

独立行政法人 国際協力機構（JICA）

フィリピン国
マニラ首都圏及び周辺地域における
水資源開発計画に係る基礎情報収集調査
（水収支解析等）

ファイナル・レポート
（パッシグ-マリキナ川降雨解析）

平成25年3月
（2013年）

日本工営株式会社
国立大学法人 東京大学

環境
JR
13-058

独立行政法人 国際協力機構（JICA）

フィリピン国
マニラ首都圏及び周辺地域における
水資源開発計画に係る基礎情報収集調査
（水収支解析等）

ファイナル・レポート
（パッシグ-マリキナ川降雨解析）

平成25年3月
（2013年）

日本工営株式会社
国立大学法人 東京大学

フィリピン国
マニラ首都圏及び周辺地域における
水資源開発計画に係る基礎情報収集調査
(水収支解析等)

ファイナルレポート
(パッシング-マリキナ川降雨解析)

目次

本文目次
表リスト
図リスト
Annex リスト
略語集

本文目次

第1章	序論	1-1
1.1	調査の背景	1-1
1.2	調査の目的	1-1
1.3	調査対象地域	1-1
1.4	パッシング-マリキナ川流域と降雨	1-1
第2章	パッシング-マリキナ川河川改修事業関連資料の分析	2-1
2.1	概要	2-1
2.2	降雨解析	2-1
2.2.1	パッシング-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査	2-1
2.2.2	世銀調査 Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas	2-3
2.2.3	降雨解析：相違点の整理	2-5
2.3	洪水流出解析及び計画流量配分	2-7
2.3.1	パッシング-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査	2-7
2.3.2	世銀調査 Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas	2-12
2.3.3	洪水流出解析及び計画流量配分：相違点の整理	2-18
第3章	計画降雨の検討	3-1
3.1	検討方針	3-1
3.2	流域及び周辺地域の気象水文観測	3-1
3.2.1	資料収集	3-1
3.2.2	資料の整理とチェック	3-4
3.3	基本事項の設定	3-5

3.3.1	治水基準点の設定.....	3-5
3.3.2	流域界の設定.....	3-5
3.4	降雨継続時間の検討.....	3-6
3.4.1	洪水到達時間.....	3-6
3.4.2	実績降雨の継続時間.....	3-8
3.4.3	雨量・水位相関.....	3-9
3.4.4	計画降雨継続時間.....	3-10
3.5	流域平均雨量の推定.....	3-10
3.6	水文統計解析の前提条件の確認.....	3-12
3.6.1	母集団の同一性.....	3-12
3.6.2	年最大流域平均雨量.....	3-13
3.6.3	年最大雨量の成因.....	3-13
3.6.4	母集団の違いの検定.....	3-14
3.7	成因別の年最大流域平均雨量と確率降雨.....	3-15
3.7.1	降雨成因による標本の分類.....	3-15
3.7.2	確率降雨量の検討.....	3-16
3.8	降雨波形群の検討.....	3-20
第4章	計画降雨に対する気候変動の影響検討	4-1
4.1	GCMによる降雨の予測.....	4-1
4.2	実測降雨の傾向と予測.....	4-1
4.3	流域平均雨量に対する影響.....	4-1
第5章	結論と勧告	5-1

表リスト

表 2.1	Port Area 観測所の継続時間別確率降雨強度（協力準備調査）.....	2-1
表 2.2	Port Area 観測所の確率降雨強度（協力準備調査）.....	2-2
表 2.3	流域平均確率2日雨量の算定（協力準備調査）.....	2-2
表 2.4	Port Area 観測所の降雨強度式.....	2-2
表 2.5	計画降雨波形の概要（世銀調査）.....	2-4
表 2.6	台風オンドイの実績降雨波形に対する引き伸ばし率.....	2-4
表 2.7	降雨解析：協力準備調査と世銀調査との検討内容の比較.....	2-6
表 2.8	台風オンドイによる実績2日雨量の試算.....	2-7
表 2.9	台風オンドイ型3支流流域の流域平均確率2日雨量（本調査による試算）.....	2-7
表 2.10	Sto. Nino 観測所にける洪水流量の毎年最大値（協力準備調査）.....	2-8
表 2.11	Sto. Nino 観測所における確率洪水流量（協力準備調査）.....	2-8
表 2.12	計画降雨に基づく確率洪水流量の推定（協力準備調査）.....	2-9
表 2.13	氾濫解析モデル（協力準備調査）.....	2-11
表 2.14	台風オンドイによる洪水による氾濫面積の推定（協力準備調査）.....	2-12
表 2.15	Sto. Nino 観測所における洪水流量の毎年最大値（世銀調査）.....	2-13
表 2.16	解析対象洪水及び推算対象洪水（世銀調査）.....	2-14
表 2.17	台風オンドイによる洪水の再現計算結果（世銀調査）.....	2-14
表 2.18	100年確率洪水に対する対策（世銀調査）.....	2-17

表 2.19	洪水流出解析及び氾濫解析：協力準備調査と世銀調査との検討内容の比較	2-19
表 3.1	その他の日・時間雨量資料	3-2
表 3.2	主要雨量観測所の確率降雨強度	3-2
表 3.3	洪水レポート一覧	3-4
表 3.4	観測データを用いた洪水到達時間の算定結果	3-7
表 3.5	Kraven 式に用いる流速	3-7
表 3.6	流下時間の算定結果	3-8
表 3.7	水位と降雨の順位	3-10
表 3.8	年最大流域平均日雨量	3-13
表 3.9	成因別年最大流域平均日雨量	3-14
表 3.10	母集団別のパラメータ	3-14
表 3.11	検討対象とする確率分布モデル	3-16
表 3.12	確率降雨量の算定結果（1日雨量）	3-17
表 3.13	確率降雨量の算定結果（2日雨量）	3-18
表 3.14	時間分布と地域分布の設定法	3-19
表 3.15	引き延ばしに用いる降雨イベント	3-20
表 4.1	ポートエリアにおける年最大日雨量(1981-2000年)	4-2
表 4.2	ポートエリアにおける年最大日雨量の予測値(2046-2065年)	4-2
表 4.3	年最大日雨量の5年平均値	4-3
表 5.1	既往洪水時流量の例（Sto. Nino 地点）	5-1
表 5.2	確率降雨量の算定結果	5-2

図リスト

図 1.1	調査対象地域	1-2
図 2.1	計画降雨波形（協力準備調査）	2-3
図 2.2	流域平均確率2日雨量（世銀調査）	2-3
図 2.3	計画降雨波形の例（世銀調査）	2-5
図 2.4	洪水流出モデルの適用（協力準備調査）	2-8
図 2.5	パッシング-マリキナ川河川改修事業の計画流量配分（30年確率）	2-9
図 2.6	計画流量配分の試算結果（協力準備調査）	2-10
図 2.7	台風オンドイによる洪水の再現計算：洪水ピーク流量の推定（協力準備調査）	2-11
図 2.8	台風オンドイによる洪水の再現計算：ケーススタディー（協力準備調査）	2-12
図 2.9	Sto. Nino の水位-流量曲線	2-12
図 2.10	洪水流出解析モデルのイメージ（世銀調査）	2-13
図 2.11	台風オンドイによる洪水の再現計算：洪水ピーク流量の推定（世銀調査）	2-15
図 2.12	計画降雨に基づく確率洪水流量の推定（世銀調査）	2-16
図 2.13	100年確率洪水に対する流量配分（世銀調査）	2-18
図 3.1	パッシング-マリキナ川流域図	3-6
図 3.2	パッシング-マリキナ川縦断図	3-8
図 3.3	総雨量 100mm 以上の豪雨イベントの継続時間	3-9
図 3.4	雨量・水位相関図	3-9
図 3.5	単純平均法とティーセン法の比較	3-11
図 3.6	確率降雨量の算定結果（台風性降雨）	3-18

図 3.7	確率降雨量の算定結果（モンスーン性及びその他降雨）	3-19
図 3.8	検討対象降雨波形群（1/3）-（3/3）	3-21
図 3.9	パッシング-マリキナ川流域分割と時間雨量観測所位置図	3-23
図 4.1	年最大雨量 5 年平均の散布図（ポートエリア）	4-3

Annex リスト

Annex T 3.1	日雨量資料一覧	A-1
Annex T 3.2	時間雨量資料一覧	A-2
Annex T 3.3	2012 年 8 月時間降雨資料（1/4）-（4/4）	A-3
Annex T 3.4	時間水位資料一覧	A-7
Annex T 3.5	1993-2000 年の洪水被害記録	A-8
Annex T 3.6	2000-2009 年のマニラ首都圏における洪水被害記録	A-9
Annex T 3.7	Sto. Nino 地点の年最大水位記録	A-10
Annex T 3.8	降雨資料の整備状況	A-11
Annex T 3.9	時間雨量資料より抽出した豪雨資料	A-12
Annex T 3.10	データチェックの結果	A-13
Annex T 3.11	時間雨量資料より抽出した豪雨資料の特性値（1/3）-（3/3）	A-14
Annex T 3.12	雨量水位相関（1/2）-（2/2）	A-17
Annex T 3.13	単純平均法とティーセン法の比較（1/2）-（2/2）	A-19
Annex T 3.14	単純平均法と IDW 法による流域平均雨量	A-21
Annex T 3.15	雨量相関分析（1/2）-（2/2）	A-22
Annex T 3.16	直線回帰による流域平均雨量	A-24
Annex T 3.17	年最大流域平均雨量	A-25
Annex T 3.18	降雨成因（1/4）-（4/4）	A-26
Annex T 3.19	降雨成因を考慮した年最大流域平均雨量	A-30
Annex T 3.20	降雨成因を考慮した確率雨量（1/4）-（4/4）	A-31
Annex T 3.21	Thiessen 係数（1/2）-（2/2）	A-35
Annex F 3.1	収集した地形図の図葉情報	A-37
Annex F 3.2	台風資料の例	A-38
Annex F 3.3	EFCOS 洪水レポートの例（1/3）-（3/3）	A-39
Annex F 3.4	降雨観測所位置図	A-42
Annex F 3.5	時間水位上位 10 洪水のハイドロ・ハイトグラフ（1/2）-（2/2）	A-43
Annex F 3.6	検討対象河道と流入域	A-45
Annex F 3.7	ティーセン分割図（1/2）-（2/2）	A-46
Annex F 3.8	IDW 法による流域平均雨量（1/3）-（3/3）	A-48
Annex F 3.9	日雨量散布図（1/4）-（4/4）	A-51
Annex F 3.10	降雨成因の判定例	A-55
Annex F 3.11	確率降雨量の算定結果（1/4）-（4/4）	A-56

略語集

BMR	Basin Mean Rainfall 流域平均雨量
BRS	Bureau of Research and Standards 研究規格局
DEM	Digital Elevation Model 数値標高モデル
DOST	Department of Science and Technology 科学技術庁
DPWH	Department of Public Works and Highways 公共事業道路省
EFCOS	Effective Flood Control and Operation System 早期避難警報システム
GCM	General Circulation Model 全球気候モデル
GEV	Generalized Extreme Value Distribution 一般化極値分布
H-Q	Water Level – Discharge 水位－流量
IDW	Inverse Distance Weighted 逆距離加重法
JICA	Japan International Cooperation Agency 国際協力機構
LLDA	Laguna Lake Development Authority ラグナ湖開発庁
MCGS	Marikina Control Gate Structure マリキナ洪水調節堰
MM	Metropolitan Manila マニラ首都圏
MMDA	Metropolitan Manila Development Authority マニラ首都圏開発庁
MMHWL	The Mean of The Monthly Highest Water Level 平均月最高水位
MWSS	Metropolitan Waterworks and Sewerage System マニラ首都圏上下水道公社
NAIA	Ninoy Aquino International Airport ニノイアキノ国際空港
NAMRIA	National Mapping and Resource Information Authority 国土地理資源情報庁
NASA	National Aeronautics and Space Administration 米国航空宇宙局
NHCS	Napindan Hydraulic Control Structure ナピンダン流況調節施設
NPC	National Power Corporation 国家電力公社
NTMS	National Topographic Map Series 地形図
PAGASA	Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration フィリピン気象天文庁
PMO-MFCP	Project Management Office - Major Flood Control Projects プロジェクト管理事務所－洪水対策プロジェクト
PRBFFWC	Pampanga River Basin Flood Forecasting and Warning Center パンパンガ川洪水予警報センター
RIDF	Rainfall Intensity – Duration Frequency 確率降雨強度

SCS	Soil Conservation Service, United States アメリカ合衆国土壌保全局
SLSC	Standard Least Square Criterion 標準最小二乗規準
Sqrt-Et	Square-Root Exponential Type Distribution 平方根指数型分布
SRTM-3	Shuttle Radar Topography Mission - 3 Seconds スペースシャトル地形データ
STDV	Standard Deviation 標準偏差
UPLB	University of the Philippines at Los Barios フィリピン大学ロスバリオス校
WB	The World Bank 世界銀行
WL	Water Level 水位
1D-HD Model	1 Dimensional Hydro Dynamic Model 1次元不定流モデル
2D-HD Model	2 Dimensional Hydro Dynamic Model 2次元不定流モデル

第1章 序論

1.1 調査の背景

フィリピン国マニラ首都圏および周辺地域における水資源開発計画に係る基礎情報収集調査は、気候変動を考慮してパッシング-マリキナ川流域を含む調査対象地域内に計画された水資源開発プロジェクトの効果を評価する目的で2012年2月に開始された。2012年8月1日に開催された第2回 Steering Committee 会議において、フィリピン政府側より、これまでパッシング-マリキナ川の治水のための施設として考えられてきたマリキナダム（計画中）の容量の一部を利水に利用したい旨の提言がなされた。ダムの治水容量の利水への転用は治水計画に影響を及ぼす可能性があるため、パッシング-マリキナ川の治水についても検討する必要性が生じ、2012年11月に元契約を変更して調査を実施することとなった。

1.2 調査の目的

本調査は治水調査のうち降雨解析を実施するもので、以下三つの業務を行う事を目的とする。

- 1) パッシング-マリキナ川の治水に関する既存調査の比較を行い、相違点について分析する。既存調査としては「パッシング-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査」（JICA 2010-2011）および「Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas」（世銀 2011-2012）を対象とする。
- 2) パッシング-マリキナ川流域の治水のための降雨解析
- 3) パッシング-マリキナ川流域の降雨に対する気候変動の影響評価

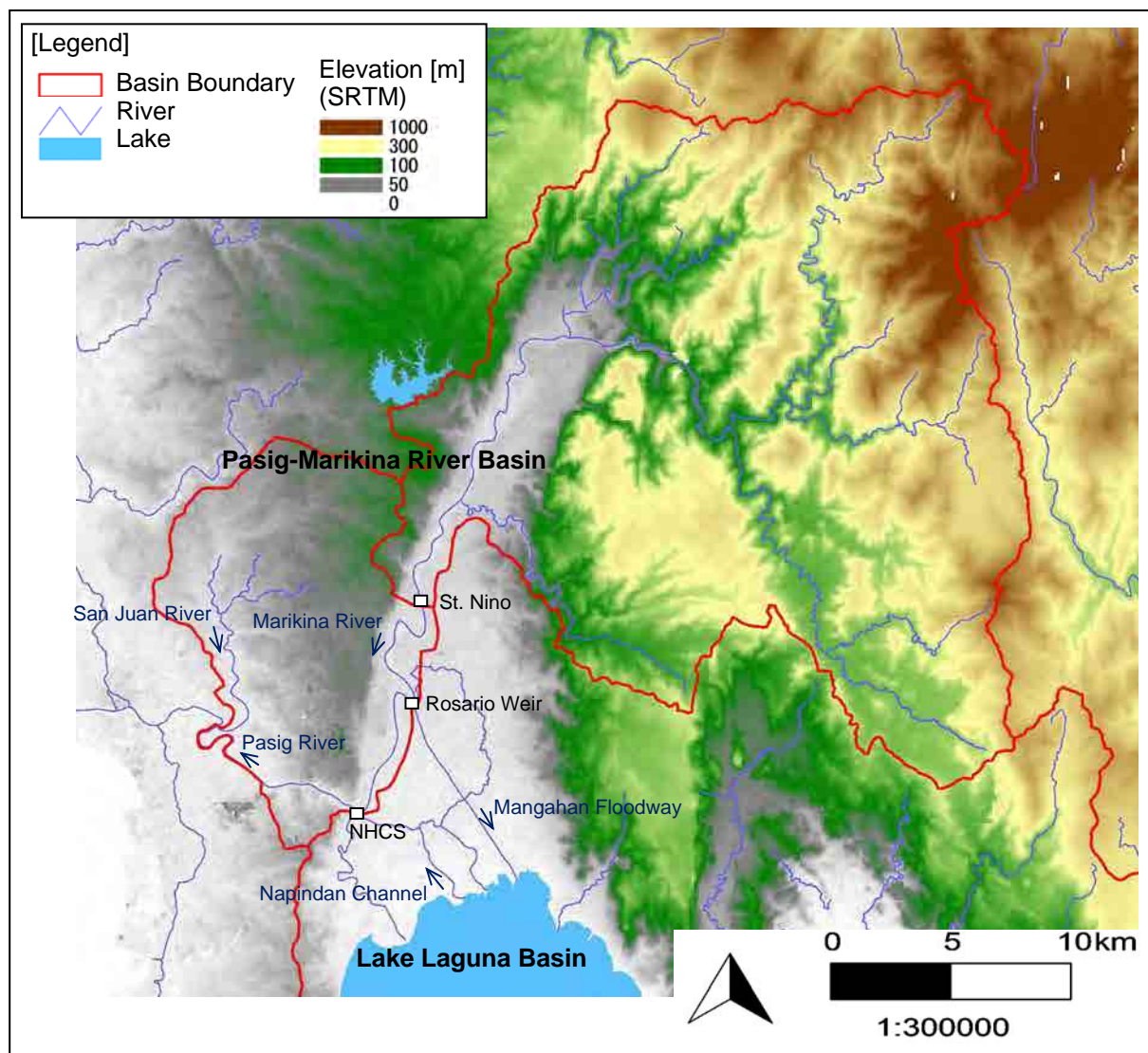
1.3 調査対象地域

本調査はパッシング-マリキナ川を対象として実施した。調査範囲を図 1.1 に示す。

1.4 パッシング-マリキナ川流域と降雨

マリキナ川はルソン島の中央部、シエラマドレ山地の標高 1400 m の西斜面を水源とし、蛇行しながら 30 km ほど南西に流れたのち、その方向を大きく転換して約 20 km 西北西にすすむ。そこで南西にのびるマリキナ溪谷にはいり、約 40 km 溪谷に沿って流れ、ラグナ湖の北 5 km の地点で北西に向きを変え、パッシング川と合流したのち、マニラ湾に注ぐ。溪谷の幅は約 5 km で標高は上流部で 50 m、下流ラグナ湖の近辺では 20 m 以下となる。溪谷の後半部分では流域界が迫り、流域の幅は 3 km 以下となる。総流域面積は約 640km² で、マニラ首都圏の一部が含まれる。流域の下流部、面積にして約 20% は平坦な沖積平野である。下流部のマニラ首都圏は無論のこと、山地部に至るまで高度に土地利用が進んでいて、その治水は古くから政府の重要な政策となっている。洪水監視を主目的として溪谷の中間、流域が狭くなった 2 km ほど下流に水位観測所 Sto. Nino が EFCOS により開設されている。

流域の中心はほぼ北緯 14.5 度、東経 121 度に位置し、年平均気温 26°C で、熱帯地方に属する。気候は 5 月から 10 月までの雨季とそれ以外の乾季に大きく分けられよう。雨季は南西モンスーン、乾季は北東モンスーンを基本的な要因としてもたらされるが、雨季に集中して襲来する熱帯低気圧や、6 月末から 7 月初めと 8 月後半から 9 月前半の時期にこの地域を通過する熱帯収束帯も南西モンスーンと重なり、気候の特性を形作っている。



出典：JICA 調査団

図 1.1 調査対象地域

パシグ-マリキナ川の年平均雨量は 2,600 mm でその 80% が雨季に集中する。降雨はモンスーンによる地形性、熱帯低気圧性（台風性）、前線性に加えて熱帯収束帯による対流性降雨を主な成因としている。成因によって降雨の強度、継続時間、時間分布、空間分布等が異なるが、前述のように複数の成因が重なる事も珍しくない。

モンスーン性の降雨は広域・長時間にわたることが多い。2012 年 8 月 6 日に始まった豪雨は 7 日をピークとし、8 日まで継続した。7 日のセントニーニョ上流域の推定平均雨量は 271.7mm でモンスーンとしては既往最大である。一方、台風性降雨の既往最大は 2009 年 9 月 26 日にこの地域を襲った台風 Ketsana (PAGASA の命名によると Ondoy) によってもたらされた豪雨で 290.8mm と推定されている。前線性、熱帯収束帯による対流性降雨については、これらの成因を峻別し、特定するだけの情報は得られなかった。

第2章 パシグ-マリキナ川河川改修事業関連資料の分析

2.1 概要

パシグ-マリキナ川流域の洪水対策について、JICAは2010～2011年に「パシグ-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査」を実施した。同調査では河川改修の事業計画策定にあたり、既往調査で検討された計画洪水流量の検証が行われた。

一方、世銀は2011～2012年に「Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas」の調査を実施した。同調査ではパシグ-マリキナ川流域、ラグナ湖流域及びマニラ首都圏の中小河川流域を対象とした洪水対策計画が策定された。計画立案にあたり降雨解析、洪水流出解析、氾濫解析が行われた。

「パシグ-マリキナ川河川改修事業」は、1990年に策定された洪水対策マスタープランに基づいて2000年代初めから工事が開始され、現在も継続中である。一方、世銀調査では、2009年9月に発生した台風オンドイによる洪水に係る新たな検討結果が計画に盛り込まれている。

本調査ではパシグ-マリキナ川流域に係る降雨解析業務の実施にあたり、協力準備調査による検討内容と世銀調査による検討内容との相違点について整理する。

2.2 降雨解析

2.2.1 パシグ-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査

計画降雨はPort Areaの観測データ（1903年～現在）に基づいて検討されている。表2.1は協力準備調査で作成された継続時間別確率降雨強度である。

表2.1 Port Area 観測所の継続時間別確率降雨強度（協力準備調査）

Return Period (years)	Rainfall Intensity							
	(mm/hour)						(mm/day)	
	5 min.	10 min.	20 min.	30 min.	60 min.	120 min.	1 day	2 days
30	255.1	207.1	160.7	135.3	92.8	68.2	311.0	239.2
100	298.5	243.7	188.7	159.1	108.9	80.4	377.0	293.3

出典：パシグ-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査、ファイナルレポート（JICA/DPWH、2011）

協力準備調査では、確率降雨強度（1日及び2日）について、既往の調査結果と協力準備調査による見直し結果を示している。既往の調査はDetailed Engineering Design of Pasig-Marikina River Channel Improvement Project（DPWH、2002：以下2002年調査）であり、当時の確率雨量は1999年までのデータに基づいて推定された。一方、協力準備調査では2009年までのデータに基づいて確率雨量が推定された。2002年調査及び協力準備調査による推定値は、表2.2に示すとおりである。

表 2.2 Port Area 観測所の確率降雨強度（協力準備調査）

Return Period (years)	Rainfall Intensity (mm/day)			
	2002 Study		2011 Study	
	1 day	2 days	1 day	2 days
30	315.9	244.5	311.0	239.2
100	383.8	300.7	377.0	293.3

注： 2002 Study - Detailed Engineering Design of Pasig-Marikina River Channel Improvement Project
2011 Study - パッシング-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査

出典： パッシング-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査、ファイナルレポート（JICA/DPWH、2011）

マニラ洪水対策計画調査最終報告書（JICA/DPWH、1990）では、既往の主な洪水イベントについて時間雨量の累加曲線による検討を行った結果、洪水の要因となる降雨の継続時間が概ね最大で 48 時間であることから、計画降雨継続時間は 2 日と設定された。

パッシング-マリキナ川河川改修事業では、上記の検討結果が踏襲され、計画降雨として確率 2 日雨量が採用されている。表 2.2 の確率降雨強度より、協力準備調査による確率 2 日雨量は、30 年確率で 478.4 mm、100 年確率で 586.6 mm となる。これらは Port Area 観測所における地点雨量であることから、協力準備調査では地点雨量を降雨調整係数（2002 年調査で設定）により流域平均雨量に変換している。表 2.3 に示すとおり流域平均確率 2 日雨量は、30 年確率で 392.3 mm、100 年確率で 445.8 mm となる。

表 2.3 流域平均確率 2 日雨量の算定（協力準備調査）

Return Period (years)	Port Area (mm)	Adjustment Factor	Basin Mean (mm)
30	478.4	0.82	392.3
100	586.6	0.76	445.8

出典： パッシング-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査、ファイナルレポート（JICA/DPWH、2011）

協力準備調査では 2002 年調査と同様に、確率降雨の時間分布として中央集中型モデル降雨波形を採用している。中央集中型モデル降雨波形は、Port Area 観測所の継続時間別確率降雨強度から作成した表 2.4 に示す君島型の降雨強度式に基づいて作成されている。確率 2 日雨量に中央集中型モデル降雨波形による時間分布を適用することで、図 2.1 に示す計画降雨波形が作成される。

表 2.4 Port Area 観測所の降雨強度式

Duration upto 120 min.

Probability	a	b	n
1/30	1860.6	4.41	0.66
1/100	2193.8	4.45	0.66

Rainfall Intensity
Kimijima Type Equation

$$r = a / (t^n + b)$$

where,

r: Rainfall Intensity (mm/hour)

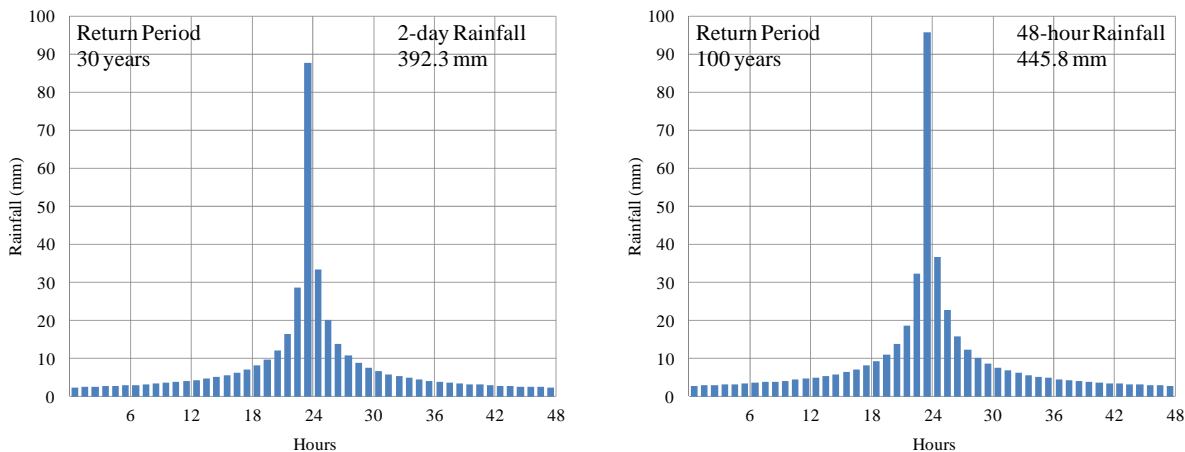
t: Duration (minutes)

a, b, c: Constants

Duration over 120 min.

Probability	a	b	n
1/30	3694.9	18.25	0.75
1/100	4185.7	17.77	0.74

出典： パッシング-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査、ファイナルレポート（JICA/DPWH、2011）



出典： パッシング-マリキナ川河川改修事業（Ⅲ）協力準備調査、ファイナルレポート（JICA/DPWH、2011）の記載に基づき JICA 調査団が作成

図 2.1 計画降雨波形（協力準備調査）

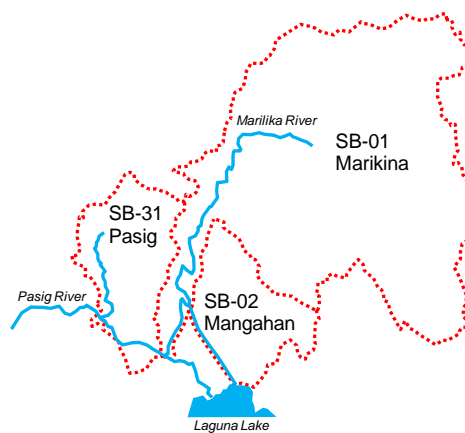
2.2.2 世銀調査 Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas

世銀調査では、EFCOS による 1994 年以降の洪水イベント（2009 年の台風オンドイによる洪水を含む）について時間雨量の累加曲線による検討を行い、洪水の要因となる降雨の継続時間が概ね最大で 48 時間であることが示されている。

したがい、既往調査と同様に、世銀調査においても計画降雨として確率 2 日雨量が採用されている。確率 2 日雨量は図 2.2 に示す支流域（Sub-basin）ごとの流域平均雨量として算定されている。流域平均雨量は流域内及び周辺の降雨観測所のデータ（1976～2010：35 年間）を用いて、逆距離加重法（Inverse Distance Weight: IDW）により推定されている。

Probable Basin Mean 2-day Rainfall

Sub-basin	Return Period 30 years	Return Period 100 years
SB-01	367	438
SB-02	366	441
SB-31	382	458
Whole Basin	367	439



出典： Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas, Final Draft Master Plan Report (World Bank, March 2012)

図 2.2 流域平均確率 2 日雨量（世銀調査）

世銀調査では、計画降雨として表 2.5 に示す二つの降雨波形を作成している。

表 2.5 計画降雨波形の概要（世銀調査）

Design Storm	Type-I : Tropical Storm Ondoy Pattern	Type-II: Center-concentrated Pattern
Target Flood	Flash Flood in Pasig-Marikina River Area	
Total Volume of Design Storm	Probable Basin Averaged 2-day Rainfall	
Distribution in Time	Ondoy Pattern (each rainfall-runoff catchment)	Center-concentrated Pattern
Distribution in Space	Uniform in Each Rainfall-Runoff Catchment	Uniform in Each Sub-basin

出典： Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas, Final Draft Master Plan Report (World Bank, March 2012)

タイプ 1： 台風オンドイ型

台風オンドイによる 2009 年 9 月 25～26 日の時間雨量は EFCOS により観測された。世銀調査では EFCOS の観測データに基づき、ティーセン法及び IDW 法による補正により、3 つの支流をそれぞれさらに分割した計 34 の分割流域（rainfall-runoff catchment）ごとに時間雨量波形を推定している。

世銀報告書の記述より、計画降雨は上述の分割流域ごとの時間雨量波形に対し、引き伸ばし率（= 確率 2 日雨量 / 実績 2 日雨量）を掛けることで算定される。

表 2.6 に示すとおり、引き伸ばし率は支流流域ごとに設定されている。

表 2.6 台風オンドイの実績降雨波形に対する引き伸ばし率

Sub-basin	Return Period 30 years	Return Period 100 years
SB-01	0.906	1.082
SB-02	0.918	1.105
SB-31	0.854	1.024

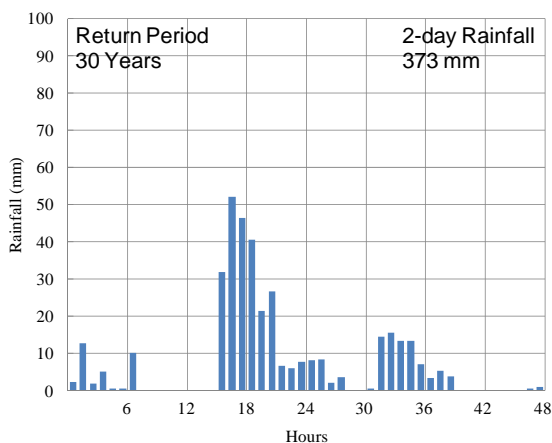
出典： Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas, Final Draft Master Plan Report (World Bank, March 2012)

タイプ 2： 中央集中型

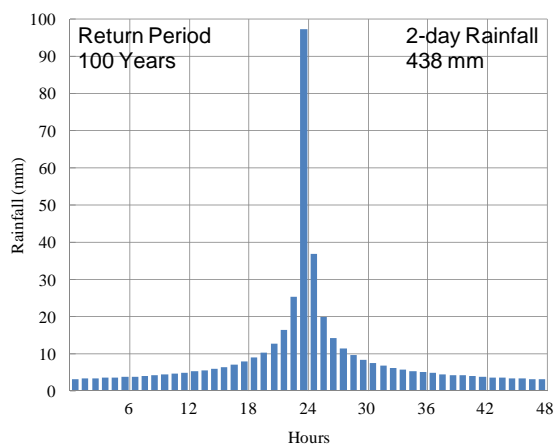
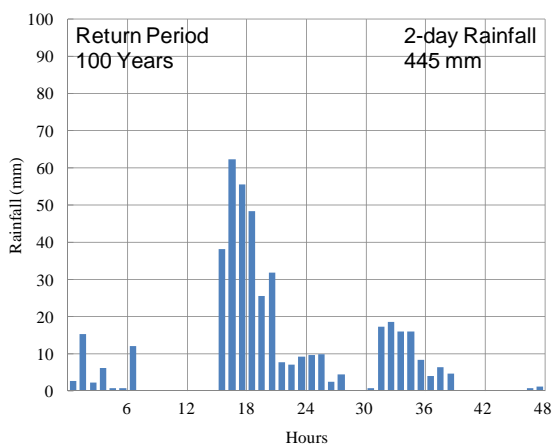
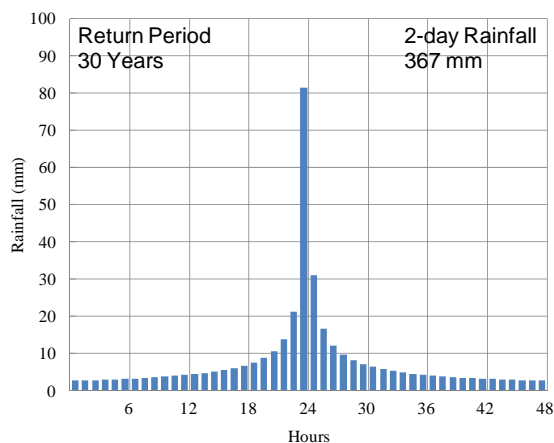
The Study on Comprehensive Flood Mitigation for Cavite Lowland Area (JICA/DPWH, 2007)において、Port Area 観測所の確率降雨強度式に基づいた中央集中型のモデル降雨波形が作成されている。世銀調査では同モデル降雨波形を用いて、毎時間雨量を 2 日雨量に対するパーセンテージで表している。すなわち、モデル降雨波形の毎時間雨量を、(毎時間雨量) / (2 日雨量) としてパーセンテージ表記にしている。これに支流流域ごとの確率 2 日雨量を掛けることで計画降雨波形が算定される。

以上の手法に基づいて算定されるタイプ 1 及びタイプ 2 の計画降雨波形の例を図 2.3 に示す。

タイプ 1： 台風オンドイ型
(支流 SB-01 上流の分割流域 M-1)



タイプ 2： 中央集中型
(支流 SB-01)



出典： Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas, Final Draft Master Plan Report (World Bank, March 2012)の記載に基づき JICA 調査団が作成

図 2.3 計画降雨波形の例（世銀調査）

2.2.3 降雨解析：相違点の整理

計画降雨について協力準備調査と世銀調査との検討内容の比較を表 2.7 に示す。協力準備調査による降雨解析手法は、従前計画（2002 年調査）による手法を踏襲したものである。一方、世銀調査では、タイプ 1：台風オンドイ型の実績時間雨量に基づく降雨波形を採用して、分割流域ごとに計画降雨波形を設定することにより、計画降雨に空間的な降雨分布が反映されている。

表 2.7 降雨解析：協力準備調査と世銀調査との検討内容の比較

	協力準備調査	世銀調査																														
計画降雨波形	中央集中型 ● Port Area 観測所の継続時間別確率降雨強度に基づく降雨波形	タイプ 1：台風オンドイ型 ● 実績時間雨量に基づく降雨波形 タイプ 2：中央集中型 ● Port Area 観測所の継続時間別確率降雨強度に基づく降雨波形																														
流域平均雨量の算定	Port Area 観測所の雨量×降雨調整係数 ● 全流域で一様として算定	タイプ 1：台風オンドイ型 ● ティーセン法及び IDW 法による補正 ● 34 分割流域についてそれぞれ算定 タイプ 2：中央集中型 ● IDW 法 ● 3 支流流域についてそれぞれ算定																														
流域平均確率 2 日雨量	全流域 ● 30 年確率 392.3 mm ● 100 年確率 445.8 mm	タイプ 1：台風オンドイ型 ● 実績 2 日雨量×引き伸ばし率 ● 34 分割流域についてそれぞれ算定 ● 3 支流流域の流域平均雨量（本調査による試算） <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">確率年</th> <th colspan="3">確率 2 日雨量</th> </tr> <tr> <th>SB-01</th> <th>SB-02</th> <th>SB-31</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td> <td>368</td> <td>369</td> <td>390</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>439</td> <td>444</td> <td>468</td> </tr> </tbody> </table> タイプ 2：中央集中型 ● 3 支流流域についてそれぞれ算定 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">確率年</th> <th colspan="3">確率 2 日雨量</th> </tr> <tr> <th>SB-01</th> <th>SB-02</th> <th>SB-31</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td> <td>367</td> <td>366</td> <td>382</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>438</td> <td>441</td> <td>458</td> </tr> </tbody> </table>	確率年	確率 2 日雨量			SB-01	SB-02	SB-31	30	368	369	390	100	439	444	468	確率年	確率 2 日雨量			SB-01	SB-02	SB-31	30	367	366	382	100	438	441	458
確率年	確率 2 日雨量																															
	SB-01	SB-02	SB-31																													
30	368	369	390																													
100	439	444	468																													
確率年	確率 2 日雨量																															
	SB-01	SB-02	SB-31																													
30	367	366	382																													
100	438	441	458																													

出典： JICA 調査団

台風オンドイについて、世銀調査報告書に記載される 34 の分割流域ごとの流域平均雨量を用いて、3 支流流域の流域平均 2 日雨量を試算した結果を表 2.8 に示す。3 支流流域の流域平均 2 日雨量は SB-01：マリキナ川流域で 406 mm、SB-02：マンガハン放水路右岸流域で 402 mm、SB-31：パッシング川及びサン・ホアン川流域で 457 mm となる。これらの流域平均 2 日雨量に前述の表 2.6 に記載した引き伸ばし率を適用すると、確率 2 日雨量は表 2.9 のとおりとなる。

上記と協力準備調査による流域平均 2 日雨量を比較すると、3 支流流域の 30 年確率雨量は協力準備調査による推定値（392.3 mm）をいずれも下回っている。また、3 支流流域の 100 年確率雨量は協力準備調査による推定値（445.8 mm）に対して、SB-01 では減少、SB-02 ではほぼ同じ、SB-03 では増加している。

表 2.8 台風オンドイによる 3 支流域における実績 2 日雨量の試算

Sub-Basin: SB-01			Sub-Basin: SB-02			Sub-Basin: SB-31		
Rainfall-runoff Catchment	Area (km ²)	48-hour Rainfall (mm)	Rainfall-runoff Catchment	Area (km ²)	48-hour Rainfall (mm)	Rainfall-runoff Catchment	Area (km ²)	48-hour Rainfall (mm)
M-1	281.62	411	BU-1	3.79	411	P-1	8.77	377
M-2	97.54	391	BU-2	3.23	400	P-2	4.56	385
M-3	70.11	393	CA-1	2.25	386	P-3	0.59	387
M-4	54.40	421	CA-2	5.12	387	SJ-1	21.73	471
M-5	14.82	398	CA-3	6.93	397	SJ-2	10.30	460
M-6	7.76	438	CA-4	1.79	395	SJ-3	2.12	484
M-7	11.83	383	CA-5	7.22	408	SJ-4	9.49	526
			CA-6	3.57	401	SJ-5	7.01	450
			CA-7	24.44	410	SJ-6	13.14	498
			CA-8	3.96	401	SJ-7	4.55	466
			CA-9	3.04	395	SJ-8	12.9	445
			TA-1	6.32	403	SJ-9	3.43	424
			TA-2	4.51	397	SJ-10	3.97	405
			TA-3	4.41	389			
Sub-Basin	538.08	406	Sub-Basin	80.58	402	Sub-Basin	102.56	457

出典： Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas, Final Draft Master Plan Report (World Bank, March 2012)の記載に基づき JICA 調査団が作成

表 2.9 台風オンドイ型 3 支流域の流域平均確率 2 日雨量（本調査による試算）

支流域	30 年確率	100 年確率
SB-01：マリキナ川流域	368	439
SB-02：マンガハン放水路右岸流域	369	444
SB-31：パッシング川及びサン・ホアン川流域	390	468

出典： Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas, Final Draft Master Plan Report (World Bank, March 2012)の記載に基づき JICA 調査団が作成

2.3 洪水流出解析及び計画流量配分

2.3.1 パッシング-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査

(1) 確率洪水流量

パッシング-マリキナ川河川改修事業では、計画基準点である Sto. Nino 観測所の確率洪水流量を計画洪水流量としている。協力準備調査では、表 2.10 に示す Sto. Nino 観測所における洪水流量の毎年最大値に基づいて確率洪水流量を推定している。協力準備調査では、観測河川水位の毎年最大値を次式で与えられる水位－流量曲線（2002 年調査で作成）を用いて、洪水流量の毎年最大値に換算している。

$$Q = 32.03 \times (H-10.80)^2 \quad H < 17.0$$

$$Q = 17.49 \times (H-8.61)^2 \quad H > 17.0$$

ここに

Q: 流量 (m³/sec)

H: 水位 (EL m)

2009年の台風オンドイによる Sto. Nino 観測所の最大流量は 3,211 m³/sec（既往最大）と推定されている。Sto. Nino 観測所における確率洪水流量の推定につき、2002年調査と協力準備調査との比較を表 2.11 に示す。2002年調査と協力準備調査との間で確率洪水流量に目立った差異は生じていない。

表 2.10

Sto. Nino 観測所における洪水流量の毎年最大値
（協力準備調査）

Year	Recorded Water Level (EL. m)	Calculated Discharge (m ³ /sec)	Year	Recorded Water Level (EL. m)	Calculated Discharge (m ³ /sec)
1958	14.78	507	1978-85	N/A	
1959	N/A	2,072	1986	20.92	2,650
1960	18.06	1,562	1987-93	N/A	
1961	16.82	1,161	1994	16.33	980
1962	17.10	1,261	1995	18.40	1,676
1963	16.19	931	1996	16.08	893
1964	17.45	1,367	1997	17.16	1,279
1965	15.48	702	1998	18.41	1,680
1966	19.40	2,036	1999	18.30	1,642
1967	18.20	1,609	2000	19.02	1,895
1968	16.68	1,107	2001	16.31	972
1969	17.45	1,367	2002	17.94	1,523
1970	20.48	2,464	2003	17.76	1,464
1971	14.50	439	2004	19.08	1,917
1972	18.05	1,559	2005	16.03	876
1973	13.95	318	2006	16.37	993
1974	13.98	324	2007	16.90	1,192
1975	13.70	269	2008	16.74	1,130
1976	16.90	1,192	2009	22.16	3,211
1977	19.44	2,051			

出典： パッシング-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査、ファイナルレポート（JICA/DPWH、2011）

表 2.11

Sto. Nino 観測所における確率洪水流量（協力準備調査）

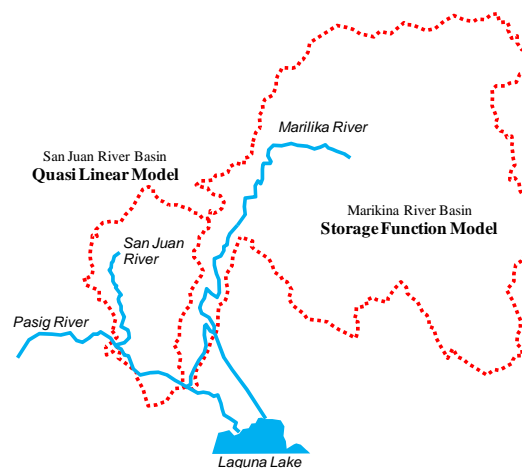
Return Period (years)	2002 D/D Study	011 Preparatory Study
2	1,350	1,250
5	1,870	1,820
10	2,210	2,200
20	2,550	2,750
30	2,740	2,770
50	2,980	3,030
100	3,310	3,390
No. of Sample	28	37

出典： パッシング-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査、ファイナルレポート（JICA/DPWH、2011）

(2) 洪水流出解析

パッシング-マリキナ川河川改修事業では、洪水流出モデルとして貯留関数法及び準線形貯留型モデルを採用している。貯留関数法は山地が多い流域での適合度がよいことから、ロザリオ堰から上流のマリキナ川流域に適用されている。準線形貯留型は開発が著しい流域での適用事例が多いことから、ロザリオ堰から下流のパッシング川流域及びサン・ホアン川流域に適用されている。

パッシング川河口付近の下流域については、流域勾配がフラットであり堤内地からの自然流入がないものと仮定し、内水域の氾濫水を排除するポンプ排水計画をモデルに含めている。



出典： パッシング-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査、ファイナルレポート（JICA/DPWH、2011）

図 2.4

洪水流出モデルの適用（協力準備調査）

協力準備調査では、パッシング-マリキナ川流域において十分な水文観測データが存在する 2004年8月の熱帯低気圧 Wennie と 2004年12月の台風 Yoyong の2洪水を用いて、洪水流出モデ

ルの妥当性が検証された。2 洪水の再現計算の結果、既往の洪水流出モデルでは、洪水ピーク流量の発生時刻に 2 時間のずれが生じることが判明したことから、流域からの降雨一流出の遅滞時間を定義するパラメータが修正された。協力準備調査報告書では、洪水ピーク流量時刻のずれを修正することで計算値と観測値は概ねよく一致することが記載されている。

準線形貯留型モデルが採用されている下流域については、流量観測値が存在しないことや、干潮区間のため H-Q 曲線による流量換算値の信頼性が低いことから、協力準備調査ではパラメータの検証計算は行わず、既往の洪水流出モデルパラメータが踏襲された。

協力準備調査では、台風オンドイにより Sto. Nino 地点の観測機材が破損し、河川水位の hidrograph が不明であることから、台風オンドイによる洪水は再現計算による洪水流出モデル検証の対象としていない。

協力準備調査による計画降雨（30 年確率及び 100 年確率）に基づく流出計算結果を表 2.12 に示す。この計算結果は流量配分として記載されており、後述図 2.6 の計画流量配分の試算結果（MCGS が無い場合）と同じである。

表 2.12
計画降雨に基づく確率洪水流量の推定（協力準備調査）

Location	30-year	100-year
Wawa	1,590	1,890
Rodrigues Bridge	2,110	2,500
Before Nangka Rive	2,420	2,850
Nangka River	640	730
Sto Nino	2,740	3,210
Mangahan Floodway	1,820	2,100
Before Napindan	920	1,130
Before San Juan River	955	1,155
San Juan River	690	770
Manila Bay	1,200	1,400

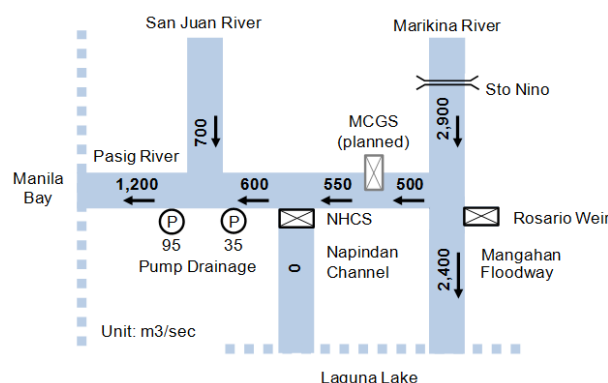
出典： パッシグ-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査、ファイナルレポート（JICA/DPWH、2011）

(3) 計画流量配分

図 2.5 に従前のパッシグ-マリキナ川河川改修事業の計画流量配分（30 年確率）を示す。

1983 年に水理モデル実験が行われ、マンガハン放水路への分派流量の推定式が設定された。その後、2002 年調査において、マンガハン放水路建設後（1988 年完成）、パッシグ川へ流下する洪水流量が減少、河床高が上昇して、マンガハン放水路への分派流量が変化した可能性が指摘された。

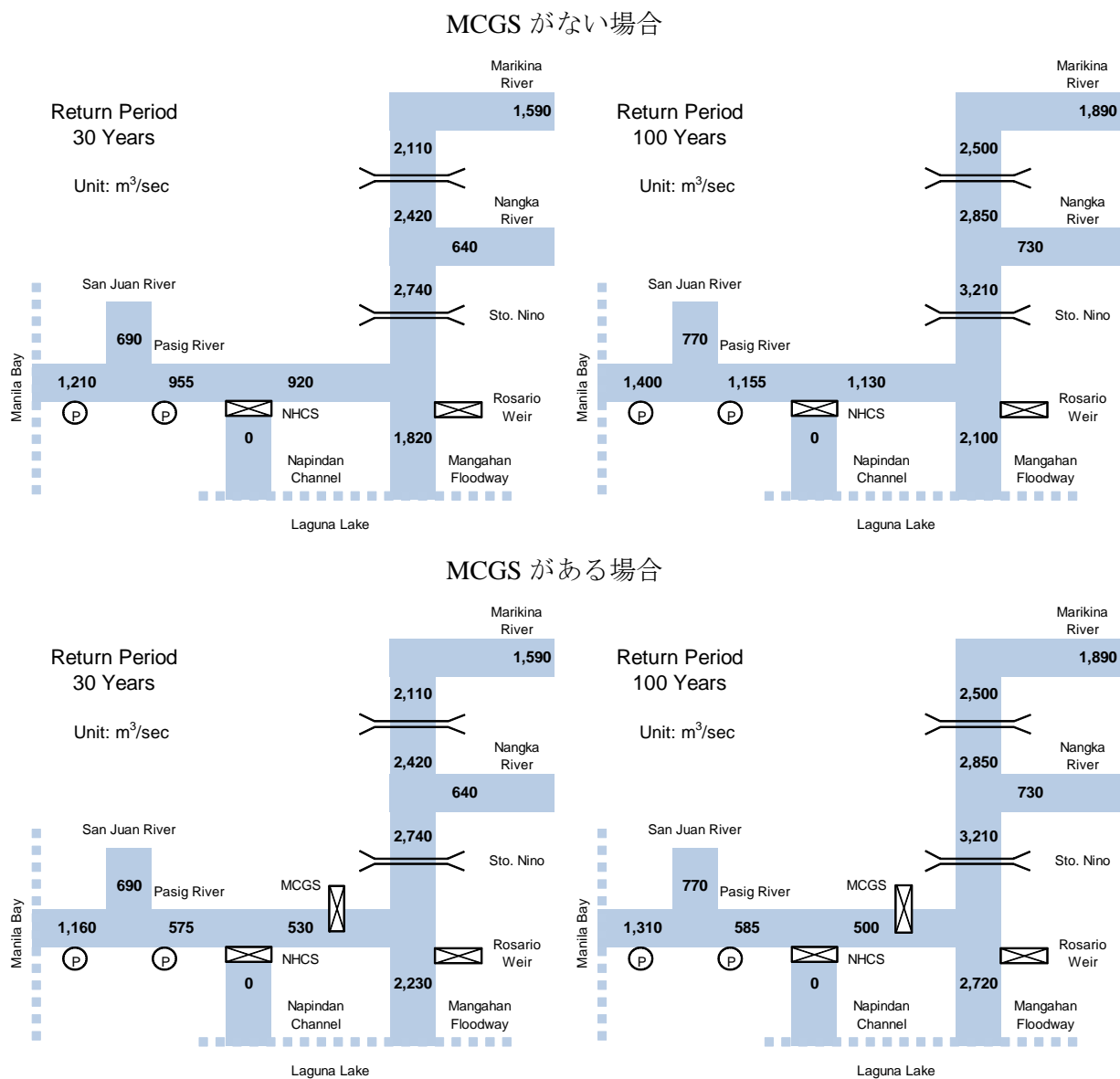
このため、協力準備調査では計画流量配分の検討にあたり、次元不定流計算によりマンガハン放水路への分派流量の新たな推定式を設定したうえで、計画流量配分が試算された。



出典： パッシグ-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査、ファイナルレポート（JICA/DPWH、2011）

図 2.5
パッシグ-マリキナ川河川改修事業の計画流量配分（30 年確率）

協力準備調査による計画流量配分の試算結果を図 2.6 に示す。この結果より、協力準備調査では河川改修事業フェーズ III の実施にあたり、従前の計画流量配分（図 2.5）を踏襲することとしている。



出典： パシグ-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査、ファイナルレポート（JICA/DPWH、2011）

図 2.6 計画流量配分の試算結果（協力準備調査）

(4) 氾濫解析

協力準備調査では、以下のような氾濫解析モデルにより台風オンドイによる洪水氾濫の再現計算が行われた。

表 2.13 氾濫解析モデル（協力準備調査）

項目	内容
計算手法	河道：一次元不定流計算 流域：二次元不定流計算
河道状況	現況及び改修後（Phase III）
堤内地の粗度係数	0.050（標準値）
メッシュサイズ	100 m × 100 m
破堤方式	本間の式により越流量を推定
境界条件	マニラ湾：モデルカーブ、最大値は EL 11.4 m (MMHWL) ラグナ湖：EL 12.2 m（既往洪水イベント時の平均湖面水位）
流入ハイドロ	台風オンドイ（流出計算モデルによって推定）

出典： パッシング-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査、ファイナルレポート（JICA/DPWH、2011）

協力準備調査で行われた台風オンドイによる洪水の再現計算の結果を図 2.7 に示す。

再現計算の結果より、Sto. Nino 観測所の上流側において、従前の 100 年確率計画洪水流量を大きく上回る出水、破堤による氾濫が発生し、マリキナ川左岸～マンガハン放水路左岸にかけて氾濫が広がったと推定されている。

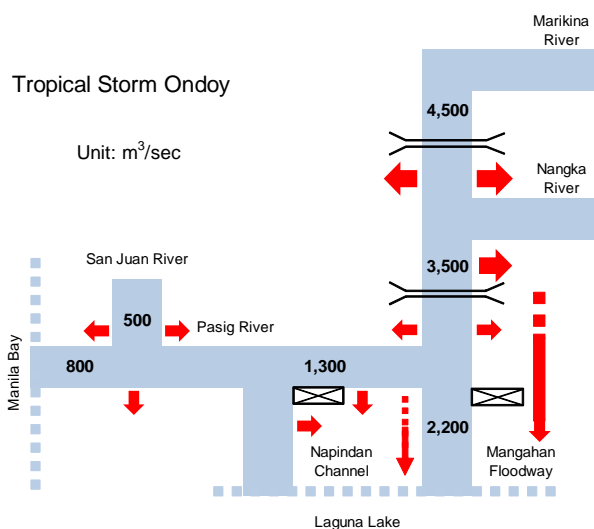
協力準備調査報告書では、上記のような氾濫の状況は、同調査によるインタビューの結果と概ね一致すると記述している。

協力準備調査では氾濫解析モデルにより、台風オンドイによる洪水に対して次の検討が行われた。

- 現況河道のケース
- 河川改修事業（フェーズ III）完成後のケース
- マンガハン放水路がないケース

上記の検討結果を表 2.14 及び図 2.8 に示す。協力準備調査では、フェーズ III とマンガハン放水路の治水効果の検証につき、以下のとおり記述している。

- 台風オンドイの場合、Rodriguez 橋上流において洪水流が越流氾濫することから、下流の築堤がメインであるフェーズ III の効果は現れにくい、現況河道のケースと比較すると浸水面積の減少がみられ、治水効果があることがわかる。
- マンガハン放水路が無い場合、パッシング川とナピンダン水路に流入する洪水量が増加し、下流域が危険になる。浸水面積も下流域で増大する。これより、マンガハン放水路が下流域に対して高い治水効果があることがわかる。



出典： パッシング-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査、ファイナルレポート（JICA/DPWH、2011）

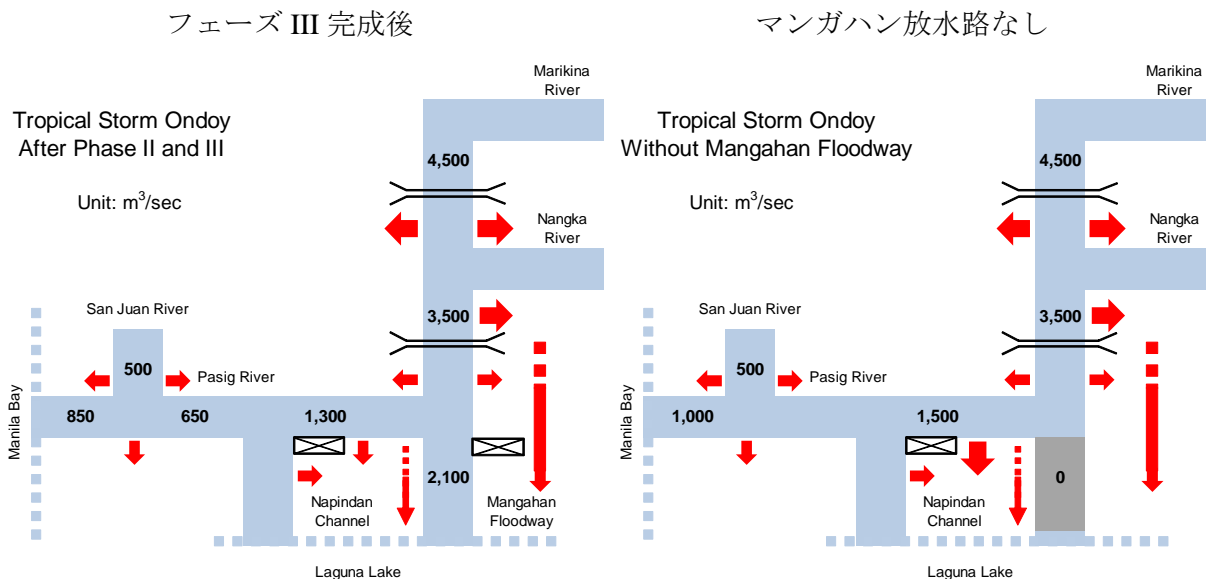
図 2.7

台風オンドイによる洪水の再現計算：洪水ピーク流量の推定（協力準備調査）

表 2.14 台風オンドイによる洪水による氾濫面積の推定（協力準備調査）

ケース	現況河道	フェーズ III 完成後	マンガハン放水路なし
想定浸水面積 (km ²)	86.77	72.93	113.28

出典： パシグ-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査、ファイナルレポート（JICA/DPWH、2011）



出典： パシグ-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査、ファイナルレポート（JICA/DPWH、2011）

図 2.8 台風オンドイによる洪水の再現計算：ケーススタディー（協力準備調査）

2.3.3 世銀調査 Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas

(1) 確率洪水流量

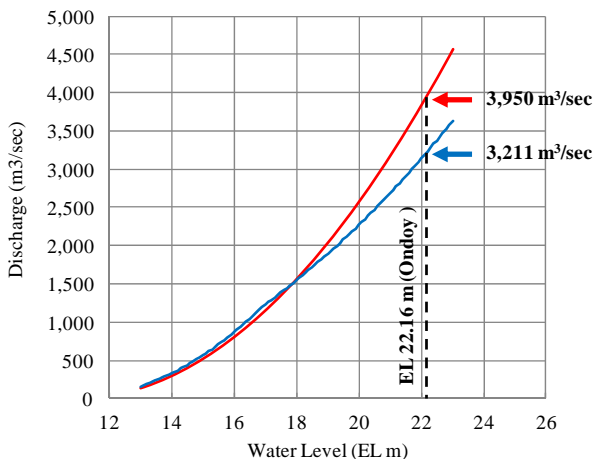
世銀調査では表 2.15 に示す Sto. Nino 観測所における洪水流量の毎年最大値に基づいて確率洪水流量を推定している。前述の協力準備調査と同様、世銀調査でも観測河川水位の毎年最大値を水位－流量曲線を用いて洪水流量の毎年最大値に換算しているが、以下のとおり使用されている式が協力準備調査とは異なる。

$$Q = 31.44 \times (H - 10.95)^2 \quad H > 13.0$$

ここに

Q 流量 (m³/sec)

H 水位 (EL m)



— World Bank Study — JICA Preparatory Study (III)

出典： 協力準備調査報告書及び世銀調査報告書の記載に基づいて JICA 調査団が作成

図 2.9 Sto. Nino の水位－流量曲線

世銀調査報告書は、この水位－流量曲線式は、以下の方法で求められる洪水流量の毎年最大値に基づいて作成したと記述している。

- 1958～86 については、The Study on Flood Control and Drainage Project in Metro Manila, Final Report (JICA/DPWH, 1990)に記載される Sto. Nino 観測所における洪水流量の毎年最大値（観測値）を使用する。
- EFCOS の Sto. Nino 観測所における毎年最高水位（観測値）及び Sto. Nino 観測所近傍の 50 m 下流の河川横断測量データを用いて、マンシングの粗度係数を 0.033、河床勾配を 1/1500 とし、洪水流量の毎年最大値を求める。

表 2.15

Sto. Nino 観測所における洪水流量の毎年最大値（世銀調査）

Year	Recorded Water Level (EL m)	Calculated Discharge (m ³ /sec)	Year	Recorded Water Level (EL m)	Calculated Discharge (m ³ /sec)
1958	14.78	460	1978-85	N/A	
1959	17.72	1,440	1986	20.92	3,130
1960	18.06	1,590	1987-93	N/A	
1961	16.82	1,080	1994	16.33	910
1962	17.10	1,190	1995	18.40	1,750
1963	16.19	860	1996	16.08	830
1964	17.45	1,330	1997	17.16	1,210
1965	15.48	650	1998	18.41	1,750
1966	19.40	2,250	1999	18.30	1,700
1967	18.20	1,650	2000	19.02	2,050
1968	16.68	1,030	2001	16.31	900
1969	14.65	430	2002	17.94	1,540
1970	N/A		2003	17.76	1,460
1971	N/A		2004	19.08	2,080
1972	18.05	1,590	2005	16.03	810
1973	13.95	280	2006	16.37	920
1974	13.98	290	2007	16.90	1,110
1975	13.70	240	2008	16.74	1,050
1976	15.82	750	2009	22.16	3,950
1977	19.44	2,270			

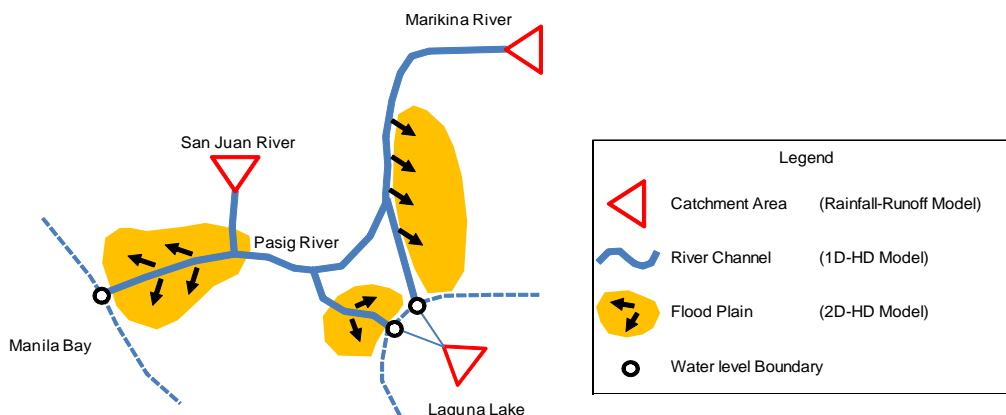
出典： Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas, Final Draft Master Plan Report (World Bank, March 2012)

世銀調査では、2009年の台風オンドイによる Sto. Nino 観測所の最大流量は 3,950 m³/sec（既往最大）と推定されているが、洪水流量の毎年最大値に基づく確率評価は行われていない。

(2) 洪水流出及び河道・氾濫解析モデル

世銀調査では、図 2.10 に示すとおり流域、河道及び氾濫原を統合した解析モデルが構築された。

- 流域 降雨－流出モデル（SCS ユニットハイドログラフ法）
- 河道 一次元不定流モデル
- 氾濫 二次元不定流モデル



出典： Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas, Final Draft Master Plan Report (World Bank, March 2012)

図 2.10 洪水流出解析モデルのイメージ（世銀調査）

世銀調査では、表 2.16 に示すとおり解析モデルのパラメータ同定（Calibration）及び検証（Validation）に以下の洪水発生時の観測データを使用している。

- 解析対象洪水： 2009年9月25～26日 既往最大（台風オンDOI）
- 推算対象洪水： 2004年11月29～30日 1994年以降でSto. Ninoの水位が2番目に高い。
- 推算対象洪水： 1998年10月22～23日 1994年以降で2日間のラグナ湖の水位上昇が2番目に高い。

表 2.16 解析対象洪水及び推算対象洪水（世銀調査）

Case	Date	Max. Water Level at Sto. Nino (EL m)	Change in Water Level of Laguna Lake in 2 days (m)	Remarks
Calibration	September 25-26, 2009	22.2	1.04	Past Max. Flood
Validation	November 29-30, 2004	19.1	0.33	Second highest water level at Sto. Nino after 1994
Validation	October 22-23, 1998	18.4	0.86	Second highest change in water level of Laguna Lake in 2 days

出典： Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas, Final Draft Master Plan Report (World Bank, March 2012)

世銀調査報告書には、解析モデルのパラメータ同定と検証を以下の手法で行ったと記述されている。

- 解析対象洪水（台風オンDOI）の再現計算の結果、Sto. Ninoにおける観測水位に基づく最大流量及びパッシング-マリキナ川及びラグナ湖の観測最高水位は計算値とよく一致している（表 2.17）。また、解析モデルは洪水被害調査に基づいて作成された洪水氾濫図を概ね正確に再現している。
- 上記により得られた解析モデルのパラメータを用いて、二つの推算対象洪水の再現計算を行った結果、Sto. Ninoにおける観測水位に基づく最大流量及びパッシング-マリキナ川及びラグナ湖の観測最高水位は解析モデルによる計算値とよく一致している。

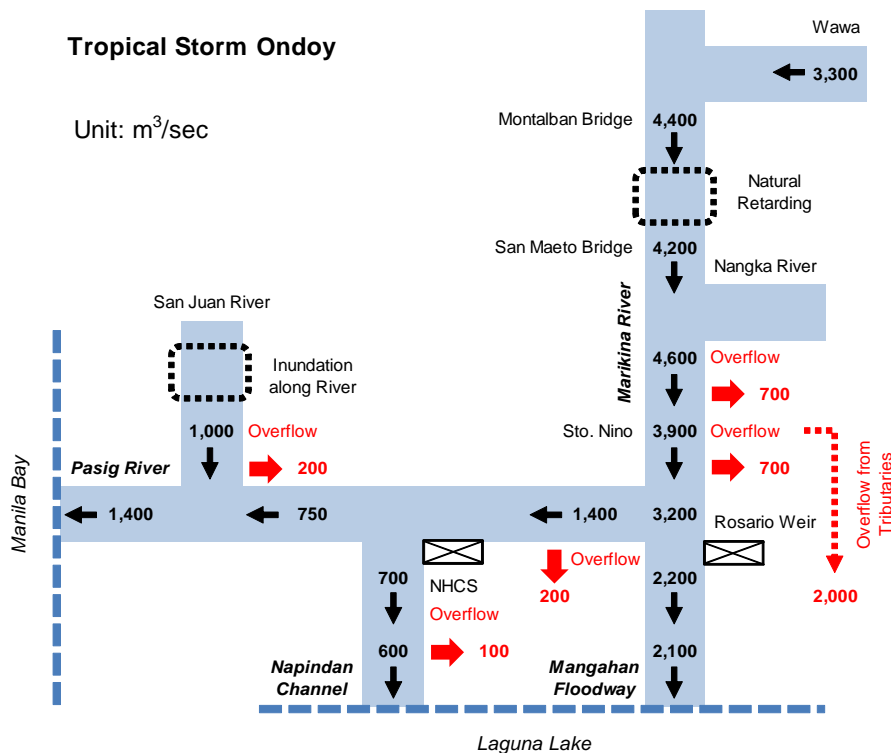
表 2.17 台風オンDOIによる洪水の再現計算結果（世銀調査）

	Location	Observed	Simulated
Water Level (EL m)	Laguna Lake	13.8	13.8
	Montalban Bridge	29.7	29.8
	Sto. Nino	22.2	21.8
	Rosario	17.9	17.7
	Napindan	N/A	14.1
	Pandacan	13.6	13.6
	San Juan	15.9	16.0
Discharge (m ³ /sec)	Sto Nino	3,950	3,900

出典： Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas, Final Draft Master Plan Report (World Bank, March 2012)

台風オンDOIによる洪水の再現計算で推定されたパッシング-マリキナ川の洪水ピーク流量を図 2.11 に示す。台風オンDOIによる洪水では Sto. Nino 観測所の上流側で洪水ピーク流量は 4,600 m³/sec となり、従前の計画洪水流量 3,500 m³/sec（100年確率）を大きく上回っている。

また、Nanga River 合流点からマンガハン放水路分派地点にかけて大規模な溢水が発生し、マリキナ川左岸～マンガハン放水路左岸にかけて氾濫が広がったと推定されている。



出典： Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas, Final Draft Master Plan Report (World Bank, March 2012)

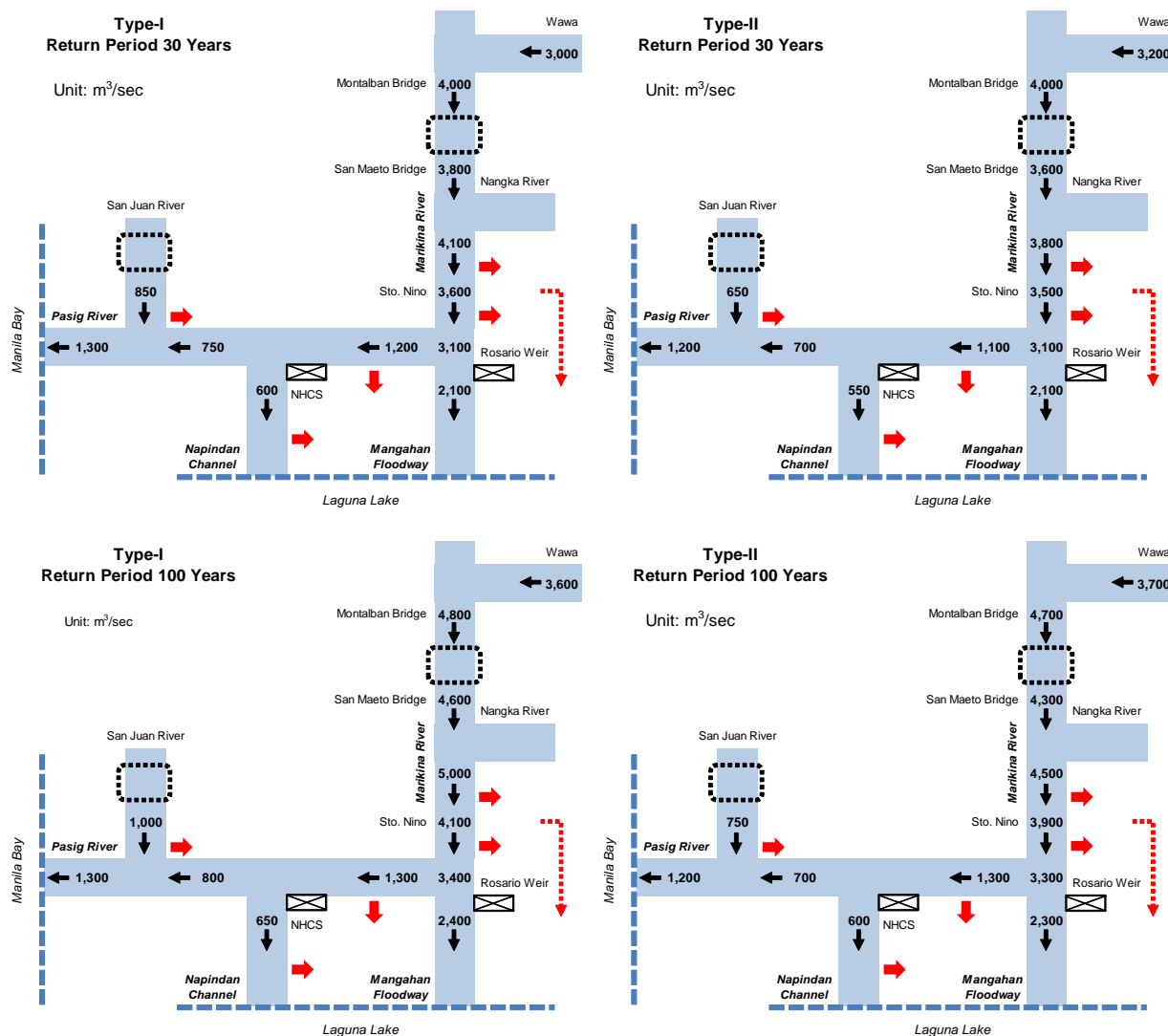
図 2.11 台風オンドイによる洪水の再現計算：洪水ピーク流量の推定（世銀調査）

(3) 計画降雨に基づく確率洪水流量の推定

世銀調査では、計画降雨波形としてタイプ1：台風オンドイ型及びタイプ2：中央集中型が作成され、それぞれについて解析モデルによるシミュレーションを行い、河道区間ごとの確率洪水流量を算定している。30年確率と100年確率の洪水流量を図2.12に示す。

前述の台風オンドイによる洪水の再現計算（図2.11）と同様、図2.12に示される確率洪水流量は河道からの溢水ありの条件で算定されている（溢水流量は明記されていない）。

計画降雨波形のタイプ1：台風オンドイ型による確率洪水流量の推定値は、タイプ2：中央集中型による推定値よりも若干大きく、世銀調査では確率洪水流量としてタイプ1：台風オンドイ型の計画降雨波形に基づく確率洪水流量の推定値を採用している。



出典： Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas, Final Draft Master Plan Report (World Bank, March 2012)

図 2.12 計画降雨に基づく確率洪水流量の推定（世銀調査）

(4) 計画流量配分

世銀調査では、台風オンドイによる洪水に基づく洪水流出解析及び氾濫解析の結果、100年確率洪水の場合、Sto. Nino 観測所の上流側で洪水流量が増大して、左岸側に大規模な溢水・氾濫が発生するものと想定されている。このような想定に基づき、世銀調査で提示されている100年確率洪水に対する計画流量配分を図 2.13 に示す。

4つの代替案のうち代替案3及び代替案4では、マリキナダム建設及びMontalban Bridge～Sto. Nino 区間の河道沿いを遊水池とすることで、Sto. Nino において100年確率計画流量は従前計画と同じ2,900 m³/sec となっている。

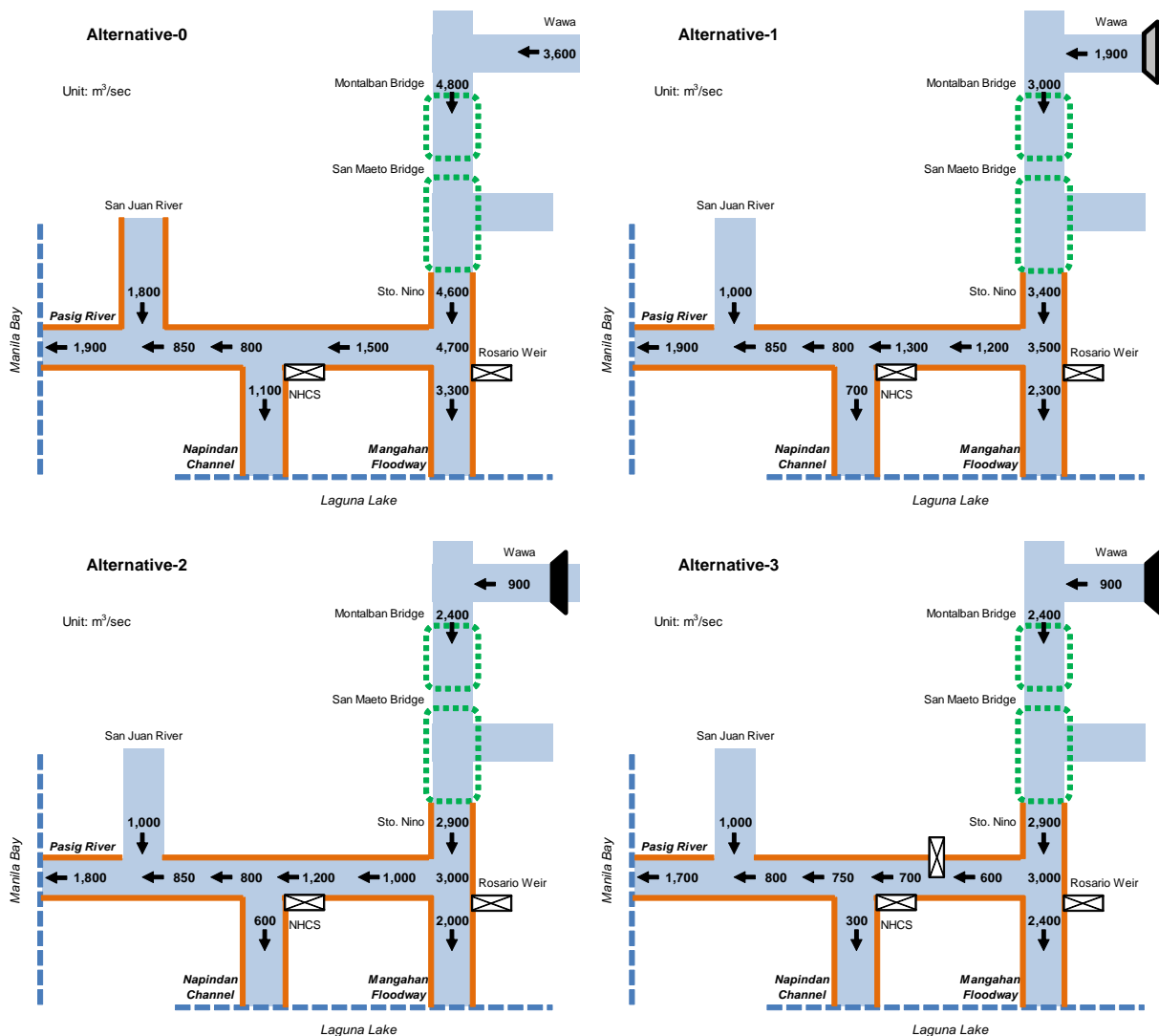
一方、代替案3及び代替案4においても、マリキナ川下流区間（ロサリオ堰～ナピンダン水路合流点）、パシグ川（ナピンダン水路合流点～河口）では、従前計画よりも計画流量が増加している。世銀調査ではその対策として、河川改修事業フェーズⅡ及びⅢによる整備に加え、次のような追加工事を実施することで計画流量の増加に対応できると記述している。

- マリキナ川下流区間に新たに洪水防御壁を設ける。
- パシグ川下流区間（サン・ホアン川合流点～河口）で浚渫を行う。

表 2.18 100 年確率洪水に対する対策（世銀調査）

River Section	Alternative-0	Alternative-1	Alternative-2	Alternative-3
Pasig River from Manila Bay to Conf. San Juan River	Excavation, Widening and Reconstruction of Dike Channel Width 130 m	Excavation Channel Width 90 m	Excavation Channel Width 90 m	Excavation Channel Width 90 m
Pasig River from Conf. San Juan River to Conf. Napindan Channel	Excavation, Widening and Reconstruction of Dike W = 130 m	Existing Condition W = 90 m	Existing Condition W = 90 m	Existing Condition W = 90 m
San Juan River	Flood Wall	Flood Plain Management	Flood Plain Management	Flood Plain Management
Napindan Channel	Heightening Flood Wall H = 0.3 to 1.0 m	Heightening Flood Wall H = 0.3 to 1.0 m	Heightening Flood Wall H = 0.3 to 1.0 m	Heightening Flood Wall H = 0.3 to 1.0 m
Marikina River from Conf. Napindan Channel to Conf. Mangahan Floodway	Widening and Flood Wall W = 120 m H = 2 to 3 m	Flood Wall H = 0.8 to 2.4 m	Flood Wall H = 0.8 to 2.4 m	MCGS
Mangahan Floodway	Excavation and Widening W = 270 m	Removal of Sediment	Removal of Sediment	Removal of Sediment
Marikina River from Conf. Mangahan Floodway to Sto. Nino	Excavation, Widening and Flood Wall W = 140 m	Excavation and Dike W = 90 m	Excavation and Dike W = 70 m	Excavation and Dike W = 70 m
Marikina River from Sto. Nino to Montalban Bridge	Small Concrete Wall, Retarding Basin and River Area Management	Small Concrete Wall, Retarding Basin and River Area Management	Small Concrete Wall, Retarding Basin and River Area Management	Small Concrete Wall, Retarding Basin and River Area Management
Marikina River from Montalban Bridge to Wawa	Flood Plain Management and River Area Management	Flood Plain Management and River Area Management Small Marikina Dam	Flood Plain Management and River Area Management Large Marikina Dam	Flood Plain Management and River Area Management Large Marikina Dam
Project Cost (Million Php)	444,041	202,094	198,435	208,776

出典： Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas, Final Draft Master Plan Report (World Bank, March 2012)



出典： Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas, Final Draft Master Plan Report (World Bank, March 2012)

図 2.13 100年確率洪水に対する流量配分（世銀調査）

2.3.3 洪水流出解析及び計画流量配分：相違点の整理

協力準備調査と世銀調査との主要な相違点は、世銀調査において台風オンドイ型の洪水（降雨、流出、氾濫）を計画洪水として採用したことである。

協力準備調査では、Sto.Nino 観測所における台風オンドイによる洪水ピーク流量は $3,211 \text{ m}^3/\text{sec}$ と推定されたが、世銀調査ではこれを大きく上回る $3,950 \text{ m}^3/\text{sec}$ と推定されている。この相違はそれぞれが適用している H-Q 式が異なることに起因するが、協力準備調査で使用された従前の H-Q 式を世銀調査があえて見直し・修正した背景には、何らかの理由があるものと思われる。

その理由として考えられるのは、台風オンドイによる洪水被害が明らかになるに従い、マリキナ川の Nangka River 合流点～ロサリオ堰区間において、左岸の破堤による大規模な溢水・氾濫が発生していた可能性が判明したことだと思われる。このため、世銀調査では、当該区

間の河道特性より、そのような溢水・氾濫は従前のパッシング-マリキナ川洪水対策計画（マスタープラン）の想定を大きく上回る洪水流量により引き起こされるという結論に至ったと推測される。

前述 2.2.3 に記載するとおり、協力準備調査と世銀調査との間で計画降雨（確率 2 日雨量）に大きな差異はない。世銀調査では台風オンドイによる降雨は 70 年確率と評価されているが、その実績降雨に基づく再現計算により、従前の計画洪水流量を大きく上回る洪水が再現されるよう、降雨－流出モデルを再構築する必要性が生じたものと考えられる。

表 2.19 洪水流出解析及び氾濫解析：協力準備調査と世銀調査との検討内容の比較

	協力準備調査	世銀調査
Sto.Nino の確率洪水流量	<p>1958～77、1986、1994～2009 の毎年最高水位を H-Q 式で洪水流量に換算</p> <p>H-Q 式：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● $Q = 32.03 \times (H-10.80)^2$ $H < 17.0$ ● $Q = 17.49 \times (H-8.61)^2$ $H > 17.0$ <p>台風オンドイ（2009 年）による最大流量</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 3,211 m³/sec <p>洪水流量の毎年最大値に基づく確率計算</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 30 年確率 2,750 m³/sec ● 100 年確率 3,390 m³/sec <p>（*）従前計画の確率洪水流量</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 30 年確率 2,900 m³/sec ● 100 年確率 3,500 m³/sec 	<p>1958～77、1986、1994～2009 の毎年最高水位を H-Q 式で洪水流量に換算</p> <p>H-Q 式：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● $Q = 31.44 \times (H-10.96)^2$ $H > 13.0$ <p>台風オンドイ（2009 年）による最大流量</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 3,950 m³/sec <p>洪水流量の毎年最大値に基づく確率計算</p> <ul style="list-style-type: none"> ● （なし）
洪水流出解析	<p>降雨－流出モデル</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 貯留関数法： 山地流域 ● 準線形貯留型： 開発が著しい流域 <p>モデルパラメータの同定・検証</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 2004 年の 2 洪水を再現する。 ● 観測流量と計算値（ハイドログラフ）を一致させることでモデルパラメータを同定する。 ● 従前モデルから貯留関数法のパラメータ（遅滞時間）を修正。 	<p>流域、河道及び氾濫原を統合した解析モデル</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 流域： 降雨－流出モデル（SCS ユニットハイドログラフ法） ● 河道： 一次元不定流モデル ● 氾濫原： 二次元不定流モデル <p>モデルパラメータの同定・検証</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 台風オンドイ（2009 年）による洪水を再現計算する。 ● 観測最大流量・最高水位と計算値を一致させることでモデルパラメータを同定する。 ● 上記と同様に 2004 年洪水、1998 年洪水を再現計算することでモデルを検証。
氾濫解析	<p>氾濫解析モデル</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 河道：一次元不定流計算 ● 流域：二次元不定流計算 ● 台風オンドイによる（2009 年）洪水を再現計算する。 ● 計算結果はインタビュー調査結果とよく一致している。 <p>台風オンドイによる洪水についてシミュレーションを行い、河川改修フェーズ II・III 及びマンガハン放水路の治水効果を検証する。</p>	<p>流域、河道及び氾濫原を統合した解析モデル</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 台風オンドイ（2009 年）による洪水を再現計算する。 ● 計算結果は洪水被害調査による浸水マップとよく一致している。

	協力準備調査	世銀調査																																																																																												
計画降雨に基づく流出計算	<p>Sto. Nino における確率洪水流量</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 30年確率 2,740 m³/sec ● 100年確率 3,210 m³/sec ● 河道からの溢水・氾濫はないものとして計算されている。 	<p>Sto. Nino における確率洪水流量</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 30年確率 3,600 m³/sec ● 100年確率 4,100 m³/sec ● 河道からの溢水・氾濫があるものとして計算されている。 ● マリキナ川の Nangka River 合流点～ロサリオ堰区間において、左岸の破堤による大規模な溢水・氾濫の発生を想定している。 																																																																																												
計画流量配分	<p>河川改修のみの場合の計画流量配分 100年確率計画流量（図 2.6、MCGS なし）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Section</th> <th>Q (m³/sec)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Wawa</td><td>1,890</td></tr> <tr><td>Rodrigues Bridge</td><td>2,500</td></tr> <tr><td>Before Nangka River</td><td>2,850</td></tr> <tr><td>Sto. Nino</td><td>3,210</td></tr> <tr><td>Mangahan Floodway</td><td>2,100</td></tr> <tr><td>Lower Marikina River</td><td>1,130</td></tr> <tr><td>Napindan Channel</td><td>0</td></tr> <tr><td>Pasig River</td><td>1,155</td></tr> <tr><td>San Juan River</td><td>770</td></tr> <tr><td>Pasig River - Manila Bay</td><td>1,400</td></tr> </tbody> </table> <p>洪水流出計算の結果、フェーズ III では従前の計画流量配分を踏襲する。 30年確率洪水の対策：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 河川改修 ● MCGS（フェーズ III では実施しない） <p>30年確率計画流量（図 2.6、MCGS なし）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Section</th> <th>Q (m³/sec)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Wawa</td><td>1,590</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>Rodrigues Bridge</td><td>2,110</td></tr> <tr><td>Before Nangka River</td><td>2,420</td></tr> <tr><td>Sto. Nino</td><td>2,740</td></tr> <tr><td>Mangahan Floodway</td><td>1,820</td></tr> <tr><td>Lower Marikina River</td><td>920</td></tr> <tr><td>Napindan Channel</td><td>0</td></tr> <tr><td>Pasig River</td><td>955</td></tr> <tr><td>San Juan River</td><td>690</td></tr> <tr><td>Pasig River - Manila Bay</td><td>1,210</td></tr> </tbody> </table>	Section	Q (m ³ /sec)	Wawa	1,890	Rodrigues Bridge	2,500	Before Nangka River	2,850	Sto. Nino	3,210	Mangahan Floodway	2,100	Lower Marikina River	1,130	Napindan Channel	0	Pasig River	1,155	San Juan River	770	Pasig River - Manila Bay	1,400	Section	Q (m ³ /sec)	Wawa	1,590			Rodrigues Bridge	2,110	Before Nangka River	2,420	Sto. Nino	2,740	Mangahan Floodway	1,820	Lower Marikina River	920	Napindan Channel	0	Pasig River	955	San Juan River	690	Pasig River - Manila Bay	1,210	<p>河川改修のみの場合の計画流量配分 100年確率計画流量（図 2.12、Alternative 0）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Section</th> <th>Q (m³/sec)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Wawa</td><td>3,600</td></tr> <tr><td>Montalban Bridge</td><td>4,800</td></tr> <tr><td>(Retarding Basin)</td><td></td></tr> <tr><td>Sto. Nino</td><td>4,600</td></tr> <tr><td>Mangahan Floodway</td><td>3,300</td></tr> <tr><td>Lower Marikina River</td><td>1,500</td></tr> <tr><td>Napindan Channel</td><td>1,100</td></tr> <tr><td>Pasig River</td><td>850</td></tr> <tr><td>San Juan River</td><td>1,800</td></tr> <tr><td>Pasig River - Manila Bay</td><td>1,900</td></tr> </tbody> </table> <p>以下を含む Alternative 2 を推奨する。 100年確率洪水の対策：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 河川改修 ● マリキナダム ● 遊水池 ● 非構造物対策 <p>100年確率計画流量（図 2.12、Alternative 2）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Section</th> <th>Q (m³/sec)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Wawa</td><td>3,600</td></tr> <tr><td>Marikina Dam</td><td>900</td></tr> <tr><td>Montalban Bridge</td><td>2,400</td></tr> <tr><td>(Retarding Basin)</td><td></td></tr> <tr><td>Sto. Nino</td><td>2,900</td></tr> <tr><td>Mangahan Floodway</td><td>2,000</td></tr> <tr><td>Lower Marikina River</td><td>1,000</td></tr> <tr><td>Napindan Channel</td><td>600</td></tr> <tr><td>Pasig River</td><td>850</td></tr> <tr><td>San Juan River</td><td>1,000</td></tr> <tr><td>Pasig River - Manila Bay</td><td>1,800</td></tr> </tbody> </table>	Section	Q (m ³ /sec)	Wawa	3,600	Montalban Bridge	4,800	(Retarding Basin)		Sto. Nino	4,600	Mangahan Floodway	3,300	Lower Marikina River	1,500	Napindan Channel	1,100	Pasig River	850	San Juan River	1,800	Pasig River - Manila Bay	1,900	Section	Q (m ³ /sec)	Wawa	3,600	Marikina Dam	900	Montalban Bridge	2,400	(Retarding Basin)		Sto. Nino	2,900	Mangahan Floodway	2,000	Lower Marikina River	1,000	Napindan Channel	600	Pasig River	850	San Juan River	1,000	Pasig River - Manila Bay	1,800
Section	Q (m ³ /sec)																																																																																													
Wawa	1,890																																																																																													
Rodrigues Bridge	2,500																																																																																													
Before Nangka River	2,850																																																																																													
Sto. Nino	3,210																																																																																													
Mangahan Floodway	2,100																																																																																													
Lower Marikina River	1,130																																																																																													
Napindan Channel	0																																																																																													
Pasig River	1,155																																																																																													
San Juan River	770																																																																																													
Pasig River - Manila Bay	1,400																																																																																													
Section	Q (m ³ /sec)																																																																																													
Wawa	1,590																																																																																													
Rodrigues Bridge	2,110																																																																																													
Before Nangka River	2,420																																																																																													
Sto. Nino	2,740																																																																																													
Mangahan Floodway	1,820																																																																																													
Lower Marikina River	920																																																																																													
Napindan Channel	0																																																																																													
Pasig River	955																																																																																													
San Juan River	690																																																																																													
Pasig River - Manila Bay	1,210																																																																																													
Section	Q (m ³ /sec)																																																																																													
Wawa	3,600																																																																																													
Montalban Bridge	4,800																																																																																													
(Retarding Basin)																																																																																														
Sto. Nino	4,600																																																																																													
Mangahan Floodway	3,300																																																																																													
Lower Marikina River	1,500																																																																																													
Napindan Channel	1,100																																																																																													
Pasig River	850																																																																																													
San Juan River	1,800																																																																																													
Pasig River - Manila Bay	1,900																																																																																													
Section	Q (m ³ /sec)																																																																																													
Wawa	3,600																																																																																													
Marikina Dam	900																																																																																													
Montalban Bridge	2,400																																																																																													
(Retarding Basin)																																																																																														
Sto. Nino	2,900																																																																																													
Mangahan Floodway	2,000																																																																																													
Lower Marikina River	1,000																																																																																													
Napindan Channel	600																																																																																													
Pasig River	850																																																																																													
San Juan River	1,000																																																																																													
Pasig River - Manila Bay	1,800																																																																																													

出典： JICA 調査団

第3章 計画降雨の検討

3.1 検討方針

現時点で利用可能な資料を最大限収集し検討を行う。河川改修事業フェーズ III 協力準備調査では 1990 年作成のマスタープランを基本に、Port Area 観測所の降雨を用いて計画降雨が設定された。しかし、1994 年以降 EFCOS による時間雨量・水位データが蓄積されているので、本調査では時間データを活用した検討を行う。

本章では以下の項目について検討を実施する。

- 計画基準点の設定
- 計画降雨継続時間の設定
- 確率降雨量の検討
- 検討対象降雨群の時間分布及び地域分布の設定

なお、上記検討において、降雨成因に着目した整理を行うこととする。

3.2 流域及び周辺地域の気象水文観測

3.2.1 資料収集

(1) 日雨量資料の収集

日雨量資料を天文気象庁（PAGASA: Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration）、国家電力公社（NPC: National Power Corporation）、マニラ首都圏上下水道公社（MWSS: Metropolitan Waterworks and Sewerage System）より収集した。水収支解析において日雨量は部分的に収集されているが、本調査において日雨量資料を追加収集した。収集資料一覧を Annex T 3.1 に示す。

(2) 時間雨量資料の収集

時間雨量資料を EFCOS 事務所（Effective Flood Control and Operation System）およびパンパンガ川洪水予警報センター（PRBFFWC: Pampanga River Basin Flood Forecasting and Warning Center）より収集した。PRBFFWC の時間雨量資料については水収支解析において収集済みである。本調査では EFCOS の時間雨量資料を追加収集した。収集資料一覧を Annex T 3.2 に示す。なお、2012 年 8 月 4 日から 8 日の時間雨量資料については JICA フィリピン事務所所有の資料を用いることとした。同資料を Annex T 3.3 に示す。

EFCOS

EFCOS システムでは時間雨量の観測および記録を実施している。同システムは本邦の無償資金協力により整備され、ロザリオ堰の操作および洪水警報の発令を目的として雨量・水位情報をロザリオ集中操作センターへ送信している。同センターでは堰操作による洪水放水時に沿川への警報を発令している。EFCOS システムには 7 箇所のテレメータ雨量計が整備され、2012 年時点では 4 箇所が稼働している。

PRBFFWC

PRBFFWC は科学技術庁（DOST: Department of Science and Technology）PAGASA が所管する事務所であり、パンパンガ川およびグアグア川流域内の氾濫区域を対象として水文観測、洪水予警報業務を実施している。また、同事務所では流域内に適切に配置された雨量計及び水位計の運用維持管理を実施している。

(3) その他の日雨量および時間雨量資料の収集

調査の精度向上を目的として上記以外の日・時間雨量資料の収集を試みた。資料の存在状況を表 3.1 に示す。

表 3.1 その他の日・時間雨量資料

機関	観測所	資料存在状況
PAGASA	Infanta	1951 年から 2009 年の 6 時間雨量が利用可能である。
MWSS	Ipo Dam	日雨量資料が利用可能である。また、MWSS とは別に PRBFFWC がイポダムで時間雨量観測所を運用していたが、現在は閉鎖されている。
	La Mesa Dam	日雨量資料が利用可能である。
Pasig city	-	雨量観測所は整備されていない。CCTV によるパシグ川の監視システムを導入している。
Manila Port	Port Area	PAGASA が雨量計を運用している。
NAIA	NAIA	PAGASA が雨量計を運用している。

NAIA: Ninoy Aquino International Airport

出典：JICA 調査団

(4) 降雨強度資料の収集

既存の調査報告書（パシグ-マリキナ川河川改修事業フェーズ III 協力準備調査）において、Port Area 観測所と Science Garden 観測所の 5 分、10 分、20 分、30 分、60 分、120 分、1 日、2 日の年最大値が整理されている。

PAGASA より主要雨量観測所（synoptic station）の確率降雨強度を収集した。確率降雨強度資料は PAGASA 内で RIDF（Rainfall Intensity - Duration Frequency）と呼称されている。生起確率 2 年、5 年、10 年、15 年、20 年、25 年、50 年、100 年の 10 分、20 分、30 分、1 時間、2 時間、3 時間、6 時間、12 時間、24 時間確率降雨が作成されている。収集した RIDF を表 3.2 に示す。

表 3.2 主要雨量観測所の確率降雨強度

観測所	降雨強度（100 年確率）			資料数 （年）
	6 時間	12 時間	24 時間	
Port Area	293.4 mm	363.9 mm	415.6 mm	55
Tayabas	368.8 mm	426.2 mm	508.3 mm	41
Sangley Point	259.9 mm	322.8 mm	377.6 mm	19
NAIA	371.7 mm	460.9 mm	529.1 mm	43
Science Garden	370.2 mm	434.4 mm	481.2 mm	41
Ambulong	311.8 mm	376.6 mm	434.3 mm	54
Infanta	321.5 mm	380.9 mm	404.4 mm	40
Nas UPLB	274.1 mm	334.7 mm	383.5 mm	17

UPLB: University of the Philippines at Los Barios

出典：PAGASA

(5) 時間水位資料の収集

EFCOS 事務所よりパッシング-マリキナ川の時間雨量資料を収集した。収集資料一覧を Annex T 3.4 に示す。

(6) 地形情報の収集

SRTM と地形図が水収支解析において収集されている。収集した地形図の図葉情報を Annex F 3.1 に示す。

The Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)

SRTM はアメリカ航空宇宙局（NASA: National Aeronautics and Space Administration ）によって 2000 年に取得された全球標高情報である。2012 年現在、フィリピン国周辺地域で利用可能な資料は SRTM3 version 2 であり、解像度 3 秒（約 90m）の DEM（Digital Elevation Model）である。

地形図（縮尺 1:50,000）

国土地理院（NAMRIA: National Mapping and Resource Information Authority）より、S711 地形図、S701 地形図、NTMS 地形図の 3 種類の地形図を収集した。S711 地形図は 1947 年から 1953 年に撮影された航空写真を編集したものであり、アメリカ陸軍によって発行された。S701 地形図は 1979 年撮影の航空写真をもとに作成された。S711 地形図と S701 地形図は順次 NTMS 地形図に置き換えが進んでいるところである。

(7) 台風資料

降雨の成因を判定するため、3 種類の台風資料を収集した。

Wikipedia

1939 年以降の台風資料が整理されている。資料例を Annex F 3.2 に示す。

日本国国立情報学研究所（Digital Typhoon）

日本国気象庁による台風の観測資料がデジタル情報として保存されている。1978 年以降の衛星画像が利用可能である。6 時間ごとの台風経路情報（日時、中心の緯度経度、中心気圧、風速、台風のランク）が利用可能である。資料例を Annex F 3.2 に示す。

PAGASA

PAGASA の気候・農業気候部（Climatological and Agrometeorological Division）が 6 時間ごとの台風経路情報（日時、中心の緯度経度、中心気圧、風速）を保存している。

(8) 洪水に関する記録

パッシング-マリキナ川での代表洪水を特定するため、洪水に関する記録を収集した。

洪水被害

1993 年から 2009 年の洪水被害記録を既存報告書より収集した。収集資料を Annex T 3.5 と Annex T 3.6 に示す。

年最大水位

Sto. Nino 地点の年最大水位を世銀調査報告書より収集した。収集資料を Annex T 3.7 に示す。

洪水レポート

EFCOS 事務所より洪水レポートを収集した。Annex F 3.3 に示すように、レポートには降雨強度、水位、堰操作の要約が記載されている。収集資料一覧を表 3.3 に示す。

表 3.3 洪水レポート一覧

No.	レポートの名称
1	Typhoon “Ambo”, June 1-2, 2012
2	Typhoon “Butchoy”, June 17-18, 2012
3	Tropical Storm “Dindo”, June 25-27, 2012
4	Typhoon “Enteng”, July 17-19, 2012
5	Tropical Depression “Ferdie”, July 21-23, 2012
6	Typhoon “Gener”, July 28-August 2, 2012
7	Monsoon Rains “Habagat”, August 4-9, 2012
8	Typhoon “Helen”, August 12-16, 2012
9	Typhoon “Igme”, August 19-25, 2012
10	Typhoon “Julian”, August 23-26, 2012

出典：EFCOS

3.2.2 資料の整理とチェック

(1) 降雨資料の整備状況

収集した降雨資料について各年の資料の状態を確認した。降雨資料の整備状況を Annex T 3.8 に示す。利用可能な資料数と観測所配置を勘案し、38 観測所のうち 20 観測所を解析に用いることにした。

降雨観測所の位置図を Annex F 3.4 に示す。

(2) 豪雨イベントの抽出

豪雨イベントを時間雨量および時間水位資料より抽出した。

時間雨量および時間水位資料は計画降雨継続時間、洪水到達時間、計画降雨波形の検討に用いられる。豪雨イベントは以下 3 基準より選定した。

- EFCOS の全 7 観測所の時間雨量資料を用いて、日界 8 時として集計し日雨量を作成する。全 7 観測所の日雨量を単純平均し、年最大から第 5 位までの資料を抽出する。
- 全 7 観測所の時間雨量を単純平均し、年最大から第 5 位までの資料を抽出する。
- Sto. Nino 地点の時間水位資料を用いて、年最大から第 5 位までの資料を抽出する。

抽出されたイベントを Annex T 3.9 に示す。

抽出した資料は以下の 3 手法により品質をチェックした。

- 降雨波形と水位波形の比較

- 各観測所の時間雨量資料の比較
- 日雨量 500mm 以下

資料チェックの結果を Annex T 3.10 に示す。EFCOS 事務所によれば、時間雨量および時間水位資料の一部は手作業で月表へ入力している。発見されたエラーはこの作業に起因するものと疑われる。

抽出された豪雨イベントの特性値を Annex T 3.11 に示す。

3.3 基本事項の設定

3.3.1 治水基準点の設定

計画基準点は、既往の水理・水文資料が十分得られて、水理・水文解析の拠点となり、しかも全般の計画に密接な関係のある地点を選定するものとする。

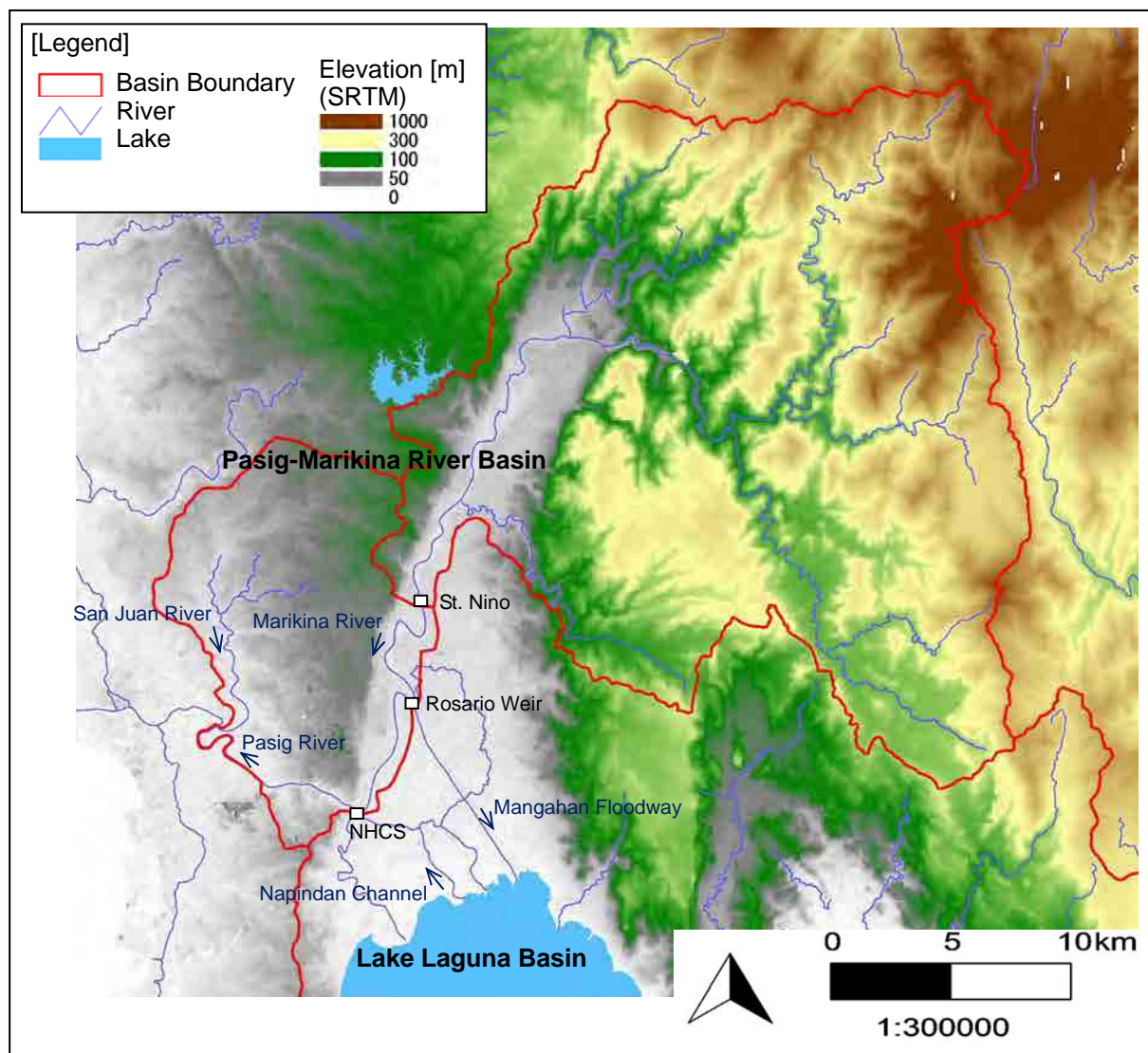
パッシング-マリキナ川の治水基準点は下記を考慮して Sto. Nino 地点とする。

- Sto. Nino 地点下流域は人口・資産集積が進んだマニラ首都圏の中心部であり、洪水防御の必要がある。
- Sto. Nino 地点での水位観測は 1958 年に開始され、現在 EFCOS の水位計が運用されている。

なお、既往検討（フェーズ III 協力準備調査および世銀調査報告書）においても同様に Sto. Nino 地点を治水基準点として扱っている。

3.3.2 流域界の設定

流域図を図 3.1 に示す。基準地点 Sto. Nino 上流域の流域面積は 517.3km²、San Juan 川合流点上流の流域面積は 642.3km²である。



出典：JICA 調査団

図 3.1 パシグ-マリキナ川流域図

3.4 降雨継続時間の検討

対象降雨の継続時間は、流域の大きさ、降雨の特性、洪水流出の形態、計画対象施設の種類の、過去の資料の得難さ等を考慮して決定するものとする。

3.4.1 洪水到達時間

洪水到達時間を、観測データによる手法と経験式による手法の2手法から算定した。

(1) 観測データによる洪水到達時間の算定

合理式の仮定によれば洪水到達時間は以下のように算定される。

$$T_c = 2 * T_l$$

ここに、

T_c ： 洪水到達時間

T_l ： 降雨ピークと水位ピークの時差 である。

洪水到達時間を算定するため、至近最大から第 10 位までの洪水イベントを EFCOS の水位資料より抽出した。ハイドロ・ハイエトグラフを Annex F 3.5 に示す。なお、1999 年 8 月 3 日の洪水については EFCOS 雨量が欠測であったため、PRBFFWC の時間雨量資料を用いた。

洪水到達時間の計算結果を表 3.4 に示す。洪水到達時間算定に当たっては、上述の 10 イベントのうち明確なハイエトグラフのピークを持つ 3 イベントを対象とした。3 イベントを平均した洪水到達時間は 11 時間である。

表 3.4 観測データを用いた洪水到達時間の算定結果

No	年月日	ピーク水位		ピーク雨量		時差 [hr]	選定	Tc [hr]
		生起時間	水位 [m]	生起時間	雨量 [mm]			
1	2009.9.25 – 9.27	09/26 18:00	22.16	09/26 11:00	70	7		
2	2012.8.3 – 8.9	08/09 06:00	20.42	08/09 00:00	21	6		
		08/07 15:00	20.33	08/07 06:00	34	9		
3	2011.9.25 – 9.29	09/27 18:00	19.13	09/26 17:00	12	25		
4	2004.11.28 – 11.30	11/30 02:00	19.08	11/29 21:00	46	5	選定	10
5	2000.11.1 – 11.3	11/03 13:00	19.02	11/03 08:00	47	5	選定	10
6	1998.10.21 – 10.24	10/23 21:00	18.41	10/23 14:00	18	7		
		10/23 08:00	18.06	10/22 18:00	30	14		
7	1995.9.29 – 10.1	10/01 10:00	18.40	10/01 03:00	35	7	選定	14
8	1999.7.31 – 8.4	08/03 11:00	18.30	08/03 12:00	30	-1		
9	2011.6.22 – 6.25	06/25 03:00	18.28	06/24 20:00	20	7		
10	2000.7.2 – 7.9	07/06 02:00	18.10	07/05 20:00	20	6		
		07/08 04:00	17.87	07/07 21:00	24	7		
	平均							11

出典：JICA 調査団

(2) 経験式による洪水到達時間の算定

Kraven 式では洪水到達時間は以下のように算定される。

$$T_c = \text{流入時間} + \text{流下時間}$$

流入時間は通常、2 km²あたり 30 分とされる。流下時間は下式により算定される。

$$\text{流下時間 [hr]} = L / W / 3,600$$

ここに、

L: 流入域下流端から基準点までの距離 [m]

W: 流速[m/s] である。

流速は下式および表 3.5 を用いて算定される。

$$I = H / L$$

ここに、

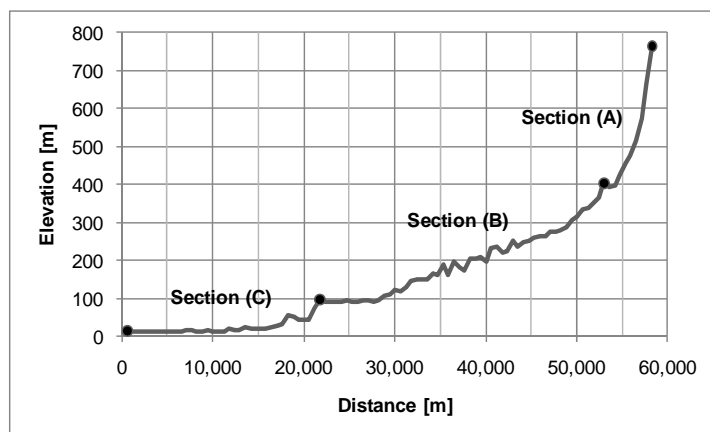
H: 流入域下流端と基準点の標高差[m] である。

表 3.5 Kraven 式に用いる流速

I	more than 1/100	1/100 – 1/200	less than 1/200
W	3.5 m/s	3.0 m/s	2.1 m/s

出典：河川砂防技術基準、国土交通省

検討対象とした河道と流入域を Annex F 3.6 に示す。河道縦断は SRTM より作成した。縦断図を図 3.2 に示す。



出典：JICA 調査団

図 3.2 パッシング-マリキナ川縦断図

流下時間の算定結果を表 3.6 に示す。

表 3.6 流下時間の算定結果

	I	流速 [m/s]	L [m]	流下時間 [hr]
Section (A)	15	3.5	5300	0.4
Section (B)	102	3.0	31200	2.9
Section (C)	252	2.1	21200	2.8
Total				6.1

出典：JICA 調査団

Kraven 式による洪水到達時間は、流入時間と算定された流下時間を用いると下式に示すように 7 時間である。

$$T_c = 6.1 + 0.5 = 6.6 \approx 7$$

(3) 洪水到達時間の決定

以上の通り洪水到達時間を 2 手法により算定した。洪水到達時間は、観測データを用いた手法によると 11 時間であり、経験式を用いた手法によると 7 時間である。経験式は比較的小規模の流域に適用されることが多い。パッシング-マリキナ川では観測データを用いた手法がより適当であると判断し、洪水到達時間は 11 時間とする。

3.4.2 実績降雨の継続時間

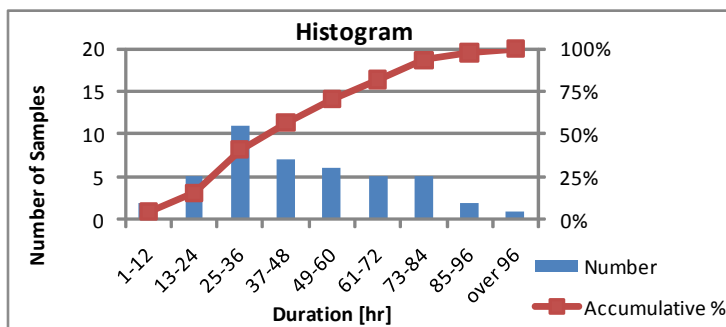
Annex T 3.9 に整理した豪雨資料について、一連降雨の継続時間を確認した。一連降雨の継続時間を設定する際の無降雨の定義は以下の 2 種類を設定した。

- 1mm 未満の降雨が 6 時間以上継続する
- 5mm 未満の降雨が 6 時間以上継続する

このうち総雨量 100mm 以上の豪雨を抽出し、継続時間のヒストグラムを図 3.3 に示した。

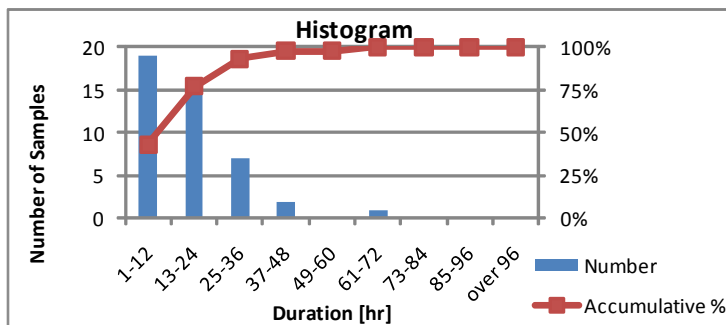
>=1mm

Duration	Number	Accumulative %
1-12	2	5%
13-24	5	16%
25-36	11	41%
37-48	7	57%
49-60	6	70%
61-72	5	82%
73-84	5	93%
85-96	2	98%
over 96	1	100%



>=5mm

Duration	Number	Accumulative %
1-12	19	43%
13-24	15	77%
25-36	7	93%
37-48	2	98%
49-60	0	98%
61-72	1	100%
73-84	0	100%
85-96	0	100%
over 96	0	100%



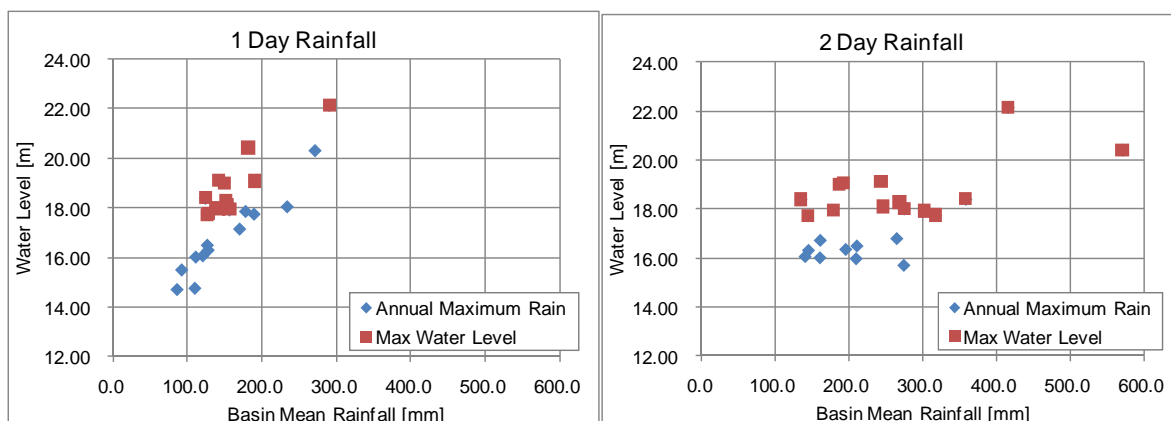
出典：JICA 調査団

図 3.3 総雨量 100mm 以上の豪雨イベントの継続時間
(上図：閾値 1mm の場合、下図：閾値 5mm の場合)

閾値 1mm とした場合、継続時間が 25-36 時間の降雨が多い。一方、高強度の降雨に着目して閾値 5mm とした場合、継続時間が 1-12 時間の降雨が多い。

3.4.3 雨量・水位相関

EFCOS の時間雨量・水位資料が存在する 1994 年以降について、年最大降雨およびピーク水位の上位 15 イベントを抽出し、雨量とピーク水位の関係を確認した。結果を図 3.4 と Annex T 3.12 に示す。



出典：JICA 調査団

図 3.4 雨量・水位相関図（左図：1 日雨量、右図：2 日雨量）

1 日雨量とピーク水位の相関係数は 0.78 であるのに対し、2 日雨量とピーク水位の相関係数は 0.57 であった。また、図 3.4 の散布図を見ても明らかに 1 日雨量の方がピーク水位との相

関が良い。これは、洪水到達時間が短いこと、短時間に降雨が集中する機会が多いことに起因すると考えられる。

さらに、表 3.7 に示すようにピーク水位の上位 15 イベントについて 1 日雨量と 2 日雨量を確認すると、水位と雨量の順位が逆転するケースがあるが、1 日雨量の方が逆転するケースが少ない。

表 3.7 水位と降雨の順位

Rank	Water Level		1 Day Rain		2 Day Rain		
	Sto. Nino		Date	BMR	Date		BMR
	Time	WL [m]			From	To	
1	2009/09/26 18:00	22.16	2009/9/26	290.8	2009/9/25	2009/9/26	415.3
2	2012/08/09 06:00	20.42	2012/8/8	181.3	2012/8/7	2012/8/8	570.0
3	2011/09/27 18:00	19.13	2011/9/27	141.3	2011/9/26	2011/9/27	242.8
4	2004/11/30 02:00	19.08	2004/11/29	190.2	2004/11/28	2004/11/29	191.4
5	2000/11/03 13:00	19.02	2000/11/2	149.0	2000/11/2	2000/11/3	186.5
6	1998/10/23 21:00	18.41	1998/10/23	124.0	1998/10/22	1998/10/23	358.0
7	1995/10/01 10:00	18.40	1995/9/30	124.0	1995/9/29	1995/9/30	134.1
8	1999/08/03 11:00	18.30	1999/8/2		1999/8/1	1999/8/2	
9	2011/06/25 03:00	18.28	2011/6/24	152.0	2011/6/23	2011/6/24	267.8
10	2000/07/06 02:00	18.10	2000/7/5	153.0	2000/7/4	2000/7/5	245.5
11	2004/08/25 14:00	18.02	2004/8/24	138.0	2004/8/24	2004/8/25	274.4
12	2000/10/29 07:00	17.95	2000/10/28	142.0	2000/10/27	2000/10/28	178.0
13	2002/07/08 00:00	17.94	2002/7/7	156.5	2002/7/6	2002/7/7	301.5
14	2003/05/29 00:00	17.76	2003/5/28	127.8	2003/5/27	2003/5/28	317.2
15	2002/07/13 04:00	17.74	2002/7/12	126.5	2002/7/11	2002/7/12	144.5

注：水位と降雨の順位が逆転するケースに着色している。

出典：JICA 調査団

3.4.4 計画降雨継続時間

1994 年以降、EFCOS による時間雨量観測記録が蓄積されているが治水計画に用いる計画降雨量を検討するには資料蓄積期間が短い。よって、PAGASA による日雨量観測資料を活用するため計画降雨継続時間は日単位とする必要がある。

既往検討調査では計画降雨継続時間は 2 日雨量が用いられてきた。しかし、1 日雨量・水位相関と 2 日雨量・水位相関を比較したところ、明らかに 1 日雨量のほうが相関がよい。これまで 2 日雨量が用いられてきたのは、対象降雨イベントが短時間であっても 1 日雨量ではその継続時間をカバーできない場合があるためと考えられる。しかし、1994 年以降の実測データを用いた雨量・水位相関の検討の結果、1 日雨量の方がピーク水位との相関が良く、実績降雨継続時間をカバーできないことによる影響は比較的小さいことが判明した。

以上より、利用可能な資料蓄積期間とピーク水位に対する説明性の観点からパッシング-マリキナ川の計画降雨継続時間は 1 日とする。

3.5 流域平均雨量の推定

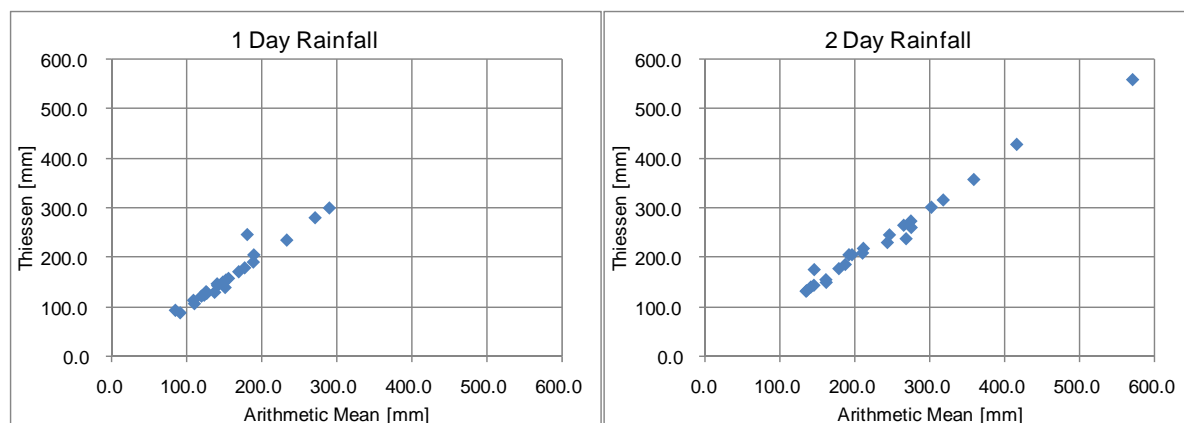
パッシング-マリキナ川周辺での降雨観測は PAGASA による Port Area での観測から始まり、現在では EFCOS によるテレメータ時間雨量計での観測が実施されている。流域平均雨量の検討に当たっては、年代ごとに利用可能な観測所数が異なることを考慮し、最適な流域平均雨量の作成方法を検討した。

(1) 1994 年から 2012 年

EFCOS の時間雨量資料が活用可能な 1994 年から 2012 年の期間については、最大で Sto. Nino 上流域内に EFCOS の 5 観測所、PAGASA の 2 観測所が存在する。このうち PAGASA の Boso-Boso 観測所については、EFCOS の Boso-Boso 観測所と近接しており、また、観測期間も重複しているため、検討対象から除外することとした。よって、全 6 観測所について検討を実施した。なお、2012 年は 9 月までのデータを収集したが、10 月以降に豪雨が発生していないため、そのまま極値として用いてもよいと判断した。

流域平均の作成方法は単純平均法とティーセン法を比較した。まず、検討対象となる年最大降雨日を単純平均法によって作成した流域平均雨量を用いて抽出した。抽出された降雨日についてティーセン係数を作成し流域平均雨量を作成した。ティーセン図を Annex F 3.7 に、流域平均雨量の算定結果を Annex T 3.13 に示す。

単純平均法による流域平均雨量とティーセン法による流域平均雨量を図 3.5 に散布図として示した。



出典：JICA 調査団

図 3.5 単純平均法とティーセン法の比較（左図：1 日雨量、右図：2 日雨量）

単純平均法とティーセン法ではほぼ同一の流域平均雨量が得られた。なお、相関係数は、1 日雨量の場合は 0.97、2 日雨量の場合は 0.99 であり、ほぼ同一とみなしてよい。

単純平均法とティーセン法では結果に差が見られないので、簡便な単純平均法を採用することとする。

(2) 1978 年から 1993 年と 1999 年

1978 年から 1993 年、1999 年については Sto. Nino 上流域内に PAGASA の 2 観測所が存在する。まず、検討対象となる年最大降雨日を 2 観測所の単純平均によって作成した流域平均雨量を用いて抽出した。雨量計の配置を考慮し、2 観測所とも利用可能である場合は単純平均法を採用することとし、1 観測所のみ利用可能である場合は、流域外の観測所も活用し、IDW 法（Inverse Distance Weighted）により流域平均雨量を算出した。等雨量線図を Annex F 3.8 に、算定結果を Annex T 3.14 に示す。

(3) 1949 年から 1977 年と 2010 年

1949 年から 1977 年、2010 年については Sto. Nino 上流域内に利用可能な雨量観測所は存在し

ない。よって、流域外の観測所と流域平均雨量の回帰を用いることとした。

まず、1949年から2012年の期間を対象として Sto. Nino 上流域内の7観測所の単純平均雨量と各観測所の単相関分析を実施した。結果を Annex T 3.15 と Annex F 3.9 に示す。

1949年から1977年、2010年に利用可能なパッシング-マリキナ川付近の雨量観測所のうち、7観測所単純平均雨量と相関が良いのは、Science Garden 観測所、Port Area 観測所、NAIA 観測所である。相関係数を以下に示す。

- Science Garden 観測所 : 0.76
- Port Area 観測所 : 0.70
- NAIA 観測所 : 0.62

以上より、Science Garden 観測所、Port Area 観測所、NAIA 観測所の優先順位で観測値を用いて、対象観測所と7観測所単純平均雨量との直線回帰により流域平均雨量を設定した。算定結果を Annex T 3.16 に示す。

(4) 流域平均雨量

(1)から(3)にて算定した年最大流域平均雨量を Annex T 3.17 に示す。

3.6 水文統計解析の前提条件の確認

3.6.1 母集団の同一性

計画降雨は所定の生起確率の豪雨を推定して決定する。3.4節にも述べたが、本調査では計画降雨は日雨量を用いて検討する事となった。したがって生起確率は既往年最大日雨量を標本と仮定して、その分布から推定する。前述のとおり、パッシング-マリキナ川流域では台風や、モンスーン等、様々な気象現象を成因として豪雨がもたらされてきた。従って、既往年最大日雨量は必ずしも一つの母集団から抽出した標本とは言えない場合もある。その場合は、生起確率の推定に無視できない誤差が生じる。従って、生起確率の推定に先だって、あらかじめ母集団の同一性を確認しなければならない。母集団が同一でない場合は、年最大日雨量をもたらした現象ごとに母集団を想定し、それぞれの母集団毎の標本に対して生起確率を推定しなければならない。

降雨の場合、母集団に違いを生じる可能性がある要因として、台風やモンスーンと言った気象現象による成因、および降水量の気候変動による増減が考えられる。後者については標本の抜き取り期間が短い場合は無視できる。気候変動の解析が概ね20年間の平均の変動を対象として評価していることを考えると抜き取り期間が40年以内であれば気候変動の影響は検出できないと考えた。すなわち、たとえば40個の標本を前半の20個と後半の20個の二グループに分け、グループ間に差があったとしても、それは標本抽出による偶然の差であり、意味のあるものではないと考えたのである。

今回、流域平均雨量を比較的高い精度で推定できるのは、観測点数から1978年以降2012年までの35年間であり、この間の年最大流域平均日雨量データを標本として母集団の同一性を検討した。標本抽出の期間が35年間であり、この間の気候変動の影響が母集団の同一性を損なうことはない判断した。

従って、本調査では降雨の成因に注目して母集団の違いを評価し、確率計算に資する事とした。

3.6.2 年最大流域平均雨量

1978年以降の Sto. Nino 上流域の年最大流域平均日雨量を推定して表 3.8 に示す。

流域平均日雨量は、概ね流域内に設置された雨量観測所の日記録を単純平均して求めたものである。単純平均によって流域平均を求める事の妥当性は前節に詳しい。

1993 年は流域内の観測所は PAGASA の BOSOBOSO 観測所のみであったため、流域外の観測所データを用いて等雨量線図を作成して流域平均雨量を求めた。

1999年のデータも同様に PAGASA の BOSOBOSO 観測所のデータのみが利用可能であったため、8月1日の等雨量線図を作成して求めたものである。

2010年8月5日については流域内の観測所のデータが利用できなかったため、流域外ではあるがこの日に観測がなされた Science Garden 観測所のデータから、回帰して求めた。観測データは 122mm で回帰係数は 0.6 である。

上記 1993、1999 および 2010 年以外の年にはセントニーニョ上流域では 2 か所以上で観測が記録されていて、流域平均雨量を求めることができた。

3.6.3 年最大雨量の成因

当該地域に豪雨をもたらす要因としては台風、モンスーン、熱帯収束帯を含む前線が知られている。このうち、モンスーンと前線はしばしば同時に生起し、降雨をそれぞれに配分する事は困難である。また、過去の前線の配置を示すデータは収集が困難であった。こうした事情から、降雨の成因を台風性と台風でなければモンスーンその他の二つに絞って分類することとした。

Digital Typhoon は過去の雲の衛星画像を提供している。年最大流域平均日雨量が生起した日の画像を見て、台風性の雲が流域にかかっている場合はその降雨を台風によるものとした。雲がかかっている場合でも、モンスーンもしくは前線によるものと思われる場合は降雨の成因をモンスーン性とした。こうして仕分けした成因別年最大流域平均日雨量(mm)を表 3.9 に示す。

表 3.8 年最大流域平均日雨量
[mm]

Year	Date	Depth
1978	10月26日	200.8
1979	8月15日	82.5
1980	11月5日	86.0
1981	6月13日	83.0
1982	7月2日	81.0
1983	8月12日	77.6
1984	10月21日	83.7
1985	10月18日	209.7
1986	7月9日	171.9
1987	8月18日	96.6
1988	10月24日	236.7
1989	9月11日	139.9
1990	8月23日	139.9
1991	6月14日	128.3
1992	8月20日	116.3
1993	10月4日	105.1
1994	6月22日	92.1
1995	9月30日	124.0
1996	10月30日	120.5
1997	8月18日	170.0
1998	10月22日	234.0
1999	8月1日	218.3
2000	7月7日	178.0
2001	8月17日	127.5
2002	7月7日	156.5
2003	5月27日	189.4
2004	11月29日	190.2
2005	9月15日	111.0
2006	7月23日	109.8
2007	8月7日	126.6
2008	8月20日	85.8
2009	9月26日	290.8
2010	8月5日	73.2
2011	6月24日	152.0
2012	8月7日	271.7

出典：JICA 調査団

表 3.9 成因別年最大流域平均日雨量（左表：モンスーン性豪雨、右表：台風性豪雨）

Year	Date	Depth	Cause	Year	Date	Depth	Cause	Name
1979	8月15日	82.5	M	1978	10月26日	200.8	T	Rita
1981	6月13日	83.0	M	1980	11月5日	86.0	T	Betty
1982	7月2日	81.0	M	1985	10月18日	209.7	T	Dot
1983	8月12日	77.6	M	1986	7月9日	171.9	T	Peggy
1984	10月21日	83.7	M	1987	8月18日	96.6	T	Cary
1990	8月23日	139.9	M	1988	10月24日	236.7	T	Ruby
1992	8月20日	116.3	M	1989	9月11日	139.9	T	Sarah
1993	10月4日	73.8	M	1991	6月14日	128.3	T	Yunya
1994	6月22日	92.1	M	1995	9月30日	124.0	T	Sibyl
1996	10月30日	120.5	M	1998	10月22日	234.0	T	Babs
1997	8月18日	170.0	M	2000	7月7日	178.0	T	Kai-Tak
1999	8月1日	218.3	M	2003	5月27日	189.4	T	Linha
2001	8月17日	127.5	M	2004	11月29日	190.2	T	TD
2002	7月7日	156.5	M	2006	7月23日	109.8	T	Kaemi
2005	9月15日	111.0	M	2008	8月20日	85.8	T	Nuri
2007	8月7日	126.6	M	2009	9月26日	290.8	T	Ketsana
2010	8月5日	73.2	M	2011	6月24日	152.0	T	Meari
2012	8月7日	271.7	M	Mean		166.1		
Mean		122.5		STDV		58.4		
STDV		54.0						

出典：JICA 調査団

1978年から2012年まで35個の年最大流域平均日雨量のうちモンスーンによって生じたものは18個、台風によるものは17個という結論になった。台風性の豪雨は平均も大きく、ばらつきも大きくなった。

3.6.4 母集団の違いの検定

35個の年最大流域平均日雨量がモンスーン性母集団または台風性母集団から抽出した標本であると仮定した場合、夫々の母集団の母平均、母標準偏差の最尤推定は表 3.10 の通りである。

表 3.10 母集団別のパラメータ

パラメータ	モンスーン	台風
平均	122.5	166.1
標準偏差	54.0	58.4
標本数	18	17

出典：JICA 調査団

二つの母集団の違いは、平均値もしくは標準偏差の有意差を評価して検定される。台風性母集団がモンスーン性母集団と同一であれば、そこから抽出した台風性標本のパラメータがモンスーン性母集団のパラメータと有意な差を持たないはずだからである。平均値の有意差検定方式として t-検定を採用する。

下記不等式 (1) が成立する場合、両母集団の有意差は認められず、上記 18 個と 17 個の標本は同一の母集団からとった標本である可能性が高い。

$$|m1 - m2| < t(f, \alpha) s / \sqrt{n} \quad (1)$$

反対に、下記不等式(2) が成立する場合は両母集団には有意な差が認められる。

$$|m1 - m2| \geq t(f, \alpha) s / \sqrt{n} \quad (2)$$

ここに、
 m1 : モンスーン性の平均値
 m2 : 台風性の平均値
 f : 自由度 (= n-1)
 α : 判定の信頼度 (0.05~0.01)
 s : モンスーン性の標準偏差
 n : パラメータ推定に用いたデータ数 (n=18) である。

T-表には自由度 f と判定の信頼度 α に対応した t(f, α) が示されている。いま自由度は 17 であるから、判定の信頼度を 90、95、99%とした場合の t-値は、

α = 0.1	t(f, α) = 1.740
0.05	t(f, α) = 2.110
0.01	t(f, α) = 2.898

従って不等式(2) の右辺は

α = 0.1	t(f, α) s / √n = 22.22
0.05	t(f, α) s / √n = 26.98
0.01	t(f, α) s / √n = 37.18

となる。今、左辺は 43.6 であるから不等式(2) が成立する。つまり、モンスーン性豪雨と台風性豪雨の母集団には有意な違いがあると 99% 以上の信頼度で判断できる。従って豪雨の生起確率を検討するにあたっては、モンスーン性、台風性別々に年最大値を求めて夫々の生起確率を求める必要がある。

3.7 成因別の年最大流域平均雨量と確率降雨

3.6 節の検討にてパッシング-マリキナ川流域においては台風性豪雨とモンスーン性豪雨の母集団に有意な差があると判定されたため、成因別の年最大流域平均雨量を算定し、各々の生起確率を求める。

3.7.1 降雨成因による標本の分類

(1) 降雨成因の推定

降雨成因を推定するため、以下の 2 種類のデータを確認した。

- 日本国国立情報学研究所データベース (Digital Typhoon)
- Wikipedia

まず、Digital Typhoon にてパッシング-マリキナ川での豪雨日の衛星画像 (1978 年以降) と台風経路を確認した。衛星画像と台風経路の例を Annex F 3.10 に示す。パッシング-マリキナ川が台風の影響範囲にあるかどうかは目視により判断した。次に、Digital Typhoon では日本国気象庁が台風と認識したデータのみ収録されていることから、Wikipedia にて PAGASA が熱帯低気圧として認識したイベントを追加した。分類結果を Annex T 3.18 に示す。

(2) 年最大流域平均雨量の算定

次の 4 種類の標本について、3.5 節と同様に流域平均雨量を算定した。

- Case 1: 降雨成因が台風性（熱帯低気圧）の場合の年最大流域平均日雨量
- Case 2: 降雨成因がモンスーン性等の場合の年最大流域平均日雨量
- Case 3: 降雨成因を区別しない場合の年最大流域平均日雨量（3.5にて作成済み）
- Case 4: 降雨成因を区別しない場合の年最大流域平均2日雨量（3.5にて作成済み）

算定結果を Annex T 3.19 に示す。

3.7.2 確率降雨量の検討

(1) 検討手法

先に検討した年最大流域平均雨量を用いて、以下の手順により確率降雨量の検討を実施した。なお、検討には財団法人国土技術研究センター（日本）により開発された水文統計ユーティリティーver1.5を用いた。

- 表 3.11 に示す 13 モデルにより確率水文量を算定する。
- 極値理論に基づくグンベル分布（Gumbel）、一般化極値分布（Gev）、平方根指数型最大値分布（Sqrt-Et）の3分布についてSLSCによる適合度評価を実施し、選定基準を満足する分布（SLSC \leq 0.04）を選定する。3分布とも選定基準を満たさない場合は残りの7分布より選定する。
- 選定された分布について、リサンプリング（Jackknife 法）による安定性評価を実施し、推定誤差が最小となる分布を計画に用いる確率分布モデルとする。
- Jackknife 法による不偏推定値を計画に用いる確率水文量とする。

表 3.11 検討対象とする確率分布モデル

名称	略称
指数分布	Exp
グンベル分布	Gumbel
一般化極値分布	Gev
平方根指数型最大値分布	Sqrt-Et
対数ピアソン III 型分布（実数空間法）	LP3Rs
対数ピアソン III 型分布（対数空間法）	LogP3
岩井法	Iwai
石原・高瀬法	IshiTaka
対数正規分布 3 母数クォンタイル法	LN3Q
対数正規分布 3 母数(Slade II)	LN3PM
対数正規分布 2 母数(Slade I, L 積率法)	LN2LM
対数正規分布 2 母数(Slade I, 積率法)	LN2PM
対数正規分布 4 母数(Slade IV, 積率法)	LN4PM

出典：財団法人国土技術研究センター

SLSC

宝¹によって提案された標本と確率分布の適合度を判定するための指標である。

Jackknife 法

確率分布形の推定精度は標本が蓄積されるとともに向上するはずである。しかし、既往最大

¹ 宝 馨：水文頻度解析の進歩と将来展望，水文・水資源学会誌，Vol.11, No.7, pp. 740-756, 1998.

値を超過するような洪水が発生した場合に、そのデータを含めると超過確率の小さい部分において確率分布形を変動させる要因となる。治水計画においては、この変動が重要な意味を持つため、確率水文量が大きく変動しない確率分布形、すなわち安定性の高い確率分布形を採用することが実用上望ましい。Jackknife 法は、現在得られている限られた標本からいくつもの標本を人為的に作成し、それらの標本を基に推定した確率分布形から求められる確率水文量の安定性を評価する方法である。具体的には、大きさ n 個の標本のうち i 番目の 1 データのみを欠いたデータ数 $n-1$ 個の標本を全ての i について作成し (n セット作成することになる)、これらの標本から求めた統計量をもとに不偏推定値及びそのまわりの推定誤差を算定する手法である。

(2) 算定結果

1 日雨量を用いた確率降雨量の算定結果を表 3.12、図 3.6、図 3.7 に示す。また、参考として非成因別の 2 日雨量の場合について表 3.13 に示す。詳細は Annex T 3.20、Annex F 3.11 に付す。

Case 1 の台風性降雨による 100 年確率降雨が 285.5mm であり、河川改修事業 III 協力準備調査によって算定された 286.5mm とほぼ同等である。Case 2 はモンスーン性の降雨の確率で、100 年降雨は 244.6mm となった。台風性、モンスーン性の降雨は互いに独立な関係にあり、どちらも生起する可能性を有している。従って治水計画にはどちらか大きい方を計画降雨として採用する必要がある。また、パッシング-マリキナ川では台風 Ondoy による大洪水など、数多くの台風により被害を受けてきており、台風性降雨は治水計画を立案する上で最も重視すべき降雨である。よって、計画降雨量は台風性降雨による 100 年確率 1 日降雨量 285.5mm とする。

なお、統計解析に用いる水文量を降雨の成因に着目して分類し、算定した確率降雨量の大きい方（台風性）が、既往調査で算定された値とほぼ同一であったことから、既往計画に用いられた計画降雨量は、最近の記録的豪雨データを取り入れても、なお妥当なものであったと判断される。さらに、Case 3 は降雨成因を区別しない場合の確率降雨量であるが、100 年確率降雨量が 303.6mm、その推定誤差が 22.4mm である。この場合においても、河川改修事業 III 協力準備調査において算定された 100 年確率日雨量 286.5mm は誤差の範囲内に収まっている。

表 3.12 確率降雨量の算定結果（1 日雨量）

	Case 1	Case 2	Case 3	JICA, 2011	WB, 2012
Duration	1 Day	1 Day	1 Day	1 Day	1 Day
Meteorological Type	T	M	All	All	All
Model	Gumbel	Gumbel	Gumbel	Gumbel-Chow	Gumbel
Sample Number	58	61	63	94	35
1/30 Rainfall	232.4 mm	203.3 mm	251.2 mm	255.0 mm	268 mm
(Estimate Error)	20.1 mm	16.3 mm	17.4 mm	N/A	N/A
1/100 Rainfall	285.5 mm	244.6 mm	303.6 mm	286.5 mm ²	344 mm
(Estimate Error)	26.1 mm	21.2 mm	22.4 mm	N/A	N/A
Selection	Selected	Not Selected	Not Selected		

N/A: Not Available, T: Tropical Depression, M: Monsoon and Others

出典：JICA 調査団

² Port Area 観測所の 100 年確率日雨量 377mm に降雨調整係数 0.76 を乗じ、流域平均雨量 286.5mm としている。

表 3.13 確率降雨量の算定結果（2日雨量）

	Case 4	JICA, 2011	WB, 2012
Duration	2 Day	2 Day	2 Day
Meteorological Type	All	All	All
Model	Gumbel	Gumbel-Chow	Gumbel
Sample Number	63	87	35
1/30 Rainfall	410.1 mm	392.3 mm	367 mm
(Estimate Error)	31.3 mm	N/A	N/A
1/100 Rainfall	494.8 mm	445.8 mm	439 mm
(Estimate Error)	40.9 mm	N/A	N/A
Selection	Not Selected		

N/A: Not Available
出典：JICA 調査団

		1 Day Rainfall	
Meteorological Type		Tropical Depression	
Sample Type		Annual Maximum Rainfall	
Model		Gumbel	
Sample Number		58	
Probable Rainfall	1/2	100.4	
	1/3	123.8	
	1/5	150.0	
	1/10	182.8	
	1/20	214.3	
	1/30	232.4	
	1/50	255.0	
	1/80	275.7	
	1/100	285.5	
	1/150	303.3	
	1/200	316.0	
	1/400	346.3	
Jackknife Unbiased Estimator	1/2	100.4	
	1/3	123.8	
	1/5	150.0	
	1/10	182.8	
	1/20	214.3	
	1/30	232.4	
	1/50	255.0	
	1/80	275.7	
	1/100	285.5	
	1/150	303.3	
	1/200	316.0	
	1/400	346.3	
Jackknife Estimate Error	1/2	6.6	
	1/3	8.6	
	1/5	11.2	
	1/10	14.7	
	1/20	18.1	
	1/30	20.1	
	1/50	22.7	
	1/80	25.0	
	1/100	26.1	
	1/150	28.1	
	1/200	29.6	
	1/400	33.0	
SLSC		0.022	
X-Cor		0.994	
P-Cor		0.994	

出典：JICA 調査団

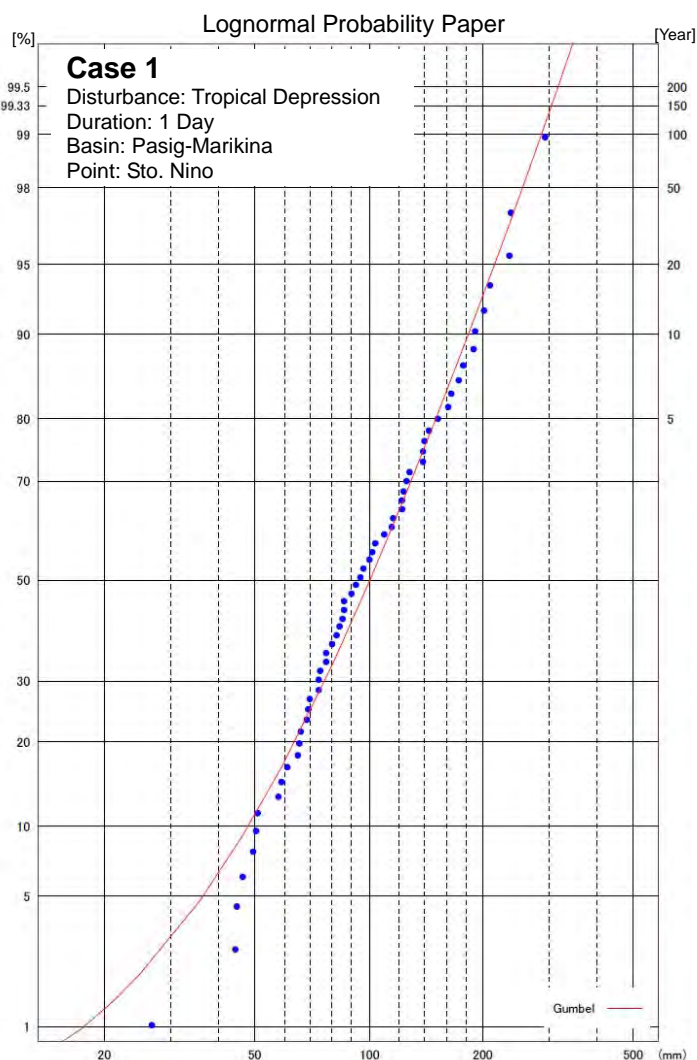
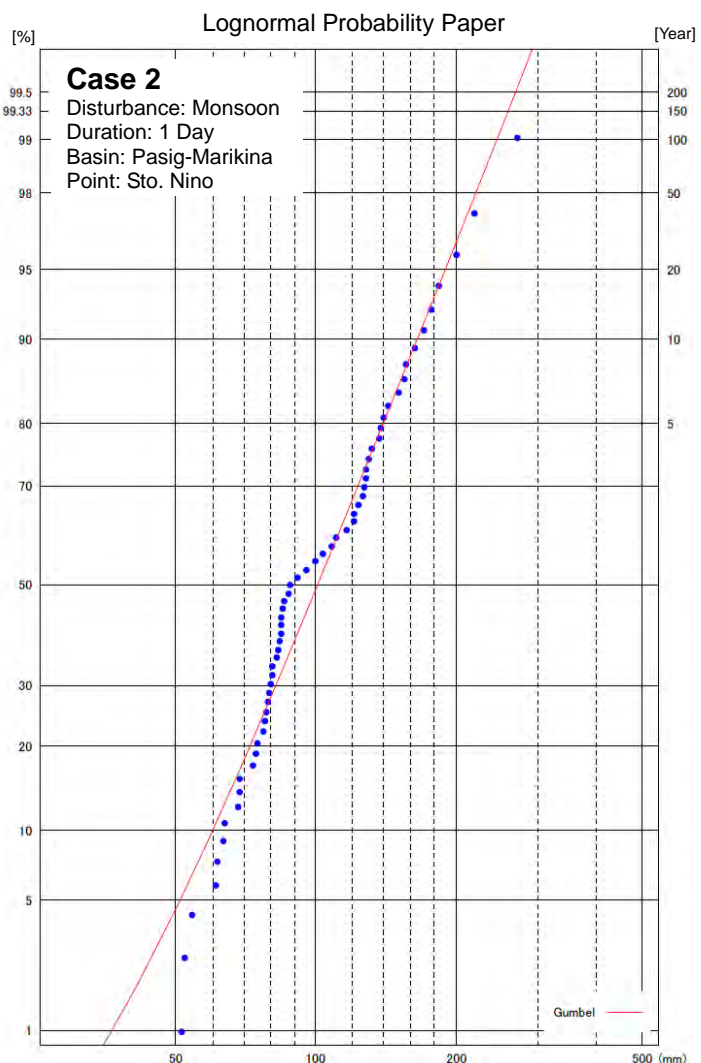


図 3.6 確率降雨量の算定結果（台風性降雨）

		1 Day Rainfall	
Meteorological Type	Monsoon and Others		
Sample Type	Annual Maximum Rainfall		
Model	Gumbel		
Sample Number	61		
Probable Rainfall	1/2	100.8	
	1/3	119.0	
	1/5	139.3	
	1/10	164.8	
	1/20	189.3	
	1/30	203.3	
	1/50	220.9	
	1/80	237.0	
	1/100	244.6	
	1/150	258.4	
Jackknife Unbiased Estimator	1/2	100.8	
	1/3	119.0	
	1/5	139.3	
	1/10	164.8	
	1/20	189.3	
	1/30	203.3	
	1/50	220.9	
	1/80	237.0	
	1/100	244.6	
	1/150	258.4	
Jackknife Estimate Error	1/2	5.0	
	1/3	6.7	
	1/5	8.9	
	1/10	11.8	
	1/20	14.7	
	1/30	16.3	
	1/50	18.4	
	1/80	20.3	
	1/100	21.2	
	1/150	22.9	
1/200	24.1		
1/400	26.9		
SLSC	0.032		
X-Cor	0.989		
P-Cor	0.985		



出典：JICA 調査団

図 3.7 確率降雨量の算定結果（モンスーン性及びその他降雨）

3.8 降雨波形群の検討

検討対象降雨の時間分布及び地域分布は、表 3.14 に示すように実績降雨の引き延ばしとモデル降雨波形の 2 手法により設定する。

表 3.14 時間分布と地域分布の設定法

	実績降雨引き延ばし	モデル降雨波形
時間分布	実績時間雨量の引き延ばし	中央集中型波形（河川改修事業 III 協力準備調査に用いられた波形の引き延ばし）
地域分布	実績時間雨量の空間分布をティーセン分割により与える	なし

出典：JICA 調査団

引き延ばしに用いる降雨イベントは、Annex T 3.12 に示した年最大降雨日とピーク水位の上位 15 イベントから、日雨量の大きい上位 10 洪水を検討対象として選定する。選定したイベントを表 3.15 に示す。また、併せて実績降雨の引き延ばし率についても表 3.15 に示す。ハイエトグラフは図 3.8 に示す。ここで、3.7 節において計画対象となる 100 年確率降雨においては台風性降雨による確率分布が採用されたことから、降雨波形についても台風性を対象とする。

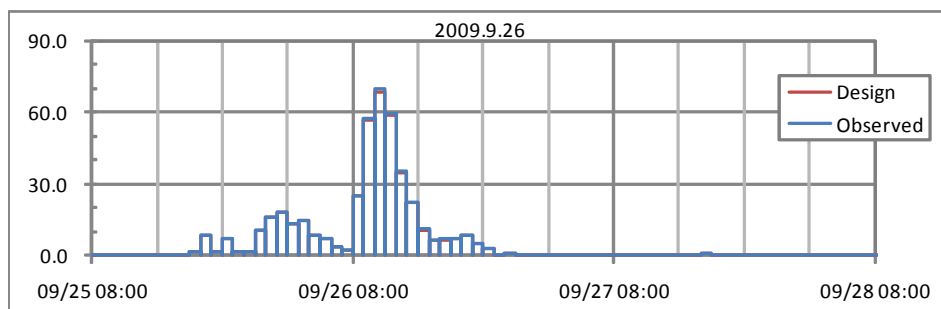
実績降雨の地域分布についてはティーセン分割により設定する。ティーセン係数を Annex T 3.21 に示す。また、流出解析に用いる小流域分割と時間雨量観測所の位置を図 3.9 に示す。

表 3.15 引き延ばしに用いる降雨イベント

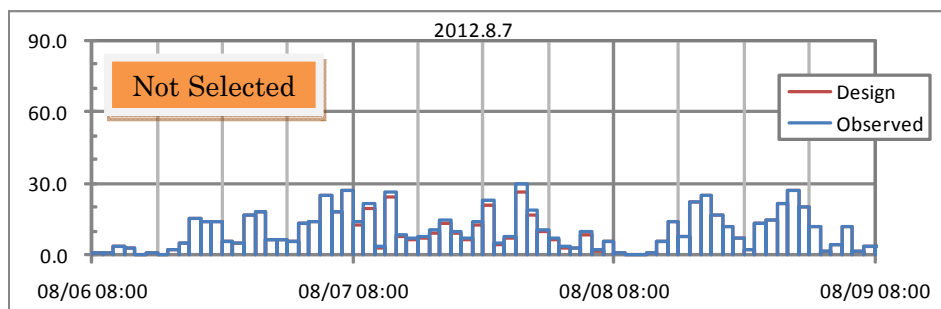
No.	Date	Event		Probability	Basin Mean Rainfall (1 Day)			Selection
		Type	Name		Observed	1/100 Rainfall	Ratio	
					(A)	(B)	(B/A)	
1	2009/9/26	T	Ondoy	1/110	290.8 mm	285.5 mm	0.982	Selected
2	2012/8/7	M	-	1/200	271.7 mm	244.6 mm	0.900	Not Selected
3	1998/10/22	T	Loleng	1/30	234.0 mm	285.5 mm	1.220	Selected
4	2004/11/29	T	Winnie	1/10-1/20	190.2 mm	285.5 mm	1.501	Selected
5	2003/5/27	T	Chedeng	1/10-1/20	189.4 mm	285.5 mm	1.507	Selected
6	2000/7/7	T	Edeng	1/10	178.0 mm	285.5 mm	1.604	Selected
7	1997/8/18	M	-	1/10	170.0 mm	244.6 mm	1.439	Not Selected
8	2002/7/7	M	-	1/5-1/10	156.5 mm	244.6 mm	1.563	Not Selected
9	2011/6/24	T	Falcon	1/5	152.0 mm	285.5 mm	1.878	Selected
10	2000/11/2	T	Seniang	1/5	149.0 mm	285.5 mm	1.916	Selected

T: Tropical Depression, M: Monsoon and Others

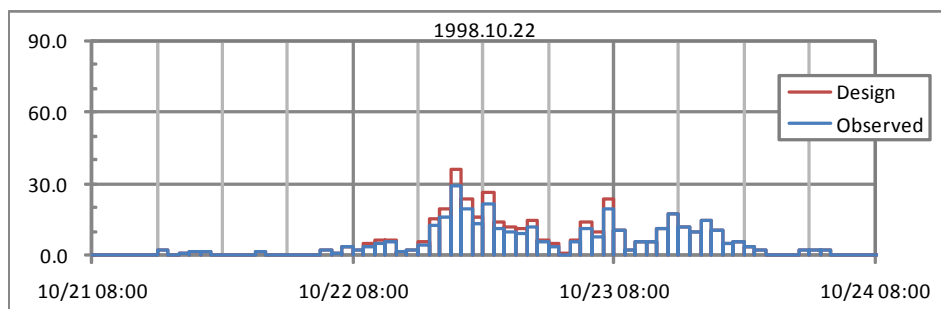
出典：JICA 調査団



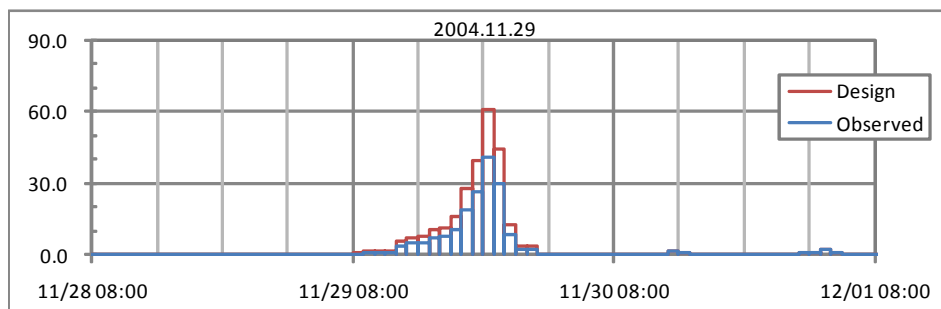
Station	Status
Science Garden	Out of Basin
Napindan	No Data
Mt. Campana	No Data
Aries	Fully Available
Nangka	Fully Available
BosoBoso	Fully Available
Mt.Oro	Fully Available



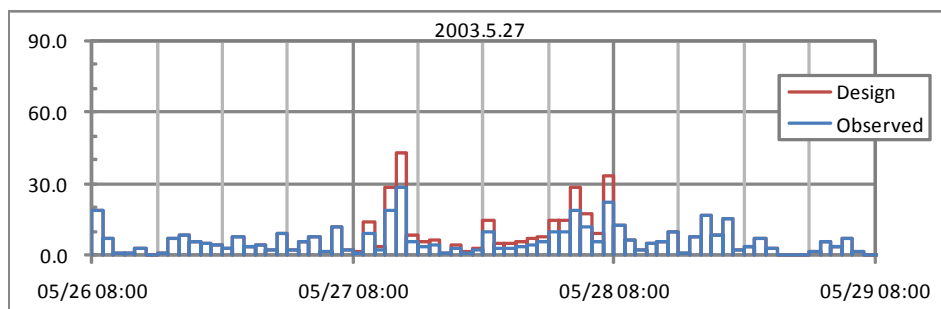
Station	Status
Science Garden	No Data
Napindan	No Data
Mt. Campana	No Data
Aries	Fully Available
Nangka	Partly Available
BosoBoso	Partly Available
Mt.Oro	Fully Available



Station	Status
Science Garden	No Data
Napindan	No Data
Mt. Campana	No Data
Aries	No Data
Nangka	No Data
BosoBoso	Fully Available
Mt.Oro	Fully Available



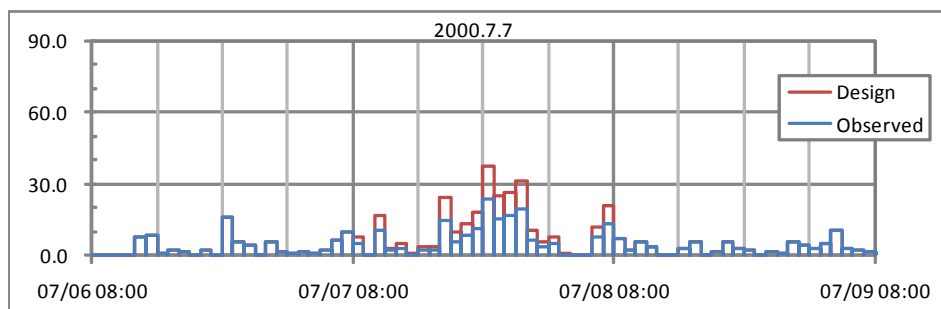
Station	Status
Science Garden	Out of Basin
Napindan	Out of Basin
Mt. Campana	Fully Available
Aries	Fully Available
Nangka	Fully Available
BosoBoso	Fully Available
Mt.Oro	Fully Available



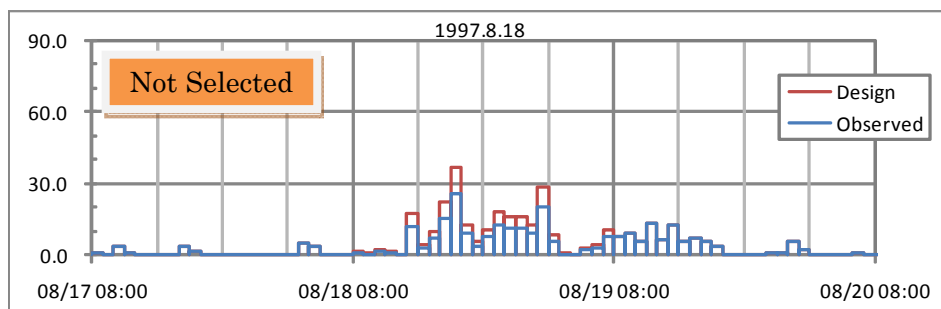
Station	Status
Science Garden	Out of Basin
Napindan	Out of Basin
Mt. Campana	Fully Available
Aries	Fully Available
Nangka	Fully Available
BosoBoso	Fully Available
Mt.Oro	Fully Available

出典：JICA 調査団

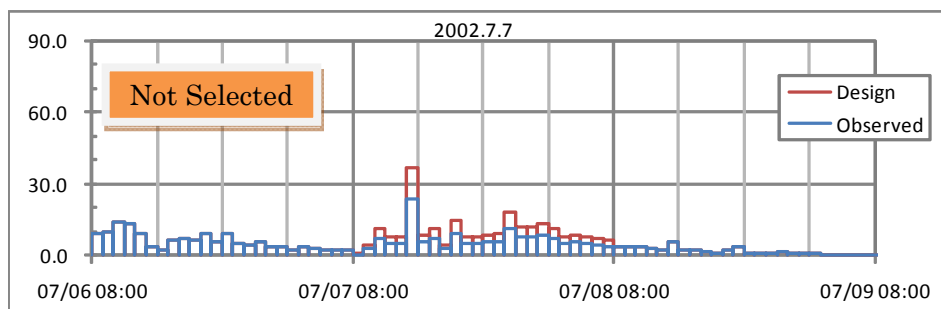
図 3.8 検討対象降雨波形群 (1/3)



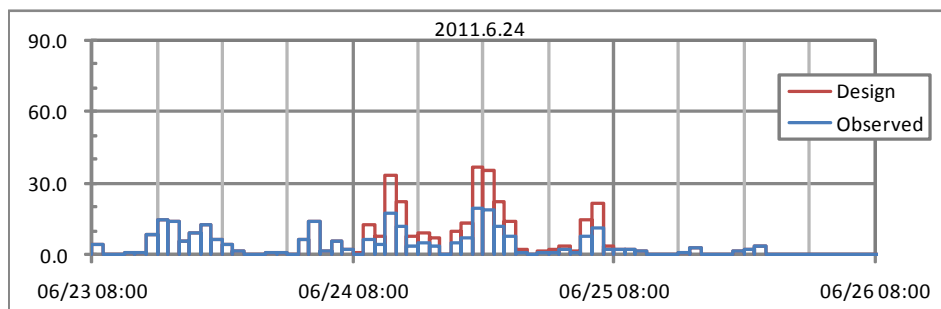
Station	Status
Science Garden	No Data
Napindan	No Data
Mt. Campana	No Data
Aries	No Data
Nangka	No Data
BosoBoso	Fully Available
Mt.Oro	Fully Available



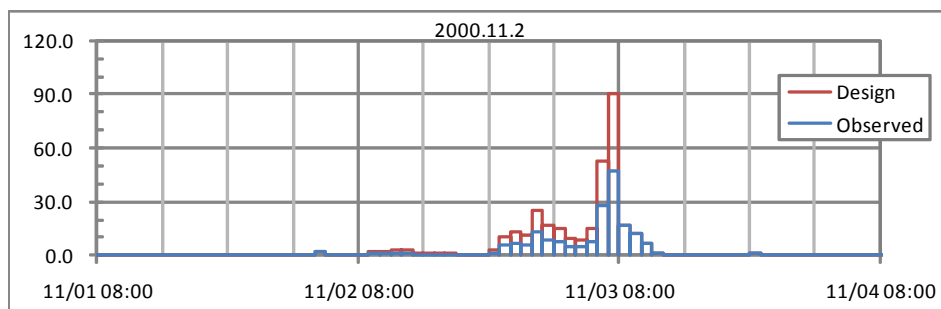
Station	Status
Science Garden	No Data
Napindan	No Data
Mt. Campana	No Data
Aries	No Data
Nangka	No Data
BosoBoso	Fully Available
Mt.Oro	Fully Available



Station	Status
Science Garden	No Data
Napindan	No Data
Mt. Campana	No Data
Aries	No Data
Nangka	No Data
BosoBoso	Fully Available
Mt.Oro	Fully Available



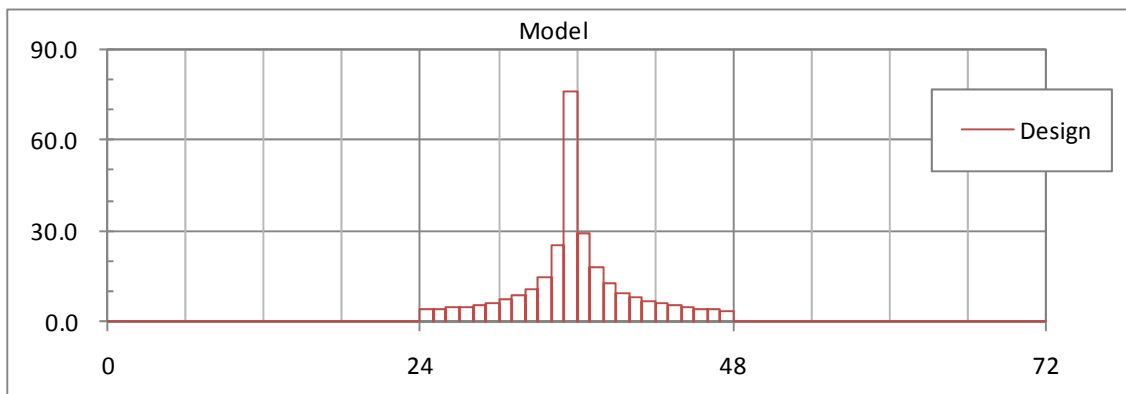
Station	Status
Science Garden	No Data
Napindan	No Data
Mt. Campana	No Data
Aries	Fully Available
Nangka	Fully Available
BosoBoso	Fully Available
Mt.Oro	Fully Available



Station	Status
Science Garden	No Data
Napindan	No Data
Mt. Campana	No Data
Aries	No Data
Nangka	No Data
BosoBoso	Fully Available
Mt.Oro	Fully Available

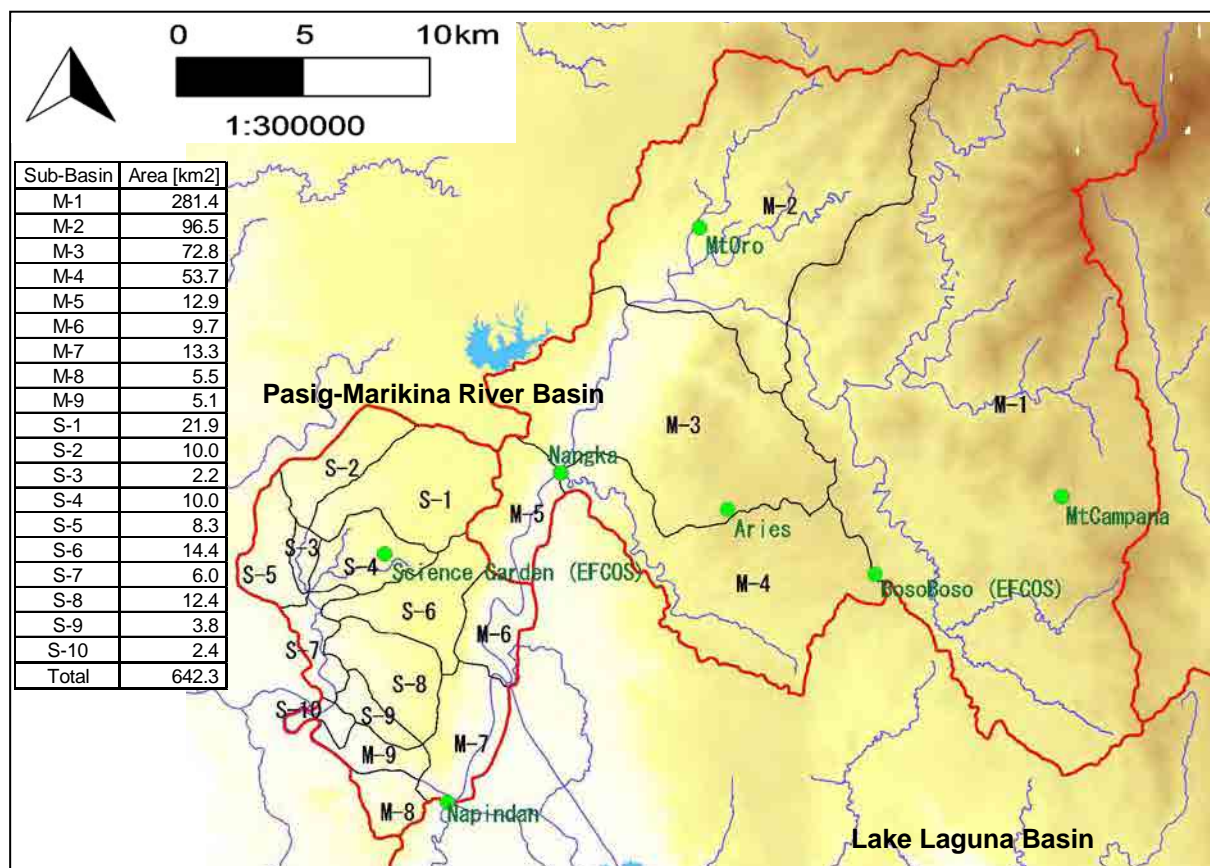
出典：JICA 調査団

図 3.8 検討対象降雨波形群 (2/3)



出典：JICA 調査団

図 3.8 検討対象降雨波形群（3/3）



出典：JICA 調査団

図 3.9 パッシング-マリキナ川流域分割と時間雨量観測所位置図

第4章 計画降雨に対する気候変動の影響検討

4.1 GCMによる降雨の予測

本調査の水収支解析では、パッシング-マリキナ流域を含むメトロマニラおよび周辺地域の水資源に及ぼす気候変動の影響を予測した。予測は温暖化ガスの排出シナリオとして最も一般的なA1Bを選んで行った。この地域に適合するモデルを24GCMの中から絞り込み、6GCMを選定した。選定したGCMは以下の6モデルである。

- Csiro-mk3-0
- gfdl-cm2-0
- gfdl-cm2-1
- ingv-ecchm4
- ipsl-cm4
- miroc3-2-medre

これらのGCMに対して、対象地域の降水量を参照してバイアスの補正およびいわゆるダウンスケーリングを行いマニラ首都圏および周辺地域に適合せしめた。パッシング-マリキナ流域に対応するGCMのグリッドデータから代表観測所であるポートエリアの日降雨量が予測されている。予測の期間は1981-2000年の20年間と、2046-2065年の20年間である。

表4.1にポートエリアにおける20年間（1981-2000年）の各GCMが予測した年最大日雨量をまとめた。表の左端から二番目の欄は同観測所で記録された年最大日雨量を与える。また、右端の欄に示したのは、選択した6GCMの単純平均値である。

各年の年最大値はGCMごとに大きく異なっている。また、観測記録との相関性も明らかに低い。表は長期の傾向を検討するために、5年ごとの平均値も示している。

5年ごとの平均をみると、観測記録は、5年ごとに上昇、下降はあるものの、1980年代に比べて1990年代には上昇している。GCMによる予測値のうちgfdl-2cm-1によるものは、わずかにこの傾向を示した。しかし、他の5GCMの結果はすべて1980年代に比べて1990年代には下降していて、その結果、6GCMの平均値も下降の傾向を示している。

また、表4.2は同じくポートエリアにおける2046-2065年における年最大日雨量の予測値を示す。

GCMによる予測値は、ingvやipslのように2046-2055年から2056-2065年にかけて上昇するものもあるが、gfdlcm2-1やmirocのように下降しているものもある。6GCMの予測値の平均の10年間の平均は200.6mmから188.7mmへと下降する。

一方6GCMによる予測値の平均は1981-2000年の20年間の平均は149.2mmであり、2046-2065年の20年間の平均は197.9mmである。ただし1981-2000年の20年間の記録の平均は140.4mmであり予測値は約10%過大になっている。従って調整後の2046-2065年の20年間の平均は178.1mmで、65年間の増加は37.7mmということになる。増加率は年0.58mmと推定される。

表 4.1 ポートエリアにおける年最大日雨量(1981-2000 年)

Year	Recorded	Csiro	gfdl-cm20	gfdl-cm21	ingv	miroc	ipsl	GCM mean
1981	67.2	165.6	136.8	65.3	144.7	255.6	229.6	166.3
1982	110.2	147.8	123.7	109.2	180	118.1	258	156.1
1983	70	132.3	132.4	120	109.4	171.9	176.7	140.5
1984	81.2	142.9	175.1	109	175.8	236.9	100.5	156.7
1985	252.8	284.5	278.3	257.1	225.3	146	127.7	219.8
Mean	116.3	174.6	169.3	132.1	167	185.7	178.5	167.9
1986	210.5	185.4	213	200.3	178.9	113.5	124.5	169.3
1987	88.7	114.5	120	149.6	144.1	178	258	160.7
1988	122.7	122.2	210.5	57.4	110.6	234.8	68.5	134
1989	127.5	159.1	108.7	253.9	108.7	141.1	191.5	160.5
1990	201.1	60.6	144	123.6	206.9	157.2	132.9	137.5
Mean	150.1	128.4	159.2	157	149.8	164.9	155.1	152.4
1991	174.8	146	121.5	125.3	73.9	193.1	130.5	131.7
1992	122.2	75.5	147.4	128	164.6	204.1	179.9	149.9
1993	83.4	172.4	184.6	226.9	109.5	164.7	109.1	161.2
1994	117.2	109.4	122.1	187.1	252.7	132.5	99.9	150.6
1995	135.4	103.1	177.1	67.1	160.3	158	107	128.8
Mean	126.6	121.3	150.5	146.9	152.2	170.5	125.3	144.5
1996	105.4	123.6	116.1	113	135.3	153.5	105.2	124.5
1997	241.5	75.5	105.8	126.2	86.4	124.7	107	104.3
1998	128.8	227.9	110.8	141.9	151.8	164.7	226.5	170.6
1999	190.4	75.2	50.6	234.2	211.8	140.6	52.4	127.5
2000	177.5	192.6	171.2	172.6	143.9	130	58.4	144.8
Mean	168.7	139	110.9	157.6	145.8	142.7	109.9	134.3

出典：JICA 調査団

表 4.2 ポートエリアにおける年最大日雨量の予測値(2046-2065 年)

Year	csiro	gfdlcm2-0	gfdlcm2-1	ingv	miroc	ipsl	Mean
2046	102.4	110.7	260.1	194.8	271	265.7	200.8
2047	146.2	109.3	238.6	87.9	209	148.4	156.6
2048	309.7	165	185.1	152	81.2	179.6	178.8
2049	795.5	59.4	83.5	187	54.9	167.8	224.7
2050	310.6	113.6	187.5	171.9	132.4	111	171.2
Mean	332.9	111.6	191	158.7	149.7	174.5	186.4
2051	140.7	207.2	260.1	178.3	198.2	269.9	209.1
2052	738.6	230.3	199.3	136.2	67.5	154.8	254.5
2053	134.7	117.7	270	125.4	188.7	323.8	193.4
2054	245.6	370.7	195.9	230.7	121.6	81.8	207.7
2055	265.6	262.8	197.4	191.1	220.9	119.1	209.5
Mean	305	237.7	224.5	172.3	159.4	189.9	214.8
2056	164.9	235.4	45.3	87.8	216.9	196.6	157.8
2057	192.2	125.9	194.2	283.6	123	154.4	178.9
2058	173.6	275	291	190.3	71	250.9	208.6
2059	137.5	68.6	55.6	86.1	123.1	178.1	108.2
2060	559.4	121.8	161.2	142.1	142.9	171.5	216.5
Mean	245.5	165.3	149.5	158	135.4	190.3	174
2061	147.4	52.5	231.7	189.2	120.3	210.8	158.7
2062	197	107.9	178.5	314.3	350.2	348.3	249.4
2063	63.3	106.4	287.3	307.1	135.1	210.1	184.9
2064	795.5	106.8	260.3	107.2	122.9	250.8	273.9
2065	356.8	110.1	64.4	108.5	69.6	191.6	150.2
Mean	312	96.7	204.4	205.3	159.6	242.3	203.4

出典：JICA 調査団

4.2 実測降雨の傾向と予測

協力準備調査（Preparatory Study for Pasig-Marikina River Channel Improvement Project - Phase III）の報告書はポートエリアにおける年最大日雨量記録を1903年以降与えている。与えられたデータを用いて1906年以降の5年平均雨量の時系列を作成した。ここで、5年間で1年分が欠測している場合は記録のある4年間の平均で埋めた。2年以上が欠測の場合、ひとつ前の5年の平均で補てんした。前の5年も2年以上ない場合は次の5年の平均で補てんした。

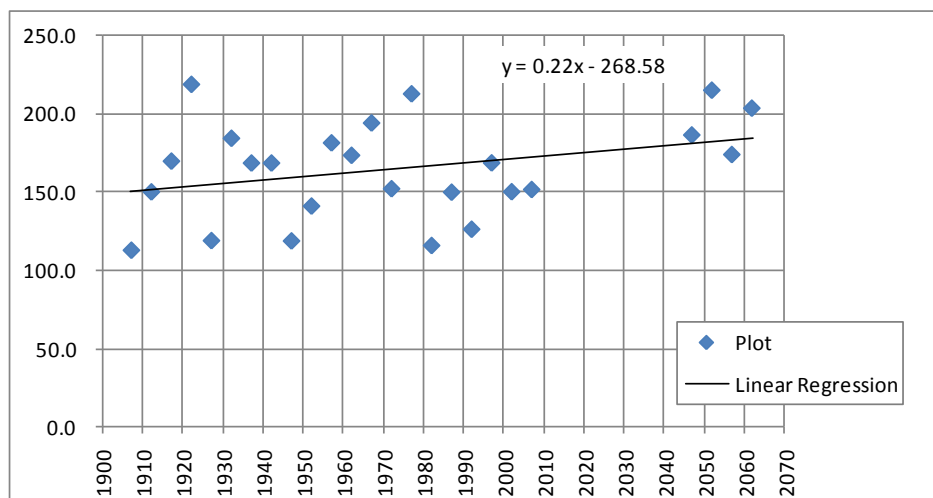
こうして作った1906年から2010年に至る年最大日雨量の5年平均の時系列を、2046-2065年の6GCMによる予測値とともに表4.3に示す。

図4.1は時系列の時間軸に対する散布図で、回帰式から年間の日最大降水量の増分は平均的に年0.22mmと推定される。

表 4.3 年最大日雨量の
5年平均値
[mm]

Period	Mean
1906-1910	113.3
1911-1915	150.3
1916-1920	169.8
1921-1925	218.5
1926-1930	119.4
1930-1935	184.3
1936-1940	168.6
1941-1945	168.6
1946-1950	119.2
1951-1955	141.3
1956-1960	181.4
1961-1965	173.5
1966-1970	194.0
1971-1975	152.3
1976-1980	212.5
1981-1985	116.3
1986-1990	150.1
1991-1995	126.6
1996-2000	168.7
2001-2005	150.4
2006-2010	151.8
2045-2050	186.4
2051-2055	214.8
2056-2060	174.0
2061-2065	203.4

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 4.1 年最大雨量5年平均の散布図（ポートエリア）

4.3 流域平均雨量に対する影響

4.1 および 4.2 に述べたように 1981 年から 2065 年まで、比較的近年のポートエリアにおける年最大降雨の増加率は年 0.58mm である。一方 1906 年から 2065 年まで長期の増加率は年 0.22mm と推定された。気候変動が加速されている可能性も考慮する必要がある。

ポートエリアの雨量から流域平均雨量を求める回帰係数は 0.7 であるから (Annex T 3.15 参照)、年間増加率は 0.15mm または 0.41mm と考えられる。

第5章 結論と勧告

本降雨解析を受けて、流出解析および氾濫解析を含む、パッシング-マリキナ川の治水計画に係る確認調査がひき続き実施される見込みである。今回の解析結果から、今後の調査に対して以下のように勧告する。

- i) JICA が実施した「パッシング-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査」（2011年）と世銀が実施した「Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas」（2012年）では幾つかの相違が生じている。特に、Sto. Nino における洪水量の推定に大きな差がある。両調査は、1958年から2009年までの年最高水位記録から年最大流量を推定した。たとえば、水位計が破損した2009年を除くと既往最大となる1986年の洪水を両調査は以下のように推定している。

表 5.1 既往洪水時流量の例（Sto. Nino 地点）

	JICA 協力準備調査	世銀調査
生起年	1986	1986
水位 (m)	20.92	20.92
流量 (m ³ /sec)	2,650	3,130

注：世銀調査では1970、1971年のデータを利用不可としている。

出典：パッシング-マリキナ川河川改修事業（III）協力準備調査, JICA. 及び Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas, WB.

同じ水位を用いて推定したが流量には大きな差が生じた。本文の2.4.1 および2.4.3 に述べたように、用いた水位-流量曲線の相違に起因するものと思われる。既往洪水は計画洪水を検討するための基礎データであり、水位-流量曲線の確認が必要である。今後実施が見込まれる確認調査では、流量観測を行い、水位-流量曲線の確認を行う事を勧告する。

- ii) 2009年は台風オンドイが襲来したときに年最高水位を観測した。この時、Sto. Nino 上流域で大規模な氾濫が生じたこと、両既存調査は報告している。また、前述のように、水位計が破損している。両調査は、その時の最高水位を22.16mとして既往最高水位としている。大規模な氾濫の実態を把握することは、水位-流量曲線の確認のためにも、確率洪水量推定のためにも、さらに治水計画の確認のためにも欠かせない。今後実施が見込まれる確認調査では、氾濫の実態調査を行う事を勧告する。
- iii) 当該流域は、マンガハン流域84km²を除くと639km²にわたるが、その洪水は、流域面積にして81%を占めるマリキナ川（流域面積538km²）の洪水によって代表される。中でも山地部から平地部に遷移するSto. Nino 上流域（517km²）からの出水が支配的である。その集中時間、流達時間は、百分の一を超える河道勾配、36.5kmという比較的短い流路延長が大きく影響している。実測の水位と降雨からピークの遅れは平均5.5時間であり、洪水到達時間は11時間と推定された。また、年最高水位および年最大降雨の上位の事例について水位-降雨の相関関係を検討した結果、降雨として1日雨量を採用した場合の相関係数が0.78であったのに対して2日雨量の場合は0.57に下がった。さらに当該流域の記録的大洪水は、いくつかの例を除き、おおむね台風によってもたらされているが、衛星画像によれば、台風性の雲が流域にかかる継続時間はほぼ20時間以内であった。以上の

考察から、計画降雨は1日雨量を対象とすることが妥当であると判断した。

- iv) 当該流域の洪水は、概ね台風（熱帯低気圧）性豪雨、またはモンスーンによる地形性豪雨に起因する。日雨量データが入手可能な1949年以降の中で流域平均雨量が比較的精度良く求まる1978年以降の年最大日雨量につき、その成因を台風性・モンスーン性に分けて検定を行った結果、ふたつの母集団に有意差が検出された。つまり生起確率の密度関数が降雨の成因によって異なることが判明したのである。このため1949年から2012年までの成因別年最大流域平均日雨量を求め、確率水文量の推定を行い、以下の結果を得た。

表 5.2 確率降雨量の算定結果

	台風性降雨	モンスーン性降雨
生起確率 1/30	232.4 mm	203.3 mm
生起確率 1/100	285.5 mm	244.6 mm
データ数	58	61

出典：JICA 調査団

台風性の100年確率降雨とモンスーン性100年確率降雨は互いに独立事象であり、ともに生起する可能性がある。治水計画は安全側をとる必要があるため大きい方の値を採用し、285.5mmを計画日雨量とするべきである。

- v) 当調査では、代表的な台風による豪雨に着目して、実績降雨波形を推定した。こうして求めた実績降雨波形と上記100年確率降雨から、計画降雨群を作成した。今後実施が見込まれる確認調査では、これらの計画降雨群を用いて流出解析を行うよう勧告する。
- vi) 気候変動解析は1981年-2000年および2046年-2065年の各20年間のポートエリア観測所における日雨量を予測した。予測値から求めた年最大日雨量と、別途入手した1906年から2010年までの実測年最大日雨量の傾向から、年最大日雨量は、年間0.22ミリ増大するものと推定された。流域平均雨量に換算すると0.15mmに相当する。しかしながら、1981年-2065年の期間だけをとらえると推定平均増加率は0.41mmである。推定には多くの誤差を含むものの、気候変動の影響が加速している可能性も否定できない。今後とも監視を続け、治水安全度への影響を把握する事を勧告する。

ANNEX

Annex T 3.1 日雨量資料一覧

No	Name	ID	Operation	Type	Coordinate			Elevation		World Bank Study			Collected		Data Source
					Lat	Lon	Source		Source	From	To	Analysis	From	To	
1	Port Area	425	PAGASA	Synoptic	14.5892	120.9658	*1	16	*3	1961	2010	Selected	1951	2012	PAGASA
2	Tayabas, Quezon	427	PAGASA	Synoptic	14.0333	121.5833	*1	158	*2	1971	2000	Selected	1971	2010	*4
3	Sangley Point, Cavite	428	PAGASA	Synoptic	14.5000	120.9167	*1	3	*3	1975	2010	Selected	1975	2010	PAGASA
4	NAIA	429	PAGASA	Synoptic	14.5066	121.0041	*1	21	*2	1961	1999	Selected	1951	2012	*4
5	Scienc Garden	430	PAGASA	Synoptic	14.6458	121.0431	*1	43	*2	1961	2010	Selected	1961	2012	*4
6	Ambulong, Batangas	432	PAGASA	Synoptic	14.0833	121.0500	*1	10	*3	1961	2010	Selected	1951	2011	*4, PAGASA
7	Tanay (Radar)	433	PAGASA	Synoptic	14.5814	121.3692	*2	650	*2				1981	1992	*4
8	Infanta, Quezon	434	PAGASA	Synoptic	14.7500	121.6500	*1	7	*3	1961	2010	Selected	1939	2011	*5
9	Barrio Maitim, Amadeo, Cavite	0406	PAGASA	Climatic	14.1717	120.9500	*1			1985	2010		1985	2006	*4
10	Mabolo Elem Sch., Bacoor, Cavite	0407	PAGASA	Climatic	14.4500	120.9333	*1			1975	2009	Selected			
11	San Pedro, Laguna	0408	PAGASA	Climatic	14.3667	121.0383	*1			1971	1999	Selected	1975	1999	*4, PAGASA
12	Sta Cruz, Laguna	0409	PAGASA	Climatic	14.2814	121.4128	*1			1961	2009	Selected	1961	2010	*4, PAGASA
13	Boso-Boso, Antipolo, Rizal	0415	PAGASA	Climatic	14.6417	121.2383	*1			1976	2010		1976	2009	*4
14	Sitio Tabak, Montalban, Rizal	0417	PAGASA	Climatic	14.7667	121.1833	*1			1976	1996	Selected	1976	1996	*4, PAGASA
15	Macasipac, Sta. Maria, Laguna	0418	PAGASA	Climatic	14.5000	121.4383	*1			1993	2007	Selected	1993	2006	*4, PAGASA
16	Tagaytay	0424	PAGASA	Climatic	14.1217	120.9667	*1			1994	2006	Selected	1994	2011	PAGASA
17	Bagumbayan, Taguig, MM	1301	PAGASA	Climatic	14.4858	121.0583	*1			1975	2008				
18	NPP Research, Bu.of Prison, Muntinlupa	1304	PAGASA	Climatic	14.3833	121.0167	*1			1971	1997	Selected	1971	1996	PAGASA
19	Pasig Elem. Sch., Pasig, MM	1305	PAGASA	Climatic	14.5667	121.0833	*1			1975	2008	Selected	1975	2009	*4, PAGASA
20	Tipas, Taguig, MM	1306	PAGASA	Climatic	14.5436	121.0781	*1			1975	1996	Selected	1975	1996	PAGASA
21	Polo, Valenzuela, MM	1309	PAGASA	Climatic	14.7433	120.9450	*1			1975	2000				
22	Bureau of Soil, Cuyambay, Tanay, Rizal	22	PAGASA	Agromet	14.6117	121.3683	*1			1992	2010	Selected	1987	1995	*4
23	NAS, UPLB, Los Banos	151	PAGASA	Agromet	14.1722	121.2303	*2	21.7	*3				1977	2009	*4, PAGASA
24	Pakil, Laguna	153	PAGASA	Agromet	14.3817	121.4767	*1			1992	2010		1992	2010	*4
25	Umiray	05	MWSS	-	14.9278	121.3647	*2	254	*2				2001	2012	*4, MWSS
26	La Mesa	-	MWSS	-	-	-							2010	2012	MWSS
27	Angat Dam	06-1	NPC	-	14.9114	121.1650	*2						1961	2011	*4
28	Matulid	06-3	NPC	-	14.9142	121.2547	*2						1986	2011	*4

Note: *1 Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas (World Bank)

*2 Water Balance Study of this Study

*3 PAGASA

*4 Collected in the water balance study

*5 1939-2000: Feasibility Study of Kanan Hydroelectric power project (2003, JICA), 2001-2009: 6 hour rainfall collected in the water balance study, 2010-2011: PAGASA

Srouce: Prepared by Study Team

Annex T 3.2 時間雨量資料一覧

No	Name	ID	Operation	Type	Coordinate			World Bank Study			Collected		Data
					Lat	Lon	Source	From	To	Analysis	From	To	Source
1	Science Garden	1	EFCOS	Telemetry	14.6458	121.0431	*1	2003	2010	Selected	2003	2010	EFCOS
2	Napindan	2	EFCOS	Telemetry	14.5572	121.0669	*1	2003	2009	Selected	2003	2008	EFCOS
3	Mt. Campana	3	EFCOS	Telemetry	14.6683	121.2914	*1	2003	2009	Selected	2003	2008	EFCOS
4	Aries	4	EFCOS	Telemetry	14.6628	121.1689	*1	2003	2010	Selected	2003	2012	EFCOS
5	Nangka	5	EFCOS	Telemetry	14.6753	121.1075	*1	2003	2010	Selected	2003	2012	EFCOS
6	BosoBoso	8	EFCOS	Telemetry	14.6400	121.2231	*1	1994	2010	Selected	1994	2012	EFCOS
7	Mt. Oro	9	EFCOS	Telemetry	14.7633	121.1578	*1	1994	2010	Selected	1994	2012	EFCOS
8	Sulipan	P1	PRBFFWC	Telemetry	14.9394	120.7586	*1	1974	2009	Selected	1973	2009	*2
9	Ipo dam	P2	PRBFFWC	Telemetry	14.8750	121.1456	*1	1974	2009	Selected	1974	2009	*2
10	San Rafael	P3	PRBFFWC	Telemetry	14.9586	120.9647	*1	1974	2009	Selected	1973	2009	*2

Note: *1 Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas (World Bank)

*2 Collected in the water balance study

Srouce: Prepared by Study Team

Annex T 3.3 2012年8月時間降雨資料 (1/4)

EFFECTIVE FLOOD CONTROL OPERATION SYSTEM (EFCOS PROJECT)

DATE: August 05, 2012

RAINFALL	August 04, 2012															August 05, 2012								TOTAL	
	Location/Time	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00		7:00
BOSO BOSO	0	2	2	2	4	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1	1	33
ARIES	1	3	2	15	7	2	5	4	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	3	0	0	47
MT. ORO	0	4	0	0	17	8	1	8	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	44	
NANGKA	2	0	0	14	3	3	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	1	1	0	34
TOTAL	3	9	4	31	31	13	7	14	4	3	3	0	2	0	0	0	0	2	0	3	5	19	2	3	158
WATERLEVEL	TOTAL RAINFALL																							158	
Location/Time	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	
MONTALBAN	23.82	23.80	23.76	23.72	23.70	24.06	24.78	24.89	24.88	24.79	24.70	24.62	24.59	24.54	24.48	24.42	24.33	24.24	24.15	24.06	23.98	23.83	23.88	23.84	
NANGKA	17.27	17.23	17.19	17.24	17.34	17.40	17.60	17.97	18.30	18.53	18.58	18.53	18.43	18.30	18.18	18.05	17.94	17.81	17.96	17.58	17.47	17.38	17.32	17.33	
STO. NIÑO	14.42	14.42	14.40	14.40	14.48	14.54	14.42	14.85	15.16	15.41	15.53	15.57	15.32	15.44	15.33	15.24	15.10	15.01	14.90	14.80	14.70	14.62	14.54	14.50	
ROSARIO J.S.	12.90	12.87	12.88	12.90	12.90	12.95	12.98	12.98	13.10	13.23	13.21	13.24	13.23	13.20	13.16	13.12	13.08	13.00	13.03	12.98	12.96	12.95	12.91	12.95	
ROSARIO L.S.																									
NAPINDAN J.S.																									
NAPINDAN L.S.																									
SAN JUAN	11.75	11.86	11.91	11.95	11.94	11.93	11.83	11.62	11.44	11.43	11.41	11.30	11.29	11.30	11.36	11.40	11.40	11.45	11.42	11.39	11.38	11.45	11.45	11.49	
PANDACAN	11.83	11.93	11.98	12.00	11.96	11.89	11.76	11.89	11.47	11.35	11.33	11.30	11.32	11.37	11.42	11.46	11.50	11.51	11.49	11.41	11.44	11.48	11.49	11.55	
FORT SANTIAGO	11.78	11.89	11.94	11.88	11.79	11.63	11.41	11.16	10.99	10.88	10.84	10.89	10.95	11.12	11.18	11.23	11.24	11.23	11.23	11.17	11.12	11.13	11.23	11.36	
ANGONO	12.64	12.65	12.64	12.65	12.66	12.66	12.64	12.66	12.70	12.65	12.70	12.70	12.68	12.68	12.70	12.67	12.69	12.70	12.70	12.69	12.69	12.69	12.69	12.70	

FLOODGATE OPERATION: AS OF 09:00 PM ALL GATES AT ROSARIO WEIR OPEN.

"DATA GATHERED/MONITORED FROM ALL EFCOS PROJECT GAUGING STATIONS"

Annex T.3.3 2012年8月時間降雨資料 (2/4)

EFFECTIVE FLOOD CONTROL OPERATION SYSTEM (EFCOS PROJECT)

DATE: August 06, 2012

RAINFALL		August 5, 2012														August 6, 2012								TOTAL		
Location/Time	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00		8:00	
BOSO BOSO	0	0	0	0	0	8	1	2	1	0	7	0	0	25	5	5	7	2	0	0	0	1	0	0	64	
ARIES	0	0	0	0	1	14	0	1	2	5	3	50	1	31	1	2	7	3	0	1	0	0	1	0	123	
MT. ORO	2	18	9	15	1	0	0	1	0	16	0	0	48	11	4	1	2	2	0	1	0	0	0	0	131	
NANGKA	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	3	30	1	22	1	1	4	3	0	1	1	0	1	0	73	
TOTAL	2	18	9	15	2	22	1	8	3	22	13	80	50	89	11	9	20	10	0	3	1	1	2	0	391	
WATERLEVEL		TOTAL RAINFALL																								TOTAL
Location/Time	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00		
MONTALBAN	23.81	23.80	23.86	23.88	23.87	23.86	23.85	23.83	23.85	23.89	23.94	23.64	24.77	25.30	25.31	25.32	25.20	25.12	25.03	24.90	24.82	24.70	24.62	24.52		
NANGKA	17.29	17.21	17.25	17.78	17.28	17.25	17.33	17.41	17.34	17.34	17.34	17.86	18.35	18.98	19.58	19.82	19.88	19.87	19.77	19.60	19.39	19.18	18.97	18.74		
STO. NIÑO	14.46	14.41	14.38	14.42	14.44	14.47	14.46	14.53	14.55	14.54	14.54	14.88	15.26	15.95	16.30	16.56	16.72	16.79	16.93	16.63	16.48	16.31	16.13	15.91		
ROSARIO J.S.	12.92	12.91	12.89	12.95	12.96	13.01	12.96	12.99	12.03	12.98	13.00	13.08	13.14	13.48	13.58	13.77	13.86	13.95	13.94	13.91	13.82	13.75	13.64	13.55		
ROSARIO L.S.																										
NAPINDAN J.S.																										
NAPINDAN L.S.																										
SAN JUAN	11.58	11.68	11.78	11.81	11.78	11.86	11.71	11.57	11.60	11.49	11.34	11.31	12.03	13.03	13.22	13.13	12.87	12.60	12.21	11.86	11.66	11.58	11.57	11.58		
PANDACAN	11.65	11.75	11.82	11.89	11.86	11.88	11.78	11.61	11.58	11.45	11.36	11.36	11.51	11.95	12.05	12.04	12.04	12.04	11.89	11.73	11.62	11.56	11.58	11.59		
FORT SANTIAGO	11.54	11.65	11.73	11.77	11.74	11.62	11.50	11.28	11.12	11.00	10.94	10.95	11.05	11.15	11.27	11.30	11.41	11.40	11.30	11.19	11.15	11.14	11.21	11.24		
ANGONO	12.70	12.70	12.70	12.69	12.71	12.69	12.72	12.70	12.68	12.72	12.73	12.74	12.73	12.76	12.73	12.75	12.79	12.83	12.82	12.80	12.81	12.83	12.84	12.82		

FLOODGATE OPERATION: ALL GATES AT ROSARIO WEIR REMAINED OPEN.

"DATA GATHERED/MONITORED FROM ALL EFCOS PROJECT GAUGING STATIONS"

Annex T 3.3 2012年8月時間降雨資料 (3/4)

EFFECTIVE FLOOD CONTROL OPERATION SYSTEM (EFCOS PROJECT)

DATE: August 07, 2012

RAINFALL	August 06, 2012															August 07, 2012								TOTAL	
	Location/Time	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00		7:00
BOSO BOSO	1	0	2	2	0	1	1	2	5	10	10	14	6	5	17	21	8	6	8	11	4	4	7	25	170
ARIES	0	0	4	4	0	1	0	2	5	33	13	18	6	6	16	22	6	5	5	13	6	19	8	39	231
MT. ORO	1	2	5	3	1	0	0	3	5	4	19	11	6	4	18	11	6	9	5	16	31	52	39	18	269
NANGKA	0	1	4	3	1	0	0	2	3	21	24	30	6	4	12	13	5	5	6	21	23	61	16	31	292
TOTAL	2	3	15	12	2	2	1	9	18	68	66	73	24	19	63	67	25	25	24	61	64	136	70	113	962
WATERLEVEL																								TOTAL RAINFALL	962
Location/Time	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	
MONTALBAN	24.39	24.29	24.20	24.17	24.11	24.06	24.02	23.97	23.93	23.93	24.12	24.47	24.89	25.12	25.25	25.46	25.46	25.63	25.75	25.72	25.84	26.19	26.59	26.87	
NANGKA	18.51	18.31	18.14	18.03	17.94	17.87	17.82	17.62	17.58	17.80	18.46	19.07	19.26	19.31	19.50	20.40	20.32	20.40	20.48	20.67	20.95	21.36	21.67	22.23	
STO. NIÑO	15.71	15.53	15.40	15.28	15.19	15.08	14.98	14.95	14.96	15.27	15.67	16.19	16.32	16.36	16.52	17.23	17.06	17.23	17.32	17.50	17.76	18.22	18.47	18.79	
ROSARIO J.S.	13.52	13.52	13.43	13.39	13.33	13.32	13.27	13.51	13.57	13.96	13.96	13.88	13.97	13.86	13.97	14.21	14.13	14.21	14.33	14.48	14.54	14.81	14.94	15.15	
ROSARIO L.S.																									
NAPINDAN J.S.																									
NAPINDAN L.S.																									
SAN JUAN	11.57	11.60	11.73	11.87	11.89	11.84	11.84	11.84	11.81	12.48	12.94	13.39	13.57	13.60	13.65	13.84	13.76	13.62	13.39	13.33	13.43	13.80	14.04	14.22	
PANDACAN	11.60	11.65	11.75	11.84	11.87	11.84	11.81	11.75	11.70	11.86	12.01	12.22	12.24	12.20	12.36	12.52	12.49	12.47	12.39	12.39	12.39	12.50	12.55	12.67	
FORT SANTIAGO	11.30	11.44	11.51	11.61	11.61	11.56	11.40	11.31	11.15	11.11	11.13	11.06	11.06	11.15	11.35	11.47	11.54	11.45	11.43	11.42	11.41	11.32	11.34	11.35	
ANGONO	12.81	12.79	12.81	12.85	12.85	12.85	12.85	12.86	12.88	12.96	12.89	12.96	12.91	12.92	13.01	13.02	13.04	13.04	13.13	13.12	13.17	13.23	13.21	13.23	

FLOODGATE OPERATION: AS OF 09:35 PM ALL GATES AT ROSARIO WEIR OPEN.

"DATA GATHERED/MONITORED FROM ALL EFCOS PROJECT GAUGING STATIONS"

Annex T.3.3 2012年8月時間降雨資料 (4/4)

EFFECTIVE FLOOD CONTROL OPERATION SYSTEM (EFCOS PROJECT)

DATE: August 08, 2012

RAINFALL	August 07, 2012															August 08, 2012								TOTAL	
	Location/Time	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00		7:00
BOSO BOSO	10	5	2	15	7	9	5	8	19	14	6	2	22	3	1	18	26	14	9	3	1	9	2	9	219
ARIES	11	13	1	19	11	8	6	15	17	8	10	3	35	1	1	29	22	10	9	2	1	7	3	4	246
MT. ORO	21	47	8	46	7	5	12	8	9	8	6	36	12	11	21	42	9	8	3	5	7	13	1	5	350
NANGKA	17	24	1	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	42
TOTAL	59	89	12	80	25	22	23	31	45	30	22	41	69	15	23	89	57	32	21	10	9	29	6	18	857
WATERLEVEL																								TOTAL RAINFALL	857
Location/Time	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	
MONTALBAN	27.39	27.40	27.44	27.28	27.46	27.65	27.21	27.01	26.93	26.85	26.77	26.68	26.41	27.10	27.29	27.32	27.41	27.34	27.43	27.03	26.89	26.78	26.67	26.51	
NANGKA	22.36	22.36	22.36	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
STO. NIÑO	19.20	19.50	19.74	19.98	20.11	20.25	20.32	20.32	20.20	20.17	20.00	19.77	19.83	19.73	19.70	19.82	20.00	20.03	20.20	20.22	20.17	19.96	19.86	19.57	
ROSARIO J.S.	15.42	15.63	15.80	16.01	16.09	16.23	16.28	16.28	16.44	16.32	16.22	16.03	16.07	15.92	15.96	16.04	16.16	16.19	16.27	16.23	16.21	16.14	16.04	15.91	
ROSARIO L.S.																									
NAPINDAN J.S.																									
NAPINDAN L.S.																									
SAN JUAN	14.35	14.45	14.50	14.57	***	14.70	14.78	14.76	14.79	14.77	14.71	14.59	***	14.65	***	14.63	14.78	14.04	14.84	14.73	14.57	14.40	***	13.94	
PANDACAN	12.68	12.78	12.80	12.90	12.94	12.93	12.96	12.96	12.99	12.96	12.91	12.88	12.99	12.92	12.91	13.00	13.04	13.06	13.09	13.06	13.01	13.00	12.90	12.82	
FORT SANTIAGO	11.48	11.53	11.58	11.66	11.56	11.58	11.46	11.46	11.46	11.38	11.28	11.34	11.28	11.38	11.50	11.53	11.53	11.56	11.61	11.61	11.61	11.45	11.42	11.29	
ANGONO	13.24	13.27	13.30	13.32	13.28	13.30	13.37	13.37	13.39	13.40	13.41	13.45	13.46	13.49	13.49	13.51	13.51	13.52	13.55	13.57	13.57	13.61	13.58	13.59	

FLOODGATE OPERATION: ALL GATES AT ROSARIO WEIR REMAINED OPEN.

NOTE: Nangka water level / Rainfall gauging station shutdown to avoid equipment damage @ 11:40 am

"DATA GATHERED/MONITORED FROM ALL EFCOS PROJECT GAUGING STATIONS"

Annex T 3.4 時間水位資料一覧

No	Name	River/ Lake	ID	Operation	Type	Coordinate			World Bank Study		Collected	
						Lat	Lon	Source	From	To	From	To
1	Rosario JS *1	Marikina	001a	EFCOS	Telemetry	14.6000	121.0878	*3	1994	2010	1994	2011
2	Rosario LS *2	Marikina	001b	EFCOS	Telemetry	14.6000	121.0878	*3	1994	2007	1994	2011
3	Napindan JS *1	Pasig	002a	EFCOS	Telemetry	14.5572	121.0669	*3	1994	2007	1994	2011
4	Napindan LS *2	Pasig	002b	EFCOS	Telemetry	14.5572	121.0669	*3	1994	2007	1994	2011
5	Nangka	Marikina	005	EFCOS	Telemetry	14.6753	121.1075	*3	2003	2010	2002	2011
6	San Juan	San Juan	007	EFCOS	Telemetry	14.6097	121.0211	*3	2003	2010	2002	2011
7	Montalban	Marikina	013	EFCOS	Telemetry	14.7350	121.1275	*3	1994	2010	1994	2011
8	Sto. Nino	Marikina	014	EFCOS	Telemetry	14.6381	121.0931	*3	1994	2010	1994	2011
9	Pandacan	Pasig	015	EFCOS	Telemetry	14.5939	121.0111	*3	1994	2010	1994	2011
10	Fort Santiago	Pasig	016	EFCOS	Telemetry	14.5969	120.9686	*3	1994	2010	1994	2011
11	Angono	Lugna	017	EFCOS	Telemetry	14.5000	120.9167	*3	1994	2010	1994	2011

Note: *1 Junction side

*2 Lake side

*3 Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas (World Bank)

Srouce: Prepared by Study Team

Annex T 3.5 1993-2000 年の洪水被害記録

Name of Typhoon / Tropical Storm	Occurrence Data		Casualties			Affected		Evacuated		Cost of Damage (Php) Infrastructure
	From	To	Dead	Injured	Missing	Families	Person	Families	Person	
Gloring	1993/07/23	1993/07/27	-	-	-	2,754	14,067	771	3,914	
Rubing	1993/08/16	1993/08/19	-	-	-	2,355	14,130	-	-	
Kadiang	1993/09/30	1993/10/07	-	-	-	1,556	6,585	-	-	
Monang	1993/12/03	1993/12/06	1	1	-	4,441	22,418	419	3,596	16,230,000
Katring	1994/10/18	1994/10/21	22	40	4	13,919	62,797	-	-	22,762,000
Mameng	1995/09/27	1995/10/02	-	-	-	-	-	-	-	
Rosing	1995/10/30	1995/11/04	21	253	7	109,254	519,030	-	-	71,370,000
Gloring	1996/07/14	1996/07/14	3	3	1	2,395	11,482	-	-	
Huaning	1996/07/27	1996/07/31	3	-	-	-	-	-	-	
Bining	1997/05/24	1997/05/26	20	4	2	40,671	203,045	1,000	50,000	2,850,000
Huling	1997/07/30	1997/08/07	1	-	-	-	-	-	-	1,100,000
Ibiang and Miling	1997/08/15	1997/08/20	19	-	-	78,953	449,027	18,368	104,968	6,600,000

Source: The Preparatory Study for Pasig-Marikina River Channel Improvement Project (Phase III), 2011, DPWH, JICA

Annex T 3.6 2000-2009 年のマニラ首都圏における洪水被害記録

Year	Typhoon	No. Affected		Casualties			No. Evacuated		Total Damage (mil. Peso)
		Family	Persons	Dead	Injured	Missing	Family	Persons	
2000	Seniang	14,818	77,899	3	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Reming	3,691	19,371	7	N.A.	N.A.	1,002	6,026	N.A.
	Juan	1,204	6,020	3	0	0	0	0	N.A.
2003	Chedeng	2,227	11,144	0	0	0	3	0	N.A.
	Onyok	145	721	1	1	0	145	721	N.A.
2004	Winnie	5,873	27,284	1	0	0	0	0	N.A.
	Florita	244	1,220	1	0	0	0	0	N.A.
	Glenda	24,209	121,118	0	0	0	693	3,538	N.A.
	Milenyo	5,778	24,040	8	48	0	5,649	24,044	N.A.
2007	Chedeng and Dodong	1,544	7,317	0	0	0	1,235	5,772	N.A.
	Egay	7,304	28,481	0	0	0	1,613	6,269	N.A.
2009	Ondoy	172,287	864,668	238	178	0	56,654	283,334	1,128

Source: The Preparatory Study for Pasig-Marikina River Channel Improvement Project (Phase III), 2011, DPWH, JICA

Annex T 3.7 Sto. Nino 地点の年最大水位記録

Year	Water Level (m)	Day	Source	Year	Water Level (m)	Day	Source
1958	14.78	10-Sep	BRS	1984	N/A		
1959	17.72	17-Nov	BRS	1985	N/A		
1960	18.06	14-Aug	BRS	1986	20.92		*1
1961	16.82	22-Sep	BRS	1987	N/A		
1962	17.10	20-Jul	BRS	1988	N/A		
1963	16.19	28-Jun	BRS	1989	N/A		
1964	17.45	30-Jun	BRS	1990	N/A		
1965	15.48	24-Jun	BRS	1991	N/A		
1966	19.40	21-Nov	BRS	1992	N/A		
1967	18.20	8-Jun	BRS	1993	N/A		
1968	16.68	29-Aug	BRS	1994	16.33	25-Jul	EFCOS
1969	14.65	6-Aug	BRS	1995	18.40	1-Oct	EFCOS
1970	N/A			1996	16.08	31-Oct	EFCOS
1971	N/A			1997	17.16	19-Aug	EFCOS
1972	18.05	1-Aug	BRS	1998	18.41	23-Oct	EFCOS
1973	13.95	8-Oct	BRS	1999	18.30	3-Aug	EFCOS
1974	13.98	20-Jul	BRS	2000	19.02	3-Nov	EFCOS
1975	13.70	10-Aug	BRS	2001	16.31	17-Aug	EFCOS
1976	15.82	14-Sep	BRS	2002	17.94	8-Jul	EFCOS
1977	19.44	14-Nov	BRS	2003	17.76	28-May	EFCOS
1978	N/A			2004	19.08	30-Nov	EFCOS
1979	N/A			2005	16.03	16-Sep	EFCOS
1980	N/A			2006	16.37	25-Jul	EFCOS
1981	N/A			2007	16.90	29-Sep	EFCOS
1982	N/A			2008	16.74	25-Sep	EFCOS
1983	N/A			2009	22.16	26-Sep	EFCOS

*1 Detailed Engineering Desing of Pasig-Marikina River Channel Improvement Project, DPWH, 2002

Source: Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas, Final Draft Master Plan Report, March 2012, World Bank

Annex T 3.9 時間雨量資料より抽出した豪雨資料

Daily Rainfall

Year	Extreme Rainfall					Date of Extreme Rainfall					Number of Samples	Number of Days in a Year
	1st	2nd	3rd	4th	5th	1st	2nd	3rd	4th	5th		
1994	108.5	90.5	88.5	75.0	73.5	1994/6/22	1994/7/25	1994/7/24	1994/10/21	1994/8/2	364	365
1995	166.0	106.0	87.0	84.0	74.5	1995/9/30	1995/7/28	1995/8/29	1995/11/2	1995/7/21	365	365
1996	120.5	89.0	82.0	69.5	57.5	1996/10/30	1996/9/9	1996/9/16	1996/7/25	1996/7/28	366	366
1997	170.0	161.5	112.5	88.5	70.0	1997/8/18	1997/5/26	1997/5/25	1997/8/19	1997/8/4	365	365
1998	234.0	144.0	124.0	78.5	74.5	1998/10/22	1998/9/18	1998/10/23	1998/9/17	1998/12/27	362	365
1999	61.5	55.0	53.0	41.0	33.5	1999/5/9	1999/3/8	1999/3/30	1999/4/13	1999/5/13	151	365
2000	178.0	153.0	149.0	143.5	142.0	2000/7/7	2000/7/5	2000/11/2	2000/5/18	2000/10/28	366	366
2001	127.5	118.0	91.5	87.0	76.0	2001/8/17	2001/7/19	2001/7/18	2001/5/10	2001/8/23	365	365
2002	156.5	145.0	126.5	93.0	79.0	2002/7/7	2002/7/6	2002/7/12	2002/8/13	2002/7/5	365	365
2003	170.4	130.0	121.0	120.1	71.9	2003/5/27	2003/9/2	2003/5/26	2003/5/28	2003/9/28	365	365
2004	172.1	130.9	119.1	73.4	63.3	2004/11/29	2004/8/24	2004/8/25	2004/12/2	2004/8/14	366	366
2005	111.0	96.0	59.7	55.9	53.9	2005/9/15	2005/10/27	2005/7/5	2005/6/4	2005/8/5	363	365
2006	105.7	82.4	66.4	64.1	58.4	2006/7/23	2006/7/24	2006/9/27	2006/7/25	2006/9/9	365	365
2007	132.1	103.1	85.1	67.1	64.6	2007/8/7	2007/8/7	2007/8/17	2007/8/8	2007/5/29	365	365
2008	176.2	95.0	78.6	75.4	73.6	2008/10/27	2008/6/22	2008/8/20	2008/9/25	2008/9/24	366	366
2009	319.6	117.6	75.6	72.4	61.4	2009/9/26	2009/9/25	2009/7/17	2009/5/7	2009/10/2	365	365
2010	67.3	61.0	58.0	53.7	50.0	2010/10/18	2010/8/26	2010/9/2	2010/8/5	2010/9/1	365	365
2011	152.0	141.3	115.8	101.5	80.3	2011/6/24	2011/9/27	2011/6/23	2011/9/26	2011/1/15	365	365
2012	271.7	240.5	181.3	116.3	112.0	2012/8/7	2012/8/6	2012/8/8	2012/7/27	2012/9/15	274	366

Hourly Rainfall

Year	Extreme Rainfall					Date of Extreme Rainfall					Number of Samples	Number of Hours in a Year
	1st	2nd	3rd	4th	5th	1st	2nd	3rd	4th	5th		
1994	28.5	25.0	24.5	23.5	20.0	1994/7/25 13:00	1994/7/25 12:00	1994/8/30 15:00	1994/6/23 5:00	1994/5/7 16:00	8736	8760
1995	35.0	34.0	34.0	33.5	33.0	1995/10/1 3:00	1995/8/16 14:00	1995/8/20 20:00	1995/7/25 16:00	1995/7/9 17:00	8760	8760
1996	30.0	29.5	27.5	25.5	25.5	1996/9/9 15:00	1996/10/14 20:00	1996/7/29 8:00	1996/8/27 16:00	1996/5/11 16:00	8784	8784
1997	42.0	32.5	29.5	26.0	25.5	1997/6/16 17:00	1997/9/30 16:00	1997/9/1 18:00	1997/6/12 16:00	1997/8/18 18:00	8760	8760
1998	29.5	25.0	24.0	21.5	21.5	1998/10/22 18:00	1998/6/17 18:00	1998/6/4 16:00	1998/10/22 21:00	1998/12/16 14:00	8688	8760
1999	27.5	26.5	21.5	19.5	17.5	1999/3/9 8:00	1999/3/31 8:00	1999/4/13 15:00	1999/5/9 18:00	1999/5/9 21:00	3624	8760
2000	65.0	47.0	37.5	37.0	36.0	2000/8/2 18:00	2000/11/3 8:00	2000/5/18 12:00	2000/5/7 17:00	2000/5/18 6:00	8784	8784
2001	45.0	39.0	35.0	34.5	33.5	2001/7/19 19:00	2001/5/10 16:00	2001/7/19 20:00	2001/7/18 19:00	2001/6/9 15:00	8760	8760
2002	53.5	36.5	31.5	29.5	26.0	2002/8/13 11:00	2002/8/9 21:00	2002/9/22 20:00	2002/10/9 15:00	2002/8/30 20:00	8760	8760
2003	26.9	22.4	22.1	21.1	19.7	2003/5/27 13:00	2003/8/16 17:00	2003/9/28 15:00	2003/9/3 6:00	2003/5/28 8:00	8760	8760
2004	40.6	29.6	27.9	26.4	26.1	2004/11/29 21:00	2004/11/29 22:00	2004/8/16 0:00	2004/11/29 20:00	2004/8/14 22:00	8784	8784
2005	25.1	24.6	20.0	19.9	19.6	2005/5/17 19:00	2005/6/23 21:00	2005/9/16 15:00	2005/10/8 14:00	2005/6/4 18:00	8721	8760
2006	24.6	22.4	22.1	19.3	19.3	2006/9/9 21:00	2006/6/10 9:00	2006/7/25 15:00	2006/9/28 7:00	2006/10/2 19:00	8760	8760
2007	26.7	25.7	18.7	18.4	16.6	2007/5/29 20:00	2007/5/29 19:00	2007/8/8 7:00	2007/8/15 9:00	2007/8/8 3:00	8760	8760
2008	50.0	36.2	30.5	28.4	28.0	2008/10/28 6:00	2008/10/28 7:00	2008/7/16 9:00	2008/10/28 8:00	2008/9/24 23:00	8784	8784
2009	70.0	59.6	57.6	35.6	25.8	2009/9/26 11:00	2009/9/26 12:00	2009/9/26 10:00	2009/9/26 13:00	2009/9/7 1:00	8760	8760
2010	24.3	19.3	19.3	18.5	18.5	2010/9/7 18:00	2010/9/1 19:00	2010/8/1 16:00	2010/4/29 21:00	2010/8/8 16:00	8760	8760
2011	32.8	25.5	21.3	20.5	19.8	2011/10/8 2:00	2011/7/27 9:00	2011/8/2 7:00	2011/8/1 16:00	2011/6/24 20:00	8760	8760
2012	41.3	37.8	34.0	31.5	29.7	2012/7/28 20:00	2012/6/25 14:00	2012/8/7 6:00	2012/7/13 19:00	2012/8/8 0:00	6576	8784

Daily Water Level (Maximum in 24-hour)

Year	Extreme Water Level					Date of Extreme Water Level					Number of Samples	Number of Days in a Year
	1st	2nd	3rd	4th	5th	1st	2nd	3rd	4th	5th		
1994	16.3	15.9	15.9	15.5	15.2	1994/7/25	1994/10/21	1994/8/2	1994/6/23	1994/7/24	365	365
1995	18.4	17.9	16.2	15.7	15.6	1995/10/1	1995/9/30	1995/11/3	1995/9/4	1995/8/30	365	365
1996	16.1	15.3	15.0	14.9	14.9	1996/10/31	1996/10/30	1996/9/16	1996/9/20	1996/8/2	366	366
1997	21.5	17.2	17.1	15.7	15.1	1997/4/4	1997/8/18	1997/8/19	1997/5/26	1997/8/20	365	365
1998	18.4	18.1	17.0	17.0	15.9	1998/10/23	1998/10/22	1998/9/19	1998/9/18	1998/10/24	365	365
1999	18.3	17.7	17.7	17.6	17.5	1999/8/3	1999/8/2	1999/10/17	1999/10/16	1999/8/1	365	365
2000	19.0	18.1	18.0	17.9	17.7	2000/11/3	2000/7/5	2000/10/28	2000/7/7	2000/10/29	366	366
2001	16.3	16.0	16.0	15.3	14.7	2001/8/17	2001/7/19	2001/8/23	2001/8/18	2001/7/18	365	365
2002	17.9	17.7	17.2	17.0	16.8	2002/7/7	2002/7/12	2002/7/13	2002/8/13	2002/7/8	365	365
2003	17.8	16.3	15.7	15.4	15.3	2003/5/28	2003/9/2	2003/5/27	2003/9/28	2003/5/29	365	365
2004	19.1	18.0	17.1	16.8	16.3	2004/11/29	2004/8/25	2004/12/2	2004/8/26	2004/11/30	366	366
2005	16.0	15.7	14.9	14.8	14.7	2005/9/15	2005/9/16	2005/8/12	2005/7/5	2005/9/4	365	365
2006	16.4	15.8	15.5	15.2	14.8	2006/7/25	2006/9/28	2006/7/24	2006/7/28	2006/7/23	365	365
2007	16.9	16.5	15.5	15.5	14.8	2007/9/29	2007/8/8	2007/8/7	2007/8/18	2007/8/9	365	365
2008	16.7	15.8	15.0	14.8	14.7	2008/9/25	2008/6/22	2008/9/26	2008/9/24	2008/8/20	366	366
2009	22.2	17.9	17.1	17.0	16.9	2009/9/26	2009/8/4	2009/9/25	2009/8/4	2009/7/16	223	365
2010	22.9	14.6	14.4	14.3	14.1	2010/11/26	2010/1/19	2010/9/2	2010/11/10	2010/10/27	36	365
2011	22.8	19.1	18.3	17.2	16.6	2011/12/21	2011/9/27	2011/6/24	2011/6/25	2011/9/28	94	365
2012	20.4	20.3	19.8	18.8	17.3	2012/8/6	2012/8/7	2012/8/9	2012/8/6	2012/8/10	244	366

Source: Prepared by Study Team

Annex T 3.10 データチェックの結果

Time	Type of Station	Name of Station	Original Data	Fixed Data
2008/10/27	Rainfall	Aries	881	Error
2004/05/18 18:00:00	Rainfall	Sulipan	985	Error
1995/01/01 11:00:00	Water Level	Sto. Nino	11..44	11.44
1995/04/23 05:00:00	Water Level	Sto. Nino	10..74	10.74
1995/10/03 11:00:00	Water Level	Sto. Nino	13..09	13.09
1995/12/03 21:00:00	Water Level	Sto. Nino	13..07	13.07
1996/01/02 14:00:00	Water Level	Sto. Nino	12..65	12.65
1996/05/13 20:00:00	Water Level	Sto. Nino	11..29	11.29
1997/04/04 11:00:00	Water Level	Sto. Nino	21.54	Error
1997/04/26 23:00:00	Water Level	Sto. Nino	11..00	11
1998/08/09 21:00:00	Water Level	Sto. Nino	12..48	12.48
2000/07/27 07:00:00	Water Level	Sto. Nino	13.15.	13.15
2001/07/15 06:00:00	Water Level	Sto. Nino	12..08	12.08
2001/10/05 01:00:00	Water Level	Sto. Nino	12..43	12.43
2005/10/24 12:00:00	Water Level	Sto. Nino	12.02.	12.02
2005/11/23 18:00:00	Water Level	Sto. Nino	12.02.	12.02
2007/01/01 20:00:00	Water Level	Sto. Nino	11..83	11.83
2008/09/30 13:00:00	Water Level	Sto. Nino	12..26	12.26
2009/07/29 08:00:00	Water Level	Sto. Nino	13.48.	13.48
2009/08/05 02:00:00	Water Level	Sto. Nino	17.91	Error
2010/11/26 16:00:00	Water Level	Sto. Nino	22.92	Error
2011/12/21 17:00:00	Water Level	Sto. Nino	22.83	Error
2012/01/06 06:00:00	Water Level	Sto. Nino	12.4812.48	12.48
2012/01/26 19:00:00	Water Level	Sto. Nino	12..14	12.14
2012/08/30 02:00:00	Water Level	Sto. Nino	13..82	13.82

Srouce: Prepared by Study Team

Annex T 3.11 時間雨量資料より抽出した豪雨資料の特性値 (1/3)

No	Time		Rainfall								Water Level			
	From	To	Total [mm]	Peak [mm]				Duration [hour]		Available Station		Peak		Record at Sto. Nino
				1 hour	6 hour	12 hour	24 hour	>=1.0mm	>=5mm	Fully Available	Partly Available	WL. [m]	Time	
1	1994/05/07 16:00	1994/05/07 17:00	22.5	20.0	22.5	22.5	22.5	2	1	2		11.06	1994/05/08 02:00	Fully Available
2	1994/06/22 12:00	1994/06/23 16:00	149.5	23.5	74.0	119.5	143.5	29	11	2		15.51	1994/06/23 17:00	Fully Available
3	1994/07/23 10:00	1994/07/25 16:00	214.0	28.5	73.0	100.5	143.0	55	6	2		16.33	1994/07/25 18:00	Fully Available
4	1994/08/01 21:00	1994/08/03 00:00	104.5	9.5	46.5	78.0	98.5	28	11	2		15.86	1994/08/02 22:00	Fully Available
5	1994/08/30 15:00	1994/08/30 16:00	28.5	24.5	28.5	28.5	28.5	2	1	2		13.01	1994/08/30 09:00	Fully Available
6	1994/10/20 19:00	1994/10/22 13:00	102.5	16.0	54.0	63.5	76.0	43	4	2		15.89	1994/10/21 18:00	Fully Available
7	1995/07/09 17:00	1995/07/09 19:00	50.0	33.0	50.0	50.0	50.0	3	2	2		12.82	1995/07/10 03:00	Fully Available
8	1995/07/21 16:00	1995/07/22 02:00	73.5	20.5	65.5	73.5	73.5	11	4	2		13.30	1995/07/21 21:00	Fully Available
9	1995/07/25 15:00	1995/07/25 17:00	43.0	33.5	43.0	43.0	43.0	3	2	2		13.17	1995/07/25 23:00	Fully Available
10	1995/07/28 15:00	1995/07/29 04:00	105.5	26.5	70.0	103.5	105.5	14	9	2		15.22	1995/07/29 05:00	Fully Available
11	1995/08/16 13:00	1995/08/16 17:00	44.0	34.0	44.0	44.0	44.0	5	1	1		12.30	1995/08/16 16:00	Fully Available
12	1995/08/20 18:00	1995/08/20 21:00	67.0	34.0	67.0	67.0	67.0	4	3	1		14.55	1995/08/21 04:00	Fully Available
13	1995/08/29 10:00	1995/08/30 15:00	124.0	15.0	52.0	76.0	121.0	30	3	1		15.62	1995/08/30 18:00	Fully Available
14	1995/09/03 13:00	1995/09/04 09:00	62.0	13.0	42.0	53.0	62.0	21	4	2		15.71	1995/09/04 11:00	Fully Available
15	1995/09/29 23:00	1995/10/01 17:00	187.0	35.0	110.0	137.0	170.0	43	27	1	1	18.40	1995/10/01 10:00	Fully Available
16	1995/11/02 18:00	1995/11/03 19:00	107.0	21.0	77.0	95.0	106.0	26	7	1		16.18	1995/11/03 17:00	Fully Available
17	1996/05/11 15:00	1996/05/11 16:00	27.0	25.5	27.0	27.0	27.0	2	1	2		11.54	1996/05/11 19:00	Fully Available
18	1996/07/24 10:00	1996/07/26 19:00	165.0	13.5	39.5	59.5	103.0	58	19	2		14.88	1996/07/26 22:00	Fully Available
19	1996/07/29 01:00	1996/07/29 16:00	77.5	27.5	52.0	76.0	77.5	16	9	2		14.69	1996/07/29 22:00	Fully Available
20	1996/08/01 20:00	1996/08/02 12:00	76.0	10.5	40.5	72.5	76.0	17	10	2		14.89	1996/08/02 10:00	Fully Available
21	1996/08/27 16:00	1996/08/27 17:00	46.5	27.5	46.5	46.5	46.5	2	2	2		12.81	1996/08/27 22:00	Fully Available
22	1996/09/09 14:00	1996/09/10 12:00	92.0	30.0	78.0	84.0	92.0	23	3	2		14.12	1996/09/09 19:00	Fully Available
23	1996/09/16 08:00	1996/09/17 09:00	90.5	13.5	51.0	58.0	86.0	26	5	2		15.04	1996/09/16 23:00	Fully Available
24	1996/09/20 03:00	1996/09/20 19:00	52.0	19.0	45.5	48.0	52.0	17	3	2		14.90	1996/09/21 01:00	Fully Available
25	1996/10/14 20:00	1996/10/14 21:00	33.0	29.5	33.0	33.0	33.0	2	1	2		13.09	1996/10/14 23:00	Fully Available
26	1996/10/30 14:00	1996/10/31 23:00	136.5	14.5	59.5	101.0	130.0	34	19	2		16.08	1996/10/31 13:00	Fully Available
27												12.54	1997/04/04 10:00	Partly Available
28	1997/05/24 12:00	1997/05/26 23:00	330.0	23.0	113.0	183.5	228.0	60	19	2		15.72	1997/05/26 18:00	Fully Available
29	1997/06/12 16:00	1997/06/12 17:00	27.0	26.0	27.0	27.0	27.0	2	1	2		12.76	1997/06/12 09:00	Fully Available
30	1997/06/16 16:00	1997/06/16 18:00	44.5	42.0	44.5	44.5	44.5	3	1	2		12.56	1997/06/16 09:00	Fully Available
31	1997/08/04 11:00	1997/08/04 21:00	67.0	13.0	61.5	67.0	67.0	11	6	2		14.86	1997/08/04 20:00	Fully Available
32	1997/08/18 04:00	1997/08/20 16:00	276.0	25.5	74.0	138.0	211.0	61	28	2		17.16	1997/08/19 08:00	Fully Available
33	1997/09/01 12:00	1997/09/01 19:00	47.5	29.5	41.0	47.5	47.5	8	7	2		13.52	1997/09/02 00:00	Fully Available
34	1997/09/30 15:00	1997/09/30 17:00	52.0	32.5	52.0	52.0	52.0	3	2	2		13.28	1997/09/30 23:00	Fully Available
35	1998/06/04 15:00	1998/06/04 18:00	36.5	24.0	36.5	36.5	36.5	4	2	2		11.04	1998/06/05 04:00	Fully Available
36	1998/06/17 16:00	1998/06/17 19:00	39.5	25.0	39.5	39.5	39.5	4	2	2		11.45	1998/06/17 23:00	Fully Available
37	1998/09/16 09:00	1998/09/19 11:00	284.5	17.5	65.0	96.5	145.5	75	14	2		17.02	1998/09/19 10:00	Fully Available
38	1998/10/21 15:00	1998/10/24 04:00	374.5	29.5	112.0	165.0	274.5	62	34	2		18.41	1998/10/23 21:00	Fully Available
39	1998/12/16 12:00	1998/12/16 15:00	45.0	21.5	45.0	45.0	45.0	4	3	2		14.28	1998/12/16 22:00	Fully Available
40	1998/12/27 20:00	1998/12/28 14:00	99.0	12.5	49.5	73.5	99.0	19	18	2		14.62	1998/12/28 15:00	Fully Available
41	1999/03/09 08:00	1999/03/09 08:00	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	1	1	2		12.24	1999/03/08 17:00	Fully Available
42	1999/03/30 16:00	1999/03/31 14:00	60.5	26.5	35.0	46.0	60.5	23	1	2		11.69	1999/03/31 11:00	Fully Available
43	1999/04/13 15:00	1999/04/13 20:00	39.5	21.5	39.5	39.5	39.5	6	2	2		12.04	1999/04/13 17:00	Fully Available
44	1999/05/09 17:00	1999/05/10 02:00	61.5	19.5	58.0	61.5	61.5	10	6	2		11.59	1999/05/10 08:00	Fully Available
45	1999/05/13 18:00	1999/05/13 19:00	32.0	16.5	32.0	32.0	32.0	2	2	2		13.61	1999/05/13 21:00	Fully Available
46												18.30	1999/08/03 11:00	Fully Available
47												17.67	1999/10/17 09:00	Fully Available
48	2000/05/07 16:00	2000/05/07 22:00	45.5	37.0	44.0	45.5	45.5	7	1	2		12.12	2000/05/07 22:00	Fully Available
49	2000/05/17 11:00	2000/05/19 03:00	263.0	37.5	99.0	197.0	247.0	41	21	2		16.81	2000/05/18 20:00	Fully Available
50	2000/07/03 03:00	2000/07/09 13:00	688.0	23.5	95.0	133.5	182.5	155	47	2		18.10	2000/07/06 02:00	Fully Available

Srouce: Prepared by Study Team

Annex T 3.11 時間雨量資料より抽出した豪雨資料の特性値 (2/3)

No	Time		Total [mm]	Rainfall						Available Station		Water Level		
	From	To		Peak [mm]				Duration [hour]		Fully Available	Partly Available	Peak		Record at Sto. Nino
				1 hour	6 hour	12 hour	24 hour	>=1.0mm	>=5mm			WL. [m]	Time	
51	2000/08/02 18:00	2000/08/03 01:00	79.0	65.0	78.0	79.0	79.0	8	2	1	13.89	2000/08/02 22:00	Fully Available	
52	2000/10/27 23:00	2000/10/29 16:00	187.0	17.5	61.0	101.0	149.5	42	13	2	17.95	2000/10/29 07:00	Fully Available	
53	2000/11/02 21:00	2000/11/03 12:00	178.5	47.0	118.0	164.0	178.5	16	14	2	19.02	2000/11/03 13:00	Fully Available	
54	2001/05/09 11:00	2001/05/11 10:00	143.5	39.0	73.0	81.0	112.0	48	3	2	13.34	2001/05/10 22:00	Fully Available	
55	2001/06/09 14:00	2001/06/09 15:00	47.5	33.5	47.5	47.5	47.5	2	2	2	11.50	2001/06/09 21:00	Fully Available	
56	2001/07/18 15:00	2001/07/19 00:00	91.0	34.5	86.0	91.0	91.0	10	6	2	14.66	2001/07/19 04:00	Fully Available	
57	2001/07/19 17:00	2001/07/19 23:00	117.0	45.0	115.5	117.0	117.0	7	5	2	15.99	2001/07/19 22:00	Fully Available	
58	2001/08/15 12:00	2001/08/18 23:00	256.5	23.0	71.0	94.5	136.0	84	15	2	16.31	2001/08/17 23:00	Fully Available	
59	2001/08/23 00:00	2001/08/23 16:00	114.5	22.0	87.0	107.0	114.5	17	9	2	15.99	2001/08/23 18:00	Fully Available	
60	2002/07/05 14:00	2002/07/09 03:00	423.5	23.5	64.5	112.5	182.0	86	20	2	17.94	2002/07/08 00:00	Fully Available	
61	2002/07/11 17:00	2002/07/15 12:00	234.0	23.0	63.0	106.0	140.0	92	13	2	17.74	2002/07/13 04:00	Fully Available	
62	2002/07/20 04:00	2002/07/22 15:00	130.0	9.5	31.5	51.5	79.5	60	3	2	16.16	2002/07/21 06:00	Fully Available	
63	2002/08/09 20:00	2002/08/10 00:00	59.0	36.5	59.0	59.0	59.0	5	3	2	14.92	2002/08/10 03:00	Fully Available	
64	2002/08/13 00:00	2002/08/13 13:00	104.5	53.5	95.0	102.5	104.5	14	3	2	16.98	2002/08/13 17:00	Fully Available	
65	2002/08/30 19:00	2002/08/30 23:00	42.5	26.0	42.5	42.5	42.5	5	2	2	13.85	2002/08/30 23:00	Fully Available	
66	2002/09/22 18:00	2002/09/22 22:00	58.5	31.5	58.5	58.5	58.5	5	4	2	14.98	2002/09/23 02:00	Fully Available	
67	2002/10/09 14:00	2002/10/09 16:00	37.0	29.5	37.0	37.0	37.0	3	1	2	13.38	2002/10/08 21:00	Fully Available	
68	2003/05/25 23:00	2003/05/29 07:00	420.3	26.9	73.0	110.3	182.0	81	30	7	17.76	2003/05/29 00:00	Fully Available	
69	2003/08/16 16:00	2003/08/16 21:00	45.4	22.4	45.4	45.4	45.4	6	3	7	14.25	2003/08/17 00:00	Fully Available	
70	2003/09/02 05:00	2003/09/03 09:00	171.6	21.1	55.7	105.6	140.7	29	27	7	16.31	2003/09/02 23:00	Fully Available	
71	2003/09/28 14:00	2003/09/28 22:00	70.0	22.1	62.1	70.0	70.0	9	6	7	15.35	2003/09/28 20:00	Fully Available	
72	2004/08/14 20:00	2004/08/15 01:00	61.7	26.1	61.7	61.7	61.7	6	2	7	14.96	2004/08/15 02:00	Fully Available	
73	2004/08/15 16:00	2004/08/16 01:00	50.7	27.9	39.9	50.7	50.7	10	2	7	15.01	2004/08/16 02:00	Fully Available	
74	2004/08/24 20:00	2004/08/27 01:00	284.4	26.0	129.7	180.0	214.0	54	15	7	18.02	2004/08/25 14:00	Fully Available	
75	2004/11/29 10:00	2004/11/30 01:00	171.4	40.6	134.6	165.6	171.4	16	9	7	19.08	2004/11/30 02:00	Fully Available	
76	2004/12/02 14:00	2004/12/03 09:00	74.4	8.3	37.3	57.9	74.4	20	8	7	17.07	2004/12/03 04:00	Fully Available	
77	2005/05/17 18:00	2005/05/17 19:00	29.3	25.1	29.3	29.3	29.3	2	1	7	11.55	2005/05/18 04:00	Fully Available	
78	2005/06/04 16:00	2005/06/04 22:00	52.0	19.6	50.3	52.0	52.0	7	3	7	12.71	2005/06/04 20:00	Fully Available	
79	2005/06/23 19:00	2005/06/24 03:00	48.7	24.6	45.6	48.7	48.7	9	3	7	14.65	2005/06/23 23:00	Fully Available	
80	2005/07/05 00:00	2005/07/05 20:00	82.1	13.3	49.0	63.7	82.1	21	14	7	14.78	2005/07/05 19:00	Fully Available	
81	2005/08/04 16:00	2005/08/06 10:00	94.3	9.4	27.3	47.6	78.0	43	18	7	14.48	2005/08/06 02:00	Fully Available	
82	2005/08/11 12:00	2005/08/12 19:00	79.0	7.4	27.0	39.9	64.3	32	5	7	14.88	2005/08/13 00:00	Fully Available	
83	2005/09/03 11:00	2005/09/03 21:00	43.4	18.4	39.9	43.4	43.4	11	2	7	14.37	2005/09/03 22:00	Partly Available	
84	2005/09/04 18:00	2005/09/04 21:00	28.6	12.0	28.6	28.6	28.6	4	2	7	14.67	2005/09/04 22:00	Partly Available	
85	2005/09/14 17:00	2005/09/16 19:00	190.4	20.0	53.0	70.6	124.2	51	14	5	16.03	2005/09/16 03:00	Partly Available	
86	2005/10/07 19:00	2005/10/08 00:00	21.7	14.4	21.7	21.7	21.7	6	1	7	13.27	2005/10/07 23:00	Partly Available	
87	2005/10/08 13:00	2005/10/08 19:00	33.1	19.9	31.3	33.1	33.1	7	2	7	14.30	2005/10/08 16:00	Partly Available	
88	2005/10/27 06:00	2005/10/28 11:00	110.0	8.9	43.6	63.3	100.4	30	16	7	14.08	2005/10/28 05:00	Partly Available	
89	2006/06/10 09:00	2006/06/10 12:00	28.0	22.4	28.0	28.0	28.0	4	4	7	11.34	2006/06/10 11:00	Fully Available	
90	2006/07/23 03:00	2006/07/25 21:00	272.3	22.1	55.4	74.6	113.4	67	2	7	16.37	2006/07/25 20:00	Fully Available	
91	2006/07/28 14:00	2006/07/28 21:00	56.3	13.7	51.4	56.3	56.3	8	5	7	15.17	2006/07/28 23:00	Fully Available	
92	2006/09/09 13:00	2006/09/10 00:00	57.0	24.6	46.3	57.0	57.0	12	3	7	13.89	2006/09/09 22:00	Partly Available	
93	2006/09/27 13:00	2006/09/28 17:00	103.3	19.3	43.1	76.0	98.0	29	10	7	15.78	2006/09/28 15:00	Fully Available	
94	2006/10/02 18:00	2006/10/02 21:00	38.1	19.3	38.1	38.1	38.1	4	2	7	14.51	2006/10/02 22:00	Fully Available	
95	2007/05/29 18:00	2007/05/29 21:00	66.6	26.7	66.6	66.6	66.6	4	4	7	13.73	2007/05/29 21:00	Fully Available	
96	2007/08/06 11:00	2007/08/07 01:00	63.6	12.4	50.4	59.1	63.6	15	9	7	13.26	2007/08/06 21:00	Fully Available	
97	2007/08/07 11:00	2007/08/09 05:00	216.4	18.7	66.4	101.1	178.7	43	26	7	16.51	2007/08/09 00:00	Fully Available	
98	2007/08/15 07:00	2007/08/15 15:00	53.3	18.4	47.7	53.3	53.3	9	6	7	13.78	2007/08/15 11:00	Partly Available	
99	2007/08/17 10:00	2007/08/18 13:00	115.4	16.4	41.7	61.0	109.3	28	4	7	15.49	2007/08/18 15:00	Fully Available	
100	2007/09/29 00:00	2007/09/29 15:00	89.9	14.3	43.7	77.3	89.9	16	13	7	16.90	2007/09/29 19:00	Fully Available	

Srouce: Prepared by Study Team

Annex T 3.11 時間雨量資料より抽出した豪雨資料の特性値 (3/3)

No	Time		Rainfall								Water Level			
	From	To	Total [mm]	Peak [mm]				Duration [hour]		Available Station		Peak		Record at Sto. Nino
				1 hour	6 hour	12 hour	24 hour	>=1.0mm	>=5mm	Fully Available	Partly Available	WL. [m]	Time	
101	2008/06/22 05:00	2008/06/23 08:00	97.2	12.4	43.4	56.0	95.0	28	8	5		15.81	2008/06/22 19:00	Fully Available
102	2008/07/16 09:00	2008/07/16 20:00	52.8	30.5	40.8	52.8	52.8	12	7	4		14.43	2008/07/16 17:00	Fully Available
103	2008/08/20 09:00	2008/08/20 13:00	40.2	16.8	40.2	40.2	40.2	5	3	5		14.72	2008/08/20 17:00	Fully Available
104	2008/09/24 22:00	2008/09/25 01:00	66.4	28.0	66.4	66.4	66.4	4	3	5		14.78	2008/09/25 01:00	Fully Available
105	2008/09/25 15:00	2008/09/26 02:00	74.2	18.6	59.2	74.2	74.2	12	9	5		16.74	2008/09/26 00:00	Fully Available
106	2008/10/28 17:00	2008/10/29 07:00	61.4	16.6	37.8	50.6	61.4	15	3	5		12.45	2008/10/28 20:00	Fully Available
107	2009/05/06 22:00	2009/05/08 03:00	85.0	20.6	47.8	58.2	77.4	30	3	5		14.04	2009/05/08 08:00	Partly Available
108	2009/07/17 07:00	2009/07/18 06:00	79.2	14.6	42.0	50.4	79.2	24	3	5		17.04	2009/07/17 09:00	Partly Available
109	2009/08/04 19:00	2009/08/05 17:00	85.8	14.0	37.6	55.4	85.8	23	2	5		16.68	2009/08/05 23:00	Partly Available
110	2009/09/07 01:00	2009/09/10 02:00	181.0	25.8	36.0	44.8	72.0	74	1	5		15.86	2009/09/09 18:00	Partly Available
111	2009/09/25 18:00	2009/09/26 21:00	435.8	70.0	270.6	320.4	420.8	28	25	5		22.16	2009/09/26 18:00	Partly Available
112	2009/10/02 18:00	2009/10/03 18:00	74.4	16.4	34.2	53.0	73.0	25	14	5				Not Available
113	2010/04/29 20:00	2010/04/29 21:00	27.8	18.5	27.8	27.8	27.8	2	2	4				Not Available
114	2010/08/01 15:00	2010/08/01 16:00	23.8	19.3	23.8	23.8	23.8	2	1	4				Not Available
115	2010/08/05 14:00	2010/08/05 21:00	53.3	18.0	40.0	53.3	53.3	8	7	3				Not Available
116	2010/08/08 08:00	2010/08/08 20:00	34.5	18.5	28.0	33.5	34.5	13	5	2				Not Available
117	2010/08/26 14:00	2010/08/26 20:00	59.0	18.5	56.5	59.0	59.0	7	5	2				Not Available
118	2010/09/01 13:00	2010/09/02 00:00	48.7	19.3	42.3	48.7	48.7	12	4	3				Not Available
119	2010/09/02 20:00	2010/09/03 01:00	49.7	14.7	49.7	49.7	49.7	6	5	3		14.40	2010/09/03 02:00	Partly Available
120	2010/09/07 16:00	2010/09/07 20:00	33.7	24.3	33.7	33.7	33.7	5	1	3		13.15	2010/09/07 13:00	Partly Available
121	2010/10/18 20:00	2010/10/19 14:00	78.3	10.3	35.3	63.5	78.3	19	11	4		13.84	2010/10/19 04:00	Fully Available
122	2010/10/27 15:00	2010/10/27 17:00	19.3	13.0	19.3	19.3	19.3	3	1	4		14.06	2010/10/27 17:00	Partly Available
123	2010/11/08 13:00	2010/11/08 14:00	12.0	8.5	12.0	12.0	12.0	2	1	4		14.59	2010/11/09 18:00	Partly Available
124	2010/11/10 15:00	2010/11/10 16:00	5.5	4.3	5.5	5.5	5.5	2		4		14.27	2010/11/10 20:00	Fully Available
125												11.97	2010/11/26 09:00	Partly Available
126	2011/06/23 09:00	2011/06/25 22:00	286.3	19.8	70.3	112.8	157.5	62	20	4		18.28	2011/06/25 03:00	Fully Available
127	2011/07/26 21:00	2011/07/27 21:00	88.3	25.5	53.5	72.0	87.3	25	10	4		14.30	2011/07/26 19:00	Fully Available
128	2011/08/01 13:00	2011/08/02 14:00	109.0	21.3	56.5	64.5	106.5	26	6	4		16.07	2011/08/02 14:00	Fully Available
129	2011/09/26 05:00	2011/09/29 05:00	279.0	12.0	49.0	88.0	151.0	73	42	4		19.13	2011/09/27 18:00	Fully Available
130	2011/10/07 20:00	2011/10/08 09:00	73.5	32.8	54.5	68.3	73.5	14	6	4		14.50	2011/10/08 04:00	Fully Available
131	2011/11/05 14:00	2011/11/06 08:00	80.3	14.8	57.3	72.5	80.3	19	8	4		15.79	2011/11/06 12:00	Fully Available
132	2011/12/21 15:00	2011/12/21 16:00	4.8	2.5	4.8	4.8	4.8	2		4		13.23	2011/12/21 20:00	Partly Available
133	2012/06/25 11:00	2012/06/25 21:00	53.8	37.8	50.5	53.8	53.8	11	5	4		14.00	2012/06/25 18:00	Fully Available
134	2012/07/13 17:00	2012/07/13 20:00	58.3	31.5	58.3	58.3	58.3	4	3	4		14.17	2012/07/13 21:00	Fully Available
135	2012/07/27 15:00	2012/07/27 22:00	114.8	25.8	98.3	114.8	114.8	8	7	4		15.56	2012/07/28 00:00	Fully Available
136	2012/07/28 19:00	2012/07/28 22:00	51.8	41.3	51.8	51.8	51.8	4	1	4		15.37	2012/07/29 01:00	Fully Available
137	2012/08/06 11:00	2012/08/09 10:00	697.3	34.0	132.8	201.0	359.3	72	61	2	2	20.42	2012/08/09 06:00	Fully Available
138	2012/09/15 19:00	2012/09/17 08:00	157.8	20.5	80.8	101.8	135.5	38	13	4		15.15	2012/09/15 10:00	Fully Available

Srouce: Prepared by Study Team

Annex T 3.12 雨量水位相関（1日雨量）

Annual Maximum 1-Day Rainfall Depth

Year	Date	1-Day Rainfall							WL			
		Boso-Boso Climatic	Sitio Tabal Climatic	Mt.Campa EFCOS	Aries EFCOS	Nangka EFCOS	BosoBoso EFCOS	Mt.Oro EFCOS	BMR Arithmetic	Sto. Nino Time	WL [m]	
1994	1994/6/22	66.7	59.3				94	123	92.1	1994/06/23 17:00	15.51	
1995	1995/9/30	78.0	82.0				166		124.0	1995/10/01 10:00	18.40	
1996	1996/10/30	70.4					75	166	120.5	1996/10/31 13:00	16.08	
1997	1997/8/18	77.1					194	146	170.0	1997/08/19 08:00	17.16	
1998	1998/10/22	196.0					271	197	234.0	1998/10/23 08:00	18.06	
1999	No_Data											
2000	2000/7/7	216.0					221	135	178.0	2000/07/08 04:00	17.87	
2001	2001/8/17	225.1					190	65	127.5	2001/08/17 23:00	16.31	
2002	2002/7/7	125.1					137	176	156.5	2002/07/08 00:00	17.94	
2003	2003/5/27	288.0		248	186	152	231	130	189.4	2003/05/29 00:00	17.76	
2004	2004/11/29	14.1		227	149	160	191	224	190.2	2004/11/30 02:00	19.08	
2005	2005/9/15	110.1		106	134	114	115	86	111.0	2005/09/16 03:00	16.03	
2006	2006/7/23	75.0		83	105	109	106	146	109.8	2006/07/23 23:00	14.77	
2007	2007/8/7	90.0		129	144	106	120	134	126.6	2007/08/09 00:00	16.51	
2008	2008/8/20	35.0			88	62	101	92	85.8	2008/08/20 17:00	14.72	
2009	2009/9/26	128.3			280	269	352	262	290.8	2009/09/26 18:00	22.16	
2010	No_Data											
2011	2011/6/24					165	197	28	218	152.0	2011/06/25 03:00	18.28
2012	2012/8/7					246		219	350	271.7	2012/08/07 15:00	20.33

Maximum Water Level

Rank	Date	1-Day Rainfall							WL				
		Boso-Boso Climatic	Sitio Tabal Climatic	Mt.Campa EFCOS	Aries EFCOS	Nangka EFCOS	BosoBoso EFCOS	Mt.Oro EFCOS	BMR Arithmetic	Sto. Nino Time	WL [m]		
1	2009/9/26	128.3				280	269	352	262	290.8	2009/09/26 18:00	22.16	
2	2012/8/8					229	0			315	181.3	2012/08/09 06:00	20.42
3	2011/9/27					140	128	152	145	141.3	2011/09/27 18:00	19.13	
4	2004/11/29	14.1		227	149	160	191	224	190.2	2004/11/30 02:00	19.08		
5	2000/11/2	190.1						170	128	149.0	2000/11/03 13:00	19.02	
6	1998/10/23	177.1						161	87	124.0	1998/10/23 21:00	18.41	
7	1995/9/30	78.0	82.0					166		124.0	1995/10/01 10:00	18.40	
8	1999/8/2	171.0									1999/08/03 11:00	18.30	
9	2011/6/24					165	197	28	218	152.0	2011/06/25 03:00	18.28	
10	2000/7/5	159.2						130	176	153.0	2000/07/06 02:00	18.10	
11	2004/8/24	0.0		157	189	147	125	72	138.0	2004/08/25 14:00	18.02		
12	2000/10/28	198.1						155	129	142.0	2000/10/29 07:00	17.95	
13	2002/7/7	125.1						137	176	156.5	2002/07/08 00:00	17.94	
14	2003/5/28	101.0		109	162	124	107	137	127.8	2003/05/29 00:00	17.76		
15	2002/7/12	87.0						182	71	126.5	2002/07/13 04:00	17.74	

Source: Prepared by Study Team

Annex T 3.12 雨量水位相関（2日雨量）

Annual Maximum 2-Day Rainfall Depth

Year	Date		2-Day Rainfall							WL			
	From	To	Boso-Boso Climatic	Sitio Tabak Climatic	Mt.Campal EFCOS	Aries EFCOS	Nangka EFCOS	BosoBoso EFCOS	Mt.Oro EFCOS	BMR Arithmetic	Sto. Nino Time	WL [m]	
1994	1994/7/24	1994/7/25	167.2	77.2					300	58	145.1	1994/07/25 18:00	16.33
1995	1995/9/30	1995/10/1	78.0	90.8					179		134.9	1995/10/01 10:00	18.40
1996	1996/10/30	1996/10/31	88.6						88	193	140.5	1996/10/31 13:00	16.08
1997	1997/5/25	1997/5/26	316.2						305	243	274.0	1997/05/26 18:00	15.72
1998	1998/10/22	1998/10/23	373.1						432	284	358.0	1998/10/23 21:00	18.41
1999	No_Data												
2000	2000/5/17	2000/5/18	159.3						108	421	264.5	2000/05/18 20:00	16.81
2001	2001/7/18	2001/7/19	242.1						240	179	209.5	2001/07/19 22:00	15.99
2002	2002/7/6	2002/7/7	257.1						276	327	301.5	2002/07/08 00:00	17.94
2003	2003/5/27	2003/5/28	389.0		357	348	276	338	267	317.2	2003/05/29 00:00	17.76	
2004	2004/8/24	2004/8/25	175.0		294	346	305	236	191	274.4	2004/08/25 14:00	18.02	
2005	2005/9/15	2005/9/16	160.1		161	185	139	190	128	160.6	2005/09/16 03:00	16.03	
2006	2006/7/23	2006/7/24	128.0		135	174	204	159	305	195.4	2006/07/25 20:00	16.37	
2007	2007/8/7	2007/8/8	167.0		195	220	193	184	261	210.6	2007/08/09 00:00	16.51	
2008	2008/9/24	2008/9/25	126.2			175	186	148	135	161.0	2008/09/26 00:00	16.74	
2009	2009/9/25	2009/9/26	200.7			405	375	485	396	415.3	2009/09/26 18:00	22.16	
2010	No_Data												
2011	2011/6/23	2011/6/24					300	356	45	370	267.8	2011/06/25 03:00	18.28
2012	2012/8/7	2012/8/8					475			665	570.0	2012/08/09 06:00	20.42

Maximum Water Level

Rank	Date		2-Day Rainfall							WL			
	From	To	Boso-Boso Climatic	Sitio Tabak Climatic	Mt.Campal EFCOS	Aries EFCOS	Nangka EFCOS	BosoBoso EFCOS	Mt.Oro EFCOS	BMR Arithmetic	Sto. Nino Time	WL [m]	
1	2009/9/25	2009/9/26	200.7			405	375	485	396	415.3	2009/09/26 18:00	22.16	
2	2012/8/7	2012/8/8				475			665	570.0	2012/08/09 06:00	20.42	
3	2011/9/26	2011/9/27				279	249	295	148	242.8	2011/09/27 18:00	19.13	
4	2004/11/28	2004/11/29	63.1		233	149	160	191	224	191.4	2004/11/30 02:00	19.08	
5	2000/11/2	2000/11/3	237.1						212	161	186.5	2000/11/03 13:00	19.02
6	1998/10/22	1998/10/23	373.1						432	284	358.0	1998/10/23 21:00	18.41
7	1995/9/29	1995/9/30	118.1	89.2					179		134.1	1995/10/01 10:00	18.40
8	1999/8/1	1999/8/2	522.3									1999/08/03 11:00	18.30
9	2011/6/23	2011/6/24				300	356	45	370	267.8	2011/06/25 03:00	18.28	
10	2000/7/4	2000/7/5	213.2						183	308	245.5	2000/07/06 02:00	18.10
11	2004/8/24	2004/8/25	175.0		294	346	305	236	191	274.4	2004/08/25 14:00	18.02	
12	2000/10/27	2000/10/28	234.1						186	170	178.0	2000/10/29 07:00	17.95
13	2002/7/6	2002/7/7	257.1						276	327	301.5	2002/07/08 00:00	17.94
14	2003/5/27	2003/5/28	389.0		357	348	276	338	267	317.2	2003/05/29 00:00	17.76	
15	2002/7/11	2002/7/12	96.0					204	85	144.5	2002/07/13 04:00	17.74	

Srouce: Prepared by Study Team

Annex T 3.13 単純平均法とタイゼン法の比較（1日雨量）

Thiessen Pattern	Sitio Tabal Climatic	Mt.Campa EFCOS	Aries EFCOS	Nangka EFCOS	BosoBoso EFCOS	Mt.Oro EFCOS
Pattern 1	0.35	0.00	0.00	0.00	0.46	0.19
Pattern 2	0.52	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00
Pattern 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50
Pattern 4	0.00	0.30	0.14	0.09	0.13	0.33
Pattern 5	0.00	0.00	0.14	0.09	0.37	0.39
Pattern 6	0.00	0.00	0.22	0.00	0.37	0.41
Pattern 7	0.00	0.00	0.48	0.09	0.00	0.43
Pattern 8	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00	0.44

Date	Sitio Tabal Climatic	Mt.Campa EFCOS	Aries EFCOS	Nangka EFCOS	BosoBoso EFCOS	Mt.Oro EFCOS	BMR		Thiessen Pattern
							Arithmetic	Thiessen	
1994/6/22	59.3				94	123	92.1	87.1	Pattern 1
1995/9/30	82.0				166		124.0	122.5	Pattern 2
1996/10/30					75	166	120.5	120.7	Pattern 3
1997/8/18					194	146	170.0	169.9	Pattern 3
1998/10/22					271	197	234.0	233.8	Pattern 3
1998/10/23					161	87	124.0	123.8	Pattern 3
2000/7/5					130	176	153.0	153.1	Pattern 3
2000/7/7					221	135	178.0	177.8	Pattern 3
2000/10/28					155	129	142.0	141.9	Pattern 3
2000/11/2					170	128	149.0	148.9	Pattern 3
2001/8/17					190	65	127.5	127.2	Pattern 3
2002/7/7					137	176	156.5	156.6	Pattern 3
2002/7/12					182	71	126.5	126.2	Pattern 3
2003/5/27		248	186	152	231	130	189.4	189.3	Pattern 4
2003/5/28		109	162	124	107	137	127.8	126.9	Pattern 4
2004/8/24		157	189	147	125	72	138.0	128.5	Pattern 4
2004/11/29		227	149	160	191	224	190.2	203.9	Pattern 4
2005/9/15		106	134	114	115	86	111.0	105.4	Pattern 4
2006/7/23		83	105	109	106	146	109.8	112.3	Pattern 4
2007/8/7		129	144	106	120	134	126.6	129.5	Pattern 4
2008/8/20			88	62	101	92	85.8	92.0	Pattern 5
2009/9/26			280	269	352	262	290.8	298.6	Pattern 5
2011/6/24			165	197	28	218	152.0	138.0	Pattern 5
2011/9/27			140	128	152	145	141.3	145.3	Pattern 5
2012/8/7			246		219	350	271.7	278.8	Pattern 6
2012/8/8			229	0		315	181.3	244.9	Pattern 7
Correlation							0.97		

Source: Prepared by Study Team

Annex T 3.13 単純平均法とタイゼン法の比較（2日雨量）

Thiessen Pattern	Sitio Tabak Climatic	Mt.Campal EFCOS	Aries EFCOS	Nangka EFCOS	BosoBoso EFCOS	Mt.Oro EFCOS
Pattern 1	0.35	0.00	0.00	0.00	0.46	0.19
Pattern 2	0.52	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00
Pattern 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50
Pattern 4	0.00	0.30	0.14	0.09	0.13	0.33
Pattern 5	0.00	0.00	0.14	0.09	0.37	0.39
Pattern 6	0.00	0.00	0.22	0.00	0.37	0.41
Pattern 7	0.00	0.00	0.48	0.09	0.00	0.43
Pattern 8	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00	0.44

Date		Sitio Tabak	Mt.Campal	Aries	Nangka	BosoBoso	Mt.Oro	BMR		Thiessen
From	To	Climatic	EFCOS	EFCOS	EFCOS	EFCOS	EFCOS	Arithmetic	Thiessen	Pattern
1994/7/24	1994/7/25	77.2				300	58	145.1	176.0	Pattern 1
1995/9/29	1995/9/30	89.2				179		134.1	132.5	Pattern 2
1995/9/30	1995/10/1	90.8				179		134.9	133.3	Pattern 2
1996/10/30	1996/10/31					88	193	140.5	140.8	Pattern 3
1997/5/25	1997/5/26					305	243	274.0	273.8	Pattern 3
1998/10/22	1998/10/23					432	284	358.0	357.6	Pattern 3
2000/5/17	2000/5/18					108	421	264.5	265.3	Pattern 3
2000/7/4	2000/7/5					183	308	245.5	245.8	Pattern 3
2000/10/27	2000/10/28					186	170	178.0	178.0	Pattern 3
2000/11/2	2000/11/3					212	161	186.5	186.4	Pattern 3
2001/7/18	2001/7/19					240	179	209.5	209.3	Pattern 3
2002/7/6	2002/7/7					276	327	301.5	301.6	Pattern 3
2002/7/11	2002/7/12					204	85	144.5	144.2	Pattern 3
2003/5/27	2003/5/28		357	348	276	338	267	317.2	316.3	Pattern 4
2004/8/24	2004/8/25		294	346	305	236	191	274.4	260.9	Pattern 4
2004/11/28	2004/11/29		233	149	160	191	224	191.4	205.8	Pattern 4
2005/9/15	2005/9/16		161	185	139	190	128	160.6	155.5	Pattern 4
2006/7/23	2006/7/24		135	174	204	159	305	195.4	205.9	Pattern 4
2007/8/7	2007/8/8		195	220	193	184	261	210.6	218.7	Pattern 4
2008/9/24	2008/9/25			175	186	148	135	161.0	150.2	Pattern 5
2009/9/25	2009/9/26			405	375	485	396	415.3	428.4	Pattern 5
2011/6/23	2011/6/24			300	356	45	370	267.8	238.1	Pattern 5
2011/9/26	2011/9/27			279	249	295	148	242.8	230.5	Pattern 5
2012/8/7	2012/8/8			475			665	570.0	559.1	Pattern 8
Correlation								0.99		

Srouce: Prepared by Study Team

Annex T 3.14 単純平均法と IDW 法による流域平均雨量

Year	1 Day Rainfall					2 Day Rainfall					
	Date	Boso-Bos	Sitio Tabal	Basin Mean Rainfall		Date		Boso-Bos	Sitio Tabal	Basin Mean Rainfall	
		Climatic	Climatic	Arithmetic	IDW	From	To	Climatic	Climatic	Arithmetic	IDW
1978	1978/10/26	7.6	394.0	200.8		1978/10/26	1978/10/27	16.7	418.0	217.4	
1979	1979/8/15	3.0	162.0	82.5		1979/8/14	1979/8/15	5.0	229.0	117.0	
1980	1980/11/5	3.0	169.0	86.0		1980/11/4	1980/11/5	10.0	278.1	144.1	
1981	1981/6/13	9.9	156.0	83.0		1981/7/3	1981/7/4	26.7	236.2	131.5	
1982	1982/7/2	3.3	158.6	81.0		1982/7/14	1982/7/15	4.3	263.3	133.8	
1983	1983/8/12	3.0	152.2	77.6		1983/8/14	1983/8/15	13.8	253.3	133.6	
1984	1984/10/21	90.9	76.4	83.7		1984/10/20	1984/10/21	171.0	139.4	155.2	
1985	1985/10/18	342.4	77.0	209.7		1985/6/27	1985/6/28	62.6	415.7	239.2	
1986	1986/7/9	79.6	264.2	171.9		1986/7/9	1986/7/10	128.3	371.4	249.9	
1987	1987/8/18	110.7	82.4	96.6		1987/8/17	1987/8/18	174.0	111.6	142.8	
1988	1988/10/24	266.0	207.3	236.7		1988/10/24	1988/10/25	336.0	252.3	294.2	
1989	1989/9/11	105.6	174.2	139.9		1989/9/11	1989/9/12	132.8	241.4	187.1	
1990	1990/8/23	48.4	231.3	139.9		1990/7/27	1990/7/28	80.3	328.1	204.2	
1991	1991/6/14	85.3	171.3	128.3		1991/8/15	1991/8/16	221.5	173.8	197.7	
1992	1992/8/20	91.0	141.5	116.3		1992/8/19	1992/8/20	143.1	212.5	177.8	
1993	1993/10/4	105.1			73.8	1993/10/4	1993/10/5	178.2			150.1
1999	1999/8/1	351.3			218.3	1999/8/1	1999/8/2	522.3			371.0

Source: Prepared by Study Team

Annex T 3.15 雨量相関分析（1/2）

1 Day

Number of Data

	1	4	5	7	13	14	19	20	22	27	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	99
1 Port Area	21557	16175	17592	4024	11477	6154	10993	6839	2986	16734	2711	1874	1986	3436	3215	6424	6438	5389	5253	5569	12514
4 NAA	16175	17149	13062	4026	7395	5775	7252	6158	2006	12459	1349	876	939	1865	1726	1823	1877	2323	2284	2429	8183
5 Scienc Garden	17592	13062	18435	4034	12138	6902	11655	7377	3017	17280	2712	1874	1986	3405	3184	6393	6408	5824	5675	6012	13175
7 Tanay (Radar)	4024	4026	4034	4034	4034	3852	3974	4032	1937	3768	0	0	0	0	0	0	0	945	1001	1049	4034
13 Boso-Boso Antipolo Rizal	11477	7395	12138	4034	12414	6904	11684	7424	3017	12075	2495	1874	1986	2491	2456	5557	5463	5604	5504	5793	12414
14 Sitio Tabak Montalban Rizal	6154	5775	6902	3852	6904	6996	6907	6841	2863	6717	0	0	0	0	0	973	914	2229	2289	2371	6996
19 Pasig Elem. Sch. Pasig MM	10993	7252	11655	3974	11684	6907	11932	7534	3017	11593	2068	1781	1893	2033	2090	5041	4947	5250	5166	5445	11779
20 Tipas Taguig MM	6839	6158	7377	4032	7424	6841	7534	7654	3016	7366	0	0	0	0	0	1095	1036	2441	2528	2616	7516
22 Bureau of Soil, Cuyambay, Tanay, Rizal	2986	2006	3017	1937	3017	2863	3017	3016	3017	3015	0	0	0	0	0	0	0	639	580	1146	3017
27 Angat Dam	16734	12459	17280	3768	12075	6717	11593	7366	3015	17711	2664	1871	1983	2941	2732	5970	5927	5790	5641	5977	12685
29 Science Garden	2711	1349	2712	0	2495	0	2068	0	0	2664	2712	1854	1957	2589	2458	2616	2617	1318	1284	1320	2681
30 Napindan	1874	876	1874	0	1874	0	1781	0	0	1871	1854	1874	1856	1871	1870	1871	1873	1102	1069	1104	1874
31 Mt. Campana	1986	939	1986	0	1986	0	1893	0	0	1983	1957	1856	1986	1925	1982	1984	1986	1122	1089	1125	1986
32 Aries	3436	1865	3405	0	2491	0	2033	0	0	2941	2589	1871	1925	3436	3154	3322	3373	1370	1336	1372	3436
33 Nangka	3215	1726	3184	0	2456	0	2090	0	0	2732	2458	1870	1982	3154	3215	3159	3185	1297	1364	1300	3215
34 BosoBoso	6424	1823	6393	0	5557	973	5041	1095	639	5970	2616	1871	1984	3322	3159	6424	6299	3613	3585	3640	6424
35 Mt. Oro	6438	1877	6408	0	5463	914	4947	1036	580	5927	2617	1873	1986	3373	3185	6299	6439	3584	3556	3613	6439
36 Sulipan	5389	2323	5324	945	5604	2229	5250	2441	1146	5790	1318	1102	1122	1370	1297	3613	3584	5324	5401	5617	5389
37 Ipo Dam	5253	2284	5675	1001	5504	2289	5166	2528	1199	5641	1284	1069	1089	1336	1284	3585	3556	5401	5675	5508	5253
38 San Rafael	5569	2429	6012	1049	5793	2371	5445	2616	1263	5977	1320	1104	1125	1372	1300	3640	3613	5617	5508	6012	5569
99 Arithmetic Mean (7 stations)	12514	8183	13175	4034	12414	6996	11779	7516	3017	12685	2681	1874	1986	3436	3215	6424	6439	5639	5539	5828	13483

Correlation Ratio

	1	4	5	7	13	14	19	20	22	27	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	99
1 Port Area	1.00	0.79	0.83	0.07	0.52	0.65	0.61	0.69	0.46	0.55	0.76	0.73	0.65	0.71	0.71	0.67	0.69	0.52	0.55	0.56	0.70
4 NAA	0.79	1.00	0.72	0.04	0.42	0.62	0.73	0.75	0.62	0.52	0.67	0.73	0.65	0.67	0.41	0.56	0.51	0.57	0.54	0.62	0.62
5 Scienc Garden	0.83	0.72	1.00	0.08	0.56	0.72	0.59	0.65	0.52	0.57	0.94	0.70	0.65	0.76	0.78	0.71	0.73	0.53	0.57	0.56	0.76
7 Tanay (Radar)	0.07	0.04	0.08	1.00	0.08	0.09	0.07	0.05	0.09	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.07	0.05	0.10
13 Boso-Boso Antipolo Rizal	0.52	0.42	0.56	0.08	1.00	0.43	0.46	0.39	0.59	0.47	0.51	0.54	0.65	0.64	0.56	0.79	0.63	0.40	0.47	0.44	0.83
14 Sitio Tabak Montalban Rizal	0.65	0.62	0.72	0.09	0.43	1.00	0.56	0.55	0.54	0.54	0.54	0.54	0.68	0.79	0.44	0.44	0.56	0.46	0.56	0.44	0.91
19 Pasig Elem. Sch. Pasig MM	0.61	0.73	0.59	0.07	0.46	0.56	1.00	0.77	0.48	0.48	0.50	0.58	0.57	0.58	0.52	0.54	0.50	0.35	0.44	0.40	0.56
20 Tipas Taguig MM	0.69	0.75	0.65	0.05	0.39	0.55	0.77	1.00	0.45	0.47	0.47	0.57	0.66	0.60	0.58	0.57	0.67	0.51	0.41	0.40	0.54
22 Bureau of Soil, Cuyambay, Tanay, Rizal	0.46	0.62	0.52	0.09	0.59	0.54	0.48	0.45	1.00	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.27	0.41	0.39	0.48
27 Angat Dam	0.55	0.52	0.57	0.07	0.47	0.54	0.48	0.47	0.57	1.00	0.49	0.57	0.66	0.60	0.58	0.57	0.67	0.51	0.41	0.39	0.48
29 Science Garden	0.76	0.76	0.94	0.51	0.51	0.50	0.50	0.50	0.49	1.00	0.68	0.63	0.71	0.78	0.70	0.66	0.63	0.38	0.49	0.41	0.76
30 Napindan	0.73	0.73	0.70	0.54	0.54	0.58	0.58	0.58	0.57	0.68	1.00	0.63	0.67	0.66	0.66	0.63	0.33	0.45	0.33	0.41	0.76
31 Mt. Campana	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.57	0.66	0.63	0.63	0.63	1.00	0.77	0.64	0.82	0.70	0.35	0.55	0.41	0.41	0.88	
32 Aries	0.71	0.67	0.76	0.64	0.64	0.58	0.60	0.71	0.67	0.77	1.00	0.83	0.86	0.80	0.32	0.54	0.46	0.46	0.94	0.94	
33 Nangka	0.71	0.67	0.78	0.56	0.56	0.52	0.58	0.78	0.66	0.64	0.83	1.00	0.73	0.73	0.73	0.39	0.58	0.44	0.87	0.87	
34 BosoBoso	0.67	0.41	0.71	0.79	0.68	0.54	0.58	0.27	0.57	0.70	0.66	0.82	0.86	0.73	1.00	0.70	0.41	0.60	0.52	0.92	
35 Mt. Oro	0.69	0.55	0.73	0.63	0.79	0.50	0.46	0.41	0.67	0.66	0.63	0.70	0.80	0.73	0.70	1.00	0.46	0.72	0.57	0.88	
36 Sulipan	0.52	0.51	0.53	0.09	0.40	0.44	0.35	0.42	0.39	0.51	0.38	0.33	0.35	0.32	0.39	0.41	1.00	0.54	0.63	0.50	
37 Ipo Dam	0.55	0.57	0.57	0.07	0.47	0.56	0.44	0.41	0.48	0.74	0.49	0.45	0.55	0.54	0.58	0.60	0.72	0.54	1.00	0.64	
38 San Rafael	0.56	0.54	0.56	0.05	0.44	0.46	0.40	0.40	0.42	0.60	0.41	0.33	0.41	0.46	0.44	0.52	0.57	0.63	0.64	1.00	
99 Arithmetic Mean (7 stations)	0.70	0.62	0.76	0.10	0.83	0.91	0.56	0.54	0.62	0.60	0.76	0.72	0.88	0.94	0.87	0.92	0.88	0.50	0.64	0.55	

Slope of Formula (Y=aX)

	1	4	5	7	13	14	19	20	22	27	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	99
1 Port Area	1.00	0.85	0.77	0.15	0.60	0.55	0.71	0.68	0.46	0.51	0.68	0.75	0.53	0.72	0.74	0.69	0.67	0.72	0.56	0.73	0.78
4 NAA	0.77	1.00	0.67	0.12	0.58	0.47	0.82	0.66	0.59	0.44	0.00	0.00	0.00	0.50	0.49	0.37	0.39	0.57	0.42	0.55	0.71
5 Scienc Garden	0.92	0.82	1.00	0.19	0.70	0.61	0.76	0.71	0.59	0.58	0.99	0.84	0.63	0.89	0.93	0.80	0.79	0.81	0.61	0.79	0.91
7 Tanay (Radar)	0.21	0.17	0.22	1.00	0.24	0.19	0.23	0.16	0.24	0.20								0.35	0.22	0.27	0.27
13 Boso-Boso Antipolo Rizal	0.54	0.37	0.54	0.16	1.00	0.32	0.53	0.34	0.59	0.45	0.48	0.65	0.60	0.59	0.57	0.76	0.64	0.63	0.47	0.60	0.83
14 Sitio Tabak Montalban Rizal	0.86	0.92	0.93	0.24	0.77	1.00	0.88	0.73	0.67	0.68						0.64	0.82	0.85	0.65	0.76	1.29
19 Pasig Elem. Sch. Pasig MM	0.59	0.69	0.53	0.14	0.49	0.42	1.00	0.66	0.47	0.45	0.50	0.62	0.48	0.53	0.50	0.49	0.48	0.53	0.44	0.54	0.58
20 Tipas Taguig MM	0.77	0.89	0.65	0.14	0.57	0.49	0.94	1.00	0.49	0.50						0.41	0.37	0.58	0.35	0.47	0.69
22 Bureau of Soil, Cuyambay, Tanay, Rizal	0.61	0.74	0.58	0.19	0.70	0.54	0.62	0.52	1.00	0.63						0.36	0.60	0.74</			

Annex T 3.15 雨量相関分析 (2/2)

2 Day

Number of Data

	1	4	5	7	13	14	19	20	22	27	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	99
1 Port Area	21538	15826	17569	3993	11456	6130	10967	6820	2983	16661	2698	1862	1971	3425	3200	6407	6418	4948	4726	5024	12495
4 NAA	15826	16814	12724	4001	7100	5761	7013	6147	2001	12105	1048	677	727	1551	1439	1505	1564	2027	1998	2127	7856
5 Scienc Garden	17569	12724	18428	4012	12130	6891	11641	7370	3013	17216	2700	1862	1971	3393	3168	6376	6387	5285	5148	5467	13168
7 Tanay (Radar)	3993	4001	4012	4012	4012	3828	3950	4008	1928	3737	0	0	0	0	0	0	0	870	923	975	4012
13 Boso-Boso Antipolo Rizal	11456	7100	12130	4012	12408	6893	11670	7418	3013	12041	2483	1862	1971	2481	2446	5545	5444	5064	4979	5248	12408
14 Sitio Tabak Montalban Rizal	6130	5761	6891	3828	6893	6987	6895	6829	2857	6694	0	0	0	0	0	971	907	1995	2055	2153	6987
19 Pasig Elem. Sch. Pasig MM	10967	7013	11641	3950	11670	6895	11921	7526	3013	11555	2054	1766	1875	2020	2078	5024	4923	4730	4667	4922	11768
20 Tipas Taqui MM	6820	6147	7370	4008	7418	6829	7526	7650	3011	7347	0	0	0	0	0	1093	1029	2178	2265	2373	7512
22 Bureau of Soil, Cuyambay, Tanay, Rizal	2983	2001	3013	1928	3013	2857	3013	3011	3013	3009	0	0	0	0	0	636	573	958	1015	1092	3013
27 Angat Dam	16661	12105	17216	3737	12041	6694	11555	7347	3009	17652	2641	1857	1965	2906	2704	5923	5873	5234	5098	5416	12633
29 Science Garden	2698	1048	2700	0	2483	0	2054	0	0	2641	2700	1840	1933	2568	2438	2598	2600	1122	1096	1109	2668
30 Napindan	1862	677	1862	0	1862	0	1766	0	0	1857	1840	1862	1834	1856	1854	1856	1860	921	896	908	1862
31 Mt. Campana	1971	727	1971	0	1971	0	1875	0	0	1965	1933	1834	1971	1906	1963	1967	1971	938	913	926	1971
32 Aries	3425	1551	3393	0	2481	0	2020	0	0	2906	2568	1856	1906	3425	3134	3304	3360	1179	1151	1164	3425
33 Nangka	3200	1439	3168	0	2446	0	2078	0	0	2704	2438	1854	1963	3134	3200	3139	3170	1109	1083	1096	3200
34 BosoBoso	6407	1505	6376	0	5545	971	5024	1093	636	5923	2598	1856	1967	3304	3139	6407	6271	3220	3185	3228	6407
35 Mt. Oro	6418	1564	6387	0	5444	907	4923	1029	573	5873	2600	1860	1971	3360	3170	6271	6419	3188	3154	3199	6419
36 Sulipan	4848	2027	5285	670	5064	1995	4730	2178	958	5234	1122	921	938	1179	1109	3220	3188	5285	4870	5058	5101
37 Ipo Dam	4726	1998	5148	923	4979	2055	4667	2265	1015	5098	1096	896	913	1151	1083	3185	3154	4870	5148	4971	5016
38 San Rafael	5024	2127	5467	975	5248	2153	4922	2373	1092	5416	1109	908	926	1164	1096	3228	3199	5058	4971	5467	5285
99 Arithmetic Mean (7 stations)	12495	7856	13168	4012	12408	6987	11768	7512	3013	12633	2668	1862	1971	3425	3200	6407	6419	5101	5016	5285	13480

Correlation Ratio

	1	4	5	7	13	14	19	20	22	27	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	99
1 Port Area	1.00	0.84	0.87	0.09	0.60	0.74	0.68	0.75	0.66	0.64	0.82	0.79	0.70	0.79	0.77	0.75	0.76	0.61	0.63	0.65	0.77
4 NAA	0.84	1.00	0.79	0.06	0.48	0.71	0.79	0.80	0.71	0.59								0.68	0.60	0.61	0.59
5 Scienc Garden	0.87	0.79	1.00	0.11	0.64	0.79	0.67	0.72	0.61	0.65	0.97	0.76	0.71	0.83	0.84	0.77	0.80	0.61	0.65	0.64	0.82
7 Tanay (Radar)	0.09	0.06	0.11	1.00	0.10	0.11	0.10	0.07	0.12	0.08								0.09	0.09	0.07	0.13
13 Boso-Boso Antipolo Rizal	0.60	0.48	0.64	0.10	1.00	0.49	0.54	0.46	0.67	0.54	0.60	0.64	0.75	0.74	0.65	0.84	0.71	0.48	0.53	0.51	0.87
14 Sitio Tabak Montalban Rizal	0.74	0.71	0.79	0.11	0.49	1.00	0.64	0.64	0.62	0.60								0.72	0.80	0.55	0.62
19 Pasig Elem. Sch. Pasig MM	0.68	0.79	0.67	0.10	0.54	0.64	1.00	0.81	0.59	0.56	0.58	0.65	0.66	0.66	0.58	0.63	0.59	0.45	0.52	0.51	0.65
20 Tipas Taqui MM	0.75	0.80	0.72	0.07	0.46	0.64	0.81	1.00	0.55	0.56								0.65	0.54	0.51	0.46
22 Bureau of Soil, Cuyambay, Tanay, Rizal	0.56	0.71	0.61	0.12	0.67	0.62	0.59	0.55	1.00	0.64								0.34	0.50	0.46	0.50
27 Angat Dam	0.64	0.59	0.65	0.08	0.54	0.60	0.56	0.56	0.64	1.00	0.60	0.66	0.73	0.69	0.66	0.64	0.73	0.59	0.76	0.65	0.66
29 Science Garden	0.82		0.97		0.60		0.58			0.60	1.00	0.74	0.69	0.79	0.82	0.76	0.74	0.42	0.55	0.51	0.81
30 Napindan	0.79		0.97		0.64		0.65			0.66	0.74	1.00	0.72	0.74	0.72	0.74	0.70	0.36	0.50	0.41	0.78
31 Mt. Campana	0.70		0.71		0.75		0.66			0.73	0.69	0.72	1.00	0.84	0.72	0.86	0.76	0.35	0.56	0.46	0.91
32 Aries	0.79	0.75	0.83		0.74		0.66			0.69	0.79	0.74	0.84	1.00	0.87	0.89	0.85	0.35	0.55	0.50	0.96
33 Nangka	0.77	0.77	0.84		0.65		0.58			0.66	0.82	0.72	0.72	0.87	1.00	0.77	0.79	0.41	0.61	0.52	0.90
34 BosoBoso	0.75	0.50	0.77		0.84	0.72	0.63	0.65	0.34	0.64	0.76	0.74	0.86	0.89	0.77	1.00	0.75	0.49	0.66	0.60	0.93
35 Mt. Oro	0.76	0.68	0.80		0.71	0.80	0.59	0.54	0.50	0.73	0.74	0.70	0.76	0.85	0.79	0.75	1.00	0.55	0.77	0.66	0.91
36 Sulipan	0.61	0.60	0.61	0.09	0.48	0.55	0.45	0.51	0.46	0.59	0.42	0.36	0.35	0.35	0.41	0.49	0.55	1.00	0.62	0.68	0.58
37 Ipo Dam	0.63	0.61	0.65	0.09	0.53	0.62	0.52	0.46	0.54	0.76	0.55	0.50	0.56	0.55	0.61	0.66	0.77	0.62	1.00	0.71	0.89
38 San Rafael	0.65	0.59	0.64	0.07	0.51	0.53	0.51	0.48	0.50	0.65	0.51	0.41	0.46	0.50	0.52	0.60	0.66	0.66	0.68	0.71	1.00
99 Arithmetic Mean (7 stations)	0.77	0.70	0.82	0.13	0.87	0.91	0.65	0.62	0.69	0.66	0.81	0.78	0.91	0.96	0.90	0.93	0.91	0.58	0.69	0.62	1.00

Slope of Formula (Y=aX)

	1	4	5	7	13	14	19	20	22	27	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	99
1 Port Area	1.00	0.91	0.82	0.21	0.67	0.61	0.78	0.73	0.54	0.59	0.75	0.84	0.57	0.79	0.79	0.75	0.74	0.83	0.66	0.87	0.82
4 NAA	0.81	1.00	0.73	0.17	0.64	0.53	0.87	0.71	0.65	0.50	0.00	0.00	0.00	0.57	0.59	0.49	0.52	0.67	0.45	0.62	0.76
5 Scienc Garden	0.97	0.90	1.00	0.25	0.77	0.67	0.85	0.80	0.68	0.68	1.02	0.96	0.69	0.96	0.98	0.86	0.87	0.95	0.72	0.95	0.95
7 Tanay (Radar)	0.29	0.24	0.29	1.00	0.29	0.25	0.31	0.22	0.32	0.27								0.46	0.32	0.41	0.33
13 Boso-Boso Antipolo Rizal	0.65	0.45	0.63	0.22	1.00	0.37	0.64	0.42	0.69	0.53	0.60	0.83	0.71	0.70	0.68	0.83	0.75	0.77	0.55	0.73	0.86
14 Sitio Tabak Montalban Rizal	0.98	1.06	1.01	0.32	0.85	1.00	1.00	0.85	0.77	0.75								0.68	0.87	1.10	0.77
19 Pasig Elem. Sch. Pasig MM	0.67	0.76	0.61	0.20	0.57	0.48	1.00	0.71	0.58	0.53	0.60	0.74	0.56	0.61	0.59	0.58	0.57	0.66	0.53	0.67	0.65
20 Tipas Taqui MM	0.82	0.94	0.72	0.20	0.64	0.56	0.97	1.00	0.60	0.58								0.47	0.46	0.70	0.40
22 Bureau of Soil, Cuyambay, Tanay, Rizal	0.76	0.88	0.68	0.26	0.78	0.62	0.75	0.63	1.00	0.72								0.44	0.72	0.87	0.68
27 Angat Dam	0.80	0.82	0.74	0.24	0.68	0.60	0.74	0.65	0.70	1.00	0.66	0.96	0.79	0.74	0.76	0.67	0.74	0.91	0.78	0.90	0.8

Annex T 3.16 直線回帰による流域平均雨量

Year	Selected Station	1 Day Rainfall				2 Day Rainfall				
		Date	Point Rainfall Depth	a	BMR	Date		Point Rainfall Depth	a	BMR
						From	To			
1949	Port Area	1949/6/19	66.5	0.69	45.9	1949/6/19	1949/6/20	90.9	0.82	74.5
1950	Port Area	1950/10/2	105.4	0.69	72.7	1950/10/2	1950/10/3	121.7	0.82	99.8
1951	Port Area	1951/7/31	99.1	0.69	68.4	1951/7/30	1951/7/31	134.4	0.82	110.2
1952	Port Area	1952/8/5	156.5	0.69	108.0	1952/8/4	1952/8/5	246.9	0.82	202.5
1953	Port Area	1953/6/4	208.0	0.69	143.5	1953/6/3	1953/6/4	283.7	0.82	232.6
1954	Port Area	1954/6/21	108.7	0.69	75.0	1954/8/14	1954/8/15	147.5	0.82	121.0
1955	Port Area	1955/9/23	177.3	0.69	122.3	1955/9/22	1955/9/23	178.6	0.82	146.5
1956	Port Area	1956/9/7	185.9	0.69	128.3	1956/9/6	1956/9/7	252.7	0.82	207.2
1957	Port Area	1957/8/16	132.3	0.69	91.3	1957/8/16	1957/8/17	178.5	0.82	146.4
1958	Port Area	1958/7/14	239.8	0.69	165.5	1958/7/13	1958/7/14	414.8	0.82	340.1
1959	Port Area	1959/11/17	130.6	0.69	90.1	1959/11/16	1959/11/17	156.8	0.82	128.6
1960	Port Area	1960/5/27	218.2	0.69	150.6	1960/8/13	1960/8/14	271.8	0.82	222.9
1961	Port Area	1961/6/27	236.2	0.69	163.0	1961/6/26	1961/6/27	331.2	0.82	271.6
1962	Scienc Garden	1962/7/19	191.0	0.60	114.6	1962/7/19	1962/7/20	293.6	0.95	278.9
1963	Scienc Garden	1963/6/27	114.8	0.60	68.9	1963/6/27	1963/6/28	169.6	0.95	161.1
1964	Scienc Garden	1964/6/29	193.4	0.60	116.0	1964/6/29	1964/6/30	259.5	0.95	246.5
1965	Scienc Garden	1965/7/26	159.8	0.60	95.9	1965/7/26	1965/7/27	239.3	0.95	227.3
1966	Scienc Garden	1966/11/20	169.9	0.60	101.9	1966/5/19	1966/5/20	282.3	0.95	268.2
1967	Scienc Garden	1967/6/7	334.5	0.60	200.7	1967/6/7	1967/6/8	350.0	0.95	332.5
1968	Scienc Garden	1968/8/28	145.5	0.60	87.3	1968/9/28	1968/9/29	205.0	0.95	194.8
1969	Scienc Garden	1969/8/1	102.8	0.60	61.7	1969/8/1	1969/8/2	172.7	0.95	164.1
1970		Not Available				Not Available				
1971	Port Area	1971/11/14	99.1	0.69	68.4	1971/11/13	1971/11/14	99.1	0.69	68.4
1972	Port Area	1972/7/18	265.4	0.69	183.1	1972/7/18	1972/7/19	487.9	0.69	336.7
1973	Scienc Garden	1973/6/20	131.3	0.60	78.8	1973/6/19	1973/6/20	145.3	0.95	138.0
1974	Scienc Garden	1974/8/17	214.3	0.60	128.6	1974/8/16	1974/8/17	339.3	0.95	322.3
1975	Scienc Garden	1975/10/18	209.3	0.60	125.6	1975/10/17	1975/10/18	215.9	0.95	205.1
1976	NAIA	1976/8/10	256.0	0.69	176.6	1976/8/9	1976/8/10	299.7	0.76	227.8
1977	NAIA	1977/8/19	199.0	0.69	137.3	1977/9/11	1977/9/12	275.5	0.76	209.4
2010	Scienc Garden	2010/8/5	122.0	0.60	73.2	2010/9/1	2010/9/2	188.2	0.95	178.8

BMR: Masin Mean Rainfall

Srouce: Prepared by Study Team

Annex T 3.17 年最大流域平均雨量

Year	1 Day Rainfall			2 Day Rainfall		
	Date	Depth	Type	Date	Depth	Type
1949	1949/6/19	45.9	Regression	1949/6/19	74.5	Regression
1950	1950/10/2	72.7	Regression	1950/10/2	99.8	Regression
1951	1951/7/31	68.4	Regression	1951/7/30	110.2	Regression
1952	1952/8/5	108.0	Regression	1952/8/4	202.5	Regression
1953	1953/6/4	143.5	Regression	1953/6/3	232.6	Regression
1954	1954/6/21	75.0	Regression	1954/8/14	121.0	Regression
1955	1955/9/23	122.3	Regression	1955/9/22	146.5	Regression
1956	1956/9/7	128.3	Regression	1956/9/6	207.2	Regression
1957	1957/8/16	91.3	Regression	1957/8/16	146.4	Regression
1958	1958/7/14	165.5	Regression	1958/7/13	340.1	Regression
1959	1959/11/17	90.1	Regression	1959/11/16	128.6	Regression
1960	1960/5/27	150.6	Regression	1960/8/13	222.9	Regression
1961	1961/6/27	163.0	Regression	1961/6/26	271.6	Regression
1962	1962/7/19	114.6	Regression	1962/7/19	278.9	Regression
1963	1963/6/27	68.9	Regression	1963/6/27	161.1	Regression
1964	1964/6/29	116.0	Regression	1964/6/29	246.5	Regression
1965	1965/7/26	95.9	Regression	1965/7/26	227.3	Regression
1966	1966/11/20	101.9	Regression	1966/5/19	268.2	Regression
1967	1967/6/7	200.7	Regression	1967/6/7	332.5	Regression
1968	1968/8/28	87.3	Regression	1968/9/28	194.8	Regression
1969	1969/8/1	61.7	Regression	1969/8/1	164.1	Regression
1970	Not Available			Not Available		
1971	1971/11/14	68.4	Regression	1971/11/13	68.4	Regression
1972	1972/7/18	183.1	Regression	1972/7/18	336.7	Regression
1973	1973/6/20	78.8	Regression	1973/6/19	138.0	Regression
1974	1974/8/17	128.6	Regression	1974/8/16	322.3	Regression
1975	1975/10/18	125.6	Regression	1975/10/17	205.1	Regression
1976	1976/8/10	176.6	Regression	1976/8/9	227.8	Regression
1977	1977/8/19	137.3	Regression	1977/9/11	209.4	Regression
1978	1978/10/26	200.8	Arithmetic Mean	1978/10/26	217.4	Arithmetic Mean
1979	1979/8/15	82.5	Arithmetic Mean	1979/8/14	117.0	Arithmetic Mean
1980	1980/11/5	86.0	Arithmetic Mean	1980/11/4	144.1	Arithmetic Mean
1981	1981/6/13	83.0	Arithmetic Mean	1981/7/3	131.5	Arithmetic Mean
1982	1982/7/2	81.0	Arithmetic Mean	1982/7/14	133.8	Arithmetic Mean
1983	1983/8/12	77.6	Arithmetic Mean	1983/8/14	133.6	Arithmetic Mean
1984	1984/10/21	83.7	Arithmetic Mean	1984/10/20	155.2	Arithmetic Mean
1985	1985/10/18	209.7	Arithmetic Mean	1985/6/27	239.2	Arithmetic Mean
1986	1986/7/9	171.9	Arithmetic Mean	1986/7/9	249.9	Arithmetic Mean
1987	1987/8/18	96.6	Arithmetic Mean	1987/8/17	142.8	Arithmetic Mean
1988	1988/10/24	236.7	Arithmetic Mean	1988/10/24	294.2	Arithmetic Mean
1989	1989/9/11	139.9	Arithmetic Mean	1989/9/11	187.1	Arithmetic Mean
1990	1990/8/23	139.9	Arithmetic Mean	1990/7/27	204.2	Arithmetic Mean
1991	1991/6/14	128.3	Arithmetic Mean	1991/8/15	197.7	Arithmetic Mean
1992	1992/8/20	116.3	Arithmetic Mean	1992/8/19	177.8	Arithmetic Mean
1993	1993/10/4	73.8	Inverse Distance Weighted	1993/10/4	150.1	Inverse Distance Weighted
1994	1994/6/22	92.1	Arithmetic Mean	1994/7/24	145.1	Arithmetic Mean
1995	1995/9/30	124.0	Arithmetic Mean	1995/9/30	134.9	Arithmetic Mean
1996	1996/10/30	120.5	Arithmetic Mean	1996/10/30	140.5	Arithmetic Mean
1997	1997/8/18	170.0	Arithmetic Mean	1997/5/25	274.0	Arithmetic Mean
1998	1998/10/22	234.0	Arithmetic Mean	1998/10/22	358.0	Arithmetic Mean
1999	1999/8/1	218.3	Inverse Distance Weighted	1999/8/1	371.0	Inverse Distance Weighted
2000	2000/7/7	178.0	Arithmetic Mean	2000/5/17	264.5	Arithmetic Mean
2001	2001/8/17	127.5	Arithmetic Mean	2001/7/18	209.5	Arithmetic Mean
2002	2002/7/7	156.5	Arithmetic Mean	2002/7/6	301.5	Arithmetic Mean
2003	2003/5/27	189.4	Arithmetic Mean	2003/5/27	317.2	Arithmetic Mean
2004	2004/11/29	190.2	Arithmetic Mean	2004/8/24	274.4	Arithmetic Mean
2005	2005/9/15	111.0	Arithmetic Mean	2005/9/15	160.6	Arithmetic Mean
2006	2006/7/23	109.8	Arithmetic Mean	2006/7/23	195.4	Arithmetic Mean
2007	2007/8/7	126.6	Arithmetic Mean	2007/8/7	210.6	Arithmetic Mean
2008	2008/8/20	85.8	Arithmetic Mean	2008/9/24	161.0	Arithmetic Mean
2009	2009/9/26	290.8	Arithmetic Mean	2009/9/25	415.3	Arithmetic Mean
2010	2010/8/5	73.2	Regression	2010/9/1	178.8	Regression
2011	2011/6/24	152.0	Arithmetic Mean	2011/6/23	267.8	Arithmetic Mean
2012	2012/8/7	271.7	Arithmetic Mean	2012/8/7	570.0	Arithmetic Mean
n		63.0			63.0	
Max		290.8			570.0	
Min		45.9			68.4	
Mean		130.1			214.4	
SD		53.9			89.4	
Skewness		0.9			1.2	

Source: Prepared by Study Team

Annex T 3.18 降雨成因 (1/4)

Year	Rank	Date	Satellite Image	Typhoon Track	Cause	Event Name	
						International Name	PAGASA Name
1951	1	1951/7/31	Not Available	Available	Tropical Depression	LOUISE	
1951	2	1951/11/28	Not Available		Monsoon and Others		
1952	1	1952/8/5	Not Available		Monsoon and Others		
1952	2	1952/8/7	Not Available		Monsoon and Others		
1952	3	1952/6/21	Not Available	Available	Tropical Depression	DINAH	
1953	1	1953/6/4	Not Available	Available	Tropical Depression	JUDY	
1953	2	1953/8/20	Not Available	Available	Tropical Depression	PHYLLIS	
1953	3	1953/9/21	Not Available		Monsoon and Others		
1954	1	1954/6/21	Not Available		Monsoon and Others		
1954	2	1954/8/14	Not Available		Monsoon and Others		
1954	3	1954/11/8	Not Available	Available	Tropical Depression	RUBY	
1955	1	1955/9/23	Not Available	Available	Tropical Depression	KATE	
1955	2	1955/8/6	Not Available		Monsoon and Others		
1956	1	1956/9/7	Not Available		Monsoon and Others		
1956	2	1956/8/1	Not Available		Monsoon and Others		
1956	3	1956/9/21	Not Available	Available	Tropical Depression	GILDA	
1957	1	1957/8/16	Not Available		Monsoon and Others		
1957	2	1957/10/12	Not Available	Available	Tropical Depression	NO-NAME	
1958	1	1958/7/14	Not Available	Available	Tropical Depression	BETTY	
1958	2	1958/7/13	Not Available		Monsoon and Others		
1959	1	1959/11/17	Not Available	Available	Tropical Depression	FREDA	
1959	2	1959/8/27	Not Available	Available	Tropical Depression	KATE	
1959	3	1959/8/14	Not Available		Monsoon and Others		
1960	1	1960/5/27	Not Available		Monsoon and Others		
1960	2	1960/10/13	Not Available	Available	Tropical Depression	LOLA	
1961	1	1961/6/27	Not Available		Monsoon and Others		
1961	2	1961/7/12	Not Available		Monsoon and Others		
1961	3	1961/6/26	Not Available		Monsoon and Others		
1961	4	1961/8/28	Not Available		Monsoon and Others		
1961	5	1961/9/21	Not Available	Available	Tropical Depression	RUBY	
1962	1	1962/7/19	Not Available	Available	Tropical Depression	KATE	
1962	2	1962/7/23	Not Available	Available	Tropical Depression	KATE	
1962	3	1962/9/5	Not Available		Monsoon and Others		
1963	1	1963/6/27	Not Available	Available	Tropical Depression	TRIX	DIDING
1963	2	1963/8/6	Not Available		Monsoon and Others		
1964	1	1964/6/29	Not Available	Available	Tropical Depression	WINNIE	DADING
1964	2	1964/8/22	Not Available		Monsoon and Others		
1965	1	1965/7/26	Not Available		Monsoon and Others		
1965	2	1965/6/22	Not Available		Monsoon and Others		
1965	3	1965/8/23	Not Available		Monsoon and Others		
1965	4	1965/7/27	Not Available		Monsoon and Others		
1965	5	1965/9/2	Not Available	Available	Tropical Depression	ROSE	UNDING
1966	1	1966/11/20	Not Available	Available	Tropical Depression	NANCY	
1966	2	1966/5/20	Not Available	Available	Tropical Depression	IRMA	KLARING
1966	3	1966/5/19	Not Available	Available	Tropical Depression	IRMA	KLARING
1966	4	1966/5/23	Not Available		Monsoon and Others		
1967	1	1967/6/7	Not Available		Monsoon and Others		
1967	2	1967/6/2	Not Available		Monsoon and Others		
1967	3	1967/7/21	Not Available		Monsoon and Others		
1967	4	1967/6/3	Not Available		Monsoon and Others		
1967	5	1967/9/3	Not Available		Monsoon and Others		
1967	6	1967/8/15	Not Available	Available	Tropical Depression	IRIS	
1968	1	1968/8/28	Not Available		Monsoon and Others		
1968	2	1968/9/28	Not Available	Available	Tropical Depression	ELAINE	NITANG

Source: Prepared by Study Team

Annex T 3.18 降雨成因 (2/4)

Year	Rank	Date	Satellite Image	Typhoon Track	Cause	Event Name	
						International Name	PAGASA Name
1969	1	1969/8/1	Not Available		Monsoon and Others		
1969	2	1969/8/2	Not Available		Monsoon and Others		
1969	3	1969/9/11	Not Available		Monsoon and Others		
1969	4	1969/8/26	Not Available		Monsoon and Others		
1969	5	1969/9/7	Not Available		Monsoon and Others		
1969	6	1969/10/2	Not Available		Monsoon and Others		
1969	7	1969/8/6	Not Available		Monsoon and Others		
1969	8	1969/10/1	Not Available	Available	Tropical Depression	FLOSSIE	OPENG
1971	1	1971/11/14	Not Available		Monsoon and Others		
1971	2	1971/10/12	Not Available	Available	Tropical Depression	FAYE	DADANG
1972	1	1972/7/18	Not Available		Monsoon and Others		
1972	2	1972/7/19	Not Available		Monsoon and Others		
1972	3	1972/7/20	Not Available		Monsoon and Others		
1972	4	1972/7/31	Not Available		Monsoon and Others		
1972	5	1972/7/17	Not Available		Monsoon and Others		
1972	6	1972/8/1	Not Available		Monsoon and Others		
1972	7	1972/7/30	Not Available		Monsoon and Others		
1972	8	1972/7/7	Not Available	Available	Tropical Depression	SUSAN	EDENG
1973	1	1973/6/20	Not Available		Monsoon and Others		
1973	2	1973/10/15	Not Available	Available	Tropical Depression	RUTH	NARSING
1974	1	1974/8/17	Not Available		Monsoon and Others		
1974	2	1974/8/29	Not Available		Monsoon and Others		
1974	3	1974/8/10	Not Available	Available	Tropical Depression	LUCY	MIDING
1975	1	1975/10/18	Not Available	Available	Tropical Depression	FLOSSIE	
1975	2	1975/8/9	Not Available		Monsoon and Others		
1976	1	1976/8/10	Not Available		Monsoon and Others		
1976	2	1976/5/19	Not Available	Available	Tropical Depression	OLGA	DIDANG
1977	1	1977/8/19	Not Available		Monsoon and Others		
1977	2	1977/9/11	Not Available		Monsoon and Others		
1977	3	1977/11/14	Not Available	Available	Tropical Depression	KIM	UNDING
1978	1	1978/10/26	Not Available	Available	Tropical Depression	RITA	KADING
1978	2	1978/10/9	Not Available	Available	Tropical Depression	NINA	TERING
1978	3	1978/8/13	Not Available		Monsoon and Others		
1979	1	1979/8/15	Available		Monsoon and Others		
1979	2	1979/5/30	Available		Monsoon and Others		
1979	3	1979/7/26	Available		Monsoon and Others		
1979	4	1979/8/13	Available		Monsoon and Others		
1979	5	1979/5/14	Available		Tropical Depression	DOT	KATRING
1980	1	1980/11/5	Not Available	Available	Tropical Depression	BETTY	ARING
1980	2	1980/11/4	Not Available	Available	Tropical Depression	BETTY	ARING
1980	3	1980/7/20	Not Available		Monsoon and Others		
1981	1	1981/6/13	Available		Monsoon and Others		
1981	2	1981/7/4	Available	Available	Tropical Depression	LYNN	ELANG
1982	1	1982/7/2	Available		Monsoon and Others		
1982	2	1982/7/15	Available		Tropical Depression	WINONA	EMANG
1983	1	1983/8/12	Available		Monsoon and Others		
1983	2	1983/8/15	Available		Monsoon and Others		
1983	3	1983/8/14	Available		Monsoon and Others		
1983	4	1983/8/11	Available		Monsoon and Others		
1983	5	1983/10/10	Available		Monsoon and Others		
1983	6	1983/7/15	Available	Available	Tropical Depression	VERA	BEBENG
1984	1	1984/10/21	Available		Monsoon and Others		
1984	2	1984/8/7	Available		Monsoon and Others		
1984	3	1984/8/6	Available		Monsoon and Others		
1984	4	1984/10/20	Available		Monsoon and Others		
1984	5	1984/10/22	Available		Monsoon and Others		
1984	6	1984/9/25	Available		Monsoon and Others		
1984	7	1984/8/16	Available		Monsoon and Others		
1984	8	1984/6/16	Available		Monsoon and Others		
1984	9	1984/8/21	Available		Monsoon and Others		
1984	10	1984/6/21	Available		Monsoon and Others		

Srouce: Prepared by Study Team

Annex T 3.18 降雨成因 (3/4)

Year	Rank	Date	Satellite Image	Typhoon Track	Cause	Event Name	
						International Name	PAGASA Name
1985	1	1985/10/18	Available	Available	Tropical Depression	DOT	SALING
1985	2	1985/6/28	Available		Monsoon and Others		
1986	1	1986/7/9	Available	Available	Tropical Depression	PEGGY	GADING
1986	2	1986/9/1	Available	Available	Tropical Depression	WAYNE	MIDING
1986	3	1986/10/5	Available		Monsoon and Others		
1987	1	1987/8/18	Available	Available	Tropical Depression	CARY	ISING
1987	2	1987/8/29	Available		Monsoon and Others		
1988	1	1988/10/24	Available	Available	Tropical Depression	RUBY	UNSAANG
1988	2	1988/6/2	Available		Monsoon and Others		
1989	1	1989/9/11	Available	Available	Tropical Depression	SARAH	OPENG
1989	2	1989/5/17	Available	Available	Tropical Depression	BRENDA	BINING
1989	3	1989/7/20	Available		Monsoon and Others		
1990	1	1990/8/23	Available		Monsoon and Others		
1990	2	1990/7/28	Available	Available	Tropical Depression	TASHA	EMANG
1991	1	1991/6/14	Available	Available	Tropical Depression	YUNYA	DIDING
1991	2	1991/7/26	Available		Monsoon and Others		
1992	1	1992/8/20	Available		Monsoon and Others		
1992	2	1992/9/21	Available	Available	Tropical Depression	TED	MARING
1993	1	1993/10/4	Available	Available	Tropical Depression	FLO	KADIANG
1993	2	1993/10/5	Available	Available	Tropical Depression	FLO	KADIANG
1993	3	1993/7/29	Available		Monsoon and Others		
1994	1	1994/6/22	Available	Available	Tropical Depression	SHARON	GADING
1994	2	1994/10/21	Available		Monsoon and Others		
1995	1	1995/9/30	Available	Available	Tropical Depression	SIBYL	MAMENG
1995	2	1995/7/28	Available		Monsoon and Others		
1996	1	1996/10/30	Available		Monsoon and Others		
1996	2	1996/9/9	Available		Monsoon and Others		
1996	3	1996/9/16	Available		Monsoon and Others		
1996	4	1996/7/25	Available	Available	Tropical Depression	GLORIA	GLORING
1997	1	1997/8/18	Available		Monsoon and Others		
1997	2	1997/5/26	Available		Tropical Depression	LEVI	BINING
1998	1	1998/10/22	Available	Available	Tropical Depression	BABS	LOLENG
1998	2	1998/9/18	Available	Available	Tropical Depression	VICKI	
1998	3	1998/10/23	Available	Available	Tropical Depression	BABS	LOLENG
1998	4	1998/9/17	Available	Available	Tropical Depression	VICKI	
1998	5	1998/12/27	Available		Monsoon and Others		
1999	1	1999/8/1	Available		Monsoon and Others		
1999	2	1999/8/2	Available		Monsoon and Others		
1999	3	1999/10/16	Available		Tropical Depression	EVE	RENING
2000	1	2000/7/7	Available	Available	Tropical Depression	KAI-TAK	EDENG
2000	2	2000/7/5	Available	Available	Tropical Depression	KAI-TAK	EDENG
2000	3	2000/11/2	Available	Available	Tropical Depression	BEBINCA	SENIANG
2000	4	2000/5/18	Available		Monsoon and Others		
2001	1	2001/8/17	Available		Monsoon and Others		
2001	2	2001/7/19	Available		Monsoon and Others		
2001	3	2001/7/18	Available		Monsoon and Others		
2001	4	2001/5/10	Available		Monsoon and Others		
2001	5	2001/8/23	Available		Monsoon and Others		
2001	6	2001/8/15	Available		Monsoon and Others		
2001	7	2001/9/20	Available		Monsoon and Others		
2001	8	2001/5/9	Available		Monsoon and Others		
2001	9	2001/7/2	Available		Monsoon and Others		
2001	10	2001/7/5	Available	Available	Tropical Depression	UTOR	FERIA
2002	1	2002/7/7	Available		Monsoon and Others		
2002	2	2002/7/6	Available		Monsoon and Others		
2002	3	2002/7/12	Available		Monsoon and Others		
2002	4	2002/8/13	Available		Monsoon and Others		
2002	5	2002/7/5	Available		Monsoon and Others		
2002	6	2002/11/9	Available		Monsoon and Others		
2002	7	2002/7/20	Available		Tropical Depression	13W	JUAN

Srouce: Prepared by Study Team

Annex T 3.18 降雨成因 (4/4)

Year	Rank	Date	Satellite Image	Typhoon Track	Cause	Event Name	
						International Name	PAGASA Name
2003	1	2003/5/27	Available	Available	Tropical Depression	LINFA	CHEDENG
2003	2	2003/9/2	Available		Monsoon and Others		
2004	1	2004/11/29	Available	Available	Tropical Depression	NAMADOL	WINNIE
2004	2	2004/8/24	Available		Monsoon and Others		
2005	1	2005/9/15	Available		Monsoon and Others		
2005	2	2005/10/27	Available		Monsoon and Others		
2005	3	2005/7/5	Available		Monsoon and Others		
2005	4	2005/9/3	Available		Monsoon and Others		
2005	5	2005/6/23	Available		Monsoon and Others		
2005	6	2005/6/4	Available		Monsoon and Others		
2005	7	2005/8/5	Available		Monsoon and Others		
2005	8	2005/8/4	Available		Monsoon and Others		
2005	9	2005/9/16	Available		Tropical Depression	VICENTE	
2005	10	2005/8/11	Available	Available	Tropical Depression	SANVU	
2006	1	2006/7/23	Available	Available	Tropical Depression	KAEMI	GLENDA
2006	2	2006/7/24	Available	Available	Tropical Depression	KAEMI	GLENDA
2006	3	2006/7/28	Available		Monsoon and Others		
2007	1	2007/8/7	Available		Monsoon and Others		
2007	2	2007/8/17	Available		Monsoon and Others		
2007	3	2007/8/8	Available		Monsoon and Others		
2007	4	2007/8/6	Available		Monsoon and Others		
2007	5	2007/10/23	Available		Monsoon and Others		
2007	6	2007/5/29	Available		Monsoon and Others		
2007	7	2007/11/21	Available		Monsoon and Others		
2007	8	2007/7/5	Available		Monsoon and Others		
2007	9	2007/9/29	Available		Monsoon and Others		
2007	10	2007/9/28	Available		Monsoon and Others		
2008	1	2008/8/20	Available	Available	Tropical Depression	NURI	KAREN
2008	2	2008/9/25	Available		Monsoon and Others		
2009	1	2009/9/26	Available	Available	Tropical Depression	KETSANA	ONDOY
2009	2	2009/9/25	Available	Available	Tropical Depression	KETSANA	ONDOY
2009	3	2009/5/7	Available	Available	Tropical Depression	CHAN-HOM	
2009	4	2009/10/2	Available	Available	Tropical Depression	PARMA	
2009	5	2009/10/30	Available	Available	Tropical Depression	MIRINAE	
2009	6	2009/7/27	Available		Monsoon and Others		
2010	1	2010/8/5	Available		Monsoon and Others		
2010	2	2010/9/2	Available		Monsoon and Others		
2010	3	2010/7/25	Available		Monsoon and Others		
2010	4	2010/10/27	Available		Monsoon and Others		
2010	5	2010/8/26	Available		Monsoon and Others		
2010	6	2010/7/13	Available	Available	Tropical Depression	CONSON	
2011	1	2011/6/24	Available	Available	Tropical Depression	MEARI	FALCON
2011	2	2011/9/27	Available	Available	Tropical Depression	NESAT	PEDRING
2011	3	2011/6/23	Available	Available	Tropical Depression	MEARI	FALCON
2011	4	2011/9/26	Available	Available	Tropical Depression	NESAT	PEDRING
2011	5	2011/11/5	Available		Monsoon and Others		
2012	1	2012/8/7	Available		Monsoon and Others		
2012	2	2012/8/6	Available		Monsoon and Others		
2012	3	2012/8/8	Available		Monsoon and Others		
2012	4	2012/7/27	Available		Monsoon and Others		
2012	5	2012/9/15	Available		Monsoon and Others		
2012	6	2012/8/5	Available		Monsoon and Others		
2012	7	2012/7/29	Available		Monsoon and Others		
2012	8	2012/7/21	Available		Monsoon and Others		
2012	9	2012/7/2	Available		Monsoon and Others		
2012	10	2012/6/17	Available		Monsoon and Others		

Source: Prepared by Study Team

Annex T 3.19 降雨成因を考慮した年最大流域平均雨量

Case	Case 1			Case 2			Case 3				Case 4		
Duration	1 Day			1 Day			1 Day				2 Day		
Meteorological Type	Tropical Depression			Monsoon and Others			All				All		
Year	Date	Rainfall Depth [mm]	BMR Type	Date	Rainfall Depth [mm]	BMR Type	Date	Rainfall Depth [mm]	BMR Type	Meteorological Type	Date	Rainfall Depth [mm]	BMR Type
1949							1949/6/19	45.9	Reg		1949/6/19	74.5	Reg
1950							1950/10/2	72.7	Reg		1950/10/2	99.8	Reg
1951	1951/7/31	68.4	Reg	1951/11/28	64.0	Reg	1951/7/31	68.4	Reg	T	1951/7/30	110.2	Reg
1952	1952/6/21	95.4	Reg	1952/8/5	108.0	Reg	1952/8/5	108.0	Reg	M	1952/8/4	202.5	Reg
1953	1953/6/4	143.5	Reg	1953/9/21	79.4	Reg	1953/6/4	143.5	Reg	T	1953/6/3	232.6	Reg
1954	1954/11/8	65.0	Reg	1954/6/21	75.0	Reg	1954/6/21	75.0	Reg	M	1954/8/14	121.0	Reg
1955	1955/9/23	122.3	Reg	1955/8/6	54.3	Reg	1955/9/23	122.3	Reg	T	1955/9/22	146.5	Reg
1956	1956/9/21	76.9	Reg	1956/9/7	128.3	Reg	1956/9/7	128.3	Reg	M	1956/9/6	207.2	Reg
1957	1957/10/12	76.9	Reg	1957/8/16	91.3	Reg	1957/8/16	91.3	Reg	M	1957/8/16	146.4	Reg
1958	1958/7/14	165.5	Reg	1958/7/13	120.8	Reg	1958/7/14	165.5	Reg	T	1958/7/13	340.1	Reg
1959	1959/11/17	90.1	Reg	1959/8/14	61.1	Reg	1959/11/17	90.1	Reg	T	1959/11/16	128.6	Reg
1960	1960/10/13	99.9	Reg	1960/5/27	150.6	Reg	1960/5/27	150.6	Reg	M	1960/8/13	222.9	Reg
1961	1961/9/21	58.7	Reg	1961/6/27	163.0	Reg	1961/6/27	163.0	Reg	M	1961/6/26	271.6	Reg
1962	1962/7/19	114.6	Reg	1962/9/5	84.4	Reg	1962/7/19	114.6	Reg	T	1962/7/19	278.9	Reg
1963	1963/6/27	68.9	Reg	1963/8/6	51.4	Reg	1963/6/27	68.9	Reg	T	1963/6/27	161.1	Reg
1964	1964/6/29	116.0	Reg	1964/8/22	77.0	Reg	1964/6/29	116.0	Reg	T	1964/6/29	246.5	Reg
1965	1965/9/2	46.2	Reg	1965/7/26	95.9	Reg	1965/7/26	95.9	Reg	M	1965/7/26	227.3	Reg
1966	1966/11/20	101.9	Reg	1966/5/23	68.9	Reg	1966/11/20	101.9	Reg	T	1966/5/19	268.2	Reg
1967	1967/8/15	61.0	Reg	1967/6/7	200.7	Reg	1967/6/7	200.7	Reg	M	1967/6/7	332.5	Reg
1968	1968/9/28	84.9	Reg	1968/8/28	87.3	Reg	1968/8/28	87.3	Reg	M	1968/9/28	194.8	Reg
1969	1969/10/1	26.8	Reg	1969/8/1	61.7	Reg	1969/8/1	61.7	Reg	M	1969/8/1	164.1	Reg
1970	Not Available			Not Available			Not Available				Not Available		
1971	1971/10/12	50.4	Reg	1971/11/14	68.4	Reg	1971/11/14	68.4	Reg	M	1971/11/13	68.4	Reg
1972	1972/7/7	66.3	Reg	1972/7/18	183.1	Reg	1972/7/18	183.1	Reg	M	1972/7/18	336.7	Reg
1973	1973/10/15	65.6	Reg	1973/6/20	78.8	Reg	1973/6/20	78.8	Reg	M	1973/6/19	138.0	Reg
1974	1974/8/10	82.1	Reg	1974/8/17	128.6	Reg	1974/8/17	128.6	Reg	M	1974/8/16	322.3	Reg
1975	1975/10/18	125.6	Reg	1975/8/9	84.5	Reg	1975/10/18	125.6	Reg	T	1975/10/17	205.1	Reg
1976	1976/5/19	122.7	Reg	1976/8/10	176.6	Reg	1976/8/10	176.6	Reg	M	1976/8/9	227.8	Reg
1977	1977/11/14	84.0	Reg	1977/8/19	137.3	Reg	1977/8/19	137.3	Reg	M	1977/9/11	209.4	Reg
1978	1978/10/26	200.8	AM	1978/8/13	100.2	AM	1978/10/26	200.8	AM	T	1978/10/26	217.4	AM
1979	1979/5/14	57.8	AM	1979/8/15	82.5	AM	1979/8/15	82.5	AM	M	1979/8/14	117.0	AM
1980	1980/11/5	86.0	AM	1980/7/20	52.5	AM	1980/11/5	86.0	AM	T	1980/11/4	144.1	AM
1981	1981/7/4	79.8	AM	1981/6/13	83.0	AM	1981/6/13	83.0	AM	M	1981/7/3	131.5	AM
1982	1982/7/15	74.1	AM	1982/7/2	81.0	AM	1982/7/2	81.0	AM	M	1982/7/14	133.8	AM
1983	1983/7/15	44.7	AM	1983/8/12	77.6	AM	1983/8/12	77.6	AM	M	1983/8/14	133.6	AM
1984	Not Available			1984/10/21	83.7	AM	1984/10/21	83.7	AM	M	1984/10/20	155.2	AM
1985	1985/10/18	209.7	AM	1985/6/28	155.6	AM	1985/10/18	209.7	AM	T	1985/6/27	239.2	AM
1986	1986/7/9	171.9	AM	1986/10/5	129.6	IDW	1986/7/9	171.9	AM	T	1986/7/9	249.9	AM
1987	1987/8/18	96.6	AM	1987/8/29	88.2	AM	1987/8/18	96.6	AM	T	1987/8/17	142.8	AM
1988	1988/10/24	236.7	AM	1988/6/2	85.5	AM	1988/10/24	236.7	AM	T	1988/10/24	294.2	AM
1989	1989/9/11	139.9	AM	1989/7/20	80.8	AM	1989/9/11	139.9	AM	T	1989/9/11	187.1	AM
1990	1990/7/28	138.7	AM	1990/8/23	139.9	AM	1990/8/23	139.9	AM	M	1990/7/27	204.2	AM
1991	1991/6/14	128.3	AM	1991/7/26	123.4	AM	1991/6/14	128.3	AM	T	1991/8/15	197.7	AM
1992	1992/9/21	104.2	AM	1992/8/20	116.3	AM	1992/8/20	116.3	AM	M	1992/8/19	177.8	AM
1993	1993/10/4	73.8	IDW	1993/7/29	68.6	AM	1993/10/4	73.8	IDW	T	1993/10/4	150.1	IDW
1994	1994/6/22	92.1	AM	1994/10/21	85.1	AM	1994/6/22	92.1	AM	T	1994/7/24	145.1	AM
1995	1995/9/30	124.0	AM	1995/7/28	103.9	AM	1995/9/30	124.0	AM	T	1995/9/30	134.9	AM
1996	1996/7/25	69.9	AM	1996/10/30	120.5	AM	1996/10/30	120.5	AM	M	1996/10/30	140.5	AM
1997	1997/5/26	161.5	AM	1997/8/18	170.0	AM	1997/8/18	170.0	AM	M	1997/5/25	274.0	AM
1998	1998/10/22	234.0	AM	1998/12/27	74.5	AM	1998/10/22	234.0	AM	T	1998/10/22	358.0	AM
1999	1999/10/16	139.2	IDW	1999/8/1	218.3	IDW	1999/8/1	218.3	IDW	M	1999/8/1	371.0	IDW
2000	2000/7/7	178.0	AM	2000/5/18	143.5	AM	2000/7/7	178.0	AM	T	2000/5/17	264.5	AM
2001	2001/7/5	51.0	AM	2001/8/17	127.5	AM	2001/8/17	127.5	AM	M	2001/7/18	209.5	AM
2002	2002/7/20	73.5	AM	2002/7/7	156.5	AM	2002/7/7	156.5	AM	M	2002/7/6	301.5	AM
2003	2003/5/27	189.4	AM	2003/9/2	132.4	AM	2003/5/27	189.4	AM	T	2003/5/27	317.2	AM
2004	2004/11/29	190.2	AM	2004/8/24	138.0	AM	2004/11/29	190.2	AM	T	2004/8/24	274.4	AM
2005	2005/9/16	49.6	AM	2005/9/15	111.0	AM	2005/9/15	111.0	AM	M	2005/9/15	160.6	AM
2006	2006/7/23	109.8	AM	2006/7/28	78.2	AM	2006/7/23	109.8	AM	T	2006/7/23	195.4	AM
2007	Not Available			2007/8/7	126.6	AM	2007/8/7	126.6	AM	M	2007/8/7	210.6	AM
2008	2008/8/20	85.8	AM	2008/9/25	84.3	AM	2008/8/20	85.8	AM	T	2008/9/24	161.0	AM
2009	2009/9/26	290.8	AM	2009/7/27	63.3	AM	2009/9/26	290.8	AM	T	2009/9/25	415.3	AM
2010	2010/7/13	44.5	Reg	2010/8/5	73.2	Reg	2010/8/5	73.2	Reg	M	2010/9/1	178.8	Reg
2011	2011/6/24	152.0	AM	2011/11/5	80.3	AM	2011/6/24	152.0	AM	T	2011/6/23	267.8	AM
2012				2012/8/7	271.7	AM	2012/8/7	271.7	AM	M	2012/8/7	570.0	AM
n		58			61			63				63	
Max		290.8			271.7			290.8				570.0	
Min		26.8			51.4			45.9				68.4	
Mean		109.6			108.0			130.1				214.4	
SD		55.6			44.1			53.9				89.4	
Skewness		1.1			1.3			0.9				1.2	

Reg: Regression, AM: Arithmetic Mean, IDW: Inverse Distance Weighted
T: Tropical Depression, M: Monsoon and Others
BMR: Basin Mean Rainfall
SD: Standard Deviation

Source: Prepared by Study Team

Annex T 3.20 降雨成因を考慮した確率雨量（1/4）

Case		Case 1												
Duration		1 Day												
Meteorological Type		Tropical Depression												
Sample Type		Annual Maximum Rainfall												
Model	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM	
Sample Number	58													
Probable Rainfall	1/2	91.0	100.4	95.8	97.0	100.2	—	96.8	99.1	98.2	99.4	97.3	97.3	98.7
	1/3	115.6	123.8	118.7	119.4	124.5	—	120.0	122.2	120.9	122.6	120.8	120.4	121.9
	1/5	146.6	150.0	146.5	146.1	151.3	—	147.5	148.4	147.1	148.7	148.4	147.5	148.3
	1/10	188.6	182.8	185.1	182.1	183.9	—	184.3	181.7	181.0	181.9	184.9	183.3	181.6
	1/20	230.6	214.3	225.8	219.6	213.9	—	221.7	214.2	214.6	214.0	221.8	219.3	213.3
	1/30	255.2	232.4	250.9	242.5	230.6	—	244.1	233.1	234.4	232.7	243.9	240.8	231.3
	1/50	286.2	255.0	283.9	272.6	251.0	—	273.1	257.1	259.7	256.2	272.3	268.4	253.5
	1/80	314.6	275.7	315.7	301.7	269.1	—	300.6	279.3	283.3	278.0	299.1	294.4	273.6
	1/100	328.2	285.5	331.3	316.1	277.5	—	314.0	289.9	294.7	288.4	312.1	307.0	283.0
	1/150	352.8	303.3	360.4	343.0	292.5	—	338.8	309.4	315.6	307.5	336.2	330.4	299.8
	1/200	370.2	316.0	381.8	362.8	302.9	—	356.8	323.4	330.7	321.1	353.6	347.3	311.7
	1/400	412.2	346.3	435.4	413.1	327.4	—	401.8	357.6	367.9	354.4	397.1	389.3	339.6
Jackknife Unbiased Estimator	1/2	91.0	100.4	95.7	96.9	98.8	—	96.1	99.4	101.2	99.9	97.1	97.1	98.5
	1/3	115.6	123.8	119.0	119.5	123.1	—	119.6	123.1	123.9	123.9	120.5	120.2	122.0
	1/5	146.6	150.0	147.4	146.3	150.5	—	147.6	149.8	148.2	150.5	147.9	147.3	148.7
	1/10	188.6	182.8	186.7	182.6	184.8	—	185.2	183.3	176.9	183.6	184.2	183.1	182.5
	1/20	230.6	214.3	228.2	220.1	217.3	—	223.6	215.5	202.5	215.1	220.7	219.0	214.6
	1/30	255.2	232.4	253.8	242.9	235.7	—	246.6	234.0	216.2	233.0	242.5	240.3	232.8
	1/50	286.2	255.0	287.4	272.7	258.4	—	276.5	257.2	232.5	255.4	270.5	267.8	255.4
	1/80	314.6	275.7	319.8	301.2	278.9	—	304.8	278.5	246.3	275.9	296.9	293.7	275.8
	1/100	328.2	285.5	335.8	315.2	288.4	—	318.6	288.6	252.6	285.6	309.7	306.2	285.4
	1/150	352.8	303.3	365.5	341.1	305.6	—	344.1	307.0	263.4	303.2	333.4	329.4	302.5
	1/200	370.2	316.0	387.3	360.1	317.7	—	362.6	320.1	270.5	315.7	350.5	346.1	314.6
	1/400	412.2	346.3	442.1	407.4	346.2	—	408.9	351.9	286.3	345.9	393.1	387.7	343.1
Jackknife Estimate Error	1/2	5.9	6.6	6.2	7.4	7.4	—	7.3	7.8	7.9	7.8	6.3	6.3	6.5
	1/3	7.8	8.6	8.3	9.4	9.5	—	8.8	9.7	9.4	9.7	8.2	8.1	8.3
	1/5	10.8	11.2	11.4	11.5	11.8	—	10.9	11.7	10.9	11.7	11.2	10.9	11.0
	1/10	15.3	14.7	16.2	14.7	15.0	—	14.7	14.7	15.6	14.7	16.1	15.5	14.9
	1/20	19.9	18.1	21.7	19.2	18.6	—	20.0	18.4	24.9	18.4	21.9	21.0	19.0
	1/30	22.7	20.1	25.2	22.9	21.1	—	23.7	21.2	32.4	21.1	25.6	24.5	21.4
	1/50	26.2	22.7	29.9	29.0	24.9	—	29.2	25.2	43.8	25.1	30.7	29.3	24.5
	1/80	29.4	25.0	34.6	36.2	28.8	—	34.9	29.6	56.1	29.3	35.8	34.0	27.2
	1/100	30.9	26.1	36.9	40.1	30.9	—	37.8	31.9	62.6	31.5	38.3	36.4	28.5
	1/150	33.7	28.1	41.2	48.4	35.0	—	43.6	36.3	75.4	35.8	43.1	41.0	30.8
	1/200	35.7	29.6	44.4	55.0	38.1	—	48.0	39.8	85.2	39.1	46.7	44.3	32.4
	1/400	40.5	33.0	52.6	74.1	46.4	—	59.6	48.9	111.8	47.9	55.9	53.0	36.1
SLSC	0.030	0.022	0.021	0.020	0.029	—	0.020	0.022	0.021	0.023	0.019	0.020	0.021	
X-Cor	0.990	0.994	0.992	0.994	0.995	—	0.995	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.997	
P-Cor	0.978	0.994	0.998	0.997	0.995	—	0.998	0.996	0.997	0.996	0.998	0.998	0.997	
Selection		Selected												

Source: Prepared by Study Team

Annex T 3.20 降雨成因を考慮した確率雨量 (2/4)

Case		Case 2												
Duration		1 Day												
Meteorological Type		Monsoon and Others												
Sample Type		Annual Maximum Rainfall												
Model		Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
Sample Number		61												
Probable Rainfall	1/2	93.5	100.8	97.5	97.5	—	97.7	98.6	98.5	95.0	98.7	—	—	—
	1/3	112.6	119.0	114.3	114.8	—	115.1	116.2	116.2	113.2	116.5	—	—	—
	1/5	136.7	139.3	134.4	135.5	—	136.1	136.8	136.9	136.4	137.2	—	—	—
	1/10	169.3	164.8	161.7	164.0	—	164.6	163.8	164.1	169.7	164.3	—	—	—
	1/20	201.9	189.3	190.0	194.2	—	194.4	190.9	191.4	205.9	191.3	—	—	—
	1/30	221.0	203.3	207.2	213.0	—	212.7	207.0	207.6	228.7	207.3	—	—	—
	1/50	245.1	220.9	229.7	238.0	—	236.8	227.6	228.4	259.1	227.8	—	—	—
	1/80	267.2	237.0	251.1	262.4	—	260.1	247.1	248.0	289.0	247.0	—	—	—
	1/100	277.7	244.6	261.6	274.6	—	271.7	256.5	257.5	303.8	256.3	—	—	—
	1/150	296.8	258.4	281.2	297.6	—	293.4	273.8	275.0	331.9	273.4	—	—	—
	1/200	310.4	268.2	295.4	314.6	—	309.5	286.4	287.7	352.8	285.7	—	—	—
	1/400	343.0	291.8	331.0	358.6	—	350.5	317.5	319.2	406.3	316.3	—	—	—
Jackknife Unbiased Estimator	1/2	93.5	100.8	97.4	97.4	—	97.7	97.2	98.3	88.1	98.8	—	—	—
	1/3	112.6	119.0	114.3	114.8	—	115.3	115.0	116.6	109.0	117.5	—	—	—
	1/5	136.7	139.3	134.6	135.7	—	136.2	136.4	138.0	139.9	138.9	—	—	—
	1/10	169.3	164.8	162.1	164.5	—	164.6	165.1	165.9	189.9	166.4	—	—	—
	1/20	201.9	189.3	190.7	194.8	—	194.0	194.5	193.5	250.2	193.3	—	—	—
	1/30	221.0	203.3	208.0	213.5	—	211.8	212.2	209.7	290.5	208.9	—	—	—
	1/50	245.1	220.9	230.7	238.1	—	235.2	235.1	230.3	346.9	228.6	—	—	—
	1/80	267.2	237.0	252.4	262.0	—	257.6	256.9	249.5	404.7	246.8	—	—	—
	1/100	277.7	244.6	263.0	273.7	—	268.6	267.4	258.7	434.1	255.4	—	—	—
	1/150	296.8	258.4	282.7	295.6	—	289.1	287.1	275.5	491.2	271.3	—	—	—
	1/200	310.4	268.2	297.1	311.7	—	304.1	301.3	287.6	534.5	282.6	—	—	—
	1/400	343.0	291.8	333.0	352.3	—	342.0	336.9	317.3	649.1	310.2	—	—	—
Jackknife Estimate Error	1/2	4.4	5.0	4.8	5.7	—	5.4	5.2	5.8	5.6	5.9	—	—	—
	1/3	6.1	6.7	6.4	7.2	—	6.8	6.5	7.3	6.6	7.3	—	—	—
	1/5	8.6	8.9	8.5	9.0	—	8.6	8.5	8.9	8.4	9.0	—	—	—
	1/10	12.3	11.8	11.7	11.7	—	11.8	11.9	12.0	12.8	12.1	—	—	—
	1/20	16.2	14.7	15.2	16.2	—	16.5	16.2	16.7	19.8	16.7	—	—	—
	1/30	18.4	16.3	17.4	19.9	—	20.0	19.2	20.3	25.0	20.3	—	—	—
	1/50	21.3	18.4	20.4	26.2	—	25.4	23.4	25.6	33.0	25.5	—	—	—
	1/80	23.9	20.3	23.2	33.5	—	31.4	27.8	31.3	41.5	31.0	—	—	—
	1/100	25.2	21.2	24.7	37.6	—	34.6	30.0	34.2	46.0	33.9	—	—	—
	1/150	27.5	22.9	27.3	46.1	—	41.0	34.3	40.0	55.0	39.5	—	—	—
	1/200	29.1	24.1	29.3	53.0	—	46.1	37.5	44.4	61.9	43.8	—	—	—
	1/400	33.1	26.9	34.2	72.8	—	60.2	46.1	56.1	80.7	55.1	—	—	—
SLSC	0.027	0.032	0.027	0.025	—	0.027	0.029	0.029	0.031	0.030	—	—	—	
X-Cor	0.991	0.989	0.994	0.994	—	0.994	0.994	0.994	0.990	0.994	—	—	—	
P-Cor	0.982	0.985	0.988	0.989	—	0.989	0.988	0.989	0.991	0.988	—	—	—	
Selection		Selected												

Source: Prepared by Study Team

Annex T 3.20 降雨成因を考慮した確率雨量 (3/4)

Case		Case 3												
Duration		1 Day												
Meteorological Type		All												
Sample Type		Annual Maximum Rainfall												
Model	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM	
Sample Number	63													
Probable Rainfall	1/2	111.8	121.0	117.2	119.6	122.6	—	118.5	121.6	121.3	121.8	120.1	120.1	121.5
	1/3	136.0	144.2	140.1	142.4	146.3	—	141.6	144.5	143.8	144.9	143.4	142.9	144.4
	1/5	166.6	169.9	167.6	168.4	171.7	—	168.5	169.7	168.6	170.0	169.8	168.7	169.5
	1/10	208.0	202.3	205.2	202.2	202.1	—	203.7	200.9	199.4	201.0	203.5	201.4	200.0
	1/20	249.4	233.3	244.5	235.7	229.7	—	238.9	230.3	228.7	230.1	236.3	233.3	228.2
	1/30	273.7	251.2	268.5	255.5	244.9	—	259.7	247.1	245.4	246.6	255.4	251.8	244.0
	1/50	304.2	273.5	299.9	280.8	263.3	—	286.4	268.0	266.3	267.2	279.6	275.1	263.2
	1/80	332.3	293.9	330.1	304.5	279.6	—	311.5	287.0	285.5	285.9	302.0	296.8	280.4
	1/100	345.7	303.6	344.8	315.9	287.1	—	323.7	296.1	294.6	294.8	312.8	307.1	288.4
	1/150	369.9	321.2	372.3	336.9	300.6	—	346.1	312.5	311.1	310.9	332.5	326.1	302.6
	1/200	387.1	333.6	392.4	352.1	310.0	—	362.2	324.2	322.9	322.3	346.6	339.7	312.6
	1/400	428.5	363.6	442.7	389.3	332.0	—	402.3	352.5	351.4	349.9	381.2	372.9	336.0
	Jackknife Unbiased Estimator	1/2	111.8	121.0	117.1	119.5	121.6	—	117.2	121.9	124.6	122.3	119.9	119.9
1/3		136.0	144.2	140.3	142.4	145.4	—	140.7	145.3	147.1	145.7	143.2	142.8	144.5
1/5		166.6	169.9	168.2	168.6	171.3	—	168.6	170.7	170.4	171.0	169.5	168.5	169.9
1/10		208.0	202.3	206.4	202.6	202.8	—	205.8	201.8	197.3	201.9	203.0	201.3	200.8
1/20		249.4	233.3	246.3	236.1	231.8	—	243.4	230.8	220.8	230.5	235.6	233.1	229.3
1/30		273.7	251.2	270.7	255.8	248.1	—	265.9	247.3	233.5	246.6	254.6	251.5	245.3
1/50		304.2	273.5	302.6	280.7	267.9	—	294.9	267.6	248.4	266.5	278.5	274.8	264.8
1/80		332.3	293.9	333.2	303.9	285.6	—	322.3	286.0	261.4	284.5	300.8	296.4	282.2
1/100		345.7	303.6	348.2	315.0	293.9	—	335.6	294.7	267.3	293.0	311.4	306.7	290.3
1/150		369.9	321.2	376.2	335.2	308.7	—	360.2	310.4	277.6	308.2	330.9	325.6	304.7
1/200		387.1	333.6	396.6	349.6	319.0	—	378.0	321.5	284.6	319.0	344.9	339.1	314.8
1/400		428.5	363.6	447.7	384.6	343.4	—	422.3	348.1	300.7	344.9	379.0	372.1	338.6
Jackknife Estimate Error		1/2	5.7	6.2	6.1	7.4	7.2	—	6.9	7.4	7.0	7.4	6.1	6.1
	1/3	7.2	7.8	7.9	9.0	8.8	—	8.1	8.8	8.5	8.8	7.7	7.6	7.8
	1/5	9.6	9.9	10.6	10.5	10.5	—	10.0	10.4	10.0	10.3	10.1	9.9	9.9
	1/10	13.3	12.8	14.8	12.8	12.8	—	13.4	12.6	12.9	12.6	13.8	13.3	12.9
	1/20	17.2	15.7	19.4	16.5	15.4	—	18.2	15.4	17.6	15.4	17.9	17.2	15.9
	1/30	19.5	17.4	22.3	19.5	17.2	—	21.7	17.4	21.3	17.3	20.5	19.6	17.6
	1/50	22.5	19.5	26.3	24.6	19.9	—	26.7	20.3	27.0	20.2	24.0	22.9	19.7
	1/80	25.2	21.5	30.1	30.4	22.7	—	31.9	23.4	33.0	23.1	27.4	26.0	21.7
	1/100	26.5	22.4	32.1	33.6	24.1	—	34.6	25.0	36.2	24.7	29.0	27.6	22.6
	1/150	28.9	24.1	35.7	40.1	27.0	—	39.8	28.1	42.4	27.6	32.2	30.5	24.2
	1/200	30.6	25.3	38.3	45.3	29.2	—	43.8	30.5	47.1	29.9	34.5	32.7	25.3
	1/400	34.6	28.2	45.0	59.7	35.0	—	54.2	36.7	59.7	35.8	40.3	38.1	27.9
	SLSC	0.040	0.020	0.027	0.022	0.032	—	0.024	0.027	0.026	0.027	0.024	0.024	0.026
X-Cor	0.982	0.995	0.988	0.994	0.995	—	0.993	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995	0.996	
P-Cor	0.975	0.996	0.996	0.996	0.995	—	0.996	0.995	0.995	0.995	0.996	0.996	0.996	
Selection		Selected												

Srouce: Prepared by Study Team

Annex T 3.20 降雨成因を考慮した確率雨量 (4/4)

Case		Case 4												
Duration		2 Day												
Meteorological Type		All												
Sample Type		Annual Maximum Rainfall												
Model	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM	
Sample Number	63													
Probable Rainfall	1/2	184.8	199.8	194.5	198.5	198.9	—	198.9	—	198.8	196.7	197.9	197.9	—
	1/3	224.0	237.1	234.0	235.5	236.6	—	236.5	—	236.2	233.4	235.9	235.8	—
	1/5	273.3	278.8	281.8	277.4	278.8	—	278.7	—	277.9	275.4	278.9	278.7	—
	1/10	340.3	331.1	347.3	331.0	331.7	—	331.8	—	330.5	329.6	333.8	333.3	—
	1/20	407.3	381.2	415.9	383.3	382.4	—	382.8	—	381.0	383.0	387.1	386.5	—
	1/30	446.4	410.1	457.8	413.9	411.6	—	412.3	—	410.2	414.2	418.1	417.4	—
	1/50	495.8	446.2	512.8	452.5	448.1	—	449.4	—	446.9	454.0	457.4	456.5	—
	1/80	541.2	479.2	565.6	488.3	481.6	—	483.5	—	480.7	491.1	493.8	492.7	—
	1/100	562.8	494.8	591.4	505.5	497.5	—	499.8	—	496.8	509.0	511.2	510.0	—
	1/150	601.9	523.2	639.7	536.8	526.6	—	529.6	—	526.2	541.7	543.1	541.8	—
	1/200	629.7	543.3	674.9	559.2	547.2	—	550.9	—	547.2	565.3	565.9	564.5	—
	1/400	696.7	591.7	763.2	613.7	597.4	—	602.7	—	598.4	623.3	621.9	620.3	—
Jackknife Unbiased Estimator	1/2	184.8	199.8	194.4	198.3	392.7	—	202.6	—	195.7	195.2	197.6	197.6	—
	1/3	224.0	237.1	234.7	235.7	466.3	—	239.6	—	234.2	233.9	235.5	235.6	—
	1/5	273.3	278.8	283.5	278.1	550.9	—	279.2	—	278.3	278.2	278.4	278.6	—
	1/10	340.3	331.1	350.3	332.1	659.9	—	326.3	—	335.0	334.9	333.0	333.4	—
	1/20	407.3	381.2	420.3	384.3	766.8	—	369.1	—	390.2	389.8	385.9	386.5	—
	1/30	446.4	410.1	463.2	414.4	829.2	—	392.8	—	422.3	421.5	416.7	417.3	—
	1/50	495.8	446.2	519.4	452.0	908.1	—	421.6	—	462.9	461.3	455.5	456.3	—
	1/80	541.2	479.2	573.3	486.3	981.2	—	447.2	—	500.5	497.8	491.5	492.4	—
	1/100	562.8	494.8	599.8	502.4	1016.1	—	459.1	—	518.5	515.1	508.7	509.7	—
	1/150	601.9	523.2	649.1	531.5	1079.9	—	480.4	—	551.3	546.6	540.1	541.3	—
	1/200	629.7	543.3	685.1	551.9	1125.5	—	495.3	—	574.8	569.0	562.7	563.9	—
	1/400	696.7	591.7	775.4	600.3	1236.5	—	530.2	—	632.1	623.1	617.8	619.3	—
Jackknife Estimate Error	1/2	9.4	10.3	9.9	11.4	196.1	—	10.4	—	10.1	12.4	10.2	10.2	—
	1/3	12.0	13.1	12.4	13.5	233.3	—	12.6	—	11.3	13.8	12.4	12.4	—
	1/5	16.5	17.1	16.8	16.4	274.9	—	16.3	—	15.8	16.1	16.3	16.3	—
	1/10	23.6	22.6	23.9	22.8	327.4	—	23.3	—	26.5	24.4	22.6	22.7	—
	1/20	31.0	28.1	32.2	33.3	378.3	—	32.3	—	40.5	38.5	30.0	30.1	—
	1/30	35.4	31.3	37.5	41.5	407.9	—	38.5	—	49.7	48.8	34.7	34.8	—
	1/50	41.0	35.4	44.6	53.8	445.5	—	47.3	—	62.4	63.7	41.0	41.2	—
	1/80	46.3	39.1	51.6	67.2	480.5	—	56.1	—	75.0	79.0	47.1	47.3	—
	1/100	48.8	40.9	55.1	74.2	497.3	—	60.6	—	81.2	86.8	50.1	50.4	—
	1/150	53.3	44.2	61.7	88.0	528.2	—	69.2	—	93.1	101.7	55.8	56.1	—
	1/200	56.5	46.5	66.6	98.6	550.4	—	75.7	—	101.8	113.0	60.0	60.4	—
	1/400	64.3	52.1	79.0	127.1	605.1	—	92.4	—	124.1	142.2	70.7	71.1	—
SLSC	0.041	0.027	0.030	0.024	0.024	—	0.023	—	0.024	0.032	0.024	0.024	—	
X-Cor	0.981	0.992	0.991	0.993	0.992	—	0.992	—	0.992	0.993	0.993	0.993	—	
P-Cor	0.943	0.996	0.996	0.996	0.997	—	0.997	—	0.997	0.996	0.997	0.997	—	
Selection		Selected												

Srouce: Prepared by Study Team

Annex T 3.21 Thiessen 係数 (1/2)

No	Date	Event Name	Hourly Rainfall							Pattern
			Science G	Napindan	Mt.Campa	Aries	Nangka	BosoBoso	Mt.Oro	
1	2009/9/26	Ondoy	Available			Available	Available	Available	Available	Pattern 9
2	2012/8/7	Monsoon Rain				Available		Available	Available	Pattern 6
3	1998/10/22	Loleng						Available	Available	Pattern 3
4	2004/11/29	Winnie	Available	Available	Available	Available	Available	Available	Available	Pattern 10
5	2003/5/27	Chedeng	Available	Available	Available	Available	Available	Available	Available	Pattern 10
6	2000/7/7	Edeng						Available	Available	Pattern 3
7	1997/8/18	Monsoon Rain						Available	Available	Pattern 3
8	2002/7/7	Monsoon Rain						Available	Available	Pattern 3
9	2011/6/24	Falcon				Available	Available	Available	Available	Pattern 5
10	2000/11/2	Seniang						Available	Available	Pattern 3

Pattern 3

Sub-basin	Thiessen Coefficient						
	Science G	Napindan	Mt.Campa	Aries	Nangka	BosoBoso	Mt.Oro
M-1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.36
M-5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.74
M-4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.07
M-3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.68
M-2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
M-7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
M-6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
M-8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
M-9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
S-9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
S-8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01
S-7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.51
S-5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
S-3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
S-4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
S-2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
S-1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
S-6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.34
S-10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00

Pattern 5

Sub-basin	Thiessen Coefficient						
	Science G	Napindan	Mt.Campa	Aries	Nangka	BosoBoso	Mt.Oro
M-1	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.62	0.35
M-5	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
M-4	0.00	0.00	0.00	0.53	0.13	0.34	0.00
M-3	0.00	0.00	0.00	0.47	0.37	0.01	0.16
M-2	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.98
M-7	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
M-6	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
M-8	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
M-9	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
S-9	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
S-8	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
S-7	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
S-5	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
S-3	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
S-4	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
S-2	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
S-1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
S-6	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
S-10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00

Annex T 3.21 Thiessen 係数 (2/2)

Pattern 6

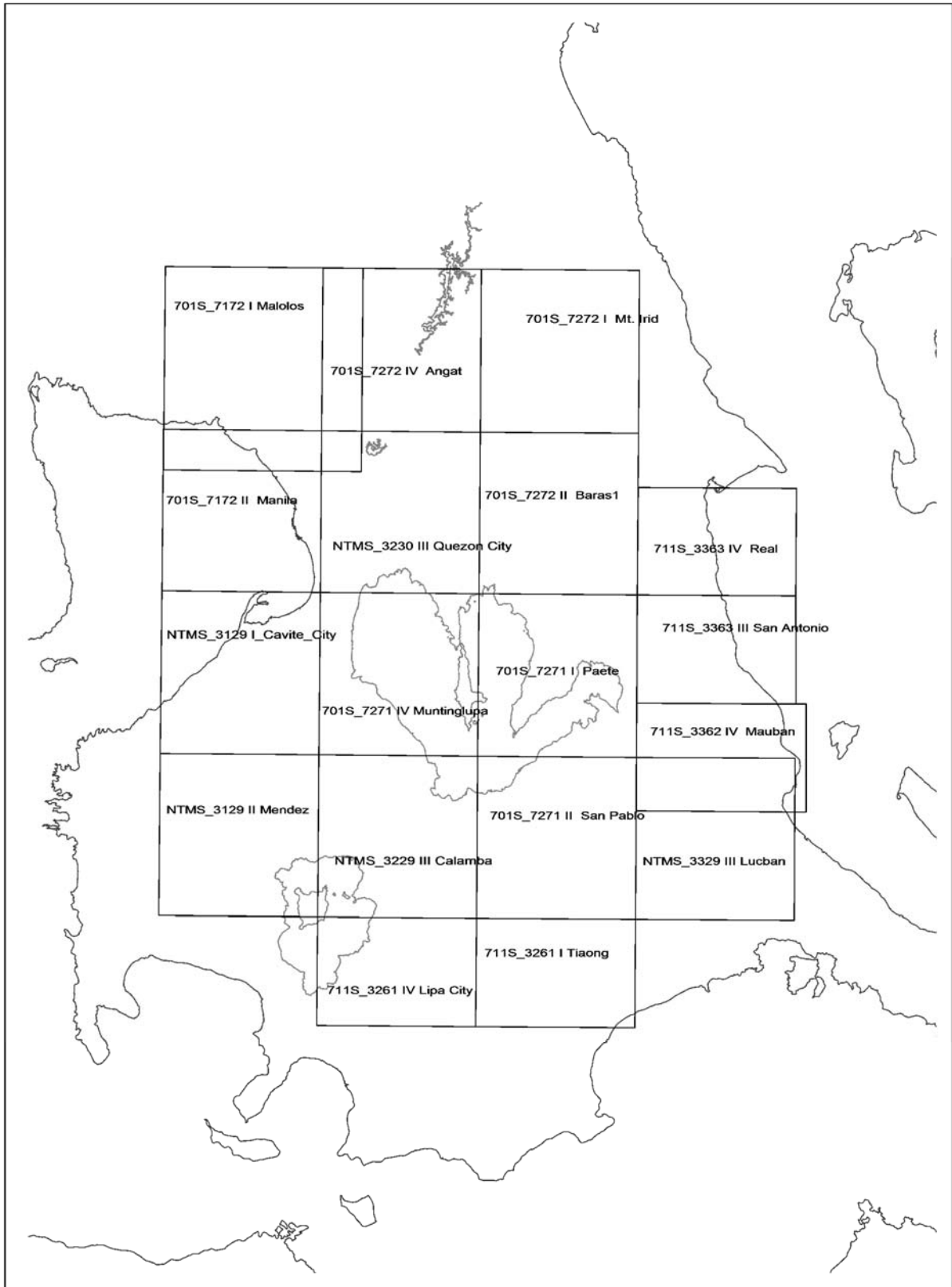
Sub-basin	Thiessen Coefficient						
	Science G	Napindan	Mt.Campa	Aries	Nangka	BosoBoso	Mt.Oro
M-1	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.62	0.35
M-5	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
M-4	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	0.34	0.00
M-3	0.00	0.00	0.00	0.71	0.00	0.01	0.28
M-2	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.98
M-7	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
M-6	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
M-8	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
M-9	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
S-9	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
S-8	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
S-7	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
S-5	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
S-3	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
S-4	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
S-2	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
S-1	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
S-6	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
S-10	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00

Pattern 9

Sub-basin	Thiessen Coefficient						
	Science G	Napindan	Mt.Campa	Aries	Nangka	BosoBoso	Mt.Oro
M-1	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.62	0.35
M-5	0.06	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00	0.00
M-4	0.00	0.00	0.00	0.53	0.13	0.34	0.00
M-3	0.00	0.00	0.00	0.47	0.37	0.01	0.16
M-2	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.98
M-7	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
M-6	0.85	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00
M-8	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
M-9	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S-9	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S-8	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S-7	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S-5	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S-3	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S-4	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S-2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S-1	0.77	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00
S-6	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S-10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Pattern 10

Sub-basin	Thiessen Coefficient						
	Science G	Napindan	Mt.Campa	Aries	Nangka	BosoBoso	Mt.Oro
M-1	0.00	0.00	0.56	0.04	0.00	0.18	0.23
M-5	0.06	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00	0.00
M-4	0.00	0.00	0.00	0.53	0.13	0.34	0.00
M-3	0.00	0.00	0.00	0.47	0.37	0.01	0.16
M-2	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.98
M-7	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
M-6	0.71	0.14	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00
M-8	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
M-9	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S-9	0.18	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S-8	0.62	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S-7	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S-5	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S-3	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S-4	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S-2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S-1	0.77	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00
S-6	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S-10	0.01	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Source: Prepared by the Study Team

Annex F 3.1 収集した地形図の図葉情報



Source: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Pacific_typhoon_seasons



Source: <http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>

Annex F 3.2 台風資料の例（上図：Wikipedia、下図：Digital Typhoon）

EFFECTIVE FLOOD CONTROL OPERATION SYSTEM (EFCOS PROJECT)

SUMMARY REPORT (As of 8:00AM of August 9, 2012)

Weather Disturbance : "Monsoon Rains" (Habagat)
Date : August 4-9, 2012

A. RAINFALL INTENSITY

**Date : August 4 (0900 hour) to August 9, 2012 (0800 hour)
(120 hours)**

A.1) Upstream of Pasig - Marikina River

DATE	BOSO BOSO	ARIES	MT. ORO	NANGKA	TOTAL
August 4 (0900 hr) to August 5 (0800 hr)	33	47	44	34	158
August 5 (0900 hr) to August 6 (0800 hr)	64	123	131	73	391
August 6 (0900 hr) to August 7 (0800 hr)	170	231	269	292	962
August 7 (0900 hr) to August 8 (0800 hr)	219	246	350	42	857
August 8 (0900 hr) to August 9 (0800 hr)	163	229	315	**,**	707
TOTAL	649	876	1109	441	3075

B. WATERLEVEL

Recorded highest hourly water elevation from August 4, 2012 (0900 hour) to August 9, 2012 (0800 hour)

B.1) Upstream of Marikina River

STATION	ELEVATION	DATE	TIME	REMARKS
MONTALBAN	27.91 m	August 9, 2012	0200 H	Critical Level
STO. NIÑO	20.42 m	August 9, 2012	0600 H	Above critical Level
ROSARIO JUNCTION SIDE	16.44 m	August 7, 2012	1700 H	Above critical Level

B.2) Tributary of Marikina River

STATION	ELEVATION	DATE	TIME	REMARKS
NANGKA	22.36 m	August 7, 2012	0900 H	Above critical Level

B.3) Tributary of Pasig River

STATION	ELEVATION	DATE	TIME	REMARKS
SAN JUAN	14.79 m.	August 7, 2012	1700 H	Above critical level

B.4) Downstream of Pasig River

STATION	ELEVATION	DATE	TIME	REMARKS
PANDACAN	13.09 m	August 8, 2012	0300 H	Above critical Level
FORT SANTIAGO	11.94 m	August 4, 2012	1100 H	

B.5) Laguna Lake

ANGONO	13.81 m	August 9, 2012	0800 H	
--------	---------	----------------	--------	--

Source: EFCOS

Annex F 3.3 EFCOS 洪水レポートの例 (1/3)

Gate Operation at Rosario Weir

August 4-9, 2012

Gate Number	Time/Date	Elevation @ Sto. Niño (Control Point)
	Opening	
8 & 1 (All gates open)	1804 hr (8/4)	15.41 m
7 (6 gates open)	2024 hr (8/5)	14.48 m
1 & 8 (All gates open)	2100hr	15.26 m
2 & 7 (6 gates open)	0905hr (8/6)	15.71 m
3,4,5 & 6 (4 gates open)	0925hr	15.66 m
2,4,6 & 7 (6 gates open)	1900hr	15.67 m
1 & 8 (All gates open)	2135hr	16.34 m

August 4-9, 2012

Gate Number	Time/Date	Elevation @ Sto. Niño (Control Point)
	Closing	
8 & 1 (2 gates close)	0650 hr (8/5)	15.54 m
	0800 hr	14.50 m
7 (1 gate close)	1100 hr	14.38 m
1 & 8 (2 gates close)	0905 hr (8/6)	15.71 m
2 & 7 (2 gates close)	0925 hr	15.66 m
2 & 7 (2 gates close)	0925 hr	15.66 m
3 (1 gate close)	0320 hr	14.78 m
6 (1 gate close)	0340 hr	14.92 m

"Data gathered/monitored from all EFCOS Project Gauging Stations."

Source: EFCOS

Annex F 3.3 EFCOS 洪水レポートの例 (2/3)

REMARKS/CONCLUSION:

Upstream of Pasig – Marikina River

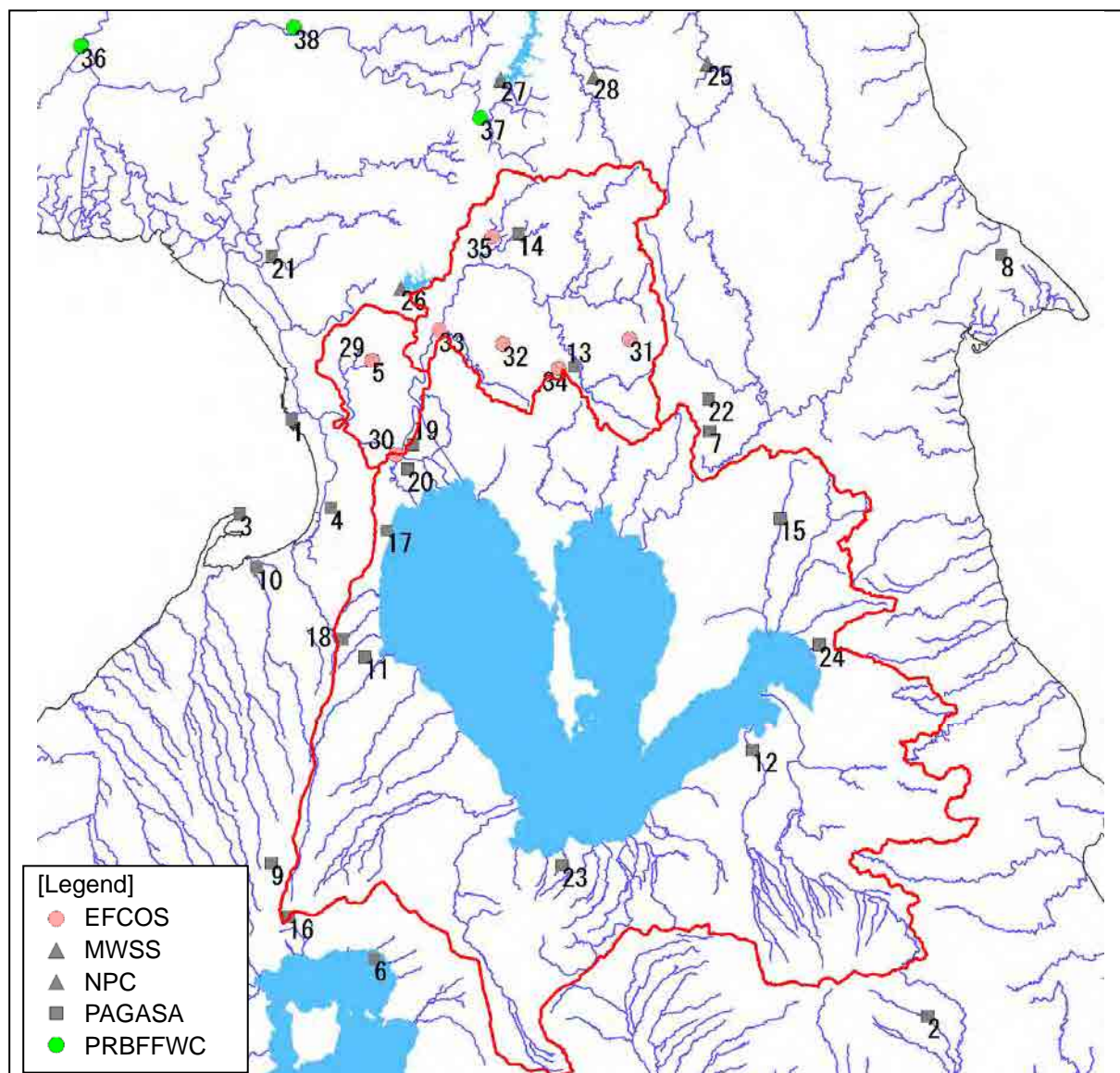
A 12 hour of continuous moderate to heavy rainfall was monitored on the early morning of August 25 at various rainfall gauging station upstream. These cause the rise of flood water in almost all station reaching up to its critical level. Due to the continuous rise of the floodwater total of 8 gates were opened during the entire operation. As of 8 am of August 26, floodwater at Sto. Niño Waterlevel Gauging Station start to subside slowly with 4 gates at Rosario Weir remained open while Napindan Hydraulic Control Structure remained close. Marikina and Pasig area experienced floodings. As floodwater continue to decrease slowly with the presence of light rainfall, at exactly 11:31 am of August 27 all floodgates are closed. But after 2 hours, the elevation at Sto. Niño reached 14.97m then again gate number 4 was open to release floodwater to Laguna Lake. It was then closed when the water elevation at Sto. Niño decrease to 14.66 m. All floodgate was close at exactly 1549 hour of August 27, 2004.

Downstream of Pasig – Marikina River

Moderate to heavy rainfall was monitored on the two rainfall gauging station downstream. Entire Metropolitan Manila experienced heavy rainfall causing Waterlevel Gauging Station at downstream portion reached up to its critical level. Because of this event inundation all over the low-lying area at Metropolitan Manila are rampant.

Source: EFCOS

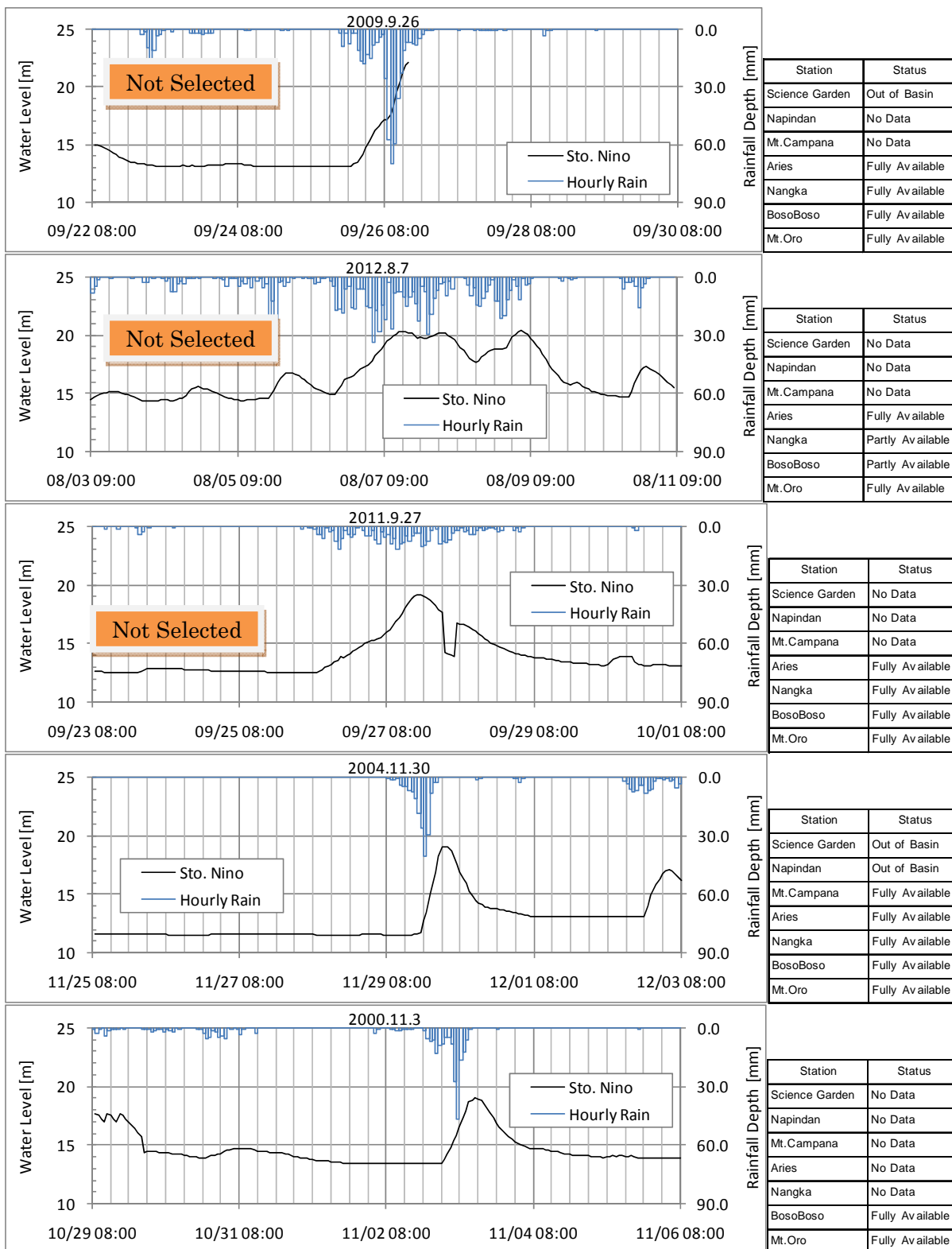
Annex F 3.3 EFCOS 洪水レポートの例 (3/3)



No	Station Name	No	Station Name	No	Station Name	No	Station Name
1	Port Area	11	San Pedro, Laguna	21	Polo, Valenzuela, M.M.	31	Mt.Campana
2	Tayabas Quezon	12	Sta Cruz Laguna	22	Bureau of Soil, Cuyambay, Tanay, Rizal	32	Aries
3	Sangley Point Cavite	13	Boso-Boso Antipolo Rizal (PAGASA)	23	NAS, UPLB, Los Banos	33	Nangka
4	NAIA	14	Sitio Tabak Montalban Rizal	24	Pakil, Laguna	34	BosoBoso (EFCOS)
5	Scienc Garden (PAGASA)	15	Macasipac, Sta. Maria, Laguna	25	Umiray	35	Mt.Oro
6	Ambulong Batangas	16	Tagaytay	26	La Mesa	36	Sulipan
7	Tanay (Radar)	17	Bagumbayan Taguig MM	27	Angat Dam	37	Ipo Dam
8	Infanta	18	NPP Research Bu.of Prison Muntinlupa	28	Matulid	38	San Rafael
9	Barrio Maitim Amadeo Cavite	19	Pasig Elem. Sch. Pasig MM	29	Science Garden (EFCOS)		
10	Mabolo Elem Sch. Bacoor Cavite	20	Tipas Taguig MM	30	Napindan		

Source: Prepared by the Study Team

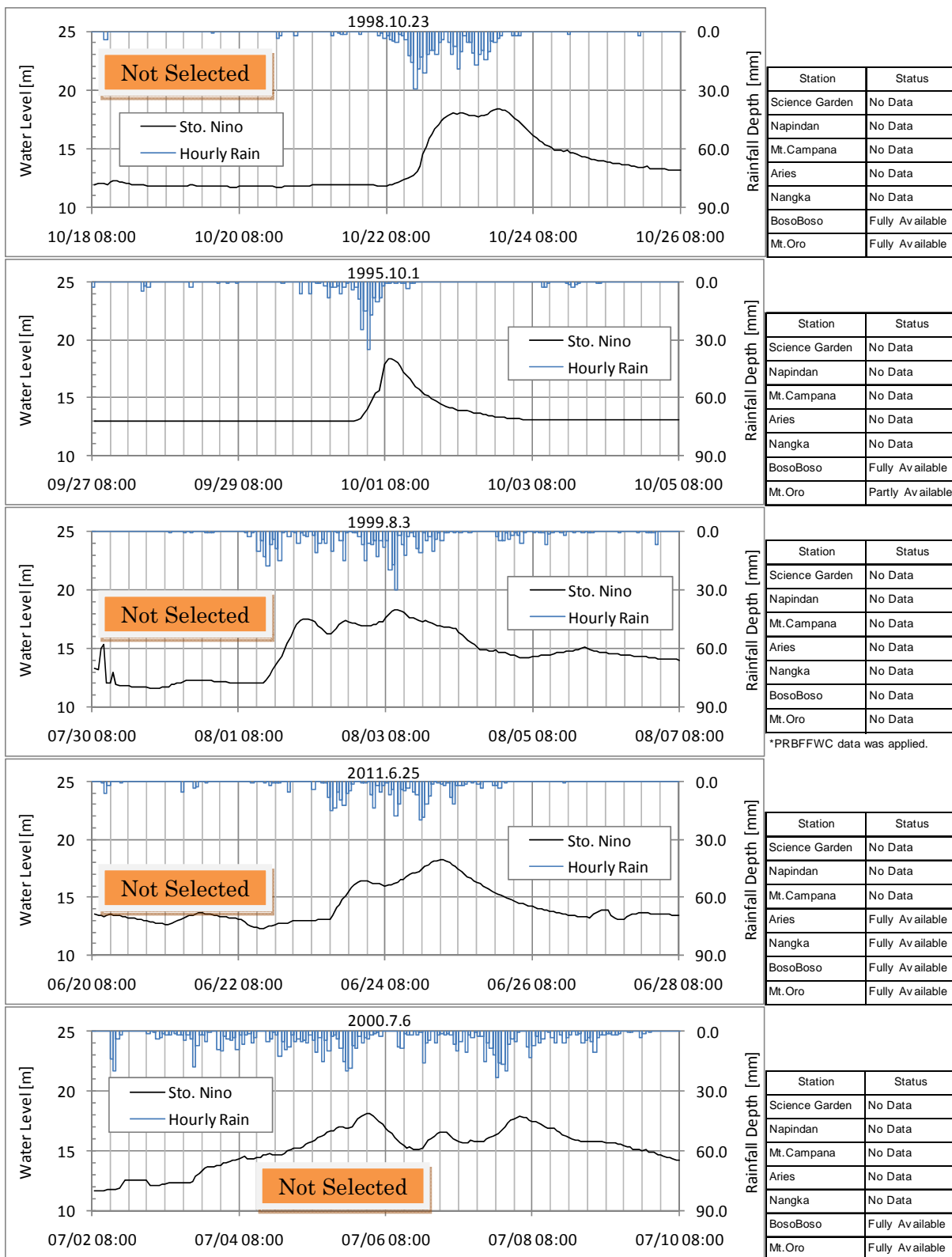
Annex F 3.4 降雨観測所位置図



Note: Basin mean rainfall was calculated with arithmetic mean.

Source: Prepared by the Study Team

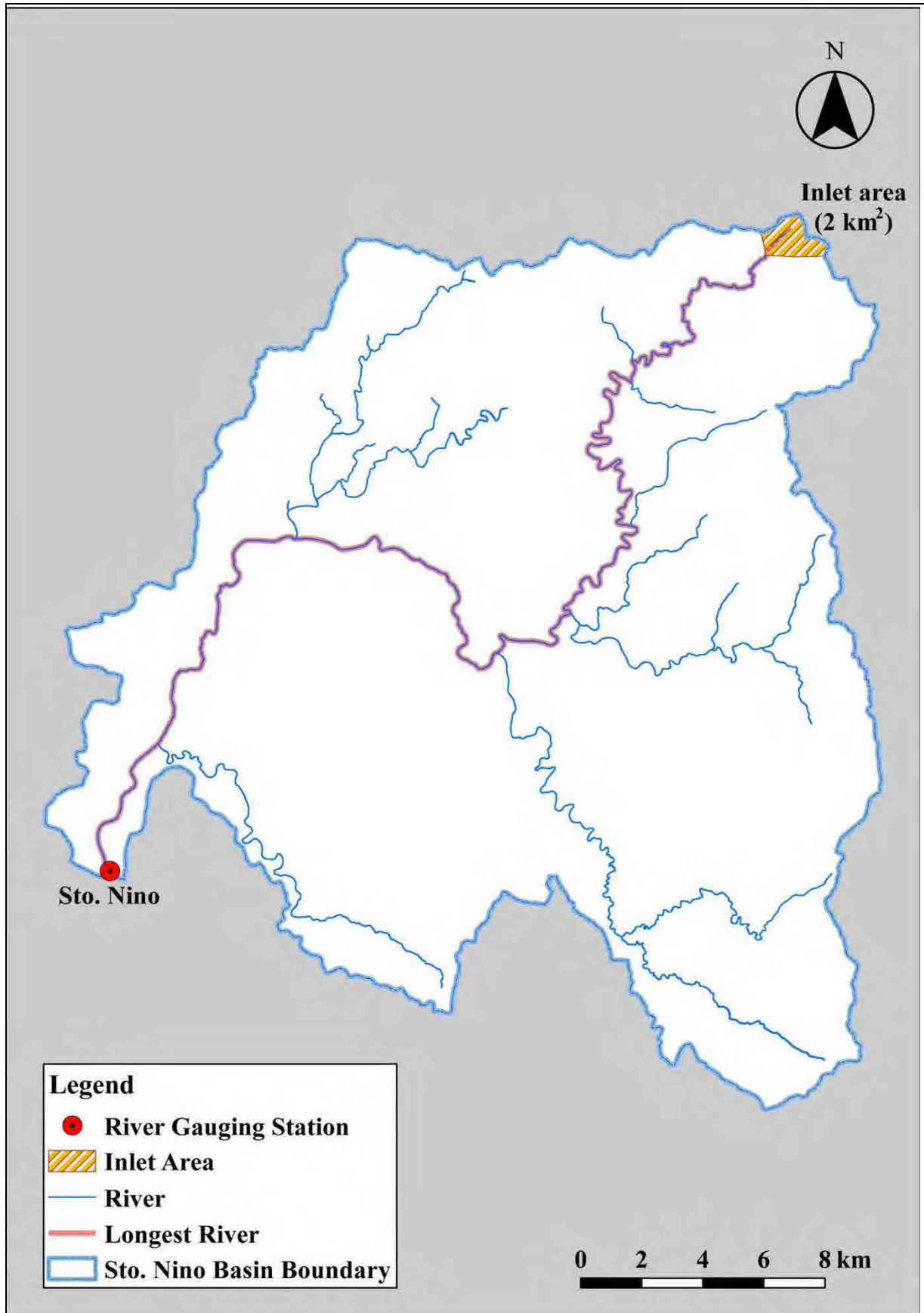
Annex F 3.5 時間水位上位 10 洪水のハイドロ・ハイエトグラフ (1/2)



Note: Basin mean rainfall was calculated with arithmetic mean.

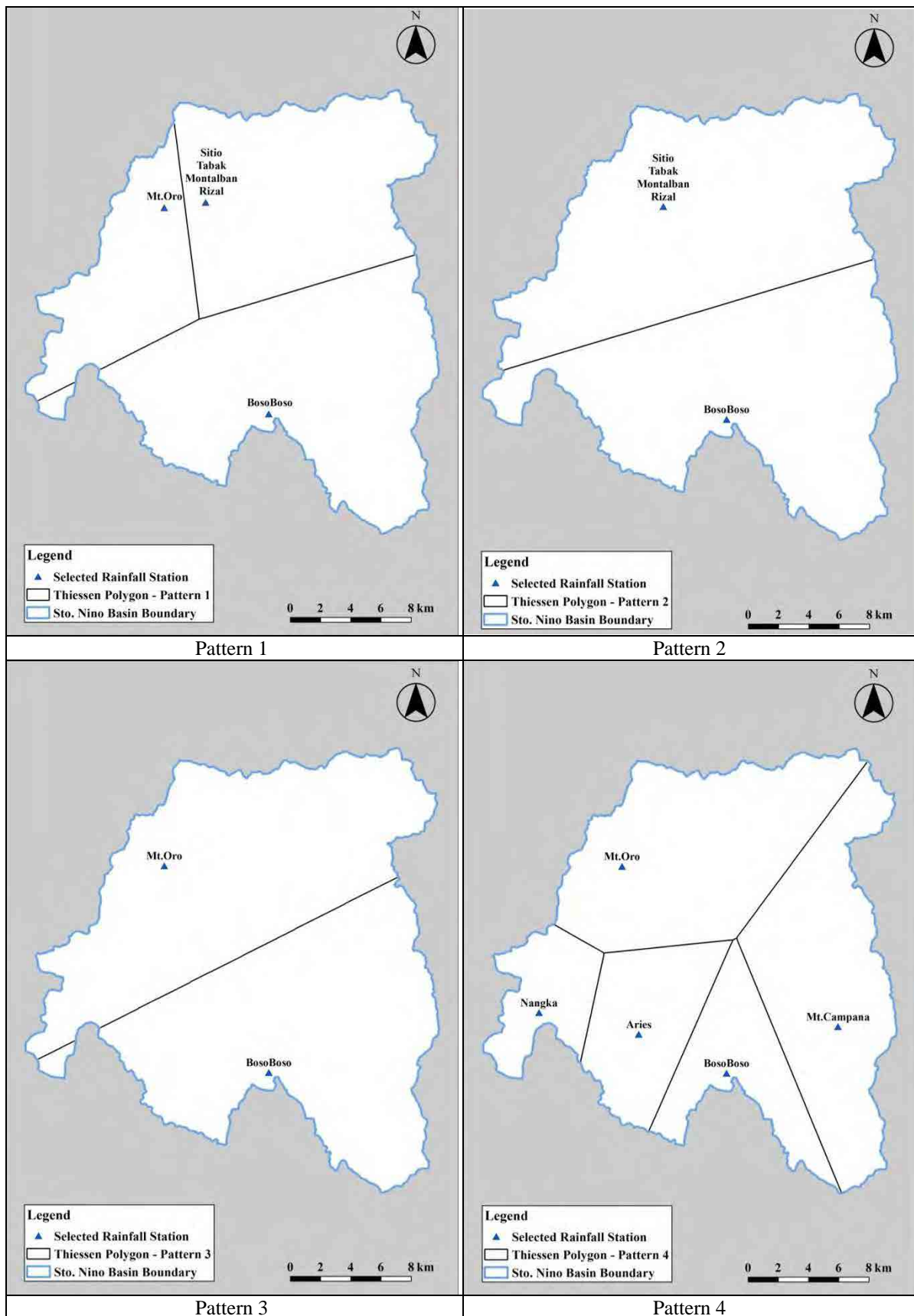
Source: Prepared by the Study Team

Annex F 3.5 時間水位上位 10 洪水のハイドロ・ハイエトグラフ (2/2)



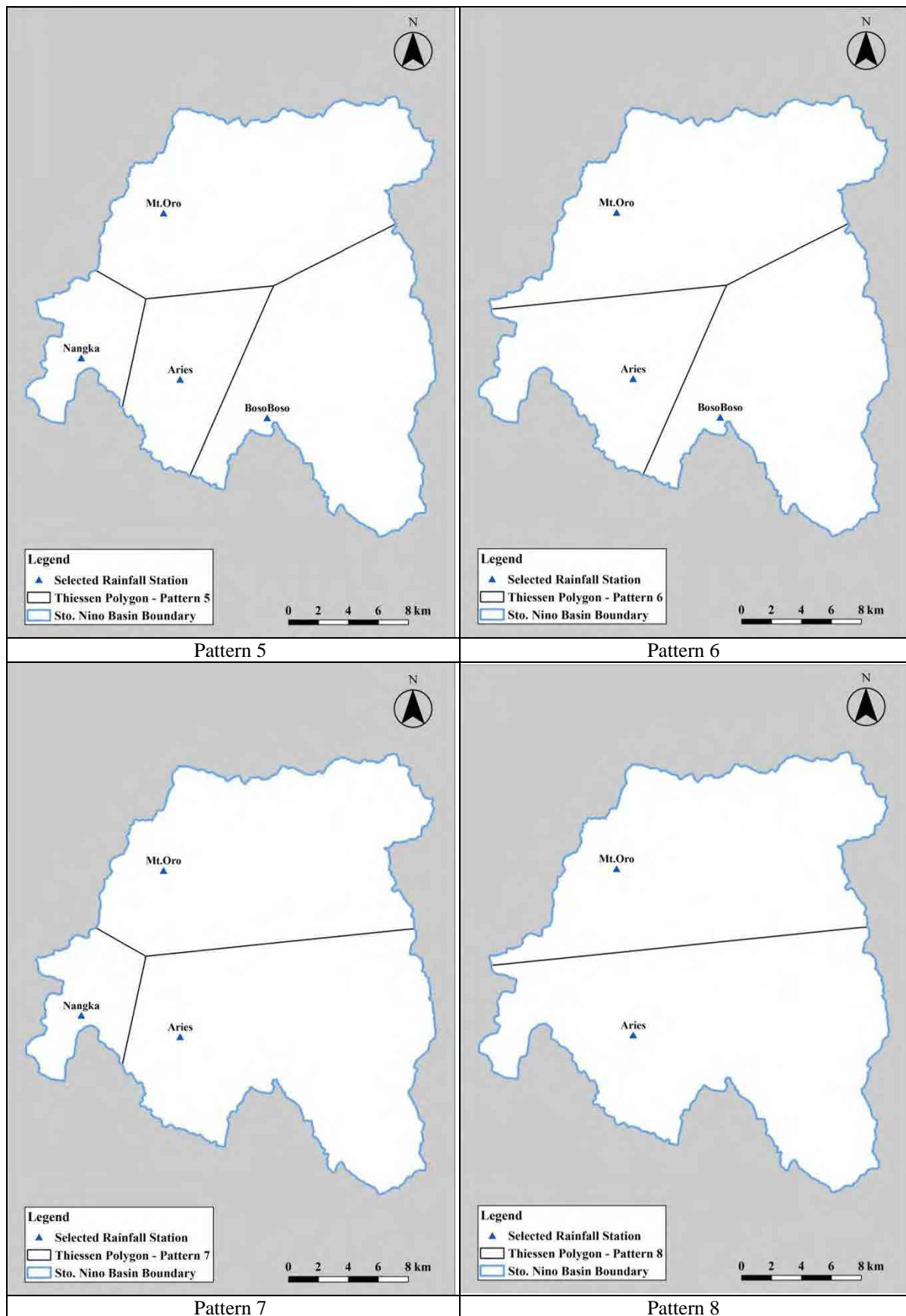
Source: Prepared by the Study Team

Annex F 3.6 検討対象河道と流入域



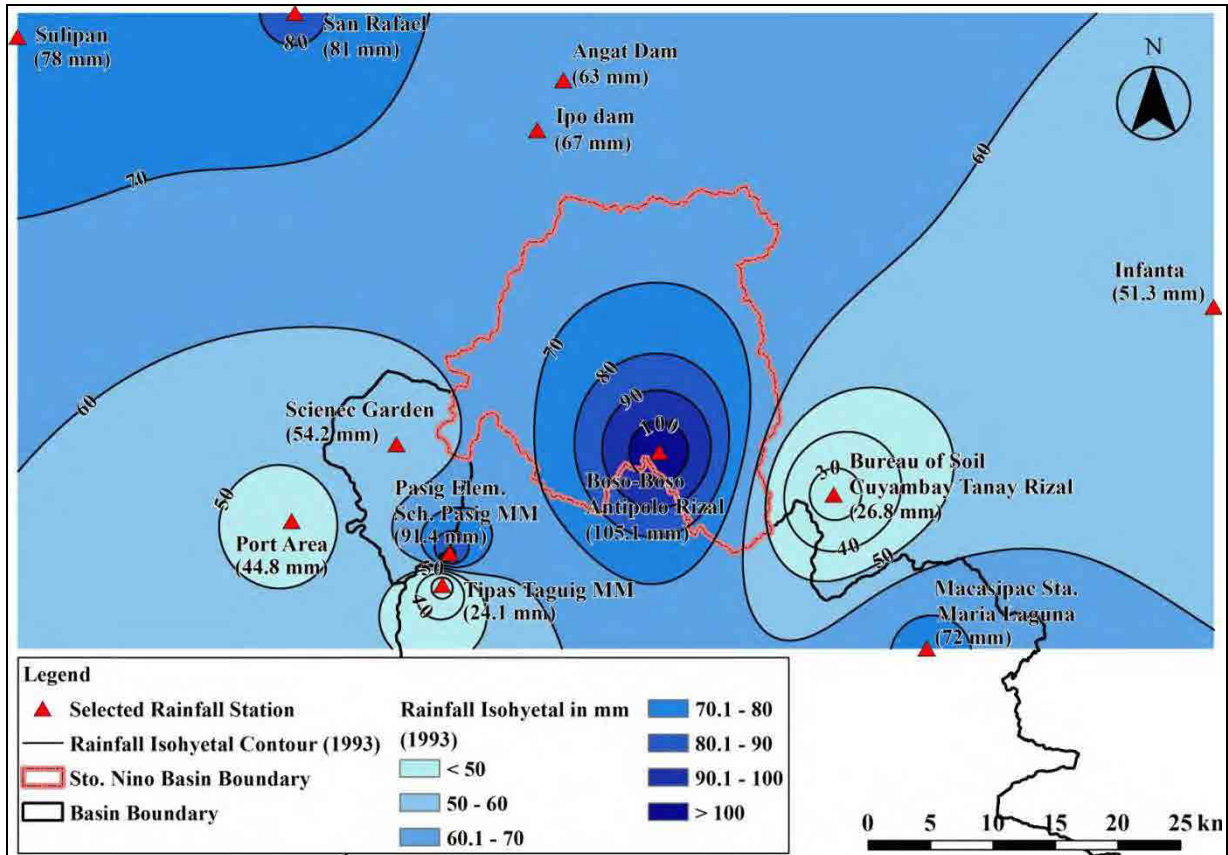
Source: Prepared by the Study Team

Annex F 3.7 ティーセン分割図 (1/2)

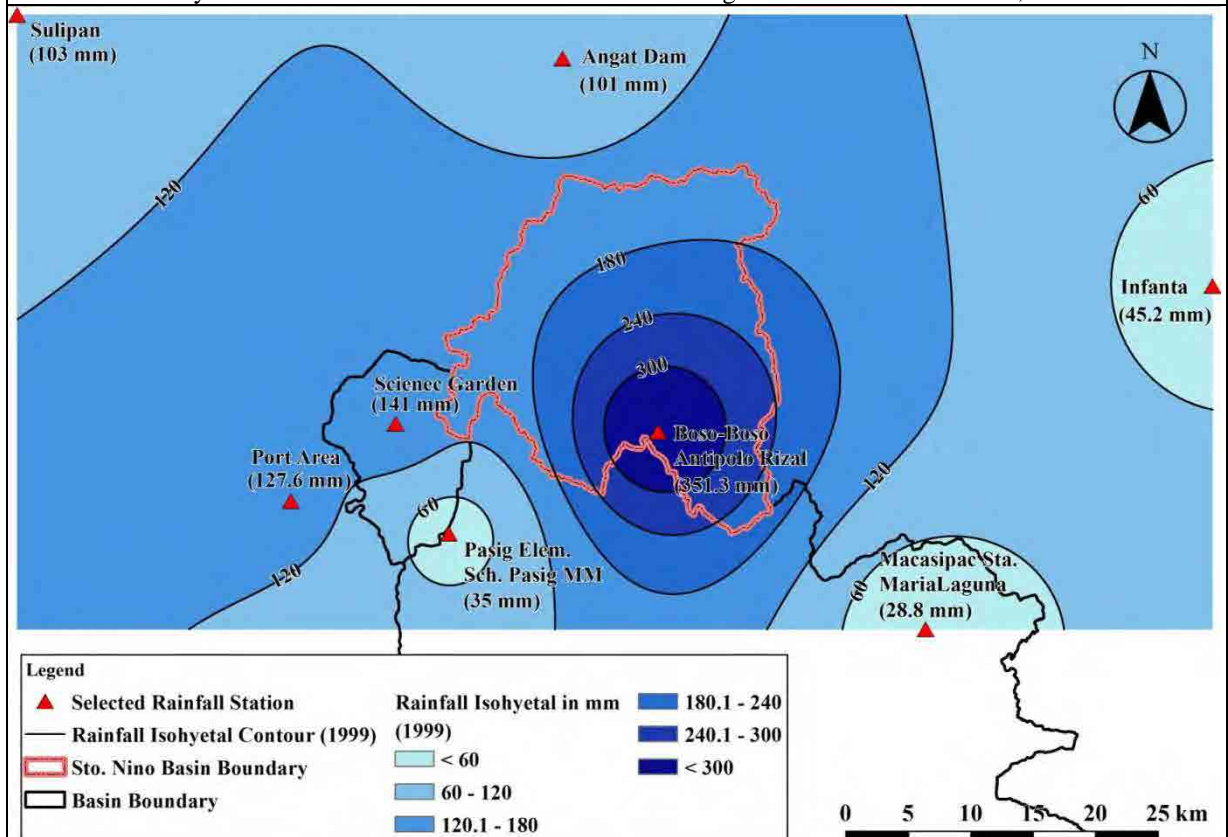


Source: Prepared by the Study Team

Annex F 3.7 ティーセン分割図 (2/2)



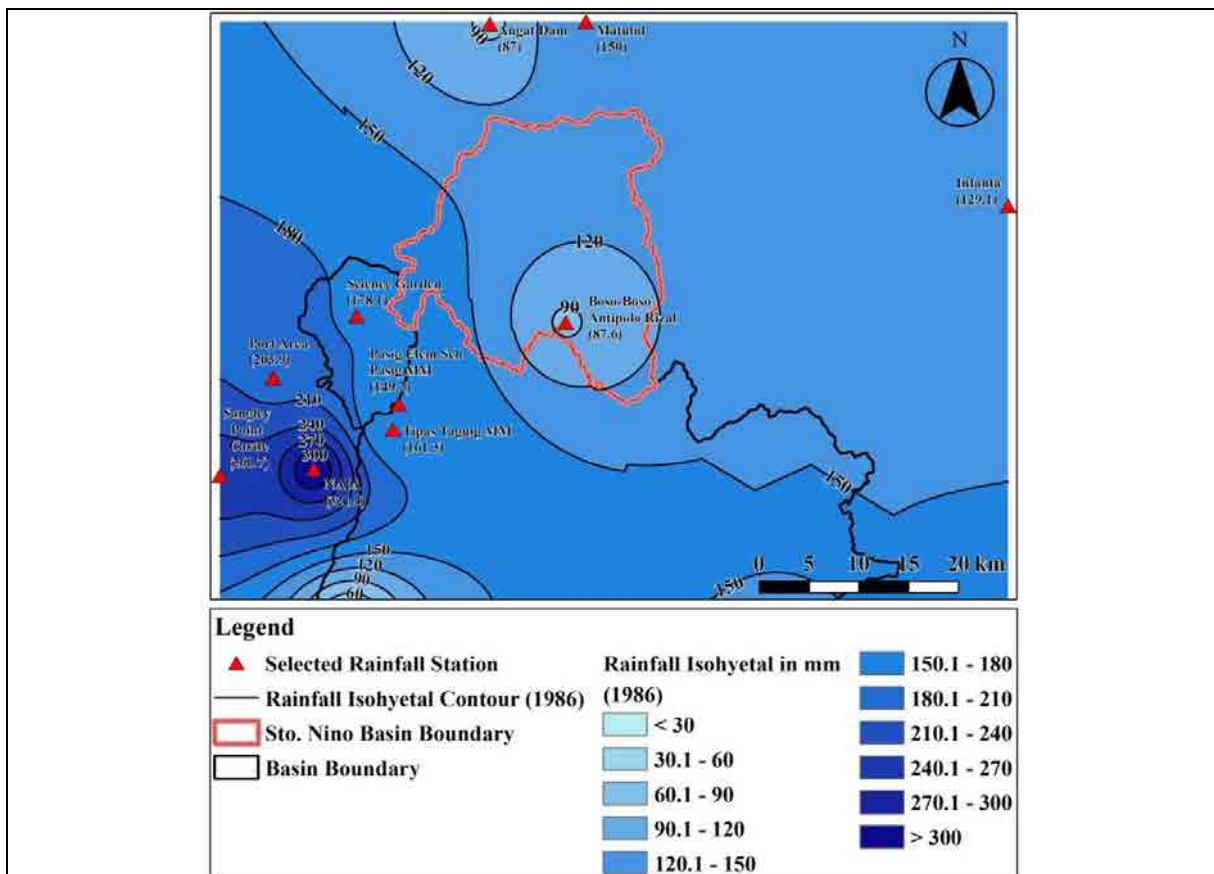
1 Day Basin Mean Rainfall with Inverse Distance Weighted Method on October 4, 1993



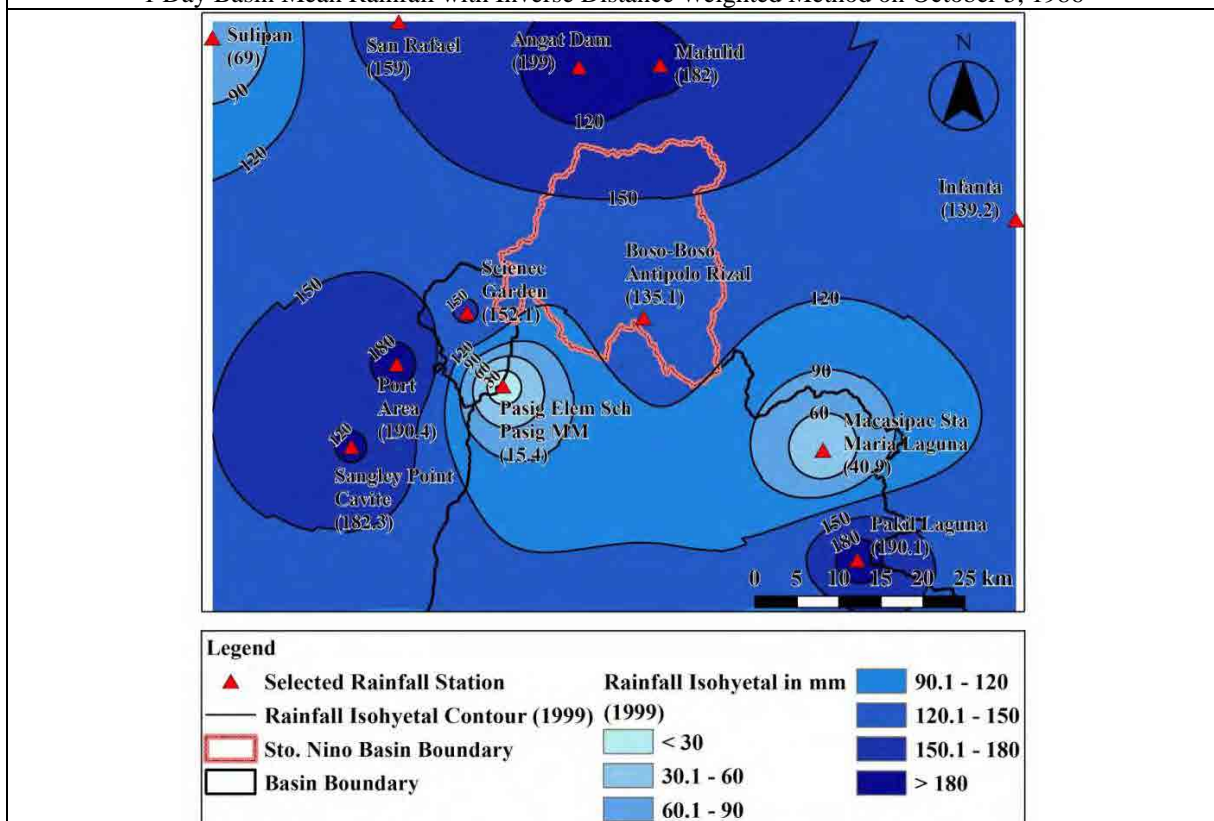
1 Day Basin Mean Rainfall with Inverse Distance Weighted Method on August 1, 1999

Source: Prepared by the Study Team

Annex F 3.8 IDW 法による流域平均雨量 (1/3)



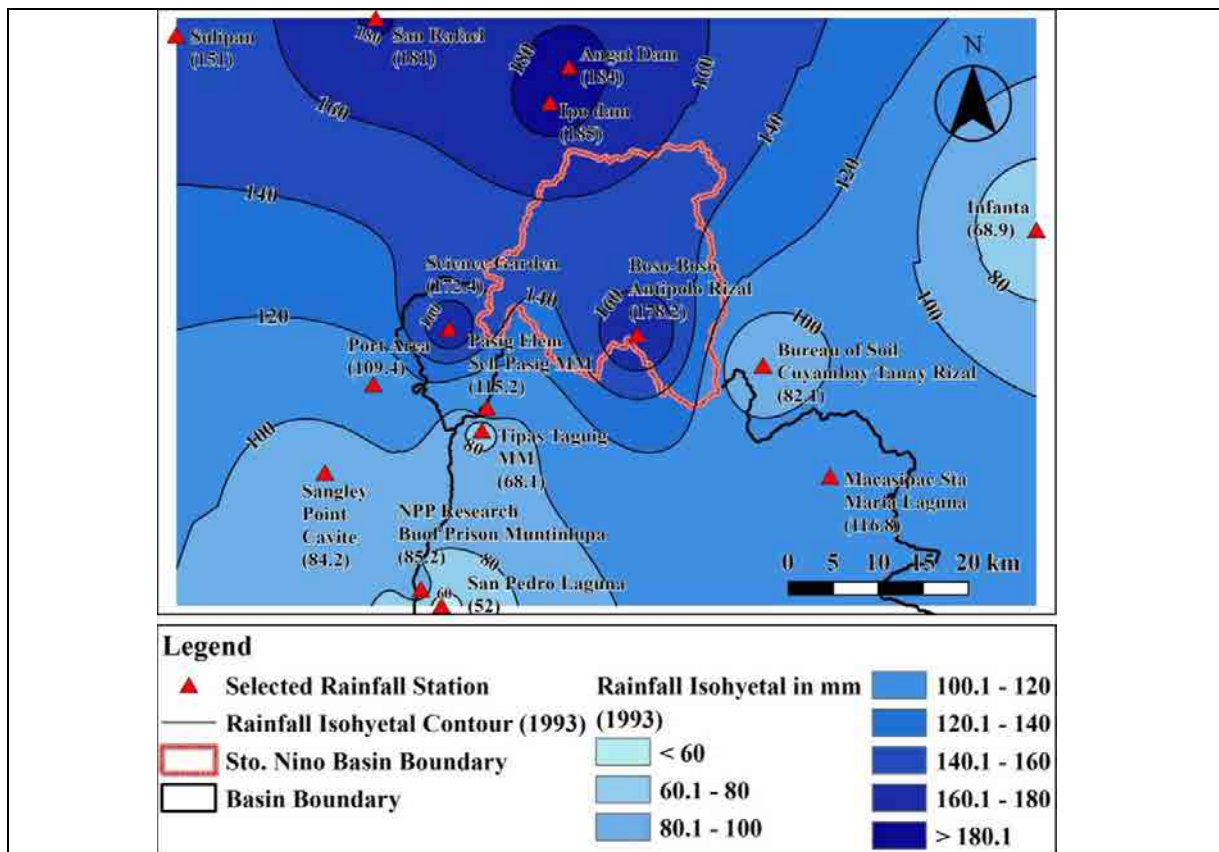
1 Day Basin Mean Rainfall with Inverse Distance Weighted Method on October 5, 1986



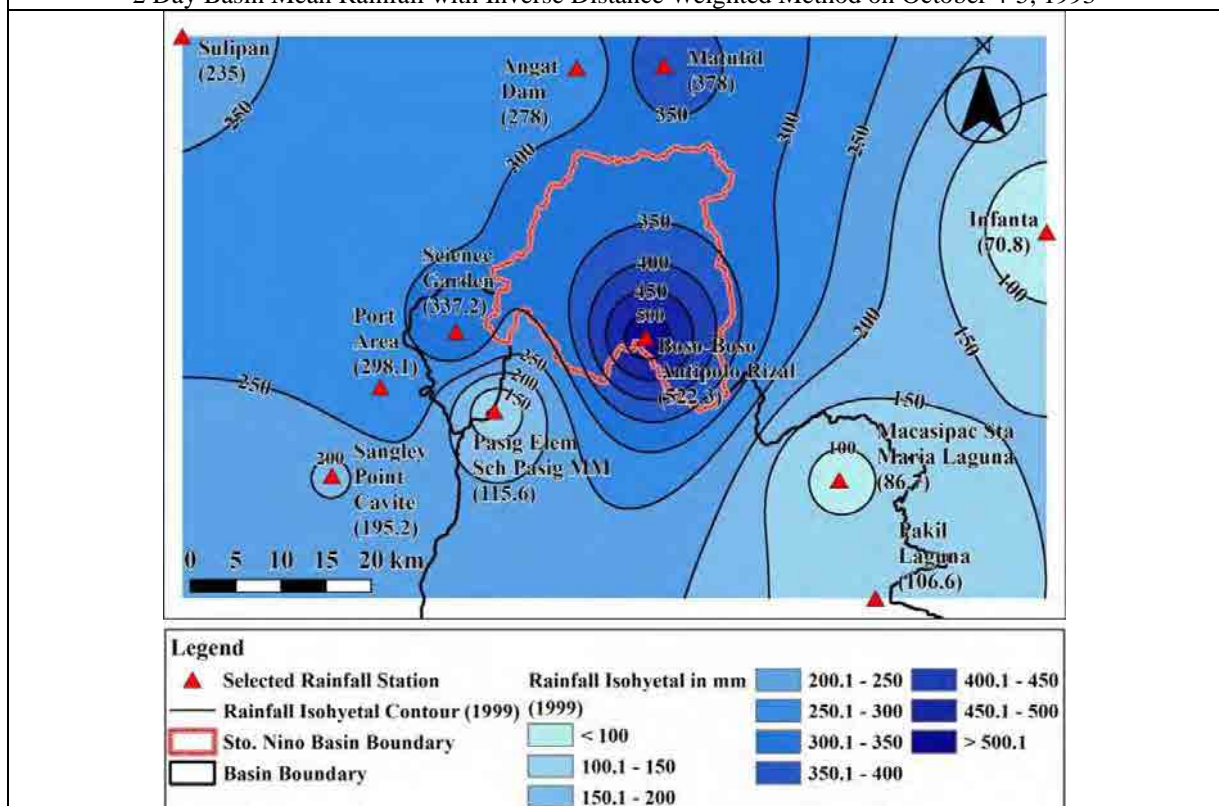
1 Day Basin Mean Rainfall with Inverse Distance Weighted Method on October 16, 1999

Source: Prepared by the Study Team

Annex F 3.8 IDW 法による流域平均雨量 (2/3)



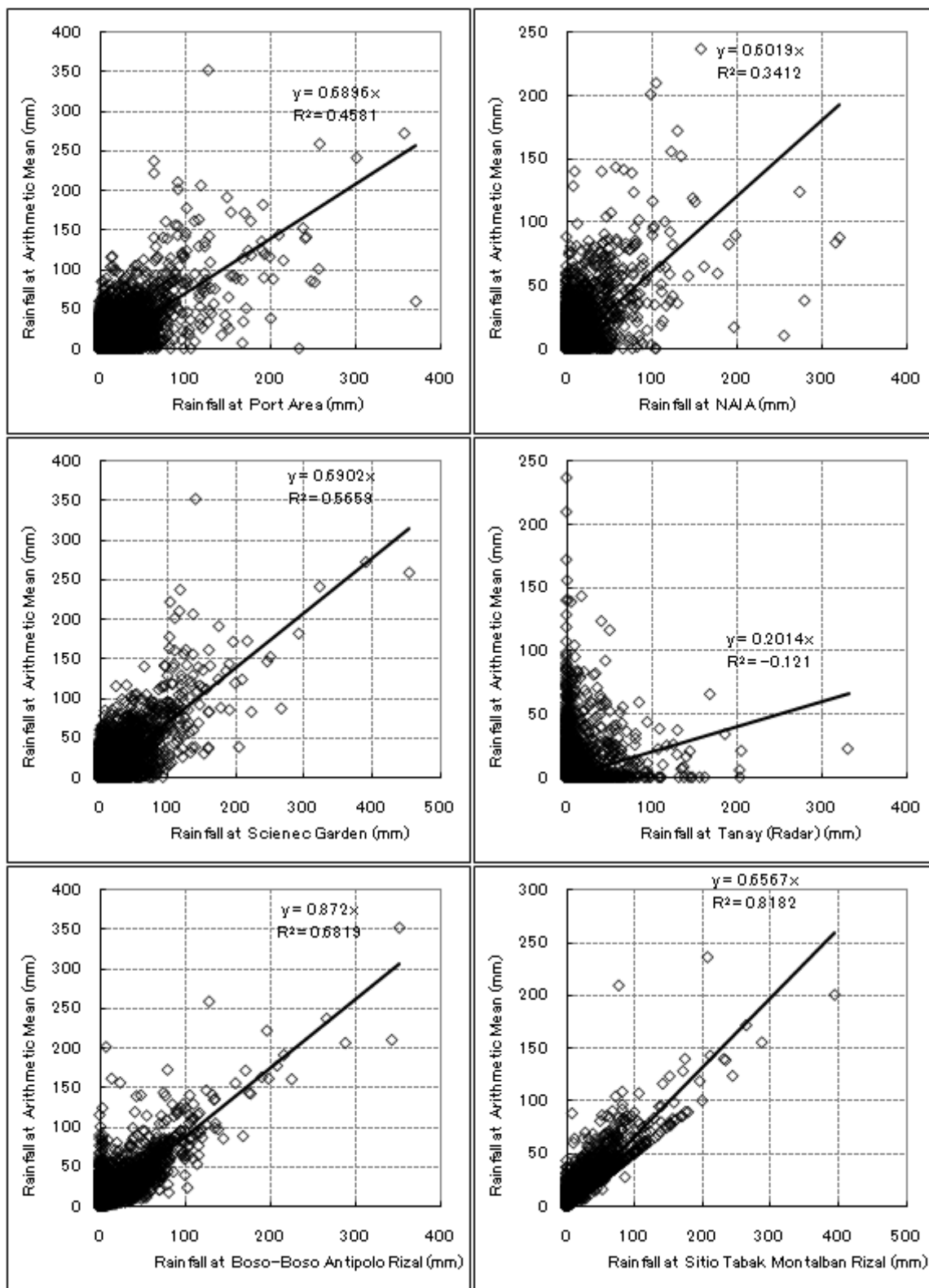
2 Day Basin Mean Rainfall with Inverse Distance Weighted Method on October 4-5, 1993



2 Day Basin Mean Rainfall with Inverse Distance Weighted Method on August 1-2, 1999

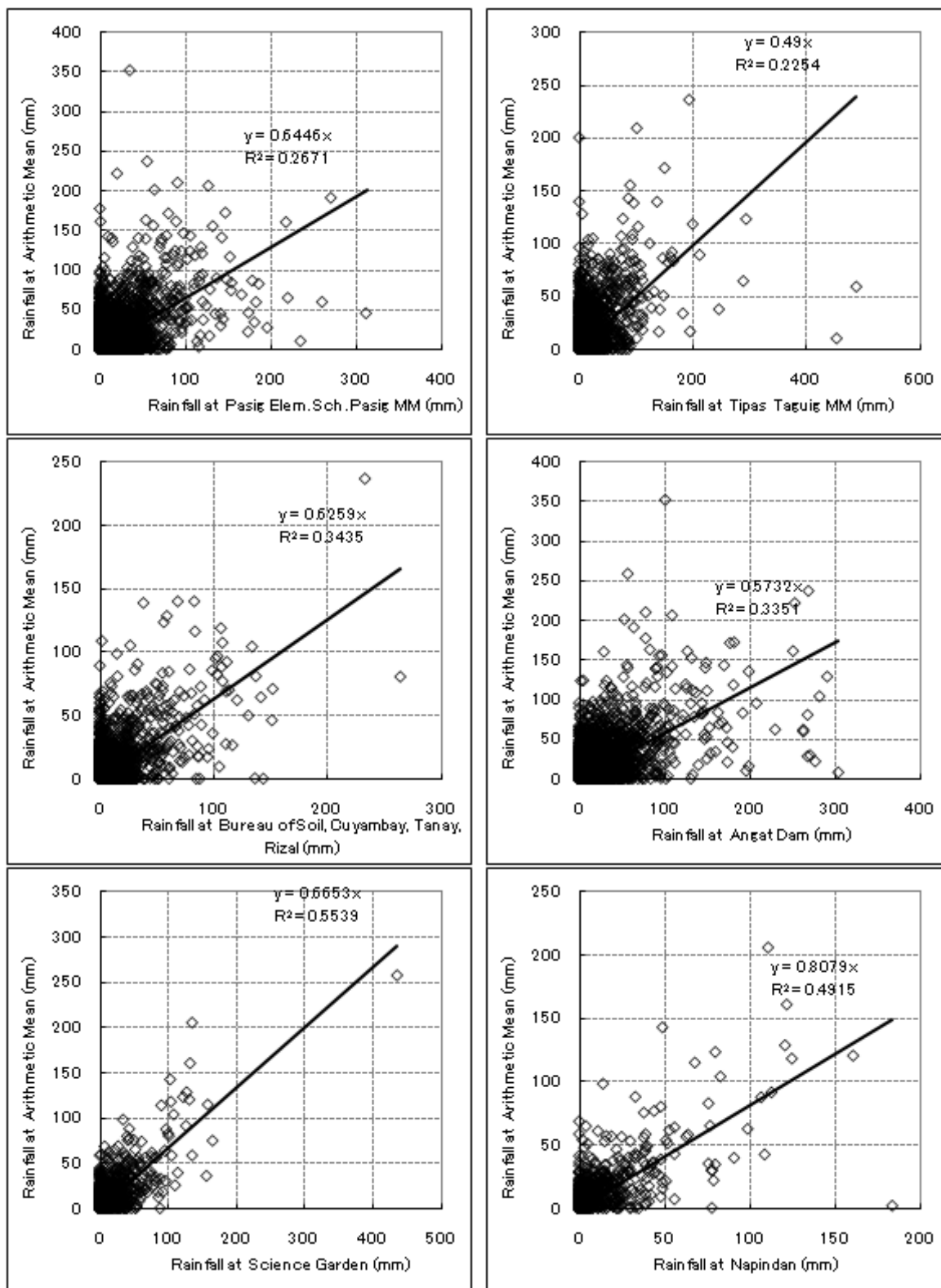
Source: Prepared by the Study Team

Annex F 3.8 IDW 法による流域平均雨量 (3/3)



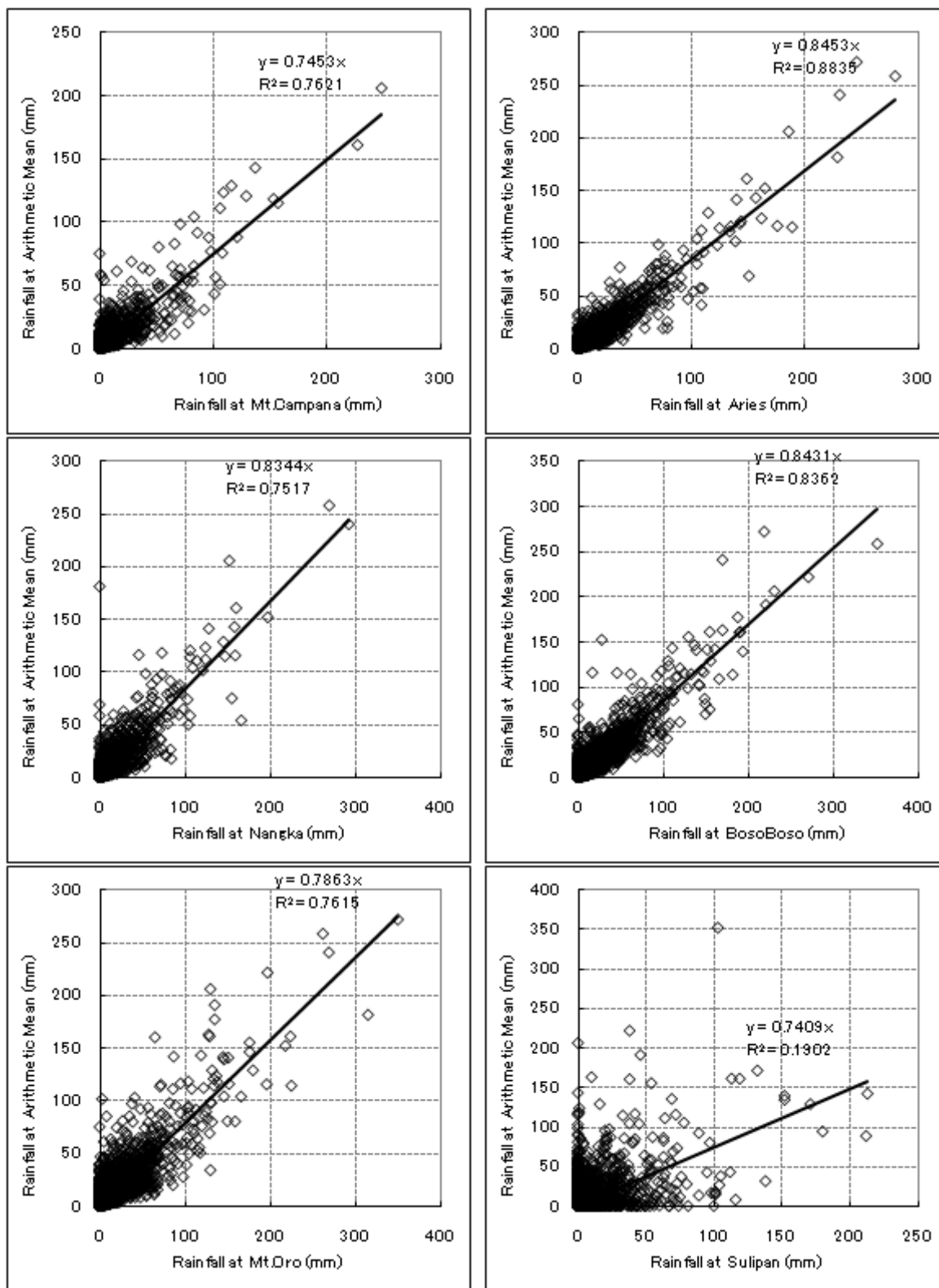
Source: Prepared by the Study Team

Annex F 3.9 日雨量散布図 (1/4)



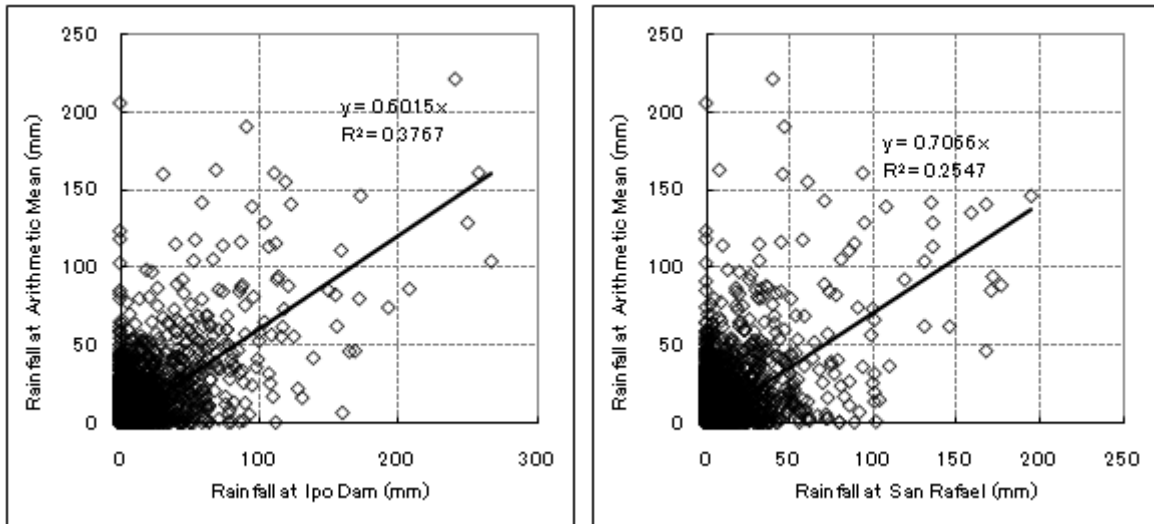
Source: Prepared by the Study Team

Annex F 3.9 日雨量散布図 (2/4)



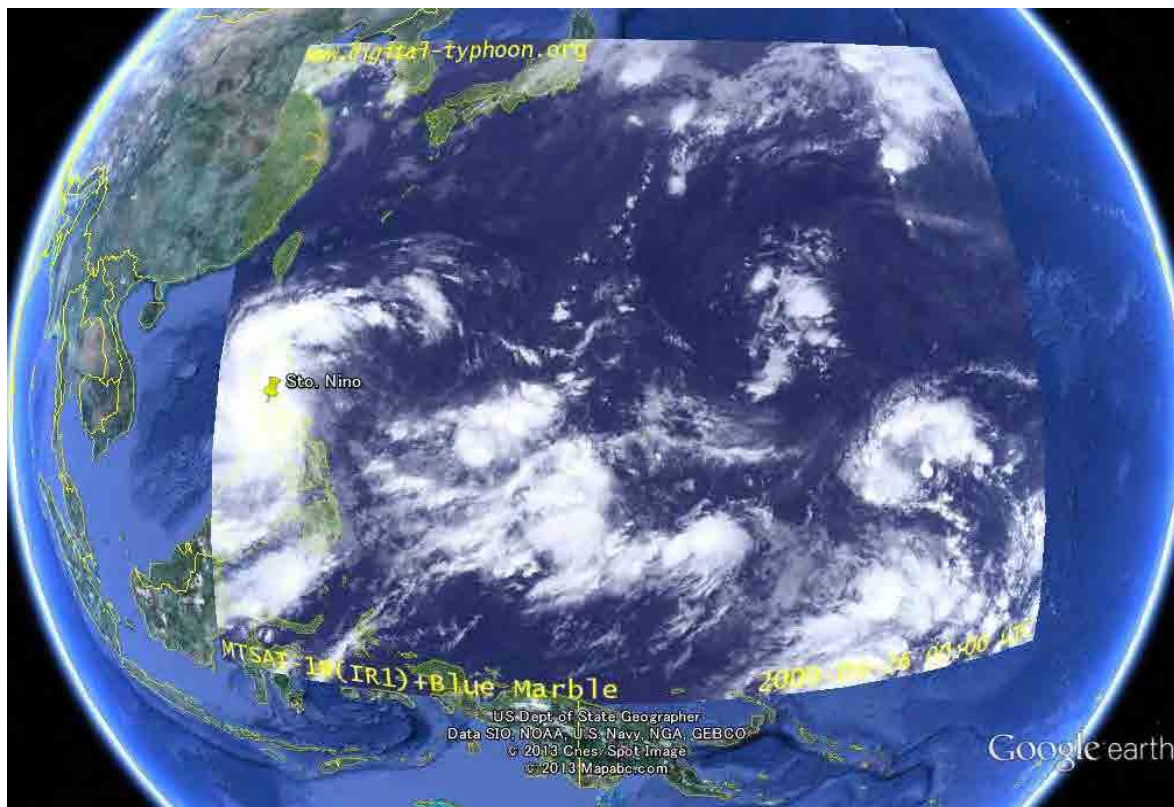
Source: Prepared by the Study Team

Annex F 3.9 日雨量散布図 (3/4)

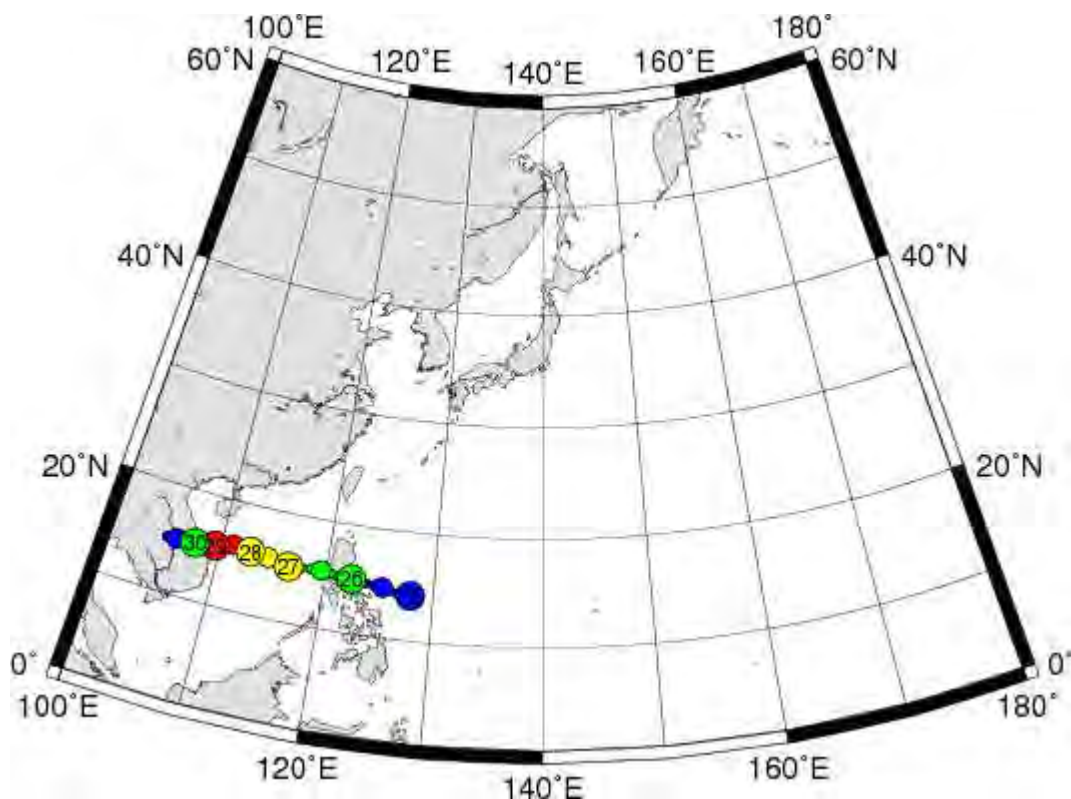


Source: Prepared by the Study Team

Annex F 3.9 日雨量散布図 (4/4)

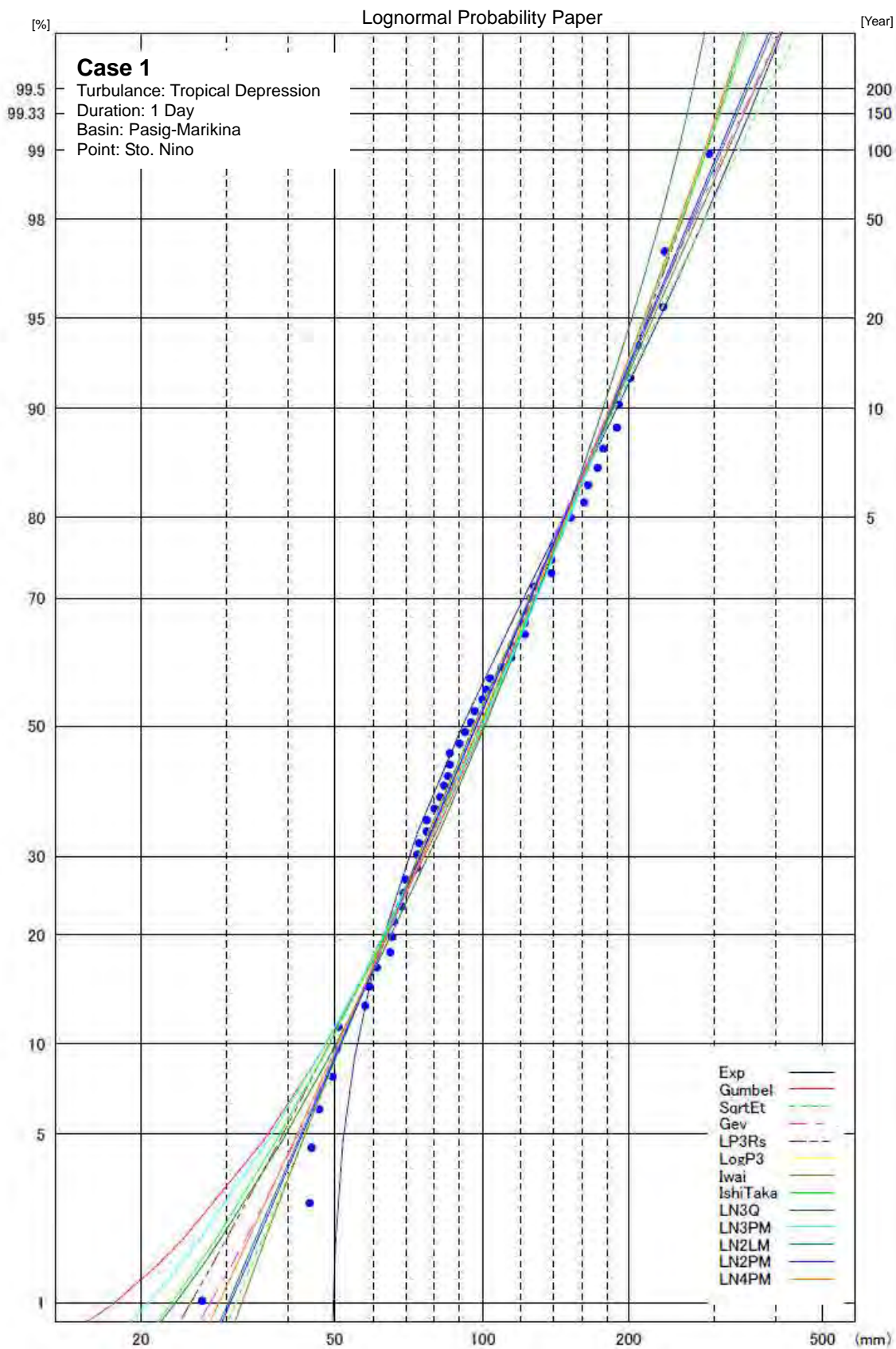


Source: Prepared by the Study Team based on information from <http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>

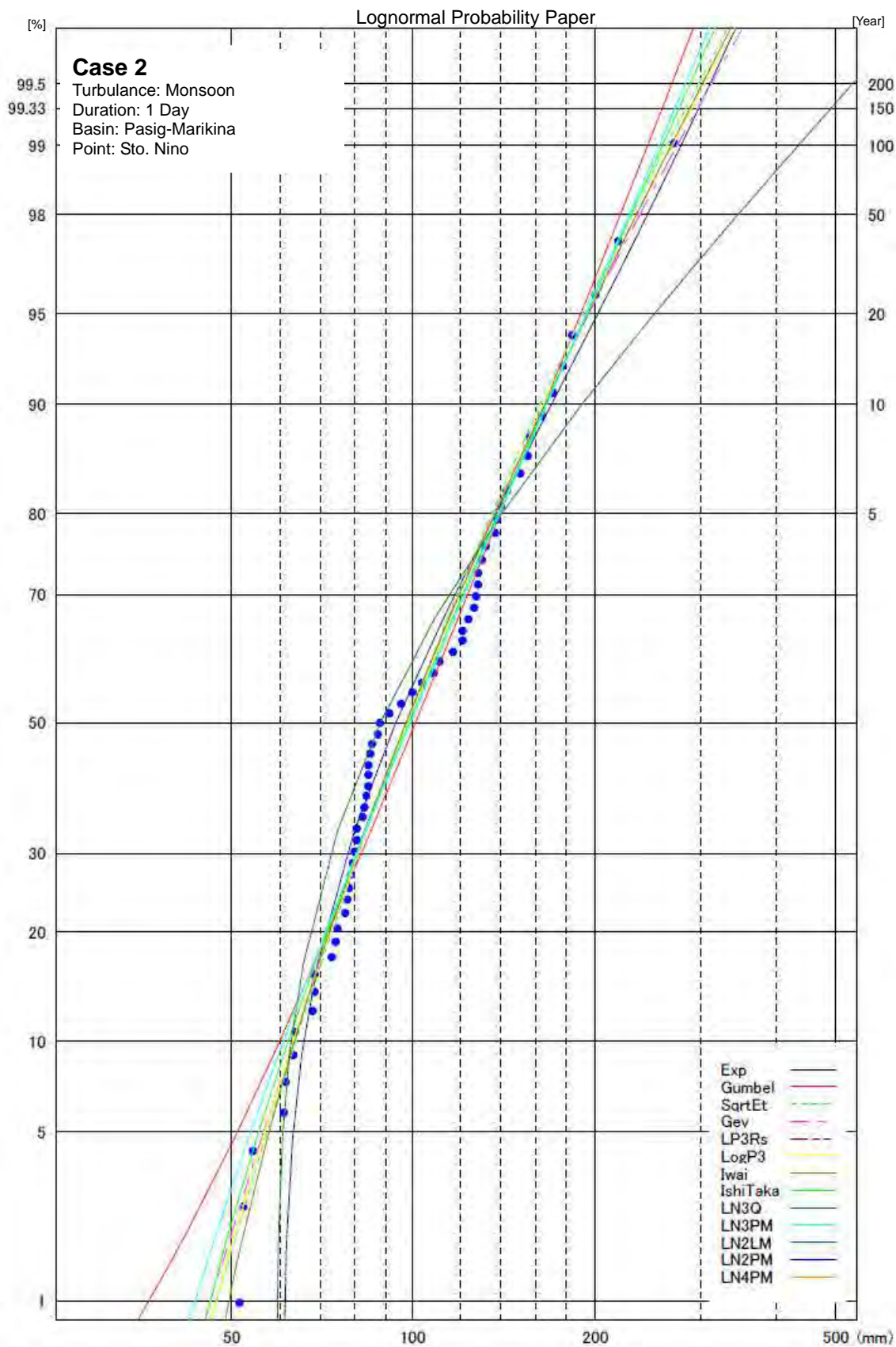


Source: <http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>

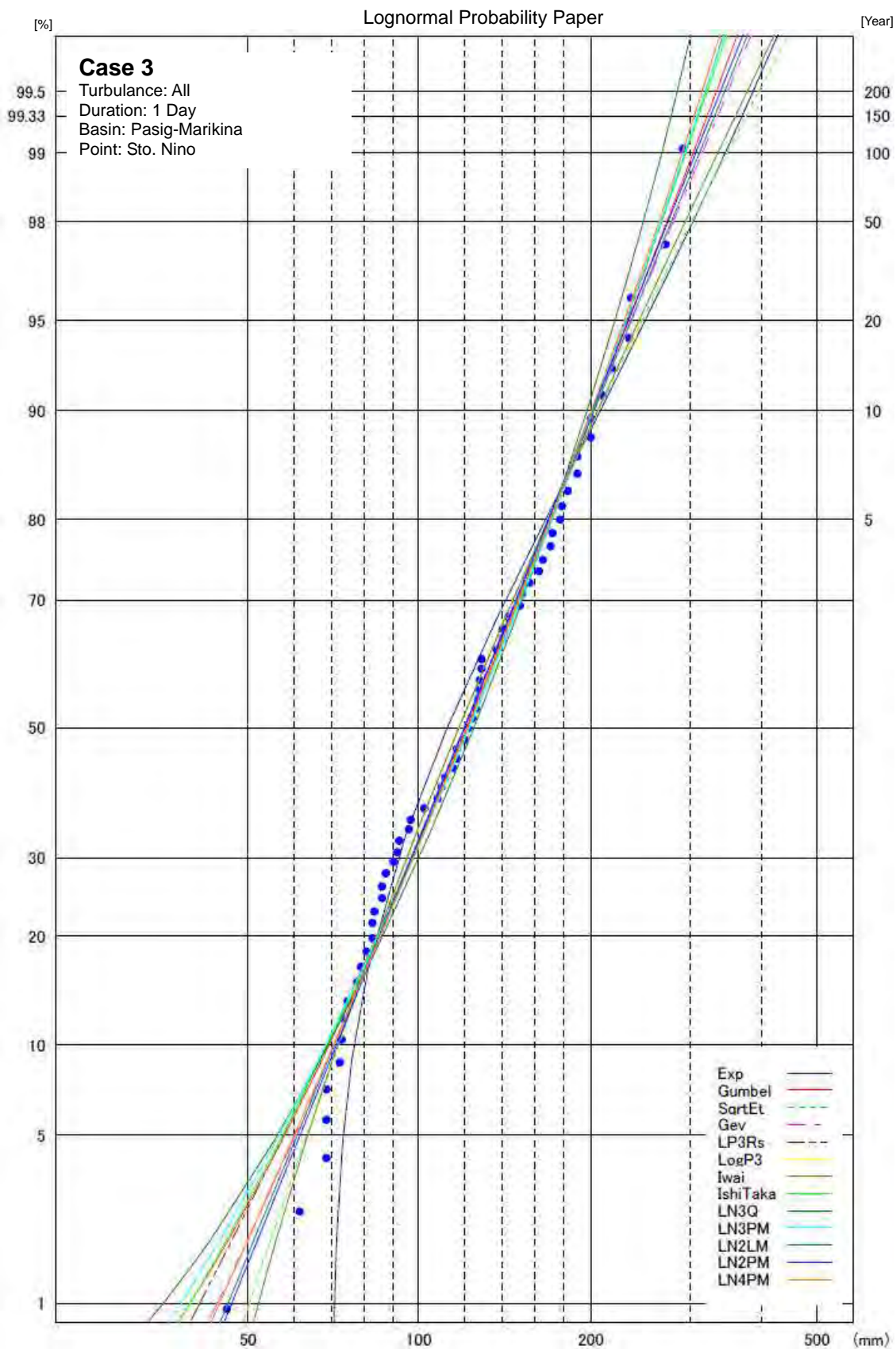
Annex F 3.10 降雨成因の判定例（上図：衛星画像、下図：台風経路）



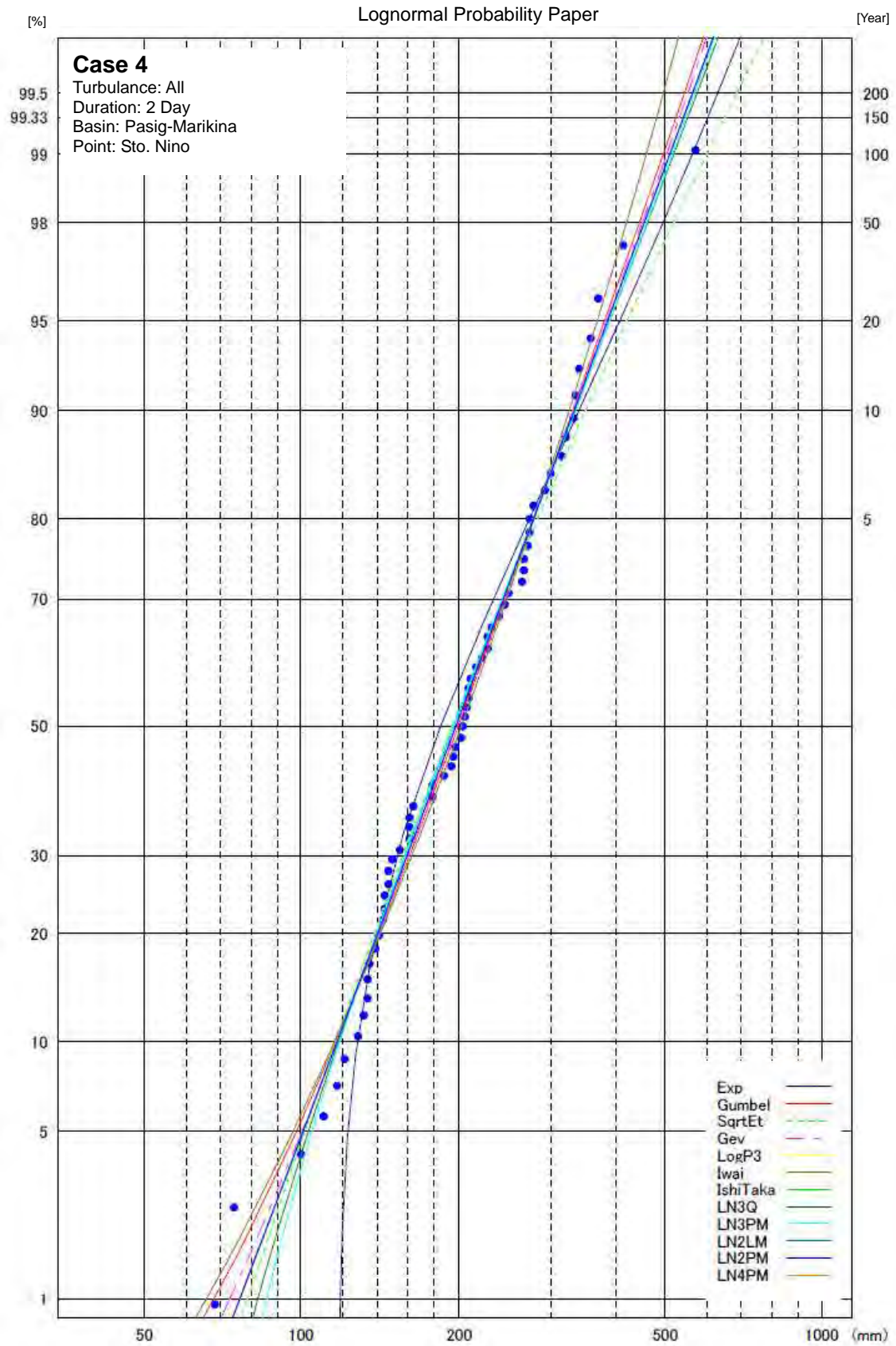
Annex F 3.11 確率降雨量の算定結果 (1/4)



Annex F 3.11 確率降雨量の算定結果 (2/4)



Annex F 3.11 確率降雨量の算定結果 (3/4)



Annex F 3.11 確率降雨量の算定結果 (4/4)