

### 3. 洪水氾濫解析用ソルバー Nays2DFloodの開発（担当：川村里実）

#### (1) ソルバーの開発および普及活動

今年度の5月25日のiRIC 2.0の発表とともにNays2DFloodを正式にリリースした。Nays2DFloodは一般曲線座標で境界適合座標を用いた非定常平面2次元流計算による氾濫流解析用ソルバーである。本解析ソルバーは北海道大学の清水康行によって開発されたNays2Dソルバー内の平面2次元流計算を氾濫流解析に適用したものである。河道データを用いずに地形データだけを反映させる簡便な氾濫解析ソルバーではあるが、上流端および左右側方の任意の複数の箇所からの非定常流量の流入条件を容易に設定できるため、原始河川や発展途上国における氾濫形態の解明などにも適用されている。特に本年度は、河道の詳細なデータが存在しない中小河川流域における本氾濫流解析の適用性を検討するとともに、中小河川流域を対象とした本ソルバーの操作マニュアルの作成を行った。

#### (2) 中小河川流域への適用

近年、直轄河川では整備が進むとともに治水安全度が向上する一方で、中小河川においては未整備の河川も多く、相対的に中小河川の氾濫の危険性は増大しつつある。ゲリラ豪雨と呼ばれる集中豪雨が頻発すると言われており、元来流下能力の小さい中小河川およびその流域における危険性は更に高まるものと考えられる。また、本年度の9月に岩見沢市で発生した利根別川の支川の氾濫に見られるように、流域規模が小さいほど降雨から非常に短時間で氾濫が生じるため、住宅地を流れる中小河川の氾濫特性を把握しておくことが防災上必要であると考えられる。北海道内においては、国土交通省が管理する直轄河川と北海道が管理する二級河川のうち水位周知河川についてはそれぞれ水防法に基づいた氾濫浸水想定区域図が示されているものの、その他の膨大な数の中小河川においては氾濫の危険性に対する検討はほとんど行われていないのが現状である。これらの中小河川では、河道内の測量が行われていないため、河道データが存在しない。また、水位等の観測設備も設置されておらず、河道内の詳細なデータはほとんど期待できない。そこで本研究では、簡便な氾濫解析手法であるという本ソルバーの特徴を生かして、中小河川流域における本ソルバーを用いた氾濫解析を行った。

具体的には、石狩川流域の市町村を対象として、滝川市他6市町村の中小河川を対象としてNays2DFloodによる氾濫解析の検討を試みた。外力に関しては、H22年8月に忠別ダム上流で発生した洪水時の雨量データも使い、氾濫解析の対象とする流域が非常に小さいことから合成合理式を用いた簡便な手法で流出量を算出したものを用いた。また、地盤データは国土地理院より公開されている数値情報を用いた。今回対象とした区域においては、国土交通省によるレーザープロファイラ測量成果を反映したものが公開されており、これを本解析に用いた。本研究における中小河川の解析結果は各市町村の防災担当者に配布し、その有効性について今後各市町村の防災担当者等からの意見を参考に検討を進めていく予定である。解析例として、滝川市を対象としたものを図-3.1に示す。

市町村防災担当者用

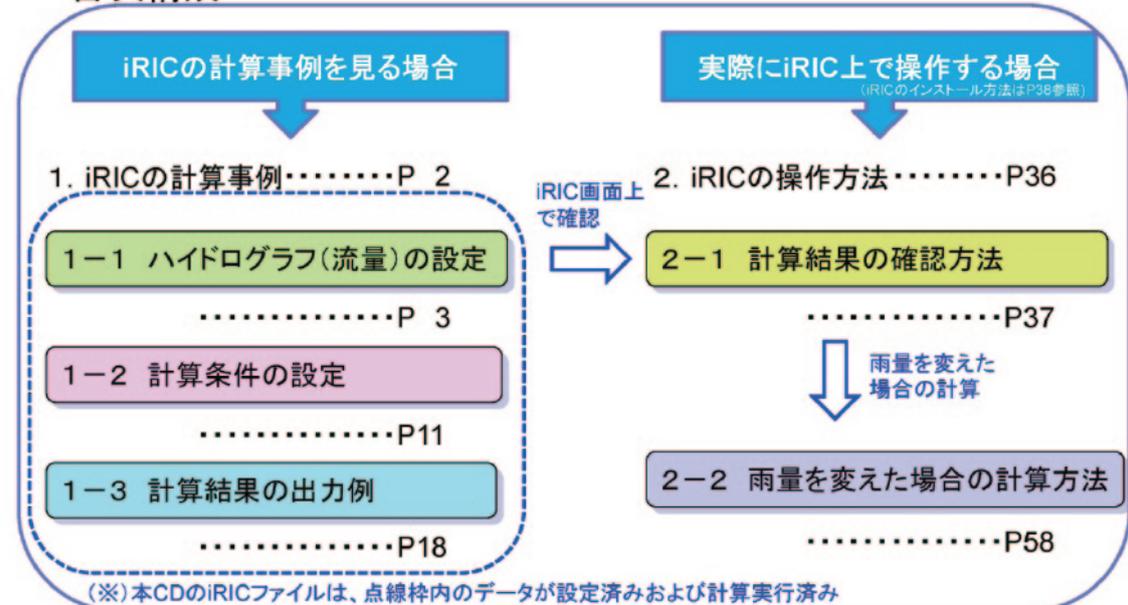
## 市町村氾濫シミュレーション 操作解説書(素案) VER 滝川市

本作業及び計算には、(財)北海道河川財団から無償で提供されている  
iRIC(international River Interface Cooperative)ソフトウェアを使用しています。

-----iRICソフトウェア利用規約より引用(<http://i-ric.org/ja/privacy>)-----  
第7条(引用)

利用者は、本ソフトウェアを利用した成果を用いて論文、報告書、記事等の出版物を作成する  
場合は、本ソフトウェアを使用したことを適切な位置に示してください。

### 目次構成



Nays2DFloodのマニュアル、事例集、サンプルデータはCD内の「02\_iRICマニュアル」  
(<http://i-ric.org/ja/downloads>)、また滝川市を事例とした本作業のマニュアル「市町村氾  
濫シミュレーション計算説明書(滝川市)」を参照。

⇒詳細な計算条件の設定方法はこれら資料を御覧ください。

1

図-3.1 Nays2DFlood による中小河川流域への氾濫解析適用例(1)

# 1. iRICの計算事例

2

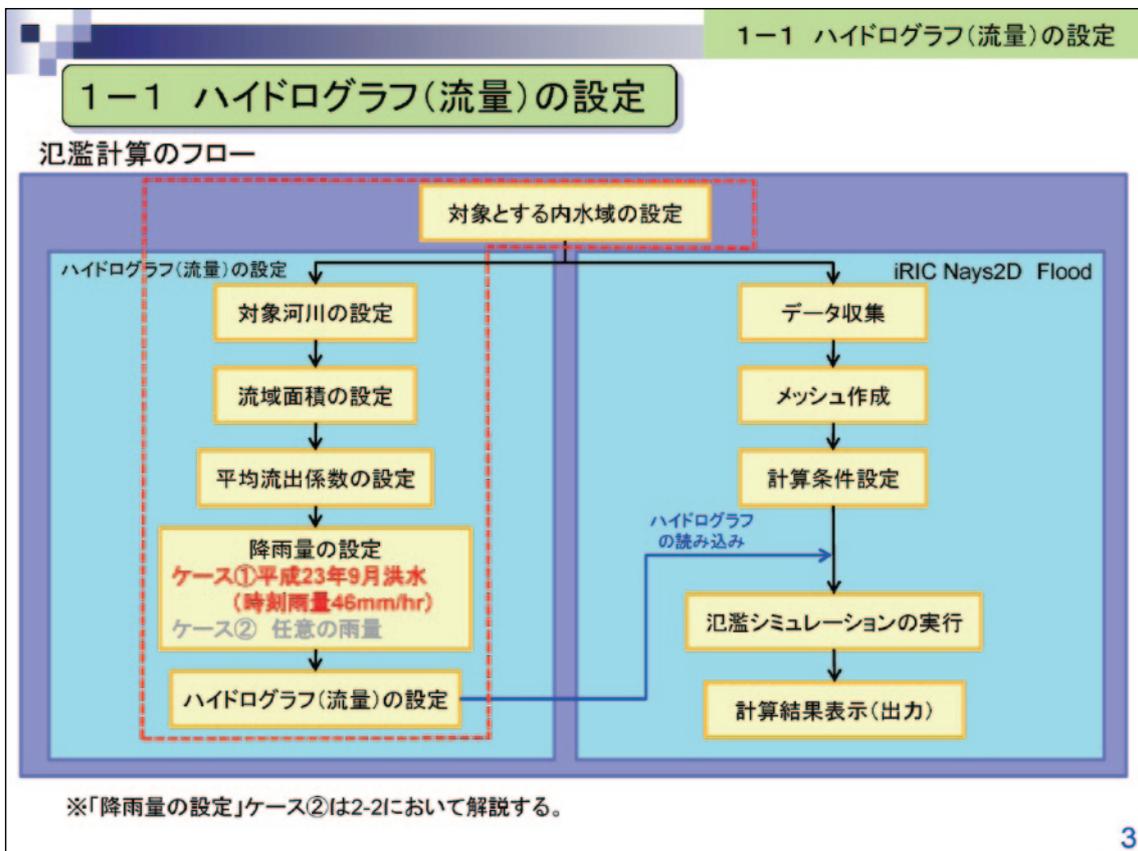
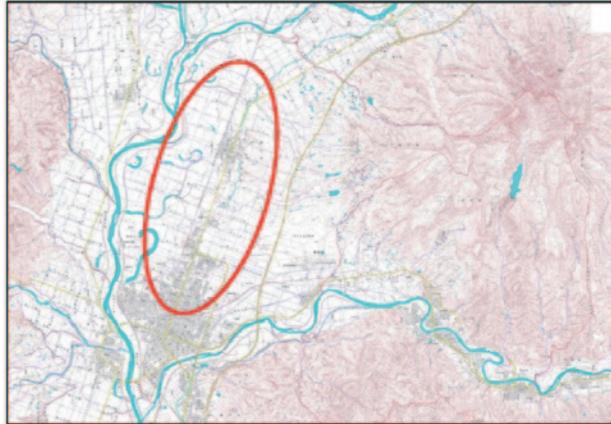


図-3.1 Nays2DFlood による中小河川流域への氾濫解析適用例(2)

## 1) 対象とする内水域の設定

○滝川市の低平地を対象とする内水域と設定する。



4

## 2) 対象河川の設定

○設定した内水域を流れる以下の河川を対象河川とする。

※iRIC (Nays2D Flood)の1モデルの計算で扱える流入河川数の上限は5河川

- ◆江部乙川
- ◆中央川
- ◆熊穴川
- ◆ラウネ川
- ◆深沢川



5

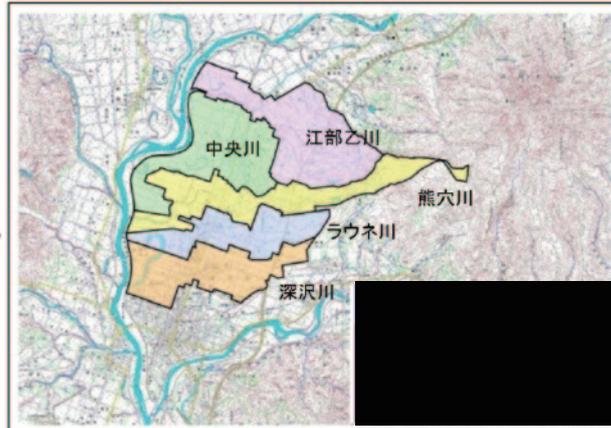
図-3.1 Nays2DFlood による中小河川流域への氾濫解析適用例(3)

### 3) 流域面積Aの設定

○滝川市流域分割図(滝川市提供資料)を用いて流域を設定し、流域面積A※を算出する。  
 ※流域面積A; P9の合成合理式で用いる。



滝川市提供資料(本業務でのみ使用)



### 4) 平均流出係数 fの設定

○流出係数 f※については、以下の通り設定します。

①設定した流域毎に、土地利用毎の面積を計測します。 ※平均流出係数f; P9の合成合理式で用いる。



※土地利用毎の面積は、「国土数値情報 H18土地利用メッシュ(国土政策局HPよりダウンロード)」を用いて、「国土交通省 河川砂防技術基準(案)同解説」に基づき流出係数の標準値が示されている4つの土地利用に分類して計測します。

②土地利用別の流出係数と①で計測した土地利用毎の面積を用い、加重平均により各流域の平均流出係数を算出します。

流出計算用の土地利用の流出係数

流出計算用の土地利用	流出係数
一般市街地	0.8
畑・原野	0.6
水田	0.7
山地	0.7

平均流出係数



※流出係数は、「国土交通省 河川砂防技術基準(案)同解説」に記載の標準値

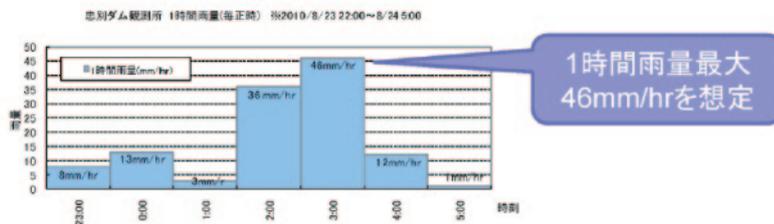
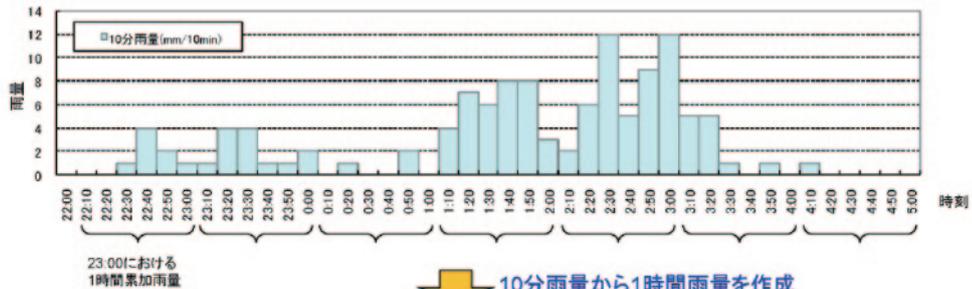
図-3.1 Nays2DFlood による中小河川流域への氾濫解析適用例(4)

### 5) 降雨量 r の設定

○降雨波形は、平成22年8月23日から24日にかけて道内に大きな洪水被害を発生させた降雨として忠別ダム観測所の実績雨量 r\* を用いて作成します。

※実績雨量 r (ここでは時刻雨量) ; P9の合成合理式で用いる。

10分雨量(忠別ダム観測所) ※2010/8/23 22:00~8/24 5:00



### 6) ハイドログラフ(流量)の設定

○降雨から流量への変換は、合理式によるものとし、洪水波形への変換は、合理式と単位図法を組合わせた方法(合成合理式)により行います。

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A$$

Q: 流出量(m<sup>3</sup>/s)  
f: 平均流出係数  
r: 時刻雨量(mm/hr)  
A: 流域面積(km<sup>2</sup>)

○合理式での流量計算では、各流域における洪水到達時間が必要となりますが、ここでは、洪水到達時間T=60(分)として、算定します。

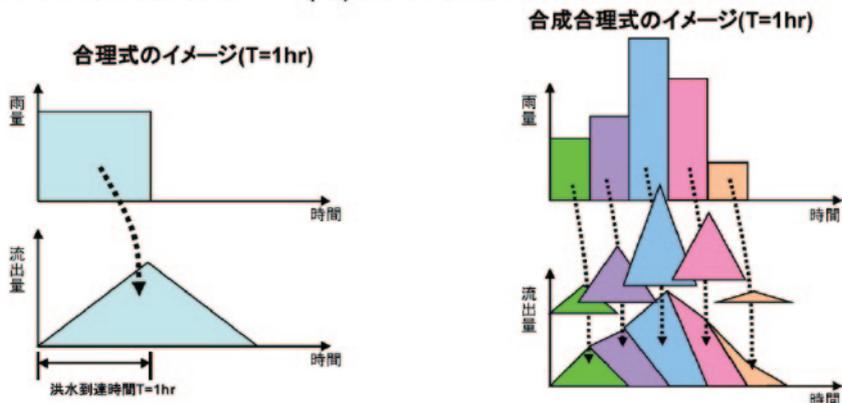


図-3.1 Nays2DFlood による中小河川流域への氾濫解析適用例(5)

○ハイドログラフは、平成22年8月23日から24日にかけて忠別ダム観測所の実績雨量(時刻雨量)から流量を計算し、それを繋いだものを用います。

時刻	雨量(mm/hr)	流出量(m <sup>3</sup> /s)				
		江部乙川 f=0.66 A=17.23km <sup>2</sup>	中央川 f=0.68 A=14.98km <sup>2</sup>	熊穴川 f=0.67 A=14.69km <sup>2</sup>	ラウネ川 f=0.67 A=10.13km <sup>2</sup>	深沢川 f=0.68 A=12.17km <sup>2</sup>
23:00:00	8					
0:00:00	13	25.26	22.63	21.88	15.08	18.38
1:00:00	3	41.05	36.78	35.55	24.51	29.87
2:00:00	36	9.47	8.49	8.20	5.66	6.89
3:00:00	46	113.69	101.84	98.45	67.87	82.73
4:00:00	12	145.26	130.13	125.80	86.73	105.71
5:00:00	1	37.90	33.95	32.82	22.62	27.58
6:00:00		3.16	2.83	2.73	1.89	2.30

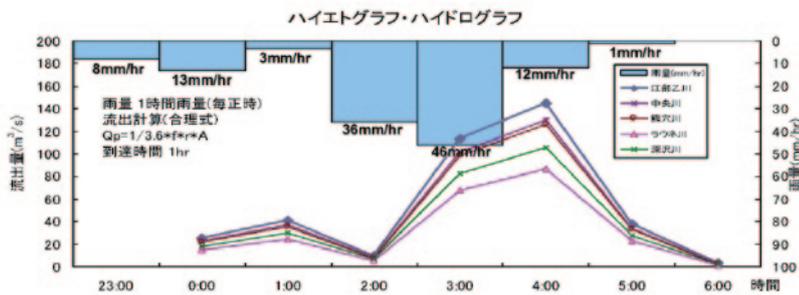
※計算例

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A$$

$$= \frac{1}{3.6} 0.66 \cdot 8 \cdot 17.225$$

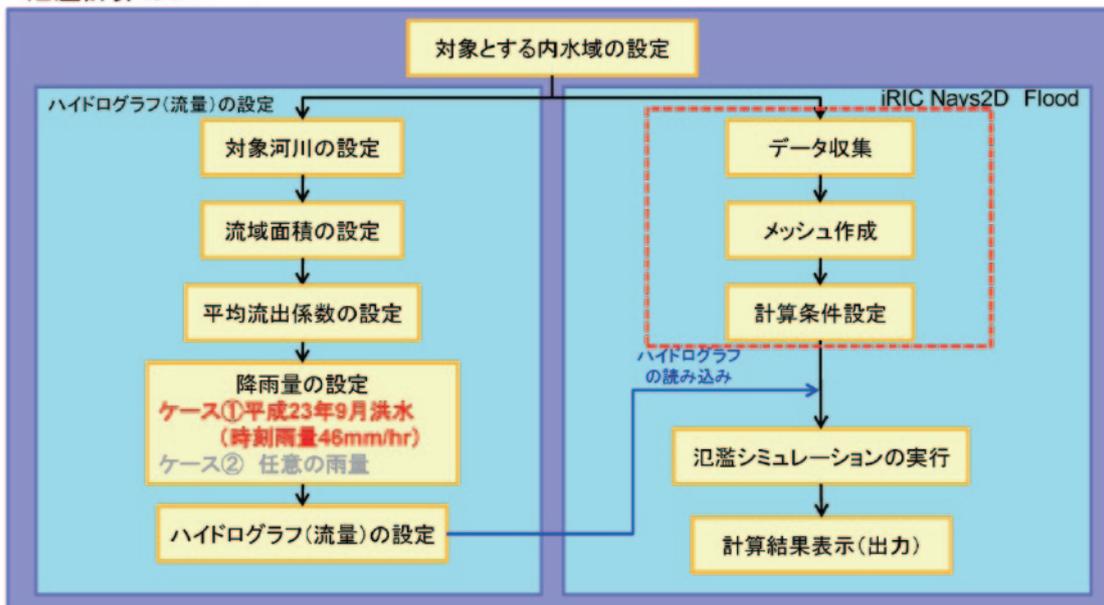
$$= 25.26$$

(左表のAは四捨五入した値を表示)



1-2 計算条件の設定

氾濫計算のフロー



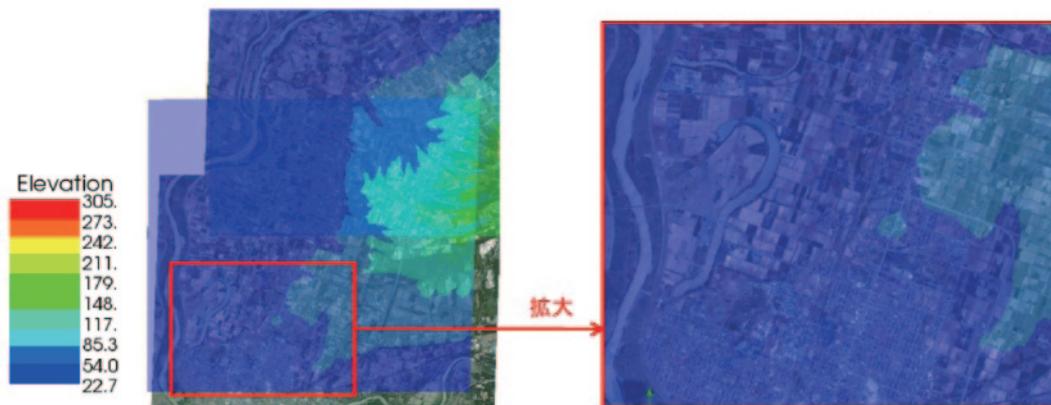
※「降雨量の設定」ケース②は2-2において解説する。

図-3.1 Nays2DFlood による中小河川流域への氾濫解析適用例(6)

## 1) データ収集

氾濫原となる地形(標高)データについては、現在国土地理院HPの「基盤地図情報ダウンロードサイト」にて、10m間隔のメッシュデータを取得します。

⇒基盤地図情報 ダウンロードサービス(<http://fgd.gsi.go.jp/download/>)



※背景画像にはGoogle earth画像を使用。

( ©2012 ZENRIN/ Image© 2012 DigitalGlobe/ Image© 2012 Cnes/Spot Image/ Image©2012 GeoEye )

12

## 2) メッシュ作成

iRIC上で、対象内水域を囲むようにメッシュ(約50m×約50m)を作成する。

## メッシュ作成結果※



※格子は50mメッシュで作成しているが、この図は下図の地図が見えるように200mメッシュで作成している。以降、同図の注釈は省略する。

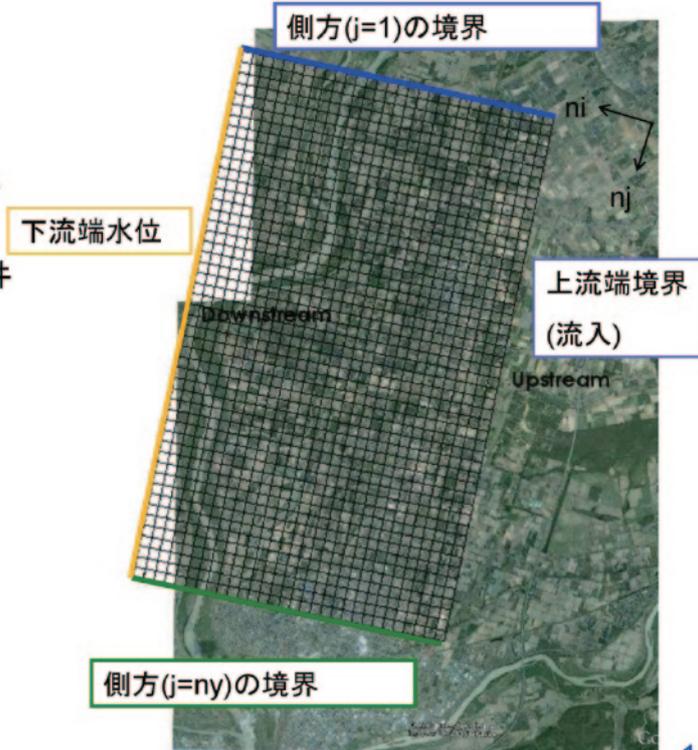
13

図-3.1 Nays2DFlood による中小河川流域への氾濫解析適用例(7)

3) 計算条件の設定

① 流入流出境界設定

- 側方(j=1)の境界条件  
⇒自由流出
- 側方(j=ny)の境界条件  
⇒自由流出
- 下流端水位  
⇒自由流出



② 流入河川数と流入位置の設定

- 上流端の流入河川数 = 5
- 側方(j=1)境界の流入河川数 = 0
- 側方(j=ny)境界の流入河川数 = 0

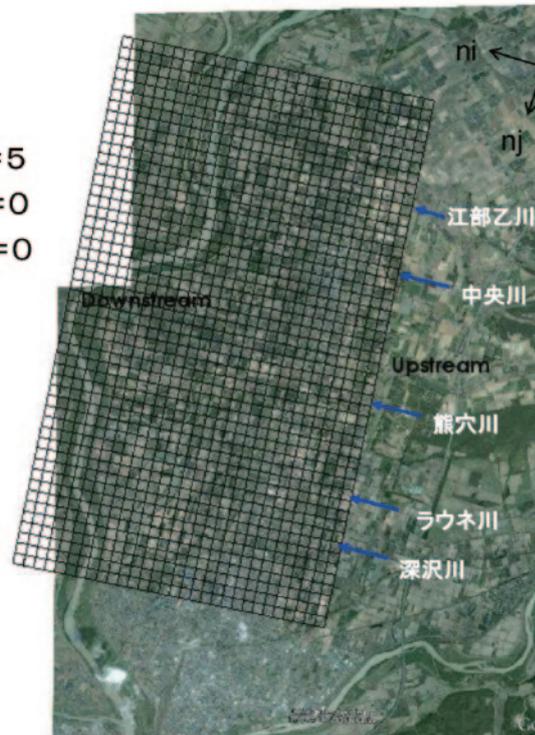
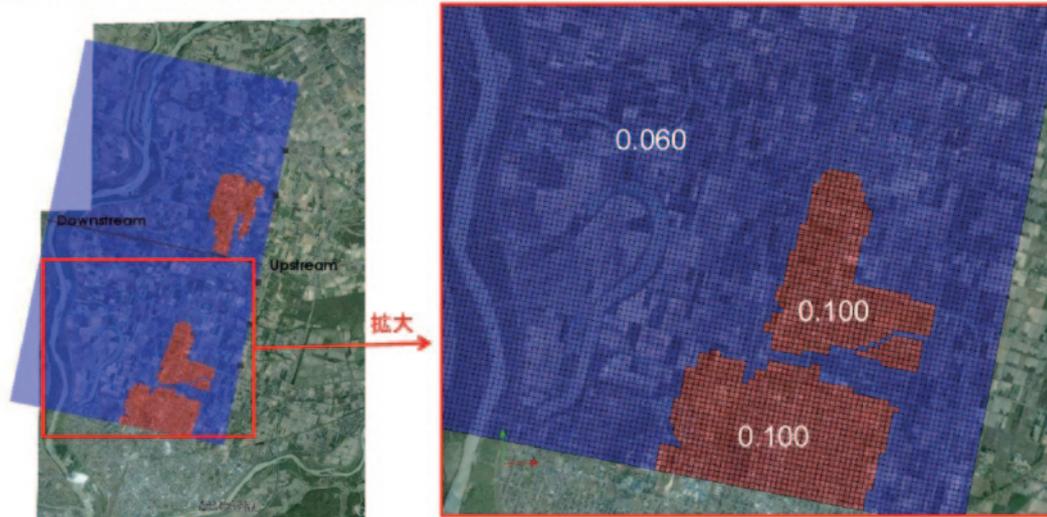


図-3.1 Nays2DFlood による中小河川流域への氾濫解析適用例(8)

## ③粗度係数

粗度係数は、建物なしの場合は0.060、建物ありの場合は0.100とした。広範囲の市街地を建物ありとした。

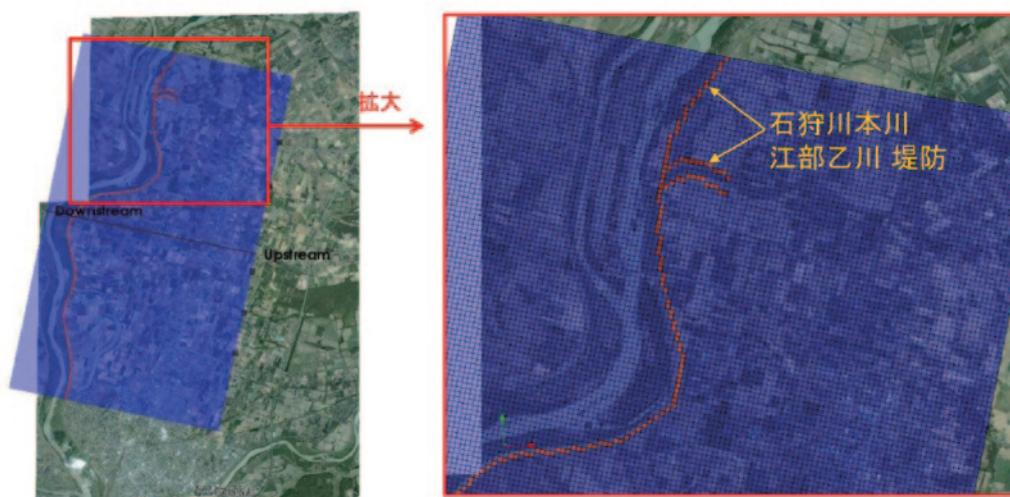
建物なし	建物あり
0.060	0.100



16

## ④障害物セル(水が通らない箇所)

堤防と流量が閉塞された場合を考えて、石狩川へ水が通らない設定とした。

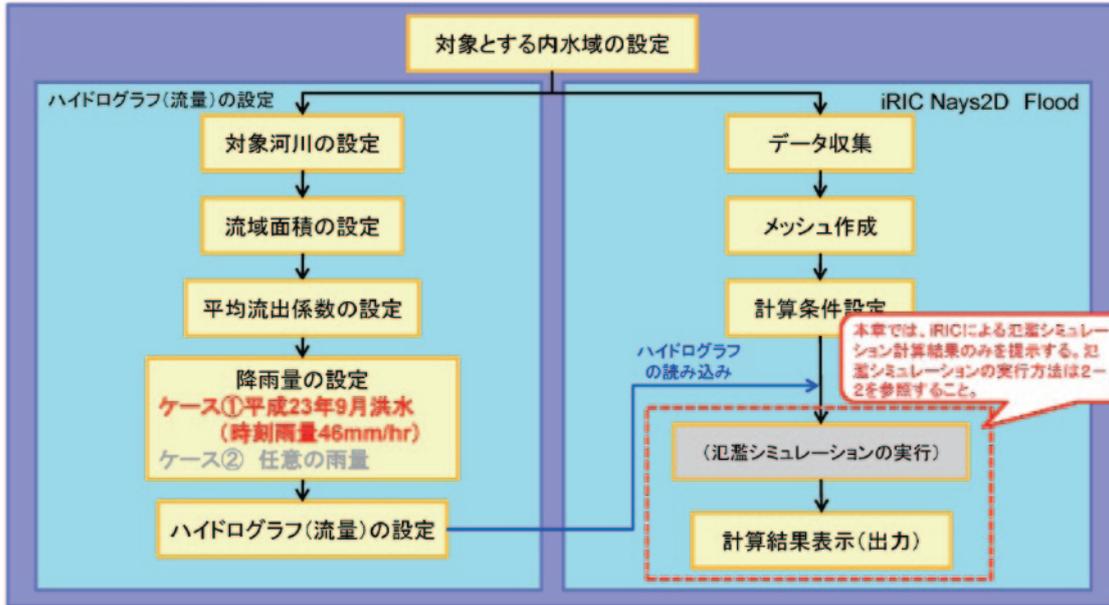


17

図-3.1 Nays2DFlood による中小河川流域への氾濫解析適用例(9)

1-3 計算結果の出力例

氾濫計算のフロー



※出力例は46mm/hrの場合の計算結果であり、出力結果を表示するためにはiRICのインストールが必要です。  
 ※「降雨量の設定」ケース②は2-21において解説する。

○時間雨量46mmの場合の計算条件まとめ

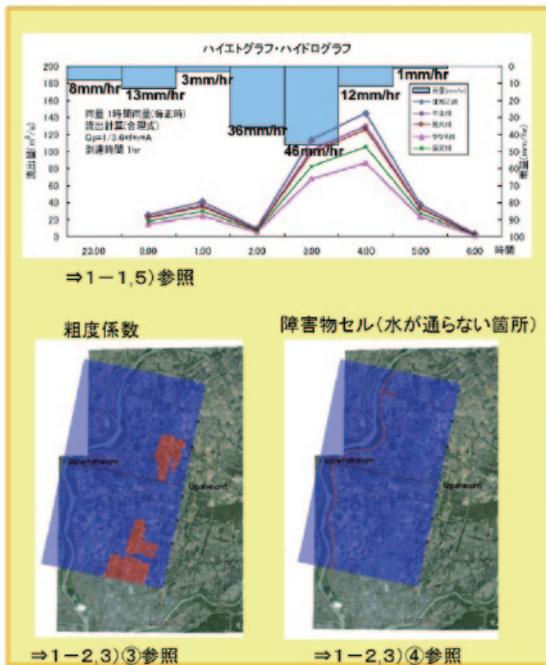
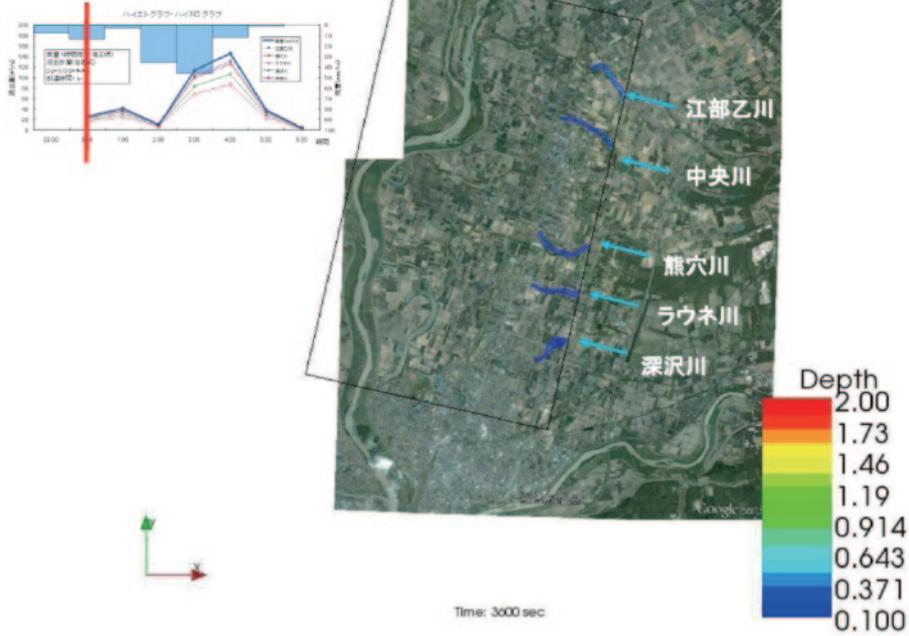


図-3.1 Nays2DFlood による中小河川流域への氾濫解析適用例(10)

① 浸水深、 $t=3600$ 秒 = 1時間



② 浸水深、 $t=7200$ 秒 = 2時間

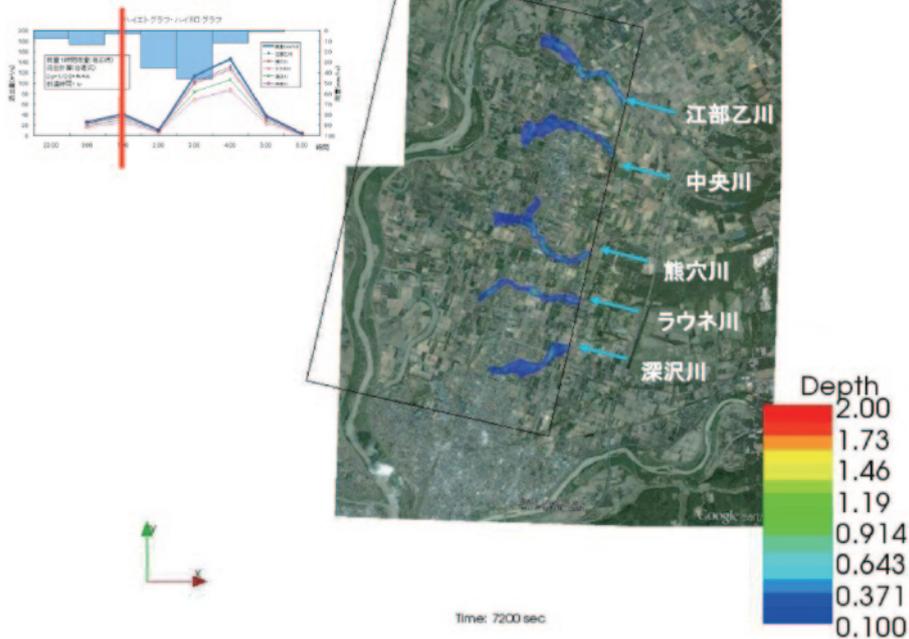
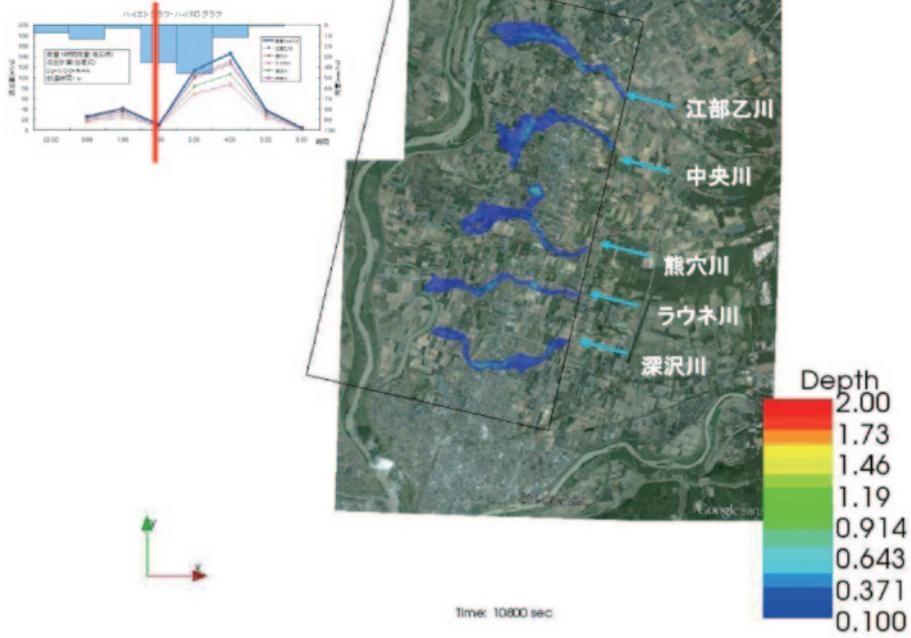


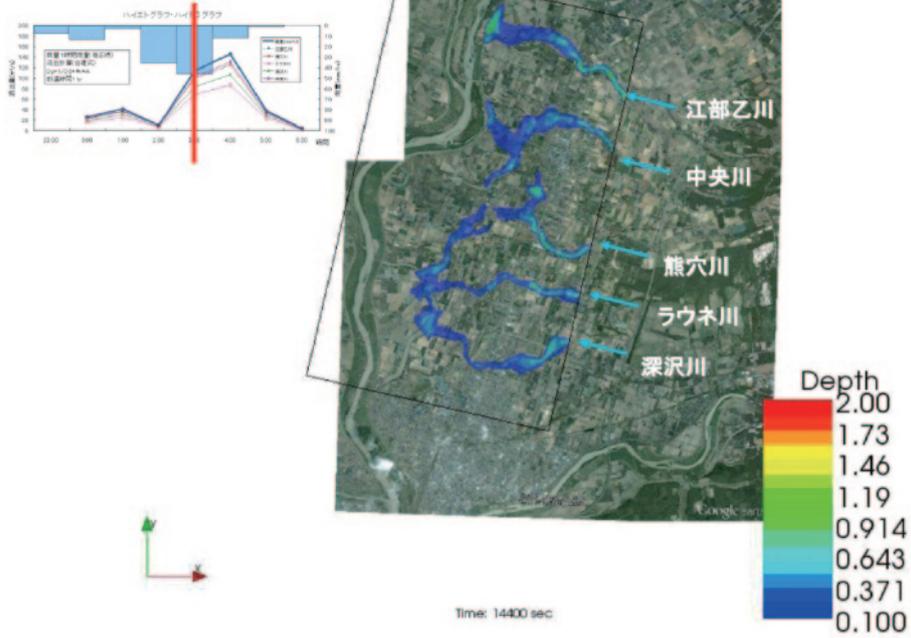
図-3.1 Nays2DFlood による中小河川流域への氾濫解析適用例(1)

③ 浸水深、 $t=10800$ 秒=3時間



22

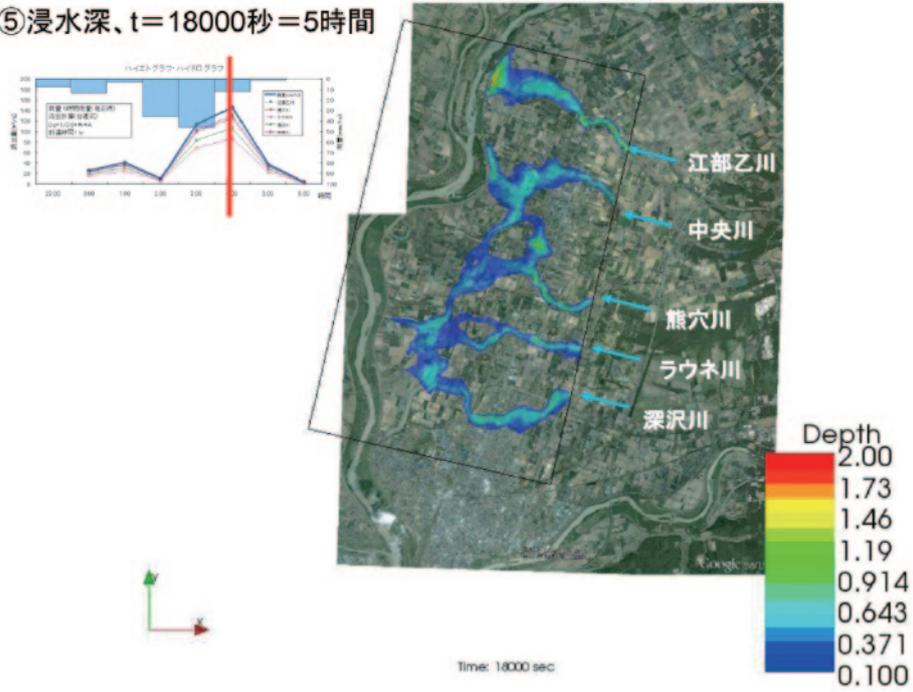
④ 浸水深、 $t=14400$ 秒=4時間



23

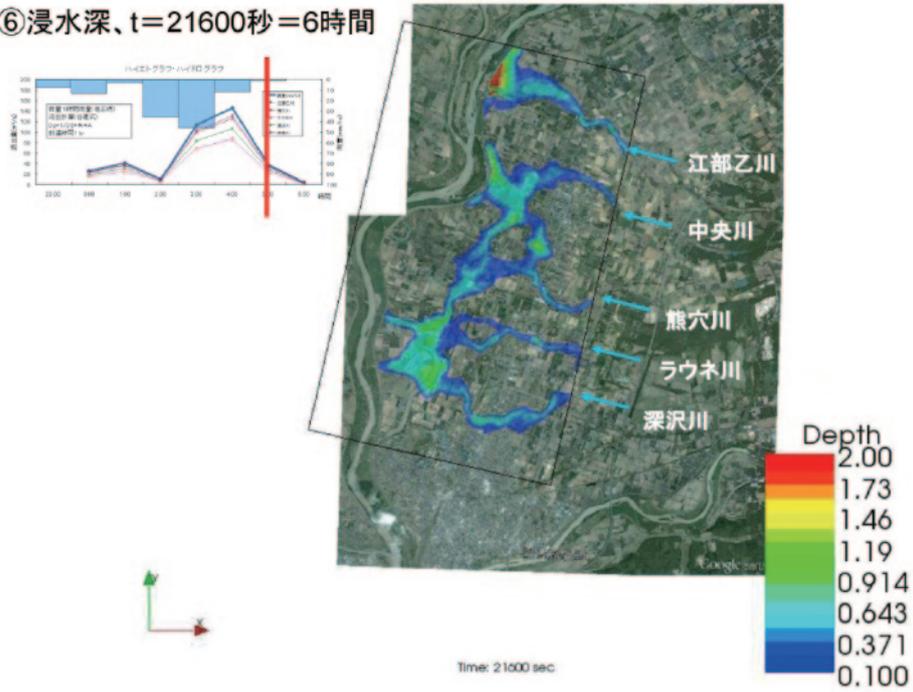
図-3.1 Nays2DFlood による中小河川流域への氾濫解析適用例(12)

⑤ 浸水深、 $t=18000$ 秒=5時間



24

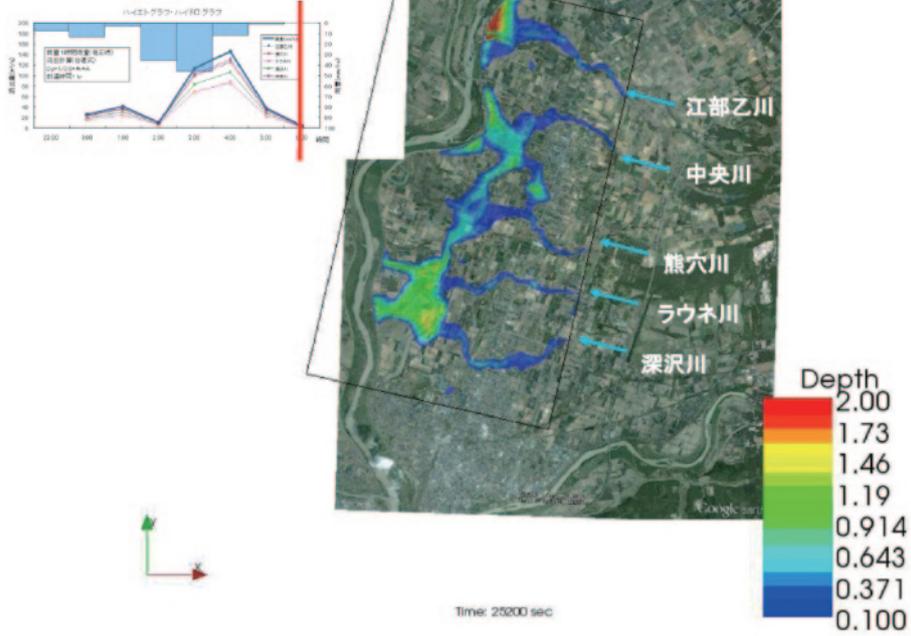
⑥ 浸水深、 $t=21600$ 秒=6時間



25

図-3.1 Nays2DFloodによる中小河川流域への氾濫解析適用例(13)

⑦ 浸水深、 $t=25200$ 秒=7時間



⑧ 浸水深、 $t=28800$ 秒=8時間

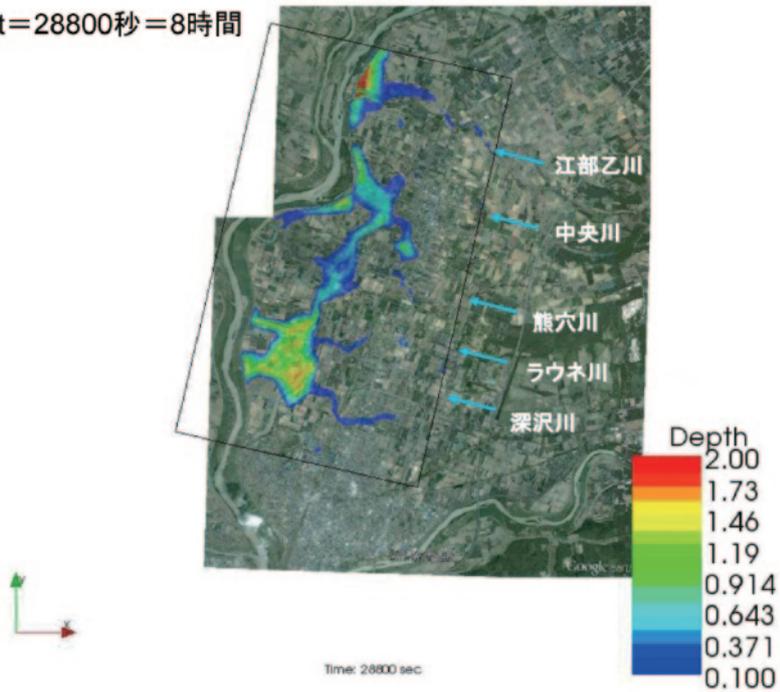
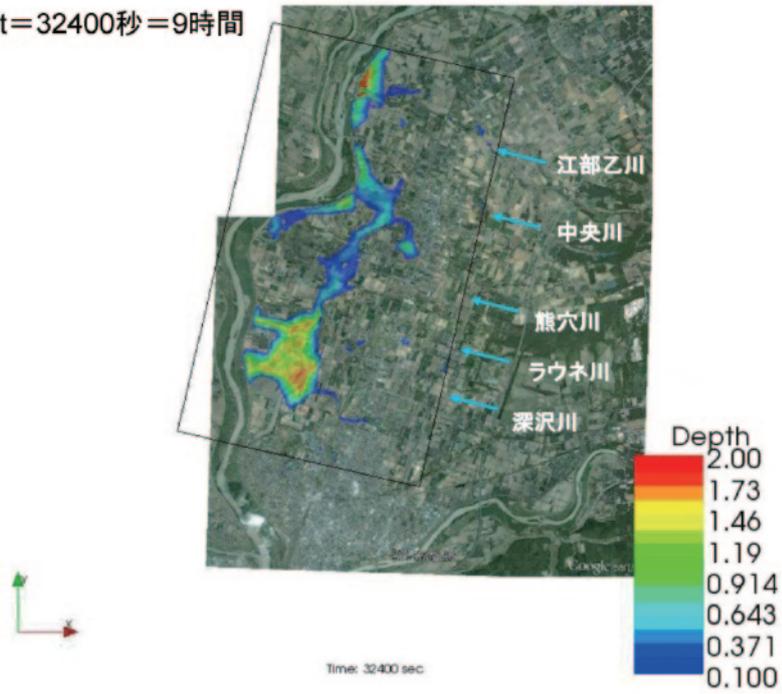


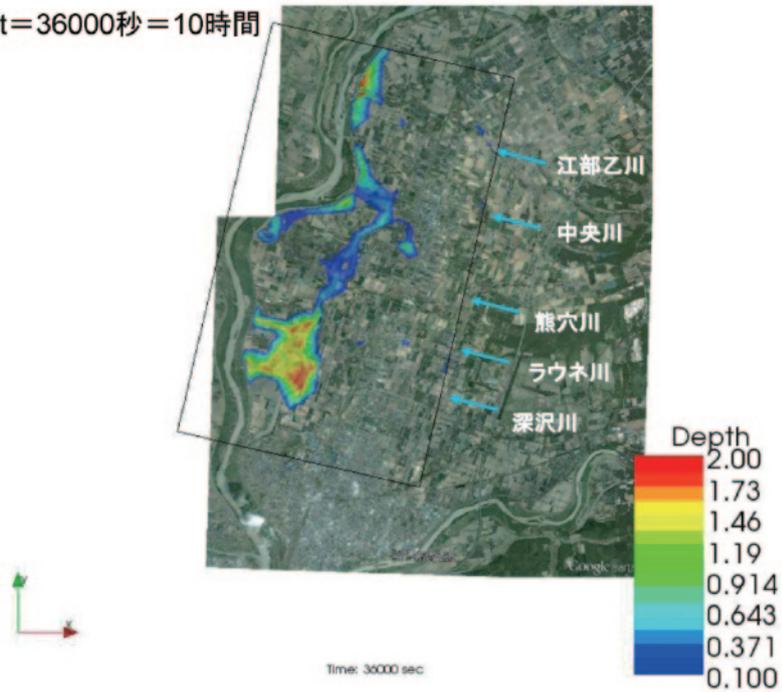
図-3.1 Nays2DFlood による中小河川流域への氾濫解析適用例(14)

⑨ 浸水深、 $t=32400$ 秒=9時間



28

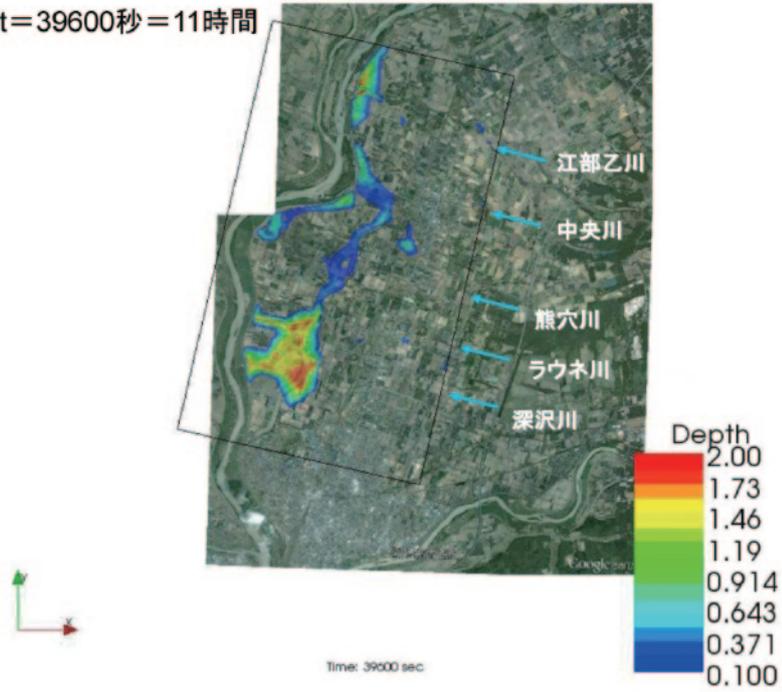
⑩ 浸水深、 $t=36000$ 秒=10時間



29

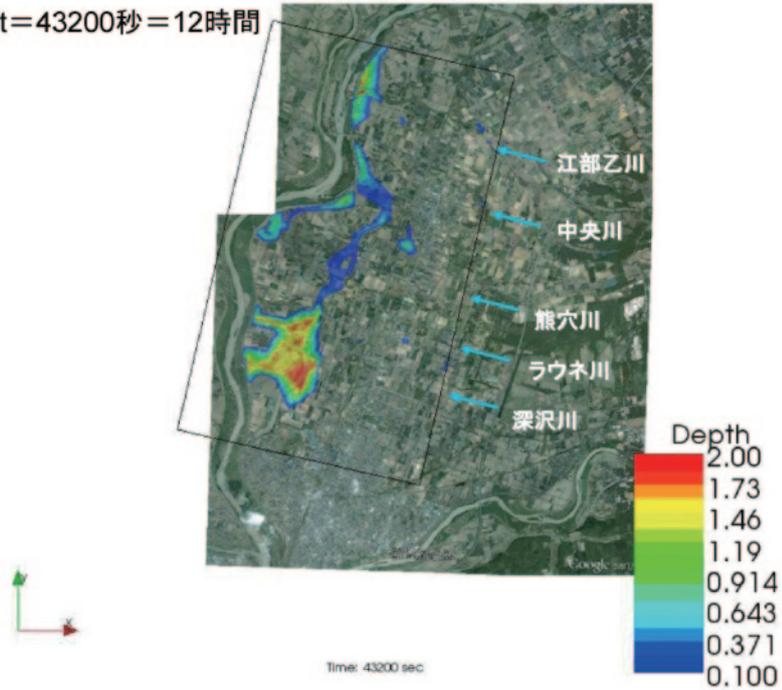
図-3.1 Nays2DFlood による中小河川流域への氾濫解析適用例(15)

⑪ 浸水深、 $t=39600$ 秒 = 11時間



30

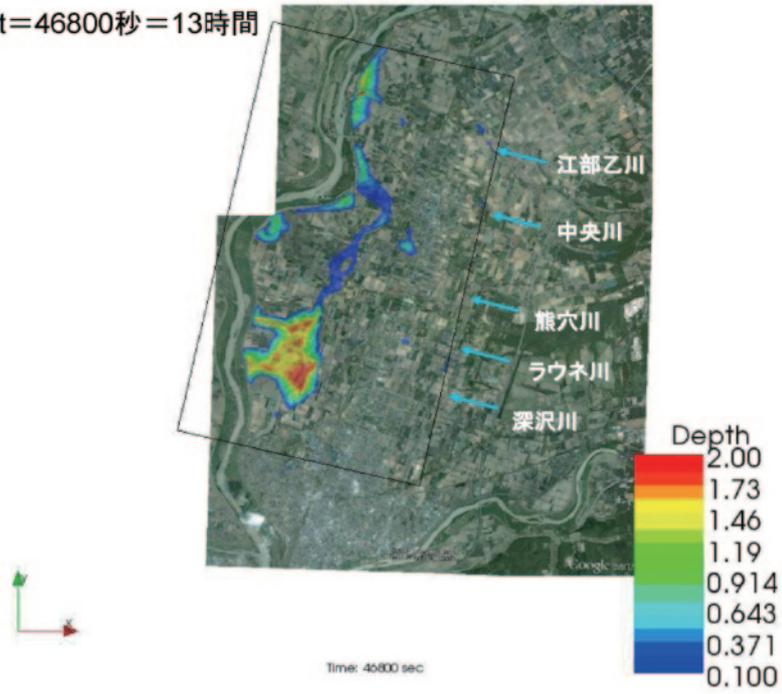
⑫ 浸水深、 $t=43200$ 秒 = 12時間



31

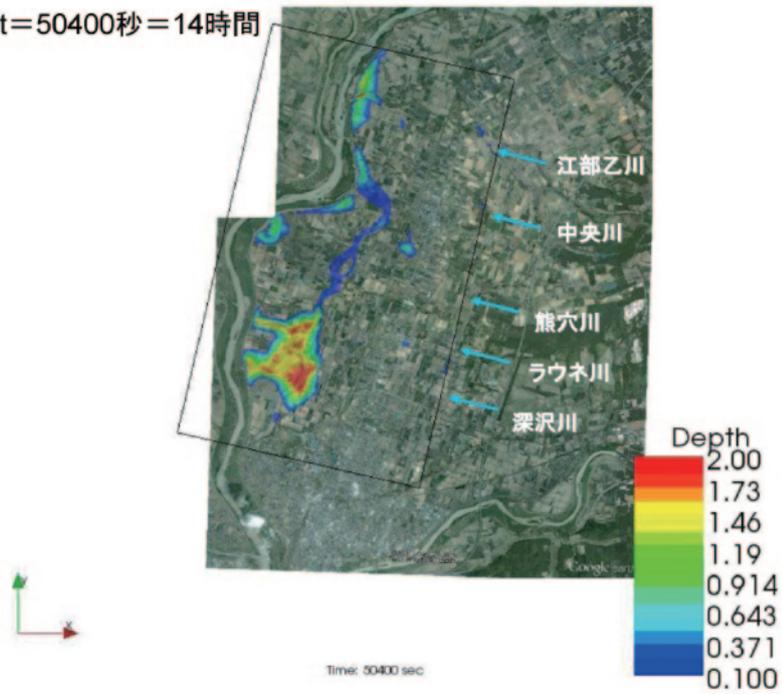
図-3.1 Nays2DFlood による中小河川流域への氾濫解析適用例(16)

⑬ 浸水深、 $t=46800$ 秒 = 13時間



32

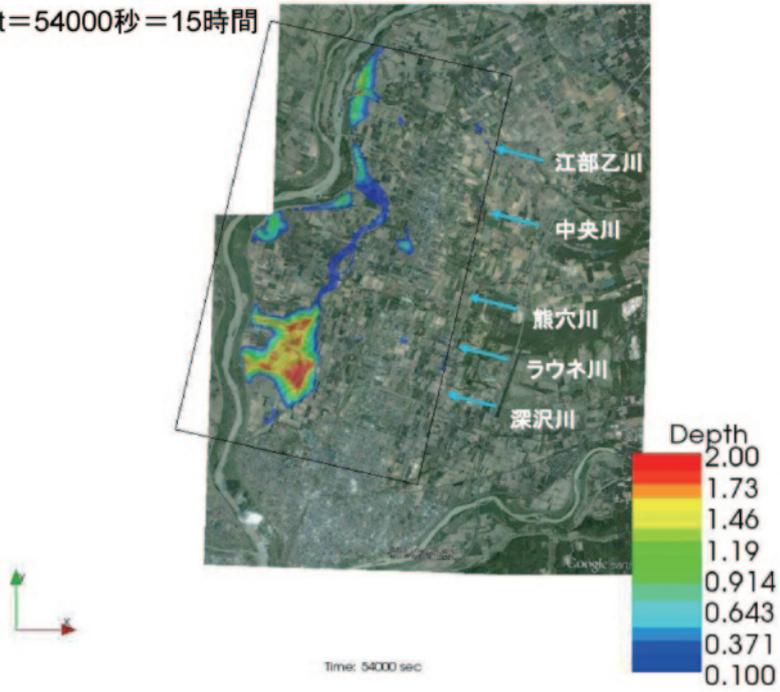
⑭ 浸水深、 $t=50400$ 秒 = 14時間



33

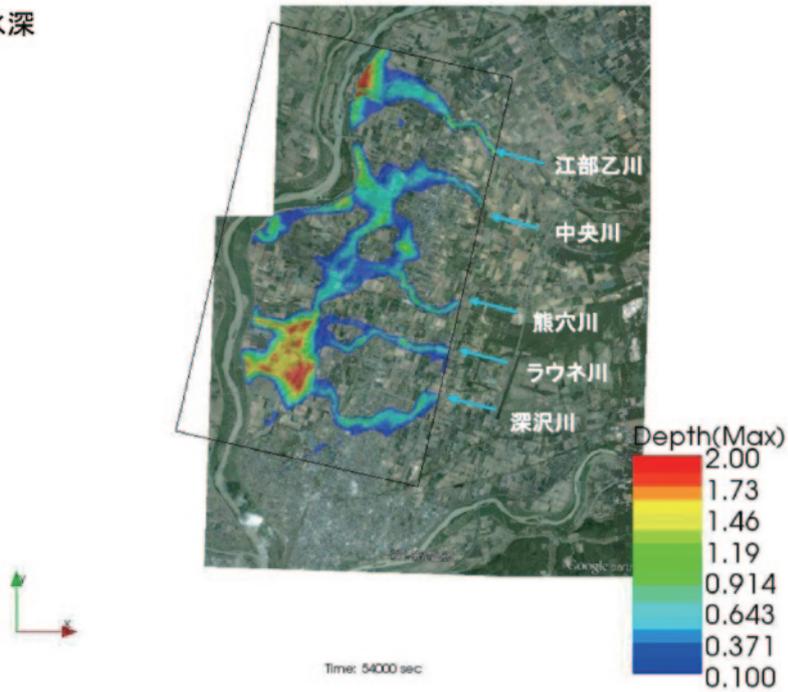
図-3.1 Nays2DFlood による中小河川流域への氾濫解析適用例(17)

⑮ 浸水深、 $t=54000$ 秒 = 15時間



34

⑯ 最大浸水深



35

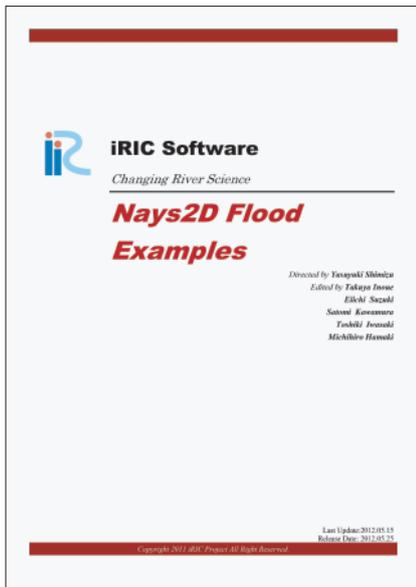
図-3.1 Nays2DFlood による中小河川流域への氾濫解析適用例(18)

### (3) 解析操作マニュアルの作成

流域面積が小さく、膨大な数の中小河川に対して、氾濫危険地域の検討を素早く普及させるには、Nays2DFloodのような簡便な氾濫解析手法が適当であると考えられる。そこで、中小河川流域の氾濫解析への適用を普及させるために、国内の中小河川を対象とした解析操作マニュアルとして事例集を作成した。作成した事例集を図-3.2に示す。国内の中小河川を対象としているということで、本事例集の中で国土地理院のホームページからの地勢データのダウンロード法も記載した。また、外力として、任意の雨量データと対象とする流域面積を入力すれば合成合理式より流出量が算出されるエクセルシートを作成し、その使用方法を記載している。なお、このエクセルシートは本事例集に添付して配布するものである。

### (4) まとめ及び今後の課題

本年度、Nays2DFloodはiRICのソルバーとして正式にリリースされ、利用者の幅が拡大しつつある。その中でも本年度は、簡便な氾濫解析手法であるというNays2DFloodの特徴を生かして中小河川流域における氾濫解析の適用を試みるとともに、その普及を目的として事例集等の整備を進めた。しかし、普及していくためには、今後も技術的なサポートを継続していく必要がある。特に、中小河川の氾濫危険区域に対する検討は自治体の防災担当者が主体となるべき課題であるため、利用者の対象が必ずしも解析の専門家だけではなく、防災担当者等も含まれるように利用者の対象範囲が広がることが理想的である。そのためには、新たな利用者へのさらに強力なサポートが必要となることが予想され、今後の課題である。また、本年度は中小河川を対象とした事例を中心に活動してきたが、5月の正式リリース以降、利用者から様々な事例に対応すべくいくつかの要望が既に挙がっている。たとえば、計算の高速化や降雨・蒸発散、また、ウォッシュロード等の計算の組み込みが要望として挙がっており、これらの要望に応えるべくソルバー開発を進めていくことも今後の課題である。



**目次**

**第1章 NAYS2D FLOOD の使い方** ..... 3

1. Nays2D Floodの基本的な作業手順 ..... 3

2. Nays2D Floodの起動 ..... 4

3. サンプルデータについて ..... 6

4. Nays2D Floodの計算条件について ..... 6

**第2章 実際の流域におけるはん濫計算例** ..... 7

1. 計算格子の作成 ..... 8

1. 河川網検索データの見込み ..... 8

2. 地形高度データの見込み ..... 13

3. 格子の作成 ..... 13

2. 計算条件の設定 ..... 15

1. 計算条件を調べる ..... 15

2. 流入境界条件の設定 ..... 16

3. 流出境界条件の設定 ..... 17

4. 河川の指定 ..... 18

5. 流出指定の設定 ..... 19

6. 流入河川の指定 ..... 20

7. 障害物の設定 ..... 20

8. 観測の設定 ..... 26

3. 計算結果の可視化 ..... 28

4. 計算結果の印刷 ..... 29

1. 2次元可視化画面を開く ..... 29

2. 可視化する領域 ..... 30

3. 最大水深の可視化 ..... 31

4. 最大流速の可視化 ..... 33

5. 流入流出データの可視化 ..... 33

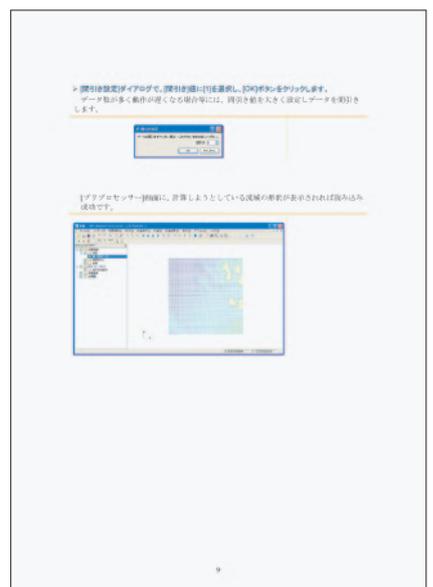
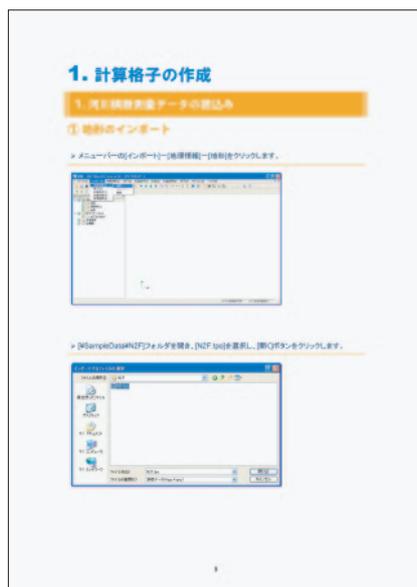
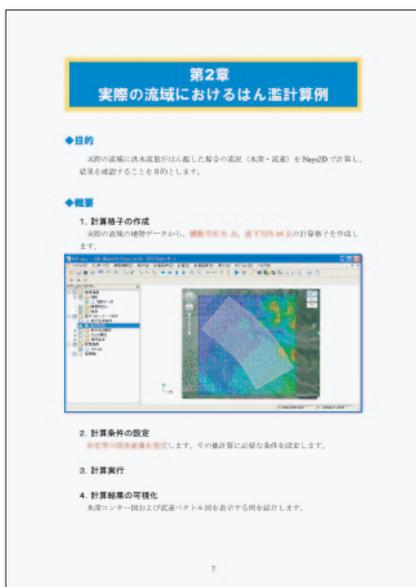
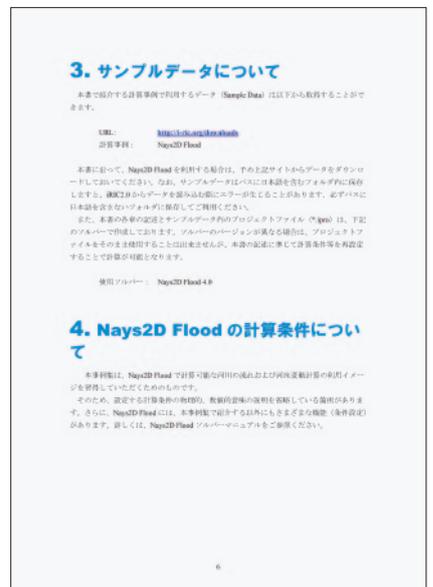
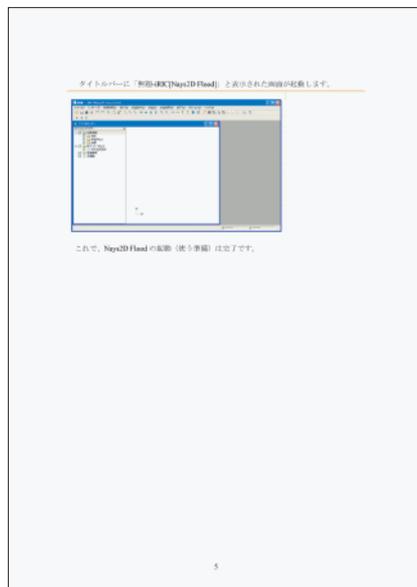
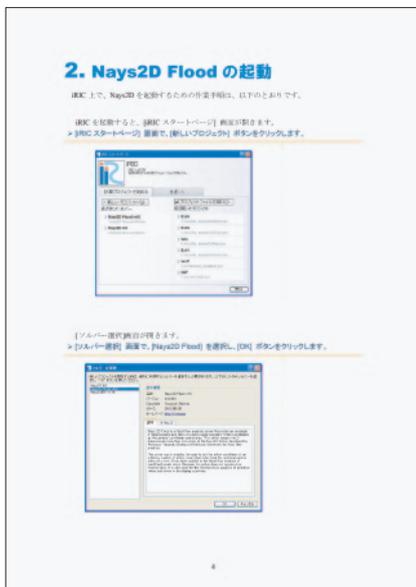


図-3.2 中小河川を対象とした解析操作マニュアル(1)

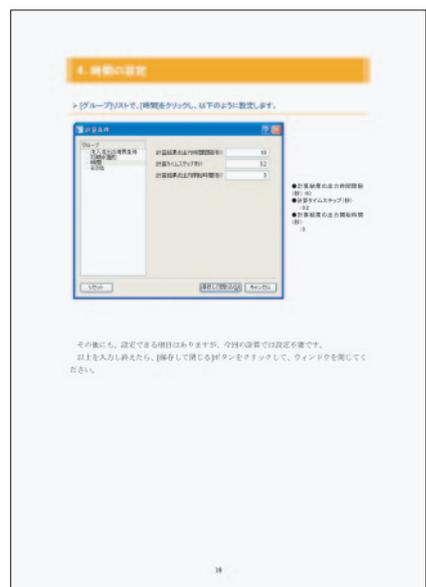
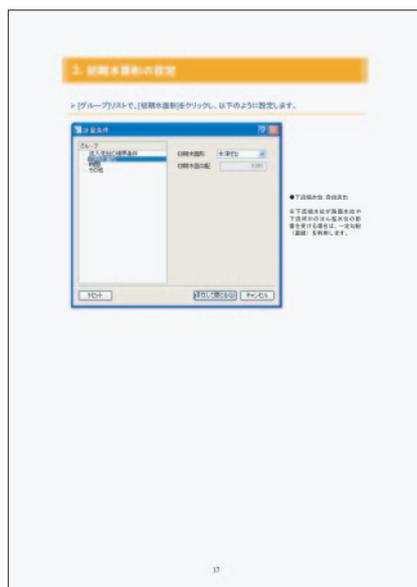
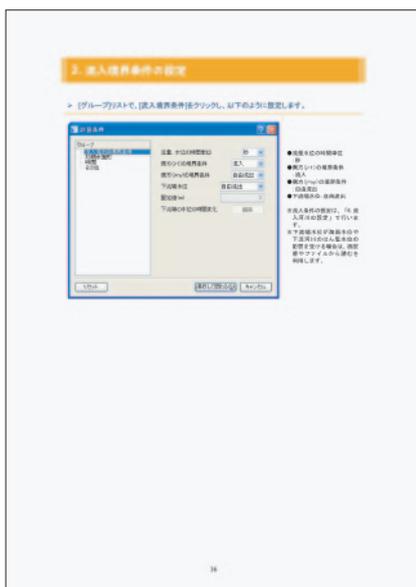
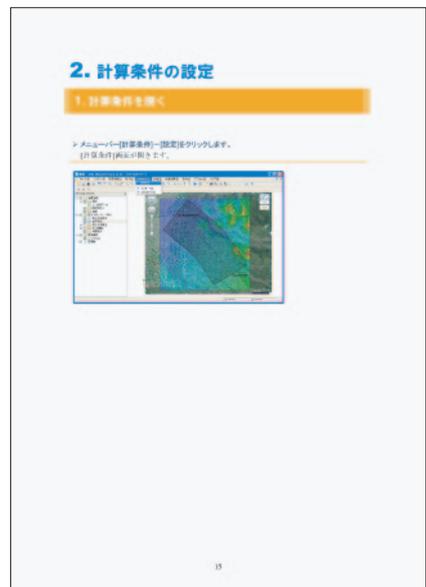
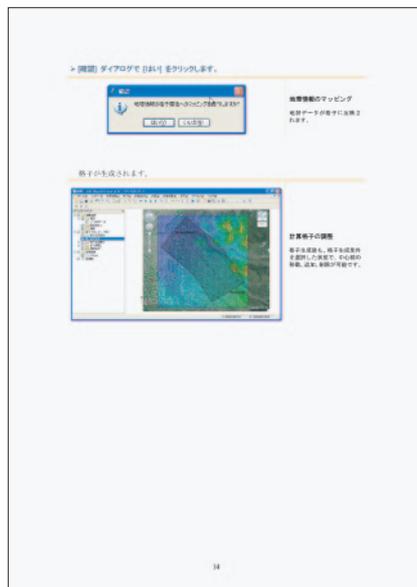
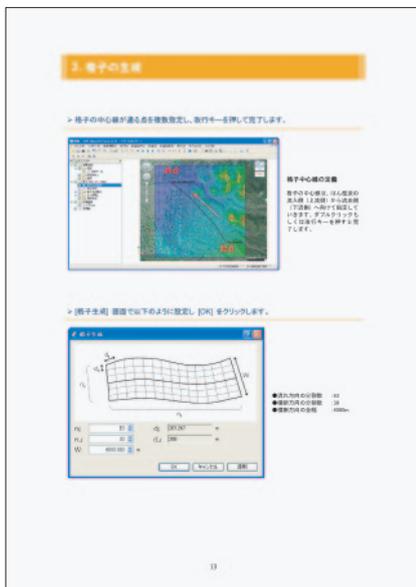
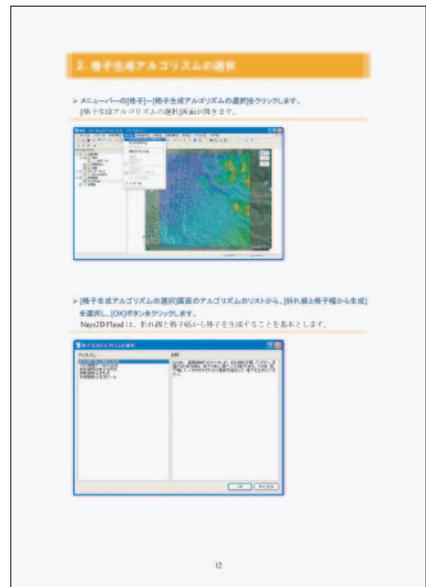
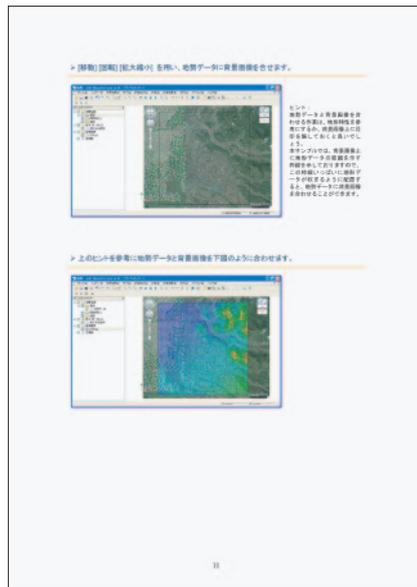


図-3.2 中小河川を対象とした解析操作マニュアル(2)



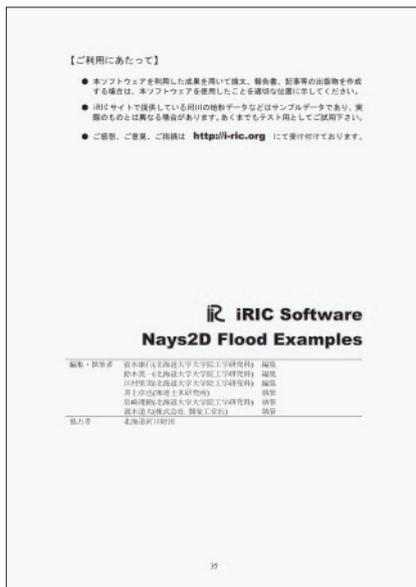
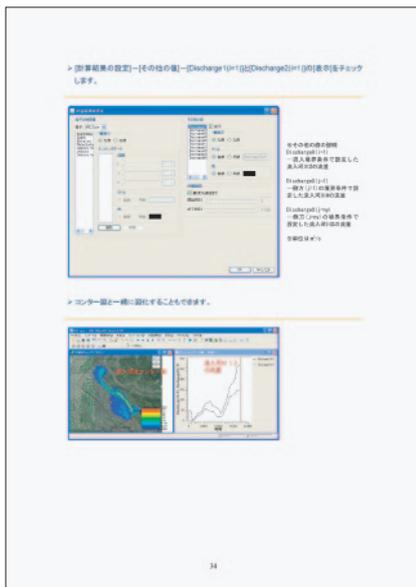
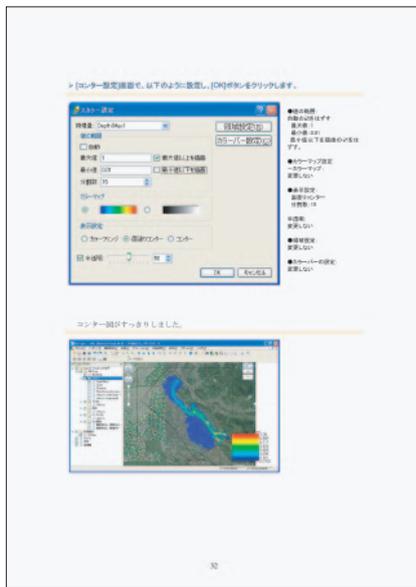
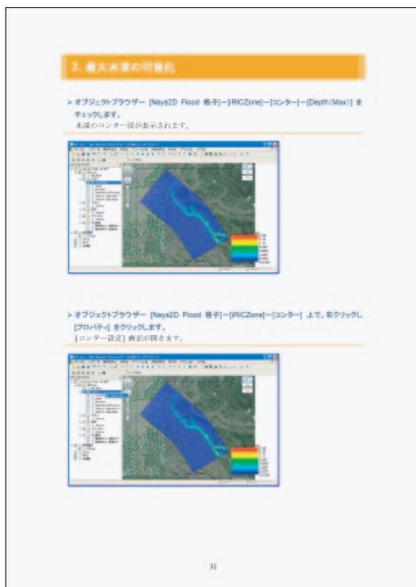
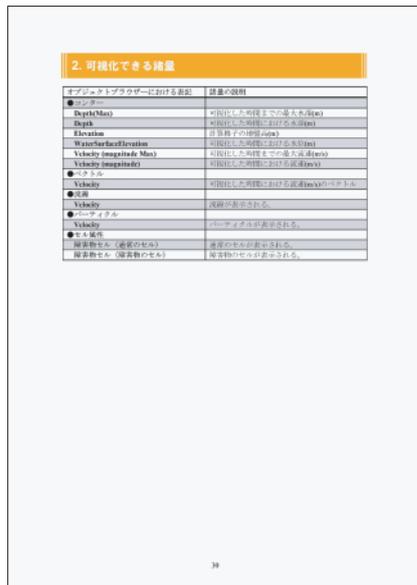
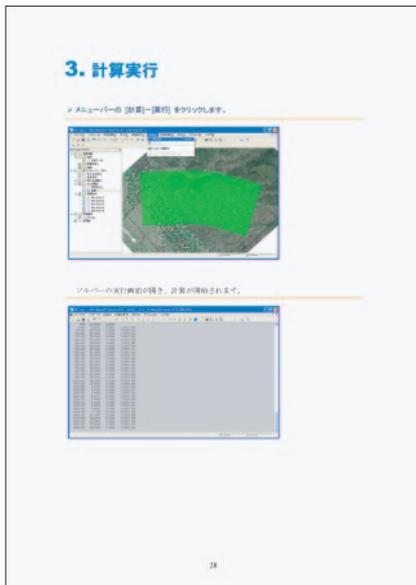


図-3.2 中小河川を対象とした解析操作マニュアル(4)