해운대해수욕장 정점은 2017년까지 감소하는 경향으로 보이다 2019년 증가하였으나 1.25mg/L로 가장 낮은 농도를 보였음
- 전 정점을 대상으로 살펴보면 2019년에는 모든 정점에서 농도가 크게 증가하였음



<그림 II-50> 부산시 연안해수 수질 모니터링 연차별 COD 변동

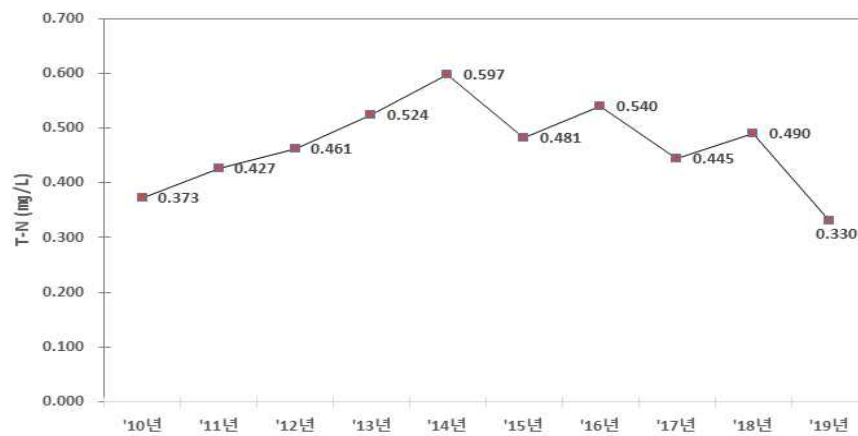
(2) 총질소(T-N)

- 최근 10년간(2010~2019년) 연평균 T-N 농도범위는 0.373~0.597mg/L로 평균은 0.467mg/L 이었고 예년(2008~2017년) 평균 농도 0.473mg/L보다 0.006mg/L 감소하였음
- 연차별 농도변화를 살펴보면 '14년까지 농도가 증가하는 경향을 보이다 이후 증감을 반복하고 있음

<표 II-57> 수영만 해역 연평균 T-N 농도

(단위 : mg/L)

	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	평균
수영만 해역	0.373	0.427	0.461	0.524	0.597	0.481	0.513	0.435	0.490	0.330	0.467



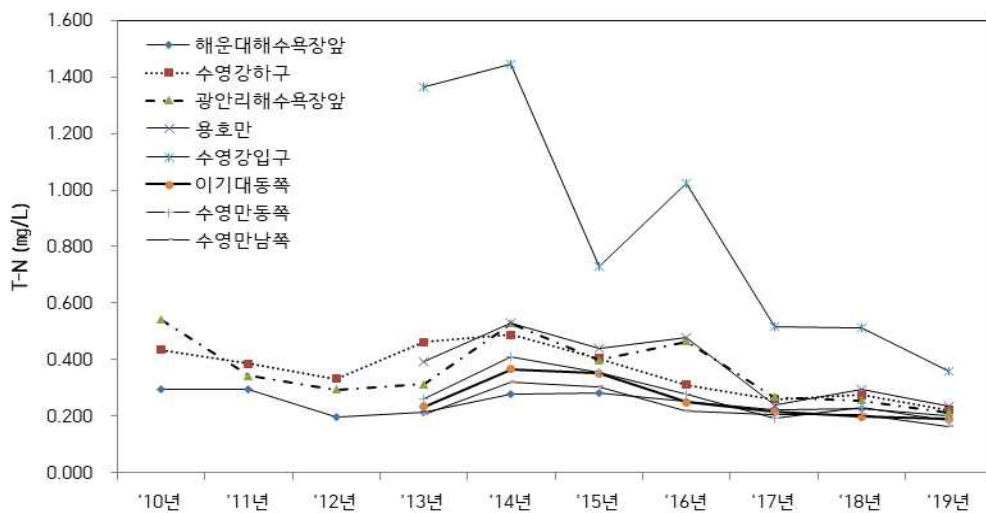
<그림 II -51> 수영만 해역 연평균 T-N 농도 변화

<표 II -58> 국가 측정망의 최근 10년간 정점별 T-N 농도

(단위 : mg/L)

정점	T-N 농도 범위	T-N 농도 평균
해운대해수욕장 앞	0.199~0.294	0.247
수영강하구	0.259~0.488	0.358
광안리해수욕장 앞	0.256~0.541	0.363
용호만	0.242~0.528	0.373
수영강입구	0.514~1.455	0.851
이기대동쪽	0.200~0.367	0.259
수영만동쪽	0.194~0.409	0.273
수영만남쪽	0.205~0.320	0.231

- 국가 측정망의 최근 10년간 정점별 T-N 농도는 <표 II -67>과 같음
 - 수영강입구 정점은 2014년 1.455mg/L로 높은 농도를 보인 후 감소하는 추이를 보이며 2019년에는 0.361mg/L로 낮아졌으나 다른 정점에 비해 여전히 농도는 높음
 - 2019년에 전년 대비 모든 정점에서 T-N은 농도가 감소하는 경향을 보임



<그림 II-52> 국가 해양환경측정망 연차별 T-N 변동

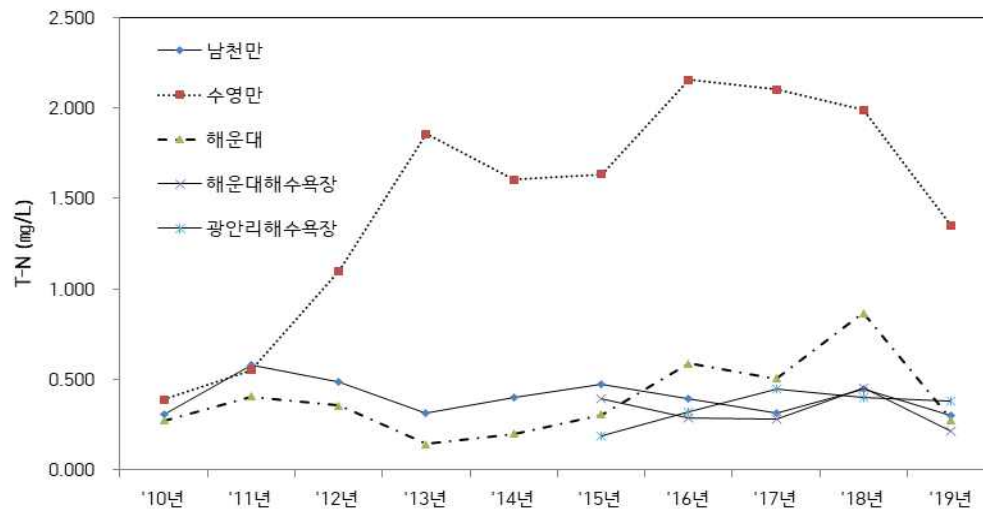
<표 II-59> 국가 측정망의 최근 10년간 정점별 T-N 농도

(단위 : mg/L)

정점	T-N 농도 범위	T-N 농도 평균
남천만	0.299~0.581	0.402
수영만	0.388~2.156	1.472
해운대	0.142~0.867	0.276
광안리해수욕장	0.185~0.499	0.348
해운대해수욕장	0.211~0.455	0.326

- 부산시 측정망의 최근 10년간 정점별 T-N 농도는 <표 II-59>과 같음
 - 수영만 정점의 경우 2010년 이후 농도가 증가하다 2016년에 2.156mg/L로 가장 높은 농도를 보인 후 감소하고 있으나 다른 정점에 비해 높은 농도를 보이며, 2013년 이후 가장 낮은 1.347mg/L의 농도를 보임
 - 해운대 정점은 2014년까지 가장 낮은 농도를 보이다 2013년 0.142mg/L에서 2018년 0.867mg/L까지 증가하였으나, 2019년 0.276mg/L으로 감소하였음
 - 해운대해수욕장과 광안리해수욕장 정점은 2018년 대비 농도가 크게 감소하여 상대적으로 낮은 농도를 보였으나 광안리해수욕장의 경우 국가 측정망 수영강입구 정점보다 높은 농도를 보임
- 전 정점을 대상으로 살펴보면 정점별로는 국가 측정망 정점은 농도가 감소하는 추이를 나타내는 반면 부산시 정점은 2019년 농도가 감소하는 추이를 나타내며 연도별 농도차도 크게 나타남

- 수영강입구와 수영만 정점에서 상대적으로 농도가 높는데 이는 수영강의 영향을 직접적으로 많이 받기 때문이라 판단되며 수영강입구와 수영만 농도가 점점 감소하는 경향을 보임



<그림 II-53> 부산시 연안해수 수질 모니터링 연차별 T-N 변동

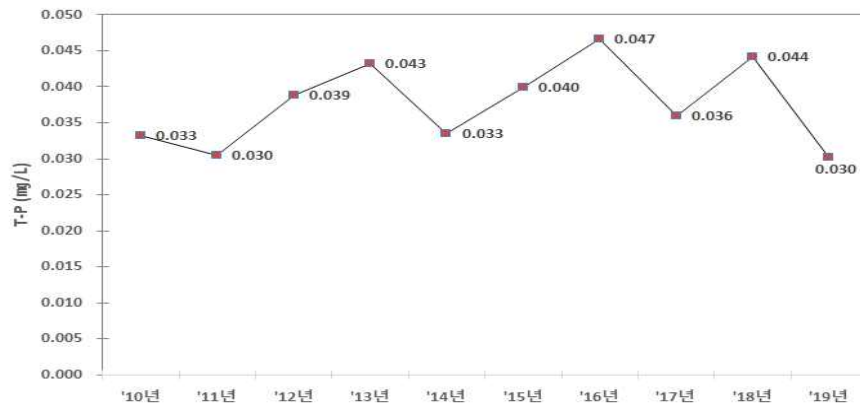
(3) 총인(T-P)

- 최근 10년간(2010~2019년) 연평균 T-P 농도범위는 0.030~0.047mg/L로 평균은 0.038mg/L 이었고 예년(2008~2017년) 평균 농도 0.038mg/L과 같은 평균농도를 보임
 - 연차별로는 농도 증감이 반복되고 있으며 2018년 0.044mg/L로 큰 증가를 보였으나, 2019년 0.030으로 감소하였음

<표 II-60> 수영만 해역 연평균 T-P 농도

	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	평균
수영만 해역	0.033	0.030	0.039	0.043	0.033	0.040	0.046	0.036	0.044	0.030	0.038

(단위 : mg/L)



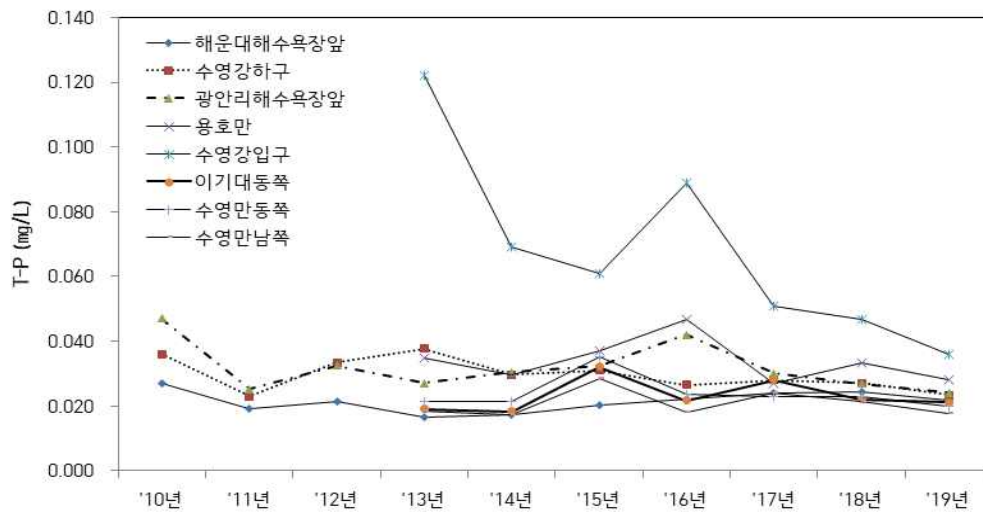
<그림 II-54> 수영만 해역 연평균 T-P 농도 변화

<표 II-61> 국가 측정망의 최근 10년간 정점별 T-P 농도

(단위 : mg/L)

정점	T-P 농도 범위	T-P 농도 평균
해운대해수욕장 앞	0.017~0.027	0.021
수영강하구	0.023~0.038	0.030
광안리해수욕장 앞	0.024~0.047	0.032
용호만	0.027~0.047	0.034
수영강입구	0.036~0.122	0.068
이기대동쪽	0.018~0.032	0.023
수영만동쪽	0.020~0.035	0.024
수영만남쪽	0.017~0.028	0.021

- 국가 측정망의 최근 10년간 정점별 T-P 농도는 <표 II-61>과 같음
 - 모든 정점에서 전년 대비 2019년 농도가 감소하였음
 - 수영강입구 정점의 경우 T-N과 동일하게 다른 정점보다 높은 농도를 보이거나 계속 감소하고 있는 추이를 보이며 연도별 농도 또한 감소하고 있는 추이를 나타냄



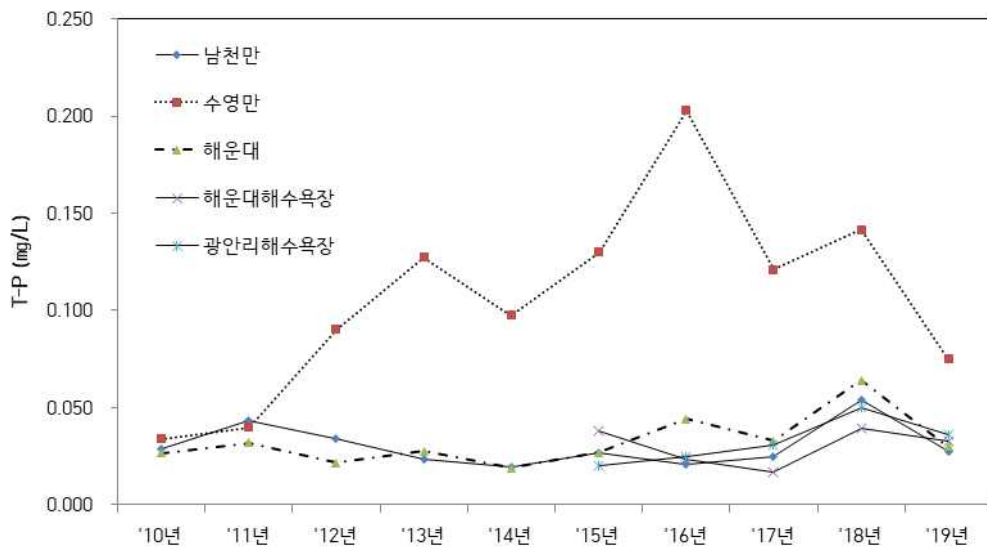
<그림 II-55> 국가 해양환경측정망 연차별 T-P 변동

<표 II-62> 부산시 측정망의 최근 10년간 정점별 T-P 농도

(단위 : mg/L)

정점	T-P 농도 범위	T-P 농도 평균
남천만	0.019~0.054	0.030
수영만	0.034~0.203	0.106
해운대	0.019~0.064	0.032
광안리해수욕장	0.020~0.050	0.032
해운대해수욕장	0.017~0.040	0.030

- 부산시 측정망은 수영만 정점의 경우 2010년 이후 농도가 증가하는 추이를 보이다 2016년에 0.203mg/L로 가장 높은 농도를 보인 후 2019년 0.075mg/L로 농도가 크게 감소함
 - 모든 정점에서 2018년 대비 2019년 농도가 감소하였음
- 전 정점을 대상으로 살펴보면 국가 측정망 정점보다 부산시 측정망 정점의 농도가 다소 높으며 2019년 기준 남천만 정점이 0.028mg/L로 가장 낮았음



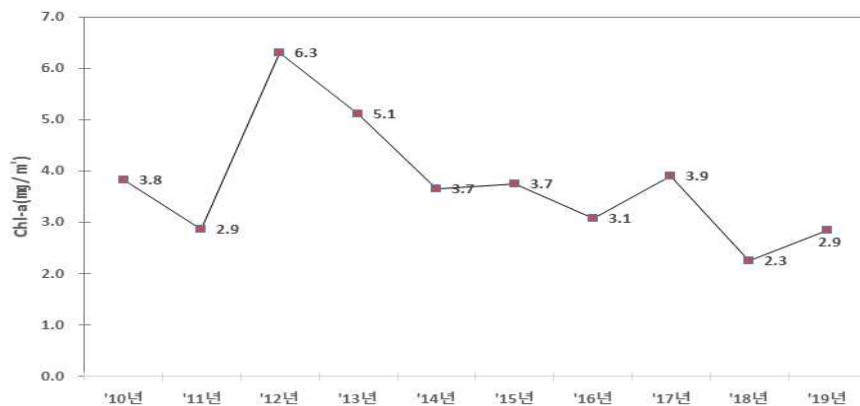
<그림 II-56> 부산시 연안해수 수질 모니터링 연차별 T-P 변동

(4) 클로로필-a(Chlorophyll-a)

- 최근 10년간(2010~2019년) Chlorophyll-a 연평균 농도범위는 2.3~6.3mg/m³로 평균은 3.8mg/m³ 이었으며 예년(2009~2018년) 평균 농도보다 0.3mg/m³ 감소하였음
- 2012년에 6.3mg/m³로 가장 높은 농도를 보인 후 2019년에 2.9mg/m³로 감소하였음

<표 II-63> 수영만 해역 연평균 Chlorophyll-a 농도

	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	평균
수영만 해역	3.8	2.9	6.3	5.1	3.7	3.7	3.1	3.6	2.3	2.9	3.8



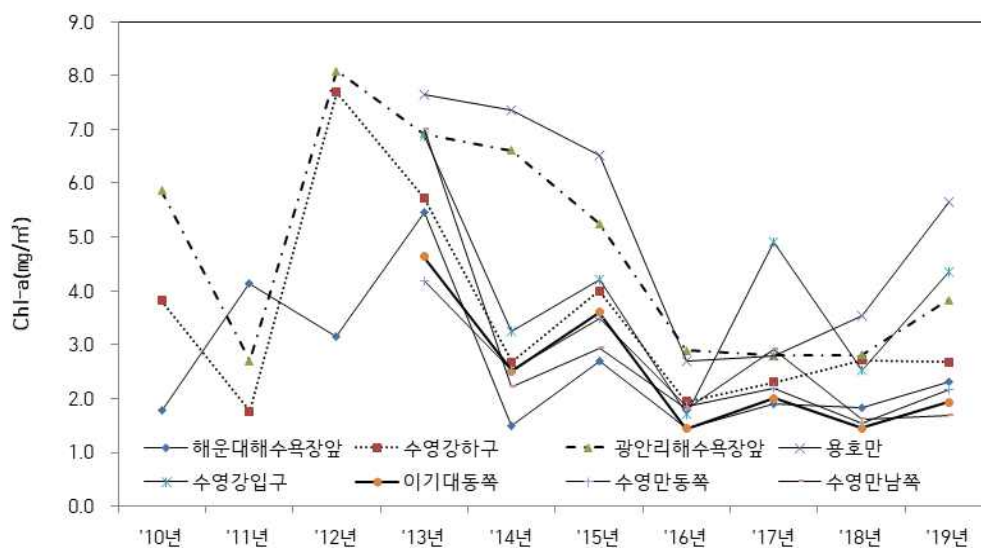
<그림 II-57> 수영만 해역 연평균 Chlorophyll-a 농도 변화

<표 II-64> 국가 측정망의 최근 10년간 정점별 chlorophyll-a 농도

(단위 : mg/m³)

정점	chlorophyll-a 농도 범위	chlorophyll-a 농도 평균
해운대해수욕장 앞	1.5~5.5	2.6
수영강하구	1.8~7.7	3.5
광안리해수욕장 앞	2.7~8.1	4.8
용호만	2.7~7.6	5.2
수영강입구	1.7~6.9	4.0
이기대동쪽	1.4~4.6	2.5
수영만동쪽	1.5~4.2	2.6
수영만남쪽	1.6~7.0	2.9

- 국가 측정망의 최근 10년간 정점별 chlorophyll-a 농도는 연도별 농도 변화가 크며 2012년 이후 농도는 감소하고 있는 추이를 보임
 - 2019년에는 용호만 정점이 5.7mg/m³로 가장 높은 농도를 보였고 2018년보다 증가하는 경향을 보임



<그림 II-58> 국가 해양환경측정망 연차별 Chlorophyll-a 변동

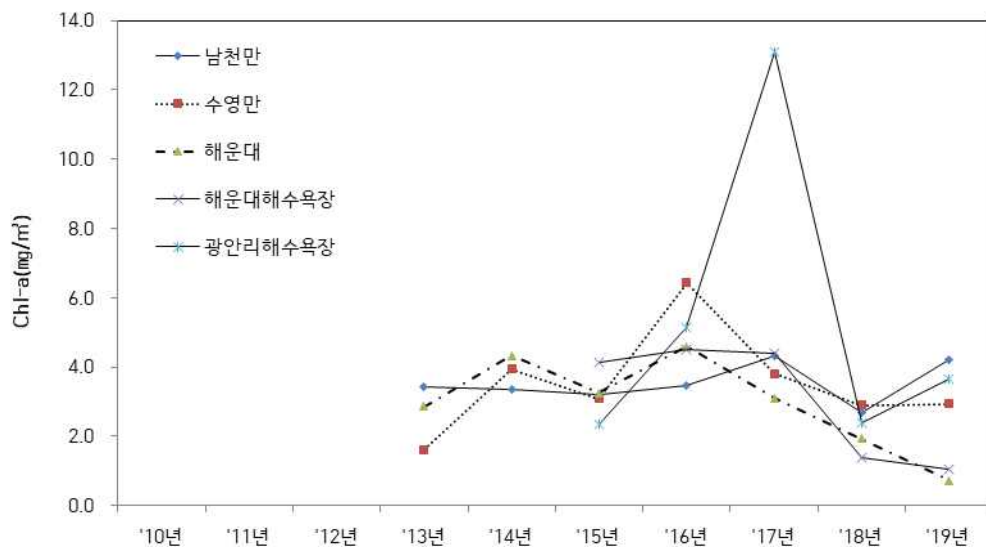
- 부산시 측정망의 경우 자료가 확보 가능한 2013년부터(광안리해수욕장, 해운대해수욕장은 2015년) 농도 변화를 살펴보았음

<표 II-65> 부산시 측정망의 최근 10년간 정점별 chlorophyll-a 농도

(단위 : mg/m³)

정점	chlorophyll-a 농도 범위	chlorophyll-a 농도 평균
남천만	2.7~4.3	3.5
수영만	1.6~6.4	3.5
해운대	0.7~4.6	3.0
광안리해수욕장	2.4~13.1	5.3
해운대해수욕장	1.04~4.5	3.1

- 부산시 측정망의 정점별 chlorophyll-a 농도는 모든 정점에서 2018년 대비 2019년 농도가 감소하였으나 남천만은 2018년 2.7mg/m³에서 4.2mg/m³로, 광안리해수욕장은 2018년 2.4mg/m³에서 2019년 3.7mg/m³로 증가하였음



<그림 II-59> 부산시 연안해수 수질 모니터링 연차별 Chlorophyll-a 변동

(5) 생태기반 해수수질

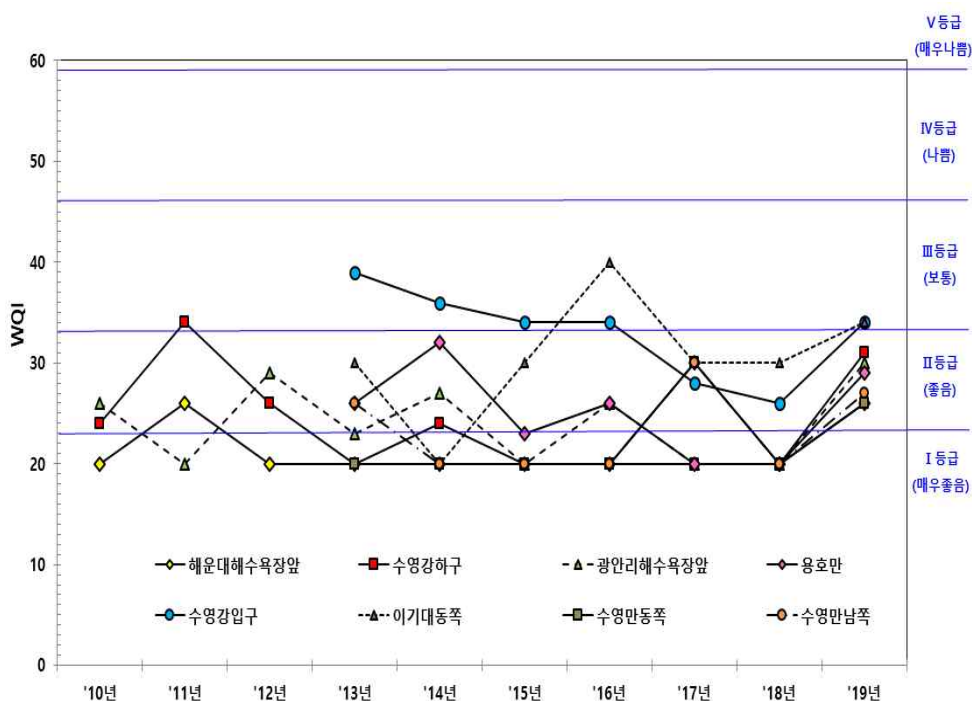
- 조사시기의 차이로 국가 해양환경측정망은 최근 10년 자료, 부산시 측정망은 2013년 이후 자료를 이용하여 따로 기술하였음
- 국가 측정망의 최근 10년간 정점별¹⁾ 생태기반 해수수질 변화는 해운대해수욕장 앞 20~30점 (평균 22점), 수영강하구 20~34점 (평균 23점), 광안리해수욕장 앞 20~32점 (평균 24점), 용호만 20~32점 (평균 25점), 수영강입구 20~39점 (평균 33점), 이기대동쪽 20~40점 (평균 30점), 수영만동쪽 20~30점 (평균 22점), 수영만남쪽 20~30점 (평균 24점)이었음

<표 II-66> 수영만 해역 국가 해양환경측정망 연평균 수질평가 지수값(WQI)

정점명	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	평균
해운대해수욕장앞	20	26	20	20	20	20	20	30	20	26	22(Ⅰ등급)
수영강하구	24	34	26	20	24	20	20	20	20	31	21(Ⅰ등급)
광안리해수욕장앞	26	20	29	23	27	20	26	20	20	30	23(Ⅱ등급)
용호만	-	-	-	26	32	23	26	20	20	29	25(Ⅱ등급)
수영강입구	-	-	-	39	36	34	34	28	26	34	33(Ⅱ등급)
이기대동쪽	-	-	-	30	20	30	40	30	30	34	31(Ⅱ등급)
수영만동쪽	-	-	-	20	20	20	20	30	20	26	22(Ⅰ등급)
수영만남쪽	-	-	-	26	20	20	20	30	20	27	25(Ⅱ등급)

- 최근 10년간 생태기반 해수수질 등급은 해운대해수욕장, 수영강하구, 수영만동쪽 정점은 Ⅰ등급(매우 좋음), 광안리해수욕장 앞, 용호만, 수영강입구, 이기대동쪽, 수영만남쪽 정점은 Ⅱ등급(좋음)이었음
- 해운대해수욕장 앞 정점은 2011, 2017, 2019년에는 Ⅱ등급 인 것을 제외하고는 Ⅰ등급 수질을 나타내고 있음
- 2019년에는 수영강입구, 이기대동쪽 WQI가 34점으로 가장 높았음
- 수질평가 지수값(WQI)으로 수영만 해역 국가 측정망 수질을 살펴본 결과 연도별 일부 정점에서 Ⅲ등급의 수질을 보였으나 대체로 Ⅰ~Ⅱ등급의 양호한 수질을 보이고 있음

1) 수영만 해역 내 국가 해양환경측정망 중 해운대해수욕장 앞, 광안리해수욕장 앞, 수영강하구를 제외한 나머지 정점은 '13년 이후 자료 이용



<그림 II-60> 국가 해양환경측정망 연차별 생태기반 해수수질 변동

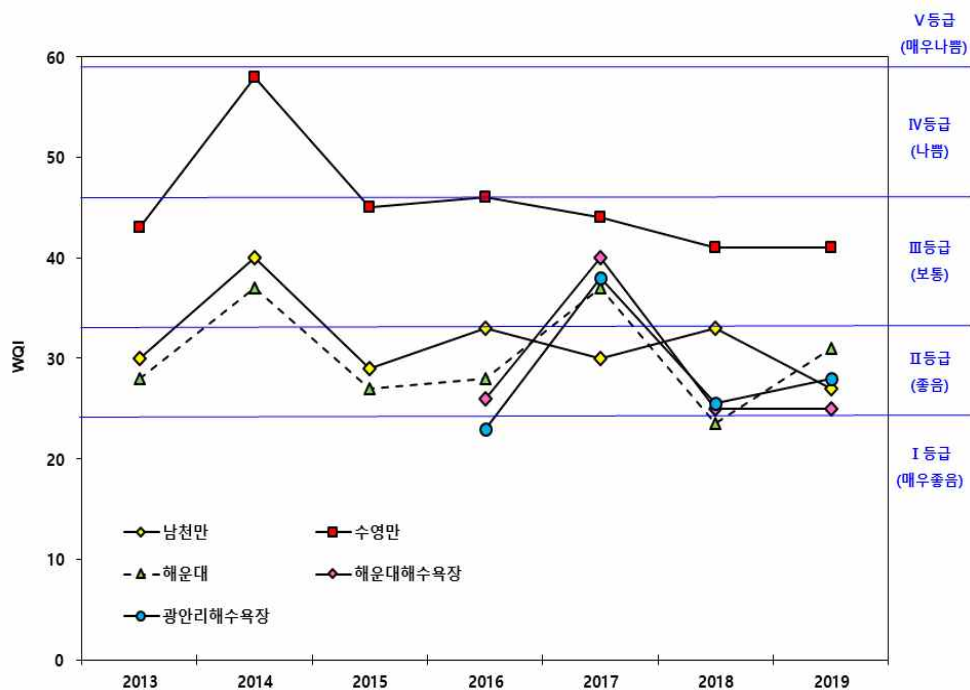
- 부산시 측정망의 최근 7년간 정점별 생태기반 해수수질 변화는 남천만 27~40점 (평균 32점), 수영만 41~58점 (평균 45점), 해운대 24~37점 (평균 30점), 해운대해수욕장 25~40점 (평균 30점), 광안리해수욕장 23~38점 (평균 29점) 이었음

<표 II-67> 수영만 해역 부산시 연안해수 수질 모니터링 연평균 수질평가 지수값(WQI)

정점명	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	평균
남천만	30	40	29	33	30	33	27	32(Ⅱ등급)
수영만	43	58	45	46	44	41	41	45(Ⅲ등급)
해운대	28	37	27	28	37	24	31	30(Ⅱ등급)
해운대해수욕장	-	-	-	26	40	25	25	30(Ⅱ등급)
광안리해수욕장	-	-	-	23	38	26	28	29(Ⅱ등급)

- 생태기반 해수수질 등급은 남천만, 해운대, 해운대해수욕장, 광안리해수욕장이 Ⅱ등급(좋음), 수영만이 Ⅲ등급(보통) 이었음
- 수영만 정점은 수영강입구(국가 측정망) 정점과 같이 수영강에서 유입하는 오염원의 영향을 가장 많이 받는 곳이므로 다른 정점에 비해 낮은 수질 상태를 보이는 것으로 판단됨

- 수영만 정점은 2014년 WQI 58점으로 IV등급의 낮은 수질을 보였고 이후 조금씩 양호해 지는 상태를 보이고 있으나 여전히 가장 낮은 수질 등급을 나타내고 있음
- 남천만 정점의 경우 수질 등급이 II~III등급 보이고 있으나 수질이 나빠지는 추이를 보이고 있었으나, 2019년 개선되는 경향을 보임
- 생태기반 해수수질 분석결과 내해에 위치하여 하천의 영향을 직접 받으며 해수교환이 덜 이루어지는 수영강입구, 수영만 정점이 상대적으로 낮은 수질 등급을 보였고 일부 정점을 제외하고는 연차별 수질 등급 차이가 크게 나타남



<그림 II-61> 부산시 연안해수 수질 모니터링 연차별 생태기반 해수수질 변동

나) 금회 수질변동

- 측정망 자료를 이용하여 2019년 수영만 해역의 정점별, 계절별 수질변화를 살펴보았음

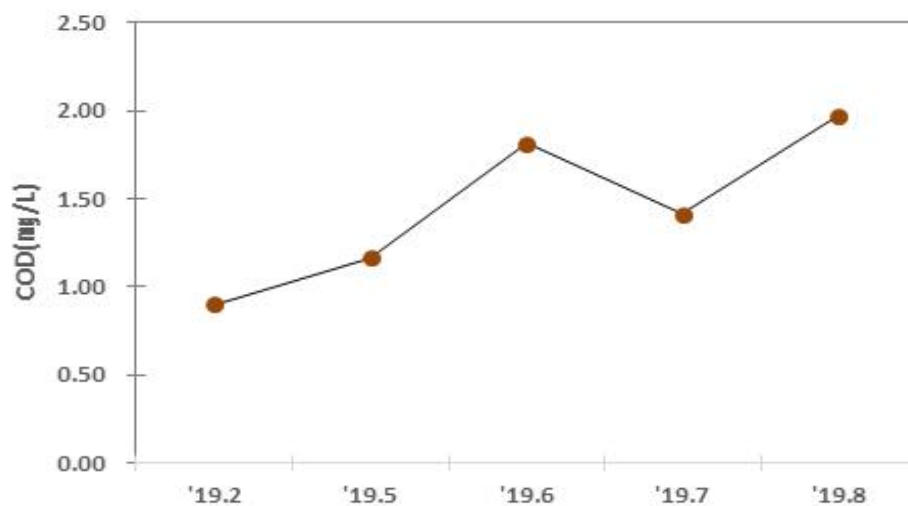
(1) 화학적산소요구량(COD)

- 수영만 해역 2019년 COD 농도범위는 0.35~3.81mg/L, 평균 1.45mg/L로 8월에 농도가 1.97mg/L로 증가하였음

〈표 II-68〉 수영만 해역 2018년 COD 농도

(단위 : mg/L)

	2월	5월	6월	7월	8월	11월	평균
수영만 해역	0.90	1.17	1.81	1.41	1.97	0.76	1.34



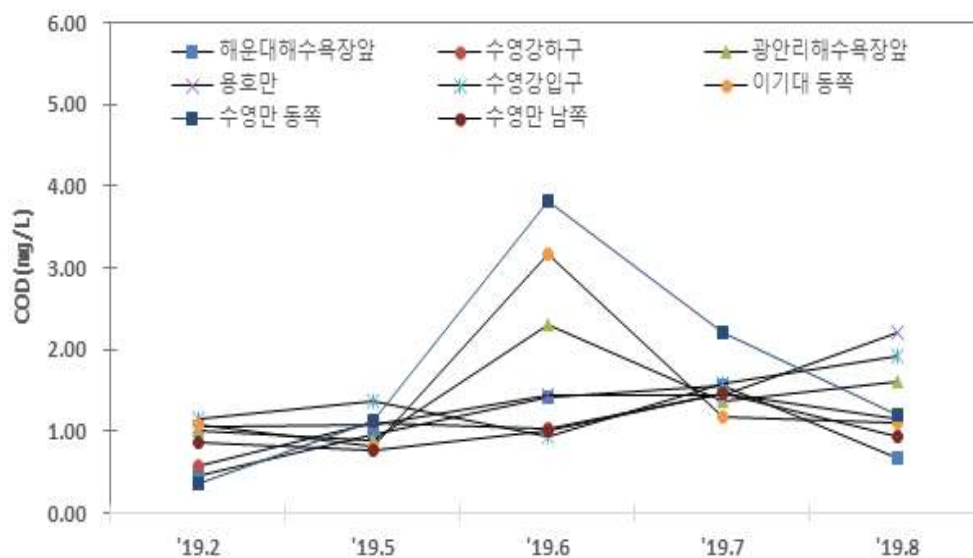
〈그림 II-62〉 수영만 해역 2019년 월별 COD 농도

<표 II-69> 국가 측정망의 정점별 월별 COD 농도

(단위 : mg/L)

정점	COD 농도 범위	COD 농도 평균
해운대해수욕장 앞(ST.1)	0.51~1.33	0.94
수영강하구(ST.2)	0.75~1.31	1.09
광안리해수욕장 앞(ST.3)	0.82~1.62	1.25
용호만(ST.13)	1.11~1.60	1.36
수영강입구(ST.14)	1.19~1.69	1.43
이기대동쪽(ST.15)	0.91~1.47	1.16
수영만동쪽(ST.16)	0.85~1.74	1.21
수영만남쪽(ST.17)	0.72~1.63	1.08

- 국가 측정망의 정점별 월별 COD 농도범위는 <표 II-69>과 같음
 - 2월(동계)에는 용호만, 수영강입구, 이기대 동쪽 정점을 제외하고는 1.00mg/L 이하의 수질을 보였음
 - 반면 6월에 수영강하구, 수영강 입구를 제외한 모든 정점에서 농도가 급격히 증가하였으며, 특히 외해쪽인 이기대 동쪽, 수영만동쪽이 각각 3.16mg/L, 3.81mg/L로 가장 높은 농도를 보였음



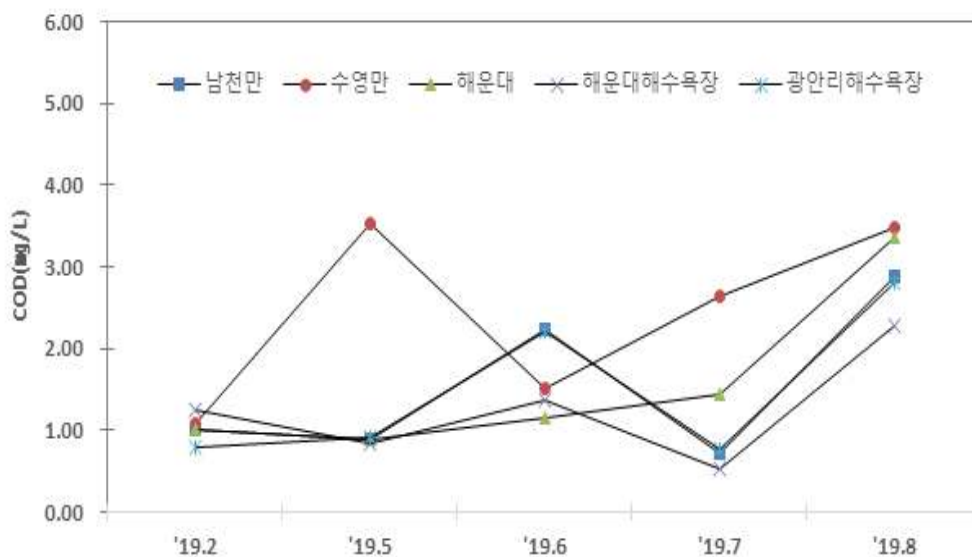
<그림 II-63> 수영만 해역 국가 해양환경측정망 월별 COD 변동

<표 II-70> 부산시 측정망의 정점별 월별 COD 농도

(단위 : mg/L)

정점	COD 농도 범위	COD 농도 평균
남천만	0.72~2.88	1.54
수영만	1.80~3.52	2.45
해운대	0.88~3.36	1.57
해운대해수욕장	0.52~2.28	1.25
광안리해수욕장	0.76~2.80	1.50

- 부산시 측정망은 <표 II-70>과 같음
 - 5월에 수영만(3.50mg/L) 정점을 제외하고는 1.00mg/L 이하의 농도를 보였음
 - 수영만 정점의 경우 5월에 농도가 급격히 증가하였으며 6월에 농도가 감소하는 경향을 보였으나, 7월부터 다시 증가하기 시작하였음. 8월에는 3.48mg/L까지 증가하였음
- 수영만 해역 금회조사 결과 COD 농도가 증가하였으며 특히 국가 측정망 정점에서의 관측 값이 예년보다 다소 감소하는 경향을 보였으나, 외해로 갈수록 농도가 증가하는 경향을 보임



<그림 II-64> 수영만 해역 부산시 연안해수 수질 모니터링 월별 COD변동

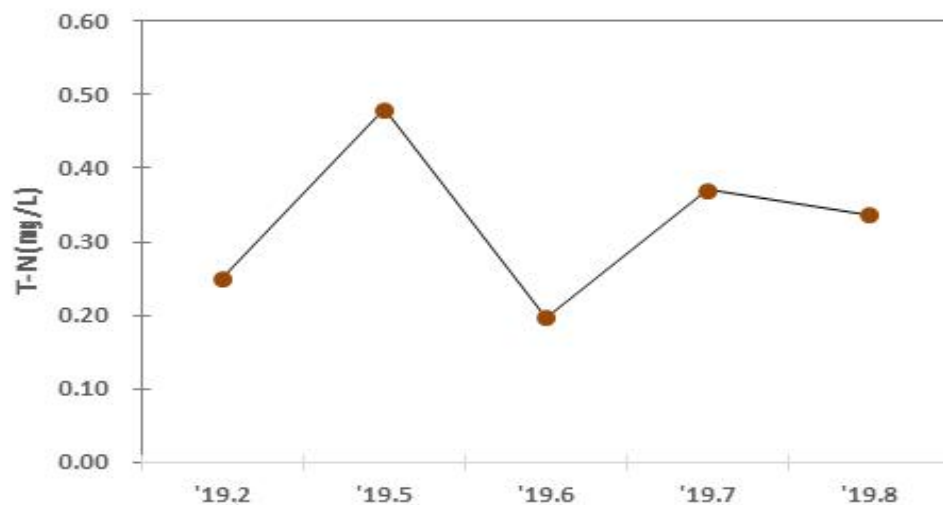
(2) 총질소(T-N)

- 금회 수영만 해역 T-N 농도범위는 0.04~2.77mg/L, 평균은 0.36mg/L로 대체적으로 비슷한 농도패턴을 보임

<표 II-71> 수영만 해역 2018년 T-N 농도

(단위 : mg/L)

	2월	5월	6월	7월	8월	11월	평균
수영만 해역	0.25	0.48	0.20	0.37	0.34	0.53	0.36



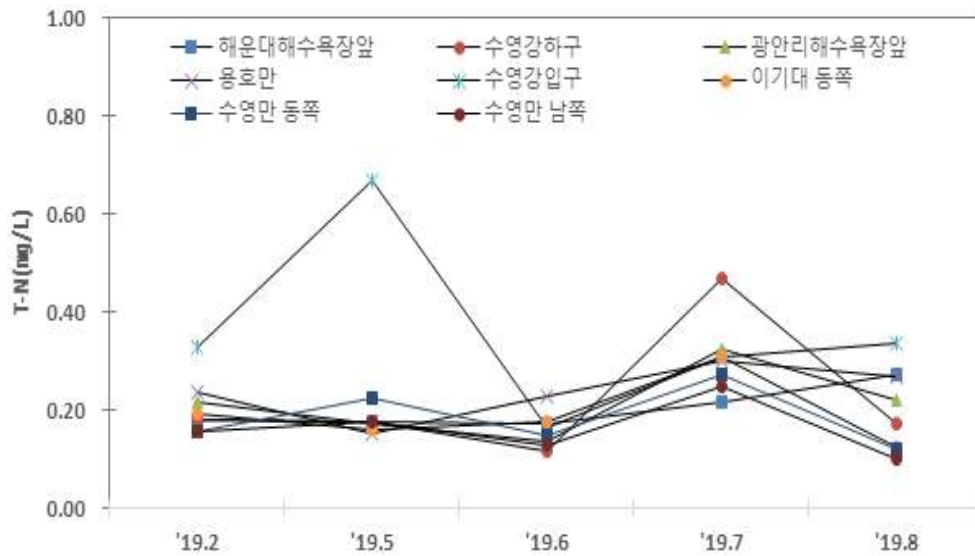
<그림 II-65> 수영만 해역 2019년 월별 T-N 농도

<표 II-72> 국가 측정망의 정점별 월별 T-N 농도

(단위 : mg/L)

정점	T-N 농도 범위	T-N 농도 평균
해운대해수욕장 앞(ST.1)	0.171~0.271	0.203
수영강하구(ST.2)	0.114~0.467	0.222
광안리해수욕장 앞(ST.3)	0.137~0.325	0.214
용호만(ST.13)	0.150~0.300	0.236
수영강입구(ST.14)	0.165~0.667	0.361
이기대동쪽(ST.15)	0.123~0.309	0.191
수영만동쪽(ST.16)	0.120~0.237	0.185
수영만남쪽(ST.17)	0.099~0.248	0.162

- 국가 측정망의 정점별 월별 T-N 농도범위는 <표 II-72>과 같음
 - 수영강입구 정점은 2월, 5월, 7월, 8월에 다른 정점보다 높은 농도를 보임
 - T-N의 경우 계절별 변화가 뚜렷이 나타나지 않음



<그림 II-66> 수영만 해역 국가 해양환경측정망 월별 T-N 변동

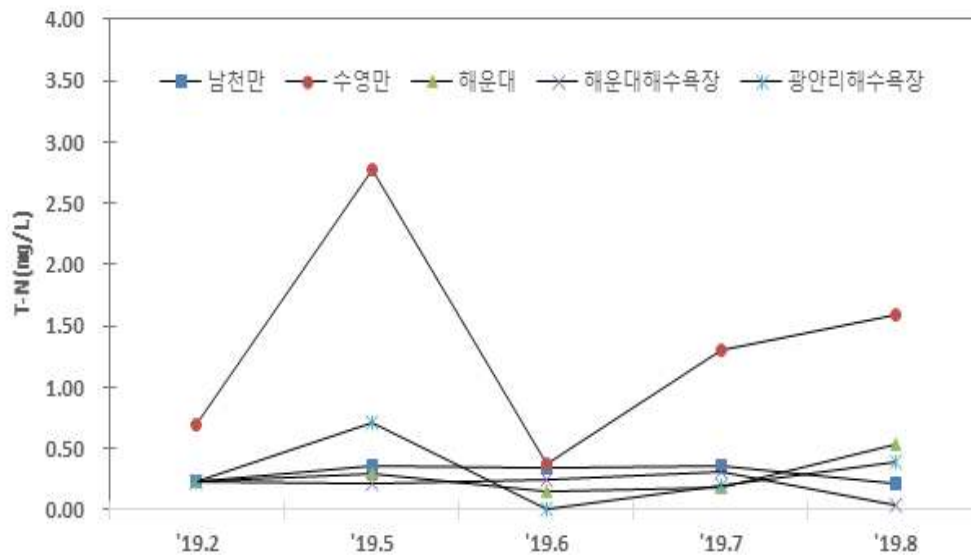
<표 II-73> 부산시 측정망의 정점별 월별 T-N 농도

(단위 : mg/L)

정점	T-N 농도 범위	T-N 농도 평균
남천만	0.217~0.36	0.299
수영만	0.366~2.767	1.347
해운대	0.146~0.528	0.276
해운대해수욕장	0.044~0.315	0.211
광안리해수욕장	0.201~0.713	0.383

- 부산시 측정망은 <표 II-73>와 같음
 - 수영만 정점은 다른 정점보다 월별 농도가 높았으며 5월에는 2.77mg/L까지 농도가 증가하였음
 - 남천만, 해운대해수욕장, 광안리해수욕장 정점은 월별 농도 변화가 비슷하게 나타나는 경향이 있음

- 수영만 해역 금회조사 결과 월별 변화는 국가 측정망의 경우 계절별 농도 변화가 뚜렷이 나타나지 않았음



<그림 II-67> 영만 해역 부산시 연안해수 수질 모니터링 월별 T-N변동

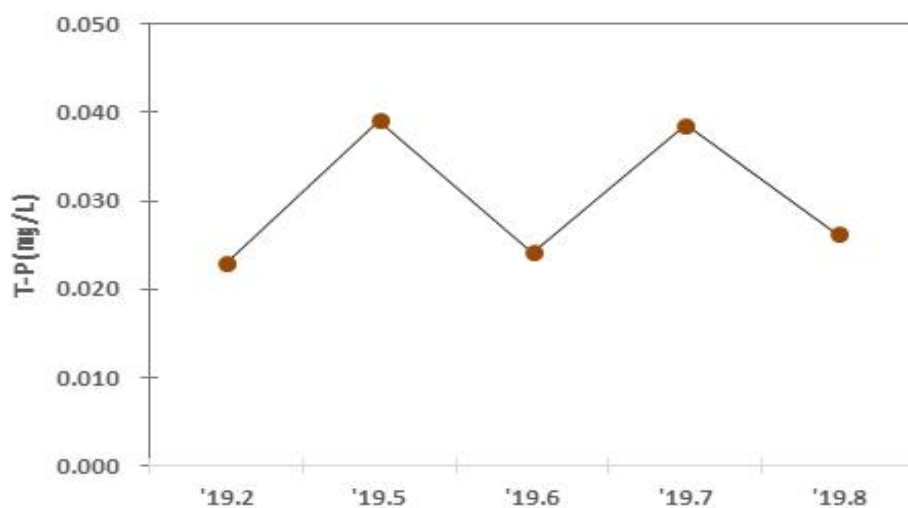
(3) 총인(T-P)

- 금회 수영만 해역 T-P 농도범위는 0.010~0.140mg/L, 평균은 0.030mg/L로 전계절 비슷한 농도 추이를 보임

<표 II-74> 수영만 해역 2018년 T-P 농도

(단위 : mg/L)

	2월	5월	6월	7월	8월	11월	평균
수영만 해역	0.023	0.039	0.024	0.039	0.026	0.07	0.04



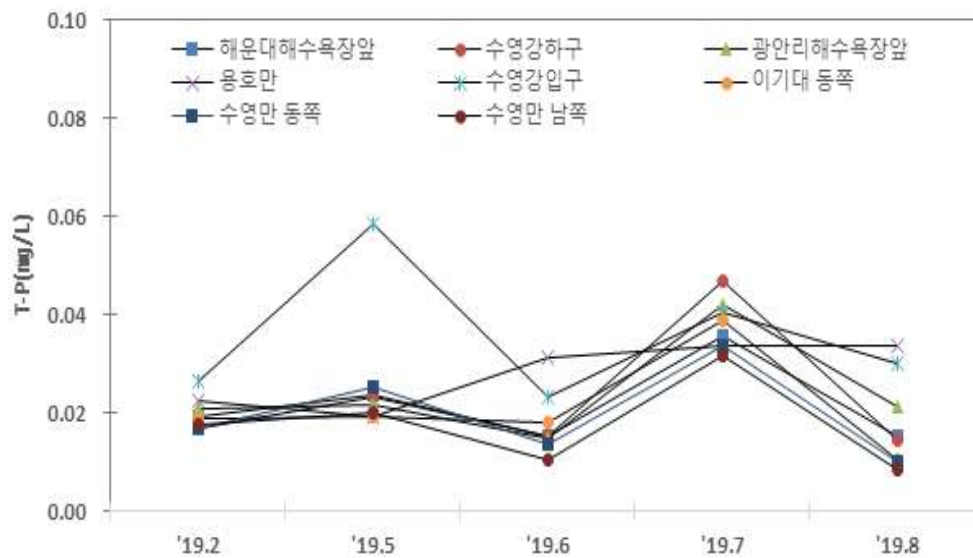
<그림 II-68> 수영만 해역 2019년 월별 T-P 농도

<표 II-75> 국가 측정망의 정점별 월별 T-P 농도

(단위 : mg/L)

정점	T-P 농도 범위	T-P 농도 평균
해운대해수욕장 앞(ST.1)	0.015~0.031	0.022
수영강하구(ST.2)	0.014~0.047	0.023
광안리해수욕장 앞(ST.3)	0.015~0.042	0.024
용호만(ST.13)	0.019~0.034	0.028
수영강입구(ST.14)	0.023~0.059	0.036
이기대동쪽(ST.15)	0.011~0.039	0.021
수영만동쪽(ST.16)	0.010~0.034	0.020
수영만남쪽(ST.17)	0.009~0.032	0.018

- 국가 측정망 월별 T-P 농도는 <표 II-75>와 같음
 - T-N과 동일하게 계절별 농도 변화가 뚜렷이 나타나지 않으며 7월 농도가 가장 낮게 나타남



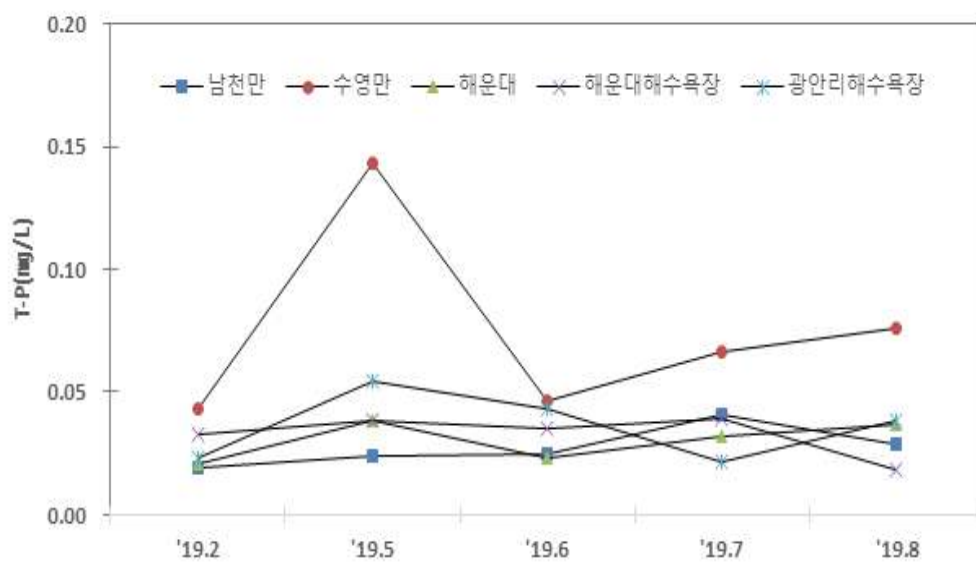
<그림 II-69> 수영만 해역 국가 해양환경측정망 월별 T-P 변동

<표 II-76> 부산시 측정망의 정점별 월별 T-P 농도

(단위 : mg/L)

정점	T-P 농도 범위	T-P 농도 평균
남천만	0.019~0.041	0.028
수영만	0.043~0.143	0.75
해운대	0.021~0.038	0.030
해운대해수욕장	0.018~0.039	0.033
광안리해수욕장	0.022~0.054	0.036

- 부산시 측정망 월별 T-P 농도는 남<표 II-76>과 같음
 - 수영만 정점은 5월 농도가 0.143mg/L로 급격히 증가한 후 6월에 농도가 가장 낮았음
- 수영만 해역 금회조사 결과 T-N 농도 변화와 비슷한 양상을 보였음
 - 국가 측정망의 경우 계절별 농도 변화가 뚜렷이 나타나지 않았음



<그림 II-70> 수영만 해역 부산시 연안해수 수질 모니터링 월별 T-P 변동

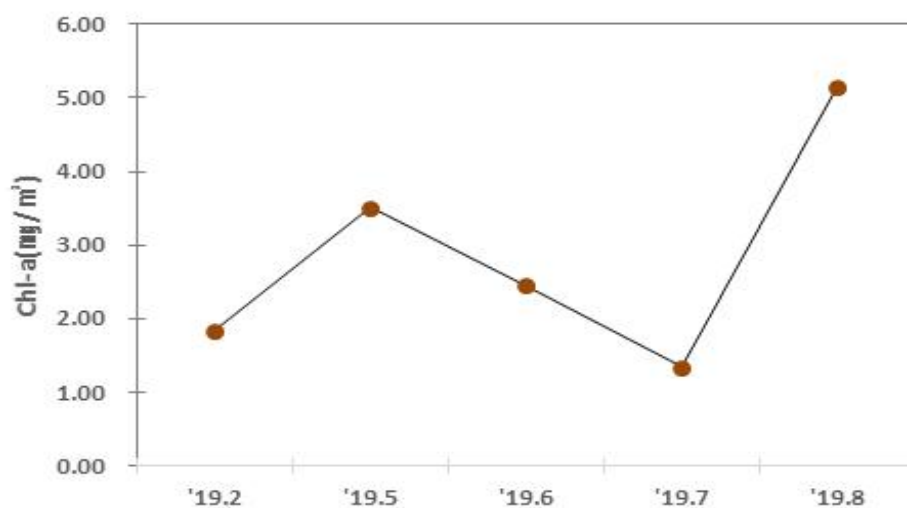
(4) 클로로필-a(Chlorophyll-a)

- 금회 수영만 해역 Chlorophyll-a 농도범위는 0.08~15.44mg/m³, 평균은 2.86mg/m³로 하계로 갈수록 농도가 증가하는 추이를 보임

<표 II-77> 수영만 해역 2018년 Chlorophyll-a 농도

	2월	5월	6월	7월	8월	평균
수영만 해역	1.84	3.51	2.45	1.34	5.15	2.86

(단위 : mg/m³)



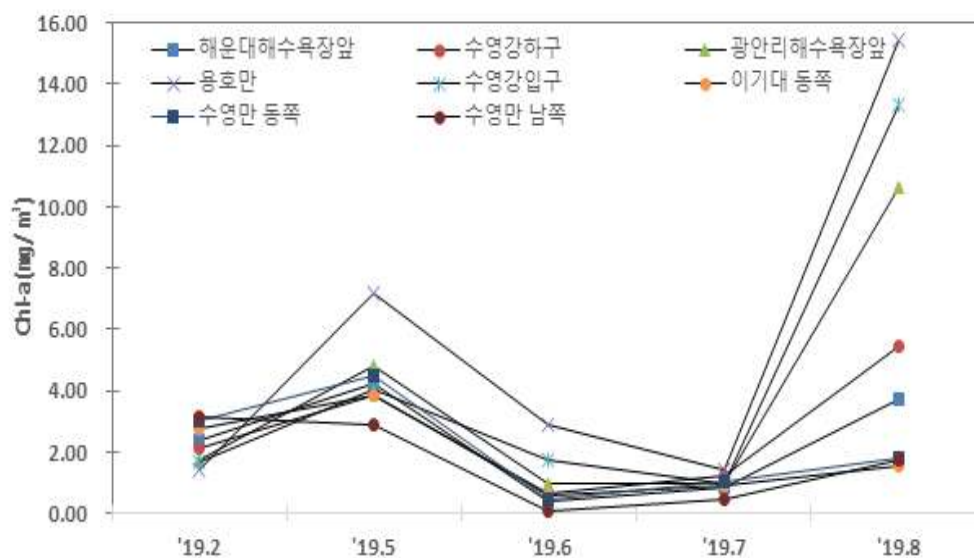
<그림 II-71> 수영만 해역 2019년 월별 Chlorophyll-a 농도

<표 II-78> 국가 측정망의 정점별 월별 chlorophyll-a 농도

(단위 : mg/m³)

정점	chlorophyll-a 농도 범위	chlorophyll-a 농도 평균
해운대해수욕장 앞(ST.1)	0.368~4.24	2.31
수영강하구(ST.2)	0.65~5.48	2.67
광안리해수욕장 앞(ST.3)	0.98~10.64	3.83
용호만(ST.13)	1.40~15.44	5.66
수영강입구(ST.14)	1.10~13.32	4.36
이기대동쪽(ST.15)	0.59~3.86	1.93
수영만동쪽(ST.16)	0.47~4.52	2.16
수영만남쪽(ST.17)	0.08~3.18	1.68

- 국가 측정망 월별 Chlorophyll-a 농도는 <표 II-78>와 같음
 - 5월 Chlorophyll-a 농도가 급격히 증가하였으며, 6월에 농도가 급격히 낮아졌음
 - 용호만은 5월에 7.16mg/m³까지 증가하였으며 8월에 15.44mg/m³로 증가하여 가장 높은 농도를 보였음



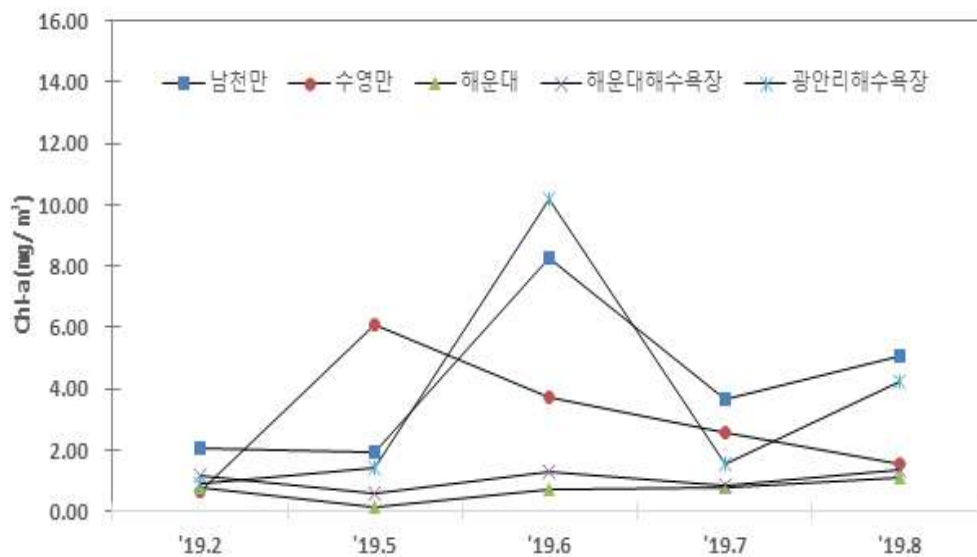
<그림 II-72> 수영만 해역 국가 해양환경측정망 월별 Chlorophyll-a 농도

<표 II-79> 부산시 측정망의 정점별 월별 chlorophyll-a 농도

(단위 : mg/m³)

정점	chlorophyll-a 농도 범위	chlorophyll-a 농도 평균
남천만	1.93~8.27	4.21
수영만	0.68~6.10	2.93
해운대	0.15~1.09	0.71
해운대해수욕장	0.61~1.35	1.05
광안리해수욕장	0.93~10.18	3.67

- 부산시 측정망 월별 Chlorophyll-a 농도는 <표 II-79>과 같음
 - Chlorophyll-a 농도는 수영만을 제외한 모든 정점에서 6월에 가장 높은 농도를 보였음
- Chlorophyll-a 농도분석 결과 용호만, 남천만, 수영만, 광안리해수욕장 정점에서 5월 농도가 증가하는 현상을 보였음



<그림 II-73> 수영만 해역 부산시 연안해수 수질 모니터링 월별 Chlorophyll-a 농도

(5) 생태기반 해수수질국가 측정망의 WQI

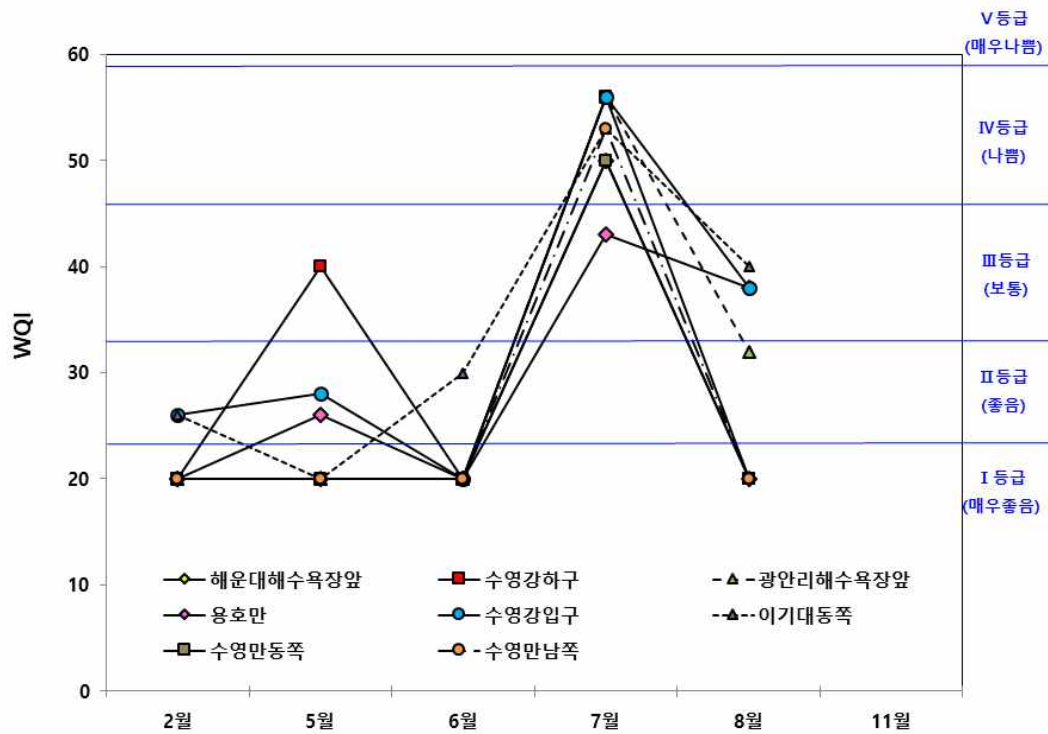
<표 II-80> 국가 측정망의 정점별 WQI

정점	WQI 범위	WQI 평균	생태기반 해수수질 등급
해운대해수욕장 앞(ST.1)	20~50	26	Ⅱ(좋음)
수영강하구(ST.2)	20~56	31	Ⅱ(좋음)
광안리해수욕장 앞(ST.3)	20~56	30	Ⅱ(좋음)
용호만(ST.13)	20~43	29	Ⅱ(좋음)
수영강입구(ST.14)	20~56	34	Ⅲ(보통)
이기대동쪽(ST.15)	22~53	34	Ⅲ(보통)
수영만동쪽(ST.16)	20~50	26	Ⅱ(좋음)
수영만남쪽(ST.17)	20~53	27	Ⅱ(좋음)

- 생태기반 해수수질 등급은 수영강입구, 이기대동쪽 정점이 Ⅲ등급(보통)이었으며, 나머지 정점에서 Ⅱ등급(좋음) 수질을 보였음
 - 수영강입구 정점은 7월 WQI 값이 56점으로 급격히 증가하여 수질등급 Ⅳ등급(나쁨)으로 수질이 나빠졌는데 이는 6월의 강우량이 많아 그 영향으로 수영강에서 유입하는 부하가 증가하여 수영강의 영향을 가장 많이 받는 수영강입구 정점의 수질 등급이 나쁘게 나타난 것으로 판단됨
 - 시간에 따른 정점별 수질 등급 변화는 뚜렷하게 나타나지 않으나 대부분 하계에 수질 등급이 낮아져 Ⅲ~Ⅳ등급의 수질을 보였음

<표 II-81> 수영만 해역 국가 측정망 2019년 수질평가 지수값(WQI)

정점	2월	5월	6월	7월	8월	평균
해운대해수욕장앞	20	20	20	50	20	26(Ⅱ)
수영강하구	20	40	20	56	20	31(Ⅱ)
광안리해수욕장앞	20	20	20	56	32	30(Ⅱ)
용호만	20	26	20	43	38	29(Ⅱ)
수영강입구	26	28	20	56	38	34(Ⅲ)
이기대동쪽	26	20	30	53	40	34(Ⅲ)
수영만동쪽	20	20	20	50	20	26(Ⅱ)
수영만남쪽	20	20	20	53	20	27(Ⅱ)



<그림 II-74> 수영만 해역 국가 해양환경측정망 월별 생태기반 해수수질 지수 변동

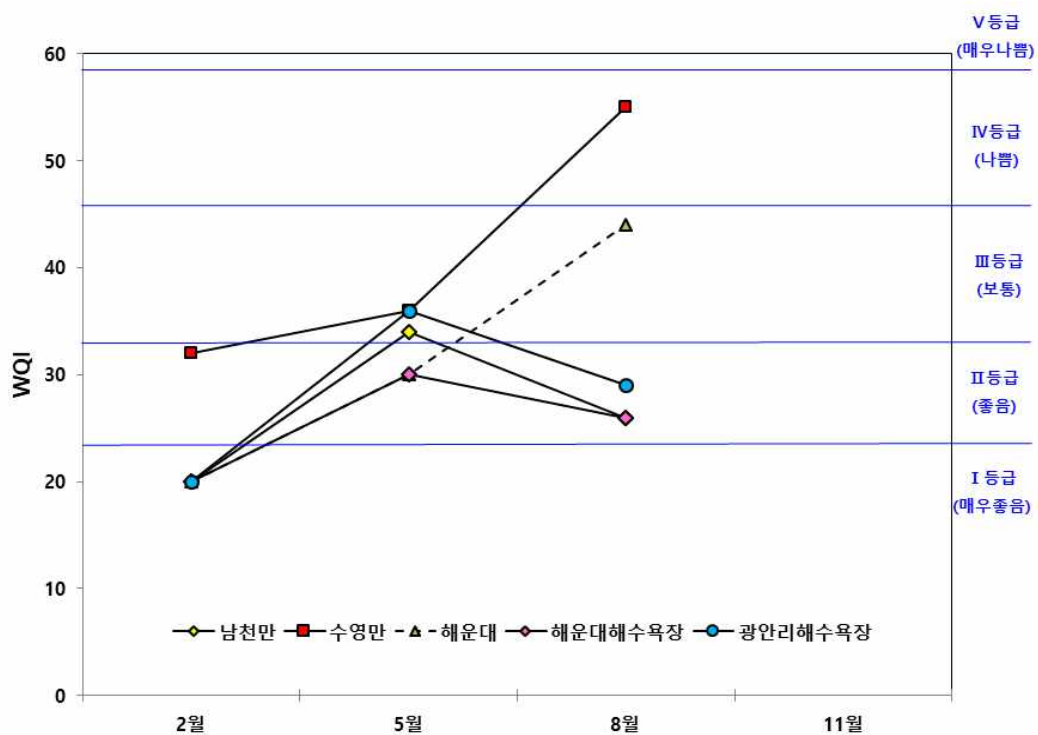
<표 II-82> 부산시 측정망의 정점별 WQI

정점	WQI 범위	WQI 평균
남천만	20~34	27
수영만	32~55	41
해운대	20~44	31
해운대해수욕장	20~30	25
광안리해수욕장	20~36	28

- 부산시 측정망의 WQI 값은 <표 II-82>과 같음
 - 하계로 갈수록 WQI 값이 증가하는 추이를 보였는데 남천만, 수영만 정점은 III등급과 IV등급의 수질을 보인 반면 남천만과 해운대해수욕장 정점의 경우 8월 WQI 값이 26점으로 II등급의 수질을 보여 정점별 수질차이를 확인할 수 있음

<표 II-83> 수영만 해역 부산시 연안해수 수질측정망 2019년 수질평가 지수값(WQI)

정점	2월	5월	8월	평균
남천만	20	34	26	27(Ⅱ)
수영만	32	36	55	41(Ⅲ)
해운대	20	30	44	31(Ⅱ)
해운대해수욕장	20	30	26	25(Ⅱ)
광안리해수욕장	20	36	29	28(Ⅱ)



<그림 II-75> 수영만 해역 부산시 연안해수 수질측정망 월별 생태기반 해수수질 지수 변동

5) 해역수질 종합검토

가) 최근 10년 수질 변동

- COD 농도는 2014년까지 감소하는 경향을 보이다 이후 농도가 증가하여 2018년에는 1.51mg/L로 전년 크게 대비 증가하였으며, 2019년 다시 감소하는 경향을 보임
- T-N 농도는 연도별 농도 증감을 반복하고 있으나 2014년 이후 감소하는 추이를 보임
- T-P 농도는 연도별로 농도의 증감을 반복하면서 전체적으로는 조금씩 증가하고 있는 추이를 보이며 국가 측정망과 부산시 측정망의 농도 차이가 수영만과 수영강입구를 제외하고 크게 나타나지 않음
- Chlorophyll-a 농도는 전체적으로 감소하고 있는 추이를 나타내지만 8월에 급격히 정점별 농도가 증가하는 경향을 나타냄
- 생태기반 해수수질 등급은 대체로 I 등급~Ⅲ등급의 수질을 만족하고 있으며 내해에 위치하여 해수 교환이 덜 이루어지는 수영강입구와 수영만 지점의 수질 등급이 낮음

나) 금회 수질 변동

- COD 농도는 하계에 높은 농도를 보였으며 월별 농도 차가 매우 크게 나타났으며 예년 대비 2019년의 농도가 다소 감소하였음
- T-N 농도는 부산시 측정망의 경우 전계절에서 비슷한 농도 변화를 보였고 특히 수영만 정점에서 매우 높은 농도를 나타냈음
- T-P 농도는 T-N 농도와 같은 변화를 보였음
- Chlorophyll-a 농도는 뚜렷하게 동계에서 하계로 갈수록 농도가 증가하였음
- 생태기반 해수수질은 대체로 Ⅱ 등급~Ⅲ 등급 수질을 보였으나 하계에 광안리해수욕장앞, 수영강입구, 이기대동쪽, 수영만, 남천만 등 일부 정점에서 Ⅲ~Ⅳ등급의 수질을 보였음

다. 해양생물조사

1) 조사방법

가) 대형저서동물

- 조하대 저서동물의 채집은 2019년 4회(5, 7, 9, 11월)에 걸쳐 개량된 van Veen grab sampler (0.1m^2)를 이용, 5개 정점을 선정하여 정점 당 3회씩 퇴적물을 채취하였음. 채취된 퇴적물은 현장에서 망목 1mm 체를 이용하여 대형저서동물을 분리한 후 10%의 중성 해수-포르말린 수용액으로 고정하여 실험실로 운반하였음. 이후 분류군별로 선별 및 동정을 실시한 후 개체수를 계수하고 생체량을 측정하였음. 그리고 서식밀도와 생체량은 단위면적당(m^2)으로 환산하여 나타내었음
- 표본 동정을 위하여 Shen (1932), Imajima (1972, 1987, 1990), 김(1973, 1977), Yang and Sun (1988), 백(1989), 한국과학기술원해양연구소(1990), Nishimura (1992, 1995), Okutani (1994, 2000), 김(1998), 국립수산진흥원(1999), 해양수산부국립수산진흥원(2001) 및 손과 홍(2003)을 참고, 각 종에 대한 우리 이름은 한국동물분류학회(1997)를 근거로 하였음
- 우점종 서열분석은 개체수와 정점별 출현빈도를 고려하여 나타낸 Le Bris index (1988)를 기준으로 나타내었고, 개체수 기준 우점종도 같이 나타내었음

$$D'_{ij} = F_{ij} \times D_{ij} \times 100$$

$$= \left(\frac{P_{ij}}{P_j} \times 100 \right) \times \left(\left(\sum_{k=1}^{P_j} \frac{N_{ik}}{N_k} \times 100 \right) / P_j \right) \times 100$$

P_{ij} = j번째 군집에서 종 i의 출현 횟수

P_j = j번째 군집의 전체 정점수

N_{ik} = j번째 군집에서 k번째 정점에 출현하는 종 i의 개체수

N_k = k번째 정점에서 총 개체수

- 군집분석을 위하여, 다양도(H' , Shannon and Weaver, 1949), 풍부도(R , Margalef, 1958), 균등도(J' , Pielou, 1977) 및 우점도(Simpson, 1949) 등을 사용함. 출현 종과 개체수 자료를 이용한 집괴분석은 각 정점간의 유사도(similarity)를 파악하기 위하여, Bray and Curtis (1957)의 지수를 이용하였음. 유사도 지수 행렬로부터 각 조사 정점과 출현 종을 연결하는 방법으로는 group-average를 이용, PRIMER (Plymouth Routines Multivariate Ecological Research) computer package를 이용하여 수지도(dendrogram)와 다차원배열법(MDS)으로 나타내었음

$$\text{다양도} : H' = -\sum P_i \times \ln(P_i)$$

(P_i : 총 출현종수에 대한 i 번째 종의 개체수 비율)

$$\text{풍부도} : d = (S-1)/\ln(N)$$

(S : 총 출현종수, N : 총 개체수)

$$\text{균등도} : J = H'/\ln(S)$$

(H' : 종다양도, S : 출현종수)

$$\text{우점도} : \lambda = \sum N_i(N_i - 1)/N(N-1)$$

(N_i : i 번째 종의 개체수, N : 총 개체수)

- 저서생태계의 건강상태를 확인하는 방법으로는 국내에서 개발된 저서오염지수(Benthic pollution index: BPI)가 있음. BPI는 저서동물의 섭식유형에 기초를 두고 Infauna index를 수정한 방법으로, 시화호(이 등, 2003), 광양만(최 등, 2003), 마산만 및 진해만(최 등, 2005; 최와 서, 2007; 임 등, 2007)의 저서생물 건강도 평가에 적용된 바 있음
- Azti's 생물지수(Azti's marine biotic index: AMBI)는 유기물에 대한 민감도를 이용하여 판단하는 방법으로써(Borja et al., 2000). 여러 유형의 환경노출상황에 비교적 잘 적용되는 모델로 알려져 있으며, 이를 활용하여 중금속오염에 의한 영향(Borja et al., 2003), 무산소환경이 저서생물에 미치는 영향(Muxica et al., 2005), 폐기물 배출에 의한 영향(Borja et al., 2000; 2003)등에 적용된 바 있어 다양한 오염원에 의한 대형저서동물의 건강도 평가에 적합한 기법이라 할 수 있음
- 저서오염지수(BPI)와 Azti's 생물지수(AMBI)의 계산식과 각 지수 산출에 적용된 가정은 다음과 같음

$$BPI = [1 - (0 \times N1 + 1 \times N2 + 2 \times N3 + 3 \times N4) / (N1 + N2 + N3 + N4) / 3] \times 100$$

N1, 육식자나 여과식자의 개체수

N2, 표층퇴적물식자의 개체수

N3, 표층하퇴적물식자의 개체수

N4, 오염지시종이나 기회종의 개체수

a=0, b=1, c=2, d=3 단, 무생물의 경우, BPI 값은 0으로 함

$$AMBI = [(0 \times \%GI) + (1.5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4.5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)] / 100$$

GI, 유기물 오염, 교란 시 현존량이 감소하는 민감종의 현존량 백분율

GII, 유기물 오염에 둔감하거나 무관한 저서생물의 현존량 백분율

GIII, 유기물 오염 내성이 있거나 약간 증가하는 저서생물의 현존량 백분율

GIV, 2차 유기물 오염지시종 현존량 백분율

GV, 1차 유기물 오염지시종의 현존량 백분율

AMBI는 0~6까지의 값을 나타내며, 무생물조건에서는 AMBI값을 7로 줌

<표 II-84> 저서오염지수(BPI)와 AMBI의 지수등급

저서동물군집 건강상태	해역등급	BPI	AMBI
High - 정상상태	I	≥60	0-1.2
Good - 약간오염	II	41-59	1.2-3.2
Moderate - 중간오염	III	31-40	3.2-5.0
Poor - 심한오염	IV	21-30	5.0-6.0
Bad - 매우 심한오염	V	≤20	6.0-7.0 (무생물 7.0)

나) 해산어류

- 해산어류 조사는 연안 자망을 사용하여 실시하였음. 자망 높이는 2m, 망목은 10×10cm이며, 한 폭의 길이가 40m인 그물 5폭을 투망하여 어류를 채집하였고 현장에서 채집된 해산어류는 10% 중성포르말린으로 고정하거나 드라이아이스 등을 이용하여 냉동하였음
- 실험실로 운반하여 각 개체들을 동정 및 분류하였으며, Masuda et al.(1984) 및 김 등(2005)의 문헌을 참고하였음. 동정된 개체들은 각각 개체수 및 생체량(g)을 측정하였음

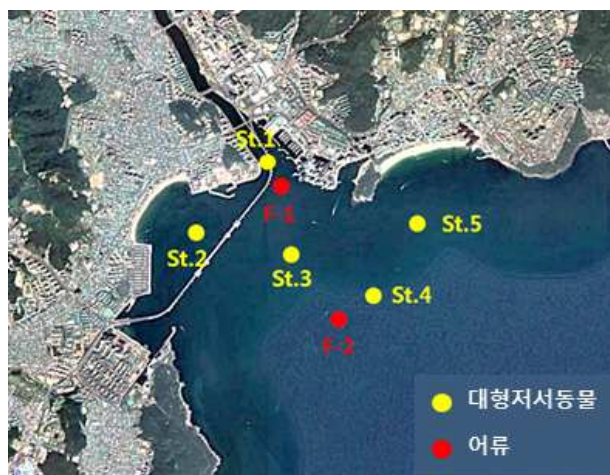
2) 조사결과

가) 대형저서동물

(1) 군집구조

(가) 2019년 5월

- 총 출현종수는 44종이었으며, 분류군별 출현종수는 환형동물 다모류가 24종, 54.5%의 점유율로 최우점하였고, 다음으로 연체동물 10종(22.7%), 절지동물 갑각류 6종(13.6%), 극피동물 2종(4.5%), 그리고 유형동물, 성구동물을 포함한 기타동물 2종(4.6%)의 순서로 출현하였음. 정점별 출현종수는 최대 24종(st.2)에서 최소 9종(st.1, 4)의 범위로 평균 14종이었음
- 분류군별 서식밀도는 환형동물 다모류가 127개체/m², 78.3%로 최우점하였고, 다음으로 연체동물 19개체/m²(11.9%), 절지동물 갑각류 10개체/m²(6.0%), 극피동물 3개체/m²(1.9%) 그리고 기타동물 3개체/m²(1.9%)의 순서로 출현하였음. 정점별 서식밀도는 최대 239개체/(0.4%)(st.2)에서 최소 87개체/(0.4%)(st.4)이었으며 평균 162개체/(0.4%)이었고, 그 외 st.1에서 상대적으로 높았음
- 분류군별 생체량은 연체동물 8.12gWWt/m²(43.5%)를 점유하였고, 다음으로 환형동물 다모류 4.62gWWt/m²(24.7%), 절지동물 갑각류 4.30gWWt/m²(23.0%), 기타동물 1.07gWWt/m²(5.7%) 그리고 극피동물 0.59gWWt/m²(3.1%)의 순서로 출현하였음. 정점별로 보면 최대 50.93gWWt/m²(st.5)에서 최소 1.88gWWt/m²(st.4)로 평균 18.70gWWt/m²이었음. 그 외 st.2에서 생체량이 상대적으로 높았음



<그림 II-76> 해양생물 조사 정점

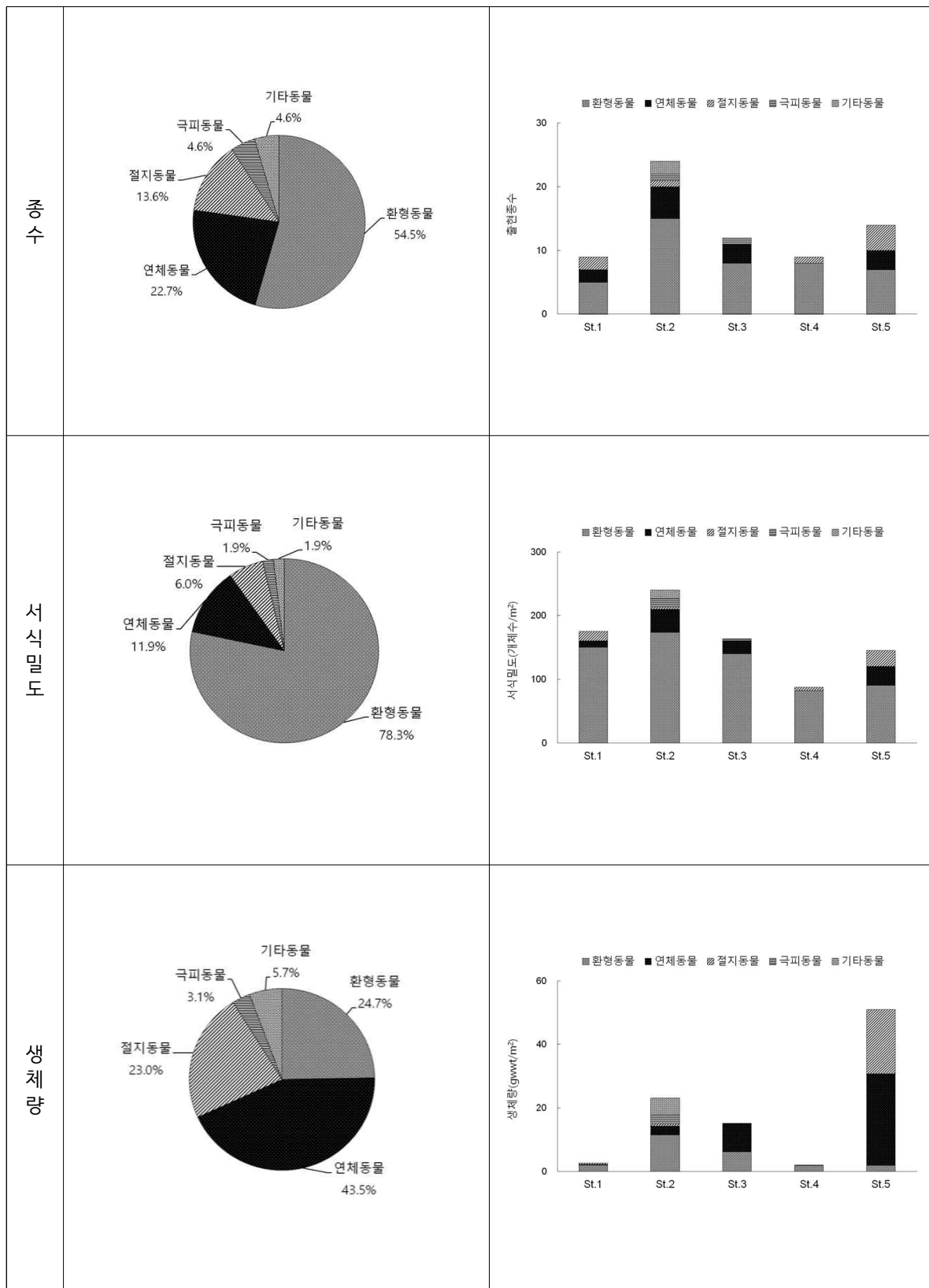
(나) 2019년 7월

- 총 출현종수는 43종이었으며, 분류군별 출현종수는 환형동물 다모류가 23종, 53.5%의 점유율로 최우점하였고, 다음으로 절지동물 갑각류 9종(21.0%), 연체동물 7종(16.3%), 극피동물 2종(4.6%) 그리고 편형동물, 성구동물문을 포함한 기타동물 2종(4.6%)의 순서로 출현하였음. 정점별 출현종수는 최대 25종(st.2)에서 최소 0종(st.4)의 범위로 평균 13종이었음.
- 분류군별 서식밀도는 환형동물 다모류가 159개체/m², 74.6%로 최우점하였고, 다음으로 연체동물 34개체/m²(15.9%), 절지동물 갑각류 10개체/m²(4.7%), 기타동물 6개체/m²(2.6%) 그리고 극피동물 4개체/m²(2.2%)의 순서로 출현하였음. 정점별 서식밀도는 최대 374개체/m²(st.2)에서 최소 0개체/m²(st.4)의 범위로 평균 213개체/m²이었음, 그 외 st.1에서 상대적으로 높았음
- 분류군별 생체량은 환형동물 다모류가 8.62gWWt/m², 51.4%를 점유하였고, 다음으로 연체동물 4.59gWWt/m²(27.4%), 절지동물 갑각류 2.17gWWt/m²(12.9%), 극피동물 1.14gWWt/m²(6.8%) 그리고 기타동물 0.25gWWt/m²(1.5%)의 순서로 출현하였음. 정점별로 보면 최대 34.48gWWt/m²(st.2)에서 최소 0.00gWWt/m²(st.4)로 평균 16.77gWWt/m²이었음. 그 외 st.5에서 상대적으로 높았음

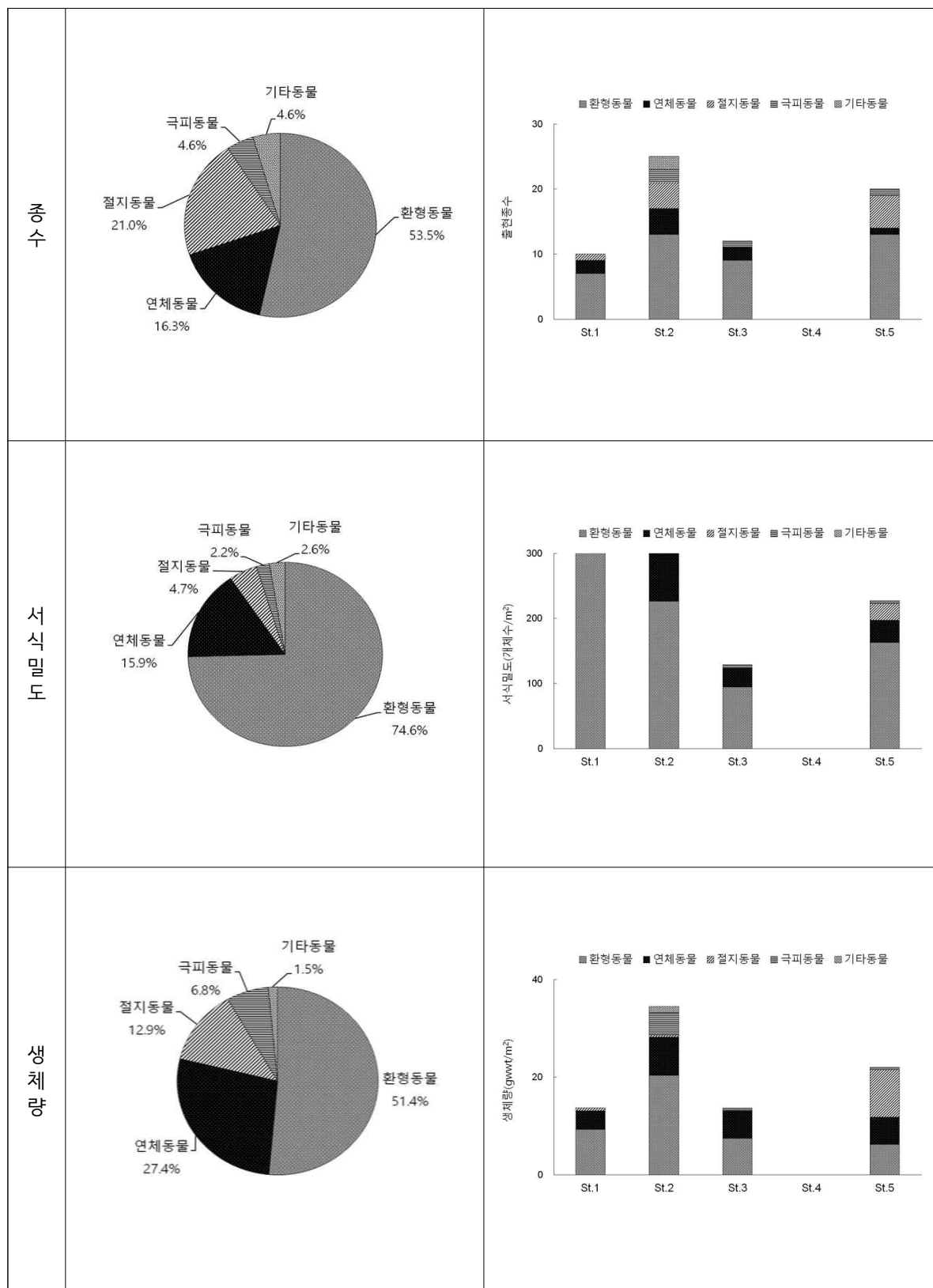
<표 II -85> 조하대 저서동물의 분류군별 출현 양상

조사 시기	구 분	출현종수		평균 서식밀도		평균 생체량	
		종수	점유율 (%)	개체수 (개체/m ²)	점유율 (%)	생체량 (gWWt/m ²)	점유율 (%)
2019년 5월	환형동물(Annelida)	24	54.5	127	78.3	4.62	24.7
	연체동물(Mollusca)	10	22.7	19	11.9	8.12	43.5
	절지동물(Arthropoda)	6	13.6	10	6.0	4.30	23.0
	극피동물(Echinodermata)	2	4.6	3	1.9	0.59	3.1
	기타동물(Others)	2	4.6	3	1.9	1.07	5.7
	합 계	44	100.0	162	100.0	18.70	100.0
2019년 7월	환형동물(Annelida)	23	53.5	159	74.6	8.62	51.4
	연체동물(Mollusca)	7	16.3	34	15.9	4.59	27.4
	절지동물(Arthropoda)	9	21.0	10	4.7	2.17	12.9
	극피동물(Echinodermata)	2	4.6	4	2.2	1.14	6.8
	기타동물(Others)	2	4.6	6	2.6	0.25	1.5
	합계	43	100.0	213	100.0	16.77	100.0
2019년 9월	환형동물(Annelida)	22	66.7	129	85.7	7.20	41.4
	연체동물(Mollusca)	6	18.2	10	6.9	8.31	47.8
	절지동물(Arthropoda)	3	9.1	6	3.9	1.58	9.1
	극피동물(Echinodermata)	1	3.0	2	1.0	0.09	0.5
	기타동물(Others)	1	3.0	4	2.5	0.22	1.2
	합계	33	100.0	151	100.0	17.40	100.0
2019년 11월	환형동물(Annelida)	14	60.9	52	57.8	2.43	44.6
	연체동물(Mollusca)	3	13.0	23	25.6	0.98	18.0
	절지동물(Arthropoda)	2	8.7	3	3.3	0.11	2.0
	극피동물(Echinodermata)	3	13.0	9	10.0	1.81	33.3
	기타동물(Others)	1	4.4	3	3.3	0.12	2.1
	합계	23	100.0	90	100.0	5.45	100.0

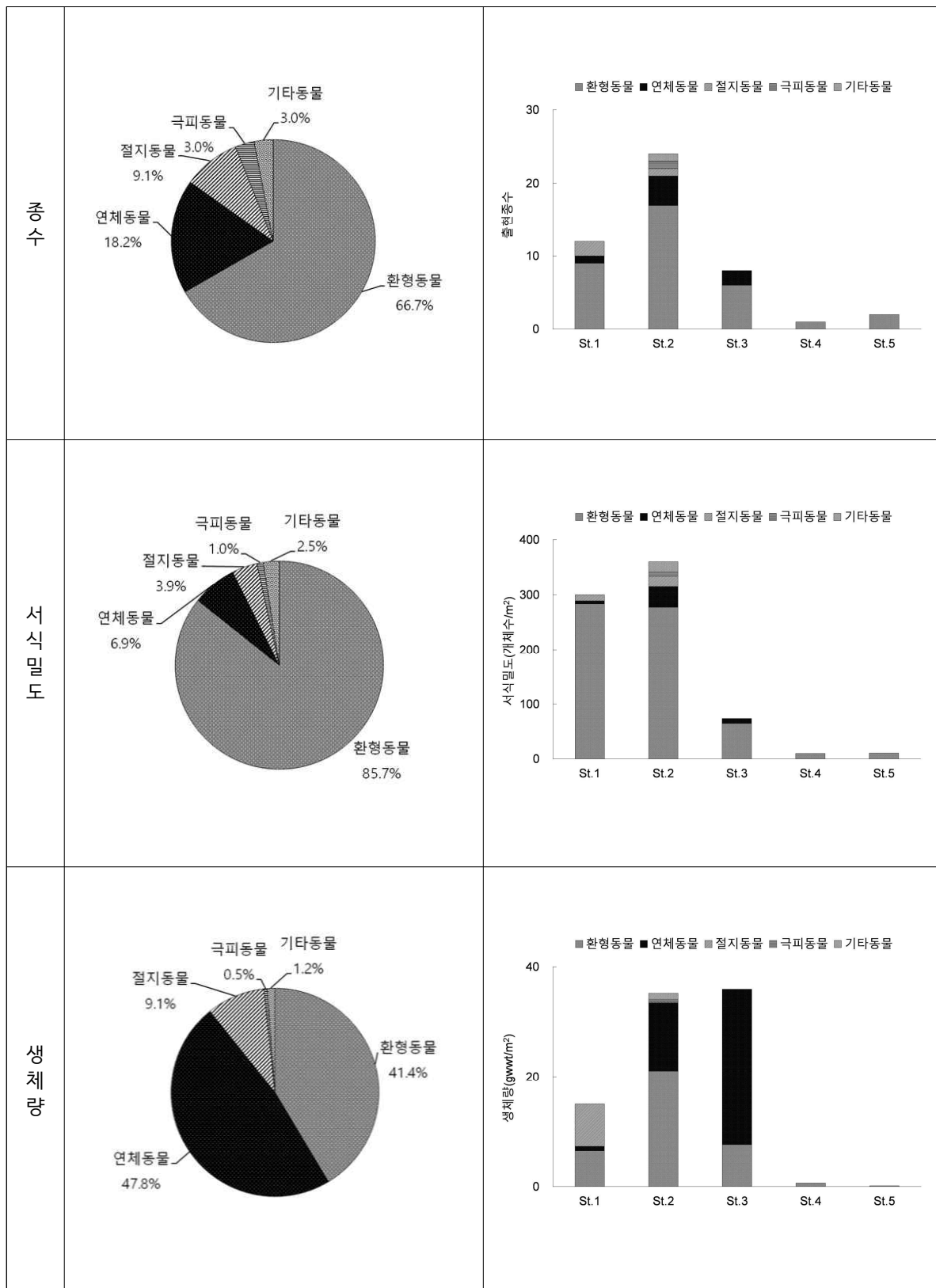
※ 종수는 조사정점에 출현한 총 종수를 나타냄



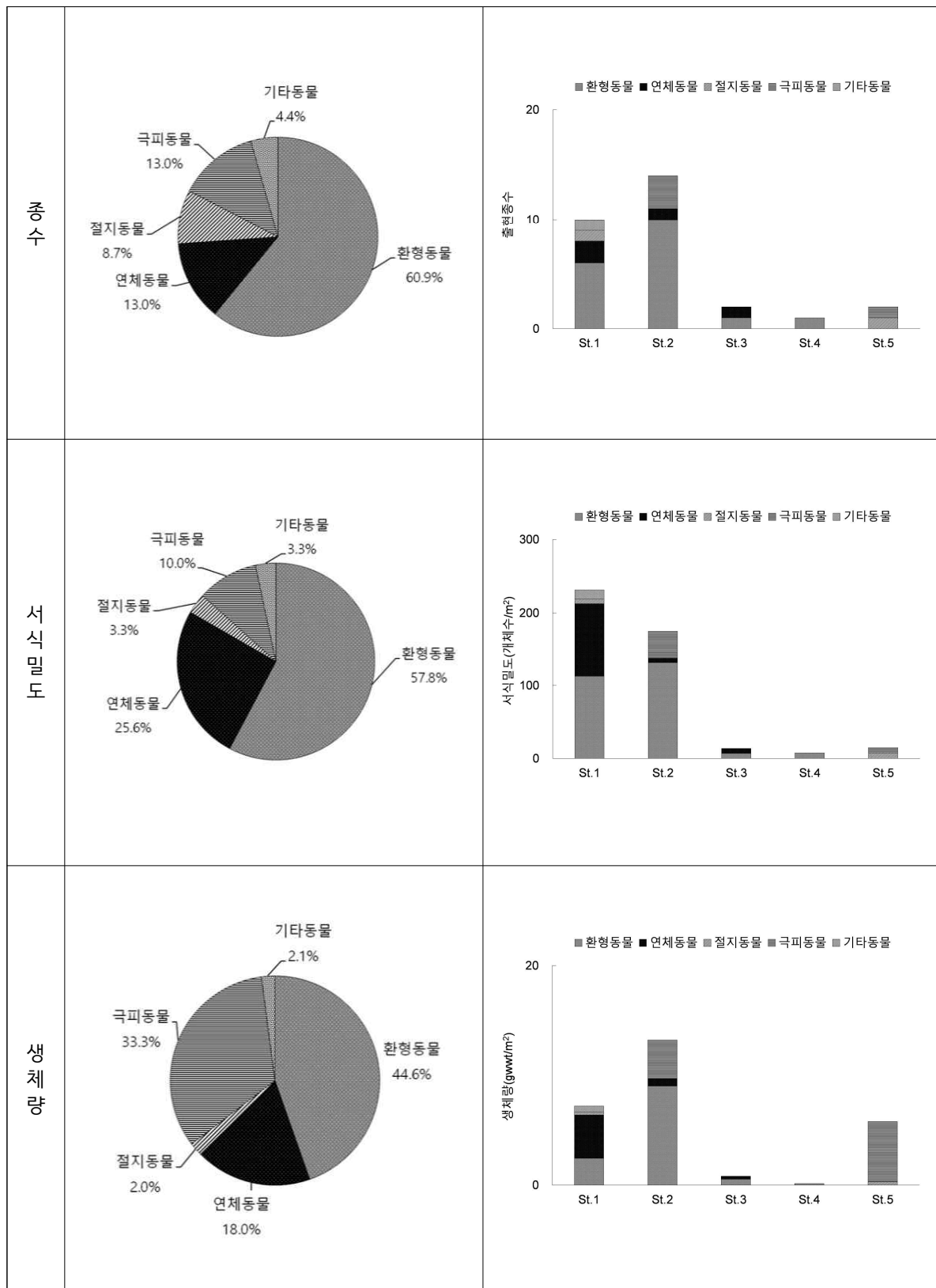
<그림 II-77> 조하대 대형저서동물의 분류군별 점유율 및 정점별 출현빈도(2019년 5월)



<그림 II-78> 조하대 대형저서동물의 분류군별 점유율 및 정점별 출현빈도(2019년 7월)



<그림 II-79> 조하대 대형저서동물의 분류군별 점유율 및 정점별 출현빈도(2019년 9월)



<그림 II-80> 조하대 대형저서동물의 분류군별 점유율 및 정점별 출현빈도(2019년 11월)

(2) 우점종

(가) 2019년 5월

- Le Bris index 기준 상위 10위 우점종은 환형동물 다모류 8종, 연체동물 이매패류, 절지동물 단각류 각각 1종이었음. 최우점종은 환형동물 다모류인 한국대나무갯지렁이(*Clymenella koreana*)로 120개체/5m², 점유율은 14.8%로 2개 정점에서 출현하였음. 그 외 상위우점종은 다모류인 흙꽃갯지렁이(*Euchone alicaudata*), 긴가시송곳갯지렁이(*Lumbrineris latreilli*) 등이었고 이들 상위 10개 우점종은 492개체/5m²로 60.7%를 점유하였음
- 개체수 기준 최우점종도 한국대나무갯지렁이였음. 개체수 기준 상위우점종은 환형동물의 빈도가 높지만 이매패류 1종도 포함됨. 개체수 기준 상위 10개 우점종은 507개체/5m²로 62.5%를 점유하였음

<표 II-86> 조하대 대형저서동물의 Le Bris index 기준 우점종(2019년 5월)

순위	분류군	종	출현개체수 (/5m ²)	Le Bris index	점유율 (%)	정점별 출현빈도
1	APol	<i>Clymenella koreana</i>	120	54,081.63	14.8	2
2	APol	<i>Euchone alicaudata</i>	44	48,120.42	5.5	4
3	APol	<i>Lumbrineris latreilli</i>	53	46,761.90	6.6	3
4	APol	<i>Paraprionospio pinnata</i>	40	41,415.44	5.0	4
5	APol	<i>Glycera chirori</i>	42	30,587.61	5.1	3
6	APol	<i>Notomastus latericeus</i>	30	20,622.80	3.7	3
7	CAm	<i>Erichthonius pugnax</i>	20	18,495.07	2.5	3
8	APol	<i>Cirriformia tentaculata</i>	80	18,285.71	9.9	1
9	MBi	<i>Moerella hiliaris</i>	33	17,565.10	4.1	2
10	APol	<i>Nephtys caeca</i>	28	14,904.21	3.5	2
계			492		60.7	

APol, 환형동물 다모류; CAm, 절지동물 단각류; MBi, 연체동물 이매패류

<표 II-87> 조하대 대형저서동물의 개체수 기준 우점종 현황(2019년 5월)

순위	분류군	종	출현개체수 (/5m ²)	점유율 (%)	정점별 출현빈도
1	APol	<i>Clymenella koreana</i>	120	14.8	2
2	APol	<i>Cirriformia tentaculata</i>	80	9.9	1
3	APol	<i>Lumbrineris latreilli</i>	53	6.6	3
4	APol	<i>Euchone alicaudata</i>	44	5.5	4
5	APol	<i>Glycera chirori</i>	42	5.1	3
6	APol	<i>Paraprionospio pinnata</i>	40	5.0	4
7	APol	<i>Goniada japonica</i>	35	4.3	1
8	MBi	<i>Moerella hilaris</i>	33	4.1	2
9	APol	<i>Notomastus latericeus</i>	30	3.7	3
10	APol	<i>Nephtys caeca</i>	28	3.5	2
계			507	62.5	

APol, 환형동물 다모류; MBi, 연체동물 이매패류

(나) 2019년 7월

- Le Bris index 기준 상위 10위 우점종은 환형동물 9종, 연체동물 1종이었음. 최우점종은 환형동물인 긴가시송곳갯지렁이로 162개체, 점유율 15.2%, 3개 정점에서 출현하였음. 그 외 상위우점종은 한국대나무갯지렁이, 갯모갯지렁이 (*Leitoscoloplos pugettensis*), 연체동물인 분홍접시조개(*Moerella hilaris*) 등이었고 이들 상위 10개 우점종은 695개체로 65.2%를 점유하였음
- 개체수 기준 최우점종도 긴가시송곳갯지렁이였음. 개체수 기준 상위우점종 역시 환형동물의 빈도가 높으며, 이들 상위 10개 우점종은 695개체/5m²로 65.2%를 점유하였음

<표 II-88> 조하대 대형저서동물의 Le Bris index 기준 우점종(2019년 7월)

순위	분류군	종	출현개체수 (/5m ²)	Le Bris index	점유율 (%)	정점별 출현빈도
1	APol	<i>Lumbrineris latreilli</i>	162	58,827.60	15.2	3
2	APol	<i>Clymenella koreana</i>	51	30,842.77	4.8	2
3	APol	<i>Leitoscoloplos pugettensis</i>	130	30,196.32	12.2	2
4	MBi	<i>Moerella hiliaris</i>	60	28,075.47	5.6	2
5	APol	<i>Glycera chirori</i>	63	27,172.61	5.9	3
6	APol	<i>Nephtys caeca</i>	48	25,076.17	4.5	3
7	APol	<i>Ophioglycera distorta</i>	43	17,138.54	4.1	3
8	APol	<i>Diopatra sugokai</i>	43	16,823.32	4.0	3
9	APol	<i>Sternaspis scutata</i>	34	14,389.94	3.2	2
10	APol	<i>Phyllodoce koreana</i>	61	13,163.33	5.7	2
계			694		65.4	

APol, 환형동물 다모류; MBi, 연체동물 이매패류

<표 II-89> 조하대 대형저서동물의 개체수 기준 우점종 현황(2019년 7월)

순위	분류군	종	출현개체수 (/5m ²)	점유율 (%)	정점별 출현빈도
1	APol	<i>Lumbrineris latreilli</i>	162	15.2	3
2	APol	<i>Leitoscoloplos pugettensis</i>	130	12.2	2
3	APol	<i>Glycera chirori</i>	63	5.9	3
4	APol	<i>Phyllodoce koreana</i>	61	5.7	2
5	MBi	<i>Moerella hiliaris</i>	60	5.6	2
6	APol	<i>Clymenella koreana</i>	51	4.8	2
7	APol	<i>Nephtys caeca</i>	48	4.5	3
8	APol	<i>Ophioglycera distorta</i>	43	4.1	3
9	APol	<i>Diopatra sugokai</i>	43	4.0	3
10	APol	<i>Sternaspis scutata</i>	34	3.2	2
계			694	65.4	

APol, 환형동물 다모류; MBi, 연체동물 이매패류

(다) 2019년 9월

- Le Bris index 기준 상위 10위 우점종은 환형동물 9종, 연체동물 1종이었음. 최우점종은 환형동물인 꼬리대나무갯지렁이(*Praxillella affinis*)로 98개체, 점유율 12.9%, 3개 정점에서 출현하였음. 그 외 상위우점종은 털보집갯지렁이(*Diopatra sugokai*), 긴가시송곳갯지렁이 등이었고 이들 상위 10개 우점종은 533개체로 70.3%를 점유하였음
- 개체수 기준 최우점종은 긴털바퀴실타래갯지렁이(*Chaetozone spinosa*)였음. 개체수 기준 상위우점종 역시 환형동물 다모류의 빈도가 높으며, 이들 상위 10개 우점종은 546개체로 72.1%를 점유하였음

<표 II-90> 조하대 대형저서동물의 Le Bris index 기준 우점종(2019년 9월)

순위	분류군	종	출현개체수	Le Bris index	점유율(%)	출현빈도
1	APol	<i>Praxillella affinis</i>	98	63,113.64	12.9	3
2	APol	<i>Diopatra sugokai</i>	57	32,500.00	7.5	2
3	APol	<i>Lumbrineris latreilli</i>	77	19,136.36	10.2	2
4	APol	<i>Chaetozone spinosa</i>	104	13,818.18	13.7	1
5	APol	<i>Nephtys caeca</i>	19	13,113.64	2.5	3
6	APol	<i>Euchone alicaudata</i>	54	13,106.06	7.1	2
7	APol	<i>Glycera chirori</i>	42	10,606.06	5.6	2
8	APol	<i>Leitoscoloplos pugettensis</i>	39	9,772.73	5.1	2
9	MBi	<i>Moerella hilaris</i>	23	9,166.67	3.1	2
10	APol	<i>Magelona japonica</i>	20	8,333.33	2.6	2
계			533	-	70.3	-

APol, 환형동물 다모류; MBi, 연체동물 이매패류

<표 II-91> 조하대 대형저서동물의 개체수 기준 우점종(2019년 9월)

순위	분류군	종	출현개체수	점유율(%)	출현빈도
1	APol	<i>Chaetozone spinosa</i>	104	13.7	1
2	APol	<i>Praxillella affinis</i>	98	12.9	3
3	APol	<i>Lumbrineris latreilli</i>	77	10.2	2
4	APol	<i>Diopatra sugokai</i>	57	7.5	2
5	APol	<i>Euchone alicaudata</i>	54	7.1	2
6	APol	<i>Glycera chirori</i>	42	5.6	2
7	APol	<i>Leitoscoloplos pugettensis</i>	39	5.1	2
8	APol	<i>Phyllodoce chinensis</i>	30	4.0	1
9	MBi	<i>Moerella hilaris</i>	23	3.1	2
10	APol	<i>Paraprionospio pinnata</i>	22	2.9	2
계			546	72.1	-

APol, 환형동물 다모류; MBi, 연체동물 이매패류

(다) 2019년 11월

- 11월 조사결과, 3개 정점(St.3~5)의 출현종수가 1, 2종만 출현하여 정점간 출현빈도를 고려하는 Le Bris index와 부합하지 않아 결과를 나타내지 않음
- 개체수 기준 상위 10위 우점종은 환형동물 7종, 극피동물 2종, 연체동물 1종이었음. 최우점종은 연체동물인 쉼개랑조개(*Raeta pulchella*)로 94개체, 점유율 21.2%, 1개 정점에서 출현하였음. 그 외 상위우점종은 긴가시송곳갯지렁이, 작은비늘갯지렁이(*Polynoella levisetosa*) 등이었고 이들 상위 10개 우점종은 328개체로 73.9%를 점유하였음

<표 II-92> 조하대 대형저서동물의 개체수 기준 우점종 현황(2019년 11월)

순위	분류군	종	출현개체수	점유율(%)	출현빈도
1	MBi	<i>Raeta pulchella</i>	94	21.2	1
2	APol	<i>Lumbrineris latreilli</i>	44	9.9	2
3	APol	<i>Polynoella levisetosa</i>	32	7.2	2
4	APol	<i>Paraprionospio pinnata</i>	31	7.1	2
5	APol	<i>Leitoscoloplos pugettensis</i>	25	5.7	2
6	APol	<i>Sthenelais fusca</i>	25	5.7	1
7	EOp	<i>Amphiura sinicola</i>	20	4.5	2
8	APol	<i>Anaitides koreana</i>	19	4.2	1
9	APol	<i>Glycera chirori</i>	19	4.2	1
10	EOp	<i>Amphiura vadicola</i>	19	4.2	1
계			328	73.9	-

APol, 환형동물 다모류; EOp, 극피동물 거미불가사리류; MBi, 연체동물 이매패류

(3) 생태지수

(가) 2019년 5월

- 출현종과 개체수를 이용하여 도출한 생태지수를 나타내었음. 풍부도는 최대 4.20(st.2)에서 최소 1.55(st.1)의 범위로 평균 2.46였으며 전체적으로 높게 나타남. 균등도는 최대 0.93(st.2)에서 최소 0.66(st.3)의 범위로 평균 0.83 이었음. 다양도는 최대 2.96(st.2)에서 최소 1.65(st.3)의 범위로 평균 2.14이었으며, 종간 경쟁력이 높은 다소 양호한 환경상태를 보임. 우점도는 최대 0.94(st.2)에서 최소 0.67(st.3)의 범위로 평균 0.82였음

(나) 2019년 7월

- 풍부도는 최대 4.05(st.2)에서 최소 1.55(st.1)의 범위로 평균 2.84였으며, 전체적으로 높게 나타남. 균등도는 최대 0.90(st.2)에서 최소 0.69(st.1)의 범위로 평균 0.82였음. 다양도는 최대 2.89(st.2)에서 최소 1.58(st.1)의 범위로 평균 2.30이었으며, 종간 경쟁력이 높은 다소 양호한 환경상태를 보임. 우점도는 최대 0.93(st.2)에서 최소 0.70(st.1)의 범위로 평균 0.84이었음

(다) 2019년 9월

- 풍부도는 최대 3.91(St.2)에서 최소 0.42(St.5)의 범위로 평균 1.97이었음. 균등도는 최대 1.00(St.5)에서 최소 0.84(St.1)의 범위로 평균 0.90이었음. 다양도는 최대 2.83(St.2)에서 최소 0.69(St.5)의 범위로 평균 1.84였음. 우점도는 최대 0.92(St.2)에서 최소 0.55(St.5)의 범위로 평균 0.77이었음

(라) 2019년 11월

- 풍부도는 최대 2.52(St.2)에서 최소 0.37(St.5)의 범위로 평균 1.23이었음. 균등도는 최대 1.00(St.3, 5)에서 최소 0.82(St.1)의 범위로 평균 0.94였음. 다양도는 최대 2.52(St.2)에서 최소 0.69(St.3, 5)의 범위로 평균 1.45로 종간 경쟁력이 약하고 불량한 환경상태를 보임. 우점도는 최대 0.92(St.2)에서 최소 0.54(St.3, 5)의 범위로 평균 0.70이었음

<표 II-93> 조하대 대형저서동물의 생태지수

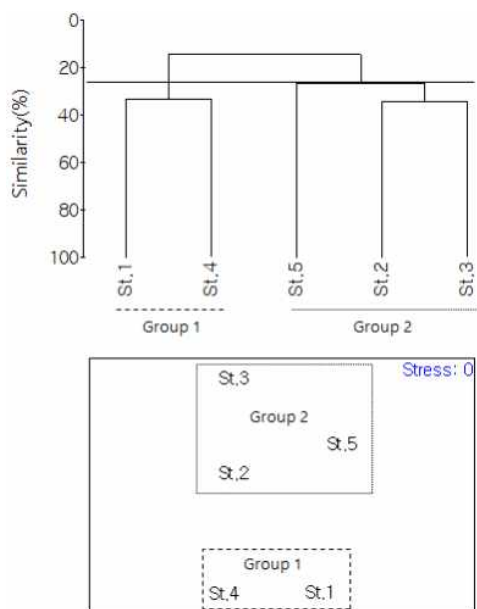
구 분		생태지수				구 분		생태지수			
		풍부도	균등도	다양도	우점도			풍부도	균등도	다양도	우점도
5월	St.1	1.55	0.76	1.67	0.73	7월	St.1	1.55	0.69	1.58	0.70
	St.2	4.20	0.93	2.96	0.94		St.2	4.05	0.90	2.89	0.93
	St.3	2.16	0.66	1.65	0.67		St.3	2.27	0.81	2.03	0.81
	St.4	1.79	0.90	1.99	0.85		St.4	-	-	-	-
	St.5	2.61	0.92	2.43	0.90		St.5	3.50	0.89	2.68	0.92
	최대	4.20	0.93	2.96	0.94		최대	4.05	0.90	2.89	0.93
	최소	1.55	0.66	1.65	0.67		최소	1.55	0.69	1.58	0.70
	평균	2.46	0.83	2.14	0.82		평균	2.84	0.82	2.30	0.84
9월	St.1	1.93	0.84	2.08	0.83	11월	St.1	1.65	0.82	1.88	0.79
	St.2	3.91	0.89	2.83	0.92		St.2	2.52	0.95	2.52	0.92
	St.3	1.63	0.85	1.77	0.79		St.3	0.38	1.00	0.69	0.54
	St.4	-	-	-	-		St.4	-	-	-	-
	St.5	0.42	1.00	0.69	0.55		St.5	0.37	1.00	0.69	0.54
	최대	3.91	1.00	2.83	0.92		최대	2.52	1.00	2.52	0.92
	최소	0.42	0.84	0.69	0.55		최소	0.37	0.82	0.69	0.54
	평균	1.97	0.90	1.84	0.77		평균	1.23	0.94	1.45	0.70

“-”: 7월 조사의 St.4는 생물이출현하지 않았으며, 9, 11월 조사의 St.4는 1종 출현으로 생태지수를 구할 수 없었음

(4) 집괴분석

(가) 2019년 5월

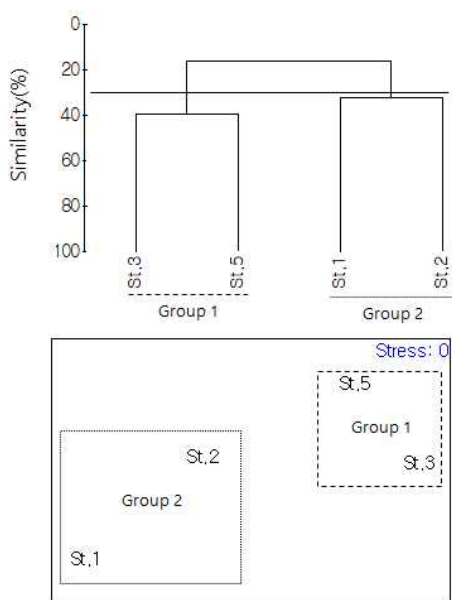
- 5월 조사에서 출현한 조하대 대형저서동물의 출현종수와 개체수를 이용한 집괴분석 결과, 약 30%의 유사도로 2개 그룹으로 구분됨. 그룹 I (St.1, 4)은 그룹 II에 비해 상대적으로 출현종이 적었음. 그룹 I을 구성하는 주요종은 명주실타래갯지렁이(*Cirriformia tentaculata*), 긴가시송곳갯지렁이, 흙꽃갯지렁이 등이었음. 그룹 II (St.2, 3, 5)는 상대적으로 출현종이 많았으며, 상위우점종의 출현빈도가 높았음. 그룹 II를 구성하는 주요종은 한국대나무갯지렁이, 치로리미갑갯지렁이(*Glycera chirori*), 분홍접시조개 등이었음



<그림 II-81> 조하대 대형저서동물의 집괴분석(수지도 및 다차원분석)(2019년 5월)

(나) 2019년 7월

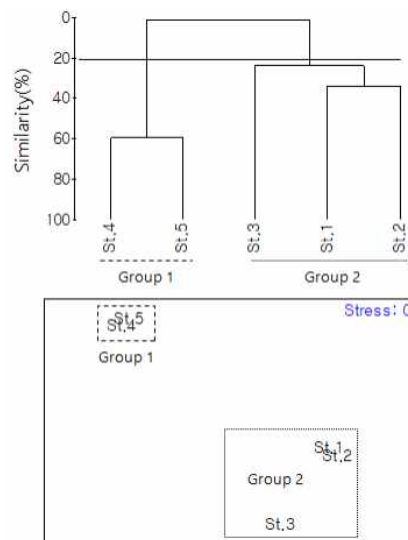
- 7월 조사에서 출현한 조하대 대형저서동물의 출현종수와 개체수를 이용한 집괴분석 결과, 약 30%의 유사도로 2개 그룹으로 구분됨. 그룹 I (St.3, 5)은 상대적으로 개체수가 낮았으며, 그룹 I을 구성하는 주요 우점종은 분홍접시조개, 한국대나무갯지렁이 등이었음. 그룹 II (St.1, 2)는 상대적으로 개체수가 높았으며, 상위우점종의 출현빈도 또한 높았음. 그룹 II를 구성하는 주요종은 긴가시송곳갯지렁이, 갯모갯지렁이 등이었음



<그림 II-82> 조하대 대형저서동물의 집괴분석(수지도 및 다차원분석)(2019년 7월)

(다) 2019년 9월

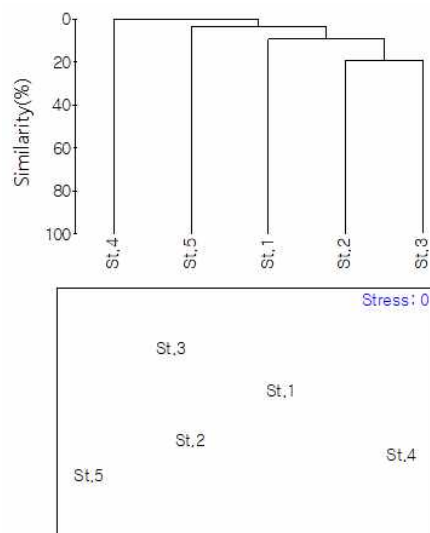
- 9월 조사에서 출현한 조하대 대형저서동물의 출현종수와 개체수를 이용한 집괴분석 결과, 약 20%의 유사도로 2개 그룹으로 구분됨. 그룹 I (St.4, 5)은 상대적으로 출현종수, 개체수 및 생태지수가 크게 낮았으며, 상위우점종 또한 출현하지 않음. 그룹 II (St.1~3)는 상대적으로 출현종수, 개체수 및 생태지수가 크게 높았으며 상위우점종의 출현빈도 또한 높았음. 그룹 II를 구성하는 주요종은 긴털바퀴실타래갯지렁이, 꼬리대나무갯지렁이, 긴가시송곳갯지렁이 등이었음



<그림 II-83> 조하대 대형저서동물의 집괴분석(수지도 및 다차원분석)(2019년 9월)

(라) 2019년 11월

- 11월 조사에서 출현한 조하대 대형저서동물의 출현종수와 개체수를 이용한 집괴분석 결과, 3개 정점(St.3~5)은 출현종과 개체수가 적어 집괴분석 결과의 왜곡현상이 발생하여 결과를 나타내지 않음



<그림 II-84> 조하대 대형저서동물의 집괴분석(수지도 및 다차원분석)(2019년 11월)

(5) 저서건강도(BPI, AMBI)

- 조사해역에서 출현한 대형저서동물의 섭식유형과 생활사 유형에 따라 4개 그룹으로 구분하여 저서건강도를 나타내었음

(가) 2019년 5월

- BPI는 최소 46(St.4)에서 최대 71(St.5)의 범위(평균 55)로 1~2등급으로 나타났음. St.4에서 46으로 낮은 이유는 N3그룹의 긴가시송곳갯지렁이와 매끈요정갯지렁이(*Ophelina acuminata*)가 대량 출현하였기 때문임
- AMBI는 최소 0.6(St.3)에서 최대 3.2(St.1)의 범위(평균 1.9)로 1~2등급으로 나타났음. St.1에서 3.2로 높은 이유는 GIV그룹의 명주실타래갯지렁이가 대량 출현하였기 때문임

(나) 2019년 7월

- BPI는 최소 52(St.3)에서 최대 76(St.2)의 범위(평균 66)로 1~2등급으로 나타났음. St.3에서 52로 낮은 이유는 N3그룹의 한국대나무갯지렁이가 대량 출현하였기 때문임
- AMBI는 최소 1.1(St.3)에서 최대 1.7(St.1)의 범위(평균 1.3)로 1~2등급으로 나타났음. St.1에서 1.7로 다소 높은 이유는 GIV그룹의 쇠개랑조개가 대량 출현하였기 때문임

(다) 2019년 9월

- BPI는 최소 17(St.5)에서 최대 67(St.3)의 범위(평균 49)로 St.5에서 5등급으로 저서건강상태가 불량하였음. St.5에서 17로 낮은 이유는 N3, 4그룹의 가는버들갯지렁이(*Notomastus latericeus*), 모자예쁜얼굴갯지렁이(*Paraprionospio pinnata*)만 출현하였기 때문임
- AMBI는 최소 1.2(St.2)에서 최대 3.8(St.5)의 범위(평균 2.4)로 1~3등급으로 나타났음. St.5에서 3.8로 높은 이유는 GⅢ, IV그룹의 가는버들갯지렁이, 모자예쁜얼굴갯지렁이만 출현하였기 때문임

(라) 2019년 11월

- BPI는 최소 50(St.3)에서 최대 83(St.5)의 범위(평균 67)로 1~2등급으로 나타났음. St.3에서 50으로 다소 낮은 이유는 N2, 3그룹의 진주접시조개(*Nitidotellina lischkei*), 작은비늘갯지렁이만 출현하였기 때문임
- AMBI는 최소 0.8(St.3)에서 최대 3.0(St.1)의 범위(평균 1.6)로 1~2등급으로 나타났음. St.1에서 3.0으로 다소 높은 이유는 GIV그룹의 쇠개량조개가 대량 출현하였기 때문임

<표 II-94> 조사해역의 저서건강도(BPI, AMBI)

조사기간	구분	정점					평균	해역등급
		St.1	St.2	St.3	St.4	St.5		
5월	BPI	48	62	50	46	71	55	Ⅱ
	AMBI	3.2	1.7	0.6	2.3	1.6	1.9	Ⅱ
7월	BPI	69	76	52	-	68	66	I
	AMBI	1.7	1.3	1.1	-	1.2	1.3	Ⅱ
9월	BPI	66	62	67	33	17	49	Ⅱ
	AMBI	2.7	1.2	1.3	3.0	3.8	2.4	Ⅱ
11월	BPI	68	67	50	67	83	67	I
	AMBI	3.0	1.3	0.8	1.5	1.5	1.6	Ⅱ

“-”: 7월 조사의 St.4는 생물출현하지 않음

나) 해산어류

(1) 1차 조사(2019년 7월)

- 1차 조사(7월)에서 출현한 해산어류는 총 7종, 33개체, 5,908.2g으로 그 중에서 성대(*Chelidonichthys spinosus*)가 17개체, 2,680.8g으로 최우점하였음
- 보구치(*Argyrosomus argentatus*)가 6개체, 399.2g으로 아우점하였으며, 이밖에도 청보리멸(*Sillago japonica*), 양태(*Platycephalus indicus*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 황매통이(*Trachinocephalus myops*), 흑대기(*Paraplagusia japonica*) 등이 출현하였음

(2) 2차 조사(2019년 11월)

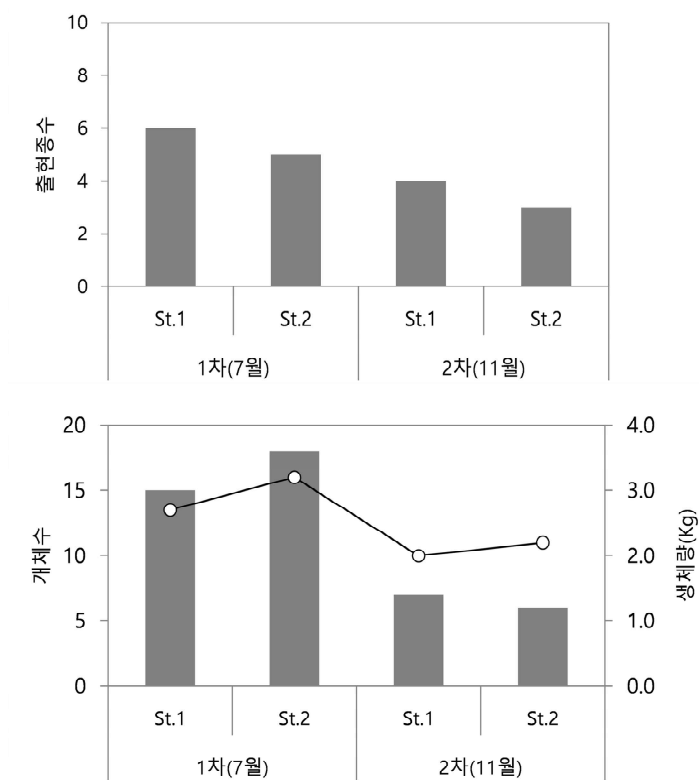
- 2차 조사(11월)에서 출현한 해산어류는 총 5종, 13개체, 4,226.0g으로 그 중에서 달고기(*Zeus faber*) 4개체, 1,664.6g, 성대 4개체, 972.1g으로 최우점하였음
- 문치가자미(*Pleuronectes yokohamae*)가 3개체, 1,314.5g으로 아우점하였으며, 이밖에도 고등어(*Scomber japonicus*), 도다리(*Pleuronichthys cornutus*) 등이 출현하였음

(3) 출현양상

- 출현종수는 상대적 내해 정점인 St.1에서, 출현개체수와 생체량은 상대적 외해 정점인 St.2에서 다소 높았으나 큰 차이는 없었음
- 1차 조사에서는 두 정점 모두 성대가 최우점하였음
- 2차 조사에서는 St.1에서 문치가자미, St.2에서는 달고기가 최우점하였음
- 조사 시기별 출현량을 비교해 본 결과, 1차 조사에서 2차 조사보다 출현량이 높았음
- 1차 조사에서는 성대, 2차 조사에서는 성대, 달고기가 최우점하였음

<표 II-95> 해산어류의 조사 시기, 정점별 출현량

구 분		출현종수	출현개체수	생체량(g)
1차(7월)	St.1	6	15	2,662.0
	St.2	5	18	3,246.2
	합계	7	33	5,908.2
2차(11월)	St.1	4	7	1,976.5
	St.2	3	6	2,249.5
	합계	5	13	4,226.0

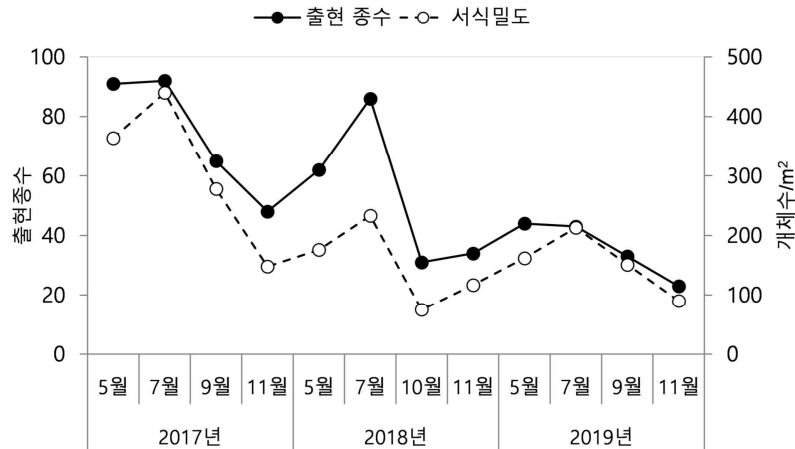


<그림 II-85> 해산어류의 조사 시기, 정점별 출현량

3) 결론

가) 대형저서동물

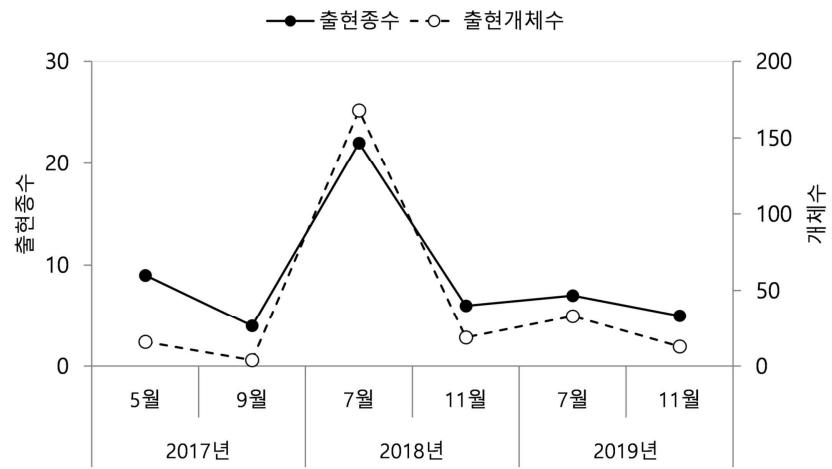
- 대형저서동물 분석 결과 상대적 내해 정점(St.1, 2)에서 출현종수, 서식밀도, 생체량 모두 외해 정점(St.3~5)보다 높았음
- 풍부도 및 다양도의 경우 St.2에서 가장 높았으며, 저서건강도(BPI, AMBI)는 모든 정점에서 1~2등급으로 양호한 저서환경상태를 보였음
- 2017~2019년까지 시계열 분석 결과 하계(7월) 조사에서 다른 계절보다 높은 출현량을 보였으며, 2017년 이후 다소 감소하는 경향을 나타냄. 이는 2018, 2019년 하계에 예년에 비해 잦은 태풍의 영향으로 저서환경상태의 일시적 변화를 초래한 것으로 판단됨



<그림 II-86> 대형저서동물의 시계열 변화

나) 해산어류

- 해산어류 분석 결과 상대적 내해 정점(St.1)과 외해 정점(St.2)간 출현량의 큰 차이는 없었음
- 1차 조사(7월)에서 2차 조사(11월)보다 출현종수, 개체수 및 생체량 모두 높았음
- 2017~2019년까지 시계열 분석 결과 2018년 7월 조사에서 크게 높게 나타났으나 2017년과 2019년은 큰 차이가 없었으며, 1차 조사에서 출현량이 모두 높았음

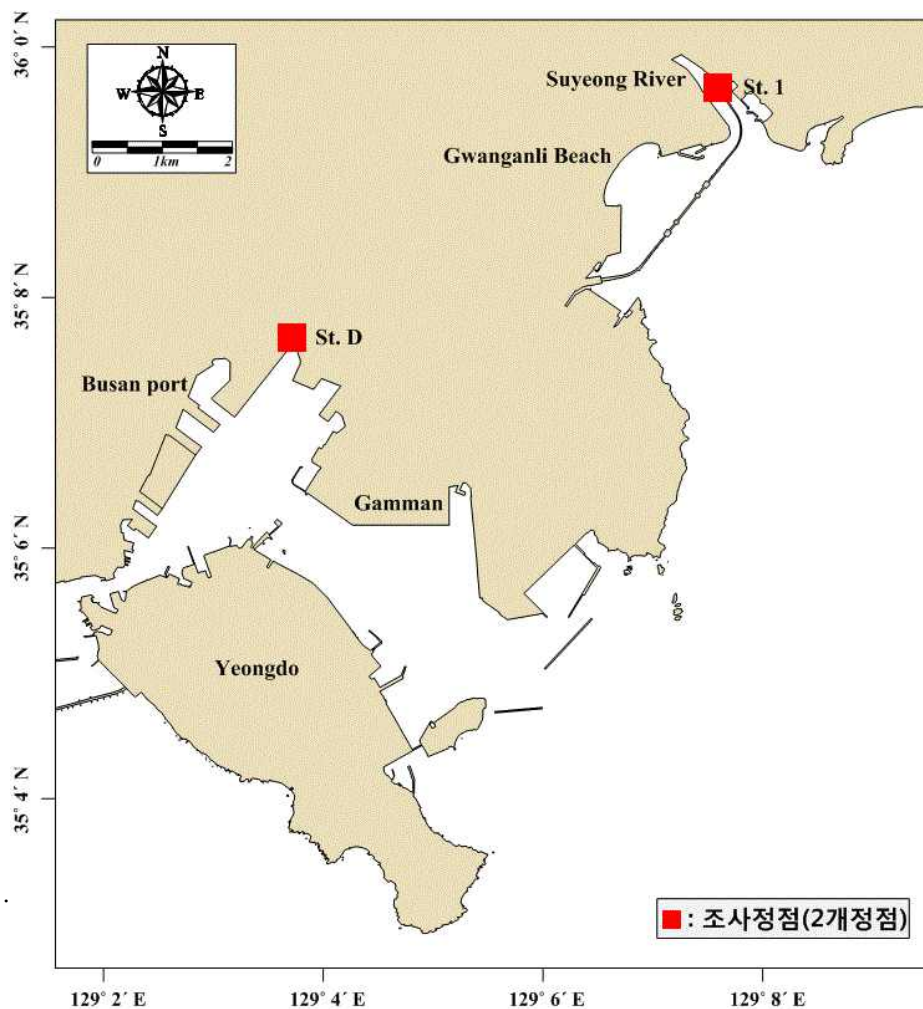


<그림 II -87> 해산어류의 시계열 변화

라. 퇴적물 침강·용출 조사

1) 조사개요

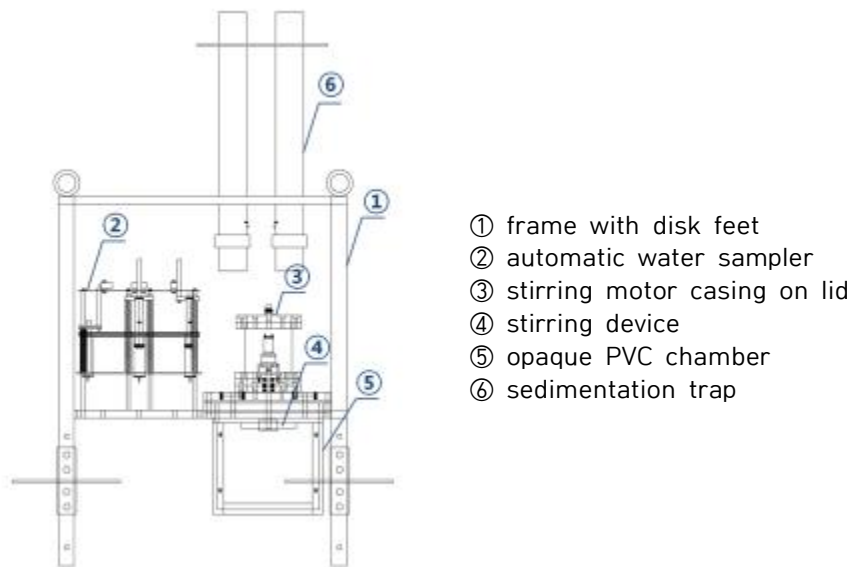
- 부산연안오염총량관리 해역의 입자물질 침강량 및 퇴적물 용출량 조사를 위해 침강 트랩과 벤틱 랜더(Benthic Lander)를 이용하여 2019년 9월 26일 ~ 27일에 육상기인 오염물질의 주요 유입원인 수영강 하구(St.1, 수영교 2호교) 인근 지점과 동천강 하구(St.D)에서 현장관측 실시(그림 II-79)



<그림 II-88> 퇴적물 침강·용출 조사 정점

- 24시간 동안 퇴적물 표층에 트랩을 설치하여 침강하는 입자물질을 포집
- 침강입자물질은 GF/F 필터로 시료를 여과한 후 여과지를 105°C 건조기 속에서 2시간 동안 건조한 후, 데시케이터에서 실온으로 식힌 다음 무게를 측정하여 여과 전·후의 무게 차이로 입자물질의 무게를 정량

- 입자 유기탄소 및 입자 유기질소는 원소분석기(CHN analyzer Smart Flash elemental analyzer, Thermo Finnigan)로 정량하였으며, 침강 플럭스 계산은 트랩입구의 단면적(ID = 10 cm)과 트랩용기(2 L)의 부피로 계산함
- 현장조사에서 사용한 벤틱 랜더(Benthic lander)는 국립수산과학원에서 개발한 (Lee et al., 2010) 현장 배양 측정 장비로서, 퇴적물-수층 경계면의 침강·용출 자동측정 및 채수 장비임 (그림 II-80)

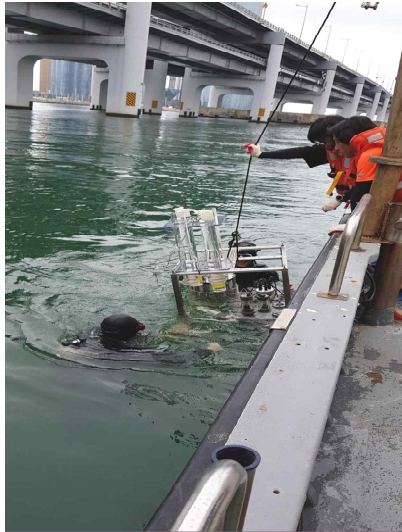


<그림 II-89> 현장 배양·측정용 벤틱 랜더 (Lee et al., 2010)

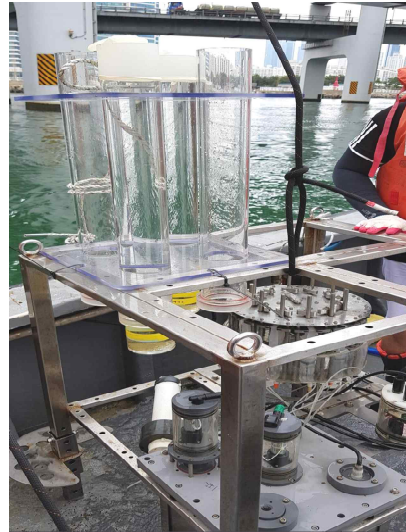
- 퇴적물 산소요구량 측정원리는 폐쇄 상자(Closed chamber 30.6 L, 0.09 m²)를 퇴적물 표층에 설치한 후 12시간 동안 암소조건으로 배양시키고, 이 시간 동안 산소미세전극(Oxygen Optode 4835, AADI)를 이용하여, 폐쇄 상자 내 용존산소의 농도 변화 기울기를 파악한 후 용존 산소의 저층소비 플럭스(산소소모율)를 추정하였음

$$\text{Flux chamber} = dC/dt \times V/A \quad (1)$$

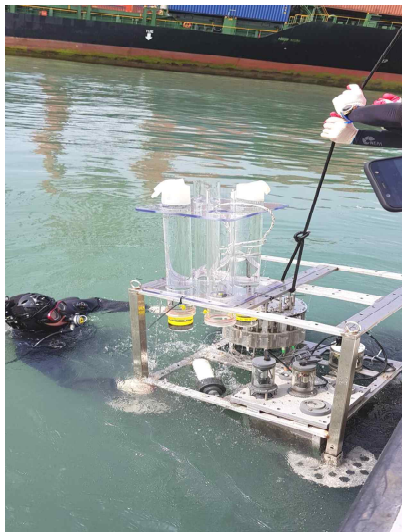
- 식(1)에서 Flux chamber는 퇴적물-수층 경계면을 통과하는 물질의 순플럭스 (mmol m⁻² d⁻¹), dC/dt는 시간 증가에 따른 물질 농도변화 기울기(mmol L⁻¹ d⁻¹), V는 용기부피(m³), A는 해저면에 설치한 용기의 면적(m²)임
- 퇴적물에서 용출되는 용존무기질소(NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻-N의 합)와 용존무기인은 주사기형 자동 채수기를 이용하여 챔버 내부의 해수를 시간별로 채수하였으며, 용출 플럭스 계산 역시 용존무기질소와 용존무기인의 농도변화 기울기를 이용하여 계산함



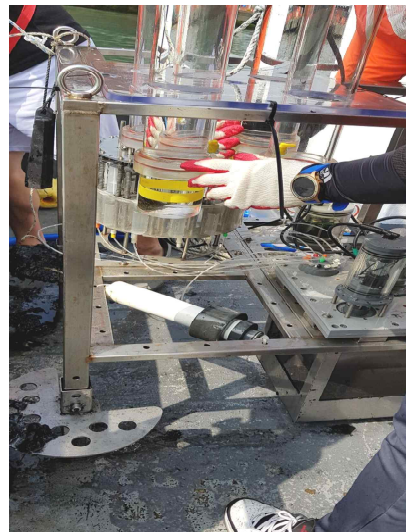
(a)



(b)



(c)



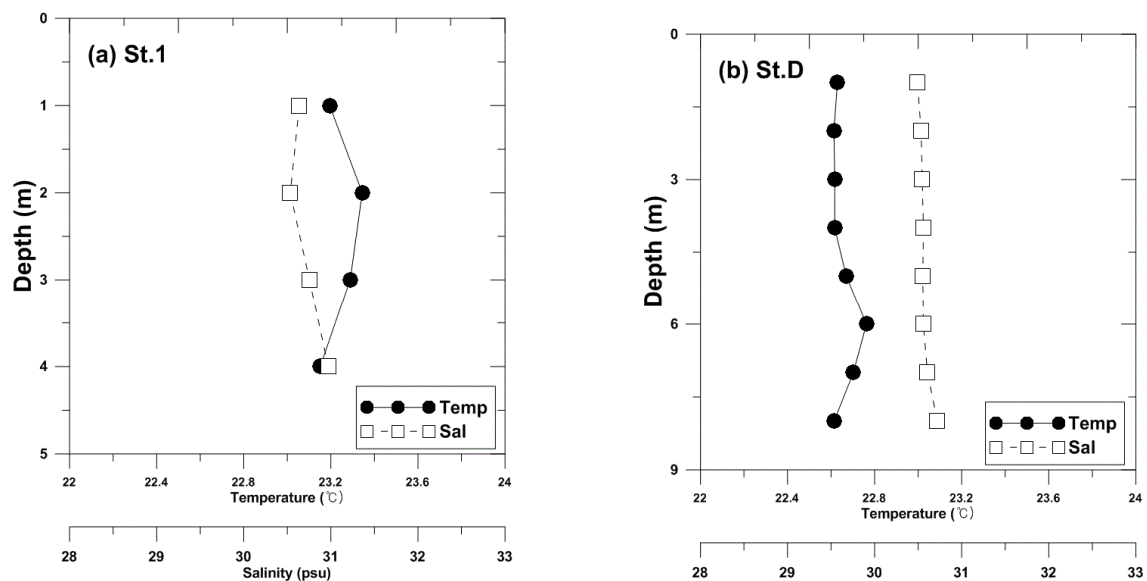
(d)

<그림 II-90> 수영강 하구의 현장조사(a,b) 및 동천 하구의 현장조사 광경(c,d)

2) 조사결과

- 표층 수온은 22.7~23.2℃, 저층 수온은 22.7~23.2℃ 범위로 2018년(18년 표층 24.9℃, 저층 24.4℃)에 비해 다소 낮은 수온이 관측되었는데 이는 예년에 비해 긴 장마 기간과 더불어 조사시기 전 통과한 태풍들이 간접적인 영향을 미친 것으로 판단됨
- 수온과 염분의 층별 관측 결과를 통해 관측 당시 해수가 수직 혼합된 상태였음을 볼 수 있으며 이는 관측일 이전에 통과한 태풍으로 교란된 결과로 추정됨

- 올해 장마는 9월 말까지 지속되면서 열대야 일수가 줄어들고 폭염(13.9일)도 예년(33.9일)에 비해 41%로 줄어든 해로 2018년 상황과 매우 상이한 기상을 보임
- 19년 7월(358.9mm), 8월(156.3mm), 9월(279mm)의 부산 강우량은 태풍의 영향을 받아 18년 7월(122.1mm)보다는 많았으나, 18년 8월(169.1mm), 9월(308.4mm)보다는 작았음
- 현장조사는 하계에 매년 태풍이 지난 간 후 실시되었고, 태풍에 의한 영향의 정도를 알아보기 위해 현장조사 30일전과 60일 전의 강우량을 비교해 보았음. 19년의 조사시기 30일 전의 강우량은 18년에 비해 많았음



<그림 II-82> 수영강 하구(a)와 동천강 하구(b)의 정점별 수온·염분



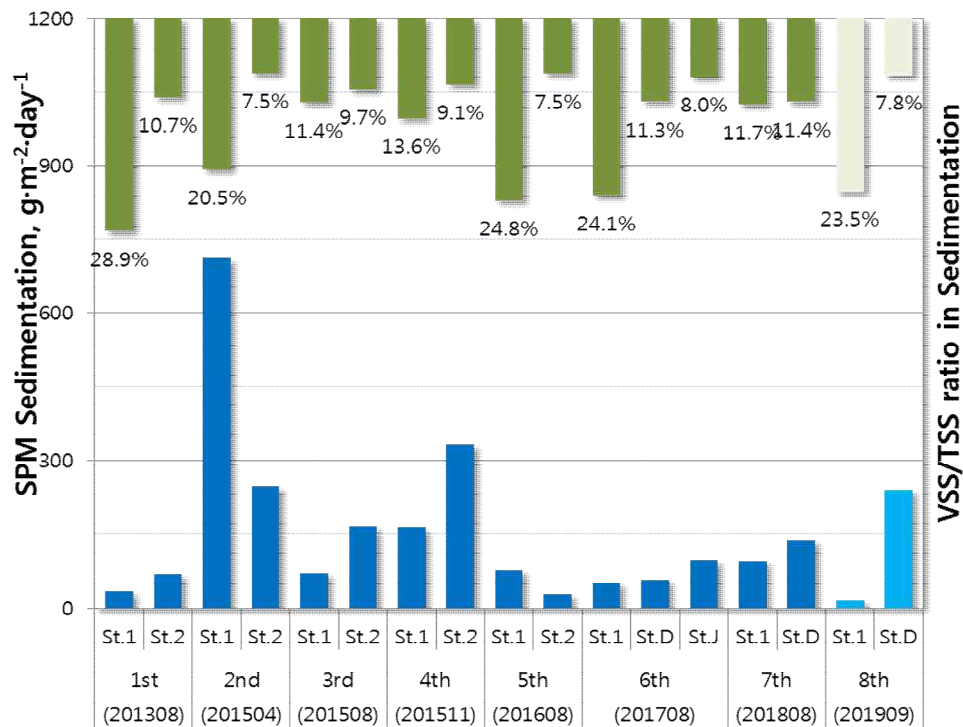
<그림 II-83> 조사연도별 강우량 및 조사 30일·60일 전 강우량

- 침강물질 관련 전체 조사항목(입자물질 침강농도 및 침강량)과 퇴적물 산소소모율-퇴적물 영양염 용출량은 각각 표 II-67과 표 II-68에 나타내었음

<표 II-96> 입자물질 침강농도 및 침강량 분석결과

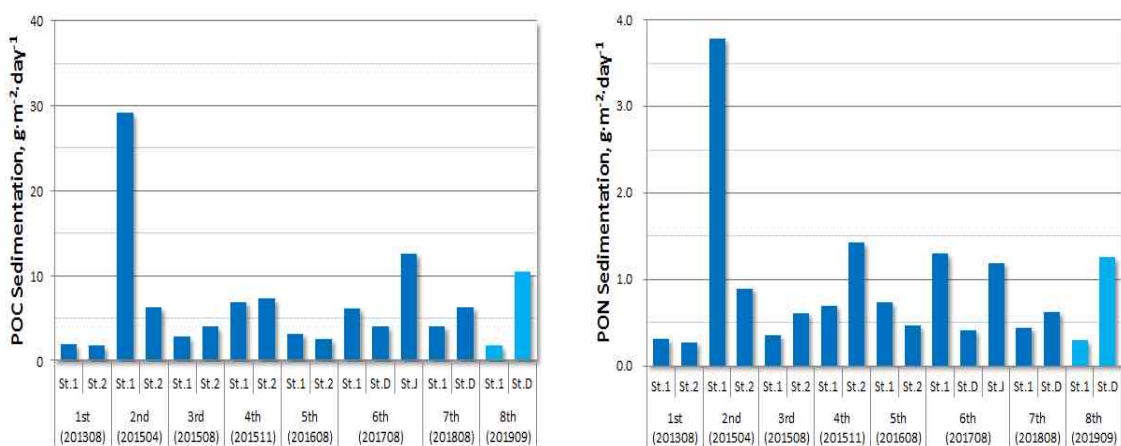
구분	입자물질 침강농도				입자물질 침강량		
	VSS	FSS	TSS	VSS/TSS	SPM	POC	PON
	mg/L			%	g·m ⁻² ·day ⁻¹		
St.1	40	134	169	23.5	16.5	1.9	0.3
St.D	192	2,329	2,479	7.8	240.4	10.5	1.3

- 침강입자의 성상을 파악하기 위해 부유물질 농도를 분석한 결과, 수영강 하구 정점(이하 St. 1)의 경우 총 부유물질 중 유기물질의 양을 알 수 있는 VSS/TSS비가 23.5%, 동천강 하구지점(이하 St. D)은 7.8% 수준이었고, 총 부유물질 중 회분의 양을 알 수 있는 FSS/TSS는 각각 78.9%, 93.9%로 나타남
- 입자물질의 침강량 flux는 St.1에서 16.5 g·m⁻²·day⁻¹, St.D에서 240.4 g·m⁻²·day⁻¹ 으로 나타났고 전년의 94.1 g·m⁻²·day⁻¹, 136.8 g·m⁻²·day⁻¹ 보다 낮아졌음
- St.D에서 총 부유물질의 양은 예년에 비해 유기물함량이 2배 이상 증가하는 것으로 나타났으며 관측을 시작한 2017년부터 지속적으로 증가하는 경향이 나타남
- St.1에서는 예년보다 낮은 입자물질 침강률이 나타났지만 VSS의 비율은 23.5%로 높게 나타남. 이는 조사 시기 전 태풍에 기인한 많은 강수량으로 인해 하천을 통한 부하량이 증가하였지만 지속적인 강우로 인해 관측 당시에는 부하량이 감소한 결과로 해석할 수 있음
- 일반적으로 강우에 의한 하천부하량의 유출 특성은 유출 초기에 높은 부하량이 나타나고 이후 점차 감소하는 경향이 나타남. 2019년 현장관측의 경우 관측 전 예년에 비해 많은 강수가 있었으며 이로 인해 강수 초기에 높은 부하량이 형성되어 대부분 유출되고 관측일 당시에는 낮은 부하량이 나타났을 것으로 추측할 수 있음. 이로 인해 입자침강물질(SPM)의 양은 감소한 반면 VSS의 비율은 증가하는 것으로 나타남



<그림 II-84> 입자물질 중 유기물 구성비 및 입자물질 침강량

- 입자물질 중 총 유기탄소 및 총 유기질소의 양은 정점별로 St.1에서 1.9 gC/m²·day, 0.3 gN/m²·day, St.D에서는 10.5 gC/m²·day, 1.3 gN/m²·day으로 St.1에서는 2018년 조사 결과(4.1 및 0.4 g/m²·day)보다는 낮았지만, St.D에서는 2018년 조사 결과(6.3 및 0.6 g/m²·day)보다 높게 나타남

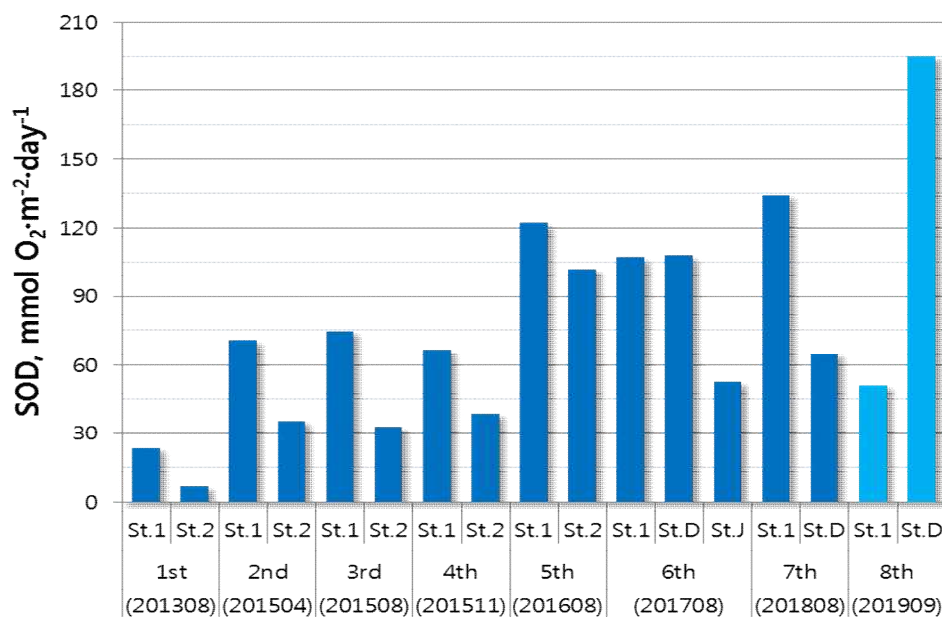


<그림 II-85> 입자물질 중 유기탄소(POC) 및 유기질소(PON) 침강율

<표 II-97> 퇴적물 산소소모율, 영양염 용출율

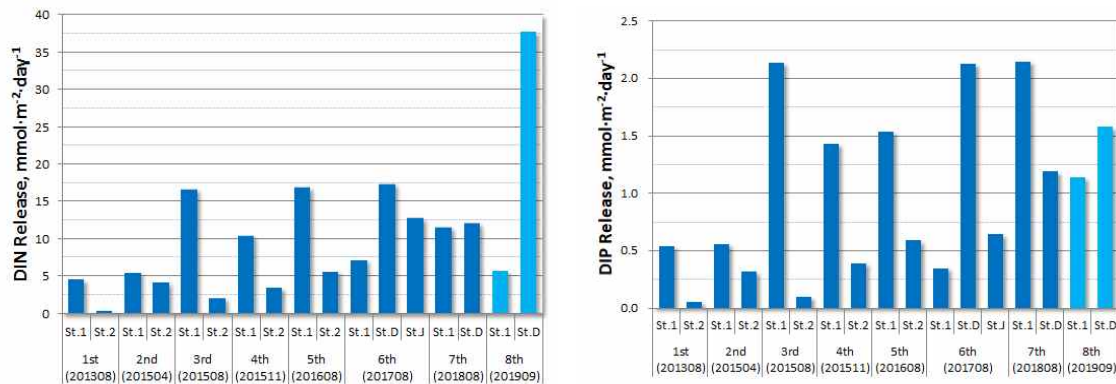
구분	퇴적물 산소소모율 및 영양염 용출율		
	SOD	DIN	DIP
	mmol·m ⁻² ·day ⁻¹		
St.1	51.0	5.7	1.1
St.D	195.0	37.7	1.6

- 퇴적물 산소소모율은 St.1과 St.D에서 각각 51 mmol·m⁻²·day⁻¹, 195 mmol·m⁻²·day⁻¹, 용존무기질소의 용출율은 각각 5.7 mmol·m⁻²·day⁻¹, 37.7 mmol·m⁻²·day⁻¹, 용존무기인의 용출율은 각각 1.1 mmol·m⁻²·day⁻¹, 1.6 mmol·m⁻²·day⁻¹로 나타남



<그림 II-86> 퇴적물 산소소모율

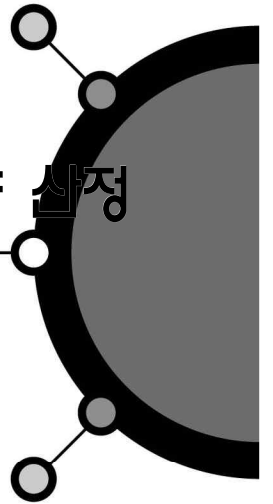
- 예년에는 St.D에 비해 St.1에서 높은 값이 나타난 반면, 올해 조사에서는 반대되는 결과가 나타남
- 이러한 결과는 조사정점의 위치가 수영강 하구의 경우 주변이 개방되어 있어 유속이 강하게 형성되어 태풍에 의한 해저면 교란이 크게 나타난 반면 동천강 인근 해역의 경우 비교적 폐쇄된 곳으로 유속이 매우 약하게 형성되어 태풍에 의한 해저면 교란의 정도가 상대적으로 작아 발생한 결과로 해석할 수 있음



<그림 II-87> 퇴적물의 영양염(DIN(좌), DIP(우)) 용출량

- 동천강 하구의 경우 앞서 설명한 바와 같이 현장관측 이전에 강수량이 많아 육상기인 유기물 부하량이 많았을 것으로 판단되며 입자침강물질이 예년에 비해 아주 높게 나타남. 이로 인해 유기물양이 많아져 퇴적물의 산소소모율이 증가한 것으로 판단됨. 또한, 태풍에 의해 해수가 수직으로 혼합된 상태이며 이로 인해 해수와 퇴적물 사이의 농도 구배가 증가해 동천강의 용출율은 예년에 비해 높게 나타남
- 반면, 수영강 하구의 경우 예년에 비해 용출율이 낮게 나타났는데, 이는 비교적 강한 유속으로 인해 유입물질의 확산이나 재부유가 잘 일어나 퇴적물의 산소소모율이 감소한 것으로 판단됨. 이로 인해 영양염 용출율은 예년에 비해 감소한 것으로 나타남
- 또한, 올해의 경우 저층 수온이 예년에 비해 높았기 때문에 산소포화도가 비교적 낮아 퇴적물 표층의 유기물 분해가 상대적으로 활발하게 일어나 산소소모율이 다소 높게 나타난 것으로 판단됨

III. 오염원 및 오염부하량 산정



1. 오염원 현황
2. 장래 오염원 예측
3. 개발계획 현황
4. 삭감계획 현황
5. 오염부하량 산정 및 산정결과

01

오염원 현황

가. 오염원 조사방법

- 오염원 조사는 전국오염원조사 자료를 이용하여 ‘부산연안 특별관리해역 연안 오염총량관리 기술지침’(이하 ‘기술지침’)에 따라 과거 5년간(2014~2018년)의 현황을 행정구역별, 배출원별로 조사하였음
- 과거 5년간의 오염원 현황은 해당연도별 전국오염원조사 자료를 기본으로 조사하였고 필요에 따라 전국오염원조사 자료를 보완할 수 있는 오염원그룹별 관련 통계자료를 활용하였음

1) 유역계 오염원 조사방법

가) 생활계 오염원 조사방법

- 생활계 오염원은 조사연도별 인구 및 생활계 물사용량을 조사하였음
- 생활계 인구는 내·외국인을 포함한 인구 현황과 하수처리 형태별 인구 현황을 조사하였음
- 생활계 물사용량은 부산광역시 상수도사업본부의 업종별 수도전 자료와 인구를 기준으로 1인당 물 사용유량을 산정하였고, 이를 다시 가정인구 사용유량, 영업인구 사용유량으로 정리하였음

2) 축산계 오염원 조사방법

- 축산계 오염원은 조사년도 말을 기준으로 축종별 사육두수, 법적규제 등의 자료를 조사하였음
- 축산계 축종별 사육두수는 법정동·리별, 개별축사별로 조사하였고 개별축사별 법적규제 형태, 가축분뇨 처리형태 등으로 구분하여 조사하였음

3) 산업계 오염원 조사방법

- 산업계 오염원은 조사년도 말을 기준으로 배출업소별 폐수량, 수질농도 등의 자료를 조사하였음
 - 개별 수질오염배출업소의 폐수 발생유량, 폐수 배출유량, 오염물질별 폐수 발생농도, 폐수 배출농도, 처리유형을 조사하였음

4) 토지계 오염원 조사방법

- 토지계 오염원은 조사년도 말을 기준으로 지목별 토지이용 현황을 조사하였음
 - 토지계 지목별 면적은 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」에 따른 28개 지목별 토지이용 면적을 조사하고 이를 다시 전, 답, 임야, 대지, 기타로 구분하여 정리하였음
 - 기술지침에 따라 과수원은 전에 포함시켰고 공장용지, 학교용지, 주차장, 주유소, 창고용지, 도로, 철도용지, 체육용지, 유원지, 종교용지, 사적지, 축사는 대지에 포함시켰고 목장용지, 광천지, 염전, 양어장, 제방, 하천, 구거, 유지, 수도용지, 공원, 묘지, 잡종지는 기타에 포함시켰음

5) 양식계 오염원 조사방법

- 양식계 오염원은 조사년도 말을 기준으로 양식 현황을 조사하였음
 - 개별 양식장의 양식어종, 시설면적, 사료투여량을 조사하였음

6) 매립계 오염원 조사방법

- 매립계 오염원 현황은 조사년도 말을 기준으로 매립시설별 침출수량, 수질농도 등의 자료를 조사하였음
 - 매립계 오염원 자료는 법정동·리별, 매립시설별로 매립장 침출수 발생유량, 침출수 방류유량, 오염물질별 침출수 발생농도, 침출수 방류농도 등을 조사하였음

7) 환경기초시설 조사방법

- 환경기초시설에 대한 자료는 2018년도 각 시설별 운영 자료를 조사하였음
 - 환경기초시설별 총유입유량, 관거이송유량, 직접이송유량, 방류유량, 오염물질별 유입농도, 관거이송농도, 방류농도를 조사하였음

8) 해역계 오염원 조사방법

가) 선박계

- 선박계 오염원은 조사년도 말을 기준으로 항만별 선박현황을 조사하였음
- 항만별 선박종류별 선박용도, 총톤수, 승선인원을 조사하였음

나) 수중 양식계

- 수중 양식계 오염원은 조사년도 말을 기준으로 해역 양식현황을 조사하였음
- 개별 양식장의 양식어종, 시설면적을 조사하였음
 - 수중 양식계는 양식종류와 개소 현황을 조사하였음

나. 오염원 조사결과

1) 유역계 오염원 현황

가) 생활계

- 2018년 주민등록상 인구 1,522,860명 중 하수처리구역 내 인구는 1,534,170명이며, 하수미처리구역 내 인구는 없는 것으로 조사됨
 - 하수처리구역 내 분류식 인구가 63.6% 차지하며, 합류식 인구는 36.4%를 차지함
- 생활계 물사용량은 총 582,004.6m³/일 중 가정용이 250,901.4m³/일로 43.1%, 영업용이 165,551.6m³/일로 56.9%를 차지함

<표 Ⅲ-1> 생활계 오염원 현황

시군구	인구(인)						물사용량(m³/일)		
	합계	하수처리		하수미처리			합계	가정용	영업용
		분류식	합류식	오수처리	단독정화	수거식			
기장군	9,535	6,727	2,808	-	-	-	2,453.5	1,614.5	419.5
금정구	246,207	165,174	81,033	-	-	-	93,505.9	41,267.5	26,119.2
해운대구	402,759	230,774	171,985	-	-	-	162,619.0	69,128.8	46,745.1
동래구	267,452	228,679	38,773	-	-	-	98,512.5	43,142.7	27,684.9
연제구	208,625	101,392	107,233	-	-	-	76,451.7	33,050.5	21,700.6
부산진구	35,553	17,279	18,274	-	-	-	15,309.2	5,423.8	4,942.7
수영구	177,566	62,936	114,630	-	-	-	67,199.6	28,853.8	19,172.9
남구	175,163	155,191	19,972	-	-	-	65,953.2	28,419.8	18,766.7
합 계	1,522,860	968,152	554,708	-	-	-	582,004.6	250,901.4	165,551.6

나) 축산계

- 2018년 축산계 오염원 현황은 전체 1,020두수 중 가금류 68.6%(700두수), 돼지 7.4%(75두수), 젓소 20.4%(208두수)로 조사됨
- 축산업으로 인해 발생한 폐수와 고형물은 100% 자원화 처리되고 있음

<표 Ⅲ-2> 축산계 오염원 현황

시군구	축종	사육 두수	폐수처리						고형물처리				
			개별처리율					공공 처리율	개별처리율				공공 처리율
			폐수 처리	자원화	위탁	투기	무처리		자원화	위탁	투기	무처리	
기장군	젓소	208	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	한우	37	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	말	0	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	돼지	75	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	양	0	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	개	0	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	가금	700	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	소계	1,020	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
합계	젓소	208	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	한우	37	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	말	0	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	돼지	75	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	양	0	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	개	0	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	가금	700	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	소계	1,020	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0

다) 산업계 오염원

- 2018년 폐수 배출업소는 총 421개소로 방류업소 5개소, 위탁업소 50개소, 종말업소 366개소이고 이 중 60.10%가 금정구(25.18%), 해운대구(20.19%), 동래구(14.73%)에 있음
- 전체 폐수 발생량은 10,825.9m³/일로 이 중 해운대구가 37.92%를 차지함

<표 Ⅲ-3> 산업계 오염원 현황

시군구	폐수 배출업소(개소)				폐수발생량 (m ³ /일)
	합계	방류	위탁	종말	
기장군	6	1	0	5	324.8
금정구	88	1	14	73	3,268.9
해운대구	78	2	5	71	1,625.6
동래구	49	0	5	44	1,878.2
연제구	42	1	3	38	253
부산진구	9	0	2	7	14.9
수영구	31	0	4	27	136
남구	25	0	5	20	248.7
합 계	328	5	38	285	7,750.1

라) 토지계 오염원

- 2018년 지목별 토지이용은 총 221.076km² 중 임야 121.032km², 대지 68.840km², 기타 16.564km², 답 10.611km², 전 4.029km²로 임야와 대지가 전체 토지이용의 85.9%를 차지함
- 전체 토지이용 중 기장군이 차지하는 비중은 28.0%로 임야가 75.1%로 가장 많이 차지하였고, 금정구가 차지하는 비중은 25.6%로 임야가 58.8%, 대지 26.4%이었음

<표 Ⅲ-4> 토지계 오염원 현황

시군구	합계	전	답	임야	대지	기타
기장군	61.988	2.081	6.799	46.550	2.910	3.648
금정구	56.654	0.862	2.701	33.322	14.964	4.805
해운대구	47.093	0.764	0.874	25.142	15.200	5.113
동래구	16.615	0.180	0.109	4.358	10.896	1.072
연제구	12.07	0.035	0.027	2.938	8.592	0.478
부산진구	2.02	0.006	0.013	0.546	1.405	0.050
수영구	10.204	0.016	0.004	2.342	7.401	0.441
남구	14.432	0.085	0.084	5.834	7.472	0.957
합 계	221.076	4.029	10.611	121.032	68.840	16.564

마) 양식계

- 2018년 말 기준 관리구역 내 양식장은 위치하지 않는 것으로 조사됨

바) 매립계

- 2018년 매립계 오염원 침출수량은 석대매립장에서 212.8m³/일 발생하여 212.8m³/일 방류함
- 침출수 방류농도는 석대매립장이 BOD 18.3mg/L, COD 25.0mg/L, T-P 0.500mg/L임

<표 Ⅲ-5> 매립계 오염원 현황

시설명	위치			침출수량(m³/일)		발생농도(mg/L)				방류농도(mg/L)			
	시도	시군구	읍면동	발생	방류	BOD	COD	T-N	T-P	BOD	COD	T-N	T-P
석대매립장	부산	해운대구	석대동	212.8	212.8	18.3	47.5	-	0.400	18.3	25.0	-	0.400

사) 환경기초시설 조사

(1) 환경기초시설 현황

- 관리구역 내 환경기초시설은 공공하수처리시설 4개소가 운영 중에 있음
 - 수영하수처리시설은 452,000m³/일의 시설규모로 금정구, 동래구, 연제구, 부산진구, 수영구 일원에서 발생하는 하수를 처리하여 수영강하류로 방류하며 1988년 5월부터 가동 중에 있음
 - 부산중앙하수처리시설은 120,000m³/일의 시설규모로 중구 일원에서 발생하는 하수를 처리하여 부산항연안으로 방류하며, 2006년 1월부터 가동 중에 있음
 - 영도하수처리시설은 95,000m³/일의 시설규모로 영도구 일원에서 발생하는 하수를 처리하여 수영만연안 유역 외로 방류하며, 2006년 1월부터 가동 중에 있음
 - 남부하수처리시설은 340,000m³/일의 시설규모로 남구 일원에서 발생하는 하수를 처리하여 수영만연안04 인근해역으로 방류하고 있음

<표 Ⅲ-6> 환경기초시설 설치 현황

(단위 : m³ / 일)

시설명	시설용량	가동개시일	위치				방류선
			소유역	시도	시군구	읍면동	
수영	452,000	1988.05.01	수영강하류	부산	동래구	안락동	수영강하류02
부산중앙	120,000	2006.01.01	-	부산	서구	암남동	유역 외
영도	95,000	2006.01.01	부산항연안03	부산	영도구	동삼동	부산항연안03
남부	340,000	1996.06.06	수영만연안04	부산	남구	용호동	수영만연안04

(2) 환경기초시설 운영 현황

- 수영하수처리시설의 2018년 월별 총유입유량은 296,230~404,576m³/일로 범위하였으며, 연평균 344,905m³/일이 유입하였음
 - 월별 유입 COD수질은 70.9~94.5mg/L로 범위하였으며 연평균 78.6mg/L의 농도인 것으로 조사되었음
- 부산중앙하수처리시설의 2018년 월별 총유입유량은 79,216~86,402m³/일로 범위하였으며, 연평균 83,921m³/일이 유입하였음
 - 월별 유입 COD수질은 50.0~60.6mg/L로 범위하였으며 연평균 55.0mg/L의 농도인 것으로 조사되었음
- 영도하수처리시설의 2018년 월별 총유입유량은 28,624~37,216m³/일로 범위하였으며, 연평균 33,048m³/일이 유입하였음
 - 월별 유입 COD수질은 74.0~84.6mg/L로 범위하였으며 연평균 78.3mg/L의 농도인 것으로 조사되었음
- 남부하수처리시설의 2018년 월별 총유입유량은 301,861~368,960m³/일로 범위하였으며, 연평균 333,554m³/일이 유입하였음
 - 월별 유입 COD수질은 58.2~80.7mg/L로 범위하였으며 연평균 71.5mg/L의 농도인 것으로 조사되었음

<표 Ⅲ-7> 환경기초시설 총유입유량 및 유입수질

(단위 : m³ /일, mg /L)

처리시설명	운영월	2018년도 환경기초시설 총유입유량 및 유입수질				
		유입량	BOD	COD	T-N	T-P
수영 하수종말처리시설	1	301,453	142.1	91.7	46.00874	4.779129
	2	296,230	152.0	94.5	48.28718	4.969571
	3	374,645	121.8	73.8	41.48277	4.196419
	4	350,692	127.4	77.2	41.5777	4.371333
	5	367,321	119.1	72.6	40.14774	4.131871
	6	335,269	123.8	75.3	41.9264	4.5112
	7	379,819	123.6	77.5	40.03835	4.155581
	8	339,216	127.3	78.0	42.74345	4.384742
	9	404,576	111.3	70.9	37.90163	3.924467
	10	355,976	124.3	75.7	40.9299	4.117516
	11	326,737	125.6	77.2	43.09417	4.308867
	12	306,925	129.2	78.9	45.22084	4.494355
	평균	344,905	127.3	78.6	42.447	4.362

(단위 : m³ /일, mg /L)

처리시설명	운영월	2018년도 환경기초시설 총유입유량 및 유입수질				
		유입량	BOD	COD	T-N	T-P
부산중앙하수종말 처리시설	1	84,941	108.8	50.0	30.444	3.212
	2	85,925	130.2	58.3	33.877	3.299
	3	79,216	122.5	56.2	35.503	3.370
	4	81,978	117.4	54.6	33.049	3.288
	5	81,622	132.9	56.2	35.041	3.470
	6	80,171	128.7	60.6	34.817	3.584
	7	84,758	126.1	51.6	32.510	3.381
	8	86,104	127.1	56.6	31.613	3.598
	9	85,648	121.4	52.6	31.831	3.205
	10	85,488	125.8	53.0	31.579	3.194
	11	86,402	130.4	53.0	33.327	3.230
	12	84,805	135.6	58.0	35.546	3.450
	평균	83,921	125.6	55.0	33.262	3.357
영도하수종말처리 시설	1	32,123	147.0	79.1	39.655	3.990
	2	32,266	141.6	81.8	38.929	4.010
	3	31,566	142.2	80.3	36.859	3.966
	4	36,313	132.5	74.0	37.101	3.678
	5	33,574	140.6	77.9	37.461	3.766
	6	31,449	146.8	75.7	37.055	3.724
	7	37,216	134.0	75.0	36.373	3.489
	8	33,909	140.0	76.7	34.937	3.521
	9	36,037	136.9	74.7	36.715	3.685
	10	34,438	143.4	78.4	38.022	3.922
	11	28,624	150.2	81.5	41.003	4.147
	12	29,061	154.6	84.6	42.619	4.253
	평균	33,048	142.5	78.3	38.061	3.846
남부하수종말 처리시설	1	309,592	142.2	79.4	38.853	3.873
	2	301,861	143.1	80.7	41.175	4.197
	3	333,109	118.1	61.9	33.131	3.361
	4	329,832	118.3	65.7	34.063	3.457
	5	352,333	105.1	58.2	26.977	2.903
	6	329,981	130.7	68.2	33.042	3.563
	7	361,957	120.2	63.0	30.799	3.552
	8	331,165	114.8	79.1	32.168	4.081
	9	368,960	120.6	77.7	29.069	3.152
	10	351,104	102.1	77.7	30.640	3.272
	11	318,916	115.6	74.0	35.768	4.202
	12	313,843	129.8	72.1	33.695	3.358
	평균	333,554	121.7	71.5	33.282	3.581

- 수영하수처리시설의 2018년 월별 관거유입유량은 296,230~404,576m³/일로 범위하였으며, 연평균 344,905m³/일이 유입하였음
 - 월별 관거유입 COD수질은 70.9~94.5mg/L로 범위하였으며 연평균 78.6mg/L의 농도인 것으로 조사되었음
- 부산중앙하수처리시설의 2018년 월별 관거유입유량은 79,216~86,402m³/일로 범위하였으며, 연평균 83,921m³/일이 유입하였음
 - 월별 관거유입 COD수질은 50.0~60.6mg/L로 범위하였으며 연평균 55.0mg/L의 농도인 것으로 조사되었음
- 영도하수처리시설의 2018년 월별 관거유입유량은 28,624~37,216m³/일로 범위하였으며, 연평균 33,048m³/일이 유입하였음
 - 월별 관거유입 COD수질은 74.0~84.6mg/L로 범위하였으며 연평균 78.3mg/L의 농도인 것으로 조사되었음
- 남부하수처리시설의 2018년 월별 관거유입유량은 301,861~368,960m³/일로 범위하였으며, 연평균 333,554m³/일이 유입하였음
 - 월별 관거유입 COD수질은 58.2~80.7mg/L로 범위하였으며 연평균 71.5mg/L의 농도인 것으로 조사되었음

<표 Ⅲ-8> 환경기초시설 관거이송유량 및 관거이송수질

(단위 : m³ /일, mg /L)

처리시설명	운영월	2018년도 환경기초시설 관거이송유량 및 관거이송농도				
		유량	BOD	COD	T-N	T-P
수영 하수종말처리시설	1	301,453	142.1	91.7	46.009	4.779
	2	296,230	152.0	94.5	48.287	4.970
	3	374,645	121.8	73.8	41.483	4.196
	4	350,692	127.4	77.2	41.578	4.371
	5	367,321	119.1	72.6	40.148	4.132
	6	335,269	123.8	75.3	41.926	4.511
	7	379,819	123.6	77.5	40.038	4.156
	8	339,216	127.3	78.0	42.743	4.385
	9	404,576	111.3	70.9	37.902	3.924
	10	355,976	124.3	75.7	40.930	4.118
	11	326,737	125.6	77.2	43.094	4.309
	12	306,925	129.2	78.9	45.221	4.494
	평균	344,905	127.3	78.6	42.447	4.362

(단위 : m³ /일, mg /L)

처리시설명	운영월	2018년도 환경기초시설 관거이송유량 및 관거이송농도				
		유량	BOD	COD	T-N	T-P
부산중앙 하수종말처리시설	1	84,941	108.8	50.0	30.444	3.212
	2	85,925	130.2	58.3	33.877	3.299
	3	79,216	122.5	56.2	35.503	3.370
	4	81,978	117.4	54.6	33.049	3.288
	5	81,622	132.9	56.2	35.041	3.470
	6	80,171	128.7	60.6	34.817	3.584
	7	84,758	126.1	51.6	32.510	3.381
	8	86,104	127.1	56.6	31.613	3.598
	9	85,648	121.4	52.6	31.831	3.205
	10	85,488	125.8	53.0	31.579	3.194
	11	86,402	130.4	53.0	33.327	3.230
	12	84,805	135.6	58.0	35.546	3.450
	평균	83,921	125.6	55.0	33.262	3.357
영도 하수종말처리시설	1	32,123	147.0	79.1	39.655	3.990
	2	32,266	141.6	81.8	38.929	4.010
	3	31,566	142.2	80.3	36.859	3.966
	4	36,313	132.5	74.0	37.101	3.678
	5	33,574	140.6	77.9	37.461	3.766
	6	31,449	146.8	75.7	37.055	3.724
	7	37,216	134.0	75.0	36.373	3.489
	8	33,909	140.0	76.7	34.937	3.521
	9	36,037	136.9	74.7	36.715	3.685
	10	34,438	143.4	78.4	38.022	3.922
	11	28,624	150.2	81.5	41.003	4.147
	12	29,061	154.6	84.6	42.619	4.253
	평균	33,048	142.5	78.3	38.061	3.846
남부 하수종말처리시설	1	309,592	142.2	79.4	38.853	3.873
	2	301,861	143.1	80.7	41.175	4.197
	3	333,109	118.1	61.9	33.131	3.361
	4	329,832	118.3	65.7	34.063	3.457
	5	352,333	105.1	58.2	26.977	2.903
	6	329,981	130.7	68.2	33.042	3.563
	7	361,957	120.2	63.0	30.799	3.552
	8	331,165	114.8	79.1	32.168	4.081
	9	368,960	120.6	77.7	29.069	3.152
	10	351,104	102.1	77.7	30.640	3.272
	11	318,916	115.6	74.0	35.768	4.202
	12	313,843	129.8	72.1	33.695	3.358
	평균	333,554	121.7	71.5	33.282	3.581

- 수영하수처리시설의 2018년 월별 방류유량은 296,230~404,576m³/일로 범위하였으며, 연평균 344,905m³/일이 유입하였음
 - 월별 방류 COD수질은 7.0~10.4mg/L로 범위하였으며 연평균 8.3mg/L의 농도인 것으로 조사되었음
- 부산중앙하수처리시설의 2018년 월별 방류유량은 49,393~79,207m³/일로 범위하였으며, 연평균 56,722m³/일이 유입하였음
 - 월별 방류 COD수질은 7.4~10.7mg/L로 범위하였으며 연평균 8.9mg/L의 농도인 것으로 조사되었음
- 영도하수처리시설의 2018년 월별 방류유량은 25,718~35,127m³/일로 범위하였으며, 연평균 30,576m³/일이 유입하였음
 - 월별 방류 COD수질은 7.2~8.0mg/L로 범위하였으며 연평균 7.6mg/L의 농도인 것으로 조사되었음
- 남부하수처리시설의 2018년 월별 방류유량은 273,060~340,458m³/일로 범위하였으며, 연평균 304,433m³/일이 유입하였음
 - 월별 방류 COD수질은 7.8~14.2mg/L로 범위하였으며 연평균 10.1mg/L의 농도인 것으로 조사되었음

<표 Ⅲ-9> 환경기초시설 방류유량 및 방류수질

(단위 : m³ /일, mg /L)

처리시설명	운영월	2018년도 환경기초시설 방류유량 및 방류수질				
		방유량	BOD	COD	T-N	T-P
수영 하수종말처리시설	1	301,453	4.0	8.7	13.732	0.744
	2	296,230	5.0	10.4	13.908	0.570
	3	374,645	4.4	8.6	11.526	0.702
	4	350,692	4.4	8.5	10.583	0.801
	5	367,321	4.4	9.8	11.327	0.762
	6	335,269	4.4	8.0	10.838	0.816
	7	379,819	4.4	8.2	10.381	0.733
	8	339,216	4.1	7.5	11.170	0.657
	9	404,576	3.1	7.0	9.958	0.695
	10	355,976	2.9	7.4	10.537	0.679
	11	326,737	3.1	7.4	9.122	0.898
	12	306,925	3.2	8.1	9.878	0.794
	평균	344,905	4.0	8.3	11.080	0.738

(단위 : m³ /일, mg /L)

처리시설명	운영월	2018년도 환경기초시설 방류유량 및 방류수질				
		방유량	BOD	COD	T-N	T-P
부산중앙하수 종말처리시설	1	57,349	4.9	8.3	10.010	0.454
	2	58,528	5.1	8.6	10.371	0.463
	3	53,385	5.1	10.2	10.373	0.635
	4	55,140	5.1	10.2	9.195	0.539
	5	53,768	4.6	10.1	8.517	0.607
	6	55,183	4.5	8.7	7.889	0.570
	7	79,207	3.9	7.6	7.194	0.658
	8	55,628	3.9	8.4	8.437	0.650
	9	49,393	4.2	7.5	7.641	0.637
	10	55,589	3.7	7.4	8.585	0.565
	11	55,013	3.8	8.7	8.502	0.625
	12	52,483	4.1	10.7	10.270	0.488
	평균	56,722	4.4	8.9	8.915	0.574
영도하수 종말처리시설	1	29,942	3.3	7.4	9.491	1.152
	2	29,872	3.4	7.8	9.352	1.185
	3	29,537	3.6	7.5	9.236	1.197
	4	33,712	2.9	7.6	8.860	1.047
	5	30,587	3.3	7.7	9.194	1.080
	6	29,316	3.2	7.5	9.100	1.047
	7	35,127	3.0	7.4	8.694	1.033
	8	31,756	3.1	7.2	8.940	1.056
	9	33,502	3.2	7.4	8.985	1.084
	10	31,664	3.3	7.7	9.215	1.151
	11	26,184	3.5	7.6	9.558	1.208
	12	25,718	3.7	8.0	9.620	1.223
	평균	30,576	3.3	7.6	9.187	1.122
남부 하수종말처리시설	1	283,551	3.8	13.9	14.123	0.765
	2	273,060	4.2	14.2	14.391	0.562
	3	303,385	4.1	11.2	10.853	0.688
	4	296,950	3.9	10.3	10.412	0.839
	5	319,226	3.1	10.2	7.644	0.604
	6	297,349	2.6	9.8	7.248	0.584
	7	327,981	1.5	7.8	7.193	0.630
	8	304,881	1.4	8.0	6.430	0.723
	9	340,458	1.2	8.7	6.257	0.487
	10	323,605	1.3	8.7	7.876	0.664
	11	292,826	1.2	9.5	8.614	0.978
	12	289,927	1.0	8.6	8.373	0.887
	평균	304,433	2.4	10.1	9.118	0.701

2) 해역계 오염원

가) 선박계

- 2018년 수영만 해역 내 입·출항한 400톤 이상의 선박은 99척이었음
 - 400톤 미만 22척, 400~1,000톤 이하 6척, 1,000~2,000톤 이하 65척, 2,000~3,000톤 이하 13척, 3,000톤 초과 15척이었음

<표 Ⅲ-10> 수영만 해역 선박계 현황

(단위 : 척)

권역	시군구	합계	400톤 미만	400~1,000톤	1,000~2,000톤	2,000~3,000톤	3,000톤 이상
수영만 해역	해운대구	-		-	-	-	-
	수영구	-		-	-	-	-
	남구	121	22	6	65	13	15
합계		121	22	6	65	13	15

나) 수중양식계

- 2018년 말 기준 수영만 해역 내 양식장은 총 8개소로 면적은 888천㎡ 이었고 양식장 모두 해운대구에 분포하고 있음
 - 양식 종류는 미역, 다시마 등의 해조류 양식시설임

<표 Ⅲ-11> 수영만 해역 수중양식계 오염원 현황

(단위 : 개소, 천㎡)

권역	시군구	종류	양식종류	개소	시설면적
수영만 해역	해운대구	복합양식어업	미역, 다시마	5	388
		해조류양식어업	미역	3	500
	수영구	-	-	-	-
	남구	-	-	-	-
합계		-	-	8	888

02

장래 오염원 예측

가. 장래 오염원 예측 방법

- 오염원의 전망은 ‘기술지침’에 따라 최종년도(2024년)까지의 자료를 행정구역별로 전망하였음

1) 생활계

- 생활계 오염원 전망은 최종년도까지 연도별로 인구 및 물사용량을 전망하였음
 - 인구 전망은 과거 5년간 인구 변화 추이로부터 최종년도까지 연도별로 전망하였고, 인구 변화 연증감율이 $\pm 5.0\%$ 이상인 경우에는 $\pm 5.0\%$ 로 가정하여 평균 증감율을 산정하였으며, 전망된 인구는 다시 하수처리 형태별로 구분하였음
 - 물사용량 전망은 2018년도 1인당 물사용량과 연도별 인구 전망치로서 전망하였고 이를 다시 가정용 사용유량, 업무용 사용유량으로 구분하였음

2) 축산계

- 축산계 오염원 전망은 축종별 사육두수를 최종년도까지 2018년도 현황치를 유지한다고 가정하였음

3) 산업계

- 산업계 오염원 전망에서 신규 1~3종 사업장은 개발사업으로 승인될 것으로 예상되어 4종 및 5종 사업장의 수질오염배출 업소수, 폐수 발생유량 및 폐수 배출유량에 대하여 전국오염원조사 자료를 이용하여 과거 5년간 사업장추세분석으로 최종년도까지 연도별로 전망하였음

4) 토지계

- 토지계 오염원 전망은 과거 5년간의 28개 지목변화 추계분석으로 부터 산정된 행정구역별 증가율 및 감소율을 이용하여 최종년도까지 연도별 토지이용 면적을 전망하였음
 - 철도용지, 하천, 제방, 사적지에 대해서는 증감률이 없다고 가정하였음

5) 양식계

- 양식계 오염원 전망은 양식장 시설면적을 최종년도까지 2018년도 현황치를 유지한다고 가정하였음

6) 매립계

- 매립계 오염원 전망에서 매립장 침출수 처리시설수와 침출수 발생유량은 최종년도까지 2018년도 현황치를 유지한다고 가정하였음

나. 오염원 그룹별 전망(자연증감+개발)

1) 생활계

가) 인구 전망

- 관리구역 내 2024년 총 인구는 1,504,325인으로 행정구역별로 기장군 10,231인, 금정구 234,635인, 해운대구 387,084인, 동래구 261,202인, 연제구 231,090인, 부산진구 43,064인, 수영구 179,382인, 남구 157,637인으로 전망하였음
 - 2018년 대비 기장군 696인 증가, 금정구 11,572인 감소, 해운대구 15,675인 감소, 동래구 6,250인 감소, 연제구 22,465인 증가, 부산진구 7,511인 증가, 수영구 1,816인 증가, 남구 17,526인 감소로 수영만유역은 감소 추세를 나타냄

<표 Ⅲ-12> 행정구역별 인구 전망

(단위 : 인)

시군구	연도별 가정인구						
	2018년 (기준년도)	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년 (최종년도)
기장군	9,535	9,647	9,759	9,880	9,995	10,109	10,231
금정구	246,207	243,681	242,549	241,906	239,462	237,037	234,635
해운대구	402,759	399,451	396,360	395,266	393,461	390,259	387,084
동래구	267,452	264,076	262,271	263,827	262,056	264,374	261,202
연제구	208,625	210,170	214,055	217,994	219,426	220,552	231,090
부산진구	35,553	34,975	34,406	33,847	44,140	43,598	43,064
수영구	177,566	177,062	177,530	177,252	179,139	179,878	179,382
남구	175,163	171,264	167,452	165,450	162,861	160,671	157,637
합계	1,522,860	1,510,326	1,504,382	1,505,422	1,510,540	1,506,478	1,504,325

나) 물사용량 전망

- 관리구역 내 2024년 총 물사용량은 473,665.1m³/일로 가정용 287,112.3m³/일, 영업용 186,552.8m³/일로 전망하였음
 - 행정구역별 물사용량은 기장군 2,165.3m³/일, 금정구 63,992.7m³/일, 해운대구 158,290.3m³/일, 동래구 66,467.9m³/일, 연제구 56,518.6m³/일, 부산진구 9,813.9m³/일, 수영구 74,177.4m³/일, 남구 42,239.0m³/일로 전망하였음
- 물사용량 변화는 2018년 대비 총 57,212.1m³/일 증가하는 것으로 전망하였고 업종별로 가정용은 36,210.9m³/일 증가, 영업용은 21,001.2m³/일 증가하는 것으로 전망하였음

<표 Ⅲ-13> 행정구역별 물사용량 전망

(단위 : m³/일)

시군구		연도별 물사용량(가정+영업)						
		2018년 (기준년도)	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년 (최종년도)
기장군	가정용	1,614.5	1,622.4	1,641.4	1,661.5	1,681.2	1,700.1	1,720.6
	영업용	419.5	419.5	424.3	429.9	434.7	439.5	444.7
	소계	2,034.0	2,041.9	2,065.7	2,091.4	2,115.9	2,139.6	2,165.3
금정구	가정용	41,267.5	41,261.1	41,069.1	40,727.8	40,004.6	39,593.8	39,187.1
	영업용	26,119.2	26,119.4	25,849.9	25,585.6	25,323.1	25,063.8	24,805.6
	소계	67,386.7	67,380.5	66,919.0	66,313.4	65,327.7	64,657.6	63,992.7
해운대구	가정용	69,128.8	100,874.3	100,079.1	99,591.2	98,652.4	97,602.3	96,799.4
	영업용	46,745.1	64,076.8	63,552.5	63,036.0	62,519.4	62,007.9	61,490.9
	소계	115,873.9	164,951.1	163,631.6	162,627.2	161,171.8	159,610.2	158,290.3
동래구	가정용	43,142.7	43,142.5	42,856.1	42,879.4	41,778.6	41,938.5	40,487.2
	영업용	27,684.9	27,684.7	27,335.7	26,989.8	26,649.4	26,313.0	25,980.7
	소계	70,827.6	70,827.2	70,191.8	69,869.2	68,428.0	68,251.5	66,467.9
연제구	가정용	33,050.5	33,313.6	33,707.3	33,714.7	33,288.9	33,235.3	34,824.1
	영업용	21,700.6	21,700.6	21,699.4	21,698.1	21,696.8	21,695.7	21,694.5
	소계	54,751.1	55,014.2	55,406.7	55,412.8	54,985.7	54,931.0	56,518.6
부산진구	가정용	5,423.8	5,573.4	5,482.8	5,393.6	7,138.4	5,219.8	5,134.7
	영업용	4,942.7	5,078.9	4,996.3	4,915.2	4,835.4	4,756.7	4,679.2
	소계	10,366.5	10,652.3	10,479.1	10,308.8	11,973.8	9,976.5	9,813.9
수영구	가정용	28,853.8	44,111.8	44,150.9	43,899.1	44,140.2	43,820.9	43,489.0
	영업용	19,172.9	31,127.5	31,039.6	30,950.8	30,863.3	30,774.9	30,688.4
	소계	48,026.7	75,239.3	75,190.5	74,849.9	75,003.5	74,595.8	74,177.4
남구	가정용	28,419.8	28,419.7	27,787.3	27,460.6	26,742.4	26,204.7	25,470.2
	영업용	18,766.7	18,766.8	18,348.9	17,940.7	17,541.2	17,150.8	16,768.8
	소계	47,186.5	47,186.5	46,136.2	45,401.3	44,283.6	43,355.5	42,239.0
합계	가정용	250,901.4	298,318.8	296,774.0	295,327.9	293,426.7	289,315.4	287,112.3
	영업용	165,551.6	194,974.2	193,246.6	191,546.1	189,863.3	188,202.3	186,552.8
	소계	416,453.0	493,293.0	490,020.6	486,874.0	483,290.0	477,517.7	473,665.1

2) 축산계

- 관리구역 내 2024년 축산사육 두수는 젓소 208두, 한우 37두, 말 5두, 돼지 75두, 가금 700두가 사육될 것으로 전망하였음

<표 Ⅲ-14> 행정구역별 축산 전망

(단위 : 두)

시군구	축종	연도별 가축두수						
		2018년 (기준년도)	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년 (최종년도)
기장군	젓소	208	208	208	208	208	208	208
	한우	37	37	37	37	37	37	37
	말	5	5	5	5	5	5	5
	돼지	75	75	75	75	75	75	75
	양	0	0	0	0	0	0	0
	개	0	0	0	0	0	0	0
	가금	700	700	700	700	700	700	700
	소계	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025
합계	젓소	208	208	208	208	208	208	208
	한우	37	37	37	37	37	37	37
	말	5	5	5	5	5	5	5
	돼지	75	75	75	75	75	75	75
	양	0	0	0	0	0	0	0
	개	0	0	0	0	0	0	0
	가금	700	700	700	700	700	700	700
	소계	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025

3) 산업계

가) 폐수 배출업소 전망

- 관리구역 내 2024년 수질오염배출업소는 1종 사업장이 1개소, 2종 사업장 3개소, 3종 사업장 1개소, 4종 사업장 11개소, 5종 사업장 265개소로 전망하였음
 - 행정구역별 수질오염배출업소는 기장군 6개소, 금정구 78개소, 동래구 75개소, 동래구 43개소, 연제구 35개소, 부산진구 9개소, 수영구 25개소, 남구 12개소로 전망하였음
- 수질오염배출업소 변화는 2024년 대비 4종 1개소 감소, 5종 44개소 감소될 것으로 전망하였음

<표 Ⅲ-15> 행정구역별 폐수 배출업소 전망

(단위 : 개소)

시군구	규모 (종별)	연도별 폐수 배출업소수						
		2018년 (기준년도)	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년 (최종년도)
기장군	1종	0	0	0	0	0	0	0
	2종	0	0	0	0	0	0	0
	3종	1	1	1	1	1	1	1
	4종	2	2	2	2	2	2	2
	5종	3	3	3	3	3	3	3
	계	6	6	6	6	6	6	6
금정구	1종	0	0	0	0	0	0	0
	2종	1	1	1	1	1	1	1
	3종	2	2	2	2	2	2	2
	4종	1	1	1	1	1	1	1
	5종	84	84	78	78	75	75	74
	계	88	88	82	82	79	79	78
해운대구	1종	0	0	0	0	0	0	0
	2종	2	2	2	2	2	2	2
	3종	0	0	0	0	0	0	0
	4종	8	8	7	7	7	7	7
	5종	68	68	65	65	63	66	66
	계	78	78	74	74	72	75	75
동래구	1종	1	1	1	1	1	1	1
	2종	0	0	0	0	0	0	0
	3종	0	0	0	0	0	0	0
	4종	0	0	0	0	0	0	0
	5종	48	48	44	43	42	42	42
	계	49	49	45	44	43	43	43
연제구	1종	0	0	0	0	0	0	0
	2종	0	0	0	0	0	0	0
	3종	0	0	0	0	0	0	0
	4종	1	1	1	1	1	1	1
	5종	41	41	39	38	36	35	34
	계	42	42	40	39	37	36	35
부산진구	1종	0	0	0	0	0	0	0
	2종	0	0	0	0	0	0	0
	3종	0	0	0	0	0	0	0
	4종	0	0	0	0	0	0	0
	5종	9	9	6	7	6	9	9
	계	9	9	6	7	6	9	9

(단위 : 개소)

시군구	규모 (종별)	연도별 폐수 배출업소수						
		2018년 (기준년도)	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년 (최종년도)
수영구	1종	0	0	0	0	0	0	0
	2종	0	0	0	0	0	0	0
	3종	0	0	0	0	0	0	0
	4종	0	0	0	0	0	0	0
	5종	31	31	27	27	25	25	25
	계	31	31	27	27	25	25	25
남구	1종	0	0	0	0	0	0	0
	2종	0	0	0	0	0	0	0
	3종	0	0	0	0	0	0	0
	4종	0	0	0	0	0	0	0
	5종	25	25	20	18	17	16	12
	계	25	25	20	18	17	16	12
합계	1종	1	1	1	1	1	1	1
	2종	3	3	3	3	3	3	3
	3종	3	3	3	3	3	3	3
	4종	12	12	11	11	11	11	11
	5종	309	309	282	279	267	271	265
	계	328	328	300	297	285	289	283

나) 폐수 발생량 전망

- 관리구역 내 2024년 폐수 발생량은 1종 사업장이 1,836.0m³/일, 2종 사업장 2,594.9m³/일, 3종 사업장 1,686.3m³/일, 4종 사업장 588.2m³/일, 5종 사업장 862.0m³/일로 전망하였음
- 행정구역별 폐수 발생량은 기장군 324.8m³/일, 금정구 3,229.4m³/일, 해운대구 1,564.7m³/일, 동래구 1,872.9m³/일, 연제구 242.2m³/일, 부산진구 14.9m³/일, 수영구 109.7m³/일, 남구 208.8m³/일로 전망하였음
- 폐수 발생량 변화는 2024년 대비 4종 51.8m³/일 감소, 5종 130.9m³/일 감소될 것으로 전망하였음

<표 Ⅲ-16> 행정구역별 폐수 발생량 전망

(단위 : m³/일)

시군구	규모 (종별)	연도별 폐수 발생량						
		2018년 (기준년도)	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년 (최종년도)
기장군	1종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3종	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
	4종	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
	5종	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
	계	324.8	324.8	324.8	324.8	324.8	324.8	324.8
금정구	1종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2종	1,691.9	1,691.9	1,691.9	1,691.9	1,691.9	1,691.9	1,691.9
	3종	1,214.4	1,214.4	1,214.4	1,214.4	1,214.4	1,214.4	1,214.4
	4종	30.6	30.6	30.6	30.6	30.6	30.6	30.6
	5종	332.0	332.0	308.3	308.3	296.4	296.4	292.5
	계	3,268.9	3,268.9	3,245.2	3,245.2	3,233.3	3,233.3	3,229.4
해운대구	1종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2종	903.0	903.0	903.0	903.0	903.0	903.0	903.0
	3종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4종	414.8	414.8	363.0	363.0	363.0	363.0	363.0
	5종	307.8	307.8	294.2	294.2	285.2	298.7	298.7
	계	1,625.6	1,625.6	1,560.2	1,560.2	1,551.2	1,564.7	1,564.7
동래구	1종	1,836.0	1,836.0	1,836.0	1,836.0	1,836.0	1,836.0	1,836.0
	2종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5종	42.2	42.2	38.7	37.8	36.9	36.9	36.9
	계	1,878.2	1,878.2	1,874.7	1,873.8	1,872.9	1,872.9	1,872.9
연제구	1종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4종	190.0	190.0	190.0	190.0	190.0	190.0	190.0
	5종	63.0	63.0	59.9	58.4	55.3	53.8	52.2
	계	253.0	253.0	249.9	248.4	245.3	243.8	242.2
부산진구	1종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5종	14.9	14.9	9.9	11.6	9.9	14.9	14.9
	계	14.9	14.9	9.9	11.6	9.9	14.9	14.9

(단위 : m³/일)

시군구	규모 (종별)	연도별 폐수 발생량						
		2018년 (기준년도)	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년 (최종년도)
수영구	1종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5종	136.0	136.0	118.5	118.5	109.7	109.7	109.7
	계	136.0	136.0	118.5	118.5	109.7	109.7	109.7
남구	1종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3종	171.9	171.9	171.9	171.9	171.9	171.9	171.9
	4종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5종	76.8	76.8	61.4	55.3	52.2	49.2	36.9
	계	248.7	248.7	233.3	227.2	224.1	221.1	208.8
합계	1종	1,836.0	1,836.0	1,836.0	1,836.0	1,836.0	1,836.0	1,836.0
	2종	2,594.9	2,594.9	2,594.9	2,594.9	2,594.9	2,594.9	2,594.9
	3종	1,686.3	1,686.3	1,686.3	1,686.3	1,686.3	1,686.3	1,686.3
	4종	640.0	640.0	588.2	588.2	588.2	588.2	588.2
	5종	992.9	992.9	911.1	904.3	865.8	879.8	862.0
	계	7,750.1	7,750.1	7,616.5	7,609.7	7,571.2	7,585.2	7,567.4

다) 폐수 배출량 전망

- 관리구역 내 2024년 폐수 배출량은 1종 사업장이 1,836.0m³/일, 2종 사업장 2,594.9m³/일, 3종 사업장 1,453.2m³/일, 4종 사업장 532.2m³/일, 5종 사업장 714.6m³/일로 전망하였음
- 행정구역별 폐수 배출량은 기장군 669.8m³/일, 금정구 2,645.2m³/일, 해운대구 1,480.2m³/일, 동래구 1,871.5m³/일, 연제구 221.1m³/일, 부산진구 14.8m³/일, 수영구 80.6m³/일, 남구 147.7m³/일로 전망하였음
- 폐수 배출량 변화는 2024년 대비 4종 532.2m³/일 감소, 5종 714.6m³/일 감소될 것으로 전망하였음

<표 Ⅲ-17> 행정구역별 폐수 배출량 전망

(단위 : m³/일)

시군구	규모 (종별)	연도별 폐수 발생량						
		2018년 (기준년도)	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년 (최종년도)
기장군	1종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3종	650.0	650.0	650.0	650.0	650.0	650.0	650.0
	4종	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
	5종	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2
	계	669.8	669.8	669.8	669.8	669.8	669.8	669.8
금정구	1종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2종	1,691.9	1,691.9	1,691.9	1,691.9	1,691.9	1,691.9	1,691.9
	3종	691.9	691.9	691.9	691.9	691.9	691.9	691.9
	4종	30.6	30.6	30.6	30.6	30.6	30.6	30.6
	5종	262.0	262.0	243.3	243.3	233.9	233.9	230.8
	계	2,676.4	2,676.4	2,657.7	2,657.7	2,648.3	2,648.3	2,645.2
해운대구	1종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2종	903.0	903.0	903.0	903.0	903.0	903.0	903.0
	3종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4종	350.8	350.8	307.0	307.0	307.0	307.0	307.0
	5종	278.4	278.4	266.1	266.1	257.9	270.2	270.2
	계	1,532.2	1,532.2	1,476.1	1,476.1	1,467.9	1,480.2	1,480.2
동래구	1종	1,836.0	1,836.0	1,836.0	1,836.0	1,836.0	1,836.0	1,836.0
	2종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5종	40.6	40.6	37.2	36.4	35.5	35.5	35.5
	계	1,876.6	1,876.6	1,873.2	1,872.4	1,871.5	1,871.5	1,871.5
연제구	1종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4종	190.0	190.0	190.0	190.0	190.0	190.0	190.0
	5종	37.5	37.5	35.7	34.8	32.9	32.0	31.1
	계	227.5	227.5	225.7	224.8	222.9	222.0	221.1

(단위 : m³/일)

시군구	규모 (종별)	연도별 폐수 발생량						
		2018년 (기준년도)	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년 (최종년도)
부산진구	1종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5종	14.8	14.8	9.9	11.5	9.9	14.8	14.8
	계	14.8	14.8	9.9	11.5	9.9	14.8	14.8
수영구	1종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5종	99.9	99.9	87.0	87.0	80.6	80.6	80.6
	계	99.9	99.9	87.0	87.0	80.6	80.6	80.6
남구	1종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3종	111.3	111.3	111.3	111.3	111.3	111.3	111.3
	4종	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5종	75.9	75.9	60.7	54.6	51.6	48.6	36.4
	계	187.2	187.2	172.0	165.9	162.9	159.9	147.7
합계	1종	1,836.0	1,836.0	1,836.0	1,836.0	1,836.0	1,836.0	1,836.0
	2종	2,594.9	2,594.9	2,594.9	2,594.9	2,594.9	2,594.9	2,594.9
	3종	1,453.2	1,453.2	1,453.2	1,453.2	1,453.2	1,453.2	1,453.2
	4종	576.0	576.0	532.2	532.2	532.2	532.2	532.2
	5종	824.3	824.3	755.1	748.9	717.5	730.8	714.6
	계	7,284.4	7,284.4	7,171.4	7,165.2	7,133.8	7,147.1	7,130.9

4) 토지계

- 관리구역 내 행정구역 면적은 221.076km²이고 2024년 행정구역별 면적은 기장군 61.988km², 금정구 56.654km², 해운대구 47.093km², 동래구 16.615km², 연제구 12.070km², 부산진구 2.020km², 수영구 10.204km², 남구 14.432km², 이었음
- 「지적법」상의 지목별 이용면적은 임야가 121.602km², 대지가 67.985km², 기타 17.910km², 답 9.405km², 전 4.174km²의 순으로 전망하였음

<표 Ⅲ-18> 행정구역별 토지이용 전망

(단위 : km²)

시군구	지목	연도별 토지면적						
		2018년 (기준년도)	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년 (최종년도)
기장군	전	2.081	2.115	2.152	2.182	2.221	2.254	2.287
	답	6.799	6.755	6.707	6.659	6.612	6.563	6.513
	임야	46.550	46.468	46.360	46.262	46.151	46.043	45.927
	대지	2.910	3.014	3.119	3.227	3.339	3.454	3.576
	기타	3.648	3.636	3.650	3.658	3.665	3.674	3.685
	계	61.988	61.988	61.988	61.988	61.988	61.988	61.988
금정구	전	0.862	0.872	0.878	0.887	0.897	0.905	0.910
	답	2.701	2.621	2.547	2.475	2.404	2.334	2.264
	임야	33.322	33.799	34.310	34.817	35.316	35.812	36.306
	대지	14.964	14.633	14.326	14.018	13.712	13.409	13.108
	기타	4.805	4.729	4.593	4.457	4.325	4.194	4.066
	계	56.654	56.654	56.654	56.654	56.654	56.654	56.654
해운대구	전	0.764	0.750	0.736	0.725	0.714	0.704	0.692
	답	0.874	0.779	0.694	0.624	0.556	0.496	0.444
	임야	25.142	24.862	24.694	24.509	24.320	24.119	23.904
	대지	15.200	15.132	15.133	15.124	15.107	15.082	15.053
	기타	5.113	5.570	5.836	6.111	6.396	6.692	7.000
	계	47.093	47.093	47.093	47.093	47.093	47.093	47.093
동래구	전	0.180	0.178	0.176	0.174	0.171	0.169	0.165
	답	0.109	0.104	0.101	0.098	0.095	0.092	0.090
	임야	4.358	4.338	4.316	4.295	4.275	4.251	4.232
	대지	10.896	10.919	10.943	10.965	10.986	11.011	11.034
	기타	1.072	1.076	1.079	1.083	1.088	1.092	1.094
	계	16.615	16.615	16.615	16.615	16.615	16.615	16.615

(단위 : km²)

시군구	지목	연도별 토지면적						
		2018년 (기준년도)	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년 (최종년도)
연제구	전	0.035	0.033	0.033	0.032	0.030	0.030	0.029
	답	0.027	0.024	0.023	0.021	0.018	0.017	0.015
	임야	2.938	2.920	2.905	2.891	2.907	2.893	2.880
	대지	8.592	8.596	8.613	8.630	8.621	8.638	8.655
	기타	0.478	0.497	0.496	0.496	0.494	0.492	0.491
	계	12.070	12.070	12.070	12.070	12.070	12.070	12.070
부산진구	전	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005
	답	0.013	0.013	0.013	0.013	0.012	0.012	0.012
	임야	0.546	0.552	0.553	0.554	0.555	0.556	0.556
	대지	1.405	1.417	1.414	1.413	1.413	1.411	1.409
	기타	0.050	0.032	0.034	0.034	0.035	0.036	0.038
	계	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020
수영구	전	0.016	0.016	0.014	0.012	0.010	0.010	0.007
	답	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
	임야	2.342	2.320	2.298	2.273	2.254	2.231	2.210
	대지	7.401	7.418	7.436	7.454	7.472	7.488	7.507
	기타	0.441	0.446	0.452	0.461	0.464	0.471	0.476
	계	10.204	10.204	10.204	10.204	10.204	10.204	10.204
남구	전	0.085	0.084	0.083	0.082	0.080	0.079	0.079
	답	0.084	0.080	0.075	0.073	0.069	0.066	0.063
	임야	5.834	5.777	5.739	5.700	5.663	5.624	5.587
	대지	7.472	7.481	7.514	7.546	7.580	7.612	7.643
	기타	0.957	1.010	1.021	1.031	1.041	1.051	1.060
	계	14.432	14.432	14.432	14.432	14.433	14.432	14.432
합계	전	4.029	4.054	4.078	4.100	4.128	4.156	4.174
	답	10.611	10.380	10.164	9.967	9.770	9.584	9.405
	임야	121.032	121.036	121.175	121.301	121.441	121.529	121.602
	대지	68.840	68.610	68.498	68.377	68.230	68.105	67.985
	기타	16.564	16.996	17.161	17.331	17.508	17.702	17.910
	계	221.076	221.076	221.076	221.076	221.077	221.076	221.076

5) 양식계

- 관리구역 내 양식장은 위치하지 않는 것으로 전망하였음

6) 매립계

- 관리구역 내 매립장 침출수 처리시설은 기준년도인 2018년과 동일할 것으로 전망하였음

<표 Ⅲ-19> 행정구역별 매립장 침출수 처리시설 전망

(단위 : 개소)

시군구	시설구분 (㎡/일)	연도별 매립장 침출수 처리시설수						
		2018년 (기준년도)	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년 (최종년도)
해운대구	0~10	0	0	0	0	0	0	0
	10~100	0	0	0	0	0	0	0
	100~1000	1	1	1	1	1	1	1
	1000 이상	0	0	0	0	0	0	0
	계	1	1	1	1	1	1	1

03

개발계획 현황

가. 개발계획

- 개발계획 배출부하량은 개발사업 시행 전·후의 부하량 증감을 기준으로 산정하였으며, 점오염원은 계획인구, 비점오염원은 토지이용계획을 반영하여 전망하였음
- 관리구역 내 개발계획은 총 92건으로 이 중 공동주택 및 주상복합 등 주택개발 84건, 시설계획 6건, 관리계획 2건으로 주택 개발사업이 대부분이었음
- 개발계획 면적은 2.605km²로 온천천이 51.2%로 가장 많이 차지하고 다음으로 수영만연안04가 18.6%, 수영만연안03이 6.04% 순으로 면적을 차지함
- 단위유역별 개발계획 건은 온천천이 44건으로 가장 많았고 다음으로 수영만연안04가 19건, 03이 8건으로 많았음
- 개발계획에 따른 COD 총 배출부하량은 567.74kg/일로 온천천이 363.15kg/일로 64.0%를 차지하였고, 수영만연안03이 106.40kg/일로 18.7%를 차지하였음

<표 Ⅲ-20> 개발계획 현황

단위유역명	계획종류	계획건수	예상인구(인)	개발면적(km ²)	배출부하량 (COD kg/일)
우동천	시설계획	1	0	0.080	0.00
	공동주택	4	11,058	0.008	18.35
남천	공동주택	2	2,535	0.086	2.95
석대천	시설계획	1	0	0.016	0.59
수영강상류	시설계획	1	-	0.037	0.51
	관리계획	1	-	6.46km	0.00
수영강하류	시설계획	2	-	0.261	1.14
	공동주택	5	499	0.223	24.80
수영만연안01	시설계획	1	192	0.024	0.18
	공동주택	2	2,153	0.018	4.11
수영만연안02	관리계획	1	-	-	0.00
수영만연안03	공동주택	8	7,176	0.307	45.56
수영만연안04	공동주택	19	30,163	0.948	106.4
온천천	공동주택	44	75,092	2.605	363.15
합계		92	128,868	5.086	567.74

<표 Ⅲ-21> 개발계획 목록 및 배출부하량

소유역	계획종류	준공년도	사업명	인구(명)	개발면적 (m ²)	배출부하량 (COD kg/일)
우동천	시설계획	2020	우동 休 여가녹지 조성사업	0	8,042	0.00
	공동주택	2020	우동 기업형 임대주택 공급촉진지구	1,656	42,629	8.49
		2021	우동 주상복합시설		5,570	9.86
		2022	해운대센트럴푸르지오	1,425	822	0
		2024	우동3구역 주택재개발정비사업	7,977	502,542	0
남천	공동주택	2020	남천2구역 주택재개발(1)	2,535	42,231	2.65
		2020	남천2구역 주택재개발(2)		44,315	0.30
석대천	시설계획	2020	학교시설사업(운송중학교) 시행계획		16,136	0.59
수영강상류	시설계획	2021	기장군 정관읍 두명리 도시관리계획(GB해제, 용도지역변경)결정(변경)		37,360	0.51
	관리계획	2024	금정구 소하천정비종합계획		6.46Km	0.00
수영강하류	시설계획	2021	수영강변대로~삼어로 연결도로 건설공사	0	0	0.00
		2023	만덕-센텀 도시고속화도로	0	261,747	1.14
	공동주택	2020	반여동 기업형임대주택 공급촉진지구	-	21,081	6.42
		2021	망미2구역 주택재개발정비사업	-	135,079	6.36
		2021	반여1-2구역 개발사업	-	26,408	4.22
		2022	부산 민락동 주상복합 신축설계	499	6213	4.86
		2023	재송2구역 주택재건축정비사업	-	33,794.70	2.94
수영만연안01	시설계획	2020	중동948-2번지일원(미포~청사포) 도시계획시설사업(궤도)	192	23,995	0.18
	공동주택	2020	중동 주상복합시설	-	4,398	4.11
		2021	중동3 - 도시환경	2,153	13,655	0.00
수영만연안02	관리계획	2022	부산광역시 자원순환 시행계획	-	221,076,000	0.00
수영만연안03	공동주택	2020	광안1구역주택재건축정비사업	971	45,269	4.8
		2020	민락동 도시형생활주택		44,874.87	4.23
		2021	광안2구역주택재건축정비사업	225	13,746	1.03
		2021	민락동 D-7 복합시설	1,700	6,054	5.79
		2021	수영구 민락동 주상복합신축공사	1,155	44,874.87	4.86
		2022	남천2-2(삼익빌라) 주택재건축정비사업	913	44,315	4.51
		2022	남천2구역주택재개발정비사업	975	42,231	8.97
		2023	광안2구역주택재개발정비사업	1237	65,905	11.37

소유역	계획종류	준공년도	사업명	인구(명)	개발면적 (m ²)	배출부하량 (COD kg/일)
수영만연안04		2020	대연4구역 주택재건축정비사업	-	58,029	1.34
		2020	대연동 기업형임대주택 공급촉진지구	4,628	93,540	24.03
		2020	용호3구역 주택재개발사업	4,485	67,353	4.04
		2020	용호동 기업형임대주택 공급촉진지구	-	41,360	8.11
		2021	남구 대연동 207-2번지 일원 공동주택	900	43,178	2.88
		2021	대연3구역 주택재개발 정비사업	11,669	252,604	8.74
		2021	대연동 기업형임대주택 공급촉진지구	-	29,522	10.53
		2021	문현동 대연마루 지역주택조합	-	26,904	3.53
		2021	용호3구역 주택재개발정비사업	1,725	60,402	9.38
		2021	용호동 복합시설(신축)	-	10,851.90	4.96
		2021	용호동 복합시설(신축)	1,009	10,860.20	0
		2022	대연4구역 주택재개발	2,748	54,289	4.66
		2022	대연4구역 주택재개발정비사업	1,057	39,579	5.75
		2022	대연동 협성휴포레	-	13,146	3.41
		2022	용호2구역 주택재개발사업	-	51,305	3.8
		2023	대연4구역 주택재건축정비사업	1,374	58,029	7.48
		2024	대연2구역 주택개건축	-	17,834.20	0.68
		2024	대연2구역 주택재건축정비사업	449	16,738	2.44
		2024	용호동 삼월주택소규모재건축정비사업	119	2,236	0.64
온천천	공동주택	2020	부산 아시아드 코오롱 하늘채	1,557	12,585	7.7
		2020	구서동 주상복합 신축사업		3,929.64	3.85
		2020	명륜동 주택건설사업계획	3,419	41,977	4.11
		2020	명장동 기업형임대주택 공급촉진지구	954	21,114	4.54
		2020	명장동 기업형임대주택(추가분) (‘17.3.3-최초할당량 4.54(점1.6, 비점 2.94)	954	21,764	2.60
		2020	사직동 주택건설사업(사직지역주택조합)		29,827.65	3.42
		2020	수안동 주택건설사업		29	1.97
		2020	연산동 기업형임대주택 (연산동민간임대주택공급촉진지구)		54,168	0.00
		2020	연산동 민간임대주택 공급촉진지구	2,720	54,168	16.78
		2020	연산동 주거복합건물		7,846.39	0.00
		2020	온천4구역 주택재개발 정비사업	4,043	227,440	11.40
		2020	온천동 주상복합(신축)	2,598	16,514.0	8.12
		2020	연산6재개발정비사업	3,896	47,672	21.2
		2020	온천3구역 재개발정비사업	439	12,607	2.39

Ⅲ. 오염원 및 오염부하량 산정

소유역	계획종류	준공년도	사업명	인구(명)	개발면적 (m ²)	배출부하량 (COD kg/일)
		2020	온천천 경동리인타워 2차	176	29,197	0.96
		2020	사직쌍용예가(쌍용)	914	102,456	4.98
		2020	구서동 두산포세이돈 신축공사	990	3,930	5.4
		2020	구서동 스카이엘 신축공사	225	740	1.2
		2020	구서동 우석쉐르빌 신축공사	156	412	0.7
		2021	부곡동 주택건설사업		10,799	10.68
		2021	연산동 공동주택		27,702	8.46
		2021	연산동 기업형임대주택 (연산동민간임대주택공급촉진지구)		55,656	1.71
		2021	연제구 거제동 860-1번지 일월 공동주택	1,253	73,358.78	1.68
		2021	온천동 주상복합(신축)		8,411.70	4.55
		2021	연산 e편한세상 더 퍼스트	1,050	7,849	5.71
		2021	연산3재개발정비사업	2,902	62,026	15.79
		2021	온천2구역 재개발정비사업	3,853	233,063	17.69
		2021	동래SK지역주택조합	999	14,991	5.43
		2021	부곡동 삼한골든뷰 신축공사	1830	10,799	10
		2022	사직동 주택건설사업(사직지역주택조합)	1,825	100,979.69	0.04
		2022	양정1구역 주택재개발사업		126,834	6.91
		2022	양정2구역 주택재개발정비사업	3,479	202,772	0.90
		2022	연산지역주택조합	1,053	66,176	2.70
		2022	부산연산 지역주택조합	1,444	27,702	12.72
		2022	양정1구역 재개발	6,828	92,128	37.15
		2022	양정2구역 재개발	4,014	53,274	21.84
		2022	힐스테이트 명륜 2차	874	151,916	4.75
		2022	온천동 주상복합	603	120,124	3.28
		2023	사직 1-6지구 주택재건축 정비사업	2,834	118,811	1.33
		2023	양정3구역 주택재개발 정비사업		44,278.80	4.80
		2023	거제동 지역주택조합	1,137	19,338	6.19
		2023	온천4구역 재개발정비사업	4,043	22,744	18.55
		2023	안락1구역 재건축정비사업	1,481	77,374	6.8
		2024	거제2재개발정비사업	10,549	187,798	52.17
합계						567.74

나. 개발부하량

- 관리구역 내 개발계획에 따른 총 배출부하량 567.74kg/일 중 점오염원 배출량은 278.76kg/일(49.1%), 비점오염원 배출량은 288.98kg/일(50.9%) 이었음
- 점배출량의 경우 개발계획량과 계획인구가 많은 온천천(176.16kg/일)으로 전체 점배출량의 63.2%를 차지함
- 비점오염원 배출량도 개발계획 면적이 큰 온천천(186.99kg/일)으로 전체 비점배출량의 64.7%를 차지함

<표 Ⅲ-21> 개발계획 점·비점 개발부하량

단위유역명	계획종류	배출부하량 (COD kg/일)	점	비점
우동천	시설계획	0.00	0.00	0.00
	공동주택	18.35	10.11	8.24
남천	공동주택	2.95	1.32	1.63
석대천	시설계획	0.59	0.15	0.44
수영강상류	시설계획	0.51	0.00	0.51
	관리계획	0.00	0.00	0.00
수영강하류	시설계획	1.14	0.00	0.00
	공동주택	24.8	10.42	14.38
수영만연안01	시설계획	0.18	0.00	0.18
	공동주택	4.11	2.05	2.06
수영만연안02	관리계획	0.00	0.00	0.00
수영만연안03	공동주택	45.56	25.13	20.43
수영만연안04	공동주택	106.40	53.42	52.98
온천천	공동주택	363.15	176.16	186.99
합계		567.74	278.76	288.98

04

식감계획 현황

가. 식감계획 조사결과

- 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 2차 최종년도인 2024년까지 목표수질 달성 및 유지, 할당부하량 준수를 위한 식감계획을 조사하였음
- 기계화된 식감사업에 의한 부하량은 현재 부산시가 계획 중인 식감계획과 비점저감시설 설치에 따른 식감량 등을 계획에 반영하였음
- 기계화된 식감사업에 의한 부하량은 총 2,171.37kg/일로 산정됨

<표 Ⅲ-23> 행정구역별 식감시설 설치계획

(단위 : kg/일)

시군구	기계화된 식감사업에 의한 부하량		
	합계	점	비점
부산진구	78.01	67.5	10.51
동래구	653.27	139.38	513.89
해운대구	385.34	332.83	52.51
금정구	344.93	279.22	65.71
연제구	461.97	394.92	67.05
수영구	240.86	95.97	144.89
기장군	6.99	4.1	2.89
합계	2,171.37	1,313.92	857.45

나. 삭감계획

1) 하수관거 삭감계획

- 2024년까지 하수관거 신설 및 교체, 정비사업으로 인한 삭감계획은 1,542.67kg/일로 이는 전체 삭감량 2,171.37kg/일의 71.0%를 차지함

<표 Ⅲ-24> 하수관거 삭감계획

구분	단위유역	사업위치	사업내용	삭감량(kg/일)
교체 및 정비	수영강상류	금정구, 노포동, 청룡동 일원	L=1.43km	0.07
		금정구 오륜동 일원	L=22.66km	150.81
	온천천	금정구 부곡동 일원		
		금정구 구서동, 남산동, 장전동 일원		
		동래구 사직동, 온천동 일원	L=52.75km	151.63
		부산진구 양정동, 연제구 거제동, 연산동 일원	L=85.20km	539.98
		동래구 낙민동, 명륜동, 명장동, 복천동, 수안동, 안락동, 칠산동 일원	L=97.97km	11.28
	수영강하류	동래구 명장동, 안락동 일원		
	수영강상류	금정구 회동동 일원	L=41.15km	179.08
	수영강하류	금정구 금사동, 서동, 회동동 일원		
		해운대구 반여동, 석대동, 재송동 일원		
	석대천	해운대구 반여동, 석대동		
	석대천	기장군 고촌 일원		
		해운대구 반여동 일원	L=41.44km	80.65
	수영강하류	해운대구 재송동 일원		
	춘천	해운대구 반여동 일원		
	우동천	해운대구 재송동 일원		
	수영강하류	해운대구 우동 일원	L=23.16km	112.33
	춘천	해운대구 우동, 중동 일원		
	우동천	해운대구 우동 일원		
	수영만연안01	해운대구 우동, 중동 일원		
	수영만연안02	해운대구 우동 일원		
	수영강하류	수영구 광안동, 민락동	L=40.31km	109.89
	남천	수영구 남천동		
	수영만연안03	수영구 광안동, 남천동, 민락동	L=19.70km	86.02
	춘천	해운대구 좌동, 우동 일원		
	수영만연안01	해운대구 중동 일원		
합계				1,542.67

자료 : 부산시 하천정비기본계획

2) 비점오염원 저감시설

- 부산시에서 설치 중인 온천천유역, 수영만연안03유역 등의 비점오염저감시설 삭감계획은 628.70kg/일 임

<표 Ⅲ-25> 비점오염원저감시설 설치 삭감계획

구분	단위유역	사업위치	사업내용	삭감량(kg/일)
비점오염 저감시설	수영강하류	소배수분구	투수성포장 트리박스필터 침투도랑	2.12
	석대천			2.40
	춘천			1.90
	우동천			0.95
	동래천			1.43
	남천			2.39
	온천천	온천천-사직천 합류부	여과시설	488.93
	수영만연안03	광안리 오수중계펌프장 비점오염시설	여과시설	128.58
합계				628.7

05

오염부하량 산정 및 산정결과

가. 오염부하량 산정 방법

- 관리구역 내 오염부하량 산정은 앞서 조사한 오염원 자료를 기초로 하여 ‘기술지침’에 따라 산정하였음
 - 오염부하량은 ‘기술지침’에 따라 오·폐수 발생유량, 발생부하량, 오·폐수 배출유량, 배출부하량으로 산정하였고, Microsoft사의 Access Program(D/B Program)을 이용하였음
 - 발생부하량은 각 오염원의 2018년 말 현황 자료와 ‘기술지침’의 각 오염원별 발생원단위, 발생부하비 등을 이용하여 산정하였음
 - 배출부하량은 각 오염원의 2018년 말 현황 자료와 ‘기술지침’의 각 오염원별 배출원단위, 배출계수 등을 이용하여 산정하였고, 개별배출부하량, 관거배출부하량, 환경기초시설 방류부하량, 총 배출부하량으로 구분하여 산정하였음
- 법정동 단위의 오염원 현황이 단위구역 또는 수계 외 지역과 나뉘는 경우에는 현 상황의 점유율에 맞추어 오염부하량을 산정하였음

나. 오염부하량 산정 결과

1) 발생부하량 산정 결과

가) BOD 발생부하량 총괄

- COD 발생부하량의 경우 발생원단위가 존재하지 않아 ‘기술지침’에 따라 BOD로 산정하였으며 비점오염원에 대한 배출부하량만 산정하였음
- 2018년 현재 BOD 발생부하량은 113,721.57kg/일이었고 2024년에는 117,239.12kg/일이 발생하는 것으로 전망하였음
 - 최종년도의 발생부하량 중 자연증감은 113,869.48kg/일로 총 BOD 발생부하량의 97.1%를 차지하며 개발계획에 의한 BOD 발생부하량은 3,369.64kg/일로 2.9%를 차지함

- 최종년도의 단위유역별 BOD 발생부하량은 온천천 49,633.25kg/일(42.3%), 수영강하류 23,071.98kg/일(19.7%), 춘천 10,833.93kg/일(9.2%), 수영만연안04 10,378.30kg/일(8.9%)의 순으로 나타나며 총 BOD 발생부하량의 80.1%를 차지함

<표 Ⅲ-26> 단위유역별 BOD 발생부하량 현황 및 전망

(단위 : kg/일)

단위유역	2018년 (기준년도)	2024년(최종년도)		
		합계	자연증감	개발계획
수영강상류	945.34	919.41	919.41	0.00
임기천	46.93	52.50	52.50	0.00
송정천	156.77	192.18	192.18	0.00
철마천	186.65	211.71	211.71	0.00
이곡천	48.04	50.80	50.80	0.00
구칠천	33.87	37.89	37.89	0.00
석대천	3,946.22	4,107.79	4,107.79	0.00
온천천	48,981.79	49,633.25	46,973.32	2,659.93
동래천	1,419.38	1,346.83	1,346.83	0.00
수영강하류	21,289.72	23,071.98	23,046.15	25.83
춘천	10,358.20	10,833.93	10,833.93	0.00
우동천	4,545.42	4,423.39	4,350.44	72.95
남천	1,624.81	1,468.06	1,468.06	0.00
수영만연안01	2,208.56	2,887.49	2,765.46	122.03
수영만연안02	973.07	931.95	931.95	0.00
수영만연안03	5,528.61	6,691.66	6,454.41	237.25
수영만연안04	11,428.19	10,378.30	10,126.65	251.65
합계	113,721.57	117,239.12	113,869.48	3,369.64

2) 오염원별 BOD 발생부하량

- 2018년 생활계 BOD 발생부하량은 106,046.83kg/일이었고 2024년에는 108,832.47kg/일이 발생될 것으로 전망하였음
 - 최종년도 BOD 발생부하량 중 자연증감은 105,624.49kg/일로 생활계 BOD 발생부하량의 97.1%를 차지하며 개발계획에 의한 BOD 발생부하량은 3,207.98kg/일으로 2.9%로 전망하였음
 - 단위유역별로는 온천천이 48,981.79kg/일로 가장 많음

- 2018년 축산계 BOD 발생부하량은 147.00kg/일이었고 2024년에는 147.00kg/일로 동일하게 전망됨
 - 최종년도 BOD 발생부하량 중 자연증감은 147.00kg/일로 축산계 BOD 발생부하량의 100.0%를 차지함
 - 단위유역별로는 석대천이 124.76kg/일로 가장 많음
- 2018년 산업계 BOD 발생부하량은 1,456.14kg/일이었고 2024년에는 1,822.54kg/일이 발생될 것으로 전망하였음
 - 최종년도 BOD 발생부하량 중 자연증감은 1,822.54kg/일로 산업계 BOD 발생부하량의 100.0%를 차지하며 개발계획에 의한 BOD 발생부하량은 0.00kg/일로 전망하였음
 - 단위유역별로는 수영강하류가 1,442.15kg/일로 가장 많음
- 2018년 토지계 BOD 발생부하량은 6,067.52kg/일이었고 2024년에는 6,433.03kg/일이 발생될 것으로 전망하였음
 - 최종년도 BOD 발생부하량 중 자연증감은 6,271.37kg/일로 토지계 BOD 발생부하량의 97.5%를 차지하며 개발계획에 의한 BOD 발생부하량은 161.66kg/일로 2.5%로 전망하였음
 - 단위유역별로는 온천천이 2,662.43kg/일로 가장 많음
- 2018년 매립계 BOD 발생부하량은 4.08kg/일이었고 2024년에는 4.08kg/일이 발생될 것으로 전망하였음
 - 최종년도 BOD 발생부하량 중 자연증감은 4.08kg/일로 매립계 BOD 발생부하량의 100.0%를 차지하며 기존년도와 동일하게 전망하였음
 - 단위유역별로는 석대천이 4.08kg/일로 가장 많음

<표 Ⅲ-27> 단위유역 오염원별 BOD 발생부하량 현황 및 전망

(단위 : m³/일)

구분		2018년 (기준년도)	2024년(최종년도)		
			합계	자연증감	개발계획
수영강상류	생활계	549.72	527.73	527.73	0.00
	축산계	0.00	0.00	0.00	0.00
	산업계	7.79	16.87	16.87	0.00
	토지계	387.83	374.81	374.81	0.00
	매립계	0.00	0.00	0.00	0.00
	소계	945.34	919.41	919.41	0.00

Ⅲ. 오염원 및 오염부하량 산정

(단위 : m³/일)

구분		2018년 (기준년도)	2024년(최종년도)		
			합계	자연증감	개발계획
임기천	생활계	24.85	26.46	26.46	0.00
	축산계	0.00	0.00	0.00	0.00
	산업계	0.00	0.00	0.00	0.00
	토지계	22.08	26.04	26.04	0.00
	매립계	0.00	0.00	0.00	0.00
	소계	46.93	52.50	52.50	0.00
송정천	생활계	95.64	95.70	95.70	0.00
	축산계	0.00	0.00	0.00	0.00
	산업계	10.80	37.50	37.50	0.00
	토지계	50.33	58.98	58.98	0.00
	매립계	0.00	0.00	0.00	0.00
	소계	156.77	192.18	192.18	0.00
철마천	생활계	87.72	93.64	93.64	0.00
	축산계	0.00	0.00	0.00	0.00
	산업계	0.00	0.00	0.00	0.00
	토지계	98.93	118.07	118.07	0.00
	매립계	0.00	0.00	0.00	0.00
	소계	186.65	211.71	211.71	0.00
이곡천	생활계	12.56	13.49	13.49	0.00
	축산계	22.24	22.24	22.24	0.00
	산업계	0.00	0.00	0.00	0.00
	토지계	13.24	15.07	15.07	0.00
	매립계	0.00	0.00	0.00	0.00
	소계	48.04	50.80	50.80	0.00
구칠천	생활계	16.71	17.77	17.77	0.00
	축산계	0.00	0.00	0.00	0.00
	산업계	0.00	0.00	0.00	0.00
	토지계	17.16	20.12	20.12	0.00
	매립계	0.00	0.00	0.00	0.00
	소계	33.87	37.89	37.89	0.00
석대천	생활계	3,512.63	3,471.73	3,471.73	0.00
	축산계	124.76	124.76	124.76	0.00
	산업계	31.76	215.85	215.85	0.00
	토지계	272.99	291.37	291.37	0.00
	매립계	4.08	4.08	4.08	0.00
	소계	3,946.22	4,107.79	4,107.79	0.00

(단위 : m³/일)

구분		2018년 (기준년도)	2024년(최종년도)		
			합계	자연증감	개발계획
온천천	생활계	46,521.24	46,917.60	44,384.62	2,532.98
	축산계	0.00	0.00	0.00	0.00
	산업계	16.64	53.22	53.22	0.00
	토지계	2,443.91	2,662.43	2,535.48	126.95
	매립계	0.00	0.00	0.00	0.00
	소계	48,981.79	49,633.25	46,973.32	2,659.93
동래천	생활계	1,361.77	1,282.67	1,282.67	0.00
	축산계	0.00	0.00	0.00	0.00
	산업계	0.44	1.64	1.64	0.00
	토지계	57.17	62.52	62.52	0.00
	매립계	0.00	0.00	0.00	0.00
	소계	1,419.38	1,346.83	1,346.83	0.00
수영강하류	생활계	18,915.90	20,562.96	20,537.66	25.30
	축산계	0.00	0.00	0.00	0.00
	산업계	1,344.54	1,442.15	1,442.15	0.00
	토지계	1,029.28	1,066.87	1,066.34	0.53
	매립계	0.00	0.00	0.00	0.00
	소계	21,289.72	23,071.98	23,046.15	25.83
춘천	생활계	9,930.84	10,391.76	10,391.76	0.00
	축산계	0.00	0.00	0.00	0.00
	산업계	19.21	28.27	28.27	0.00
	토지계	408.15	413.90	413.90	0.00
	매립계	0.00	0.00	0.00	0.00
	소계	10,358.20	10,833.93	10,833.93	0.00
우동천	생활계	4,349.84	4,227.70	4,155.46	72.24
	축산계	0.00	0.00	0.00	0.00
	산업계	7.45	4.40	4.40	0.00
	토지계	188.13	191.29	190.58	0.71
	매립계	0.00	0.00	0.00	0.00
	소계	4,545.42	4,423.39	4,350.44	72.95
남천	생활계	1,533.95	1,376.28	1,376.28	0.00
	축산계	0.00	0.00	0.00	0.00
	산업계	4.79	4.13	4.13	0.00
	토지계	86.07	87.65	87.65	0.00
	매립계	0.00	0.00	0.00	0.00
	소계	1,624.81	1,468.06	1,468.06	0.00

Ⅲ. 오염원 및 오염부하량 산정

(단위 : m³/일)

구분		2018년 (기준년도)	2024년(최종년도)		
			합계	자연증감	개발계획
수영만연안01	생활계	2,104.11	2,773.91	2,655.03	118.88
	축산계	0.00	0.00	0.00	0.00
	산업계	5.69	10.38	10.38	0.00
	토지계	98.76	103.20	100.05	3.15
	매립계	0.00	0.00	0.00	0.00
	소계	2,208.56	2,887.49	2,765.46	122.03
수영만연안02	생활계	930.73	889.02	889.02	0.00
	축산계	0.00	0.00	0.00	0.00
	산업계	0.00	0.00	0.00	0.00
	토지계	42.34	42.93	42.93	0.00
	매립계	0.00	0.00	0.00	0.00
	소계	973.07	931.95	931.95	0.00
수영만연안03	생활계	5,250.67	6,389.51	6,170.43	219.08
	축산계	0.00	0.00	0.00	0.00
	산업계	3.72	4.90	4.90	0.00
	토지계	274.22	297.25	279.08	18.17
	매립계	0.00	0.00	0.00	0.00
	소계	5,528.61	6,691.66	6,454.41	237.25
수영만연안04	생활계	10,847.95	9,774.54	9,535.04	239.50
	축산계	0.00	0.00	0.00	0.00
	산업계	3.31	3.23	3.23	0.00
	토지계	576.93	600.53	588.38	12.15
	매립계	0.00	0.00	0.00	0.00
	소계	11,428.19	10,378.30	10,126.65	251.65
합계	생활계	106,046.83	108,832.47	105,624.49	3,207.98
	축산계	147.00	147.00	147.00	0.00
	산업계	1,456.14	1,822.54	1,822.54	0.00
	토지계	6,067.52	6,433.03	6,271.37	161.66
	매립계	4.08	4.08	4.08	0.00
	소계	113,721.57	117,239.12	113,869.48	3,369.64

다) 해역계 발생부하량

- 관리구역 내 해역계 발생부하량은 0.118kg/일로 모두 남구 용호항에서 발생하였음

<표 Ⅲ-28> 관리구역 해역계 BOD 발생부하량

(단위 : kg/일)

시도	2018년도 BOD 발생부하량			
	계	해운대구	수영구	남구
부산	0.118	0.00	0.00	0.118
합계	0.118	0.00	0.00	0.118

2) 배출부하량 산정결과

가) COD 배출부하량 총괄

- COD 배출부하량의 산정은 ‘기술지침’에 따라 COD 실측자료가 존재하는 오염원의 경우 실측자료를 기반으로 산정하였으며 실측자료가 존재하지 않는 일부 오염원의 경우 BOD 배출부하량을 산정한 후, BOD의 COD 교환비(2.07)를 사용하여 산정하였음
- 배출부하량 산정시 기존 삭감계획과 추가 삭감계획을 포함하였음
- 2018년 현재 COD 배출부하량은 19,972.18kg/일이 배출하였고 2024년에는 18,822.00kg/일이 배출하는 것으로 전망하였음
 - 최종년도의 COD 배출부하량 중 자연증감은 20,043.00kg/일이며 개발계획에 의한 배출부하량은 567.74kg/일, 삭감계획은 2,171.37kg/일을 차지함
 - 최종년도의 COD 배출부하량 중 점 배출부하량은 6,501kg/일(34.0%), 비점 배출부하량은 12,568kg/일(66.0%)를 차지함
- 최종년도의 단위유역별 COD 배출부하량은 수영강하류 5,749kg/일(30.1%), 온천천 4,996kg/일(26.2%), 춘천 1,062kg/일(5.6%)의 순으로 나타나며 총 COD 배출부하량의 61.9%를 차지함

<표 Ⅲ-29> 단위유역별 COD 배출부하량 현황 및 전망

(단위 : kg/일)

단위유역		2018년 (기준년도)	2024년(최종년도)			
			합계	자연증감	개발계획	삭감계획
수영강상류	점	2.14	0	0.00	0.00	0.00
	비점	803.48	766	769.70	0.51	4.43
	소계	805.62	766	769.70	0.51	4.43
임기천	점	0.00	0	0.00	0.00	0.00
	비점	45.68	54	54.00	0.00	0.00
	소계	45.68	54	54.00	0.00	0.00
송정천	점	0.00	0	0.00	0.00	0.00
	비점	104.22	122	122.42	0.00	0.00
	소계	104.22	122	122.42	0.00	0.00
철마천	점	0.00	0	0.00	0.00	0.00
	비점	204.67	245	244.88	0.00	0.00
	소계	204.67	245	244.88	0.00	0.00
이곡천	점	0.00	0	0.00	0.00	0.00
	비점	31.52	35	35.39	0.00	0.00
	소계	31.52	35	35.39	0.00	0.00
구칠천	점	0.00	0	0.00	0.00	0.00
	비점	35.50	42	41.73	0.00	0.00
	소계	35.50	42	41.73	0.00	0.00
석대천	점	2.43	30	29.61	0.15	0.00
	비점	648.12	575	603.10	0.44	28.96
	소계	650.55	604	632.71	0.59	28.96
온천천	점	0.39	153	0.00	152.78	0.00
	비점	5,803.90	4,844	5,679.48	109.80	945.75
	소계	5,804.29	4,996	5,679.48	262.58	945.75
동래천	점	0.00	0	0.00	0.00	0.00
	비점	132.24	121	138.25	0.00	17.00
	소계	132.24	121	138.25	0.00	17.00
수영강하류	점	4,065.25	3,488	3,477.52	10.42	0.00
	비점	2,582.90	2,261	2,491.12	14.38	244.90
	소계	6,648.15	5,749	5,968.64	24.80	244.90
춘천	점	227.39	275	275.16	0.00	0.00
	비점	879.12	787	893.35	0.00	106.17
	소계	1,106.51	1,062	1,168.51	0.00	106.17

(단위 : kg/일)

단위유역		2018년 (기준년도)	2024년(최종년도)			
			합계	자연증감	개발계획	삭감계획
우동천	점	0.00	10	0.00	10.11	0.00
	비점	427.42	352	395.12	8.24	50.98
	소계	427.42	362	395.12	18.35	50.98
남천	점	0.00	1	0.00	1.32	0.00
	비점	195.94	183	185.47	1.63	4.42
	소계	195.94	184	185.47	2.95	4.42
수영만연안01	점	20.18	2	0.00	2.05	0.00
	비점	210.74	192	217.07	2.24	27.67
	소계	230.92	194	217.07	4.29	27.67
수영만연안02	점	0.00	0	0.00	0.00	0.00
	비점	95.74	77	88.36	0.00	10.96
	소계	95.74	77	88.36	0.00	10.96
수영만연안03	점	0.00	25	0.00	25.13	0.00
	비점	670.34	546	627.32	20.43	101.43
	소계	670.34	571	627.32	45.56	101.43
수영만연안04	점	1,517.71	2,493	2,439.50	53.42	0.00
	비점	1,265.16	1,287	1,234.45	52.98	0.00
	소계	2,782.87	3,780	3,673.95	106.40	0.00
합계	점	5,835.49	6,501	6,221.79	278.76	0.00
	비점	14,136.69	12,218	13,821.21	288.98	2,171.37
	소계	19,972.18	18,439.37	20,043.00	567.74	2,171.37

2) 오염원별 COD 배출부하량

- 2018년 생활계 COD 배출부하량은 7,287.14kg/일이었고 2024년에는 6,300.67kg/일이 배출될 것으로 전망하였음
 - 최종년도 COD 배출부하량 중 자연증감은 7,293.25kg/일, 개발계획에 의한 COD 배출부하량은 316.80kg/일, 삭감계획은 1,309.38kg/일로 전망하였음
 - 단위유역별로는 수영강하류가 3,448.85kg/일(점 3,090.48kg/일, 비점 358.37kg/일)로 가장 많음
- 2018년 축산계 COD 배출부하량은 27.38kg/일이었고 2024년에는 27.38kg/일이 배출될 것으로 전망하였음
 - 최종년도 COD 배출부하량 중 자연증감은 27.38kg/일, 개발계획에 의한 COD 배출부하량은 0.00kg/일, 삭감계획은 0.00kg/일로 전망하였음
 - 단위유역별로는 석대천 23.24kg/일(점 0.00kg/일, 비점 23.24kg/일)로 가장 많음
- 2018년 산업계 COD 배출부하량은 101.75kg/일이었고 2024년에는 189.75kg/일이 배출될 것으로 전망하였음
 - 최종년도 COD 배출부하량 중 자연증감은 194.29kg/일, 개발계획에 의한 COD 배출부하량은 0.0kg/일, 삭감계획은 4.54kg/일로 전망하였음
 - 단위유역별로는 수영강하류가 80.42kg/일(점 80.32kg/일, 비점 0.10kg/일)로 가장 많음
- 2018년 토지계 COD 배출부하량은 12,552.84kg/일이었고 2024년에는 12,301.07kg/일이 배출될 것으로 전망하였음
 - 최종년도 COD 배출부하량 중 자연증감은 12,524.66kg/일, 개발계획에 의한 COD 배출부하량은 4.87kg/일, 삭감계획은 228.46kg/일로 전망하였음
 - 단위유역별로는 온천천이 4,735.54kg/일(점 0.00kg/일, 비점 4,735.54kg/일)로 가장 많음
- 2018년 매립계 COD 배출부하량은 3.07kg/일이었고 2024년에는 3.13kg/일이 배출될 것으로 전망하였음
 - 최종년도 COD 배출부하량 중 자연증감은 3.42kg/일, 개발계획에 의한 COD 배출부하량은 0.00kg/일, 삭감계획은 0.29kg/일로 전망하였음
 - 단위유역별로는 수영강하류가 3.13kg/일(점 3.13kg/일, 비점 0.00kg/일)로 가장 많음

<표 Ⅲ-30> 단위유역별 생활계 COD 배출부하량 현황 및 전망

(단위 : kg/일)

단위유역		2018년 (기준년도)	2024년(최종년도)			
			합계	자연증감	개발계획	삭감계획
수영강상류	생활계	1.03	0	1.09	0	1.09
	축산계	0	0	0	0	0
	산업계	2.22	0	0.07	0	0.07
	토지계	802.37	765.27	768.54	0.51	3.27
	매립계	0	0	0	0	0
	소계	805.62	765.27	769.70	0.51	4.43
임기천	생활계	0	0	0	0	0
	축산계	0	0	0	0	0
	산업계	0	0	0	0	0
	토지계	45.68	54	54	0	0
	매립계	0	0	0	0	0
	소계	45.68	54.00	54.00	0.00	0.00
송정천	생활계	0	0	0	0	0
	축산계	0	0	0	0	0
	산업계	0.1	0.1	0.1	0	0
	토지계	104.12	122.32	122.32	0	0
	매립계	0	0	0	0	0
	소계	104.22	122.42	122.42	0.00	0.00
철마천	생활계	0	0	0	0	0
	축산계	0	0	0	0	0
	산업계	0	0	0	0	0
	토지계	204.67	244.88	244.88	0	0
	매립계	0	0	0	0	0
	소계	204.67	244.88	244.88	0.00	0.00
이곡천	생활계	0	0	0	0	0
	축산계	4.14	4.14	4.14	0	0
	산업계	0	0	0	0	0
	토지계	27.38	31.25	31.25	0	0
	매립계	0	0	0	0	0
	소계	31.52	35.39	35.39	0.00	0.00

Ⅲ. 오염원 및 오염부하량 산정

(단위 : kg/일)

단위유역		2018년 (기준년도)	2024년(최종년도)			
			합계	자연증감	개발계획	삭감계획
구칠천	생활계	0	0	0	0	0
	축산계	0	0	0	0	0
	산업계	0	0	0	0	0
	토지계	35.5	41.73	41.73	0	0
	매립계	0	0	0	0	0
	소계	35.50	41.73	41.73	0.00	0.00
석대천	생활계	59.75	49.12	70.29	0.15	21.17
	축산계	23.24	23.24	23.24	0	0
	산업계	2.54	29.62	29.75	0	0.13
	토지계	564.76	501.77	509.14	0.44	7.37
	매립계	0.26	0	0.29	0	0.29
	소계	650.55	603.75	632.71	0.59	28.96
온천천	생활계	747.49	260.77	805.85	257.71	802.79
	축산계	0	0	0	0	0
	산업계	0.67	0	0.67	0	0.67
	토지계	5,056.13	4,735.54	4,872.96	105.44	142.29
	매립계	0	0	0	0	0
	소계	5,804.29	4,996.31	5,679.48	363.15	945.75
동래천	생활계	13.96	0.00	14.68	0.00	14.68
	축산계	0	0	0	0	0
	산업계	0.01	0	0.04	0	0.04
	토지계	118.27	121.25	123.53	0.00	2.28
	매립계	0	0	0	0	0
	소계	132.24	121.25	138.25	0.00	17.00
수영강하류	생활계	4,440.11	3,448.85	3,650.38	10.42	204.25
	축산계	0	0	0	0	0
	산업계	75.77	80.42	83.85	0	3.43
	토지계	2,129.46	2,194.06	2,231.28	14.38	37.22
	매립계	2.81	3.13	3.13	0	0
	소계	6,648.15	5,726.46	5,968.64	25.94	244.90
춘천	생활계	261.35	265.88	360.00	0.00	94.12
	축산계	0	0	0	0	0
	산업계	0.78	3.05	3.14	0	0.09
	토지계	844.38	793.41	805.37	0.00	11.96
	매립계	0	0	0	0	0
	소계	1,106.51	1,062.34	1,168.51	0.00	106.17

(단위 : kg/일)

단위유역		2018년 (기준년도)	2024년(최종년도)			
			합계	자연증감	개발계획	삭감계획
우동천	생활계	38.19	0	44.55	10.11	44.55
	축산계	0	0	0	0	0
	산업계	0.02	0	0.02	0	0.02
	토지계	389.21	344.14	350.55	8.24	6.41
	매립계	0	0	0	0	0
	소계	427.42	344.14	395.12	18.35	50.98
남천	생활계	17.58	8.65	12.36	1.32	3.71
	축산계	0	0	0	0	0
	산업계	0.28	0.03	0.03	0	0
	토지계	178.08	172.37	173.08	1.63	0.71
	매립계	0	0	0	0	0
	소계	195.94	181.05	185.47	0.00	4.42
수영만연안01	생활계	26.57	0	24.72	0.18	24.72
	축산계	0	0	0	0	0
	산업계	0.02	0	0.05	0	0.05
	토지계	204.33	189.4	192.3	2.06	2.9
	매립계	0	0	0	0	0
	소계	230.92	189.40	217.07	4.29	27.67
수영만연안02	생활계	8.14	0	9.5	0	9.5
	축산계	0	0	0	0	0
	산업계	0	0	0	0	0
	토지계	87.6	77.4	78.86	0	1.46
	매립계	0	0	0	0	0
	소계	95.74	77.40	88.36	0.00	10.96
수영만연안03	생활계	102.99	38.01	96.13	25.13	88.8
	축산계	0	0	0	0	0
	산업계	0.04	0.01	0.05	0	0.04
	토지계	567.31	518.55	531.14	20.43	12.59
	매립계	0	0	0	0	0
	소계	670.34	556.57	627.32	45.56	101.43
수영만연안04	생활계	1,569.98	2,229.39	2,203.70	83.42	0.00
	축산계	0	0	0	0	0
	산업계	19.3	76.52	76.52	0	0
	토지계	1,193.59	1,393.73	1,393.73	22.98	0.00
	매립계	0	0	0	0	0
	소계	2,782.87	3,699.64	3,673.95	25.69	0.00

(단위 : kg/일)

단위유역		2018년 (기준년도)	2024년(최종년도)			
			합계	자연증감	개발계획	삭감계획
합계	생활계	7,287.14	6,300.67	7,293.25	316.80	1,309.38
	축산계	27.38	27.38	27.38	0.00	0.00
	산업계	101.75	189.75	194.29	0.00	4.54
	토지계	12,552.84	12,301.07	12,524.66	250.94	228.46
	매립계	3.07	3.13	3.42	0.00	0.29
	소계	19,972.18	18,822.00	20,043.00	567.74	2,171.37

다) 해역계 배출부하량

- 관리유역 내 해역계 배출부하량은 없는 것으로 조사됨
 - 특별관리해역 내 선박계 오염원 배출은 금지되어 있음

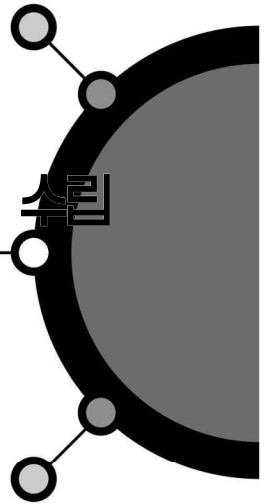
<표 Ⅲ-31> 관리유역 해역계 COD 배출부하량

(단위 : kg /일)

시도	2018년도 COD 배출부하량			
	계	해운대구	수영구	남구
부산	0.00	0.00	0.00	0.00
합계	0.00	0.00	0.00	0.00

○ IV. 부하량 할당 및 식감계획 수립

1. 기본계획에 의한 할당부하량
2. 오염부하량 식감계획
3. 부하량 할당결과 종합



01

기본계획에 의한 할당부하량

가. 부하량 할당 기본 자료

1) 기존배출부하량

- “기존배출부하량”이란 기준연도에 관리구역에서 배출하는 배출부하량의 총량(기본방침 제2조 제10호)을 말함
- 2018년 관리구역에서 배출하는 COD 배출부하량은 19,972.18kg/일임

<표 IV-1> 기존배출부하량

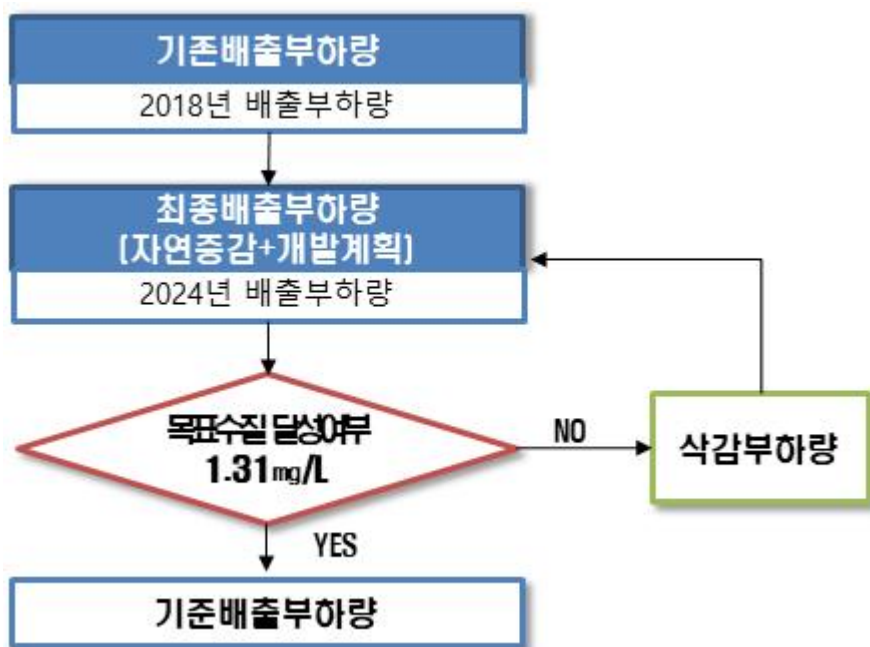
(단위 : kg/일)	
관리대상 오염물질	기존배출부하량(2013)
COD	19,972.18

2) 기준배출부하량

- “기준배출부하량”이란 목표연도에 연안오염총량관리 목표수질을 달성할 수 있도록 연안오염총량관리 모델을 사용하여 산정한 관리구역의 배출부하량의 총량(기본방침 제2조 제10호)을 말함
- 목표수질(COD 1.31mg/L)을 달성하기 위한 기준배출부하량은 19,122.0kg/일임
 - 2018년 기존배출부하량에 비하여 850.18kg/일의 부하량 삭감이 필요함

<표 IV-2> 기준배출부하량에 의한 삭감량

관리대상 오염물질	목표수질	기준배출부하량	삭감 필요 부하량
COD	COD 1.31 mg/L	19,122.0kg/일	850.18 kg/일



<그림 IV-1> 기준배출부하량 산정 절차

3) 안전부하량

- “안전부하량”이란 기준배출부하량에 안전율을 곱하여 산정한 부하량(기본방침 제2조 제10호)을 말함
- 안전율 3%를 적용한 안전부하량은 573.66kg/일임

<표 IV-3> 안전율 및 안전부하량

관리대상 오염물질	안전율	안전부하량
COD	3%	573.66 kg/일

나. 할당부하량

- 할당부하량은 부산광역시에서 수영만 유역에 부하량 증감에 관여하는 개발사업과 삭감사업을 할 수 있는 부하량 총량에 해당함
 - 2024년까지 할당부하량의 범위 내에서 부하량 증감 행위 이행이 필요함
- 할당부하량은 기준배출부하량(19,122.0kg/일)에서 안전율(3%)에 의한 안전부하량(573.66kg/일)을 줄인 18,548.34kg/일임

<표 IV-4> 할당부하량

목표수질	기준배출부하량	안전부하량	할당부하량
COD 1.31mg/L	19,122.0kg/일	573.66kg/일	18,548.34kg/일

<표 IV-5> 행정구역별 할당부하량

(단위 : kg/일)

행정구역	기준배출부하량	기준배출부하량	할당부하량
부산진구	316.5	265.03	289.32
동래구	4,898.8	4,783.87	4,478.18
남구	2,942.63	3,852.04	2,689.97
해운대구	4,511.89	3,463.92	4,124.49
금정구	3,018.38	2,823.17	2,759.22
연제구	1,887.58	1,435.05	1,725.51
수영구	1,715.04	1,540.02	1,567.78
기장군	681.36	658.9	622.86
합계	19,972.18	19,122.0	18,548.34

<표 IV-6> 소유역별 할당부하량

(단위 : kg/일)

소유역	기존배출부하량	기준배출부하량	할당부하량
춘천	1,106.51	1,062.34	1,011.50
우동천	427.42	344.14	390.72
수영강상류	805.62	765.27	736.45
임기천	45.68	54	41.76
송정천	104.22	122.42	95.27
철마천	204.67	244.88	187.10
이곡천	31.52	35.39	28.81
구칠천	35.5	41.73	32.45
수영강하류	6,648.15	5,726.46	6,077.33
석대천	650.55	603.75	594.69
온천천	5,804.29	4,996.31	5,305.93
동래천	132.24	121.25	120.89
남천	195.94	181.05	179.12
수영만연안01	230.92	189.4	211.09
수영만연안02	95.74	77.4	87.52
수영만연안03	670.34	556.57	612.78
수영만연안04	2,782.87	3,699.64	2,543.93
총합계	19,972.18	19,122.0	18,548.34

02

오염부하량 삭감계획

가. 삭감계획

1) 삭감계획 총괄

- 2018년 관리구역에서 배출하는 COD 배출부하량은 19,972.18kg/일이며, 목표수질 달성을 위한 삭감부하량은 2,171.37kg/일로 산정됨
 - 목표수질 달성을 위한 기준배출부하량 19,122.0kg/일에 개발부하량 676.71kg/일, 자연증감 70.82kg/일, 안전부하량 573.66kg/일을 고려하였음

<표 IV-7> 삭감계획 총괄

(단위 : kg/일)

기준배출부하량	기준배출부하량	할당부하량	개발부하량	자연증감	삭감량
19,972.18	19,122.00	18,257.34	676.71	70.82	2,171.37

2) 지역개발부하량

- “지역개발부하량”이란 시행청이 총량관리계획기간 동안 확정된 개발계획에 따라 배출할 수 있는 오염물질의 양(기본방침 제2조 제10호, 제16조)을 말함
- 최종년도인 2024년까지 부산시에서 추진 중인 개발계획 부하량은 676.71kg/일임
- 지역개발부하량은 676.71kg/일임
 - 지역개발부하량 = 할당부하량 - (기준배출부하량 - 기계획된 삭감사업에 의한 부하량 - 추가삭감부하량) - 자연증감부하량

<표 IV-8> 지역개발부하량

(단위 : kg/일)

관리대상 오염물질	개발계획 부하량			개발 여유분	지역개발 부하량
	공동주택	시설계획	합계		
COD	565.32	2.42	567.74	108.97	676.71

3) 자연증감부하량

- “자연증감부하량”이란 기존배출부하량이 오염원의 자연증감에 따라 목표연도까지 증가하거나 감소하게 되는 양(기본방침 제2조 제10호)을 말함
- 최종년도 2024년 일최대배출부하량은 19,717.70kg/일로 산정됨

<표 IV-9> 자연증감부하량

(단위 : kg/일)			
관리대상 오염물질	기존배출부하량	자연증감	일최대배출부하량(2024)
COD	19,972.18	70.82	20,043.00

나. 삭감사업 방향

- 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 2차 최종년도인 2024년까지 목표수질 달성 및 유지, 할당부하량 준수를 위한 삭감계획을 조사하였음
- 삭감사업은 부산광역시에서 시행중이거나 계획 중인 삭감사업과 할당량 준수를 위한 신규 비점저감시설 설치사업을 포함하였음
- 삭감계획에 의한 삭감부하량은 「부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 기술지침」(이하 “기술지침”)을 이용하여 산정하였음
- 기계화된 삭감사업에 의한 부하량은 총 2,171.37kg/일로 하수관거 정비 및 비점오염원 삭감량 임

<표 IV-10> 행정구역별 삭감시설 설치계획

(단위 : kg/일)

시군구	기계획된 삭감사업에 의한 부하량	
	합계	비점
부산진구	78.01	78.01
동래구	653.27	653.27
남구	-	-
해운대구	358.34	358.34
금정구	342.81	342.81
연제구	461.97	461.97
수영구	242.98	242.98
기장군	6.99	6.99
합계	2,171.37	2,171.37

다. 삭감사업

1) 하수관거 삭감계획

- 「부산광역시 하수도정비 기본계획(변경) 보고서(2015)」중 1단계(2011~2015년) 및 2단계(2016~2020)까지의 단계별 오수관거 계획연장 자료를 이용하여 하수관거 길이 및 삭감량을 산정하였음
 - 하수관거 신설 및 정비 후 3%는 자연적으로 배출된다고 가정하였음
- 2024년까지 하수관거 신설 및 교체, 정비사업으로 인한 삭감계획은 총 1,542.67kg/일로 이는 전체 삭감량 2,171.37kg/일의 71.0%를 차지함

<표 IV-11> 하수관거 삭감계획

구분	단위유역	사업위치	사업내용	삭감량(kg/일)
교 체 및 정 비	수영강상류	금정구, 노포동, 청룡동 일원	L=1.43km	0.07
		금정구 오륜동 일원	L=22.66km	150.81
	온천천	금정구 부곡동 일원		
		금정구 구서동, 남산동, 장전동 일원	L=58.18km	113.94
		동래구 사직동, 온천동 일원	L=52.75km	151.63
		부산진구 양정동, 연제구 거제동, 연산동 일원	L=85.20km	539.98
		동래구 낙민동, 명륜동, 명장동, 복천동, 수안동, 안락동, 칠산동 일원	L=97.97km	11.28
	수영강하류	동래구 명장동, 안락동 일원		
	수영강상류	금정구 회동동 일원	L=41.15km	179.08
	수영강하류	금정구 금사동, 서동, 회동동 일원		
		해운대구 반여동, 석대동, 재송동 일원		
	석대천	해운대구 반여동, 석대동	L=3.77km	6.99
	석대천	기장군 고촌 일원		
		해운대구 반여동 일원	L=41.44km	80.65
	수영강하류	해운대구 재송동 일원		
	춘천	해운대구 반여동 일원		
	우동천	해운대구 재송동 일원	L=23.16km	112.33
	수영강하류	해운대구 우동 일원		
	춘천	해운대구 우동, 중동 일원		
	우동천	해운대구 우동 일원		
	수영만연안01	해운대구 우동, 중동 일원		
	수영만연안02	해운대구 우동 일원	L=40.31km	109.89
	수영강하류	수영구 광안동, 민락동		
	남천	수영구 남천동		
	수영만연안03	수영구 광안동, 남천동, 민락동	L=19.70km	86.02
	춘천	해운대구 좌동, 우동 일원		
	수영만연안01	해운대구 중동 일원		
합계				1,542.67

자료 : 부산시 하천정비기본계획

2) 비점오염원 저감시설

- 신규 비점오염 저감사업
 - 「통합.집중형 오염하천 지원 대상 사업」으로 선정되어 온천천.사직천 합류부에 장치형 비점오염 저감시설 설치
 - 광안리 인근 해역의 수질개선을 위한 장치형 비점오염 저감시설 설치
- 2024년까지 신설로 인한 삭감계획은 총 628.7kg/일로 이는 전체 삭감량 2,171.37kg/일의 29.0%를 차지함

가) 온천천.사직천 합류부

- 「통합.집중형 오염하천 지원 대상 사업」으로 선정되어 온천천.사직천 합류부에 설치되는 장치형 비점오염 저감시설에 의한 삭감계획은 488.93kg/일로 산정됨
 - 비점저감시설은 장치형을 이용하였으며, 삭감효율은 50%임

나) 광안리해수욕장 서편 오수중계펌프장

- 광안리 인근 해역의 수질개선을 위한 광안리해수욕장 서편 오수중계펌프장에 설치되는 장치형 비점오염 저감시설에 의한 삭감계획은 128.58kg/일로 산정됨
 - 광안리 해수욕장 서편 중계펌프장 인근지역의 해당 유역면적은 수영만연안03 소유역 72.1%에 해당하는 1,400,000㎡임
 - 비점저감시설은 장치형을 이용하였으며, 삭감효율은 50%임

<표 IV-12> 비점오염원저감시설 설치 삭감계획

구분	단위유역	사업위치	사업내용	삭감량(kg/일)
비점오염 저감시설	온천천02	온천천-사직천 합류부	장치형 여과 19,200 톤	488.93
	수영만연안03	광안리해수욕장 서편 중계펌프장 인근	장치형 여과 7,000 톤	128.58
합계				617.51

다) 소배수분구 비점 삭감사업

- 수영만유역의 하수관거 신설 및 확충과 함께 투수성 포장, 트리박스 필터, 침투도랑 등 비점오염 저감시설에 의한 삭감계획은 11.19kg/일로 산정됨

<표 Ⅲ-13> 비점오염원저감시설 설치 삭감계획

구분	단위유역	사업위치	사업내용	삭감량(kg/일)
비점오염 저감시설	수영강하류	소배수분구	투수성포장 트리박스필터 침투도랑	2.12
	석대천			2.40
	춘천			1.90
	우동천			0.95
	동래천			1.43
	남천			2.39
합계				11.19

03

부하량 할당결과 종합

- 할당부하량은 기준배출부하량(19,122.0kg/일)에서 안전율(3%)에 의한 안전부하량(573.66kg/일)을 줄인 18,548.34kg/일임
 - 목표수질 달성을 위한 기준배출부하량은 19,122.0kg/일
 - 할당부하량은 기준배출부하량에서 안전율 3%를 줄인 18,548.34kg/일

<표 IV-14> 할당부하량

(단위 : mg/L, kg/일)

목표수질	기준배출부하량	안전부하량	할당부하량
COD 1.31	19,122.0kg/일	573.66kg/일	18,548.34kg/일

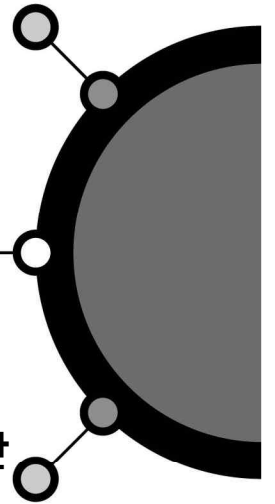
- 삭감계획은 하수관거정비 신설 및 확충사업, 비점저감시설 신설 등으로 삭감부하량을 산정하였음
- 삭감계획은 총 삭감부하량은 2,171.37kg/일로 산정됨
 - 하수관거 정비에 의한 삭감량은 1,542.67kg/일임
 - 신규비점오염저감사업에 의한 삭감량은 628.7kg/일임

<표 IV-15> 하수관거 삭감계획

구분	단위유역	사업위치	사업내용	삭감량(kg/일)		
교체 및 정비	수영강상류	금정구, 노포동, 청룡동 일원	L=1.43km	0.07		
		금정구 오륜동 일원	L=22.66km	150.81		
	온천천	금정구 부곡동 일원			L=58.18km	113.94
		금정구 구서동, 남산동, 장전동 일원				
		동래구 사직동, 온천동 일원	L=52.75km	151.63		
		부산진구 양정동, 연제구 거제동, 연산동 일원	L=85.20km	539.98		
		동래구 낙민동, 명륜동, 명장동, 복천동, 수안동, 안락동, 칠산동 일원	L=97.97km	11.28		
	수영강하류	동래구 명장동, 안락동 일원				
	수영강상류	금정구 회동동 일원	L=41.15km	179.08		
	수영강하류	금정구 금사동, 서동, 회동동 일원				
		해운대구 반여동, 석대동, 재송동 일원				
	석대천	해운대구 반여동, 석대동	L=3.77km	6.99		
	석대천	기장군 고촌 일원				
		해운대구 반여동 일원	L=41.44km	80.65		
	수영강하류	해운대구 재송동 일원				
	춘천	해운대구 반여동 일원				
	우동천	해운대구 재송동 일원	L=23.16km	112.33		
	수영강하류	해운대구 우동 일원				
	춘천	해운대구 우동, 중동 일원				
	우동천	해운대구 우동 일원				
	수영만연안01	해운대구 우동, 중동 일원				
	수영만연안02	해운대구 우동 일원	L=40.31km	109.89		
	수영강하류	수영구 광안동, 민락동				
	남천	수영구 남천동				
	수영만연안03	수영구 광안동, 남천동, 민락동	L=19.70km	86.02		
	춘천	해운대구 좌동, 우동 일원				
	수영만연안01	해운대구 중동 일원				
	소계				1,542.67	
	비점 오염 저감 시설	온천천02	온천천-사직천 합류부	장치형 여과 19,200 톤	488.93	
		수영만연안03	광안리해수욕장 서편 중계펌프장 인근	장치형 여과 7,000 톤	128.58	
소계				617.51		
소배수 분구 비점 오염 저감 시설	수영강하류	소배수분구	투수성포장 트리박스필터 침투도량	2.12		
	석대천			2.40		
	춘천			1.90		
	우동천			0.95		
	동래천			1.43		
	남천			2.39		
	소계				11.19	
합계				2,171.37		

V. 이행평가 및 모니터링 방안

1. 식감 계획별 이행방안
2. 할당부하량 관리 및 이행방안
3. 개별 오염원 모니터링 방안
4. 하천 또는 해역모니터링 방안

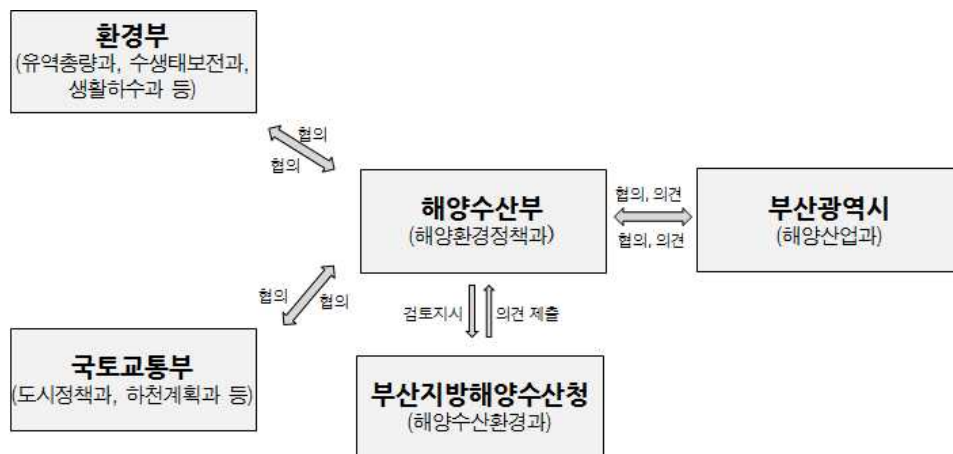


01

작감 계획별 이행평가

가. 이행관리체계 구축

- 부산연안 특별관리해역의 목표수질을 달성·유지하기 위한 COD 부하량은 개발사업 등의 오염원 관리 및 하수처리장 등의 처리시설 설치 등과 밀접한 관계를 가짐
- 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리를 위한 계획 수립(변경)과 시행에 있어 관련계획 간의 연계성을 확보하고, 이를 위한 관련계획의 검토 절차 및 기관별 역할 분담과 업무처리 절차의 규정이 필요
- 하수도정비기본계획 승인(변경), 전략환경영향평가·환경영향평가·소규모 환경영향평가, 관계법령에 의한 환경성 검토·협의 등 연안오염총량관리와 직접적으로 연관된 계획과의 내용적·절차적 연계성 확보 필요



<그림 V-1> 연안오염총량관리 관련 업무처리 흐름도(총괄)

나. 연안오염총량관리 부서별 이행관리 역할

1) 해양수산부(해양정책실 해양환경정책과)

- 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 기본계획(변경포함) 및 시행계획(변경포함) 승인 및 부합여부 종합 검토
 - 기본계획 및 시행계획에 대한 기술검토
- 부산광역시와 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 시행계획 및 이행평가 관련 협의
 - 필요 시 지역 이해관계자의 의견을 수렴하기 위해 민관산학협의회 및 환경자문위원회의 협의를 거침
- 기본계획에 반영된 부하량 삭감시설의 설치와 연관된 하수도정비계획 수립(변경), 하수처리계획, 방류수 수질기준 등 환경부와의 협의를 거쳐 부산광역시에 조치사항 통보



<그림 V-2> 연안오염총량관리 관련 업무 처리(해양수산부내)

2) 부산광역시(해양수도정책과)

- 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 기본계획 및 시행계획 수립 및 이행
- 해양수산부, 환경부 및 국토교통부와 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리 시행계획 및 이행평가 관련 협의
- 관련 실·국과 지역개발사업 및 삭감사업 등에 대한 협의·의견, 해양수산부에 개발사업 오염부하량 산정보고서에 대한 기술검토 의뢰



<그림 V-3> 연안오염총량관리 관련 업무 처리(부산광역시내)

02

할당부하량 관리 및 이행방안

가. 이행평가 방안

- 부산광역시시는「특별관리해역 연안오염총량관리 기본방침」(이하‘기본방침’) 제14조 할당부하량의 배분에 따라 아래의 사항을 종합적으로 고려하여 형평성이 유지될 수 있도록 할당부하량을 배분
 - 기존오염원 특성 및 부하량
 - 관리해역 수질에 미치는 영향
 - 부하량 삭감계획 및 삭감수단의 가용성
 - 지역개발 압력
 - 재정 및 투자 여건
- 부산광역시시는 기본방침 제26조에 따라 전년도 이행사항을 평가한 보고서를 작성하여 해양수산부장관에게 제출
 - 부산연안 특별관리해역 목표수질 대비 현재 수질의 비교
 - 오염부하량을 할당받은 배출·삭감시설의 할당부하량 준수 여부
 - 시행계획에 포함된 삭감시설의 설치·운영 여부
 - 총량관리대장의 부하량 증감자료 비교를 통한 할당부하량의 초과여부
 - 목표수질의 초과 또는 할당부하량을 초과하는 경우 그 원인과 잠정적인 조치사항
 - 시행계획 전망자료 대비 오염원 및 오염부하량의 증감 내역과 그 원인 분석
 - 시행계획에 반영된 개발사업 추진실적 및 차이가 있는 경우 원인 파악
 - 시행계획에 반영된 삭감계획에 대해 삭감주체·목표·방법, 시설규모 및 예산, 삭감이행시기별 실적평가
 - 총량관리대장에 기재된 오염부하량에 대한 적정 산정여부를 평가하고 필요한 경우 수정
 - 제7조 규정에 의하여 산정한 오염부하량과 총량관리대장을 기초로 작성한 오염부하량에 차이가 발생하는 경우 그 원인을 분석하여 총량관리대장에 반영

나. 연안오염총량관리대장

- 지역개발 및 삭감사업 추진에 따른 오염부하량 증감내역을 파악하여 이행평가에 활용할 수 있도록 총량관리대장을 작성하여야 함
- 관리구역 내 오염.삭감부하량의 증감에 영향을 줄 수 있는 사항을 총량관리대장에 작성하여야 함
 - 「부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리와 타 관련 계획 간의 연계 업무처리지침」(해양수산부 훈령) 상의 개발사업으로 시행청장으로부터 오염물질 배출부하량을 할당받아 실시하는 개발사업
 - 하수처리장을 포함하는 공공처리시설의 신설.증설.폐쇄.처리공법 개선 또는 처리경로 변경
 - 비점오염저감시설의 설치.폐쇄.증설 또는 처리공법의 개선
 - 관리해역 내에서 수행되는 퇴적물 준설, 갯벌 정화시설의 설치.확대 또는 변경

다. 이행평가보고서 작성

- 해당연도의 이행평가에 관한 이행평가보고서를 작성하여 해양수산부장관에게 익년 8월 31일까지 제출
- 이행평가보고서 작성시 목표수질 평가, 할당부하량 평가, 오염원 조사 및 부하량 산정, 삭감부하량 산정 등의 내용을 반영하여 작성
- 이행평가 결과 시행계획에 따른 연차별 할당부하량이 초과하거나 최종연도 할당부하량을 초과할 우려가 있는 경우에는 최종연도 할당부하량 및 목표수질을 준수할 수 있도록 고려하여 적절하게 조치계획을 마련

03

개별 오염원 모니터링 방안

가. 환경기초시설 모니터링

- 환경기초시설 모니터링은 유량, BOD, COD 등을 측정하며 대상시설은 수영하수처리장, 남부하수처리장, 해운대하수처리장, 동부하수처리장 4개소임

<표 V-1> 환경기초시설 검사 주기

조 사 대 상		조 사 주 기
환경기초시설	공공하수처리시설(500톤/일 초과) 산업단지폐수종말처리시설	• 방류 수질 : 평균 8일 간격으로 연간 30회 이상 • 방류 유량 : 자동유량측정기기
	분뇨처리시설 축산폐수공공처리시설 농공단지폐수종말처리시설	• 방류 수질 : 월 1회 이상 • 방류 유량 : 자동유량측정기기
	공공하수처리시설(500톤/일 이하)	• 방류 수질 및 유량 : 분기 1회 이상

나. 배출시설 모니터링

- 오수처리시설, 축산폐수배출시설, 산업폐수배출시설에 대한 모니터링은 관련부서별 자체지도 및 점검을 수립하여 시행
- 매립장 침출수에 대한 모니터링은 유량, BOD, COD, T-N, T-P, SS 등에 대해 실시

<표 V-2> 배출시설에 따른 조사 주기

조 사 대 상		조 사 주 기
오수처리시설 축산폐수배출시설 산업폐수배출시설	1일 방류량 또는 폐수배출량이 700m ³ 이상	• 방류 수질 및 유량 : 월 1회 이상
	1일 방류량 또는 폐수배출량이 200m ³ 이상, 700m ³ 미만	• 방류 수질 및 유량 : 분기 1회 이상
양식·매립장 폐수배출시설		• 방류 수질 및 유량 : 분기 1회 이상

다. 비점오염 저감시설

- 비점오염 저감시설에 대한 모니터링은 대표 강우사상에 대해 유량, BOD, COD, SS, T-N, T-P 등에 대해 실시
- 대표강우사상은 총강우량 5.0mm 이상, 선행무강우시간 48시간 이상, 강우사상 중 무강우시간 6시간 이내 실시
- 비점저감시설의 경우 동일관리구역이며, 처리구역의 토지피복이 비슷한 지역에 대해 동일한 공법의 시설이 여러 개 설치될 경우 대표지점을 선정하여 모니터링을 실시하고, 대표지점 이외의 경우 유지관리실적대장을 통해 확인

<표 V-3> 비점오염 저감시설 조사주기

조 사 대 상			조 사 주 기
비점오염 저감시설	연중 가동되는 시설	1일 처리용량 2,000㎥ 이상	<ul style="list-style-type: none"> • 유입·방류 수질 : 월1회 이상 • 유입·방류 유량 : 자동유량측정기기
		1일 처리용량 500㎥ 이상, 2,000㎥ 미만	<ul style="list-style-type: none"> • 유입·방류 수질 : 분기 1회 이상 • 유입·방류 유량 : 자동유량측정기기
		1일 처리용량 500㎥ 미만	• 유입·방류 수질 및 유량 : 분기 1회 이상
	강우시 가동되는 시설	누적처리용량 10,000㎥ 이상 또는 시간당 처리용량 1,500㎥ 이 상	• 유입·방류 수질 및 유량 : 대표강우사상에 대해 연 6회 이상
		누적처리용량 10,000㎥ 미만 또는 시간당 처리용량 1,500㎥ 미 만	• 유입·방류 수질 및 유량 : 대표강우사상에 대해 연 3회 이상

라. 오염원 및 오염부하량 산정

- 이행평가기준 및 기술지침에 따라 이행평가를 실시하는 해의 전년도 12월 31일을 기준으로 오염원그룹별.행정구역별(동·리 단위).소유역별로 오염원 및 오염부하량을 산정하여 이행평가를 실시함
 - 기술지침에 따라 생활계, 축산계, 산업계, 토지계, 양식계, 매립계, 환경기초시설 등의 오염원 자료를 동·리 단위의 행정구역별로 실시함
 - 동·리 단위의 오염원 자료를 토대로 소유역별 오염부하량을 산정함
- 이행평가를 실시하는 해의 전년도 12월 31일을 기준으로 삭감계획에 대한 이행실태를 조사하고 해당연도까지 완공 또는 사용 개시된 삭감시설의 삭감부하량을 산정함
 - 처리시설 신설에 따른 삭감부하량은 처리시설 준공 전·후 처리구역의 배출부하량의 차이로 산정함
 - 처리시설 증설에 따른 추가 삭감부하량은 처리시설 증설 전·후 처리구역의 배출부하량의 차이로 산정함
 - 처리공법 개선에 따른 추가 삭감부하량은 처리공법의 개선 전·후 처리구역의 배출부하량의 차이로 산정함
 - 관거정비에 따른 추가 삭감부하량은 관거정비 전·후 처리구역의 배출부하량의 차이로 산정함
 - 비점오염저감시설에 따른 삭감부하량은 제5조에 따른 모니터링 결과를 이용하여 연말기준으로 산정함

04

하천 또는 해역모니터링 방안

가. 하천 모니터링

- 조사대상 하천은 모두 감조하천으로 해수의 영향을 받지 않는 최하류 지점을 수질 및 유량 조사지점으로 선정
 - 수영만 해역으로 직유입하는 수영강(수영강5), 온천천(수영강2), 춘천, 우동천, 남천을 조사지점으로 선정



정점	조사지점
St. 1	춘 천
St. 2	우동천
St. 3	수영강
St. 4	온천천
St. 5	남 천

<그림 V-4> 하천 모니터링 지점

- 수영만 해역으로 유입되는 5개 직유입하천의 유량 및 수질조사는 월 1회, 8월에는 월 4회 조사를 실시함
 - 조사항목은 유량, 수온, pH, 염분, DO, BOD, COD, TOC, DOC, TSS, VSS, NH₃, NO₂, NO₃, T-N, PO₄, T-P, SiO₂, 클로로필a 등 총 19개의 항목이며, 수질오염공정시험법에 의해 분석

<표 V-4> 하천수질 조사 횟수 및 항목

구분	조사횟수	조사항목	분석방법
수질	월 1회, 8월 4회(15회)	수온, pH, 염분, DO, BOD, COD, TOC, DOC, TSS, VSS, NH ₃ , NO ₂ , NO ₃ , T-N, PO ₄ , T-P, SiO ₂ , 클로로필a	수질공정시험방법
유량	월 1회, 8월 4회(15회)	하천 단면 및 유속	수질공정시험방법

나. 해역 모니터링

- 수영만 해역 내 해양환경측정망은 총 11개소가 현재 운영 중에 있으며, 해양환경측정망 자료와 부산시 연안해수 수질모니터링 자료를 활용
- 연안해수 수질조사항목은 수온, DO, COD, T-N, T-P, 클로로필a 등을 측정



<그림 V-5> 부산연안 연안오염총량관리 해역조사 정점

<표 V-5> 해양수질 조사 횟수 및 항목

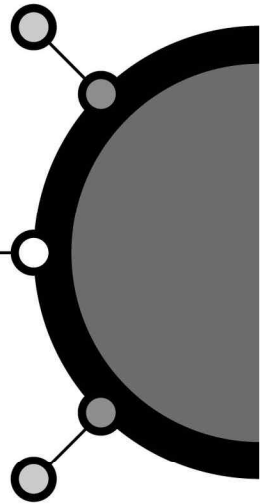
구분	조사횟수	조사항목
해양환경측정망	월 1회 2, 5, 6, 7, 8, 11월 (6회)	수온, pH, 염분, DO, COD, TOC, DOC, T-N, T-P, SiO ₂ , 클로로필a, 투명도
부산시자체측정망	월 1회 2, 5, 6, 7, 8, 11월 (6회)	수온, DO, COD, T-N, T-P, 클로로필a, 투명도

Ⅵ. 자원조달 및 의견수렴



1. 자원조달 방안

2. 주민의견 수렴



01

재원조달 방안

- 삭감계획에 필요한 총 예산은 713,913 백만원이며, 하수관거 정비에서 681,983 백만원, 비점오염 저감시설에서 31,930 백만원의 예산이 소요됨
 - 하수관거 정비에 필요한 총 예산은 681,983 백만원이며, 하수관거 정비 예산 중 40.2%에 해당하는 274,409 백만원은 국비에서 지원하며, 59.8%에 해당하는 407,574 백만원은 지방비에서 충당
 - 신규 비점오염 저감사업의 장치형 여과시설 예산은 총 31,930 백만원이며, 비점오염 저감사업 예산 중 50.0%에 해당하는 15,965 백만원은 국비에서 지원하며, 50.0%에 해당하는 15,965 백만원은 지방비에서 충당
 - 비점오염저감시설 설치 예산은 ‘비점오염저감시설(국고보조사업)의 설치 및 관리 지침’에 의하여 50%는 국비에서 보조

〈표 VI-1〉 비점오염저감시설 설치 국고보조율

구분	비점오염원 관리지역	일반지역
국고	70%	50%
지방비	30%	50%

* 비점오염저감시설(국고보조사업)의 설치 및 관리 지침

〈표 VI-2〉 삭감계획에 따른 재원 조달 방안

(단위 : 백만원)

구분		국비	지방비	계
하수관거	재정사업	274,409	407,574	681,983
신규 비점오염저감사업		15,965	15,965	31,930
합계		290,374	423,539	713,913

- 「부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리」민관산학협의회, 환경자문위원회를 통하여 시행계획(안)과 삭감계획에 대하여 검토

자문의견

- 이행평가 시 민관산학협의회 위원들이 참석할 수 있도록 하여야 함
 - 1차 기본계획시 측정망 자료가 부족하였음
 - 이행평가에 대한 부분을 민관산학협의회에서 인지하고 있어야 함
 - 이행평가 시 해역수질 추가 조사부분이 필요함
 - 해수부에서 삭감부하량을 달성할 수 있는 예산을 지원 후 삭감부하량을 달성하지 못하였다면 문제가 있으나, 해수부에서 예산을 확보하지 못하는 문제가 있음
 - 하계의 최악의 시나리오를 더 검토해보는 것을 제안
-
- 목표수질 설정에 있어 하계에서 연평균으로 변화 시키는 것은 변동성이 심해서 옮겨가는 것은 문제가 있는 듯함. 논리적인 납득이 어려움
 - 시화와 마산보다 깨끗한 해역에서 농도를 더 낮추는 것이 옳지 않은 것 같음
 - 마산만과 시화호와의 형평성을 위해서도 하계를 하는 것이 좋지 않은가?
-
- 목표수질 설정하는 부분이 시행청에서 담보를 할 수 있는가?
 - 이행평가는 부산시에서 감당할 수 있어야 함
 - 오염총량의 취지가 가장 오염되어 있는 시점을 잡아서 하는 것
 - 농도의 변동성보다 각 조사기간의 정도관리를 하는 것이 좋을 것임
 - 목표수질 설정(안)을 하는 것을 조금 더 시간을 두고 논의하는 것이 좋을 것임
 - 민관산학협의회는 부산연안의 수질개선에 대한 노력이 필요
 - 행정적인 부분을 위한 의논보다, 오염이 발생했을 때 개선 될수 있는 방법을 제시하는 것이 하나의 방법이라 생각됨
-
- 환경자문위원회에 제시한 자료를 민관산학협의회를 보여주고 설명하는 것이 좋았을 것으로 판단
-
- 환경자문위원회에서 결정을 하지 않았나?(환경자문위원회 자문 받았음)
 - 사전에 배포하여 위원들이 미리 알수 있도록 하는 것이 좋음
 - 시작할 때 아무것도 없을 때 상징적으로 홍보를 위하여 잡은 목표수질이 1.35mg/L. 달성하지 못하니 마음이 안좋다. 이제 살펴볼 수 있는 데이터 등이 있는데 이렇게 갑자기 잡으라니 당황스럽다. 그래도 결정을 하는 것이 좋음
-
- 모델링 자체가 변수가 많고, 해역의 경우 모델의 의미를 이해하는게 어려움
 - 1차 계획시 목표수질이 달성되지 않은건 배출량 삭감에 의한 문제도 있겠지만 모델의 불확실성에 대해서도 고려해야 함
 - 육역에서 배출부하량이 삭감되는게 중요함
 - 육역 배출부하량을 줄이기 위한 추가사업이 필요함

-
- 부산시에서 이행평가 시 예산(안) 마련 등 적극적인 의지가 필요
 - 개발계획에 대한 평가도 중요함
 - 해양으로 배제시키는 것에 대한 관리도 필요함
-
- 회의 횟수가 정해져 있으므로 의견을 교환하기가 어려움
 - 자료 조사 횟수가 증가되지 않는다면 이런 문제는 항상 발생할 수 있음
-
- 1차 계획 목표달성을 위한 이행평가 결과 등을 공유 할 필요성이 있음
-
- 해역수질 측정에 있어, 법적으로 제한이 있음(시기, 시간 등)
 - 횟수만 적을 뿐 기준을 가지고 조사하고 있음
-