

EC による栄養塩の簡易測定の見直し

日本大学工学部 学生員 ○若狭 司

日本大学工学部 正 員 長林 久夫・木村喜代治

1. はじめに

窒素やリンなどの栄養塩は湖沼等の水質特性を示す重要な項目である。その測定は手分析によるものが多く、結果を得るまでに一日程度を必要とする。これらの水質を短時間にかつ簡易的に測定できることは、水質の維持や管理において有用である。本研究では福島県裏磐梯地区の長瀬川水系に位置する山間地湖沼の小野川湖を対象とし¹⁾²⁾、成層より下層(以下 微流動層)における水質諸量と栄養塩の相関関係を検討し、計測機器による栄養塩の簡易測定の手法と予測についての検討を行った。

2. 現地観測概要

観測は湖全域を対象とする詳細計測と最深部(A6)及び流入河川での定点観測である。測定項目は湖内及び流入河川における総合水質計による 1m 間隔毎に水深、水温、濁度、DO、EC、ORP 等についての計測と、採水によるアンモニア性窒素(NH₄-N)、硝酸性窒素(NO₃-N)、全窒素(T-N)、全リン(T-P)等についての水質分析である。データは 1994 年～1996 年のものを使用した²⁾。

3. 栄養塩の簡易測定の検討

3.1 SS と栄養塩との相関関係

小野川湖全域と流入河川における SS と栄養塩との相関関係を検討する。図-1 に SS と T-N・T-P との関係を示す。ここで本研究では SS(単位 mg/l)は室内実験により総合水質計の濁度(単位 mg/l)から換算したデータを用いた³⁾。小野川湖の SS の平均値は 3mg/l 程度であるので、図の横軸を 10mg/l の範囲で示した。部分的には有意な関係があるが、小野川湖においては SS 濃度が低いために一般河川で指摘されているような T-N・T-P についての有意な関係式は得られず、相関関係はないと思われる。これは小野川湖が山間地に位置するために SS と T-N・T-P の負荷量が一般河川等に比べて小さいこと、また T-N は微流動層で高い値を示すものが多いので、濁度や SS の影響を受けにくいことから、SS に対しては有意な関係が見られないと考えられる。

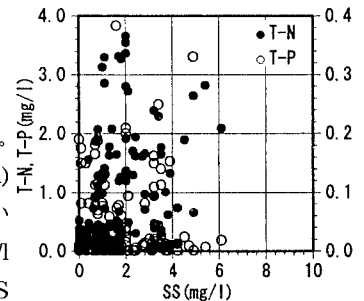
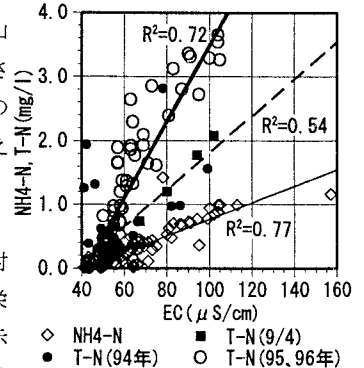


図-1 SS と T-N, T-P との関係

3.2 総合水質計による水質項目と栄養塩との相関関係

次にこれまでの観測から、水質計の項目で EC は微流動層の栄養塩に対して顕著な変化過程を示していることから¹⁾²⁾、微流動層における EC と栄養塩との関係について検討を行う。図-2 に EC と NH₄-N・T-N の関係を示す。一般に湖水等の陸水の組成はまちまちであることから、EC から溶存成分量の関係を決めることは困難であるといわれているが、しばしば EC が溶存成分量として溶解性塩分等を表すことが報告されている⁴⁾。小野川湖の微流動層においては、EC と NH₄-N には図に示す相関係数 R²=0.72 の相関が得られたことから、何らかの関係があると思われる。これは底泥からの栄養塩等の溶出や有機物分解による NH₄-N 等の生成により EC が一次的に増加したことが考えられる。EC と T-N については 94 年と 96 年 9 月 4 日(以下 9/4)の値とは別に 95、96 年の値に 2 つの関係が得られている。これは 94 年は下水及び上水試験法、95 年と 96 年は DR2000(セントラル科学)を用いて分析を行っており、試験方法による違いが要因の一つと思われる。ここで 94 年と 9/4 の測定値を測定(a)そして 95、96 年の測定値を測定(b)として示す。NH₄-N についての

図-2 EC と NH₄-N, T-N との関係

回帰式を式(1)に、そして測定(a)の T-N と EC の関係を T-NEC(a)とし、測定(b)の T-N と EC の関係を T-NEC(b)として次式に示す。

$$\text{NH}_4\text{-N} = (1.304 \times 10^{-2}) \times \text{EC} - 0.539 \quad (1)$$

$$\text{T-NEC(a)} = (2.877 \times 10^{-2}) \times \text{EC} - 1.052 \quad (2.1)$$

$$\text{T-NEC(b)} = (5.926 \times 10^{-2}) \times \text{EC} - 2.444 \quad (2.2)$$

4. 推定値と実測値との比較・検討

以下ではこれらの式を用いて、 $\text{NH}_4\text{-N}$ と T-N について推定し、実測値との比較と更に T-N についての内部負荷量の算出について検討を行う。図-3 に EC を用いて式(1)による $\text{NH}_4\text{-N}$ の推定値と実測値との相関を、図-4 に EC を用いて式(2.1)と(2.2)による T-N の推定値と実測値との相関を示す。これより EC における推定値と実測値の相関が高く、水質計の EC 値を用いて栄養塩の推定が可能と思われる。

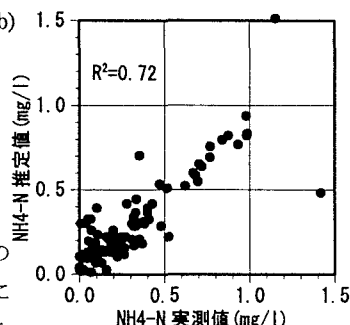


図-3 EC による $\text{NH}_4\text{-N}$ の推定値と実測値との相関

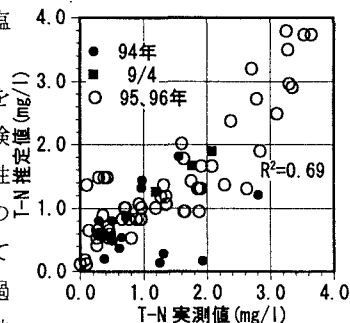


図-4 EC による T-N の推定値と実測値との相関

EC による T-N の推定値を用いて微流動層における 96 年の内部負荷量を求めて実測値と比較し、更にその変化特性を推定し、その適合性について検討する。図-5 に T-N の内部負荷量の相関関係を、図-6 に T-N の経時変化特性を示す。図より $R^2=0.86$ と高い相関を示したことから電気計測による T-N の内部負荷量の推定がある程度可能なことが示された。経時変化特性においては、全期間で推定値が実測値を上回っており、特に 5 月、6 月そして 11 月は過大評価である。その経時変化特性は良く示されているが、今後の検討の余地が残る所である。

5. おわりに

小野川湖の微流動層において、水質諸量から栄養塩の簡易測定について検討を行った。

(1) EC を用いた $\text{NH}_4\text{-N}$ と T-N の推定値は、 $\text{NH}_4\text{-N}$ は $R^2=0.72$ 、T-N は $R^2=0.69$ と強く示さ

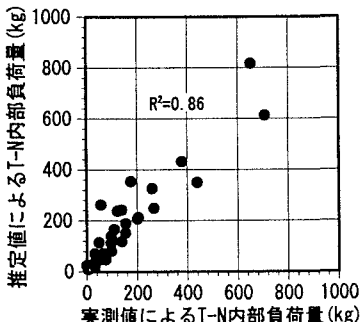


図-5 T-N の内部負荷量の推定値と実測値との相関

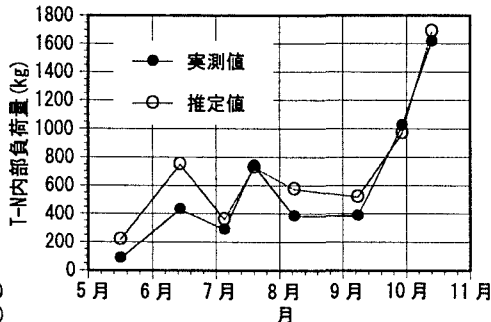


図-6 T-N の内部負荷量の経時変化特性

れ、実測値の比較においても妥当な値となった。

(2) EC と T-N との相関は 2 つの直線関係が示され、これには試験方法の違いや窒素の機構の変異によるものと考えられるが、今後の検討課題である。

(3) T-N の推定値から 1996 年の内部負荷量を求めたが、5 月、6 月、11 月での負荷量を過大評価する所はあったがそれ以降はほぼ良好なものとなり電気計測による窒素の推定がある程度可能なことが認められた。

今後は小野川湖のみならず、リンを制限因子とする他の山間地湖沼への応用が期待されるが、さらに検討を進める必要がある。

<参考文献>

- 1) 長林・藤田・高橋・安田・木村：日本大学紀要、第 34 巻 A、1993 年 5 月、2) 若狭・長林・木村：水工学論文集、第 40 巻、1996 年 2 月 pp39-44、3) 榎本英基：日本大学 平成 7 年度 修士学位論文、4) 半高・小倉：水質調査法 丸善株式会社