

초임계 이산화탄소를 이용한 폐액 중의 Co 추출법

성진현, 김승일, 김현기, 강덕원, 박광현*
 한국정수공업(주), 경기도 시흥시 정왕동 1281-2
 *경희대학교, 경기도 용인시 기흥구 서천동 1
sungjh@haji.co.kr

1. 서론

Co는 원자력발전소의 운전 중에 발생하는 부식생성물로서 방사성폐기물의 주요 오염원 중의 하나이다. 방사성 액체폐기물에 용해되어 있는 Co를 추출 분리하기 위해 초임계 이산화탄소를 이용하였다. Co를 추출하기 위하여 용매로 사용되는 이산화탄소는 비극성 물질이므로 금속과 같은 이온성 물질에 대하여 낮은 용해도를 나타낸다. 따라서 초임계 이산화탄소를 이용하여 효과적으로 Co를 추출하기 위해서는, Co 금속과 결합하여 수용액으로부터 초임계 이산화탄소로 용해시켜 줄 수 있는 킬레이트 리간드를 사용하여야 한다[1-3].

본 연구에서는 초임계 상태의 이산화탄소 하에서 Cyanex-272와 DEA(Diethylamine)를 킬레이트 리간드로 이용하여 수용액으로부터 Co를 추출 분리함으로써 방사성 액체 폐기물에 대한 적용 가능성을 평가하였다.

2. 실험 및 결과

2.1 Co 추출실험

초임계 이산화탄소 하에서 Co를 추출하기 위한 장치를 Figure 1과 같이 제작하였다. 추출용 용기는 스테인레스 스틸의 재질로 내부용량 125ml의 용량으로 300bar까지 사용할 수 있도록 제작하였다. 추출용 용기를 오븐 안에 설치하여 온도를 100℃까지 가열할 수 있게 하였다. 또한 킬레이트 리간드를 넣을 수 있도록 20ml 용량으로 300bar까지 사용할 수 있는 스테인레스 스틸 재질의 리간드 용해용기를 제작하여 오븐 내 추출용 용기 전단에 설치하였다. 리간드 용해용기에는 투시창을 설치하여 초임계 이산화탄소에 추출제가 용해되는 모습을 관찰할 수 있도록 하였다. 이산화탄소는 정량가압펌프를 이용하여 실험 압력으로 일정하게 공급될 수 있도록 하였다. 추출된 Co 착물과 이산화탄소가 분리되도록 분리용기를 오븐 외부에 설치하였다.

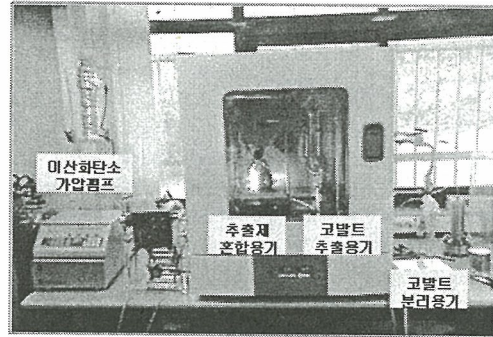


Fig. 1. Supercritical Fluid extraction system.

킬레이트 리간드로는 Cyanex-272와 DEA를 사용하였다. Co가 용해된 수용액 50ml를 초임계유체 추출용 용기에 넣은 후 Co를 추출 분리하였다. 60℃의 온도에서 Cyanex-272와 DEA를 투시창이 설치된 용해용기에 함께 넣은 후 이산화탄소를 200bar로 가압하여 20분 동안 교반하면서 Cyanex-272와 DEA를 초임계 이산화탄소에 용해시켰다. 초임계 이산화탄소에 용해된 Cyanex-272와 DEA를 60℃의 온도에서 200bar의 압력을 유지시키면서 Co 추출용기에 40분간 연속적으로 통과시켜 수용액에 용해되어 있는 Co를 추출하여 분리하였다. 추출된 후 수용액에 용해되어 있는 Co 농도를 ICP로 분석하여 각각의 추출효율을 평가하였다.

2.2 Co 추출실험 결과

일반적으로 Cyanex-272는 수용액으로부터 Co를 추출하는 데 널리 사용되고 있다. 60℃의 온도와 200bar의 압력의 초임계 이산화탄소 상태에서 Cyanex-272를 이용하여 수용액으로부터 Co를 추출한 결과, Figure 2에 나타난 바와 같이 Co의 추출효율이 20% 미만이었다.

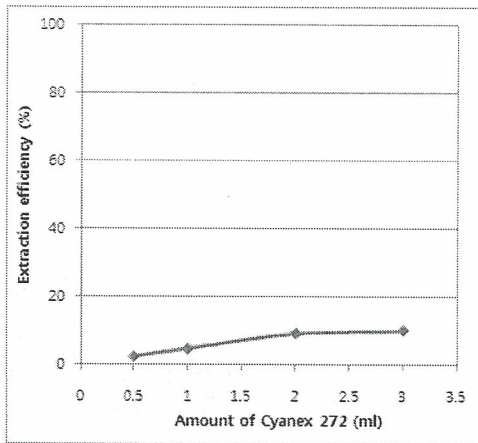


Fig. 2. Extraction efficiency of Co using Cyanex-272 under Supercritical CO₂.

Co의 추출효율을 증가시키기 위하여 DEA를 이용하였다. 60℃의 온도와 200bar의 압력의 초임계 이산화탄소 상태에서 Cyanex-272와 DEA를 이용하여 수용액으로부터 Co를 추출한 결과, Figure 3에 나타난 바와 같이 Co의 추출효율이 약 80%까지 증가되었다.

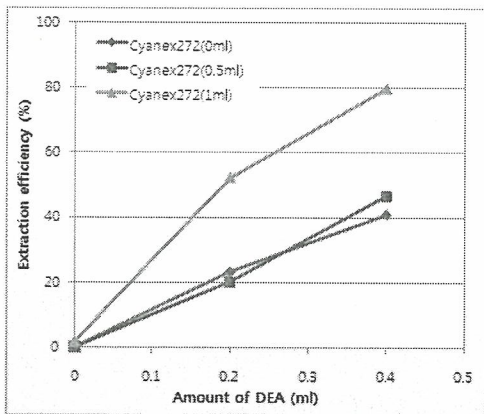


Fig. 3. Extraction efficiency of Co using Cyanex-272 and DEA under Supercritical CO₂.

3. 결론

Cyanex-272만 사용하였을 Co의 추출효율이 낮은 이유는 Cyanex-272는 수용액의 pH가 6이상일 경우 금속 추출이 효율적이거나 수용액에 초임계 이산화탄소가 용해될 경우에는 보통 pH가 3이하가 되므로 Cyanex-272가 Co를 추출하지 못한 것

으로 여겨진다[4-5]. 초임계 이산화탄소가 용해된 수용액의 pH의 증가시켜 줌으로서 Co의 추출효율을 증가시키기 위하여 DEA를 이용한 결과 추출효율이 약 4배정도 상승함을 확인하였다. 따라서 초임계 이산화탄소 하에서 킬레이트 리간드를 이용하여 수용액상에서 Co를 추출 분리하는 기술은 방사성 액체폐기물 처리에 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

4. 참고문헌

- [1]. Wai, C. M., Lin, Y., Brauer, R. and Wang, S. (1993), *Talanta* 40, pp. 1325.
- [2]. Erkey, C. (2000), *J. Supercritical Fluids* 17, pp. 259.
- [3]. Lin, Y. and Wai, C. M. (1994), *Anal. Chem.* 66, pp. 1971.
- [4]. Wiebe, R.; Gaddy, V. L. *J. Am. Chem. Soc.* 1940, 62, 815.
- [5]. Toews, K. L., Shroll, R. M., Wai, C. M. and Smart, N. G. (1995), *Anal. Chem.* 67, pp. 4040.