

CommonMP 要素モデル

解説書

■要素モデル名: 貯留関数法(流域)モデル

■バージョン: 1.0

【目次】

1	要素モデル基本情報.....	2
2	要素モデルの仕様適合チェック結果.....	6
3	要素モデル仕様.....	7
4	要素モデル機能説明（基本事項）.....	8
5	要素モデル機能説明（詳細事項）.....	14
6	要素モデル動作確認.....	15
7	要素モデル妥当性確認.....	21

1 要素モデル基本情報

(1) 開発履歴

年月日	要素モデルバージョン	内容
2014/10/01	Ver.1.0	初版作成

(2) 開発環境

No	項目		内容
1	モデル開	使用 OS およびバージョン	Windows 7 SP1
2	発環境お	.NET Framework のバージョン	.NET Framework 3.5
3	よび動作	開発環境およびバージョン	Visual Studio 2010
4	環境	CommonMP 本体のバージョン	Ver.1.4.0.0

(3) ウィルスチェック

No	項目		内容
1	ウィルスチェック	ウィルス対策ソフト名	Symantec Endpoint Protection
2		ウィルス定義（更新日時）	2014/09/23
3		チェック年月日	2014/09/23

(4) 要素モデルプログラム諸元

No	項目		内容
1	名前空間		jp.or.jccajsce
2	クラス名	Define Factory CalInfo Model	StorageFunctionBasinDefine StorageFunctionBasinFactory StorageFunctionBasinCalInfo StorageFunctionBasinModel
3	モデルファクトリ識別子(Lib)		jp.or.jccajsce.StorageFunctionBasin_Factory
4	モデル種別(Kind)		jp.or.jccajsce.StorageFunctionBasin_Model
5	モデルの基底クラス		(McForecastModelBase・ McStateCalModelBase)

(5) データ及び資料の有無

No	項目	内容	データ提供の有・無
1	要素モデル本体	要素モデル DLL	あり
2		要素モデルプロパティ (個別 GUI レイアウト) DLL	あり
3		要素モデルアイコンファイル	あり
4		その他	あり
5	ドキュメント	要素モデル	あり
6	プログラム	ソースコード	あり
7	サンプルデータ	サンプルデータ (テスト用データ)	あり

(6) 公開データのファイル名

No	項目	内容
1	要素モデル本体 DLL	jp.or.jccajsce.StorageFunctionBasin.dll
2	要素モデルプロパティ (個別 GUI レイアウト) DLL	jp.or.jccajsce.StorageFunctionBasinProperty.dll
3	要素モデルアイコンファイル	jp.or.jccajsce.StorageFunctionBasin.ico
4	要素モデル解説書	jp.or.jccajsce.StorageFunctionBasin.pdf
5	その他	jp.or.jccajsce.StorageFunctionBasin.resources.dll jp.or.jccajsce.StorageFunctionBasinProperty.resources.dll
6	ソースコード	モデル本体プログラム名 : jp.or.jccajsce.StorageFunctionBasin.csproj、 StorageFunctionBasinDefine.cs、 StorageFunctionBasinFactory.cs、 StorageFunctionBasinCalInfo.cs、 StorageFunctionBasinModel.cs モデルプロパティプログラム名 : jp.or.jccajsce.StorageFunctionBasinProperty.csproj、 StorageFunctionBasinDetailForm.cs、 StorageFunctionBasinPropertyScreen.cs、 StorageFunctionBasinPropertyScreenFactory.cs CommonLib.cs ExTextBox.cs
7	サンプルデータ (テスト用データ)	jp.or.jccajsce.StorageFunctionBasin.portabledata.zip

(7) 要素モデルの利用許諾条件

No	項目	内容
1	独自に作成した利用許諾条件書の有無	あり 使用許諾条件書を本解説書の末に添付
2	準拠する利用許諾条件書 (ソフトウェアライセンス)	－
3	著作権者(社)	(公社)土木学会水工学委員会水理・水文ソフトの共通基盤に関する小委員会 (一社)建設コンサルタンツ協会技術部会技術委員会河川計画専門委員会
4	複製の許諾	ソースコード、実行体(DLL ファイル)、要素モデル解説書、サンプルデータの複製可
5	複製を許諾する時の条件	自由に複製しても構いません
6	改変の許諾	ソースコード、実行体(DLL ファイル)、要素モデル解説書、サンプルデータの改変可
7	改変を許諾する時の条件	自由に改変しても構いません
8	再配布の許諾	ソースコード、実行体(DLL ファイル)、要素モデル解説書、サンプルデータの再配布可
9	再配布の条件	当解説書(使用許諾条件書を含む)を必ず添付のこと 改変した場合は、改変したことを明示の上で再配布すること
10	謝辞、クレジットの記載に関する規定	本要素モデルを使用した成果を発表する際には、本要素モデルを使用したことの記載を求める
11	商用利用(業務への利用)の可否	可
12	商用利用の条件	－
13	商用配付の可否	－
14	商用配布の条件	－
15	問い合わせ先	－
16	特許情報(ある場合は番号記載)	なし
17	保証に関する免責事項	本要素モデルの動作に関し、本要素モデルの作者は責任を負うものではありません。
18	損害に関する免責事項	本要素モデルのインストールおよび使用に関し、本要素モデルの使用者の直接的・間接的に発生する一切の損害に対し、本プログラムの作者は責任を負うものではありません
19	禁止事項	本プログラムの著作権および第三者の信用を毀損し、あるいは損害を及ぼす行為を行うこと 本プログラムを用いて、利用者が特許権など独占権を有すること

2 要素モデルの仕様適合チェック結果

No	チェック項目		チェック結果
	項目	内容	
1	名前空間	名前空間は命名規則に準拠しているか	チェック済み
2	DLL 名	DLL 名は命名規則に準拠しているか	チェック済み
3	ファクトリ識別子	ファクトリ識別子は命名規則に準拠しているか	チェック済み
4	ライブラリ登録	DLL をフォルダに保存して、モデルがライブラリに登録可能か	チェック済み
5	モデル配置	CommonMP 上で要素モデルとして配置が可能か	チェック済み
6		モデルプロパティ設定項目は適切か、またプロパティ入力及び設定は可能か	チェック済み
7	データ受信	接続ライン下流側として別モデルと接続した場合に、データ受信項目が選択可能か	チェック済み
8	データ送信	接続ライン上流側として別モデルと接続した場合に、データ送信項目が選択可能か	チェック済み
9	データ送・受信	入出力するデータの単位系は、MKS 単位系に準拠しているか	チェック済み。 ただし、降雨量のみ(mm/hr) を使用
10		要素接続設定（伝送情報結線設定）画面に単位が明示されているか	チェック済み
11	ファイル入力	要素モデルの動作には、直接ファイル入力を必要とするか	必要としない
12		（必要な場合）入力ファイルパス指定方法およびファイル仕様を記載する	－
13	ファイル出力	要素モデルは、ファイル出力を行うか	出力しない
14		（出力する場合）出力ファイルパス指定方法および仕様を記載する	－
15	シミュレーション実行	入出力データおよび計算期間を設定してシミュレーション実行が可能か	チェック済み

3 要素モデル仕様

(1) 要素モデル基本仕様

No	項目	内容
1	モデル名称(Name)	貯留関数法（流域）モデル
2	カテゴリー_Division (McModellibraryDefine)	CALCULATION_MODEL
	カテゴリー_Category (McModellibraryDefine)	CAL_HYDROLOGICAL_MODELS
3	要素モデルのバージョン	1.0
4	概要	流域の降雨を入力として貯留関数法による流出量を算出する。

(2) 要素モデル入出力仕様

No	項目	内容
1	プロパティ (CreateModelProperty)	流域面積 A(km ²) 定数 K,p (-) 遅滞時間 Tl(hr) 1次流出率 f ₁ (-) 飽和雨量 r _{ave} (mm)
2	初期条件（状態量） (CreateModelInitialInfo)	流域貯留量 S は S=0 を初期条件とする。 その他の初期状態の設定はなし。 プロパティや外部ファイル等からの設定はなし。
3	送受信パターン (CreateModelProperty)	受信 ①降雨量 伝送仕様：ポイント時系列または1次元時系列 変数名：SCALOR_RAIN_FALL 単位：(mm/hr)
		送信 ①流量 伝送仕様：ポイント時系列または1次元時系列 変数名：QUANTITY_OF_WATER_FLOW 単位：(m ³ /s)
4	コネクションチェック (ConnectionCheck)	受信 以下以外の伝送仕様に対して、接続エラーを出力する ・ポイント時系列及び1次元時系列
		送信 以下以外の伝送仕様に対して、接続エラーを出力する ・ポイント時系列及び1次元時系列

4 要素モデル機能説明（基本事項）

(1) 機能概要

本要素モデルは、以下の機能を満足するものとする。

- ・ 入力されたポイント時系列または一次元時系列データ（雨量データ時系列）を入力として、1流域の流出量を貯留関数法にて算定する。
- ・ 入力となる雨量データの単位は（mm/hr）である。
- ・ 出力は、ポイント時系列または一次元時系列（流出量時系列）データであり、単位は（m³/s）である。

以下に、要素モデル接続概念図および要素モデル機能概念図を示す。

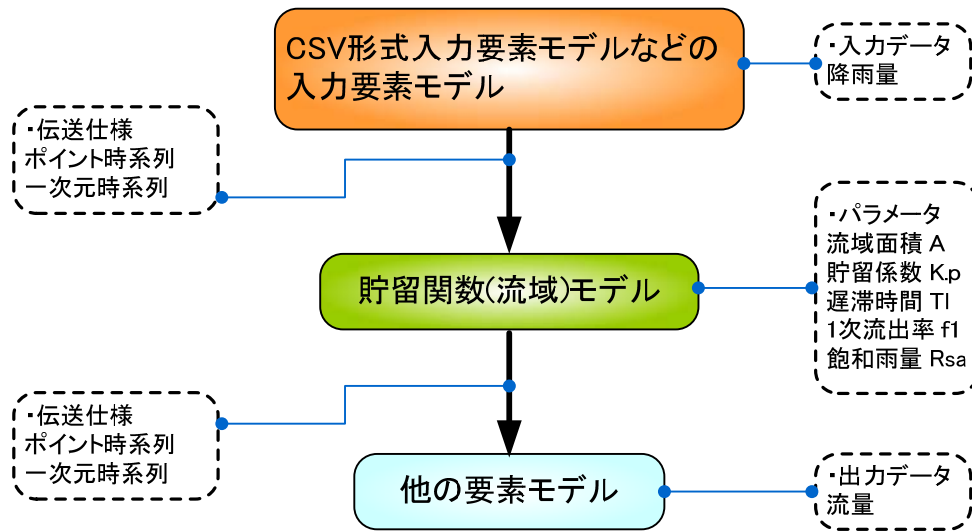


図 1 要素モデル接続概念図

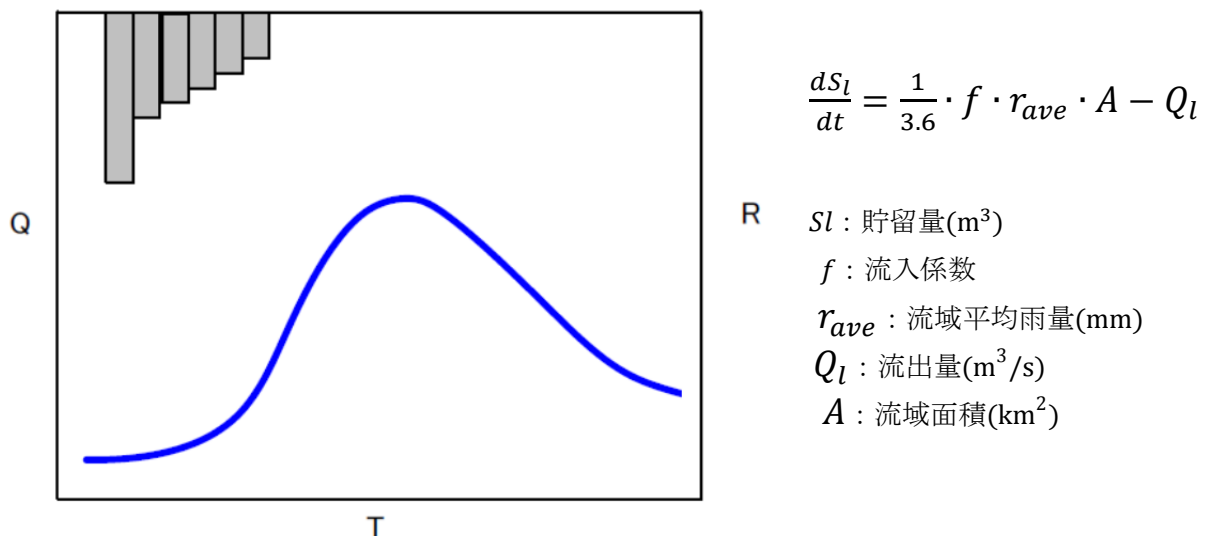


図 2 要素モデル機能概念図

(2) 基礎式

本モデルでは木村の貯留関数法を用いる。基礎式は以下の通りである。

$$\begin{cases} S_1 = KQ_1^p & \text{(運動方程式)} & \text{①} \\ \frac{dS_1}{dt} = \frac{1}{3.6} \cdot f \cdot r_{ave} \cdot A - Q_1 & \text{(連続の式)} & \text{②} \end{cases}$$

S_1 : 見かけの流域貯留量(m^3)

Q_1 : 時間遅れを考慮した流域からの直接流出(m^3/s) (基底流出を除く)

($Q_1(t) = Q(t + T_1)$ である)

T_1 : 時間遅れ

K, p : 定数

f : 流量係数

r_{ave} : 有効降雨(mm/hr)

A : 流域面積(km^2)

流出が発生する面積は、はじめは一次流出面積 (流出域) f_1A であり、飽和雨量 R_{sa} に達した後は全流域面積 (流出域+浸透域) A に等しくなる。

流域流出量 Q は、流出域と浸透域で独立して算出し、基底流量を含めて以下のように表される。

$$Q = \frac{1}{3.6} A \cdot q'_l = \frac{1}{3.6} f_1 A \cdot q_l + \frac{1}{3.6} (f_2 - f_1) A \cdot q_{sa,l} + Q_b \quad \text{③}$$

Q_l : 流域流出量(m^3/s)

f_1 : 1次流出率

f_2 : 飽和流出率($f_2 = 1$ とする)

q_l : 全降雨による単位流出高(mm/hr)

$q_{sa,l}$: 飽和点以後の降雨による単位流出高(mm/hr)

Q_b : 基底流量 = 初期流量(m^3/s)

(3) 解法

流出域、浸透域に分けた流出高 (q_l 、 $q_{sa,l}$) について解く。式①を有限差分法により以下の通り離散化した。

$$S_{t+1} - S_t = \left(r_{t+1} - \frac{q_t + q_{t+1}}{2} \right) \Delta t$$

$$K \cdot q_{t+1}^p - K \cdot q_t^p = r_{t+1} \cdot \Delta t - \frac{q_t + q_{t+1}}{2} \cdot \Delta t$$

$$\frac{K}{\Delta t} \cdot q_{t+1}^p + \frac{q_{t+1}}{2} - r_{t+1} + \frac{q_t}{2} - \frac{K}{\Delta t} \cdot q_t^p = 0$$

$$\frac{2K}{\Delta t} \cdot q_{t+1}^p + q_{t+1} - 2 \left(r_{t+1} - \frac{q_t}{2} + \frac{K}{\Delta t} q_t^p \right) = 0$$

r_{t+1} : 時刻 t から $(t+1)$ における降雨強度 (mm/hr)

q_t : 時刻 t における流出高 (mm/hr) $\left(= \frac{Q_l}{fA/3.6} \right)$

s_t : 時刻 t における見かけの流域貯留量高 (mm/hr) $\left(= \frac{S_l}{fA/3.6} \right)$

Δt : 時間 (hr)

ここで

$$r_{t+1} - \frac{q_t}{2} + \frac{K}{\Delta t} q_t^p = C$$

$$q_{t+1} = x$$

として、式④をこれらの置き換えを使って表現すると以下のように表現される。

$$F(x) = \frac{2K}{\Delta t} x^p + x - 2C$$

上式を使い、 $F(x) = 0$ として解を求める。これにより得られた q_l 、 $q_{sa,l}$ を式③に代入し、流出量を得る。

(4) 要素モデル変数一覧

No	変数名	内容
1	m_dArea	流域面積 A(km ²)
2	m_dK	貯留係数 K
3	m_dP	貯留係数 p
4	m_dTl	遅滞時間 Tl(hr)
5	m_dF1	1次流出率 f1
6	m_dRsa	飽和雨量 Rsa(mm)
7	m_dQb	基底流量 Qb(m ³ /s)
8	m_dDtr	演算間隔Δt(sec)
9	m_dSr	累加雨量Σr _{ave} (mm)
10	m_dRc	降雨強度 r (mm/hr)
11	m_dQ1	全降雨による単位流出高(mm/hr)
12	m_dQ2	飽和点以後の降雨による単位流出高(mm/hr)
13	m_dQ	流出量 Q (m ³ /s)
14	m_dQout	総流出量(m ³ /s)

(5) 個別 GUI レイアウト

GUI レイアウト図 (あり)

項目	値	単位
演算間隔 ΔT	360	(sec)
流域面積 A	10	(kri)
基底流量 Q_b	1	(ri/s)
貯留係数 K	30	
貯留係数 P	0.6	
遅滞時間 T1	0.5	(hr)
1次流出率 F1	0.5	
飽和雨量 Rsa	50	(mm)

図 3 要素モデル接続概念図個別 GUI レイアウト図

(6) 初期条件 (状態量)

- ・流域貯留量 S は $S=0$ を初期条件とする。
- ・その他の初期状態の設定はなし。
- ・プロパティや外部ファイル等からの設定はなし。

(7) 境界条件

特になし。

(8) プログラム上の特記事項および動作上必要なライブラリ

特になし。

(9) 入出力データ

1) 入力データ

① 降雨量

- ・ 伝送仕様：ポイント時系列、1次元時系列
- ・ 変数名：SCALOR_RAIN_FALL(mm/hr)
- ・ 1次元時系列の雨量データを入力する。

時間	0
yyyy/MM/dd HH:mm:ss	雨量
yyyy/MM/dd HH:mm:ss	:
yyyy/MM/dd HH:mm:ss	:
:	:
:	:

図 4 入力データイメージ

2) 出力データ

① 流量

- ・ 伝送仕様：ポイント時系列、1次元時系列
- ・ 変数名：QUANTITY_OF_WATER_FLOW(m³/s)
- ・ 1次元時系列の流出量データが出力される。

時間	0
yyyy/MM/dd HH:mm:ss	流出量
yyyy/MM/dd HH:mm:ss	:
yyyy/MM/dd HH:mm:ss	:
:	:
:	:

図 5 伝送データイメージ

5 要素モデル機能説明（詳細事項）

本要素モデルには次ステップの流出量を求めるために収束計算を実施している。収束計算手法の条件及び計算フローは以下のとおりである。

表 1 収束計算条件

収束計算手法	ニュートン・ラプソン法
収束判定条件	$F(x) \leq \text{err}$
繰返回数上限値(ir)	1000 回
収束判定誤差(err)	$0.01 * 3.6/A$

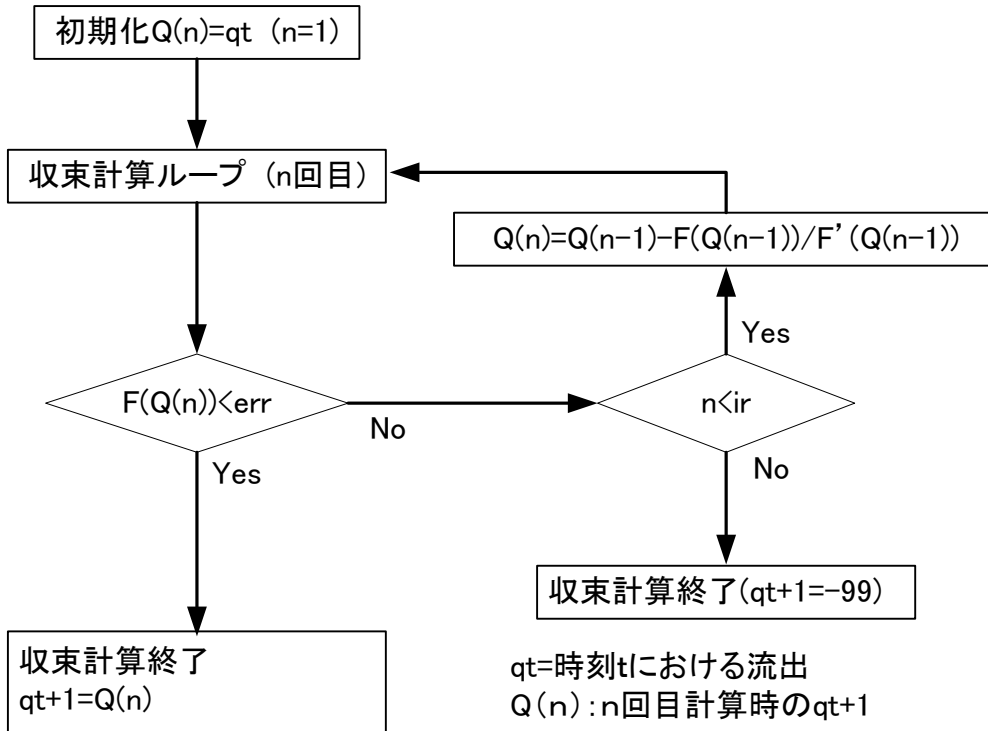


図 6 次ステップ流出量 (q_{t+1}) の算出における収束計算フロー

6 要素モデル動作確認

(1) サンプルデータによる動作確認結果

以下のサンプルデータによるテスト計算を実施した。

- ・ INPUT データ (Rain.csv)
- ・ OUTPUT データ (Out.csv)

1) モデル接続方法

a) 要素配置

要素の配置を行い、下図に示す要素モデルを設定する。

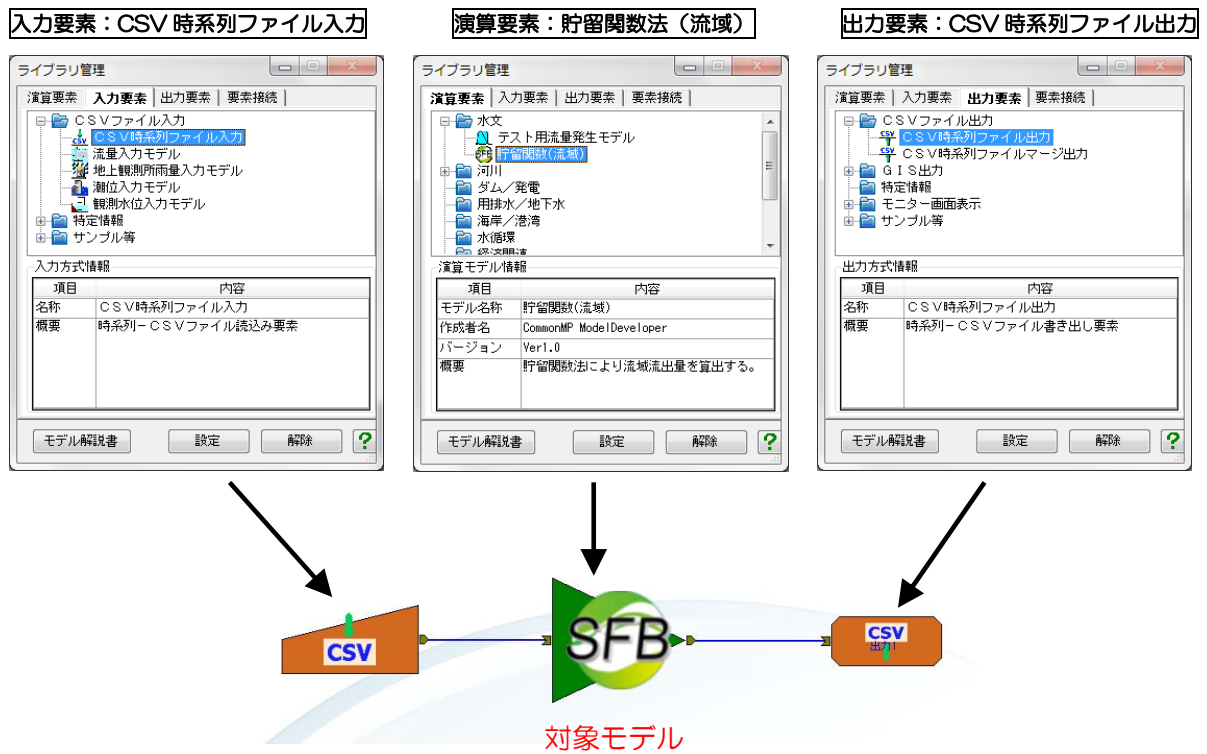


図 7 モデル接続

b) 要素接続

要素接続は、以下の通り設定する。

図 8 要素接続（受信側）

図 9 要素接続（送信側）

2) パラメータ設定画面

貯留関数 (流域) モデル

演算間隔 ΔT 360 (sec)

流域面積 A 10 (knri)

基底流量 Q_b 0 (ni/s)

貯留関数モデルパラメータ

貯留係数 K 30

貯留係数 P 0.6

遅滞時間 T1 0.5 (hr)

1次流出率 F1 0.5

飽和雨量 Rsa 50 (mm)

設定 キャンセル

図 10 パラメータ設定値

3) 要素モデルの動作確認

本モデルのサンプルデータを用いた動作確認の結果は以下に示すとおりである。

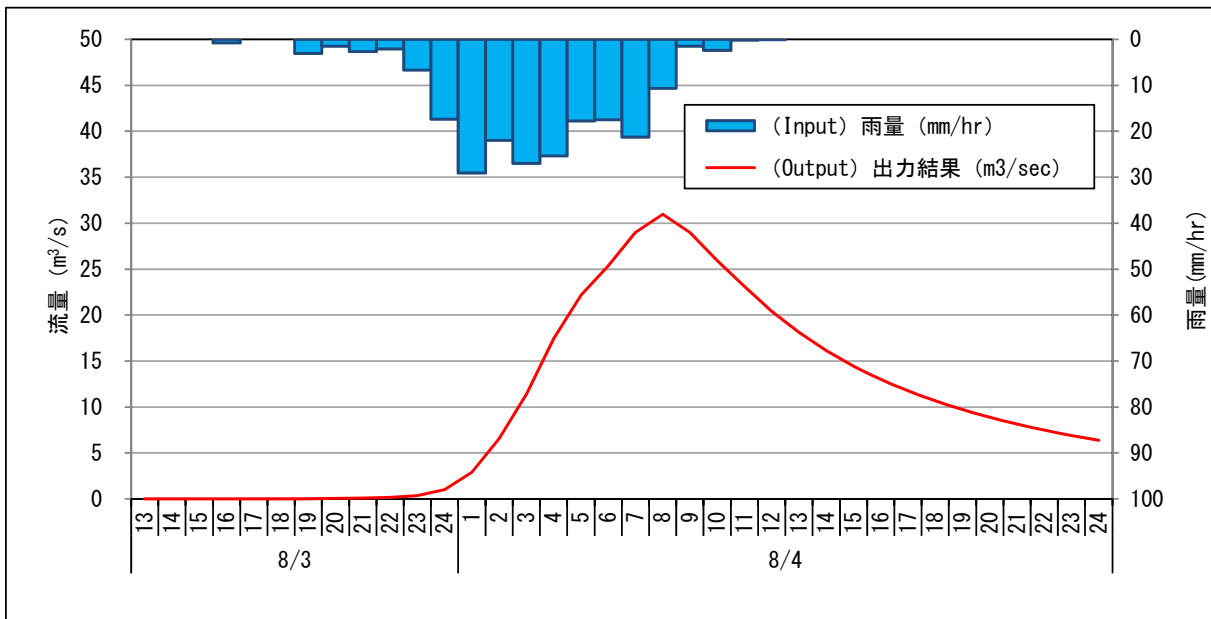


図 11 サンプルデータによる流出量の計算結果

(2) 要素モデル演算結果の確認

本モデルの動作結果確認のため、下記の例題集の貯留関数モデルにおける計算流出高と本モデルの流出計算結果の比較を実施した。

- 「流出計算例題集 2 (建設省水文研究会編、(社) 全日本建設技術協会)」 pp.115～119

貯留関数 (流域) モデル

演算間隔 ΔT : 360 (sec)

流域面積 A: 373.6 (km²)

基底流量 Qb: 0 (m³/s)

貯留関数モデルパラメータ

貯留係数 K: 19.1

貯留係数 P: 0.825

遅滞時間 T1: 3 (hr)

1次流出率 F1: 1

飽和雨量 Rsa: 0 (mm)

設定 キャンセル

【要素モデルに設定したパラメータ】

例題集と同様の条件として、右図のとおりモデルパラメータを設定した。

[A=373.6km², K=19.1, p=0.825, Tl=3hr, f1=1.0, Rsa=0.0mm]

【計算結果】

本モデルの計算結果と例題集の計算結果は以下のとおり、ほぼ一致することを確認した。

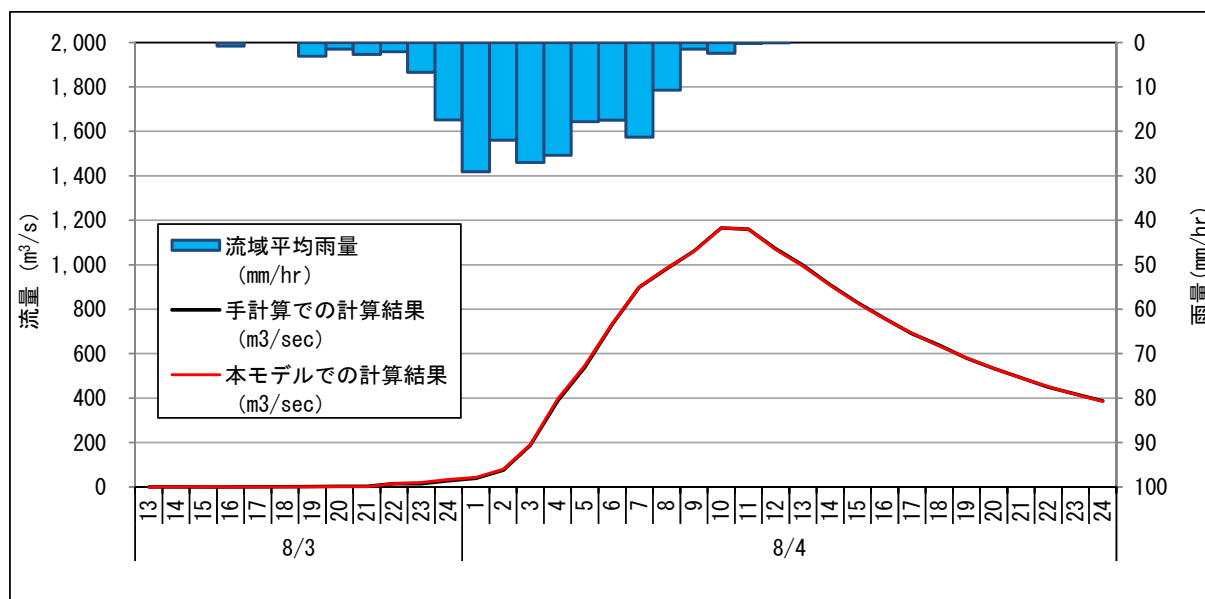


図 12 要素モデルの計算結果及び比較図

日時	流域平均雨量 (mm/hr)	手計算での計 算結果 (m ³ /sec)	本モデルでの 計算結果 (m ³ /sec)
1950/08/04 13:00	0.0	0.00	0.00
1950/08/04 14:00	0.0	0.00	0.00
1950/08/04 15:00	0.0	0.00	0.00
1950/08/04 16:00	0.8	0.00	0.00
1950/08/04 17:00	0.0	0.00	0.00
1950/08/04 18:00	0.0	0.00	0.00
1950/08/04 19:00	3.1	3.14	2.19
1950/08/04 20:00	1.5	3.14	2.12
1950/08/04 21:00	2.7	3.14	2.05
1950/08/04 22:00	2.1	14.63	14.53
1950/08/04 23:00	6.7	15.68	20.95
1950/08/05 00:00	17.4	28.22	33.63
1950/08/05 01:00	29.1	38.68	43.20
1950/08/05 02:00	22.0	75.26	79.80
1950/08/05 03:00	27.0	188.15	190.20
1950/08/05 04:00	25.4	386.75	396.89
1950/08/05 05:00	17.8	538.32	546.57
1950/08/05 06:00	17.5	731.69	734.99
1950/08/05 07:00	21.3	898.94	900.46
1950/08/05 08:00	10.7	982.56	984.86
1950/08/05 09:00	1.5	1060.96	1059.98
1950/08/05 10:00	2.4	1165.48	1165.42
1950/08/05 11:00	0.2	1160.26	1160.34
1950/08/05 12:00	0.1	1071.41	1068.26
1950/08/05 13:00	0.0	998.24	994.14
1950/08/05 14:00	0.0	909.39	907.27
1950/08/05 15:00	0.0	831.00	828.42
1950/08/05 16:00	0.0	757.83	756.70
1950/08/05 17:00	0.0	689.88	692.16
1950/08/05 18:00	0.0	637.62	633.99
1950/08/05 19:00	0.0	580.13	581.48
1950/08/05 20:00	0.0	533.09	534.01
1950/08/05 21:00	0.0	491.28	491.03
1950/08/05 22:00	0.0	449.47	452.06
1950/08/05 23:00	0.0	418.11	416.67
1950/08/06 00:00	0.0	386.75	384.49

(3) サンプルプロジェクト、サンプルデータの利用条件

<免責事項>

利用者は、本プロジェクト及びデータを利用して得られた結果によって生じる全ての結果に対し責任を負うものとし、著作者はこれにより生じる一切の責任を負うものではありません。

<複製、改変、再配布>

利用者は、本プロジェクト及びデータを自由に複製、改変、再配布しても構いません。

<結果の公表>

利用者は、本プロジェクト及びデータから得られた結果を公表する際には、本プロジェクト及びデータを使用したことを明記すること。

<問い合わせ>

本プロジェクト及びデータに関する問い合わせは一切受け付けません。

以上

7 要素モデル妥当性確認

なし

【要素モデル名】貯留関数法(流域)

【バージョン】Ver.1.0

【開発環境】Visual Studio 2010

【製作著作】(公社)土木学会水工学委員会水理・水文ソフトの共通基盤に関する小委員会
(一社)建設コンサルタンツ協会技術部会技術委員会河川計画専門委員会

【連絡先】-

◆ 免責

本プログラムのインストールおよび使用に関し、本プログラムの使用者の直接的・間接的に発生する一切の損害に対し、本プログラムの作者は責任を負うものではありません。

本プログラムの動作に関し、本要素モデルの作者は責任を負うものではありません。

◆ 禁止事項

本プログラムの著作権および第三者の信用を毀損し、あるいは損害を及ぼす行為を行うことを禁止します。

また、本プログラムを用いて、利用者が特許権など独占権を有することを禁止します。

◆ 著作権

著作権は(公社)土木学会水工学委員会水理・水文ソフトの共通基盤に関する小委員会、および(一社)建設コンサルタンツ協会技術部会技術委員会河川計画専門委員会に帰属します。

◆ 複製・改変

ソースコード、実行体(DLL ファイル)、要素モデル解説書、サンプルデータを自由に複製・改変しても構いません。

◆ サポート

改変の有無にかかわらず、サポートはいたしません。

◆ 配布・転載・掲載

ソースコード、実行体(DLL ファイル)、要素モデル解説書、サンプルデータの再配布、改変・追加に関し、制限はございません。但し、改変した場合は、改変したことを明示の上で再配布して下さい。

本プログラムを使用した成果を発表する際には、本要素モデルを使用したことの記載をお願いします。

本プログラムを販売することはできません。

◆ 特許情報

なし