



## 福島原子力事故関連情報アーカイブ

Fukushima Nuclear Accident Archive

Title	福島第一原発事故により放出された長寿命放射性核種の環境中のマスバランス - 事故後 8 年間で分かっていること
Alternative_Title	Mass balance in the environment of long-lived radionuclides released from the Fukushima Daiichi nuclear accident - What has been clarified in eight years after the accident
Author(s)	青山 道夫(筑波大学) Aoyama, Michio(Univ. of Tsukuba)
Citation	第 8 回環境放射能除染研究発表会要旨集, p.100 The 8th Workshop of Remediation of Radioactive Contamination in Environment
Subject	セッション:企画セッション「福島第一原子力発電所事故による海、川への影響」
Text Version	Publisher
URL	<a href="https://f-archive.jaea.go.jp/dspace/handle/faa/182182">https://f-archive.jaea.go.jp/dspace/handle/faa/182182</a>
Right	© 2019 Author
Notes	禁無断転載 All rights reserved. 「第 8 回環境放射能除染研究発表会要旨集」のデータであり、発表内容に変更がある場合があります。 学会は発表の機会を提供しているもので、内容に含まれる技術や研究の成果について保証しているものではないことをお断りいたします。



## 福島第一原発事故により放出された長寿命放射性核種の環境中のマスバランス： 事故後 8 年間で分かっていること

青山道夫 筑波大学 生命環境系 アイソトープ環境動態研究センター

2011 年 3 月の東電福島第一原発事故による環境へ放出された放射性核種の総量は、この事故による人間および地球環境への影響に関する事項の中で、最も大きな懸念の 1 つである。本講演は、1) 北太平洋における東電福島原発事故による放射性セシウムの全放出量と東電福島原発事故由来放射性セシウムの物質収支、および 2) 東電福島第一原発に近い海域を含む日本の沿岸地域における放射性セシウムの最新状況を報告する。

放射性セシウムの物質収支は質量保存の法則（放出された総量は環境中の各ドメイン中の存在量の総和と等しい）により、放出された放射性核種の環境影響を理解するための強い制約要因である。

$$\sum R_i = \sum I_j \quad (1)$$

ここで、 $R_i$  は各ドメインに対する放出量で、 $I_j$  は各ドメインの存在量であり、

放出  $R$  において、 $i$  が 1=大気、2=直接漏洩：存在量  $I$  において 1=大気（現在は放射性核種の大気中の滞留時間が短いためゼロとみなせる）、2=陸上、3=海上、4=堆積物 5=生物相（福島周辺の漁獲量  $20 \times 10^6 \text{kg}$  に基づく生物相中の放射性セシウムの最大推定値は  $1 \times 10^4 \text{ Bq kg}^{-1}$  のアクティビティを仮定想定すると、存在量は  $200 \text{GBq}$  程度なので無視できる）となる。

我々のグループは、他の研究者との我々の結果を組み合わせ、以下のように環境中の福島事故由来の放射性セシウムのコンセンサス値をすでに提案した（Aoyama et al., 2019）。

コンセンサス値はそれぞれ 1)  $R_1$ ：大気放出：15-20 PBq、2)  $R_2$ ：直接漏洩：3-6 PBq、3) 北太平洋における大気からの沈着量：12-15 PBq、4)  $I_2$ ：陸上降下量合計：3-6 PBq、5)  $I_3$ ：北太平洋における合計：15-18 PBq、6)  $I_4$ ：堆積物中：130±60TBq、である。

海洋での挙動について、Inomata et al (2018) は事故に由来する放射性セシウムの北太平洋での分布と表層における放射性セシウムのインベントリについて議論し、表層に  $8.6 \pm 1.5 \text{PBq}$ 、CMW に  $2.5 \pm 0.9 \text{PBq}$  存在しているとした。これらは、そのまま海洋での循環に従って基本的には総量を変えずに移動していると考えられる。表層を東に輸送され、北米大陸西岸に輸送された事故起源放射性セシウムの一部は亜熱帯循環に乗って半時計周りに西に輸送され、すでにベーリング海に到達しており日本の沿岸まで戻ってくると考えられる（Kumamoto et al., 2019）。海洋表層から subduct して STMW 域に入った放射性セシウムは  $4.2 \pm 1.1 \text{PBq}$  であると報告されており（Kaeriyama et al. 2016）、その内 STMW から東シナ海底層に入りそこから obduct して 2017 年までに日本海に入った事故由来の  $^{137}\text{Cs}$  の総量は  $0.27 \pm 0.02 \text{PBq}$  と推定された（Inomata et al., 2019）。これは subduct して STMW に入った事故由来の放射性セシウムの 6.7% に相当する。さらに日本海に入った事故由来放射性セシウムのおよそ半分はすでに津軽海峡を東に抜けて北太平洋に戻っている。マスバランスを考える上では無視できない量である。沿岸での堆積物中の放射性セシウムはゆっくり減少していることが報告されており（Kusakabe et al., 2017）下方および沖合方向の輸送が考えられる。

陸上に降下した放射性セシウムの挙動として、再飛散と河川を経由して海洋に輸送される移動を見ておく必要がある。再飛散については、日本の陸上に降下した放射性セシウムの一部は森林生態系とくに真菌孢子によって再飛散していると考えられ（Igarashi et al., 2019）、事故後に見られる放射性セシウムの降下量の減少が遅い（青山, 2019）要因と推察できる。また陸上に降下した放射性セシウムの一部は河川を経由して海洋に移行していく。河川経由の輸送は間断的な輸送が卓越する現象であるので、輸送量の推定は難しいところはあるが、一年あたり 10-12TBq（Buessler et al., 2017）とする報告がある。降下量の 3-6 PBq に比べると極めて小さいことが判る。

福島原発事故サイトからの継続している漏洩について見てみる。東電による 2015 年の海側遮水壁の設置後、2016 年以降では福島第一原発の港の中と 56 北放水口の両方において  $^{137}\text{Cs}$  放射能濃度の年平均値は変化がなくまた経時変化は類似している。 $^{137}\text{Cs}$  放射能濃度は冬（1月 -2月）に低く、夏から秋（7月 -10月）に高かった。これは同じソースからの漏洩であることを示唆している。また 2016 年以降、56N 放水口における  $^{137}\text{Cs}$  の放射能濃度の平均は 2018 年まで  $100\text{-}140 \text{ Bq m}^{-3}$  であった（青山, 2018）。これは福島原発事故サイトから一日当たり 2 GBq から 2.8GBq の漏洩が続いていることを示唆している。