

2021年4月サイクロン Seroja による東ティモール首都ディリの被災：衛星リモートセンシングによる調査

白水元¹⁾・朝位孝二¹⁾
¹⁾山口大学大学院創成科学研究科

1. はじめに

2021年3月末から熱帯低気圧の影響下で大雨が降っており、ティモール島北西のサヴ海で発達した低気圧がサイクロン Seroja へと発達、暴風を伴う大雨により東ティモールでは鉄砲水や地すべりが発生し、各地で浸水が発生した。2021年4月9日時点では、少なくとも42人が死亡、首都ディリでは2,315世帯13,554人が一時避難し、東ティモール独立後最大の災害となった¹⁾。国民人口の17%が集中する首都ディリは、2030年には現在の倍以上の45万人都市となる見込みで、洪水に脆弱な市の中心部での危険な土地利用、不十分な防災計画や舗装道路の延伸等の開発による地表の浸透能力の減少は被災リスクを増加させることが懸念されている²⁾。過去最大級となった今次災害の評価は、将来の首都防災計画の立案に非常に重要な意義があるが、首都とあっても新型コロナウイルス対応の社会情勢ということもあり、現地における被災情報の収集は難航した。そのような中で、衛星リモートセンシングを応用した被災調査が活用された。本稿では、今次災害の調査団を組織した東ティモール国立大学による災害調査の支援として著者が実施した衛星リモートセンシングによる調査について報告する。

2. サイクロン Seroja

2021年3月29日から4月3日にかけて熱帯低気圧 Tropical Low22U がサヴ海で発達し、ティモール島西岸に滞留し、周辺地域に大量の降雨をもたらした。勢力を強め4日の15時(UTC)の時点で Tropical Cyclone 26S となり、20時(UTC)にはカテゴリー1の規模に発展して Seroja という名前が与えられた。その後、このサイクロンは西オーストラリア州に向かって南西に移動し、4月6日0時(UTC)時点では、その中心はティモール島の西南西400km、小スンダ列島のスンバ島の南130km、西オーストラリア州ダービーの北西730kmに位置し、最大風速102km/hの勢力を維持していた。その後、移動速度が増しティモール島近海から離れていく。図1に

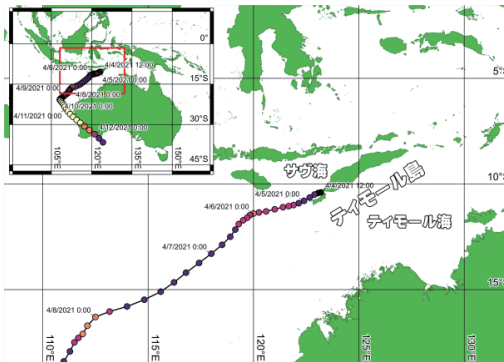


図1 サイクロン Seroja の移動経路

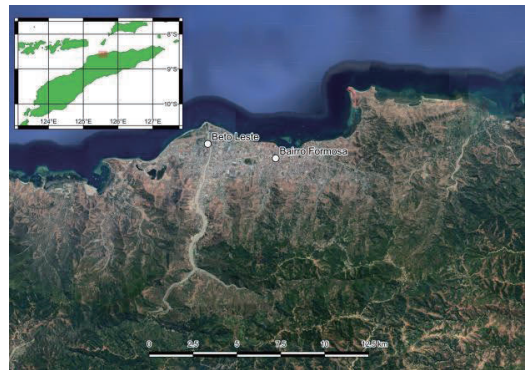


図2 ディリ市内の雨量観測所の位置

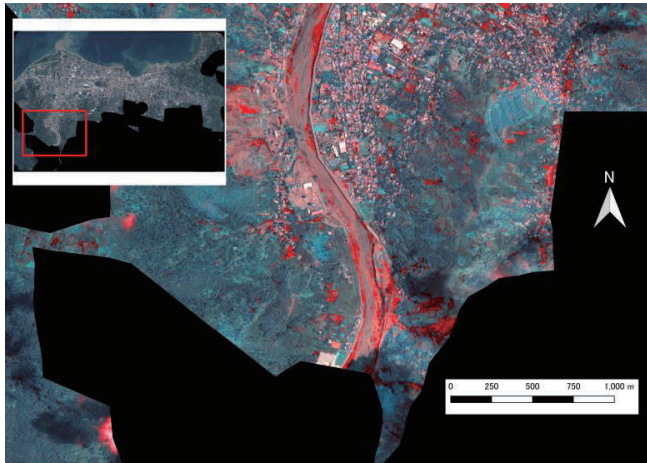


図5 コモロ川中流域の集落を襲った土砂災害（植生の減少・土砂の流出を赤色で強調）

ードした。Level-1C という処理レベルのプロダクトで、オルソ補正が行われた大気補正前の各周波数バンドの反射率のデータが含まれる。欧州宇宙機関 ESA が公開している SNAP (Sentinel Application Platform) を利用して特定バンド抽出や NDVI (正規化植生指数) の算出を行った。地理情報システム QGIS 上で NDVI データの発災前後での差分値を求め、可視光バンドデータで構成したトゥルーカラー画像、および ASTER 光学衛星による全球 3 次元地形データ ASTER-GDEM と照合することで斜面災害の痕跡を検出した (図 4)。発災前と比較して発災後、斜面上で NDVI が減少した、つまり、植生が著しく減少したと推定される箇所が赤色で強調表示される。ディリ西部のコモロ川は市内を流れる河川で最大の流域面積を持ち、郊外の中流域では、河川周辺を宅地や農工業利用に利用している。このコモロ川中流域から上流域にかけて非常に多くの斜面災害の痕跡が検出された。谷間の集落では、田畑の被害のみならず土石流による家屋被害も確認された。

4. リモートセンシングによる被災検出：市内の被災調査

ディリ市街の被災痕跡を Pleiades 衛星の観測データを利用して検出した。発災前後の観測データは、ディリ市街を中心とした 188 km² の範囲で、発災前として 2021 年 1 月 22 日、発災後として 2021 年 4 月 9 日のものを Airbus 社の提供するオルソ補正済みパンシャープン 50cm 解像度プロダクトとして購入した。図 5 にコモロ川右岸の集落背後や左岸の採石場における斜面災害の痕跡を示す。植生の減少、砂の堆積で裸地化した箇所を赤色で強調表示している。右岸下側の集落で斜面から川辺一帯が赤色に見える。この集落では 8 棟が土石流に埋まったものとみられる。左岸の採石場も一部の谷部や植生との境で赤色を帯びる。崩落があったものと考えられる。図 5 の中央を流れるコモロ川河道もかつての高水敷が砂で覆われ赤色を帯びている。図 6 は市中の低平地を流れる中小河川周辺での浸水が疑われる箇所を示す。図 6a) はベコラ川・ベクシ川の合流部前後の蛇行部や水衝部での氾濫の痕跡を捉えている。図 6b) では東部のベコラ川・ベクシ川とクルハン川河口での氾濫の痕跡が見られる。図 6c) には中心部を流下するマロア川の大統領宮殿付近の橋梁での氾濫の痕跡が捉えられている。図 6d) はマロア川河口の港や、護岸の

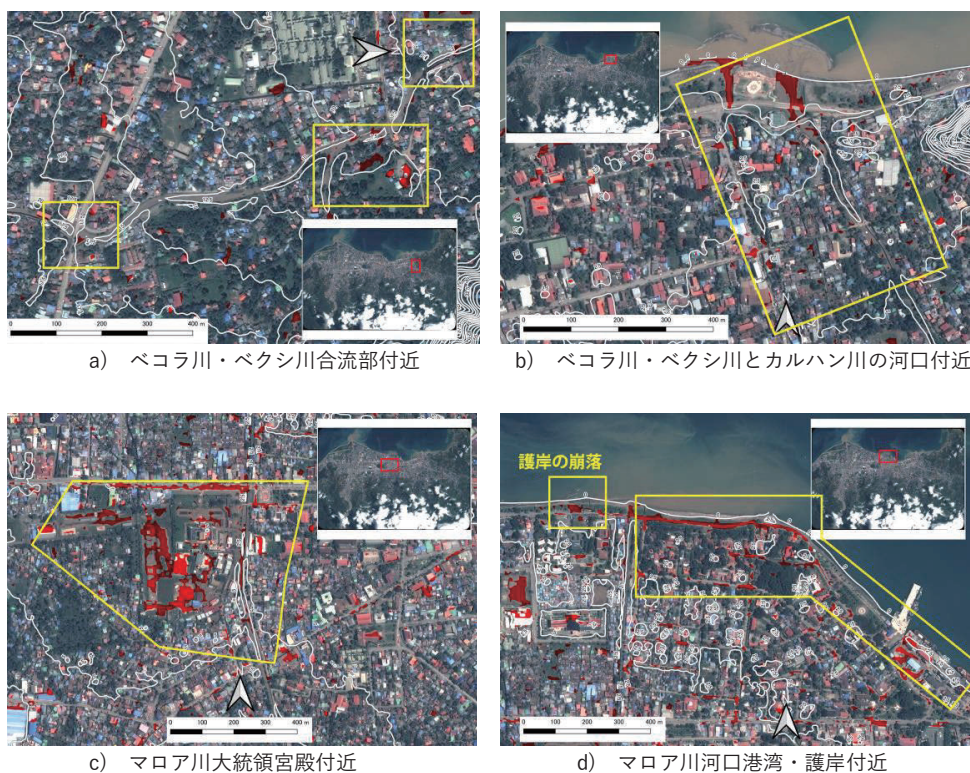


図 6 ディリ中心市街の低平地での氾濫痕跡や被害の検出

内部での氾濫痕跡を捉えている。また、護岸が崩落したことがうかがえるが、崩落箇所は現地からの報告と一致していた。

5. おわりに

サイクロン Seroja による風雨は東ティモールにとっては過去最大の自然災害をもたらした。本稿では、現地の災害調査団を支援する目的で実施された、首都ディリの被害についての衛星リモートセンシングを用いた調査を報告した。日本に豪雨災害をもたらす雨のそれと比較すると小規模な降雨であったが、インフラの脆弱さ、土地利用制限等の法規の整備状況を背景に、コモロ川中流・上流で甚大な斜面災害、市内の低平地では洪水が発生し、調査によって網羅的に把握された。こうした今次災害の被害情報は現地調査団の政策提言の一端を担い首都の開発・維持計画の見直しに活用されることが期待される。一方で、新型コロナウイルス対応の情勢下における大量の避難者へのケアといった社会の新たな課題にも直面するなど、東ティモールだけに留まらない今後の都市防災体制の課題を浮き彫りにした災害であり、その観点からも今後の動向にも注視されたい。

参考文献

- 1) 欧州委員会: ECHO Daily Flash of 08 April 2021, <https://ercportal.jrc.ec.europa.eu/ECHO-Products/Echo-Flash#/daily-flash-archive/4165>
- 2) 世界銀行, GFDDR: Learning from Tropical Cyclone Seroja: Building Disaster and Climate Resilience in Timor-Leste, <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/P176988082e2b60f30b4d60866a38e728f7.pdf>
- 3) IBTrACS <https://www.ncdc.noaa.gov/ibtracs/>