

インドネシア国  
国家防災庁

インドネシア国  
防災分野における  
情報収集・確認調査報告書

令和元年 8 月  
(2019 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

八千代エンジニアリング株式会社  
株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル

環境
JR
19-038

インドネシア国  
 防災分野における情報収集・確認調査  
 報告書  
 目次

目次

図表リスト

略語表

第1章	<b>業務概要</b> .....	<b>1-1</b>
1.1	調査の背景.....	1-1
1.2	調査の目的.....	1-1
1.3	調査の概要.....	1-1
1.3.1	調査団員構成.....	1-2
1.3.2	調査工程.....	1-2
第2章	<b>インドネシアの自然災害と被害</b> .....	<b>2-1</b>
2.1	主な自然災害と被害.....	2-1
2.2	自然災害による被害額.....	2-3
2.3	直近で発生した主要災害.....	2-4
2.3.1	ロンボク島における地震災害.....	2-4
2.3.2	パルおよび中部スラウェシにおける地震・津波災害.....	2-6
2.3.3	バンテン州における火山災害.....	2-8
第3章	<b>防災分野をとりまく国際潮流とインドネシアの防災行政</b> .....	<b>3-1</b>
3.1	防災分野をとりまく国際社会の潮流.....	3-1
3.1.1	防災に関する世界の動き.....	3-3
3.1.2	地域における防災協力.....	3-6
3.2	インドネシアにおける防災の経緯.....	3-7
3.3	インドネシアの防災分野に関する法制度.....	3-7
3.3.1	開発における上位目標と防災.....	3-7
3.3.2	災害リスク軽減・管理に関する法律.....	3-8
3.3.3	その他防災に関連する法律・通達等.....	3-8
3.4	インドネシアの防災行政.....	3-9
3.4.1	開発計画・防災計画及びガイドライン.....	3-9
3.4.2	防災関連組織の組織体制及び役割分担.....	3-10

3.4.3	防災施策	3-13
3.4.4	防災関連予算	3-20
3.4.5	地方における防災の取組み	3-22
3.5	JICAによる協力	3-24
3.5.1	概要	3-24
3.5.2	防災に係る案件数と支援額	3-26
3.5.3	防災に係る支援の年代別特徴	3-27
3.5.4	BNPBの設立及び防災体制の整備支援	3-27
3.5.5	日本のODA事業等の成果	3-28
3.6	他ドナーによる協力	3-30
3.7	インドネシアの防災行政における課題の抽出	3-31
<b>第4章</b>	<b>災害種・分野別の整理・分析</b>	<b>4-1</b>
4.1	地震・津波	4-1
4.1.1	近年の地震・津波と被害の特徴	4-1
4.1.2	インドネシア政府による取組み	4-4
4.1.3	JICAによる協力	4-19
4.1.4	他ドナーによる協力	4-21
4.1.5	災害リスク評価と課題把握	4-22
4.2	気象・予警報防災	4-33
4.2.1	近年の気象の特徴	4-33
4.2.2	インドネシア政府による取組み	4-38
4.2.3	JICAによる協力	4-45
4.2.4	他ドナーによる協力	4-46
4.2.5	災害リスク評価と課題把握	4-50
4.3	治水・水災害防災	4-55
4.3.1	近年の水災害の特徴	4-55
4.3.2	インドネシア政府による取組み	4-59
4.3.3	JICAによる協力	4-62
4.3.4	その他ドナーによる協力	4-63
4.3.5	災害リスク評価	4-66
4.3.6	課題把握（洪水）	4-85
4.3.7	課題把握（地すべり）	4-90
4.4	海岸防災	4-92
4.4.1	近年の高潮・海岸侵食の特徴	4-92
4.4.2	インドネシア政府による取組み	4-93
4.4.3	JICAによる協力	4-96
4.4.4	民間レベルでの対応	4-96

4.4.5	災害リスク評価と課題把握.....	4-96
4.5	火山防災.....	4-97
4.5.1	近年の火山災害の特徴.....	4-97
4.5.2	インドネシア政府による取り組み.....	4-99
4.5.3	JICAによる協力.....	4-104
4.5.4	他国ドナーによる協力.....	4-106
4.5.5	災害リスク評価と課題把握.....	4-106
4.6	森林・泥炭地火災防災.....	4-123
4.6.1	近年の森林・泥炭地火災の特徴.....	4-123
4.6.2	JICAによる協力.....	4-123
<b>第5章</b>	<b>防災分野における課題解決の方向性.....</b>	<b>5-1</b>
5.1	防災分野における課題.....	5-1
5.1.1	防災分野における課題.....	5-1
5.1.2	防災分野における課題のまとめ.....	5-3
5.2	防災分野の課題解決に向けた方向性.....	5-4
5.2.1	国際的なターゲット及びインドネシアの目標.....	5-4
5.2.2	防災分野の課題解決に向けた基本的な考え方.....	5-5
5.2.3	国家中期開発計画及び国家防災計画への提言（防災分野において今後必要な取り組み（案））.....	5-6
5.2.4	インドネシアにおいて望ましい防災関連予算.....	5-8
5.3	防災分野において活用可能な本邦技術.....	5-10
<b>第6章</b>	<b>JICA 対インドネシア防災分野協力方針（案）の策定.....</b>	<b>6-1</b>
6.1	JICA 対インドネシア防災分野協力方針（案）の検討方針.....	6-1
6.2	防災分野協力方針（案）.....	6-2
6.3	個別分野の課題解決のための協力方針（案）.....	6-12
6.3.1	地震・津波.....	6-13
6.3.2	気象・予警報防災.....	6-19
6.3.3	治水・水災害防災.....	6-23
6.3.4	海岸防災.....	6-31
6.3.5	火山防災.....	6-32
6.3.6	森林・泥炭地火災防災.....	6-36
<b>第7章</b>	<b>防災リスクインデックス（サブ・インデックス）の改訂検討（案）.....</b>	<b>7-1</b>
7.1	リスクインデックスの現状と課題.....	7-1
7.1.1	リスクインデックスの現状.....	7-1
7.1.2	リスクインデックスの課題.....	7-6
7.2	リスクインデックス改善の方向性.....	7-7

7.2.1	リスクインデックス改善（サブインデックス構築）の基本的な考え方	7-8
7.2.2	サブインデックス構築の全体像	7-9
7.3	サブインデックス構築（ケーススタディ）	7-9
7.3.1	マナド市（洪水）	7-9
7.3.2	バンダ・アチェ市（洪水、津波）	7-15
7.4	指数化検討	7-22
7.4.1	インデックス（指数）の基本的な考え方	7-22
7.4.2	指数化の方法	7-23
7.5	サブインデックス構築にかかる今後の課題	7-26

## 目 次

表 1-1	調査団員と担当分野	1-2
表 1-2	調査工程	1-3
表 2-1	インドネシアにおける主要な災害	2-2
表 2-2	インドネシアにおける自然災害による被害（2000-2018）（US\$）	2-3
表 2-3	インドネシアにおける主要な自然災害の被害	2-3
表 3-1	防災におけるビジョンとミッション 2015-2045（最終版 2019年5月）	3-9
表 3-2	防災関連組織とその役割	3-12
表 3-3	日本のODA事業等における防災セクターの概要	3-25
表 3-4	BNPBの各部局による活動の概要	3-30
表 4-1	1990年以降のインドネシアの主な被害地震・津波	4-2
表 4-2	建築法令および空間計画法令	4-5
表 4-3	建築法令および空間計画法令	4-5
表 4-4	建築確認プロセスの細分化	4-6
表 4-5	災害ハザードマップの作成（大統領令 No.9/2016 より抜粋）	4-8
表 4-6	BNPBの災害情報管理ツール	4-9
表 4-7	津波マスタープランにおける津波避難タワー（TES）建設計画	4-10
表 4-8	One Million Housing Program 関連法と概要	4-13
表 4-9	バンダ・アチェ空間計画の土地利用区分	4-16
表 4-10	地震・津波防災分野におけるJICAの協力	4-19
表 4-11	津波メモリアルポールの一般的な碑銘	4-20
表 4-12	地震・津波防災分野における他ドナーの協力	4-21
表 4-13	地震・津波防災分野の課題	4-22
表 4-14	バンダ・アチェの課題	4-26
表 4-15	アチェ津波復興記録の公開アプリ（京都大学地域研究統合情報センター）	4-32
表 4-16	防災・防災情報に関連する法制度	4-39
表 4-17	非構造物対策所掌機関	4-40
表 4-18	国家防災計画における予警報分野に関する政策と戦略	4-45

表 4-19 JICA による支援実績（予警報防災関連）	4-46
表 4-20 気象・予警報防災分野の課題	4-50
表 4-21 インドネシアにおける長さが1~10位の河川	4-55
表 4-22 死者数、被災人口の多い水災害（洪水・地すべり）一覧(2013-2017)	4-58
表 4-23 水災害に関する主要な法・政令	4-61
表 4-24 JICA による水災害の協力プロジェクト	4-62
表 4-25 世銀(WB)水災害関連の協力プロジェクト	4-63
表 4-26 ADB による水災害関連の協力プロジェクト	4-63
表 4-27 BNPB への水災害関連の協力プロジェクト(全案件)	4-64
表 4-28 各国ドナーによる水災害、水資源開発の協力プロジェクト	4-65
表 4-29 洪水軽減対策を優先的に実施する10州とその河川流域	4-67
表 4-30 アチェ州による被害の概要(洪水)	4-68
表 4-31 アチェ州の災害管理計画の5つの戦略と重点施策	4-69
表 4-32 BWS SumatoraI における河川海岸防災事業計画	4-70
表 4-33 BWS SumatoraI 管内における雨量、水位、気象観測所の状況	4-72
表 4-34 BWS Sumatera I の Banda Aceh における POLA、RENCANA の策定状況	4-72
表 4-35 北スラウェシ州による被害の概要(洪水、地すべり)	4-72
表 4-36 マナド周辺河川の改修(1/25)の概要	4-73
表 4-37 BWS Sulawesi I, Manado における水災害事業計画	4-75
表 4-38 BWS Sulawesi I, Manado における POLA、RENCANA の策定状況	4-75
表 4-39 BWS B. Solo によるスラカルタの工事概要	4-77
表 4-40 地すべりの分類	4-78
表 4-41 地すべり災害分野の課題	4-90
表 4-42 インドネシアにおける火山噴火の概要	4-99
表 4-43 インドネシアにおける火山の分類	4-100
表 4-44 インドネシアにおける火山警報(Alert)基準と分類	4-102
表 4-45 Bali Agung 火山噴火に伴う火山警報(Alert)発令状況	4-102
表 4-46 火山噴火（地質災害 Geological Hazard）に関する主要な法律、政令	4-103
表 4-47 JICA によるインドネシアの主要な火山砂防事業（1969-1992）	4-104
表 4-48 JICA によるマスタープラン策定プロジェクト（1977-1991）	4-105
表 4-49 火山災害分野の JICA プロジェクト	4-105
表 4-50 SATREPS による JICA-JST プロジェクト	4-105
表 4-51 各国ドナーによる協力プロジェクト	4-106
表 4-52 火山噴火、火山砂防の分野の課題	4-106
表 4-53 メラピ火山の避難所別の避難対象人口と過不足人口(15km 圏内)	4-108
表 4-54 Merapi 火山(流域)における JICA プロジェクトの実施経緯	4-116
表 4-55 メラピ火山プロゴ流域緊急防災工事の概要	4-116
表 4-56 Kelud 火山噴火による被害概要	4-122
表 4-57 国際赤十字による緊急支援活動(2014年、クルー火山噴火時)	4-123
表 5-1 インドネシアの防災分野における課題	5-1

表 5-2 SDGs における防災に関するターゲット.....	5-4
表 5-3 仙台防災枠組における優先行動とグローバルターゲット .....	5-4
表 5-4 災害におけるビジョンとミッション (2015~2045) .....	5-5
表 5-5 防災にかかるニーズとシーズのマッチング .....	5-10
表 6-1 災害におけるビジョンとミッション(表 5-4 に同じ).....	6-2
表 6-2 本協力方針 (案) と IDMMMP2015-2045(Final version (May 2019))及び仙台防災枠組との対応 .....	6-3
表 6-3 優先活動項目 (案)(総合防災) (1/2).....	6-9
表 6-4 優先活動項目 (案)(総合防災) (2/2).....	6-10
表 6-5 インドネシア防災協力方針 (案) と個別分野協力方針 (案) における優先活動.....	6-12
表 6-6 地震・津波防災分野に関する課題解決の方向性、今後の支援の方向性.....	6-14
表 6-7 気象・予警報防災分野に関する課題解決の方向性、今後の支援の方向性.....	6-20
表 6-8 改修前におけるアチェ河川流量.....	6-23
表 6-9 改修後におけるアチェ河川流量.....	6-24
表 6-10 災害管理政策と戦略(2015-2019) における戦略と関連する施策.....	6-25
表 6-11 洪水に関する課題解決の方向性、今後の支援の方向性.....	6-25
表 6-12 海岸防災分野に関する課題解決の方向性、今後の支援の方向性.....	6-31
表 6-13 火山災害分野に関する課題解決の方向性、今後の支援の方向性.....	6-33
表 6-14 森林・泥炭地火災防災における優先事項.....	6-38
表 6-15 インドネシアにおける泥炭地の再湿地化に係る活動の事例.....	6-39
表 7-1 Vulnerability を評価する 4 要素.....	7-2
表 7-2 71Indicator の 7 つの Priority 項目 .....	7-2
表 7-3 各 Indicator の評価方法.....	7-3
表 7-4 RI 削減のための 3 つの戦略と関係機関.....	7-5
表 7-5 マナド市における Temporary Method の計算条件.....	7-11
表 7-6 Temporary Method の計算結果.....	7-11
表 7-7 解析に必要となるデータとマナド市の現状のデータ整備状況の比較.....	7-12
表 7-8 不足データの補完方法.....	7-12
表 7-9 マスタープラン概要.....	7-13
表 7-10 構造物対策の有無による経済被害額の比較.....	7-14
表 7-11 計算ケース .....	7-20
表 7-12 各ケースにおける被害建物数と家屋被害額.....	7-22
表 7-13 Temporary Method の精度が乏しい点 (工学的・科学的) .....	7-25
表 7-14 精度が悪いことによる割増のイメージ .....	7-25

## 目 次

図 2-1 自然災害の発生回数 (1980~2018 年) .....	2-1
図 2-2 災害による経済損失 (1980~2018 年) .....	2-1
図 2-3 災害種と影響を受けた人々の割合 (1980~2018 年) .....	2-1
図 2-4 災害種と死者の割合 (1980~2018 年) .....	2-1

図 2-5 直近で発生した災害の発生地.....	2-4
図 2-6 BNPB による影響マップ(2018 年 8 月 10 日).....	2-5
図 2-7 BNPB による影響マップ(2018 年 8 月 11 日).....	2-5
図 2-8 お祈り時間の直後に崩壊したモスク .....	2-5
図 2-9 北ロンボクの崩壊したモスク .....	2-5
図 2-10 被災した病院(タンジュン病院).....	2-6
図 2-11 タンジュン病院から移送される患者.....	2-6
図 2-12 北ロンボク県で半壊した地方防災局事務所.....	2-6
図 2-13 半壊したマタラム大学.....	2-6
図 2-14 稚拙な建設のために崩壊した家屋(1).....	2-6
図 2-15 稚拙な建設のために崩壊した家屋(2).....	2-6
図 2-16 ペトボ地区の液状化地すべり.....	2-8
図 2-17 地すべりにより 400m 移動し倒壊したモスク.....	2-8
図 2-18 衛星画像による Anak Krakatau 火山の消失(崩落)箇所.....	2-8
図 3-1 防災の国際潮流.....	3-1
図 3-2 防災の国際潮流と主要な災害.....	3-2
図 3-3 APEC 防災 Framework の概要.....	3-6
図 3-4 地方防災局の組織図.....	3-11
図 3-5 北スラウェシ州の地方防災局組織図.....	3-11
図 3-6 パンダ・アチェ市の地方防災局組織図.....	3-12
図 3-7 災害対応サイクル.....	3-14
図 3-8 マルチハザードリスクマップ (IRBI 2013, BNPB).....	3-14
図 3-9 住民による河川堤防の修復活動(中部ジャワ州クラテン地区).....	3-17
図 3-10 防災関連予算(事前投資).....	3-20
図 3-11 防災関連予算(事前投資)が国家予算に占める割合.....	3-21
図 3-12 マナド市 Dendengan Luar 地区に設置されている CCTV.....	3-23
図 3-13 防災 Budget of 地方防災局 Banda Aceh City (2017).....	3-24
図 3-14 防災セクターの有償資金協力・無償資金協力約束額(E/N ベース)と技術協力(技術協力プロジェクト、開発調査等)・SATREPS 案件数の推移.....	3-26
図 3-15 日本の防災協力の特徴.....	3-28
図 4-1 インドネシア近郊のプレート活動.....	4-1
図 4-2 近年の地震・津波災害の犠牲者数(2019 年 4 月時点).....	4-3
図 4-3 Mentawai – Siberut セグメント.....	4-4
図 4-4 建築確認行政のプロセス.....	4-6
図 4-5 地震ハザードマップ.....	4-7
図 4-6 インドネシア震源マップ 2017.....	4-8
図 4-7 津波ハザードマップ 2012 (Kabupaten/Kota の再現期間 500 年の津波高).....	4-10
図 4-8 2014 年予算による TES の建設サイト.....	4-11
図 4-9 InaTEWS 概要図.....	4-11
図 4-10 インドネシアの地震観測網.....	4-12

図 4-11 Safe School Program の3本柱.....	4-13
図 4-12 セルフビルド住宅補助金制度.....	4-14
図 4-13 セルフビルド住宅ファシリテーターの役割.....	4-14
図 4-14 低所得者向け住宅ローン補助制度.....	4-15
図 4-15 バンダ・アチェ復興計画.....	4-16
図 4-16 スマトラ島沖地震に建設された免震構造の公共施設.....	4-18
図 4-17 バンダ・アチェ市に建設された津波避難シェルター (TES) など.....	4-27
図 4-18 バンダ・アチェ避難所マップ.....	4-27
図 4-19 津波防災を考慮したバンダ・アチェ海岸部の整備計画 (2009~2029).....	4-28
図 4-20 防波堤・海岸堤防の概念図 (バンダ・アチェ空間計画 2009-2029).....	4-29
図 4-21 防波堤とマングローブ林.....	4-29
図 4-22 アチェ周辺の活断層地図.....	4-30
図 4-23 地震ハザードマップ (左図: 2010年、右図: 2017年).....	4-30
図 4-24 バンダ・アチェ防災予算の全体予算に対する割合 (Oktariらによる).....	4-31
図 4-25 バンダ・アチェの主な津波遺構.....	4-31
図 4-26 アチェ津波博物館の来館者数 (出所: アチェ津波博物館).....	4-32
図 4-27 インドネシアの月別平均気温.....	4-34
図 4-28 インドネシアの月別平均降水量.....	4-34
図 4-29 SATREPS における海大陸レーダ・パイ観測網.....	4-35
図 4-30 中長期における平均最高気温の変化 (上: RCP4.5、下: RCP8.5).....	4-36
図 4-31 気候変動にかかる農業分野における脆弱性マップ.....	4-36
図 4-32 気候変動による河川流量増加傾向図.....	4-37
図 4-33 2000年~20017年における災害種毎の死者数割合.....	4-37
図 4-34 災害による死者数及び災害発生回数の経年変化.....	4-38
図 4-35 行政レベル別の防災組織体制.....	4-40
図 4-36 infoBMKG インターフェース.....	4-41
図 4-37 MEWS の枠組み.....	4-42
図 4-38 FEWEAS Citarum River インターフェース.....	4-43
図 4-39 InaTEWS を通じた情報伝達の流れ.....	4-49
図 4-40 インドネシアにおける雨期、乾期の傾向.....	4-55
図 4-41 近年 10 カ年における災害種別の発生件数.....	4-56
図 4-42 近年 10 カ年における Province 別の洪水発生件数.....	4-56
図 4-43 近年 10 カ年における Province 別の洪水ならびに地すべり発生件数.....	4-57
図 4-44 主要被害指標による洪水の特徴(1980-2017).....	4-57
図 4-45 BNPB と PUPR の連携による災害時の情報連絡ルート.....	4-59
図 4-46 PUPR の災害管理における行動命令と報告ルート.....	4-60
図 4-47 州別の洪水リスク (想定被災人口、想定被害額).....	4-66
図 4-48 州別の地すべりリスク (想定被災人口、想定被害額).....	4-66
図 4-49 州別の洪水リスク.....	4-67
図 4-50 州別の地すべり(Tanah Longsor) リスク.....	4-68

図 4-51 アチェ州の優先洪水対応県(Aceh Timur, Langsa, Aceh Tamiang).....	4-69
図 4-52 アチェ市 の放水路位置と分流地点(Bakoy).....	4-71
図 4-53 Krueng Aceh の分流地点、放水路、本川の概要(2018年2月).....	4-71
図 4-54 2014年1月洪水におけるマナド周辺の氾濫範囲と浸水写真.....	4-73
図 4-55 Tondano 川 (JICA 工事ヶ所、モニタリングポスト付近および Sario 川の概要(2018年2月).....	4-74
図 4-56 Tondano 川上流部における自記水位計(JICA による協力).....	4-74
図 4-57 Tondano 川におけるコミュニティによる河川水位の観測所.....	4-74
図 4-58 マナドとその近傍の洪水、地すべりリスク.....	4-75
図 4-59 スラカルタにおける洪水浸水区域.....	4-76
図 4-60 スラカルタにおける洪水浸水区域の状況(2013-2016).....	4-76
図 4-61 スラカルタにおける洪水対策工事状況の写真.....	4-77
図 4-62 コミュニティ防災における洪水早期警戒システムの事例.....	4-78
図 4-63 2014年 Banjarnegara 県 Jemblung における地すべり発生時の日雨量と周辺地質図.....	4-79
図 4-64 Banjarnegara 県 Jemblung での降雨による地すべりと泥流の発生状況(2014年12月).....	4-80
図 4-65 ジョグジャカルタ特別州, Bantul 県における地震による地すべり発生状況(2006年5月).....	4-80
図 4-66 Landslide Susceptibility Map の4区分.....	4-81
図 4-67 Landslide Susceptibility Map (中部ジャワ州).....	4-81
図 4-68 Landslide Susceptibility Map と Risk Map (Gunung Kidul, Jogjakarta )の作成例.....	4-82
図 4-69 GPS を利用した地すべり観測ネットワーク(PVMBG).....	4-82
図 4-70 Extensiometer と雨量計を併用した地すべり観測.....	4-83
図 4-71 地滑り避難演習の実施状況.....	4-83
図 4-72 地すべり体系とリスク評価体系.....	4-84
図 4-73 地すべり対策工法の分類.....	4-85
図 4-74 地すべり対策工法事例 (地下水工、押え盛土法、杭工).....	4-85
図 4-75 スラカルタ市、ペペ川 上流部の住居移転対象区域.....	4-89
図 4-76 スラカルタ市、ソロ川 改修区間のパラペット構造.....	4-89
図 4-77 スラカルタにおけるパラペット構造物.....	4-90
図 4-78 地すべりセンサーの設置(Manado).....	4-91
図 4-79 台風・サイクロンの発生と通過経路 (1945-2006).....	4-93
図 4-80 コンクリート階段護岸工.....	4-94
図 4-81 コンクリートブロック積護岸工.....	4-94
図 4-82 玉石積海岸堤護岸工.....	4-94
図 4-83 石積緩傾斜護岸工.....	4-94
図 4-84 コンクリート海岸堤.....	4-95
図 4-85 コンクリートブロック積護岸工.....	4-95
図 4-86 Breakwater with cobble stones 防波堤.....	4-95
図 4-87 Offshore Breakwater 離岸堤.....	4-95
図 4-88 NGO によるマングローブ植栽と木製構造物を組み合わせた海岸保全工.....	4-96
図 4-89 海岸侵食対策のための施設・養浜施工前後の比較 バリ島サヌール海岸.....	4-96
図 4-90 世界の火山の分布図.....	4-98

図 4-91 近年 10 カ年における災害種別の発生件数(DIBI,BNPB) .....	4-98
図 4-92 主要被害指標による火山災害の特徴(1980-2017, EM-DAT).....	4-99
図 4-93 Type A (噴火履歴あり) 火山の分布.....	4-101
図 4-94 州ごとの火山噴火リスクアセスメント結果.....	4-101
図 4-95 火山噴火災害のリスクマップ.....	4-101
図 4-96 Merapi(メラピ)火山噴火災害のリスクマップ.....	4-102
図 4-97 災害時の情報連絡ルート .....	4-103
図 4-98 砂防施設の破壊状況(土石流) .....	4-109
図 4-99 観測所(モニタリングポスト)の位置と観測計器の設置状況.....	4-110
図 4-100 BBPTKG の Merapi 火山監視センターにおける観測状況.....	4-111
図 4-101 BBPTKG、UGM による Merapi 火山の噴火記録(1768-2014).....	4-111
図 4-102 Merapi 火山のハザードマップ、防災マップ.....	4-112
図 4-103 部落ごとの避難対象人口とその内訳.....	4-112
図 4-104 避難区域(火口 10km 圏内)の部落人口マップ (Kab. Sleman).....	4-113
図 4-105 避難指定区域区分とシェルターの位置図(Kab. Sleman).....	4-113
図 4-106 Merapi 火山避難センターの状況ケプハルジョ村).....	4-114
図 4-107 避難指定区域区分とシェルター収容可能人数、収容可能人数の過不足の整理表.....	4-114
図 4-108 避難指定区域区分とシェルター収容可能人数、収容過不足の整理表(部分拡大) .....	4-115
図 4-109 総合的な火山噴火ハザードマップ(桜島の例) .....	4-115
図 4-110 2010 年噴火時の土石流の状況(9 November 2010)の状況.....	4-117
図 4-111 2010 年噴火時の火砕流、土石流の発生河川(November 2010).....	4-118
図 4-112 Urgent Disaster Reduction Project for Mount Merapi の工事概要.....	4-118
図 4-113 Putih 川の工事概要(新設河道と旧河道の放水路化).....	4-119
図 4-114 Putih 川の完成写真(旧河道と放水路).....	4-119
図 4-115 Gendol 川のサンドポケットの施工箇所.....	4-120
図 4-116 サンドポケットの改修状況.....	4-120
図 4-117 オープンタイプのダムの実施工例.....	4-121
図 4-118 2014 年 Kelud 火山噴火時の火山灰の影響範囲.....	4-121
図 4-119 Kelud 火山の位置とハザードエリア .....	4-121
図 4-120 Kelud 火山噴火の火山灰による人家被害.....	4-122
図 5-1 国家予算に占める防災関連予算の割合.....	5-9
図 5-2 国家予算に占める治水関連予算の割合.....	5-9
図 6-1 優先活動全体(案) .....	6-11
図 6-2 各国の免震建物棟数(Martelli et al, 2012) .....	6-17
図 6-3 超過洪水や気候変動による洪水への対策案.....	6-28
表 6-4 地すべり防災分野に関する課題解決の方向性、今後の支援の方向性.....	6-29
図 6-5 森林・泥炭地火災対策協力における中期的な戦略(案) .....	6-36
図 6-6 森林・泥炭地火災対策協力における中期的な戦略プログラム案.....	6-37
図 6-7 TPD モデルの概要.....	6-40
図 6-8 森林・泥炭地火災対策に係るステークホルダーの概要(2016年12月時点) .....	6-41

図 7-1	洪水の Hazard 評価方法.....	7-1
図 7-2	Indicator No.1 の 4 つの質問.....	7-3
図 7-3	2017 年マナド市の Priority ごとの Capacity 評価.....	7-3
図 7-4	リスクマップ (左:洪水、右:津波) (IRBI 2013, BNPB).....	7-4
図 7-5	マルチハザードリスクマップ (IRBI 2013, BNPB).....	7-4
図 7-6	災害種による重みづけ (BNPB の防災方針・戦略).....	7-5
図 7-7	RI 削減の数値目標.....	7-5
図 7-8	アチェにおける防災インフラの整備例と RI の Capacity 評価.....	7-6
図 7-9	SF 防災の 4 つの定量的指標に即したサブインデックスの構築.....	7-7
図 7-10	経済被害を評価するために必要となる解析とデータの一部.....	7-8
図 7-11	サブインデックスの簡易手法~高度な手法.....	7-8
図 7-12	分析手法の高度化、精度向上に向けた年次計画イメージ.....	7-8
図 7-13	既存の RI とサブインデックスの位置づけ.....	7-9
図 7-14	2014 年洪水時のマナド市の PDNA の値.....	7-10
図 7-15	2014 年洪水時のマナド市の浸水範囲.....	7-10
図 7-16	2014 年の実績浸水深と MP の計画堤防高の比較.....	7-11
図 7-17	マスタープラン概要.....	7-13
図 7-18	氾濫解析結果 (1/25 確率).....	7-14
図 7-19	Creager's equation による洪水流量の想定.....	7-15
図 7-20	アチェ河放水路効果の再現.....	7-16
図 7-21	2000 年 11 月洪水における洪水流量の想定.....	7-17
図 7-22	2000 年 11 月洪水における放水路効果と被害額の想定.....	7-17
図 7-23	計算領域 (5 つのネスティング領域を設定).....	7-18
図 7-24	バンダ・アチェ周辺地域で発生する地震による津波高の整理.....	7-18
図 7-25	バンダ・アチェ市におけるリングロード計画.....	7-19
図 7-26	地形とリングロード (赤線).....	7-19
図 7-27	Case 1 (構造物なし).....	7-20
図 7-28	Case 2 (構造物あり - 越流と同時に破堤).....	7-20
図 7-29	Case 3 (構造物あり - 越流後も破堤しない).....	7-21
図 7-30	アチェ市 (緑の領域) にある現在の建物のポイントデータ (全 58839 ポイント).....	7-21
図 7-31	サブインデックスのスコア構成.....	7-23
図 7-32	年平均被害額とスコア (指数) イメージ.....	7-23
図 7-33	年平均被害額とスコア (指数) イメージ (地域格差).....	7-24
図 7-34	マナド市、トンダノ川流域.....	7-24
図 7-35	Permanent Method 及び Interim Method と、Temporary Method のスコア比較.....	7-26

**Appendix**

Appendix-1: 防災優先活動項目及び実施スケジュール(案) .....A 1-1

Appendix-2: 防災優先活動項目モニタリングシート(案) .....A 2-1

Appendix-3: 次期国家計画への提言プレゼンテーション資料.....A 3-1

Appendix-4: Japan Technology Fair on DRR Presentation Materials.....A 4-1

## 略語表

略語	英語	インドネシア語	日本語訳
ADB	Asian Development Bank		アジア開発銀行
ADRC	Asian Disaster Reduction Center		アジア防災センター
AIFDR	Australia-Indonesia Facility for Disaster Reduction		オーストラリア政府による災害対策プログラム
APEC	Asia-Pacific Economic Cooperation		アジア太平洋経済協力
AusAID	Australian Agency for International Development		オーストラリア国際開発庁
BAKORNAS PB	National Coordinating Board for Disaster Management	Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana	国家災害調整機関
BAPPEDA	Regional Development and Planning Agency	Badan Perencanaan Pembangunan. Daerah.	地方開発企画庁
BAPPENAS	National Development and Planning Agency	Badan Perencanaan Pembangunan Nasional	国家開発企画庁
BBWS	River Basin Headquarter	Balai Busar Wilayah Sungai	流域管理本部
BWS	River Basin Office	Balai Wilayah Sungai	流域管理局
BIG	Geospatial Information Agency	Badan Informasi Geospasial	地理情報庁
BMKG	Agency for Meteorology, Climatology, and Geophysics	Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika	気象・気候・地球物理庁
BNPB	National Disaster Management Authority	Badan Nasional Penanggulangan Bencana	国家防災庁
BPBD	Regional Disaster Management Agency	Badan Penanggulangan Bencana Daerah	地方防災局
BPPT	Agency for Assessment and Application of Technology	Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi	科学技術評価応用庁
BRG	Indonesian Peatlands Restoration Body	Badan Restorasi Gambut	インドネシア泥炭地復旧団体
DIBI	Data and Information of Disaster in Indonesia	Data dan Informasi Bencana Indonesia	インドネシア災害情報ポータルサイト
DMI	DMInnovation (Australian Government Project)		オーストラリア政府 DMInnovation プロジェクト
DMIS	Disaster Management Information System		災害管理情報システム
DRR	Disaster Risk Reduction		防災
EM-DAT	The Center for Research on the Epidemiology of Disasters		国際災害データベース
ESDM / KEMEN ESDM	Ministry of Energy and Mineral Resources	Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral	エネルギー・鉱物・資源省
EWS	Early Warning Sytem		予警報システム
FEWS	Flood Early Warning System		洪水予警報システム
GIS	Geographic Information System		地理情報システム
IDNDR	International Decade for Natural Disaster Reduction		自然災害軽減のための国際的な10年
HFA	Hyogo Framework for Action		兵庫行動枠組み
IFRC	International Federation of Red Cross and Red Crescent		国際赤十字赤新月社連盟
InaTEWS	Indonesia Tsunami Early Warning System		インドネシア津波早期警報システム
InAWARE	Indonesia All-hazards Warning and Risk Evaluation		全警報危険評価
ISDR	International Strategy for Disaster Reduction		国連国際防災戦略
JCC	Joint Coordinating Committee		合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency		国際協力機構
KEMEN ATR	Ministry of Agricultural and Spatial Planning	Kementerian Agraria dan Tata Ruang	農業・空間計画省
KEMENDAGRI	Ministry of Home Affairs	Kementerian Dalam Negeri	内務省

略語	英語	インドネシア語	日本語訳
KEMENDES PDTT	Ministry of Village, Development of Disadvantaged Regions, and Transmigration	Kementerian Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal dan Transmigrasi	村落省
KEMENDIKDASB UD / KEMENDIKBUD	Ministry of Education and Culture	Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan	教育・文化省
KEMENKES	Ministry of Health	Kementerian Kesehatan	健康省
KEMENKEU	Ministry of Finance	Kementerian Keuangan)	財務省
KEMENRISTEKD IKTI	Ministry of Research Technology and Higher Education	Kementerian Riset Teknologi Dan Pendidikan Tinggi	研究技術・高等教育省
KEMENSOS	Ministry of Social Affairs	Kementerian Sosial	社会問題省
KEMENTAN	Ministry of Agriculture	Kementerian Pertanian	農業省
KKP	Marine and Fisheries Ministry	Kementerian Kelautan dan Perikanan	海洋水産省
KLHK	Ministry of Environment and Forestry	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan	環境・森林省
KOMINFO	Ministry of Communication and Informatics	Kementerian Komunikasi dan Informatika	情報通信省
LAPAN	National Institute of Aeronautics and Space	Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional	国立航空宇宙研究所
MDGs	Millennium Development Goals		国連ミレニアム開発目標
MEWS	Meteorological Early Warning System		気象早期警報システム
MHEWS	Multi Hazard Early Warning System	Pentingnya Pengembangan Sistem Peringatan Dini Multibencana	マルチハザード(多災害)早期警報システム
NCICD	National Capital Integrated Development		首都総合開発
NDMP 2015-2019	National Disaster Management Plan		国家防災計画
PUPR	Ministry of Public Works and Housing	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	公共事業・国民住宅省
PUSAIR	Research Centre for Water Resources	Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air	水資源研究センター
PuSGeN	National Center for Earthquake Studies.	Pusat Studi Gempa Ntional	国家地震研究センター
PVMBG	Centre of Volcanology and Geological Hazard Mitigation	Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi	火山地質災害センター
R/D	Record of Discussion		討議議事録
RI		Risk Index	災害指標
RPJMP 2015-2019	National Middle Term Development Plan 2015-2019		国家中期開発計画 2015-2019
SFDRR	Sendai Framework for Disaster Risk Reduction		仙台防災枠組み
SOP	Standard Operation Procedure		応急対応手順書
TDMRC	Tsunami and Disaster Mitigation Research Center ( a research center of Syiah Kuala University )		津波・災害防災研究センター
TNI	Indonesian National Armed Forces	Tentara Nasional Indonesia	インドネシア国家軍
UNDP	United Nations Development Program		国連開発計画
USAID	United States Agency for International Development		アメリカ合衆国国際開発庁

## 第1章 業務概要

### 1.1 調査の背景

JICAは災害多発国であるインドネシア共和国(以下、「インドネシア」)に対し、60年代の河川管理に係る開発調査から現在に至るまで防災協力を続けている。インドネシアにおける中央防災機関である国家防災庁(以下、「BNPB」)の設立においては構想段階からの支援を行うと共に、公共事業国民住宅省(以下、「PUPR」)や気象・気候・地象物理庁(以下、「BMKG」)といった防災関係機関の能力強化支援を行ってきた。しかし各省庁の能力だけでなく持続的な開発に向けた関連省庁の連携強化や防災の主流化などにおいて、引き続き防災への取組み強化が必要な状況である。

インドネシア政府は、国家中期開発計画 2015-2019 (RPJMN)の中で防災を、9つの優先課題(NAWACITA)の一つ、「国内経済における戦略セクターを動員した経済的自立の実現」の「天然資源、生活環境の持続化及び災害管理」分野に「災害対策・減災」として位置付けている。また、国家防災計画(2015-2019)に関係37省庁の防災における役割を明記し、BNPBを中心に関係機関と連携した防災の主流化に取り組むことを計画している。2019年には大統領選挙が予定されており新政権発足に際しては、これら計画の改定が見込まれている。

国際的枠組として、2015年3月に第三回国連防災世界会議で仙台防災枠組が採択され、9月には持続可能な開発目標(SDGs)が採択され、開発において防災は不可欠な要素であると認識されると共に、具体的な目標設定を伴う枠組みが制定された。各国は持続的な開発を達成するためにも防災分野の取り組みを強化していく必要がある。JICAには、SDGs及び日本の経験・知見が反映された仙台防災枠組の実施支援を重点としており、より一層、戦略的かつ効果的な支援を展開することが求められている。

### 1.2 調査の目的

本調査は、これまでインドネシア政府が実施した防災施策を整理し、JICAと他ドナーの対インドネシア防災協力の実績及び成果を取り纏めた上で、それらが如何にインドネシアの災害被災の軽減と経済・社会の発展に貢献したかを分析し、これまでに地方の災害リスク分析で有益性を示した1)防災投資の重要性と増加、2)組織間連携、3)Risk Indexの改訂(提案)を、インドネシア全土に波及することを念頭に、次期国家計画である国家中期開発計画2020-2024と国家防災計画2020-2024への提言を作成するとともに、JICAの対インドネシア防災協力方針(案)を作成することを目的とする。また、JICAやインドネシア政府が計画する防災関連イベント・セミナーを通して本調査結果を活用・発信する準備・協力をを行う。

### 1.3 調査の概要

本調査の対象地域はインドネシア全土であるが、地方の災害リスク分析の対象地域はアチェ州(主にバンダアチェ)とスラウェシ州(主にマナド市)を対象として行う。インドネシア全土を対象とする本調査の対象災害種は以下のとおりとする。

- ・水災害(洪水、フラッシュフラッド、地すべり)
- ・地震、津波
- ・森林・泥炭地火災
- ・高潮、海岸浸食
- ・火山噴火

### 1.3.1 調査団員構成

本調査は、表 1-1に示す団員が各分野を担当する。

表 1-1 調査団員と担当分野

担当者	分野
豊田 高士	総括 / 総合防災計画
横倉 順治	副総括 / 総合防災計画
渡辺 岳志	防災行政・組織 ( 1 )
渡辺 肇	防災行政・組織 ( 2 ) / 防災啓発 / リスクインデックス(1)
青木 寛匡	気象・予警報防災
高橋 亨	治水・水災害防災 / 火山防災
小林 正典	地震・津波 / リスクインデックス(3)
工藤 凌平	業務調整 / 防災啓発 / リスクインデックス(2)
福島 淳一	業務調整 / 防災啓発 / リスクインデックス(4)
水野 直人	業務調整 / 防災啓発 / リスクインデックス(5)
車田 輝雄	地震・津波 ( 2 ) ( 建築耐震 )
山本 寿幸	地震・津波 ( 2 ) ( 建築耐震 2 )
高木 豊博 ( 前任 )	地震・津波 ( 3 ) ( 土木構造物・土木耐震 )
竹田 善彦 ( 後任 )	地震・津波 ( 3 ) ( 土木構造物・土木耐震 )
相沢 俊彦	地震・津波 ( 3 ) ( 土木構造物・土木耐震 2 )
折下 定夫	地震・津波 ( 4 ) ( 海岸堤防 )
五島 正明	地震・津波 ( 4 ) ( 海岸堤防 2 )
VU Thi Lan Huong	地震・津波 ( 4 ) ( 海岸堤防 3 )
高木 豊博	地震・津波 ( 5 ) ( 道路・橋梁 )
飯島 康夫	治水・水災害防災 ( 2 ) ( 液状化・地下水 )
高崎 雅人	治水・水災害防災 ( 2 ) ( 液状化・地下水 2 )
古市 久士	治水・水災害防災 ( 2 ) ( 液状化・地下水 3 )
樋口 明良	治水・水災害防災 ( 2 ) ( 液状化・地下水 4 )
中村 彰	治水・水災害防災 ( 3 ) ( 灌漑 )
下大迫博志	治水・水災害防災 ( 3 ) ( 洪水対策 )
平野 加保里	復興計画
工藤 洋靖	復興計画 ( 2 )
小林 久子	復興計画 ( 3 )
武田 伸二	地盤調査

### 1.3.2 調査工程

調査工程を表 1-2に示す。

表 1-2 調査工程

担当	氏名	所属	格付	2017年度												2018年度												2019年度								人・月			
				10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	2017年度	2018年度	2019年度	計									
				10		11		12		1		2		3		4		5		6		7		8		現地	国内	現地	国内	現地	国内	現地	国内						
作業期間(当初)				10		11		12		1		2		3		4		5		6		7		8															
作業期間(実績/想定)				10		11		12		1		2		3		4		5		6		7		8															
①	副総務/総合防災計画	栗田 高士	YEC	3	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	(43)	(44)	(45)	(46)	(47)	(48)	(49)	(50)	(51)	(52)	(53)	(54)	(55)	(56)	(57)	(58)	(59)	(60)	2.13	1.83	0.17	4.13				
①	副総務/総合防災計画	横倉 順治	YEC	3	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	(43)	(44)	(45)	(46)	(47)	(48)	(49)	(50)	(51)	(52)	(53)	(54)	(55)	(56)	(57)	(58)	(59)	(60)	2.13	1.83	0.17	4.13					
①	防災行政-組織(1)	渡辺 岳志	YEC	3	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	(43)	(44)	(45)	(46)	0.67	0.63	0.23	1.73				
①	防災行政-組織(2)/防災啓発/リスクインテグレーション(1)	渡辺 岳志	YEC	3	(145)	(146)	(147)	(148)	(149)	(150)	(151)	(152)	(153)	(154)	(155)	(156)	(157)	(158)	(159)	(160)	(161)	(162)	(163)	(164)	(165)	(166)	(167)	(168)	(169)	(170)	(171)	(172)	0.90	0.00	0.00	0.90			
	気象-予警報防災	青木 寛隆	OGG	4	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	(43)	(44)	(45)	(46)	(47)	(48)	(49)	(50)	(51)	(52)	(53)	(54)	(55)	(56)	1.00	1.03	0.00	2.03			
	治水-水災害防災/火山防災	高橋 亨	YEC	4	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	(43)	(44)	(45)	(46)	(47)	(48)	(49)	(50)	(51)	(52)	(53)	(54)	(55)	(56)	(57)	(58)	1.00	2.33	0.00	3.33		
	地震-津波/リスクインテグレーション(2)	小林 正典	OGG	4	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	1.00	2.20	0.00	3.20		
	業務調整/防災啓発/リスクインテグレーション(2)	工藤 凌平	YEC	6	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	(43)	(44)	(45)	(46)	(47)	(48)	(49)	(50)	(51)	(52)	(53)	(54)	(55)	(56)	(57)	(58)	1.00	5.43	0.23	6.67		
	業務調整/防災啓発/リスクインテグレーション(4)	福島 淳一	YEC	6	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	(43)	(44)	(45)	(46)	(47)	(48)	(49)	(50)	(51)	(52)	(53)	(54)	(55)	(56)	(57)	(58)	0.00	0.37	0.00	0.37		
	業務調整/防災啓発/リスクインテグレーション(4)	水野 野人	YEC	6	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	(43)	(44)	(45)	(46)	0.00	0.23	0.00	0.23	
	地震-津波(2)(建築耐震)	藤田 輝雄	YEC	4	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	0.00	0.33	0.00	0.33		
	地震-津波(2)(建築耐震)	山本 寿幸	YEC	4	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	0.00	0.80	0.00	0.80	
	地震-津波(3)(土木構造物/土木耐震)	高木 豊博	YEC	4	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	(43)	0.00	0.47	0.00	0.47	
	地震-津波(3)(土木構造物/土木耐震)	竹田 善隆	YEC	4	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	(43)	(44)	(45)	(46)	(47)	(48)	(49)	(50)	0.00	0.93	0.00	0.93	
	地震-津波(3)(土木構造物/土木耐震)	稲沢 俊彦	YEC	4	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	(43)	(44)	(45)	(46)	(47)	(48)	(49)	(50)	0.00	0.27	0.00	0.27	
	地震-津波(4)(海岸堤防)	折下 克夫	OGG	4	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	0.00	0.93	0.00	0.93	
	地震-津波(4)(海岸堤防)	玉島 正明	OGG	4	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	0.00	0.23	0.00	0.23	
	地震-津波(4)(海岸堤防)	VU Thi Lan Huong	OGG	4	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	0.00	0.47	0.00	0.47	
	地震-津波(5)(道路-橋梁)	高木 豊博	YEC	4	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	0.00	0.40	0.00	0.40	
	治水-水災害防災(2)(浸水-地下水)	長島 康夫	YEC	4	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	0.00	0.83	0.00	0.83	
	治水-水災害防災(2)(浸水-地下水)	高嶋 雅人	YEC	5	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	(43)	(44)	(45)	(46)	(47)	(48)	(49)	(50)	(51)	(52)	0.00	1.47	0.00	1.47	
	治水-水災害防災(2)(浸水-地下水)	宮市 久士	YEC	4	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	0.00	0.90	0.00	0.90	
	治水-水災害防災(2)(浸水-地下水)	樋口 明哉	YEC	5	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	0.00	0.50	0.00	0.50	
	治水-水災害防災(3)(灌漑)	中村 彰	OGG	4	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	0.00	1.00	0.00	1.00	
	治水-水災害防災(3)(灌漑)	下木道徳志	YEC	4	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	0.00	0.40	0.00	0.40	
	復興計画	平野 加保良	YEC	5	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	(43)	(44)	(45)	(46)	(47)	(48)	(49)	(50)	0.00	0.77	0.00	0.77	
	復興計画(2)	工藤 洋雄	YEC	4	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	(43)	(44)	(45)	(46)	(47)	(48)	(49)	(50)	0.00	1.27	0.00	1.27	
	復興計画(3)	小林 久子	OGG	4	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	(43)	(44)	(45)	(46)	(47)	(48)	(49)	(50)	0.00	0.77	0.00	0.77	
	地震調査	渡田 健二	YEC	4	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	0.00	1.23	0.00	1.23	
					(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	0.00	2.23	0.00	2.23	
					(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	0.00	0.63	0.00	0.63	
					(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	0.00	38.66	0.00	38.66	
					(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	0.00	29.22	0.63	38.66	
					(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	0.00	29.22	0.63	38.66	
①	副総務/総合防災計画	栗田 高士	YEC	3	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	0.50	0.45	0.15	1.10		
①	副総務/総合防災計画	横倉 順治	YEC	3	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	0.20	0.45	0.15	0.80		
①	防災行政-組織(1)	渡辺 岳志	YEC	3	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	0.10	0.30	0.10	0.55
①	防災行政-組織(2)/防災啓発/リスクインテグレーション(1)	渡辺 岳志	YEC	3	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	0.10	0.05	0.40	0.55
	気象-予警報防災	青木 寛隆	OGG	4	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)																		

## 第2章 インドネシアの自然災害と被害

### 2.1 主な自然災害と被害

インドネシアは災害頻発国であり、地震、洪水、津波および地滑り等の自然災害が毎年頻発している。EM-DATの災害リスト<sup>1</sup>から得られるデータによると、1980年から2018年までの統計で、死者約19万人、被災者約2,445万人、経済被害額約294億米ドルという甚大な被害が発生したとされている。特に人類史上有数の大災害となった2004年12月26日のインド洋大津波では国内において約17万人の死者・行方不明者が出た。

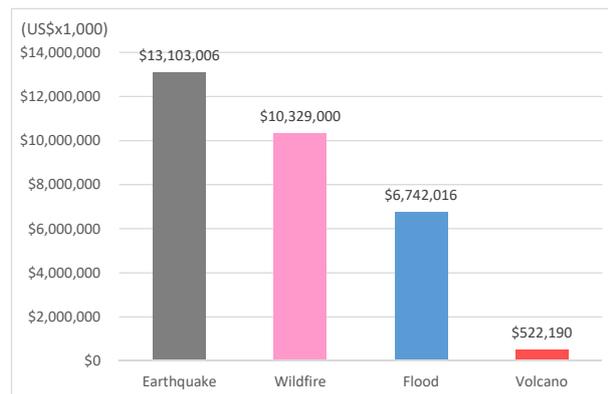
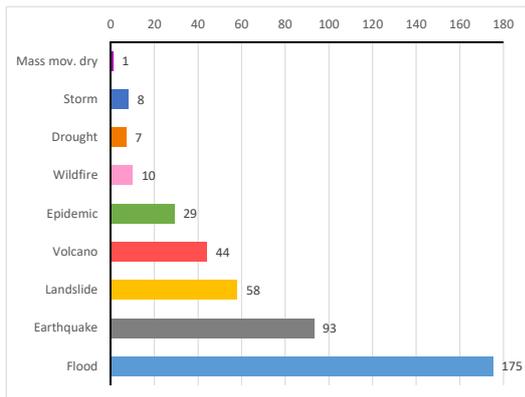


図 2-1 自然災害の発生回数 (1980~2018 年)

図 2-2 災害による経済損失 (1980~2018 年)

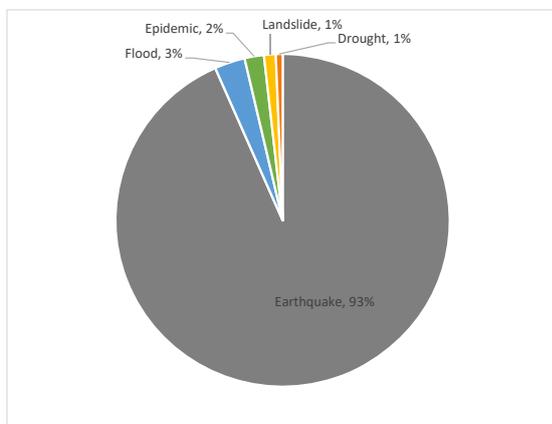


図 2-3 災害種と影響を受けた人々の割合 (1980~2018 年)

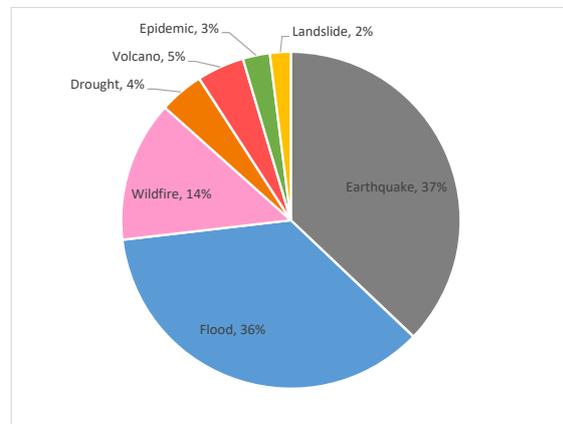


図 2-4 災害種と死者の割合 (1980~2018 年)

ADRC (Asian Disaster Reduction Center) のウェブサイトでは過去の主な災害として、2004年12月のスマトラ島沖地震・津波(死者165,708人)、2005年3月のスマトラ島地震(死者905人)、2006年5月のジャワ島地震(死者5,788人)を代表的な災害として扱っている。

<sup>1</sup> EM-DAT Disaster List [http://www.emdat.be/disaster\\_list/index.html](http://www.emdat.be/disaster_list/index.html)

EM-DAT<sup>2</sup>の集計によると、1907年から2018年までの112年間で死者が50名以上の災害は86件確認された。このうち、1980年代以降に死者が500名以上に上った大規模な災害13件あり、地震及び津波による災害は9件（1992年12月(死者2,500名)、2004年12月(死者165,708名)、2006年3月(死者915名)、2006年5月(死者5,778名)、2006年7月(死者802名)、2009年9月(死者1,195名)、2010年10月(死者530名)、2018年8月(死者564名)、2018年9月(死者3,400名)、洪水による災害は1件（1981年5月(死者500名)）であった。

国際建設技術協会では、原則、死者が50名以上に上った洪水を対象として洪水レポートを作成している。2006年以降にレポート作成の対象となった主な洪水は8件（2006年1月(死者154名)、2006年6月(死者219名)、2006年12月(死者260名)、2007年1~2月(死者80名以上)、2007年12~1月(死者83名)、2009年3月(死者101名)、2014年12月(死者95名)、2016年6月(死者64名)）確認された。

このうち平成28年度（2016年6月）に発生した集中豪雨による洪水・地滑りでは、中部ジャワ州、北スラウェシ州、西スマトラ州が被害を受け、死者は64人、行方不明者3人、負傷者26人、避難者2,687人、損壊家屋3,192棟、被害総額は3,023.7億ルピア（約2,298万USドル=23.2億円）に上った。<sup>3</sup>

インドネシアで発生した主要な災害の一覧は表 2-1のとおりである。2018年9月に中部スラウェシ州で発生した地震・津波災害については、本業務の一部として現地調査が実施され、現地で液状化や地滑り災害も確認されている。

表 2-1 インドネシアにおける主要な災害

No.	年	月	死者	原因	被災地	出典
1	1981	5	500	洪水	Mont Semeru	1)
2	1992	12	2,500	地震	Sikka, East Flores, Ende	1)
3	2004	12	165,708	地震・津波		2)
4	2005	3	905	地震		2)
-	2005	3	915	地震	Simeule, Nias, Banyak Isl	1)
5	2006	1	154	洪水、地滑り	東ジャワ州（Jember, Banjarnegara）	3)
6	2006	5	5,778	地震		2)
-	2006	5	5,778	地震	Yogyakarta, Central Java	1)
7	2006	6	219	洪水、地滑り	南スラウェシ州	3)
8	2006	7	802	地震・津波	Tasikmalaya, Ciamis, Suka	1)
9	2006	12	260	洪水、地滑り	アチェ州、北スマトラ州、リアウ州	3)
10	2007	1~2	80 以上	洪水、地滑り	ジャカルタ含む 80 に及ぶ地区	3)
11	2007	12~1	83	洪水、地滑り	Central Java, East Java	3)
12	2009	3	101	洪水	ジャカルタ南西部	3)
13	2009	9	1,195	地震	Padang, Buki	1)
14	2010	10	11,864	地震・津波	Kepulauan Mentawi (Sumatra)	1)
15	2014	12	95	地滑り	ジャワ島中部ジェムブルン村	3)
16	2016	6	64	洪水、地滑り	中部ジャワ州、北スラウェシ州、西スマトラ州	3)
17	2016	9	53	洪水	Garut, Sumedang districts (Jawa Barat)	1)
18	2018	8	564	地震	ロンボク島	1)
19	2018	9	3,400	地震・津波	Palu, Dongala, Sigi	1)
20	2018	12	453	火山	バンテン州	1)

1) EM DAT (supported by USAID)、2) ADRC 防災情報、3) 国際建設技術協会洪水レポート

2 EM-DAT: CRED(The Centre for Research on the Epidemiology of Disasters/災害疫学研究センター・ベルギー)の運営する国際災害データベース

3 2016.6.19 BNPB “24 Tewas dan 26 Orang Hilang Akibat Banjir dan Longsor di Jawa Tengah (24 Dead and 26 Missing Persons by Flood and landslide in Central Java)”

## 2.2 自然災害による被害額

EM-DATの集計によると、2000年から2018年における自然災害の経済被害額は表 2-2に示す通りである。洪水については毎年のように甚大な経済被害を生じる災害が発生している。特に2013年1月16日の大雨に起因してジャカルタで発生した大洪水においては、甚大な被害が発生したことがわかる。また発生頻度は低いものの、地震と津波は一度の災害による経済被害が甚大であることも示されている。

表 2-2 インドネシアにおける自然災害による被害 (2000-2018) (US\$)

Year	Earthquake	Tsunami	Flood	Flash Flood	Landslide	Drought	Volcano	Extreme weather	Forest Fire
2000	73,000		34,000	79,000	54,600				
2001				10,000	10,000				
2002			351,600						
2003					3,961	1,000			
2004	68,000	4,451,600	60,000		3,500				
2005					5,000				
2006	3,100,000	55,000	27,100	80,200	37,943				14,000
2007	700,000		971,000						
2008			1,733						
2009	2,381,430								
2010				78,000					
2011	5,850								
2012								1,000	
2013	130,000		3,006,000						
2014			928,000				186,000		
2015			235,000						1,000,000
2016	100,000		108,000		25,000				
2017			19,000	2,000	13,000				
2018	1,532,000								
Total	8,090,280	4,506,600	5,741,433	249,200	153,004	1,000	186,000	1,000	1,014,000

Source : EM DAT (supported by USAID)

2000年代の個別の災害による経済被害額については表 2-3のとおり、公共施設の被害額と個人施設の被害額について公表されている。やはり2004年のスマトラ沖地震・津波の経済被害額は突出しており、合計で41 IDR trillionとなっている。地震による経済被害も甚大であり、特に2006年5月にジョグジャカルタおよび中部ジャワ州で発生した地震では、合計で29 IDR trillionの経済被害が生じている。また洪水についても、2007年にジャカルタで発生した洪水では5 IDR trillionの被害が発生した。インドネシアにおける経済被害の特徴として、公共施設への被害よりもプライベートセクターへの被害が大きくなる傾向があげられ、民間の災害に対する脆弱性が示唆される。

表 2-3 インドネシアにおける主要な自然災害の被害<sup>4</sup>

No	Disaster	Date of event	DALA (in billion IDR)		
			Public	Private	Total
1	Earthquake & Tsunami Aceh & Nias	Dec 2004	9,208	32,192	41,400
2	Earthquake DI Yogyakarta & Central Java Province	May 2006	2,763	26,386	29,149
3	Earthquake West Sumatera	March 2007	939	1,512	2,451
4	Flood Jakarta	Feb 2007	649	4,535	5,184
5	Earthquake Bengkulu & West Sumatera	Sept 2007	939	943	1,882
6	Earthquake West Sumatera	Sept 2009	2,397	18,470	20,867
7	Earthquake & Tsunami Mentawai Island	Oct 2010	128	220	348
8	Mount Merapi Eruption DI Yogyakarta & Central Java Province	Oct 2010	963	2,665	3,628
	TOTAL DALA (in Billion IDR)		17,986	86,923	104,909
	TOTAL DALA (in million USD)		2,067	9,991	12,059

4 Dr. Suprayoga Hadi (2011), Indonesia's Experiences in 防災 Investment Accounting in National Budget

## 2.3 直近で発生した主要災害

直近で発生した主要災害については、表 2-1に整理した主要災害のうち、ロンボク島における地震災害（2018年8月）、パルおよび中部スラウェシにおける地震・津波災害（2018年9月）およびバンテン州における火山災害（2018年12月）の概要は以下のとおりである。



図 2-5 直近で発生した災害の発生地

### 2.3.1 ロンボク島における地震災害

バリ島に次ぎ観光地として有名なロンボク島（西ヌサテンガラ州）は2018年7月から8月にかけて発生した群発地震によって死者436名、避難者352,793名、想定被害額約5兆ルピアの被害をもたらされた。

現地時間2018年8月5日18:46(UTC+7)、南緯8°22'12.0"、東経116°28'48.00"の深度約10kmを震源とするM7.0の地震が発生し、ロンボク、バリ、スンバワの3島で有感地震を記録した。津波警報が発令されたがBMKGが10～13cmの微小な津波を観測したのみで約2時間後に解除された。この地震は1週間前の7月29日に記録したM6.4の地震と震源がほぼ同じであり、またその後も余震が相次いだ。

この震災直後から、BNPB、PUPR（公共事業住宅省）やその他関連省庁により現地での緊急対応がなされた。前震（本震の1週間前）による被害の対応のため、本震発生時には多くの政府職員が現地に派遣されていた。公式見解としては国家レベルの災害に認定されていないが、中央政府は被災者に対し必要な支援を行うことを表明した。緊急対応段階では外国からの援助はなく、政府、NGO及びボランティアのみが活動を行った。西ヌサテンガラ州知事によると、緊急対応段階は2018年8月25日まで続いたとのことであった。

8月10日、BNBPが暫定値を用いたロンボク震災の被災状況を発表し、緊急対応段階が終了するまで随時更新されている。

震源の深さ15km、マグニチュード7.0の地震により、マタラム市及び北ロンボク県ではMMIスケール7～8の震度を記録したとBNPBは発表している。震源が浅かったため、稚拙な構造である家屋に多くの被害をもたらした。同地域では、規模は小さいものの2004年と2013年に同様な震災を経験している。この災害により、地震に対する構造物対策、特に多くの人が集まる公共施設や災害時の機能保全の重要性が認識された。病院、学校、役所、災害関連機関等は被害軽減のために耐震構造とし、緊急対応に活用できるようにすべきであることが認識された。

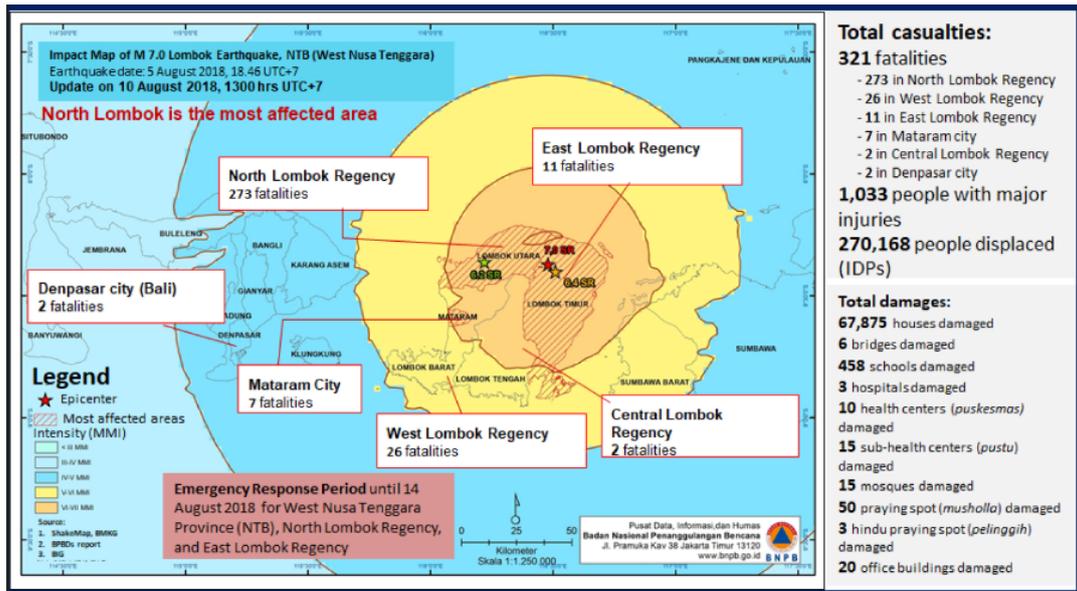


図 2-6 BNPB による影響マップ(2018 年 8 月 10 日)

翌日、BNPBは次の資料を公表した。

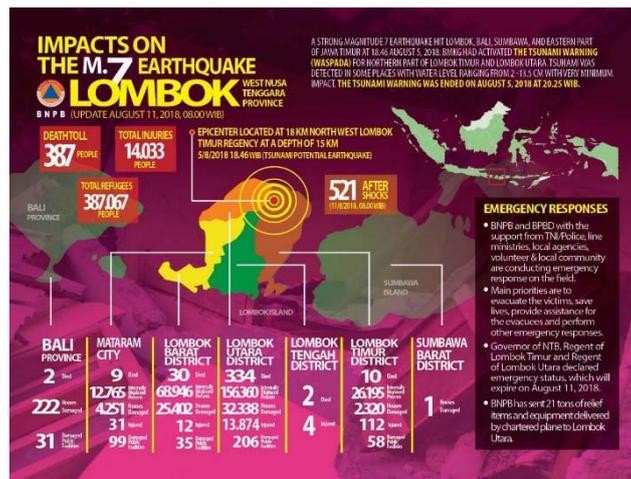


図 2-7 BNPB による影響マップ(2018 年 8 月 11 日)



図 2-8 お祈り時間の直後に崩壊したモスク



図 2-9 北ロンボクの崩壊したモスク



図 2-10 被災した病院(タンジュン病院)



図 2-11 タンジュン病院から移送される患者



図 2-12 北ロンボク県で半壊した地方防災局事務所



図 2-13 半壊したマタラム大学



図 2-14 稚拙な建設のために崩壊した家屋(1)



図 2-15 稚拙な建設のために崩壊した家屋(2)

### 2.3.2 パルおよび中部スラウェシにおける地震・津波災害

2018年9月28日、インドネシア、中央スラウェシ州、Donggala地域にて、現地時間14:00より複数の地震が発生し、最大のものは17:02に発生した地震はM7.4を記録した。地震とそれに続く津波により数百人が死亡している。人的被害としては、死者：2,081人、行方不明者：1,309人、重傷者：4,438人、避難者：206,494人、物的被害としては、損壊家屋：68,451棟とされている<sup>5</sup>。

この震災では、地震、津波、液状化地すべり3つの大きな現象がほぼ同時に発生したことが、大きな被害をもたらした要因である。

パル市はパル - コロ断層、マタノ断層、マカサー海峡により地震活動が活発な地域に位置している。2017年

<sup>5</sup> [https://www.adrc.asia/view\\_disaster\\_jp.php-NationCode=&Lang=jp&Key=2301](https://www.adrc.asia/view_disaster_jp.php-NationCode=&Lang=jp&Key=2301)

インドネシア地震ハザードマップ(Pusgen)によると、パル - コロ断層は地震時に連続して破断する3つのセグメントで構成されており、その総延長は141kmに上る。過去にも大地震に見舞われており、近い将来に再発すると推測されている。

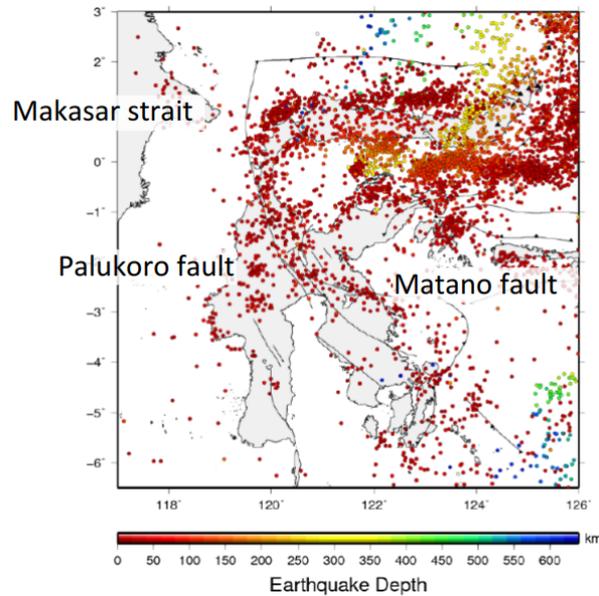


Figure 2.3-1 Indonesia Earthquake Source and Hazard Map (Peta Gempa Bumi 2017)

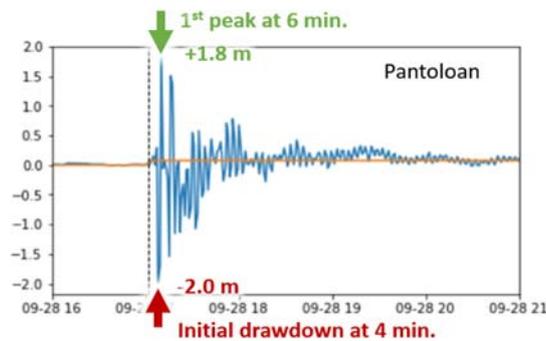


Figure 2.3-2 Pantoloan Tidal Station (JICA Study Team - 2018)

インドネシアの他地域と同様に、施工管理も行われぬ稚拙な建設手法が災害発生時に被害を大きくする要因である。建築基準の普及が図られているが、意識の欠如から耐震設計を行わず、低コストなものを選びがちである。

一方で、都市計画が経済成長のみを追い求め、防災の側面が無視されているのも問題である。パル湾、特に南部に位置するタリセビーチはホテルや屋台街等、観光名所として開発が進められてきた。2018年9月28日の午後、市当局は年中行事となっているノモニフェスティバルの準備が行われており、多くの人が開会式のために集まっていたため、ここで多くの人が津波の被害を被った。津波の第一波は3～4分後に到達した。十分な構造物対策も取られていない中で、高さ6～7mに達した津波は家屋や建物等を巻き込みながら、海岸から350m地点まで到達した。

目撃者によると、津波発生前には多くの人が集まっており、津波発生時には混乱と避難方向に対する知識の欠如から迅速な避難ができず、また、BMKGからの津波警報は発令されたが、被災地の通信手段が停電等や電波塔の倒壊によって完全に遮断されたため、津波警報が届かなかったとのことである。この局地的な津波はパル湾入口の大規模地すべりが主要因とされており、BMKGの津波予警報システムでモデル化されている通常の津波に比べ到達時間が格段に速かった。BMKGのモデルでは、この地域の津波発生源をマカサー海峡の断層ずれとしており、避難のために重要な津波到達時間を20～30分としていた。

津波と共に、地震動によって大規模な液状化地すべりがパラロア、ペトボ（パル市内）、ジョノオゲ、シバラヤ（シギ県）の各地区で発生した。大量の流動土砂が何千という家屋を飲み込み、その体積厚は5mにのぼる。また、浮遊した建物が元の場所から数百メートルも移動している。



Source : JICA 調査団、2018

図 2-16 ペトボ地区の液状化地すべり

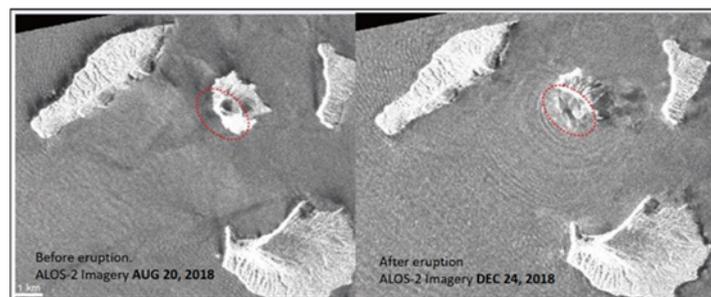


Source : JICA 調査団、2018

図 2-17 地すべりにより 400m 移動し倒壊したモスク

### 2.3.3 バンテン州における火山災害

2018年12月22日午後9:27、年末休暇を過ごす観光客でごった返すチャリタ、タンジュンレスン等の有名なビーチを含むバンテン州パンデンラン県の西海岸を津波が突如襲った。この津波は前兆となる有感地震がない極めて珍しい現象であったため全く避難行動がとれず、海岸の特設ステージでライブを行っていた有名ロックバンドのメンバーを含む数百人が犠牲になった。死者は合計で430人、負傷者は31,943人、数百の家屋やホテルが被災した。BNPBによると、被害額は4,530億ルピアと推計され、そのほとんどが観光資産である。被災地はスダ海峡を望む海岸地区でランブン州、バンテン州の2州5県にまたがる。本津波は、クラカトゥア火山の噴火活動による山体崩壊の土砂流入により引き起こされたとされ、局地的な津波がスマトラ島、ジャワ島各地を襲った。図に示す通り、島の南西斜面が崩壊している。このタイプの津波を予見する津波予警報システムはインドネシアには整備されていない。前述2018年9月のパル湾の津波も海底地すべりに起因しているものである。しかし、パルの海底地すべりは津波が到達する数分前に発生したマグニチュード7.4の地震によって引き起こされた。



Source: AHA Center Flash Update No. 04 – Dec 28th, 2018

図 2-18 衛星画像による Anak Krakatau 火山の消失（崩落）箇所

## 第3章 防災分野をとりまく国際潮流とインドネシアの防災行政

### 3.1 防災分野をとりまく国際社会の潮流

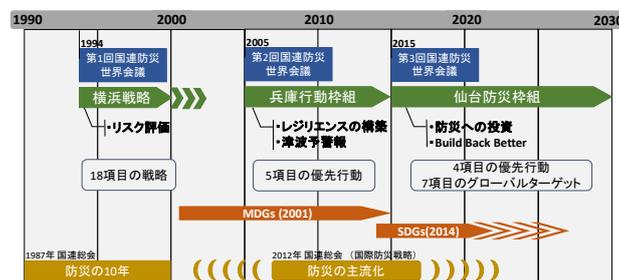
近年大きな自然災害が頻発しており、国際社会においては、「仙台防災枠組」等、防災に関する新たな国際的な枠組みが合意され、その達成に向けた指標の策定が進められている。このような国際的な潮流の中で、「防災の主流化」あるいは「より良い復興（Build Back Better）」等の日本発のキーワードが浸透している<sup>6</sup>。

防災分野の国際潮流を図 3-1に示す。また図 3-2は、主要な災害と国際会議やその会議での取り組みとの関係を示している。1987年の第42回国連総会において、1990年代を「防災の10年（以下、IDNDR）」と位置付けた。IDNDRの中間年である1994年に横浜市において第1回「国連防災世界会議（UNWC防災）」が開催され、「より安全な世界に向けての横浜戦略とその行動計画」が採決された<sup>7</sup>。横浜戦略および行動計画の中で、「リスク評価は、十分かつ効果的な防災政策や対策を行うために必要なステップである」と、第一原則として述べられた<sup>8</sup>。

2000年にIDNDRの意思を引き継ぎ、「国連国際防災戦略（以下、ISDR）」が設立された。その目的は、これまでのような災害そのものの予防の重要性の強調から、災害リスクに含まれる意識や、評価・管理能力向上へ向けたプロセスを重点とした防災の必要性を訴えることにあった。この動きは、持続可能な開発やそれに関連した環境上の考慮という幅広い事項に、災害リスクの軽減を含めることを強調したものである<sup>9</sup>。

2005年に採択された「兵庫行動枠組（以下、HFA）」では優先行動の第一項目に「防災を国、地方の優先課題に位置づけ、実行のための強力な制度基盤を確保する」ことを定めている。その一方で、インド洋津波の直後もHFAが策定され、そこで早期警報システムの重要性が強調された<sup>10</sup>という背景がある。

HFAに基づく各国の取組の進捗を踏まえて、2015年に「仙台防災枠組」が採択された。仙台防災枠組では「強靱化に向けた防災への投資（ハード・ソフト対策を通じた防災への官民投資）」を優先事項として位置付けている。災害リスク情報を考慮した公的・民間投資を通して、潜在的なリスク要因に対処することは、発災後の応急対応や復旧に第一義的に依存するよりも費用対効果があり、また持続可能な開発に資するものである<sup>11</sup>という考えに基づき、非構造物対策に加えて構造物対策にも言及した枠組みとなっている。



source: JICA 調査団

図 3-1 防災の国際潮流

6 JICA (2017), フィリピン国防災セクター戦略策定のための情報収集・確認調査, Final Report, 要旨

7 JICA (2017), フィリピン国防災セクター戦略策定のための情報収集・確認調査, Final Report, P.21

8 国連 ISDR 事務局(2002), 世界防災白書, 第 2 章 P.4

9 国連 ISDR 事務局(2002), 世界防災白書, 第 1 章 P.8

10 小野裕一 (2016), 仙台防災枠組における目標設定までの道のり、用語・指標設定の現状、および災害統計グローバルセンターについて, P.95

11 第 3 回国連防災世界会議 (2015), Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 (仮訳), P.6

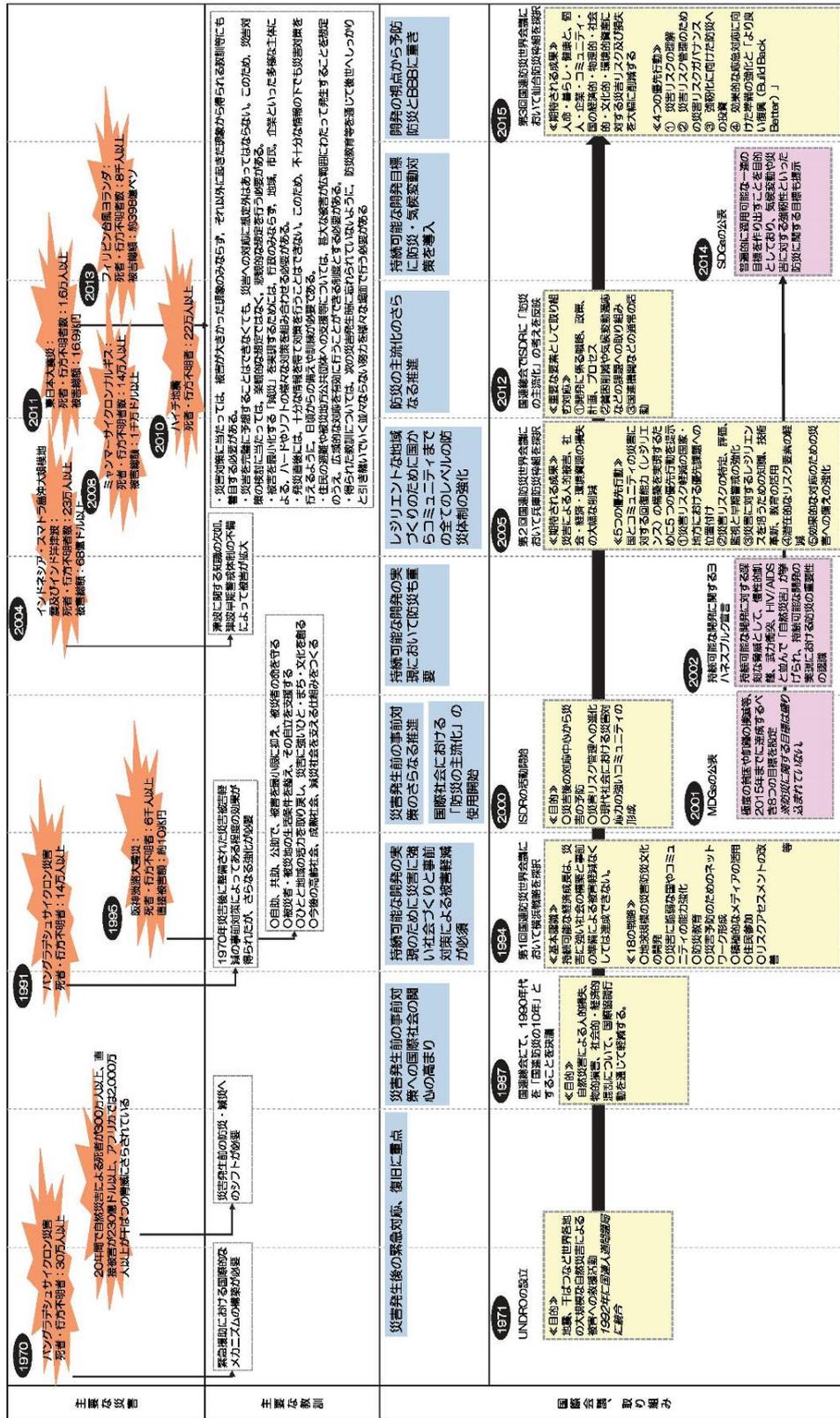


図 3-2 防災の国際潮流と主要な災害<sup>12</sup>

12 JICA (2017), フィリピン国防災セクター戦略策定のための情報収集・確認調査, Final Report, P.24

### 3.1.1 防災に関する世界の動き

#### 3.1.1.1 国際防災の10年-事前の被害軽減・予防のための取り組みへのシフト-

バングラデシュで30万人の死者・行方不明者をもたらしたサイクロン災害の被害を受けて、緊急援助における国際的なメカニズムを構築するために国連災害救援調整官事務所（UNDRO）が1971年に設立された。UNDRO設立後20年間で世界における自然災害の犠牲者が300万人、直接被害額が230億ドル以上、またアフリカでは2000万の人々が干ばつによって命を脅かされている状況を踏まえて、1987年の第42回国連総会において、1990年代を「国際防災の10年（IDNDR）」とすることが決議された。IDNDRの目標は災害発生前の被害軽減対策に関する国際社会の知見の共有であった<sup>13</sup>。

#### 3.1.1.2 横浜戦略-持続的な社会経済の成長のための災害に強い社会の構築と事前の準備による被害軽減-

IDNDRの中間年である1994年に横浜市において第1回「国連防災世界会議（UNWC防災）」が開催され、IDNDR前半における国際社会の取組み状況のレビューが行われた。会議では、IDNDR後半およびその後の期間における世界の防災取組のガイドラインとして「より安全な世界に向けての横浜戦略とその行動計画」が作成・採択された。横浜戦略は「持続可能な経済成長は、災害に強い社会の構築と事前の準備による被害軽減なくしては達成できない」ことを基本認識とし、地球規模の災害防災文化の開発、災害に脆弱な国やコミュニティの能力強化、防災教育、災害予防のためのネットワーク形成、積極的なメディアの活用、住民参加やリスクアセスメントの改善等、18項目の「西暦2000年および未来に向けた戦略」を定めている<sup>14</sup>。

#### 3.1.1.3 国家防災戦略

IDNDRは、防災という課題は、成功までに時間がかかるが、社会的・経済的に不可欠であるとの認識の下に推進された<sup>15</sup>。

2000年にその前年に終了したIDNDRの成果を継承し、残された課題に取り組むために、国連総会において「国際防災戦略（ISDR）」の活動が開始された<sup>16</sup>。2000年頃からは「防災の主流化」が提唱され、2012年の国連総会のISDRに関する決議にも、「防災の主流化」の考えが盛り込まれた。その概念に基づき、以下3点において災害リスク管理を重要な要素として取り組む対応が推進されている<sup>17</sup>。

- ・ 開発に係る戦略、政策、計画、プロセス
- ・ 貧困削減や気候変動適応等の課題への取り組み
- ・ 国連機関等の通常の活動

<sup>13</sup> JICA(2017), フィリピン国防災セクター戦略策定のための情報収集・確認調査, Final Report, P.21

<sup>14</sup> JICA(2017), フィリピン国防災セクター戦略策定のための情報収集・確認調査, Final Report, P.21

<sup>15</sup> 国連 ISDR 事務局(2002), 世界防災白書, 第1章 P.8

<sup>16</sup> JICA(2017), フィリピン国防災セクター戦略策定のための情報収集・確認調査, Final Report, P.21

<sup>17</sup> JICA(2015), ボリビア他民族国防災セクター情報収集・確認調査, Final Report, P.2

### 3.1.1.4 兵庫行動枠組 - 災害に対して強靱な国家及びコミュニティの構築

2000年9月に、189カ国が参加した国連ミレニアムサミットにおいて21世紀の国際社会の目標として国連ミレニアム宣言が採択された。ミレニアム宣言は、人権とグッドガバナンス等の課題を掲げ、21世紀の国連の役割の明確な方向性を示した。ミレニアム開発目標(MDGs)は国連ミレニアム宣言と1990年代に開催された主要な国際会議やサミットで採択された国際開発目標を基に2001年に取り纏められた。MDGsは極度の貧困や飢饉の撲滅等、2015年までに達成すべき8つの目標を掲げた。

MDGs策定の翌年の2002年9月に開催された「持続可能な開発に関する世界首脳会議」では「持続可能な開発に関するヨハネスブルク宣言」が採択され、持続可能な開発に対する深刻な脅威として、慢性的飢饉、武力衝突、HIV/AIDSと並んで「自然災害」が挙げられ、持続可能な開発の実現における防災の重要性が認識された。

2005年に「21世紀の新しい防災指針を策定し、災害による被害の軽減」を目指して開催された第2回国連防災世界会議では、国際社会が今後10年間(2015年まで)に取り組むべき防災に関する優先行動事項を示す「HFA」が採択された。MDGsには防災の目標が含まれておらず、ヨハネスブルグ実施計画においても数値目標が示されていないため、国連防災世界会議で持続可能な開発を実現するための具体的な活動が議論された。

HFAは、期待される成果として「災害による人的被害、社会・経済・環境資源の損失の大幅な削減」を掲げ、そのために今後10年間に、国とコミュニティの災害に対する回復能力(レジリエンス)の構築を実現するために5つの優先行動を定めた<sup>18</sup>。

- ・ 防災を国、地方の優先課題に位置づけ、実行のための強力な制度基盤を確保する
- ・ 災害リスクの特定、評価、観測し、早期警報を向上する
- ・ 全てのレベルで防災文化を構築するため、知識、技術革新、教育を活用する
- ・ 潜在的なリスク要因を軽減する
- ・ 効果的な応急対応のための災害への備えの強化

### 3.1.1.5 仙台防災枠組 2015-2030 - 防災の主流化を確実なものにし、加速させる -

「リオ+20(国連持続可能な開発会議)」においてポストMDGsの策定が決定し、2015年に17の目標と169のターゲットからなる持続可能な開発目標(SDGs)が採択された。SDGsはMDGsの教訓を踏まえており、環境、社会、経済の持続可能な開発の3つの次元をバランスさせ、普遍的に適用可能な一連の目標を作り出すことを目的としており、気候変動や災害に対する強靱性といった防災に関する目標も提示している。

SDGs発表の翌年に開催された、第3回国連防災世界会議(2015年)では、災害リスク削減と災害に対する強靱性の構築が、持続可能な開発と貧困撲滅を背景として緊迫感を新たにしながら取り組まれ、そして適宜、あらゆるレベルにおいて政策、計画、事業、予算に統合され、また関連する枠組において考慮される旨の決意を各国が繰り返し述べた。

HFAに基づく各国の取組の進捗の評価によると、優先行動1「防災を国、地方の優先課題に位置づけ、実行のための強力な制度基盤を確保する」に基づき、開発途上国を含め、各国の防災組織や制度が整備されたり、優先行動5「効果的な応急対応のための事前準備を全てのレベルで強化する」に基づき、早期警戒体制を含む災害応

<sup>18</sup> JICA(2017), フィリピン国防災セクター戦略策定のための情報収集・確認調査, Final Report, P.21-P.22

急対応体制が強化されたりした。しかし、優先行動4「潜在的なリスク要因を削減する」の取組が比較的遅れているとされた。

第2回国連防災世界会議では直前のインド洋津波の影響を受けて津波の早期警報体制の整備に関する共同声明が発出され、HFA採択以降においてもレスポンスや早期警報に重点がおかれ、以後の世界の大災害での被害（特に経済的）を抜本的に軽減することに至らなかった。

このため、第3回国連防災世界会議では防災は人道的な課題だけでなく開発課題であるということが強く訴えられ、開発の視点から予防防災とより良い復興（Build Back Better）に重きが置かれた。

「仙台防災枠組2015-2030」によって期待される成果は「人命・暮らし・健康と、個人・企業・コミュニティ・国の経済的・物理的・社会的・文化的・環境的資産に対する災害リスク及び損失を大幅に削減する」であり、その実現のために以下の4つの優先行動が合意された。

- i. 災害リスクの理解
- ii. 災害リスク管理のための災害リスクガバナンス
- iii. 強靱化に向けた防災への投資
- iv. 効果的な応急対応に向けた準備の強化と「より良い復興（Build Back Better）」

また、上記枠組みの進捗を評価するために以下に示す7つのグローバルターゲットが示されており、今後、世界各国はこれらの進捗をモニタリングすることになっている<sup>19</sup>。

1. 死者数の削減：2030年までに世界の災害による死亡者数を大幅に削減する。
2. 被災者数の削減：2030年までに世界の被災者数を大幅に削減する。
3. 直接経済損失の削減：2030年までに災害による経済損失を国内総生産（GDP）との比較で削減する。
4. 重要インフラへの損害や基本サービスの途絶の削減：2030年までに強靱性を高めること等により、医療・教育施設を含めた重要インフラへの損害や基本サービスの途絶を大幅に削減する。
5. 国家・地方の防災戦略を有する国家数の増加：2020年までに国家・地方の防災戦略を有する国家数を大幅に増やす。
6. 開発途上国への国際協力の強化：2030年までに仙台防災枠組の実施のため、開発途上国の施策を補完する適切で持続可能な支援を行い、開発途上国への国際協力を大幅に強化する。
7. 早期警戒システムと災害リスク情報・評価の入手可能性とアクセスの向上：2030年までにマルチハザードに対応した早期警戒システムと災害リスク情報・評価の入手可能性とアクセスが大幅に向上する。

過去の開発目標を見ると、MDGsには防災に関する記述が全くなかった。その結果、災害リスクの高い途上国において防災関連のプロジェクトの優先順位は高まらず、災害リスクは減少せず、災害が発生するたびに多くの人的・経済的な損失を破り、被災後に巨額の人道援助をする、という負のスパイラルを止めることができなかった。しかしながら仙台防災枠組の中核として、2030年までの15年間で、地球規模で災害リスクを減らすための事

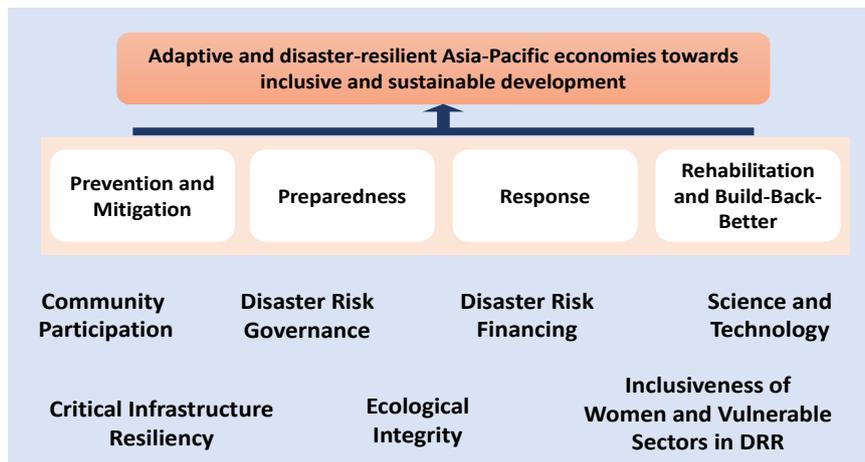
<sup>19</sup> JICA(2017), フィリピン国防災セクター戦略策定のための情報収集・確認調査, Final Report, P.22-P.23

前投資を促進して防災力を高め、人的・経済的被害を大幅に軽減し、その成果も数値で示すということに世界各国が合意した意義は大きい<sup>20</sup>。

### 3.1.2 地域における防災協力

#### 3.1.2.1 APEC における防災協力

アジア太平洋経済協力（APEC）は、経済協力の枠組であると同時に、その域内は世界有数の災害発生地域でもある。災害事例や防災対策に関する情報共有・意見交換を目的に毎年、APEC防災担当高級実務者会合（SDMOF）が開催（初回は2008年）され、フィリピンで2015年に開催された第9回SDMOFにおいて、包摂的で持続可能な発展を支える適応力のある災害に強靱な経済を構築する共同の取組を促進するための「APEC災害リスク削減枠組（APEC 防災 Framework）」が採択された<sup>21</sup>。図 3-3に示す通り、APEC 防災 Framework の目標は、「包括的かつ持続可能な発展に向けた適応可能で災害に強いアジア太平洋地域の経済活動」と定めている<sup>22</sup>。枠組は農林水産業、貿易と投資、エネルギー、社会基盤整備、重要インフラの強靱化、食料安全保障、科学技術、生態系など全てのAPECの開発課題に対して防災の新たな基準を示すものである。



Source: APEC 防災 Framework

図 3-3 APEC 防災 Framework の概要

#### 3.1.2.2 ASEAN 諸国の連携・協力

過去30年間で発生した世界の自然災害による損害の約90%はアジア地域で生じており、自然災害はこの地域にとって人道的な観点からのみならず、経済産業の観点でも大きな課題となっている。

そのため、東南アジア諸国連合（ASEAN）は域内における防災及び災害対応における協力を重視し、2003年に各国の防災担当省庁の長及びASEAN事務局が参加するASEAN防災委員会（ACDM）を設立した。同委員会は年2回開催されており、2016年にインドネシアで第28回目の会合が開催される予定である<sup>23</sup>。

AADMER Work Programme 2016-2020は、災害損失を減らし、共同で災害に対応するための地域協力を強化するAADMERの目的に貢献している。今後5年間で、新しいWork Programmeの目標は、レジリエンスのあるASEAN

20 小野裕一（2016）、仙台防災枠組における目標設定までの道のり、用語・指標設定の現状、および災害統計グローバルセンターについて、P.95

21 JICA（2017）、フィリピン国防災セクター戦略策定のための情報収集・確認調査、Final Report, P.25

22 Philippines（2015）、APEC 防災 Framework

23 JICA（2017）、フィリピン国防災セクター戦略策定のための情報収集・確認調査、Final Report, P.26

共同体を構築することとしている。これは、防災のテーマ分野の全範囲をカバーする8つの優先プログラムの実施を通じて達成される。

8つの優先プログラムは、以下の項目に基づいて開発された：i) AADMER Work Programme 2010-2015の実施の評価 ii) 各ACDMワーキンググループのパートナーとの連携 iii) AADMER Work Programme Phase2(2013-2015) (次の作業プログラムで引き継がれる21個のコンセプトノート) のための戦略と優先課題のもとで現在進行中のプロジェクトである。

具体的な目標と成果をあげた8つの優先プログラムは以下の通り：<sup>24</sup>

- 1) 意識： ASEAN共同体の危機意識
- 2) 安全性の向上： ASEANのインフラおよび必須サービスの安全性の向上
- 3) 増進： 災害レジリエンスと気候変動に対応したコミュニティの構築
- 4) 防御： リスク移転および社会保障制度を通じたASEAN地域統合の経済的と社会的利益の保護
- 5) 共同体としての対応： 災害対応におけるASEANリーダーシップの変容
- 6) 装備： 共同体として対応するためのキャパシティ強化
- 7) 復興： 共同体としてのレジリエンスの高い復興
- 8) 先導： 防災分野における優れた革新性のあるリーダーシップ

### 3.2 インドネシアにおける防災の経緯

現在のインドネシアの災害管理システムは、多くの国際ドナーが復旧・復興の支援を行った2004年12月にスマトラ沖大地震による大規模津波及び、2006年5月に発生した中部ジャワ地震における経験を元に構築されたものである。それまでは、災害対応は国家災害対策調整庁(BAKORNAS PB)と呼ばれる調整組織によって主導された。主な業務は、災害対応時の様々な省庁による活動を調整することであり、事前の対策は各省庁の活動によって行われていた。地方レベルにおいては、この災害が発生した場合には、SATKORLAK PB<sup>25</sup>とSATLAK PB<sup>26</sup>と呼ばれる一時的な組織が設立され、災害対応が行われた。

インドネシア政府は、これらの大災害からの経験から学んだことを踏まえて、災害管理システムの改革に取り組み、その考え方を災害対応からリスク削減に移行させた。2007年には災害管理法<sup>27</sup>が発効し、それに続く2008年大統領令第8号に基づき、災害対策を所管する恒久的な組織として、さらに災害対応だけでなく、災害予防、災害後の復旧・復興も目的とする国家防災庁が設立された。地方レベルにおいては、各地方政府がBNPBからの監督と協力を得て、各地域の防災を所管するために地方防災局が設立された。

### 3.3 インドネシアの防災分野に関する法制度

#### 3.3.1 開発における上位目標と防災

インドネシアの中期開発計画(RPJMN 2015-2019)は、大統領のマニフェストに基づく5年間の国家開発計画(年次計画の目標を示す計画としても機能する)として、2015年にBAPPENASによって策定された。このRPJMN

<sup>24</sup> The Third AADMER(2016), AADMER WORK PROGRAMME, P.13-P.14

<sup>25</sup> Coordinator of Implementer Unit for Disaster Management (Provincial Level)

<sup>26</sup> Implementer Unit for Disaster Management (District/City Level)

<sup>27</sup> Law No. 24 Year 2007 on Disaster Management

では、「災害リスクが高く、経済成長の中心地域におけるRisk Index（以下、RI）を削減する」という防災の目標を掲げている<sup>28</sup>。つまり、災害によって経済成長が妨げられることのないよう、優先度の高い地域においてRIを下げうる持続可能な成長を達成しようとするものである。

さらに、BNPBの災害管理政策2015-2019<sup>29</sup>では、2019年までにRIを2015年比で30%削減する目標掲げている。これを達成するため、次の戦略が策定されている：1) 国及び地方レベルにおける開発のプロセスにおける防災の主流化<sup>30</sup>、2) 脆弱性の低減、3) 災害管理に関する能力向上。

### 3.3.2 災害リスク軽減・管理に関する法律

災害管理法は、インドネシアにおける災害管理の法的根拠を示している。この法律では、中央政府と地方政府の責任、地域コミュニティの権利と責務、民間企業と国際機関の災害管理フェーズでの役割と責任などが記述されている。この法律には、BNPBの設立を規定する大統領令（No. 8/2008）及び、次の3つの政府令が付随している：1) 災害管理の実施（No. 21/2008）、2) 災害援助の資金と管理（No. 22/2008）、3) 災害管理における国際機関と国際NGOの役割（No. 23/2008）

また、現場レベルでの業務実施におけるテクニカルガイドライン（地方防災局の設立に係るガイドライン（No. 3/2008）等）はBNPB長官令として後に規定されている。

### 3.3.3 その他防災に関連する法律・通達等

国レベルにおいてBNPBが果たす役割と同様に、地方政府レベルにおいても、BNPBとの緊密な協力関係に基づいて、各地域（州（Province） 県（Kabupaten） / 市（Kota）レベル）で災害管理活動を調整し実施するために地方防災局が設立されている。地方防災局の設立は主に次の2つの規則によって定められている：1) 地方の防災組織としての組織概要と業務管理を定める内務省省令No. 46/2008、2) 地方防災組織の設立のためのガイドラインを定めるBNPB長官令No. 3/2008。

2007年法律第24号（第8条）では地方政府が防災の実施に関して責任を有し（項目C） 地方予算（APBD）において十分な予算を配分すること（項目D）が明示されている。しかしながら、現実には、意識の高いリーダーがいる地域や過去に大きな災害が発生した地域を除いて、地方防災局の大多数が防災予算を得ることが厳しい現状にある。

地方の防災予算獲得に関する最近の進捗として、1) 地方政府に関する法律（No. 23/2014） 2) 村落に関する法律（No. 6/2014）がある。地方政府に関する法律の改定によって、災害管理はすべての地方政府が市民に提供しなければならない基本サービスとなった。一方、村落に関する法律に基づいて、2015年以降、政府は村レベルでの開発を促進するために毎年村ごとに、およそ8億ルピアを配分している。現在の利用は基本的な社会基盤整備

<sup>28</sup> この文章は Book 1 RPJMN 2015-2019, Chapter 6 – National Development Agenda, page 6-171 に記載されている。

<sup>29</sup> Disaster Management Strategy and Policy 2015-2019, page iii

<sup>30</sup> インドネシアでは、主流化をインドネシア語の「internalisasi」からとり、英語の表記においても「internalization」という単語を使用する事が多い。

のためのものであるが、災害に脆弱なコミュニティにおいては、強靱な村の構築や地域訓練など、現地レベルでの防災活動の資金として使用されることを期待している。

### 3.4 インドネシアの防災行政

#### 3.4.1 開発計画・防災計画及びガイドライン

2007年に災害管理法が施行されて以降、BNPBはインドネシアの災害管理活動の主なリファレンスとして、NDMP（2010-2014）とNDMP（2015-2019）の2つの国家災害管理計画（NDMP）を整備してきた。BNPBの調整下にあるステークホルダー（省庁、機関、地域社会、民間セクターなど）による全ての災害<sup>31</sup>に関連する活動を統合的に調整することを目標としている。しかしながら、各機関がそれぞれの責務や課題、優先事項を抱えている現状を考えると、実際にはNDMPをすべての災害関係者のためのマスタープランとして捉えることは困難な状況である<sup>32</sup>。

したがって、RPJMN（2015-2019）の対象期間中、BNPBは今後5年間の主な活動指標となる「災害管理方針と戦略（2015-2019）」を発表した。この管理方針と戦略には、明確な達成指標として2015年から2019年の間に71の強靱性に関連する指標の実践を通じて、県・市レベルでの災害管理能力を向上させることにより、RIの値を30%削減させることを記載している<sup>33</sup>。また、この目標を達成するための、軍、警察などを含む23の省庁が関連ステークホルダーとして明記されている。

BNPBとBAPPENASは、長期的な観点から、現在、インドネシアにおける災害管理活動の長期的な計画となる防災マスタープラン（IDMMP 2015-2045）の策定を実施している。NDMPの過去の経験を踏まえ、IDMMP 2015-2045は大統領規則として策定される予定である<sup>34</sup>。法制度の実効性の観点から、このステータスは、災害関連のすべてのステークホルダー（PUPRのような他の優れた省庁を含む）に責任を与え、それぞれの任務および責務に従ってこのマスタープランを実施することになる。2019年7月時点では発行していないものの直近でとりまとめられたIDMMP 2015-2045（Final version (May 2019)）では、「ビジョン”Establishing a Disaster Resilient Indonesia for Sustainable Development”」の下、下表に示す5つのMissionを掲げ、防災に取り組むものとされた。同計画はこれまでのインドネシアにおける防災分野の課題を踏まえ、防災の事前投資や災害の理解、ガバナンス強化などに注力されており、仙台防災枠組とも整合が図られている。

表 3-1 防災におけるビジョンとミッション 2015-2045 (最終版 2019年5月)

Vision	Establishing a Disaster Resilient Indonesia for Sustainable Development
Mission	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Strengthen the regulatory and policy frameworks, as well as institutional integrity in disaster preparedness and 防災 that responsive to current development.</li> <li>2. Increasing the investment for 防災 &amp; Preparedness.</li> <li>3. Realizing rapid and reliable emergency response.</li> <li>4. Conducting recovery of disaster affected areas and communities for building a better life.</li> <li>5. Realizing management support and disaster management governance that professional, transparent and accountable.</li> </ol>

Source: DMMP 2015-2045: Kementerian PPN/Dappenas, BNPB Jakarta, December 2018 より調査団にて作成

31 Based on the NDMP, disasters can be categorized as follows. Natural Disasters: Gempa Bumi (Earthquake), Tsunami, Letusan Gunung Api (Volcanic Eruption), Tanah Longsor (Landslide), Banjir (Flood), Banjir Bandang (Flash Flood), Kekeringan (Drought), Kebakaran Hutan dan Lahan (Forest and Land Fire), Angin Puting Beliung (Extreme Weather), Gelombang Pasang dan Abrasi (Extreme Wave & Abrasion), Man-made Disasters: Konflik Sosial (Social Conflict), Kegagalan Teknologi (Technological Failure), Epidemologi dan Wabah Penyakit (Epidemic and Disease Outbreak)

32 NDMP 2015-2019, Chapter III Issues, Challenge and Opportunity

33 Jakstra (Disaster Management Policy and Strategy) 2015-2019, page iii

34 2019年6月現在、大統領令はまだ発行されていない。

### 3.4.2 防災関連組織の組織体制及び役割分担

#### 3.4.2.1 BNPB

BNPBは、インドネシアにおける包括的な災害管理を主要な任務として、以前の災害対応指向の調整機関であるBAKORNAS PBに替わって2008年に設立された。災害管理法によると、BNPBの責任は次のとおりである：

- a) 災害対策、緊急対応、復旧/復興などの災害対策のガイドラインと指針の公平かつ平等な提供
- b) 法律の規定に基づく災害管理の実施のための基準と要件の提供
- c) 市民に対する組織の活動の公表
- d) 大統領への毎月の定例報告または災害発生中の活動方向の実施
- e) 国内外のドナーからの支援の活用と会計作業
- f) 国家予算の利用に対する会計作業
- g) 法律の規定に基づくその他の業務の実施
- h) 地方防災局設立のための指針作成

BNPBは、大臣レベルの役職の人物が長官となる（現在はDoni Monardo氏が就任）。BNPBには、計画、財務、支援および一般的な問題を含む管理タスクを担当する1名の秘書官、および内部監査を担当する1人の主任審査官が存在する。技術的な技術部署としてBNPBは、災害フェーズ（予防と準備、緊急対応、復旧と復興）に基づく3つの部署と、ロジスティクスと設備の1つの部署を備えている（図 3-4）。BNPBには、トレーニングセンターとデータ&インフォメーションセンター（広報を含む）の2つのセンターがある。2008年の設立以来BNPBはスタッフ数を拡大しており、2008年の設立当初には100名だった人員を、2011年には約225名、2017年9月には525名としている。本部はジャカルタのPramuka通りにあり、トレーニングおよびロジスティクスセンターとしてボゴールのストゥールに支部がある。

#### 3.4.2.2 地方防災局

地方レベルでは、地方防災局はBNPBと緊密な協力を得て、それぞれの地域における災害管理担当地方政府機関の一員として設立された。2017年まで、34の全州と471の県・市<sup>35</sup>（インドネシアの県・市の約90%）が地方防災局を設立している。

地方防災局の組織構造は、地方防災局の設立に関するガイドラインに関するBNPB長官令（No. 3/2008）に定められており、その構造は州と地方/都市レベルでほぼ統一されている。州および県・市レベルの典型的な組織構造の例は、次の図 3-4、図 3-5及び図 3-6に示すとおりである。

地方防災局の典型的な構造として、1人のSecretary（BNPBのPrime Secretaryに値する）と3つの部門（予防と準備、緊急対応、復旧と復興）で構成されている。ロジスティクスと設備に関しては、一部の州地方防災局ではUPT（特殊技術部門）として構成されるか、もしくはサブ部門の1つとして緊急対応部署に統合されている。

<sup>35</sup> Source: BNPB Profile, 2015

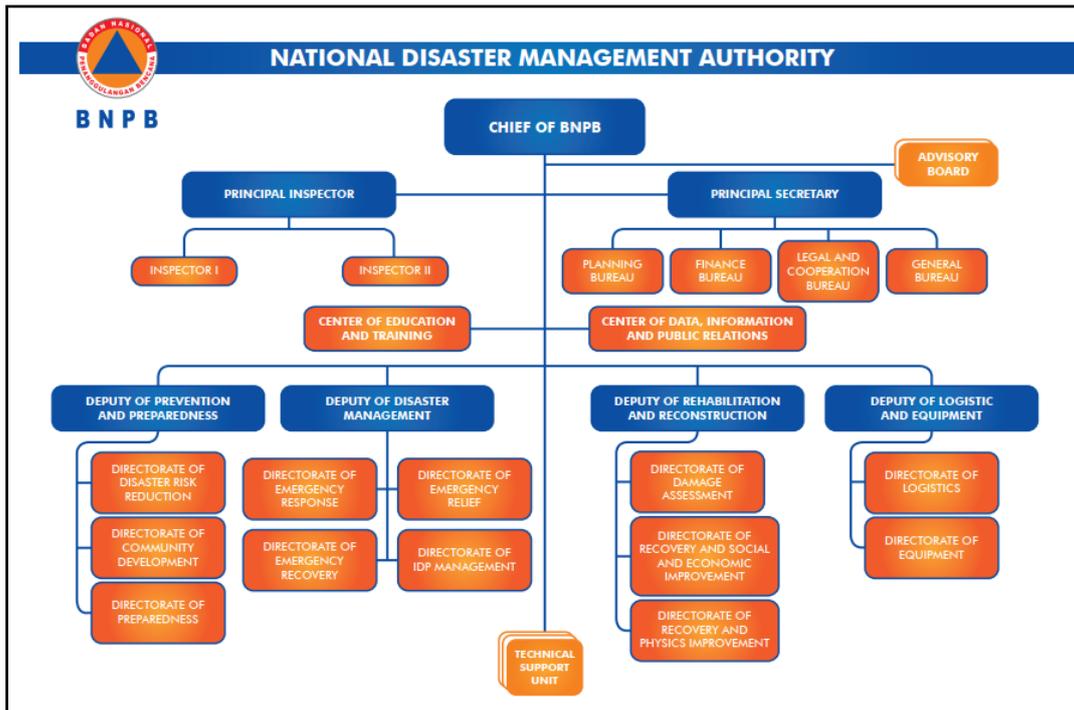


図 3-4 地方防災局の組織図<sup>36</sup>

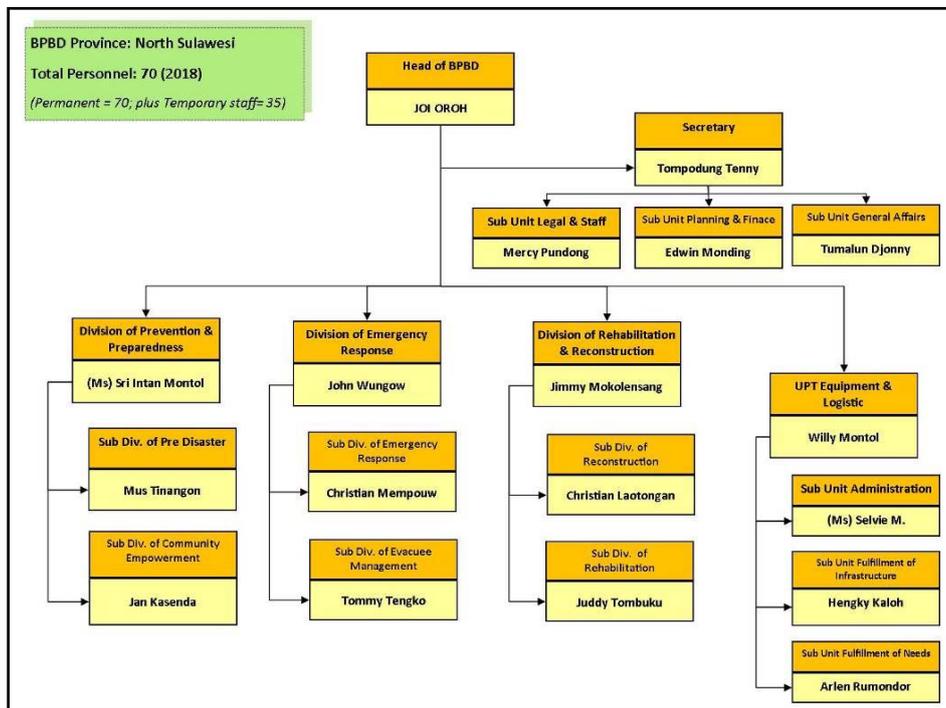


図 3-5 北スラウェシ州の地方防災局組織図

<sup>36</sup> Source: BNPB Profile, 2015

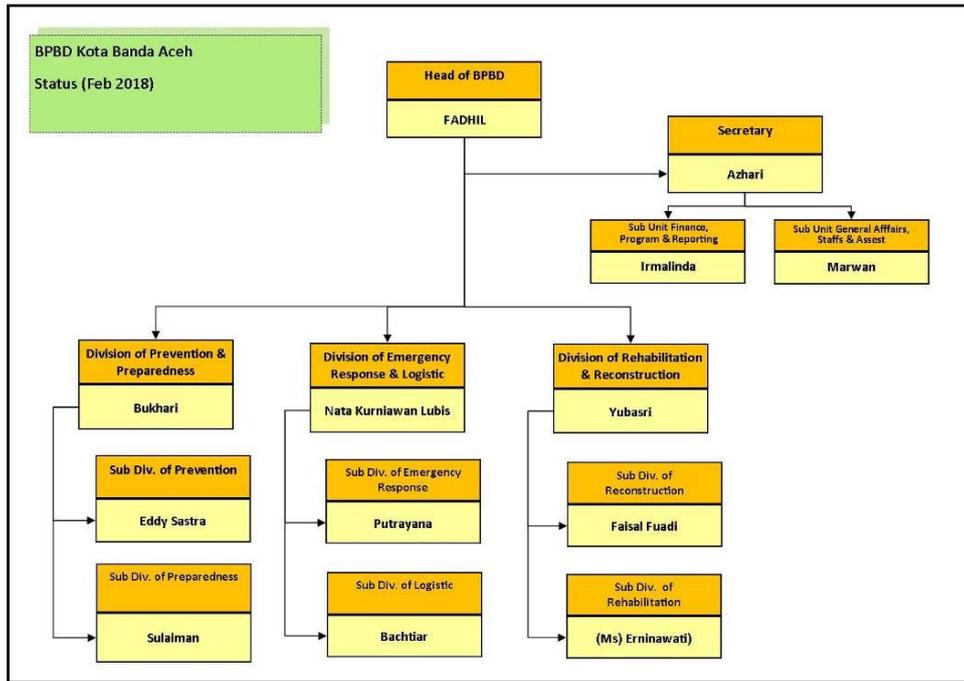


図 3-6 バンダ・アチェ市の地方防災局組織図

### 3.4.2.3 その他の防災関連機関

BNPBと地方防災局を中心に、インドネシアの災害管理に関連する他の多くの政府省庁が存在する。BNPBによれば、災害リスク指標の削減に関与する23の機関があり<sup>37</sup>、表にこれらの機関名称と防災におけるそれぞれの一般的な役割リストとしてまとめる。

表 3-2 防災関連組織とその役割

No	名称 (インドネシア語)	名称	Role in Disaster Risk Reduction
1	Kementerian Dalam Negeri (Kemendagri)	Ministry of Home Affairs	地方政府が実施する災害管理に関する開発活動を統括する
2	Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM)	エネルギー・鉱物資源省 (Ministry of Energy & Mineral Resources (Badan Geologi & PVMBG))	地質分野における災害、および人間活動に起因する災害の防災計画と管理
3	Kementerian Pertanian (Kementan)	Ministry of Agriculture	干ばつに関わる災害および農業全般にかかる災害の防災計画と管理
4	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Kemen LHK)	Ministry of Environment and Forestry	環境関連の災害や森林などの火災を防止するための予防的取り組み、支援、早期警戒の計画と管理
5	Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP)	Ministry of Marine and Fishery	津波と海岸浸食の分野における緩和活動の計画と管理
6	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR)	Ministry of Public Works and Public Housing	リスク感度の高い空間計画、場所と避難経路、公共施設とインフラの復旧、被災者の住宅の計画
7	Kementerian Kesehatan (Kemenkes)	Ministry of Health	緊急時対応や災害復旧時の医療、医療従事者、ボランティアなどの保健医療サービスの計画

<sup>37</sup> Disaster Management Policy and Strategy 2015-2019, page 26 - BNPB

No	名称（インドネシア語）	名称	Role in Disaster Risk Reduction
8	Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud)	Ministry of Culture and Elementary and Secondary Education	災害被災地の緊急教育の企画・運営、教育施設・インフラの復旧、防災教育の調整
9	Kementerian Sosial (Kemensos)	Ministry of Social Affairs	災害によって被災した人々の食糧、衣服、その他基本的ニーズの調整
10	Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kominfo)	Ministry of Communication and Informatics	災害緊急時対応や災害復旧後の復旧を支援するための緊急連絡用の設備やインフラの提供の計画と管理
11	Kementerian Riset dan Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Ristek & Dikti)	Ministry of Research, Technology and Higher Education	災害前後の災害管理計画や復興・復興段階の援助として調査研究の実施
12	Kementerian Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal dan Transmigrasi (Kemendes PDTT)	Ministry of Villages, Disadvantaged Regions, and Transmigration	災害リスク分析に基づいて村と恵まれない地域の開発計画を計画し、管理する。
13	Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional / Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Kemen PPN / BAPPENAS)	National Development Planning Minister / National Development Planning Agency	リスク感度の高い開発プログラムの計画の支援
14	Tentara Nasional Indonesia (TNI)	National Army	捜索救助（SAR）の実施を支援し、災害緊急時対応の調整の支援
15	Kepolisian Republik Indonesia (POLRI)	Police	SAR をサポートし、緊急時には避難した市民の残した場所を守るなど、緊急時のセキュリティの提供
16	Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG)	Meteorological, Climatological and Geophysical Agency	気象学、気候、地球物理学に関連する災害のモニタリング
17	Badan Informasi Geospasial (BIG)	Geospatial Information Agency	技術省庁と連携して災害リスクのマッピングの制作・管理
18	Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)	Agency for the Assessment and Application of Technology	災害管理に関連する技術の評価と実施の支援
19	Kementerian Agraria dan Tata Ruang (Kemen ATR)	Ministry of Agrarian Affairs and Spatial Planning	空間計画（土地）関連情報を提供することによる組織の支援
20	Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)	National Institute of Aeronautics and Space	衛星画像を提供する組織への支援
21	Kementerian Agama (Kemenag)	Ministry of Religion	イスラム教徒のために、災害地域の緊急教育と教育施設とインフラの回復を計画・管理し、災害意識教育の調整
22	Kementerian Keuangan (Kemenkeu)	Ministry of Finance	災害活動のための予算の準備（災害前、災害中、災害後）

### 3.4.2.4 Non Formal Organization

政府機関以外においても、特にHFAに基づく活動等の一貫として、国家レベルと地方レベルで様々な独立した防災関連のフォーラムが設立された。国家レベルでは、Planas PRB（防災 National Platform）と呼ばれるフォーラムが設置され、地方レベルでは防災フォーラムが州レベルと県・市レベルで設立された。これらのフォーラムは、NGO、ビジネスコミュニティ、大学、メディアなどさまざまな要素で構成されている。HFA後、これらのフォーラムのほとんどは、特に地方レベルで限られた定期的な活動を行っており、特定のイベント（防災関連の文書・ポリシーの策定または改訂、防災イベントなど）中にのみ活動が示されている場合も多い。

### 3.4.3 防災施策

防災管理の実施に関する政府規則（No.21/2008）によれば、インドネシアにおける災害管理の実施は災害前・災害中・災害後の3つのフェーズにわけられている<sup>38</sup>。さらに災害前は、災害予防・軽減（Prevention/Mitigation）

38 Government Regulation No. 21 Year 2008 on the implementation of disaster management, article 3.

と災害準備 (Preparedness) の2つに分けられる (図 3-7)。災害前のフェーズにおいて、災害管理はキャパシティ強化と政府とコミュニティの強靱化を目的として実施される。これは住民の生活を保護するために、災害影響を防ぐまたは軽減する、もしくは信頼度の高い予警報を提供することを通して行われる。災害発生中のフェーズにおける災害対応 (Response) は住民と財産の保護に焦点が当てられる。災害後のフェーズにおいては、災害復旧・復興 (Rehabilitation and Recovery) に焦点が当てられる。実際には、各フェーズ間の移動は流動的であり、特にコミュニティが災害復旧から、町の発展すなわち復興へ移行する際には防災の観点がその開発活動に統合される。



図 3-7 災害対応サイクル<sup>39</sup>

RPJMN (2015-2019) 及びBNPBによるNDMPでは、防災の目的を、災害リスクが高く経済成長の中心にある地域のRIを削減することとしており、BNPBはこの5年間にリスクインデックス(Risk Index: RI)を30%削減するという目標を設定した。図 3-8はBNPBが作成したマルチハザードリスクマップである。

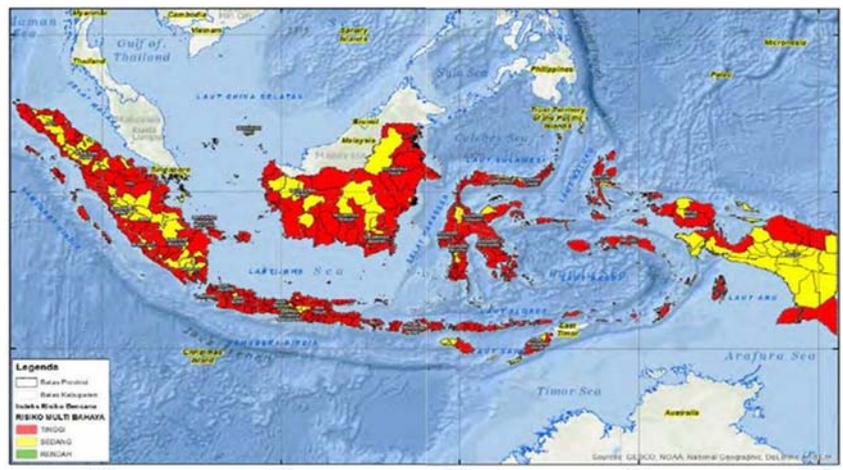


図 3-8 マルチハザードリスクマップ (IRBI 2013, BNPB)

この目標を達成するために、BNPBは、優先地点として設定された136の県・市において、71の脆弱性に関する指標の評価を向上させることにより、地方政府レベルでの災害管理能力を高める戦略としている。

ベースラインの値は、地方の防災管理計画を作成していた期間にBNPBにより行われた以前のリスク評価に基づいて作成され、RIの値は毎年更新されている。脆弱性評価のための“Questionnaire – Local Capacity Assessment on

39 Guideline for Contingency Planning, second Edition – BNPB 2011

71 Indicators”という質問票がBNPBにより作成されており、地方政府が自分の現在の状態を自己評価するために使用できる71の指標に関連する284の質問を含んでいる。これは自己評価型の質問票であり、Yes/Noで回答する質問票である。このRIIに関しては第6章で詳細を記述する。

### 3.4.3.1 災害予防・軽減 (Prevention / Mitigation)

#### (1) リスク評価

2011年までは、火山やアチェ&ジョグジャカルタなどの大規模災害の被災地を除き、ハザードマップはインドネシアでは一般的に整備されていなかった。利用可能なソースとして、PUPRによって作成された全国規模のラフな地震ハザードマップ程度しかない状況であった。インドネシアにおけるJICAによる自然災害管理計画調査(2007-2009)をはじめとするさまざまな国際機関による援助活動を通じ、BNPBおよび各種機関が各災害タイプ別のハザードマップを1:50,000程度のスケールで整備された。例えば、洪水と地震についてはPUPRが、津波についてはBMKGおよび大学の災害専門家などが整備に協力した。

2012年にBNPBは、インドネシアの33地域の地方防災計画(県・市レベル)の準備期間中にリスクアセスメントを実施するための活動を支援するため、リスクアセスメントのガイドライン<sup>40</sup>を整備した。その活動を通じて、Disaster、Vulnerability、およびCapacityが評価され、それぞれのリスクマップが整備された。毎年、BNPBは、20~40の県・市レベルの地方防災局を支援し、リスクアセスメントを実施して、2019年までに136の優先的に実施する県・市における評価をすべて終了させる予定としている。

#### (2) 構造物対策

構造物対策については、主にインフラ整備担当省庁としてPUPRが実施している。JICAおよびADBは洪水に脆弱な地域において、PUPRに対し、マスタープラン策定から事業実施に至る支援を行っている。(例えば、バンドンやマナドなど)。火山砂防については、80年代後半にJICAによって紹介された砂防ダムは現在に至るまで、インドネシアにおける災害軽減のための主要施設として大きな効果をもたらしている。地震災害については、建築基準は以前から導入されてきたが、商業用・高層ビルへの適用に留まっており、特に地方の一般住居においては、耐震家屋は追加のコストがかかるオプションとして認識されているため、広まっていない。過去に大きな地震の被災があった地域では、人々は耐震住宅の重要性を認識しつつあるが、残念ながらこれはインドネシア全域では当てはまる一般的な事項とはなっていない。

#### (3) 非構造物対策

非構造物対策については、BNPBは地方政府および地域コミュニティを含む地方組織の能力を向上させるために積極的に推進してきた。毎年、BNPBは多くの地方防災局を対象にリスクアセスメントやハザードマップ作成などに関するトレーニングや促進プログラム等を提供している。コミュニティには、レジリエント・ビレッジ、リバー・スクール、マウンテン・スクールなど、さまざまなコミュニティ防災のプログラムを導入しており、避

<sup>40</sup> Head of BNPB Regulation No. 2 Year 2012 on General guideline for disaster risk assessment

難訓練と災害シミュレーションも地域の実情を踏まえて実施されている。一方で予算制約のため、BNPBIは毎年およそ20～40の地方防災局しかサポートできていない。

2017年以来、BNPBIは4月26日を「防災の日<sup>41</sup>」として制定し、BNPBIと地方防災局が災害訓練を行い、住民の意識を高める活動を行っている。このイベントは年々拡大しており、2018年には、BNPBIと地方防災局以外の多くの関連機関も参加し、さらにインドネシアの全ての地域が参加して午前10時～12時の間に独自の訓練を各地で実施した。イベントで予定されている活動や参加人数が登録されているBNPBIのウェブサイト<sup>42</sup>によれば、2018年の「防災の日」にはインドネシア全土で延べ3,000万人が参加したと推定されている。

#### (4) クラテンにおける市民による自発的な活動事例（コミュニティ防災の事例）

2016年にBNPBIは国家規模の防災運動として、地域社会の防災活動への参加を促進するため、リバースクールプログラムを導入した(2017年と2018年にかけて、BNPBIはシースクール、マウンテンスクール等の活動も実施)。このプログラムでは、BNPBIはパイロット地区として23の県・市を対象地区として選択した。そのうちの1つが中部ジャワ州にあるクラテン地区である。地域の主要河川であるDengkeng川(全長40.75km)と、多くの支川の影響による洪水は、地域にとって主要な自然災害であった。2015年12月から2016年6月までの間に、クラテンでは7回の浸水<sup>43</sup>が発生しており、水田と集落に甚大な被害を与え、損失総額は177.5億ルピア<sup>44</sup>にのぼった。Dengkeng川はBengawan Solo川の支流の一つであり、BBWS<sup>45</sup> Bengawan Solo(ソロ川流域管理局)が所管する流域である。しかしながら、ソロ川の流域面積は2万km<sup>2</sup>以上におよび<sup>46</sup>、その洪水リスクを軽減するための予算は限られてることもあり、BBWSの力だけで全ての支川における対策を実施ことは難しかった。したがって、地方防災局を含む地方政府は、洪水リスクを改善するために集落の市民を含むすべての関係者を集めるためのプラットフォームとして、リバースクールプログラムを活用することとし、過去2年間で以下のような様々な活動を実施した：

- ・ 様々な洪水に対する意識向上トレーニングや住民説明会の開催
- ・ Dengkeng川をボートで周回し、水位の上昇で崩壊する可能性のある脆弱な堤防を特定・図示し、その結果をフォローアップのためにBBWSへ提供
- ・ インドネシア語で「Gotong Royong」(協力)と呼ばれる相互扶助の精神に基づく活動として、川の清掃や、河川堤防の建設を実施

特にこの相互扶助の活動には地域住民が自主的に参加している。JICA調査団は、2018年2月にBBWSが支援し、集落と水田を保全するために堤防を強化する活動の視察を行った(図 3-9)。

BBWSは重機の運転等の技術作業を担当していたが、軍人や宗教団体を含む地域の男性グループが自発的に労働を支援していた。同時に、女性グループはすべての参加者に無料の昼食を提供するために公共の台所を運営していた。インタビューでは、地域住民は、この活動が自分たちの生計を維持するためのものであると同時に、政府には予算の制限があることを認識していると述べており、より良い生活環境を自分たちの力で作ることへの貢献を歓迎する認識を有していた。この自発的に活動に参加する感覚(オーナーシップ)と相互扶助の原則は、以前はインドネシアでは一般的であったが、時間が経つにつれて、それは薄れてきている。

<sup>41</sup> Disaster Management Law No. 24 Year 2007 was issued on April 27, 2007.

<sup>42</sup> <https://siaga.bnpb.go.id/hkb/>

<sup>43</sup> Strategic Plan of Klaten's River School, Table 1

<sup>44</sup> Strategic Plan of Klaten's River School, Table 2

<sup>45</sup> Balai Besar Wilayah Sungai, River Basin Organization, under central PUPR

<sup>46</sup> <http://bbwsbengawansolo.net/main/wilayah-admisitratif-2/>



図 3-9 住民による河川堤防の修復活動（中部ジャワ州クラテン地区）

地方防災局職員によると、クラテンの状況とは対照的に、アチェにおける2004年のインド洋津波のケースでは、津波復旧期間中の「Cash for Work」プログラムはコミュニティレベルの活動に対して悪影響を及ぼした。本プログラムは地元住民が活動を行うことにより収入を得て、生計を立てられるように計画されていたため、今後全ての活動に政府が金銭的なイニシアティブを持たせるべきだという考えを住民に与えてしまったとのことである。

### 3.4.3.2 災害準備（Preparedness）

#### (1) 予警報およびモニタリングシステム

予警報およびモニタリングシステムについて、代表的なものは津波警報システムであるInaTEWSである。これはアチェにおける津波の後に国際機関の援助を受けて開発され、現在はBMKGが運営している。このシステムは、大地震の直後（5分以内）に警告を発し、これをBNPB、地方防災局、メディアなどの関連機関に連絡するものである。

火山については、PVMBG（インドネシア火山・地質防災センター）がインドネシアのほぼすべての活火山を監視し、火山活動の観測結果、ハザードマップにより事前に定義された規模に基づく警告情報を提供し、必要に応じて各コミュニティレベルでの避難を政府に助言する。

地すべりについては、BNPBがガジャマダ大学と協力して、インドネシアのいくつかの地域で地震に伴う地滑り警報システムを導入している。

2017年、BNPBは国際機関の援助を受けて、複数の災害をモニタリングし、意思決定を支援システムであるInaWAREを立ち上げた。本システムはBNPBのEOCに設置され、天気関連データの場合はBMKG、森林火災の場合は林業省などの関連機関からデータが提供される。また、例えば、地方レベルにおいて、DKIジャカルタの地方防災局はドナーの支援により、洪水の発生情報を収集して、配信するためのクラウドデータベースであるPetaJakarta.orgを導入した。しかし、中央レベルでは多くのシステムが利用可能であるのに対し、地方レベルおよびコミュニティレベルでの実際の利用はまだ難しく、将来的には改善すべき多くの課題がある。

#### (2) 緊急時計画・SOP およびその他関係文書と活動

BNPBは恒常的な活動の一環として、さまざまな災害種に対しての緊急時対応計画とSOPを策定するために、毎年各地域の地方防災局を支援している。場合によっては、災害状況を管理する地方機関としての能力を確認するため、シミュレーションと避難訓練を実施することもある。また、BNPBは毎年さまざまな場所に災害看板と

情報掲示板を設置している。BNPBの災害準備担当部署は、「2015年の防災管理のための国家準備資料の概要」を作成し、民間企業やNGOも含め、BNPB、PUPR、警察、軍などの国レベルで利用可能なすべての情報や人材を収集した。2017年、災害準備担当部署は、Pastigana（災害準備状況分析センター）と呼ばれる新たな機関を設立し、MHEWS（マルチハザード早期警報システム）を現在開発中である。本システムは潜在的な水災害を解析し、BNPBおよび地方防災局内のEOC (Emergency Operation Center)<sup>47</sup>による対応に必要な情報を提供することを目的としている。

### (3) 他の機関による対策 (PUPR, MOHA, etc).

PUPRには、PUPR関連設備・インフラの保護・復旧に迅速な対応を提供することを目指した災害管理タスクフォース<sup>48</sup>という内部ユニットを2016年の省令に基づいて設立した。災害前の段階では、実施機能（コマンドポスト）が4つの総局<sup>49</sup>の下に恒久的なものとして設置されている。また、地方組織レベル、特に災害頻発地域において恒久的な機能が設置されている。さらに、早急時対応を行う部署もPUPRの中央の実施機関および地方組織に設置されている。緊急時対応には、緊急対応タスクフォースが各地方組織レベルで設置され、緊急復旧業務を担い、業務期間中は担当機関であるBNPB・地方防災局および地方政府とともに調整する責務を果たす。早期の復旧を加速させるために、PUPRの大臣は内部緊急対応基金の使用方法に関する「Circular Letter」<sup>50</sup>を発行した。

他の省庁では、災害管理と消防を担当する局を擁している内務省<sup>51</sup>では、災害管理ユニットが設置されている。また、保健省には危機管理センター<sup>52</sup>があり、社会省には自然災害の犠牲者に対する社会保障を所管する局が設置されている。

### 3.4.3.3 災害対応 (Response)

BNPBを始めとして、インドネシア政府は、2004年から2010年までの一連の大災害の教訓として、災害への対応力を高めるために様々な努力を行ってきた。アチェ津波、ジョグジャカルタ、西スマトラ沖地震における災害対応は、主に多くの国際ドナーによって実施された。しかしながら、時間の経過と共に、BNPBやその他のステークホルダーがその任を担うようになり、危機管理における良好なコーディネーションが見られるようになっている。

バリ島に位置するアグン山は2017年11月に噴火したが、政府と市民の双方からの迅速な対応がなされた良い例といえる。直近の噴火である1963年（およそ1,100名の死者が発生）以来、アグン山は50年以上休眠状態であった。しかしながら、環境とその文化を尊ぶバリの人々は、アグン山が活動した際は非常に危険な火山であるという高い意識を持っていた。したがって、アグン山が2017年8月初めに一連の火山性地震が観測され、警報が出された時、彼らは災害に対して最大限の警告を行った。2017年9月、噴火は始まっていない状況であったが、政府は警戒レベルを「最高レベル（4）」に上げ、噴火口の半径12kmを避難ゾーンとして宣言した。10万人以上が自主的にセーフティーゾーンに避難したが、牛などの家財を失うことを恐れて家に残る人も一部ではみられた。高齢者、女性、子ども達は避難したが、昼間に牛などの世話の為に自宅で活動し、夜間に避難所に戻る人もいた。

<sup>47</sup> <http://mhews.bnpb.go.id>

<sup>48</sup> Minister of PUPR Decree No. 994/KPTS/M/2016 on disaster management task force in Ministry of PUPR

<sup>49</sup> Directorate General, including DG of Water Resources, Bina Marga, Cipta Karya and Housing Provider

<sup>50</sup> No 10/SE/M/2017 on SOP for permission to use emergency response fund due to disaster or urgent activity of the Ministry of Public Works and Housing

<sup>51</sup> Ministry of Home Affairs

<sup>52</sup> <http://pusatkrisis.kemkes.go.id/>

BNPBとPVMBGを通じた中央政府と地方政府の関係は非常に良好であり、常に更新された情報を住民に提供し続け、地元の警察と軍は避難中の人々を積極的に支援した。一時的な避難所は、地方政府およびボランティアによって設置、維持された。危険区域外の周辺地域のコミュニティであっても、自宅で避難者を自発的に受け入れ、支援した。

一連の火山活動後、アグン山は2017年9月においても噴火せず、火山活動も劇的に減少したため、政府は警戒レベルを3に下げることと決定し、ほとんどの避難者が自宅に帰宅した。

しかし2017年11月21日に最初の水蒸気爆発が発生し、700mまで火山灰が立ち上がり<sup>53</sup>、災害危険エリア外の270の避難所や個人住宅に約3万人が避難した。数日後、最初の噴火が発生し、数週間続いた。空港当局は空港を閉鎖し、その影響でバリ島の主な収入源である観光業が低迷した。しかし、各ステークホルダー間の良好な準備と調整により、この噴火によって深刻な被害や犠牲者は発生していない。2017年末までに、旅行者は当局の良好な対応を見てバリに戻ってきており、いかに安全性の高い対応を行ったかが伺える。アグン山は2018年7月まで活発であり、時折噴火したが、幸いにも大きな被害はなかった。

#### 3.4.3.4 災害復旧・復興 (Rehabilitation and Recovery)

現在、BNPBは、災害後の計画策定のためにJITUPASNA<sup>54</sup> (もしくはPDNA (Post Disaster Need Assessment)) と呼ばれる標準的な被災後のニーズアセスメントの枠組みを整備している。この活動はBNPBの復旧および復興を担当しているDeputy-3によって管理されている。

JITUPASNAには2005年に世界銀行がBAPPENASを通じて、アチェの津波 (2004年12月) とジョグジャカルタの地震 (2006年5月) の災害後に、災害による損害査定であるDALA (Damage & Loss Assessment) を導入したことから始まる長い歴史がある。2009年からは、西スマトラ (パダン) 地震時などに、BNPBはUNDPによって導入されたHRNA (Human Recovery Needs Assessment)<sup>55</sup> とDALAを組み合わせて、現在のJITUPASNAを形成している。DALAは資産の損失に焦点を当てているが、HRNAは復興のための人々のニーズに焦点を当てており、政策やその優先順位がアウトプットとなる。JITUPASNA自体は、災害後のニーズ評価のためのガイドラインであるBNPB長官令第15号2011年によって規定されている。

JITUPASNAではDALAにより、1) 住宅、2) インフラ、3) 経済、4) 社会および5) クロスセクターの5つのセクターを評価することによって実施される。直接被害額 (Damage) についてはこれらの5つの部門の資産損失はすべて見積もられ、一方で間接被害額 (Loss) は主に清掃費用、ガソリンの追加費用、収入の損失、生産/収穫の減少などを計算している。HRNAについては、1) アクセスの阻害、2) 機能の中断、3) リスクの増加という3つの側面を評価する。例えば、マナドの場合、どのようなアクセスの阻害が最も懸念されているのかを調査した際に、62.4%の回答者が被災住宅へのアクセス状況と回答した。結論として以前の災害後対応の実績に基づいて、復旧と復興のプロセスに必要な投資額 (最大3年間) を算出するニーズ評価が行われた。JITUPASNAの全プロセスには、地方レベルの主要なステークホルダーの参画が不可欠であり、例えば、住宅およびインフラ部門の評価は公共事業局が水田および作物生産の推定は農業局が、市場閉鎖などによる損失額の算定は商業局が実施する。

<sup>53</sup> <http://www.bbc.com/indonesia/indonesia-42066104>

<sup>54</sup> Abbreviation for Kajian Kebutuhan Paska Bencana

<sup>55</sup> Institutionalizing Post-Disaster Recovery: Learning from Mentawai Tsunami and Merapi Eruption, UNDP-2014

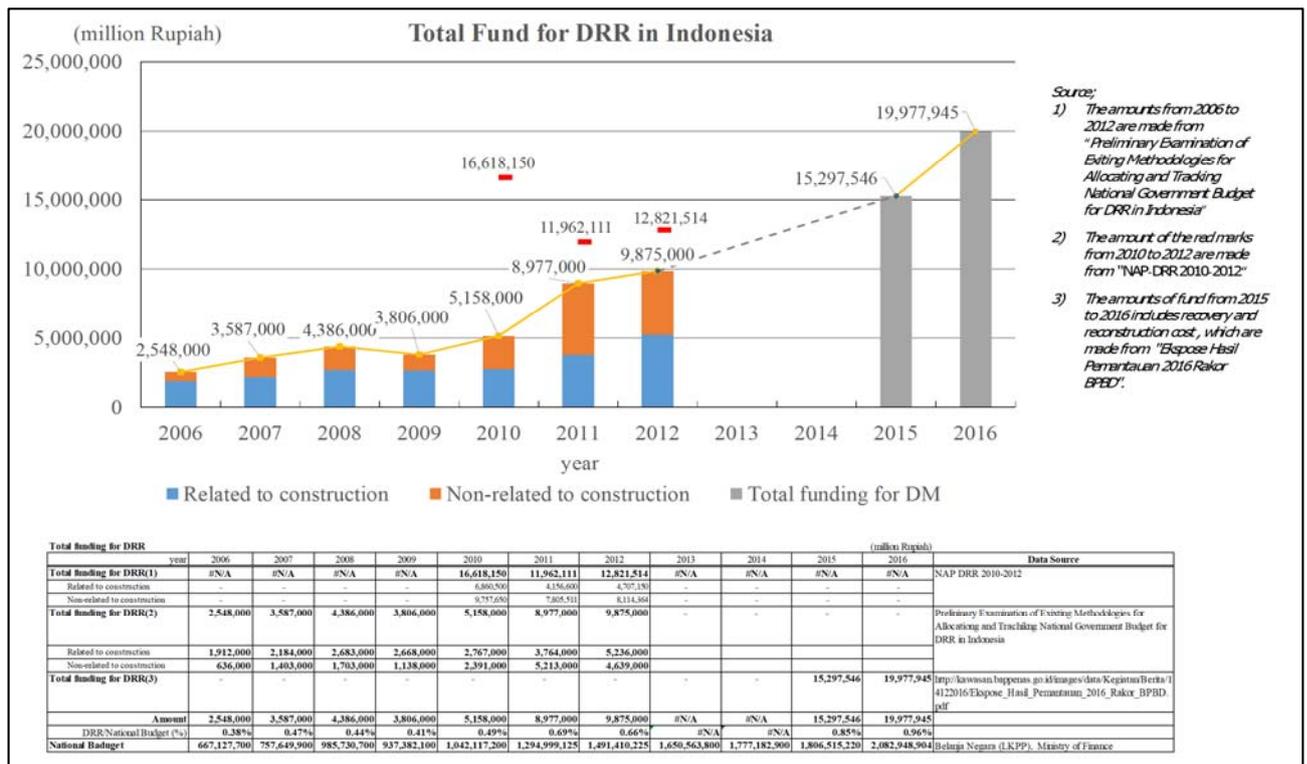
2014年のマナド洪水の際BNPBはチームをマナドに派遣し、地方政府と緊密に協力してJITUPASNA準備を行った。洪水および地すべりの災害は近隣の他の県・市<sup>56</sup>でも発生したため、BNPBは「スラウェシ州北部における2014年1月15日の洪水および地滑り後の復旧&復興行動計画」という計画を作成した。この計画は、政府がマナドと周辺地域で復旧と復興を実施するための法的基盤となった。実施中の事業の一つとしてPanduにおける災害復興住宅の建設があげられ、BNPBと地方政府の協働により2017年には1,000戸が移設され、2018年にはさらに1,054戸の住宅が建設される予定である。

### 3.4.4 防災関連予算

#### 3.4.4.1 国レベル

インドネシアの防災関連予算は年々漸増しており、国家予算の1%に達しようとしている。防災関連予算を構造物対策と非構造物対策に大別した場合、2012年時点ではほぼ同等の予算額となっている。

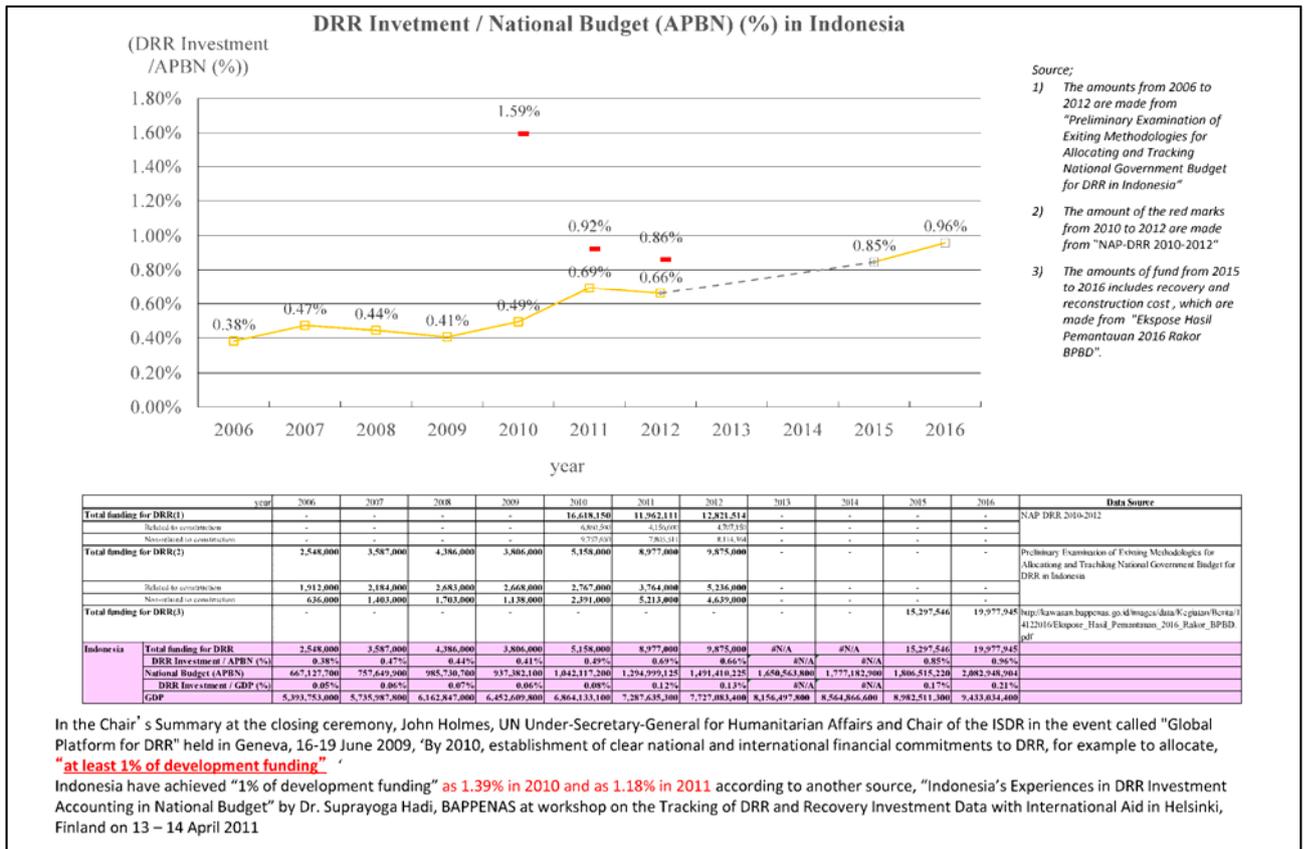
ただし、下表を含め、インドネシアにおいて費目として防災関連予算が整理された資料はなく、調査団により現地の既存レポート、プレゼンテーション資料等から整理されたものでありインドネシア政府等より公に示されたものではない。



Source: JICA 調査団

図 3-10 防災関連予算（事前投資）

<sup>56</sup> Manado City, Tomohon City, Minahasa District, South Minahasa District and North Minahasa District.



Source: JICA 調査団

図 3-11 防災関連予算（事前投資）が国家予算に占める割合

### 3.4.4.2 地方レベル

過去5年間、BNPBを始めとした中央政府は、災害管理における地方政府の防災能力を高めるために非常に多くの努力と予算を、地方防災局または地域社会に直接提供してきた。リスク評価や防災計画策定、レジリエンス強化プログラムのような様々のトレーニングや援助を実施してきた。しかし、インドネシアの地理的条件や地方政府の数（地方34州、500以上の県・市）を考慮すると、BNPBがすべてを同時にサポートし、さらにそれを継続することは不可能である。持続可能な対策を実施するためには、地方政府による防災への積極的な投資が必要不可欠である。この取り組みを支えるため、地方政府を監督する内務省は、災害管理が地方政府に義務付けられる基本サービスの1つと定めるように、地方政府に関する法律（No.23/2014）を改訂した。つまり、インドネシアのすべての地方政府で災害管理のための地方行政機関を創設するとともに、運営コスト及び特定の防災関連活動の実施に必要な予算を配分する義務を定めた。2018年1月、この法律の派生規則である最小標準サービス（Standard Pelayanan Minum: SPM）に関する政府令（No.2/2018）が発行された。政府令第9条によれば、防災に関するSPMとして以下の3点が示されている。また、これらのサービスを実施するために必要な設備、人員、技術ガイドライン等が準備される。

- ・ 災害ハザード情報に関するサービス
- ・ 災害の予防と準備に関するサービス
- ・ 被災者の救援及び避難に関するサービス

地方レベルでの防災投資の現状の例として、バンダ・アチェ市の地方予算（APBD）における2017年の地方防災局の予算内訳を図 3-13に示す。なお、バンダ・アチェ市域における防災に関する予算は公共事業局や州の地方防災局、公共事業省の流域管理事務所であるBWS Sumatera 1、NGOなどの他の機関もまた、自らの活動のための予算を持っている。そのため、地方防災局の予算は防災への投資の一部である事に留意する必要がある。

### 3.4.5 地方における防災の取組み

#### 3.4.5.1 マナド

2010年から2013年の間、防災はマナド市政府が注力する課題ではなかった。地方防災局は2011年に設立されていたが、大部分は災害対応に集中していた状況であり、一般に対象としていた災害は住宅火災、小規模な洪水（内水氾濫）および地滑りであった。洪水のモニタリングのために、地方防災局や地元の社会活動組織やアマチュア無線協会などの関連機関が、洪水の発生を予測するために雨期に情報を共有するために協力していた。そして実際に洪水が起こった時は、それらの機関がそれぞれの仕事と責任に基づいて対応していた。

JICA<sup>57</sup>を含むドナーやBNPBは、徐々に地方防災局に能力強化プロジェクトを提供するようになった。北スラウェシ州におけるJICAプロジェクト（2013～2014）では、地方災害管理計画（2014-2018）を含むハザードマップおよびリスクマップが策定された。しかし地方防災局は限られた予算のため、恒常的に実施できる防災活動は限られていた。一般的に行われていた活動は、制度周知やコミュニティの意識向上などに関する広報活動であった。一方、水関連災害防止のため、市の公共事業局は都市排水施設と小河川をその権限のもとで維持管理している。トンダノ川やティカラ川などの主要河川は中央政府の管理の下にあり、PUPRの流域管理事務所であるBWS Sulawesi 1（スラウェシ1流域管理事務所）が管理している。

2014年1月、マナド市は大規模な洪水に襲われ、住宅や都市のインフラに多大な被害を受けた。1万戸以上の家屋、多数の道路と橋が損傷し、総被害額は12.77億ルピアにのぼった（経済的損失を含む）<sup>58</sup>。この洪水により、川岸沿いの多くの住宅が甚大な被害を受けたため、マナド市は被災した家屋をより安全な場所に恒久的に移転することを決定した。

この洪水の後、JICAの支援を受けたPUPRは、マナド市の主要な経済活動の中心であり、2014年の洪水の際にも甚大な被害を受けた1つであるトンダノ川の下流部で河川改修事業<sup>59</sup>を実施した。一方で小規模な河川や都市の排水に関しては、マナド市公共事業局は排水システムの維持管理と支川の改修のために、毎年定期的な予算を確保している。2017年におけるこの予算は170億ルピアであった<sup>60</sup>。

現在、BNPBと州及び市の地方防災局は、将来的な被害を防ぐために、マナド市の河川沿いに不法に暮らしていた被害者<sup>61</sup>を含む洪水被害者を移転するために、新たに2,054戸<sup>62</sup>の住宅の建設を計画している。2017年に1,000戸の家屋が完成し、2018年には1,054戸の住宅建設が開始される予定である。BNPBは2018年にマナド市の災害復興村プログラムに融資し、地方防災局によって実行される予定である。市政府はさまざまな場所の水位をチェッ

<sup>57</sup> Kota Manado was one of the 15 districts/city in North Sulawesi Province that participated in “The project for enhancement of the disaster management capacity of BNPB and 地方防災局 (2011-2015)”

<sup>58</sup> Rehabilitation & Reconstruction Action Plan of Flood & Landslide on January 15,2015 in North Sulawesi Province - BNPB

<sup>59</sup> Urban Flood Control System Improvement in selected cities (project is still on-going).

<sup>60</sup> Dinas PUPR of City Manado as interviewed in April 2018

<sup>61</sup> Based on PUPR regulation, it is illegal to live within 15 m from river border line.

<sup>62</sup> Pandu Relocation site

クするためにリアルタイム監視CCTVを設置し、主要オフィスのコマンドセンターに直接接続している。(図3-12) マナド市の開発計画局(BAPPEDA)は、PUPRの269の県・市において、低コスト賃貸住宅(Rusunawa)の設計等を通じて都市スラム地区の管理加速させるためのプログラム「Kotaku」といった、中央政府によるマナド市における様々な取り組みの調整を行っている。その中で、マナド市における河川沿いの開発計画である「マナドウォーターフロントシティ」の推進も行われている。これらの活動はすべて、洪水に対して脆弱な住民である河川沿いの不法住宅問題を解決すると期待されている。



Source: JICA 調査団

図 3-12 マナド市 Dendengan Luar 地区に設置されている CCTV

### 3.4.5.2 バンダ・アチェ

2004年12月、バンダ・アチェ市と北スマトラ州の海岸沿いにあるいくつかの都市はインド洋大津波に襲われ、バンダ・アチェ市だけで17万人以上が死亡し、インド洋の他の国を含めると、計22万人以上が死亡した。その後、アチェ復興庁(BRR<sup>63</sup>)の調整のもとで、数年間にわたり大規模な復旧および復興作業が実施された。UNDPの防災-Aプロジェクト(2009~2012年)を含め、多くのドナーと国際NGOがこの期間に防災に関する活動を実施した。この津波被害からの教訓として、インドネシア政府は以下のような様々な災害予防活動を実施している。

- ・ 早期警戒システムの設置。アチェでの津波早期警報は、BMKGが管理するInaTEWSの一部である。アチェでは、BMKGはバンダ・アチェ市とアチェ・ブサル地区の海岸沿いに6つのサイレンを設置している。毎月26日にBMKGが定期的にシステムチェックを実施。実際の災害発生時には、サイレンの発動は、アチェ州政府の一環としてアチェ州防災庁(BPBA)が権限を有している。
- ・ 津波避難に関して、バンダ・アチェ市に避難ビル・タワーを設置した(JICAの支援によるもの(3基)、BRRが資金提供したTDMRC事務所、津波博物館の屋上、地方防災局事務所の前に新設された建物(2017年、一部は日本の民間企業の支援による))。
- ・ BPBA(2010年に設立された州レベルの地方防災局)は、防災-Aプロジェクトの支援を受け、津波のSOP、津波避難ビルのSOP、リスクマップなどのいくつかの準備文書を整備。さらに、地震と津波訓練は様々な開発パートナーを巻き込んで何度も紹介され、実施されている。
- ・ バンダ・アチェ市では、津波災害の記憶を伝え人々の意識を高めるために、津波博物館、PLTD Apung, Kapal Apung Lampuloなど、数々の建物やモニュメントが設立された。

バンダ・アチェ市の地方防災局は、市レベルの機関として2011年に設立され、地方防災計画(2017-2021)、災害リスクマップ、洪水緊急対策計画(2017)、バンダ・アチェ市における3つのSOP(1.障害、2.緊急応答、3.緊急応答の災害情報システム)などの防災計画に関する計画等をドナーの支援を受けて策定してきた。

<sup>63</sup> BRR Aceh-Nias (2005-2009), a temporary agency established by central government to coordinate all rehabilitation & reconstruction efforts by Indonesian government and international donors.

洪水対策に関しては、1992年にJICAローンにより支援されたアチェ川放水路が完成し、それ以来バンダ・アチェ市では大規模な洪水は発生していない<sup>64</sup>。JICAの評価報告書<sup>65</sup>によれば、1995年と2000年のプロジェクト完了後に2回の洪水事象が発生した。これに加えて、地方防災局職員は2014年には、あるエリアで水位が既存の堤防をほぼ上回った状況について言及していた。しかし、実際の洪水の発生がなかったため、地方防災局はこの出水について記録を持っていなかった。このデータ収集調査の間にインタビューしたすべての関係機関の職員は、バンダ・アチェ市を洪水から守るための放水路の効果に対して満足していた。しかし効果的な構造物と認識しているにもかかわらず、BWS Sumatera 1は、この構造物を担当する主機関として、2004年の津波により海水の浸入を防ぐ水門のような機能が損なわれた現状について警告するに留まり、具体的な修復等は行っていない。水門を修復しない状況だと、バンダ・アチェ市の飲料水の主な供給源であるアチェ川で塩水遡上が問題となる恐れがある。また、放水路では土砂堆積による流下能力の低下が問題とされており、浚渫が求められている。これまでの様々なドナーからの支援とは対照的に、現在の地方政府の防災投資は非常に限られており、コミュニティのキャパシティ、意識、レジリエンスを高め、持続可能な活動を行うには、防災予算の増加が必要である。地方防災局の全予算である50億ルピアから、7%にあたる3.5億ルピアのみ防災プロジェクトの実施に使用されている一方で、残りの予算は防災の活動以外の、給与や事務所費、運営費に使用されている。防災プロジェクトに関しては、図3-13に示すとおり、2つの活動のみ行われている状況である；1) 潜在的な災害情報のモニタリングと共有（1億ルピア（約29%））と2) 緊急対応チームへの資金提供（物流および医薬品の調達）（2.5億ルピア（約71%））。

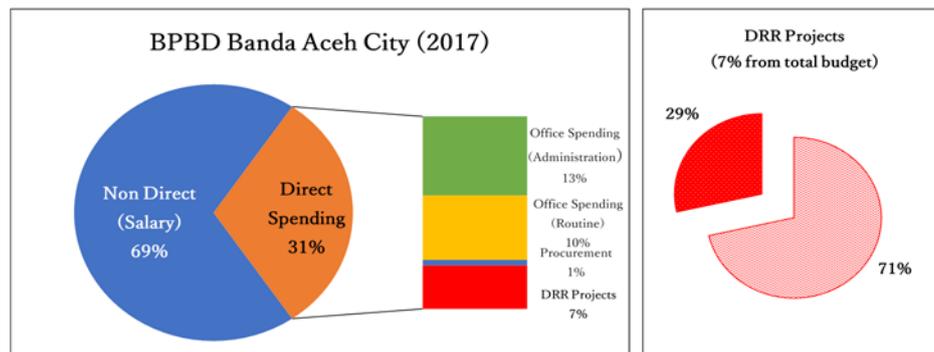


図 3-13 防災 Budget of 地方防災局 Banda Aceh City (2017)

### 3.5 JICA による協力

防災セクターにおけるJICAによるインドネシアへの協力は足跡調査レポート<sup>66</sup>に整理されている。以下、同レポートより引用・抜粋し整理する。

#### 3.5.1 概要

防災セクターへの日本からの支援は、1960年代に開始されて以来、長い歴史を有している。

日本は戦後賠償が行われていた1960年代の総合河川開発による治水を皮切りに、1970年代の火山砂防の人材育成・施設建設による災害防御からの支援を開始している。治水分野では、プランタス川・ジェネベラン川等を対象とした大規模河川総合開発や都市河川の改修を円借款で実施し、砂防分野では、インドネシア語でも「Sabo（砂防）」の用語が浸透している。今では、治水、砂防分野から、国家・地方自治体レベルでの防災対策

<sup>64</sup> Based on interview with 地方防災局 Kota Banda Aceh, BWS Sumatera 1, BPBA and TDMRC

<sup>65</sup> Kreung Aceh Urgent Flood Control Project – Oct 2002

<sup>66</sup> 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・確認調査 2018.6 JICA

と災害予防体制の確立まで支援を拡大しており、津波警報発令、バンジュール・バンドン（天然ダム対策）、建築物の耐震化、地盤沈下といった、新たに認識されてきた課題への支援も実施し、防災セクターの取り組みを強化している。2000年代後半からは、大学を中心とした科学技術協力事業（SATREPS）<sup>67</sup>を実施してきており、技術的な能力強化のみならず、インドネシアのニーズに基づく防災課題に係る研究体制の確立や、住民への周知・避難といった研究成果の社会実装をめざした支援も行っている。インドネシアと日本は、地質学的及び地理学的な類似性があり、また、同じような自然災害の危機に直面していることから、防災セクターにおいては、相互協力の関係になりつつあるといえる。具体的には、スマトラ沖大地震と東日本大震災の被災地間での復興へのロードマップに関する情報や災害対策などに関する知見を交換することで、日本の被災者の復興意識を高めたことや、噴火頻度が高いインドネシアの火山噴火事例の研究を通じ、日本の防災指針へのフィードバック等を行った事例があげられる。

インドネシアは経済開発・発展により、社会基盤の整備を進めるとともに、減災にも取り組み、成果を挙げつつあるものの、その経済規模に比して構造物対策は十分と言える水準ではない。加えて、今後は地震・津波や低頻度の降雨による水害のような大規模な被害をもたらす災害に対して必要とされる構造物対策への事前投資や非構造物対策への取り組みが求められており、引き続き日本からの協力のニーズがある。下表に日本のODA事業等における防災セクターの概観を示す。

表 3-3 日本のODA事業等における防災セクターの概要

時代区分	1960年代	1970年代及び1980年代前半	1980年代後半	1990年代	1990年代終わりから	2000年代終わりから
	国家建設期	経済開発期	原油価格低迷による構造調整期	経済危機に至るまでの成長期	民主化と地方分権への改革期	中進国化期
時代背景	<ul style="list-style-type: none"> <li>東西冷戦</li> <li>ASEAN 発足 (1967)</li> <li>スハルト大統領就任 (1968)</li> <li>石油依存型経済開発</li> <li>緑の革命</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>第1次オイル・ショック (1973)</li> <li>ベトナム戦争の終結 (1975)</li> <li>第2次オイル・ショック (1979)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>プラザ合意 (1985)</li> <li>逆オイル・ショック (1986)</li> <li>冷戦の終結 (1989)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>アジア通貨危機 (1997)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地方自治法 (1999)</li> <li>ミレニアム開発目標 (MDGs) (2000)</li> <li>直接選挙でユドヨノ大統領誕生 (2004)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日伊経済連携協定 (2008)</li> <li>G20 発足 (2008)</li> <li>ジャカルタ・コミットメント (2009)</li> <li>持続可能な開発目標 (SDGs) (2015)</li> </ul>
当該セクターの状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>アグン山噴火 (1964)</li> <li>メラピ山・ケルト山噴火 (1966)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>イリアンジャヤ地震 (1976)</li> <li>バリ島地震 (1976)</li> <li>イリアンジャヤ地震 (1981)</li> <li>ガルングン山噴火 (1982)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>スマラン大水害 (1990)</li> <li>フローレス島地震 (1992)</li> <li>第1回国連防災世界会議横浜戦略 (1996)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スマトラ沖大地震及びインド洋津波 (2004)</li> <li>第2回国連防災世界会議兵庫行動枠組 (2005)</li> <li>スマトラ島沖地震 (ニアス島) (2005)</li> <li>日本・インドネシア防災に関する共同委員会</li> <li>ジャワ島中部地震 (2006)</li> <li>防災法 24号 (2007)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国家防災庁 (BNPB) 設立 (2008)</li> <li>スマトラ島沖地震 (バンドン) (2009)</li> <li>スマトラ沖地震 (メンタワイ島) (2010)</li> <li>メラピ山、シナブン山噴火 (2010)</li> <li>シナブン山噴火 (2013-2014)</li> <li>第3回国連防災世界会議仙台防災枠組 (2015)</li> </ul>

<sup>67</sup>国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)との連携プログラム <https://www.jst.go.jp/global/index.html>

時代区分	1960年代	1970年代及び1980年代前半	1980年代後半	1990年代	1990年代終わりから	2000年代終わりから
	国家建設期	経済開発期	原油価格低迷による構造調整期	経済危機に至るまでの成長期	民主化と地方分権への改革期	中進国化期
インドネシアの5カ年開発計画等にみられる重点開発課題					<ul style="list-style-type: none"> <li>防災体制の充実</li> <li>発災時対応から事前対応へ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>防災体制の充実</li> <li>発災時対応から事前対応へ</li> </ul>
日本の取組方向	<ul style="list-style-type: none"> <li>流域開発における治水・砂防の施設整備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>流域開発における治水・砂防の施設整備</li> <li>砂防分野における専門家派遣</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>流域開発における治水・砂防の施設整備</li> <li>砂防センターの建設・運営支援による人材育成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>流域開発における治水・砂防の施設整備</li> <li>砂防センターの運営における人材育成</li> <li>地方都市での治水対策</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スマトラ沖大地震及びインド洋津波被害・中部ジャワ地震等からの災害復興</li> <li>他自然災害への対応強化支援</li> <li>中央・地方政府での防災体制の設立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>防災分野のSATREPSによる研究協力の推進</li> <li>中央・地方政府での防災体制の設立・整備</li> <li>メラピ山火山緊急防災事業</li> </ul>
成果	<p>大規模河川流域における水害対策の進展</p> <p>地方都市における治水の進展</p> <p>砂防分野における施設整備・人材育成</p> <p>国レベル自治体レベルでの防災能力強化</p> <p>災害からの復興</p>					

\*成果の破線は、協力実績が空白でも、前期からのインパクト・波及効果があるもの

Source: 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・確認調査 2018.6 JICA

### 3.5.2 防災に係る案件数と支援額

2017 年末時点までの実績をまとめた防災セクターに係る案件数は58件で、そのうち、技術協力プロジェクトは14件、開発調査等は11件、有償資金協力(円借款)は7件、無償資金協力は24件、SATREPSは2件である。これらを10年毎の防災に関わる資金協力約束額とその他支援スキームの案件数について整理すると下図のとおりとなる。防災セクターにおける協力案件数は1980年代から増加しており、円借款約束額は2000年代が最も多い。2000年代はスマトラ沖大地震及びインド洋津波被害、ジャワ中部地震、メラピ山の噴火等の大規模自然災害が頻発し、これらに関わる復興支援が多かったことがその理由と考えられる。

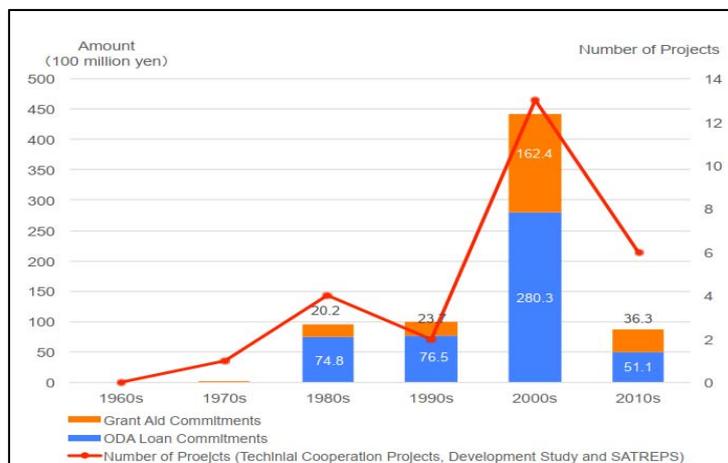


図 3-14 防災セクターの有償資金協力・無償資金協力約束額 (E/N ベース) と技術協力 (技術協力プロジェクト、開発調査等)・SATREPS 案件数の推移

### 3.5.3 防災に係る支援の年代別特徴

防災に係るインドネシアの状況及び日本政府の支援を年代別に概観すると次のとおりとされる。

- ・ 1970年代～1990年代：総合的な砂防支援と流域開発・管理、地方都市の治水
- ・ 1990年代終わりから：大規模災害への対応
- ・ 2000年代終わりから：総合的な防災体制整備への発展

総合的な防災体制整備の支援に発展し始めたのは2000年代の終わりからであり、防災セクターの状況と日本の取り組みの概要を以下に示す。

#### 3.5.3.1 災害対策の方針転換

スマトラ沖大地震及びインド洋津波被害での甚大な被害を受け、インドネシア政府は、発災後の対応のみではなく、災害発生前の予防段階における事前準備促進・総合的な防災体制の整備へと政策転換を進めた。2007年には防災法が制定され、BNPBが設立された。この背景には、2005年に開催された第2回国連防災世界会議で採択された兵庫行動枠組において、2015年までに「防災を国、地方の優先課題に位置づけ、実行のための強力な制度基盤を確保する」ことや、「災害リスクを特定、評価、観測し、早期警報を向上する」といった優先行動が示されていたことがあった。

#### 3.5.3.2 中央・地方での防災体制の整備

このような政策の変遷に際し、中央・地方行政の体制整備が課題となったため、JICAは2007年より開発調査「自然災害管理計画調査」(2007年～2009年)を開始し、国家レベル及びパイロットプロジェクトとしての地方自治体の計画策定と能力強化を支援した。BNPBは設立間もない組織であったため、財政・要員・実施能力・ノウハウの強化が引き続き課題であったことから、2011年より技術協力プロジェクト「国家防災庁及び地方防災局の災害対応能力強化プロジェクト」(2011年～2015年)が実施された。また、多様な災害への対応能力向上、迅速かつ正確な津波早期警報情報発信に係る能力強化など、事前予防に必要な支援を、草の根技術協力等も通じて実施してきた。

#### 3.5.3.3 防災の事前対策の開始

さらに、防災法で津波早期警報発令を行うことが義務付けられたBMKGを対象とした技術協力プロジェクト「津波早期警報能力向上プロジェクト」(2007年～2009年)や、ジャワ島中部地震の住宅復興の経験を活かして、全国的に耐震建築を普及することを目的とし、PURPをカウンターパートとした技術協力プロジェクト「建築物耐震性向上のための建築行政執行能力向上プロジェクト」(2007年～2011年)及び同フェーズ2(2011年～2015年)なども実施してきた。また、2011年の東日本大震災発生時には、同様の被災体験を持つインドネシアから多くの支援が日本に寄せられた。これを機に、宮城県東松島市とバンダ・アチエ市の交流が生まれ、草の根技術協力事業を通じた交流事業が始まった。

### 3.5.4 BNPBの設立及び防災体制の整備支援

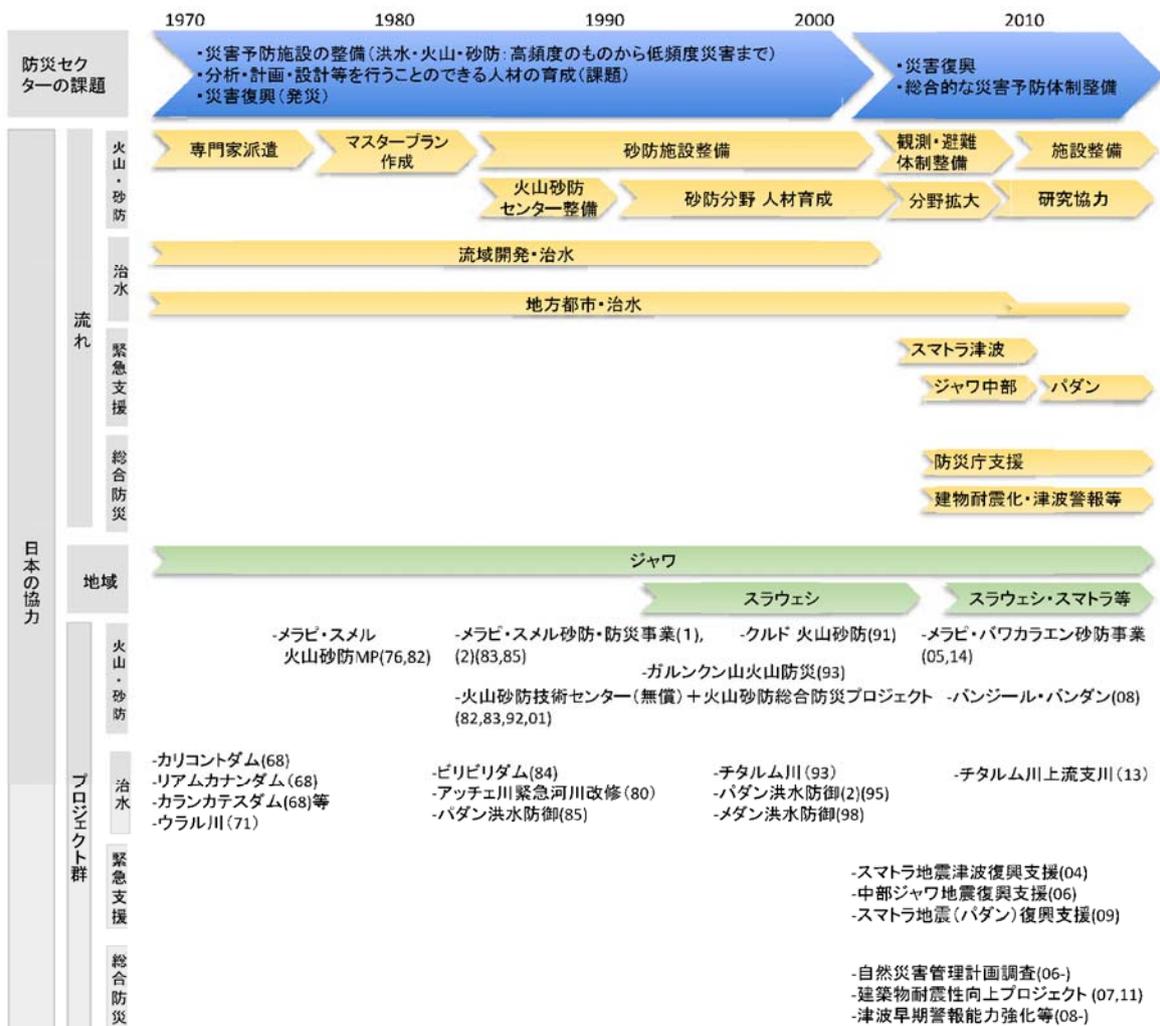
2007年の防災法が制定され、2008年にはBNPBが設立されたことから、中央・地方行政における防災体制の整備が求められることとなった。日本は「自然災害管理計画調査」(2007年～2009年)、「国家防災庁及び地方防災局の災害対応能力強化プロジェクト」(2011年～2015年)を実施し、多様な災害への対応能力の向上や、国・

地域レベルやコミュニティレベルでの災害対応能力強化を支援してきた。特に、地方では 2 州 25 県市を対象にして、地域防災計画の策定・ハザードリスクマップの作成、コミュニティ防災等を行っており、飛躍的に防災能力が強化されている。特に地域防災計画策定においては、計画策定プロセスの支援として、関係者との調整が円滑に進むように、策定支援アプリケーションを導入したことにより、ハザードマップ等の整備は対象の県市のみならず、ほかの関係機関（PUPR や国軍、BMKG）等とも共有されるなどの寄与が確認されている。また、これらの支援は、インドネシアの防災体制整備の趨勢にも合致している。それらは、例えば、プロジェクト実施中に作成された。中期国家開発計画（2015 年～2019 年）では、「公共投資」と並んで「防災」が優先事項にあげられたこと等で示されている。プロジェクトが完了した 2015 年時点では、パイロット対象地域から全国への普及は確認されていなかったが、BNPB においては、普及の方針がコミットされていることから、中期的には普及することも期待できる。

### 3.5.5 日本の ODA 事業等の成果

#### 3.5.5.1 これまでの協力の成果

防災における日本の支援の年代別特徴と代表的な協力実績を踏まえ、同セクターにおける主要な課題、支援の流れ、対象地域及びプロジェクト群は次図のようにまとめられる。



Source: 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・確認調査 2018.6 JICA

図 3-15 日本の防災協力の特徴

### 3.5.5.2 これまでの協力から見た今後の協力への示唆

これまでの防災分野の協力を振り返り、日本とインドネシアの互いの防災の進展に資する関係構築を念頭に、将来的な防災協力・交流の在り方として以下が挙げられている。

#### (1) 予防防災のための事前投資

インドネシアにおいて BNPB が創設されて 10 年が経過しようとしているが、その関心事項は災害発生前後の応急的な対応が中心となっている。災害発生前の事前準備や抑止についても防災の範疇として認識し、積極的な活動もしているが、その対象は教育や啓発活動、物資の備蓄等の対策が主である。BNPB に関係省庁間との強力な調整機能が付与されていないこともあり、例えば、インフラ投資については PUPR をはじめとする他省庁の主体性に任されているというのが実態となっている。災害被害額や経済規模と比較して防災投資額は少ないとまでは言えないものの、十分と言える水準ではない。今後は、日本の経験や、これまでの他途上国への防災協力の経験を活かして、インドネシア側の他の行政機関と連携し事前投資を充実していくための具体的な方策について、助言・実践していくことが望まれる。

#### (2) 地方防災機関と関連機関の能力強化

これまで、JICA は中央政府だけでなく、地方防災関連機関の能力強化も行ってきた。災害は地域によってその種類・発生頻度・リスク・想定される被害が大きく異なるものであることから、地方政府（県/市）レベルが担うべき役割は大きく、地方主導で防災施策を講じていくことが必要である。また、災害の発生フェーズ（抑止・減災、事前準備、発災時応急対応、復旧・復興）毎に異なる活動が求められる。意思決定権限を有す部署のほか、災害対応に関連する部署（保健、教育、警察、消防、公共事業、情報システム、コミュニティ開発、財務等）も多いことから、時間的な切れ目及びセクターの切れ目ない協力が求められる。これらを踏まえて、地方防災局は防災に関して様々な関係部署を主導し、調整する能力を身につける必要があり、他の部署は地方防災局を中心とした対策構築に協力しなければならない。しかしながら、そのような協力関係が全国で展開されているとはいえない状況である。したがって、地方防災関連機関の能力強化に資する協力が引き続き求められている。これまで協力を行ってきた日本側においては、行政だけでなく多様な関係者が関与してきたことが大きな特徴である。例えば、SATREPS を通じた、インドネシアの大学や研究機関の防災能力の向上や、草の根技術協力を通じた地方公共団体や研究・学術機関などによる、インドネシアの自治体、コミュニティ団体、防災教育に携わる教育機関等に対する能力強化が挙げられる。このような官民による取り組みが継続されることにより、多くの関係者の能力向上に資することが引き続き求められている。さらに、今後の協力においては、地方防災局 が中心となって各地方の行政組織、コミュニティ団体といった様々な組織が連携し、日本からの協力の成果を自律的に発展させていくような仕組みづくりを重点的に実施することが必要である。

#### (3) 防災に係る知見の蓄積と自律的發展

インドネシアは日本が防災協力を最も長く実施してきた国の一つである。その長い歴史により、防災対応能力が強化され、防災体制の整備や運営の実績を蓄積してきた機関も存在する。既に海外からの研修受入を行っている実績もあり、このような活動実績から、第三国研修や南南協力の潜在力が高いといえる。一方で、インドネシアでは、前述のとおり多種多様な災害が発生しており、特に 2004 年のスマトラ沖大地震及びインド洋津波に代

表される象徴的な災害が発生した国でもあることから、日本以外の開発パートナーによる多くの支援がなされてきた。特に過去 15 年間、開発パートナーの協力も得ながら、インドネシアは大きな発展を遂げてきている。しかしながら、多くの支援が急速になされてきたが故に、その技術的な内容が、インドネシア政府職員に知識として蓄積する間もなく、支援の成果が積み上げられてきたという側面も否定できない。すなわち、表面的には施策や状況は大きく発展したが、必ずしもインドネシアの防災機関自身がその技術的背景を真に理解して構築してきたものではないため、支援の手が離れた後、インドネシア自身の手によって、支援の成果を自律的に改善、発展がなされている状態にまでは至っていないことも事実である。また、開発パートナーによって導入された機器等の保守管理が十分になされていない、基準類等が十分に活用されていないなど、持続性の面で課題が残る場面もある。これらは開発パートナーの協力の在り方にも教訓を与えている。今後、日本からインドネシアに対して必要とされている協力は、インドネシア人自らの手によって自律的な発展ができるようになるための知的基盤づくりであり、日本側もインドネシア側の自律的発展が達成できるような協力の在り方を考えながら、共に課題に対応する関係を構築することが期待される。

### 3.6 他ドナーによる協力<sup>68</sup>

#### (1) BNPB に関連する支援

HFAの実施期間中(2005-2015)に新たに設立された機関であるBNPBは、HFAの目標を達成するために、また全体として能力を強化するために、国際的なドナーから多くの支持を得た。この期間中、UNDP、AusAID、JICA、世界銀行の4機関が主要ドナーとして、専用プロジェクトを実施することにより、積極的にBNPBを支援した。

表 3-4 BNPB の各部局による活動の概要

Main Leading / related Unit in BNPB	Donor / International Agencies	Name of Project / Activities	Status	≤ 2015	2016	2017	≥ 2018
Deputy 1 (Prevention & Preparedness)	UNDP	SCDRR Phase 1 & 2	Finished	●			
	AusAID	1) AIFDR	Finished	●			
		2) AIPDRM	On-going	●	→		
		3) AIFDR Phase 2	Planning			●	→
	JICA	1) Study on Natural DM in Indonesia	Finished	●			
		2) Capacity Enhancement of BNPB & BPBD	Finished	●			
		3) Next TC	Planning			●	→
	NZAid	Stirrrd	On-going	●	→		
China	MHEWS	Planning			●	→	
USAID	InaWARE	On-going	●	→			
World Bank	GFDRR	Finished	●				
Deputy 2 (Emergency Response)	NZAid	Disaster Response Framework	Finished		●	→	
	USAID	funding various support during emergency response (through Internasional NGO such as Mercy Corps, IOM, etc.)	Finished	●			
Deputy 3 (Rehabilitation & Reconstruction)	UNDP	DR4	Finished	●			
	World Bank	DALA (Damage & Loss Assessment) & Risk Financing	Finished	●			
		Replication & mainstreaming ReKompak	On-going	●	→		
Deputy 4 (Logistic & Equipment)	WFP	Logistic Distribution System	On-going				●
Training Center	USAID	1) support the training curriculum	Finished	●			
		2) ICS trainings.	Finished	●			
Data & Information Center	UNDP	DIBI (2008).	Finished	●			

<sup>68</sup> Data collected through literature reviews, including web research. For the upcoming project (under planning), the name and schedule are tentative.

USAIDはまた、InaWARE（現在も進行中）の開発や実際の災害時のさまざまな対応など、種々の活動に資金提供をした。2014年、New Zealand AidはGajah Mada大学（UGM）と協力して、STIRRプロジェクト（現在も進行中）を立ち上げることで防災のいくつかの地方政府に対する支援を開始した。その他の活動は、2018年2月にBNPBに提出された、インドネシア災害対応フレームワーク(緊急時に何をするか)を準備するための資金である。

## (2) PUPRに関連する支援

水関連の災害対策のために、JICA、ADB、世界銀行はPUPRと長い間、協力関係築いてきた。1970年以来、様々なプロジェクトが実施されてきた。防災のみを対象としたものではないが、水管理と水の安全保障のためのものが多い。過去10年間で韓国と中国政府はPUPRを通じてインドネシア政府との協力を開始した。

## 3.7 インドネシアの防災行政における課題の抽出

インドネシアは、2007年に防災法が制定されて以来、2011年にユドヨノ前大統領がUNISDRの防災 Global Championを授与されたことを含め、防災分野で多くの成果をあげ、進捗をとげてきた。しかし、将来的に持続可能な防災の実施を維持するためには以下に示すように、解決すべき多くの課題が残されている。

- a) インドネシアにおける近年の経済発展は大規模な土地利用の変化を引き起こした。そのため、適切な土地利用管理と公的資金による防災への努力がなければ、リスクへの暴露人口は大幅に増加していた。しかしながら、過去5年間に於いても、マルク州アンボン（2013年）、北スラウェシ州マナド（2014年）、西スマトラ州パサマン（2015年）、西ジャワ州ガルト（2016年）、東ジャワ州パチタン（2017年）などに代表されるように、雨季において大規模な洪水が毎年のように発生している。
- b) RPJMN 2015-2019では、PUPR関連プロジェクトは治水のための構造物対策が主要な防災対策となるが、治水プロジェクトは他の国家優先プログラム（食料・水の安全保障、コネクティビティの確保、住宅問題）と比較してマイナーな課題となっている。水資源総局の国家戦略プロジェクト<sup>69</sup>は、唯一の治水関連プロジェクトであるNCICD<sup>70</sup>（国家首都沿岸総合開発プロジェクト）を除けばダム建設<sup>71</sup>と灌漑事業に集中している。これは毎年、治水プロジェクトのための予算獲得において、つねに他の優先プロジェクトと競争しなければならない状況を示唆している。
- c) 防災関連機関間の協力および相乗効果が欠如している。特に、災害前の段階では、効率的で費用対効果の高い結果を生み出すため、災害関連機関間の調整と協力を強化する必要がある。例えば、現状ではPUPRによるインフラ整備事業は、BNPBが実施するリスク評価に十分には反映されていない。同様の問題は地方レベルでも発生しており、PUPRの流域管理事務所（BWS）や州・県・市の公共事業局（Dinas PU）が行う治水関連プロジェクトと地方防災局が目標を達成するために利用可能な資源を共有するなど、地方防災局とのパートナーシップを強化する必要がある。
- d) 現在のリスク評価の方法では、ハザードおよび脆弱性の評価値を変更することは非常に困難であるとの前提で、キャパシティレベルを上げることに重点を置いている。キャパシティ評価を行うためにBNPBは、RPJMN 2015-2019で対象としている136の優先都市の現在の能力を評価するために71 Indicatorの質問

<sup>69</sup> Presidential Regulation No. 3 Year 2016 on the acceleration of national priority projects

<sup>70</sup> National Capital Integrated Coastal Development (NCICD) - Stage A

<sup>71</sup> Main purpose of Dams construction is for water security, not flood control.

票を作成した。これはYes/Noタイプの質問票で、「Yes」の回答ごとに特定の計算方法に基づいたポイントが得られる。各Indicatorはキャパシティレベルが現在どのレベルに位置しているかを識別するために、さらに4つの詳細な質問に分割される。主な質問は、防災施設、規制、計画などの入手可能性、構造措置に関する質問であり、洪水に対する構造物対策に関する質問は、71 indicatorsの中で1つのみである。この方法論では、たとえ洪水対策プロジェクトを実施したとしても、その地域の洪水リスク数値の低減に大きく貢献できない。アチェでの放水路建設の例では、1995年と2000年を除いて、この構造物が建設以来（1992-2018年）洪水の発生を大幅に減少させたことを示している。

- e) 国レベル、地方レベルで防災予算が不十分である。持続可能な防災の取り組みを行うには、地方政府の参加が不可欠である。防災への投資は中央政府だけでなく、公共サービスの提供の一環として防災予算を増やす必要がある。地方レベルでは（残念なことに防災予算の公式なデータはない）防災ステークホルダー間の活動の相乗効果を生み出すことによって、予算の制限を補うことができる可能性もある。例えば、新たな津波シェルターの建設の代わりにモスクやその他の高層階施設などの既存公共施設の活用、コミュニティ早期警報のためのモスクの音響設備の活用、定期的なコミュニティイベントと防災の社会化の組み合わせなどが挙げられる。それに加えて、地方政府法の改訂（現時点ではまだ活動リストの閣僚レベルの規制を待っている状況）は、近い将来、地方レベルで防災予算問題に積極的に貢献することが期待される。
- f) BNPBは、現在および将来の防災投資を把握するために、他の機関（省庁/NGOなど）によるすべての防災関連の取り組みを記録し、公表する必要がある。防災セクターの目標と成果も、定期的に整理、更新、公開する必要がある。

## 第4章 災害種・分野別の整理・分析

### 4.1 地震・津波

#### 4.1.1 近年の地震・津波と被害の特徴

##### 4.1.1.1 インドネシア周辺の複雑なプレート運動と活発な地震活動

インドネシアは入り組んだプレート境界に位置し、大規模な津波を伴うプレート境界型巨大地震が多発する地域である（図3-8<sup>72)</sup>参照）。スマトラ島からジャワ島、バリ島に至る島弧の南側からは、インドオーストラリアプレートがスンダプレート（ユーラシアプレートの一部）に向かって年平均50-70mmの速度で沈み込んでいる。ニューギニア島北側では、太平洋プレートが年平均120mmの速度で西に進み、スンダプレートの小プレート群<sup>73)</sup>に潜り込んでいる。フィリピンの東側に位置するフィリピン海プレートも、この小プレート群に干渉し、この地域での活発な地震活動に影響を与えている。

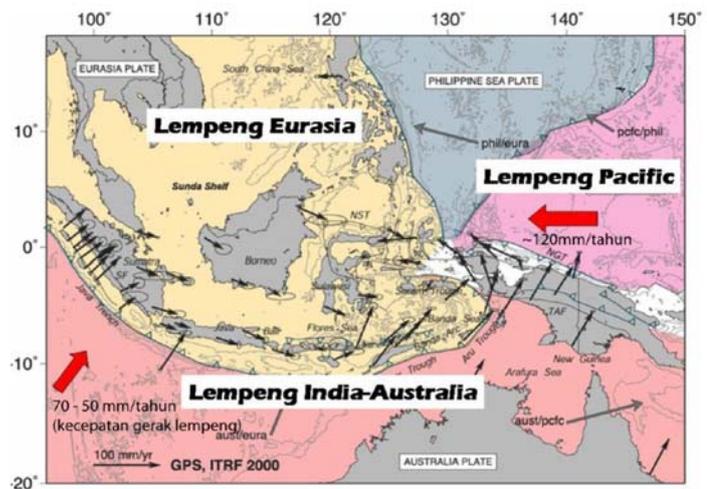


図 4-1 インドネシア近郊のプレート活動

こうしたプレートの運動により、プレート境界面で地震が発生するのみならず、陸域のプレート内部にも応力が蓄積され、プレート内部で断層破壊（活断層）が生じることによっても地震が発生する。一般に、内陸型プレート内（活断層）地震は、海溝型プレート境界地震よりも地震マグニチュードが小さく、再現期間も長い（発生頻度が低い）と考えられるが、震源が浅く、また位置的に都市や市街地に近いことが多いため、地震の規模に比して強い揺れや大きな被害を生じる傾向にある。

##### 4.1.1.2 近年の地震・津波による甚大な被害

「1990年以降のインドネシアの主な被害地震・津波」にインドネシアにおける1990年以降の主な被害地震および津波を示す。2004年12月26日インド洋大津波以外にも、死者（行方不明者含む）1000人以上を数える地震・津波が5回あり、平均すると10年間に2回は発生する計算になる。年平均の死者数は約6500人、2004年インド洋大津波の死者数を差し引いても、年平均で約650人となる。特に2018年9月18日の中部スラウェシ地震では、地震の揺れや津波のみならず液状化地滑りという特異な現象によって多くの犠牲者を数えることとなった。この津波は、地震に誘発された海底斜面の崩壊によって引き起こされている。

72 Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017（インドネシアの震源および地震ハザードマップ2017、以下インドネシア地震ハザードマップ2017と称す）、Pusat Studi Gempa Nasional（国家地震研究センター）

73 スンダプレート、フィリピン海プレート、太平洋プレートの境界付近、すなわちスラウェシ島、ティモール島、ニューギニア島西部を囲む領域に想定されている小プレート群（パズヘッドプレート、モルッカ海プレート、バンダ海プレート、ティモール）。この領域では、プレートの運動が複雑に作用していると考えられている。

表 4-1 1990 年以降のインドネシアの主な被害地震・津波

Earthquake / Tsunami	Date	Eq. Magnitude	Max. Tsunami Height	Deaths/ Missing	Injuries	Houses Destroyed	Houses Damaged	Damage in million USD
Sunda Tsunami <sup>74</sup>	2018/12/22	Volcano	-	447	31,943	-	-	-
Central Sulawesi <sup>75</sup>	2018/09/28	M7.5	9m	4,340	4,438	68,451	-	-
Lombok <sup>76</sup>	2018/07/29	M6.4	-	560	1,469	83,392	-	-
	2018/08/05	M7.0	0.13m					
	2018/08/19	M7.0	-					
Aceh	2016/12/7	M6.5	-	104	600	245	18,752	233
Aceh	2013/07/02	M6.1	-	42	2,500	20,401		-
Indian Ocean	2012/04/11	M8.6/8.2	1m	10	12	-	-	-
Mentawai	2010/10/25	M7.8	7m	431	-	700	-	300
Papua	2010/06/16	M7	-	17	-	2,556		-
Sumatra	2009/09/30	M7.5	0.27m	1,117	1,214	-	181,665	2,200
West Java	2009/09/02	M7	-	81	1,297	-	-	250
Sumatra (Bengkulu)	2007/09/12	M8.4	1m	25	161	56,425		-
Sumatra	2007/03/06	M6.4	-	67	826	43,719		160
Java (Pangandaran)	2006/07/17	M7.7	10m	802	498	1,624	-	55
Yogyakarta	2006/05/27	M6.3	-	5,749	38,568	127,000	451,000	3,100
Sumatra (Nias- Simelulue)	2005/03/28	M8.6	3m	1,303	340	300	-	200
Indian Ocean	2004/12/26	M9.1	50.9m	167,540	-	-	-	3,000
Papua (Nabire)	2004/11/26	M7.1	-	32	130	328	-	55
Kepulauan Alor	2004/11/11	M7.5	1-2m	34	400	781	16,712	-
Papua (Nabire)	2004/02/05	M7	-	37	682	2678	-	-
Eggano / Bengkulu	2000/06/04	M7.9	-	103	2,174	-	-	6
Central Sulawesi	2000/05/04	M7.6	6m	46	264	10,000		30
Biak	1996/02/17	M8.2	7.7m	164	423	5,043		4.2
Sumatra (Jambi)	1995/10/06	M6.8	-	84	1,868	17,600		-
Java	1994/06/03	M7.8	13.9m	238	423	1,500	-	2.2
Liwa	1994/02/15	M6.9	-	207	2,000	6,000		170
Flores	1992/12/12	M7.8	26.2m	2,500	500	31,785		100

JICA 調査団作成：Natural Hazards Viewer (NOAA)、NatCatSERVICE (Munich Re)等を参照

#### 4.1.1.3 建築物の脆弱性により増幅される地震被害

近年の地震・津波災害の犠牲者は増加傾向にあり、2004年インド洋大津波の犠牲者を除けば、それ以前の死者の合計が約3500人、インド洋大津波後の死者の合計が約15000人となっている。再現期間の長い大規模な地震や津波の被害を十数年という単位で比較することはあまり意味を持たないが、2006年5月27日ジャワ島中部地震 (M6.3) や2009年9月30日スマトラ沖地震 (M7.5) のように主として地震の揺れによる建物被害に起因する、死者が千人を越すような地震が2004年以降に頻発したことが影響していることは明確であろう (図 6-1)。これらの被害は、地震(揺れ)の強さということ以上に、インドネシアにおける建築物の脆弱性が主な要因と考えられ、建物や都市の強靱化に向けた早急な取り組みが必要な状況にあると考えられる。

<sup>74</sup> 2019年1月14日時点でのBNPBの情報に基づく

<sup>75</sup> 2019年2月5日時点でのBNPBの情報に基づく(最高津波高は調査団による推定)

<sup>76</sup> 2018年8月29日時点でのBNPBの情報に基づく。

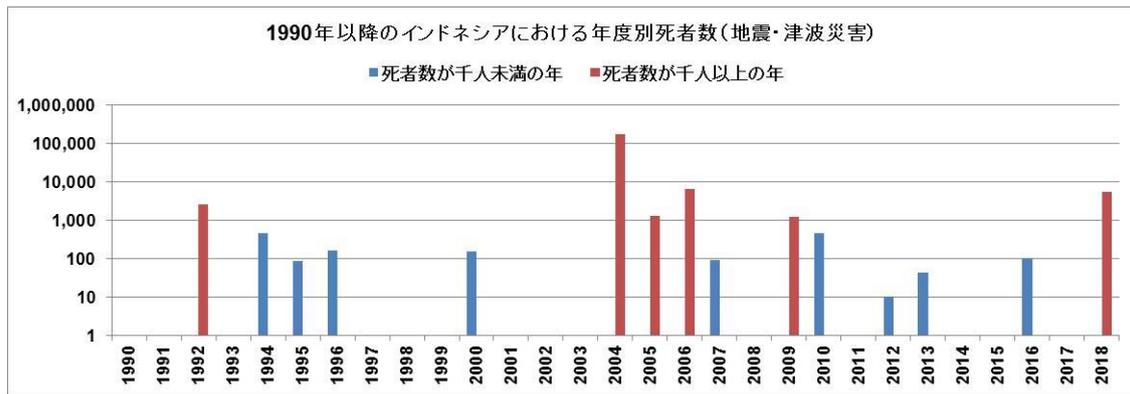


図 4-2 近年の地震・津波災害の犠牲者数 (2019年4月時点)

また、2004年インド洋大津波以降でも、2006年7月17日ジャワ島南西沖地震、2010年10月25日メンタワイ地震では、多数の津波による死者が発生した。パダン沖のプレート境界部分は地震の空白域となっており、巨大地震の切迫性が高いのではないかと考えられている。この震源域では最大でM8.7の地震が発生する可能性があり、津波が発生する可能性が高いことから、ソフト面及びハード面からの津波対策が急務と考えられる。

先述した2009年9月30スマトラ沖地震(M7.5)は、パダンの沖合約60キロで発生した海域のプレート内地震と考えられる(そのため津波は生じなかった)。M7.5ではあったが、パダン市では甚大な建物被害と死傷者を生じた。M8クラスのプレート境界地震が起きれば、津波のリスクのみならず、地震の揺れも更に大きくなることが予想される。耐震化には一定の時間を要するが、いち早く取り組みを始め、促進して行くことが、将来の被害軽減につながることは明白であろう。

#### 4.1.1.4 スラウェシからパプアにかけての地震・津波リスク

2004年アチェでの甚大な津波被害や2006年のジョグジャカルタでの地震被害など、スマトラ島やジャワ島での地震・津波に注意が向く傾向にあるが、太平洋プレート及びフィリピン海プレートの活動により、スラウェシ島からニューギニア島にかけての地域でも、歴史的に大規模な地震や津波災害を経験している。こうした地域でも将来大きな地震・津波が発生する可能性があることから、対策の優先度を決定する際には十分な配慮が必要なものと考えられる。

#### 4.1.1.5 低頻度の火山津波等

近年、インドネシアで地震以外に起因する大規模な津波(火山噴火の山体崩壊等に伴う津波や、海底の斜面崩壊に伴う津波など)は発生していなかったが、2018年12月22日のクラカタウ山(ランブン州)の噴火に伴う山体崩壊で発生した津波により、スマトラ島やジャワ島沿岸で400人以上の犠牲者が生じた。また、1883年のクラカタウ山の噴火では大津波が発生し、津波による死者は4万人近くに及んだ。その他にも、火山噴火に伴う津波で犠牲者が出た事例として、1815年タンボラ山(西ヌサ・トゥンガラ州)の噴火、1871年ルアング山の噴火(北スラウェシ州)、1892年アウ山(北スラウェシ州)の噴火、1928年パルエ山(またはロカテンダ山、東ヌサ・トゥンガラ州)の噴火などが知られている。インドネシアは環太平洋火山帯に位置し、火山活動が活発であり、近

年もシナブン山（北スマトラ州）やメラピ山（中部ジャワ州・ジョグジャカルタ特別州）など大規模な噴火が発生している。特に島しょ地域の火山や海岸近くの火山では、火山活動に伴う津波災害にも注意する必要がある。

海底の斜面崩壊（もしくは陸上から海域への斜面崩壊）に伴う大規模な津波は頻発するものではないが、1979年にフローレス島の東側ロンブレン島（東ヌサ・トゥンガラ州）沖で発生した斜面崩壊では、最大9m程度の津波が発生し、死者・行方不明者は1239人に達した。一般にこうした現象は事前察知が難しく、局所的な観測システムを設置しない限り、予報や警報の発令は困難と考えられるが、海底斜面の安定性の検討など行い、リスク高い地域では必要な対策やシステムの構築を実施することが望まれる。

#### 4.1.1.6 パダン沖（メンタワイ諸島）の地震空白域

既述の通り、スンダ海溝のプレート境界震源では、2004年スマトラ沖地震に代表されるように津波を伴う巨大地震が繰り返し発生している。Mentawai – Siberutと呼ばれるパダン沖、メンタワイ諸島直下の震源セグメントでは、1797年M8.7、1833年 M8.9以降、大きな地震が発生しておらず地震の空白域となっている。近隣のセグメントでは近年大規模な地震が発生していることから、M8クラス（最大M8.7）の巨大地震の切迫度が高いと考えられている（図4.3<sup>77</sup>参照）。

2009年9月30日スマトラ沖地震による被災を受けて、当該地域で学校や病院の耐震化、避難路となる橋梁の建設などを実施したが、これらはあくまで単発のプロジェクトであり、この地域の災害対策、強靱化が継続的に実施されているわけではない。

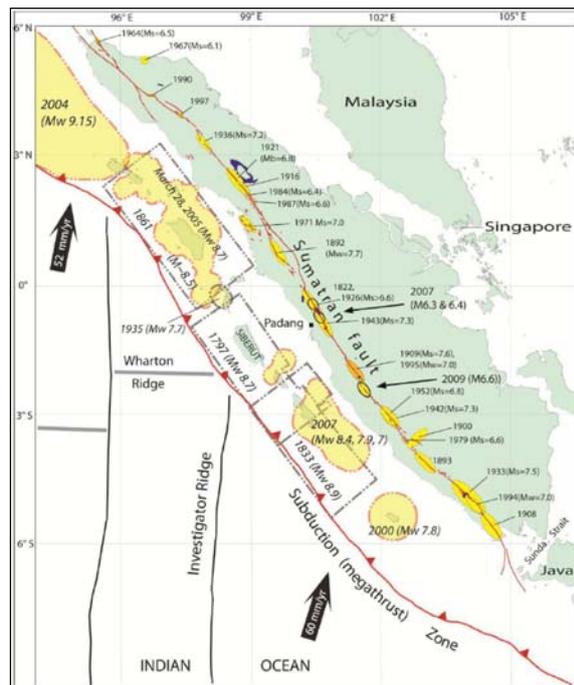


図 4-3 Mentawai – Siberut セグメント

#### 4.1.2 インドネシア政府による取り組み

本節では、(1) 法制度 / 基準・ガイドライン、(2) 組織 / 組織間連携（能力強化含む）、(3) 計画及び防災施策、(4) 予算の各項目についてインドネシア政府の取り組みを整理する。尚、これらの取り組みの多くは、海外ドナーの資金援助や技術支援を受けたものである。JICAや他ドナーの協力内容については、本節中に記載し、次節（4.3.3 JICAによる協力、4.3.4 他ドナーによる協力）では概略のみを記載するにとどめる。

##### 4.1.2.1 法制度 / 基準・ガイドライン

###### (1) 建築法令および耐震設計基準の整備（PUPR）

インドネシアにおける建築に関する基本法令は、法律No.28/2002及び政府令（PP）No.36/2005である。建築法である法律No.28/2002は、建築物の配置や環境に係る機能の確保、安全・健康・便宜面等の技術的信頼性の確保、建築管理における法的裏付けの確保、を目的とし、建築物が持つべき機能や性能について規定すると共

<sup>77</sup> 出典：インドネシアの震源および地震ハザードマップ 2017

に、建築管理面から地方政府による建築確認・許可制度に運用を規定している。政府令 (PP) No.36/2005は、この建築法の細則に相当する。

表 4-2 建築法令および空間計画法令

法令		内容
建築法令	法律 No.28 / 2002	建築法 (建築物の定義、機能、性能、管理を規定)
	政府令 (PP) No.36 / 2005	建築法の細則
	PUPR 大臣令 No.29 / 2006	建築技術ガイドライン (建築物の機能、分類、技術要求に関する指針)
	PUPR 大臣令 No.16 / 2010	建築物の定期検査に係るガイドライン
	PUPR 大臣令 No.6 / 2017 (大臣令 No.5 / 2016 の改正令)	建築確認・許可に関する技術指針
空間計画法令 (土地利用規制・建築制限)	法律 No.26 / 2007	空間計画法
	政府令 (PP) No.13 / 2017 (PP No.26 / 2008 の改正令)	国土計画 (RTRWN)

PUPRでは更に、建築技術、定期検査、建築確認・許可に関する技術ガイドラインを用意し、インドネシア各地方における建築行政の基本方針を明示している。これら法令や指針に基づき、建築行政の中心となるKabupaten / Kotaでは、建築に関する地方令 (建築PERDA) を整備し、建築行政を実施して行くことが要求される。

地震や津波など災害リスクの高い場所への建築制限については、表に掲げた空間計画法令の中で空間を開発空間と保護空間に区分し、災害リスクの高い地域は保護空間として開発行為を行うことを制限する。

表 4-3 建築法令および空間計画法令

設計基準		内容
インドネシア国家基準	SNI 1726:2012	建築耐震設計基準
インドネシア国家基準	SNI 1727:2013	建築荷重設計基準
インドネシア国家基準	SNI 1729:2015	鉄骨造構造設計基準
インドネシア国家基準	SNI 2847:2013	鉄筋コンクリート造構造設計基準
インドネシア国家基準	SNI 7973:2013	木造構造設計基準
インドネシア国家基準	SNI 1725:2016	橋梁荷重設計基準
インドネシア国家基準	SNI 2833:2016	橋梁耐震設計基準
インドネシア国家基準	SNI 8369:2016	鉄骨造橋梁等構造設計基準

PUPRでは表 4-3に掲げる建築・土木構造物の設計基準をインドネシア国家基準 (SNI) として整備している。これらはアメリカやオーストラリアの基準を下地に策定され、インドネシアにおける固有の条件 (例えば地震ハザードや建設材料特性など) を反映させている。これらの基準は、それ自体が強制力を持つものではなく、建築の場合には建築許可行政を実施する地方自治体の法令によって拘束力を付与する必要がある。

## (2) 建築許可行政の構築および強化を通じた耐震化の促進 (PUPR)

PUPRでは、上述のように建築物の耐震設計基準を整備すると共に、耐震基準の適用を担保するため、建築許可 (IMB) に関するPUPR大臣令No.5/2016<sup>78</sup>によって、地方行政庁 (Kabupaten / Kota) が実施すべき建築確認行政のプロセスを規定し、建築物の耐震性確保・耐震化を行っている。建築確認プロセスは大きく、事前申請、本申請、審査・許可、一般事務の4つに分かれる (図 4-4)。

<sup>78</sup> PUPR 大臣令 No.6/2017 により一部改訂

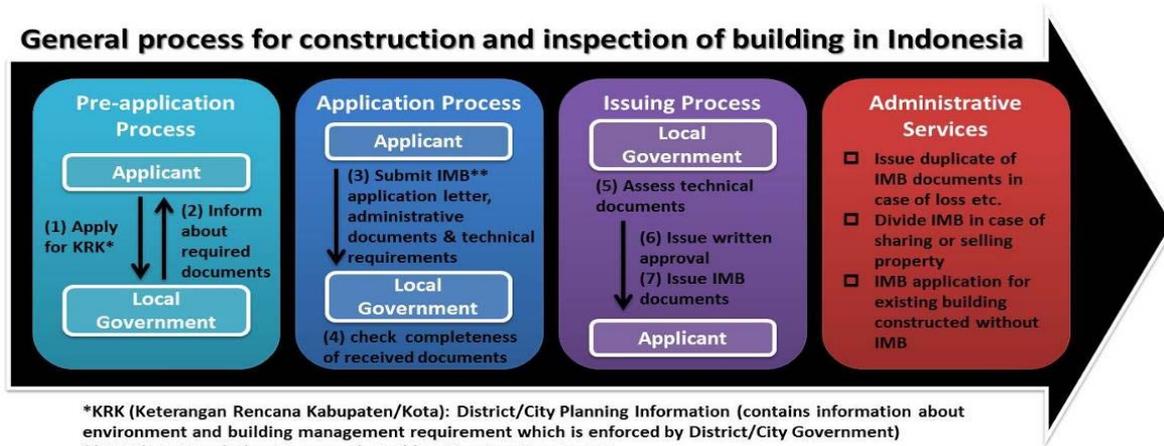


図 4-4 建築確認行政のプロセス<sup>79</sup>

建築確認プロセスは、建築物の構造や工法、技術の複雑さを考慮して、表 4-4の建物種別ごとに細分化される。

表 4-4 建築確認プロセスの細分化

大分類	小分類
単純建築物（単純な構造・工法・技術による建築物）	一階建て
	二階建て
複雑建築物（複雑な構造・工法・技術による建築物）	公共建築
	一般建築
特殊建築物（特殊な構造・工法・技術による建築物）	

建築確認行政の実務は、各地方政府（Kabupaten/Kota）がPUPR大臣令No.5/2016に基づいて建築に関する地方令（PERDA）を規定し、各地方のPERDAに則って実施される。現在、各地方で建築PERDAの整備が行われている。JICAが実施した「建築物耐震性向上のための建築行政執行能力向上プロジェクト2007-2014（フェーズI・II）」でパイロット地域となったKabupaten/Kotaでは、PERDAの整備等が進んでいるが、他の地域についてはPUPRでも実態を把握していない状況にある。

#### 4.1.2.2 組織・組織間連携 / 人材・能力強化

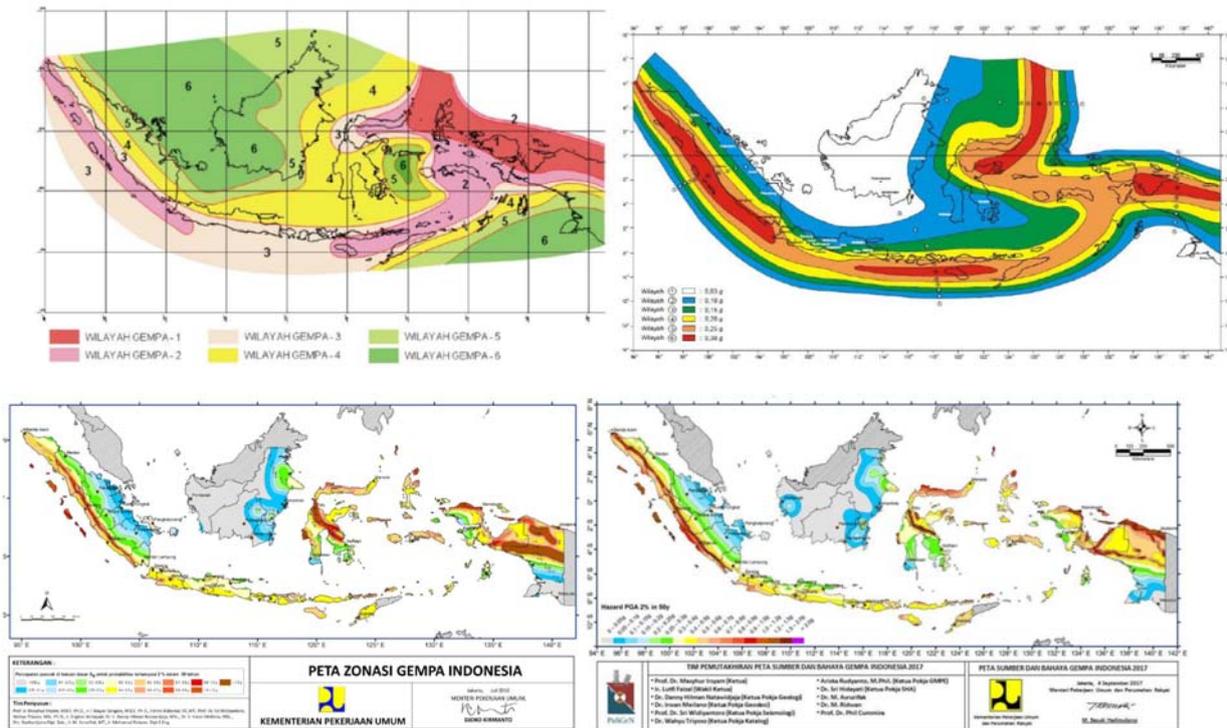
##### (1) 全国地震ハザードマップ作成（各省庁・大学等）

インドネシアにおける本格的な地震ハザードマップは、1983年インドネシア建築耐震計画規則80に遡る。2002年にはインドネシア建築耐震設計基準（SNI-03-1726-2002）に、再現期間500年の最大加速度を示す確率論的地震ハザードマップが添付された。2010年には、より詳細なハザードマップが作成され、米国基準IBC（International Building Code）を参照して50年2%超過確率の基盤面での最大加速度が、建築耐震設計基準2012年改定版（SNI-03-1726-2012）における設計最大地震動レベル（MCE: Maximum Considered Earthquake）として採用された。2017

<sup>79</sup> PUPR 大臣令 No.5/2016 に基づき調査団が作成

<sup>80</sup> Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung 1983 (Indonesia Earthquake Resistant Planning Rule For Building 1983)

年には、近年の活断層調査の結果等に基づきハザードマップが更新され<sup>81</sup>、これを受けて現在建築耐震設計基準の改訂作業が行われている。



(左上：1983年版、右上：2002年版、左下：2010年版、右下：2017年版)<sup>82</sup>

図 4-5 地震ハザードマップ

今回2017年の更新は、前回の2010年以来5年を経過した2015年時点で、関係省庁及び学識者間でハザードマップ更新の必要性が認識されたことにより、2015年BNPB長官令No.92-6/2015（インドネシア地震ハザードマップ2016年更新チームの設立）を受けて正式な議論が開始された。2015年9月8日に第一回目の関係者会合が開かれ、関係省庁・機関と協議を重ねた後、PUPR大臣令No.364.1/KPTS/M/2016（インドネシアの震源及び地震ハザード2016年版チームの結成、及び国家地震研究センター：PuSGeN<sup>83</sup>の準備に関連）が2016年6月10日に署名された。その後約一年の作業期間を経て、2017年9月に「インドネシアの震源および地震ハザードマップ2017」が発行された。

関係者間の議論を通じて、関係省庁及び学識者による国家地震研究センターPuSGeNを設立することにより、地震研究やハザードマップの更新に関してインドネシア国内の英知を、継続的かつ組織的・体系的に結集することが提案された。しかし残念ながら現在のところPuSGeNが正式に承認されるには至っていない。

<sup>81</sup> 2010年版ハザードマップでは81の活断層が考慮されていたが、インドネシアの震源および地震ハザードマップ2017では、活断層調査結果により251の活断層が考慮されている。

<sup>82</sup> 出典：インドネシアの震源および地震ハザードマップ2017（2002年版は基盤面における再現期間500年の最大加速度、2010年版及び2017年版は基盤面における50年2%超過確率の最大加速度）

<sup>83</sup> 国家地震研究センター（PuSGeN: Pusat Studi Gempa Nasional, National Center for Earthquake Studies）：公共事業・国民住宅省（PUPR）、エネルギー・鉱業資源省、研究技術・高等教育省、気象庁（BMKG）、国家防災庁（BNPB）、国家科学院（LIPI）、地理情報庁（BIG）による横断的組織として提案されている。事務局はPUPR住宅居住開発研究センター（Puskim）を想定。

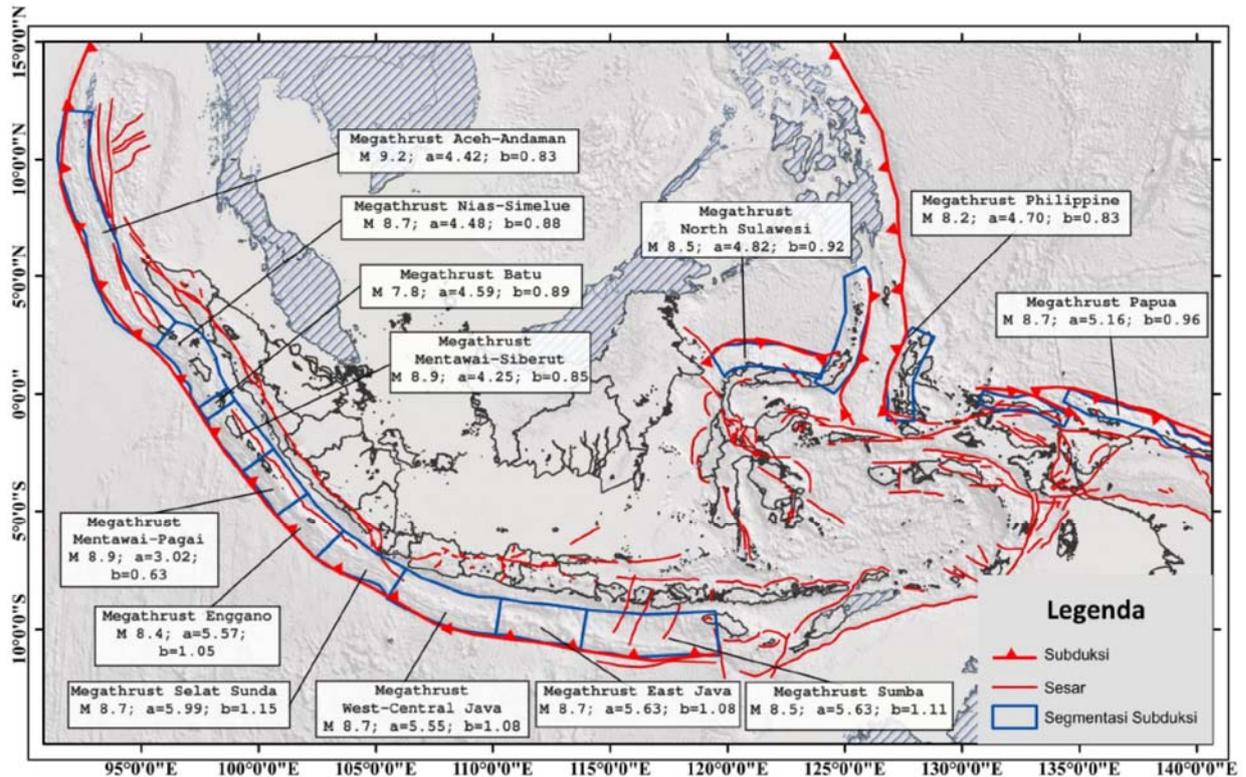


図 4-6 インドネシア震源マップ 2017

(2) PVMBG による地震・津波ハザードマップ作成

エネルギー・鉱物資源省は、大統領令No.9 / 2016「5万分1地図におけるOne Map Policyの促進」により、5万分1スケールの各種ハザードマップの作成を担っている。One Map Policyでは、統一地図の作成により、各種開発計画や都市計画における整合性や一貫性の維持を目的としている。エネルギー・鉱物資源省の中でPVMBG（火山地質災害軽減センター）は、地震・火山・津波ハザードマップの作成を担当している。

表 4-5 災害ハザードマップの作成（大統領令 No.9 / 2016 より抜粋）

Output	Target Completion Time	Responsible Organization	Related Agencies
a. Geological Map 1:100,000 b. Volcano Hazard Map 1:50,000 c. Seismic Hazard Map 1:50,000 d. Landslide Hazard Map 1:50,000 e. Tsunami Hazard Map 1:50,000 f. Hydrogeological Map 1:100,000	Stage 1 (17 Provinces), December 2016  Stage 2 (17 Provinces) December 2017	Ministry of Energy and Mineral Resources	1. Ministry of Agriculture 2. Ministry of Agrarian Affairs and Spatial Planning / National Land Agency 3. Ministry of Environment and Forestry 4. BIG 5. LAPAN 6. BNPB

PVMBGでは2013年以降、27の津波ハザードマップを作成しており、年間2マップを目標に現在も作成作業を継続している。ハザードマップの作成はPVMBGの自己予算で実施している。津波シミュレーション（海洋での津波伝播）に関しては、Australia-Indonesia Facility for Disaster Reduction (AIFDR)のRisk and Vulnerability Program (2008-2015)の枠内で、ハード・ソフトの両面からGeoscience Australiaの技術支援を受けた。実施されたシミュレーション結果は、「A National Tsunami Hazard Assessment for Indonesia (2013)」としてまとめられ、インドネシア沿岸における確率別の津波高が算出されている。

PVMBGは前記の全国地震ハザードマップ作成にも参画しているが、これとは別に、州レベルのより詳細な地震ハザードマップ(1kmメッシュ)を2016年に作成した。作成されたマップは、最新の全国地震ハザードマップ(2017年)で使用された震源情報を用いていないことから、今後2年以内にこれらのマップを更新することを計画している。

### (3) BNPB による災害情報の整備およびツールの開発

BNPBでは、国内外の各機関が収集する観測情報や災害リスク情報、分析情報を表示、伝達するための各種ツール(下表)を開発している。災害情報の整備、発信、共有を図ることにより、災害情報を特に地方における防災計画・災害リスク削減計画の策定や実施に活用してもらうことで、防災政策や災害リスク削減の推進につなげようとしている。

表 4-6 BNPB の災害情報管理ツール

名称	開発協力	目的	機能
InaSAFE	AusAID / World Bank - GF 防災	“Better planning saves lives”の標語の下、災害のシナリオ分析により、より良い防災計画、準備計画、応急対応計画の策定を支援する。	コミュニティ、地方自治体、研究機関から提供される既存・新規のGISデータ(ハザードおよびエクスポージャ)を取り込み、インパクト閾数(被害閾数)を設定することで、シナリオ分析の結果をQGIS上に表示する。
DIBI	BAPPENAS / KEMENDAGRI  UNDP / UK DFID / UNFPA	災害情報の提供による、政府・自治体の防災能力の向上。	南米で構築されたDesInventarと開発連携。災害データ(被災者数、被災建物数)および人口データの蓄積。統計データをWeb上に表示。
InaAWARE	USAID / PDC (Pacific Disaster Center)	各種早期警報をWebベースのツールで統合することにより、災害時の意思決定を支援する。	PDCのDisasterAWAREプラットフォームに基づく。各種ハザード情報、国内・国外情報源からの警報をWeb上のシステムで統合し、インドネシア国内(政府機関および地方自治体)での情報共有を円滑化する。
InaRISK	UNDP	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 災害リスク指標を参照した防災計画の策定。</li> <li>◆ 災害リスク指標を用いた災害リスク削減計画の策定。</li> <li>◆ 災害リスク指標低減のモニタリングによる災害リスク削減策の促進。</li> <li>◆ GISデータの共有、WMO - Multi-Hazards Early Warning System (MHEWS), UNDP - Global Center for Disaster Statistic (GCDS)への空間情報データの提供。</li> </ul>	災害リスク評価の結果をArcGISサーバに蓄積し、データ共有を図ると共に、Web上で情報を閲覧可能にする。洪水、フラッシュフラッド、異常気象、暴風波浪、地震、森林火災、旱魃、火山噴火、地滑り、津波等の災害に対し、ハザード、脆弱性、キャパシティ、リスクを表示する。リスク評価結果は災害リスク指標として数値化される(ハザード、影響人口、物理損失、経済損失、環境影響を含む)。リスク評価は、減災対策の実施状況を考慮し、リスク指標の低減に反映される。

またBNPBは、各災害種に対するハザード評価に加え、各地域の脆弱性評価およびキャパシティ評価を実施することで、総合的なリスク評価を実施している。リスク評価の結果はRIとして指数化され、国家防災政策と戦略2015-2019においても、災害リスク削減の目標とすべき指標として活用されている。リスクインデックスの計算に当たっては、各地方でキャパシティの評価を実施しており、今回調査を実施したアチェ州のBAPPEDAでも、中期開発計画(RPJM2017-2022)の中で、州のリスクインデックス数値の削減をリスク削減目標として掲げている<sup>84</sup>。

<sup>84</sup> 2016年の146.9を基準として、2022年にリスクインデックスを130に低減

しかしながら全般的に、上表に示したデータベースが地方防災計画に活用される例は少なく、各種のツールによって提供されるデータが、地方において詳細な分析や計画を行う上で使いやすいようにできていないことが大きな課題となっている。

#### 4.1.2.3 計画及び防災施策

##### (1) 津波マスタープラン 2012 の策定 (BNPB)

2012年4月11日スマトラ沖地震(アチェ沖、本震M8.6、余震M8.2)では、幸いにも大きな津波は発生しなかった。しかしながら、地震の揺れが大きかったこと、またInaTEWSによる津波早期警報が発令されたことにより、アチェやパダンで多くの市民が車で避難を試み、渋滞を引き起こすなど町がパニック状態に陥った。この地震の経験から、特に地方自治体での津波に対する準備不足や情報伝達・意思決定プロセスの不備、警報用施設や避難路・避難施設の不備などが露呈することとなった。

これを受けて、BNPBでは津波ハザード分析、地方自治体における津波防災計画の推進、早期警報の伝達改善、避難指示の適正化、警報機器の拡充、津波避難路・避難施設(TES)の整備、コミュニティ防災の拡充を盛り込んだ津波マスタープラン(2012-2014年計画)を策定した。

全国のカブupaten / Kotaにおける再現期間500年の津波高を算出し、特に津波ハザードの高い地域を特定して、津波防災計画や避難計画などの津波対策を拡充することを目指した注目すべき計画であったが、後述の通り計画の実施は極めて限定的であった。

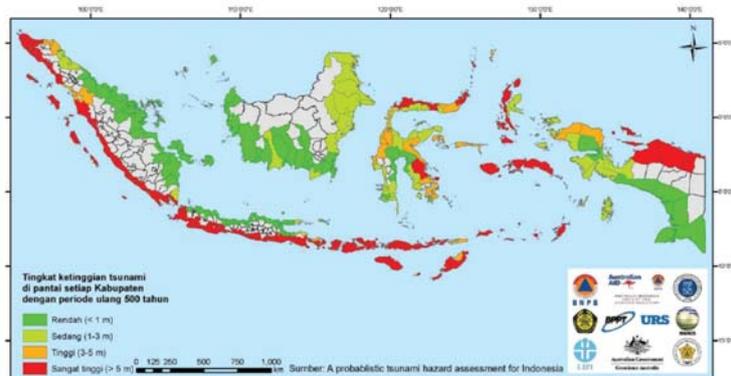


図 4-7 津波ハザードマップ 2012 (Kabupaten/Kota の再現期間 500 年の津波高)<sup>85</sup>

図 4-7では、必要な整備を実施するための予算、優先的に整備すべき事業の予算、獲得可能な予算という三段階を設定しており、TES建設計画を例にとれば、必要数2200に対して計画数は216(112+104)となっている。

表 4-7 津波マスタープランにおける津波避難タワー(TES)建設計画

Unit: Million Rupiah	Target	2012	2013	2014	Total
Necessary Funding	2,200 TES	9,000	3,000,000	7,991,000	11,000,000
Priority Funding	700 TES	9,000	1,750,000	1,750,000	3,509,000
Available Funding	112 (2013)/ 104 (2014)	9,000	560,000	520,000	1,089,000

<sup>85</sup> 出典：津波マスタープラン 2012

したがって、たとえ計画されたTESが全て建設されたとしても、インドネシアで必要な全数の10%程度ではない。TESの建設について、BNPBIはPUPRとMoUを締結し、PUPRが実施機関となったことから、BNPBでは建設の実態を把握していないということであった。



図 4-8 2014 年予算による TES の建設サイト<sup>86</sup>

インターネット上の情報によれば、上図の通り2014年に9棟の建設が実施され（2015年4月23日に5棟竣工のプレスリリース<sup>87</sup>）、2015年には更に30棟が計画されたようであるが、津波MP（2012-2014）が継続されなかったことから、この30棟の計画は頓挫した可能性が大きい。9棟が建設された実数であるとするれば、必要数はもちろんのこと当初の計画数216からも程遠い数値である

(2) BMKG が運用する地震・津波観測及び早期警報システム（InaTEWS）の構築

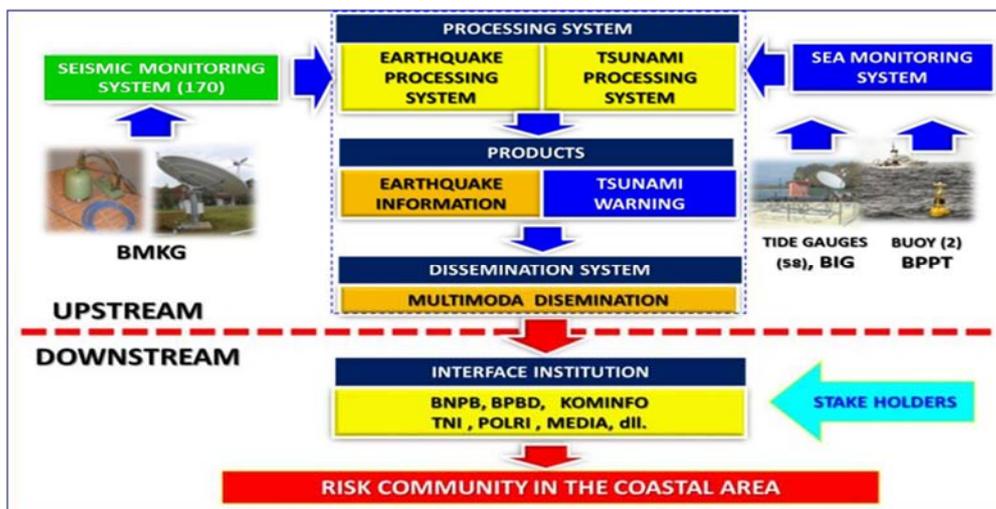


図 4-9 InaTEWS 概要図

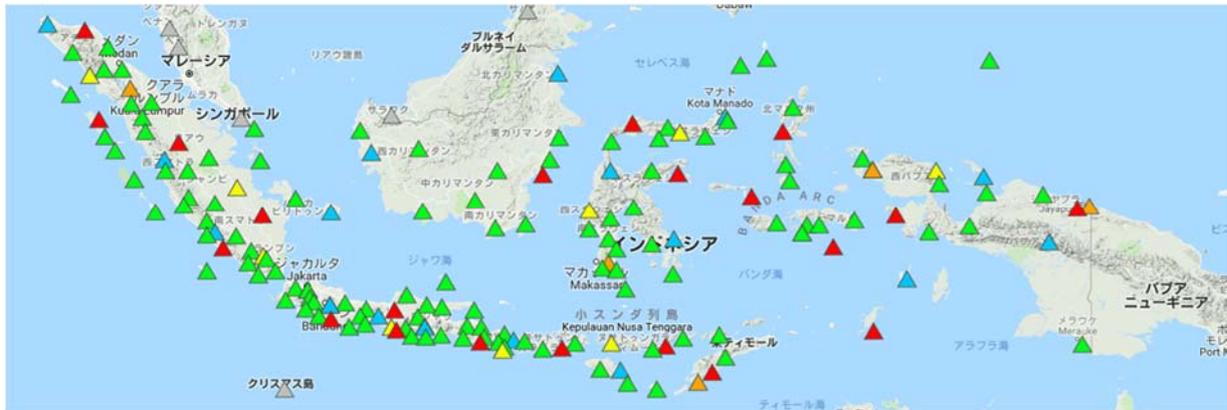
InaTEWSは地震・津波の観測、観測情報の集約と分析、速報や警報の設定を自動的に行うシステムであり（上図<sup>88</sup>参照）、それぞれコンポーネントにおいて各国の支援・協力を受けて構築された。またBMKGではInaTEWSの適切な運用のためのStandard of Operation (SOP)を策定している。

<sup>86</sup> Development of TES 2015 Fiscal Year (Pembangunan Tempat Evakuasi Sementara (TES) Tahun Anggaran 2015

<sup>87</sup> <https://www.pu.go.id/berita/view/9491/tempat-evakuasi-sementara-tsunami-padang-diresmikan>

<sup>88</sup> 出典：BMKG 提供のプレゼンテーションスライドより

- ・ 地震観測網（地震計など）：ドイツ、中国、日本<sup>89</sup>、フランス<sup>90</sup>
- ・ 津波観測網（検潮器、観測ブイなど）：ドイツ、アメリカ
- ・ 分析システム<sup>91</sup>：ドイツ



（設置▲：インドネシア、▲：日本、▲：ドイツ、▲：CTBTO、▲：中国）

図 4-10 インドネシアの地震観測網

図 4-10に示す通り、インドネシアの地震観測網は東部で設置密度が粗く、パプア北部の太平洋プレートとインドオーストラリアプレートの境界部分で発生する地震や、フィリピン海プレートの運動の影響を受けるスラヴェシ周辺の地震などを、即時に捉える能力が不足している。観測地点が少ないと、地震規模や震源位置の特定、震度評価、震源特性の計算に時間を要するのみならず、計算・評価精度にも少なからず影響するものと考えられる。

### (3) 学校安全プログラム Safe School Program (教育文化省/BNPB)

インドネシアでは、これまでWorld Bank、UNDP、UNICEF等の支援を受けて、学校防災に関する取り組みが鋭意行われてきた。2004年インド洋大津波の後、2006年にUN OCHAの協力で、CDE (Consortium for Disaster Education) が設立され、学校防災への取り組みが始まった。更に2007年インドネシア防災法の成立から2008年BNPBの設立の流れを受けて、教育分野での防災の主流化を明確にした<sup>92</sup>。2010年にはUNISDRのキャンペーン One Million Safe Schools and Hospitals Initiativeに参画し、2012年にSafe Schools / Madrasahs from Disasters (SMAB、以下Safe School Programと称す)を政策化した<sup>93</sup>。同年に5つの州 (province) の210校でパイロット活動を実施し、2015年には Disaster Safe School Roadmap 2015-2019を策定した。2017年には、教育文化省に防災教育を含む特殊教育を所轄するSPAB National Secretariatが設置され、Safe School Programを推進している。尚、このユニットは教育文化省とBNPBの双方からユニット長が選任され、BNPBが活動を後押ししている。

Safe School Programは 学校施設の安全、学校防災、防災教育を3本柱とする。学校で総合的な災害安全プログラムを実施することにより、子供が防災知識を媒介するエージェントとして機能し、子から親へ、また子が親となって、その子へと、広く社会への波及効果が期待できる。社会・都市全体のレジリエンスを高めて行くことを狙ったものである。

<sup>89</sup> 防災科学技術研究所 (NIED) の協力による Japan Indonesia Seismic Network (JISNET)に加え、2018年5月時点で JICA 無償協力による地震観測網の拡充を実施中 (広域防災システム整備計画)

<sup>90</sup> 地震観測網の統合

<sup>91</sup> German Indonesian Tsunami Early Warning System: GITEWS を原型とする

<sup>92</sup> Circular Letter No.70a/SE/MPN/2010 related to Mainstreaming Disaster Risk Reduction in the Education Sector

<sup>93</sup> BNPB Chief Regulation No.4/2012 Guideline for Implementation of Safe School

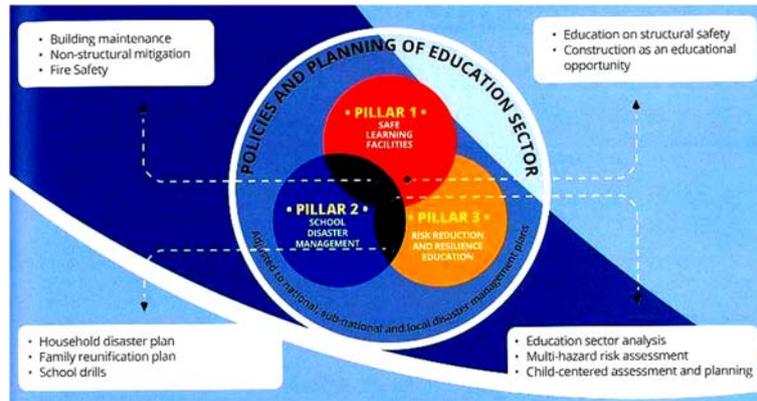


図 4-11 Safe School Program の3本柱

現時点で、プログラムに着手した学校が全体の10%に満たず、また着手されるのは主に もしくは であり、地震防災の観点から に関わる学校の耐震化は進んでいない状況にある。バンダ・アチエで学校防災について研究しているシアクアラ大学/TDMRCのOktari教授によれば、インドネシアでは学校長の権限が大きく、こうしたプログラムの導入は学校長の意欲に依ることが大きいということであった。また、防災教育に取り組むための先生の能力が十分でないことも、プログラム普及や継続性の維持に対する障壁になっているということである。Oktari教授は、このプログラムにコミュニティの様々な関係者を巻き込むことによって、プログラムに対する意識の向上、継続性の担保が図れると結論付けている。

教育省によれば、インドネシアの学校の大半は1980年代に建設され、十分な耐震設計が行われていない。仙台防災枠組のターゲット「(d)重要インフラ損害・基本サービス途絶の軽減」を達成するためには、学校校舎の耐震化を早急に図る必要がある。

(4) 低所得者向け住宅供給・支援プログラム：“One Million Housing Program”(PUPR)

インドネシアでは、防潮堤の建設による津波被害の軽減や、構造物の耐震補強による耐震化など、予防的な対策、特に構造物対策による強靱化への直接投資はほとんど確認できない。そうした状況の中で注目すべき政策は、特に低所得者層の住宅環境改善を目的として、ジョコウィ政権の公約の下、強力に推進されているOne Million Housing Programである。PUPRでは、RPJMN2015-2019に基づき、低所得者向けの住宅供給や、住宅建設に係る各種の補助金制度を実施している。

表 4-8 One Million Housing Program 関連法と概要

関連法	概要
PUPR Ministerial Regulation No. 1/PRT/M/2018 on Flat Provision	PUPR 規格による公共賃貸住宅の供給
PUPR Ministerial Regulation No. 20/PRT/M/2017 on Special Houses Provision	国境警備、漁民、被災者、紛争被害者、僻地住民など特別な配慮が必要となる人々への住宅供給支援(28 m <sup>2</sup> もしくは36 m <sup>2</sup> の規格住宅)
PUPR Ministerial Regulation No. 7/PRT/M/2018 on Self-Help Houses Provision	居住に適さないセルフビルド住宅の環境改善を目的とした、セルフビルド住宅に対する補助金制度
PUPR Ministerial Regulation No. 26/PRT/M/2016 on Housing Subsidy	低所得者に対する住宅ローン支援制度
PUPR Ministerial Regulation No. 3/PRT/M/2018 on Public Facilities Aid for MBR Residence	低所得者住宅に対するインフラ整備支援(上下水道、道路、ごみ処理など)

一般に低所得者の住宅環境は悪く、特に建築物が法令に準拠していないなど、災害に対する脆弱性が高い。PUPR規格による公共賃貸住宅(建設・維持管理コスト削減のためプロトタイプによる規格化を実施)の供給は、法令に準拠した品質と住宅環境を担保する。また、セルフビルド住宅(一般にノンエンジニアードと考えられる)の改善を目的とした、補助金制度(建築資材の購入資金供与及びインフラ支援)では、PUPRから地方政府を通じて補助金が支給され、地域のファシリテーターが補助金のプロセスをチェックすることから、建築に関する地方令(PERDA)に定められた要求事項に基づいて、住宅建設が行われることが期待できる。

The Process of Determination Beneficiary of the Stimulant Aid for Self-Help Houses

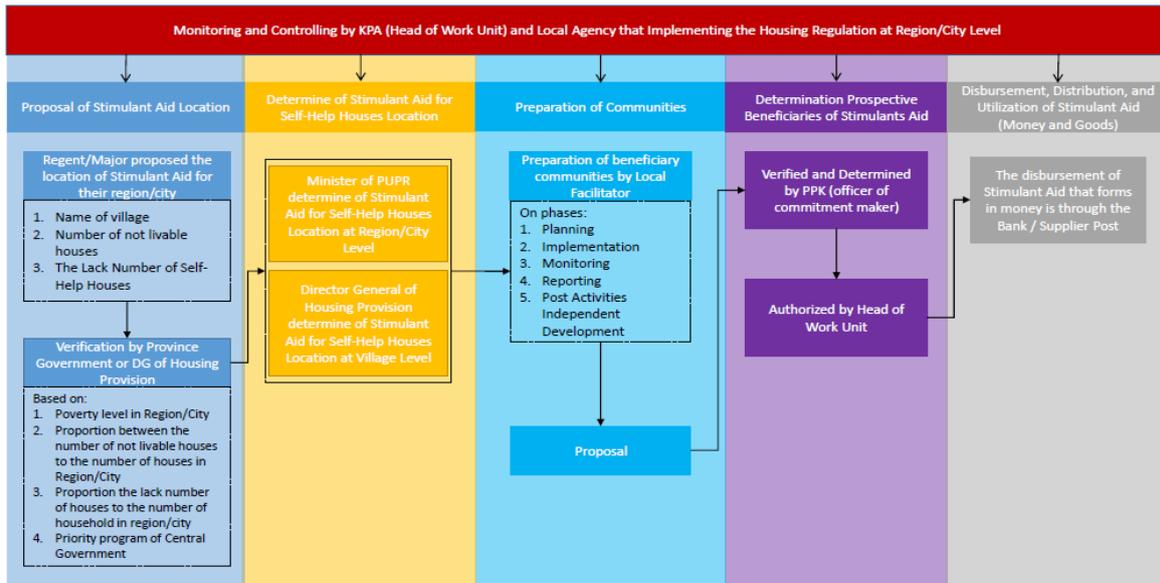
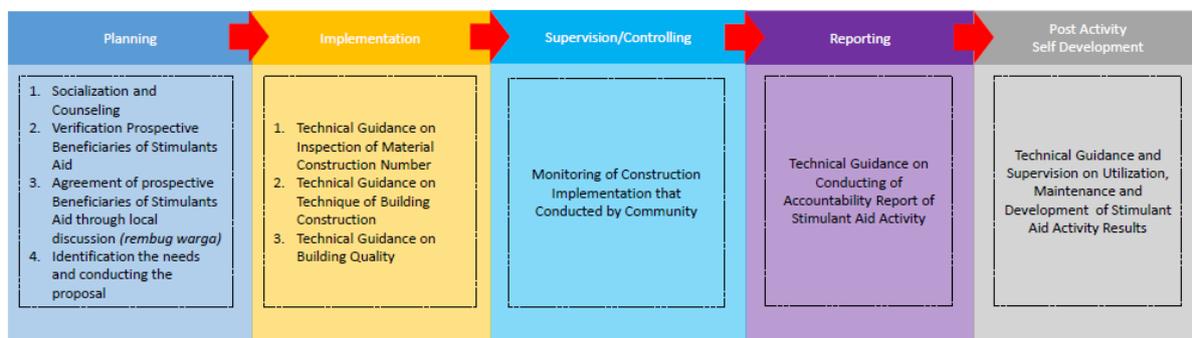


図 4-12 セルフビルド住宅補助金制度

しかしながら、PERDAが整備されていない地域や、ファシリテーターの技術知識が不足している場合などには、適切な建設が行われない可能性もあることから、PUPRに指導の下、こうした分野で能力強化を実施して行くことが望まれる。

The Task of Local Facilitators for Assisting Community on Stimulant Aid Implementation



Source: Clause 18 of PUPR Minister Regulation No. 7 year 2018 concerning Stimulant Aid for Self-Help Housing (*Bantuan Stimulan Perumahan Swadaya*)

図 4-13 セルフビルド住宅ファシリテーターの役割

低所得者向けの住宅建設補助金制度では、政府から銀行に補助金が供給され、住宅オーナーは有利な条件(利率・期間)で住宅ローンを組むことができる。このスキームでは、政府が直接、住宅建設を管理することはない

が、ローンを提供する銀行に対して、主要構造（床、天井、壁など）の検査、安全基準や信頼性の確認、電気・上下水道・近接道路の確認などを行うことを要求している。ただ、一般に銀行内にこうした検査を実施する人員がないことから、住宅開発を行うデベロッパーに検査・確認を一任してしまうことが多いということであった。地方で第三者検査を実施できる人材育成を行い、建設される住宅の品質が担保されるような仕組みを設けるなど、今後の更なる制度充実が期待される。

#### The Process of Proposal for Housing Subsidy

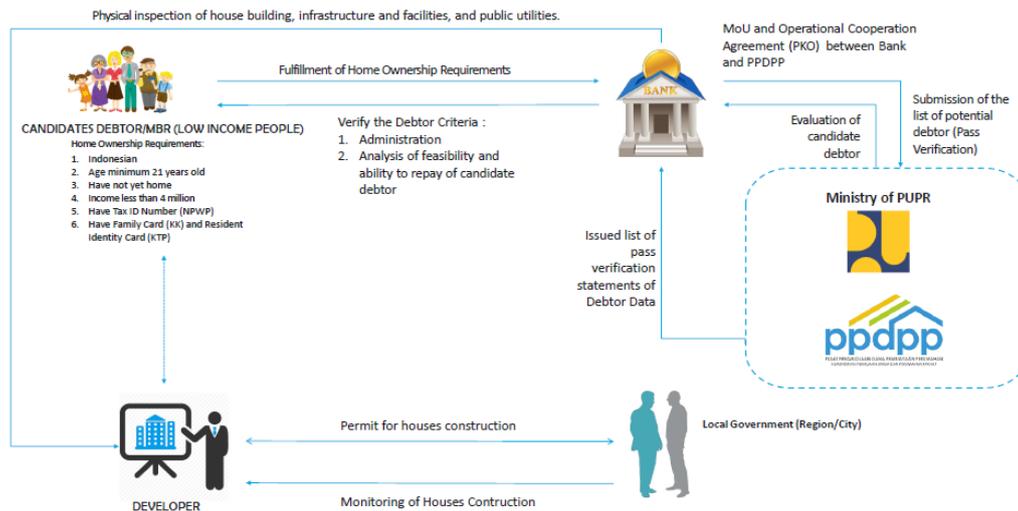


図 4-14 低所得者向け住宅ローン補助制度

再保険会社MAIPARKによれば、建築物に火災保険を付保することが義務となっているとのことであった。地震保険についても付保を促進するような仕組みを設けることが期待される（例えば地震保険を住宅ローンの要件とするように銀行に働きかけるなど）

#### (5) 「より良い復興」の実践

インドネシアでは、災害復旧・復興に対する各ドナーの資金協力・技術支援もあり、地震・津波災害に対する「より良い復興」を実施している。ここでは特に次の災害への準備という観点から、2004年以降の4つの地震・津波災害における取り組みを整理する。

##### 2004年12月26日インド洋大津波

2004年12月26日インド洋大津波を契機に、各国の支援を受けて、インドネシアの地震・津波観測及び警報システムInaTEWSが構築された。InaTEWSでは、地震発生直後から各地に設置された地震計で観測される地震波を解析して、震源の位置や規模を推定し、震源と津波発生に関してあらかじめ計算された多数のシミュレーションの中から、最も類似した震源の結果を参照し、津波の到来を予測して、早期警報を発令する。

甚大な人的・物的損害を被ったアチェの復興に際しては、アチェ・ニアス復興省（BRR）が設立され、BRRにより復興マスタープランが策定された。一方バンダ・アチェ市では、JICAの支援を受けてバンダ・アチェ市緊急復旧復興基本計画が策定され、沿岸地域を津波に対するバッファゾーンとするような、日本の津波災害・復興の経験を活かした空間計画が提案された。この考え方は、BRRの復興マスタープランにも反映され、下図のよう

に浸水した沿岸地域では開発行為を制限する空間計画・土地利用計画が作成された。道路復旧においては、災害時の避難や緊急車両の通行を可能とするような避難道路・緊急道路を計画し、また沿岸部では津波避難タワー（TES）を建設して、津波に強いまちづくりを目指した。

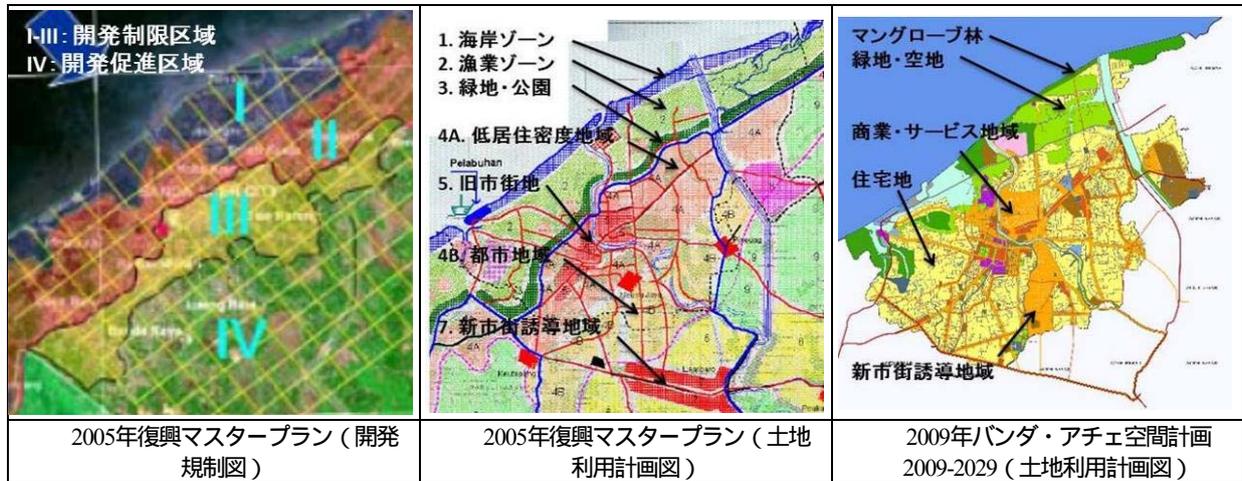


図 4-15 バンダ・アチェ復興計画

バンダ・アチェでは引き続き内陸部での新市街地の形成、沿岸部分での開発制限を行い、住民の生活基盤を沿岸から内陸へと誘導する意図であるが、海外部から内陸部への居住空間の移転は思うように進んでおらず、2009年に策定されたバンダ・アチェ市の空間計画（2009年から2029年までの20年計画）では、開発を制限する保護空間が明らかに後退しており、当初の想定より海岸に近い地域（2004年の津波浸水地域）で開発行為を許容するような土地利用計画がなされている。

表 4-9 バンダ・アチェ空間計画の土地利用区分

空間区分	土地利用区分
Protected Area	Local Protected Area
	Nature Reserve Area
	Cultural Heritage Area
	Disaster Prone Area
	Green Open Space
Cultivation Area	Housing Area
	Commercial Area and Commercial Services
	Office Area
	Tourism Area
	Fishing and Fishing Area
	Central Sports Center
	Public Service Area
	Port Area
	Small Industrial Area
	Non-Green Open Space
	Sector Space for Informal

上表にバンダ・アチェ市の土地利用区分を示す。開発行為を制限する保護区域（Protected Area）に災害危険地域（Disaster Prone Area）が含まれるが、実際の土地利用図では該当する地域は見当たらない。また、バンダ・アチェ空間計画2009-2029では、津波のリスクが高い災害危険地域であったとしても、避難道路や緊急道路、避難施設（TES）が整備されることを条件に開発行為を許容する旨が記載されている。この規定自体は合理的である

が、実際には避難施設が整備されないまま、津波の危険性の高い地域への住民の流入が続いており、避難施設の早急な整備が現実的な解決策であると考えられる。

その他注目すべき取り組みとして、BRRでは、アチェを津波研究の拠点とし、アチェのみならずインドネシアの津波災害軽減を図って行くことを目的に、バンダ・アチェのシアクアラ大学を母体とした津波災害軽減研究センター（TDMRC: Tsunami and Disaster Mitigation Research Center）を設立した。

また、アチェ津波博物館の設立を通して、津波災害の記憶や教訓を、他の国や地域と共有し、次の世代へと継承して行くことを図っている。この他にも津波の災害遺構の保存（打ち上げられたボイラー船、住宅上に残った漁船）や日本の支援による津波記念ポールなど、バンダ・アチェの各地に災害の痕跡を留めるように努めている。尚、津波記念ポールについては、次節のJICAによる支援で、災害遺構については、アチェにおける課題の節で詳述する。

#### 2006年5月27日ジャワ島中部地震

2006年5月27日のジャワ島中部地震では、死者5000人以上、その多くは脆弱性の高いノンエンジニアードの一般住宅の倒壊によるものと言われている。この地震は、震源深さ10-15km程度の浅発の活断層地震とはいえ、地震規模はM6.3と必ずしも大きなものではなかった<sup>94</sup>。

地震発生当時、インドネシアではすでに建築法（法律No.28 / 2002）が制定され、米国基準等を参照してインドネシア耐震基準（SNI 1726:2002）が整備されていた。この耐震基準に従って適切に設計・施工された建物であれば、相応の被害を受けることがあっても、倒壊は免れたのではないかと考えられた。しかしインドネシアの建築法は、基本的な要件等を定めるのみであり、その実施には各地方で建築行政を担う地方政府による法制化と建築許可の運用が必要であった。当時、各地方でその体制が整っておらず、この地震を契機に中央・地方における建築行政能力の向上が大きな課題として浮き上がることとなった。

2007年以降、JICAの技術協力「建築物耐震性向上のための建築行政執行能力向上プロジェクト（2007-2011, 2011-2014）」を得て、建築行政執行能力の向上を図ってきた。このプロジェクトのパイロット地域では、特にノンエンジニアードの住宅に対して、Key Requirementと呼ばれる、構造上の仕様を簡潔に示す資料を要求事項に添付するなどして、脆弱性の高い建物の耐震化に配慮している。

地方における建築行政の運用にはまだ多くの課題が残るものの、先述の通りこれまでの取り組みの成果がPUPR大臣令No.5 / 2016（及びその改正令No.6 / 2017）建築確認・許可に関する技術指針に結実している。

#### 2009年9月30日スマトラ沖地震

2009年9月30日スマトラ沖地震（M7.5）は、スンダ海溝のプレート境界震源の地震空白域で想定される巨大地震ではなく、海洋プレート内で発生した地殻内地震であったが、パダン市において大きな地震被害をもたらした。特に1980年以前に建設された学校校舎での被害が甚大であったため、災害時の避難施設として機能することも期待される校舎の再建にあたっては、耐震性の高い建築が望まれた。

<sup>94</sup> 死者 6000 人に達した 1995 年阪神・淡路大震災の原因となった兵庫県南部地震は M7.3

インドネシアではPUPR大臣令No45/PRT/M/2007 において、国の予算で建設する公共建築物(学校建築物を含む)はPUPRの基準を守らなければならないと規定されているが、学校建築を管轄する教育文化省(当時より名称変更)と、公共施設及び耐震設計基準を管轄するPUPRとの省庁間の垣根の存在から、地震当時でも学校建築において耐震設計への配慮が十分になされていなかったという<sup>95</sup>。

10の学校(7小学校、3中学校)の再建にあたっては、JICAの無償支援により、インドネシアの耐震基準のみならず日本の耐震基準も参照し、耐震性の高い学校校舎を設計・施工した。この設計をプロトタイプとして、各地域へ横展開されることが期待されたようであるが、本調査において教育文化省で行った聞き取り調査ではそのような話は聞かれなかった。建築物の耐震設計は、地域ごとの地震ハザードの相違など、標準化しきれない部分もあり、耐震設計の専門家がいないと展開が難しいものと思われ、教育文化省には耐震設計の専門家がいないと記述が前掲の参考文献にもあったことから、展開が困難であったものと推測される。教育文化省と建築の専門家を擁するPUPRとの連携を考える上で、中央防災機関としてのBNPBの役割は大きい。

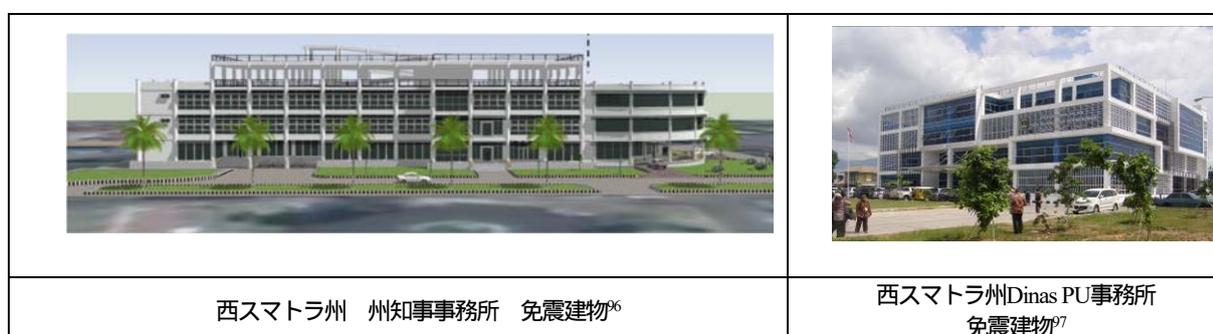


図 4-16 スマトラ島沖地震に建設された免震構造の公共施設

西スマトラ州政府では、地震後にパダンの州知事事務所及びDinas PUの事務所として免震建物を設計・建設した。その際、州知事事務所は4階建ての4階と屋上部分、Dinas PU事務所は4階建ての屋上部分が津波避難施設として機能するように計画された。免震構造の設計に際しては、NPO組織「国境なき技師団(日本支部)」による技術支援を通じて、日本の設計基準を参照する、また免震装置(積層ゴム支承)を日本から調達するなど、日本の技術を導入している。

また、BNPBでの聞き取り調査では、病院や避難橋梁の耐震化も実施されたとのことであった。既述の通り、パダン沖ではプレート境界での巨大地震の切迫性が高いと考えられ、こうした耐震化の取り組みが継続的に実施されることが期待される。

#### 2016年12月7日アチェ(ピディジャヤ)地震

2016年12月7日アチェ(ピディジャヤ)地震(M6.5)においても、残念ながら地震規模の割に大きな建物被害が生じた。地震復興に際しては、BNPB、PUPR、教育文化省、保健省等が連携して、20の学校(内10はドナー支援による)、モスク、マーケット、大学、病院などの再建が実施された(2018年1月24日現在、一部は建設中で、モスク・マーケット・大学の進捗率35%、病院の進捗率は17%)。

<sup>95</sup> 西スマトラ州パダン沖地震被災地復興支援(学校再建)プロジェクト、学校建築設計・施工監理マニュアル、平成23年8月、JICA

<sup>96</sup> “Recovery Cooperation for Padang Earthquake Damage by Seismic Isolation Buildings Design”, Engineers without Boarder, Japan, Takayuki Teramoto and Toshio Okoshi

<sup>97</sup> <https://stimrd.org/2015/02/12/base-isolation-training-padang/>より写真を加工して転載

ここでは、2009年パダン沖地震の復興と比較して、BNPB及びPUPRを中心に復興事業における連携が改善されていることが伺える。今後は復興事業のみならず、災害リスク削減に向けた事前の災害予防・災害対策においても、中央防災機関であるBNPBが音頭を取って各省庁や地方自治体を取りまとめ、事前の防災投資を促進させることが望まれる。

#### 4.1.2.4 防災関連予算（地震・津波）

2011-2012年のインドネシア政府による防災予算は、全政府予算の約0.7%、中央政府予算の約1%となっている<sup>98</sup>。防災予算の災害種別の内訳は把握されていない。2012年時点では、インドネシアにおける防災予算の大部分はPUPR及び森林省による治水事業となっており、地震・津波防災への投資は必ずしも多くない。災害種別の防災予算を把握しモニタリングするためにも、BNPBが主導して災害種別の集計を行えるような予算項目の整理を行うことが望まれる。

#### 4.1.3 JICAによる協力

本節ではJICA等が実施した2004年インド洋大津波以降の日本の支援について、地震・津波防災の観点から整理する。主要なJICA支援については、すでに前節のインドネシア政府の取り組みの中で記載した。ここではこれまでの支援実績からJICA支援の方向性について確認しておく。

日本は2004年以降、主要な地震や津波災害の発生後に復旧・復興を目的とした資金協力や技術支援を実施してきた。2007年頃からは、特に災害予防・準備の支援を拡大しており、災害後の復興支援から、発災以前の予防・準備支援に注力していることが分かる（下表参照）。日本が取り組んできた予防防災の観点が、2005年兵庫行動枠組から2015年仙台防災枠組へとつながる国際協調の流れにおいても重要視され、日本のインドネシアに対する地震・津波防災支援でも大きな特徴となっていることが確認できる。

表 4-10 地震・津波防災分野における JICA の協力

案件名	援助形態	実施期間
災害復興支援		
スマトラ沖大地震およびインド洋津波被害に対する支援	無償	2004
北スマトラ沖地震津波災害緊急復旧・復興支援プログラム	開発調査	2005
バンドン・アチェ市緊急復旧・復興支援プロジェクト	開発調査	2005-2006
ジャワ島中部地震災害復興支援プロジェクト	技術協力	2006-2007
ジャワ島中部地震災害復興支援計画	無償	2006
インドネシア・ジャワ島中部における地震被害に対する緊急無償資金協力	無償	2006
アチェ復興事業	円借款	2007
ニアス島橋梁復旧計画（詳細設計）	無償	2008
西スマトラ州パダン沖地震被災地復興支援（学校再建）プロジェクト	開発調査	2009-2011
パダン沖地震水資源管理施設災害復旧事業支援プロジェクト	技術協力	2010-2011
ニアス島橋梁復旧計画	無償	2010
西スマトラ州パダン沖地震被災地における安全な学校再建計画	無償	2010
インドネシア共和国における西スマトラ州ムンタワイ沖地震及びジャワ島中部メラピ火山噴火による被害への緊急無償資金協力(IFRC連携)	無償	2010
災害予防・準備支援		
津波早期警報能力向上プロジェクト	技術協力	2007-2009

<sup>98</sup> “Preliminary Examination of Existing Methodologies for Allocating and Tracking National Government Budget for Disaster Risk Reduction (防災) in Indonesia”, Herry Darwanto, January 2012

案件名	援助形態	実施期間
建築物耐震性向上のための建築行政執行能力向上プロジェクト	技術協力	2007-2011
建築物耐震性向上のための建築行政執行能力向上プロジェクト フェーズ2	技術協力	2011-2014
インドネシアにおける地震火山分野の総合防災策	SATREPS	2008-2012
国家防災庁及び地方防災局の災害対応能力強化プロジェクト	技術協力	2011-2015
広域防災システム整備計画	無償	2013-
安価で簡便なPPバンドメッシュ工法を用いた組積造建物の耐震性能強化により地震安全社会を目指す地震防災事業	草の根	2014-2017
バンダ・アチェ市と宮城県東松島市における住民主体での地域資源利活用による相互復興推進プログラム	草の根	2013-2015
バンダ・アチェ市と東松島市による相互復興：地域防災のためのコミュニティ経済活性化モデル構築事業	草の根	2015-2018
ニアス島における伝統舞踊「Macna」を活用した防災教育事業	草の根	2016-2018

この他に特筆すべき日本の支援として、日本政府による、草の根・人間の安全保障無償資金協力「ナングル・アチェ・ダルサラムの津波防災教育支援計画」がある。この協力プロジェクトは、京都大学の指導の下、現地 NGO（ウミアバシア財団）を主体に実施され、日本の津波記念碑に着想を得た、津波の高さを再現した85本の津波メモリアルポールの建設と防災教育が行われた。メモリアルポールにより災害を可視化し、防災意識を次の世代へと伝え続けることで、次の巨大災害に備えることを目的としている。

表 4-11 津波メモリアルポールの一般的な碑銘

津波発生日	2004年12月26日
津波の浸水深（ポールの高さ）	（例）1.52m
海岸からの距離	（例）3.90km
津波到達時刻	（例）8:40
地震発生から津波到達までの時間	（例）40分
この碑は、津波で犠牲になった方々を追悼し、また将来起こり得る自然災害に対して住民、特に次世代の人々が常に警戒を怠らないために建てられた。この碑は日本人の支援によるものである。	

日本では津波の最高到達地点に津波記念碑を建立し、次世代への教訓として伝えて行く試みが古くからおこなわれているが、年を経るごとに記念碑が忘れられ、放置される状況が少なからず見受けられるなど、数百年・数千年の単位で再現する巨大災害の記憶を継承することは必ずしも容易ではない。本プロジェクトではそうした教訓も踏まえ、メモリアルポールの約半数を学校に、約25%をモスクや簡易モスク、その他は公共施設の敷地内など、多くの人が集まる人目に付きやすい場所に設置している。特に学校では、子供たちへの語り継ぎなどを通じて、災害の教訓が世代を超えてコミュニティ内で維持されることが期待される。

本調査では、7か所の津波メモリアルポールを視察したが、中には一部が破損するなど維持管理の状態が悪いものも見られた。今後数百年、世代を超えてこの津波災害が語り継がれてゆくために、学校やコミュニティが主体となった定期的・継続的なキャンペーンや啓蒙活動が実施され、メモリアルポールが引き続き適切に維持されることが望まれる。



図 4-17 アチェに建てられた津波メモリアルポール

## 4.1.4 他ドナーによる協力

インドネシア政府の取り組みの中で、主な協力についてはすでに記載した。ここでは近年の地震・津波災害に関する他ドナーの協力を一覧表にまとめた。尚、災害直後の緊急支援や復興支援については内容が多岐に渡り把握が困難なため、ここでは割愛する。

表 4-12 地震・津波防災分野における他ドナーの協力

Donor	Project
BGR <sup>99</sup> (Germany)	Georisk-Project (2006-2009) The objective of the Georisk-Project is to develop and test a practical geogical risk methodology study and to support the implementation of the findings of these geological risk mitigation strategies at the national, provincial and local levels for the long term and short term.
MFAT <sup>100</sup> (New Zealand)	Strengthened Indonesia Resilience: Reducing Risks from Disasters (StRRRD) project (2014-) GNS Science is working with the University of Gadjah Mada on this \$7.6 million project in ten districts in Eastern Indonesia.
	Implementing a Better Warehousing and Logistics Management Initiative with Beca New Zealand, the Indonesian Red Cross and New Zealand Red Cross
	2015-2017 \$1.5 million, two-year project to develop an all-of-government framework for disaster response for Indonesia in conjunction with Indonesia's disaster planning agency and ANZDEC New Zealand
USAID	InAWARE: Disaster Management Early Warning and Decision Support Capacity Enhancement Project in Indonesia (2013-2016, 2016-2018) Under funding from the U.S. Agency for International Development (USAID) Office for Foreign Disaster Assistance (OFDA), Pacific Disaster Center (PDC) is providing Technical Assistance to the Government of Indonesia's National Agency for Disaster Management (BNPB) to improve early warning and disaster management decision making outcomes. The project provides a web-based Decision Support System (DSS) for use by disaster managers at national and provincial levels.
IOM	Strengthening Disaster Risk Reduction Capacity and Promoting Community Resilience in Aceh (2012-2014) The objective is to contribute to the Government of Indonesia's initiatives to address the risk reduction efforts and assisting vulnerable communities in Indonesia. Activities include: Establish Community Forum, Development of Community Risk Map, Training for Government Officials, Awareness-raising Activities, Rapid Response to Natural Disaster
	Strengthening Disaster Risk Reduction Capacity and Promoting Community Resilience in West Java
	Emergency Operations Centres for Enhanced Disaster Preparedness and Response Capacity The objective is to strengthen disaster coordination and response preparedness capacity in two selected provinces in eastern Indonesia. Activities include: EOC Construction, Information and Communication Technology set-up, Training and outreach activities.
DFAT <sup>101</sup> / AusAID	AIFDR (Australia-Indonesia Facility for Disaster Reduction) - Risk and Vulnerability Program (2008-2015) Major achievements include: <ul style="list-style-type: none"> <li>Facilitation of Indonesia's first 'best practice' national earthquake hazard map in 2010</li> <li>Technical support to Badan Geologi to prepare real-time volcanic ash models</li> <li>Establishment of the GREAT program at the Institute of Technology (ITB) in Bandung</li> <li>InaSAFE tool exploits the investment in science to develop data for disaster management planning and response</li> </ul>
	Australia-Indonesia Partnership on Disaster Risk Management (2015-2018) <ul style="list-style-type: none"> <li>Keep supporting the InaSAFE program through DMInnovation.</li> </ul> Conduct Technical Cooperation Project with BNPB in South Sulawesi and East Nusa Tenggara, with following activities: a) facilitation & advocation on disaster related regulations (DM Plan, Contingency Plan. Etc.), b) Strengthening the role of PUSDALOPS (EOC) and c) Institutional Capacity enhancement of 地方防災局 South Sulawesi and East Nusa Tenggara (NTT)

<sup>99</sup> Federal Institute for Geosciences and Natural Resources

<sup>100</sup> Ministry of Foreign Affairs and Trade

<sup>101</sup> Department of Foreign Affairs and Trade

Donor	Project
WB / GF防災	Scaling Up Safe School Facilities in Indonesia <sup>102</sup> (2015-2017) Building capacity to support the implementation of a safer schools program. Collaboration with the Ministry of Education and BNPB has resulted in the development of a safe school risk map. This map will assist the government in prioritizing the rehabilitation of school buildings in high risk areas and the integration of resilience elements in education infrastructure. A school vulnerability assessment instrument has been developed to assess the damage levels of existing elementary school buildings.
UNDP	<p>Safer Communities through Disaster Risk Reduction (2007-2013, 2013-2016)</p> <p>Major achievements include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Formulation of National Disaster Management Plan 2010-2014 and National Action Plan on Disaster Risk Reduction 2010-2012</li> <li>Formulation of Disaster Management Minimum Service Standard (Standar Pelayanan Minimal Penanggulangan Bencana/SPM PB) that assists local governments in planning and budgeting 防災 programs</li> <li>Prioritize disaster management in Indonesia’s Mid-Term Development Plan (RPJM) 2010-2014 and RPJMN 2015- 2019</li> <li>Helping the Ministry of Education (MOE) formulate the National Strategy on Disaster Education</li> <li>Setting up a national Indonesian Disaster Information and Database (Data dan Informasi Bencana Indonesia-DIBI)</li> <li>Linking policy work at the national level with demonstration projects in eight target provinces and one target city</li> <li>Formulation of climate vulnerability indicators and gender responsive guidelines to assess urban climate risks</li> </ul> <p>Strengthening School Preparedness for Tsunamis in Asia and Pacific (2017/06/01– 2018/11/30) アジア太平洋地域における学校津波防災強化プロジェクト</p> <p>Partnering with the Government of Japan in 18 Asia-Pacific countries, the United Nations Development Programme supports 90 schools to assess their tsunami risks, design emergency procedures and evacuation plans, and carry out tsunami awareness education and safety drills. The regional project contributes to the achievement of the Sendai Framework’s seven targets to reduce lives lost, numbers of people affected, and economic damage from natural and human-induced hazards.</p> <p>日本政府との協業により、アジア太平洋の18カ国90の学校で、津波リスク分析、緊急対応・避難計画策定、津波防災教育、避難訓練の実施を支援。</p>

#### 4.1.5 災害リスク評価と課題把握

##### 4.1.5.1 災害種・分野評価

4.1.1～4.1.4で確認したインドネシアにおける地震・津波防災の現状の分析から、「災害情報」、「ガバナンス」、「災害リスク削減」、「災害準備とより良い復興」の4分野について、以下の10課題を抽出した。

表 4-13 地震・津波防災分野の課題

分類	地震・津波災害分野の課題
災害情報 (災害リスクの理解・共有)	必要最低限レベルにとどまる地震・津波観測網 地震・津波災害のリスクやメカニズムが理解されていない 地震・津波研究を継続的に全国規模で実施する法制や組織がない 地方自治体が地震・津波防災に活用できる分析モデルやデータがない
ガバナンス (災害リスク管理の強化)	災害種別の計画や政策がなく、災害種固有の対策が進まない 地震・津波研究の成果を防災政策に反映させる仕組みがない 防災計画や防災政策プログラムが散発的で持続性・継続性が弱い
災害リスク削減 (強靱化のための減災投資)	行政のガバナンスが弱く、建築許可制度等の実施が徹底されない 防災政策に関する省庁間の連携が弱く、防災の主流化が十分でない
災害への準備と「より良い復興」	空間・時間を超えた災害記憶共有の必要性

<sup>102</sup> The Global Program for Safer Schools (GPSS) aims to boost and facilitate informed, large-scale investments for the safety and resilience of new and existing school infrastructure at risk from natural hazards, contributing to high-quality learning environments. The focus is primarily on public school infrastructure in developing countries.

## (1) 災害情報（災害リスクの理解・共有）

### 【課題】必要最低限レベルにとどまる地震・津波観測網

インドネシアでは2004年インド洋大津波の後、地震・津波観測警報システムInaTEWSの構築を目的として、地震及び津波の観測網が整備された。しかしながら現状では、地震速報や津波警報を実施する必要最低限度の観測ネットワークを構築したに過ぎない。特にインドネシア東部では観測網が粗く、他の地域に比べて震源の計算などに長い時間を要する。こうした地域では観測網の拡充が不可欠である。

また、全国の観測網を更に稠密にすることで、震源解の計算に要する時間短縮や、各地域での震源特性や地盤特性の理解、地震メカニズムの解明に寄与することが期待される。

### 【課題】地震・津波災害のリスクやメカニズムが理解されていない

今日でも地震や津波のメカニズムは完全には解明されておらず、いつどこで地震や津波が発生するかを予測することは困難である。このため、地震・津波防災を考える上では、地震や津波に関する基礎研究を充実し、現象やメカニズムの解明を推進すること、そしてこうした地震・津波災害の特性や研究の必要性和最新の研究知見を広く市民に理解してもらうことが重要となる。

地震に関しては海溝型のプレート境界震源のみならず、陸域の活断層などを含むプレート内地震の震源特定や活動度の評価を進めると共に、市民の理解を促進する必要がある。津波については、津波の特性や避難の重要性について市民の理解を広めると共に、地震を要因とするもののみならず、火山活動や地すべりに伴うものなど研究と理解を推進することが期待される。

### 【課題】地震・津波研究を継続的に全国規模で実施する法制や組織がない

地震・津波防災上不可欠な基礎研究を全国的・継続的に実施することが防災政策として制度化されていない。既述の通り、例えば耐震設計基準の根拠ともなる地震ハザードマップは2010年に発行され2012年版の耐震基準に反映された。2017年に地震ハザードマップは更新され、現在、耐震基準の更新作業が行われているところである。2017年の更新は関係機関の総意により、時限的なPUPR大臣令を根拠に実施された。

こうした地震ハザードマップの更新は、定期的・継続的な基礎研究の一つの成果として、恒常的・継続的に管理されるべきものであり、政府としてこれを制度化することが地震・津波防災の推進につながるものと考えられる。

### 【課題】地方自治体が地震・津波防災に活用できる分析モデルやデータがない

インドネシアの取り組みで述べたように、BNPBなど中央政府が中心となってInaRISKやリスクインデックスなど、災害リスク情報を共有するシステムを構築しているが、現状ではこうした情報が地方自治体や地方防災局によるリスク分析や防災計画に活用されていない。

バンダ・アチェの調査でも、アチェ州のリスクインデックスをBAPPEDAが防災政策の目標・指標として設定していた他、中央政府で企画されたデータや情報が地方の防災計画に活用されている形跡が確認できなかった。

その要因としては、 地方自治体や地方防災局がその存在を知らない、 知っていてもそれを活用する知識・能力不足が不足している、 得られる情報が地方のニーズに合っていない、あるいは情報が使いにくい、などが考えられる。

## (2) ガバナンス（災害リスク管理の強化）

【課題】 災害種別の計画や政策がなく、災害種固有の対策が進まない

インドネシアでは、「国家防災計画2010-2014」の次期計画として、「国家防災政策と戦略2015-2019」が策定されている。大統領の任期に合わせて策定される国家中期開発計画では、BNPBの働きかけにより、「国家中期開発計画2015-2019」に防災分野の政策方針が盛り込まれ、上述の「国家防災政策と戦略2015-2019」は、「国家中期開発計画2015-2019」に沿ったものであり、BNPBの防災政策を司取るものといえる。

「国家防災政策と戦略2015-2019」では、 中央政府および各自治体における持続可能な発展の枠組み中での災害リスク軽減を行うこと、 災害脆弱性の軽減、 災害管理能力の向上、 優先対象地域の特定を規定している。これを受けて州、県/市レベルでも地方防災計画の策定が進められたが、現状、防災計画が策定されている県/市は全体の約30%程度に止まっている。また、一般に地方予算規模の制約から、災害対策は非構造物対策が主体となっており、構造物対策を含む減災投資は地方では依然として進んでいない。

2012年にはBNPB主導で津波マスタープラン2012-2014が作成され、津波ハザード分析、地方自治体における津波防災計画の推進、早期警報の伝達改善、避難指示の適正化、警報機器の拡充、津波避難路・避難施設（TES）の整備、コミュニティ防災の拡充等の計画が策定された。この計画は津波防災を推進して行く上で非常に効果的かつ重要なものであったが、適切な予算措置がなされず、計画の大部分が実施されなかったことは極めて残念である。

インドネシアではこのような災害種別の計画や政策が策定されていない。発災後の緊急対応などは、災害種別に関わらず用語や組織、プロセスの標準化を行うことが、緊急対応の効率化・迅速化につながると考えられる。一方で、災害の事前対策、リスク削減策においては、災害種特性によりその政策方針や対策が大きく異なることから、個別の政策や計画を策定することが不可欠となる。災害種別のリスク削減計画を策定することが、災害種固有の対策を促進し、災害リスクの削減を加速させる有力な手段と考えられる。

【課題】 地震・津波研究の成果を防災政策に反映させる仕組みがない

既述の通り、インドネシアでは地震や津波のメカニズム解明に向けた研究の推進、調整やモニタリングを行う法制や制度が整備されていない。加えて、耐震設計基準の根拠となる地震ハザードマップの更新や地震の切迫性評価に基づく対策重点地域の指定など、地震ハザード研究の最新知見を防災政策に反映させる仕組みがない。地震・津波リスクの削減を効率的・効果的に実施するためには、最新の研究知見を迅速かつ的確に、防災政策に反映させる必要がある。

【課題】 防災計画や防災政策プログラムが散発的で持続性・継続性が弱い

災害種別の防災計画であった津波マスタープランが2012年に策定されたが、残念ながら計画はごく一部しか実施されず、後継の計画もないなど、インドネシアにおける防災政策プログラムは未だ散発的で、持続性・継続

性が弱い。インドネシアは、国土の広い範囲にわたって津波リスクに晒されており、早急な津波避難計画の策定と津波避難路・避難施設の整備が不可欠である。

また建物やインフラの耐震化にはその実現に長い時間を要する。2009年パダン沖地震の後、パダンではJICA支援による耐震性の高い学校校舎の再建や、免震庁舎の建設など強靱化対策が実施されたものの、地震復興から恒常的な強靱化政策へと発展するものではなかった。地震リスクに関しても、国土の強靱化に向けて地震リスク削減への長期的なビジョンとロードマップを策定し、短中期の具体的な行動計画を逐次作成することで、持続性のある政策プログラムを実施する必要がある。

### (3) 災害リスク削減（強靱化のための減災投資）

【課題】 行政のガバナンスが弱く、建築許可制度等の実施が徹底されない

耐震設計基準の策定と、建築確認・許可制度の導入による基準の適用は、一般建築物の耐震化に向けて最も有効な政策である。インドネシアでは、インドネシア基準SNIとして耐震設計基準を整備し、合わせて建築許可制度の法整備が中央及び地方で進められているが、依然として建築許可を得ないまま建設される建物が少なからず存在するなど、制度の運用・実施における行政のガバナンス能力が不足している。

ガバナンス能力の向上は、必ずしも罰則規定を強化して制度運用を徹底するということではなく、制度を運用する行政職員の知識・能力向上や、制度の目的や概要、制度利用の利点を利用者に周知する、あるいは制度を順守するための支援やインセンティブを設けるなど、制度の運営者や利用者、関係者を巻き込んで理解を深めて行く必要がある。

一方、公共施設や学校、医療施設、重要インフラやサービスなどは、中央政府や地方政府が、耐震基準やガイドラインを策定し、耐震化を推進する必要がある。インドネシアでもPUPRが中心となり各種の基準やガイドラインを策定し更新しているが、基準が更新された後の耐震強化などは進んでいない。公共建物・インフラの耐震化を進めて行くためには、数値目標やモニタリング指標を設定した耐震化計画の策定と実施が必要となる。

【課題】 防災政策に関する省庁間の連携が弱く、防災の主流化が十分でない

学校防災では、BNPBと教育文化省が協力してSafe School Programを推進しており、防災の主流化について一定の効果を上げている。しかし全般的には中央防災機関であるBNPBが各省庁の防災政策を推進する、あるいは影響を及ぼすような事例は多くない。

既述の通りPUPRではOne Million Housing Programを推進し、各種の住宅支援制度による低所得者の住環境改善を図っている。この政策は、PUPR規格による賃貸アパートの提供や、ノンエンジニアード建築であるセルフビルドの住宅に対して、建築材料や主要構造部の適正化をおこなうなど、脆弱性の高い住宅の耐震化につながるものとなっている。

しかしながら、このプログラムにおいて防災の視点は明示されておらず、BNPBの関与もないことは残念である。BNPBとPUPRが協力して、このプログラムを防災政策・強靱化政策の一環と位置づけ、政策の波及効果を高めることが可能となり、また防災の主流化の好例とすることができる。

地震・津波防災を考える際、リスクを完全になくすことは不可能であり、いくらリスクを削減しても必ず残余リスクが存在する。特に地震や津波による建物被害など、金銭的な損失に対しては保険を含めた災害リスクファ

イナンスが有効となる。インドネシアは地震大国であり、政府が関与する公的な地震保険制度を導入することも有効な政策と考えられる。BNPBと財務省やOJK（金融庁）とが連携して、こうした制度の可能性について検討することが望まれる。

#### (4) 災害への準備と「より良い復興」

##### 【課題】空間・時間を越えた災害記憶共有の必要性

2004年インド洋大津波など、インドネシアは数多くの巨大災害を経験してきた。こうした巨大災害は、数百年・数千年の再現期間を持つものであり、一般に再び同規模の災害が同じ地域で発生するのは幾世代か後のことである。従って、他地域で発生した巨大災害から学ぶこと、前世代の経験から学ぶことが重要となる。そのためには地域や時代を超えて、巨大災害の記憶を共有し継承して行くことが不可欠となる。

しかしながら災害の記憶を継承すること、災害の経験を広く共有することは必ずしも容易なことではない。災害の記憶は時と共に薄れ、また他地域の災害を我がものと受け止めることも実のところ難しいことは、日本が一番よく知っている。1994年1月17日米国ノースリッジ地震のちょうど一年後に発生した阪神・淡路大震災がその好例である。ロサンゼルスで倒壊した高速道路の光景を目にしても、日本では特段の対策は実施されなかった。2004年インド洋大津波の7年後に発生した東日本大震災も同様である。プレートの年齢と沈み込み速度から、M9クラスの地震は起きないと考えられていたスダ海溝で発生した超巨大地震に対して、同じくM9はないとみなされていた日本海溝における想定地震が見直されることはなかった。空間・時間を越えて災害記憶の共有し、継承して行くためには相応の仕掛けや取り組みが必要となる。

#### 4.1.5.2 地域別評価（アチェ）

前節までの現状分析により、バンダ・アチェについて以下の4つの課題を抽出した。

表 4-14 バンダ・アチェの課題

バンダ・アチェの課題	
【課題 - アチェ】	未完の津波避難計画
【課題 - アチェ】	地震リスクと耐震化への長い道のり
【課題 - アチェ】	防災推進に係る地方防災局人材能力の限界
【課題 - アチェ】	災害記憶の共有と継承

##### 【課題 - アチェ】未完の津波避難計画

バンダ・アチェ市は傾斜の少ない平地にあり、特に海岸部では高台への避難に時間を要するため、津波避難シェルター等の整備が不可欠となる。2004年インド洋大津波の後、JICAの支援を受けてコミュニティビルとして計画された3棟の津波避難シェルター（TES）が海岸地域に建設され、アチェ・ニアス復興庁（BRR）による1棟（TDRMC津波災害軽減研究センターが入居する建物）と合わせて計4棟が建設された。また、2009年に開館したアチェ津波博物館も津波避難シェルターの機能を持ち、バンダ・アチェ市の地方防災局敷地内には、日鉄住金

建材が2017年に寄贈した鉄骨造の津波避難シェルターがあって、バンダ・アチェ市では少なくとも計6棟の津波避難シェルターが設置されている<sup>103</sup>。

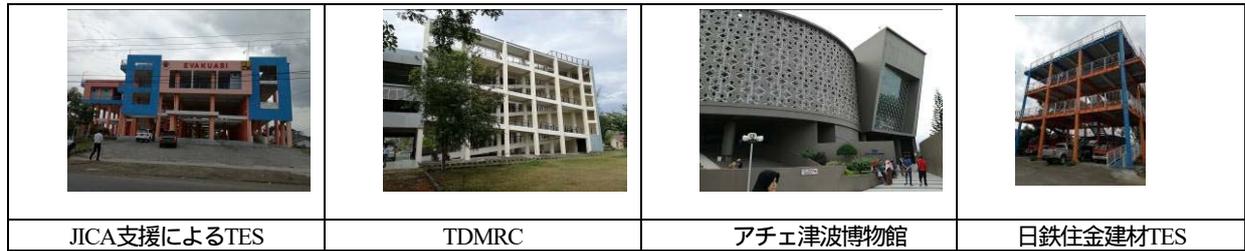


図 4-17 バンダ・アチェ市に建設された津波避難シェルター（TES）など

市内の避難路各所には避難路・避難方向を示す看板が設置され、襲来する津波から逃れるための一時避難場所（例えば上記のTES）を経て、津波の危険が去った後には、海岸線から直線距離でおよそ5-6km離れた最終避難場所へと市民を誘導する。

津波避難マップでは、黒丸が「既存のTES」、緑の丸印が「提案するTES」、紫の丸印がTES設置を「提案する土地（場所）」を示している。JICA支援による3棟を含めた既存4棟のTES以外は、未だに計画中（「提案」段階）となっており、一時避難可能な津波避難シェルターのキャパシティが、特に避難の困難な海岸部で大幅に不足している。2017年のJICAが実施した調査<sup>104</sup>でも、2004年の津波がアチェで再現すれば、住民が適切な避難行動を

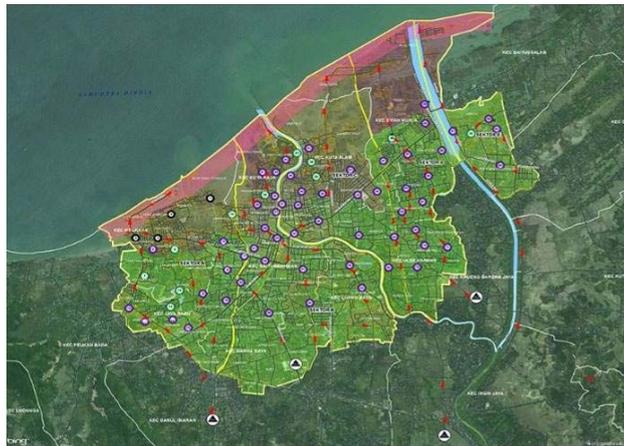


図 4-18 バンダ・アチェ避難所マップ

とったとしても、バンダ・アチェおよびアチェ・ベサルで約25,000人の死傷者が生じると推定している。アチェの津波避難計画は実現性のない希望的な施設整備計画に依拠しており、依然として未完の避難計画といえる。

津波避難タワーを新設する予算がなくとも、既存建物を津波避難に使用することで対応できる場合も少なからずあるものと考えられるが、インドネシアではそのための法制や制度がまだ整備されていない。このような状況下で、InaTEWSの津波早期警報により全ての住民が適切な避難を行ったとしても、津波が到達する前に安全

<sup>103</sup> JICA 調査団が地震・津波避難訓練（2018年2月19日、日・UNDP パートナーシップ基金支援による）を視察したバンダ・アチェ市の高校は、スイスの支援により校舎が再建され、校舎は津波避難施設に指定されていることを示唆する表示があった。

<sup>104</sup> Data Collection Survey for DRM Sector in Aceh Province (Geospatial Analysis), Feb. 2017, JICA, PT. Nusantara Secom InfoTech

な場所に到達できない住民が多数発生し、インドネシア沿岸でひとたび大規模な津波が起これば、依然として多数の犠牲者が出る可能性が高い。

現地踏査では、ドナー国（例えばスイス）や民間企業ドナー（例えばマニユライフ生命、ピレリ）の支援で再建され、一定の耐震性能を確保していると思われる学校校舎が見られた。これらの学校の中には、津波の際の一時避難場所（TES）となっているところもあった。ただ、学校の外部からは一時避難場所であることを示す看板等が見つけられなかった（校庭内に看板が設置されている）。また特に津波避難の指定や看板が設置されていない学校でも、しかるべき耐震性を保有する2階建て以上の校舎が建設されている場合には、津波避難場所（一時避難）として活用できるものと期待される。TDMRCでは、36の学校がTESとして使用できる可能性があるものと試算している。

バンダ・アチェ市の地方防災局では、JICAおよびBRRが建設した4棟のTESがすべてKecamatan Meuraxa内にあるため、海岸部の他3つのKecamatan（Kuta Raja, Kuta Alam, Syiah Kuala）で各一棟のTESを優先的に建設したいと考えている。また、地方防災局 Kota Banda Acehが消防と分離したことから、本部事務所がなく、本部事務所をTESとして建設することも検討している。

2004年インド洋大津波の復興に際しては、人々の住居選択の自由や権利を尊重し、津波のリスクに晒される海岸地域での開発制限を行うものの、居住制限は実施されなかった<sup>105</sup>。一方で、土地収用を通じた実質的な制限も目論見られたが、その試みは必ずしも成功していない。海岸地域では、鉛直避難を目的とした津波避難シェルターを建設し、津波発生時には地域住民がTESに避難することを想定している。

バンダ・アチェ市の土地利用計画（2009～2029年）では、海岸域での大型商業施設や学校の建設を制限し、内陸部への住民移転の促進を図っている。また、津波の影響を受けた既存の中心街に加え、更に海岸から離れた内陸部に位置する場所に新しい市街の形成を誘導すべく、政府機関等の公共施設を順次移転している。

海岸部では、上図に示されるような整備計画が想定されている。海岸線部分に防波堤・堤防（Break Water）続く漁業用のポンド（池）周辺にはマングローブ林、更に堤防機能を持ったかさ上げ道路と、2004年インド洋大津波の復興においてJICAが提案した多重防護の思想に基づく津波の減衰効果を考慮した計画が行われている。

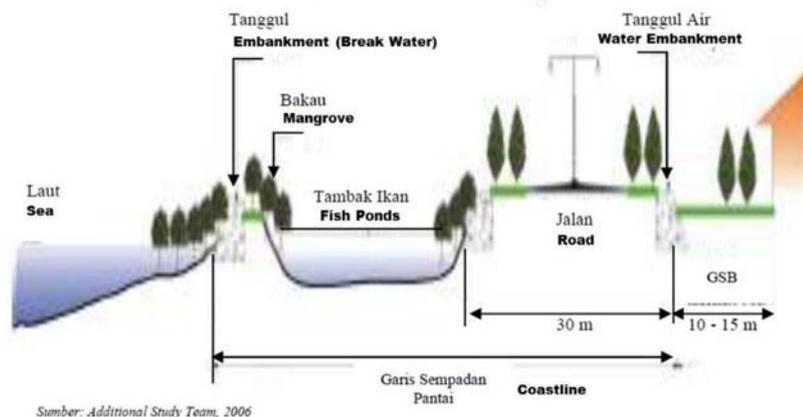


図 4-19 津波防災を考慮したバンダ・アチェ海岸部の整備計画（2009～2029）

<sup>105</sup> “Master Plan for the Rehabilitation and Reconstruction of the Regions and Communities of the Province of Nanggroe Aceh Darussalam and The Islands of Nias, Province of North Sumatera”, April 2005

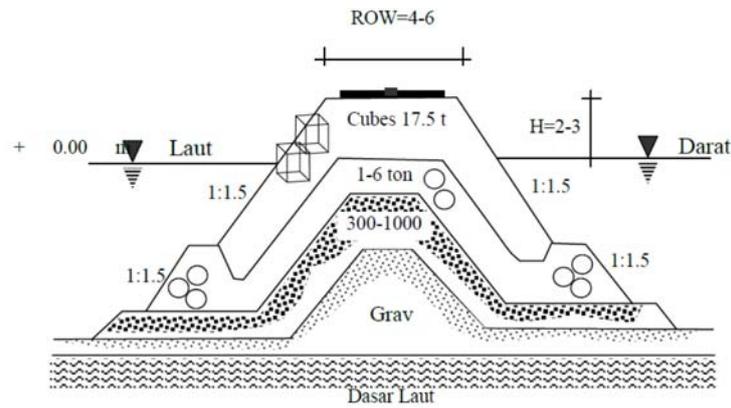


図 4-20 防波堤・海岸堤防の概念図（バンダ・アチェ空間計画 2009-2029）

バンダ・アチェ空間計画2009-2029は、2004年の津波復興計画を引き継ぐものであり、現地調査では海岸部の防波堤・海岸堤防（Break Water）及び一部地域でのマングローブの植林が確認できた。



図 4-21 防波堤とマングローブ林

バンダ・アチェ市街を囲むように敷設されているリングロードの海岸部分は、まだ計画中の状況である。上述の通り、ここでは津波対策を考慮して、かさ上げを行った堤防道路とすることも検討している。TDMRCではこの堤防道路の津波減衰効果をシミュレーションによって検証しており、一定の効果が確認されている。

確かに巨大地震の再現期間を考慮すれば、アチェで2004年規模の地震・津波が発生する確率は、現時点で理論上は相当に下がっているかもしれない。しかしながらアチェの現状は、未完の「より良い復興」なのであり、この状態で次の大津波まで待っていると、対策は実施されぬままに忘れ去られ、そして災害は忘れた頃にやってくるのである。少なくとも現時点で、津波災害リスクの長期的な削減計画を立て、地道に対策を継続して行くことが、アチェのみならずインドネシア全体の防災能力の向上、国土の強靱化に寄与することは疑う余地がない。

#### 【課題 - アチェ】地震リスクと耐震化への長い道のり

アチェ内陸部では近年、未知の断層に起因するもの（2016年Pidie Jaya）を含め、内陸の活断層によるプレート内地震、いわゆる直下型地震が多発している。2013年M6.1（Takengon）や2016年M6.5（Pidie Jaya）の地震などM6.5以下の地震でも多大な被害な人的・物的が生じており、この地域の建築物の脆弱性の高さを露呈している。バンダ・アチェ市近傍にもAceh-North及びSeulimeum-Southと呼ばれる活断層（図 4-22参照）が走っており、建築確認制度の整備・普及・徹底を通じて、一般建物の耐震化を図って行くと共に、公共建物や学校、病院、重要インフラ・サービス等の耐震化を早急に進める必要がある。

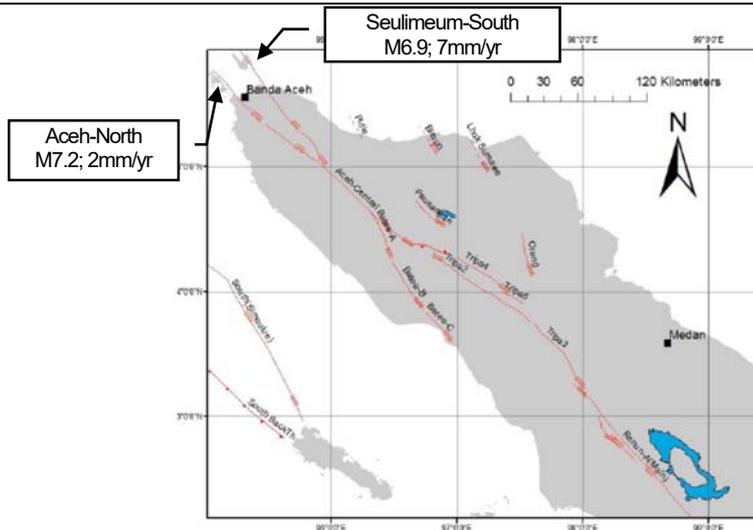


図 4-22 アチェ周辺の活断層地図

2017年に作成された最新の地震ハザードマップでは、近年の調査研究に基づきこれら活断層の評価が見直され、バンダ・アチェ市の地震ハザード<sup>106</sup>は、2010年版<sup>107</sup>の0.5-0.6gに対して、2017年版では0.7-0.9gと大幅に増大している（図 4-23参照）。現行の耐震設計に基づき適切に設計された建物でも、新しい地震ハザードが適用されれば、十分な耐震性が確保されていないと判断されるケースが出てくるものと推測される。建築確認制度の普及においては、建築許可（IMB）のない既存建物や旧耐震基準で設計・建設された建物に対して、耐震性能の確認や補強を実施する必要性が生じるため、耐震診断や耐震補強に関する基準やガイドラインの整備が急務となる。

バンダ・アチェ市では2002年の建築法（法律No.28/2002）に基づき、2004年にPERDA（地方令No10/2004）を制定した。ここでは建築許可（IMB）の運用、インドネシア国家基準SNIを含む各種基準の適用、耐震設計の実施（地震荷重の考慮）等を明記している。このPERDAは2004年の津波以前に制定されたものであり、また2016年には建築確認・許可に関する技術指針であるPUPR大臣令No.5/2016（その後、大臣令No.6/2017による改正）が発表されたことから、2016年時点でPERDAの改正案が作成された。ここでは津波の教訓なども踏まえた改正が計画されているが、2018年4月現在、改正案は承認されるには至っていない。

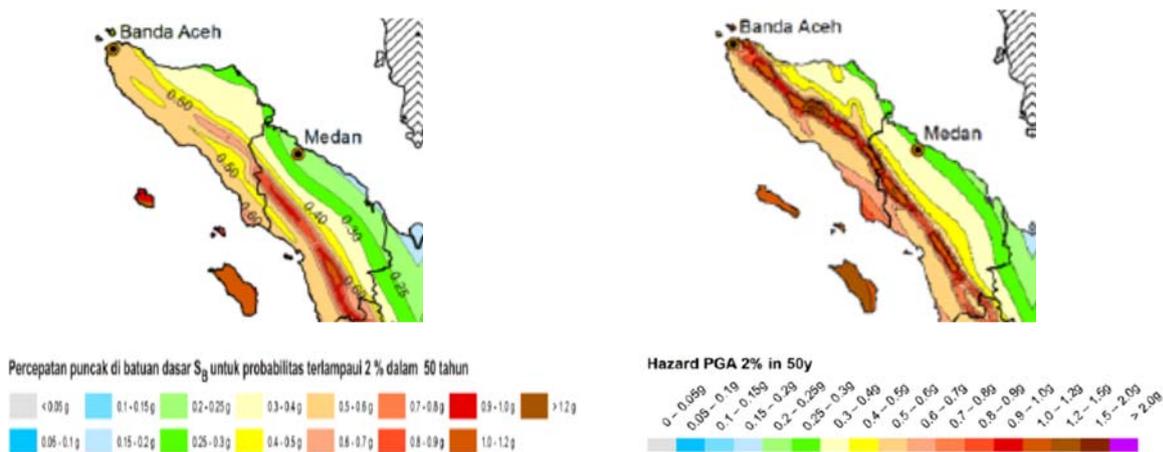


図 4-23 地震ハザードマップ（左図：2010年、右図：2017年）

<sup>106</sup> 地震基盤における50年2%超過確率の最大加速度

<sup>107</sup> SNI 1726:2012

## 【課題 - アチェ】 防災推進に係る地方防災局人材能力の限界

バンダ・アチェで学校防災や防災予算について研究しているシアクアラ大学/TDMRCのOktari教授によれば<sup>108</sup>、バンダ・アチェ市の防災予算は2011年の地方防災局の設立以降、増加しているものの、防災予算はほぼ地方防災局の予算に相当し、消防署が母体となって発足した地方防災局では、依然として火災予防に関する活動が主体となっている。

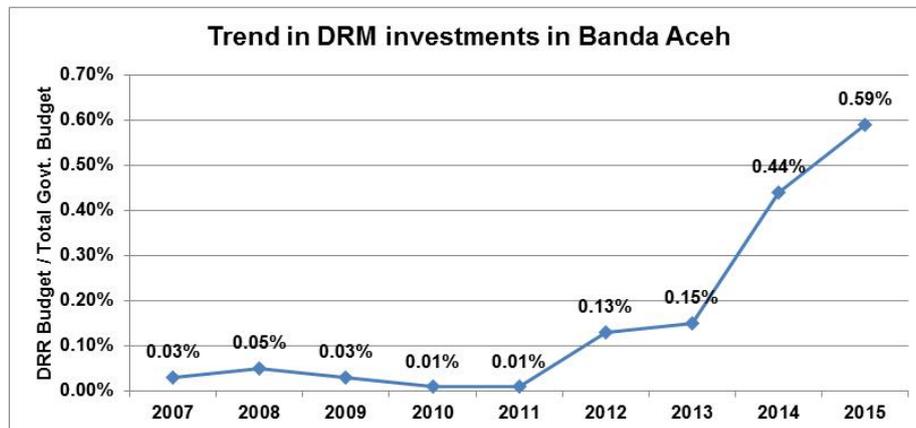


図 4-24 バンダ・アチェ防災予算の全体予算に対する割合（Oktari らによる）

2015年度の防災予算は全予算の0.59%であるが、そもそもの予算規模が小さいことから、既存機器のメンテナンスや通常業務を実施することで精一杯な状況にある。また、地方防災局職員は防災に関する教育を受けておらず、防災関連の政策プログラムを立案し、その実施を意思決定者等に説明・説得する能力が十分でないことが、防災政策の増加につながらない大きな要因となっている、と同教授は分析している。

## 【課題 - アチェ】 災害記憶の共有と継承

分野別課題 で言及したように、地域や時代を超えた災害記憶や経験の共有には、相応の取り組みや仕掛けが必要となる。2004年インド洋大津波からの復興過程で、アチェでは津波博物館の設立、墓地等の津波犠牲者のメモリアル施設の整備、津波遺構の整備・保存など、津波災害を記憶し共有するための施設整備を実施してきた。



図 4-25 バンダ・アチェの主な津波遺構

津波博物館では2011年の設立以来、順調に来館者数を伸ばしており、2017年実績では年間約70万人が訪れる人気の施設となっている。

<sup>108</sup> “Disaster budgeting of Banda Aceh’s local government: Trends and analysis of post-tsunami Aceh 2004”, R S Oktari et al, 2017 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 56 012024

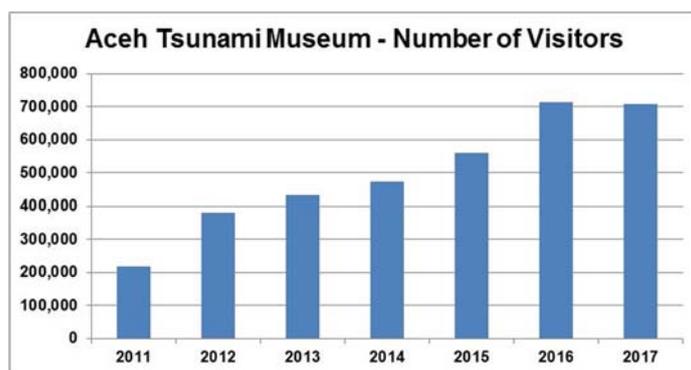


図 4-26 アチェ津波博物館の来館者数（出所：アチェ津波博物館）

また、バンダ・アチェ空間計画2009-2029ではTDMRCが位置する海岸付近の地域をツーリズム地区とし、津波ツーリズムの振興を目指している。アチェ州文化観光局のラフマダニ氏は、津波ツーリズムを、単に経済効果を期待した観光振興と捉えるのではなく、バンダ・アチェが津波からの復興の生きた実験場として経験を世界と共有すること、そしてツーリズムとして津波を活かし続けることにより、津波の経験を次の世代に伝えることに意義があると考えている<sup>109</sup>。

TDMRC等と共同で実施された京都大学地域研究統合情報センターの「災害対応の地域研究（2008-2014）」プロジェクト<sup>110</sup>では、2004年インド洋大津波におけるアチェを中心に、「研究対象地域を時間と空間の広がりの中に置いて立体的に捉える地域研究の方法を取り入れることで、被災後だけ、そして被災地だけを見るのとは違う防災や人道支援のあり方を提示」するものとしている。当該プロジェクトでは、アチェの津波復興10年の記録を3つのスマホアプリで公開し、日本とインドネシアを結ぶ防災教育・津波ツーリズムへの活用を期待している。

表 4-15 アチェ津波復興記録の公開アプリ（京都大学地域研究統合情報センター）

アプリ	概要
アチェ津波アーカイブ	<ul style="list-style-type: none"> <li>津波災害を生き延びた被災者の証言をデジタル地球儀上で表現したアプリ</li> <li>津波遡上高や被災直後の写真記録などとあわせて閲覧でき、空間的な広がりを体感しながら被災の概況と被災体験を知ることができる</li> <li>TDMRC および首都大学東京・渡邊英徳研究室との共同開発</li> </ul>
アチェ津波モバイル博物館	<ul style="list-style-type: none"> <li>被災と復興の10年にわたる景観の経年変化を示す画像資料を収録したアプリ</li> <li>AR（仮想現実）表示機能により、位置情報をもとに、現在地周辺の過去の景観を現在の街並みと重ねて見ることができる</li> <li>モバイル端末を使って町全体をオープン博物館にする取り組み</li> <li>TDMRC との共同開発</li> </ul>
アチェ津波被災地メモハン	<ul style="list-style-type: none"> <li>カメラのファインダー上に過去の風景画像を半透明で重ねることで、過去の画像と同じ構図で現在の風景を撮影して、その画像を他のモバイル端末と共有できるアプリ</li> <li>被災と復興による町の景観の変化を記録できるだけでなく、現在の街並みに至る歴史を共有するコミュニティづくりを助ける</li> <li>シアクアラ大学津波防災研究センター（TDMRC）（インドネシア・アチェ州）および国立情報学研究所・北本朝展准教授との共同開発</li> </ul>

<sup>109</sup> CIAS Discussion Paper No.25 災害遺産と創造的復興 地域情報学の知見を活用して：セッション2 災害遺産・博物館・ツーリズム 報告3「世界の津波被災地から世界の津波ツーリズム拠点へ」、ラフマダニ（アチェ州文化観光局）

<sup>110</sup> <http://personal.cseas.kyoto-u.ac.jp/~yama/bosai/index.html>

東北大学災害科学国際研究所 (IRIDeS) の2015年12月25日付のプレスリリース<sup>111</sup>によれば、IRIDeSおよびシアクラ大学の協力に下、“Digital Archives of Tsunami in Aceh (DATA)” projectと呼ばれる災害デジタルアーカイブの構築プロジェクトが、アチェ津波博物館を管轄するアチェ州政府 (文化観光局) により立ち上げられた。IRIDeSでは引き続き研究協力を実施している模様である<sup>112</sup>。

このように、アチェでは災害記憶の共有・継承を可能にする津波ツーリズムの各拠点・施設を構築しつつあるが、その全体を津波ツーリズムとしてまとめ上げ、アピールするような戦略が十分でないように思われる。アチェは、津波に限らず、自然や文化など、他の面でも観光地として魅力的な土地であり、ツーリズム振興のためのインフラ構築を含めた総合的な開発計画が望まれる。

## 4.2 気象・予警報防災

### 4.2.1 近年の気象の特徴

#### 4.2.1.1 気象と予警報の概要

日本では、1950年代から1970年代頃までの高度経済成長期に飛躍的に防災インフラ整備 (構造物対策) が進展した。その後も継続的に構造物対策が進められたが、結果として比較的頻繁に発生する災害に対する社会経済の被害は劇的に低減されたものの、低頻度で発生する大規模災害に対しては、逆に脆い社会基盤が形成されることとなった。低頻度で発生する大規模災害に、莫大な予算が必要となる構造物対策を適用する事は、経済的に妥当とは言えない現実がある。一方で災害管理の観点から、大規模災害に対しても何らかの被害低減策を講じる必要がある。このような状況を受け、日本では2000年頃から構造物対策の想定を超える大規模災害に対しても、人命を最優先とした被害の軽減を図るために、まずは洪水を対象とした予警報システムの運用が開始された。このような日本における予警報システムの導入経緯とは異なり、構造物対策整備が途上段階にある国や地域において、一般的に予警報システムは、導入にかかる時間や費用が構造物対策より少なく済むため、災害時に最も優先される人的被害の減少を目的として導入が広がってきている。また、整備にかかる時間や予算が比較的少なくて済む事から、早期警報システムと災害情報へのアクセス向上は、仙台防災枠組の7つの達成目標の一つとして挙げられており、インドネシアも仙台防災枠組の達成に向けた指針において予警報システムの整備推進、観測体制及び防災情報アクセスの強化を挙げている<sup>113</sup>。

インドネシアは赤道をまたいで東西5,000km に広がる島嶼国で、世界有数とされる5万km以上の海岸線を有している。国土のほとんどは熱帯雨林気候帯に属し、一年を通じて高温多湿である。気温は、地域によって多少異なるが、年間平均気温は27、年間平均最高気温は30~34、年間平均最低気温は、22~24であり、季節による影響はほとんどない。また、年平均湿度は、80%以上と日本と比べても非常に高い。国土は緯度±10°以内に位置し、熱帯低気圧の影響は受けないが、季節風により雨期 (5月から9月) と乾期 (10月から4月) に分かれている。スマトラやジャワ島西部では、季節による雨量の差はあまりないが、Denpasar、Makassar、Surabayaでは7月~9月に、明瞭な乾期がある。低平地の年間降水量は平均1,800~3,200mmで、山岳地帯では最大6,000mm以上に達する場所もある。インドネシア各地の月別気温を以下に示す<sup>114</sup>。

<sup>111</sup> [http://irides.tohoku.ac.jp/media/files/\\_u/topic/file/20151225\\_report.pdf](http://irides.tohoku.ac.jp/media/files/_u/topic/file/20151225_report.pdf)

<sup>112</sup> [http://irides.tohoku.ac.jp/media/files/\\_u/topic/file/20161122\\_report.pdf](http://irides.tohoku.ac.jp/media/files/_u/topic/file/20161122_report.pdf)

<sup>113</sup> “INDONESIA’S ROADMAP FOR THE IMPLEMENTATION OF THE SENDAI FRAMEWORK FOR DISASTER RISK REDUCTION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (2015-2030)”

<sup>114</sup> インドネシアの気温 (<http://www2m.biglobe.ne.jp/~ZenTech/world/infomation/kion/indonesia.htm>)

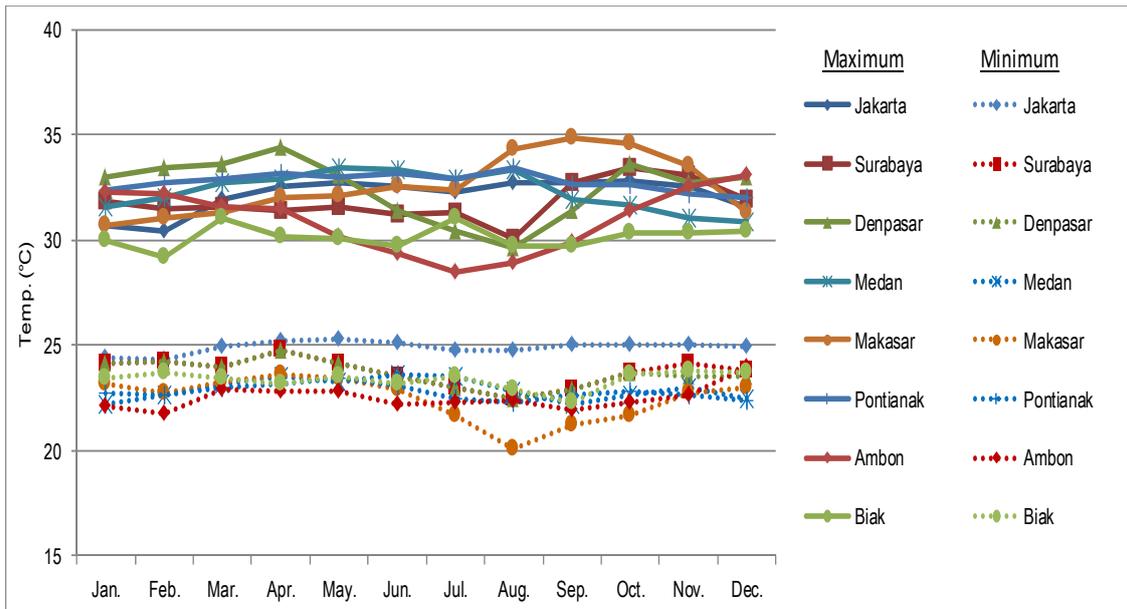


図 4-27 インドネシアの月別平均気温

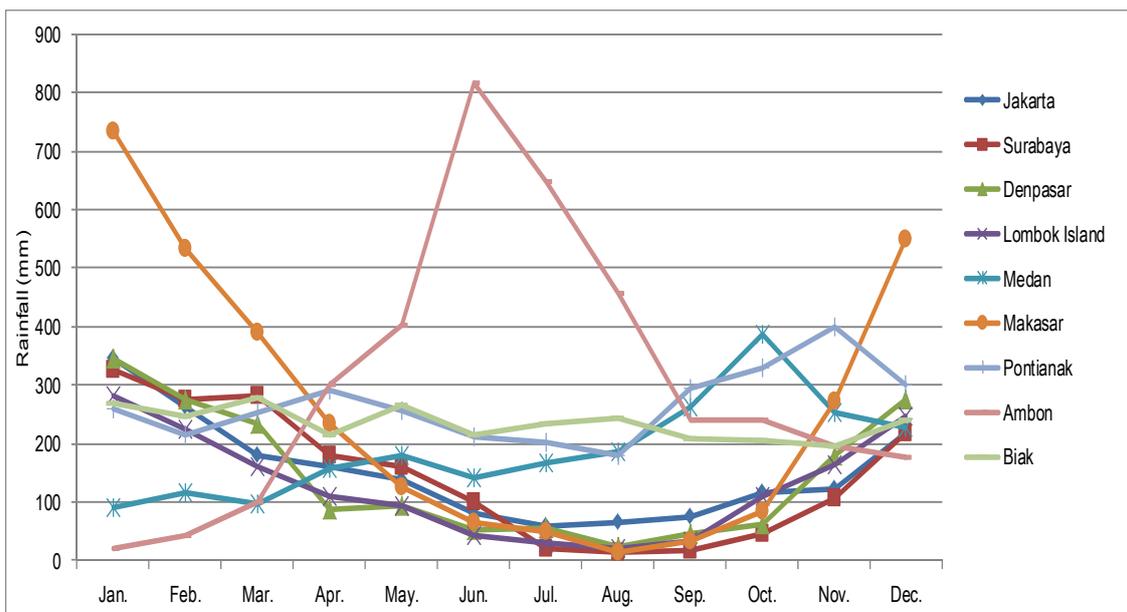


図 4-28 インドネシアの月別平均降水量

気象予測は、防災の観点からも重要であるにもかかわらず、赤道付近の気候の特徴として、前線や台風の発生が無い場合、天気図からの気象予測が困難であることが挙げられる。これに対し、地球規模課題対応国際科学技術協力 (SATREPS) のスキームで、2010年から2013年にかけて「短期気候変動励起地域における海陸観測網最適化と高精度降雨予測」において、BPPT(技術評価応用庁)をカウンターパートとしたドップラー気象レーダーや洋上気象観測ブイ等の設置がなされた。これにより、ジャカルタの豪雨発生メカニズムの解明及び短期/長期の気象予測の精度向上が図られている。

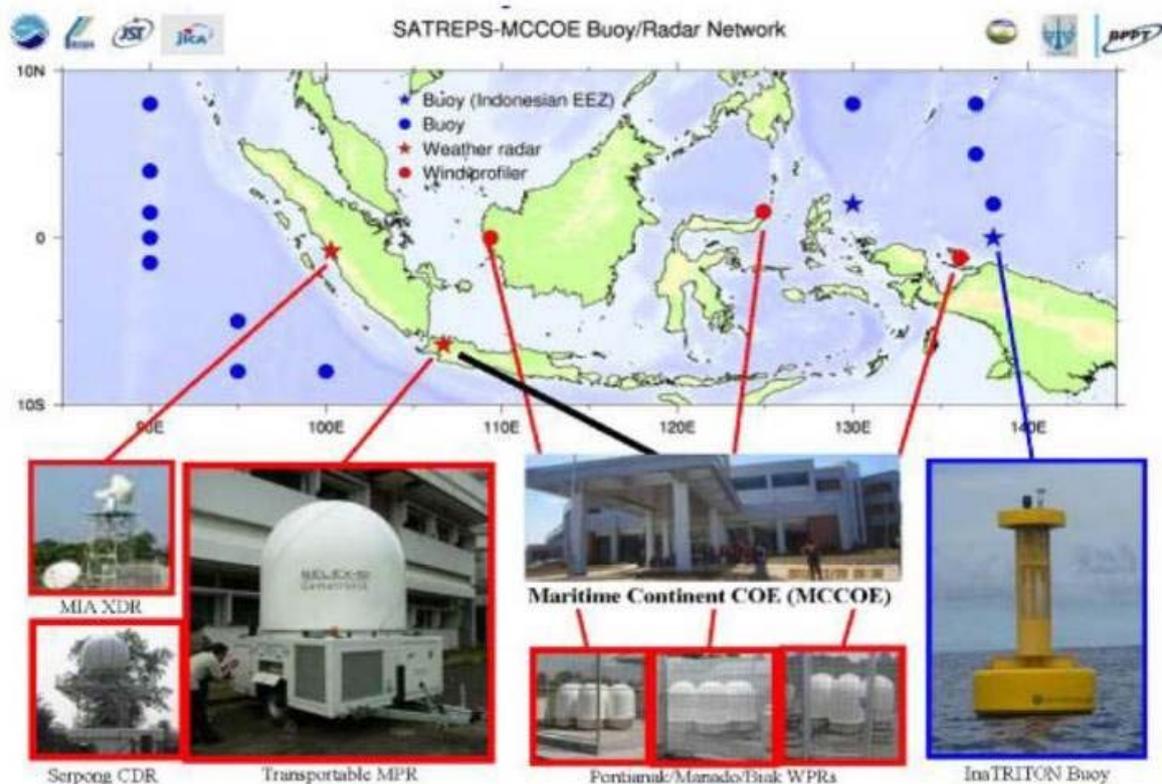


図 4-29 SATREPS における海大陸レーダ・ブイ観測網<sup>115</sup>

#### 4.2.1.2 気候変動がインドネシアに与える影響

気候変動による降水量の増加による洪水、土砂災害の増加に加え、インドネシアは島嶼国であり、ジャワ島では人口の約65%が沿岸部に居住しているなど、沿岸地域の人口密度が高いため、特に海面上昇はインドネシアに深刻な影響を及ぼすことが懸念されている。全球気候変動予測モデルによると、インドネシアの地上、大気および海水の温度は上昇傾向にある。たとえば、今後100年間ではジャカルタでの1月の気温は1.04度、7月の気温は1.42度、それぞれ上昇すると予測されている。また、海水面について、現在の温室効果ガス排出量が続くと、2070年までに60cm上昇するという予測もある。降雨時期および季節の変化により降水量も変動しており、多くの地域で乾季が長くなる一方で、雨季は短いにより降雨が激しく集中することにより降水量が増加する傾向となっている。このような傾向は今後も続くと予測され、過去50年間における全災害発生件数のうち50%以上を占める洪水、高潮等が気候変動により激甚化することが懸念されている<sup>116</sup>。これらを受けて、気候変動対策行動計画（2007）において、エネルギー部門でのCO2排出抑制、土地利用規制を含む緑化の推進を緩和策として挙げている。また、気候変動による洪水などの災害の激甚化へ適応策として、災害激甚化リスクの理解と普及、気候変動予測技術の向上、治水施設を含むインフラ整備における計画・設計基準の見直しなどを謳っている。

BMKGでは、気候変動が水文、農業、森林に及ぼす影響を把握するために、長期的な気象解析を実施している。図 4 30中長期における平均最高気温の変化（上：RCP4.5、下：RCP8.5）は、1971 - 2000の平均最高気温を、中期(2010 - 2039)と長期(2040 - 2069)の予測結果と比較したものである。解析は、RCP4.5(中位安定化シナリオ)とRCP8.5(高位参照シナリオ)の2つのシナリオで実施されている。これによると、RCP4.5において、中期(2010 -

<sup>115</sup> 「短期気候変動(起源地域)における海陸観測網最適化と高精度降雨予測」修了報告書 2014

<sup>116</sup> National Action Plan Addressing Climate Change 2007, State Ministry of Environment

2039)の平均最高気温は0.4 から1.0 、長期(2040 - 2069)では、0.8 から1.4 の上昇が予測されている。RCP8.5の場合では、長期(2040 - 2069)の気温上昇は、1.4 から2.2 となっている。

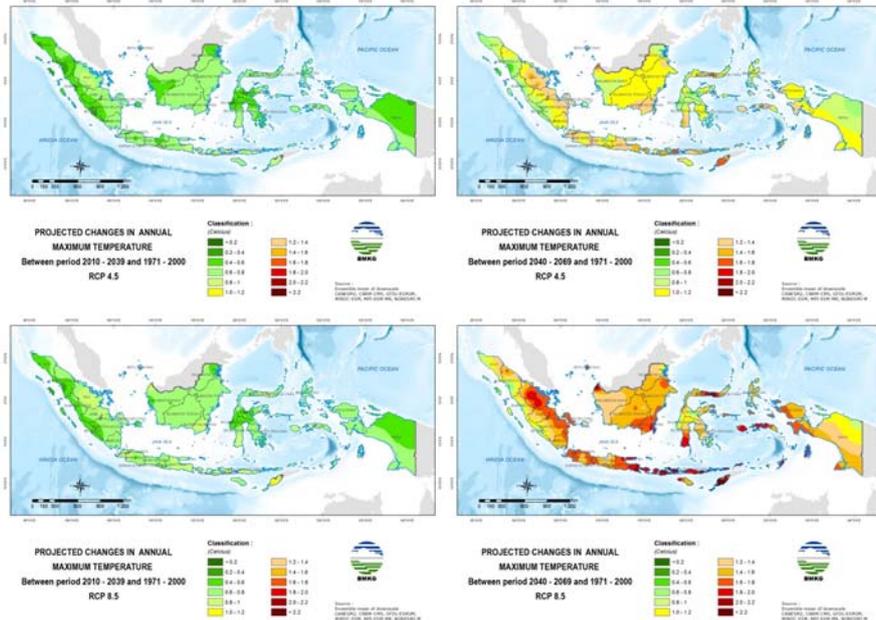


図 4-30 中長期における平均最高気温の変化 (上：RCP4.5、下：RCP8.5)

農業分野では、気候変動への適応のため、バリ島を対象として、JICA支援の元、農業分野における脆弱性分析能力開発が実施され、気候変動による経済的損失を低減するための質的、量的な対策の検討が行われている。

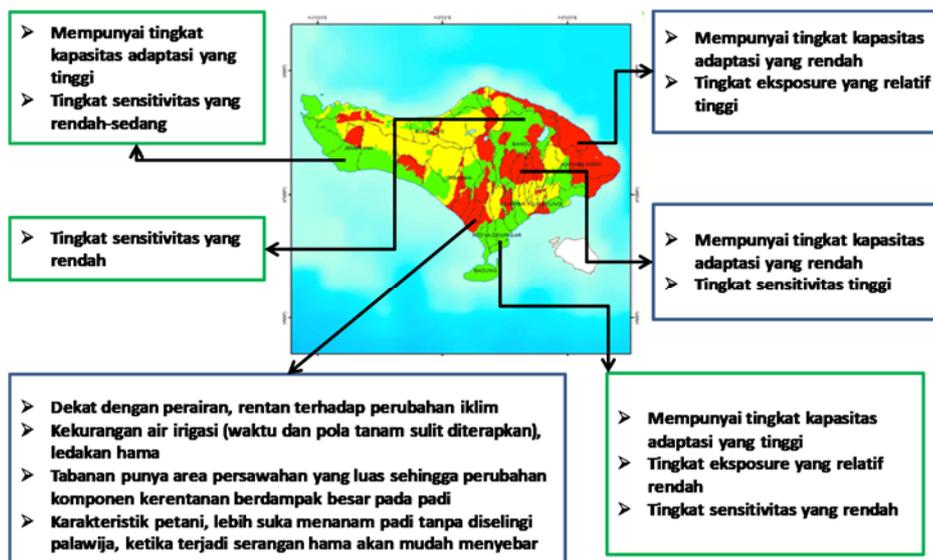


図 4-31 気候変動にかかる農業分野における脆弱性マップ

気温と同様に降水量についても中長期的なシミュレーションが実施されており、BMKGでは降水量のシミュレーション結果を用いて、国内の主要20河川流域について平均流量の増加傾向予測マップを作成しておりスマトラ島西南部(Kampar, Batanghari, Musi 流域)、ジャワ島中部(Ciujung, Cimanuk, Bengawan Solo 流域)、カリマンタン島南東部(Barito 流域)などで流量の増加が見込まれるとしている。

## AVERAGE DISCHARGE

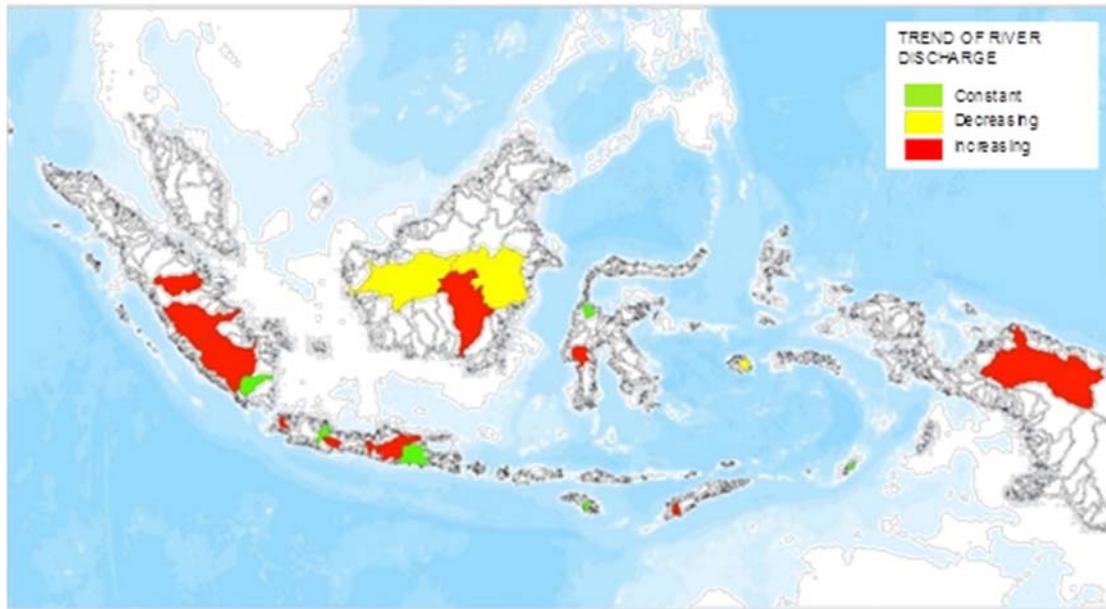


図 4-32 気候変動による河川流量増加傾向図

### 4.2.1.3 近年の自然災害による人的被害

予警報システムにより被害の減少が期待される人的被害(死者数)について、2000年以降の傾向をBNPBが所管する災害情報データベース(DIBI)をもとに整理した。

全災害種を対象とした場合、甚大な人的・物的被害をアチェにもたらした2004年インド洋大津波による死者数だけで全体の9割を超えている。ここで、2004年インド洋大津波による被害は、低頻度で発生する大規模災害であることから、これを特異値として除外すると、地震による被害が半数近く、洪水及び土砂災害関連が約40%であり、これら地震・津波及び洪水・土砂災害だけで約95%を占めている。なお、地震による死者数の約75%は、2006年のジャワ島中部地震によるものである。

このような状況を踏まえて、洪水・土砂災害と地震・津波における、経年的な人的被災傾向をみると、洪水・土砂災害は災害発生回数が増加傾向にあるものの、死者数は横這いとなっている。ここで、災害発生回数の増加は、気候変動による若干の影響も考

えられるが、主な要因は、経済成長に伴う資産の増加や都市域・農耕域の拡張により、人的及び経済的損失を伴う災害として認識される件数が増加したものと推察される。地震・津波は、災害規模による所が大きいため、災害発生回数は横這いの傾向ではあるが、2004年、2006年の災害死者数は他の年に比べて桁違いに多く、災害発生回数と死者数に有意な関係性は見られない。

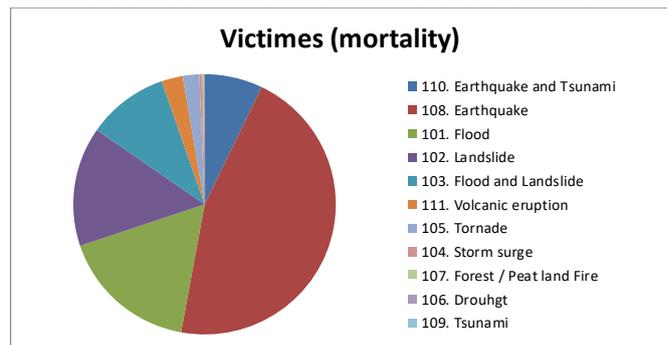
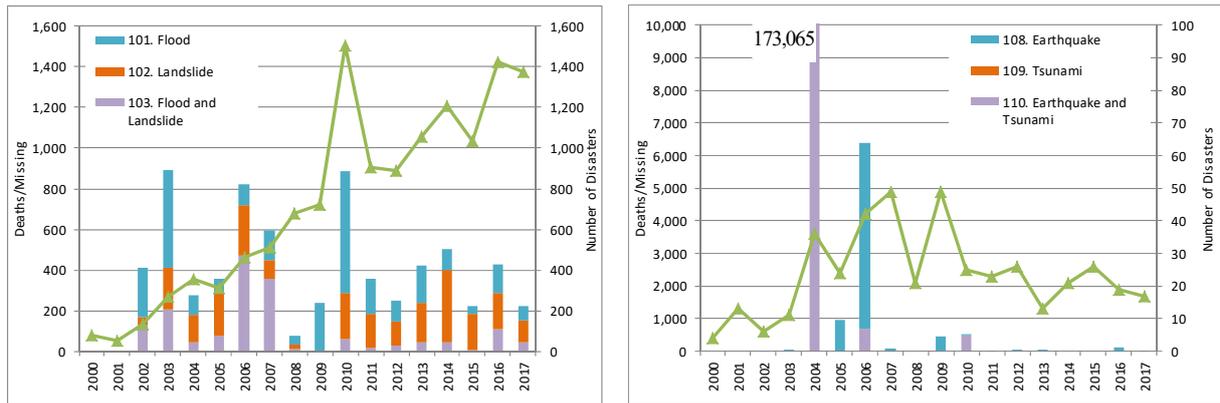


図 4-33 2000年～2017年における災害種毎の死者数割合



(左：洪水・土砂災害、右：地震・津波災害)

図 4-34 災害による死者数及び災害発生回数の経年変化<sup>117</sup>

## 4.2.2 インドネシア政府による取り組み

### 4.2.2.1 法制度 / 基準・ガイドライン

2004年12月のスマトラ島沖大地震及びインド洋大津波、2006年5月のジャワ島中部地震等の大規模災害を経験し、未曾有の被害を出したことを受け、2007年4月に減災を目的としたインドネシアにおける災害対策の基本となる防災法(Law No. 24/2007)が制定された。同法において、災害事前活動のひとつとして早期警戒(Early Warning)活動が定義されており、「迅速かつ適切な災害リスク軽減活動及び緊急時の対応処置」を目的としている。早期警戒の具体的な行動としては、「災害兆候の観察」、「災害兆候の観測結果の分析」、「当局による意思決定」、「災害警報情報の頒布」、「コミュニティ活動」が求められている。また、防災法を補完するために2008年に施行された政令(Government Regulation No. 21/2008)では、「早期警戒活動は、特定地域に潜在する災害情報を所定機関(Authorized Agencies)が市民に伝えること(1条5項)」、「所定機関から得られた災害情報は、BNPBや地方防災局の判断の基で、その後政府機関や民間放送事業者及びマスメディアによって、早期警戒情報として市民に伝達すること(19条4及び5項)」と規定されている。

BNPBは2011年に災害情報収集に関する長官令「BNPB Regulation No.8 (Standard Data Information)」を公布している。本長官令は、BNPB および州、県・市の地方防災局 職員を対象としており、危機管理時および平常時における災害情報の取り扱い手法について明記している。あわせて、災害情報収集フォーマットについても添付されている。しかしながら、同長官令は概要説明のみに限定されており、特に県・市地方防災局職員が対応する具体的な災害情報の収集、伝達、蓄積方法については記載が十分ではない。2011年から2015年にかけて実施された「国家防災庁および地方防災局の災害対応能力向上プロジェクト」において、地方自治体が正確かつ迅速に被害情報を収集する体制を強化する為に、上記の長官令をベースにユーザーフレンドリーな形で技術ガイドラインを作成している。主に県・市および州地方防災局職員を対象とした具体的且つ詳細な災害情報収集手順や方法について明記している。また、BNPBはUNDPの支援により災害情報を一元管理するシステム、インドネシア災害情報ポータルサイト(Data dan Informasi Bencana Indonesia : DIBI)を構築し公開している。

情報伝達については、1999年に発令された通信に関する法律(通信法)(Law No. 36/1999)において、通信事業は「開発(通信インフラの開発等)」、「サービス」及び「特別な通信サービス」の3分野に区分された。この

<sup>117</sup> Data dan Informasi Bencana Indonesia (DIBI)のデータに基づき JCIA 調査団が作成

うち防災情報の伝達は「特別な通信サービス」に含まれ、通信事業者が有事に防災情報を優先して送信することが義務付けられている。その後、2004年12月に発生したスマトラ島沖大地震及びインド洋津波を受け、2005年に発令された放送に関する政令（No.50/2005）及び2013年のKOMINFO大臣令（No.21/2013）では、全てのテレビ、ラジオ等のマスメディアやインターネットプロバイダーが、災害情報を最優先で伝達することが規定された。また、2008年の省庁に関する法律（Law No.39/2008）において、各省が所掌とする事業者に対して監督・規制の権限を有することが規定された。これにより、KOMINFO が所掌とするマスメディア、通信事業者及びインターネットプロバイダーに対して、KOMINFO が監督・規制の権限を有することになった。

表 4-16 防災・防災情報に関連する法制度

法令		内容
防災関連	法律 No.24 / 2007 (防災法)	国家災害管理の原則、実施組織・体制を規定 災害管理の先導役は地方防災局と規定
	法律 No.8 / 2008	防災法に基づき地方防災局の組織・体制を規定
	政府令 No.21 / 2008	防災に関する政令（BNPB は国家防災計画、地方防災局は地方防災計画を5年毎に策定する調整を行う事を規定）
早期警報関連	法律 No.24 / 2007 (防災法)	早期警戒活動は災害事前活動の一つと規定
	政府令 No.21 / 2008	BNPB 及び地方防災局は BMKG から早期警戒情報を受信し、早期警戒の活動を決定することを規定 BNPB 及び地方防災局を含む政府機関、民間放送事業者、マスメディアは、その決定情報を住民へ伝達することを規定
	法律 No.31/2009	気象気候地球物理に関する法律 （BMKG は、地震・津波情報を観測、管理、解析し、早期警戒情報を精製し発出することを規定 放送事業者、メディア、中央・地方政府は、早期警戒情報を住民へ配信することを規定）
情報伝達関連	法律 No.31/1999	通信に関する法律（通信事業及び事業者を定め、同事業者は、優先的に災害情報を伝達することを規定）
	政府令 No.50/2005	放送に関する政令（公営・民営放送事業者を定め、同事業者は優先的に災害情報を伝達することを規定）
	KOMINFO 大臣令 No.20/2006	TV・ラジオ放送メディアは、地震・津波の早期警戒情報を最新情報で周知することを規定
	法律 No.39/2008	各省に関する法律（各省は、所掌の事業者を監督・規制する権限を有することを規定）
	KOMINFO 大臣令 No.21/2013	インターネット事業と事業者を定め、同事業者は優先的に災害情報を伝達することを規定

#### 4.2.2.2 組織 / 組織間連携（能力強化含む）

気象・予警報防災は、関係する分野が多岐にわたることから多くの機関が関与しており、事前対策時の重複や、応急対応時の混乱を避けるため、適切な関連機関間の調整が必要である。このような背景から、各分野、関係機関を横断的に調整・主導するための責任機関が国家、地方の双方に設立されることが重要となる。インドネシアでは、2007年の防災法制定とその後の防災専門組織の設立までは、調整機能を主体とした機関が国家及び地方（地方行政では、災害発生時のみに組織される暫定的な組織）で設置されていたが、これを強化し、恒常的な組織とするため、国家及び地方において防災専門機関（部門）を設立することを防災法に基づき段階的に組織強化を進めてきている。図は行政レベル及びこれに対応する防災組織を示したものである。

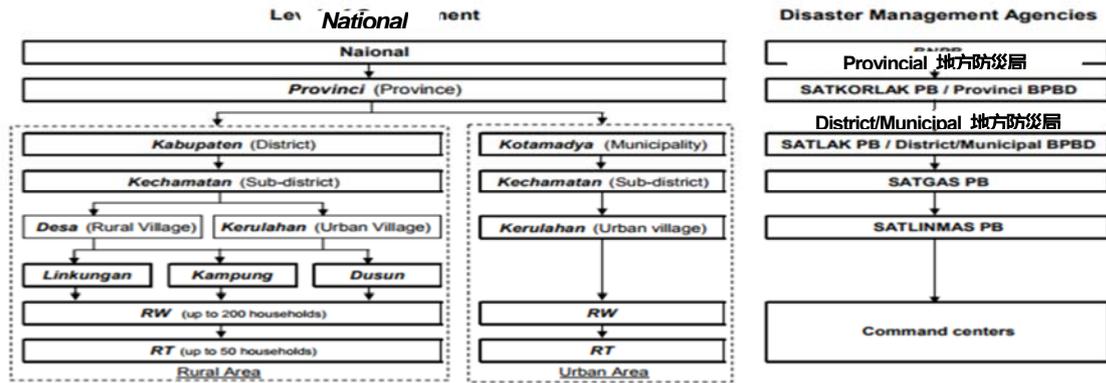


図 4-35 行政レベル別の防災組織体制

現場での判断は、地方自治体が一義的に対応の責任を負う。この際、主要な役割を果たすのが各自治体に設置された州及び県・市の地方防災局である。住民に最も近い県・市地方防災局及びそれを調整する州地方防災局が主体となり、災害対応を遂行する。災害規模が大きくなるにつれ、県・市での対応が困難になれば、州、さらに規模が大きい災害の場合にはBNPBが支援、または状況に応じては主体的に応急対応を実施する体制となっている。

上述した法整備のもと、インドネシアでは気象観測体制の充実、EWS開発がなされてきている。表は、主に予警報にかかる非構造物対策の所掌機関を示している。BNPB、地方防災局は、被害を最小限に抑えるため、災害発生前から表の関係機関と災害情報を共有することが求められる。BNPB、BMKG、PUPR、PVMBGについて、EWSの取組み状況を以下に記す。

表 4-17 非構造物対策所掌機関

災害種別	担当機関	内容
地震	地質庁	地震危険予測（断層調査、危険度評価等）
	BMKG	地震発生時の情報収集（震源地・震度等）及びその関係機関 / 社会への伝達
	PUPR	耐震設計基準制定
津波	科学技術評価応用庁（BPPT） 科学技術振興局 バンドン工科大学 科学技術研究所	津波予測データベース作成のための津波シミュレーション計算 地方政府に対する避難経路計画や避難訓練実施促進（科学技術振興局、科学技術研究所）
	BMKG	地震情報の収集/解析（震源地、マグニチュード、深度）津波予測データベースの検索と津波予測
	地理情報庁(BIG)	津波シミュレーションを行うための海底地形情報収集
火山	PVMBG	火山爆発の予警報システム作成・維持管理、溶岩流ハザードマップ作成、関連する社会教育
洪水	PUPR	洪水予警報システム作成・維持管理、洪水ハザードマップ作成、関連する社会教育
	林業省	植林等による荒廃地修復や土壌保全などの流域保全
	農業省、BMKG	気象観測
土石流	PUPR	土石流予警報システム作成・維持管理、関連する社会教育
地滑り	地質庁	地滑り危険度評価、予警報システム作成・維持管理、地滑りハザードマップ作成、関連する社会教育
旱魃	農業省、BMKG	旱魃予警報システム作成
森林火災	LAPAN	森林火災の監視

## (1) BNPB

中央政府の防災担当機関は、2007年4月の防災法制定までは、BAKORNAS PBが組織間調整を実施していた。しかし災害発生時の緊急対応の権限が限定され、また、調整機関としての認知度の低さ及び調整能力不足により災害発生時に迅速な対応が出来ていないのが現状であった。この現状を改善するため、2008年5月にBNPBが設立され、調整機能に限定しない、予防（被害抑止・軽減）対策から応急対応、復旧・復興までを包括的に担う機関として新たに発足した。

BNPBの責務は以下のとおりである。予警報防災におけるBNPBの役割は、下記のa)に該当し、BMKGやPUPRといった予警報発出機関と災害情報を共有し、地方防災局と共同で各地域政府等と連携して被害抑止を行う事にある。

- a) 公正かつ公平な予防（被害抑止・軽減）対策、応急対応、復旧・復興に資する防災対策に関するガイドラインと方向性の提供
- b) 法律の規定に基づいた、防災組織の標準化と必要性の規定
- c) 活動の公開
- d) 大統領に対する防災組織の活動進捗状況を毎月もしくは災害発生時には継続的に報告
- e) 国内及び国際的な寄付/支援の活用・会計
- f) 国家予算からの供給資金の会計
- g) 法律の規定に基づいたその他業務の実施
- h) 地方防災局の設立に関するガイドライン作成

## (2) BMKG

気象観測の責任省庁はBMKGであり、法律（Law No.31/2009）29条において、国民に対して気象・気候・地球物理事象の情報提供を行うことが規定されている。本部であるBMKGジャカルタには、気象部、気候部、地球物理部、設備・測定・公示方法伝達部の4つの実施部が設置されている。ジャカルタ以外に全国31か所に地方事務所があり、この他、気象観測所が120ヶ所、気候観測所が5ヶ所、地球物理観測所が31ヶ所、地震計が164ヶ所、強震計が約250ヶ所設置されている。また、災害関連情報の発出は、主に地震・津波センターと（公共）気象センターが担っている。

BMKGは、気象観測情報や地震、津波に関する情報提供を実践しているだけでなく、観測雨量データを解析することにより首都ジャカルタ市のみであるが洪水発生予想に関する情報を毎日ウェブサイトで発表している。またその他の地域については雨量ベースで洪水警報を発表している。情報伝達手法については、スマートフォンアプリ（info BMKG）によって、水文、天気、大気質（大気汚染濃度）、地震・津波に関して、プッシュ型の情報提供も行っている。

気象部は、気象早期警報システム（Meteorological Early Warning System：MEWS）を運用しており、BMKGが実施している熱帯低気圧の監視、常時の気象観測から得られた観測情報をもとに数値気象予測を行い、局所的な極端な気象現象（ゲリラ豪雨など）、強風による荒波など海象現象、気象現象と他の自然災害を関連付けること



図 4-36 infoBMKG インターフェース

で、数日・数週間先の潜在的な災害被災のリスクなどを予測し、警報を発している。また、フランス気象庁とオーストラリア気象庁といった国際気象機関の情報を取得し、BMKGの気象観測結果と合わせて、より長期的で広範囲な気象予測を実施している。MEWSでは、集中豪雨、洪水危険度、森林火災評定、煙の軌跡予測、強風、波浪、熱帯低気圧の進路などを予測し、地方自治体、BNPB、地方防災局、マスコミなどに提供している。また、特に航空安全機関や航海安全機関に対して、航路の安全情報の提供なども行っている。

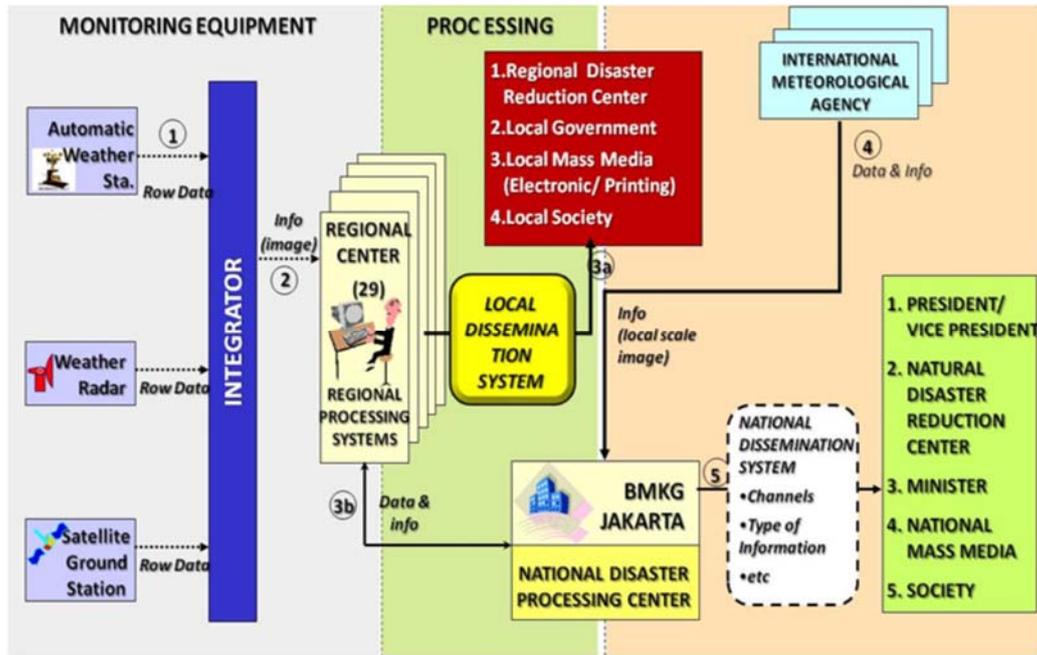


図 4-37 MEWS の仕組み<sup>118</sup>

### (3) PUPR

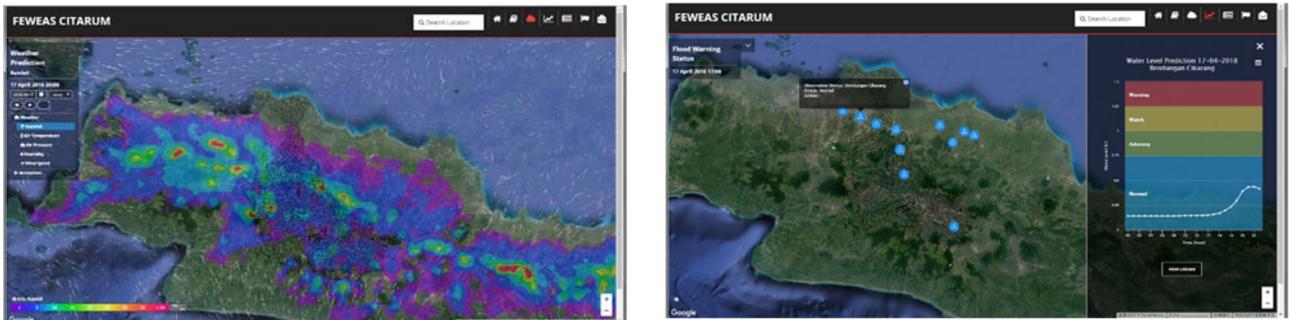
洪水管理全般の責任機関は、公共事業省(PUPR)の水資源総局(DGWR)となっている。2006年に公共事業省令 No.12/2006に基づきBBWSまたはBWSと呼ばれる流域管理事務所が、戦略的流域における水資源管理を目的として設立された。現在、12のBBWSと21のBWS事務所が合計で65流域を管理している。各BBWS事務所では毎年雨期の前に洪水警報ガイドラインを作成している。同ガイドラインでは制度整備、モニタリング・ネットワーク、報告・協調・警報伝達のフローなどが定められており、全ての主要河川で3段階の危険水位を設定している。国内いくつかの流域においては、テレメトリー式の洪水早期警報システムが確立されており、BBWS事務所が管理している。

PUPRにおいて、洪水・干ばつの発生状況の把握・予測は、バンドンにある水資源研究センター( Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air : PUSAIR ) が担っている。PUSAIRは、公共事業省令 No.20/2016により、水文分野と水管理分野の研究開発を進めると共に、水文管理に対する支援を行う(195条) 加えて、流域の水文状況の監視と技術的な評価の補助、水文データ・水文情報の処理と公開を行う(196条)とされている。

洪水予警報については、バンドン工科大学(ITB)がBBWS/BWS、PUSAIRらと協働して、水系単位で開発している。気象情報については、NOAAから情報提供を受けており、その他の情報(地形、土地利用計画等)は、BNPB

<sup>118</sup> BMKG 提供資料

を通して各機関より提供を受けている。現在稼働しているFlood Early Warning and Early Action System (FEWEAS)は、ソロ川とチタラム川の2水系で、それぞれスマートフォンアプリとしても無償提供されている。



(左：短時間予測雨量、右：警戒水位情報)<sup>119</sup>

図 4-38 FEWEAS Citarum River インターフェース

#### (4) KOMINFO

情報通信省 (KOMINFO) は、所掌するインターネット事業者 (KOMINFO大臣令No.21/2013)、公営・私営放送事業者 (法令No.50/2005)、通信事業者 (法令No.36/1999) にそれぞれ災害情報の伝達を規定する法律を持つ。KOMINFOとBNPBは、2012年に覚書 (Memorandum of Understanding: MoU) を結び、互いに災害情報伝達において協力すること、そしてKOMINFOの有するインフラを災害情報の伝達に活用することに合意した。

また、携帯電話事業者に利用者に対する災害情報配信を義務付けるKOMINFO大臣令No.2/2016において、災害情報提供者 (災害観測・予報を行う省庁) に地震津波を含む災害情報を中継するセンター (基幹施設) を提供する役割を担っている。年1回、携帯電話事業者と合同で、情報伝達訓練を通じた配信機能の確認や意見交換を行い、災害情報伝達機能の維持向上を図っている。

#### (5) PVMBG

災害情報に関する火山地質災害センター (PVMBG) の役割は、政府令 (Governmental Regulation No.26/2008) 空間計画の61条4項、区画規制設定の根拠を提示する事である。PVMBGは、また大統領令 (Presidential Regulation No.9/2016) において、地震・津波について、ハザードマップを作成する責任を負っている。現状PVMBGでは、地震・津波、火山、土砂災害の3つの災害種に対して、以下の4つの対応を行っている。

- a) 地質、地形や既往災害についての事前調査
- b) 上記調査に基づくハザードマップの作製
- c) 災害発生時、現地で調査を行い、対応について自治体首長に対して助言
- d) 自治体の空間計画への助言や大型プロジェクト (鉄道建設や高規格道路建設など) や建設する構造物について、関係機関からの諮問に対する答申

火山噴火や土砂災害は、兆候を検知してから発災まで時間がある場合が多いので、継続的な観測とそれに基づ

<sup>119</sup> 出典：http://smartclim.info/citarum/en

く警報を発している。危険度に応じて自治体の首長とBNPBへ報告を行っている。地震・津波については、発災後に対応しているが、マグニチュード5以上の地震が発生した場合に対応を限定している。

#### (6) LAPAN

国立航空宇宙研究所(LAPAN)は、衛星画像の収集及びリモートセンシング技術の適用により、災害などの国家的な課題に対して、技術的な回答を提供することを使命としている。法律(Law No. 21/2013)において、LAPANの宇宙利用やリモートセンシングの活動が示されている。また、大統領令(Presidential Regulation No. 6/2012)において、SPOTなどの衛星画像を活用した活動について規定されている。BIGとは、共に衛星画像を扱う役割を担っているが、LAPANは分析者の判読・補正を必要としない成果を所掌とし、判読・補正を行う成果については、BIGの所掌とされている。

災害監視などの活動は、Center for Data Collectionが衛星画像の取得を行い、Remote Sensing Application部門は、その画像を受け取り以下の課題に対して、リモートセンシング技術の適用(監視)を行っている。その内容は以下のとおりである。衛星画像を用いた監視結果は、BNPBや地方防災局の災害応急対策センターとWhatsAppグループを通じて情報の共有を行っている。BNPBにも画像情報を直接提供している。

- a) 森林火災の監視
- b) ホットスポット(火災頻発地域)の監視
- c) もや・噴煙(Haze)の監視
- d) 集中豪雨の発生地域の監視

LAPANは、災害対応時の情報収集の役割を担っているため、災害時対応の応急対応手順書(Standard Operation Procedure:SOP)も整備されている。発災後、24時間以内にSPOT6、SENTINEL Asia、ALOS2、International Charterなどの情報ソースから得た衛星画像をBNPBなどの関連機関に提供している。このほか、以下に示す応用成果も作成している。

- a) Fire Danger Rating System(カナダ)で森林火災の危険度評価
- b) 洪水、土砂災害警報(日本):ひまわりの画像から集中豪雨の領域を特定
- c) 浸水域から農業被害の推定(農業省)
- d) 火山活動監視(エネルギー・鉱物資源省):地表面温度を定点観測(22箇所)
- e) 土地利用評価を行い、洪水リスクの評価にも活用(30の州政府)

#### 4.2.2.3 計画及び防災施策

##### (1) 国家防災計画(2015 - 2019)における位置付け

「国家防災計画(2015 - 2019)」は、「国家防災計画(2010 - 2014)」の次期計画に位置付けられるもので、中期的な国家防災の政策方針、到達目標及び優先行動を定めたものである。インドネシアでは、大統領の任期に合わせて国家中期開発計画が策定されるが、「国家中期開発計画(2015 - 2019)」には防災分野の政策方針が盛り込まれており、「国家防災計画(2015 - 2019)」は、「国家中期開発計画(2015 - 2019)」を元に策定された位置づけとなっ

ていることから、BNPBの中期政策の最上位に位置するものであると認識される。「国家防災計画(2015 - 2019)」に示された政策と戦略のうち、予警報防災分野にかかる事項は、以下のとおりである。

表 4-18 国家防災計画における予警報分野に関する政策と戦略

政策	戦略
災害脆弱性の軽減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 防災啓発を通じた防災文化の教育と改善及び災害に対する知識の向上を行う。</li> <li>・ 新聞・雑誌、ラジオ、TV を通じて、社会への災害リスクの軽減の普及と促進を行う。</li> <li>・ 公衆への災害関連情報の提供と普及を行う。</li> </ul>
災害管理能力の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 災害リスクの高い地域において、災害早期警報システムの提供と早期警報システムの適切な機能の確保を行う。</li> <li>・ 防災と防災のための備えとして、科学技術及び教育の発展と利用促進を行う。</li> <li>・ 災害の多い地域において定期的かつ継続的にシミュレーションと防災訓練を実施する。</li> </ul>

## (2) 国際潮流に対する動向

兵庫行動枠組み(HAF)のプログレスレポート(2015年)における気象・予警報防災にかかる項目(優先行動2:災害リスクを特定、評価、観測し、早期警報を向上する。)では、各指標において高い評価を得ている。しかしながら、「早期警報(住民本位の早期警報体制の整備等)」については、各種災害に対するEWSは整備されているが末端のコミュニティまで情報が行き届いていないこと、予警報を受けたコミュニティの防災能力の強化などが課題として挙げられている。

また、インドネシア政府は仙台防災枠組の確実な達成に向けたロードマップ(INDONESIA'S ROADMAP FOR THE IMPLEMENTATION OF THE SENDAI FRAMEWORK FOR DISASTER RISK REDUCTION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (2015-2030))を2017年に作成している。このなかで、2022年までに、観測・予測システム、リスク分析、防災情報へのアクセスの強化などによるEWSの改善を仙台防災枠組の達成に向けたマイルストーンとしている。

### 4.2.3 JICA による協力

本節ではJICAが実施してきた支援について、気象・予警報防災の観点から整理する。インドネシアでは、地震、津波、洪水などの自然災害が頻発し、毎年多くの被害が発生しており、JICAでは、災害予防の観点から、防災行政を担うBNPB、地方防災局の能力強化、統合的水管理を通じた洪水対策、住宅の耐震化に向けた制度構築を課題として捉え、防災能力向上プログラムによる支援を実施してきている<sup>120</sup>。これらのうち予警報に係る協力内容は、以下の3項目に大別される。対象地域は、ジャカルタ都市圏をパイロット地域に選定しているものが多い。

- ・ 観測体制の整備(観測機器の導入、通信インフラ整備)
- ・ 国または自治体レベルでの予警報行政の構築及び能力強化
- ・ 住民の防災能力向上、防災教育、避難訓練

これまでの支援により、BNPBを始めとするインドネシア防災関連組織や災害常襲地域住民の防災対応能力は、それぞれ強化されてきているものの、関連省庁の連携強化や地方自治体に対する指導・支援体制の充実、災害観測及びモニタリング体制強化などが、今後の課題として認識されている。

<sup>120</sup> 対インドネシア共和国 国別援助方針, 外務省

表 4-19 JICA による支援実績（予警報防災関連）

協力スキーム	案件名	実施時期	対象地域
技術協力プロジェクト	森林火災予防計画	96.7～03.6	西カリマンタン
技術協力プロジェクト	森林火災予防計画 2	01.4～06.4	
技術協力プロジェクト	火山地域総合防災	01.4～06.3	ジョグジャカルタ
技術協力プロジェクト	森林地帯周辺住民イニシアティブによる森林火災予防プロジェクト	06.12～09.11	林業省国立公園（リアウ州、ジャンピ州、西カリマンタン州）
技術協力プロジェクト	ジャカルタ首都圏流域水害軽減組織強化プロジェクト	07.3～10.2	ジャカルタ周辺
技術協力プロジェクト	津波早期警報能力向上プロジェクト	07.8～09.5	ジャカルタ周辺
無償資金協力	広域防災システム整備計画	～18.3	
技術協力プロジェクト	気候変動対策能力強化プロジェクト	10.10～15.10	
技術協力プロジェクト	国家防災庁及び地方防災局の災害対応能力強化プロジェクト	11.11～15.11	ジャカルタ 北スラウェシ、西ヌサトゥンガ
協力準備調査	防災情報処理伝達システム整備計画準備調査	14.10～16.2	
技術協力プロジェクト	情報セキュリティ能力向上プロジェクト	14.7～17.1	

#### 4.2.4 他ドナーによる協力

インドネシアは、海外からの防災関連技術や防災関連のシステムを積極的に導入し、自国の災害対策の現場への適用を行ってきた。このため、インドネシアは同様の災害被害の問題を抱える近隣の東南アジア地域の国々を技術的・思想的に先導する立場となっている。一方で、拙速な先端技術の導入については、災害現場との乖離を引き起こし、当初期待していた成果を実現できないプロジェクトが散見され、運用・実施体制からの見直しの必要性が認識されるようになった。

近年のトレンドとして、技術面では、インドネシア内で爆発的に普及したスマートフォンとその利用者を活用したクラウドソーシングによる洪水浸水域情報の収集システム、Peta Bencana.idやOpen Street Mapプロジェクトの災害対策用途への活用を目指して、Humanitarian Open Street Map Team (HOT)のサポートがUSAIDなどにより進められている。

また、オーストラリア国際開発庁（Australian Agency for International Development：AusAID）が開発を進めてきた想定被害シナリオの検討用ソフトInaSAFEは、世界銀行の資金を得て、様々な災害種別への適用拡大、大洋州や東南アジア各国への展開が図られた。

一方、意思決定支援などの用途に先進の防災関連情報システムを導入したものの、関係機関のシステムとの統合の遅れや現場へのサポートの不足から、期待した効果の現実化が遅れているシステムも散見される。情報システムの乱立は、災害現場と中央の政府機関との乖離を引き起こしかねず、運用体制・情報伝達の流れの再構築の必要性が認識されるようになった。

また、気候変動・高潮対策の一環としてWorld Meteorological Organization(WMO)が推進しているCIFDPのインドネシア版「COASTAL INUNDATION FORECASTING DEMONSTRATION PROJECT INDONESIA (CIFDP-I)」が、パイロット地域に設定されたJakartaとSemarangで実施されている。

## (1) アメリカ合衆国政府 (USAID)

USAIDによる防災分野の支援の歴史は比較的浅く、2012年から開始された。USAIDはPacific Disaster Centerを通してBNPBにおける全災害種別の統合型警報・分析・リスク評価システムである全警報危険評価(Indonesia All-hazards Warning and Risk Evaluation : InAWARE)の開発・運用支援を実施している。これに加え、MIT Urban Risk Labを通して住民参加型被害情報収集による応急対応・災害管理支援プラットフォームであるPetaBencana.idの開発・運用支援を行っている。

### 1) InAWARE

InAWAREは、地震・津波、洪水等の自然災害のみならず、テロ等の事件を含み、国民に危機をもたらす広範な事象をモニタリング対象としている。事象の観測機関から観測情報や予測などの災害情報を、地方防災局等からは地域の被害情報などを収集し、Webを用いて情報を提供するシステムであり、ポップアップを使った通知機能を有する。関係する機関から提供される災害情報は、layerとして地図上に重ね合わせる形で表示される。InAWAREは2012年から2016年にかけてフェーズ1が実施され、現在はフェーズ2(2016年~2018年)が実施中であり、更なる延長も計画されている。InAWAREは既にBNPBにより運用されているが、フェーズ2でBNPB及び地方防災局職員約千人に対するトレーニングを実施し、更なる運用能力強化を図っている。システムの運営・維持管理費用は現在もUSAIDが負担している。

InAWAREはモニタリングシステムであるため、SMS等による防災情報の送信は出来ないが、今後、既存のEWSと統合し防災情報の発信を目指している。また、現状において全ての地方防災局がInAWAREに登録している状況ではなく、限定的であり、また、PUPRの洪水早期警報システムとInAWAREは連携がなされていない等、現状は開発途上にある。

### 2) PetaBencana.id

PetaBencana.idは、既存のソーシャルメディア(Twitter)等に流れるメッセージを起点に、発信者への問診を元に(クラウドソーシング)リアルタイムの災害情報(浸水範囲、浸水深の情報・情報の有効期間は2時間)を収集するシステムである(2013年に運用開始)。現在のところ、ジャカルタ、バンドン、スラバヤといった大都市での洪水情報に限定されているが、他地域・他の災害種への拡大も検討されている。現在のスタッフはジャカルタに4名、米国MIT(アドバイザー)とオーストラリア(ITアーキテクト)の6名体制で運用を行っている。

住民からの情報(洪水の水位等)の信頼性については、個人の認証と地方防災局の確認を行っている。(地方防災局が確認した被災記録については、地方防災局が終息を判断して削除するまで残る。)2014年に発生したジャカルタの洪水では、15万のツイートがあり、ほぼ全ての地域を網羅し、ジャカルタ首都特別州地方防災局による浸水域、深さの情報把握に役立てられた。PetaBencana.idの開発前は、洪水情報は地方政府からの情報のみに依存していたが、同システムにより現在は地方政府と住民の双方からの情報が統合されるようになっている。また、PetaBencana.idはInAWARE内で一つの層(layer)として取り込まれている。

## (2) UNDP

UNDPは、インドネシアの予防(被害抑止・軽減)防災対策の支援として多国間協調によるSafer Community

through Disaster Risk Reductionプロジェクトを行っていた。このプロジェクトには、UNDPをはじめAusAID、英国国際開発省が出資していた。プロジェクトの主要成果は以下のとおりである。

- ・ 災害リスク軽減のための国家政策、法制度及び規制枠組みの制定支援
- ・ 災害リスク軽減のための組織体制強化及びパートナーシップ構築支援
- ・ 災害リスク軽減の防災教育及び住民意識向上支援
- ・ 安全・安心なコミュニティ形成のための災害リスク軽減提唱の推進

また、上記の成果を達成する為、以下のような活動を実施した。

- ・ 防災法制整備の支援
- ・ BNPBへの専門家の派遣
- ・ 災害データベースシステムの構築 (DIBI)
- ・ 防災計画策定支援 (国家及び州)
- ・ 災害リスクマップの作成支援 (州)
- ・ コミュニティ支援 (インドネシア赤十字等のNGOを通じた活動)

災害データベースシステム (DIBI) は、BNPBに移管され、現在、BNPBのData and Information Centerがメンテナンスを行っている。UNDPは、災害リスクマップ作成支援 (防災計画、危機管理計画策定時のシナリオ、避難計画などに利用) に、オンラインのGIS分析ツールInaRISKの構築を行い (開発・維持管理費用をBNPBが負担) 専門家を派遣して支援を行っている。

### (3) オーストラリア政府 (AusAID)

オーストラリアは、予防 (被害抑止・被害軽減) 対策に重点をおいて支援しており、その災害対策プログラム (Australia Indonesia Facility for Disaster Reduction : AIFDR) が、活動の終了する2015年までの間に、地震・津波のリスク評価ガイドラインや地震ハザードマップの作成、自然災害のシナリオ検証が可能となるQGISのプラグインInaSAFEの構築、津波氾濫モデルの構築などを行った。この支援プログラムのカウンターパート機関はBNPBで、AusAIDの支援ではあるが、独立した組織体制を構築し、新たな2箇所の事務所と1箇所の研修所 (事務所と同じビルに設置) を構築して多くのオーストラリア人を派遣した。また、BNPBの建物内に、資金を出してドナー協力支援室を構築し、ドナー間での対話を促すための施設の整備を実施している。しかし、これらドナーから派遣されている専門家もそれぞれのドナーが雇用してきており、必ずしもBNPBに必要な職員の能力向上には繋がっていない。

また、オーストラリア政府は2009年6月に、インドネシアへの防災支援プログラムとして「より安全な未来への災害リスク軽減政策への投資」という文書を発表した。このプログラムの目的は、災害脆弱性を軽減し、災害に対する国や地域社会の回復力を強化させることで、以下の4つの成果を柱にしている。

- ・ リスクと脆弱性 (ハザード・リスクマップの作成 (州))
- ・ 研修と訓練 (研修マテリアルの作成、中央及び地方防災担当職員の研修等)
- ・ 研究と革新 (コミュニティ強化の研究、災害リスク軽減のための再開発手法、応急対応手法等の研究)
- ・ パートナーシップ (国際機関、ドナー、NGO等の関係機関間のパートナーシップ構築支援)

#### (4) ドイツ政府 (GIZ)

ドイツ政府は、BMKGに対し、現在のInaTEWSの前身である津波・地震早期警戒システム(German Indonesia Tsunami Earthquake Early Warning System : GITEWS)の整備プロジェクトを実施した。このプロジェクトは2005年に開始され、2011年3月にInaTEWSとしてBMKGに引き渡された。現在はドイツからBMKGへの援助は実施されていない。

##### 1) InaTEWS

インドネシア津波早期警戒システム (Indonesia Tsunami Early Warning System : InaTEWS) は、地震・津波情報を収集、解析・集約し、政府関係機関やマスメディアへ情報を提供する津波早期警戒システムである。InaTEWSはBMKGが所掌し、BMKG ジャカルタに設置されている。BMKG バリにも、ジャカルタと同様の機能を有するバックアップシステムと人員が配置されている。

InaTEWSの情報は、主にSMSや Webで提供されている。地方防災局等の政府関係機関はインターネット回線を介し受信端末(パソコン)でモニタリングし、各機関はその情報を所掌とする防災活動に活用している。活用の事例としては、サイレンを介した避難指示の伝達や地方のローカルTV局やラジオ局に避難を呼びかける放送の依頼などを行っている。

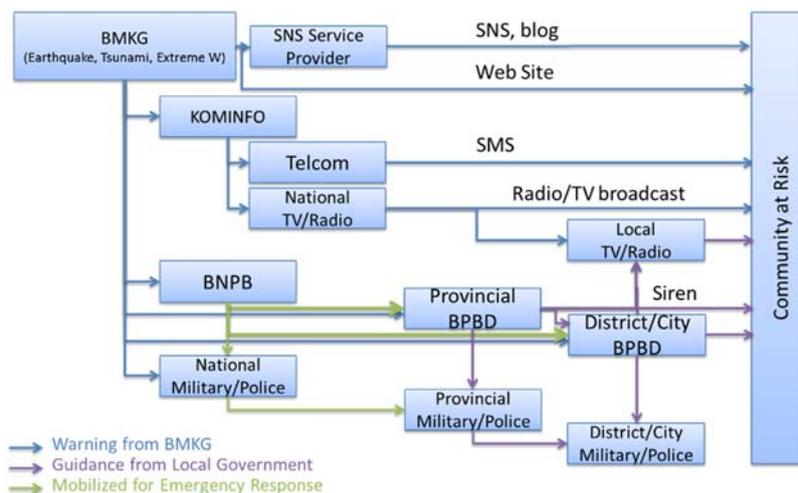


図 4-39 InaTEWS を通じた情報伝達の流れ

サイレンなどの一部の機材は、年1度程度しか動作確認が行われておらず、実際に機能しない事例などが報告されている。一方、地方に設置されたInaTEWSの受信端末は、多くの地方防災局で常時参照できる状態で設置されており、稼働状況は良好であると推測される。

コミュニティに対してInaTEWSが提供する早期警戒情報で一般的なものは、主に公衆通信回線を利用するSMSで送信されている。2012年に発生したスマトラ沖地震では、通信回線の輻輳による伝達遅延が生じており、迅速で適切な対応を行う上で課題が残っている。

#### (5) 世界銀行 (WB)

現在、世界銀行がインドネシアにおいて進めている援助は、特に以下の3分野である。

- ・ 災害リスク管理の主流化（BNPB、PUPR）関係者に対する人材育成
- ・ Safer School Initiative（文部省、PUPR）校舎の耐震化
- ・ Community Based Disaster Risk Management（草の根活動）への支援

世界銀行は、インドネシアにおいて気候変動が最も大きな脅威であると考えている。海面上昇や天候パターンの変化が、利用可能な水資源の枯渇・不安定化、食糧生産の低下、交通機関、経済活動や都市化開発の停滞などを引き起こし、特に低所得者層に大きな被害を与える状況を憂慮している。このため、災害リスク管理の主流化を図り、地域開発の枠組みに災害リスク管理の考え方が統合されるとともに、気候変動への対策が政策の中に取り込まれるよう後押しを行ってきた。

上記活動の一環として、世界銀行は、耐震基準を学校再建時の技術ガイドラインに取り込み、被災した学校再建に際して、併せて校舎の耐震化を推進してきた。また、インドネシアの災害対策の現場での活用を目指して開発されたInaSAFEに対する投資を行い、東南アジアや大洋州の各国での活用事例を広げている。また、急速に膨張している都市域における災害に対する耐性の高いコミュニティの形成を草の根のコミュニティ防災などの取り組みで支援している。

インドネシアにおいて、世界銀行が今後、活動を予定しているのは以下の領域である。

- ・ 急速に膨張している都市域での、災害に対する耐性をもったコミュニティの形成
- ・ 新たに行う教育投資やリスクに晒されている既往の教育施設の改修において、災害リスク削減を政策に組み込ませる努力の継続
- ・ 金融的な手法を用いた保護策についての研究

## 4.2.5 災害リスク評価と課題把握

### 4.2.5.1 災害種・分野評価

表 4-20に4.2.5「災害リスク評価と課題把握」で確認したインドネシアにおける気象・予警報防災の現状から、「災害情報」、「ガバナンス」、「災害リスク削減」、「環境、気候変動」の4分野について、以下の9課題を抽出した。

表 4-20 気象・予警報防災分野の課題

分類	気象・予警報防災分野の課題
災害情報 (災害リスクの理解・共有)	気象観測網が安定したデータを提供できていない 災害種別のリスクや早期警報により期待される効果が理解されていない 予警報システムの改善に向けた運用記録・分析の不足
ガバナンス (災害リスク管理の強化)	災害種別の計画や政策と連携した効果的なEWSが構築されていない 防災政策に関する省庁間の連携が弱く、予警報防災の実効性が十分でない 早期警報システムが散発的で持続性・継続性が弱い
災害リスク削減 (強靱化のための減災投資)	予警報技術の改善を見据えた観測体制整備の計画がない 予警報防災の各段階における関係者の能力が十分でない
環境、気候変動 (災害激甚化への適応)	気候変動による新たな災害への対策が十分でない

## (1) 災害情報（災害リスクの理解・共有）

### 【課題】 気象観測網が安定したデータを提供できていない

インドネシアの気象観測はBMKGが担っており、気象局では120の気象観測所、41のレーダ観測所からなる観測体制に加え気象衛星「ひまわり8号」の観測情報を受信し、気象情報の提供を実施している。気候局では、水利用にかかる水位情報(by 104 Agricultural Auto Water Stations : AWS)、降雨情報(by 467 Auto Rain Stations)、気象情報(by 339 Auto Weather Stations)を収集、公表している。しかしながら、自動観測機器の導入の遅れによる観測データ品質の未整備や、自動観測所であっても観測機器、データ通信機器の不具合による欠測などが多く見られる。2018年5月にwebに公開されているAWSの観測状況を調査したところ、約30%の観測所において2日以上データの更新がなされていなかった<sup>121</sup>。PUPRもBMKGとは別に水文観測を実施しており、2018年に全国を対象とした水文モニタリングシステムを開発したが、警戒水位情報を持つ63観測所のうち6観測所が正常に稼働していなかった<sup>122</sup>。予警報防災において、気象観測データの安定的な収集は不可欠であり、早急な改善が期待される。

### 【課題】 災害種別のリスクや早期警報により期待される効果が理解されていない

予警報防災は、災害発生の兆候を的確に把握し、避難行動により災害費による人的被害を極力低減させる事にあり、事前に災害発生のタイミングと避難が必要となる範囲を、正確に把握することが、予警報防災の根幹であるといえる。地震・津波、土砂災害等は、避難の遅れが人的被害に直結しやすい災害種であるが、一方で徐々に湛水位が上昇する無堤部の溢水による氾濫は、被災住民の自己判断による避難活動が可能であるため、予警報の果たすべき役割は人的被害よりも浸水による経済的被害の低減効果の方が大きいと考えられる。また、たとえ災害外力が同規模であっても地形的要因や避難所までの距離、避難ルート状況等によりリスクが異なるため、災害外力に対応した警戒基準を設ける事が適切とは限らない。

現行の予警報 (Early Warning System : EWS ) は、洪水や津波発生に対する警戒情報を発出しているが、最終的な避難判断は被災現場に任されており、シミュレーション解析に基づいた経験的知見よりも早い避難行動がとられていないのが現状である。シミュレーション解析に基づいて避難行動指示を発信する場合、特にFlash floodや土砂災害では、避難時間確保のために、信頼性の低い予測結果に基づかなければならない傾向があるが、たとえば実際に災害が発生せず避難行動が徒労に終わったとしても、人的被害を低減させるためには、妥当な判断である。シミュレーション解析は継続的に精度向上に努める必要があるが、災害情報の発出機関、受け手の住民ともに理解を深め、予警報防災技術の向上が被害低減に反映される環境の醸成が期待される。

### 【課題】 予警報システムの改善に向けた運用記録・分析の不足

予警報システムは、避難行動を必要とする災害を想定し、災害情報の伝達と避難行動にかかる時間を考慮して、災害情報の内容や情報伝達手段、情報発信のタイミングが計画される。しかしながら、実際の運用においては計画で予期されていなかった情報伝達における不具合や避難行動に想定以上の時間を要するなどがしばしば発生する。インドネシアでは、2004年インド洋大津波で甚大な被害を受けて、地震・津波に対する早期警報システムの整備が進められ、2011年にはInaTEWSが導入されていたにも関わらず、2012年に発生したスマトラ沖地震では、通信回線の輻輳による伝達遅延が生じており、EWSの情報伝達における課題が浮き彫りとなった。実際の災害発生時に課題が明らかとなったことは問題ではあるが、このようにEWSは、計画段階ですべての課題を

<sup>121</sup> AWS Center BMKG (<http://202.90.198.212/awscenter/index.php>)

<sup>122</sup> HYDROLOGY INFORMATION SYSTEM AND WATER RESOURCES ENVIRONMENT (SIHSDA(<http://112.78.146.44/>))

発見し対策を講じておくことが難しく、運用の中で課題に直面し、その反省の上で解決策を講じることで、EWSとしての能力が強化されていくものである。そのため、EWSによる減災効果を高めるために定期的な避難訓練が重要な役割を果たしている。一方で、これまでに導入されているEWSの多くは、詳細な運用記録が蓄積されていないことから、課題を発見しても検討に必要な気象・水文観測記録と一連となった運用記録の整備が不十分であるため、有効な課題分析が実施出来ずSOPの改訂に至っていない。結果として被災地域の住民が迅速で適切な避難行動をとるためのEWS改善がなされてきていない。

## (2) ガバナンス（災害リスク管理の強化）

【課題】 災害種別の計画や政策と連携した効果的なEWSが構築されていない

「4.2.2.3計画及び防災施策」に記載したとおり、予警報システムの整備は、「国家防災計画（2015 - 2019）」において、その更なる拡充が記されている。しかしEWSは災害種別の構造物対策と連携し、補完する役割を持つことから、災害種別の計画や政策において検討される必要がある。（マルチハザードEWSは、災害種別に構築されたEWSを統合したものであり、災害種に関わらず組織、プロセスの標準化を行うことは、EWSの減災効果を発揮できないものにする恐れがある。）一方で、仙台防災枠組に向けたロードマップ<sup>123</sup>では、気象・予警報防災にかかる課題として、“津波、洪水、地滑り等のEWSの整備が不十分である。”との認識を示している。ここに挙げられている、津波、洪水、地滑りといった災害種は、仙台防災枠組における“(a) Substantially reduce global disaster mortality”の達成のために対策が必要な災害種と考えられる。

EWSは、これまでに整備された観測網や通信技術の進展により、災害種別の対策施設整備進捗と無関係に、インドネシア全土を対象としたシステムの構築が可能である。しかし発信できる災害情報は標準化・一般化されており、災害リスクの削減、特に前記した人的被害をもたらず災害種に対して、被災地周辺の高精度な気象予測、それに基づく水文解析、地形、地質、土地利用、避難所、避難路等の状況を踏まえた有効な災害情報を提供することは困難である。

インドネシアでは災害種別の長期的かつ包括的な計画や政策が策定されていないが、災害の事前対策、リスク削減策においては、災害種の特性によりその政策方針や対策が大きく異なることから、個別の政策や計画を策定することが不可欠となる。災害種別のリスク削減計画の策定段階において、予警報システムが果たすべき役割を検討することが、災害種固有の対策を促進し、災害リスクの削減を加速させる有力な手段と考えられる。

【課題】 防災政策に関する省庁間の連携が弱く、予警報防災の実効性が十分でない

インドネシアでは、防災法に則り、BNPBが予防防災から復旧・復興まで、災害対応にかかる一連の責務を担う機関として設立されたが、予警報に必要な気象観測や災害モニタリングは、それぞれの担当省庁が実施している。BMKGは気象観測の責任省庁であり、平時から気象・気候情報提供を行っており、いるが、PUPRは河川水位や流量、PVMBGは火山噴火、LAPANは衛星画像による森林火災の監視など、各省庁の所掌に合わせて気象観測を実施している。また、これら各省庁は、それぞれの所掌に応じて災害モニタリングや災害情報発信も行っている。災害の事前対策として、BNPBは各省庁と連携して災害情報を収集し、災害リスク削減のため、適切なタイミングで必要な情報を被災地域の地方防災局をはじめとする関係機関へ伝達することが求められるが、各省庁の役割分担や協力体制が明確ではなく、役割の重複があることから、防災活計者や住民の間でしばしば混

<sup>123</sup> Indonesia's Roadmap for the Implementation of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction for Sustainable Development (2015-2030)

乱が生じている。加えて、地方防災局の課題として、ITシステムからの災害情報入手・活用能力、情報の住民への伝達能力、住民への避難等の指示を出す能力などの不足が挙げられる。予警報防災による災害リスク削減のため、EWSの予測精度の向上と並行して、各省庁の役割の明確化や災害情報の集約、整理、伝達能力の向上が望まれる。

【課題】早期警報システムが散発的で持続性・継続性が弱い

インドネシアでは2007年の防災法制により早期警報システムの整備が国家計画の一部として位置付けられている。津波・地震を対象としたEWSに始まり、現在まで洪水、土砂災害、高潮などの災害種に対するEWSが整備されてきている。EWS整備初期は、大規模災害の被災地をパイロット地域としてEWSを導入したが、全国的な展開を見せないまま、別の全国を対象にしたEWSの導入が行われ、パイロット地域ではEWSが重複し、かえって適切な避難行動に支障をきたす事態も発生している。また、近年ではIT通信速度や情報処理性能の向上、無償の地図アプリやGISエンジン、スマートフォンなどが普及することで、様々な改良がなされている。しかしながら、例えば洪水に関していえば、予警報防災において最も重要な災害情報は、住民個々人の住居が浸水するのか、避難する必要があるのか、いつどこへ避難すればよいのかという情報であるが、これらの情報を発信しているのは、過去に河川改修事業等により流出解析モデルが構築されている限られた河川の限られた地域のみである。適時適切な災害情報発信が出来なければ、EWSは運用されず、精度向上も無く、やがて別のEWSに取って代わられることとなる。加えて、各省庁がEWSを開発しており、それらが重複する機能や情報を提供するため、予警報防災としては良くない環境となっている。EWSは整備すれば、それだけで詐欺リスク低減効果が得られるのではなく、災害を経験し運用されることで、システム自体もシステムユーザーも防災能力が向上し有効なシステムとなっていくものである。従って、国土の強靱化に向けて予警報防災の長期的なビジョンとロードマップを策定し、短中期の具体的な行動計画を逐次作成することで、持続性のある政策プログラムを実施する必要がある。

(3) 災害リスク削減（強靱化のための減災投資）

【課題】予警報技術の改善を見据えた観測体制整備の計画がない

国際支援や自助努力によって観測業務を巡る環境は改善しつつあるが、観測データを用いた予警報能力向上や情報伝達改善は気象・予警報防災において重要な部分である。

BMKGによると、今後の観測体制整備について、観測機器の自動化や開発予定地周辺において観測所を新設し、更なる観測網の稠密を考えている。これは観測業務の効率化、気象把握能力の強化を目的としたものである。気象観測体制の強化は、気象・予警報防災の改善にとっても有効ではあるが、災害発生の兆候を的確に捉え、適切な避難行動により災害リスクを低減させるためには、地形・地質や土地利用などの災害地帯特性を踏まえた上で、合理的に観測地点や観測項目を設定する必要がある。強靱化のための災害投資を増やしていくためには、予警報防災による災害リスク軽減の目標を定め、目標を達成する為に必要な観測体制を、整備計画を策定することにより明確に示す事が肝要である。観測体制整備計画の策定に当たっては、BNPBが主導し、BMKG、PUPR、KOMINFOなどの関係省庁と協働で作成する事が望まれる。

**【課題】 予警報防災の各段階における関係者の能力が十分でない**

予警報防災の一連の流れは、観測による災害兆候の把握、観測情報の分析による災害リスクの想定、想定される災害情報の伝達、伝達された災害情報に基づく適切な避難行動と理解される。観測体制や災害リスク分析において、より効果的な体制整備や解析技術については、これまでに記載したとおり、計画的な導入が図られていくべきである。一方で、各段階におけるプレイヤーの能力不足が懸念されている。仙台防災枠組に向けたロードマップでは、気象・予警報防災におけるプレイヤーの能力面での課題として、“国、地方の双方とも災害リスク分析や図示の技術が不足している”、“末端まで防災情報が届いていない。また、防災情報を得られても、それに対応する能力が不足している”との認識を示している。

今回、マナドとアチェの地方防災局（アチェは、BPBAにおいて、地方で運用されているEWSについて聞き取り調査を行ったが、認識されていたものはInaTEWSのみで、マナドではInaTEWSの存在は認識しているが一度も運用したことが無い、といった現状である。BNPBから各地方の地方防災局へ技術指導はなされているものの、中央と地方との能力差は大きい。地方住民への防災教育や避難訓練の主な実施主体が地方防災局であることを鑑みれば、地方住民が防災情報を得ても、対応能力が乏しいのは仕方が無いことと理解される。第一にはBNPB、地方防災局の能力強化が課題であるが、予警報防災の実効性を向上させていくためには、中央での関係省庁の予警報防災における連携や相互理解に加え、関係各省庁の地方組織が、それぞれの地方の特性理解なども含め、予警報防災能力を強化していくことが期待される。

**(4) 環境、気候変動（災害激甚化への適応）****【課題】 気候変動による新たな災害への対策が十分でない**

冒頭で述べたように、気候変動の影響により降水量の季節的偏重の増加や海水面の上昇が予想されている。これらは、災害常襲地域における災害の頻発や激甚化だけでなく、これまで被災経験の少ない地域での災害発生回数の増加をもたらす事となる。特に、これまで被災経験の少ない地域では、災害常襲地域に比べて、災害対応能力が脆弱であると考えられ、甚大な被害の発生が懸念される。このような災害リスクの低減のためには、気候変動の結果、発生すると考えられる災害を事前に予測し、備えておくことが求められる。現在、BMKGが実施している気候変動予測は、インドネシア全土を対象としたモデル(空間解像度20km)の他、ジャワ、スラウェシ、スマトラではより高精細なモデル(空間解像度4km)が用いられ、気温や降水量の変化に加え、主要な河川については流量変化傾向が公表されている<sup>124</sup>。しかしながら、これらの予測に基づく、ハザードマップや避難計画の整備、及び、それらに基づく避難訓練を通じた災害情報発信、情報伝達、受信と避難行動の能力強化は十分になされていない。

**4.2.5.2 地域別評価**

災害特性やリスクは地域によって異なる。また避難のため必要なリードタイムも地域によって変わってくる。地形的要因、土地利用や資本集中等の要因により最適な予警報を行う必要がある。これは、運用の中で改善されていくという認識に立たねばならない。このような意味からも、ドナーによる技術支援を受けた組織がプロジェクト終了後も継続して、予警報防災の本質を理解しておかなければならない。

<sup>124</sup> BMKG 提供資料「BIDANG ANALISIS PERUBAHAN IKLIM (Field Analysis of Climate Change)」