

「農作物への移行係数」とは？

回答

今後、食品安全の観点から、土壌に含まれる放射性物質が根から農作物に吸収されることに注目する必要があります。また、自治体や生産者が**農作物の作付けや収穫物の検査の要否を検討する際の参考として、移行係数の情報が有用です。**

国内外の科学文献を調査し、それらに記載されているデータに基づいてセシウム137の土壌から農作物への移行係数を取りまとめました。気候が日本の気候に近い地域で実施された圃場試験のデータに基づいて、野菜類17品目と果実類4品目について、セシウム137の土壌から農作物への移行係数の最小値、最大値、平均値を取りまとめました。最小値と最大値とが大きく異なる場合が多いため、平均値としては幾何平均値(データがn個あるとき、データ値の積のn累乗根)を用いました(メロン、ブドウを除く)。

芋類を除く野菜類と果実類における移行係数の最大値は0.1未満、幾何平均値は0.05未満でした。

芋類の移行係数の最大値は0.36と他の野菜より大きい値を示しましたが、幾何平均値は0.05未満であり他の野菜類と同程度でした。

キャベツとジャガイモについては、データが50程度存在したため、米の場合と同様の方法で指標値を算出したところ、キャベツで0.0078、ジャガイモで0.067でした。

本解析においては、次の式のように定義。

$$\text{移行係数} = \frac{\text{農作物中のセシウム137濃度(生鮮※、Bq/kg)}}{\text{土壌中のセシウム137濃度(乾土、Bq/kg)}}$$

※ 科学論文に、「乾燥重当たり」の農作物中の放射性セシウム137濃度が記載されていた場合には、国際原子力機関の報告書と「食品成分データベース(日本食品標準成分表2010)」の水分比を用いて「生鮮重当たり」の濃度に換算。

1 野菜類

分類名	農作物名	科名	移行係数		備考
			幾何平均値	範囲 (最小値-最大値)	
葉菜類	ホウレンソウ	アカザ科	0.00054	—	1論文に記載された幾何平均値を転記
	カラシナ	アブラナ科	0.039	—	2論文から得られた2個のデータから算出
	キャベツ		0.00092	0.000072—0.076 [指標値：0.0078]	5論文から得られた58個のデータから算出
	ハクサイ		0.0027	0.00086—0.0074	2論文から得られた5個のデータから算出
	レタス	キク科	0.0067	0.0015—0.021	2論文から得られた14個のデータから算出
果菜類	カボチャ	ウリ科	—	0.0038—0.023	1論文から得られた4個のデータから算出
	キュウリ		0.0068	—	1論文に記載された1個のデータを転記
	メロン		0.00041*	—	1論文に記載された算術平均値を転記
	トマト	ナス科	0.00070	0.00011—0.0017	3論文から得られた8個のデータから算出
果実的野菜	イチゴ	バラ科	0.0015	0.00050—0.0034	1論文から得られた7個のデータから算出
マメ類	ソラマメ	マメ科	0.012	—	1論文に記載された幾何平均値を転記
鱗茎類	タマネギ	ユリ科	0.00043	0.000030—0.0020	2論文から得られた13個のデータから算出
	ネギ		0.0023	0.0017—0.0031	1論文に記載された各値を転記
根菜類	ダイコン	アブラナ科	—	0.00080—0.0011	2論文から得られた2個のデータを転記
	ニンジン	セリ科	0.0037	0.0013—0.014	2論文から得られた13個のデータから算出
	ジャガイモ	ナス科	0.011	0.00047—0.13 [指標値：0.067]	6論文から得られた49個のデータから算出
	サツマイモ	ヒルガオ科	0.033	0.0020—0.36	3論文から得られた14個のデータから算出

* 算術平均値

(参考) 加工用野菜

分類名	農作物名	科名	移行係数		備考
			幾何平均値	範囲 (最小値-最大値)	
根菜類	テンサイ	アカザ科	0.047	0.0060-0.15	1論文から得られた24個のデータから算出

2 果実類

分類名	農作物名	科名	移行係数		備考
			幾何平均値	範囲 (最小値-最大値)	
樹木類	りんご	バラ科	0.0010	0.00040-0.0030	1論文から得られた16個のデータから算出
	ぶどう	ブドウ科	0.00079*	—	1論文に記載された算術平均値を転記
低木類	ブラックカラント	スグリ科	0.0032	0.0021-0.0052	1論文から得られた8個のデータから算出
	グースベリー		0.0010	0.00060-0.0014	1論文から得られた9個のデータから算出

* 算術平均値

農林水産省は、より実態を反映した移行係数を得るため、自治体や試験研究機関と連携し、新たに作付けされる農作物の収穫時における放射性セシウムの分析結果と栽培土壤中の放射性セシウム濃度の比較や栽培試験を実施するなど、農地土壤中の放射性セシウムの実態や移行の程度に関するデータを収集・解析してまいります。

土壤から白米への移行係数(白米 1 kg 当たりの放射能濃度/土壤 1 kg 当たりの放射能濃度の比)は 0.00021~0.012 で、土壤中の K 濃度が高いほど Cs-137 の作物への移行が少ない傾向にあるとの報告もある。施用資材によっても移行係数は変化し、通常の NPK 三要素を施肥した場合に比べ K 肥料を無施用で高くなり、堆肥施用で減少するとの報告がある。

Cs-137 と K はイネ体内では比較的類似した挙動を示す。作物に吸収された Cs 総量のうち玄米に移行した割合は 12~20%である。糠部分で白米より高い濃度にあることが知られており、白米の Cs-137 濃度は玄米に比べ 30~50%程度低い。

可食部への Cs の移行が少ない場合であっても、稲ワラ等の非可食部の処理をどうするかは重要な問題である。例えば、イネの場合、白米とそれ以外の部位の Cs 存在比率は 7 : 93 との報告がある。非可食部の家畜への給与、堆肥化、鋤込み、焼却等の処理により再び放射性 Cs が食物連鎖を通じて畜産品に移行し、あるいは農地に還元される等の可能性がある。第一義的には放射性 Cs の吸収抑制対策の確立が重要であるが、非可食部の処理についても考えておく必要がある。

解説

土壌中の放射性セシウムは、チェルノブイル原発事故の経験によると、地上から **5cm 以内の土壌に保持**される。

チェルノブイル原発事故の経験から、土壌汚染に関し以下が報告されている。

- 土壌に沈着したCsやSrは多くの場合難溶性で、雨水に溶け出にくく、流失しにくい（土の性質、沈着時の状態、雨量、地形などに依存）
- その結果、**16年後でもこれらの核種の大部分が10cmの表層部に残存**
- 耕作土中のCs137の実効半減期は10～25年
- **土壌修復は、表土回収除去、鋤き込みなど**
- 農作物への放射性核種移行抑制策：
 - **Cs134/137に対してはカリ肥料**，Sr90に対しては石灰の施肥が有効
- 肉牛の汚染低減策
 - **Cs摂取抑制剤投与、屠殺前約10週間のクリーンフィード**など
- 長期間にわたり農作物の生産制限や出荷管理は不可欠

また、森林の汚染に関しては、チェルノブイル原発事故の経験から以下が報告されている。注意が必要である。

- 「フィルター効果」により、**森林は一般的に農耕地よりも放射性核種の沈着が多い**
- 高汚染の場合は伐採処分など
- 汚染核種はキノコやコケによく吸収される
- 汚染の程度によっては入山制限，狩猟禁止などの措置

土壌中のセシウム-137 による空間線量率の増加は、次式で評価できることがチェルノブイル原発事故の経験から得られている。

$$\text{空間線量率}(\mu\text{Sv/h}) = (1/282) \times \text{土壌汚染濃度}(\text{kBq/m}^2)$$

また、上記移行計算に必要な土壌中のセシウム-137 濃度は、土壌の物性により異なるが、大まかだが次式で評価できる。

$$\text{土壌中セシウム 137 濃度}(\text{kBq/kg}) = (1/65) \times \text{土壌汚染濃度}(\text{kBq/m}^2)$$

ここで、土壌汚染濃度は、深さ 5cm の乾燥土壌中に分布し、土壌の乾燥密度を 1.3g/cm³ とした。土壌の乾燥密度は、土質により 1.1～1.6 と報告されている。

引用元

・農林水産省；農地土壌中の放射性セシウムの野菜類と果実類への移行について

<http://www.maff.go.jp/j/press/syouan/nouan/110527.html>

移行係数 <http://www.maff.go.jp/j/press/syouan/nouan/pdf/110527-01.pdf>

・日本土壌肥料学会；放射性核種（セシウム）の土壌—作物（特に水稻）系での動きに関する基礎的知見 <http://jssspn.jp/info/nuclear/post-15.html>

・第16回原子力委員会定例会議資料；土壌汚染問題とその対応

<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryoy2011/siryoy16/siryoy2.pdf>

・土壌の乾燥密度 <http://www.water.sannet.ne.jp/qualityaotomato/soilscience.html>