

# 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

谷村 暢子 (原子力資料情報室)  
伏屋 弓子 (新宿代々木市民測定所)  
(2021年3月)

## 1. 動機と目的

2011年3月の東京電力福島第一原発事故後、新宿代々木市民測定所は、ゲルマニウム半導体検出器を導入し、全国各地の牛乳に含まれる放射性セシウム濃度を測定してきた。牛乳は子どもたちがよく飲むもので、子どもたちの被ばくをできるだけ避けたいという声に応えるためだ。

大手メーカーの牛乳は商品パッケージに産地が記載されていないものも多いが、測定の都度、メーカーに聞き取りをおこない、原乳の産地と牛乳の放射性セシウム濃度を明らかにしてきた。多くの商品は原乳の産地を限定しておらず、場合によって複数の産地のものを混合しているのだが、調査の過程で、東北および北関東産の牛乳から放射性セシウムが検出されるだけでなく、北海道産からもよく検出されることに気がついた。

一方、福島原発事故によって大量の放射性物質が日本中に降下したが、文部科学省の航空機モニタリングによると、北海道内では特段、汚染された地域があるとは読み取れない。<sup>1</sup> また、環境の放射能汚染に対する人々の関心も、汚染の深刻な東北や関東に集まっており、北海道に関するデータ数は少ない。ただし、粒子拡散シミュレーションでは北海道東部にも福島原発事故由来の放射性物質が蓄積したという研究がある。<sup>2</sup>

厚生労働省のとりまとめによる食品の放射性物質検査データ<sup>3</sup>に含まれる、北海道産「牛乳・原乳・生乳」の検査結果は、2011年3月～2012年3月26日の期間では、70件中9件で0.12 Bq/kg以下のセシウム137が検出、5件で0.05 Bq/kg以下のセシウム

134が検出された(採取日基準)。微量ではあるが、牛乳からセシウム134が検出されたことは、当時、北海道にも福島原発事故由来の放射能汚染があったことを強く示唆している。2012年4月～2020年8月20日では北海道産の641件すべて不検出という結果で、当然ながら、摂取基準に該当するような汚染は起きていないため問題となっていない。

しかし、新宿代々木市民測定所によるミリベクレル単位の低濃度まで検出できる測定では、事故直後のみならず、近年も東北産と同等の濃度の放射性セシウムが北海道産の牛乳から検出されている。2019年以降は検出されるのはセシウム137のみであり、半減期の短いセシウム134は検出されていない。

セシウム137は半減期30年と長いため、福島原発事故以前の核実験(1945年から1980年にかけて)やチェルノブイリ原発事故(1986年)の影響で土壌に蓄積したものが現在も存在し、牛乳に影響し続けていることも考えられる。

以上のことから、日本の牛乳の5割以上は北海道産が占めていることを考慮すれば、北海道の牛乳の放射性セシウム汚染の状態を把握することで、牛乳の汚染の実態を深く理解できるのではないかと考えた。

原子力資料情報室と新宿代々木市民測定所は、北海道産を中心に、現在では低濃度となった牛乳中の放射性セシウムを濃縮し、放射性セシウム137(半減期30年)および放射性セシウム134(半減期2.1年)を定量することによって、その割合から、牛乳中に含まれる放射性セシウムの由来が、福島原発事故か、それ以前かを明らかにすることを目指して共

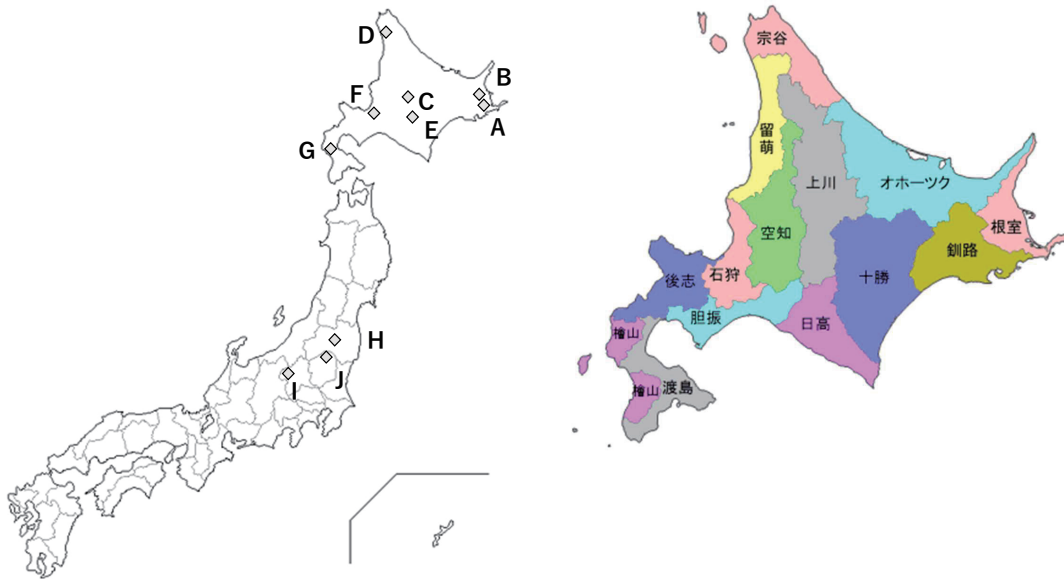


図1 分析対象の牛乳の産地

同で調査をおこなった。

## 2. 実験方法

測定試料は、生乳の産地が特定できる市販の牛乳を各 22 kg もちいた。北海道産の牛乳は 7 つの地域のもを分析した。産地は根室で 2 件 (A,B)、上川 (C)、宗谷 (D)、十勝 (E)、石狩 (F)、渡島 (G) だった。比較対象として、福島原発事故の影響が強く表れると思われる福島県 (H)、群馬県 (I)、栃木県 (J) 産のもを加えて、合計 10 の試料を取り扱った。測定にもちいた牛乳の産地を図 1 に示す。

放射性セシウムの濃度測定は、全体のうち 2 kg を直接測定用とし、残り 20 kg をセシウム濃縮測定用とした。

セシウム濃縮法を考える際に、牛乳中のセシウムがどこに存在しているか文献から考察した。核実験時代にも牛乳が放射能汚染され、ヨウ素、セシウム、ストロンチウムが検出されている。牛乳を加工したとき、それらの核種がどんな製品に移行するかを調査した文献によれば、牛乳中のセシウムの 89% はホエー (乳清) に存在していて、全乳からバターに移行するセシウムは極めて少ない (0.5%) という<sup>4</sup>ことだった。

また、セシウムと同族元素であるカリウムが、ホエー中に全体の 88.7% 含まれているという分析結果<sup>5</sup>や、牛乳を酸処理してたんぱく質を除去したのちにイオンクロマトグラフィーでカリウムを定量した研究<sup>6</sup>があったため、放射性セシウムもホエー中にイオン状態で存在できることが予想された。

水溶液中のセシウムイオンならば、リンモリブデン酸アンモニウム法 (AMP 法) で濃縮することができる。我々は過去に河川水や水道水を AMP 法でセシウム濃縮して、東京の水の放射能汚染状況を調査した経験があったため、今回も同手法を用いて牛乳のセシウムを濃縮することにした。

### セシウム濃縮方法

牛乳 5 kg を 80°C に加熱後、酢酸水溶液 (市販の穀物酢) 350 ml を投入した。軽く攪拌後、15 分静置し不織布で濾して、白色の沈殿成分と淡黄色の液体 (ホエー) に分離した。牛乳 5 kg の処理を 4 回繰り返して、計 20 kg を 1 サンプルとした。

ホエーを 5 L ビーカーに 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ろ過して取り除いた後、濃塩酸を加えて pH を 2 に調整した。その後、牛乳 20 kg あたり 10.0 g 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、吸引ろ過によってAMPを回収した。放射能測定はゲルマニウム半導体検出器を用いた。牛乳と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を用いて、AMP濃縮測定は10g程度をU8容器を用いて測定した。測定時間は、牛乳の直接測定は20時間（Aのみ48時間）、沈殿成分は96時間、AMPは72時間とした。

得られたホエー中には微細なたんぱく質の塊が存在し、AMPを吸引ろ過で回収する際に、目詰まりを起こしやすかった。AMPの回収率はさまざまなお、回収物には分離しきれなかった乳由来成分の固形物も含まれていた。牛乳に含まれるセシウム濃度は直接測定の結果を採用し、濃縮測定の結果はセシウム137：134の比率のみを利用して、絶対値は参考値とした。

### 3. 測定結果

測定結果を表1に示す。直接測定で検出された

セシウム137の濃度は、北海道産で不検出（< 27）～69 mBq/kg、福島県産で147 mBq/kg、群馬県産で102 mBq/kg、栃木県産で62 mBq/kgだった。直接測定ではセシウム134はすべて検出限界値以下だった（検出限界値は17～28 mBq/kg）。

濃縮測定の結果、セシウム134がA（北海道根室）から1.1 mBq/kg、H（福島県）から5.2 mBq/kg、I（群馬県）から3.0 mBq/kg、J（栃木県）から2.4 mBq/kg検出された。その他のサンプルからは検出されなかった（検出限界値は0.2～0.4 mBq/kg）。セシウム比率（セシウム134の濃度をセシウム137の濃度で除した値）は、それぞれA:0.017、H:0.038、I:0.035、J:0.040だった。なお、濃縮測定によるセシウム134濃度を、直接測定で補正した値は、A、H、I、Jの順に、1.1、5.6、3.6、2.5（単位はすべてmBq/kg）である。

また、放射性セシウムは、牛乳全体のおよそ9割がホエーに存在し、1割が沈殿物に存在することが確認された（表2）。

表1 牛乳に含まれる放射性セシウム濃度

記号	産地	地域名	牛乳直接測定				沈殿成分			牛乳濃縮測定					
			Cs137 (mBq/kg)	検出 限界	Cs134 (mBq/kg)	検出 限界	Cs137 (mBq/kg)	検出 限界	収量 (g)	Cs137 (mBq/kg)	検出 限界	Cs134 (mBq/kg)	検出 限界	補正後 (mBq/kg)	セシウム比率 (Cs134/Cs137)
A	北海道	根室	69	18	N.D.	17	33	14	5300	69	0.2	1.1	0.2	1.1	0.017
B	北海道	根室	49	29	N.D.	28	31	8	3400	65	0.3	N.D.	0.3		—
C	北海道	上川	N.D.	27	N.D.	27	N.D.	9	3320	15	0.2	N.D.	0.2		—
D	北海道	宗谷	75	29	N.D.	27	33	11	3554	57	0.4	N.D.	0.4		—
E	北海道	十勝	N.D.	29	N.D.	27	13	9	2948	18	0.4	N.D.	0.4		—
F	北海道	石狩	38	28	N.D.	27	14	10	3593	28	0.4	N.D.	0.3		—
G	北海道	渡島	57	28	N.D.	27	33	11	3707	52	0.4	N.D.	0.3		—
H	福島県	—	147	29	N.D.	28	78	13	3505	135	0.5	5.2	0.4	5.6	0.038
I	群馬県	北軽井沢	102	29	N.D.	28	60	11	3347	85	0.5	3.0	0.4	3.6	0.035
J	栃木県	那須	62	29	N.D.	28	44	11	3634	60	0.5	2.4	0.4	2.5	0.040

表2 牛乳中の放射性セシウムの分布

記号	産地	地域名	Cs137濃度(mBq/kg)		沈殿収量 (g)	牛乳中のCs137(mBq/20kg)		Cs137の分布		
			牛乳全体	沈殿		牛乳全体	沈殿	沈殿	ホエー	
A	北海道	根室	69	33	5300	1380	175	13%	87%	
B	北海道	根室	49	31	3400	980	105	11%	89%	
C	北海道	上川	N.D.	N.D.	3320	N.D.	N.D.	N.D.	—	
D	北海道	宗谷	75	33	3554	1500	117	8%	92%	
E	北海道	十勝	N.D.	13	2948	N.D.	38	N.D.	—	
F	北海道	石狩	38	14	3593	760	50	7%	93%	
G	北海道	渡島	57	33	3707	1140	122	11%	89%	
H	福島県		147	78	3505	2940	273	9%	91%	
I	群馬県	北軽井沢	102	60	3347	2040	201	10%	90%	
J	栃木県	那須	62	44	3634	1240	160	13%	87%	
								平均	10%	90%

#### 4. ディスカッション

##### 1) セシウム比率から、含まれるセシウムの由来を導く考え方

放射性セシウム 137 と 134 は、東京電力福島原発事故当時おおよそ 1:1 の比率で環境に放出されたと知られている。そしてセシウム 137 (半減期 30 年) とセシウム 134 (半減期 2.1 年) の半減期から減衰を求めると、放出時点からの経過年数とその時の比率が算出できる (図 2)。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) で 0.21、10 年後で 0.05 となる。

なお、核実験やチェルノブイリ原発事故由来のセシウム 134 は (半減期 2.1 年なら初期値の 10 万分の 1 程度になっているため) 現在では検出できないと考えられる。

以上のことから、食品中のセシウム比率が分かれば、それが福島原発事故由来か、それ以前からの汚

染によるものかを判断できると考えられる。<sup>7</sup>

北海道産の牛乳 B~G はセシウム 134 が検出されなかったことから、この放射能汚染の由来は、主に核実験やチェルノブイリ原発事故といった福島原発事故以前のイベントによるものとだと考えられる。ただし、濃縮測定の検出限界値 (0.2~0.4 mBq/kg) 以下の範囲で福島原発事故由来のセシウム 134 が含まれている可能性はある。北海道では唯一、A の根室の牛乳からセシウム 134 が検出された。また、比較のため調査した福島および北関東の H、I、J すべてからセシウム 134 が検出され、確かに福島原発事故による汚染であることが確認された。

##### 2) セシウム比率の地域差を考慮した、牛乳中のセシウムの由来の評価

先ほどは、セシウムの初期比率を 1:1 として分析の考えかたを説明したが、実は、セシウム比率は放射能を放出した原子炉によって異なっていた。研究によれば、2011 年 6 月以前のセシウム比率は、1 号炉で 0.89~0.93 程度、2 号炉で 0.96~1.05 程度、3 号炉では 0.97~1.04 程度だったという。<sup>8</sup>

また、原子炉から大気に放出されたあと地面に降下するまでの気象条件によって、各地に降下したセシウムの比率も異なると考えられる。そこで「環境放射線データベース」から、2011 年 3 月~5 月の月間大気降下物の県別データを得て、事故当時、各

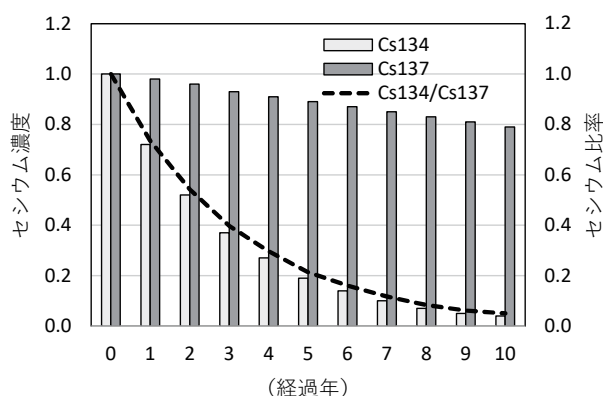


図 2 放射性セシウムの比率と時間経過

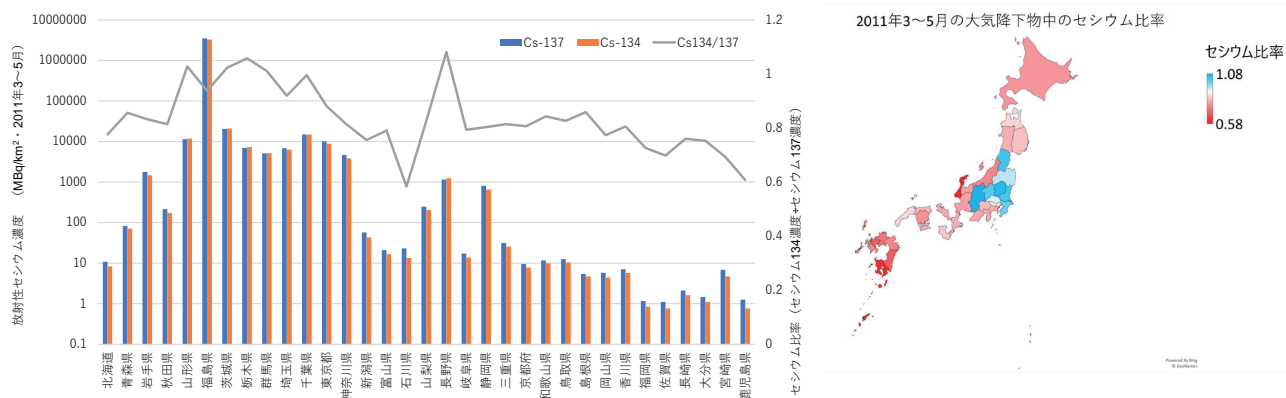


図 3 福島原発事故直後に各地に降下した放射性セシウム濃度と比率



地域に降下したセシウム比率を考察した。

月間大気降下物中のセシウム 137 は、宮城県以外のすべての都道府県でデータが存在したが、セシウム 134 は 2011 年 4 月以降のデータしかない地点が 13 の地域であったため、その地点はグラフから除外している。

グラフをみると、北は北海道（採取地点は札幌市）から南は鹿児島まで、日本中が放射性物質で汚染されたことが分かるが、セシウム比率は、福島県周辺と北関東が比較的高く（長野 1.08、栃木 1.06、山形 1.03、茨城 1.02、群馬 1.01、千葉 1.00、福島 0.94、埼玉 0.92）、西日本と北海道と新潟が比較的低い値（岐阜 0.79、富山 0.79、北海道 0.78、岡山 0.77、長崎 0.76、新潟 0.76、大分 0.75、福岡 0.73、佐賀 0.70、宮崎 0.69、鹿児島 0.61、石川 0.58）だった（図 3）。大気降下物のセシウム比率は上述した研究と異なり、全体としてセシウム 134 の割合が小さい結果だったが、試料採取や分析法などが異なっているし、その原因は良く分からない。

この比率を初期値として、2020 年 9 月時点のセシウム比率を算出し、本調査で測定した牛乳に含まれる放射性セシウム 137 の由来と寄与率を計算した（表 3）。

まず、試料 A に含まれるセシウム 134 は 1.1 mBq/kg だった。福島原発事故直後の大気降下物のセシウム比率（0.78）からセシウムの半減期をもとに算出した、9.5 年度におけるセシウム比率は 0.040 である。これに基づけば、含まれるセシウム 134 が 1.1 mBq/kg のとき、セシウム 137 はおよそ 28 mBq/kg 共存するはずである（ $1.1 \div 0.040$ ）。濃縮

測定結果をみると、セシウム 137 濃度は 69 mBq/kg だった。このうち 28 mBq/kg が福島原発事故由来であるとした場合、それ以外の 42 mBq/kg は事故以前由来だと評価できる。この計算に基づけば、A（北海道 根室）の牛乳に含まれるセシウム 137 の 60% が 2010 年以前（福島原発事故以前）由来で、40% が福島原発事故由来ということになる。H（福島県）、I（群馬県）、J（栃木県）の福島原発事故由来セシウム 137 の割合は、それぞれ 80%、65%、78% という結果となった。

### 3) 福島原発事故以前に環境はどれくらい放射能汚染されていたか

#### <日本全国>

福島県産においても、福島原発事故以前のイベントに起因する放射性セシウム 137 が含まれていることが示唆されたため、過去の土壌の放射能汚染の状況について「環境放射線データベース」より調査した。

1983～1985 年のデータは核実験の影響が、また、1987～1989 年のデータはチェルノブイリ原発事故の影響があらわれると期待して調査期間を設定した。両期間における、各地の土壌に含まれる放射性セシウム 137 濃度を調べた。土壌は、水田、草地、畑地、未耕地などあったが、すべてまとめて調査期間ごとに平均濃度を算出した（図 4）。

我々の当初の予想では、大気圏核実験では、放射性物質が気流に運ばれて全世界を取り巻いて広く分散したと思われるため、日本全国で一様な汚染状況（広島・長崎の原爆以外）だと考えていたが、そう

表 3 牛乳に含まれるセシウム 137 の由来

地域	初期大気降下物 (MBq/km <sup>2</sup> ・2011年3～5月)		セシウム比率		牛乳濃縮測定				Cs137の由来			
	Cs-137	Cs-134	初期	9.5年後	Cs137 (mBq/kg)	検出 限界	Cs134 (mBq/kg)	検出 限界	～2010年		福島原発事故	
			2011年3～5月	2020年9月					(mBq/kg)	(%)	(mBq/kg)	(%)
A 北海道	10.8	8.4	0.78	0.040	69	0.2	1.1	0.2	42	60%	28	40%
H 福島県	3500000	3281000	0.94	0.048	135	0.5	5.2	0.4	27	20%	108	80%
I 群馬県	5105	5160	1.01	0.054	85	0.5	3.0	0.4	29	35%	56	65%
J 栃木県	6935	7340	1.06	0.051	60	0.5	2.4	0.4	13	22%	47	78%

ではなく、日本国内でも不均一な土壌の汚染状況であったことが分かった。

1983～1985年度に汚染が高かった地域は、秋田県、島根県、長崎県であり、平均土壌のセシウム137濃度は60 Bq/kg以上であった。

そして、チェルノブイリ原発事故後の1987～1989年度に、濃度が1.5倍以上(かつ10 Bq/kg以上)になった地域は、岩手県、東京都、石川県、長野県、静岡県、兵庫県、愛媛県だった。

汚染の低い地域と比較すれば、北海道も福島県も、福島原発事故以前から放射能汚染されていたことが示唆される。

同データベースから、上記の11都県および北海道産の牛乳の放射性セシウム濃度の値を得て、都道府県それぞれの年ごとの平均値をグラフにした(図5)。1973年度が空欄である理由は、該当するデータが得られなかったためである。

まず、大気圏内核実験の影響が色濃い1966年には1 Bq/kg程度のセシウム137が牛乳に含まれていた。そし

て1972年以前では、島根県の牛乳の汚染が最も高く、次いで静岡県、北海道の牛乳の順に汚染されていた。1975年以降、東京でデータを取り始めているが、その後1985年までもっとも牛乳が汚染されていたのは東京産という結果だった。次いで北海道と岩手県産が汚染されていた。

1986年にはチェルノブイリ原発事故の影響で、すべてのポイントで前年を上回る汚染があった。1986年に濃度が高かったのは岩手県(1.06 Bq/kg)、東京都(0.92 Bq/kg)、北海道(0.76 Bq/kg)、兵庫県(0.58 Bq/kg)の順だった。また濃度変化がもっとも大きかった順に、兵庫県(31.4倍)、秋田

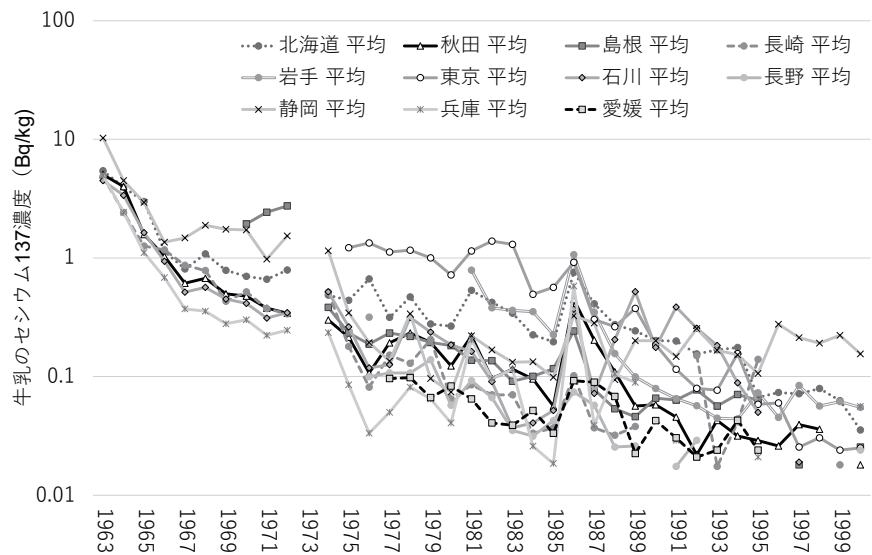


図5 全国 牛乳中のセシウム濃度推移

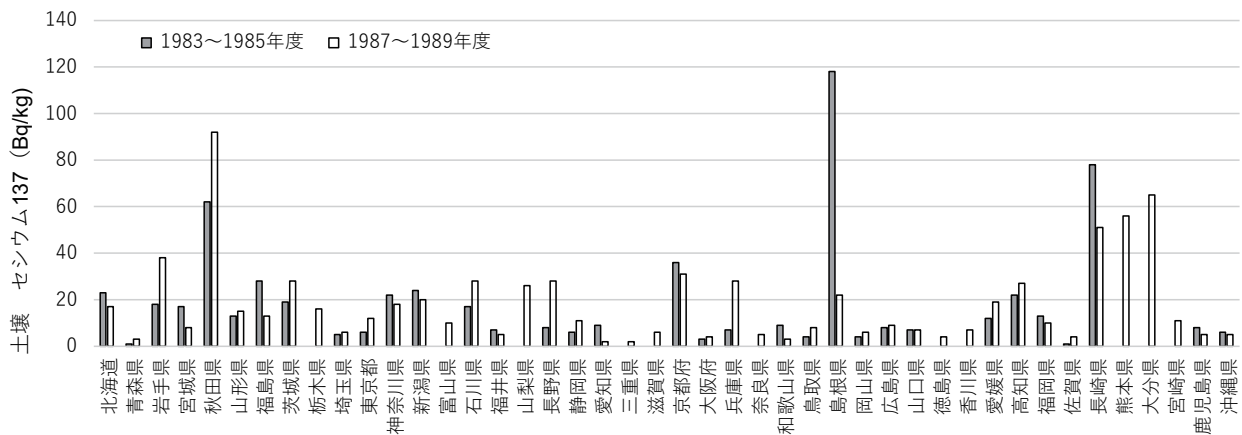


図4 チェルノブイリ原発事故前後の土壌のセシウム137濃度

県（7.9倍）、岩手県（4.7倍）、北海道（3.9倍）という結果だった。

日本の牛乳は以前から放射性セシウムで汚染されていたことが分かったが、一方、土壌の汚染濃度と牛乳の汚染濃度の関係は把握できなかった。牛乳の汚染は、牛のエサと関係していると思われるが、牧草地に限定した土壌汚染のデータや、各地の牧草に関するデータはごく一部のものしか得られなかった。

#### <北海道>

北海道は広大な面積をもつ。第2位の岩手県と比較すると面積が5倍以上もあり、「北海道」のデータは道内のどの地域のデータかが分からないと、状況の把握ができない。大気降下物の採取地点は札幌市（石狩）のみであったし、北海道のモニタリングポストは、2011年当時は北海道立衛生研究所（札幌市）にしか設置されていなかったため、道内全域の汚染の広がりを読み取ることはできなかった。（2012年4月より9か所増設された。）

そのため、北海道内の放射能汚染を把握するために、「環境放射線データベース」より、牛乳のセシウム137濃度うちの、道内の産地が明らかなものを地域別にプロットした（図6）。

1985年以前は、旭川市（上川）の放射能汚染が他より低かったことがうかがわれる、また1986年以降では、全体的に濃度が上昇しているが、特に釧路町で他より高濃度の牛乳が存在した。ただし、釧路町のデータは1985年以前に存在していないため、それ以前から高汚染地域だったかは分からない。しかし、釧路町から近い標茶町および中標津町の牛乳のセシウム濃度も、1985年以前においても道内のほかの地域よりも高い値だったため、道東部の根釧地域は核実験の時代から比較的汚染が高かった可能性がある。

1986年から2010年までのセシウム濃度の推移を2020年まで延長してみると、2020年にも福島原発事故以前由来のセシウム137が0.01～0.1 Bq/kg程度含まれているとしても不思議ではない。

また、福島原発事故以降のデータは、札幌市（石狩）と中標津町（根室）と由仁町（空知）のみが残っていたが、札幌市（石狩）はそれ以前のトレンド推移の中であるのに対して、中標津町（根室）と由仁町（空知）はトレンドを超えた濃度となっていて、福島原発事故によって改めて放射能汚染された可能性が高い。なお、中標津町の振る舞いは粒子拡散シミュレーションによる放射能汚染予測の研究と一致する。

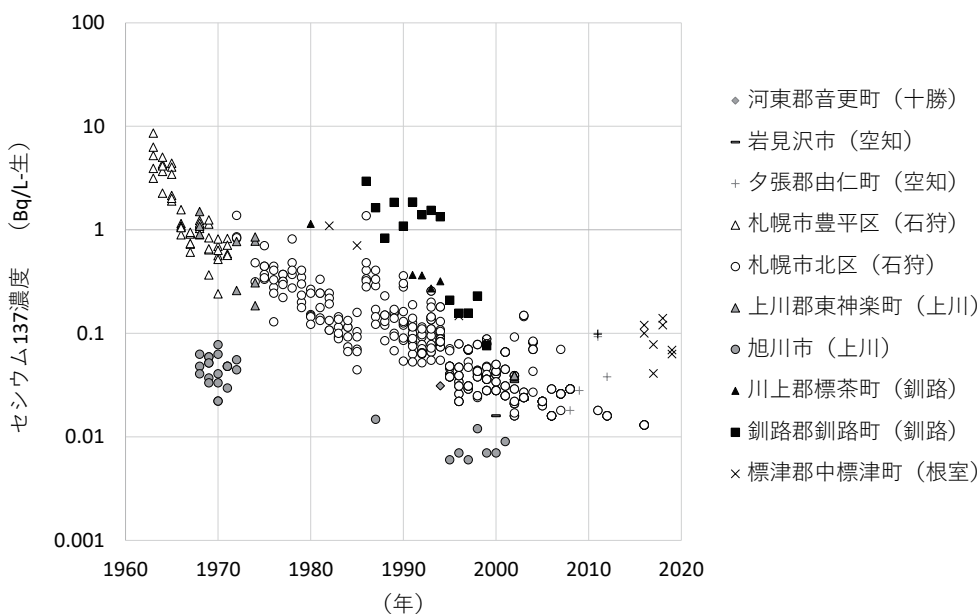


図5 北海道 牛乳中のセシウム濃度推移

#### 4) 福島原発事故時の牛乳の放射能検査は十分だったか？

食品中の放射性物質検査データから、2011年3月～2012年3月末の「牛乳・原乳・生乳」データを得てまとめた(表4)。検査数2584件のうち、原乳からセシウム134が検出されたのは239件、産地は13道県である(試料採取日基準)。地域ごとの測定件数は、福島県が672件と最多で、続いて岩手県(308件)、茨城県(159件)、神奈川県(150件)、宮城県と群馬県が(134件)の順だった。最大濃度の高い順に、福島県で210 Bq/kg、茨城県で97 Bq/kg、栃木県で42 Bq/kg、岩手県で24 Bq/kgが確認されている。なお、本稿で注目している北海道産は検査数60に対し、検出数5(最大0.053 Bq/kg)だった。福島県以外では、当時の食品の暫定基準値(200 Bq/kg)を超えるものはなかった。

同期間の乳に含まれていたセシウム134の濃度を県別にプロットしたのが図7である。地域別にみると、福島県産でもっとも高濃度の210 Bq/kgが検出されているが、それはとびぬけた値で、他は5～30 Bq/kg程度の範囲だった。岩手県産の汚染は9～25 Bq/kgの狭い範囲にまとまっていた。茨城県産はばらつきが大きく1～100 Bq/kgの範囲に広がっている。栃木県は、検出が1件のみで濃度が42 Bq/kgと高かったが、それ以外に低濃度側の検

出データは存在していない。

検査の実施主体は、国の機関だけでなく当該産地内でもおこなっているが、地域ごとに検出限界値の違いが表れている。静岡県や新潟県、北海道は、低濃度の汚染まで把握できる条件を整えて測定したと思われる。

比較のために、土壤汚染が同等であると考えられる、群馬県と栃木県の自治体独自の測定における検出限界値を比較した。「ND」表記は具体的な検出限界値は不明だが、記載されている範囲では、群馬県の測定の検出限界値はすべて0.7未満であったのに対し、栃木県では1未満がなし、1以上10未満が38件、10以上20未満が4件という値だった。このことから、栃木県の実測結果で低濃度側のデータが存在しないのは、検出限界値の設定の問題であり、汚染の実態を正しく表していない可能性が十分ある。

さらに、生乳生産量あたりの検査件数を評価すると、福島県でもっとも頻度高く放射能検査がおこなわれたのは当然だが、周辺自治体をみても、東北の岩手県、宮城県の検査頻度と比較して、北関東の群馬県、栃木県の頻度は1/2となっている。大気に放出された放射能は県境で留まりはしないが、「福島原発事故は東北の問題」だという意識が人々の根底にあったからなのだろうか？ 牛乳の最大産地で

表4 2011年度末までの乳の検査(地域別)

地域	測定件数	Cs134検出数	最大濃度(Bq/kg)	2011年度生産量(ton)	検査頻度(件/千ton)
福島県	672	28	210	76,783	8.75
岩手県	308	14	24	215,642	1.43
茨城県	159	30	97	156,969	1.01
神奈川県	150	2	3.7	48,215	3.11
宮城県	134	78	12	122,294	1.10
群馬県	134	21	1.6	247,883	0.54
千葉県	126	15	4.99	239,829	0.53
栃木県	121	1	42	303,170	0.40
埼玉県	113	37	3.0	69,737	1.62
新潟県	82	1	0.025	57,708	1.42
北海道	60	5	0.053	3,893,967	0.02
山形県	18	1	0.55	74,770	0.24
静岡県	12	6	0.44	98,416	0.12

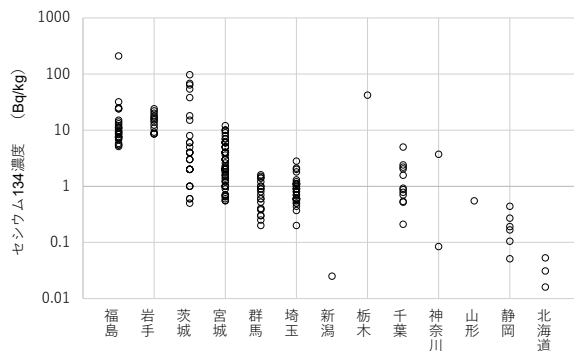


図7 2011年度末までの乳のセシウム134濃度と産地



ある北海道はもっとも検査頻度が低かった。

本調査で調査した栃木県産の牛乳に含まれる放射性セシウム濃度は、福島県産の半分程度、また群馬県産の6割であること。そして検査頻度が比較的低かったこと。また、2011年当時、群馬県産よりも高汚染の原乳が存在したことを考慮すれば、栃木県産の牛乳は事故後にもっと詳細に放射能検査されるべきだったという感想を持たざるを得ない。

## 5. まとめ

AMP法を用いてセシウムを濃縮することによって、産地の明確な牛乳に含まれる放射性セシウム137および134を定量し、比率を評価した。

その結果、北海道産の牛乳では7つのうち1つの地点を除いてセシウム134が検出れず、この地域の牛乳のセシウム汚染の由来は、おもに核実験やチェルノブイリ原発事故に起因するものと明らかになった。唯一セシウム134が検出された根室地方は、核実験やチェルノブイリ原発事故の影響に加えて、福島原発事故由来の放射性物質による汚染が残存していると考えられる。

福島県および北関東産の牛乳からは3つすべてセシウム134が検出され、確かに福島原発事故由来のセシウムで汚染されていることが確認された。福島原発事故由来成分の比率は65～80%と算出され、これら福島県および近傍の地域にも、2010年以前の放射能汚染による汚染の影響が存在するという結果となった。

核実験時代からの牛乳のセシウム濃度のトレンドからは、日本人が以前から放射性セシウムを日常的に摂取してきたこと、その濃度が年々減少していたにもかかわらず、2011年の福島原発事故によってベースラインが底上げされてしまったことが分かった。

また、2011年当時、自治体によって放射能検査の精度に差があり、基準値以下の汚染状況の把握が

不十分な産地があったことも判明した。事故後の混乱の中、測定の際の機材やノウハウが不十分であったことを考慮しても、低濃度まで測定できた自治体とそうでない自治体があった結果、被ばくを避けたい人にとっての情報格差があったのは残念でならない。

今回の調査の中で、核実験時代の土壤汚染が高い地域（秋田県、島根県、長崎県）があることが分かったため、今後は、これらの産地に測定対象を広げて調査し、牛乳の放射能汚染についての理解を深めたい。

### <注>

- 1 平成24年7月27日 ①北海道の航空機モニタリングの測定結果、及び②東日本全域の航空機モニタリングの結果の天然核種の影響を詳細に考慮した改定について [https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/6000/5847/24/203\\_0727.pdf](https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/6000/5847/24/203_0727.pdf)
- 2 Teppei J. Yasunari et al " Cesium-137 deposition and contamination of Japanese soils due to the Fukushima nuclear accident", PNAS December 6, 2011 108 (49) p.19530-19534
- 3 <http://www.radioactivity-db.info/>
- 4 大桃洋一郎ほか、放射性ストロンチウムおよびセシウムの牛乳中の分布、日本農芸化学会誌、1963、第37巻、第12号、p.725～728
- 5 今村経明ほか、牛乳および乳製品の無機塩類に関する研究VI 灰分含量および常成分元素の牛乳内における分布、日畜会報、1962、33(4)、p.344～
- 6 例えば、麻田新ほか、イオンクロマトグラフィーによる牛乳中のカリウム、マグネシウム及びカルシウムの定量、BUNSEKI KAGAKU、2017、Vol 66、No 2、p. 67-72
- 7 Mayumi Hori et al, Source evaluation of 137Cs in foodstuffs based on trace 134Cs radioactivity measurements following the Fukushima nuclear accident, Sci Rep., 2018 8, 16806 を参考にした。
- 8 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、2013、Vol 62、No 6、p.475-483
- 9 <https://www.kankyo-hoshano.go.jp/data/database/>