

요 약 문

I. 제목

부산 인근해역 발생 준설토를 활용한 염생식물 서식처 조성

II. 연구 목적 및 필요성

- ◆ 퇴적물은 생물에게 서식 기질(substratum)로서 작용할 뿐만 아니라 서식생물의 전반적인 생물학적 특성에 영향을 미치는 중요한 환경요인임.
- ◆ 자연조건 하에서 기질에 따라 특정생물의 변화양상을 파악하는데 현실적으로 어려움이 많음.
- ◆ 본 연구에 이용되는 준설토는 항로유지 및 오염해역 준설사업 등을 통하여 필연적으로 발생하고 있음.
- ◆ 준설토는 현재 폐기물로 분류되어 외해역에 투기되거나 또는 육상매립용 자재로 처리되고 있어 처리비용에 따른 비경제성과 직접적으로 해양 및 육상생태계에 미치는 부정적인 영향이 점진적으로 증가하고 있음.
- ◆ 해양투기 폐기물은 유해 오염물질을 포함할 가능성이 상대적으로 높고, 특히 해양투기 시 직접적으로 해양오염과 생물서식처 파괴는 물론 투기해역의 이용당사자와의 마찰 등을 유발할 잠재적 개연성이 높음.
- ◆ 부산 인근해역의 경우, 신항만건설, 항만재개발 및 항로수심 확보를 위한 목적으로 대규모 준설사업이 이루어지고 있으며, 향후 준설계획 및 시행에 따른 엄청난 양의 준설토가 발생할 것으로 예측되고 있음.
- ◆ 준설토의 효율적인 활용 방안 및 환경적으로 오염된 준설토의 처리에 대한 연구가 비교적 미흡하여 그 처리방안에 대한 효과적인 제안이 절실히 요구됨.
- ◆ 본 연구는 다양한 목적을 이유로 발생하는 준설토를 생물 서식처 조성의 기질로 이용하는 방안을 제시함으로써 궁극적으로 폐기물로 분류되어 단순히 외해역으로 투기되고 있는 준설토를 환경·친화적으로 활용하고, 효율적인 이용

방안과 가치를 제시하는데 목적이 있음.

- ◆ 준설토의 환경·친화적 처리방안을 적극적으로 모색 및 개발하는 것은 향후 사회·경제적 마찰해소에 소요되는 제반 경비를 줄이고, 궁극적으로 인간 삶의 질 향상에 긍정적인 기여를 할 것으로 예상됨.
- ◆ 본 연구의 최종산물로 조성될 염생식물 군락은 생태계에서 일차생산자로서, 오염물질의 정화자로서, 퇴적물의 안정화와 침식으로부터 보호하는 자연재해 예방자로서 그리고 인간에게 심미·학습의 공간제공의 기능을 수행할 뿐만 아니라, 다양한 생물의 서식처 및 well-being 식품으로서 환경보전 및 생태·경제적인 중요 기능을 수행함.
- ◆ 본 연구의 결과는 지구온난화의 주된 요인으로 인식되고 있는 대기 및 유기물 분해과정에서 발생하는 이산화탄소를 흡수하여 전 지구적 기후변화협약에 따른 온실가스의 저감에도 긍정적인 역할을 기대할 수 있음.

III. 연구의 내용 및 범위

- ◆ 1차년도는 “준설토를 활용한 염생식물의 서식처 조성방안”으로 (1) 준설토 활용 방안수립을 위하여 준설토를 이용한 연구사례를 조사·수집하고, (2) 준설토의 효율적인 활용을 위한 환경요인을 분석하며, (3) 연구과업 달성을 위한 염생식물의 대상종 선정 및 (4) 염생식물 대상 종의 종자 확보와 mesocosm 과 자연상태에서의 최적의 발아법 및 재배법을 제시함.
- ◆ 2차년도는 1차년도의 연구결과를 기초로 한 “자연 및 인공서식처 조성의 효율성 검증”으로 (1) 준설토 투기장에서의 염생식물 군락 조성 효과 검증, (2) 준설토를 이용한 특수블록의 제작 가능성 타진과 서식처 조성방안의 제시 및 (3) 준설토 투기장 등 신규로 조성된 염생식물 서식처에서의 모니터링 실시와 준설토 투기장에서의 염생식물 서식처 조성의 장·단점을 제시하여 준설토의 활용방안을 제안.

IV. 연구결과

1. 준설토 활용

- ◆ 본 연구에서 준설토 활용의 사례를 조경 목적과 생물 서식처 조성 목적으로 구분하여 소개함.
- ◆ 조경 목적의 사례는 인천국제공항 건설 시 물막이로 차단된 갯벌에 인위적으로 종자를 살포하여 염생식물 군락을 조성한 것임. 그 결과, 환경정화, 간척지 고염도 토양의 개선, 시설지 보호, 심미적 측면의 독특한 경관의 제공 및 레크리에이션 자원으로 활용되는 등 긍정적으로 다양한 효과가 있었음.
- ◆ 생물서식처 조성 목적 사례로 국내에서는 해양수산부(2003)의 “연안 생태환경 공간 복원/조성기술”에서 갈대를 식재한 것이 유일함. 반면 일본에서는 갯벌을 포함한 새로운 서식처 조성을 목적으로 준설토, 갯벌토, 해저모래, 육상(산)의 모래 및 패각 등을 이용한 다수의 적용사례가 있었음.

2. 준설토 활용을 위한 환경요인 분석

- ◆ 퇴적물은 생물에게 서식기질(substratum)로서 작용하며, 생물의 전반적인 생물학적 특성에 영향을 미치는 중요한 환경요인임.
- ◆ 퇴적학적 특성 파악을 위하여 준설토의 평균입도를 파악함.
- ◆ 이화학적 특성 파악을 위하여 산도(pH), 유기물함량 및 식물 성육에 필요한 성분으로 미량원소를 파악함.

3. 염생식물 대상종의 선정

- ◆ 본 연구의 최종산물로 조성될 염생식물 군락은 생태계에서 중요한 일차생산자로서, 오염물의 정화자로서, 퇴적물의 안정화와 침식으로부터 보호 등의 자연재해 예방자로서 그리고 인간에게 심미·학습의 공간제공의 기능을 수행함. 또한, 다양한 생물의 서식처 및 그 자체가 well-being 식품으로서 환경보전 및 생태·경제적인 중요 가치를 가지고 있음.
- ◆ 최근에 일부 종에서 의료용 약품(항암제)의 추출, 화장품 재료 및 천연소금 제조 등과 well-being 식품으로서의 가치도 부각되어 생태학적으로나 경제적으로

로 중요하게 고려되고 있음.

- ◆ 본 연구에서는 문헌 및 예비조사 결과를 기초로 인위적으로 군락 조성이 쉽고, 경제적으로도 높은 가치를 가지는 통통마디(방언명 황초)를 연구 대상식물로 선정하였음.

4. 염생식물의 발아법 및 재배법

- ◆ 본 연구의 대상식물인 통통마디의 발아율과 재배법 및 성장율을 파악하기 위한 실내 및 실외 mesocosm 실험을 실시하였음.
- ◆ 실험실 및 실외에 인공으로 조성된 mesocosm에서 최적의 발아조건을 확인하기 위하여 우선적으로 실험실 조건 하에서 염분농도, 기질에 황토살포와 물에 불린 씨앗 등의 세가지 조건을 달리하여 재배토(Mud flat soil, MFS), 방치된 준설토(Old dredged soil, ODS)와 새롭게 인양한 준설토(Fresh dredged soil, FDS)를 대상으로 통통마디의 발아율을 정량적으로 파악하였음.
- ◆ 한편 자연 조건 하에서도 기질별로 재배토, 방치된 준설토, 새롭게 인양한 준설토, 황토(Reddish residual soil, RS), 육상토(Land soil, LS) 및 이들 퇴적물을 배합한 기질(ODS+MFS, ODS+LS, ODS+RS)에서 발아실험을 동시에 수행하였음.
- ◆ 그 결과, 실내실험에서 염분농도에 따른 발아는 공통적으로 재배토와 모든 기질의 32 psu에서는 통통마디가 발아하지 않았음. 반면, 재배토를 제외한 2개의 기질에서 염분농도에 따른 평균 발아율은 0 psu와 5 psu에서 각각 23.3%(±0.78)와 13.9%(±2.08)를 나타내었고, 2개 염분농도 구간에 따른 발아율은 통계적으로 유의한 차이가 없었음(p>0.05).
- ◆ 개별 실험기질에 황토를 살포한 경우에 조건별 평균 발아율은 황토를 살포한 실험구에서는 45.2%(±8.03)를, 살포하지 않은 실험구에서는 44.1%(±5.82)를 나타냄. 따라서 황토 살포에 따른 발아율은 통계적으로 유의한 차이는 없었음(p>0.05).
- ◆ 담수에 씨앗을 불린 경우에 조건별 평균 발아율은 불린 것과 그렇지 않은 건조씨앗에서 각각 44.1%(±5.82)와 15.6%(±5.41)를 나타냄. 또한 통계적으로

2개 조건에서 평균 발아율에 대한 유의한 차이가 있었음($p < 0.05$). 이것은 물에 불린 이후 대상 기질에 파종하는 것이 발아율을 증가시킬 수 있음을 의미함.

- Mesocosm에서 각 기질에 따른 발아율은 방치된 준설토에서 $4.7\%(\pm 0.67)$ 를, 새롭게 인양된 준설토에서 $3.5\%(\pm 0.67)$ 를, 그리고 육상토와 재배토에서는 각각 $11.3\%(\pm 6.30)$ 와 $2.7\%(\pm 0.67)$ 를 나타냄. 또한 혼합기질인 ODS+RS에서는 평균 $40.7\%(\pm 8.35)$ 를, ODS+LS에서는 $16.0\%(\pm 4.00)$, ODS+MFS에서는 $18.0\%(\pm 3.06)$ 이었음. 실험에 사용된 7가지의 기질 중에서 ODS+RS가 다른 기질과 비교하여 상대적으로 발아율이 높았음.
- 기질에 따른 통통마디의 평균 성장률을 파악하기 위하여 통통마디가 발아 후 기질내로 뿌리를 내린 시점으로 추정되는 약 40일후부터 측정을 실시하였음. 그 결과, 발아 후 약 40일간 유지된 개체의 평균 초장은 방치된 준설토에서 9.2cm, 새롭게 인양된 준설토에서 7.0cm, 재배토에서 7.2cm, 배합기질인 준설토+황토에서 5.0cm, 준설토+육상토에서 4.3cm, 준설토+재배토에서 6.5cm, 준설토에 황토를 살포한 기질에서 5.0cm, 재배토에 황토를 살포한 기질에서 4.2cm로 나타남. 이상을 종합하면 방치된 준설토, 새롭게 인양된 준설토, 재배토에서는 성장률이 상대적으로 낮았을 뿐만 아니라 시간이 얼마 경과되지 않은 상태에서 고사하여 성장율의 비교에서는 제외하였음. 그러나 전반적으로 통통마디는 발아시점으로 부터 각 기질에 따른 평균 성장률이 0.16~0.22 (cm/day)로 유사한 결과를 나타내었음.
- 한편 mesocosm에서는 7월에 통통마디를 파종한 이후, 10월 중순에 꽃이 피었고 붉은 개체들이 보이기 시작하였음. 또한 붉은색으로 변한 개체들에 이후 씨앗이 맺혔음.
- 영생식물 군락의 성공적인 조성을 위하여 식재에 의한 조성과 파종에 의한 조성의 효과를 파악하였음. 그 결과, 개체이식을 통한 식재법은 서식면적이 소규모이면서 그 밀도가 적은 경우에는 비교적 용이한 방법으로 추정되었으나, 전반적인 효율성 및 경제성이 낮은 것으로 판단됨.
- 따라서 인공 서식처 조성은 인천국제공항 건설시 갯벌 조경사업의 수행되었던 종자 살포에 의한 방법과 자연상태에서의 개체군 천이를 통한 서식처 조성

상대적으로 효율적일 것으로 추정되었음.

V. 연구결과의 활용계획

- 본 연구결과를 기초로 공공·교육·사회연구, 정책적 방향제시 및 기업화·공업소유권 등을 포함한 경제적인 측면의 3가지 요인으로 활용이 가능할 것으로 기대됨.
- 공공, 교육, 사회연구의 측면으로 장기간 방치된 투기장에 영생식물 군락을 조성함으로써 신규 서식처 조성에 대한 학문적 기초자료 제공하며, 새로운 서식처 조성으로 해양 및 육상생물자원의 회복을 도모하며, 마지막으로 well-being 식품의 대상식물로서 소득증대에도 기여할 것으로 예상됨. 또한 준설토 처리와 재활용 기술개발 및 보급으로 교육 인적자원의 활성화에 기여할 것으로 예상됨.
- 정책적 방향 제시 측면으로 연안역 개발 및 환경개선 사업 등의 국가사업과 연계하여 합리적이고 환경·친화적인 준설토(폐기물) 통합관리체제 구축방안을 마련하는 기초자료를 제공할 수 있음.
- 경제적인 측면으로 준설토와 다른 기질(갯벌토, 황토 등)의 배합비를 달리하여 블록을 제작 및 시공함으로써 환경·친화적 신제품 개발(블록제작)과 현장에 적극적인 적용이 가능한 아이디어를 제공할 수 있을 것으로 생각됨.
- 준설토를 이용한 영생식물의 서식처 조성의 성패를 좌우하는 대상 식물종의 최적 발아, 재배법 및 종자확보 방안을 제시할 수 있음.