

## 環境放射能測定事業

## 東日本大震災後の秋田県における環境放射能調査

玉田将文 菅原 剛

福島第一原子力発電所事故（以降、原発事故）による秋田県内への放射能の影響を把握するため、当センターでは県内の空間放射線量率の監視体制を強化し、雨やちりなどの降下物、水道水、及び環境試料等に含まれる放射性物質を測定してきた。本調査の結果、福島第一原子力発電所事故前後で空間放射線量率に大きな変化は確認されなかった。また当センター内で採取した定時降下物及び水道水からは、事故直後に一時的に人工放射性核種が検出されたが、その濃度は微量であり、健康への影響を問題にするレベルには至らなかった。環境試料に含まれる人工放射性核種は、ほとんど検出されず、検出されたものでも国が定めた基準等と比較して十分低い値であった。さらに東日本大震災の復興支援として、岩手県宮古市及び野田村の災害廃棄物広域処理に協力し、関連する環境試料の測定も実施した。その結果、全ての試料で放射能濃度は各種基準値を下回っており、処理施設周辺環境への放射性物質の拡散を懸念する必要はないと考えられる。

## 1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震及びそれに伴う巨大津波により、深刻な原発事故が発生し、大量の人工放射性核種が環境中に放出された。当センターでは昭和 30 年代から定期的に環境放射能調査を実施してきたが<sup>1)</sup>、今回の事故による県内への影響を把握するため、放射能に係るモニタリング体制を強化した。具体的には、空間放射線量率の監視を強化したほか、当センターで採取した定時降下物及び水道水の人工放射性核種を毎日測定するとともに、食品試料<sup>2)</sup>や環境試料について調査を実施した。また、東日本大震災の復興支援として、岩手県宮古市及び野田村の災害廃棄物広域処理<sup>3)</sup>に協力し、関連する環境試料の測定も実施した。本稿では、平成 23 年 3 月から平成 25 年 3 月までの当センターにおける環境放射能調査結果について報告する。



図 1 当センター屋上の  
モニタリングポスト検出器

## 2. 調査方法

## 2.1 空間放射線量率

大気中の空間放射線量率の変化を把握するため、当センター屋上（秋田市千秋久保田町 6-6、地上高 23 m、図 1）のモニタリングポスト（日立アロカメディカル社製 MAR-22、図 2）により、空間放射線量率を 24 時間連続測定し、その結果を 1 時間毎に報告した。また、当センタ

一敷地内及び雄勝地域振興局福祉環境部敷地内の地上 1 m において、NaI シンチレーションサーベイメータ（日立アロカメディカル社製 TCS-171B、図 3）による空間放射線量率の測定を行った。平成 23 年 6 月からは、当センター敷地内（地上 1 m、50 cm 及び 1 cm）の空間放射線量率を毎日午前 10 時に測定し、併せて結



図2 モニタリングポスト計測器  
(日立アロカメディカル社製 MAR-22)



図3 エネルギー補償型  
NaI シンチレーションサーベイメータ  
(日立アロカメディカル社製 TCS-171B)

果を報告した。平成 24 年 4 月からは、新モニタリングポストシステムを導入し、当センターを含む県内 6 地点（鹿角、山本、秋田市、仙北、由利、雄勝）にて測定を開始した。この測定データは 10 分毎に原子力規制庁のサーバへ自動的に送信・集積され<sup>4)</sup>、国及び秋田県のウェブサイト（図 4）にて公開されることで<sup>5)</sup>、測定結果を迅速に把握するとともに県民への情報提供を速やかに行うことが可能となった。なお、県内 6 地点の測定データは、当センター内の専用サーバにも集積されており、そのサーバには県庁内担当課からアクセス可能となっている。また異常発生時には担当者へメールで連絡される体制が構築されているため、異常値観測時等への対応を早急に行うことができる。



図4 秋田県空間放射線量測定結果  
公表ウェブサイト

## 2.2 環境試料概要

表 1 に、原発事故後の環境試料中の人工放射性核種測定概要を示した。平成 24 年 3 月からは、災害廃棄物関連の試料採取及び測定も実施している。

## 2.3 放射性核種分析

採取した試料は、ゲルマニウム半導体検出器付きガンマ線スペクトロメーター（図 5）により、原発事故由来の人工放射性核種の指標となる放射性ヨウ素（ $^{131}\text{I}$ ）、放射性セシウム（ $^{134}\text{Cs}$  及び  $^{137}\text{Cs}$ ）等を分析した。前処理操作は「緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法」<sup>6)</sup>に、測定操作は「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」<sup>7)</sup>に準じた。



図5 ゲルマニウム半導体検出器付き  
ガンマ線スペクトロメーター 1号機  
(SEIKO EG&G 社製)

表 1 環境試料中の人工放射性核種測定概要（平成 23 年 3 月～平成 25 年 3 月）

| 試料種類    | 測定数 | 測定容器      | 測定時間（秒）          | 備 考                    |
|---------|-----|-----------|------------------|------------------------|
| 定時降下物   | 299 | U-8 容器    | 21600            | 環境水準調査                 |
| 水道水     | 299 | 2L マリネリ容器 | 21600            | 環境水準調査                 |
| プール・水浴場 | 34  | 2L マリネリ容器 | 3600, 7200       |                        |
| 河川水     | 4   | U-8 容器    | 72000            | 環境水準調査, 100L 採水        |
| 土壌      | 4   | U-8 容器    | 21600, 72000     | 環境水準調査, 秋田市内土壌         |
| 土壌      | 10  | U-8 容器    | 3600, 21600      | 当センター敷地内土壌 2 検体含む, 校庭等 |
| 牧草      | 10  | 2L マリネリ容器 | 2000             |                        |
| 稲わら     | 13  | 2L マリネリ容器 | 1000, 2000       | 県外産 10 検体含む            |
| 落葉      | 9   | 2L マリネリ容器 | 2000             |                        |
| 腐葉土     | 4   | U-8 容器    | 1000             | 県外産製品                  |
| 水田土壌    | 25  | U-8 容器    | 21600            | 県内 25 地点               |
| 地下水・放流水 | 55  | 2L マリネリ容器 | 3600             | 一般廃棄物・<br>産業廃棄物関連      |
| 汚泥      | 22  | U-8 容器    | 2000             |                        |
| 土壌      | 8   | U-8 容器    | 2000             |                        |
| 焼却灰     | 82  | U-8 容器    | 2000             | 災害廃棄物広域処理関連            |
| 地下水・放流水 | 210 | 2L マリネリ容器 | 3600             |                        |
| 河川水     | 43  | 2L マリネリ容器 | 3600             |                        |
| 汚泥      | 52  | U-8 容器    | 2000             |                        |
| 土壌      | 103 | U-8 容器    | 2000             |                        |
| 底質      | 9   | U-8 容器    | 2000             |                        |
| 焼却灰     | 22  | U-8 容器    | 2000             |                        |
| がれき等    | 5   | 2L マリネリ容器 | 1000, 2000, 3600 |                        |

### 3. 結果

#### 3.1 空間放射線量率（環境水準調査）

図 6 に秋田市（当センター屋上）における空間放射線量率の経日変化を示した。原発事故後のモニタリングポストの空間放射線量率は、原発事故前の測定値範囲内（0.022 ～0.086 Sv/h）<sup>1)</sup> にあり、原発事故前後で大きな変化は確認できなかった。また地上付近の空間放射線量率を測定した結果、原発事故由来と考えられる異常値は測定されず、モニタリングポスト測定値と地上付近の測定値を比較しても、大きな違いは認められなかった。

#### 3.2 定時降下物

原発事故の影響により地表付近に降下した人工放射性核種を調査するため、当センター屋上の降下物採取装置により、平成 23 年 3 月 19 日から 12 月 28 日にかけて 1 日分（前日 9 時から当日 9 時まで）の雨・塵等の降下物を毎日採取し、人工放射性核種を測定した。その結果、平成 23 年 3 月 21 日から 4 月 28 日にかけて、原発事故由来の放射性ヨウ素及び放射性セシウムが検出された（図 7）。検出された日はいずれも雨天であるため、上空及び大気中の粒子に付着し浮遊していた人工放射性核種が、雨と共に

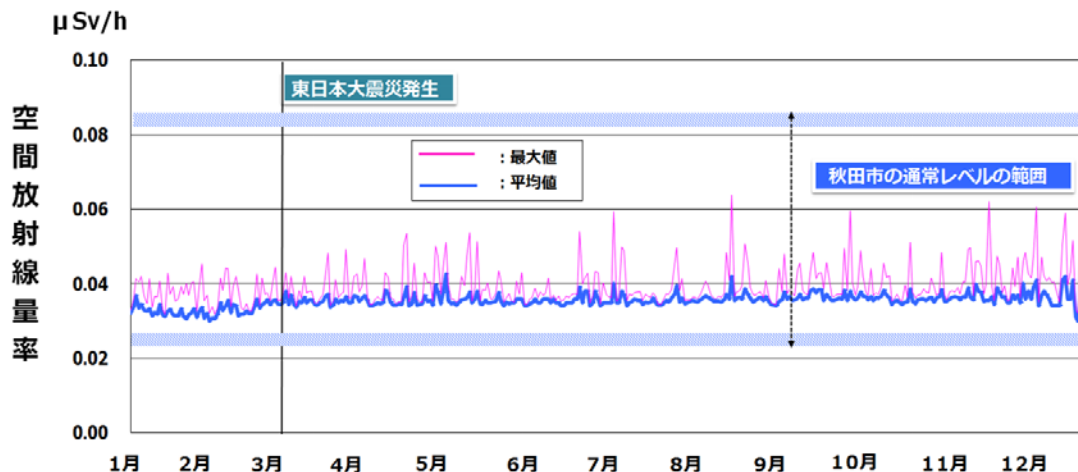


図 6 秋田市（当センター屋上）における空間放射線量率の推移（平成 23 年 1 月～12 月）



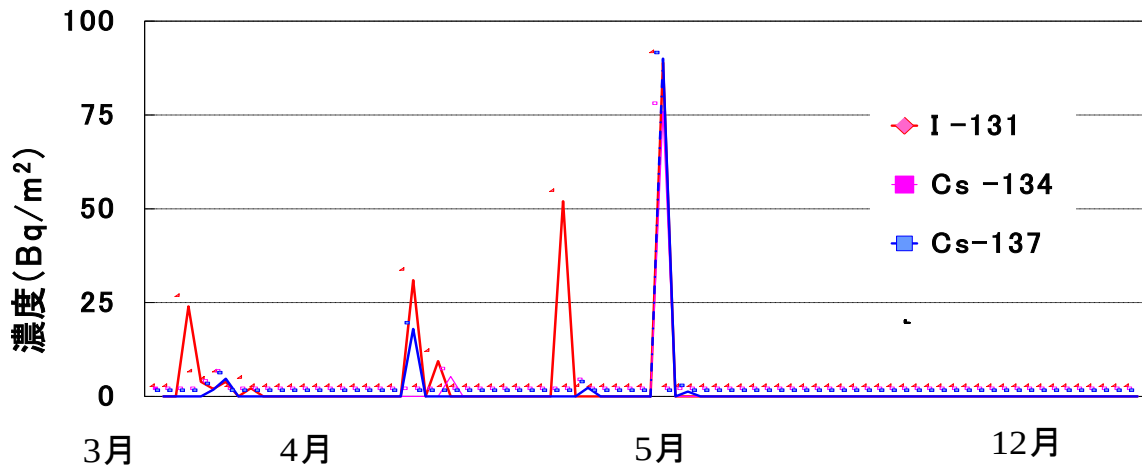


図7 定時降下物中の人工放射性核種濃度の推移（平成23年3月～12月）

に降下したものと考えられる。放射性ヨウ素の最大値は  $89 \text{ Bq/m}^2$ 、放射性セシウムの最大値は  $170 \text{ Bq/m}^2$  であった。この値を空間放射線量(Sv)に換算すると、平常時の1/100程度であるため、放射線被曝量としてヒトへの健康影響を懸念する必要はないと考えられる。なお同年5月以降は、放射性ヨウ素及び放射性セシウムは検出されなかった。

### 3.3 水道水

原発事故による飲料水への影響を調査するため、平成23年3月18日から12月27日まで当センターの水道水（雄物川水系）を毎日採取し、人工放射性核種を測定した。その結果、放射性セシウムは検出されなかった。放射性ヨウ素は3月22日から4月1日までの間で連続して検出され、原発事故の影響と考えられたが、4月2日以降は検出されなかった（図8）。放射

性ヨウ素の最大値は、3月23日の  $2.0 \text{ Bq/kg}$  であり、この値は、飲料水中の放射性ヨウ素の暫定規制値であった  $300 \text{ Bq/kg}$  を大きく下回っている。平成24年以降は、月1回の採取・測定を継続しているが、放射性ヨウ素及び放射性セシウムは検出されていない。

### 3.4 公立学校のプール水及び水浴場環境水

県内の公立学校8ヶ所のプール水及び水浴場4ヶ所の環境水における人工放射性核種の汚染状況を把握するために、試料採取・測定を行った。その結果、全ての試料から人工放射性核種は検出されなかった。

### 3.5 河川水（環境水準調査）

秋田市旭川上流にて河川水  $100 \text{ L}$  を採取し、人工放射性核種を測定した（図9）。その結果、原発事故以前の調査では殆ど検出されなかつ

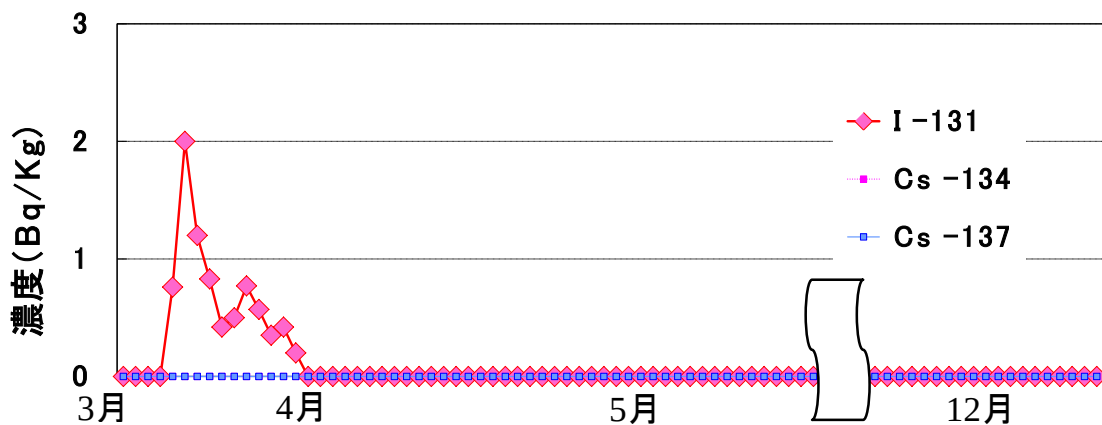


図8 水道水中の人工放射性核種濃度の推移（平成23年3月～12月）

た放射性セシウムが、平成 23 年度調査では検出されたが、平成 24 年度調査では不検出であった（図 10）。

### 3.6 土壌（環境水準調査）

秋田市内の草地土壌試料（表層 0～5 cm，下層 5～20 cm，図 11）を採取し、人工放射性核種を測定した。その結果、原発事故以前の調査では殆ど検出されなかった  $^{134}\text{Cs}$  が、表層から 2.5～3.2 Bq/Kg の濃度で検出された（図 12）。

### 3.7 土壌（校庭）

平成 23 年 10 月 28 日及び 11 月 1 日に、県内公立学校 8 カ所の校庭土壌の試料採取及び人工放射性核種を測定した。その結果、全ての試料から人工放射性核種は検出されなかった。

### 3.8 牧草

県内産牧草の安全性を確認するため、平成 23 年 5 月 14 日及び 6 月 17 日に、県内 5 カ所で採取した牧草を測定した。放射性ヨウ素は 5 月の調査では、県南部の湯沢市で 4.5 Bq/kg 検出された。放射性セシウムは全地点で微量に検出され

たが、湯沢市では 5 月、6 月共に他の地点よりも高い値を示した。このことは、半減期が短い放射性ヨウ素の検出及び  $^{134}\text{Cs}$  と  $^{137}\text{Cs}$  が約 1:1 の比率で検出されたことから、福島第一原発事故の影響を反映していると考えられる<sup>8, 9, 10, 11)</sup>。ただし、検出値は牛用飼料として使用した場合の暫定許容値<sup>12)</sup>である 100 Bq/kg 以下であった。

### 3.9 稲わら

県内産稲わら 3 検体（大館市、大潟村及び湯沢市）及び県外産稲わら 10 検体中の人工放射性核種を測定した。その結果、放射性セシウムは、県内産では不検出であったが、県外産では  $^{134}\text{Cs}$  は不検出～20000 Bq/Kg,  $^{137}\text{Cs}$  は不検出～23000 Bq/Kg の濃度で検出した<sup>13)</sup>。

また、稲わらから 1cm の距離における NaI シンチレーションサーバイメータによる空間放射線量率は、0.42  $\mu\text{Sv/h}$  であった。これら県外産稲わらは、宮城県等で生産され原発事故による影響を受けた後、秋田県内へ販売されたものである。なお、粗飼料の暫定許容値（300 Bq/Kg）を超える稲わらについては、牛への給与自粛と給与された飼育牛の出荷が自粛された。



図 9 河川水の採取（環境水準調査）



図 11 土壌の採取（環境水準調査）

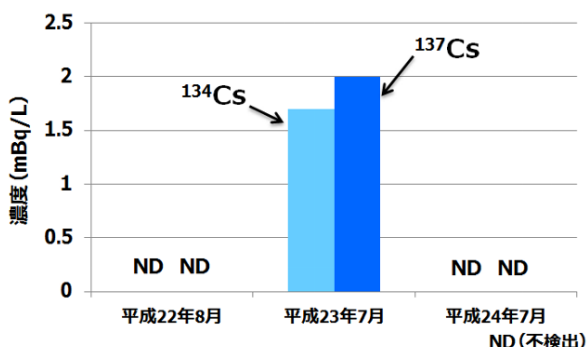


図 10 河川水の測定結果（環境水準調査）

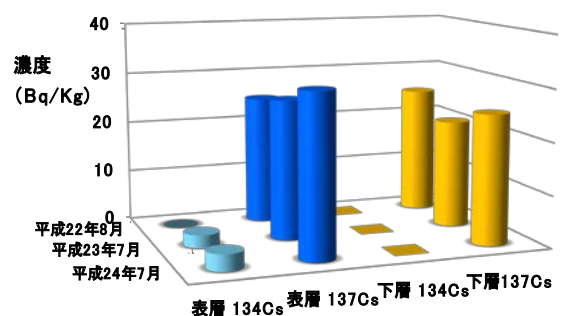


図 12 土壌の測定結果（環境水準調査）

### 3.10 落葉

県内山間部における人工放射性核種の沈着量を把握するため、平成23年11月に県内山間部8カ所及び秋田市郊外の秋田県森林技術センターの広葉樹落葉を採取し、人工放射性核種を測定した。その結果、5地点で放射性セシウムが2.6～18 Bq/Kgの濃度で検出された。このうち県南部3地点において、比較的高い傾向を示した。牧草と同様に $^{134}\text{Cs}$ と $^{137}\text{Cs}$ が約1:1の比率で検出されたことから、原発事故の影響を反映していると考えられた。また、落葉採取時にNaIシンチレーションサーベイメータにより、山間部における1m高さの空間放射線量率を測定した結果、0.03 - 0.06 Sv/hであり、県内における平常時の範囲内であった。

### 3.11 腐葉土

平成23年7月下旬、県内で販売されている栃木県産腐葉土製品から比較的高い空間放射線量率が検出されたとの県民からの通報を受け<sup>14)</sup>、腐葉土中の人工放射性核種を測定した。その結果、490～9100 Bq/Kgの放射性セシウムを検出した。 $^{134}\text{Cs}$ と $^{137}\text{Cs}$ が約1:1の比率で検出されたことから、本製品は栃木県内で原発事故による影響を受けたものと考えられる。なお、これらの腐葉土については、販売が自粛された。

### 3.12 水田土壌

平成24年4月～5月にかけて、県内25地点の水田土壌試料中の人工放射性核種を測定した。その結果、3.6～28 Bq/Kgの放射性セシウムを検出した<sup>15)</sup>。当センターでは、平成4年～22年にかけて秋田市内の表層土壌中 $^{137}\text{Cs}$ 濃度を測定しており、12～57 Bq/Kgの濃度であった。

今回の結果は、過去の測定値以下であり、原発事故による影響は殆ど無いと考えられた。

### 3.13 災害廃棄物受け入れに伴う環境調査

県内の可燃物焼却施設等及び廃棄物最終処分場等周辺環境にて、各種環境試料を採取し（図13、図14）、人工放射性核種を測定した。その結果、放射性ヨウ素は全ての試料において検出されなかった。放射性セシウムは、地下水・放流水、土壌、底質及び焼却灰等試料で検出されたが、いずれも各種基準値を大幅に下回った。各媒体試料における検出濃度は、地下水・放流水が0.43～0.84 Bq/L、土壌が6.2～42 Bq/Kg、底質が5.9 Bq/Kg及び焼却灰等が8.1～58 Bq/Kgであった<sup>3)</sup>。

## 4. まとめ

県内の空間放射線量率は、原発事故前後で大きな変化は確認できなかった。定時降下物、水道水及び環境試料を調査した結果、複数試料から原発事故由来と考えられる人工放射性核種が検出されたが、いずれもごく微量であり、ほとんどの検体から人工放射性核種は検出されなかった。

また災害廃棄物受け入れに伴う事前・事後調査において、地下水・放流水、河川水、汚泥、底質試料からは、人工放射性核種はほとんど検出されなかった。土壌試料では放射性セシウムが検出されたが、その濃度は事前調査時と同レベルであることから、施設外部環境への放射性セシウムの飛散を懸念する必要はないと推察された。

これらの結果から、原発事故による県内環境への放射能の影響は、福島県及び隣接自治体と



図13 地下水の採取（災害廃棄物）



図14 焼却施設周辺土壌の採取（災害廃棄物）



比較して小さかったものと考えられる。放射能の環境への影響は長期に及ぶことから、県民の安全・安心を確保するため、今後も引き続き調査を実施するとともに、速やかに測定結果等の情報を提供していく予定である。

### 参考文献

- 1) 珍田尚俊, 柳田知子, 松田恵理子(2009)秋田県における空間放射線量率の連続測定結果, 秋田県健康環境センター年報, Vol5, p88-92.
- 2) 菅原剛, 珍田尚俊, 高橋知子, 高嶋司, 松田恵理子 (2011) 福島第一原子力発電所事故に伴う秋田県における放射能調査, 秋田県健康環境センター年報, Vol7, p91-95.
- 3) 秋田県生活環境部環境整備課 (2012) 災害廃棄物の広域処理支援  
<http://www.pref.akita.lg.jp/www/genre/00000000000000/1326263109418/index.html>
- 4) 原子力規制庁 (2012) 放射線モニタリング情報 <http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/index.html>
- 5) 秋田県生活環境部環境管理課 (2012) 秋田県空間放射線量測定結果公表ウェブサイト  
<http://common.pref.akita.lg.jp/rimonitoring/index.php>
- 6) 文部科学省 (1992) 緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法, 文部科学省測定シリーズ No.24
- 7) 文部科学省 (1992) ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー, 文部科学省測定シリーズ No.7
- 8) 河田燕, 山田崇裕 (2012) 原子力事故により放出された放射性セシウムの  $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$  の放射能比について, Isotope News, Vol5, p16-20.
- 9) 小森昌史, 小豆川勝見, 野川憲夫, 松尾基之 (2013)  $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$  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, 分析化学, Vol62, No6, p475-483.
- 10) 東京電力 (2011) プレスリリース 3月26日福島第一原子力発電所付近の海水からの放射性物質の検出について (第六報) .<http://www.tepco.co.jp/cc/press/11032602-j.html>
- 11) T.Watanabe, N.Tsuchiya, Y.Oura, M.Ebihara, C.Inoue, N.Hirano, R.Yamada, S.Yamasaki, A.Okamoto, F.Nara and K.Nunohara (2012) Distribution of artificial radionuclides ( $^{110\text{m}}\text{Ag}$ ,  $^{129\text{m}}\text{Te}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) in surface soils from Miyagi Prefecture, northeast Japan, following the 2011 Fukushima Dai-ichi nuclear power plant accident, Geochemical Journal, Vol. 46, p279-285.
- 12) 農林水産省 (2011) 通知消安発第 2444 号, 生産第 3442 号, 林政産第 99 号, 水推第 418 号:放射性セシウムを含む肥料・土壌改良資材・培土及び飼料の暫定許容値の設定について, 平成 23 年 8 月 1 日 (平成 24 年 2 月 3 日, 平成 24 年 3 月 23 日一部改正)
- 13) 秋田県農林水産部 畜産振興課 (2011) 肥育牛農家への再調査結果について  
<http://www.pref.akita.lg.jp/www/contents/1312958849761/files/kekka.pdf>
- 14) 秋田県生活環境部環境管理課 (2011) 栃木県産腐葉土等からの放射性物質の検出について <http://www.pref.akita.lg.jp/www/contents/1313541715957/files/kannri.pdf>
- 15) 秋田県農林水産部水田総合利用課 (2012) 水田土壌の放射性物質の調査結果について  
<http://www.pref.akita.lg.jp/www/contents/1369877065895/index.html>