

요 약 문

I. 제목

부산지역 하수처리장 해중방류수역의 수질개선에 관한 연구

II. 연구의 목적 및 필요성

- 연구의 필요성

(1) 기술적 측면

- 우리나라에서는 하천 및 연안해역 등의 공공수역 보호를 위하여 가정이나 사업소, 공장에서 배출되는 하·폐수를 차집하여 하수처리장으로 보내고 이를 물리적·화학적·생물학적 공법을 통하여 오염물질을 처리한 후 각 방류수역으로 배출함으로써 오염부하량을 저감시키고 있음.
- 전통적 하수처리방법은 부유물질과 유기물질의 제거에는 효율적이지만 영양염 제거에는 미흡함.
- 하지만 고도처리의 경우 자원과 비용이 많이 소요된다는 단점이 있으므로 그 대안으로 습지나 갯벌을 이용한 생태공학적 접근법이 필요함.
- 해중방류의 경우 주변해수와의 물리적 희석·혼합에 의존하고 있어 지속적으로 방류될 경우 부영양화와 적조가 발생할 위험이 있음.
- 왜냐하면, 하수종말처리장에서 1, 2차 처리과정을 거친 후 해역으로 배출된 하수처리수가 공공하수처리시설의 방류수 수질기준은 만족하지만 상대적으로 높은 영양염 농도 때문에 해역의 수질환경기준과는 차이가 크게 나타남.
- 그러므로, 해중방류수역에 인공해조장을 조성할 경우 과잉의 영양염을 해조가 흡수하여 부영양화와 적조 발생을 예방할 수 있을 뿐만 아니라 다른 어패류의 산란·서식장을 제공하여 연안의 생산력을 높일 수 있음.

(2) 경제·산업적 측면

- 하수처리를 통하여 제거되지 않은 질소와 인의 유입으로 인하여 대상 해역의 부영양화 및 적조가 진행되어 미역, 김 양식과 같은 수산활동에 악영향을 주고 있음.
- 이와 더불어 해역의 수질 악화는 하계에 부산시내 8개 해수욕장으로 다녀가는 피서객의 유치에도 악영향을 주고 있음.
- 부영양화의 원인물질인 질소와 인을 처리하기 위하여 고차처리를 적용할 경우 건

설비용과 유지관리비가 많이 소요되므로 상대적으로 비용이 적게 소요되는 해중 방류의 적용이 요구됨.

- 그러나, 해중방류의 경우에도 해중방류의 적정위치선정과 설계에 대한 어려움이 있으며, 하수처리수 방류시 주변해수의 물리적 희석 및 혼합에만 의존하고 있으므로 해중방류만을 이용한 수질개선의 효과는 미비한 상태임.
- 그러므로 해중방류수역에 인공해조장을 조성할 경우 과잉의 영양염 흡수로 인한 해역의 건강성을 회복하여 수산활동에 긍정적인 영향을 제공하고, 해조류를 채취하여 바이오디젤의 원료로써 사용할 수 있으며 해조류를 이용한 이산화탄소 저감 기술 개발 등에도 기여할 수 있음.

(3) 사회·문화적 측면(공공성 포함)

- 부산연안은 해양오염방지법에 의해 환경보전해역 및 특별관리해역으로 보호받고 있는 지역임.
- 부산광역시에서는 연안의 이용특성을 고려하여 연안육역을 항만 및 해수욕장으로 이용하고 있음.
- 그러나 부산연안 인근에 위치한 하수처리장으로부터 배출되는 처리수가 지속적으로 방류수역으로 배출됨에 따라 부산연안의 수질이 이용목적에 적합하지 않는 경우가 빈번하게 발생됨.
- 그러므로 연안해역의 건전하고 지속적인 이용을 위하여 해중방류수역에 생태공학적 접근법인 해조장을 조성함으로써 방류수역 및 인근 해수욕장의 수질 개선뿐만 아니라 연안해역의 심미적인 효과를 증대시킬 수 있음.

- 연구의 목적

- 본 연구의 최종목표는 부산지역 하수처리장 해중방류수역의 수질개선을 위하여 대상해역의 특성조사, 실내 pilot 스케일 실험을 중심으로 해조류 생육에 영향을 미치는 요인(수온, 염분 등)조절로 인한 생장을 측정 및 영양염류 제거 효과 등을 분석하여 부산지역 하수처리장 해중방류수역에서의 해조장 조성시 필요한 설계인자를 도출한 후 이를 종합적으로 검토하여 부산지역 하수처리장 해중방류수역의 해조군집 복원 및 모니터링을 통한 해중방류수역의 오염원 저감 및 수질개선에 기여하고자 함.

III. 연구의 내용 및 범위

부산지역 하수처리수 해중방류수역 내 인공해조장 조성을 위한 연구를 수행하기 위하여 다음과 같은 연구내용으로 수행되었다.

- 인공해조장 조성을 위한 적지선정 및 해조류 선정
 - 국내·외 해중방류 및 해조장 조성의 사례연구를 통한 해중방류수역에서의 해조장 조성 적용가능성 검토 및 방법제시
 - 해중방류수역에서 기 연구되었던 이화학적 조사 및 해양생태계조사, 해양물리조사 등의 자료수집 및 자료구축
 - 하수처리장에서 배출되는 방류수 수질 특성조사 및 실제 현황조사를 통한 해중방류수역의 이화학적 환경 및 생태계 환경에 대한 자료구축을 통한 대상해조류 선정
- 대상해조류를 이용한 영양염 저감효과 분석 및 생장률 평가
 - 실내실험을 통하여 해조류 생육 조건(수온, 염분 등)에 따른 해조류의 영양염 정화능 평가
 - 해조류 생육 조건(수온, 염분 등)에 따른 해조류의 생장률 분석
- 인공해조장 조성의 설계 인자 도출 및 조성방안 제시
 - 국내·외 문헌조사의 결과와 해중방류수역의 현장조사 및 pilot 규모의 실험결과 등을 종합하여 현장에 적용가능한 생태공학적 해조장 조성 설계인자 도출 및 조성방안 제시

IV. 연구결과

- 당해 연도의 연구를 통하여 얻은 결과는 다음과 같다.
 - 해중방류수역의 물리환경 중 유속별 빈도는 0~25 cm/sec가 전체의 89.2 %를 차지하였으며 25 cm/sec 이상은 10.8 %를 차지하는 것으로 나타나며, 수영만과 용호만 일대 해역의 조류 출현율은 10 cm/sec 이하가 36.4~44.4 %를 차지, 6~20 m/sec 유속이 고루 분포하고 있는 것으로 나타나는 것 보아 대상해역은 유속이 비교적 적은 해역으로 판단됨.
 - 해중방류수역의 수질환경은 대부분이 II 등급을 만족하고 있으나, 방류관 인근 지역에서는 해역의 수질환경기준 III 등급을 만족 또는 초과하는 것으로 나타남.
 - 해중방류수역의 지형과 입도분포는 연안으로 접근할 수 록 자연암반대가 조성

되어 있으며, 외해로 나갈수록 사질과 니질 성분이 많이 나타났으며, 평균 수심은 20 m전후를 나타냄.

- 해중방류수역의 해조 현황은 지난 10년 전에 비하여 종풍부도, 현존량에서 현저하고 감소하였으며, 해조류의 구성비 또한 1997년 R+C)/P값이 2.5의 한대성 해조상인데 비하여 2010년에는 3.9로써 혼합해조상으로 변화하고 있음을 알 수 있음.

- 대상지역의 하계의 맑은 날 수심별 평균 광량은 수심 0 m에서 1359.44 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, 수심 1 m에서 1023.54 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, 3 m에서 543.62 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, 5 m에서 292.54 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, 10 m에서 51.99 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 를 나타냄.

- 수온 조건별(10 ~ 25 $^{\circ}\text{C}$) 영양염 흡수실험결과, 갈조류에서는 감태, 갯생이모자반, 녹조류는 구멍갈파래, 가시파래가 다른 종들에 비하여 높은 영양염 흡수능을 나타냄.

- 하수처리수가 대량으로 배출되는 점을 고려한 염분 조건별(29, 34 psu) 영양염 흡수실험결과 29 psu에 비하여 34 psu에서 해조류의 영양염 흡수가 활발한 것으로 나타남.

- 해조류의 생육 및 서식특성과 해중방류수역의 특성을 고려하였을 때 해중방류관이 매설된 지역인 부유물질의 농도가 높은 해역에 생육가능하며, 온대성과 난해성지역에서 생육 가능한 다년생 해조인 감태가 대상지역에 이식이 적합한 종인 것으로 판단됨.

- 해조류 이식은 주변 자연암반대를 이용한 성체이식 보다는 부유성 인공구조물을 이용한 해조장조성이 적합한 것으로 판단됨.

- 본 연구에서는 부이와 통발 등을 이용한 인공해조장을 조성하였으나 추후 하수슬러지 등을 이용한 인공어초사용에 대한 점도 고려해야할 것으로 판단됨.

V. 연구결과와 활용계획

본 연구에서는 부산지역에 위치한 하수처리장 해중방류수역의 수질개선을 위하여 인공해조장 조성을 위한 설계인자를 도출하고 인공해조장 조성 기술을 개발하여 해중방류수역의 조성적지에 적용함으로써 하수처리장으로부터 배출되는 과잉의 영양물질을 생태공학적인 방법으로 관리하여 궁극적으로 부산지역에 위치한 하수처리장 해중방류수역의 수질개선에 기여하고자 한다. 본 연구의 활용계획은 다음과 같다.

- 부산지역 하수처리장 해중방류수역에 인공해조장 조성을 위한 설계인자 제공
- 인공해조장 유지 관리를 위한 모니터링 방안 수립
- 해중방류수역에 배출된 과잉의 영양염을 이용한 해양생물자원의 성장에 기여

- 부산지역에 위치한 해중방류수역의 수질개선에 기여
- 조성된 인공해조장은 생물서식지로 활용 가능
- 인공해조장 조성시 하수슬러지 등의 폐기물로 만들어진 인공어초활용 가능