

# 生産者の被ばくからみた放射性物質汚染対策の課題

菅家文左衛門

キーワード 放射性物質汚染, 生産者, 農地, 空間線量, 被ばく

## はじめに

放射性物質汚染対策は国民（当然世界中の人々も含む）の放射線被ばくの回避または軽減であり、その恩恵は国民に平等に与えられなければならない。国として、その対策目標値を内外被ばく付加線量それぞれ年間1 mSv以下にするとした。そうすると、国は、被ばくに関する適切な情報を国民に提供し、国内のみならず、我が国の国際的な立場からして、海外からも評価されうる速やかな対策を実施しなければならない。

汚染対策は、全国民を対象とした、主に農産物由来の内部被ばく対策と、それに加え汚染地域に暮らす人々そしてそこに足を運ぶ人々への外部被ばく対策である。原発事故から3年になり、内部被ばく対策は確実に進んでいるが、残念ながら、外部被ばくへの関心が十分だったとは思えない。ここでは、生産者、引いては汚染地域に暮らす人々の被ばくに視点を置き、これまでの対策を振り返ってみたい。

## 1. 内部被ばく対策は？

国は、内部被ばく対策として、食料等のセシウム含有量の規制を行い、モニタリング、流通管理を強化した。そして、この特集でも述べられているように、多くの学会関係者も参加して、環境中のセシウムの動態並びに農産物への移行等に関する調査、研究がなされ、農産物への移行抑制技術が提供された。その結果、一部の地域の野生きのこ等を除けば、農産物のほとんどでセシウムの含有量は基準値を大きく下回っており、現在流通している農産物や食料由来の内部被ばくの懸念はほとんど無くなったと言えよう。

厚生労働省によれば、食料由来の内部被ばくに関する放射線量は、セシウム由来88%、その他12%である。この比率は一定として、現在の食料由来の内部被ばく線量を求めてみる。文部科学省の調査、福島県飯舘村内40地点の平均値、平成23年3月28日基準のセシウム134と137の比率である47.6:52.4を用いると、減衰による減

少で現在の全セシウム10,000 Bqには、134が2,620 Bq、137が7,380 Bq存在することになるので、内部被ばく相当線量は表1の換算係数から0.146 mSvになり、1 mSv相当では60,000 Bq余り(0.88 ÷ 0.146)、一日当たり約165 Bqになる。

コープ福島の陰膳方式（それぞれの調査対象の家庭において家族と同じ食膳を分析用に一人分用意する）による食卓のセシウム調査では、調査対象の約9割の家庭で福島県産の食材を利用していたが、ほとんどが検出限界1 Bq kg<sup>-1</sup>以下であり、一部検出された分に加え、毎日1 Bqのセシウムを摂取したとしても、その量は年間600 Bqに達しないと推定される。このことから、内部被ばくはその目標値の百分の一以下にまで抑制されていると言えよう。

## 2. 外部被ばく対策について

空間線量で、地上1 mの一時間当たり0.23 μSvが、年間被ばく線量1 mSvに相当すると言われている。バックグラウンド0.04 μSv、屋内線量が屋外の40%とし、屋外8時間、屋内16時間滞在の条件で算出される。しかし、事故後の福島県での現地調査によれば、屋内の線量が屋外の40%以下になっていたのは約10%の家屋で、屋内の方が高い例もあり（日本原子力研究開発機構, 2012）、時間当たり0.23 μSv以下でも、年間1 mSvを越える場所は少なくないと考えられる。

外部被ばくの軽減には、いわゆる除染が有効で、各地で進行中ではあるが、1 mSvの達成は長期目標とされ、いまだに達成時期が明確にされていないばかりでなく、除染終了後も1 mSvを越える地域も少なくない。

## 3. 内外被ばく線量の比較

実効線量で表示された場合には、人間に及ぼす影響は内外被ばくとも同じと言われている。内部被ばくは、預託線量で示されているので、必ずしも60,000 Bqの摂取量で年

表1 セシウムとカリの半減期と内外被ばく換算値

核種	半減期 (年)	内部被ばく換算値*	外部被ばく換算値**
セシウム 134	2.06	$0.19 \times 10^{-4}$	$5.4 \times 10^{-6}$
セシウム 137	30.1	$0.13 \times 10^{-4}$	$2.1 \times 10^{-6}$
カリ 40	12.48 億	$0.06 \times 10^{-4}$	$5.2 \times 10^{-7}$

\* mSv Bq<sup>-1</sup> (IAEA-TECDOC-1162より換算)

\*\* (mSv h<sup>-1</sup>) / (kBq m<sup>-2</sup>) (IAEA-TECDOC-1162)

Bunzaemon KANKE: The problem of the countermeasure for the exposed dose in the area contaminated by radionuclides

福島県飯舘村までいな除染会議委員長 (960-1301 福島市飯野町字後川 飯舘村役場 飯野出張所)

日本土壌肥科学雑誌 第85巻 第2号 p.141~143 (2014)

間1mSv被ばくするわけではないが、便宜上、1mSvとした。また、空間線量と外部被ばく実効線量との関係は、評価方法によって異なるが（日本原子力学会放射線工学会、2012）、ここでは、換算率を0.7にした。

そうすると、現在、空間線量が0.23 μSvh<sup>-1</sup>の場所に住んでいる人は、食料から一日当たり、約115 Bq (60,000 ÷ 365 × 0.7) の多量のセシウムを摂取しているのと同様になり、生産者の被ばくからみると、これまでの対策に疑問が生ずる。

#### 4. 作付け制限値 5,000 Bq kg<sup>-1</sup> への疑問

原子力災害対策本部は、土壌のセシウム濃度を乾土当たり 5,000 Bq kg<sup>-1</sup> を上限として、水田の作付けを規制した（平成 23 年 4 月 8 日）。この基準は、当時の玄米セシウム含有量の暫定基準値をもとに、土壌から玄米へのセシウムの移行率を勘案して設定されたもので、農地からの外部被ばくについては、考慮されていなかった。果たして、農地からの外部被ばくは、無視できる程度であったのだろうか？

そこで、土壌のセシウム濃度 5,000 Bq kg<sup>-1</sup> の農地上の空間線量を、容積比重 1.0 の土壌で、セシウムが深さ 5 cm, 15 cm にそれぞれ均一に分布するとして、乾土と液相率 30 % を想定したモデルで試算した。

セシウムが土壌中に分布すれば、土壌（佐々木, 2008）と水（宮崎, 2011）の放射線遮蔽を考慮しなければならぬので、ここでは、所定の区間の線量減少率を積分して、透過率を求めた。

土壌濃度は、深さ 15 cm に平均分布するとして求められるので、750,000 Bq m<sup>-2</sup> になり、表面沈着の空間線量は、表 1 の換算係数から 2.753 μSvh<sup>-1</sup> になる。同量をそれぞれ 5 cm, 15 cm に均一分布させ、土壌の遮蔽効果を考慮すると、空間線量は 5 cm 分布で 2.243 μSvh<sup>-1</sup>、15 cm 分布だと、1.561 μSvh<sup>-1</sup> になり、液相率 30 % と仮定すると水の影響で、5 cm 分布だと 2.108 μSvh<sup>-1</sup>、15 cm 分布で 1.302 μSvh<sup>-1</sup> に低下する。

年間空間線量 1 mSv に相当するバックグラウンドを除いた土壌由来の空間線量は、0.19 μSvh<sup>-1</sup> であるが、液相率 30 % を想定した土壌条件では、15 cm 分布で乾土当たり約 730 Bq kg<sup>-1</sup>、5 cm 分布では約 450 Bq kg<sup>-1</sup> に相当する。

農林水産省が、平成 24 年 12 月 28 日現在で示した「農地土壌の放射性セシウム濃度の簡易算定法」に従えば、空間線量が 0.23 μSvh<sup>-1</sup> に相当するセシウムの土壌濃度は、土壌や立地条件で異なり、乾土当たり 15 cm 分布の平均濃度は、約 500 ~ 750 Bq kg<sup>-1</sup> になるが、モデル条件で得られた数値を簡易算定法の時期に減衰のみを考慮して、同期させると、15 cm 分布で約 970 Bq kg<sup>-1</sup>、5 cm 分布で約 600 Bq kg<sup>-1</sup> になる。モデルでは、土壌中のセシウムが土壌中に均一分布したと想定したが、簡易算定法の時点では、より表面近くに分布していたとすれば、モデルが実態を反映しうると考えられる。

そこで、15 cm モデルの試算値を用いて、土壌濃度 5,000 Bq kg<sup>-1</sup> の農地及びその周辺で、図 1 の条件で生活すると想定して、年間線量を求めると約 10 mSv になる（ヨウ素 131 等を考慮するとさらに多くなる）。

そして、放射線量が減衰のみで低下すると仮定すれば、現在までの 3 年間の累積線量は、20 mSv を越える。

環境中の放射線量は、被ばくと表裏をなす減衰と人為的な除染以外に自然条件下での放射性物質の流亡、浸透等のいわゆるウィザリングで減少するが、チェルノブエリ事故の経験から導かれた式（McGuire *et al.*, 2007）で求めると、ウィザリングによって沈着後 3 年間で空間線量は、平均で 80.5 % に減少する。この減少割合は、液相 30 % の試算モデルにおいて、放射性物質が 5 cm まで均一分布すると想定した場合に、空間線量が表面沈着の 81.5 % に低下するのと同様なので、ウィザリングを無視し、農地では毎年 15 cm 混合することで、ウィザリングを無視できるとした。

そうすると、5,000 Bq kg<sup>-1</sup> の農地で、周辺も含めて除染等の対策がなされず現在まで営農を続けたとすれば、外部被ばく実効線量率 0.7 として、内部被ばく相当セシウム量に換算すると、少なくとも 60 万ベクレルを超える摂取量と算出される。モデル試算による推定ではあるが、生産者に多量の外部被ばくをもたらしている作付け制限値、5,000 Bq kg<sup>-1</sup> 設定の妥当性に疑問を持たざるを得ない。

さらに、土壌中のセシウム由来の放射線が生産者に及ぼす影響を推定するために、農地で 1 時間作業する場合の外部被ばく線量を、食料摂取による内部被ばく相当量に換算すると時間当たりの被ばく率は、前述の 15 cm 分布モデルで試算すると 0.01 となった（図 2）。つまり、土壌セシウム濃度 1,000 Bq kg<sup>-1</sup> の農地で 1 時間作業すると、食料としてセシウム 10 Bq を摂取したのに相当する被ばくを受けることになり、生産者の被ばくが、相対的には非常に多いことが重ねて認識される。

#### 5. 農業に関する放射性物質汚染対策への疑問

ここまで、生産者の外部被ばくが、相対的には非常に多いことを指摘した。そうすると、農業に関する放射性物質汚染対策に関わる調査、研究そしてそれらから導かれる知

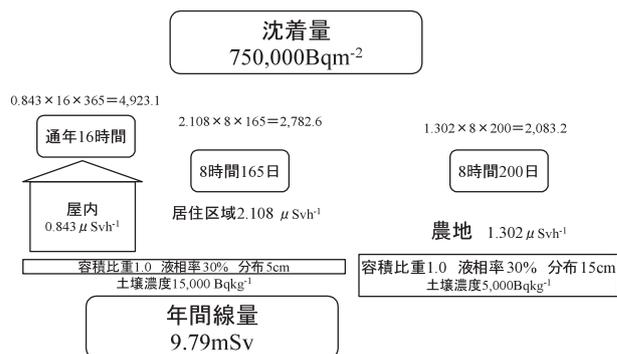
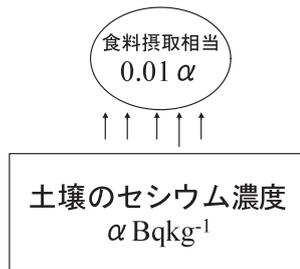


図 1 年間線量の算出

農地で1時間作業した場合の外部被ばく線量に相当する食料由来セシウム量は、土壌セシウム濃度の0.01倍に相当する



$$A/B = (1.054/5,000) \times 1 / (146/10,000) \times 0.7 = 0.01$$

土壌セシウム濃度  $5,000 \text{ Bqkg}^{-1}$  = 空間線量  $1.054 \mu \text{ Svh}^{-1}$

実効線量率 0.7

食料セシウム濃度  $10,000 \text{ Bqkg}^{-1}$  =  $146 \mu \text{ Sv}$

平成26年3月28日基準

図2 農地からの時間当たり被ばく率

見と技術には、生産者の外部被ばくの軽減方策が含まれるべきであったが、多くはセシウムの作物への移行、つまり、内部被ばくの軽減対策であり、生産者の外部被ばくを視点にしたものは残念ながら非常に少ないのが現状である。

各種資材の施用、果樹の樹皮洗滌等の対策では、農地からのセシウムの除去または放射線の遮蔽措置がともなわなければ、外部被ばくの軽減にはならないし、施用が推奨されているカリについても、施用によってセシウムの吸収は抑制できても、外部被ばくの軽減には寄与しない。カリは、放射性カリ40を含む(表1)ので、セシウムの抑制が期待できる場所以外への多量の施用は避けるのが望ましい。

## 6. 今後への期待と要望

福島県では、昨年秋も米の全袋検査の流通対策を実施した。米のみならず、検査によって基準値を超えた生産物は排除できるが、生産過程における生産者の被ばくは取り消すことはできない。生産者が、自らは相対的には多量の被ばくを余儀なくされているにもかかわらず、生産した農作物に含まれる放射性物質のみ気を使わなければならない現状は、非常に残念である。

このような状況をもたらした背景については、機会を得て論じたいと思うが、もしも、一部の専門家が主張するように、年間20あるいは100 mSv以下であれば、健康にほとんど影響を及ぼさないとの見解が、一般的に支持されるのであれば、これまでの対策について、生産者の外部被ばくの視点から疑問を持つ必要は無い。しかしそうす

ると、外部被ばくに比べれば、微々たる影響しか与えない内部被ばくの軽減に関するこれまでの多くの調査、研究、そして対策への意義が問われることにならないだろうか？そして、国はこれまでの内外被ばく対策の格差の妥当性について、十分な情報を提供して、国民、特に汚染地域の人々に説明する必要はないだろうか？

冒頭で、放射性物質汚染対策は、国民の放射線被ばくの回避、軽減であると述べた。そして、その恩恵は、全国民が平等に受けるべきであるとも述べた。その考えが支持されるのであれば、生産者からみれば、調査、研究を進めるに当たり、生産物中の放射性物質の濃度のみならず、農地の空間線量の情報とその軽減対策技術の提供が必要になるのではないだろうか？

汚染された地域が広範囲なので、除染が容易に進められるとは考えていない。しかしながら、汚染地域に暮らす人々への被ばくの対策は、外部被ばくのみならず、摂取機会の多い自家消費農産物由来の内部被ばく軽減のためにも、徹底的な除染以外には無い。

事故後の緊迫した状況下で進められた、緊急避難的対策を検証する時期ではあるが、線量の評価変更で、被ばく量を低下させることができるはずもないのに、ガラスパッジの導入による線量の過小評価への見直しが表明されるなど、除染に対して後ろ向き姿勢がうかがわれ、汚染地域に暮らす人々への見返りなき被ばくが軽視される懸念がある。

今後、全国民に平等で、しかも、海外からも評価される対策が展開され、福島でオリンピックを開催しても海外の人々が躊躇無く参加できる環境が再生されることを望む。

## 文 献

- McGuire, S. A., Rhamsdell, J. V. Jr., and Athey, G. F. 2007. RASCAL3.0.5: Description of Models and Methods, p. 7-3. NUREG-1887.
- 宮崎 毅 2011. 土壌物理からの除塩・除染の展望. ARDEC45号, 日本水土総合研究所.
- 日本原子力学会放射線工学部会 2012. 測定値(空气中放射線量)と実効線量, 線量概念検討WG成果物2012年7月26日改定.
- 日本原子力研究開発機構 2012. 23年度 福島第一原子力発電所事故に係る避難区域等における除染実証業務【個人線量調査事業編】報告書. 平成24年6月, p.4.
- 佐々木利久 2008. 埋設処分における濃度上限値評価のための外部被ばく線量換算係数 JAEA-Data/Code 2008-03, p.20. 日本原子力研究開発機構.