

技術報 インドネシア・ロンボク島における水文・気象モニタリング

RRI 海外展開研究グループ

インドネシア・ロンボク島では毎年のように豪雨による浸水被害が報告されている。その多くは局地豪雨による内水氾濫であるが、2025 年 7 月には Ancar 川の複数地点から外水氾濫が発生している。この時期のロンボク島は乾季であることから、年間を通じた防災・減災対策が急務である。本稿では、現地河川管理者の協力の下、水位計を 2 ヶ所、雨量計を 3 ヶ所に設置するとともに、現地観測データをモニタリングできるシステム (Floods NEWS) の運用開始について報告する。今後は観測データをクラウドサーバーに蓄積することで高精度な予測モデルを構築し、洪水の早期警報への応用に取り組んでいく予定である。

キーワード: 水圧式水位計、電波式水位計、転倒ます雨量計、衛星通信、クラウドサーバー、Floods NEWS

1. はじめに

洪水は社会・経済に甚大な被害をもたらす災害の一つであり、洪水リスクは世界的に増加傾向にある。WMO によれば、1970–2021 年に発生した水関連災害のうち、洪水は全体の 45% を占め、とりわけアジア地域では発生件数・経済損失ともに世界で最も高い値を示している¹⁾。

東南アジアでは 2025 年 11 月にタイ南部やインドネシア・スマトラ島で大規模な浸水災害が発生している。この洪水は赤道付近のマラッカ海峡上で発生した珍しいサイクロンが要因となっている。また、本研究の対象地域であるインドネシア・ロンボク島では、2025 年 7 月に乾季の豪雨によって Ancar 川の複数地点から洪水氾濫が発生し、洪水中に住民 2 名の感電死が報告されている²⁾。このように、年間を通じて従来の想定を超える豪雨や洪水への対応が求められている。

国際社会ではすべての人に早期警報を提供することを目指す“The Early Warnings for All”イニシアティブ (EW4All)³⁾が推進され、より迅速かつ信頼性の高い予警報システムの構築が求められている。しかし、ロンボク島では洪水の早期警報どころか、水位は現地スタッフによる 1 日 3 回の手動観測と紙媒体への記録がほとんどであり、河川の実況すら十分に把握できていない。

そこで本研究グループ (以下、MCC) では、ロンボク島全域を対象とした洪水の早期警報システムの社会実装を最終目標とし、本稿では、水文・気象観測機器の設置に加え、衛星通信による現地観測データのモニタリングシステム (Floods NEWS) の運用開始について報告する。

2. 対象地域

本研究の対象地域は、インドネシア中央に位置する Nusa Tenggara Barat 州のロンボク島である (図-1 参照)。島の面積は 4,566 km² であり、西部に州都である Mataram 市があり、北東部には Rinjani 山 (標高 3,727 m) がそびえ立つ。対象河川は、浸水実績のある Ancar 川



図-1 ロンボク島と対象河川の位置図



写真-1 KICK-OFF Meeting at BBWS-NT1 on July 9th, 2025

とその南に位置する Babak 川である。これはロンボク島の河川事務所 (以下、BBWS-NT1) との協議を重ね、2025 年 7 月 9 日のキックオフミーティングで合意された (写真-1 参照)。Ancar 川は流路延長 25.5 km、流域面積 32.8 km²、上流域は主に畑地 (29%)、下流域は住宅や商業施設 (65%) が立ち並ぶ都市小河川である。Babak 川は流路延長 54.9 km、流域面積 276.3 km²、Rinjani 山を水源

とし、河口まで急勾配で流下する山地急流河川である。

3. 水文・気象観測機器の設置

(1) 現地調査と適地選定

本研究では水位計 2 地点、雨量計 3 地点の設置計画を前提に現地調査を実施し、洪水予測の目的を意識して設置位置を選定している。適地選定の主なポイントは以下の通りである。

- ・ **盗難リスクへの配慮**：観測地点は BBWS-NT1 が管理する既存観測サイトを基本とし、管理体制が確保された地点を優先することで安全性を確保する
- ・ **洪水予測への応用**：人口および重要資産の分布を考慮するとともに洪水予測モデルのパラメータ同定やデータ同化への活用を想定する
- ・ **雨量観測点の空間代表性**：BBWS-NT1 の既存自動観測点との空間配置関係を踏まえ、降雨観測網としての補完性や代表性を確保する
- ・ **高品質な水文・気象観測**：周辺の地形条件やセンサー付近の障害物を確認し、日本水準の観測環境を確保する

なお、電源確保やデータ通信の観点については、バッテリーとソーラーパネルによる蓄電、衛星通信ターミナルによるデータ転送のため、基本的には適地選定の制約条件にはならない。また、維持管理では現地スタッフによる簡単なメンテナンスを依頼している。

BBWS-NT1 との協議の結果、MCC では「Ancar」「Gebong」に水位計を設置し、「Menjeli」「Keru Lama」「Sidemen」に雨量計を設置することで決定した（設置位置：図-1、観測方法：表-1 参照）。

表-1 MCC による水位計と雨量計の設置観測所

Observation site	Sensor Type	Installation (supported by)
Water Level	<i>Ancar</i> (Ancar River)	Pressure Type 2026.02.21 (PT. Trisari, IDN)
	<i>Gebong</i> (Babak River)	Radio-wave Type 2026.02.23 (PT. Trisari, IDN)
	<i>Menjeli</i>	Tipping Type *0.5 mm bucket 2026.02.23 (TYPE-S Co., JPN)
Rainfall	<i>Keru Lama</i>	(same as above) 2026.02.24 (TYPE-S Co., JPN)
	<i>Sidemen</i>	(same as above) 2026.02.25 (TYPE-S Co., JPN)

(2) 水位計設置

Ancar (Ancar River): 水圧式水位計

Ancar 地点は Ancar 川の下流の市街地に位置し、当該地点の川幅は 20 m 程度、水深は 5 m 程度の掘り込み河道である。上流からの流出水と他河川からの灌漑用水により普段から 2 m³/s 程度の基底流量が確認できる。また、洪水によって生活ごみが流され、それが堆積しているこ



写真-2 Ancar 水位観測所（設置前）



写真-3 Ancar におけるセンサー（設置前後）

とがわかる。現時点では水位観測への支障は確認できないが、別の社会課題を抱えた地域であることが伺える。

Ancar には既設の局舎があり、その中にはフロート式水位計の観測井戸と自記観測機（ロール紙・ペン）が置いてある（写真-2 参照）。それとは別に、日々の河川管理として現地スタッフによる 1 日 3 回の手動観測と BBWS-NT1 への日次報告が実施されている。

水面までのアクセスが容易な地点であることや高低差が 5 m 程度であることから、本研究では接触型の水位観測を選定し、センサー機器はインドネシア製の水圧式水位計を採用した。既設のフロートに影響を与えないよう、観測井の中にセンサーケーブルを通し、センサー部は観測井外に塩ビ管で固定している（写真-3 参照）。

Gebong (Babak River): 電波式水位計

Gebong 地点は Babak 川の中流部に位置し、当該地点

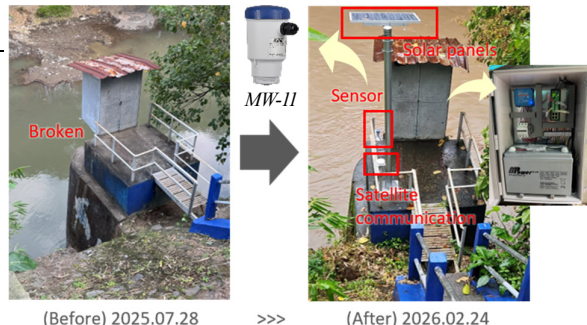


写真-4 Gebong (Babak River) における水位計設置状況

の川幅は 40 m 程度、水深は 7 m 程度の掘り込み河道である。局舎などは残存するが観測設備の故障により、現在では BBWS-NT1 による定点観測を中止している。

水面にアクセスするための鉄製の垂直ステップが劣化していたことから、本研究では非接触型の水位観測を選定し、センサー機器は東京計器社のミリ波レーダ式レベル計 MW-11 (日本製) を採用した (写真-4 参照)。

(3) 雨量計設置

BBWS-NT1 の雨量計は、受水口の高さを地上から 1.2 m 以上とし、基本的に受水口から斜め 45 度のラインに障害物がないような場所に設置されている。雨量の計測方法は、現地時間の午前 7 時に雨量計に溜まった雨水を現地スタッフがメスシリンダーで計量し、BBWS-NT1 に報告している。つまり、日雨量である。

ロンボク島の一部の雨量観測所 (現時点では 4 地点確認済み) では、転倒ます雨量計とテレメトリー装置によって 30 分雨量をリアルタイム監視している。これらの転倒ます雨量計は、一転倒 0.2 mm を標準としている。0.2 mm 計は水資源量を詳細に把握できる利点がある一方で、熱帯地方のスコールなどでは、雨滴の落下衝撃によって誤転倒する可能性がある。

そこで本研究では、日本で標準的に使用されている一転倒 0.5 mm の雨量計とし、クリマテック社の転倒ます雨量計 CTKF-1 (日本製) を採用した (写真-5 参照)。インドネシア国内での公的な有効性を保証するものではないが、日本の観測基準に適合した気象庁検定付き (有効期間 5 年間 : 2030 年 12 月 16 日まで) である。

本稿では、3 つの雨量観測所を代表して、Menjeli 地点の設置状況を写真-6 に示す。BBWS-NT1 のバケツ型雨量計による日雨量観測はそのまま継続するため、両者の雨量観測に影響を与えないことに留意し、写真-6 右側のように並べて配置している。これにより、熱帯地方の環境下において、転倒ます雨量計の 10 分間雨量を日雨量の観測精度で定量的な比較検証が可能となる。

(4) 衛星通信とクラウドサーバー

現地での観測データは、観測機器からの信号をデータロガーが受信し、それを ORBCOMM 社の衛星通信ターミナル ST6100 を介してクラウドサーバーへ転送される。転送データはクラウドサーバー内で統一フォーマットに変換され、過去データとともにアーカイブされる。

ただし、Ancar と Gebong のデータロガー (インドネシア製) は、SIM スロットを併用した 2 系統の出力が可能であるため、水位データは、衛星通信による 10 分毎のデータ転送だけでなく、現地の携帯回線網を活用した



写真-5 クリマテック社の転倒ます雨量計 (日本製)
一転倒で 0.5 mm の雨量が計測できる。



(Before) 2026.02.23

(After) 2026.02.24

写真-6 Menjeli 地点における雨量計設置状況

30 分毎のデータ転送も稼動している。10 分データは MCC のモニタリングに利用し、30 分データは BBWS-NT1 の日々の河川管理に利用されている。

4. 水文・気象モニタリング : Floods NEWS

ロンボク島における機器のメンテナンスと水文・気象状況のモニタリングを目的として、クラウドサーバー上の現地データを閲覧できる Web サイトを作成し、関係者限定で運用している。本研究では、これを「Floods NEWS (フラッド・ニュース)」と呼ぶ。現時点では、水位および雨量の実績値のみが閲覧できるが、将来的には洪水の早期警報に資する予測情報を実装していく。

Floods NEWS は、「Dashboard」「Map」「Chart」から構成され、最新の水文・気象状況を迅速に把握するため、Dashboard をホーム画面とする (図-2 参照)。

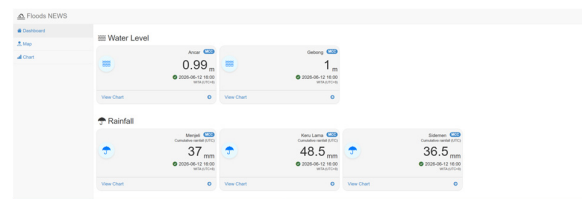


図-2 Floods NEWS のホーム画面 (Dashboard)

どのページからも Chart にアクセスできるような設計としている (図-3 参照)。Floods NEWS の使用言語は「英語」であるが、将来的にはエンドユーザーを考慮し「インドネシア語」への対応を検討する。表示時刻はロンボク島の現地時間 WITA (インドネシア中部標準時 :

UTC+8) を用いる。

(1) Dashboard

Dashboard は、上段に Water Level、下段に Rainfall を配置し、「観測所の名称」「最新の観測値」「観測時刻 (WITA)」が表示される。欠測の場合には観測値が“-”で表示される。データ配信の遅延トラブルが続く場合には、観測時刻の左側のアイコンが🟢から🔴に変化して表示される。時系列情報を確認したい場合には“View Chart”をクリックすることで「Chart」にジャンプし、直近の 24 時間のハイドログラフやハイレートグラフが閲覧できる。

(2) Map

Map は、ロンボク島での空間的な観測位置を視覚的に把握できる。水位観測所と雨量観測所でアイコンを分け、観測所のアイコンをクリックすることで、観測所の名称、識別番号、観測種別、河川流域、センサータイプ、設置年月、管理者の情報が確認できる。Dashboard と同様に、“View Chart”から「Chart」にジャンプできる。

(3) Chart

Chart は、ハイドログラフとハイレートグラフの 2 種類を用意し、横軸は時系列で共通している。中央付近の縦線は現在時刻を表し、それより左側は過去、右側は未来を意味する。現時点では過去の領域のみに実績値が表示されるが、将来的には未来の領域に予測値 (予測水位や予測雨量) を表示する。ハイレートグラフには、10 分間雨量 (第一縦軸、棒グラフ)、00UTC でリセットされる積算雨量 (第二縦軸、折れ線グラフ) を重ねている。

また、過去に遡って実績値を閲覧できる機能を持たせている。これにより、機器のメンテナンスだけでなく、“どの程度の降雨で河川水位がどこまで上昇するか”といった経験則に基づく自発的な防災・減災活動が期待できる。ただし、この経験則が過去の実績に基づいた誤解である可能性を含んでいるため、Floods NEWS への予測情報の追加が急務である。

5. まとめ

本稿では、インドネシア・ロンボク島を対象とした洪水の早期警報システムの社会実装に向けた第一歩として、水文・気象モニタリング (Floods NEWS) の運用開始を報告した。主な取り組み内容を以下にまとめる。

- BBWS-NT1 と MCC の両者の合意の下、洪水の早期警報に向けた取り組みを開始した
- 水位計を 2 地点 (Ancar 川: 水圧式、Babak 川: 電波式)、雨量計 (転倒ます式) を 3 地点で設置した
- 衛星通信を活用し、現地の観測データをリアルタイムでクラウドサーバーに蓄積する仕組みを整備した
- 水文・気象モニタリングシステム「Floods NEWS」の

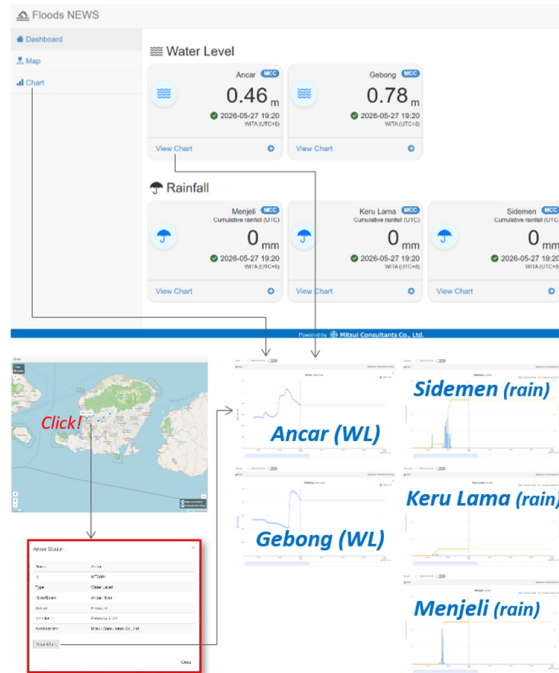


図-3 Floods NEWS 上の Dashboard や Map から Chart ヘアクセスする方法

運用を開始した

今後、RRI モデル⁴⁾と ECMWF の予測雨量を用いた数日先の洪水予報を実装し、Floods NEWS に搭載していく。また、観測データを用いて予測モデルにデータ同化を適用し、その有効性を検証していく予定である。

謝辞: 本研究に際し、インドネシア共和国 公共事業・国民住宅省 水資源総局に JICA 専門家として従事された山本浩之氏 (現・国土交通省 徳島河川国道事務所長) には多くのご支援をいただいた。ここに感謝の意を記す。

参考文献

- 1) World Meteorological Organization (WMO) website, Press Releases, <https://wmo.int/news/media-centre/economic-costs-of-weather-related-disasters-soars-early-warnings-save-lives>. (accessed 15 January 2026)
- 2) Lombok Dispatch: Flash Floods in Lombok 2025: What Really Happened?, <https://lombokdispatch.id/2025/07/11/flash-floods-in-lombok-2025/>
- 3) World Meteorological Organization (WMO), EARLY WARNINGS FOR ALL, The UN Global Early Warning Initiative for the Implementation of Climate Adaptation, Executive Action Plan 2023-2027, 2022, <https://library.wmo.int/records/item/58209-early-warnings-for-all>.
- 4) Sayama, T., Ozawa, G., Kawakami, T., Nabesaka, S., and Fukami, K.: Rainfall-runoff-inundation analysis of the 2010 Pakistan flood in the Kabul River basin, Hydrological Sciences Journal, Vol. 57, No. 2, pp. 298-312, 2012.