

# 数値地形解析に関する研究（第1年次）

実施期間

令和4年度～令和7年度

地理地殻活動研究センター

地理情報解析研究室 岩橋 純子

## 1. はじめに

執筆者は、沖積平野から山地に至る多様な斜面について地盤脆弱性を反映した地形分類を実現することを目的に、同じような形（≒性質）を持つ斜面をゾーニングしたマップデータを作成する研究を継続して行ってきた。2018年度～2020年度に JSPS 科研費 18H00769 の助成を受け、解像度 90m の MERIT DEM (Yamazaki et al., 2017) から計算した地形量に基づく全球の領域分割データを作成・公開した (Iwahashi and Yamazaki, 2022)。このデータは、日本において地形の中区分に沿う分類結果を作成できる手法 (Iwahashi et al., 2021) を、南極大陸を除く全球に広げたものであり、下記の特徴を持っている。

- ・大分水界 (MERIT Basins ; Lin et al., 2019) ごとにデータを作成した。
- ・地形分類グループ (クラスター) の情報は、大分水界ごとのクラスタリング結果と、全球でのクラスタリング結果の両方を用意。
- ・分類結果だけでなく傾斜・尾根谷密度等、地形量のデータも属性に含む。
- ・MERIT Basins の unit catchment polygon を被せて集水域でも分割している。(集水域 ID をデータに含むため、MERIT Basins の river データと ID で結合することにより、上流・下流の位置関係が分かる。同じ集水域の中の斜面は最寄り落水線からの比高を表す地形量 (以下「HAND」という。) で上下を識別可能。)
- ・オプションの補足情報として、Sink (窪地 ; DEM を用いた流向計算において流出方向を特定できないセル) のデータを持っている。

この全球の領域分割データは、類似の先行研究の成果同様、すでに、詳細な地質図や地形分類図が入手できない地域において、地震による揺れやすさの評価等に利用されている。一方、安定陸塊や乾燥地など、日本と大きく地形形成作用が異なる地域についてのデータの評価はまだ不十分である。また、全球を統一凡例で俯瞰できるデータは作成していなかった。本研究において、それらの調査及び追加データの作成を行った。

## 2. 研究内容及び得られた成果

### 2.1 全球統一凡例のラスタマップの作成

Iwahashi and Yamazaki (2022) の成果は地形量を属性情報とするポリゴンデータ (ShapeFile) であり、ユーザーが GIS 上で自由に集約や加工、あるいは再分類する事を想定して作成したものである。しかし、ShapeFile はデータ量が大きすぎて扱いづらい、大分水界を超える広い範囲を俯瞰したい等の意見が寄せられていた。そこで地形量を用いて全球を 15 区分にクラスタリングした属性情報をベースとして、さらに Sink を 10%以上含むポリゴンは再分類し、Terrain22 と名付けた 22 区分の 3 秒メッシュのラスタマップ (図-1 ; GeoTIFF, 投影は WGS84) を新たに作成してウェブサイトから公開した。

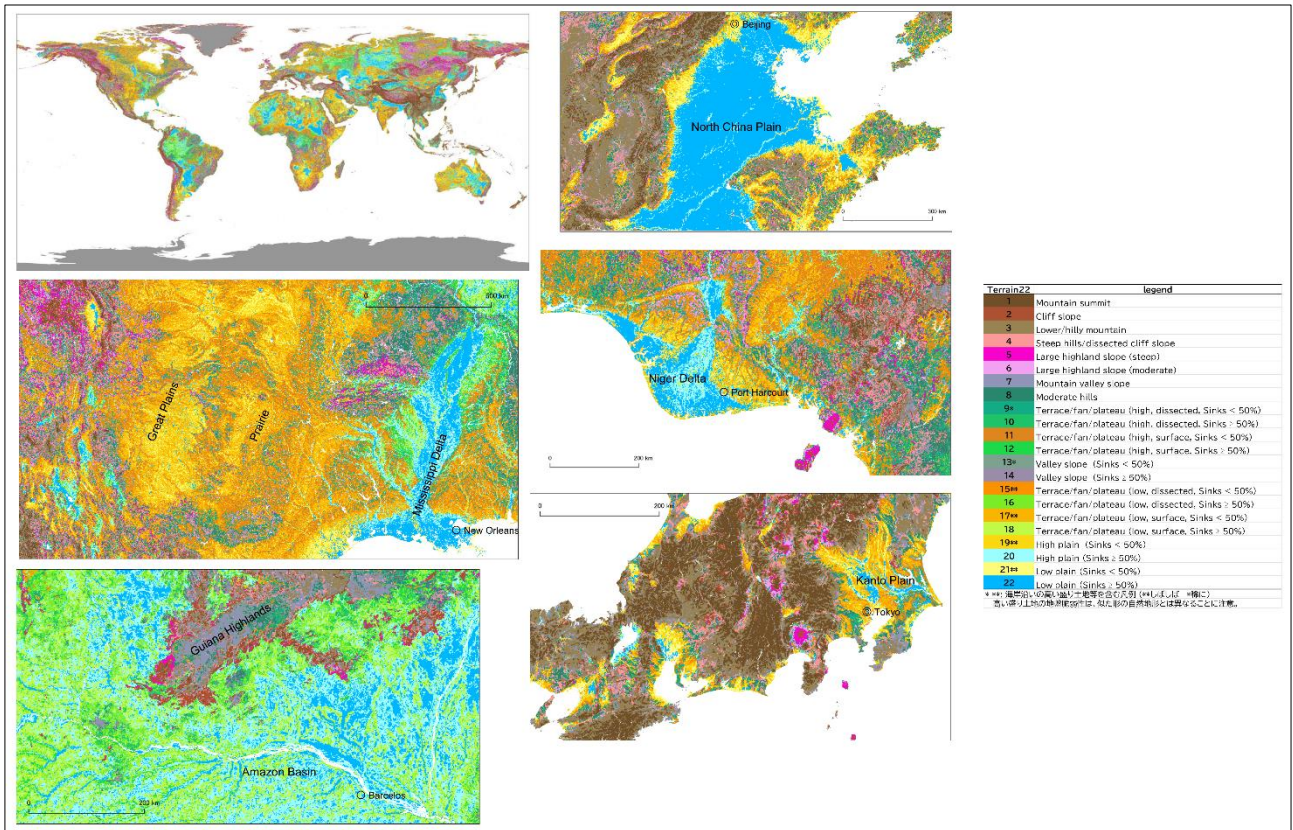


図-1 Iwahashi and Yamazaki (2022) から構成したラスタマップ (Terrain22) 及び凡例。左上が全体図、周囲は部分拡大図 (全体図から右回りに華北平原、ニジェールデルタ、本州中央部、ギアナ高地、アメリカ南部)。

## 2.2 低地の分布と Sink (窪地) に関する調査・考察

日本のような湿潤な新期造山帯では、第四紀火山等の例外はあるが一般的に、低く窪んだ緩斜面は未固結堆積物による軟らかい地盤であり、急斜面は硬い地盤である。地形が、ある程度、地盤の堅牢さを示しているという認識の下、地形分類図は Vs30 (表層 30m の平均 S 波速度) 等地盤災害推計の基礎データの作成に広く使われている (例えば松岡ほか, 2005)。しかし、海外に目を向けると、侵食準平原等を擁する安定陸塊、特に河川の堆積作用が少ない乾燥地では、平らな土地の直下が岩盤であることもあり得る。

そこで、世界の多様な低地の概要を調べるため、Iwahashi and Yamazaki (2022) の領域分割データから最も低平な地形の領域を取り出し、さらに Sink の領域と重畳して分布を調べた。その結果、Sink は日本のような島弧では主に湖沼跡や低湿地を示しているほか (図-2a)、低平地なおかつ Sink である領域は、島弧に限らず河川地形が卓越する造山帯では氾濫平野に相当し、パキスタンの 2022 年夏の洪水域等とよく一致していること (図-2b) が確認できた。一方、安定陸塊を広く含む地域、例えばアフリカ大陸では、河川沿い以外にも巨大な Sink 領域が広がるが、それらはチャド盆地などの大地形に相当しており必ずしも低平地ではない (図-2c)。

では、本地形分類データは乾燥地の安定大陸では無用の長物かという点、オーストラリアの地下水位データ (Australian Groundwater Explorer ; Bureau of Meteorology, Australia) と比較した結果では、次のような関係が見られた。自由地下水の井戸は Sink 以外に多く、地下水位は少なくとも深さ 40m 程度までは HAND (最寄り落水線からの比高) と相関があり、その傾向は Sink 内でより顕著である (図

-3a). 自噴井戸は Sink に多く、さらに、Sink 以外では低平地ほど出現率が高いが、Sink では Terrain22 との比較により少し小高い段丘的な地形で最も出現していることが分かった (図-3b). したがって、安定陸塊の乾燥地であっても水関係のアセスメントに地形分類データを使える可能性はある. いずれにせよ、地形形成作用や気候の違いを考慮した取り扱いが必要と考えられる.

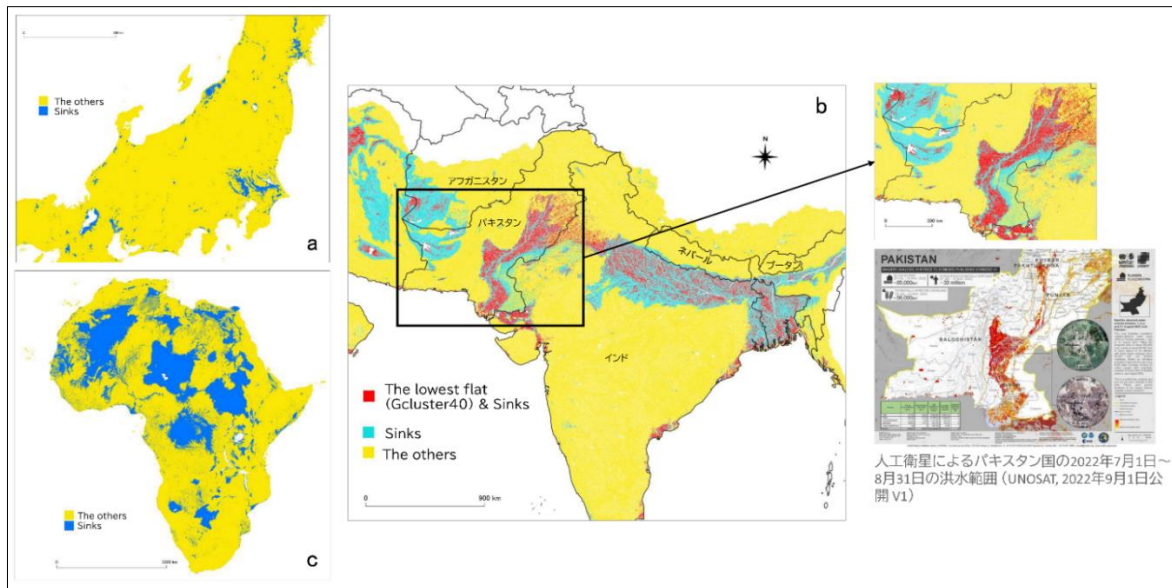


図-2 Iwahashi and Yamazaki (2022) から抽出した日本中央部の Sink 領域 (青) (a), インド・パキスタン周辺の最も低平な領域 (赤) 及び Sink (水色) (b). アフリカ大陸の Sink 領域 (青) (c).

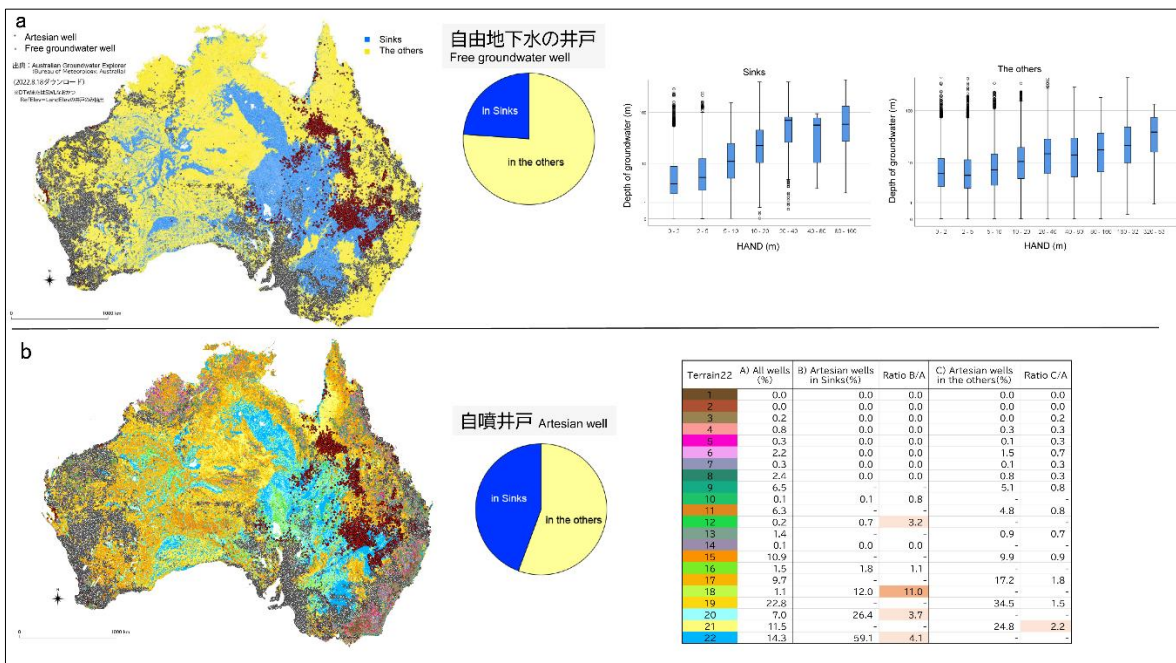


図-3 (a) Iwahashi and Yamazaki (2022) から抽出したオーストラリア大陸の Sink 及び自噴井戸 (赤丸)・自由地下水の井戸 (白丸) の分布図 (左), 自由地下水の井戸における Sink の割合 (中), 自由地下水の井戸における水面の深さと HAND の関係 (右). (b) Terrain22 及び自噴井戸と自由地下水の井戸の分布図 (左), 自噴井戸における Sink の割合 (中), Terrain22 の凡例 (詳細は図-1 参照) ごとの自噴井戸の割合 (右). 井戸及び水位のデータは Australian Groundwater Explorer (Bureau of Meteorology, Australia ; 2022 年 8 月 18 日ダウンロード) による.

### 3. 結論

全球の地形分類データは、地形に関連する様々なテーマ、例えば土壌タイプや地震による地盤の揺れやすさ、地震ハザードマップなどに利用されてきた。しかし、地形形成作用には地殻変動や気候の影響により非常に様々なものが存在し、まだ検討事項が多い。低平地に関する分析を行うことにより、日本と地形形成作用が大きく異なる地域における地形分類図の意義について考察することができた。また、全球を統一して俯瞰できる 22 区分の地形分類マップを作成しデータを公開した。

#### 参考文献

- Iwahashi, J., Yamazaki, D., Nakano, T., Endo, R. (2021) : Classification of topography for ground vulnerability assessment of alluvial plains and mountains of Japan using 30 m DEM. *Progress in Earth and Planetary Science*, 8(3) .
- Iwahashi, J., Yamazaki, D. (2022) : Global polygons for terrain classification divided into uniform slopes and basins, *Progress in Earth and Planetary Science*, 9(33). データ公開サイト <https://gisstar.gsi.go.jp/terrain2021/>
- Lin, P., Pan, M., Beck, H.E., Yang, Y., Yamazaki, D., Frasson, R., David, C.H. Durand, M., Pavelsky, T.M., Allen, G.H., Gleason, C.J., Wood, E.F. (2019) : Global reconstruction of naturalized river flows at 2.94 million reaches. *Water Resources Research* 55(8): 6499-6516.
- 松岡昌志, 若松加寿江, 藤本一雄, 翠川三郎 (2005) : 日本全国地形・地盤分類メッシュマップを利用した地盤の平均 S 波速度分布の推定, *土木学会論文集*, 794, 239-251.
- Yamazaki, D., Ikeshima, D., Tawatari, R., Yamaguchi, T., O'Loughlin, F., Neal, J.C., Sampson, C.C., Kanae, S., Bates, P.D. (2017) : A high accuracy map of global terrain elevations, *Geophysical Research Letters* 44:5844-5853.