

2-1 白濁現象の原因物質

～ 平成17年度 西浦の白濁現象の状況と原因物質 ～

西浦では、平成10年度から17年度まで、湖水が白濁する現象が見られました。白濁現象は、植物プランクトンの生産力の低下、魚類や底生生物への影響など、生態系のバランスに悪影響を及ぼすことが懸念されたため、白濁現象の原因物質とメカニズムの解明を目指しました。

白濁の湖内分布

孔径1 μm のフィルターでろ過したろ液の濁度は、湖内白濁の程度を反映します。

ろ液の濁度は、調査を行った平成17年7月から18年6月において、7月から12月の夏から初冬にかけて、高い状態が続いた地点と、年間を通して変動の少ない地点があり、濁度の程度によって概ね3つのエリアが存在することが確認されました。濁度の高いのは土浦入りの掛馬沖を中心にした地点でした。



白濁した湖水(ろ液)

- グループ1(平均濁度1.03~1.33)
- グループ2(平均濁度0.75~0.94)
- グループ3(平均濁度0.46~0.65)



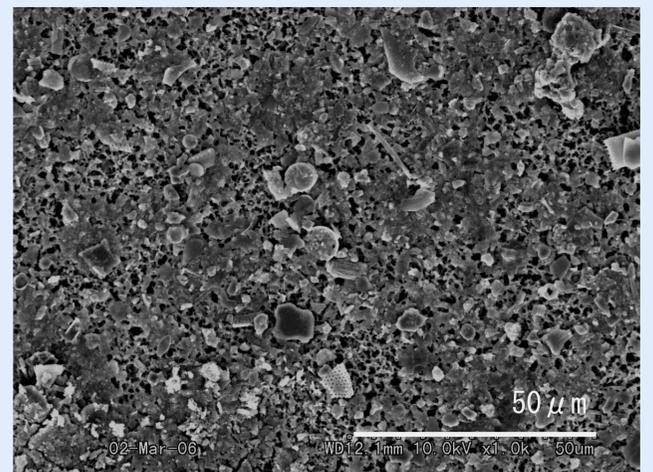
西浦における濾液濁度の分布 (H17.7~H18.6の平均値によるグループ分け)

白濁の原因物質は粘土鉱物が主体

X線回折の結果では、水中の懸濁物質にはスメクタイト/バーミキュライト、ハロサイト、カオリンなどの粘土鉱物のピークがみられ、底泥表層成分と一致していました。また、成分分析では、ケイ素、アルミニウム、鉄、マグネシウムなどの無機成分が多く含まれていました。

電子顕微鏡観察では、白濁時の懸濁物質は5~10 μm 程度の大きさの凝集体(フロック)から構成されており、白濁の程度が低いエリアでは藻類と10~20 μm 程度のフロックから構成されていました。

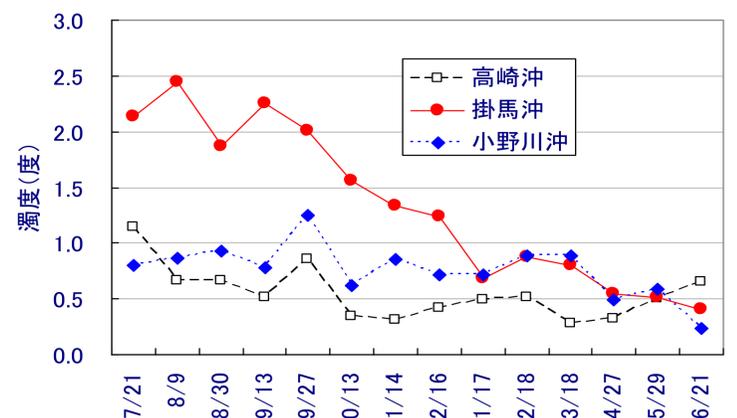
このことから白濁現象の原因成分は主として粘土鉱物であると推定しています。



電子顕微鏡写真(西浦湖心, H17.8.30)

白濁現象の解消

平成18年の調査期間中に濁度は低下したことから、白濁現象は解消したものと考えられます。それ以降もモニタリングを継続していますが、白濁現象は現れていません。



ろ液濁度の経月変化(H17.7~H18.6)

2-2 北浦のCODの上昇原因

～ 平成21年度 なぜ全国ワースト1になったのか ～

平成21年度の北浦のCOD濃度は10mg/Lとなり、全国の湖沼水質ワースト1となってしまいました。なぜ、水質が悪化したのか、植物プランクトン量の指標であるクロロフィルaと窒素やリンの濃度の状況から解析しました。

全国の湖沼水質順位(ワースト順位)

北浦のCOD濃度は、平成17年度以降、上昇していましたが、平成21年度には全国の湖沼でワースト1位となってしまいました。

(COD年平均値 : mg/L)

順位	平成17年度		平成18年度		平成19年度		平成20年度		平成21年度	
	湖沼名	COD	湖沼名	COD	湖沼名	COD	湖沼名	COD	湖沼名	COD
1	佐鳴湖(静岡県)	11	佐鳴湖(静岡県)	11	印旛沼(千葉県)	11	伊豆沼(宮城県)	9.5	北浦	10
2	伊豆沼(宮城県)	10	伊豆沼(宮城県)	9.0	北浦	9.5	北浦	9.3	伊豆沼(宮城県)	10
3	長沼(宮城県)	9.0	八郎湖(秋田県)	8.8	佐鳴湖(静岡県)	9.3	春採湖(北海道)	9.2	常陸利根川	9.3
4	油ヶ淵(愛知県)	8.6	印旛沼(千葉県)	8.6	常陸利根川	8.8	佐鳴湖(静岡県)	9.0	西浦	9.3
5	春採湖(北海道)	8.4	北浦	8.4	春採湖(北海道)	8.7	常陸利根川	8.7	手賀沼(千葉県)	8.6
	北浦(10位)	7.7	西浦(7位)	8.2	西浦(6位)	8.5	西浦(7位)	8.4		
	西浦(11位)	7.6	常陸利根川(8位)	8.1						
	常陸利根川(14位)	7.4								

全国の湖沼水質順位の推移(ワースト順位)

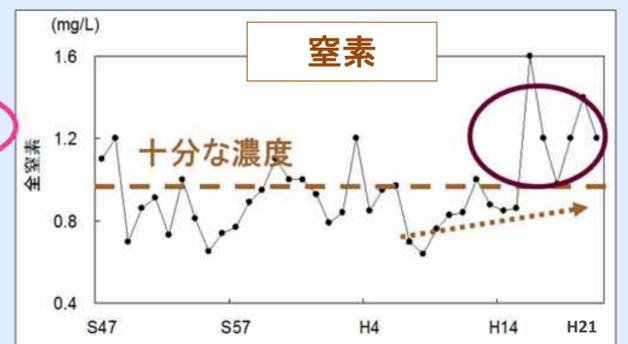
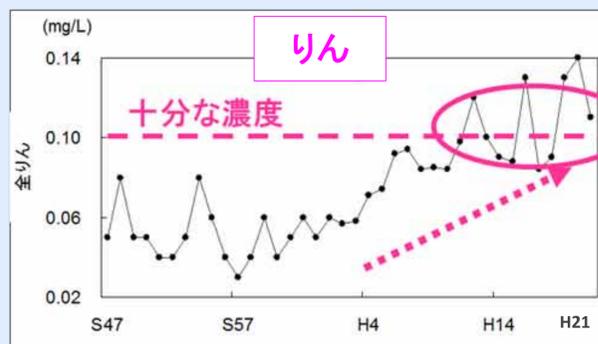
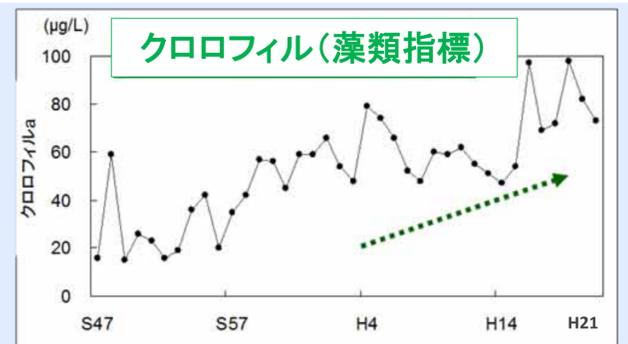
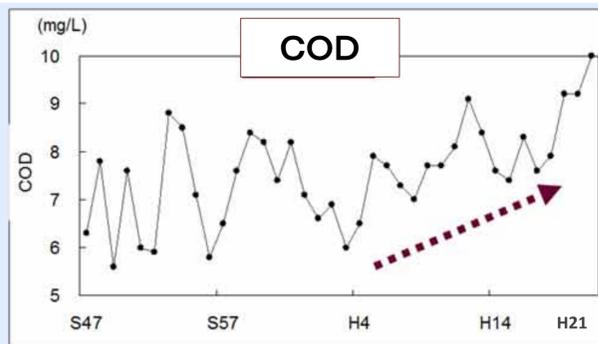
水質悪化の原因

北浦ではCODとクロロフィル及び窒素とリン濃度が上昇しており、窒素とリン濃度の上昇に伴う植物プランクトンの増加が水質悪化の原因と考えられます。

流入河川の窒素濃度が高いことに加え、平成4年頃から特に夏期において湖底からの溶出を起因と考えられるリン濃度の上昇が見られました。

北浦においては、窒素とリン濃度の上昇がCOD濃度の上昇に大きく影響していると考えられます。

※クロロフィル濃度は、藻類(植物プランクトン量の指標の1つです。)



北浦 釜谷沖における水質の経年変化

ワースト1からの脱却

平成22年度以降はCOD濃度が下がり、ワースト1位からは抜けることができました。

しかし、依然としてワースト順位で上位に位置していることから、さらなる水質の改善が求められています。

(COD年平均値 : mg/L)

順位	平成22年度		平成23年度		平成24年度		平成25年度	
	湖沼名	COD	湖沼名	COD	湖沼名	COD	湖沼名	COD
1	長沼(宮城県)	11	印旛沼(千葉県)	11	印旛沼(千葉県)	11	印旛沼(千葉県)	12
2	漆沢ダム(宮城県)	9.3	手賀沼(千葉県)	9.3	手賀沼(千葉県)	9.6	伊豆沼(宮城県)	10
3	常陸利根川	9.2	伊豆沼(宮城県)	8.8	伊豆沼(宮城県)	8.8	手賀沼(千葉県)	9.5
4	北浦	9.1	常陸利根川	8.6	八郎湖(秋田県)	8.5	本明川(長崎県)	8.1
5	印旛沼(千葉県)	8.9	長沼(宮城県)	8.2	北浦	8.3	春採湖(北海道)	7.4
	西浦(8位)	8.2	西浦(6位)	8.1	常陸利根川(7位)	8.0	北浦(7位)	7.3
			北浦(8位)	8.0	西浦(10位)	7.5	常陸利根川(11位)	6.7
							西浦(13位)	6.6

平成22年度から25年度の全国の湖沼水質順位(ワースト順位)

2-3 アオコ大発生

～ 平成23年夏のアオコ大発生 ～

「アオコ」は、浮遊性藍藻類が増殖して湖面に集積する現象で、湖面を緑色に呈して景観を悪化させるほか、集積により腐敗して悪臭の原因となります。
霞ヶ浦では、平成23年夏にアオコの大発生がみられました。

13年ぶりのアオコ大発生

平成23年の夏にアオコが大発生し、13年ぶりにアオコ回収船が出動しました。

アオコの大発生は、北浦では6月下旬ごろから、西浦では7月下旬から始まり、10月上旬まで続きました。

特に、土浦港周辺では悪臭等の苦情が多く、国、県、市町村が連携して、湖面浮遊物の回収や湖水の攪拌等の対策を講じました。



アオコが発生した土浦港 (H23.8.10)

見た目アオコ指標

アオコのレベルを見た目でも0～6の7段階に分けて表す景観指標です。現存量としては正確ではありませんが、簡単に評価できるため、アオコの指標としてよく使われます。



	6月			7月			8月			9月			10月
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬
西浦	土浦・掛馬沖												
	山王川・高浜沖												
北浦	安塚沖												
	武田川沖												
	武井・釜谷沖												

アオコレベル3～4 (緑色) アオコレベル5～6 (濃緑色)

平成23年度のアオコ発生状況

アオコの発生要因

夏季の霞ヶ浦では、アオコの原因となる藍藻類の増殖条件①～③の条件がそろふことが多く、また、窒素、りんが豊富(増殖条件④)なことから、アオコの発生がみられます。

特に、平成23年は植物プランクトンの総数が6月～7月にかけて前年度より少なく、競合する他のプランクトンが少なかったことや、透明度が上昇して光環境が良好になったことが重なり、アオコが大発生したと考えられます。

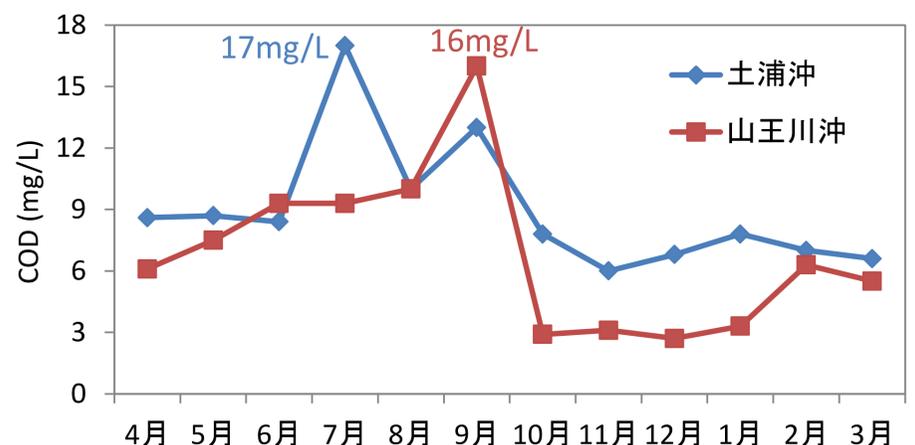
アオコの原因となる藍藻類の増殖条件

- ①水温が高い(30℃前後)
- ②日照時間が長い
- ③湖水の攪拌が少ない(滞留時間が長い)
- ④栄養塩(窒素, りん)が豊富

アオコの発生と水質

アオコは植物プランクトンの大量増殖なので、CODなどの水質にも影響を与えます。

アオコが大発生した土浦沖や山王川沖のCODをみると、土浦沖では7月に17 mg/L、山王川沖では9月に16 mg/Lと高い値になっていました。



平成23年度のCODの月別推移

2-4 平成25年度のCOD低下の要因

～ 平成25年度のCOD低下の要因を探る ～

霞ヶ浦のCODは、平成21年度をピークに減少傾向にありましたが、平成25年度は西浦、北浦及び常陸利根川の全水域平均濃度で6.8mg/Lとなり、第6期水質保全計画の目標値である7.4 mg/Lよりも低い値となりました。その要因について検討しました。

【低下の要因①】

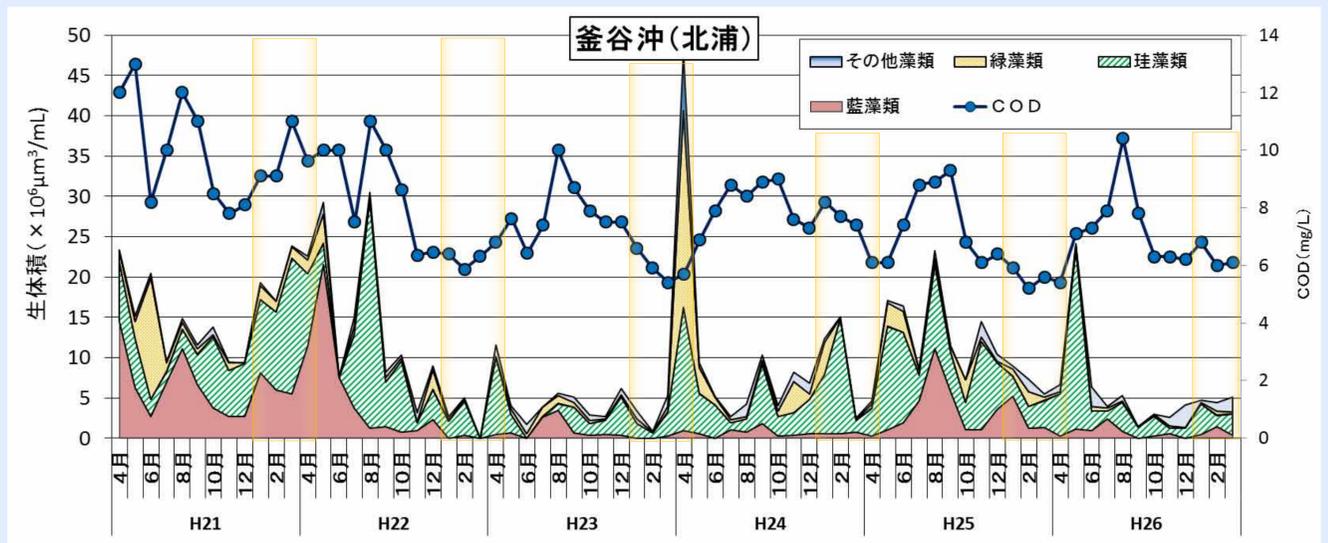
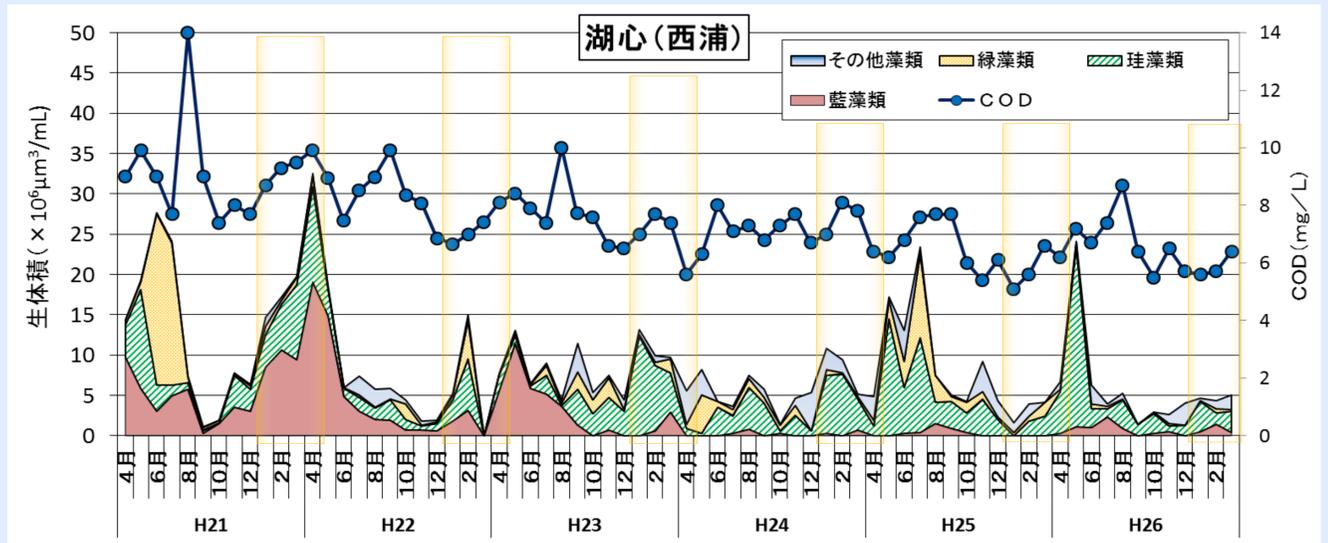
植物プランクトンの減少

COD濃度は、月毎の変動はありますが、西浦、北浦ともに平成21年度以降低下傾向が見られています。

この要因の1つとして、植物プランクトンが考えられます。霞ヶ浦の近年の植物プランクトンの生体積^{※1}の推移をみると、特に平成21年度から23年度まで優占していた藍藻類^{※2}が平成24年度以降減少していることがわかります。このことがCOD濃度の減少の要因の1つと考えられます。

※1 植物プランクトンの生体積とは、水の容積に占める植物プランクトン細胞の体積量を示す値です。

※2 このとき優占していたのは、プランクトスリックスという種類の植物プランクトンです。



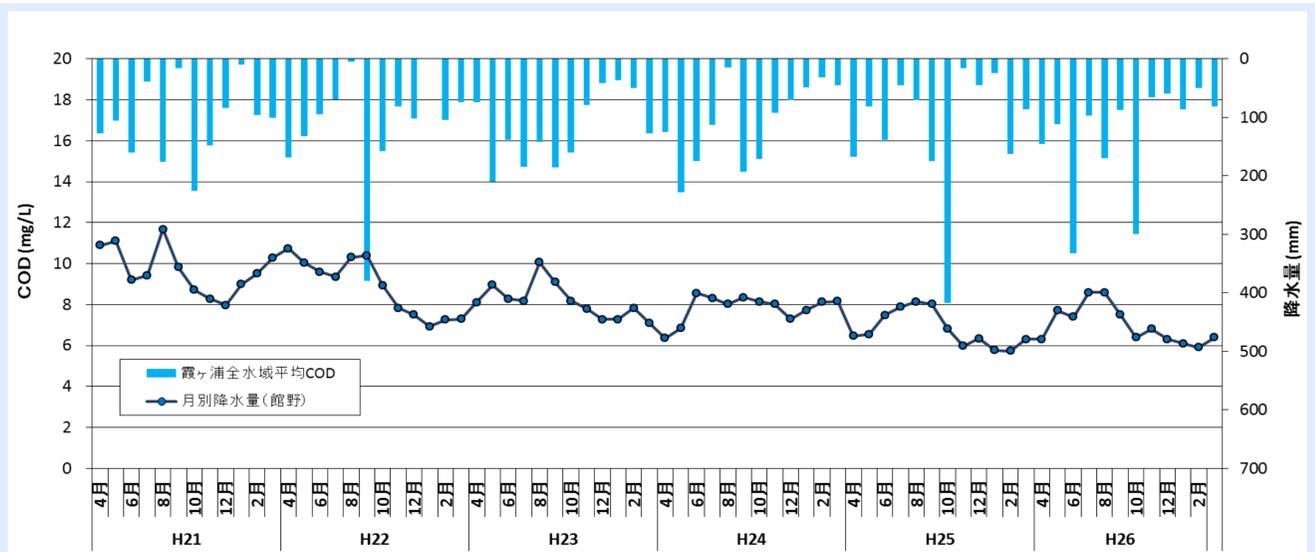
CODと植物プランクトン生体積の推移

COD: 公共用水域水質調査結果
植物プランクトン: 霞ヶ浦環境科学センター調査結果

【低下の要因②】

降水量増加による希釈

COD濃度の月別の推移を見ると、平成25年度は特に10月に急激に濃度が低下していました。10月は台風の影響で降水量が多かった(H25年10月358mm, 平年10月152mm)ため、その希釈効果が考えられます。



降水量とCOD(全水域平均)の推移

低下の要因について(まとめ)

平成25年度のCOD濃度の低下については、近年の水質改善傾向に加えて、平成25年10月の台風に伴う大雨による希釈効果が重なったためと考えられます。また、平成26年度も、植物プランクトンや降雨の状況が25年度と同様であったため、COD濃度は7.0mg/Lと低い値で推移していました。

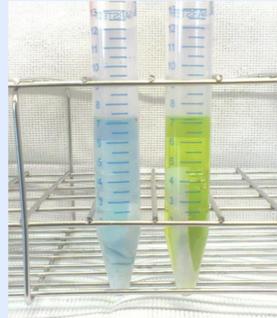
2-5 アオコ情報の発信

～ アオコの発生状況を調査して、今後の発生を予測！ ～

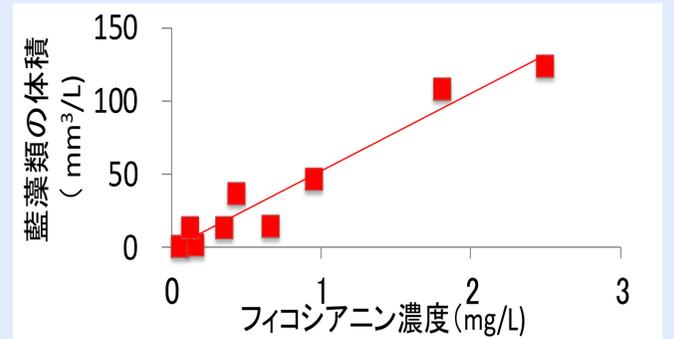
平成23年のアオコの大発生を受けて、霞ヶ浦環境科学センターでは、夏期に、「アオコ情報」を発信しています。「アオコ情報」では、アオコの現在の発生状況を現地調査により把握し、今後の気象条件等を考慮して、短期的な発生予測を行っています。

アオコの現存量の把握

アオコ情報では、アオコの現存量をフィコシアニン濃度で表しています。フィコシアニンとは、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(右写真)です。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アオコの原因となる藍藻類のおおよその現存量を把握できます。



左:フィコシアニン
右:クロロフィル

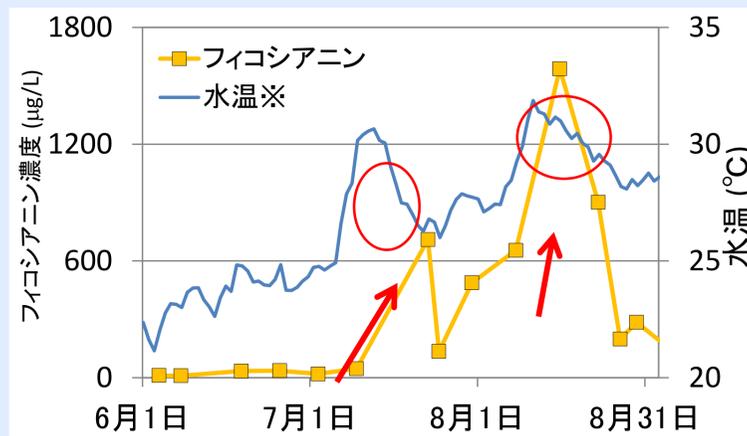


フィコシアニン濃度と藍藻類体積の関係

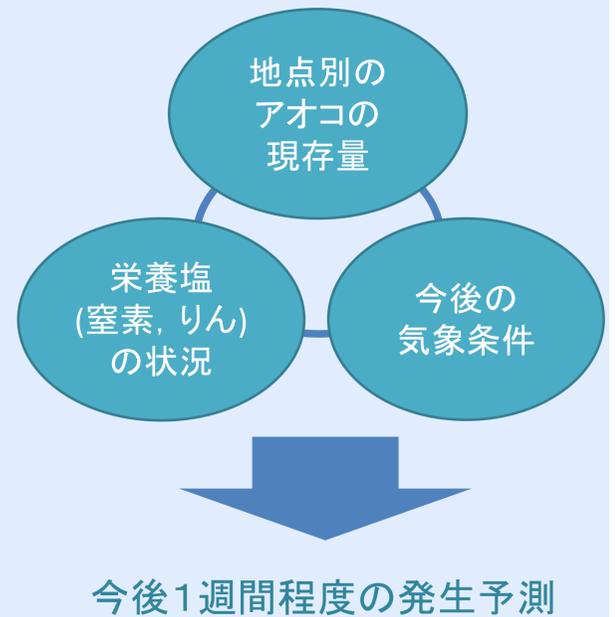
アオコの発生予測

アオコの発生には、日照条件や温度などの気象条件が関係します。右図の水温とフィコシアニン濃度の関係では、水温の上昇に伴い、フィコシアニン濃度が顕著に増加していることがわかります。

アオコの短期発生予測は、アオコの現存量を把握し、それに気象条件や栄養塩の状況を考慮することにより行っています。



平成25年夏における水温※とフィコシアニン濃度の関係
※ 掛馬沖の午前(4～12時)の平均水温(参考値、水資源機構より提供)



アオコ情報の内容

アオコ情報では、湖内8地点の水質調査結果に基づき、1週間程度先のアオコの発生予測をしています。

具体的には、アオコの原因となる藍藻類に含まれる色素(フィコシアニン)濃度を測定してアオコ発生状況を把握し、水質(窒素とリンの濃度)と気象予報からアオコの発生しやすさを判断しています。

「アオコ情報」は、アオコが発生しやすい夏期の6月から9月の間、1週間に1回程度の頻度で、アオコの回収などの対策をする国・県・市に提供するとともに、センターのホームページで公表しています。

平成26年度 アオコ情報 (No. 10)

平成26年9月12日
茨城県霞ヶ浦環境科学センター

● 霞ヶ浦全域調査(9月9日)の結果についてお知らせします。

● アオコ現存量の目安となる色素(フィコシアニン)の濃度が高い地点は、北浦では安塚沖と武田川沖、西浦では山王川沖で、それぞれ317 µg/L、250 µg/L、286 µg/L(アオコレベル2に相当)でした。

● 栄養塩の窒素とリンは土浦港(沖)、湖心、高浜沖、釜谷沖でアオコの原因となるプランクトンの増殖に適した状況です。また、気象庁によると、今後1週間の晴れ～曇りの日が続く、気温が25℃前後の日が続く予報であり、今後1週間はプランクトンの増殖が可能な環境です。

1. 湖内におけるフィコシアニン濃度*

- フィコシアニン濃度が高い地点は、北浦では安塚沖と武田川沖、西浦では山王川沖で、それぞれ317 µg/L、250 µg/L、286 µg/L(アオコレベル2相当)でした。それ以外の地点では60 µg/L(アオコレベル1程度)以下でした。
- 昨年度の同時期(平成25年9月10日西浦調査)と比べると、山王川沖と土浦港では今年度のほうが高濃度でした(昨年度の山王川沖:53 µg/L、土浦港:2 µg/L)。

* フィコシアニン
アオコの原因となる植物プランクトン(藍藻類)に含まれている色素です。フィコシアニン濃度はアオコの現存量と一定の相関があるため、アオコ現存量の目安になると考えられます。なお、アオコがわずかに水面に散らばり肉眼で確認できる状況(アオコレベル2)でのフィコシアニン濃度は約200µg/Lです。

2. アオコ発生に影響する項目の湖内状況

- 調査時の水温は、全地点で18℃以上25℃未満であり、アオコの原因となるプランクトンの増殖が可能な環境でした。
- 栄養塩濃度については、溶存無機窒素濃度が全地点で0.1 mg/L以上、リン濃度が山王川沖、安塚沖、武田川沖以外で0.01 mg/L以上であり、この3地点以外ではアオコの原因となるプランクトンの増殖に適した濃度でした。
- 気象庁(9月12日5時発表)によると、今後1週間の天候は、晴れ～曇りで気温が25℃前後の日が続く予報で、アオコの原因となるプランクトンの増殖が可能な環境になる見込みです。

	西 浦							
	土浦港	土浦沖	湖心	山王川沖	高浜沖	安塚沖	武田川沖	釜谷沖
水 温	B	B	B	B	B	B	B	B
栄養塩(リン)濃度	A	A	A	B	A	B	B	A
栄養塩(溶存無機窒素)濃度	A	A	A	A	A	A	A	A
予 報	日照時間							
	B							
	気 温							
	B							

A:アオコ発生に適した条件, B:アオコ発生が可能な条件, C:アオコ発生に適していない条件
(各項目の判定基準及び結果詳細は、別紙を参照)

3. フィコシアニン濃度の推移

- 前回の調査結果と比べると、山王川沖で濃度が上昇しました。
- そのほかの調査地点では、濃度は横ばい～低下傾向です。

【お問い合わせ先】
茨城県霞ヶ浦環境科学センター
Ibaraki Kasumigaura Environmental Science Center
担当: 湖沼環境研究室
TEL 029 (828) 0963
FAX 029 (828) 0968

