

津波浸水域把握に向けた土壌化学分析の展望と課題～2011年東北地方太平洋沖地震 津波堆積物との比較～ Application of chemical analysis to measurement of tsunami inundated area

吉井 匠^{1*}, 松山 昌史¹, 今村 正裕¹, 佐々木 俊法¹, 越村 俊一², 松岡 昌志³, エリック マス⁴, セザル ヒメネス⁵
Takumi Yoshii^{1*}, Masafumi Matsuyama¹, Masahiro Imamura¹, Toshinori Sasaki¹, Shunichi Koshimura², Masashi Matsuoka³,
Erick Mas⁴, Cesar Jimenez⁵

¹(財)電力中央研究所, ²東北大学 災害制御研究センター, ³産業技術総合研究所, ⁴東北大学, ⁵国立サンマルコス大学
¹CRIEPI, ²Tohoku University, ³AIST, ⁴Tohoku University, ⁵Universidad Nacional Mayor de San Marcos

日本の沿岸域は、歴史時代以降、幾度となく地震津波（以下、津波）による被害に遭ってきた。津波の原因となる規模の地震は、その発生が準周期的であると考えられていることから、他の自然災害に比べると、被災状況を調査することは学術的な知識を深めるためだけでなく、将来に発生しうる災害に備えるために極めて重要である。津波による被害予測のためには、浸水高あるいは遡上高の把握が最も重要である。また、シミュレーションによる津波波源を決定する際にも必要不可欠な要素である。しかし、現況の遡上高の調査は、浸水限界付近に残されている堆積物や漂着物などの物理的痕跡を基にしているため、それらが残されていない場所では、正確な遡上高が把握されているとは言い難い。また、物理的痕跡は時間と共に失われるため、津波発生直後に現地調査を行う必要がある。しかし、被災地においては救出救援活動が最重要であるため、復旧段階に入るまで調査を行うことはできない。津波の物理的痕跡が見られない場合には、住民への聞き込み調査も併用されるが、被災時には多くの住民が避難行動をとっているため、十分正確な証言が得られないこともある。

本研究では、津波浸水域の客観的かつ高精度な調査方法の一つとして、浸水域土壌中の化学特性に着目した浸水土壌の検出を試み、その有効性を検証するために、2010年チリ津波（2010年2月27日発生）の浸水域周辺土壌を対象とした分析を行った。2010年チリ津波発生時に甚大な被害が報告されている Talcahuano とその周辺において、18地点から計46サンプルを採取し、分析に供した。なお、試料の採取は津波発生後、約50日後に行い、その間の降水量は4mm程度である。これらの全試料について、水溶液を対象とした電気伝導度（Eutech Instruments社製導電率計TDScan20）およびイオンクロマトグラフィー（Metrohm社製IC881）による主要イオン濃度の計測をおこなった。電気伝導度は、現地での簡易分析と室内分析を行った。簡易分析では、湿重量約3gの試料に脱イオン水約30mlを加え、約1分間攪拌した懸濁液を計測した。室内分析では、60℃で24時間以上乾燥させた試料3.0gに脱イオン水30mlを加え、30分間攪拌した懸濁液について、フィルター（0.45μm）でろ過した溶液について計測した。イオン濃度の計測は、上記溶液中の各イオン（Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, Br⁻, NH⁴⁺, NO³⁻, SO⁴²⁻）の濃度を計測後、検量線法により定量した。

主要イオン濃度の計測の結果、浸水域内の試料は、各イオン（Na⁺, Mg²⁺, Cl⁻, Br⁻, SO⁴²⁻）濃度が高く、浸水域外の試料とは有意な差があった。上記イオンの塩化物イオン比について、浸水域内外の各試料と海水とを比較した結果、浸水域内の試料は、海水と類似したイオン比であった。一方、浸水域外の試料は海水とは有意に差がみられた。以上から、浸水域内の試料における各イオンが、津波による浸水によって供給されたと考えうる。さらに、同様な塩化物イオン比の解析で、津波堆積物試料と堆積物を伴わない浸水域内の試料との間に有意な差は見られなかった。

計測された水溶性イオンの濃度を用いて、津波浸水域の判別分析を行った結果、Na⁺, Mg²⁺, Cl⁻, Br⁻, SO⁴²⁻、および電気伝導度を用いた場合に90%以上の高い判別率の中率が得られた。土壌および海水中のイオンの含有量を考慮すると、Br⁻, Cl⁻, Na⁺が津波浸水域の判別に適していると考えられた。さらに、これらの水溶性イオンを用いて、物理的痕跡の乏しかった地点の土壌について、浸水域内外の判定を行った。一部の地点では、津波来襲時に避難していた住民から、不確かではあるが、およそその浸水範囲についての証言が得られていた。しかし、分析結果から考えられる浸水域は、証言とは異なる結果となった。このように、物理的痕跡や、信頼できる証言が得られない場合に、土壌の化学的な分析を実施する事で、津波浸水域調査の信頼性を向上させることが可能であると考えられる。

なお、発表時には2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震に伴って発生した津波の浸水域内で取得した土壌についての分析結果も併せて紹介し、本手法の適用性と課題についても論じる予定である。

キーワード: 津波, 土壌, 水溶性イオン, 浸水域, 津波堆積物

Keywords: tsunami, soil, water-soluble ion, inundated area, tsunami deposits