

インドネシアの自然災害と対応

菊森佳幹

1. はじめに

インドネシアは日本と同様に非常に自然災害が多い国である。筆者は2022年2月に国土交通省からJICA専門家としてインドネシア国家防災庁に派遣され、総合防災政策アドバイザーとして様々な自然災害を経験するとともに、防災にかかる制度や組織の状況を調査してきた。本稿は、この経験を通じて筆者が知り得たインドネシアの自然災害とそれらへの対応に関する知見について報告するものである。

2. インドネシアの国土の状況

インドネシアは世界最大の島嶼国である。その国土は、東南アジアとオーストラリアの間の赤道直下に位置し、東西は約5,000km、南北は約3,000kmの領域に広がる約18,000の島々からなる。国土の面積は約192万平方キロメートル（日

本の約5倍）である。

インドネシアの国土を構成する主な島は、ジャワ、スマトラ、カリマンタン、スラウェシ、パプアで、人口は約2.7億人のうち、日本国土の3分の1程度の広さのジャワ島に約1.5億人が居住する。

国土の北西端のスマトラ島からジャワ島にかけて、アルプス・ヒマラヤ造山帯が、スラウェシ島からパプア島にかけて環太平洋造山帯がそれぞれ走っており、この地帯に属する島は活火山が多く地形が急峻である。インドネシア最大の島であるカリマンタン島（日本の国土面積の約2倍）は大陸プレート上に位置し、地形が他の島嶼部と比べると比較的平坦であり、火山や地震も少ない。

3. インドネシアの自然災害

以下に、インドネシアの代表的な自然災害とそれらへの対応の経緯について概説する。

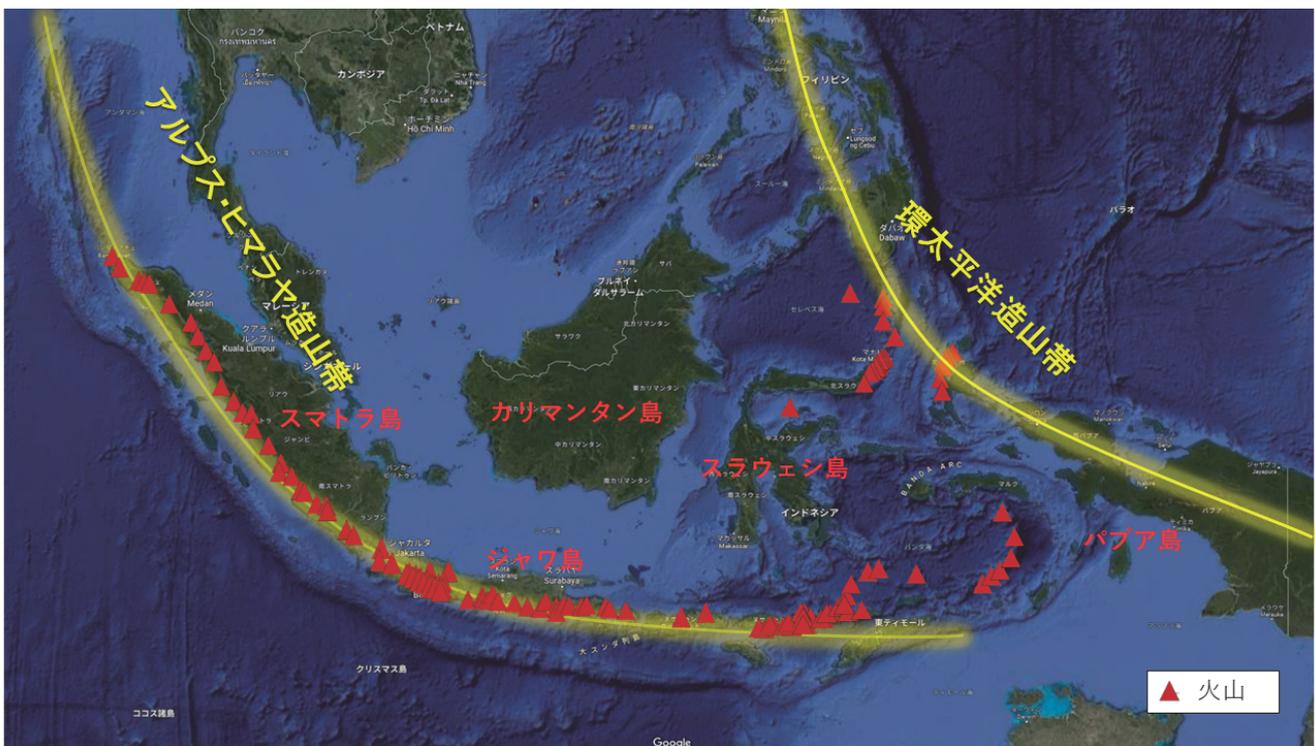


図-1 インドネシアの火山と造山帯 (source: 米国地質調査所の資料を編集) 1)

3.1 火山

前述の通り、インドネシアには2本の造山帯が存在し、それらに沿って活火山が分布している。インドネシア全土では活火山の総数は約130あるとされている。

インドネシアの人々は、火山の影響を受けながら生活を営んできた。火山からの火砕流、土石流による災害に見舞われる一方で、火山噴出物により農業に適した肥沃な土壌が供給されるという恩恵もある。火山近傍では高原野菜が栽培される他、近年では火山堆積物が建設材料やコンクリート用骨材として活用されている。採砂業者による土砂採取は発災時に安全上の問題がある反面、火山噴出物の堆積により河道の流下能力が低下するのを防ぐ効果がある。

日本からの火山防災への支援は古くから行われている。火山の噴火形態はそれぞれ特色があり、その中には日本の火山と類似したものもあるので、支援の過程でインドネシアの火山で得られた知見を先行事例として日本の火山防災に役立てることも行われている。以下に日本の支援が特に多く入っている火山について述べる。

メラピ火山

メラピ火山は大都市ジョグジャカルタの近傍に位置し、3から4年ごとに噴火しており、近年噴火頻度が増している。

メラピ火山の火山防災への日本の技術協力の歴史は古く、1970年代初期に初代専門家が派遣されている。1982年にはジョグジャカルタに火山砂防センターが設置され、同センターを中心に人材育成が行われてきた²⁾。

スメル火山

スメル火山は近年毎年噴火している。2022年12月の噴火では、約50名の行方不明者を出した他、火砕流により火口から17km下流の国道3号線の橋が流出した被害を出している。

本火山の噴火時には、Sentinel Asia³⁾の協力枠組みにより人工衛星画像が提供され、災害調査に活用された。

クルド火山

クルド火山はジャワ島東部に位置する。1900年から2014年にかけて8回の大噴火を起こしている。

この火山ではオランダの植民地時代から支援が入っている。当時の支援により火口湖の水が溢れ

ないようにするためのトンネル水路が掘られているが、そのトンネルは火口湖には達しておらず、火口湖に面した取水口もない。湖水の排水は、火口湖の湖底部近傍にトンネル断面を多数枝状に分岐させ配置し、多孔質の地質を利用した浸透作用により行っている。



図-2 メラピ・クルド・スメル火山の位置

3.2 地震

インドネシアでは造山帯に沿って地震が頻発している。2006年5月のジャワ島中部地震では多くの建物が倒壊した。倒壊した多くの建物が鉄筋コンクリート造の低層住宅で、伝統的な木造や竹造の建物では被害は顕著ではなかった。

この地震では復興時の建物再建のためにノンエンジニア建築の耐震強化のための技術協力と無償資金協力による再建資金が行われ、成果を上げた。これは、技術協力と無償資金協力がセットになって効果を上げた好事例として「ジョグジャの奇跡」と呼ばれている。

最近では、2022年11月のジャワ島東部のチアンジュール地震（死者・行方不明者約600人）でも多くの建物が倒壊した。倒壊した多くはジャワ島中部地震と同様の鉄筋コンクリート造の低層住宅であった。既存建物の耐震強化や建築基準の遵守等の課題が浮き彫りになった。



図-3 チアンジュール地震で倒壊した建物

2018年9月の中部スラウェシ地震では、地震による揺れの他、海底地すべりによる津波、地震の揺れに伴う大規模な液状化による地すべり（現地語ではNaldoと呼ばれている）が起こり、4,000人以上の犠牲者が出ている。

この地震では復興計画を日本が全面的に支援したが、その際後述のインド洋スマトラ沖地震の復興時のような無秩序な再建が行われないうに、再建地の空間計画が行われた。

3.3 津波

2004年12月に発生したインド洋スマトラ沖地震ではインドネシア国内では約17万人の犠牲者が出た。復興に当たって最も被害の大きかったスマトラ島のバンダアチェでは無秩序な再建が行われ、復興後の住居の安全性が確保されない状況となった。

津波が起こる原因は地震のみではなく、火山噴火に伴う地すべりもある。地すべりによる土砂が海岸に到達し、海面に波浪を引き起こし、それが津波の原因となる。インドネシアのような島嶼国の場合は、そのリスクが高い。2018年12月に起きたジャワ島とスマトラ島間のスンダ海峡に位置するクラカタウ島の噴火に伴う地すべり津波では、約400人の死者が出ている。

インドネシアでは環境保全および津波防災の観点から海岸にマングローブを植林することが精力的に行われている。これは、津波被害が少ないところにマングローブが自生しているということ根拠にしているようである。マングローブは遠浅の海岸に好んで自生するが、そのような海岸はもともと波浪の減衰効果が高いので、マングローブの有無にかかわらず津波の被害が少ないという説もあり、過度にマングローブの津波被害軽減効果に期待するのは危険であるという議論もある。インドネシアの海岸事業では、グリーンインフラ（マングローブ）とグレーインフラ（コンクリートの海岸堤防）の適切な組み合わせをどのようにするかということが議論になっている。

3.4 洪水・土砂災害

インドネシアは島嶼国であり、その地形は概して急峻である。上流部では土砂災害、下流部では浸水被害が出ている。

インドネシアの治水事業は、ブランタス川、

ジェネベラン川、ソロ川に代表される流域内の治水関連案件が主であった。三つの代表流域では、カランカテス・ダム（ブランタス川）、ウォノギリ・ダム（ソロ川）、ビリビリ・ダム（ジェネベラン川）の多目的ダムが完成した後、ダムの洪水調節機能と河川改修の組み合わせによる洪水防御がなされている。その結果、これら3流域では外水氾濫による洪水被害はほとんど起こらなくなったといわれている²⁾。

ただし、都市部ではまだ排水が十分ではなく、雨季にたびたび内水被害に見舞われることがある。

洪水予測に関しては、降雨の観測・予測の技術が不足していること、河川の水位観測も十分な精度が出ていないことから、精度は低いと言える。

3.5 高潮

インドネシアの都市部では地下水の組み上げ等が原因となって地盤沈下が問題となっている。地盤沈下の結果、海岸堤防の背後地が海拔0メートル以下になるところも出てきている。2022年5月スマランで海岸堤防の一部が切れて、日系の工場が浸水する被害で出ている。首都ジャカルタにおいても海岸部には海拔0メートル以下の地帯が広がり、高潮被害のリスクを抱えている。

3.6 その他の自然災害

スマトラ島やカリマンタン島では干ばつに伴う森林火災が発生している。地質が泥炭となっているので、火災が鎮火しにくくなっている。

4. インドネシアの防災政策の経緯

インドネシアの防災政策を見直す契機となったのは、2004年に起こったスマトラ沖地震であった。それまでは各事業省庁が独自に実施していた防災事業を統合的に管理する必要性が認識され、翌年には災害法が制定された。そして、2006年には国家防災庁が設立されている。国家防災庁の設立に当たってはJICAが相当程度関与していて、JICA専門家が2010年から政策アドバイザーとして派遣されている。また、インドネシア国内の各州には地方防災局が設置されている。しかしながら、地方防災局は州政府に属する組織であり、国家防災庁とは予算や人事のつながりはない。

国家防災庁は、設立時に各事業省庁の人材を受け入れている。主な人材の派遣元は、インドネシア国軍、公共事業省、国立研究革新庁等である。

国家防災庁の主な所掌事務は、災害リスクのモニタリングと防災計画の立案、および発災時の救難とその後の復旧である。国家防災庁としては、事業予算をもっていないので、事前防災投資を自ら行うことはできず、実際にこれらの事業を行うのは公共事業省を始めとした事業省庁である。国家防災庁は発災後の復旧・復興段階になってから計画立案・執行管理において初めて防災事業に関与することができる。

国家防災庁はここ数年リスクインデックスという指標値を用いて地域の災害に対する危険度をモニタリングしてきた。そして、近年財務省が防災共同基金（Disaster Pooling Fund）を設立した。これは、自然災害に備えるための共同基金であり、事前防災投資や事後の復旧・復興等に幅広く使える基金とされている。しかしながら、現段階では執行・支出基準が定まっておらず、執行実績もない。防災共同基金の執行は、地方防災局からの要求を国家防災庁が審査して、財務省で決定することとなっている。国家防災庁としては、リスクインデックスを防災共同基金の支出基準に使えないか検討しているところである。

5. 課題と考察

インドネシアは災害が多い国であり、インドネシアの人々は古くから災害に対応しながら生活を営んできた。前述したとおりインドネシアの伝統的な木材や竹でできた家屋は地震に強かった。一方、鉄筋コンクリート製の建物は伝統的な建物に比べて気密性があるので冷房をつけるのに都合がよく都市化・近代化に伴い広く普及していった。ところがそれらの建物は設計・施工とも十分ではなく、地震に対して脆弱であり、大きな地震の度に被害が繰り返されてきた。

災害現場では物資が足りないほか、予算がなくて地方防災局のスタッフの給与も支給できないという話を聞く。一方、中央政府では防災共同基金の執行基準が定まらないので、基金の残高が積み上がっている状況である。災害現場と中央政府で温度差がかなりあるのを感じた。

グリーンインフラとグレーインフラの議論でも言及したが、インドネシアではグリーンインフラを偏重する傾向があり、データに基づく科学的な判断が必要と感じた。

以上、インドネシアの防災に関する課題を述べたが、インドネシアの地域住民コミュニティの力は強く、相互扶助（ゴトン・ロヨン）の文化がある。また、新しいものを採用し、既存の規則にこだわらず運用する柔軟性もある。このような国民性が度重なる災害にあっても立ち直る強靱性を発揮しているのだと思われる。

6. まとめ

本稿では、インドネシアにおける自然災害の概況とそれらへの対応の経緯を解説した。また、インドネシアの災害対応上の課題やインドネシア国民の国民性にも言及した。これらのことがインドネシアの防災・減災に役立つと幸いである。

謝 辞

本稿の執筆に当たっては、JICA事務所や当地に駐在しているコンサルタント会社等から貴重なデータや情報の提供を受けた。また、有益なアドバイスも頂いた。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 米国地質調査所：Map of volcanoes in Indonesia：
<https://www.usgs.gov/media/images/map-volcanoes-indonesia>
- 2) 国際協力機構：インドネシア国 インドネシアにおけるJICA事業の足跡に関する情報収集・確認調：2008年6月
- 3) 宇宙航空研究開発機構：
<https://earth.jaxa.jp/ja/application/disaster/sentinel-asia/index.html>

菊森佳幹



インドネシア国家防災庁 総合防災政策
アドバイザー、博士（工学）
Dr. KIKUMORI Yoshito