

総説

放射能と野生キノコ

長野女子短期大学

山浦由郎

1. はじめに

2011年3月に起きた東日本大震災に伴う福島原発事故により、大量の放射能が環境中に放出されたため、放射性物質による環境汚染、さらに水、食物などを通して人体への影響が危惧されている。

1986年のチェルノブイリ原発事故後、旧ソ連のみならず欧州各国で、森林で採取した様々な野生植物の放射能による汚染検査が行なわれた。その結果、樹木や林床種子植物に比べ、キノコ類やシダ植物からより高濃度の放射性セシウムが検出されたため、野生キノコの放射能汚染調査が本格的に行なわれるようになった。わが国においても主に食の安全性の面から秋の味覚を代表する野生キノコの放射能検査が行われてきた。

今回、放射能に関する基礎的知見及びこれまで報告された野生キノコの放射性物質の汚染実態について述べる。

2. 放射能

放射線とは目でみることができない非常に高いエネルギーをもった粒子線や電磁波で、放射線を出すものが放射性物質、その性質または能力が放射能である。

1) 放射線の種類 (α 線、 β 線、 γ 線、X線、中性子線など) …我々は日常生活で体外と体内から受けている(被爆)

(1) 自然放射線：宇宙線、地殻(カリウム-40・ウラン・ラジウム・トリチウム・ポロニウム)、

食物(カリウム-40)

(2) 人工放射線：核実験などの降下物、原子力施設から環境に放出されたもの

・ヨウ素 (^{131}I) ; 半減期約8日：事故により最も多く飛散し、甲状腺に貯まり易く甲状腺癌の原因になる。

・セシウム (^{137}Se) ; 半減期約30年：ヨウ素と同様に飛散し易く、筋肉などの弛緩や癌の原因になる。

・ストロンチウム (^{90}Sr) ; 半減期約29年：水に溶けやすく、土壌や植物に移行しやすく、骨に蓄積、癌や白血病を引き起こす。

・プルトニウム (^{239}Pu) ; 半減期24,000年：核兵器の材料。肺や骨などに吸着し、強い発癌性がある。

(3) 人体中：カリウム、炭素

(4) その他：医療(診断、治療、医薬品)及び温泉(ラジウムなど)など

* 食物を通じて体内に入った放射能は放射線を出して減少し、また代謝により尿や汗から排泄されるため ^{137}Cs の物理的半減期は30年であるが、体内での生物学的半減期は100日である。

2) 放射能の単位

・Bq(ベクレル)：放射能の強さを表す単位。食品や土壌の検査データでよく使われる。

・Sv(シーベルト)：放射線による人体への影響度を表す単位。

3) 人間の被曝量

・日本人の年間平均被曝量は3.75ミリシーベルト

(自然放射能；1.5ミリシーベルト、X線診断など医療；2.25ミリシーベルト)である。

4) 国の暫定規制値 (2012.4.1)

- (1) 放射性ヨウ素：飲料水300 Bq/kg、牛乳・乳製品300 Bq/kg、野菜類2000 Bq/kg、魚介類2000 Bq/kg
- (2) 放射性セシウム：一般食品100 Bq/kg、飲料水10 Bq/kg、牛乳50 Bq/kg、乳児用食品50 Bq/kg

3. 人工放射能の放出の経緯

- 1945：米国初の大気圏内核実験、以後米国、ソ連、英国、仏国、中国などによる計400回以上の核実験
- 1954：ビキニ水爆実験（第五福竜丸乗組員23人被爆；メバチマグロの放射能検査）
- 1963：部分的核実験禁止条約（米・英・ソ連は大気圏内での実験停止、中・仏は継続）
- 1966：国内初の商業原子炉が茨城県東海村で稼働
- 1979：米国（ペンシルベニア州）のスリーマイル島の原発事故
- 1980：中国が最後の大気圏内核実験
- 1981：敦賀原発放射能漏れ
- 1986：チェルノブイリ原発事故
- 2011：福島原発事故
- * 現在 世界29カ国 440基の原発が稼働（65基建設中）

4. 欧州及び日本での野生キノコに含まれる放射性物質（単位Bq/kg）の推移

- 1986：ドイツ（バイエルン）産；ベニテングタケ、カワリハツ、タヌキノチャブクロ、キホウキタケなど7種類¹⁾；¹³⁷Cs16~358、¹³⁴Cs8~159、⁴⁰K128~201
- 1986：チェコスロバキア産のガンタケ、シロオオハラタケ、ムラサキシメジ、カラカサタケ、ヒダハタケなど14種類²⁾；¹³⁷Cs50~150,000
- 1986：オランダ産のガンタケ、ムラサキシメジ、

クヌギタケ、ヒダハタケなど7種類³⁾；

¹³⁷Cs48~8,700、¹³⁴Cs15~2,900、

⁴⁰K1,200~4,000

- 1986：イタリア産のタマゴテングタケ、ベニテングタケ、カワリハツ、ヤマドリタケなど25種類⁴⁾；^{134,137}Cs21~1,538
- 1987：ベルギー産のイグチ科、フウセンタケ科、キシメジ科など7種類⁵⁾；^{134,137}Cs660~27,000
- 1987：ユーゴスラビア産のフウセンタケ、ショウゲンジなど40種類（乾燥）⁶⁾；^{134,137}Cs平均22,000
- 1987：チェコスロバキア産のツバフウセンタケ、キツネタケ属、ニガイグチの混合物2.5kg⁷⁾；¹³⁷Cs 200,000
- 1988：北海道の札幌、苫小牧、支笏湖付近で採取したホテイシメジ、ハナイグチ、アカモミタケ、ナラタケムキタケなど10種類⁸⁾；¹³⁷Cs0.07~188.9、¹³⁴Cs不検出、⁴⁰K 0.16~0.62
¹³⁷Cs菌根菌9.9~75.5、腐朽菌0.3~60
- 1989：山梨（富士山麓）、長野、東京、神奈川で採取したキヌメリガサ・クロカワ・クリタケ・ハイイロシメジなど8種類13検体⁹⁾；¹³⁷Cs0.7~101。¹³⁴Csは不検出
菌根菌であるキヌメリガサ・クロカワは¹³⁷Cs21~101、腐朽菌であるクリタケ・ハイイロシメジは¹³⁷Cs3.6~5.6で菌根菌は一桁高いレベルの濃度であった。
- 1989：日本産のシイタケ、エノキタケ、ヒラタケ、ナメコなど25種類（乾燥60検体）¹⁰⁾；¹³⁷Cs3~1,520（平均120）、¹³⁴Cs1~97（平均8）、⁴⁰K109~1,650（平均1,010）
キノコの部位別の¹³⁷Cs及び⁴⁰K濃度では傘>柄であった。
- 1990：ドイツ（レーゲンスブルク）産のハラタケ科、フウセンタケ科など334種類（乾燥）¹¹⁾；¹³⁷Cs1,000~100,000
- 1989~1990：山梨、長野、東京、神奈川で採取し

たベニタケ科、イグチ科、ラッパタケ科、
テングタケ科など24種類¹²⁾；¹³⁷Cs
3.1~1,070（平均172）、7種類から¹³⁴Cs
1.3~13

• 1992~1995に長野県内で採取したキノコ28種類51
検体¹³⁾；¹³⁷Csの濃度次のとおりで、¹³⁴Csは
不検出

* 食用キノコ：ウラベニホテイシメジ、チャナ
メツムタケ、ブナシメジ、ヌメリイグチなど；
N.D~95

* 毒キノコ：カキシメジ541、クサウラベニタ
ケ2,710~3,321、ツチカブリN.D~233、フウ
センタケの仲間81~1,106

* 地域別：浅間山(17)N.D~541、栄村(10)

N.D~3,321、志賀高原(7)N.D~115、原村
N.D~121、長野(3)N.D~71、須坂市(5)・
高山村(2)・飯綱高原(1)・望月町(1) N.D

• 1996：富士山周辺で採取したオトメノカサ、ネズ
ミシメジ、ショウゲンジなど11種類¹⁴⁾；

¹³⁷Cs100~511、¹³⁴Cs8.8~70。

• 1997：東京都内の市販ブナシメジ、シイタケ、ツ
クリタケ、エノキタケ、マイタケ、ナメコ、
キクラゲ、ヒラタケの8種類、95検体¹⁵⁾；
乾燥キノコ（シイタケ、キクラゲ）¹³⁷Cs
2.23~37.1、生シイタケ¹³⁷Cs 0.223~7.76。
ブナシメジ、ツクリタケ、エノキタケは不
検出。

表 2011~2013に長野県内で採取した野生キノコ中の¹³⁷Cs、¹³⁴Csの濃度¹⁶⁾

	2011			2012			2013		
	(検体数)	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	(検体数)	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	(検体数)	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs
ハナイグチ	(3)	0-49 (16.3)	0	(35)	27.5-299 (144)	0-106 (41.2)	(47)	0-301 (21.1)	0-126 (6.0)
マツタケ	(3)	0	0	(11)	0-2.9 (0.6)	0	(4)	0-6.2 (2.8)	0
シモフリシメジ	(3)	190-220 (207)	0-76 (40)	(3)	27.5-299 (144)	0-106 (41.2)	(1)	48.1	221
ショウゲンジ		—		(5)	0-420 (123)	0-210 (52.2)	(9)	34.2-563 (126)	8.8-182 (35.1)
アミハナイグチ		—		(2)	41.7/42 (41.8)	21.4/29 (25.2)	(1)	69.1	21
クリタケ	(3)	0	0	(4)	0-63.4 (15.8)	0~32 (8.0)	(7)	0-116 (23.5)	0-46.4 (7.9)
チャナメツムタケ	(2)	55/720 (388)	56/600 (328)	(2)	21-1320 (671)	11~780 (396)	(4)	40.8-2070 (839)	14.1-868 (359)
ムラサキシメジ	(2)	0	0		—	—	(2)	24.9/82.8 (53.9)	9.9/32.2 (21.1)
ヌメリイグチ	(2)	0	0	(2)	0/5.9	0		—	—
ナラタケ		—		(5)	0-8.4 (4.6)	0-4.8 (1.7)		—	—
ナラタケモドキ		—		(4)	0-9.8 (2.4)	0-4.3 (1.1)		—	—
アミタケ		—		(2)	0/21	0/3.9		—	—
ハタケシメジ	(1)	0	0	(2)	0	0		—	—
ウラベニホテイシメジ		—		(1)	0	0		—	—

5. おわりに

人工的に環境中に放出された放射性セシウムは地球上で大きな面積を占める森の生態系の中でも、特に野生キノコに濃縮、蓄積する傾向が高いことがわかり、地球規模での汚染指標として欧州では早くからキノコの放射性物質の挙動をモニタリング検査している（今回のデータは主に知り合いのチェコの大学の先生からいただいた文献からの抜粋である）。

福島原発事故直後の環境中に放出された人工放射線は気流の影響を受け、地域によっては高濃度の放射性物質を含む野生キノコが見つかっている。しかし、福島原発事故以前にも北海道や山梨などの野生キノコから放射性物質が検出されており、その由来としては宇宙線や地殻からの自然放射線及び原発などから排出された人工放射線の影響を受けていることが推測されている。日本国内では富士山周辺で高い値が検出されているが、キノコへの放射能の取り込みは土壌pHが酸性だと放射性セシウムを吸収、濃縮され易いことから、富士山麓では土壌中放射性セシウム濃度が国内の平均より10倍程高く、かつ土壌中環境条件が合っていることなどが高濃度の要因の一つと考えられている¹⁷⁾。

キノコ類は大きく菌根性菌と腐朽性菌に分けられるが、前者の方が後者より土壌中放射性セシウムが移行し易く、濃縮する特性があることが報告されている^{18, 19)}。

今後も放射能の特殊性を考慮して、食としての安全性はもちろん、地球規模での放射能汚染の指標として野生キノコの長期モニタリング検査を継続することが必要である。

[参考文献]

- 1) Elstner E.F. *et al.*, *Oecologia*, 73, 553-558 (1987).
- 2) Klan Z. *et al.*, *Zeitschrift für Mykologie*, 54, 179-181 (1988).
- 3) Meijer R.J. *et al.*, *Oecologia*, 77, 268-272 (1988).

- 4) Gilberto G. *et al.*, *Micologia Italiana*, 16, 22-27 (1987).
- 5) Andre F. *et al.*, *Elsevier Applied Science*, 447-484 (1988).
- 6) Byrne A.R., *J. Environ. Radioactivity*, 6, 177-183 (1988).
- 7) Randa Z., *J. Radioanal Nucl. Chem. Letters*, 126, 345-349 (1988).
- 8) 奥井登代 ほか, *道衛研所報*, 41,35-39 (1991).
- 9) 杉山英男 ほか, *Radioisotopes*, 39, 499-502 (1990).
- 10) Muramatsu Y. *et al.*, *The Science of the Total Environment*, 105, 29-39 (1991).
- 11) Reisinger A., *Fourth International Mycological Congress(Abstract)*, 339 (1990).
- 12) 杉山英男 ほか, *第32回放調抄録集* (1990).
- 13) 宮川あし子 ほか, *長野県衛公研報告*, 20, 21-22 (1997).
- 14) Sugiyama H. *et al.*, *Journal of Health Science*, 46, 370-375(2000).
- 15) 清水雅美 ほか, *環境科学会誌*, 13, 427-432 (2000).
- 16) 長野県ホームページ, *県内産野生キノコの放射性物質測定結果* (2011-2013).
- 17) 杉山英男, *公衆衛生院研究報告*, 40, 524-525 (1991).
- 18) 吉田聡 ほか, *日菌報*, 37, 25 (1996).
- 19) Duff M.C. *et al.*, *J. Environ. Radioactivity*, 99, 912 (2008).