

大阪南港野鳥園北池におけるグリーンタイドの季節的変遷と 原因海藻ミナミアオサの低塩分・干出耐性に関する研究

環境水域工学分野 芳村 碧

Abstract

大阪南港野鳥園北池では、一年を通して大型緑藻類によるグリーンタイドが観察されるが、本研究から初夏~秋にかけてはアナアオサが、晩秋~初春にかけてはミナミアオサが優占するグリーンタイドであることが判明した。また毎月の藻類推定現存量を算出した結果、7月には総量で 1.24×10^4 kg-wet/8500m² の藻類が繁茂していたことが分かった。室内実験では、35°Cにおいて光合成速度が高かったが、同時に低塩分や藻体の干出が光合成速度に与える影響が大きいものと推察された。高温時のミナミアオサの光合成速度の不安定さが、夏季の北池においてアナアオサが優占する一因になっていると考えられる。これらのことから両種のいずれかが優占するグリーンタイドの軽減には、夏季に塩分を 20psu まで低下させ、秋季は 10psu 以下でアオサ取りを行うことが有効であると推察された。

1. 背景

近年、港湾海域の整備等で消失した浅場や干潟を回復させる事例が増加している。しかし、富栄養な海域に造成された人工干潟では大型藻類が異常繁茂し、潮間帯が緑色の絨毯を敷き詰めたように見える現象(グリーンタイド)が生じている。グリーンタイドの原因となるアオサなどの緑藻類は、他の海藻と比較して成長が極めて早いため環境中で優占し易く、繁茂した海藻が陸域に打ち上げられ、枯死体が海底に堆積することで景観の悪化、悪臭、底質の悪化などを引き起こす。緑藻が干潟を覆うことによる二枚貝やゴカイ等の底生動物の死滅も報告されており(藤井ら, 2009)、世界各地で大きな環境問題および社会問題となっている。

日本においても、年間数千トン規模の大量のアオサが回収されている地域があり、異常繁茂した藻類の処理方法が課題となっている。横浜市では、浜のアオサ回収に市が年間 4000 万円前後の支出をしているが、何も生み出さない後ろ向きの事業という厳しい批判もなされている。廃棄物として自治体などが回収し焼却処分などが行われている例もあるが(能登谷, 1999) アオサの含水率が 90%程度と高く自然しないため、燃焼効率が下がり補助燃料が必要となる。また、焼却炉に多量の砂と塩分が混入するため炉を傷め易いという意見もあり、焼却処分にも様々な問題がある。アオサの有効利用に関する研究も行われており、食品・工業原料・飼料・肥料・燃料・エネルギーとしての利用などが考えられている(中西ら, 2006)。しかし、①アオサの発生・回収量の変動が大きく、資源として一定量をコンスタントに利用することが

できない、②種類や回収時期、回収の方法によってその品質が著しく異なる、③鮮度や不純物の混入状態によって用途が限定される、④回収や利用のための前処理に要するコストが大きい、などの理由から有効利用が難しく、実用化や事業化には至っていないのが現状である。

以上のように、海藻の処分・利用には多くの問題が散見されるため、現状を打破するためには、グリーンタイドの特性や抑制に関する知見を集め、海藻の異常繁茂を制御する手法の確立が必要であると考えられる。

本研究の調査地である大阪南港野鳥園(図 1-1)は、12.8ha の塩性湿地と 6.5ha の緑地を有する、総面積 19.3ha の野鳥の飛来地である。シギ・チドリなどの多くの渡り鳥が餌場や休息の場として利用する大阪湾岸一帯でも重要な干潟であり、人工的に再生された湿地でありながら、環境省の「日本の重要湿地 500」に選定されている(大阪南港野鳥園 HP)。また、年間 10 万人以上の市民が憩いの場や自然観察の場として訪れており、市民を対象とした観察会や勉強会も盛んに行われている。しかし、園内の湿地部では一年を通してグリーンタイドが観察されており(図 1-2)、野鳥の摂餌行動の阻害や底質の悪化に伴う餌生物の減少が懸念されている。野鳥園の北池では、NPO 職員とボランティアらによる「アオサ取り」が毎年 6 月から 7 月にかけて定期的実施されており、2006 年度は総勢 360 名により約 18 トンのアオサが除去された(神保, 2007)。

本研究では各地でグリーンタイド構成種として報告されているアナアオサ(*Ulva pertusa*)とミナミアオサ(*Ulva ohnoi*)に注目し、室内実験と現地観測を行った。

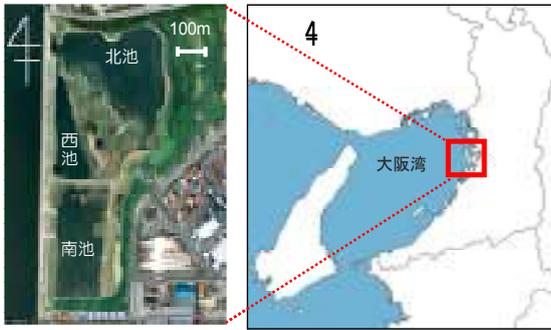


図 1-1 大阪南港野鳥園位置図



図 1-2. 大阪南港野鳥園に発生したグリーンタイド

2. 調査・実験の目的

前述の通り、グリーンタイドを構成する海藻の処分・利用には多くの問題が見られることから、海藻の異常繁茂を制御する手法の検討が必要である。しかし、グリーンタイドの分布に関する報告は複数なされているのに対し、グリーンタイドを構成する藻類の性質や環境中のストレスに対する耐性について調べた事例は少ない。このため、本研究ではまずグリーンタイドの抑制や改善点の探索に繋がる知見を集めることが重要であると考え、①南港野鳥園北池の優占種であり、各地でグリーンタイド構成種として報告されているアナアオサ (*Ulva pertusa*) とミナミアオサ (*Ulva ohnoi*) に注目し、北池優占藻類の季節的な消長とその原因を明らかにすることで改善点の探索につなげる。②大阪南港野鳥園北池のグリーンタイド構成種の内、特に情報の少ないミナミアオサ (*Ulva ohnoi*) のストレス耐性を室内実験より明らかにすることで、グリーンタイドの軽減方法の探索につなげる。以上の2点を目的とし、現地調査および室内実験を行った。

3. 北池優占藻類の季節的な消長とその原因を明らかにするための調査

3.1 地点と調査日

北池を縦6 (約50m)・横6 (約170m) に分割し、その中の35区画において藻類の分布と現存量を求めた (図3-1)。目視による調査は2009年5月27日、7月22日、8月19日、9月30日、10月30日、12月9

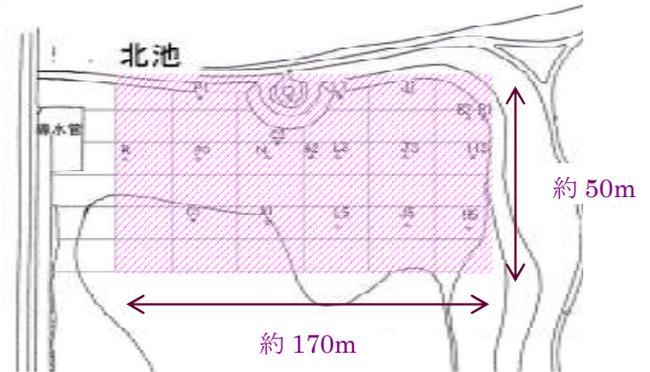


図 3-1 大阪南港野鳥園北池に設けた35区画 (斜線部)

日、2010年1月20日、2月17日、3月31日、4月28日、5月26日、6月23日、7月14日、8月11日、9月22日の計15回行った。また、2009年6月24日、9月30日、12月9日、2010年3月31日、6月23日には、各格子内の数地点において藻体湿重量の計測を行った。

3.2 調査方法

目視評価で得られた北池全体の藻類被覆度 (%) と、藻体重量の計測で得られた被覆度に対応した藻体湿重量 (g-wet/m^2) から、北池全体の藻類推定現存量を算出した。

1) 目視評価

北池内の進入可能な範囲をくまなく歩き回り、各格子内の藻類被覆度 (%) を目視により評価した。同時に、各格子内で出現した藻類を査定し、種名や藻体の状態を記録した。被覆度は、底質に全く藻類が認められない状態を0%、底質全体を藻類が覆っている状態を100%、底質全体を2層にわたり藻類が覆っている状態を200%、底質全体を3層にわたり藻類が覆っている状態を300%とした。

2) 藻体重量の計測

目視評価時に、北池内から藻類被覆度の指標とする地点を複数個選定し、その地点において $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ の立体的コドラート (採集面積 0.25m^2) 内の藻類を採取した。陸上に持ち帰った後、秤を用いて湿重量測定を行い、同時に種の査定も行った。

3) 北池における藻類推定現存量の算出

目視評価で得られた藻類被覆度 (%) と藻体重量の計測で得られた藻体湿重量 (g-wet/m^2) から、各月の北池全体の藻類推定現存量 (g-wet/m^2) を算出した。

3.3 結果と考察

2009年6月は $R^2=0.98$ 、2009年9月は $R^2=0.96$ 、2009年12月は $R^2=0.98$ 、2010年3月は $R^2=0.99$ 、2010年6月は $R^2=0.94$ となり、藻類の被覆度と藻体湿重量の間に

は強い相関 ($R^2=0.94\sim0.99$) が見られた。これより、各月の藻類の推定現存量 ($\text{g-wet}/\text{m}^2$) を求めた。大阪南港野鳥園北池におけるグリーンタイドでは、初夏から秋にかけてはアナアオサ (*U.pertusa*) が優占し、晩秋から初春にかけてはミナミアオサ (*U.ohnoi*) が優占する傾向が見られた。アナアオサとミナミアオサがどちらも見られない春季は、紅藻やネダシグサ、その他の藻類が多く認められたが、そのほとんどが $500 \text{ g-wet}/\text{m}^2$ 以下を示し、いずれもグリーンタイドを形成するほどの繁茂には至らなかった。アナアオサの若い藻体は、岩場だけでなく砂地の貝殻や小石に付着した状態でも生育することが知られているが (能登谷, 1999), 南岸の砂地ではそのような若い藻体が数多く観察された。ミナミアオサは、海中に浮遊している藻体以外は観察されず、新たな藻体が芽吹いている様子は認められなかった。これはミナミアオサの成熟が限られた条件下でのみ起こる (岸田ら, 2002) という不稔性の性質が影響していると考えられる。

北池 35 区画内 (縦 $50\text{m} \times$ 横 $170\text{m}=8500\text{m}^2$) における各月の藻類推定現存量の総量を図 3-2 に示す。最も総現存量が多かったのは、2009 年 7 月の $12,418 \text{ kg-wet}/8500\text{m}^2$ で、次いで 2010 年 8 月, 2009 年 5 月と続いた。一方で、最も少なかったのは 2010 年 4 月の $174 \text{ kg-wet}/8500\text{m}^2$ で、次いで同年 3 月, 2 月と続いた。神保 (2007) は、2006 年 6 月から 7 月に実施された大阪南港野鳥園北池におけるアオサ取りで、約 18t-wet のアオサが除去されたと算出している。年により夏季の藻類現存量に変動があるとはいえ、本研究で得られた藻類推定現存量は、実際よりも少し少ないか同程度の値を示していると推察される。アナアオサが最も多かったのは、2009 年 7 月の $8,754 \text{ kg-wet}/8500\text{m}^2$ で、2010 年 1 月から 3 月には観察されなかった。ミナミアオサが最も多かったのは、2009 年 12 月の $9,656 \text{ kg-wet}/8500\text{m}^2$ で、2009 年 5 月や 2010 年 8 月には観察されなかった。

北池における各月の藻類出現種数では、2010 年 5 月と同年 6 月が 6 種と最も多く、対してミナミアオサが優占していた 2010 年 1 月・2 月・3 月は 1 種のみで最も種数が少なかった。アナアオサやミナミアオサが卓越してグリーンタイドを形成する夏から冬にかけては、北池内の藻類の種数が激減しており、アオサ類の大量繁茂が他の藻類の生育に少なからずとも影響を与えていることが示唆された。

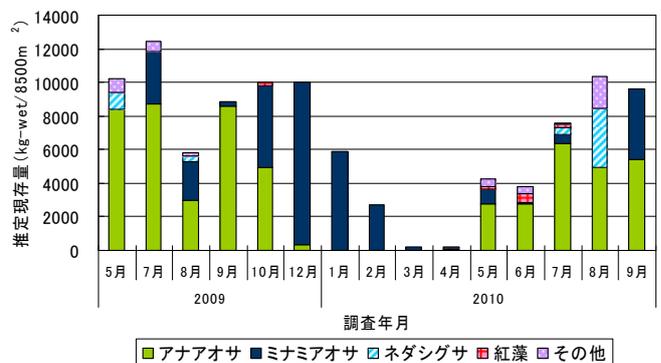


図 3-2 北池 35 区画内における藻類推定現存量

4. 情報の少ないミナミアオサ (*Ulva ohnoi*) のストレス耐性を明らかにするための室内実験

前章より、大阪南港野鳥園北池におけるグリーンタイドは、晩秋から初春にかけてミナミアオサ (*U.ohnoi*) が優占していることが明らかになった。ミナミアオサの大繁茂は、東京湾 (Yabe et al, 2009) や博多湾 (藤井ら, 2009) においても報告されており、大阪南港野鳥園北池のように晩秋から初春にかけて繁茂する事例が報告される一方で、ミナミアオサが全く見られない事例や、一年中繁茂し続ける事例も報告がなされている。しかし、ミナミアオサの生理・活性に関する既往の研究は未だに少なく、塩分の変化や干出といった環境中のストレスに対する応答もよく分かっていない。このため、大阪南港野鳥園北池における冬季のグリーンタイドの軽減方法の探索につなげるため、知見の少ないミナミアオサを用いた室内実験を行い、低塩分や干出に対する耐性を明らかにすることを目的とした。

4.1 供試藻体の採取日と実験条件

表 3-1 に、実験に供したミナミアオサの採取日と供した実験の詳細を示す。現地でサンプリングした藻体は、6 日以内を使用期限とした。

表 3-1 実験に供したミナミアオサの採取日と実験

採取日	試料を供した実験
2009.12.09	25°C 30psu
2010.05.26	25°C 0-30psu
2010.06.23	25°C 20psu
2010.09.22	25°C 15psu
2010.11.08	35°C 30psu, 20psu
2010.11.17	35°C 0-30psu, 15psu
2010.11.24	15°C 0-30psu
2010.12.22	15°C 30psu,
2011.01.12	15°C 15psu, 20psu

野鳥園北池でサンプリングしたミナミアオサを、用いて塩分・干出耐性実験を行った。大阪南港野鳥園におけるミナミアオサの繁茂は晩秋から初春にかけて観察されたことから、温度条件は 15°C・25°C・35°C の 3 段階とした。また、干出時間は 0, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 18, 24 時間の 11 段階・塩分条件は 15psu・20psu・30psu の 3 段階を設け、これらの組み合わせで藻体の純光合成が促進、抑制される条件を求めた。

4.2 培地調整と実験

実験には、大阪府水産技術センターで砂濾過された海水を、ガラス繊維濾紙 (WhatmanGF/F, 孔径 0.7μm) でろ過したろ過海水を用いた。これを蒸留水で目的の塩分に希釈し、窒素 (NaNO₃)、リン (K₂HPO₄)、微量金属溶液 (P II Metal) を添加して、培地 (栄養補強海水) とした。培地は pH8.0 から pH8.2 に調整後、小型高压蒸気滅菌機 (ヤマト科学製, SP300/SP300F 型) を用いて 121°C で 5 分間加圧滅菌した。滅菌後の培地は、いずれも 24 時間以内に使用した。

アオサは、表面の付着物を落とした後 1cm×1cm に切り、実験塩分、実験水温、弱光条件下 (約 1.0 μmol/m²/s)、極弱いエアレーションのもと、温度勾配器内で 12 時間の馴致を行った。塩分耐性実験では、馴致前に藻体を入れた濾過海水を蒸留水で 1 時間毎に 5psu ずつ実験塩分まで希釈する作業を行った。干出耐性実験では、馴致後の藻体を高湿度条件 (90%以上) の容器に移し、暗条件のもと温度勾配器内で一定時間保管した。

フラン瓶 (容量 102ml) 8 本 (うちブランク 3 本) に培地を満たし、溶存酸素計 (東亜ディーケーケー製, DO-24P 型) で酸素濃度、水温を測定した。馴致後もしくは干出後の藻体の湿重量を測定後、フラン瓶に藻体を入れ人工気象器 (日本医科器械製, LH-55-RDS 型) にて明条件 (光量子束密度: 約 100 μmol/m²/s)、実験温度で 6 時間培養を行った。6 時間後、溶存酸素計で再び培地の酸素濃度、水温および取り出した藻体の湿重量を測定した。海藻類を含む光合成植物において、体の構成物質を生成する反応である光合成の最適条件は成長の最適条件と密接な関係があることから (横浜, 1986)、本実験では培養前後でのフランビン内の溶存酸素濃度の変化量より、単位重量あたりの光合成速度を求め評価に用いた (式 4-1)。

$$P = \frac{C_t - C_0}{t} \times \frac{V}{W} \quad \dots (式 4-1)$$

P: 藻類の光合成速度[mgO₂/g-wet/h] C_t: 培養後のフランビン内の溶存酸素濃度[mgO₂/ℓ], C₀: 培養前のフランビン内の溶存酸素濃度[mgO₂/ℓ], t: 培養時間[h], V: フランビン容量[ℓ], W: 培養に用いた藻体の湿重量[g-wet]

葉緑体に含まれるクロロフィル a と、クロロフィル a 分解産物であるフェオフィチンの量を測定することで、実験後の藻体の光合成能を調べた。実験に供した各条件の藻体の内 3 片を -18°C で冷凍保存し、24 時間以内にクロロフィル a の測定に用いた。藻体は、ガラス製乳鉢ですり潰し、90%アセトンで 10ml にメスアップした後、暗所で 1 時間静置することでクロロフィル色素成分を抽出した。その後よく攪拌して遠心分離機 (KUBOTA 製 2010 型) にかけて、上澄みの蛍光値を蛍光光度計を用いて測定した。さらに 1N の塩酸を数滴加えて溶液中のクロロフィル a をフェオフィチンに分解し、再度測定した。単位重量あたりのクロロフィル a 量およびフェオフィチン量は式 4-2 より求めた。

$$\begin{aligned} X_{Chl-a} &= \frac{F_B - F_A}{f_{ph}(R-1)} \times \frac{v}{m} \\ X_{Pheo} &= \frac{RF_B - F_A}{f_{ph}(R-1)} \times \frac{v}{m} \end{aligned} \quad (式 4-2)$$

X_{Chl-a}: クロロフィル a 濃度 (μg-Chl-a/mg-wet), X_{Pheo}: フェオフィチン濃度 (μg-Pheo/mg-wet), F_A: 塩酸添加後の蛍光値, F_B: 塩酸添加前の蛍光値, m: 試料重量 (mg-wet), v: アセトン抽出量 (=10ml), R=f_{chl}/f_{ph} ≒ 1.870, f_{chl}=1.038, f_{ph}=0.555

4.3 結果と考察

4.3.1 ミナミアオサの低塩分耐性実験 (35,25,15°C)

図 4-1 にミナミアオサの光合成速度と塩分の関係を示す。最も光合成速度が高かったのは 35°C30psu で、ミナミアオサは 35°C では呼吸量や光合成速度が高くなることが分かった。しかし、35°C では標準偏差も大きく、同じ藻体を用いても藻体内での部位や、藻体片の生理状態、わずかな環境の違いにより光合成速度が大きく異なると考えられる。また、いずれの温度においても、15psu 以下になると塩分の低下に伴い光合成速度が低下する傾向が認められた。15°C は光合成速度でみると最も低い値で推移しており、藻体の色素量および単位クロロフィル a 当たりの光合成速度も低い値を示した。敦賀ら (1957) は、青海苔の呼吸量は温度の上昇に伴い増大し、同時に呼吸商は低下すると指摘している。すなわち、温度の変化は藻体が分解する栄養素の種類にも影響を与えており、ミナミアオサにおいても、35°C・25°C・15°C では呼吸で分解される栄養素が異なる可能性が考えられる。

4.3.2 ミナミアオサの干出耐性実験 (30,20,15psu)

図 4-2, 4-3, 4-4 にミナミアオサの光合成速度と干出時間の関係を示す。35°C では、実際の海水に近い 30psu における光合成速度が 7.20mgO₂/g-wet/h と非常に高い

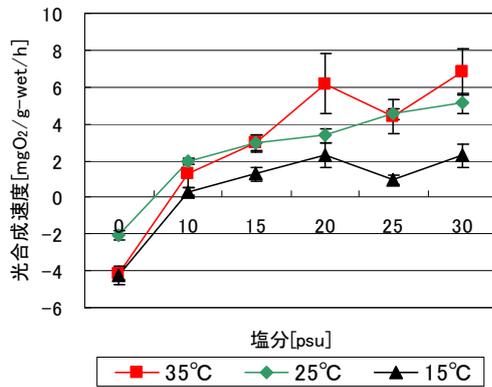


図 4-1 ミナミアオサの光合成速度平均値と塩分の関係 (n=5) バーは標準偏差を示す

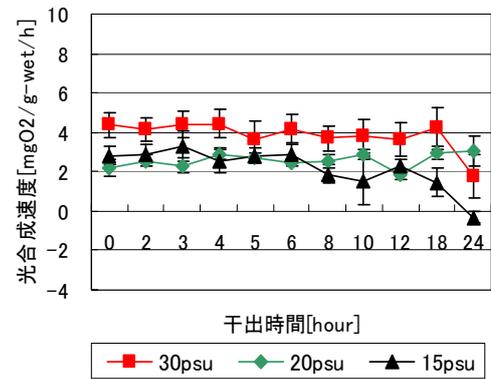


図 4-3 ミナミアオサの光合成速度平均値と干出時間の関係 (25°C) n=5, バーは標準偏差を示す

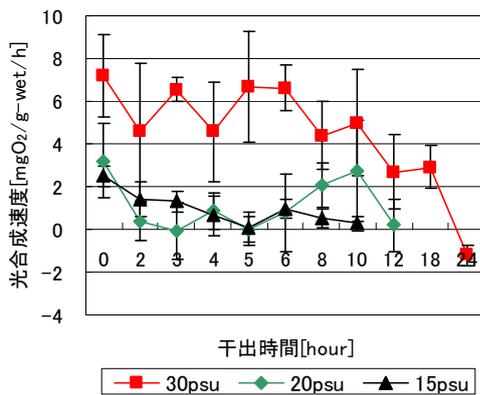


図 4-2 ミナミアオサの光合成速度平均値と干出時間の関係 (35°C) n=5, バーは標準偏差を示す

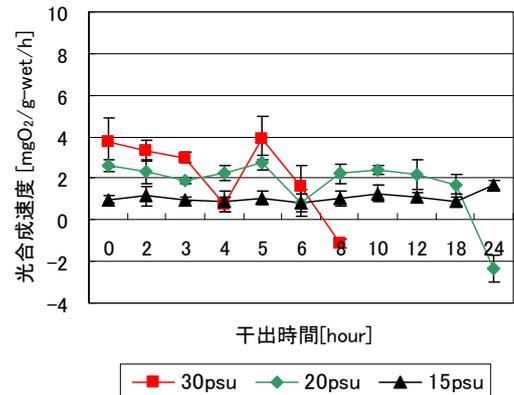


図 4-4 ミナミアオサの光合成速度平均値と干出時間の関係 (15°C) n=5, バーは標準偏差を示す

値を示した。しかし 20psu では、干出 6 時間で単位クロロフィル a あたりの光合成速度が 1/3 まで低下したことから、35°C は藻体の干出が光合成能に与える影響が大きいものと推察された。25°C は、単位クロロフィル a あたりの光合成速度が 0.16mgO₂/mg Chl-a/h と本実験の中で最も高い値を示した。一方でクロロフィル a は小さい値で推移したことから、少ないクロロフィル a で効率よく光合成を行っているものと推察された。干出による光合成速度の顕著な低下は認められなかったことから、干出が当てる影響は 35°C よりも少ないものと推察された。15°C の単位重量あたりの光合成速度は、25°C と同程度かより小さい値で推移した。また、クロロフィル a あたりの光合成速度も、0.01~0.03 mgO₂/mg Chl-a/h と非常に低い値を示したことから、低温や低塩分の影響で光合成速度が抑えられていると推察された。干出が光合成に与える影響は、35°C よりも少ないが、25°C よりも大きいと推察された。

5. 結論

大阪南港野鳥園北池において、ミナミアオサは 7 月から繁茂を始め 12 月に優勢となり、3 月に降出現量が少なくなったのに対し、アナアオサは 5 月から繁茂を始め 10 月まで卓越した。Ohno (1988) は、ミナミアオサは 8 月下旬から繁茂を始めて 11 月以降は減少に転じ、またアナアオサは 4 月から 6 月に繁茂を始め、10 月までに姿を消すとしていることから、概ね類似の分布傾向が観測・算出されたといえる。

大阪南港野鳥園北池においてミナミアオサと競合しているアナアオサは、35°C・25°C・20°C のいずれの条件下においても干出の影響を受けて光合成速度が低下するため (西川, 2009), 干出に関してミナミアオサよりも不利であるといえる。しかし、35°C の条件下においてはミナミアオサも低塩分や干出の影響を受け易く、他の温度と比較してアナアオサとミナミアオサが競合し易い条件であると推察される。ミナミアオサが通年グリーンタイドを形成する海域もある中で、大阪南港野鳥園においてアナアオサが夏季に優占する最大の要因を本研究では解明し得なかったが、南方系の種であると言われるミナミアオサが夏季に優占できずにいる要因は、35°C における活性の不安定さに一因すると推察される。しか

し、仮に夏季においてアナアオサが卓越しなかった場合は、競合の結果としてミナミアオサが優占するグリーンタイドが形成されるであろう。また、本研究の室内実験の結果から、ミナミアオサは 25°Cにおいて効率的かつ安定した光合成を行っていると考えられるが、これは 20~25°Cに最適温度があるという Hiraoka et al. (2003) の記述と合致する。35°Cの条件下では、ミナミアオサ・アナアオサともに低塩分および干出の影響を受け易いことから、夏季に塩分を 20psu 程度まで低下させることで、両者のいずれかが優占するグリーンタイドは増大し難くなると推察される。また、35°C20psu の条件下においては、両種とも 3~5 時間の干出により光合成速度が 0 mgO₂/g-wet/h を示したことから、現地では干出率 30~40%以上の地点において特に効果的にグリーンタイドを抑制できるものと考えられる。これは、地盤高が比較的高い北池南岸において、夏季に若い藻体の発生が認められたアナアオサの増殖を抑制する上で特に有効であると考えられる。15°Cの条件下では、干出による顕著な光合成速度の低下は期待し難いが、塩分を 10psu 以下に下げることによってミナミアオサは生育が困難になると推察される。一方で、15°Cの条件下では、ストレスの有無に関わらず光合成速度が非常に低い値で推移したことから、15°C以下の条件におけるミナミアオサの生長・増殖能はほぼ 0 に近いものと推察される。すなわち、冬季におけるミナミアオサの出現は、秋季 (20~25°C前後) におけるミナミアオサの爆発的な増殖の結果継続されていると考えられ、冬季のグリーンタイドを抑制するためには、秋季におけるミナミアオサの増加を抑えることが重要である。このため、20~25°Cの条件で、海水の流入や水位を制御し 10psu 以下の塩分と干出率 70%以上を維持する必要があると考えられる。また同時に、グリーンタイドが増大する前に、ミナミアオサを刈り取ることが有効であると考えられる。以上が、アナアオサとミナミアオサの両種からなる大阪南港野鳥園北池におけるグリーンタイドを抑制する上で有効な手段であると推察される。

参考文献

- 敦賀花人, 新田忠雄 (1957) : 海藻の生理化学的研究 I 温度変化, 干出が同化, 呼吸作用に及ぼす影響について, 内海区水産研究所業績第 59, pp.37-41.
- 大阪南港野鳥園ホームページ, <http://www.osaka-nankou-bird-sanctuary.com/>
- 大塚耕司 (2006) : アオサの大量発生と対策の現状, 日本船舶海洋工学会講演集論文集 2K, pp95-98.
- 神保幸代 (2007) : 都市型塩性湿地生態系における物質収支と緑藻類の分布と変遷に関する研究, 大阪市立大学大学院工学研究科修士論文.
- 中西敬・吉野茜・柴田好範 (2006) : 循環型社会の実現を目指した蒲郡市におけるアオサ有効利用システム, 日本船舶海洋工学会講演会論文集 第 2K 号, pp.119-122.
- 西川智貴 (2009) : 人工干潟や塩性湿地で大発生するグリーンタイドの抑制に関する検討, 土木学会論文集 B2(65), pp1221-1225.
- 能登谷正浩 (1999) : アオサの利用と環境修復, 成山堂書店.
- 藤井暁彦, 道山晶子, 横山 佳裕, 関根 雅彦 (2009) : アサリ資源の保全のための効率的なアオサ回収方法の検証, 日本水環境学会誌 32(5), pp273-285.
- Masao Ohno(1988). Seasonal changes of the growth of green algae, *Ulva* sp. in Tosa Bay, Southern Japan, *Marine Fouling*, 7(1/2): 13-17.
- M. Hiraoka, S.Shimada, M.Uenosono, M.Masuda (2003): A new green-tide forming alga, *Ulva ohnoi* Hiraoka et Shimada sp. nov. (Ulvales, Ulvophyceae) from Japan, *ycological Research* 51:17-29.
- T. Yabe, Y.Ishida, Y.Amano, T.Koga, S.Hayashi, S.Nohara, H.Tatsumoto (2009): Green tide formed by free-floating *Ulva* spp. at Yatsu tidal flat, Japan,*Limnology* 10:239-245.

討 議 等

◆討議 [重松先生]

南港野鳥園北池における塩分の鉛直プロファイルはあるか？

◆回答：

鉛直の塩分データは収集していないため不明である。降雨後は水表面近くで塩分が低く、鉛直方向に深くなるにつれて海水に近い塩分を示す可能性は十分に考えられる。

◆討議 [重松先生]

現実に 20psu まで塩分を低下させることは可能か？

◆回答：

可能であると考え。観測機器を北池底質表面から十数 cm 上で固定し 2 週間～1 ヶ月間連続観測した結果、梅雨の時期は 25psu まで塩分が低下している様子が観察された。過去の観測データにおいても同程度まで低下しているため、北池近傍に淡水池を造成し、海水導水管からの流入を制限することで、夏季に 20psu まで低下させることは可能であると推察される。

◆討議 [西岡先生]

北池において優占種（アナアオサとミナミアオサ）が変化する理由はなにか？

◆回答：

既往の研究から、両種とも他の海藻と比較して栄養塩の吸収能が高く増殖能に優れていることが知られている（ミナミアオサは特に高い）。南港野鳥園北池ではアナアオサとミナミアオサの勢力が非常に高いレベルで拮抗していると考えられ、上記のいずれかが優占する時期には、他の海藻の生育に必要な環境が失われている（主にアオサが広域を覆いつくすことによる光量不足）。優占種が変化する最大の要因を本研究では解明し得なかったが、アナアオサは春季にいち早く増殖を開始してグリーンタイドを形成することで、ミナミアオサを含む海藻が優占する余地を残さないと考えられる。秋季になると、アナアオサの増殖能が低下するの、あるいはミナミアオサの増殖に適した条件となるのか定かではない

が、ミナミアオサが勢力を増してグリーンタイド内でミナミアオサが優占を開始する。いずれにしても、海藻の生活史や増殖特性（温度・塩分・干出耐性・栄養塩吸収能・不稔性が否かなど）がそれぞれ関与した結果であると考えられ、特定の理由を挙げることは現段階では困難である。

◆討議 [西岡先生]

現地での干出率が変われば、種の遷移も変わるのではないか？

◆回答：

干出時間が変われば、種の遷移にも変化が見られると考える。アナアオサの増殖が抑制されればミナミアオサが優占すると推察されるが、本研究では、いずれかの種が優先するグリーンタイドの軽減方法について考察したため、アナアオサとミナミアオサの優占時期が変化したとしても大きな問題はないと考える。

◆討議 [西岡先生]

今回の提案は他の干潟においても有効か？

◆回答：

南港野鳥園のように閉鎖的な干潟であれば有効であると考えられるが、外海に対して開放的な干潟においては、塩分や干出率の調整は困難であるため、適用は難しいものと思われる。

◆討議 [矢持先生]

干出率 70%という設定は他の生物に影響を与え得るのか？

◆回答：

干潟に生育するヨコエビやカニ、ゴカイには影響を与え得ると考えられる。塩分やアオサ刈りとの兼ね合いで、影響を与え難い干出率を再考する必要があるものと思われる。

◆討議 [水谷先生]

南港野鳥園の管理を行い易いという特徴を活かして、実際に今回の提案を実験的に行うことは可能か？

◆回答：

南港野鳥園は野鳥の保護を目的として造成された人工干潟であるため、野鳥の成育・生息環境をより良いものにするという確信を得られれば、現地における実験は可能であると考えられる。