

전자빔 조사에 따른 염색폐수의 생분해도 연구

A Study on Biodegradation of Dyeing Wastewater by using Electron beam irradiation Process

박치균, 유대현, 이재광, 이병진, 이면주  
 한국원자력연구소  
 대전광역시 유성구 덕진동

안상준, 최장승  
 한국염색 기술연구소

1. 서론

염색폐수와 관련된 국내 산업체수는 1997년말 현재 1,542개소에 달하고 폐수 발생량은 1일 49만톤으로 전체 폐수 발생량의 약 5.5%에 불과하지만 매우 고농도이기 때문에 BOD 부하량 면에서 보면 1일 25,637 kg.BOD로 25% 이상을 차지하여 여타의 업종에 비하여 가장 높은 비율을 점유하고 있다.<sup>1)</sup>

염색폐수는 물리·화학, 생물학적 공정을 이용하여 처리하고 있다. 물리적 처리공정에는 여과, 침전, 추출과 흡착 공정 등이 있고 화학적 처리공정은 중화, 화학적 산화, 응집과 응결공정이 있다. 일반적인 생물학적 처리 공정은 활성슬러지 공정, 호기성소화

와 혐기성 소화, 살수여상 등이 있다.<sup>2)</sup> 최근 고에너지의 가속된 전자빔을 난분해성물질에 적용시키면 매우 짧은 시간 내에 분자간의 결합을 파괴시켜 폐수처리에 이용될 수 있다는 연구 결과가 보고되고 있으며 미국, 일본, 러시아 등 일부 선진국에서는 이를 실용화시키는 단계에 있는 것으로 알려져 있다.<sup>3)</sup>

따라서 고온 알칼리성이며 색소화합물과 조염제와 같은 난분해성 물질과 생물독성물질이 포함되어 있는 염색 폐수를 효과적으로 분해, 처리할 수 있는 기술의 개발이 시급히 요구되고 있으며 개발된 기술

을 통하여 우리나라 산업폐수의 상당량을 차지하면

서도 처리가 어려운 염색공업이나 섬유공업폐수의 처리효율을 증진시키고 폐수처리장의 운전관리상의 여러 가지 문제점을 해결할 수 있다.<sup>4)</sup>

본 연구에서는 전자빔을 이용하여 염색폐수의 처리 효율을 분석하였으며 또한 생물 독성분석을 하여 폐수 배출시 생태의 영향도 알아보았으며 난분해성 물질의 거동을 검토하였다.

2. 실험방법 및 재료

2.1 대상시료 및 전자빔 조사

본 연구에서 사용한 폐수는 D시 염색폐수공단에서 나오는 종합폐수의 원수를 채취하였으며 생물학적 처리를 위하여 pH를 7로 맞추어서 사용하였다. 전자선 조사는 EB Tech(주)에서 보유하고 있는 1MeV, 40 kW급, ELV-4 Model로서 반응기에 시료를 흘려보내 가속된 전자에 노출되어 전자선을 흡수하도록 하는 방법을 이용하였다. 전자선 조사량이 증가할수록 처리효율은 증가하나 전력비등의 상승으로 인해 경제성이 떨어짐과 동시에 적은 조사량으로도 수질기준치 이하의 결과값을 얻을 수 있으므로 본 연구에서는 1 Kgy의 비교적 적은 양을 조사하였다.

2.2 전처리한 염색폐수의 생물학적 처리

염색폐수의 전자빔처리 후 생물학적 처리의 효율을 알아보기 위하여 염색폐수 방류수 기준의 항목과 생분해도, 생물에 의한 독성테스트를 실시하였다. 본 실험에 사용한 식종균은 D시 염색공단에서 이용하고 있는 활성슬러지를 사용하였으며 일정시간 간격으로 시료를 채취하여 pH, BOD<sub>5</sub>, COD<sub>Mn</sub>, SS, T-N, T-P, 미생물 활동을 분석하였다. 모든 항목의 시험방법은 Standard Methods에 준하여 분석하였으며 독성테스트는 Daphina magna로 물벼룩을 사용하였다. 생물학적 반응조의 체류시간을 25℃, DO는 1~3 mg/L로 일정하게 유지시켰으며 HRT는 24, 30, 36, 48시간으로 변화하면서 실험을 하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3.1 전자빔 조사에 따른 염색폐수의 성상변화

본 연구에서는 염색폐수의 원수를 대상으로 전자빔을 조사하여 물리화학적 성상을 분석하였다. BOD<sub>5</sub>는 전자빔 조사전 시료는 1,054 mg/L에서 1 KGy 조사시에는 1,326 mg/L로 25%가 증가하였으며 COD는 1,484 mg/L에서 1,326 mg/L로 거의 변화가 없었으며 BOD/COD비는 초기 0.71에서 1로 증가하였다. 이는 전자선 조사에 따른 생분해 가능한 형태로 전환되었음을 의미하며 생물학적처리가 보다 효과적으로 이루어 질수 있음을 의미한다.

#### 3.2 전처리한 염색폐수의 생물학적 처리에 따른 성상 변화

염색폐수의 생물학적 처리 후 BOD<sub>5</sub>는 원폐수의 경우 HRT 48일때 1,054 mg/L에서 314 mg/L로 처리효율이 70%가 증가하였으며 전자빔 조사시료의 경우 1,326 mg/L에서 254 mg/L로 81%의 처리효율을 나타내었다. HRT를 30시간으로 운전한 경우 전자선을 조사하지 않은 시료는 73%, 전자선을 조사한 시료는 82%로 두 반응조의 차이가 별로 없다. HRT가 짧아짐에 있어서 처리효율은 약 1~2%정도 증가하였다. 이는 전자선을 조사한 폐수의 경우 폴리비닐알코올등의 난분해성 물질이 생분해 가능한 물질로 전환되어 생물학적 처리효율이 다소 증가한 것으로 볼 수 있다.

#### 3.3 물벼룩에 의한 생태독성 테스트

대표적 생물검정방법인 물벼룩을 이용하여 염색폐수내의 독성도를 연구하였다.

염색폐수 내에는 페놀, 벤젠, 톨루엔, 아미노, 에틸렌, PCB, BHC, ABS의 난분해성 물질과 유해물질이 존재한다. 염색폐수에 대한 반응분석을 위하여 Gamma value로부터 EC50 value를 계산하였으며, 이를 이용하여 전자빔에 사용 유·무와 생물학적 처리에 따른 독성정도를 산출하였다. 산출 결과, EC50 value의 변화경향을 보면 전자빔을 조사하지 않은 폐수의 경우가 전자빔을 조사한 시료보다 독성도가 높게 나타났으며 생물학적처리 방법에 의한 체류시간이 48hr에서 30hr로 감소할 경우 독성도의 변화는 거의 없었다. 이는 전자빔을 조사한 시료를 이용할 시 체류시간을 단축시킬 수 있는 결과를 나타내었다.

독성도 실험에 의해 폐수 방류 시 생물의 독성에 관한 오염도를 진단 할 수 있다.

### 4. 결 론

전자빔 조사에 의한 염색폐수의 성상변화는 BOD<sub>5</sub>가 1,054 mg/L에서 1 KGy 조사시에는 1,326 mg/L로 25%가 증가하였으며 COD는 1,484 mg/L에서 1,326 mg/L로 거의 변화가 없었다.

또한 생물학적 처리시 HRT가 48시간에서 30시간으로 감소됨에 따라 처리 효율이 약 1~3% 증가하였다. 또한 물벼룩 독성도는 전자빔 조사시기가 전자빔을 조사하지 않을 때보다 감소하였으며 체류 시간에 따른 변화는 거의 없다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 염색폐수에 전자선을 조사함으로써 체류시간을 단축할 수 있으며 독성물질을 분해함으로써 생물학적 처리 효율 향상을 꾀할 수 있을 것으로 사료된다.

### 참고문헌

- [1] 환경백서, 환경부, 1998
- [2] 박영식, 안갑환. "헝기-호기 고정생물학 공정을 이용한 염색폐수의 생물학적 처리", 대한환경공학회지.논문, J. of KSEE Vol. 23 No. 11. pp. 1853~1864. 2001
- [3] Bum Su Han, "Electron Beam Treatment of Dyeing Wastewater" at International Symposium on Radiation Technology in Emerging Industrial Application, Beijing, China(2000)
- [4] 안상준, 최채전, 전장표, 류승한, 최장승. "전자빔조사법을 이용한 염색폐수의 색도 제거에 관한 연구", 대한환경공학회 추계학술연구발표회 논문집. 2003