

GIS による琵琶湖への河川流入負荷量の推定シミュレーション

渡邊昌春[†] Prima Oky Dicky A[†] 伊藤久祥[†] 伊藤憲三[†][†]公立大学法人岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科

1. はじめに

近年、琵琶湖における富栄養化が問題になっている^[1]。富栄養化とは、リンや窒素等の栄養塩が流入することにより、湖中の栄養塩の濃度が上昇する現象である。短期間に進行するこの現象は、湖の環境を急速に悪化させる。本研究では、地理情報システム(GIS)による水文シミュレーションを用いて、琵琶湖に流入するリンや窒素等の負荷物質量を定量的に推定し、湖面に負荷物質量の分布を表示するシステムの開発を試みた。また、シナリオアプローチにより、琵琶湖の将来像を予測し、その結果を地域住民に提示するためのツール(シナリオプランニングツール)の開発も行った。

2. 対象領域

本研究では、琵琶湖流域を対象としてマクロおよびメゾレベルにおける特定物質の流入について推定を行った。ここで、マクロレベルの対象を琵琶湖流域全体とし、メゾレベルでの対象を、琵琶湖流域中の滋賀県彦根市稲枝地区とした(図 1)。

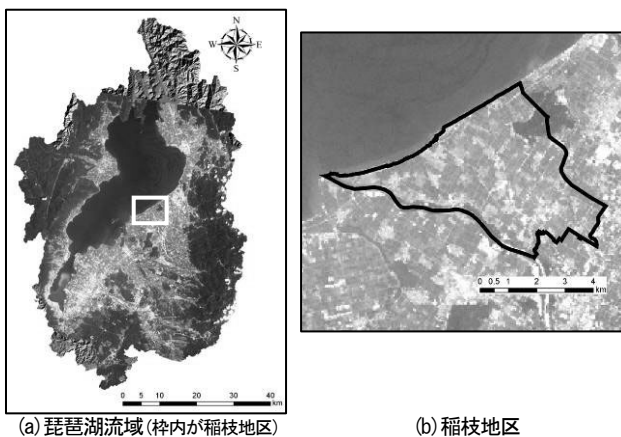


図 1. 対象領域

3. 負荷物質量の推定

本システムでは、負荷物質量の推定に水文流出モデルを用いる。まず、デジタル標高モデル(DEM)と水路データをもとに、琵琶湖に流れ込む各地点からの表面流水の流出方位を求める。次に、土地利用データから表面流水に含まれている負荷物質の量を算出する。最後に、これらの物質の量を湖岸沿いの河口ごとに積算し、湖面上に広がる負荷物質量を推定し、その濃度をグラデーションで表示する。本研究では、処理時間の短縮のため従来

の水文流出モデル^[2]を簡略化したものを適用した。次に、本研究における負荷物質量の推定処理の流れを示し(図 2)、使用データと各処理について以下に述べる。

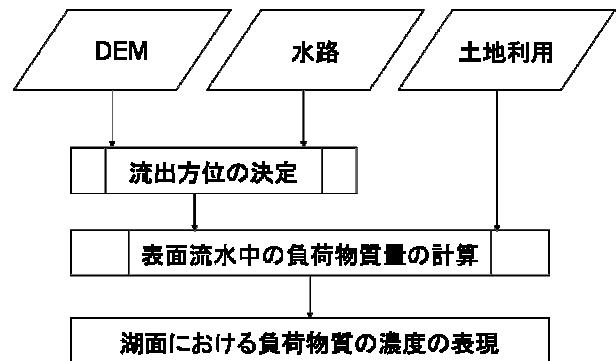


図 2. 処理の流れ

3.1. 使用データ

本システムで使用したデータを表 1 に示す。

表 1 使用データ

	琵琶湖流域	稲枝地区
標高データ	・数値地図 50m メッシュ (国土地理院)	・数値地図 50m メッシュ (国土地理院発行のものを 2m メッシュに変換)
水路データ	・河川(国土地理院) ・流域界(国土地理院) ・河口(地図よりプロット)	・排水路(地球研) ・支流(地球研) ・河口(地図よりプロット)
土地利用データ	・平成 7 年度土地利用比率 (国土地理院)	・水田(地球研)

3.2. 流出方位の決定

本研究では、まず DEM 中に存在している窪地を処理する。次に傾斜地と平地を識別し、傾斜地における流出方位は、最急傾斜方位とする。最後に、平地における流出方位は既存の水路への最短方位として求める。なお、平地付近に既存の水路がなければ、平地に対して擬似的に起伏を作成し、最急傾斜を決定する。傾斜地において、最急傾斜方位(dir)は、着目地点とその近傍地点との標高差(Δz)をそれらの地点間の距離(d)で割ることによって算出される(式 1)。

$$dir = \frac{\Delta z}{d} \quad (1)$$

3.2.1. 窪地の処理

DEM 中に窪地が存在すると、その地点での流出方位が求められず、処理が中断してしまう。ここで窪地とは、全ての近傍地点の標高が着目地点よりも高い標高を持つ場合のことをいう。窪地の処理は 3×3 近傍の窓を用いて DEM を走査し窪地を見つけ、その窪地の標高を、近傍点中の最も低い地点の標高と等しくする。この処理を窪地が見つからなくなるまで繰り返す。

Simulation for Pollution Loading Amount from River Inflow Using GIS
Masaharu Watanabe[†], Prima Oky Dicky A.[†],
Hisayoshi Ito[†], Kenzo Itoh[†]

[†]Graduate School of Software and Information Science,
Iwate Prefectural University

3.2.2. 傾斜と平地の識別

ここで、傾斜地と平地を識別するために、対象領域における各地点の傾斜を計算し、傾斜の割合をもとに傾斜地および平地の識別する閾値を決定する。閾値の設定は実験的に決めるが、閾値を約 0.1 度に設定することによって、ほとんどの場合において、傾斜地と平地を識別することができる。

3.2.4. 平地の処理

平地では、式(1)によって最急傾斜方位を求めることができない。そのため、最急傾斜については、従来の方法のように平地に対して擬似的に起伏を作成して求めるか、既存の水路が存在する場合、既存の水路への最短方位として求める。水路データは、支流、水路そして河口のデータから成り立っている(表 1)。支流データは、ある支流内の地点の流出方位が同一支流内の排水路へ向かうようにする役割を持ち、排水路データは、各支流内の地点からの表面流水を河口に流すための経路を提供する。同一の支流内での流出方位を決定する一連の流れを以下に示す(表 2)。

表 2. 平地での流出方位の決定手順

STEP 1	平地にラスタ化した水路データ(以後「水路メッシュ」と呼ぶ)を重ねる。ここで、水路メッシュのメッシュサイズは DEM のメッシュサイズに統一する必要がある、さらに水路とその他の箇所を識別するためにフラグをたてる。
STEP 2	河口のメッシュに対して、フラグをたてる。ここでは、河口のフラグを 255 とする。
STEP 3	河口以外の水路メッシュの流出方位を決定する。この流出方位は、水原点から河口へ向かう方位とする。
STEP 4	水路メッシュをもとにバッファリング処理を行い、他のメッシュに対して水路メッシュまでの距離を付与する。
STEP 5	メッシュのバッファ値を地点の標高に加算し、新たにできた標高データから、最急傾斜方位を求める。

3.3. 河川に流入する負荷物質の計算

河口に流入する負荷物質の量を算出するには、各地点における負荷物質の流出率を知る必要がある。本システムにおいては、土地利用データをもとに推定した負荷物質の流出率を用いて、各地点における負荷物質の量を流出方位にしたがって河口まで積算する。

3.4. 湖面における負荷物質の濃度の表現

湖面に負荷物質の広がりを視覚的に表現するため、各河口に積算した負荷物質の量を加重平均によって湖面全体の領域に補間し、補間した値の大小によってグラデーションで着色する。このとき、湖面は青く、負荷物質の量が多ければ多いほど白く着色する。ただし、本システムでは湖流を考慮していない。

4. 本システムの応用

本システムの応用として、本システムの意思決定支援システムとしての適用を試みた。この適用例では、シナリオアプローチによって設定される琵琶湖の環境保全シナリオと、稲枝の地域シナリオの結果をシミュレーションし、琵琶湖の将来像を提示する。以下に、シナリオア

プローチについて述べ、シナリオによる琵琶湖の将来像予測への適用例を示す。

4.1. シナリオアプローチ

シナリオアプローチとは、地球環境問題のような、人々が行う各種判断に依存する恣意性の高いシステムにおいて、多様な選択範囲を持つ複数の将来シナリオを設定し、その結果将来起こりうる変化を提示する事で、判断や合意形成のための支援材料とする手法の事である^[3]。本システムの応用として、シナリオアプローチによって設定される琵琶湖環境の将来像から、琵琶湖へ流入する負荷物質量がどのように移り変わっていくのかを推定し、その結果を提示するシナリオプランニングツールを開発した。

4.2. シナリオによる将来像予測の結果

開発したシナリオプランニングツールによって提示される、琵琶湖の将来像の一例を示す(図 3)。この例は、琵琶湖へ流入する負荷物質濃度の濃度が増加傾向であると仮定して求めたものである。

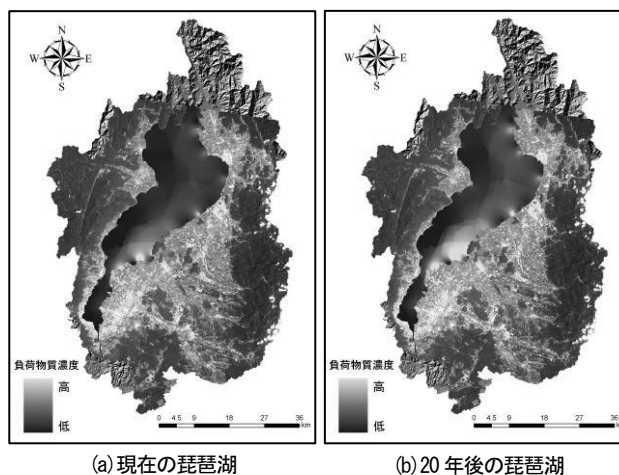


図 3. シナリオによる琵琶湖の将来予測の結果

5. おわりに

本研究では、GIS による水文シミュレーションを用いて、琵琶湖に流入する負荷物質量を定量的に推定するシステムの開発を行い、シナリオアプローチを用いた琵琶湖の将来像予測を試みた。今後は本システムの実用へ向けての改良を進めて行きたい。尚、本研究は、総合地球環境学研究所のプロジェクト 3-1「琵琶湖-淀川水系における流域管理モデルの構築」の一環として行われている。

参考文献

- [1] 滋賀県, 平成 17 年版環境白書, 2005.
- [2] 白沢道生, プリマ オキ ディッキ, 横山隆三, 50m メッシュ DEM による広域の水系抽出手法, 写真測量とリモートセンシング, 39(5), 35-44, 2000.
- [3] 金再奎, 流域社会の持続可能性指標の提案とそれに基づく水環境管理の方向性に関する研究-琵琶湖流域を対象として-, 2003