

페놀분해균에 의한 Trichloroethylene 분해

김호성*, 박근태, 이 건, 이상준

부산대학교 자연과학대학 미생물학과

I. 서론

Trichloroethylene(이하 TCE)는 휘발성의 염소화 유기화합물로서 세정제, 탈지제 및 연화제 등으로 다양한 산업에 널리 사용되고 있는 xenobiotic compound이다. 그 결과 TCE는 자연환경으로 다량 유출되었고, 오염된 위치로부터 토양과 지하수를 오염시킨다. TCE는 일반적으로 강한 발암물질로 추정되고 있으며, 혐기적 상태에서 vinyl chloride나 다른 맹독성의 화합물로 변환된다. 이러한 보건상의 위험으로 국내에서도 최근에 음용수의 수질기준에 TCE를 규제항목으로 적용하여 WHO 기준인 $30\mu\text{g/l}$ 로 제한하고 있다.

Wilson 등은 토양미생물군에 의해 TCE가 mineralization된다는 것을 보고하였고, Nelson 등은 호기적 조건에서 순수하게 배양된 균주를 이용하여 TCE가 대사됨을 보고하였다. 그 이후 연구를 통해 TCE는 methan, toluene, phenol, propene등의 유도기질에 의해 cometabolism이 이루어지며, 이들은 메탄산화세균에 의한 cometabolism과 방향족 화합물 분해세균에 의한 cometabolism으로 나누어진다. 이러한 공동대사 과정을 통하여 Phelps 등은 지하수 오염에 대한 생물학적 환경정화에 기대를 나타내고 있다.

이처럼 최근까지 국외에서는 TCE의 분해에 관한 많은 연구가 이루어지고 있으나, 국내에서는 극소수의 연구결과만이 보고되었다. 국내에서도 최근까지 다량의 TCE가 아무런 규제없이 산업에 이용되어 왔고, 이로 인한 자연환경, 특히 지하수의 오염이 심각할 것으로 생각되어지나 오염의 실태나 환경제어의 대책이 전무한 상태이다. 그러므로 토양과 지하수의 주요 오염원으로 등장한 TCE의 분해를 위해 분해균주의 분리, 동정 및 분해 특성을 조사한 자료는 TCE의 bioremediation이라는 견지에서 기초자료로써 사용될 수 있을 것이다.

II. TCE 분해균의 분리

- 먼저 TCE cometabolism의 유도기질로 폐놀을 선정하였고, 폐놀분해균주를 분리하기위하여 폐놀등의 오염 가능성이 있는 양산북정 공단주변의 토양과 부산시의 하수종말처리장의 슬러지를 분리시료로 이용하였다. 지금까지 연구된 바로는 폐놀 분해균주 중 Gram (-) 만이 TCE를 분해 할 수 있다고 보고되었기 때문에 분리된 분해균주 중에서 Gram (-)의 세균주를 분리하였다.
- 분리된 폐놀균주의 TCE 분해능을 실험한 결과 세균주 중 가장 활성이 좋은 Bacterium JPA 공식균주로 선정하였다.

III. 분리균주에 의한 TCE 분해특성

- 유도기질인 폐놀의 최적조건을 검토한 결과, pH 7, 30°C, 200rpm, 폐놀 5mM(250mL 삼각플라스크에 배양액 50ml)에서 최적의 생장과 phenolhydroxylase활성을 보였다.
- 초기 균체농도에 따른 TCE 분해량은 균체농도가 증가함에 따라서 증가하는 경향을 보였으나 균체농도에 따른 TCE 분해량비는 일정한 농도(0.7mg/ml)이상이 될 경우 감소되었다.
- 초기 TCE농도(전체농도 0 - 300 μ M)를 달리하여 실험한 결과, 10 - 50 μ M에서는 lag time이 없이 10시간만에 77 - 88%의 분해율을 보이며 그 이후 서서히 분해가 지속되었다. 70 - 300 μ M에서는 서로 다른 lag time(30분에서 60분까지)이 나타났으나 그 이후 분해경향은 저농도에서와 마찬가지였다.
- TCE 분해에 따른 Cl⁻이온의 생성을 검토한 결과 역시 위의 결과와 같이 증가함을 보여주었다.

IV. 결론 및 고찰

이전에 다른 연구자들이 보고한 바와 같이 폐놀 분해균주 중 Gram (-)에서 TCE 분해능이 있는 균주를 분리할 수 있었고 초기 균체량에 따라 TCE 분해량은 급격히 증가하였다. 하지만 상대적인 분해속도(tce 분해량 nmol / 균체량 mg cell)로 살펴보면 0.7mg/ml 이하일 때는 농도에 따라 상대적 분해속도가 증가하거나 일정하게 유지되나 그 이상일 경우에는 상대적인 분해속도는 떨어진다. 이 것은 기질과 세포간의 밀도에 의한 물질전달 저항때문인 것으로 보인다. TCE 분해속도는 초기 TCE 농도가 100 μ M(액상 71 μ M)이상일 경우에는

lag time이 다양하게 나타났으나 그 이후는 선형으로 나타났다. 이 결과는 Folsom(1990)등의 연구와 유사하였다.