

学位論文の審査結果の要旨

本学位論文は、諏訪湖における夏季の植物プランクトンの優占種の変遷を 1948 年から 2015 年までの水質変化と比較して変遷原因について解析した論文である。諏訪湖での 1948 年以降の植物プランクトン種の変遷は大きく 4 回起こったことが示された。1 回目は 1970 年までに珪藻・緑藻から藍藻の優占の移り時期、2 回目は 1989 年までの藍藻の最盛期でアオコの時期と言える。その後はアオコの原因種の変化として 2008 年までが 3 回目で、その後は珪藻と緑藻類が優占となる 4 回目である。1965 年以降の諏訪湖は、高度経済成長の影響を強く受けた結果、工業廃水、生活雑廃水、農耕地排水、畜産排水、また合成洗剤に含まれる高いレベルのリン酸が未処理のまま河川より諏訪湖へ流入し、有機物汚染や過度の富栄養化現象を引き起こし藍藻 *Microcystis* 属が大量発生する原因となった。しかし、1972 年から流域下水道及び終末処理場の建設などの浄化対策事業も進行していった。1999 年以降、水質は改善傾向にあるが、諏訪湖底層の貧酸素化、ワカサギなどの漁獲量の減少といった問題が起きている。その解決策を模索するために、複数の水質パラメータによって、諏訪湖の栄養化状態を総合的に判断する必要が求められている。水質の栄養状態の評価方法の一つとして、Carlson の富栄養化指数 (TSI ; Trophic state index) がある。本研究では、同一湖沼における長期変遷を 1948 年から 2015 年の諏訪湖の植物プランクトンの変遷と富栄養化から貧栄養化への変遷の過程をもとに 4 期に分け、TSI による変化を時系列で表した。諏訪湖の水質は 1960 年以降に富栄養、1970 年から 1998 年までは過栄養であった。1999 年から 2007 年は富栄養状態であるが、夏季植物プランクトンは *Microcystis* 属の減少及び *Ap. flos-aquae* が出現するようになった。2008 年以降の諏訪湖は、珪藻 *Synedra* 属、窒素固定藍藻 *Dolichospermum* 属、糸状緑藻 *Mougeotia* 属が優占するようになった。TSI (TP, Chl, SD) 及び TSI_{mean} では富栄養湖、TSI (TN) と植物プランクトンの変遷からは富栄養湖から中栄養湖への移行期であることが明らかになった。TSI (SD), TSI (TP), TSI_{mean} では、3 期の後半 60 を切った時点から、TSI (TN) では 50 以下から植物プランクトンの組成に変化が表れ、優占種の変化が観察された。この時点より DIN 濃度に減少がみられたが、TSI (Chl) は他の TSI に比較して減少の変化に乏しいことが示された。1960 年以降、諏訪

湖の植物プランクトンは、珪藻類優占から藍藻 *Microcystis* 属が優占し、富栄養化が進行した。しかし 1999 年以降の変化は *Microcystis* 属の減少、藍藻 *Ap. flos-aquae* の出現など富栄養化の進行時と異なる変化が観察された。TSI による湖沼の分類は、同一湖沼の貧栄養化の変化を表すツールとしても有効であることが言える。植物プランクトンの種組成の変化は、TSI の変化より敏感に現れてきたとから、TSI と植物プランクトンの種組成を総合的に評価することが同一湖沼の栄養状態を表す一つの方法として使用することが期待できる。1999 年以降 2007 年では、窒素固定藍藻 *Ap. flos - aquae* が出現した。出現時の DIP 濃度は $20 \mu\text{g L}^{-1}$ 以下で DIN 濃度は平均 $133.8 \pm 129.5 \mu\text{g L}^{-1}$ と減少を示した。2015 年の植物プランクトンは *Microcystis* 属の優占ではなく、珪藻 *Synedra* 属、*Au. granulata*、窒素固定藍藻 *Dolicospermum* 属が優占した。中栄養に変化していく過程の諏訪湖は、気象条件によって藍藻の優占、珪藻が優占など不安定な変化が観察されている。溶存無機態窒素と溶存無機態リン濃度がともに高い環境下では、*Microcystis* が優占種となっていたが、2011 年から 2015 年の諏訪湖植物プランクトン種は、窒素固定藍藻 *Dolichospermum* と糸状緑藻 *Mougeotia*、珪藻 *Aulacoseira* が優占し、植物プランクトンの生物量を増加させていた。2010 年からの植物プランクトン種の変遷は、諏訪湖の水質の変化に起因しており、2010 年以降の諏訪湖の湖沼型は、TSI の判定と夏季植物プランクトン種の変遷より判断して富栄養湖から中栄養湖への移行期に当たると結論した。

以上のように、本学位申請論文は諏訪湖の 1948 年からの富栄養化から 2015 年までの貧栄養化を植物プランクトンの変遷と TSI を用いて明らかにした最初の論文であり、学位論文として価値あるものと判断した。

公表主要論文名

1. 二木功子・斎藤梨絵・中村剛也・宮原裕一・東城幸治・花里孝幸・朴 虎東 (2015) 諏訪湖の水質改善に伴う糸状緑藻 *Mougeotia* 属の出現. 日本陸水学雑誌76 : 99-109.
2. 須崎泰弘, 二木功子, 渡邊琴文, 福島和夫, 朴虎東 (2014)長野県白駒池に生息する *Botryococcus braunii*の脂質生産特性. 日本陸水学雑誌75(3) : 161-171.