

諫早湾干拓調整池流域の小豆崎ため池周辺におけるアオコ実態調査結果

前田 祐加、桑岡 莉帆、浦 伸孝、植野 康成

Results of water-blooms survey around the Azukisaki-pond in a basin of the regulation pond which has formed by Isahaya bay land reclamation

Yuka MAEDA, Riho KUWAOKA, Nobutaka URA and Yasunari UENO

キーワード：諫早湾、調整池、干拓、アオコ

Key words: Isahaya Bay, regulating reservoir, land reclamation, water-blooms

はじめに

本県は、国営諫早湾干拓事業により造成された約2,600 haの淡水性閉鎖性水域である諫早湾干拓調整池（以下、調整池）を有している。これまで水質保全に向けた様々な取り組みが実施されているが、調整池流域から流入する栄養負荷等により、調整池のCOD、T-N、T-P濃度は依然として水質保全目標値を超過している。加えて、毎年初夏の気温上昇に伴い、植物プランクトンの異常増殖によるアオコが発生し、景観を損ねるばかりでなく、悪臭や農作物への風評被害などが懸念されている。アオコの対策として、調整池の水質保全対策事業「第2期諫早湾干拓調整池水辺環境の保全と創造のための行動計画」（平成20年3月策定）に基づき、関係機関が連携し、アオコの発生状況の確認及びアオコの回収や処理などが実施されている。また、平成24年度に実施された「諫早湾干拓調整池流域におけるアオコ実態調査」の調査結果によると、調整池流域のため池及び水路にて複数箇所アオコの発生が確認された¹⁾。今後、アオコの対策を検討するにあたり、アオコ調査に加え、水質調査の実施が必要とされる。

本稿では、調整池流域の小豆崎ため池を調査対象とし、アオコの発生状況の確認、気象情報の収集及び水質調査を行い、これらの関連性について考察することで、より効率的なアオコ抑制対策を実施するための基礎資料とした。

調査内容

1 調査地点

調査地点は、小豆崎ため池（以下、ため池）で3地点（A1-A3）、ため池の下流に位置する中山西川橋り

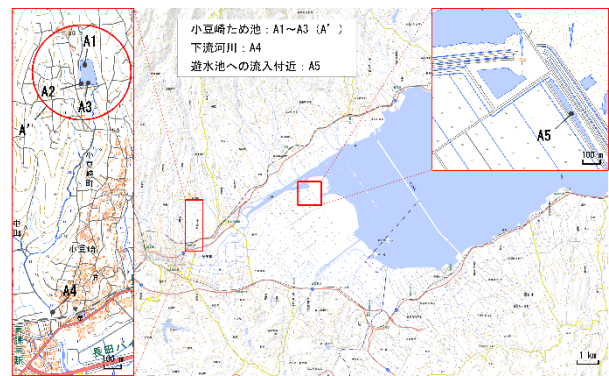


図1 調査地点

より100 mほど上流（以下、下流河川）で1地点（A4）の計4地点とし、各調査地点を図1に示す。ため池は受益面積10 ha（有効貯水量64,000 m³）であり、主に農業用水として用いられている。

また、平成30年度事業の「生活排水対策に係る諫早湾干拓調整池流入河川における界面活性剤調査」における遊水池調査で、遊水池への流入付近（A5）にて8月27日にアオコの発生が確認された。そのため、A5をため池3地点（A1-A3）の平均（A*）の比較対照地点とし、併せて図1に示す。

2 調査期間

アオコが発生しやすいとされる気象条件²⁾を踏まえ、平均気温が25°C以上で、降雨時を避けた日に調査を実施した。調査期間は平成30年6月-9月の4ヶ月間で、計4回（7月18日、7月25日、8月28日、9月11日）の調査を行い、A5（8月27日）の調査結果を比較データとして使用した。

3 調査項目

(1) アオコ調査

国立環境研究所提唱の「見た目アオコ指標」を参考とし、アオコの発生状況（アオコレベル）を観測した。

(2) 気象データ

気象データは、気象官署「諫早」で観測された降水量、及び「長崎」で観測された気温と日照時間について調査期間内のデータを参考値とした³⁾。

(3) 水質調査

水質の現況調査として、以下の分析等を実施した。

水温、pH、浮遊物質（SS）、クロロフィルa (Chl.a)、化学的酸素要求量 (COD)、全窒素 (T-N)、全リン (T-P)、リン酸態リン (PO₄-P)

各調査項目の分析方法は公定法に基づき実施した。

結果

(1) アオコ調査

アオコ調査の結果を表1に示す。A1 (8月28日) では、水面の一部にて図2 (a) のような藻類の増殖が確認されたが、A1の水面全体をとおして図2 (a) の一箇所のみでの発生であったことから、局所的な藻類の増殖とし、アオコレベル0と判断した (図2 (b))。比較対照地点のA5 (8月27日) では、両岸に沿ってアオコが発生しており、アオコレベル2と判断した (図2 (c))。上記以外の調査では、アオコの発生は確認されなかった。

(2) 気象データ

気象庁の統計資料から、平成30年6月-9月の日別降水量合計、日別気温 (平均気温、最高気温、最低気温) 及び日別日照時間合計を抜粋し、図3に示す。

(ア) 降水量

7月の記録的な豪雨以降、1ヶ月間以上にわたり降水量が5 mm/日を超える日はなかった。また、過去10年間 (平成20-29年度分) の8月の降水量と比較すると、2番目に少ない記録となり、例年よりため池内は滞留しやすい傾向にあったと推測される。

(イ) 気温

6月下旬-9月上旬にかけて日別平均気温が25°C以上の日が多く、特に7月中旬-8月は日別平均気温25°C以上かつ最高気温30°C以上であった。アオコが発生しやすい気温条件として、日平均気温が25°Cを超えかつ今後も気温の上昇が予想される場合との報告がされており²⁾、調査期間中は概ねアオコが発生しやすい気温条件下であったといえる。

(ウ) 日照時間

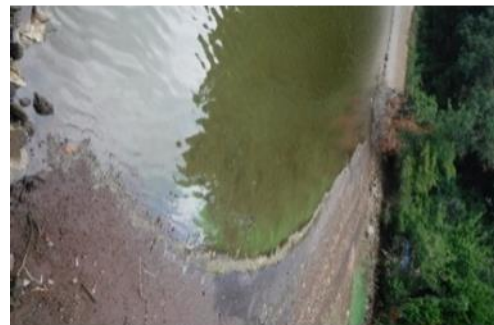
7月中旬-8月で日別日照時間が合計10時間を超える日が多く、藻類が光合成によって成長、増殖するに当たり十分な日照時間であったと推測される。

表1 アオコ調査結果

日程	地点	アオコレベル
7月18日	A1	0
	A2	0
	A3	0
	A4	0
7月25日	A1	0
	A2	0
	A3	0
	A4	0
8月28日	A1	0 ※局所的に藻類増殖を確認
	A2	0
	A3	0
	A4	0
9月11日	A1	0
	A2	0
	A3	0
	A4	0
8月27日	A5	2



(a) A1 (8月28日)

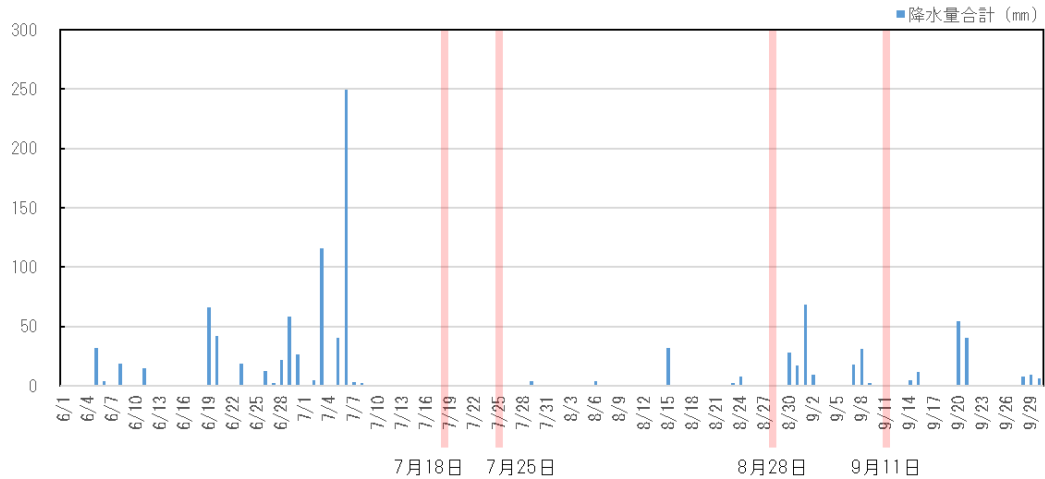


(b) A1 (8月28日)

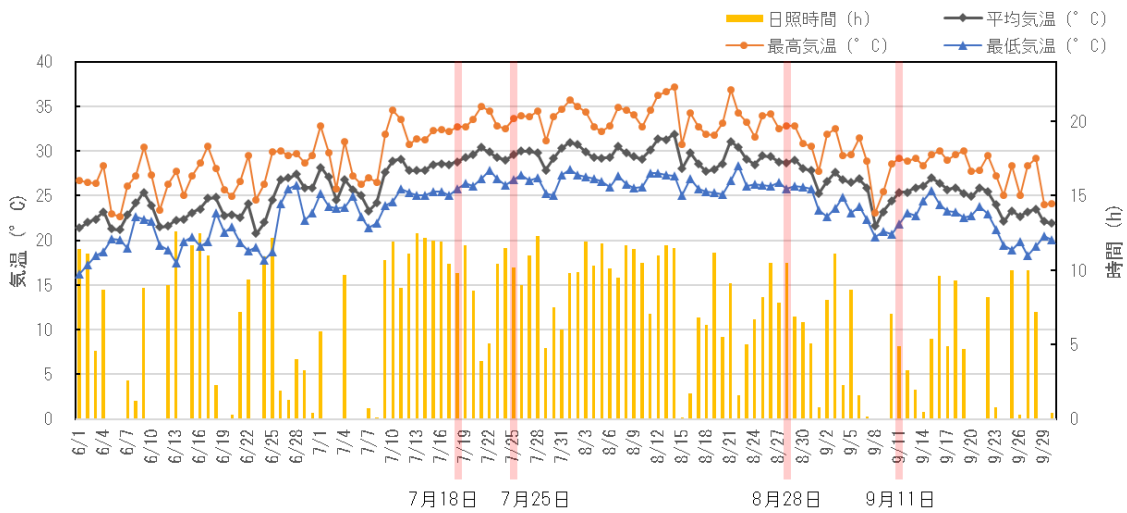


(c) A5 (8月27日)

図2 アオコ調査結果(現場写真)



(a) 日別降水量合計 (諫早 平成30年 6月-9月)



(b) 日別気温及び日別日照時間合計 (長崎 平成30年 6月-9月)

図3 気象データ

(3) 水質調査

(ア) 水温

水温の結果を図4に示す。全調査日で水温は30°C前後であった。藻類の増殖速度は水温の上昇とともに高くなるが、ある限界温度を超すと低下し、藍藻類増殖の至適温度は25°C前後とされ、主な珪藻類や緑藻類と比較すると藍藻類増殖の至適温度は高いとされる。今回の調査時において、藍藻類をはじめとする藻類の増殖速度は抑制されるような水温条件下であったと考えられる。

(イ) pH

pHの結果を図5に示す。ため池のpHは6.8-10.4、下流河川のpHは7.3-8.2で推移した。

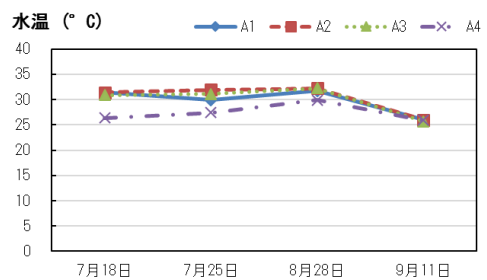


図4 水温

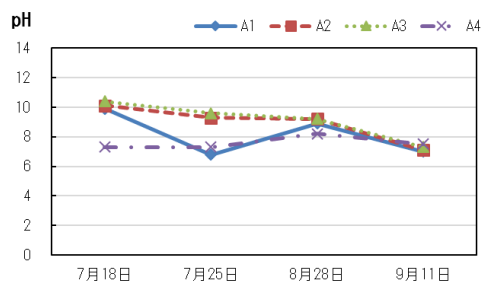


図5 pH

(ウ) SS

SSの結果を図6に示す。ため池のSSは6-22 mg/L、下流河川のSSは15 mg/L以下で推移し、A4 (9月11日) は下限値 (1 mg/L) 未満であった。

(エ) Chl.a

Chl.aの結果を図7に示す。ため池のChl.aは8.5-54 µg/L、下流河川のChl.aは7 µg/L以下で推移し、A4 (9月11日) は下限値 (0.5 µg/L) 未満であった。局所的に藻類の増殖が確認されたA1 (8月28日) のChl.aは54 µg/Lと調査において最も高い値を示した。Chl.aが20 µg/L程度で、水中にアオコの微小群体が散らばって浮遊している状態であるとの報告³⁾があり、今回ため池内でアオコが発生する可能性は大いにあったと考えられる。

(オ) COD

CODの結果を図8に示す。ため池のCODは7.1-20 mg/L、下流河川のCODは2.7-5.2 mg/Lで推移した。ため池のA2 (7月25日) においてアオコは発生していなかったが、CODが20 mg/Lと突出した濃度を示した。これは、A2の地点がため池内において風下に位置しやすく、付近の木々からの落葉等による浮遊物の増加によるものと推測される。

(カ) T-N

T-Nの結果を図9に示す。ため池のT-Nは0.86-2.8 mg/L、下流河川のT-Nは1.4-3.4 mg/Lで推移した。

(キ) T-P

T-Pの結果を図10に示す。ため池のT-Pは0.026-0.14 mg/L、下流河川のT-Pは0.090-0.29 mg/Lで推移した。

(ク) PO₄-P

PO₄-Pの結果を図11に示す。ため池のPO₄-Pは0.005 mg/L以下、下流河川のPO₄-Pは0.089-0.18 mg/Lで推移し、A2、A3 (7月18日) 以外のA1-A3は下限値 (0.003 mg/L) 未満であった。

考 察

各調査結果から、調査期間中はアオコが発生しやすい気象条件下であったと考えられるが、ため池及び下流河川においてアオコの発生は確認されず、局所的な藻類の増殖程度にとどまった。この要因として、以下2項目が示唆された。

- ・高水温による藍藻類増殖の至適温度からの逸脱
 - ・至適なN/P比 (T-NとT-Pの濃度の比率) からの逸脱
- 高水温については、前述 (結果 (3) (ア) 水温) のとおりである。また、藻類が増殖しやすい条件として、アオコの栄養となる窒素及びリンが豊富にあり、N/P比が

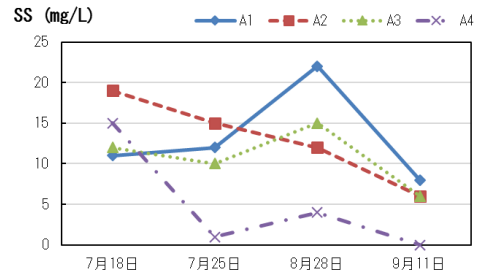


図6 SS

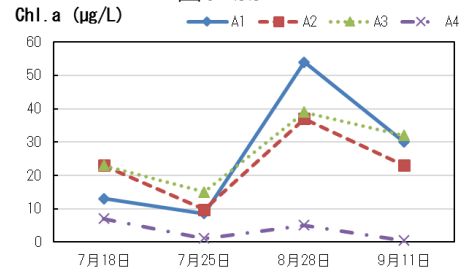


図7 Chl.a

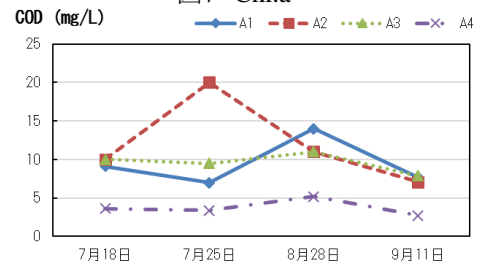


図8 COD

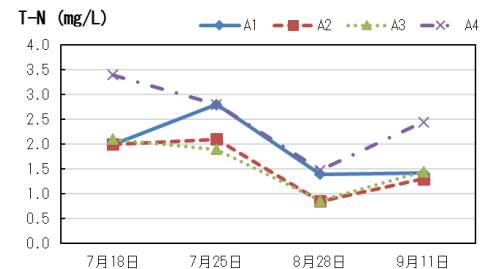


図9 T-N

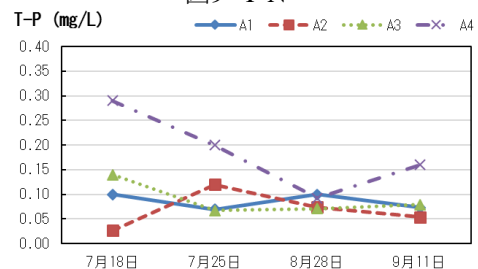


図10 T-P

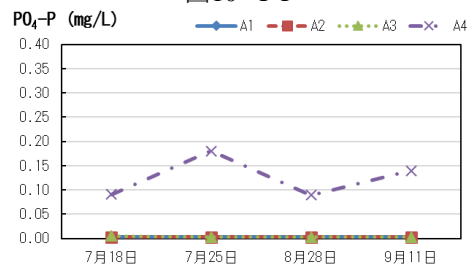


図11 PO₄-P

7-10程度の範囲内であるとの報告がされている²⁾。全調査時において、T-Nは0.86-3.4 mg/L、T-Pは0.026-0.29 mg/Lの濃度範囲で推移した。N/P比は11.5-76.9の範囲で推移しており(図11)、アオコの発生に至適とされるN/P比の範囲を上回っていた。

上記2項目がアオコ発生の抑制因子であると推測されたが、アオコの発生が確認されたA5(8月27日)とため池A'(8月28日)の上記2項目を比較した結果、水温及びN/P比は同程度の値を示していたことがわかった(表2)。そこで、栄養塩類(T-N、T-P、PO₄-P)の濃度比較を行ったところ、A'と比較してA5の比率は、T-Nで約15.8倍、T-Pで約15.4倍、PO₄-Pで約4.1倍以上を示していたことがわかった。今回、ため池内の栄養塩類の濃度が低かった要因の1つとして、降雨が少なかったことによる上流からため池への流入が少なかったことが考えられる。さらに今回の調査で、ため池内にて植物プランクトンが利用しやすい形態とされるPO₄-Pは0.005 mg/L以下で推移しており、多くの場合で下限値(0.003 mg/L)未満であったことも、藻類が異常増殖できる環境下ではなかった要因の1つとして示唆される。

まとめ

今回の調査では、アオコ調査に加えて水質調査を実施し、アオコの発生は栄養塩類の濃度に依存している可能性が示唆された。未然にアオコの発生を防ぐような取り組みとして、栄養塩類の濃度制御が有効な方法の1つであると考えられる。また、アオコを抑制するような水質条件下に向けて、栄養塩類の流入抑制及び水中からの除去など、複数の対策を実施することが有効であると考えられる。

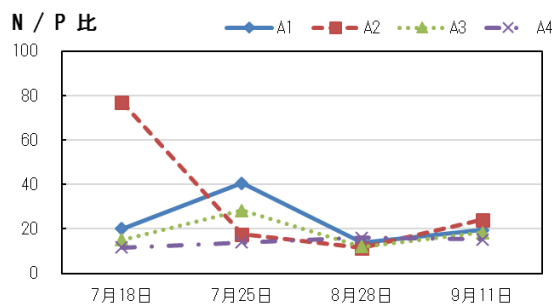


図11 N/P比

表2 調査結果の比較 (A' 及びA5)

	水温 (°C)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (µg/L)	N/P比
A'	29	1.0	0.081	<0.003	43	12
A5	31	16	1.2	0.012	620	13
A5/A'	1.1	15.8	15.4	4.1<	14.4	1.0

参考文献

- 1) 諫早湾干拓調整池流域におけるアオコ実態調査調査結果 (平成25年2月 県農林部)
- 2) 農林水産省: 農業用貯水施設におけるアオコ対策参考図書 (平成24年3月 農林水産省)
http://www.maff.go.jp/j/nousin/kantai/tekiou/pdf/ao_ko_sankou.pdf
- 3) 国土交通省 気象庁:
<http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>