

## 논토양에서 방사성 I와 Sr의 분배계수

임광목, 전인, 최용호, 박두원, 금동권

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045(덕진동 150-1)

[kmlim@kaeri.re.kr](mailto:kmlim@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

원자력 시설로부터 누출된 방사성 핵종은 지표수나 토양을 오염시켜 농산물이나 축산물을 통해 인체 내로 흡수되어 방사선 피폭을 일으키거나 생태계내의 동식물에 방사선적 위해를 줄 수 있다. 방사성폐기물 처분장에서 유출될 수 있는 장반감기 핵종은 일단 누출되면 장기간 동안 지속적으로 주변 토양에 잔존하여 토양에서 생산되는 농작물의 오염을 유발하므로 유출시 주변 토양에 대한 오염특성을 평가하기 위한 특성자료들이 필요하다. 토양에서의 핵종 거동은 토양에 따라 차이가 있으므로 평가의 신뢰도를 위해서는 여러 가지 토양에 대한 특성인자 자료를 확보하여 대표성이 높은 값을 도출하는 것이 중요하다. 여러 가지 토양특성 자료 중에서 핵종의 거동을 예측하는 데 필요한 가장 기본적인 것이 토양 수분과 기질 간 핵종의 분배계수(Kd, distribution coefficient)이다<sup>1)</sup>. 본 연구에서는 경주 중.저준위 방사성폐기물 처분장 주변 4곳의 논토양을 채취, 건조하여 <sup>125</sup>I 및 <sup>85</sup>Sr을 처리한 물이 들어있는 상자에 투입한 후 시간별로 분배계수를 측정하고 핵종 및 토양 간 차이를 분석하였다.

### 2. 실험 및 결과

2007년 4월에 경주 중.저준위 방사성폐기물 처분장 주변 반경 5 km 내에 분포하는 4곳의 논에서 토양을 채취하였다(그림 1 참조). 토양은 전부 산성 토양으로서 유기물 함량은 3% 내외였고 토성은 대체로 양토 계열이었다.



Fig. 1. Picture of collecting paddy soils



Fig. 2. Picture of the KD experiment box

채취한 논토양을 동위원소 실험실로 운반한 후 약 10일간 건조시켰다. 5월 22일에 준비한 분배계수(KD) 조사상자(25cm×33cm×20cm)에 햇빛을 차단하기 위하여 흰색 비닐Tape를 부착한 후 물 9 kg(9 L)을 넣은 다음 실험실 내에 배치하였다(그림 2 참조). 각 조사상자에는 상자당 마이크로피펫을 이용하여 조사상자의 수표면 상에 균등하게 분포하는 10개의 점을 향해 1 ml씩의 방사성 용액을 토양 투입 6일 전에 처리한 다음 토양 투입 직전에 물 시료를 채취하여 방사능 농도를 측정(<sup>125</sup>I : 263 Bq ml<sup>-1</sup>, <sup>85</sup>Sr : 49 Bq ml<sup>-1</sup>, carrier free in chloride form, 토양투입일 기준)하고 초기농도로 하였다. 5월 28일에 그동안 증발된 물의 양만큼 보충한 후 건조된 논토양을 상자당 10 kg씩 조사상자에 투입하였으며 실험은 2 반복으로 수행하였다.

분배계수를 산출하기 위하여 표면수를 토양 투입 후 약 5시간, 1일, 3일, 8일에 그리고 이후로는 1주일~3주일 간격으로 채취하였다. 시료의 채취량은 토양 투입일에만 상자당 6 ml씩을, 그 후로는 상자당 10 ml씩을 채취하였다. 채취한 시료는 계측용기에 HCl(conc.) 3 ml와 증류수를 혼합하여 높이를 일정하게 맞춘 후 HPGe 검출기(EG&G, ORTEC)를 이용한  $\gamma$ -spectrometry법으로 핵종

농도(Bq/ml)를 측정하고 식 (1)과 같이 분배계수(Kd, ml/g)를 산출하였다.

$$K_d = \frac{\text{핵종의 고상 농도 (Bq/g-solid)}}{\text{핵종의 액상 농도 (Bq/ml-liquid)}} \dots\dots (1)$$

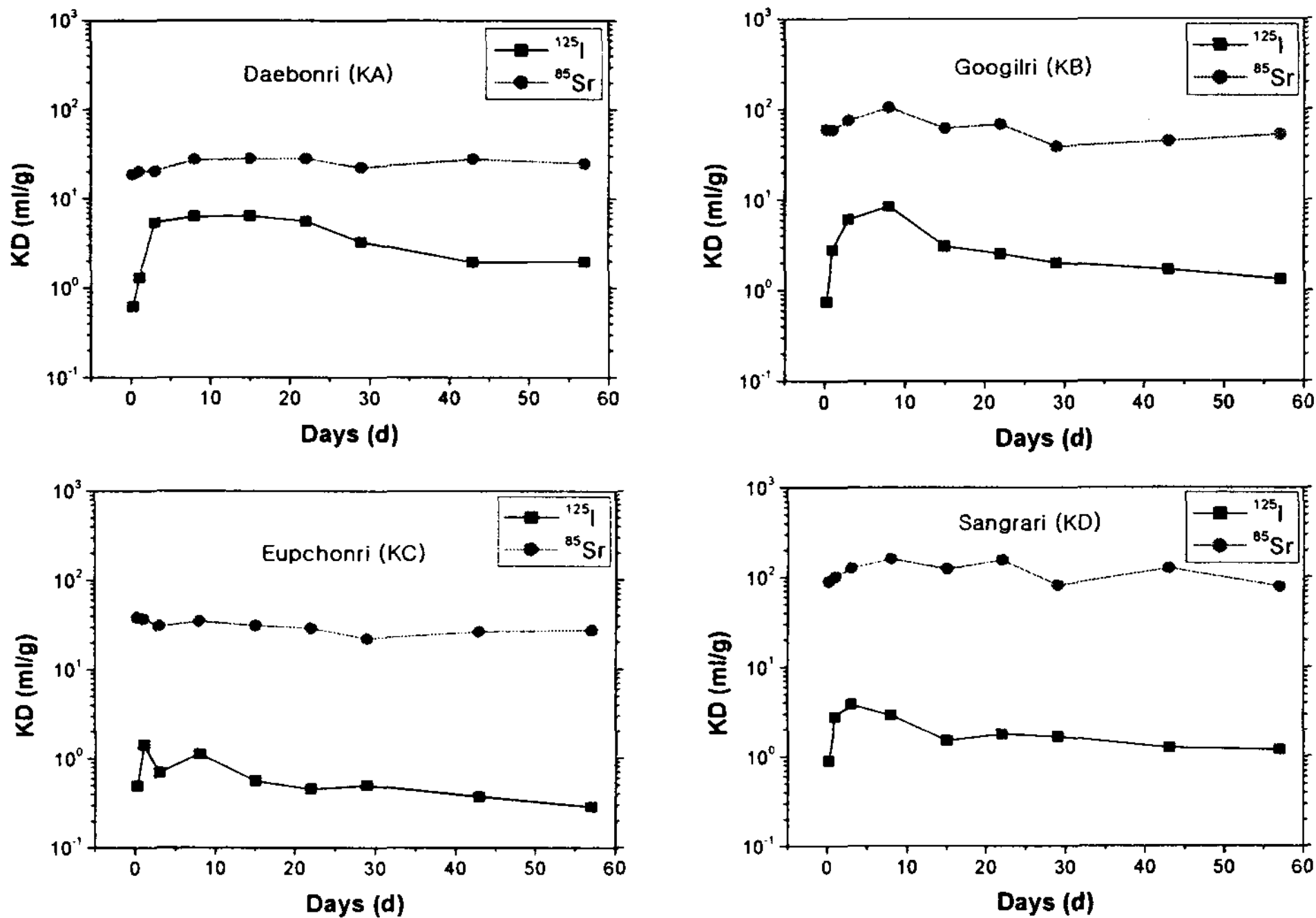


Fig. 3. Time courses of distribution coefficients of <sup>125</sup>I and <sup>85</sup>Sr in the flooded soils.

각 논토양에서 측정된 분배계수는 그림 3과 같다. <sup>125</sup>I는 대체적으로 토양투입 후 약 1주일 정도까지는 분배계수가 급격히 증가하다가 그 이후부터는 서서히 감소하는 경향을 보였으며, <sup>85</sup>Sr는 <sup>125</sup>I에 비해 분배계수가 대체로 1 order 정도 컸으나 시간에 따른 변이는 훨씬 작았다. 두 핵종 간 분배계수의 차이로 볼 때 토양에서 방사성 I의 이동성이 방사성 Sr보다 훨씬 클 것으로 예측된다. 한편, 뿌리흡수에 있어서는 특정 핵종에 대한 작물체의 능동적 흡수 등이 매우 중요하므로 분배계수 값만으로 대소를 예측하는 것은 적절치 않은 것으로 보인다. 토양별로는 <sup>125</sup>I의 경우 읍천리 토양에서 분배계수가 가장 낮았으며 다른 토양에서는 대체로 비슷하였다. <sup>85</sup>Sr의 경우에는 상라리 토양에서 분배계수가 가장 높았으며 대본리와 읍천리 토양에서 가장 낮았다.

3. 결론

경주 중·저준위 방사성폐기물 처분장 주변 4곳의 논토양을 채취하여 <sup>125</sup>I와 <sup>85</sup>Sr를 처리한 물에 투입한 후 시간별로 지표수의 방사능 농도를 측정하여 핵종의 분배계수를 조사하였다. 토양별로는 읍천리 토양에서 대체적으로 분배계수가 낮은 경향을 보였으며, 핵종 간에는 <sup>85</sup>Sr가 <sup>125</sup>I에 비해 4배~100배 정도 높았다.

감사의 글 : 본 연구는 과학기술부가 주관하는 원자력 연구개발 사업의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

1) C.F. Baes, R.D. Sharp, A.L. Sjoreen, R.W. Shor, A review and Analysis of Parameters for Assessing Transport of Environmentally Released Radionuclides through Agriculture, ORNL-5786, 1984.