

大阪南港野鳥園北池に優占する海藻の遷移と

グリーンタイド制御方法に関する研究

-ミナミアオサの回復能力-

A Research for Succession of the Dominant Seaweeds and a Method to Control the Green Tide at the North Pond of Osaka Nanko Bird Sanctuary -Recuperative Potential of *Ulva ohnoi*-

環境水域工学研究室 島並 諒

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ために現地調査と室内実験を行った。2005-2013年の現地調査から、緑藻類であるアナアオサとミナミアオサが異常発生し、徐々に最優占種がミナミアオサに遷移していた。これは海水温が高くなっていることが一因だと思われる。室内実験からはミナミアオサを10psuの低塩分海水に浸漬させた時に光合成活性が抑制され、25°Cで30psuの海水に24時間再び浸漬させると回復が確認されたが、35°Cでは30psuの海水に6時間浸漬させても回復しなかった。

Field surveys and laboratory experiments were carried out to prevent the outbreak of green tides at the north pond of Osaka Nanko bird sanctuary. Dense blooms of green algae, *Ulva pertusa* and *Ulva ohnoi* were frequently observed in 2005-2013 and the most dominant species gradually changed from *Ulva pertusa* to *Ulva ohnoi*, which is partly due to temperature increase. Laboratory experiments revealed that photosynthesis was inhibited when they were followed by a low salinity of 10psu at 25°C, and recuperate it when they were followed by a normal salinity of 30psu again for 24hours. But at 35°C, it were not recuperated when they were followed by a normal salinity again for 6hours.

1. はじめに

近年、港湾整備等によって消失した浅場や干潟域を、人工干潟の造成などによって回復させる事例が増加している。一般的に干潟では海水中の栄養塩を微細藻類等が吸収し、そこから食物連鎖によって小型底生動物から鳥類へと栄養物質を転送することで、栄養塩が海域から陸域へと系外除去される。この作用により、富栄養化が深刻な海域の干潟では海水浄化が期待されている。しかし富栄養海域に造成された閉鎖性人工干潟では、特定の大型藻類が異常繁茂する現象「グリーンタイド」が世界中で報告されている。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に比べて生長が早く、環境中で優占し易いため、栄養塩が豊かな海域で異常に繁茂する。繁茂した海藻は陸域に打ち上げられると腐敗し、景観悪化や悪臭を引き起こし、また海底に堆積することで底質の悪化などを招く。さらにアオサ類は微細藻類などと違いカニ類等の小型底生動物の餌になりにくく、吸収された栄養塩が系外除去されることが少ない。そのため、干潟の環境を改善してその機能を向上させるには、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。しかし、グリーンタイドを構成する藻類の特性や環境ストレスに対する耐性について調べた研究は少ない。そこで本研究では、まず大阪南港野鳥園に繁茂する大型藻類の季節的な消長を知るために現地調査を行い、またグリーンタイドを構成する海藻として近年報告されているミナミアオサ(*Ulva ohnoi*)のストレス耐性を調べ、大型藻類の異常繁茂を軽減する方法を検討した。そして調査と実験の結果をふまえ、物質転送が円滑に行われる干潟環境を構築するための、現地に適用可能なグリーンタイド制御手法を考察する。

2. 大阪南港野鳥園北池内の優占海藻の季節的消長

本研究の調査地である大阪南港野鳥園(図-1)は、施設面積19.3haの内に塩性湿地12.8haを有する野鳥の飛来地となっている。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重要な場所であり、人工干潟でありながら環境省の「日本の重要湿地500」にも選ばれている。年間約10万人以上の人々がレクリエーションや自然観察の場として訪れ、市民を対象とした勉強会や観察会も頻繁に行われており、年間来園者数は2009年から増加し続けている。また1999年から毎年

6月から7月にかけてボランティアによるアオサ取りが行われており(矢持ら, 2007), 2011年7月には環境問題に興味を持つ外国人の参加も数名見受けられた。しかし, 大阪南港野鳥園では毎年アオサ取りイベントが行われているように, 海藻の大量発生が問題となっており, また海藻の繁茂量や種は毎年変化している。このことから大阪南港野鳥園に繁茂する海藻の季節的消長を調べる必要があると考え, グリーンタイドに関する知見を得ることを目的に調査を行った。なお, 2011年以前については神保(2007), 西川(2009), 芳村・矢持(2011)のデータを用いた。

(1) 調査方法

大阪南港野鳥園北池に図-2のように計16の調査地点(Sts. A-P)を設け, 2011年6月15日, 8月31日, 11月2日, 2012年4月18日, 5月23日, 6月20日, 7月4日, 8月29日, 9月26日, 10月24日, 11月7日, 2013年2月27日, 5月22日, 7月10日, 8月21日, 10月30日に海藻の採取を行った。採取方法は, 各調査地点に0.5m×0.5mの立体コドラート(採取面積0.25m²)を設置し, コドラート内にある海藻をタモ網で採取した。採取した海藻は陸上に持ち帰り, 電子天秤にて湿重量の測定, 種の査定を行った。そして

調査日ごとの全地点平均湿重量を求め, 北池全体の平均海藻現存量として評価した。なお, 2011年以前の海藻採取の方法は本研究と同様に行っている。

(2) 結果と考察

図-3に大阪南港野鳥園北池における海藻の平均湿重量の推移を示す。調査当初は緑藻の一種であるアナアオサ(*U. pertusa*)がグリーンタイドの原因種として繁茂していたが, 第1優占種が変化し, 2009年の冬季から同じ緑藻であるミナミアオサ(*U. ohnoi*)の増殖が見られるようになり, 2011年の調査では夏季の第1優占種がアナアオサからミナミアオサへと遷移していた。他の海藻が繁茂している様子も観測できたが, その多くが現存量500g-wet/m²以下を示し, グリーンタイドを形成するにはいたらなかった。また, 2012年は, ミナミアオサやスジアオノリ(*Enteromorpha prolifera*)の出現を確認することはできたものの, グリーンタイドを形成するほどの大量発生は認められなかった。

グリーンタイドを形成する海藻の種類がアナアオサからミナミアオサへの優占種の推移としては, 影響を及ぼした要因として, 海水温の上昇がある。ミナミアオサは

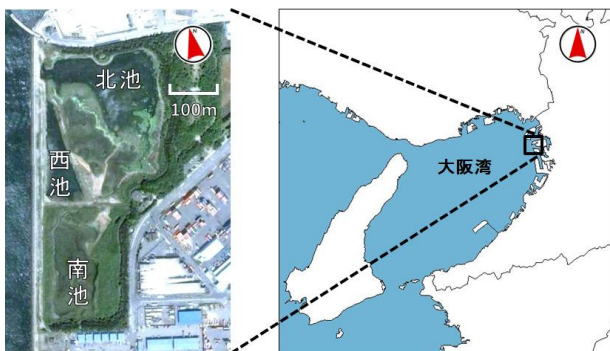


図-1 大阪南港野鳥園位置図

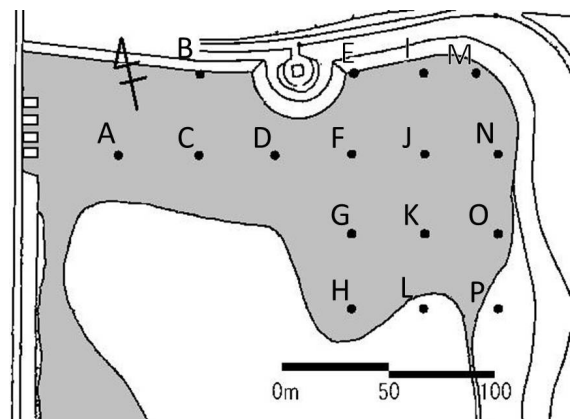


図-2 大阪南港野鳥園北池の調査地点

□アナアオサ ■ミナミアオサ ▨シラモ ▩ネダシグサ ■紅藻 □スジアオノリ

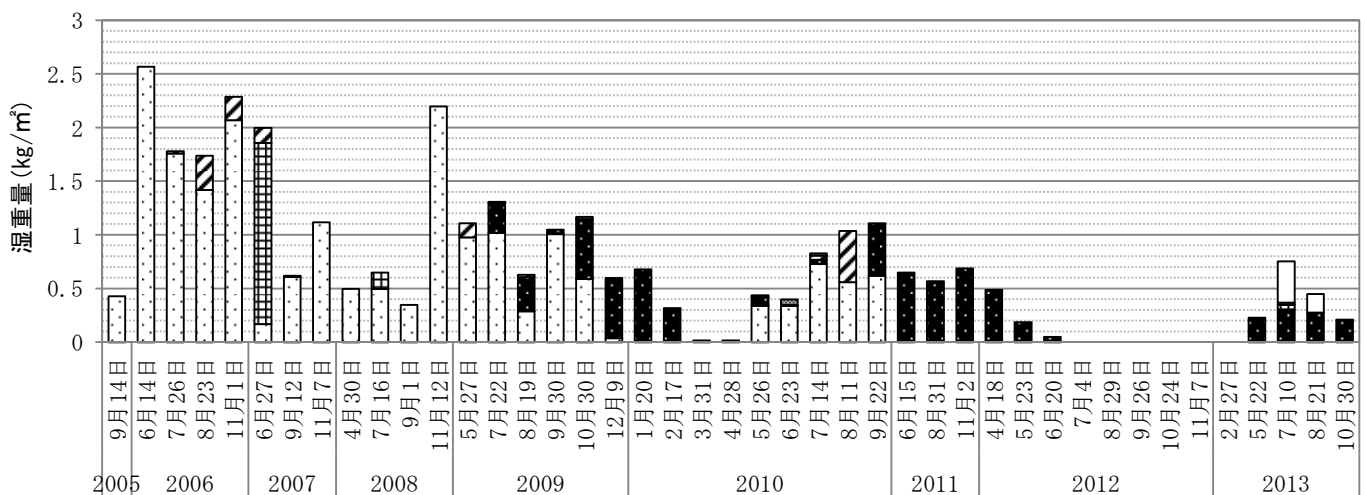


図-3 大阪南港野鳥園北池における優占海藻の現存量の推移

南方の温暖な海域に本来生息する緑藻であると考えられており、海水温上昇によって好適増殖期間が増加している可能性がある。第二に、この2種類の緑藻類についてストレス耐性実験を行ったところ、ミナミアオサの方が厳しい低塩分・干出条件下において高い光合成活性を示し、このことからミナミアオサの方が強い干出・低塩分耐性を有しているとの報告があり(芳村・矢持, 2011)、このことが一因すると考えられる。干潟内外からの遊走子や配偶子の供給と定着など、初期発生量には不明な点が残っているが、大阪南港野鳥園北池における第1優占種の交代には高水温期間の増加と両種の干出・低塩分耐性の差違が関与し、結果的にアナアオサが駆逐されたと推察できる。

また2012年に行われた調査では、グリーンタイドの発生が確認できなかったが、この原因としては増殖期における海水の低塩分が関連すると考えられる。海藻が著しく繁茂し始める6月に、2012年では総降水量が291.0mmと他の年に比べて最大となっており(表-1)、大量の淡水が干潟内に流れ込んだと考えられる。本干潟では大阪湾との海水交換が潮汐によって頻繁に行われるため塩分は比較的一様であるが、潟湖的干潟のため降雨による塩分低下の影響を受けやすい。ミナミアオサは増殖期に地表から発芽し、生長に伴って地表からちぎれて、浮遊藻体になることが確認されているが、新芽の時期に大量の雨が降り、海水が低塩分化したことがミナミアオサの増殖の妨げとなり、グリーンタイドが発生しなかったと考えられる。また2012年の夏、大阪南港野鳥園北池でアオサの代わりに多く見られたスジアオノリ(*E. prolifera*)は、基本的に淡水が支配的な所で見られる海藻であり、海水が支配的な大阪南港野鳥園では大量に繁茂することは少ない。この現象からも、大阪南港野鳥園北池でグリーンタイドが発生しなかったことに低塩分の影響があったことが推測された。

表-1 大阪の降水量と海藻繁茂量の関係

調査年	6月の総降水量(mm)※	8月または9月の海藻の繁茂量(kg/m ²)
2006	169.5	1.74
2007	119.5	0.62
2008	190.5	0.35
2009	121.5	0.63
2010	241.5	1.04
2011	200.5	0.57
2012	291.0	0.0
2013	266.0	0.451

(※気象庁の気象統計情報から引用)

3. 干出・低塩分によるミナミアオサの増殖制御方法

近年グリーンタイドを形成している最優占藻類がミナミアオサであることが現地調査から分かり、さらに低塩分環境において衰弱する可能性が示唆された。また長時間干出状態に晒された藻体は干からびて枯死する様子も確認された。現地において干出時間を増やし、塩分を低下させることによってミナミアオサの増殖を抑制できると考えられた。そこで芳村・矢持ら(2010)はミナミアオサの干出・低塩分耐性を調べ、干出時間を6時間設けた後、20psuの低塩分海水に6時間浸漬させることにより、光合成活性の低下が確認されている。しかし、実際に大阪南港野鳥園北池を長期にわたって干出時間を延ばし、低塩分化を行うことは現実的ではない。大阪南港野鳥園北池は潟湖干潟に近い構造をしており、導水管を通じて海水交換が大阪湾と行われている。そのため、導水管を閉鎖することによって干潟内に流入する海水を減らし、干出時間を長くした上で、大阪南港野鳥園内にある淡水池から淡水を導入して海水を低塩分化させる方法が考えられる。しかしこの方法は長期的に行うことは困難であるため、やがて再び干潟内に大阪湾から海水が導入することとなる。そうすると塩分が元に戻り、海藻にとっての好適環境に戻ってしまうため、光合成活性の低下した藻類が回復し、グリーンタイドを再び形成する恐れがある。そこでミナミアオサについて、低塩分処理によって衰弱した藻体が、一般海水に浸漬させると光合成活性が回復するかどうかについて実験を行なった。なお、今回の実験に関しては、既往研究によってミナミアオサに影響が小さいと考えられた干出処理は行わなかった。

(1) 実験方法

a) 供試藻体の採取、馴致

藻体の健康指標を光合成速度の観点から調べる実験を行った。実験には、大阪南港野鳥園北池で採取した海藻を恒温室の明条件下(約100 μ mol/m²/s)で、弱く通気した濾過海水中に保存し、毎日海水を交換しつつ、1週間以内に用いた。また培地は、ガラス繊維濾紙(Whatman GF/F, 孔径0.7 μ m)で濾過した海水を蒸留水で目的の塩分に希釈し、窒素(NaNO₃)、リン(K₂HPO₄)、微量金属混液(P II Metal)などを補強した。さらに海水はpHを8.0-8.2に調整後、小型高圧蒸気滅菌器(ヤマト科学, SP300型)を用いて121 $^{\circ}$ Cで5分間加熱滅菌した。藻体は附着物を取り除いて約1cm四方に細断し、実験に先立って弱光条件下(約1.0 μ mol/m²/s)で実験と同じ水温と30psuの海水に12時間馴致した。

b) 初期光合成速度の測定

低塩分処理によって衰弱した藻体が、回復処理によってどれほど回復するのか確認するために、比較として低塩分処理を行う前の藻体を初期状態の光合成速度とし

て測定した。容量 100ml のフラン瓶に 30psu の培地を満たし、溶存酸素計（東亜ディーケーケー製、DO-24P 型）を用いて培地の酸素濃度を測定したあと、それぞれの培地に藻体を 1 枚ずつ投入して栓をした。そして卓上人工気象器（日本医科器械製、LH-55-RDS 型、光量子束密度：約 $100\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ）内で明条件にて 6 時間藻体を培養した。培養後、再び培地の溶存酸素濃度を計測し、培養前の DO 値との差を光合成によって発生した酸素量とした。

c)低塩分処理

藻体を衰弱させるために、低塩分海水に浸漬させる処理を行なった。方法としては、藻体を 30psu の濾過海水を蒸留水で 10psu に希釈し、窒素、リン、微量元素混液を補強した海水に浸漬させ、これを低塩分処理とした。また、低塩分処理による影響を確認、また回復処理後の状態と比較するために、初期光合成速度と同様に 10psu の栄養補強海水で 6 時間培養し、光合成速度を測定した。

d)回復処理

低塩分処理後、衰弱した藻体が再び一般海水に浸漬した場合に光合成活性が回復するのかを調べた。回復処理としては、低塩分処理を施した藻体を、 GeO_2 を $5\text{mg}/\text{L}$ で溶解させた 30psu の濾過海水で 0-24 時間培養した。 GeO_2 は回復処理中に藻体表面に付着した珪藻類が繁茂することを抑制するために加えた。その後、これまでと同様に 6 時間培養し、回復処理後の健康指標として光合成速度を測定した。

また、測定後には用いた藻体の湿重量と蛍光光度計（TURNER DESIGNS 製 FIELD FLUOROMETER 10-AU-005 型）を用いてクロロフィル a 量を計測し、培養前後の溶存酸素濃度の変化量から、クロロフィル a あたりの光合成速度を求め、式- (1) から光合成活性を評価した。

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

- P : 藻体の光合成速度 [$\text{mgO}_2/\text{mg-Chl-a}/\text{h}$]
- C_t : 培養後のフラン瓶内の溶存酸素濃度 [mgO_2/l]
- C_0 : 培養前のフラン瓶内の溶存酸素濃度 [mgO_2/l]
- t : 培養時間 [h], V : フラン瓶容量 [l]
- W : 藻体のクロロフィル a 量 [mg-Chl-a]

(2) 実験結果

図 - 4 に 25°C における実験結果を示す。初期状態における光合成速度が約 $3.5 \text{mgO}_2/\text{mg-Chl-a}/\text{h}$ となり、低塩分処理後の光合成速度 48 時間が約 $1.0 \text{mgO}_2/\text{mg-Chl-a}/\text{h}$ 、72 時間では約 $1.5 \text{mgO}_2/\text{mg-Chl-a}/\text{h}$ に低下した。48、72 時間低塩分処理を施した後、回復処理を 24 時間行なった結果、光合成速度がそれぞれ約 $4.0 \text{mgO}_2/\text{mg-Chl-a}/\text{h}$ 、 $5.0 \text{mgO}_2/\text{mg-Chl-a}/\text{h}$ まで上昇し、初期光合成速度を上回

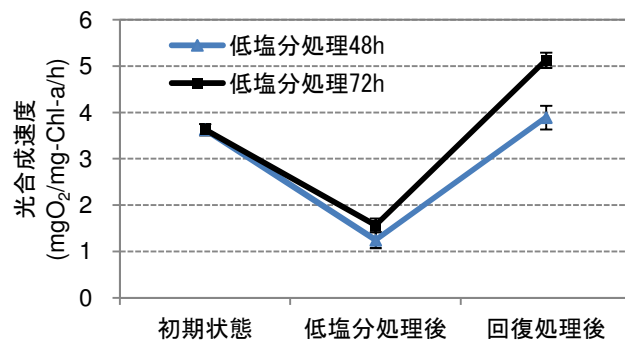


図 - 4 各回復処理時間・低塩分処理時間におけるミナミアオサの光合成速度 (25°C)

るような光合成活性の回復が確認された。このことより、現地だとえ 72 時間もの時間低塩分処理を行い、ミナミアオサを衰弱させたとしても、24 時間一般海水に再び浸漬すればグリーンタイドを再発させるほど回復してしまう恐れがあることが分かった。

図 - 5 に 35°C における実験結果を示す。初期状態における光合成速度は約 $5.0 \text{mgO}_2/\mu\text{g-Chl-a}/\text{h}$ となっているが、これは実験温度が 35°C と先ほどの実験条件よりも温度が高いことによるものと考えられる。その後 6 時間低塩分処理を行った後に 30psu 海水で 6 時間培養を行い、光合成速度を測定したが、光合成速度は約 $1.0 \text{mgO}_2/\text{mg-Chl-a}/\text{h}$ と低下したままであった。このことから 35°C の条件下においては、6 時間の低塩分処理によって衰弱したミナミアオサは 6 時間一般海水に浸漬させても大きく回復はしないことが分かる。

これらの結果から、ミナミアオサは 25°C の条件下で低塩分処理を行っても一般海水に浸漬することで光合成活性が回復するが、 35°C 条件下では低塩分処理により一定時間一般海水の浸漬で光合成活性は回復しない可能性が推察された。しかし、光合成活性が回復しない条件の解明としては十分な結果とは言えないため、今後はさらに多様な低塩分・回復処理時間条件で実験を行い、ミナミアオサを衰弱させ、現地に適用できる最適な条件を見つける必要がある。

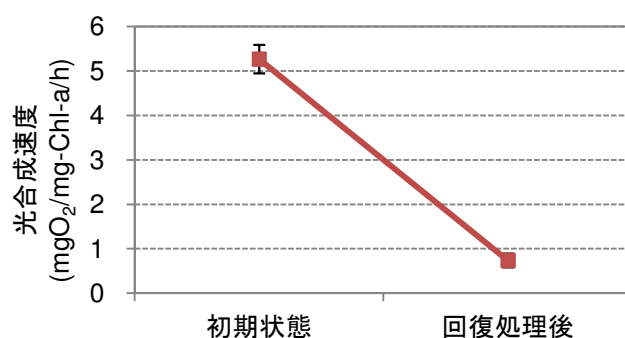


図 - 5 初期状態と 6 時間の回復処理におけるミナミアオサの光合成速度 (35°C)

4. ポシエットトゲオヨコエビの耐性実験

グリーンタイドを軽減する手段として干潟内の海水の低塩分化があげられているが、それを行うにあたって問題となるのが、小型底生動物への影響である。低塩分化によってグリーンタイドを軽減することができたとしても、それが小型底生動物に悪影響となり、成育の場として相応しくなくなる場合、食物連鎖が行われずに干潟の海水浄化機能が低下してしまう。そこで現地の最優占小型底生動物であるポシエットトゲオヨコエビ (*Eogammarus possjeticus*) の低塩分・干出耐性に関して、呼吸量を健康指標として調べた。

a) 実験方法

大阪南港野鳥園にて採取したポシエットトゲオヨコエビ (体長 5-15mm) を持ち帰り、30°Cの実験温度で砂濾過海水中にて一晩馴致させた。そして、藻類の実験で行った方法と同様に湿度 90%の空气中に 0, 6, 12 時間晒し、その後供試体を 5 個体ずつ塩分 10-30psu の海水を満たしたフラン瓶内で 6 時間飼育し、溶存酸素計を用いて呼吸量を確認した。なお、結果の有意差を t 検定によって確認した。

b) 実験結果

塩分・干出時間と供試体の単位重量あたりの呼吸量の関係を図 - 6 に示す。同じ干出時間において塩分の違いによる呼吸量の有意差は確認されなかったが、0, 6 時間の干出時間で単位重量あたりの呼吸速度がおおよそ 15-20 mgO₂/g-wet/h 前後であるのに対し、12 時間の干出時間で単位重量あたりの呼吸速度がおおよそ 5.0mgO₂/g-wet/h と差が見られ、t 検定による有意差が確認できた。このことから、ポシエットトゲオヨコエビは低塩分に強い耐性を有しており、6 時間までの干出では活動力に大きな影響は無いが、12 時間の干出によって呼吸活性の活動力が低下することが示唆された。

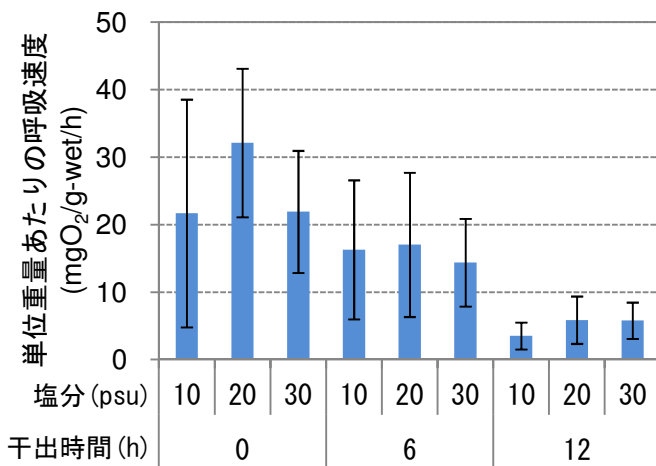


図 - 6 塩分・干出時間とポシエットトゲオヨコエビの呼吸速度の関係 (30°C)

5. 総合考察

藻類は、2005 年から毎年繁茂量、種類が大きく変化した。これらの現象には、高水温化や 6, 7 月の多雨による海水の低塩分化が関与する可能性が示唆された。室内実験より、ミナミアオサは 25°C で海水塩分が 10psu となると光合成速度が低下するが、再び一般海水に 24 時間浸漬すると光合成活性が回復してしまうことがわかった。しかし 35°C の温度条件で 30psu の海水に 6 時間浸漬させても 6 時間は回復が見られなかったことから、グリーンタイドを制御するためには、夏季の高温 (35°C 以上)、高日射条件下で低塩分処理を 6 時間以上行う必要があると考えられる。

低塩分・強干出下であっても、小型底生動物の優占種であるポシエットトゲオヨコエビの活動力はあまり低下しないことが分かった。また、本干潟内で見られるケフサイソガニ (*Hemigrapsus penicillatus*) やユビナガホンヤドカリ (*Pagurus minutus*) などの優占底生動物についても強い低塩分耐性を有していることが分かっている (柳川ら, 2002)。Kuwaie ら (2008) は、干潟に飛来するシギ類は干潟底泥表面のバイオフィームを主食とすると報告している。また一見 (2004) は干潟に形成される底生微細藻類のバイオフィームは塩分の変動に強い耐性を有しており、数 psu から 40psu の広い塩分域で増殖に悪影響がないと述べている。このため、グリーンタイド抑制環境を創出しても、食物連鎖による栄養塩の系外除去システムに大きなダメージは少ないと考えられる。

しかし夏季の間、ミナミアオサの大量繁茂を抑制するために干潟内の海水を低塩分に維持することは現実的でない。そこで、2012 年の現地で起きたように、藻類の増殖期に間欠的に低塩分化を起こしてミナミアオサの増殖を抑制し、その間に低塩分で繁茂するスジアオノリを最優占種として繁茂させることができれば、その後大阪湾からの海水を導入したとしても、ミナミアオサの増殖は抑えられると考えられる。スジアオノリのグリーンタイドの報告は少なく、どのような影響を及ぼすのか詳しいことは分かっていないが、スジアオノリは膜状のミナミアオサと違って糸状藻類である。そのため、地表を覆ったとしてもミナミアオサに比べて地表面への酸素供給が大きいと考えられることから、グリーンタイドによる環境悪化を軽減できる。さらに、カモによる捕食の報告があることから (團ら, 1997) 鳥類による栄養塩の系外除去効果の維持も期待できる。また海藻の適度な繁茂は、海藻の隙間が底生小型動物や底生葉上動物の住処となるため、グリーンタイドを抑制して一切海藻が繁茂しなくなる環境となるよりは、円滑な物質転送が見込まれる。しかし、どれだけ低塩分処理を続ければ最優占種がミナミアオサからスジアオノリに移行するのか、ま

たスジアオノリが大阪南港野鳥園北池においてどれほど繁茂する可能性があるのか分かっていないため、今後の課題としてスジアオノリに関して調査および実験を行う必要がある。

6. 結論

現地調査による海藻の種類と現存量調査結果によって、2005年から2013年にかけてのグリーンタイド原因海藻の季節的消長を明らかにした。現状としてはミナミアオサが最優占種として繁茂し、降水量が大きくなることがあれば干潟内の海水塩分が低下し、スジアオノリが多く繁茂する可能性があることが2012、2013年度の調査から推察することができた。

ミナミアオサを用いた干出・低塩分耐性実験では、25℃の温度条件では干出・低塩分処理によって光合成速度の低下した藻体が、再び一般海水塩分に浸漬させることで光合成活性が回復するということが分かった。しかし35℃の温度条件において一定時間一般海水へ浸漬させることでは光合成活性が回復しない可能性が示唆された。このことから、夏季の35℃以上の高温度、高日射の条件下で低塩分処理を続けることで、ミナミアオサの光合成活性が回復せず、大量増殖を抑制できると考えられる。しかし、低塩分処理を長期的に行うことは現実的ではないため、2012年の現地で起きたように、ミナミアオサの増殖期に低塩分を間欠的にを行い、ミナミアオサの増殖を抑制している間にスジアオノリを最優占種となるまで繁茂させることができれば、その後再び大阪湾から海水を導入したとしても、ミナミアオサの増殖は抑えられると考えられる。さらに、スジアオノリは膜状のミナミアオサと違って糸状藻類であるため、グリーンタイドを引き起こして地表を覆ったとしても、ミナミアオサに比べて地表面への酸素供給が大きいと考えられる。また、スジアオノリはカモの捕食の報告があることから、他の生物のエサとなりにくいミナミアオサと違って鳥類による栄養塩の系外除去が維持できると考えられた。

小型底生動物に関しては、最優占種と思われるポシェットトゲオヨコエビは強い低塩分耐性を有しており10psuの低塩分海水でも活動力が低下しない、また6時間以内の干出では活動力に大きな影響を受けないことが分かった。このことから、ミナミアオサの大量発生を抑制するための低塩分環境には充分耐えられる可能性が推察された。

参 考 文 献

矢持進・神保幸代・武田尚大(2007):都市型塩性湿地生態系における緑藻類の分布と変遷について, 海岸工学論文集, 第54巻, pp. 1186-1190.

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, pp. 10-11

西川智貴(2009):アオサ・ジュズモの生理特性に基づくグリーンタイドの抑制に関する基礎的研究-大阪南港野鳥園-, 大阪市立大学大学院工学研究科修士論文, pp. 78-79

芳村碧・矢持進(2011):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, 土木学会論文集, B2 vol.67, No.2, 2011, I_1136- I_1140.

柳川竜一・矢持進・中谷恵美・小田一紀(2002):大阪南港野鳥園湿地の環境特性と生物多様性を重視した浅場環境の造成条件, 海岸工学論文集, 第49巻, pp. 1281-1285.

Kuwaie T., P. G. Beninger, P. Decottignies, K. J. Mathot, D. R. Lund and R.W. Elner. (2008):Biofilm grazing in a higher vertebrate:The western sandpiper, *Calidris mauri*, Ecology, 89, pp. 599-606.

一見和彦(2004):干潟域の付着珪藻の増殖生理, 日本水産学会誌, 第70巻, pp. 792-793

團 昭紀・荒木 茂・荻平 将(1997):平成9年度スジアオノリ優良品種作出技術開発野外養殖試験結果, pp. 1-4.

討議

討議[貫上]

グリーンタイドを引き起こす優占海藻の中で、どの種が大きく害をもたらし、どの種は害が小さいのかを明記するべきではないか。

回答

大阪南港野鳥園北池でグリーンタイドを引き起こす藻類の種は主に、アオサ類アオサ属のアナアオサ、ミナミアオサ、スジアオノリ、ネダシグサ属のネダシグサであるが、形状による違いではアナアオサ、ミナミアオサが膜状、スジアオノリとネダシグサが糸状の藻体となっている。膜状の藻類はグリーンタイドを起こして地表面を覆うと、地表面への酸素供給を遮ってしまうため、嫌氣的分解が起こり、硫化物が発生してしまうが、糸状の藻類は地表面を覆っても、膜状の藻類ほど酸素供給を遮らないため害は小さいと考えられる。また、スジアオノリは他の生物が捕食するとの報告もあることから、浅瀬に打ち上げられて腐敗する前に捕食されると考えられるため、悪影響が少ないと言える。

討議[貫上]

ミナミアオサの生長を抑制するのではなく、完全にその種を無くしてしまえばいいのではないか。

回答

グリーンタイドを引き起こす優占海藻は富栄養化海域でこそ大量発生をするが、それ以外の海域では大切な小型底生動物や小型葉上動物の隠れる場所であり、また成長する場所となる。そのため干潟の海水浄化機能を維持するにはあくまで大量発生を抑制、もしくは悪影響の小さい種を代わりに繁茂させることが重要と考えられる。

討議[貫上]

繁殖を抑制するための干出・低塩分処理は現地ですどのように行うのか。

回答

大阪南港野鳥園北池は潟湖的干潟であり、導水管を通じて外海の大阪湾と海水の交換が行われている。そのため干潟が干出した時に導水管を遮断することで海水の導入を防ぎ、干出時間を増やすことができる。さらに大阪南港野鳥園には雨水を貯蓄する淡水池を有しており、そこから淡水を北池に導入することで低塩分処理を施せると考えられる。

討議[遠藤]

ミナミアオサの増殖を抑制する場合、現存量が増えないように注意すべきなのか、光合成活性を抑えることが重要なのか、またミナミアオサを全て無くしてしまうのがいいのか、ある程度残しておくのがいいのか。

回答

グリーンタイドが干潟にとって悪影響となるのは、地表面を覆うことによって空気中からの酸素供給を遮り、嫌氣的環境となることで底生微細藻類や小型底生動物にとって好ましくない環境になることである。そのため活性を抑制することよりも、現存量の増加を抑えて底質環境を好適環境に保つ必要があると考えられる。

討議[遠藤]

干出・低塩分処理の他にミナミアオサの増殖を抑制させる方法として、何が考えられるか。

回答

ミナミアオサの大量発生を抑制する方法としては、高温条件・高塩分環境・潮流の激しい環境にするなどが他に考えられるが、実際に適用できるかどうか、もしくはコストなどを考えると、干出・低塩分処理を施すのが最適と考えられる。