

II-13 湖沼における結氷条件に関する考察

岩手大学○学生員 佐々木秀成 学生員 小林 正隆
正 員 笹本 誠 正 員 堺 茂樹
正 員 平山 健一

1. はじめに

寒冷地における湖沼、ダム貯水池等の多くは、冬期間結氷する。水面での氷の発生は、大気と水塊の接触を遮断し、個液間の変化が容易な新しい境界が形成され、大気・水域の両方の環境変化に与える影響は大きい。結氷期間の予測は、湖沼、ダム貯水池の水の利用、周囲の水利構造物の安全、水域の環境、氷板自体の利用に関する計画、管理、運営上重要である。本報告では、青森県小川原湖の水状観測資料、小川原湖総合観測所資料、三沢市の気象データをもとに、湖沼、ダム貯水池等の流れのない静穏水域においての全面結氷の発生条件について、検討を行った。

2. 小川原湖の概要

小川原湖は、青森県の東南部に位置する海跡湖である。湖面積 63.2 km^2 、湖容量 $714 \times 10^6\text{ m}^3$ 、湖岸延長 67.4 km 、平均水深 1.1 m 、最大水深 2.5 m 、平均年間流入量 $867 \times 10^3\text{ m}^3$ の諸元をもつ中規模な湖である。この地域の1月の日平均気温は -2°C 程度であるが、積雪は $1.0 \sim 1.5\text{ m}$ におよび、氷厚は 40 cm に達する。また、この地域は寒気に西よりの季節風があり、結氷初期、解氷期には風による氷板の移動がみられる。

3. 静穏水域の水温と結氷

わが国の2月の平衡水温の分布が図-1に示されている。平衡水温は水塊と大気の熱的状态が釣り合う温度であり、 0°C の線は、北海道全域、東北、中部、北陸、東海の山岳地域などわが国の $1/3$ に及んでいる。この地域の、湖沼等静穏水域では、全面結氷ないし部分結氷が起こる可能性を示している。水温の低下は気温の変化に遅れて9月頃より始まり、北海道では12月、東北では1月頃に平衡水温が 0°C に達する。氷の発生は水域が更に冷却された場合であるが、水温が 4°C と水塊が最大密度を得れば冷却の程度により氷の発生は可能である。

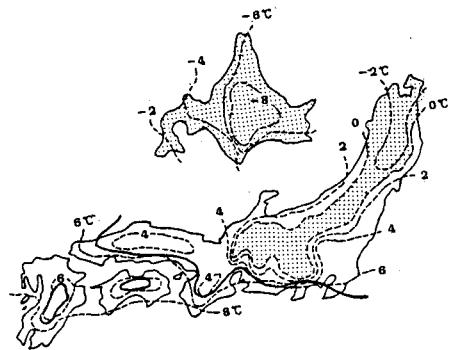


図-1 日本の平衡気温分布

湖沼等の水温変化を予測するために、水温変化のパラメータとして顕熱交換のみを考えると、次のような式となる (Rodhe(1952), Bilello(1964))。

$$dT_w/dt = K(T_a - T_w)$$

T_w : 表面水温 T_a : 気温 t : 時間 K : 定数 (時間の逆数の次元を持つ)

この式を積分して、差分化し、次式により Iteration で $T_w(n-1)$ と $T_a(n)$ より $T_w(n)$ を求めることが出来る。

$$T_w(n) = T_w(n-1) + N(T_a(n) - T_w(n-1))$$

$T_w(n)$: その日の水温 $T_w(n-1)$: 前日の水温 $T_a(n)$: その日の気温 N : 定数 ($=1 - \exp(-K\Delta t)$)

Bilello(1964)は N の値として 0.04 を与えている。

4. 小川原湖に於ける全面結氷の発生条件

小川原湖の観測では全面結氷に至る過程で、低温で風の弱い日が重なると全面結氷が一時完了することが知られている。逆に風がある場合は、一旦薄く張った氷が風により破壊される。図-2は小川原湖における3年間の全面結氷の日と気温、降水量、風速、水温の変化が示されている。水温観測は冬期間休止しており前節で述べた方法により0℃に至るまで求めている。また表-1には水温が結氷温度になった後、結氷日までの気象資料が示されている。これらの図表によれば全面結氷日はいずれも水温が0℃に達した数日後であり、最低気温-7℃以下、結氷前3日間の積算寒度が-20℃day前後の場合であった。風速、降雪量の影響も考えられるが、3年間の資料では明確な説明が難しい。

		58年度	59年度	60年度
全面結氷日		1月17日頃	1月7日頃	1月25日頃
水温が0℃と計算された日		1月11日	1月4日	1月21日
水温が0℃と計算された日から全面結氷前日までの	積算寒度	-21.5℃・day	-19.0℃・day	-28.4℃・day
	降水量	13 mm	1 mm	14 mm
	最大風速	9.3 m/s	5.4 m/s	6.0 m/s
	最低気温	-8.3 ℃	-7.4 ℃	-8.4 ℃

表-1 小川原湖の全面結氷期の気象資料

5. あとがき

本報告においては、青森県の小川原湖について、全面結氷の発生条件について検討を行ない、水温と気温が主要な要因であることが明らかになったが、今後、さらに多くの湖沼の結氷観測資料の収集、結氷しない湖沼との比較検討が研究の推進に重要である。

最後に本報告において、貴重な資料を提供して頂いた高瀬川総合開発工事事務所に謝意を表します。

〈参考文献〉

(1) Rodhe, B. (1952), On the relation between air temperature and ice formation in the Baltic, Geografiska annaler, Vol. 34, pp.175-202.

(2) Bilello, M. (1964), Method for predicting river and lake ice formation, Jour. of applied meteorology, Vol.3, No.1, pp.38-44.

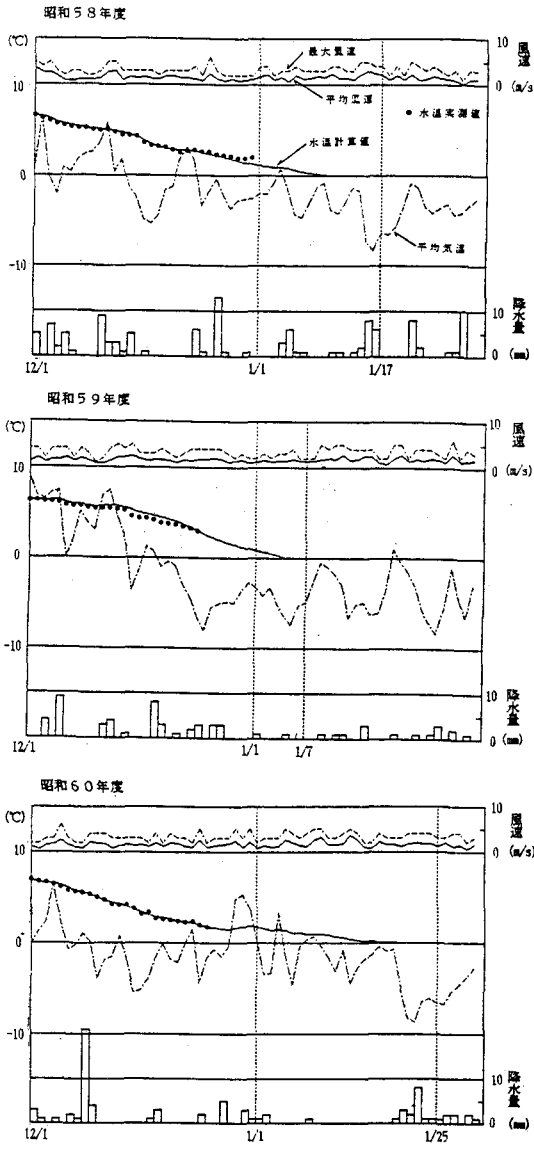


図-2 小川原湖の気象変化