

鶴川水系におけるiRICを用いた氾濫計算の活用例

【対象支川: 似湾沢川】

平成24年11月30日

北海道開発局 室蘭開発建設部

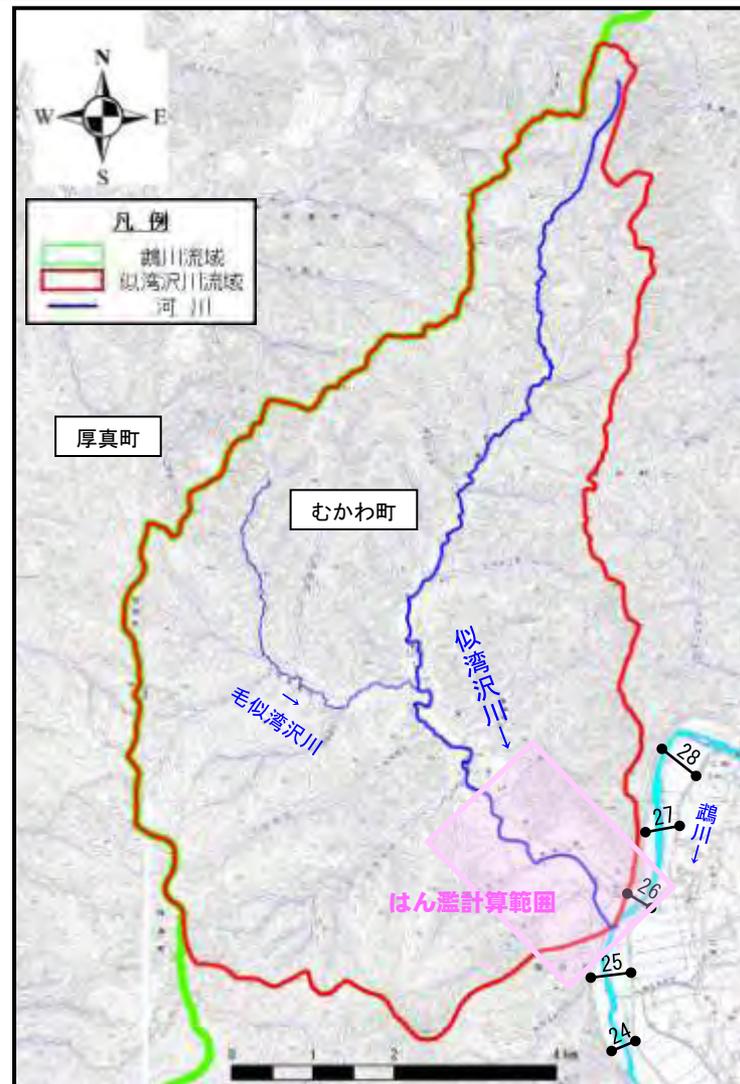
※本作業及び計算には、iRIC Projectが無償で提供している
iRIC(international River Interface Cooperative)ソフトウェアを使用しています。

- ◆ 中小河川におけるはん濫計算をiRIC (Nays 2D Flood) で実施するにあたり、鷗川の直轄管理区間の支川のうち、穂別川に次ぐ流域面積を有しており、計算時間が大きくなる可能性がある似湾沢川を検討の対象支川として選定した。

にわんざわ 《似湾沢川の概要》

似湾沢川：鷗川の一次支川

- ①合流地点：鷗川 KP25.6付近
- ②幹川流路延長：14.4km
- ③流域面積：48.9km²
- ④計画流量：設定なし



流域図

◆ iRICを活用して中小河川ハザードマップの作成を行う手順は以下のとおり。

○浸水想定区域の把握

(1) 必要データの入手

(2) 対象流量の設定

- i) 降雨波形の作成
- ii) 流量波形の作成

(3) はん濫解析

i) はん濫原の特徴分析とはん濫区域の設定

ii) 汎用はん濫計算モデルの構築

- ① 計算条件の設定
- ② 計算メッシュの作成
- ③ 流入流出境界設定
- ④ 流入河川数と流入位置の設定
- ⑤ 粗度係数の設定
- ⑥ 障害物の設定

iii) はん濫計算の実施

○中小河川ハザードマップ作成方法

◆ はん濫計算で必要となるデータを入手する。

① 降雨波形作成のための時間雨量データ

検討対象支川の近傍に位置する気象庁穂別雨量観測所を対象とし、検討対象洪水においてピーク流量を生起させる一連降雨の時間雨量データを取得する。

(参考: 気象庁HPの「過去の気象データ検索」<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>)

② 流出係数作成のための土地利用メッシュデータ

検討対象支川の流域全体を対象とし、100m間隔の土地利用メッシュデータを取得する。

(参考: 国土政策局HPの「国土数値情報ダウンロードサービス」<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>)

③ はん濫原となる地形の標高データ

検討対象支川のはん濫原を対象に、10m間隔のメッシュデータを取得する。

(参考: 国土地理院HPの「基盤地図情報ダウンロードサイト」<http://fgd.gsi.go.jp/download/>)

※Nays 2D Flood ソフト(iRIC HPよりダウンロード: ユーザー登録必要)は、北海道河川財団HPの「河川シミュレーションソフトiRIC」より取得する。⇒河川シミュレーションソフトiRIC(<http://i-ric.org/ja/>)



過去の気象データ検索



基盤地図情報ダウンロードサイト



国土数値情報ダウンロードサイト



河川シミュレーションソフトiRIC

◆ 取得したデータを基に、流量波形の作成に必要な「降雨波形」を作成する。

i) 降雨波形の作成: 対象降雨(実績降雨波形)の設定

- ◆ 対象降雨は、鷗川流域で最大降雨量を記録した実績降雨波形とする。
- ◆ 鷗川流域の場合は、平成18年8月洪水(最大降雨量247.8mm/24h)。

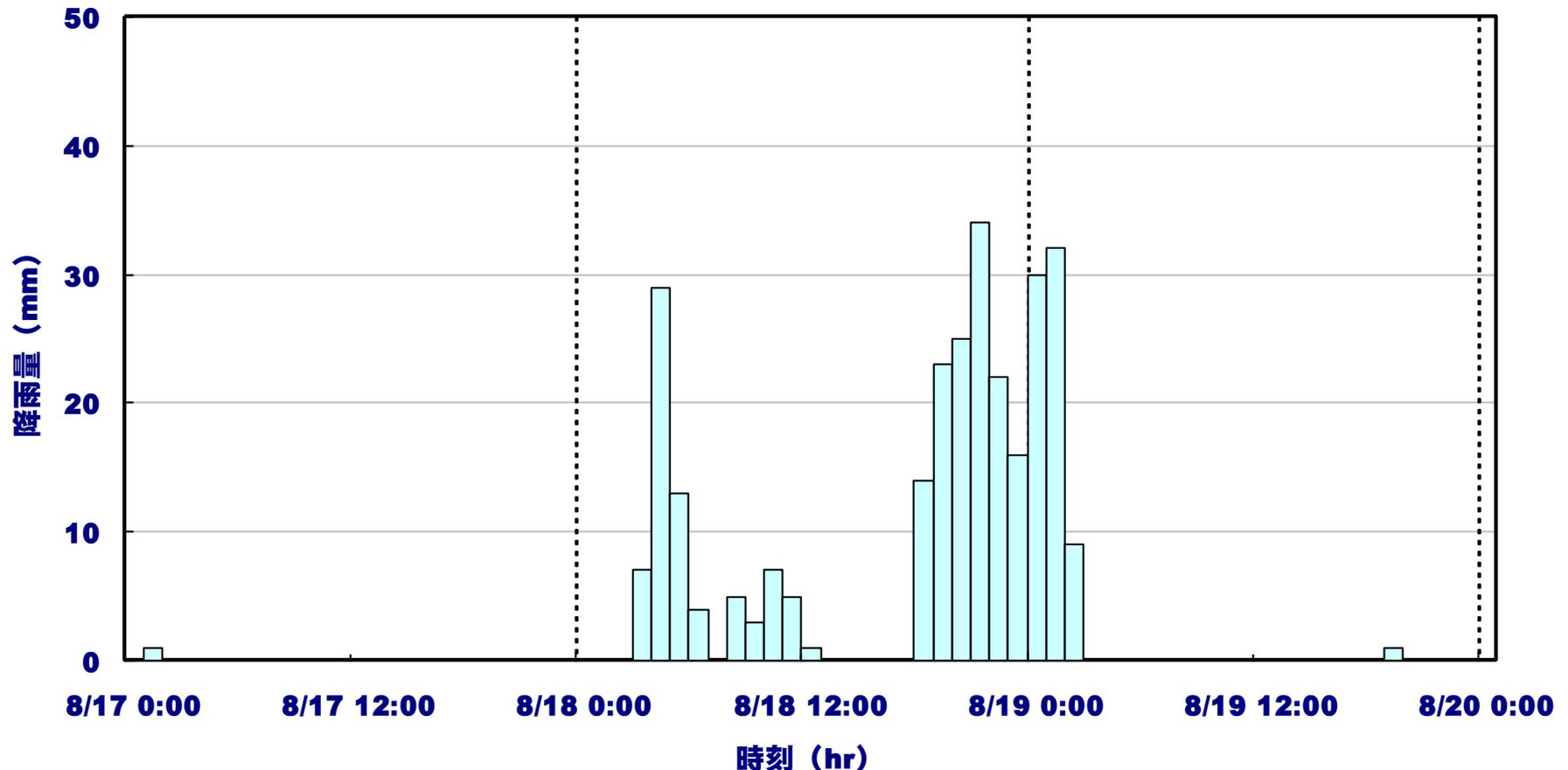


図 平成18年8月洪水における降雨波形

◆ 取得したデータを基に、流量波形の作成で使用する合理式に必要な「流出係数」を設定する。

ii) 流出波形の作成: 平均流出係数の設定

《平均流出係数の算定方法》

土地利用別の流出係数と計測した土地利用毎の面積を用い、加重平均により算出する。

$$f = \frac{f_1 \cdot A_1 + f_2 \cdot A_2 + f_3 \cdot A_3 + f_4 \cdot A_4}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4}$$

※ここに

f : 平均流出係数、
 f_1 : 一般市街地の流出係数 (=0.80) A_1 : 一般市街地の流域面積
 f_2 : 畑・原野の流出係数 (=0.60) A_2 : 畑・原野の流域面積
 f_3 : 水田の流出係数 (=0.70) A_3 : 水田の流域面積
 f_4 : 山地の流出係数 (=0.70) A_4 : 山地の流域面積

※流域面積 A_i は、「国土数値情報 H21土地利用メッシュ」を使用する。

《平均流出係数の算定結果》

流域	土地利用区別流域面積 (km ²)				面積 (km ²)	平均流出係数 f
	一般市街地	畑・原野	水田	山地		
流出係数 f	0.80	0.60	0.70	0.70		
似湾沢川	0.05	1.37	0.18	47.18	48.78	<u>0.70</u>

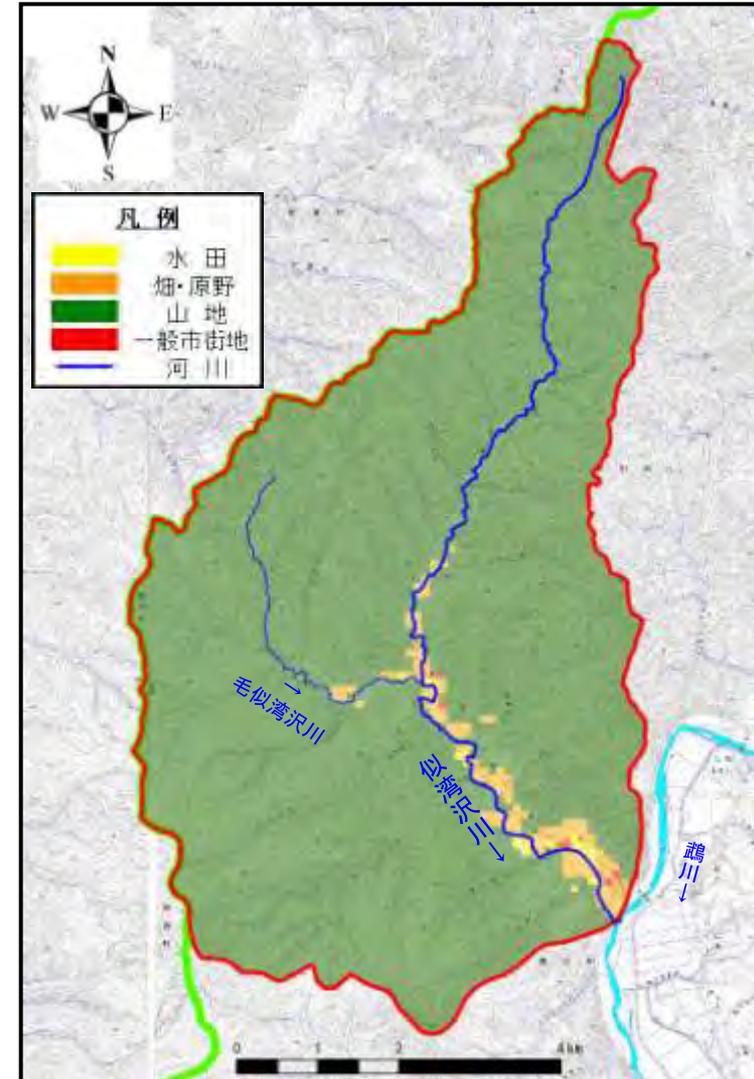


図 土地利用状況

ii) 流量波形の作成: 合成合理式を用いた流量波形の作成

- ◆ 降雨から流量への変換は、合理式によるものとする(中小河川にて従来より慣用的に用いられている)。

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

{

ここに

Q : 流出量(m³/s)

r : 時刻雨量(mm/hr)

f : 平均流出係数

A : 流域面積(km²)

}

- ◆ 流量波形への変換は、合成合理式(合理式と単位図法を組合わせた方法)により行う(図 合成合理式のイメージを参照)。

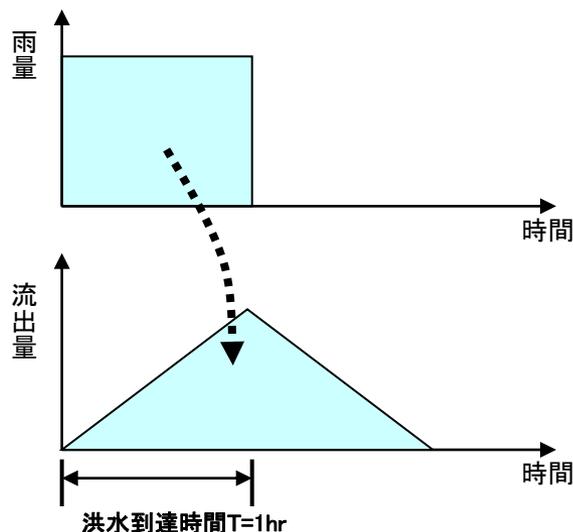


図 合理式のイメージ(T=1hr)

降雨の重ね合わせ

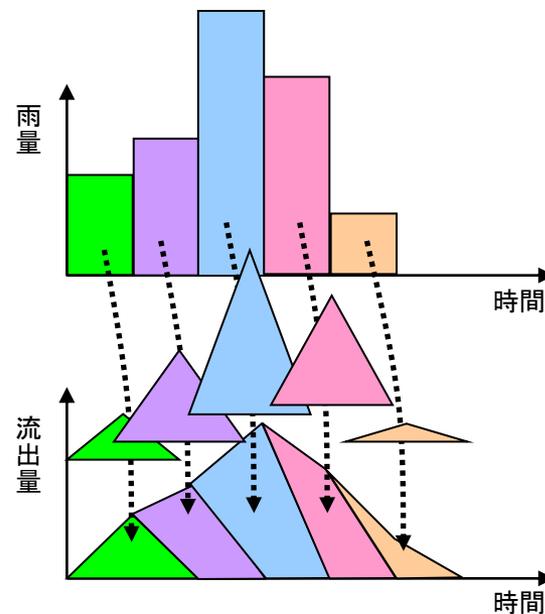


図 合成合理式のイメージ(T=1hr)

- ◆ なお、洪水到達時間は、クラークヘン式を用いて算出する(中小河川にて従来より慣用的に用いられている)。なお、似湾沢川の場合は洪水到達時間T=1.8(時間)である。

ii) 流量波形の作成: ハイドログラフの設定

- ◆ 設定した合成合理式及び洪水到達時間より、平成18年8月洪水の場合、ハイドログラフ(流量)は以下のとおりとなる。

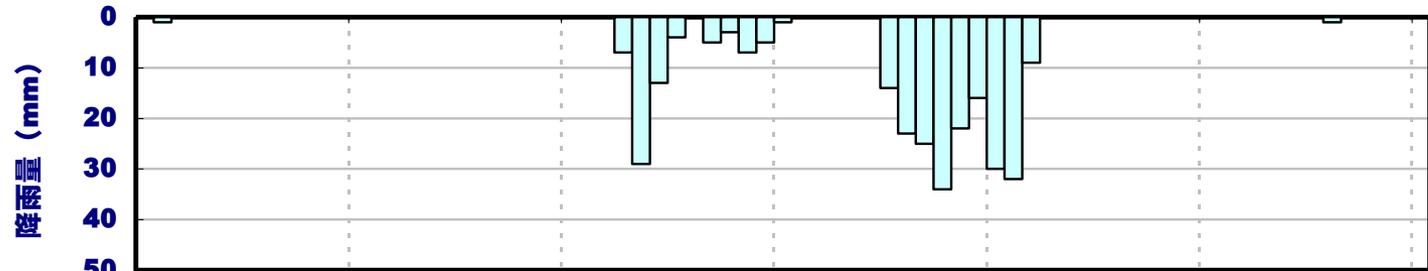


図 降雨量(穂別)

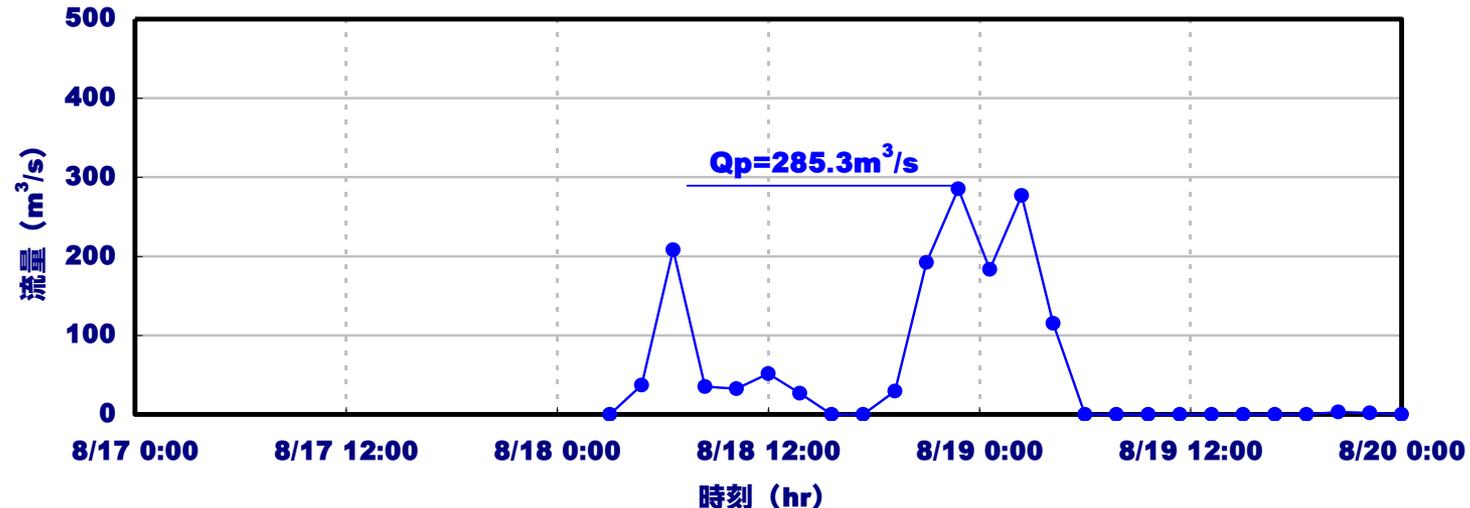
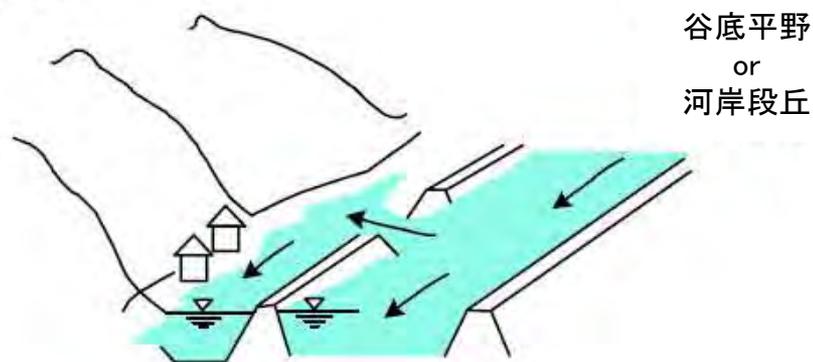


図 ハイドログラフ

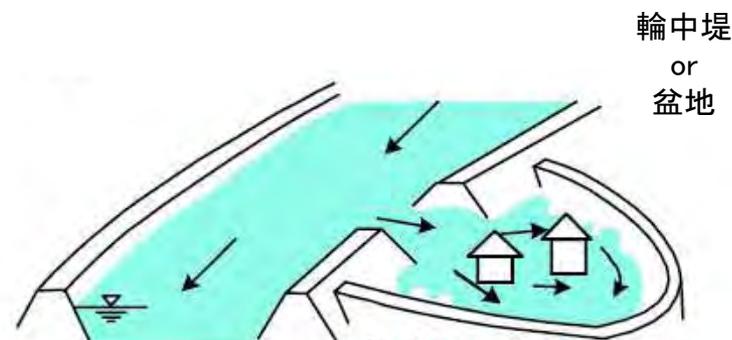
- ◆ なお、ハイドログラフ(流量)は、下記URLよりダウンロードしたマクロに、必要な情報(流域面積A、平均流出係数f、洪水到達時間T、雨量R)を入力することで算出可能となる予定。

URL: 未定

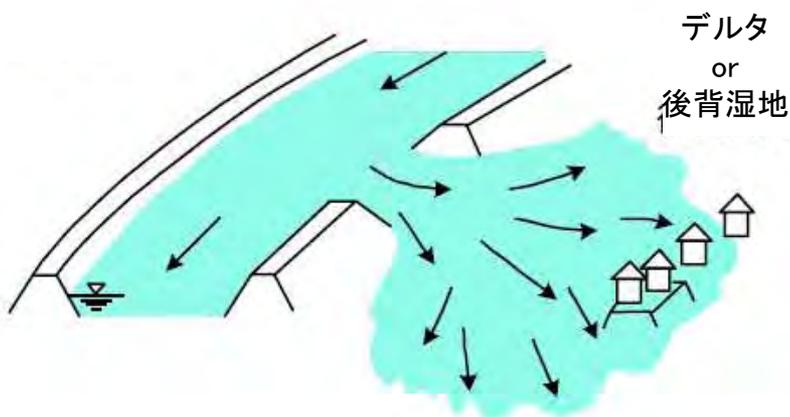
- ◆ 対象河川のはん濫形態(外水はん濫(流下型・貯留型・拡散型)、又は内水はん濫等)を把握し、浸水区域の最大範囲を包含できるように検討対象はん濫区域を設定する。



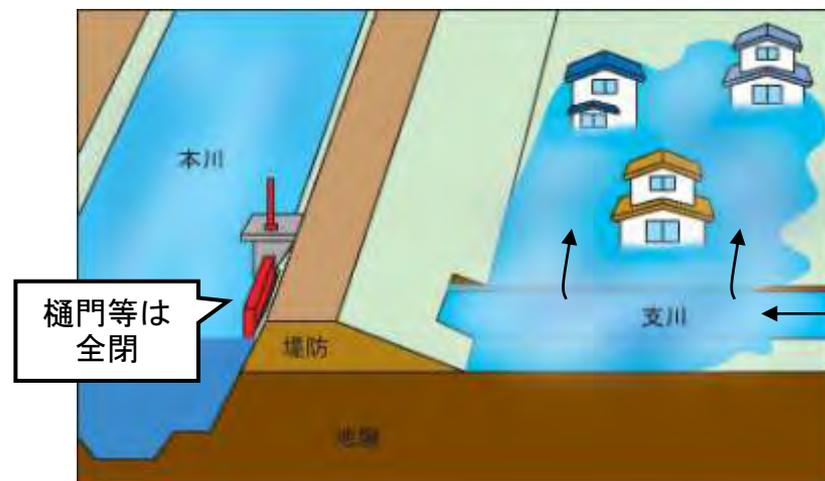
外水はん濫(流下型)



外水はん濫(貯留型)



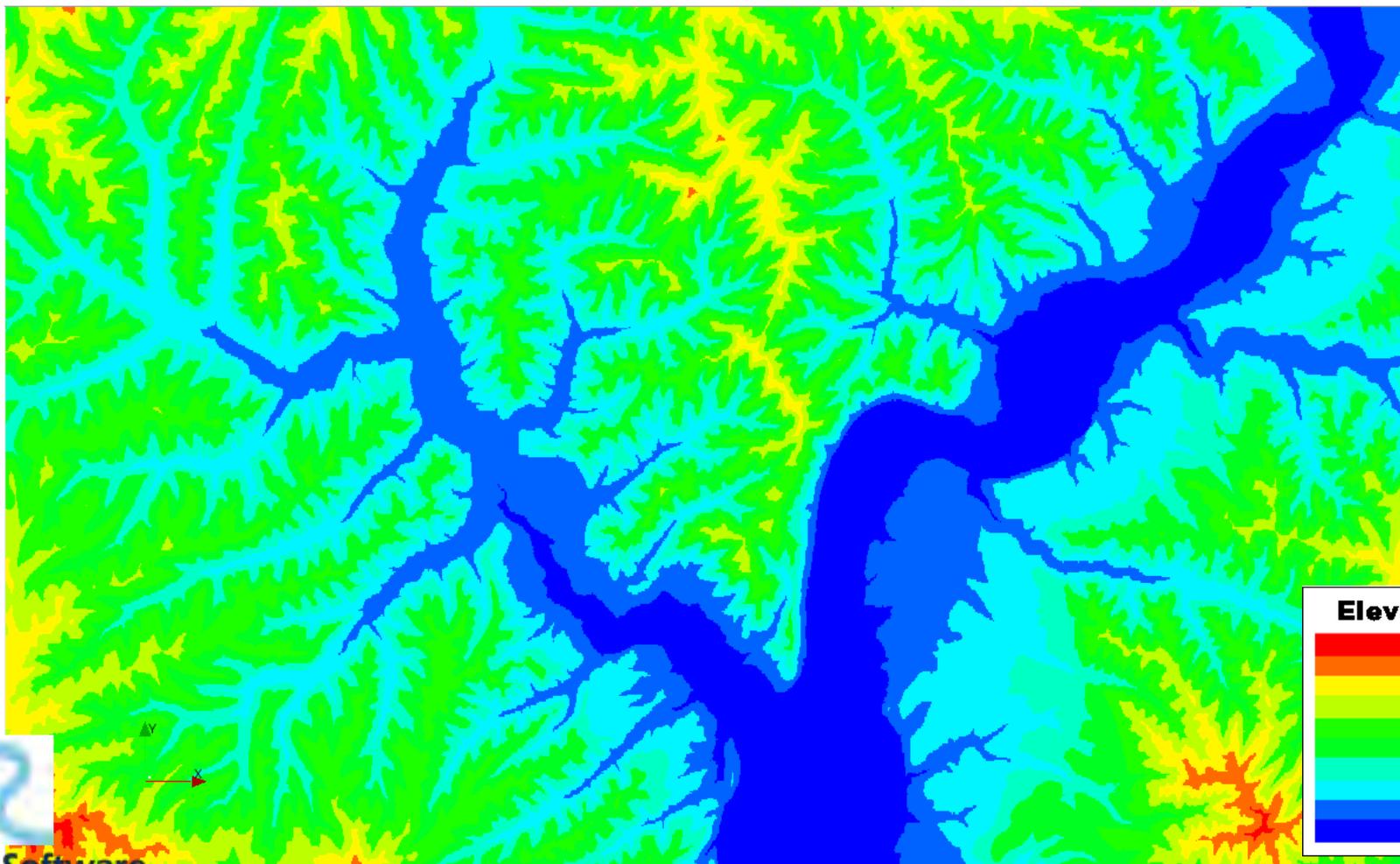
外水はん濫(拡散型)



内水はん濫

① 計算条件の設定: 標高の設定

- ◆ (1)の③で入手した地形(標高)データをiRIC(Nays 2D Flood)に取り込む。



① 計算条件の設定: 背景画像の設定

- ◆ 似湾沢川付近の背景画像(例: GoogleEarth等)を取り込み、先に取り込んだ地形データに合うように位置及び大きさを調節する。



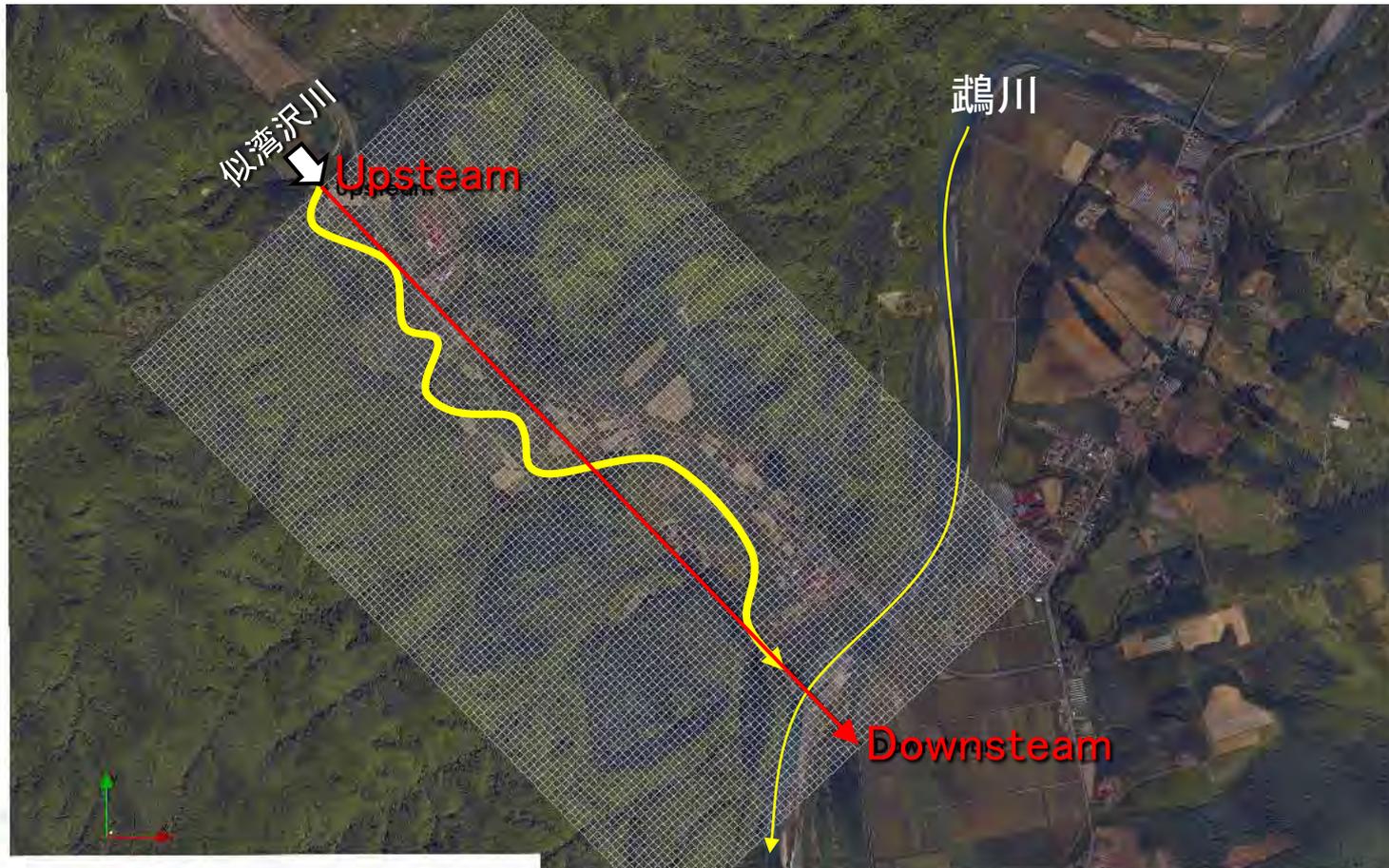
②計算メッシュの作成

◆ iRIC上で、対象内水域を囲むように格子(1格子サイズ約25m四方)を作成する。

①流入側(Upstream)から流出側(Downstream)に流下方向の領域を設定(今回は約2,800m)

②流下方向に対し流下幅(2,000m)を設定

③25m×25m格子生成により114×80の格子点が生成されることになる

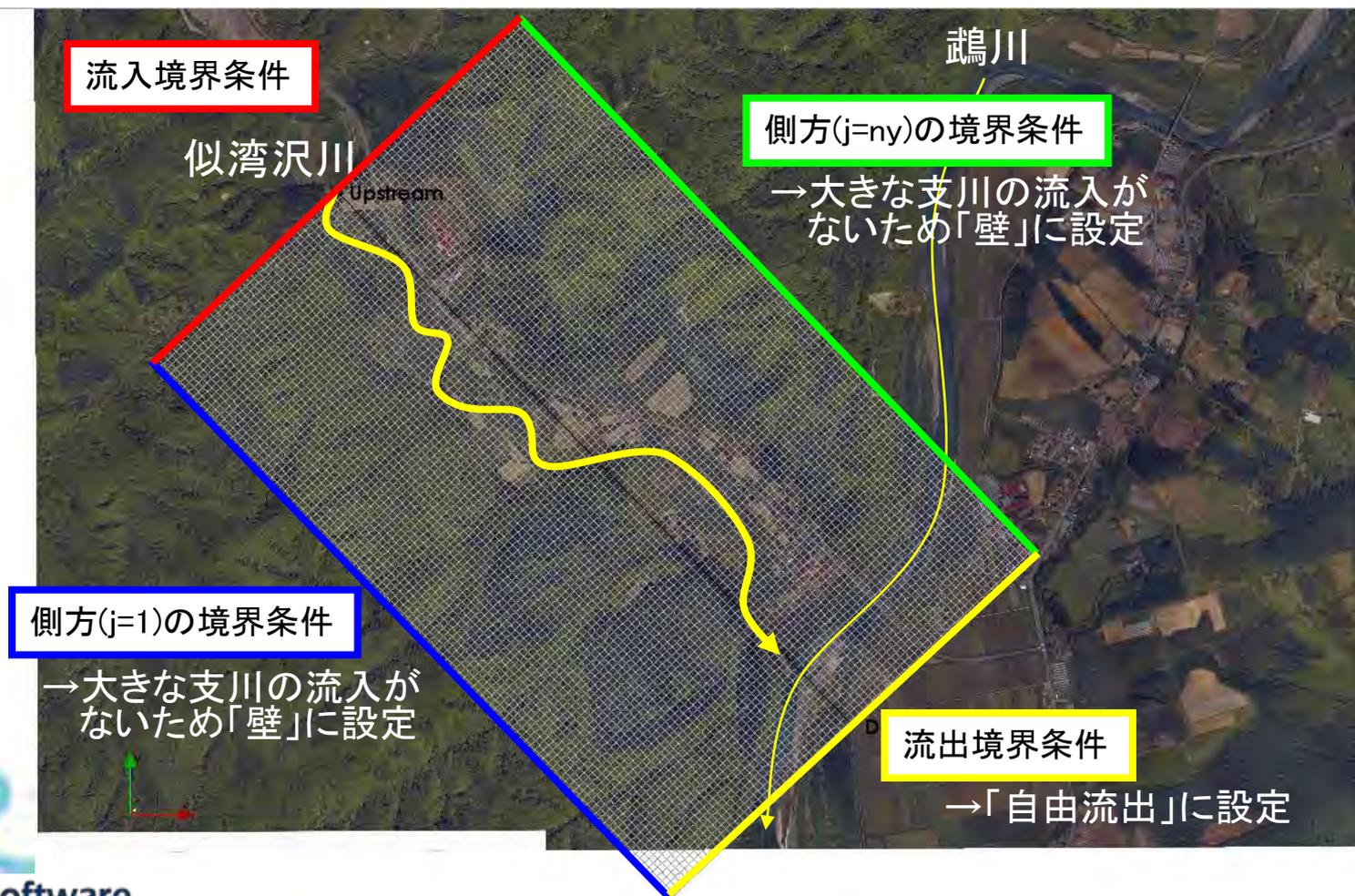


③ 流入流出境界設定

◆ 計算格子の4辺について、境界条件を設定する。

表 境界条件

流入	流量波形を与える
側方(j=i)	壁
側方(j=ny)	壁
流出	自由流出



④ 流入河川数と流入位置の設定

- ◆ 流入境界における流入河川を1河川と設定し、ハイドログラフとして前述の対象流量波形を与える。
- ◆ 側方境界からの流入はゼロとする。

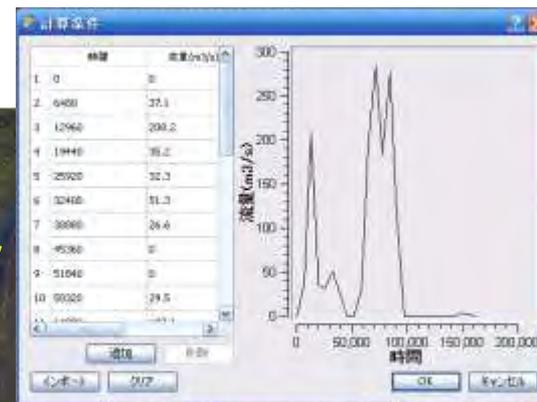
流入境界条件

似澗沢川

Upstream

鷓川

Downstream



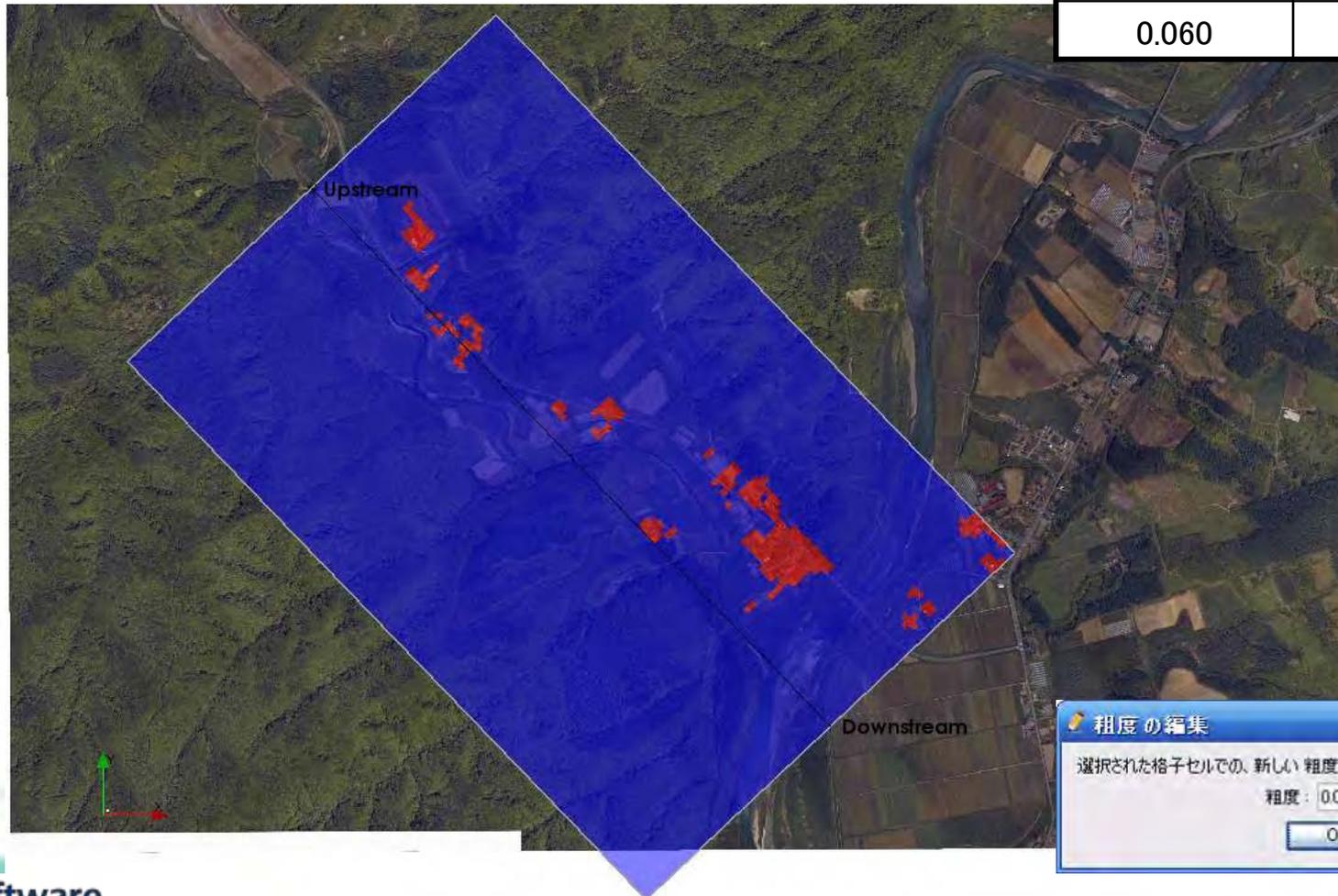
ハイドログラフの編集欄

⑤粗度係数の設定

- ◆ 各格子に対し、建物の有無を踏まえ、汎濫原の粗度係数を設定する。

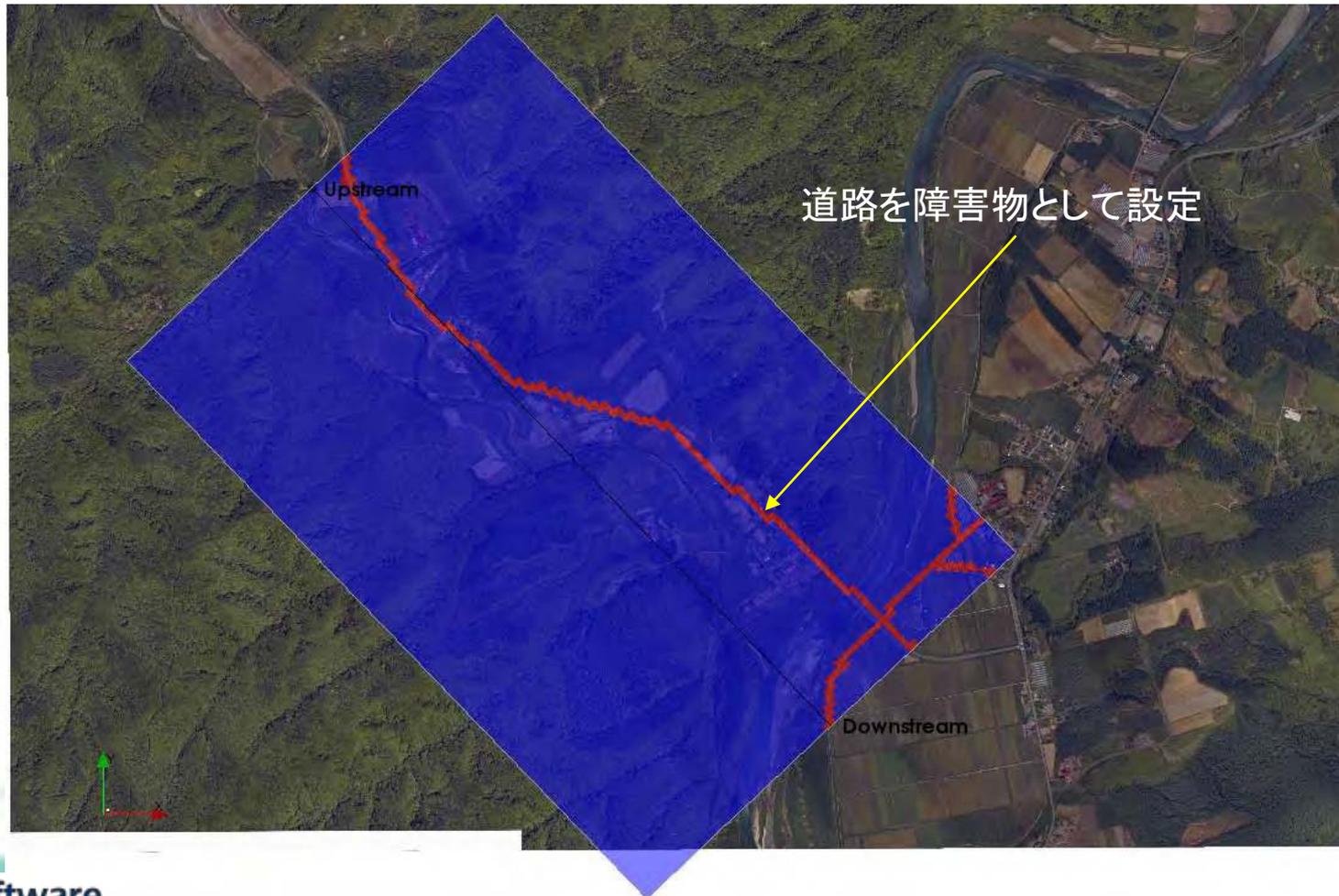
表 はん濫原の粗度係数

建物なし	建物あり
0.060	0.100



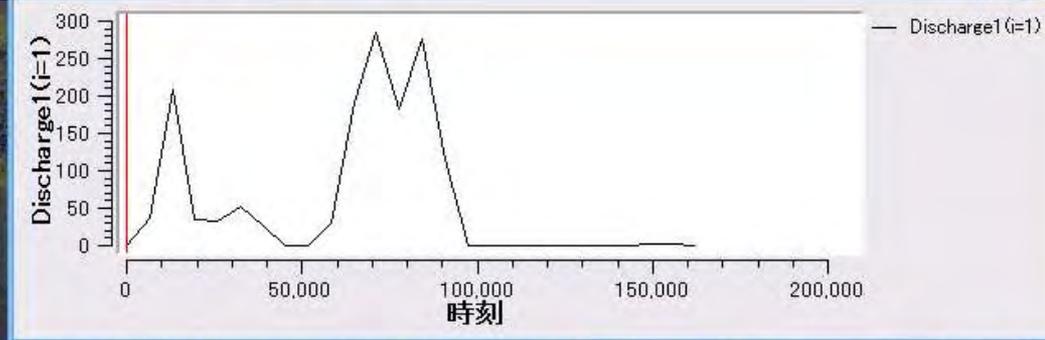
⑥ 障害物の設定

- ◆ 道路が盛土構造のため、道路上の格子を障害物として設定する。



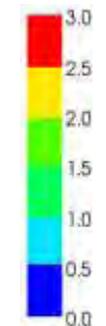
◆ 設定した条件ではん濫シミュレーションを実行する

① 浸水深、 $t=0$ 時間=0秒 計算開始時

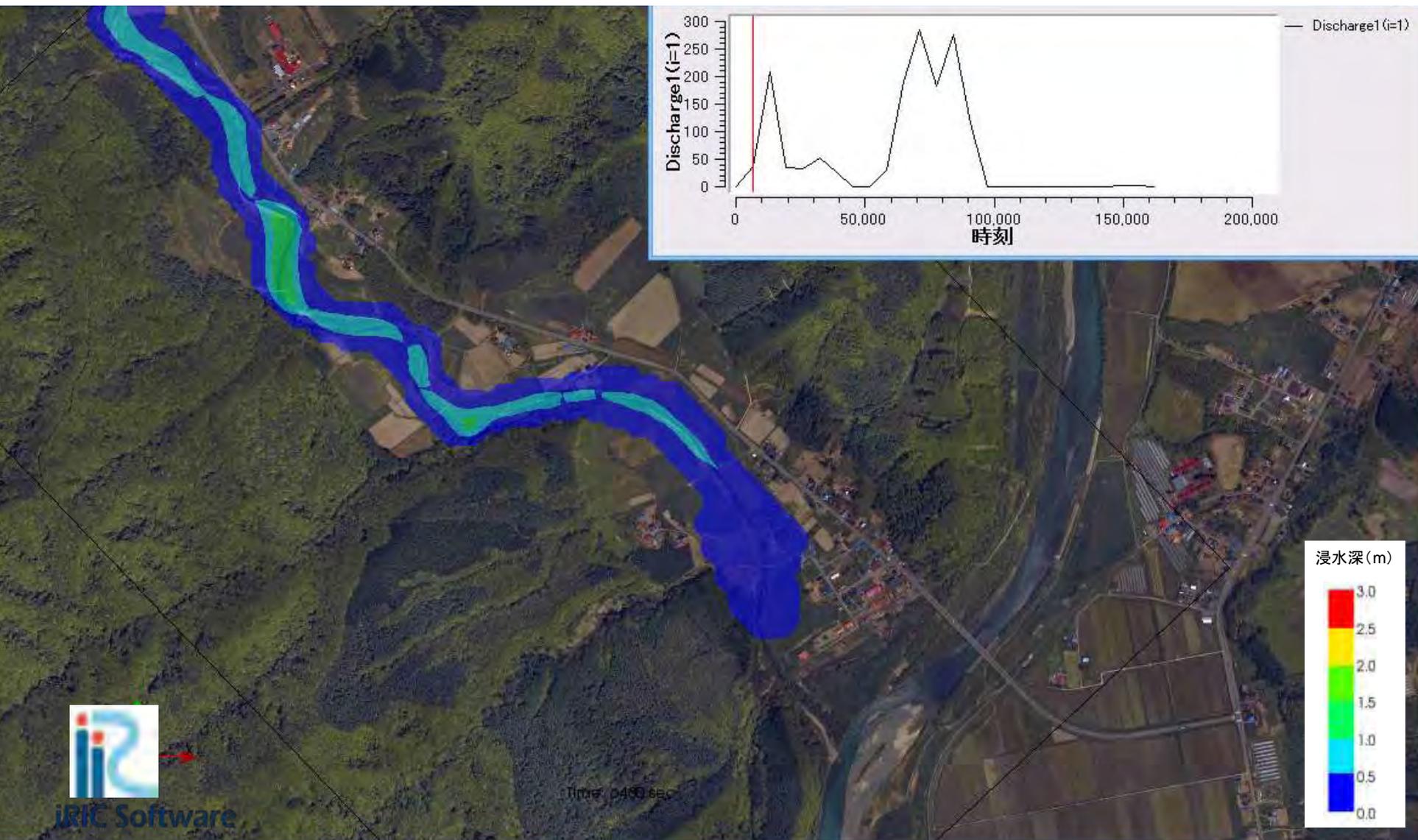


項目	計算条件条件
初期水面形	水深ゼロ
計算結果の出力時間間隔(秒)	6,480
計算タイムステップ(秒)	1
計算結果の出力開始時間(秒)	0
移流項の差分方法	CIP法
水位計算の繰り返し回数	10
水位計算の緩和係数	0.8
最小水深	0.01

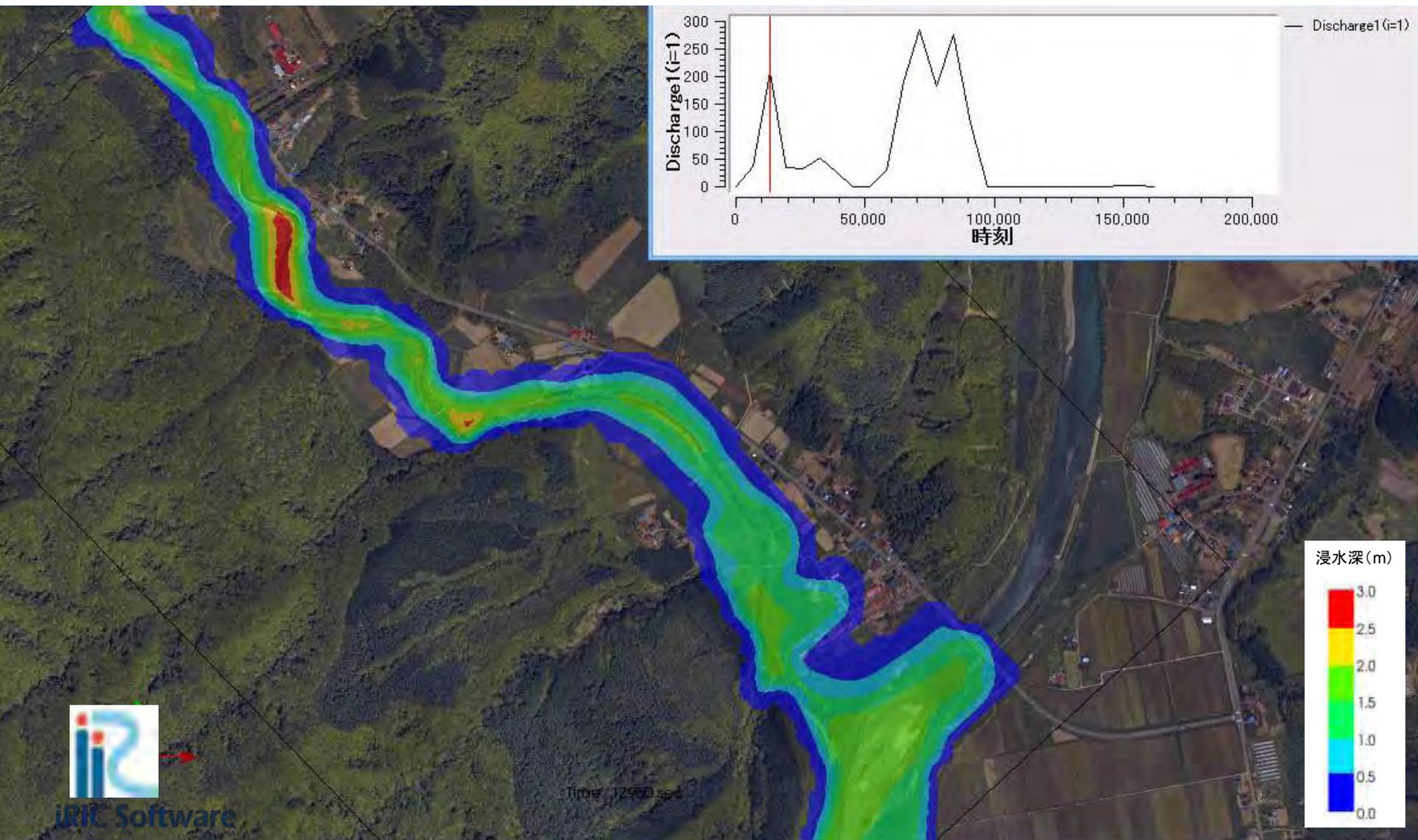
浸水深 (m)



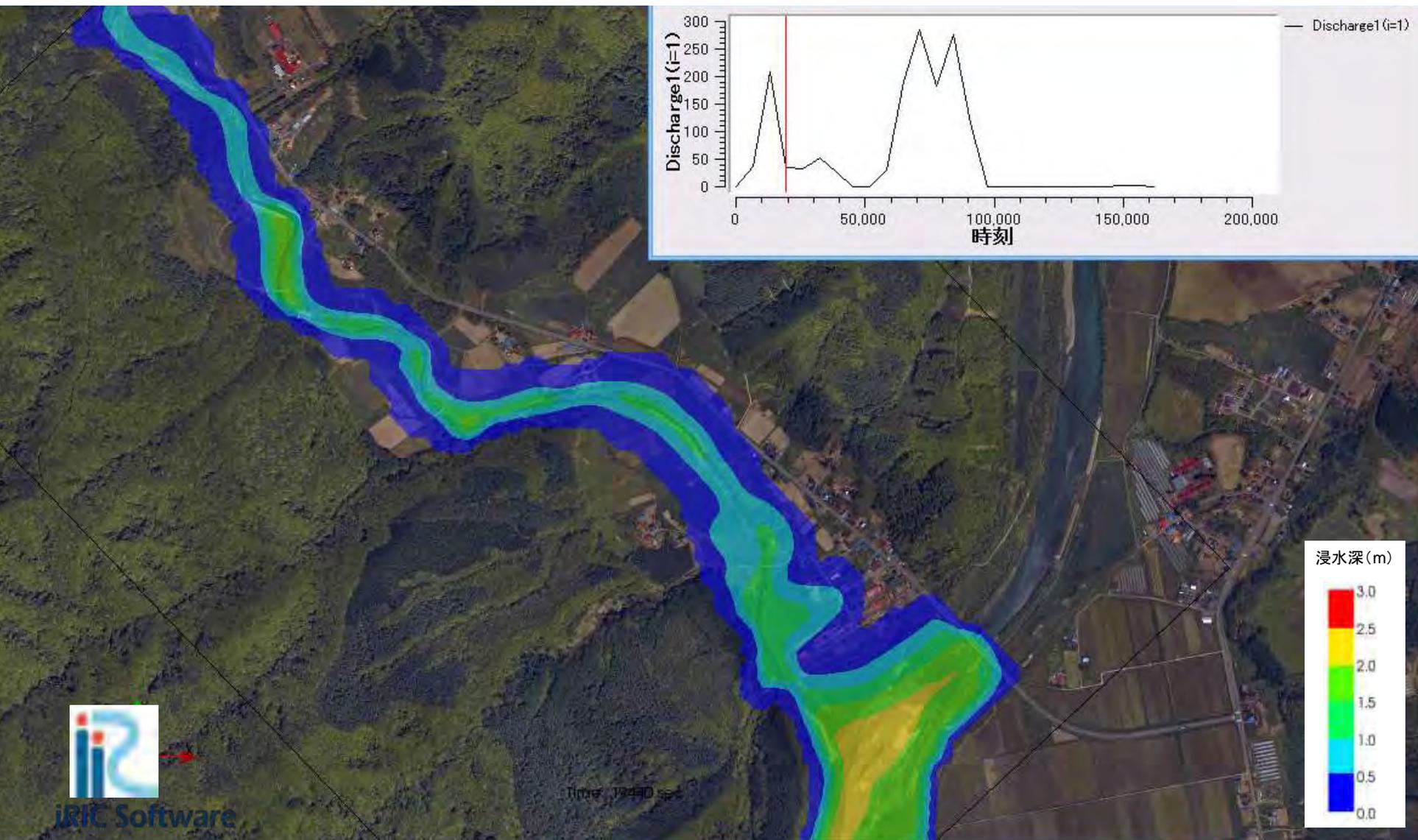
② 浸水深、 $t=1.8$ 時間 (=6,480秒)

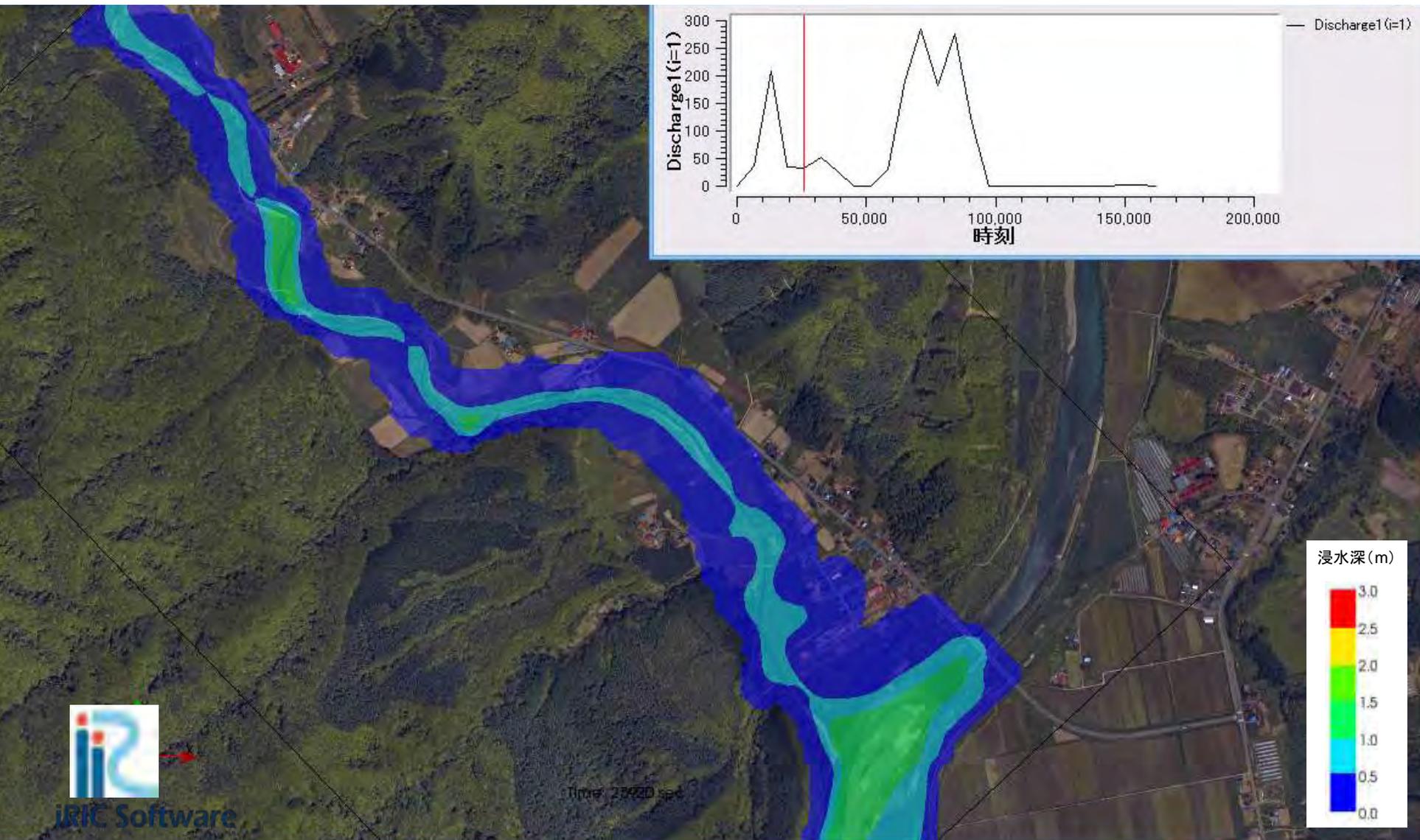


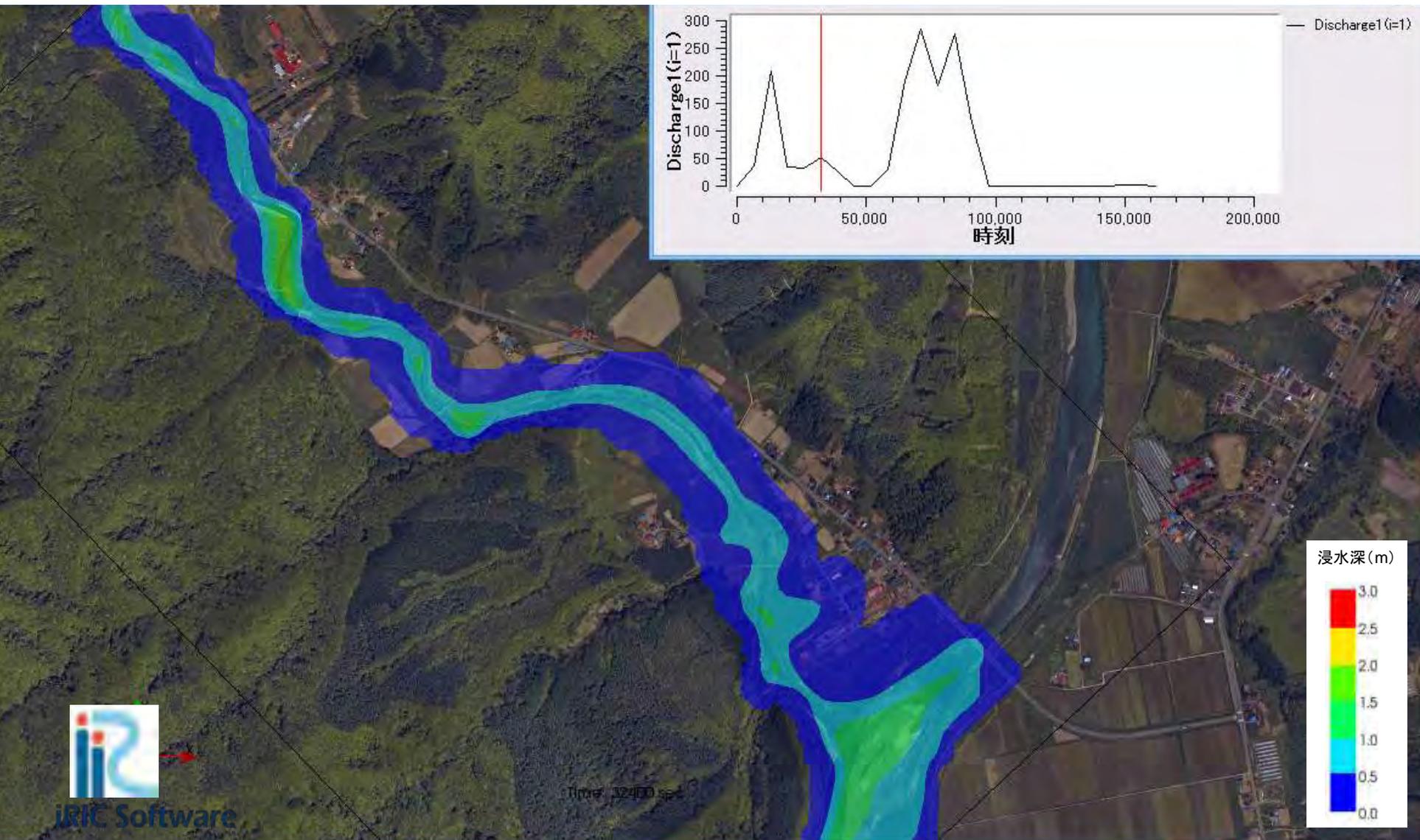
- ③ 浸水深、 $t=3.6$ 時間 (= 12,960秒)
・ 1山目の流量ピーク時



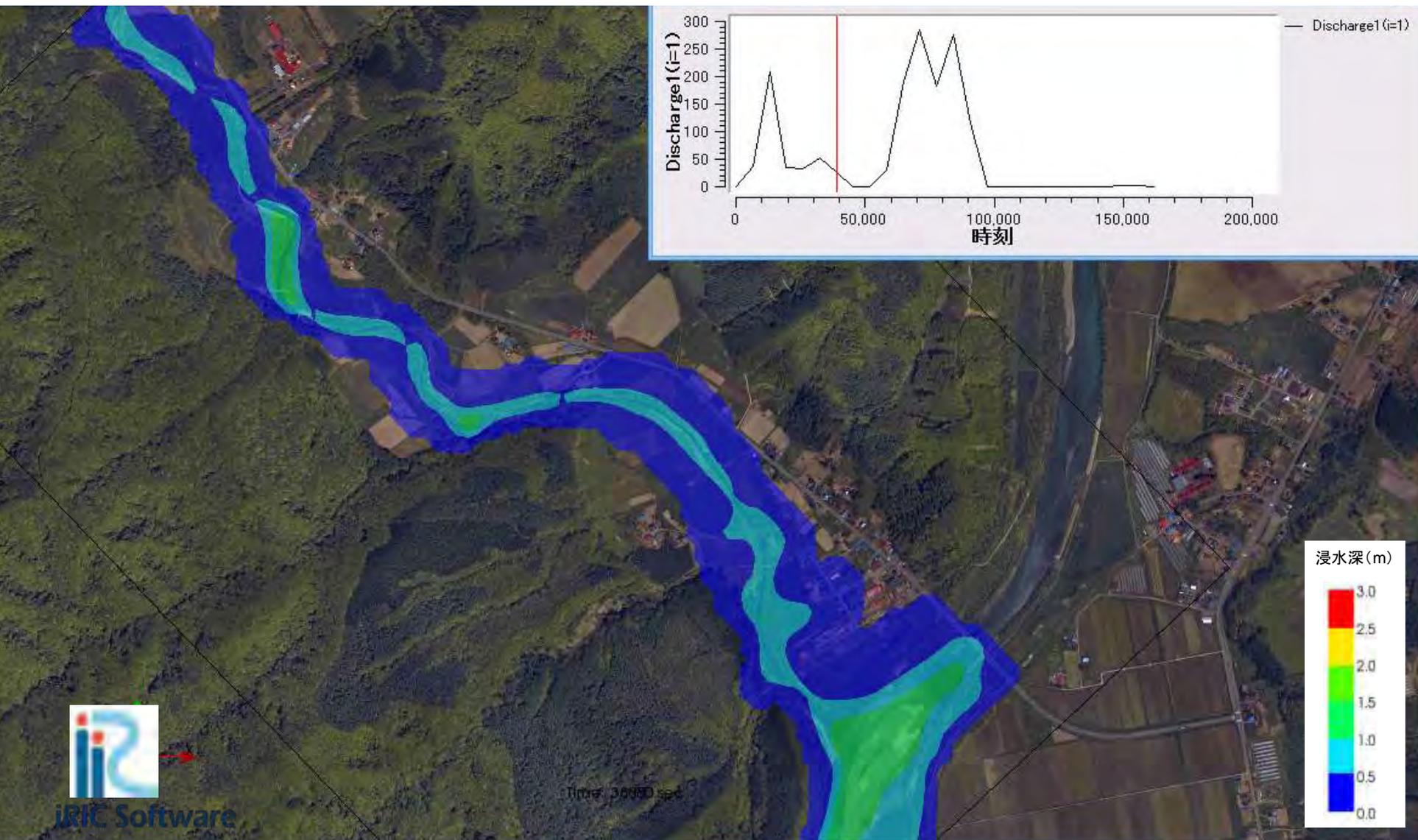
- ④浸水深、 $t=5.4$ 時間 (=19,440秒)
・1山目の流量が減少



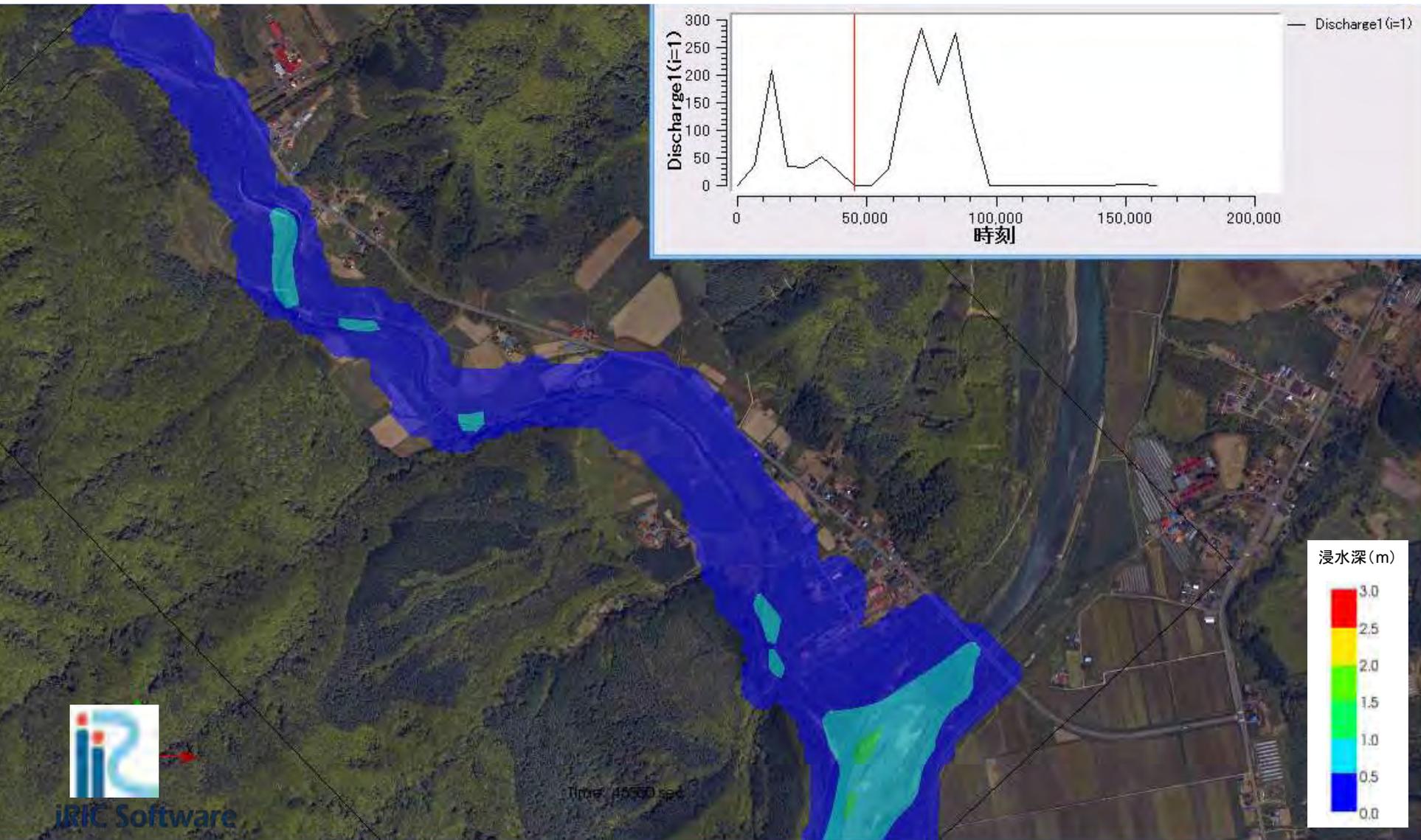
⑤ 浸水深、 $t=7.2$ 時間 (=25,920秒)

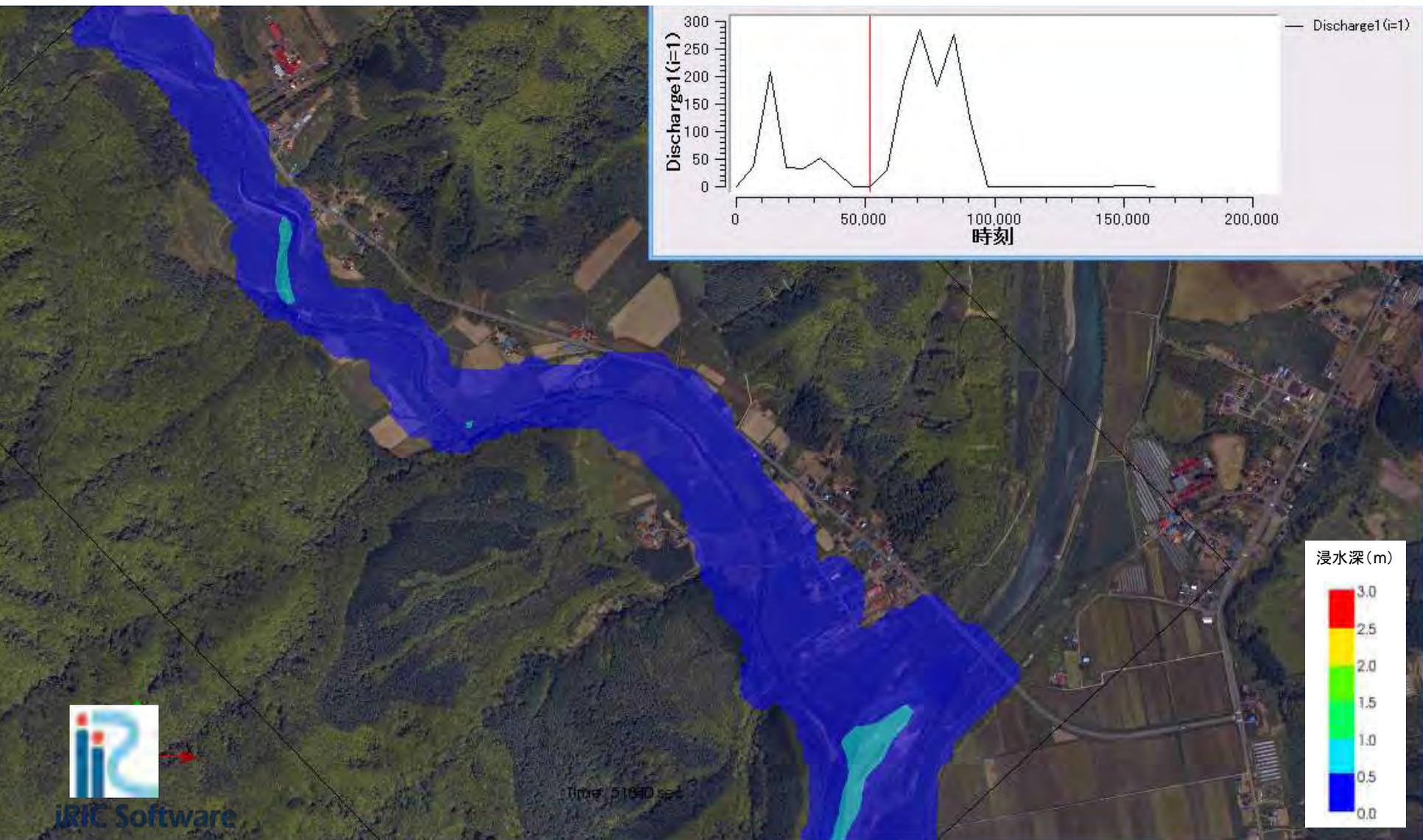
⑥ 浸水深、 $t=9.0$ 時間 (=32,400秒)

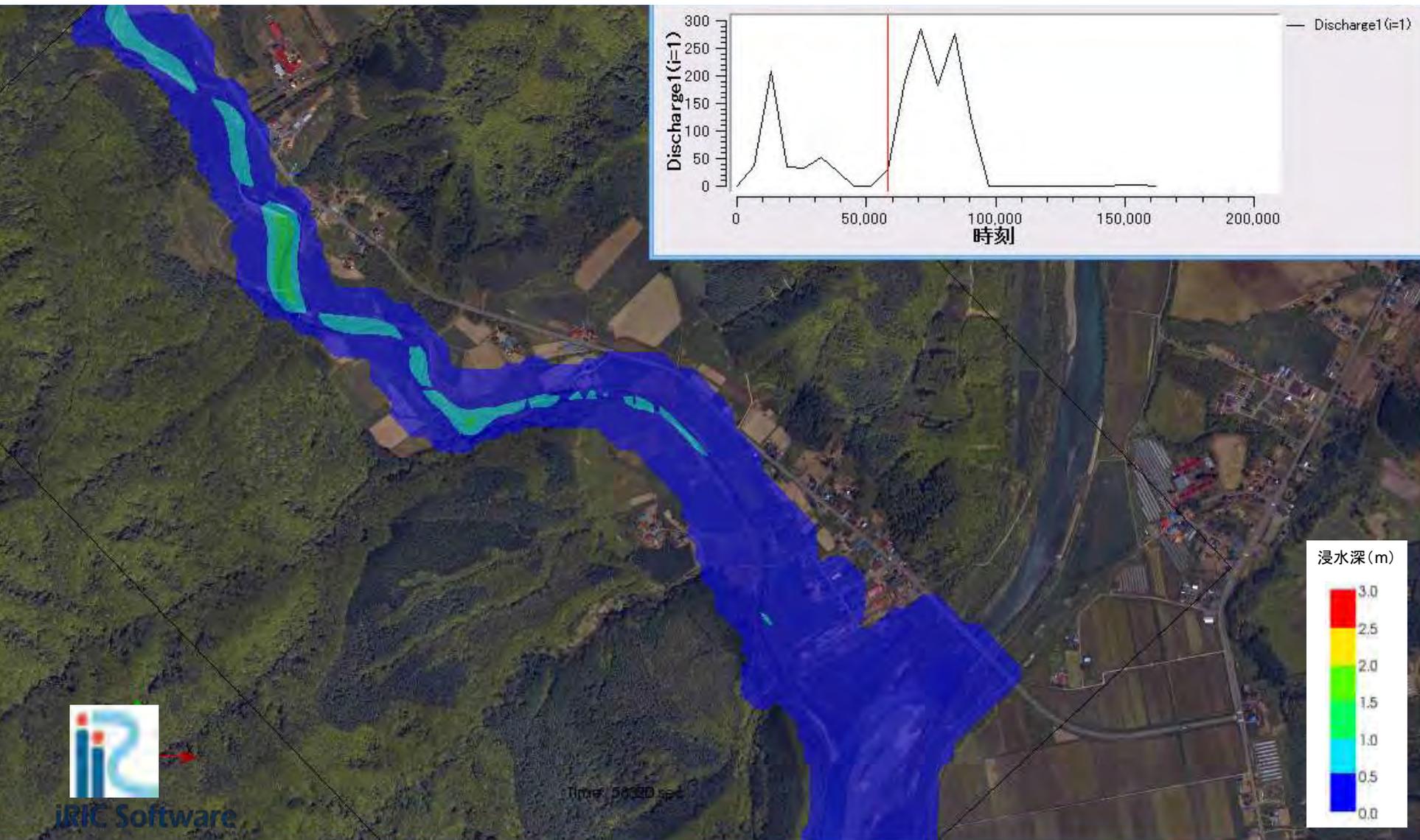
⑦ 浸水深、 $t=10.8$ 時間 (=38,880秒)



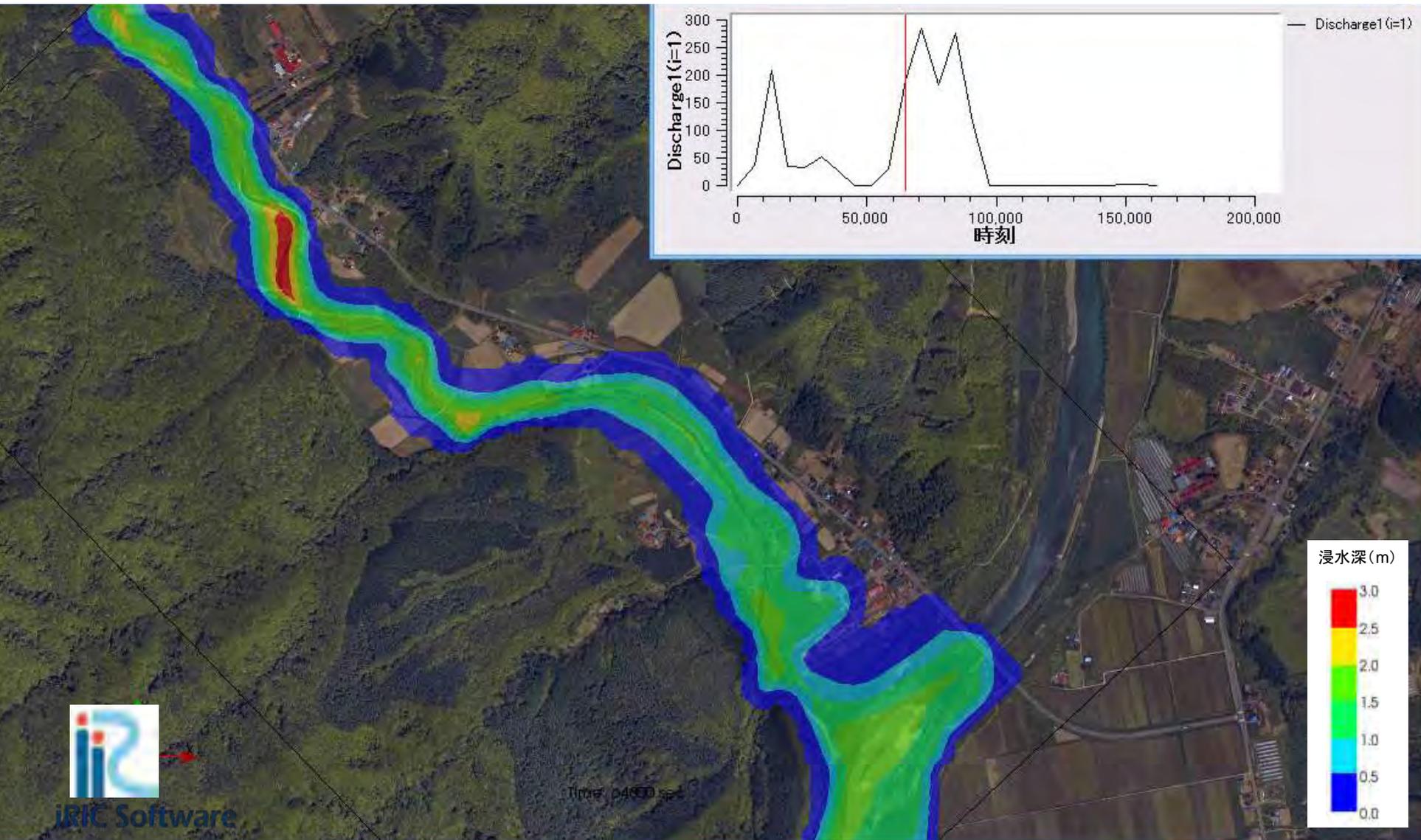
- ⑧ 浸水深、 $t=12.6$ 時間 (=45,360秒)
・1山目終了



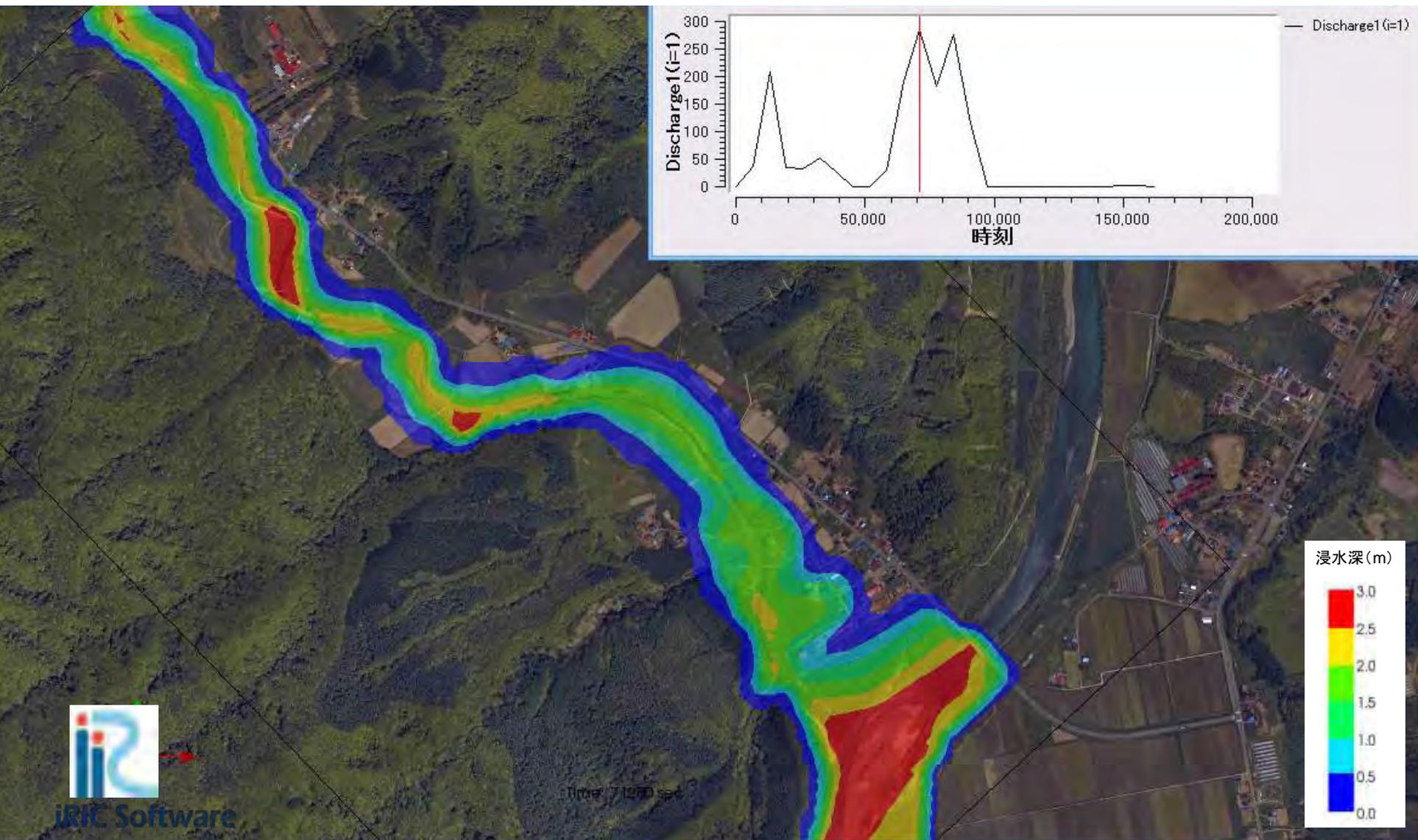
⑨ 浸水深、 $t=14.4$ 時間 (=51,840秒)

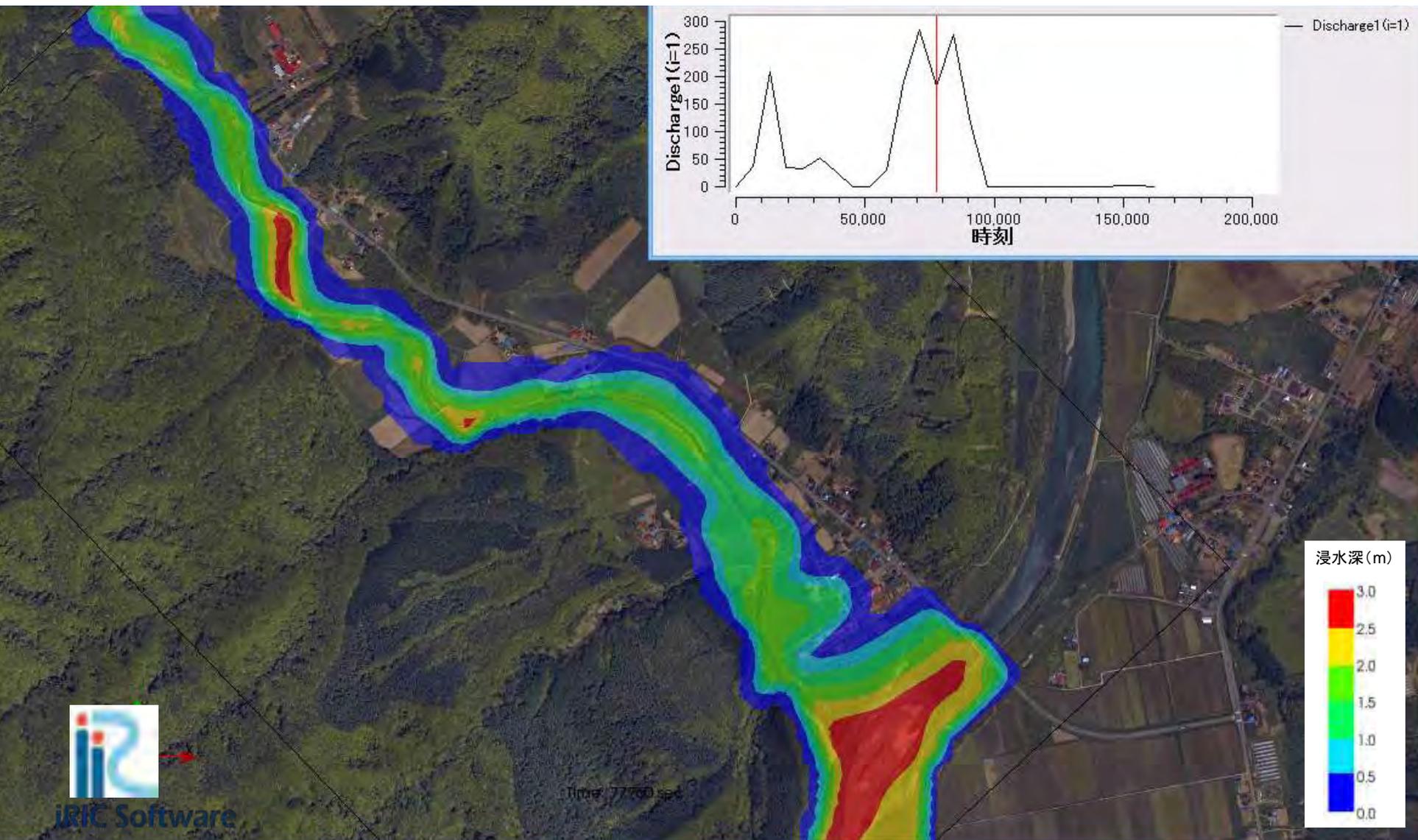
⑩ 浸水深、 $t=16.2$ 時間 (=58,320秒)

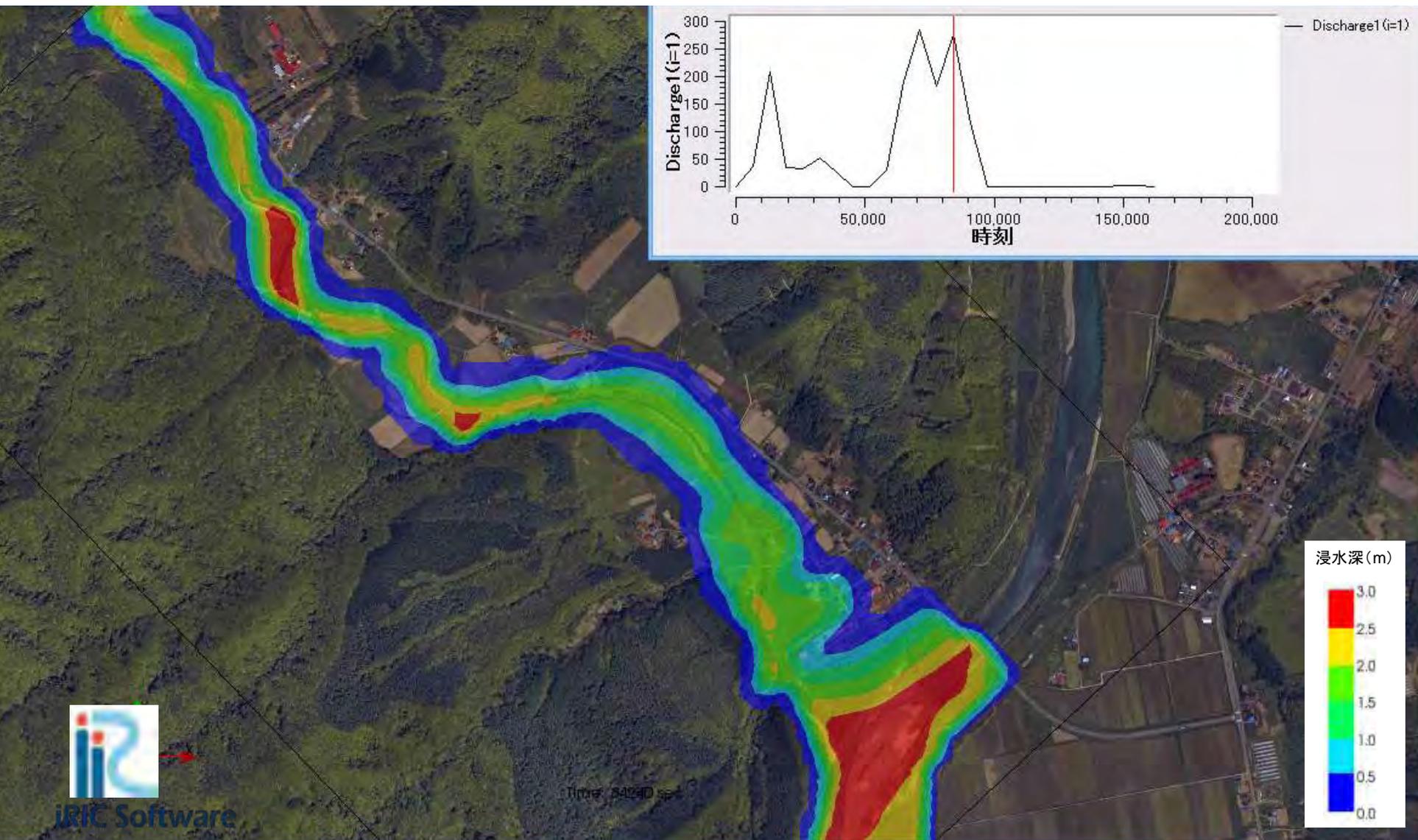
- ① 浸水深、 $t=18.0$ 時間 (=64,800秒)
・2山目の流量が増加



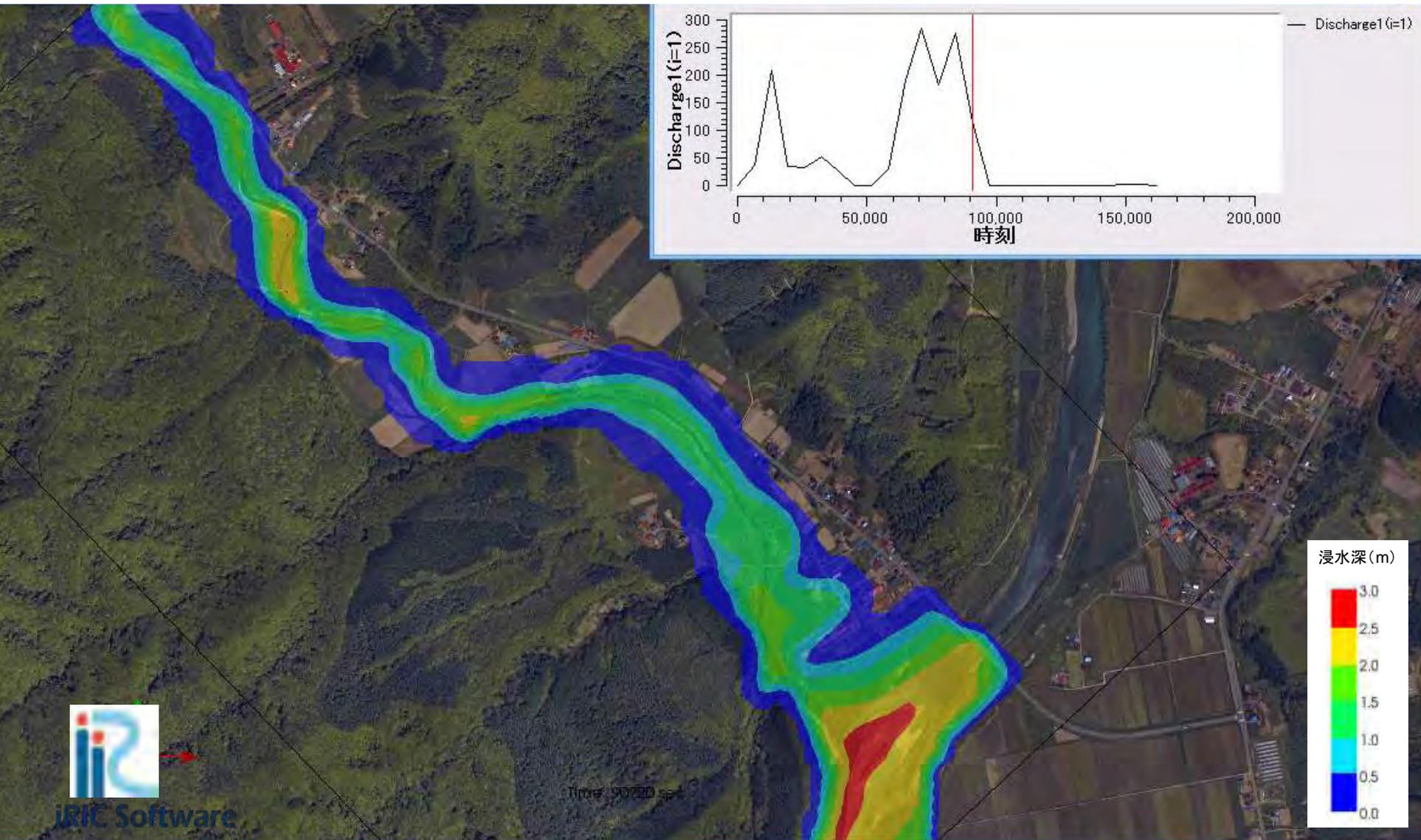
- ⑫ 浸水深、 $t=19.8$ 時間 (=71,280秒)
・2山目の流量ピーク時



⑬ 浸水深、 $t=21.6$ 時間 (=77,760秒)

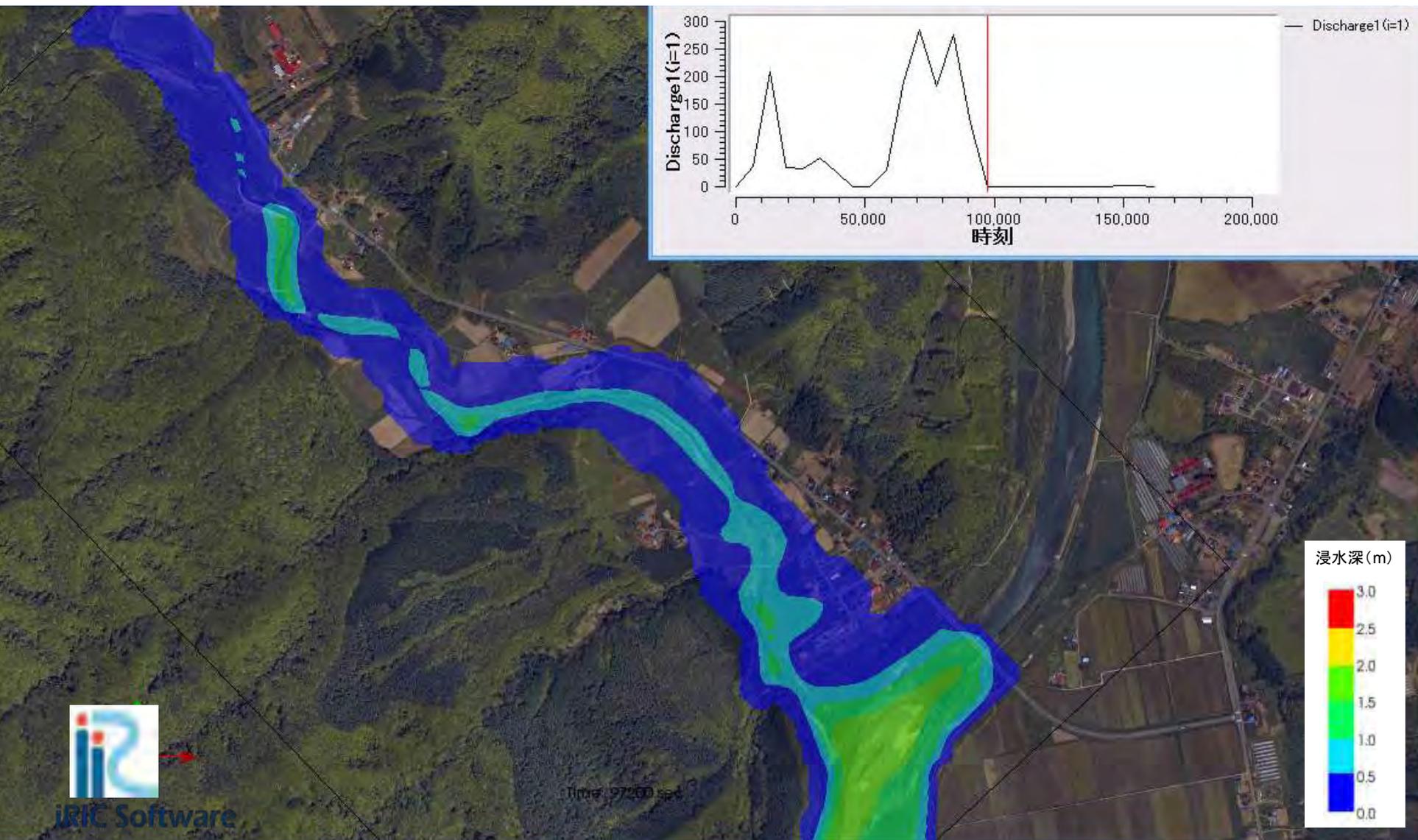
⑭ 浸水深、 $t=23.4$ 時間 (=84,240秒)

- ⑮ 浸水深、 $t=25.2$ 時間 (=90,720秒)
・2山目の流量が減少

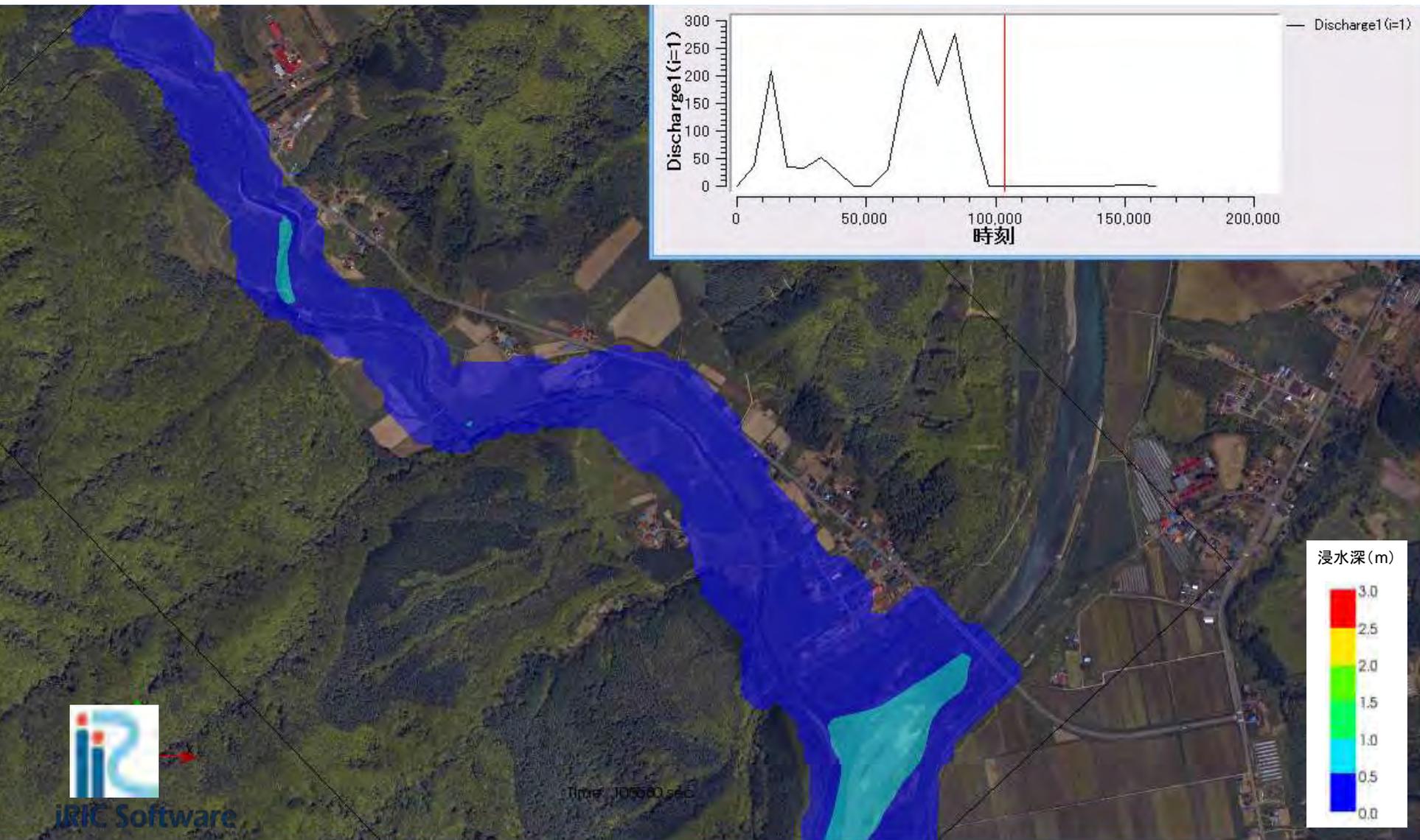


⑩浸水深、 $t=27.0$ 時間 (=97,200秒)

・2山目終了

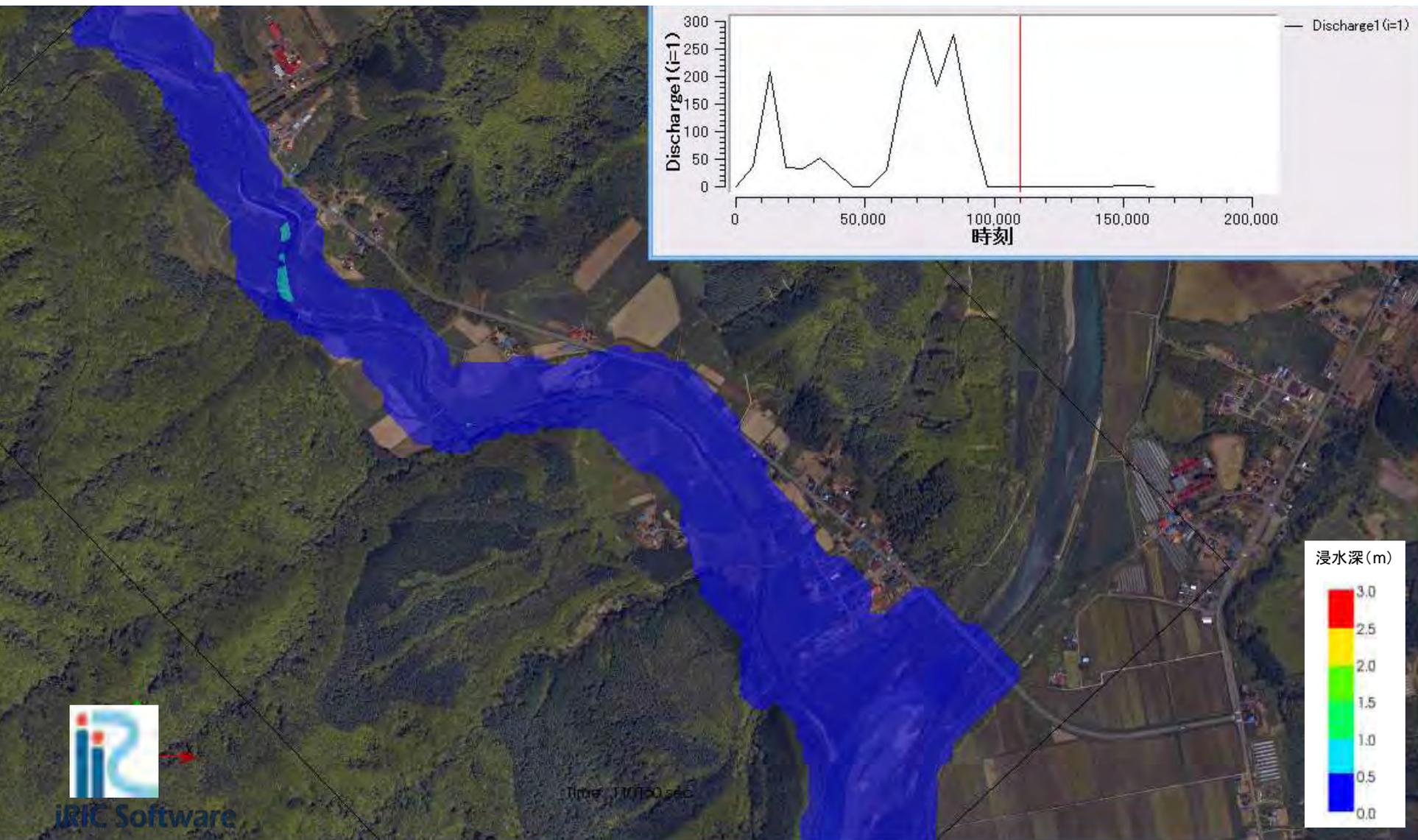


- ⑰ 浸水深、 $t=28.8$ 時間 (=103,680秒)
- ・降雨による流量なくなり、浸水深が低下

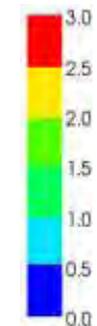


⑱ 浸水深、 $t=30.6$ 時間 (=110,160秒)

・はん濫がほぼ終了



浸水深 (m)



- ◆ 過去の浸水実績・被災履歴等と計算結果を比較し、計算の妥当性について確認を行う。
- ◆ 確率で求めた降雨を使用する場合は、この検証を行った上で、計算を行うことを基本とする。

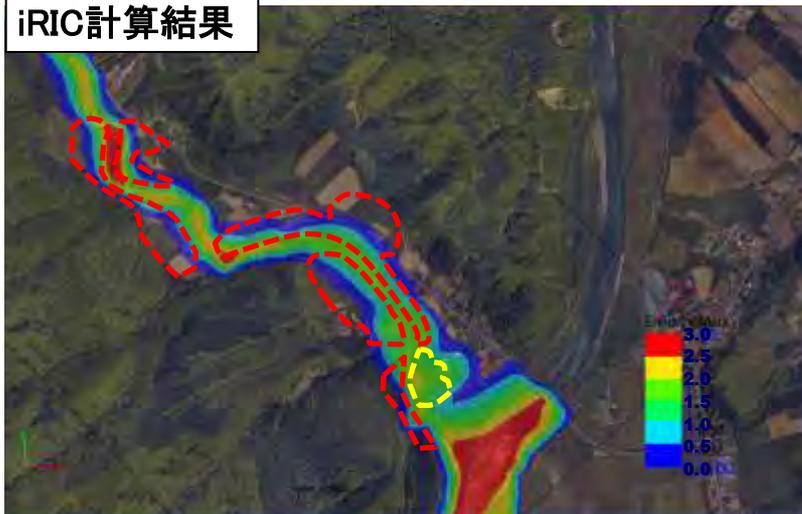
浸水実績とiRICによる計算結果



浸水実績と浸水想定区域

- ・ **赤**: 浸水実績 (※似湾沢川)
- ・ **黄**: 浸水想定区域 (※鷓川の外水はん濫)

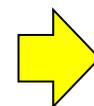
iRIC計算結果



iRICで求めた浸水深・浸水範囲

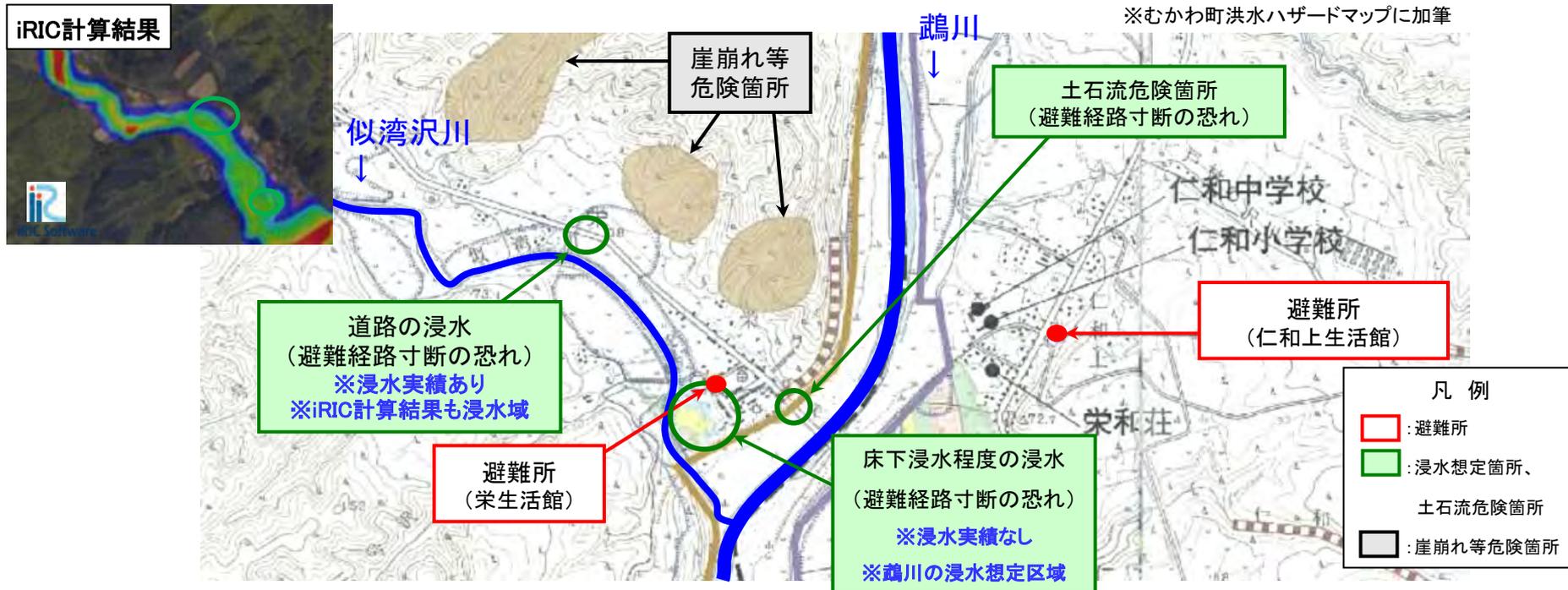


浸水深毎に表現



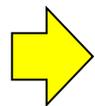
浸水範囲の傾向が概ね一致していることから、
妥当な計算結果と言える。

- ◆ 計算結果を基に、はん濫範囲・はん濫開始時間等について把握する。
- ◆ 既存の大河川の洪水ハザードマップとの違い(算出方法、精度等)を考慮し、中小河川における洪水ハザードマップを別に作成するか否かの判断や、情報共有・周知の範囲等の利用方法を検討する。



iRICの計算結果によると、似湾沢川の避難所(栄生活館)は、

- ①西側: 似湾沢川の浸水想定範囲
 - ②南側: 鶺鴒川の浸水想定範囲
 - ③東側: 土石流危険箇所
 - ④北側: 崖崩れ等危険箇所
- であり、いずれも避難経路寸断の恐れ。



栄地区では、似湾沢川からの浸水や洪水時の孤立化等の恐れがあることから、これらを踏まえたハザードマップの作成が必要。

- ◆ はん濫計算結果と浸水実績を比較し、浸水範囲の再現性が低い場合に、再現性向上を図るための方法を以下に例として示す。

はん濫計算の再現性向上のための留意点

検討項目	条件設定における制約	再現性向上における留意点
(1) 河道・はん濫原標高データの細分化	iRIC (Nays2D Flood) では、河道とはん濫原を一体として取り扱うため、1/25,000地形図を基にした10mメッシュデータ等では、川幅が10mに満たない掘込河道等の場合、メッシュを河道（低標高部分）として表現できない。	標高データに、レーザー測量(LP)等から設定した5mメッシュデータ※を用いることから、河道内の深みのある程度は考慮できることから、地盤標高の精度向上に伴う浸水範囲の再現性向上が期待できる。 (※公開エリアは一部。)
(2) メッシュサイズの細分化	メッシュサイズが大きい場合、計算時間は比較的短時間で済むものの、そのメッシュサイズで表現可能な盛土構造物(道路等)に限界があり、再現性を低下させる要因となる。	上記の5mメッシュデータの使用と合わせ、メッシュサイズを細かく設定することで、地盤標高や盛土構造物を詳細に表現でき、これに伴う浸水範囲の再現性向上が期待できる。
(3) 対象流量波形の算出方法の再検討	土地利用状況から流出係数 f を求め、合成合理式により流量波形を求めるが、流域の湿潤状況など様々な理由により、実際の流量波形との差が生じうる。	対象流量波形の精度向上の必要がある場合、対象流量波形の算出方法について検討を行う（流量観測及び流出解析を別の手法で行うことも視野に入れる）