

現地観測に基づく春季の谷津干潟における アオサの流入特性

INFLOW OF *ULVA* SP. OF SPRING SEASON IN YATSU HIGATA

矢内栄二¹・早見友基²・五明美智男³・村上和仁⁴・瀧和夫⁵・石井裕一⁶

Eiji YAUCHI, Tomoki Hayami, Michio GOMYO, Kazuhito MURAKAMI,
Kazuo TAKI, Yuichi Isii

¹正会員 工博 千葉工業大学教授 工学部生命環境科学科 (〒275-8588 千葉県習志野市津田沼2-17-1)

²学生員 千葉工業大学大学院 工学研究科土木工学専攻 (〒275-8588 千葉県習志野市津田沼2-17-1)

³正会員 工博 東亜建設工業(株) 技術研究所 (〒230-0035 神奈川県横浜市鶴見区安善町1丁目3)

⁴正会員 理博 千葉工業大学講師 工学部生命環境科学科 (〒275-8588 千葉県習志野市津田沼2-17-1)

⁵正会員 工博 千葉工業大学教授 工学部生命環境科学科 (〒275-8588 千葉県習志野市津田沼2-17-1)

⁶学生員 工修 千葉大学大学院 自然科学研究科多様性科学専攻 (〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33)

Yatsu Higata is one of the most significant remaining tidal flats in Japan. In recent years, Yatsu Higata has witnessed an extraordinary growth of *Ulva* sp. algae. This paper explores the possible origins of *Ulva* sp. in Tokyo Bay and describes field studies intended to explore the relationship between the *Ulva* sp. found in Yatsu Higata and in Tokyo Bay. As a result, the *Ulva* sp. flourishes in Yatsu Higata, due to the ready supply of nutrient runoff supplied by the Yatsu River. The movement of *Ulva* sp. from the flats to beyond may help reduce the pollutant load on Tokyo Bay while simultaneously helping to preserve the Yatsu Higata environment.

Key Words: *Ulva* sp., tideland, lake-tidal flat, Tokyo Bay

1. はじめに

干潟は多様な生物が生息し、水質浄化機能の役割、また人々の親水の間として貴重な存在であることから、近年特に干潟の重要性が再認識されている。

本研究で対象としている谷津干潟（千葉県習志野市）は、周囲の埋立工事により都市域に残された干潟として極めて貴重な湿地である。しかし近年、谷津干潟では大型緑藻類のアオサの異常繁茂が問題となっている。アオサが干潟内に繁茂した結果、有機物の浄化に貢献しているアサリやゴカイなどのベントス類の斃死や、腐敗による底泥の嫌気化を引き起こし、本来干潟が持っている浄化機能が失われる結果となっている。

これまで、谷津干潟では、室内実験によるアオサの栄養塩吸収特性などの研究が行われているが、現地観測によるデータは極めて少ない。特にアオサが繁茂した時期の観測例がなく、隣接海域である東京湾からのアオサの流入が谷津干潟に対してどのような影響を及ぼしているかは明らかではない。そこで本研究では、アオサの繁茂が盛んな春季の谷津干潟に着目し、アオサの流入と水質の現況を現地調査により定量的に評価し、アオサの異常繁茂と干潟の浄化機能に及ぼす影響について検討した。

2. 谷津干潟の概要

谷津干潟（図-1）は東京湾奥部に位置する面積約40ha、平均水深約80cmの干潟である。かつて東京湾に面した前浜干潟であったが、1970年代初頭から始まった周囲の埋立工事から取り残され、潟湖的な干潟を形成している。現在は高瀬川と谷津川の東西2河川により東京湾と結ばれており、これらを通じて水の交換が行われることで、干潟としての機能が保たれている。また、干潟には1年を通して多くの渡り鳥が訪れることから、1993年にラムサール条約に登録された。

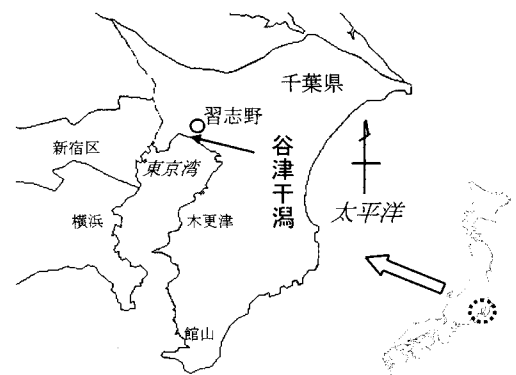


図-1 谷津干潟の位置

3. 谷津干潟におけるアオサの繁茂状況

写真-1～写真-3は春季におけるアオサの繁茂状況を示したものであるが、干潟東部から中部にかけて干潟底面をアオサが完全に覆った状態となっている。このように広範囲に厚く堆積することで底生生物の窒息死を招く結果となる。また、アオサが繁茂した底質は夏季には黒色の還元状態となり、ペントス類は皆無であることが確認されている(石井ら 2001)。このことは、アオサの腐敗に伴う底泥の嫌気化により生態系の脆弱化を進行させているものと考えられる。また、アオサの発生面積は年々増加の一途をたどっており、このままでは干潟全域がアオサで覆われる可能性も危惧されている。



写真-1 干潟東部

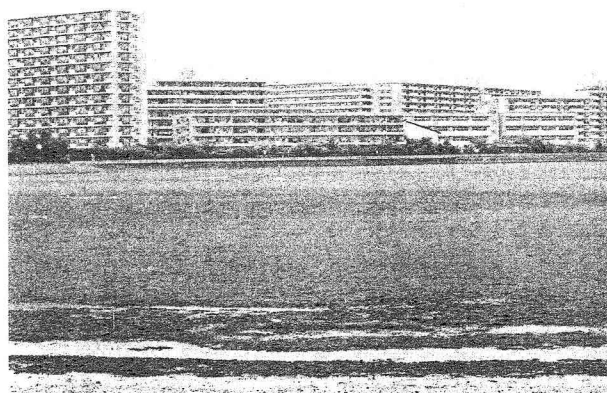


写真-2 干潟中央部



写真-3 腐敗したアオサ

4. 観測概要

現地観測は、夏季(2002/8/22)と冬季(12/3～4)、およびアオサが最も繁茂する春季(2003/5/29～30)の計3回、谷津干潟に流入する高瀬川(ST.1)、谷津川(ST.2)で行った(写真-4)。調査項目と機器を表-1に示す。河川の流量を測定するために流向・流速および水深を測定した。水質として、塩分、DOの連続観測および表層水を採水し、水温、pHを測定するとともに、各栄養塩類、COD、SS、Chl-aを分析した。機器として、流向・流速はアレック電子製の電磁流速計(ACM-210-D)と東邦電探のCM2型流向流速計を用いた。pH測定はHORIBA製のD-21を、塩分およびDO測定は三洋測器のメモリー塩分水温計(MTC-1)、メモリーDO計(MDO-1)を用いた。また、5月のChl-aに関してはアレック電子製の小型メモリークロロフィル濁度計(COMPACT-CL)を用いて蛍光測定を行い、Chl-a濃度に換算した。アオサの流入出量は、両地点に設置した60cm四方の固定式ネット型装置(図-2)の採取により行った。採取したアオサは湿潤重量を測定し、各水路の断面積あたりの量に換算した。これらの項目はすべて1時間ごとに計測を行った。

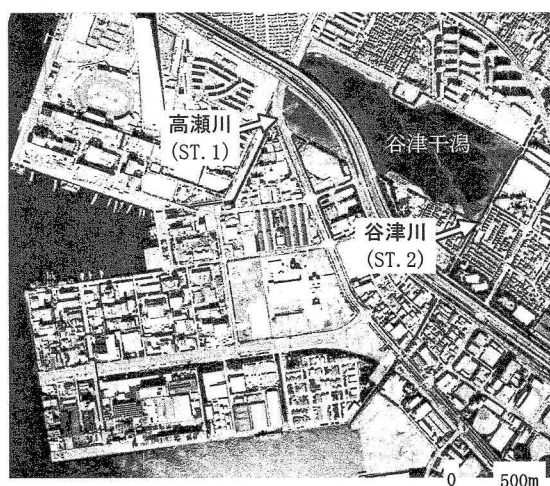


写真-4 観測地点

表-1 調査項目

測定・分析項目	測定法・機器
流向・流速	高瀬川: CM2
	谷津川: 電磁流速計
水位	メジャー
アオサ採取	固定式ネット型採取装置
水温・pH	pH測定器
塩分・DO	連続式水質計
Chl-a	工業排水試験法 JIS K 0102
COD	
SS	
T-N, NH ₄ -N NO ₂ -N, NO ₃ -N T-P, PO ₄ -P	HACC DR-4000U

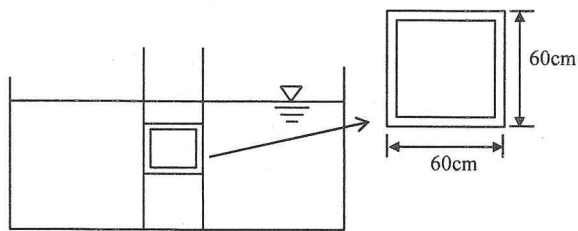


図-2 固定式ネット型装置

4. 観測結果

(1) 各季節におけるアオサの繁茂と輸送特性

各季節における干潟内の発生面積を写真-5に示す。夏季(2002/8)は干潟中央部でアオサがあり、特に枯死したものが多く存在していた。冬季(2002/12)は干潟奥部で存在していたものの、発生面積は年間を通して最も小さかった。春季(2003/5)は干潟東部から中部にかけてアオサの繁茂が確認され、面積は干潟の半分を占める約20haであった。

図-3に両河川で採取された(1潮汐間)浮遊アオサの質量を示す。2002/8, 2002/12, 2003/5の採取質量はそれぞれ、133kg, 70kg, 242kgとなり、5月に最も多いことがわかる。これは、干潟内におけるアオサの繁茂状況と同様の傾向であることから、水路内を流れるアオサの量は干潟内に存在するアオサの指標になると考えられる。

図-4は、アオサが最も多く採取された5月の調査におけるアオサと潮位の時系列変化を示したものである。アオサは流入・流出ともに谷津川で多く流れている。その理由として、高瀬川河口部の地形が谷津川河口部に比べて閉鎖的であるため、高瀬川からのアオサの流入が少なくなるものと考えられる。流出時には干潟東部で繁茂しているアオサが東部の谷津川から出て行くことが影響したものと考えられる。また、谷津川では流出時の干潟干出前にアオサが多く採取された。これは、下げ潮の干潟干出に近づくにつれ、干潟面状を移動する強い攪乱が起こり、底質に張り付いていたアオサが剥がれて流れ出すためと考えられる。

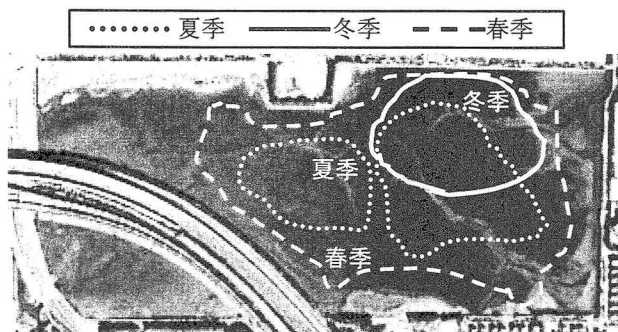


写真-5 アオサの発生面積

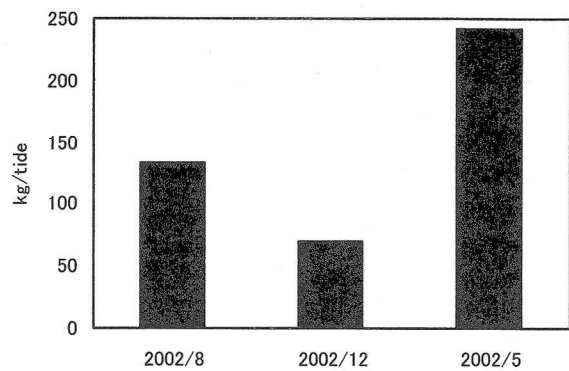


図-3 アオサの採取質量

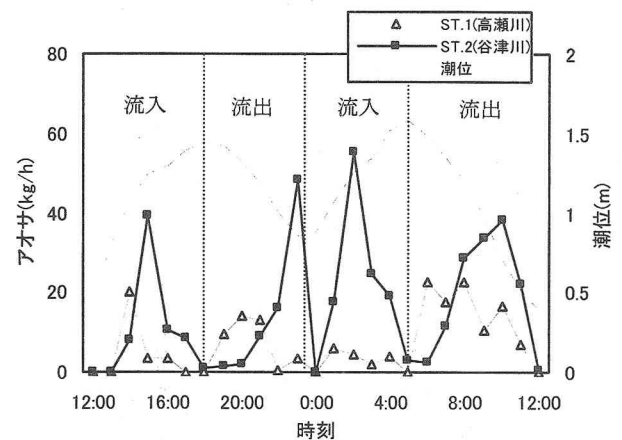


図-4 アオサと潮位の時系列変化(2003/5)

(2) 各季節におけるアオサの収支

1 潮汐間 ($Q_{in}=Q_{out}$) におけるアオサの収支を表-2に示す。夏季(2002/8), 冬季(2002/12), 春季(2003/5)ではそれぞれ-74.2kg, -46.5kg, -9.2kgとすべての季節において負の収支となり、特にアオサの流入が少ない夏季および冬季には大きな値を示した。

表-3および図-5は、高瀬川(ST.1)と谷津川(ST.2)におけるアオサの流入および流出量を示したものである。高瀬川では各季節ともアオサの変化量が小さいのに対し(図-5(a))谷津川では流入・流出ともに大きく変動していることがわかる(図-5(b))。また、アオサの繁茂が盛んな春季においては、流出量が冬季とほぼ同程度であるものの、流入量は夏季・冬季に比べ明らかに多い結果となった。このことより、春季においては、谷津川から流入したアオサが干潟内に定着し増殖することで、異常繁茂を引き起こしている可能性が示唆される。

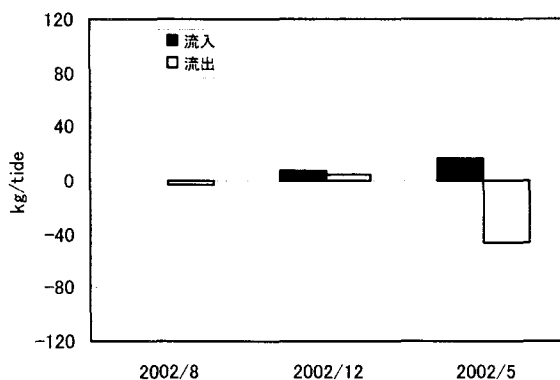
表-2 アオサの収支 (kg/tide)

	流入	流出	収支
2002/8	29.2	103.4	-74.2
12	11.5	58.0	-46.5
2003/5	116.2	125.4	-9.2

表-3 アオサの流入および流出量 (kg/tide)

	ST.1 (高瀬川)		ST.2 (谷津川)	
	流入	流出	流入	流出
2002/8	0.0	2.9	29.2	100.5
12	7.5	3.8	4.1	54.2
2003/5	16.9	62.8	99.4	62.6

であるが、各季節とも正の相関関係が見られた。特にアオサの流出が多い夏季（2002/8）と冬季（2002/12）に相関が高く、アオサの流出と同時に干潟泥質の流失が起こっているものと考えられる。また、採取したアオサにはいずれも泥が付着していたことから、アオサが剥がれると同時に、干潟表面の泥分が剥離されて流れ出したものと考えられる。この繰り返し作用により砂質化が進行するとともに、



(a) ST.1 (高瀬川)



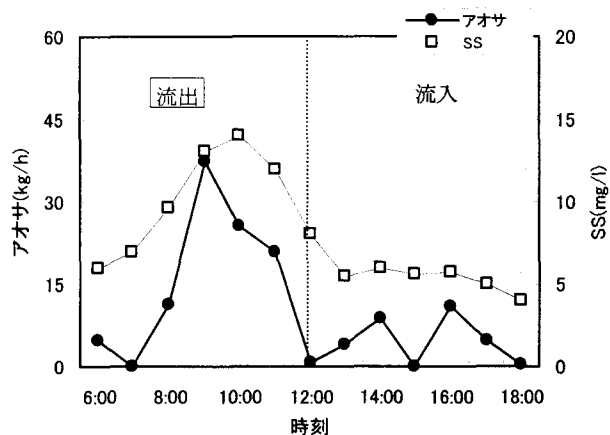
(b) ST.2 (谷津川)

図-5 各河川におけるアオサの流入および流出量

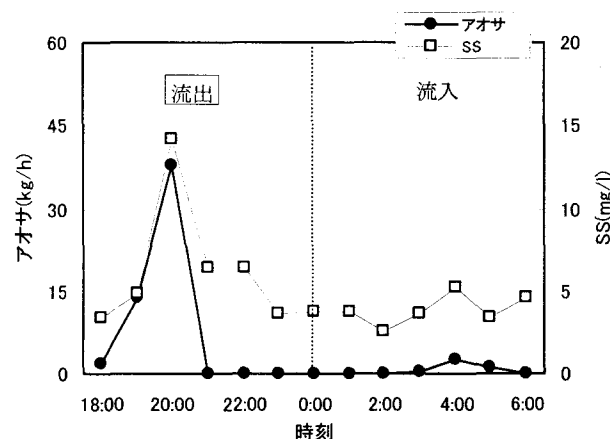
(3) 干潟内におけるアオサと SS の関係

近年、干潟東部においてアオサの繁茂と同時に砂質化が進行していることから（村上ら，2000），アオサと SS 濃度の関係について検討を行った。

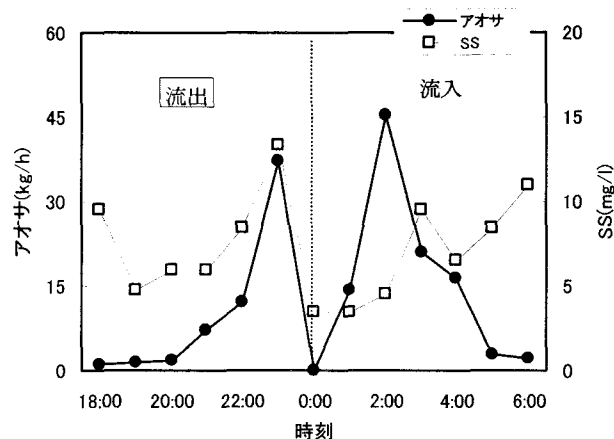
谷津干潟内のアオサは 1995 年頃から確認され始めたが、それとともに干潟東部における泥質面積が減少していることが報告されている。アオサは泥質底層よりも砂質底層を好む藻類であるため（能登谷 1999），アオサをこれ以上繁茂させないためには砂質化の進行を防ぐ必要がある。そこで、泥分の指標として SS 濃度に着目し、アオサの流入出が支配的である谷津川においてアオサと SS の関連性について調べた。図-6 は各季節におけるアオサと SS の時系列変化を示したものである。すべての観測において両者には同様の変動傾向が見られ、特に流出時にその関係が顕著に表れた（図-6(a), (b), (c)）。図-7 は各季節におけるアオサと SS の関係を示したものの



(a) 2002/8 (夏季)



(b) 2002/12 (冬季)



(c) 2003/5 (春季)

図-6 各季節におけるアオサと SS の時系列変化

砂質底層に繁茂するアオサも増加するという悪循環を及ぼしていることが示唆された。

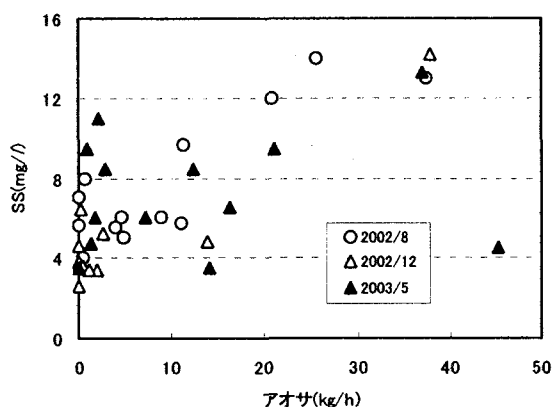


図-7 各季節におけるアオサとSSの関係

(4) 谷津干潟における栄養塩収支

アオサが繁茂した干潟の浄化能力を把握するため、各季節における1潮汐間 ($Q_{in}=Q_{out}$) の T-N および T-P 収支を算出した (図-8, 9)。図中のカッコ内は流入量, 流出量であり, 正の値は干潟への栄養塩の取り込み, 負の値は干潟からの放出を示している。

図-8 に示すように, 夏季 (2002/8), 冬季 (2002/12), 春季 (2003/5) における T-N 収支はそれぞれ, -20kg, 55kg, -63kg なり, 冬季には窒素が干潟内に取り込まれるものの, 夏季と春季に干潟から流出していることがわかる。図-9 は T-P の収支を示したものである。夏季, 冬季, 春季における収支はそれぞれ-62kg, -1kg, -37kg となり, すべての季節において流出傾向であり, T-N と同様に夏季と春季において大きな値を示した。これは, アオサが枯死し腐敗する過程で窒素やリンを放出したためと考

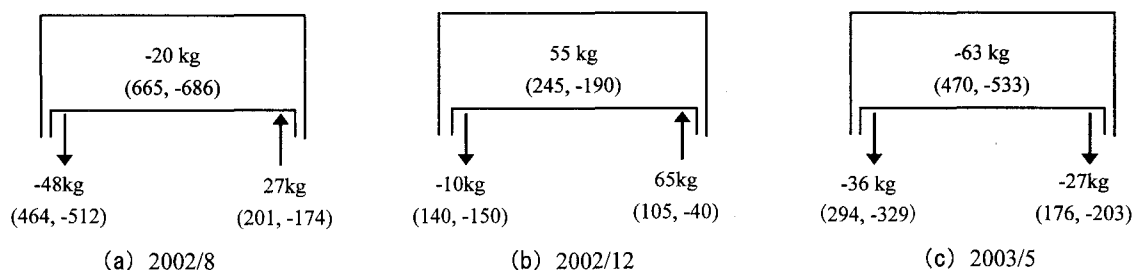


図-8 各季節におけるT-N収支 (kg/tide)

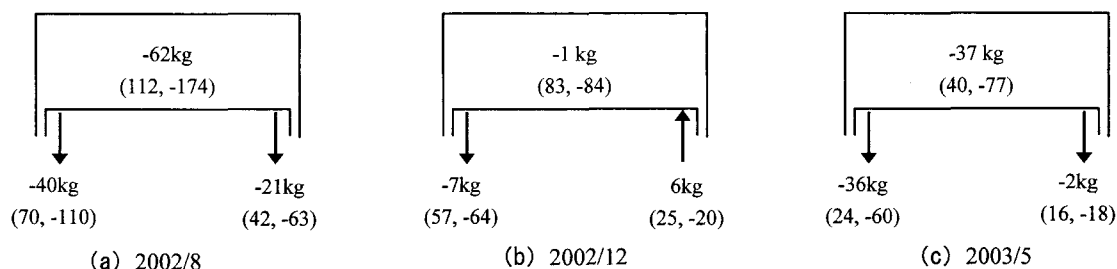


図-9 各季節におけるT-P収支 (kg/tide)

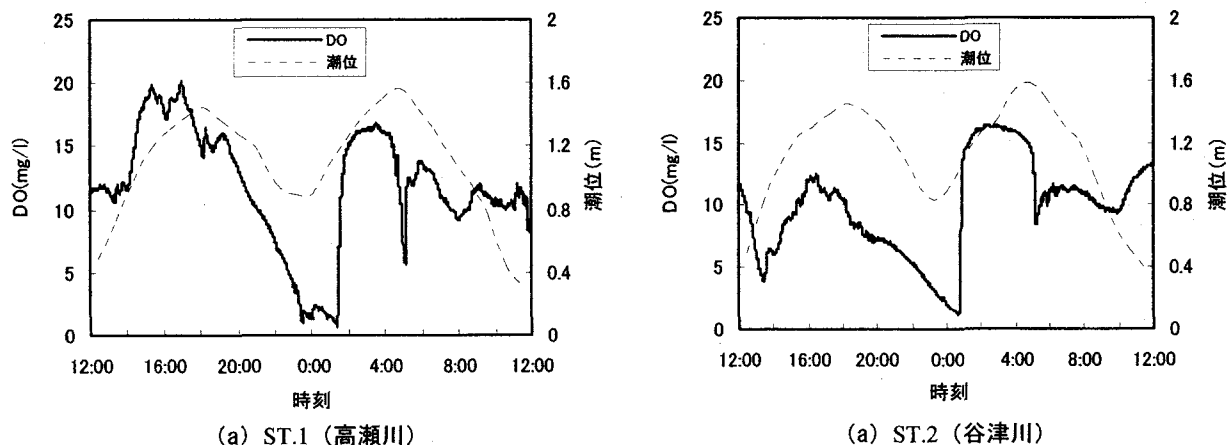


図-10 各河川におけるDOの時系列変化 (2003/5)

えられる。このことより、谷津干潟はアオサの腐敗によって東京湾にとって栄養塩の発生源となっていることが明らかとなった。

また、図-10 は春季における DO と潮位の時系列変化を示したものであるが、両河川とも低潮位時に極端な DO の低下が見られた。これはアオサ堆積後の嫌気化した底泥から溶出する有機物や栄養塩が影響したものと考えられる。干潟干出前の水塊の攪乱によってアオサが剥離し、その下で嫌気化した底泥は底生生物やプランクトンなどから産出される粘性物質が少なくなることによって砂質化を進行させていることが、図-10 から認められる。また、DO は 1mg/l 程度まで低下しているが、この値は底生魚の活動が低下する濃度であり、干潟内の生物の生息に影響を与えているものと考えられる。

7. まとめ

(1) アオサの輸送特性

東京湾－谷津干潟間におけるアオサの輸送は、春季に最も多く、特に谷津川で多く流れていることがわかった。また、春季においては他季に比べて谷津川からのアオサの流入量が多いことから、谷津川からのアオサの流入を防ぐことで、干潟内における異常繁茂を低減できるとものと考えられる。

(2) アオサとSSの関係

アオサの繁茂と同時に干潟内の泥分の流失が起こっていることから、アオサとSSとの関係を調べたところ両者には正の相関関係が見られた。これは、干潟表面を覆うアオサが剥がれると同時に泥分が剥離されて流れ出していることが考えられる。

このことにより、泥質を好むベントスが減少し干潟生態系の脆弱化に繋がる可能性が示唆された。

(3) 干潟内における栄養塩収支

夏季（2002/12）、春季（2003/5）では負の収支となり、谷津干潟はアオサの腐敗によって東京湾に対して栄養塩の発生源となっていることがわかった。

謝辞：本研究の実施にあたり、財団法人鹿島学術振興財団研究助成金による援助を受けた。

参考文献

- 1) 村上和仁・石井裕一・瀧和夫・長谷川昭仁：東京湾奥部に位置する潟湖化干潟の遷移特性，海岸工学論文集，第47巻，pp1121-1125，2000.
- 2) 児玉真史・松永信博・水田健太郎：干潟底泥－海水間の栄養塩フラックスに関する現地観測，海岸工学論文集，第47巻，pp1126-1130，2000.
- 3) 石井裕一・村上和仁・矢内栄二・石井俊夫・瀧和夫：東京湾奥部に位置する潟湖化干潟におけるアオサの栄養塩吸収特性，海岸工学論文集，第48巻，pp1136-1140，2001.
- 4) R. Rajar, M. Cetina, F. Gonzales-Farias and M. Pinter: Modelling pollutant dispersion in Mexican coastal lagoons, Proceedings of the 29th Congress of the International Association for Hydraulic Research, Theme-B, pp.176-181, 2001.
- 5) 矢内栄二・早見友基・石井裕一・立本英機：谷津干潟に作用する東京湾の影響ダイナミクス，環境情報科学論文集17，pp327-330，2003.
- 6) 環境庁・千葉県・習志野市：谷津干潟環境調査報告書，143p，1996.
- 7) 能登谷正浩編：アオサの利用と環境修復，成山堂書店，171p，1999.