

湖沼水質に及ぼす気象の影響

広島大学工学部 正会員 福島武彦^{*1}

上西弘晃^{*1}

国立環境研究所 松重一夫^{*2}

正会員 原沢英夫^{*2}

1. はじめに

最近、頻繁に生じている異常気象、あるいは地球温暖化によって湖沼水質はどのように変化するであろうか。本研究では、霞ヶ浦を対象に、気象、流入河川水質、湖沼水質の相互の関係を調べることから気象の湖沼水質に及ぼす影響を解析した。

2. 解析方法

1979年4月 - 1996年3月17年間の霞ヶ浦水質データ（国立環境研究所；各月1回；湖内7地点；20項目；約2%の未測定データは内挿）、流入河川データ（茨城県；各月1回；COD, TN：全窒素, TP：全リン）、気象データ（館野高層気象台；毎日データ；気温、降水量、風速、湿度、日射量）をもとに、ここでは年度平均データとして相互の関係解析を行った。以下には湖心（St. 9）での解析結果を主に示すが、流入河川に近い地点（St. 1, 3）でもほぼ同様な結果を得ている。解析にあたっては、期間が長期にわたり流域変化が水質に影響を及ぼしている可能性があるため、1) 流入河川水質を一定として、気象と水質の相関関係を調べる方法（河川水質基準化法）、2) 隣接年で気象差と水質差の関係を調べる方法（隣接年比較法）を用いて、定量比較を試みた。

3. 解析結果と考察

3.1 気象項目相互の関係

日照時間と降水量（相関係数 $r=-0.61$; $p<0.01$ ）、気温と風速（ $r=0.47$; $p<0.05$ ）、湿度と風速（ $r=-0.53$; $p<0.05$ ）等の相関関係があるので、以下には気温と降水量の2項目に絞り、解析した結果を紹介する。

3.2 河川水質基準化法

まず、流入河川水質（流域面積の重みをつけた平均水質）と湖沼水質との相関を調べた結果、TNに関して両者の相関係数が高く、有意と判定された（ $r=0.51$; $p<0.1$ 、図1）。CODとTPでは有意な相関は見られなかった。次に、図1の回帰式を用いて、流入河川のTN濃度を一定（ここでは17年間の

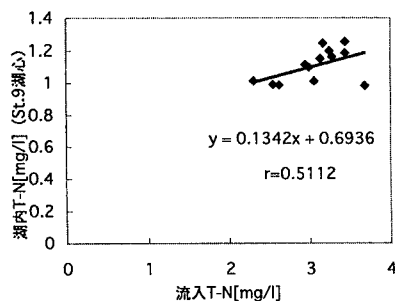


図1. 流入河川TNと湖沼TNとの関係

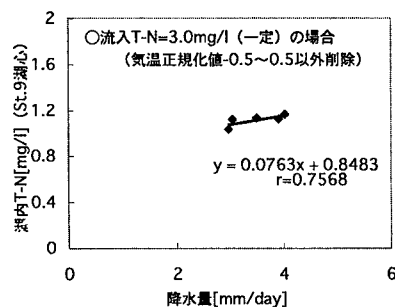


図2. 流入TN一定時での降水量と湖沼TNの関係

Keywords; 湖沼水質、異常気象、温暖化、流域変化、隣接年比較法

*1; 〒739 広島市鏡山1-4-1 Tel & Fax: 0824-24-7823

*2; 〒305 つくば市小野川16-2 Tel: 0298-50-2527 Fax: 0298-50-2570

平均値として3.0mg/l)とした場合の湖沼濃度を推定し、それと気象量との相関を調べた結果、降水量との間に有意な相関が見られた($r=0.77$; $p<0.001$)。相関係数の2乗が変動に占める寄与の割合を示しているので、湖沼TN濃度の変動に占める降水量変動の影響は60%前後と推測される。また、3.3との比較のため気温が平均的なものだけにすると図2が得られた。

以上は、気象が湖沼水質に直接影響を与えるものを評価したことに相当している。これ以外に、気象が流入河川水質に及ぼす影響もあり、それは気象と流入河川水質との相関関係を調べることから推測される。気温は河川水質と有意な相関関係にはなく、降水量はいくつかの地点でTNと正の(St. 3で $r=0.47$; $p<0.1$ 、しかしSt. 9では $r=0.20$)、CODとは負の(St. 9で $r=0.42$; $p<0.1$)相関関係となる。相関係数の2乗値から、降水量が流入河川水質を通して湖沼水質に及ぼす影響は、最大でも5%前後(St. 3での $r^2=0.20$ と流入河川水質と湖沼水質の相関係数の2乗値の積から)とあまり大きくないことが予想される。なお、降水量と何の補正も行っていない湖沼TN濃度も高い相関係数を有する($r=0.8609$; $p<0.01$)。これは、気象の間接、直接影響の両方を含むためとも考えられるが、流域変化の影響を除去できないので、その回帰式を用いて気象の湖沼水質への影響を評価することはできない。

3.3 隣接年比較法

まず、17年間の気象量に関して統計量を算出し、以下には(1)気温が年々並みかつ変化の少ない2年間における降水量と水質との関係、(2)降水量が年々並みかつ変化の少ない2年間における気温と水質との関係、を調べた。TNはやはり降水量と正の相関関係にあり(図3)、日降水量が1mm、すなわち年降水量が365mm増加したとき、TNは約0.12mg/l増えることが予想される。この関係は3.2の値と大差なく、隣接年比較法が有効であり、流入河川水質の資料がない場合にも適用可能なことを示している。同様な関係が $\text{NO}_3\text{-N}$ 、DTN(溶存無機窒素)でも観察された。

上記(2)の条件で気温と相関を有するのは、表層水温($r=0.98$; $p<0.01$)、底層水温($r=0.90$; $p<0.05$)、COD($r=0.93$; $p<0.05$)、透明度(図4; $r=0.89$; $p<0.05$)などがある。回帰式を用いて気温上昇の影響を調べると表1のようになり、気温1℃の上昇でもかなり水質が悪化することが予想される。

4. おわりに

気象が湖沼水質に及ぼす影響の定量化を検討した。隣接年比較法では流入河川水質データが不要なことから、多くの湖沼での水質データを有効に利用できる可能性がある。今後、最大値、最小値などの極値への影響、短期的な気象の影響などの検討を進めたい。

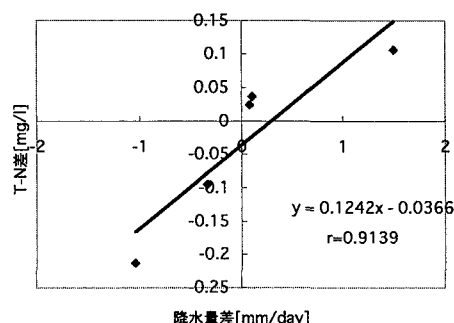


図3. 隣接年比較法による降水量差と湖沼TN濃度差との関係

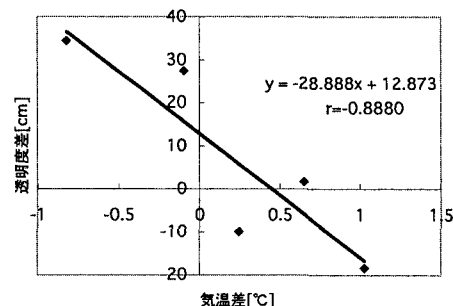


図4. 隣接年比較法による気温差と湖沼透明度との関係

表1 気温1℃上昇による水質の変化

	St.1	St.3	St.9	単位
透明度	-22.3	-30.0	-28.9	cm
T-COD	1.70	1.12	0.92	mg/l
SS	11.9	6.91	3.88	mg/l
水温0m	1.46	1.48	1.24	℃
水温bottom	1.25	1.02	0.80	℃