

II-70

猪苗代湖水面温度の時空間分布特性の解析

東北大学大学院 学生員 ○多久和 学

東北大学大学院 正会員 田 中 仁

日本大学工学部 正会員 藤 田 豊

1. はじめに

近年、水辺環境の重要性が再確認され、保全の努力が各地でなされている。特に湖沼のような閉鎖性水域は、水資源の確保という点からも重要である。湖沼の水質環境の維持、回復を行うためにも、その水理・水質特性を解明していくことは必要不可欠である。本研究の対象である猪苗代湖では、周辺からの排水による水質汚濁が懸念されている。本湖については、過去に、水温計を用いた定点観測により、水温躍層の挙動などの研究が進められてきた¹⁾。しかし、水温計による定点観測では湖全体にわたる温度分布パターンを把握するのが困難である。本研究では、LANDSAT 衛星のデータから湖全体での水温の変動を調べ、経験的固有関数法を用い、猪苗代湖水面温度の解析を行う。

2. 研究対象水域

猪苗代湖の位置と等深図を図1に示す。猪苗代湖は福島県のほぼ中央に位置する、周囲 55.32km、最大深度 93.5m、面積 103.9km² という、全国第4位の面積をもつ淡水湖である。図1からわかるとおり、猪苗代湖の北部には水深 5m 以下の浅水域が広がっている。本研究においては、下記のようにこの浅水域において特徴的な水温変動が見られた。

3. 衛星データ

LANDSAT 衛星による猪苗代湖周辺の衛星データを購入し、猪苗代湖水面温度を解析した。本解析においては、LANDSAT 衛星の熱赤外波長帯であるバンド6を使用し、このデータはNASAから公表されている以下の式(1)と、定点観測との比較により求めた以下の補正式(2)を用いることで水面温度とした²⁾。

$$\left\{ (1.896 - 0.1534) \frac{V}{255} + 0.1534 \right\} / 1.239 \quad (1)$$

$$= 5.1292(T_1 - 273)^2 - 1.7651(T_1 - 273) + 1.6023$$

$$T = 1.29T_1 \quad (2)$$

ここで、 V はバンド6のCCT値、 T_1 は観測輝度温度(°C)、 T は補正後の観測輝度温度(°C)である。

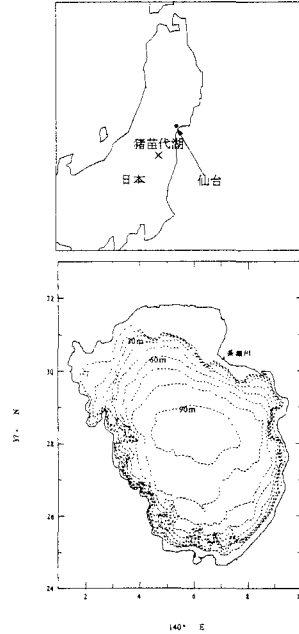


図1 猪苗代湖

4. 経験的固有関数法による解析結果

経験的固有関数法とは、地形等の空間座標と時間の関数として表された変数を時間と場所の固有関数の積で表す主成分分析の一種である(例えば、Winantら³⁾)。本研究の対象である水温については、各ピクセルでの平均水温を差し引いた新たな変数 $T'(x,y,t)$ を以下の式(3)に示すように展開する。

$$T'(x,y,t) = T(x,y,t) - \bar{T}(x,y) = \sum_n c_n(t) e_n(x,y) \quad (3)$$

ここで、 $\bar{T}(x,y)$ は温度の平均値(°C)、 $c_n(t)$ は時間に関する固有関数(°C)、 $e_n(x,y)$ は場所に関する固有関数である。本研究では、先の式により変換した温度データについて経験的固有関数法を用いて解析を行った。以下にその結果を示す。

図2, 3に、場所の第一成分 e_1 と第二成分 e_2 を、図4に時間の第一成分 c_1 と第二成分 c_2 を示す。なお、 e_1 ,

e_2 の寄与率は、それぞれ、0.980、0.008 という値をとっている。

図2においては湖全体を通じて大きな変化は見られてはいないが、図3を見ると、特に湖の北部において大きな値を取っていることが見て取れる。これらとあわせて図4を見ると、 c_1 、 c_2 ともに、夏場では正の値を、冬場では負の値を取っていることが見て取れる。また、 c_1 、 c_2 について、季節ごとに平均を取ると、表1のようになる。

これから考察すると、第一成分については、夏場で非常に大きく、冬場で非常に小さくなるということとなり、これは外気温の影響により湖全体の水温が上昇・低下する現象を表している。また、第二成分については、春・夏・では図3のとおりであるが、晩秋から冬期にかけては c_2 は負の値、つまり、図3の逆の形を描いていることとなる。これは、浅水域での顕著な温度変化を示していることであり、地形の影響により局所的な水温変動を表していると考察できる。

表1 季節毎の c_1 、 c_2 の平均値

	c_1 の平均値	c_2 平均値
春 (4~6 月)	1.33	1.17
夏 (7~9 月)	11.07	1.88
秋 (10~12 月)	-4.65	-1.86
冬 (1~3 月)	-10.77	-1.38

5. まとめ

経験的固有関数法を用い、猪苗代湖水面温度の時空間解析を行った。その結果、第一成分からは外気温の変化による湖内ではほぼ様な水温の上下を、第二成分からは地形特性を反映したより局所的な水温変動を捉えることができた。

最後に、本研究で使用した衛星画像は宇宙開発事業団より購入したものであることを付記する。

[参考文献]

- 戸塚康則他：猪苗代湖における内部静振観測，水工学論文集，第45巻，pp.1177-1182, 2001.
- 多久和 学他：LANDSAT データを用いた苗代湖水表面温度に関する解析，土木学会東北支部技術研究発表会論文集，pp.164-165, 2001.

- Winant, D.C. et al.: Description of seasonal beach changes using empirical eigenfunction, J. Geophys. Res., Vol.80, No.15, pp.1979~1986, 1975.

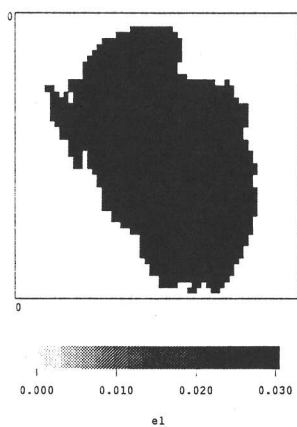


図2 e_1 の空間分布

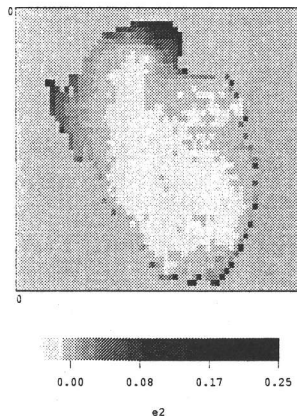


図3 e_2 の空間分布

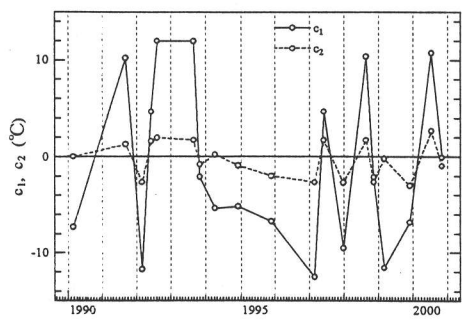


図4 c_1 、 c_2 の値