

氏名(本籍)	佐藤芳徳 (群馬県)
学位の種類	理学博士
学位記番号	博乙第246号
学位授与年月日	昭和60年3月25日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
審査研究科	地球科学研究科
学位論文題目	A STUDY ON THERMAL REGIME OF LAKE IKEDA (池田湖の熱的構造に関する研究) 5編
主査	筑波大学教授 理学博士 榎根 勇
副査	筑波大学教授 理学博士 高山 茂美
副査	筑波大学教授 理学博士 西澤 利栄
副査	筑波大学教授 理学博士 新藤 静夫

論 文 の 要 旨

本論文の目的は、池田湖を例にして、冷却期における湖水の鉛直混合と深層水温の形成機構を解明することにある。

池田湖は鹿児島県南部に位置するカルデラ湖で、湖面積10.96km²、集水面積11.29km²、最大水深233m、水温は年間を通じて4℃以下になることはない。深度が深いこと、および富栄養化の進行により深層において溶存酸素の消費が行われるため、湖水の鉛直混合を研究する対象として適している。

本研究では、溶存酸素量、pH、トリチウム濃度の時系列変化から鉛直混合機構の解明を行った。また、水温鉛直分布の変化から鉛直混合について微視的な考察を加えた。地下水調査を含む野外調査は1980年8月と11月、湖水調査は1980年12月末から1981年3月14日まで実施し、トリチウム濃度は1973年10月、1974年11月、1979年11月に測定した。

湖水面の観測結果によると、夏季には表層水温は約30℃まで上昇し、等温層の厚さは約10mであった。深層水温は年間を通じて10～11℃で顕著な変化はみられなかった。水温の鉛直分布には地点による差異は認められなかった。等温層の厚さの時系列変化は気温の変化とよい対応を示し、気温の低い日にその厚さを増した。溶存酸素量の鉛直濃度分布は水温分布に酷似しており、等温層すなわち等濃度層は混合層とみなしうると判断された。そして溶存酸素量、pH、およびトリチウムの濃度の鉛直分布の経年変化から、1976-77年の冬に全層にわたる湖水の混合が生じたことが明らかになった。

池田湖の水収支を計算した結果、湖から1年間に湖水の全容積の3%が地下水として流出していると推定された。またカルデラ周辺部では2箇所、池田湖の深層水を起源とする低温の湧水が確認された。

湖面冷却と鉛直混合との関係を考察するために、1981年1月4日から2月11日まで湖面における熱収支観測を行い、その結果に基づいて1976年から82年までの冬期間の熱収支計算を行ったところ、1976-77年の冬に最も強い湖面冷却が生じたことが明らかになった。

鉛直混合に及ぼす湖面冷却と風の剪断応力の影響を比較するために、両者の強さを速度スケールの形に変換して比較したところ、湖面冷却の方が5~6倍の大きさとなり、湖水の鉛直混合においては湖面冷却による自然対流の役割が支配的であると解釈された。湖水の安定度と鉛直混合との関係についてリチャードソン数を用いて行った考察の結果でも、水温躍層以深の湖水は安定しており、風の影響はほとんど受けないことがわかった。

湖面冷却量を気温をパラメータとして推定する方法を考案し、1932-1980の50年間の冷却量を推定したところ、数年に1回起こる厳冬に全層の混合が行われ、また冷却が強い場合ほどエネルギー消散が少なく、混合が行われやすいことが明らかになった。50年間で最も冷却の強かった年でも深層水温は10℃以下には低下しなかったと推定された。

審 査 の 要 旨

湖水の挙動や湖の熱的性質については、理論的にも実験的にも不明な点が多く、特に冷却期における湖水の鉛直混合と深層水温の形成機構については、その重要性が指摘されつつも不明な点が多かった。従来まで数多く行われた拡散型モデルによる水温分布のシミュレーションは夏の水温分布に適合するが、冷却期の鉛直混合が卓越する深い湖には適合度が悪いことが指摘されていた。

本研究は、水深が233mと深く、しかも冬季の表面冷却が深層水温の形成に大きく寄与すると思われる池田湖を研究対象として選び、冬季の観測資料に基づいて鉛直混合の実態を明らかにするとともに、そのメカニズムを定量的に考察したものである。池田湖恒常的な流出河川をもたず、水収支が簡略であるためこの種の研究には適した湖であるといえる。

湖の深層水温は、湖の熱収支、水収支、鉛直混合と密接な関係があり、湖によって固有な値をもつものと考えられている。本研究は、水温、pH、溶存酸素量、トリチウム濃度の鉛直分布の時系列変化から、全層にわたる混合が数年に1回出現することを明らかにし、その原因を厳冬の冬の湖面冷却に求め、さらに50年にわたる冷却量の計算結果から、最も冷却の強い年でも深層水温は10℃以下には低下しなかったと推定し、池田湖の深層水温の安定性の原因を明らかにした。これらの新知見により、湖の熱的構造を定量的に考察することが可能になった。以上のように、本研究の成果は湖沼水文学の研究に貢献するところ大と評価できる。

よって、著者は理学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものとみとめる。