

## 水稻 生育에 따른 Sr<sup>90</sup> 吸收에 관한 研究

金在成\*·林秀吉\*\*·李榮日\*

### Studies on the Uptake of Sr<sup>90</sup> with the Growth of Rice Plant

Jae-Sung Kim\*, Soo-Kil Lim\*\* and Young-Il Lee\*

#### Summary

A Pot experiment was conducted to study the uptake of Sr<sup>90</sup> by rice plants in five different types of paddy soils and its distribution in these plants as a function of the age of the rice. The uptake of Sr<sup>90</sup> by rice plants increased with the growth of the aboveground mass of the plants from the planting period, but Sr<sup>90</sup> content per unit of dry matter decreased as the organic mass of the plants increased during the vegetative growing period, except for the time of ripening. The content of Ca and Sr<sup>90</sup> in rice plants was higher in the stem and leaves than in grain parts in general.

However, Ca content was decreased in the stem and increased in the grain part with the growth of the rice plant; but Sr<sup>90</sup> content was increased in the leaves and decreased in the stem and grain parts.

#### 緒 論

最近 農作物의 放射能 汚染에 관한 문제중의 하나가 核分裂生成物中의 하나인 strontium이 作物에의 吸收, 移行이 높고, 이 핵물질이 人體에 미치는 영향등에 많은 관심이 集中되고 있기 때문이다. 특히 우리나라와 같이 좁은 지역내의 여러개의 原子力發電所 設치는 불의의 사고로 인한 放射性物質에 의한 環境汚染 문제가 구체화될 수 있는 確率을 가중시키는 것이라 하겠다. 따라서 이에 의하여 야기될 수 있는 다양한 災情가 있는데 그중 農業環境의 放射性物質에 의한 汚染도 간과할 수 없는 문제이며 따라서 이에 대한 對策研究도 매우 중요하다고 보겠다. 本研究는 몇가지 畚土壤에서 우리들의 主穀인 水稻 生育에 따른 Sr<sup>90</sup>의 吸收樣相과 水稻體 部位別 分布狀態등을 조사하여 보고하는 바이다.

#### 材料 및 方法

##### 1. 供試土壤

Sr<sup>90</sup>의 水稻體 吸收 實驗을 위한 水稻 栽培土壤은 理化學的 性質들을 고려하여 坡州統(전곡), 安美統(평창), 淸溪統(홍해), 沙頭統(김해), 廣活統(조암) 등을 선정, 채취하여 風乾, 製粒한후 10kg씩을 pot 담아서 水稻栽培에 사용하였다.

이 試驗前 土壤의 理化學的 性質은 前報<sup>1)</sup>에서와 같이 광활통을 제외하고는 모두 pH가 낮은 酸性土壤이며 비슷한 치환성 Ca과 Na 함량을 나타냈으나 淸溪統이 다른 土壤에 비해 다소 높은 치환성 Ca함량을 보였고 간척지 토양인 廣活統은 8.2의 높은 pH를 보이면서 치환성 Na함량이 다른 土壤에 비해 매우 높았다. 또한 試驗土壤의 土性은 沙頭統이 3.6%의 매우 낮은 粘土 함

\* 韓國에너지研究所 (Korea Advanced Energy Research Institute, P. O. Box 7, Cheong Ryang, Seoul)

\*\* 高麗大學校 農科大學 (College of Agriculture, Korea University, Seoul)

량을 갖는 沙質土壤이었고 坡州統은 微沙質植土로서 30.8%의 제일 높은 粘土含量을 보였으며 그외의 토양은 이 범위내에 분포하였다.

2. Sr<sup>90</sup> 處理와 植物體分析

Sr<sup>90</sup> 畚土壤別 水稻의 吸收樣相을 조사하기 위하여 標識된 무담체의 strontium chloride(SrCl<sub>2</sub>, specific activity = 10,889 mCi/ml, 0.99183ml/vial을 10ml로 稀釋) 稀釋液 5ml를 증류수로 51(1 μCi/ml)되게 稀釋하여 1/20 00 a Wagner pot에 pot당 0ml(0 μCi), 10ml(10 μCi), 20ml(20 μCi), 40ml(40μCi)씩을 비료액과 함께 全層施肥 하였는데 施肥量은 각각 (NH<sub>2</sub>), CO, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, KCl 형태를 사용하여 pot 당 2.8g N, 1.67g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1.75g K<sub>2</sub>O를 水溶液 상태로하여 Sr<sup>90</sup> 處理液과 함께 일정량의 물을 혼합한후 pot에 添加하고 土壤과 잘 혼합하였다. 肥料와 Sr<sup>90</sup>을 處理한후 水稻(品種 : 설악벼)를 pot당 5주(3본/주)씩 移秧하여 항시 담수상태로 栽培하였고 實驗은 3반복으로 수행하였다.

水稻 移秧 30일후에 각 pot의 土壤 表面에서 5cm이상의 地상부를 1주씩 채취하여 水稻體 全體를 1차 試料로 使用하였고, 다시 1개월후에 2차 試料를 각 pot에서 1주씩 채취하여 잎과 줄기로 나누었고, 다시 1개월후에 또 1주씩 채취하여 잎, 줄기, 이삭으로 나누어서 3차 試料로 使用하였다. 채취된 각 試料는 70 °C 熱風 乾燥機에서 약 72시간 정도 건조시킨후에 乾物重을 測定하고 Wiley cutting mill로 分쇄하여 分析試料로 使用하였고, 3차 試料채취 1개월후에 최종(4차) 試料로서 水稻 2주를 채취하여 收量構成 要求를 조사하고, 같은 방법으로 건조하여 乾物重을 測定하고, 잎, 줄기, 벼, 현미, 왕겨로 나누어 分쇄한후 化學成分 分析 試料로 使用하였으며, 水稻體內的 化學成分과 Sr<sup>90</sup> 放射能 計測은 前報<sup>4)</sup>와 같은 방법으로 하였다.

結果 및 考察

Sr<sup>90</sup>을 최고 40μCi 까지 처리한 土壤에서 栽培한 水稻에서도 Sr<sup>90</sup>에 의한 生育障害는 나타나지 않았으며 生育時期別 地上部 乾物重은 水稻移秧후 90일 까지는 乾物生産量이 增加하였으나 수확기에서는 감소하였는데 이러한 경향은 Sr<sup>90</sup> 處理에 관계없이 모든처리 및 試驗 土壤에서 비슷하였으며 乾物生産量에 있어서는 淸溪統이 가장 높았고 安美統이 가장 낮았다. 水稻生育에 따른 Sr<sup>90</sup>의 吸收 樣相을 土壤別로 나타낸 것은 그림1에서와

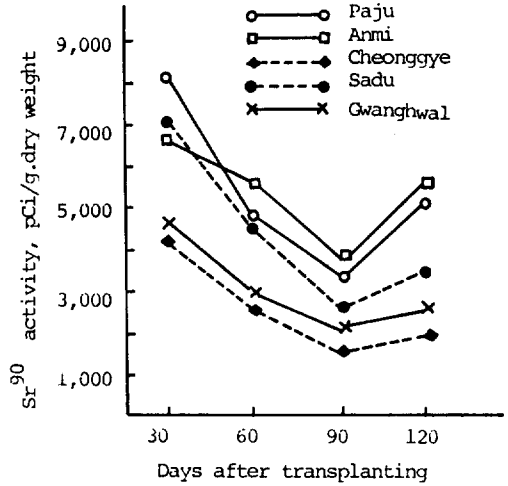


Fig. 1. Uptake of Sr<sup>90</sup> by rice plant grown in soils with various lime and Sr<sup>90</sup> levels.

같다. 供試土壤 5개統 모두 비슷한 경향으로 水稻의 乾物重(g)당 Sr<sup>90</sup>의 含量은 生育진행에 따라 移秧后 90일까지는 감소하는 경향을 보이다가 수확기에가서 增加하는 경향을 보였다. 土壤別 Sr<sup>90</sup> 吸收量은 生育초기에는 安美統이 坡州統과 沙頭統보다 다소 낮은 경향을 보였으나 生育이 진행됨에 따라 가장 높은 吸收量을 보였고, 淸溪統과 淸溪統이 가장 낮은 함량을 보였다. Gulyakin과 Yudinseva<sup>2)</sup> 와 Nishita 등<sup>6)</sup> 은 植物의 Sr<sup>90</sup> 吸收는 植物의 성장조건에 따라서도 차이가 나기는 하나 生育이 진행함에 따라서 乾物重 g 당 放射性核種의 吸收量은 감소한다고 하여 본 실험과 같은 결과를 얻었다. 또한 生育에 따른 乾物重과 水稻體의 Sr<sup>90</sup> 吸收 比較에서 生育이 進展됨에 따라 水稻의 乾物重은 증가추세를 보이다가 수확기에가서 감소하였으므로 乾物重(g)당 Sr<sup>90</sup>의 吸收도 變化한 것으로 보인다. 즉 水稻體의 일정량의 Sr<sup>90</sup> 吸收에 비하여 生育초기의 왕성한 성장에 따른 유기물의 증가로 Sr<sup>90</sup>의 相對 吸收가 감소되었으나 등숙기 이후의 유기물 감소로 다소 증가한 것이다. 이는 生育 진행에 따라서 土壤으로부터의 계속적인 吸收 蓄積으로 인하여 植物體內 總 Sr<sup>90</sup>의 吸收量은 증가하는 것을 보여준 그림2로서 입증된다. 이 결과는 Gulyakin과 Yudinseva<sup>2)</sup>가 數種의 拔작물을 이용하여 放射性核種에 대하여 沙耕, 水耕, pot栽培 試驗을 수행하여 조사한 결과와 일치하며, 放射性物質로 汚染된 土壤의 分析에 의해 Ni-

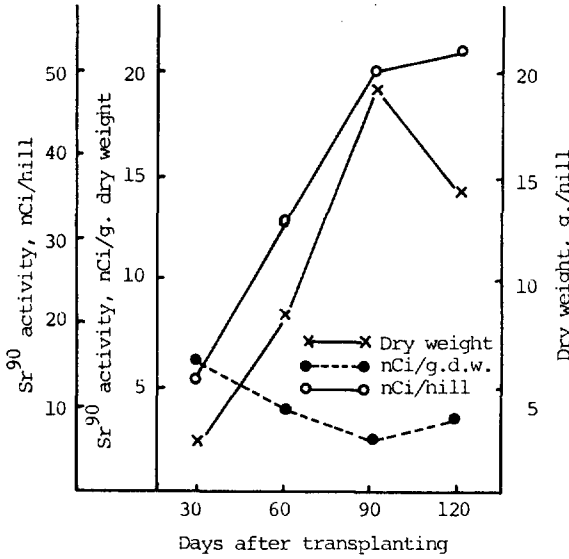


Fig. 2. Dry weight and uptake of Sr<sup>90</sup> by rice plant grown in soils treated with various lime and Sr<sup>90</sup> levels.

줄기에서 항상 높은 함량을 보였으나 이들 함량의 각부위별 분포는 다소의 차이를 보였다. 즉 Ca 함량은 잎이 가장 높은 값으로 全生育期間을 통해 70% 정도를 유지하였고 種實部位가 가장 낮은 값을 보였으나 生育이 진행됨에 따라 11%에서 16% 정도로 증가하였으나 반대로 줄기에서는 30%에서 15%로 감소하였다.

한편 Sr<sup>90</sup>의 함량도 잎에서 가장 높았으나 Ca와는 다르게 生育진행에 따라 68%에서 85% 정도로 그 함량이 증가하였으며 반대로 줄기에서는 32%에서 14%로, 種實에서는 4%에서 2%로 각각 감소하였고 또한 種實에서의 함량이 Ca에 비해 더욱 낮아 수확기 水稻體의 部位別 분포를 보면 Ca는 84%가 잎과 줄기에 분포되고 16%가 種實에 함유되어 있었으나 Sr<sup>90</sup>의 경우는 98%가 잎과 줄기에 분포하고 단지 2%만이 種實에 분포되어 Ca에 비하여 種實部位에 매우 낮은 분포 현상을 보여 水稻體 내에서 Sr<sup>90</sup>은 Ca보다 移行이 적어 잎과 줄기에 집적이 많고 Ca은 種實部位로의 移動이 Sr<sup>90</sup>에 비하여 다소 높은 것으로 생각되나 水稻體內에 吸收된 Sr<sup>90</sup>과

Table 1. Contents of Sr<sup>90</sup> and Ca in different parts of rice plant.

Days after transplanting	Parts of plant	Dry weight (g./hill)	Ca		Sr <sup>90</sup>		Sr <sup>90</sup> /Ca ratio	Index
			content (mg./hill)	distribution rate (%)	content (mg./hill)	distribution rate (%)		
30	holp plant	2.4	8.8	100	14,728	100	1,668	100
	Leaves	4.2	19.2	70.1	23,961	68.4	1,248	98
60	Stems	4.3	8.2	29.9	11,051	31.6	1,347	105
	Whole plant	8.5	27.4	100	35,012	100	1,278	100
90	Leaves	5.6	52.1	72.0	40,059	78.6	769	109
	Stems	4.7	12.2	61.9	8,756	17.2	717	102
	Rough grain	8.9	8.0	11.1	2,181	4.2	273	39
	Whole plant	19.2	72.3	100	50,996	100	705	100
120	Leaves	4.4	51.8	69.6	45,185	84.5	872	121
	Stems	3.6	10.8	14.5	7,202	13.5	667	93
	Hulled grain	5.0	7.5	10.0	405	0.8	54	8
	Chaff	1.3	4.4	5.9	654	1.2	149	21
	Rough grain	6.3	11.9	15.9	1,059	2.0	89	12
	Whole plant	14.3	74.4	100	53,446	100	718	100

shita 等<sup>6)</sup>과 Russell<sup>8)</sup>들도 이와 비슷한 결과를 보고 하였다. 表1은 水稻生育에 따른 水稻體 部位別 Ca과 Sr<sup>90</sup>의 함량을 조사한 것인데 Ca과 Sr<sup>90</sup> 공히 種實에 비해 잎과

Ca 함량간에는 고도의 유의성있는 正의 상관(r = +0.664\*\*)을 나타내는 것으로 보아 이 두성분에 대한 水稻의 選擇吸收는 없는 것으로 사료된다. Comar 等<sup>1)</sup>,

Menzel 과 Heald<sup>5)</sup> 및 Tensho<sup>9,10,11)</sup>의 研究報告에서도 역시 種實部에 비하여 淸과줄기에 Ca과 Sr<sup>90</sup>의 分포가 높아 이들이 食物체내에서의 이동이 어려움을 보여주고, Haghiri와 Sayre<sup>3)</sup> 및 Redisk와 Selders<sup>7)</sup>들도 食物 뿌리를 통한 이들 두 원소의 吸收分布에 대한 선택성은 없다고 본 실험과 일치되는 결과를 얻었다.

摘 要

核分裂 生成物中에서도 農業環境의 主要 汚染源中의 하나인 Sr<sup>90</sup>의 水稻 生育時期에 따른 吸收樣相과 水稻 體内 分포상황을 조사하고자 몇가지 畚土壤으로 pot 시험을 수행하였다. 全 水稻體中의 Sr<sup>90</sup>吸收量은 生育 초기부터 일정하게 증가하였으나 水稻의 건물중 (g) 당 Sr<sup>90</sup> 함량은 移秧後 90일까지는 生育이 경과함에 따라 오히려 감소하였으며 이후 등숙기에 다소 증가하였다. Ca과 Sr<sup>90</sup>의 水稻體内 含量은 모두 種實에 비하여 淸과 줄기에서 높았으며 生育에 따라 Ca은 줄기에서는 감소하고, 種實에서는 증가하였으나 Sr<sup>90</sup>은 淸에서는 增加하고 줄기와 種實에서는 감소하였다.

參 考 文 獻

1. Comar, C.I., Russell, R.S. and Wasserman, R.H. 1957. Strontium-calcium movement from soil to man. *Science*. 126(3279), 485-492.
2. Gulyakin, I.V. and Yudinseva, E.V. 1958. Uptake of strontium, cesium and some other fission products by plants and their accumulation in crops. *2.U.V. Inte. Conf. on the Peace. Uses. of Atom. Ener. A/Conf.* 15/02207 Proc. 18. 476-485

3. Haghiri, F. and Sayre, J.D. 1961. Sr<sup>90</sup> uptake by plants as influenced by soil types and liming. *Soil Sci. Soc. Proc.* 25. 120-123.
4. 林秀吉, 金在成, 李榮日, 1986. 畚土壤에서 水稻의 strontium-90 吸收와 水稻體内 分布. *韓國環境農學會誌* 5(1), 48-54.
5. Menzel, R.G. and Heald, W.R. 1955. Distribution of potassium, rubidium, cesium, calcium, and strontium within plants grown in nutrient solutions. *Soil Sci.* 80. 287-293.
6. Nishita, H., Romney, E.M. and Larson, K.H. 1961. Uptake of radioactive fission products by crop plants. *Agri. and Food Chem.* 9(2). 101-106.
7. Rediske, J.H. and Selders, A.A. 1953. The absorption and translocation of strontium by plants. *Plant Physiol.* 28. 594-605.
8. Russell, R.S. 1958. Deposition of strontium-90 and its content in vegetation and in human diet in the United Kingdom. *Nature.* 182. 834-839.
9. Tensho, K., Yeh, K. and Mitsui, S. 1959. The uptake of Sr<sup>90</sup> and Ca by lowland and upland rice from soil and their distribution in the plants. *J. Sci. Soil Manure, Japan.* 30. 83-89.
10. Tensho, K., Yeh, K. and Mitsui, S. 1959. The uptake of strontium-90 and calcium by lowland and upland rice from soil and their distribution in the plants. *Soil and Plant Food.* 5(1). 1-9
11. Tensho, K., Yeh, K. and Mitsui, S. 1961. The uptake of Sr<sup>90</sup> and Cs<sup>134</sup> by wheat and broad bean from soil and their distribution in the plant. *J. Sci. Soil Manure, Japan.* 32. 111-114.