

1. 基本情報

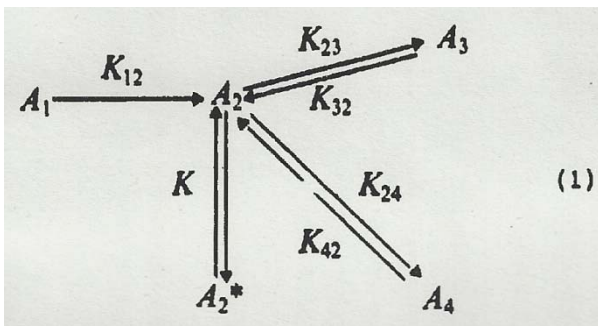
区分	農地	担当者名	井上隆信
タイトル (英文)	Influence of agricultural countermeasures on the ratio of different chemical forms of radionuclides in soil and soil solution.		
タイトル (和文)	土壌と土壌溶液中における形態の異なる放射性物質に対する農地対策の影響		
キーワード	Chernobyl; strontium-90; caesium-137; speciation; transformation; countermeasures		
著者	Konoplev A.V.;Viktorova N.V.;Virchenko E.P.; Popov V.E.;Bulgakov A.A.; Desmet. G.M.		
文献	Science of the Total Environment, 137, p. 147-162, 1993		

(1) 対象地域

調査はチェルノブイリ原発から 30 km 以内にある様々な土壌を対象に行われた。

(2) 重要な図表

放射性物質の形態変化の基本的なプロセスは (1) に示されている。



ここで、 A_1 は核分裂によって生成される燃料粒子の中に含まれている放射性物質、 A_2 は土壌溶液中の陽イオン態の放射性物質、 A_2^* はイオン交換によって土壌に吸着された陽イオン、 A_3 は非交換性で強く土壌に結合する形態の放射性物質、 A_4 は放射性物質の可溶性錯化合物、 K は非交換性平衡定数、 K_{ij} は形態変化のプロセスに対応した速度定数である。

土壌から植物へ移行される放射性物質は、しばしば濃度と移行係数 (4、5、6) によって示される。

$$CF = \frac{R_i \text{ in plants (Bq kg}^{-1} \text{ dry wt)}}{R_i \text{ concentration in soil (Bq kg}^{-1} \text{ dry wt)}} \quad (4)$$

$$TF = \frac{R_i \text{ in plants (Bq kg}^{-1} \text{ dry wt)}}{R_i \text{ deposition in soil (Bq m}^{-2})} \quad (5)$$

$$TF_s = \frac{R_i \text{ in plants (Bq m}^{-2})}{R_i \text{ deposition in soil (Bq m}^{-2})} \quad (6)$$

Table 4 には、チェルノブイリ原発から 10 km 以内の Benevka における植物への ^{137}Cs と ^{90}Sr の移行係数が示されている。CF_{ss} は土壤溶液に対する植物の放射性物質の濃度である。TF と CF は ^{137}Cs より ^{90}Sr で大きかった。これは、 ^{90}Sr の土壤溶液中への移動性が高いことによる。同時に、 ^{137}Cs と ^{90}Sr の CF_{ss} に違いは見られなかった。1988 年までは植物中の蓄積に放射性物質の違いは見られなかったことから、事故から 1988 年までは大気からの放射性降下物が植物における蓄積に寄与していると示唆された。時間の経過に伴って、燃料粒子から交換態への変化が予測され、その結果、植物の根による ^{90}Sr の吸収が増加すると考えられるが、この影響を大気からの放射性降下物の寄与と区別することは難しい。 ^{137}Cs は土壤の粘土鉱物に急速に固定されるため、時間の経過に伴って移行係数が増加することは予測されない。

TABLE 4

Transfer parameters for ^{137}Cs and ^{90}Sr from soil to natural grass for geomorphological profile 'Benevka', in June 1990, 7 km from the Chernobyl NPP, soil type: alluvial

Transfer parameter	Site No.					
	108	109	110	111	113	114
^{137}Cs						
Deposition Bq m^{-2} ($\times 10^6$)	1.64	1.15	1.66	1.54	1.24	1.0
CF, $\frac{\text{Bq kg}^{-1}}{\text{Bq kg}^{-1}}$	0.08	0.11	0.002	0.03	0.24	0.037
TF, $\frac{\text{Bq kg}^{-1}}{\text{Bq m}^{-2}} \times 10^3$	1.3	7.5	0.15	1.7	10	1.0
TF, $\frac{\text{Bq m}^{-2}}{\text{MBq m}^{-2}}$	38	1840	14.5	150	1483	170
CS _{ss} , $\frac{\text{Bq kg}^{-1}}{\text{Bq l}^{-1}}$	583	154	4.3	55	418	123
^{90}Sr						
Deposition Bq m^{-2} ($\times 10^6$)	1.2	0.63	1.25	1.13	1.0	0.64
CF, $\frac{\text{Bq kg}^{-1}}{\text{Bq kg}^{-1}}$	7.4	0.24	0.16	0.38	0.41	0.15
TF, $\frac{\text{Bq kg}^{-1}}{\text{Bq m}^{-2}} \times 10^3$	86	13	10	17	18.5	5.1
TF, $\frac{\text{Bq m}^{-2}}{\text{MBq m}^{-2}}$	2548	3174	942	1520	2740	900
CF _{ss} , $\frac{\text{Bq kg}^{-1}}{\text{Bq l}^{-1}}$	864	9.9	6.9	13.2	9.3	257

Table 6 には土壤や土壤溶液中の放射性物質の割合と土壤から植物への移行係数に対する農芸化学的な対策の影響が要約されている。

TABLE 6

The effects of agrochemical countermeasures on the ratio of radionuclide chemical forms in the soil and soil solution and soil-plant transfer

Countermeasure	Effectiveness	Positive effect	Negative effect
1 Reploughing, loosening; for ⁹⁰ Sr (Kyshtym)	2-7	Increase in sorption capacity Decrease in radionuclide conc in the root layer	Disintegration of fuel particles, transfer into exchangeable form
2 Application of zeolites and clay minerals; for ¹³⁷ Cs (Chernobyl)	2.0-2.5	Increase in soil sorption capacity, shifting sorption equilibrium toward the sorbed state Radionuclide transfer from water-soluble and exchangeable forms into inexchangeable (fixation)	
3 Lime application (Chernobyl, Kyshtym)	2-10	pH increase, shifting sorption equilibrium towards the sorbed state Increase of Ca concn in the soil solution - reduction in ⁹⁰ Sr transfer	Increase in ⁹⁰ Sr exchangeable desorption
4 Application of potassic fertilizers; for ¹³⁷ Cs	3.0-3.5	Increase in K competitiveness in ¹³⁷ Cs transfer from the soil soln into plant	Increase in desorption of exchangeable forms of radionuclides
5 Application of phosphorus Fertilizers, sulphates and silicates; for ⁹⁰ Sr (Kyshtym)	2-10	Cosedimentation of ⁹⁰ Sr in the form of insoluble compounds Decrease of radionuclide desorption due to reduction in soln concentrations of macroions	

2. 提言につながる情報

(1) モニタリングへの活用

該当なし。

(2) 流出挙動・経路

すべての農芸化学的対策は土壌溶液における放射性物質の濃度を減少させるか、植物への移行に対して競合するイオンの濃度を増加させることで土壌溶液中の放射性物質の相対的な割合を減少させる。最終的な影響は、肯定的影響と否定的影響の割合に依存する。否定的影響がない対策も見られるが、チェルノブイリ原発事故で最も深刻な影響を受けた地域で最も効果的であった対策は、石灰とカリウムを含んだ肥料の使用であった。

(3) 除染の際の留意点

該当なし。

(4) 担当者のコメント

土壌中での放射性物質の形態を考慮して移行係数を求める必要性が示唆されている。すべての土壌で有効であるかは不明だが、土壌から植物への移行を実際に減少させた最も効果的な対策について述べられている点で有用である。