

応用地質アラカルト

IAEG Bulletin紹介 (31)

2025年のBulletinに掲載されている論文の紹介

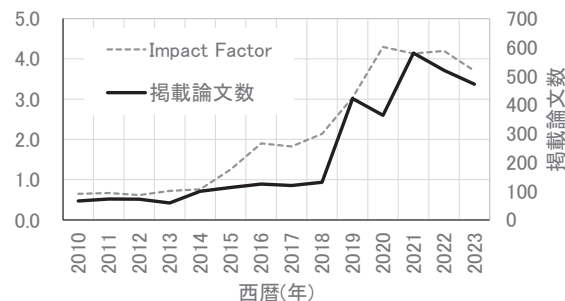
国際委員会 委員長
長谷川信介

国際委員会では、国際応用地質学会（IAEG）およびその学術誌であるBulletin of Engineering Geology and the Environment（以下、Bulletinと称す）へのJSEG会員の関心を高めることを目的に、2017年よりBulletinに掲載されている論文の紹介をJSEGの学会誌において行ってきた。Bulletin紹介は、現在までに30回を数える。ただ、最近では掲載頻度が低下している。当初は執筆担当者が関心を持った論文を数編紹介してきたが、2019年頃よりBulletinに掲載される論文数が激増し、紹介する論文を選定すること自体が負担となってきている。また、回数を重ねるにつれて、論文紹介にとどまらず、その論文に関連する事項まで論じるようになってきた。その結果として“筆が進まない”状況に陥ってきたと考えられる。

折しも、2027年にはIAEGの第16回アジア地域会議（Asian Regional Conference、以下、ARC-16とする）が日本で開催されることが決定した。そこで、初心に戻り、JSEG会員にBulletinを広く紹介し、IAEGへの関心を高めってもらうことを目的に、Bulletin紹介の再スタートを切ることとした。新たにスタートするBulletin紹介では、国別・分野別に執筆担当者が選定した論文の要旨を主体に論文紹介を行う。なお、従来のように、執筆担当者が関心を持った論文紹介のスタイルも継続する。本稿では、再スタートするBulletin紹介の第一弾として、Bulletinに掲載されている国別・分野別の動向を分析するとともに、国別・分野別に数編の論文要旨の紹介を行う。

1. Bulletinの掲載論文数とインパクトファクターの推移

Bulletinに掲載された論文数とインパクトファクター（Impact Factor）の推移を図-1に示す。2019年にBulletinが電子化されたことに伴い、掲載論文数は激増している。2010年頃には年間100編程度であったが、2023年には472編、2024年には519編に達している。また、掲載論文数の増加とともにインパクトファクターも上昇し、2010年頃は0.6程度であったが、最近では4.0程度となっている。

図-1 掲載論文数とインパクトファクター¹⁾の推移

2. 国別の掲載論文数と分野別論文数

2025年は第1巻～第7巻まで発行されている（2025年6月時点）。その論文数は356である。国別の内訳を図-2に示す。ここでは、責任著者が所属する機関が属する国で整理

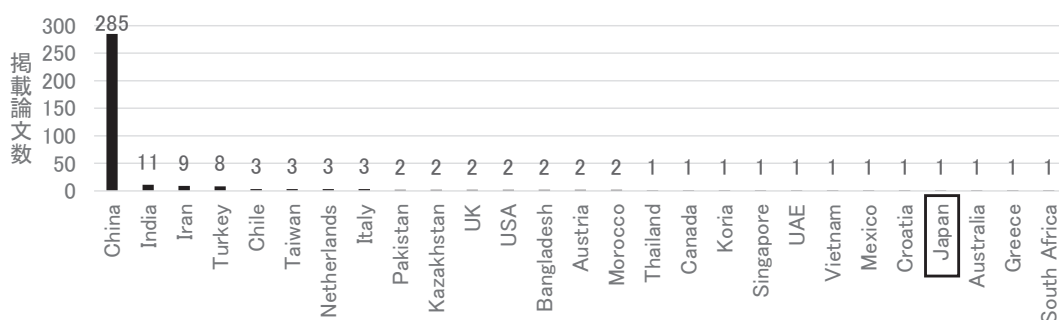


図-2 国別の掲載論文数（責任著者の所属機関の国で整理）

した。中国が圧倒的に多く全体の約8割を占める。インド、イラン、トルコが続く。ここ数年、この傾向は変わらない。なお、2025年は日本からの投稿は1編である。

次いで、分野別に掲載論文の整理を試みる。ARC-16における会議テーマによる分類を行いたいところであるが、ARC-16の会議テーマは未だ決定されていないため、ここでは、その前回大会であるARC-15（2025年11月にネパール国カトマンズ市で開催）における会議テーマでの分類を行う。表-1にARC-15における会議テーマを、図-3にテーマ別に整理した論文数を示す。ARC-15はアジア地域の会議であり、IAEG論文を分類する上で適切でないテーマもあるが、筆者の責任において分類してみたものである。応用地質学全般（No.1）、地すべり（No.3）、地盤工学・環境（No.5）、トンネル（No.9）の論文数が多い。AIを活用した論文もやや多い（No.20）。これはAIの活用が近年の世界的なトレンドにあることを反映したものと考えられる。その一方で、構造地質学（No.2）、水文関係（No.4、No.8）、水資源（No.6）、都市域の地質とマネジメント（No.7）、リモートセンシング（No.10）、気候変動と関連する地政学（No.15）、盛土・埋め土と廃棄物管理（No.16）、応用地質学教育・啓発（No.17）が少ない。なお、水文や気候変動に関連する研究は地すべりに含まれていることも多いため、論文数が少なくカウントされていることが考えられる。また、リモートセンシングが少ないのは、リモートセンシングデータとAIを結び付けた研究はAIを活用した論文に区分したことが考えられる。いずれにせよ、日本が得意とする分野の論文数が少ない傾向が見られる。このことから、日本からの投稿に期待する。

3. インドの論文の紹介

各国でどんな研究が行われているかを知ること、興味深いものになると考える。ただ、中国の論文数は圧倒的に多く、また、分野也多岐にわたるため、本稿で全体を整理することは難しい。そこで、本稿では、中国について論文数の多いインドの論文を数編紹介する。ARC-15の会議テーマ別のインドの論文数を図-4に示す。図-3に比べたときのインドの論文の特徴は、災害リスクマネジメントの論文が比較的多いことである。そこで、災害リスクマネジメント関連の論文を紹介する。なお、各論文の要旨を翻訳したものであり、一部に不適当な和訳があると思われるが、その点をご容赦いただきたい。

- (1) インド:ヒマーチャル・プラデーシュ州サングラ・チャットクル道路沿いの現場データに基づく落石危険度およびリスク評価²⁾

本研究は、インド、ヒマーチャル・プラデーシュ州バスパ渓谷における落石災害を扱っている。実証済みの経験的手法による落石災害評価システムをGISに関連付け、人口

表-1 ARC-15における会議テーマ

1	Engineering Geology and Geological Engineering for sustainable development
2	Neotectonics
3	Landslides
4	Hydro-climatic and Geological hazards in Developing Countries
5	Geotechnical and Geo-Environmental Engineering
6	Water Resources and Environmental Engineering
7	Urban Geology, Urban Planning and Management – Engineering geological perspective
8	Engineering Hydrogeology and Management
9	Tunneling and Role of Rock Mechanics in Developing Countries
10	Remote Sensing and Geodesy
11	Seismic Hazards, Earthquake Engineering and Structural Analysis
12	Consequences of Geo-Disasters and Disaster Risk Management
13	Dimension Stones and Quarry Sites
14	The role of women in development of engineering geology
15	Climate change and related geopolitics
16	Landfill engineering and solid waste management
17	The Training and Education in Engineering Geology
18	Asian Monsoon, Climate & Climate-Induced Hazards in the Asia & Pacific Region
19	Engineering Geology for Renewable Energy and Sustainable Development
20	AI in Engineering Geology

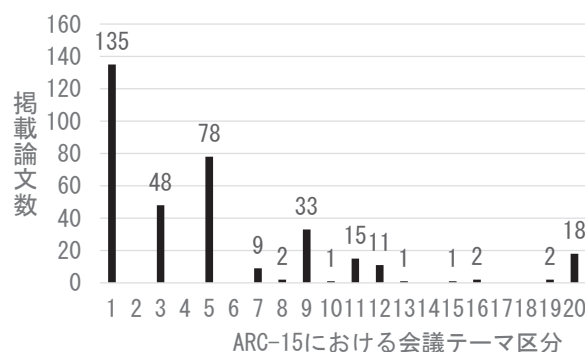


図-3 ARC-15の会議テーマ別の論文数

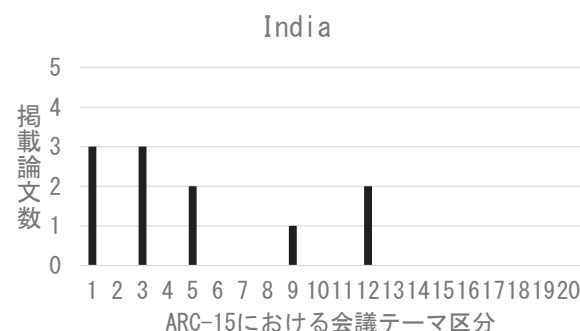


図-4 ARC-15の会議テーマ別の論文数（インド）

を指標とする潜在的リスクを分析した。最初に、全長23 kmのサングラ-チットクル道路沿いの危険な落石地点の現場データを収集した。続いて、運動力学的解析により潜在的な構造破壊モードを特定した結果、調査対象の各斜面で1つ以上の破壊が発生する可能性があることを明らかにした。落石災害評価システム (RHRS) のパラメータは、逆距離重み付け (IDW) 法を使用してエリア全体を補間した。人口データを重ね合わせた災害リスクマップでは、落石リスクが非常に高い (14.7%), 高い (28.8%), 中程度 (23.2%), 低い (18.6%), 非常に低い (14.7%) の5つのカテゴリに分類した。ミズーリ落石ハザード評価システム (MORFHS) を使用した同様の評価では、落石リスクの分布は非常に高い (11%), 高い (21%), 中程度 (21%), 低い (21%), 非常に低い (11%) であった。さらに、MORFHS では、エリアの約90%が高リスクかつ高影響のゾーンにあり、すべての場所で重大な影響が生じることが示された。調査対象のすべての場所で落石の挙動を把握するために2次元の落石シミュレーションを実施した結果、ほとんどの場所で運動エネルギーが500kJを超え、5つの場所では1,000kJを超えていることが明らかになった。これは、流出距離データに基づく、谷の広い範囲で重大な被害が発生する可能性が高いことを示している。さらに、これらの調査結果は、世界斜面性能指標 (GSPI) を使用した地質工学的特性評価と相関しており、谷で4つの異なる破壊タイプが発生する可能性があることが特定された。

(2) インド：ラホールとスピティにおける地すべりによる道路網の脆弱性：地理空間的研究³⁾

地すべりは、特にインドのヒマチャル・プラデーシュ州のラホールやスピティのような山岳地帯において、インフラや人命に重大なリスクをもたらす。本研究は、地すべりリスクが主な環境ハザードとなっている道路網における脆弱性の評価に焦点を当てている。機械学習アルゴリズムと従来の統計手法を組み合わせ、道路網の脆弱性マップを作成し、最もリスクが高い道路区間を特定した。適用したモデルには、ロジスティック回帰 (LR)、アダブースト、ニューラルネットワーク (Nnet)、SVMラジアル、ランダムフォレスト (RF)、MARS、情報値 (IV)、頻度比 (FR)、証拠の重み (WoE) が含まれる。ランダムフォレスト (RF) モデルはAUC 0.954を達成し、最も優れたパフォーマンスを発揮したことから、詳細な道路脆弱性マップを生成するために使用した。調査結果によると、国道3号線 (NH3) の60%、州道26号線 (SH26) の48.59%が、主に傾斜と河川への近さにより、高リスクゾーンに分類された。この研究結果は、道路計画者や防災機関が高リスク地域に的を絞った対応策を策定する上で重要な知見を提供するものである。本研究は、道路網計画に地すべり危険度を考慮する

ことの重要性を強調し、より正確な予測のために、将来的にリアルタイムデータを活用することを推奨している。

4. AIを活用した論文の紹介

(1) SBAS-InSARと機械学習に基づくカラコルム山脈の総合的な地すべり危険度評価：フンザ渓谷の事例研究⁴⁾

カラコルム山脈の広範囲では、地すべりが頻繁に発生し、壊滅的な災害を引き起こしている。本研究では、地すべりが集中的に発達しやすいカラコルム山脈北西部のパキスタン・フンザ渓谷を事例として取り上げた。2019~2020年のSentinel-1Aデータと2023年までの複数の現地調査に基づき、SBAS-InSARで検出された53カ所の活動中の地すべりと、光学画像で判読された65カ所の地すべりを含む、最新の完全な地すべり目録を作成した。地形、水文学、植生、地質、地質構造、環境に関連する12の要因が、一般化線形モデル、ナビエスベイズ、最近傍法、サポートベクターマシンなど、12の機械学習モデル内のモデルトレーニングに組み込んだ。地形学的に意味のある景観区分 (斜面ユニット) における地すべり危険度マップ (LSM) とその特性を評価するために、サポートベクター分類法を採用した。精度は0.96と最も高く、10倍交差検証の平均AUCは0.99、計算効率は6.11秒と高い値を示した。その結果、地すべり危険度が中程度の地域が全体の62.14%を占め、次いで危険度が高い地域 (24.25%) が続くことが明らかになった。地すべり危険度が高い斜面は、地形の起伏、方位、震源地や断層からの距離の近さなどから、主にフンザ川の北側に集中している。この研究は、起伏、方位、地震、断層運動などの地形と地殻変動がカラコルム山脈のフンザにおける地すべりの形成と発達に大きく寄与していることを明らかにし、フンザ渓谷における災害管理とリスク軽減を理解し促進し、KKH (Karakoram Highway) の継続的な運用を実現するための重要な一歩となっている。

(2) マルチソースInSARと深層学習に基づく貯水池地すべり変形のハイブリッド予測⁵⁾

時系列干渉合成開口レーダー (InSAR) 技術は、地すべり運動の測定に有効なツールであることが示されている。しかし、これまでの研究は主にInSAR技術の改良と応用に焦点を当てており、斜面変位の分析と予測における研究は未だなされていない。InSARから得られた変位と誘発要因との結合関係を解析し、これを地すべり変位予測に適用することで、地すべり災害の予防と低減のための早期警報システムに貴重な洞察を提供できる。本研究では、三峡ダム湖地域の樹坪地すべりの変位を取得するために、マルチソースInSARデータを収集した。樹坪地すべりの時間的および空間的変位を特徴付け、地すべり運動と誘発要因間の応答メカニズムについて検討した。その後、ウェーブレッ

ト解析 (WA) アルゴリズムによって、地すべり変位をトレンドと周期項に分解した。時系列予測モデルの構築には、長短期記憶 (LSTM) アルゴリズムと双方向LSTM (Bi-LSTM) アルゴリズムを採用し、パラメータ最適化にはグレーウルフ最適化 (GWO) アルゴリズムを用いた。最後に、InSARデータと変位予測モデルを組み合わせることで、InSAR支援による変位予測研究を実施し、予測精度の向上に有効性を確認した。この研究成果は、InSAR技術が地すべり変位予測に適用可能であることを実証し、貯水池誘起地すべりの予測と予防のための参考資料となる。

5. 終 わ り に

本稿では、IAEGのBulletinにおいて2025年第1巻～第7巻に掲載された論文について、各国の論文数、掲載論文の分野についてまとめたのち、インドの論文2編、AI関連の論文2編を紹介した。

ARC-16が2027年11月に日本で開催されることが決定した。これに向けてJSEG会員のIAEGおよびBulletinへの関心が高まることを期待する。そして、再スタートしたBulletin紹介が、その一助になることを期待する。

Abstractは以下のURLで閲覧できます。国際会員になれば、IAEG Bulletinの全論文を閲覧・ダウンロードすることが可能です。Abstract閲覧：<https://www.springer.com/journal/10064>

国際委員会からのお知らせ

IAEG Bulletinは、国際会員になれば購読することができます (年会費：3,500円)。2025年の1年間限定で、IAEGでは35歳以下の若手を対象に会費無料キャンペーンを実施中です。

国際会員の入会案内

<https://jseg.or.jp/02-committee/international.html>

引 用 文 献

- 1) Journal Impact (2025) : <https://www.bioxbio.com/journal/B-ENG-GEOL-ENVIRON> (2025年6月10日閲覧)
- 2) Vishnu H. R. P., Gaurav K., Ashutosh K., Vikas Y., TN S. and Abhi S K. (2025) : Field data driven rockfall hazard and risk assessment along Sangla-Chitkul road, Himachal Pradesh, India, Bulletin of Engineering Geology and the Environment, Vol.84, article number 329.
- 3) Devraj D., Kanwarpreet S., Damandeep K., Sahi V., Abdullah H. A., Shamshad A., Osamah H. A., Randeep and Kavita (2025) : Landslide-induced vulnerability of road networks in Lahaul and Spiti, India: a geospatial study, Bulletin of Engineering Geology and the Environment, Vol.84, article number 336.
- 4) Xiaojun S., Yi Z., Xinglin M., Mohid U. R., Dongxia Y., Yan Z., Ziqiang Z., Fuyun G., Qiang Z. and Baiceng N. (2025) : An integrated landslide susceptibility assessment in the Karakoram Mountains based on SBAS-InSAR and machine learning: a case study of the Hunza Valley, Bulletin of Engineering Geology and the Environment, Vol.84, article number 280.
- 5) Quiyu R., Fasheng M., Yiping W., Beibei Y., Fancheng Z. and Weiwei Z. (2025) : Hybrid prediction for reservoir landslide deformation based on multi-source InSAR and deep learning, Bulletin of Engineering Geology and the Environment, Vol.84, article number 290.