

日本国内の大深度湖沼の水温鉛直分布と循環

*濱田 浩美 (千葉大・教育), 大八木 英夫 (日大・文理)

知北 和久 (北大・理学研究院), 牧野 晶 (北大・理学研究院・院)

1. はじめに

地球温暖化による雪氷域の氷河減少や生態系への影響は、世界各地で報告され、深刻化していることは言うまでもない。本研究では、日本国内の湖沼の底層水温上昇と湖水全体の水温変化に伴う結氷現象の変化に着目し、国内大深度湖沼の今後の温度上昇が湖沼環境に及ぼす影響を明らかにすることを目的としている。湖沼の結氷は、水体の物理的な状態変化だけではなく、非結氷による湖水の低温化、生物の生息環境の変化、循環現象の変化による化学的な物質循環等への影響が大きい。これらの結果は、今後、国内の湖沼の年間の底層水温上昇や非結氷現象、水質変化の特性を見だし、進行する地球温暖化に伴う日本の湖沼環境の将来予測を評価する基礎資料とすることができる。

2. 材料と方法

近年、世界的にみても今まで結氷していた湖沼が結氷しないか、結氷期間が短縮するなどの現象が生じてきた。また、琵琶湖をはじめとした多くの湖では、湖沼の底層水温の上昇も指摘されてきている。これは地球温暖化に起因する可能性が高いと考えられるが、証明には連続的な水温観測と近接地域での気温観測が不可欠である。最近ではアメダス観測網の発達、水温等の観測機器の進歩により、容易にデータを得ることができるようになった。しかし、現状では水温の連続観測が行われている湖沼は稀で、冬季に結氷する湖沼の循環構造や結氷条件の把握に関しては極めて少数の湖沼に限定されている。

そこで本研究では、結氷年と非結氷年が出現している、すでに継続観測している摩周湖(212m)に加え、倶多楽湖(148m)においてもロガーによる継続的な水温観測を実施するとともに、不凍湖の支笏湖(360m)、十和田湖(327m)、田沢湖(423m)、本栖湖(122m)において水温・水質の鉛直分布の観測を行った。鉛直分布測定には JFE アドバンテック社製 Rinko-Profiler を使用し、観測項目は 0.1m 毎の水温、電気伝導度、溶存酸素量、クロロフィル、濁度である。また、0-50m までは 10m 毎、その後は 100m 毎に、残りは最高水深より数 m~10m 上で採水した。採水した試水は各

深度の現地 pH 測定を行い、後日研究室にて主要イオン分析、酸素・水素の同位体分析を行った。

3. 結果と考察

1) 摩周湖の循環と底層の酸素減少

図 1 は春季循環期前後の各層の水温変化である。結氷年の湖面は冬季の氷により蓋がされ、冷却は 100m 付近までに限定され、

3°C程度を示す。— 図1 結氷年と非結氷年の春季各層の水温方、非結氷年は4月上旬に100mの水温が2°Cまで低下しており、湖水全体が冷却していることを示す。このため、図1の破線で示す範囲のように春季循環期の期間に大きな差が生じる。結氷年は200mの水温の変化が小さく、循環の期間は極めて短い。非結氷年は全層で1ヶ月近い等温上昇期が認められ、結氷の有無で全く異なる春季循環を示すことがわか

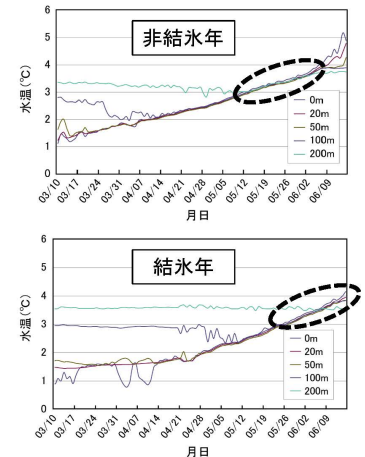


図1 結氷年と非結氷年の春季各層の水温

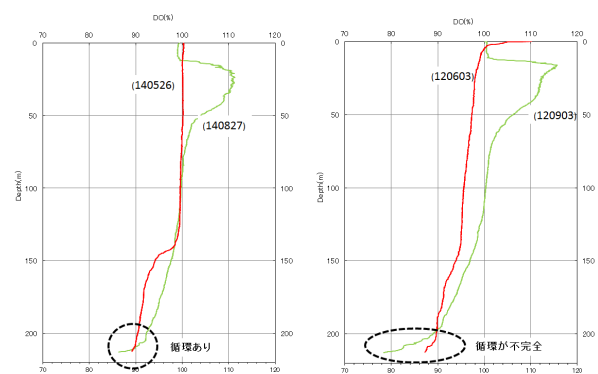


図2 摩周湖における DO(%) の鉛直分布

った。図 2 には摩周湖における結氷年と非結氷年の溶存酸素飽和度の鉛直分布を示した。底層部の溶存酸素量は結氷年と非結氷年では相違が見られ、結氷年では循環により底層に十分な酸素が供給されていない可能性が示唆された。

2) 田沢湖の水温変化と循環

図 3 には田沢湖の水温、DO(%) の鉛直分布を示した。12 月初旬には表層から 20m 付近までは 10°C を

示し、100m まで水温躍層を示す。DO は 20m~25m では湖底付近まで 90%以上を示している。130804 は表層の水温は 24℃に達し、80m まで強固な水温躍層を示している。DO は 100m まで過飽和でそれ以深も 96%以上と十分な酸素があることがわかる。131231 をみると 12 月末には表層から 40m 付近まで 7℃を示し、全循環には至っていない。DO は 100m 以深でも 93%以上を示し、底成層の 3m ほどを除いて十分に酸素があることがわかる。140630 の DO は底付近でも 96%を超えていることから春期に酸素の供給が行われていることを示している。

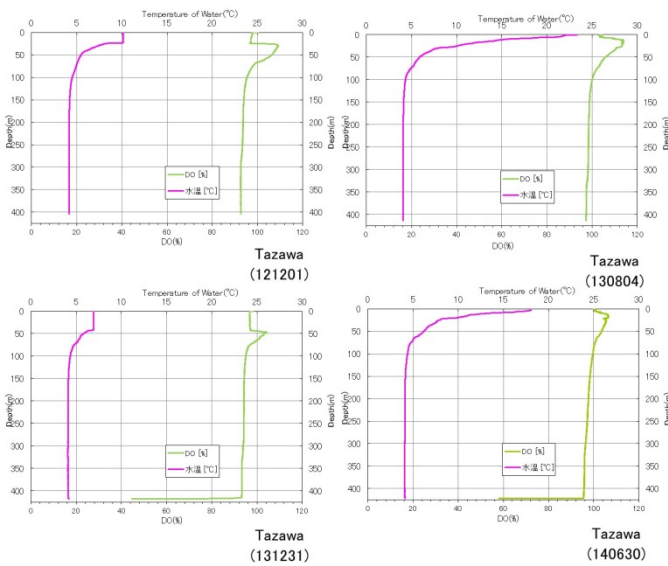


図 3 田沢湖における水温、DO(%)の鉛直分布

図 4 は田沢湖の表層の水温変化を示した。田沢湖は 3/22 ごろ表層の水温は 4.01℃の最低温度を示していることから、3 月中に全循環をし、底層まで酸素の供給が行われると考えられる。

今後、地球温暖化により、冬期の水温が 4℃以下にならなくなると循環形態や生態系に大きな影響が

に最大値を示し、70m までは過飽和で、100m 以深

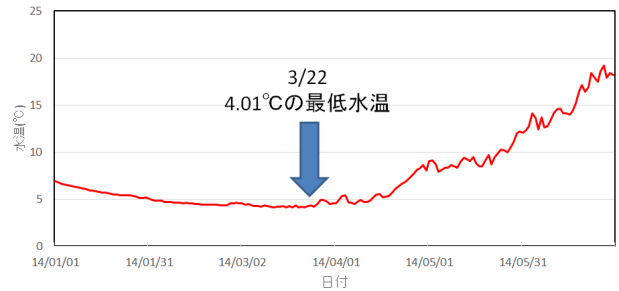


図 4 田沢湖における表層水温の変化

生じると考えられる。

3) 不凍湖の水温変化と循環

図 5 には支笏湖、本栖湖、十和田湖の水温、DO (%) の鉛直分布を示した。いずれの湖沼も冬季に結水しないことで知られている。

支笏湖は 50m 以深で年間を通じて 3.6℃程度を示し、夏には 200m 以深で酸素が少しずつ減少している。しかし、DO は底直上でも 83%を示し、冬季から春季にかけての冷却時に十分な循環が生じ、底まで酸素が供給されることを示している。

本栖湖は 65m 以深で年間を通じて 6℃程度を示している。1 月末ごろ全層が等温を示し、3 月末まで全層の冷却が 2 ヶ月間継続する。その間、冷却されるが、本州の標高 900m に位置する本栖湖は 4℃までは低下せず、6℃程度でとどまっている。2 ヶ月間の冷却期は全層の循環が連続すると考えられ、底まで十分な酸素が供給されていることがわかる。夏季には底で酸素が消費され、100m 以深で 80%以下を示す。

十和田湖は湖心が半島と半島に挟まれる位置に偏心しており、また半島の内側以外は水深が 100m 程度と浅くなっている。このため、水温成層は特異な形状を示し、簡単には説明できない。しかし、いずれの季節も 150m 以深で 5℃以上の等温層が認められる。

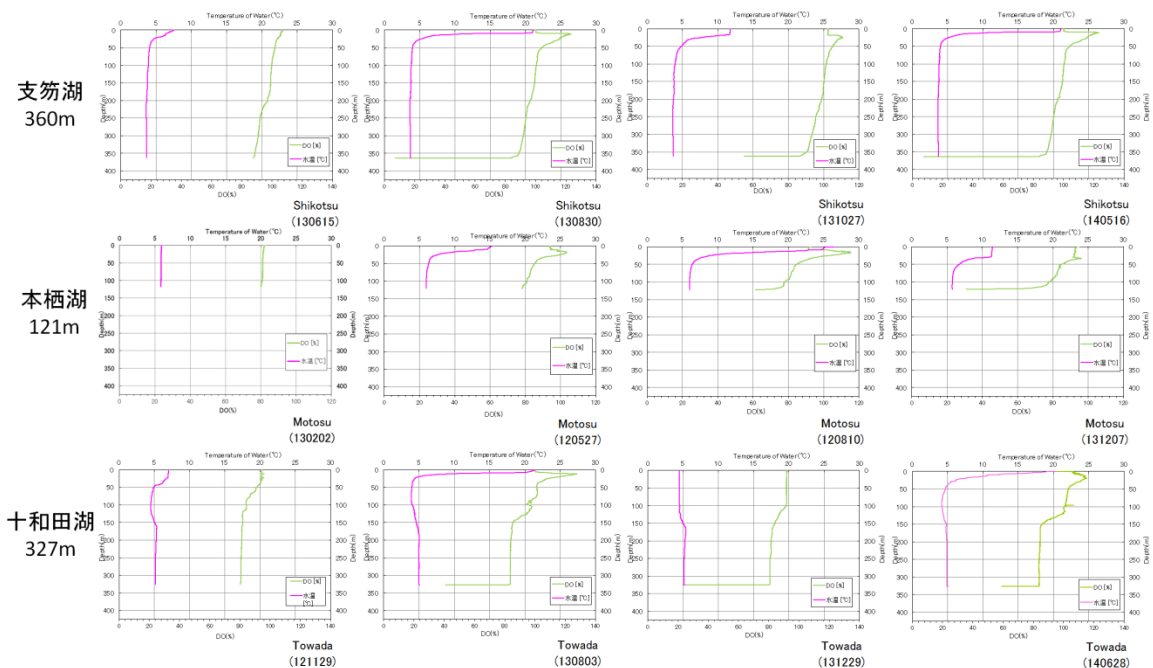


図 5 不凍湖における水温、DO(%)の鉛直分布