

## 第 5 章 パッシング・マリキナ川流域洪水時のラグナ湖の水位変動検討

ラグナ湖の水位変動、洪水対策の妥当性を検討するために、ラグナ湖流域の水文データ及び洪水時のマンガハン放水路及びナピンダン水路の流況等についてデータ収集・整理を行い、ラグナ湖の水位変動特性を踏まえてラグナ湖の水位変動解析モデルの構築を行う。

### 5.1 ラグナ湖の水位変動状況の把握

#### 5.1.1 観測データの収集整理と考察

##### (1) データ収集・整理

ラグナ湖の観測水位、ラグナ湖流域における降雨量及び流域からラグナ湖への流入量、洪水時のマンガハン放水路及びナピンダン水路における流況(ラグナ湖への逆流等の有無)等に係るデータを収集し、ラグナ湖の水位変動に係る状況を整理した。

表 5.1 時間雨量・水位データ収集状況 (EFCOS)

|               |                | 1994       | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |   |
|---------------|----------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
| Rainfall      | Science Garden | ×          | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | ×    | ×    |   |
|               | Napindan       | ×          | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | ×    | ×    | ×    | ×    |   |
|               | Mt. Campana    | ×          | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | ×    | ×    | ×    | ×    |   |
|               | Aries          | ×          | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    |   |
|               | Nangka         | ×          | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | △    | ○    | △    |   |
|               | BosoBoso       | ○          | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | ○    | △ |
|               | Mt. Oro        | ○          | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | ○    | △    | ○    | △    |   |
|               | Sulipan        | ×          | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    |   |
|               | Ipo dam        | ×          | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    |   |
|               | San Rafael     | ×          | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    |   |
|               | Waterlevel     | Rosario JS | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | △    | ○    | ○    | △ |
| Rosario LS    |                | ○          | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | ○    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    |   |
| Napindan JS   |                | ○          | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ×    | ×    | △    | ×    | ×    |   |
| Napindan LS   |                | ○          | ○    | △    | △    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | ○    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    |   |
| Nangka        |                | ×          | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | △    | ○    | △    |   |
| San Juan      |                | ×          | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | △    | ○    | △    |   |
| Montalban     |                | ○          | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | △    | ○    | △    |   |
| Sto. Nino     |                | ○          | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | △    | ○    | △    |   |
| Pandacan      |                | ○          | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | △    | ○    | △    |   |
| Fort Santiago |                | ○          | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | △    | △    | ○    | △ |
| Angono        |                | △          | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | △    | ○    | ○    | △ |

出典：JICA 調査団

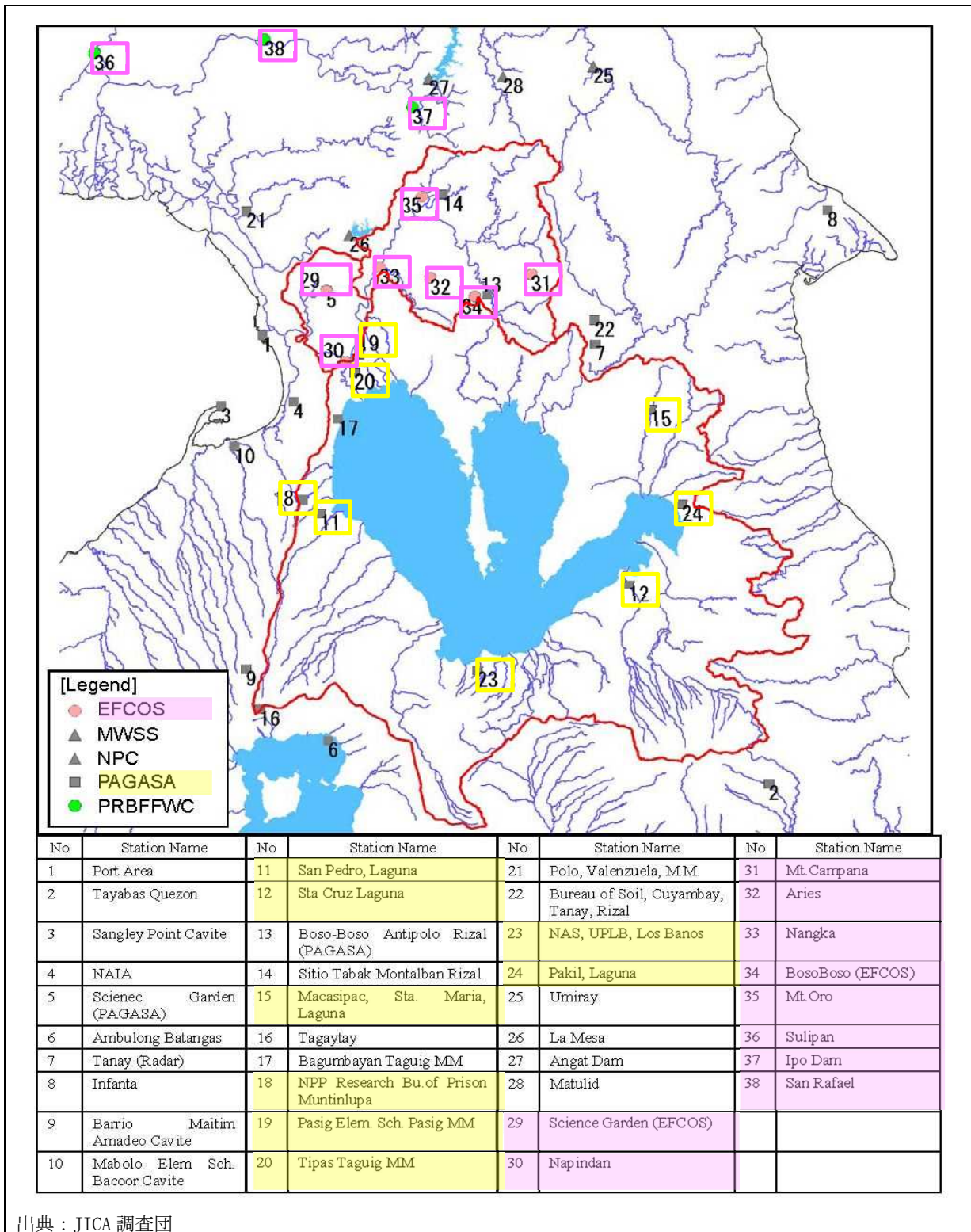
Missing Data percentage :  $\geq 90\%$  ⇒ × Missing Data percentage :  $\geq 10\%$  <  $90\%$  ⇒ △ Missing Data percentage : <  $10\%$  ⇒ ○

表 5.2 日雨量データ収集状況 (PAGASA)

|           | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Pakil     | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
| NAS       | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
| SanPedro  | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    |
| NPP       | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    |
| PasigElem | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ×    | ×    | ○    | ○    |
| Tipas     | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    |
| StaMaria  | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ×    | ×    | ×    | ○    | ○    |
| StaCruz   | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | △    | ○    | ○    | ○    |

出典：JICA 調査団

Missing Data percentage :  $\geq 90\%$  ⇒ × Missing Data percentage :  $\geq 10\%$  <  $90\%$  ⇒ △ Missing Data percentage : <  $10\%$  ⇒ ○



出典：JICA 調査団

図 5.1 雨量観測所位置図

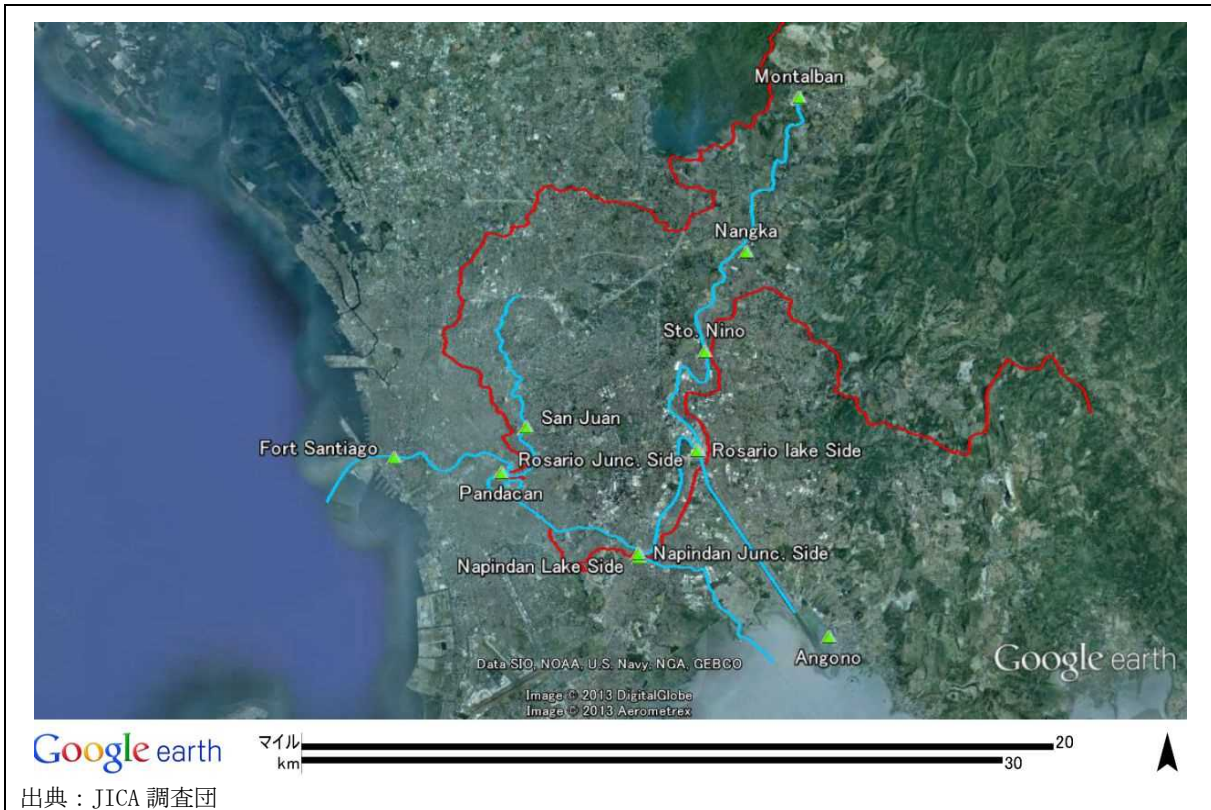


図 5.2 水位観測所位置図

(2) 月別変動特性

1994年から2012年までのラグナ湖北東に位置するアングノ月平均水位の経年変化をまとめた。

- ラグナ湖の水位は乾期の終わりの4～5月に最低となり、その後雨期の後半の9～翌年1月にかけて最高となる(図 5.3 参照)。湖の平均的な最低水位は EL 10.8m、平均的な最高水位は EL 12.4m である。
- 平均的な最低水位は、ほぼマニラ湾の平均海面 (MSL) と同じレベルである。すなわち、湖が最低水位となる時期には、潮位が高くなるとパッシング川を通じて塩水遡上が発生する。

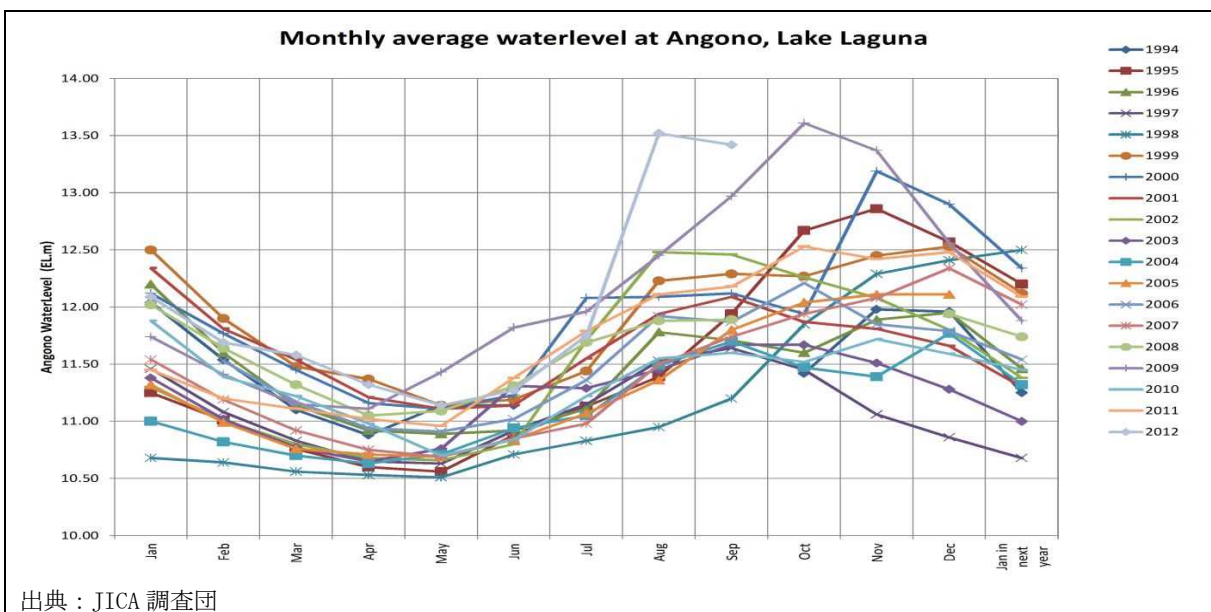
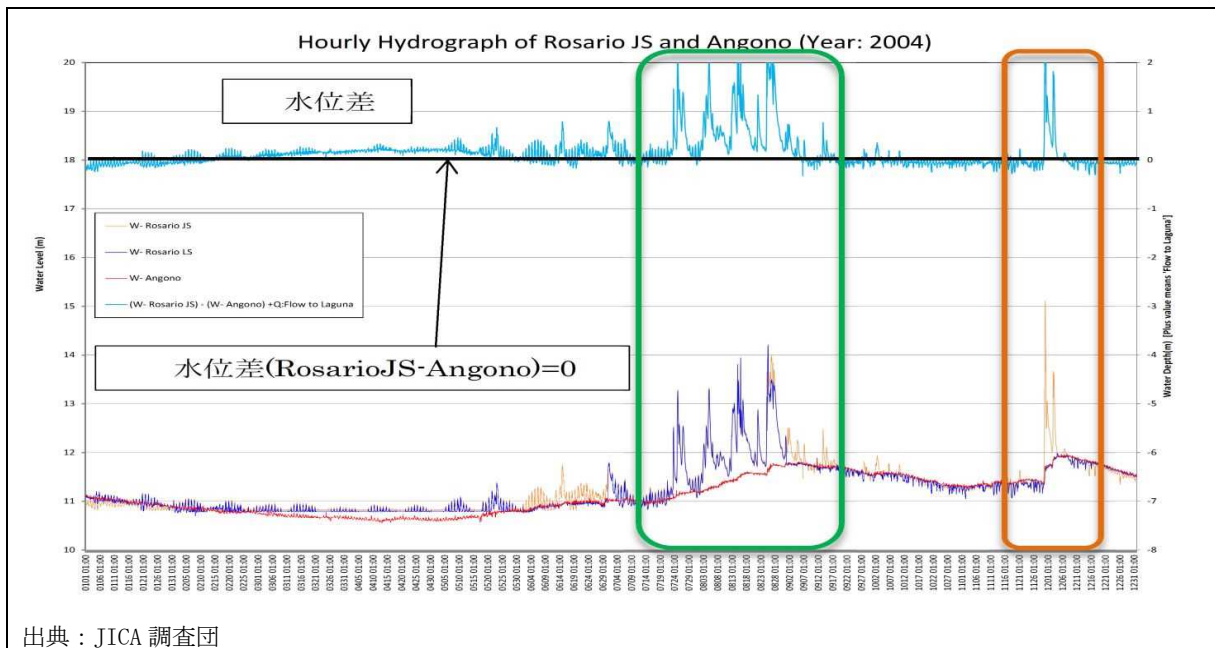


図 5.3 ラグナ湖の月平均水位

(3) 洪水時水位変動特性

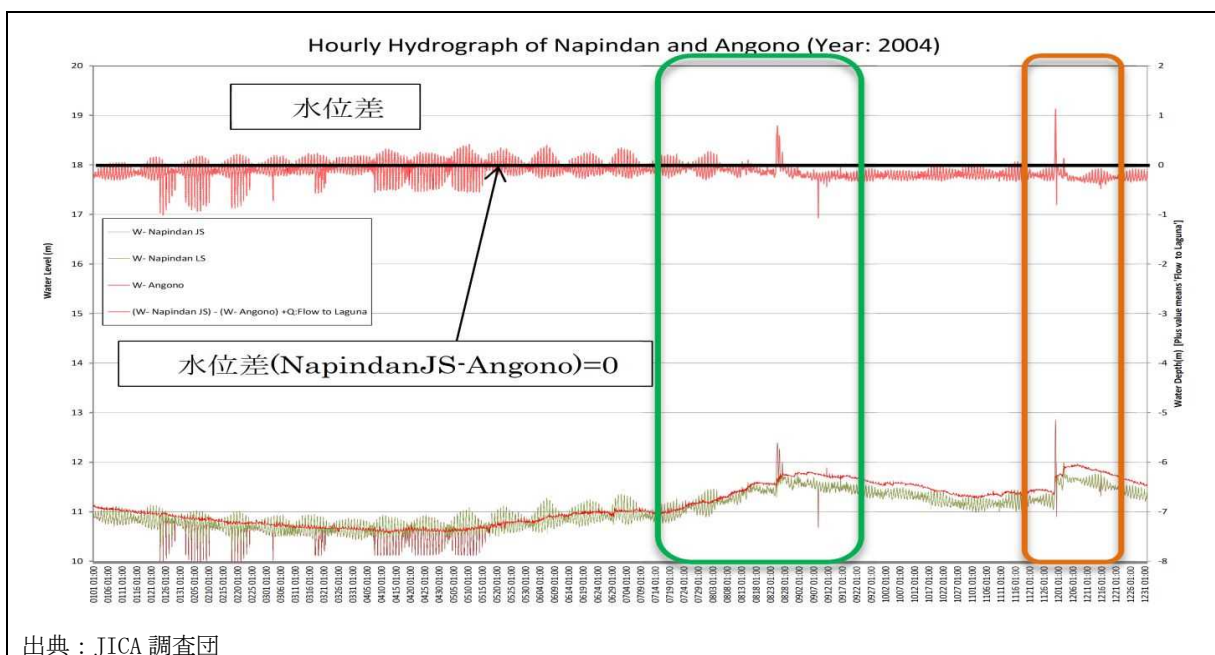
パッシング・マリキナ川からラグナ湖に接続するマンガハン放水路並びにパッシング川の洪水時の流出挙動を把握するため、アンゴノ水位に対するロザリオ堰（ジャンクションサイド）並びにナピンダン堰（ジャンクションサイド）水位高を計算した。（水位差が正の場合、アンゴノ水位より各堰の水位が高い状態にある。）

- 8月の熱帯低気圧 Wennie と 12月の台風 Yoyong の 2 洪水が発生した 2004 年の時刻水位ハイドログラフを作成した（図 5.4、図 5.5 参照）。洪水時水位上昇応答はロザリオ堰ではアンゴノ水位よりも敏感で、常にラグナ湖よりも高水位となり、洪水時には自然にラグナ湖への流入が期待できる。一方でナピンダン堰ではロザリオ堰ほど水頭差はつかず、潮位の影響も大きく受けることから、明確な水頭差の関係が見られず、洪水発生時にラグナ湖への確実な自然流入は難しいと判断される。
- 時刻水位を日平均水位として整理すると上記の関係がよくわかる(図 5.6、図 5.7 参照)。
- なお、2009 年 9 月に猛威をふるった台風 Ondoy と台風 Pepeng の水位データについては欠測となっているため、掲載しなかった。



出典：JICA 調査団

図 5.4 ロザリオ堰とラグナ湖の時刻水位差（2004）



出典：JICA 調査団

図 5.5 ナピンダン堰とラグナ湖の時刻水位比較（2004）

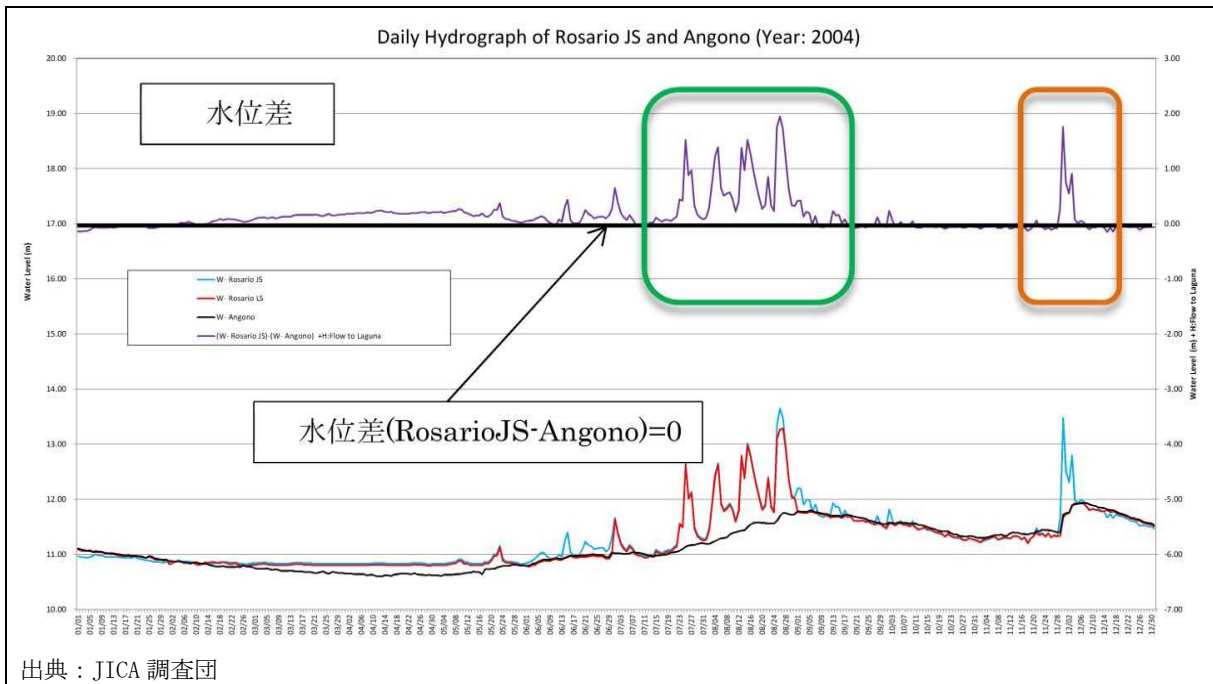


図 5.6 ロザリオ堰とラグナ湖の日平均水位比較 (2004)

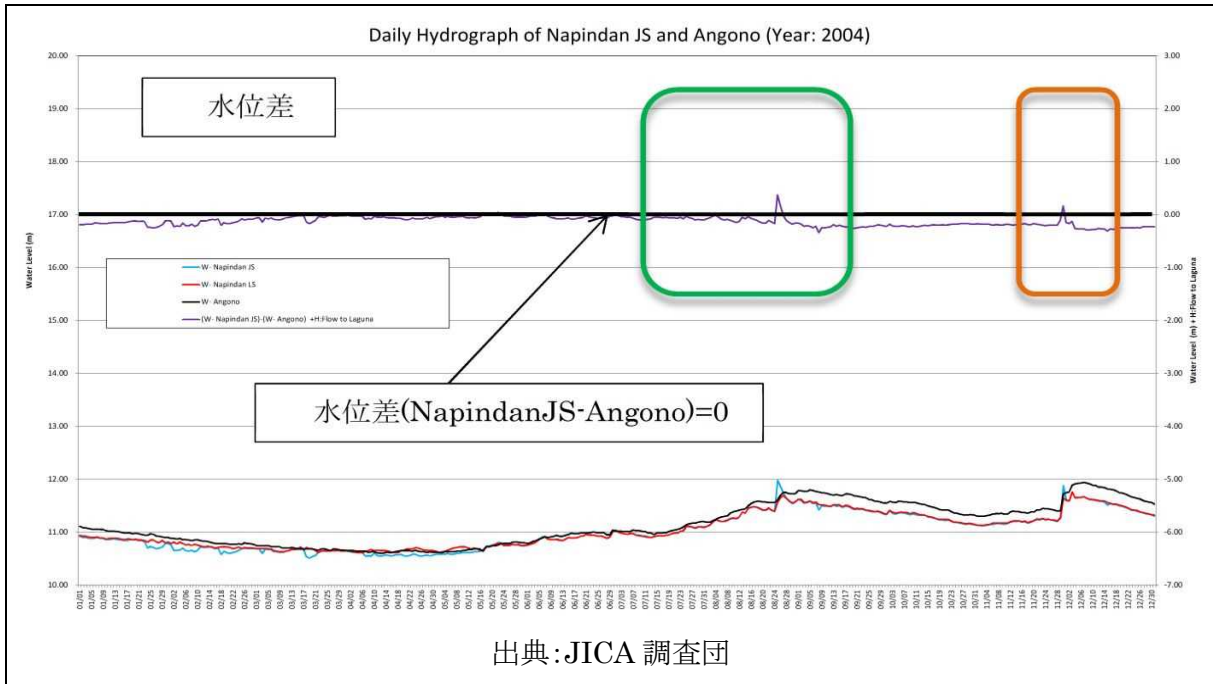


図 5.7 ナピンダン堰とラグナ湖の日平均水位比較 (2004)

## 5.2 水位変動解析

### 5.2.1 解析モデルの構築

#### (1) モデル構築

以下の項目を評価可能なモデルを構築する。

- 世界銀行調査に記載のある、パッシング・マリキナ川洪水時におけるラグナ湖への逆流を洪水対策計画に含めることの妥当性
- パッシング・マリキナ川洪水時にマンガハン放水路からラグナ湖へ流入する流量がラグナ湖の水位変動に与える影響
- 気候変動がラグナ湖の水位変動に与える影響（湖面からの蒸発量及び降雨量変化を考慮する）

## (2) モデルの考え方

モデルの基本的な考え方は以下の通りである。

- ラグナ湖のアンゴノ水位をベースとして、ラグナ湖へ流入する支川流入量、ロザリオ堰からの河川流入量、ナピンダン堰からの河川流入・流出量、さらに湖面からの蒸発量を考慮した、一次元モデル（長時間）を構築することとした。
- 水位変動は時間水位で見ると潮位の影響は受けていることがわかるが、変化のトレンドは日平均水位で表現できていると思われる。そのため、計算単位を日ベースとすることとした。
- 支川からの流入量は簡易的に合理式により算出する。
- ロザリオ堰では洪水時のゲート開閉記録が定かではないことから、全開状態で考えることとした。
- ナピンダン堰はロザリオ堰のような水位変動が水位ハイドログラフからほとんど見られないため、全開の状態を考えることとした

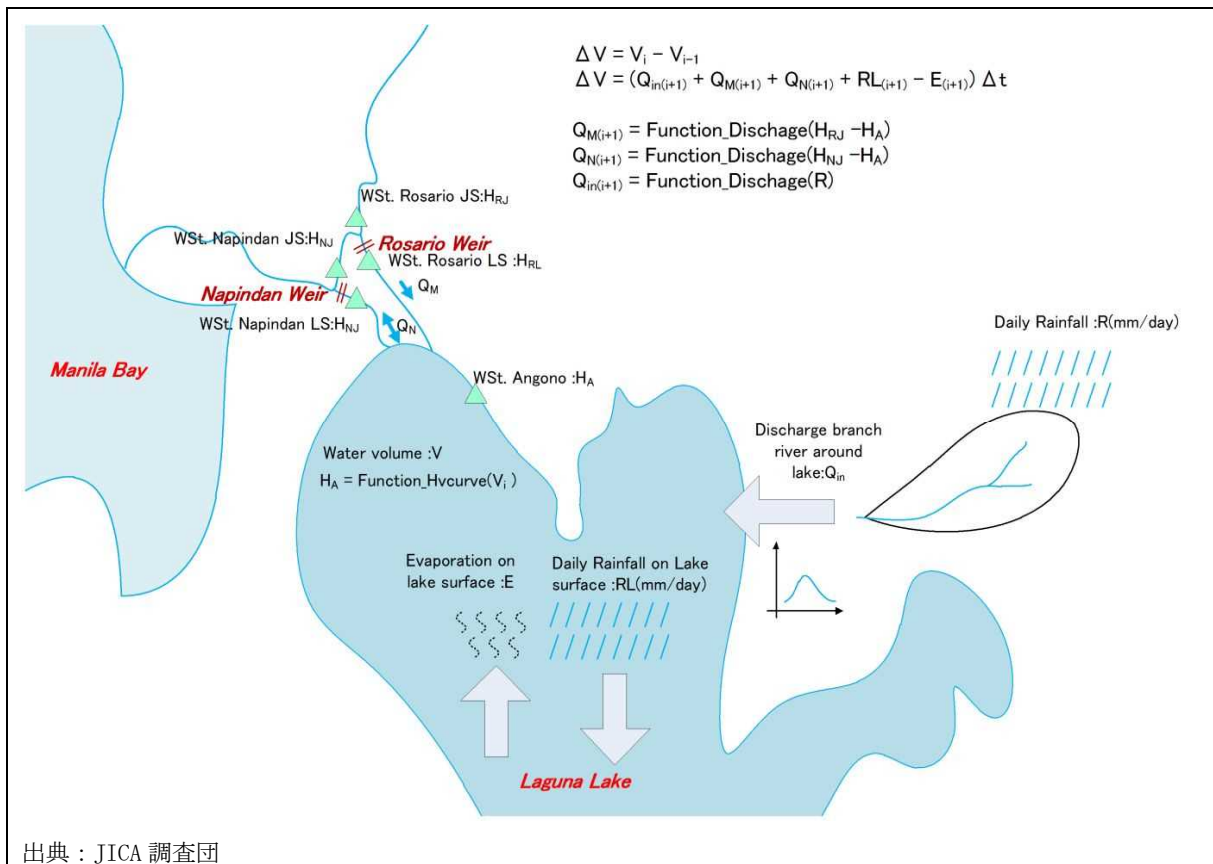


図 5.8 ラグナ湖水位変動解析モデル概念図

## (3) 検討方針

モデルの同定は観測データ状態が良く洪水観測がなされている 2004 年、並びにサイクロンオンドイが来襲した 2009 年を対象とし、ラグナ湖の観測所水位・計算水位から行う。

## (4) ラグナ湖 HV 曲線

本調査では 2009 年調査が湖岸堤の建設という人工的要因やサイクロンオンドイやペペン来襲に伴う土砂移動による影響という自然的要因が含まれているものと考え、2009 年以前では 1997 年調査、2009 以降では 2009 年調査の H-V 曲線を使用することとした。

世銀調査では 10.0m 以下の H-V 曲線を比較して、1997 年 LLDA 調査の H-V を使用している。その際 2009 年 NAMRIA 調査もあったが調査が途中段階にあったことから 1997 年を採用したようである。

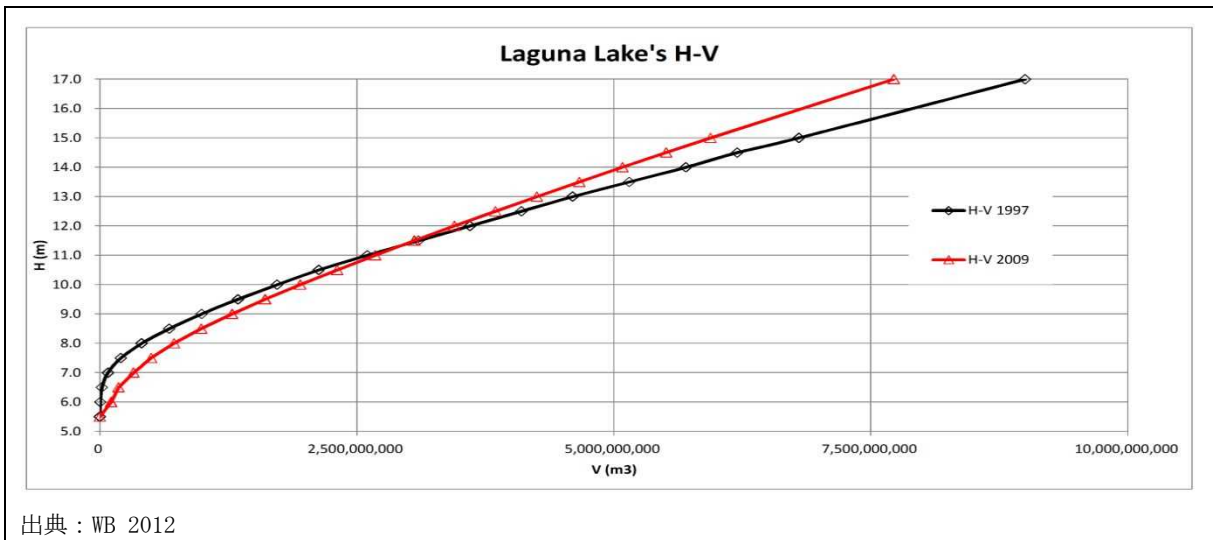


図 5.9 ラグナ湖 H-V 曲線

(5) マンガハン放水路とナピンダン川の断面特性

パッシング・マリキナ川とラグナ湖との流入流下特性は長期的に見ればロザリオ堰、ナピンダン堰の操作よりも、マンガハン放水路とナピンダン川の断面特性が重要と考えられる。つまり、マンガハン放水路やナピンダン川自体の河床勾配が緩勾配であり、これらの流量を規定するファクターとしては断面特性と水位差によるところが大きい。水路、河川の断面特性はそれぞれの各セクションの内、水位変動に対して流量変動が鈍い箇所を採用した。

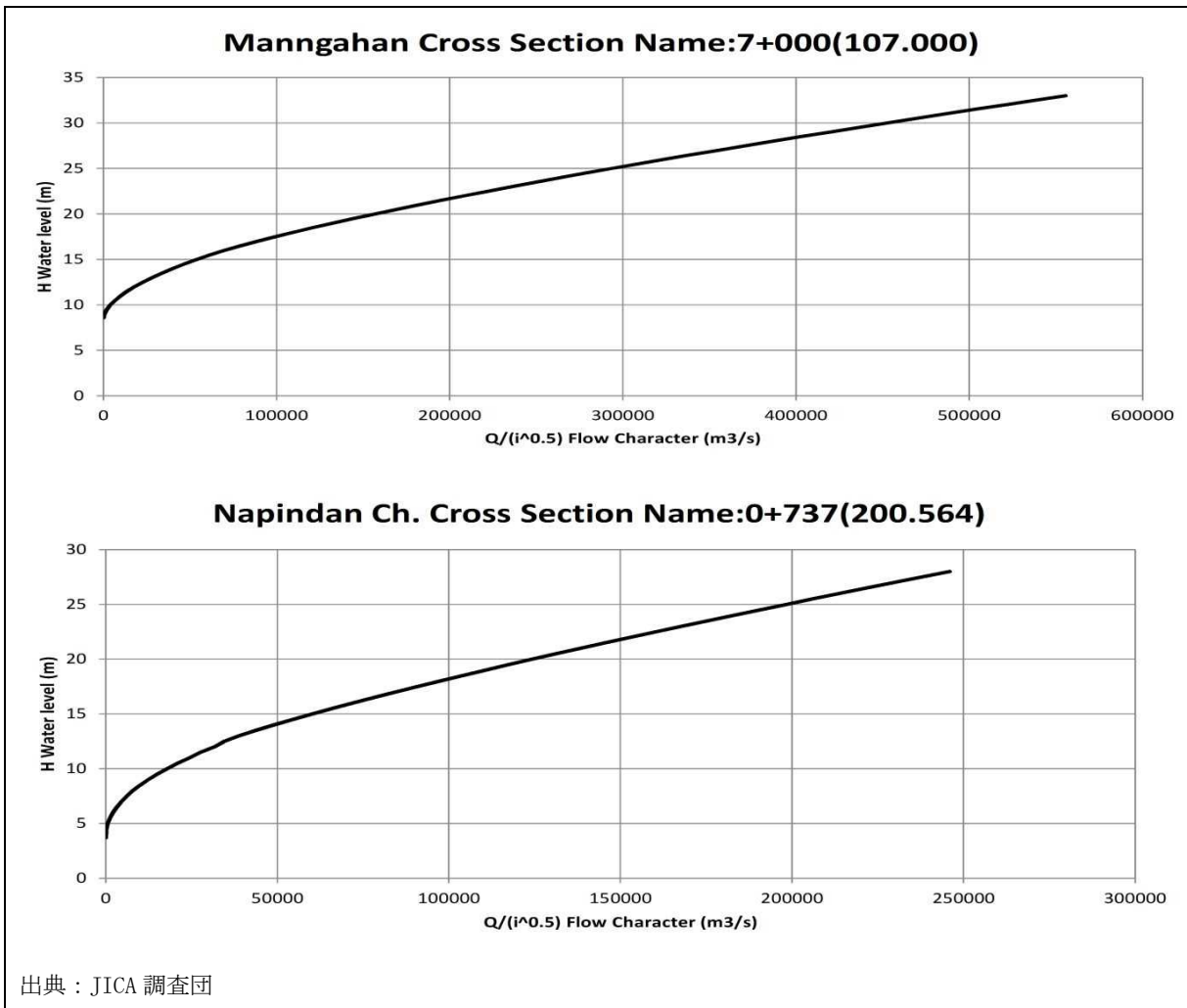


図 5.10 採用断面特性

(6) ラグナ湖への流入河川

ラグナ湖への流入河川は世銀調査で調査された 38 河川（ラグナ湖面も含まれる）のうち、表 5.3 に赤字で示すラグナ湖へ直接流入する 23 河川を対象とした。

表 5.3 ラグナ湖への流入河川の諸元

| SB_ID          | NAME                               | Area (km2)      | Longest Flow Path L_r (km) | Elevation Difference dH (m) | Time of Concentration TC (hr) | Lag Time (hr) | Major Rivers                                 |
|----------------|------------------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------|--|
| SB - 00        | Laguna Lake Surface                | 870.27          | -                          | -                           | -                             | -             |  |
| SB - 01        | Marikina                           | 538.08          | -                          | -                           | -                             | -             | Marikina, Wawa                               |
| <b>SB - 02</b> | <b>Mangahan</b>                    | <b>91.02</b>    | <b>4.8</b>                 | <b>55</b>                   | <b>1.14</b>                   | <b>0.68</b>   | <b>Mangahan, Cainta (Baho), Buli, Mahaba</b> |
| <b>SB - 03</b> | <b>Angono</b>                      | <b>86.41</b>    | <b>6.1</b>                 | <b>74</b>                   | <b>1.08</b>                   | <b>0.65</b>   | <b>Angono</b>                                |
| <b>SB - 04</b> | <b>Morong</b>                      | <b>98.78</b>    | <b>23.1</b>                | <b>124</b>                  | <b>3.25</b>                   | <b>1.95</b>   | <b>Morong</b>                                |
| <b>SB - 05</b> | <b>Baras</b>                       | <b>22.71</b>    | <b>9.2</b>                 | <b>127</b>                  | <b>1.59</b>                   | <b>0.95</b>   | <b>Baras</b>                                 |
| <b>SB - 06</b> | <b>Tanay</b>                       | <b>53.44</b>    | <b>18.7</b>                | <b>393</b>                  | <b>2.04</b>                   | <b>1.22</b>   | <b>Tanay</b>                                 |
| <b>SB - 07</b> | <b>Pililla</b>                     | <b>41.19</b>    | <b>12.3</b>                | <b>162</b>                  | <b>1.66</b>                   | <b>1.00</b>   | <b>Pililla</b>                               |
| <b>SB - 08</b> | <b>Jala - jala</b>                 | <b>73.12</b>    | <b>3.5</b>                 | <b>57</b>                   | <b>0.80</b>                   | <b>0.48</b>   | <b>Jala-Jala</b>                             |
| <b>SB - 09</b> | <b>Sta. Maria</b>                  | <b>204.90</b>   | <b>26.0</b>                | <b>275</b>                  | <b>3.52</b>                   | <b>2.11</b>   | <b>Sta. Maria</b>                            |
| <b>SB - 10</b> | <b>Siniloan</b>                    | <b>74.31</b>    | <b>18.3</b>                | <b>449</b>                  | <b>2.46</b>                   | <b>1.48</b>   | <b>Romero</b>                                |
| <b>SB - 11</b> | <b>Pangil</b>                      | <b>54.14</b>    | <b>12.4</b>                | <b>288</b>                  | <b>1.77</b>                   | <b>1.06</b>   | <b>Pangil</b>                                |
| <b>SB - 12</b> | <b>Caliraya</b>                    | <b>128.84</b>   | <b>16.2</b>                | <b>36</b>                   | <b>2.56</b>                   | <b>1.54</b>   |  |
| <b>SB - 13</b> | <b>Pagsanjan</b>                   | <b>311.76</b>   | <b>54.1</b>                | <b>581</b>                  | <b>5.88</b>                   | <b>3.53</b>   | <b>Pagsanjan</b>                             |
| <b>SB - 14</b> | <b>Sta. Cruz</b>                   | <b>148.35</b>   | <b>32.2</b>                | <b>675</b>                  | <b>3.77</b>                   | <b>2.26</b>   | <b>Sta. Cruz</b>                             |
| <b>SB - 15</b> | <b>Pila</b>                        | <b>90.55</b>    | <b>13.1</b>                | <b>92</b>                   | <b>2.08</b>                   | <b>1.25</b>   | <b>Bancabanca</b>                            |
| <b>SB - 16</b> | <b>Calauan</b>                     | <b>154.82</b>   | <b>28.1</b>                | <b>238</b>                  | <b>3.40</b>                   | <b>2.04</b>   | <b>Bay</b>                                   |
| <b>SB - 17</b> | <b>LosBanos</b>                    | <b>102.83</b>   | <b>7.0</b>                 | <b>358</b>                  | <b>1.05</b>                   | <b>0.63</b>   | <b>Maulauen</b>                              |
| <b>SB - 18</b> | <b>SanJuan</b>                     | <b>191.77</b>   | <b>39.1</b>                | <b>393</b>                  | <b>4.33</b>                   | <b>2.60</b>   | <b>SanJuan</b>                               |
| <b>SB - 19</b> | <b>San Cristobal</b>               | <b>140.66</b>   | <b>33.4</b>                | <b>511</b>                  | <b>3.76</b>                   | <b>2.26</b>   | <b>SanCristobal</b>                          |
| <b>SB - 20</b> | <b>Sta. Rosa</b>                   | <b>120.30</b>   | <b>25.3</b>                | <b>417</b>                  | <b>2.85</b>                   | <b>1.71</b>   | <b>Sta. Rosa</b>                             |
| <b>SB - 21</b> | <b>Binan</b>                       | <b>86.03</b>    | <b>31.7</b>                | <b>468</b>                  | <b>3.38</b>                   | <b>2.03</b>   | <b>Binan</b>                                 |
| <b>SB - 22</b> | <b>SanPedro</b>                    | <b>46.09</b>    | <b>33.0</b>                | <b>527</b>                  | <b>3.21</b>                   | <b>1.93</b>   | <b>SanPedro</b>                              |
| <b>SB - 23</b> | <b>Muntinlupa</b>                  | <b>43.53</b>    | <b>5.1</b>                 | <b>34</b>                   | <b>0.98</b>                   | <b>0.59</b>   | <b>PasongDiablo</b>                          |
| <b>SB - 24</b> | <b>Taguig</b>                      | <b>45.29</b>    | <b>2.4</b>                 | <b>8</b>                    | <b>0.69</b>                   | <b>0.41</b>   | <b>NapindanChannel</b>                       |
| SB - 31        | Pasig                              | 102.56          | -                          | -                           | -                             | -             | Pasig, SanJuan                               |
| SB - 32        | CoreArea                           | 73.46           | -                          | -                           | -                             | -             |  |
| SB - 33        | Paranaque - LasPinas               | 115.97          | -                          | -                           | -                             | -             | Parañaque, Zapote                            |
| SB - 34        | Malabon - Tullahan                 | 90.06           | -                          | -                           | -                             | -             | Tullahan                                     |
| SB - 35        | Meycauayan                         | 171.23          | -                          | -                           | -                             | -             | Meycauayan, Marilao                          |
| SB - 36        | Bulacan                            | 390.89          | 51.0                       | 211                         | 6.52                          | 3.91          | Bulacan, Sta. Maria                          |
| SB - 37        | BulacanCoastalArea                 | 67.14           | -                          | -                           | -                             | -             | Meycauayan                                   |
| <b>B-103</b>   | <b>Laguna Lake Model Catchment</b> | <b>2,410.84</b> |                            |                             |                               |               |  |

(7) ラグナ湖の蒸発量

ラグナ湖への流入河川と同程度の広さを持つラグナ湖面では湖面降雨の他に湖面蒸発は無視できないと考えている。

そこで、世銀調査で採用されているロス・バノスの計器蒸発量( $E_0$ )を参考にした実蒸発量( $E$ )を考慮した。

$$E = \alpha_1 E_0 \quad P < 0.5 \text{mm/day}$$

$$E = \alpha_1 \alpha_2 E_0 \quad P \geq 0.5 \text{mm/day}$$

$$\text{Given } \alpha_1 = 0.6, \alpha_2 = 0.5$$



表 5.4 ロス・バノスの計器蒸発量(E\_0)月別平均値(mm/day)

| Jan  | Feb  | Mar  | Apr  | May  | Jun  | Jul  | Aug  | Sep  | Oct  | Nov  | Dec  |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 4.38 | 5.70 | 6.72 | 7.90 | 7.31 | 5.66 | 4.66 | 4.50 | 4.48 | 4.38 | 4.19 | 3.80 |

出典：WB 2012

(8) 降雨データ

降雨データは湖岸周辺の PAGASA 所管観測所の内、に示す 2000 年から現在まで観測されている、Pakil、NAS、PasigElem、StaMaria、StaCruz に加えて、ラグナ湖北側雨量を補完するために EFCOS 所管の BosoBoso を加えた 6 観測所を使用した。

表 5.5 使用降雨データの観測所(PAGASA)

| Station   | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Pakil     | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
| NAS       | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    |
| SanPedro  | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    |
| NPP       | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    |
| PasigElem | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ×    | ×    | ○    | ○    |
| Tipas     | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    | ×    |
| StaMaria  | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ×    | ×    | ×    | ○    | ○    |
| StaCruz   | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | △    | △    | ○    | ○    | ○    |

※ Missing Data percentage :  $\geq 90\% \Rightarrow \times$  Missing Data percentage :  $\geq 10\% < 90\% \Rightarrow \Delta$

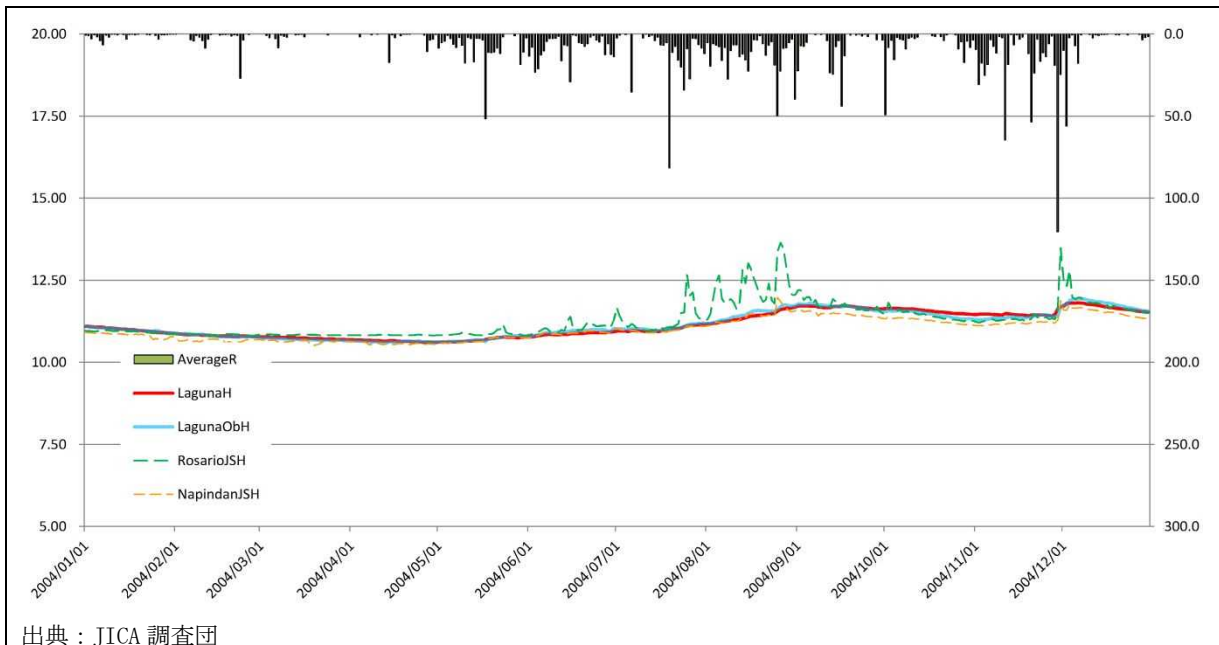
Missing Data percentage :  $< 10\% \Rightarrow \circ$

出典：JICA 調査団

5.2.2 ラグナ湖水位解析結果

(1) シミュレーション結果

以上までの検討条件をベースとして、数値シミュレーションを行った。シミュレーションによるラグナ湖水位変動解析結果から、実績水位（図中の水色実線）と解析水位（図中の赤色実線）は年間を通してよく再現されている。



出典：JICA 調査団

図 5.11(1) ラグナ湖水位解析結果(2004年)

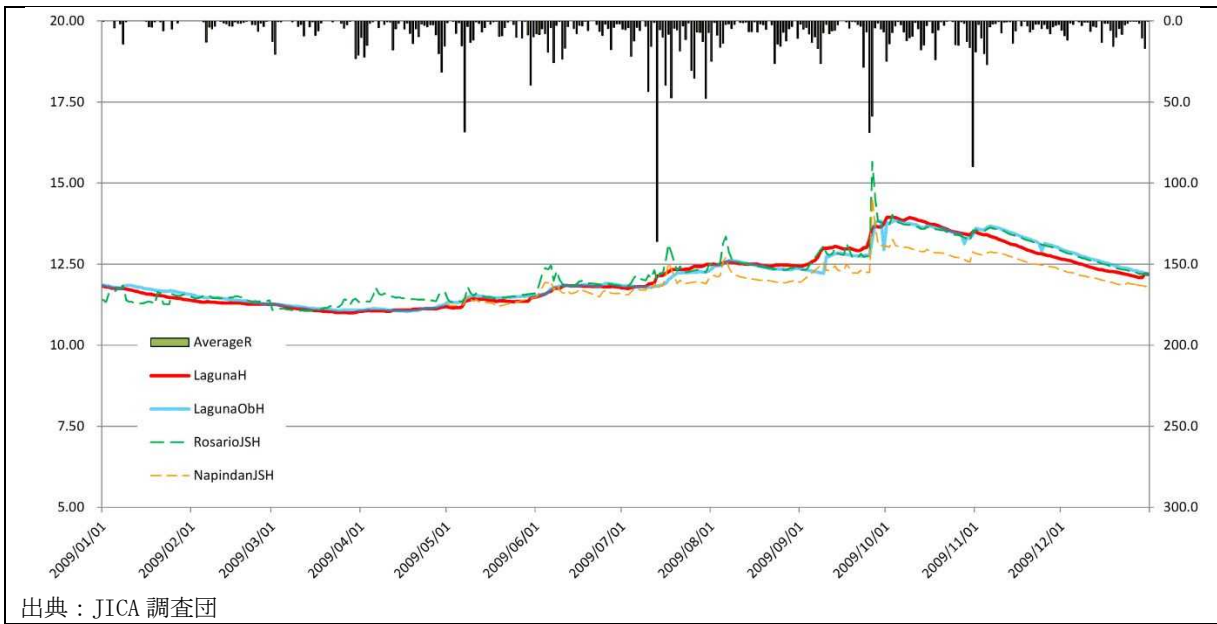


図 5.11(2) ラグナ湖水位解析結果(2009年)

(2) 台風オンドイ、台風ペペン来襲時の水位挙動

2009年には9/25-26にかけては台風オンドイが当該流域を東から西へ通過し、加えて10/3-10/10にかけてルソン島北部を台風ペペンが迷走しながら東から西へ横断した。これらの影響によりラグナ湖の水位はマンガハン放水路建設以降最高水位 13.9m を記録した。

図 5.14 には2つの台風来襲時のラグナ湖とロザリオ堰、ナピンダン堰の水位を示している。これによれば、台風オンドイの来襲時にラグナ湖水位が著しく上昇し、下がりきらないうちに台風ペペンによる水位上昇が現れている。水位上昇外力としてはマニラ都市域近傍を通過したオンドイの時の大きき、このとき、ラグナ湖水位に対してロザリオ堰、ナピンダン堰の水位が高くなり、マリキナーパッシング川よりの流入があったものと考えられる。しかしながら通常、ロザリオ堰が湖面水位より高くなることは過年度の観測記録から十分考えられるが、ナピンダン堰の水位も高い状況は特異であったと思われる。

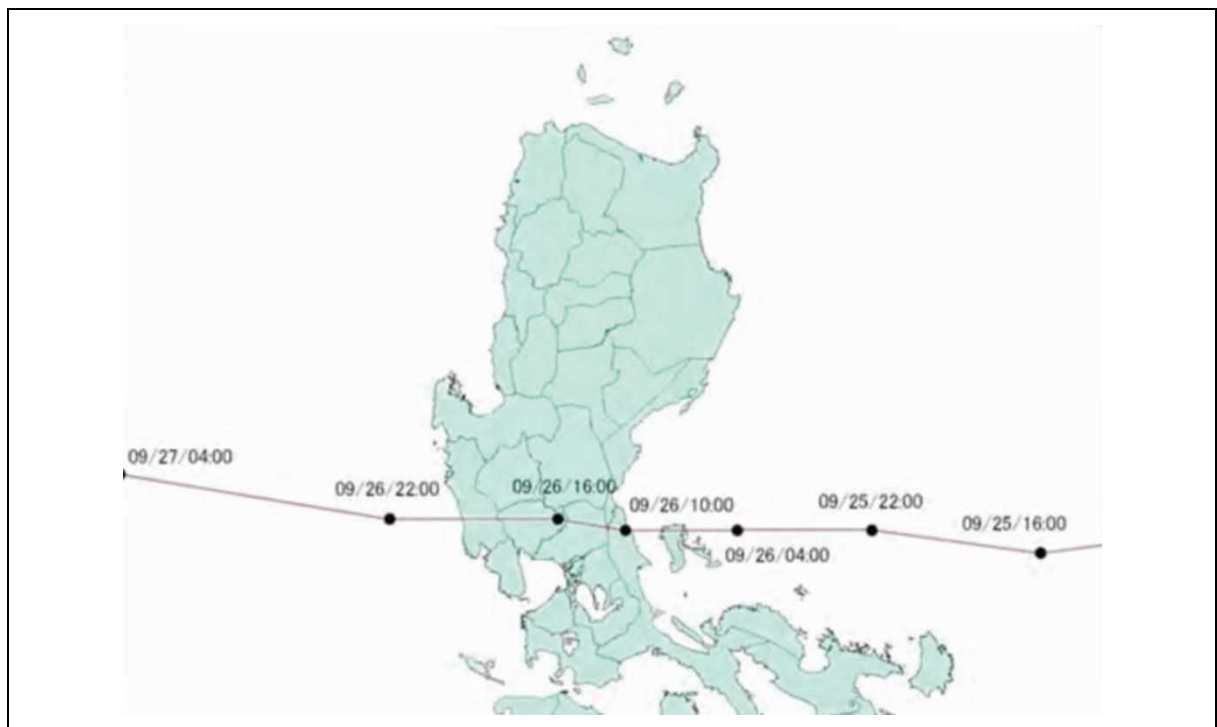


図 5.12 台風オンドイ (T2009-16) フィリピン近傍でのベストトラック

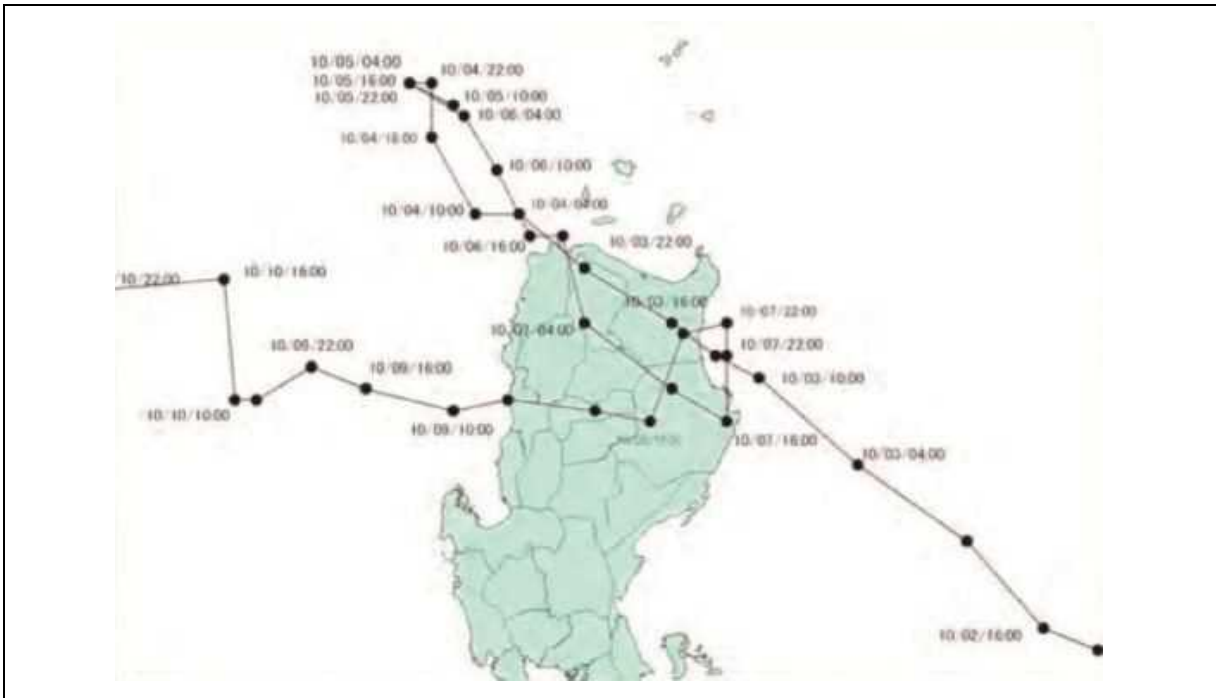
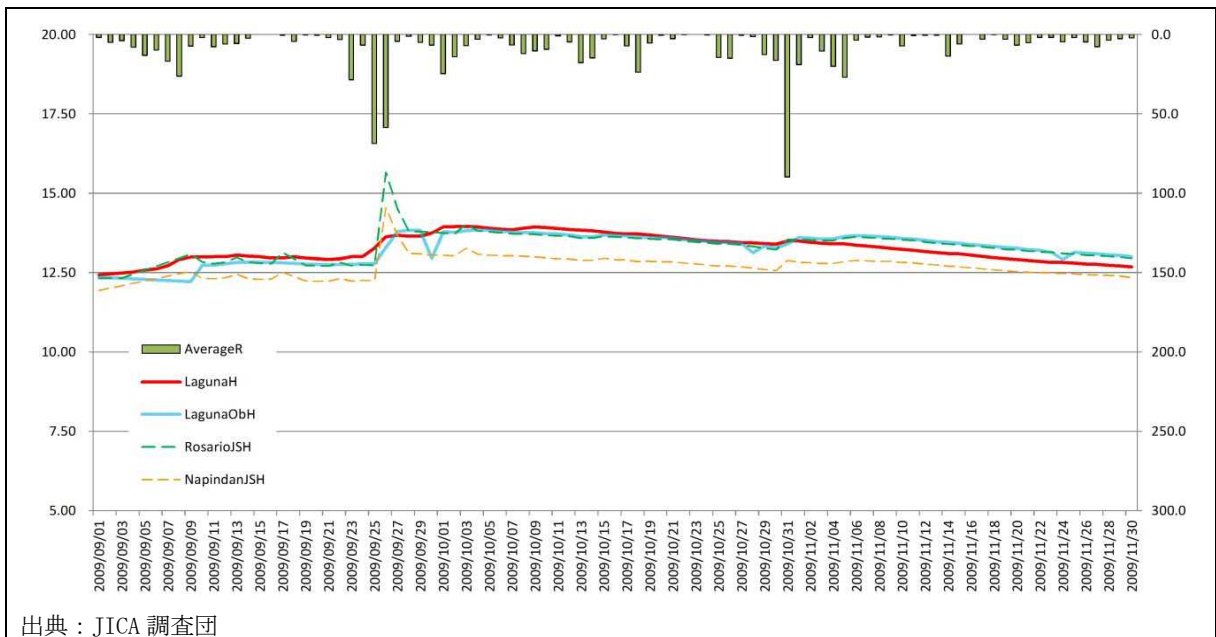


図 5.13 台風ペペン(T2009-17)フィリピン近傍でのベストトラック



出典：JICA 調査団

図 5.14 台風オンドイ、台風ペペン来襲時の水位挙動

### 5.2.3 ラグナ湖への逆流（ナピンダン水路）を洪水対策計画に含めることの妥当性

前節 5.1.1 (2) の観測データ(2004)、および 5.2.2 のラグナ湖水位解析結果 (2004,2009) から、洪水時にはロザリオ堰水位はラグナ湖より高くなることがわかる。一方ナピンダン堰では、ロザリオ堰と比べて水位はラグナ湖より低い傾向が顕著で、洪水時ラグナ湖水位より高くなることはあるものの、潮位との関係から洪水調節の不確実性が高く、洪水対策としての位置づけは難しいと考えられる。

また、マンガハン水路はマリキナ川の洪水流を一次貯留させることを目的としていることから、効果は見込むべきであると考え一方、かたやナピンダン水路はゲート機能はあるものの、洪水調節目的としては洪水終了後のラグナ湖水位低下程度で、舟運をはじめとする利水目的が大きい。このようなことに加えて、水路設置位置（ラグナ湖との関係、潮位の不確実性）からも利水洪水複数目的のオペレートを行うには煩雑さはぬぐえず、洪水対策計画として見込むことは危険であると考えられる。

## 5.2.4 洪水時のマンガハン放水路からの流入量が水位変動に与える影響

前節のオンドイ来襲に伴う洪水主要期間9/25-9/26のラグナ湖水位上昇をもたらした洪水ボリュームのうち約82%がラグナ湖に直接流入（ラグナ湖の流入河川（パッシング・マリキナ川を除く）と湖面への直接降雨分）したもので、のこり約10%がマンガハン放水路と約8%がナピンダン水路からの流入したものとシミュレーション結果から得ており、ナピンダン水路の逆流によるラグナ湖水位上昇に与える影響は少ないものと考えられる。

## 5.2.5 気候変動に伴う影響検討

前節5.2.2までで作成されたラグナ湖水位解析モデルにより、2040年時点における気候変動を考慮したラグナ湖水位の推定を行う。

### (1) 気候変動のモデルパラメータ

IPCCのAR4で説明されている気候変動に伴い、影響を受ける自然イベントとしては気温、降雨、潮位とされている。このうち、潮位の間接的影響はあると考えられるものの、直接ラグナ湖水位には影響されない。また、気温については気象学的な影響から派生する影響は考えられるが、まず考えられることは降雨量と湖面の蒸発量と言えよう。

### (2) 気温上昇が降雨に与える影響

IPCC 排出シナリオとマニラにおける降雨量増加率について検討した。

#### <排出シナリオ>

本調査では排出シナリオとしてIPCCが2000年に発行した特別報告書で、現実的な社会条件と物理設定としたA1Bを採用した。

#### <全球気温上昇量>

このシナリオにおける100年後(2000年基準)の全球平均気温上昇量は表5.6において最適値2.8Kとされている。

本調査の計画年は2004年であることから、単純に直線変化としていると考えれば1.1K(=2.8K/100\*40)となる。しかし図5.15に示すA1Bシナリオは曲線形状であり直線変化しない。従って、計画年2040年の全球気温上昇量を直接グラフから読み取ることとした。

これにより計画年2040年の全球平均気温上昇量は1.3Kとなった。

表 5.6 世紀末における世界平均地上気温の昇温予測および海面上昇予測

| Scenarios <sup>a)</sup>                         | Changes in Temperature<br>(difference of year 2090-2099<br>based on the year 1980-1999<br>(°C)) <sup>c)</sup> |                          | Sea Level Rise<br>(difference of year<br>2090-2099 based on the<br>year 1980-1999 (°C))<br>Forecast range by models<br>(exclusive of mechanical<br>changes of rapidice<br>discharge) |
|---|---|--------------------------|--|
|   | Best estimate<br>value  | Likely forecast<br>range |  |
| Steady at the consistence of 2000 <sup>b)</sup> | 0.6   | 0.3-0.9                  | No data  |
| B1 scenario                                     | 1.8   | 1.1-2.9                  | 0.18-0.38  |
| A1T scenario                                    | 2.4   | 1.4-3.8                  | 0.20-0.45  |
| B2 scenario                                     | 2.4   | 1.4-3.8                  | 0.20-0.43  |
| A1B scenario                                    | 2.8   | 1.7-4.4                  | 0.21-0.48  |
| A2 scenario                                     | 3.4   | 2.0-5.4                  | 0.23-0.51  |
| A1FI scenario                                   | 4.0   | 2.4-6.4                  | 0.26-0.59  |

Source: Summary on IPCC 4<sup>th</sup> Assessment Report (Official Edition)

Note:

a) Scenarios are six SRES marker scenarios. CO<sub>2</sub> conversion consistence (see p.823, 1<sup>st</sup> working group report of 3<sup>rd</sup> assessment report) corresponding to the radiative forcing by man-made green house gas and aerosolare SRES marker scenarios of B1, A1T, B2, A1B, A2 and A1FI, and approximately 600, 700, 800, 850, 1250, 1550ppm respectively.

b) Composition of values of steady at the consistence of 2000 is obtained only by air-sea couplings system model (AOGCM).

c) Temperature is the best estimate value and forecast range of uncertainty obtained by models belonging to various hierarchies regarding constraints by observed values and composite degrees. Changes of temperature are presented as the differences between 1980-1999. To present the changes between 1850-1899, 0.5°C will be added.

**<Forecast Scenarios (Reference)>**

- **A1 "Growth-oriented Society Scenario"**
  - World's economy will develop more and great innovation will be come up.
  - A1FI: Value on Fossil Energy Resources
  - A1T: Value on Non-Fossil Energy Resources
  - A1B: Value on Balance of Energy Resources
- **A2 "Pluralistic Society Scenario"**
  - World's economy and politics will be divided into blocks, and trading and movement of people/technologies will be restricted.
  - World's economy will grow slower, and concerns for environment will be relatively scarce.
- **B1 "Sustainable Development Society Scenario"**
  - Environmental protection and economic development will be promoted at the same time.
- **B2 "Community Coexistence Scenario"**
  - Value on the problem solution in the communities and fairness of world, and economic development will be somewhat slow.
  - Environmental issues will be resolved within each community.

These scenarios do not include the additional global warming measures

Image of Emission Scenarios

Value on Economic Development, Pluralistic Society, Localism, Community Coexistence Society, Agriculture (Land use), Technological Energy Development, Harmonization between Environment and Economic, Sustainable Development Society, Globalization, Population, Economic Activities

Source: Social and economic changes in IPCC 3rd assessment report  
Source: Ministry of Environment "Global Warming"

Source: Summary on IPCC 4th Assessment Report (Official Edition)

Greenhouse Gas Emission Scenarios 2000-2100 (without Additional Climate Policies) and Forecast of Surface Temperature

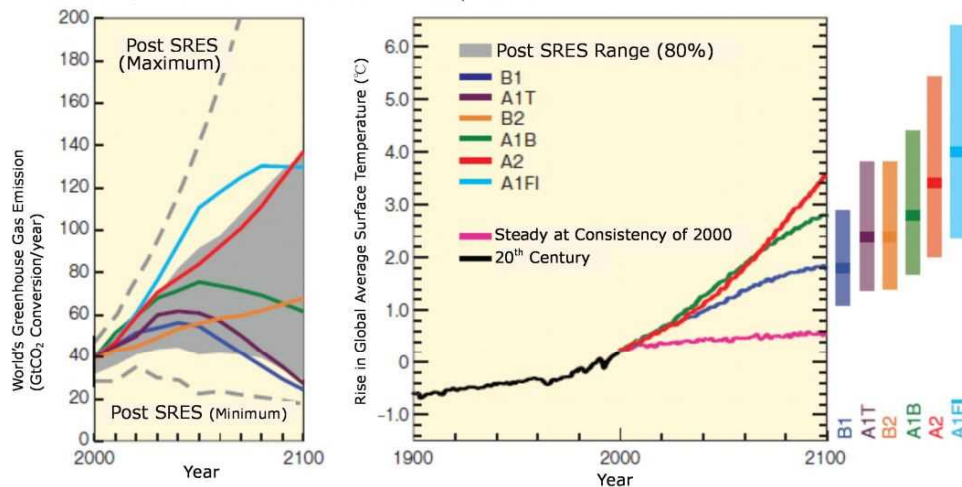


Figure SPM.5. **Left Figure:** amount of greenhouse emission (CO<sub>2</sub> conversion) without additional climate policies: six SRES marker scenarios (colored lines), 80% tile of recent scenarios (post SRES) publicized after SRES (range with grey colored). Dot lines are overall range of results of post SRES scenario. CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O and CFC are included in emission amount. **Right Figure:** solid lines show rise in global average surface temperature continued from the condition of 20th century in models of A2, A1B, B1 scenarios. These forecasts are considered with the effects of short-lived greenhouse gas and aerosol. Pink line represents the simulation of air-sea coupling system model (AOGCM) which is sustained steadily at the atmospheric concentration of year 2000, but the scenario. Right belt of the figure indicates best estimation value (horizontal line of each belt) and forecast spread of high possibility from 2090-2099 of 6 SRES scenarios. All temperatures were comparison with 1980-1999.

Source: Summary on IPCC 4<sup>th</sup> Assessment Report (Official Edition)

図 5.15 IPCC 第4次報告書における予測シナリオ

<マニラにおける気温上昇量と降雨増加率>

全球気候変動モデルによる気温上昇量は全球表面平均値であることから、検討対象エリアにおける気温上昇量とする必要がある（ダウンスケーリング）。

ダウンスケーリングの方法は、全球気候変動モデルによる気温上昇量と地域気候モデルの気温上昇量との関係性を検討して、その関係を用いて地域気温上昇量を求めるものである。これまでに地域気候モデルにおける気温上昇量との関係を主要都市別に検討した研究成果があり、本調査においても同様の方法を採用することとした。

同方法によるとマニラでは、全球気候変動モデルの気温上昇量 1.0K に対して、0.883K の上昇量となる(図 5.16 の回帰直線の傾き)。

さらに、地域気温上昇量と降雨量増加率の関係についても示されており、気温上昇量 1.0K に対して降雨が 8.094%増となる(図 5.17 の回帰直線の傾き)。

これらの関係から 2040 年におけるマニラの気温上昇量は 1.15K、降雨増加率は 9.3%となった(表 5.7)。

表 5.7 降雨増加率

|  | Value               | Remarks             |
|--|---------------------|---------------------|
| Global mean temperature increase<br>$\Delta T_{global}[K]$   | 1.3K                | A1B<br>2040from2000 |
| $\Delta T_{local}/\Delta T_{global}$   | 0.883               | OnFigure-5.16       |
| Local mean temperature change<br>$\Delta T_{local}[K]$   | 1.15K               |                     |
| $\frac{1}{\Delta T_{local}} \frac{\Delta P_{local}^{extreme}}{P_{local}^{present,extreme}} [\%/K]$ | 8.094%/K<br>(0.081) | OnFigure-5.17       |
| Change of precipitation<br>$\Delta P_{local}^{extreme} / P_{local}^{present,extreme} [\%]$         | 9.3%                |                     |

$$\Delta T_{global} \equiv T_{global}^{future} - T_{global}^{present}$$

$$\Delta P \equiv p^{future} - p^{Present}$$

出典：JICA 調査団

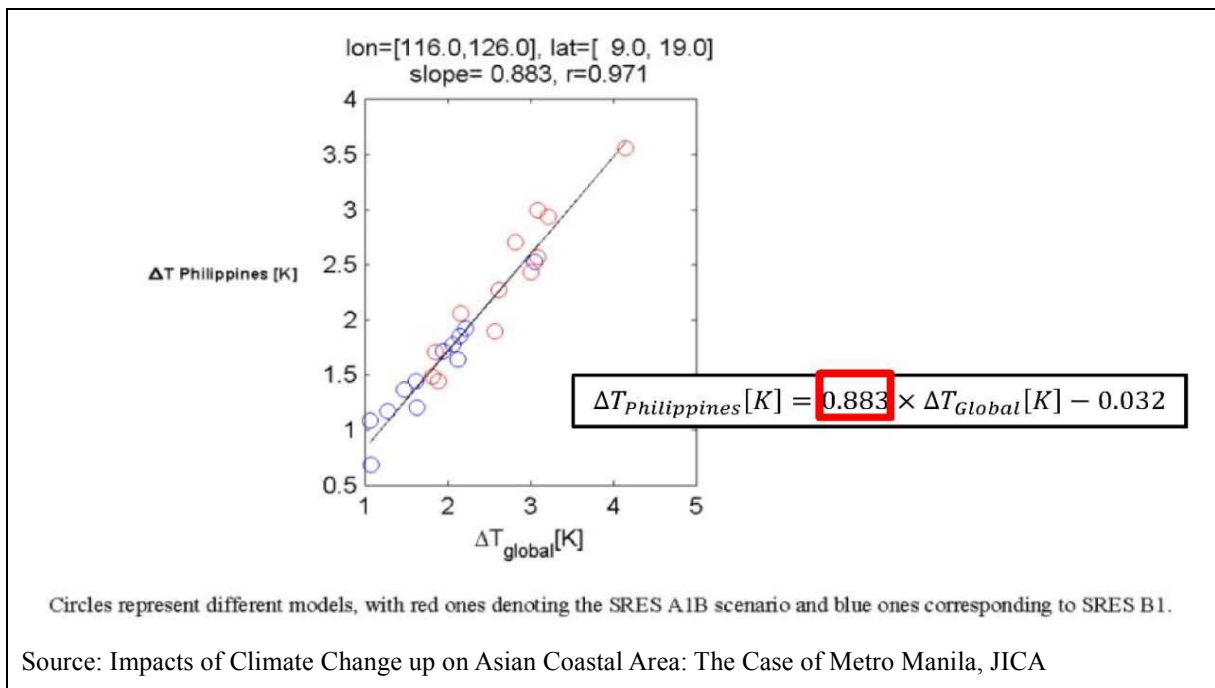


図 5.16 全球モデルによる気温上昇量とフィリピンの気温上昇量の関係

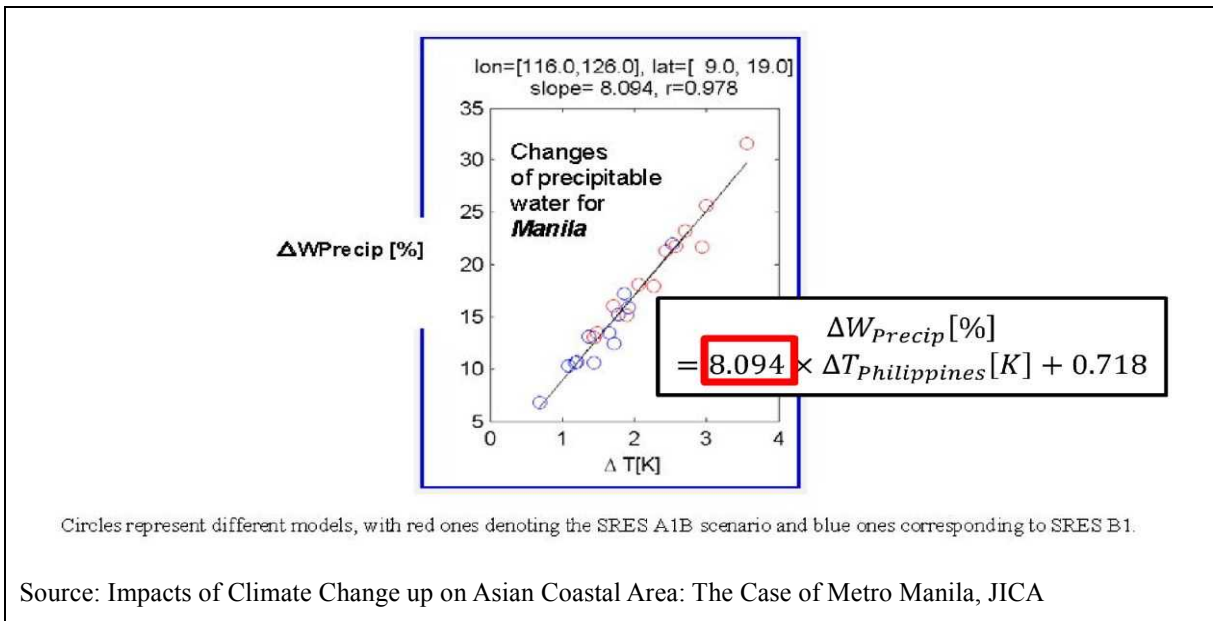


図 5.17 気温上昇量と降雨増加率の関係量の関係

(3) 湖面蒸発量に与える影響

マニラ (N14.53333°) における気温上昇と蒸発量の関係について、気温 (水の蒸発) と日照 (地球公転と緯度による大気圏外日射量) から計算できるマッキンク法により検討した。気温と蒸発量の関係は図 5.18 に示す通りとなり、この図より気温変化が 1℃ となるとき蒸発量変化を整理した (参照: 表 5.8) ところ、最大値で 3 月～8 月で 7.1% 増となり、年間の平均値としては 1℃ の気温上昇によって、蒸発量が 4.5% 増となることがわかった。

さらに前小節の計画年 2040 には気温が 1.15℃ 上昇するため、これにより蒸発量増加率は 5.2% となる。

表 5.8 気温上昇 1℃ に対する月別蒸発量変化量 (マニラ)

|                              | Unit      | EMAK | Jan  | Feb  | Mar  | Apl  | May  | Jun  | Jul  | Aug  | Sep  | Oct  | Nov  | Dec  | Anuualy Average |
|------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------|
| Eby Makkink Method           |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                 |
| Max                          | mm/day/1℃ |      | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.07            |
| Min                          | mm/day/1℃ |      | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02            |
| Ave                          | mm/day/1℃ |      | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.05            |
| Pan Evaporation at Los Banos |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                 |
| Present                      | mm/day    |      | 4.38 | 5.70 | 6.72 | 7.90 | 7.31 | 5.66 | 4.66 | 4.50 | 4.48 | 4.38 | 4.19 | 3.80 | 5.31            |
| Future(Max)                  | mm/day    |      | 4.64 | 6.04 | 7.19 | 8.45 | 7.82 | 6.06 | 4.99 | 4.82 | 4.79 | 4.64 | 4.44 | 3.99 | 5.66            |
| Future(Min)                  | mm/day    |      | 4.47 | 5.81 | 6.85 | 8.06 | 7.46 | 5.77 | 4.75 | 4.59 | 4.57 | 4.47 | 4.27 | 3.88 | 5.41            |
| Future(Average)              | mm/day    |      | 4.56 | 5.93 | 6.99 | 8.30 | 7.68 | 5.94 | 4.89 | 4.73 | 4.70 | 4.56 | 4.36 | 3.95 | 5.55            |
| Rate of Future and Present   |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                 |
| Max                          | %         |      | 5.9  | 6.0  | 7.0  | 7.0  | 7.0  | 7.1  | 7.1  | 7.1  | 6.9  | 5.9  | 6.0  | 5.0  | 6.5             |
| Min                          | %         |      | 2.1  | 1.9  | 1.9  | 2.0  | 2.1  | 1.9  | 1.9  | 2.0  | 2.0  | 2.1  | 1.9  | 2.1  | 2.0             |
| Ave                          | %         |      | 4.1  | 4.0  | 4.0  | 5.1  | 5.1  | 4.9  | 4.9  | 5.1  | 4.9  | 4.1  | 4.1  | 3.9  | 4.5             |

出典: JICA 調査団

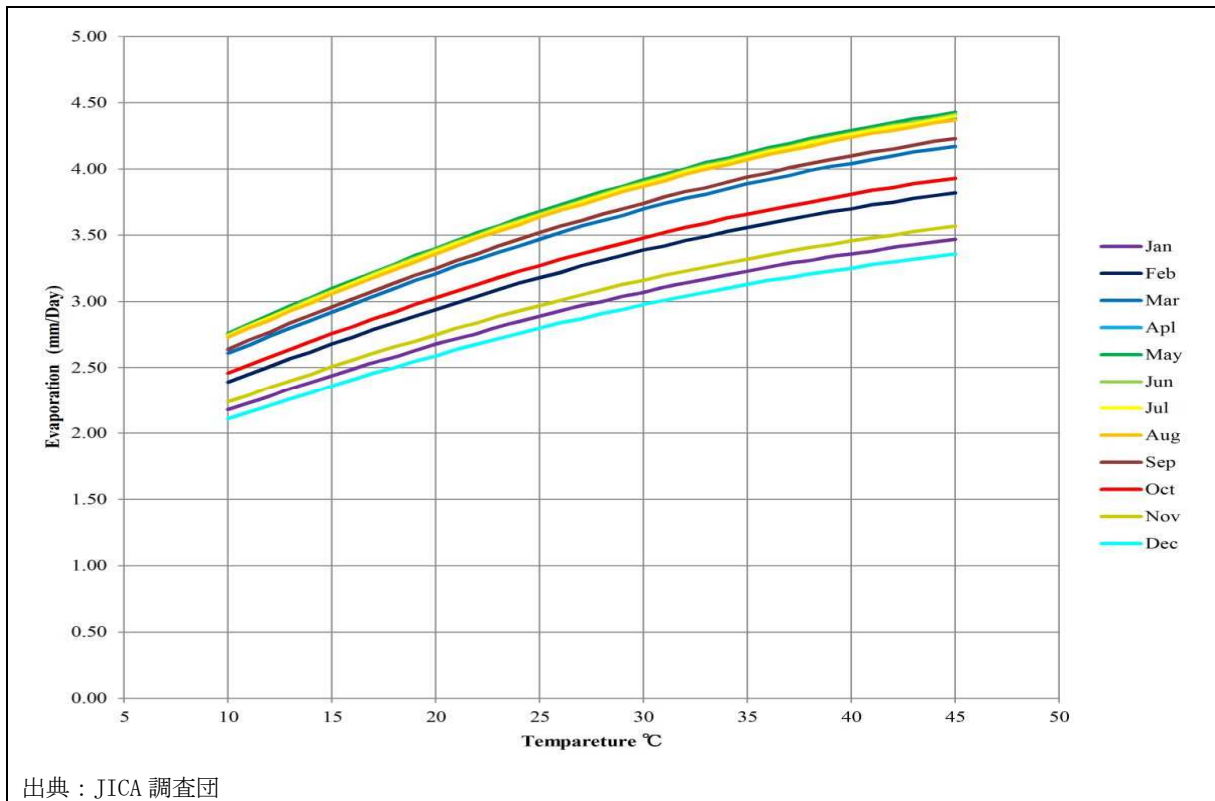


図 5.18 マニラにおける月別気温と蒸発量の関係（マッキング法）

(4) 気候変動に伴うラグナ湖水位に与える影響

前節の作成したラグナ湖水位解析モデルの入力データである降雨量並びに蒸発量について以下の通り気候変動に伴う気温上昇に伴う増加率を考慮して、計画年 2040 年の気象条件でのラグナ湖水位をシミュレートした。

その結果、2004 年のシミュレート最高水位 11.82m が 11.93m(+0.11m)、2009 年のオンドイ来襲時のシミュレート最高水位 13.96m が 14.25m(+0.29m)となった。

実績ベース水位では 2004 年 11.94m が 12.05m に、2009 年 13.85m が 14.14m になる。

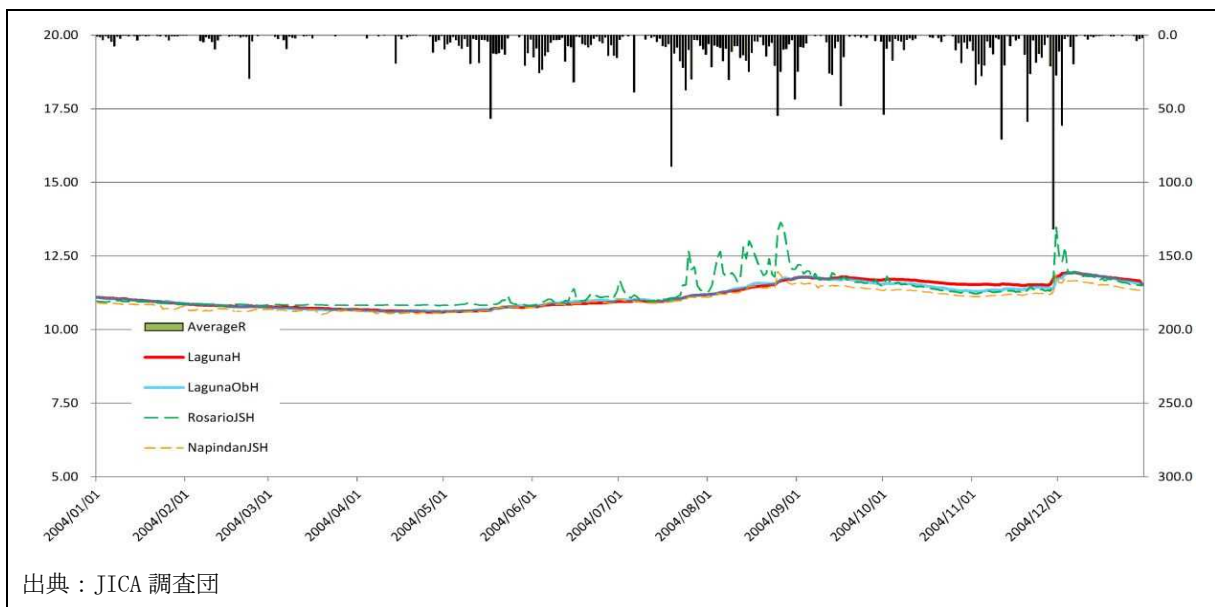


図 5.19(1) ラグナ湖水位解析結果(2004年、気象条件 2040年)



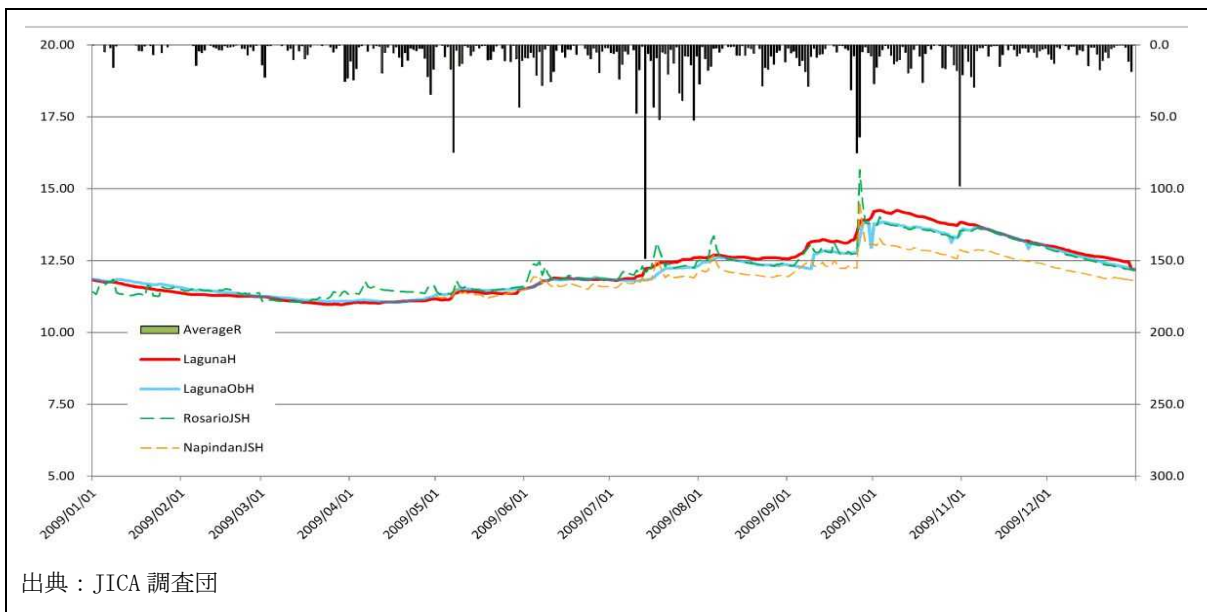


図 5.19(2) ラグナ湖水位解析結果(2009年、気象条件 2040年)

### 5.3 洪水対策の妥当性の検討

現況及び既存調査で提案されているラグナ湖の洪水対策を勘案し、5.2の結果を踏まえ、「前述の計画高水流量の設定」で検討されるパッシング・マリキナ川の洪水対策がラグナ湖の水位への影響に対して妥当であることを確認する。

#### ① ラグナ湖への逆流（ナピンダン水路）を洪水対策計画に含めること

- ナピンダン堰では、洪水時高くなることはあるものの、潮位との関係から洪水調節の不確実性が見込まれ、洪水対策としての位置づけは難しい。

よって、「洪水対策としてはナピンダン水路の逆流は見込まない」こととした。

#### ② ラグナ湖水位上昇の要因

- ラグナ湖の水位上昇の要因としては洪水時水量ボリュームの比較からラグナ湖へ流入河川（パッシング川、マリキナ川は除く）および湖面への降雨（マイナス要因として蒸発散考慮されている）が約 80%程度占める。
- マリキナ川流域面積：約 538km<sup>2</sup>（14%）、ラグナ湖面面積：約 870km<sup>2</sup>（23%）、ラグナ湖への流入河川（パッシング川、マリキナ川は除く）流域面積：約 2,410km<sup>2</sup>（63%）。

よって、「ラグナ湖の水位上昇要因としてパッシング川、マリキナ川の影響は小さい」と判断した。

### 5.4 気温上昇の影響に対する留意事項

現在ラグナ湖湖畔では湖面上昇に伴う対策が行われている。本検討において気候変動に伴う影響として2009年のオンドイ来襲時のシミュレート最高水位が14.25m(+0.29m)程度となることがわかった。本プロジェクトの検討範囲ではないが、既往対策の気候変動に伴う留意事項としてパラペット等による嵩上げも別途検討することが望ましいと考えられる。

## 第 6 章 気候変動影響の検討

### 6.1 治水安全度の変化の度合い

気候変動の影響による流量の増加の程度、および治水安全度の低下の程度について検討を行った。第 5 章で整理したように気候変動のインパクトによって 2040 年には降水量が約 10%増加すると想定された。また、ラグナ湖面水位上昇量は最大約 29cm 上昇すると想定された。潮位については、第 4 次 IPCC レポートから推算すると約 22cm 上昇すると想定される。

これらの、降水量の増分、潮位上昇分、ラグナ湖上昇分を境界条件（表 6.1 参照）として、本調査で構築した洪水解析モデルに入力して確率規模別の流量の解析を行った。なお、評価時の河道条件はフェーズIV終了時点とした。

表 6.1 気候変動による境界条件

| Simulation case                             | Temperature rise (°C) | Increased rate of rainfall(%) | Sea-level-rise (cm) | Laguna Lake-Water-level-rise(cm) |
|---|-----------------------|-------------------------------|---------------------|----------------------------------|
| No Climate Change (Present conditon (2013)) | 0                     | -                             | -                   | -                                |
| After Climate Change* (2040)                | 1.3                   | 9.3                           | 22                  | 29                               |

Note:Climate Change Scenario:A1B

Sea-level-rise:  $22\text{cm} \doteq 48\text{cm}(2100)/2.8K(2100) \times 1.3K(2040)$

Laguna Lake water-level-raise: from Chapter 5

出典：JICA 調査団

気候変動前後での Sto.Nino 地点のピーク流量を表 6.2 に示す。Sto.Nino 地点のピーク流量は、気候変動の影響により 1/30 で約 8% (+240m<sup>3</sup>/s)、1/100 では約 2% (+80m<sup>3</sup>/s) 増加となる。

この結果から PhaseIV終了後の治水安全度 1/30 は、気候変動の影響により 1/20 程度に低下することになる。また、マスタープランレベルの治水安全度 1/100 は 1/60 程度に低下することになる。

表 6.2 Sto. Nino 地点の確率規模別流量

| Return Period | (A)No Climate Change (Present condition) | (B)After Climate Change | (C)=(B)-(A) | (B)/(A) |
|---------------|--|-------------------------|-------------|---------|
| 2             | 1,510                                    | 1,620                   | 110         | 107%    |
| 5             | 2,090                                    | 2,300                   | 210         | 110%    |
| 10            | 2,710                                    | 2,760                   | 50          | 102%    |
| 20            | 2,900                                    | 3,110                   | 210         | 107%    |
| 30            | 3,100                                    | 3,350                   | 250         | 108%    |
| 50            | 3,370                                    | 3,550                   | 180         | 105%    |
| 100           | 3,610                                    | 3,690                   | 80          | 102%    |

出典：JICA 調査団

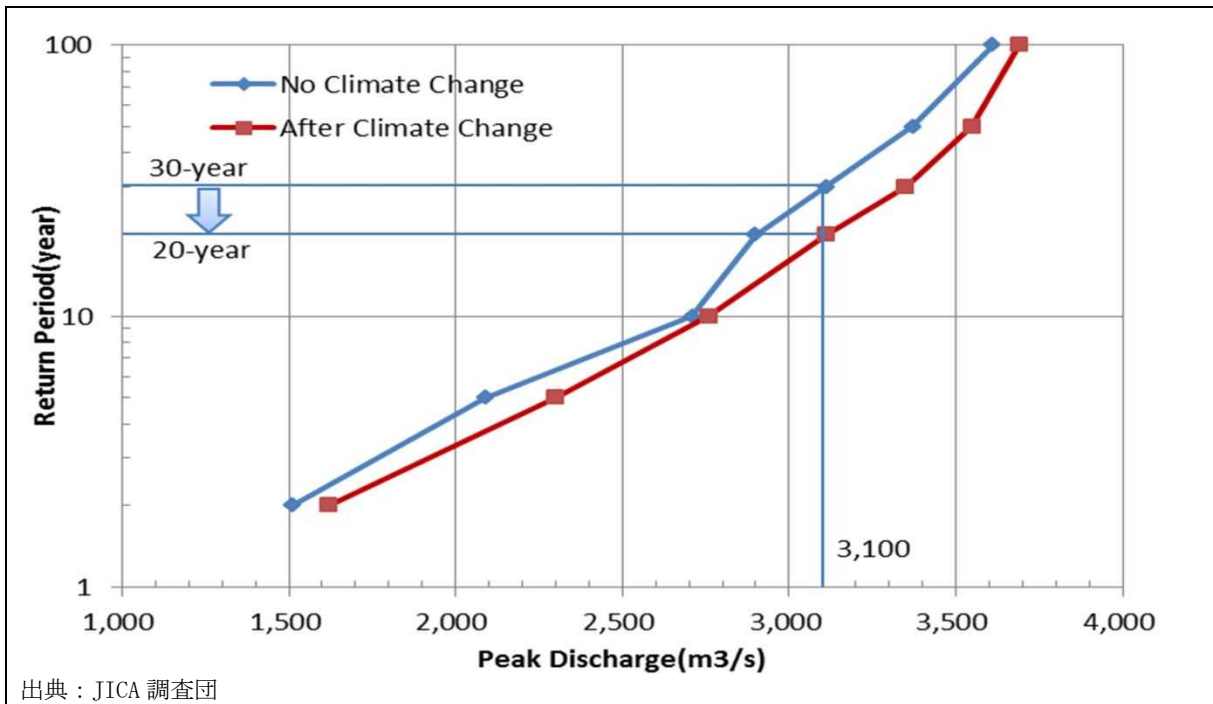


図 6.1 確率規模と Sto. Nino 地点のピーク流量の関係

## 6.2 フェーズIV終了後の気候変動による氾濫状況の変化

フェーズIV事業終了後の状況における気候変動による影響の検討を行った。

前述した、気候変動による降水量の増分、潮位上昇分、ラグナ湖上昇分を境界条件として、本調査で構築した洪水解析モデルに入力して氾濫状況の解析を行った。対象とする外力は 1/30 および 1/100 とし、河道条件はフェーズIV終了時点とした。

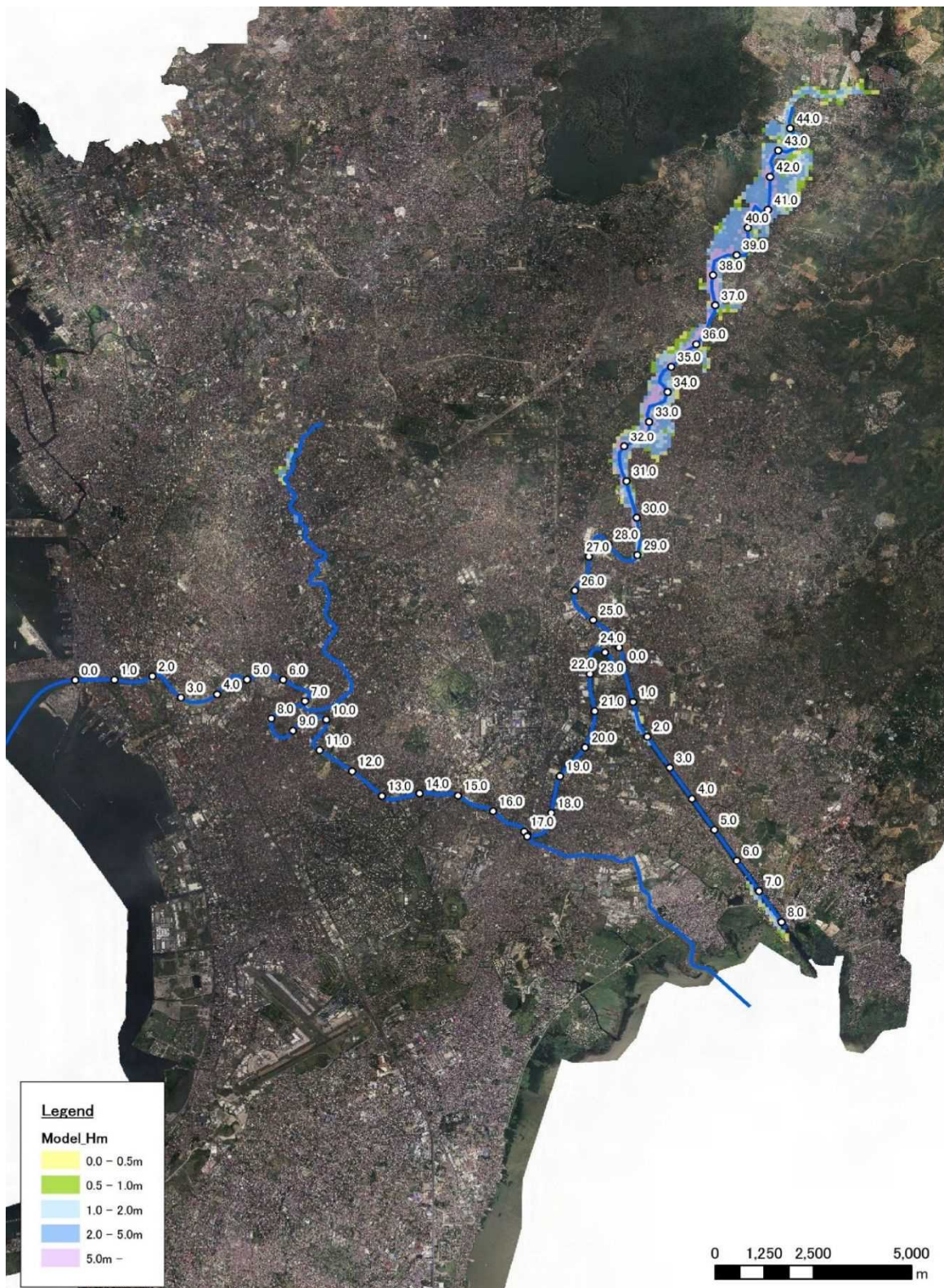
氾濫解析により気候変動による浸水区域の変化を比較した結果を図 6.3～図 6.5 に示す。フェーズIV終了時点での浸水面積が 1/30 では約 1.45 倍、1/100 では約 1.19 倍増加する。平均浸水深は、気候変動後により流量が増加し氾濫原に拡散することで、1/30 で約 51 cm、1/100 で約 8cm 低くなる。

表 6.3 気候変動によるインパクト

| Return Period (year) | Content                     | (A)No Climate Change (Present condition (2013)) | (B)After Climate Change* (2040) | 増加分 (B)-(A) | 増加率 (B)/(A) |
|----------------------|-----------------------------|---|---------------------------------|-------------|-------------|
| 30                   | Inundation Area(km2)        | 10.38   | 15.03                           | 4.65        | 1.45        |
|                      | Average Inundation Depth(m) | 2.87  | 2.36                            | -0.51       | 0.82        |
| 100                  | Inundation Area(km2)        | 26.54   | 31.53                           | 4.99        | 1.19        |
|                      | Average Inundation Depth(m) | 1.69  | 1.62                            | -0.08       | 0.96        |

出典：JICA 調査団

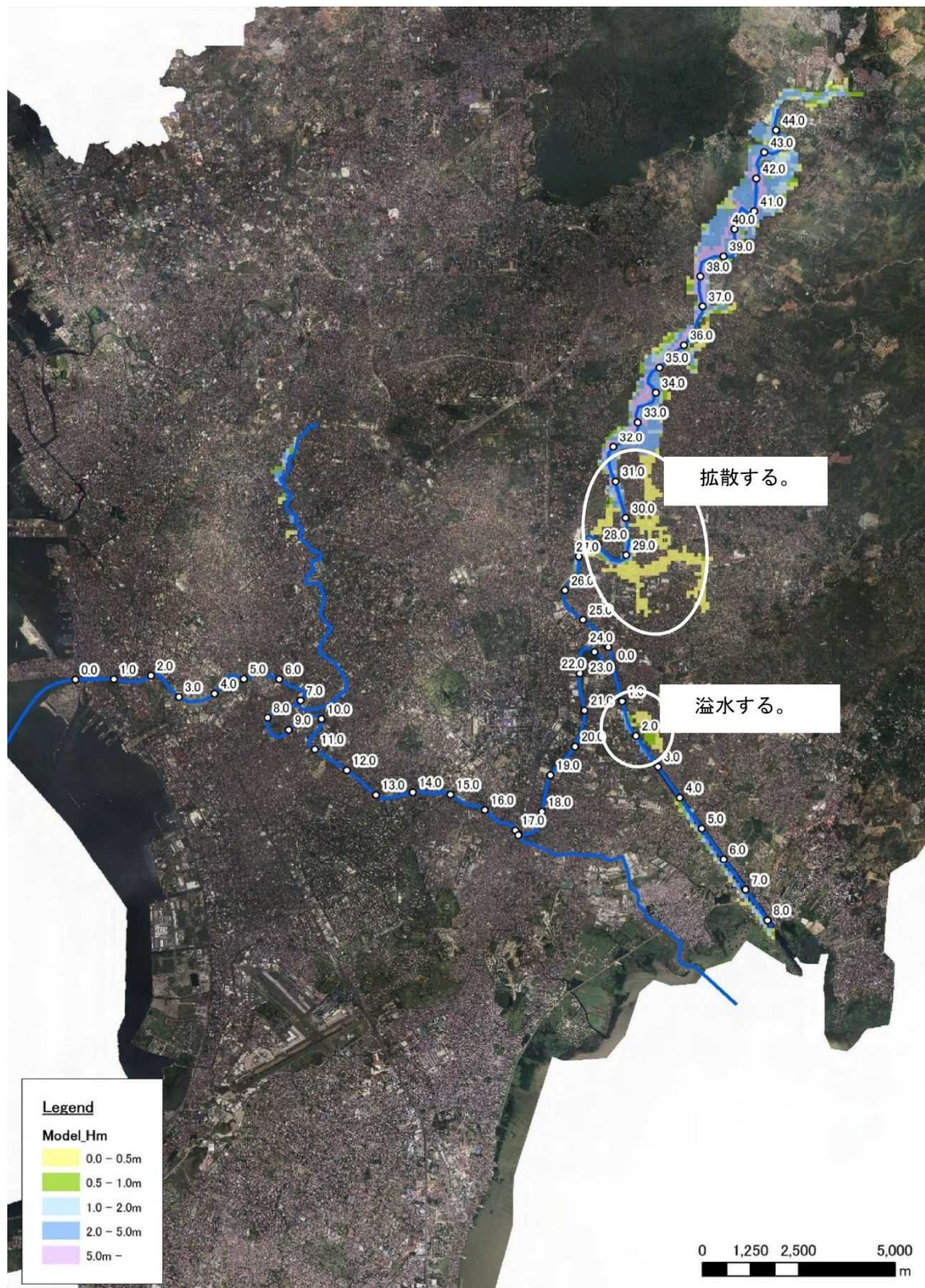
【フェーズIV終了後：1/30】



出典：JICA 調査団

図 6.2 気候変動による浸水想定区域の変化（フェーズIV終了後、1/30）

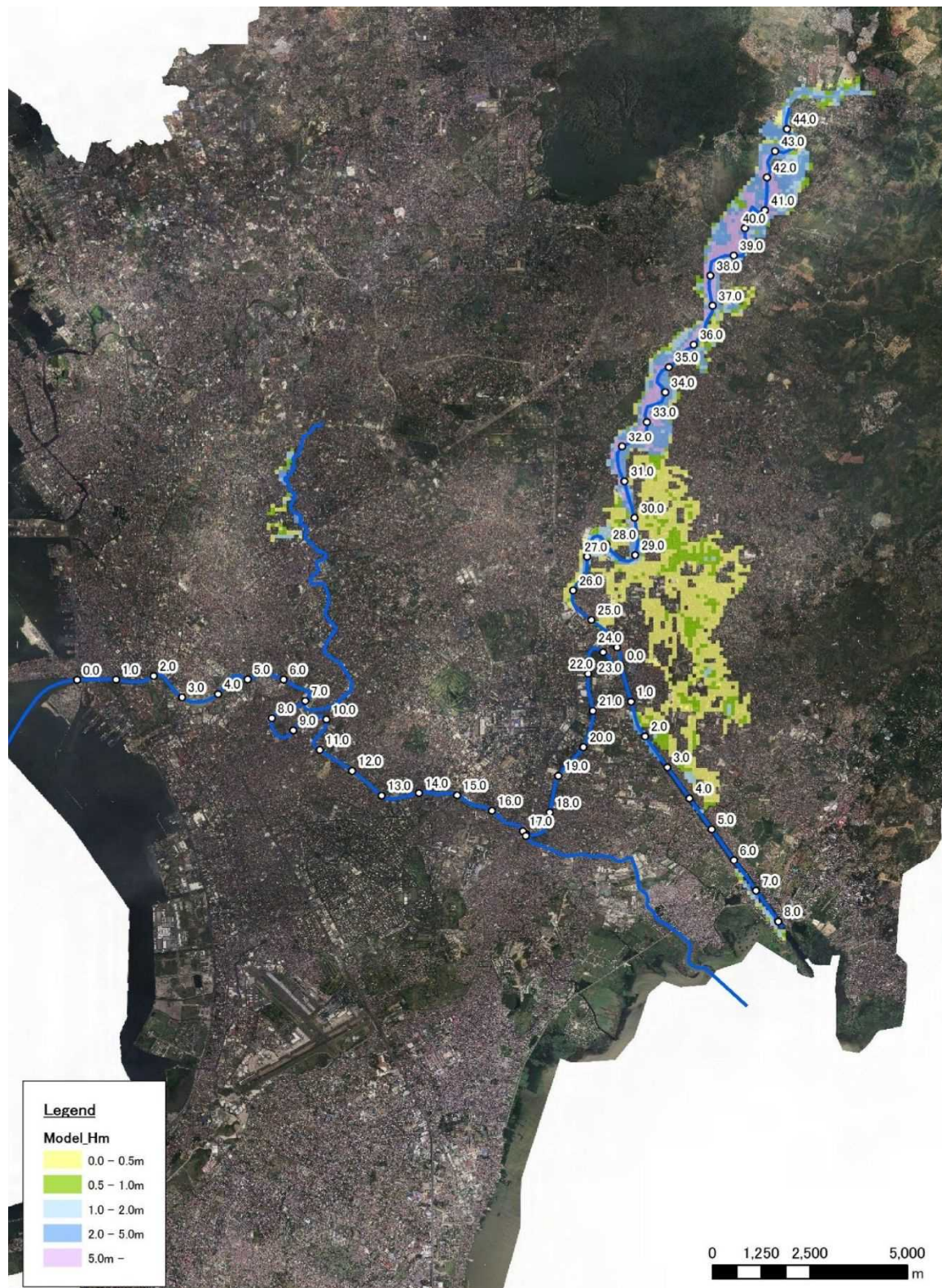
【フェーズIV終了後：1/30（気候変動後）】



出典：JICA 調査団

図 6.3 気候変動による浸水想定区域の変化（フェーズIV終了後、1/30 気候変動後）

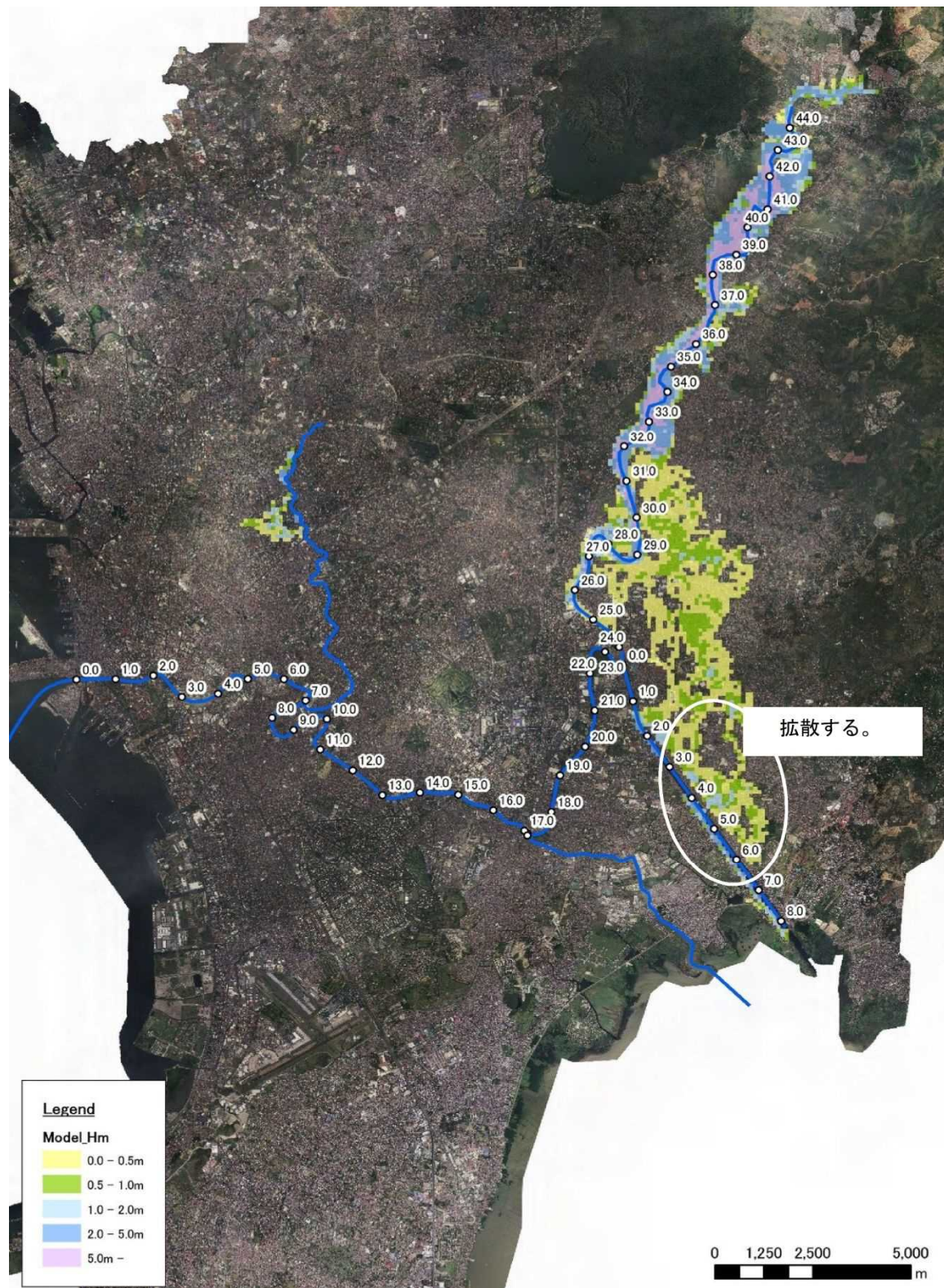
【フェーズIV終了後：1/100】



出典：JICA 調査団

図 6.4 気候変動による浸水想定区域の変化（フェーズIV終了後、1/100）

【フェーズIV終了後：1/100（気候変動後）】



出典：JICA 調査団

図 6.5 気候変動による浸水想定区域の変化（フェーズIV終了後、1/100 気候変動後）

### 6.3 気候変動の適応策

気候変動の影響により Sto.Nino 地点のピーク流量は約 2~8%増加することが予想される。  
気候変動に伴い増加する流量については、構造物対策および非構造物対策での適応が考えられる。

#### 6.3.1 構造物対策

前述した 4.4.1 の 1/100 の代替案について、想定される気候変動の適応策（構造物対策）を表 6.4 ~表 6.5 に整理を行った。

構造物対策としては、洪水処理システムの特徴から MCGS の上流および下流での対応に分けられる。

MCGS より上流については、Sto.Nino 上流の洪水調節施設により対応する案とマンガハン放水路への分派量を増やして対応する案が考えられる。

Sto.Nino 上流の洪水調節施設としては、遊水池容量を増加させる、ダムの洪水調節機能の改良、新たにダムを建設による対応が考えられる。

マンガハン放水路への分派量を増やして対応することからマンガハン放水路の能力強化が上げられる。能力強化の方策としては、マンガハン放水路の河道掘削による河積の確保、ラグナ湖の水位を下げるための新規放水路の建設などが考えられる。

MCGS より下流については、主にサンファン川からの流入量の低減対策となることから、この対策として、サンファン川における地下放水路、地下貯留施設（地下トンネル）および流出抑制施設（防災調節池、雨貯留浸透施設、浸透施設）の実施などが考えられる。

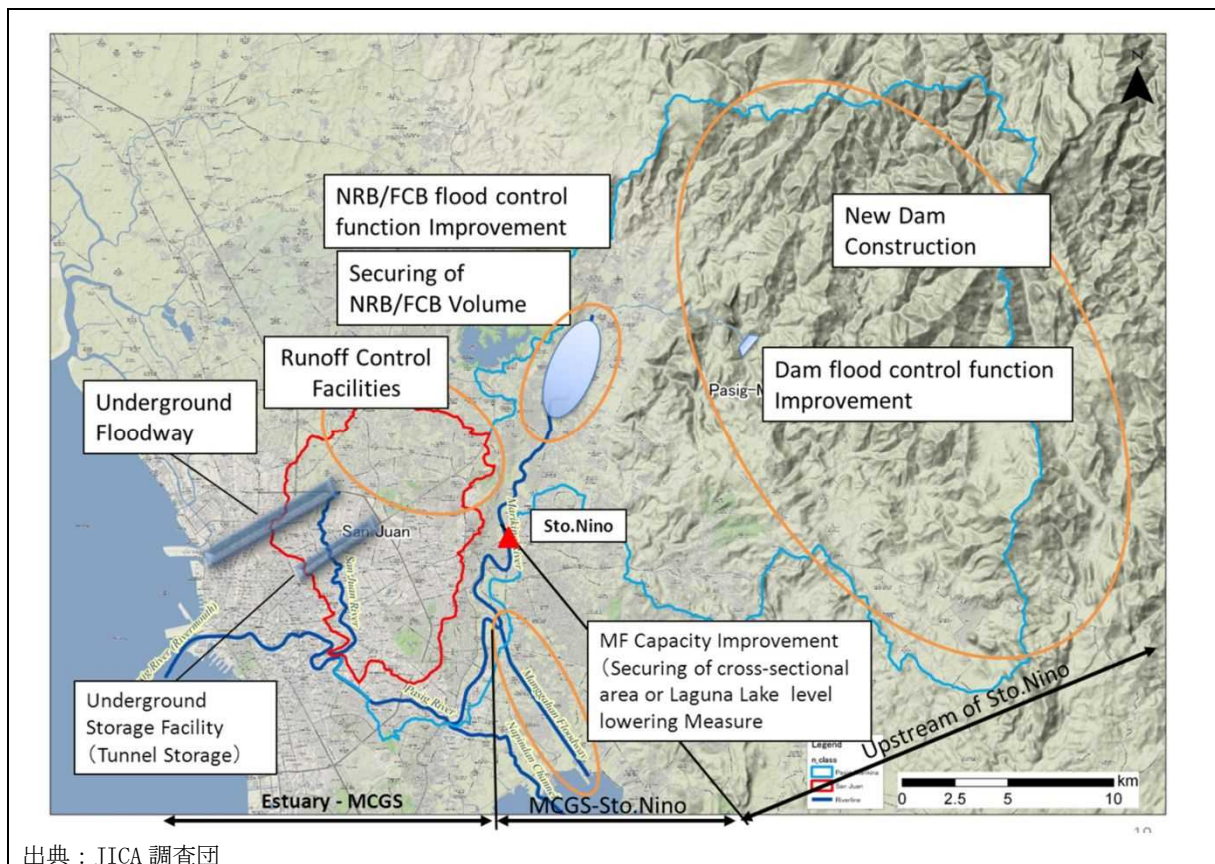


図 6.6 気候変動適応策（構造物対策）概要図



表 6.4 各代替案における気候変動への構造物対策 (A-1～A3)

| Alternative                | A-1      | A-2-1   | A-3         | A-2-2    |
|----------------------------|----------|---------|-------------|----------|
| Upper Upper Marikina River | ダム+自然遊水地 | 河道改修+ダム | 河道改修+ダム+遊水池 | 河道改修+ダム※ |
| (1)Sto.Nino 上流             |          |         |             |          |
| ダムのかさ上げ                    | ○        | ○       | ○           | ○        |
| ダム洪水吐きの改造                  | ○        | ○       | ○           | ○        |
| 新規ダム建設                     | ○        | ○       | ○           | ○        |
| 遊水地容量の確保                   | ○        | -       | ○           | -        |
| 遊水地越流堤の改良・設置               | ○        | -       | ○           | -        |
| (2)MCGS-Sto.Nino           |          |         |             |          |
| 河道改修+マンガハン放水路能力強化          | ○        | ○       | ○           | ○        |
| ラグナ湖水位低下対策                 | ○        | ○       | ○           | ○        |
| (3)MCGS 下流                 |          |         |             |          |
| 流出抑制施設                     | ○        | ○       | ○           | ○        |
| 地下放水路                      | ○        | ○       | ○           | ○        |
| 地下貯留施設((トンネル)              | ○        | ○       | ○           | ○        |

※：ダム整備の途中段階で遊水地機能拡大

出典：JICA 調査団

表 6.5 各代替案における気候変動への構造物対策 (O-1～O-2、B-1～B-3)

| Alternative                | O-1      | O-2     | B-1        | B-2-1    | B-3         | B-2-2    |
|----------------------------|----------|---------|------------|----------|-------------|----------|
| Upper Upper Marikina River | ダム+自然遊水地 | 河道改修+ダム | ダム+遊水地機能拡大 | 河道改修+ダム※ | 河道改修+ダム+遊水池 | 河道改修+ダム※ |
| (1)Sto.Nino 上流             |          |         |            |          |             |          |
| ダムのかさ上げ                    | ○        | ○       | ○          | ○        | ○           | ○        |
| ダム洪水吐きの改造                  | ○        | ○       | ○          | ○        | ○           | ○        |
| 新規ダム建設                     | ○        | ○       | ○          | ○        | ○           | ○        |
| 遊水地容量の確保                   | ○        | -       | ○          | -        | ○           | -        |
| 遊水地越流堤の改良・設置               | ○        | -       | ○          | -        | ○           | -        |
| (2)MCGS-Sto.Nino           |          |         |            |          |             |          |
| 河道改修+マンガハン放水路能力強化          | ○        | ○       | ○          | ○        | ○           | ○        |
| ラグナ湖水位低下対策                 | ○        | ○       | ○          | ○        | ○           | ○        |
| (3)MCGS 下流                 |          |         |            |          |             |          |
| 流出抑制施設                     | ○        | ○       | ○          | ○        | ○           | ○        |
| 地下放水路                      | ○        | ○       | ○          | ○        | ○           | ○        |
| 地下貯留施設((トンネル)              | ○        | ○       | ○          | ○        | ○           | ○        |

※：ダム整備の途中段階で遊水地機能拡大

出典：JICA 調査団

### 6.3.2 非構造物対策

前述した 1/30、1/100 氾浸水状況図からパッシング・マリキナ川流域における浸水状況の変化を整理すると以下のとおりである。

気候変動を考慮した場合、Nangka 川合流点上流部において浸水深が増加する傾向が強い MCGS ～Nangka 川合流点においては、浸水深の増加および浸水面積の拡大する傾向が強い。河口～MCGS の区間においては、サンファン川からの浸水面積が拡大する傾向が強い。

気候変動への影響により浸水面積および浸水深が増大するが、増分への非構造物対策としては、洪水避難システムの整備、ハザードマップを考慮した土地利用規制、流域の保水機能の保全などが上げられる。

気候変動へ適応に応じた非構造物対策については、協力準備調査において整理されており、以下にその対策を示す。

非構造物対策については気候変動インパクトによる地域の浸水状況の変化に応じて強化・拡張していくことが望ましい。前述した気候変動後の浸水状況から表 6.6 に示した非構造物対策について表 6.6 にその対応を整理した。

**表 6.6 気候変動影響に応じた非構造物対策**

| 適応策             |                             | 水深増大対応               | 氾濫面積拡大に対応 |   |
|-----------------|-----------------------------|----------------------|-----------|---|
|                 |                             | (A)                  | (B)       |   |
| 洪水避難システムおよび洪水準備 | 準備                          | 洪水ハザードマップ 修正・周知範囲の拡張 | ○         |   |
|                 |                             | 避難所の増設・避難ルートの再設定     | ○         |   |
|                 |                             | 救難救助物資の質・量に関する再検討    | ○         |   |
|                 |                             | 洪水警報発令基準の設定          | -         |   |
|                 | 情報伝達                        | 通信システムの導入促進・拡張       | -         | ○ |
|                 |                             | 洪水表示板の増設             | -         | ○ |
|                 | モニタリング・警報                   | Warning Post の増設     | -         | ○ |
| CCTV の設置        |                             | -                    | ○         |   |
| 土地利用規制          | 簡易水位観測所の設置                  | -                    | -         |   |
|                 | LGU におけるハザードマップを考慮した土地利用規制  | ○                    | ○         |   |
|                 | 道路や宅地の嵩上げ                   | ○                    | ○         |   |
|                 | 流域の保水機能を保つための条例策定 (防災調整池など) | ○                    | ○         |   |

出典：JICA 2011

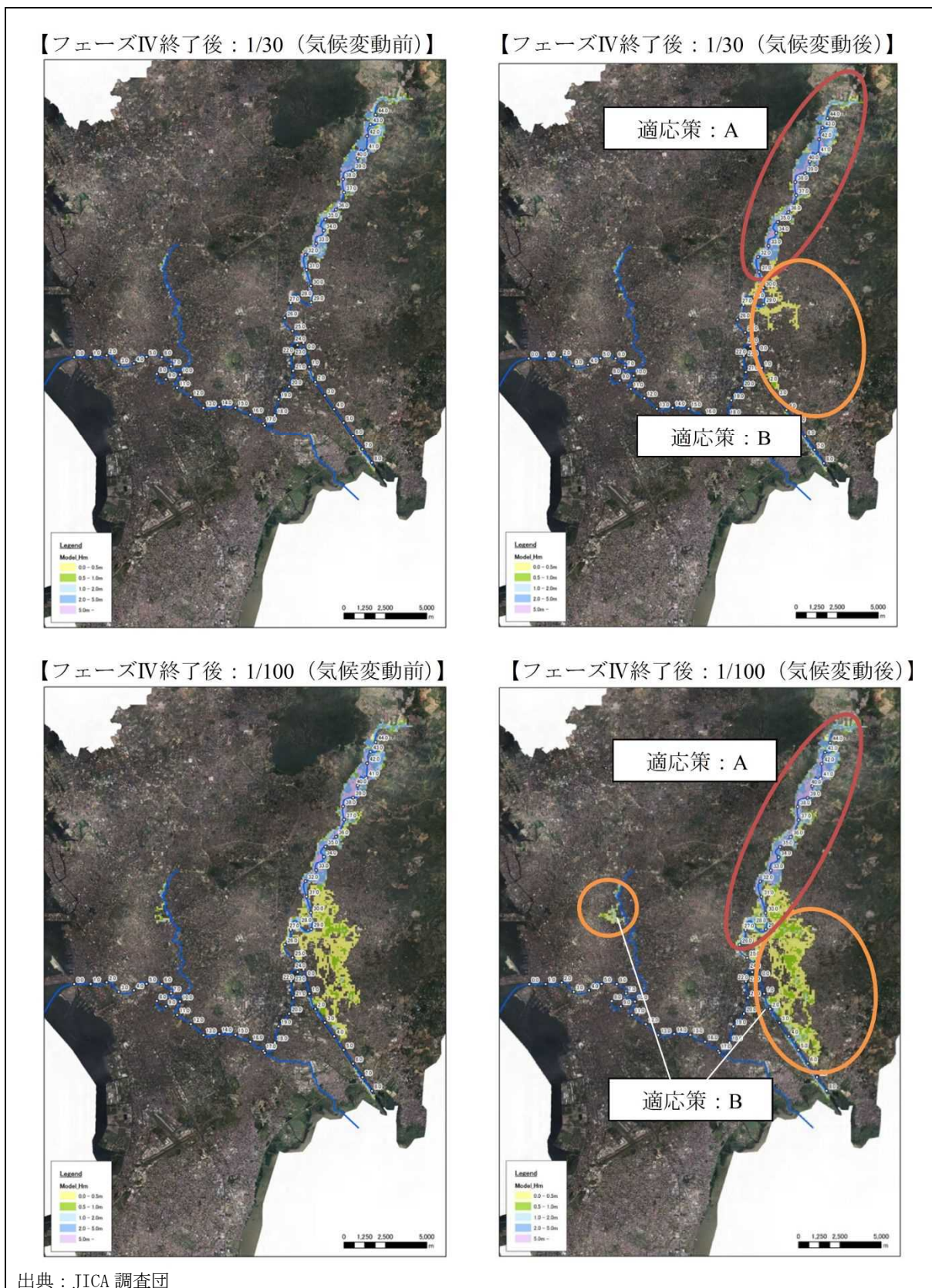


図 6.7 気候変動適応策（非構造物対策）

## 第 7 章 結論と勧告

本調査で実施した作業項目は、下記に大別できる。

- ① 気候変動影響を踏まえた適切なデータセットに基づく洪水解析モデルの構築
- ② 世界銀行調査で検討された構造物対策についての技術的評価
- ③ 1/30年確率洪水および1/100年確率洪水に対する治水代替案の検討と今後の治水対策の方向性の提示

### 7.1 結論

上記の作業項目毎の成果・結論を以下に示す。

#### 7.1.1 気候変動を踏まえた適切なデータセットに基づく洪水解析モデルの構築

洪水流出モデル(WEB-DHM モデル)と、河道水理モデル(一次元不定流モデル)及び氾濫モデル(平面二次元不定流モデル)を統合した洪水解析モデルの構築を行った。データセットには詳細な標高データである LiDAR データ、最新の河道測量結果、最新の植生状況、土地利用データ、時間・空間分布を反映した気象データ用い、台風オンドイを含むタイプの異なる複数の洪水に対して精度の高いモデルを構築した。また、収集した詳細な地形データを用いて作成した精度の高い Sto.Nino の H-Q 式から実績流量の推定を行った。

##### 洪水解析モデル

洪水流出モデルは、流域の植生状況、土地利用の変化による流出形態の影響、水文・気象データの時間空間分布を反映させることが可能であり、現実的な大気-植生-土壌系の輸送モデルを有し精度の高い解析を行える、WEB-DHM モデルを採用した。

河道水理モデル及び氾濫モデルには、ラグナ湖の水位による影響、既往の整備区間と新たな対策実施区間における対策効果、遊水地又は遊水効果が適切に反映させることが可能な、一次元不定流モデルの河道モデルと平面二次元不定流モデルの氾濫モデルを採用した。

##### 複数洪水による洪水解析モデルの検証

流域は、最下流にメトロマニラ中心部を抱えており、これまで様々な洪水を想定するなかで 1/30 年生起確率規模の洪水に対する安全性の確保が進められてきている。本調査では将来的な整備目標である 1/100 年生起確率規模に対する安全性を考慮するため、近年の最大被害をもたらした台風オンドイを含む、複数の降雨波形(短時間に高強度の降雨が発生したケース、長時間にわたり降雨が継続したケースなど)によりモデル定数の検証を行い、洪水解析モデルの精度を向上させた。

##### 実績流量の推定

洪水解析モデルの定数を同定するにあたって実績の水位と流量が重要となるが、近年、流量観測が行われておらず、実績の流量資料が存在しない。H-Q 式は既往調査において提案されているものがあるが、実績流量データの存在しない高水位における精度が不足していた。そのため、本検討において収集した LiDAR データと河道測量データを組み合わせた河道断面データの作成及び河道諸元の再設定を行い、不等流計算により H-Q 式を作成し、精度の高い実績流量の推定を行った。

#### 7.1.2 世界銀行調査で検討された構造物対策についての技術的評価

1990 年 JICA マスタープランに基づく PMRCIP と世界銀行調査における計画流量の比較を図 7.1 に示す。

PMRCIP では、MCGS での分派によりマリキナ川下流への流下量を  $500\text{m}^3/\text{s}$  とし、洪水時には NHCS を閉塞してナピンダン水路との分断をはかる計画となっている。一方、世界銀行調査での提案では、MCGS を建設せず、ロザリオ堰のみの操作で分派を行う一方、NHCS を開放して洪水のナピンダン水路からラグナ湖への流入を計画に盛り込んでいる。

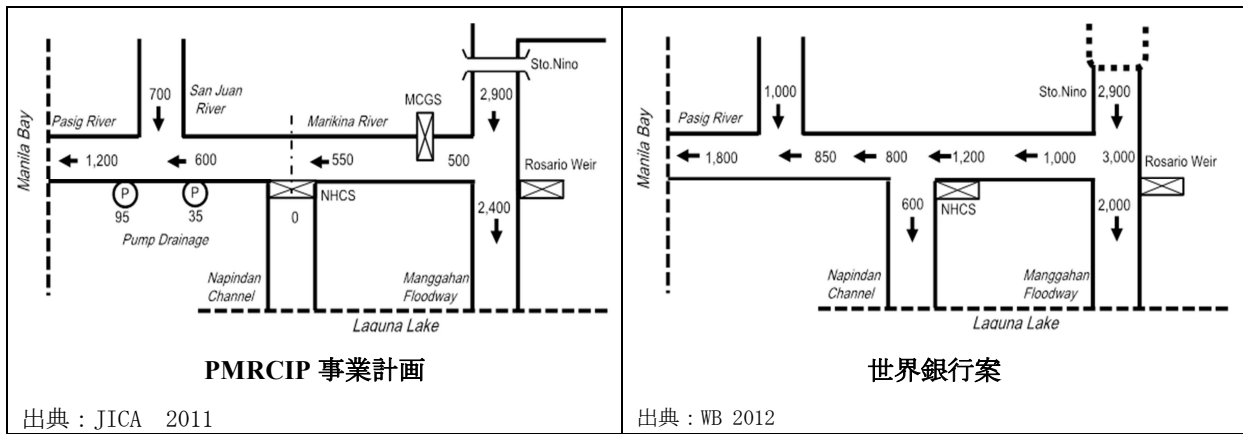


図 7.1 PMRCIP と世界銀行調査における計画流量の比較

「マニラ首都圏及び周辺地域における水資源開発計画にかかる基礎情報収集調査」での降雨解析結果、また本調査でのラグナ湖水位変動解析の結果を踏まえ、本調査で構築した洪水解析モデルを用いて解析を行った結果、下記の結論に達した。

(1) MCGS の分派機能の必要性

調査の結果、MCGS の機能を有する JICA マスタープランに基づいた本調査の治水対策は、信頼性、事業の継続性・実現性、段階的に治水安全度の向上などにおいて、MCGS の機能を有しない治水対策より効果的であることがわかった。MCGS の機能を有する治水対策の特徴を以下に示す。

(信頼性)

MCGS の機能を有する治水対策は、MCGS の機能により、様々な降雨パターンに対してもマンガハン放水路への分派を確実にし、ラグナ湖を洪水調節施設として最大限活用できると共に、マリキナ川下流への通過流量を制御でき、マニラ中心部である下流区間の安全性を確保可能である。また、超過洪水や気候変動に対しても MCGS の分派機能により下流区間の安全性を確保可能である。

(事業の実現性)

MCGS の機能を有する治水対策は、MCGS の機能により、現在実施中の PMRCIP(Phase II, III)の再改修や既設橋梁の架け替え、ナピンダン水路の再改修などを行わずに済み、既投資済み事業の手戻りなく、事業を進めていくことが可能であり、実現性は高い。

(段階的治水安全度の向上)

MCGS の機能を有する治水対策は、MCGS の機能により、マリキナ川下流への流量が制御されることから、MCGS の上流・下流で洪水対策を切り離して実施することが可能となる。MCGS 下流の治水安全度を 1/30 年確率洪水対応を確保しつつ、上流に向けて整備を進めていくことができる。

また、MCGS の機能を有する治水対策は、パッシング川、マリキナ川下流、マリキナ川上流、マリキナ川上流上流の各区間の整備に応じて、信頼性を確保しつつ、流域の治水安全度を下げることなく、段階的に上げていくことが可能である。

(2) NHCS の取り扱い

ラグナ湖水位変動解析の結果、洪水時にはマンガハン放水路流入点（ロザリオ堰）の水位は常にラグナ湖水位より高くなっているのに対し、ナピンダン水路合流点（NHCS）とラグナ湖との水位には明確な関係が確認できないとの結論に達した。また、パッシング-マリキナ川からの流入がラグナ湖の水位上昇に与える影響は小さいことも確認できた。したがって、洪水時におけるラグナ湖からパッシング川への流入を遮断し、マリキナ下流～パッシング流域の被災ポテンシャルの増加を回避できることから、洪水時においては NHCS を全閉することを提案する。

- 洪水時に NHCS を全閉することにより、ラグナ湖水位がパッシング川水位より高い場合において、ラグナ湖からパッシング川へ流入を確実に遮断することができる。
- 一方、洪水時に NHCS を全開しその自然分派を計画上見込んだ場合、ラグナ湖水位が高い

場合にはパッシング川からラグナ湖へ逆流は期待できないため、計画上の不確実性が残る。また、超過洪水時においてパッシング-マリキナ川下流への被災ポテンシャルが増加する可能性があること、マリキナ川下流区間の水位上昇に伴う PMRCIP (Phase II, III) 事業の手戻り (堤防嵩上げ、橋梁架け替え) が必要となること、ナピンダン水路の再改修 (堤防嵩上げ、それに伴う用地買収) が必要となること、など多くの課題が残る。

### (3) パッシング川の浚渫規模

MCGS なし・NHCS 全開案では、パッシング川の対象流量は  $1,800\text{m}^3/\text{s}$  と PMRCIP の計画高水流量  $1,200\text{m}^3/\text{s}$  より約 1.5 倍大きく、浚渫高は計画河床より約 2~3m 深く浚渫規模は大規模なものとなり、河道の機能維持は難しく、莫大な維持管理費が必要となるため、実現性に乏しい。

本調査の代替案においては、パッシング川の 1/100 年確率洪水の計画流量は  $1,400\text{m}^3/\text{s}$  と既往計画より  $+200\text{m}^3/\text{s}$  増となるが、計画河床 (安定河床) まで浚渫すれば  $1,400\text{m}^3/\text{s}$  の流下能力が確保できる。なお、本浚渫は維持管理の範囲内で済む。

#### 7.1.3 1/30 年確率洪水および 1/100 年確率洪水に対する治水代替案の検討と今後の治水対策の方向性

近年の洪水を踏まえた計画降雨および最新の手法による見直しにより、1/30 年確率洪水の流量は Sto.Nino で  $3,100\text{m}^3/\text{s}$  と、PMRCIP の計画流量  $2,900\text{m}^3/\text{s}$  より大きくなる結果となった。これに対する代替案として、現行の PMRCIP 計画案 (O 案) と共に、フェーズ IV 区間とマンガハン放水路の機能強化を加えた案 (A 案)、Sto.Nino より上流での遊水地の機能を強化する案 (B 案) の提案を行った。また、1/100 年確率洪水の治水代替案は、1/30 年確率洪水からの段階的な整備シナリオを踏まえて、「ダム」あるいは「ダム+遊水地」により対応する 10 案 ( $2,900\text{m}^3/\text{s}$  : O 案から 2 案および B 案から 4 案、 $3,100\text{m}^3/\text{s}$  : A 案から 4 案) を提案した。(図 7.2 参照) これら提案した代替案について経済評価を行った結果、全ての代替案で経済的に妥当であることが確認された。また、将来の気候変動に対しても様々なオプションにより対応可能である。

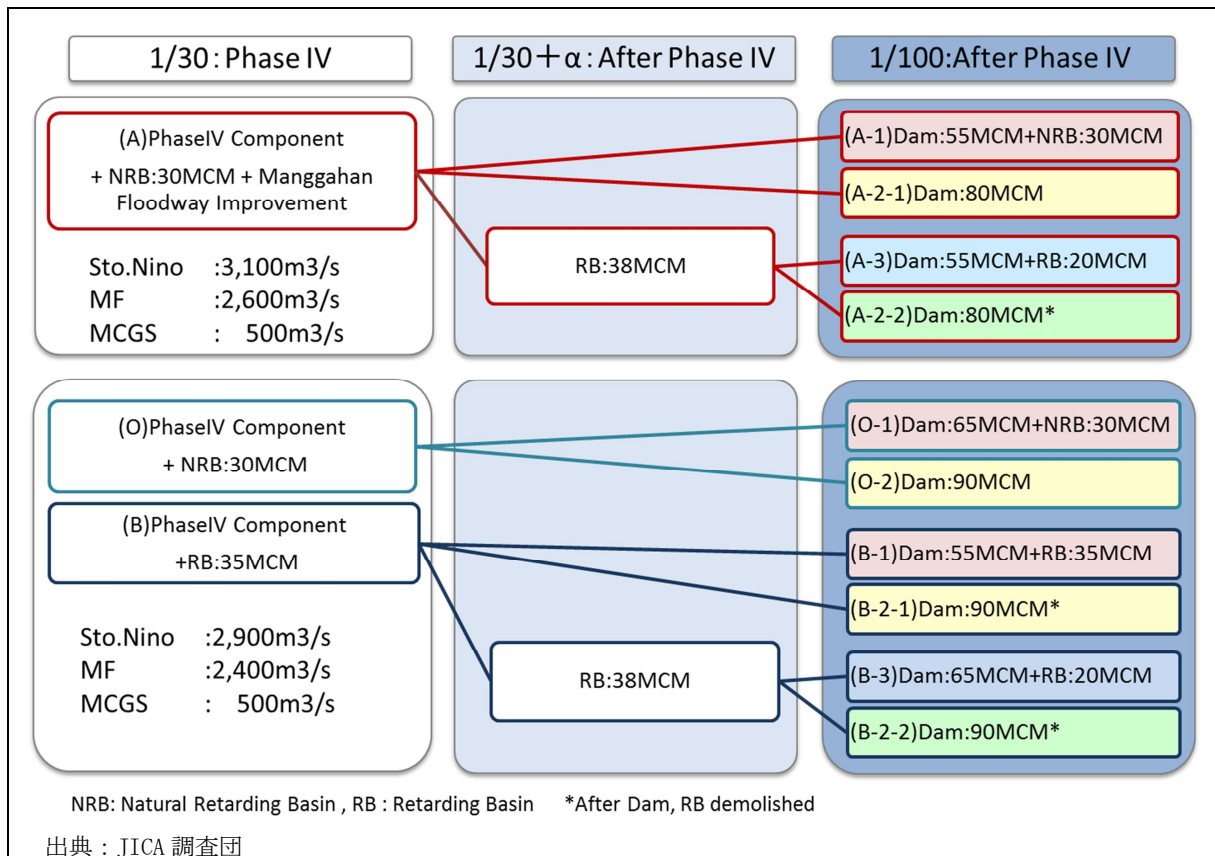


図 7.2 パッシング-マリキナ川 段階的整備シナリオと治水代替案

## 7.2 勧告

### 7.2.1 今後必要となる調査

本調査は、既往調査の結果をもとに検討を行っており、実施にあたってはさらに調査、解析を行い、それに基づき計画・設計を行う必要がある。

- ダム適地・規模の検討
- 遊水地規模・容量、自然遊水地の範囲の検討
- PhaseIV 区間の計画高水流量及び HWL
- マンガハン放水路の浚渫・河道掘削範囲

### 7.2.2 マンガハン放水路の機能維持および強化

現在のマンガハン放水路は、不法占拠の堤外家屋、土砂堆積により設計流量  $2,400\text{m}^3/\text{s}$  を確保できていない状況にある。MCGS の機能により、マンガハン放水路への所定の分派量を確実に分派するためには、マンガハン放水路の機能回復が前提条件となる。このため、堤外家屋の移転、堆積土砂の浚渫によりマンガハン放水路の機能を回復する必要がある。

また、Sto.Nino 地点の計画流量が  $3,100\text{m}^3/\text{s}$  の場合、計画分派量を  $200\text{m}^3/\text{s}$  増加させて  $2,600\text{m}^3/\text{s}$  が流下できるようマンガハン放水路の流下能力を増やす必要がある。さらに、超過洪水あるいは気候変動に対応するためにもマンガハン放水路の機能を強化しておくことが重要となる。マンガハン放水路のラグナ湖から約  $5\text{km}$  の区間は土堤構造であり河道内掘削により容易にその機能を強化することが可能である。

### 7.2.3 遊水地調査の必要性、自然遊水地機能の確保

1/100 年確率洪水の治水代替案は「ダム」のみの案と「ダム＋遊水地」案とに分かれるが、「ダム」のみの案が採用されたとしても、ダムが完成するまでには時間を要することから、現在のマリキナ川上流上流区間で有している自然遊水機能を確保しておくことが得策である。この機能を担保するためには、自然遊水機能を有する土地を確定し、自然遊水地地区として指定する必要がある。

付属 1 : 図







付属 2 : 表

巻末表 4.4.1 各代替案の事業費(2012年価格)

(O)Phase IV (1/30(as of 2002)) unit:million peso

| Section                    | Contents     | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Price contingency cost | Total           |
|----------------------------|--------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,200m3/s 対応 | -                        | -                 | -                        | -                   | -                         | -                      | -               |
| Pasig River Phase2         | Phase2       | 3,033.2                  | 10.9              | 371.2                    | 107.5               | 170.8                     | 369.4                  | <b>4,063.0</b>  |
| Lower Marikina River       | Phase3       | 2,164.4                  | 7.7               | 264.9                    | 76.7                | 122.0                     | 263.5                  | <b>2,899.2</b>  |
| MCGS                       | MCGS         | 3,181.8                  | 3.2               | 437.2                    | 108.7               | 181.2                     | 391.2                  | <b>4,303.3</b>  |
| Mangahan Floodway          | 2,400m3/s 対応 | 3,346.3                  | 91.6              | 535.4                    | 120.3               | 167.3                     | 426.1                  | <b>4,687.0</b>  |
| Upper Marikina River       | Phase4       | 3,078.8                  | 16.2              | 423.2                    | 105.3               | 175.9                     | 380.0                  | <b>4,179.4</b>  |
| Upper Upper Marikina River | 自然遊水池        | -                        | -                 | -                        | -                   | -                         | -                      | -               |
| Dam                        |              | -                        | -                 | -                        | -                   | -                         | -                      | -               |
| <b>Total</b>               |              | <b>14,804.5</b>          | <b>129.6</b>      | <b>2,031.9</b>           | <b>518.5</b>        | <b>817.2</b>              | <b>1,830.2</b>         | <b>20,131.9</b> |

(A)PhaseIV+Mangahan Floodway (1/30(as of 2013)) unit:million peso

| Section                    | Contents     | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Price contingency cost | Total           |
|----------------------------|--------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,300m3/s 対応 | 993.0                    | -                 | 158.9                    | 34.8                | 49.7                      | 123.7                  | <b>1,360.1</b>  |
| Pasig River Phase2         | Phase2       | 3,033.2                  | 10.9              | 371.2                    | 107.5               | 170.8                     | 369.4                  | <b>4,063.0</b>  |
| Lower Marikina River       | Phase3       | 2,164.4                  | 7.7               | 264.9                    | 76.7                | 122.0                     | 263.5                  | <b>2,899.2</b>  |
| MCGS                       | MCGS         | 3,181.8                  | 3.2               | 437.2                    | 108.7               | 181.2                     | 391.2                  | <b>4,303.3</b>  |
| Mangahan Floodway          | 2,600m3/s 対応 | 3,625.2                  | 99.2              | 580.0                    | 130.4               | 181.3                     | 461.6                  | <b>5,077.7</b>  |
| Upper Marikina River       | 3,100m3/s 対応 | 3,291.1                  | 17.2              | 452.4                    | 112.6               | 188.0                     | 406.2                  | <b>4,467.5</b>  |
| Upper Upper Marikina River | 自然遊水池        | -                        | -                 | -                        | -                   | -                         | -                      | -               |
| Dam                        |              | -                        | -                 | -                        | -                   | -                         | -                      | -               |
| <b>Total</b>               |              | <b>16,288.7</b>          | <b>138.2</b>      | <b>2,264.6</b>           | <b>570.7</b>        | <b>893.0</b>              | <b>2,015.6</b>         | <b>22,170.8</b> |

(B)PhaseIV+Retarding Basin (1/30(as of 2013)) unit:million peso

| Section                    | Contents     | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Price contingency cost | Total           |
|----------------------------|--------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,300m3/s 対応 | 993.0                    | -                 | 158.9                    | 34.8                | 49.7                      | 123.7                  | <b>1,360.1</b>  |
| Pasig River Phase2         | Phase2       | 3,033.2                  | 10.9              | 371.2                    | 107.5               | 170.8                     | 369.4                  | <b>4,063.0</b>  |
| Lower Marikina River       | Phase3       | 2,164.4                  | 7.7               | 264.9                    | 76.7                | 122.0                     | 263.5                  | <b>2,899.2</b>  |
| MCGS                       | MCGS         | 3,181.8                  | 3.2               | 437.2                    | 108.7               | 181.2                     | 391.2                  | <b>4,303.3</b>  |
| Mangahan Floodway          | 2,400m3/s 対応 | 3,346.3                  | 91.6              | 535.4                    | 120.3               | 167.3                     | 426.1                  | <b>4,687.0</b>  |
| Upper Marikina River       | Phase4       | 3,078.8                  | 16.2              | 423.2                    | 105.3               | 175.9                     | 380.0                  | <b>4,179.4</b>  |
| Upper Upper Marikina River | 自然遊水池        | -                        | -                 | -                        | -                   | -                         | -                      | -               |
|                            | 遊水池 5MCM     | 1,543.5                  | 1,250.0           | 247.0                    | 99.1                | 77.2                      | 325.3                  | <b>3,542.1</b>  |
| Dam                        |              | -                        | -                 | -                        | -                   | -                         | -                      | -               |
| <b>Total</b>               |              | <b>17,341.0</b>          | <b>1,379.6</b>    | <b>2,437.8</b>           | <b>652.4</b>        | <b>944.1</b>              | <b>2,279.2</b>         | <b>25,034.1</b> |

巻末表 4.4.2 各代替案の事業費(2012年価格)

A-1:Dam&NRB (1/100) unit:million peso

| Section                    | Contents     | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Price contingency cost | Total           |
|----------------------------|--------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,400m3/s 対応 | 1,986.0                  | -                 | 317.8                    | 69.6                | 99.3                      | 247.3                  | 2,720.0         |
| Pasig River Phase2         | Phase2       | 3,033.2                  | 10.9              | 371.2                    | 107.5               | 170.8                     | 369.4                  | 4,063.0         |
| Lower Marikina River       | Phase3       | 2,164.4                  | 7.7               | 264.9                    | 76.7                | 122.0                     | 263.5                  | 2,899.2         |
| MCGS                       | MCGS         | 3,181.8                  | 3.2               | 437.2                    | 108.7               | 181.2                     | 391.2                  | 4,303.3         |
| Mangahan Floodway          | 2,600m3/s 対応 | 3,625.2                  | 99.2              | 580.0                    | 130.4               | 181.3                     | 461.6                  | 5,077.7         |
| Upper Marikina River       | 3,100m3/s 対応 | 3,291.1                  | 17.2              | 452.4                    | 112.6               | 188.0                     | 406.2                  | 4,467.5         |
| Upper Upper Marikina River | 自然遊水池        | -                        | 21,814.8          | -                        | 763.5               | -                         | 2,257.8                | 24,836.1        |
| Dam                        | ダム 55MCM     | 8,396.6                  | -                 | 1,343.5                  | 293.9               | 419.8                     | 1,045.4                | 11,499.2        |
| <b>Total</b>               |              | <b>25,678.3</b>          | <b>21,953.0</b>   | <b>3,767.0</b>           | <b>1,662.9</b>      | <b>1,362.4</b>            | <b>5,442.4</b>         | <b>59,866.0</b> |

A-2-1:Dam (1/100) unit:million peso

| Section                    | Contents       | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Price contingency cost | Total           |
|----------------------------|----------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,400m3/s 対応   | 1,986.0                  | -                 | 317.8                    | 69.6                | 99.3                      | 247.3                  | 2,720.0         |
| Pasig River Phase2         | Phase2         | 3,033.2                  | 10.9              | 371.2                    | 107.5               | 170.8                     | 369.4                  | 4,063.0         |
| Lower Marikina River       | Phase3         | 2,164.4                  | 7.7               | 264.9                    | 76.7                | 122.0                     | 263.5                  | 2,899.2         |
| MCGS                       | MCGS           | 3,181.8                  | 3.2               | 437.2                    | 108.7               | 181.2                     | 391.2                  | 4,303.3         |
| Mangahan Floodway          | 2,600m3/s 対応   | 3,625.2                  | 99.2              | 580.0                    | 130.4               | 181.3                     | 461.6                  | 5,077.7         |
| Upper Marikina River       | 3,100m3/s 対応   | 3,291.1                  | 17.2              | 452.4                    | 112.6               | 188.0                     | 406.2                  | 4,467.5         |
| Upper Upper Marikina River | 河道改修 3,100m3/s | 1,475.1                  | 34.6              | 236.1                    | 52.8                | 73.8                      | 187.3                  | 2,059.7         |
|                            | 自然遊水池          | -                        | 21,780.2          | -                        | 763.5               | -                         | 2,257.8                | 24,801.5        |
| Dam                        | ダム 80MCM       | 9,261.0                  | -                 | 1,481.8                  | 324.1               | 463.1                     | 1,153.0                | 12,683.0        |
| <b>Total</b>               |                | <b>28,017.8</b>          | <b>21,953.0</b>   | <b>4,141.4</b>           | <b>1,745.9</b>      | <b>1,479.5</b>            | <b>5,737.3</b>         | <b>63,074.9</b> |

A-3:Dam&RB (1/100) unit:million peso

| Section                    | Contents       | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Price contingency cost | Total           |
|----------------------------|----------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,400m3/s 対応   | 1,986.0                  | -                 | 317.8                    | 69.6                | 99.3                      | 247.3                  | 2,720.0         |
| Pasig River Phase2         | Phase2         | 3,033.2                  | 10.9              | 371.2                    | 107.5               | 170.8                     | 369.4                  | 4,063.0         |
| Lower Marikina River       | Phase3         | 2,164.4                  | 7.7               | 264.9                    | 76.7                | 122.0                     | 263.5                  | 2,899.2         |
| MCGS                       | MCGS           | 3,181.8                  | 3.2               | 437.2                    | 108.7               | 181.2                     | 391.2                  | 4,303.3         |
| Mangahan Floodway          | 2,600m3/s 対応   | 3,625.2                  | 99.2              | 580.0                    | 130.4               | 181.3                     | 461.6                  | 5,077.7         |
| Upper Marikina River       | 3,100m3/s 対応   | 3,291.1                  | 17.2              | 452.4                    | 112.6               | 188.0                     | 406.2                  | 4,467.5         |
| Upper Upper Marikina River | 遊水池 20MCM      | 2,873.0                  | 2,000.0           | 459.7                    | 172.6               | 143.6                     | 570.7                  | 6,219.6         |
|                            | 河道改修 3,100m3/s | 1,475.1                  | 34.6              | 236.1                    | 52.8                | 73.8                      | 187.3                  | 2,059.7         |
|                            | 自然遊水池          | -                        | 19,780.2          | -                        | 763.5               | -                         | 2,257.8                | 22,801.5        |
| Dam                        | ダム 55MCM       | 8,396.6                  | -                 | 1,343.5                  | 293.9               | 419.8                     | 1,045.4                | 11,499.2        |
| <b>Total</b>               |                | <b>30,026.4</b>          | <b>21,953.0</b>   | <b>4,462.8</b>           | <b>1,888.3</b>      | <b>1,579.8</b>            | <b>6,200.4</b>         | <b>66,110.7</b> |

A-2-2:Dam\* (1/100) unit:million peso

| Section                    | Contents       | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Price contingency cost | Total           |
|----------------------------|----------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,400m3/s 対応   | 1,986.0                  | -                 | 317.8                    | 69.6                | 99.3                      | 247.3                  | 2,720.0         |
| Pasig River Phase2         | Phase2         | 3,033.2                  | 10.9              | 371.2                    | 107.5               | 170.8                     | 369.4                  | 4,063.0         |
| Lower Marikina River       | Phase3         | 2,164.4                  | 7.7               | 264.9                    | 76.7                | 122.0                     | 263.5                  | 2,899.2         |
| MCGS                       | MCGS           | 3,181.8                  | 3.2               | 437.2                    | 108.7               | 181.2                     | 391.2                  | 4,303.3         |
| Mangahan Floodway          | 2,600m3/s 対応   | 3,625.2                  | 99.2              | 580.0                    | 130.4               | 181.3                     | 461.6                  | 5,077.7         |
| Upper Marikina River       | 3,100m3/s 対応   | 3,291.1                  | 17.2              | 452.4                    | 112.6               | 188.0                     | 406.2                  | 4,467.5         |
| Upper Upper Marikina River | 河道改修 3,100m3/s | 1,475.1                  | 34.6              | 236.1                    | 52.8                | 73.8                      | 187.3                  | 2,059.7         |
|                            | 自然遊水池          | -                        | 19,780.2          | -                        | 763.5               | -                         | 2,257.8                | 22,801.5        |
|                            | 遊水池 8MCM       | 2,469.6                  | 2,000.0           | 395.1                    | 158.5               | 123.5                     | 520.5                  | 5,667.2         |
| Dam                        | ダム 80MCM       | 9,261.0                  | -                 | 1,481.8                  | 324.1               | 463.1                     | 1,153.0                | 12,683.0        |
| <b>Total</b>               |                | <b>30,487.4</b>          | <b>21,953.0</b>   | <b>4,536.5</b>           | <b>1,904.4</b>      | <b>1,603.0</b>            | <b>6,257.8</b>         | <b>66,742.1</b> |

\*After Dam, RB demolished

巻末表 4.4.3 各代替案の事業費(2012年価格)

O-1:Dam&NRB (1/100) unit:million peso

| Section                    | Contents     | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Price contingency cost | Total           |
|----------------------------|--------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,400m3/s 対応 | 1,986.0                  | -                 | 317.8                    | 69.6                | 99.3                      | 247.3                  | <b>2,720.0</b>  |
| Pasig River Phase2         | Phase2       | 3,033.2                  | 10.9              | 371.2                    | 107.5               | 170.8                     | 369.4                  | <b>4,063.0</b>  |
| Lower Marikina River       | Phase3       | 2,164.4                  | 7.7               | 264.9                    | 76.7                | 122.0                     | 263.5                  | <b>2,899.2</b>  |
| MCGS                       | MCGS         | 3,181.8                  | 3.2               | 437.2                    | 108.7               | 181.2                     | 391.2                  | <b>4,303.3</b>  |
| Mangahan Floodway          | 2,400m3/s 対応 | 3,346.3                  | 91.6              | 535.4                    | 120.3               | 167.3                     | 426.1                  | <b>4,687.0</b>  |
| Upper Marikina River       | Phase4       | 3,078.8                  | 16.2              | 423.2                    | 105.3               | 175.9                     | 380.0                  | <b>4,179.4</b>  |
| Upper Upper Marikina River | 自然遊水池        | -                        | 21,814.8          | -                        | 763.5               | -                         | 2,257.8                | <b>24,836.1</b> |
| Dam                        | ダム 65MCM     | 8,767.1                  | -                 | 1,402.7                  | 306.8               | 438.4                     | 1,091.5                | <b>12,006.5</b> |
| <b>Total</b>               |              | <b>25,557.6</b>          | <b>21,944.4</b>   | <b>3,752.4</b>           | <b>1,658.4</b>      | <b>1,354.9</b>            | <b>5,426.8</b>         | <b>59,694.5</b> |

O-2:Dam (1/100) unit:million peso

| Section                    | Contents       | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Price contingency cost | Total           |
|----------------------------|----------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,400m3/s 対応   | 1,986.0                  | -                 | 317.8                    | 69.6                | 99.3                      | 247.3                  | <b>2,720.0</b>  |
| Pasig River Phase2         | Phase2         | 3,033.2                  | 10.9              | 371.2                    | 107.5               | 170.8                     | 369.4                  | <b>4,063.0</b>  |
| Lower Marikina River       | Phase3         | 2,164.4                  | 7.7               | 264.9                    | 76.7                | 122.0                     | 263.5                  | <b>2,899.2</b>  |
| MCGS                       | MCGS           | 3,181.8                  | 3.2               | 437.2                    | 108.7               | 181.2                     | 391.2                  | <b>4,303.3</b>  |
| Mangahan Floodway          | 2,400m3/s 対応   | 3,346.3                  | 91.6              | 535.4                    | 120.3               | 167.3                     | 426.1                  | <b>4,687.0</b>  |
| Upper Marikina River       | Phase4         | 3,078.8                  | 16.2              | 423.2                    | 105.3               | 175.9                     | 380.0                  | <b>4,179.4</b>  |
| Upper Upper Marikina River | 河道改修 2,900m3/s | 1,379.9                  | 32.4              | 220.8                    | 49.4                | 69.0                      | 175.1                  | <b>1,926.6</b>  |
|                            | 自然遊水池          | -                        | 21,782.4          | -                        | 763.5               | -                         | 2,257.8                | <b>24,803.7</b> |
| Dam                        | ダム 90MCM       | 9,631.4                  | -                 | 1,541.0                  | 337.1               | 481.6                     | 1,199.1                | <b>13,190.2</b> |
| <b>Total</b>               |                | <b>27,801.8</b>          | <b>21,944.4</b>   | <b>4,111.5</b>           | <b>1,738.1</b>      | <b>1,467.1</b>            | <b>5,709.5</b>         | <b>62,772.4</b> |

巻末表 4.4.4 各代替案の事業費(2012年価格)

B-1:Dam&RB (1/100) unit:million peso

| Section                    | Contents                  | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administrative cost | Physical contingency cost | Price contingency cost | Total           |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,400m <sup>3</sup> /s 対応 | 1,986.0                  | -                 | 317.8                    | 69.6                | 99.3                      | 247.3                  | 2,720.0         |
| Pasig River Phase2         | Phase2                    | 3,033.2                  | 10.9              | 371.2                    | 107.5               | 170.8                     | 369.4                  | 4,063.0         |
| Lower Marikina River       | Phase3                    | 2,164.4                  | 7.7               | 264.9                    | 76.7                | 122.0                     | 263.5                  | 2,899.2         |
| MCGS                       | MCGS                      | 3,181.8                  | 3.2               | 437.2                    | 108.7               | 181.2                     | 391.2                  | 4,303.3         |
| Mangahan Floodway          | 2,400m <sup>3</sup> /s 対応 | 3,346.3                  | 91.6              | 535.4                    | 120.3               | 167.3                     | 426.1                  | 4,687.0         |
| Upper Marikina River       | Phase4                    | 3,078.8                  | 16.2              | 423.2                    | 105.3               | 175.9                     | 380.0                  | 4,179.4         |
| Upper Upper Marikina River | 自然遊水池                     | -                        | 20,564.8          | -                        | 763.5               | -                         | 2,257.8                | 23,586.1        |
|                            | 遊水池 5MCM                  | 1,543.5                  | 1,250.0           | 247.0                    | 99.1                | 77.2                      | 325.3                  | 3,542.1         |
| Dam                        | ダム 55MCM                  | 8,396.6                  | -                 | 1,343.5                  | 293.9               | 419.8                     | 1,045.4                | 11,499.2        |
| <b>Total</b>               |                           | <b>26,730.6</b>          | <b>21,944.4</b>   | <b>3,940.2</b>           | <b>1,744.6</b>      | <b>1,413.5</b>            | <b>5,706.0</b>         | <b>61,479.3</b> |

B-2-1:Dam\* (1/100) unit:million peso

| Section                    | Contents                    | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administrative cost | Physical contingency cost | Price contingency cost | Total           |
|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,400m <sup>3</sup> /s 対応   | 1,986.0                  | -                 | 317.8                    | 69.6                | 99.3                      | 247.3                  | 2,720.0         |
| Pasig River Phase2         | Phase2                      | 3,033.2                  | 10.9              | 371.2                    | 107.5               | 170.8                     | 369.4                  | 4,063.0         |
| Lower Marikina River       | Phase3                      | 2,164.4                  | 7.7               | 264.9                    | 76.7                | 122.0                     | 263.5                  | 2,899.2         |
| MCGS                       | MCGS                        | 3,181.8                  | 3.2               | 437.2                    | 108.7               | 181.2                     | 391.2                  | 4,303.3         |
| Mangahan Floodway          | 2,400m <sup>3</sup> /s 対応   | 3,346.3                  | 91.6              | 535.4                    | 120.3               | 167.3                     | 426.1                  | 4,687.0         |
| Upper Marikina River       | Phase4                      | 3,078.8                  | 16.2              | 423.2                    | 105.3               | 175.9                     | 380.0                  | 4,179.4         |
| Upper Upper Marikina River | 河道改修 2,900m <sup>3</sup> /s | 1,379.9                  | 32.4              | 220.8                    | 49.4                | 69.0                      | 175.1                  | 1,926.6         |
|                            | 自然遊水池                       | -                        | 20,532.4          | -                        | 763.5               | -                         | 2,257.8                | 23,553.7        |
|                            | 遊水池 5MCM                    | 1,543.5                  | 1,250.0           | 247.0                    | 99.1                | 77.2                      | 325.3                  | 3,542.1         |
| Dam                        | ダム 90MCM                    | 9,631.4                  | -                 | 1,541.0                  | 337.1               | 481.6                     | 1,199.1                | 13,190.2        |
| <b>Total</b>               |                             | <b>29,345.3</b>          | <b>21,944.4</b>   | <b>4,358.5</b>           | <b>1,837.2</b>      | <b>1,544.3</b>            | <b>6,034.8</b>         | <b>65,064.5</b> |

\*After Dam, RB demolished

B-3:Dam&RB (1/100) unit:million peso

| Section                    | Contents                    | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administrative cost | Physical contingency cost | Price contingency cost | Total           |
|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,400m <sup>3</sup> /s 対応   | 1,986.0                  | -                 | 317.8                    | 69.6                | 99.3                      | 247.3                  | 2,720.0         |
| Pasig River Phase2         | Phase2                      | 3,033.2                  | 10.9              | 371.2                    | 107.5               | 170.8                     | 369.4                  | 4,063.0         |
| Lower Marikina River       | Phase3                      | 2,164.4                  | 7.7               | 264.9                    | 76.7                | 122.0                     | 263.5                  | 2,899.2         |
| MCGS                       | MCGS                        | 3,181.8                  | 3.2               | 437.2                    | 108.7               | 181.2                     | 391.2                  | 4,303.3         |
| Mangahan Floodway          | 2,400m <sup>3</sup> /s 対応   | 3,346.3                  | 91.6              | 535.4                    | 120.3               | 167.3                     | 426.1                  | 4,687.0         |
| Upper Marikina River       | Phase4                      | 3,078.8                  | 16.2              | 423.2                    | 105.3               | 175.9                     | 380.0                  | 4,179.4         |
| Upper Upper Marikina River | 遊水池 20MCM                   | 2,873.0                  | 2,000.0           | 459.7                    | 172.6               | 143.6                     | 570.7                  | 6,219.6         |
|                            | 河道改修 2,900m <sup>3</sup> /s | 1,379.9                  | 32.4              | 220.8                    | 49.4                | 69.0                      | 175.1                  | 1,926.6         |
|                            | 自然遊水池                       | -                        | 19,782.4          | -                        | 763.5               | -                         | 2,257.8                | 22,803.7        |
| Dam                        | ダム 65MCM                    | 8,767.1                  | -                 | 1,402.7                  | 306.8               | 438.4                     | 1,091.5                | 12,006.5        |
| <b>Total</b>               |                             | <b>29,810.5</b>          | <b>21,944.4</b>   | <b>4,432.9</b>           | <b>1,880.4</b>      | <b>1,587.5</b>            | <b>6,172.6</b>         | <b>65,808.3</b> |

B-2-2:Dam\* (1/100) unit:million peso

| Section                    | Contents                    | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administrative cost | Physical contingency cost | Price contingency cost | Total           |
|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,400m <sup>3</sup> /s 対応   | 1,986.0                  | -                 | 317.8                    | 69.6                | 99.3                      | 247.3                  | 2,720.0         |
| Pasig River Phase2         | Phase2                      | 3,033.2                  | 10.9              | 371.2                    | 107.5               | 170.8                     | 369.4                  | 4,063.0         |
| Lower Marikina River       | Phase3                      | 2,164.4                  | 7.7               | 264.9                    | 76.7                | 122.0                     | 263.5                  | 2,899.2         |
| MCGS                       | MCGS                        | 3,181.8                  | 3.2               | 437.2                    | 108.7               | 181.2                     | 391.2                  | 4,303.3         |
| Mangahan Floodway          | 2,400m <sup>3</sup> /s 対応   | 3,346.3                  | 91.6              | 535.4                    | 120.3               | 167.3                     | 426.1                  | 4,687.0         |
| Upper Marikina River       | Phase4                      | 3,078.8                  | 16.2              | 423.2                    | 105.3               | 175.9                     | 380.0                  | 4,179.4         |
| Upper Upper Marikina River | 河道改修 2,900m <sup>3</sup> /s | 1,379.9                  | 32.4              | 220.8                    | 49.4                | 69.0                      | 175.1                  | 1,926.6         |
|                            | 自然遊水池                       | -                        | 19,782.4          | -                        | 763.5               | -                         | 2,257.8                | 22,803.7        |
|                            | 遊水池 8MCM                    | 2,469.6                  | 2,000.0           | 395.1                    | 158.5               | 123.5                     | 520.5                  | 5,667.2         |
| Dam                        | ダム 90MCM                    | 9,631.4                  | -                 | 1,541.0                  | 337.1               | 481.6                     | 1,199.1                | 13,190.2        |
| <b>Total</b>               |                             | <b>30,271.4</b>          | <b>21,944.4</b>   | <b>4,506.6</b>           | <b>1,896.6</b>      | <b>1,590.6</b>            | <b>6,230.0</b>         | <b>66,439.6</b> |

\*After Dam, RB demolished

巻末表 4.5.1 30年確率流量（O案）経済費用

(million pesos)

| Section                    | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Total           |
|----------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       |                          |                   | -                        | -                   | -                         | -               |
| Pasig River Phase2         | 2,396.2                  | 6.2               | 441.7                    | 104.3               | 158.8                     | <b>3,107.3</b>  |
| Lower Marikina River       | 1,709.9                  | 4.4               | 315.2                    | 74.4                | 113.5                     | <b>2,217.4</b>  |
| MCGS                       | 2,513.6                  | 1.8               | 520.3                    | 105.4               | 168.5                     | <b>3,309.7</b>  |
| Mangahan Floodway          | 2,643.6                  | 52.2              | 637.1                    | 116.7               | 155.6                     | <b>3,605.2</b>  |
| Upper Marikina River       | 2,432.3                  | 9.2               | 503.6                    | 102.1               | 163.6                     | <b>3,210.8</b>  |
| Upper Upper Marikina River | -                        | -                 | -                        | -                   | -                         | -               |
| Dam                        | -                        | -                 | -                        | -                   | -                         | -               |
| <b>Total</b>               | <b>11,695.6</b>          | <b>73.9</b>       | <b>2,418.0</b>           | <b>502.9</b>        | <b>760.0</b>              | <b>15,450.3</b> |

巻末表 4.5.2 30年確率流量（A案）経済費用

(million pesos)

| Section                    | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Total           |
|----------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 784.5                    | -                 | 189.1                    | 33.8                | 46.2                      | <b>1,053.5</b>  |
| Pasig River Phase2         | 2,396.2                  | 6.2               | 441.7                    | 104.3               | 158.8                     | <b>3,107.3</b>  |
| Lower Marikina River       | 1,709.9                  | 4.4               | 315.2                    | 74.4                | 113.5                     | <b>2,217.4</b>  |
| MCGS                       | 2,513.6                  | 1.8               | 520.3                    | 105.4               | 168.5                     | <b>3,309.7</b>  |
| Mangahan Floodway          | 2,863.9                  | 56.5              | 690.2                    | 126.5               | 168.6                     | <b>3,905.7</b>  |
| Upper Marikina River       | 2,600.0                  | 9.8               | 538.4                    | 109.2               | 174.8                     | <b>3,432.2</b>  |
| Upper Upper Marikina River | -                        | -                 | -                        | -                   | -                         | -               |
| Dam                        | -                        | -                 | -                        | -                   | -                         | -               |
| <b>Total</b>               | <b>12,868.1</b>          | <b>78.8</b>       | <b>2,694.9</b>           | <b>553.6</b>        | <b>830.5</b>              | <b>17,025.8</b> |

巻末表 4.5.3 30年確率流量（B案）経済費用

(million pesos)

| Section                    | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Total           |
|----------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 784.5                    | -                 | 189.1                    | 33.8                | 46.2                      | <b>1,053.5</b>  |
| Pasig River Phase2         | 2,396.2                  | 6.2               | 441.7                    | 104.3               | 158.8                     | <b>3,107.3</b>  |
| Lower Marikina River       | 1,709.9                  | 4.4               | 315.2                    | 74.4                | 113.5                     | <b>2,217.4</b>  |
| MCGS                       | 2,513.6                  | 1.8               | 520.3                    | 105.4               | 168.5                     | <b>3,309.7</b>  |
| Mangahan Floodway          | 2,643.6                  | 52.2              | 637.1                    | 116.7               | 155.6                     | <b>3,605.2</b>  |
| Upper Marikina River       | 2,432.3                  | 9.2               | 503.6                    | 102.1               | 163.6                     | <b>3,210.8</b>  |
| Upper Upper Marikina River | -                        | -                 | -                        | -                   | -                         | -               |
|                            | 1,219.4                  | 733.2             | 293.9                    | 96.1                | 71.8                      | <b>2,414.4</b>  |
| Dam                        | -                        | -                 | -                        | -                   | -                         | -               |
| <b>Total</b>               | <b>13,699.4</b>          | <b>807.1</b>      | <b>2,901.0</b>           | <b>632.8</b>        | <b>878.0</b>              | <b>18,918.3</b> |



巻末表 4.5.4 100年確率流量（A-1案）経済費用

(million pesos)

| Section                    | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Total           |
|----------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,568.9                  | -                 | 378.2                    | 67.5                | 92.3                      | <b>2,107.0</b>  |
| Pasig River Phase2         | 2,396.2                  | 6.2               | 441.7                    | 104.3               | 158.8                     | <b>3,107.3</b>  |
| Lower Marikina River       | 1,709.9                  | 4.4               | 315.2                    | 74.4                | 113.5                     | <b>2,217.4</b>  |
| MCGS                       | 2,513.6                  | 1.8               | 520.3                    | 105.4               | 168.5                     | <b>3,309.7</b>  |
| Mangahan Floodway          | 2,863.9                  | 56.5              | 690.2                    | 126.5               | 168.6                     | <b>3,905.7</b>  |
| Upper Marikina River       | 2,600.0                  | 9.8               | 538.4                    | 109.2               | 174.8                     | <b>3,432.2</b>  |
| Upper Upper Marikina River | -                        | 12,434.4          | -                        | 740.6               | -                         | <b>13,175.0</b> |
| Dam                        | 6,633.3                  | -                 | 1,598.8                  | 285.1               | 390.4                     | <b>8,907.6</b>  |
| <b>Total</b>               | <b>20,285.9</b>          | <b>12,513.2</b>   | <b>4,482.7</b>           | <b>1,613.0</b>      | <b>1,267.0</b>            | <b>40,161.8</b> |

巻末表 4.5.5 100年確率流量（A-2-1案）経済費用

(million pesos)

| Section                    | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Total           |
|----------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,568.9                  | -                 | 378.2                    | 67.5                | 92.3                      | <b>2,107.0</b>  |
| Pasig River Phase2         | 2,396.2                  | 6.2               | 441.7                    | 104.3               | 158.8                     | <b>3,107.3</b>  |
| Lower Marikina River       | 1,709.9                  | 4.4               | 315.2                    | 74.4                | 113.5                     | <b>2,217.4</b>  |
| MCGS                       | 2,513.6                  | 1.8               | 520.3                    | 105.4               | 168.5                     | <b>3,309.7</b>  |
| Mangahan Floodway          | 2,863.9                  | 56.5              | 690.2                    | 126.5               | 168.6                     | <b>3,905.7</b>  |
| Upper Marikina River       | 2,600.0                  | 9.8               | 538.4                    | 109.2               | 174.8                     | <b>3,432.2</b>  |
| Upper Upper Marikina River | 1,165.3                  | 19.7              | 281.0                    | 51.2                | 68.6                      | <b>1,585.9</b>  |
|                            | -                        | 12,414.7          | -                        | 740.6               | -                         | <b>13,155.3</b> |
| Dam                        | 7,316.2                  | -                 | 1,763.3                  | 314.4               | 430.7                     | <b>9,824.6</b>  |
| <b>Total</b>               | <b>22,134.1</b>          | <b>12,513.2</b>   | <b>4,928.3</b>           | <b>1,693.5</b>      | <b>1,375.9</b>            | <b>42,645.0</b> |

巻末表 4.5.6 100年確率流量（A-3案）経済費用

(million pesos)

| Section                    | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Total           |
|----------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,568.9                  | -                 | 378.2                    | 67.5                | 92.3                      | <b>2,107.0</b>  |
| Pasig River Phase2         | 2,396.2                  | 6.2               | 441.7                    | 104.3               | 158.8                     | <b>3,107.3</b>  |
| Lower Marikina River       | 1,709.9                  | 4.4               | 315.2                    | 74.4                | 113.5                     | <b>2,217.4</b>  |
| MCGS                       | 2,513.6                  | 1.8               | 520.3                    | 105.4               | 168.5                     | <b>3,309.7</b>  |
| Mangahan Floodway          | 2,863.9                  | 56.5              | 690.2                    | 126.5               | 168.6                     | <b>3,905.7</b>  |
| Upper Marikina River       | 2,600.0                  | 9.8               | 538.4                    | 109.2               | 174.8                     | <b>3,432.2</b>  |
| Upper Upper Marikina River | 2,269.7                  | 1,173.1           | 547.0                    | 167.4               | 133.5                     | <b>4,290.7</b>  |
|                            | 1,165.3                  | 19.7              | 281.0                    | 51.2                | 68.6                      | <b>1,585.9</b>  |
|                            | -                        | 11,241.7          | -                        | 740.6               | -                         | <b>11,982.2</b> |
| Dam                        | 6,633.3                  | -                 | 1,598.8                  | 285.1               | 390.4                     | <b>8,907.6</b>  |
| <b>Total</b>               | <b>23,720.9</b>          | <b>12,513.2</b>   | <b>5,310.7</b>           | <b>1,831.7</b>      | <b>1,469.2</b>            | <b>44,845.7</b> |

巻末表 4.5.7 100年確率流量（A-2-2案）経済費用

(million pesos)

| Section                    | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Total           |
|----------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,568.9                  | -                 | 378.2                    | 67.5                | 92.3                      | <b>2,107.0</b>  |
| Pasig River Phase2         | 2,396.2                  | 6.2               | 441.7                    | 104.3               | 158.8                     | <b>3,107.3</b>  |
| Lower Marikina River       | 1,709.9                  | 4.4               | 315.2                    | 74.4                | 113.5                     | <b>2,217.4</b>  |
| MCGS                       | 2,513.6                  | 1.8               | 520.3                    | 105.4               | 168.5                     | <b>3,309.7</b>  |
| Mangahan Floodway          | 2,863.9                  | 56.5              | 690.2                    | 126.5               | 168.6                     | <b>3,905.7</b>  |
| Upper Marikina River       | 2,600.0                  | 9.8               | 538.4                    | 109.2               | 174.8                     | <b>3,432.2</b>  |
| Upper Upper Marikina River | 1,165.3                  | 19.7              | 281.0                    | 51.2                | 68.6                      | <b>1,585.9</b>  |
|                            | -                        | 11,241.7          | -                        | 740.6               | -                         | <b>11,982.2</b> |
|                            | 1,951.0                  | 1,173.1           | 470.2                    | 153.7               | 114.9                     | <b>3,862.8</b>  |
| Dam                        | 7,316.2                  | -                 | 1,763.3                  | 314.4               | 430.7                     | <b>9,824.6</b>  |
| <b>Total</b>               | <b>24,085.0</b>          | <b>12,513.2</b>   | <b>5,398.4</b>           | <b>1,847.3</b>      | <b>1,490.8</b>            | <b>45,334.7</b> |

巻末表 4.5.8 100年確率流量（O-1案）経済費用

(million pesos)

| Section                    | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Total           |
|----------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,568.9                  | -                 | 378.2                    | 67.5                | 92.3                      | <b>2,107.0</b>  |
| Pasig River Phase2         | 2,396.2                  | 6.2               | 441.7                    | 104.3               | 158.8                     | <b>3,107.3</b>  |
| Lower Marikina River       | 1,709.9                  | 4.4               | 315.2                    | 74.4                | 113.5                     | <b>2,217.4</b>  |
| MCGS                       | 2,513.6                  | 1.8               | 520.3                    | 105.4               | 168.5                     | <b>3,309.7</b>  |
| Mangahan Floodway          | 2,643.6                  | 52.2              | 637.1                    | 116.7               | 155.6                     | <b>3,605.2</b>  |
| Upper Marikina River       | 2,432.3                  | 9.2               | 503.6                    | 102.1               | 163.6                     | <b>3,210.8</b>  |
| Upper Upper Marikina River | -                        | 12,434.4          | -                        | 740.6               | -                         | <b>13,175.0</b> |
| Dam                        | 6,926.0                  | -                 | 1,669.2                  | 297.6               | 407.7                     | <b>9,300.5</b>  |
| <b>Total</b>               | <b>20,190.5</b>          | <b>12,508.3</b>   | <b>4,465.4</b>           | <b>1,608.6</b>      | <b>1,260.1</b>            | <b>40,032.9</b> |

巻末表 4.5.9 100年確率流量（O-2案）経済費用

(million pesos)

| Section                    | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Total           |
|----------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,568.9                  | -                 | 378.2                    | 67.5                | 92.3                      | <b>2,107.0</b>  |
| Pasig River Phase2         | 2,396.2                  | 6.2               | 441.7                    | 104.3               | 158.8                     | <b>3,107.3</b>  |
| Lower Marikina River       | 1,709.9                  | 4.4               | 315.2                    | 74.4                | 113.5                     | <b>2,217.4</b>  |
| MCGS                       | 2,513.6                  | 1.8               | 520.3                    | 105.4               | 168.5                     | <b>3,309.7</b>  |
| Mangahan Floodway          | 2,643.6                  | 52.2              | 637.1                    | 116.7               | 155.6                     | <b>3,605.2</b>  |
| Upper Marikina River       | 2,432.3                  | 9.2               | 503.6                    | 102.1               | 163.6                     | <b>3,210.8</b>  |
| Upper Upper Marikina River | 1,090.1                  | 18.5              | 262.8                    | 47.9                | 64.2                      | <b>1,483.4</b>  |
|                            | -                        | 12,416.0          | -                        | 740.6               | -                         | <b>13,156.6</b> |
| Dam                        | 7,608.8                  | -                 | 1,833.8                  | 327.0               | 447.9                     | <b>10,217.5</b> |
| <b>Total</b>               | <b>21,963.4</b>          | <b>12,508.3</b>   | <b>4,892.7</b>           | <b>1,686.0</b>      | <b>1,364.4</b>            | <b>42,414.8</b> |

巻末表 4.5.10 100年確率流量（B-1案）経済費用

(million pesos)

| Section                    | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Total           |
|----------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,568.9                  | -                 | 378.2                    | 67.5                | 92.3                      | <b>2,107.0</b>  |
| Pasig River Phase2         | 2,396.2                  | 6.2               | 441.7                    | 104.3               | 158.8                     | <b>3,107.3</b>  |
| Lower Marikina River       | 1,709.9                  | 4.4               | 315.2                    | 74.4                | 113.5                     | <b>2,217.4</b>  |
| MCGS                       | 2,513.6                  | 1.8               | 520.3                    | 105.4               | 168.5                     | <b>3,309.7</b>  |
| Mangahan Floodway          | 2,643.6                  | 52.2              | 637.1                    | 116.7               | 155.6                     | <b>3,605.2</b>  |
| Upper Marikina River       | 2,432.3                  | 9.2               | 503.6                    | 102.1               | 163.6                     | <b>3,210.8</b>  |
| Upper Upper Marikina River | -                        | 11,701.2          | -                        | 740.6               | -                         | <b>12,441.8</b> |
|                            | 1,219.4                  | 733.2             | 293.9                    | 96.1                | 71.8                      | <b>2,414.4</b>  |
| Dam                        | 6,633.3                  | -                 | 1,598.8                  | 285.1               | 390.4                     | <b>8,907.6</b>  |
| <b>Total</b>               | <b>21,117.2</b>          | <b>12,508.3</b>   | <b>4,688.8</b>           | <b>1,692.3</b>      | <b>1,314.6</b>            | <b>41,321.1</b> |

巻末表 4.5.11 100年確率流量（B-2-1案）経済費用

(million pesos)

| Section                    | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Total           |
|----------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,568.9                  | -                 | 378.2                    | 67.5                | 92.3                      | <b>2,107.0</b>  |
| Pasig River Phase2         | 2,396.2                  | 6.2               | 441.7                    | 104.3               | 158.8                     | <b>3,107.3</b>  |
| Lower Marikina River       | 1,709.9                  | 4.4               | 315.2                    | 74.4                | 113.5                     | <b>2,217.4</b>  |
| MCGS                       | 2,513.6                  | 1.8               | 520.3                    | 105.4               | 168.5                     | <b>3,309.7</b>  |
| Mangahan Floodway          | 2,643.6                  | 52.2              | 637.1                    | 116.7               | 155.6                     | <b>3,605.2</b>  |
| Upper Marikina River       | 2,432.3                  | 9.2               | 503.6                    | 102.1               | 163.6                     | <b>3,210.8</b>  |
| Upper Upper Marikina River | 1,090.1                  | 18.5              | 262.8                    | 47.9                | 64.2                      | <b>1,483.4</b>  |
|                            | -                        | 11,682.8          | -                        | 740.6               | -                         | <b>12,423.4</b> |
|                            | 1,219.4                  | 733.2             | 293.9                    | 96.1                | 71.8                      | <b>2,414.4</b>  |
| Dam                        | 7,608.8                  | -                 | 1,833.8                  | 327.0               | 447.9                     | <b>10,217.5</b> |
| <b>Total</b>               | <b>23,182.8</b>          | <b>12,508.3</b>   | <b>5,186.6</b>           | <b>1,782.1</b>      | <b>1,436.2</b>            | <b>44,096.0</b> |

巻末表 4.5.12 100年確率流量（B-3案）経済費用

(million pesos)

| Section                    | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Total           |
|----------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,568.9                  | -                 | 378.2                    | 67.5                | 92.3                      | <b>2,107.0</b>  |
| Pasig River Phase2         | 2,396.2                  | 6.2               | 441.7                    | 104.3               | 158.8                     | <b>3,107.3</b>  |
| Lower Marikina River       | 1,709.9                  | 4.4               | 315.2                    | 74.4                | 113.5                     | <b>2,217.4</b>  |
| MCGS                       | 2,513.6                  | 1.8               | 520.3                    | 105.4               | 168.5                     | <b>3,309.7</b>  |
| Mangahan Floodway          | 2,643.6                  | 52.2              | 637.1                    | 116.7               | 155.6                     | <b>3,605.2</b>  |
| Upper Marikina River       | 2,432.3                  | 9.2               | 503.6                    | 102.1               | 163.6                     | <b>3,210.8</b>  |
| Upper Upper Marikina River | 2,269.7                  | 1,173.1           | 547.0                    | 167.4               | 133.5                     | <b>4,290.7</b>  |
|                            | 1,090.1                  | 18.5              | 262.8                    | 47.9                | 64.2                      | <b>1,483.4</b>  |
|                            | -                        | 11,242.9          | -                        | 740.6               | -                         | <b>11,983.5</b> |
| Dam                        | 6,926.0                  | -                 | 1,669.2                  | 297.6               | 407.7                     | <b>9,300.5</b>  |
| <b>Total</b>               | <b>23,550.3</b>          | <b>12,508.3</b>   | <b>5,275.2</b>           | <b>1,824.0</b>      | <b>1,457.8</b>            | <b>44,615.5</b> |

巻末表 4.5.13 100年確率流量（B-2-2案）経済費用

(million pesos)

| Section                    | Direct construction cost | Compensation cost | Engineering service cost | Administration cost | Physical contingency cost | Total           |
|----------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|
| Pasig River Dredging       | 1,568.9                  | -                 | 378.2                    | 67.5                | 92.3                      | <b>2,107.0</b>  |
| Pasig River Phase2         | 2,396.2                  | 6.2               | 441.7                    | 104.3               | 158.8                     | <b>3,107.3</b>  |
| Lower Marikina River       | 1,709.9                  | 4.4               | 315.2                    | 74.4                | 113.5                     | <b>2,217.4</b>  |
| MCGS                       | 2,513.6                  | 1.8               | 520.3                    | 105.4               | 168.5                     | <b>3,309.7</b>  |
| Mangahan Floodway          | 2,643.6                  | 52.2              | 637.1                    | 116.7               | 155.6                     | <b>3,605.2</b>  |
| Upper Marikina River       | 2,432.3                  | 9.2               | 503.6                    | 102.1               | 163.6                     | <b>3,210.8</b>  |
| Upper Upper Marikina River | 1,090.1                  | 18.5              | 262.8                    | 47.9                | 64.2                      | <b>1,483.4</b>  |
|                            | -                        | 11,242.9          | -                        | 740.6               | -                         | <b>11,983.5</b> |
|                            | 1,951.0                  | 1,173.1           | 470.2                    | 153.7               | 114.9                     | <b>3,862.8</b>  |
| Dam                        | 7,608.8                  | -                 | 1,833.8                  | 327.0               | 447.9                     | <b>10,217.5</b> |
| <b>Total</b>               | <b>23,914.4</b>          | <b>12,508.3</b>   | <b>5,362.9</b>           | <b>1,839.7</b>      | <b>1,479.3</b>            | <b>45,104.5</b> |

巻末表 4.5.14 キャッシュフロー (0案)

| Year | BENEFIT |   |         |               |             |               |       |               | B/C    | B-c    | (10 <sup>6</sup> PESOS) |
|------|---------|---|---------|---------------|-------------|---------------|-------|---------------|--------|--------|-------------------------|
|      | ①       | ②   | ③       | ④             | ⑤           | ⑥             | ⑦     | ⑧             |        |        |                         |
|      | BENEFIT | PRESENT VALUE   | COST    | PRESENT VALUE | MAINTENANCE | PRESENT VALUE | COST  | PRESENT VALUE |        |        |                         |
| 2014 |         |   | 3,863   | 3,863         | 11          | 11            | 3,874 | 3,874         |        | -3,874 |                         |
| 2015 |         |   | 3,863   | 3,359         | 22          | 20            | 3,885 | 3,378         |        | -3,378 |                         |
| 2016 |         |   | 3,863   | 2,921         | 34          | 25            | 3,896 | 2,946         |        | -2,946 |                         |
| 2017 |         |   | 3,863   | 2,540         | 45          | 30            | 3,908 | 2,569         |        | -2,569 |                         |
| 2018 | 1       | 23,915  | 13,673  |               | 45          | 26            | 45    | 26            |        | 13,648 |                         |
| 2019 | 2       | 23,915  | 11,890  |               | 45          | 22            | 45    | 22            |        | 11,868 |                         |
| 2020 | 3       | 23,915  | 10,339  |               | 45          | 19            | 45    | 19            |        | 10,320 |                         |
| 2021 | 4       | 23,915  | 8,991   |               | 45          | 17            | 45    | 17            |        | 8,974  |                         |
| 2022 | 5       | 23,915  | 7,818   |               | 45          | 15            | 45    | 15            |        | 7,803  |                         |
| 2023 | 6       | 23,915  | 6,798   |               | 45          | 13            | 45    | 13            |        | 6,785  |                         |
| 2024 | 7       | 23,915  | 5,911   |               | 45          | 11            | 45    | 11            |        | 5,900  |                         |
| 2025 | 8       | 23,915  | 5,140   |               | 45          | 10            | 45    | 10            |        | 5,131  |                         |
| 2026 | 9       | 23,915  | 4,470   |               | 45          | 8             | 45    | 8             |        | 4,461  |                         |
| 2027 | 10      | 23,915  | 3,887   |               | 45          | 7             | 45    | 7             |        | 3,880  |                         |
| 2028 | 11      | 23,915  | 3,380   |               | 45          | 6             | 45    | 6             |        | 3,374  |                         |
| 2029 | 12      | 23,915  | 2,939   |               | 45          | 6             | 45    | 6             |        | 2,933  |                         |
| 2030 | 13      | 23,915  | 2,556   |               | 45          | 5             | 45    | 5             |        | 2,551  |                         |
| 2031 | 14      | 23,915  | 2,222   |               | 45          | 4             | 45    | 4             |        | 2,218  |                         |
| 2032 | 15      | 23,915  | 1,932   |               | 45          | 4             | 45    | 4             |        | 1,929  |                         |
| 2033 | 16      | 23,915  | 1,680   |               | 45          | 3             | 45    | 3             |        | 1,677  |                         |
| 2034 | 17      | 23,915  | 1,461   |               | 45          | 3             | 45    | 3             |        | 1,458  |                         |
| 2035 | 18      | 23,915  | 1,271   |               | 45          | 2             | 45    | 2             |        | 1,268  |                         |
| 2036 | 19      | 23,915  | 1,105   |               | 45          | 2             | 45    | 2             |        | 1,103  |                         |
| 2037 | 20      | 23,915  | 961     |               | 45          | 2             | 45    | 2             |        | 959    |                         |
| 2038 | 21      | 23,915  | 835     |               | 45          | 2             | 45    | 2             |        | 834    |                         |
| 2039 | 22      | 23,915  | 726     |               | 45          | 1             | 45    | 1             |        | 725    |                         |
| 2040 | 23      | 23,915  | 632     |               | 45          | 1             | 45    | 1             |        | 631    |                         |
| 2041 | 24      | 23,915  | 549     |               | 45          | 1             | 45    | 1             |        | 548    |                         |
| 2042 | 25      | 23,915  | 478     |               | 45          | 1             | 45    | 1             |        | 477    |                         |
| 2043 | 26      | 23,915  | 415     |               | 45          | 1             | 45    | 1             |        | 415    |                         |
| 2044 | 27      | 23,915  | 361     |               | 45          | 1             | 45    | 1             |        | 361    |                         |
| 2045 | 28      | 23,915  | 314     |               | 45          | 1             | 45    | 1             |        | 313    |                         |
| 2046 | 29      | 23,915  | 273     |               | 45          | 1             | 45    | 1             |        | 273    |                         |
| 2047 | 30      | 23,915  | 237     |               | 45          | 0             | 45    | 0             |        | 237    |                         |
| 2048 | 31      | 23,915  | 207     |               | 45          | 0             | 45    | 0             |        | 206    |                         |
| 2049 | 32      | 23,915  | 180     |               | 45          | 0             | 45    | 0             |        | 179    |                         |
| 2050 | 33      | 23,915  | 156     |               | 45          | 0             | 45    | 0             |        | 156    |                         |
| 2051 | 34      | 23,915  | 136     |               | 45          | 0             | 45    | 0             |        | 136    |                         |
| 2052 | 35      | 23,915  | 118     |               | 45          | 0             | 45    | 0             |        | 118    |                         |
| 2053 | 36      | 23,915  | 103     |               | 45          | 0             | 45    | 0             |        | 102    |                         |
| 2054 | 37      | 23,915  | 89      |               | 45          | 0             | 45    | 0             |        | 89     |                         |
| 2055 | 38      | 23,915  | 78      |               | 45          | 0             | 45    | 0             |        | 77     |                         |
| 2056 | 39      | 23,915  | 68      |               | 45          | 0             | 45    | 0             |        | 67     |                         |
| 2057 | 40      | 23,915  | 59      |               | 45          | 0             | 45    | 0             |        | 59     |                         |
| 2058 | 41      | 23,915  | 51      |               | 45          | 0             | 45    | 0             |        | 51     |                         |
| 2059 | 42      | 23,915  | 44      |               | 45          | 0             | 45    | 0             |        | 44     |                         |
| 2060 | 43      | 23,915  | 39      |               | 45          | 0             | 45    | 0             |        | 39     |                         |
| 2061 | 44      | 23,915  | 34      |               | 45          | 0             | 45    | 0             |        | 34     |                         |
| 2062 | 45      | 23,915  | 29      |               | 45          | 0             | 45    | 0             |        | 29     |                         |
| 2063 | 46      | 23,915  | 25      |               | 45          | 0             | 45    | 0             |        | 25     |                         |
| 2064 | 47      | 23,915  | 22      |               | 45          | 0             | 45    | 0             |        | 22     |                         |
| 2065 | 48      | 23,915  | 19      |               | 45          | 0             | 45    | 0             |        | 19     |                         |
| 2066 | 49      | 23,915  | 17      |               | 45          | 0             | 45    | 0             |        | 17     |                         |
| 2067 | 50      | 23,915  | 15      |               | 45          | 0             | 45    | 0             |        | 14     |                         |
|      |         | 1,195,751   | 104,733 | 15,450        | 12,682      | 2,360         | 283   | 17,811        | 12,964 | 91,769 |                         |
|      | EIRR    | $\sum (B - C) / \sum (1 + io)^{t-1} = 0$              |         | 0.635         |             |               |       |               |        |        |                         |
|      | NPV     | $\sum (B - C) / \sum (1 + i)^{t-1}$                   |         | 91,769        |             |               |       |               |        |        |                         |
|      | B/C     | $\sum (B / (1 + i)^{t-1}) / \sum (C / (1 + i)^{t-1})$ |         | 8.1           |             |               |       |               |        |        |                         |

注) : 計画流量 2,900m<sup>3</sup>/s は既述のように、現況状況(上流部氾濫考慮)の確率規模別流量で評価すると約 1/20 となることより、便益は 1/20 確率規模を用いている。

巻末表 4.5.15 キャッシュフロー (A案)

| Year | BENEFIT |   |         |               |             |               |       |               | B/C    | B-c    |        |
|------|---------|---|---------|---------------|-------------|---------------|-------|---------------|--------|--------|--------|
|      | ①       | ②   | ③       | ④             | ⑤           | ⑥             | ⑦     | ⑧             |        |        |        |
|      | BENEFIT | PRESENT VALUE   | COST    | PRESENT VALUE | MAINTENANCE | PRESENT VALUE | COST  | PRESENT VALUE |        |        |        |
|      |         |   |         |               |             |               |       |               |        |        |        |
| 2014 |         |   | 4,256   | 4,256         | 12          | 12            | 4,269 | 4,269         |        | -4,269 |        |
| 2015 |         |   | 4,256   | 3,701         | 25          | 22            | 4,281 | 3,723         |        | -3,723 |        |
| 2016 |         |   | 4,256   | 3,218         | 37          | 28            | 4,294 | 3,247         |        | -3,247 |        |
| 2017 |         |   | 4,256   | 2,799         | 50          | 33            | 4,306 | 2,831         |        | -2,831 |        |
| 2018 | 1       | 25,671  | 14,677  |               | 50          | 28            | 50    | 28            |        | 14,649 |        |
| 2019 | 2       | 25,671  | 12,763  |               | 50          | 25            | 50    | 25            |        | 12,738 |        |
| 2020 | 3       | 25,671  | 11,098  |               | 50          | 21            | 50    | 21            |        | 11,077 |        |
| 2021 | 4       | 25,671  | 9,651   |               | 50          | 19            | 50    | 19            |        | 9,632  |        |
| 2022 | 5       | 25,671  | 8,392   |               | 50          | 16            | 50    | 16            |        | 8,376  |        |
| 2023 | 6       | 25,671  | 7,297   |               | 50          | 14            | 50    | 14            |        | 7,283  |        |
| 2024 | 7       | 25,671  | 6,345   |               | 50          | 12            | 50    | 12            |        | 6,333  |        |
| 2025 | 8       | 25,671  | 5,518   |               | 50          | 11            | 50    | 11            |        | 5,507  |        |
| 2026 | 9       | 25,671  | 4,798   |               | 50          | 9             | 50    | 9             |        | 4,789  |        |
| 2027 | 10      | 25,671  | 4,172   |               | 50          | 8             | 50    | 8             |        | 4,164  |        |
| 2028 | 11      | 25,671  | 3,628   |               | 50          | 7             | 50    | 7             |        | 3,621  |        |
| 2029 | 12      | 25,671  | 3,155   |               | 50          | 6             | 50    | 6             |        | 3,149  |        |
| 2030 | 13      | 25,671  | 2,743   |               | 50          | 5             | 50    | 5             |        | 2,738  |        |
| 2031 | 14      | 25,671  | 2,385   |               | 50          | 5             | 50    | 5             |        | 2,381  |        |
| 2032 | 15      | 25,671  | 2,074   |               | 50          | 4             | 50    | 4             |        | 2,070  |        |
| 2033 | 16      | 25,671  | 1,804   |               | 50          | 3             | 50    | 3             |        | 1,800  |        |
| 2034 | 17      | 25,671  | 1,568   |               | 50          | 3             | 50    | 3             |        | 1,565  |        |
| 2035 | 18      | 25,671  | 1,364   |               | 50          | 3             | 50    | 3             |        | 1,361  |        |
| 2036 | 19      | 25,671  | 1,186   |               | 50          | 2             | 50    | 2             |        | 1,184  |        |
| 2037 | 20      | 25,671  | 1,031   |               | 50          | 2             | 50    | 2             |        | 1,029  |        |
| 2038 | 21      | 25,671  | 897     |               | 50          | 2             | 50    | 2             |        | 895    |        |
| 2039 | 22      | 25,671  | 780     |               | 50          | 2             | 50    | 2             |        | 778    |        |
| 2040 | 23      | 25,671  | 678     |               | 50          | 1             | 50    | 1             |        | 677    |        |
| 2041 | 24      | 25,671  | 590     |               | 50          | 1             | 50    | 1             |        | 589    |        |
| 2042 | 25      | 25,671  | 513     |               | 50          | 1             | 50    | 1             |        | 512    |        |
| 2043 | 26      | 25,671  | 446     |               | 50          | 1             | 50    | 1             |        | 445    |        |
| 2044 | 27      | 25,671  | 388     |               | 50          | 1             | 50    | 1             |        | 387    |        |
| 2045 | 28      | 25,671  | 337     |               | 50          | 1             | 50    | 1             |        | 336    |        |
| 2046 | 29      | 25,671  | 293     |               | 50          | 1             | 50    | 1             |        | 293    |        |
| 2047 | 30      | 25,671  | 255     |               | 50          | 0             | 50    | 0             |        | 254    |        |
| 2048 | 31      | 25,671  | 222     |               | 50          | 0             | 50    | 0             |        | 221    |        |
| 2049 | 32      | 25,671  | 193     |               | 50          | 0             | 50    | 0             |        | 192    |        |
| 2050 | 33      | 25,671  | 168     |               | 50          | 0             | 50    | 0             |        | 167    |        |
| 2051 | 34      | 25,671  | 146     |               | 50          | 0             | 50    | 0             |        | 145    |        |
| 2052 | 35      | 25,671  | 127     |               | 50          | 0             | 50    | 0             |        | 126    |        |
| 2053 | 36      | 25,671  | 110     |               | 50          | 0             | 50    | 0             |        | 110    |        |
| 2054 | 37      | 25,671  | 96      |               | 50          | 0             | 50    | 0             |        | 96     |        |
| 2055 | 38      | 25,671  | 83      |               | 50          | 0             | 50    | 0             |        | 83     |        |
| 2056 | 39      | 25,671  | 72      |               | 50          | 0             | 50    | 0             |        | 72     |        |
| 2057 | 40      | 25,671  | 63      |               | 50          | 0             | 50    | 0             |        | 63     |        |
| 2058 | 41      | 25,671  | 55      |               | 50          | 0             | 50    | 0             |        | 55     |        |
| 2059 | 42      | 25,671  | 48      |               | 50          | 0             | 50    | 0             |        | 48     |        |
| 2060 | 43      | 25,671  | 41      |               | 50          | 0             | 50    | 0             |        | 41     |        |
| 2061 | 44      | 25,671  | 36      |               | 50          | 0             | 50    | 0             |        | 36     |        |
| 2062 | 45      | 25,671  | 31      |               | 50          | 0             | 50    | 0             |        | 31     |        |
| 2063 | 46      | 25,671  | 27      |               | 50          | 0             | 50    | 0             |        | 27     |        |
| 2064 | 47      | 25,671  | 24      |               | 50          | 0             | 50    | 0             |        | 24     |        |
| 2065 | 48      | 25,671  | 21      |               | 50          | 0             | 50    | 0             |        | 21     |        |
| 2066 | 49      | 25,671  | 18      |               | 50          | 0             | 50    | 0             |        | 18     |        |
| 2067 | 50      | 25,671  | 16      |               | 50          | 0             | 50    | 0             |        | 16     |        |
|      |         | 1,283,543   | 112,423 | 17,026        | 13,975      | 2,601         | 312   | 19,627        | 14,286 |        | 98,136 |
|      | EIRR    | $\sum (B - C) / \sum (1 + i)^{t-1} = 0$               |         |               | 0.626       |               |       |               |        |        |        |
|      | NPV     | $\sum (B - C) / \sum (1 + i)^{t-1}$                   |         |               | 98,136      |               |       |               |        |        |        |
|      | B/C     | $\sum (B / (1 + i)^{t-1}) / \sum (C / (1 + i)^{t-1})$ |         |               | 7.9         |               |       |               |        |        |        |

巻末表 4.5.16 キャッシュフロー (B案)

| Year | BENEFIT |   |        |               |             |               |       |               | (10 <sup>6</sup> PESOS) |        |        |
|------|---------|---|--------|---------------|-------------|---------------|-------|---------------|-------------------------|--------|--------|
|      | ①       | ②   | ③      | ④             | ⑤           | ⑥             | ⑦     | ⑧             | B/C                     | B-c    |        |
|      | BENEFIT | PRESENT VALUE   | COST   | PRESENT VALUE | MAINTENANCE | PRESENT VALUE | COST  | PRESENT VALUE |                         |        |        |
| 2014 |         |   | 4,126  | 4,126         | 12          | 12            | 4,138 | 4,138         |                         | -4,138 |        |
| 2015 |         |   | 4,126  | 3,588         | 24          | 21            | 4,150 | 3,609         |                         | -3,609 |        |
| 2016 |         |   | 4,126  | 3,120         | 36          | 27            | 4,162 | 3,147         |                         | -3,147 |        |
| 2017 |         |   | 4,528  | 2,977         | 49          | 32            | 4,578 | 3,010         |                         | -3,010 |        |
| 2018 |         |   | 402    | 230           | 50          | 29            | 453   | 259           |                         | -259   |        |
| 2019 |         |   | 402    | 200           | 52          | 26            | 454   | 226           |                         | -226   |        |
| 2020 |         |   | 402    | 174           | 53          | 23            | 455   | 197           |                         | -197   |        |
| 2021 |         |   | 402    | 151           | 54          | 20            | 456   | 172           |                         | -172   |        |
| 2022 |         |   | 402    | 132           | 55          | 18            | 457   | 150           |                         | -150   |        |
| 2023 | 1       | 25,671  | 7,297  |               | 55          | 16            | 55    | 16            |                         | 7,282  |        |
| 2024 | 2       | 25,671  | 6,345  |               | 55          | 14            | 55    | 14            |                         | 6,332  |        |
| 2025 | 3       | 25,671  | 5,518  |               | 55          | 12            | 55    | 12            |                         | 5,506  |        |
| 2026 | 4       | 25,671  | 4,798  |               | 55          | 10            | 55    | 10            |                         | 4,788  |        |
| 2027 | 5       | 25,671  | 4,172  |               | 55          | 9             | 55    | 9             |                         | 4,163  |        |
| 2028 | 6       | 25,671  | 3,628  |               | 55          | 8             | 55    | 8             |                         | 3,620  |        |
| 2029 | 7       | 25,671  | 3,155  |               | 55          | 7             | 55    | 7             |                         | 3,148  |        |
| 2030 | 8       | 25,671  | 2,743  |               | 55          | 6             | 55    | 6             |                         | 2,737  |        |
| 2031 | 9       | 25,671  | 2,385  |               | 55          | 5             | 55    | 5             |                         | 2,380  |        |
| 2032 | 10      | 25,671  | 2,074  |               | 55          | 4             | 55    | 4             |                         | 2,070  |        |
| 2033 | 11      | 25,671  | 1,804  |               | 55          | 4             | 55    | 4             |                         | 1,800  |        |
| 2034 | 12      | 25,671  | 1,568  |               | 55          | 3             | 55    | 3             |                         | 1,565  |        |
| 2035 | 13      | 25,671  | 1,364  |               | 55          | 3             | 55    | 3             |                         | 1,361  |        |
| 2036 | 14      | 25,671  | 1,186  |               | 55          | 3             | 55    | 3             |                         | 1,183  |        |
| 2037 | 15      | 25,671  | 1,031  |               | 55          | 2             | 55    | 2             |                         | 1,029  |        |
| 2038 | 16      | 25,671  | 897    |               | 55          | 2             | 55    | 2             |                         | 895    |        |
| 2039 | 17      | 25,671  | 780    |               | 55          | 2             | 55    | 2             |                         | 778    |        |
| 2040 | 18      | 25,671  | 678    |               | 55          | 1             | 55    | 1             |                         | 677    |        |
| 2041 | 19      | 25,671  | 590    |               | 55          | 1             | 55    | 1             |                         | 588    |        |
| 2042 | 20      | 25,671  | 513    |               | 55          | 1             | 55    | 1             |                         | 512    |        |
| 2043 | 21      | 25,671  | 446    |               | 55          | 1             | 55    | 1             |                         | 445    |        |
| 2044 | 22      | 25,671  | 388    |               | 55          | 1             | 55    | 1             |                         | 387    |        |
| 2045 | 23      | 25,671  | 337    |               | 55          | 1             | 55    | 1             |                         | 336    |        |
| 2046 | 24      | 25,671  | 293    |               | 55          | 1             | 55    | 1             |                         | 293    |        |
| 2047 | 25      | 25,671  | 255    |               | 55          | 1             | 55    | 1             |                         | 254    |        |
| 2048 | 26      | 25,671  | 222    |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 221    |        |
| 2049 | 27      | 25,671  | 193    |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 192    |        |
| 2050 | 28      | 25,671  | 168    |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 167    |        |
| 2051 | 29      | 25,671  | 146    |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 145    |        |
| 2052 | 30      | 25,671  | 127    |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 126    |        |
| 2053 | 31      | 25,671  | 110    |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 110    |        |
| 2054 | 32      | 25,671  | 96     |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 96     |        |
| 2055 | 33      | 25,671  | 83     |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 83     |        |
| 2056 | 34      | 25,671  | 72     |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 72     |        |
| 2057 | 35      | 25,671  | 63     |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 63     |        |
| 2058 | 36      | 25,671  | 55     |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 55     |        |
| 2059 | 37      | 25,671  | 48     |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 48     |        |
| 2060 | 38      | 25,671  | 41     |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 41     |        |
| 2061 | 39      | 25,671  | 36     |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 36     |        |
| 2062 | 40      | 25,671  | 31     |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 31     |        |
| 2063 | 41      | 25,671  | 27     |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 27     |        |
| 2064 | 42      | 25,671  | 24     |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 24     |        |
| 2065 | 43      | 25,671  | 21     |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 21     |        |
| 2066 | 44      | 25,671  | 18     |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 18     |        |
| 2067 | 45      | 25,671  | 16     |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 16     |        |
| 2068 | 46      | 25,671  | 14     |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 14     |        |
| 2069 | 47      | 25,671  | 12     |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 12     |        |
| 2070 | 48      | 25,671  | 10     |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 10     |        |
| 2071 | 49      | 25,671  | 9      |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 9      |        |
| 2072 | 50      | 25,671  | 8      |               | 55          | 0             | 55    | 0             |                         | 8      |        |
|      |         | 1,283,543   | 55,894 | 18,918        | 14,698      | 3,137         | 328   | 22,056        | 15,026                  |        | 40,868 |
|      | EIRR    | $\Sigma (B - C) / \Sigma (1 + i_0)^{t-1} = 0$             |        |               | 0.280       |               |       |               |                         |        |        |
|      | NPV     | $\Sigma (B - C) / \Sigma (1 + i)^{t-1}$                   |        |               | 40,868      |               |       |               |                         |        |        |
|      | B/C     | $\Sigma (B / (1 + i)^{t-1}) / \Sigma (C / (1 + i)^{t-1})$ |        |               | 3.7         |               |       |               |                         |        |        |

巻末表 4.5.17 キャッシュフロー (A-1案)

| Year | BENEFIT |   |        |               |             |               |       |               | B/C    | B-c    | (10 <sup>6</sup> PESOS) |
|------|---------|---|--------|---------------|-------------|---------------|-------|---------------|--------|--------|-------------------------|
|      | ①       | ②   | ③      | ④             | ⑤           | ⑥             | ⑦     | ⑧             |        |        |                         |
|      | BENEFIT | PRESENT VALUE   | COST   | PRESENT VALUE | MAINTENANCE | PRESENT VALUE | COST  | PRESENT VALUE |        |        |                         |
| 2014 |         |   | 4,520  | 4,520         | 13          | 13            | 4,533 | 4,533         |        | -4,533 |                         |
| 2015 |         |   | 4,520  | 3,930         | 26          | 23            | 4,546 | 3,953         |        | -3,953 |                         |
| 2016 |         |   | 4,520  | 3,418         | 39          | 30            | 4,559 | 3,447         |        | -3,447 |                         |
| 2017 |         |   | 7,606  | 5,001         | 62          | 40            | 7,668 | 5,042         |        | -5,042 |                         |
| 2018 |         |   | 3,087  | 1,765         | 71          | 40            | 3,157 | 1,805         |        | -1,805 |                         |
| 2019 |         |   | 3,087  | 1,535         | 80          | 40            | 3,166 | 1,574         |        | -1,574 |                         |
| 2020 |         |   | 3,087  | 1,334         | 89          | 38            | 3,175 | 1,373         |        | -1,373 |                         |
| 2021 |         |   | 3,087  | 1,160         | 98          | 37            | 3,184 | 1,197         |        | -1,197 |                         |
| 2022 |         |   | 3,087  | 1,009         | 107         | 35            | 3,193 | 1,044         |        | -1,044 |                         |
| 2023 |         |   | 891    | 253           | 109         | 31            | 1,000 | 284           |        | -284   |                         |
| 2024 |         |   | 891    | 220           | 112         | 28            | 1,002 | 248           |        | -248   |                         |
| 2025 |         |   | 891    | 191           | 114         | 25            | 1,005 | 216           |        | -216   |                         |
| 2026 |         |   | 891    | 166           | 117         | 22            | 1,008 | 188           |        | -188   |                         |
| 2027 | 1       | 28,937  | 4,703  |               |             | 117           | 19    | 117           | 19     | 4,684  |                         |
| 2028 | 2       | 28,937  | 4,090  |               |             | 117           | 17    | 117           | 17     | 4,073  |                         |
| 2029 | 3       | 28,937  | 3,556  |               |             | 117           | 14    | 117           | 14     | 3,542  |                         |
| 2030 | 4       | 28,937  | 3,092  |               |             | 117           | 12    | 117           | 12     | 3,080  |                         |
| 2031 | 5       | 28,937  | 2,689  |               |             | 117           | 11    | 117           | 11     | 2,678  |                         |
| 2032 | 6       | 28,937  | 2,338  |               |             | 117           | 9     | 117           | 9      | 2,329  |                         |
| 2033 | 7       | 28,937  | 2,033  |               |             | 117           | 8     | 117           | 8      | 2,025  |                         |
| 2034 | 8       | 28,937  | 1,768  |               |             | 117           | 7     | 117           | 7      | 1,761  |                         |
| 2035 | 9       | 28,937  | 1,537  |               |             | 117           | 6     | 117           | 6      | 1,531  |                         |
| 2036 | 10      | 28,937  | 1,337  |               |             | 117           | 5     | 117           | 5      | 1,331  |                         |
| 2037 | 11      | 28,937  | 1,163  |               |             | 117           | 5     | 117           | 5      | 1,158  |                         |
| 2038 | 12      | 28,937  | 1,011  |               |             | 117           | 4     | 117           | 4      | 1,007  |                         |
| 2039 | 13      | 28,937  | 879    |               |             | 117           | 4     | 117           | 4      | 875    |                         |
| 2040 | 14      | 28,937  | 764    |               |             | 117           | 3     | 117           | 3      | 761    |                         |
| 2041 | 15      | 28,937  | 665    |               |             | 117           | 3     | 117           | 3      | 662    |                         |
| 2042 | 16      | 28,937  | 578    |               |             | 117           | 2     | 117           | 2      | 576    |                         |
| 2043 | 17      | 28,937  | 503    |               |             | 117           | 2     | 117           | 2      | 501    |                         |
| 2044 | 18      | 28,937  | 437    |               |             | 117           | 2     | 117           | 2      | 435    |                         |
| 2045 | 19      | 28,937  | 380    |               |             | 117           | 2     | 117           | 2      | 378    |                         |
| 2046 | 20      | 28,937  | 330    |               |             | 117           | 1     | 117           | 1      | 329    |                         |
| 2047 | 21      | 28,937  | 287    |               |             | 117           | 1     | 117           | 1      | 286    |                         |
| 2048 | 22      | 28,937  | 250    |               |             | 117           | 1     | 117           | 1      | 249    |                         |
| 2049 | 23      | 28,937  | 217    |               |             | 117           | 1     | 117           | 1      | 216    |                         |
| 2050 | 24      | 28,937  | 189    |               |             | 117           | 1     | 117           | 1      | 188    |                         |
| 2051 | 25      | 28,937  | 164    |               |             | 117           | 1     | 117           | 1      | 164    |                         |
| 2052 | 26      | 28,937  | 143    |               |             | 117           | 1     | 117           | 1      | 142    |                         |
| 2053 | 27      | 28,937  | 124    |               |             | 117           | 1     | 117           | 1      | 124    |                         |
| 2054 | 28      | 28,937  | 108    |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 108    |                         |
| 2055 | 29      | 28,937  | 94     |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 94     |                         |
| 2056 | 30      | 28,937  | 82     |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 81     |                         |
| 2057 | 31      | 28,937  | 71     |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 71     |                         |
| 2058 | 32      | 28,937  | 62     |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 62     |                         |
| 2059 | 33      | 28,937  | 54     |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 53     |                         |
| 2060 | 34      | 28,937  | 47     |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 47     |                         |
| 2061 | 35      | 28,937  | 41     |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 40     |                         |
| 2062 | 36      | 28,937  | 35     |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 35     |                         |
| 2063 | 37      | 28,937  | 31     |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 31     |                         |
| 2064 | 38      | 28,937  | 27     |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 27     |                         |
| 2065 | 39      | 28,937  | 23     |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 23     |                         |
| 2066 | 40      | 28,937  | 20     |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 20     |                         |
| 2067 | 41      | 28,937  | 18     |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 17     |                         |
| 2068 | 42      | 28,937  | 15     |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 15     |                         |
| 2069 | 43      | 28,937  | 13     |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 13     |                         |
| 2070 | 44      | 28,937  | 12     |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 11     |                         |
| 2071 | 45      | 28,937  | 10     |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 10     |                         |
| 2072 | 46      | 28,937  | 9      |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 9      |                         |
| 2073 | 47      | 28,937  | 8      |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 8      |                         |
| 2074 | 48      | 28,937  | 7      |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 7      |                         |
| 2075 | 49      | 28,937  | 6      |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 6      |                         |
| 2076 | 50      | 28,937  | 5      |               |             | 117           | 0     | 117           | 0      | 5      |                         |
|      |         | 1,446,833   | 36,023 | 40,162        | 24,504      | 6,879         | 547   | 47,041        | 25,050 | 10,973 |                         |
|      | EIRR    | $\sum (B - C) / \sum (1 + i)^{t-1} = 0$               |        |               | 0.176       |               |       |               |        |        |                         |
|      | NPV     | $\sum (B - C) / \sum (1 + i)^{t-1}$                   |        | 10,973        |             |               |       |               |        |        |                         |
|      | B/C     | $\sum (B / (1 + i)^{t-1}) / \sum (C / (1 + i)^{t-1})$ |        | 1.4           |             |               |       |               |        |        |                         |



巻末表 4.5.18 キャッシュフロー (A-2-1案)

| Year | BENEFIT |   |        |               |             |               |       |               | B/C    | B-c    | (10 <sup>6</sup> PESOS) |
|------|---------|---|--------|---------------|-------------|---------------|-------|---------------|--------|--------|-------------------------|
|      | ①       | ②   | ③      | ④             | ⑤           | ⑥             | ⑦     | ⑧             |        |        |                         |
|      | BENEFIT | PRESENT VALUE   | COST   | PRESENT VALUE | MAINTENANCE | PRESENT VALUE | COST  | PRESENT VALUE |        |        |                         |
| 2014 |         |   | 4,520  | 4,520         | 13          | 13            | 4,533 | 4,533         |        | -4,533 |                         |
| 2015 |         |   | 4,520  | 3,930         | 26          | 23            | 4,546 | 3,953         |        | -3,953 |                         |
| 2016 |         |   | 4,520  | 3,418         | 39          | 30            | 4,559 | 3,447         |        | -3,447 |                         |
| 2017 |         |   | 7,959  | 5,233         | 63          | 41            | 8,022 | 5,274         |        | -5,274 |                         |
| 2018 |         |   | 3,439  | 1,966         | 73          | 42            | 3,512 | 2,008         |        | -2,008 |                         |
| 2019 |         |   | 3,439  | 1,710         | 83          | 41            | 3,522 | 1,751         |        | -1,751 |                         |
| 2020 |         |   | 3,439  | 1,487         | 93          | 40            | 3,532 | 1,527         |        | -1,527 |                         |
| 2021 |         |   | 3,439  | 1,293         | 103         | 39            | 3,542 | 1,332         |        | -1,332 |                         |
| 2022 |         |   | 3,439  | 1,124         | 113         | 37            | 3,552 | 1,161         |        | -1,161 |                         |
| 2023 |         |   | 982    | 279           | 116         | 33            | 1,098 | 312           |        | -312   |                         |
| 2024 |         |   | 982    | 243           | 118         | 29            | 1,101 | 272           |        | -272   |                         |
| 2025 |         |   | 982    | 211           | 121         | 26            | 1,104 | 237           |        | -237   |                         |
| 2026 |         |   | 982    | 184           | 124         | 23            | 1,107 | 207           |        | -207   |                         |
| 2027 | 1       | 28,937  | 4,703  |               | 124         | 20            | 124   | 20            |        | 4,683  |                         |
| 2028 | 2       | 28,937  | 4,090  |               | 124         | 18            | 124   | 18            |        | 4,072  |                         |
| 2029 | 3       | 28,937  | 3,556  |               | 124         | 15            | 124   | 15            |        | 3,541  |                         |
| 2030 | 4       | 28,937  | 3,092  |               | 124         | 13            | 124   | 13            |        | 3,079  |                         |
| 2031 | 5       | 28,937  | 2,689  |               | 124         | 12            | 124   | 12            |        | 2,677  |                         |
| 2032 | 6       | 28,937  | 2,338  |               | 124         | 10            | 124   | 10            |        | 2,328  |                         |
| 2033 | 7       | 28,937  | 2,033  |               | 124         | 9             | 124   | 9             |        | 2,025  |                         |
| 2034 | 8       | 28,937  | 1,768  |               | 124         | 8             | 124   | 8             |        | 1,760  |                         |
| 2035 | 9       | 28,937  | 1,537  |               | 124         | 7             | 124   | 7             |        | 1,531  |                         |
| 2036 | 10      | 28,937  | 1,337  |               | 124         | 6             | 124   | 6             |        | 1,331  |                         |
| 2037 | 11      | 28,937  | 1,163  |               | 124         | 5             | 124   | 5             |        | 1,158  |                         |
| 2038 | 12      | 28,937  | 1,011  |               | 124         | 4             | 124   | 4             |        | 1,007  |                         |
| 2039 | 13      | 28,937  | 879    |               | 124         | 4             | 124   | 4             |        | 875    |                         |
| 2040 | 14      | 28,937  | 764    |               | 124         | 3             | 124   | 3             |        | 761    |                         |
| 2041 | 15      | 28,937  | 665    |               | 124         | 3             | 124   | 3             |        | 662    |                         |
| 2042 | 16      | 28,937  | 578    |               | 124         | 2             | 124   | 2             |        | 575    |                         |
| 2043 | 17      | 28,937  | 503    |               | 124         | 2             | 124   | 2             |        | 500    |                         |
| 2044 | 18      | 28,937  | 437    |               | 124         | 2             | 124   | 2             |        | 435    |                         |
| 2045 | 19      | 28,937  | 380    |               | 124         | 2             | 124   | 2             |        | 378    |                         |
| 2046 | 20      | 28,937  | 330    |               | 124         | 1             | 124   | 1             |        | 329    |                         |
| 2047 | 21      | 28,937  | 287    |               | 124         | 1             | 124   | 1             |        | 286    |                         |
| 2048 | 22      | 28,937  | 250    |               | 124         | 1             | 124   | 1             |        | 249    |                         |
| 2049 | 23      | 28,937  | 217    |               | 124         | 1             | 124   | 1             |        | 216    |                         |
| 2050 | 24      | 28,937  | 189    |               | 124         | 1             | 124   | 1             |        | 188    |                         |
| 2051 | 25      | 28,937  | 164    |               | 124         | 1             | 124   | 1             |        | 164    |                         |
| 2052 | 26      | 28,937  | 143    |               | 124         | 1             | 124   | 1             |        | 142    |                         |
| 2053 | 27      | 28,937  | 124    |               | 124         | 1             | 124   | 1             |        | 124    |                         |
| 2054 | 28      | 28,937  | 108    |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 108    |                         |
| 2055 | 29      | 28,937  | 94     |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 94     |                         |
| 2056 | 30      | 28,937  | 82     |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 81     |                         |
| 2057 | 31      | 28,937  | 71     |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 71     |                         |
| 2058 | 32      | 28,937  | 62     |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 62     |                         |
| 2059 | 33      | 28,937  | 54     |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 53     |                         |
| 2060 | 34      | 28,937  | 47     |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 47     |                         |
| 2061 | 35      | 28,937  | 41     |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 40     |                         |
| 2062 | 36      | 28,937  | 35     |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 35     |                         |
| 2063 | 37      | 28,937  | 31     |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 31     |                         |
| 2064 | 38      | 28,937  | 27     |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 27     |                         |
| 2065 | 39      | 28,937  | 23     |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 23     |                         |
| 2066 | 40      | 28,937  | 20     |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 20     |                         |
| 2067 | 41      | 28,937  | 18     |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 17     |                         |
| 2068 | 42      | 28,937  | 15     |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 15     |                         |
| 2069 | 43      | 28,937  | 13     |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 13     |                         |
| 2070 | 44      | 28,937  | 12     |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 11     |                         |
| 2071 | 45      | 28,937  | 10     |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 10     |                         |
| 2072 | 46      | 28,937  | 9      |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 9      |                         |
| 2073 | 47      | 28,937  | 8      |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 8      |                         |
| 2074 | 48      | 28,937  | 7      |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 7      |                         |
| 2075 | 49      | 28,937  | 6      |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 6      |                         |
| 2076 | 50      | 28,937  | 5      |               | 124         | 0             | 124   | 0             |        | 5      |                         |
|      |         | 1,446,833   | 36,023 | 42,645        | 25,598      | 7,289         | 571   | 49,934        | 26,169 | 9,854  |                         |
|      | EIRR    | $\sum (B - C) / \sum (1 + i_0)^{t-1} = 0$             |        | 0.173         |             |               |       |               |        |        |                         |
|      | NPV     | $\sum (B - C) / \sum (1 + i)^{t-1}$                   |        | 9,854         |             |               |       |               |        |        |                         |
|      | B/C     | $\sum (B / (1 + i)^{t-1}) / \sum (C / (1 + i)^{t-1})$ |        | 1.4           |             |               |       |               |        |        |                         |

巻末表 4.5.19 キャッシュフロー (A-3案)

| Year | BENEFIT |   |        |               |             |               |       |               | B/C    | B-c    | (10 <sup>6</sup> PESOS) |
|------|---------|---|--------|---------------|-------------|---------------|-------|---------------|--------|--------|-------------------------|
|      | ①       | ②   | ③      | ④             | ⑤           | ⑥             | ⑦     | ⑧             |        |        |                         |
|      | BENEFIT | PRESENT VALUE   | COST   | PRESENT VALUE | MAINTENANCE | PRESENT VALUE | COST  | PRESENT VALUE |        |        |                         |
| 2014 |         |   | 4,520  | 4,520         | 13          | 13            | 4,533 | 4,533         |        | -4,533 |                         |
| 2015 |         |   | 4,520  | 3,930         | 26          | 23            | 4,546 | 3,953         |        | -3,953 |                         |
| 2016 |         |   | 4,520  | 3,418         | 39          | 30            | 4,559 | 3,447         |        | -3,447 |                         |
| 2017 |         |   | 8,387  | 5,515         | 64          | 42            | 8,451 | 5,557         |        | -5,557 |                         |
| 2018 |         |   | 3,867  | 2,211         | 75          | 43            | 3,942 | 2,254         |        | -2,254 |                         |
| 2019 |         |   | 3,867  | 1,923         | 86          | 43            | 3,954 | 1,966         |        | -1,966 |                         |
| 2020 |         |   | 3,867  | 1,672         | 98          | 42            | 3,965 | 1,714         |        | -1,714 |                         |
| 2021 |         |   | 3,867  | 1,454         | 109         | 41            | 3,976 | 1,495         |        | -1,495 |                         |
| 2022 |         |   | 3,867  | 1,264         | 120         | 39            | 3,987 | 1,303         |        | -1,303 |                         |
| 2023 |         |   | 891    | 253           | 123         | 35            | 1,013 | 288           |        | -288   |                         |
| 2024 |         |   | 891    | 220           | 125         | 31            | 1,016 | 251           |        | -251   |                         |
| 2025 |         |   | 891    | 191           | 128         | 27            | 1,019 | 219           |        | -219   |                         |
| 2026 |         |   | 891    | 166           | 131         | 24            | 1,021 | 191           |        | -191   |                         |
| 2027 | 1       | 28,937  | 4,703  |               | 131         | 21            | 131   | 21            |        | 4,682  |                         |
| 2028 | 2       | 28,937  | 4,090  |               | 131         | 18            | 131   | 18            |        | 4,071  |                         |
| 2029 | 3       | 28,937  | 3,556  |               | 131         | 16            | 131   | 16            |        | 3,540  |                         |
| 2030 | 4       | 28,937  | 3,092  |               | 131         | 14            | 131   | 14            |        | 3,078  |                         |
| 2031 | 5       | 28,937  | 2,689  |               | 131         | 12            | 131   | 12            |        | 2,677  |                         |
| 2032 | 6       | 28,937  | 2,338  |               | 131         | 11            | 131   | 11            |        | 2,328  |                         |
| 2033 | 7       | 28,937  | 2,033  |               | 131         | 9             | 131   | 9             |        | 2,024  |                         |
| 2034 | 8       | 28,937  | 1,768  |               | 131         | 8             | 131   | 8             |        | 1,760  |                         |
| 2035 | 9       | 28,937  | 1,537  |               | 131         | 7             | 131   | 7             |        | 1,530  |                         |
| 2036 | 10      | 28,937  | 1,337  |               | 131         | 6             | 131   | 6             |        | 1,331  |                         |
| 2037 | 11      | 28,937  | 1,163  |               | 131         | 5             | 131   | 5             |        | 1,157  |                         |
| 2038 | 12      | 28,937  | 1,011  |               | 131         | 5             | 131   | 5             |        | 1,006  |                         |
| 2039 | 13      | 28,937  | 879    |               | 131         | 4             | 131   | 4             |        | 875    |                         |
| 2040 | 14      | 28,937  | 764    |               | 131         | 3             | 131   | 3             |        | 761    |                         |
| 2041 | 15      | 28,937  | 665    |               | 131         | 3             | 131   | 3             |        | 662    |                         |
| 2042 | 16      | 28,937  | 578    |               | 131         | 3             | 131   | 3             |        | 575    |                         |
| 2043 | 17      | 28,937  | 503    |               | 131         | 2             | 131   | 2             |        | 500    |                         |
| 2044 | 18      | 28,937  | 437    |               | 131         | 2             | 131   | 2             |        | 435    |                         |
| 2045 | 19      | 28,937  | 380    |               | 131         | 2             | 131   | 2             |        | 378    |                         |
| 2046 | 20      | 28,937  | 330    |               | 131         | 1             | 131   | 1             |        | 329    |                         |
| 2047 | 21      | 28,937  | 287    |               | 131         | 1             | 131   | 1             |        | 286    |                         |
| 2048 | 22      | 28,937  | 250    |               | 131         | 1             | 131   | 1             |        | 249    |                         |
| 2049 | 23      | 28,937  | 217    |               | 131         | 1             | 131   | 1             |        | 216    |                         |
| 2050 | 24      | 28,937  | 189    |               | 131         | 1             | 131   | 1             |        | 188    |                         |
| 2051 | 25      | 28,937  | 164    |               | 131         | 1             | 131   | 1             |        | 164    |                         |
| 2052 | 26      | 28,937  | 143    |               | 131         | 1             | 131   | 1             |        | 142    |                         |
| 2053 | 27      | 28,937  | 124    |               | 131         | 1             | 131   | 1             |        | 124    |                         |
| 2054 | 28      | 28,937  | 108    |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 108    |                         |
| 2055 | 29      | 28,937  | 94     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 94     |                         |
| 2056 | 30      | 28,937  | 82     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 81     |                         |
| 2057 | 31      | 28,937  | 71     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 71     |                         |
| 2058 | 32      | 28,937  | 62     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 61     |                         |
| 2059 | 33      | 28,937  | 54     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 53     |                         |
| 2060 | 34      | 28,937  | 47     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 46     |                         |
| 2061 | 35      | 28,937  | 41     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 40     |                         |
| 2062 | 36      | 28,937  | 35     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 35     |                         |
| 2063 | 37      | 28,937  | 31     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 31     |                         |
| 2064 | 38      | 28,937  | 27     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 27     |                         |
| 2065 | 39      | 28,937  | 23     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 23     |                         |
| 2066 | 40      | 28,937  | 20     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 20     |                         |
| 2067 | 41      | 28,937  | 18     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 17     |                         |
| 2068 | 42      | 28,937  | 15     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 15     |                         |
| 2069 | 43      | 28,937  | 13     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 13     |                         |
| 2070 | 44      | 28,937  | 12     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 11     |                         |
| 2071 | 45      | 28,937  | 10     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 10     |                         |
| 2072 | 46      | 28,937  | 9      |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 9      |                         |
| 2073 | 47      | 28,937  | 8      |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 8      |                         |
| 2074 | 48      | 28,937  | 7      |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 7      |                         |
| 2075 | 49      | 28,937  | 6      |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 6      |                         |
| 2076 | 50      | 28,937  | 5      |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 5      |                         |
|      |         | 1,446,833   | 36,023 | 44,846        | 26,737      | 7,662         | 596   | 52,508        | 27,334 | 8,689  |                         |
|      | EIRR    | $\Sigma (B - C) / \Sigma (1 + io)^{t-1} = 0$              |        | 0.170         |             |               |       |               |        |        |                         |
|      | NPV     | $\Sigma (B - C) / \Sigma (1 + i)^{t-1}$                   |        | 8,689         |             |               |       |               |        |        |                         |
|      | B/C     | $\Sigma (B / (1 + i)^{t-1}) / \Sigma (C / (1 + i)^{t-1})$ |        | 1.3           |             |               |       |               |        |        |                         |

巻末表 4.5.20 キャッシュフロー (A-2-2案)

| Year | BENEFIT |   |        |               |             |               |       |               | B/C    | B-c    | (10 <sup>6</sup> PESOS) |
|------|---------|---|--------|---------------|-------------|---------------|-------|---------------|--------|--------|-------------------------|
|      | ①       | ②   | ③      | ④             | ⑤           | ⑥             | ⑦     | ⑧             |        |        |                         |
|      | BENEFIT | PRESENT VALUE   | COST   | PRESENT VALUE | MAINTENANCE | PRESENT VALUE | COST  | PRESENT VALUE |        |        |                         |
| 2014 |         |   | 4,520  | 4,520         | 13          | 13            | 4,533 | 4,533         |        | -4,533 |                         |
| 2015 |         |   | 4,520  | 3,930         | 26          | 23            | 4,546 | 3,953         |        | -3,953 |                         |
| 2016 |         |   | 4,520  | 3,418         | 39          | 30            | 4,559 | 3,447         |        | -3,447 |                         |
| 2017 |         |   | 8,407  | 5,528         | 64          | 42            | 8,471 | 5,570         |        | -5,570 |                         |
| 2018 |         |   | 3,888  | 2,223         | 75          | 43            | 3,963 | 2,266         |        | -2,266 |                         |
| 2019 |         |   | 3,888  | 1,933         | 87          | 43            | 3,974 | 1,976         |        | -1,976 |                         |
| 2020 |         |   | 3,888  | 1,681         | 98          | 42            | 3,985 | 1,723         |        | -1,723 |                         |
| 2021 |         |   | 3,888  | 1,461         | 109         | 41            | 3,997 | 1,503         |        | -1,503 |                         |
| 2022 |         |   | 3,888  | 1,271         | 120         | 39            | 4,008 | 1,310         |        | -1,310 |                         |
| 2023 |         |   | 982    | 279           | 123         | 35            | 1,106 | 314           |        | -314   |                         |
| 2024 |         |   | 982    | 243           | 126         | 31            | 1,109 | 274           |        | -274   |                         |
| 2025 |         |   | 982    | 211           | 129         | 28            | 1,112 | 239           |        | -239   |                         |
| 2026 |         |   | 982    | 184           | 132         | 25            | 1,114 | 208           |        | -208   |                         |
| 2027 | 1       | 28,937  | 4,703  |               | 132         | 21            | 132   | 21            |        | 4,682  |                         |
| 2028 | 2       | 28,937  | 4,090  |               | 132         | 19            | 132   | 19            |        | 4,071  |                         |
| 2029 | 3       | 28,937  | 3,556  |               | 132         | 16            | 132   | 16            |        | 3,540  |                         |
| 2030 | 4       | 28,937  | 3,092  |               | 132         | 14            | 132   | 14            |        | 3,078  |                         |
| 2031 | 5       | 28,937  | 2,689  |               | 132         | 12            | 132   | 12            |        | 2,677  |                         |
| 2032 | 6       | 28,937  | 2,338  |               | 132         | 11            | 132   | 11            |        | 2,328  |                         |
| 2033 | 7       | 28,937  | 2,033  |               | 132         | 9             | 132   | 9             |        | 2,024  |                         |
| 2034 | 8       | 28,937  | 1,768  |               | 132         | 8             | 132   | 8             |        | 1,760  |                         |
| 2035 | 9       | 28,937  | 1,537  |               | 132         | 7             | 132   | 7             |        | 1,530  |                         |
| 2036 | 10      | 28,937  | 1,337  |               | 132         | 6             | 132   | 6             |        | 1,331  |                         |
| 2037 | 11      | 28,937  | 1,163  |               | 132         | 5             | 132   | 5             |        | 1,157  |                         |
| 2038 | 12      | 28,937  | 1,011  |               | 132         | 5             | 132   | 5             |        | 1,006  |                         |
| 2039 | 13      | 28,937  | 879    |               | 132         | 4             | 132   | 4             |        | 875    |                         |
| 2040 | 14      | 28,937  | 764    |               | 132         | 3             | 132   | 3             |        | 761    |                         |
| 2041 | 15      | 28,937  | 665    |               | 132         | 3             | 132   | 3             |        | 662    |                         |
| 2042 | 16      | 28,937  | 578    |               | 132         | 3             | 132   | 3             |        | 575    |                         |
| 2043 | 17      | 28,937  | 503    |               | 132         | 2             | 132   | 2             |        | 500    |                         |
| 2044 | 18      | 28,937  | 437    |               | 132         | 2             | 132   | 2             |        | 435    |                         |
| 2045 | 19      | 28,937  | 380    |               | 132         | 2             | 132   | 2             |        | 378    |                         |
| 2046 | 20      | 28,937  | 330    |               | 132         | 2             | 132   | 2             |        | 329    |                         |
| 2047 | 21      | 28,937  | 287    |               | 132         | 1             | 132   | 1             |        | 286    |                         |
| 2048 | 22      | 28,937  | 250    |               | 132         | 1             | 132   | 1             |        | 249    |                         |
| 2049 | 23      | 28,937  | 217    |               | 132         | 1             | 132   | 1             |        | 216    |                         |
| 2050 | 24      | 28,937  | 189    |               | 132         | 1             | 132   | 1             |        | 188    |                         |
| 2051 | 25      | 28,937  | 164    |               | 132         | 1             | 132   | 1             |        | 164    |                         |
| 2052 | 26      | 28,937  | 143    |               | 132         | 1             | 132   | 1             |        | 142    |                         |
| 2053 | 27      | 28,937  | 124    |               | 132         | 1             | 132   | 1             |        | 124    |                         |
| 2054 | 28      | 28,937  | 108    |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 108    |                         |
| 2055 | 29      | 28,937  | 94     |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 94     |                         |
| 2056 | 30      | 28,937  | 82     |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 81     |                         |
| 2057 | 31      | 28,937  | 71     |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 71     |                         |
| 2058 | 32      | 28,937  | 62     |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 61     |                         |
| 2059 | 33      | 28,937  | 54     |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 53     |                         |
| 2060 | 34      | 28,937  | 47     |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 46     |                         |
| 2061 | 35      | 28,937  | 41     |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 40     |                         |
| 2062 | 36      | 28,937  | 35     |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 35     |                         |
| 2063 | 37      | 28,937  | 31     |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 31     |                         |
| 2064 | 38      | 28,937  | 27     |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 27     |                         |
| 2065 | 39      | 28,937  | 23     |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 23     |                         |
| 2066 | 40      | 28,937  | 20     |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 20     |                         |
| 2067 | 41      | 28,937  | 18     |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 17     |                         |
| 2068 | 42      | 28,937  | 15     |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 15     |                         |
| 2069 | 43      | 28,937  | 13     |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 13     |                         |
| 2070 | 44      | 28,937  | 12     |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 11     |                         |
| 2071 | 45      | 28,937  | 10     |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 10     |                         |
| 2072 | 46      | 28,937  | 9      |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 9      |                         |
| 2073 | 47      | 28,937  | 8      |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 8      |                         |
| 2074 | 48      | 28,937  | 7      |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 7      |                         |
| 2075 | 49      | 28,937  | 6      |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 6      |                         |
| 2076 | 50      | 28,937  | 5      |               | 132         | 0             | 132   | 0             |        | 5      |                         |
|      |         | 1,446,833   | 36,023 | 45,335        | 26,881      | 7,739         | 600   | 53,074        | 27,481 | 8,542  |                         |
|      | EIRR    | $\sum (B - C) / \sum (1 + io)^{t-1} = 0$              |        | 0.170         |             |               |       |               |        |        |                         |
|      | NPV     | $\sum (B - C) / \sum (1 + i)^{t-1}$                   |        | 8,542         |             |               |       |               |        |        |                         |
|      | B/C     | $\sum (B / (1 + i)^{t-1}) / \sum (C / (1 + i)^{t-1})$ |        | 1.3           |             |               |       |               |        |        |                         |

巻末表 4.5.21 キャッシュフロー (O-1案)

| Year | BENEFIT |   |        |               |             |               |       |               | (10 <sup>6</sup> PESOS) |        |
|------|---------|---|--------|---------------|-------------|---------------|-------|---------------|-------------------------|--------|
|      | ①       | ②   | ③      | ④             | ⑤           | ⑥             | ⑦     | ⑧             | B/C                     | B-c    |
|      | BENEFIT | PRESENT VALUE   | COST   | PRESENT VALUE | MAINTENANCE | PRESENT VALUE | COST  | PRESENT VALUE |                         |        |
| 2014 |         |   | 4,389  | 4,389         | 13          | 13            | 4,402 | 4,402         |                         | -4,402 |
| 2015 |         |   | 4,389  | 3,817         | 26          | 22            | 4,415 | 3,839         |                         | -3,839 |
| 2016 |         |   | 4,389  | 3,319         | 38          | 29            | 4,428 | 3,348         |                         | -3,348 |
| 2017 |         |   | 7,515  | 4,941         | 60          | 40            | 7,575 | 4,981         |                         | -4,981 |
| 2018 |         |   | 3,126  | 1,787         | 69          | 40            | 3,195 | 1,827         |                         | -1,827 |
| 2019 |         |   | 3,126  | 1,554         | 78          | 39            | 3,204 | 1,593         |                         | -1,593 |
| 2020 |         |   | 3,126  | 1,351         | 87          | 38            | 3,213 | 1,389         |                         | -1,389 |
| 2021 |         |   | 3,126  | 1,175         | 97          | 36            | 3,222 | 1,211         |                         | -1,211 |
| 2022 |         |   | 3,126  | 1,022         | 106         | 35            | 3,232 | 1,056         |                         | -1,056 |
| 2023 |         |   | 930    | 264           | 108         | 31            | 1,038 | 295           |                         | -295   |
| 2024 |         |   | 930    | 230           | 111         | 27            | 1,041 | 257           |                         | -257   |
| 2025 |         |   | 930    | 200           | 114         | 24            | 1,044 | 224           |                         | -224   |
| 2026 |         |   | 930    | 174           | 116         | 22            | 1,047 | 196           |                         | -196   |
| 2027 | 1       | 28,937  | 4,703  |               | 116         | 19            | 116   | 19            |                         | 4,684  |
| 2028 | 2       | 28,937  | 4,090  |               | 116         | 16            | 116   | 16            |                         | 4,073  |
| 2029 | 3       | 28,937  | 3,556  |               | 116         | 14            | 116   | 14            |                         | 3,542  |
| 2030 | 4       | 28,937  | 3,092  |               | 116         | 12            | 116   | 12            |                         | 3,080  |
| 2031 | 5       | 28,937  | 2,689  |               | 116         | 11            | 116   | 11            |                         | 2,678  |
| 2032 | 6       | 28,937  | 2,338  |               | 116         | 9             | 116   | 9             |                         | 2,329  |
| 2033 | 7       | 28,937  | 2,033  |               | 116         | 8             | 116   | 8             |                         | 2,025  |
| 2034 | 8       | 28,937  | 1,768  |               | 116         | 7             | 116   | 7             |                         | 1,761  |
| 2035 | 9       | 28,937  | 1,537  |               | 116         | 6             | 116   | 6             |                         | 1,531  |
| 2036 | 10      | 28,937  | 1,337  |               | 116         | 5             | 116   | 5             |                         | 1,332  |
| 2037 | 11      | 28,937  | 1,163  |               | 116         | 5             | 116   | 5             |                         | 1,158  |
| 2038 | 12      | 28,937  | 1,011  |               | 116         | 4             | 116   | 4             |                         | 1,007  |
| 2039 | 13      | 28,937  | 879    |               | 116         | 4             | 116   | 4             |                         | 875    |
| 2040 | 14      | 28,937  | 764    |               | 116         | 3             | 116   | 3             |                         | 761    |
| 2041 | 15      | 28,937  | 665    |               | 116         | 3             | 116   | 3             |                         | 662    |
| 2042 | 16      | 28,937  | 578    |               | 116         | 2             | 116   | 2             |                         | 576    |
| 2043 | 17      | 28,937  | 503    |               | 116         | 2             | 116   | 2             |                         | 501    |
| 2044 | 18      | 28,937  | 437    |               | 116         | 2             | 116   | 2             |                         | 435    |
| 2045 | 19      | 28,937  | 380    |               | 116         | 2             | 116   | 2             |                         | 378    |
| 2046 | 20      | 28,937  | 330    |               | 116         | 1             | 116   | 1             |                         | 329    |
| 2047 | 21      | 28,937  | 287    |               | 116         | 1             | 116   | 1             |                         | 286    |
| 2048 | 22      | 28,937  | 250    |               | 116         | 1             | 116   | 1             |                         | 249    |
| 2049 | 23      | 28,937  | 217    |               | 116         | 1             | 116   | 1             |                         | 216    |
| 2050 | 24      | 28,937  | 189    |               | 116         | 1             | 116   | 1             |                         | 188    |
| 2051 | 25      | 28,937  | 164    |               | 116         | 1             | 116   | 1             |                         | 164    |
| 2052 | 26      | 28,937  | 143    |               | 116         | 1             | 116   | 1             |                         | 142    |
| 2053 | 27      | 28,937  | 124    |               | 116         | 1             | 116   | 1             |                         | 124    |
| 2054 | 28      | 28,937  | 108    |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 108    |
| 2055 | 29      | 28,937  | 94     |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 94     |
| 2056 | 30      | 28,937  | 82     |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 81     |
| 2057 | 31      | 28,937  | 71     |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 71     |
| 2058 | 32      | 28,937  | 62     |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 62     |
| 2059 | 33      | 28,937  | 54     |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 53     |
| 2060 | 34      | 28,937  | 47     |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 47     |
| 2061 | 35      | 28,937  | 41     |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 40     |
| 2062 | 36      | 28,937  | 35     |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 35     |
| 2063 | 37      | 28,937  | 31     |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 31     |
| 2064 | 38      | 28,937  | 27     |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 27     |
| 2065 | 39      | 28,937  | 23     |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 23     |
| 2066 | 40      | 28,937  | 20     |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 20     |
| 2067 | 41      | 28,937  | 18     |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 17     |
| 2068 | 42      | 28,937  | 15     |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 15     |
| 2069 | 43      | 28,937  | 13     |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 13     |
| 2070 | 44      | 28,937  | 12     |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 11     |
| 2071 | 45      | 28,937  | 10     |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 10     |
| 2072 | 46      | 28,937  | 9      |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 9      |
| 2073 | 47      | 28,937  | 8      |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 8      |
| 2074 | 48      | 28,937  | 7      |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 7      |
| 2075 | 49      | 28,937  | 6      |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 6      |
| 2076 | 50      | 28,937  | 5      |               | 116         | 0             | 116   | 0             |                         | 5      |
|      |         | 1,446,833   | 36,023 | 40,033        | 24,224      | 6,849         | 540   | 46,882        | 24,765                  | 11,259 |
|      | EIRR    | $\Sigma (B - C) / \Sigma (1 + io)^{t-1} = 0$              |        | 0.177         |             |               |       |               |                         |        |
|      | NPV     | $\Sigma (B - C) / \Sigma (1 + i)^{t-1}$                   |        | 11,259        |             |               |       |               |                         |        |
|      | B/C     | $\Sigma (B / (1 + i)^{t-1}) / \Sigma (C / (1 + i)^{t-1})$ |        | 1.5           |             |               |       |               |                         |        |

巻末表 4.5.22 キャッシュフロー（O-2案）

| Year | BENEFIT |   |        |               |             |               |       |               | (10 <sup>6</sup> PESOS) |        |
|------|---------|---|--------|---------------|-------------|---------------|-------|---------------|-------------------------|--------|
|      | ①       | ②   | ③      | ④             | ⑤           | ⑥             | ⑦     | ⑧             | B/C                     | B-c    |
|      | BENEFIT | PRESENT VALUE   | COST   | PRESENT VALUE | MAINTENANCE | PRESENT VALUE | COST  | PRESENT VALUE |                         |        |
| 2014 |         |   | 4,389  | 4,389         | 13          | 13            | 4,402 | 4,402         |                         | -4,402 |
| 2015 |         |   | 4,389  | 3,817         | 26          | 22            | 4,415 | 3,839         |                         | -3,839 |
| 2016 |         |   | 4,389  | 3,319         | 38          | 29            | 4,428 | 3,348         |                         | -3,348 |
| 2017 |         |   | 7,851  | 5,162         | 61          | 40            | 7,912 | 5,202         |                         | -5,202 |
| 2018 |         |   | 3,462  | 1,979         | 71          | 41            | 3,533 | 2,020         |                         | -2,020 |
| 2019 |         |   | 3,462  | 1,721         | 81          | 40            | 3,543 | 1,762         |                         | -1,762 |
| 2020 |         |   | 3,462  | 1,497         | 91          | 40            | 3,553 | 1,536         |                         | -1,536 |
| 2021 |         |   | 3,462  | 1,301         | 101         | 38            | 3,563 | 1,340         |                         | -1,340 |
| 2022 |         |   | 3,462  | 1,132         | 112         | 36            | 3,573 | 1,168         |                         | -1,168 |
| 2023 |         |   | 1,022  | 290           | 115         | 33            | 1,136 | 323           |                         | -323   |
| 2024 |         |   | 1,022  | 253           | 117         | 29            | 1,139 | 282           |                         | -282   |
| 2025 |         |   | 1,022  | 220           | 120         | 26            | 1,142 | 246           |                         | -246   |
| 2026 |         |   | 1,022  | 191           | 123         | 23            | 1,145 | 214           |                         | -214   |
| 2027 | 1       | 28,937  | 4,703  |               |             | 123           | 20    | 123           | 20                      | 4,683  |
| 2028 | 2       | 28,937  | 4,090  |               |             | 123           | 17    | 123           | 17                      | 4,072  |
| 2029 | 3       | 28,937  | 3,556  |               |             | 123           | 15    | 123           | 15                      | 3,541  |
| 2030 | 4       | 28,937  | 3,092  |               |             | 123           | 13    | 123           | 13                      | 3,079  |
| 2031 | 5       | 28,937  | 2,689  |               |             | 123           | 11    | 123           | 11                      | 2,677  |
| 2032 | 6       | 28,937  | 2,338  |               |             | 123           | 10    | 123           | 10                      | 2,328  |
| 2033 | 7       | 28,937  | 2,033  |               |             | 123           | 9     | 123           | 9                       | 2,025  |
| 2034 | 8       | 28,937  | 1,768  |               |             | 123           | 8     | 123           | 8                       | 1,760  |
| 2035 | 9       | 28,937  | 1,537  |               |             | 123           | 7     | 123           | 7                       | 1,531  |
| 2036 | 10      | 28,937  | 1,337  |               |             | 123           | 6     | 123           | 6                       | 1,331  |
| 2037 | 11      | 28,937  | 1,163  |               |             | 123           | 5     | 123           | 5                       | 1,158  |
| 2038 | 12      | 28,937  | 1,011  |               |             | 123           | 4     | 123           | 4                       | 1,007  |
| 2039 | 13      | 28,937  | 879    |               |             | 123           | 4     | 123           | 4                       | 875    |
| 2040 | 14      | 28,937  | 764    |               |             | 123           | 3     | 123           | 3                       | 761    |
| 2041 | 15      | 28,937  | 665    |               |             | 123           | 3     | 123           | 3                       | 662    |
| 2042 | 16      | 28,937  | 578    |               |             | 123           | 2     | 123           | 2                       | 576    |
| 2043 | 17      | 28,937  | 503    |               |             | 123           | 2     | 123           | 2                       | 500    |
| 2044 | 18      | 28,937  | 437    |               |             | 123           | 2     | 123           | 2                       | 435    |
| 2045 | 19      | 28,937  | 380    |               |             | 123           | 2     | 123           | 2                       | 378    |
| 2046 | 20      | 28,937  | 330    |               |             | 123           | 1     | 123           | 1                       | 329    |
| 2047 | 21      | 28,937  | 287    |               |             | 123           | 1     | 123           | 1                       | 286    |
| 2048 | 22      | 28,937  | 250    |               |             | 123           | 1     | 123           | 1                       | 249    |
| 2049 | 23      | 28,937  | 217    |               |             | 123           | 1     | 123           | 1                       | 216    |
| 2050 | 24      | 28,937  | 189    |               |             | 123           | 1     | 123           | 1                       | 188    |
| 2051 | 25      | 28,937  | 164    |               |             | 123           | 1     | 123           | 1                       | 164    |
| 2052 | 26      | 28,937  | 143    |               |             | 123           | 1     | 123           | 1                       | 142    |
| 2053 | 27      | 28,937  | 124    |               |             | 123           | 1     | 123           | 1                       | 124    |
| 2054 | 28      | 28,937  | 108    |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 108    |
| 2055 | 29      | 28,937  | 94     |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 94     |
| 2056 | 30      | 28,937  | 82     |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 81     |
| 2057 | 31      | 28,937  | 71     |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 71     |
| 2058 | 32      | 28,937  | 62     |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 62     |
| 2059 | 33      | 28,937  | 54     |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 53     |
| 2060 | 34      | 28,937  | 47     |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 47     |
| 2061 | 35      | 28,937  | 41     |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 40     |
| 2062 | 36      | 28,937  | 35     |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 35     |
| 2063 | 37      | 28,937  | 31     |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 31     |
| 2064 | 38      | 28,937  | 27     |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 27     |
| 2065 | 39      | 28,937  | 23     |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 23     |
| 2066 | 40      | 28,937  | 20     |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 20     |
| 2067 | 41      | 28,937  | 18     |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 17     |
| 2068 | 42      | 28,937  | 15     |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 15     |
| 2069 | 43      | 28,937  | 13     |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 13     |
| 2070 | 44      | 28,937  | 12     |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 11     |
| 2071 | 45      | 28,937  | 10     |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 10     |
| 2072 | 46      | 28,937  | 9      |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 9      |
| 2073 | 47      | 28,937  | 8      |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 8      |
| 2074 | 48      | 28,937  | 7      |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 7      |
| 2075 | 49      | 28,937  | 6      |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 6      |
| 2076 | 50      | 28,937  | 5      |               |             | 123           | 0     | 123           | 0                       | 5      |
|      |         | 1,446,833   | 36,023 | 42,415        | 25,271      | 7,242         | 564   | 49,657        | 25,835                  | 10,189 |
|      | EIRR    | $\Sigma (B - C) / \Sigma (1 + i_0)^{t-1} = 0$             |        |               | 0.174       |               |       |               |                         |        |
|      | NPV     | $\Sigma (B - C) / \Sigma (1 + i)^{t-1}$                   |        |               | 10,189      |               |       |               |                         |        |
|      | B/C     | $\Sigma (B / (1 + i)^{t-1}) / \Sigma (C / (1 + i)^{t-1})$ |        |               | 1.4         |               |       |               |                         |        |

巻末表 4.5.23 キャッシュフロー（B-1案）

| Year | BENEFIT |   |        |               |             |               |       |               | B/C    | B-c    | (10 <sup>6</sup> PESOS) |
|------|---------|---|--------|---------------|-------------|---------------|-------|---------------|--------|--------|-------------------------|
|      | ①       | ②   | ③      | ④             | ⑤           | ⑥             | ⑦     | ⑧             |        |        |                         |
|      | BENEFIT | PRESENT VALUE   | COST   | PRESENT VALUE | MAINTENANCE | PRESENT VALUE | COST  | PRESENT VALUE |        |        |                         |
| 2014 |         |   | 4,389  | 4,389         | 13          | 13            | 4,402 | 4,402         |        | -4,402 |                         |
| 2015 |         |   | 4,389  | 3,817         | 26          | 22            | 4,415 | 3,839         |        | -3,839 |                         |
| 2016 |         |   | 4,389  | 3,319         | 38          | 29            | 4,428 | 3,348         |        | -3,348 |                         |
| 2017 |         |   | 7,756  | 5,100         | 61          | 40            | 7,817 | 5,140         |        | -5,140 |                         |
| 2018 |         |   | 3,367  | 1,925         | 71          | 40            | 3,437 | 1,965         |        | -1,965 |                         |
| 2019 |         |   | 3,367  | 1,674         | 80          | 40            | 3,447 | 1,714         |        | -1,714 |                         |
| 2020 |         |   | 3,367  | 1,456         | 90          | 39            | 3,457 | 1,495         |        | -1,495 |                         |
| 2021 |         |   | 3,367  | 1,266         | 100         | 38            | 3,467 | 1,303         |        | -1,303 |                         |
| 2022 |         |   | 3,367  | 1,101         | 110         | 36            | 3,477 | 1,137         |        | -1,137 |                         |
| 2023 |         |   | 891    | 253           | 112         | 32            | 1,003 | 285           |        | -285   |                         |
| 2024 |         |   | 891    | 220           | 115         | 28            | 1,006 | 249           |        | -249   |                         |
| 2025 |         |   | 891    | 191           | 118         | 25            | 1,008 | 217           |        | -217   |                         |
| 2026 |         |   | 891    | 166           | 120         | 22            | 1,011 | 189           |        | -189   |                         |
| 2027 | 1       | 28,937  | 4,703  |               | 120         | 20            | 120   | 20            |        | 4,683  |                         |
| 2028 | 2       | 28,937  | 4,090  |               | 120         | 17            | 120   | 17            |        | 4,073  |                         |
| 2029 | 3       | 28,937  | 3,556  |               | 120         | 15            | 120   | 15            |        | 3,541  |                         |
| 2030 | 4       | 28,937  | 3,092  |               | 120         | 13            | 120   | 13            |        | 3,079  |                         |
| 2031 | 5       | 28,937  | 2,689  |               | 120         | 11            | 120   | 11            |        | 2,678  |                         |
| 2032 | 6       | 28,937  | 2,338  |               | 120         | 10            | 120   | 10            |        | 2,329  |                         |
| 2033 | 7       | 28,937  | 2,033  |               | 120         | 8             | 120   | 8             |        | 2,025  |                         |
| 2034 | 8       | 28,937  | 1,768  |               | 120         | 7             | 120   | 7             |        | 1,761  |                         |
| 2035 | 9       | 28,937  | 1,537  |               | 120         | 6             | 120   | 6             |        | 1,531  |                         |
| 2036 | 10      | 28,937  | 1,337  |               | 120         | 6             | 120   | 6             |        | 1,331  |                         |
| 2037 | 11      | 28,937  | 1,163  |               | 120         | 5             | 120   | 5             |        | 1,158  |                         |
| 2038 | 12      | 28,937  | 1,011  |               | 120         | 4             | 120   | 4             |        | 1,007  |                         |
| 2039 | 13      | 28,937  | 879    |               | 120         | 4             | 120   | 4             |        | 875    |                         |
| 2040 | 14      | 28,937  | 764    |               | 120         | 3             | 120   | 3             |        | 761    |                         |
| 2041 | 15      | 28,937  | 665    |               | 120         | 3             | 120   | 3             |        | 662    |                         |
| 2042 | 16      | 28,937  | 578    |               | 120         | 2             | 120   | 2             |        | 576    |                         |
| 2043 | 17      | 28,937  | 503    |               | 120         | 2             | 120   | 2             |        | 500    |                         |
| 2044 | 18      | 28,937  | 437    |               | 120         | 2             | 120   | 2             |        | 435    |                         |
| 2045 | 19      | 28,937  | 380    |               | 120         | 2             | 120   | 2             |        | 378    |                         |
| 2046 | 20      | 28,937  | 330    |               | 120         | 1             | 120   | 1             |        | 329    |                         |
| 2047 | 21      | 28,937  | 287    |               | 120         | 1             | 120   | 1             |        | 286    |                         |
| 2048 | 22      | 28,937  | 250    |               | 120         | 1             | 120   | 1             |        | 249    |                         |
| 2049 | 23      | 28,937  | 217    |               | 120         | 1             | 120   | 1             |        | 216    |                         |
| 2050 | 24      | 28,937  | 189    |               | 120         | 1             | 120   | 1             |        | 188    |                         |
| 2051 | 25      | 28,937  | 164    |               | 120         | 1             | 120   | 1             |        | 164    |                         |
| 2052 | 26      | 28,937  | 143    |               | 120         | 1             | 120   | 1             |        | 142    |                         |
| 2053 | 27      | 28,937  | 124    |               | 120         | 1             | 120   | 1             |        | 124    |                         |
| 2054 | 28      | 28,937  | 108    |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 108    |                         |
| 2055 | 29      | 28,937  | 94     |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 94     |                         |
| 2056 | 30      | 28,937  | 82     |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 81     |                         |
| 2057 | 31      | 28,937  | 71     |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 71     |                         |
| 2058 | 32      | 28,937  | 62     |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 62     |                         |
| 2059 | 33      | 28,937  | 54     |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 53     |                         |
| 2060 | 34      | 28,937  | 47     |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 47     |                         |
| 2061 | 35      | 28,937  | 41     |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 40     |                         |
| 2062 | 36      | 28,937  | 35     |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 35     |                         |
| 2063 | 37      | 28,937  | 31     |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 31     |                         |
| 2064 | 38      | 28,937  | 27     |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 27     |                         |
| 2065 | 39      | 28,937  | 23     |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 23     |                         |
| 2066 | 40      | 28,937  | 20     |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 20     |                         |
| 2067 | 41      | 28,937  | 18     |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 17     |                         |
| 2068 | 42      | 28,937  | 15     |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 15     |                         |
| 2069 | 43      | 28,937  | 13     |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 13     |                         |
| 2070 | 44      | 28,937  | 12     |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 11     |                         |
| 2071 | 45      | 28,937  | 10     |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 10     |                         |
| 2072 | 46      | 28,937  | 9      |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 9      |                         |
| 2073 | 47      | 28,937  | 8      |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 8      |                         |
| 2074 | 48      | 28,937  | 7      |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 7      |                         |
| 2075 | 49      | 28,937  | 6      |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 6      |                         |
| 2076 | 50      | 28,937  | 5      |               | 120         | 0             | 120   | 0             |        | 5      |                         |
|      |         | 1,446,833   | 36,023 | 41,321        | 24,877      | 7,067         | 555   | 48,388        | 25,432 |        | 10,591                  |
|      | EIRR    | $\Sigma (B - C) / \Sigma (1 + i)^{t-1} = 0$               |        |               | 0.175       |               |       |               |        |        |                         |
|      | NPV     | $\Sigma (B - C) / \Sigma (1 + i)^{t-1}$                   |        |               | 10,591      |               |       |               |        |        |                         |
|      | B/C     | $\Sigma (B / (1 + i)^{t-1}) / \Sigma (C / (1 + i)^{t-1})$ |        |               | 1.4         |               |       |               |        |        |                         |

巻末表 4.5.24 キャッシュフロー (B-2-1案)

| Year | BENEFIT |   |        |               |             |               |       |               | B/C    | B-c    | (10 <sup>6</sup> PESOS) |
|------|---------|---|--------|---------------|-------------|---------------|-------|---------------|--------|--------|-------------------------|
|      | ①       | ②   | ③      | ④             | ⑤           | ⑥             | ⑦     | ⑧             |        |        |                         |
|      | BENEFIT | PRESENT VALUE   | COST   | PRESENT VALUE | MAINTENANCE | PRESENT VALUE | COST  | PRESENT VALUE |        |        |                         |
| 2014 |         |   | 4,389  | 4,389         | 13          | 13            | 4,402 | 4,402         |        | -4,402 |                         |
| 2015 |         |   | 4,389  | 3,817         | 26          | 22            | 4,415 | 3,839         |        | -3,839 |                         |
| 2016 |         |   | 4,389  | 3,319         | 38          | 29            | 4,428 | 3,348         |        | -3,348 |                         |
| 2017 |         |   | 8,131  | 5,346         | 62          | 41            | 8,193 | 5,387         |        | -5,387 |                         |
| 2018 |         |   | 3,742  | 2,139         | 73          | 42            | 3,815 | 2,181         |        | -2,181 |                         |
| 2019 |         |   | 3,742  | 1,860         | 84          | 42            | 3,826 | 1,902         |        | -1,902 |                         |
| 2020 |         |   | 3,742  | 1,618         | 95          | 41            | 3,837 | 1,659         |        | -1,659 |                         |
| 2021 |         |   | 3,742  | 1,407         | 106         | 40            | 3,847 | 1,446         |        | -1,446 |                         |
| 2022 |         |   | 3,742  | 1,223         | 116         | 38            | 3,858 | 1,261         |        | -1,261 |                         |
| 2023 |         |   | 1,022  | 290           | 119         | 34            | 1,141 | 324           |        | -324   |                         |
| 2024 |         |   | 1,022  | 253           | 122         | 30            | 1,144 | 283           |        | -283   |                         |
| 2025 |         |   | 1,022  | 220           | 125         | 27            | 1,147 | 247           |        | -247   |                         |
| 2026 |         |   | 1,022  | 191           | 128         | 24            | 1,150 | 215           |        | -215   |                         |
| 2027 | 1       | 28,937  | 4,703  |               | 128         | 21            | 128   | 21            |        | 4,682  |                         |
| 2028 | 2       | 28,937  | 4,090  |               | 128         | 18            | 128   | 18            |        | 4,071  |                         |
| 2029 | 3       | 28,937  | 3,556  |               | 128         | 16            | 128   | 16            |        | 3,540  |                         |
| 2030 | 4       | 28,937  | 3,092  |               | 128         | 14            | 128   | 14            |        | 3,079  |                         |
| 2031 | 5       | 28,937  | 2,689  |               | 128         | 12            | 128   | 12            |        | 2,677  |                         |
| 2032 | 6       | 28,937  | 2,338  |               | 128         | 10            | 128   | 10            |        | 2,328  |                         |
| 2033 | 7       | 28,937  | 2,033  |               | 128         | 9             | 128   | 9             |        | 2,024  |                         |
| 2034 | 8       | 28,937  | 1,768  |               | 128         | 8             | 128   | 8             |        | 1,760  |                         |
| 2035 | 9       | 28,937  | 1,537  |               | 128         | 7             | 128   | 7             |        | 1,531  |                         |
| 2036 | 10      | 28,937  | 1,337  |               | 128         | 6             | 128   | 6             |        | 1,331  |                         |
| 2037 | 11      | 28,937  | 1,163  |               | 128         | 5             | 128   | 5             |        | 1,157  |                         |
| 2038 | 12      | 28,937  | 1,011  |               | 128         | 4             | 128   | 4             |        | 1,006  |                         |
| 2039 | 13      | 28,937  | 879    |               | 128         | 4             | 128   | 4             |        | 875    |                         |
| 2040 | 14      | 28,937  | 764    |               | 128         | 3             | 128   | 3             |        | 761    |                         |
| 2041 | 15      | 28,937  | 665    |               | 128         | 3             | 128   | 3             |        | 662    |                         |
| 2042 | 16      | 28,937  | 578    |               | 128         | 3             | 128   | 3             |        | 575    |                         |
| 2043 | 17      | 28,937  | 503    |               | 128         | 2             | 128   | 2             |        | 500    |                         |
| 2044 | 18      | 28,937  | 437    |               | 128         | 2             | 128   | 2             |        | 435    |                         |
| 2045 | 19      | 28,937  | 380    |               | 128         | 2             | 128   | 2             |        | 378    |                         |
| 2046 | 20      | 28,937  | 330    |               | 128         | 1             | 128   | 1             |        | 329    |                         |
| 2047 | 21      | 28,937  | 287    |               | 128         | 1             | 128   | 1             |        | 286    |                         |
| 2048 | 22      | 28,937  | 250    |               | 128         | 1             | 128   | 1             |        | 249    |                         |
| 2049 | 23      | 28,937  | 217    |               | 128         | 1             | 128   | 1             |        | 216    |                         |
| 2050 | 24      | 28,937  | 189    |               | 128         | 1             | 128   | 1             |        | 188    |                         |
| 2051 | 25      | 28,937  | 164    |               | 128         | 1             | 128   | 1             |        | 164    |                         |
| 2052 | 26      | 28,937  | 143    |               | 128         | 1             | 128   | 1             |        | 142    |                         |
| 2053 | 27      | 28,937  | 124    |               | 128         | 1             | 128   | 1             |        | 124    |                         |
| 2054 | 28      | 28,937  | 108    |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 108    |                         |
| 2055 | 29      | 28,937  | 94     |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 94     |                         |
| 2056 | 30      | 28,937  | 82     |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 81     |                         |
| 2057 | 31      | 28,937  | 71     |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 71     |                         |
| 2058 | 32      | 28,937  | 62     |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 61     |                         |
| 2059 | 33      | 28,937  | 54     |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 53     |                         |
| 2060 | 34      | 28,937  | 47     |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 46     |                         |
| 2061 | 35      | 28,937  | 41     |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 40     |                         |
| 2062 | 36      | 28,937  | 35     |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 35     |                         |
| 2063 | 37      | 28,937  | 31     |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 31     |                         |
| 2064 | 38      | 28,937  | 27     |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 27     |                         |
| 2065 | 39      | 28,937  | 23     |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 23     |                         |
| 2066 | 40      | 28,937  | 20     |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 20     |                         |
| 2067 | 41      | 28,937  | 18     |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 17     |                         |
| 2068 | 42      | 28,937  | 15     |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 15     |                         |
| 2069 | 43      | 28,937  | 13     |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 13     |                         |
| 2070 | 44      | 28,937  | 12     |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 11     |                         |
| 2071 | 45      | 28,937  | 10     |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 10     |                         |
| 2072 | 46      | 28,937  | 9      |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 9      |                         |
| 2073 | 47      | 28,937  | 8      |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 8      |                         |
| 2074 | 48      | 28,937  | 7      |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 7      |                         |
| 2075 | 49      | 28,937  | 6      |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 6      |                         |
| 2076 | 50      | 28,937  | 5      |               | 128         | 0             | 128   | 0             |        | 5      |                         |
|      |         | 1,446,833   | 36,023 | 44,096        | 26,073      | 7,523         | 582   | 51,619        | 26,654 |        | 9,369                   |
|      | EIRR    | $\Sigma (B - C) / \Sigma (1 + i_0)^{t-1} = 0$             |        |               | 0.172       |               |       |               |        |        |                         |
|      | NPV     | $\Sigma (B - C) / \Sigma (1 + i)^{t-1}$                   |        |               | 9,369       |               |       |               |        |        |                         |
|      | B/C     | $\Sigma (B / (1 + i)^{t-1}) / \Sigma (C / (1 + i)^{t-1})$ |        |               | 1.4         |               |       |               |        |        |                         |

巻末表 4.5.25 キャッシュフロー (B-3案)

|         |   |        |               |             |               |       |               | (10 <sup>6</sup> PESOS) |        |
|---------|---|--------|---------------|-------------|---------------|-------|---------------|-------------------------|--------|
| BENEFIT |   |        |               |             |               |       |               | B/C                     | B-c    |
| ①       | ②   | ③      | ④             | ⑤           | ⑥             | ⑦     | ⑧             |                         |        |
| BENEFIT | PRESENT VALUE                                 | COST   | PRESENT VALUE | MAINTENANCE | PRESENT VALUE | COST  | PRESENT VALUE |                         |        |
|         |   | 4,389  | 4,389         | 13          | 13            | 4,402 | 4,402         |                         | -4,402 |
|         |   | 4,389  | 3,817         | 26          | 22            | 4,415 | 3,839         |                         | -3,839 |
|         |   | 4,389  | 3,319         | 38          | 29            | 4,428 | 3,348         |                         | -3,348 |
|         |   | 8,279  | 5,444         | 62          | 41            | 8,341 | 5,485         |                         | -5,485 |
|         |   | 3,890  | 2,224         | 74          | 42            | 3,963 | 2,266         |                         | -2,266 |
|         |   | 3,890  | 1,934         | 85          | 42            | 3,975 | 1,976         |                         | -1,976 |
|         |   | 3,890  | 1,682         | 96          | 42            | 3,986 | 1,723         |                         | -1,723 |
|         |   | 3,890  | 1,462         | 108         | 40            | 3,997 | 1,503         |                         | -1,503 |
|         |   | 3,890  | 1,272         | 119         | 39            | 4,009 | 1,310         |                         | -1,310 |
|         |   | 930    | 264           | 122         | 35            | 1,052 | 299           |                         | -299   |
|         |   | 930    | 230           | 124         | 31            | 1,054 | 261           |                         | -261   |
|         |   | 930    | 200           | 127         | 27            | 1,057 | 227           |                         | -227   |
|         |   | 930    | 174           | 130         | 24            | 1,060 | 198           |                         | -198   |
| 1       | 28,937  | 4,703  |               | 130         | 21            | 130   | 21            |                         | 4,682  |
| 2       | 28,937  | 4,090  |               | 130         | 18            | 130   | 18            |                         | 4,071  |
| 3       | 28,937  | 3,556  |               | 130         | 16            | 130   | 16            |                         | 3,540  |
| 4       | 28,937  | 3,092  |               | 130         | 14            | 130   | 14            |                         | 3,078  |
| 5       | 28,937  | 2,689  |               | 130         | 12            | 130   | 12            |                         | 2,677  |
| 6       | 28,937  | 2,338  |               | 130         | 10            | 130   | 10            |                         | 2,328  |
| 7       | 28,937  | 2,033  |               | 130         | 9             | 130   | 9             |                         | 2,024  |
| 8       | 28,937  | 1,768  |               | 130         | 8             | 130   | 8             |                         | 1,760  |
| 9       | 28,937  | 1,537  |               | 130         | 7             | 130   | 7             |                         | 1,531  |
| 10      | 28,937  | 1,337  |               | 130         | 6             | 130   | 6             |                         | 1,331  |
| 11      | 28,937  | 1,163  |               | 130         | 5             | 130   | 5             |                         | 1,157  |
| 12      | 28,937  | 1,011  |               | 130         | 5             | 130   | 5             |                         | 1,006  |
| 13      | 28,937  | 879    |               | 130         | 4             | 130   | 4             |                         | 875    |
| 14      | 28,937  | 764    |               | 130         | 3             | 130   | 3             |                         | 761    |
| 15      | 28,937  | 665    |               | 130         | 3             | 130   | 3             |                         | 662    |
| 16      | 28,937  | 578    |               | 130         | 3             | 130   | 3             |                         | 575    |
| 17      | 28,937  | 503    |               | 130         | 2             | 130   | 2             |                         | 500    |
| 18      | 28,937  | 437    |               | 130         | 2             | 130   | 2             |                         | 435    |
| 19      | 28,937  | 380    |               | 130         | 2             | 130   | 2             |                         | 378    |
| 20      | 28,937  | 330    |               | 130         | 1             | 130   | 1             |                         | 329    |
| 21      | 28,937  | 287    |               | 130         | 1             | 130   | 1             |                         | 286    |
| 22      | 28,937  | 250    |               | 130         | 1             | 130   | 1             |                         | 249    |
| 23      | 28,937  | 217    |               | 130         | 1             | 130   | 1             |                         | 216    |
| 24      | 28,937  | 189    |               | 130         | 1             | 130   | 1             |                         | 188    |
| 25      | 28,937  | 164    |               | 130         | 1             | 130   | 1             |                         | 164    |
| 26      | 28,937  | 143    |               | 130         | 1             | 130   | 1             |                         | 142    |
| 27      | 28,937  | 124    |               | 130         | 1             | 130   | 1             |                         | 124    |
| 28      | 28,937  | 108    |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 108    |
| 29      | 28,937  | 94     |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 94     |
| 30      | 28,937  | 82     |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 81     |
| 31      | 28,937  | 71     |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 71     |
| 32      | 28,937  | 62     |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 61     |
| 33      | 28,937  | 54     |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 53     |
| 34      | 28,937  | 47     |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 46     |
| 35      | 28,937  | 41     |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 40     |
| 36      | 28,937  | 35     |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 35     |
| 37      | 28,937  | 31     |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 31     |
| 38      | 28,937  | 27     |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 27     |
| 39      | 28,937  | 23     |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 23     |
| 40      | 28,937  | 20     |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 20     |
| 41      | 28,937  | 18     |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 17     |
| 42      | 28,937  | 15     |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 15     |
| 43      | 28,937  | 13     |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 13     |
| 44      | 28,937  | 12     |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 11     |
| 45      | 28,937  | 10     |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 10     |
| 46      | 28,937  | 9      |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 9      |
| 47      | 28,937  | 8      |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 8      |
| 48      | 28,937  | 7      |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 7      |
| 49      | 28,937  | 6      |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 6      |
| 50      | 28,937  | 5      |               | 130         | 0             | 130   | 0             |                         | 5      |
|         | 1,446,833                                     | 36,023 | 44,616        | 26,410      | 7,616         | 589   | 52,231        | 26,999                  | 9,024  |
| EIRR    | $\Sigma (B - C) / \Sigma (1 + i_0)^{t-1} = 0$ |        |               | 0.171       |               |       |               |                         |        |
| NPV     | $\Sigma (B - C) / \Sigma (1 + i)^{t-1}$       |        |               | 9,024       |               |       |               |                         |        |



巻末表 4.5.26 キャッシュフロー (B-2-2案)

| Year | BENEFIT |   |        |               |             |               |       |               | B/C    | B-c    | (10 <sup>6</sup> PESOS) |
|------|---------|---|--------|---------------|-------------|---------------|-------|---------------|--------|--------|-------------------------|
|      | ①       | ②   | ③      | ④             | ⑤           | ⑥             | ⑦     | ⑧             |        |        |                         |
|      | BENEFIT | PRESENT VALUE   | COST   | PRESENT VALUE | MAINTENANCE | PRESENT VALUE | COST  | PRESENT VALUE |        |        |                         |
| 2014 |         |   | 4,389  | 4,389         | 13          | 13            | 4,402 | 4,402         |        | -4,402 |                         |
| 2015 |         |   | 4,389  | 3,817         | 26          | 22            | 4,415 | 3,839         |        | -3,839 |                         |
| 2016 |         |   | 4,389  | 3,319         | 38          | 29            | 4,428 | 3,348         |        | -3,348 |                         |
| 2017 |         |   | 8,299  | 5,457         | 62          | 41            | 8,362 | 5,498         |        | -5,498 |                         |
| 2018 |         |   | 3,910  | 2,236         | 74          | 42            | 3,984 | 2,278         |        | -2,278 |                         |
| 2019 |         |   | 3,910  | 1,944         | 85          | 42            | 3,995 | 1,986         |        | -1,986 |                         |
| 2020 |         |   | 3,910  | 1,690         | 97          | 42            | 4,007 | 1,732         |        | -1,732 |                         |
| 2021 |         |   | 3,910  | 1,470         | 108         | 41            | 4,018 | 1,511         |        | -1,511 |                         |
| 2022 |         |   | 3,910  | 1,278         | 119         | 39            | 4,029 | 1,317         |        | -1,317 |                         |
| 2023 |         |   | 1,022  | 290           | 122         | 35            | 1,144 | 325           |        | -325   |                         |
| 2024 |         |   | 1,022  | 253           | 125         | 31            | 1,147 | 284           |        | -284   |                         |
| 2025 |         |   | 1,022  | 220           | 128         | 28            | 1,150 | 247           |        | -247   |                         |
| 2026 |         |   | 1,022  | 191           | 131         | 25            | 1,153 | 216           |        | -216   |                         |
| 2027 | 1       | 28,937  | 4,703  |               | 131         | 21            | 131   | 21            |        | 4,682  |                         |
| 2028 | 2       | 28,937  | 4,090  |               | 131         | 19            | 131   | 19            |        | 4,071  |                         |
| 2029 | 3       | 28,937  | 3,556  |               | 131         | 16            | 131   | 16            |        | 3,540  |                         |
| 2030 | 4       | 28,937  | 3,092  |               | 131         | 14            | 131   | 14            |        | 3,078  |                         |
| 2031 | 5       | 28,937  | 2,689  |               | 131         | 12            | 131   | 12            |        | 2,677  |                         |
| 2032 | 6       | 28,937  | 2,338  |               | 131         | 11            | 131   | 11            |        | 2,328  |                         |
| 2033 | 7       | 28,937  | 2,033  |               | 131         | 9             | 131   | 9             |        | 2,024  |                         |
| 2034 | 8       | 28,937  | 1,768  |               | 131         | 8             | 131   | 8             |        | 1,760  |                         |
| 2035 | 9       | 28,937  | 1,537  |               | 131         | 7             | 131   | 7             |        | 1,530  |                         |
| 2036 | 10      | 28,937  | 1,337  |               | 131         | 6             | 131   | 6             |        | 1,331  |                         |
| 2037 | 11      | 28,937  | 1,163  |               | 131         | 5             | 131   | 5             |        | 1,157  |                         |
| 2038 | 12      | 28,937  | 1,011  |               | 131         | 5             | 131   | 5             |        | 1,006  |                         |
| 2039 | 13      | 28,937  | 879    |               | 131         | 4             | 131   | 4             |        | 875    |                         |
| 2040 | 14      | 28,937  | 764    |               | 131         | 3             | 131   | 3             |        | 761    |                         |
| 2041 | 15      | 28,937  | 665    |               | 131         | 3             | 131   | 3             |        | 662    |                         |
| 2042 | 16      | 28,937  | 578    |               | 131         | 3             | 131   | 3             |        | 575    |                         |
| 2043 | 17      | 28,937  | 503    |               | 131         | 2             | 131   | 2             |        | 500    |                         |
| 2044 | 18      | 28,937  | 437    |               | 131         | 2             | 131   | 2             |        | 435    |                         |
| 2045 | 19      | 28,937  | 380    |               | 131         | 2             | 131   | 2             |        | 378    |                         |
| 2046 | 20      | 28,937  | 330    |               | 131         | 1             | 131   | 1             |        | 329    |                         |
| 2047 | 21      | 28,937  | 287    |               | 131         | 1             | 131   | 1             |        | 286    |                         |
| 2048 | 22      | 28,937  | 250    |               | 131         | 1             | 131   | 1             |        | 249    |                         |
| 2049 | 23      | 28,937  | 217    |               | 131         | 1             | 131   | 1             |        | 216    |                         |
| 2050 | 24      | 28,937  | 189    |               | 131         | 1             | 131   | 1             |        | 188    |                         |
| 2051 | 25      | 28,937  | 164    |               | 131         | 1             | 131   | 1             |        | 164    |                         |
| 2052 | 26      | 28,937  | 143    |               | 131         | 1             | 131   | 1             |        | 142    |                         |
| 2053 | 27      | 28,937  | 124    |               | 131         | 1             | 131   | 1             |        | 124    |                         |
| 2054 | 28      | 28,937  | 108    |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 108    |                         |
| 2055 | 29      | 28,937  | 94     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 94     |                         |
| 2056 | 30      | 28,937  | 82     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 81     |                         |
| 2057 | 31      | 28,937  | 71     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 71     |                         |
| 2058 | 32      | 28,937  | 62     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 61     |                         |
| 2059 | 33      | 28,937  | 54     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 53     |                         |
| 2060 | 34      | 28,937  | 47     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 46     |                         |
| 2061 | 35      | 28,937  | 41     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 40     |                         |
| 2062 | 36      | 28,937  | 35     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 35     |                         |
| 2063 | 37      | 28,937  | 31     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 31     |                         |
| 2064 | 38      | 28,937  | 27     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 27     |                         |
| 2065 | 39      | 28,937  | 23     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 23     |                         |
| 2066 | 40      | 28,937  | 20     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 20     |                         |
| 2067 | 41      | 28,937  | 18     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 17     |                         |
| 2068 | 42      | 28,937  | 15     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 15     |                         |
| 2069 | 43      | 28,937  | 13     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 13     |                         |
| 2070 | 44      | 28,937  | 12     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 11     |                         |
| 2071 | 45      | 28,937  | 10     |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 10     |                         |
| 2072 | 46      | 28,937  | 9      |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 9      |                         |
| 2073 | 47      | 28,937  | 8      |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 8      |                         |
| 2074 | 48      | 28,937  | 7      |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 7      |                         |
| 2075 | 49      | 28,937  | 6      |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 6      |                         |
| 2076 | 50      | 28,937  | 5      |               | 131         | 0             | 131   | 0             |        | 5      |                         |
|      |         | 1,446,833   | 36,023 | 45,105        | 26,554      | 7,692         | 592   | 52,797        | 27,146 | 8,877  |                         |
|      | EIRR    | $\sum (B - C) / \sum (1 + io)^{t-1} = 0$              |        | 0.171         |             |               |       |               |        |        |                         |
|      | NPV     | $\sum (B - C) / \sum (1 + i)^{t-1}$                   |        | 8,877         |             |               |       |               |        |        |                         |
|      | B/C     | $\sum (B / (1 + i)^{t-1}) / \sum (C / (1 + i)^{t-1})$ |        | 1.3           |             |               |       |               |        |        |                         |

付属 3 : テクニカルワーキンググループ説明資料  
(2013 年 9 月 6 日)

Japan International Cooperation Agency

Department of Public Works and Highway (DPWH)

# DATA COLLECTION SURVEY ON FLOOD MANAGEMENT PLAN IN METRO MANILA

## Summary of Draft Final Report

September , 2013

Yachiyo Engineering Co., Ltd.

1

## OBJECTIVE

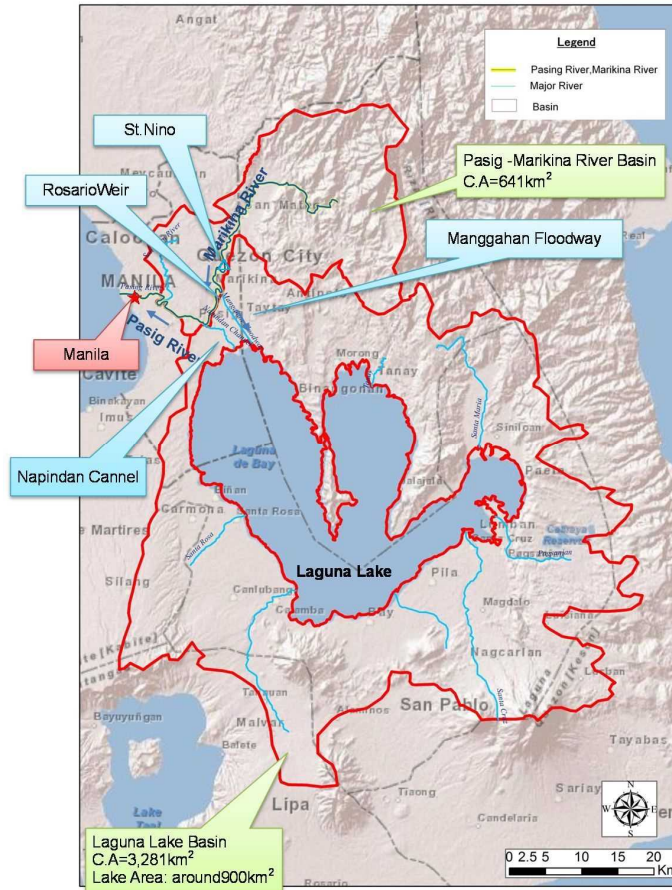
- To re-examine the technical validity of the proposed structural measures in Pasig-Marikina River Basin under the WB Study
- by utilizing the hydrological and hydrodynamic flood simulation model which is to be refined and updated with appropriately selected dataset
- in consideration of the future climate change;
- thereby bridging the concept planning and the actual implementation of projects.

## FRAMEWORK

- ◆ Counterpart in Philippines Side: DPWH
- ◆ Study Area: Pasig-Marikina River Basin & Laguna Lake Basin

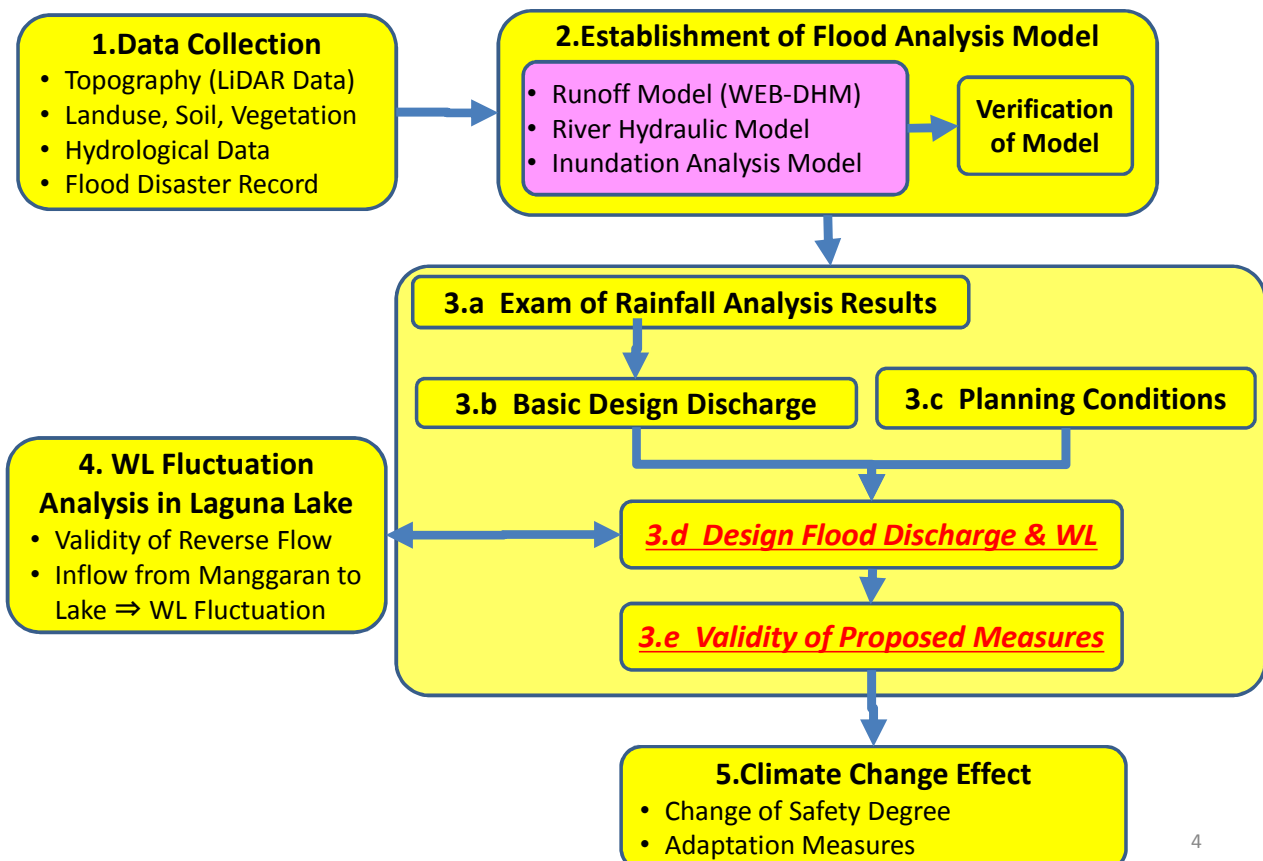
2

# STUDY AREA



3

## WORK FLOW



4

# 1. Comparison with WB Study

## 1-1 Floods Utilized for Analysis

- In this Study, 7 observed floods including Typhoon Ondoy are selected while the WB selected only Typhoon Ondoy.

|                             | This Study   | WB                                       |
|-----------------------------|--|--|
| Design Hyetograph           | 7 Actual Hyetograph (including Ondoy) + Middle-peak Fictional Hyetograph | Ondoy + Middle-peak Fictional Hyetograph |
| Rainfall Duration           | 1day   | 2days                                    |
| Design Rainfall             | 1/100:285.5mm/day  | 1/100:439mm/2days (Marikina Basin)       |
| Period of Rainfall Analysis | 1951-2012 (6 Stations)   | 1976-2010 (6 Stations)                   |

5

## 1-2 Proposed Project Components

- 1/100 Flood Discharge Allocation(Comparison with WB Study)

|                            | This Study                                  | WB : Alternative-2   |
|----------------------------|---|--|
| Flood Discharge Allocation | <p>Dam+ Retarding Basin(A-3)*<br/>1/100</p> | <p>Alternative-2<br/>1/100</p>   |
| Phase II, III              | No change                                   | To need re-improve Pasig River, Lower Marikina River, Napindan Channel |
| Phase IV                   | Almost No change                            | Without MCGS   |

Phase II, III: without MCGS and San Juan River Improvement

Phase IV: Existing project components

\*One of Alternatives

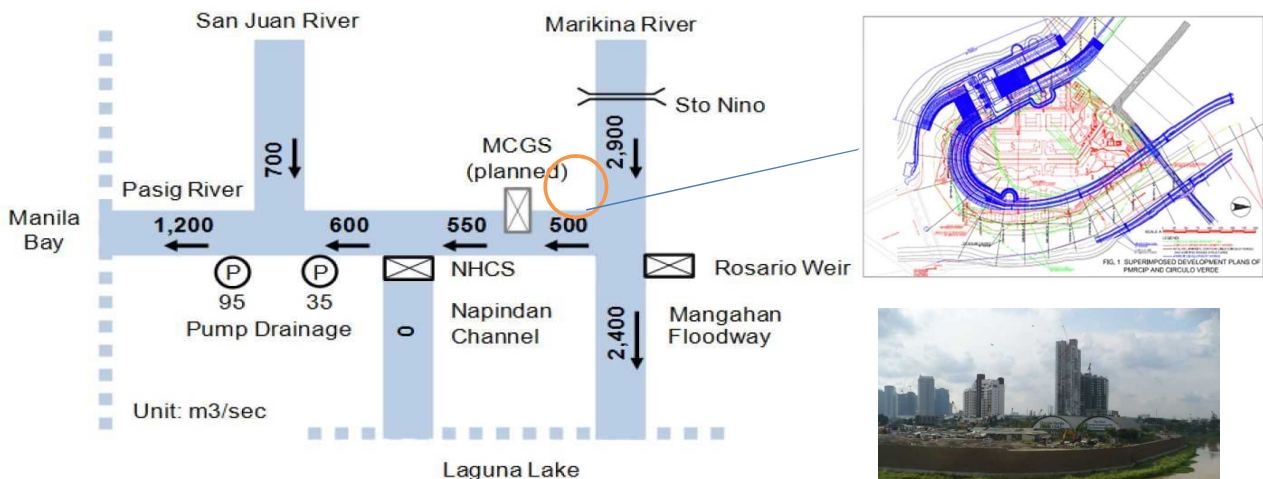
6

## 2. Phase IV Components

### 2-1 Consideration of Urban Development along Marikina River

#### ● Discharge Allocation for PMRCIP Project (1/30 : as of 2002)

- Urban Development Project is on-going and changes river section near Rosario. However, it can be adjusted by Phase IV Project.



Source: Preparatory Survey on Pasig-Marikina River Channel Improvement Project (Phase III) (JICA/DPWH,2011)

7

## 2. Phase IV Components

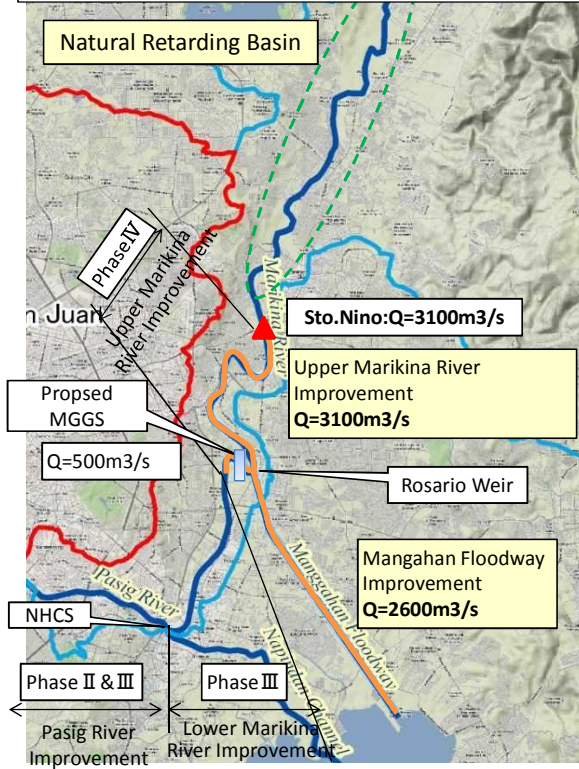
### 2-2 Basic Design Discharge of 1/30 Years Flood

|                        | D/D 2002(1/30 as of 2002)   | This Study(1/30 as of 2013)   |
|------------------------|---|---|
| Design Hyetograph      | Middle-peak Fictional Hyetograph  | 7 Actual Hyetograph (including Ondoy) + Middle-peak Fictional Hyetograph (Maximum:Ondoy)  |
| Design Rainfall        | 1/30 :401mm/2days<br>(Period of Rainfall Analysis:1903-1999, 1 Station) | 1/30 : 232.4mm/day<br>(Period of Rainfall Analysis:1951-2012,6 Stations)  |
| Flood Analysis Model   | Lumped System Model<br>Storage Function Model<br>Quasi-Linear Model     | Distributed System Model<br>River Basin :WEB-DHM Model<br>River Course: 1-D Unsteady Flow Model<br>Flood plain: 2-D Unsteady Flow Model |
| Basic Design Discharge | <b>Sto.Nino:2,900m³/s</b>   | <b>Sto.Nino:3,100m³/s</b><br>(With Retarding Function)  |

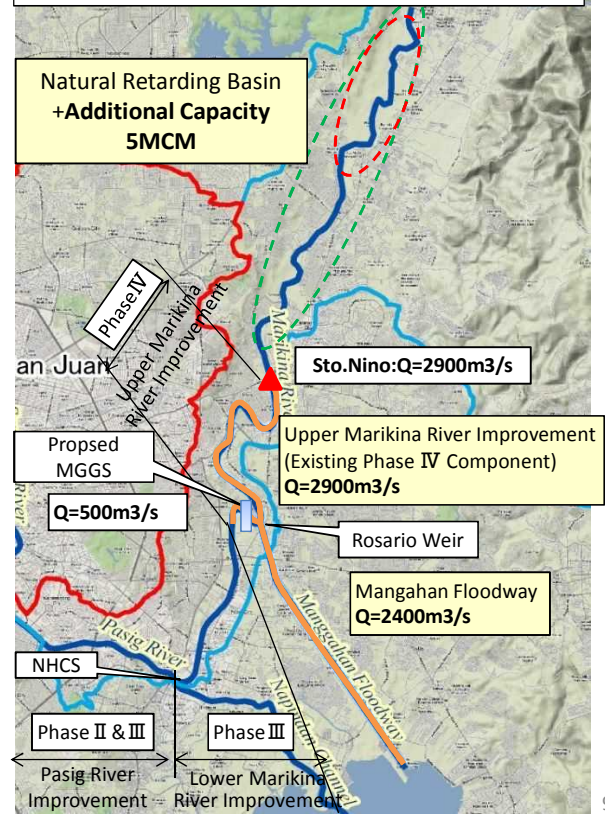
8

## 2-3 Flood Management Measures for 1/30 Years Flood

### Phase IV with Heightening + Improvement of Manggahan Floodway



### Improvement of Retarding Basin



## 2. Phase IV Components

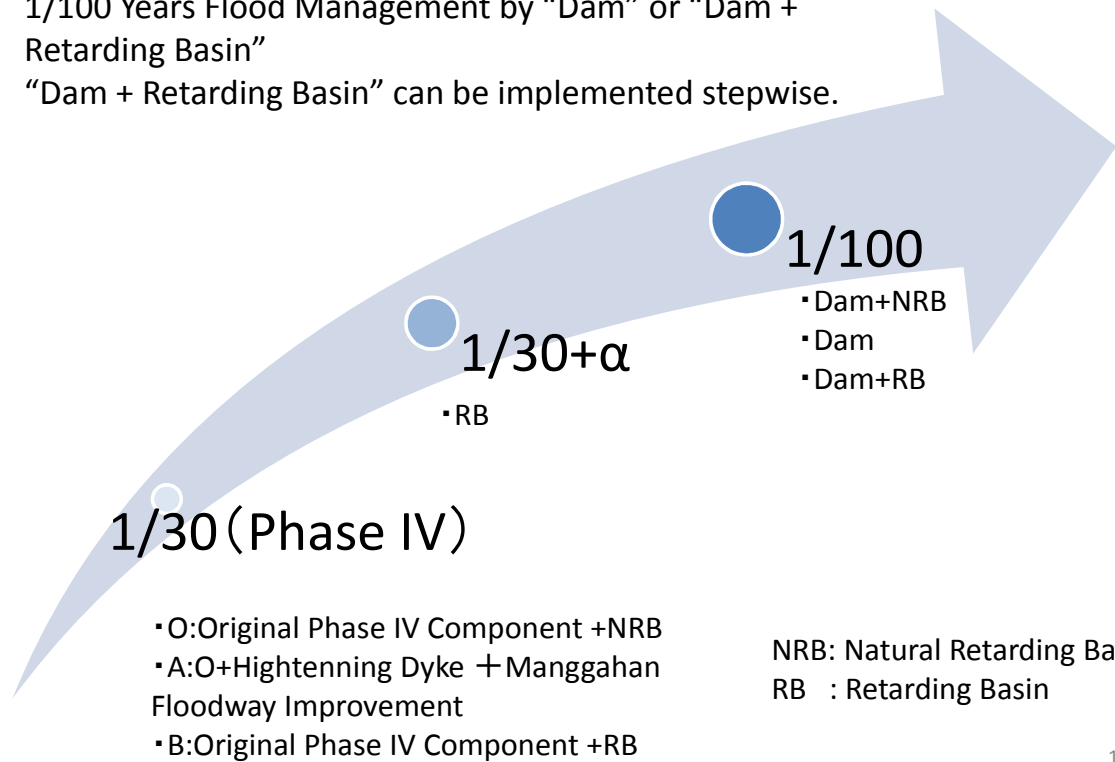
### 2-4 Alternatives Phase IV Components

|                              | <b>O: Phase IV Only</b>                    | <b>A: Phase IV + Manggahan FW</b>                      | <b>B: Phase IV + Retarding Basin</b>      |
|------------------------------|--|--|---|
| Sto. Nino                    | 2900m <sup>3</sup> /s<br>1/30 (as of 2002) | 3100m <sup>3</sup> /s<br>1/30(as of 2013)              | 2900m <sup>3</sup> /s<br>1/30(as of 2013) |
| Discharge Allocation         |  |  |   |
| Phase IV Section             | Original Components                        | Heightening of Dyke 0.5m + Improvement of Manggahan FW | Original Components                       |
| Upstream of Phase IV Section | Current Natural Ret. Basin                 | Current Natural Ret. Basin                             | Natural + Enhancement V=5MCM              |

## 2-5 Flood Management Measures for 1/100 Years Flood

### ● Phased Improvement Scenario

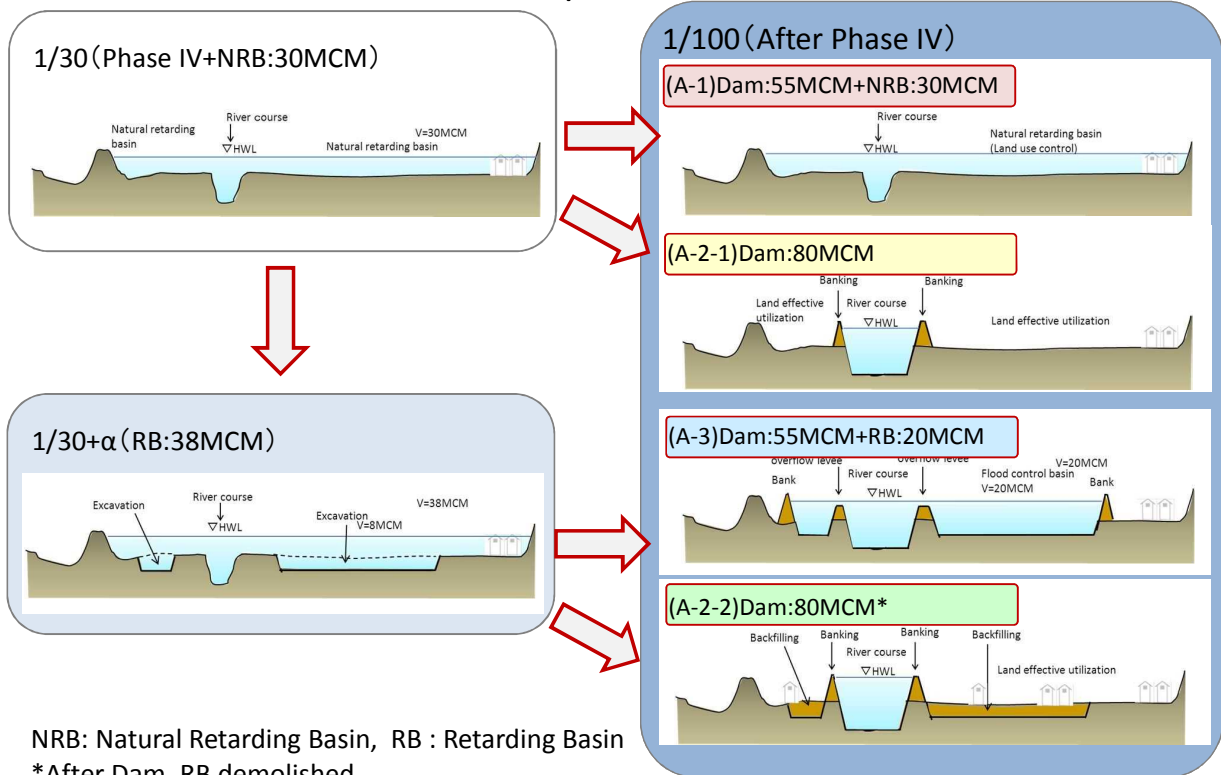
- 1/100 Years Flood Management by “Dam” or “Dam + Retarding Basin”
- “Dam + Retarding Basin” can be implemented stepwise.



11

## 2-5 Development Scenarios for 1/100 Years Flood Management

### ● Alternatives for Phased Improvement (Sto.Nino:3,100m<sup>3</sup>/s)

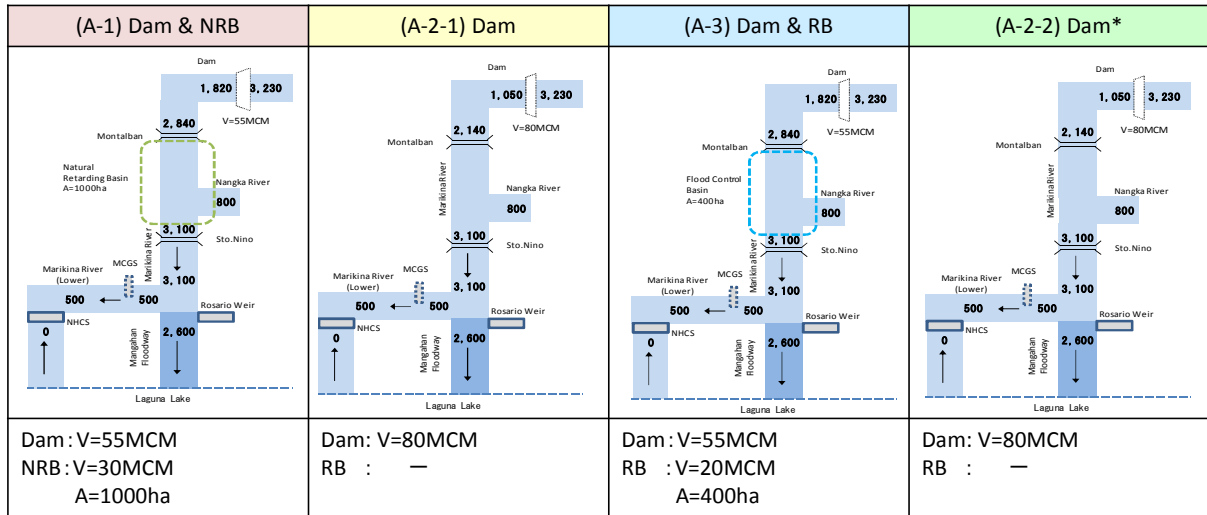
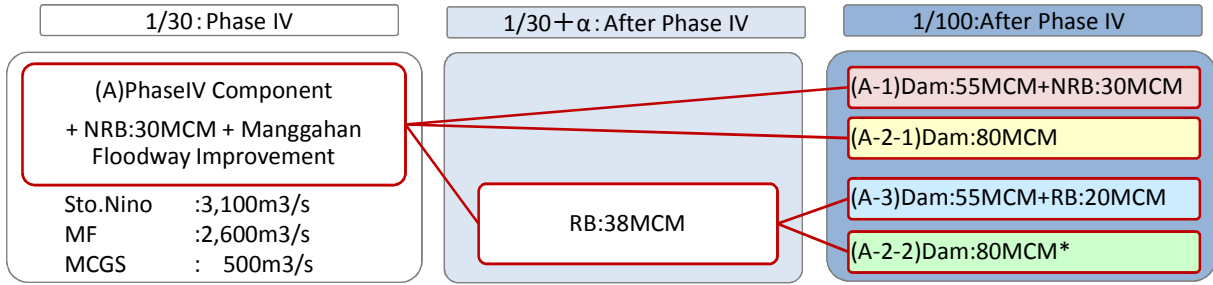


12



## 2-5 Development Scenarios for 1/100 Years Flood Management

### ● Alternatives for 1/100 Years Flood Management Measures (Sto.Nino:3,100m<sup>3</sup>/s)

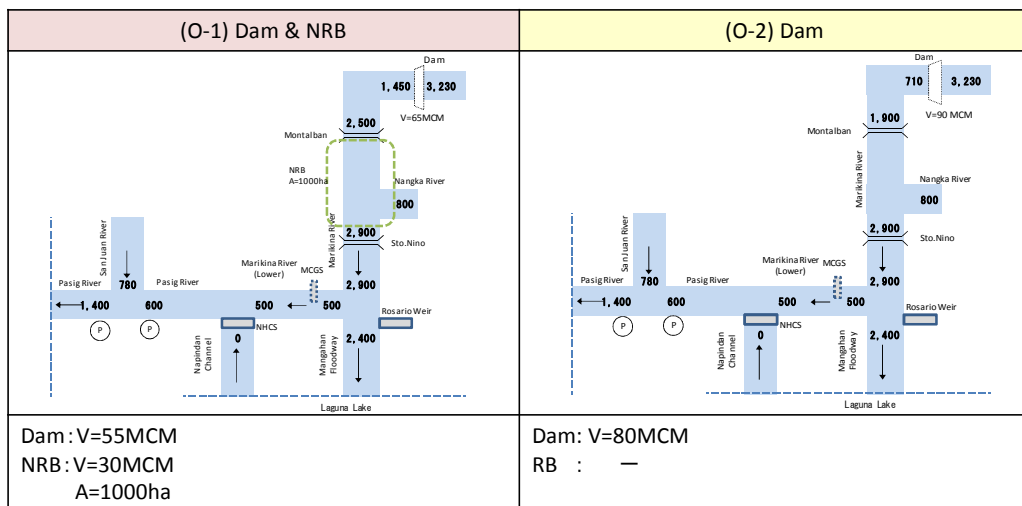
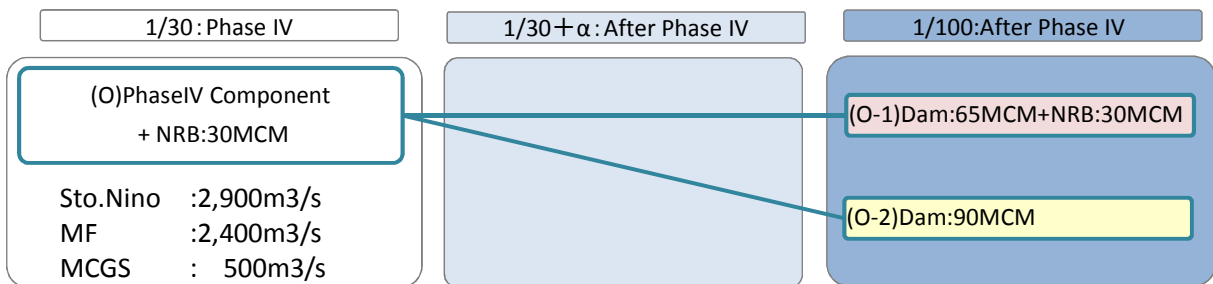


NRB: Natural Retarding Basin , RB : Retarding Basin \*After Dam, RB demolished

13

## 2-5 Development Scenarios for 1/100 Years Flood Management

### ● Alternatives for 1/100 Years Flood Management Measures (Sto.Nino:2,900m<sup>3</sup>/s)

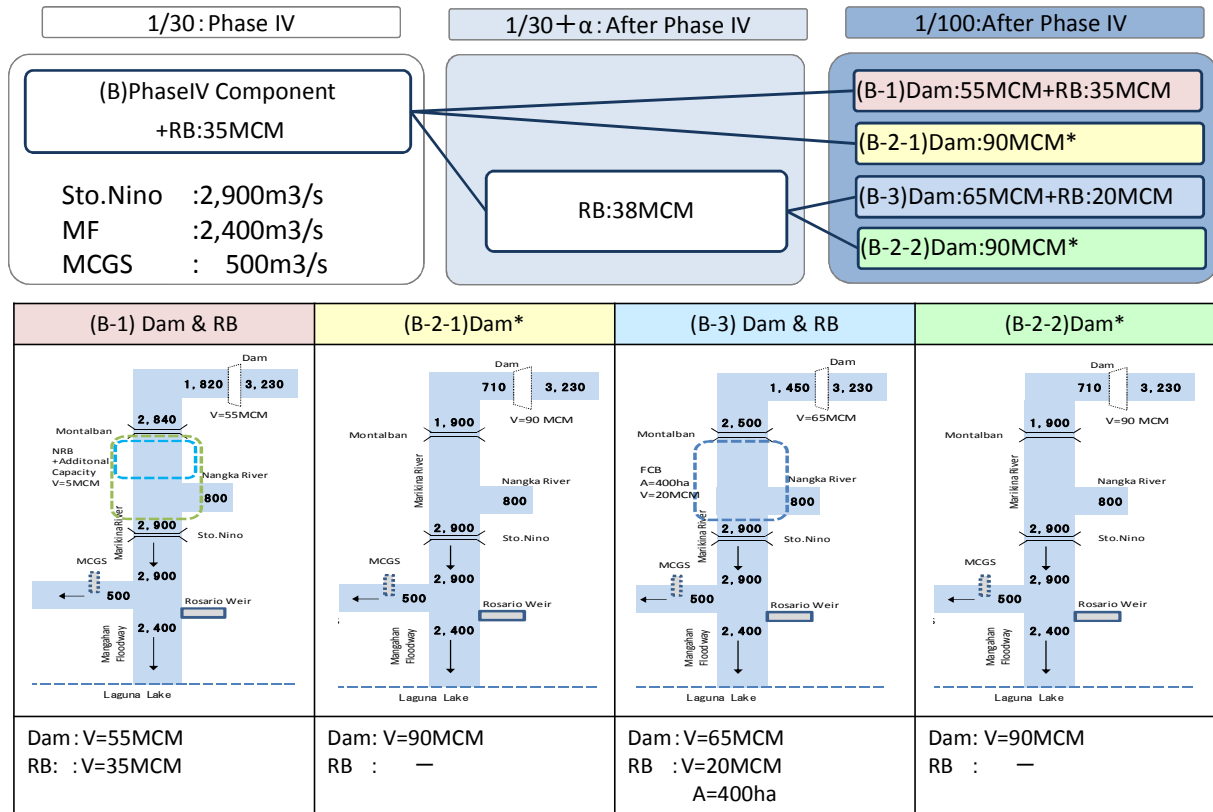


NRB: Natural Retarding Basin , RB : Retarding Basin \*After Dam, RB demolished

14

## 2-5 Development Scenarios for 1/100 Years Flood Management

### ● Alternatives for 1/100 Years Flood Management Measures (Sto.Nino:2,900m3/s)

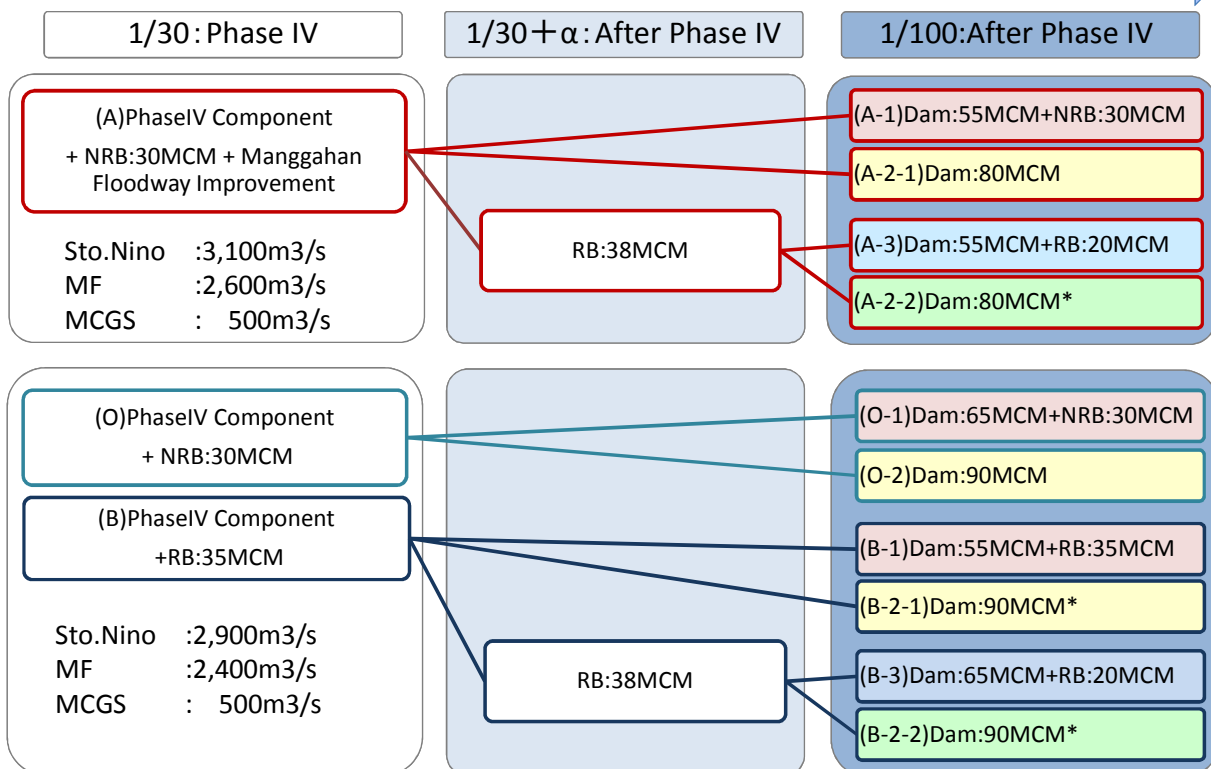


NRB: Natural Retarding Basin , RB : Retarding Basin \*After Dam, RB demolished

15

## 2-5 Flood Management Measures for 1/100 Years Flood

### ● Phased Improvement scenario



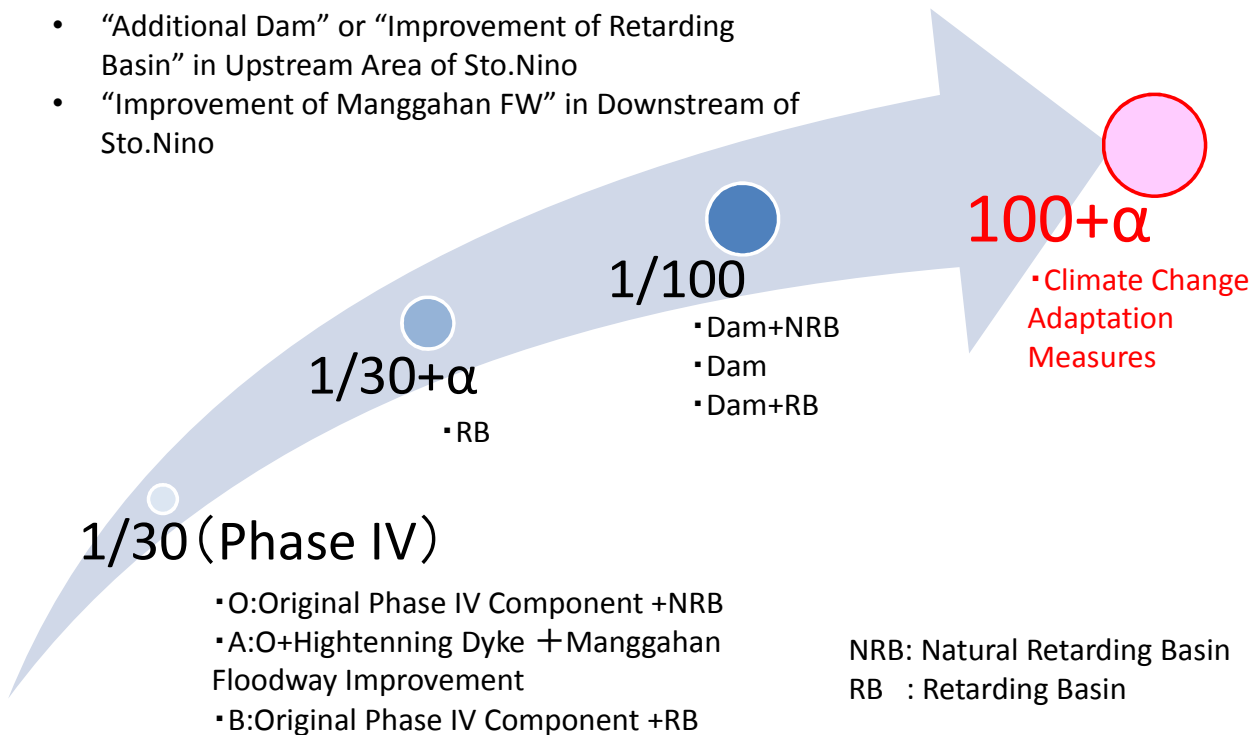
NRB: Natural Retarding Basin , RB : Retarding Basin \*After Dam, RB demolished

16

### 3. Adaptation Measures for Climate Change

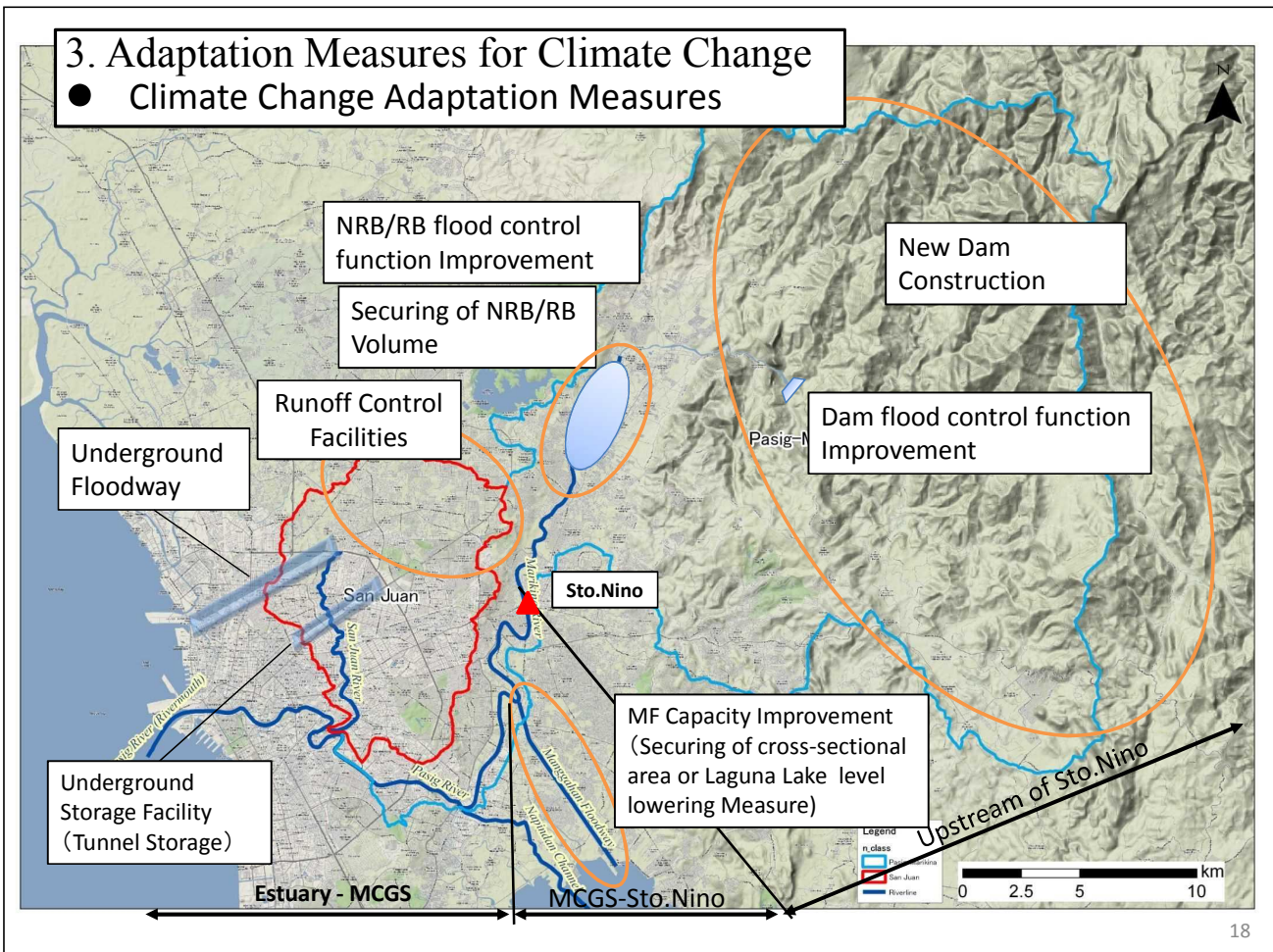
#### ● Step Up Options of Adaptation Measures for Climate Change

- “Additional Dam” or “Improvement of Retarding Basin” in Upstream Area of Sto.Nino
- “Improvement of Manggahan FW” in Downstream of Sto.Nino



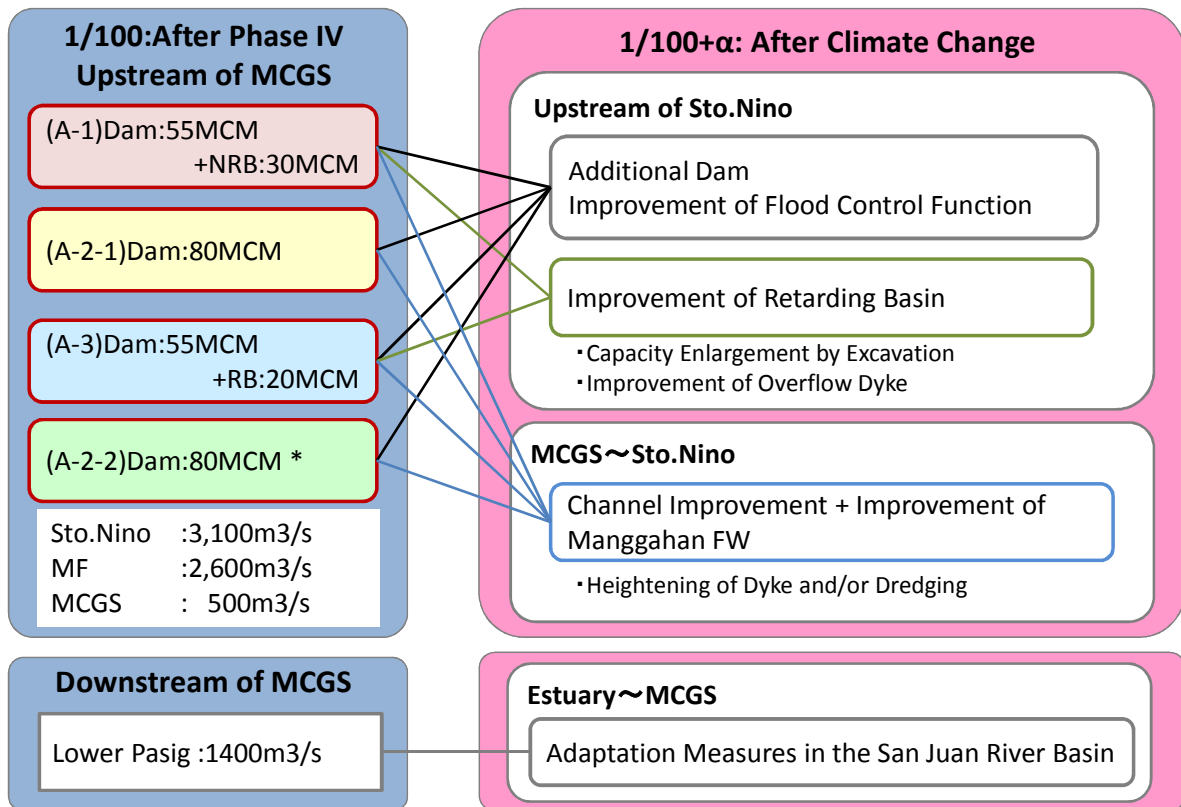
### 3. Adaptation Measures for Climate Change

#### ● Climate Change Adaptation Measures



### 3. Adaptation Measures for Climate Change

#### ● Climate Change Adaptation Measures



### 4. Points of The Study

#### 4-1 Comparison with WB Study

##### (1) Floods Utilized for Analysis

- This Study selects 7 observed floods including Typhoon Ondoy.

##### (2) Proposed Project Components

- This Study confirmed that 1/100 years Flood Management is possible as Original Master Plan shows by putting countermeasures in Upper-Upper Marikina after completion of Phase-IV.
- This Study confirmed that large scale re-improvement in Phase I - III sections is not necessary.

#### 4-2 Phase IV Components

- This Study proposed various alternatives of the phased development scenario to 1/100 years flood management. These alternatives are useful for selection of final optimum components.

#### 4-3 Adaptation Measures for Climate Change

- This Study proposed various step-up options of Adaptation Measures for Climate Change. These options are useful for selection of final adaptation measures.

付属 4 : 大臣協議説明資料  
(2014 年 2 月 13 日)

# Minutes of Meeting between JICA & WB

- Both parties acknowledged the importance of proceeding with Phase IV including MCGS subject to:
  - Full timelines of processing of Phase IV and upstream measures will be prepared.
  - Subsequent studies (both Phase IV and upstream measures) will be conducted.
  - The result of those studies will be commonly used for the best optimized flood management structures within the basin.
- Decision of DPWH taking into account parameters and aspects including but not limited to economic cost, time, benefit, social and environmental aspect, protection of asset and goods, strategic political choices etc. should be the most respected.

1

**Japan International Cooperation Agency**

**Department of Public Works and Highway (DPWH)**

## **DATA COLLECTION SURVEY ON FLOOD MANAGEMENT PLAN IN METRO MANILA**

### **Summary of Draft Final Report**

**February, 2014**

**Yachiyo Engineering Co., Ltd.**

2

## OBJECTIVE

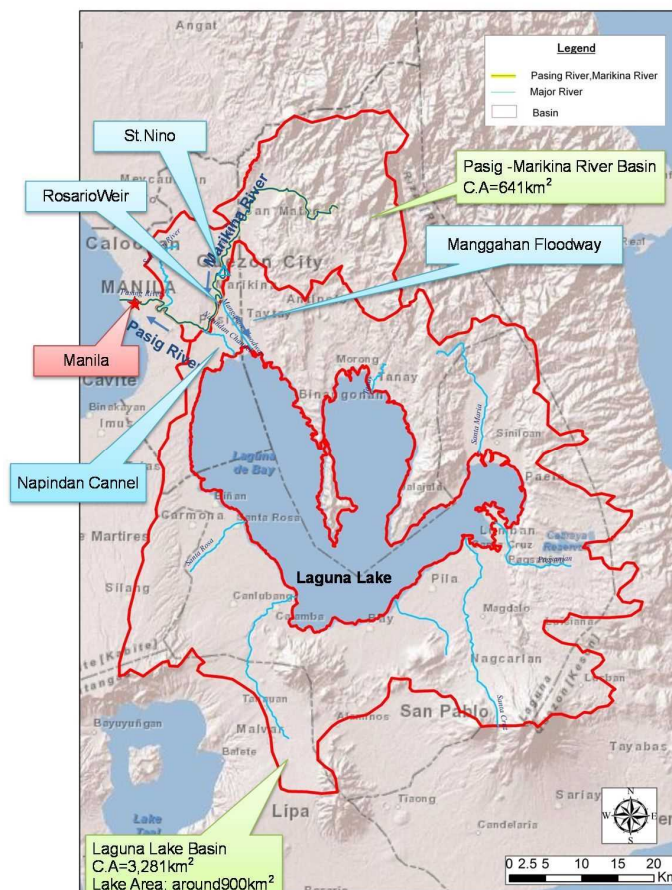
- To **re-examine** the technical validity of the **proposed structural measures** in Pasig-Marikina River
- **by utilizing** the hydrological and hydrodynamic **flood simulation model** which is to **be refined and updated** with appropriately selected dataset
- **in consideration of the future climate change;**
- thereby **bridging the concept planning and the actual implementation of projects.**

## FRAMEWORK

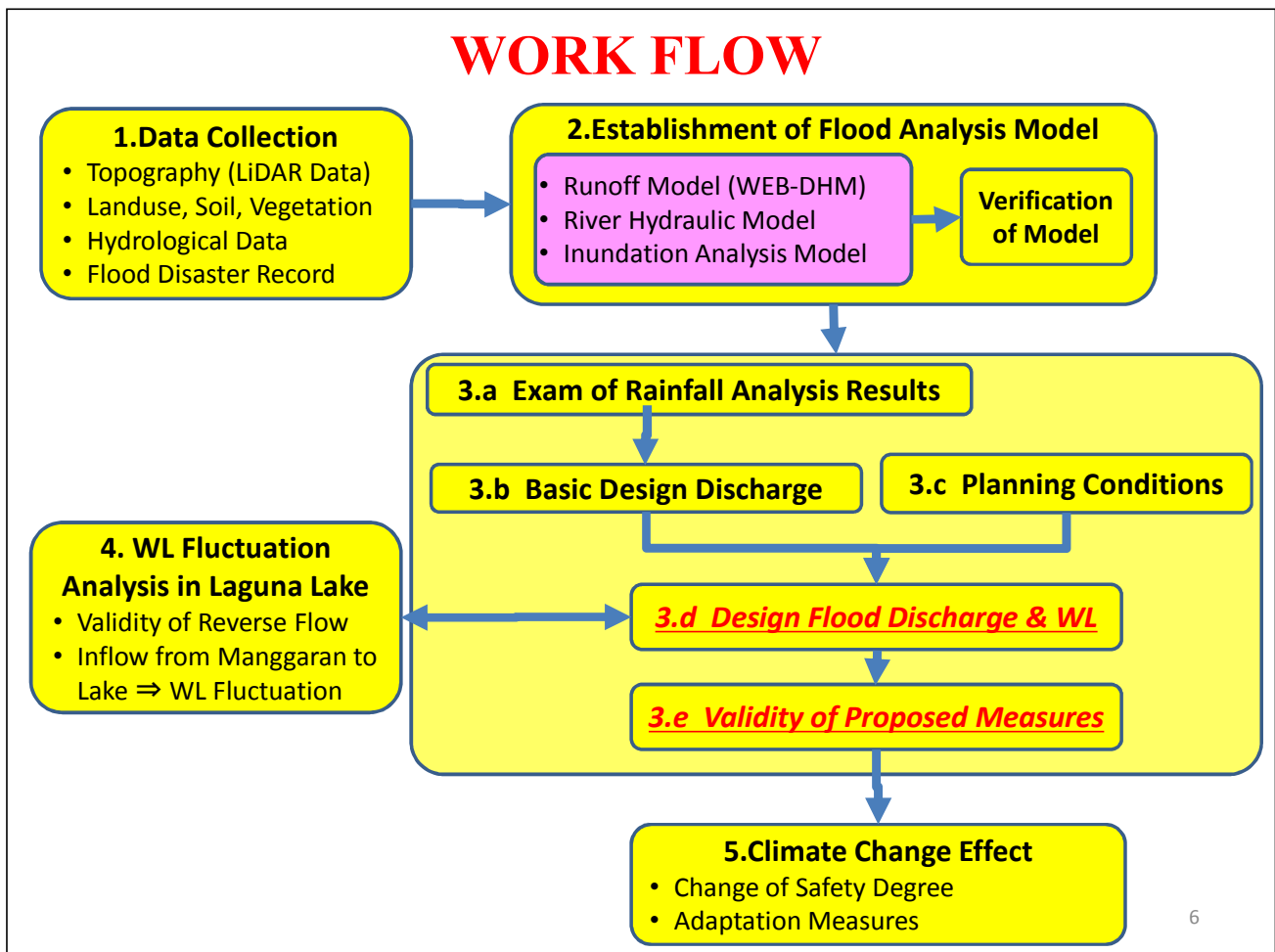
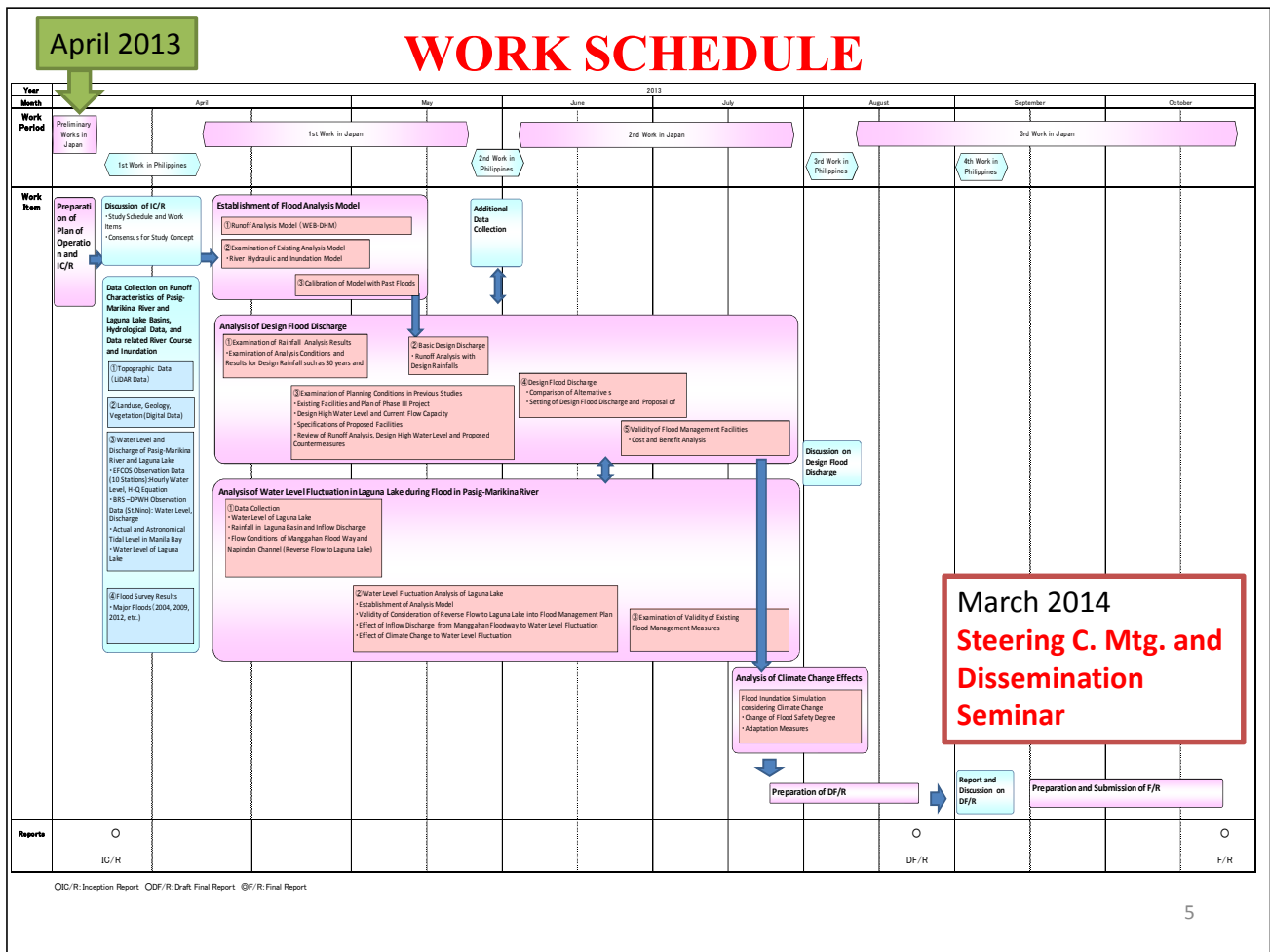
- ◆ Counterpart in Philippines Side: DPWH
- ◆ Study Area: Pasig-Marikina River Basin & Laguna Lake Basin

3

## STUDY AREA

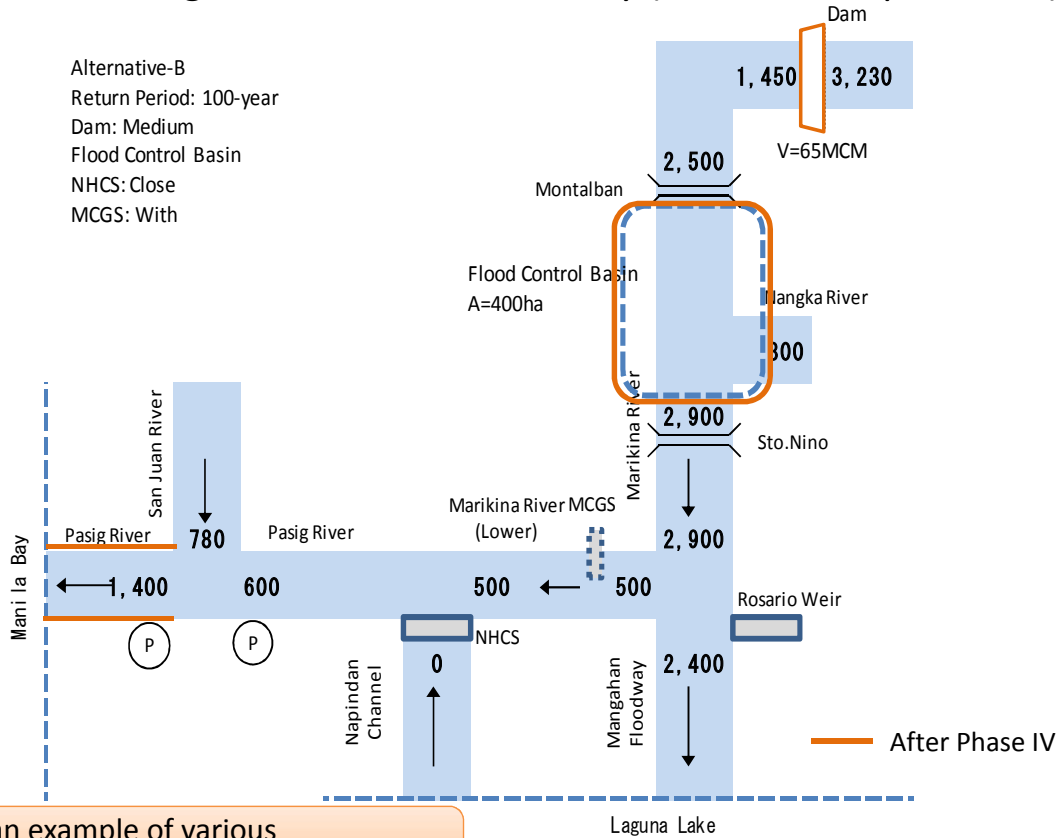


4





## 6. Proposed Discharge Allocation of this Study (1/100 scale, plan B-3\*)



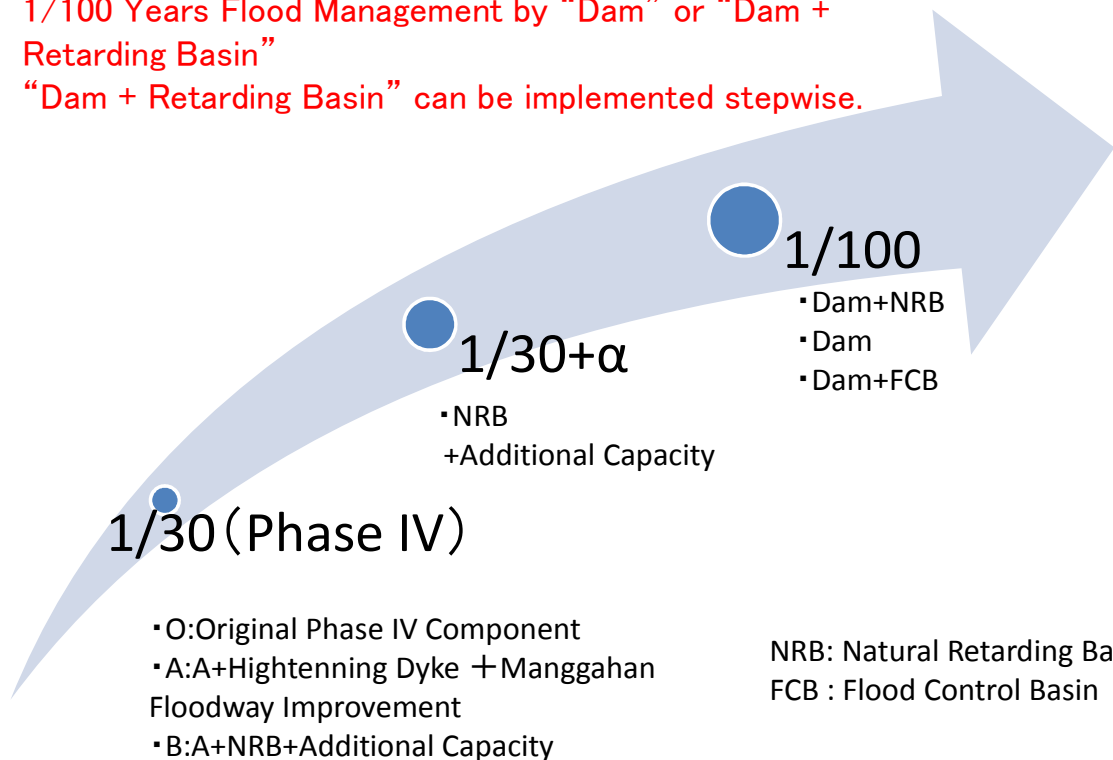
\*This is just an example of various improvement scenario proposed in this study.

7

## 2-5 Flood Management Measures for 1/100 Years Flood

### ● Phased Improvement Scenario

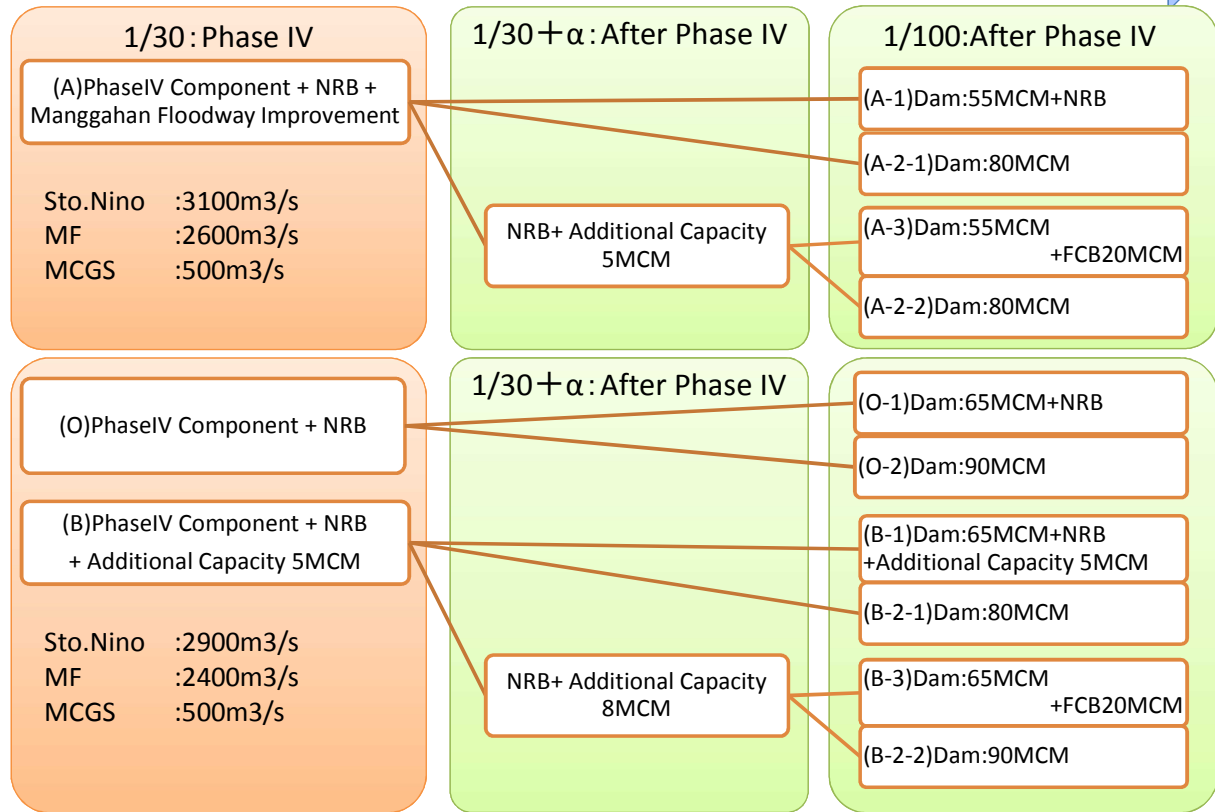
- 1/100 Years Flood Management by “Dam” or “Dam + Retarding Basin”
- “Dam + Retarding Basin” can be implemented stepwise.



8

## 2-5 100年洪水への対応確認

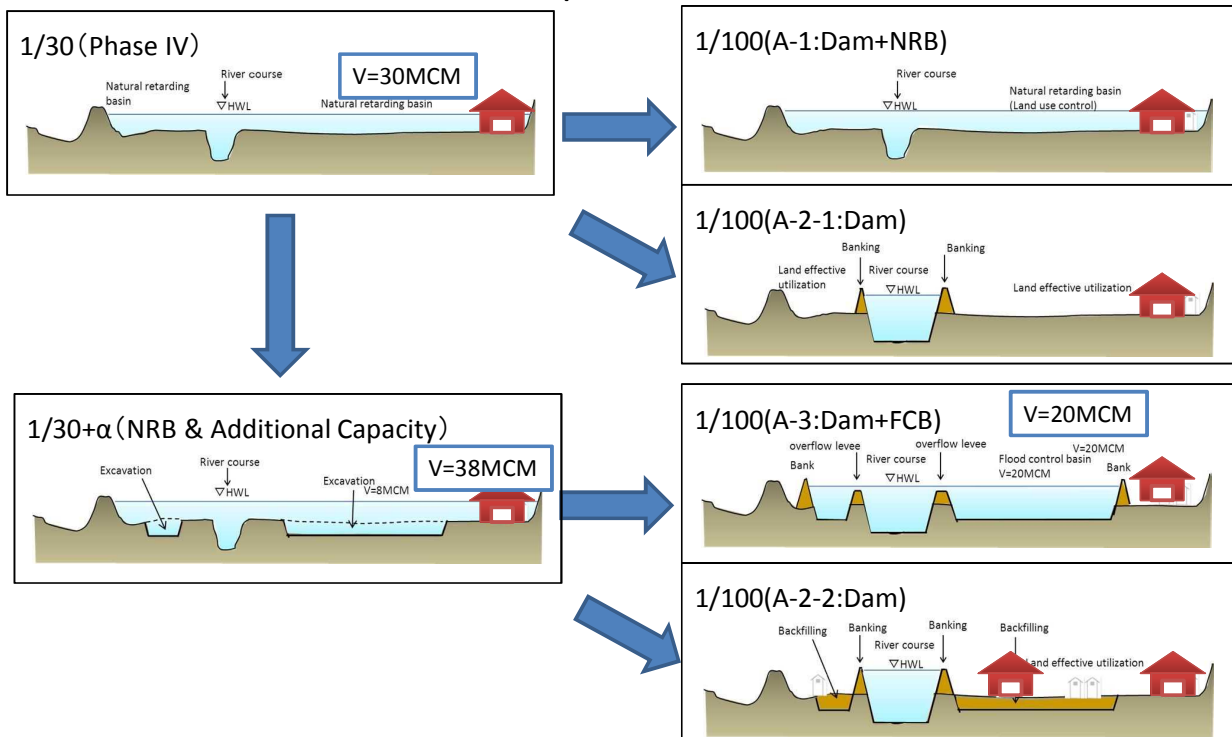
### ● Phased development scenario



9

## 2-5 Development Scenarios for 1/100 Years Flood Management

### ● Alternatives for Phased Improvement (Sto.Nino:3100m<sup>3</sup>/s)



10

## 2-5 Development Scenarios for 1/100 Years Flood Management

### ● Alternatives for 1/100 Years Flood Management Measures (Sto.Nino:3100m<sup>3</sup>/s)

| (A-1) Dam & NRB                            | (A-2-1) Dam   | (A-2) Dam & FCB                           | (A-2-2) Dam   |
|--|---------------|---|---------------|
|  |               |   |               |
| Dam : V=55MCM<br>NRB : V=30MCM<br>A=1000ha | Dam : V=80MCM | Dam : V=55MCM<br>FCB : V=20MCM<br>A=400ha | Dam : V=80MCM |

NRB: Natural Retarding Basin  
 FCB: Flood Control Basin

11

## 2-5 Development Scenarios for 1/100 Years Flood Management

### ● Alternatives for 1/100 Years Flood Management Measures (Sto.Nino:2900m<sup>3</sup>/s)

| (O-1) Dam & NRB                            | (O-2) Dam     | (B-1) Dam & NRB+Additional Capacity                            | (B-2-1) Dam   | (B-3) Dam & FCB                           | (B-2-2) Dam   |
|--|---------------|--|---------------|---|---------------|
|  |               |  |               |   |               |
| Dam : V=65MCM<br>NRB : V=30MCM<br>A=1000ha | Dam : V=90MCM | Dam : V=65MCM<br>NRB : V=35MCM<br>Additional Capacity : V=5MCM | Dam : V=90MCM | Dam : V=65MCM<br>FCB : V=20MCM<br>A=400ha | Dam : V=90MCM |

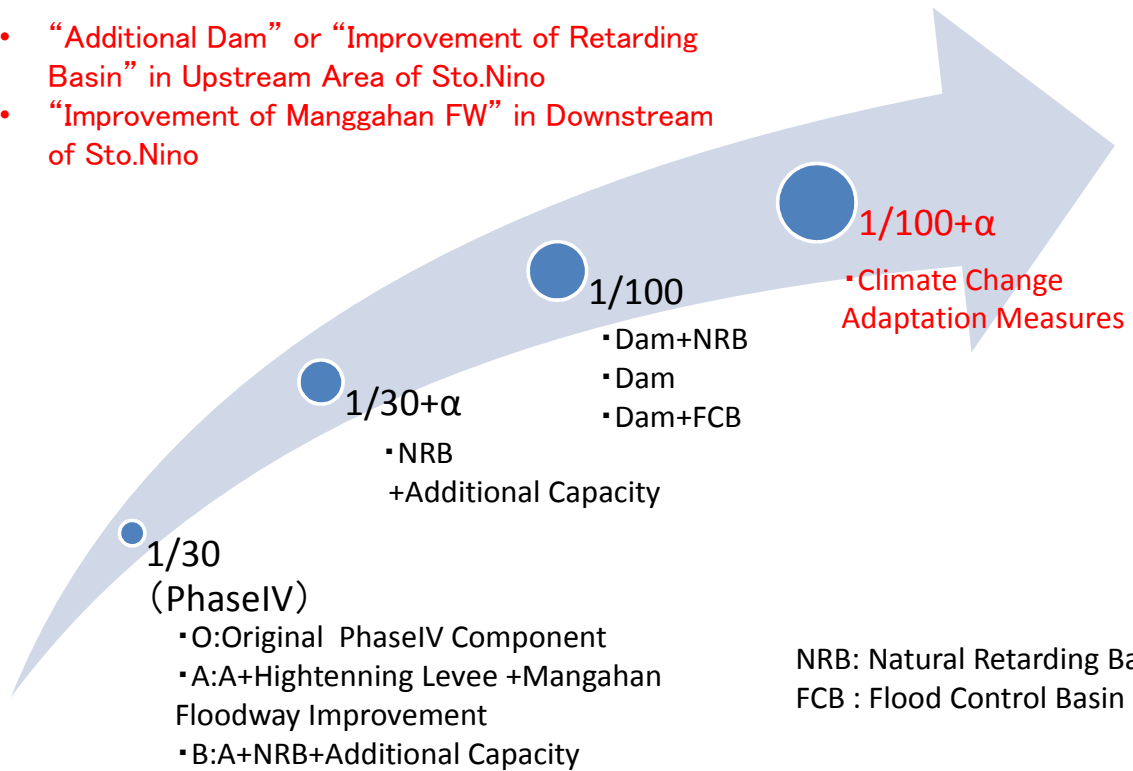
NRB: Natural Retarding Basin  
 FCB: Flood Control Basin

12

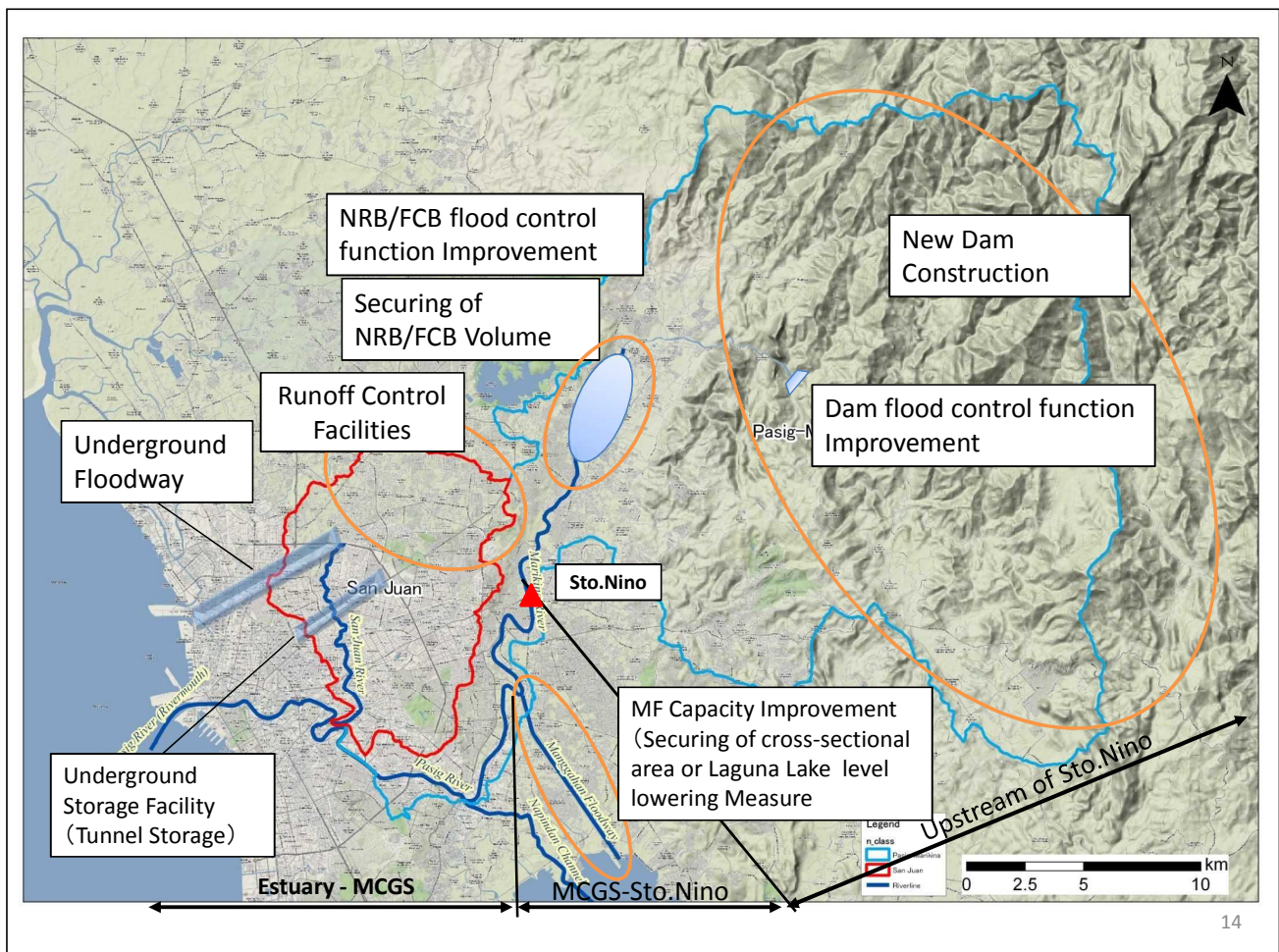
## 2-6 Adaptation Measures for Climate Change

### ● Step Up Options of Adaptation Measures for Climate Change

- “Additional Dam” or “Improvement of Retarding Basin” in Upstream Area of Sto.Nino
- “Improvement of Manggahan FW” in Downstream of Sto.Nino



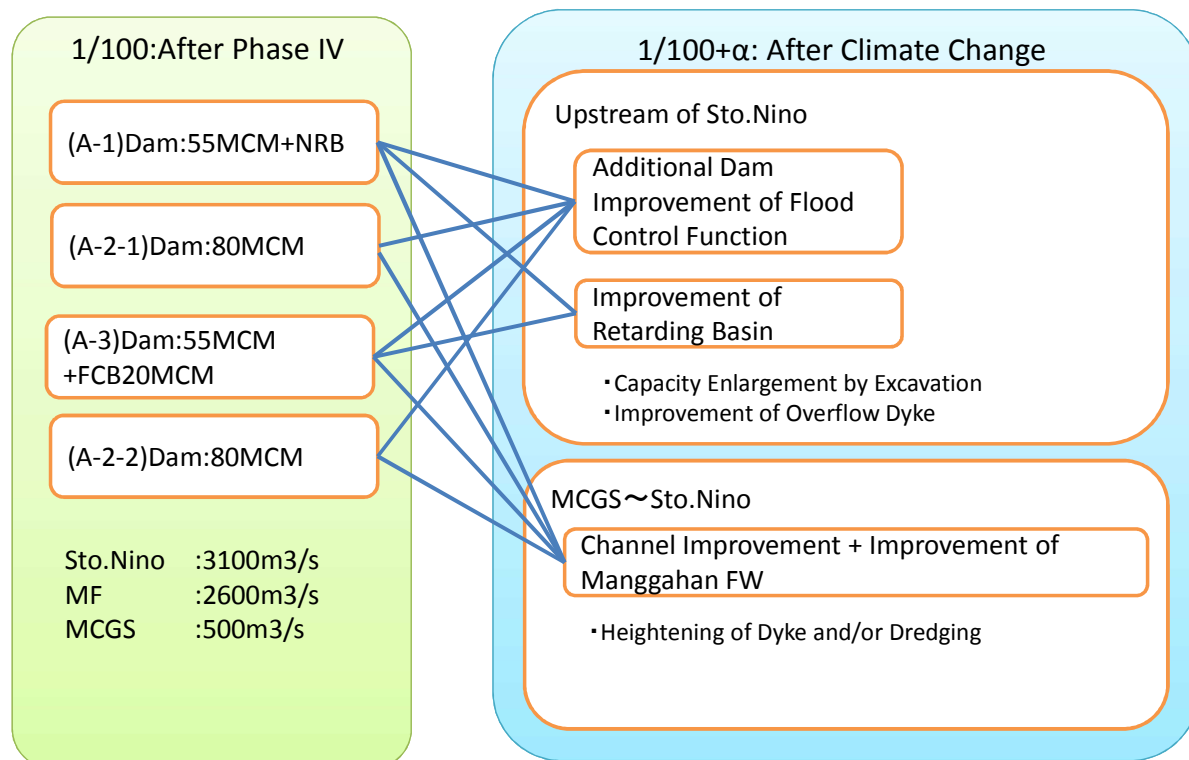
13



14

## 2-6 Adaptation Measures for Climate Change

### ● Climate Change Adaptation Measures



## Minutes of Meeting between JICA & WB

- Both parties acknowledged the importance of proceeding with Phase IV including MCGS subject to:
  - Full timelines of processing of Phase IV and upstream measures will be prepared.
  - Subsequent studies (both Phase IV and upstream measures) will be conducted.
  - The result of those studies will be commonly used for the best optimized flood management structures within the basin.
- Decision of DPWH taking into account parameters and aspects including but not limited to economic cost, time, benefit, social and environmental aspect, protection of asset and goods, strategic political choices etc. should be the most respected.

# Recommendations

- Further flood management works in Pasig-Marikina River Basin shall be implemented based on the results of this study, including:
  - rainfall analysis,
  - hydrological model,
  - hydrodynamic model,
  - inundation model,
  - design flood discharge, and
  - component combination plans with different facility scale under step-wise approach.
- Restoration works of Manggahan Floodway shall be proceeded as soon as possible.

17

# Thank you

18