

## 콩 생육 중 지표에 침적한 $^{129}\text{I}$ 의 거동 실험

임광목, 최용호, 전인, 박두원, 금동권  
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045  
[kmlim@kaeri.re.kr](mailto:kmlim@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

콩은 우리나라의 주식 작물로 전국 각지에서 재배되고 있다. 한편  $^{129}\text{I}$ 는 초장반감기 핵종으로서 방사성 폐기물 처분시 환경영향 평가의 주요 대상 핵종이다[1]. 따라서 콩 밭에서의  $^{129}\text{I}$  거동 자료는 방폐장에 대한 환경영향 평가시 중요한 기초자료가 될 수 있다. 본 연구에서는 경주 중저준위 방폐장 주변에서 채취한 두 가지 밭토양에 대하여 콩의 생육 중  $^{129}\text{I}$ 의 침적 실험을 수행하고  $^{129}\text{I}$ 의 뿌리흡수와 지하이동을 조사하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 재료 및 방법

경주 방폐장 주변 반경 5 km 내에 있는 두 곳의 밭에서 상부 약 20 cm 깊이의 토양을 채취하여 연구원으로 운반한 다음 건조하였다. 건조한 토양을 상부 직경 32 cm, 높이 20 cm의 재배포트에 20 kg씩 담아 관행에 준하여 콩을 파종하고 재배하였다(그림 1). 토양의 특성은 표 1과 같다.



Fig. 1. Growing of soybean in a greenhouse

Table 1. Physicochemical properties of the soils used in the experiment

Soil	pH (1:5)	O.M. (%)	CEC (cmol/kg)	Ex.Ca	Ex.K	Texture
				(cmol/kg)	(cmol/kg)	
Gugilri	7.0	7.0	22.5	18.2	1.8	Silt Loam
Sangrari	5.5	4.7	16.4	8.6	1.2	Loam

O.M : Organic matter, CEC : Cation exchange capacity

파종 후 42일 경과시(2009. 7. 28)에  $^{125}\text{I}$  ( $^{129}\text{I}$  대용) 용액을 포트 당 24 ml ( $140 \text{ kBq ml}^{-1}$ )씩 마이크로 피펫을 이용하여 지표에 고루 처리하였다. 콩의 수확은 파종 후 119일(10월 13일)에 하였다. 수확한 콩 시료는 부위별로 나누어 온실 내에서 자연 건조시킨 다음 콩 종실은 그대로, 깎지, 줄기 및 잎은 믹서기로 잘게 분쇄하여 계측용기에 담았다. 방사선 측정엔 감마스펙트로메트리법으로 부위별  $^{125}\text{I}$  농도를 측정하였다. 콩 수확 후에는 지름 5 cm의 core sampler를 이용하여 콩 재배상자의 25 cm 깊이의 토양 시료를 채취(그림 2)하고 층위별(0-1, 1-3, 3-6, 6-10, 10-15)로 절단한 다음 자연 건조 후 작물체와 같은 방법으로 층위별 시료의  $^{125}\text{I}$  농도를 측정하였다. 뿌리흡수는 아래와 같이 정의되는  $\text{TF}_a$  ( $\text{m}^2 \text{ kg}^{-1}\text{-dry}$ )로 나타내었다[2].

$$\text{TF}_a = \frac{\text{작물체내 핵종농도 (Bq/kg-dry)}}{\text{핵종의 지표침적 밀도 (Bq/m}^2\text{)}} \quad (1)$$



Fig. 2. Collecting of the soil samples

#### 2.2 결과 및 고찰

##### 2.2.1 뿌리흡수

콩에 대한  $^{129}\text{I}$ 의 부위별 전이계수( $\text{TF}_a$ ,  $\text{m}^2/\text{kg-dry}$ )는 표 2와 같다. 상라리 토양의 경우 수확 전에 잎이 모두 탈락하여 잎에 대한 결과는 얻지 못하였다. 콩의  $^{129}\text{I}$  전이계수는 두 토양에서 모두 경엽부 > 콩깍지 > 종실의 순으로 종실 전이계수가 경엽부에 비해 약 100배 내외 낮았다. 이것은

$^{129}\text{I}$ 가 뿌리를 통하여 작물체에 흡수된 후 경엽부로부터 종실로의 이동이 용이하지 않음을 나타낸다.

구길리 토양에서의  $\text{TF}_a$  값은 부위에 따라  $3.4 \times 10^{-5} \sim 3.4 \times 10^{-3}$ 의 범위였고 상라리 토양에서는  $1.3 \times 10^{-4} \sim 9.9 \times 10^{-3}$ 의 범위로 상라리 토양이 구길리보다 3~7배 정도 높았다. 이것은 주로 상라리 토양의 유기물 함량과 점토 함량이 구길리 토양에 비해 낮았기 때문인 것으로 판단된다. 유기물과 점토 함량이 높을수록 요소드의 토양 흡착이 증대되어 뿌리흡수가 감소하는 것으로 알려져 있다. 한편 토양의 pH에 대해서는 작물 뿌리의 요소드 흡수에 그리 큰 영향을 미치지 않는다는 보고들이 있다. 콩의 종실, 깍지, 줄기에 대한  $\text{TF}_a$ 의 대표치로는 새로운 자료가 생산될 때까지 각각  $8.3 \times 10^{-5}$ ,  $7.9 \times 10^{-4}$ ,  $6.0 \times 10^{-3}$  정도로 제안될 수 있을 것이다.

Table 2.  $\text{TF}_a$  values of  $^{129}\text{I}$  for soybean

Soil	Transfer factor of $^{129}\text{I}$ for soybean ( $\text{TF}_a$ , $\text{m}^2/\text{kg-dry}$ )			
	Seeds (dry)	Shells (dry)	Stems (dry)	Leaves (dry)
Gugilri	$3.4 \times 10^5 \pm 1.1 \times 10^5$	$2.0 \times 10^4 \pm 5.4 \times 10^3$	$2.2 \times 10^3 \pm 6.1 \times 10^2$	$3.4 \times 10^3 \pm 7.5 \times 10^4$
Sangrari	$1.3 \times 10^4 \pm 3.2 \times 10^5$	$1.4 \times 10^3 \pm 3.1 \times 10^4$	$9.9 \times 10^3 \pm 4.5 \times 10^3$	-
AM±SD	$8.3 \times 10^5 \pm 6.9 \times 10^5$	$7.9 \times 10^4 \pm 8.3 \times 10^4$	$6.0 \times 10^3 \pm 5.5 \times 10^3$	-
GM/GSD	$6.7 \times 10^5 / 2.59$	$5.3 \times 10^4 / 3.86$	$4.6 \times 10^3 / 2.95$	-

AM: Arithmetic mean, SD: Standard deviation, GM: Geometric mean, GSD: Geometric standard deviation

### 2.2.2 지하이동

콩 수확 후 토양별 콩 재배상자의 지하 15cm 까지의  $^{129}\text{I}$  농도 분포는 그림 3과 같다. 두 토양에서 모두 지표로부터 수 cm 이내에서는 매우 급격히 감소하였다가 그 이하에서는 점점 완만히 감소함으로써 토양 깊이에 따라 농도가 지수 함수적으로 감소하는 경향이였다. 구길리 토양의 경우 전체 잔류량의 85% 정도가, 상라리 토양의 경우 75% 정도가 지표 1cm 이내에 분포하여 두 토양에서 모두 심한 표층편재 현상이 나타났다. 이로써 거의 100%에 달하는 방사능이 지하 10cm 이내에 존재하였고 그 이하로 침투한 방사능은 무시할 수 있는 정도였다. 토양에 따른  $^{129}\text{I}$ 의 지하이동 정도는 상라리 토양이 다소 높아 지표 1~2cm 아래에서는 위와 반대로 상라리 토양이 구길리 토양에 비해  $^{129}\text{I}$  농도가 약간 높았다. 이는 상라리 토양에서의  $^{129}\text{I}$  흡착 정도가

구길리 토양에 비해 낮았다는 것을 의미하는 것으로 전이계수 값이 구길리 토양보다 높았다는 사실을 뒷받침하고 있다.

위와 같이 낮은 지하 이동성으로 볼 때  $^{129}\text{I}$ 가 발에 침적되면 양이온인  $^{137}\text{Cs}$  등과 크게 다르지 않게 작물 뿌리의 분포 범위를 벗어나는 데 상당한 시간이 걸려 다년간 작물의 뿌리를 통해 흡수될 수 있다는 점이 고려될 필요가 있다.

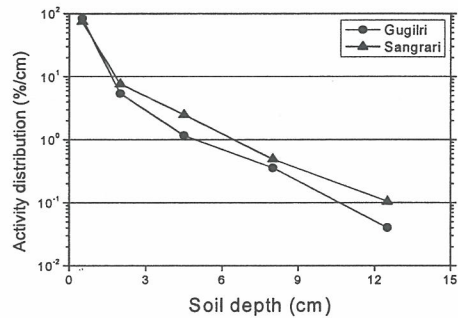


Fig. 3. Underground distribution of  $^{129}\text{I}$  activity after plant harvest

### 3. 결론

경주 방폐장 주변 발토양을 대상으로 방사성 Iodine의 콩에 대한 전이계수를 측정하고 대표치를 제안하였으며 토양내에서의 지하이동을 조사하였다. 차후 환경특성을 보다 충분히 반영할 수 있도록 더 많은 조사가 이루어 질 필요가 있다.

### 4. 감사의 글

이 논문은 교육과학기술부가 시행한 원자력연구개발사업의 결과물입니다.

### 5. 참고문헌

- [1] 최용호, 임광목, 전인, 박두원, 금동권, 요소드 증기의 무 작물체에 대한 침적속도 및 뿌리 전류계수 : 피폭 실험 결과, 방사성폐기물학회지 제 8권, pp. 151-158, 2010.
- [2] Y.H. Choi, K.M. Lim, I. Jun, D.W. Park, D.K. Keum, C.W. Lee, Root uptake of radionuclides following their acute soil depositions during the growth of selected food crops, J. Environ. Radioac. 100, pp. 746-751, 2009.