

フィリピン共和国
公共事業道路省


フィリピン共和国 防災セクターローン 協力準備調査報告書

ファイナル レポート

台風16号（オンドイ）及び17号（ペペン）による
洪水被害に係るニーズ・アセスメント調査

平成22年1月
(2010年1月)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

 株式会社 建設技研インターナショナル

 日本工営株式会社

環境
JR
10-011

フィリピン共和国
公共事業道路省


フィリピン共和国 防災セクターローン 協力準備調査報告書

ファイナル レポート

台風16号（オンドイ）及び17号（ペペン）による
洪水被害に係るニーズ・アセスメント調査

平成22年1月
(2010年1月)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

 株式会社 建設技研インターナショナル

 日本工営株式会社

要 約

1 調査の概要

フィリピンの東の海域で発達した台風 16 号 (オンドイ、国際上の名称は「Ketsana」) は、2009 年 9 月 26 日にマニラ首都圏及び周辺地域に大洪水を起こし (図 1.1.1 参照)、続く 2009 年 10 月 3 日～8 日 (概ね 6 日間) に台風 17 号 (ペペン、国際上の名称は「Parma」) が北部・中部ルソンのコルディレラ行政地域 (CAR) 及び第 1 地域 (イロコス) 及び第 2 地域 (カガヤン・バレー) に洪水、地すべり災害をもたらしている。オンドイ及びペペンの通過ルートを図 1.1.2 に示す。

これを受けて、JICA (国際協力機構) は、実施中の「防災セクターローン協力準備調査」を通して、2009 年 10 月 27 日から 12 月 2 日にかけて調査団を現地に派遣し、台風 16 号 (オンドイ) および 17 号 (ペペン) による洪水災害および流域に影響を及ぼす可能性のある土砂災害が発生したマニラ首都圏中心地域*及び周辺地域、北部・中部ルソンの洪水・土砂災害地域を対象に、洪水・土砂災害対策に係るニーズ・アセスメント調査を実施し、洪水防御・排水に係る中・長期的な復旧・復興に向けた対策案、また、防災セクターローンを始めとする既存 JICA 事業への教訓及び提言について、本報告書に取りまとめた。なお、調査期間中、世界銀行による災害後ニーズ・アセスメント (Post-Disaster Needs Assessment: PDNA) (2009 年 10 月下旬から 11 月中旬に実施) の洪水災害ワーキング・グループ (WB、ADB、UNICEF、JICA、DPWH、MMDA) に協力し、災害復旧の情報共有を図った。

* : マニラ首都圏中心地域排水機能向上調査 (JICA、2005) の調査の対象地域 : マニラ首都圏の経済・社会の中心地であるマニラ市、パサイ市、マカティ市にまたがる排水区で区切った地域、これら 3 市の主要部分と他市の一部を含む面積約 73 km²

調査の目的は下記の通りである。

- 1) 台風 16 号 (オンドイ) 及び、17 号 (ペペン) による洪水、土砂災害被害に係るニーズ・アセスメント調査の実施
- 2) 中・長期的な復旧・復興計画案の作成

調査対象地域は台風 16 号 (オンドイ) 及び 17 号 (ペペン) による被災地域を対象にマニラ首都圏を中心に、以下の方針の下に実施した。

- 1) 洪水災害ニーズ・アセスメントの基礎情報として、台風オンドイ及ペペン洪水被害状況の把握
- 2) 既存洪水防御・排水事業の効果発現の確認
- 3) 現地政府の防災体制の確認

2 台風16号オンドイおよび17号ペペンによる被害

- (1) 国家災害調整委員会—市民防衛局の報告(表2.1.1)によると、オンドイによる洪水被害は、被災家族は100万家族近く、被災人口で490万人余りが発生し、死者及び行方不明者は合計500人余りに達し、死者数は首都地域(NCR):52%、第4-A(カラバルソン):35%、第3行政地域(セントラル・ルソン):12%と、被災者は首都地域と隣接の行政地域に集中している。
- (2) ペペンでは主に斜面崩壊や地すべりによる被害が多く、被災家族は95万家族余り、被災人口は450万人近く、死者及び行方不明者は合計539人に達した。死者数は山間部の斜面崩壊や地すべりによるものが多く、コルディエラ行政地域:75%と山間部の斜面崩壊や地すべりによるものが多く、続いて第1行政地域(イロコス):20%とアグノ川等の水害によるものが続いている。
- (3) オンドイの降雨は2009年9月26日の午前8時から午後8時まで集中的に降っている。表2.2.2に示すように、カトモン観測所で時間雨量:138mm、日雨量:460mm、サイエンス・ガーデンで92mm、455mm、ポート・エリア44mm、258.5mmを記録している。サイエンス・ガーデン観測所の時間雨量92mmは20年確率以上に、また、日雨量455mmは100年確率以上に相当する降雨がマリキナ川流域及びラグナ湖沿岸流域に降ったと推定される。
- (4) マニラ湾沿いのポート・エリアの降雨の時間雨量は2-5年確率、日雨量は10年確率に相当するが、隣接するサイエンス・ガーデンに於ける大量の降雨量を考慮すると、首都圏中心地域では10年確率以上に相当する大雨が降ったと推定される。
- (5) 台風ペペンの降雨は表2.2.3に示すように、バギオで2009年10月3日に531mm、10月8日に685mmを観測しており、降雨は50年確率規模と云われている。

(台風オンドイによる洪水災害)

- (6) 台風オンドイによるマニラ首都圏の洪水災害状況は図2.2.2~4に示す。台風オンドイは、マリキナ川に大洪水を起こしている。洪水流は、マリキナ川沿いの地域、マンガハン洪水放水路の東・西地域に氾濫している。洪水流量は観測値がなく、マリキナ川の洪水流量は $4,000\text{ m}^3/\text{s}$ *以上と推定され、パシグ-マリキナ川の現況洪水疎通能力及び計画洪水量を大幅に超えている。

*: 台風オンドイの洪水ピーク流量について *Laguna Lake Development Authority* は $4,150\text{ m}^3/\text{s}$ 、*UP-National Hydraulic Research Center* は $5,770\text{ m}^3/\text{s}$ と推定している。

- (7) マリキナ川の洪水量 ($4,000\text{ m}^3/\text{s}$) の内 $3,000\text{ m}^3/\text{s}$ はマンガハン洪水放水路(計画流量: $2,400\text{ m}^3/\text{s}$) 経由でラグナ湖に、一部は、下流のナピンダン川を逆流 ($150\text{ m}^3/\text{s}$) し、ラグナ湖方向に流れ、西マンガハン地域に氾濫したと推定されている。

- (8) マリキナ川下流のパシグ川本川は、主にマンガハン洪水放水路による洪水流量低減効果により、洪水氾濫を免れている。しかし、パシグ川が貫流するマニラ首都圏中心地域は、豪雨により内水が氾濫している。マニラ首都圏の洪水氾濫状況は、国家地理資源情報庁(NAMRIA)が災害後に実施した洪水氾濫状況調査データ及び本調査の収集データにより、洪水氾濫図(浸水深、浸水期間)を取りまとめ、図2.2.3及び2.2.4に示す。
- (9) マニラ首都圏は、豪雨による内水が広範囲に氾濫し、排水システムは地域的に排水に1~3日を要している。異常な内水氾濫により排水機場5箇所(Pandacan、Paco、Makati、Quiapo and Sta. Clara)が水没により一時的にポンプ運転を停止している。他の10箇所の排水機場は運転を継続している。
- (10) マニラ首都圏は人口増加に伴い保全対称地域が拡大しており、中心地域周辺の河川(サンファン川、トゥリヤハン川及びパラニャケ川)は改修により流下能力の増加を図る必要がある。KAMANAVA地域に隣接するヴァレンズエラーオバンドーメイカウヤン(VOM)地域、東マンガハン地域の排水改善が必要である。
- (11) オンドイにより、ラグナ湖の水位は短時間に1.2メートル上昇しEL.13.84(概ね40年確率)となり広い地域が浸水している。ラグナ湖沿岸の東・西マンガハン地域は、マリキナ川の氾濫とラグナ湖の水位上昇の影響も受けている。湖岸堤のある西マンガハン地域は、一部湖岸堤が暫定高(EL.14.00)の区間から浸水している。4箇所の排水機場の内3箇所が、異常な内水位の上昇による浸水で一時期運転を停止している。ラグナ湖の水位は最低:10.48 m、平均:11.32 m、最高:14.60 mで、水位が12.0 mを超えると、顕著な被害が発生するといわれている。12.0 m以上の湖岸(湿地)の面積は1,024 haである。ラグナ湖の水位上昇記録を図2.2.5に示す。

(台風ペペンによる災害)

- (12) 台風ペペンは6日間(10月3日~8日)にわたり北部ルソン内を移動し、豪雨は北部・中部ルソンに洪水・土砂災害を発生させている。洪水災害は、主要河川、アグノ川、カガヤン川、パンパンガ川、ラオアグ川及びブカオ川で洪水堤防被害が報告されている。また、アグノ川ではサンロケダムの放流も洪水を引き起こした原因として、そのダム放流操作が議論になっている。台風ペペンによる洪水災害が発生した都市及び町は図2.2.6に示す。被災地域の町やコミュニティの住民と資産を守るために、被災した洪水堤防を再建する必要がある。
- (13) コリディエラ行政地域(CAR)、第1行政地域(イロコス)及び第2行政地域(カガヤン・バレイ)の山岳地域で多数の斜面崩壊、地すべりによる土砂災害が発生している。特にCARのベンゲット州のバギオ市及びラ・トリニダード市周辺に被害報告が多い。鉱物地質局(MGB)が作成した危険度評価図(1:50,000)によると、山間部の大半は地理学・地質学上の条件により、地すべりを発生し易い斜面として分類されている。MGB及び調

査団による現地写真によると (Appendix 1 「現地写真」参照)、バギオ市及び周辺地域は、ペペンの豪雨による地すべり・斜面崩壊が多数認められ、ベンゲット州を水源とする河川は、フラッシュフラッドや土石流のような土砂災害増加の可能性と対策の必要性を示唆している。地すべり災害が発生した都市及び町は図 2. 2. 7 に示す。

2.1 災害時の構造物・非構造物の実態

2.1.1 既存洪水防御・排水施設の効果と課題

(マニラ首都圏)

マニラ首都圏に於ける計画あるいは実施された主な洪水対策及び排水対策事業を表 2. 3. 1 及び図 2. 3. 1 に示す。各事業のオンドイ洪水時の状況は概略以下の通りである。

(1) マンガハン洪水放水路とロザリオ堰プロジェクト (1984-1988) :

1988 年にプロジェクト完了後、ロザリオ堰のコントロール・ゲートの操作・維持管理は公共事業道路省 (DPWH) が実施していた。2002 年に各施設の操作・維持管理はマニラ首都圏開発庁 (MMDA) に各施設の操作・管理が移管されたが、MMDA は 2006 年以後、ロザリオ堰の操作・維持管理を停止している。

今回のオンドイ洪水に於いて、マリキナ川上流の洪水流量は $4,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上と推定され、ロザリオ堰で約 $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ がマンガハン洪水放水路経由でラグナ湖方向に流れ洪水流量が低減されている。マリキナ川の洪水流量は、更に下流の氾濫とナピンダン川のラグナ湖方向への逆流により低減され、下流のパシグ川は氾濫を免れている。

(2) マニラ首都圏洪水・排水システム復旧プロジェクト (1976-1998) :

マニラ首都圏中心地域 (73 km^2) は、大半は低平地で、その約 70% の地域は機械排水 (ポンプ排水) に依存している。中心地域の排水システムは、日本の ODA で実施した主要排水機場 : 15 箇所 (排水容量計 $230.6 \text{ m}^3/\text{s}$)、主にフィリピン政府が実施したエステロ・クリーク : 74 km、カルバート : 35 km 及び、排水路 : 約 400 km で構成している。

排水機場は 10 年確率規模 (269 mm/24hours)、24 時間排水で計画されている。今回の雨水の規模は計画規模以上と想定され、一部地域で排水に 3 日を要している。15 箇所の排水機場の運転記録によると、ポンプの稼働率 (高いポンプ稼働率 : 70~100%、低い稼働率 : 50% 程度) から判断すると、各排水機場の接続排水路がゴミ・土砂堆積による疎通能力低下により、ポンプ排水能力が十分に発揮されていない。既存の排水機場は今回の雨水による市街地域の内水被害軽減に十分に効果を上げていると考えられるが、排水機能向上を図るには、排水路の浚渫・ゴミの排除等、排水路の維持管理が不可欠ある。メトロマニラにおける既設排水機場の計画排水面積や現況排水量、ポンプ台数は表 2. 3. 2 に、また、マニラ首都圏中心地域の大型排水機場の運転稼働 (2009 年 9 月 25 日~9 月 30 日) を表 2. 3. 3 に示す。

なお、2005 年の JICA 調査によると、接続排水路網の排水機能改善維持と排水機場のポンプ施設の老朽化が進んでいる下記の 12 主要排水機場について、段階的にポンプ施設の交換・修復を提案している。

Proposed 12 Pumping Stations for rehabilitation:

Group 1: Very old and serious conditions

Aviles (Discharge capacity: 18.6 m³/s, Construction year: 1976),

Quiapo (10.8 m³/s, 1976), **Valencia** (10.8 m³/s, 1976),

Tripa de Gallina (57.0 m³/s, 1977)

Group 2: Old and marginal service life

Pandacan (4.4 m³/s, 1976), **Paco** (7.6 m³/s, 1977), **Sta. Clara** (5.3 m³/s, 1977),

Libertad (42.0 m³/s, 1977), **Makati** (7.0 m³/s, 1984), **Binondo** (11.6 m³/s, 1985)

Group 3: Submergible pumps of outdoor type

Escolta (1.5 m³/s, 1982) and **Balete** (3.0 m³/s, 1988)

Source: *The Study on Drainage Improvement in the Core Area of Metropolitan Manila (JICA, 2005)*

また、首都圏に於ける、降雨時にしばしば発生する局所的な道路及び低地の浸水問題に緊急に対応するポンプ車の導入について、マニラ市を始め首都圏の各市で検討されている。

(3) マニラ首都圏洪水制御プロジェクトー西マンガハン洪水放水路 (2000-2007) :

マンガハン洪水放水路西側の地域は、地域内の雨水及びラグナ湖の水位上昇の影響を受ける低平地である。プロジェクトは、湖岸堤: 9.4 km、排水機場: 4 箇所 (排水容量計 36.0 m³/s)、ナピンダン川の改修 (パラペットウォール) : 4.3 km を実施している。

オンドイでは、マリキナ川からの洪水の越流、内水氾濫及びラグナ湖の水位上昇の影響で低平地の約 80% の住宅地区が 1~3 週間以上にわたり浸水している。異常な内水位の上昇により 3 箇所のポンプ場が一時運転を停止した (Taguig : 約 4 日間、Hagonoy : 約 3 日間、Tapayan : 約 14 日間)。継続運転していた Labasan ポンプ場とともに運転再開し、4 箇所のポンプ場の運転再開により、7~8 日間で内水排除を終え、地域の浸水状態の改善や浸水期間を短縮して内水被害軽減に効果を上げている。

氾濫常習地帯のこの低平地は 2~3 ヶ月の浸水期間を経験していただに、被災した現地の住民は湖岸堤やポンプ場などの治水施設の効果について大変感謝している。しかし、湖岸の一部地域は、都市貧困者の集落地区に DPWH が設けた暫定堤防であり、特に、湖水からの越流が起きた区間 (延長約 100m、計画幅員 7~8m に短縮、高さも施工計画高より 1.0 メートル低い) については今後、早期の完成が必要である。

ラグナ湖岸地域の住民と資産をラグナ湖の水位上昇による浸水から守るには、洪水防御施設 (湖岸堤及び排水施設) の建設及び氾濫源管理、コミュニティ・ベースの早期洪水予警

報・避難システムの導入により洪水リスクの軽減を図る必要がある。

(4) KAMANAVA 地域洪水及び排水システム改善プロジェクト (2002-2009) :

マニラ首都圏中心地域北側の海岸部低平地に位置する 4 地域 (Kalookan、Malabon、Navotas 及び Valenzuela)の洪水及び排水対策であり、プロジェクトは主要排水機場：5 箇所 (Maypajo、Spine、Bankulasi、Catmon、North Navotas) , ゲート及び輪中堤で構成している。

今回のオンドイでは、一部、Catmon ポンプ場においてマラボン川からの越流でポンプ場内が水没した (約 1 日運転中止) が、その後、5 箇所すべてのポンプ場が稼動し、1 ~ 3 日間で排水を行い、洪水・内水被害の軽減に効果を上げている。マニラ湾の潮位が低かったことも幸いしている。

(5) EFCOS プロジェクト (2000-2002) :

洪水制御システム (EFCOS) は 1978 年に DPWH に設置され、1992 年に新しいシステムが建設され、2001 年にリハビリが実施されている。2002 年リハビリ完成後 (JICA 無償)、DPWH から MMDA に移管された。しかし 2006 年以降、MMDA は予算圧迫を理由に EFCOS の維持管理を停止し、アンティポロ及びフィリピン天文気象庁 (PAGASA) にある中継機器は風台風ミレニヨにより損壊し、通信システムも機能停止している。また、EFCOS と排水機場、地方自治体及びその他の関係機関との間に設置されている緊急無線システムは使用されていない。今回の洪水により、ナンカの水位観測所は水没により観測機器破損、サント・ニーニョの水位計はケーブルが破損している。マニラ首都圏の洪水予警報は、ベースとなる EFCOS は機能していないので、洪水予警報の実施には EFCOS の機能回復と MMDA に替わる責任機関と維持管理体制の確立が必要である。

(6) パシグーマリキナ川改善プロジェクト (Phase I) (2008.12 着手)

プロジェクトは資材や機材の調達などの準備段階を踏まえ 2009 年 12 月には調達した鋼矢板の打設が開始され護岸工事が本格化した。17 km 区間の河川改修を 2013 年に完了の予定である。プロジェクトは 3 ステージに分かれ、マリキナ川のロザリオ堰から 6 km 上流のマリキナ橋まで改修の予定であり、現在は、第 1 ステージ (パシグ川上下流) である。しかし、今回のマリキナ川の氾濫地域のマリキナ橋から上流は、改修プロジェクトに含まれていないので、その対策が必要である。

マリキナ川の超過洪水による洪水氾濫地域の住民と資産を守るには、洪水制御施設 (洪水制御ダム及び遊水地) による洪水ピークの低減が必要である。又、洪水氾濫危険地域の住民に対しては、超過洪水の適応策として、氾濫源管理の導入、コミュニティ・ベースの早期洪水予警報・避難システムの導入等非構造物対策の早期実施により洪水リスクの軽減を図る必要がある。

(7) 1990 年—JICA マスタープランで計画され実施されてきたプロジェクトの進捗状況

1990 年マスタープランで提案されたプロジェクトは、既の実施又は着手されたもの、F/S 又は Pre-F/S が実施されたものがあり、実施に向けた検討が必要である。

- 1) Metro Manila Flood Control Project-West of Mangahan Project: 2007 年工事完了、
- 2) Metro Manila Flood Control Project - East of Mangahan Floodway: 2008 年 Feasibility Study (F/S)完了
- 3) KAMANAVA Area Flood Control and Drainage System Improvement Project: 2009 年工事完了、2009 年 F/S 完了
- 4) Valenzuela-Obando-Meycauyan (VOM) Area Drainage System Improvement Project: 2008 年 F/S 完了
- 5) Pasig-Marikina River Channel Improvement Project:
 - Pasig-Marikina River Channel Improvement Project (Phase II, Delpan Bridge ~ NHCS) 工事中,2013 年完了予定
 - Upper Marikina River Channel Improvement Project (Sto.Ninõ~Rodrigues): 2002 年 F/S 完了
 - San Juan River Flood Control Project: 2002 年 F/S 完了
- 6) Flood Control and Drainage Improvement Project for MIAA Compound and Paranãque-Las Pinãs River System: 2004 年 F/S 完了
- 7) Marikina Dam Project: 1989 年 Pre-F/S 完了

(8) 1990 年—JICA マスタープランの見直し

マスタープランはラグナ湖流域を含め、見直しが必要である。台風オンドイの降雨は 1990 年のマスタープランで想定した洪水量を大幅に超えており、今後の超過洪水及び気候変動への適応について、下記の検討が必要である。

- a) マリキナ川の洪水対策として、マリキナ上流の洪水制御施設（マリキナダム等）及び洪水を考慮した氾濫原管理・土地利用管理計画；
- b) ラグナ湖周辺の洪水制御施設計画；
- c) 首都地域のプロジェクトの実施計画；
- d) 洪水リスク管理に係る関係機関の調整をはかり計画・設計・実施・維持管理の一元化と責任体制の確立

(北部及び中部ルソン)

北部及び中部ルソンに於いて、日本の ODA により計画され実施された洪水対策及び排水対策事業を表 2.3.2 に示す。実施された事業の内ペペン洪水により災害が発生したアグノ川及びラオアグ川の洪水防御施設の実態と効果、課題は以下の通りである。

(1) アグノ流域緊急修復事業及びアグノ川洪水制御事業

アグノ川（流域面積：5,952 km²）は フィリピン第 5、ルソン島では第 3 の大河川で、コルディレラ山脈に源を發し、パンガシナン平野及び河口デルタを形成、リンガイヤン湾に注い

でいる。上流に国家電力庁 (NPC) が管理する多目的ダム 3 基 (Ambukulao Dam : 1956 年完成、Binga Dam : 1960 年完成、San Roque Dam: 2003 年完成) が建設されている。アグノ川の治水事業はパンガシナン州の洪水防御を目的に 1995 年に下流 54 km (Phase I: 1995~2002 年)の堤防、護岸、水制工等の工事に着手、2009 年までに中流 23 km (Phase II: 1998~2009 年)の遊水池、堤防、護岸工事が完了、現在、上流部 47 km (Phase III) の実施が提案されている。

今回のペペン洪水では中・上流部の古い既設堤防 (1960 年代及び 1990 年代に施工) が数箇所破堤、パンガシナン州一帯が洪水となり約 100 万家族、450 万人が影響を受けている。また堤防・護岸が侵食により危険箇所が多数発生しており、堤防及び護岸の災害復旧が提案されている。

アグノ川流域は、未整備地域の堤防決壊によるパンガシナン一帯の洪水により広大な農地と多数の被災者が出ているが、下流地域は洪水防御されており被害軽減効果が高いことが推定され、洪水防御施設の効果が発揮されていると判断される。

なお、今回のアグノ川の洪水氾濫の原因として、サンロケダムの安全確保のため緊急的に放流した「アグノ川の上流計画洪水量 (3,960 m³/s) 以上のダム放流 (5,354 m³/s)」が指摘されている。

(2) ラオアグ川流域洪水砂防及び洪水防御事業

ラオアグ川 (流域面積 : 1,353 km²) はルソン島北部の行政地域 1 の イロコスノルテ州に位置している。コルディレラ山脈に源を発する 4 本の扇状地河川 (39 km) の河川改修および砂防工事と沖積平野を貫流するラオアグーボンゴ川 (14 km) 河川工事である。事業は 2001 年に着手され 2008 年完了している。DPWH の資料によると、今回のペペン洪水により、上流の扇状地河川のマドンガン川の左岸堤防の破堤による洪水氾濫が発生している。マドンガン川、パパ川及びクラ川の堤防が侵食により危険な状況になっており、災害復旧が提案されている。マドンガン川の破堤による洪水により農業地域に被害が出たことが推定されるが、氾濫地域の死者は少なく、本川沿いの保全対象は洪水防御されており、洪水防御施設の効果を発揮している。

(3) 課題

以下に、課題について整理する。

- 1) アグノ川は早期に Phase III を実施、流域の治水安全度を高める必要がある。
Phase III 対象地域右岸の氾濫は、今回の洪水氾濫が示すように、地形条件から、パンガシナン平野の広範囲に波及する恐れがあり、治水安全度の向上を図る上で、Phase III の早期実施は極めて重要である。
- 2) 洪水予報精度の向上とサンロケダムの洪水時操作基準の見直しが必要だろう。

今回の洪水では、サンロケダムの放流開始の遅れと、ダム安全確保のため実施した緊急的に放流した「アグノ川の上流計画洪水量(3,960 m³/s)以上のダム放流(5,354 m³/s)」の不適切なダム操作が指摘されている。今回の洪水は、①洪水予報の改善により洪水量等定量的な洪水予報サービスの必要性、②「洪水時のダム操作基準」を見直し、洪水予報・ダム流入予測に基づく合理的な事前放流により下流への洪水ピーク低減、ダム下流の洪水リスクの軽減を図る必要性を示唆している。

2.1.2 洪水予警報システム

- (1) フィリピン天文気象庁は、1) 天気予報(5:00 am 及び 5:00 pm)、2) 厳しい天候定時放送及び熱帯サイクロン警報(5:00 am、11:00 am、17:00 pm 及び 11:00 pm)、3) 洪水定時放送及び4) その他ルソンの主要ダムの現状について広報を発行、放送している。洪水定時放送の目標地域はルソンの予警報システムが設置されているパンパンガ、アグノ、ビコール及びカガヤン川の4河川流域である。しかし、マニラ首都圏については、2006年以降洪水定時放送は実施されていない。
- (2) 国家災害調整委員会(NDCC)の下に、管区災害調整委員会(RDCC)―州災害調整委員会(PDCC)―町災害調整委員会(MDCC/CDCC)―バランガイ災害調整委員会(BDCC)に於ける防災体制の整備が図られている。NDCC-OCDはフィリピン天文気象庁(PAGASA)から天気、台風定時放送、洪水情報、ゲート操作及びダムの状況について洪水情報を受け取ると、RDCC及びNDCCメンバー機関に連絡、RDCCからMDCC/CDCC、BDCCに連絡する。

3 政府及び他ドナーの支援計画

- (1) 大統領令1566(1978)によれば、国家災害調整委員会(NDCC)は災害リスク管理の最高政策及び調整機関である。国防省(DND)の市民防衛局(OCD)が支援しており、OCDはNDCCの事務局として、災害リスク管理に係る政策及び計画を実施している。NDCCはDNDの大臣を議長に19省庁のメンバーにより構成しており、各省庁は災害時に於ける特定な役割と責任が定められている。
- (2) 災害は災害調整委員会(DCCs)の各行政レベルで扱われる。DCCsの構成は:1) NDCC、2) 17管区災害調整委員会(RDCC)、3) 81州災害調整委員会(PDCC)、4) 117市災害調整委員会(CDCC)、5) 1,496町災害調整委員会(MDCC)、6) 41,945バランガイ災害調整委員会(BDCC)。DCCsは、災害リスク管理計画を作成、災害の3フェーズ(災害前、災害時、災害後)についてサービスを提供することになっているが、「災害時」の緊急対応を除くと、「災害前」・「災害後」の災害リスク管理は準備が遅れている。
- (3) 国連開発計画(UNDP)及びオーストラリア国際開発庁(AusAID)はNDCC-OCDの「効果的コミュニティ・ベースの災害リスク管理プロジェクトのハザードマップ評価」(READYプロジェクト:2006-2011)を支援している。NDCC-OCDは自然災害の危険性が高い27州

を対象に、MGB、NAMRIA、PAGASA 及び PHIVOLCS の協力により READY プロジェクトによりハザードマップの整備を進めている。

- (4) 国及び地方の災害基金については、国家災害基金（NCF）、地方災害基金（LCF）及び地方開発基金（LDF）がある。国家災害基金は自然災害発生後の緊急事態発生地域（Calamity Areas）に於ける救援・支援及び復旧・復興のために、一般歳出予算法（GAA）に基づいて各年度予算案に国家災害基金が計上され、政府予算全体として国会の承認を得る必要がある。国家災害基金の中の「緊急対応基金」（QRF）は、基金適用が認定された被災地の緊急ニーズに即応できるよう（基金の通常の採択プロセスを介さずに）関係政府機関に拠出されるものである。中央政府に拠出される災害基金は、緊急対応に対するよりも、復旧等に要するものが総額としては多い。
- (5) 地方自治体は、RA No. 8185 に基づき、地方税収（IRA）の5%を地方災害基金（LCF）として援助、救済、復旧、再建その他の作業等に用いられる。地方災害基金は、災害宣言の24時間以内に支出できる。また、地方自治体は、地方開発基金として年間予算の20%を計上でき、主に灌漑施設や道路などローカルなインフラ施設の修復や整備にあてられる。市や町の防災センターなど災害リスク・マネジメントのための施設整備にも適用できるが、地方の市町の単年度予算ではまかなえないのが実態である。
- (6) 世界銀行による PDNA は、フィリピン政府、民間セクター、国際援助機関：アジア開発銀行（ADB）、欧州委員会（EC）、国際連合（UN）、世界銀行（WB）及びオーストラリア国際開発庁（AusAID）、カナダ国際開発公社（CIDA）、ドイツ技術協力公社（GTZ）、国際協力機構（JICA）、オランダ政府（RNG）及び米国国際開発庁（USAID）等の援助国の協力で実施され、洪水災害ワーキング・グループには WB、ADB、UNICEF、JICA、DPWH 及び MMDA が参加している。

国家経済開発庁（NEDA）によると、各機関及び各援助国の具体的支援プログラムは明らかでないが、2009年12月2日に世銀により開催される PDNA の会議の後に、援助機関及び援助国からの具体的な支援プログラムが提案されることを期待している。

4 災害後の復旧・復興

4.1 災害の対策

オンドイによる首都地域の洪水対策地域は、パシグ川は氾濫を免れているので、マリキナ川、ラグナ湖、マニラ首都圏中心地域及び周辺地域に分けられ、ペペンによる洪水対策地域は北部・中部ルソンの主要河川になる。各地域の洪水の主な原因と必要な対応は以下のとおりである。

(1) マリキナ川 (含むマンガハン放水路東・西地域)

洪水の原因	必要な対策
マリキナ川本川及び支川の洪水氾濫、氾濫水は重力排水により比較的短期間に排水されている	計画洪水・超過洪水に対する洪水防御対策： <ul style="list-style-type: none"> ・ 洪水ピークの制御（ダム及び遊水地） ・ 本川河道流下能力の向上（河道改修） ・ 支川の河道改修（カインタ川、タイタイ川他） ・ 排水改善 非構造物対策による洪水被害の軽減： <ul style="list-style-type: none"> ・ 河川及び氾濫源管理、土地利用規制 ・ コミュニティ・ベースの洪水予警報システムの確立 ・ 情報・宣伝・啓発活動の推進 ・ 水源管理（森林の回復と植林）

(2) ラグナ湖地域

洪水の主な原因	必要な対策
ラグナ湖の水位上昇（氾濫地域と氾濫期間はラグナ湖水位に左右され、氾濫は長期化する）	計画洪水水位・超過洪水に対する洪水防御対策： <ul style="list-style-type: none"> ・ 洪水防御施設（湖岸堤防） 非構造物対策による洪水被害の軽減 <ul style="list-style-type: none"> ・ 湖岸氾濫源管理 ・ コミュニティ・ベースの洪水予警報システムの確立 ・ 情報・宣伝・啓発活動の推進

(3) マニラ首都圏中心地域及び周辺地域

洪水の主な原因	必要な対策
豪雨による内水氾濫 中心地域は地域の70%は主にポンプ排水システムに依存している。 小河川の氾濫	計画洪水・超過洪水に対する洪水防御対策： <ul style="list-style-type: none"> ・ 中心地域排水施設（ポンプ、排水路）のリハビリ、排水機能維持 ・ 隣接地域（VOM）の排水施設整備 ・ 小河川の改修（サンファン、トゥリヤハン、パラニャケ川） 非構造物対策による洪水被害の軽減： <ul style="list-style-type: none"> ・ コミュニティ・ベースの洪水予警報システムの確立 ・ 情報・宣伝・啓発活動の推進

(4) 北部・中部ルソン

洪水の主な原因	必要な対策
洪水による堤防の被害	主要河川の河川堤防の強化事業

4.2 災害復旧復興計画案

(1) 災害復旧

台風オンドイでは、マニラ首都圏・首都圏地域に洪水災害が発生し(図4.1.1参照)、台風ペペンでは北部・中部ルソンに洪水災害及び地すべり災害が発生した。災害復旧事業はマニラ首都圏及びルソン各地で被災した洪水・排水対策施設の災害復旧を中心に、DPWH及びMMDAの資料を基にPDNAと取りまとめた。災害復旧事業は洪水災害を中心に、災害復旧事業費用は716.8百万ペソと見積もられ表4.1.1に示す。その実施はPDNAに合わせ2010年に計画した。

(2) 中期計画(2010~2012)

中期計画は、PDNAに合わせ3年間(2010~2012)とした。対策計画は、次期の中期国家開発計画(MTPDP)による実施を念頭に、オンドイ、ペペンによる洪水災害に関連し、洪水リスク軽減に必要な構造物・非構造物対策について洪水制御対策の実施機関:DPWH及び首都圏の洪水制御施設の維持管理機関:MMDAの情報に基づき作成した。首都圏及びルソン地域で提案した洪水対策の事業費は80.5億ペソで、優先プロジェクト及び費用は表4.1.2に示す。対策は以下に示す。

1) マニラ首都圏に於ける洪水制御及び管理プロジェクト:

A) 既存の洪水管理及び排水システムのプロジェクト

- (a) ヴァレンズエラーオバンドーメイカウヤン(VOM)地域:排水システムの改善及び関連プロジェクト(2フェーズのフェーズ1)
- (b) マニラ首都圏洪水制御プロジェクト(2フェーズのフェーズ1) マンガハン洪水放水路東部地域
- (c) トゥリヤハン川改修プロジェクト(2フェーズのフェーズ1)
- (d) パラニャケ川改修プロジェクト(2フェーズのフェーズ1)
- (e) マニラ首都圏中心地域排水改善及び排水機場の復旧プロジェクト(2フェーズのフェーズ1)

B) 洪水災害対応の改善

- (a) 維持管理に必要な資金と緊急維持管理装備の準備
- (b) 維持管理に必要な組織の確立
- (c) 管理情報システム及び適正な洪水予警報システム再建と整備
- (d) パシグ-マリキナ-ラグナ湖流域の洪水管理及び排水管理を進めるに適正な水・河川流域管理体制の確立
- (e) パシグ-マリキナ-ラグナ湖流域の総合的開発プログラム作成のために、リスクアセスメント及び1990年のJICAマスタープランの更新の実施
- (f) 洪水リスク管理の改善及びコミュニティ・ベースの洪水予警報システムの確立
- (g) 洪水リスク管理に係る住民意識の高揚の為の情報・宣伝・啓発活動(IEC)の推進

2) 北部・中部ルソンの洪水管理・洪水制御事業

- A) カガヤン川洪水制御プロジェクト (2 パートのパート 1)、フェーズ 1 : 緊急堤防工事 (カガヤン川下流)
- B) アグノ川及び関連河川の緊急復旧プロジェクト、フェーズ III (2 パートのパート 1)
- C) ピナツボ荒廃地域の洪水防御対策及び学校建物の復旧 (2 パートのパート 1)
- D) ターラック川総合改修プロジェクト (2 パートのパート 1)

(3) 長期 (2013 ~ 2016 年以降)

長期の対策は、次期中期国家開発計画 (MTPDP) を考慮して、3 年間 (2013~2016 年以降) で実施するよう計画した。対策計画は中期計画で着手した事業のフェーズ 2 (又はパート 2) と、DPWH 及び MMDA の情報を基に、ラグナ湖の湖岸堤事業及びマリキナ洪水制御ダム事業を提案している。首都圏及びルソン地域で提案した洪水対策の事業費は 448.5 億ペソで、地域、優先プロジェクト及び費用は表 4.1.3 に示す。

1) マニラ首都圏及び周辺地域

- A) 既存の洪水管理及び排水システムのプロジェクト
- B) 既存のマニラ首都圏、リザール及びラグナの洪水管理及び排水システムのプロジェクト

2) 北部・中部ルソン

- A) 主要河川の河川堤防の強化事業

5 防災セクターローン及び JICA 事業への教訓・提言

5.1 教訓

首都地域に於いて実施されてきた日本の ODA による洪水防御・排水対策事業は、台風オンドイによる首都地域の洪水防御及び洪水被害の軽減に大いに効果があったと云える。その反面、マリキナ川中・上流は、洪水防御対策が遅れており、マリキナ川の超過洪水対策に係る構造物対策と非構造物対策のニーズが高いことが明らかになり、防災セクターローンを始めとする既存 JICA 事業及び新規事業においては、下記の要素の検討も必要だろう：

(1) 首都地域の洪水防御・排水対策の推進

マニラ首都圏中心地域は、幸いパシグ川の洪水氾濫は免れているが、マリキナ川沿いは広い範囲にわたり洪水被害を受け、マリキナ川の洪水制御施設整備の遅れが顕在化している。マリキナ川は、今回の超過洪水及び今後の気候変動への適応を考慮すると、マリキナ川上流の洪水防御施設として洪水調節ダムや遊水地、マリキナ川沿いの氾濫源管理、ラグナ湖周辺地域の洪水防御施設として湖岸堤防や氾濫源管理が必要である。構造物対策は完成まで長期間

を要するので、非構造物対策としてコミュニティ・ベースの洪水リスク軽減対策の推進が急がれる。

(2) 既存洪水防御・排水施設の機能維持

マニラ首都圏中心地域は、1970 年代から 15 排水機場を中心に洪水・排水施設が整備されてきた。しかし、多くの排水機場は、ポンプ施設の老朽化が進み、リハビリの時期にあり、また、多くの幹線排水路がゴミ・土砂の堆積により排水機能が低下している。マニラ首都圏中心地域にとって、既存洪水防御・排水施設の機能回復・機能維持は極めて重要である。

(3) 河川管理・洪水氾濫源管理の導入と河川・洪水管理体制の一元化

首都地域の洪水リスク管理は、DPWH、MMDA、LLDA、DENR、LGUs 等多数の機関が関与しており、地域的に、機能的に細分化されている。首都地域の洪水リスク管理を進めるには、パシゲーマリキナ川及びラグナ湖の流域単位の洪水リスク管理が必要であり、洪水防御に係る計画・実施・管理の一元化と、同時に、流域管理、河川管理及び氾濫源管理の導入の必要性を示唆している。

(4) 洪水リスクの軽減を図る非構造物対策に対する支援の早期実施

コミュニティ・レベルの実効性の高い洪水リスク管理計画策定・実施に係る支援が必要である。今回の洪水リスクマップを基本に、洪水リスクが高い地方自治体、バラングイレベルの洪水リスク管理（洪水予防、洪水予警報・避難システム構築）及び住民教育に対する支援の必要性を示唆している。

(5) 首都地域の洪水災害リスク管理の改善

首都地域の洪水災害リスク軽減の実効性を高めるには、首都地域に於いて、今回の洪水リスクマップを基に、洪水リスクの高い地方自治体からパイロット自治体を選定し、パイロット・プロジェクトの実施が必要である。首都地域の各自治体は洪水リスク管理を含む防災計画の策定と実施が義務付けられているが、実効性の高い計画策定には技術・資金の支援が必要である。パイロット自治体は、①マリキナ川、②西マンガハン地域、③マニラ首都圏中心地域の洪水リスク地域から選定する。

5.2 提言

首都地域及び北部・中部ルソンに於いて洪水防御及び洪水リスクの軽減に必要な構造物対策・非構造物対策について以下に提案する：

(1) 災害復旧、復興及びプロジェクトの実施：

実施中のプロジェクトの早期完成、JICA で実施したプロジェクトのリハビリ及び JICA 提案プロジェクトの実施：

- 1) 実施中のパシグ-マリキナ川河道改修プロジェクトの早期完成：
 - マリキナ川上流: 施工ステージ2 (ナピンダンHCS~ロザリオ堰)
 - マリキナ川上流: 施工ステージ3 (ロザリオ堰~マリキナ橋)
 - 2) 過去の実施したマニラ首都圏及び周辺地域の主要洪水制御・排水システムの復旧・強化
 - 3) 提案の北部・中部ルソンの洪水防御プロジェクト
 - 4) 過去に実施したマニラ首都圏の洪水予警報システムのために EFCOS の復旧
- (2) 技術協力による調査の実施
- 1) マリキナ川上流及びラグナ湖地域の洪水防御計画；
- (3) 技術協力による首都地域のパイロット・プロジェクト・非構造物対策の実施
- 1) マニラ首都圏及び周辺地域の河川管理及び洪水災害リスク管理の実施機関の改善の支援；
 - 2) パイロット自治体の洪水災害リスク管理計画の作成、含む基本ツールの整備とコミュニティ・ベースの洪水予警報・避難システムの確立の支援；
 - 3) 洪水災害リスク管理に係る住民意識の高揚を図る情報・宣伝・啓発活動の推進の支援

目 次

要 約
目 次
表リスト
図リスト
略 語

1 概 要	1
1.1 調査の背景	1
1.2 調査の目的	1
1.3 調査対象地域及び活動拠点	2
1.4 相手国実施機関	2
1.5 調査団の構成	2
1.6 調査の方針	2
2 台風16号（オンドイ）及び17号（ペペン）による災害	5
2.1 災害被害状況	5
2.2 降雨と洪水災害	6
2.3 災害時の構造物・非構造物対策の実態	18
2.3.1 既存洪水防御・排水施設の効果と課題	18
2.3.2 洪水予警報システム	32
2.3.3 洪水情報の伝達	35
2.3.4 避難	35
3 政府及び他ドナーの支援計画	38
3.1 中央政府及び地方政府の支援計画	38
3.2 国及び地方の災害基金	38
3.3 他のドナーの援助プログラム	39
4 災害後の復旧・復興	40
4.1 ニーズの把握と対策	40
4.2 災害復旧復興計画案	44
5 防災セクターローンを始めとする JICA 事業への教訓・提言	51
5.1 教訓	51
5.2 提言	52

Appendix 1: Site Photos

Appendix 2: Questionnaire and Results

表リスト

No.	タイトル	ページ
表 2.1.1	台風オンドイ及びペペンによる災害	5
表 2.2.1	マニラ首都圏及び周辺の降雨観測所	6
表 2.2.2	台風オンドイの時間雨量及び日雨量	8
表 2.2.3	台風ペペンの日雨量記録	9
表 2.3.1	マニラ首都圏の主な洪水防御・排水事業	18
表 2.3.2	北部・中部ルソンの主な洪水防御・排水事業	23
表 2.3.3	メトロマニラの既設大型排水機場のポンプ台数と容量	26
表 2.3.4	台風オンドイによるマニラ首都圏中心地域の大型排水機場の運転稼動記録（2009年9月25日～9月30日）	27
表 2.3.5	EFCOS の構成	34
表 2.3.6	首都圏の避難センターの状況（2009年11月18日現在）	36
表 4.1.1	緊急公共投資の洪水防御プロジェクト	48
表 4.1.2	将来洪水防御プロジェクト中期計画（2010-2012） 公共投資プログラム（首都圏、北部及び中部ルソン）	49
表 4.1.3	将来洪水防御プロジェクト長期計画（2013-2016 Beyond） 公共投資プログラム（首都圏、北部及び中部ルソン）	50

図リスト

No.	タイトル	ページ
図 1.1.1	パシグ-マリキナ川流域を含むラグナ湖流域	3
図 1.1.2	台風オンドイ及びペペンの進路軌跡	4
図 2.2.1	マニラ首都圏の降雨観測所	7
図 2.2.2	台風オンドイによる洪水流の概念図	10
図 2.2.3	台風オンドイ（2009年9月26日）による洪水地域（浸水深）	13
図 2.2.4	台風オンドイ（2009年9月26日）による洪水地域（浸水期間）	14
図 2.2.5	ラグナ湖の時間水位記録（2009年）	15
図 2.2.6	台風ペペンによる被害を受けた市・町（洪水）	16
図 2.2.7	台風ペペンによる被害を受けた市・町（地すべり）	17
図 2.3.1	マニラ首都圏の洪水防御プロジェクト	28
図 2.3.2	マニラ首都圏中心地域排水改善プロジェクト	29
図 2.3.3	マニラ首都圏洪水防御プロジェクト-西マンガハン	30
図 2.3.4	カマナバ 地域洪水防御及び排水システム改善プロジェクト	31
図 4.1.1	台風オンドイにより被災したマニラ首都圏の洪水防御施設	47

略語一覧

ADB	アジア開発銀行 Asian Development Bank
ASSEC	次官補 Assistant Secretary
AusAID	オーストラリア国際開発庁 Australian Agency for International Development
BDCC	バランガイ災害調整委員会 Barangay Disaster Coordinating Council
CIDA	カナダ国際開発公社 Canadian International Development Agency
CD	キャパシィティ・デベロップメント Capacity Development
CDCC	市災害対策審議会 City Disaster Coordinating Council
CLUP	総合土地利用計画 Comprehensive Land Use Plan
DCC	災害調整委員会 Disaster Coordinating Council
DENR-EMB	環境天然資源省-環境管理局 DENR – Environmental and Management Bureau
DILG	内務地方政府省 Department of Interior and Local Government
DND	国防省 Department of National Defense
DOST	科学技術省 Department of Science and Technology
DOTC	運輸通信省 Department of Transportation and Communications
DPWH	公共事業道路省 Department of Public Works and Highways
DRM	災害リスク管理 Disaster Risk Management
DRR	災害リスク軽減 Disaster Risk Reduction
DSWD	社会福祉開発省 Department of Social Welfare and Development
EC	欧州委員会 European Commission
EFCOS	効果的洪水制御操作システム Effective Flood Control Operating System
EO	大統領命令 政令 Executive Order
EU	欧州連合 European Union
FCSEC	治水砂防技術センター Flood Control and Sabo Engineering Center
GAA	一般歳出予算法 General Appropriation Act
GIS	地理情報センター Geographic Information System
GPS	全地球測位システム Global Positioning System
GTZ	ドイツ技術協力公社 Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
ha (s)	ヘクタール Hectare (s)
HFA	兵庫行動枠組 Hyogo Framework for Action
HMD	水文気象部 Hydrology and Meteorology Division
Hr/hr	時間 Hour
HUDCC	住宅・都市開発評議会 Housing and Urban Coordinating Council
IEC Campaign	情報・宣伝・啓発活動 Information, Education and Communication Campaign
IPCC	気候変動に関する政府間機構 Intergovernmental Panel on Climate Change
IRA	地方税収 Internal Revenue Allotment
IRR	実施細則 Implementing Rules and Regulations

JBIC	国際協力銀行 Japan Bank for International Cooperation
JICA	国際協力機構 Japan International Cooperation Agency
km	キロメートル kilometer
LCF	地方災害基金 Local Calamity Fund
LDCC	地方災害調整評議会 Local Disaster Coordinating Council
LDF	地方開発基金 Local Development Fund
LGC	地方自治法 Local Government Code (RA 7160)
LGUs	地方自治体 Local Government Units
LLDA	ラグナ湖開発公団 Laguna Lake Development Authority
MCM	百万立方メートル Million Cubic Meter
MDCC	町災害調整委員会 Municipal Disaster Coordinating Council
MGB	鉱業・地球科学部 Mines and Geosciences Bureau (DENR)
MMDA	マニラ首都圏庁 Metro Manila Development Authority
MMDCC	メトロマニラ災害調整委員会 Metro Manila Disaster Coordinating Council
MTPDP	中期フィリピン開発計画 Medium Term Philippine Development Plan
m ²	平方メートル Square Meter
m ³	立法メートル Cubic Meter
NAMRIA	国家地理資源情報庁 National Mapping and Resources Information and Authority
NCF	国家災害基金 National Calamity Fund
NCR	マニラ首都圏 National Capital Region
NDCC	国家災害調整委員会 National Disaster Coordinating Council
NDMC	国家災害管理委員会 National Disaster Management Council
NEDA	国家経済開発庁 National Economic Development Authority
NGOs	民間非政府団体 Non – Government Organizations
NPC	国家電力公社 National Power Corporation
NSO	国家統計局 National Statistic Office
NWRB	国家水資源委員会 National Water Resources Board
O&M	維持管理 Operation and Maintenance
OCD	市民防衛局 Office of Civil Defense
ODA	政府開発援助 Office Development Assistance
OECE	海外経済協力基金(国際協力銀行) Overseas Economic Cooperation Fund of Japan (JBIC)
PAGASA	フィリピン気象天文庁 Philippine Atmospheric Geophysical and Astronomical Services Administration
PD	大統領令 Presidential Decree
PDCC	州災害調整委員会 Provincial Disaster Coordinating Council
PDNA	災害後のニーズ・アセスメント Post-Disaster Needs Assessment
PHIVOLCS	フィリピン火山地震研究所 Philippine Institute of Volcanology and Seismology
PIA	フィリピン情報局 Philippine Information Agency

PIF	フィリピンインフラ基金	Philippine Infrastructure Fund
PMO	プロジェクト管理事務所	Project Management Office (DPWH)
PNRC	フィリピン赤十字社	Philippine National Red Cross
PS	計画部	Planning Service
QRF	緊急対策基金	Quick Response Fund
RA	共和国法	Republic Act
RDCC	リージョン〔地域〕災害調整委員会	Regional Disaster Coordinating Council
READY	効果的コミュニティベースの災害リスク管理プロジェクトのハザードマップと評価	Hazards Mapping and Assessment for Effective Community-Based Disaster Risk Management Project
RNG	オランダ政府	Royal Netherlands Government
SNAP	戦略的国家行動計画	Strategic National Action Plan
UN	国際連合	United Nations
UNDP	国際連合開発計画	United Nations Development Programme
UNICEF	国際連合児童基金	United Nations Children Fund
UP	フィリピン大学	University of the Philippines
UPLB	フィリピン大学ロス・バニョス校	University of the Philippines at Los Baños
USAID	米国国際開発庁	United States Agency for International Development
USEC	次官	Undersecretary
WB	世界銀行	World Bank

1 概要

1.1 調査の背景

フィリピンの東の海域で発達した台風 16 号 (オンドイ、国際上の名称は「Ketsana」) は、2009 年 9 月 26 日の午前 11 頃にかけてルソン島中央部に上陸し、マニラ首都圏及び周辺地域、ラグナ湖周辺に豪雨を降らせ、死者及び行方不明者約 500 名、被災世帯数約 100 万世帯及び甚大な洪水災害をもたらした。日雨量 453 mm (サイエンス・ガーデン観測所) が観測され、マリキナ川沿い及びラグナ湖沿岸地域並びにマニラ首都圏の中心地域*に洪水災害を発生させている。パシグ-マリキナ川-ラグナ湖流域を図 1.1.1 に示す。

続く 2009 年 10 月 3 日～8 日 (概ね 6 日間) にかけて、今度は台風 17 号 (ペペン、国際上の名称は「Parma」) が北部ルソンを通過し、その間北部・中部ルソンを中心にアグノ川、カガヤン川、パンパンガ川、ラオアグ川及びブカオ川の洪水は堤防等の洪水対策施設に被害を与え、コルディレラ行政地域 (CAR) 及び第 1 地域 (イロコス) 及び第 2 地域 (カガヤン・バレー) の山岳地帯では、多数の斜面崩壊や地すべりが発生している。死者及び行方不明者は約 530 名、被災世帯数が約 95 万世帯を超える大災害に発展している。オンドイ及びペペンの通過ルートを図 1.1.2 に示す。

これを受けて、JICA (国際協力機構) は、実施中の「防災セクターローン協力準備調査」を通して、2009 年 10 月 27 日から 12 月 2 日にかけて調査団を現地に派遣し、洪水・土砂災害被害に係るニーズ・アセスメント調査及び復旧・復興計画案の作成を行った。

本調査は、台風 16 号 (オンドイ) および 17 号 (ペペン) による洪水および流域に影響を及ぼす可能性のある土砂災害が発生した地域を対象に、洪水・土砂災害対策に係るニーズ・アセスメント調査を実施し、洪水防御・排水に係る中・長期的な復旧・復興に向けた対策案、また、防災セクターローンを始めとする既存 JICA 事業への教訓及び提言について、本報告書に取りまとめた。なお、調査期間中、世界銀行による災害後ニーズ・アセスメント (Post-Disaster Needs Assessment: PDNA) (2009 年 10 月下旬から 11 月中旬に実施) の洪水災害ワーキング・グループ (WB、ADB、UNICEF、JICA、DPWH、MMDA) に協力し、情報の共有を図った。

* : マニラ首都圏中心地域排水機能向上調査 (JICA, 2005) の調査の対象地域 : マニラ首都圏の経済・社会の中心地であるマニラ市、パサイ市、マカティ市にまたがる排水区で区切った地域、これら 3 市の主要部分と他市の一部を含む面積約 73 km²

なお、PAGASA によれば、台風の風力によりオンドイは Tropical Storm でペペンは台風と定義されているが、本報告書では指示書に従い、便宜上、両者とも「台風オンドイ」や「台風ペペン」と呼ぶこととする。

1.2 調査の目的

指示書に示すように、調査の目的は下記の通りである。

- 1) 台風 16 号 (オンドイ) 及び、17 号 (ペペン) による洪水、土砂災害被害に係るニーズ・アセ

スメント調査の実施

2) 中・長期的な復旧・復興計画案の作成

1.3 調査対象地域及び活動拠点

調査対象地域は台風 16 号(オンドイ)及び 17 号 (ペペン) による被災地域として下記の地域を対象にマニラ首都圏を中心に調査を実施した。

- 1) 台風 16 号 (オンドイ) の被災地域：マニラ首都圏及び周辺地域
- 2) 台風 17 号 (ペペン) の被災地域：北部・中部ルソン

1.4 相手国実施機関

公共事業道路省 (Department of Public Works and Highways: DPWH)

1.5 調査団の構成

調査団の構成は、下記の通りである。

氏名	担当	所属
田中 元	復旧/復興支援計画	(株)建設技研インターナショナル
伊藤 恵悟	治水対策計画	(株)建設技研インターナショナル
川村 浩二	予警報/避難	日本工営(株)

1.6 調査の方針

調査は以下の方針で進める。

- 1) 洪水災害ニーズ・アセスメントの基礎情報として、台風オンドイ及ペペン洪水被害状況の把握
 - マニラ首都圏及び周辺地域の水文資料の収集及びオンドイ洪水災害による浸水実績図の整備
 - 北部・中部ルソンのペペンによる洪水災害地域、地すべり災害地域の整理
- 2) 既存洪水防御・排水事業の効果発現の確認
 - 台風オンドイによる、マニラ首都圏の既存洪水防御・排水施設の効果と問題点の確認
- 3) 現地政府の防災体制の確認
 - マニラ首都圏の洪水予警報避難システムの状況
 - 本災害発生時に行われたオペレーションにつき現状確認
 - コミュニティレベルの防災体制の現状

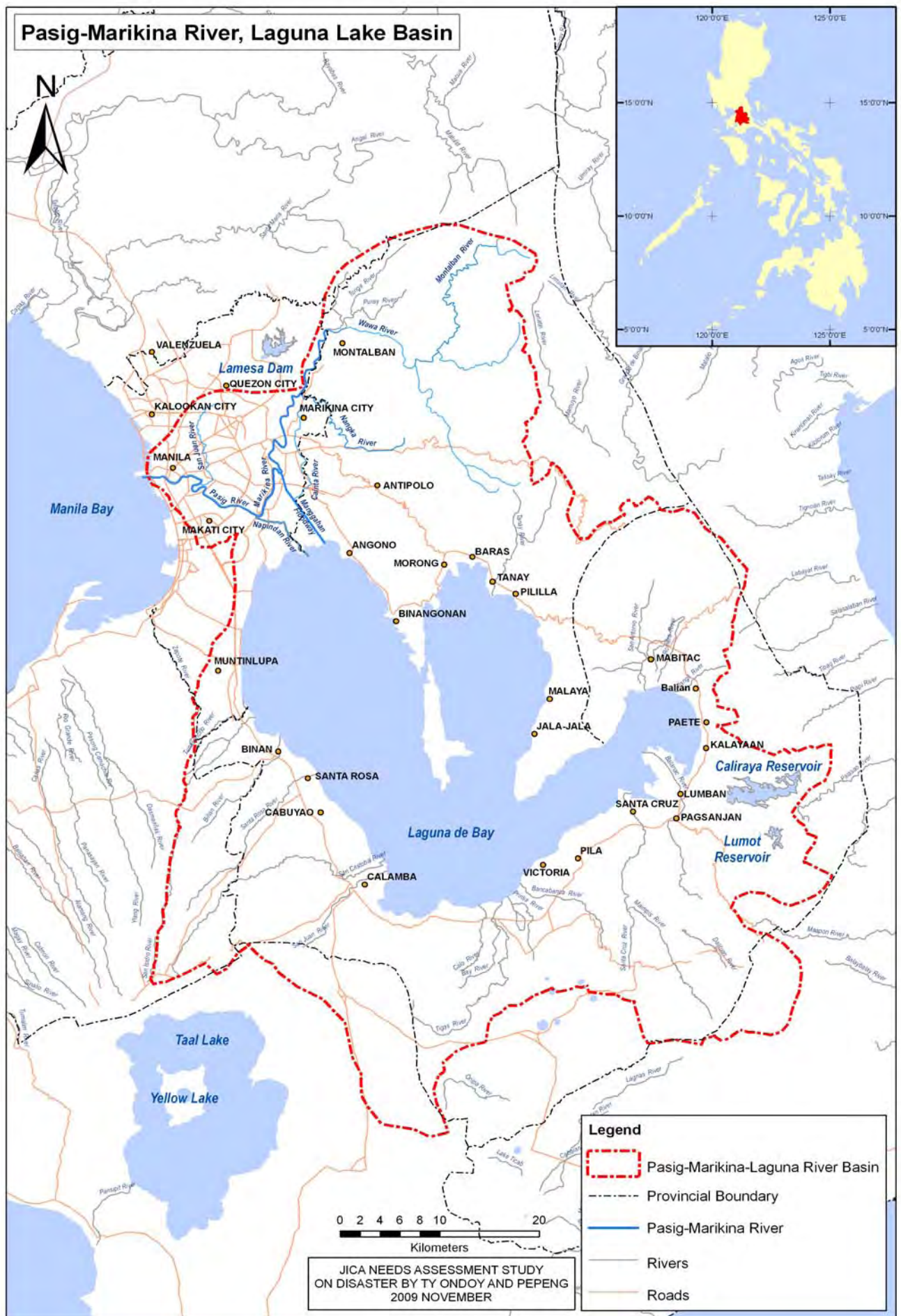
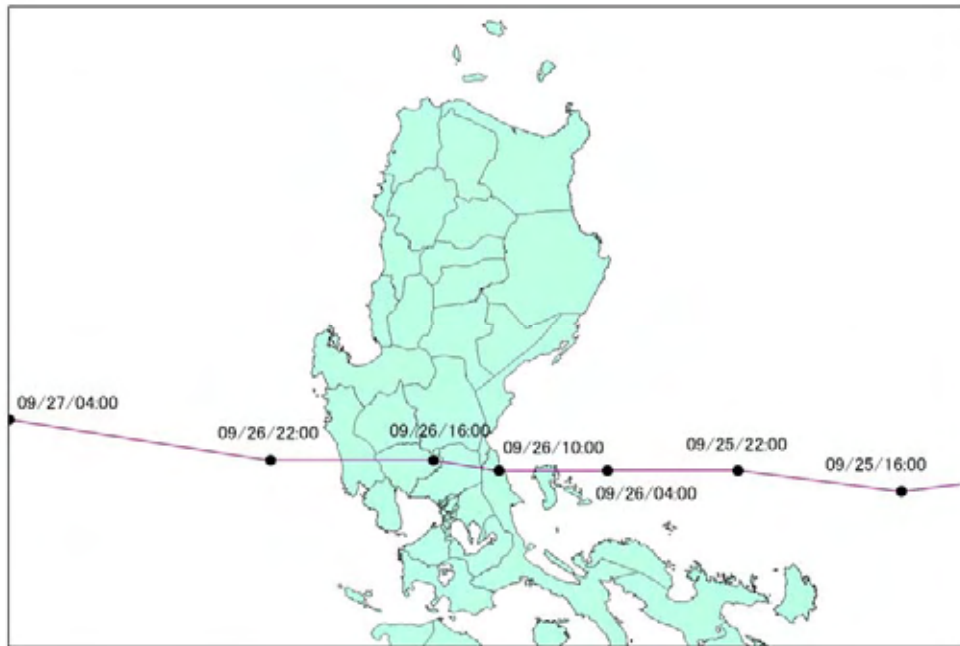
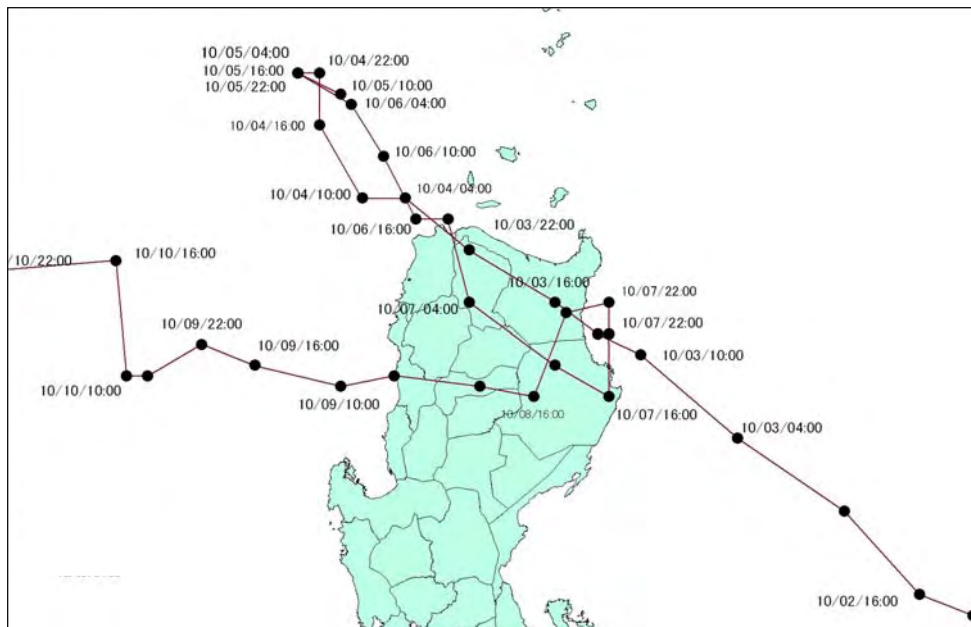


図 1.1.1 パシグ・マリキナ川流域を含むラグナ湖流域



Track of Tropical Storm Ondoy



Track of Tropical Storm Pepeng

図 1.1.2 台風オンドイ及びペペンの進路軌跡

2 台風 16 号 (オンドイ) 及び 17 号 (ペペン) による災害

2.1 災害被害状況

国家災害調整委員会 (NDCC) —市民防衛局 (OCD) の報告による 2009 年 11 月 20 日現在の、オンドイ及びペペンの被災家族、被災人口及び死者等は以下の表 2.1.1 に示す。

表 2.1.1 台風オンドイ及びペペンによる災害

	TS ONDOY- 26 Sep. 2009 (Ketsana)	TY PEPENG- 03 Oct. 2009 (Parma)
Affected Population	993,227 families	954,087 families
	4,901,234 persons	4,478,284 persons
	2,018 barangays	5,486 barangays
	172 municipalities	364 municipalities
	16 cities	36 cities
	26 provinces Regions I, II, III, IV-A, IV-B, V, VI, IX, XII, ARMM, CAR and NCR	27 provinces Regions I, II, III, IV-A, IV-B, V, VI, CAR and NCR
Casualties (persons)	Dead 464	492
	Missing 37	47
	Injured 529	207
Evacuation (as of Nov./05/2009)	252 evacuation centers	54 evacuation centers
	16,173 families	3,258 families
	72,305 persons	14,892 persons
Damages - houses	185,004 houses	54,373 houses
	Totally 30,082 houses	6,253 houses
	Partially 154,922 houses	48,120 houses
Estimated cost of damage (PhP)	10.952 billion	27.297 billion
	Infrastructure (PhP) 4,284 billion	6,799 billion
	Agriculture (PhP) 6.669 billion	20.495 billion
	Private property (PhP) 0 billion	0.003 billion
Total number of schools damaged	1,383 schools	1,531 schools
	1,131 elementary schools	1,280 elementary schools
	252 high school	251 high school
	239 day care centers	69 evacuation families per 3 schools
Institutional materials + school equipment (PhP)	-	767.45 million

Source: NDCC, Philippines, as of November 20, 2009

オンドイによる洪水被害では、被災家族が100万家族近く、被災人口で490万人余りが発生し、死者及び行方不明者は合計500人余りに達した。死者数は3つの行政地域に集中しており、全体の52%が行政地域NCR（死者241人、Quezon City 105人、Marikina City 73人等）に、第4-A行政地域（カラバルゾン）で35%（死者160人、ラグナ湖沿岸周辺のRizal州で117人など）、また第3行政地域（セントラル・ルソン）では12%（死者56人、Bulacan州で41人など）となっている。

一方、ペペンでは主に斜面崩壊や地すべりによる被害が多く、被災家族は95万家族余り、被災人口は450万人近く、死者及び行方不明者は合計539人に達した。死者数の発生地区をみると、全体の75%がコルディレラ行政地域（Benquet州65%、Mt. Province 10%など）で占められ、次いで20%のアグノ川流域及びラオアグ川流域を含む第1行政地域（イロコス）に集中している。

2.2 降雨と洪水災害

(1) 降雨観測所

マニラ首都圏周辺には時間雨量の降雨観測所が表2.2.1に示すように10箇所あり、それらの位置等を図2.2.1に示す。

表 2.2.1 マニラ首都圏及び周辺の降雨観測所

Name of Station	Operated by	Location		Status of Recording During Typhoon Ondoy
		Latitude	Longitude	
Science Garden	PAGASA	14° 38' 48"	121° 02' 23"	Completely recorded
Port Area	PAGASA	14° 34' __"	121° 05' __"	Completely recorded
NAIA	PAGASA	14° 30' __"	121° 00' __"	Data not yet collected
Napindan	EFCOS (MMDA)	14° 33' 32"	121° 04' 01"	Not recorded
Mt. Campana	EFCOS (MMDA)	14° 40' 06"	121° 17' 29"	Not recorded
Aries	EFCOS (MMDA)	14° 39' 46"	121° 10' 08"	Partly recorded
Nangka	EFCOS (MMDA)	14° 36' 58"	121° 08' 55"	Partly recorded
Boso-boso	EFCOS (MMDA)	14° 38' 24"	121° 13' 23"	Completely recorded
Mt. Oro	EFCOS (MMDA)	14° 46' 48"	121° 09' 28"	Partly recorded
Catmon	DPWH	14° 38' 48"	14° 38' 48"	Completely recorded

Source: PAGASA, DPWH

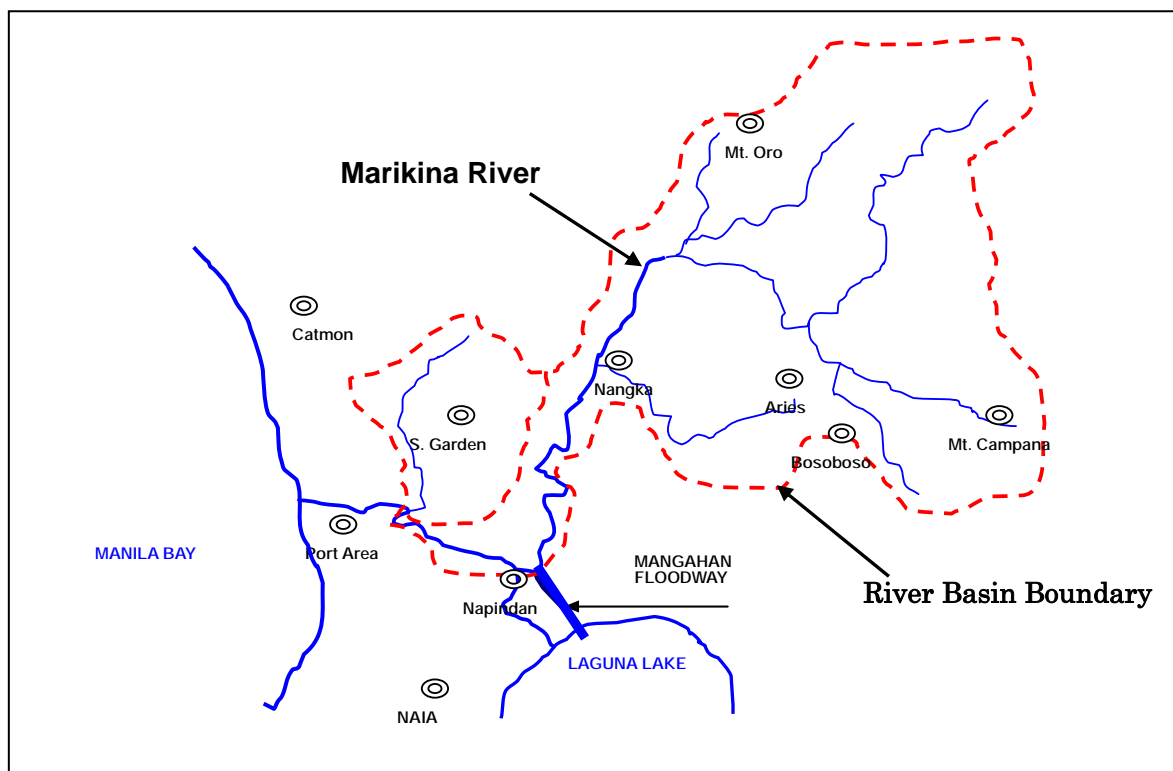


図 2.2.1 マニラ首都圏の降雨観測所

(2) 台風オンドイの降雨

オンドイの降雨は2009年9月26日の午前8時から午後8時まで集中的に降っている。表2.2.2に示すように、カトモン観測所で時間雨量：138 mm、日雨量：460 mm、サイエンス・ガーデンで92 mm、455 mm、ポート・エリア44 mm、258.5 mmを記録している。サイエンス・ガーデン観測所の時間雨量92 mmは20年確率以上に、また、日雨量455 mmは100年確率以上に相当する大雨が、マリキナ川流域及びラグナ湖沿岸地域に降った。マニラ首都圏及び周辺地域は、マニラ湾沿いのポート・エリアの降雨は時間雨量が2-5年確率、日雨量は10年確率に相当する降雨であるが、隣接するサイエンス・ガーデンに於ける大量の降雨量を考慮すると、10年確率以上に相当する大雨が降ったと推定される。

表 2.2.2 台風オンドイの時間雨量及び日雨量

Day	from	to	Science Garden	Port Area	Catmon	Boso-Boso	Aries	Mt. Oro	Nangka	Science Garden-24h	Port Area-24h	Catmon-24h
25	8	9	0.0	0.0	0.0							
	9	10	0.0	0.0	0.0							
	10	11	0.0	0.0	0.0							
	11	12	0.0	0.0	0.0							
	12	13	0.0	0.0	0.0							
	13	14	0.0	0.0	0.0							
	14	15	0.0	0.0	0.0							
	15	16	0.0	0.0	0.0							
	16	17	0.0	0.0	0.0							
	17	18	0.0	0.0	0.0							
	18	19	2.0	0.5	3.0							
	19	20	1.0	2.0	3.0							
	20	21	5.5	0.5	8.0							
	21	22	6.5	5.0	11.0							
	22	23	5.0	5.5	8.0							
	23	24	6.0	4.5	7.0							
26	0	1	11.0	2.5	17.0							
	1	2	13.0	13.5	16.0							
	2	3	8.5	7.0	18.0							
	3	4	17.5	7.0	34.0							
	4	5	4.0	10.0	9.0							
	5	6	12.0	4.5	1.0							
	6	7	1.5	1.0	4.0							
	7	8	0.5	1.0	0.0					94.0	64.5	139.0
	8	9	8.0	0.5	4.0	7	1	1	2			
	9	10	49.5	9.5	18.0	41.0	27.0	36.0	19.0			
	10	11	82.0	37.0	38.0	56.0	56.0	73.0	54.0			
	11	12	92.0	30.0	24.0	57.0	77.0	53.0	91.0			
	12	13	55.0	33.0	68.0	47.0	47.0	43.0	57.0			
	13	14	63.0	44.0	138.0	30.0	35.0	18.0	48.0			
	14	15	40.0	39.0	64.0	53.0	*****	*****	*****			
	15	16	19.0	22.0	29.0	13.0	*****	*****	*****			
	16	17	8.5	12.0	32.0	12.0	*****	*****	*****			
	17	18	11.0	11.0	11.0	11.0	8.0	7.0	*****			
	18	19	12.5	7.0	15.0	9.0	10.0	11.0	*****			
	19	20	12.0	5.0	5.0	2.0	3.0	2.0	*****			
	20	21	0.0	0.5	3.0	3.0	0.0	1.0	*****			
	21	22	2.0	4.0	5.0	4.0	5.0	5.0	*****			
	22	23	4.0	3.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
	23	24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
27	0	1	0.5	0.5	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0			
	1	2	0.0	0.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
	2	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
	3	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
	4	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
	5	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
	6	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
	7	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	455.0	258.5	460.0

Source: PAGASA

(3) 台風ペペンの降雨

台風ペペンの豪雨は表 2.2.3 に示すように、バギオで 2009 年 10 月 3 日に 531 mm、10 月 8 日に 685 mm を観測している。降雨は 50 年確率規模と報告されている。

表 2.2.3 台風ペペンの日雨量記録

Rainfall Observation

Date	Badayan	Apunan	Bobok	Ambuklao	Binga	Ampuciao	Pitikan	San Roque	Baguio	Dagupan
2009										
1-Oct	0	0	5	0	2	0	0	0	0.4	T
2-Oct	31	22	15	13	11	11	13	9	20	25.5
3-Oct	120	138	138	150	178	286	183	73	531	159.5
4-Oct	8	18	8	3	9	33	13	3	38.2	8
5-Oct	0	0	1	0	0	0	0	0	4.6	T
6-Oct	72	101	68	78	68	183	74	24	260	36.2
7-Oct	176	101	78	88	88	84	82	58	276	
8-Oct	250	236	259	441	360	385	116	328	685	443.5
9-Oct	7	20	12	17	21	77	22	8		35
10-Oct	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-Oct									0	0
12-Oct									T	0
13-Oct									T	0
14-Oct									2	T

Source: PAGASA

(4) オンドイの洪水災害

以下に、オンドイによる洪水災害状況について、図 2.2.2 に示す台風オンドイによる洪水流の概念図を用いて述べる。既存洪水防御や排水施設の効果については、2.3 において記述する。

- 1) 台風オンドイは大雨（サイエンス・ガーデン観測所で日雨量 455 mm（100 年確率以上））を降らせ、マリキナ川に大洪水を起こしている。洪水流はマリキナ川上流沿いの地域やマリキナ市街で氾濫し、さらに下流のマンガハン洪水放水路の東・西地域に氾濫している。洪水流量は観測値がなく、4,000 m³/s*以上と推定されている。国家地理資源情報庁（NAMRIA）が実施した洪水氾濫状況及び本調査の収集データにより作成したオンドイによるマニラ首都圏及び周辺地域の洪水氾濫図（浸水深、浸水期間）を図 2.2.3 及び図 2.2.4 に、ラグナ湖の水位上昇記録を図 2.2.5 に示す。

*: 台風オンドイの洪水ピーク流量について *Laguna Lake Development Authority (LLDA)* は 4,150 m³/s、*UP-National Hydraulic Research Center (NHRC)* は 5,770 m³/s と推定している。

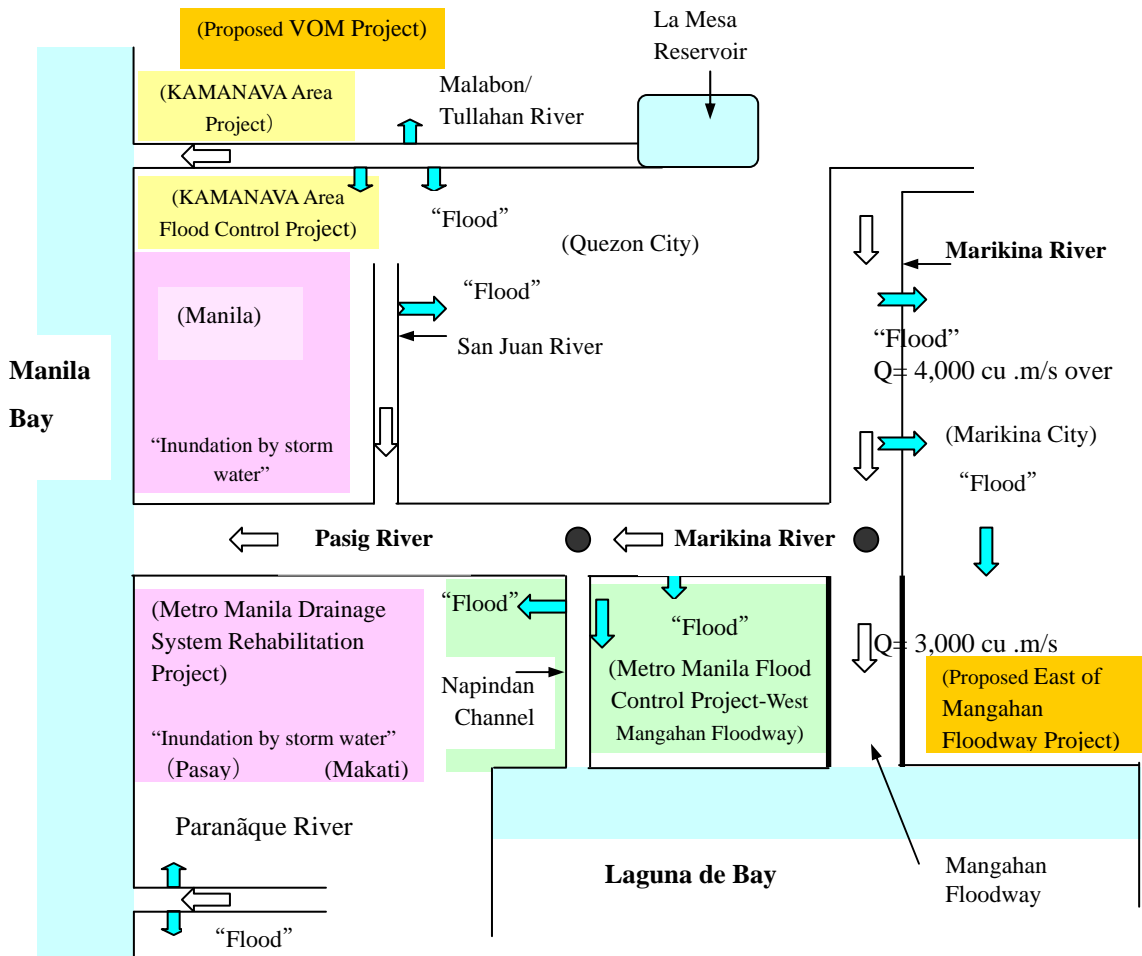
- 2) パシグ-マリキナ川の現況洪水疎通能力は、推定された洪水流量（4,000 m³/s 以上）の半分以下である。今回のオンドイでは、パシグ川からの越流による洪水氾濫はなかった。1990 年の JICA マスタープランによると既存河道の疎通能力は以下のボックスに示す。

パシグ-マリキナ川の流下能力

河川	満杯流下能力(河道断面)
パシグ川:	700~800 m ³ /s (河口ーサンファン川合流)
パシグ川:	500~600 m ³ /s (サンファン川合流ーナピンダン合流)
マリキナ川下流:	500~600 m ³ /s (ナピンダン合流ーロザリオ堰)
マリキナ川上流:	1,100~1,300 m ³ /s (ロザリオ堰ーサント・ニニョ)
マリキナ川上流:	1,500~1,800 m ³ /s (サント・ニニョーモンタルバン)

Source: "the Study on Flood Control and Drainage Project in Metro Manila (March 1990 JICA)"

- 3) マリキナ川の洪水量の内 3,000 m³/s はマンガハン洪水放水路(計画流量:2,400 m³/s)に、一部はナピンダン川を逆流し、西マンガハン地域に氾濫したと推定されている。



Notes: The peak flood discharges during Ondoy are estimated at 5,770 m³/s by NHRC-UP and at 4,150 m³/s by LLDA, respectively.

図 2.2.2 台風オンドイによる洪水流の概念図

- 4) パシグ川は、マンガハン洪水放水路及びナピンダン川の効果により、オンドイでは氾濫を免れている。しかし、パシグ川本川沿いのマニラ首都圏中心地域は、豪雨により広範囲の内水氾濫が起き、排水システムは地域の排水に概ね 3 日を要している。オンドイの洪水で排水機場 5 箇所 (Pandacan, Paco, Makati, Quiapo and Sta. Clara) が異常な内水氾濫によりポンプ排水機器の一部が水没したため、一時的にポンプ運転が停止されているが、他の 10 箇所の排水機場は運転を継続している。また、中心地域周辺に位置する小河川 (サンファン川、トゥリヤハン川及びパラニャケ川) は豪雨により溢れ、流域の一角が氾濫している。
- 5) オンドイにより、ラグナ湖全体の水位は短時間に 1.2 メートル上昇して EL. 13.84 m になり (約 40 年確率相当水位)、湖岸堤の無い広い湖畔地域が浸水している。湖岸堤のある西マンガハン地域は、マリキナ川を始めナピンダン川からの洪水流が氾濫した。また、一部湖岸堤が暫定高の堤防区間からも湖水が内水地区に流れ込んでいた。4 箇所の排水機場の内 3 箇所 (Tapayan, Taguig, Hagonoy) が、異常な内水の上昇により浸水、一時期運転を停止している。1 箇所の排水機場 (Labasan) は運転を継続している。下にラグナ湖の水位と水没可能な湖岸地域面積を示す。ラグナ湖の平均水位は EL. 11.32 m, 顕著な被害が出ない満水位は EL. 12.0 m と云われており、それより高い地域は開発が進んでいる。

EL	Area of Marshland
10.50 ~ 11.50 m:	6,987.6 ha
11.50 ~ 12.00 m:	1,703.4 ha
12.00 ~ 13.00 m:	962.0 ha
13.00 ~ 14.03 m:	62.0 ha
14.03 ~ 14.60 m:	-
Minimum water level: 10.48 m	
Maximum water level: 14.60 m (in 1917)	

- 6) マリキナ川上流域の森林伐採は表土侵食及び洪水ピーク流出を増加させている。
- (5) ペペンによる災害
- 1) 台風ペペンは 6 日間 (10 月 3 日~8 日) にわたり北部ルソン内を移動し、豪雨は北部・中部ルソンに洪水・土砂災害を発生させている。主要河川では、アグノ川、カガヤン川、パンパンガ川、ラオアグ川及びブカオ川では洪水災害が発生している。また、サンロケダムの放流も洪水を引き起こした原因として、その放流操作が議論になっている。台風ペペンによる洪水災害が発生した都市及び町は図 2.2.6 に示す。

- 2) 山間部のコリディエラ行政地域(CAR)、第1行政地域(イロコス)及び第2行政地域(カガヤン・バレイ)の山岳地帯で多数の斜面崩壊、地すべりによる土砂災害が発生している。特にCARのベンゲット州のバギオ市及びラ・トリニダード市周辺に被害報告が多い。鉱物地質局(MGB)が作成した危険度評価図(1:50,000)によると、山間部の大半は、地理学・地質学上の条件により、地すべりを発生し易い斜面に分類されている。MGB及び調査団による現地写真によれば(APPENDIX 1「現地写真」参照)、バギオ市及び周辺地域は、台風ペペンの豪雨による地すべり・斜面崩壊が多数認められる。ペペンによる地すべり・斜面崩壊による土砂災害が発生した都市及び町は図2.2.7に示す。

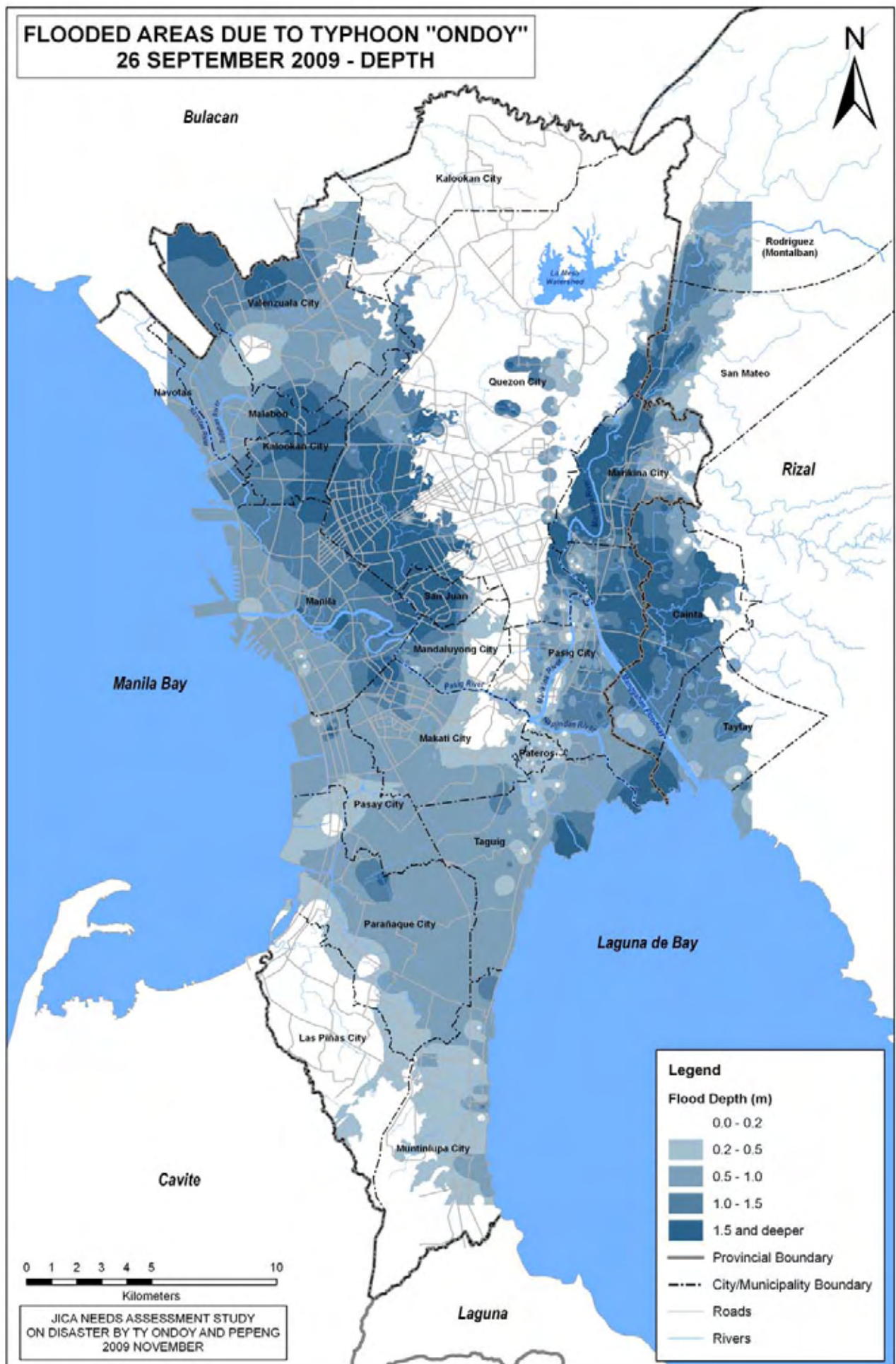


図 2.2.3 台風オンドイ（2009年9月26日）による洪水地域（浸水深）

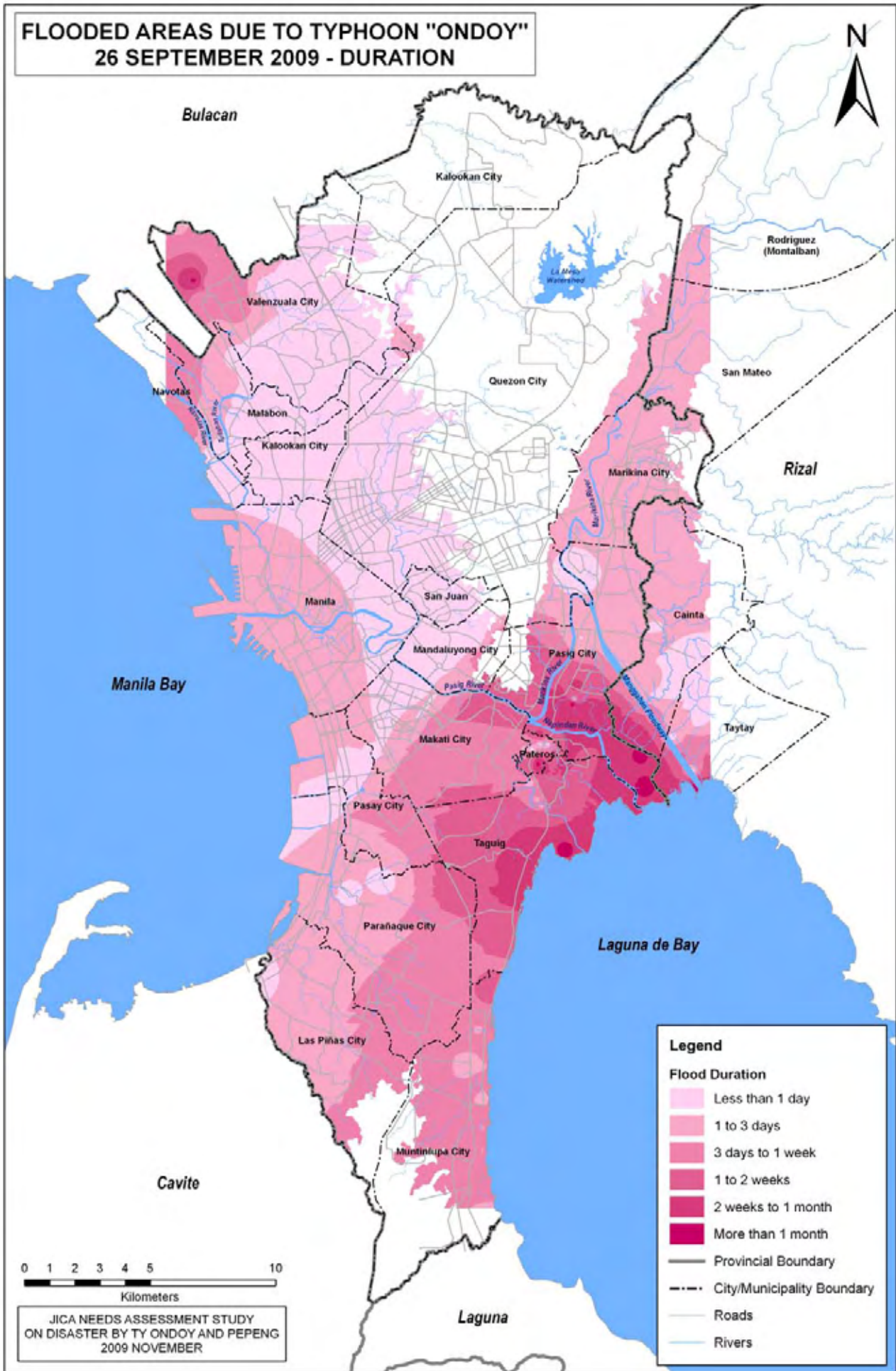


図 2.2.4 台風オンドイ（2009年9月26日）による洪水地域（浸水期間）

Lake Water Level in Laguna de Bay

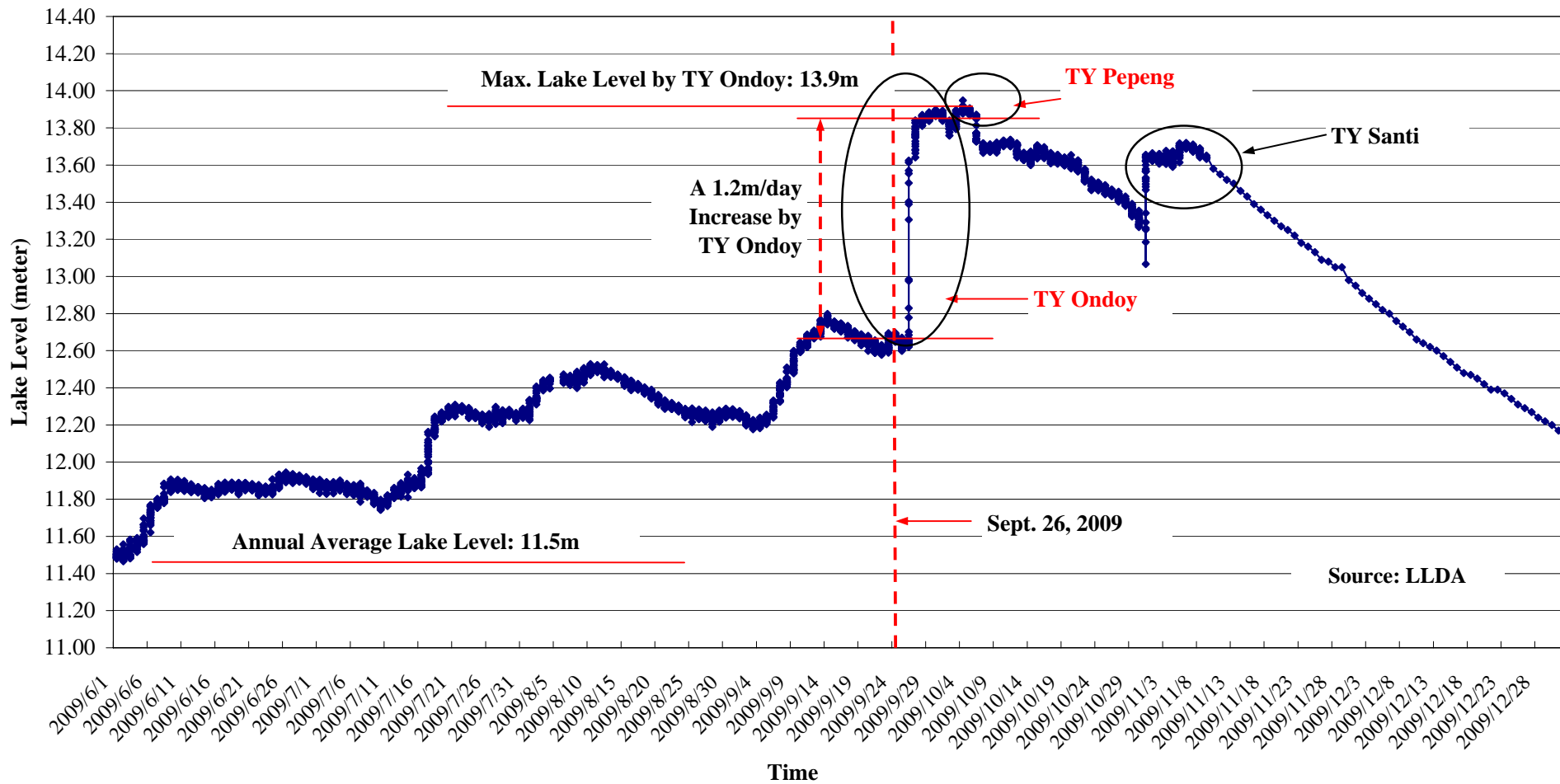


図 2.2.5 ラグナ湖の時間水位記録 (2009年)

Source: LLDA

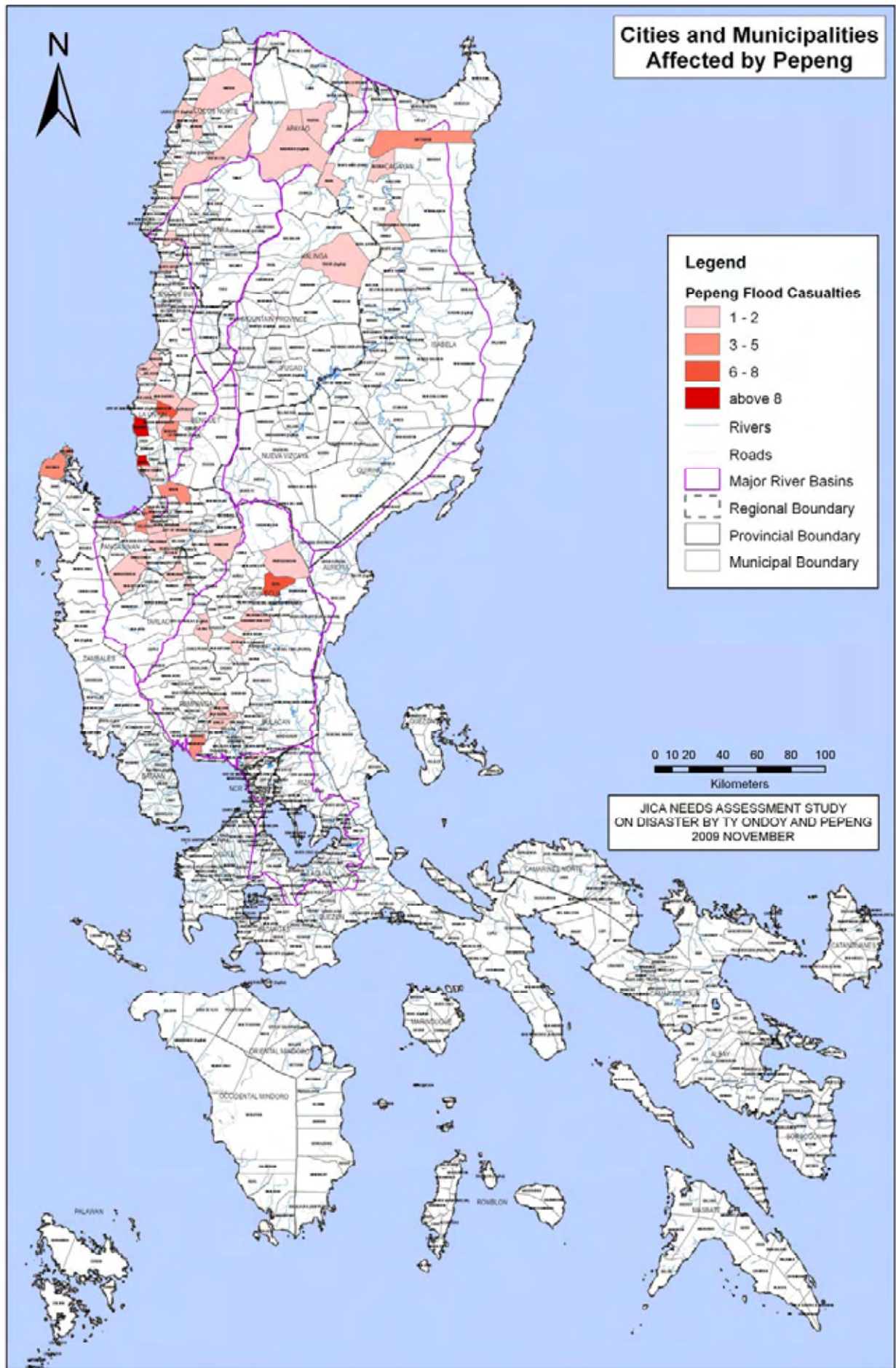


図 2.2.6 台風ペペンによる被害を受けた市・町（洪水）

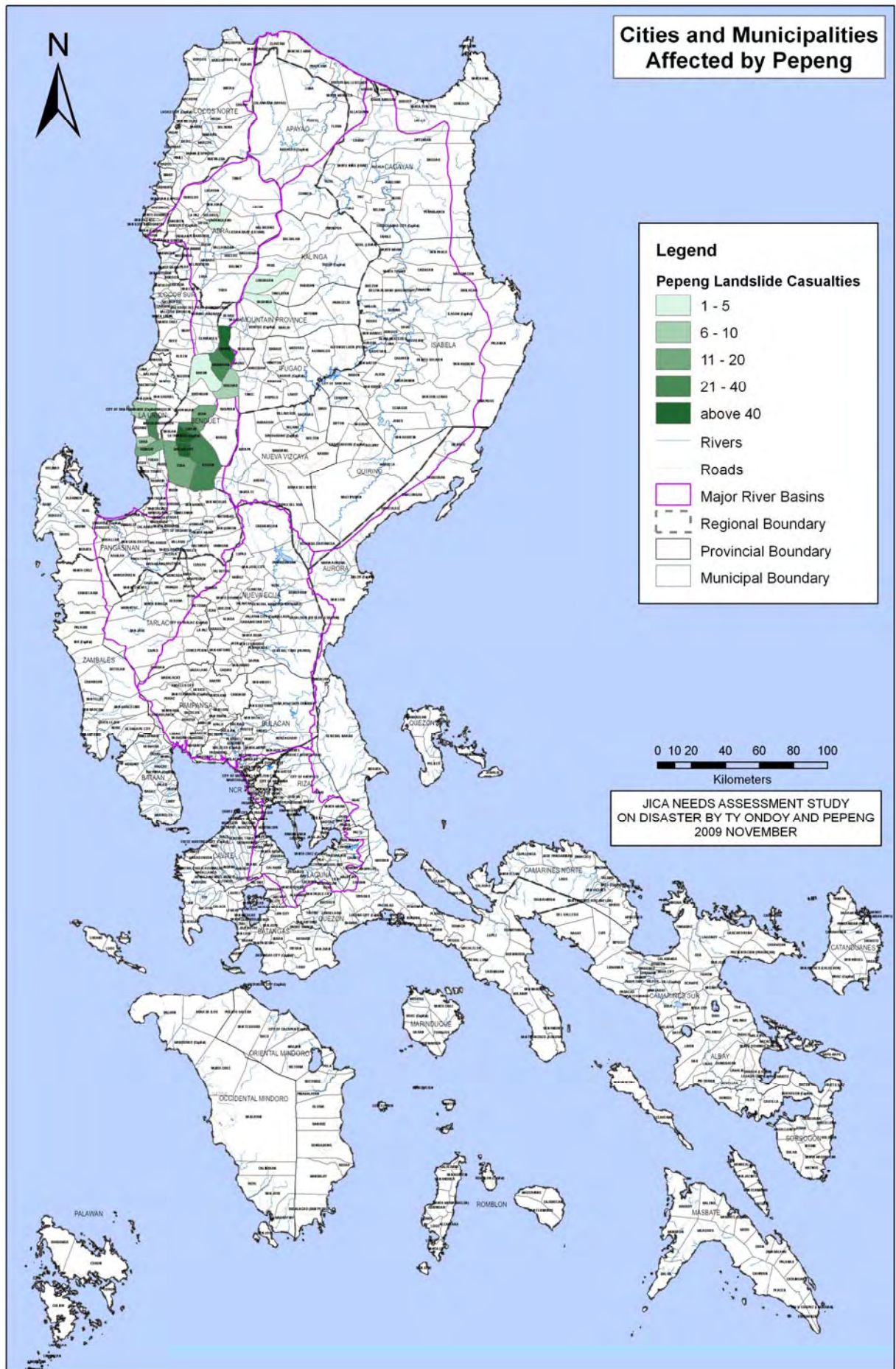


図 2.2.7 台風ペペンによる被害を受けた市・町（地すべり）

2.3 災害時の構造物・非構造物対策の実態

2.3.1 既存洪水防御・排水施設の効果と課題

(マニラ首都圏)

マニラ首都圏における計画あるいは実施された主な洪水対策および排水対策事業を、表 2.3.1 及び図 2.3.1 に示す。

表 2.3.1 マニラ首都圏の主な洪水防御・排水事業

Name of Project (ODA Scheme)	Catchment Area (km ²)	Facilities and Target Improvement Level (Design Return Period)	Implementation and Current Conditions
North			
KAMANAVA Area Flood Control and Drainage System Improvement Project (JBIC/JICA Loan)	19	River: 30-year Drainage: 10-year	2002 - 2009 Continue the portion of Local Fund for completion • Drainage pumping stations (5 sites) • Ring dyke
Central			
Manila Drainage System Improvement Project – Drainage Improvement in the Core Area of Metropolitan Manila (JBIC Loan)	52	Drainage pump: 10-year	1974 - 1997 • Drainage pumping stations (15 sites) • Flood control gates • Channel improvement
Pasig-Marikina River Channel Improvement Project (JBIC/JICA Loan)	651	River: 30-year	2009 – 2012: Now on going • River improvement (17 km) • Revetment and parapet wall
South			
Mangahan Floodway with Rosario Weir (OECF Loan)	-	River: 30-year	1984 – 1988 • Floodway and control gates
Metro Manila Flood Control Project – West of Mangahan Floodway (JBIC/JICA Loan)	39	Drainage: 5-year Lake: 40-year	2000 – 2007 • Lakeshore dike (9.4 km) • Drainage pumping stations (4 sites) • Flood control gates(4) • Napindan river channel improvement/Parapet wall (4.3 km)
Pasig-Marikina River Basin			
Effective Flood Control and Operation System (EFCOS) (OECF Loan) & (JICA Grant Aid)	-	-	Completed in 1993 (OECF Loan) 2000 - 2002 (JICA Grant Aid)

オンドイ洪水時における各事業の治水施設の実態と効果、課題は概略以下の通りである。

(1) マンガハン洪水放水路とロザリオ堰プロジェクト (1984-1988) :

1988 年にプロジェクト完了後、ロザリオ堰のコントロール・ゲートの操作・管理は公共事業道路省 (DPWH) が実施していた。しかし、2002 年に各施設の操作・管理はマニラ首都圏開発庁 (MMDA) に移管されたが、MMDA は 2006 年以降ロザリオ堰の操作・管理を停止している。また、下流のナピンダン調整堰 (HCS : Hydraulic Control Structure、ADB の融資により DPWH が 1983 年に完成、目的 : 水資源開発のため湖水位を所定の水位に保持しかつ乾期にパシグ川を通して流入する塩水や汚濁水を制御する) も、2006 年以降、操作・管理を停止している。

今回のオンドイの洪水流量はマリキナ川上流で $4,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上と推定され、ロザリオ堰で約 $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ がマンガハン洪水放水路経由でラグナ湖方向に流され、更にロザリオ堰下流のナピンダン調整堰で、ナピンダン川をラグナ湖に向け $150 \text{ m}^3/\text{s}$ が逆流している。マンガハン放水路による大洪水流のラグナ湖への分流は、マリキナ川下流のパシグ川における洪水流量を低減させ、結果としてマニラ首都圏地域を洪水氾濫から救ったことになる。つまり、マンガハン放水路はマニラ首都圏中心地域の洪水防御の目的を果たしている訳である。もしマンガハン放水路が施工されていなかったならば、マリキナ川上流の $4,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上の洪水流がそのままパシグ川に流れ込み、マニラの人口密集地帯が大氾濫していたことになる。マニラ首都圏の中心地域を大洪水から守るため、マンガハン放水路による洪水流の分流効果は極めて大きかった。

なお、マンガハン放水路のロザリオ堰建設と MCGS (Mangahan Control Gate Structure) についての理解のため、当時の経過を以下に記述する。

- a) マリキナ川本川で計画されていた MCGS が、①当時のイメルダ大統領夫人の Pasig-Marikina 川舟運 (ラブ・ボートという名前) 計画の障害になること、②計画されていたラジアル・タイプのゲートについて当時構造的な問題があったことにより、その建設が無期延期になった。
- b) その結果、マンガハン放水路への分水量 (計画 $2,400 \text{ m}^3/\text{s}$) を確保するため、固定堰の敷高を下げ、本川への計画流量 ($900 \text{ m}^3/\text{s}$) を確保する必要からゲートを設置した。
- c) ただ、水理実験 (NHRC-UP、1981) では、MCGS 無しの自然分流では放水路に $2,000 \text{ m}^3/\text{s}$ しか分水せず、MCGS の必要性が確認された。

(2) マニラ首都圏洪水・排水システム復旧プロジェクト (1976-1998) :

マニラ首都圏中心地域 (73 km^2) の大半は低平地で、その約 70% は機械排水 (ポンプ排水)、30% が重力排水である。排水システムは、日本の ODA で実施した主要排水機場 : 15 箇所 (Aviles、Balet、Balut、Binondo、Escolta、Libertad、Makati、Paco、Pandacan、Qiaopo、San Andres、Sta. Clara、Tripa De Gallina、Valencia、Vitas、総排水容量計 $230.6 \text{ m}^3/\text{s}$)、主にフィリ

ピン政府が実施したエステロ・クリーク : 74 km、カルバート : 35 km 及び、排水路 : 約 400 km で構成している。対策施設の位置については図 2.3.2 に示す。

排水機場は 10 年確率規模 (269 mm/24hours) で概ね 24 時間排水で計画されている。今回の雨水の規模は計画規模以上と予想され、15 箇所の排水機場の運転記録によれば、地盤の低い地域で排水に 1~3 日を要している (表 2.3.3 参照)。ポンプの運転記録 (高いポンプ稼働率 : 70~100%、低い稼働率 : 50%程度) によると、既存の排水機場は今回の雨水による市街地域の内水被害軽減に十分に効果を上げていると考えられるが、各ポンプ排水機場は、接続排水路網のゴミ・土砂堆積による疎通能力低下により、ポンプ排水能力を十分に発揮されていない。

(3) マニラ首都圏洪水制御プロジェクトー西マンガハン洪水放水路 (2000-2007) :

マンガハン洪水放水路西側地域は、地域内の雨水及びラグナ湖の水位上昇の影響を受ける低平地である。プロジェクトは、湖岸堤 : 9.4 km、排水機場 : 4 箇所 (Tapayan、Labasan、Taguig、Hagonoy、総排水容量計 36.0 m³/s)、洪水制御ゲート : 8 箇所により、低平地地区の内水被害を軽減している。対策施設の位置を図 2.3.3 に示す。

オンドイでは、マリキナ川からの洪水の越流、内水氾濫及びラグナ湖の水位上昇の影響で低平地の約 80% の住宅地区が 1~3 週間以上にわたり氾濫し、3 箇所のポンプ場も急激な内水位の上昇によりポンプケーブル連結パネルが水没して自動停止した (Taguig : 約 4 日間、Hagonoy : 約 3 日間、Tapayan : 約 14 日間)。継続運転していた Labasan ポンプ場とともに 4 箇所のポンプ場は運転を再開した。その結果、4 箇所のポンプ場の運転再開により、7~8 日間で内水排除を終え、地域の浸水状態の改善や浸水期間の短縮して内水被害軽減に効果を上げている。氾濫常習地帯のこの低平地は 2~3 ヶ月の浸水期間を経験していただいただけに、被災した現地の住民は湖岸堤やポンプ場などの治水施設の効果について大変感謝している (<http://www.taguig.gov.ph/news.php?ID=195>)。

しかし、湖岸堤の東部は、都市貧困者の集落地区に DPWH が設けた暫定堤防であり、特に、湖水からの越流が起きた区間 (延長約 100m、計画幅員 7~8m に短縮、高さも施工計画高より 1.0 メートル低い) については、今後、早期の完成が必要である。また、ポンプ場に繋がる排水路の改修が未整備であるため、今後、排水路の改修が必要である。

(4) KAMANAVA 地域洪水及び排水システム改善プロジェクト (2002-2009) :

マニラ首都圏中心地域北側の海岸部低平地に位置する 4 地域 (Kalookan、Malabon、Navotas 及び Valenzuela) の洪水及び排水対策であり、プロジェクトは主要排水機場 : 5 箇所 (Maypajo、Spine、Bankulasi、Catmon 及び North Navotas : 総排水容量計 44.1 m³/s)、ゲート及び輪中堤防で構成されている。プロジェクトの対策施設の位置は図 2.3.4 に示す。

今回のオンドイでは、一部、Catmon ポンプ場においてマラボン川からの越流でポンプ場内が水没した (約一日運転中止) が、その後、5 箇所すべてのポンプ場で稼働排水を続けて、結果として 1~3 日間で内水排除を行い、洪水・内水被害の軽減に効果を上げている。マニラ

湾の潮位が低かったことも地区排水の効果に寄与している。

(5) EFCOS プロジェクト (2000-2002) :

EFCOS は 1978 年に公共事業道路省 (DPWH) により設置され、1992 年に新しいシステムが建設され、2001 年にリハビリが実施されている。2002 年リハビリ完成後、DPWH からマニラ首都圏開発庁 (MMDA) に移管された。しかし 2006 年以降、MMDA は予算圧迫を理由に EFCOS の維持管理を停止しており、今回の洪水では洪水予警報システムは使用されていない。今回の洪水により、ナンカの水位観測所は水没により観測機器破損、サント・ニニョの水位計はケーブルが破損している。

(6) パシグ・マリキナ川改善プロジェクト (Phase I) (2009.6 着手)

プロジェクトは資材や機材の調達などの準備段階を踏まえ、2009 年 12 月には調達した鋼矢板の打設が開始され護岸工事が本格化した。工事では、約 1 m 程の護岸壁の高上げや 100 箇所余りのフラップゲートの設置などが計画されており、工事完成時にはパシグ川の流下能力の増強及び内水排除が大きく期待される。17 km 区間の河川改修を 2012 年に完了の予定である。なお、今回のオンドイでは、上述 (1) のように、パシグ川からの越流による洪水氾濫はなかった。

(7) 効果の整理

- a) マンガハン放水路完成後、洪水時における洪水流のラグナ湖への分流効果は十分に発揮されている。今回のオンドイにおいて、マニラ首都圏の中心地域への洪水防御の軽減目的を果たしていることは上述(1)の通りである。
- b) 今回のオンドイの大雨は、既存の治水や排水施設の設計規模をはるかに上回る大きさだった。例えば、西マンガハン・プロジェクト地区のポンプ場では、設計確率降雨が 5 年規模 (時間約 70 mm) を対象に計画し造られている。ところが、表 2.2.2 に示したように、今回の豪雨は時間当たり平均 64 mm が 6 時間も継続するという異常な降り方だった。つまり、計画の約 6 倍もの大雨が降ったために、上述(3)のように当ポンプ場では対応しきれなかった。こうした超過洪水時の現象は、西マンガハンだけでなく、マニラ首都圏洪水・排水システム復旧プロジェクトや KAMANAVA 地域のプロジェクトの地域でも経験した。しかしながら、超過洪水時の内水位が設計洪水位より高くても、ポンプ稼動により排水を継続し続ければ、計画時よりも内水排除時間は要するものの終には洪水が完全に排除され、十分に治水施設の役目を果たしている。例えば、上記(2)のマニラ首都圏洪水・排水システム復旧プロジェクトに示したように、排水に 3 日ほどを要しても事業の効果は出ている。西マンガハンや KAMANAVA ・プロジェクトにおいても同様な事業効果が見られた。
- c) したがって、今回の大洪水を通して、JICA など日本の支援による治水事業の被害軽減の効果は、地域の浸水状況の改善、浸水期間の短縮などに見られるように、十分に発揮さ

れていると言える。

(8) 課題

以下に、課題について整理する。

1) ポンプ場リハビリの早急な実施

マニラ首都圏の中心地区における 15 箇所の排水機場は建設後 20~30 年以上経過している。特に、3 箇所のポンプ場 (Aviles、Quiapo & Tripa de Gallina) のリハビリが必要である。

2) 施設の維持管理組織の一元化

マニラ首都圏の治水・排水事業の実施・維持管理組織を一元化 (MMDA から DPWH へ) し、実施及び維持管理の効率化を図る。また、MMDA は予算圧迫を理由に 2006 年以降 EFCOS の維持管理を停止している。こうしたことから、EFCOS の維持管理も実施経験のある DPWH に一元化することが必要である。

3) 設備施設の設計確認

今回のオンドイでは、水中ポンプのケーブル連結間パネルが異常洪水による内水位上昇で水没しポンプが自動停止した (西マンガハンププロジェクト)。今回の超過洪水の例を教訓に、超過洪水の状況を踏まえた対応を今後検討する必要がある。

4) 既設排水路網の整備や小規模排水ポンプの再整備

ポンプ排水機場あるいは調整池へ流れ込む排水路等が、土砂やゴミの堆積により洪水疎通能力が阻害されたり、管路が閉塞されている。このようにポンプ排水能力を十分に発揮できない状態が見受けられるため、これらの排水路や管路の疎通能力維持が必要である。(施設の維持管理)。

また、上記の JICA 事業以外に、メトロマニラではこれまでに小規模な排水機場や、エステロ (水路)・排水路などが DPWH や LGU によって、治水防御及び排水対策事業として 1970 年代以前から施設が設置されてきている。例えば、KAMANAVA 地区には 23 箇所の既設小規模排水ポンプ (約 $0.11 \text{ m}^3/\text{s}/\text{unit}$ 、オランダ政府無償援助による、1991~1992) や既設の潮位調節ゲートがあり、洪水時には継続運転で排水されている。こうした小規模排水ポンプ施設の能力を維持するためには、排水網 (エステロ、排水管や下水道) の能力を再整備していくことが必要である。

5) 1990 年—JICA マスタープランで計画され実施されてきたプロジェクトの進捗状況の確認と今後の改善

1990 年マスタープランでは、当時、以下の様々な計画プロジェクトが提案されてきた。現在の進捗状況を示すとともに、今後の早期の実施が望まれる。

(a) Metro Manila Flood Control Project-West of Mangahan Project: 2000~2007 年工事実施

(b) Metro Manila Flood Control Project - East of Mangahan Floodway: 2008 年 Feasibility Study

(F/S)完了

- (c) KAMANAVA Area Flood Control and Drainage System Improvement Project:2002~2009 年
 工事実施、 2009 年 F/S 完了
- (d) Valenzuela-Obando-Meycauyan (VOM) Area Drainage System Improvement Project: 2008 年
 F/S 完了
- (e) Pasig-Marikina River Channel Improvement Project:
 - a) Pasig – Marikina River Channel Improvement Project (Phase II, Delpan Bridge~NHCS)
 2009 年工事着手,2012 年完了予定
 - b) Upper Marikina River Channel Improvement Project (Sto.Ninõ~Rodrigues): 2002 年 F/S
 完了
 - c) San Juan River Flood Control Project: 2002 年 F/S 完了
- (f) Flood Control and Drainage Improvement Project for MIAA Compound and Paranãque-Las
 Pinãs River System: 2004 年 F/S 完了
- (g) Marikina Dam Project: 1989 年 Pre-F/S 完了

なお、メトロマニラにおける既設排水機場の計画排水面積や現況排水量、ポンプ台数など表
 2.3.3 に、また、マニラ首都圏中心地域の大型排水機場の運転稼動（2009 年 9 月 25 日～9 月
 30 日）を表 2.3.4 に示す。

(北部ルソン及び中部ルソン)

北部ルソン及び中部ルソンに於いて実施された洪水対策及び排水対策事業を、以下の表
 2.3.2 に示す。

表 2.3.2 北部・中部ルソンの主な洪水防御・排水事業

Name of Project (ODA Scheme)		Facility	Completion
1	Pampanga Delta Development Project, Flood Control Component(1) (OECF Loan)	Dredging: 14.2 km Embankment: 29 km Slice gate: 16 units	02/09/1990 (L/A) Completed in 2002
2	Agno and Allied Rivers Urgent Rehabilitation Project (OECF Loan)	Dredging of Lower Agno River including short cut: 28.3 km Bugallon Bridge Dike(left bank of Lower Agno):540 m	08/30/1995 (L/A) Completed in 2002
3	Mt. Pinatubo Hazard Urgent Mitigation Project (OECF Loan)	Dredging of Bamban River: 15.9 Channeling of Sacobia River: 5.4 km Channeling of Bamban River: 9.9 km Bamban Bridge and Mabalacat Bridge	03/29/1996 (L/A) Completed in 2001
4	Agno River Flood Control Project (II-A) (JBIC Loan)	Floodway: 11.6 km (low water channel excavation) Guide channel of Bamban: 1.97 km Hector Mendoza Bridge	09/10/1998 (L/A) Completed in 2009

5	Mt. Pinatubo Hazard Urgent Mitigation Project (II) (JBIC Loan)	Southern Mega Dike: 9.29 km Gugu Bridge Baluyot Channel Improvement: 4.3 km Sand pocket dike: 9.64 km Guide dike: 2.6 km Channel dredging/excavation: 58 km Channeling/Dike: 6.22 km Mancatian Bridge	12/28/1999 (L/A) Completed in 2006
6	Laoag River Basin Flood Control and Sabo Project (JBIC Loan)	Laoag-Bongo and Alluvial Fan River Improvement works: River improvement: 14 km Sabo Dam and Alluvial Fan River Improvement Works: River improvement: 39 km (Cur/Labungaon, Sosona, Madongan and Papa Rivers) Sabo Dam: 5 (Cura No.1, Labungan No.1, Solsona No.1, Madongan and Papa)	05/30/2001 (L/A) Completed in 2008

過去に日本の ODAO によりパンパンガ川、アグノ川、ピナツボ流域、ラオアグ川で治水施設工事が実施されている。台風ペペン洪水の災害報告によると、アグノ川およびラオアグ川治水施設の洪水災害が報告されており、洪水防御施設の実態と効果、課題は以下の通りである。

(1) アグノ流域緊急修復事業/アグノ川洪水制御事業

アグノ川 (流域面積 : 5,952 km²) は フィリピン第 5、ルソン島では第 3 の大河川で、コルディレラ山脈に源を發し、パンガシナン平野及び河口デルタを形成、リングイラン湾に注いでいる。上流に国家電力庁 (NPC) が管理する多目的ダム 3 基 (Ambukulao Dam : 1956 年完成, Binga Dam : 1960 年完成, San Roque Dam: 2003 年完成) が建設されている。アグノ川の治水事業はパンガシナンの洪水防御を目的に 1995 年に下流 54 km (Phase I: 1995~2002 年)の堤防、護岸、水制工等の工事に着手, 2009 年までに中流 23 km (Phase II: 1998~2009 年)の遊水池、堤防、護岸工事が完了、現在、上流部 47 km (Phase III) の実施が提案されている。

今回のペペン洪水では中・上流部の古い既設堤防 (1960 年代及び 1990 年代に施工) が数箇所破堤、パンガシナン州一帯が洪水となり約 100 万家族、450 万人が影響を受けている。また堤防・護岸が侵食により危険箇所が多数発生しており、堤防及び護岸の災害復旧が提案されている。

アグノ川流域は、未整備地域の堤防決壊によるパンガシナン一帯の洪水により広大な農地と多数の被災者が出ているが、下流地域は洪水防御されており被害軽減効果が高いことが推定

され、洪水防御施設の効果が発揮されていると判断される。

なお、今回のアグノ川の洪水氾濫の原因として、サンロケダムの安全確保のため緊急的に放流した「アグノ川の上流計画洪水量 (3,960 m³/s) 以上のダム放流 (5,354 m³/s)」が指摘されている。

(2) ラオアグ川流域洪水砂防及び洪水防御事業

ラオアグ川 (流域面積: 1,353 km²) はルソン島北部の第 1 行政地域のイロコスノルテ州に位置している。コルディレラ山脈に源を発する 4 本の扇状地河川 (39 km) の河川改修および砂防工事と沖積平野を貫流するラオアグーボンゴ川 (14 km) 河川工事である。事業は 2001 年に着手され 2008 年完了している。DPWH の資料によると、今回のペペン洪水により、上流の扇状地河川のマドンガン川の左岸堤防の破堤による洪水氾濫が発生している。マドンガン川、パパ川及びクラ川の堤防が侵食により危険な状況にあり、災害復旧が提案されている。マドンガン川の破堤による洪水により農業地域に被害が出たことが推定されるが、氾濫地域の死者は少なく、本川沿いの保全対象は洪水防御されており、洪水防御施設の効果を発揮している。

(3) 課題

以下に、課題について整理する。

1) アグノ川は早期に Phase III を実施、流域の治水安全度を高める必要がある。

Phase III 対象地域右岸の氾濫は、今回の洪水氾濫が示すように、地形条件から、パンガシナン平野の広範囲に波及する恐れがあり、治水安全度の向上を図る上で、Phase III の早期実施は極めて重要である。

2) 洪水予報精度の向上とサンロケダムの洪水時操作基準の見直しが必要だろう。

今回の洪水では、サンロケダムの放流開始の遅れと、ダム安全確保のため実施した緊急的に放流した「アグノ川の上流計画洪水量 (3,960 m³/s) 以上のダム放流 (5,354 m³/s)」の不適切なダム操作が指摘されている。今回の洪水は、① 洪水予報の改善により洪水量等定量的な洪水予報サービスの必要性、② 「洪水時のダム操作基準」を見直し、洪水予報・ダム流入予測に基づく合理的な事前放流により下流への洪水ピーク低減、ダム下流の洪水リスクの軽減を図る必要性を示唆している。

表 2.3.3 メトロマニラの既設大型排水機場のポンプ台数と容量

Pumping Station	Drainage Area (km²)	Present Discharge (m³/s)	Nos. of Unit	Capacity per Unit (m³/s)	Completion Year
<u>KAMANAVA Area*1</u>					
1 Maypajo	2.41	6.6	2	3.30	2008
2 Spine	1.73	13.0	4	3.25	2008
3 Bangkulasi	0.75	4.4	2	2.20	2008
4 Catmon	3.55	10.5	4	2.625	2008
5 North Navotas	9.63	9.6	3	3.20	2008
total	18.07	44.1			
<u>Metropolitan Manila Core Area*2</u>					
1 Aviles	3.28	15.6	4	3.90	1976
2 Balete	0.94	3.0	3	1.00	1988
3 Balut	0.49	2.0	2	1.00	1998
4 Binondo	2.69	11.6	4	2.90	1985
5 Escolta	0.30	1.5	3	0.50	1982
6 Libertad	7.48	42.0	6	7.00	1977
7 Makati	1.65	7.0	2	3.50	1982
8 Paco	1.74	7.6	3	2.53	1977
9 Pandacan	1.15	4.4	2	2.20	1976
10 Quiapo	2.29	10.8	4	2.70	1976
11 San Andres	3.23	19.0	4	4.75	1998
12 Sta. Clara	1.57	5.3	2	2.65	1977
13 Tripa De Gallina	17.05	57.0	8	7.13	1977
14 Valencia	2.37	11.8	4	2.95	1976
15 Vitas	5.56	32.0	5	6.40	1997
total	51.79	230.6			
<u>West of Magahan Floodway Area*3</u>					
1 Tapayan	13.49	9.0	3	3.0	2007
2 Labasan	6.01	9.0	3	3.0	2007
3 Taguig	14.23	12.0	4	3.0	2007
4 Hagonoy	5.28	6.0	2	3.0	2007
total	39.01	36.0			

Source: DPWH, MMDA

Notes: *1: KAMANAVA Area Flood Control and Drainage System Improvement Project (JBIC/JICA)

*2: Drainage Improvement in the Core Area of Metro Manila (OECF/, EXIM Bank for Binondo/ Libertad/Makati)

*3: Metro Manila Flood Control Project - West of Mangahan Floodway (JBIC)

表 2.3.4 台風オンドイによるマニラ首都圏中心地域の大型排水機場の運転稼働記録
 (2009年9月25日～9月30日)

Pump Station	Drainage Area (km ²)	Present Discharge (m ³ /s)	Capacity Unit (m ³ /s)	Date						
				2009						
				Sep.25	Sep.26	Sep.27	Sep.28	Sep.29	Sep.30	
Aviles	3.28	15.6	3.90	%	14.6	78.1	74.0	22.9	8.3	13.5
		1,347,840	m ³		196,560	1,053,000	996,840	308,880	112,320	182,520
Balete	0.94	3.0	1.00	%	18.1	77.8	50.0	37.5	4.2	12.5
		259,200	m ³		46,800	201,600	129,600	97,200	10,800	32,400
Balut	0.49	2.0	1.00	%	27.1	87.5	39.6	27.1	22.9	16.7
		172,800	m ³		46,800	151,200	68,400	46,800	39,600	28,800
Binondo	2.69	11.6	2.90	%	13.5	56.3	96.9	30.2	20.8	17.7
		1,002,240	m ³		135,720	563,760	970,920	302,760	208,800	177,480
Escolta	0.30	1.5	0.50	%	1.4	26.4	13.9	1.4	0.0	0.0
		129,600	m ³		1,800	34,200	18,000	1,800	0	0
Libertad	7.48	42.0	7.00	%	9.7	33.3	36.8	16.7	9.0	9.0
		3,628,800	m ³		352,800	1,209,600	1,335,600	604,800	327,600	327,600
Makati*	1.65	7.0	3.50	%	4.2	16.7	0.0	0.0	6.3	14.6
		604,800	m ³		25,200	100,800	0	0	37,800	88,200
Paco*	1.74	7.6	2.53	%	8.3	30.5	0.0	0.0	5.5	5.5
		656,640	m ³		54,648	200,376	0	0	36,432	36,432
Pandacan*	1.15	4.4	2.20	%	4.2	39.6	0.0	0.0	0.0	0.0
		380,160	m ³		15,840	150,480	0	0	0	0
Quiapo	2.29	10.8	2.70	%	14.6	53.1	21.9	25.0	14.6	7.3
		933,120	m ³		136,080	495,720	204,120	233,280	136,080	68,040
San Andres	3.23	19.0	4.75	%	5.2	54.2	10.4	7.3	4.2	4.2
		1,641,600	m ³		85,500	889,200	171,000	119,700	68,400	68,400
Sta. Clara*	1.57	5.3	2.65	%	8.3	54.2	0.0	0.0	25.0	27.1
		457,920	m ³		38,160	248,040	0	0	114,480	124,020
Tripa de Gallina	17.05	57.0	7.13	%	5.7	45.3	42.2	15.6	7.8	6.8
		4,924,800	m ³		282,348	2,233,116	2,079,108	770,040	385,020	333,684
Valencia	2.37	11.8	2.95	%	20.8	83.3	62.5	31.3	18.8	20.8
		1,019,520	m ³		212,400	849,600	637,200	318,600	191,160	212,400
Vitas	5.56	32.0	6.40	%	10.8	32.5	8.3	10.8	8.3	8.3
		2,764,800	m ³		299,520	898,560	230,400	299,520	230,400	230,400
Total	51.79	230.60								

Source: MMDA

Note: * shows the pumping stations that stopped their operation during Ondoy due to submergence by flood.

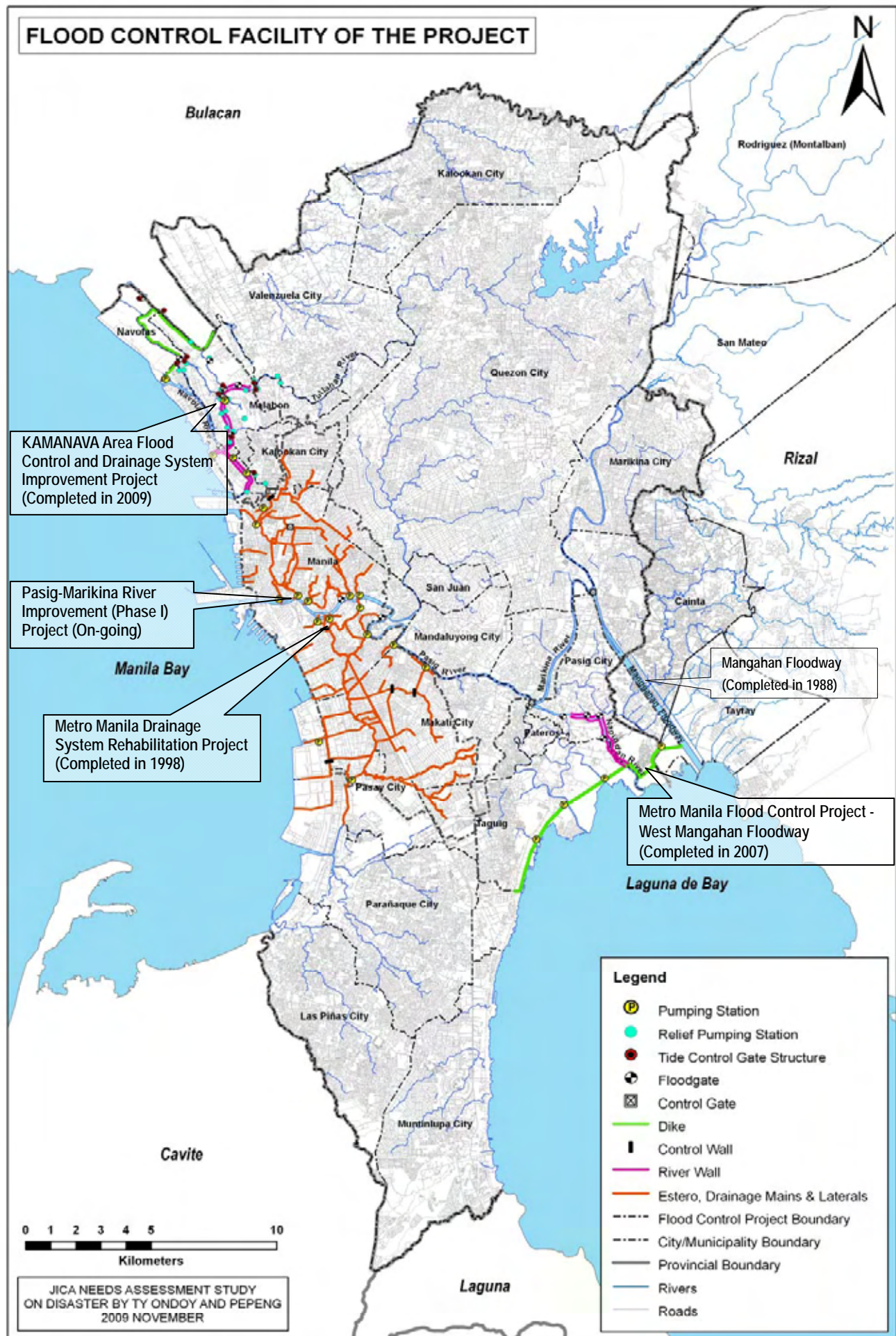


図 2.3.1 マニラ首都圏の洪水防御プロジェクト

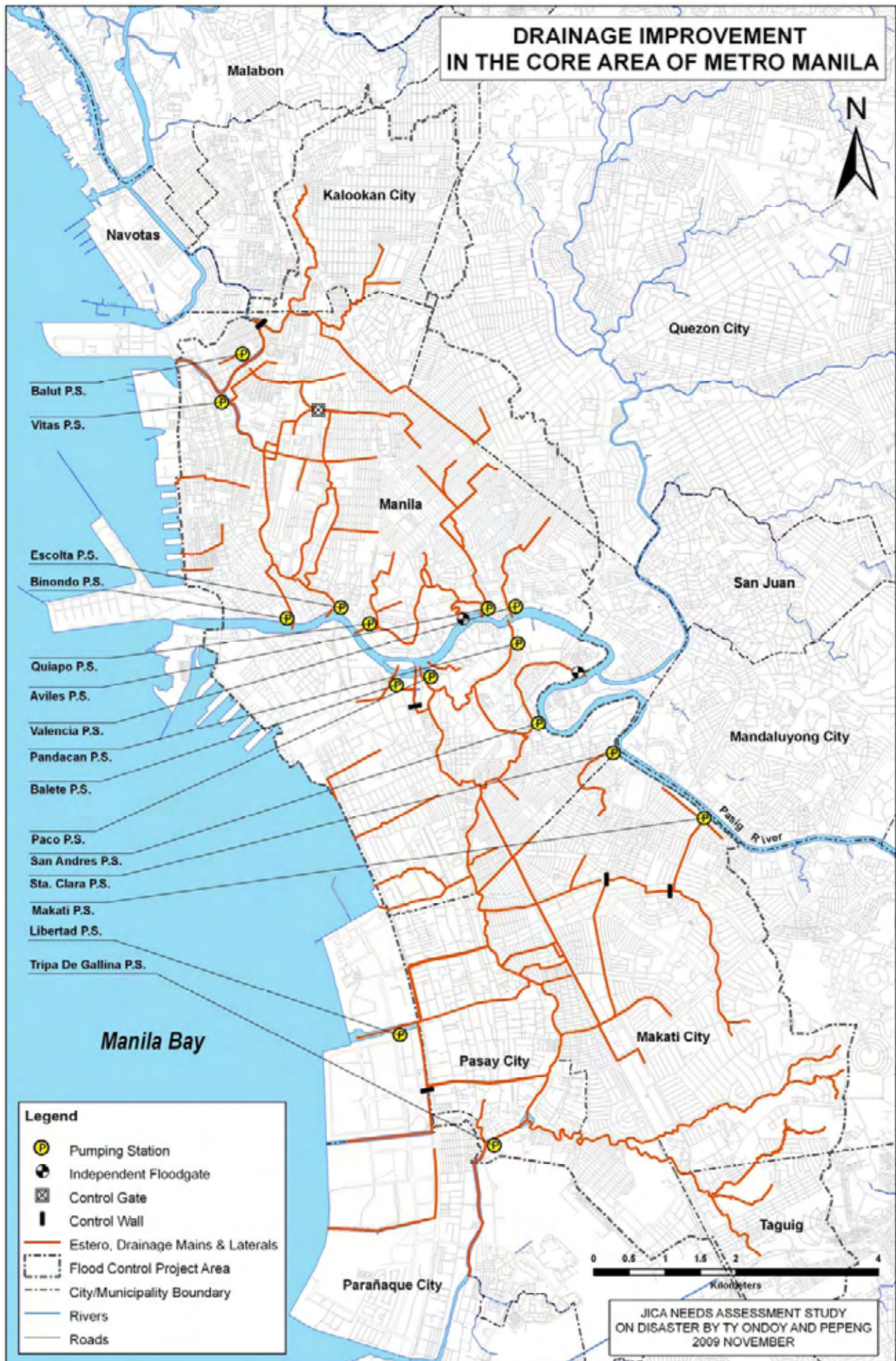


図 2.3.2 マニラ首都圏中心地域排水改善プロジェクト

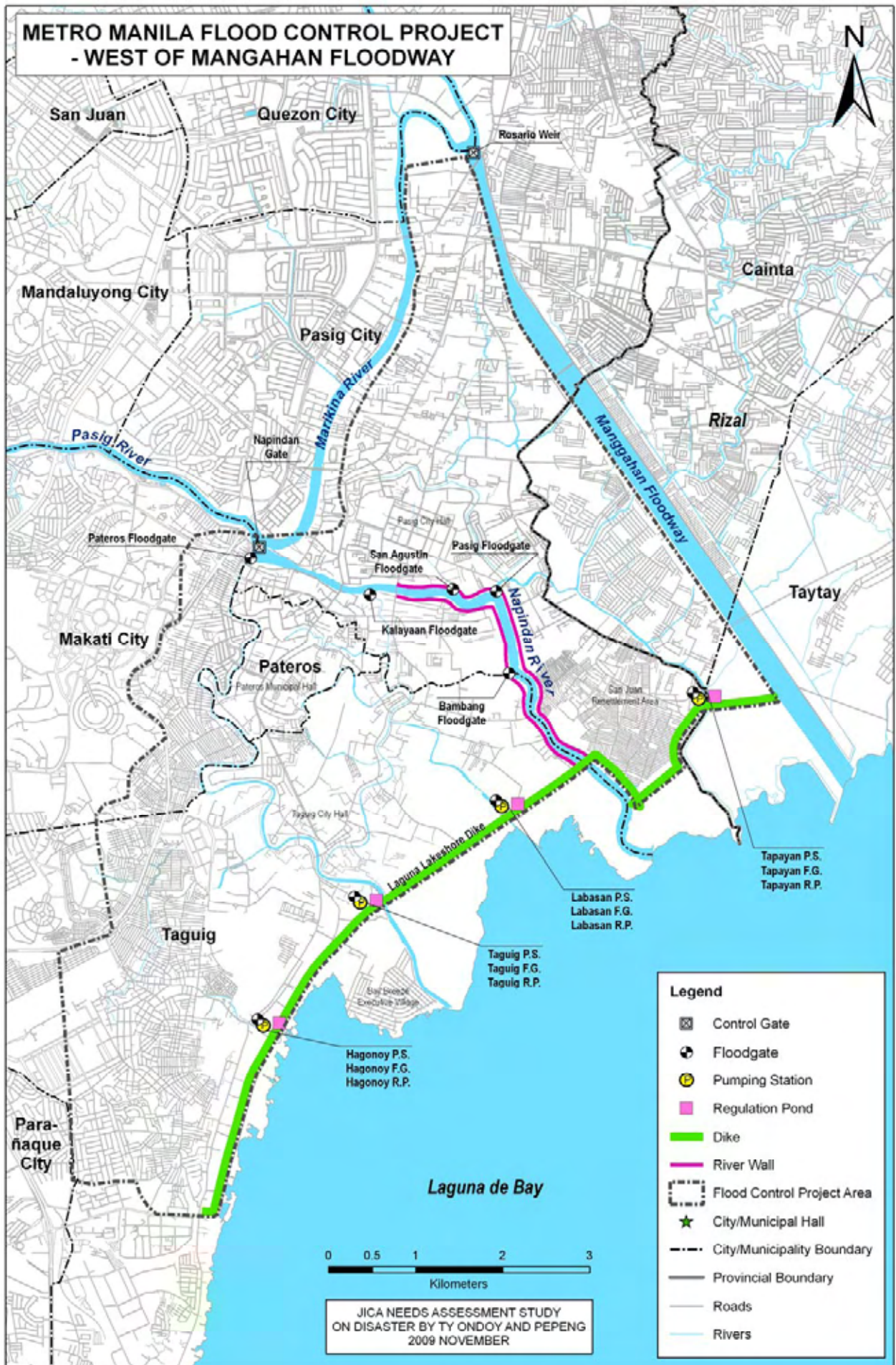


図 2.3.3 マニラ首都圏洪水防御プロジェクト -西マンガハン放水路-

KAMANAVA AREA FLOOD CONTROL AND DRAINAGE SYSTEM IMPROVEMENT PROJECT

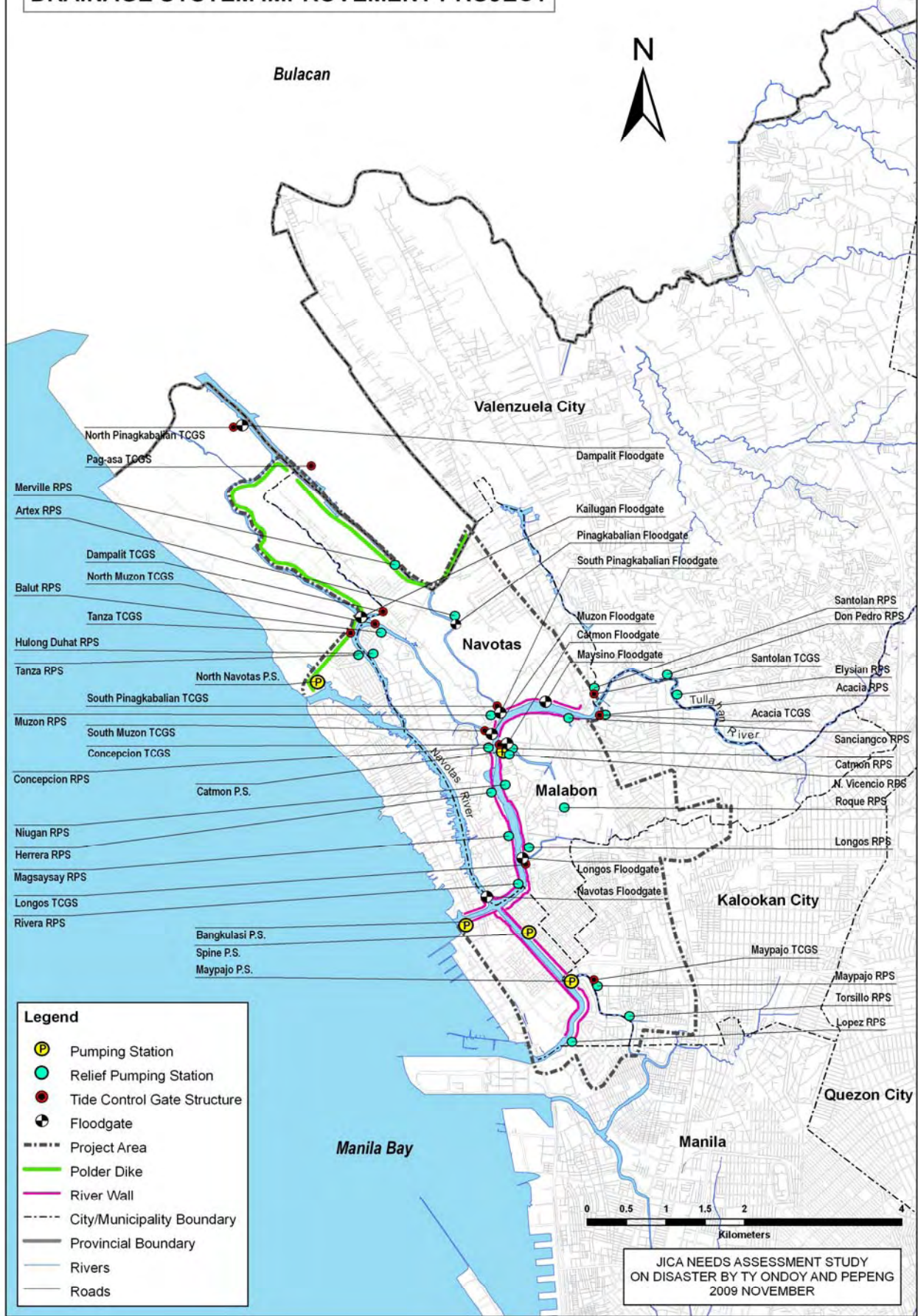


図 2.3.4 カマナバ地域洪水防御及び排水システム改善プロジェクト

2.3.2 洪水予警報システム

(1) フィリピン天文気象庁 (PAGASA)

PAGASA は科学技術省 (DOST) 下の組織で、国の重要河川について洪水予警報に必要なシステムと施設を整備し、技術と方法を改善し、公共事業道路省 (DPWH)、運輸通信省 (DOTC) 及び他の洪水防御に係る機関と協調して、洪水予警報を実施せねばならない。

PAGASA の水文気象部 (HMD) は、洪水予報のために適切な流域データ (降雨及び水位) を解析し、テレメーター流域のターゲット地域については広報として「洪水警報」を、その他の地域については「一般洪水報告」を発行する責任がある。

HMD は、1) 天気予報 (5:00 am、5:00 pm)、2) 厳しい天候定時放送及び熱帯サイクロン警報 (5:00 am、11:00 am、5:00 pm、11:00 pm)、3) 洪水定時放送及び 4) その他ルソンの主要ダムの現状について広報を発行及び放送している。洪水定時放送の目標地域は、予警報システムが設置されているルソンの 4 河川流域 (パンパンガ、アグノ、ビコール及びカガヤン川流域) である。マニラ首都圏については、2006 年以降洪水定時放送は実施されていない。

(2) 効果的洪水制御操作システム (EFCOS)

EFCOS プロジェクトは下記の 2 フェーズで実施された：

フェーズ I : 1993 年 EFCOS プロジェクトの完成

フェーズ II : 2001 年マニラ首都圏の洪水制御・警報システムの修復プロジェクトの完成

フェーズ I はパシグ-マリキナ川流域に雨量計と水位計を設置し観測データをテレメータシステムでロザリオ制御センターに送ることを目的とし、フェーズ II は、新しい雨量計及び水位計及び緊急無線システムを増設してシステムの機能強化をはかった。ロザリオ制御センターに電送されたデータは解析されプロジェクト地域の洪水被害軽減を図ることと同時に、データはロザリオ堰の洪水制御ゲートの効果的な操作を目的に実施された。

EFCOS のシステム構成と現在の状況について取りまとめ表 2.3.5 に示す。EFCOS が機能していない状況は以下の通りである：

- 1) 現在のところ、ロザリオ堰及びナピンダン HCS のゲートは雨季でも常時開放している。さらにロザリオ・ゲートの操作用の 2 基の緊急用発電機の内 1 基が機能していない；
- 2) アンティポロ中継所の送信機及び回路ボードが機能していないので何処にも観測データ及び処理データの送信が出来ない (2006 年の風台風ミレニョによる被災)；
- 3) PAGASA の中継所の 3 基の増幅器が機能していない (2006 年の風台風ミレニョによる被災)。しかし、排水機場、地区事務所及び関係機関、地方自治体間との緊急無線システムは設置されているが、稼動されず、外部との連絡が実施されていない；

- 4) 台風オンドイによりナンカ観測所及びサント・ニイニョ観測所で下記の被災が発生している：
 - ナンカ観測所：雨量計及び水位計が水没し故障したため機器の交換が必要
 - サント・ニイニョ観測所：水位計のケーブルが破損
- 5) 台風オンドイの前に、マニュアルで観測されていたサンファンとナピンダンの観測所が機能していなかった；
- 6) 洪水水位予報の為にシミュレーション・モデルが開発されたが、2002/2003年にしか使用されなかった。EFCOSは手計算によるサント・ニイニョの水位を予報していた。

表 2.3.5 EFCOS の構成

Description	Nos.	Station Name	Remarks
(1) Hydrological Observation Network System			
1. Telemeter Rain-gauge Stations	7	- Boso-Boso, - Mt. Oro, - Aries, - Mt. Campana, - PAGASA (Science Garden), - Nangka, - Napindan HCS	- operational - operational - operational - damaged - out of order (manual data collection) - damaged by Ondoy - out of order
2. Telemeter Water Level-gauge Stations	11	- Montalban, - Sto. Niño, - Pandakan, - Fort Santiago, - Angono, - Rosario Weir (2), - Napindan weir (2), - San Juan, - Nangka	- operational - damaged by Ondoy - operational - operational - operational - Junction side: operational - Lake side: out of order - out of order - out of order (manual data collection) - damaged by Ondoy
(2) Telecommunication Network System (Emergency Radio Communication Network System)			
3. Master Control Station	1	Rosario	- operational
4. Monitor Stations	4	- Napindan, - DPWH Central Office, - NCR Head Office (DPWH), - PAGASA (DIC)	- operational - operational - operational - operational
5. Relay Stations	2	PAGASA (Science Garden), Antipolo	Out of order
6. Warning Post Stations	9	Warning Posts-1 to -9	- operational
7. Pumping Stations	15	Aviles, Balete, Binondo, Escolta, Makati, Paco, Pandacan, Quiapo, San Andres, Sta. Clare, Valencia, Tapayan, Labasan, Taguig, Hagonoy	Can not communicate, base station (PAGASA) not available
8. LGUs	14	Rodrigues (Montalban), San Mateo, Marikina, Pasig, Taguig, Pateros, Cainta, Taytay, Angono, Mandaluyong, Makati City, Quezon City, San Juan, City of Manila	Emergency radio equipment and UPS are pull-out./ Can not communicate, base station (PAGASA) not available
9. Engineering District Offices of DPWH-NCR	7	North Manila Engineering District, South Manila Engineering District, 1st Metro Manila Engineering District, 2nd Metro Manila Engineering District, 3rd Metro Manila Engineering District, Quezon City Engineering District, Quezon City Sub-Office Engineering District	Emergency radio equipment and UPS are pull-out. Can not communicate, base station (PAGASA) not available

2.3.3 洪水情報の伝達

(1) 国家災害調整委員会 (NDCC)

NDCC は、大統領令 1566 号 (1978 年) により設置され、国レベルの災害管理のための最高の政策策定及び調整機関で、市民防衛局 (OCD) が NDCC の執行機関及び事務局として支えている。NDCC は、公共及び民間セクターの災害対応や復旧と同時に災害予防計画全てについて指揮する。国防省 (DND) の大臣が NDCC の議長を務める。NDCC メンバーは 15 国家機関の長、フィリピン国軍の参謀長、フィリピン情報局 (PIA) の局長、フィリピン赤十字社 (PNRC) の事務局長、OCD の行政官で構成している。

国の各行政レベル (地方、州、市/町、バラングイ) に災害調整委員会 (DCC) を設置、これら各地域の DCC が地方レベルで実際の必要な災害管理業務を市民及び NGO と協力して実施する機能を持っている。

NDCC は PAGASA からの気象情報、台風報告、洪水情報、洪水報告、ゲート操作及びダム状況等の情報を受け取り各 DCC 及びメンバー機関に伝達する。

台風オンドイでは、2006 年以降 MMDA が EFCOS の維持管理を放棄していることにより、PAGASA はマニラ首都圏の洪水警報を出していない。マニラ首都圏では洪水警報システムの復旧は緊急であり、コミュニティ・ベースの洪水予警報避難システムの確立が重要である。一般に地方自治体及びバラングイは、OCD、内務自治省 (DILG) 及び社会福祉開発省 (DSWD) の支援の下に洪水災害リスク管理及び緊急対応を実施しなければならないが、大半は経験不足により洪水リスク管理の体制は未整備であり、今後支援が必要である。

2.3.4 避難

(1) オンドイ後のマニラ首都圏の避難活動

マニラ首都圏では、MMDA の作成した「異常気象の緊急対応計画」に基づき、各自治体 (LGUs) が避難活動の施行と管理を実施している。

表 2.3.6 は、2009 年 11 月 18 日の国家首都地方圏 (NCR) の避難センターの状況である。この表によれば、総計 418 センターが活用され、80,423 家族 (約 400,000 人) が避難した。首都圏の 17 都市の内、マリキナ川及びサンファン川流域に位置するパシグ、マリキナ及びケソンの 3 都市の避難者は 265,000 人 (66%) である。2009 年 11 月 18 日現在、17 センターに 2,914 家族 (100,000 人) が余儀なく滞在している。

表 2.3.6 首都圏の避難センターの状況 (2009 年 11 月 18 日現在)

Type of Disaster: Typhoon Ondoy

Date of Occurrence: 26 September 2009

Places of Ecs	Nos. of ECs		Numbers Served			
	Activated		Families		Persons	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
Mandaluyong	16	0	2,185 (3%)	0	10,160 (3%)	0
Pasig	34	0	15,126 (19%)	0	75,630 (19%)	0
Makati	13	0	679 (1%)	0	3,395 (1%)	0
Pateros	26	0	1,687 (2%)	0	9,820 (2%)	0
Caloocan	42	0	4,157 (5%)	0	20,785 (5%)	0
Navotas	2	0	38 (0%)	0	194 (0%)	0
Marikina	21	0	15,789 (20%)	0	78,985 (20%)	0
Pasay	5	0	2,182 (3%)	0	8,537 (2%)	0
Quezon City	83	0	21,965 (27%)	0	109,855 (27%)	0
Muntinlupa	25	16	4,527 (6%)	2,603	22,550 (6%)	9,754
Manila	14	0	1,158 (1%)	0	5,790 (1%)	0
Taguig	62	0	5,616 (7%)	0	28,175 (7%)	0
San Juan	1	0	520 (1%)	0	2,234 (1%)	0
Las Piñas	13	0	1,365 (2%)	0	6,825 (2%)	0
Valenzuela	43	1	1,598 (2%)	11	8,106 (2%)	63
Malabon	15	0	1,381 (2%)	0	8,736 (2%)	0
Parañaque	3	0	450 (1%)	0	2,250 (1%)	0
Total	418	17	80,423 (100%)	2,614	402,027 (100%)	9,817

Source: DSWD-NCR

Notes: EC = Evacuation Center, (a) = cumulative, (b) = as of 18 November 2009, 8:00 PM

オンドイ災害におけるマリキナ市の避難活動 (参考例) :

- 1) マリキナ市は、2年前に「災害管理ハンドブック」を作成し、市で過去に発生した洪水避難の幾つかの経験に基づき警報システムを設計した。その警報システムは、マリキナ川の水位がマリキナ橋の水位標に於いて、それぞれ EL.15 メータ、EL. 16 メータになったとき、避難準備・開始を知らせるサイレンが自動的に鳴り、避難準備・避難開始を知らせる方式である。通常、マリキナ川は、マリキナ橋の水位標が、EL.15 メートルから EL.16 メートルに達するのに 12~16 時間を要している。しかし、オンドイの時は、フラッシュフラッドにより、水位が急激に上昇、市内に突然洪水氾濫を起こしている。ある地域では、

マリキナ川の洪水流が堤防を越えた直後、おおよそ 10 分後には、洪水水位は約 1.0 メータも上昇した。マリキナ市では、オンドイのケースのような急速な水位上昇や洪水水位 (EL.22.16 メータ) の経験もなく訓練もしていない。今回の洪水経験を基に現実的な洪水リスク管理計画の見直しが必要である。

- 2) 避難センターは、幾つかのセンターが水没したことにより、避難者収容力が不足し、その結果、避難者は非常に窮屈な状態を強いられ、飲料水、炊事・洗濯水の確保も不十分だった。今後洪水ハザードマップをベースにした洪水リスク管理計画の策定が必要である。
- 3) 地方自治体法によれば、避難センターの管理、避難活動の実施は、地方自治体自身が行わなければならない。DSWD は災害時の直接の支援者ではなく、地方自治体に被災者の救済に対する訓練、相談、オリエンテーションについて技術支援をしており、常時の洪水災害の対する教育訓練が重要である。
- 4) 犠牲者の救出と避難センターへの移動は NDCC の役割であるが、位置図の不備により、利用可能な避難センターを見つけるのに手間取ったり、さらに、フラッシュフラッドに伴った泥流によりアクセスに障害もあり、スムーズな救助活動を実施するには GIS ベースのハザードマップの整備の必要性を示唆している。
- 5) オンドイの間、多くに緊急連絡機器が機能しなかった。救援活動の情報交換では携帯電話のネットワークが助けになっている。しかし、突然の集中により、ネットワークがダウンし、停電により携帯の充電が極めて限定された。
- 6) 救助活動に当たるエンドユーザーはコミュニティレベルの洪水災害リスク管理の確立の必要性を示唆している。

3. 政府及び他ドナーの支援計画

3.1 中央政府及び地方政府の支援計画

- (1) 国家災害調整委員会 (NDCC) は災害リスク管理の最高政策及び調整機関である。NDCC は国防省の大臣を議長に 19 省庁のメンバーにより構成しており、各省庁は災害時に於ける特定の役割と責任が定められている。NDCC には 24 時間体制の国家災害管理センター (NDMC) があり、予報システムの責任機関 (PAGASA or PHIVOLCS) から重要な自然事象とその災害の可能性に関する情報を受けたときは、関係する地方災害調整委員会 (RDCCs) に警報を発信し、その後メンバー機関からの関連情報を “NDCC UPDATE” として発信している。
- (2) 災害は災害調整委員会 (DCCs) の各行政レベルで扱われる。DCC の構成は：1) NDCC、2) 17 RDCC、3) 81 州災害調整委員会 (PDCC)、4) 117 市災害調整委員会 (CDCC)、5) 1,496 町災害調整委員会 (MDCC)、6) 41,945 バランガイ災害調整委員会 (BDCC)。DCCs は、災害リスク管理計画を作成、災害の 3 フェーズ (災害前、災害時、災害後) についてサービスを提供することになっているが、各 DCCs には災害リスク管理計画策定が必要であるが、災害時の緊急対応を除くと、災害前・後の災害リスク管理の対応が遅れている。
- (3) NDCC は、2004 年以降、災害リスク管理政策と戦略を反動的な緊急対応から災害リスク軽減 (DRR) に向けた予防的な対応及び災害リスク管理 (DRM) に向けた統合的なアプローチに改革している。NDCC は、兵庫行動枠組み (HFA) (2005-2015) に適応し、2008 年 12 月に 2009-2019 の戦略的国家行動計画 (SNAP) (Consultation Version 5.2) を作成している。予防的な対応及び災害リスク管理 (DRM) の目的を達成するには、現在の NDCC システムの強化が求められている。
- (4) 国連開発計画 (UNDP) 及びオーストラリア国際開発庁 (AusAID) は NDCC-OCD の効果的コミュニティ・ベースの災害リスク管理プロジェクトのハザードマップ評価 (READY プロジェクト：2006-2011) を支援している。NDCC-OCD は、自然災害の危険性が高い 27 州を対象に、MGB、NAMRIA、PAGASA 及び PHIVOLCS の協力により READY プロジェクトを進めている。

3.2 国及び地方の災害基金

国及び地方の災害基金については、国家災害基金 (NCF)、地方災害基金 (LCF) 及び地方開発基金 (LDF) がある。国家災害基金は自然災害発生後の緊急事態発生地域 (Calamity Areas) に於ける救援・支援及び復旧・復興のために、一般歳出予算法 (GAA) に基づいて各年度予算案に国家災害基金が計上され、政府予算全体として国会の承認を得る必要がある。国家災害基金の中の「緊急対応基金」(QRF) は、基金適用が認定された被災地の緊急ニーズに即応できるよう (基金の通常の採択プロセスを介さずに) 関係政府機関に拠出されるものである。中央政府に拠出される災害基金は、緊急対応に対するよりも、復旧等に要するものが総額とし

ては多い。

地方自治体は、RA No. 8185 に基づき、地方税収 (IRA) の 5%を地方災害基金として援助、救済、復旧、再建その他の作業等に用いられる。地方災害基金は、災害宣言の 24 時間以内に支出できる。また、地方自治体は、地方開発基金として年間予算の 20%を計上でき、主に灌漑施設や道路などローカルなインフラ施設の修復や整備にあてられる。市や町の防災センターなど災害リスク・マネジメントのための施設整備にも適用できるが、地方の市町の単年度予算ではまかなえないのが実態である。

3.3 他のドナーの援助プログラム

フィリピン国政府は 2009 年 9 月 28 日に国際支援を要請している。財務省は開発パートナーに災害後のニーズ・アセスメント (PDNA) を政府と共同で実施することを要請している。

PDNA は、フィリピン政府、民間セクター、国際援助機関：アジア開発銀行 (ADB)、欧州委員会 (EC)、国際連合 (UN)、世界銀行 (WB) 及びオーストラリア国際開発庁 (AusAID)、カナダ国際開発公社 (CIDA)、ドイツ技術協力公社 (GTZ)、国際協力機構 (JICA)、オランダ政府 (RNG) 及び米国国際開発庁 (USAID) 等の援助国の協力で実施された。

PDNA は、以下の 13 セクターと横断的 4 セクターを取り扱っている：

1. 生産セクター： 農業及び企業(産業、商業及び観光)分野を含む
2. 社会セクター： 住宅建設、教育、文化遺産及び保健分野を含む
3. 基盤施設： 動力、水、衛生、洪水防御、排水、ダム管理、運輸及び通信分野を含む
4. 地方自治体の横断的セクター：社会保護、財政セクター及び災害リスク削減、災害リスク管理

国家経済開発庁 (NEDA) によると、各機関及び各援助国の具体的支援プログラムは明らかでないが、2009 年 12 月 2 日に世銀により開催される PDNA の会議の後に、援助機関及び援助国からの具体的な支援プログラムが提案されることを期待している。

4. 災害後の復旧・復興

4.1 ニーズの把握と対策

オンドイによる首都地域の洪水対策地域は、パシグ川は氾濫を免れているので、マリキナ川、ラグナ湖、マニラ首都圏中心地域及び周辺地域に分けられ、ペペンによる洪水対策地域は北部・中部ルソンの主要河川になる。各地域の洪水の主な原因と必要な対応は以下のとおりである。

(1) マリキナ川（含むマンガハン放水路東・西地域）

洪水の原因	必要な対策
マリキナ川本川及び支川の洪水氾濫、氾濫水は重力排水により比較的短期間に排水されている	計画洪水・超過洪水に対する洪水防御対策： <ul style="list-style-type: none"> ・ 洪水ピークの制御（ダム及び遊水地） ・ 本川河道流下能力の向上（河道改修） ・ 支川の河道改修（カインタ川、タイタイ川他） ・ 排水改善 非構造物対策による洪水被害の軽減： <ul style="list-style-type: none"> ・ 河川及び氾濫源管理、土地利用規制 ・ コミュニティ・ベースの洪水予警報システムの確立 ・ 情報・宣伝・啓発活動の推進 ・ 水源管理（森林の回復と植林）

(2) ラグナ湖地域

洪水の主な原因	必要な対策
ラグナ湖の水位上昇（氾濫地域と氾濫期間はラグナ湖水位に左右され、氾濫は長期化する）	計画洪水水位・超過洪水に対する洪水防御対策： <ul style="list-style-type: none"> ・ 洪水防御施設（湖岸堤防） 非構造物対策による洪水被害の軽減 <ul style="list-style-type: none"> ・ 湖岸氾濫源管理 ・ コミュニティ・ベースの洪水予警報システムの確立 ・ 情報・宣伝・啓発活動の推進

(3) マニラ首都圏中心地域及び周辺地域

洪水の主な原因	必要な対策
豪雨による内水氾濫 中心地域は地域の70%は主にポンプ排水システム	計画洪水・超過洪水に対する洪水防御対策： <ul style="list-style-type: none"> ・ 中心地域排水施設（ポンプ、排水路）のリハビリ、排水機能維持

ムに依存している。 小河川の氾濫	<ul style="list-style-type: none"> ・ 隣接地域 (VOM) の排水施設整備 ・ 小河川の改修 ((サンファン、トゥリヤハン、パラニャケ川) 非構造物対策による洪水被害の軽減： <ul style="list-style-type: none"> ・ コミュニティ・ベースの洪水予警報システムの確立 ・ 情報・宣伝・啓発活動の推進
---------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(4) 北部・中部ルソン

洪水の主な原因	必要な対策
洪水による堤防の被害	主要河川の河川堤防の強化事業

洪水氾濫地域のニーズと必要な対応策は以下の通りである。

(マリキナ川)

- (1) パシグーマリキナ川改修プロジェクトは、2009 年 6 月に着手、2013 年 8 月に完了の予定である。現在は、施工ステージ-1 (パシグ川上下流) の施工準備段階から本格的な護岸工施工に入った。プロジェクトは 3 施工ステージからなり、マリキナ川改修はロザリオ堰から上流 6.1 km のマリキナ橋まで実施の予定である。マリキナ川の洪水疎通能力の増加及びマニラ首都圏の安全水準向上には、施工ステージ-2、-3 を含め、プロジェクトの早期完成が必要である。現在の改修プロジェクトにはマリキナ橋から上流は含まれていない。
- (2) マリキナ川のオンドイによる洪水氾濫地域の住民と資産を守るには、洪水制御対策 (洪水制御ダム及び遊水地) の建設により、洪水ピークの低減を図る必要がある。
- (3) 洪水氾濫危険地域の住民に対して、超過洪水の適応策が必要であり、氾濫源管理の導入、コミュニティ・ベースの早期洪水予警報・避難システムの導入等非構造物対策の早期実施により洪水リスクの軽減を図る必要がある。

(ラグナ湖地域)

- (4) オンドイでは、ラグナ湖の水位が 1.20 メートル急上昇し EL. 13.80 (湖岸堤の設計高水位) 以上になり、湖岸地域が浸水している。湖岸地域の住民と資産をラグナ湖の水位上昇による影響から守るには、洪水防御施設 (湖岸堤及び排水施設) の建設及び氾濫源管理、コミュニティ・ベースの早期洪水予警報・避難システムの導入等非構造物対策の早期実施により洪水リスクの軽減を図る必要がある。西マンガハン、東マンガハン地域はマリキナ川の氾濫とラグナ湖の氾濫の両方の影響を受けている。

(マニラ首都圏中心地域及び周辺地域)

- (5) オンドイでは、マニラ首都圏中心地域はパシグ川による洪水氾濫は無いが、パシグ川改修

事業の早期完成が必要である。

- (6) 首都圏中心地域は豪雨による内水により 1~3 日間浸水被害を受けている。中心地域の約 70%(52 km²) はポンプ排水に依存しており、既存の雨水排水システムの機能維持がベースになる。現在の排水システムは 15 の主要排水機場、74 km のエステロ・クリーク、35 km のカルバート他で構成しているが、ポンプ施設の老朽化が進んでいる。2005 年の JICA 調査では、下記の 12 主要排水機場について、段階的にポンプ施設の交換・修復と排水のベースとなる排水路網の排水機能改善維持を提案している：

Proposed 12 Pumping Stations for rehabilitation:

Group 1: Very old and serious conditions

Aviles (Discharge capacity: 18.6 m³/s, Construction year: 1976),

Quiapo (10.8 m³/s, 1976), **Valencia** (10.8 m³/s, 1976),

Tripa de Gallina (57.0 m³/s, 1977)

Group 2: Old and marginal service life

Pandacan (4.4 m³/s, 1976), **Paco** (7.6 m³/s, 1977), **Sta. Clara** (5.3 m³/s, 1977),

Libertad (42.0 m³/s, 1977), **Makati** (7.0 m³/s, 1984), **Binondo** (11.6 m³/s, 1985)

Group 3: Submergible pumps of outdoor type

Escolta (1.5 m³/s, 1982) and **Balete** (3.0 m³/s, 1988)

Source: *The Study on Drainage Improvement in the Core Area of Metropolitan Manila (JICA, 2005)*

また、首都圏に於ける、降雨時にしばしば発生する局所的な道路及び低地の浸水問題に緊急的に対応するポンプ車の導入について提案しているが、今回の洪水後、マニラ市を始め首都圏の各市で検討されている。

- (7) マニラ首都圏中心地域周辺地域はサンファン川、トゥリヤハン川及びパラニャケ川は氾濫しており、水路のリハビリによる排水機能改善、KAMANAVA に隣接するヴァレンズエラーオバンドーメイカウヤン (VOM) 地域の排水改善が必要である。

地域全般

- (8) 洪水災害地域の住民のヒアリングによると、オンドイでは洪水予警報は実施されていない。マニラ首都圏の洪水予警報のベースとなる EFCOS は機能していないので、リハビリによる機能回復が必要である。
- (9) MMDA は EFCOS の維持管理を放棄しているが、EFCOS は、1) 現在機能していない機器の修繕・取替え、2) システムの機能を高め、洪水予警報・避難システムに資する洪水情報提供をする必要がある。マニラ首都圏の洪水予警報の実施には EFCOS の機能回復と MMDA に替わる維持管理体制の確立が必要である。

(10) マニラ首都圏の住民の洪水リスク軽減を図るには、コミュニティ・ベースの洪水予警報・避難システムの早期構築が不可欠である。各地方自治体は、オンドイによる洪水氾濫地域・浸水地域を基本に、効果的な洪水ハザードマップを作成する必要がある。マニラ首都圏は縮尺 (1:5,000) のベース・マップがあり、首都圏周辺の自治体も、大縮尺のベース・マップ (1:5,000 又は 1:10,000) を整備し、精度の高い効果的な洪水ハザードマップ作成が必要である。

(11) パシグ-マリキナ-ラグナ湖地域は 1990 年のマスタープランの更新が必要である。調査は地域の統合的洪水制御排水プログラムの作成であり、下記について実施する：

- 対象地域の基本方針、目的及び対策の作成
- 必要な開発プログラム及び組織制度計画
- 実施計画
- 優先対策の F/S

台風オンドイの降雨は 1990 年のマスタープランで想定した洪水量を大幅に超えており、その対応についても検討が必要である。調査対象地域は、ラグナ湖流域を含めた、パシグ-マリキナ-ラグナ湖地域が対象となる。前回のマスタープランで提案されたプロジェクトは既に実施又は着手されたもの、F/S 又は Pre-F/S が実施されたものがあり、実施に向けた実施計画が必要となる。プロジェクトの主要な成果には下記を含む：

- a) マリキナ川の洪水対策として、マリキナ上流の洪水制御施設 (マリキナダム等) 及び洪水を考慮した氾濫原管理・土地利用管理計画
- b) ラグナ湖周辺の洪水制御施設計画
- c) マニラ首都圏及び周辺地域の統合的な洪水・排水対策の実施計画

(12) パシグ-マリキナ-ラグナ湖地域の河川管理及び洪水リスク管理には多くの中央・地方自治体が関与しており、関係機関の調整の改善を図るに責任を持つ管理組織の確立が必要である。

(13) 洪水リスク管理に関する住民意識の高揚を図る情報・宣伝・啓発活動キャンペーンを推進することが必要である。

(中央及び北部ルソン)

(14) 北部ルソンでは、ペペンは、特にアグノ、ラオアグ、カガヤン及びブカオ川で洪水堤防被害を与えている。被災地域の町やコミュニティの住民と資産を守るために、改善のコンセプトに基づき被災した洪水堤防を再建する。プロジェクトの主たる実施機関は DPWH であり、必要に応じて LGUs の協力を得る。

(15) 又、ペペンは、コルディエラ行政地域、第 1 地域及び第 2 地域に地すべり災害を起こしている。MGB はベンゲット州のバギオ、イトゴン、ツバオ、ラ・トリニダードの道路沿いの地すべり現場の調査を実施し、1) 危険斜面の安定化、2) 地すべり付近に住む住民

- (16) MGB は、シティオ、カイピラン、キャンプ 3 付近で地すべりがブエド川を堰き止めているのを確認し、地域の住民及び下流の住民にフラッシュフラッド発生の危険性について警報を出している。
- (17) ベンゲット州は地すべり・斜面崩壊の危険のある斜面は広く分布しており、ペペンの豪雨により多数地すべり・斜面崩壊が発生している。これは、ベンゲット州を水源とする河川は、フラッシュフラッドや土石流のような土砂災害増加の可能性と対策の必要性を示唆している。

4.2 災害復旧復興計画案

(1) 災害復旧

台風オンドイでは、マニラ首都圏・首都圏地域に洪水災害が発生し(図 4.1.1 参照)、台風ペペンでは北部・中部ルソンに洪水災害及び地すべり災害が発生した。災害復旧事業はマニラ首都圏及びルソン各地で被災した洪水・排水対策施設の災害復旧を中心に、DPWH 及び MMDA の資料を基に PDNA と取りまとめた。災害復旧事業は洪水災害を中心に、災害復旧事業費用は 716.8 百万ペソと見積もられ表 4.1.1 に示す。その実施は PDNA に合わせ 2010 年に計画した。

(2) 中期計画 (2010 ~ 2012)

中期計画は、PDNA に合わせ 3 年間 (2010~2012) とした。対策計画は、次期の中期国家開発計画 (MTPDP) による実施を念頭に、オンドイ、ペペンによる洪水災害に関連し、洪水リスク軽減に必要な構造物・非構造物対策について洪水制御対策の実施機関：公共事業道路省 (DPWH) 及び洪水制御施設の維持管理機関：マニラ首都圏開発庁 (MMDA) の情報に基づき作成した。首都圏及びルソン地域で提案した洪水対策の事業費は 80.5 億ペソで、地域、優先プロジェクト及び費用は表 4.1.2 に示す。対策は以下に示す。なお中期計画に関しては、今後、DPWH と MMDA の間で、下記に提案した洪水対策の地域や優先プロジェクト及び費用についての意見調整が必要である。

1) マニラ首都圏に於ける洪水制御及び管理プロジェクト

A) 既存の洪水管理及び排水システムのプロジェクト

- (a) ヴァレンズエラーオバンドーメイカウヤン (VOM) 地域：排水システムの改善及び関連プロジェクト (2 フェーズのフェーズ 1) (DPWH は F/S を 2008 年に終了している)
- (b) マニラ首都圏洪水制御プロジェクト (2 フェーズのフェーズ 1) マンガハン洪水放水路東部地域 (DPWH は F/S を 2007 年に終了している)
- (c) トゥリヤハン川改修プロジェクト (2 フェーズのフェーズ 1) (河口部までの下流河

川はマラボン川として、KAMANAVA プロジェクトに組み入れられている)

- (d) パラニャケ川改修プロジェクト (2 フェーズのフェーズ 1) (JETRO (Japan External Trade Organization) は F/S を 2004 年に終了している)
- (e) マニラ首都圏中心地域排水改善及び排水機場の復旧プロジェクト (2 フェーズのフェーズ 1) (マニラ首都圏中心地域排水機能向上調査による F/S が 2005 年に終了、2007 年に JICA 無償資金による基本設計が実施されたが MMDA 未承認により中断している。)

B) 維持管理に必要な資金と緊急維持管理装備の準備

C) 維持管理に必要な組織の確立

D) 管理情報システム及び適正な洪水予警報システム再建と整備

E) パシグ-マリキナ-ラグナ湖流域の洪水管理及排水管理を進めるに適正な水・河川流域管理体制の確立

F) パシグ-マリキナ-ラグナ湖流域の総合的開発プログラム作成のために、リスクアセスメント及び 1990 年の JICA マスタープランの更新の実施

G) 洪水リスク管理の改善及びコミュニティ・ベースの洪水予警報システムの確立

H) 洪水リスク管理に係る住民意識の高揚の為の情報・宣伝・啓発活動(IEC)の推進

2) 北部・中部ルソンの洪水管理・洪水制御事業

A) カガヤン川洪水制御プロジェクト (2 パートのパート 1)、フェーズ 1 : 緊急堤防工事(カガヤン川下流)

B) アグノ川及び関連河川の緊急復旧プロジェクト、フェーズ III (2 パートのパート 1)

C) ピナツボ荒廃地域の洪水防御対策及び学校建物の復旧 (2 パートのパート 1)

D) ターラック川総合改修プロジェクト (2 パートのパート 1)

(3) 長期 (2013 ~ 2016 年以降)

長期の対策は、次期中期国家開発計画 (MTPDP) を考慮して、3 年間 (2013-2016 年以降) で実施するよう計画した。対策計画は中期計画で着手した事業のフェーズ 2 (又はパート 2) と、DPWH 及び MMDA の情報を基に、ラグナ湖の湖岸堤事業及びマリキナ洪水制御ダム事業を提案している。首都圏及びルソン地域で提案した洪水対策の事業費は 448.5 億ペソで、地域、優先プロジェクト及び費用は表 4.1.3 に示す。なお長期計画に関しても、今後、下記に提案した洪水対策の地域や優先プロジェクト、及び費用についての DPWH と MMDA 間の意見調整が必要である。

1) 首都圏及び周辺地域

A) 既存の洪水管理及び排水システムのプロジェクト

- (a) ヴァレンズエラ-オバンドーメイカウヤン (VOM) 地域 : 排水システムの改善及び関連プロジェクト (フェーズ 2) (DPWH は F/S を 2008 年に終了している)

- (b) マニラ首都圏洪水制御プロジェクト (フェーズ 2) マンガハン洪水放水路東部地域 (DPWH は F/S を 2007 年に終了している)
 - (c) トゥリヤハン川改修プロジェクト (フェーズ 2) (河口部までの下流河川はマラボン川として、KAMANAVA プロジェクトに組み入れられている)
 - (d) パラニヤケ川改修プロジェクト (フェーズ 2) (JETRO は F/S を 2004 年に終了している)
 - (e) マニラ首都圏中心地域排水改善及び排水機場の復旧プロジェクト (フェーズ 2) (前回のリハビリテーションプロジェクトは 2005 年に調査を終了したが、2007 年に JICA 無償資金の承認が中止されたまま。)
 - (f) マリキナ川下流 (ナピンダン HCS~ロザリオ堰) (DPWH、D/D を 2003 年に終了)
 - (g) マリキナ川上流 (ロザリオ堰~マリキナ橋) (DPWH、D/D を 2003 年に終了)
 - (h) マリキナ川上流 (マリキナ橋~サンマテオ橋) (DPWH、F/S を 2002 年に終了)
 - (i) マリキナ川上流 (サンマテオ橋~ロドリグェス橋) (DPWH、F/S を 2002 年に終了)
 - (j) サンファン川改修プロジェクト (DPWH、F/S を 2002 年に終了)
- B) 既存のマニラ首都圏、リザール及びラグナの洪水管理及び排水システムのプロジェクト
- a) ラグナ湖の洪水防御対策 (湖岸堤及び排水機場) の実施 (マニラ首都圏、リザール及びラグナ)
 - b) 洪水制御対策 (ダム及び遊水地) の実施 (リザール)
 - c) 河川及び洪水リスク管理に係る責任機関の確立
 - d) 地方自治体の洪水災害リスク管理計画作成
 - e) 地方自治体・バラングイレベルのコミュニティ・ベース洪水予警報・避難システムの確立
- 2) 北部・中部ルソン
- a) カガヤン川洪水制御プロジェクト (パート 2) 、フェーズ 1 : 緊急堤防工事(カガヤン川下流)
 - b) アグノ川及び関連河川の緊急復旧プロジェクト、フェーズ III (パート 2)
 - c) ピナツボ荒廃地域の洪水防御対策及び学校建物の復旧 (パート 2)
 - d) ターラック川総合改修プロジェクト (パート 2)
 - e) アグノ・パンパンガ川洪水対策建設資材貯蔵プロジェクト
 - f) インファンタ・ケソンのアグス川洪水制御詳細設計
 - g) ヤヤ・バス・キラガイ (レエガスピ市) 川洪水制御・排水プロジェクト
 - h) アゴス川洪水制御・排水プロジェクト
 - i) アンブラヤン洪水制御・排水プロジェクト



図 4.1.1 台風オンドイにより被災したマニラ首都圏の洪水制御施設

表 4.1.1 緊急公共投資の洪水防御プロジェクト

- Metro Manila and Luzon -

Region	Priority Projects (Year 2010)	Total Cost (million Pesos)	Flood/River Control Damage As Validated	
			(thousand Pesos)	
CAR	I	0.00	Php	-
	II	19.08	Php	19,076
	III	0.00	Php	-
	Sub-total	19.08	Php	19,076
Region I	I	232.00	Php	231,997
	II	0.00	Php	-
	III	0.00	Php	-
	Sub-total	232.00	Php	231,997
Region II	I	58.84	Php	58,842
	II	16.14	Php	16,141
	III	0.00	Php	-
	Sub-total	74.98	Php	74,984
Region III	I	107.41	Php	107,413
	II	4.46	Php	4,461
	III	0.00	Php	-
	Sub-total	111.87	Php	111,874
NCR	Pasig-Marikina River	90.20	Php	90,200
	East of Mangahan Floodway	85.57	Php	85,570
	West of Mangahan Floodway	37.50	Php	37,500
	Metro Manila	25.25	Php	25,250
	Sub-total	238.52	Php	238,520
Region IV-A	I	4.26	Php	4,255
	II	0.00	Php	-
	III	0.00	Php	-
	Sub-total	4.26	Php	4,255
Region IV-B	I	0.00	Php	-
	II	0.00	Php	-
	III	0.00	Php	-
	Sub-total	0.00	Php	-
Region V	I	0.00	Php	-
	II	36.10	Php	36,098
	III	0.00	Php	-
	Sub-total	36.10	Php	36,098
Total	I	641.03	Php	641,027
	II	75.78	Php	75,776
	III	0.00	Php	-
	Total	716.80	Php	716,804

Source: JICA, WB, DPWH

表 4.1.2 将来洪水防衛プロジェクト中期計画 (2010-2012)

公共投資プログラム (首都圏、北部及び中部ルソン)

Investment Program (Region NCR, Northern and Central Luzon)

List of Projects	Region	Total Cost		Proposed Annual Allocation (in thousand Pesos)		
		(Billion Pesos)	(Thousand Pesos)	2010	2011	2012
I. Proposed Flood Management and Control Projects in Metro Manila	NCR	5.55	5,549,099			
1 Existing key flood management and drainage systems		3.75				
(1) Valenzuela-Obando-Meycauayan (VOM) Area Drainage System Improvement and Related Works Projects (Phase 1 out of 2 Phases)		1.06	1,064,296	200,000	580,000	284,296
(2) Metro Manila Flood Control Project (Phase 1 of 2 Phases) East of Mangahan Floodway		0.86	857,150	200,000	400,000	257,150
(3) Tullahan River Improvement Project (Phase 1 out of 2 Phases)		0.77	767,600	40,000	400,000	327,600
(4) Paranaque River Improvement Project (Phase 1 out of 2 Phases)		0.36	360,053	14,000	200,000	146,053
(5) Drainage Improvement & Pump Rehabilitation in Core Area of Metro Manila (Phase 1 out of 2 Phases)		0.70	700,000	250,000	250,000	200,000
2 Making of funds and emergency maintenance equipment available for regular maintenance		1.10	1,100,000	363,000	363,000	374,000
3 Establishment of system-specific operation and maintenance (O&M) needs		0.075	75,000	75,000		
4 Re-establishment and development of the management information system and appropriate flood forecasting systems		0.25	250,000	250,000		
5 Establishment of a single water management agency responsible for flood management and drainage in the entire catchment agency		0.125	125,000	43,750	50,000	31,250
6 Conduct of a risk assessment study for the entire basin area and update the master plan of the 1990 to come up with a comprehensive development program		0.25	250,000	250,000		
II. Proposed Flood Management and Control Projects in Luzon		2.50	2,495,944			
River Bank Strengthening along Rivers in Central and Northern Luzon						
(1) Cagayan River Flood Control Project, (Part 1 out of 2 Parts) Phase I-Urgent Bank Protection Work (Lower Cagayan River)	II	0.63	627,380	207,035	207,035	213,309
(2) Agno & Allied Rivers Urgent Rehabilitation Projects, Phase III (Part 1 out of 2 Parts)	I	0.76	757,964	207,035	207,035	343,893
(3) Flood Control Measures in the Pinatubo Devastated Areas and Rehabilitation of School Buildings (Part 1 out of 2 Parts)	III	0.44	440,000	207,035	207,035	25,929
(4) Tarlac River Overall Improvement Project (Part 1 out of 2 Parts)	III	0.67	670,600	207,035	207,035	256,529
Total		8.05	8,045,043	2,513,892	3,071,142	2,460,010

Source: DPWH, MMDA

Total construction cost excluding ROW acquisition cost

"Phase I" & "Part 1" mean successive construction works to fully operation condition of the Project due to constrains of cost allocated and to be continuously implemented during a long-term program.

表 4.1.3 将来洪水防御プロジェクト長期計画 (2013-2016 BEYOND)

公共投資プログラム (首都圏、北部及び中部ルソン)

Investment Program (Region NCR, Northern and Central Luzon)

List of Projects	Region	Total Cost		Proposed Annual Allocation (in thousand Pesos)				
		(Billion Pesos)	(Thousand Pesos)	2013	2014	2015	2016	2016 Beyond
I. Proposed Flood Management and Control Projects in NCR & Surroundings		32.32						
1 Existing key flood management and drainage systems		16.44						
(1) Valenzuela-Obando-Meycauyan (VOM) Area Drainage System Improvement and Related Works Projects (Phase 2)	NCR	2.01	2,011,704	905,267	804,682	301,756		
(2) Metro Manila Flood Control Project, East of Mangahan Floodway (Phase 2)	NCR	1.59	1,591,850	318,000	850,000	423,850		
(3) Tullahan River Improvement Project (Phase 2)	NCR	1.25	1,252,000	600,000	652,000			
(4) Paranaque River Improvement Project (Phase 2)	NCR	0.37	368,947	250,000	118,947			
(5) Drainage Improvement & Pump Rehabilitation in Core Area of Metro Manila (Phase 2)	NCR	1.40	1,400,000	980,000	420,000			
(6) Lower Marikina River (Napindan HCS to Mangahan Gates)	NCR	1.45	1,452,000	254,100	544,500	508,200	145,200	
(7) Upper Marikina River (Mangahan Gates to Marikina Bridge)	NCR	1.39	1,388,000	242,900	520,500	485,800	138,800	
(8) Upper Marikina River (Marikina Bridge to San Mateo Bridge)	NCR, IV-A	1.30	1,301,680		73,680	429,800	491,200	307,000
(9) Upper Marikina River (San Mateo Bridge to Rodriguez Bridge)	NCR, IV-A	1.67	1,670,560		94,560	551,600	630,400	394,000
(10) San Juan River Improvement Project	NCR	4.00	4,000,000		73,460	220,380	1,285,550	2,420,610
2 Existing key flood management and drainage systems in Metro Manila, Rizal & Laguna		15.88						
(11) Laguna Lake, Dykes and Pumping Station (Metro Manila, Rizal, Laguna)	NCR, IV-A	11.50	11,500,000	210,000	630,000	2,100,000	2,100,000	6,460,000
(12) Flood Control Dam Project (Rizal)	IV-A	4.38	4,380,000	90,000	270,000	1,533,000	1,752,000	735,000
II. Proposed Flood Management and Control Projects in Luzon		11.53						
River Bank Strengthening along Rivers in Central and Northern Luzon								
(1) Cagayan River Flood Control Project, Phase I-Urgent Bank Protection Work (Lower Cagayan River) (Part 2)	II	2.51	2,509,520	1,003,808	878,332	627,380		
(2) Agno & Allied Rivers Urgent Rehabilitation Projects, Phase III (Part 2)	I	2.72	2,718,936	951,628	1,087,574	679,734		
(3) Flood Control Measures in the Pinatubo Devastated Areas and Rehabilitation of School Buildings (Phase 2)	III	1.76	1,760,000	704,000	792,000	264,000		
(4) Tarlac River Overall Improvement Project (Phase 2)	III	2.68	2,682,400	938,840	1,072,960	670,600		
(5) Project for Storage of Construction Materials for Agno and Pampanga River Flood Mitigation Program*1	I, III	0.02	20,000	10,000	10,000			
(6) Detailed Design Study of the Proposed Agus River Flood Control in Infanta, Quezon*1	IV-A	0.01	10,000	5,000	5,000			
(7) Yaya/Basud/Quirangay (Legazpi City) Rivers Flood Control and Drainage Project*1	V	0.48	475,000	9,500	14,250	14,250	87,400	349,600
(8) Agos River Flood Control and Drainage Project *1	IV-B	0.68	680,000	20,400	20,400	127,840	95,880	415,480
(9) Amburayan Flood Control and Drainage Project*1	I, CAR	0.68	676,000	13,520	20,280	20,280	124,384	497,536
Total		43.85						

Source: DPWH, MMDA

Project Cost*1: Consulting services and civil works excluding ROW acquisition cost.

5 防災セクターローンを始めとする JICA 事業への教訓・提言

5.1 教訓

首都地域に於いて実施されてきた日本の ODA による洪水防御・排水対策事業は、台風オンドイによる首都地域の洪水防御及び洪水被害の軽減に大いに効果があったと云える。仮にマンガハン洪水放水路が施工されてなかったら、パシグ川の洪水氾濫によりマニラ首都圏は壊滅的な洪水被害を受け、また、首都圏中心地域、KAMANAVA 地域、西マンガハン地域の洪水防御・排水対策施設の整備がなかったら、浸水は長期化したと考えられ、日本の ODA による構造物対策は首都地域の洪水被害を防御した。その反面、マリキナ川中・上流は、洪水防御対策の遅れが明らかになり、マリキナ川の超過洪水対策に係る構造物対策と非構造物対策のニーズが高いことが明らかであり、防災セクターローンを始めとする既存 JICA 事業及び新規事業においては、下記の要素の検討も必要だろう：

(1) 首都地域の洪水防御・排水対策の推進

マニラ首都圏中心地域は、幸いパシグ川の洪水氾濫は免れているが、マリキナ川沿いは広い範囲にわたり洪水被害を受け、マリキナ川の洪水制御施設整備の遅れが顕在化している。マリキナ川は、今回の超過洪水及び今後の気候変動への適応を考慮すると、マリキナ川上流の洪水防御施設として洪水調節ダムや遊水地、マリキナ川沿いの氾濫源管理、ラグナ湖周辺地域の洪水防御施設として湖岸堤防や氾濫源管理が必要である。構造物対策は完成まで長期間が必要になるので、非構造物対策としてコミュニティ・ベースの洪水リスク軽減対策の推進が急がれる。

(2) 既存洪水防御・排水施設の機能維持

マニラ首都圏中心地域は、1970 年代から 15 排水機場を中心に洪水・排水施設が整備されてきた。しかし、多くの排水機場は、ポンプ施設の老朽化が進み、リハビリの時期にあり、また、多くの幹線排水路がゴミ・土砂の堆積により排水機能が低下している。マニラ首都圏中心地域にとって、既存洪水防御・排水施設の機能回復・機能維持は極めて重要である。

(3) 河川管理・洪水氾濫源管理の導入と河川・洪水管理体制の一元化

首都地域の洪水リスク管理は、DPWH、MMDA、LLDA、DENR、LGUs 等多数の機関が関与しており、地域的に、機能的に細分化されている。首都地域の洪水リスク管理を進めるには、パシグ-マリキナ川及びラグナ湖の流域単位の洪水リスク管理が必要であり、洪水防御に係る計画・実施・管理の一元化と、同時に、流域管理、河川管理及び氾濫源管理の導入の必要性を示唆している。

(4) 洪水リスクの軽減を図る非構造物対策に対する支援の早期実施

コミュニティ・レベルの実効性の高い洪水リスク管理計画策定・実施に係る支援が必要であ

る。今回の洪水リスクマップを基本に、洪水リスクが高い地方自治体、バランガイレベルの洪水リスク管理（洪水予防、洪水予警報・避難システム構築）及び住民教育に対する支援の必要性を示唆している。

(5) 首都地域の洪水災害リスク管理の改善

首都地域の洪水災害リスク軽減の実効性を高めるには、首都地域に於いて、今回の洪水リスクマップを基に、洪水リスクの高い地方自治体からパイロット自治体を選定し、パイロット・プロジェクトの実施が必要である。首都地域の各自治体は洪水リスク管理を含む防災計画の策定と実施が義務付けられているが、実効性の高い計画策定には技術・資金の支援が必要である。パイロット自治体は ①マリキナ川、②西マンガハン地域及び ③マニラ首都圏中心地域の洪水リスク地域から選定する。

5.2 提言

首都地域及び北部・中部ルソンに於いて洪水防御及び洪水リスクの軽減に必要な構造物対策・非構造物対策について以下に提案する：

(1) 災害復旧、復興及びプロジェクトの実施：

実施中のプロジェクトの早期完成、JICA で実施したプロジェクトのリハビリ及び JICA 提案プロジェクトの実施：

- 1) 実施中のパング-マリキナ川河道改修プロジェクトの早期完成：
 - マリキナ川上流: 施工ステージ 2 (ナピンダン HCS～ロザリオ堰)
 - マリキナ川上流: 施工ステージ 3 (ロザリオ堰～マリキナ橋)
- 2) 過去の実施したマニラ首都圏及び周辺地域の主要洪水制御・排水システムの復旧・強化
- 3) 提案の北部・中部ルソンの洪水防御プロジェクト
- 4) 過去に実施したマニラ首都圏の洪水予警報システムのために EFCOS の復旧

(2) 技術協力による調査の実施

- 1) マリキナ川上流及びラグナ湖地域の洪水防御計画；

(3) 技術協力による首都地域のパイロット・プロジェクト・非構造物対策の実施

- 1) マニラ首都圏及び周辺地域の河川管理及び洪水災害リスク管理の実施機関の改善の支援；
- 2) パイロット自治体の洪水災害リスク管理計画の作成、含む基本ツールの整備とコミュニティ・ベースの洪水予警報・避難システムの確立の支援；
- 3) 洪水災害リスク管理に係る住民意識の高揚を図る情報・宣伝・啓発活動の推進の支援；