

氏名（本籍・生年月日）	二木 功子(長野県・昭和 31 年 11 月 16 日)		
学位の種類	博士（理学）		
学位記番号	甲 第 119 号		
学位授与の日付	平成 29 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	諏訪湖の貧栄養化に伴う植物プランクトンと富栄養化指数の変遷		
論文審査委員	主査教授 朴 虎東	教授	
	教授 戸田 任重	教授	
	教授 伴 修平	教授	
	教授 國頭 恭	准教授	
	教授 宮原 裕一	准教授	

## 論 文 内 容 の 要 旨

### 諏訪湖の貧栄養化に伴う植物プランクトンと富栄養化指数の変遷

湖沼における植物プランクトン種の優占種の変遷は、水温、降水量、湖水の滞留時間、湖水の混合期間、栄養塩濃度及び栄養塩類の濃度比率、湖水中の光量変化、風の影響など様々な環境要因からの影響をうけた結果である。このように植物プランクトンは、環境要因の変化に敏感に反応する湖沼生態系の重要な構成要素の一つであることから、湖沼の環境変動を示す指標生物種として注目されている。

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。

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。TSI とは、全リン (TP : Total phosphorus) 濃度、クロロフィル a (Chl. a) 濃度、透明度 (SD : Secchi disk depth) の関連性を基礎として湖の栄養段階（貧栄養・富栄養・過栄養）をそれぞれの項目から個別に評価することができる。Carlson の TSI の提案以後、Kratzer と Brezonik により、全窒素 (TN : Total nitrogen) 濃度が加えられ、TSI の判定は、湖沼を 0 から 100 の範囲で貧栄養 (TSI < 30)、中栄養 (30 < TSI < 50)、富栄養 (50 < TSI < 70)、過栄養 (TSI > 70) に分類すること

ができる。

同一湖沼における長期変遷を TSI の基準で比較した例は無い。富栄養湖と分類してもその範囲は様々であり、湖水の富栄養化のレベルを数字で表すことができる TSI は有効であると考えられた。近年諏訪湖の植物プランクトンは *Microcystis* 属の減少が観察され、植物プランクトンの優占種の変化は水質の変化を反映しているため、長期間にわたる水質の変遷を TSI (TP, Chl, SD, TN)によって明らかにすることを目的とした。

1948 年から 2015 年の植物プランクトンの変遷と TSI について解析した結果、1948 年以降夏季植物プランクトン優占種より約 70 年間の水質の変遷を 4 期に区分できた。1 期目(1948 年から 1969 年)は、植物プランクトン優占種が珪藻から藍藻に変化し水質も中栄養から富栄養に進行した。1948 年には *Microcystis* 属が優占したが生物量は  $0.1 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$  から  $1 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$  程度で 1960 年には優占しない年 (1963 年, 1965 年, 1966 年)も観られた。1965 年の優占植物プランクトンは、珪藻 *Aulacoseira* 属, *Asterionella* 属, 糸状緑藻 *Mougeotia* 属の順で *Microcystis* 属は数 % の存在であった。1 期目の 1948 年と 1963 年の TSI(TP)は 63 と富栄養であったが 1966 年には 49 から 63 と中栄養から富栄養を示した。

1970 年代から 1998 年の *Microcystis* 属の優占が顕著であった期間を 2 期とした。1977 年には *Microcystis* 属が 99 % に達し *Microcystis* 属が最も優占した年と推測できる。1974 年には TSI は 100 を示した。1980 年から 1989 年は過栄養を維持しているが、1990 年代は過栄養と富栄養が混在していた。

3 期とした 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* 属の減少及び窒素固定藍藻 *Aphanizomenon flos-aquae* が出現した。湖の測定項目や TSI の変化は、上下に変動しながら減少しているのが観察された。

2008 年から 2015 年を 4 期とした。夏季植物プランクトンは珪藻 *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り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。この時点より溶存無機態リン及び溶存無機態窒素には 2 期及び 3 期に比較して有意な減少が現れた。TSI の分類による 3 期と 4 期の変化はまだ顕著ではないが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ことから、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湖沼の栄養状態を表す一つの方法として有効である。2008 年以降の諏訪湖は、植物プランクトン優占種の変化と TSI より富栄養から中栄養への移行期で水質の改善が見られた。