

가장 높았다. 희석수에 공급된 알칼리도는 3,000mg/L에서 5,000mg/L 그리고 8,000mg/L as CaCO<sub>3</sub>로 증가할 때 반응조내 평균 pH는 약 5.3, 6.3, 6.9로 증가하였다. 산발효조의 pH가 약 5.0까지 낮아짐에 따라 총 VFA농도는 증가하였으나, 낮은 pH와 높은 VFA농도에 의해 가수분해 반응은 저해되었다. 생성된 VFA의 주성분은 초산 등의 저급 지방산이었으나 pH가 낮아질수록 고급지방산 성분이 많았다.

## 75. 다염화비페닐(polychlorinated biphenyls; PCBs)의 환경정화에 있어서 테르펜(terpenes)에 의한 생분해촉진기작의 분자생물학적 · 생태학적 규명

토목환경공학과 정 경 자  
지도교수 고 성 철

본 연구에서는 천연적으로 식물에서 합성이 이루어지며 자연계에 광범위하게 존재하는 식물 테르펜(terpenes)가 PCBs 및 천연 할로겐화 물질이 호기성 상태의 PCBs로 오염된 토양의 환경친화적 처리에 있어서 이러한 추가기질로서 어떤 역할을 하는지를 분자생물학적 및 생태학적 기법을 이용하여 규명하고자 하였다.

우선적으로, 2종의 PCB 분해균주에서 테르펜(carvone)에 의해 PCB 분해경로가 유도된다는 사실을 생화학적 및 분자생물학적 기법들을 이용하여 밝혀내었다. Carvone에 의한 *Ralstonia eutropha* H850의 *bphC* 유전자의 발현결과는 H850의 토양내에서의 발현추적에 도움이 될 것이다.

이러한 연구결과를 바탕으로 테르펜(carvone, limonene, terpinene 등)를 처리한 토양에 H850 균주를 접종하여 관찰한 결과, 최소한 2개월 이상 존재할 수 있음을 밝혔다. 그리고 처리구별 토양 총 RNA를 추출하여 RT-PCR을 통해 *bphC* 유전자의 mRNA 발현을 조사한 결과 비페닐 처리구(4일째)에서 그 유전자가 발현됨을 밝혔다. 그러나 테르펜 처리구에서는 유전자의 발현이 나타나지 않은 것으로 보아 계면활성제의 처리를 통한 생물이용율을 증가시킬시 유전자의 발현 촉진, 그리고 지속적 기질 첨가 효과를 검토할 필요가 있었다. 이러한 이유로 계면활성제 sorbitan trioleate의 토양첨가실험을 실시하였다. 그 실험을 통해 sorbitan trioleate는 PCBs 분해균의 성장기질로 사용되어지는 것을 확인할 수 있었으며 또한 그 균주에 대한 독성도 없는 것으로 나타났다. 따라서 본 계면활성제가 분해균의 초기 밀도를 높이고 그 후 테르펜이 PCBs 분해 유전자의 발현을 촉진할 경우 그 분해효과는 극대화될 것으로 판단되며 이는 현장 적용시 상당한 이점으로 작용할 수 있을 것이다.

또한 자연의 성장 기질 또는 유도물질로서 식물 테르펜이 PCB congeners에 어떠한 생분해 영향을 주는가에 대한 연구도 이루어졌다. PCB 분해자인 *Rhodococcus* sp. P166와 *Rhodococcus* sp. T104는 비페닐과 테르펜((S)-(-)-limonene, p-cymene,  $\alpha$ -terpinene)을 성장기질로 이용함을 밝혀내었다. 그리고 congener 분해시험에서 (S)-(-)-limonene, p-cymene와  $\alpha$ -terpinene에서 키운 strain T104가 비페닐에 성장한 분해율의 50%에 해당하는 30%까지 4,4'-DCBp를 분해시

킬 수 있음을 보여주었다. 더구나 (S)-(-) limonene을 이용하여 자란 균주 T104 또한 2,2'-DCBP를 30%까지 분해시킬 수 있음을 확인하였다. 따라서 본 연구는 자연에 널리 존재하는 테르펜이 PCB 분해균의 성장기질로서 사용되어 그 분해유전자가 유도되며 그 결과 PCB의 congener를 기질 특이적으로 분해할 수 있음을 보여주었다. 이것은 기존의 순수 PCBs 분해 균주의 resting cell assay를 통한 meta ring fission 과 비교해 볼 때 환경시료(부산항 저질;자료 제시하지 않음)에서 농화배양으로 분리한 균주의 성장기질로서, 유도체로서 사용됨을 실험으로 확인할 수 있었고 이 연구에서 설정한 가설이 틀리지 않았음을 증명할 수 있었다.

## 76. VOF法에 의한 不透過性潛堤 및 透過性潛堤 周邊波動場의 碎波를 包含한 FULL NONLINEAR 解析에 관한 研究

토목환경공학과 이 광 호  
지도교수 김 도 삼

방파제의 기원은 BC 200까지 거슬러 올라가지만 본격적인 건설이 시작된 것은 유럽의 산업혁명 직후인 18세기 말과 19세기 초인 것으로 보고되고 있다(Ito, 1969). 초기의 방파제는 거의 사석방파제와 같은 중력식 구조물이 대부분이었고, 그 후 여러 가지 케이슨형태를 적용한 직립방파제와 파력과 반사파의 크기를 감소시키기 위해 TIP와 같은 이형블록으로 피복하는 형태의 방파제가 등장하기 시작하였다. 기존의 이러한 구조물은 대부분이 해저에 고정되어 해수면상으로 건설되는 중력식 구조물이 대부분이었지만 최근들어 다양한 형태를 지닌 구조물이 연구·개발되고 있다. 그 중에 잠수형태의 구조물은 수중에 건설됨에 따라 해역의 경관을 자연 그대로 이용할 수 있고, 천단상의 유수역을 통한 해수교환이 양호하여 해수교환 불량에 따른 오염을 방지 할 수 있을 뿐 아니라 인공 Reef로서의 역할도 수행가능하여 생태계를 포함한 해양환경의 개선과 같은 부수적인 효과를 기대할 수 있다. 하지만 잠수구조물은 일반적으로 입사파랑의 에너지 전달율이 높기 때문에 구조물 상에서 입사파를 강제쇄파시켜 파랑전달율의 감소를 도모하는 것이 일반적이다. 따라서 잠수구조물의 계획과 설계에 있어서 쇄파를 포함한 비선형파랑의 발생과 크기를 예측하는 것은 대단히 중요한 문제이다. 그러나 이러한 쇄파현상을 정상이론의 범위에서 수치적으로 해석하기에는 다소 어려움이 있어 지금까지 쇄파문제는 주로 실험에 의하여 수행되어 왔다.(畠田 등, 1977 ; 權 등, 1996) 하지만 이러한 수리실험에서는 잠제의 전면과 후면의 고정된 위치에서 측정된 파고를 이용하여 입사파의 반사율과 투과율을 예측하므로 해석범위가 극히 제한적일 수 밖에 없다.

최근, 쇄파에 관한 다양한 수치해석이 수행되어 왔지만 기존의 수치해석기법들로는 쇄파후의 파랑변형과정을 충분히 고찰할 수 없다. 따라서, 본 연구에서는 잠제에 의한 쇄파와 쇄파후의 파랑변형을 수치적으로 검토하기 위하여 국내에 소개된 바 없는 Hirt와 Nichols(1981)가 제안한 VOF 법에 기초하여 불투과 및 투과성잠제가 설치된 2차원수치파동수조내에서 2차원수치실험수조의 양끝단에 부가감쇠영역을 설치하여 통과파를 감쇠시키는 Hinatsu(1992)의 수치조파방법과 Brorsen and Larsen(1987)이 제안한 해석영역내에 조파 source로부터 파를 발생시키는 방법을 적용하였다. 불투과잠제의 수면변동에 대한 해석결과와 川崎(1997)의 수리실험결과와 잘 일치하