

1. はじめに

青森県小川原湖の氷板の成長の観測結果に基づき、降水量と気温を考慮した氷板形成モデルを考え、過去のシーズンの実測値と比較、検討した。小川原湖では北西季節風による氷の吹寄せにより東西岸の結氷初日が異なり、本モデルでは、この点も考慮に入れているが、実測値は本モデルにより、良く説明できることがわかった。

2. 氷板形成モデル

湖水面の冷却によって最初に薄い氷板が形成される日を結氷初日とするが、その後、気温の低下による氷層の増加、降雪による氷板の沈下、氷の浸透、再度結氷などの過程を繰り返して氷板は成長する。小川原湖の1、2月の平均日気温は約 -20°C が平年値である。また、積算温度は -200°C を越すことはまれであり、約 -100°C が平年値であるが、降雪量が多いため氷層は下から氷、雪泥、氷の互層を繰り返し、水深の方向とは逆の方向に厚さを増していくのが特徴である。図-1 A、Bには、積算温度約 -200°C （10年に1回の値）、降水量1、2月合計 80mm であった1984年度の最大氷厚と西岸へ属する沼崎地点の氷層構成を示してある。この年は東岸の結氷初日は12月24日～26日であり、東西両岸共結氷する全面結氷日は1月5日～10日の間と考えられる。また、東西両岸の最大氷厚はそれぞれ約 40cm 、 35cm であり、2月下旬に氷層が最大となっていることがわかる。

氷厚の1日当りの増加量 Δh_i の計算式は昨年度の報告に示したように次式で与えられる。

$$\Delta h_i = \frac{1}{\rho_i \lambda \phi} \cdot \frac{T_{si} - T_a}{(\eta_{si}/k_{si}) + (\eta_{is}/k_{is}) + (1/\rho_{ice})} \Delta t$$

ρ_i は氷の密度(kg/m^3)、 λ は凝固潜熱(J/kg)

η_{si} , η_{is} は雪氷層、雪層の温度伝導率(W/m-deg)

ρ_{ice} は雪表面の熱伝導係数($\text{W/m}^2\text{-deg}$)

η_{si} , η_{is} は雪氷層、雪層の厚さ(m)

Δt は1日とする ϕ は雪泥中に氷の割合

T_{si} , T_s , T_{is} , T_a は雪氷-雪泥、雪-雪氷の境界面、雪表面、空気温度(deg)

本年度は現場での観測結果より、雪層中における毛管現象による水面の上昇を 0.03m とし、又雪層への氷の浸透によって雪層の厚さが減少し、もとの厚さの 0.6 倍であるとした点で、実際の現象に忠実な点であり昨年度のモデルと異なっている。又、東西両岸の結氷初日は図-2より積算温度が、 -20°C day, -90°C dayとなる日です。

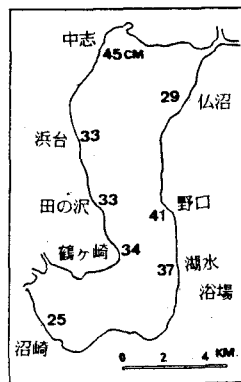


図-1 A
昭和59年度
実測値
氷厚

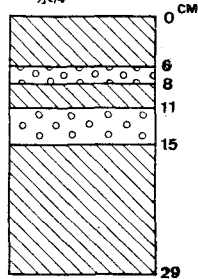


図-1 B

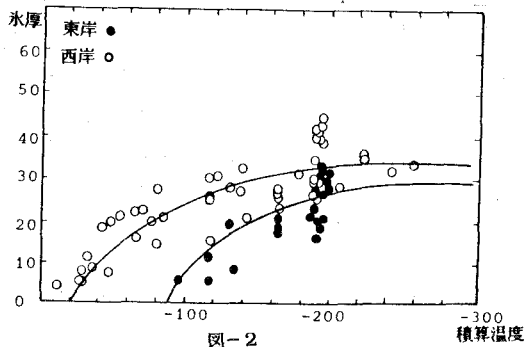


図-2

えられる。

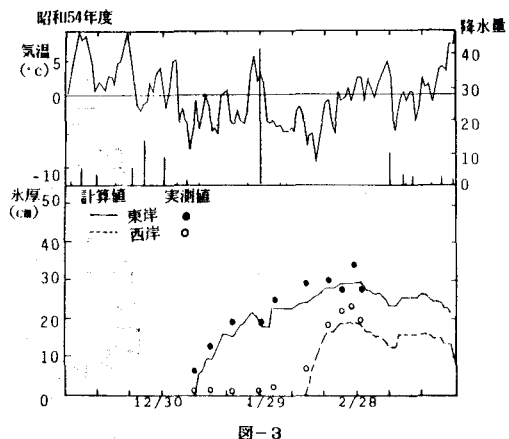


図-3

3. 計算結果と実測値との比較と検討

図-3に昭和54年度の全氷板厚、図-4に昭和58年度の全氷板厚と雪泥部分を除いた氷層厚、及びそれぞれの気象データを示した。昭和54年度は1月中は寒い日が続き下旬には平均気温がプラスの日が続き、また降水量も1、2月中は少なく、大きな降水量が一度起こっている。昭和58年度は12月下旬から3月まで寒い日が続く、積算温度も資料の得られた過去27年間を通じて最低の年である。昭和54年度の計算値では、大きな降水量のあった時点で、氷層のステップ状の増加がみられるが、これは雪の重さのため水面位置が雪層中になり新しい氷層が形成されたためである。図-4の58年度の西岸の氷厚は実測値がやや大きい。他の図において実測値と計算値の氷板形成過程や日数も、ほぼ一致したものとなっている。図-5に昭和59年氷板の層形成の例として、西岸の計算例を示す。これは図-1Bの実測値に対比すべきものである。計算法は下より第一層と第五の氷層厚が少し大きい等、各層の厚さは多少の差はみられるが層の数は一致している。他の日でも類似の層構成がみられた。これらより、上記の計算方法は、気温と降水量が支配的である小川原湖の氷板形成をよく再現していると考えられる。

今後は、断面によって東岸へ漂着する氷片の密集度、積雪の比重や水の浸透による厚さの減少の割合など、実験法、測定法の少ない項目について資料を増やすことが必要と思われる。又、融氷期の計算式については、不明な点が多く、今後さらに検討が必要である。

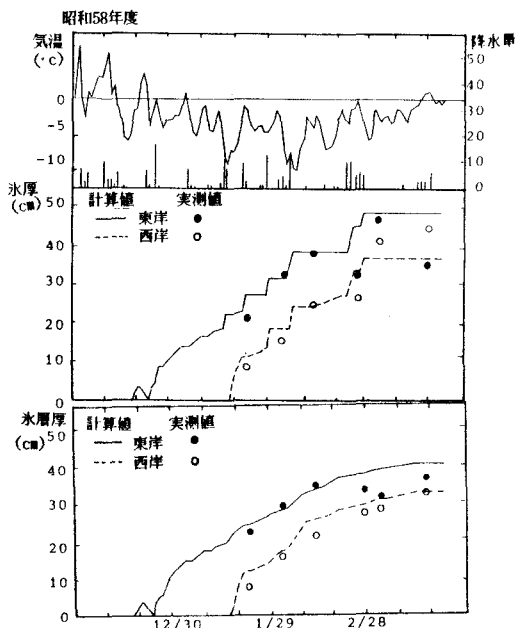


図-4

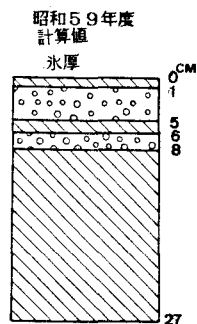


図-5