

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

原子力施設に対する自然外部事象のハザード評価

背景・目的

東日本大震災以降、原子力発電所の稼働率が著しく低下し、電力の安定供給への支障が指摘されている。地震・津波・火山噴火等の巨大な自然外部事象の規模や発生頻度を把握し、発生地点や敷地への到達時間など現象のメカニズムを理解した上で対策立案を進め、

原子力発電所の安全性を確保することが喫緊の課題となっている。

本課題では、自然外部事象に起因するハザードの評価手法を研究し、原子力施設の安全性向上とPRAの高度化を図る。

主な成果

1 常時微動を用いた地下構造探査における地震波干渉法の適用

耐震設計や地震防災における強震動予測のための深部地盤構造の推定に向け、常時微動測定による地下構造探査を、深部の地盤構造にも適用可能とする拡張を図った。本手法では、地震波干渉法によるグリーン関数を用いた位相速度の推定を可能とした。本手法を、若狭湾地域における常時微動の長期連続観測記録に適用した結果、微動探査*と一致した

位相速度が得られるだけでなく、より長周期の位相速度が得られることを示した。さらに、微動探査*と地震波干渉法を併せた広帯域の位相速度の逆解析から、地震発生層上端の一つの目安となるS波速度3.5km/s程度までの構造を推定し、その深さは大島半島で3.8~4.0km、音海半島で4.4~4.6kmとなることを明らかにした(図1) [N14020]。

2 有機物示標を用いた堆積物の起源推定

2011年東北地方太平洋沖地震による津波が到達したと予測される地点の堆積物を東北地域(19か所)で取得し、堆積物中の化学分析から堆積物の起源を推定した。その結果、有機炭素安定同位体比および炭素窒素比(C/N比)による解析手法から、砂浜・湾堆積物と津波の影響のない土壌を区別することができた^[1](図2a)。また、植生の少ない地域の堆積物に同手

法を適用した結果、津波由来と推察される砂主体の堆積物(津波堆積物)は概ね海水起源であり、津波堆積物の下部土壌は淡水起源または海水-淡水中間の起源であることを明確に示した^[1](図2b)。以上のことから、本手法により津波堆積物を科学的に判定することが可能となり、歴史時代以前等の過去の堆積物を解析する津波規模評価等に寄与する。

3 気象条件の影響を考慮した降下火山灰の計算手法の開発

噴煙・降下火山灰(降灰)の数値計算コードであるFall3Dを、当所の気象予測・解析システムNuWFASと組合せることで、降灰による発電所等の設備影響評価・対策立案に必要な、降灰の分布、気中個数濃度の時間変化の情報取得可能となる計算手法を開発した。

本手法を用い、霧島山(新燃岳)2011年噴火により発生した噴煙・降灰を再現できることを確認した(図3)。噴煙高度や気象条件の設定手法を段階的に高度化することで、原子力地点の降灰ハザード評価等への適用を図る [N14004]。

* 表面波の位相速度を用いた地下構造探査手法の一つ。微動アレイ探査とも呼ぶ。

[1] Ito et al., The Origin of Organic Matter in the 2011 Tohoku-oki Tsunami Deposit Determined by Chemical and Isotopic Signatures, AOGS 2014, Sapporo (2014).

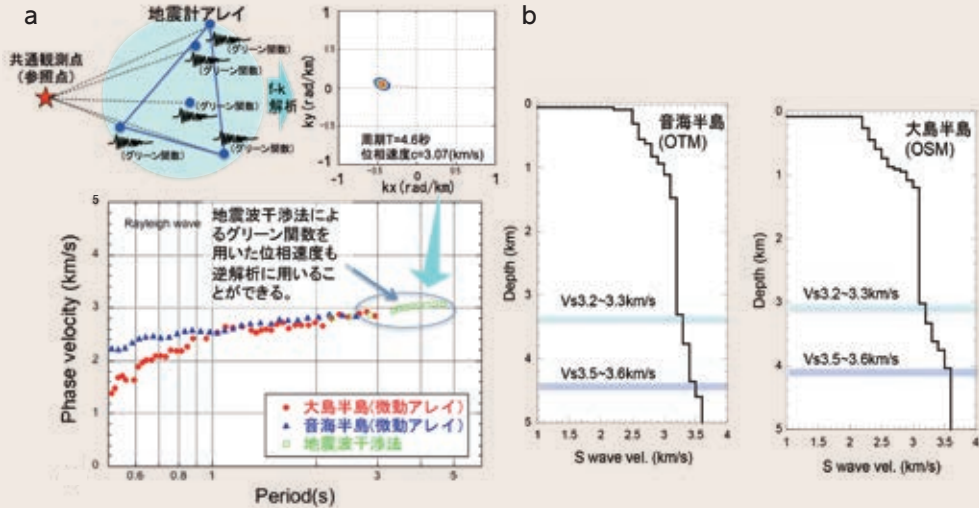


図1 地震波干渉法によるグリーン関数を用いた位相速度の推定と深部地盤構造の推定

共通の観測点(参照点)に対し、地震計アレイ内の複数の地点で合成されたグリーン関数の周波数-波数(f-k)スペクトル解析から、位相速度を推定する方法を提案した。若狭湾地域への適用では、f-kスペクトルのピーク位置は参照点すなわちグリーン関数の加振点方向に現れ、微動アレイより長周期の位相速度が得られた(図1a)。地震発生層上端の目安となる層(V_s 3.5km/s程度)の深さは、音海半島側が若干深い連続的であり、緩やかに変化する構造であることが示唆された(図1b)。

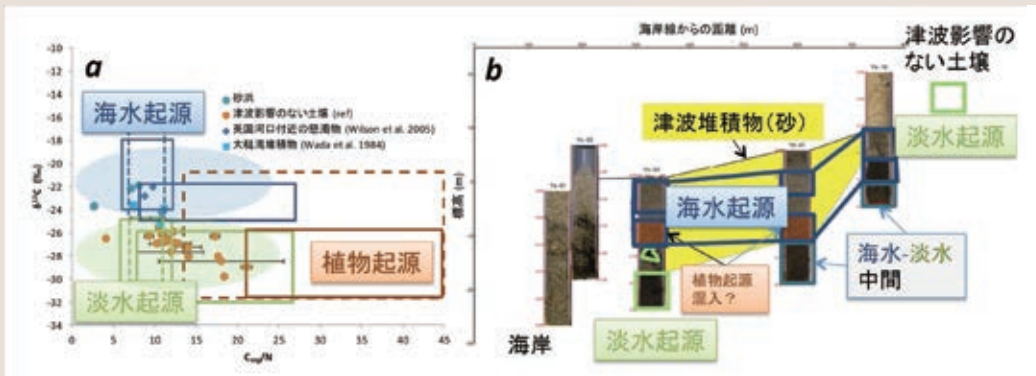


図2 砂浜・湾堆積物および津波の影響のない土壤中の有機炭素安定同位体比とC/N比プロット(a)および植生の少ない地域における有機物指標を用いた堆積物の起源の推定(b)

東北地域で採取した砂浜・湾堆積物(Beach)および津波の影響のない土壌(ref)中有機物について炭素安定同位体比とC/N比をプロットすると、既報の海水起源有機物および淡水起源有機物の領域(長方形の色枠)とほぼ一致する(図2a)。植生の少ない地域における堆積物について、有機物の炭素安定同位体比-C/N比プロットから示される起源を推定した。砂主体の津波堆積物については概ね海水起源、津波堆積物の下部土壌は、淡水起源または海水-淡水中間の起源であった(図2b)。

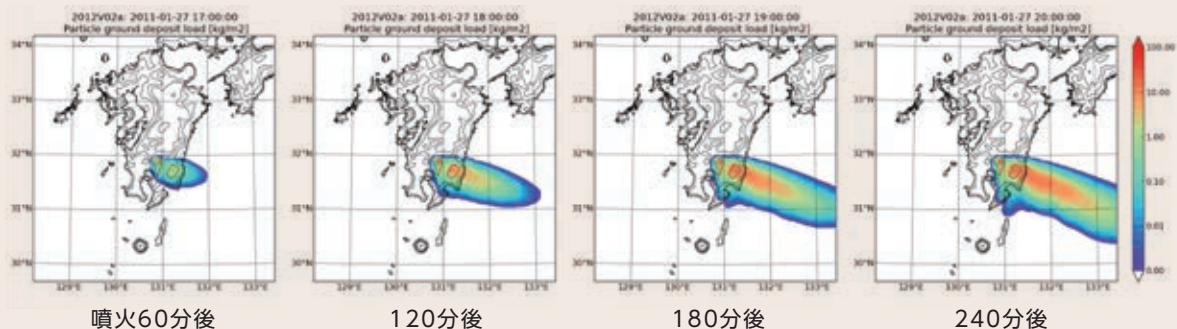


図3 降灰分布の時間変化(霧島山2011年1月噴火)

霧島山(新燃岳)2011年噴火により堆積した降灰量の分布を、噴火開始後1時間おきに図示する。噴火が発生した1月27日の気象条件に基づき、降灰の分布域が南側に拡大していることが再現された。本手法は、各地点の累積降灰量や気中濃度の時間変化を計算できる強みがある。このため、降灰が発電所等の設備に及ぼす、荷重、付着、閉塞等の多様な影響評価に活用可能である。