

長期観測データを用いた霞ヶ浦表層水温のトレンド解析

秋田工業高等専門学校 学生会員 ○工藤 駿 正会員 増田周平 正会員 松尾幸二郎
東北大・院 正会員 西村 修

1. 研究背景

近年の気候変動は、湖沼生態系に重大な影響を及ぼすと考えられている。湖沼生態系の最も基礎的な因子として、水温が挙げられる。水温の上昇は、アオコの発生期間の長期化、隔雪出水時期の変化など、湖沼を始めとする水域生態系の重大な変化を引き起こす¹⁾。しかし、実際に湖沼水温を長期にモニタリングし、気象との関係について解析した例は乏しい。そこで、本研究では霞ヶ浦において一時間おきに測定された表層水温データを用いて、トレンド解析を行うとともに、水温と気象、特に気象の中で最も水温に影響を与えるとされる気温との関係について解析を行った。

2. 解析方法

2-1 解析対象

茨城県に位置する霞ヶ浦の湖心表層水温を対象とした。水温データは、霞ヶ浦河川事務所で測定されたもので、期間は1975年から2008年まで、測定間隔は1時間である。気象データは、アメダスの土浦観測所で1時間おきに測定されたデータを使用した。デ

ータの期間は、水温の測定期間を考慮して1976年から2008年までとした。両データのデータ数や欠損値数、主な欠損月については、表1に記載した。

2-2 トrend解析

水温と気温が年に何℃変動しているか回帰分析をし、トレンド解析を行った。各月の平均水温と平均気温の経年変化を解析し、両者の関係性について考察した。

2-3 水温と気象の重回帰分析

まず、水温に影響を与えている気象要因を特定するため、気温・降水量・日照時間・風速を対象に、水温との相関分析を行い、相関係数を算出し、水温と各気象項目の相関を解析した。その上で、水温と気温の単回帰分析を行い、気温が1℃上昇すると、水温は何℃上昇するか解析を行った。

さらに、過去の気温変化が水温に及ぼす影響について解析するため、水温を目的変数とし、同時刻の気温に加え、同時刻の気温から過去の気温をひいた値を説明変数とし、重回帰分析を行った。過去の時刻として、1～24時間前のデータを対象とした。

3. 解析結果

3-1 トrend解析結果

トレンド解析の結果を、表2に示す。これより、気温は全ての月において上昇傾向であった。それに対して、水温は、4月、5月、6月が下降傾向で、その他の月は上昇傾向であった。このことから、気温が上昇傾向の時、水温は必ずしも上昇傾向ではなかったことがわかった。

3-2 重回帰分析結果

水温と各気象項目の相関分析の結果、特に気温との相関係数が0.914と高くなった。それに対して、他の項目との相関係数は、降水量が0.04、日照時間が

表1 本研究で使したデータセット

	水温	気象
対象期間	1975.1～2008.10	1976.1～2008.12
総データ数	293457	289296
欠損値数	73064	18069
解析に用いたデータ数	220393	271227
主な欠損月	1975.1～1975.5	1976.1～1976.3
	1977.1～1977.12	
	1982.1～1986.7	1976.1～1978.1
	1988.1～1988.12	(降水量を除く)

キーワード：地球温暖化、霞ヶ浦、水温、気象、相関解析、重回帰分析

連絡先 〒011-8511 秋田市飯島文京町1-1 秋田工業高等専門学校 増田周平 E-mail: masuda@akita-nct.jp

表2 各月の水温および気温の経年変化の傾き (°C/年)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月
水温	0.010	0.014	0.000	-0.004	-0.020	-0.028
気温	0.044	0.055*	0.062**	0.046*	0.017	0.022
	7月	8月	9月	10月	11月	12月
水温	0.004	0.022	0.260	0.034*	0.050**	0.032
気温	0.046	0.028	0.064**	0.049**	0.040	0.030

(*有意確率0.05以下, **有意確率0.01以下)

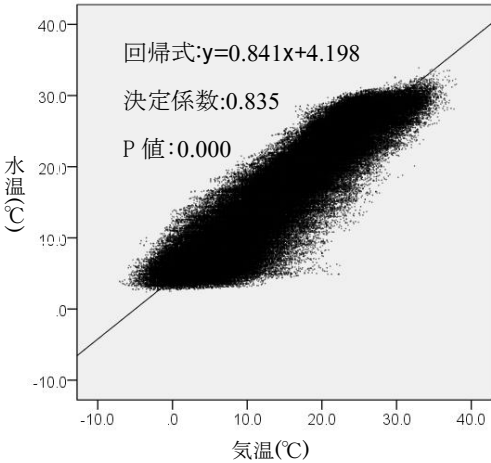


図1 水温と気温の単回帰分析結果

-0.038, 風速が-0.013と低かった。以上より、水温は気象の中でも気温と強い正の相関であることがわかった。以上をふまえ、水温と気温の単回帰分析を行った結果、決定係数は0.835となった(図1)。

さらに、水温を目的変数とし、同時刻の気温と、同時刻の気温から過去の気温(1~24時間間隔)を差し引いた値(気温差)を説明変数とし、重回帰分析を行った。その結果、検討した全てのケースの決定係数は単回帰分析の決定係数を上回った。これは、過去の気温変化の履歴が水温に影響を与えていることを示している。最も決定係数が高かった13時間前との気温差を説明変数に加えた結果を、表3と図2に示す。これより、決定係数は0.913で与えられ、気温差が一定の元では、気温の1°C上昇につき、水温は0.926°C上昇することがわかった。なお、13時間前の気温差のケースが、最も高い決定係数を示した原因は明らかではないものの、気温変化の周期や、気温変化が水温変化に及ぼす影響の時間差などが関係している可能性がある。

表3 重回帰分析結果

	平均	標準偏差	係数	標準誤差	P 値
切片			2.922	0.01059	0.00
気温	14.743	8.519	0.926	0.00063	0.00
気温差	0.00427	0.415	0.429	0.00099	0.00
データ数		残差の標準誤差		決定係数	
206168		2.31		0.913	

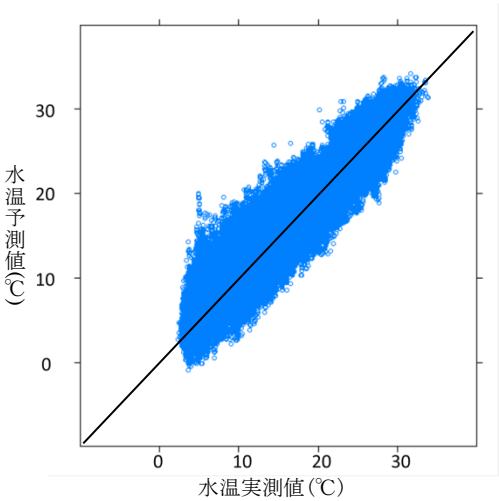


図2 重回帰モデルによる実測値と予測値

4. まとめ

本研究では、水温のトレンドおよび水温と気象の関係について解析を行った。

トレンド解析の結果、30年間の月別平均において、気温が上昇傾向の場合、水温も上昇傾向とは言えないことがわかった。

また、気象の中でも、特に気温は水温と強い正の相関があった。さらに、過去の気温変化の履歴を説明因子に加えたところ、気温のみの単回帰分析に比べ、決定係数は増加した。最も高い決定係数が得られたのは、13時間前との気温差であり、決定係数は0.913で与えられた。

5. 参考文献

1) 藤本尚志, 岩見徳雄, 水温上昇が及ぼす水圏生態系への影響, 用水と廃水, Vol.45 No.4, pp315-320, 2003