

第7章 治水計画

7.1 現地調査

7.1.1 ナンディ川流域全体

ナンディ川流域全体を概観し、流域特性を把握するため、ヘリコプター調査（乾季）を行った。飛行ルートを図 7-1 に示す。

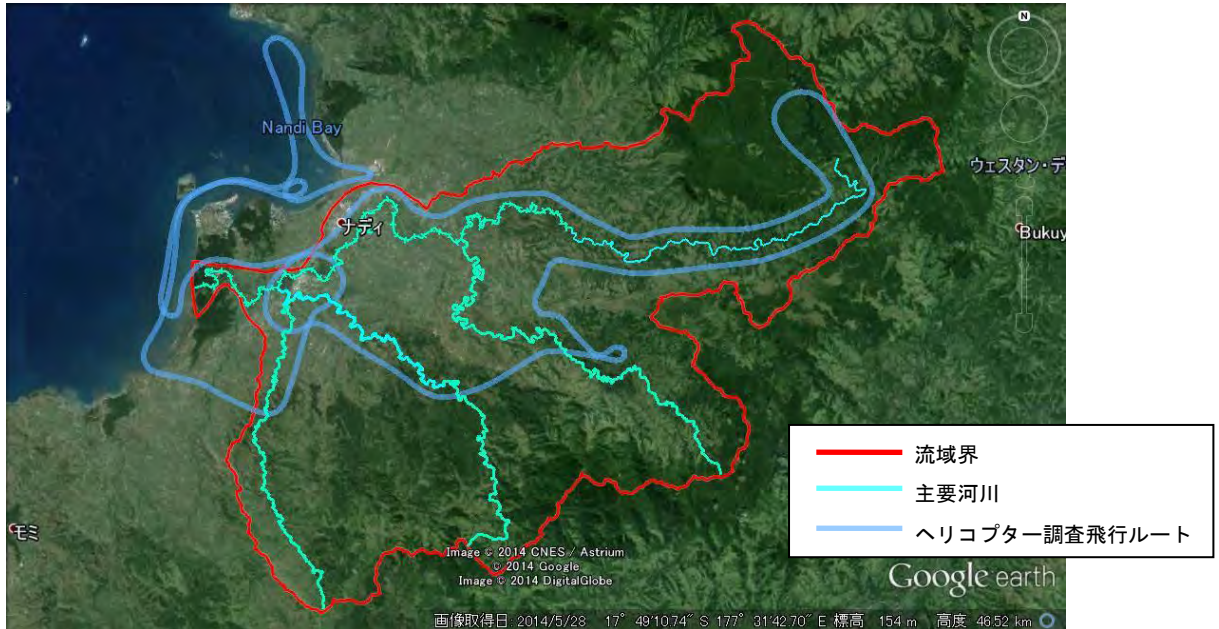


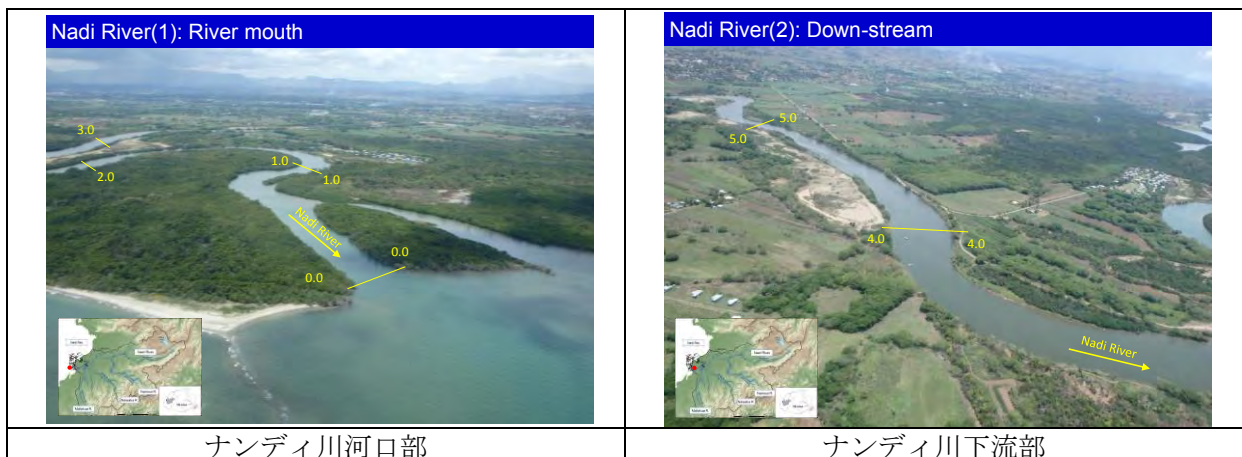
図 7-1 ヘリコプター調査飛行ルート図

ナンディ川河口部にはマングローブ林が広がっているが、国立公園や自然環境保護区域等の区域設定はされていない。河口部ではないが、周辺の沿岸部ではリゾート開発が進んでいる。

下流域は低平な洪水氾濫原でさとうきび畑が広がり、コミュニティが点在している。ナンディ・タウンの市街地は、ナンディ川沿いの低平地に位置し、洪水被害の常襲地帯となっている。下流部の縦断勾配は緩く、ナンディ川は大きく蛇行し、土砂堆積も著しいため、農業省により浚渫が実施されている。

中流域では低丘陵地帯で草が広がるとともにさとうきび畑が広がっている。上流域も丘陵地帯であるが谷が深くなり、丘陵斜面に樹木は少なく、谷沿いに森林が確認される。最上流部のバツルダムの周囲には自然林が残っている。

写真 7-1 ヘリコプター調査写真



<p>Nadi River(3): Nadi town</p>	<p>Nadi River(4): Mid-stream</p>
<p>ナンディ川市街地付近</p>	<p>ナンディ川中流部</p>
<p>Nadi River(5): Up-stream</p>	<p>Nadi River(6): Vaturu dam</p>
<p>ナンディ川上流部</p>	<p>ナンディ川最上流部 バツルダム</p>
<p>Namosi River</p>	<p>Nawaka River(1): Nadi river confluence</p>
<p>ナモシ川</p>	<p>ナワカ川</p>
<p>Malakua River</p>	
<p>マラクア川</p>	

7.1.2 河川

河川エリアの現地踏査結果を次に整理する。調査地点を図 7-2 に、写真集を写真 7-2～写真 7-4 に示す。

(1) 本川 (ナンディ川)

1) 下流部 (河口部から 0km～10km)

ナンディ川の河口部は両岸にマングローブが密生している(位置図及び写真:P-01)。ナンディ川は河口部で大きく蛇行しており、河道幅は 60～80m 程度である。河口～下流部の河床材料はシルト～細礫が分布している。ナンディ川の 3km 付近右岸のマングローブ林には分派口が確認された。地域住民に確認したところ、派川はデラノウ湾に流入しているとのことである。

ナンディ川の 7.5km で支川のナワカ川が合流する。ナワカ川合流点のナンディ川の直上流箇所は、過去の洪水によりショートカットが発生し、それがそのまま本川河道となっているとのことである(MOA 主任技術者ヒアリング)。

ナンディ川の 10km 付近のナンディ・タウン・ブリッジ(1965 完成)には水位計が設置されている。水位は気象局(FMS)により観測されている。橋脚の基礎部が露出しており河床低下の傾向が見られる(位置図及び写真:P-02)。

ナンディ川沿いにあるナンディ・タウン市街地は観光客や地元の買物客等で賑わっている。2009 年、2012 年の洪水では市街地の大半が冠水した(位置図及び写真:P-03)。

河口部～下流部においては、河岸侵食や河岸の崩落が随所に認められるが、護岸等の河川構造物は 8km 右岸を除き、存在しない。9km 付近右岸には、Gabion(布団カゴ)形式による護岸工、水制工が設置されている(位置図及び写真:P-04)。

2) 中流部 (河口から 10km～30km)

ナンディ川中流部の河道幅は 60m 程度で堀込河道の形状を呈している。河道は数カ所で屈曲し、河岸には樹林や植生が繁茂している。堤防、護岸、堰等の構造物は設置されていない。堤内地にはさとうきび畑が広がっている。

16km 付近のマグニア・ブリッジには道路橋と並行して、さとうきびを運搬するトロッコ橋が設置されている(位置図及び写真:P-05、P-06)。16km 付近のマグニア・ブリッジの基礎が露出しており、河床が低下している様子が認められた(位置図及び写真:P-07)。

ナンディ川 17km 付近で幹線道路の一つであるバックロード・ブリッジが河道を横過する。

ナンディ川の 23km 付近でナモシ川が左岸側より流入する。ナンディ川の 27km 付近右岸には水位計が設置されている(ボツアレブ観測所)。同区間より上流部は谷形状を呈する。

河床部には砂州が形成されている箇所もある。河床部の植生が少ないことから、土砂移動が比較的活発で河床が攪乱されていることが推察される(位置図及び写真:P-06)。

3) 上流部 (河口から 30km～バツルダム)

ナンディ川の 30km 付近、35km 付近に沈下橋が設置されている。ナンディ川 55km 付近にあるナタワ村には過去の洪水で損壊した橋梁が残っている(位置図及び写真:P-08)。

上流部は山岳地域で、流域では山焼きが実施され、斜面侵食が随所にみられる。樹林は川沿いの低標高部にのみ認められる(位置図及び写真:P-09)。

河床部には砂礫が多く堆積しており、土砂生産が比較的活発な様子が伺われる(位置図及び写真:P-10)。

4) バツルダム

バツルダムはナンディ川の河口から約 60km 上流に位置する。1982 年に竣工し、32 年が経過している。バツルダムは、総貯水容量 27,000 千 m³、ダム高 56m の水道用水を目的としたロックフィ

ルダムである(位置図及び写真:P-20)。

バツルダムの左岸側には多孔式の選択取水設備が設置されており、取水した水はナガト村にある浄水施設に直接送られ、浄化後、ラウトカ地域、ナンディ地域に送水される(位置図及び写真:P-21)。

(2) 支川 (ナモシ川、ナワカ川、マラクア川)

1) ナモシ川

ナンディ川との合流点から 3km 上流に水位計が設置されている(ナムロムロ水位観測所)。ナンディ川との合流点から 5km 上流にムロムロ・ブリッジが設置されている。

ナモシ川の中流部にはリテンションダムが 1 基設置されているが、砂礫で満砂している。上流でさらに 1 基のリテンションダムを建設中である(位置図及び写真:P-11、P-12、リテンションダム設置状況は(3.2.2 河川構造物)にて後述)。

ナモシ川流域のほとんどが山岳地域であり、ナンディ川と同様に山焼きが行われている。

ナモシ川の河床は主に中礫～玉石で構成されているが、細かい砂礫が河床に広く分布しており、細かい土砂成分の生産が活発であることが伺われる(位置図及び写真:P-13)。

2) ナワカ川

ナンディ川との合流点から 1km(ナブ・ブリッジ)、2km 地点(ゲレロア・ブリッジ)に橋梁が設置されており、ナブ・ブリッジにはトロッコ橋が併設されている。

ナンディ川との合流点から 5km と 10km にリテンションダムが設置されている。上流側のダムはエプロン部(水叩き部)が 2012 年の洪水で損壊したままとなっている(位置図及び写真:P-14、P-15)。

ナワカ川の 8km～9km 地点において砂利採取が行われていた(位置図及び写真:P-16)。

ナワカ川下流部にはナワカ村の集落が隣接する。中流域はさとうきび畑、上流域は松の木林が分布している(位置図及び写真:P-17)。

ナワカ川中流部の河床には砂礫が多く堆積している。上流域は急流であり、露岩区間や玉石が分布している。

ナワカ川 5km 地点の右岸側にナワカ湖と呼ばれる自然湖沼が存在する。地元の住人により、魚を獲ったり、エビの養殖が行われたりしている。

3) マラクア川

マラクア川は、ナワカ川の 1.4km 地点に合流する。

マラクア川 2.2km 付近のブナヤシ村の集落でヒアリングしたところ、床下まで水位が上昇したとのことである(位置図及び写真:P-18)。

マラクア川の中流～下流域にはさとうきび畑が広く分布する。

マラクア川中流～下流部の河床には砂～中礫が分布している(位置図及び写真:P-19)。

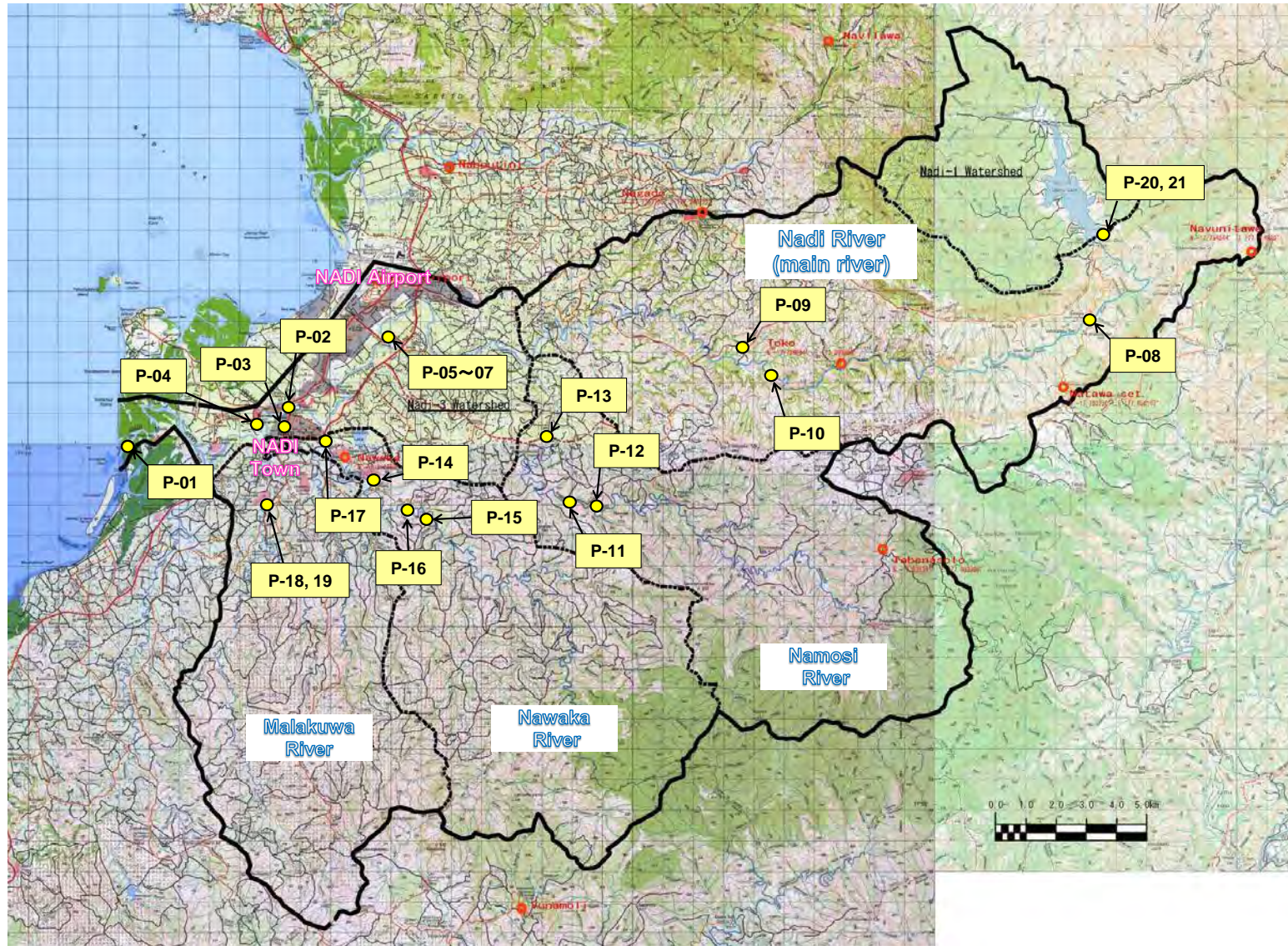


図 7-2 主な調査位置図 (河川エリア)

写真 7-2 現地踏査結果(河川エリア) 1/3









	
<p>河口部に広がるマングローブ林 (P-01)</p>	<p>ナンディ本川 9km 付近右岸の水制工 (P-04)</p>
	
<p>ナンディ・タウン・ブリッジ (10km 付近 : P-02)</p>	<p>マグニア・ブリッジ (17km 付近 : P-05)</p>
	
<p>ナンディ・タウン・ブリッジ下流 (10km 付近 : P-02)</p>	<p>マグニア・ブリッジ下流 (17km 付近 : P-06)</p>
	
<p>観光で賑わうナンディ川沿いの市街地 (P-03)</p>	<p>マグニア・ブリッジ橋脚基礎の露出 (17km 付近 : P-07)</p>

写真 7-3 現地踏査結果(河川エリア) 2/3

	
<p>ナンディ川上流部 (P-08) 過去の洪水で損壊した橋梁が残っている</p>	<p>ナモシ川の既設リテンションダム (P-11) 比較的新しいが砂礫で満砂している</p>
	
<p>ナンディ川上流部の山焼き 1 (P-09)</p>	<p>ナモシ川の建設中リテンションダム (P-12)</p>
	
<p>ナンディ川上流部の山焼き 2 (P-09)</p>	<p>ナモシ川上流部の河床 (P-013) 河床に砂が多く堆積している</p>
	
<p>ナンディ川上流部の河床 (P-10)</p>	<p>ナワカ川の既設リテンションダム (5km 地点 : P-14)</p>

写真 7-4 現地踏査結果(河川エリア) 3/3

	
<p>ナワカ川の既設リテンションダム (10km 地点 : P-15)</p>	<p>マラクア川中下流部の河床 (P-19)</p>
	
<p>ナワカ川の砂利採取風景 (8km 付近 : P-16)</p>	<p>バツルダム (約 60km : P-20)</p>
	
<p>ナワカ川下流域のサトウキビ畑 (P-17)</p>	<p>バツルダム取水設備 (P-21) 取水した水は直接浄水場に送られる</p>
	
<p>マラクア川ブナヤシ村の川沿い集落 (P-18) 2012年洪水では床下まで水位上昇したとのこと</p>	

7.2 河川の現況流下能力

ナンディ川流域の各河川の流下能力を不等流計算により求めた。結果は、に示すとおりである。

ナンディ川において流下能力が最も小さい地点は1.75k左岸、8.00k右岸、16.75k等で、150～300m³/s程度で非常に小さいものとなっている。ナワカ川、マラクア川は特に下流側の流下能力が低く、最小流下能力は20～30m³/sである。ナモシ川はところどころに山付箇所があり、最小流下能力は70m³/sとなっている。

表 7-1 各河川の現況流下能力

Section		1.75km	8.00km	9.83km (Nadi Town Bridge)	14.0km	16.75km (Old Queens Road Bridge)	18.75km (Back Road Bridge)	22.0km
Nadi River	Right bank	484 m ³ /s	245 m ³ /s	481 m ³ /s	580 m ³ /s	148 m ³ /s	1184 m ³ /s	327 m ³ /s
	Left bank	309 m ³ /s	618 m ³ /s	481 m ³ /s	241 m ³ /s	148 m ³ /s	1184 m ³ /s	455 m ³ /s

Section		1.00km (Navu Bridge)	2.00km (Qeleloa Bridge)	4.00km	6.00km	6.75km (Retention Dam)	8.00km	10.00km
Nawaka River	Right bank	79 m ³ /s	68 m ³ /s	98 m ³ /s	452 m ³ /s	517 m ³ /s	792 m ³ /s	9861 m ³ /s
	Left bank	79 m ³ /s	68 m ³ /s	183 m ³ /s	339 m ³ /s	527 m ³ /s	460 m ³ /s	1513 m ³ /s

Section		1.00km	2.00km	3.75km (Vunayasi Bridge)	4.0km	6.0km	8.0km	—
Malakua River	Right bank	56 m ³ /s	90 m ³ /s	43 m ³ /s	69 m ³ /s	1023 m ³ /s	1886 m ³ /s	—
	Left bank	44 m ³ /s	105 m ³ /s	43 m ³ /s	74 m ³ /s	127 m ³ /s	953 m ³ /s	—

Section		0.5km	1.0km	2.5km	5.0km	—	—	—
Namosi River	Right bank	84 m ³ /s	80 m ³ /s	86 m ³ /s	577 m ³ /s	—	—	—
	Left bank	144 m ³ /s	63 m ³ /s	230 m ³ /s	1739 m ³ /s	—	—	—

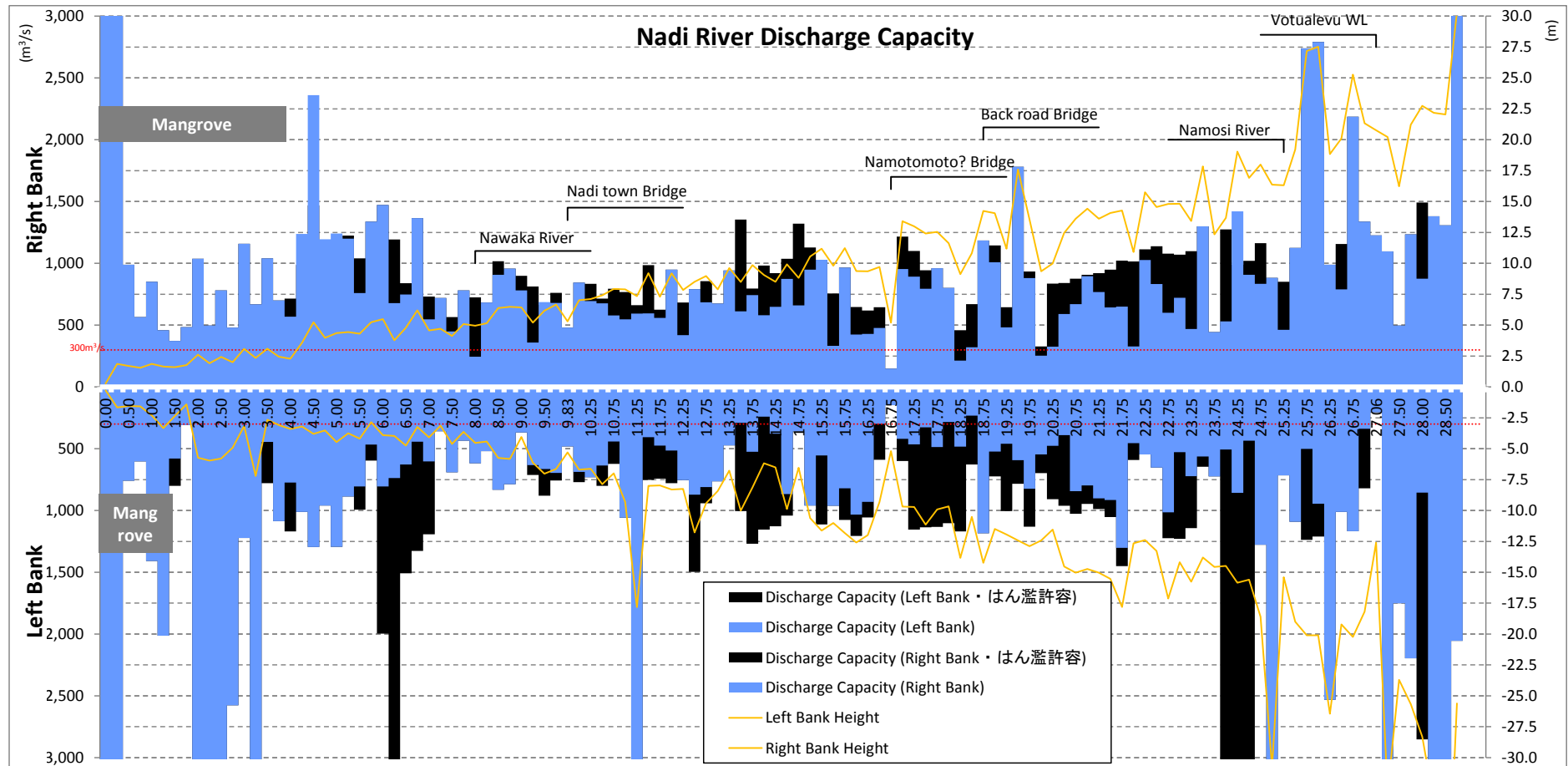


図 7-3 流下能力図 (ナンディ川)

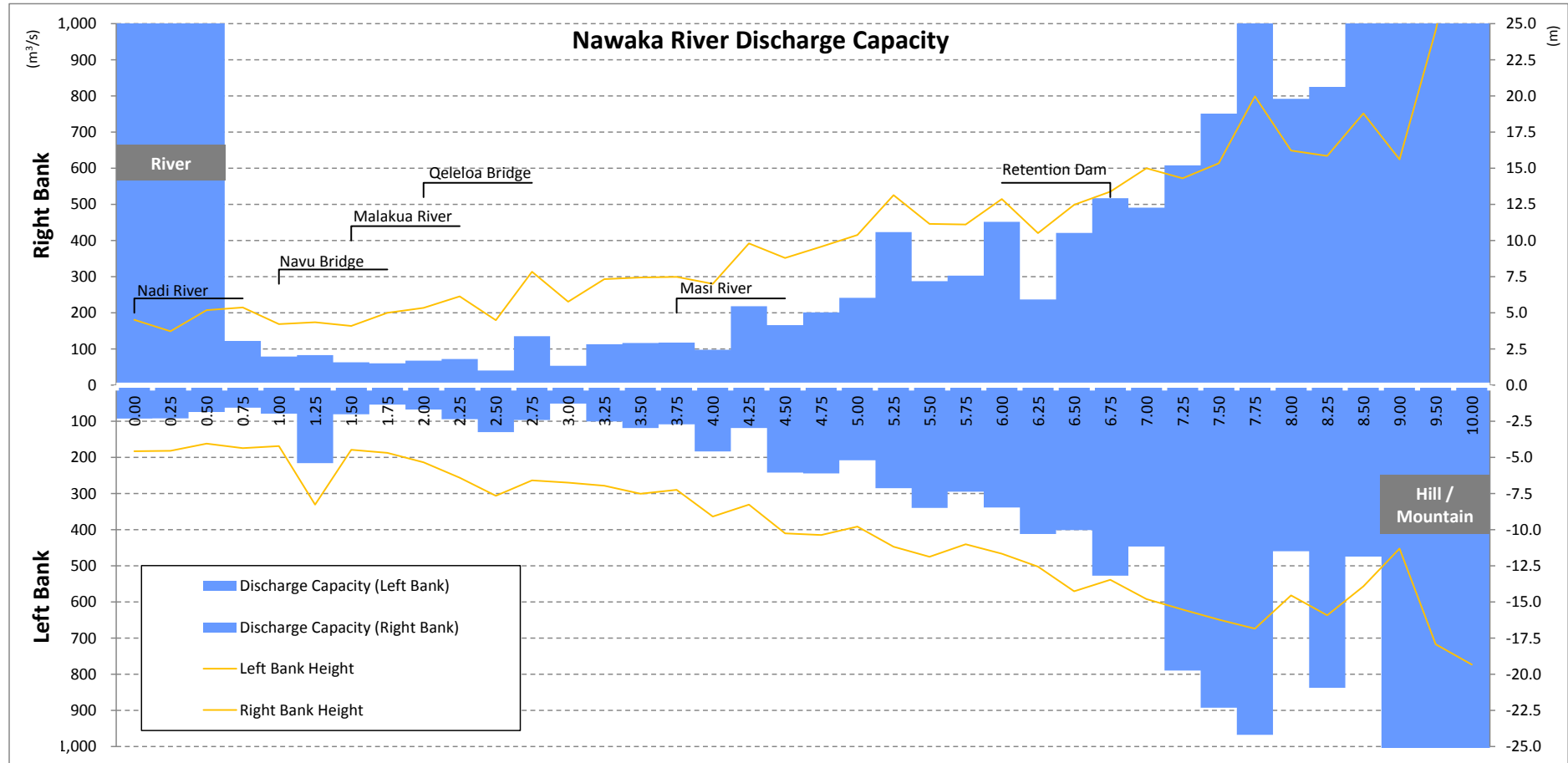


図 7-4 流下能力図 (ナワカ川)

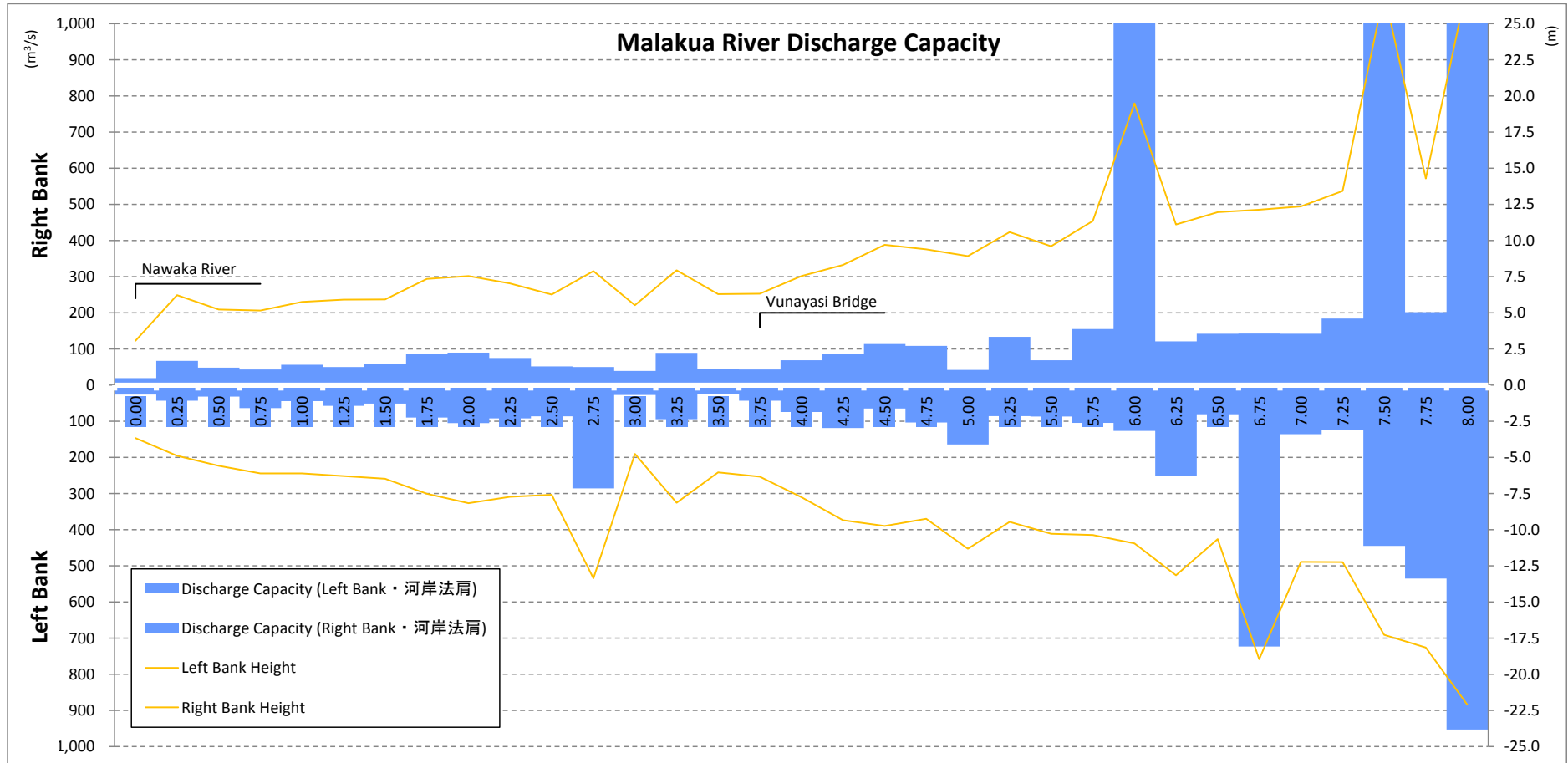


図 7-5 流下能力図 (マラクア川)

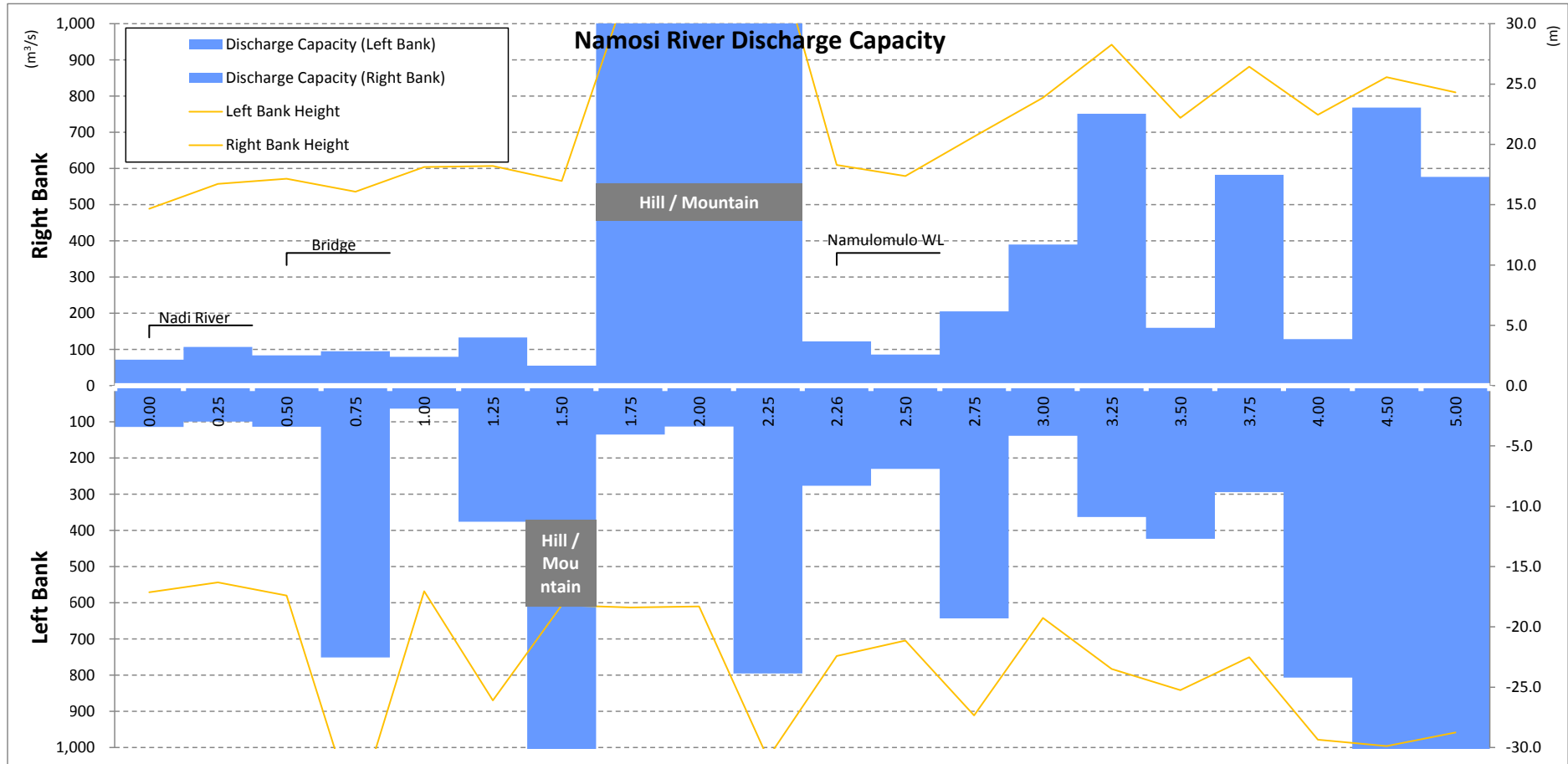


図 7-6 流下能力図 (ナモシ川)

7.3 降雨解析

7.3.1 水文関連データ

収集した水文関連データは以下に示すとおりである。

降雨解析、流出解析に必要な水文観測データを FMS から収集を行った。雨量・水位観測所の一覧を表 7-2 に、位置図を図 7-7 に示す。

表 7-2 雨量・水位観測所一覧

	SITE	Name	Coordinate			Status	Managed by	Type	Remark
			Latitude	Longitude	Source				
Rainfall	1778510	Navu/Solovi	17°50' 52" S	177°31' 06" E	Rep 1	Not operating	FMS	PA	Installed by PWD Not working from 2008
	V7793103	Nawaicoba Res. Sin	17°55' 26.5"S	177°22' 59.6"E	FMS	Not operating	MOA		
	77744	Nadi Airport	17°45' 35.8"S	177°26' 41.7"E	FMS	Operating	FMS	Telemetry	
	177765	Vaturu dam	17°45' 03"S	177°39' 56"E	FMS	Operating	WAF	Telemetry	
	1777612	Waidum	17°44' 43" S	177°35' 52" E	Repl	Operating	WAF	Telemetry	
	1778611	Tubenasolo (old) Tubenasolo (new)	17°51' 41.92" S 17°49'47.29"S	177°35' 46.53" E 177°36' 16.14"E	FMS	Not operating Operating	FMS	Old Telemetry	IWRM, Telemetry from 2010.12
	777701	Navunitawa	17°45'16.36"S	177°42'53.94"E	FMS	Operating	FMS	Telemetry	IWRM, Telemetry from 2010.12
	1777512	Molveitala	17°45' 06.51" S	177°33' 23" E	Repl	Not Operating	FMS	PA	Discontinue from 2009
	1777510	Naboutini	17°43' 15" S	177°32' 10" E	Repl	Not Operating	FMS	PA	Discontinue from 2008
	1777513	Nadurugu	17°42' 34.36" S	177°44' 44.52" E	Repl	Not Operating	FMS	PA	Not working from 1999.12
	1777710	Bukuyu	17°46' 31" S	177°45' 41" E	Repl	Operating	FMS	Telemetry	Upgrade 2013
	V7786103	Nausori Highland	17°48' 40"S	177°35' 58"E	FMS	Not operating	DOF		
	1779510	Vunamoli	17°56' 43" S	177°29' 36" E	Repl	Not operating	FMS	PA	
	1776510	Navilawa	17°44' 57" S	177°33' 45" E	Repl	Not operating	FMS	PA	
	778602	Natawa Village	17°47' 35.90" S	177°39' 30.07" E	FMS	Operating	FMS	Telemetry	IWRM
	777502	Toko Village	17°47' 12.36" S	177°35' 22.12" E	FMS	Operating	FMS	Telemetry	IWRM
	777501	Nagado	17°44' 25.72" S	177°32' 43.59" E	FMS	Operating	FMS	Telemetry	IWRM
	778501	K2	17°51' 20.91" S	177°30' 21.32" E	FMS	Operating	FMS	Telemetry	IWRM
Water Level	426351	Toko Village	17°47'14.82"S	177°35'25.01"E	FMS	Operating	FMS	Telemetry	IWRM
	425302	Votualevu Old P/House	17°46'24.94"S	177°29'50.30"E	FMS	Operating	FMS	Telemetry	IWRM
	424330	Nadi Bridge	17°47'55.05"S	177°24'58.83"E	FMS	Operating	FMS	Telemetry Automatic before IWRM	IWRM
	425200	Yavuna	17°49'36.67"S	177°32'13.14"E	FMS	Operating	FMS	Telemetry	IWRM
	425202	Namulomulo	17°47'41.26"S	177°29'58.68"E	FMS	Operating	FMS	Telemetry	IWRM
	425201	Natuacere	17°50'28.76"S	177°28'13.17"E	FMS	Not operating	FMS	Telemetry Automatic before IWRM	IWRM

V: Meteorological Station

PA: Rainfall Station with Automatic Recorder

P:Manual

Repl: Detailed Planning Survey for The Project for The Planning of The Nadi River Flood Control Structures

FMS: Fiji Meteorological Service

MOA: Ministry of Agriculture

WAF: Water Authority of Fiji

DOF: Department of Forest

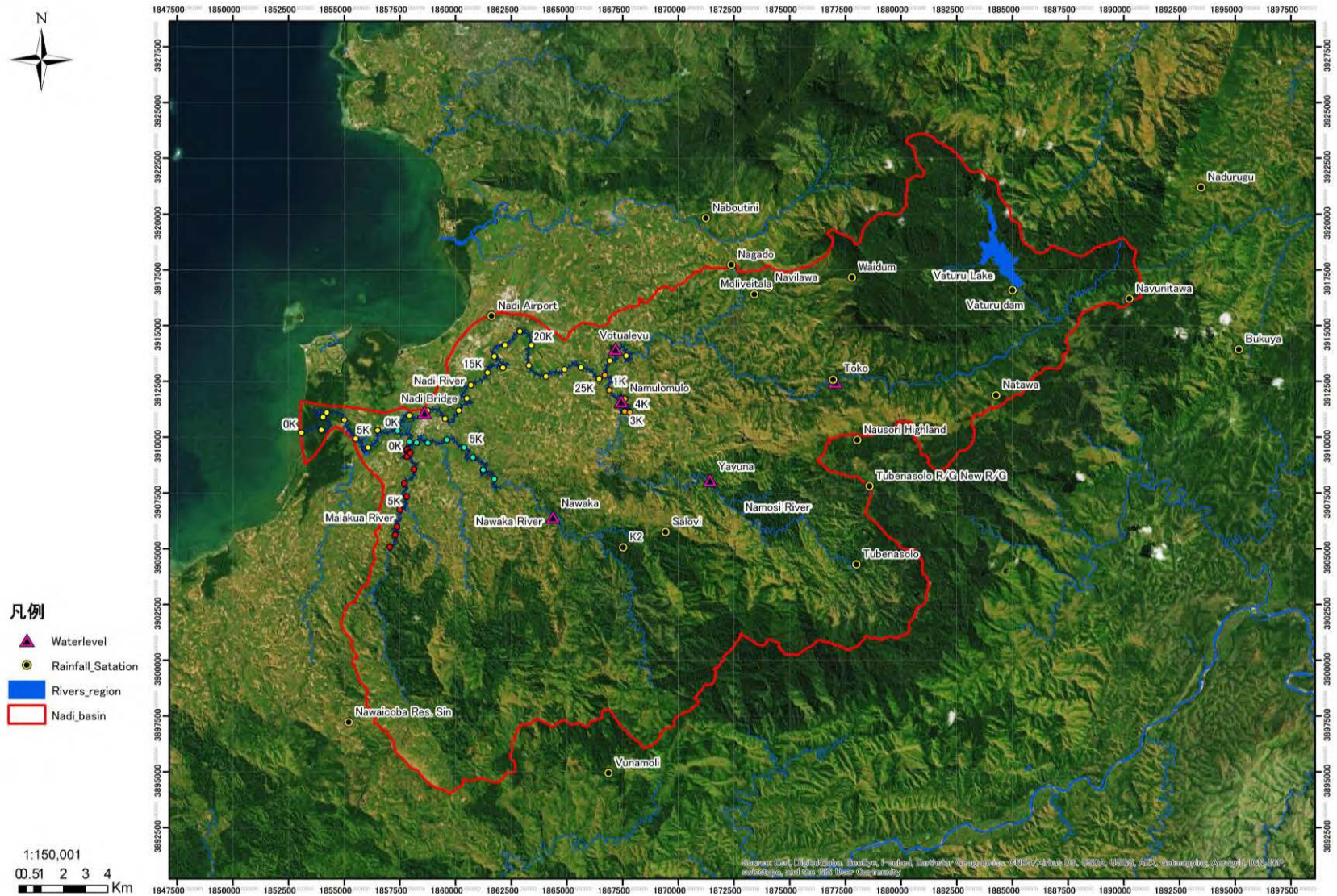


图 7-7 雨量・水位観測所位置図

7.3.2 年最大雨量の算定

年最大雨量の算定結果を次に示す。なお、一雨降雨の継続時間の頻度分布、総雨量に対する48時間雨量の補足率から、計画降雨継続時間を48時間と決定しているが、水文統計解析を行うに当たり、時間雨量は観測年が限られている。そのため、確率雨量の算定には日雨量を用い、計画降雨継続時間は2日として検討を行っている。

表 7-3 年最大雨量 (Nadi Town Bridge 流域)

ナンディ(NaditownBridge上流)流域							
Hydrological Year	1日雨量			2日雨量			
	生起日	雨量(mm/day)	Rank	生起日	雨量(mm/2day)	Rank	
1	1967	1968/2/25	100.03	35	1968/3/20	136.09	37
2	1968	1969/2/1	122.97	25	1969/2/1	146.24	32
3	1969	1970/2/12	117.47	28	1970/2/12	217.67	20
4	1970	1971/3/6	126.14	21	1971/3/6	155.03	31
5	1971	1972/1/17	100.30	34	1972/1/19	155.15	30
6	1972	1972/10/24	318.07	1	1972/10/23	404.82	3
7	1973	1974/4/25	170.15	12	1974/4/24	319.41	9
8	1974	1974/12/9	92.99	36	1974/12/8	144.94	33
9	1975	1975/10/29	170.20	11	1975/10/28	190.11	27
10	1976	1977/2/8	108.87	31	1976/9/4	192.41	24
11	1977	1978/1/25	68.32	43	1978/1/24	91.11	45
12	1978	1979/1/7	123.86	24	1979/3/27	230.16	18
13	1979	1980/1/26	58.55	45	1980/1/26	108.78	40
14	1980	1981/1/28	152.99	17	1981/1/27	249.17	15
15	1981	1982/1/29	126.92	19	1982/1/29	239.08	16
16	1982	1983/3/1	312.30	2	1983/2/28	394.38	6
17	1983	1984/3/17	193.93	9	1984/3/17	298.03	10
18	1984	1985/3/5	161.73	15	1985/3/4	261.95	14
19	1985	1986/4/10	165.19	14	1986/4/9	275.33	12
20	1986	1987/2/5	47.44	46	1987/2/5	77.07	47
21	1987	1987/12/19	71.63	41	1988/3/3	93.95	43
22	1988	1989/2/10	124.88	23	1989/2/10	238.61	17
23	1989	1990/3/20	169.66	13	1990/3/20	294.56	11
24	1990	1990/11/27	171.34	10	1990/11/27	210.10	21
25	1991	1991/9/14	45.36	47	1991/9/13	82.95	46
26	1992	1993/2/27	207.14	8	1993/2/26	400.24	5
27	1993	1994/6/3	74.34	40	1994/6/3	108.07	41
28	1994	1995/1/15	61.08	44	1995/3/16	96.14	42
29	1995	1996/5/10	125.29	22	1996/3/8	140.09	35
30	1996	1997/3/7	238.97	6	1997/3/7	373.78	7
31	1997	1998/1/7	70.12	42	1997/8/6	93.39	44
32	1998	1999/1/18	275.65	4	1999/1/18	404.23	4
33	1999	2000/1/24	117.54	27	2000/1/24	184.92	28
34	2000	2000/7/15	79.99	38	2000/12/11	140.86	34
35	2001	2001/10/22	126.27	20	2002/2/23	209.43	22
36	2002	2003/3/12	109.18	30	2003/3/11	217.91	19
37	2003	2004/2/13	82.12	37	2004/2/13	139.69	36
38	2004	2005/4/18	108.03	32	2005/4/18	202.25	23
39	2005	2005/11/18	74.39	39	2006/1/29	132.57	39
40	2006	2007/3/24	118.86	26	2007/2/11	191.53	25
41	2007	2008/1/29	221.51	7	2008/1/28	343.66	8
42	2008	2009/1/10	272.52	5	2009/1/9	441.99	2
43	2009	2009/12/15	159.18	16	2009/12/14	268.78	13
44	2010	2011/2/18	106.50	33	2011/2/18	157.47	29
45	2011	2012/3/29	285.01	3	2012/3/29	483.08	1
46	2012	2012/12/17	117.00	29	2012/12/16	134.79	38
47	2013	2014/1/29	142.02	18	2014/1/29	191.06	26

: 上位5位

7.3.3 確率雨量の算定（水文統計解析）

2012年3月洪水の確率規模の算定結果を表7-4に示す。

Nadi Town Bridge 上流域ではSLSC値 ≤ 0.04 以下のモデルについてみると概ね1/15～1/50年確率程度と推定される。

表 7-4 2012年3月洪水の確率規模

Basin	Rainfall Duration	Range of Probability	Minimum SLSC		SLSC ≤ 0.04 and Minimum Jackknife Error Range	
		SLSC ≤ 0.04	Probability	Model	Probability	Model
Nadi Town Bridge 流域	2 days	概ね 1/15～ 概ね 1/50	概ね 1/30	LN2LM	概ね 1/50	IshiTaka

表 7-5 流域平均雨量の生起確率（上位5位）

ナンディ(NaditownBridge上流)流域			
Rank	2日雨量		
	生起日	雨量(mm/2day)	生起確率
1	2012/3/29	483.1	概ね1/50
2	2009/1/9	442.0	概ね1/30
3	1972/10/23	404.8	概ね1/20
4	1999/1/18	404.2	概ね1/20
5	1993/2/26	400.2	概ね1/20

7.4 流出氾濫解析

7.4.1 流出・氾濫解析モデルの構築

(1) 流出・氾濫解モデル

ナンディ川流域の流出の特徴として山地部からの流出域と低平地部での氾濫域に大別することができる。そのため、本検討区域では地形特性に伴う流れの特性に着目し、①山間部・丘陵部を流出域、②低平地を氾濫域に2分して、流出域を「分布型流出解析モデル」、氾濫域を「二次元不定流モデル」とし、それらを統合した流出・氾濫解析モデルを構築し、流域一体として解析を行う。

流出域、氾濫域のモデルの概要を次に示す。

①流出域のモデル

下流の水位に影響を受けない斜面の流れを表現した Kinematic Wave 法 を用いるものとする。モデルの形式は、氾濫域に流入する流量を、氾濫域の微細なメッシュに応じて与えるために、氾濫域と同じメッシュ構造を持ち、地形勾配に沿ってメッシュ一つ一つの流れを追跡することができる 分布型流出解析モデル とする。

②氾濫域のモデル

地形や水路等の構造物の影響を受けながら時々刻々変化する流れを表現できる Dynamic Wave 法 を用い、氾濫流を追跡する。モデルの形式は、氾濫流の伝播現象を、最も詳細に再現することができる 二次元不定流モデル を選択する。

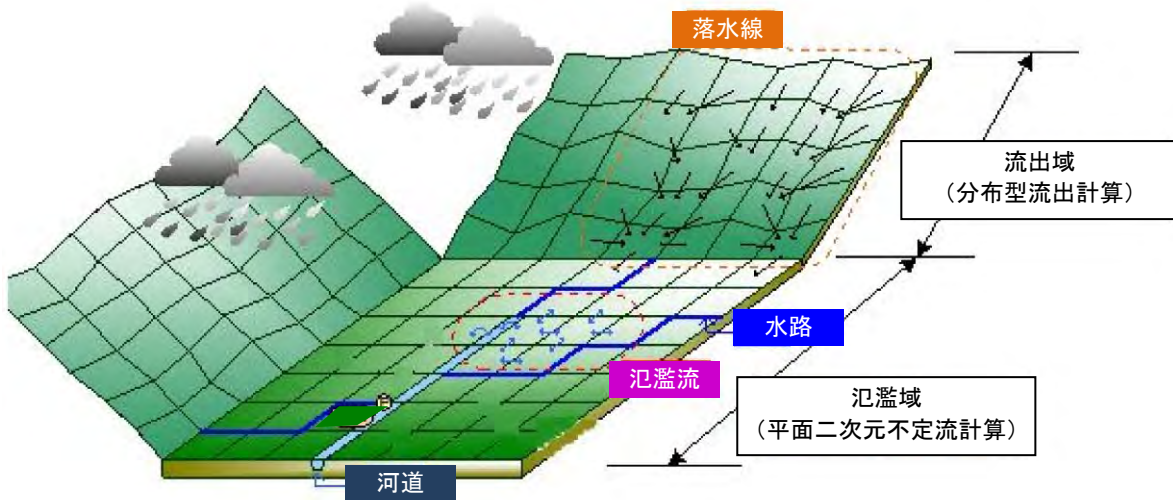
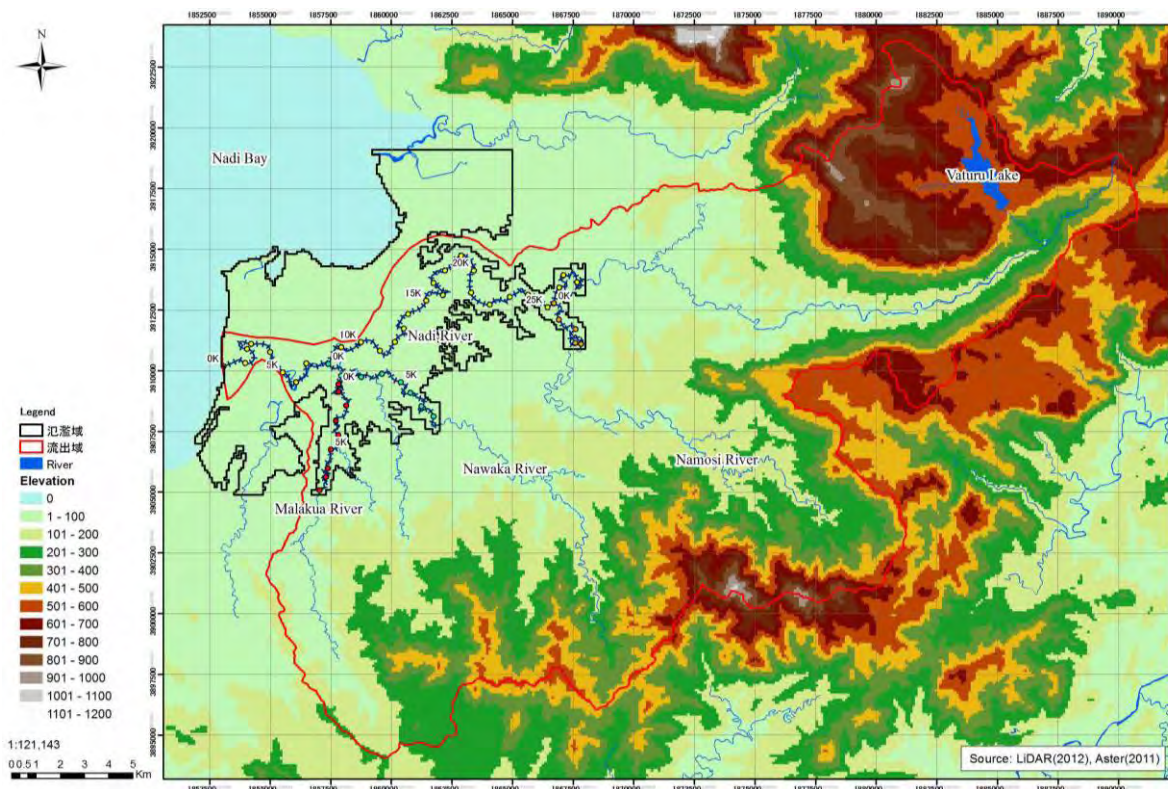


図 7-8 流出氾濫解析モデルの概要

(2) 流出域と氾濫域の設定

対象氾濫域は、浸水実績を参考に LiDAR 地盤高をもとに想定される最大の浸水区域を想定し、対象氾濫原として設定した。流出域と氾濫域の区分図を図 7-9 に示す。



Source : JICA STUDY TEAM

図 7-9 流出域と氾濫域の設定

(3) 流域全体のメッシュ分割

流域全体のメッシュ分割は、微地形の影響を受けやすい氾濫状況を表現できるように、1メッシュ100m四方に細分化を行う。本検討区域におけるメッシュ数は56,894(56,894ha)であり、流出域と氾濫域におけるメッシュ数は流出域で46,680(46,680ha)、氾濫域で10,214(10,214ha)である。

表 7-6 モデルのメッシュ分割数

項目	メッシュ数	面積(ha)
氾濫域	10,214	10,214
流出域	46,680	46,680
合計	56,894	56,894

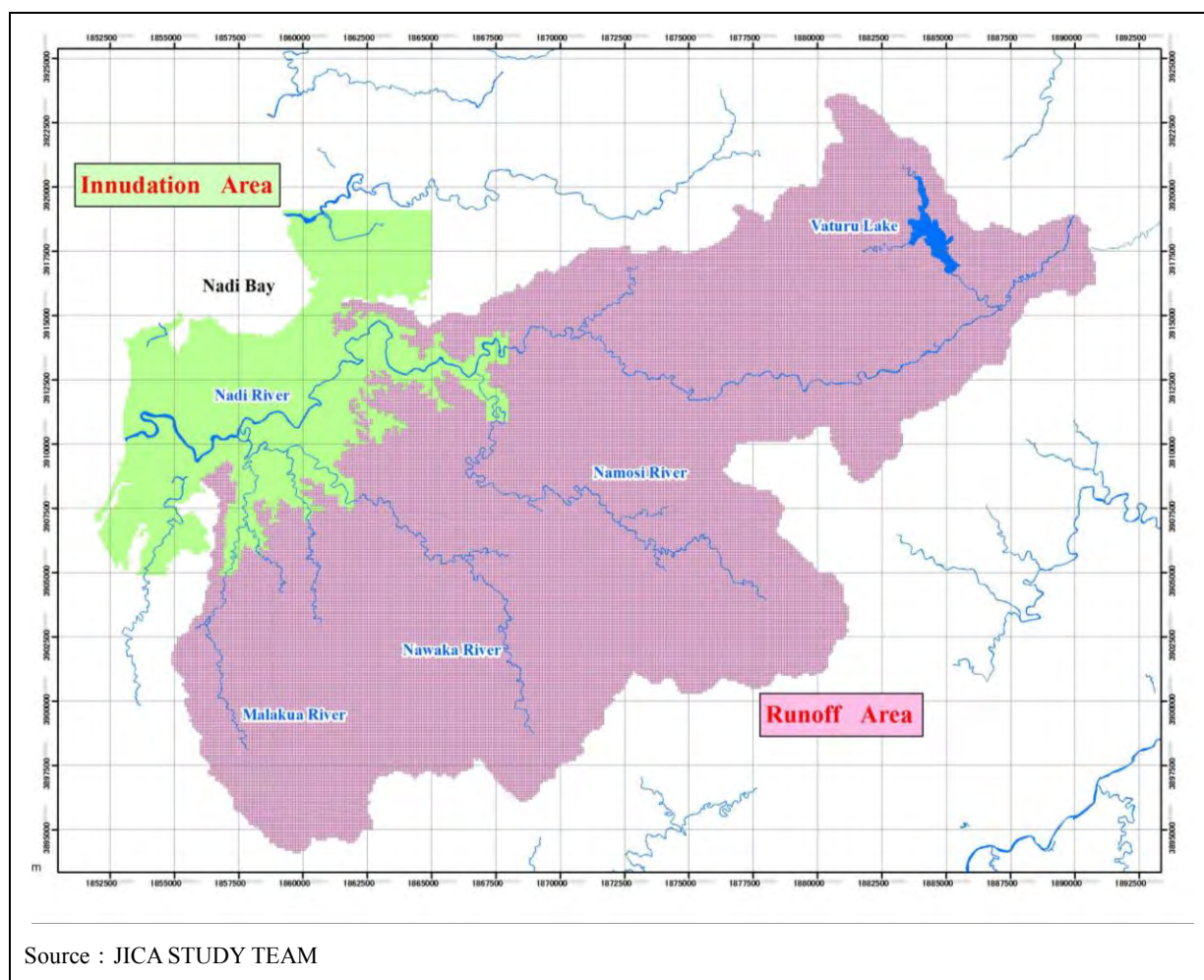


図 7-10 メッシュ分割図

(4) 流出氾濫解析モデルの各種定数

流出氾濫解析モデルの各種定数を表 7-7 に整理する。

表 7-7 流出氾濫解析モデルの各種定数等

項目		条件				
計算手法	流出域	分布型流出解析モデル (Kinematic Wave)				
	氾濫域	二次元不定流 (Dynamic Wave)				
	河道	一次元不定流 (Dynamic Wave)				
流出域	地盤高	100m メッシュ平均地盤高 (1/50,000 地形図から作成)				
	等価粗度係数:N	Landuse Classification	f1	Rsa	fsa	N
		Grassland	0.15	70	1	0.30
	有効降雨:f1,Rsa,fsa	Farmland	0.15	70	1	0.30
		Water area	1.00	0	1	0.00
Paddy field		0.00	50	1	2.00	
Urban area		0.70	55	1	0.03	
Forest		0.25	70	1	0.70	
Golf course	0.15	300	1	0.30		
降雨分布	対象洪水のティーセン分割に従う					
氾濫域	地盤高	100m メッシュ平均地盤高 (LiDAR データから作成)				
	氾濫域粗度係数	底面粗度係数と建物占有率と水深の関係から設定 底面粗度係数: Glassland, Farmland, Paddy field: 0.060 Water area, Golf course: 0.050、Airport: 0.047				
	溢水条件	現況堤防高と堤内地盤高の高い方				
	施設	盛土: 3 路線、水路: 7 支川				
	降雨分布	対象洪水のティーセン分割に従う				
河道	使用断面	2014 測量断面および 2012LiDAR データ				
	境界条件	下流端:実績潮位(Lautoka)、上流端:流出域の流出計算結果				
	粗度係数	River	Section	Roughness Coefficients		
				Low-water Channel	High-Water Channel	
		Nadi River	0.0k~4.0k	0.035		死水域
			4.0k~25.25k	0.043		0.060
			25.25k~	0.047		0.060
Namosi River		0.0k~4.0k	0.042		0.060	
Nawaka River		0.0k~8.5k	0.046		0.060	
Malakua River	0.0k~8.0k	0.047		0.060		

7.4.2 既往洪水の再現計算

(1) 検討対象洪水

再現計算の対象洪水は時間雨量および時間水位記録、浸水実績の得られた洪水のうち以下に示す洪水を再現計算の対象洪水とした。

モデルのキャリブレーションは浸水実績が調査された 2012 年 3 月洪水により実施し、検証は 2009 年 1 月洪水にて実施した。

- ✓ キャリブレーション: 2012 年 3 月洪水
- ✓ 検証: 2009 年 1 月洪水

表 7-8 再現計算の対象洪水

洪水月日	最大水位 Votualevu (m)	最大水位 Nadi town Bridge (m)	流域平均雨量 Nadi town Bridge (mm/2day)	浸水 実績 記録	採用	備考
2009年1月8日～12日	12.2以上*	欠測	442.0 (概ね 1/30)	あり	検証	水位記録は Votualevu のみ
2012年3月28日～4月 2日	11.87以上	7.62	483.1 (概ね 1/50)	あり	● 同定	Votualevu はピークを 捉えられていない。

* : PACIFIC HYCOS MISSION FLOOD RESPONSE NADI/BA JANUARY-FEBRUARY2009(SOPAC)記載値

() : 確率規模

Source : JICA STUDY TEAM

(2) 再現計算

1) 2012年3月洪水

a) 流出域モデル

設定した定数における計算結果を以下に示す。

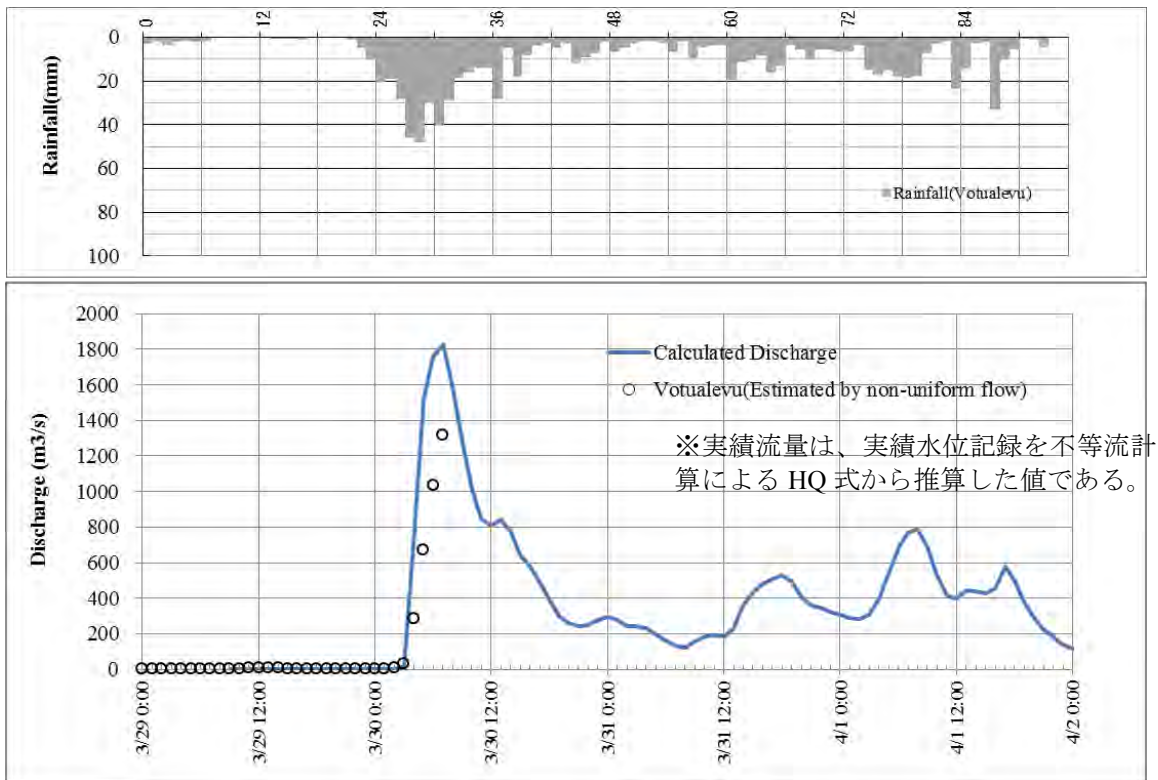


図 7-11 2012年3月洪水 実績ハイドロ及び計算ハイドロ(Votualevu 観測所)

b) 氾濫モデル

(i) 河道内水位

設定した粗度係数における計算水位と、実測水位との比較を示す。

- ・ Nadi Town Bride 地点では、実績ピーク水位 RL.7.73m (SG7.62m) に対し、計算結果は RL.8.11m (SG8.00m) であり、その差は約 38cm で、誤差は 5%程度である。
- ・ 計算ピークの到達が実績より早いため、上流部では氾濫の影響を一部反映しきれていないと考えられる。
- ・ 波形の立ち上がりについては概ねよくあっているといえる。

- ・ Votualevu 水位観測所については、波形の立ち上がりが若干実績に比べ早くなっている。これは、上流部の氾濫が一部反映しきれていないと想定される。

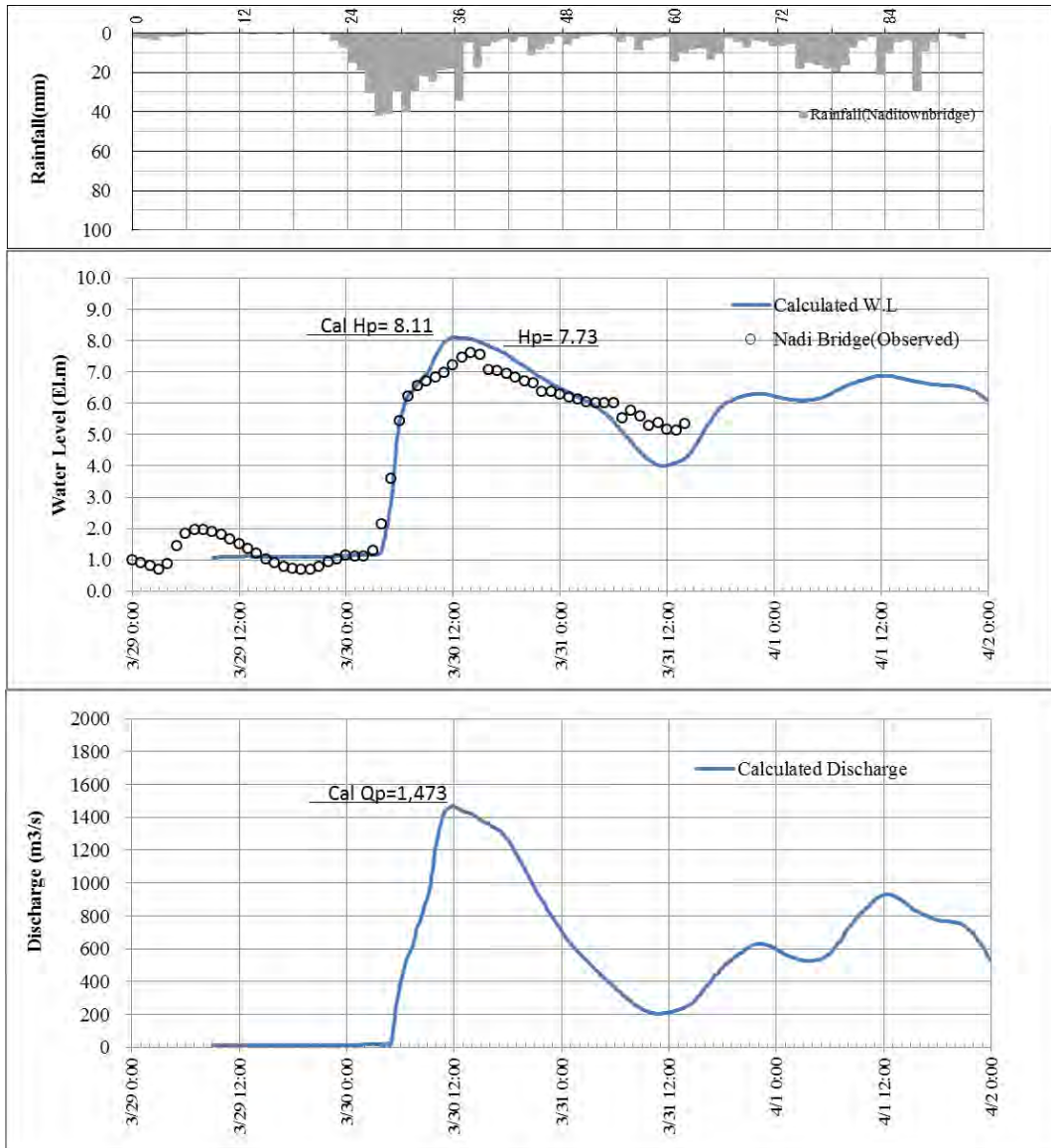
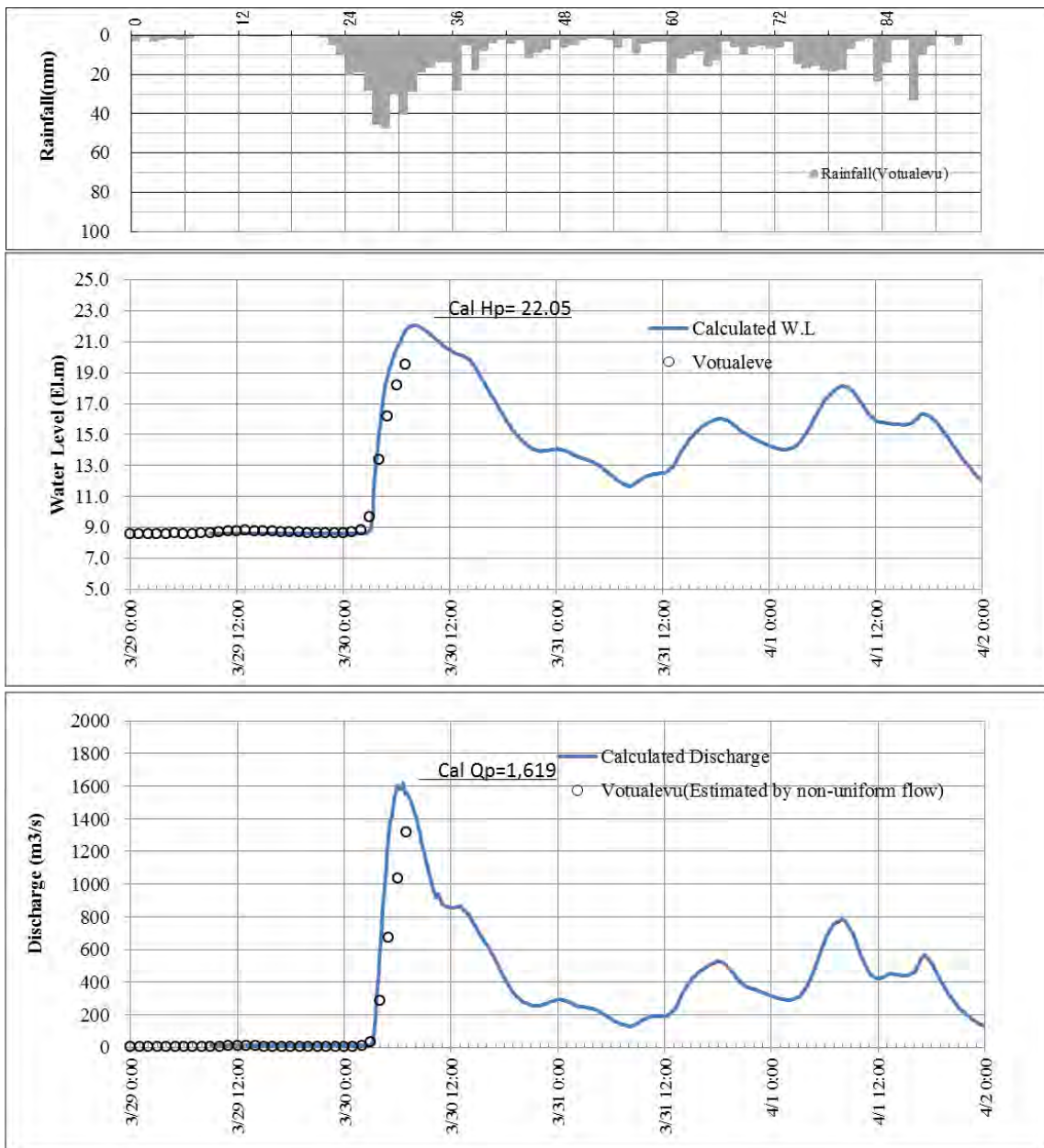


図 7-12 2012年3月洪水 実績ハイドロ及び計算ハイドロ(Nadi Town Bridge 観測所)



※実績流量は、実績水位記録を不等流計算によるHQ式から推算した値である。

図 7-13 2012年3月洪水 実績ハイドロ及び計算ハイドロ(Votualevu 観測所)

(ii) 最大浸水深

最大浸水図を図 7-14 に示す。また、最大浸水深の計算結果と浸水実績の比較について、痕跡地点数の多いナンディ左岸中流部（NAD-LM）で行った結果を次に整理する。

- ・ 浸水面積は、実績 614ha に対して、計算結果は約 620ha であり、その差は約+7ha であり、約 1%程度の差である。
- ・ 浸水ボリュームは、実績 1,599 万 m³ に対して、計算結果は約 1,582 万 m³ であり、その差は約-17 万 m³ で、約+1%程度の差がある。
- ・ 平均浸水深は、実績 2.60m に対して、計算結果は約 2.55m であり、その差は約-0.05m で-2%程度の差である。

表 7-9 ブロック別の再現計算結果と浸水実績の比較（2012 年 3 月洪水）

NO.	ブロック	名称	(a)再現計算			(b)浸水実績			(a)/(b)			痕跡ポイント数
			浸水面積 (ha)	浸水ボリューム (1000m ³)	平均浸水深 (m)	浸水面積 (ha)	浸水ボリューム (1,000m ³)	平均浸水深 (m)	浸水面積	浸水ボリューム	平均浸水深	
1	NAD-LD	ナンディ左岸下流	311	4,046	1.30	257	5,461	2.12	1.21	0.74	0.61	7
2	NAD-LM	ナンディ左岸中流	620	15,823	2.55	614	15,990	2.60	1.01	0.99	0.98	76
3	NAD-LU	ナンディ左岸上流	72	2,438	2.58	74	3,107	2.90	0.98	0.78	0.89	3
4	NAD-RD	ナンディ右岸下流	997	12,365	1.24	990	16,565	1.67	1.01	0.75	0.74	58
5	NAD-RM	ナンディ右岸中流	513	10,935	2.13	468	9,729	2.08	1.10	1.12	1.03	83
6	NAD-RU	ナンディ右岸上流	230	6,392	2.78	204	4,986	2.44	1.13	1.28	1.14	4
7	MAL-L	マラカ左岸	84	1,843	2.19	53	926	1.76	1.59	1.99	1.25	2
8	MAL-R	マラカ右岸	57	822	1.44	11	73	0.67	5.18	11.19	2.16	0
9	NAW-L	ナワカ左岸	208	4,927	2.37	191	3,782	1.98	1.09	1.30	1.20	7
10	NAW-R	ナワカ右岸	229	4,554	1.99	229	5,270	2.30	1.00	0.86	0.86	31
11	NAM-L	ナモン左岸	10	413	4.13	1	24	1.76	7.24	16.99	2.34	0
12	NAM-R	ナモン右岸	17	755	4.44	7	122	1.66	2.32	6.19	2.67	0
	Total		3,348	65,314	1.95	3,100	66,035	2.13	1.08	0.99	0.92	271

(iii) 時系列浸水深図

時系列浸水深図を図 7-15 に示す。また、30 日 6 時から 12 時の時系列浸水深図を図 7-16～図 7-17 に示す。また、同時刻の水位縦断図を図 7-18～図 7-21 に示した。

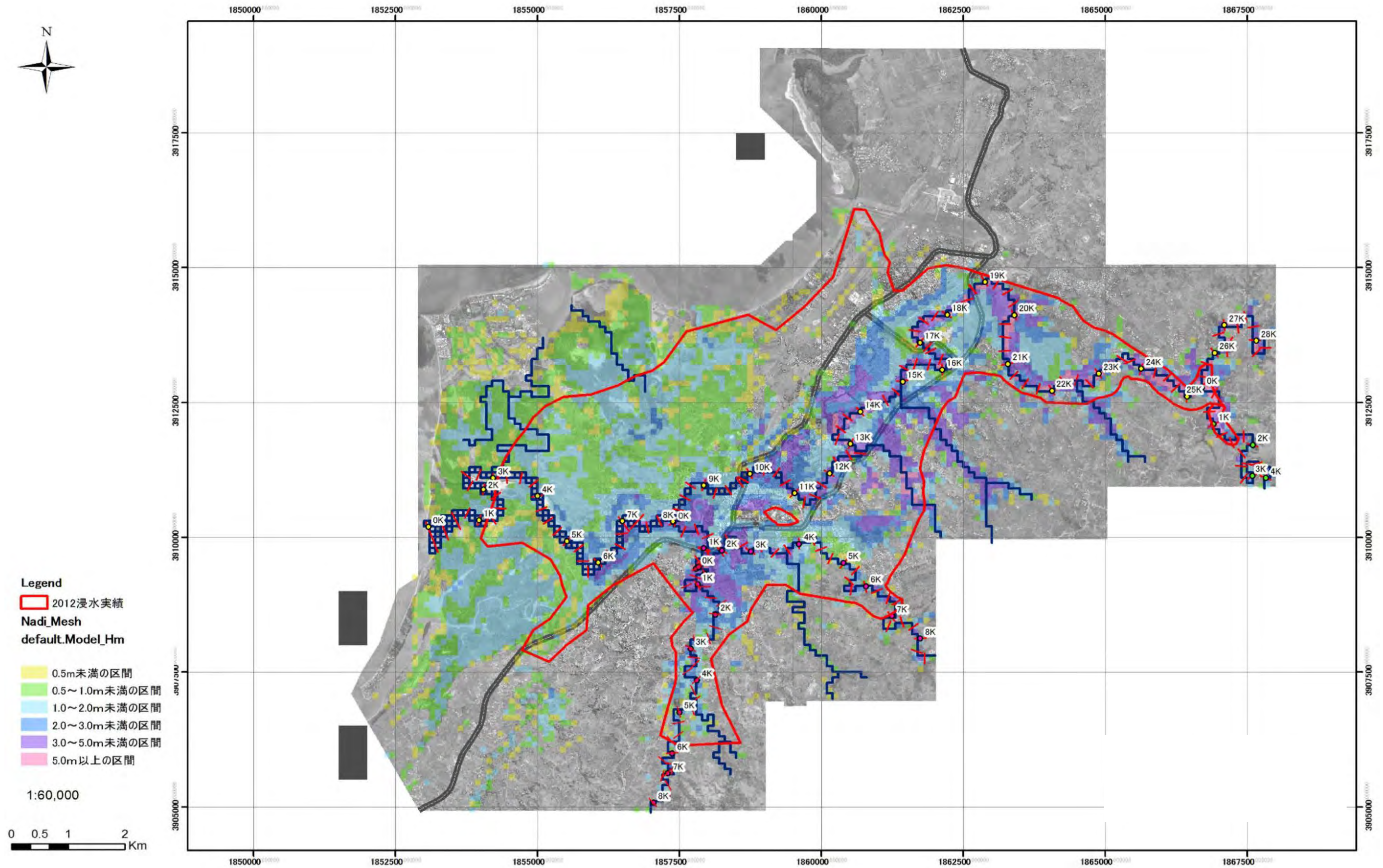


図 7-14 2012年3月洪水 氾濫シミュレーション結果 (最大浸水深図)

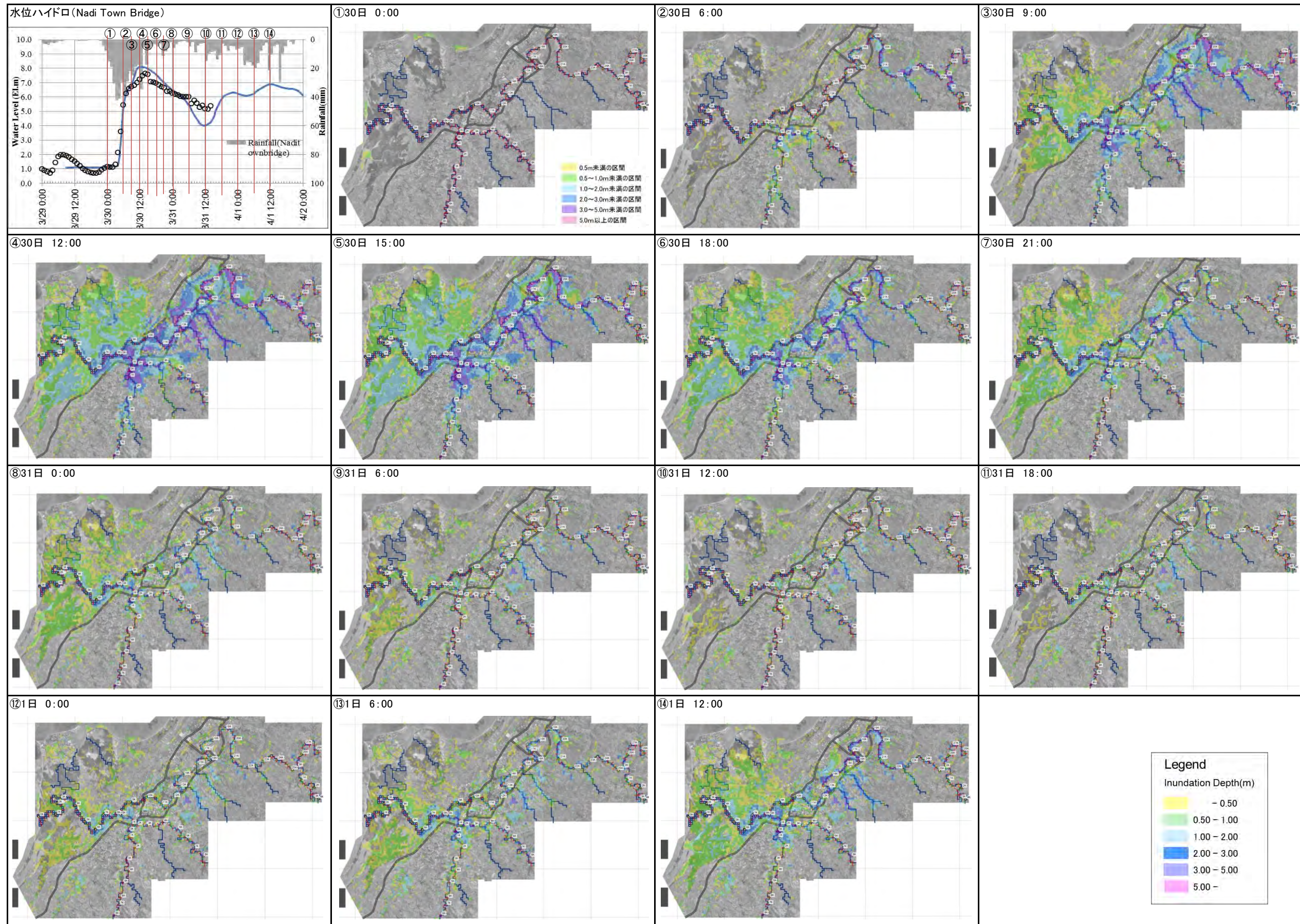


図 7-15 2012年3月洪水 氾濫シミュレーション結果 (時系列浸水深図)

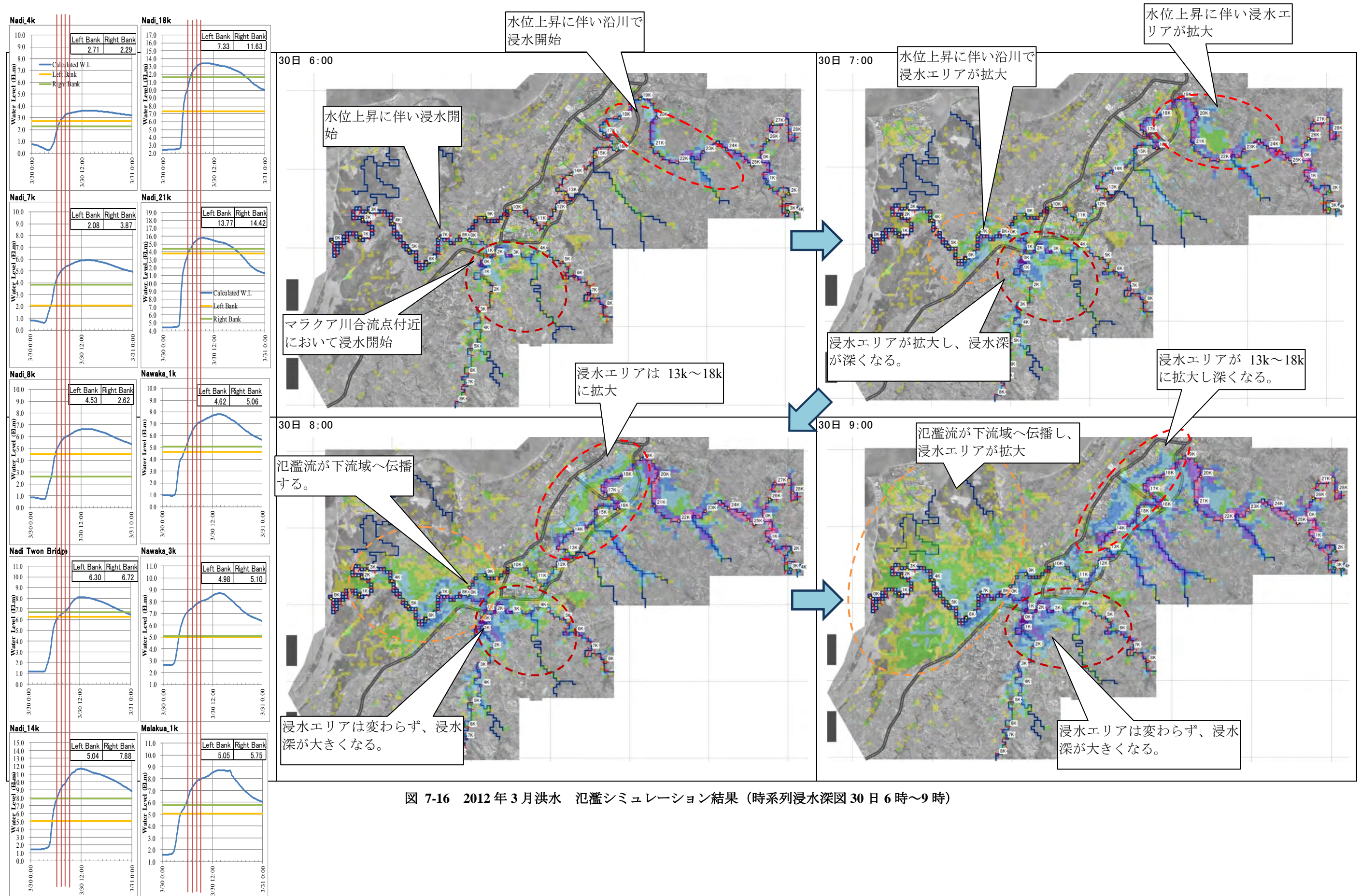


図 7-16 2012年3月洪水 氾濫シミュレーション結果 (時系列浸水深図 30日6時~9時)

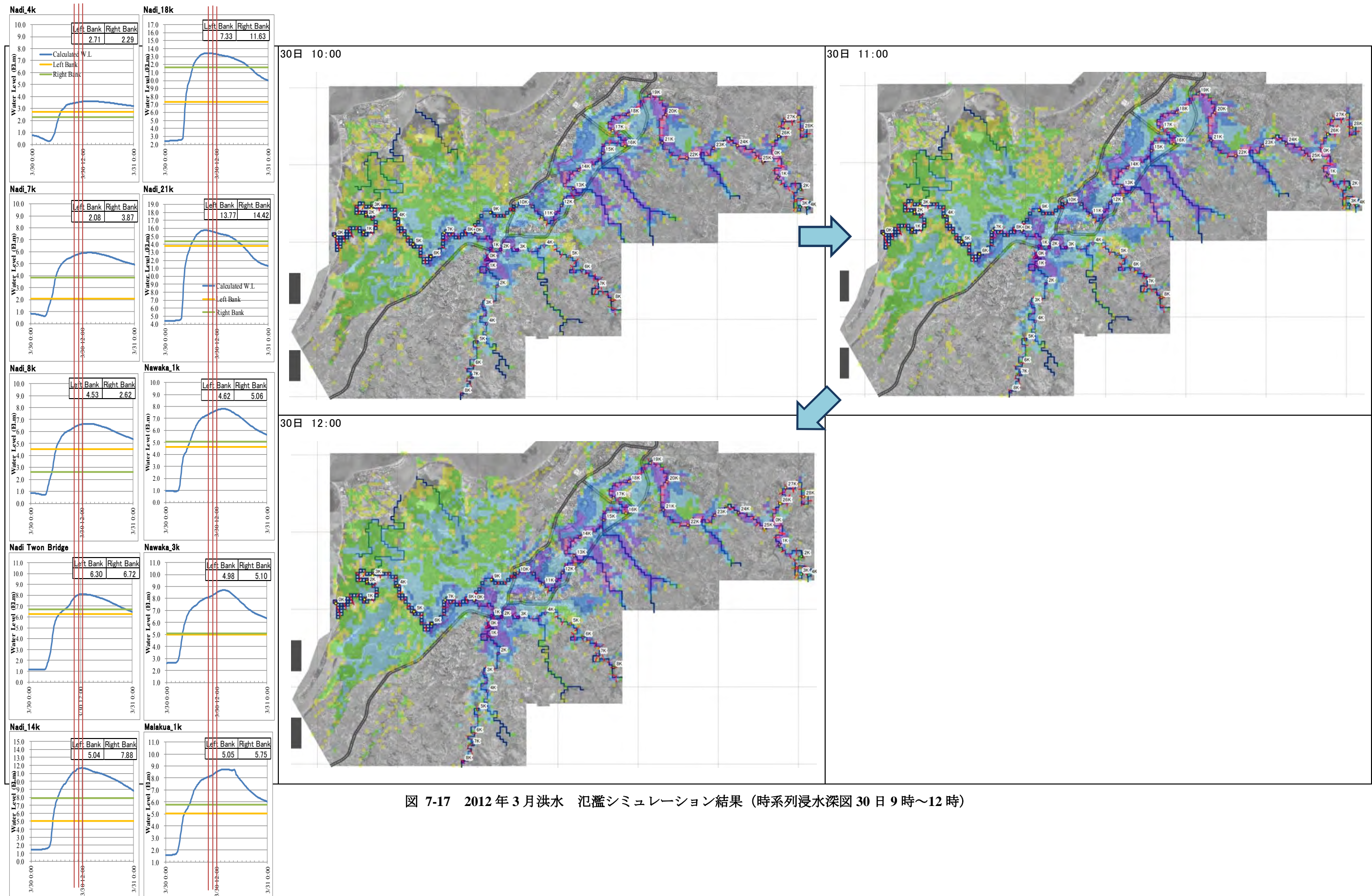


図 7-17 2012年3月洪水 氾濫シミュレーション結果 (時系列浸水深図 30日9時~12時)

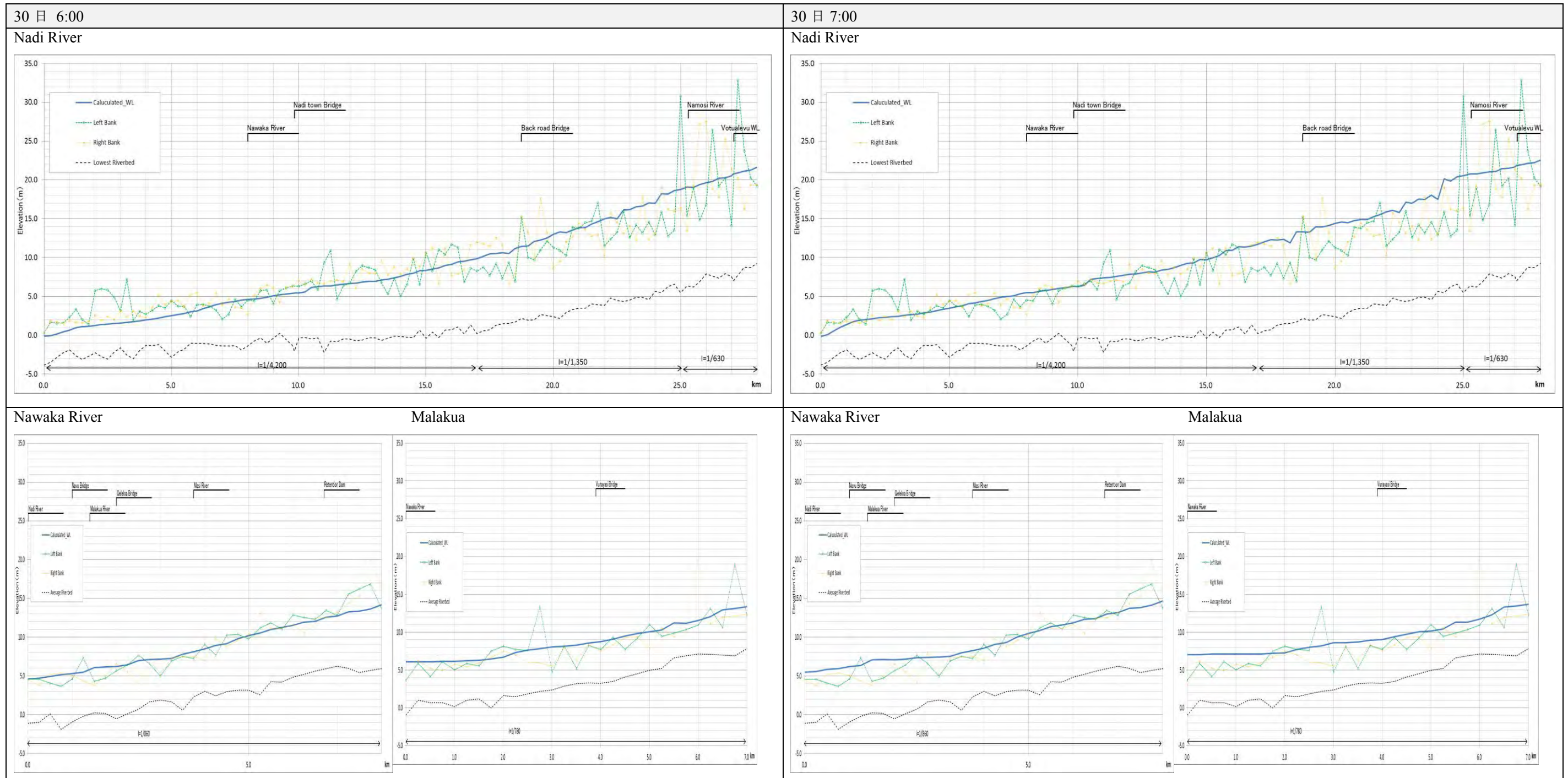


図 7-18 2012年3月洪水 氾濫シミュレーション結果 (水位縦断面図)

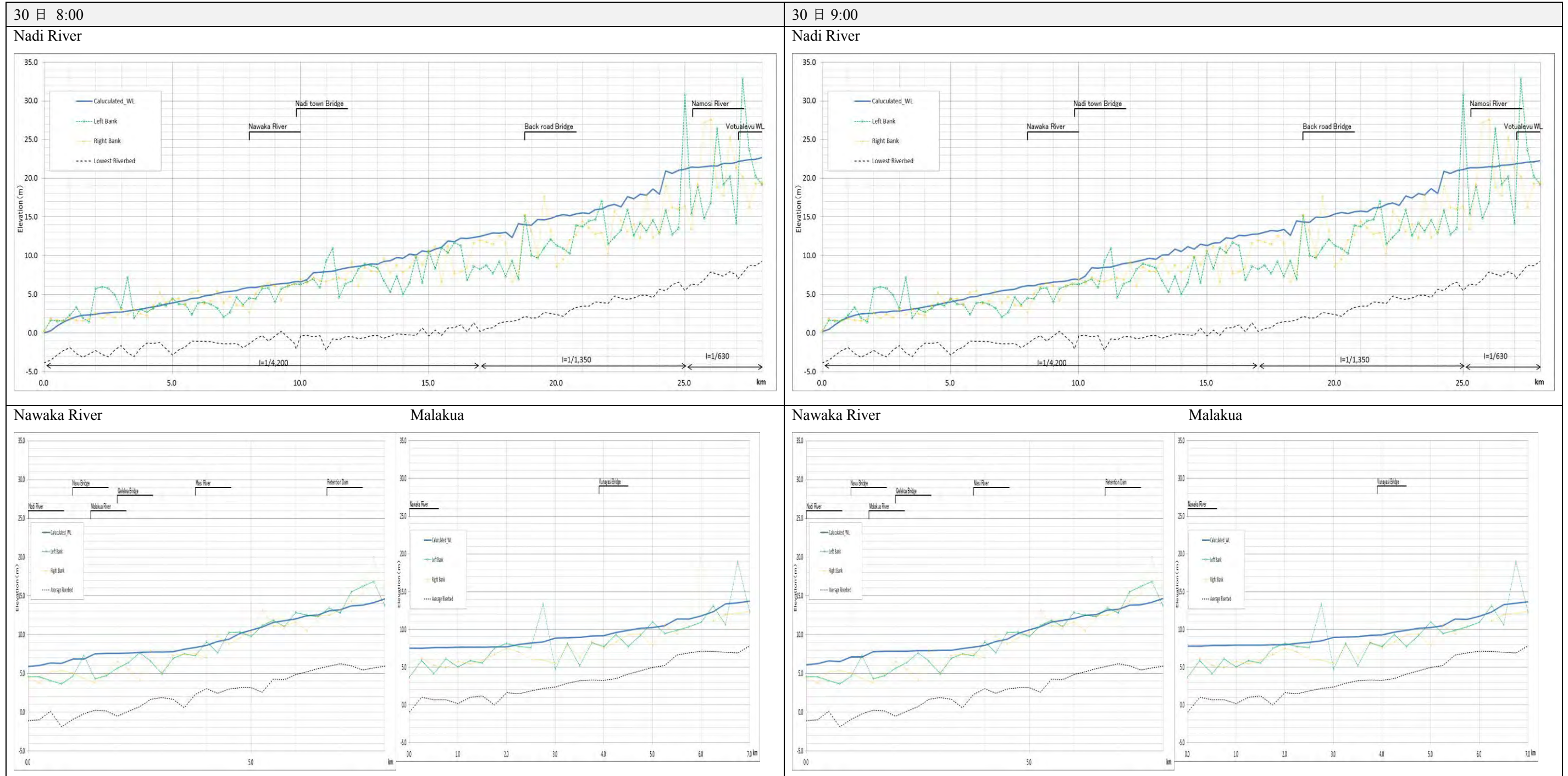


図 7-19 2012年3月洪水 氾濫シミュレーション結果 (水位縦断面図)

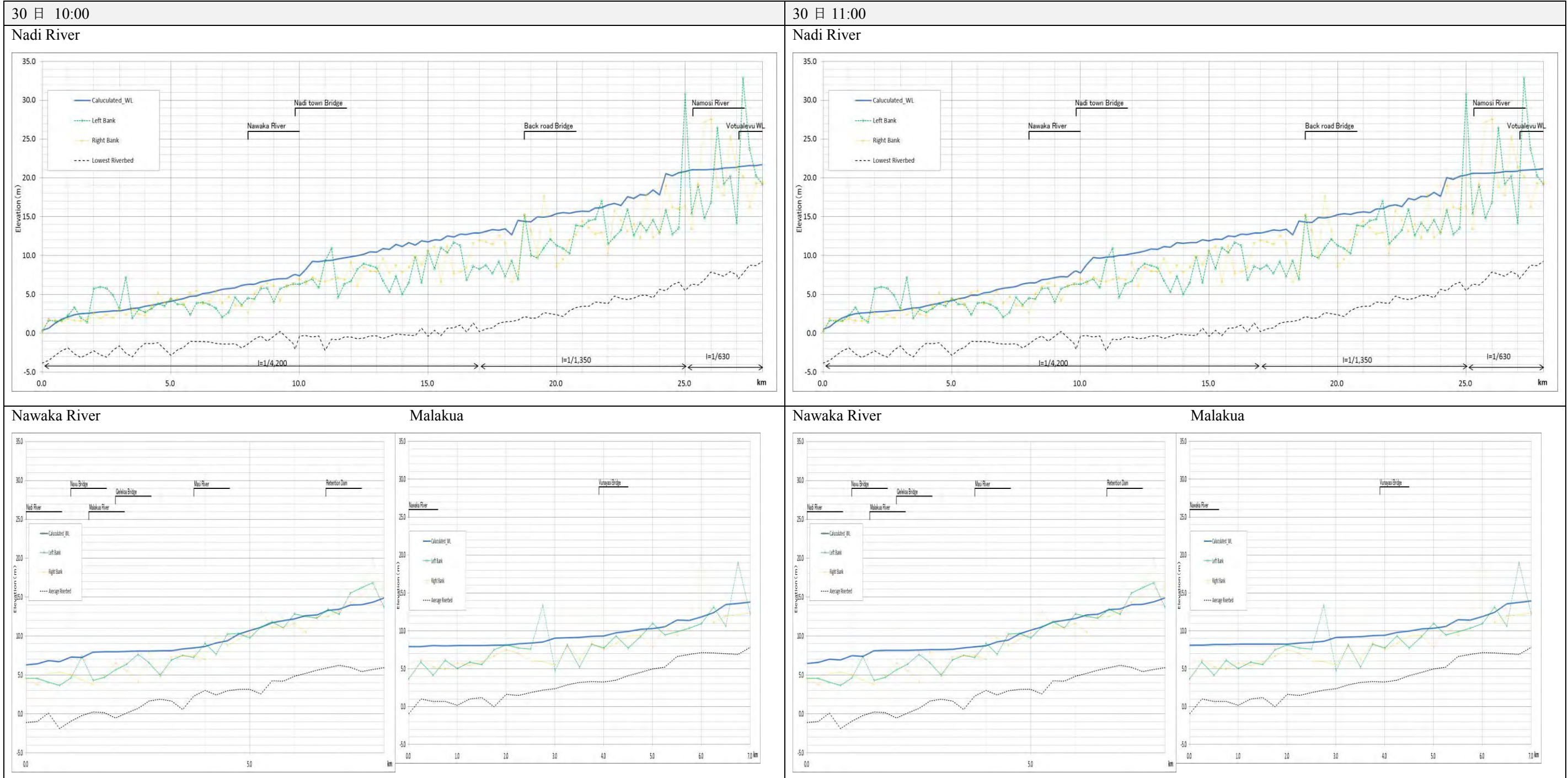
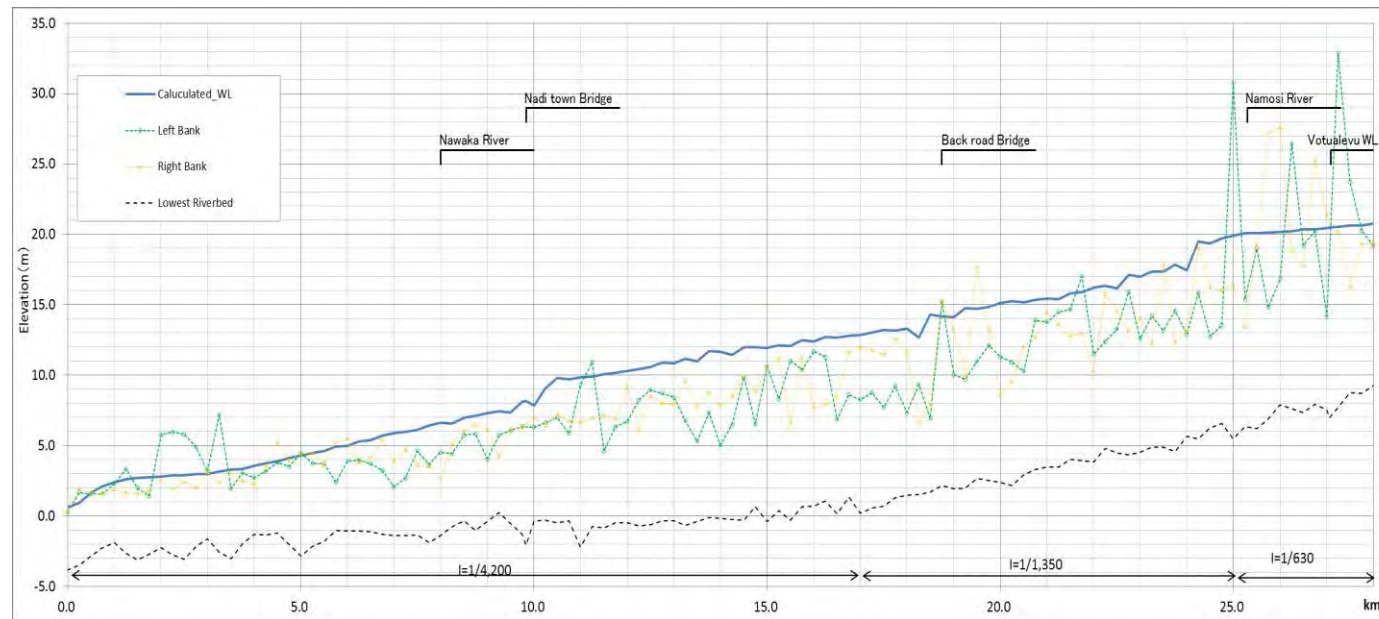


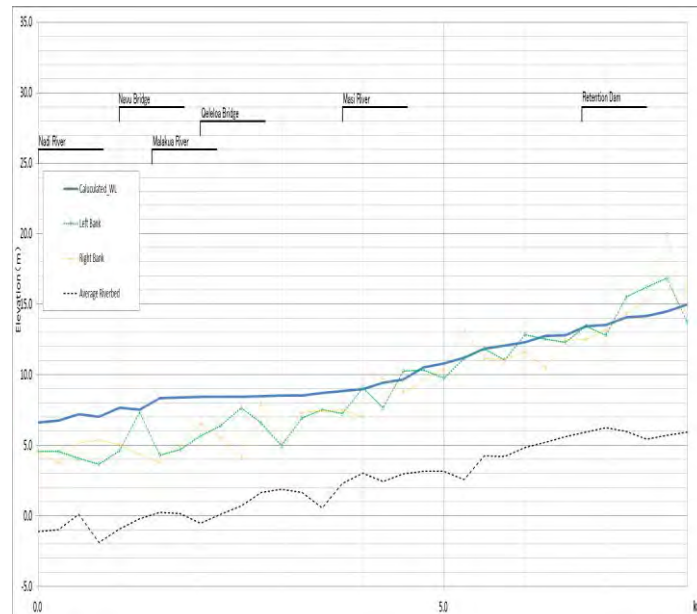
図 7-20 2012年3月洪水 氾濫シミュレーション結果 (水位縦断図)

30日 12:00

Nadi River



Nawaka River



Malakua

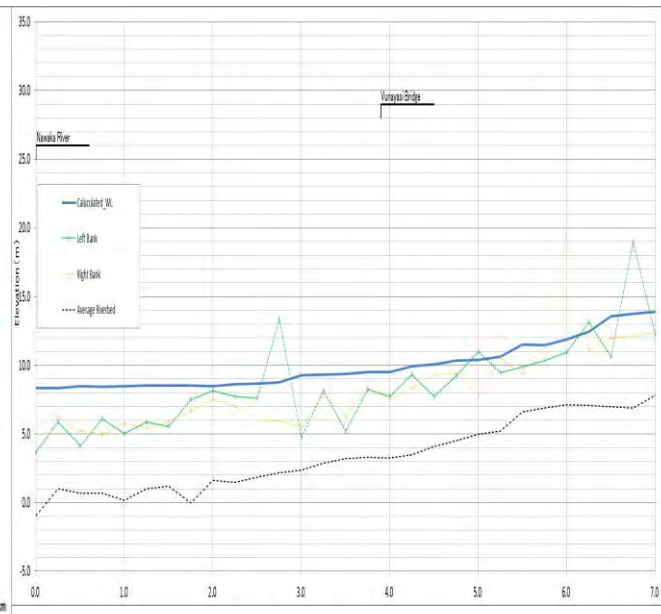
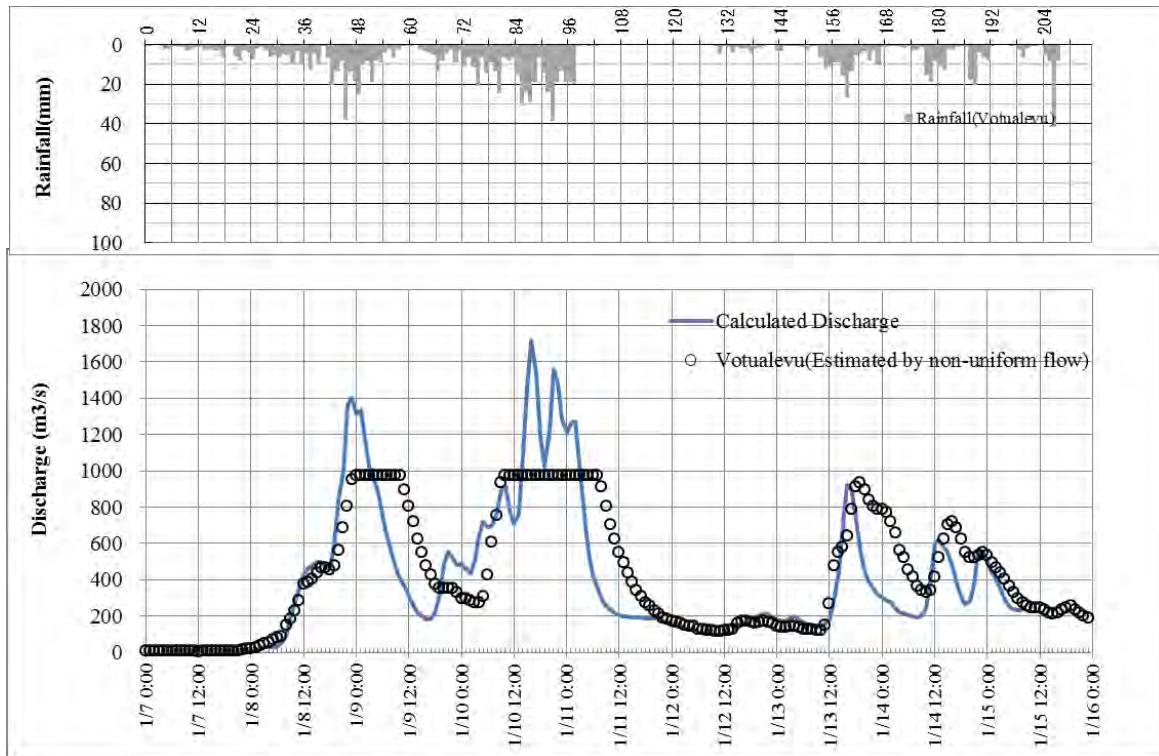


図 7-21 2012年3月洪水 氾濫シミュレーション結果 (水位縦断図)

2) 2009年1月9日洪水

a) 流出域モデル

以下に Votualevu 水位観測所において、同定された定数における計算流量を示す。



※実績流量は、実績水位記録を不等流計算によるHQ式から推算した値である。

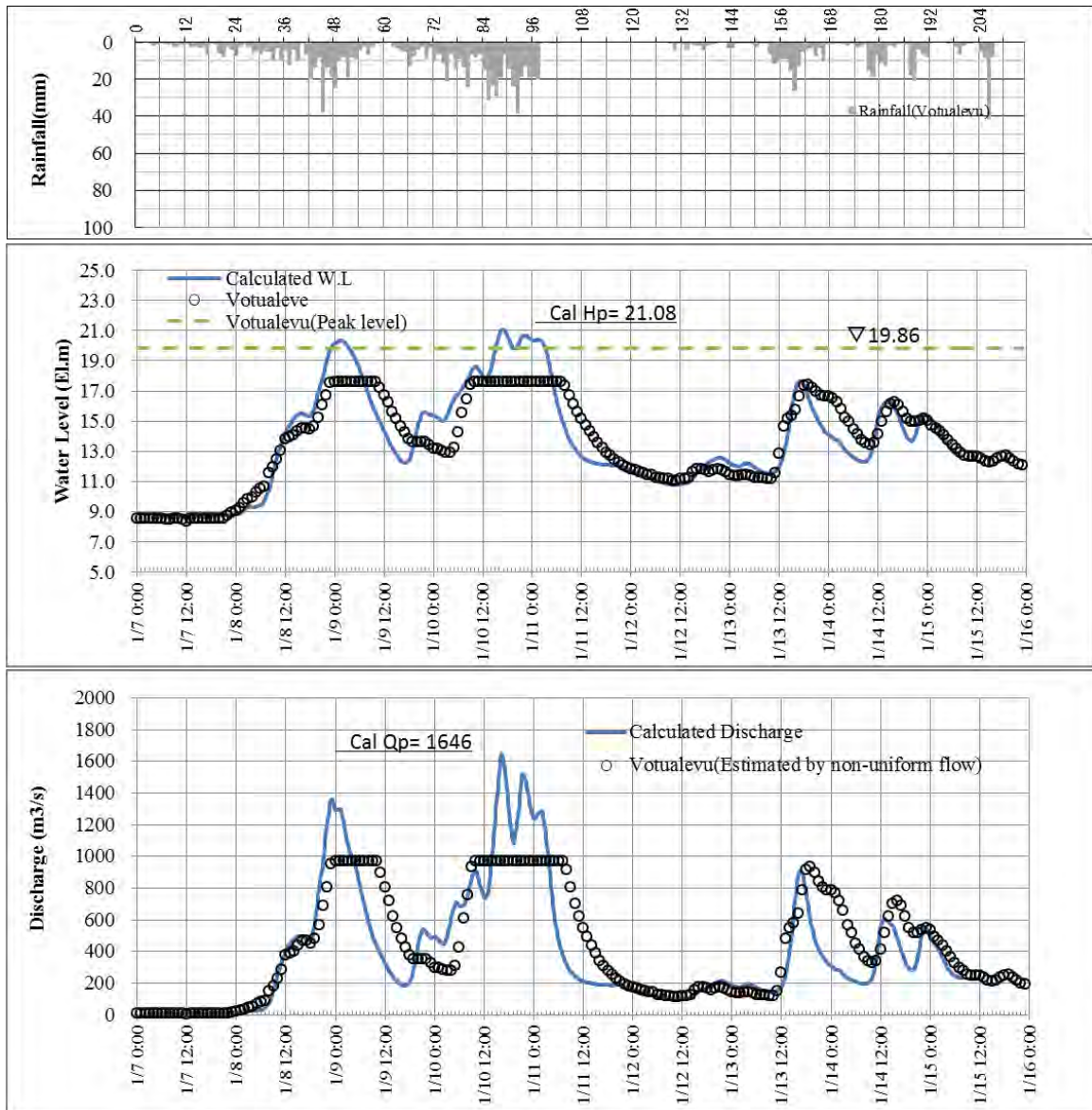
図 7-22 2009年1月9日洪水 実績ハイドロ及び計算ハイドロ(Votualevu 観測所)

b) 氾濫モデル

(i) 河道内水位

設定した粗度係数における計算水位と、実測水位との比較を示す。

- ・ Votualevu 水位観測所地点では、実績ピーク水位 EL.19.86m (SG12.215m) に対し、計算結果は EL.21.06m であり、その差は約 1.22m である。
- ・ 波形の最初の立ち上がりは概ねあっているが、低減のタイミングが早くなっている。これは、上流部でのはん濫の影響を一部反映しきれていないためと考えられる。
- ・ Nadi Town Bridge 水位観測所地点のピーク水位は EL.7.76m で、河道内流量は約 1,400m³/s となる。



※実績流量は、実績水位記録を不等流計算によるHQ式から推算した値である。

図 7-23 2009年1月9日洪水 実績ハイドロ及び計算ハイドロ(Votualevu 観測所)

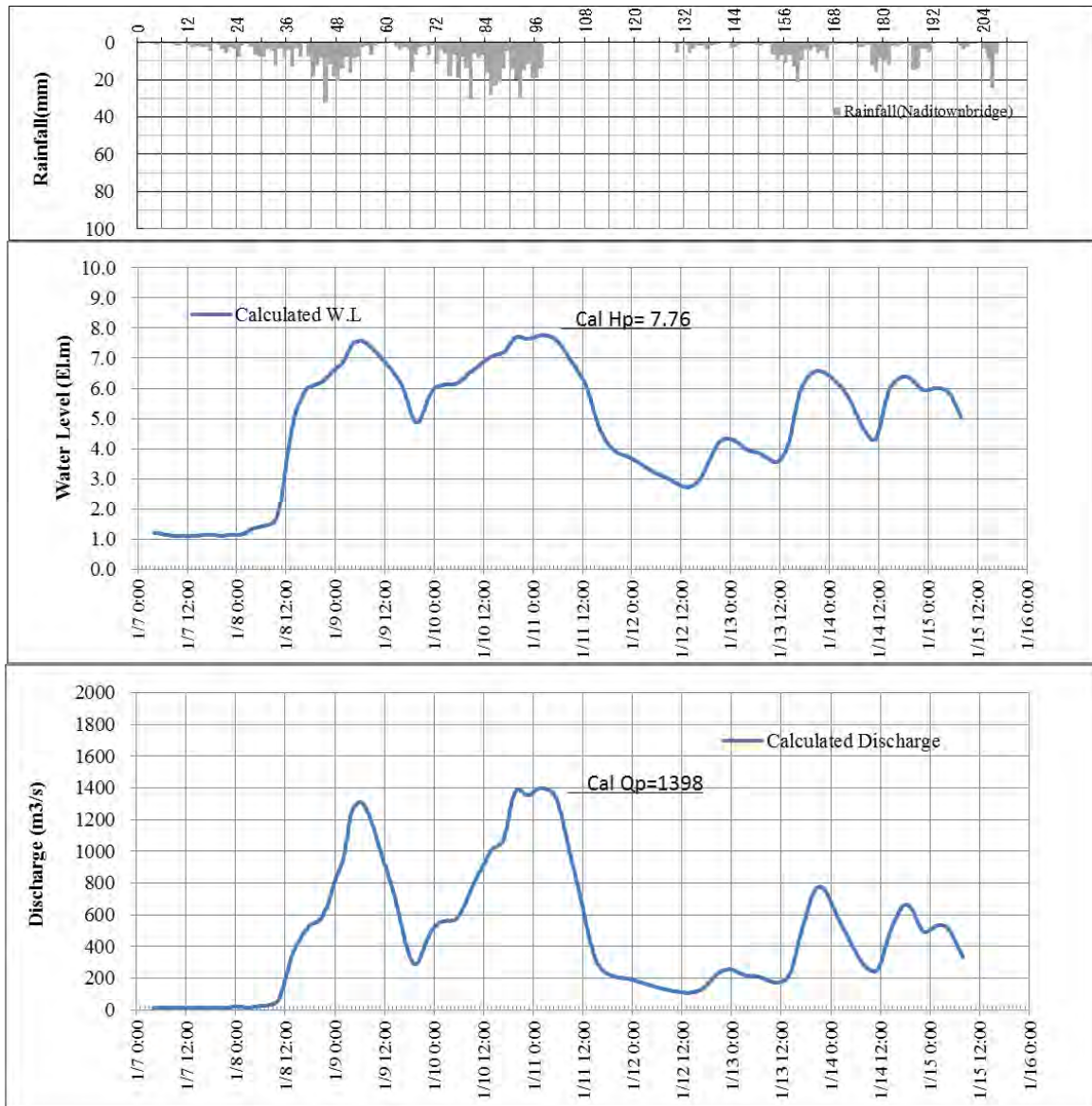


図 7-24 2009 年 1 月 9 日洪水 計算ハイドロ(Nadi Town Bridge 観測所)

(ii) 最大浸水深

最大浸水深図を図 7-25 に示す。浸水面積、浸水ボリューム、平均浸水深についてブロック別に計算結果と浸水実績の比較を行った。

痕跡浸水地点の多いナンディ左岸中流部で計算結果と浸水実績を比較すると以下のとおりである。

- ・ 浸水面積は、実績 561ha に対して、計算結果は約 538ha であり、その差は約-23ha であり、-4% 程度の差である。
- ・ 浸水ボリュームは、実績 1,337 万 m³ に対して、計算結果は約 1,150 万 m³ であり、その差は約 -187 万で、約-14%程度の差がある。
- ・ 平均浸水深は、実績 2.30m に対して、計算結果は約 2.14m でありその差は約-16cm で-10%程度の差である。

表 7-10 最大浸水深の計算結果と浸水実績の比較 (2009 年 1 月 9 日洪水)

NO.	ブロック	名称	(a)再現計算			(b)浸水実績			(a)/(b)			痕跡 ポイント数
			浸水面積 (ha)	浸水ボ リューム (1000m ³)	平均 浸水深 (m)	浸水面積 (ha)	浸水ボ リューム (1,000m ³)	平均 浸水深 (m)	浸水面積	浸水ボ リューム	平均浸水 深	
1	NAD-LD	ナンディ左岸下流	201	2,523	1.26	175	2,635	1.50	1.15	0.96	0.83	3
2	NAD-LM	ナンディ左岸中流	538	11,497	2.14	561	13,370	2.38	0.96	0.86	0.90	43
3	NAD-LU	ナンディ左岸上流	56	1,752	2.21	59	1,730	2.51	0.95	1.01	0.88	0
4	NAD-RD	ナンディ右岸下流	978	8,820	0.90	939	10,512	1.12	1.04	0.84	0.81	11
5	NAD-RM	ナンディ右岸中流	346	7,426	2.15	320	6,923	2.16	1.08	1.07	0.99	6
6	NAD-RU	ナンディ右岸上流	202	4,998	2.47	206	6,318	3.07	0.98	0.79	0.81	2
7	MAL-L	マカア左岸	76	1,045	1.37	74	1,295	1.75	1.03	0.81	0.78	2
8	MAL-R	マカア右岸	48	448	0.93	38	363	0.96	1.26	1.23	0.98	3
9	NAW-L	ナワカ左岸	156	2,423	1.55	172	3,236	1.89	0.91	0.75	0.82	7
10	NAW-R	ナワカ右岸	102	1,415	1.39	167	2,438	1.46	0.61	0.58	0.95	7
11	NAM-L	ナモン左岸	9	302	3.35	2	17	0.82	4.41	18.02	4.09	0
12	NAM-R	ナモン右岸	16	540	3.38	6	136	2.11	2.48	3.97	1.60	0
	Total		2,728	43,187	1.58	2,719	48,973	1.80	1.00	0.88	0.88	84

(iii) 時系列浸水深図

時系列浸水深図を図 7-26 に示す。

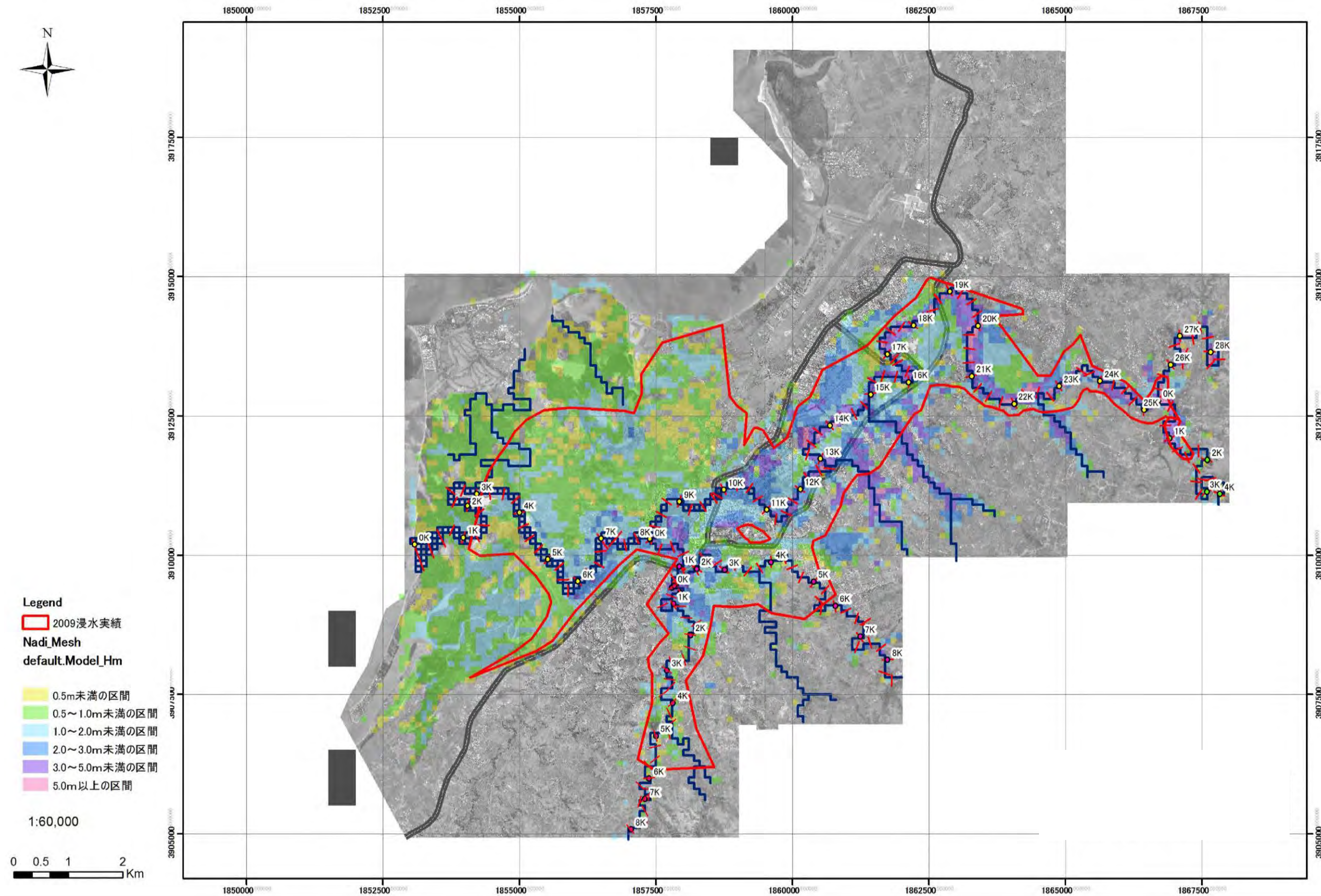


図 7-25 2009年1月9日洪水 氾濫シミュレーション結果 (最大浸水深図)

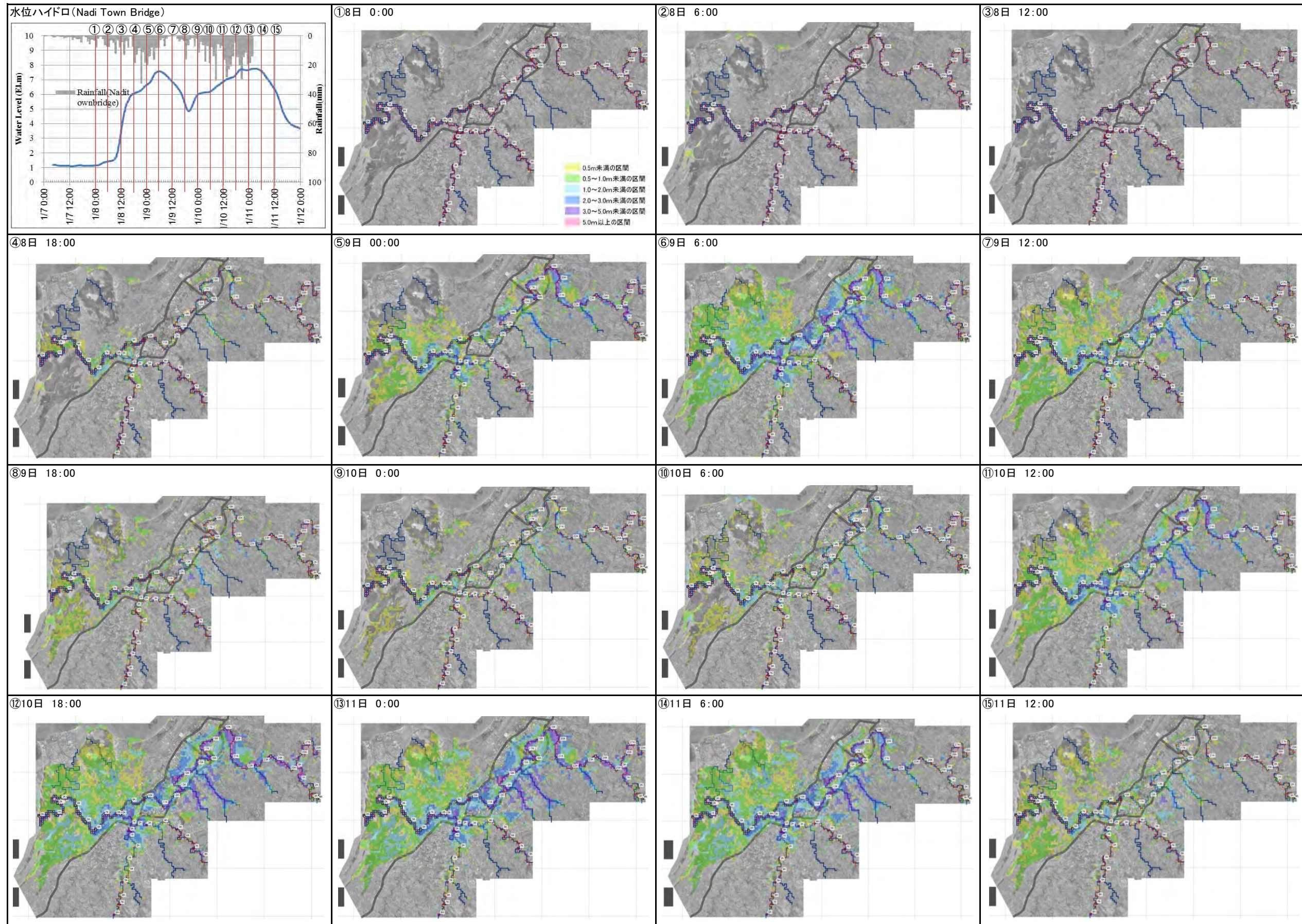


図 7-26 2009年1月9日洪水 氾濫シミュレーション結果 (時系列浸水深図)

(3) 解析結果の評価

氾濫解析の境界条件となる流出計算では、実績波形と計算結果が一致していないが、流出計算モデルは氾濫前の流量を計算モデルであり、検証地点上流部で氾濫が生じるような流量では、氾濫による流量の減少を見込んでいないため、実績と異なる結果となるものである。

流出氾濫解析モデルによる再現計算結果は、既往最大洪水である 2012 年 3 月洪水、近年第 2 位の洪水である 2009 年洪水に対して、一部の氾濫流量を表現しきれていないという課題もあるが河道内水位波形で立ち上がり、ピーク付近を捉えられていること、最大浸水区域および浸水深が捉えられていることから、流出氾濫解析結果は妥当であると判断した。

7.5 計画規模の設定

7.5.1 計画規模の設定

(1) 実績洪水の生起確率

ナンディ・タウン・ブリッジ地点における上位 5 洪水における確率評価は表 7-11 に示すとおりである。上位 5 洪水の確率規模は、概ね 1/20 から 1/50 の範囲となっている。

既往最大洪水される 2012 年 3 月洪水の確率規模は概ね 1/50 となる。また、近年で 2 番目に大きいとされる 2009 年 1 月洪水の確率規模は概ね 1/30 となる。

表 7-11 主要洪水の生起確率 (Nadi Town Bridge 上流)

Date	Rainfall Depth	Return Period
2012/3/29	483 mm/2day	approximately 1/50
2009/1/9	442 mm/2day	approximately 1/30
1972/10/23	405 mm/2day	approximately 1/20
1999/1/18	404 mm/2day	approximately 1/20
1993/2/26	400 mm/2day	approximately 1/20

(2) 計画規模の設定

流域に最大被害をもたらした 2012 年 3 月洪水を目標とすることは民生安定上重要である。したがって、ナンディ川のマスタープランにおける計画規模は、既往最大洪水規模 (2012 年 3 月洪水実績、概ね 1/50) とする。

7.5.2 計画基準点の設定

ナンディ川流域における計画基準地点は、以下の理由により、ナンディ川本川の「Nadi town Bridge (Nadi town Bridge 水位観測所)」とする。なお、本地点は感潮区間に位置することから、上流地点で水文資料が蓄積された際は、その取扱いについて再検討する必要がある。

- ✓ 氾濫区域の人口・資産が集中する市街地 (ナンディ・タウン) の上流および近傍に位置する。
- ✓ 重要施設 (ナンディ国際空港) の近傍に位置する。
- ✓ 水防警報の基準点となっている。
- ✓ 水文資料が十分に得られ、将来的な継続観測が可能である。
- ✓ Nadi town Bridge 水位観測所地点における流域面積は約 316km² であり、全流域の約 6 割を占める位置にある。



図 7-27 計画基準点と主要地点位置図

7.6 計画降雨波形の設定

計画降雨波形は、実績降雨を計画降雨量に引き伸ばし後、短時間雨量（引き伸ばし率に着目）および地域分布が過大な引き伸ばしとなっている波形を棄却して抽出する。

(1) 計画降雨波形群の一次選定

計画降雨波形を選定するにあたっての一次選定として、時間雨量資料が整備されている 1991 年以降の主要な 26 洪水を抽出した。（表 7-12）

(2) 計画降雨波形群の二次選定

以下の 2 つの観点から、計画降雨波形の対象となる洪水の二次選定を行った。

- ✓ 棄却基準 1：計画規模への引き伸ばし率による棄却

計画規模を既往最大洪水規模（2012 年 3 月洪水実績、概ね 1/50）と設定し、計画降雨継続時間雨量の 2 倍以上の引き伸ばし率となる降雨波形については棄却する。

降雨継続時間（2 日）雨量＝483.1mm

- ✓ 棄却基準 2：地域分布による棄却

引き伸ばし後の計画降雨継続時間内（2 日）雨量が jackknife 上限値以上となる場合は、過大な引き伸ばしとして棄却する。

(3) 計画降雨波形の選定

以上の棄却基準により、1997年3月7日洪水、1999年1月18日洪水、2009年1月9日洪水、2009年1月13日洪水、2012年1月23日洪水、2012年3月29日洪水の6波形を抽出した。表 7-12 に計画降雨波形選定結果を、図 7-28 に計画降雨波形を示す。

表 7-12 計画降雨波形一覧表

Date time (dd/mm/yy)	Cause	棄却基準1			棄却基準2						選定結果
		NaditownBridge 流域2日雨量	引き伸ばし率	評価	ナンディ川流域 (ナモン川合流 前)2日雨量	引き伸ばし後 雨量	評価	ナモン川流域2 日雨量	引き伸ばし後 雨量	評価	
1997/1/24	T.C. Evan	137.9	3.504	×	108.1	379.0		186.5	653.6	×	
1997/1/30	T.D	123.3	3.920	×	112.4	440.5		135.1	529.4		
1997/3/7	T.C. Gavin	373.8	1.292		479.0	619.0		181.9	235.1		○
1999/1/18	T.D	404.2	1.195		373.6	446.5		435.2	520.1		○
2000/5/3	LP	77.9	6.204	×	58.2	361.3		108.1	670.5	×	
2000/12/6	T.D	140.8	3.430	×	166.3	570.4		110.4	378.8		
2000/12/11	T.D	140.9	3.430	×	147.9	507.4		122.3	419.4		
2001/3/14	N/R	117.1	4.124	×	121.7	502.0		131.5	542.3		
2001/10/21	LP	166.7	2.898	×	158.7	460.0		169.0	489.8		
2002/2/23	T.D	209.4	2.307	×	248.3	572.8		151.0	348.3		
2003/3/11	T.C. Eseta	217.9	2.217	×	246.0	545.4		187.2	415.1		
2005/4/18	LP -Mansoonal Trough	202.2	2.389	×	199.1	475.5		226.6	541.2		
2007/2/11	LP	191.5	2.522	×	155.4	391.9		294.0	741.6	×	
2007/3/24	T.D	183.8	2.628	×	233.7	614.1		126.7	333.0		
2008/1/28	T.C. Gene	343.7	1.406		465.9	654.9	×	162.1	227.9		
2008/2/24	SPCZ	70.0	6.898	×	20.7	142.7		147.5	1017.8	×	
2008/3/28	N/R	69.0	7.003	×	60.3	422.4		79.3	555.4	×	
2008/11/28	LP	119.1	4.057	×	132.9	539.2		111.3	451.3		
2009/1/9	T.D	442.0	1.093		460.5	503.4		429.9	469.8		○
2009/1/13	T.D	245.9	1.965		266.9	524.4		222.9	438.0		○
2011/2/18	N/R	157.5	3.068	×	151.6	465.2		157.7	483.8		
2012/1/5	N/R	136.1	3.549	×	107.5	381.4		182.8	648.9	×	
2012/1/23	T.D	309.6	1.560		330.2	515.2		222.5	347.1		○
2012/3/29	TD	483.1	1.000		481.6	481.7		512.9	512.9		○
2014/1/29	LP	191.1	2.528	×	180.4	456.1		205.7	520.1		

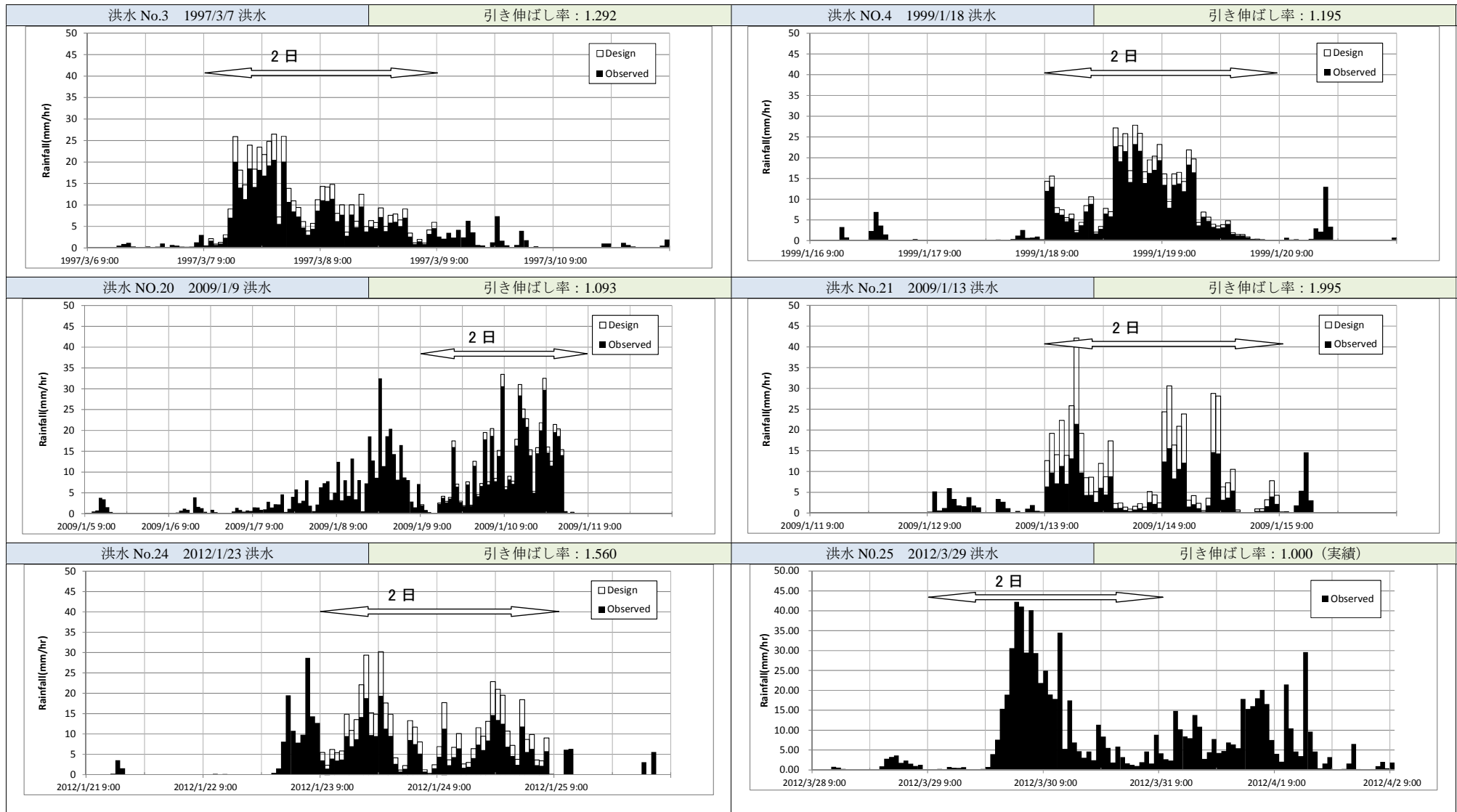


図 7-28 計画降雨波形群の降雨ハイトグラフ

7.7 基本高水の検討

計画降雨波形群をインプットとして、流出氾濫解析モデルを用いて、シミュレーションを行い、基本高水の設定を行った。流出氾濫解析モデルにおける計算条件は以下のとおりである。

- ✓ 河口水位：朔望平均満潮位 1.188m (2012年3月洪水については実績潮位)
- ✓ 自然遊水効果：河道沿いの氾濫を見込んだ場合と、見込まない場合の2ケースを想定

7.7.1 基本高水流量

Nadi Town Bridge 地点のピーク流量が最大となる波形は、氾濫を見込まない場合および氾濫を見込んだ場合ともに、洪水 NO.25 2012年3月型となる。よって、基本高水流量は、洪水 NO.25 2012年3月型の波形を用いて決定する。決定した基本高水の流量配分図を図 7-29 に示す。

なお、氾濫の有無により Nadi Town Bridge 地点で評価すると、氾濫ありでは約 1000m³/s 減少している。

表 7-13 Nadi Town Bridge 地点のピーク流量

Flood		Nadi Town Bridge	
		Without Inundation	With Inundation
No.3	1997/3/7	1,530	1,135
No.4	1999/1/18	1,651	1,224
No.20	2009/1/9	1,548	1,202
No.21	2009/1/13	1,622	1,024
No.24	2012/1/23	1,534	1,135
No.25	2012/3/29	2,432	1,473

洪水 No.25 2012年3月型

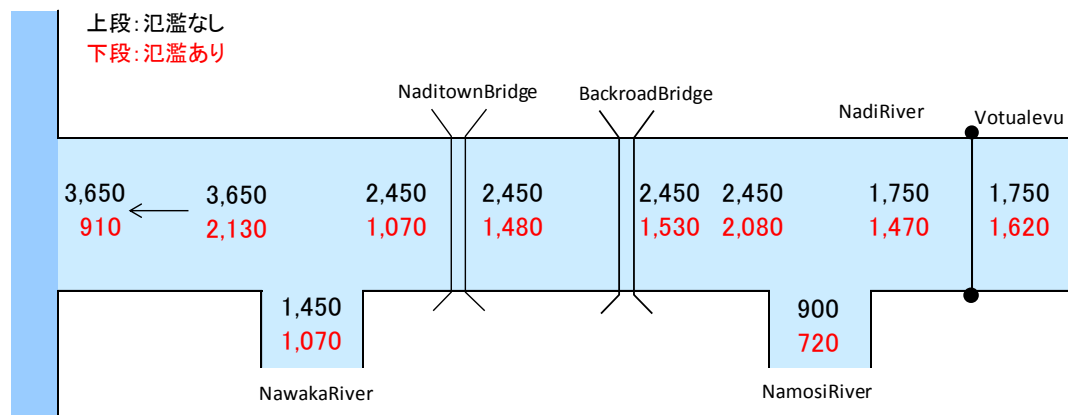


図 7-29 基本高水の流量配分図 (洪水 NO.25 2012年3月型)

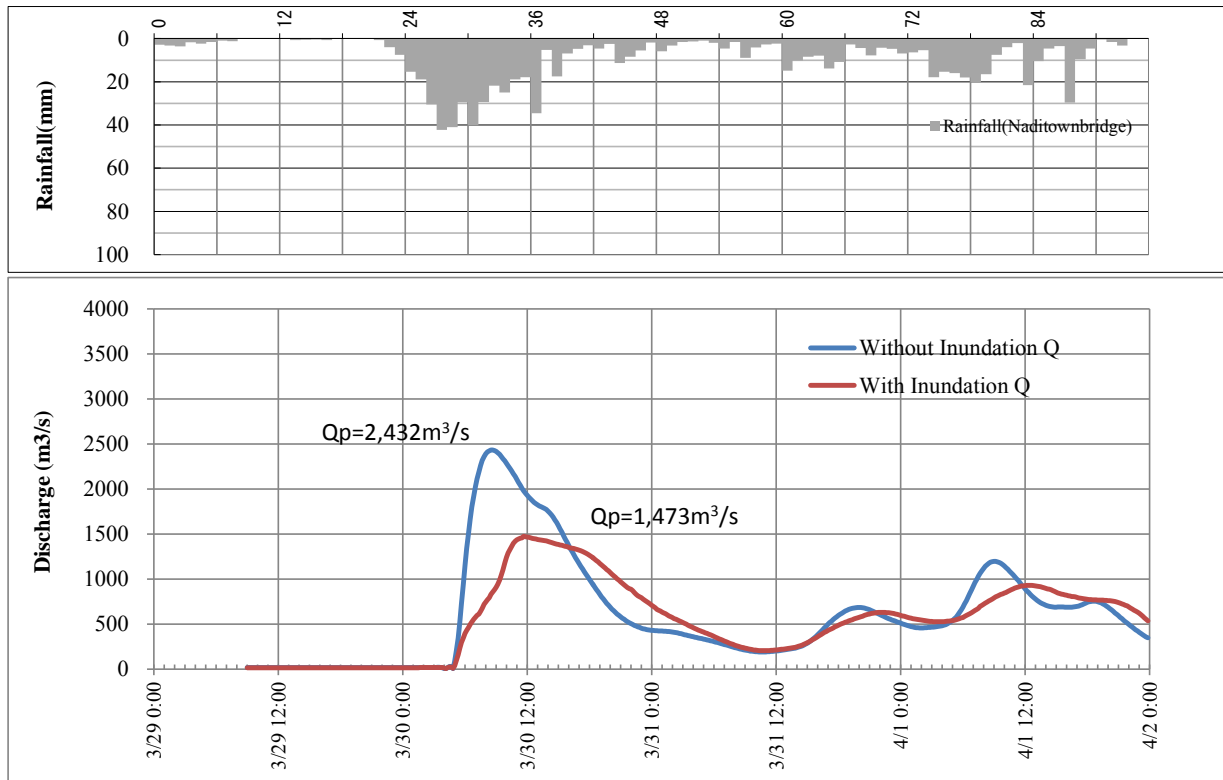


図 7-30 計画降雨波形・洪水 NO.25 2012 年 3 月型のハイドログラフ

7.7.2 確率規模別流量

Nadi Town Bridge 地点のピーク流量が最大となる洪水 NO.25 2012 年 3 月型の波形を用いて、主要地点における確率規模別のピーク流量の算定を行った表 7-14 に Nadi Town Bridge 地点の確率規模別ピーク流量を、表 7-15～表 7-16 に確率規模別ハイドログラフを示す。図 7-31～図 7-37 に主要地点におけるピーク流量を示した。

表 7-14 Nadi Town Bridge 地点の確率規模別ピーク流量

Return Period	(A) Probable Rainfall	Ratio (A)/(B)	Peak Discharge at Nadi Town Bridge(m ³ /s)	
	(mm/2days)		Without Inundation	With Inundation
2-year	204.3	0.423	701	611
3-year	250.7	0.519	971	792
5-year	300.3	0.622	1,268	931
10-year	359.6	0.744	1,647	1,176
20-year	414.1	0.857	1,991	1,357
30-year	444.5	0.920	2,184	1,414
Design scale (approx.50-year)	483.1	1.000	2,432	1,473

Note; Target Flood: No.25 2012/3/29 ((B)=2 days average rainfall depth:483.1mm)

表 7-15 洪水 NO.25 2012 年 3 月型波形による主要地点の確率規模別ピーク流量 (氾濫なし)

Unit:m³/s

River	Distance (km)	Points	Probable Discharge for Each Return Period						Design scale (approx.50-year) Without Inundation
			2-year	3-year	5-year	10-year	20-year	30-year	
			Without Inundation	Without Inundation	Without Inundation	Without Inundation	Without Inundation	Without Inundation	
Nadi	0.00	Estuary	1,196	1,589	2,042	2,564	3,038	3,307	3,651
Nadi	8.00	After Nawaka confluence	1,210	1,597	2,045	2,576	3,046	3,312	3,656
Nadi	8.25	Before Nawaka confluence	702	964	1,259	1,636	1,982	2,174	2,423
Nadi	9.75	Nadi town Br.	701	971	1,268	1,647	1,991	2,184	2,432
Nadi	18.75	Back road Br.	707	985	1,283	1,659	1,996	2,184	2,429
Nadi	25.00	After Namosi confluence	710	990	1,303	1,682	2,008	2,192	2,440
Nadi	25.50	Before Namosi confluence	403	633	892	1,159	1,414	1,547	1,727
Nadi	27.00	Votualevu	418	656	922	1,195	1,450	1,583	1,762
Namosi	0.75	Before Nadi confluence	331	429	527	647	755	818	891
Namosi	2.26	Namulomulo	332	429	521	636	738	798	869
Nawaka	0.00	Before Nadi confluence	514	657	850	1,034	1,216	1,328	1,456
Nawaka	2.00	Qeleloa Br.	371	466	593	725	847	924	1,020
Nawaka	4.00	Nawka 4.0k	291	363	457	551	646	700	775
Malakua	0.00	Before Nawaka confluence	147	194	251	298	356	389	421
Malakua	4.00	Upstream of Vunayasi Br.	159	199	248	289	345	376	407

注)1/2、1/3年確率流量は、第一ピーク流量より第二ピーク流量が大きくなるが、降雨の引き縮めの対象となっている第一ピーク流量の値を記載している。

表 7-16 洪水 NO.25 2012 年 3 月型波形による主要地点の確率規模別ピーク流量 (氾濫あり)

Unit:m³/s

River	Distance (km)	Points	Probable Discharge for Each Return Period						Design scale (approx.50-year) With Inundation
			2-year	3-year	5-year	10-year	20-year	30-year	
			With Inundation	With Inundation	With Inundation	With Inundation	With Inundation	With Inundation	
Nadi	0.00	Estuary	600	658	717	785	841	868	905
Nadi	8.00	After Nawaka confluence	1,020	1,216	1,441	1,703	1,904	2,006	2,132
Nadi	8.25	Before Nawaka confluence	550	626	725	868	975	1,017	1,070
Nadi	9.75	Nadi town Br.	611	792	931	1,176	1,357	1,414	1,473
Nadi	18.75	Back road Br.	673	884	1,137	1,330	1,424	1,462	1,524
Nadi	25.00	After Namosi confluence	711	999	1,299	1,568	1,750	1,872	2,079
Nadi	25.50	Before Namosi confluence	405	646	914	1,123	1,322	1,373	1,466
Nadi	27.00	Votualevu	420	663	936	1,168	1,433	1,500	1,620
Namosi	0.75	Before Nadi confluence	330	431	513	547	594	656	720
Namosi	2.26	Namulomulo	332	430	520	628	715	789	860
Nawaka	0.00	Before Nadi confluence	478	597	726	837	930	990	1,063
Nawaka	2.00	Qeleloa Br.	288	301	327	336	354	345	362
Nawaka	4.00	Nawka 4.0k	279	333	393	416	438	453	486
Malakua	0.00	Before Nawaka confluence	83	117	162	195	231	253	289
Malakua	4.00	Upstream of Vunayasi Br.	116	130	134	150	177	198	215

注)1/2、1/3年確率流量は、第一ピーク流量より第二ピーク流量が大きくなるが、降雨の引き縮めの対象となっている第一ピーク流量の値を記載している。

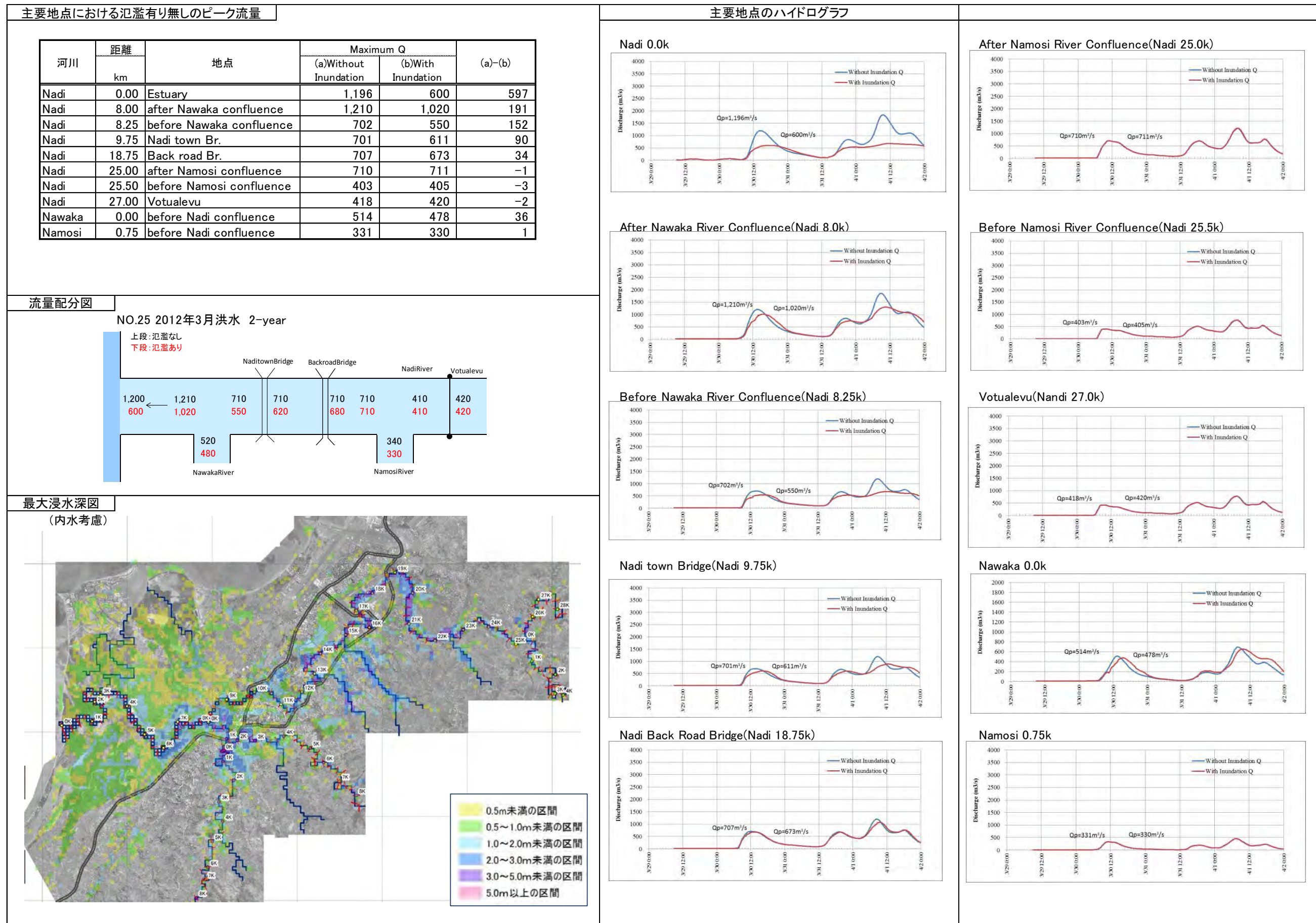


図 7-31 2年確率規模における主要地点のピーク流量・ハイドログラフ・最大浸水深図

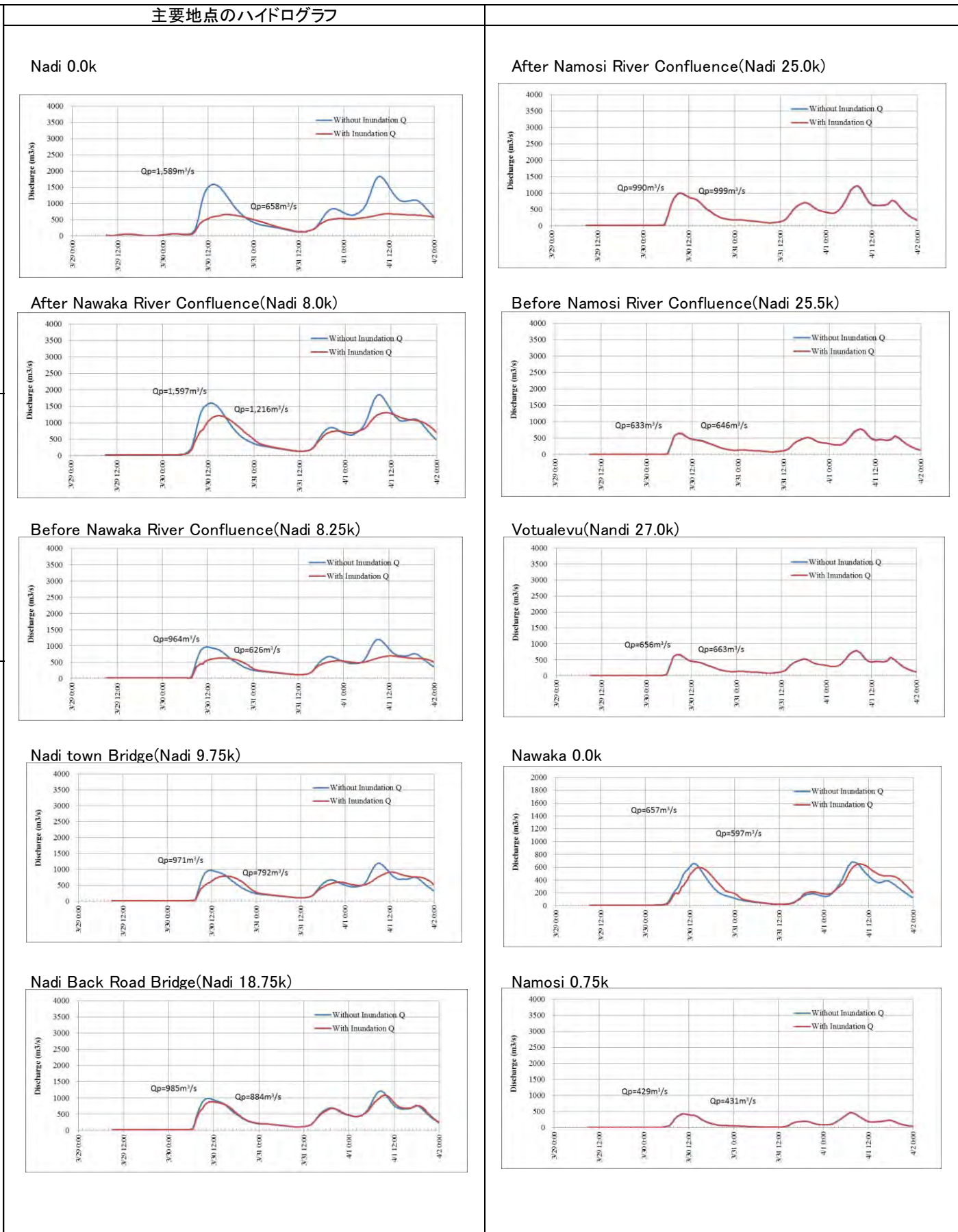
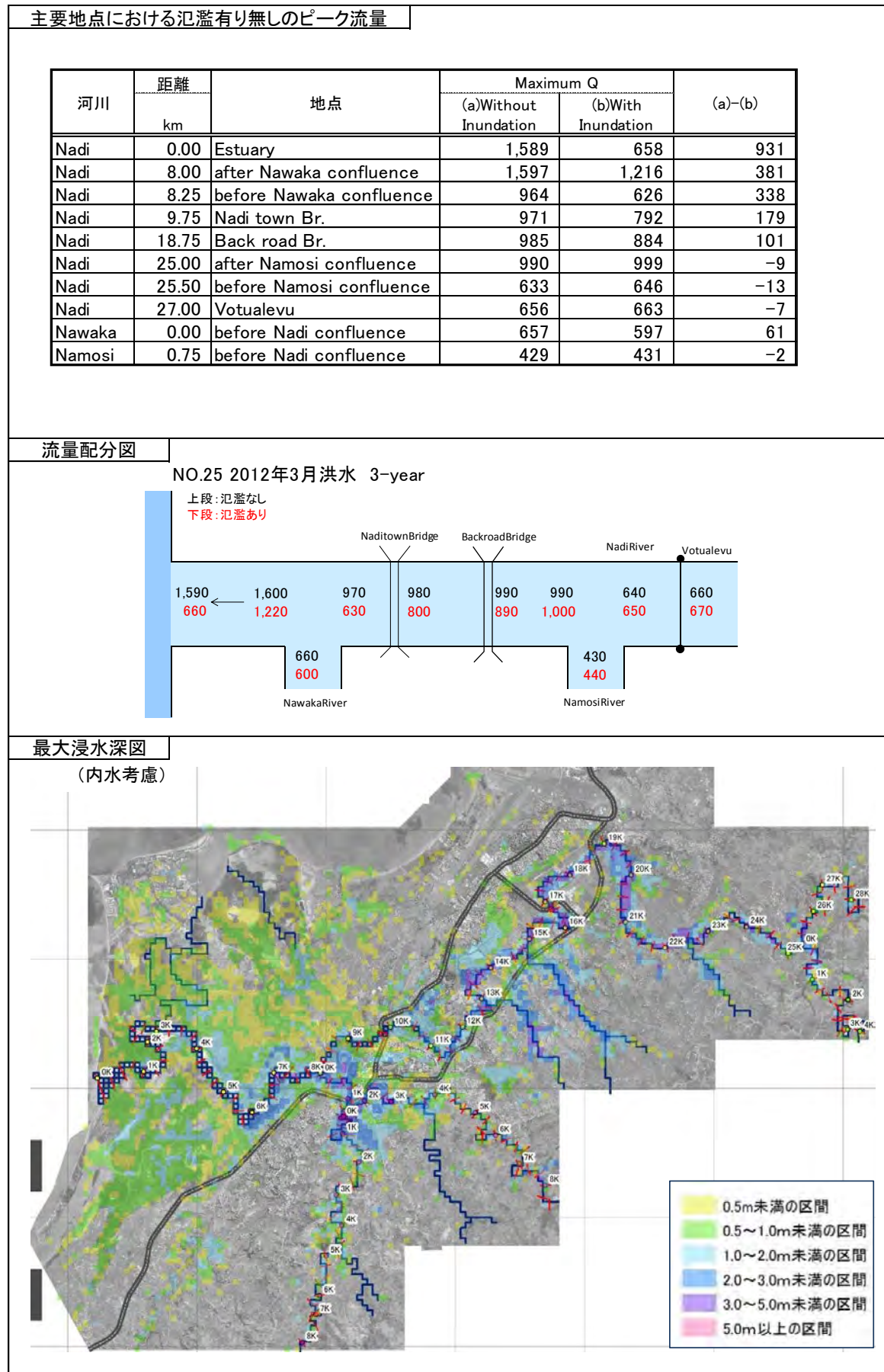


図 7-32 3年確率規模における主要地点のピーク流量・ハイドログラフ・最大浸水深図

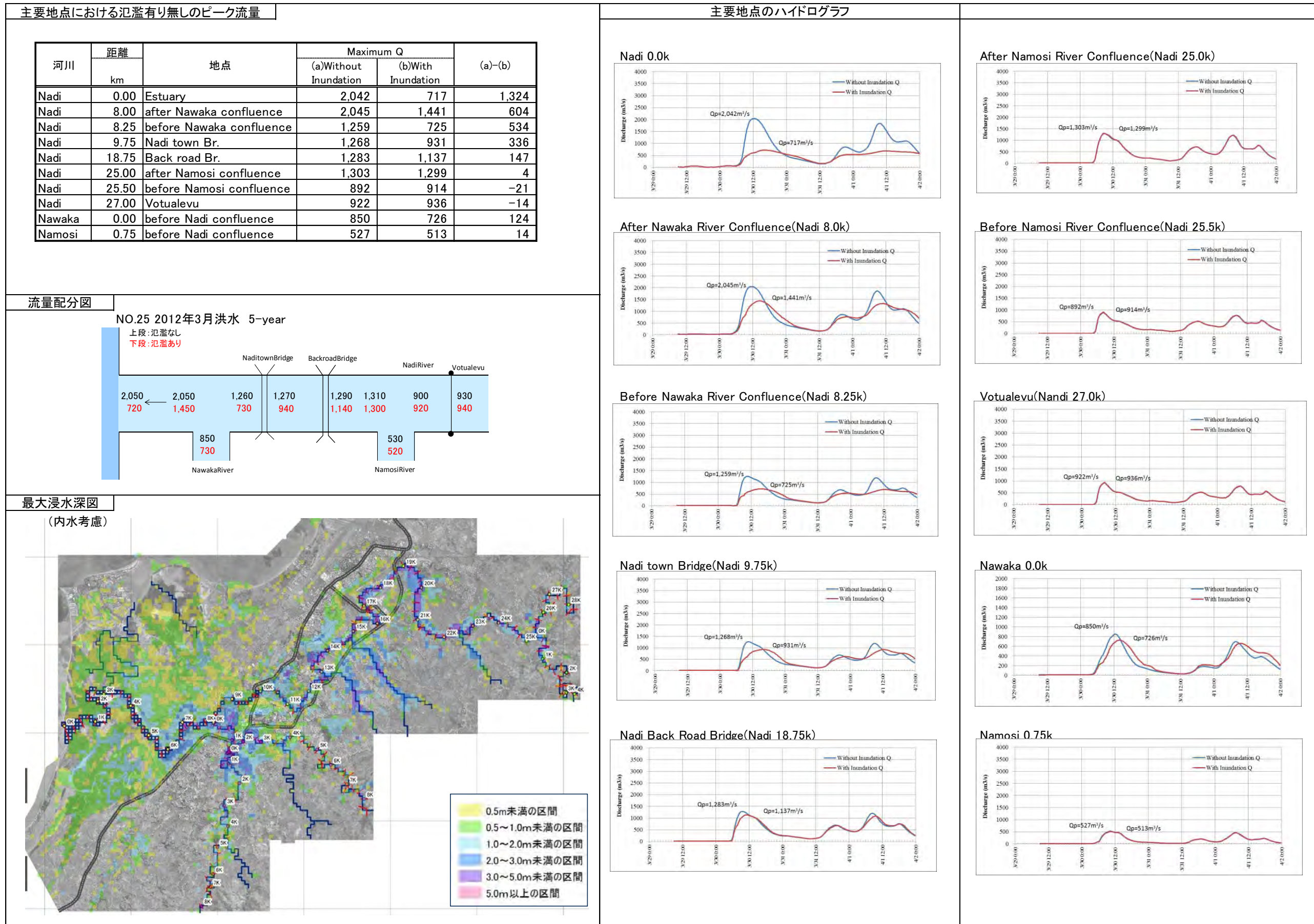


図 7-33 5年確率規模における主要地点のピーク流量・ハイドログラフ・最大浸水深図

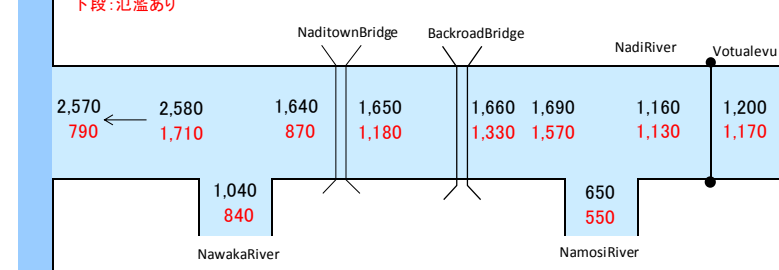
主要地点における氾濫有り無しのピーク流量

河川	距離 km	地点	Maximum Q		(a)-(b)
			(a)Without Inundation	(b)With Inundation	
Nadi	0.00	Estuary	2,564	785	1,778
Nadi	8.00	after Nawaka confluence	2,576	1,703	873
Nadi	8.25	before Nawaka confluence	1,636	868	768
Nadi	9.75	Nadi town Br.	1,647	1,176	470
Nadi	18.75	Back road Br.	1,659	1,330	329
Nadi	25.00	after Namosi confluence	1,682	1,568	114
Nadi	25.50	before Namosi confluence	1,159	1,123	37
Nadi	27.00	Votualevu	1,195	1,168	27
Nawaka	0.00	before Nadi confluence	1,034	837	197
Namosi	0.75	before Nadi confluence	647	547	100

流量配分図

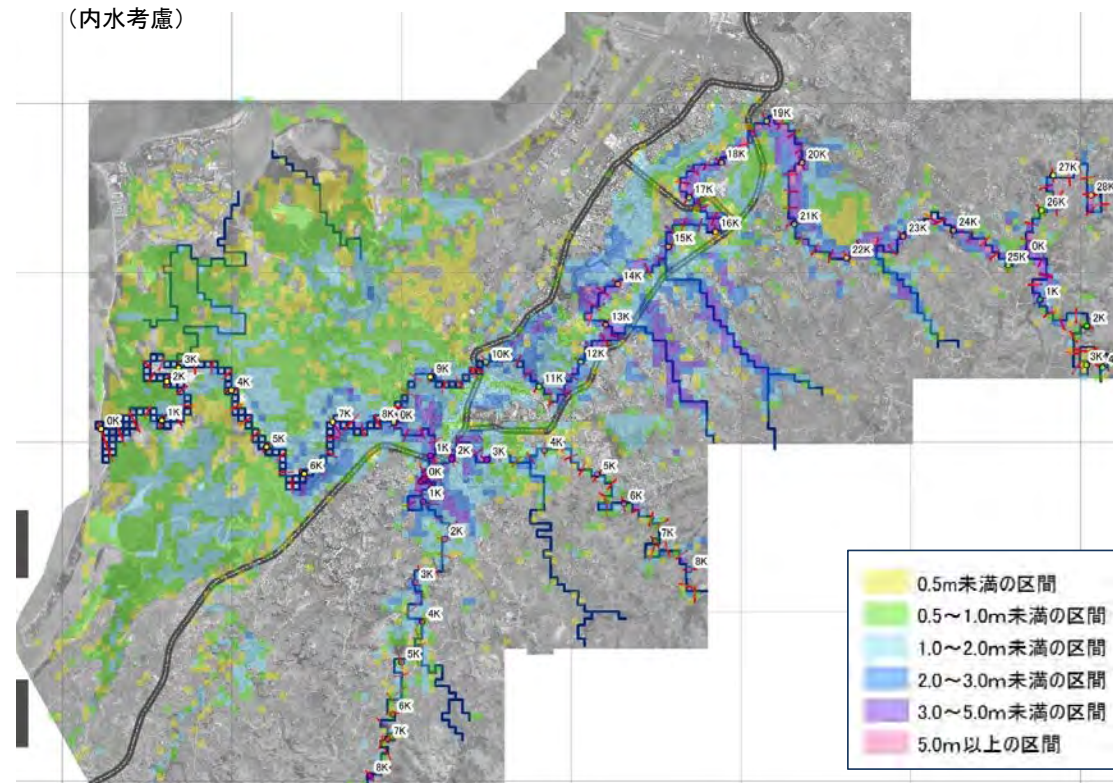
NO.25 2012年3月洪水 10-year

上段: 氾濫なし
下段: 氾濫あり



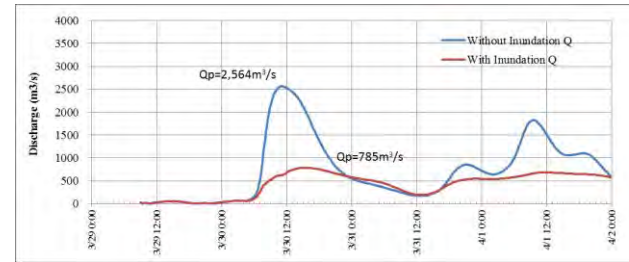
最大浸水深図

(内水考慮)

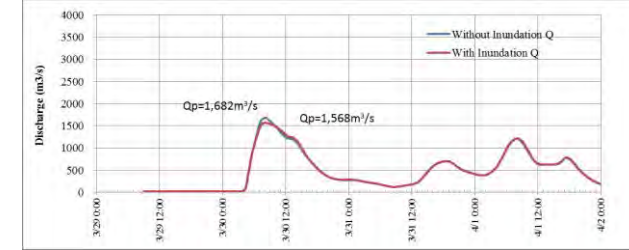


主要地点のハイドログラフ

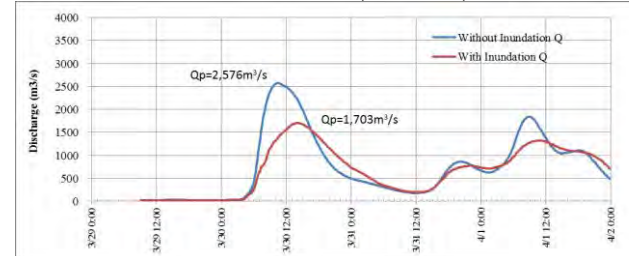
Nadi 0.0k



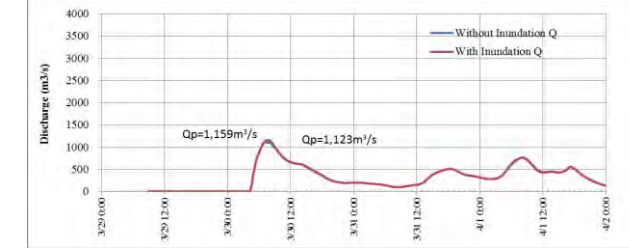
After Namosi River Confluence(Nadi 25.0k)



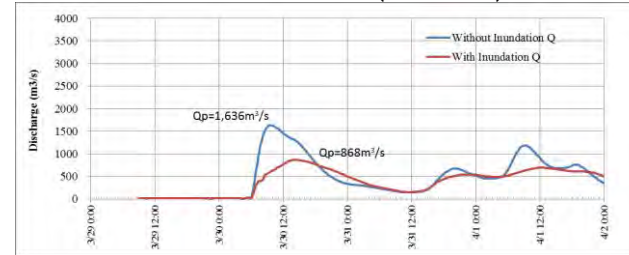
After Nawaka River Confluence(Nadi 8.0k)



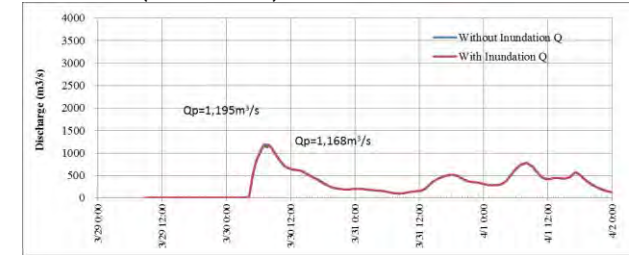
Before Namosi River Confluence(Nadi 25.5k)



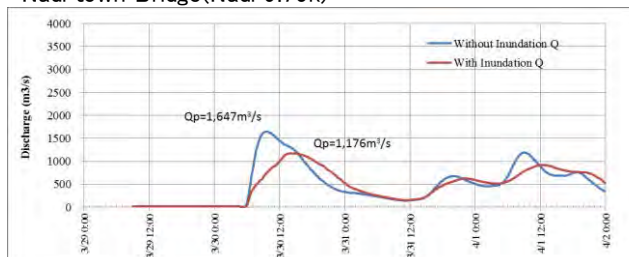
Before Nawaka River Confluence(Nadi 8.25k)



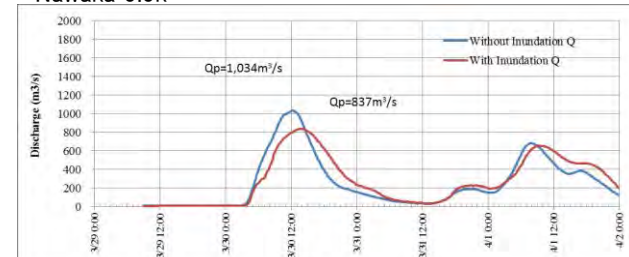
Votualevu(Nadi 27.0k)



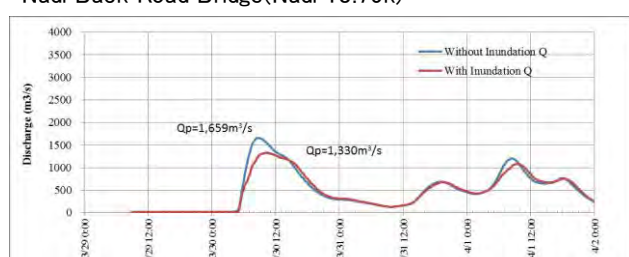
Nadi town Bridge(Nadi 9.75k)



Nawaka 0.0k



Nadi Back Road Bridge(Nadi 18.75k)



Namosi 0.75k

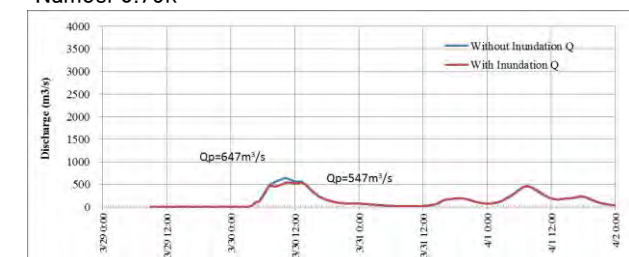


図 7-34 10年確率規模における主要地点のピーク流量・ハイドログラフ・最大浸水深図

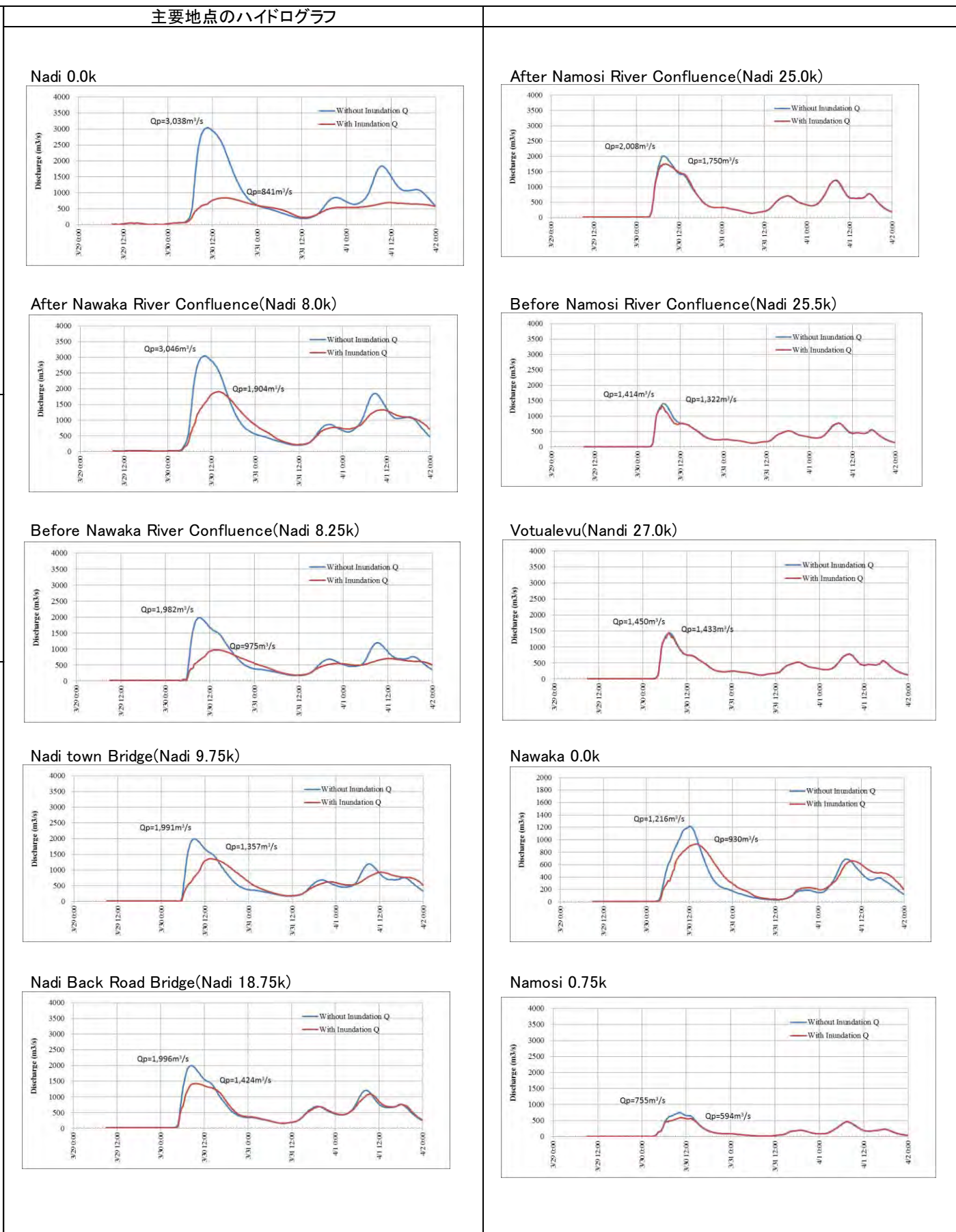
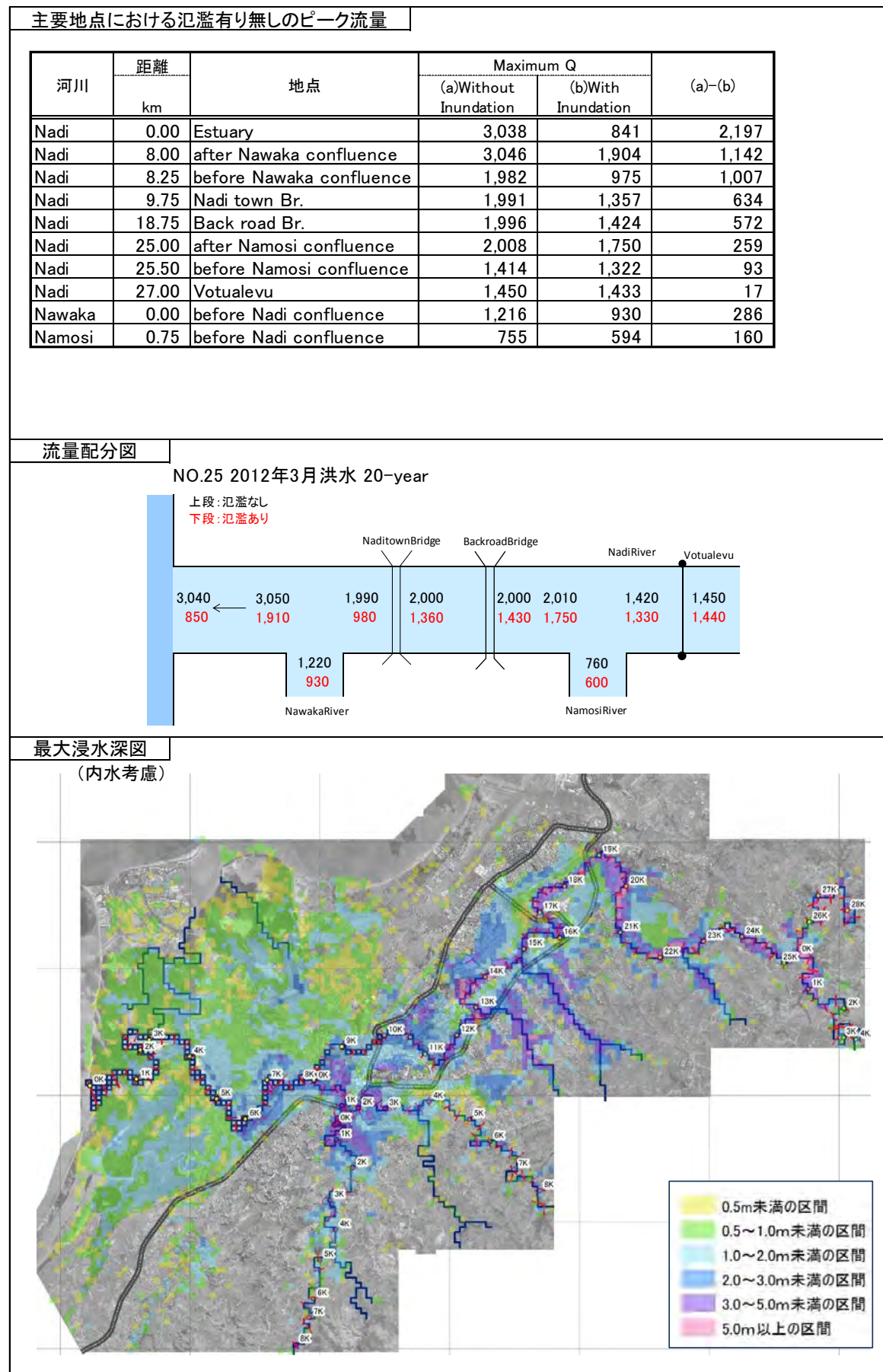


図 7-35 20年確率規模における主要地点のピーク流量・ハイドログラフ・最大浸水深図

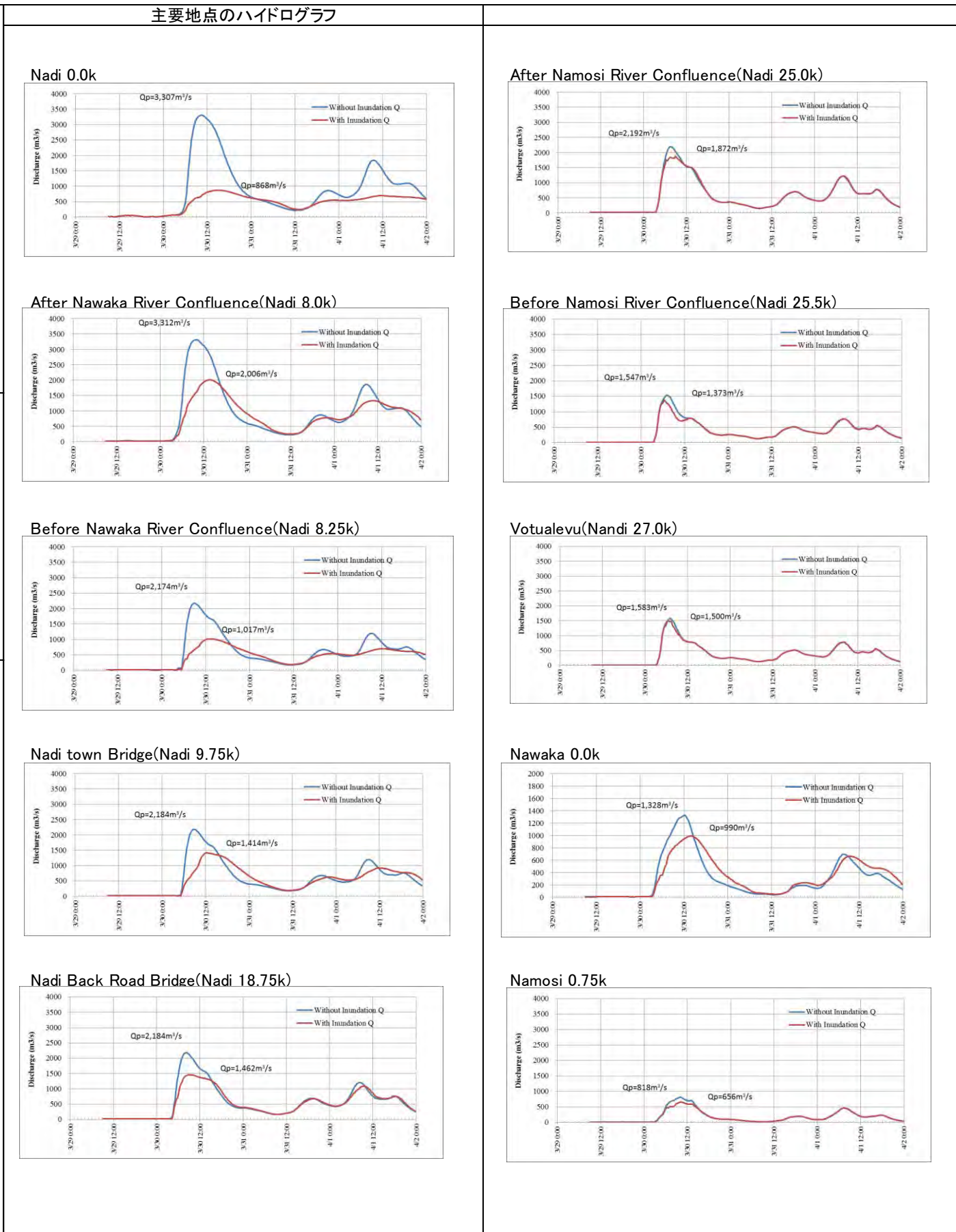
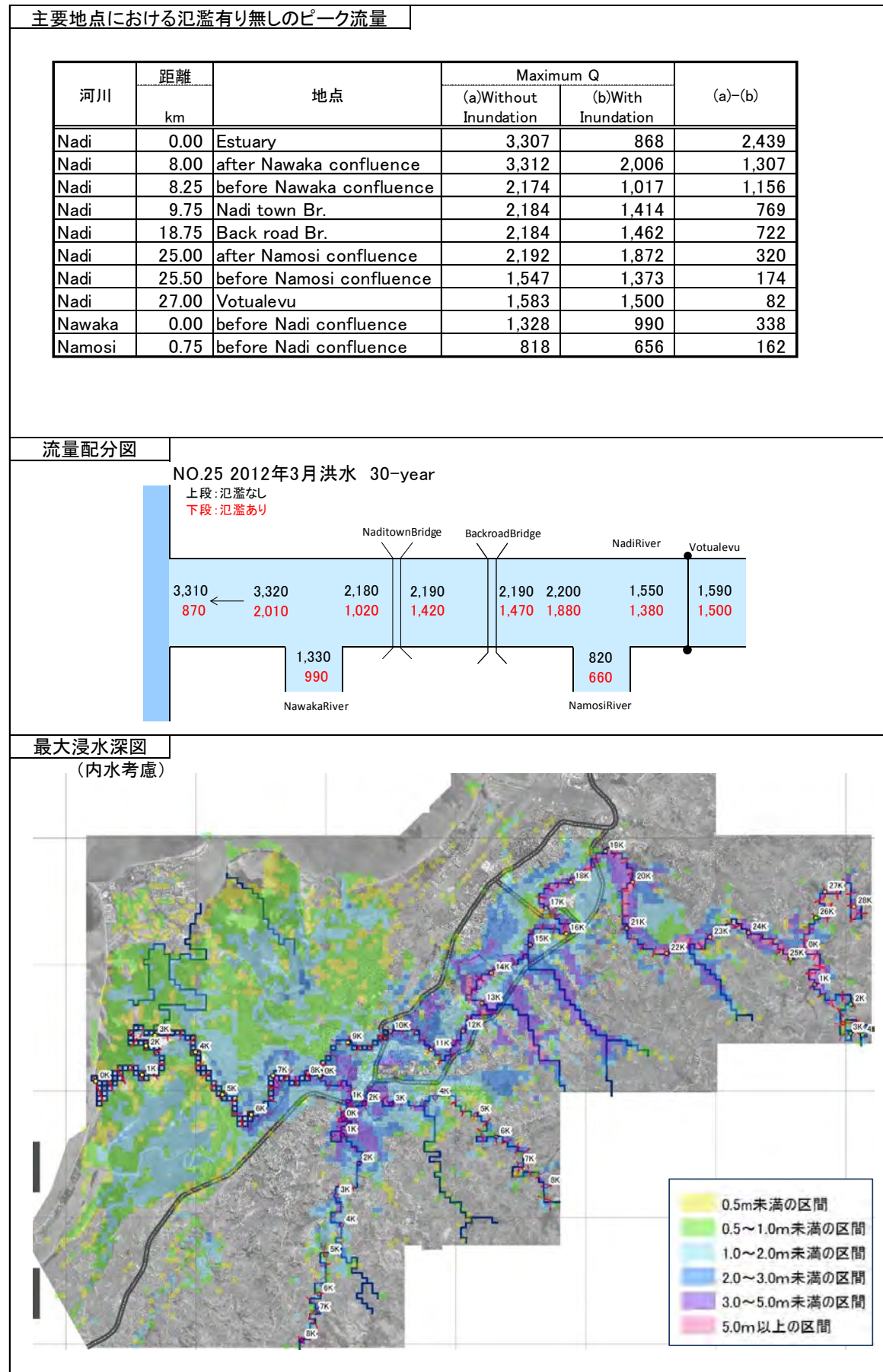


図 7-36 30年確率規模における主要地点のピーク流量・ハイドログラフ・最大浸水深図

主要地点における氾濫有り無しのパーク流量

河川	距離 km	地点	Maximum Q		(a)-(b)
			(a)Without Inundation	(b)With Inundation	
Nadi	0.00	Estuary	3,651	905	2,746
Nadi	8.00	after Nawaka confluence	3,656	2,132	1,524
Nadi	8.25	before Nawaka confluence	2,423	1,070	1,353
Nadi	9.75	Nadi town Br.	2,432	1,473	959
Nadi	18.75	Back road Br.	2,429	1,524	905
Nadi	25.00	after Namosi confluence	2,440	2,079	361
Nadi	25.50	before Namosi confluence	1,727	1,466	262
Nadi	27.00	Votualevu	1,762	1,620	143
Nawaka	0.00	before Nadi confluence	1,456	1,063	393
Namosi	0.75	before Nadi confluence	891	720	171

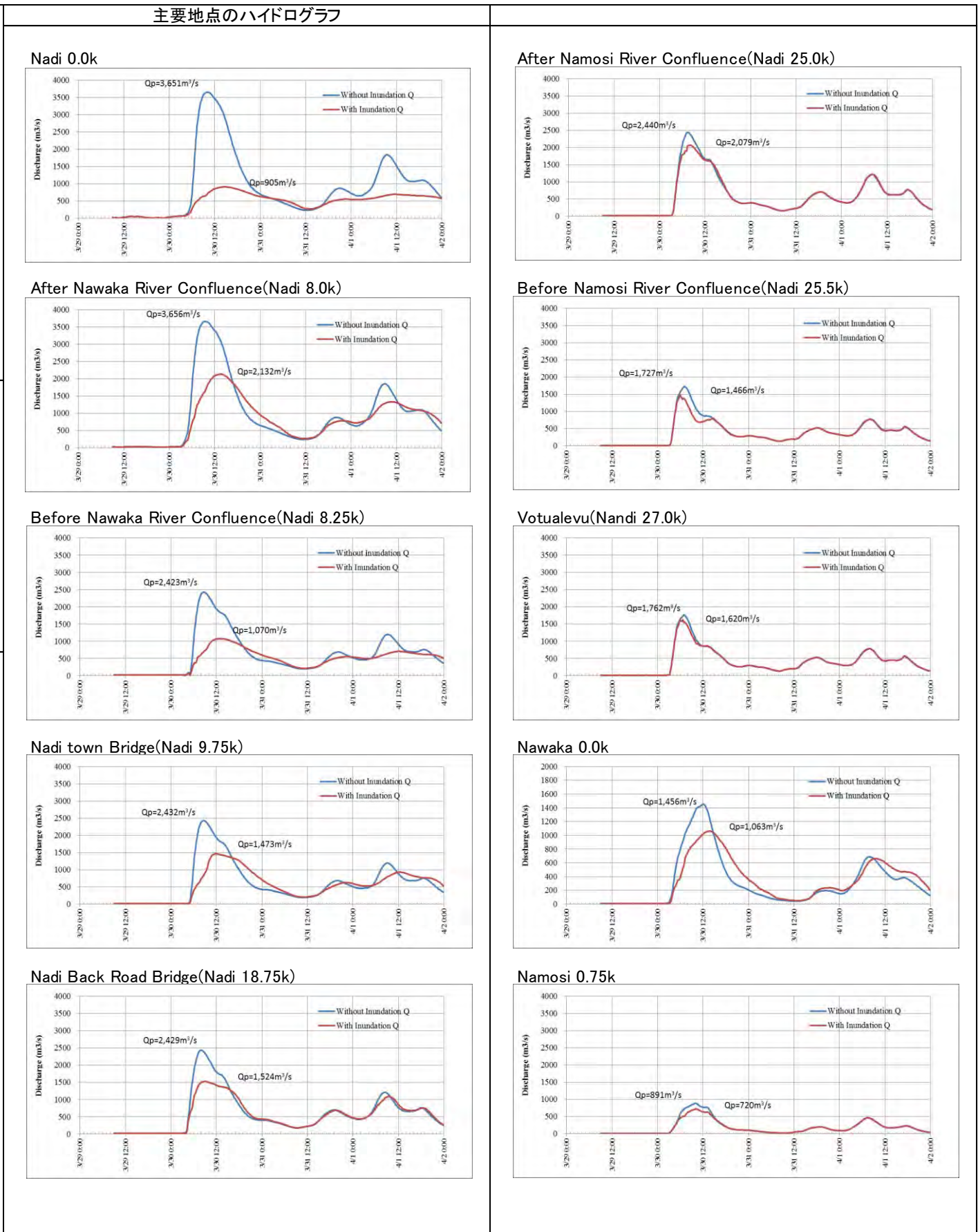
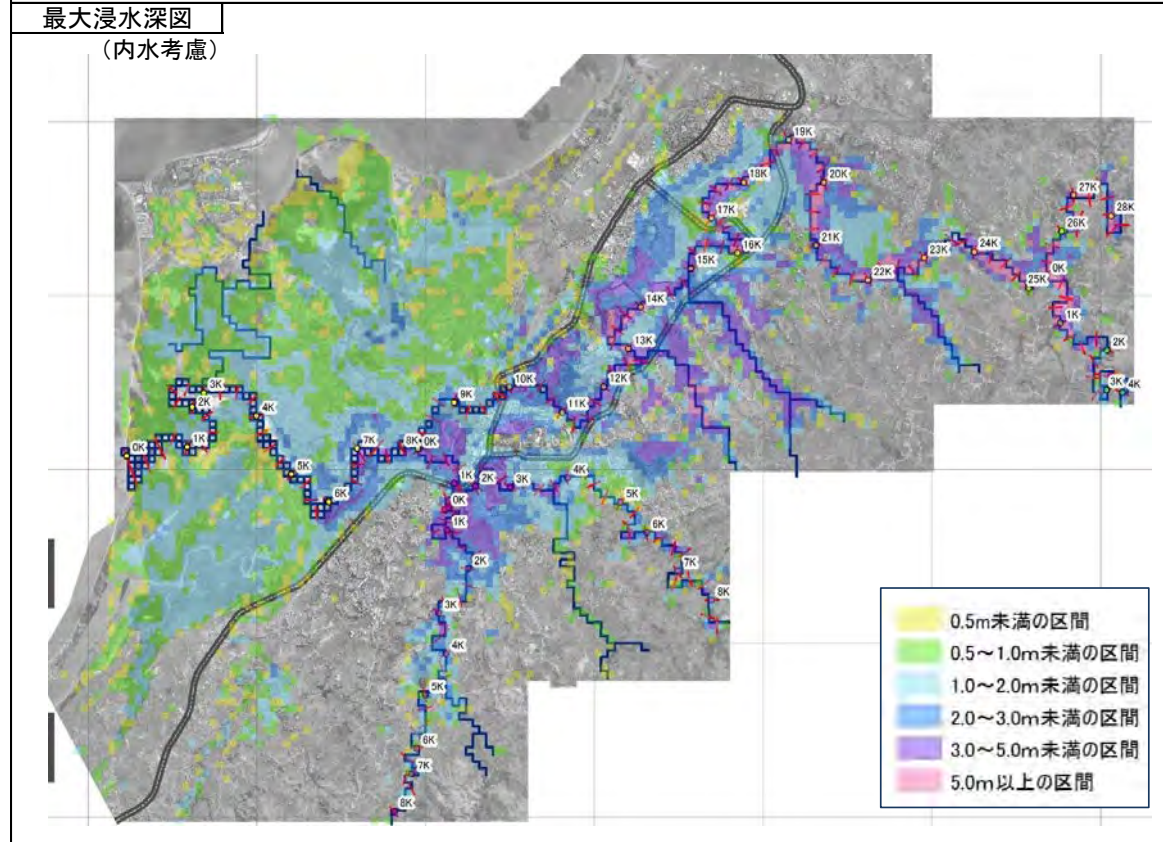
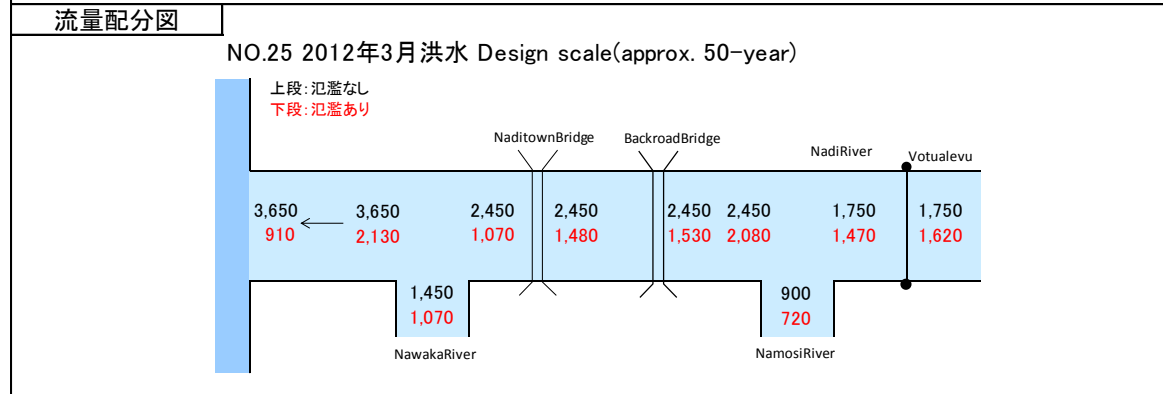


図 7-37 計画規模 (概ね 50 年確率) における主要地点のピーク流量・ハイドログラフ・最大浸水深図

7.8 洪水対策初期検討

7.8.1 初期検討方針

洪水対策施設の組合せ検討に際し、治水計画初期検討基本方針を以下のように設定した。

① 重要防御地域の設定

治水計画上、優先的に守るべき資産として「Nadi Town」、「Nadi Airport」、「Queens Road」を位置づけ（図 7-40 参照）、これらが優先プロジェクトにおいても対象洪水に対して浸水被害が発生しないよう計画の検討を行う。

② 既存橋梁の取り扱い

「Nadi Town Bridge」および「Back Road Bridge」については交通の主要道路となっているため、架け替えが極力不要となるような方策とする。

7.8.2 目標流量の設定

資産が集中している「Nadi Town Bridge」～「Back Road Bridge」間で引き堤を含めた大規模な河道改修の可否により、目標流量を以下と設定し、「Back Road Bridge」をコントロールポイントとして設定する。現況河道幅程度で河道整正のみの河道改修を行う場合の「Back Road Bridge」の流下能力を図 7-38 に示す。

「Back Road Bridge」については上流の調節施設（ダム、遊水地）による最大限調節を行った場合においても「Back Road Bridge」地点の通過流量が $1,400 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度であること、現況川幅見合いの改修後流量が $1,400 \text{ m}^3/\text{s}$ であることを勘案し目標流量を $1,400 \text{ m}^3/\text{s}$ と設定する。

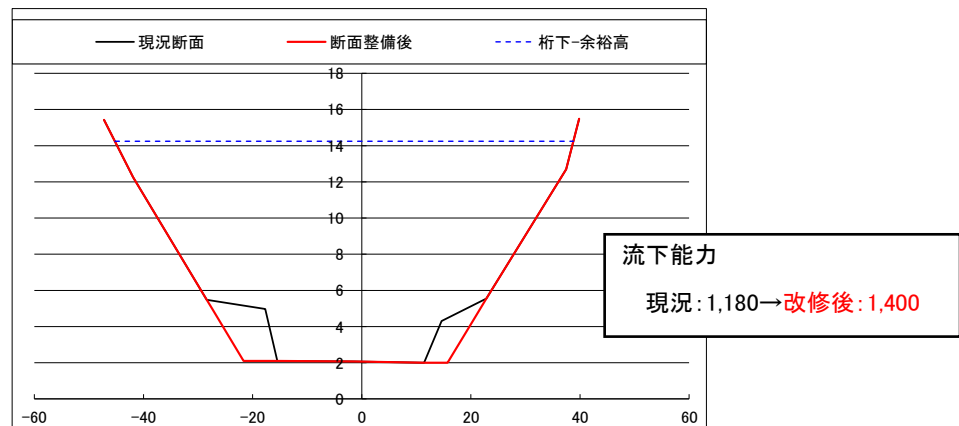


図 7-38 Back Road Bridge の河道改修前後断面

No.25 2012年3月洪水

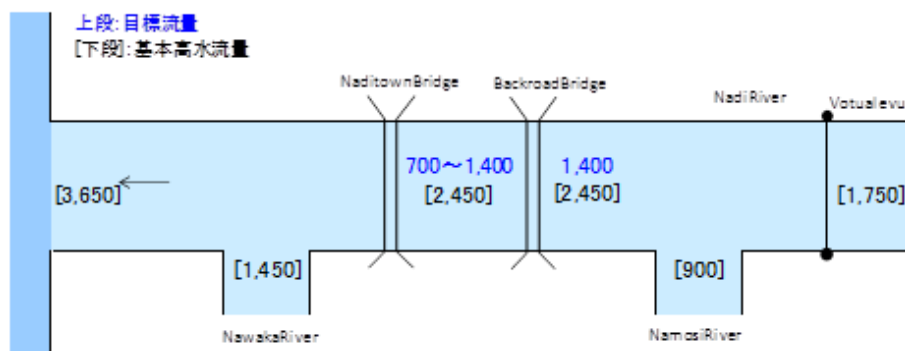


図 7-39 目標流量の設定

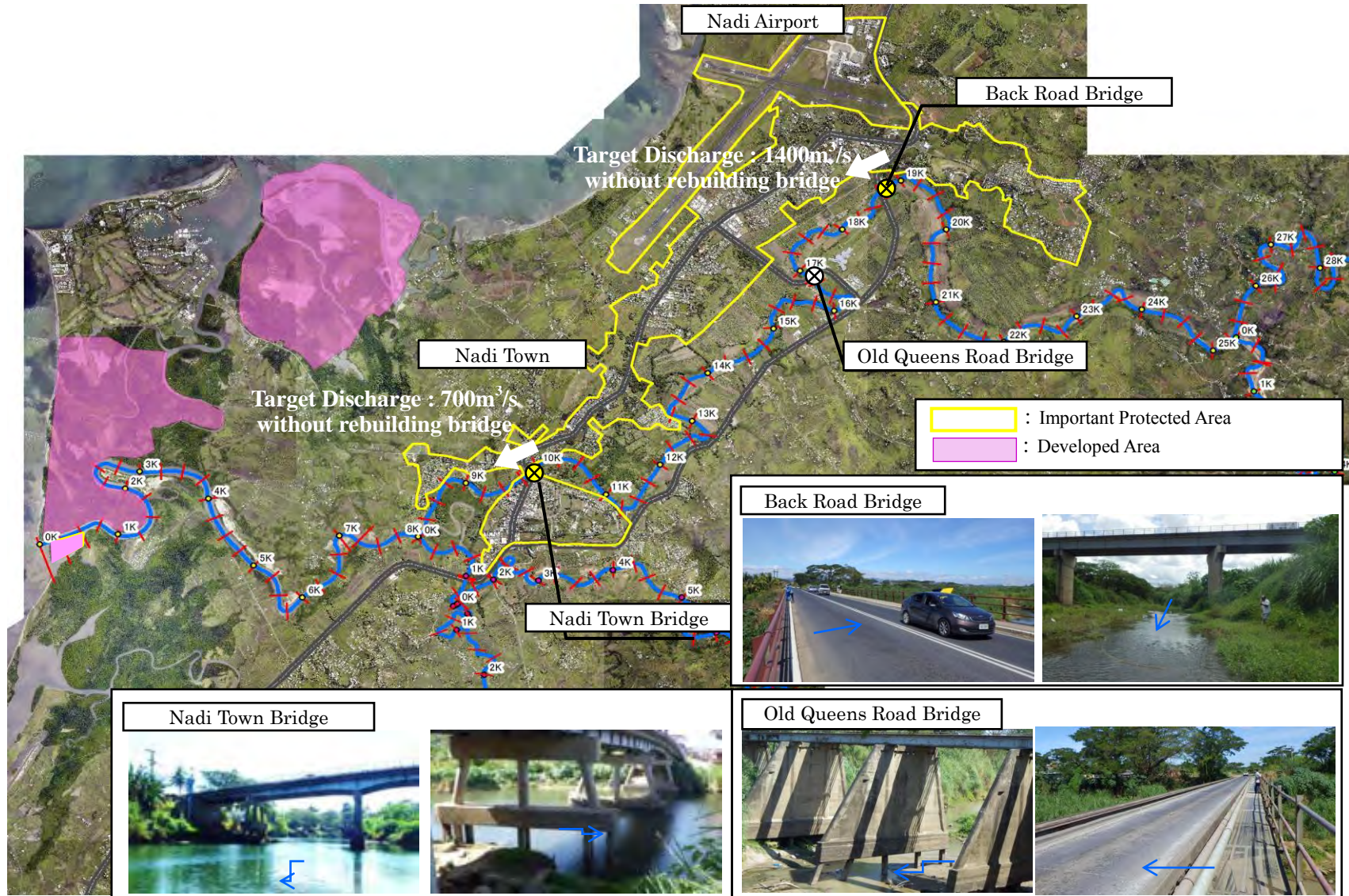


図 7-40 優先的に守るべき資産および橋梁の状況

7.8.3 区間分割

最も重要な中流区間を中心に、治水計画検討区間を以下の3区間に区分する(図7-41)。各区間の検討方針のもと各種治水対策案を組み合わせた施設配置を検討する。

① 中流区間：5.75km～Back Road Bridge

「Back Road Bridge」から市街地が集中している6.0kmまでを中流区間と位置づけ、中流区間については、「Back Road Bridge」の通過流量 $1,400\text{m}^3/\text{s}$ を「Nadi Town Bridge」においては架け替えの有無に応じて、 $700\sim 1,400\text{m}^3/\text{s}$ となるように整備を行う。

② 下流区間：河口～5.75km

下流区間については、マングローブ林が広がっており守るべき資産は中流、上流区間に比べ少ないが河口部右岸側で開発が予定されている。

開発への影響を最小限に留めNawaka River合流による水位上昇が合流点上流に影響しない対策を検討する。

③ 上流区間：Back Road Bridge～上流

上流区間については、「Back Road Bridge」において、通過流量が $1,400\text{m}^3/\text{s}$ となるように洪水調節施設等により流量をカットする。

7.8.4 各区間の洪水対策の一次選定

各区間において実現可能な治水対策の一次選定を行った。選定結果を表7-17に示す。

表 7-17 洪水対策一次選定結果

方策	中流区間		下流区間		上流区間		
	抽出結果	抽出結果	抽出結果	抽出結果	抽出結果	抽出結果	
A	ダム	● ダムの候補地が存在しないことから中流区間について、ダム案は検討しない。	非抽出	● ダムの候補地が存在しないことから下流区間について、ダム案は検討しない。	非抽出	● 検討の必要性、実現性があり、治水効果が十分見込めることから、本治水対策案は抽出する。	抽出
B	遊水地	● 検討対象となる候補地が存在しないことから中流区間について、ダム案は検討しない。	非抽出	● 検討の必要性、実現性があり、治水効果が十分見込めることから、本治水対策案は抽出する。	抽出	● 検討の必要性、実現性があり、治水効果が十分見込めることから、本治水対策案は抽出する。	抽出
C	放水路	● 検討の必要性、実現性があり、治水効果が十分見込めることから、本治水対策案は抽出する。	抽出	● 検討の必要性、実現性があり、治水効果が十分見込めることから、本治水対策案は抽出する。	抽出	● 検討の必要性、実現性があり、治水効果が十分見込めることから、本治水対策案は抽出する。	抽出
D	河川改修	● 検討の必要性、実現性があり、治水効果が十分見込めることから、本治水対策案は抽出する。	抽出	● 検討の必要性、実現性があり、治水効果が十分見込めることから、本治水対策案は抽出する。	抽出	● 検討の必要性、実現性があり、治水効果が十分見込めることから、本治水対策案は抽出する。※下流への流下が $1,400\text{m}^3/\text{s}$ と規定しているため河道単独案については検討しない	抽出※

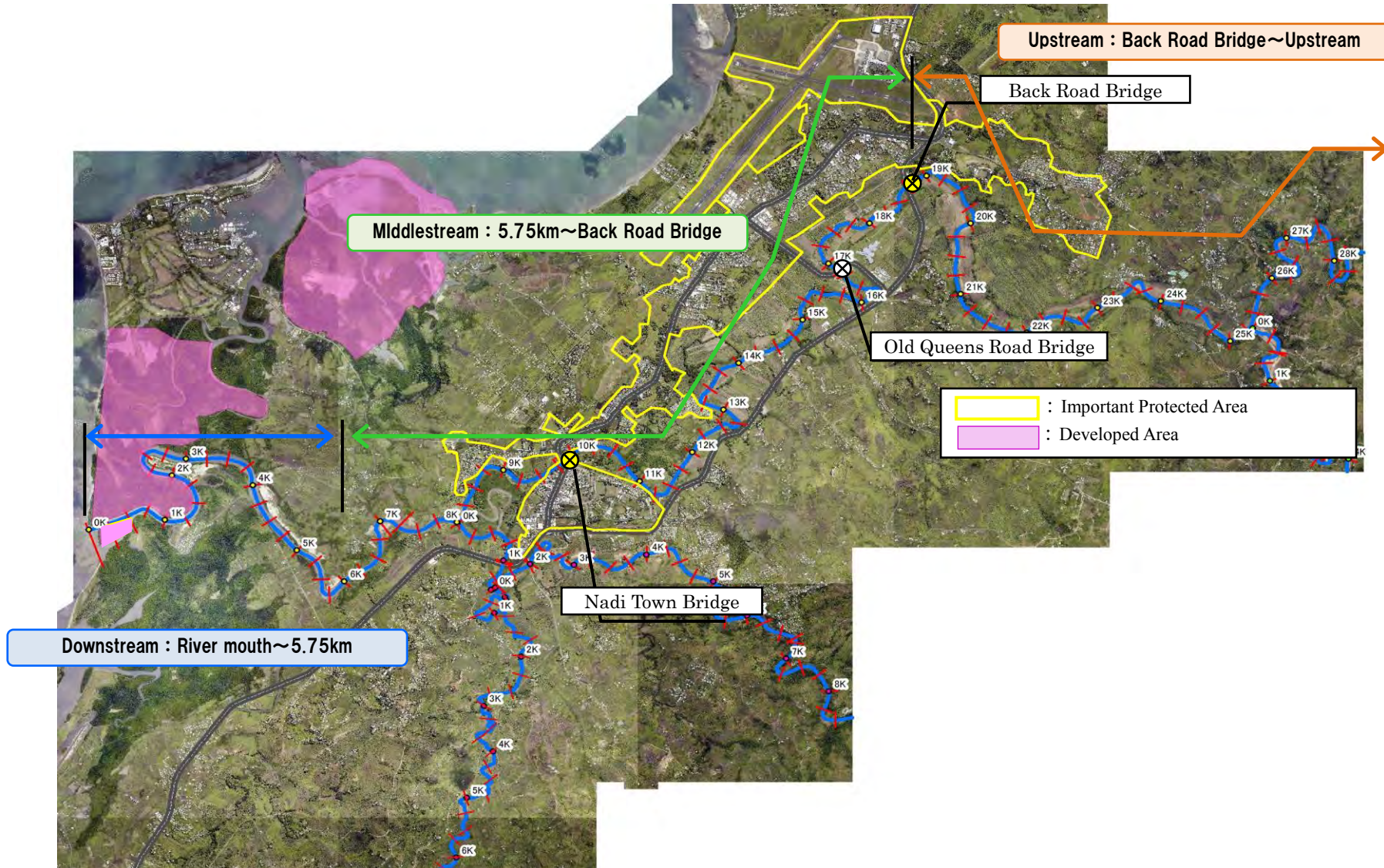


図 7-41 区間分割図

7.8.5 各区間の洪水対策の二次選定

前項の一次選定結果に基づき、各区間の洪水対策施設について、区間毎に以下の代替案の比較検討を行った。比較検討(二次選定)は、安全度、実現性、持続性、気候変動への柔軟性、社会的影響、環境への影響等の項目により評価を行った。

(1) 中流区間 (5.75km～Back road Bridge)

- 1)中流① 河道改修案
- 2)中流② 河道改修+放水路ルート 1 案(700m³/s)*
- 3)中流③ 河道改修+放水路ルート 2 案(700m³/s)

(*ただし、ここでいう放水路ルート 1 案は調節量 700m³/s で上流区間に位置する。)

(2) 下流区間 (河口～5.75km)

- 1)下流① 河道改修案
- 2)下流② 河道改修+計画遊水地案
- 3)下流③ 河道改修+放水路ルート 5 案(700m³/s もしくは 1400m³/s)

(3) 上流区間 (Back road Bridge～上流)

- 1)上流① 河道改修+計画遊水地群案
- 2)上流② 河道改修+ダム (NAD-3) +計画遊水地案
- 3)上流③ 河道改修+ダム群 (NAD-3&NAM-1) 案

二次選定の結果は表 7-18 に示すとおりである。また、洪水対策の二次選定結果を組合せ、ナンディ川全体の洪水対策の組合せ案を作成すると表 7-19 に示す 4 ケースが作成される。

表 7-18 洪水対策二次選定結果

区間	洪水対策二次選定結果
下流区間	②河道改修+計画遊水地案
中流区間	①河道拡幅案 ③河道拡幅+放水路ルート 2 案
上流区間	①河道改修+計画遊水地案 ③河道改修+ダム(NAD-3)+計画遊水地案

表 7-19 洪水対策組合せ案

組合せ案	区間		
	下流区間	中流区間	上流区間
C-1	②河道改修+計画遊水地案	①河道拡幅案	③河道改修+ダム(NAD-3) +計画遊水地案
C-2		③河道拡幅+放水路ルート 2 案	
C-3		①河道拡幅案	①河道改修+計画遊水地案
C-4		③河道拡幅+放水路ルート 2 案	

なお、区間毎の比較表は次頁以降に示す。各比較表に示す凡例は次に示すとおりである。また、各比較表に示す移転家屋数、用地買収面積、事業費等は比較検討時点のものであり、最終的に、フィジビリティ調査を通じて算定されたものとは異なるものである。






	: 河道拡幅		: 河道整正		: 橋梁架け替え		: 計画遊水地		: 放水路
---	--------	---	--------	---	----------	---	---------	---	-------

表 7-20 洪水対策二次選定（下流区間）

治水対策案		内容	
<p>■開発への影響を最小限に留め NawakaRiver 合流による水位上昇が合流点上流に影響しないような対策を検討する。</p>			
<p>下流①河道改修</p> <p>6.0km 開発予定地</p> <p>上段：整備後流量（中流区間より 700m³/s 流下） 中段：整備後流量（中流区間より 1,400m³/s 流下） 下段：基本高水流量</p>	<p>河道改修のみで対応する案。中流区間から流下する流量を河道内に流下可能とする。</p> <p>【中流区間】 Option 放水路 河道改修</p> <p>【上流区間】 Option ダム 遊水地 放水路 河道改修</p>	<p>整備内容</p> <p>引き堤、一部築堤、河道整正</p>	<p>安全度</p> <p>堤内地盤高相当である HWL 以下で計画流量を流下させるため安全度は比較的高い。改修が進むごとに治水安全度は段階的に上がっていく</p>
		<p>実現性</p> <p>1,700m³/s の場合：家屋移転数：0 戸、用地取得面積：0.20km² 2,400m³/s の場合：家屋移転数：0 戸、用地取得面積：0.39km² 開発予定地および農地の用地取得が必要となるが実現性は比較的高い。</p>	<p>持続性</p> <p>河道の適切な維持管理の実施により持続性は確保される。</p>
		<p>気候変動への柔軟性</p> <p>堤防の再改修が必要である。</p>	<p>社会的影響</p> <p>用地取得が必要となり、一部開発予定地についても用地取得が必要となる。基本的に整備区間と受益区間が同じである。</p>
		<p>環境への影響</p> <p>・河道改修により河岸の環境が改変されるが、材料や河岸の断面形状の工夫により工事後は環境の回復が期待できる。</p>	<p>経済性</p> <p>1,700m³/s：1.00（比率） 2,400m³/s：1.90（比率）</p>
		<p>総合評価</p> <p>△</p>	<p>他案より事業費が高く、開発予定地の用地取得も必要となる。</p>
<p>下流②河道改修＋計画遊水地案</p> <p>6.0km 開発予定地</p> <p>1,000 1,000 [3,650]</p> <p>1,700（中流②③案） 2,400（中流①案） [3,650]</p>	<p>開発予定地の用地取得を極力軽減するため、中流区間から流下する流量の一部を遊水地にてカットし、その開発予定地区間については現況河道幅程度の河道改修とする。</p> <p>【中流区間】 Option 放水路 河道改修</p> <p>【上流区間】 Option ダム 遊水地 放水路 河道改修</p>	<p>整備内容</p> <p>一部築堤、河道整正、遊水地 1 サイト</p>	<p>安全度</p> <p>遊水地内の家屋については移転又は輪中堤による浸水対策が必要。</p>
		<p>実現性</p> <p>1,700m³/s の場合：家屋移転数：12 戸、用地取得面積：0.50km² 2,400m³/s の場合：家屋移転数：12 戸、用地取得面積：0.50km² 用地取得および家屋移転が必要となるが、実現性は比較的高い</p>	<p>持続性</p> <p>河道および遊水地の適切な維持管理の実施により持続性は確保される。</p>
		<p>気候変動への柔軟性</p> <p>容量調整の余地があることから柔軟性は高い</p>	<p>社会的影響</p> <p>主に下流部の農地およびマングローブ林を遊水地として活用するため社会的影響は比較的小さい。</p>
		<p>環境への影響</p> <p>河道改修により河岸の環境が改変されるが、材料や河岸の断面形状の工夫により工事後は環境の回復が期待できる。</p>	<p>経済性</p> <p>1,700m³/s：0.25（比率） 2,400m³/s：0.37（比率）</p>
		<p>総合評価</p> <p>○</p>	<p>下流左岸側を遊水地とするため、開発予定地の用地取得は不要である。</p>
<p>下流③河道改修＋放水路 5 案</p> <p>6.0km 開発予定地</p> <p>1,000 1,000 [3,650]</p> <p>1,700（中流②③案） 2,400（中流①案） [3,650]</p>	<p>開発予定地の用地取得を極力軽減するため、中流区間から流下する流量の一部を放水路にてカットし、その開発予定地区間については現況河道幅程度の河道改修とする。</p> <p>【中流区間】 Option 放水路 河道改修</p> <p>【上流区間】 Option ダム 遊水地 放水路 河道改修</p>	<p>整備内容</p> <p>一部築堤、河道整正、橋梁の新設 1 橋、放水路</p>	<p>安全度</p> <p>放水路出口が河口砂州（Sonaisali リゾート）により形成された地形となっており、放水路により閉塞する可能性がある。</p>
		<p>実現性</p> <p>1,700m³/s の場合：家屋移転数：2 戸、用地取得面積：0.37km² 2,400m³/s の場合：家屋移転数：2 戸、用地取得面積：0.48km² 用地取得および家屋移転が必要となるが、実現性は比較的高い</p>	<p>持続性</p> <p>河道および放水路の適切な維持管理の実施により持続性は確保される。</p>
		<p>気候変動への柔軟性</p> <p>放水路の再開発が必要である。</p>	<p>社会的影響</p> <p>放水路側の家屋移転および用地取得が必要。放水路出口が Sonaisali リゾートであり、観光価値が下がる。</p>
		<p>環境への影響</p> <p>・Nadi 川河口に流下していた土砂が放水路出口に分派されるため、海浜地形や水質汚濁が懸念される。また、平常時に止水環境が形成される場合には、藻の発生や水質悪化による環境の劣化が懸念される。 ・放水路を整備することで塩水が遡上し、周辺農地への塩害が懸念される。</p>	<p>経済性</p> <p>1,700m³/s：0.19（比率） 2,400m³/s：0.23（比率）</p>
		<p>総合評価</p> <p>△</p>	<p>事業費は他案より経済的だが、放水路出口が河口砂州（Sonaisali リゾート）により形成された地形となっており、放水路により閉塞する可能性がある。</p>

※上表に示す移転家屋数、用地買収面積、事業費等は比較検討時点のものである。

表 7-21 洪水対策二次選定（中流区間）

■中流区間検討方針:「BackroadBridge」の通過流量 1,400m³/sを「NaditownBridge」においては架け替えの有無に応じて、700～1,400m³/sとなるように整備を行う。

治水対策案		内容	
<p>中流①河道改修案</p> <p>河道改修のみで対応する案。環境変化を少なくし現況河道で流下させる。</p> <p>5.75km</p> <p>【下流区間】 Option ダム 遊水地 放水路 河道改修</p> <p>【上流区間】 Option ダム 遊水地 放水路 河道改修</p> <p>上段：整備後流量 [下段]：基本高水流量</p>			
整備内容	河道修正、引き堤、一部築堤、橋梁の架け替え2橋（NaditownBridge、OldQueensRoadBridge）	安全度	堤内地盤高相当であるHWL以下で計画流量を流下させるため安全度は比較的高い。改修が進むごとに治水安全度は段階的に上がっていく。
実現性	家屋移転数：7戸、用地取得面積：0.99km ²	持続性	河道の適切な維持管理の実施により持続性は確保される。
社会的影響	家屋移転および用地取得が必要となるが、基本的に整備区間と受益区間が同じである。	環境への影響	河道改修により河岸の環境が改変されるが、材料や河岸の断面形状の工夫により工事後は環境の回復が期待できる。
経済性	概算事業費：1.00（比率）	総合評価	○ 整備区間と受益区間が同じであり、河道改修による段階的な治水安全度の向上が見込める。
<p>中流②河道改修+放水路ルート1案</p> <p>空港上流部の丘陵地帯に放水路を設置し空港～市街地の浸水リスクを極力下げる案。また市街地の河道改修を軽減することができる。</p> <p>6.0km</p> <p>【下流区間】 Option ダム 遊水地 放水路 河道改修</p> <p>【上流区間】 Option ダム 遊水地 放水路 河道改修</p>			
整備内容	河道掘削、一部築堤、河道修正、橋梁の架け替え1橋（OldQueensRoadBridge）、橋梁の新設4橋、放水路	安全度	放水路が完成した時点で安全度が確保される。
実現性	家屋移転数：27戸、用地取得面積：0.79km ²	持続性	河道および放水路の適切な維持管理の実施により持続性は確保される。
社会的影響	家屋移転および用地取得が必要。整備区間と受益区間が異なる。放水路出口にNasosoリゾートがあり、観光価値が下がる可能性がある。	環境への影響	・Nadi川河口に流下していた土砂が放水路出口に分派されるため、海浜地形変形や土砂堆積が懸念される。また、平常時に止水環境が形成される場合には、藻の発生や水質悪化による環境の劣化が懸念される。 ・放水路を整備することで塩水が遡上し、周辺農地への塩害が懸念される。
経済性	概算事業費：1.11（比率）	総合評価	△ 放水路の実現性が低く、事業費も他案に比べ高い。
<p>中流③河道改修+放水路ルート2案</p> <p>丘陵地帯を避け実現性の高い位置に放水路を設置することで市街地の浸水リスクを下げる。また市街地の河道改修を軽減することができる。</p> <p>6.0km</p> <p>【下流区間】 Option ダム 遊水地 放水路 河道改修</p> <p>【上流区間】 Option ダム 遊水地 放水路 河道改修</p>			
整備内容	引き堤、一部築堤、河道修正、橋梁の架け替え1橋（OldQueensRoadBridge）、橋梁の新設3橋、放水路	安全度	放水路が完成した時点で安全度が確保される。
実現性	家屋移転数：19戸、用地取得面積：0.91km ²	持続性	河道および放水路の適切な維持管理の実施により持続性は確保される。
社会的影響	放水路側の家屋移転および用地取得が必要。整備区間と受益区間が異なる。放水路出口にナンディ滝があり観光価値および漁業に影響がでる可能性がある。	環境への影響	・Nadi川河口に流下していた土砂が放水路出口に分派されるため、海浜地形変形や土砂堆積が懸念される。また、平常時に止水環境が形成される場合には、藻の発生や水質悪化による環境の劣化が懸念される。 ・放水路を整備することで塩水が遡上し、周辺農地への塩害が懸念される。
経済性	概算事業費：0.98（比率）	総合評価	○ 河道改修案と同程度の事業費であり、下流区間への負担も少ない。一方で放水路出口への影響等が懸念される。

※上表に示す移転家屋数、用地買収面積、事業費等は比較検討時点のものであり、FS調査を通じて精査される。

表 7-22 洪水対策二次選定（上流区間）

治水対策案		内容	
<p>■上流区間検討方針:「BackroadBridge」において、通過流量が1,400m³/sとなるように洪水調節施設等により流量をカットする。</p>			
<p>上流①河道改修+計画遊水地案</p> <p>上流域の農地を遊水地として活用し、河道改修と計画遊水地群により対応する案</p> <p>上段：整備後流量 [下段]：基本高水流量</p>	<p>整備内容</p> <p>引き堤、一部築堤、河道改正、遊水地 11 サイト</p> <p>安全度</p> <p>遊水地に貯留する場合、樋門の操作が必要となり効果が発揮されないことがある。遊水地を段階的に整備することで段階的に治水安全度を上げることができる。</p> <p>実現性</p> <p>家屋移転数：9 戸、用地取得面積：3.5km² 農地の用地取得が必要となる。</p> <p>持続性</p> <p>河道および遊水地の適切な維持管理の実施により持続性は確保される。</p> <p>気候変動への柔軟性</p> <p>容量調整の余地があることから柔軟性は高い</p> <p>社会的影響</p> <p>主に農地を遊水地として活用するため社会的影響は比較的小さい。</p> <p>環境への影響</p> <p>河道改修により河岸の環境が改変されるが、材料や河岸の断面形状の工夫により工事後は環境の回復が期待できる。</p> <p>経済性</p> <p>概算事業費：1.00 (比率)</p> <p>総合評価</p> <p>○ 遊水地群の維持管理および効果を発揮するための管理が必要である。他家より事業費は安価である。</p>		
<p>上流②河道改修+ダム (NAD-3) +計画遊水地案^{※1}</p> <p>※1:NAD-3 単独では最大量調節を行っても BackroadBridge で1,600m³/s であるため、一部遊水地を整備する必要がある。</p> <p>河道改修とダム(1基)により対応する案。遊水地に比べ下流の農地を開発等で活用できる。</p>	<p>整備内容</p> <p>引き堤、一部築堤、河道改正、遊水地 1 サイト、ダム 1 基 (流下型)</p> <p>安全度</p> <p>ダムが完成した時点で安全度が確保される。</p> <p>実現性</p> <p>家屋移転数：25 戸、用地取得面積：2.55km² ダムサイト予定地周辺に大きな集落はないが、事業費が高く実現性は低い</p> <p>持続性</p> <p>適切なダムおよび河道の維持管理の実施により持続性は確保される。</p> <p>気候変動への柔軟性</p> <p>流水型ダムであるため容量振替等はできない。そのためダムの再開発が必要である。</p> <p>社会的影響</p> <p>ダムサイト予定地周辺に大きな集落はなく、社会的影響は小さい</p> <p>環境への影響</p> <ul style="list-style-type: none"> 流水型ダムとすることで湛水による影響、下流河川における河床低下等の土砂動態の変化は回避可能である。 河道改修により河岸の環境が改変されるが、材料や河岸の断面形状の工夫により工事後は環境の回復が期待できる。 <p>経済性</p> <p>概算事業費：1.25 (比率)</p> <p>総合評価</p> <p>○ 効果が確実に期待できる。流水型であるため、ダム操作が不要であり維持管理も比較的容易である。</p>		
<p>上流③河道改修+ダム群 (NAD-3&NAM-1) 案</p> <p>河道改修とダム(2基)により対応する案。遊水地に比べ下流の農地を開発等で活用できる。②案に比べ B 遊水地が不要。</p>	<p>整備内容</p> <p>引き堤、一部築堤、河道改正、ダム 2 基 (流下型)</p> <p>安全度</p> <p>ダムが完成した時点で安全度が確保される。</p> <p>実現性</p> <p>家屋移転数：20 戸、用地取得面積：3.31km² ダムサイト予定地周辺に大きな集落はないが、事業費が高く実現性は低い</p> <p>持続性</p> <p>適切なダムおよび河道の維持管理の実施により持続性は確保される。</p> <p>気候変動への柔軟性</p> <p>流水型ダムであるため容量振替等はできない。そのためダムの再開発が必要である。</p> <p>社会的影響</p> <p>ダムサイト予定地周辺に大きな集落はなく、社会的影響は小さい</p> <p>環境への影響</p> <ul style="list-style-type: none"> 流水型ダムとすることで湛水による影響、下流河川における河床低下等の土砂動態の変化は回避可能である。 河道改修により河岸の環境が改変されるが、材料や河岸の断面形状の工夫により工事後は環境の回復が期待できる。 <p>経済性</p> <p>概算事業費：1.93 (比率)</p> <p>総合評価</p> <p>△ 事業費が他家に比べ高い。</p>		

※上表に示す移転家屋数、用地買収面積、事業費等は比較検討時点のものである。

(4) ナンディ川全体の洪水対策の組合せ案

前項にて選定された組合せ案 4 案について評価を行った。比較検討の結果、「組合せ①河道改修+ダム (NAD-3) + 計画遊水地案【中流①+下流②+上流②】」および「組合せ②河道改修+ダム (NAD-3) + 計画遊水地案+放水路ルート 2【中流③+下流②+上流②】」が選定された。

表 7-23 洪水対策組合せ案の比較検討

Evaluation	C-1	C-2	C-3	C-4
Main Items	<ul style="list-style-type: none"> Retarding Basin (D-2) River Improvement (M-1) Dam(U-2) 	<ul style="list-style-type: none"> Retarding Basin (D-2) Diversion Route-2(M-3) Dam(U-2) 	<ul style="list-style-type: none"> Retarding Basin (D-2) River Improvement (M-1) Retarding Basins(U-1) 	<ul style="list-style-type: none"> Retarding Basin (D-2) Diversion Route-2(M-3) Retarding Basins(U-1)
Merit	<ul style="list-style-type: none"> Simple and certainly effective to flood. Less operation before and during flood 	<ul style="list-style-type: none"> Simple and certainly effective to flood except of diversion 	<ul style="list-style-type: none"> Low project cost and Low social and environmental impact 	<ul style="list-style-type: none"> Lowest project cost.
Demerit	<ul style="list-style-type: none"> Relatively higher Project Cost Longer Construction Period 	<ul style="list-style-type: none"> Difficulty and Uncertainty of divert Negotiation with developer at diversion route Large Impact to society and environment 	<ul style="list-style-type: none"> Difficulty and Uncertainty of retarding flood water at retarding basins(11) 	<ul style="list-style-type: none"> Difficulty and Uncertainty of diverting and retarding flood water.
Cost (Ratio in case that cost of C-1 is 1.0)	1.0	0.98	0.90	0.87
House Relocation	44 houses	56 houses	28 houses	40 houses
Land Acquisition	4.04 km ²	4.16 km ²	4.99 km ²	5.11 km ²
Comprehensive Evaluation	○	○	△(*)	△(*)

* Retarding basins (C-3 and C-4) in upstream might be possible to be applied if conditions are improved in the future.

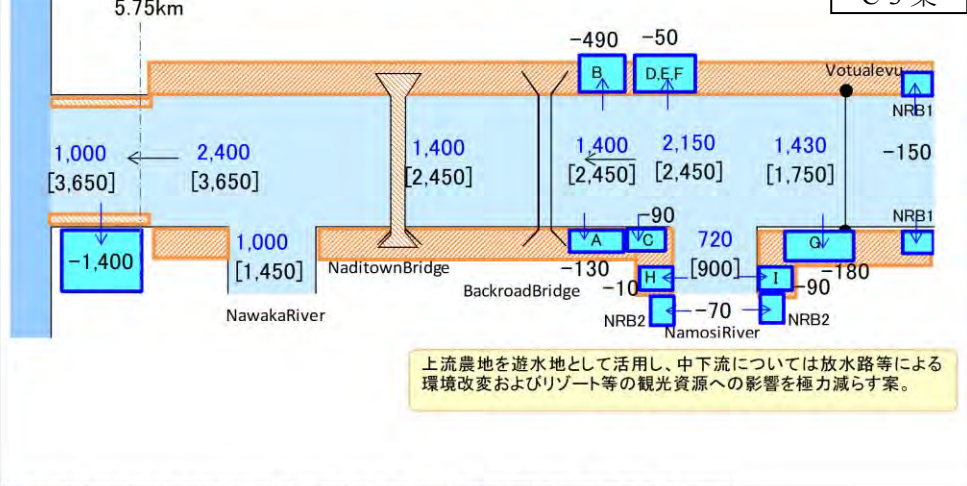
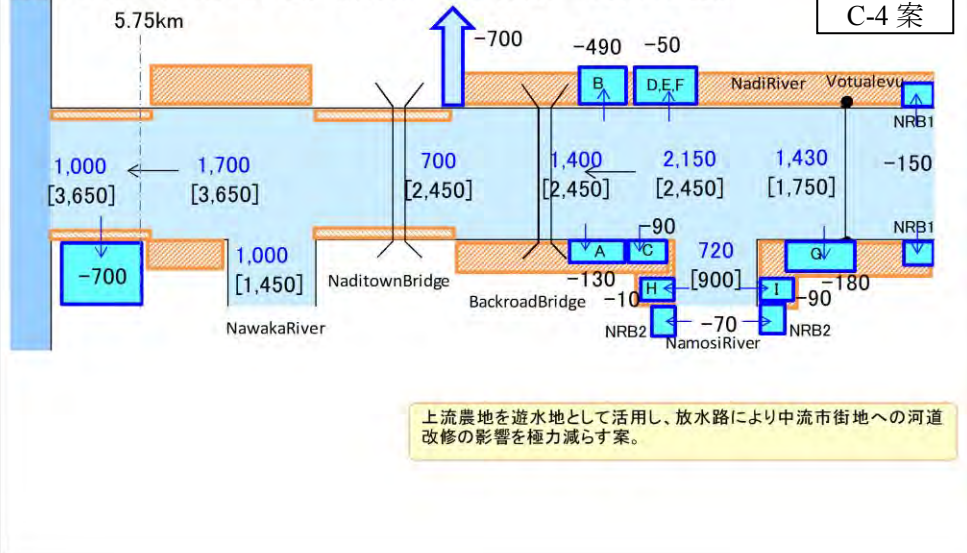
組合せ案の各案の概要と比較検討結果の詳細を次頁以降に示す。

表 7-24 治水対策組合せ案(1)

治水対策案		内容	
<p>組合せ①河道改修+ダム (NAD-3) +計画遊水地案 (中流①+下流②+上流②)</p> <p style="text-align: right;">C-1 案</p> <p>5.75km 上段: 整備後流量 [下段]: 基本高水流量</p> <p>BackroadBridge -200 NadiRiver Votualevu</p> <p>1,000 [3,650] ← 2,400 [3,650] ← 1,400 [2,450] ← 1,400 [2,450] ← 1,600 [2,450] ← 830 [1,750]</p> <p>NawakaRiver 1,000 [1,450] NaditownBridge 900 [900] NamosiRiver</p> <p>上流ダムにより確実に効果を発揮し、中下流については放水路等による環境改変およびリゾート等の観光資源への影響を極力減らす案。</p>			
概算事業費	240.2億円 (4.0億 FJD)	総合評価	◎
家屋移転数	44戸	用地取得面積	4.04km ²
メリット		デメリット	
<ul style="list-style-type: none"> ■中流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・資産集中地域の河道改修を図ることで洪水を安全に流下させることができる。洪水に対して確実に効果を発揮する。 ・家屋移転が比較的少ない。 ■下流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・現況の河道特性、氾濫特性を生かした案で改修量が少ない。 ・右岸開発予定地の用地取得が不要 ■上流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・ダム下流～ナモシ川合流点までの河道改修の負担が小さい。 ・洪水に対して確実に効果を発揮する。 		<ul style="list-style-type: none"> ■中流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・Naditown Bridgeの架け替えと周辺の家屋移転が必要 ■下流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・遊水地内の集落については輪中堤等により対策が必要 ■上流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・ダムが完成した時点で治水効果が発揮されるため、効果が見込めるまで時間がかかる。 ・自然調節ダムであるため、利水ダムとして運用できない。(利水ダムの場合は運用(ゲート操作)・維持管理が必要) 	
<p>組合せ②河道改修+ダム (NAD-3) +計画遊水地案+放水路ルート2 (中流③+下流②+上流②)</p> <p style="text-align: right;">C-2 案</p> <p>5.75km 上段: 整備後流量 [下段]: 基本高水流量</p> <p>BackroadBridge -200 NadiRiver Votualevu</p> <p>1,000 [3,650] ← 1,700 [3,650] ← 700 [2,450] ← 1,400 [2,450] ← 1,600 [2,450] ← 830 [1,750]</p> <p>NawakaRiver 1,000 [1,450] NaditownBridge 900 [900] NamosiRiver</p> <p>上流ダムにより確実に効果を発揮し、放水路により中流市街地への河道改修の影響を極力減らす案。</p>			
概算事業費	234.8億円 (3.9億 FJD)	総合評価	○
家屋移転数	56戸	用地取得面積	3.96km ²
メリット		デメリット	
<ul style="list-style-type: none"> ■中流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・Naditown 中心部の河道改修が軽減されるため都市部への影響は小さい。 ・Naditown Bridgeの架け替えが不要 ・下流区間への負担が比較的小さい。 ■下流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・現況の河道特性、氾濫特性を生かした案で改修量が少ない。 ・右岸開発予定地の用地取得が不要 ■上流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・ダム下流～ナモシ川合流点までの河道改修の負担が小さい。 ・洪水に対して確実に効果を発揮する。 		<ul style="list-style-type: none"> ■中流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・整備区間と受益区間が異なるため、整備区間の浸水リスクを増加させることになる。 ・放水路が破堤した場合は空港も浸水する可能性がある。 ・土砂輸送形態が変わるため、ナンディ湾への影響検討、モニタリングが必要。 ・放水路を整備することで塩水が遡上し、周辺地下水等への塩害が懸念される。 ■下流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・遊水地内の集落については輪中堤等により対策が必要 ■上流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・ダムが完成した時点で治水効果が発揮されるため、効果が見込めるまで時間がかかる。 ・自然調節ダムであるため、利水ダムとして運用できない。(利水ダムの場合は運用(ゲート操作)・維持管理が必要) 	

※上表に示す移転家屋数、用地買収面積、事業費等は比較検討時点のものであり、FS調査を通じて精査される。

表 7-25 治水対策組合せ案(2)

組合せ③河道改修+ダム (NAD-3) +計画遊水地群 (中流②+下流②+上流①)	C-3 案		概算事業費	214.1 億円 (3.6 億 FJD)	総合評価	○	
	家屋移転数		28 戸		用地取得面積		4.99km ²
	メリット			デメリット			
	<ul style="list-style-type: none"> ■中流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・資産集中地域の河道改修を図ることで洪水を安全に流下させることができる。洪水に対して確実に効果を発揮する。家屋移転が比較的少ない。 ■下流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・現況の河道特性、氾濫特性を生かした案で改修量が少ない。 ・右岸開発予定地の用地取得が不要 ■上流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・段階的に遊水地を整備することで段階的に治水安全度を上げることができる。 			<ul style="list-style-type: none"> ■中流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・Nadi town Bridge の架け替えと周辺の家屋移転が必要 ■下流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・遊水地内の集落については輪中堤等により対策が必要 ■上流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・遊水地に貯留する場合、樋門の操作が必要となり効果が発揮されないことがある。 ・計画遊水地エリアについては今後開発が見込めない。 ・遊水地の用地取得、または地役権等土地所有者との協議が必要。 ・洪水後の土砂除去等、遊水地の維持管理が必要（住民との協議による） 			
組合せ④河道改修+計画遊水地群+放水路ルート2 (中流③+下流②+上流①)	C-4 案		概算事業費	208.7 億円 (3.5 億 FJD)	総合評価	△	
	家屋移転数		40 戸		用地取得面積		4.91km ²
	メリット			デメリット			
	<ul style="list-style-type: none"> ■中流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・Naditown 中心部の河道改修が軽減されるため都市部への影響は小さい。 ・Naditown Bridge の架け替えが不要 ・下流区間への負担が比較的小さい。 ■下流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・現況の河道特性、氾濫特性を生かした案で改修量が少ない。 ・右岸開発予定地の用地取得が不要 ■上流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・段階的に遊水地を整備することで段階的に治水安全度を上げることができる。 			<ul style="list-style-type: none"> ■中流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・整備区間と受益区間が異なるため、整備区間の浸水リスクを増加させることになる。 ・放水路が破堤した場合は空港も浸水する可能性がある。 ・土砂輸送形態が変わるため、ナンディ湾への影響検討、モニタリングが必要。 ・放水路を整備することで塩水が遡上し、周辺地下水等への塩害が懸念される。 ■下流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・遊水地内の集落については輪中堤等により対策が必要 ■上流区間 <ul style="list-style-type: none"> ・遊水地に貯留する場合、樋門の操作が必要となり効果が発揮されないことがある。 ・計画遊水地エリアについては今後開発が見込めない。 ・遊水地の用地取得、または地役権等土地所有者との協議が必要。 ・洪水後の土砂除去等、遊水地の維持管理が必要（住民との協議による） 			

※上表に示す移転家屋数、用地買収面積、事業費等は比較検討時点のものであり、FS 調査を通じて精査される。

7.9 洪水対策最適組合せ案の決定

前項までの検討結果より、表 7-19 に示す 2 案の組合せ案が選定された。両案の違いは中流区間の洪水対策を河道拡幅のみとするのか(C-1 案)、放水路を併用したものとするのか(C-2 案)にある。したがって、本項においては、中流区間における洪水対策案を M-1 案：河道拡幅案、M-3 案：河道拡幅+放水路案として、改めて中流区間の洪水対策を詳細に比較検討し、洪水対策の最終選定を行うものとする。なお、同対策工法の選定は社会環境にも大きな影響を与える要素であったため、フィジー国側ステークホルダー及び住民意見等も踏まえて最終選定を行った。

表 7-26 洪水対策組合せ案

組合せ案	区間		
	下流区間	中流区間	上流区間
C-1	②河道改修+計画遊水地案	M-1 案：①河道拡幅案	③河道改修+ダム(NAD-3) +計画遊水地案
C-2		M-3 案：③河道拡幅案+放水路ルート 2 案	

(1) 中流区間における洪水対策の最終選定

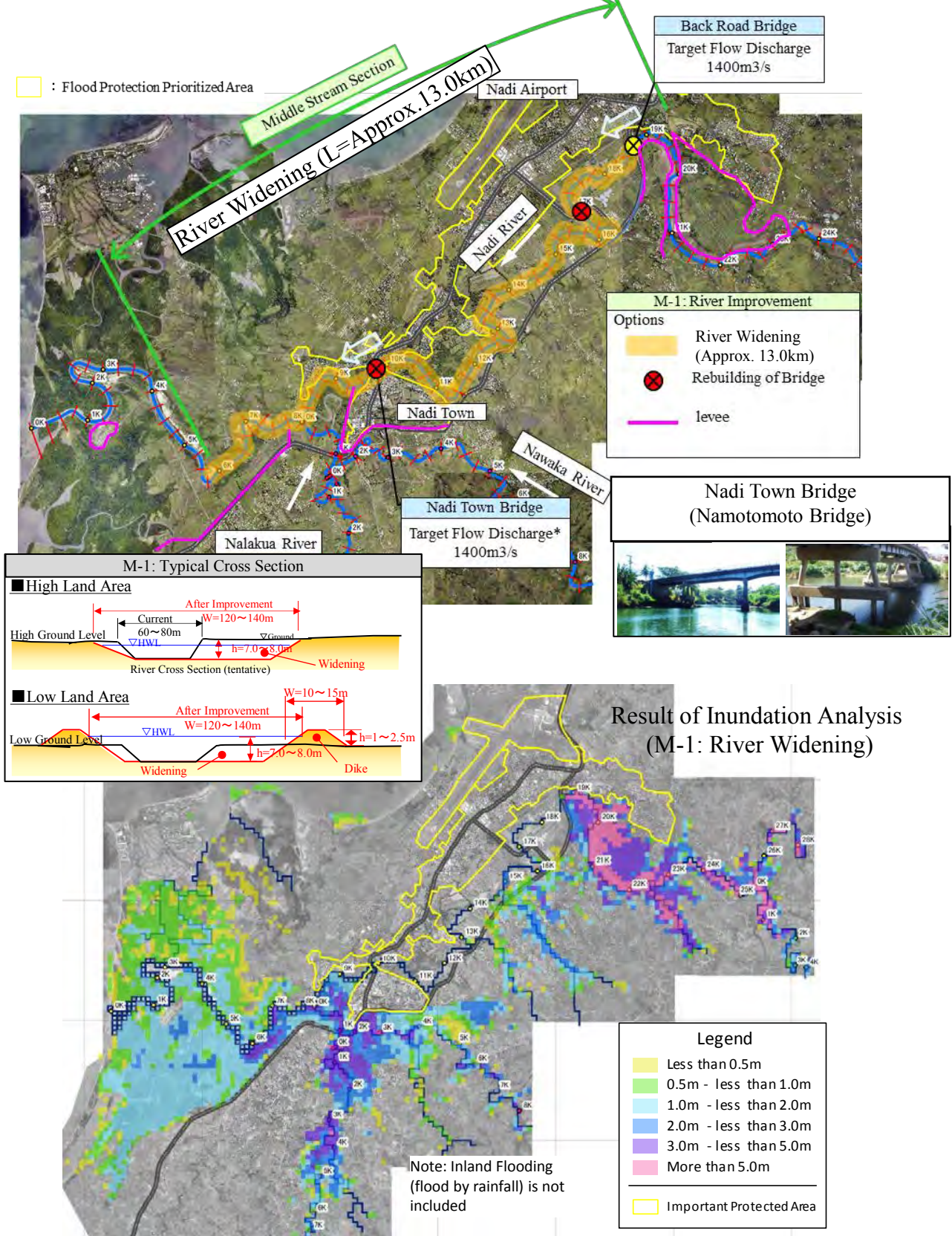
1) M-1 案：河道拡幅案

本案はナンディ川本川の 5.75km 地点付近からバックロード付近までの区間において、所定の洪水流量を安全に流下できるように河道断面の拡幅を行うものである。河道拡幅区間の下流端は、河道拡幅後の河道断面において重要防御エリアが浸水しないような範囲まで河道拡幅を行うものとして本川 5.75km 地点、上流端は、既存橋梁断面をコントロール条件として捉え、バックロード橋梁箇所(18.75km 地点)として設定した。河道拡幅案の配置案と河道拡幅後の氾濫解析結果を図 7-42 に示す。

2) M-3 案：放水路案

本案はナンディ川本川の 14km 地点付近から放水路整備を行い、洪水を本川河口部とナンディ湾に分流するものである。放水路案の配置案と放水路整備後の氾濫解析結果を図 7-43 に示す。

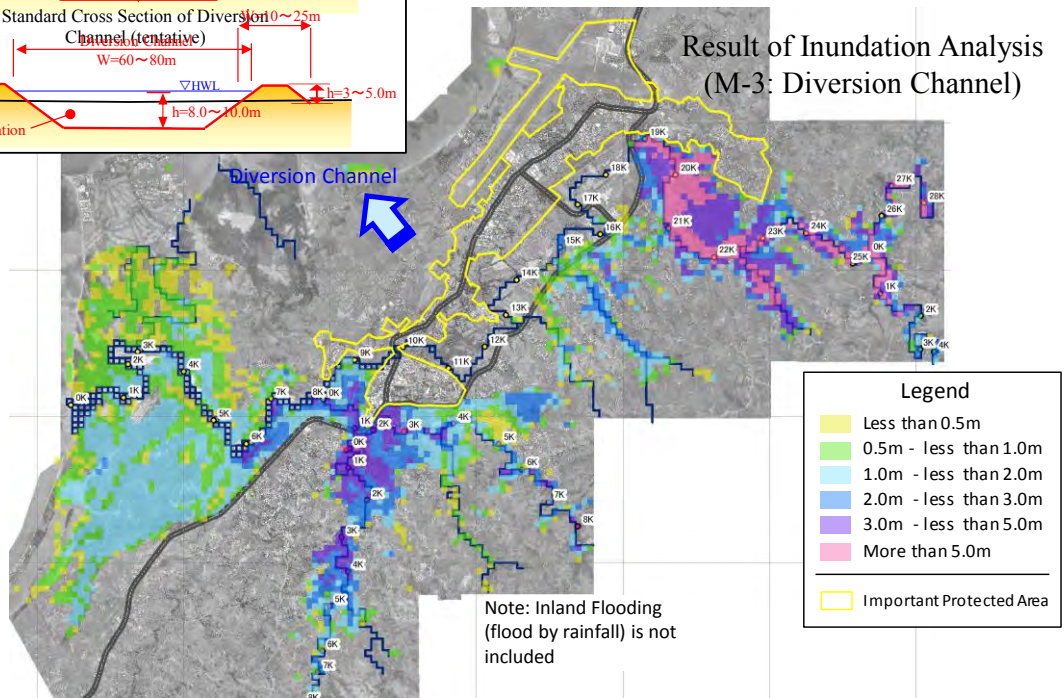
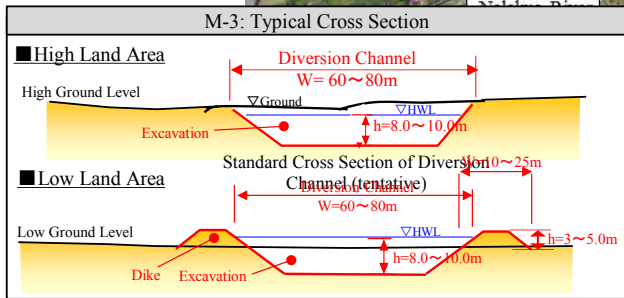
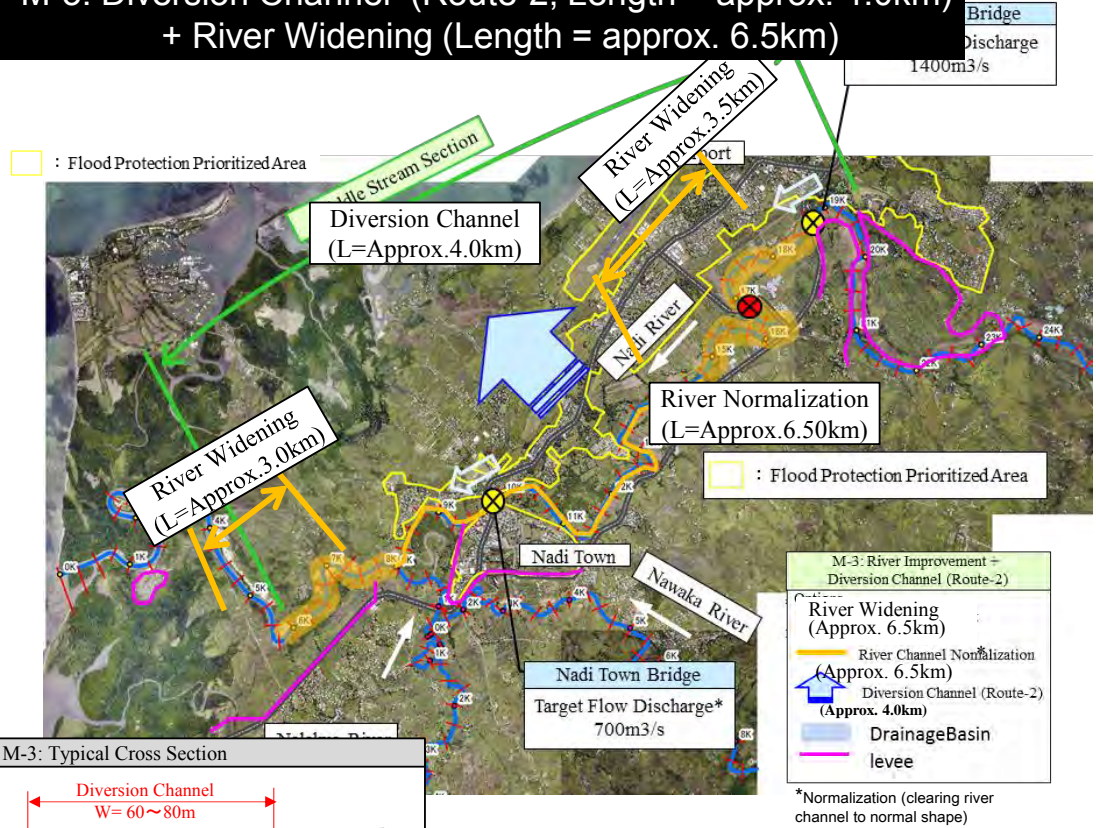
M-1: River Widening (Length = approx. 13.0km)



Source: 調査団作成

図 7-42 中流区間における洪水対策代替案 (河道拡幅案)

**M-3: Diversion Channel (Route-2, Length = approx. 4.0km)
 + River Widening (Length = approx. 6.5km)**



Source: 調査団作成

図 7-43 中流区間における洪水対策代替案 (放水路案)

なお、M-1 案及び M-3 案の両案とも河道拡幅および放水路以外に、上流遊水地 A、B の整備、ナンディ・タウン周囲堤防整備、下流輸中堤整備、支川ショートカット整備が含まれている。その機能と目的は次のとおりである。優先プロジェクトの詳細については、第 13 章にて後述する。

<上流遊水地 A、B>

中流区間の洪水対策が優先プロジェクト事業として整備される際、マスタープランにおいて提案されている上流ダムは整備されておらず、ダムにより調節されるべき洪水流が未調節のまま中流区間に流入し、中流区間において氾濫を引き起こす。そのため、上流遊水地 A,B を整備し、所定の洪水流を調節するものである。

<ナンディ・タウン周囲堤防>

優先プロジェクト時においては重要防御地域を優先的に守るため、下流より先に中流区間の整備を実施するが、マスタープランの整備内容のみで重要防御地域の浸水を防ぐことができない。そのため、優先プロジェクト時において、重要防御地域を守るためにナンディタウン周囲堤防を設置する。

<下流輸中堤>

下流輸中堤は、上記整備後、重要防御エリアにおいて氾濫が防止されるものの、中流区間の河道拡幅などの洪水対策により下流域の浸水深が増加してしまう等の負の影響（以下、ネガティブ・インパクトという）を受けるため、その対策施設として、下流輸中堤を整備する。

<支川ショートカット整備>

優先プロジェクト時には、マスタープランで位置づけられる支川での河道改修や遊水地整備が実施されないため、ナワカ川及びマラクワ川からの洪水流がナンディ川本川との合流点付近に滞留するとともに、ナンディタウン周囲堤防建設の影響により、支川流域においてネガティブ・インパクトが発生する。そのため、ネガティブ・インパクトを軽減するために支川の一部、ショートカット整備が必要となる。

(2) 中流区間における洪水対策代替案の比較検討

1) 洪水対策代替案の比較検討

河道拡幅案(M-1 案)、放水路案(M-3 案)について、既存公共インフラ施設への影響、治水効果、施工期間、維持管理、社会面への影響（用地買収面積、住民移転）、環境面への影響（海岸への影響）、経済性の観点から比較検討を行った。比較検討結果を以下及び表 7-27～表 7-29 に整理する。代替案はこれらの比較検討結果及び住民意見を踏まえ、フィジー国側の JCC (Joint Coordination Committee) を通じて最終選定する。

a) 既存公共インフラ施設への影響

河道拡幅案(M-1 案)においては 2 橋梁 (Nadi Town 橋、Old Queens Road 橋) の架け替えが必要となるが、放水路案(M-3 案)は 1 橋梁 (Nadi Town 橋、Old Queens Road 橋) の架け替えで済む。一方で、放水路案 (M-3 案)は 2 橋梁の新設が必要となる。

b) 治水効果

治水効果は河道拡幅案(M-1 案)、放水路案(M-3 案)のいずれも同等であり、効果的である。

c) 施工期間

河道拡幅案(M-1 案)は 4～5 年程度の施工期間（乾季施工）が想定されるが、放水路案(M-3 案)は、放水路区間は雨季においても施工が可能となるため、一年程度短い 3～4 年程度と想定される

d) 維持管理

将来の維持管理については、河道拡幅案(M-1 案)、放水路案(M-3 案)のいずれも同様に河道の維持浚渫や護岸等河川構造物の維持管理が必要である。ただし、放水路案(M-3 案)については、放水路区間の維持管理も必要である。

e) 社会面への影響（用地買収面積、住民移転）

河道拡幅案(M-1 案)の用地買収面積は、合計 118ha で、うち Native Land : 79ha、Free Hold Land : 39ha である。放水路案(M-3 案)の用地買収面積は、合計 122ha で、うち Native Land : 60ha、Free Hold Land : 62ha である。ただし、用地買収面積は本比較検討時点での概算であり、F/S 調査時点において見直される。

河道拡幅案(M-1 案)の住民移転家屋数は 28 戸で、放水路案(M-3 案)は 40 戸である。ただし、住民移転家屋数は本比較検討時点での概算であり、F/S 調査時点において見直される。

f) 環境面への影響（海岸への影響）

環境面への影響としては、影響の度合いの大きい海岸地形への影響についての比較検討を、海浜変形解析を通じて行った。海岸への影響検討結果は表 7-29 に示す。

河道拡幅案(M-1 案)の場合、10 年後、ナンディ川河口部(表 7-29 の C1 地区)はナンディ川からの土砂流出により海岸線が前出しされるが、河道拡幅を行った場合と行わない場合(現況)との間において、その形状の差異は殆どない。ナンディ湾(表 7-29 の C2 地区)もわずかに前出しされるが、河道拡幅を行った場合と行わない場合との間において、その形状の差異はない。デナラウ地区の西岸(表 7-29 の C3 地区)と北岸(表 7-29 の C4 地区)は潮流及び波浪等により浸食傾向にあり 10 年後も浸食が進む。ただし、河道拡幅を行った場合と行わない場合との間において、その差異は殆どない。以上より、河道拡幅案(M-1 案)の場合、河道拡幅を行った場合と行わない場合(現況)において将来の海岸地形の差異は殆どなく、海岸地形へのインパクトは比較的小さいと判断される。なお、海浜変形解析の詳細は「第 9 章 海岸」に示す。

放水路案(M-3 案)の場合、10 年後、ナンディ川河口部(表 7-29 の C1 地区)はナンディ川からの土砂流出により海岸線が前出しされるが、放水路整備を行った場合と行わない場合(現況)との間において、その差異が顕著に現われる。放水路整備後はナンディ川からの土砂流出量が減少するため、前出しの程度が小さくなる。海岸地形の差異は、放水路吐口となるナンディ湾(表 7-29 の C2 地区)においても顕著に現われ、放水路整備後は海岸線がより一層前出しされる。デナラウ地区の西岸(表 7-29 の C3 地区)と北岸(表 7-29 の C4 地区)については、潮流及び波浪等による浸食傾向にあるため、10 年後も浸食が進む。また、放水路整備を行った場合と行わない場合との間において、その差異は殆どない。この傾向は河道拡

幅案(M-1 案)の場合と同様である。以上より、放水路案(M-3 案)の場合は、放水路整備を行った場合と行わない場合(現況)において、将来の海岸地形の差異が大きく、放水路整備により土砂流出量が減少するナンディ川河口部(表 7-29 の C1 地区)と、放水路吐口となるナンディ湾(表 7-29 の C2 地区)において、その差異が顕著に現われる。なお、海浜変形解析の詳細は「第 9 章 海岸」に示す。

なお、デナラウ地区の西岸(表 7-29 の C3 地区)と北岸(表 7-29 の C4 地区)は潮流及び波浪等により浸食傾向にあり 10 年後も浸食が進む。この傾向は、洪水対策(河道拡幅及び放水路)を実施する・しないにかかわらず続くものであると考えられる。

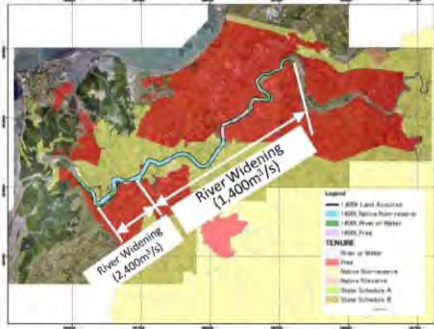
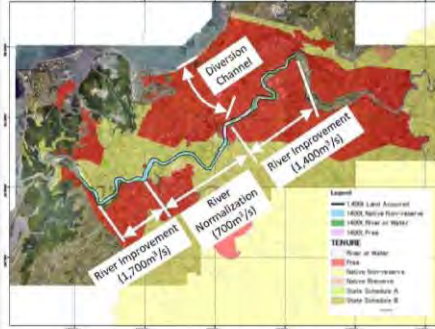
g) 経済性

経済性は河道拡幅案(M-1 案)、放水路案(M-3 案)において、ほぼ同等である。

表 7-27 中流区間における河道拡幅案(M-1 案)と放水路案(M-3 案)の比較検討 (1/3)

Aspect		M-1 (River Widening)	M-3 (Diversion)
Main Items		<ul style="list-style-type: none"> ✓ River Channel Widening (L=Approx.13km) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diversion Channel (Route-2) (L=Approx.4km) ✓ River Channel Widening(L=Approx.6.5km) ✓ River Channel Normalization (L=Approx.6.5km)
Affect to Existing Public Facilities		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rebuilding of bridge(2): <ul style="list-style-type: none"> • Nadi Town Bridge (Namotomoto) (L=Approx.140m) • Old Queens Road Bridge (L=Approx.140m) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rebuilding of bridge(1): <ul style="list-style-type: none"> • Old Queens Road Bridge (L=Approx.140m) ✓ New Construction of bridge(2) over diversion: <ul style="list-style-type: none"> • Queens Road (L=Approx.80m) • Bypass Road (under construction) (L=Approx.80m)
Flood Control safety degree (Effectiveness)	Reduced Inundated Area in Important Protected Area by Priority Project	Good	Good
		A=330ha→0ha	A=330ha→0ha
	Reduced Inundated Area in a whole river basin by Priority Project	Good	Good
		5,129ha→3,158ha (-38%)	5,129ha→3,006ha (-41%)
Construction Period		4-5years	3-4 years
Sustainability (O&M in the future)		Medium	Medium
		(Necessity of Maintenance Dredging for Nadi River)	(Necessity of Maintenance Dredging for Nadi River and Diversion)

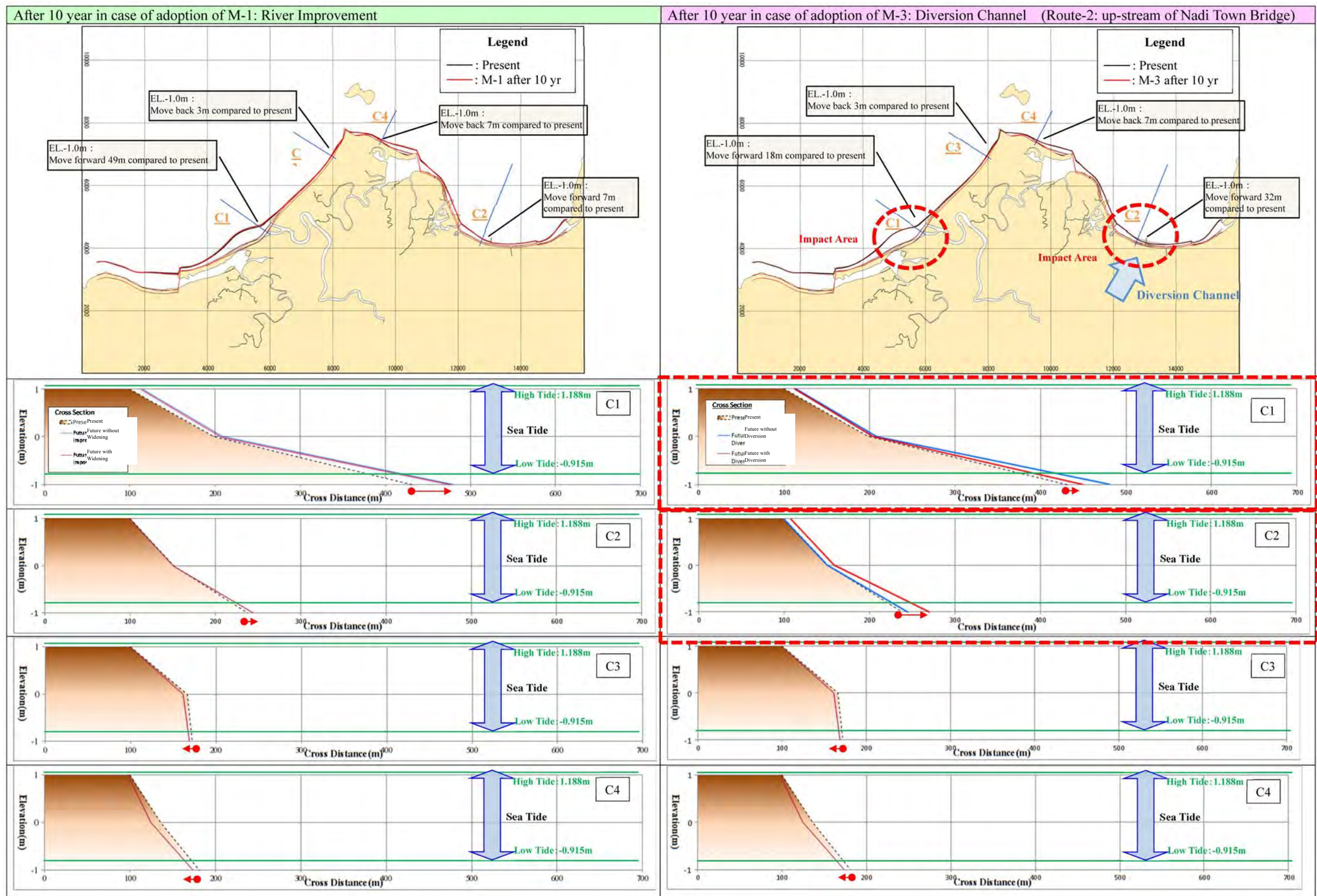
表 7-28 中流区間における河道拡幅案(M-1 案)と放水路案(M-3 案)の比較検討 (2/3)

Aspect		M-1 (River Improvement)	M-3 (Diversion)
Social Impact	Land Acquisition	Native Land : 79ha Free Hold Land: 39ha Total : 118ha  Landholding Map in the Project area (Land Data Source: TLTB, 2014)	Native Land : 60ha Free Hold Land: 62ha Total : 122ha  Landholding Map in the Project area (Land Data Source: TLTB, 2014)
	Number of House Relocations	28 houses	40 houses
Environmental Impact (Shoreline)		Although influence of river widening is considered, it is assumed that shoreline at Nadi river mouth will not be changed so much from current profile.	Outflow discharge with sediment from diversion channel and Nadi river will be effected to future shoreline after large flood occurrences. The numerical analysis will be conducted and the result will be expressed in next stage.
Cost Ratio (Based on rough cost estimate)		1.00	0.98 (in case that cost of M-1 is 1.00)
Comprehensive Evaluation ○: Acceptable △: Acceptable with conditions			
Reasons for Selection and Non Selection			

3

※本表に示す用地取得面積や移転家屋数は代替案比較検討時の概算推定値であり、FS 調査における詳細検討時において再度詳細に精査される。

表 7-29 中流区間における河道拡幅案(M-1 案)と放水路案(M-3 案)の比較検討(海岸へのインパクト) (3/3)



2) 住民意見及びステークホルダー意見の整理

地域住民及び地域のステークホルダーに対しては、2015年6月17日にナンディ町にてパブリックコンサルテーションを開催し、意見を収集した。政府関係機関については、2015年6月9日～29日にかけて各省庁に対し補足説明を行い、意見を収集した。

政府関係機関からの意見収集結果を図7-44、表7-30に示す。地域住民及び地域のステークホルダーの意見は本編に示す。

Opinions from 17 Authorities

1. Permanent Secretary for Foreign Affairs and International Co-operation
2. Permanent Secretary for Agriculture
3. Permanent Secretary for Fisheries and Forests
4. Permanent Secretary for Works, Transport and Public Utilities
5. Permanent Secretary for Local Government, Urban Development, Housing and Environment
6. Permanent Secretary for Lands and Mineral Resources
7. Permanent Secretary for Rural and Maritime Safety and Natural Disaster Management
8. Permanent Secretary for Finance
9. Permanent Secretary for Strategic Planning, National Development and Statistics
10. Permanent Secretary for iTaukei Affairs
11. Commissioner Western Office
12. General Manager, iTaukei Land Trust Board (TLTB)
13. Chief Executive Officer, Water Authority of Fiji (WAF)
14. Director, Fiji Meteorological Services (FMS)
15. Chief Executive Officer, Fiji Road Authority
16. Special Administrator Nadi Town Council
17. Nadi Chamber of Commerce

Summary of Major Concerns

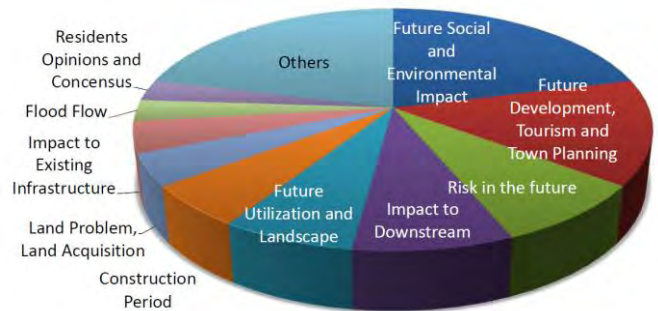


図 7-44 政府関係機関からの意見収集

表 7-30 政府関係機関からの意見の整理

Aspect	M-1 (River Widening)	M-3 (Diversion)
Positive opinion	<p><u><Social and Environmental Impact></u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● The social and environmental impact is less than the Diversion. ● Only Moala Village will be impacted with the river widening project. To lessen this impact on Moala Village, retaining wall (actually ring dike) will be built. ● Number of House Relocations is less. ● All projects will be approved after consideration has been made on the social and environmental impacts. (Government Policy for all capital projects) ● River widening is more natural than the Diversion. <p><u><Development, Tourism and Town Planning></u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● It will create new values to river bank properties and promote new developments, residential & commercial ● It will open up opportunities to create new tourism, recreational and beautification concepts to Nadi Town & communities ● It will enhance Nadi Town's visions of creating a "New City" with the 	<p><u><Flood Flows></u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Flood is diverted fast to sea before flowing into central area of Nadi Town without much interruption. <p><u><Nature restoration></u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● If the old river channel route that is dried up near McDonald's is used, it will return back to its past natural situation. <p><u><Construction Period></u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Diversion Channel construction period shorter than river widening.

	<p>new river and bridge as its development features.</p> <p><u><Residents Opinion, Consensus></u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● River Widening seems to be easy to be accepted by the people along the river because they are damaged by flood many times. ● It keeps the general population demographics in existing communities. <p><u><Flood Flows></u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● It will ease current erratic flow of river <p><u><Construction, Disposal></u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● The fill material gained from the river excavations can be used to enhance current low ground in villages & communities to be utilized as farmland or new development. 	
<p>Negative opinion and Concerned Issues</p>	<p><u><Impact to Down Stream, Measures in Downstream></u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Widening does not reach up to the sea. Therefore, there is risk that flood will accumulate at the end point of widening, near Moala Village and spread around town, in particular to Moala Village and surrounding flat lands. ● Current river mouth is narrow 	<p><u><Social and Environmental Impact></u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● With the diversion project, new route/channel has to be created which will have greater social and environmental impacts. ● 40houses will be relocated and other problems like traffic congestion will occur due to the construction of the new diversion channel in the area. ● Seacoast line will be changed at Nadi Bay and River mouth. In addition, potential for development utilization will be drastically changed at Nadi Bay. <p><u><Risk in the future></u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● If an overflow occurs over the diversion channel from a flood greater than its capacity, this will cause more disaster. In addition, there is a possibility that the airport will be inundated. ● There is a risk for children to drown when flood flows in diversion channel suddenly like flash flood. <p><u><Development, Tourism and Town Planning></u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● The construction of new diversion channel will have an effect on the current hotel developments in the area. ● Value of assets near Diversion will be decreased. ● Extensive negotiation with current developments will be required.

		<p><u><Utilization and Landscape></u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Nadi Bay is good public beach and sea water is clean because mud rarely flows into the bay. ● The discharge of flood water & debris into Wailoaloa will further damage the ecosystems and the name Wailoaloa (Black Water) will be a negative reality, as visitors fly into Nadi and view this reverse of nature. From natural blue water to black. ● Diversion channel is artificial and create a “major” scar in the natural landscape. ● As the channel will be empty most of the time, high risk of its use as a dumping ground for garbage. ● The whole of the Wailoaloa Bay Tourism activity and potentials to be as dynamic as Denarau will be affected. <p><u><Environment></u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● As Salt water will enter from the sea side exit point, this water will permeate into the soils and change/harm the groundwater dynamics, flora and fauna. <p><u><Construction></u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● New bridges will need to be built at a high cost.
--	--	--

3) 洪水対策代替案の最終選定

洪水対策代替案は、2015年6月30日にスバ市にて開催された3rdJCC (Joint Coordination Committee)において、住民意見及び政府関係機関意見を踏まえ最終選定した。JCCメンバーの推奨案は表 7-31に示すとおりで、最終案として河道拡幅案が選定された。

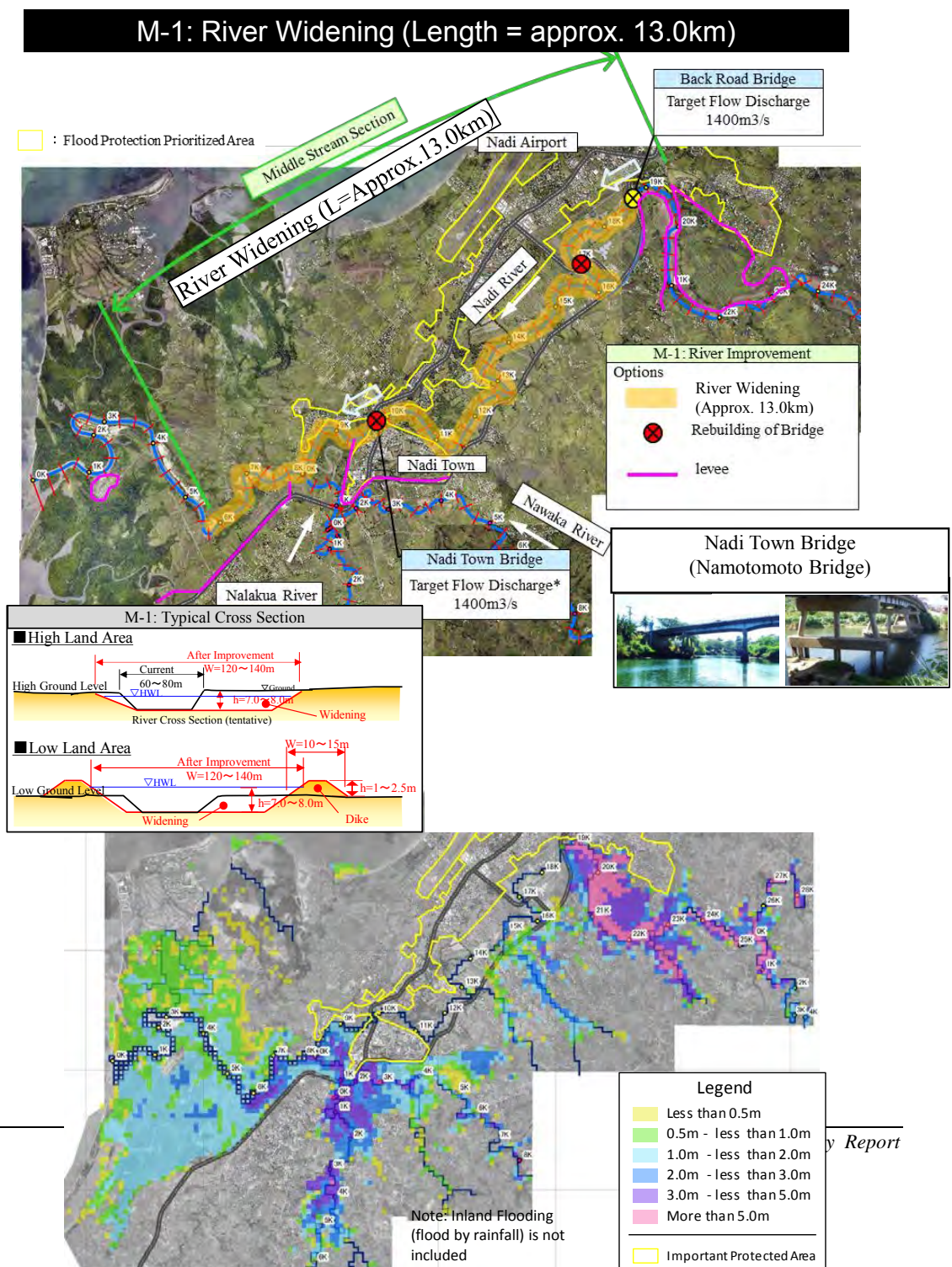
表 7-31 政府関係機関の推奨案

	JCC Member	Support
1	Permanent Secretary for Foreign Affairs and International Co-operation	M-1: Widening
2	Permanent Secretary for Agriculture	M-1: Widening
3	Permanent Secretary for Fisheries and Forests	-
4	Permanent Secretary for Works, Transport and Public Utilities	M-1: Widening
5	Permanent Secretary of Local Government, Urban Development, Housing and Environment	M-1: Widening
6	Permanent Secretary of Lands and Mineral Resources	M-1: Widening
7	Permanent Secretary of Rural and Maritime Safety and Natural Disaster Management	M-1: Widening
8	The Commissioner Western Office	M-1: Widening
9	Permanent Secretary of Finance	M-1: Widening

10	Permanent Secretary Strategic Planning, National Development and Statistics	
11	Permanent Secretary for iTaukei Affairs	-
12	The General Manager iTaukei Land Trust Board (TLTB)	Neutral
13	The Chief Executive Officer, Water Authority of Fiji (WAF)	M-1: Widening
14	The Director, Fiji Meteorological Services (FMS)	-
15	The Chief Executive Officer, Fiji Road Authority	Neutral
16	The Special Administrator Nadi Town Council	M-1: Widening
17	The Nadi Chamber of Commerce	M-1: Widening

(3) 中流区間における洪水対策の最終選定

3rdJCC (Joint Coordination Committee) において最終選定された中流河道拡幅案の配置図を図 7-46 に示す。



7.10 マスタープランにおける洪水対策及び計画流量配分

7.1.1 マスタープランにおける洪水対策

中流区間の洪水対策が河道拡幅案(M-1 案)として最終選定されたことから、マスタープランにおける最適組合せ案は次のとおりとなる。

✓ 組合せ①案：C-1 案：下流計画遊水地+河道拡幅(M-3 案)+ダム(NAD-3)+上流計画遊水地案

図 7-47、表 7-32 にマスタープランにおける主要洪水対策を示す。

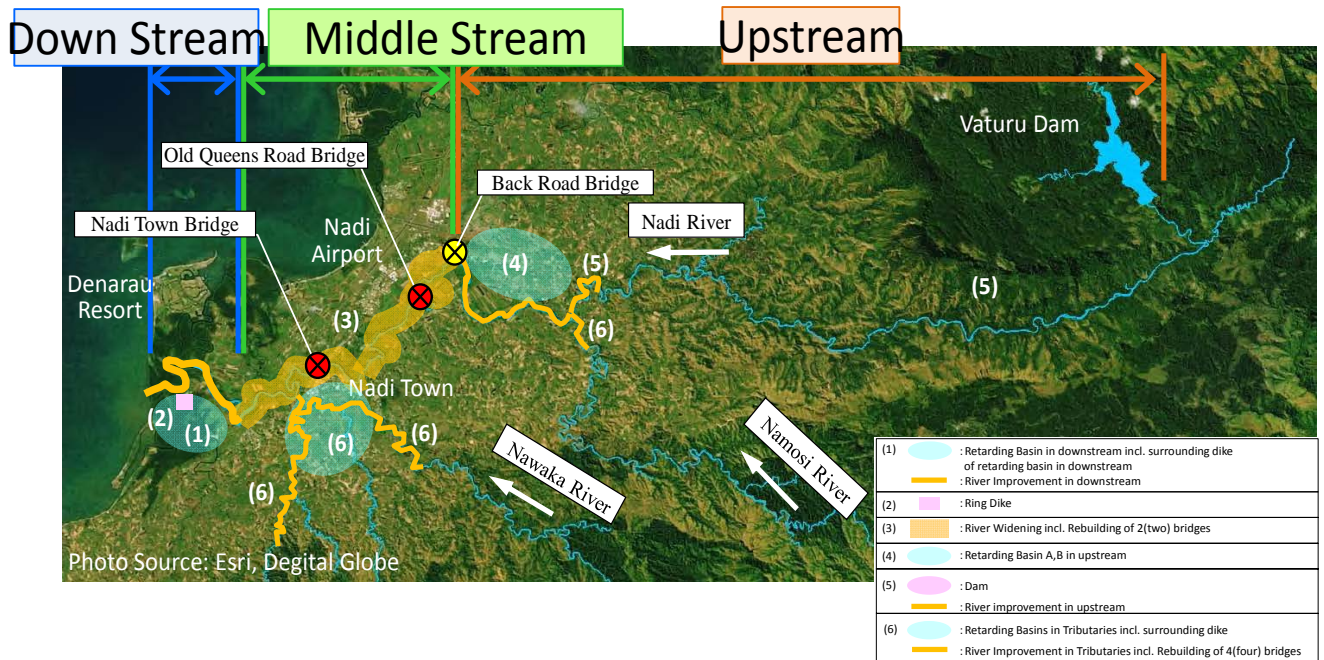


図 7-47 主要洪水対策 (マスタープラン)

表 7-32 主要洪水対策 (マスタープラン)

	河川、区間		主要コンポーネント	実施数量	備考
構造物対策	1. ナンディ川	下流区間	(1) 下流遊水地整備	A=725 ha V=9,715 千m ³	—
			(2) 輪中堤整備	L=1.8 km	—
		中流区間	(3) 河道拡幅	L=13 km	橋梁2橋の架け替えを含む
			(4) 上流遊水地A整備	A=35 ha V=795 千m ³	
		(4) 上流遊水地B整備	A=178 ha V=6,920 千m ³	—	
	上流区間	(5) 河道改修及びダム整備	1	—	
2. 支川	ナワカ川 マラクワ川 ナモシ川	(6) 河道改修 遊水地整備(13箇所)	L=21 km A=340 ha V=11,600 千m ³	支川における橋梁4橋の架け替えを含む	

7.1.2 マスタープランにおける計画流量配分

組合せ①案による計画流量配分図を図 7-48 に示す。

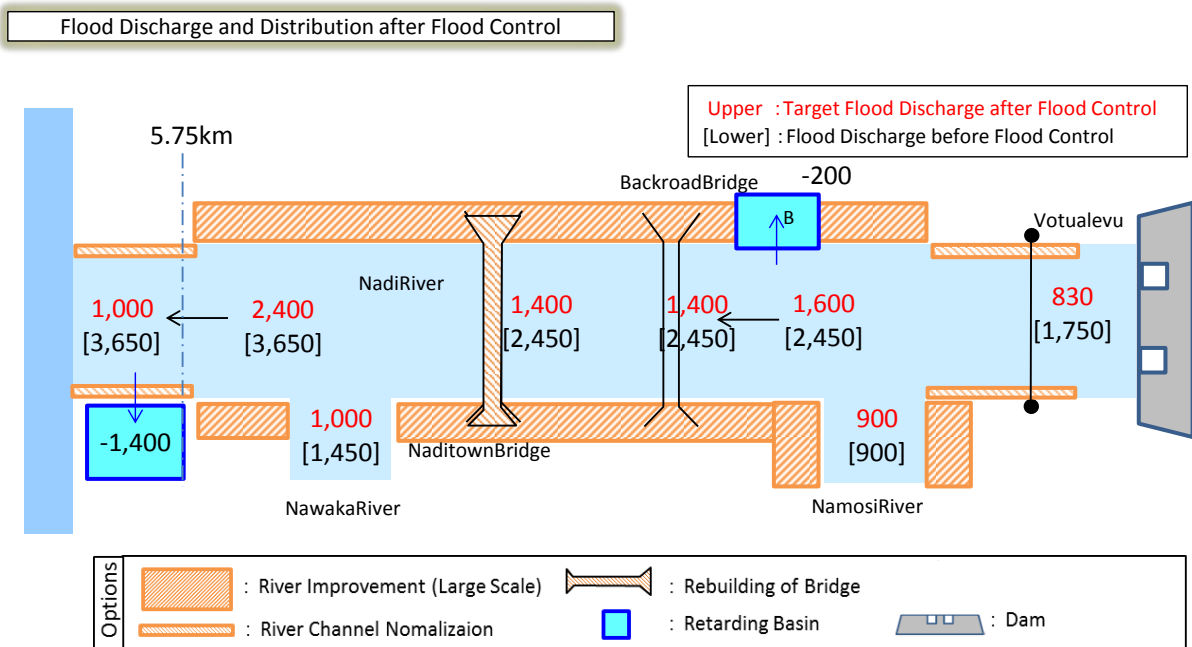


図 7-48 計画流量配分図 (マスタープラン)