

地形変化を伴う人為的攪拌の定量化

名古屋大学大学院 学生会員 ○吉田圭介
名古屋大学大学院 正会員 奥岡桂次郎・谷川寛樹

1. はじめに

今日の経済社会は自然環境圏から膨大な量の資源を採取し、人間活動圏へと投入・蓄積することにより成立している。Material Flow Analysis (MFA) では物質フローを定量化することで自然環境と人間活動の関係性の解明を試み、持続可能な社会の構築を目指している。その一方、資源採取や都市開発といった人間活動に伴い大量の土石系資源や非取引財としての森林が廃棄されている。これらは経済社会において正確な量が把握されない隠れたフロー(Hidden Material Flow: HMF)として扱われ、世界中で莫大な量に及ぶとされる。資源採取による環境負荷は人為的攪拌の最たるものであり、人為的攪拌量の定量化は自然環境と人間活動の関係性から持続可能な社会を形成する上で重要な基盤データとなる。

黒岩ら(2012)¹⁾は、関西国際空港の埋立工事に伴う土石採掘地を対象にし、地理情報システム(GIS: Geographic Information System) および数値標高モデル(DEM: Digital Elevation Model)を用いて土石移動量を推計した。土石採掘の公表値とDEMによる推計値の比較を行うことで、狭い範囲での人的攪拌定量化の精度検証を行った。川原・田中(2010)²⁾は露天掘りにおける地形改変量の定量化を行った。このように限定された狭い地域での人為的攪拌に関する研究は見受けられるが、国家単位で人為的攪拌量を空間的に定量化した研究はみられない。

本研究は地球全域で発生する人為的攪拌の定量化を目的とする。そこで、統計データが精緻に整備されている日本を対象に、汎用性の高いDEMにより土石系資源の採掘量の定量化し、統計データと比較・検討した。

2. 研究方法

日本全土をカバーするDEMとして、数値地図情報50mメッシュと基盤地図情報10mメッシュからラスターサーフェスモデルを構築した。サーフェスモデルから標高が減少したメッシュを抽出し、大幅な変化が確認

されたメッシュ群を選択した後、地表面の衛星画像と重ね合わせることで採掘地の確認を行った(図1)。採掘量の推計では、抽出された採掘地の面積および標高変化をもとに、以下の式を用いて、採掘量を算出した。

$$AD(soil, sand) = \sum (V_{0,i} - V_{1,i})$$

AD(soil,sand): 土石の人為的攪拌量, $V_{0,i}$: 体積(地点i、時点0), $V_{1,i}$: 体積(地点i、時点1)

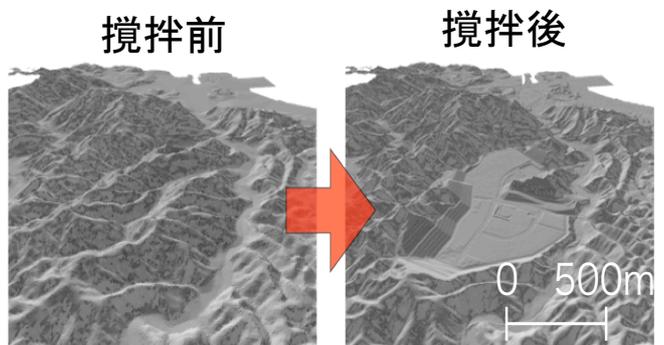


図1 人為的攪拌に伴う地形変化

日本国内の採掘量に関する統計データとして経済産業省が公表する「砕石統計年報³⁾」, 「砂利採取業務状況報告集計表⁴⁾」を使用した。砕石統計年報は砕石業による骨材の生産や需給の実態の把握を目的とし、「砂利採取業務状況報告集計表」は砂利の採取量や販売量を把握するための業務報告書であり、各都道府県や市町村の地方整備局を通して集計される。「砕石統計年報」の出荷量はトンで記載されており、重量換算係数²⁵⁾により出荷量(m³)とし、「砂利採取業務状況報告集計表」との合計値を統計による採掘量とした。

統計による採掘量は運搬時の土量の容積を示す「ほぐした土量」であり、DEMによる推計値は地山にある自然状態の土量を示す「地山土量」である。DEMによる推計の精度検証を行うため、統計による採掘量に土量変化率^{1.25⁷⁾}を適用し「地山土量」に換算することで両者の比較を可能とした(図2)。

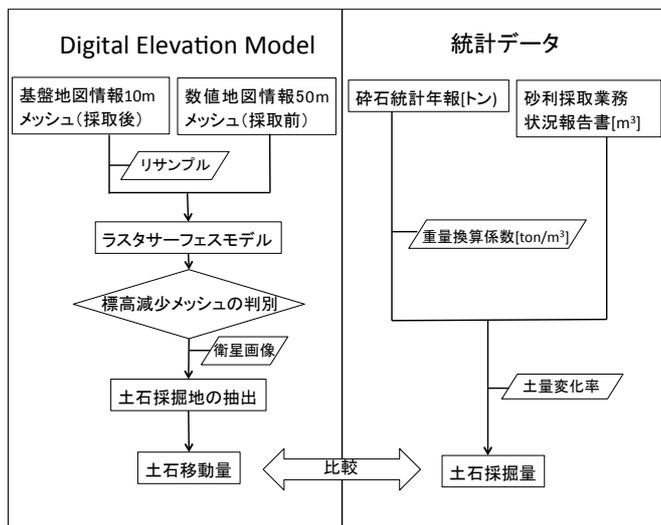


図2 研究フロー

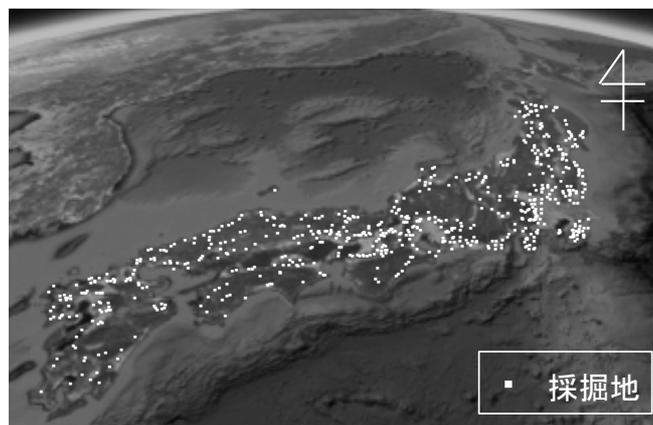


図3 日本の採掘地分布

3. 推計結果および考察

はじめに、DEMを用いた推計手法により抽出された採掘地は1087箇所あり、その分布を白点で示す(図3)。抽出された採掘地の総面積は1億7千万 m^2 に達し、土石移動量は約55億 m^3 となった。土石移動量を採掘地面積で除した土石移動量はまた、統計データに基づく土石採掘量は約44億 m^3 となり、DEMに基づく推計値は統計データに基づく算出値を約11億 m^3 上回る結果が得られた。

DEMと統計に基づく推計の差分約11億 m^3 には統計では把握できない攪拌量が含まれている。地下資源の採取に伴い発生する、土石に関する隠れたフローは標高変化としてDEMによる推計に含まれるが、統計に基づく推計では把握できない。同時に、差分には手法に起因する誤差も含まれる。DEMによる推計では、数値地図50mメッシュが $\pm 7.2m$ 、基盤地図情報10mメッシュが $\pm 5m$ の高さ精度を持つため不可避の推計誤差が含まれる。また、統計データによる算出では、重量換算係数および土量変化率を一律に設定したため、設定値に対応しない岩石についても誤差が発生すると考えられる。

4. おわりに

本研究では、人為的攪拌量の推計として日本における標高の時系列変化から土石移動量約55億 m^3 を推計した。同時に、統計データに基づく算出値約44億 m^3 と比較することで、約11億 m^3 の統計では把握できな

い攪拌量を示した。DEMおよび統計に基づく数値結果に含まれる不確実性を考慮することで、さらに精緻な結果が期待される。採掘地以外の人為的攪拌を考慮した推計により、人間活動が自然環境に与えた環境負荷の正確な定量化が可能となる。また、人為的攪拌は地球全域で発生するため全球データを用いた推計が必要である。

謝辞

本稿は、環境省環境研究総合推進費(1-1402)、日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究(A)25241027)、(基盤研究(B)26281056)の一環として行われたものである。ここに感謝の意を記します。

引用文献

- 1) 黒岩史, 奥岡桂次郎, 杉本賢二, 谷川寛樹: 標高の時系列変化に基づく人為的な土砂移動量の推計に関する研究, 第40回環境システム研究講演集, pp35-40, 2012.
- 2) 川原一洋, 田中靖: 武甲山における人工地形改変の定量的評価, 日本地理学会春季学術大会発表要旨集, 410, 2010
- 3) 黒岩史, 奥岡桂次郎, 杉本賢二, 谷川寛樹: 標高の時系列変化に基づく人為的な土砂移動量の推計に関する研究, 第40回環境システム研究講演集, pp35-40, 2012.
- 4) 経済産業省:砂利統計年報, 1987-2002.
- 5) 経済産業省:砂利採取業務状況報告集計表, 1987-2002.
- 6) 国土交通省:建設副産物実態調査利用量・搬出先調査, 2012.
- 7) 国土交通省土木工事標準積算基準書P-1-1①~1-2-①-2, 土量の変化率