Terra ASTER データを用いた Fuzzy c-means 法による八郎湖の水質特徴解析

松井 解 景山 陽一 横山 洋之

秋田大学

1. はじめに

近年、河川や湖沼における水質汚濁が問題となっており、汚濁状況の把握を目的とした水質調査が実施されている。筆者らはこれまでに、瞬時性・広域性等に優れるリモートセンシングを用いた Fuzzy c-means 法(FCM 法)による水質特徴解析を行った^(1,2)。その結果、FCM 法による分類結果は、水質項目における浮遊物質質量(SS)との関連性が強いことを明らかにした。しかしながら、FCM 法はクラスに設定する初期値によって、分類結果が大きく異なるという課題を有する。

そこで本稿では、FCM 法における初期値の設定に関する検討を行った。また、データ取得時の水質データに基づき、対象データにおける水質レベルの範囲を定めた水質分布図の作成に関して検討を行った。

2. 対象地域および使用データ

2.1 対象地域

本稿が対象とする秋田県八郎湖は、調整池、東部承水路、ならびに西部承水路から構成される。また、夏季にはアオコが大量に発生し、景観の悪化や悪臭等の被害が見られる⁽³⁾。このため、湖沼水質保全特別措置法により 2007 年に指定湖沼となった⁽⁴⁾。さらに、水の循環が悪い調整池東部において、汚濁が深刻化しているのが現状である。

2.2 使用データ

本稿では、Terra 衛星に搭載される Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer センサにより取得されたデータ⁽⁵⁾(ASTER データ)を用いて解析を行った。データ取得日は、2012 年 8 月 5 日である。また、八郎湖における水質測定地点である大潟橋、調整池東部、調整池西部、防潮水門、ならびに湖心において取得された水質データ⁽⁴⁾を用いて解析を行った。水質データの取得日は、2012 年 8 月 1 日である。なお、解析に用いる水質項目は、生物学的酸素要求量 (BOD)、化学的酸素要求量 (COD)、浮遊物質質量(SS)、全窒素濃度(T-N)、ならびに全リン濃度(T-P)の合計 5 項目である。

3. 解析手法

3.1 FCM 法

リモートセンシングデータは各種外乱によるあいまいさを含んでいる。このため、あいまいさを考慮可能なクラスタリング手法である FCM 法を用いて、対象領域を 2 クラスに分類した(クラス 1, クラス 2)。なお、クラス 1 の中心値をそれぞれ、 C_1 および C_2 とし、クラスに属する度合いを帰属度として表現している。

3.2 FCM 法における初期値の設定

FCM 法による分類を行うため、水質データおよび ASTER データを用いて、 C_1 および C_2 の初期値を算出した。FCM 法における初期値の設定の流れを以下に示す。

- (1) 水質データを環境基準値⁽⁴⁾に基づいたスライスレベルに設定する。
- (2) スライスレベルが最小および最大の水質測定地点を選定する。なお、選定した水質測定地点をそれぞれ、 S_{C1} および S_{C2} とする。
- (3) ASTER データにおける S_{C1} および S_{C2} から 50 画素をそれぞれ選定し、その DN 値を取得する。
- (4) DN 値の平均値を算出し、算出された値を Mean DN とする。
- (5) S_{C1} および S_{C2} における Mean DN をそれぞれ、 C_1 および C_2 の初期値として設定する。

FCM 法における初期値設定の例を Fig. 1 に示す。

3.3 レベルスライス処理

分類結果を得るため、クラス 2 の帰属度を対象とし、レベルスライス処理を用いて L_{C1} から L_{C2} に分類した。ここで、 L_{C1} および L_{C2} はそれぞれ、 S_{C1} および S_{C2} におけるスライスレベルである。

4. 解析結果および考察

FCM 法による分類結果を評価するため、分類結果と各水質観測地点における水質データとの比較を行った。比較結果を Table 1 にまとめる。近赤外域(バンド 3)を用いた SS, BOD, ならびに T-P における分類結果を Fig. 2 に示す。大潟橋、調整池東部、調整池西部、ならびに防潮水門における分類結果と水質値は一致していることがわかる。また、汚濁が深刻化している調整池東部において、スライスレベルが 6 を示すことから、八郎湖の実際の汚濁状況との一致が認められる。

以上の結果は、バンド 3 を用いた FCM 法による分類結果と、4 箇所の水質測定地点における SS, BOD, ならびに T-P の値が一致していることを示唆している。したがって、本研究で使用した Terra ASTER データにおける近赤外情報(バンド 3)において、上記 3 項目の水質情報はアオコと関連性を有することが明らかとなった。

Fig. 1. An example of initial values setting in FCM.
(Band 3 data, SS)

Table 1. Comparison result of FCM and water quality data (Band 3 data).

Measurement site	Water quality parameters				
	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
Ogata bridge	A	A	A	A	A
East of adjustment pond	A	A	A	A	A
West of adjustment pond	A	B	A	B	A
Floodgate	A	A	A	A	A
Center of site	B	B	B	B	B

A: Estimation results are in agreement with water quality data.

B: Estimation results are not in agreement with water quality data.

(a) SS ($L_{C1} = 3$, $L_{C2} = 6$)

(b) BOD ($L_{C1} = 4$, $L_{C2} = 6$)

(c) T-P ($L_{C1} = 5$, $L_{C2} = 6$)

Fig. 2. Estimation maps generated by FCM.
(Band 3 data)

文 献

- (1) Yoichi Kageyama, Asako Izumi, Makoto Nishida, and Hiroshi Yokoyama : "Application of Fuzzy C-means for Understanding Water Quality in Lake Hachiroko, Japan", IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, Vol. 11, No. 6, pp. 835-837, 2016
- (2) Kai Matsui, Yoichi Kageyama, Makoto Nishida, and Hiroshi Yokoyama : "Analysis of Water Quality Conditions with Fuzzy C-Means Using Terra Aster Data and Landsat-8 Data", Int. Symp. on Remote Sensing 2017 (Nagoya, Japan), P-138, pp. 895-898, 2017
- (3) <http://www.pref.akita.lg.jp/> [accessed July 17, 2018]
- (4) <http://www.env.go.jp/> [accessed July 17, 2018]
- (5) <http://landbrowser.geogrid.org/landbrowser/> [accessed July 17, 2018]