

第1章 実河川における破堤氾濫計算例

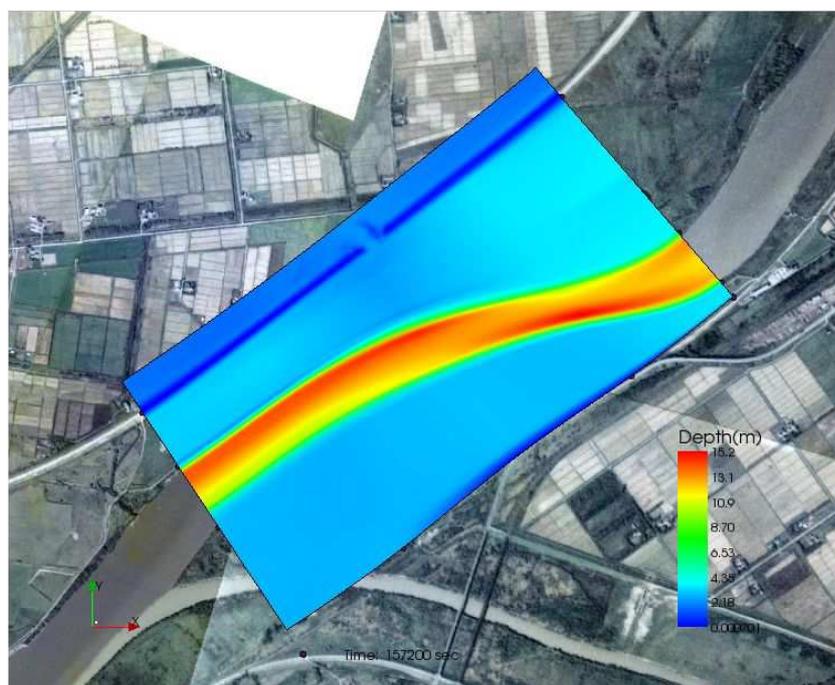
◆目的

実河川の破堤氾濫時の流況および破堤状況を Nays2D Breach で計算し、結果を確認することを目的とします。

◆概要

1. 計算格子の設定

横断方向 92 点、流下方向 201 点の計算格子を設定します。



2. 計算条件の設定

非常時の洪水流量を設定します。その他計算に必要な条件を設定します。

3. 計算実行

4. 計算結果の可視化

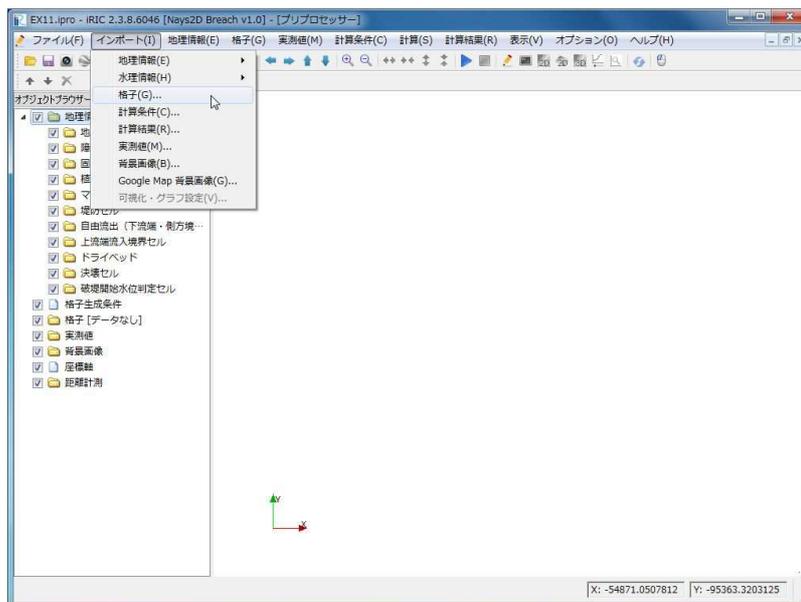
流況および河床高を可視化する例を紹介します。

1. 計算格子の設定

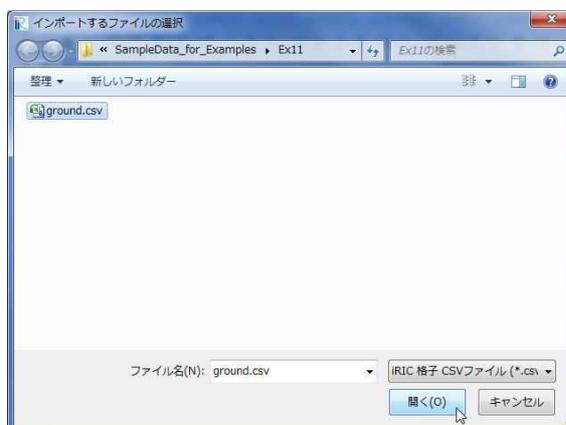
1. 格子の読み込み

① 格子のインポート

➤ メニューバーの [インポート]-[格子] をクリックします。



➤ サンプルデータの [¥SampleData_for_Examples¥Ex11] フォルダ内の [ground.csv] を選択し、[開く] ボタンをクリックします。



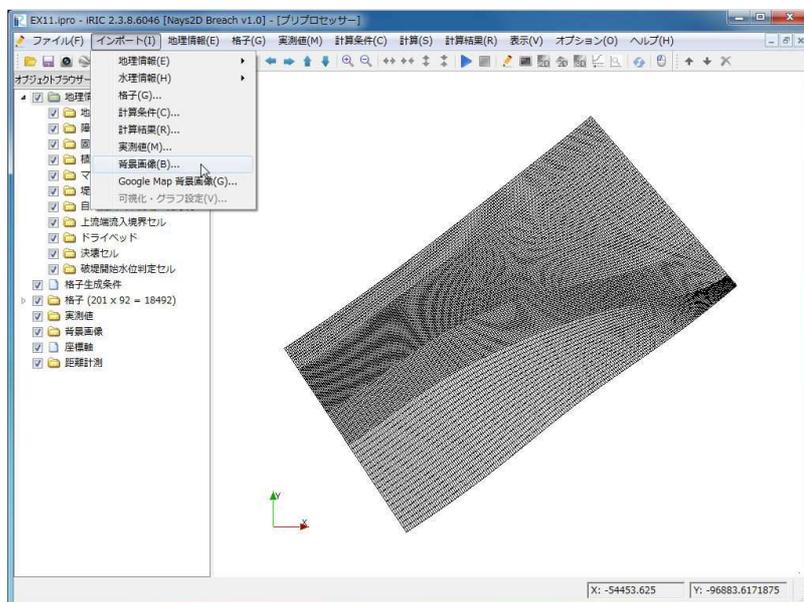
ファイルの種類を「iRIC 格子 CSV ファイル (*.csv)」にする。

本事例では、作成済みの計算格子を用います。他河川の計算を行う場合は、Nays2DH 事例集「1. 計算格子の作成」を参考に計算格子を作成すること。

[プリプロセッサ]画面に格子の形状が表示されれば読み込み成功です。

② 背景画像の取り込み

➤ [インポート] – [背景画像] をクリックします。



背景画像

後述の植生セル、固定床セル、障害物セルなどの指定も、背景画像を参照しながら、設定することが可能となります。

➤ サンプルデータの [¥SampleData_for_Examples¥Ex11]フォルダ内の [picture.jpg] を選択して開きます。

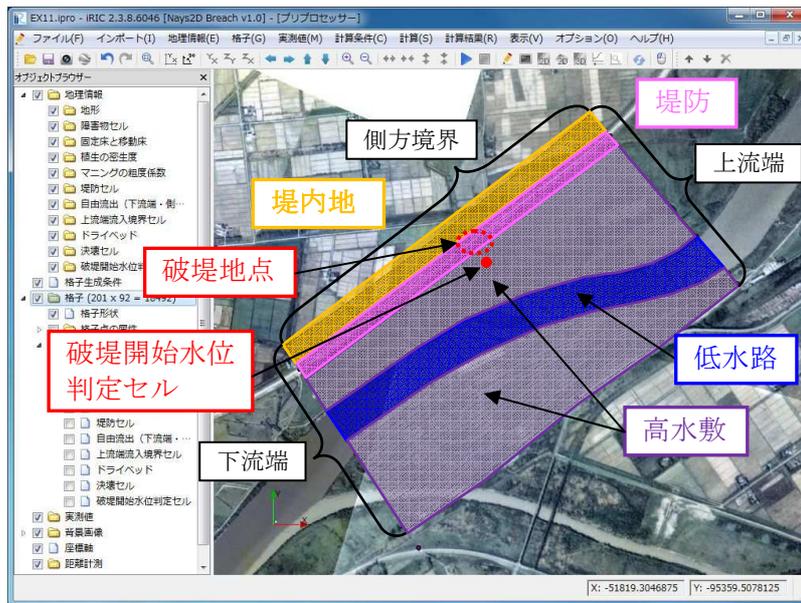


[プリプロセッサ]画面に背景画像が表示されれば読み込み成功です。

2. セル属性の設定

① 破堤氾濫状況の確認

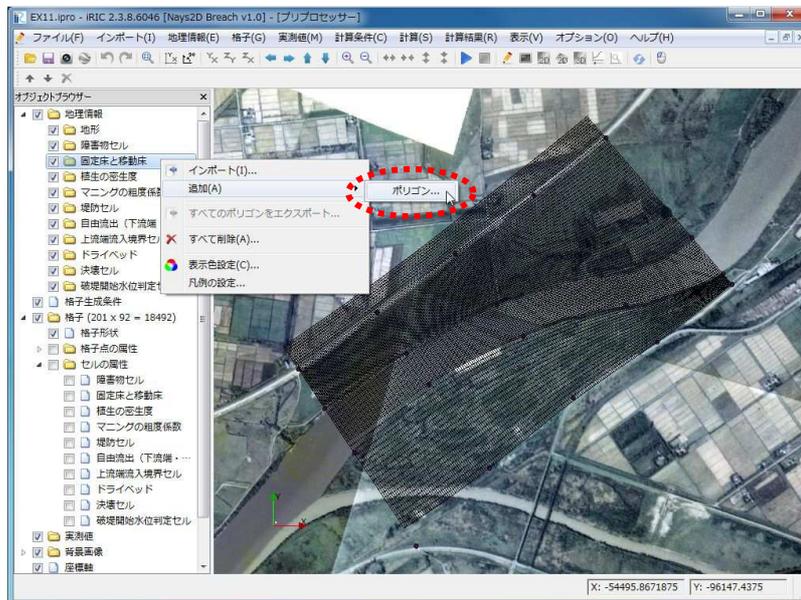
▶ オブジェクトブラウザー-[格子]-[セルの属性] を開きます。



- 障害物セル:
障害物の影響は考慮しない。
- 固定床と移動床:
堤防で破堤幅を考慮する範囲は移動床として設定します。それ以外は、侵食しないと仮定し固定床セルとして設定します。
- 植生の密生度:
樹木の影響は考慮しない。
- マニングの粗度係数:
低水路と高水敷に分けてマニングの粗度係数を設定する。堤防と堤内地には、高水敷の粗度を設定する。
- 堤防セル:
堤防の位置に堤防セルを設定する。
- 自由流出(下流端・側方境界):
下流端と側方境界を自由流出として設定する。
- 上流端流入境界セル:
堤内地の上流端を壁境界として設定する。
- ドライベッド:
計算開始時に堤内地の水深が0になるようにドライベッドを設定する。
- 決壊セル
破堤開始時点に、決壊する堤防セルを設定する。
- 破堤開始水位判定セル:
破堤地点付近の河道内に設定する。

② 固定床と移動床の設定

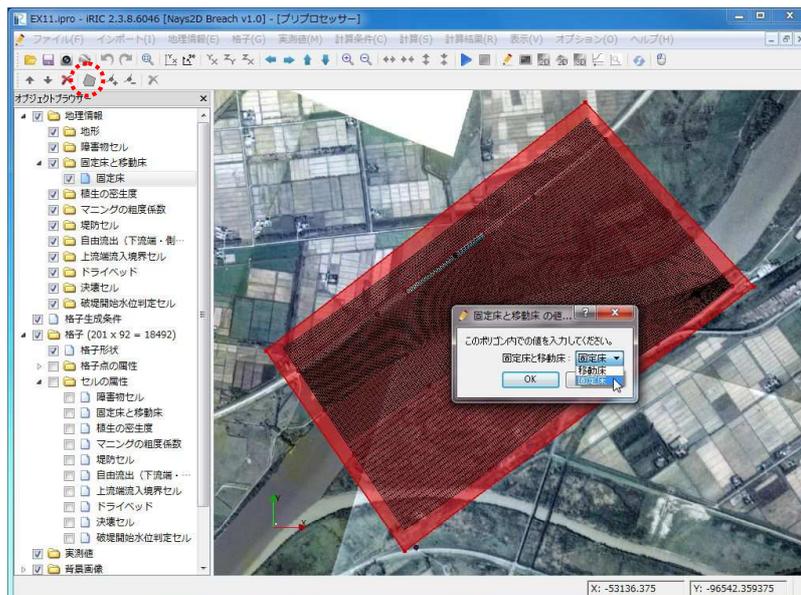
- ▶ オブジェクトブラウザー[地理情報]ー[固定床と移動床] を選択した状態で右クリックし、[追加]ー[ポリゴン] を選択します。



固定床

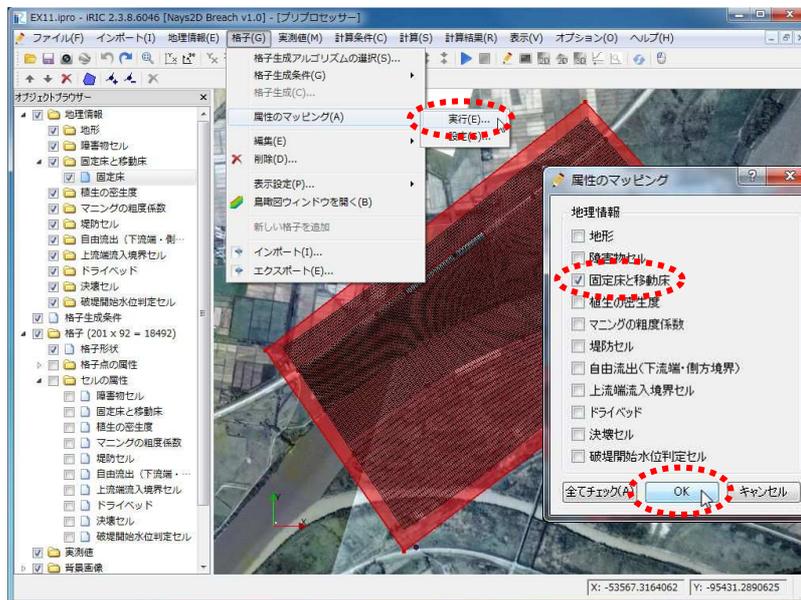
固定床に設定されたセルでは、河床高さが初期河床高さ以下に侵食されなくなります。

- ▶ 破堤地点付近を除いた範囲を [ポリゴン] で囲み、[固定床] に選択します。



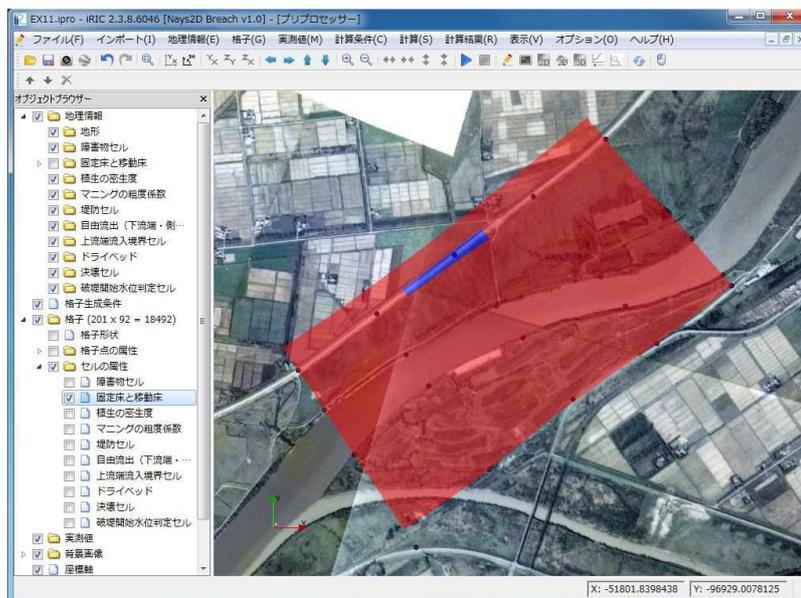
堤防の破堤による土砂移動に着目するため、ここでは破堤地点付近を除いた範囲を固定床に設定した。ポリゴンの一部を除いて設定する場合、メニューバー「穴領域の追加」を使用します。

▶ [格子]―[属性のマッピング]―[実行] をクリックします。[固定床と移動床] にチェックを入れ、「OK」をクリックします。



本事例では、作成済みの計算格子を使用していることから、[地形]にチェックを入れて属性のマッピングを実行すると標高データが全て0になってしまいます。そのため、属性のマッピングをする際は[地形]にチェックを入れないでください。

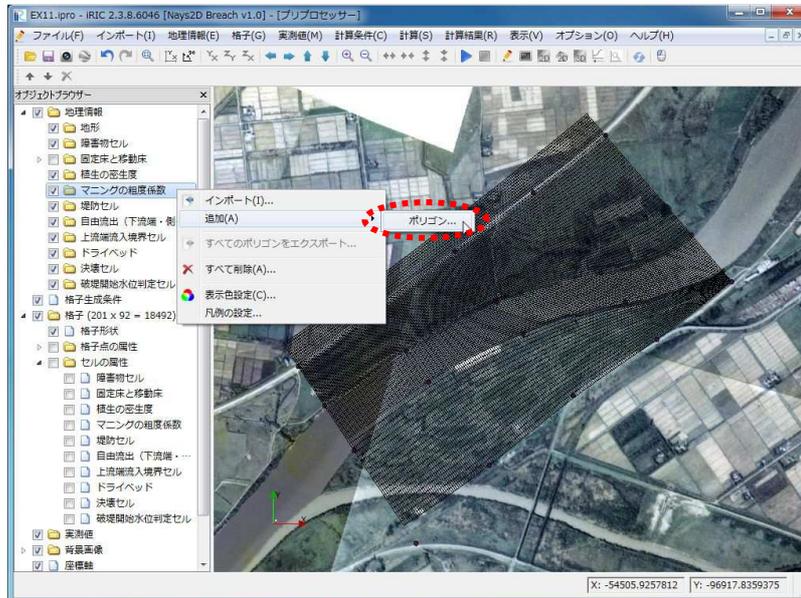
▶ オブジェクトブラウザー―[地理情報]―[固定床と移動床] のチェックを外し、オブジェクトブラウザー―[格子]―[セル属性]―[固定床と移動床] をクリックすると、セル属性の設定状況を確認できます。



セル属性の設定状況が確認しやすいように、オブジェクトブラウザー―「格子形状」のチェックを外しています。

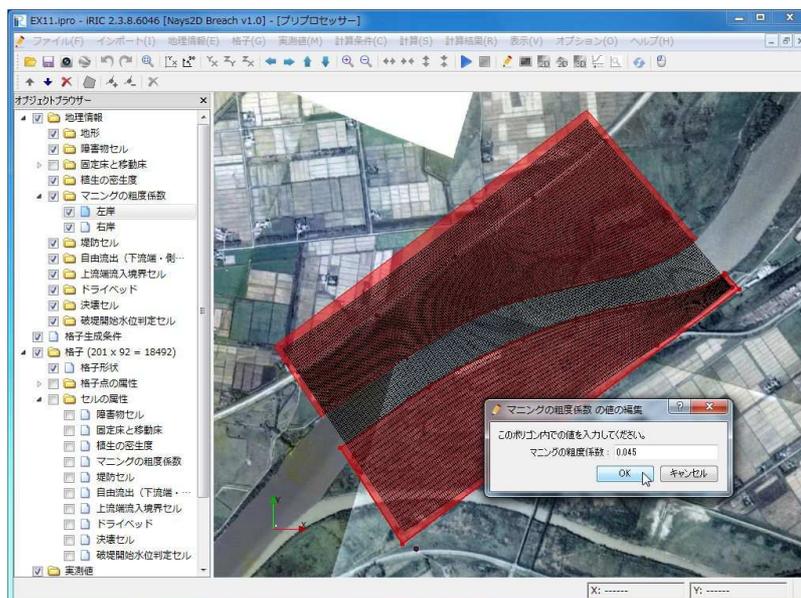
③ マニングの粗度係数の設定

➤ オブジェクトブラウザー-[地理情報]-[マニングの粗度係数] を選択した状態で右クリックし、[追加]-[ポリゴン] を選択します。



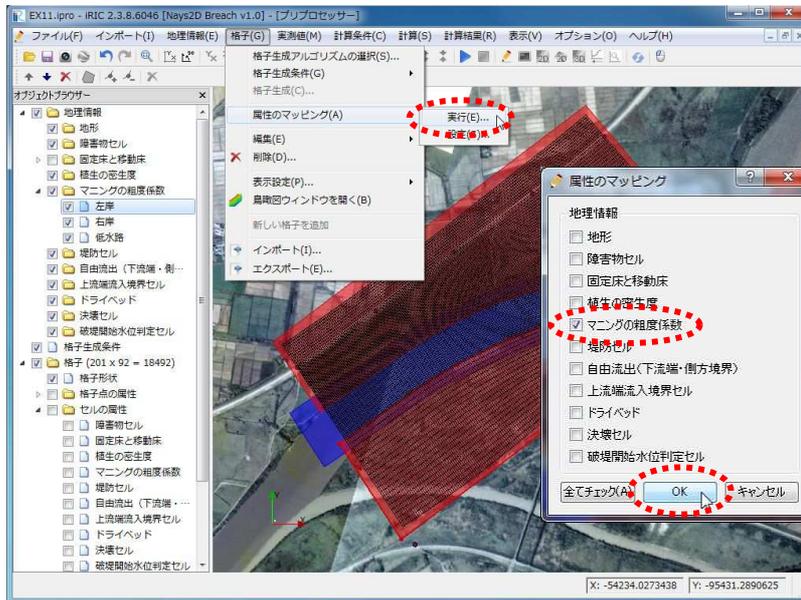
➤ 左右岸の高水敷、堤防、堤内地を [ポリゴン] で囲み、[マニングの粗度係数:0.045] に選択します。

➤ 同様に、低水路を[ポリゴン]で囲み、[マニングの粗度係数:0.030]に選択します。



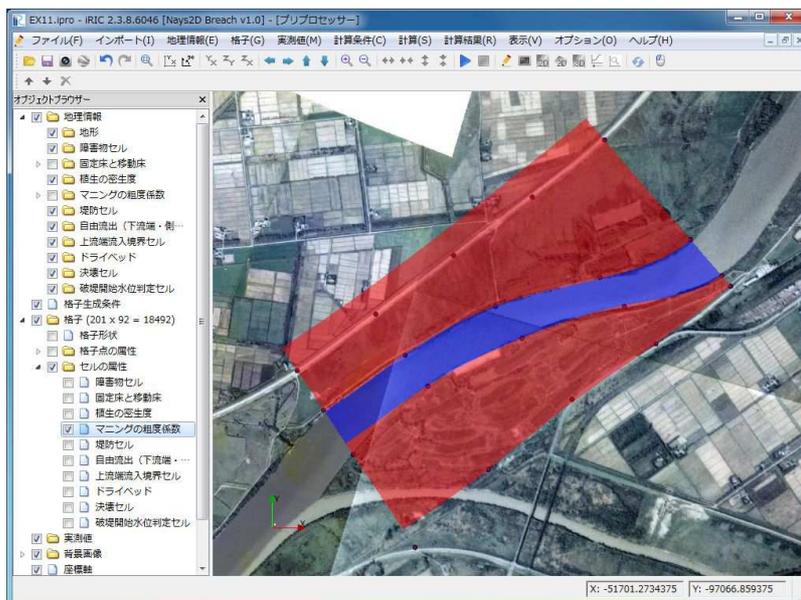
[マニングの粗度係数]において設定した値は仮想値です。他河川の計算を行う際は、観測資料(粒径)や計画値を参考に設定してください

▶ [格子]ー[属性のマッピング]ー[実行] をクリックします。[マニングの粗度係数] にチェックを入れ、「OK」をクリックします。



本事例では、作成済みの計算格子を使用していることから、[地形]にチェックを入れて属性のマッピングを実行すると標高データが全て0になってしまいます。そのため、属性のマッピングをする際は[地形]にチェックを入れしないでください。

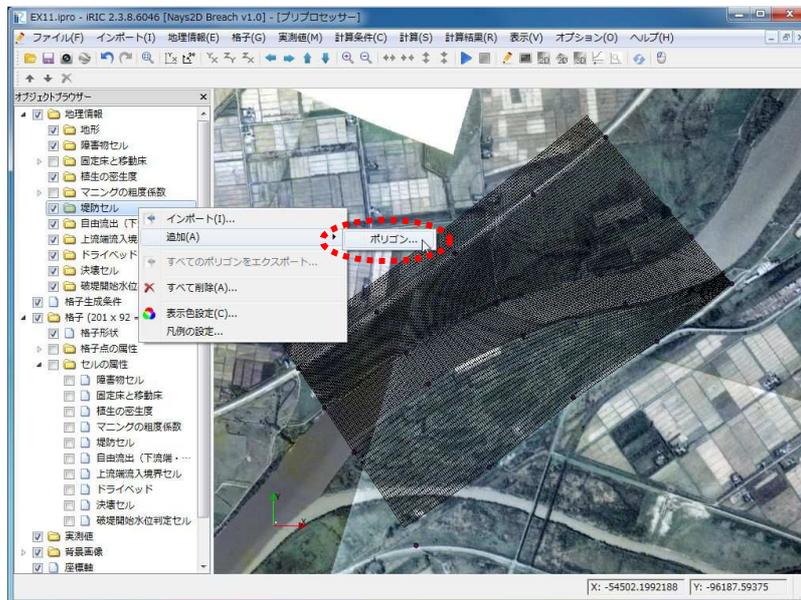
▶ オブジェクトブラウザーー[地理情報]ー[マニングの粗度係数] のチェックを外し、オブジェクトブラウザーー[格子]ー[セル属性]ー[マニングの粗度係数] をクリックすると、セル属性の設定状況を確認できます。



セル属性の設定状況が確認しやすいように、オブジェクトブラウザー「格子形状」のチェックを外しています。

④ 堤防セルの設定

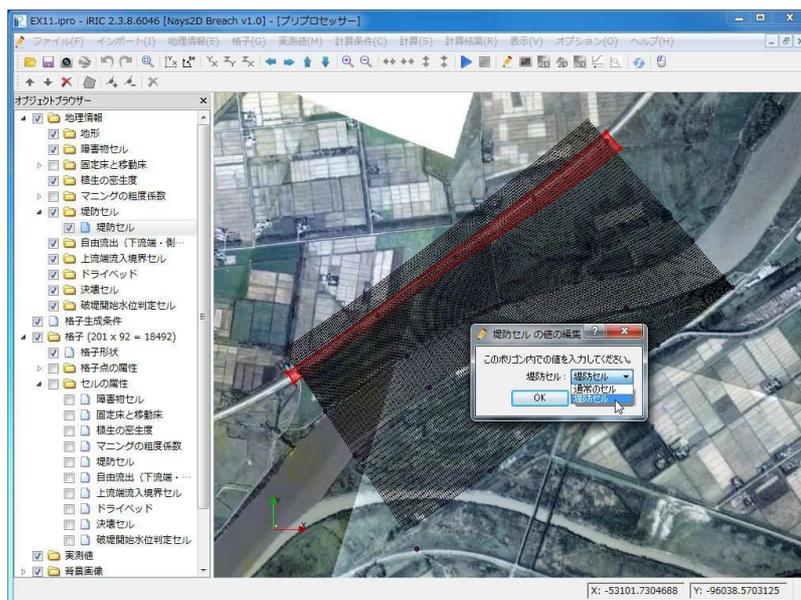
- ▶ オブジェクトブラウザー[地理情報]ー[堤防セル] を選択した状態で右クリックし、[追加]ー[ポリゴン] を選択します。



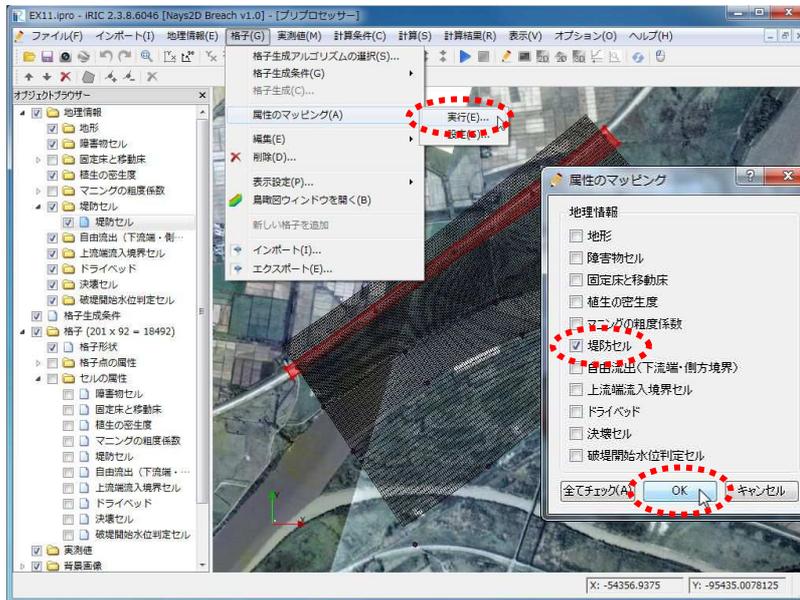
堤防セル

堤防に設定されたセルでは、決壊地点から上下流方向に破堤拡幅します。

- ▶ 堤防を [ポリゴン] で囲み、[堤防セル] に選択します。

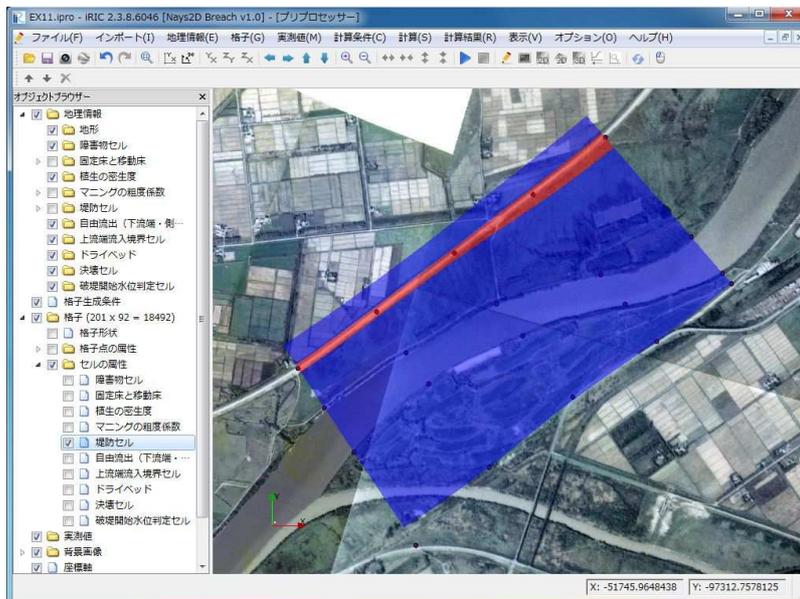


➤ [格子]ー[属性のマッピング]ー[実行] をクリックします。[堤防セル] にチェックを入れ、
「OK」をクリックします。



本事例では、作成済みの計算格子を使用していることから、[地形]にチェックを入れて属性のマッピングを実行すると標高データが全て0になってしまいます。そのため、属性のマッピングをする際は[地形]にチェックを入れないでください。

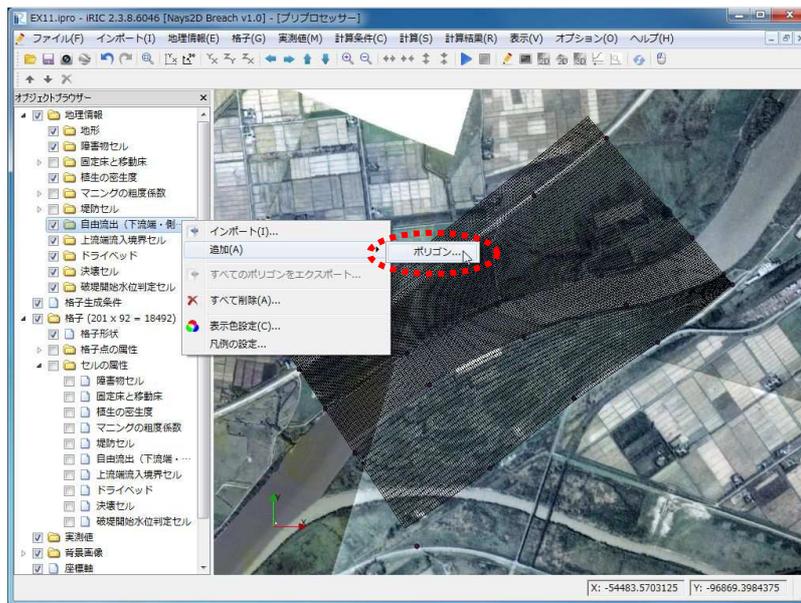
➤ オブジェクトブラウザーー[地理情報]ー[堤防セル] のチェックを外し、
オブジェクトブラウザーー[格子]ー[セル属性]ー[堤防セル] をクリックすると、
セル属性の設定状況を確認できます。



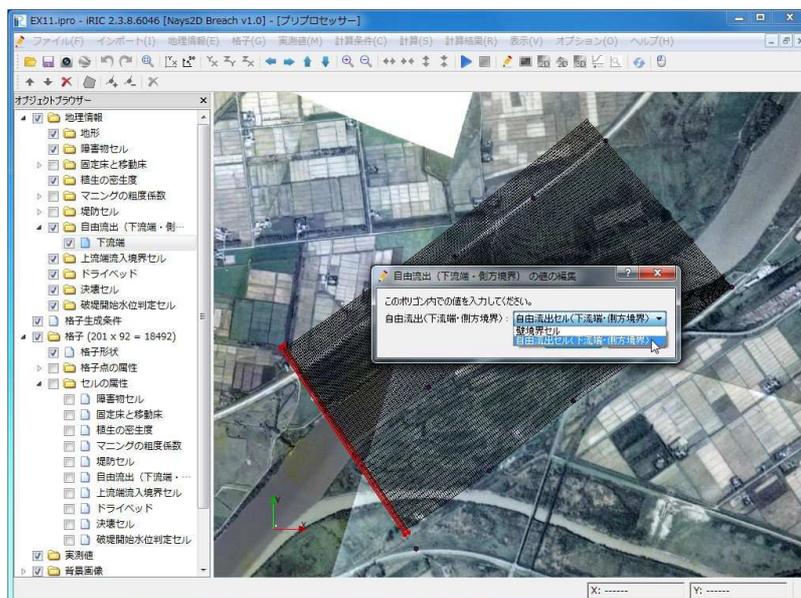
セル属性の設定状況が確認しやすいように、オブジェクトブラウザーー「格子形状」のチェックを外しています。

⑤ 自由流出（下流端・側方境界）の設定

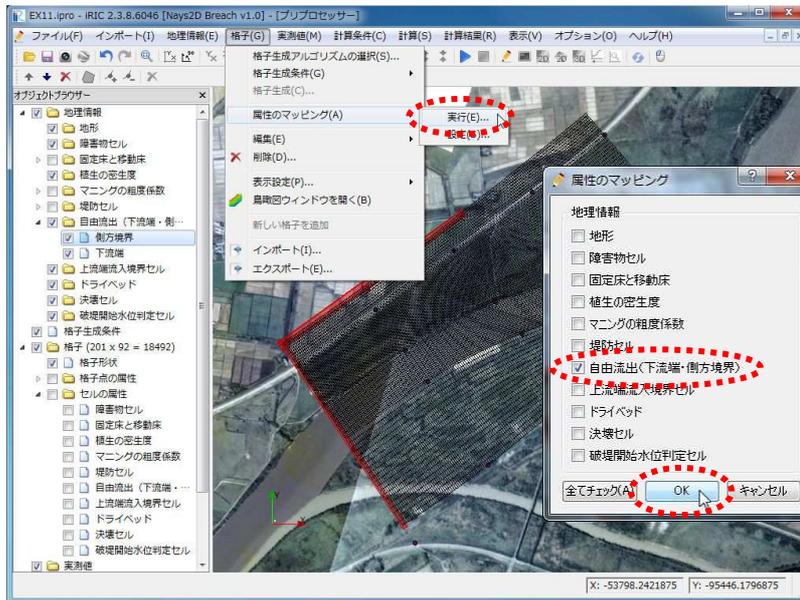
- ▶ オブジェクトブラウザー-[地理情報]-[自由流出(下流端・側方境界)] を選択した状態で右クリックし、
[追加]-[ポリゴン] を選択します。



- ▶ 下流端を [ポリゴン] で囲み、[自由流出(下流端・側方境界)] に選択します。
- ▶ 同様に、側方境界を[ポリゴン]で囲み、[自由流出(下流端・側方境界)]に選択します。

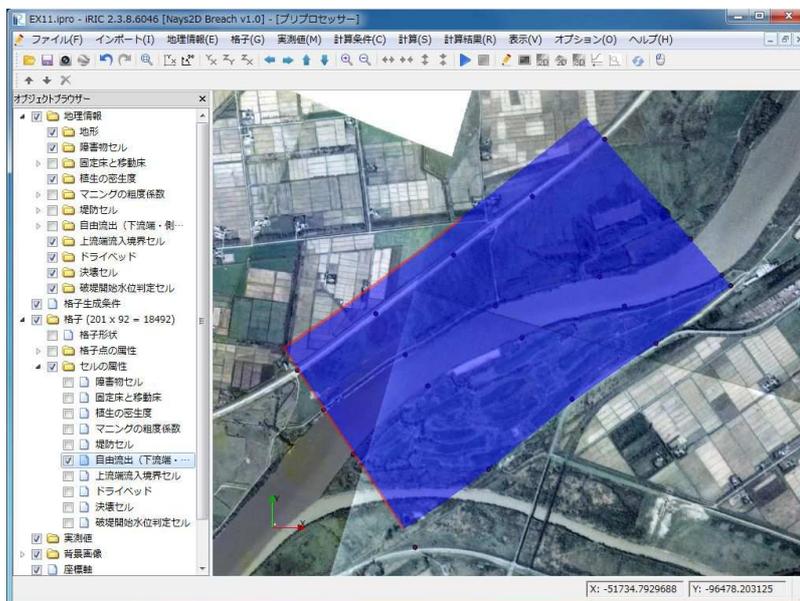


▶ [格子]ー[属性のマッピング]ー[実行] をクリックします。[自由流出(下流端・側方境界)] にチェックを入れ、「OK」をクリックします。



本事例では、作成済みの計算格子を使用していることから、[地形]にチェックを入れて属性のマッピングを実行すると標高データが全て0になってしまいます。そのため、属性のマッピングをする際は[地形]にチェックを入れないでください。

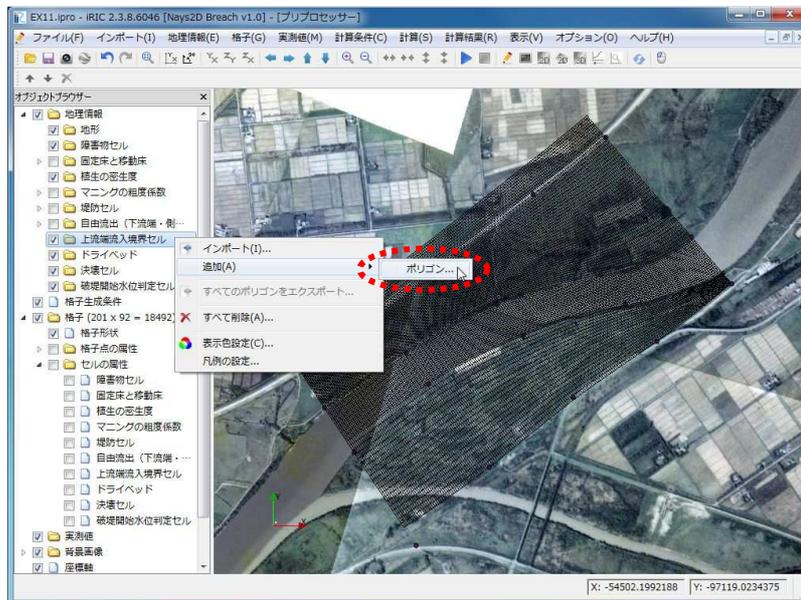
▶ オブジェクトブラウザーー[地理情報]ー[自由流出(下流端・側方境界)] のチェックを外し、オブジェクトブラウザーー[格子]ー[セル属性]ー[自由流出(下流端・側方境界)] をクリックすると、セル属性の設定状況を確認できます。



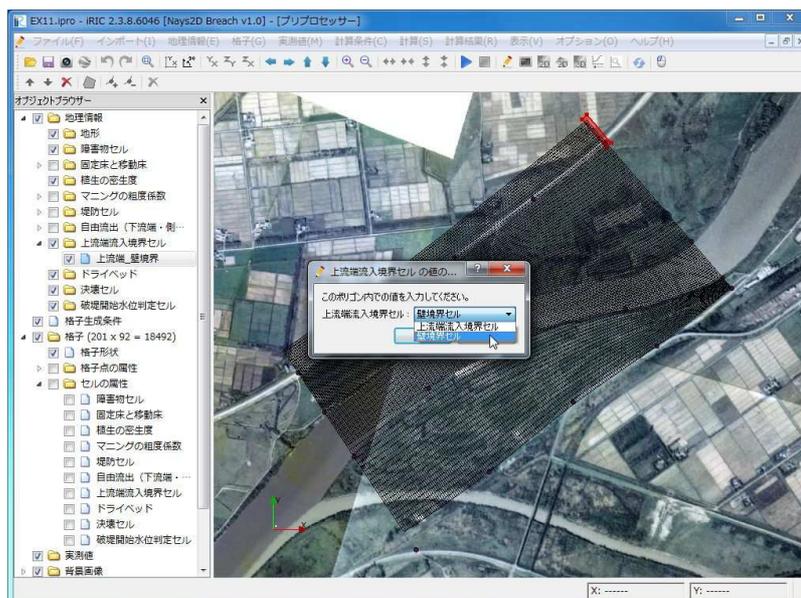
セル属性の設定状況が確認しやすいように、オブジェクトブラウザー「格子形状」のチェックを外しています。

⑥ 上流端流入境界セルの設定

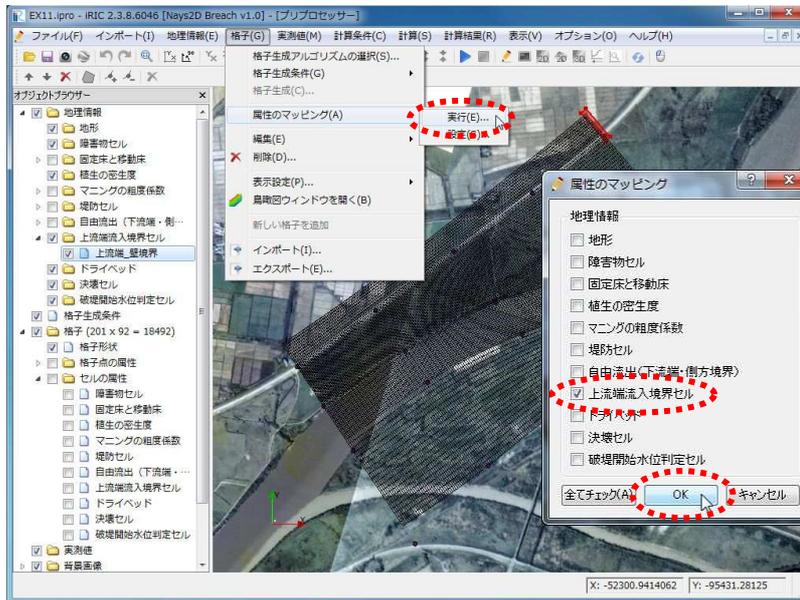
▶ オブジェクトブラウザー-[地理情報]-[上流端流入境界セル] を選択した状態で右クリックし、[追加]-[ポリゴン] を選択します。



▶ 堤内地の上流端を [ポリゴン] で囲み、[壁境界セル] に選択します。

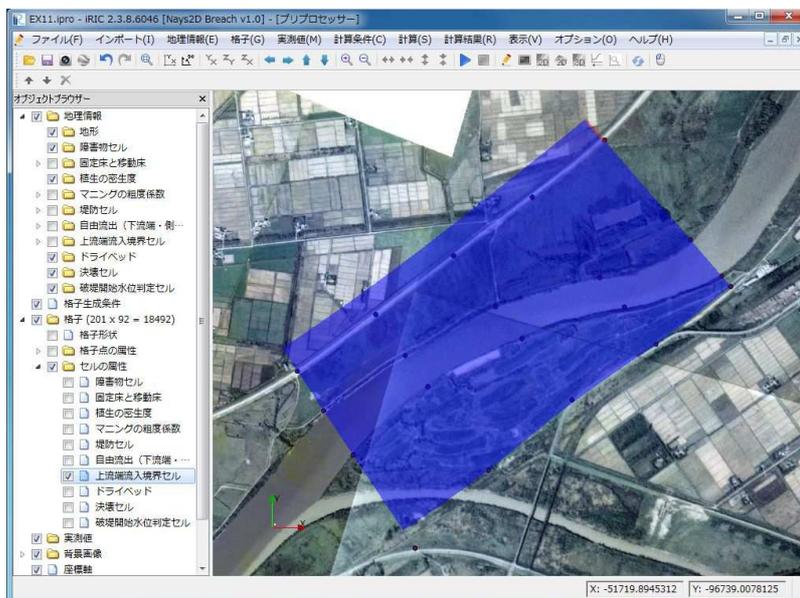


▶ [格子]ー[属性のマッピング]ー[実行] をクリックします。[上流端流入境界セル] にチェックを入れ、「OK」をクリックします。



本事例では、作成済みの計算格子を使用していることから、[地形]にチェックを入れて属性のマッピングを実行すると標高データが全て0になってしまいます。そのため、属性のマッピングをする際は[地形]にチェックを入れないでください。

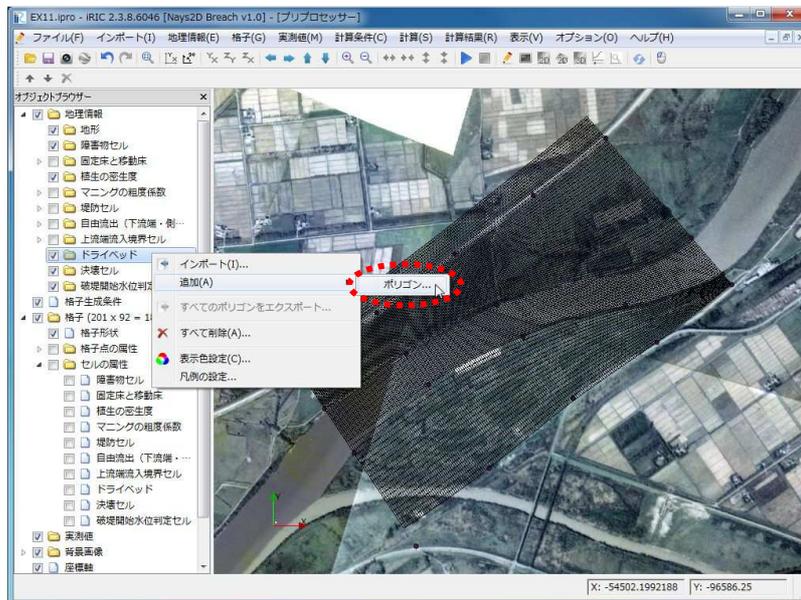
▶ オブジェクトブラウザーー[地理情報]ー[上流端流入境界セル] のチェックを外し、オブジェクトブラウザーー[格子]ー[セル属性]ー[上流端流入境界セル] をクリックすると、セル属性の設定状況を確認できます。



セル属性の設定状況が確認しやすいように、オブジェクトブラウザーー「格子形状」のチェックを外しています。

⑦ ドライベッドの設定

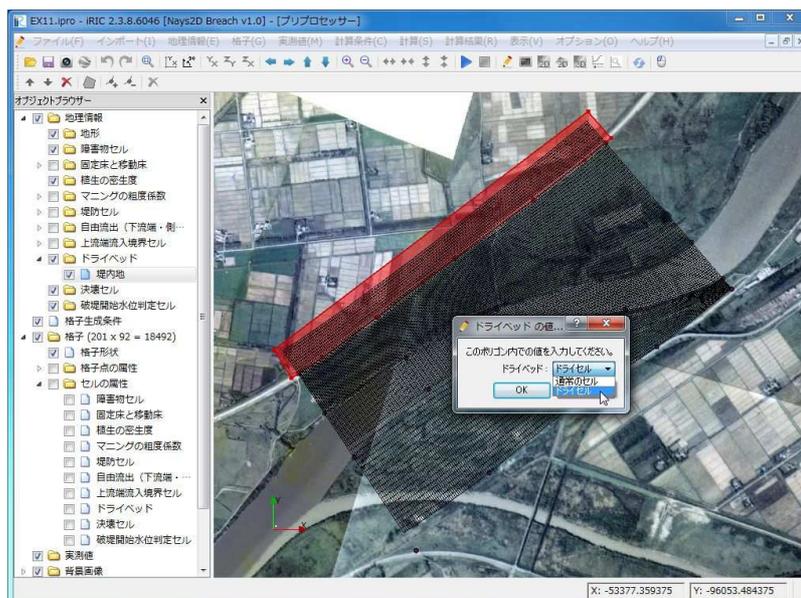
- ▶ オブジェクトブラウザー[地理情報]—[ドライベッド] を選択した状態で右クリックし、[追加]—[ポリゴン] を選択します。



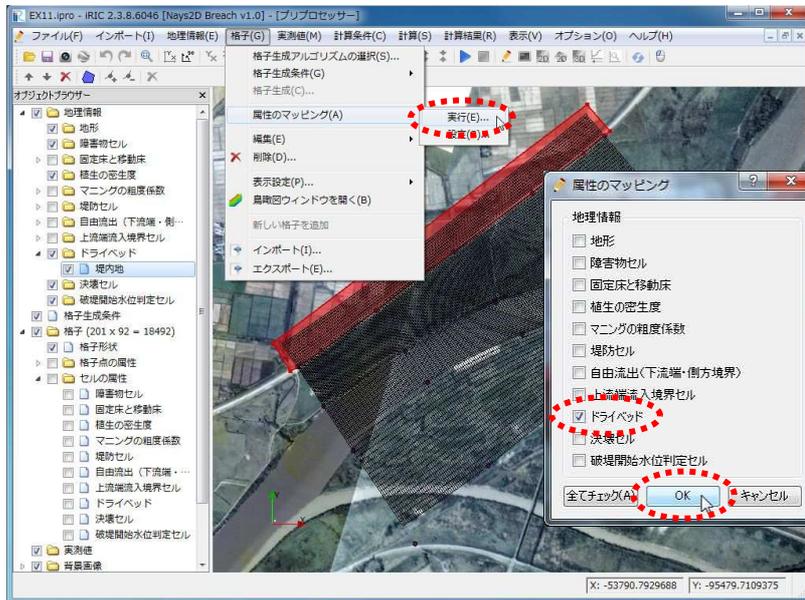
ドライベッド

ドライベッドに設定されたセルでは、計算開始時の水深が0になります。

- ▶ 堤内地を [ポリゴン] で囲み、[ドライセル] に選択します。

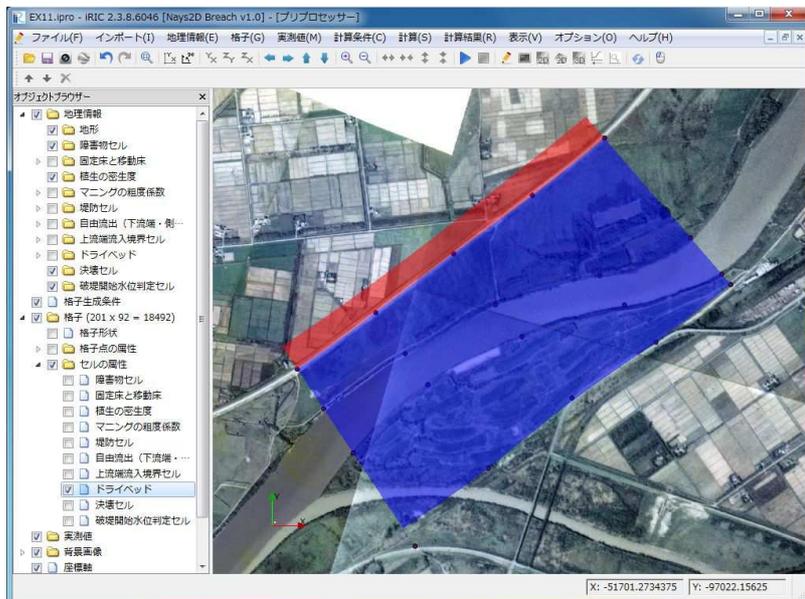


▶ [格子]→[属性のマッピング]→[実行] をクリックします。[ドライベッド] にチェックを入れ、「OK」をクリックします。



本事例では、作成済みの計算格子を使用していることから、[地形]にチェックを入れて属性のマッピングを実行すると標高データが全て0になってしまいます。そのため、属性のマッピングをする際は[地形]にチェックを入れないでください。

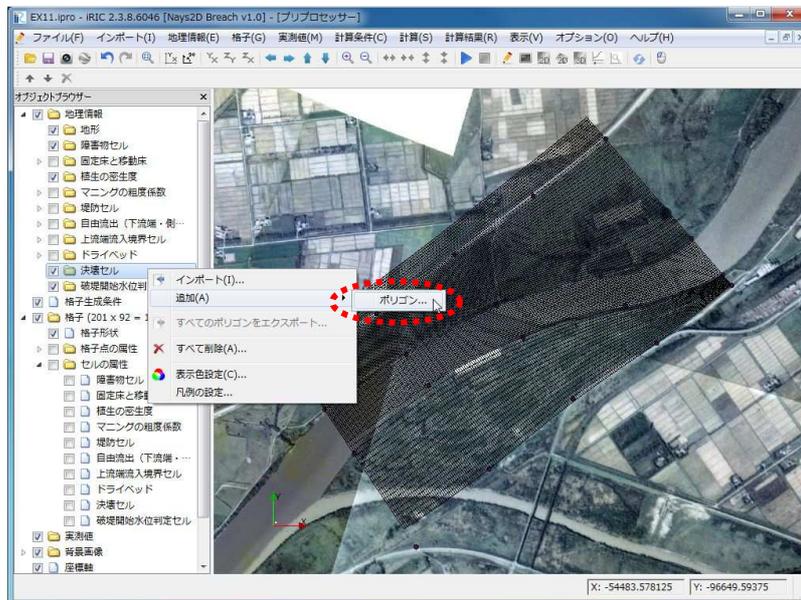
▶ オブジェクトブラウザー→[地理情報]→[ドライベッド] のチェックを外し、オブジェクトブラウザー→[格子]→[セル属性]→[ドライベッド] をクリックすると、セル属性の設定状況を確認できます。



セル属性の設定状況が確認しやすいように、オブジェクトブラウザー「格子形状」のチェックを外しています。

⑧ 決壊セルの設定

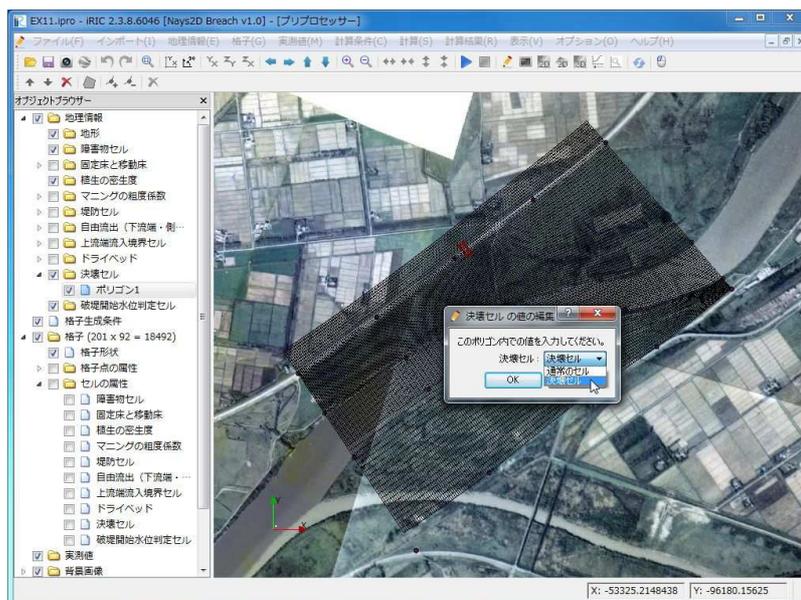
▶ オブジェクトブラウザー[地理情報]—[決壊セル] を選択した状態で右クリックし、
[追加]—[ポリゴン] を選択します。



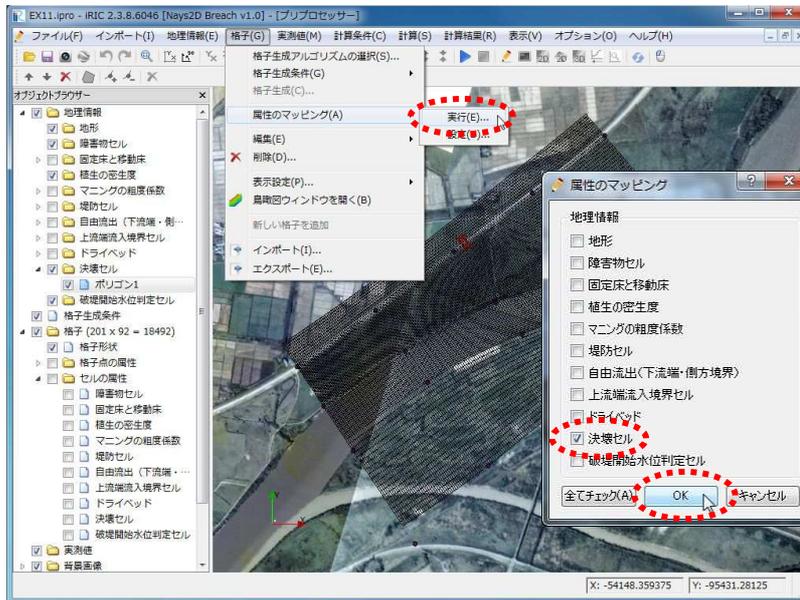
決壊セル

破堤開始水位判定セルの水位が破堤開始水位に到達したと同時に、決壊セルの標高は堤防基盤高(計算条件「破堤モデルの設定」で設定)まで下がります。

▶ 破堤地点を [ポリゴン] で囲み、[決壊セル] に選択します。

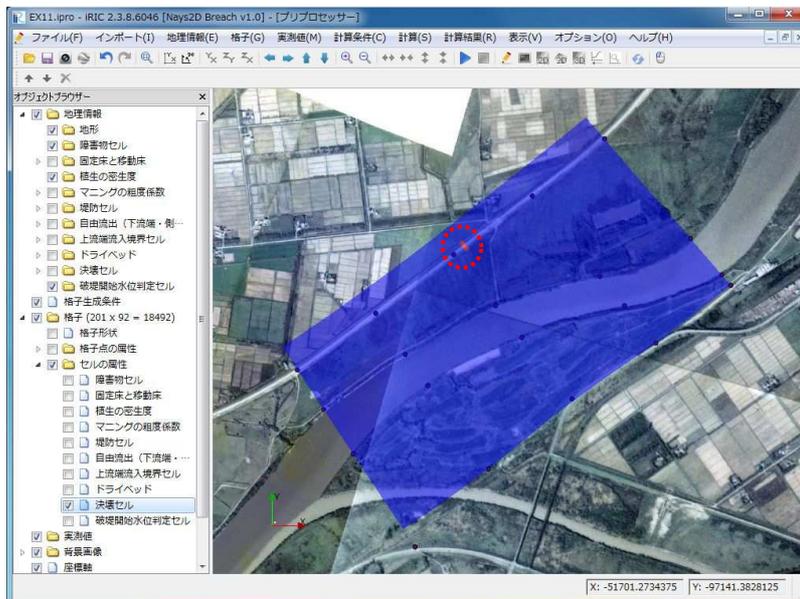


➤ [格子]ー[属性のマッピング]ー[実行] をクリックします。[決壊セル] にチェックを入れ、
「OK」をクリックします。



本事例では、作成済みの計算格子を使用していることから、[地形]にチェックを入れて属性のマッピングを実行すると標高データが全て0になってしまいます。そのため、属性のマッピングをする際は[地形]にチェックを入れないでください。

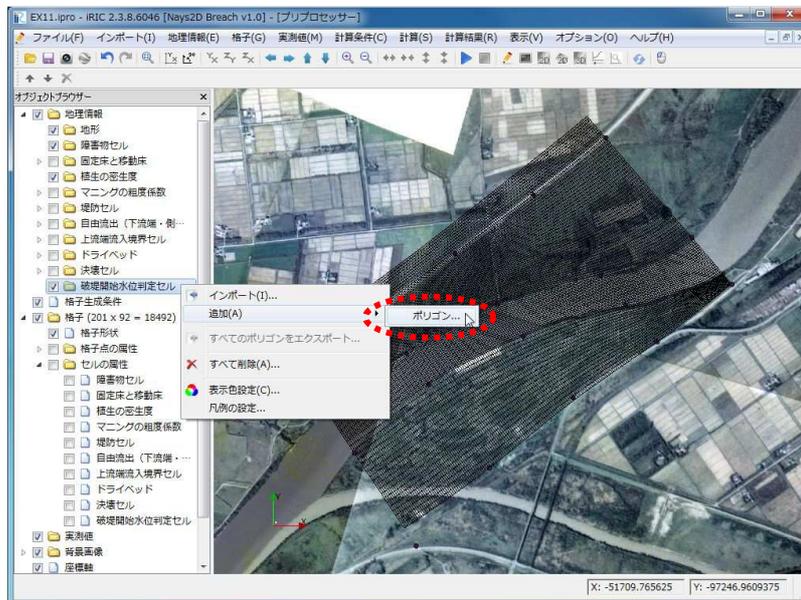
➤ オブジェクトブラウザーー[地理情報]ー[決壊セル] のチェックを外し、
オブジェクトブラウザーー[格子]ー[セル属性]ー[決壊セル] をクリックすると、
セル属性の設定状況を確認できます。



セル属性の設定状況が確認しやすいように、オブジェクトブラウザーー「格子形状」のチェックを外しています。

⑨ 破堤開始水位判定セルの設定

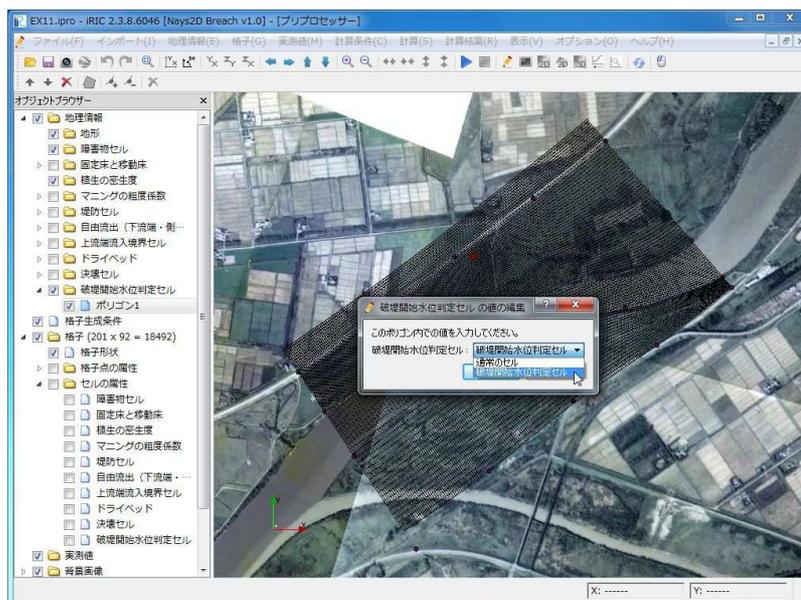
➤ オブジェクトブラウザー-[地理情報]-[破堤開始水位判定セル] を選択した状態で右クリックし、[追加]-[ポリゴン] を選択します。



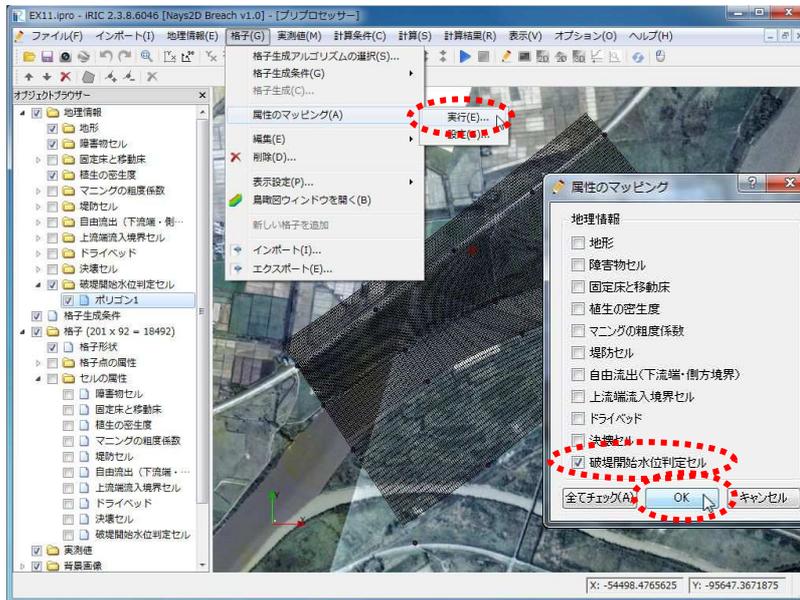
破堤開始水位判定セル

破堤開始水位を判定するセル。複数セル選択不可。

➤ 破堤地点付近の河道内を [ポリゴン] で囲み、[破堤開始水位判定セル] に選択します。

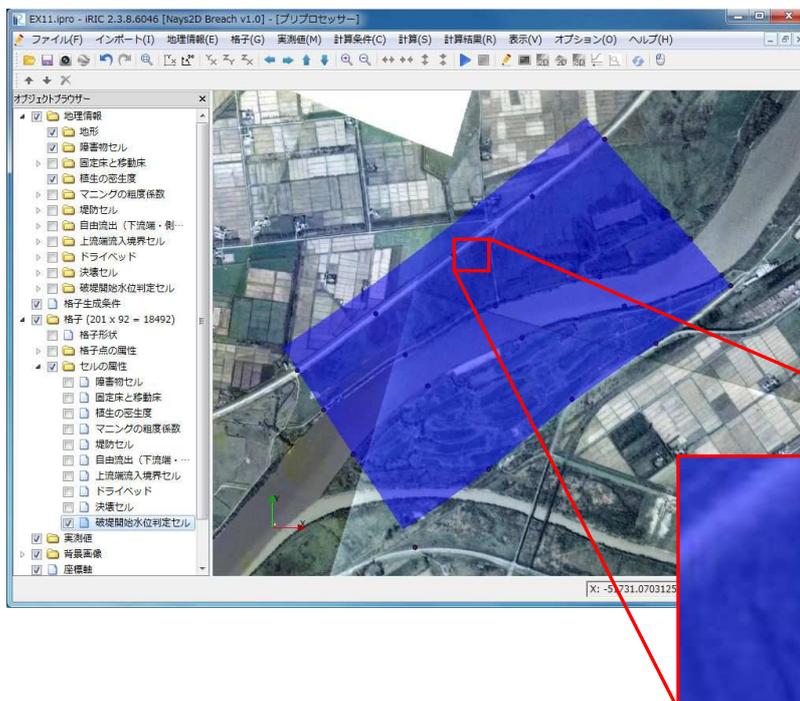


▶ [格子]ー[属性のマッピング]ー[実行] をクリックします。[破堤開始水位判定セル] にチェックを入れ、「OK」をクリックします。



本事例では、作成済みの計算格子を使用していることから、[地形]にチェックを入れて属性のマッピングを実行すると標高データが全て0になってしまいます。そのため、属性のマッピングをする際は[地形]にチェックを入れないでください。

▶ オブジェクトブラウザーー[地理情報]ー[破堤開始水位判定セル] のチェックを外し、オブジェクトブラウザーー[格子]ー[セル属性]ー[破堤開始水位判定セル] をクリックすると、セル属性の設定状況を確認できます。

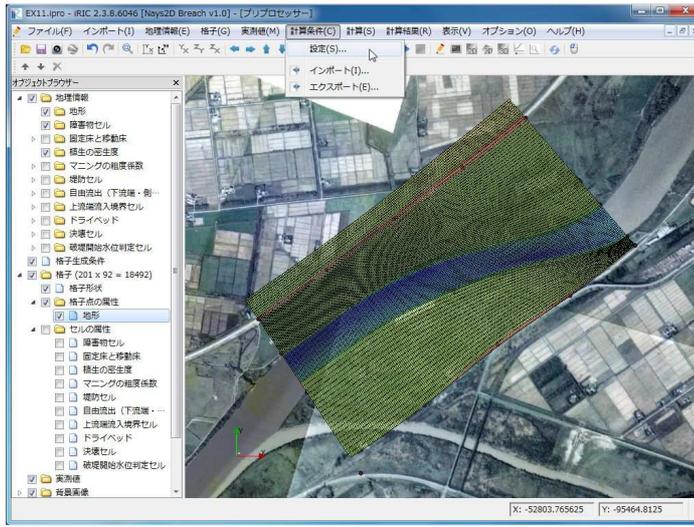


セル属性の設定状況が確認しやすいように、オブジェクトブラウザーー「格子形状」のチェックを外しています。

2. 計算条件の設定

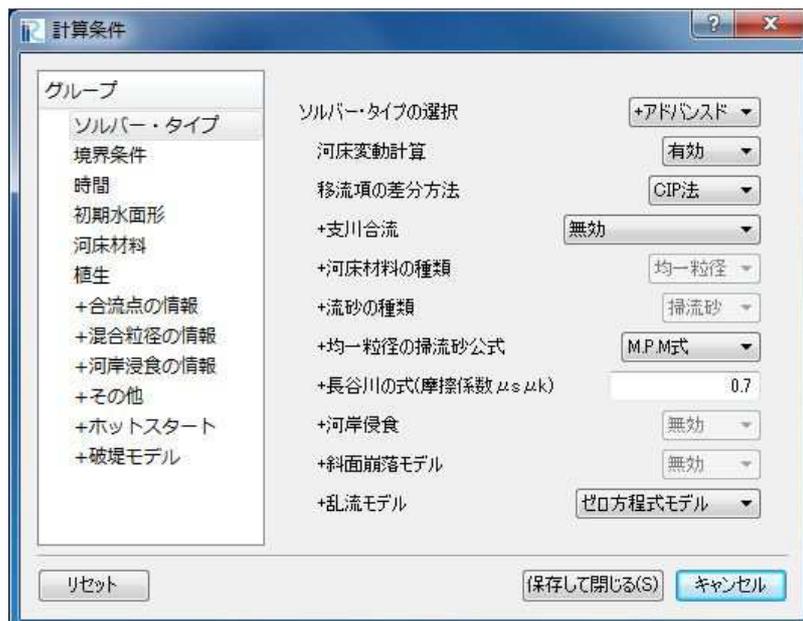
1. 計算条件を開く

- メニューバーの [計算条件]—[設定] をクリックします。
[計算条件] 画面が開きます。



2. ソルバー・タイプの選択

- [グループ] リストで、[ソルバー・タイプ] をクリックし、以下のように設定します。

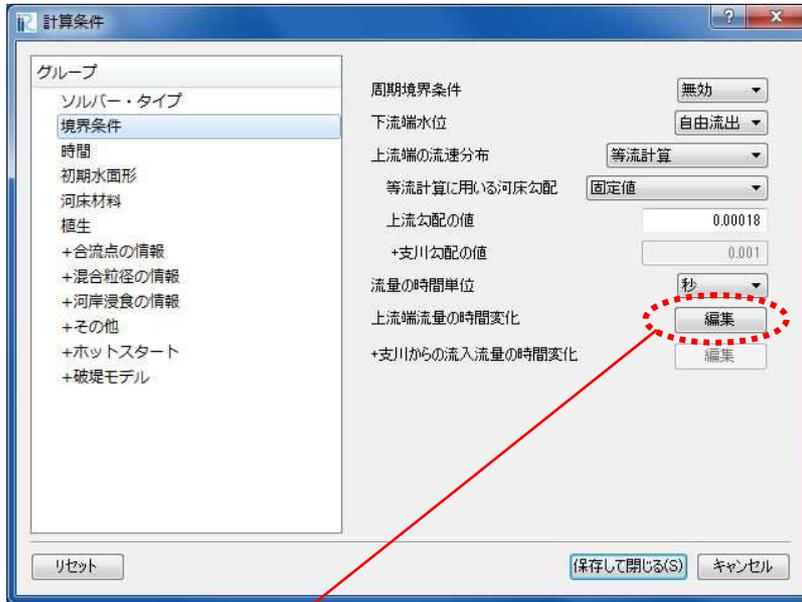


- ソルバー・タイプの選択
: +アドバンスド
- 河床変動計算
: 有効
- +支川合流
: 無効
- +均一粒径の掃流砂公式
: M.P.M 式
- +乱流モデル
: ゼロ方程式モデル

Nays2D Breach には、スタンダード版とアドバンスド版の2つのソルバー・タイプが設定されています。スタンダード版では、“+”が付いている欄を選択することができません。

3. 境界条件の設定

▶ [グループ] リストで、[境界条件] をクリックし、以下のように設定します。



- 周期境界条件 : 無効
- 下流端水位 : 自由流出
- 上流端の流速分布 : 等流計算
- 等流計算に用いる河床勾配 : 固定値
- 上流勾配の値 : 0.00018
- 流量、水位の時間単位 : 秒
- 流量の時間変化 : 編集ボタンをクリック
流量ハイドロを入力

・[周期境界条件]とは、下流端の水力条件、流砂条件を上流端に与える条件のことです。実験などで周期性のある水力条件、河道条件、給砂条件の場合に用います。実河川で用いる場合、周期性について十分な検証が必要です。

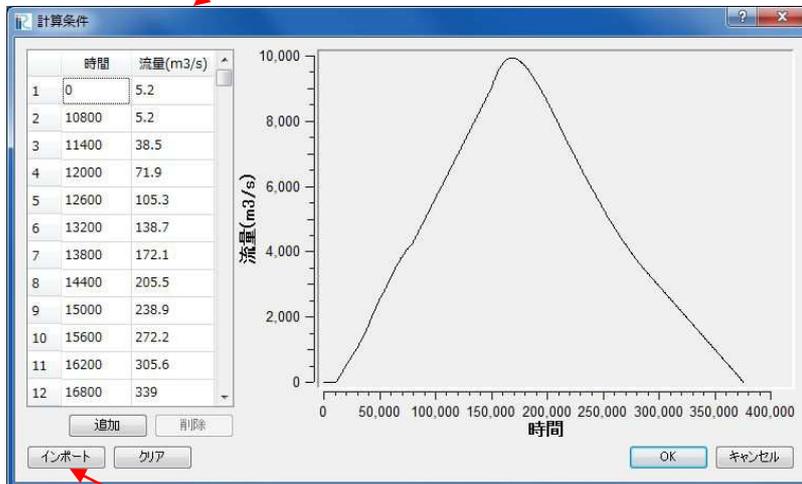
・[下流端水位]は、[自由流出]のみ選択できます。

・[上流端の流速分布]は、[等流計算]と[上流端水深から逆算]の2つが選択できます。まず、[上流端水深から逆算]で計算を行い、計算が停止した場合や、上流端の流速や水位に異常値が出た場合は、[等流計算]を選択して再計算してください。

・[等流計算に用いる河床勾配]は一般的には[河床データから自動計算]を用います。

・[流量の時間単位]の欄は、[流量の時間変化]で設定した流量ハイドロの時間単位を指定します。[秒]と[時間]の2つが選択できます。なお、流量の単位は[m³/s]です。

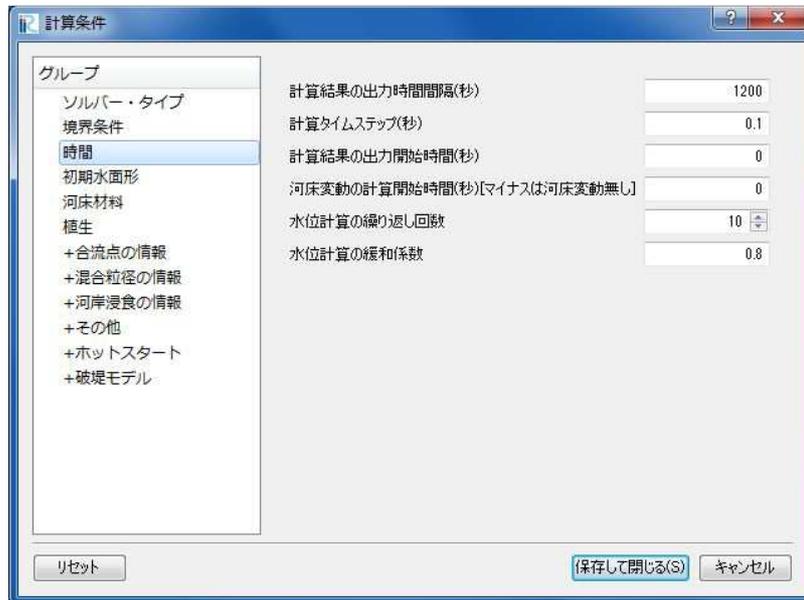
・[流量の時間変化]は、計算したい流量ハイドロを入力します。本章では、仮定の流量ハイドロを入力しています。



上流端流量は「インポート」から[QT.csv]を選択し[OK]を押します。

4. 時間の設定

➤ [グループ] リストで、[時間] をクリックし、以下のように設定します。

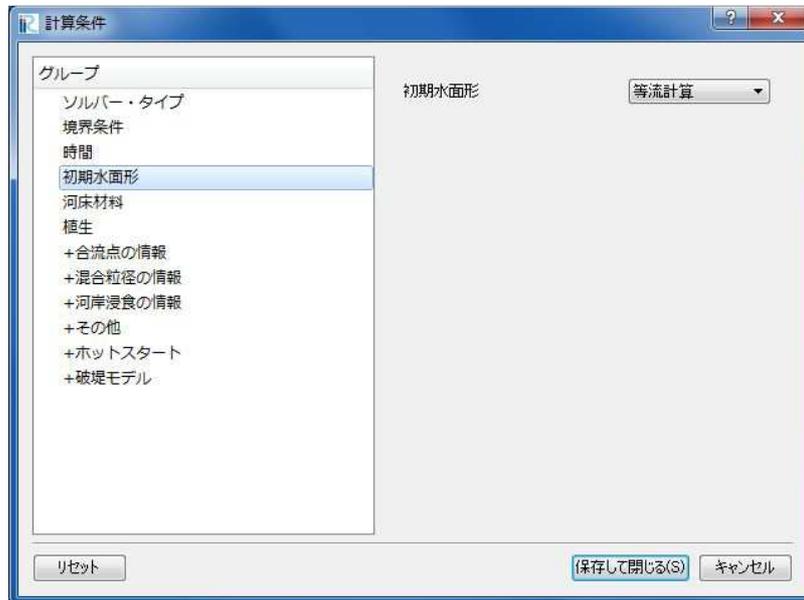


- 計算結果の出力時間間隔 : 1200(秒)
- 計算タイムステップ : 0.1(秒)
- 計算結果の出力開始時間 : 0(秒)
- 河床変動の計算開始時間 : 0(秒)
- 水位計算の繰り返し回数 : 10
- 水位計算の緩和係数 : 0.8

- ・[計算結果の出力時間間隔] を小さくすると、アウトプットファイルの容量が大きくなるので注意してください。
- ・[計算タイムステップ]は、CFL条件(タイムステップ×計算流速<格子サイズ)を考慮し設定してください。
- ・[計算結果の出力開始時間] は、ならし計算の結果を出力しないためにあります。
- ・[河床変動の計算開始時間] は、ならし計算の間、河床変動計算を行わないためにあります。
- ・[水位計算の繰り返し回数] は、反復計算の繰り返し回数です。
- ・[水位計算の緩和係数]は、 $0 < a < 1$ の値を入力してください。

5. 初期水面形の設定

➤ [グループ] リストで、[初期水面形] をクリックし、以下のように設定します。

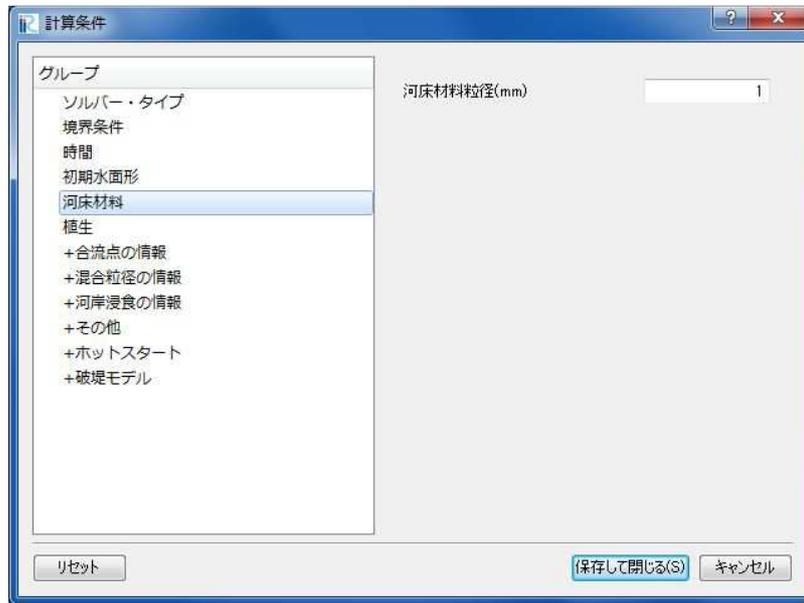


●初期水面形 : 等流計算

[初期水面形]は、[等流計算]のみ選択できます。

6. 河床材料の設定

➤ [グループ] リストで、[河床材料] をクリックし、以下のように設定します。

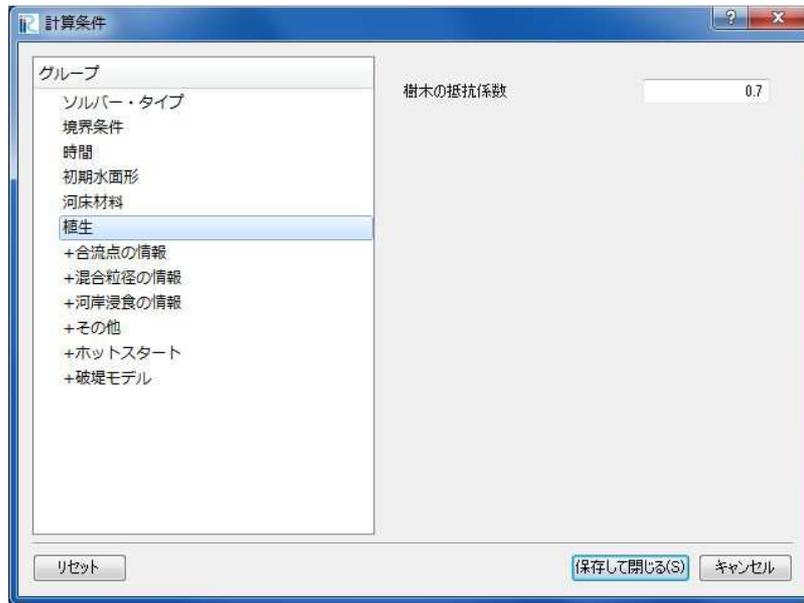


●河床材料粒径(mm)
: 1.00(mm)

[河床材料粒径]において設定した、1.00mm は仮想値です。他河川の計算を行う際は、観測資料等から粒径を設定してください

7. 植生の設定

➤ [グループ] リストで、[植生] をクリックし、以下のように設定します。



● 樹木の抵抗係数
:0.7

[樹木の抵抗係数]において設定した、0.7 は仮想値です。他河川の計算を行う際は、観測資料等から抵抗係数を設定してください

8. 破堤モデルの設定

➤ [グループ] リストで、[+破堤モデル] をクリックし、以下のように設定します。

- 破堤モデル
: 決壊モデル
- 堤防崩壊量式の係数 α^*
: 18
- 堤体崩壊量式の係数 β^*
: 1.5
- γ^* の探索範囲・指定方法
: 数値指定(上下流別)
- 上流側の距離(m)
: 4.0(m)
- 下流側の距離(m)
: 4.0(m)
- 堤防基盤高(m)
: 7.7(m)
- 破堤開始水位(m)
: 10.0(m)
- 堤体粒径の設定
: 無効

その他にも設定できる項目はありますが、今回の計算では設定不要です。

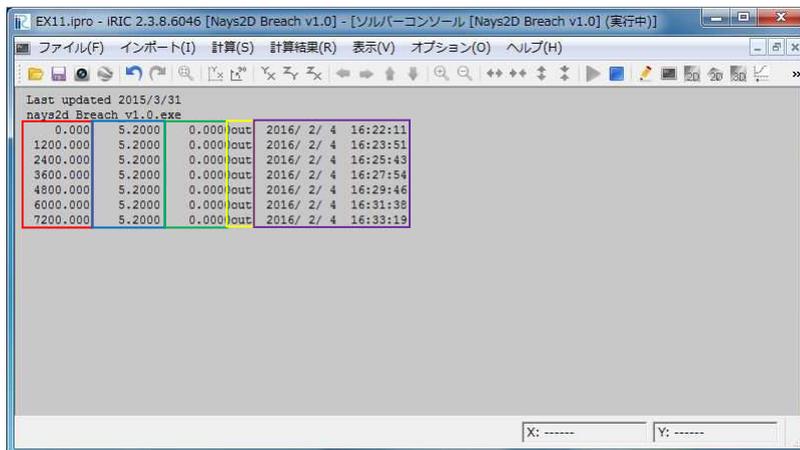
以上を入力し終えたら [保存して閉じる] ボタンをクリックして、ウィンドウを閉じてください。

3. 計算の実行

➤ ツールバーの [実行] をクリックします。



[ソルバーコンソール]画面が開き、計算が開始されます。



ソルバーコンソールに出力される数値について

左図において、
 赤枠は計算時間(秒)、
 青枠は計算流量(m³/s)、
 緑枠は下流端水位(m)、
 黄色枠の out は計算結果の出力有無、
 紫色枠は計算結果の出力時刻を示しています。

計算が終了すると [ソルバー終了] 画面が開きます。

➤ [OK] ボタンをクリックします。

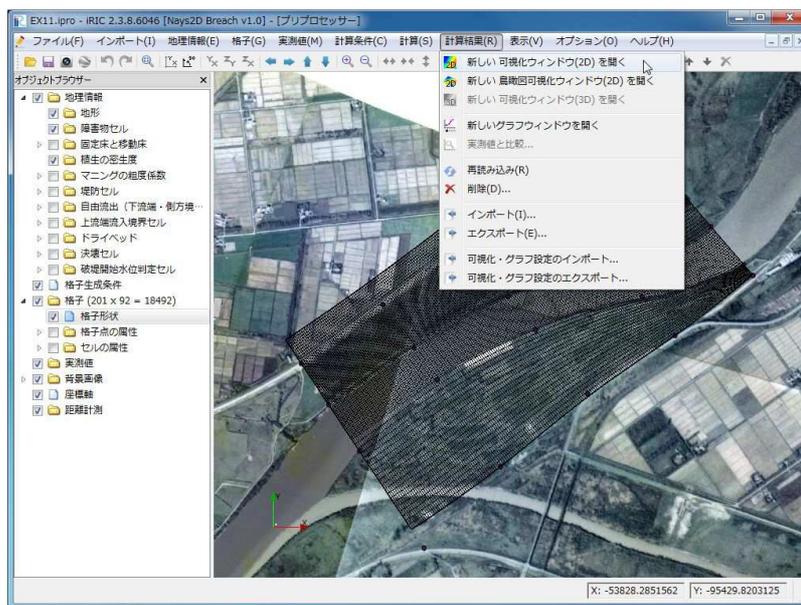


4. 計算結果の可視化

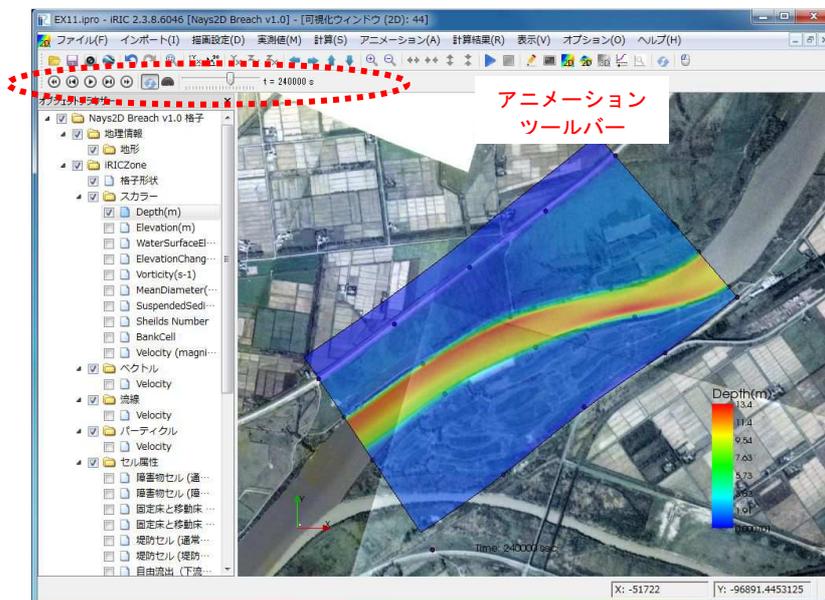
1. 計算結果の確認

① 可視化ウィンドウを開く

➤ メニューバー [計算結果]—[新しい可視化ウィンドウ(2D)を開く] をクリックします。



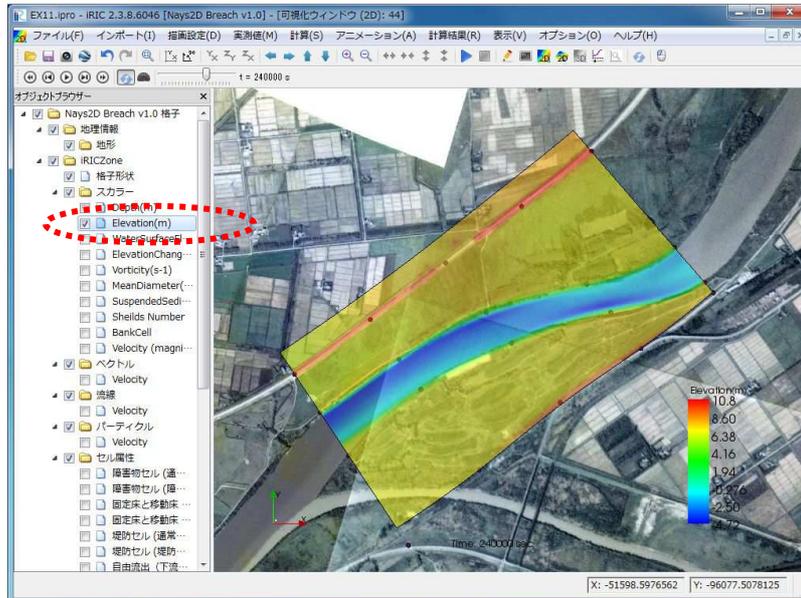
可視化ウィンドウ(2D)が開きます。
[アニメーションツールバー] を操作すると、計算結果を動画で確認できます。



② 河床高の可視化

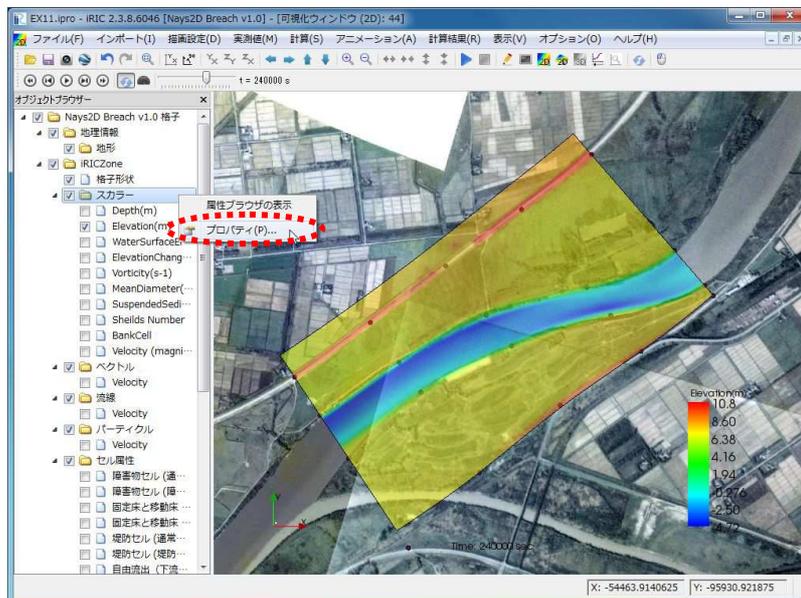
▶ オブジェクトブラウザー-[iRICZone]-[スカラー]-[Elevation(m)] をチェックします。

河床高のコンター図が表示されます。

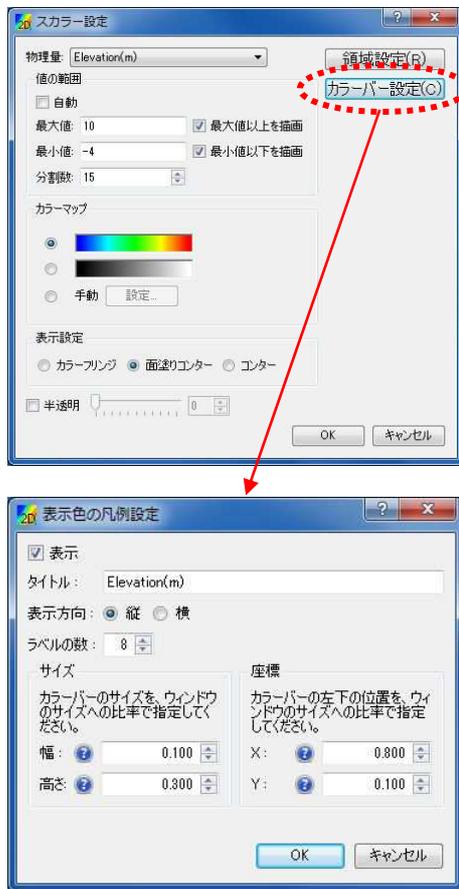


▶ 調整を行う場合、オブジェクトブラウザー-[iRICZone]-[スカラー] 上で右クリックし、[プロパティ] をクリックします。

[コンター設定] 画面が開きます。



➤ [スカラー設定] 画面で以下のように設定し、[OK] をクリックして設定を保存します。

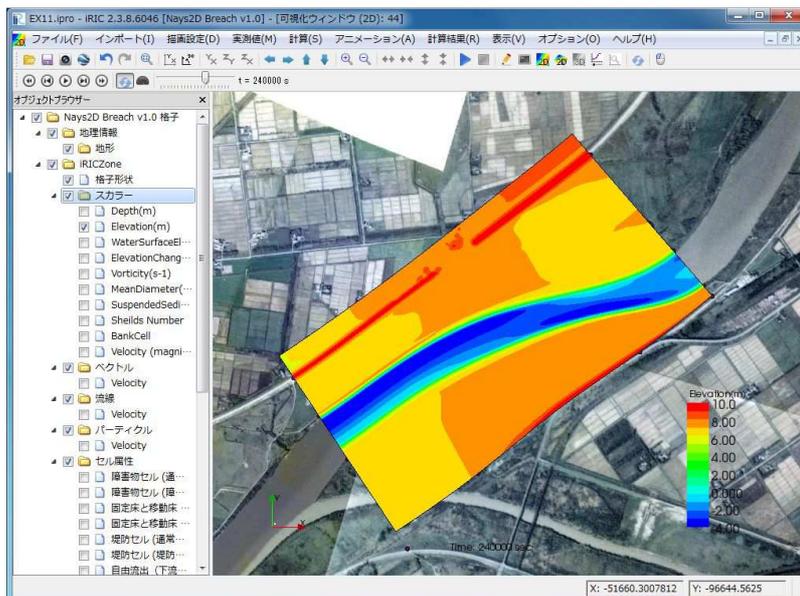


コンター図の調整

スカラー設定や領域、カラーマップの設定、カラーバー設定が可能です。

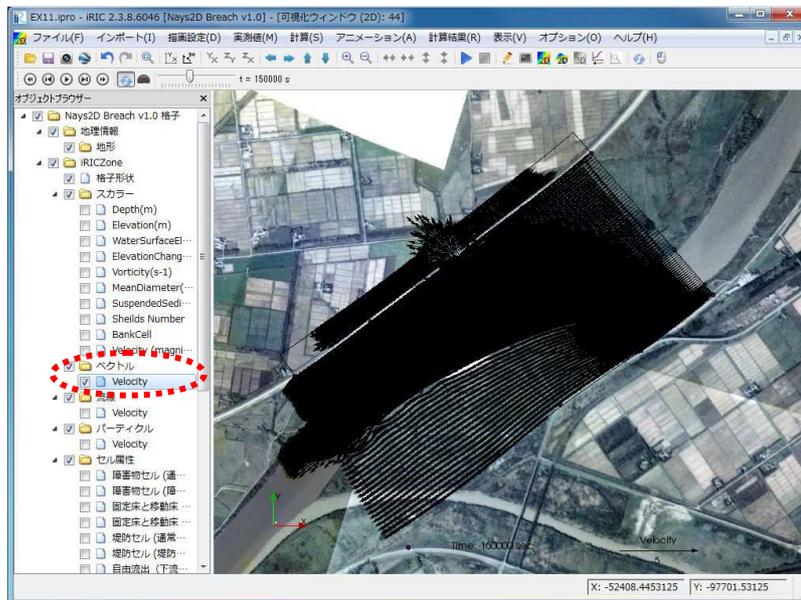
コンター図の調整については「iRIC ユーザマニュアル」に詳述されています。

上記のように設定した場合、以下のように作図されます。



③ 流況の可視化（ベクトル）

▶ オブジェクトブラウザーの[Nays2D 格子]—[iRICZone]—[ベクトル]—[Velocity] をチェックします。

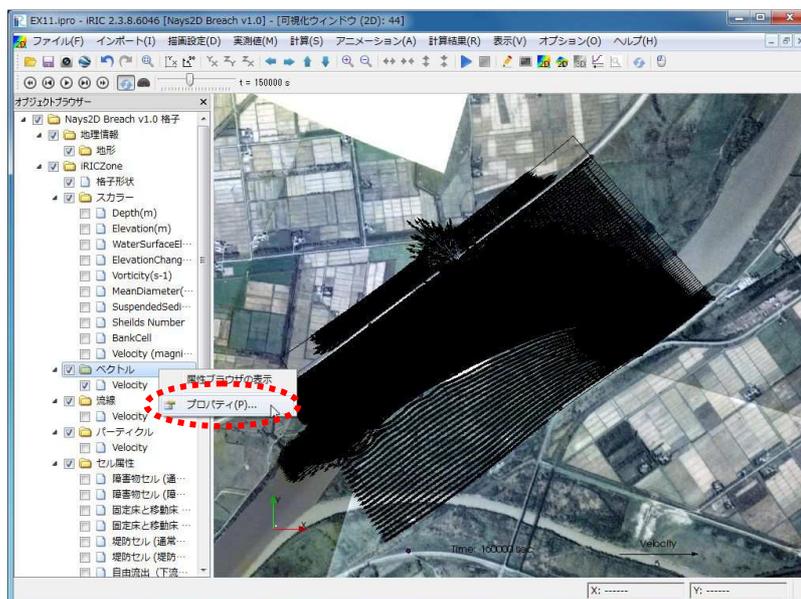


ベクトルの図化方法

「iRIC ユーザーマニュアル」に
詳述しています。

▶ 調整を行う場合、オブジェクトブラウザー[Nays2D 格子]—[iRICZone]—[ベクトル] 上で右クリックし、[プロパティ] をクリックします。

[ベクトル設定] 画面が開きます。



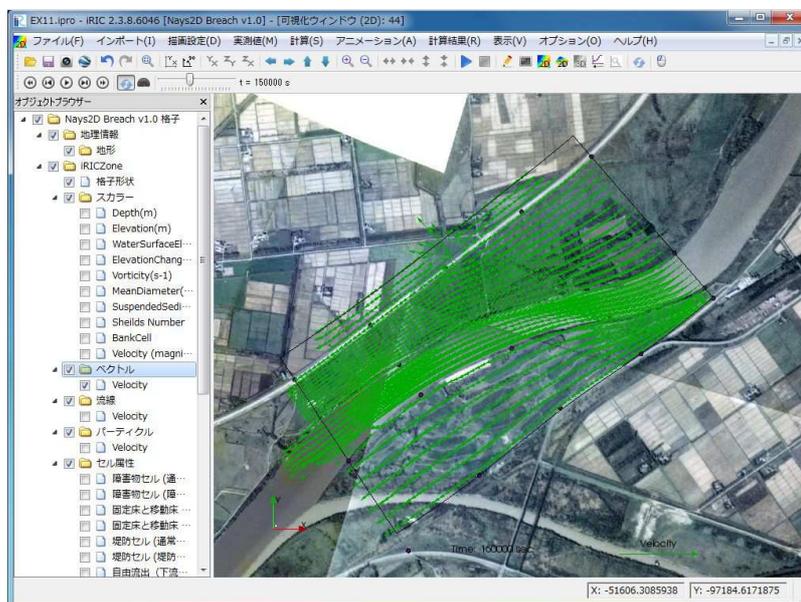
➤ [ベクトル設定] 画面で以下のように設定、[OK] をクリックして設定を保存します。



コンター図の調整

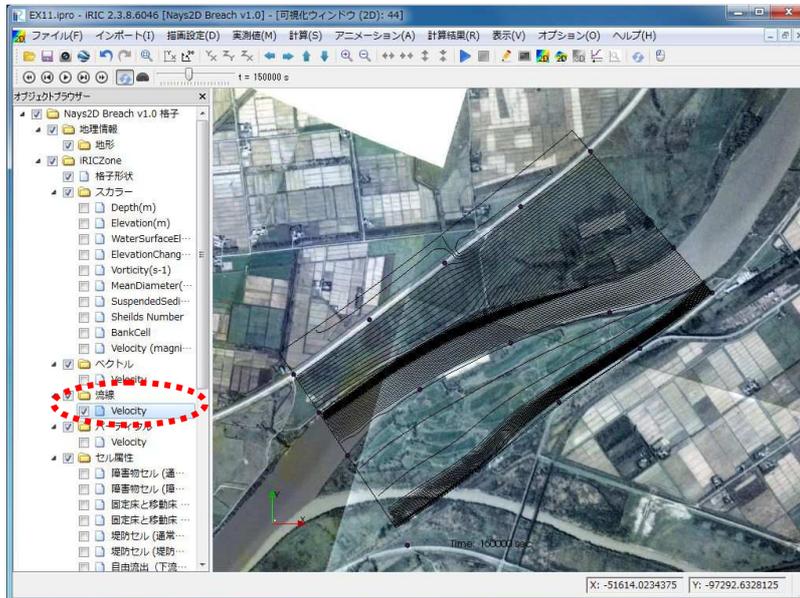
ここでは、領域を選択して、低水路のみ図化しています。ベクトル図の調整については「iRIC ユーザマニュアル」に詳述されています。

上記のように設定した場合、以下のように作図されます。



④ 流況の可視化（流線）

➤ オブジェクトブラウザー[Nays2D 格子]ー[iRICZone]ー[流線]ー[Velocity] をチェックします。

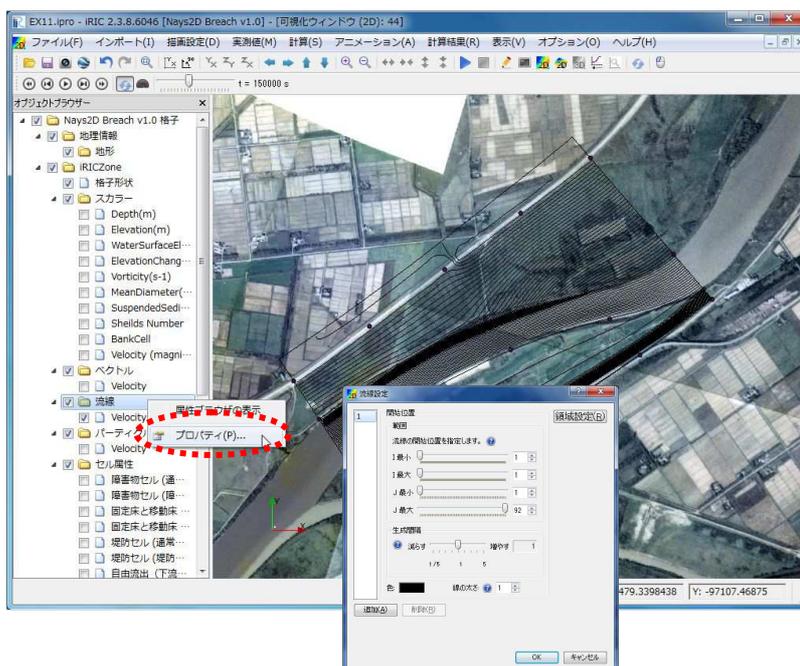


流線の図化方法

「iRIC ユーザーマニュアル」に
詳述しています。

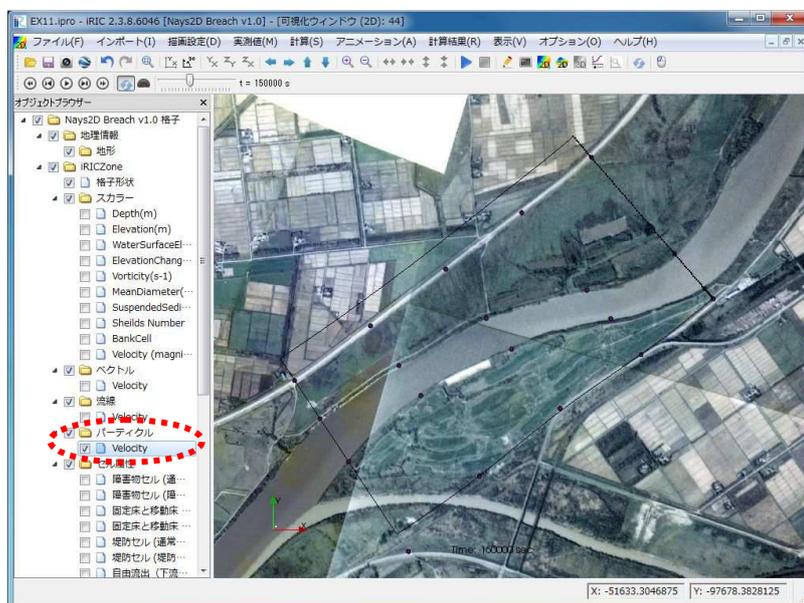
➤ 調整を行う場合、オブジェクトブラウザーー[流線] 上で右クリックし、[プロパティ] をクリックします。

[流線設定] 画面が開きます。
流線の色や図化範囲、間引きを設定することができます。



⑤ 流況の可視化（パーティクル）

▶ オブジェクトブラウザー[Nays2D 格子]—[iRICZone]—[パーティクル]—[Velocity] をチェックします。



パーティクルの図化方法

「iRIC ユーザーマニュアル」に
詳述しています。

▶ 調整を行う場合、オブジェクトブラウザー—[パーティクル] 上で右クリックし、[プロパティ] をクリックします。

[パーティクル設定] 画面が開きます。
パーティクル発生位置や間隔、パーティクルのサイズを設定することができます。

