

重点(プロジェクト)課題 - リスクの最適マネジメントの確立

放射性物質の拡散・長期動態に関する予測手法の開発

背景・目的

原子力発電所の安全性を評価し、継続的な向上を図るためには、過酷事故時の大気・海洋および地下水等の環境影響評価や原子力防災措置を事前に検討しておく必要がある。

本課題では、放射性物質の大気・海洋および地下水の環境中での拡散予測手法を開発する

とともに、海生生物や森林等を対象とした環境放射能のモニタリング手法および環境放射能の移行を評価する手法を開発する。これらの手法の開発を通じ、環境影響評価の側面から原子力発電の安全性の向上に寄与する。

主な成果

1 原子力発電所の大気拡散予測手法の開発

放射性物質の大気中の輸送・沈着過程を再現できる広域の大気輸送モデルを開発し、福島第一原子力発電所事故による長期の積算沈着量のシミュレーションを実施した(図1)。また、原子力発電所の安全評価に使用されて

いる比較的狭い地域を対象とする拡散モデルに湿性・乾性沈着過程の組み込みを行う等の機能追加を図り、安全評価時等における沈着量評価への適用を可能にした。

2 原子力発電所の海洋拡散予測手法と海生生物移行評価法の開発

^{137}Cs 、 ^{134}Cs 、 ^{131}I を対象に福島第一原子力発電所からの直接漏洩量を近傍海域のモニタリング結果から推定し、それを基に、大気からの降下等を考慮した上で福島沖合の広域の海洋拡散シミュレーションを実施した。その結果は当該海域でのモニタリング結果とよく一致すること確認した(図2)*1。得られ

たシミュレーション結果に基づいて海生生物中の濃度を評価し、コウナゴ等のプランクトン食性魚や、ヒラメ等の肉食魚の濃度の低下傾向をほぼ再現できた(図3)*2。なお、直接漏洩量の推定結果は東京電力から原子力安全・保安院に報告され、東京電力の事故調査報告書*3にも記載された。

3 放射性物質の地盤中移行予測手法の開発

地下水を輸送媒体とした地盤中での放射性物質の移行挙動を精緻に評価可能な数値シミュレーション手法を開発し、モデル地点において地下水の流動および核種の数十年間に及

ぶ移行評価を試算した。本手法は、今後、汚染廃棄物の中間貯蔵施設や放射性廃棄物処分施設の安全評価に適用が可能である。

4 環境中放射性物質の長期的動態予測手法の開発

千葉県北西部において、数種の樹木を対象に落葉中の放射性セシウム濃度を測定し、時間経過とともに半減期から推定される値よりも大幅にセシウム濃度が低下していることを明らかにした。この低下は樹木の生育に必須な元素のうち、カリウム濃度の低下と高

い相関があること(図4)から、ウェザリング効果(風雨等の自然要因による低減)に加えて植物体内でのセシウムの循環が影響していると推察される。今後、汚染地域の伐採木等の取り扱い等への反映に向け、さらにその挙動の解明を進める。

*1 TSUMUNE DAISUKE, et al., Biogeosciences Discuss., 10, 6259-6314, 2013

*2 TATEDA YUTAKA, et al., Journal of Environmental Radioactivity. 2013, vol.124, p.1-12.

*3 福島原子力事故調査報告書、東京電力、平成24年6月20日

<http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/interim/index-j.html>. 2013/3/19アクセス

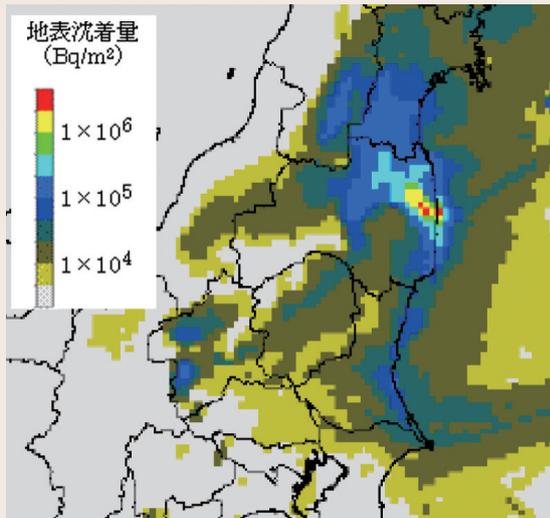


図1 広域の大気輸送モデルによる地表面への積算沈着量のシミュレーション例

気象モデルより作成した2011年3月の詳細な気象データおよび日本原子力研究開発機構が推定した放出量データを用いて、開発した濃度・沈着量モデルにより積算沈着量を評価した。評価結果は、航空機モニタリングによる地表面への積算沈着量分布や各地での線量計測結果をほぼ再現することができた。

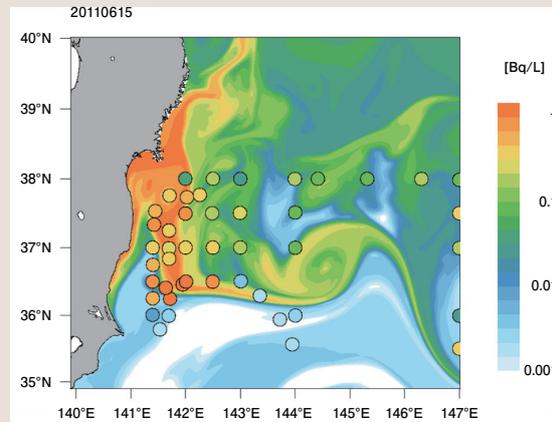


図2 ^{137}Cs の表層濃度の比較(福島沖)

2011年6月中旬における海洋濃度のシミュレーション結果は、モニタリング結果の特徴をよく再現するとともに、これらの分布は海洋の中規模渦によって支配されていることが確認できた。カラーコンターはシミュレーション結果、カラーのプロットはモニタリングによる場所と濃度を示す。

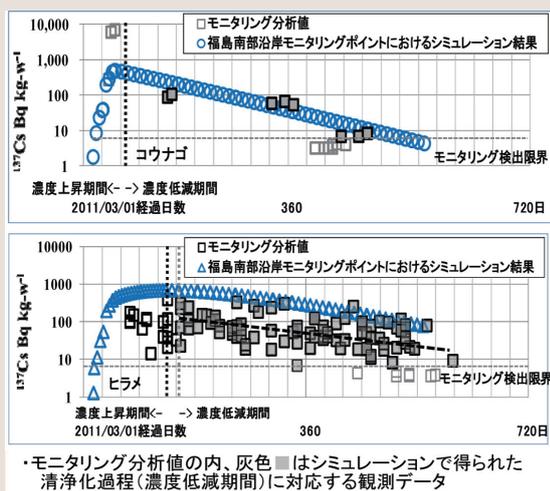


図3 海生生物中の ^{137}Cs 濃度のシミュレーション結果と実測値の比較(福島南部沿岸)

2011年3月から2012年8月の食物連鎖による移行を含む海生生物中の ^{137}Cs 濃度のシミュレーション結果は、コウナゴ等のプランクトン食性魚(上図)や、ヒラメ等の沿岸肉食魚(下図)においてモニタリング結果に示される低減傾向をほぼ再現した。この結果から、海水からの取り込みと餌からの移行、代謝による生物からの排出等の移行過程が、開発した動的生物移行評価手法において適切に評価されていることを示している。

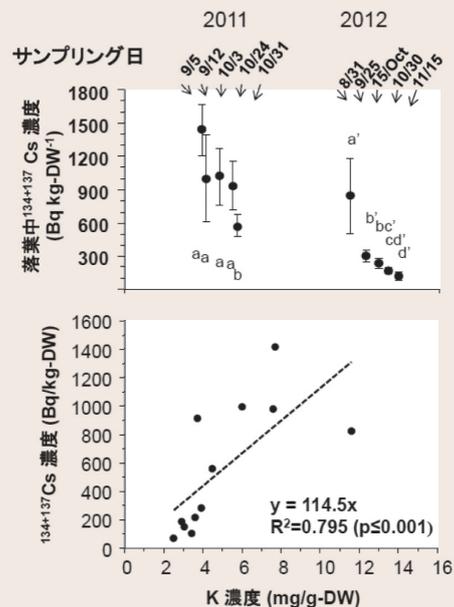


図4 落葉中の放射性セシウム濃度とカリウム濃度との相関

2011/9/5~10/31と2012/8/31~11/15にサンプリングした落葉中のセシウム ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 濃度の変化(上図)とカリウムK濃度との相関を調べたところ、セシウムとカリウムの濃度の低下に高い相関が認められた(下図)。これは、ウェザリング効果に加えて植物体内でのセシウム循環が影響していると推察される。