

## 窒素와 磷酸施用에 따른 무우 및 배추의 $^{90}\text{Sr}$ 吸收 影響

金在成\*, 李榮日\*, 李相宰\*, 林秀吉\*\*

### Influence of application of nitrogen and phosphorus on the uptake of $^{90}\text{Sr}$ by raddish and chinese cabbage

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

#### Abstract

The influence of phosphorus and nitrogen application on the uptake of radioactive strontium by chinese cabbage and raddish was studied in pot experiments. The dry matter yield of chinese cabbage and raddish increased with the application of phosphorus and nitrogen. High yield of raddish was obtained by the additions of nitrate while chinese cabbage was obtained by the ammonium. The content of potassium in the vegetables was enhanced by the application of phosphorus, and the calcium content increased with the application of nitrogen. The content of  $^{90}\text{Sr}$  was higher in the raddish than in the chinese cabbage while the  $^{90}\text{Sr}$  activity in the dry matter of vegetables decreased considerably with the application of phosphorus and nitrogen fertilizer. This indicates that the suppression of uptake was more effective with the application of nitrate than with ammonium.

#### 序 論

原子力發電所 또는 核周期施設로부터 방출될 수도 있는 放射性 物質에 의한 農耕地 土壤의 汚染 가능성은 배제할 수 없을 것이며 특히 이들 시설에서 방출되는 半減기가 긴 核種들은 식물의 有效成分과 유사한 요소들이 많아 土壤에 존재하면서 植物 生育中에 養分으로 吸收 이용되기도 하므로 이들 放射性物質의 植物吸收에 미치는 여러 영향인자들에

대한 정보가 필요한 시점이다. 특히  $^{90}\text{Sr}$ 은 核分裂 受率이 높고, 作物 吸收率도 높아서 人體에 매우 위험한 核種으로 알려져 있다. 본 연구는 菜蔬類 中에서도 국내 소비량이 매우 높은 무우와 배추를  $^{90}\text{Sr}$ 으로 汚染된 土壤에 재배하면서 窒素와 磷酸施肥에 따른 吸收樣相을 조사하여 그 결과를 보고하는 바이다.

\* 韓國原子力研究所 放射線遺傳工學研究室

\* Korea Atomic Energy Research Institute, P.O. Box 7, Cheong Ryang, Seoul, 130-650

\*\* 高麗大學校 農科大學 農化學科

\*\* College of Agriculture, Korea University, Seoul, 136-701

### 材料 및 方法

무우 및 배추에 대한 <sup>90</sup>Sr 吸收 實驗을 위한 供試土壤은 表 1에서와 같이 有效磷酸이 12ppm으로

Table 1. Characteristics of soil used in the experiment of <sup>90</sup>Sr treatment

pH (1:5)	T-N (%)	OM (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	CEC (m. e/100g)	Ex-cation(m. e/100g)				Texture
					Ca	Mg	K	Na	
5.4	0.11	1.5	12	9.9	3.45	1.24	0.55	0.4	SiCl

매우 낮은 微沙質壤土로써 무담체의 strontium chloride (SrCl<sub>2</sub> in 0.5M-HCl, S. A=10.889mCi, 0.9183ml/vial을 10ml로 희석하여 사용함)로 土壤 10kg당 <sup>90</sup>Sr을 10<sup>4</sup>ci씩 처리하여 韓國原子力研究所 試驗農場에서 보관중인 100kg을 모래가 적당량 혼합된 腐植土 100kg과 잘 혼합하여 pot에 8kg씩 담아서 사용하였다. 施肥는 질소형태에 따른 영향을 보기 위하여 NaNO<sub>3</sub>와 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 각각 10kg/10a와 20kg/10a씩 2수준을, 磷酸은 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 20kg/10a을 Ca-PhO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O로 施用區와 無施用區로 처리하였고, 염화加里 10kg/10a와 붕사 2kg/10a을 다른처리 비료와 함께 土壤과 잘 혼합하여 전체 pot에 全量 基肥로 施用하였다. 菜蔬種子 파종은 1990년 8월 5일에 한농 알타리무우와 반결구배추인 한농 서울배추를 pot당 10粒씩 파종하여 2週정도 지난후 苗質이 유사한 것 3개씩 선정하여 pot에 남겨 재배하였고 파종 40일후 地上部와 地下部를 모두 합쳐서 수확하여 生體重을 조사하고 70°C의 熱風乾燥器에서 3일간 건조하여 乾物重을 測定하였다. 放射能 試料調製法<sup>1)</sup>에 의거 조제한 試料를 GM counter로 <sup>90</sup>Sr 放射能을 測定하였으며 Ca, Mg, K은 放射化分析法에 의거 定量하였다.

### 結果 및 考察

窒素와 磷酸質肥料 施肥에 따른 收量은 무우와 배추의 生育이 不良하여 뿌리와 잎을 分離하지 않고 生體重을 조사하였다. 表 2에서 보듯이 알타리무우 收量은 질산태 질소나 암모늄태질소 모두 10kg/10a 수준이 20kg/10a 수준보다 높았고, 암모늄태 보다는 질산태질소가 무우의 더많은 增收를 가져왔다. 질소

施肥量 增加에 따라 Ca 吸收가 증가되었으며 질산태 窒素가 암모늄태 窒素에 비해 무우중의 Ca와 Mg 함량을 높게 하였으며 磷酸施肥는 무우 收量과 무우중 K 함량을 증가시켰으나 Ca과 Mg함량에는 별 차이가 없었다.

表 3에서 보듯이 배추에서는 알타리무우와 마찬가지로 磷酸施肥가 收量을 증가시켰으나 질소 施肥量의 증가에 따라서는 收量이 감소하였고 무우와는 반대로 질산태보다 암모늄태에서 收量이 높았다. 施肥에 따른 배추의 養分吸收에서는 磷酸施肥가 K 함량을 높게하였고 질소 施肥에 따라 Ca 吸收도 증가경향을 보였으며 질산태질소 施肥區에서 Ca과 K의 吸收量이 높았다. Andersen<sup>2)</sup>과 吳等<sup>3)</sup>에 따르면 발작물과 배추의 收量이 질소, 磷酸과 正의 相關 관계에 있다고 하였는데 본 실험에서는 磷酸效果는 인정되나 질소 施肥에 따라서는 다소 감소경향을 보였는데 이는 pot 재배한 菜蔬類의 生育不良에 기인된 것으로 생각된다. 한편 Andersen<sup>2)</sup>은 질소 施肥에 따라서 Ca 吸收가 증가되며 Jackson과 Williams<sup>4)</sup>도 nitrate가 1가와 2가 陽 ion의 吸收를 촉진시킨다고 하였는데 본 실험에서도 Ca, Mg, K 등의 吸收에 대해 질소와 질산태질소의 비슷한 효과가 인정되었다. 알타리무우중 <sup>90</sup>Sr 吸收量은 무처리구에 비하여 施肥區 모두에서 감소효과가 있었으며 磷酸施肥는 약 15% 吸收抑制 효과를 보였고 질소 施肥는 질소형태에 상관없이 施肥量의 증가에 따라서 <sup>90</sup>Sr 吸收는 감소되었으며 암모늄태 보다는 질산태에서 吸收抑制 효과가 더 있었다(表 2).

배추에서의 <sup>90</sup>Sr 吸收量도 表 3에서 보듯이 無肥區에 비하여 施肥區에서 낮았으며 질소형태와 磷酸施肥에 따른 영향은 무우에서와 비슷한 경향이

Table 2. Yield and chemical composition of raddish according to application of P and N fertilizer

Treatment (kg/10a)		Fresh wt. (g/ea)	Ca	Mg	K	<sup>90</sup> Sr concentration (pCi/g. dry matter)	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N						
Control		3.4	3.5	1.2	5.9	1090±21.5	
0	NaNO <sub>3</sub>	10	8.5	5.6	2.5	9.1	997±18.9
		20	6.8	7.9	2.1	8.1	622±14.8
	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10	7.6	3.6	1.0	6.0	1082±19.3
		20	7.3	4.2	2.5	9.9	986±18.5
20	NaNO <sub>3</sub>	10	11.2	3.6	2.4	12.3	856±20.9
		20	10.0	9.0	2.6	9.5	589±17.5
	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10	9.3	2.2	2.8	6.9	978±18.4
		20	7.2	5.5	1.0	14.4	758±19.8

Table 3. Yield and chemical composition of chinese cabbage according to application of P and N fertilizer

Treatment (kg/10a)		Fresh wt. (g/ea)	Ca	Mg	K	<sup>90</sup> Sr concentration (pCi/g. dry matter)	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N						
Control		4.2	2.4	2.7	13.3	830±19.8	
0	NaNO <sub>3</sub>	10	9.4	3.8	2.2	10.5	707±15.8
		20	7.9	4.5	1.2	17.3	534±14.8
	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10	15.5	2.7	3.4	5.3	741±16.1
		20	8.8	6.2	2.5	6.2	592±14.5
20	NaNO <sub>3</sub>	10	11.6	6.4	3.3	9.3	517±13.6
		20	10.7	4.8	2.7	21.1	445±12.7
	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10	12.6	2.6	2.6	11.4	662±16.3
		20	13.3	4.0	2.0	11.4	514±14.7

였으나 <sup>90</sup>Sr 흡수농도와 Ca 함량은 무우에서 보다 낮은 수준이었다. 조사된 施肥條件에서 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 20kg/10a에 NaNO<sub>3</sub> 20kg/10a 첨가한 배추구에서 <sup>90</sup>Sr 吸收量이 최저였고, 磷酸無處理區에 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10kg/10a의 무우구에서 최고 吸收量을 보였다(그림 1). Fredrikson 等<sup>5)</sup>도 무우, 배추, 시금치 등에서 Ca 함량이 증가할수록 <sup>90</sup>Sr 함량은 감소한다고 하였고 배추에 비해서 무우가 상당히 높은 함량을 보였으며 Romney 等<sup>6)</sup>도 비슷한 결과를 보고하였다. 또한 Andersen<sup>2)</sup>과 Gulyakin과 Yudinseva<sup>7)</sup>는 질소와 磷酸의 單獨 또는 混合施肥는 발작물의 <sup>90</sup>Sr 吸收를 크게

감소시킨다고 보고하였는데 본 실험에서도 같은 결과를 얻었으며, 암모늄태 施肥보다 질산태 施肥에서 <sup>90</sup>Sr 吸收抑制 효과가 더욱 있었는데 Jackson 等<sup>8)</sup>과 天正 等<sup>9)</sup>도 nitrate 처리에 비해 ammonium 처리에 의해 밀의 <sup>90</sup>Sr 吸收量이 증가하였으나 nitrate는 뿌리에 의해 吸收된 <sup>90</sup>Sr을 잎과 줄기로의 轉移를 촉진한다고 하였고 Minotti 등<sup>10)</sup>의 水耕栽培한 밀 줄기에서의 <sup>90</sup>Sr 吸收抑制는 NO<sub>3</sub>보다 NH<sub>4</sub>가 더욱 컸었다는 보고도 있었는데 이로 미루어 ammonium은 뿌리吸收를 높게하나 줄기로의 轉移率은 낮고 nitrate는 뿌리 吸收는 낮으나 줄기로의 轉移

률이 매우 높은 것으로 사료되나 地上部 식물에 의한 질소원별 吸收경향을 더욱 조사할 필요가 있겠다.

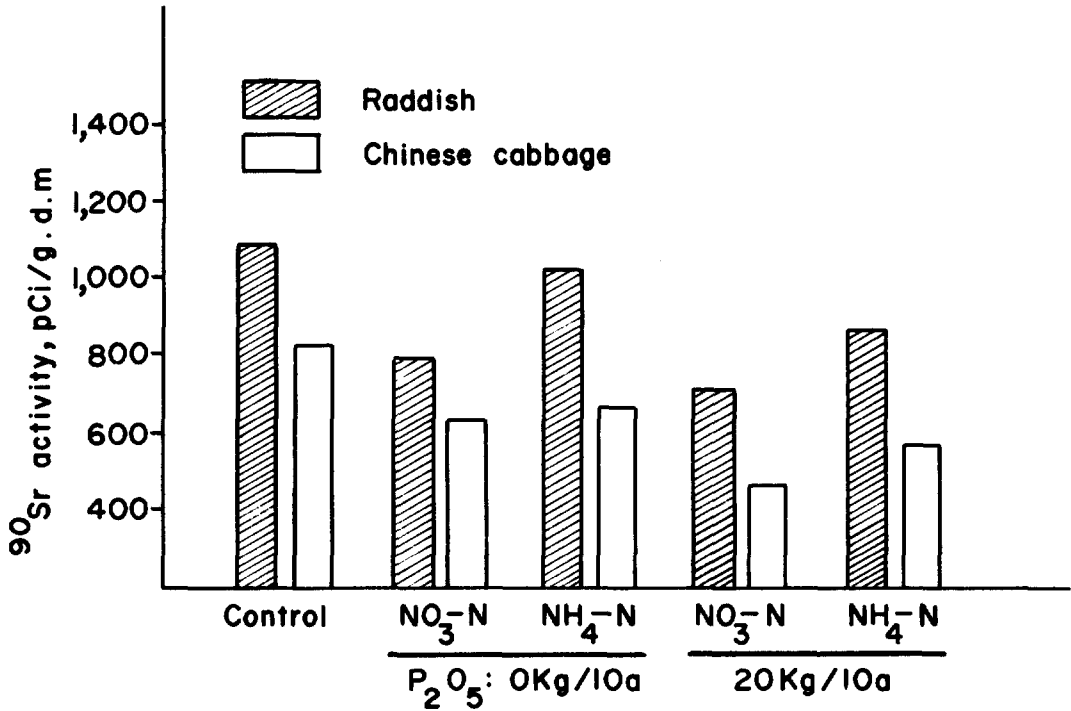


Fig. 1 Influence of fertilization on the uptake of <sup>90</sup>Sr by the chinese cabbage and raddaish grown in a pot experiment

要 約

放射性 物質을 汚染시킨 土壤에 무우와 배추를 pot 재배하면서 질소와 磷酸施肥에 따른 <sup>90</sup>Sr 吸收樣相을 조사하였다. 질소와 磷酸施肥는 무우와 배추의 收量增收 효과가 있었으며 무우는 질산태질소가, 배추는 암모니아태질소가 더욱 효과적이었고 磷酸施肥는 식물체의 K 함량을, 질소 施肥는 Ca 함량을 증가시켰다. 또한 배추에 비해 무우가 <sup>90</sup>Sr 吸收量이 높았고 질소와 磷酸施肥는 <sup>90</sup>Sr 吸收抑

制 효과가 있었으며 암모니아태 질소보다는 질산태 질소가 더욱 効果的이었다.

參考文獻

1. 山懸 等(1967) : 環境放射能 測定法, 公立全書
2. Andersen, A. J. (1970) : Influence of phosphorus and nitrogen nutrition on uptake and distribution of strontium and calcium in oat plants. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 35, 108.
3. 吳旺根, 金聲培, 姜安錫 (1984) : 질소 및 가리의 施用이 배추의 收量과 土壤化學的 性質에

- 미치는 영향, 韓國土壤肥料學會誌 17(3), 253.
4. Jackson, W. A. and Williams, D. C. (1968) : Nitrate stimulated uptake and transport of strontium and other cations. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 32, 698.
  5. Fredriksson, L., Erisson, B. and Rasmuson, B. (1958) : Studies on soil-plant-animal inter-relationship with respect to fission products, 2, U.V. inter. conf. on the peac. uses of atonic ener. a/conf. 15/p/2207 proc., 18, 449.
  6. Romney, E. M., Neel, J. W., Nishita, H. and Olafson, J. H. (1957) : Plant uptake of  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{91}\text{Y}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{144}\text{Ce}$  from soils. *Soil Science*, 83, 369.
  7. Gulyakin, I. V. and Yudintseva, E. V. (1958) : Uptake of strontium, cesium, and some other fission products by plants and their accumulation in crops. 2, U. V. inter. conf. on the peac. uses of atomic ener. a/conf. 15/p/2207 proc., 18, 476.
  8. Jackson, W. A., Williams, D. C. and Minotti, P. L. (1968) : Some consequences of nitrogen nutrition on uptake and transport of strontium and cesium. *Soil Science*, 106(5), 381.
  9. Tensho, K., Yeh, K. and Mitsui, S. (1961) : The uptake of  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$  by wheat and broad bean from soil and their distribution in the plant. *J. Sci. Soil. Manure, Japan*, 32(3), 111.
  10. Minotti, P. L., Williams, D. C. and Jackson, W. A. (1965) : High cesium uptake in wheat seedlings cultured with ammonium. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 29, 220.