

# センサネットワークを前提とした湖沼水温分布の IDW による可視化

尾瀨照一・牧野秀夫

Visualization of Water Temperature of Lakes and Marshes by the IDW Method using a Sensor Network

Teruichi OGATA and Hideo MAKINO

**Abstract:** As the first step towards a sensor network application, we estimate water temperature of the lakes and marshes. The temperature data measured at a limited number of measuring points are used to display a preliminary result and other necessary point data for a more precise display are estimated by IDW from previously collected data which has been measured at different points. In this estimation, IDW is available as an extended function of ArcGIS software. Moreover, the water temperature distribution pattern of the whole lake is visualized by applying a color gradation to the map. In an experiment using data from nine locations over the past 10 years at lake Kamo on Sado island, the water temperature distribution patterns on the surface and at a 3m depth position in summer and winter were analyzed. Furthermore time related variations of the data during the 10 year period were also analyzed. Decisions about optimal location of temperature sensors and data sampling time intervals can be applied with greater confidence on the basis of these results.

**Keyword:** 湖沼 (lake and Marshes), 逆距離加重法 (IDW), 可視化 (Visualization), 色変化 (color gradation)

## 1. はじめに

我々は、アドホックネットワークを利用した加茂湖全体の水温分布調査を計画している。ここでは、湖沼において水平方向と深さ方向の断面も含めた3次元的な連続した水温分布図が有効であ

り、またそれらの情報をいち早く把握することで、湖沼環境の変化にすばやく対応したカキ養殖事業支援を行なうことができる。

そこで、今回は無線ネットワーク系のセンサ設置位置選定を目的に、水温測定データを利用した湖沼の温度分布を検証する。初めに基礎実験として従来蓄積されている水温データを利用した2次元水温分布表示画面を作成する。その結果から、最適な湖水の流れを把握するための温度測定ポイントを選定する。また、試験的に行なった平成

---

尾瀨：〒950-2181 新潟県新潟市西区五十嵐2  
の町 8050 番地  
新潟大学大学院自然科学研究科  
E-mail : ogata@gis.ie.niigata-u.ac.jp

18年からの単一測定点での連続測定結果からも、水温変化の状況を確認する。

以下、作成図面、ポイント選定方法及び測定方法について述べる。

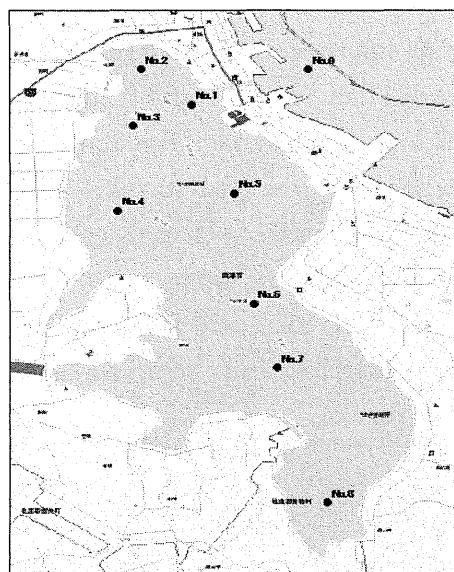
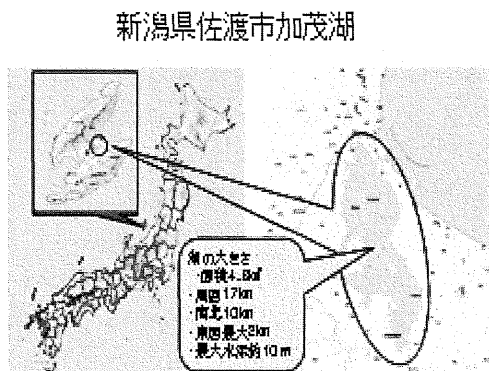


図1 佐渡市加茂湖位置

表1 加茂湖水質データ(佐渡市報告書)

年月日	調査地点	層	気温 ℃	水温 ℃	水深 m	透明度 m
117 8 17	No.1	表層	28.2	28.4	5.70	3.40
		中層	27.8	27.8		
	No.2	表層	27.8	28.7	4.50	2.50
		中層	28.8	27.4		
	No.3	表層	27.0	28.8	5.55	2.85
		中層	28.1	27.3		
	No.4	表層	28.0	28.4	6.35	2.75
		中層	27.8	27.7		
	No.5	表層	25.9	28.7	8.45	3.00
		中層	26.2	27.8		
	No.6	表層	27.8	28.7	6.70	2.80
		中層	28.0	28.7		
	No.7	表層	27.4	28.4	9.50	2.95
		中層	27.8	28.8		
	No.8	表層	29.0	28.4	6.20	1.50
		中層	28.3	28.6		
	No.9	表層	27.5	28.3	10.40	7.50
		中層	28.1	27.2		

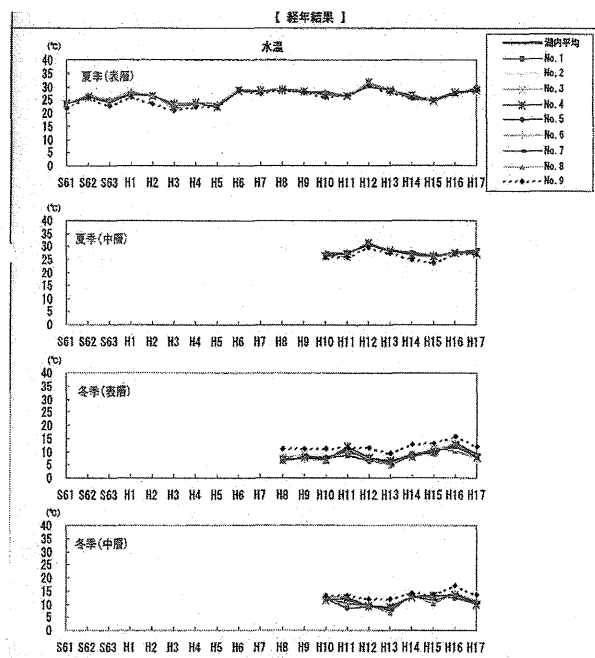


図2 加茂湖水質経年変化

## 2. 方法

### 2.1 使用データ

- ①平成6年～平成17年の新潟県佐渡市加茂湖水質測定データ資料(佐渡市調査報告)。(図1・図2・表1)

#### 内容

- ・期間 平成6年～平成17年(12年間)
- ・測定場所  
加茂湖内の固定測定点9カ所(No.9は両津湾内)で、各点で表層(0.5m)と中層(3m)の2カ所の水質を測定した。
- ・測定時期・時間  
各年につき夏季は8月、冬季は12月の各1日の昼間に調査を行った。
- ・測定項目  
水温・透明度・pH・COD・SS・DO・DO飽和度・大腸菌個数・EC・T-N・T-P

### ②単一測定点での連続水温測定

新潟県佐渡市加茂湖の筏(湖岸から約240m)に単一口ガーを設置し水深4.5mの水温を1時間間隔の連続で約1年間測定した。(図3)

### 2.2 分布図作成方法

1. 表2資料データから水温データのみを取

- り出して Excel データファイルを作成
- ArcGis9.2 ソフトウェア ArcMap→Arc Toolbox→Spatial Analyst ツール→内挿→IDW を使ってグラデーション表示.
  - 加茂湖の形に合わせてマスクで、領域を抽出する. 次に、温度色別の凡例を付けレイアウトビューで地図表示を行なう.

### 3. 結果

①の加茂湖の過去平成6年～17年(12年間)の水温測定データを使用して各年毎の夏季表層・中層と冬季表層・中層の水温分布を地理情報システムソフトウェア ArcGis の IDW 方法でグラデーション表示を行なった(図4).

②の単一センサによる連続データ(表2)を折れ線グラフとして表示した.(図5)

その結果、①について表3より

- 夏季・冬季ともに表層と中層が同じ水温分布とる年がある.(H9・H13・H15)
  - 夏季・冬季ともに表層と中層が逆の水温分布水温分布をとる年がある.(H8・H14・H16)
  - 表層と中層の水温の変化を関連づけることはできなかった
  - 水温の表層と中層では大きな温度変化は見られなかった.
  - 日本海の海水を強制的に導入している海水フラッシング導入路のNO.7地点付近の水温への効果については明確にすることはできなかった.
- ②について
- 昼間と夜間の水温変化や季節による変動をグラフから読み取ることができた.

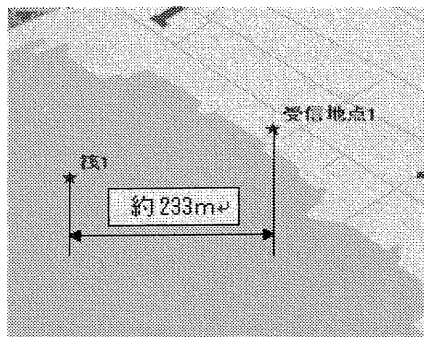


図3 通信距離

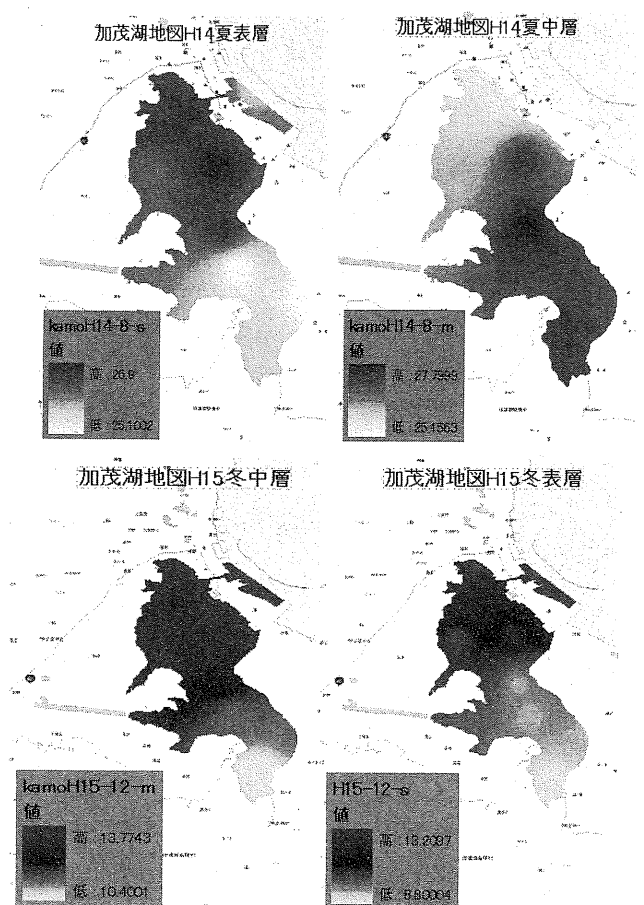


図4 加茂湖全域の温度分布図

表2 連続水温記録データ

CH1: CH1			
CH情報			
シリアルナンバー: 2007-070100011			
単位: °C			
データ数: 404			
上限値: -----		下限値: -----	
判定結果: -----			
番号	測定日	時刻	測定値
1	2007/04/20	14:00:00	12.7
2	2007/04/20	15:00:00	12.8
3	2007/04/20	16:00:00	12.7
4	2007/04/20	17:00:00	12.7
5	2007/04/20	18:00:00	12.6
6	2007/04/20	19:00:00	12.8
7	2007/04/20	20:00:00	13.0
8	2007/04/20	21:00:00	12.9
9	2007/04/20	22:00:00	12.7
10	2007/04/20	23:00:00	12.7

表3 年度別比較表

年度	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17
表・中層同相				○				○		○		
表・中層逆転			○						○		○	
傾向なし	○	○			○	○	○					○

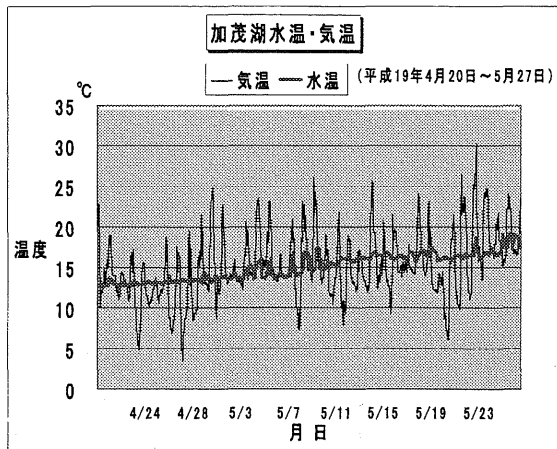


図5 気温・水温グラフ

#### 4. 考察

今回、①の過去平成6年～17年(12年間)の水温測定データを使用して各年毎の夏季表層・中層と冬季表層・中層の4つの2次元水温分布図表示をすることができた。12年間加茂湖全域の夏季・冬季の表層と中層の水温分布を2次元的に色別のグラデーションで可視化することができた。この結果から、従来の折れ線グラフに比較して、全体の温度分布とその変化を容易に把握することができた。

特に、この図から表層と中層間で水温分布が逆転する傾向のある北側(No.2), 南側(No.8), 西側(No.4)の3地点と海水を適宜導入している地点付近(No.7)の計4地点が測定ポイントとして選定できる。

②の単一センサによる連続データ収集のシステムを各地点に配置することができれば、加茂湖全域での連続した水温の日内変動や月毎の変化を把握できる。

将来的に、3次元立体水温分布図を作成するためには、水深方向一定間隔での数個のセンサを配置するなどの拡張方法の検討が必要である。

次に、得られたデータの利用方法について考察する。近年、加茂湖の牡蠣大量死で不漁が発生しており、その原因が不明である(3)。その原因の一要因であると考えられる水温を日内変化や月毎変化を連続的に長期間モニター、記録することに

よって、原因解明の基礎資料になると考える。また3次元立体水温分布図から牡蠣の大量死がどの地点のどの深さで起こるのか漁獲量のデータと付き合わせる事ができれば、原因の究明に貢献することができる。

また、このようなシステムが構築されれば、その情報をカキ業者にフィードバックすることで加茂湖のカキ養殖の生産性を向上させることが、期待される。

#### 5. まとめ

センサネットワークにおける最適な温度センサ設定方法の検討を目的に、過去の温度データを利用した湖沼温度分布の表示を行なった。その結果から、全体の温度変化の傾向を示し温度センサ設定方法を提案した。具体的には、佐渡市の水質調査データより2次元水温分布図を作成し4つの測定ポイントを選定した。さらに単一センサで1年間の水温変化を確認した。今後は、各設定ポイントに対応したアクセスポイントを設置しネットワーク受信体制を整備して、湖沼管理に有効なデータを提供したいと考えている。

#### 6. 謝辞

温度計測等でご協力いただいた新潟県佐渡市加茂湖漁業共同組合関係各位に深く感謝する。また本研究の一部は新潟大学災害復興科学センターの支援によるものである。

#### 参考文献

- 1) 尾瀨照一, 牧野秀夫, “湖沼水温分析センサネットワークを用いたGISの基礎研究”, 地理情報システム学会講演論文集, Vol.16, pp123-126, 2007
- 2) 神蔵勝明・小林巖雄・立石雅明, “佐渡島加茂湖-1997~2001年の水質断面図”, LAGUNA(汽水域研究), Vol.10, pp.47-56, 2003
- 3) “佐渡・加茂湖カキ大量死不良 県, 市が調査乗り出し” 新潟日報 2008年2月20日