

平成25年度における 霞ヶ浦のアオコ発生状況とその要因

茨城県霞ヶ浦環境科学センター
湖沼環境研究室 大内 孝雄

アオコとは・・・

浮遊性の藍藻類が大量増殖して
湖面に集積する現象

- ◆ 景観の悪化
- ◆ 腐敗による悪臭
- ◆ 利水障害

などが問題となる。

霞ヶ浦では、高度経済成長期からアオコが問題となり、近年では2011年に大発生した。

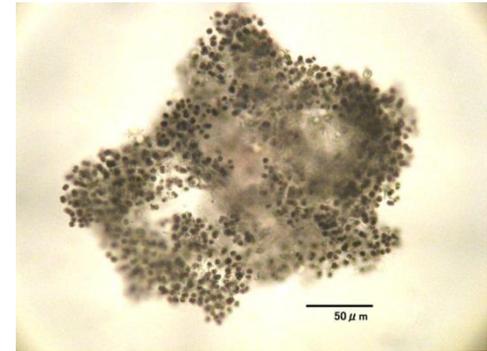


写真：土浦港の様子

アオコの増殖要因

霞ヶ浦において主にアオコの
原因となっている藍藻類

= ミクロキスティス



【増殖に適した環境】

- ◆湖水の攪拌が少ない
(風速4m/s以下^{a)}, 降雨頻度が少ない)
- ◆日照時間が長い
- ◆水温が高い(25℃以上で増殖しやすい^{b)})
- ◆栄養塩(窒素, リン)が豊富

本発表では、今年度のアオコ発生状況と
その増殖要因について報告する。

調査内容

- ◆ 2013年6月～9月に週1回程度の頻度で実施
- ◆ 調査地点は右図のとおり
- ◆ 表面～20cmの湖水をカラムで鉛直採水
- ◆ 測定項目：
水温，フィコシアニン濃度，クロロフィル濃度，窒素・リン濃度（TN，TP，NO₃⁻-N，NO₂⁻-N，NH₄⁻-N，PO₄⁻-P）



アオコ現存量の把握方法

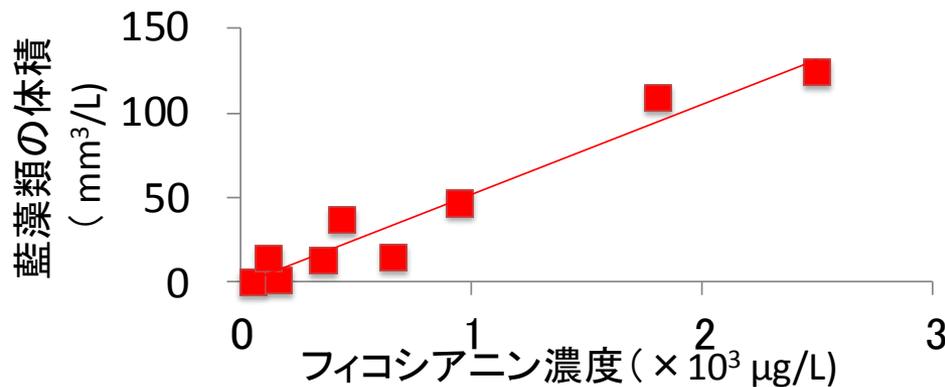
	フィコシアニン 濃度	クロロフィル 濃度	見た目 アオコ指標	顕微鏡 による観察
迅速さ	○	○	◎	×
正確さ	○	×	△	○
備考	当センターでは、 昨年度からアオコ 調査で測定。	他のプランクトンも 測定されてしまう。	おおざっぱであり、 特に低濃度での 観測が難しい。	測定に時間がかかり、 多地点・高頻度の 調査ができない。

1 週間間隔でアオコの現存量把握や発生予測には、
フィコシアニン濃度の測定が適している。

フィコシアニン

植物プランクトンの中でも、藍藻類や紅藻類に含まれている青色の色素。

フィコシアニンを定量することで、夏季の霞ヶ浦においてはミクロキスティスのおおよその現存量を把握できる。

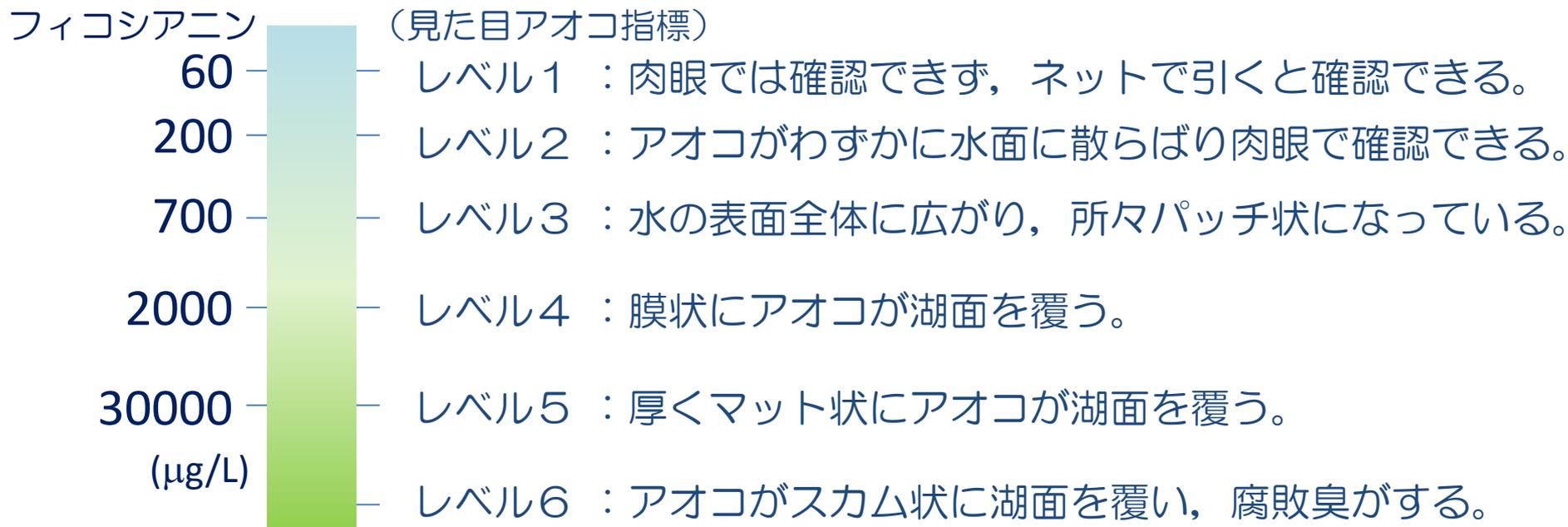


(平成24年6月～8月の霞ヶ浦における調査)



左:フィコシアニン, 右:クロロフィル
(リン酸緩衝液で抽出) (エタノールで抽出)

フィコシアニン濃度と湖面状況の関係



レベル3



レベル4



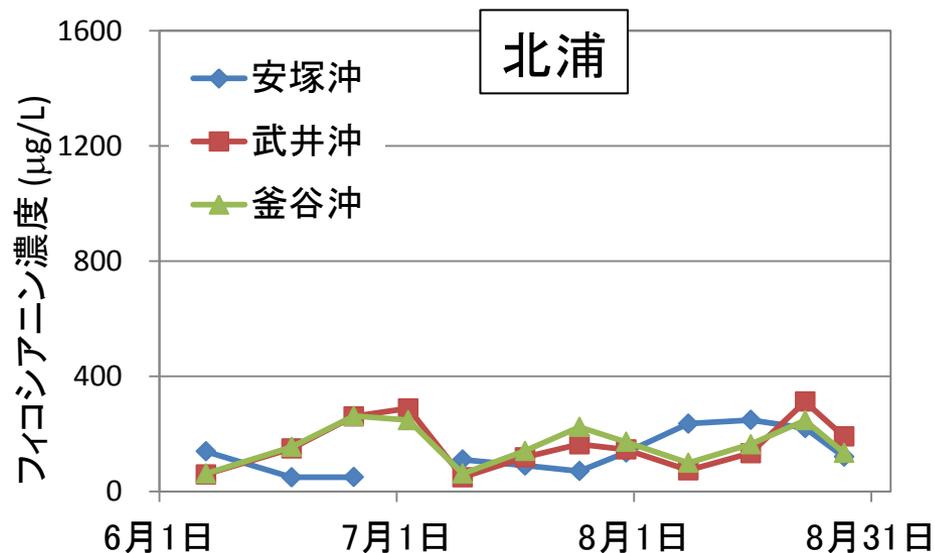
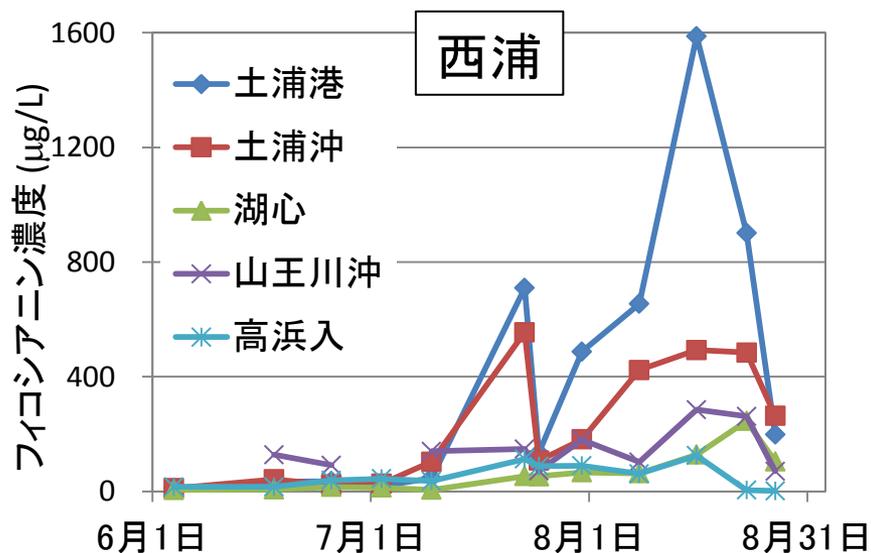
レベル5



レベル6

今年度のフィコシアニン濃度の推移

- ◆ 西浦では、土浦港で1600 $\mu\text{g/L}$ （レベル4程度）まで上昇。
（昨年度は、土浦港で74000 $\mu\text{g/L}$ まで上昇）
- ◆ 北浦では、200 $\mu\text{g/L}$ 程度（レベル2程度）で推移。
（昨年度も、200 $\mu\text{g/L}$ 程度で推移）



本発表では、土浦港のフィコシアニン濃度の
変動と環境要因について考察する。

日照時間・水温とフィコシアニン濃度

日照時間

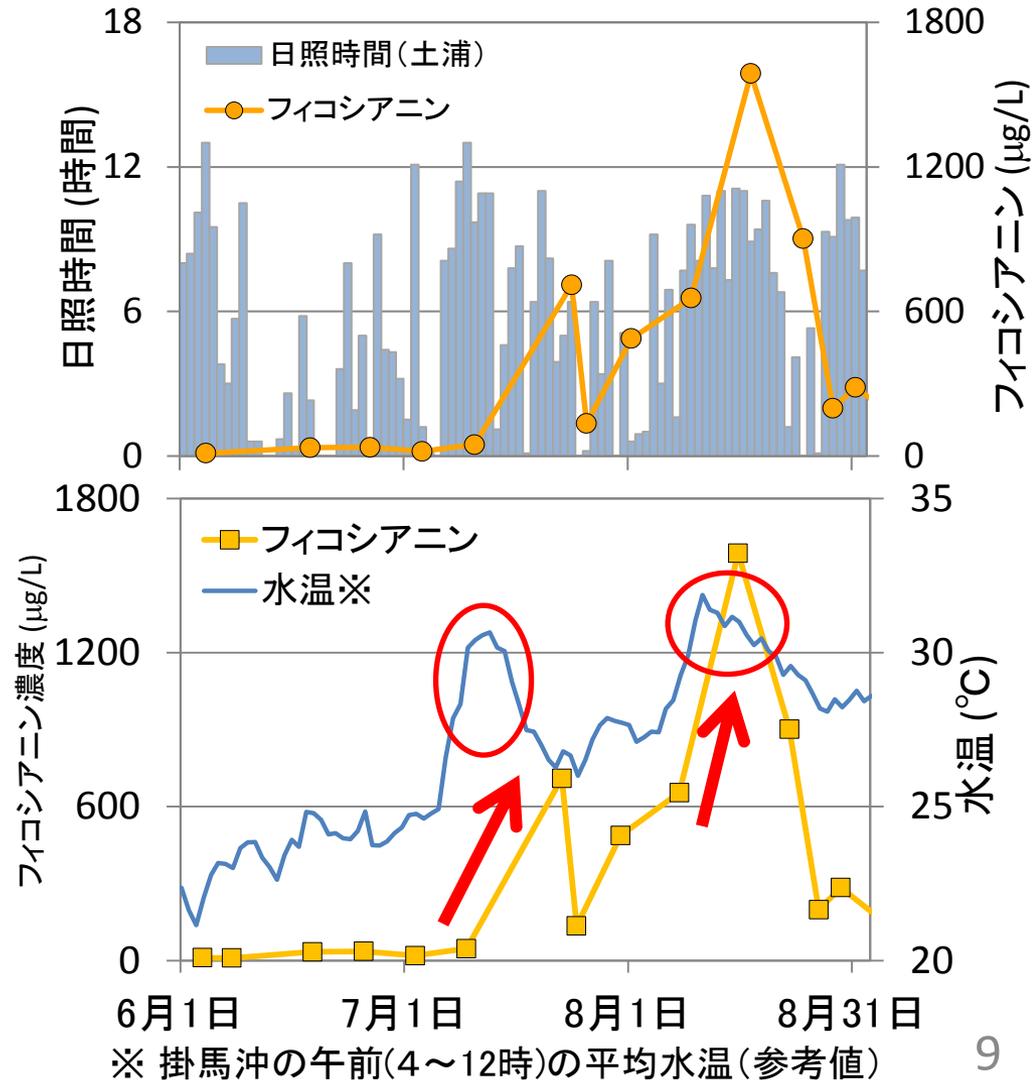
連続して日照時間が長いと濃度が増加する傾向？

水温

高水温と連動して、フィコシアニン濃度が顕著に増加



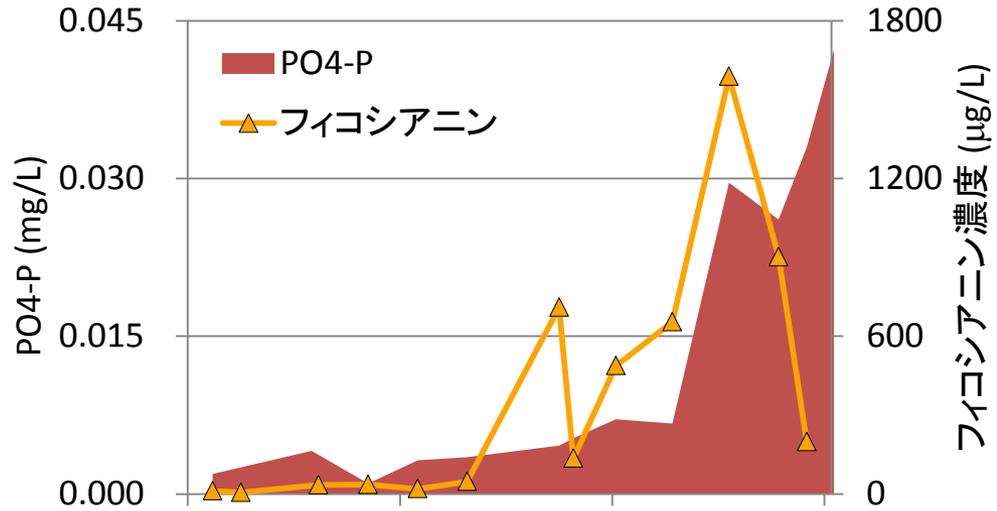
高水温が大量増殖のきっかけになった可能性



栄養塩濃度とフィコシアニン濃度

リン酸($\text{PO}_4\text{-P}$)濃度

フィコシアニン濃度が増加した7~8月は枯渇していなかった。

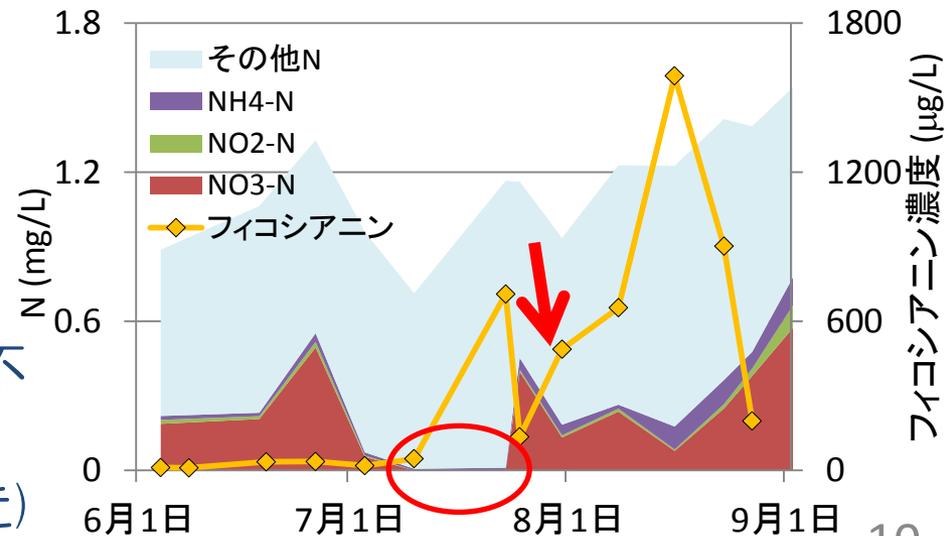


窒素濃度

栄養塩窒素の濃度低下後、フィコシアニン濃度が減少した。



7月のアオコの減少は、窒素の不足が引き起こした可能性がある。
(昨年の調査でも同じ現象がみられた)



降雨，風とフィコシアニン濃度

降雨

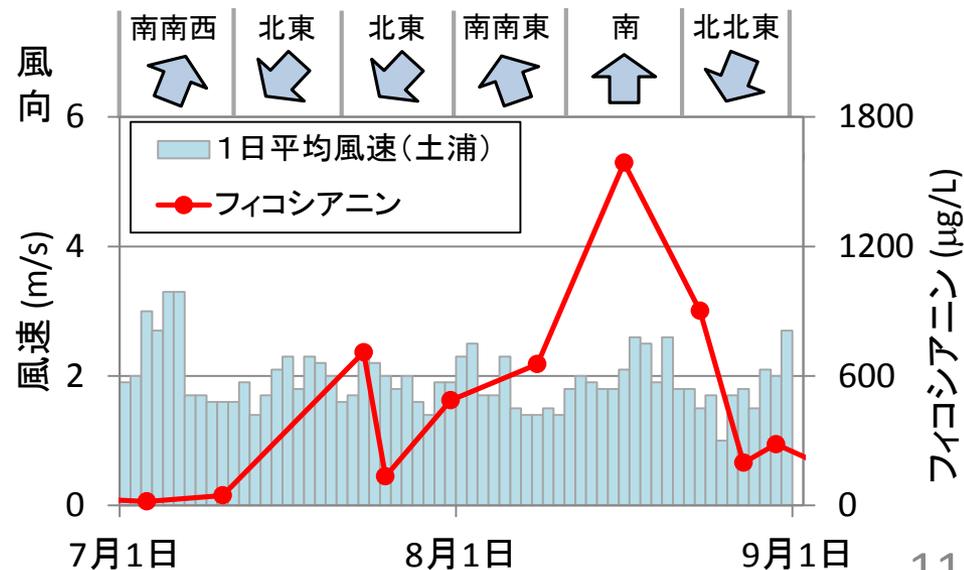
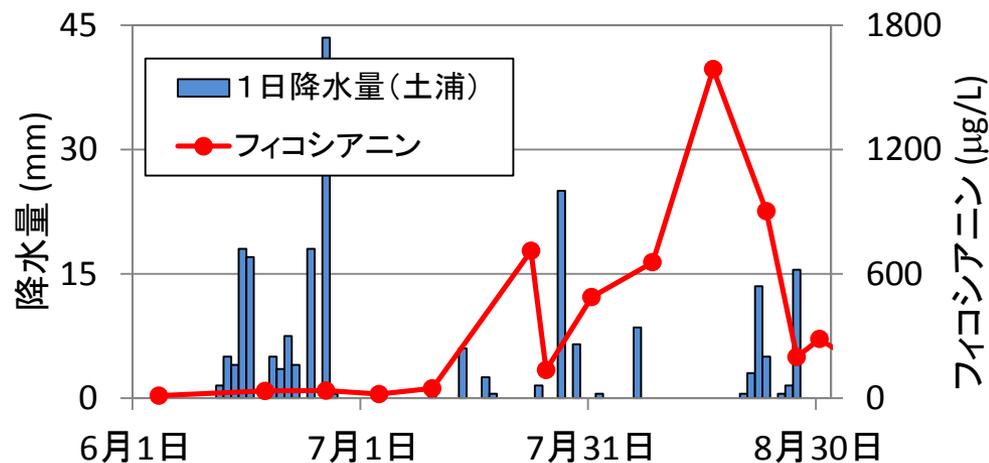
フィコシアニン濃度が低下した
8月下旬は降雨があった。



流入水量の増加等による攪拌・
希釈で抑制された可能性。

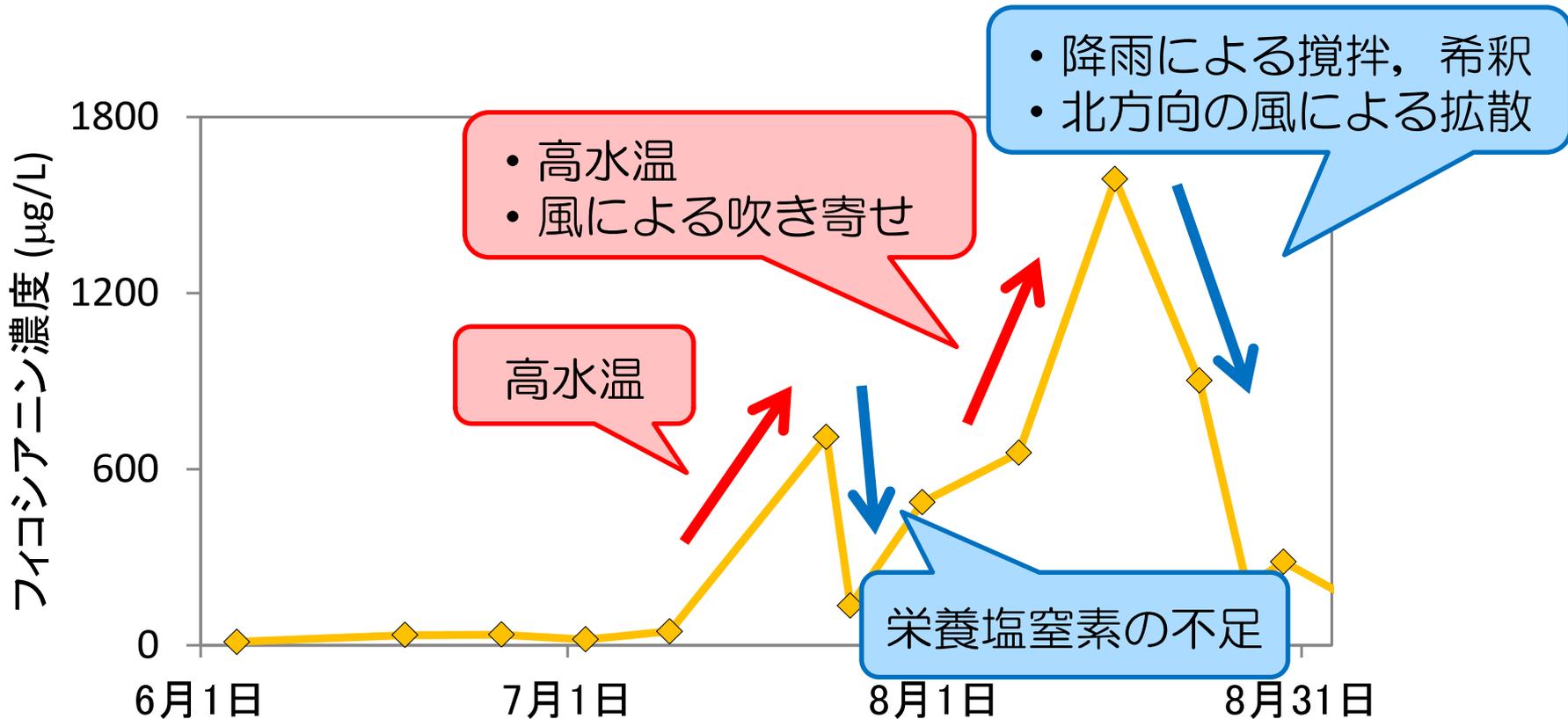
風向・風速

- ◆ 風速が4m/sを超える日はなく、濃度との関係がみられない。
- ◆ 8月上旬～中旬は最多風向が南南東～南であったため、風によって土浦港に吹き寄せられた可能性がある。



まとめ

- 今年度のアオコの増減要因 -



どの要因が増殖に大きく寄与しているのか？

重回帰分析

いくつかの変数 x_i (要因)に基づいて、別の変数 y (結果)を求める解析。

$$y = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_ix_i + a_0$$

y : 土浦港のフィコシアニン濃度

x : 測定前1週間の 平均水温, 最多風向が南~東方向の日数, 降水量。
前回調査での 栄養塩窒素(DIN), PO_4 -P濃度。

(関係性がみられなかった風速, 及び多重共線性により日照時間は除いた。)

x	標準偏回帰係数
水温	1.1
風向	0.45
降水量	-0.10
栄養塩窒素(DIN)	-0.32
PO_4 -P	-0.58

p値 = 0.009
決定係数 = 0.95

係数がマイナス

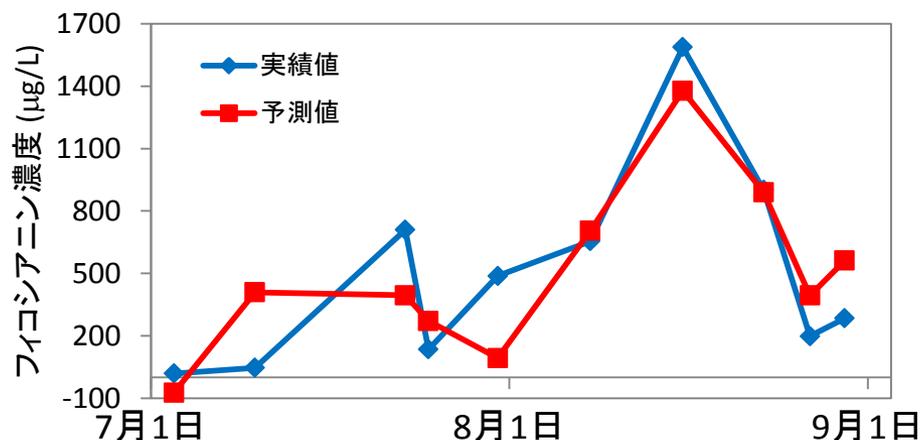
→ 枯渇しないと増減要因
となりにくく, この係
数は増殖するアオコに
取り込まれた結果?

フィコシアニン濃度と増減要因との関係

栄養塩窒素, $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度を除いて重回帰分析をすると…

今年度の土浦港におけるフィコシアニン濃度の式

$$0.8 \times [\text{水温}] + 0.2 \times [\text{風向}] - 0.3 \times [\text{降水量}]$$



標準化済み
p値 = 0.039
決定係数 = 0.73

水温の標準偏回帰係数が大きい

今年度の土浦港では、水温が大きく寄与していることを示唆

ただし、アオコの予測式とするには、今後データを蓄積して、精度を高める必要あり。

まとめ

- ◆今年度のアオコ発生状況は，西浦では土浦港でフィコシアニン濃度が $1600 \mu\text{g/L}$ （レベル4程度）まで上昇し，北浦では3調査地点いずれも $200 \mu\text{g/L}$ 程度（レベル2程度）で推移した。
- ◆今年度の変動要因としては，水温，風向，栄養塩窒素の不足等が考えられた。
- ◆それらのうち，水温が大きく寄与していることが示唆された。
- ◆今後，アオコ発生の予測式をつくるには，データを蓄積して，式の精度を高める必要がある。