

高分解能数値地理情報に対応する実用的な分布型水文モデリングシステムの開発

環境システム工学専攻 水文気象研究室

本田 真菜

指導教員 助教授 陸 旻皎

1. はじめに

流出モデルや融雪モデルに必要な日射は、蒸発散や融雪などの熱交換を伴う地表面水文循環プロセスの中で重要なエネルギー源となる。また、分布型水文モデルにも必要となる入力データの1つである。本研究では、日射量推定モデルのGUI(Graphical User Interface)化を行う。AMeDAS観測地点の選択を地図上の絵記号や図形をクリックすることによって行えるGUIを開発する。

分布型水文モデリングシステムにおいて擬河道網の算出は不可欠である。しかし、擬河道網の算出に用いる標高データ(DEM: Digital Elevation Model)の高分解能化により、流域界の作成精度が問題となりつつある。流域界は山間部と低平地を一体化して計算を行うために必要となる。山間部の流域界は標高データから作成することができる。しかし、低平地では標高データから流域界を作成することができない。そこで、流域界はデジタイズによって作成する。以前は、標高データの分解能が荒かったため、流域界による影響は小さかった。しかし、現在は標高データが高分解能になりつつあるため流域界による影響が大きくなりつつある。そこで、本研究では高分解能数値地理情報に対応できる擬河道網算出アルゴリズムを開発する。これまでの擬河道網算出では、対象流域DEMの切り出し、DEMから流域の切り出し、実河道データの座標変換等のプログラムが別々だった。そこで擬河道網の算出をより実用的にするため、これらのプログラムのGUI化を行い一本化する。また、分布型水文モデルにおいて融雪モデル、流出

モデル及び追跡計算モデルは標準化済みである。そこで分布型水文モデルのGUI化を目指す。

2. GUIを持つ日射量推定モデル

2.1. 実時間日射量算定式

AMeDAS日照時間データから時間直達日射(I)と散乱日射(S)の算定には、陸ら^[1]によって提案され、島崎^[2]によって検討された実時間日射量算定式を用いる。

$$\frac{I}{I_{\max}} = 0.482N_c + (0.011 + 0.21N_c)N_p \quad \text{式 2.1.1}$$

$$\frac{S}{S_{\max}} = 0.5517 + 0.482N_c - 0.56N_c^2 \quad \text{式 2.1.2}$$

$$I_{\max} = I_0 \left(\frac{d_0}{d} \right)^2 \exp(-n\tau_0 m)$$

$$S_{\max} = 2.5 \left(\frac{d_0}{d} \right)^2 m^{-1}$$

$$\left(\frac{d_0}{d} \right) = 1.0 + 0.017 \cos \left(\frac{2\pi}{n_{\text{day}}} (186 - J) \right)$$

$$\tau_0 = 0.128 - 0.054 \log_{10} m$$

$$m = \frac{1}{\sin \alpha + 0.01500(\alpha + 3.885)^{-1.253}}$$

$$\delta = 23.45 \cos \left(\frac{2\pi}{n_{\text{day}}} (172 - J) \right)$$

$$\sin \alpha = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos \omega$$

ここで、

I_{\max} : 直達日射の最大値

- S_{max} : 散乱日射の最大値
- N_c, N_p : 計算時とその前の時間の日照率(0-1)
- I_0 : 太陽定数(=1367W/m²)
- d, d_0 : 地球太陽間距離とその平均値
- n : 空気分子の消散係数
- τ_0 : 混濁因子
- m : 大気路程
- J : 1月1日からの日数
- n_{day} : 1年の日数
- δ : 赤緯
- ϕ : 対象地点の緯度
- ω : 対象地点における時角

である。 N_c と N_p はAMeDAS日照時間を10で割った値であり、 ω は南中時に0となる。

2.2. GUIについて

GUIは、コンピュータ使用者に対する情報の表示に、グラフィックを多用する。そのため、大量の選択肢をわかりやすい形で表示できる。また、ほとんどの基礎的な操作をポインティングデバイス(マウス、トラックボール等)によって行うので、直感的な操作が可能になる。そこで、AMeDAS観測地点は地図上の絵記号や図形をクリックすることによって選択できるようにした。

2.2.1. 起動画面

GUIに必要な機能として、地図画像の表示がある。本研究では、数値地図25000(行政界・海岸線)(国土地理院刊行)を用いた。これは、2万5千分1地形図に描かれている情報のうち、行政界・海岸線について、ベクトル形式で数値化したものである。なお、北方領土については5万分の1地形図を使用している。図2.2.1.1はGUIの起動画面である。地図上の青線は海岸線、黒線は都府県界である。地図の角にある数字は、地図描画領域の各4点の緯度経度である。右上にあるAMeDAS Data : はAMeDAS時観測データの保存ディレクトリを表

示する。

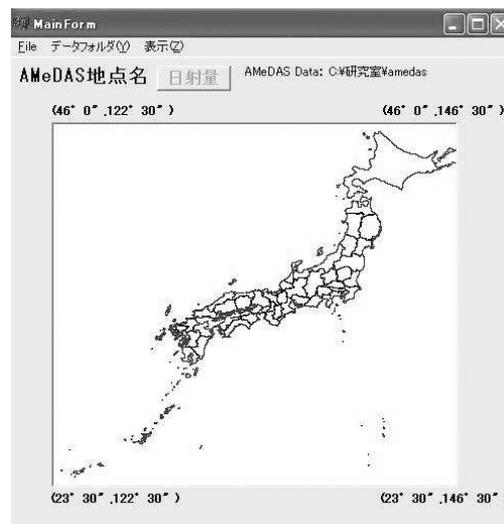


図 2.2.1.1 GUIを持つ日射量推定モデル起動画面

2.2.2. 1次メッシュ地図の表示

メニューバーの表示-1次メッシュ地図をクリックすると、地図表示フォーム(図2.2.2.1右)を表示する。地図表示フォームに2次メッシュの図名を入力またはプルダウンキーから選択すると、図2.2.2.1左のように1次メッシュ地図を表示する。

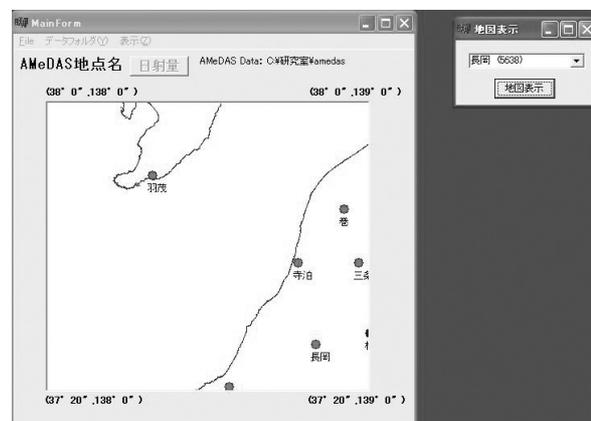


図 2.2.2.1 地図表示

2.2.3. 日射量の算出

図2.2.2.1左の赤丸は日照時間を観測しているAMeDAS地点である。AMeDAS地点をクリックすると、上部に観測所名を表示し、隣の日射量ボタンを有効にする。日射量ボタンを押すと、計算期間を入力する期間選択フォームを

表示する(図2.2.3.1)。開始年月日及び終了年月日はプルダウンキーからの選択や直接入力によって決定する。ここで、年は西暦である。



図 2.2.3.1 期間選択

OKボタンを押すと日射量の計算を行う。計算が終わると図2.2.3.2のようにグラフとして表示する。グラフの上部は全天日射量、中央は直達日射量、下部は散乱日射量である。また、計算結果はCSV形式でファイルに出力する。

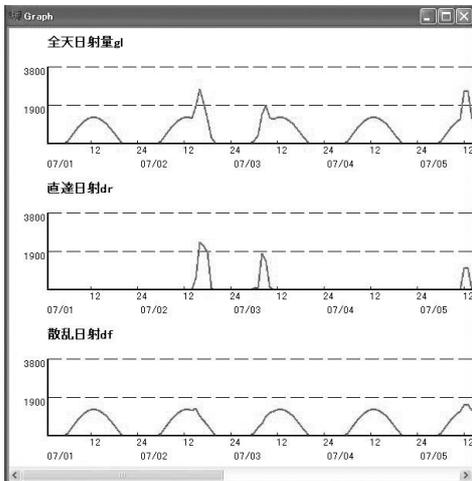


図 2.2.3.2 グラフ表示

3. GUIを持つ擬河道網算出モデル

擬河道網の算出には様々な手順が必要である。そこで、擬河道網算出モデルをより実用的にするため、GUI化することで手順を一本化した。これまで、出口の指定にはモデル座標を用いていたが、緯度経度による指定を可能にした。また、入力データとしてカシミール

3DのRTE形式に対応した。さらに、流域界を修正するアルゴリズムを加えた。図3.1に起動画面を示す。



図 3.1 GUIを持つ擬河道網算出モデル起動画面

図3.1のALLボタンは擬河道網の算出を一括して処理し、流域界の修正を行う。ALLボタンを押すと、図3.2に示すフォームが起動する。



図 3.2 ALLフォーム

作業フォルダ、流域界データ、河道データファイル等を入力しOKボタンを押すとデータ変換等の処理を行う。処理が終了すると図3.3のNetwork Header Fileフォームを表示する。必要事項を入力しOKボタンを押すと、まず流域界の修正処理を行う。流域界の修正が終わると図3.4を表示する。流域界修正完了フォームのOKボタンを押すと、擬河道網算出処理を行う。処理が終了すると図3.5のようになる。



図 3.3 Network Header Fileフォーム



図 3.4 流域界修正結果

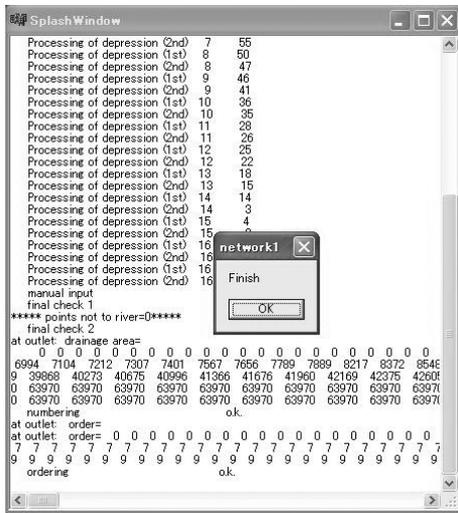


図 3.5 擬河道網算出終了

4. 流域界の修正

擬河道網を算出する時、作成した流域界の精度によっては下記のようなメッシュが生じる可能性がある。

- ① 流域外だが、流れ方向をたどると流域内となる。
- ② 流域内だが、流れ方向をたどると流域外となる。

これは、高分解能DEMほど深刻である。この問題をなくすため本研究では、次のようなアルゴリズムを加える。まず、出口と標高が同じかつ流域内のメッシュのみを流域内として設定する。そして、あるメッシュ*i*の水の流れを辿り、河道に到達した時は、メッシュ*i*から河道までのメッシュを流域内とする。窪地にた

どり着いた場合は、窪地が流域外にあれば流域外、流域内にあれば流域内とフラグを設定する。最後にトレース済のメッシュCに到着した場合はメッシュCのフラグと同じ設定にする。

図4.1は矢木沢ダムの流域界である。

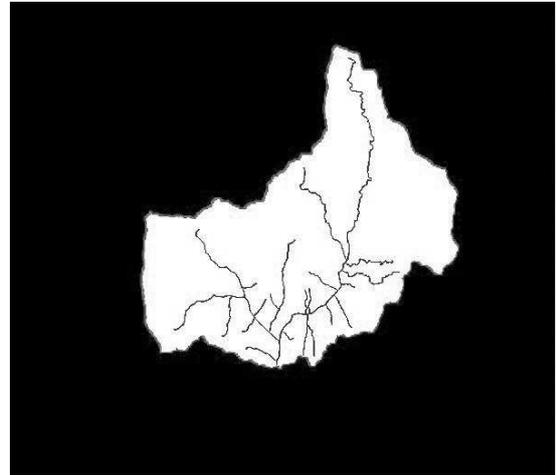


図 4.1 矢木沢ダム流域界

アルゴリズムをテストするため、図4.2と図4.3を用いた。図4.2は矢木沢ダム流域の右上部を含めずにデジタイズしたものである。図4.3はデジタイズした流域界と本来の流域界との間に窪地がある場合をテストするため、本来の流域界がほとんどわからないように大きくデジタイズした。

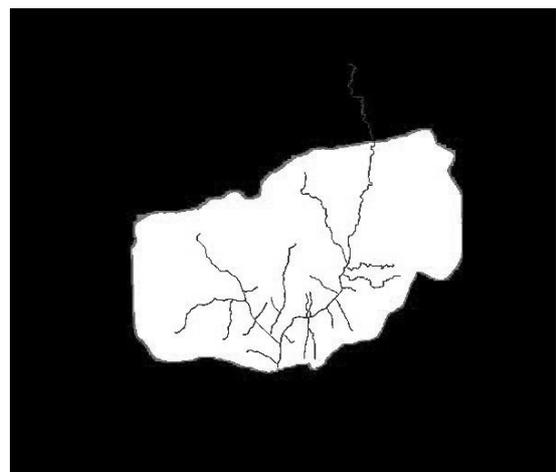


図 4.2 一部を含めない流域界

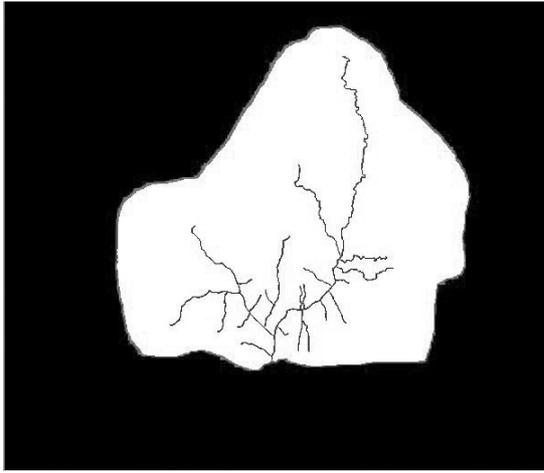


図 4.3 大まかにデジタイズした流域界

次に、修正結果を示す。図4.4は図4.2の修正結果、図4.5は図4.3の修正結果である。

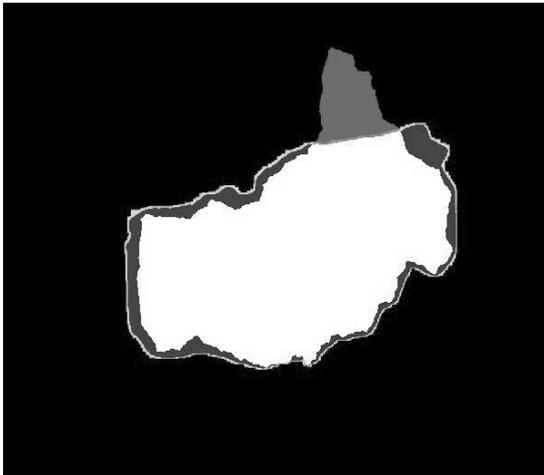


図 4.4 図4.2の修正結果

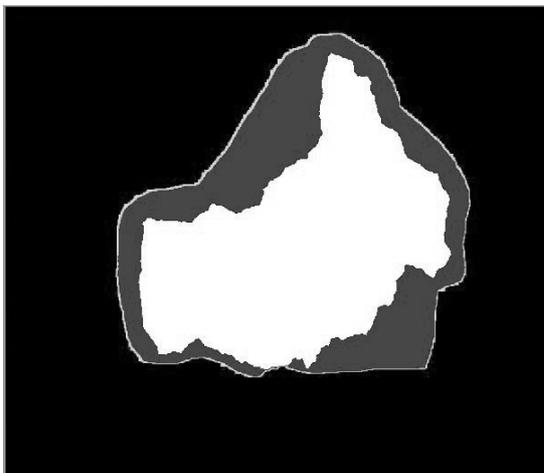


図 4.5 図4.3の修正結果

図4.4はカットした右上の部分流域内に、大まかにとった周囲を流域外に修正している。図4.5は流域に含まない部分を流域外とし、本来の流域界に修正している。次に流域内のメッシュ数を比較する。表4.1に流域内のメッシュ数を示す。流域界の修正が無い場合、図4.2は2673個、図4.3は38182個も差があるが、修正した場合、どれも同じメッシュ数である。

表 4.1 流域内メッシュ数

	流域界の修正	
	無し	有り
矢木沢ダム流域	64274	64293
一部を含めない	60341	64293
大まか	102456	64293

5. GUIを持つ分布型水文モデル

これまでパラメータの入力にはパラメータ設定ファイルを用いていた。そこで、モデルのパラメータ入力をGUI化し、一番簡単な分布型水文モデルを組み込んだ。図5.2は分布型水文モデルのGUIである。ここでは、モデルの選択やパラメータの入力を行う。上部にあるタブを選択すると各モデルのパラメータがわかる。パラメータを確認しOKを押すと、入力データファイルの選択になる(図5.1)。ファイルを選択し、OKボタンを押すと処理を開始する。処理が終了すると、図5.3のようになる。

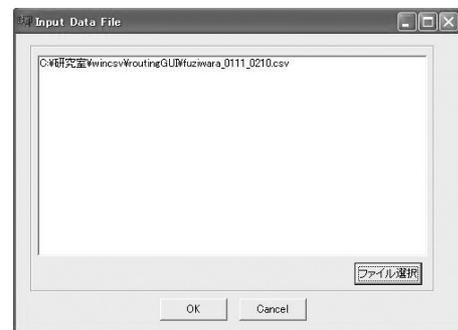


図 5.1 入力データファイルの選択

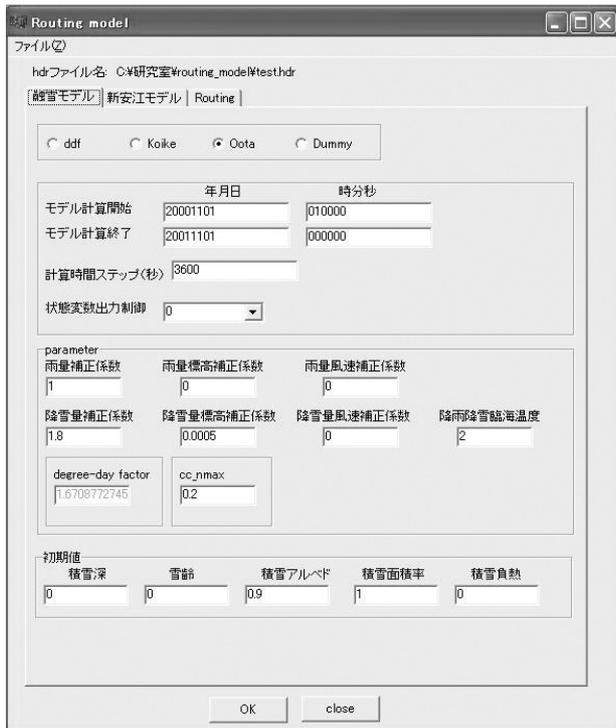


図 5.2 GUIを持つ分布型水文モデルの画面

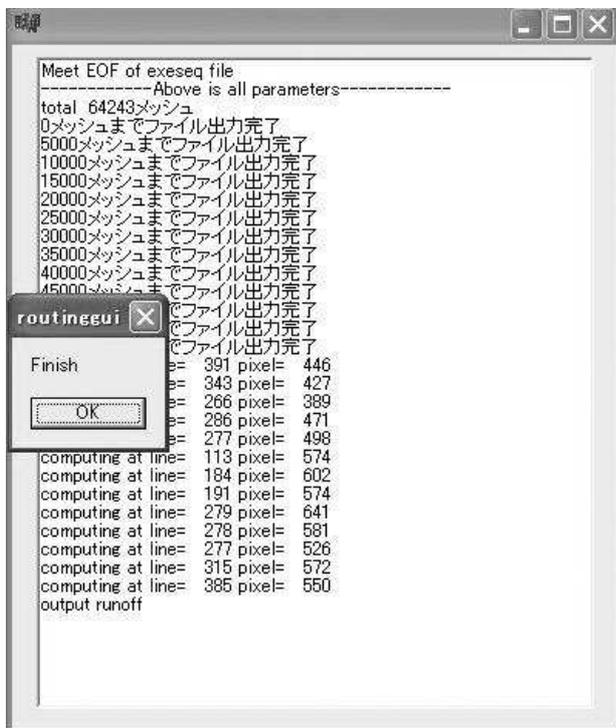


図 5.3 分布型水文モデルの処理終了

6. 結論

- 日射量算定モデルでは、全国に約1300箇所あるAMeDAS地点を地図情報とあわせて表示することで、目的の地点を簡単に選択できるようにした。
- 高分解能数値地理情報に対応できる擬河道網算出アルゴリズムの開発では、流域界の修正を矢木沢ダム流域において確認した。この流域は山間部なので、今後は低平地を含む流域界においても流域界の修正を可能にする必要がある。
- 擬河道網算出モデルは、GUI化したことによって、初めて操作する人でも、短時間で使用できるようになった。また、EXCEL等での作業が無くなり、より効率的に擬河道網を算出できる。
- 分布型水文モデルのGUI化では、モデルの選択やパラメータの入力を簡単に行えるようになった。今後の課題は入力データの標準化、総合的なモデルの組み込みである。

7. 参考文献

- [1]: 陸旻皎・小池俊雄・早川典生 (1994) : 「AMeDASデータによる実時間日射量算定について」、(『土木学会第49回年次学術講演会概要集第2部』、pp. 246-247)
- [2]: 島崎彦人 (1996) : 「AMeDASデータと衛星データを用いた時間的に連続な日射量推定手法の検討」、(長岡技術科学大学大学院修士論文、pp. 3-50)
- [3]: 陸旻皎・小池俊雄・早川典生 (1989) : 「分布型水文情報に対応する流出モデルの開発」、(『土木学会論文集』、No441/II-12、pp. 135-140)