

神奈川県天神島産アマモ葉上に付着する珪藻類

Epiphytic diatoms on leaves of seagrass *Zostera marina* Linnaeus from Tenjin-jima,
Kanagawa Prefecture, Japan

東京海洋大学 福田 華那
鈴木 秀和*
田中 次郎
生命歯学部 南雲 保

Kana FUKUDA¹, Hidekazu SUZUKI^{1*}, Jiro TANAKA¹
and Tamotsu NAGUMO²

¹Department of Ocean Science, Tokyo University of Marine Science and Technology
4-5-7 Konan, Minato-ku, Tokyo 108-8477, Japan

²Department of Biology, The Nippon Dental University,

Epiphytic diatoms constitute the most important primary producer supporting the invertebrate food web in seagrass beds. A seagrass species *Zostera marina* widely distributes from temperate to arctic zones in the Northern Hemisphere. One of the prominent features of the epiphytic diatoms flora in the seagrass meadows is its relative high density that will make it an ideal food source for grazers. In spite of their ecological importance, however, taxonomy of the epiphytic diatoms have not fully established yet. We are conducting a morphological investigation of the most abundant diatom species in the framework of a research project focused on the species composition, structure, succession and ecology of the epiphytic microflora on the seagrass. The attached diatom flora on *Z. marina* from the Tenjin-jima Island in the west coast of Miura Peninsula, Kanagawa Pref., central Japan, were studied based on the samples collected during April to December in 2009 using light and scanning electron microscopies. A total of 16 species in 11 genera were recorded; following 8 taxa were recorded with the common relative frequency rank (>10%) at least in one sample, viz., *Amphora tenerrima*, *Denticula neritica*, *Gomphonemopsis pseudexigua*, *Navicula salinicola*, *Navi. sp. 1*, *Nitzschia perindistincta*, *Pteronocola inane* and *Tabularia parva*. In addition, morphological and taxonomical comments were given for the dominant 5 taxa.

Key Index Words: epiphytic diatom, marine diatom, *Zostera marina*.

*E-mail to the author for correspondence: hsuzuki@kaiyodai.ac.jp

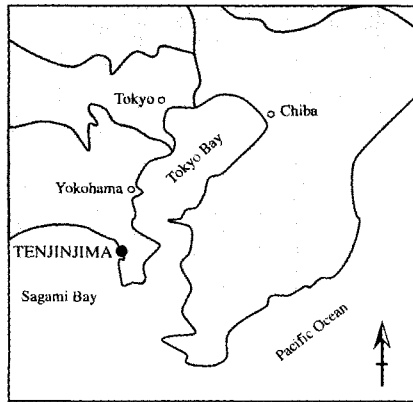
(2010 年 12 月 25 日 受理)

アマモ (*Zostera marina* Linnaeus) は北半球の温帯域から亜寒帯域の沿岸に広く分布する海草で、日本では九州から北海道までの内湾、水深 1 ～数 m の波の穏やかな砂泥底質の海底に分布し、群生してアマモ場を形成する (大場・宮田 2007)。このアマモ場は海底地形の安定化や水質浄化に寄与するだけでなく、“海のゆりかご”と呼ばれるように、高い一次生産力と生物多様性を有する (Hemminga & Duarte 2000)。その基盤をなす餌料供給機構の 1 つがアマモ葉上に形成される付着珪藻群集で、磯根資源や沿岸浅海域の漁業生産にも重要な役割を果たしている。筆者らは現在、アマモ葉上の付着珪藻群集に関するデータベースを構築するため、本邦各地のアマモ場を調査している (cf. Kuriyama et

al. 2006, Suzuki et al. 2009)。本研究はその一環として行われ、今回は神奈川県天神島沿岸に形成されたアマモ場を調査地として、そのアマモ葉上に着生する珪藻相と月毎の種組成の変化を明らかにすることを目的とした。

材料と方法

調査地の神奈川県横須賀市天神島は、相模湾に面した三浦半島の西岸に位置する周囲 1km の島で、一帯が横須賀市自然・人文博物館付属天神島臨海自然教育園として保護されている。周辺は黒潮が流れ込み、魚種が豊富な場所である (Text Fig. 1)。



Text Fig. 1. Sampling site.

研究に用いたアマモは、沿岸の砂地に繁茂するアマモ場から、葉の表面が薄茶色で珪藻が多く付着していると思われる草体をシュートごと採集した。採集は2009年4月から10月までの各月1回、大潮の日に行った (Table 1)。草体を実験室に持ち帰り、25% グルタルアルデヒド水溶液を加えて固定した。

珪藻試料は配水管洗浄法 (南雲 1995) で有機物などを取り除き、長田・南雲 (2001) に準拠して顕微鏡観察用の試料を作製した。光学顕微鏡 (LM) による珪藻被殻の観察は70倍の油浸レンズを使用し、デジタルカメラ (NikonD70s) を用いて、写真撮影を行った。毎月400殻以上全て撮影した。その写真を基に種の同定・計数を行い、種組成を算出した。さらに、各月で相対出現頻度が最も高い出現分類群を最優占分類群とし、走査型電子顕微鏡 (SEM, HITACHI S-5000, 加速電圧 2kV) を用い、被殻の微細構造を観察した。

本研究で用いた術語は Anonymus (1975), Round *et al.* (1990), および小林ら (2006) に準拠した。珪藻の学名の省略形は Simkhada (2006) に従った。

結果と考察

本研究では、アマモ葉上から11属12分類群4未同定分類群を確認した。全調査期間を通し、同じ種組成の月は一度もなかった。月毎の出現分類群数に多少の違いはあったが、各月の出現分類群に大きな相違はなかった。また、突出した高い頻度で出現した分類群もなかった (Table 2)。

以下に、各月の最優占分類群の被殻形態の観察結果を記載する。

Denticula neritica Holmes & Croll, 1982, 7th Diatom

Table 1. Sample data.

No.	Date	Collector
S-1064	2009. 04. 12	H. Suzuki
KF0041	2009. 05. 14	K. Fukuda
KF0049	2009. 06. 06	K. Fukuda
KF0054	2009. 07. 07	K. Fukuda
KF0059	2009. 08. 05	K. Fukuda
KF0063	2009. 09. 04	K. Fukuda
KF0067	2009. 10. 04	K. Fukuda

Symposium : p. 270, 271, plate 4, figs 38-48. (Figs 12-19)

殻長 6.0-11.25 μm , 殻幅 1.0-1.5 μm 。殻面の殻形は狭楕円形。条線は円形の胞紋列からなるが、非常に細く、LM では観察できなかった。殻内部にはしご状の肋構造があり、殻面からも透けて見える。

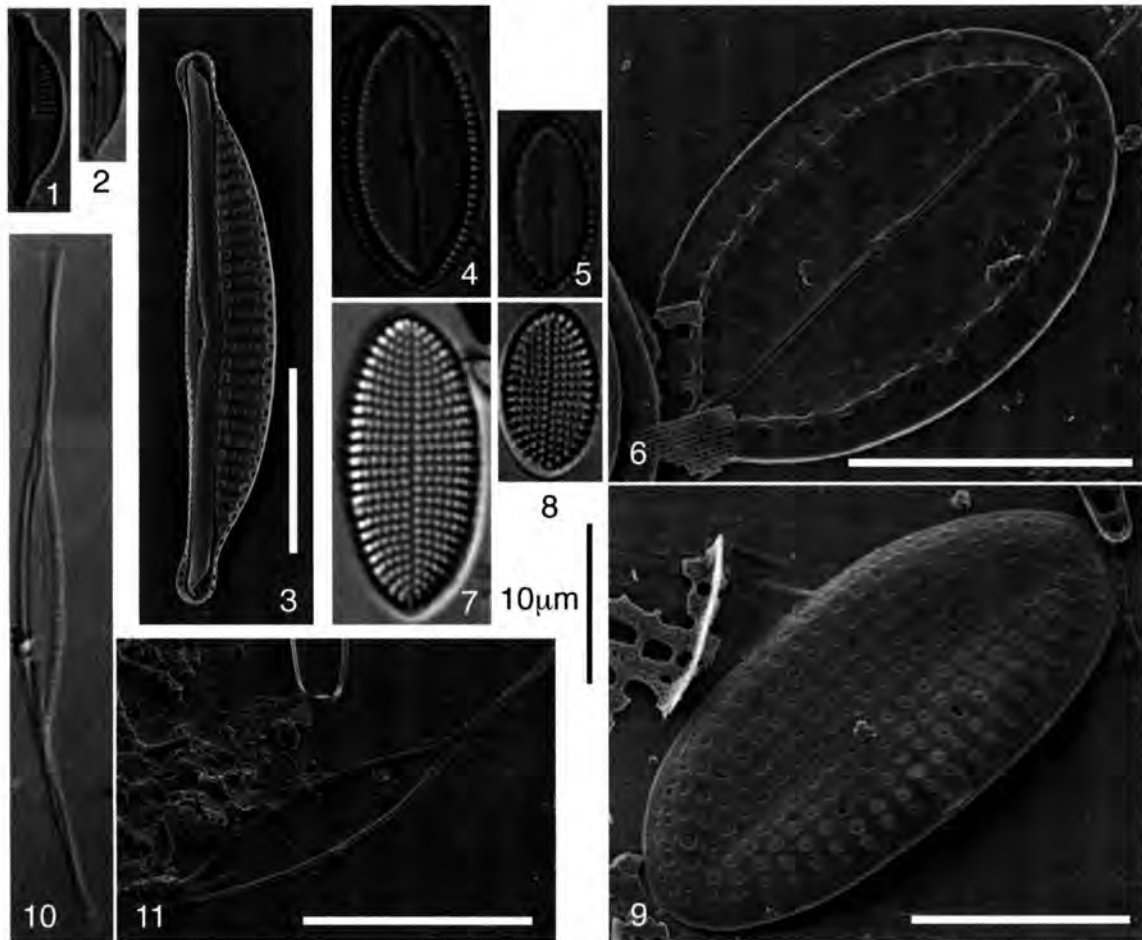
7月の最優占分類群 (23.9%) であった。本邦では、千葉県館山市坂田産の褐藻ウミトラノオ *Sargassum thunbergii* (Mertens ex Roth) Kuntze 上と紅藻コメノリ *Carpopeltis prolifera* (Hariot) Kawaguchi et Masuda 上 (Mitsuishi *et al.* 2008), および同県沖ノ島産のアマモ葉上 (Kuriyama *et al.* 2006) からの報告がある。

Gomphonemopsis pseudexigua (Simonsen) Medlin, 1986, Diatom Research 1 : p. 208, figs 8-11, 48-51. (Figs 22-28)

殻長 4.0-21.5 μm , 殻幅 1.0-3.0 μm 。殻面の殻形は線状披針形で異極性。頭極は鈍形、足極はやや鋭形。帯面の殻形は楔形。軸域は狭く、ほぼ線形。縦溝は直線状で、中心裂溝は直線状かやや曲がる。条線密度は 10 μm あたり 16-19 本。条線は1列の胞紋列からなり、各胞紋は円形。

調査期間中、全ての月で相対頻度 3% 以上出現し、特に5月では最優占分類群 (18.1%) となった。紅藻ササバヤギヌ *Caloglossa leprieurii* Agadh var. *hookeri* (Harvey) Post 上 (南雲・田中 1990), 千葉県館山市坂田産の紅藻カイノリ *Chondracanthus intermedius* (Suringar) Hommersand 上と緑藻フサイワヅタ *Caulerpa okamurae* Weber-van Bosse 上 (Mitsuishi *et al.* 2008) からの報告がある。

Navicula salinicola Hustedt, 1939, Abhandlungen naturwissenschaftlicher Verein zu Bremen 31 : p. 638, figs 61-69 ; Simonsen, 1987, Hustedt's Diatom Types, 1 : p. 259, 2 : pl. 381, figs. 11-20. (Figs 32-35)



Figs 1-3. *Amphora tenerrima*. 1, 2. Valve views. 3. External view of valve (Scale bar = 5 μ m). Figs 4-9. *Cocconeis scutellum* var. *scutellum*. 4-6. Raphid valves. 6. Internal view of raphid valve. 7-9. Araphid valves. 9. External view of araphid valve. Figs 10, 11. *Cylindrotheca closterium*. 10. Valve view. 11. External view of valve. Scale bars (3, 6, 9) = 5 μ m, (11) = 10 μ m.

殻長 4.75-17.5 μ m, 殻幅 1.25-2.5 μ m。殻面の殻形は披針形で、殻端は丸みを帯びる。条線密度は 10 μ m あたり 18-20 本で、殻面全体でほぼ平行に並ぶ。殻中央の 1 本は他に比べてやや短い。そのため中心域は長方形を呈する。各条線は 1 列の円形の胞紋からなる。

調査期間中、全ての月で相対頻度 3% 以上出現し、特に 10 月では最優占分類群 (22.7%) となった。本邦では、伊豆諸島式根島産のユカリ *Plocamium telfairiae* (Hooker et Harvey) Harvey 上 (鈴木ら 1999)、北海道産の紅藻フジマツモ *Neorhodomela aculeata* (Prestenko) Masuda 上 (鈴木・小林 2002)、神奈川県産の紅藻ピリヒバ *Corallina pilulifera* Postels et Ruprecht 上 (鈴木・南雲 2003)、千葉県館山市坂田産のウミトラノオ、カイノリ、コメノリ、フサイワヅタ、緑藻ボタンアオサ *Ulva conglobata* Kjellman の藻体上 (Mitsuishi et al. 2008)、および同県沖ノ島産 (Kuriyama et al. 2006) と北海道厚岸湖産 (Suzuki et al. 2009) のアマモ葉上からの報告があり、海藻・海草付着珪藻の代表種と考えられる。

Navicula sp. 1

(Figs 36-41)

殻長 7.0-12.5 μ m, 殻幅 2.0-2.75 μ m。殻面の殻形は披針形。条線密度は 10 μ m あたり 22-24 本で、殻面全体でほぼ並行に配列する。殻中央の 1 本は他に比べてやや短い。そのため中心域は長方形を呈し、光学顕微鏡でもはっきり確認できる。各条線は 1 列の胞紋列からなり、各胞紋は軸域の平行方向に伸びた長方形。

本種は *Navicula salinicola* Hustedt に似るが、胞紋の形と条線密度の相違から別種と判断した。

調査期間の 4 月に最優占分類群となった (14.5%)。

Nitzschia perindistincta Cholnoky, 1960, *Nova Hedwigia* 2 : p. 101, plate 7, fig. 304.

(Figs 48-54)

殻長 4.0-14.0 μ m, 殻幅 1.25-2.5 μ m。小骨密度は 10 μ m あたり 14-16 本。殻面の殻形は狭披針形。殻端は鋭形。条線は非常に細く、LM では観察できなかった。

調査期間中、全ての月で相対頻度 3% 以上出現し、特に 6,

Table 2. Relative frequencies of diatoms species occurred on *Zostera marina* from Tenjin-jima.

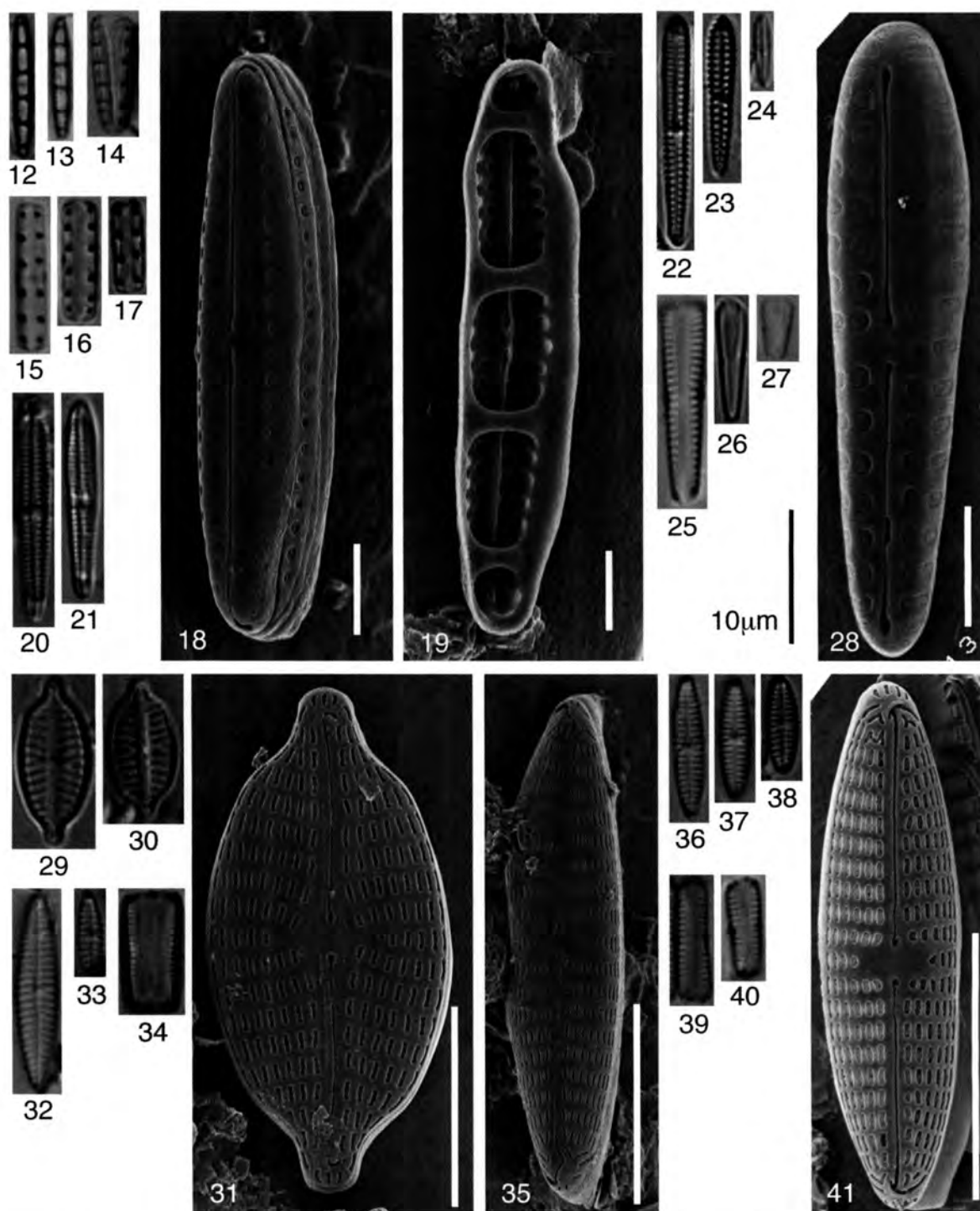
Taxa	Frequencies (%)						
	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.
<i>Amphora tenerrima</i>	*	1.4		1.8	11.5	*	*
<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>scutellum</i>	6.1	2.3	6.3	5.0	8.9	*	4.3
<i>Cylindrotheca closterium</i>	3.2	3.8	*	*	*	*	
<i>Denticula neritica</i>	3.9	2.8	5.4	23.9	6.8	4.0	1.4
<i>Gomphonemopsis pseudexigua</i>	8.2	18.1	4.0	12.5	5.6	4.5	
<i>Gomphoseptatum aestuarii</i>	3.4			*			
<i>Navicula pseudanglica</i>		*	*	*	3.0	1.2	3.3
<i>Navi. salinicola</i>	11.1	7.0	7.7	6.8	12.6	20.4	22.7
<i>Navi. sp. 1</i>	14.5	*		8.4	5.8	6.2	14.6
<i>Navi. sp. 2</i>	8.9	4.0	1.9		1.4		1.9
<i>Navi. sp. 3</i>	*	2.1	*		1.4	2.2	4.3
<i>Nitzschia perindistincta</i>	7.7	12.7	19.0	20.0	20.1	38.1	14.4
<i>Nitz. sp.</i>		2.3	4.7	*	*	1.0	
<i>Psammodictyon constrictum</i>		*	1.4	*	*	1.3	5.7
<i>Pteroncola inane</i>		12.0	13.8	2.3			*
<i>Tabularia parva</i>	2.5	15.7	17.3	4.1	1.9	2.5	9.0
others	29.3	14.2	17.0	10.9	19.4	18.0	17.7

8, 9月では最優占分類群 (19.0%, 20.1%, 38.1%) となった。本邦では、神奈川県産の紅藻ケイギス *Ceramium tenerrimum* (Martens) Okamura 上に *Nitzschia* sp. として (鈴木ら 2000), ピリヒバ上に *Nitzschia* sp. 2 として (鈴木・南雲 2003), また、千葉県館山市坂田産のウミトラノオ、フサイワツタおよびボタンアオサの藻体上 (Mitsuishi *et al.* 2008) からの報告がある。

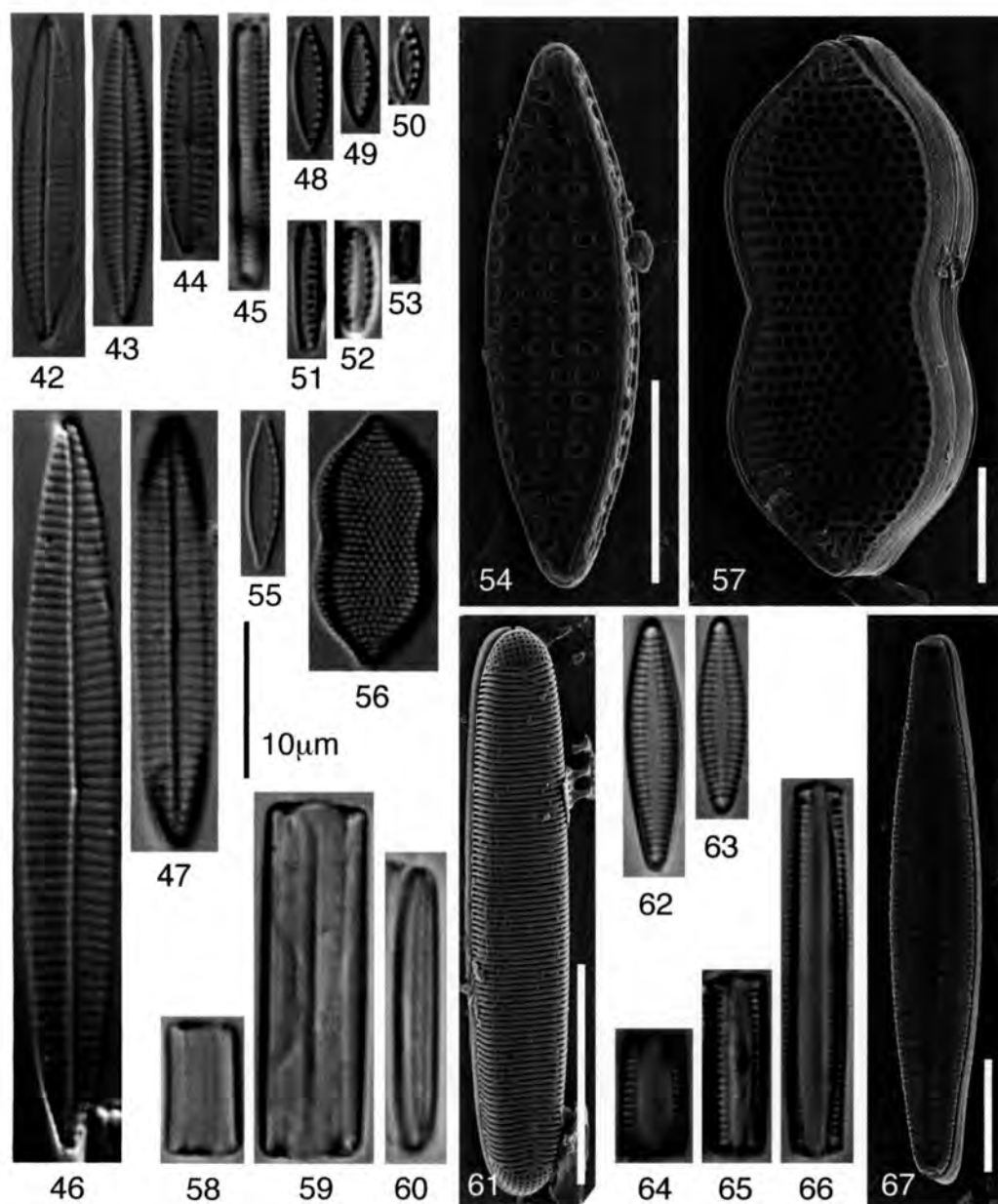
本調査では、以上の分類群の他に、*Amphora tenerrima* Aleem & Hustedt (Figs 1-3), *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann & J.C. Lewin (Figs 10, 11), *Gomphoseptatum aestuarii* (Cleve) Medlin (Figs 20, 21), *Navicula pseudanglica* Lange-Bertalot (Figs 29-31), *Navicula* sp. 2. (Figs 42-45), *Navicula* sp. 3. (Figs 46, 47), *Nitzschia* sp. (Fig. 55), *Psammodictyon constrictum* (Gregory) D.G. Mann (Figs 56, 57), *Pteroncola inane* (Giffen) Round (Figs 58-61), *Tabularia parva* (Kützinger) Williams *et al.* Round (Figs 62-67) が観察された。

今回出現した珪藻群集の特徴づける珪藻として *Navicula salinicola* と *Nitzschia perindistincta* が挙げられる。両種は調査期間中、常に相対頻度 3% 以上で出現した。特に, *Nitz.*

perindistincta は 4 月を除く 6 ヶ月間を通し、相対出現頻度 10% を越えて出現しており、また 9 月には最も高い頻度で出現した (38.1%)。両種とも日本各地の様々な海藻上からの報告があり、植物付着性種 (epiphyte) として広く分布すると考えられる。寺島・倉持 (1999) と倉持 (2000) は本研究と同様、天神島産のアマモ上の珪藻相を調査し (1998 年 4 月～1999 年 3 月と 1999 年 9 月), 本研究期間と同月に *Achnanthes longipes* C. Agardh, *Arachnoidiscus ornatus* Ehrenberg, *Cocconeis* sp., *Licmophora abbreviata* C. Agardh, *L. flabellata* (Carmichael ex Greville) C. Agardh, *Navicula* spp., *Nitzschia* spp. の出現を確認している。倉持 (2000) の図版 (p. 5 の図 1) から判断すると *Cocconeis* sp. は *C. scutellum* var. *scutellum*, *Licmophora* は *L. flabellata* ではなく *L. californica* Grunow (cf. 寺坂ら 2005) と推察される。*C. scutellum* var. *scutellum* は本研究でも 10% 以下で毎月確認された。本種は千葉県沖ノ島産 (Kuriyama *et al.* 2006) と北海道厚岸湖産 (Suzuki *et al.* 2009) のアマモ葉上にも共通して出現したことから *Navicula salinicola* と同様、本邦におけるアマモ葉上珪藻群集の構成種として広く分布すると考えられる。*Achn. longipes*, *Arac. ornatus*, *L. abbreviata*, および *L. californica* は本調査では観察されなかった。*Nitzschia* spp.



Figs 12-19. *Denticula neritica*. 12-14. Valve views. 15-17. Girdle views. 18. External view of valve. 19. Internal view of valve. Figs 20, 21. *Gomphoseptatum aestuarii*. Valve views. Figs 22-28. *Gomphonemopsis pseudexigua*. 22-24. Valve views. 25-27. Girdle views. 28. External view of valve. Figs 29-31. *Navicula pseudanglica*. 29, 30. Valve views. 31. External view of valve. Figs 32-35. *Navicula salinicola*. 32, 33. Valve views. 34. Girdle view. 35. External view of valve. Figs 36-41. *Navicula* sp. 1. 36-38. Valve views. 39, 40. Girdle views. 41. External view of valve. Scale bars (18, 19, 28) = 1μm, (31, 35, 41) = 5μm.



Figs 42-45. *Navicula* sp. 2. 42-44. Valve views. 45. Girdle view. Figs 46, 47. *Navicula* sp. 3. Valve views. Figs 48-54. *Nitzschia perindistincta*. 48-50. Valve views. 51-53. Girdle views. 54. External view of valve. Fig. 55. *Nitzschia* sp. Valve view. Figs 56, 57. *Psammodictyon constrictum*. 56. Valve view. 57. External view of valve. Figs 58-61. *Pteroncola inane*. 58, 59. Girdle views. 60. Valve view. 61. External view of valve. Figs 62-67. *Tabularia parva*. 62, 63. Valve views. 64-66. Girdle views. 67. External view of valve. Scale bars (54, 57, 61) = 5 μ m, (67) = 10 μ m

と *Nitzschia* spp. は倉持 (2000) の報告中に写真等の記載がないため詳細は不明である。*Navicula* と *Nitzschia* に関しては本研究でも両属合わせて 7 分類群を確認したが、その内 4 分類群が未同定で、そのほとんどが小型で詳細な形態学的検討が困難であった。筆者らのこれまでの調査においても両属はアマモ葉上付着珪藻群集の重要な構成種であることが明らかになっている。それゆえ正確な同定を含めた形態学的分類学的研究に基づく群集構造の解明が必要である。

謝 辞

本研究におけるアマモ採集に協力して下さった横須賀市自然・人文博物館の大森雄治博士をはじめ、天神島臨海自然教育園の皆様に深く御礼申しあげます。なお、本研究は平成 22 年度東京海洋大学海洋科学部学術研究奨励基金事業による研究の一部である。

引用文献

- Anonymus 1975. Proposals for a standardization of diatom terminology and diagnoses. *Nova Hedwigia*, Beiheft **53**: 323-354.
- Cholonky, B. J. 1960. Beiträge zur Kenntnis der Diatomeenflora von Natal (Südafrika). *Nova Hedwigia* **21/2**: 1-128.
- Hemminga, M. A. & Duarte, C. M. 2000. *Seagrass Ecology*. 312 pp. Cambridge University Press, Cambridge.
- Holmes, R. W. & Croll, D. 1982. Initial observations on the composition of dense diatom growths on the body feathers of three species of diving seabirds. 7th Diatom-Symposium : 265-277.
- Hustedt, F. 1939. Die Diatomeenflora des Küstengebietes der Nordsee vom Dollart bis zur Elbemündung. *Abhandlungen naturwissenschaftlicher Verein zu Bremen* **31**: 572-677.
- 小林弘・出井雅彦・真山茂樹・南雲保・長田敬五 2006. 小林弘珪藻図鑑第1巻. 531 pp. 内田老鶴圃, 東京.
- 倉持卓司 2000. 相模湾のアマモ葉上付着珪藻群落の遷移. *潮騒だより* **2000(11)**: 5-6.
- Kuriyama, K., Kondo, T., Watanabe, T., Suzuki, H., Tanaka, J. & Nagumo, T. 2006. Attached diatom flora on *Zostera marina* from Chiba and Kanagawa Prefecture, Japan. Abstract book of 19th International Diatom Symposium. p. 80.
- Medlin, L. K. & Round, F. E. 1986. Taxonomic studies of marine gomphonemoid diatoms. *Diatom Research* **1**: 205-225.
- Mitsuishi, K., Utsumi, S., Noguchi, Y., Suzuki, H., Tanaka, J. & Nagumo, T. 2008. Epiphytic diatom flora on some seaweeds from Chiba Prefecture, Japan. Abstracts book of 20th International Diatom Symposium. p. 188.
- 南雲保 1995. 簡単に安全な珪藻被殻の洗浄法. *Diatom* **10**: 88.
- 南雲保・田中次郎 1990. 徳之島産の紅藻付着珪藻. *国立科博専報* **1990(23)**: 15-21.
- 長田敬五・南雲保 2001. 珪藻研究入門. 日本歯科大学紀要 (一般教育系) **30**: 131-141.
- 大場達之・宮田昌彦 2007. 日本海草図譜. 北海道大学出版会.
- Round F. E., Crawford R. M. & Mann D. G. 1990. *The Diatoms*. 747 pp. Cambridge University Press, Cambridge.
- Simkhada, B. 2006. Proposal to use unique abbreviation for diatom genera. *Diatom Research* **21**: 451-456.
- 鈴木秀和・小林敦 2002. 北海道産の紅藻フジマツモに着生する珪藻類. *青山学院高等部研究報告* **25**: 62-77.
- 鈴木秀和・南雲保 2003. 神奈川県葉山産の紅藻ピリヒバに着生する珪藻類. *日本歯科大学紀要 (一般教育系)* **32**: 109-118.
- 鈴木秀和・南雲保・田中次郎 2000. 神奈川県産の紅藻ケイギスに着生する珪藻類. *青山学院高等部研究報告* **23**: 13-25.
- 鈴木秀和・田中次郎・南雲保 1999. 伊豆諸島式根島産の紅藻ユカリに着生する珪藻類. *日本歯科大学紀要 (一般教育系)* **28**: 147-160.
- Suzuki, H., Ishii, O., Sakanishi, Y., Shiwaku, M., Kondo, T., Nagumo, T. & Tanaka, J. 2009. Attached diatoms on *Zostera marina* from the Akkeshi-ko estuary, Hokkaido, northern Japan. Abstracts of papers to be presented at the 9th International Phycological Congress. *Phycologia* **48** (Supplement): 126.
- 寺坂隆・南雲保・田中次郎 2005. 海産羽状目珪藻 *Licmophora* の本邦産汎布種4種の分布と形態. *Diatom* **21**: 91-105.
- 寺島浩一・倉持卓司 1999. 相模湾のアマモ葉上における付着珪藻の季節変化. *南紀生物* **41**: 145-147.