

平成30年3月1日

東村高江米軍ヘリ炎上事故に係る環境調査の結果について（第6報）

～放射性物質（ストロンチウム90）の調査について～

沖縄県環境部環境保全課

1. 目的

東村高江地区内で発生した CH-53E 大型輸送ヘリコプターの炎上事故に起因する環境汚染の有無を確認するため、事故現場及びその周辺土壌について、沖縄防衛局と協力し、調査を行った。

2. 試料採取日及び調査地点

試料採取日及び調査地点を別紙「位置図」及び表1に示す。

※試料採取は、土地所有者の許可を得て行った。

3. 調査項目

・放射性ストロンチウム（ストロンチウム90）

4. 試料採取方法

表面の土壌を採取。なお、炎上場所の機体直下については、米軍による表土掘削後に採取。採取については、文部科学省放射能測定法シリーズ16「環境試料採取方法」（昭和58年）に準じて行った。

5. 分析方法

試料前処理及び放射性ストロンチウム分析は、公益財団法人日本分析センターに委託した。

5-1 試料前処理方法

文部科学省放射能測定法シリーズ16「環境試料採取方法」（昭和58年）に準じて試料の前処理を行った。

5-2 放射性ストロンチウム分析

文部科学省放射能測定法シリーズ2「放射性ストロンチウム分析方法」（平成15年改定）に準じて分析を行った。

6. 調査結果

事故現場周辺土壌のストロンチウム 90 の調査結果を表 1 に示す。

ストロンチウム 90 について、原子力規制庁が実施している「環境放射能水準調査」の東日本大震災前の全国の結果（2010 年度）と比較したところ、いずれの試料もその平均値を下回っていた。（表 2 参照）

7. 人体への影響評価

ストロンチウムは揮散性が高い元素ではないため、直接的な内部被ばくは、地表面のストロンチウム 90 の再浮遊（風などによる巻き上がり）による吸入摂取が考えられる。ストロンチウム 90 が均一に地表面に存在しているとして、成人が地表面からの再浮遊によるストロンチウム 90 を含む空気を 1 年間吸入する場合の被ばく線量は、以下の計算により求められる。

$$\begin{aligned} \text{被ばく線量 (mSv/y)} &= [\text{呼吸率}] (\text{m}^3/\text{y}) \times [\text{実効線量係数}] (\text{mSv/Bq}) \\ &\quad \times [\text{地表面のストロンチウム 90 の放射能濃度}] (\text{Bq/m}^2) \\ &\quad \times [\text{再浮遊係数}] (\text{m}^{-1}) \end{aligned}$$

[呼吸率]成人の 1 年あたりの呼吸量

$$22.2 (\text{m}^3/\text{d}) \times 365 (\text{d}/\text{y}) = 8,103 (\text{m}^3/\text{y})$$

※呼吸率は、環境放射線モニタリング指針（原子力安全委員会）から引用した。

[実効線量係数]

$$0.00016 (\text{mSv/Bq})$$

※実効線量係数は、環境放射線モニタリング指針（原子力安全委員会）から引用した。

[地表面のストロンチウム 90 の放射能濃度]

ストロンチウム 90 が 1.0 (Bq/kg) 検出された土壌は、約 50 cm 四方から採取したため、ストロンチウム 90 が土壌地表面に均一に分布していると仮定すると、1m² 中のストロンチウム 90 の放射能濃度は下式から求められる。

$$1.0 (\text{Bq}) / (0.5 \times 0.5) (\text{m}^2) = 4 (\text{Bq/m}^2)$$

[再浮遊係数]

$$0.000001 (\text{m}^{-1})$$

※再浮遊係数は、IAEA-TECDOC-1162 から引用した。

以上の係数等を用いて、被ばく線量を計算すると、

$$\begin{aligned} \text{被ばく線量 (mSv/y)} &= 8,103 (\text{m}^3/\text{y}) \times 0.00016 (\text{mSv/Bq}) \times 4 (\text{Bq}/\text{m}^2) \times 0.000001 (\text{m}^{-1}) \\ &= \underline{\underline{0.000052}} \end{aligned}$$

参考までに、日本人の自然放射線による年間実効線量(被ばく線量)を表3に、土壌中のストロンチウム90の放射能濃度と被ばく線量を表4に記載した。

8. まとめ

この調査結果について、環境放射線の専門家である琉球大学古川雅英教授及び北海道科学大学真田哲也教授より、「今回の調査結果は、『環境放射能水準調査』における過去の結果の変動の範囲内であり、人体や環境への影響はないと考えられる。」とのコメントを頂いている。

表1. 放射性物質（ストロンチウム90）の調査地点及び調査結果

調査地点	調査場所の状態	採取量 (g)	試料採取日	ストロンチウム90 (Bq/kg乾土)
① 内周規制線左側	牧草地	1,130	10月13日	<0.3
② 内周規制線中央	牧草地	1,432	10月13日	<0.3
③ 内周規制線右側	牧草地	1,434	10月13日	<0.3
④ 近隣の牧草地	牧草地	1,656	10月13日	<0.3
⑤ 家畜改良センター (比較対照)	牧草地	1,074	10月13日	<0.3
⑥ 炎上場所(機体直下)	裸地	2,147	10月20日	1.0±0.12
⑦ へり南南東約3m	牧草地	349	10月17日	<0.3
⑧ へり南約10m	牧草地	248	10月17日	<0.3
⑨ へり東約10m	牧草地	181	10月17日	<0.3
⑩ へり北約10m	牧草地	224	10月17日	<0.3
⑪ へり西約10m	牧草地	170	10月17日	<0.4
⑫ へり東約40m	牧草地	2,931	10月20日	<0.3
⑬ へり西約40m	牧草地	2,148	10月20日	0.26±0.076

【補足】

- 1 調査地点⑧から⑪について、第4報では「へり南西側3m」、「へり南側5m、へり東側5m、へり北側5m、へり西側5m」、「へり風上40m、へり風下40m」と標記したが、へりとの位置関係を見直した結果、上表のとおり改めた。
- 2 誤差(±)は、計数誤差のみ示した。
- 3 測定値は、試料採取日に減衰補正した。

表2. 「環境放射能水準調査」の東日本大震災前（2010年度）の全国の土壌中ストロンチウム90測定結果（試料採取層 0～5cm） 単位：Bq/kg

都道府県名	試料名(中分類)	試料採取地点	ストロンチウム90の放射能濃度	放射能濃度誤差
北海道	草地	江別市	3.1	0.21
青森県	草地	五所川原市	0.43	0.096
青森県	草地	青森市	1.9	0.17
岩手県	水田	岩手県	0.54	0.066
岩手県	畑地	岩手県	2.4	0.12
岩手県	草地	岩手郡滝沢村	5.6	0.28
岩手県	草地	岩手県	1.1	0.11
岩手県	その他の土壌	岩手県	4.3	0.17
宮城県	未耕地	大崎市	1.7	0.17
秋田県	草地	秋田市	3	0.21
山形県	草地	山形市	2.3	0.18
福島県	草地	福島市	1.5	0.15
茨城県	未耕地	那珂郡東海村	4.4	0.25
栃木県	未耕地	日光市	2.3	0.19
群馬県	草地	前橋市	0.75	0.12
埼玉県	草地	さいたま市桜区	0.79	0.13
千葉県	草地	市原市	検出されず	
東京都	草地	新宿区	0.24	0.077
神奈川県	草地	横須賀市	1.8	0.17
新潟県	草地	柏崎市	0.88	0.11
富山県	草地	射水市	検出されず	
石川県	草地	金沢市	3.2	0.22
福井県	未耕地	福井市	0.39	0.087
山梨県	未耕地	北杜市	2.5	0.2
長野県	草地	長野市	5.1	0.27
岐阜県	未耕地	岐阜市	0.3	0.095
静岡県	草地	富士宮市	1.7	0.17
愛知県	草地	田原市	0.25	0.08
三重県	草地	三重郡菟野町	検出されず	
滋賀県	未耕地	野洲市	検出されず	
京都府	草地	京都市伏見区	0.69	0.12
大阪府	未耕地	大阪府中央区	0.27	0.077
兵庫県	未耕地	加西市	0.69	0.12
奈良県	未耕地	橿原市	0.47	0.1
和歌山県	草地	新宮市	検出されず	
鳥取県	未耕地	倉吉市	検出されず	
島根県	草地	大田市	3.7	0.23
岡山県	未耕地	久米郡美咲町	0.9	0.12
広島県	草地	広島市東区	0.37	0.084
山口県	草地	萩市	0.73	0.11
徳島県	未耕地	板野郡上板町	0.46	0.1
香川県	未耕地	坂出市	0.77	0.12
愛媛県	未耕地	松山市	3.1	0.22
高知県	未耕地	高知市	3	0.21
福岡県	未耕地	福岡市早良区	2.6	0.2
佐賀県	草地	佐賀市	0.23	0.076
長崎県	草地	佐世保市	0.88	0.12
熊本県	草地	阿蘇郡西原村	2.9	0.21
大分県	草地	竹田市	1	0.13
宮崎県	畑地	宮崎市	0.6	0.12
鹿児島県	未耕地	指宿市	検出されず	
沖縄県	未耕地	うるま市	検出されず	
沖縄県	未耕地	那覇市	0.47	0.099
		平均値	1.44	

出典：原子力規制庁. “環境放射線データベース”

<http://search.kankyo-hoshano.go.jp/servlet/search.top> (参照 2018-01-19).

表 3. 日本人の自然放射線による年間実効線量（被ばく線量）

被ばく源	年間実効線量 (mSv/y)
宇宙から	0.3
大地から	0.33
ラドンなどの吸入	0.48
食物から	0.99
合計	<u>2.1</u>

(出典) 新版 生活環境放射線

表 4. 土壌中のストロンチウム 90 の放射能濃度と被ばく線量

ストロンチウム90の 放射能濃度(Bq/kg)	被ばく線量 (mSv/y)	内容
1	0.0000052	採取試料の濃度 ^{※1}
1,000	0.0052	試料の1,000倍の濃度 ^{※1}
92,000	0.48	ラドン等吸入による被ばく量と同等になる濃度 ^{※2}
192,000	1.00	ICRP(国際放射線防護委員会)が定める公衆の 1年間の被ばく限度(1mSv)

※1 「7. 人体への影響評価」中の式を用いて算出。

※2 上記表 3. の「ラドンなどの吸入」に係る年間実効線量を「7. 人体への影響評価」にある式の被ばく線量に代入して、ストロンチウム 90 の濃度を逆算した。



図1. 10月13日の試料採取地点図

(上：事故現場周辺、下：比較対照地点である家畜改良センターとの位置関係)

①～③：内周規制線（左側、中央、右側）、④：近隣牧草地、

⑤：家畜改良センター（比較対照）

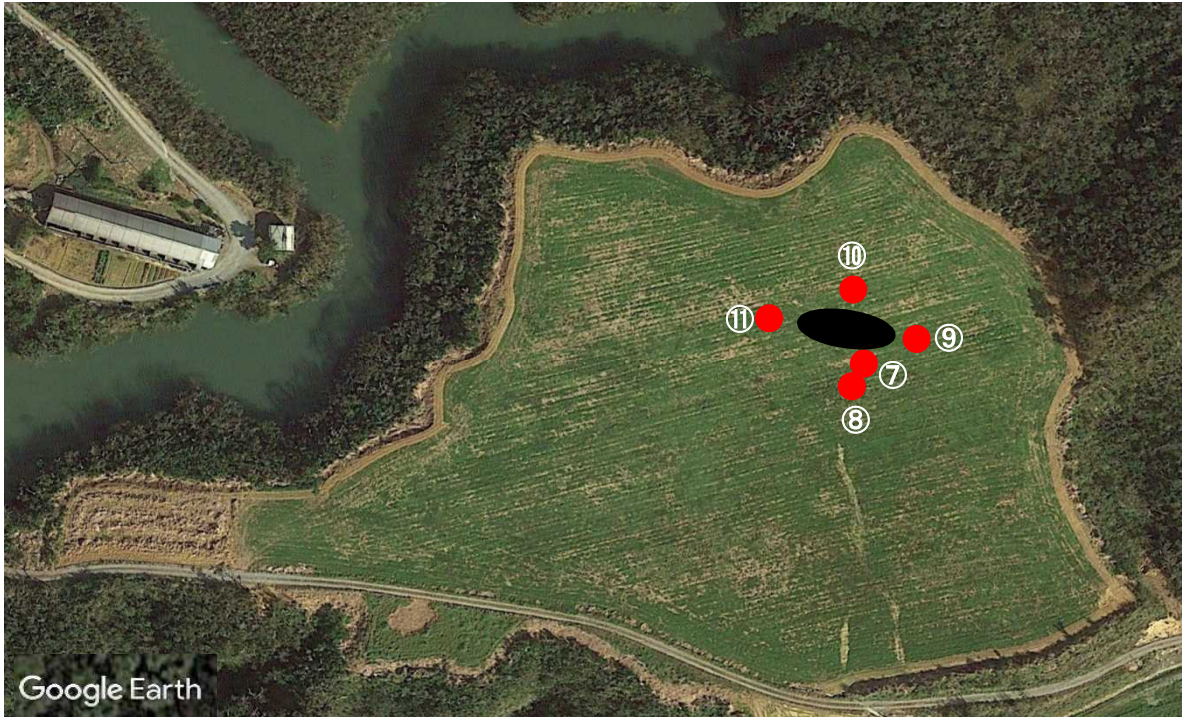


図 2. 10 月 17 日の試料採取地点

⑦ : へり南南東約 3m、⑧ : へり南約 10m、⑨ : へり東約 10m、⑩ : へり北約 10m、
⑪ : へり西約 10m

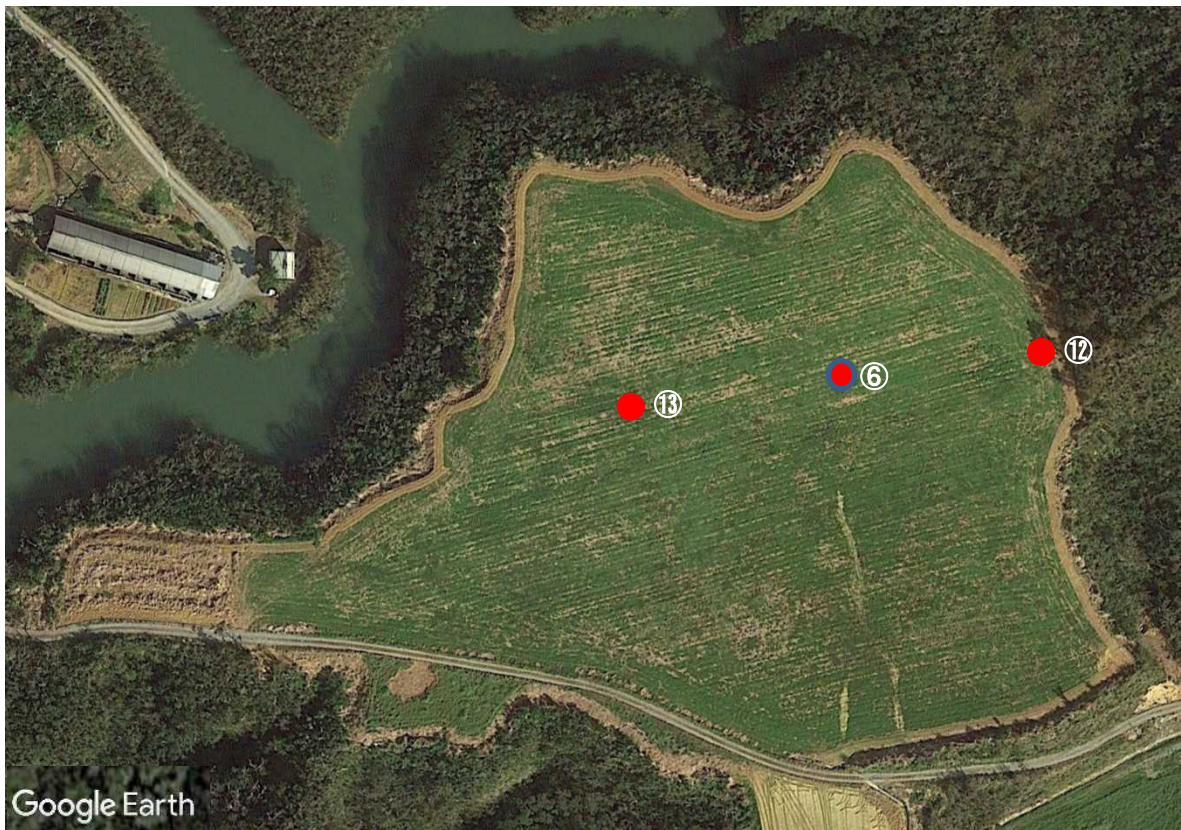


図 3. 10 月 20 日の試料採取地点

⑥ : 炎上場所 (機体直下)、⑫ : へり東約 40m、⑬ : へり西約 40m

【用語解説】

放射能：ベクレル (Bq)

放射線は、ある特定の原子核が別の原子核に変化（壊変または崩壊）する際に放出されます。

放射能とは、放射性物質が放射線を出す能力のことで、1秒間に壊変（崩壊）する原子核の数を「ベクレル (Bq)」という単位で表します。数値が大きいほど放射線を放出して壊変する原子核の数が多いことになります。

線量（実効線量）：シーベルト (Sv)

線量とは、放射線による人体への影響の度合いのことで、「シーベルト (Sv)」という単位で表します。

「実効線量」とは、放射線の種類やエネルギー、各組織・臓器による影響の現れ方（感受性）の違いを加味して、全身への影響を評価した線量です。

実効線量係数

実効線量係数とは、ある特定の放射性物質の放射能（ベクレル）と実効線量（シーベルト）の関係を表す係数のことで、mSv/Bq で表します。

再浮遊係数

再浮遊係数とは、地表面に沈着した放射性物質が風などにより、再び空气中へ移動する割合のことです。今回用いた値 (0.000001) については、例えば、福島第一原子力発電所事故による被ばく線量を計算する際に用いられています。