

II-93

陸水域の水温・熱特性地図

神戸大学工学部 正員 道奥康治

神戸大学工学部 谷口 尚

1. はじめに

水面での熱交換に関わる気象要因を反映する平衡水温 T_e の観測値¹⁾に基づき、陸水域の水温・熱特性に関する全国地図の作成を試みた。積分混合層モデル²⁾により水温構造・熱収支量の年周変化形態を解析し、これより各種の水温・熱特性項目について全国分布を示す。

2. 解析方法

バルク公式： $F(t) = -K(T_e - T_m)$ で表わされる水面熱フラックス $F(t)$ と積分混合層モデル²⁾を用いて水温構造の年周変化を解析する。ここで、 T_m は表層水温、 K は熱交換係数、である。熱収支の季節変化は1年周期で変化する平衡水温 $T_e = \Delta T_e \sin(\omega t - \phi) + T_{ea}$ により記述する（ ΔT_e ： T_e の年較差の1/2、 T_{ea} ：平衡水温の年平均値、 $\omega = 2\pi/365(1/\text{day})$ ）。全国をメッシュ分割し、平衡水温の観測値²⁾からメッシュ毎の $(\Delta T_e, T_{ea})$ を求める。ある水深 H に対し、混合層モデルを用いて地域毎に水温、熱収支量が解析される。

3. 存在する水温の年周変化形態

前報¹⁾では水温構造の年周変化に関して15種類の形態が存在することを示した。しかし、様々な水深について日本で生じる $(\Delta T_e, T_{ea})$ の範囲で解析を行った結果、実際には表-1に示す7種類の形態しか存在しないことが明らかとなった。同表中で(A,B,C,I)は冬季に水面が凍らない場合、(J,L,O)は結氷する場合に相当する。また、(A,J)は成層が形成されない混合型の水域、(B,C,L)は夏期（正列）成層のみが形成される水域、(I,O)は夏期成層に加えて冬季（逆列）成層も形成される水域である。 $H=2, 30, 100\text{m}$ の場合について、水温構造形態の分布を図-1に例示する。 $H=2\text{m}$ の場合には成層が発達する水域はほとんどなく、ほぼ中部地方より西北の高緯度で標高の高い地方では冬季に結氷する。水深が大きい $H=30\text{m}, 100\text{m}$ の場合には(A,J)などの混合型水域は見られなくなり、ほぼ全地域で水温成層が形成される。 $H=100\text{m}$ の場合、東北北部から北海道にかけては 4°C 以下の冬季成層が形成される(I,O)の水域—いわゆる「温帯湖」の分布地域が広がる。

表-1 存在する水温構造の年周変化形態

	<Turnover>	<Turnover>	<Turnover>
(A)	SPT → FLT	→ FLT	→ SPT
(B)	SPT → S1 → S2	→ FLT	→ SPT
(C)	SPT → S1 → S2 → S3	→ FLT	→ SPT
(I)	SPT → S1 → S2 → S3	→ FLT → W1 → W2	→ W3 → SPT
(J)	SPT	→ FLT	→ I1 → I2 → SPT
(L)	SPT → S1 → S2 → S3	→ FLT	→ I1 → I2 → SPT
(O)	SPT → S1 → S2 → S3	→ FLT → W1	→ I1 → I2 → W3 → SPT

<Summer stratification> <Winter stratification>

[凡 例]

記号	事 象
SPT	春期大循環
S1	正列成層が形成
S2	正列成層が受熱条件下で混合
S3	正列成層が放熱条件下で混合
FLT	秋期大循環
W1	逆列成層が形成
W2	逆列成層が放熱条件下で混合
I1	氷層の形成
I2	氷層の融解
W3	逆列成層が受熱条件下で混合

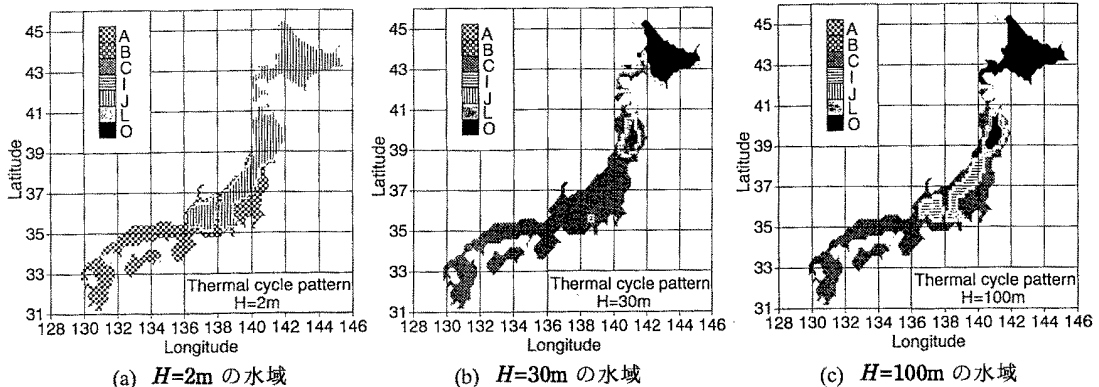


図-1 年周変化形態の全国分布の例

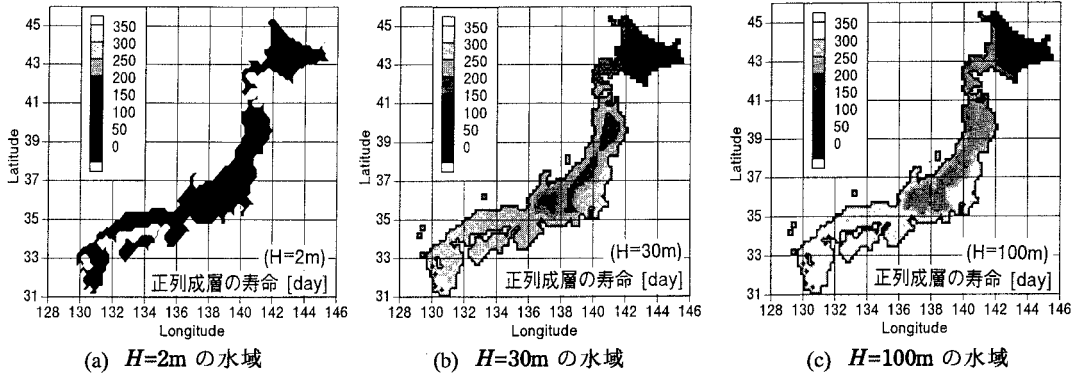


図-2 夏(正列)成層の寿命の全国分布の例

4. 水温成層の寿命

同様にして $H=2, 30, 100\text{m}$ の水域における夏(正列)成層の寿命(day)の分布を図-2に示す。浅い $H=2\text{m}$ の水域では全く成層が形成されないのに対し、 $H=30, 100\text{m}$ の場合には $50 \sim 200\text{day}$ 程度の期間で成層が維持されている。 $H=30\text{m}$ より $H=100\text{m}$ の方が成層が維持されている期間は長い。また、北部地域あるいは標高の高い地域ほど夏成層の維持期間が短い。冬成層についても同様の検討を行い、水深の大きな水域ほど寿命が長いことは夏成層の場合と同様で、寒冷地ほど冬成層の寿命は長いことがわかった。

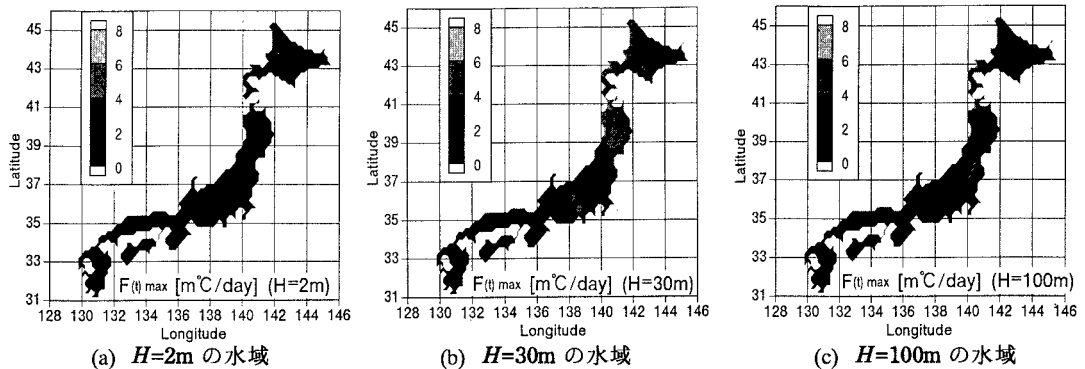


図-3 水面熱フラックスの最大値 $F(t)_{\max}$ の全国分布の例

5. 水面熱フラックスの最大値 $F(t)_{\max}$, 最小値 $F(t)_{\min}$

水面熱フラックスの最大値 $F(t)_{\max}$ (冷却熱フラックスの最大値)の分布を図-3にあらわす。水深 H が大きい水域では成層が形成されて貯熱効果が大いので、気象量に対する水温の応答は H の小さい水域より遅く、平衡水温と表層水温の差 $(T_e - T_m)$ が大きい。よって、 H の大きな水域ほど $F(t)_{\max}$ が大きくなる傾向が認められる。 $F(t)_{\min}$ やその他の熱特性量の分布については講演時に報告する。

6. まとめ

温帯湖/熱帯湖や成層型/混合型水域の区別などに関して、実際と大きな差異のない結果が得られたと考えられるが、水温観測資料を広く収集し解析の妥当性について検討する必要がある。また、標高・緯度などの地理的条件と熱特性との関連性を明らかにする必要がある。本研究を遂行するにあたり平成6年度文部省科研費総合研究(A)(代表:村岡浩爾阪大教授)の援助を受けた。

参考文献

- 1) 内島:水温の熱収支学的研究, 農業技術研究所報告, 第7号, pp.131-181, 1959年
- 2) 道奥:温帯湖の密度成層特性と熱サイクル, 水工学論文集, 第37巻, pp.337-342, 1993年