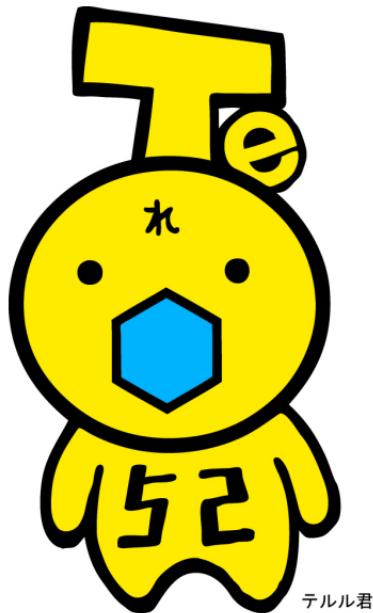


『テルルの毒性』

——福島第一原発事故で放出されたにもかかわらず、
隠されてきた「毒物」の正体——

山田國廣



目次

第1章 テルルって何ですか？	3
テルルは「金属」	3
テルルには毒性があります	3
「安定テルル」と「放射性テルル」に分類されます	4
第2章 原発事故とテルルの関係	5
福島第一原発事故で「テルル」が大量に漏れ出していた	5
漏れ出したのは「放射性テルル」より「安定テルル」のほうが多かった	7
福島第一原発事故で環境中に放出された推定量は？	8
第3章 テルルによる症状	9
急性自覚症状の数々	9
①味覚で感知する	9
②臭覚でテルルを感知する	9
③視覚で感知する	9
④温覚で感知する	9
⑤触覚、痛覚で感知する	9
⑥「体調」で感知する	10
慢性症状の数々	10
第4章 福島第一原発事故は「公害事件」	12
なぜ「テルル」が見過ごされてきたのか	12

第1章 テルルって何ですか？

テルルは「金属」

テルルは金属の一種で、「濃縮の見られない金属」に分類されています。原子番号52の元素で、化学式は「Te」。気体のテルルは黄金色をしており、金属のテルルは銀灰色をしています。代表的なテルル化合物には、無色の結晶である二酸化テルル (TeO_2) や、これも無色の結晶であるテルル酸ナトリウム ($\text{Na}_2\text{O}_4\text{Te}$) などがあります。

希少な元素（レアメタル）でもあるテルルの主な用途は、鉄鋼の切削性向上のための特殊鋼用添加物、テルル化銅、触媒、合成ゴムの加硫促進剤、ガラスや陶磁器用の接着剤、陶磁器やエナメルガラスへの赤色や黄色の色づけ材、感光体セレン合金、太陽電池用のテルル化カドミウム、テルル化ビスマス、半導体用のテルル化鉛などです。

テルルには毒性があります

テルルは人体にとって、危険な有毒物質でもあります。0.25mgで中毒症状を呈し、2gで致死量に達します。

テルルに曝されると、呼気や汗がニンニク臭に似た悪臭を帶びます。口が乾いたり、金属味を感じたりします。眠気や食欲不振、吐き気を感じることもあります。発汗が止まったり、皮膚炎を起こしたりすることもあります。

テルル化合物の毒性は、化学構造によって差があります。

動物実験によるテルル化合物の半数致死量は、テルル化ジメチル ($\text{C}_2\text{H}_6\text{Te}$) の場合、ラット経口摂取で 7.5mg/kg で、これは青酸カリの 10mg/kg に匹敵する毒性です。

また、テルルとテルル酸 ($\text{H}_6\text{O}_6\text{Te}$ 、 $\text{Te}(\text{OH})_6$) の経口摂取半数致死量は、テルルが 83 mg/kg で、テルル酸が 56mg/kg と、亜ヒ酸に匹敵する毒性があります。

「安定テルル」と「放射性テルル」に分類されます

テルルは「安定テルル」と、放射性物質（放射性同位体）である「放射性テルル」に分類されます。

テルルは最も毒性の高い元素のひとつであり、「安定テルル」とその放射性同位体である「放射性テルル」の両方ともが、2011年に発生した東京電力福島第一原子力発電所（原発）事故の際、環境中に放出されました。

第2章 原発事故とテルルの関係

福島第一原発事故で「テルル」が大量に漏れ出していた

原発の原子炉に据えられている核燃料の中には、「安定テルル」と、その放射性同位体である「放射性テルル」の両方ともが含まれています。「安定テルル」の量のほうが「放射性テルル」よりも1千倍から1万倍、多いとされます。

		半減期	1号機 炉心部の放射能 (Bq)	1号機 炉心部の質量 (g)	2号機 炉心部の放射能 (Bq)	2号機 炉心部の質量 (g)	3号機 炉心部の放射能 (Bq)	3号機 炉心部の質量 (g)	Bq当たりの質量 (g/Bq)	毒性の分類
テルル	Te-127	9.35時間	6.99E+16	0.7	1.16E+17	1.2	1.20E+17	1.23	1.02E-17	化学毒 + 放射能毒
	Te-127m	109日	8.22E+15	2.4	1.23E+16	3.5	1.34E+16	3.83	2.86E-16	化学毒 + 放射能毒
	Te-128 (安定テルル)	7.7×10 ²⁴ 年	0	7070	0	6160	0	5810	0	化学毒
	Te-129	69.6秒	2.66E+16	0.03	4.28E+16	0.1	4.53E+16	0.584	1.29E-18	化学毒 + 放射能毒
	Te-129m	33.6日	4.15E+16	37.3	6.95E+16	62.4	7.07E+16	63.5	8.98E-16	化学毒 + 放射能毒
	Te-130 (安定テルル)	2.7×10 ²¹ 年	0	19840	0	24100	0	22700	0	化学毒
	Te-131	25分	1.34E+16	0.01	2.26E+16	0.01	2.31E+16	0.0109	4.72E-19	化学毒 + 放射能毒
	Te-131m	30日	5.94E+16	2.0	1.01E+17	3.4	1.03E+17	3.49	3.39E-17	化学毒 + 放射能毒
	Te-132	3.2日	1.02E+18	90.8	1.76E+18	157	1.76E+18	157	8.90E-17	化学毒 + 放射能毒
放射性 ヨウ素	I-131	8.02日	1.08E+18	236	1.87E+18	408	1.86E+18	406	2.18E-16	放射能毒
	I-132	2.3時間	1.05E+18	2.8	1.81E+18	4.7	1.81E+18	4.74	2.62E-18	放射能毒
	I-133	20.8時間	2.65E+17	6.3	4.58E+17	10.9	4.57E+17	10.9	2.38E-17	放射能毒
放射性 セシウム	Cs-134	2.065年	1.90E+17	3970	2.76E+17	5770	2.51E+17	5250	2.09E-14	放射能毒
	Cs-137	30.17年	2.02E+17	62700	2.55E+17	79100	2.41E+17	74700	3.10E-13	放射能毒

福島第一原発の1号機、2号機、3号機の炉心に事故前から堆積していたテルル（安定テルル、放射性テルル）と放射性ヨウ素、放射性セシウム出典：JAEA-Data/Code 2012-18「福島第一原子力発電所の燃料組成評価」より抜粋して引用。質量の算定については上記論文URL：<http://doi.org/10.11484/jaea-data-code-2012-018> 参照。

JAEA（国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構）による「福島第一原子力発電所の燃料組成評価」をもとに計算しましたところ、福島第一原子力発電所の1号機、2号機、3号機にそれぞれ装荷されていた核燃料の中には、「安定テルル」と「放射性テルル」（Te-125、Te-128、Te-130）が総重量にして、85.1トン（8.51g × 10 の 4 乗 = 85100kg）含まれていたと推定されます。

そのかなりの量が福島第一原発の大事故により、環境中に大量に漏れ出してしまいました。正確な漏洩量は、同原発事故から 10 年が過ぎた 2021 年現在も、国や東京電力から公表されていません。

「安定テルル」の放射能は事実上ゼロです。従って、線量計で測っても、「安定テルル」の存在や量を把握することはできません。しかし、原子炉内にはその有毒物質が大量に堆積しており、大事故で環境中に漏れ出したことが明白なのに、「放射性物質」として検出されないことをいいことに、日本政府や東京電力は、テルルの存在やテルルの正体について、福島県民をはじめとした一般市民にひた隠しにしてきました。

一方、「放射性テルル」にしても、Te-127m(半減期 109 日)、Te-129m(同 33.6 日)、Te-131m(同 30 日)、Te-132(同 3.2 日)などと半減期が短いものが多いため、測定が難しく、汚染物質として重視されてきました。

福島第一原発事故で漏れ出した毒物で危険なものは、実は「放射性セシウム」や「放射性ヨウ素」だけではなかったのです。

参考までに補足しておきますと、福島第一事故の収束作業でたびたび名前を耳にする「ALPS」（アルプス）という、汚染水を浄化処理する多核種除去設備でも、有毒物質であるテルルは捕捉されています。以下に、東京電力でまとめている「テルルの除去結果」の表を掲げておきます。

【参考】二次処理性能確認試験結果詳細(J1-C群)

核種（半減期）	告示濃度限度 [ベクレル/㍑]	二次処理前		二次処理後		備考
		分析結果 [ベクレル/㍑]	告示濃度比※1	分析結果 [ベクレル/㍑]	告示濃度比※1	
14 カドミウム115m（約45日）	300	ND (22.6)	0.075	ND (2.70)	0.0090	
15 リン119m（約290日）	2,000	ND (390)	0.19	ND (42.4)	0.021	リン123の放射能濃度より評価
16 リン123（約130日）	400	ND (60.6)	0.15	ND (6.59)	0.016	
17 リン126（約100000年）	200	ND (2.88)	0.014	ND (0.292)	0.0015	
18 アンモニウム124（約60日）	300	ND (0.279)	0.00093	ND (0.0967)	0.00032	
19 アンモニウム125（約3年）	800	83.0	0.10	0.226	0.00028	
20 テルル123m（約120日）	600	ND (0.832)	0.0014	ND (0.0919)	0.00015	
21 テルル125m（約58日）	900	83.0	0.092	0.226	0.00025	アンモニウム125と放射平衡
22 テルル127（約9時間）	5,000	ND (72.5)	0.015	ND (4.69)	0.00094	
23 テルル127m（約110日）	300	ND (75.3)	0.25	ND (4.87)	0.016	テルル127の放射能濃度より評価
24 テルル129（約70分）	10,000	ND (12.7)	0.0013	ND (0.615)	0.000061	
25 テルル129m（約34日）	300	ND (13.1)	0.044	ND (1.37)	0.0046	
26 ヨウ素129（約16000000年）	9	29.9	3.3	1.16	0.13	

※1 有効数字2桁 7

東京電力「福島第一原子力発電所 多核種除去設備等処理水の二次処理性能確認 試験結果（終報）」より引用。

https://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/reference/pdf/2020/2h/rf_20201224_1.pdf

漏れ出したのは「放射性テルル」より「安定テルル」のほうが多かった

前述のとおり、原子炉内にあったテルルは、「放射性テルル」より「安定テルル」のほうが多いのです。従って、環境に漏れ出したテルルも、「安定テルル」のほうが多かったと考えるのが自然でしょう。

しかし、同原発事故の発生以降、「放射性テルル」による汚染は計測され、不完全ではあるものの多少は把握されてきましたが、「安定テルル」による汚染の実態は、きちんと把握されておりません。

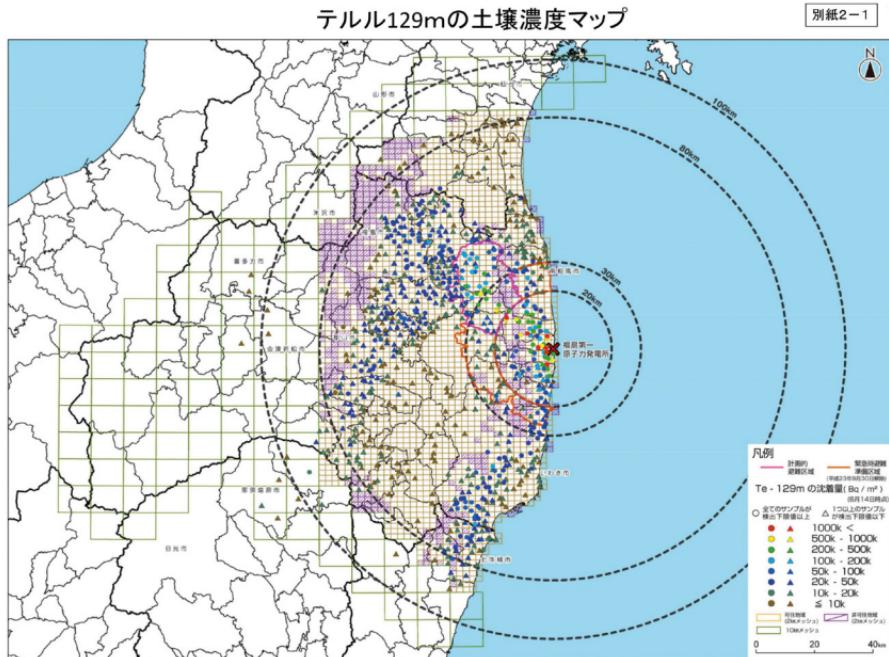
「安定テルル」も「放射性テルル」も、自然環境中に放置しておいては危険極まりない有毒物質であることに変わりはありません。

さらに「安定テルル」は、「放射性テルル」のように減衰しないので、有毒物質としてその場に存在し続け、そこで暮らす人々の健康を脅かし続けます。

福島第一原発事故で環境中に放出された推定量は？

「放射性テルル」についての土壤汚染図は、文部科学省が作成したものがあります。ただ、「安定テルル」についての土壤汚染図は存在しません。

以下に文科省作成の「Te-129m」(半減期 33.6 日)の汚染マップ(2011 年 6 月 14 日時点)を掲げておきます。「安定テルル」はこの 1 千倍から 1 万倍あると考えてもいいでしょう。



文部科学省による放射線量等分布マップ（テルル 129 m、銀 110 mの土壤濃度マップ）の作成について（2011年10月21日）より引用。2011年6月14日時点のもの。

(2011年10月31日) より引用。2011年6月14日時点のもの。
https://radioactivity.psr.go.jp/ia/contents/6000/5050/24/5600_111031_rev130701.pdf

第3章 テルルによる症状

テルルを被毒した時の急性症状の数々を紹介します。少量の被毒の場合、放射性物質では無感覚なのに対し、テルルでは少量の被毒でも以下に挙げるような急性の「自覚症状」があります。こうした症状の多くは、テルルによる被毒から遠ざかると改善します。

急性自覚症状の数々

①味覚で感知する

テルルのエアロゾルを吸引したり、テルル汚染物を経口摂取したりすると、「金属をなめた時の味」がします。口の中が乾くこともあります。

②臭覚でテルルを感知する

テルルのエアロゾルを吸引したり、テルル汚染物を経口摂取したりすると、呼気や汗がニンニク臭に似た悪臭を帯びます。これを「テルル呼気」と言います。血の臭いを感じることもあります。

③視覚で感知する

テルル (Te) が酸化して二酸化テルル (TeO₂) なる時、発熱して青い光を出します。

④温覚で感知する

テルルが混じっているブルーム（汚染濃度が高い大気）に包まれると、生暖かさを感じます。

⑤触覚、痛覚で感知する

テルルのエアロゾル（空気中に漂う微細な粒子）に被毒すると、急激に日焼け

した時のような皮膚への刺激痛や、眼や鼻や喉に刺激を感じます。頭痛を覚えたり、発汗が止まったり、皮膚炎を起こしたりすることもあります。

また、摂取してから2週間ほど経った後に、脱毛が見られることもあります。

⑥「体調」で感知する

テルルのエアロゾルを吸引したり、テルル汚染物を経口摂取したりすると、気分が悪くなり、吐き気をもよおしたり、嘔吐したりすることがあります。眠気を感じたり、食欲がなくなったりすることもあります。

テルルの急性毒性による症状は、原子爆弾（原爆）で被爆した際に起きる急性症状と重なるところがあります。被爆で見られる症状のうち、テルルによる被毒でも見られる症状には、次のようなものがあります。

- ・消化器の症状——恶心、嘔吐、食欲喪失、下痢、便秘
- ・神経の症状——頭重、頭痛、讐言（うわごと）、眩暈（めまい）
- ・精神の症状——錯覚
- ・疲れ等の症状——脱力感、倦怠感（けんたいかん）
- ・血液の症状——血尿、鼻血、歯肉からの出血、下血、生殖器からの出血、溢血斑（いっけつはん、皮膚下の内出血）、白血球減少、貧血
- ・炎症等の症状——発熱、咽頭炎、口内炎

他には月経異常や脱毛といった症状もあります。

慢性症状の数々

テルルによる慢性症状には、次のようなものがあります。

①催奇性

ウサギやラットを使用した動物実験で、テルルを長期間にわたって暴露させた場合、胎仔（たいじ）の臓器に異常や、水頭症、あるいは尾や足の奇形が現われる催奇形性が確認されています。

②甲状腺への障害

ラットを使用した動物実験で、テルルは甲状腺に蓄積されることや、甲状腺に蓄積していた安定ヨウ素を減少させることができます。

③神経毒性

ラットを使用した動物実験で、神経信号がうまく伝達できなくなる「ミエリン脱髓（だつずい）」と呼ばれる神経疾患が起きることができます。これにより、運動障害である手足の麻痺や、関節痛、慢性疲労などが起きるおそれがあります。

④血液への毒性

ラットを使用した動物実験で、血液で赤血球数やヘモグロビン濃度が減少し、尿中のビルビリン濃度の増加を伴った溶血が見られたことが確認されています。

⑤生殖への毒性

ラットを使用した動物実験で、胎仔に水頭症、浮腫、眼球突出、眼の出血、臍（へそ）ヘルニア（いわゆる出ベソ）、停留精巣、腎臓サイズの減少、低体重出生が見られたことが確認されています。母ラットには、妊娠早期の出血、分娩異常、切迫早産、死産、母体の体重低下が確認されています。

発がん性については、ラットを使用した動物実験で、発生率に有意な増加は見られなかったとされています。ヒトへの発がん性についても、十分な知見は得られていません。

第4章 福島第一原発事故は「公害事件」

なぜ「テルル」が見過ごされてきたのか

これまで述べてきましたとおり、福島第一原発事故で環境にまき散らされたのは、放射性セシウムや放射性ヨウ素だけではありませんでした。さまざまな放射性物質や化学物質からなる有毒物質がまき散らされたのです。この事実が見過ごされてきた原因は何なのでしょうか。

福島第一原発事故を過小評価したい政治家や科学者、そして電力会社の関係者らは、口を揃えてこう語っています。

「福島第一原発事故の評価は『レベル7』とされているが、環境中に漏れ出した放射性物質の量は、同じ『レベル7』とされる切尔ノブイリ原発事故よりも相当少なかった」

「この程度の放射能汚染であれば、住民の間で健康被害が発生するとは思われない」

福島第一原発事故で環境に漏れ出した放射性ガスや放射性物質を体に浴びた住民たちが訴えていたさまざまな自覚症状は、確かに「被曝」だけではうまく説明がつかないものが多くありました。事故を過小評価したい人々は、その点を突いてきたのです。

しかし、本書で取り上げた「テルルを被毒した時の急性症状」の数々を思い出して下さい。「風評被害」の一言で片づけられてきた「鼻血」や「下痢」「倦怠感」は、テルルの急性症状と同じなのです。

私たちは、本書で紹介してきたテルルの急性症状や慢性症状をもとに、原発事故の発生直後から、何の罪もない住民たちが訴えてきた自覚症状の数々を再検証

しなくてはなりません。

この本で解説してきました「安定テルル」や「放射性テルル」以外にも、見過ごされている有毒物質はきっとあることでしょう。それを明らかにするには、これからも地道に調査を続けるしかないのでしょう。

福島第一原発事故とは、壊れた原発から漏れ出した有害物質による「公害事件」でもあるのです。原発事故は、まだ何も終わっておりません。

参考文献一覧

環境省「テルル及びその化合物」、<https://www.env.go.jp/chemi/report/h29-01/pdf/chpt1/1-2-2-11.pdf>

JAEA-Data/Code 2012-018 「福島第一原子力発電所の燃料組成評価」

【著者】

山田 國廣 YAMADA KUNIHIRO

工学者、エコロジスト、京都精華大学名誉教授。環境問題を総合的に把握し、解決する環境学の立場から研究活動を続ける。著書に『フロンガスが地球を破壊する』(岩波ブックレット)、『放射能除染の原理とマニュアル』(藤原書店)、『除染は、できる。Q&Aで学ぶ放射能除染』(藤原書店、共著)、『初期被曝の衝撃—その被害と全貌』(風媒社)など多数。

『テルルの毒性』

——福島第一原発事故で放出されたにもかかわらず、隠されてきた「毒物」の正体——

2021年9月30日 初版発行

著者：山田國廣

発行人：明石昇二郎

発行所：(株)ルポルタージュ研究所

電話 03-3577-5456

<https://rupoken.com/>

e-mail:i.n.f.o@rupoken.com

Copyright 2021 ルポルタージュ研究所