

流出計算ソルバー

S R M

(Storage Routing Model)

計 算 例

Release Date: 2014.7.10

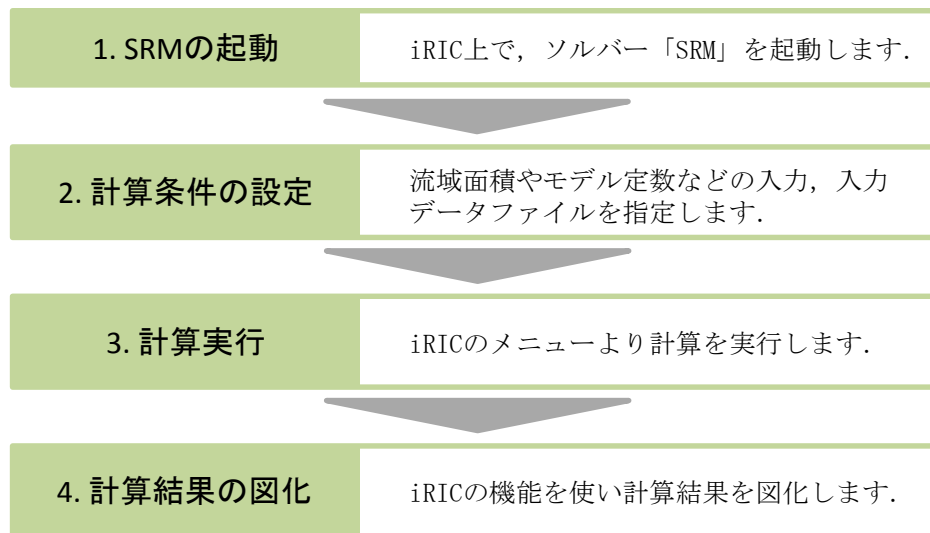
Copyright 2014 iRIC Project All Right Reserved.

目次

1. ソルバー「SRM」を用いた流出計算の作業手順.....	1
2. ソルバー「SRM」を用いた流出計算例.....	2
3. SRM の起動	3
4. 計算例 1-1 : 1 段タンク型貯留関数モデルによる流量計算	4
5. 計算例 1-2 : 2 段タンク型貯留関数モデルによる流量計算	10
6. 計算例 2-1 : 1 段タンク型貯留関数モデルのモデル定数の同定と流出計算.....	16
7. 計算例 2-2 : 2 段タンク型貯留関数モデルのモデル定数の同定と流出計算.....	22

1. ソルバー「SRM」を用いた流出計算の作業手順

ソルバー「SRM」を使う場合の基本的な手順は次のとおりです。次章では SRM の起動方法を説明し、3 章以降では実例を示しながら操作方法を解説します。



iRIC ソフトウェアをインストールしていない場合は、以下からソフトウェアをダウンロード・インストールしてください。

URL: <http://i-ric.org/ja/downloads>
ソフトウェア: iRIC version2.3

計算例で使用するサンプルデータは、以下からダウンロードできます。

URL: <http://i-ric.org/ja/software/21>

サンプルデータ一覧

データ名	ソルバー・タイプ
Sample1.txt	流出量の計算（計算例 1-1, 1-2）
Sample2.txt	モデル定数の最適化と流出量の計算（計算例 2-1, 2-2）

2. ソルバー「SRM」を用いた流出計算例

◆ 目的

A 川 X 地点の流域平均雨量から，X 地点の流出量を計算します．



A 川 X 地点流域

◆ 概要

1. 入力データの作成

「流出量の計算」ソルバーを使用する場合は雨量データから，「モデル定数の最適化と流出量の計算」ソルバーを使用する場合は雨量及び流量データから入力データを作成します．

2. 計算条件の設定

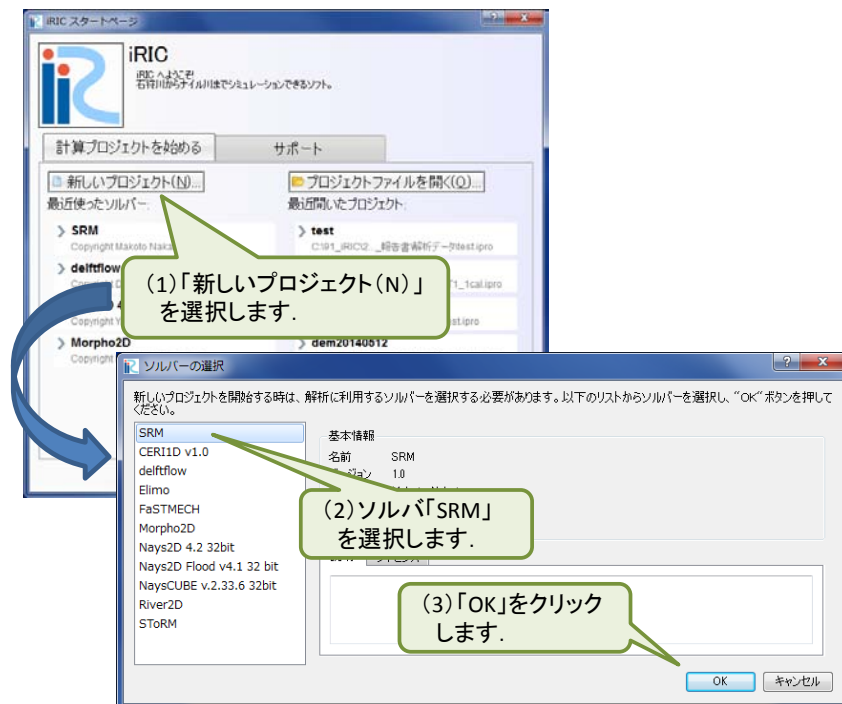
3. 計算実行

4. 計算結果の可視化

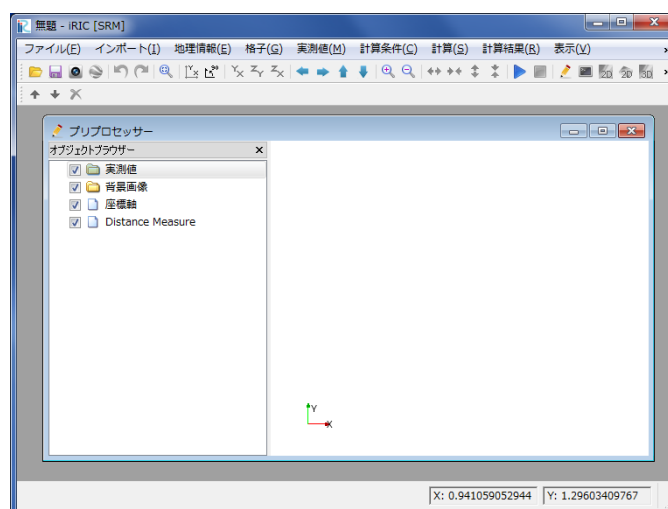
計算結果からハイドログラフ及びハイエトグラフを表示します．

3. SRM の起動

iRIC を起動しますと次に示す「iRIC スタートページ」画面が表示されます。この画面で「新しいプロジェクト」ボタンをクリックします。「ソルバーの選択」画面が表示されますので、ソルバー「SRM」を選択し「OK」ボタンをクリックします。



プリプロセッサが表示されれば、SRM の起動は完了です。

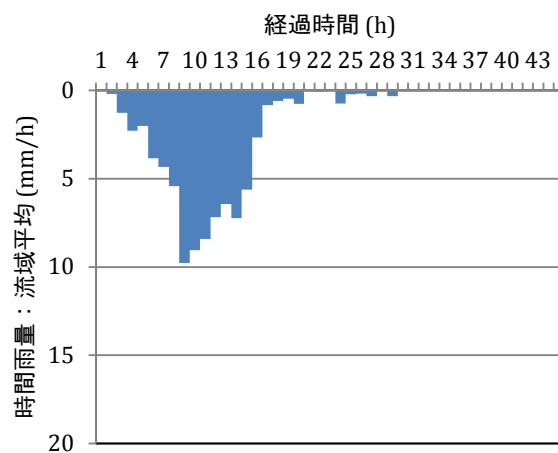


4. 計算例 1-1 : 1 段タンク型貯留関数モデルによる流量計算

計算内容

以下に A 川 X 地点の流域平均雨量が与えられています. この雨量データを用いて流出計算を行います.

【雨量経過図】



【時間雨量表】

経過時間 (h)	時間雨量 (mm/h)	経過時間 (h)	時間雨量 (mm/h)
1	0.00	25	0.22
2	0.20	26	0.18
3	1.28	27	0.33
4	2.28	28	0.00
5	2.02	29	0.33
6	3.84	30	0.00
7	4.33	31	0.00
8	5.43	32	0.00
9	9.77	33	0.00
10	9.04	34	0.00
11	8.42	35	0.00
12	7.19	36	0.00
13	6.44	37	0.00
14	7.24	38	0.00
15	5.63	39	0.00
16	2.67	40	0.00
17	0.83	41	0.00
18	0.61	42	0.00
19	0.48	43	0.00
20	0.77	44	0.00
21	0.00	45	0.00
22	0.08		
23	0.00		
24	0.75		

計算条件

流域面積	234.1 km ²
計算モデル	1 段タンク型貯留関数モデル
計算開始時の流量	2.00 m ³ /s
モデル定数	$c_1=12.501$, $c_2=0.134$, $c_3=1.752$: 北海道代表値
減衰係数	$\lambda=0.019$: 北海道代表値

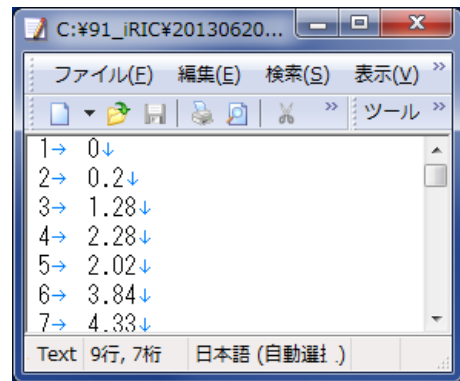
作業手順

1) 雨量データファイルを作成します。

データファイルを右図に示します。1列目はデータ番号、2列目は雨量データです。計算する時間数分だけ縦に並べます。雨量データの単位は mm/h、データの区切りは、タブ、半角スペース、カンマ(,) のいずれかにして下さい。計算できる時間数の上限は 168 時間 (7 日) です。

ファイルを作成し、保存して下さい。

なお、雨量データは iRIC 上で入力することもできます (次頁参照)。ここでは、iRIC 以外のソフトウェアを用いて作成したテキストデータをインポートする方法を説明します。



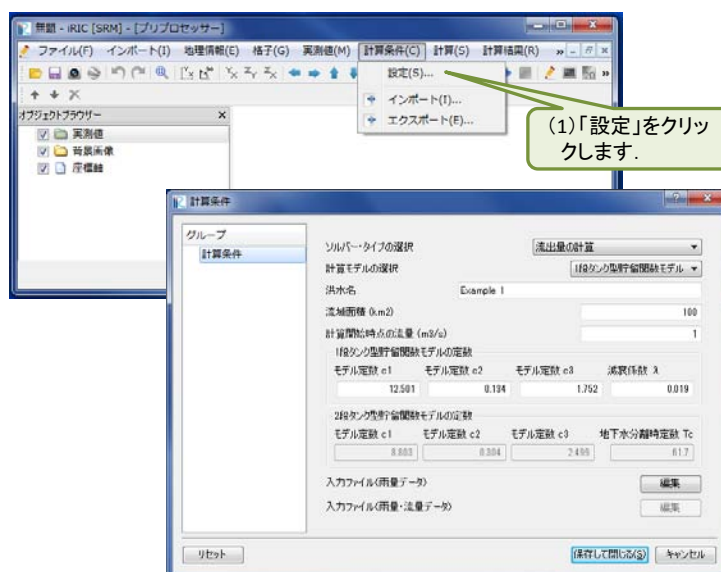
雨量データファイル

2) ソルバー「SRM」を起動します。

iRIC を起動し、ソルバー「SRM」を起動します。起動方法は第 3 章をご参照ください。

3) 計算条件を設定します。

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」画面が表示されます。



ソルバー・タイプの選択で「流出量の計算」、計算モデルの選択で「1 段タンク型貯留関数モデル」を選択し、流域面積などの条件を「計算条件」画面で入力します。

次に、入力ファイル（雨量データ）の「編集」ボタンをクリックし、「インポート」ボタンによってデータファイルを指定します。

以上の作業が終了したら「保存して閉じる」ボタンをクリックします。

以上で、計算条件の設定は終了です。

The screenshot shows the '計算条件' (Calculation Conditions) dialog box. It contains fields for Solver Type, Calculation Model, River Name, Watershed Area, and Initial Flow. It also has sections for model coefficients (c1, c2, c3, λ, Tc) and buttons for editing input files (rainfall and flow/flow-ratio). Callouts (1) through (6) guide the user through the setup process.

(1) ソルバー・タイプ, 計算モデルを選択

(2) 流域面積, 計算開始時点の流量を入力します。

(3) データファイルを指定します。

(6) 設定条件を保存します。

※データの修正・追加することができます。

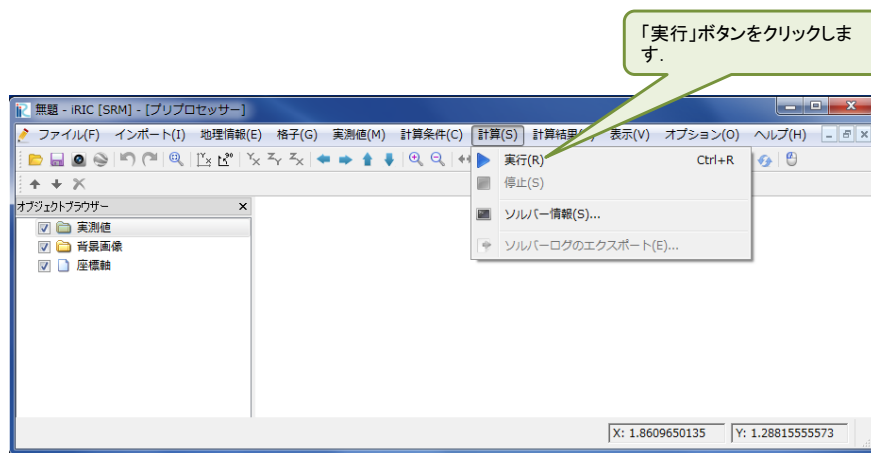
(4) 「インポート」ボタンでファイルを選択します。

(5) 「OK」ボタンをクリックします。

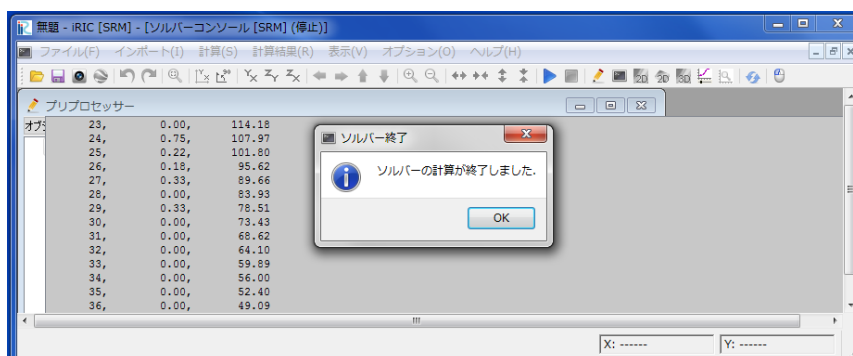
時間 (h)	雨量 (mm/h)
1	0
2	0.2
3	1.28
4	2.28
5	2.02
6	3.84
7	4.33
8	5.43
9	9.77
10	9.04
11	8.42

4) 計算を実行します。

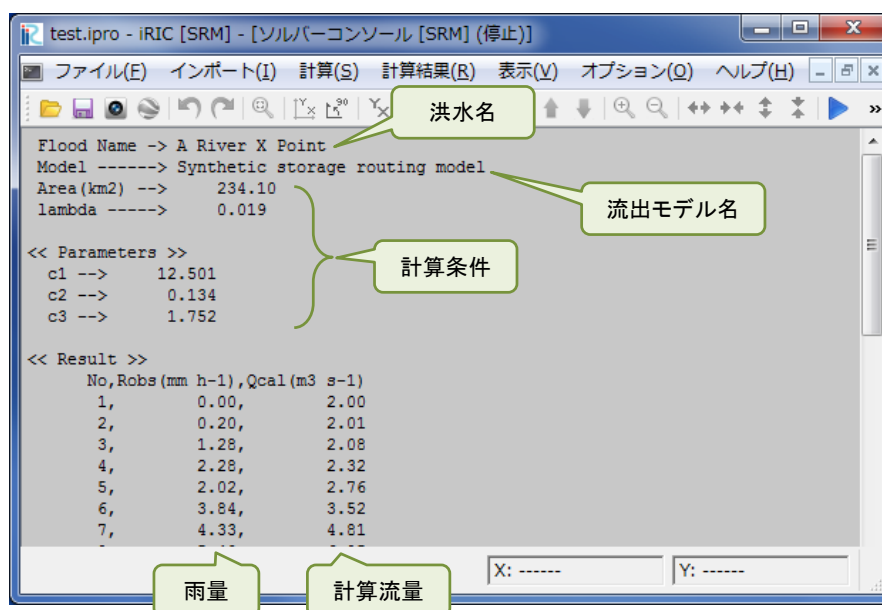
メニューバーの「計算」－「実行」をクリックすると計算が開始されます。



計算が終了すると、次のメッセージが表示されます。

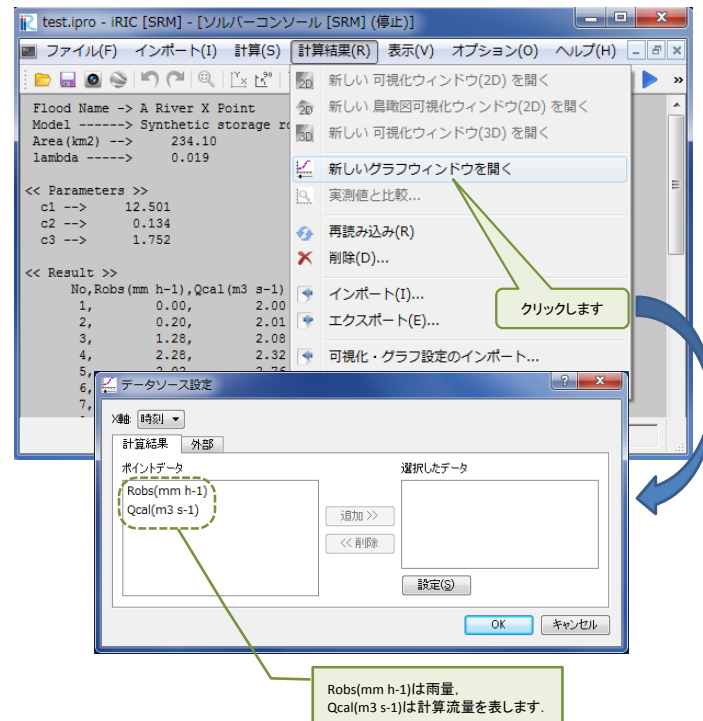


計算が終了すると以下のソルバーコンソール画面が開き、計算条件と計算結果が表示されます。モデル定数などがソルバー「SRM」に正しく引き渡されたかを確認することができます。

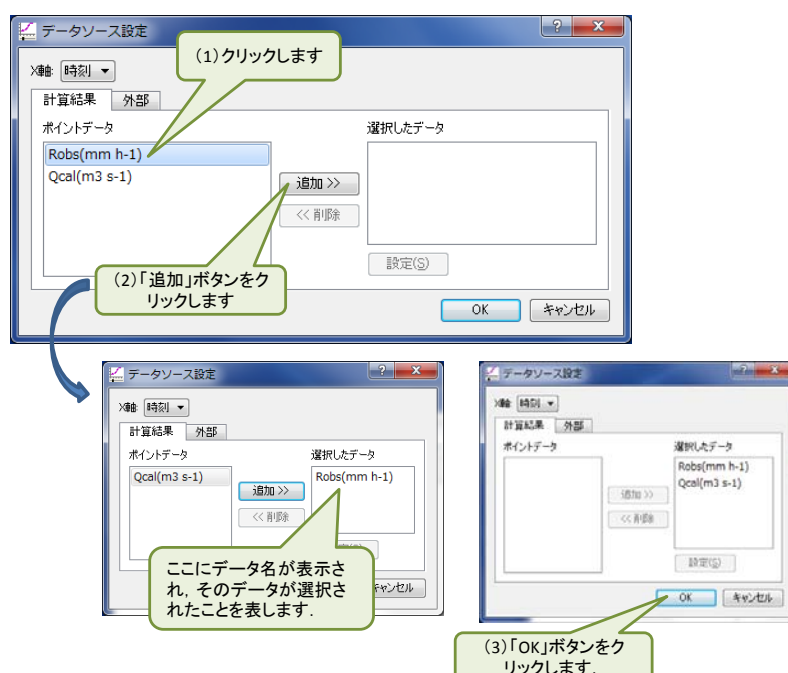


5) iRIC の標準機能を用いて計算結果をグラフに表示します。

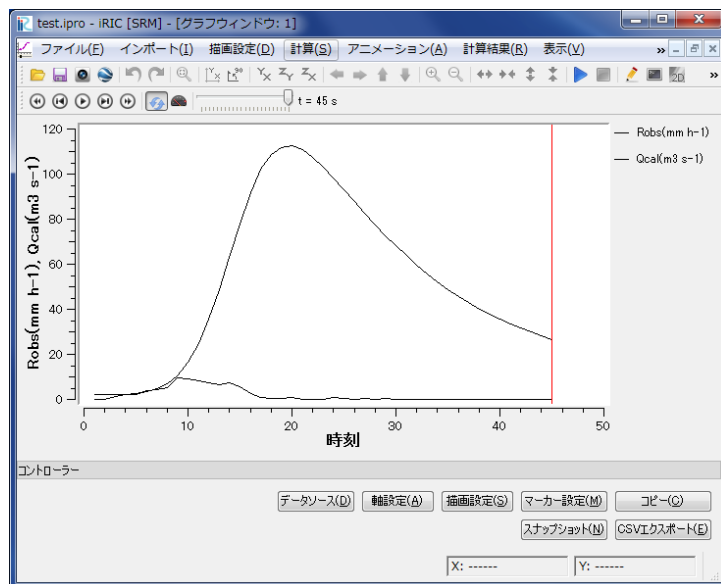
メニューバーの「計算結果」－「新しいグラフウィンドウを開く」をクリックすると、「データソース設定」画面が表示されます。



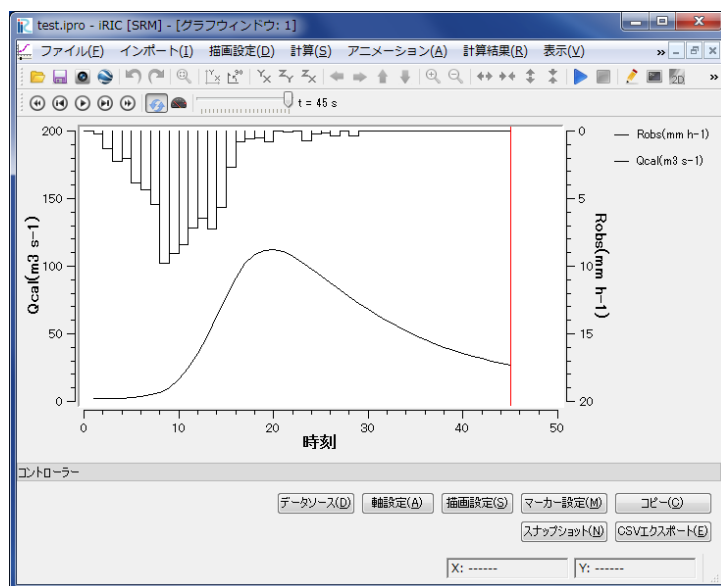
「データソース設定」画面において、グラフ化するデータを選択します。グラフに表示するデータ名を選択し「追加」ボタンをクリックします。選択されたデータは「選択したデータ」枠内に、データ名が表示されます。ここでは、雨量「Robs(mm h-1)」と計算流量「Qcal(m-3 s-1)」を選択しています。データの選択が終了したら「OK」ボタンをクリックします。



データの選択が終了すると以下のグラフが表示されます。iRIC の標準機能を使い、表示する軸や線種等を修正することができます。詳細は「iRIC Software User's Manual 5.2 グラフ描画機能」をご覧ください。



iRICの標準機能(軸設定, 描画設定)により、軸や線種等を指定します

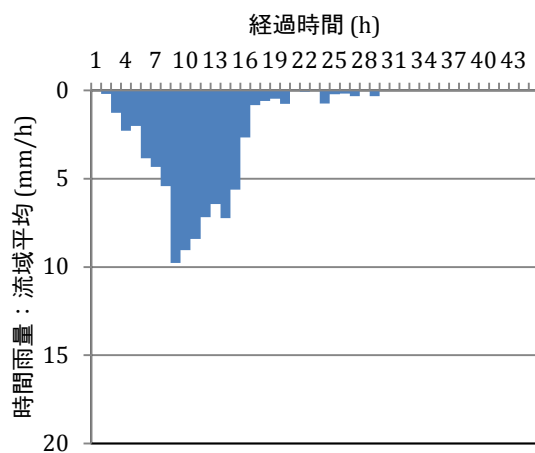


5. 計算例 1-2 : 2 段タンク型貯留関数モデルによる流量計算

計算内容

以下に A 川 X 地点の流域平均雨量が与えられています. この雨量データを用いて流出計算を行います.

【雨量経過図】



【時間雨量表】

経過時間 (h)	時間雨量 (mm/h)	経過時間 (h)	時間雨量 (mm/h)
1	0.00	25	0.22
2	0.20	26	0.18
3	1.28	27	0.33
4	2.28	28	0.00
5	2.02	29	0.33
6	3.84	30	0.00
7	4.33	31	0.00
8	5.43	32	0.00
9	9.77	33	0.00
10	9.04	34	0.00
11	8.42	35	0.00
12	7.19	36	0.00
13	6.44	37	0.00
14	7.24	38	0.00
15	5.63	39	0.00
16	2.67	40	0.00
17	0.83	41	0.00
18	0.61	42	0.00
19	0.48	43	0.00
20	0.77	44	0.00
21	0.00	45	0.00
22	0.08		
23	0.00		
24	0.75		

計算条件

流域面積	234.1 km ²
計算モデル	2 段タンク型貯留関数モデル
モデル定数 (初期値)	$c_1=8.803$, $c_2=0.304$, $c_3=2.499$: 北海道代表値
地下水分離時定数	$T_c=61.7$: 北海道代表値

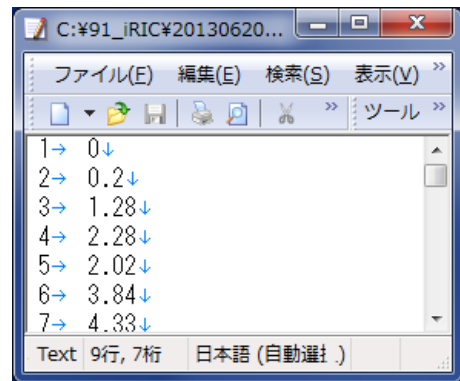
作業手順

1) 雨量データファイルを作成します。

データファイルを右図に示します。1列目はデータ番号、2列目は雨量データです。計算する時間数分だけ縦に並べます。雨量データの単位は mm/h、データの区切りは、タブ、半角スペース、カンマ(,) のいずれかにして下さい。計算できる時間数の上限は 168 時間 (7 日) です。

ファイルを作成し、保存して下さい。

なお、雨量データは iRIC 上で入力することもできます (次頁参照)。ここでは、iRIC 以外のソフトウェアを用いて作成したテキストデータをインポートする方法を説明します。



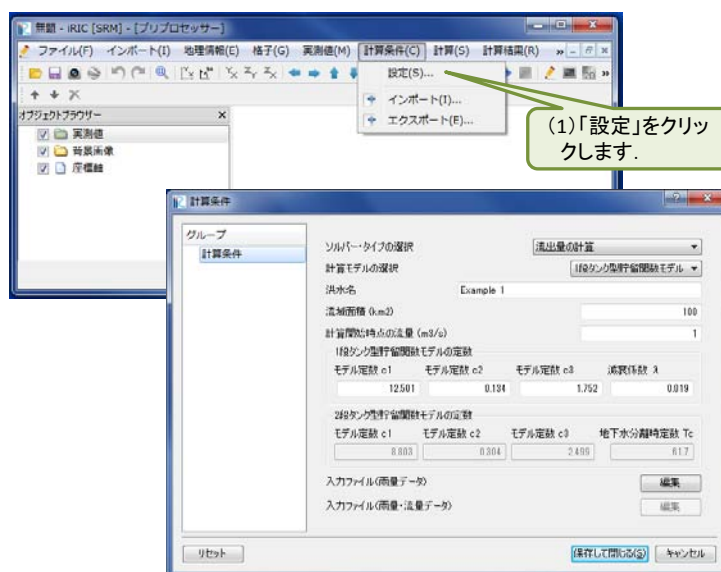
雨量データファイル

2) ソルバー「SRM」を起動します。

iRIC を起動し、ソルバー「SRM」を起動します。起動方法は第 3 章をご参照ください。

3) 計算条件を設定します。

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」画面が表示されます。



ソルバー・タイプの選択で「流出量の計算」、計算モデルの選択で「1 段タンク型貯留関数モデル」を選択し、流域面積などの条件を「計算条件」画面で入力します。

次に、入力ファイル（雨量データ）の「編集」ボタンをクリックし、「インポート」ボタンによってデータファイルを指定します。

以上の作業が終了したら「保存して閉じる」ボタンをクリックします。

以上で、計算条件の設定は終了です。

The screenshot shows the '計算条件' (Calculation Conditions) dialog box. It has a left sidebar with 'グループ' (Group) and '計算条件' (Calculation Conditions). The main area contains fields for 'ソルバータイプの選択' (Solver Type Selection), '計算モデルの選択' (Calculation Model Selection), '洪水名' (Flood Name), '流域面積 (km2)' (Catchment Area), '計算開始時点の流量 (m3/s)' (Flow at Calculation Start Time), and input files for rainfall and flow data. There are also sections for model constants (c1, c2, c3, λ, Tc) for both 1-stage and 2-stage tank models. Callouts point to specific elements: (1) Solver type and model selection, (2) Catchment area and start flow input, (3) Data file specification, (4) Import button, (5) OK button, and (6) Save and close button. A table of rainfall data is shown at the bottom, and a graph of rainfall intensity over time is on the right.

(1) ソルバー・タイプ, 計算モデルを選択

(2) 流域面積, 計算開始時点の流量を入力します。

(3) データファイルを指定します。

(4) 「インポート」ボタンでファイルを選択します。

(5) 「OK」ボタンをクリックします。

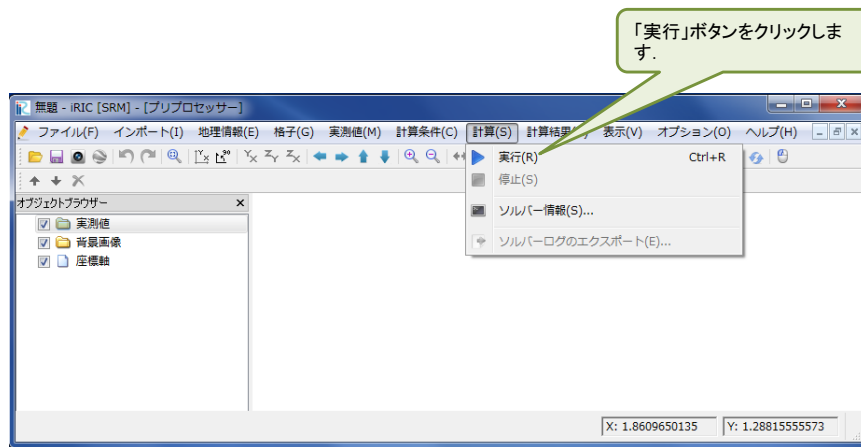
(6) 設定条件を保存します。

※データの修正・追加することができます。

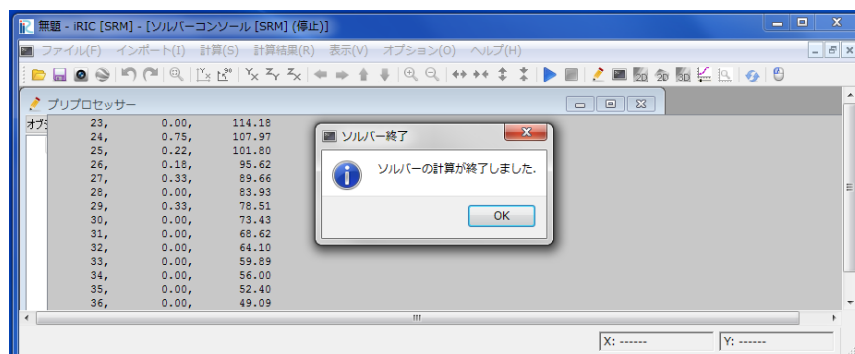
時間 (h)	雨量 (mm/h)
1	0
2	0.2
3	1.28
4	2.28
5	2.02
6	3.84
7	4.33
8	5.43
9	9.77
10	9.04
11	8.42

4) 計算を実行します.

メニューバーの「計算」－「実行」をクリックすると計算が開始されます.



計算が終了すると、次のメッセージが表示されます.

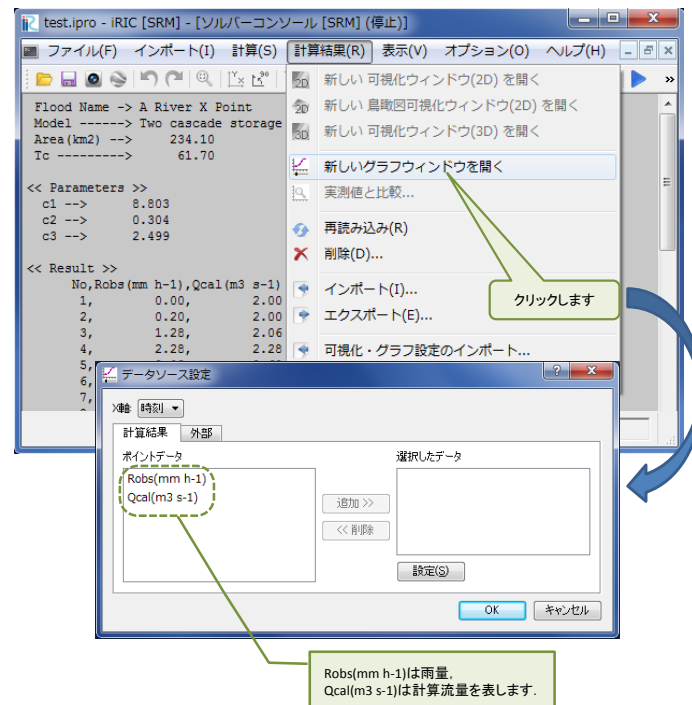


計算が終了すると以下のソルバーコンソール画面が開き、計算条件と計算結果が表示されます.
モデル定数などがソルバー「SRM」に正しく引き渡されたかを確認することができます.

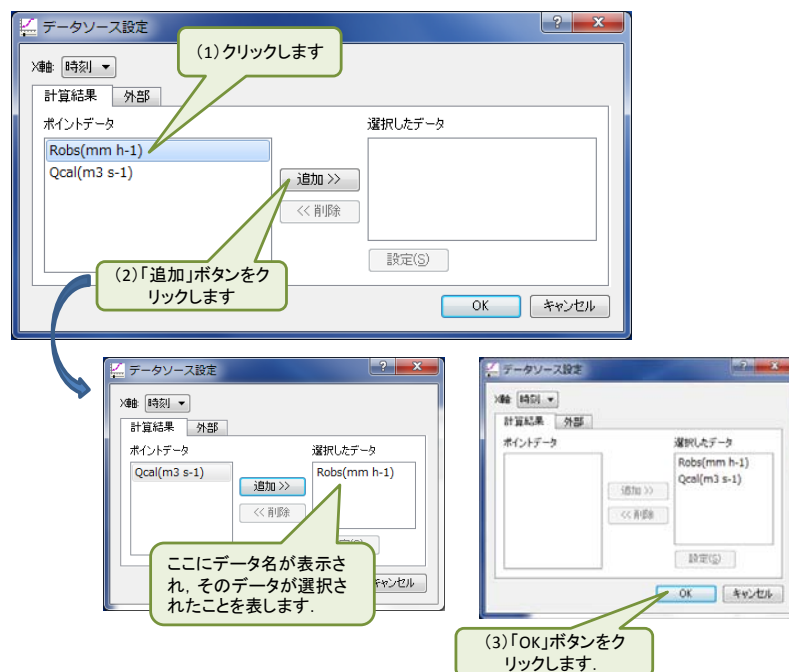


5) iRIC の標準機能を用いて計算結果をグラフに表示します。

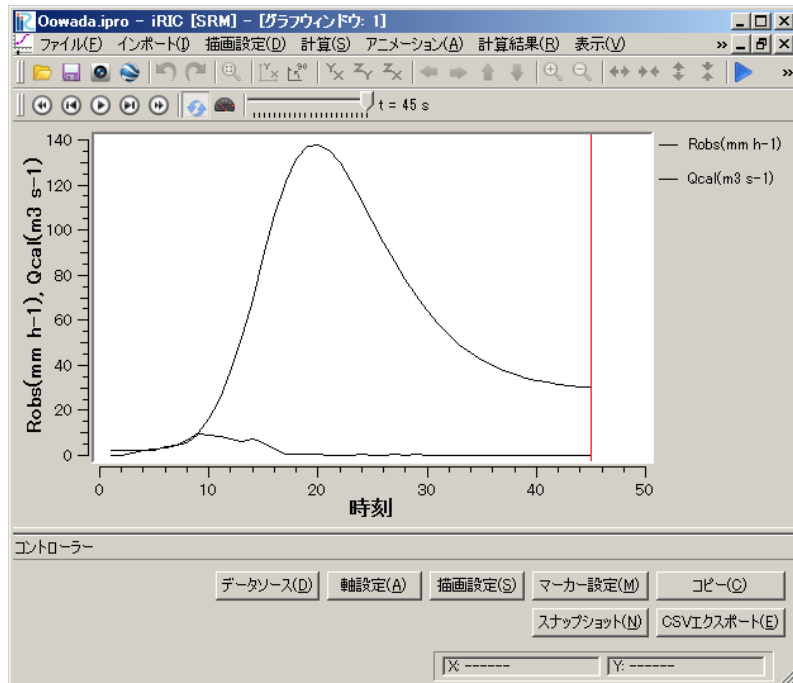
メニューバーの「計算結果」－「新しいグラフウィンドウを開く」をクリックすると、「データソース設定」画面が表示されます。



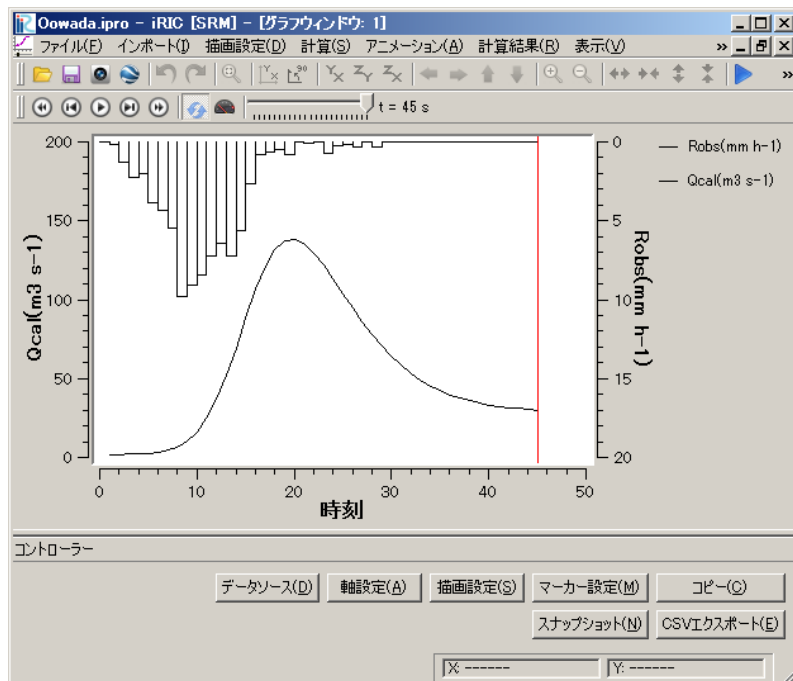
「データソース設定」画面において、グラフ化するデータを選択します。グラフに表示するデータ名を選択し「追加」ボタンをクリックします。選択されたデータは「選択したデータ」枠内に、データ名が表示されます。ここでは、雨量「Robs(mm h-1)」と計算流量「Qcal(m-3 s-1)」を選択しています。データの選択が終了したら「OK」ボタンをクリックします。



データの選択が終了すると以下のグラフが表示されます。iRIC の標準機能を使い、表示する軸や線種等を修正することができます。詳細は「iRIC Software User's Manual 5.2 グラフ描画機能」をご覧ください。



iRICの標準機能(軸設定, 描画設定)により、軸や線種等を指定します

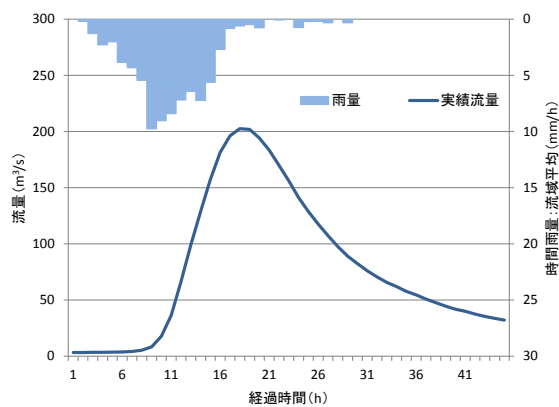


6. 計算例 2-1 : 1 段タンク型貯留関数モデルのモデル定数の同定と流出計算

計算内容

以下に A 川 X 地点の流域平均雨量と実測流量が与えられています。これらのデータを用いて、実測流量を最も精度良く再現し得る流出モデル定数を求め、求められた定数を用いた流出計算を行います。

【雨量，流量経過図】



【時間雨量・流量表】

経過時間 (h)	時間雨量 (mm/h)	流量 (m³/s)	経過時間 (h)	時間雨量 (mm/h)	流量 (m³/s)
1	0.00	3.22	24	0.75	141.14
2	0.20	3.22	25	0.22	128.80
3	1.28	3.38	26	0.18	117.50
4	2.28	3.38	27	0.33	107.16
5	2.02	3.53	28	0.00	97.72
6	3.84	3.69	29	0.33	89.11
7	4.33	4.19	30	0.00	82.43
8	5.43	5.28	31	0.00	76.01
9	9.77	8.30	32	0.00	70.57
10	9.04	17.79	33	0.00	65.66
11	8.42	36.43	34	0.00	61.94
12	7.19	66.70	35	0.00	57.67
13	6.44	98.98	36	0.00	54.50
14	7.24	128.80	37	0.00	50.80
15	5.63	157.29	38	0.00	47.58
16	2.67	181.50	39	0.00	44.46
17	0.83	196.31	40	0.00	41.82
18	0.61	202.54	41	0.00	39.98
19	0.48	201.84	42	0.00	37.47
20	0.77	194.26	43	0.00	35.39
21	0.00	183.48	44	0.00	33.70
22	0.08	169.81	45	0.00	32.06
23	0.00	156.06			

計算条件

流域面積	234.1 km ²
計算モデル	1 段タンク型貯留関数モデル
計算開始時の流量	2.00 m³/s
モデル定数	$c_1=12.501$, $c_2=0.134$, $c_3=1.752$: 北海道代表値
減衰係数	$\lambda=0.019$: 北海道代表値

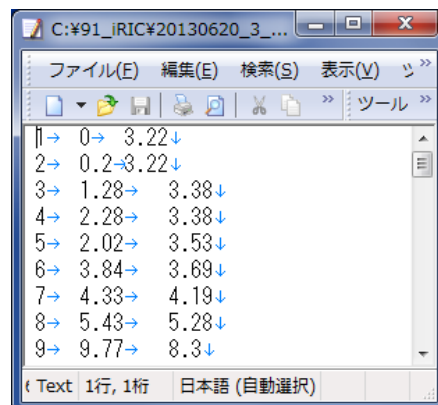
作業手順

1) 雨量データファイルを作成します。

データファイルを右図に示します。1列目はデータ番号、2列目は雨量データ、3列目は流量データです。計算する時間数分だけ縦に並べます。雨量データの単位は mm/h、流量データは m³/s です。データの区切りは、タブ、半角スペース、カンマ (,) のいずれかにして下さい。計算できる時間数の上限は 168 時間 (7 日) です。

ファイルを作成し、保存して下さい。

なお、雨量データは iRIC 上で入力することもできます (次頁参照)。ここでは、iRIC 以外のソフトウェアを用いて作成したテキストデータをインポートする方法を説明します。



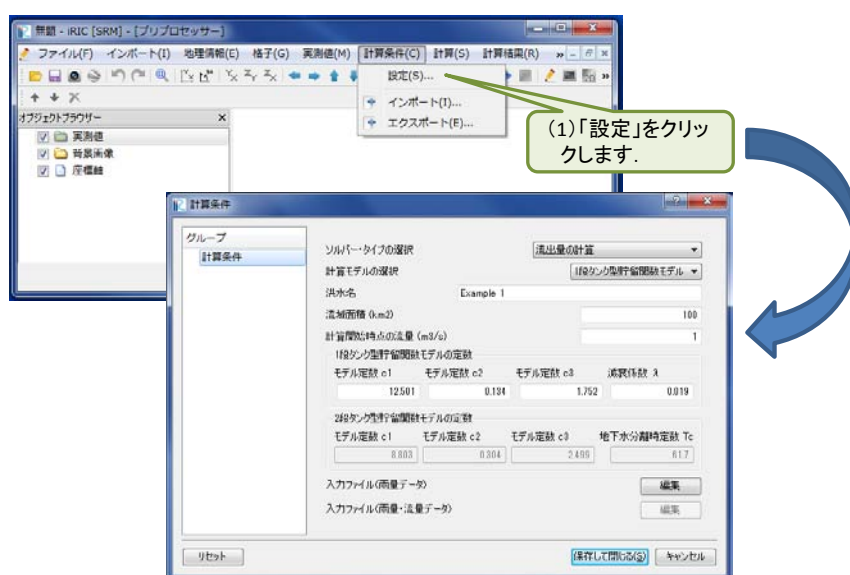
雨量・流量データファイル

2) ソルバー「SRM」を起動します。

iRIC を起動し、ソルバー「SRM」を起動します。起動方法は第 3 章をご参照ください。

3) 計算条件を設定します。

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」画面が表示されます。



ソルバー・タイプの選択で「モデル定数の最適化と流出量の計算」、計算モデルの選択で「1 段タンク型貯留関数モデル」を選択し、流域面積などの条件を「計算条件」画面で入力します。

次に、入力ファイル（雨量・流量データ）の「編集」ボタンをクリックし、「インポート」ボタンによってデータファイルを指定します。

以上の作業が終了したら「保存して閉じる」ボタンをクリックします。

以上で、計算条件の設定は終了です。

(1) ソルバー・タイプ, 計算モデルを選択

(2) 流域面積を入力します。

(3) データファイルを指定します。

(4) 「インポート」ボタンでファイルを選択します。

(5) 「OK」ボタンをクリックします。

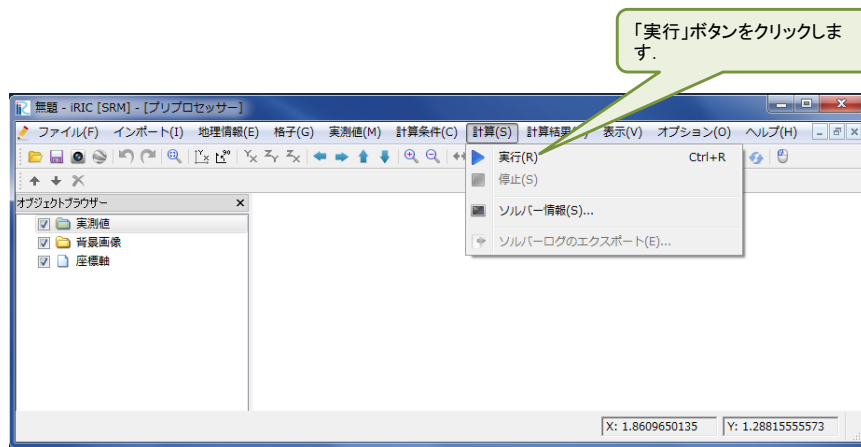
(6) 設定条件を保存します。

※データを修正・追加することができます。

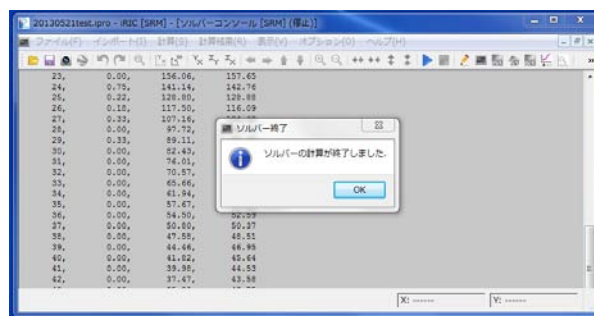
時間 (h)	雨量 (mm/h)	流量 (m3/s)
1	0	3.22
2	0.2	3.22
3	1.28	3.38
4	2.28	3.38
5	2.02	3.53
6	3.84	3.69
7	4.33	4.19
8	5.43	5.28
9	9.77	8.3
10	9.04	17.79

4) 計算を実行します。

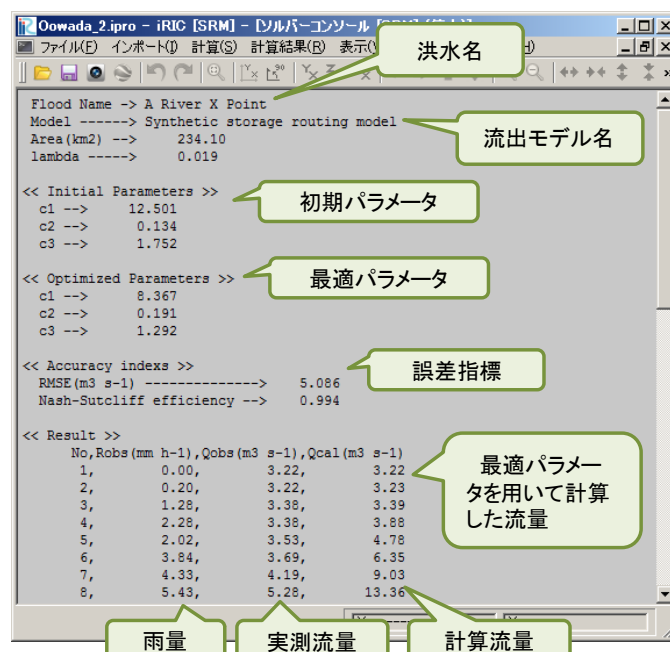
メニューバーの「計算」－「実行」をクリックすると計算が開始されます。



計算が終了すると、次のメッセージが表示されます。

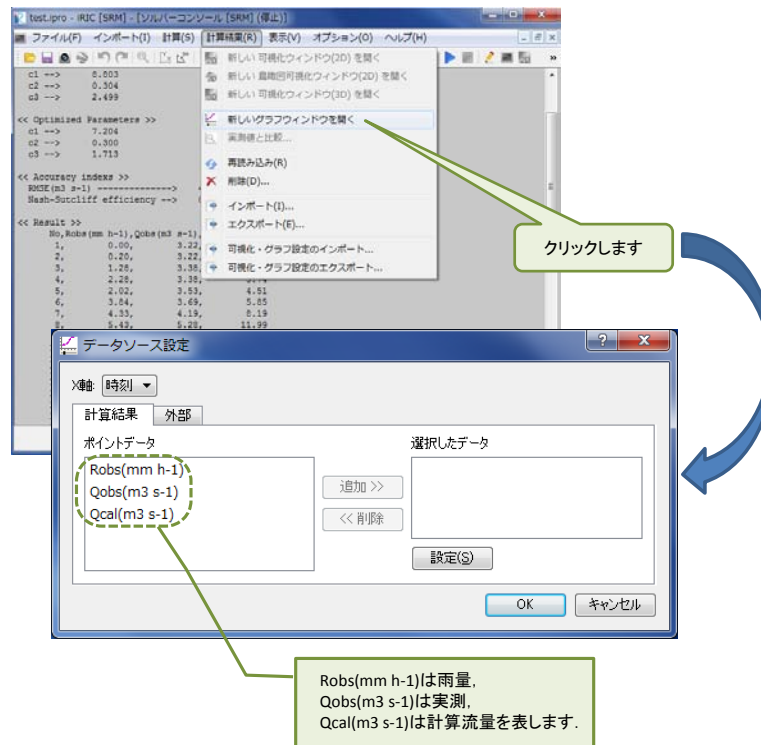


計算が終了すると次のソルバーコンソール画面が開き、計算条件と計算結果が表示されます。モデル定数などがソルバー「SRM」に正しく引き渡されたかを確認することができます。

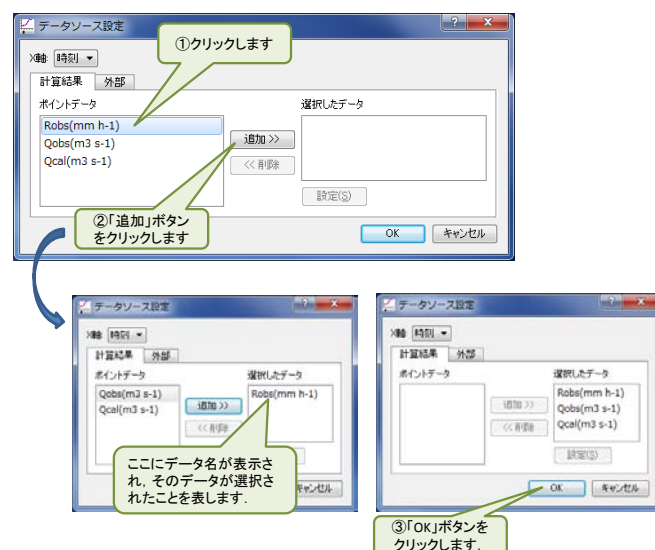


5) iRIC の標準機能を用いて計算結果をグラフに表示します。

メニューバーの「計算結果」－「新しいグラフウィンドウを開く」をクリックすると、「データソース設定」画面が表示されます。

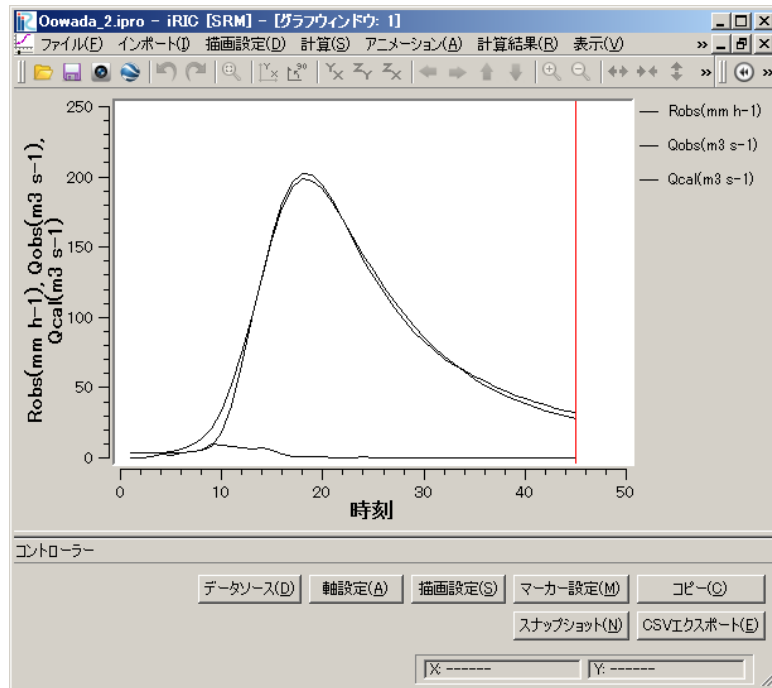


「データソース設定」画面において、グラフ化するデータを選択します。グラフに表示するデータ名を選択し「追加」ボタンをクリックします。選ばれたデータは「選択したデータ」枠内に、そのデータ名が表示されます。ここでは、雨量「Robs(mm h-1)」と実測流量「Qobs(m-3 s-1)」と計算流量「Qcal(m-3 s-1)」を選択しました。データの選択が終了したら「OK」ボタンをクリックします。

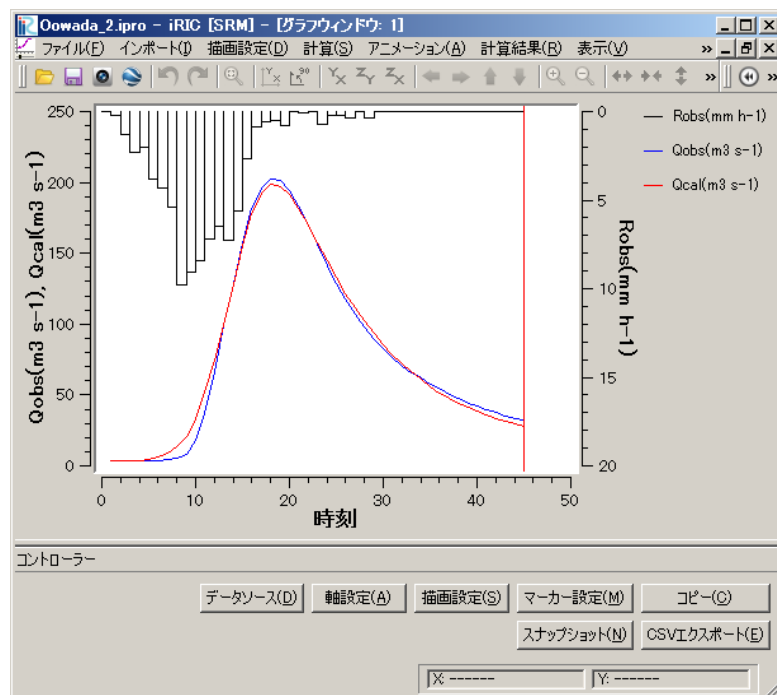


データの選択を終了すると次のグラフが表示されます。iRIC の標準機能を使い、表示する軸や線種等を修正することができます。

下図で示した実績流量（Qobs）と計算流量（Qcal）を比較すると、計算流量は良好に洪水ハイドログラフを再現していることがわかります。



iRICの標準機能(軸設定、描画設定)により、軸や線種等を指定します

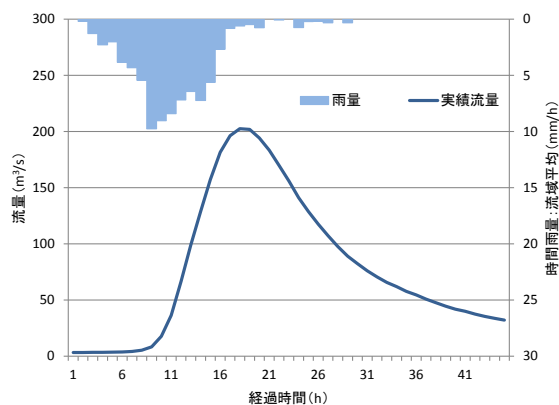


7. 計算例 2-2 : 2 段タンク型貯留関数モデルのモデル定数の同定と流出計算

計算内容

以下に A 川 X 地点の流域平均雨量と実測流量が与えられています。これらのデータを用いて、実測流量を最も精度良く再現し得る流出モデル定数を求め、求められた定数を用いた流出計算を行います。

【雨量，流量経過図】



【時間雨量・流量表】

経過時間 (h)	時間雨量 (mm/h)	流量 (m³/s)	経過時間 (h)	時間雨量 (mm/h)	流量 (m³/s)
1	0.00	3.22	24	0.75	141.14
2	0.20	3.22	25	0.22	128.80
3	1.28	3.38	26	0.18	117.50
4	2.28	3.38	27	0.33	107.16
5	2.02	3.53	28	0.00	97.72
6	3.84	3.69	29	0.33	89.11
7	4.33	4.19	30	0.00	82.43
8	5.43	5.28	31	0.00	76.01
9	9.77	8.30	32	0.00	70.57
10	9.04	17.79	33	0.00	65.66
11	8.42	36.43	34	0.00	61.94
12	7.19	66.70	35	0.00	57.67
13	6.44	98.98	36	0.00	54.50
14	7.24	128.80	37	0.00	50.80
15	5.63	157.29	38	0.00	47.58
16	2.67	181.50	39	0.00	44.46
17	0.83	196.31	40	0.00	41.82
18	0.61	202.54	41	0.00	39.98
19	0.48	201.84	42	0.00	37.47
20	0.77	194.26	43	0.00	35.39
21	0.00	183.48	44	0.00	33.70
22	0.08	169.81	45	0.00	32.06
23	0.00	156.06			

計算条件

流域面積	234.1 km ²
計算モデル	2 段タンク型貯留関数モデル
モデル定数 (初期値)	$c_1=8.803$, $c_2=0.304$, $c_3=2.499$: 北海道代表値
地下水分離時定数	$T_c=61.7$: 北海道代表値

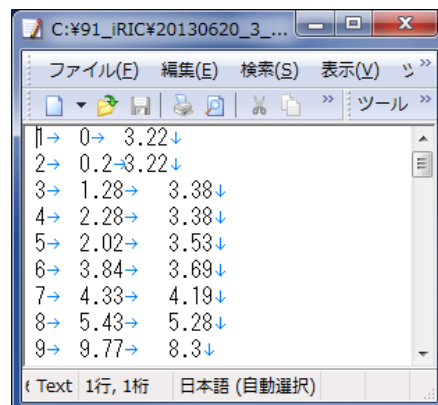
作業手順

1) 雨量データファイルを作成します。

データファイルを右図に示します。1列目はデータ番号、2列目は雨量データ、3列目は流量データです。計算する時間数分だけ縦に並べます。雨量データの単位は mm/h、流量データは m³/s です。データの区切りは、タブ、半角スペース、カンマ (,) のいずれかにして下さい。計算できる時間数の上限は 168 時間 (7 日) です。

ファイルを作成し、保存して下さい。

なお、雨量データは iRIC 上で入力することもできます (次頁参照)。ここでは、iRIC 以外のソフトウェアを用いて作成したテキストデータをインポートする方法を説明します。



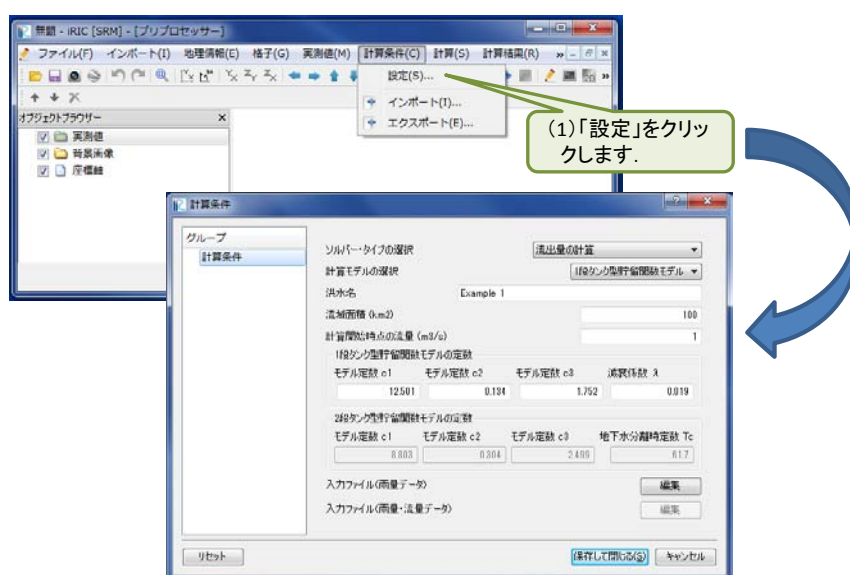
雨量・流量データファイル

2) ソルバー「SRM」を起動します。

iRIC を起動し、ソルバー「SRM」を起動します。起動方法は第 3 章をご参照ください。

3) 計算条件を設定します。

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」画面が表示されます。



ソルバー・タイプの選択で「モデル定数の最適化と流出量の計算」、計算モデルの選択で「1 段タンク型貯留関数モデル」を選択し、流域面積などの条件を「計算条件」画面で入力します。

次に、入力ファイル（雨量・流量データ）の「編集」ボタンをクリックし、「インポート」ボタンによってデータファイルを指定します。

以上の作業が終了したら「保存して閉じる」ボタンをクリックします。

以上で、計算条件の設定は終了です。

(1) ソルバー・タイプ, 計算モデルを選択

モデル定数の最適化と流出量の計算
流出量の計算
モデル定数の最適化と流出量の計算

2段タンク型貯留関数モデル
1段タンク型貯留関数モデル
2段タンク型貯留関数モデル

(2) 流域面積を入力します。

(3) データファイルを指定します。

(6) 設定条件を保存します。

保存して閉じる(S) キャンセル

※データを修正・追加することができます。

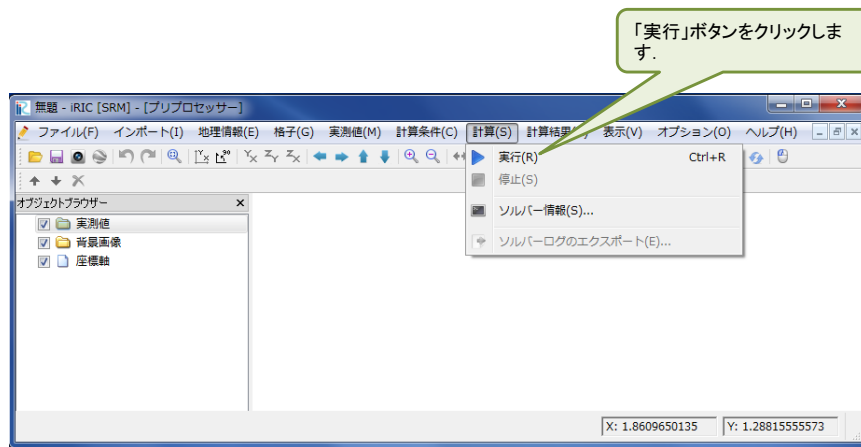
(4) 「インポート」ボタンでファイルを選択します。

(5) 「OK」ボタンをクリックします。

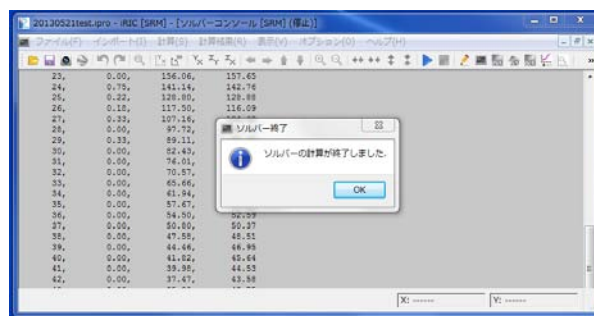
時間 (h)	雨量 (mm/h)	流量 (m3/s)
1	0	3.22
2	0.2	3.22
3	1.28	3.38
4	2.28	3.38
5	2.02	3.53
6	3.84	3.69
7	4.33	4.19
8	5.43	5.28
9	9.77	8.3
10	9.04	17.79

4) 計算を実行します。

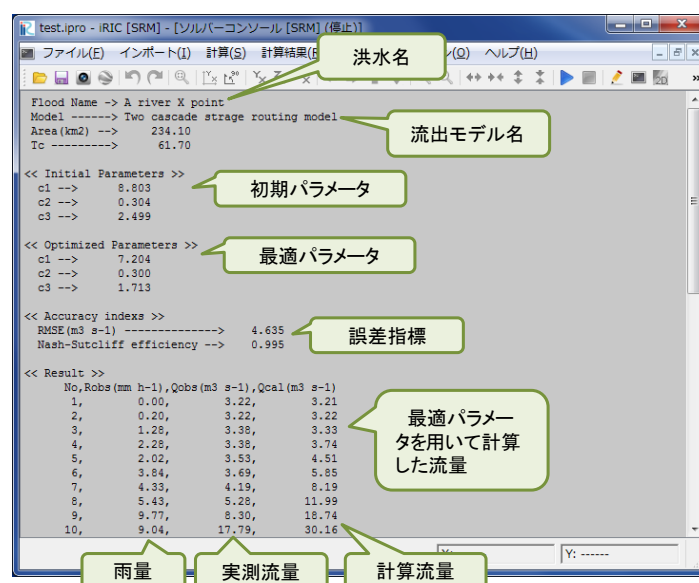
メニューバーの「計算」－「実行」をクリックすると計算が開始されます。



計算が終了すると、次のメッセージが表示されます。

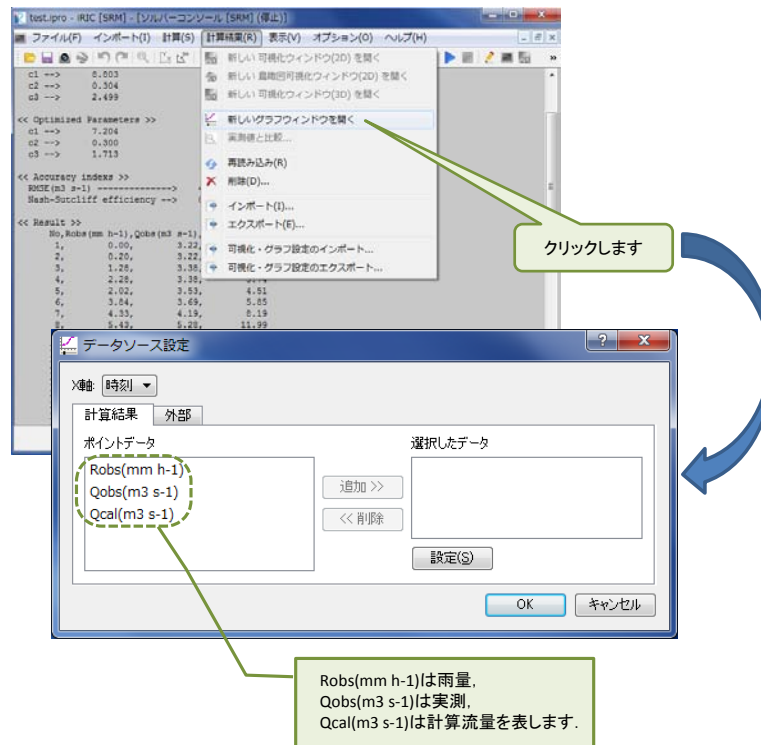


計算が終了すると次のソルバーコンソール画面が開き、計算条件と計算結果が表示されます。モデル定数などがソルバー「SRM」に正しく引き渡されたかを確認することができます。

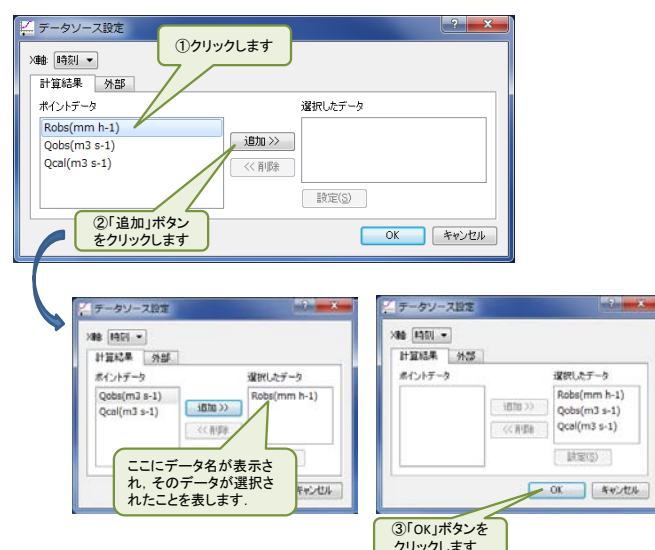


5) iRIC の標準機能を用いて計算結果をグラフに表示します。

メニューバーの「計算結果」－「新しいグラフウィンドウを開く」をクリックすると、「データソース設定」画面が表示されます。

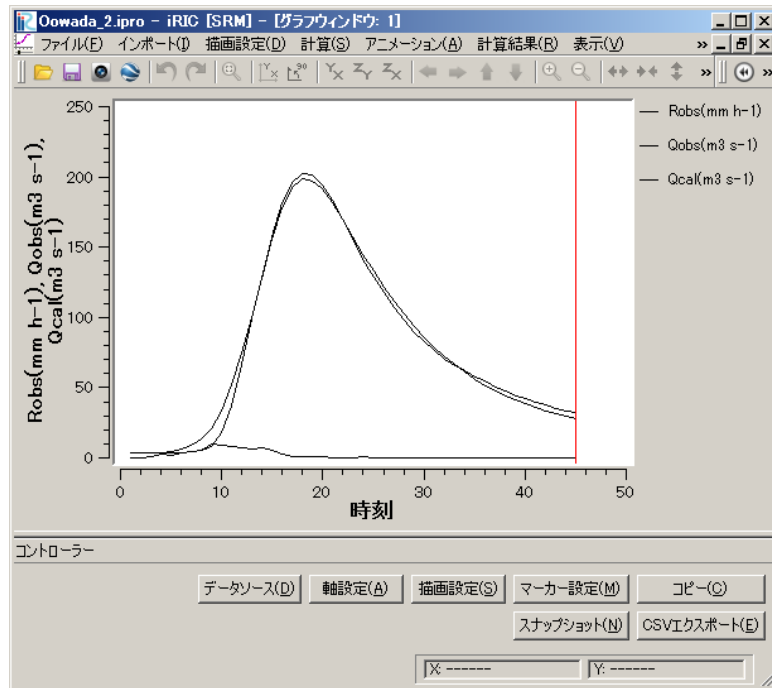


「データソース設定」画面において、グラフ化するデータを選択します。グラフに表示するデータ名を選択し「追加」ボタンをクリックします。選択されたデータは「選択したデータ」枠内に、そのデータ名が表示されます。ここでは、雨量「Robs(mm h-1)」と実測流量「Qobs(m-3 s-1)」と計算流量「Qcal(m-3 s-1)」を選択しました。データの選択が終了したら「OK」ボタンをクリックします。

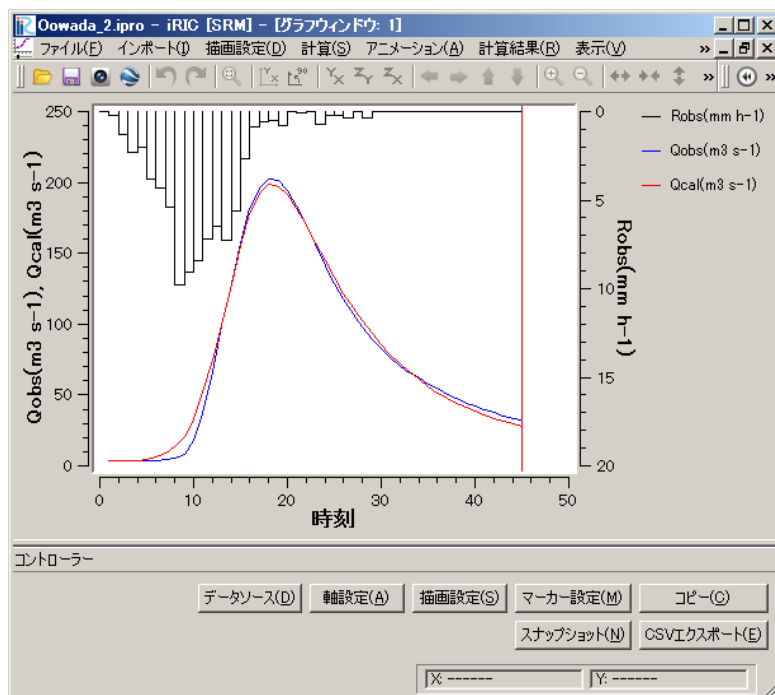


データの選択を終了すると次のグラフが表示されます。iRIC の標準機能を使い、表示する軸や線種等を修正することができます。

下図で示した実績流量（Qobs）と計算流量（Qcal）を比較すると、計算流量は良好に洪水ハイドログラフを再現していることがわかります。



iRICの標準機能(軸設定、描画設定)により、軸や線種等を指定します



【ご利用にあたって】

- ・ 本ソフトウェアを使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.
- ・ ご感想, ご意見, ご指摘は <http://i-ric.org> にて受け付けております.

編集・執筆者	中津川誠（室蘭工業大学大学院工学研究科）	監修
	臼谷友秀（一般財団法人 日本気象協会 北海道支社）	執筆
	西原照雅（独立行政法人 土木研究所 寒地土木研究所）	執筆
協力	一般財団法人 北海道河川財団	
