

# 全国の牛乳に含まれる放射性セシウム濃度調査（2021年度）

## 一汚染の由来と基準値以下のリスクを検討する

2022年3月

谷村暢子（NPO法人 原子力資料情報室）

伏屋弓子（NPO法人 新宿代々木市民測定所）

2011年3月の東京電力福島原発事故によって食品が放射性物質で汚染された。政府は食品からの被ばくが年間1mSv以下となるように、含まれる放射性セシウムの基準を定めて管理している。現在、基準を超える食品はほとんど流通していないが、より安全な食品をもとめて産地を選択する消費者が存在する。

本研究では、AMP法を用いて全国の牛乳に含まれる微量の放射性セシウムを分析した。その結果、西日本産を含むすべての商品から基準値以下の放射性セシウムを検出した。測定結果をもとに、基準値以下の食品摂取による放射線被ばくリスクの現状と、水道水などに含まれる発がん性化学物質によるリスクを比較し、産地で食品を選ぶことが「風評被害」なのか問題提起した。

### 1. はじめに

#### 福島原発事故による食品放射能汚染

2011年3月、東京電力福島第一原子力発電所事故が発生し環境や食品が放射能汚染された。当初、国内流通品における食品の放射能レベルに関する基準値はなく、政府は食品に含まれる放射性物質の暫定基準値を設けて流通を規制した。およそ1年後の2012年4月には新基準値が設定された。それは放射性セシウムを基準として一般食品が100 Bq/kg、牛乳と乳児用食品が50 Bq/kg、飲料水が10 Bq/kgというもので、食品摂取からの被ばくを年1ミリシーベルト以下にしたものである。<sup>(1)</sup> 汚染食品の流通は規制されたはずが基準値を超過した流通品が発見され、たびたび報道された。2020年度は流通品から22件の基準値超過が確認されている。

調査および管理体制の不備、被ばくリスクはなるべく避けたいという思い、メリットの伴わない被ばくリスクへの拒否などから食品を産地で選択する人々が一定程度存在する。2021年度の消費者庁の食品と放射能に関する調査によれば、原発事故から10

年が経過してもなお、全体の63.1%が食品の産地に気にすると答え、その内14%が「放射性物質の含まれていない食品を買いたいから」と答えている。また、放射性物質に対するリスクの捉え方では「基準値以内であっても少しでも発がんリスクが高まる可能性があり、受け入れられない」を全体の14.2%が選択した。<sup>(2)</sup> 一方、東日本大震災の被災地域の食品を避ける行為は、政府から「風評被害」とも指摘され、これをなくすことが被災地の復興にとって重要だとされている。

#### 放射線リスクと化学物質のリスク

しかし、健康リスクを避ける選択をするのは、被災地復興を妨げる不当な行為なのだろうか。

水道水などに含まれる化学物質の発がんリスクは、それを生涯摂取し続けたときのリスクを通常1物質あたり10万人に1人のレベルに規制している。<sup>(3)</sup> それに対して近年、食品に含まれる人工化学物質を避けたい消費者の要求を満たすため、有機農産物や無農薬栽培品の取り扱い店舗が増え注目されている。価格は割高ではあるものの、リスクを受け入れたくな

い人が多少のコストを払ってより安全と感じられる商品を購入する消費行動が可能な環境が整っており、それは政府から「風評被害」などと批判されない。

一方、食品摂取からの被ばくは1年あたり1ミリシーベルト以下が基準とされている。ICRP（国際放射線防護委員会）は1シーベルトあたりの致死リスクを約5%とし、『線量が増加すると、それに直接比例して放射線に起因するがん又は遺伝性影響の発生確率は増加するという仮定に基づく』としている。<sup>(4)</sup> また、年に1ミリシーベルトずつ生涯被ばくした場合の致死リスクを0.4%と見積もっている。<sup>(5)</sup>

食品からの被ばくである年1ミリシーベルトは生涯の間にかんで命を落とす確率が1年で0.005%（10万分の5）上乗せされると推定される値である。1年あたり10万分の5の上乗せなので、生涯を80年とする場合は、生涯で10万人に対して400人相当のがん死リスクの上乗せがされることとなる。化学物質のリスクより桁が二つ大きい。

ここで、放射線被ばくのリスクはさまざまな放射線核種から受けるリスクの総量であるが、日常生活で触れる化学物質は何百・何千もあり、ひとつひとつに対する化学物質の規制と放射線被ばくの規制を比較するのは間違っているという主張がされることがある。しかし、年間1ミリシーベルトの被ばくを社会に許容させようという考えは、人々が受ける被ばくの「総量」でなく「追加される量」である。事故前の状況において原子力施設から公衆が受ける被ばく線量限度も、食品に含まれる放射性セシウムの新基準値においても、福島原発事故によって大量発生した放射能汚染廃棄物を取り扱うために導入された「指定廃棄物」の8000 Bq/kgという基準値にも（埋設処分を行う作業員の被ばく）、いま廃炉作業中の福島原発で注目される放射能汚染水の海洋放出の説明にも、1ミリシーベルト以下の被ばくなら安全という基準で都合よく使われている。これらの被ばくリスクが足し合わされる事実やその影響について、規制側は市民社会へ説明をしていないし、当然、議論もされていない。

また、発がん性化学物質のリスク評価は「発がん」についてだが、放射性被ばくのリスク評価は「がん死」についてのもので、両者のリスクを並べることができない。統計によれば、がん死亡の背景には2倍以上の発がんがあり<sup>(6)</sup>、ICRPは放射線被ばくによる「発がん」リスクは、「がん死」リスクの2倍としている。

さらに、化学物質は使用による便益とリスクを天秤にかけて利用が判断されるが、原発事故が起因の被ばくは個人には直接のメリットがない。少なくとも福島原発事故以降に生まれた子どもたちは発電の恩恵をうけていない。にもかかわらず、特に小さな子どもを守ろうと意識して放射線被ばくを個人的に避ける行為が批判の対象となることは不合理である。

### 調査と目的

わたしたちは牛乳に含まれる放射性セシウムを低濃度まで測定し、産地と汚染レベルを公開することで、被ばくリスクを避けたい人の選択の権利を支えたいと考えている。牛乳を対象とした理由は、全国で生産されて入手が容易であるのみならず、被ばく影響を受けやすい子どもがよく飲み、ほとんど全国の学校給食で与えられ、福島原発事故以前から関心の高い食品だからである。また、半減期が約2年であるセシウム134を定量することにより、福島原発事故由来の放射性セシウムと、事故以前の大気圏核実験等によるセシウムの影響度合いを地域別に評価することも目指している。

昨年度の調査は、福島県以外の牛乳の放射能汚染について予想外の事実を明らかにした。汚染を避けるために、あえて東北産を避け北海道産の牛乳を選択してきた人は多かったと考えられるが、北海道産牛乳でさえ福島原発事故によって汚染されていたということが分かった<sup>(7)</sup>。同じように、被ばくを避けるために西日本産の食品を選択してきた人も多く存在するが、西日本産の食品は本当に放射能汚染されていないのだろうか？ 原爆投下の影響は残っていないのだろうか？ 全国規模での汚染の比較をすることを目的として2021年度は西日本産に調査対象を

広げた。

福島原発事故後、文部科学省が航空機放射線モニタリングマップを作製公表し、日本の広い範囲で地理的にどこに汚染がもたらされたかが大まかに可視化された。放射能測定技術の進化とインターネットの普及による情報拡散性の高まりの結果、広域の汚染状況が一般に広く認識されることとなったが、日本の放射能汚染の歴史上初めてのことでないだろうか。

1986年のチェルノブイリ原発事故後、全国各地で研究機関による放射能検査がおこなわれ国内の汚染状況が調査報告されたものの、地理的な汚染の濃淡は一般市民にほとんど共有されなかったと考えられる。少なくとも、チェルノブイリ原発事故の時代から脱原発運動に参加してきた方々に尋ねてみたところ、当時の日本国内の地域別の放射能汚染状況については関心が薄かった。

1945年から1980年までおこなわれた大気圏内核実験では人工放射性物質が上層大気に到達し、地球全体に広がり汚染をもたらした。<sup>(8)</sup>チェルノブイリ原発事故以前において、ストロンチウム90の降下量が、局所的にみれば国内では日本海側の秋田で多く太平洋側の2倍あったことも報告されている。<sup>(9)</sup>

大気圏内核実験で放出された放射性セシウムは948 PBq、福島原発事故によるものが15.3 PBqと評価されていること、および、核実験の時代から日本国内で放射能汚染の濃淡があったという事実は、現在、市民が関心をもつ食品放射能汚染についても、福島原発事故の影響のみならず大気圏内核実験の影響も把握しなければ、状況を十分に理解することができないことを示唆している。

なお、福島原発事故後から原子力災害対策本部が指示している食品放射能検査の対象自治体は、汚染状況の変化とともに減少していき、現在では新潟県、長野県、静岡県より東側（北海道を除く）の1都16県のみである（令和3年3月26日時点）。<sup>(10)</sup>西日本の測定数は少なく注目度も低いため、市民の手で汚染を把握する必要があり、本調査の対象とした。

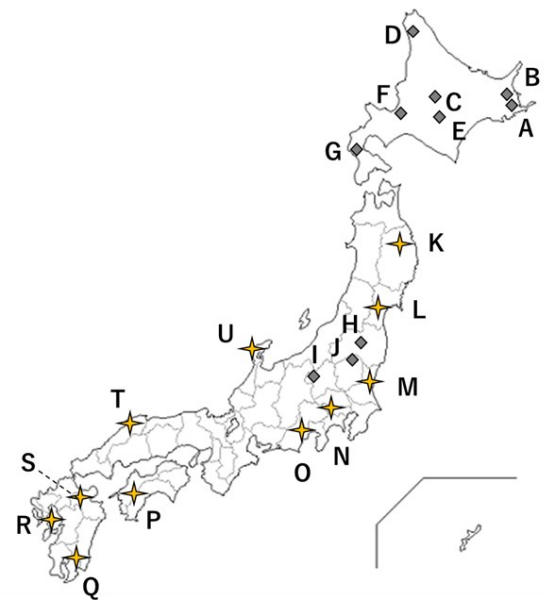


図1 調査した牛乳の産地

## 2. 分析方法

測定試料は産地が特定できる市販の牛乳を各22kgもちいた。2021年度は岩手県(K)、宮城県(L)、茨城県(M)、東京都(N)、静岡県(O)、愛媛県・高知県(P)、宮崎県・鹿児島県(Q)、長崎県(R)、大分県(S)、島根県(T)、石川県(U)の11か所の牛乳を測定した。対象の産地を地図上にまとめた(図1)。なお、図中のA~Jは2020年度に測定した産地である。

放射性セシウム濃度の測定は、全体のうち2kgを直接測定し、残り20kgを濃縮測定用とした。牛乳中の微量の放射性セシウムを検出するために、以下の方法で濃縮処理をおこなった。

牛乳5kgを80°Cに加熱後、酢酸水溶液(市販の穀物酢)350mlを投入した。たんぱく質の酸凝固反応によって、白色の沈殿成分と淡黄色の液体(ホエー=乳清)に分離される。牛乳中のセシウムはホエー中に9割程度存在している。<sup>(11)</sup>かるく攪拌して15分静置した後、不織布でろ過した。牛乳5kgの処理を4回繰り返して、計20kgを1サンプルとした。ホエーは牛乳20kgあたり18kg程度得られた(酢酸水溶液を含む)。ホエーを室温で1晩静置して、わずかに沈

殿してきた白色成分をフィルターで再度ろ過して取り除いた後、濃塩酸を加えてpH2に調整した。その後、牛乳20kgあたり10.00gのリンモリブデン酸アンモニウム（AMP）を加えた。30分攪拌後、20時間静置し、吸引ろ過（アドバンテック東洋、No.5B）でAMPを回収した。回収したAMPは3日間自然乾燥させたのちU8容器（ねじ口U式容器100mL、φ55mm×H67mm）に移した。

放射能測定はゲルマニウム半導体検出器（BSI社GCD70-200）を用いた。直接測定用の牛乳と、酸凝固反応で得られた白色の沈殿成分は、それぞれ2kgを2リットルマリネリ容器に充填して20～40時間ガンマ線測定をおこなった。濃縮処理で得られたセシウムを吸着したAMPはU8容器で96時間測定した。AMPの回収率で案分して牛乳状態での放射性セシウム濃度を計算した。牛乳換算の検出限界は、直接測定で20～30mBq/kg、濃縮測定で0.4mBq/kg程度で

あった。

### 3. 結果

測定結果を表1に示す。今年度測定したK～Uのうち直接測定でセシウム137が検出された産地は、岩手県（K）と宮城県（L）だった。直接測定ではすべての産地でセシウム134は検出されなかった。濃縮測定では九州も含め全ての産地からセシウム137を検出した。もっとも汚染が高い産地はL宮城県で152mBq/kgだった。これは前年に測定したH福島県産135mBq/kgよりも高かった。2番目に汚染されていたのはK岩手県産で79mBq/kgだった。それ以下は、O静岡県（16mBq/kg）、M茨城県（11mBq/kg）、N東京都（7.3mBq/kg）、Q宮崎県・鹿児島県（7.0mBq/kg）、S大分県（5.7mBq/kg）、T島根県（5.4mBq/kg）、R長崎県（5.2mBq/kg）、P愛媛県・高知県（5.1mBq/kg）、U石川県（3.9mBq/kg）という順

表1 牛乳中の放射性セシウム濃度測定結果一覧

測定年度	記号	産地	直接測定		濃縮測定		測定日
			濃度 (+1σ) / mBq kg <sup>-1</sup>		濃度 (+1σ) / mBq kg <sup>-1</sup>		
			Cs137	Cs134	Cs137	Cs134	
2020	A	北海道 根室	69 ± 7.0	< 17	69 ± 0.7	0.7 ± 0.1	2020年9月14日
	B	北海道 根室	49 ± 10	< 28	66 ± 0.7	< 0.3	2020年11月6日
	C	北海道 上川	< 27	< 27	15 ± 0.5	< 0.2	2020年11月30日
	D	北海道 宗谷	75 ± 11	< 27	57 ± 0.6	< 0.4	2020年12月4日
	E	北海道 十勝	< 29	< 27	18 ± 0.4	< 0.4	2020年12月15日
	F	北海道 石狩	38 ± 10	< 27	28 ± 0.3	< 0.3	2020年12月25日
	G	北海道 渡島	57 ± 10	< 27	52 ± 0.5	< 0.3	2020年12月31日
	H	福島県	147 ± 12	< 28	135 ± 1.3	5.2 ± 0.2	2020年12月22日
	I	群馬県	102 ± 11	< 28	85 ± 0.8	3.0 ± 0.2	2021年2月22日
	J	栃木県	62 ± 11	< 28	60 ± 0.6	2.4 ± 0.2	2021年2月9日
2021	K	岩手県	83 ± 11	< 27	79 ± 0.8	2.0 ± 0.1	2021年11月19日
	L	宮城県	181 ± 13	< 27	152 ± 1.5	4.4 ± 0.2	2021年10月29日
	M	茨城県	< 29	< 27	11 ± 0.2	< 0.4	2021年9月10日
	N	東京都	< 26	< 25	7.3 ± 0.2	< 0.4	2021年7月16日
	O	静岡県	< 29	< 27	16 ± 0.3	< 0.4	2021年7月30日
	P	愛媛県・高知県	< 27	< 28	5.1 ± 0.2	< 0.4	2021年9月17日
	Q	宮崎県・鹿児島県	< 26	< 25	7.0 ± 0.2	< 0.4	2021年9月24日
	R	長崎県	< 26	< 25	5.2 ± 0.2	< 0.4	2021年8月13日
	S	大分県	< 25	< 25	5.7 ± 0.2	< 0.4	2021年8月21日
	T	島根県	< 28	< 27	5.4 ± 0.2	< 0.4	2021年4月27日
	U	石川県	< 29	< 27	3.9 ± 0.2	< 0.4	2021年8月28日

だった。セシウム 134 が検出されたのは L 宮城県 (4.4 mBq/kg)、K 岩手県 (2.0 mBq/kg) のみだった。

なお、牛乳中に含まれるセシウムのおよそ9割がホエーに存在することが分かっているが、今回のセシウム濃縮法を用いた場合、濃縮測定結果は直接測定よりも1割程度低い値となる。直接、濃縮測定ともにセシウム 137 が検出された試料と比較すると、K (岩手県) 産の直接測定結果は 83 mBq/kg に対して濃縮測定では 79 mBq/kg、L 宮城県産の直接測定結果は 181 mBq/kg に対して濃縮測定では 152 mBq/kg であり、比率は 0.95 と 0.84 であった。

#### 4. 考察

##### セシウム 137 の由来

福島第一原発事故当時、セシウム 134 とセシウム 137 はおよそ 1 : 1 の割合で環境中に放出された。セシウム 137 の半減期は約 30 年、セシウム 134 の半減期は約 2.1 年である。それぞれのセシウムの半減期と原発事故から測定までの時間から、測定時点での福島原発由来のセシウム比率 (セシウム 134 / セシウム 137) が算出できる。セシウム比率を初期で 1 とすれば、おおむね 5 年後 (2016 年 3 月) に 0.21、10 年後 (2021 年 3 月) に 0.046 となる。

炉内から放出されたセシウム比率はおよそ 1 : 1 と知られているが、放出起源の原子炉によって比率が異なる。<sup>(12)</sup>本調査では、環境放射線データベース※から得た 2011 年 3~5 月に各地に降下した大気降下物中のセシウム比率を初期値 (事故時) とし、牛乳

試料測定時点のセシウム比率 (測定時) を産地ごとに算出した。

測定で得られたセシウム 134 の濃度と大気降下物におけるセシウム比率 (測定時) から福島原発事故由来のセシウム 137 の濃度を求めて、試料に含まれるセシウム 137 全体のうちの、福島原発事故由来の割合を計算した。

昨年度からの調査において、牛乳からセシウム 134 が検出された産地は、北海道、福島県、群馬県、栃木県、岩手県、宮城県だった。福島原発事故直後の大気降下物中セシウム比率 (事故時) は北海道 1.05、福島県 0.94、群馬県 1.00、栃木県 1.01、岩手県 1.00、宮城県 1.00 だった。これに事故から測定までの年数、および、それぞれのセシウムの半減期からセシウム比率 (測定時) を計算したところ、北海道 0.053、福島県 0.044、群馬県 0.045、栃木県 0.045、岩手県 0.035、宮城県 0.036 となった。測定で得られたセシウム 134 濃度を各地のセシウム比率 (測定時) で割って、福島原発事故由来のセシウム 137 濃度を得た (表 2)。

以下に岩手県の計算例をあげる。2021 年 11 月 19 日に測定した試料の福島原発事故由来のセシウム比率は 0.035 であるはずだと計算された。実際の測定の結果、セシウム 134 は  $2.0 \pm 0.1$  mBq/kg 検出されているので、セシウム比率 (測定時) に基づけば、セシウム 137 は  $56 \pm 3.9$  mBq/kg あるはずである。これが福島原発事故由来のセシウム 137 濃度である。一方、試料中のセシウム 137 濃度の測定結果は  $79 \pm 0.8$

表 2 セシウム 134 が検出された試料におけるセシウム 137 の福島原発事故寄与率

産地	Cs137(全体)	Cs134	測定日	事故から 測定までの 経過年	大気降下物(2011年3~5月)		Cs134/Cs137 比率		Cs137 (福島原発事故由来)	
	濃度 (+1σ) mBq kg <sup>-1</sup>	濃度 (+1σ) mBq kg <sup>-1</sup>			Cs-137	Cs-134	事故時	測定時	濃度 (+1σ) mBq kg <sup>-1</sup>	寄与率 (+1σ)
A 北海道	69 ± 0.7	0.7 ± 0.1	2020/9/14	9.5	$8.0 \times 10^0$	$8.4 \times 10^0$	1.05	0.053	13 ± 1.3	0.19 ± 0.02
H 福島県	135 ± 1.3	5.2 ± 0.2	2020/12/22	9.8	$3.5 \times 10^6$	$3.3 \times 10^6$	0.94	0.044	116 ± 4.6	0.86 ± 0.04
I 群馬県	85 ± 0.8	3.0 ± 0.2	2021/2/22	9.9	$5.2 \times 10^3$	$5.2 \times 10^3$	1.00	0.045	66 ± 4.0	0.78 ± 0.05
J 栃木県	60 ± 0.6	2.4 ± 0.2	2021/2/9	9.9	$7.2 \times 10^3$	$7.3 \times 10^3$	1.01	0.045	53 ± 3.7	0.89 ± 0.06
K 岩手県	79 ± 0.8	2.0 ± 0.1	2021/11/19	10.7	$1.5 \times 10^3$	$1.5 \times 10^3$	1.00	0.035	56 ± 3.9	0.71 ± 0.05
L 宮城県	152 ± 1.5	4.4 ± 0.2	2021/10/29	10.6	$2.2 \times 10^4$	$2.2 \times 10^4$	1.00	0.036	121 ± 4.8	0.79 ± 0.03

各自治体の放射能測定調査の値を元に計算したが、宮城県はこの調査データがなかったため原子力発電所等周辺環境放射線モニタリングを利用した。(四捨五入の関係で表中の計算が合わない場合がある)

mBq/kg だった。核実験などに起因するセシウム 137 が含まれているからである。岩手県産の牛乳に含まれていたセシウム 137 全体のうち  $0.71 \pm 0.05$  の割合が福島原発事故由来と導かれた。

含まれるセシウム 137 の由来と濃度を産地ごとに比較した (図 2)。福島原発事故の影響がほとんどみられないと思われる、西日本地域 (P~U) の牛乳に含まれるセシウム 137 濃度は 7mBq/kg 以下だったが、これは核実験やチェルノブイリ原発事故由来と考えられる。

一方、東日本 (北海道除く) H~O における核実験やチェルノブイリ原発事故由来のセシウム濃度は 7~19mBq/kg、北海道 (A~G) は 15~66 mBq/kg であり、北海道の汚染が高い傾向にあった。この理由を考えたい。

### 乳牛の飼料と放射性セシウムの移行

乳牛のエサは粗飼料と濃厚飼料の 2 種類に分けられる。粗飼料は牧草などの牛にとっての主食であり、濃厚飼料はトウモロコシや米ぬかなど、たんぱく質や脂質など栄養を多く含むものだ。2020 年度の統計では、粗飼料は自給が多く 76% が国産であり、濃厚飼料は 88% が輸入品である。<sup>(13)</sup> 同統計によれば、地域によって給餌バランスに傾向がみられ、北海道では粗飼料がより多く与えられ (粗飼料 : 濃厚飼料 =

52.3 : 47.7) 北海道以外では濃厚飼料が多く与えられている (粗飼料 : 濃厚飼料 = 38.8 : 61.2、TDN ベース<sup>※</sup>)。輸入飼料 (濃厚飼料) に日本産ほどの放射能汚染がないと仮定すると、北海道産の牛乳は現地の土壌の放射能汚染影響を受けやすい飼育環境にあるといえる。ただしこれは、粗飼料の汚染に地域差がない場合、北海道産の牛乳が他の地域の牛乳より 3 割高い汚染になる程度の違いであって、これだけでは説明がつかない。

飼料から乳への放射性セシウムの移行係数  $F$  は、 $C$  : 乳の放射性セシウム濃度 (Bq/kg)、 $I$  : 1 日当たりの飼料摂取量 (kg)、 $C_i$  : 飼料の放射性セシウム濃度 (Bq/kg) とすると、 $F = C \div (I \times C_i)$  と表現される。福島原発事故後の国内調査では、つくばで  $4.03 \times 10^{-3}$ 、那須で  $1.84 \times 10^{-3}$  が報告されている。

<sup>(14)</sup> 移行係数  $F$  は様々な要素で変動し、条件によって最大値と最小値の幅が 2 桁も異なるという報告もある。

<sup>(15)</sup> そのため牛乳の飼育条件が不明なままでは、牛乳中の汚染と生育環境の汚染の関係を厳密につかむのは困難である。

### 福島原発事故以前の牛乳汚染との比較

2010 年以前の産地別の牛乳中セシウム濃度推移を環境放射線データベースからグラフ化し、北海道 (✕)、東日本 ( $\Delta$  : 区別のため東京はグレー、静岡は点線の三角)、西日本 ( $\square$ ) で区別した (図 3)。全体を見ると、以前から西日本産の牛乳は低濃度側に分布していることが分かる。原爆投下のされた広島県、長崎県は高くなかった。高濃度側に位置する産地は、1985 年以前では東京都と北海道、1986 年以降は北海道と静岡県が確認できる。また福島原発事故前の数年では不検出の割合が高かった (2005~2010 年の検査数 939 件に対し検出は 107 件)。

本調査で得られたセシウム 137 濃度は北海道産で 15~69 mBq/kg、西日本で 7~19mBq/kg であったが、グラフで確認した長期的推移と矛盾しない結果が得られた。

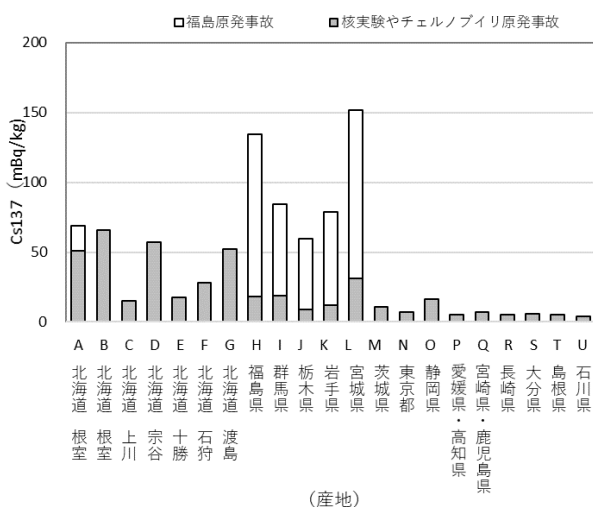


図 2 牛乳中のセシウム 137 の推定起源とその濃度

※※TDS (Total Digestible Nutrients) は家畜の飼料中に含まれるエネルギーを評価する指標の一つ。飼料の栄養成分と消化率から可消化養分を求めて評価したもの。

## 大気圏核実験の時代からの国内汚染を考える

核実験の時代から日本全国の広い範囲で大気降下物の放射能測定が継続されている。データベースに登録されているものは、1957年に東京の測定からはじまり、1959年9月に北海道、宮城県、秋田県、大阪府、福岡県が加わり、1963年5月には全部で24都道府県に測定点が拡大された。1960年代のデータを確認すると、1963年に降下量が極大を示している。そこで、1963年以降の連続したデータのある測定地点のセシウム137の降下量から各地の汚染状況を検討した。月間大気降下物におけるセシウム137濃度の5年ごとの積算を求めた。第1区分（1963～1967年）～第9区分（2003～2007年）までを福島原発事故前として評価した。（図4上）

1963年から2007年までの期間に日本に降下したセシウム137の量は第1区分が最も値が大きく、2007年までの総量に占める割合が74～91%に上った。セシウム137の降下量は第1区分から第4区分にかけて徐々に減少したが、第5区分（1983年～1987年）

で増加した。これはチェルノブイリ原発事故によるものと考えられる。第6区分以降（1988年以降）第9区分（～2007年）までは、目立ったセシウムの降下はみられなかった。

最もセシウム137降下量の積算値が大きかったのは秋田県であり、最も小さかったのは和歌山県だった。秋田県の降下量は和歌山県のおよそ4倍にも上る。積算の降下量が大きい順に、秋田県、福井県、石川県、宮城県、東京都、鳥取県だった。大まかにみると、日本海側の汚染が強く、関西地方（和歌山県、兵庫県、岡山県）は汚染が少ない。

第5区分（1983年～1987年：チェルノブイリ原発事故時）のみに注目すると、セシウム137の降下量が特に大きかったのは、福井県、愛知県、秋田県、石川県の順だった。愛知県を除いて、この3県は大気圏核実験時代の降下量の第4位までに含まれる。国外から輸送される微粒子がこれらの地域に降下しやすい地理的な理由があると思われる。

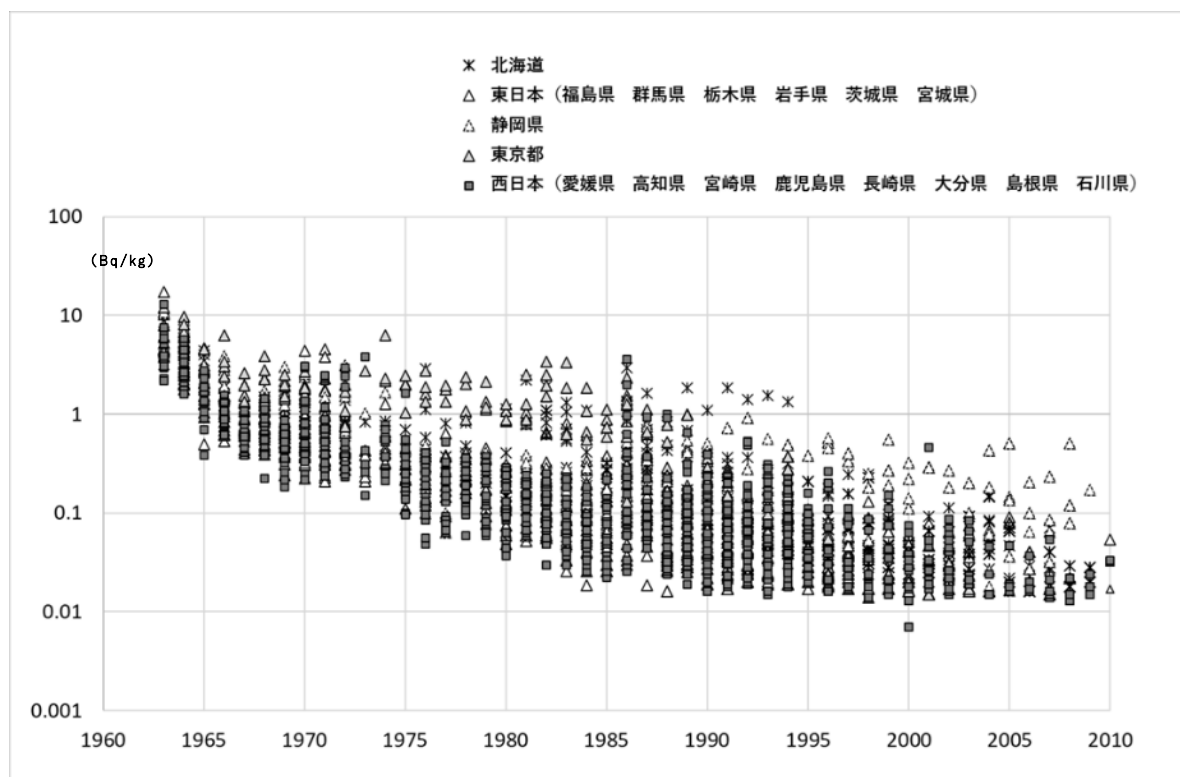


図3 牛乳中のセシウム137濃度（2010年まで）

環境放射線データベースよりまとめた

セシウム137の半減期から、期間区分ごとのセシウム濃度を減衰後（2021年時点）に換算して積算したのが図4下のグラフである。地理的な把握のために同じ情報を地図にも示した（図5）。現在、大気圏核実験の時代から60年ほど経過しているが、降水量が桁違いに多かった核実験の影響は大きく、核実験由来のセシウム137の量は当時の1/4程度に減少したのみで、この汚染が全体に占める割合が大きいことは変わらない。また、日本海側の汚染が比較的高く、太平洋側、特に関西地域の汚染が低い傾向にあることも同じだった。2007年までの範囲における減衰後の積算評価で、チェルノブイリ原発事故の影響割合

は最大で25%（愛知県）だった。

なお、同様の手法で評価の範囲を2017年まで広げると、福島原発事故以降に放射能汚染が周辺地域に大きく上乗せされるが、この上乗せ分は過大評価となる恐れがある。その理由は、福島市における大気降下物中の放射性セシウムの調査によれば、そのほとんどが土壌粒子に強く吸着した水に溶けにくい状態で存在し、また、春に増大して夏に減少するという季節変動が大きいという理由から（図6）、2011年の事故時に環境中に放出されたセシウムの再飛散が主体と推察されているからである。<sup>(16)</sup> また、福島原発から大気への時間当たりの放射性物質放出

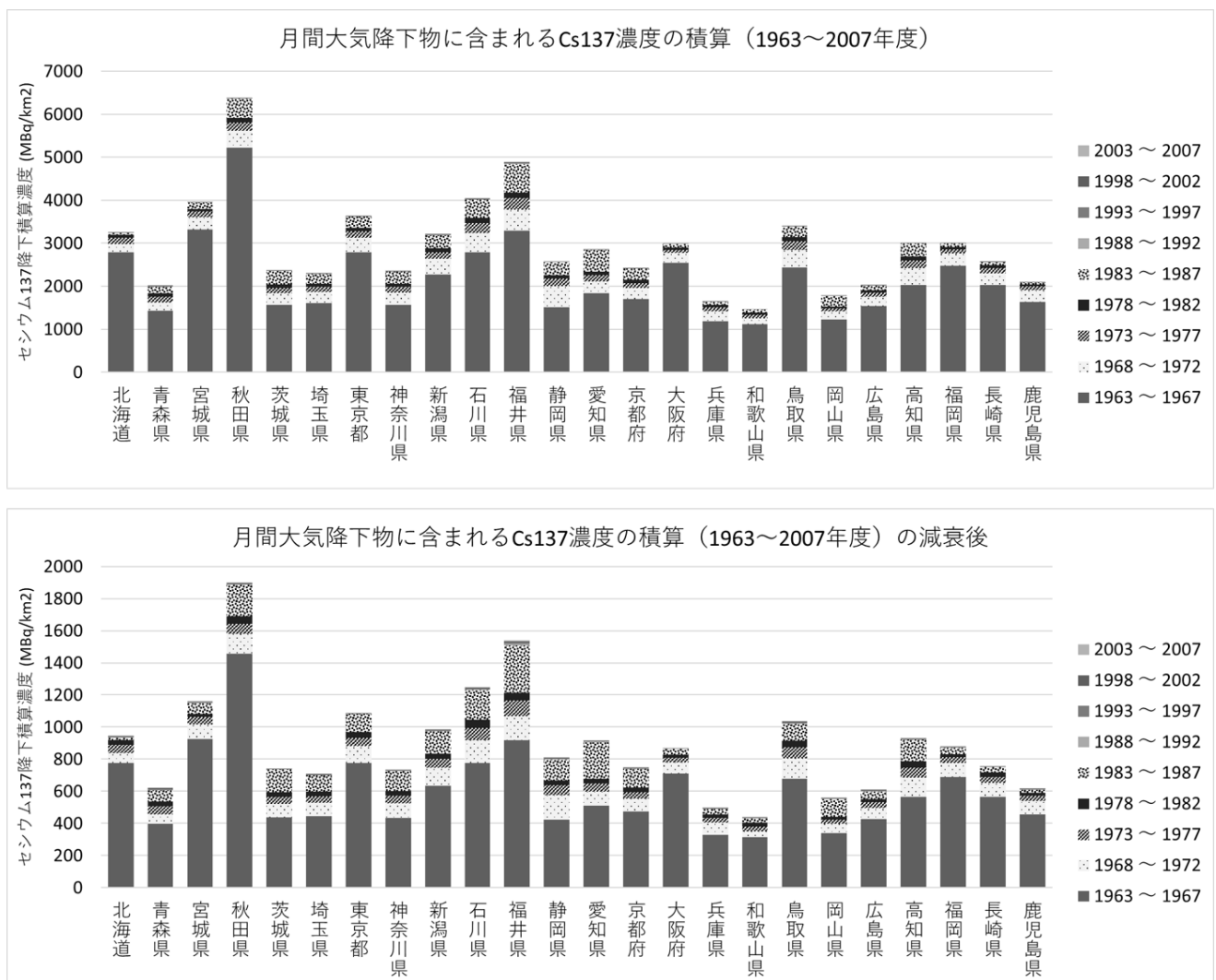


図4 各地の大気降下物に含まれるセシウム137の積算と減衰後濃度

環境放射線データベースよりまとめた。検出限界が不明のため「不検出」は計算からは除外



量が 2011 年 3 月と 2017 年を比較して 1 億分の 1 に減少しているのに対して、例えば福島市における大気降下物は 1000~10 万分の 1 へ減少しているのみで変化が鈍くなっていることも、再飛散を示唆する。(17)

以上のように、福島原発事故以前の環境放射能汚染を地域で整理したが、北海道だけが特別に汚染が高かったのではなく、北海道産牛乳のセシウム 137 濃度が高い理由は説明できなかつた。また、1963 年から 2007 年までの大気降下物のセシウム濃度の積算と本調査で得られた核実験等由来の牛乳中のセシウム 137 濃度との間には関連性は見られなかつた。

### リスクの検討

牛乳の放射性セシウム濃度が 50 Bq/kg の環境汚染状況のとき、食品から摂取した放射性物質によって年間 1 ミリシーベルト相当の被ばくがあると仮定して、調査で得られた牛乳中の放射性セシウム濃度から、食品からの被ばくによるがん死リスクの上乗せ程度を確認する。

現行の食品基準値は、食品の汚染レベルが基準値上限で、一般食品の混入率 50%、牛乳や乳児用食品の混入率が 100%のとき、年間 1 ミリシーベルトの被ばくとなるように設定されている。これは 10 万人あたりの生涯がん死リスクは 400 人に相当する。同じ混入率で、汚染レベルが基準値の 1/500 (牛乳なら 100

mBq/kg) の時の生涯がん死リスクは 10 万人あたり 0.8 人となる。今回測定された牛乳中セシウム濃度は 4~150 mBq/kg だったが、牛乳が 150 mBq/kg の汚染レベルのときは年間 0.003 ミリシーベルトの被ばく量に相当し、生涯のがん死リスクの上乗せは 10 万人あたり 1.2 人となる。

なお、平均的な食生活で食品の放射性物質から受ける実際の放射線量を推定するために全国の流通食品のセシウム濃度を測定して評価する「マーケットバスケット調査」の結果は、食品からの被ばくは年間 1 ミリシーベルトの 1%程度と推定されている(2021 年 2~3 月)。(18)

繰り返しになるが、一般に発がん性化学物質の発がんに関する濃度規制は、1 物質あたり生涯 10 万人あたり 1 人である。食品からの被ばくによる生涯 10 万人あたり 1 人の致死リスクを把握するためには、食品の放射能検査は検出限界が 0.1 Bq/kg (100mBq/kg) レベルの測定水準が必要である。被ばくを避けたい市民の選択を支えるのに十分な検査数も求められる。

一方、国内の食品放射能汚染検査結果をみると、2014 年以降は継続して全体の 99.9%以上が 25 Bq/kg 以下であり、基準値を超過する食品はきのこ類、山菜類、野生の肉に偏っている。(19) 食品からの被ばくを避けたい人の懸念を抑制し、被災地域の農産物の販売量を増加させるには、栽培管理可能な食品の放

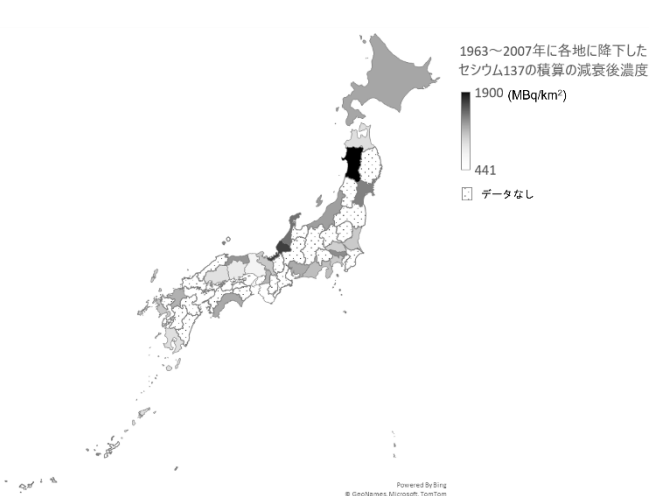


図 5 各地に降下したセシウム 137 の評価 (減衰後)  
環境放射線データベースよりまとめた

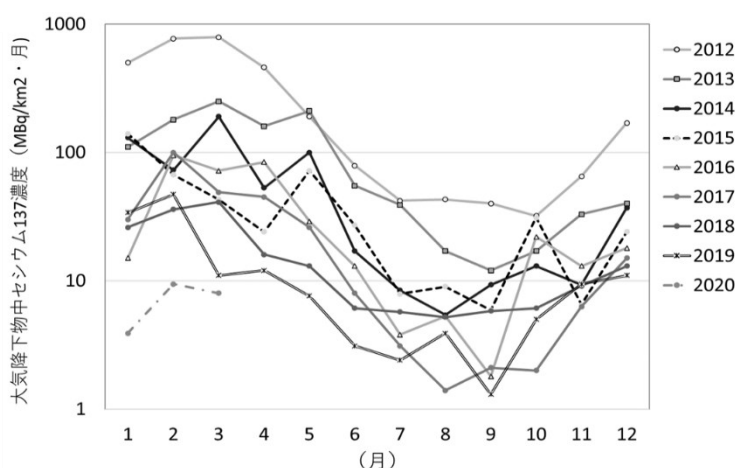


図 6 福島市の降下物中のセシウム 137 濃度の季節変動  
環境放射線データベースよりまとめた

射能基準値を下げることも一つの可能性ではないかと考える。

## 5. まとめ

東京電力福島原発事故で、福島県や周辺地域に深刻な環境放射能汚染がもたらされた。それ以降、食品摂取における放射線被ばくを避けるため、食品を産地で選別し、西日本産や北海道産を優先して購入する人が存在する。一方、大気圏核実験からの歴史を振り返れば、核爆弾由来の放射性物質は地球レベルで桁違いの環境放射能汚染をもたらし続けている。被ばくを避ける合理的な選択のためには、福島原発事故の影響のみならず、大気圏核実験時代の影響も総合的に評価する必要がある。

わたしたちは産地の明確な日本各地の牛乳を購入し、含まれるセシウムを AMP 法で濃縮し、ゲルマニウム半導体検出器で長時間ガンマ線測定することによって放射性セシウム濃度を測定した。その結果、すべての産地からセシウム 137 を検出した。これによって産地ごとの汚染の比較ができた。

全ての測定で、食品に含まれる放射性セシウム新基準値（50 Bq/kg）を大幅に下回る値であったが、2021 年度に測定した宮城県産の市販の牛乳は、2020 年度に測定した福島県産の市販の牛乳よりも高濃度に汚染されており、福島県産の商品が必ずしも最も高く汚染されているのではないことが確認された。北海道の牛乳は西日本産よりもセシウム濃度が高い傾向にあった。給餌における粗飼料比が高いことが可能性の一つに挙げられるが、説明がつかなかった。また、西日本産の牛乳であっても低レベルの放射性セシウムが含まれることが分かった。

大気圏核実験時代から継続実施されている各地の大気降下物の測定データを利用して、福島原発事故以前の日本の放射能汚染の地理的な傾向を分析したところ、日本海側の汚染が比較的高く、太平洋側、特に関西地域の汚染が低い傾向にあった。この大気降下物中のセシウム濃度の積算データと今回測定した牛乳のセシウム濃度との間に関連は見られなかつ

た。少なくとも東北・北関東以外の地域の環境放射能の主要因は、実施から 60 年程度経過していても核実験によるものだった。

今回得られた測定値から計算した、福島原発事故後から 10 年が経過した国内における食品摂取からのがん死リスクは、汚染地域で、発がん性化学物質の発がんリスクの管理基準と同等であった。

個人の価値観において、何を優先し、どんなリスク避けるのかは尊重されるべきであり、化学物質のリスクを避ける選択肢と同様に、放射線被ばくリスクを避ける選択も尊重されなければならない、そのための仕組み作りが求められる。

福島原発事故の影響が小さかった西日本も、歴史的にみれば必ずしも放射能汚染されていないわけではなく、今もなお過去の大気圏核実験の汚染が食品に含まれてしまっていることは重い現実である。福島原発事故によって深刻な環境放射能汚染をしてしまった現世代の失敗は、将来世代に影響し続けることを自覚しなければならない。

今後は、調査対象の牛乳産地の拡充や、同一地域や同一製品における変動や製品差を評価したい。過去の大気降下物中のセシウム濃度が高かった地域の調査や、北海道産の牛乳がより汚染が高い理由についても検討したい。

### 〈参考文献〉

- (1) 厚生労働省医薬食品局食品安全部「食品中の放射性物質の新基準値及び検査について」  
[https://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/iken/dl/120801-1-saitama\\_2.pdf](https://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/iken/dl/120801-1-saitama_2.pdf)（参照 2022 年 3 月 5 日）
- (2) 消費者庁 食品と放射能に関する消費者理解促進チーム「第 14 回風評被害に関する消費者意識の実態調査」、令和 3 年 2 月 26 日  
[https://www.caa.go.jp/disaster/earthquake/notice/assets/consumer\\_safety\\_cms203\\_210226\\_02.pdf](https://www.caa.go.jp/disaster/earthquake/notice/assets/consumer_safety_cms203_210226_02.pdf)（参照 2022 年 3 月 5 日）
- (3) 厚生労働省「水質基準の見直し等について（案）」（平成 15 年 3 月）  
<https://www.mhlw.go.jp/public/bosyuu/iken/p0314-1.html>（参照 2022 年 3 月 30 日）
- (4) ICRP, ICRP Publication 103, 日本語訳「国際放射線防護委員会の 2007 年勧告」p.16 - 23.
- (5) ICRP, ICRP Publication 60, 日本語訳「国際放射線防護委員会の 1990 年勧告」付属書 C p.220.

- (6) がん情報サービス、最新がん統計まとめ、  
[https://ganjoho.jp/reg\\_stat/statistics/stat/summary.html](https://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/stat/summary.html)  
 (参照 2022 年 2 月 20 日)
- (7) 谷村暢子、伏屋弓子「牛乳に含まれる放射性セシウムはどこから来たか 放射性セシウム 134/137 比率の分析による評価」、CNIC ホームページ (2021)  
<https://cnic.jp/38632>
- (8) 廣瀬勝己「環境放射能のグローバル輸送・分布と長期的変動」RADIOISOTOPES, **64**, 753-764(2015)、  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/radioisotopes/64/12/64\\_753/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/radioisotopes/64/12/64_753/_pdf/-char/ja)
- (9) Yukio Katsurigi, "A Study of 90Sr Fallout in Japan",  
 Papers in Meteorology and Geophysics Vol. **33**, No. 4,  
 pp. 277-291 (1983)  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/mripapers/33/4/33\\_4\\_277/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/mripapers/33/4/33_4_277/_pdf/-char/ja)
- (10) 原子力災害対策本部「検査計画、出荷制限等の品目・区域の設定・解除の考え方」令和 3 年 3 月 26 日、  
<https://www.mhlw.go.jp/content/11135000/000787847.pdf>  
 (参照 2022 年 3 月 5 日)
- (11) 大桃洋一郎、津郷友吉「放射線ストロンチウムおよびセシウムの牛乳中の分布」農化、第 **37** 巻、第 12 号、p.725-728、(1963)  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/nogeikagaku1924/37/12/37\\_12\\_725/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/nogeikagaku1924/37/12/37_12_725/_pdf/-char/ja)
- (12) 小森昌史ほか、「134Cs/137Cs 放射能比を指標とした福島第一原子力発電所事故に由来する放射性核種の放出原子炉別汚染評価」BUNSEKI KAGAKU, Vol **62**, No6, p.475-483 (2013)  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/bunsekikagaku/62/6/62\\_475/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/bunsekikagaku/62/6/62_475/_pdf)
- (13) 農林水産省畜産局飼料課「飼料をめぐる情勢」、令和 4 年 2 月  
[https://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/l\\_siryo/attach/pdf/index-38.pdf](https://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/l_siryo/attach/pdf/index-38.pdf)  
 (参照 2022 年 2 月 24 日)
- (14) 小林洋介 他、「牛乳における放射性セシウムの飼料からの移行について」、平成 24 年度農研機構シンポジウム資料、  
[https://www.naro.affrc.go.jp/archive/nilgs/kenkyukai/files/sympo2012\\_kachiku01\\_shiryo.pdf](https://www.naro.affrc.go.jp/archive/nilgs/kenkyukai/files/sympo2012_kachiku01_shiryo.pdf)  
 (参照 2022 年 2 月 24 日)
- (15) 広岡博之、築城幹典「ウシ生産と放射性セシウム汚染—システム論的アプローチの可能性—」、日本畜産学会報 **85** (4), 461-470, 2014  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/chikusan/85/4/85\\_461/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/chikusan/85/4/85_461/_pdf/-char/ja)
- (16) 国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター、オンラインマガジン 環境 けんぎゅうの現場から「大気降下物中に含まれる放射性セシウムを調べて」鈴木剛 (2016) <https://www-cycle.nies.go.jp/magazine/genba/201603.html>  
 (2022 年 2 月 20 日確認)
- (17) 廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合／事務局会議資料  
[https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning\\_team\\_archive.html](https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning_team_archive.html)
- (18) 厚生労働省、食品中の放射性物質の検査結果 (令和 3 年 2 ~ 3 月調査分)  
[https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000205937\\_00014.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000205937_00014.html)  
 (参照 2022 年 3 月 29 日)
- (19) 農林水産省、食品中の放射性物質の検査結果 (年度別、品目等別、都県別の解析結果：食品中の放射性セシウム濃度の検査結果 (平成 23~令和 2 年度)  
[https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/radio\\_nuclide/attach/pdf/210630\\_kekka.pdf](https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/radio_nuclide/attach/pdf/210630_kekka.pdf)  
 (参照 2022 年 3 月 5 日)