



カリウムとセシウム

—放射線対策で語られない関係—

有田 正規

東京電力の原発事故以来、放射性セシウム (^{137}Cs) の被害状況や除染対策が多く報道されています。しかし、報道やインターネットをみてもセシウムとカリウム (どちらも周期表の1族元素) との関係はあまり語られません。それどころか、放射性セシウムは生物にとって未知の人工元素のため体内に蓄積する等の誤った情報すらみられます。セシウムとカリウムの関係を知っておくと食品への混入プロセスや体内における挙動を理解しやすいため、生化学の観点から簡単に紹介します。植物を用いた汚染物質の回収 (ファイトレメディエーション) やセシウムが人体に及ぼす影響などについては筆者のウェブサイト <http://metabolomics.jp/wiki/Doc:Radiation> をご覧ください。

はじめに、生物は元素の同位体をほとんど区別できないと考えられています。正確にいうと植物の光合成のように酵素反応の効率が同位体によって僅かに異なる場合もあるのですが、その違いは極小です。だからこそ科学研究で同位体ラベリングが使えるのです。つまり ^{137}Cs の挙動は天然のセシウムとほぼ同じです。また、セシウムは植物にとって不必要かつ有毒な元素です。セシウムを積極的に取り込む植物はありません。しかしカリウムと誤って吸収され、その誤り率は植物によって異なります¹⁾。特に吸収量が多いことが知られるものにヒユ・アカザ科 (Amaranthaceae)、イネ科 (Poaceae) やキノコ類があります^{1,2)}。双子葉植物でもヒユ科やタデ科 (Polygonaceae) など原始的な部類は分別能力が低いようです。放射線基準値を超えて出荷制限がかかった野菜類にもキノコ、ハウレン草 (アカザ科) が多くみられます³⁾。

セシウムを高蓄積する植物のもう一つの特徴は成長が速いことです。タケノコやアシタバが2012年に入っても基準値 (1 kgあたり100ベクレル) を超える場合があるのには驚きますが、多

くのカリウムを必要とするためにセシウムを誤って取り込むのでしょう。またハウレン草やアシタバが、もともとカリウム量が多い葉野菜であることもセシウム量に関係するでしょう。土壌中にカリウムを多く施肥するとセシウムの吸収量が下がることがチェルノブイリ事故後の研究で知られています⁴⁾。また金属がイオン化しやすい酸性土壌ではセシウムの吸収量が上がることも知られています⁵⁾。ここから、お茶にセシウムが混入しやすい理由も理解できます。茶 (*Camellia sinensis*) はツバキ科 (Cameliaceae) ですが、茶葉にはカリウムが多く含まれているし酸性土壌を好みます。また土壌からセシウムの溶出を促す効果のあるアンモニウム塩を肥料として多く施します。静岡県や神奈川県などの遠隔地において、福島原発事故後の春に出た新芽を乾燥させて作った一番茶が基準値 (当時は1 kgあたり500ベクレル) を超えたのはそのためでしょう。

カリウムと誤ってセシウムを取り込んでしまう仕組みは、植物だけでなく動物にも共通しているはずで、人体へのセシウム取り込みも、カリウムを基準に考えることができます。人体には体重の約0.2%のカリウムが含まれていて、大人が一日に必要なカリウム量は2 g、普通に食事をするすると3 g以上を摂取しています。カリウムは生野菜やお茶に多いので、摂取量の個人差は大きいでしょう。多くはそのまま通り抜けますが、体内に取り込まれたカリウムは大部分が尿中に排出されます。量にして1 g/l程度、体液に比較して10倍の濃度になります。そしてカリウムに挙動が似るセシウムも同じ経路をたどります。膀胱や尿管にセシウムが蓄積すると表現する人もいますが、むしろセシウムがカリウムと同様に排出されるのはありがたい事実です。

さて、カリウムには ^{40}K という天然の放射性同位体があり、1 gあたり30.4ベクレルの放射線を

著者紹介 東京大学大学院理学系研究科生物化学専攻、理化学研究所植物科学研究センター (准教授)
E-mail: arita@bi.s.u-tokyo.ac.jp

出しています。放射線の種類は ^{137}Cs と同じ β 線と γ 線で(セシウムの方は崩壊してできるバリウムから γ 線が出ます)、同じベクレル数の場合、人体への影響度はセシウムの半分ほどあります。当然ですが我々は ^{40}K による内部被曝を受けており、その被曝量は年間0.3ミリシーベルト程度と見積もられています。尿はカリウム濃度が高いので、膀胱や尿管は多く被曝します。現在の問題は、そこにセシウムによる被曝が加わったことです。

セシウムにおけるベクレル数から被曝量(シーベルト数)への換算式はあちこちで見かけますが、この換算には体内への吸収効率を一律に考えています⁶⁾。たとえば、 ^{137}Cs をカリウムが豊富な食事と一緒にとれば植物同様に取り込み率は下がるでしょうし、食べ過ぎの場合も吸収されずにそのまま通り抜ける部分が多いはず(似た推察は食品のカロリー計算にも当てはまります。食事の間隔や組み合わせ、個人差によって吸収されるカロリーは異なります)。また、放射性セシウムの生物学的半減期は個人によって倍近くも異なります⁷⁾。つまり、生活習慣が被曝量に大きく影響するので、放射線が怖くて野菜をゆでこぼしたり肉を水に浸したり人がいるかもしれないが、基本的に除去しているのはカリウムです。外出を避けている人がいるかもしれませんが、運動をしないと発汗によるカリウムの循環を遅らせます。どのような摂取形態が総被曝量を下げるとはわかりません。しかし、もともとセシウムは吸収されにくい元素ですから、無闇に食事からカリウムを除いたり、循環を遅らせないほうがよいというのが私の考えです。

最近では放射線量を自主検査する動きが盛んです。しかし、正確な測定は大変難しいようです⁸⁾。

計測に必要な手間や時間を考えると、たとえばスーパーマーケットが販売する生鮮品のベクレル量を自主検査するのは不可能に近いと思われます。それにも関わらず、信ぴょう性の低いデータを表示する店舗や闇雲に低い規制値を課する自治体を好意的に報道するマスメディアは多いように感じます。強い規制をするほど、生産者にじわじわと負担や犠牲を強いる点、質の高い国産品が廃棄され産業が衰退すれば復興がますます遅れる点にも気をつけるべきだと思います。

最後になりますが私は、研究者というコミュニティがより広い社会の縮図として機能することが重要だと考えています。放射線についても専門外だからといって話題を避けるのではなく、分野を踏まえつつさまざまな議論をした結論を社会に発信できるコミュニティ作りを目指したいです。

- 1) Broadley, M. R. and Willey, N. J.: *Environ. Pollut.*, **97**(1), 11 (1997).
- 2) Broadley, M. R. and Willey, N. J.: *Environ. Pollut.*, **106**(3), 341 (1999).
- 3) <http://www.support-nippon.com/yasaikensa/>
- 4) RIARAE (Russian Institute of Agricultural Radiology and Agroecology): In Alexakhin R. M. (ed.) Recommendations. Guide on agriculture administrating in areas subjected to contamination as a result of the accident at the Chernobyl NPP for 1991–1995, State Commission of the USSR on food and purchases, Moscow (1991).
- 5) Alexakhin, R. M.: *Sci. Total. Environ.*, **137**, 9 (1993).
- 6) <http://metabolomics.jp/wiki/Doc:Radiation>
- 7) Uchiyama, M.: *J. Rad. Res.*, **19**(3), 246 (1978).
- 8) 小豆川勝見: 科学, **81**(10)–**82**(6), 岩波書店 (2011–2012).

