

PC8) 기능성 생석회를 이용한 유류오염토양 내 BTEX 제거특성

박홍재, 정성욱, 안호기¹, 김도훈²

인제대학교 환경공학부/인제대학교 생명환경연구소, ¹(주)누리
환경기술센터, ²금정칼코아(주)

1. 서 론

현대 석유화학공업의 발달과 정유주유시설의 발전에 따른 폐유처리의 소홀과 주유소 지하 저장탱크의 파손 등으로 인하여 탄화수소계 유기화합물이 자연계로 다량 유출되어 산업 공해, 환경오염이라는 심각한 부작용을 야기시키고 있다. 특히 탄화수소계 유기화합물의 지하저장탱크로부터의 누출은 최근 대중매체를 통하여 널리 인지되고 있으며 토양오염뿐만 아니라 토양으로부터 지하수로 침출되는 수계오염에도 직접적인 영향을 끼치고 있어 토양 환경 및 지하수자원의 보존을 위해 심각한 문제로 부각되고 있다.

토양 내 유출 된 유류는 지중에서 크게 4가지 상(phase)으로 존재한다. 지표면 부근 불포화구간에서는 증기상태(vapor), 흙 입자 표면 부착잔류물 상태(residual), 물에 용해되어 섞여 있는 상태 용해 상태(aqueous), 에 용해되지도, 흙입자에 부착되지도 않고, 독자 존재 하는 자유상태(free product)로 존재한다.

유류오염 성분의 지중 오염 개념도와 미국에서 가솔린 3,000갤런이 누출된 지역에서 각 상의 분포 양상을 분석한 것을 보면, 토양 내 유출 유류는 자유상태가 64%, 흙 입자에 부착상태가 35%로 전체 99% 차지하며, 자유상태의 유류 성분은 작은 면적에 높은 농도로 존재하며, 잔류상태 및 용해 상태에서는 그 면적이 광범위하여 처리가 용이 하지 않다는 것을 알 수 있다.

따라서 기능성 생석회를 이용한 본 연구는 부지 내 현장 굴착과 재매립 공법으로 이로 구성되는 것으로 증기상태, 자유상태, 잔류상의 유류 제거를 특성을 연구하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 연구재료 및 시험군 조제

기능성 생석회의 유류오염토양 처리 특성을 연구하기 위하여 서낙동강 저토를 시험대상 토양으로 선정하였다.

일반적인 모래층에 함유된 유해물질은 가스흡인법과 양수기폭법 등으로 쉽게 정화가 가능하나, 점토질 토양에서는 오염물질의 제거는 상당한 어려움이 있는 것으로 발표되고 있다. 서낙동강의 저토를 직접 채취하여, 건조, 분쇄, 체거름 과정을 거쳐 890 μ m(No.20) 체거름을 하였으며, 저토량 대비 10%(w/w) 폐유활유를 이용하여 강제 오염을 시켰다.

유류오염 토양의 BTEX의 변화특성을 연구하기 위하여 강제오염된 저토에기능성 생석회

의 처리군은 5%, 10%를 투여한 2개의 군을 대상으로 제를 10(W/W)% 투여 하여 강제로 오염토양을 조제 하여 제거대상으로 선정하였으며, 중금속 처리와 동일하게 기능성 생석회 투여량을 결정하여 4일, 9일 경과후의 토양중의 BTEX를 분석하였다.

2.2. BTEX 시험방법

채취된 토양 시료내에 존재하는 BTEX의 함량은 GC(Gas Chromatography)로 분석하였다. 토양과 염화 메틸렌(Junsei Chemical Co., GR grade)을 1:1 비율로 혼합하여 120 rpm에서 12시간 동안 현탁 한 다음, 상층액을 취하여 염화 메틸렌으로 적당히 희석하였다. 희석된 시료는 15,000 rpm에서 원심 분리한 후 상층액을 취하여 GC로 분석하였다. 시료분석에 사용한 GC는 Hewlett-Packard model 6890 series(USA)를 이용하였다. 컬럼은 HP-5% phenyl methyl siloxane capillary column (30cm × 0.32 mm × 2.25 μ m)을, carrier 가스는 초고순도 질소(99.999%)를 사용하였다. 시료 주입과 detector 온도는 300 $^{\circ}$ C로 유지 시켰다. 오븐 온도는 BTEX 및 TPH 성분 각각의 비점 범위가 다르기 때문에 한 조건에서 분리하기 위해서 초기 낮은 온도(40 $^{\circ}$ C)에서 최종온도까지(250~300 $^{\circ}$ C) 서서히 상승시켰다. 시료의 BTEX 정량은 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 그리고 크실렌을 염화메틸로 적정농도로 만든 표준시료를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

기능성 생석회 투여량이 동일하더라도, 일반 토양에서는 5% 투여시 최고 온도가 21.3~23.3 $^{\circ}$ C, 10% 투여시 25.7~28 $^{\circ}$ C까지 온도 변화를 보였으나, 유류 오염토양에서는 5%투여시 29~32 $^{\circ}$ C, 10%투여시 39~42 $^{\circ}$ C까지의 급격한 온도 상승이 나타났다. 그러나 이후의 온도 변화는 각 시험군 마다 유사한 경향을 나타내었다.

개방형으로 진행된 Lab 시험에서는 기능성 생석회 5% 처리 시험군에서 3일 경과후 BTEX는 초기농도에서 1,622 mg/kg이 감소하여 제거율이 69.89%, 9일 경과 후에는 699mg/kg이 제거되어 100%제거율의 높은 감소를 보였다. 10% 처리군에서는 5%처리한 시험군보다 5%이상의 높은 제거율을 보이며, 3일 경과 후에는 74.59%(1,731mg/kg)의 제거와 9일 경과 후에는 100%의 완전 제거를 보이는 것으로 측정되었다.

반 밀폐형으로 진행된 Field 시험군에서도 이와 유사한 경향을 보였다. 기능성 생석회 5%와 10%를 각각 처리한 시험군에서 초기농도에 대하여 BTEX는 11일 경과후 76.09%, 88.72%로 나타났으며, 22일 경과 후 측정 농도는 각각 96.12%, 98.96%로 초기농도가 Lab 시험에 비하여 5배 이상 고농도의 오염도를 보였으나, 22일 경과 후에는 토양오염 대책기준이하로 나타났다.

특히 반 밀폐형 Field시험군에서 초기의 농도 제거도가 개방형 보다 7~14%이상 높게 제거 되는 것을 볼 수 있는데, 이는 분석기간의 차이와 투입양에 따른 초기 휘발제거도의 차에 기인하는 것으로 볼 수 있을 것이다.

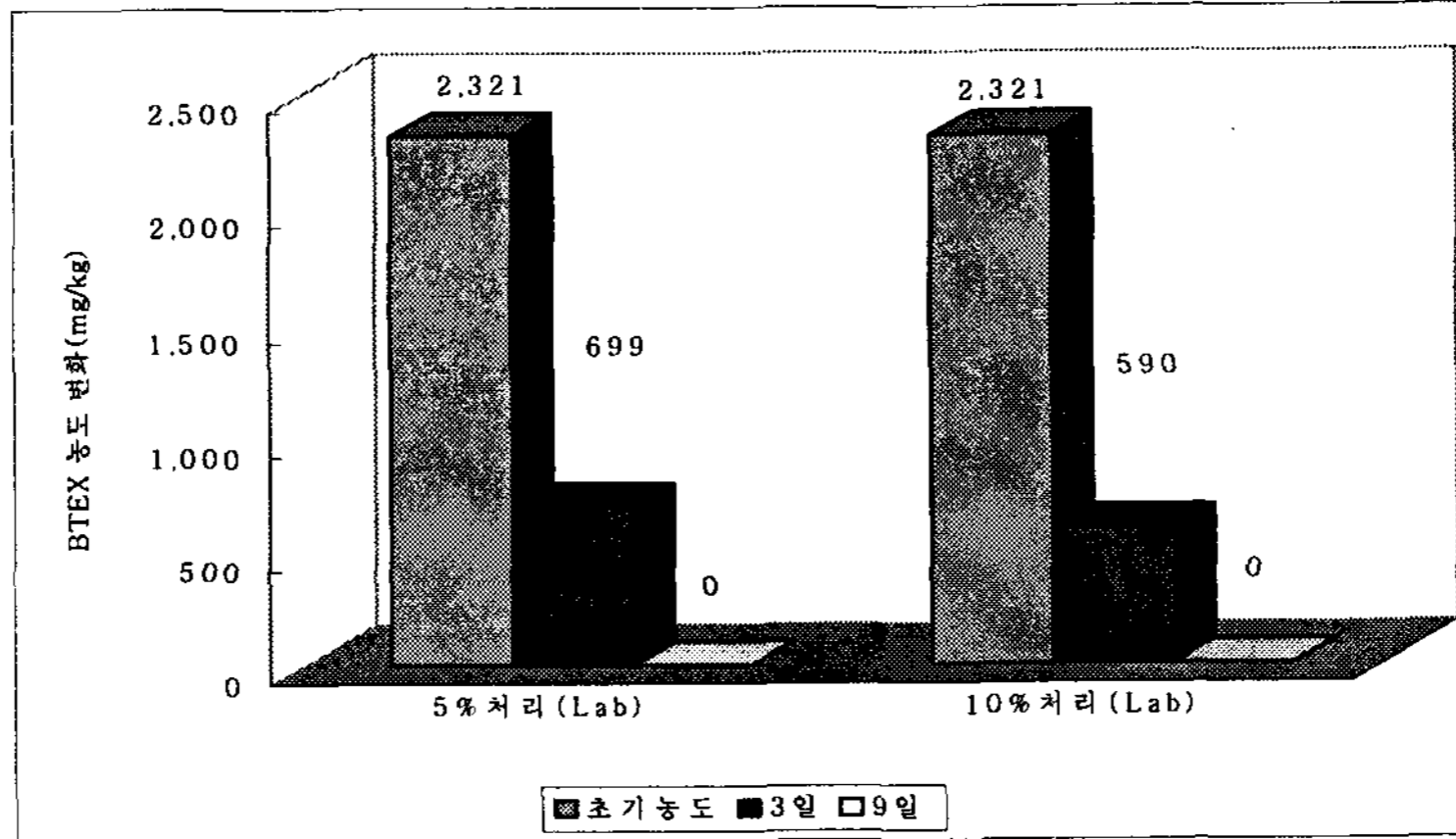


그림 1. Lab시험군 BTEX 농도 변화

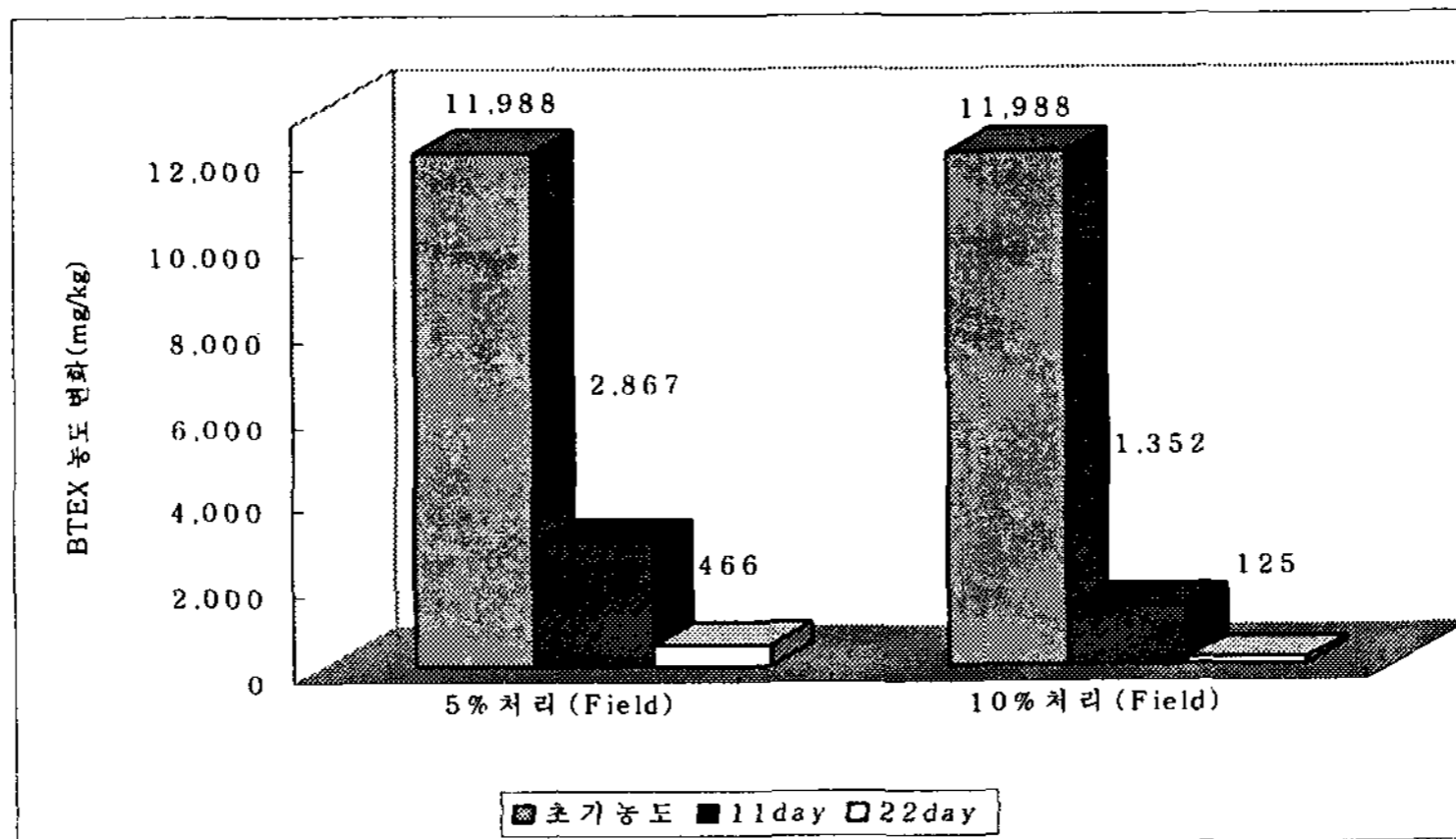


그림 2. Field 시험군 BTEX 농도 변화

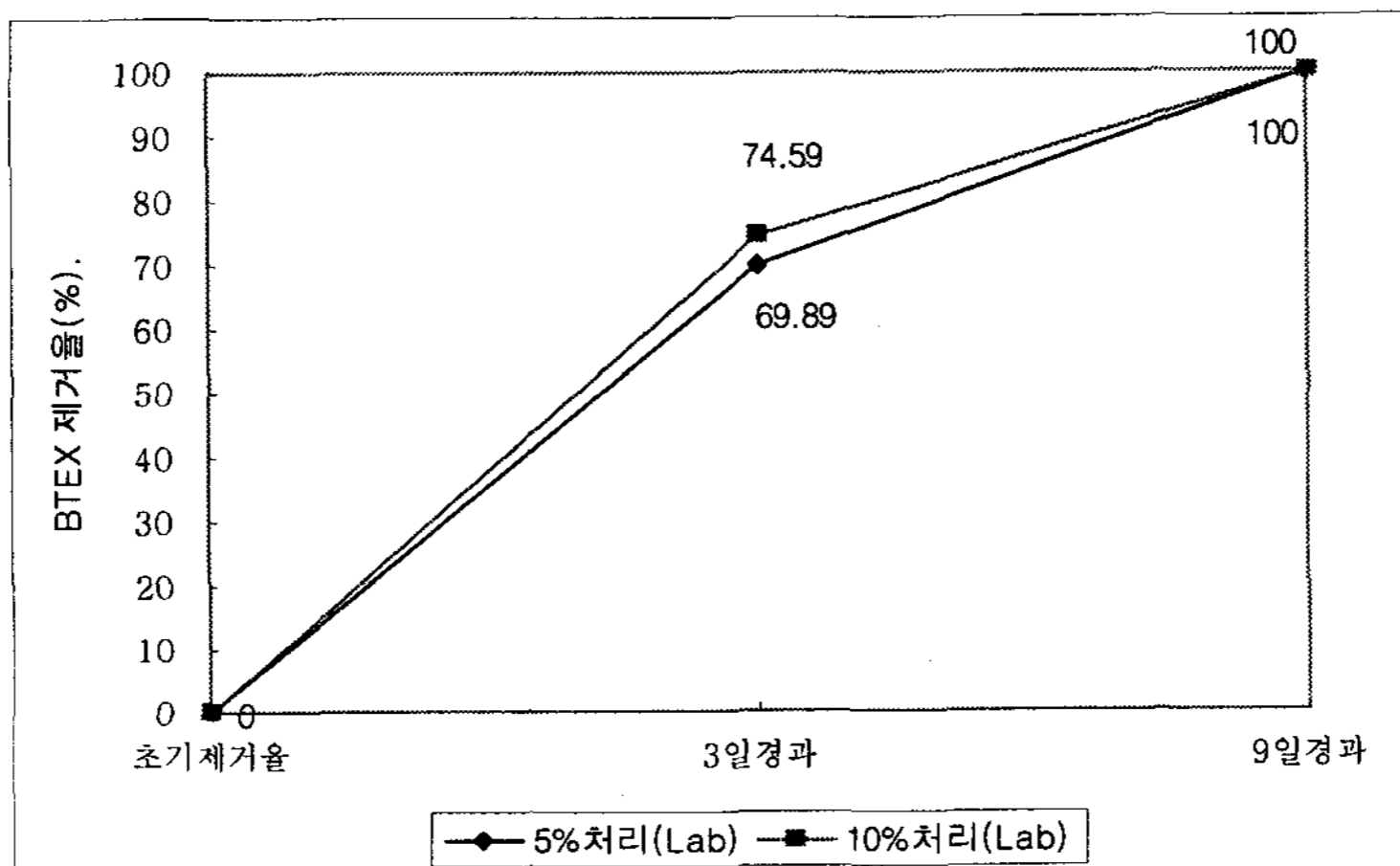


그림 3. Lab시험군 BTEX 제거율 변화

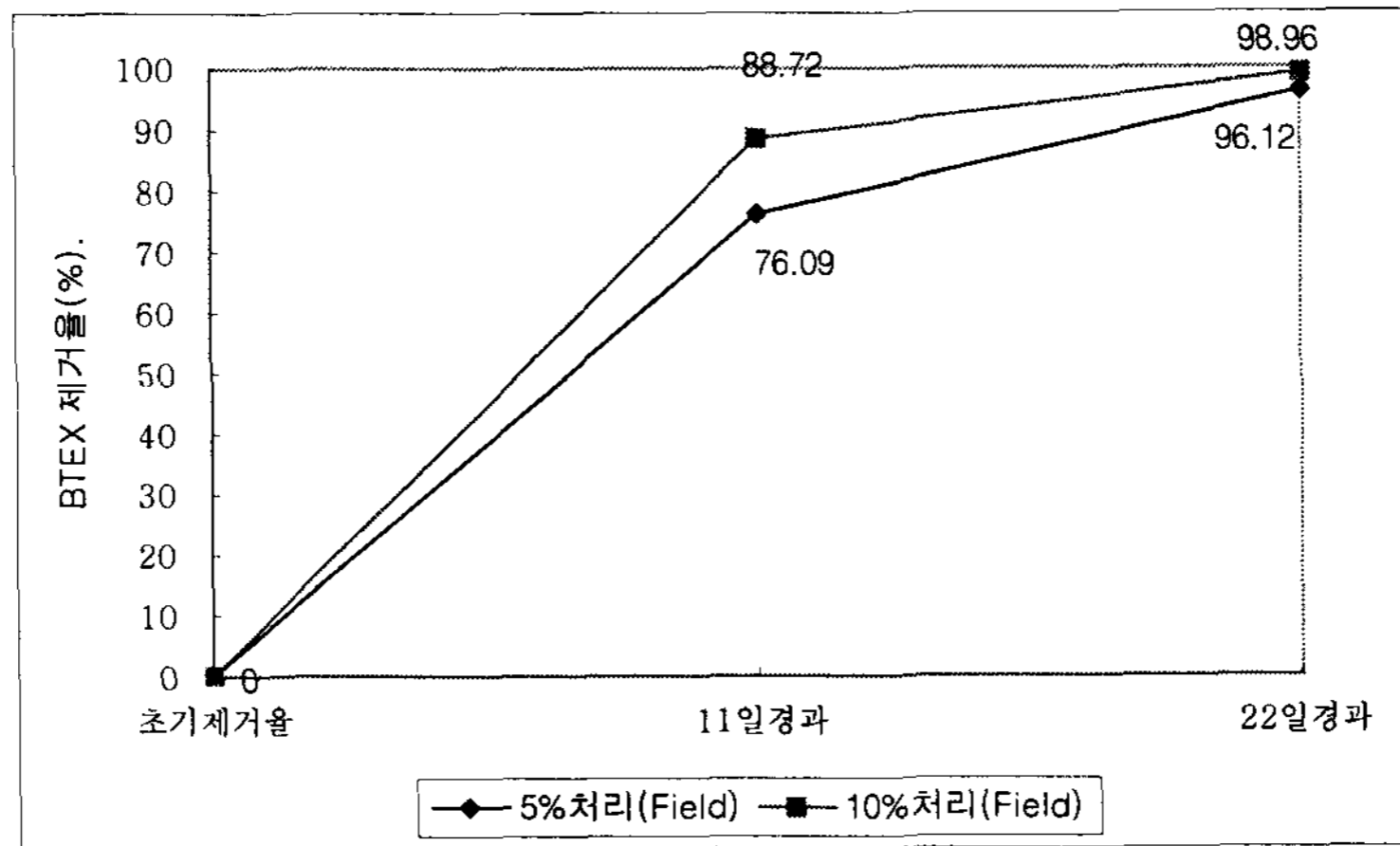


그림 4. Field 시험군 BTEX 제거율

참 고 문 헌

토양오염의 특성, <http://here.provin.chungbuk.kr/soil-pollution.html>
 장인성외 2인, 토양오염지표에 의한 천안시 토양환경 평가, Journal of KoSES Vol.4, No.2, pp185~192, 1999
 환경부, 토양오염공정시험방법, 2005
 환경부, 토양환경보전법, 2005
 유영복외6인, 우리나라 농토양 및 현미중 중금속 자연함유량에 관한 조사연구, 국립환경연구원보, 1988