

日本の土壌地球化学図 ―物質の起源・産地推定へ向けた新たな指標―

太田充恒¹

(1 産業技術総合研究所)

産業技術総合研究所地質調査総合センターでは、地殻表層における自然由来の元素存在度を把握するために、陸と海を含む地殻表層の元素広域分布図(地球化学図)の作成に取り組んでいる(<https://gbank.gsj.jp/geochemmap/>)。日本の地球化学図は、陸域から 3024 個の河川堆積物、海域から 4905 個の海洋堆積物を集め、As, Hg などの有害元素を含む 53 元素の化学分析を行った結果をまとめている。これまで主に環境評価のための基準図として用いられてきたが、近年農作物や考古学(土器、骨など)資料の産地判別指標としての利用が求められている。この場合、元素濃度よりも、風化・続成作用などで値が変化しにくい同位体比のほうが有効な指標となることから、新たな試みとしてストロンチウム(Sr)同位体比($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)の地球化学図作成に取り組み、その研究成果を 2019 年度の表示起源懇談会にて講演を行った。しかし、農作物や考古学資料の産地判別のための比較試料としては、河川堆積物よりも土壌のほうが適している。今回、新たに表層土壌(表層 0–20cm 部:A 層)を用いた広域元素分布図を作成し公開したので、その紹介を行う。

土壌は、地質・母材や堆積環境の違い、動植物や微生物活動の影響、気候、風化作用など様々な因子が複雑に相互作用するため、極めて局所的な情報しか得られない。そのため広域的な元素分布の特徴を把握するための試料としては不向きと考えられてきた。しかし、河川堆積物を用いた地球化学図と相互比較した結果、土壌中の元素濃度変動にも地質学的要因による影響が残されていることが明らかとなった。例えば、石材として利用される花崗岩(御影石)が広く分布する地域では、アルカリ金属元素の濃度が高い、富士山の溶岩が分布している地域では、マグネシウムや鉄など元素濃度が高い、鉱山や地熱地帯ではカドミウムや鉛などの重金属元素の濃度が高いなどの特徴を示した。また、河川堆積物に対する土壌中の元素の濃集係数を算出した結果、風化作用に伴う元素溶脱反応がアルカリ金属元素やアルカリ土類金属に、リン酸固定化反応による影響がリンに、腐植物質などによる選択的濃集が銅、カドミウム、水銀などの重金属元素に認められた。しかしこれまでの報告と異なり、土壌中の軽希土類元素やトリウム濃縮係数がルビジウムなどの値と同様に低い結果が得られた。これらの元素を含む鉱物が河川堆積物中に選択的に濃集したためか、土壌生成過程で溶脱したかどちらかが原因と考えられる。最終的に、河川堆積物の地球化学図では地質学的な要因で元素濃度変動の 10–35%を説明できるのに対し、土壌の地球化学図では地質学的要因は元素濃度変動の 5–15%程度しか寄与しないことが明らかとなった。また、土壌種類の違い(土壌化作用や形成場の違い)によって説明できる元素濃度変動の要因は、全体の 5–10%程度であり、土壌試料の不均質性や生物作用の違いなど局所的な影響の違いが河川堆積物よりも強く出ていることが分かった。そのため、物質の起源・産地推定指標として用いるためには、局所変動を受けにくい元素の組み合わせを見出すことが重要である。