

1 はじめに

冬期間、融雪期における貯水池の水温変化の特性を調べるための第一段階として、向寒期における水温変化の特性を調べ、結氷時期の予測モデルを作製した。対象とした岩洞湖は盛岡の東北東約20 kmに位置し、岩手県の冷温地帯葦川に隣接して、例年20～40 cmの厚さに結氷する。使用した資料は1961年から1975年までの15年間の岩洞湖における水温資料、気温資料、日照時間などである。

2 湖水の熱収支と水温予測の方法

冷却期における熱収支は(1)式のように表現できる。

$$-\Sigma Q = R - H - L \quad (1)$$

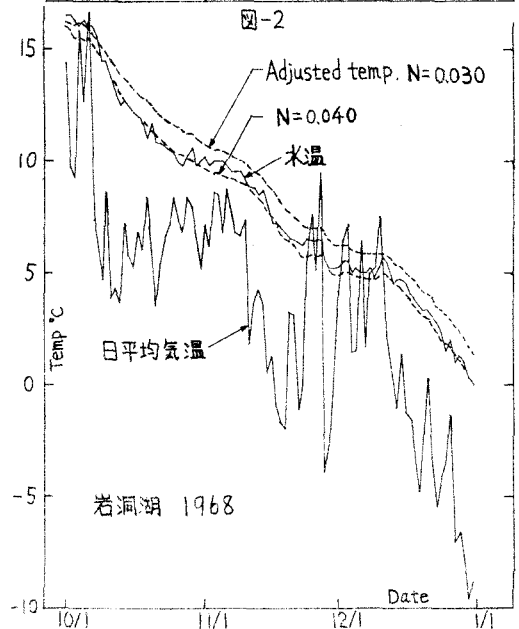
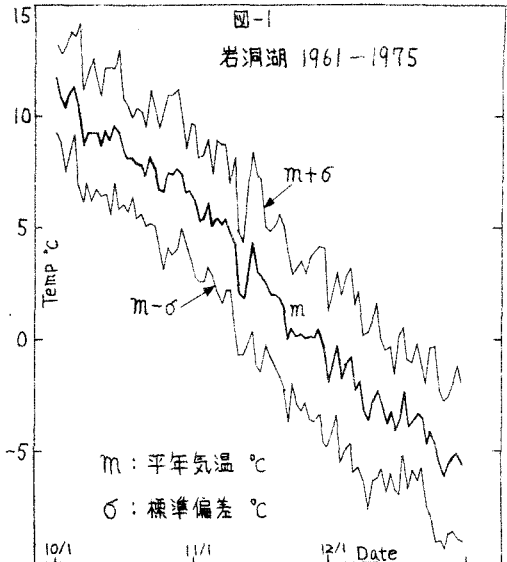
ここで $-\Sigma Q$: 水面よりの熱損失量、 R : 水面水中に加えられる正味の輻射量、 $-H$: 水温と気温差によって生ずる顕熱損失量、 $-L$: 水面と大気の水蒸気圧の差による潜熱で水温が気温より高い場合は水面よりの熱損失となる。これらの諸量の絶対値は、季節的に変動するが、新井、山本らの西湖、河口湖などでの調査によれば、水温の低下しはじめる9月以降では R と L がほぼ同じ大きさを示し、 H はこれよりやや小さい値になっている。Williams(1959)の測定でも蒸発による損失と、太陽輻射による gain が大体同じということが報告されている。また、太陽輻射の経年変化は他の諸量の変化に比べて小さいと考えられるので、本報告では、水温変化のパラメーターとして、 H を考え、簡単に(2)式をもって表わすことにした。

$$dT_w/dt = K(T_a - T_w) \quad (2)$$

ここで T_a : 気温、 T_w : 水面における水温、 t : 時間(日)、 K : 定数(1/日)。

(2)式を積分して、積分条件 $t=t_0$ で $T_w=T_w^0$ 、 $t=t_n$ で $T_w=T_w^n$ と代入する。 t_0 と t_n の間を n 等分して時間間隔 Δt で階差式表示すると(3)式がえられる。

$$T_w^n = T_w^0 e^{-K(t_n-t_0)} + (1-e^{-K\Delta t}) \sum_{v=1}^n T_a^v e^{-K(t_n-t_v)} \quad (3)$$



右辺第一項は、期間を十分長くすると無視でき Iteration で T_w^n と計算しようと思えば (4) 式のような表現となる。

$$T_w^n = T_w^{n-1} + (1 - e^{-k\Delta t})(T_a^n - T_w^{n-1}) \quad (4)$$

(4) 式を用いれば、あらかじめ過去の水温、気温資料から $N (= 1 - e^{-k\Delta t})$ 及び、平年気温を求めておけば、水温の予測を行なうことができる。

3. 適用例

岩洞湖の結氷日予測に (4) 式を適用する場合、冷却期間のはじめである9月上旬より、結氷日(水温が0°Cになる日と定義)まで一義的に (4) 式をあてはめることは、水の水温と密度特性からいって問題がある。水温が12°C、8°C、4°Cからそれぞれ4°C低下するのに要する日数を調べたところ表-1がえられた。図-1に示すように平年気温がほぼ直線的に変化することと考慮すれば、水温が4°Cになってから0°Cに低下するメカニズムは、4°Cまでの冷却の場合とは異なっていることが推定できる。したがって本報告では、水温が4°Cになる

表-1

温度変化	要した日数(日)	
	平均	標準偏差
12~8°C	21.2	4.57
8~4°C	21.3	4.20
4~0°C	27.6	5.39

月日を予測するモデルと表-1からえられる4°Cから0°Cまでの平均日数28日を用いて結氷日と予測することにした。(4)式において各年の日平均気温を用いて、水温が4°Cになる月日が実測と一致するようにNを定めた。

15年間の平均は

$$N = 0.038 \quad \text{標準偏差} \quad 0.0038$$

で、この値と、15年間の平均気温(図-1)を用いて、氷型予測のための図-3を作製した。この図を用いればある特定日の水温より4°Cの日を予測することができる。図-4には11月1日の水温実測より、水温が4°Cになる日を求め、これに28日を加えて結氷日と予測した場合と、実際の結氷日の比較を示してある。平均の結氷日は、12月31日であるが、予測結氷日と実測結氷日の差の平均は0.33日であり、その標準偏差は0.44日であるから、70%の正解率で、約±0.6日の誤差範囲に結氷日を特定することが可能とわかった。

4. まとめ

本報告を作製するにあたって岩手県岩洞湖管理事務所の諸氏に援助をいただいたので感謝の意を表します。

〔参考文献〕

- 1) 曲沢、新井 水温論 1974
- 2) Bilello, M Ice Prediction Curves For Lake and River Location in Canada.

