

# 地下水と港湾内海水に含まれる放射性物質の性状について

2013年11月28日

東京電力株式会社



## 1. データ取得手法と得られるデータ (1)

### ○対象とした試料

#### ○海水

|       | 海水                  |                     |                 |        |
|-------|---------------------|---------------------|-----------------|--------|
|       | 1,2号機取水口<br>護岸前(表層) | 1,2号機取水口<br>護岸前(下層) | 3号機<br>シルトフェンス内 | 東波除堤北側 |
| 全β    | 高                   | 高                   | 低               | 低      |
| トリチウム | 高                   | 高                   | 低               | 低      |



#### ○地下水



|       | 地下水     |           |           |
|-------|---------|-----------|-----------|
|       | 観測孔No.1 | 観測孔No.1-2 | 観測孔No.1-5 |
| 全β    | 低       | 高         | 中         |
| トリチウム | 高       | 高         | 低         |

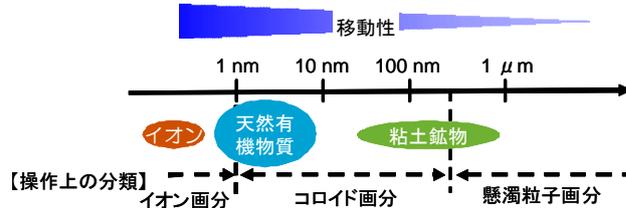


- : 海水採取点
- : シルトフェンス
- : 海側遮水壁矢板打込 (11月16日現在)

## 2. データ取得手法と得られるデータ (2)

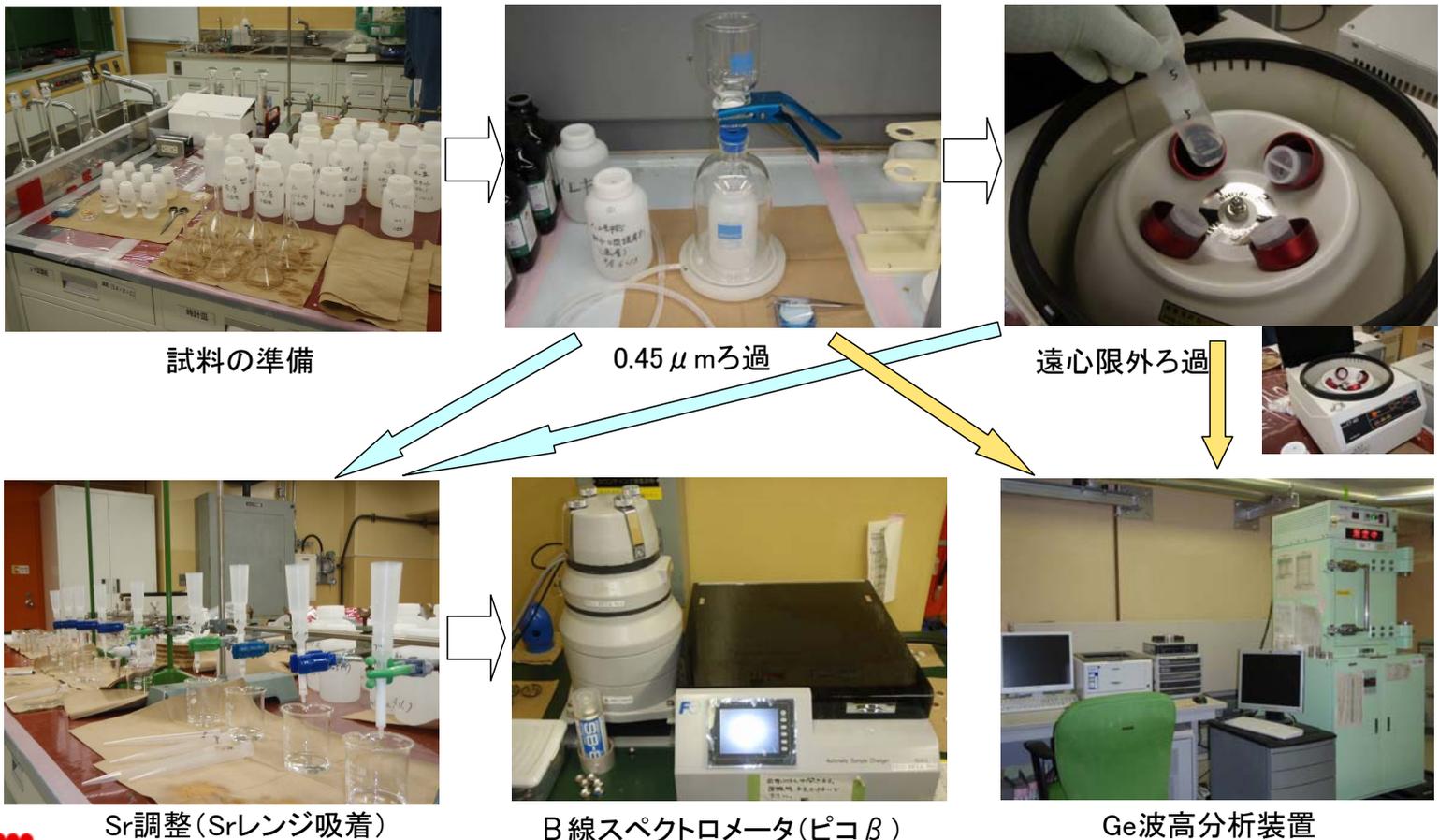
### ○ データ取得手法と得られる情報

- 0.45  $\mu\text{m}$ メンブランフィルターを用いたろ過と遠心限外ろ過フィルター（分画分子量10,000）を用いたろ過を行い、ろ液を $\gamma$ 核種分析（Ge波高分析装置）、ならびにSr分析（レジソ法）する。
  - ✓ 0.45  $\mu\text{m}$ メンブランフィルターを通過：コロイドとイオン状のもの
  - ✓ 遠心限外ろ過フィルター（0.002  $\mu\text{m}$ 程度）を通過：イオン状のもの
- 一般に、地下環境中で、
  - ✓ Cs：イオン ( $\text{Cs}^+$ ) + 粘土鉱物に吸着
  - ✓ Sr：イオン ( $\text{Sr}^{2+}$ ) + フミン酸やフルボ酸等の天然有機物に結合



- コロイドに一部の核種が吸着していると、この成分と、コロイドに吸着していない成分とに分けて評価することが必要となり、土壌中のコロイドの移動・拡散、核種の吸着・脱着は様々なプロセスが考えられ、複雑な挙動を示すことから、評価ではこれらを考慮することが必要となる。
- 一般的には電荷を持つコロイドはイオン強度が高いと凝集沈殿しやすく不安定となる。そのため、海水中ではイオン強度が高いため、凝集沈殿しやすい。（コロイドが安定に存在しにくい。）
- これらの情報を得るために平成25年10月初旬に福島第二に試料を運搬し、11月初旬から専門家の協力を得てデータの取得を行った。

## 3. 作業手順と作業風景



## 4. 確認結果（1）

### ○懸濁粒子画分

- ほとんどの試料では懸濁粒子画分に核種の存在は確認できなかったが、観測孔 No.1-2では0.45  $\mu\text{m}$  フィルターろ過後のセシウム濃度が約30～40%低下しており、懸濁粒子画に吸着したセシウムの存在が確認できた。
- また、当該試料のろ過前の状態を確認したところ、若干の濁りが視認されており、フィルター上の残渣にも着色が見られている。
- なお、Srの濃度はろ過によってほとんど低下していなかったことから、粒子状物質へのSrの吸着は微量であると考えられる。

### ○コロイド画分

- 海水、地下水ともにCs、Srともにコロイド画分には、有意には存在していなかった。

### ○イオン画分

- 上記より、Cs、Srともに、大部分がイオン状であると結論付けられる。

## 4. 確認結果（2）

### ○総合評価

- 漏洩したと考えられる汚染水中のCs-137、Sr-90濃度は、それぞれ、 $3.0 \times 10^9 \text{Bq/l}$ 、 $1.4 \times 10^8 \text{Bq/l}$ （放射能比1：0.047）である。一方、全ての地下水試料でSr-90濃度の方が2 - 3桁高いことから、土壤中で可動性のイオン態としてのCs-137の割合が小さく、移動性が低いことが示唆された。
- 一部の観測孔で、粒子態のCsが観測されたことから、測定に際しての、土壤粒子の混入の可能性やコロイド・粒子としてのCsの移動の可能性を今後検討する必要がある。
- 海洋中の核種濃度は地下水、表面流水による流入と外洋への流出や海底面への沈降による除去のバランスで決まる。Cs-137・Sr-90放射能比が、地下水と比べて比較的小さいことから、Srの選択的な除去の可能性が考えられる。
- Srは海水中で炭酸イオンや硫酸イオンと錯体を形成し、その一部は炭酸塩、硫酸塩として沈殿する。また、海水中に豊富に存在する炭酸カルシウム中への溶解（固溶体化）も、海水からの除去プロセスとして考えられる。

### ○今後の予定

- 土壤への分配係数が今年末に取得予定であることから、4m盤地下水の挙動推定と合わせて、核種の移行解析を行う。

# <参考>取得データ

単位: Bq/cc(増減は%)

|           | 海水              |       |          |      |          |       |                 |      |          |      |          |      |
|-----------|-----------------|-------|----------|------|----------|-------|-----------------|------|----------|------|----------|------|
|           | 1.2号機取水口護岸前(表層) |       |          |      |          |       | 1.2号機取水口護岸前(下層) |      |          |      |          |      |
|           | Cs-134          | 増減    | Cs-137   | 増減   | Sr-90    | 増減    | Cs-134          | 増減   | Cs-137   | 増減   | Sr-90    | 増減   |
| 原液        | 1.40E-02        |       | 3.06E-02 |      | 3.07E-01 |       | 4.30E-03        |      | 8.26E-03 |      | 1.13E-01 |      |
| 0.45 μmろ過 | 1.29E-02        | -7.9  | 3.31E-02 | 8.2  | 3.14E-01 | 2.3   | 4.97E-03        | 15.6 | 1.05E-02 | 27.1 | 1.09E-01 | -3.6 |
| 限外ろ過      | 1.14E-02        | -11.6 | 3.19E-02 | -3.6 | 2.46E-01 | -21.9 | -               | -    | -        | -    | -        | -    |

|           | 海水          |      |          |      |          |       |           |    |          |       |          |      |
|-----------|-------------|------|----------|------|----------|-------|-----------|----|----------|-------|----------|------|
|           | 3号機シルトフェンス内 |      |          |      |          |       | 東波除提北側    |    |          |       |          |      |
|           | Cs-134      | 増減   | Cs-137   | 増減   | Sr-90    | 増減    | Cs-134    | 増減 | Cs-137   | 増減    | Sr-90    | 増減   |
| 原液        | 7.17E-02    |      | 1.54E-01 |      | 7.97E-02 |       | <7.44E-03 |    | 2.12E-02 |       | 1.24E-01 |      |
| 0.45 μmろ過 | 8.18E-02    | 14.1 | 1.56E-01 | 1.3  | 7.51E-02 | -5.8  | 5.78E-03  | -  | 1.68E-02 | -20.8 | 1.22E-01 | -1.4 |
| 限外ろ過      | 1.13E-01    | 38.1 | 2.41E-01 | 54.5 | 6.35E-02 | -15.4 | -         | -  | -        | -     | -        | -    |

|           | 地下水       |    |           |    |          |     |           |       |          |       |          |      |
|-----------|-----------|----|-----------|----|----------|-----|-----------|-------|----------|-------|----------|------|
|           | 観測孔No.1   |    |           |    |          |     | 観測孔No.1-2 |       |          |       |          |      |
|           | Cs-134    | 増減 | Cs-137    | 増減 | Sr-90    | 増減  | Cs-134    | 増減    | Cs-137   | 増減    | Sr-90    | 増減   |
| 原液        | <7.54E-04 |    | <9.60E-04 |    | 9.40E-01 |     | 4.66E-01  |       | 1.06E+00 |       | 4.18E+03 |      |
| 0.45 μmろ過 | <2.39E-03 | -  | <3.19E-03 | -  | 1.03E+00 | 9.6 | 3.32E-01  | -28.8 | 6.46E-01 | -39.1 | 3.94E+03 | -5.7 |
| 限外ろ過      | -         | -  | -         | -  | -        | -   | 3.10E-01  | -6.6  | 7.03E-01 | 8.8   | 3.84E+03 | -2.6 |

|           | 地下水       |      |          |     |          |     |
|-----------|-----------|------|----------|-----|----------|-----|
|           | 観測孔No.1-5 |      |          |     |          |     |
|           | Cs-134    | 増減   | Cs-137   | 増減  | Sr-90    | 増減  |
| 原液        | 3.01E-01  |      | 6.24E-01 |     | 4.93E+01 |     |
| 0.45 μmろ過 | 3.22E-01  | 7.0  | 6.34E-01 | 1.6 | 5.23E+01 | 6.0 |
| 限外ろ過      | 2.93E-01  | -9.0 | 6.71E-01 | 5.8 | 5.39E+01 | 3.1 |

■:放射能の測定誤差を超えて有意な濃度減少があったもの

■:有意な濃度減少ではなかったもの

※限外ろ過測定結果で「-」は原液の濃度が低く、かつ限外ろ過は試料回収率が低いことから測定に要する試料量を得ることが難しいため測定対象外としたものを示す

# <参考>取得データ

