

氏名（本籍・生年月日）	渡邊 琴文（東京都・昭和 57 年 8 月 28 日）		
学位の種類	博士（理学）		
学位記番号	甲 第 101 号		
学位授与の日付	平成 26 年 9 月 30 日		
学位授与の要件	信州大学学位規程 第 5 条第 1 項該当		
学位論文題目	諏訪湖堆積物中の光合成色素を用いた環境変遷の推定		
論文審査委員	主査 教授	朴 虎東	
	委員 教授	公文 富士夫	
	委員 教授	戸田 任重	
	委員 准教授	國頭 恭	
	委員 准教授	谷 幸則	

論 文 内 容 の 要 旨

諏訪湖堆積物中の光合成色素を用いた環境変遷の推定

人為的影響による湖の富栄養化と周辺環境の変化は湖内の環境を大きく変化させ、湖水の環境変化に最も敏感な反応を示す植物プランクトンの現存量や組成を大きく変える可能性がある。

諏訪湖は日本で最も古くから様々な研究者によって湖沼生態系と人間活動に関して多くの研究がなされている湖の一つであり、一番古くは 1906 年からの田中阿歌麿による透明度の記録に始まり、現在に至るまで約 100 年間に及ぶ研究の歴史を持つ。従って、諏訪湖周辺は日本の近代化に伴う富栄養化の経過をたどるのに好都合な湖である。しかしながら、諏訪湖で本格的な水質調査が始まったのは 1977 年からであり、それ以前の十分な水質データはない。また、諏訪湖では高度経済成長期が始まる 1960 年代始めから富栄養化が急速に進行し、1969-1977 年に過栄養湖状態となり、藍藻類のブルームによる水質の汚染が問題となったが、富栄養化の始まりについての詳細は明らかにされておらず、また、藍藻類以外の植物プランクトンの組成についての記録も非常に乏しい。

そこで諏訪湖湖心の堆積物（長さ 296 cm の Core990426 と長さ 79 cm の Core030801）中の含水率、見かけ密度、全有機炭素（TOC）、全窒素（TN）、光合成色素、多環芳香族炭化水素 perylene（Core990426 のみ）を測定し、堆積物に残された記録を解析することにより、植物プランクトンの現存量と組成変化への富栄養化の影響を検証した。

Core990426 において見かけ密度の 2 つの極大（深度 15-19 cm、深度 42-50 cm）を洪水層と認定し、これらの洪水層の年代から $1.1 - 1.4 \text{ cm year}^{-1}$ の定常的な平均堆積速度を算出した。さらに perylene と C/N を洪水層の指標として用いることで、深度 105-110 cm の堆積物層も洪水層と認定した。算出した平均堆積速度から、年代推定を行うと長層の Core990426 においてその最深部

は AD1647 年となった。光合成色素濃度は、コア最深部から表層にかけて顕著な濃度変化を示した (全 chlorophyll *a* 濃度; 0.66~ 23.9 $\mu\text{g g}^{-1}$)。特に、1960 年前半から 1970 年代に光合成色素濃度が増加し、この年代に起きた藍藻類の異常増殖は、藍藻類由来 carotenoid の zeaxanthin 濃度変化によって再現され (3.02~21.1 $\mu\text{g g}^{-1}$)、1970 年付近で最大値 54.7 $\mu\text{g g}^{-1}$ に達した。この zeaxanthin の濃度変化から諏訪湖における藍藻類の優占が 1930 年付近から始まったことが示唆された。TOC と TN の相関は、強い正の相関 ($R^2=0.77$) を示し、外因性物質が多く流入する洪水層データでは相関が小さくなった ($R^2=0.39$)。この有意な相関は TOC と TN が内部生産において生じた同一起源であることを示している。また、全 xanthophylls 対 TOC または TN、全 chlorophylls 対 TOC または TN 間の相関係数は深度 100 cm を境に大きく変化した。0 - 100 cm においては富栄養化前後 (1960 年付近) でデータ間に違いが見られ、この差異は TOC に占める内部生産のうちの植物プランクトンによる一次生産量の変化と富栄養化の影響を顕著に示した。同様の変化は光合成色素、見かけ密度、TOC、TN 含有量でも認められ、この年代付近を境に湖内の植物プランクトンの現存量が増加し始めたことを示した。

Core030801 においても藍藻類由来 carotenoid の zeaxanthin 濃度は 1960 年から 1973 年に顕著に増加した (9.53~76.7 nmol g^{-1})。一方で、珪藻と渦鞭毛藻類に由来する fucoxanthin、diadinoxanthin、diatoxanthin の濃度はこの期間中にわずかな増加を示した (それぞれ 1.64~4.90、1.86~3.54、4.00~3.26 nmol g^{-1})。1949 年以降、湖の植物プランクトン優占種はラン藻類であったが、珪藻類を示す fucoxanthin において全藻類 carotenoids と比を取ると 1981 年以降に段階的な増加がみられ、有機物流入と栄養塩濃度が植物プランクトン組成に変化をもたらしたことが示唆された。1977 年以降の水柱の chlorophyll *a* 濃度と堆積物中の TCh-*a* 濃度から水柱データの存在しない 1977 年以前の水柱の chlorophyll *a* 濃度の変動パターンを予測した。水柱の chlorophyll 変動傾向と堆積物中の全 chlorophylls は一致度が高く、湖水の水質データが存在しない 1977 年以前の水柱 chlorophyll *a* の変動を再現することができた。

また、歴史的記録に基づく気候変動の影響に関し、冬季平均気温と光合成色素の濃度変化を比較すると、長期的な気温変化によって諏訪湖の植物プランクトン組成が変化する傾向が光合成色素濃度の変化から顕著に示された。

本研究において、諏訪湖の堆積物中の光合成色素濃度から、過去の 350 年間に渡る湖内の植物プランクトンの現存量や組成変化を再現し、人為的な富栄養化の始まりと湖の環境変化を明らかにすることができた。