

Oral presentation | VII. Health Physics and Environmental Science : Health Physics and Environmental Science

📅 Fri. Mar 14, 2025 10:40 AM - 11:55 AM JST | Fri. Mar 14, 2025 1:40 AM - 2:55 AM UTC 🏠 Room A (Zoom room 1)

[3A01-04] Radiation Measurement

Chair: Kazumasa Shimada (JANUS)

10:40 AM - 10:55 AM JST | 1:40 AM - 1:55 AM UTC

[3A01]

Study on performance improvement of PVA-KI gel dosimeter

*Takeyoshi Sunagawa¹, Glenn Harvel², Chisako Hishiki¹, Yutaro Aoki¹, Sachiko Yoshihashi³ (1. FUT, 2. Ontario Tech Univ., 3. Nagoya Univ.)

10:55 AM - 11:10 AM JST | 1:55 AM - 2:10 AM UTC

[3A02]

Experimental analysis of behaviors of Cs and I in CsMP

*Toshihiko OHNUKI¹, Satoshi Utsunomiya³, Masahiko Nakase¹, Masahide Takano², Terumi Dohi² (1. Institute of Science Tokyo, 2. JAEA, 3. Kyushu University)

11:10 AM - 11:25 AM JST | 2:10 AM - 2:25 AM UTC

[3A03]

Development of an Accident Dose Evaluation Method Considering the Effect of Landforms around a Nuclear Power Plant

*Takuya Ikeda¹, Rie Yamaguchi¹, Gaku Sasaki¹, Kunio Kato¹, Motoki Konno¹, Ryota Hirano¹ (1. MHI)

11:25 AM - 11:40 AM JST | 2:25 AM - 2:40 AM UTC

[3A04]

Device for tritium detection with layered plastic scintillator thin film

*Tatsuhiko Ihara¹, Ryouji Kamishima¹, Hiroshi Noma¹, Yasuo Watanabe² (1. PLAKEN, 2. UEC)

11:40 AM - 11:55 AM JST | 2:40 AM - 2:55 AM UTC

Time reserved for Chair

PVA-KI ゲル線量計の性能向上に関する研究

Study on performance improvement of PVA-KI gel dosimeter

*砂川 武義¹, Glenn, HARVEL², 日紫喜 理子¹, 青木 祐太郎¹, 吉橋 幸子³

¹福井工業大学, ²オンタリオ工科大学, ³名古屋大学大学院

近年、放射線がん治療において容易に放射線を可視化する手法が求められている。本研究では、PVA（部分ケン化ポリビニルアルコール）と KI かなる ゲル線量計を開発した¹⁾。本研究では、PVA-KI ゲルの保持性及び物性に着目し、これらの特性の向上に関して検討し、PVA-KI ゲル線量計の改良を試みた。

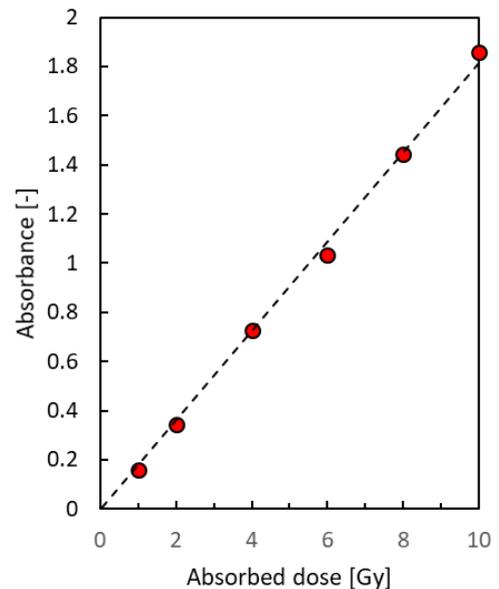
キーワード：化学線量計、ゲル線量計、放射線治療、PVA

1. 緒言

PVA-KI ゲルは、PVA 水溶液、KI、ホウ砂、果糖からなる。本ゲルは X 線等の放射線照射により約 490nm に吸収極大を持ち赤色に呈色し、加温により透明に戻ることが可能な再利用性の持つ¹⁾。このゲルは、作製が容易で取り扱いやすい反面、放射線照射後の時間が経つと退色し測定結果の保持性及びゲル作製後、ゲルが軟化する物性に問題があった。これは、PVA-KI ゲル作製に使用しているホウ砂が原因であると考えられる。ここで、ホウ砂は PVA の架橋及赤色に呈色したゲルを透明にする反応に関与する。本研究では、ホウ砂を使用しない PVA-KI ゲルの作製を検討し、架橋剤として有機チタン化合物²⁾を使用した新たな PVA-KI ゲルの作製を試みた。

2. 実験

本研究では、PVA-KI ゲル作製に、部分ケン化 PVA（重合度 2000, ケン化度 86.5 - 89.0）を含む 10wt% 水溶液、KI、果糖及び架橋剤として水溶性有機チタン化合物である TDBT（チタニウム ジイソプロポキシ ビス（トリエタノールアミネート））を使用した。ここで、TDBT は、IPA（イソプロピルアルコール）を溶媒として供給されており、TDBT 溶液を加熱し IPA を蒸発除去後、水で希釈し、乳酸で中和後使用した。PMMA 製ディスプレイセルへ上記の水溶液を入れ、約 50°C で加温することによりゲル化させた。作製した PVA-KI ゲルを対象に、X 線照射を行った。ここで、照射条件は、管電圧 150kV、管電流 20mA、線量率 2Gy/min である。X 線照射後の PVA-KI ゲルを紫外・可視分光光度計を使用して吸光度測定を行った。



3. 結果

上図に PVA-KI ゲルへの X 線照射により 490nm における吸光度と吸収線量の測定結果を記す。吸収線量に比例して吸光度が増大し、切片が吸光度 0 である傾向を示した。X 線照射後の PVA-KI の退色及び物性の変化は見られなかった。詳細は講演時に報告する。

参考文献

- 1) 砂川, 青木 "可逆的ラジオクロミックゲル線量計の開発" 放射線化学 112 号 p.p.53-60 (2021)
- 2) 大豆生田 勉 "有機チタン・有機ジルコニウム化合物の特徴とその応用" 工業材料 Vol.68 No.12 pp.82-83 (2020)

* Takeyoshi Sunagawa¹, Glenn Harvel², Chisako Hishiki¹, Yutaro Aoki¹, Sachiko Yoshihashi³

¹ Fukui University of Technology, ² Ontario Tech Univ., ³ Nagoya University

CsMP 中における Cs 及び I の挙動の実験的説明

Experimental analysis of behaviors of Cs and I in CsMP

*大貫 敏彦¹, 宇都宮 聡², 中瀬 正彦¹, 高野 公秀³, 土肥 輝美³,¹東京科学大学, ²九州大学, ³原子力機構

実験で作製した Cs、I を含むマイクロ粒子中の Cs と I の挙動を考察した。実験では Cs 及び I の他に SUS、ZrO₂、B を添加した。生成したマイクロ粒子の組成、水処理の影響を SEM-EDS で分析し、Cs 及び I の挙動を検討した。

キーワード: 福島事故, 放射性 Cs, 放射性 I, マイクロ粒子

1. 緒言: 放射性セシウム含有マイクロ粒子 (CsMPs) は難溶性の放射性粒子の一種であり、粒子径は通常 0.1 ~ 10 μm 、Cs 放射能濃度は 10^{10} ~ 10^{11} Bq/g と非常に高い。一般的に、CsMPs は主に Si、Fe、Zn、Cs で構成されており、B、U、Pu を少量含むものが報告されている (Fueda, 2023)。これまでの多くの研究では、Cs 等の陽イオンに着目した研究が多い。しかし、事故直後にはヨウ素 (¹³¹I) が大気中に放出されたことから、CsMP には ¹³¹I が含まれていたはずである。そのため、CsI を含む核燃料成分をコンクリートで溶融した際に発生する凝縮気化粒子 (CVP) 中の Cs と I の化学種について研究した。さらに、陰イオン種として海水による冷却時に添加されたホウ素 (B) を添加した実験を行い、Cs だけでなく B が存在した場合の CsMP の特性を明らかにした。

2. 実験: CsI と SUS、ZrO₂ を含む粉末を円柱状コンクリート上に設置し、ベルジャー内でキセノンランプにより集光加熱し、ベルジャー内面に沈着した CVP を回収した。さらに、B₄C 粉末も添加した試料についても CVP を作製した。回収した CVP を環境中における雨水との接触を想定してイオン交換水で洗浄する試験も実施した。得られた試料を FESEM-EDS、EPMA-WDS 及び XANES により元素組成及び化学状態を調べた。

3. 結果及び考察: SEM-EDS による CVPs の分析から、直径約 20 μm 以下の Cs と I を含む丸い粒子が多数生成していた (Fig. 1)。XANES 及び SEM-EDS 分析から、Cs と I を多量に含み CsI の存在を示唆する粒子と、Cs と I を少量含み Si を多量に含む粒子の 2 種類が確認された。CVP を脱イオン水と接触させると、どちらの粒子からも CsI のほとんどが溶解した。一方、後者の粒子からは、CsI とは異なる化学種を持つ Cs が残存した。さらに、残存した Cs は Si と共存しており、事故によって周辺環境に放出された CsMPs に含まれる化学組成と類似していた。これらの結果は、Cs が核燃料成分の溶融によって Si とともに CVP に取り込まれ、放射性 Cs が難溶性の化学状態で存在する CsMP を形成した可能性が高い。さらに、I については環境に放出された後に雨水により溶解した可能性が高い。また、B の影響も検討した。

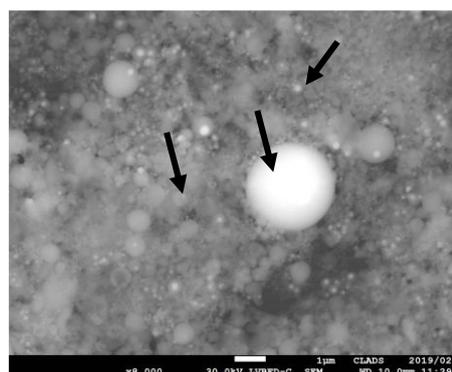


Fig. 1 SEM photograph of CVP. Many round particles are present as shown by black arrow.

Fueda K., et al., Chemosphere, 328, 138566 (2023)

*Toshihiko Ohnuki¹, Satoshi Utsunomiyai², Masahiko Nakase¹, Masahide Takano³ and Terumi Dohi³

¹Institute of Science Tokyo, ²Kyushu Univ., ³JAEA

サイト周辺の地形影響を考慮した事故時線量評価手法の開発

Development of an Accident Dose Evaluation Method Considering the Effect of Landforms around a Nuclear Power Plant

*池田 卓弥¹, 山口 理恵¹, 佐々木 岳¹, 加藤 邦男¹, 今野 眞樹¹, 平野 良太¹

¹三菱重工株式会社

サイト周辺の地形影響を考慮できる線量評価手法を開発し、実験との良い一致を確認した。また、福島第一原子力発電所事故後のサイト周辺の線量率評価を実施し、周辺に設置されたモニタリングポスト (MP) 指示値の変動傾向の再現性を確認した。

キーワード: 大気拡散, 線量評価

1. 緒言

昨今、防災や安全性向上等の観点より精緻な線量評価手法のニーズが高まっている。これまで、ガウスブルームモデルやパフモデルを使用した手法が用いられているが、敷地境界周辺を含めた地形影響の考慮に関しては、改善の余地が残されている。本検討では、サイト周辺の地形影響を考慮できる線量評価手法を開発した。

2. 手法

事故時のサイト周辺の線量評価のプロセスは、①気流計算、②拡散計算、③線量計算である。①及び②については地形効果及び風向変化を考慮可能なパフモデルを取り扱うことのできる CALPUFF^[1]コードを採用した。③の線量計算は、所定の距離メッシュに分割した計算領域に対して CALPUFF により得られた非対称な分布を持つ各メッシュの地表空气中濃度及び沈着濃度を用いて、点減衰核積分法によりクラウドシャイン及びグランドシャインによる外部被ばく線量を、また呼吸

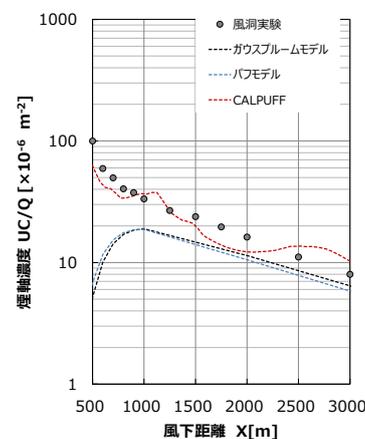
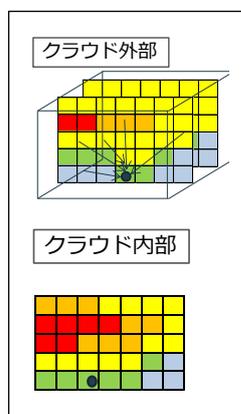


図1 メッシュ分割例 図2 大気拡散結果の比較

率・線量換算係数を用いてクラウド吸入及び再浮遊吸入による内部被ばく線量を算出する。

3. 大気拡散評価結果

実際の発電所周辺の地形を模擬した風洞実験結果^[2]と、ガウスブルームモデル (地形効果なし)、パフモデル (地形効果なし)、CALPUFF による評価結果の比較を図2に示す。敷地境界近傍及び周辺において、地形効果を考慮できる CALPUFF の結果は、地形効果を考慮しないガウスブルームモデルやパフモデルと比較して、風洞実験結果との良い一致を確認した。

4. 結言

福島第一原子力発電所事故後のサイト周辺のブルーム通過時の線量率評価を実施しており、サイト周辺に設置された MP 指示値の変動傾向との比較については発表において示す予定である。なお、地表沈着による線量評価の検証は MP 周囲の構造物等への放射性物質の沈着の影響を考慮するため、今後の課題である。

参考文献

[1]United States Environmental Protection Agency, "A USER'S GUIDE FOR THE CALPUFF DISPERSION MODEL," EPA-454, July 1995.

[2]関西電力, "高浜発電所風洞実験報告書," 2019年2月.

*Takuya Ikeda¹, Rie Yamaguchi¹, Gaku Sasaki¹, Kunio Kato¹, Motoki Konno¹, and Ryota Hirano¹

プラスチックシンチレータ薄膜を積層したトリチウム検出用デバイス

Device for tritium detection with layered plastic scintillator thin film

*井原 辰彦¹, 上島 良司¹, 野間 宏¹, 渡辺 裕夫^{1,2}

¹プラケン, ²電通大

A device for cocktail-free tritium detection was fabricated by stacking 1000 plastic scintillator thin films of $\phi 15$ mm and 30 ± 8 μ m in thickness. A calibration curve with good linearity was obtained using LSC, for four measurement points in the range of 1.5 Bq/g to 185 Bq/g.

キーワード : プラスチックシンチレータ薄膜, プラズマ処理, 毛細管力, LSC, カクテルフリー

1. 緒言

トリチウム水を対象に、カクテルフリーで連続測定可能なプラスチックシンチレータ薄膜積層デバイス（PS-スタック）を試作した。PS 薄膜は BC-490 Cast Resin (LUXIM) を原料とする自社製を、膜厚は特に断らない限り 30 ± 8 μ m とした。この薄膜から中心に $\Phi 3$ mm の穴を持つ $\Phi 15$ mm の PS ディスクを打ち抜き、これを 1000 枚積層した PS-Stack を作製した。今回は、ALOCA 製 LSC 測定装置 (LSC 7200) を用いて PS スタック単体での性能を評価した。

2. 実験

2-1. スタックの構造

PS スタックの PS ディスクの積層は、20 mL バイアル瓶の高さに合わせた長さ 55 mm, $\Phi 3$ mm, 上端にネジを切ったステンレスシャフトとステンレス台座よりなるフォルダのシャフトにディスク 1000 枚を通し、その上から樹脂製ナットで固定し、PS スタックとした。

2-2. 測定方法

PS スタックをバイアル瓶に装填し、薄膜全体が浸かる量の HTO 検液 (1.5, 23, 54, 185 Bq/g) を加え、それぞれ吸蔵させた。検液は毛細管力によって膜間に速やかに浸透した。なお、PS ディスクの両面は予め TEOS を用いたプラズマ処理により親水性に改質している。吸着平衡に達した PS スタックを取り出し、横に向けた状態でステンレスフォルダの上端の樹脂製ナットを絞る操作と秤量を繰り返すことで目標とする吸蔵量に調整した。LSC 測定は測定時間 10 分、測定回数 2 回の平均値で示した。

3. 結果・考察

図は各濃度の吸蔵 HTO 量を 0.8 g に設定した 4 本の PS スタックから得た検量線である。また、図にはそれぞれの計数值から求めた計数効率も示した。

検量線は 1.5 Bq/g から 185 Bq/g の範囲でほぼ直線を示した。一方、計数効率は 54 Bq/g の濃度を境に、これ以上では 2% 程度の一定値を示し、これ以下では濃度が低くなるほど上昇し、最低濃度の 1.5 Bq/g では 4.5% を示した。

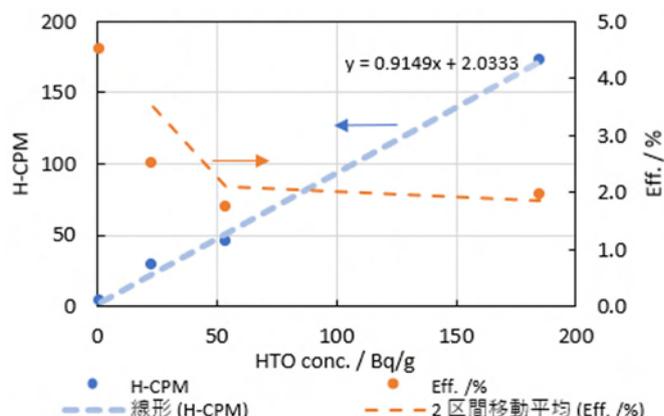


図 HTO濃度と計数および計数効率の関係 (吸蔵量: 0.8 g)

*Tatsuhiko Ihara¹, Ryoji Kamishima¹, Hiroshi Noma¹ and Yasuo Watanabe²

¹PLAKEN., ²UEC