

Ⅱ－52 ファジィ推論による小川原湖への塩水侵入について

○八戸工業高等専門学校 建設環境工学科 学生員 三浦祐子
八戸工業高等専門学校 建設環境工学科 学生員 藤村和也
八戸工業高等専門学校 建設環境工学科 正会員 藤原広和
八戸工業高等専門学校 建設環境工学科 正会員 杉田尚男

1. はじめに

小川原湖は古くから漁業および農業用水として利用され、地域住民に親しまれてきた湖である。また汽水性、広塩性、淡水性のいずれの生物も生息できる湖である。この湖における自然と人間とが共存するためには、自然環境の把握と環境創造の技術手法が重要である。特に汽水湖の環境は塩水侵入とそれに伴う塩分循環の微妙なバランスの上に成り立っているが、塩水侵入を実際に観測するのは困難である。さらに従来の評価モデルでは地形や気象等の影響の定量化に際して、関連している要因が多く、またデータ収集や解析、各種パラメータの設定のために多くの時間を要する等問題がある¹⁾。本研究は河口と小川原湖の水位の変化が塩分流出入量に関係している点に着目し、単純に河口と小川原湖の水位の変化からファジィ推論により塩分流出入量を推測し適用可能性を検証するものである。

2. ファジィ推論

ファジィ推論は $R_i: \text{IF } x \text{ is } A_i \text{ and } y \text{ is } B_i \text{ THEN } z \text{ is } C_i$ のような IF-THEN 形式の条件付き命題にファジィ概念を取り入れ、帰納的に解を求める手法である。IF…の部分は前件部、THEN…の部分は後件部と呼ばれる。 A_i 、 B_i 、 C_i は、 x 、 y 、 z がとるファジィ値で、ファジィ集合によって表記される。これらの多数のファジィルールによって結論を導く場合、各ルール毎の推論結果のファジィ集合は頭切り法により求める。後件部のファジィ集合の和集合の面積の重心を求め、その重心を推論結果とする MIN-MAX 合成重心法²⁾を用いた。（図-1 参照）

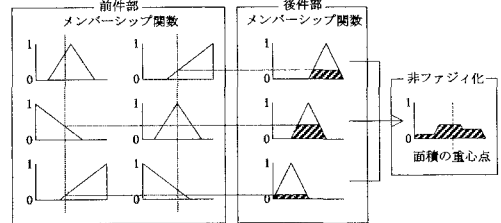


図-1 min-max合成重心法

3. ファジィ推論による塩分流出入量の推測

(1) 使用データ

河口水位と小川原湖水位、および通過塩分量のデータは、1999 年の藤原らによる研究³⁾によって得られているものを使用した。推論に inputs データは、河口と小川原湖の水位差 H_s および小川原湖水位の現時刻と 12 時間前との差 H_m の 2 つとする。また、通過塩分量 C との関係それぞれ図-2.1、図-2.2 に示す。河口と小川原湖の水位差は、符号が正の場合は河口の水位が小川原湖の水位を超えて塩分が流入し、負の場合は河口の水位が小川原湖の水位よりも小さく塩分は流出している。また、小川原湖の現時刻とそれ以前の時刻の水位の差は、符号が正の場合は小川原湖水位の上昇を、負の場合は小川原湖水位の下降を示す。時間差は、3、6、9、12、24、36、48 時間と各時間において検討し決定した。時間差が短い場合は小川原湖の水位の大規模な変動が捉えられず、また時間差が長い場合は

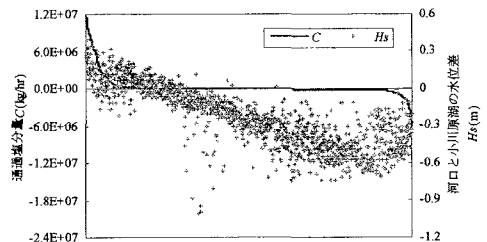


図-2.1 C-Hs

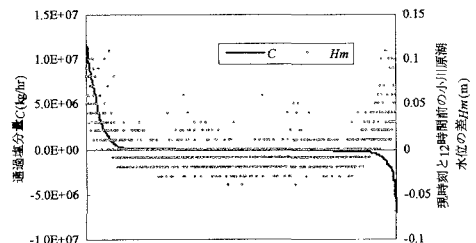


図-2.2 C-Hm

上昇下降の判断に大きく遅れが生じる。従って、時間差は12時間とし、解析を行った。

(2) ルール及びメンバーシップ関数

上記の2つのデータを用いてファジィ推論を行い、通過塩分量を推測する。前件部メンバーシップ関数として河口と小川原湖の水位差、現時刻と12時間前の小川原湖水位の差の2つを定義する。後件部メンバーシップ関数は通過塩分量とする。各メンバーシップ関数を図-3.1～3に、ルールを表-1に示す。ルールおよびメンバーシップ関数は図-2.1および図-2.2より決定した。

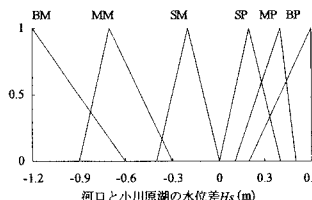


図-3.1 H_s のメンバーシップ関数

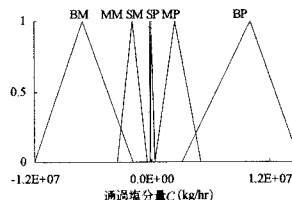


図-3.3 C のメンバーシップ関数

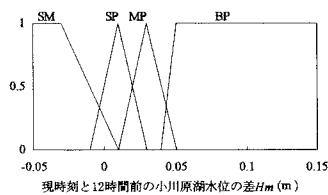


図-3.2 H_m のメンバーシップ関数

表-1 IF-THENルール

	H_m				
	SM	SP	MP	BP	
H_s	BM	SM	SM	SM	SM
	MM	SM	SM	MM	SM
	SM	SM	SM	MM	BM
	SP	SP	SM	MP	BP
	MP	SP	MP	MP	MP
	BP	SP	MP	BP	BP

4. 推測結果

通過塩分量の観測値と推測値の比較を図-4.1に示す。また、累加通過塩分量を図-4.2に示す。通過塩分量の観測値と推測値の相関係数は約0.7である。塩分流出入量をほぼ推測することができた。特に1月後半から2月前半にかけては塩分流出入量の変動をよくとらえることができた。しかし、3月後半では流出側が過大評価された。この要因としては、図-4.3に示す塩分流出量の段階的な推測、あるいは塩分流出入の季節変動によるルールの相違が挙げられる。累加通過塩分量ではこの影響をはっきりと見ることができる。急激に増加する部

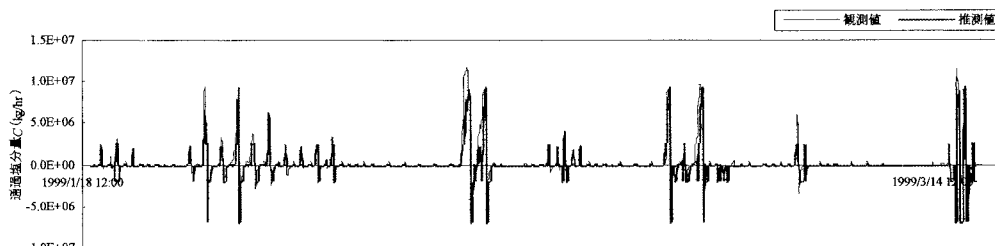


図-4.1 通過塩分量(1/18～3/17)

分の傾きは観測値よりも緩く、他の部分の傾きは観測値よりも急になっている。また1999年1月18日から3月17日にかけて実際は流入塩分量が多いが、流出塩分量の方が多くなっている。

5. おわりに

ファジィ推論を用いることにより、河口と小川原湖の水位から塩分流出入の変動をほぼ捉えることができた。今後の課題として、精度の向上のためにルールおよびメンバーシップ関数に検討を加え、年間データ等についてこの手法を適用し、季節変動のある小川原湖への塩分流出入³⁾について検証する。

本研究は、科学研究費補助金(課題番号14550517)による研究の一部であることを付記する。

【参考文献】

- 1) 長尾正之、西部隆宏、石川忠晴、山浦勝明、小川原湖への塩分侵入現象の確率統計的考察、水工学論文集、第40巻、pp.583-588、1996
- 2) 坂和正敏、ファジィ理論の基礎と応用、森北出版者、1989
- 3) 藤原広和、樫沢正樹、石川忠晴、西田修三、沢本正樹、西塚純一、小川原湖の塩分鉛直分布と河口水位変動に関する現地観測、海岸工学論文集、第46巻、pp.416-420、1999