

## 霞ヶ浦・鹿島灘の藻類

茨城県自然博物館非維管束植物調査会

## 概 説

筑波山、霞ヶ浦、鹿島灘で代表される山、湖沼、海に恵まれた茨城県は、多数の河川や水田を含む広大な耕作地帯にも恵まれ、水中生活を営む藻類に好適な生育場所を提供している。当然のことながら、茨城県の藻類相は豊かであろうと推測される。茨城県における各種生物群の採集や調査の記録を調べてみると、たしかに植物、動物の種類は多くの数にのぼる。しかし、記録された生物は、目に見えるものや人間生活に役立つものが多く、微小なものや役に立つかどうかわからないようなものの記録は少ない。ここで扱う藻類もその例に洩れず、海藻については観察・調査が進んでいて、種類名もかなりよくわかっているが、微小なものが多い淡水藻の知見は極めて不十分である。

茨城県沿岸の海藻を最初に本格的に採集・調査した研究者は当時茨城師範学校に勤務の川端清策（1939）で、136種の生育を記録している。その後、宮崎方夫（1964, 1965）に続いて、本研究調査プロジェクトの調査員でもある中庭正人が、高等学校に勤務のかたわら、茨城県全沿岸に多くの調査地点を設け、ほぼ定期的に観察をおこなって種類を確認するとともに、それらの藻体の季節的消長を調べるなどの調査を精力的に進めた。1963年から始まった調査は現在も続き、その主な成果は1975年及び1992年に発表されている。記録された海藻は1975年には164種であったが、1992年には少し減って134種である。これらの調査結果から判断すると、茨城県沿岸の海藻相は全体として温帯性の要素を帯びるが、北方系の海藻である褐藻マツモ、ウルシグサ、ホソメコンブ、紅藻アカバ、及び海産種子植物のスガモなどが生育することから、わずかではあるが亜寒帯性要素ももつことがわかる。

茨城県の海藻植生については、東京水産大学の片田実（1972）が、雑誌バイオテクの「豊かなる荒廃」シリーズに日立沿岸初崎付近の海藻植生に及ぼす廃水泥の影響に関して書き、ここで、片田は海藻の帯状分布が選鉱廃泥の影響により極めて異常かつ不自然なものになっていることを指摘している。最近、中庭（1992）は日立沿岸を8つに区分し、それぞれの地点における海藻の植生の様子を丹念に調べている。種

類相と生物量を取り入れた海藻の植生調査は茨城県下において今後も大に行われるべき大切な研究テーマであろう。

霞ヶ浦の淡水藻に関する研究は1970年代の筑波研究学園都市建設の前と後では大きく異なる。学園都市建設以前は、日本の代表的な湖沼としての霞ヶ浦の餌料調査や水質調査等と関連してプランクトンが断片的に調べられたに過ぎなかったが、建設後は、当時環境汚染（公害）が社会問題として大きく世間の注目を浴びたこともあって、新設の大学や研究所、あるいは移転してきた研究機関、及び茨城県内水面水産試験場等が積極的に霞ヶ浦の淡水藻類について調査・研究を行うようになった（詳細は本書の「霞ヶ浦の藻類」を参照）。とくに富栄養化により藻類の異常発生（水の華の発生）が頻繁に起こるようになったため、このことが研究者の主要な研究対象となった。多くは生態学的研究であったが、水の華の種組成や種の分類学的研究も行われている。筑波大学の原慶明、斎藤実、千原光雄（1978）は霞ヶ浦北部の高浜入付近でプランクトン性藻類190種19変種2品種が夏季にどのような垂直分布の日変化をするかの調査を実施し、また国立科学博物館の渡辺真之と千原（1980）は水の華をつくるプランクトン性藍藻として、アオコ属(*Microcystis*)を含む5属10種を記載し、写真を添えた詳しい解説的な報文を発表した。水の華をつくる藻に毒性物質のあることがわかってからは、種類についての念入りな研究が行われるようになった。その一つに国立科学博物館の加藤辰巳が渡辺真之及び東京都衛生研究所の渡辺真利代と共同で行った酵素多型現象の解析による*Microcystis*の種についての研究がある（1991）。また招へい研究者としてつくば市にある国立科学博物館分館に滞在したこの分野の第一人者チェコのKomárek（1991）は、日本で水の華をつくる藍藻*Microcystis*として6種をあげ、そのうち4種が霞ヶ浦に生育するとした。なお、水の華をつくる藍藻一般の分類については渡辺真之（1994）の解説を参照するとよい。*Microcystis*属の種も含め、霞ヶ浦から採集・分離された多くの藻類生体株は国立環境研究所微生物系統保存施設（305-0053 つくば市小野川16-2）に保存されており、希望者は分与を受けることが出来る。

上記の他にも渡辺真之は霞ヶ浦から採集したプランクトン性の藍藻や緑藻の分類について共同研究者たちと幾つかの論文を発表している（文献表参照）。なお、茨城県下で霞ヶ浦以外の地域で行われた淡水藻の調査・研究の報告も参考までに本書の文献表に加えた。

以上に概観した研究史及び別掲の文献表からもわかるように、水の華をつくる藍藻など、人間生活に深くかかわる藻類はよく研究されてきたが、その他についての研究は貧弱である。淡水藻の多くは微細で目立たないが、自然界の有機物生産者としてあるいは自然界への酸素供給者として、水界の生態系において重要な役割を果たしている。日本にはこれまでに約4,000種にのぼる淡水藻が知られている。自然環境に恵まれた茨城県の淡水藻の今後の研究が大いに期待される。

#### 参考文献

- 原 慶明・千原光雄. 1976. 筑波研究学園都市地区の藻類相Ⅰ. 筑波の環境研究, **1**: 57-59.
- 原 慶明・千原光雄. 1977. 筑波研究学園都市地区の藻類相Ⅱ. 筑波大学周辺の池沼群について. 筑波の環境研究, **2**: 65-70.
- 原 慶明・千原光雄. 1977. 筑波研究学園都市地区の藻類相Ⅲ. 珪藻植物について. 筑波の環境研究, **2**: 71-73.
- 原 慶明・千原光雄. 1980. 筑波研究学園都市地区の藻類相Ⅵ. 筑波の環境研究, **5 C**: 37-39.
- 原 慶明・斎藤 実・千原光雄. 1978. 筑波研究学園都市地区の藻類相Ⅳ. 霞ヶ浦におけるプランクトンの種組成とその垂直分布と日変化. 筑波の環境研究, **3**: 118-124.
- 片田 実. 1972. 日立海岸における海藻植生の異相と動物群集の崩壊. バイオテク, **3**: 645-651.
- 環境を創る日立市民会議（代表中庭正人）編. 1993. 日立の磯の動植物. 238 pp., 日立市.
- Kato, T., Watanabe, M. F. and M. Watanabe (1991) Allozyme divergence in *Microcystis* (Cyanophyceae) and its taxonomic inference. *Algological Studies*, **64**: 129-140.
- 川端清策. 1939. 茨城県（常陸国）沿岸の海産藻類

に就いて. 植物及動物. **7**: 1563-1569.

- Komárek, J. 1991. A review of water-bloom forming *Microcystis* species, with regard to populations from Japan. *Algological Studies*, **64**: 115-127.
- 宮崎方夫・田口常吉. 1964. 大洗沿岸産そう類目録. 茨城県立理科教育センター研究集録, **2**: 9-11.
- 宮崎方夫. 1965. 茨城県大洗沿岸海そう相の一端について. 茨城県立教育研修センター研究集録, **3**: 10-13.
- 中庭正人. 1975. 茨城県沿岸の海藻相. 藻類, **23**: 13-24.
- 中庭正人. 1992. 茨城県の沿岸各地の海産植物. 茨城の生物 平成4年版, pp.255-260, 茨城県高等学校教育研究会生物部.
- Watanabe, M. M., & M. Hiroki (ed.), 1997. NIES - Collection List of Strains 5th ed. Microalgae and Protozoa. *National Institute for Environmental Studies*, Japan.
- 渡辺真之. 1985. 霞ヶ浦産浮遊性藻類の研究（2）日本新産および稀産藻類6種1変種について. 国立科学博物館研究報告B（植物学）, **11**: 137-142.
- 渡辺真之. 1994. 水の華をつくる藍藻. 渡辺真利代・原田健一・藤木博太（編）. アオコ その出現と毒素. pp. 25-54, 東京大学出版会.
- 渡辺真之・千原光雄. 1980. 筑波学園都市地区の藻類相Ⅴ. 霞ヶ浦産藍藻プランクトンの分類. 筑波の環境研究, **5 A**: 80-86, 筑波大学環境研究グループ.
- 渡辺真之・渡辺途子・斎藤 実. 1980. 霞ヶ浦産浮遊性藻類の研究（1）*Staurastrum chaetoceras* var. *tricenatum* SKUYAについて. 国立科学博物館研究報告B(植物学), **6**: 147-156, pl. 1.
- 調査者及び執筆者  
千原光雄（筑波大学名誉教授）  
出井雅彦（文教女子短期大学助教授）  
井上 勲（筑波大学教授）  
中庭正人（元茨城県高等学校教育研究会生物部長）  
（執筆 千原光雄）

## 霞ヶ浦の珪藻類

はじめに

霞ヶ浦の水生物についての研究は、近年の湖の水質汚染に伴う富栄養化が大きな環境問題となるにしたがい、主に生態学的側面から盛んに行われている。湖の基礎生産者となる藻類については、夏期に大量発生し人々の生活や他の魚類などの水生物に影響を及ぼすアオコ *Microcystis* をはじめとし、浮遊性の藻類(植物プランクトン)が生態的研究の中心となっている。珪藻類も湖の重要な基礎生産者であり、特に春と秋に大量に発生するタルケイソウ属 (*Melosira*)、タイコケイソウ属 (*Cyclotella*)、ハリケイソウ属 (*Synedra*) などのいくつかのプランクトン性種の季節的変遷などが調査されている (Takamura *et al.*, 1987; Takamura & Aizaki, 1991)。しかし、優占的に出現して生態学的研究の対象となるようなプランクトン性珪藻は、湖に生育する珪藻のほんの一部に過ぎず、実際には湖の泥・砂・岩、そして水生植物や湖岸のコンクリートなどの様々な基物の表面に多数の着性珪藻が生育している。しかし、これまでの珪藻類に関する研究は、数多くの植物プランクトンの中の一つの生物群として扱われている程度で、珪藻類を主たる対象とした分類学的研究はほとんどない (津村, 1936)。

そこで今回の調査では、分類学的観点から霞ヶ浦にどんな種類の珪藻が生育しているか、そのフロラを明らかにする目的で調査を行った。

### 調査地及び方法

材料は、1996年1月16日と12月18日に、それぞれ

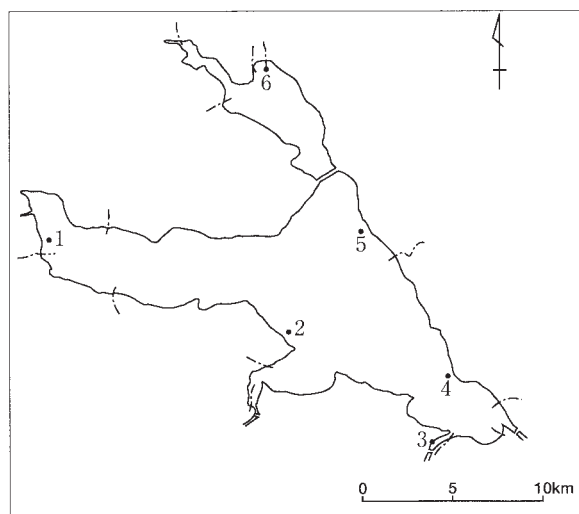


図1. 調査地点.

図1の6地点から採集した。それぞれの地点で、湖岸から投げ入れたプランクトンネットでプランクトン性種を、また、岸から手の届く範囲の水深10~20 cmの表層泥(砂)や、水生植物・水没した石・杭などの表面を削り取ることで、付着性種の採集を行った。

採集したサンプルは酸処理によって細胞質を除去した後、マウントメディアで封入した永久プレパラートを作成し、顕微鏡で観察した。観察された珪藻は写真に撮り、すべてを2,000倍に引き伸ばした後に種の同定を行った。

種の同定には主に Hustedt (1927 - 1966, 1930), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b), Lange-Bertalot (1993), Simonsen (1987), Patrick & Reimer (1966, 1975), Round *et al.* (1990) の文献を用いた。

### 結果

調査の結果、以下に示す32属91分類群が当水域から確認された。その内訳は、ツメケイソウ属 (*Achnanthes*) (4分類群)、カザグルマケイソウ属 (*Actinocyclus*) (1分類群)、ニセクチビルケイソウ属 (*Amphora*) (1分類群)、ミダレケイソウ属 (*Anomoeoneis*) (1分類群)、ニセタルケイソウ属 (*Aulacoseira*) (3分類群)、イカダケイソウ属 (*Bacillaria*) (1分類群)、スカシケイソウ属 (*Caloneis*) (2分類群)、コメツブケイソウ属 (*Cocconeis*) (2分類群)、キクロステファヌス属 (*Cyclotephanos*) (1分類群)、タイコケイソウ属 (*Cyclotella*) (1分類群)、クチビルケイソウ属 (*Cymbella*) (7分類群)、イタケイソウ属 (*Diatoma*) (1分類群)、マユケイソウ属 (*Diploneis*) (1分類群)、ハフウケイソウ属 (*Epithemia*) (1分類群)、イチモンジケイソウ属 (*Eunotia*) (2分類群)、オビケイソウ属 (*Fragilaria*) (3分類群)、ヒシガタケイソウ属 (*Frustulia*) (1分類群)、クサビケイソウ属 (*Gomphonema*) (8分類群)、エスガタケイソウ属 (*Gyrosigma*) (2分類群)、タルケイソウ属 (*Melosira*) (1分類群)、フナガタケイソウ属 (*Navicula*) (21分類群)、ハスフネケイソウ属 (*Neidium*) (2分類群)、ササノハケイソウ属 (*Nitzschia*) (7分類群)、ハネケイソウ属 (*Pinnularia*) (2分類群)、プラギオトロピス属 (*Plagiotropis*) (1分類群)、プレウロシーラ属 (*Pleurosira*) (1分類群)、マガリクサビケイソウ属 (*Rhoicosphenia*) (1分類群)、カサケイソウ属 (*Stephanodiscus*) (1分類群)、コバンケイソウ属

(*Surirella*) (5分類群), ハリケイソウ属 (*Synedra*) (4分類群), タラシオシーラ属 (*Thalassiosira*) (1分類群) であった。

以下に, 出現した珪藻をアルファベット順に列挙する。

1. *Achnanthes delicatula* (Kützing) Grun
2. *Achnanthes joursacense* Héibaud
3. *Achnanthes lanceolata* var. *rostrata* (Oestrup) Hustedt
4. *Achnanthes minutissima* Kützing
5. *Actinocyclus normanii* (Gregory) Hustedt
6. *Amphora submontana* Hustedt
7. *Anomooneis sphaerophora* (Ehrenberg) Pfitzer
8. *Aulacoseira alpigena* (Grunow) Krammer
9. *Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen
10. *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen
11. *Bacillaria paxillifer* (Müller) Hendey (= *B. paradoxa* Gmelin)
12. *Caloneis brevis* (Grunow) Cleve
13. *Caloneis silicula* (Ehrenberg) Cleve
14. *Cocconeis neodiminuta* Krammer
15. *Cocconeis placentula* Ehrenberg
16. *Cyclostephanos dubius* (Fricke) Round
17. *Cyclotella meneghiniana* Kützing
18. *Cymbella aspera* (Ehrenberg) Cleve
19. *Cymbella caespitosa* (Kützing) Brun
20. *Cymbella minuta* Hilse var. *silesiaca* (Bleisch) Reimer
21. *Cymbella prostrata* (Berkeley) Cleve
22. *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck
23. *Cymbella turgidula* Grunow
24. *Cymbella turgidula* Grunow var. *nipponica* Skvortzow
25. *Diatoma vulgare* Bory
26. *Diploneis smithii* (Brébisson) Cleve
27. *Epithemia sorex* Kützing
28. *Eunotia formica* Ehrenberg
29. *Eunotia naegeli* Migula
30. *Fragilaria brevistriata* Grunow
31. *Fragilaria crotonensis* Kitton
32. *Fragilaria vaucheriae* (Kützing) Petersen
33. *Frustulia vulgare* (Thwaites) De Toni
34. *Gomphonema acuminatum* Ehrenberg
35. *Gomphonema augur* Ehrenberg
36. *Gomphonema clavatum* Ehrenberg
37. *Gomphonema inaequilongum* H. Kobayasi
38. *Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brébisson
39. *Gomphonema parvulum* Kützing
40. *Gomphonema quadripunctatum* (Oestrup) Wislouch
41. *Gomphonema sphaerophorum* Ehrenberg
42. *Gyrosigma nodiferum* (Grunow) Reimer
43. *Gyrosigma wormleyi* (Sullivant) Boyer
44. *Melosira varians* Agardh
45. *Navicula alpha* Cleve
46. *Navicula bacillum* Ehrenberg
47. *Navicula capitatoradiata* Germain
48. *Navicula cryptotenella* Lange Bertalot
49. *Navicula cuspidata* (Kützing) Kützing
50. *Navicula elegantoides* Hustedt
51. *Navicula goeppertiana* (Bleisch) H. L. Smith
52. *Navicula gregaria* Donkin
53. *Navicula hasta* Pantocsek
54. *Navicula menisculus* Schumann
55. *Navicula mobiliensis* Boyer var. *minor* Patrick
56. *Navicula modica* Hustedt
57. *Navicula peregrina* (Ehrenberg) Kützing
58. *Navicula placentula* (Ehrenberg) Grunow
59. *Navicula pupula* Kützing
60. *Navicula reinhardtii* Grunow
61. *Navicula rhynchocephala* Kützing
62. *Navicula schoenfeldii* Hustedt
63. *Navicula trivialis* Lange Bertalot
64. *Navicula tuscula* (Ehrenberg) Grunow
65. *Navicula yuraensis* Negoro & Gotoh
66. *Neidium affine* (Ehrenberg) Pfitzer
67. *Neidium ampliatus* (Ehrenberg) Krammer
68. *Nitzschia amphibia* Grunow
69. *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow
70. *Nitzschia filiformis* (W. Smith) Van Heurck var. *filiformis*
71. *Nitzschia filiformis* var. *conferta* (Richter) Lange - Bertalot
72. *Nitzschia fonticola* Grunow
73. *Nitzschia sigma* (Kützing) W. Smith
74. *Nitzschia tribrionella* Hantzsch var. *subsalina* (O Meara) Grunow
75. *Pinnularia gibba* Ehrenberg

76. *Pinnularia maior* (Kützing) Rabenhorst  
 77. *Plagiotropis lepidoptera* var. *proboscidea* (Cleve) Reiman  
 78. *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compère  
 79. *Rhoicosphenia abbreviata* (Agardh) Lange-Bertalot  
 80. *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Müller  
 81. *Stephanodiscus hantzschii* Grunow  
 82. *Surirella angusta* Kützing  
 83. *Surirella biseriata* Brébisson  
 84. *Surirella brightwellii* W. Smith  
 85. *Surirella linearis* W. Smith  
 86. *Surirella robusta* Ehrenberg  
 87. *Synedra pulchella* Ralfs ex Kützing  
 88. *Synedra rumpens* Kützing  
 89. *Synedra tabulata* Agardh  
 90. *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg  
 91. *Thalassiosira lacustris* (Grunow) Hasle
- 引用文献
- Hustedt, F. 1927 - 66. Die Kieselagen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. In: *Dr. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*, **7**. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig.
- Hustedt, F. 1930. Bacillariophyta. In: Pascher, A.(ed.), *Süßwasserflora Mitteleuropas*, **2** (10). 466 pp., Gustav Fischer, Jena.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1986. Bacillariophyceae. 1. Naviculacea. In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heyning und D. Mollenhauer (eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, **2** (1). 876 pp., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1988. Bacillariophyceae. 2. Bacillariaceae, Ephemiacae, Surirellaceae. In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heyning und D. Mollenhauer (eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, **2** (2). 596 pp., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1991a. Bacillariophyceae. 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heyning und D. Mollenhauer (eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, **2** (3). 576 pp., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1991b. Bacillariophyceae. 4. Acanthaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema* Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1 - 4. In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heyning und D. Mollenhauer (eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, **2** (4) 437 pp., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Lange-Bertalot, H. 1993. 85 Neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa **2** (1 - 4). *Bibliotheca Diatomologica*, **27**: 1 - 454.
- Patrick, R. & C.W. Reimer. 1966. The diatoms of the United States **1**. *Acad. Nat. Sci. Philad., Monogr*, **13**. 688 pp.
- Patrick, R. & Reimer, C. W. 1975. The diatoms of the United States **2** (1). *Acad. Nat. Sci. Philad., Monogr*, **13**. 213 pp.
- Round, F. E., R. M. Crawford & D. G. Mann. 1990. The diatoms. *Biology & morphology of the genera*. 747 pp., Cambridge University Press, Cambridge.
- Simonsen, R. 1987. Atlas & Catalogue of the Diatom Types of Friedrich Hustedt, 3 Vols. J. Cramer, Berlin & Stuttgart.
- Takamura, N., T. Iwakuma & M. Yasuno. 1987. Primary Production in Lake Kasumigaura, 1981 - 1985. *Jpn. J. Limnol*, **48**: S13-S38.
- Takamura, N. & M. Aizaki. 1991. Change in Primary Production in Lake Kasumigaura (1986 - 1989) Accompanied by Transition of Dominant Species. *Jpn. J. Limnol*. **52**(3): 173 - 187.
- 津村孝平. 1936. 霞ヶ浦産浮遊珪藻類一斑 (予報). 植物趣味, **5**: 94 - 99.  
 (調査研究及び執筆 出井雅彦)

## 霞ヶ浦の微細藻類

## はじめに

霞ヶ浦は、近隣の手賀沼や印旛沼や近畿の琵琶湖と並んで富栄養化の進んだ日本の代表的な湖で、関東平野東部に位置し、古くから農業用水源として利用されているほか、漁業もさかんに行われてきた重要な湖である。最近では周辺の市街地の拡大によって、上水道の水源、さらに工業用水源としても重要になってきた。しかし、畜産業による排水や都市排水の流入など、多様な要因によって富栄養化が進み、現在では最も富栄養な湖として著名である。

水源や漁業の場としての重要性が広く認識されると、富栄養化の深刻化につれて保全の必要がさげばれ、その過程で水質と生息する生物相について、数多くの調査が行われ、記録されてきた。

微細藻類についても、以下に記すように、数十年にわたって調査が行われてきた。本調査は、現在の霞ヶ浦の珪藻を除く微細藻類について観察、同定を行い、過去の記録を参照しながら、微細藻類のフロラについて可能な限り現状を把握することを目的に実施した。

## 微細藻類とは

水を利用して酸素を発生する光合成を行う生物から陸上植物を除いたすべてが藻類であり、原核生物の藍藻（藍色植物、またはシアノバクテリア）や原核緑色植物と9つの真核光合成成物のなかまがふくまれる。このなかには肉眼で存在がわかる海藻類や一部の淡水産の糸状の藻類があるが、大部分は顕微鏡下でその形態が確認できる微細藻類と総称される生物で、その多くは単細胞のからだをもっている。微細藻類にはしたがって、2つの原核藻類のなかま（藍色植物、原核緑色植物）と9つの真核藻類のなかま（灰色植物、紅色植物、緑色植物、クリプト植物、クロララクニオン植物、黄色植物、ハプト植物、ユーグレナ植物、渦鞭毛植物）がふくまれる。これらはすべて独立した植物門としてあつかわれる。光合成を行うために植物として扱われるが、系統的には、多くが動物や菌類にも匹敵するグループである。陸上植物は系統的には緑色植物の一部であり、車軸藻綱の系統から派生したものである。

したがって、微細藻類のフロラというとき、これらの系統的には雑多な生物を含んでいることになる。微細藻類のそれぞれのなかまは、異なる細胞構造をもち、分類に使われる形質もたがい異なっている。なかに

は死骸さえあれば同定が可能な珪藻のようななかまもある。独特の形態をもつために、1個体でも観察できれば同定できるものも多い。しかし、大部分は光学顕微鏡のレベルでは単純な体制であるので、同定に必要な形質は微細構造に求められる。

一般に微細藻類の分類と同定には、対象とする生物を培養して調査に十分な量の個体を得て、走査型電子顕微鏡や透過型電子顕微鏡を用いて細胞の中と外の微細構造を詳細に観察する必要がある。この作業は最低でも数カ月を要する。すべての微細藻類についてこのような調査を行うのは不可能であるので、今回のようなフロラの調査では、通常光学顕微鏡で形態を観察し、記載に照らし合わせてもっとも類似したものに同定することになる。本調査でも大部分、同定は光学顕微鏡のレベルで行った。しかし、誤りようのない特異な形態をもつ種を除いて、光学顕微鏡による同定は常に不完全である可能性をはらんでいる。したがって、信頼できるフロラを確立するためには、必要な種については培養と微細構造の観察を行うことによって正確を期す必要がある。

## 霞ヶ浦の植物プランクトン研究の歴史

霞ヶ浦に生息する微細藻類については、古くは大正元年の霞ヶ浦北浦漁業基本調査報告書第一巻のなかの天然餌料の項に、藍藻類6種、珪藻類8種、渦鞭毛藻類（蟲藻類と記述）1種、緑藻類8種についての記録がある（茨城県水産試験場、1912）。例をあげると、くらすろしすてす（あおこ）*Clathrocystis aeruginosa*、みくろしすてす *Microcystis*、あなべな（じゆずも）*Anabaena azollae*、ぐれおとりきあ（*Gleotrichia* sp.）、めろしら（*Melosira varians*）、たべらりあ（*Tabellaria benestrata*）、せらちうむひるんでいねら（*Ceratium hirundinella*）、すたうらすとらむ（*Staurastrum gracile*）、ぺでいあすとらむ（*Pediastrum duplex*, *Pediastrum simplex*）などである。昭和10年（1935年）に、宮内は46種の植物プランクトンを報告している（宮内、1935）。その構成は藍藻類6属6種、珪藻類14属、17種である。渦鞭毛藻の *Ceratium hirundinella* は原生動物の1種としてあげられている。その後、多くの公的機関が調査を行い、膨大な資料が蓄積されている。なかでも、茨城県内水面水産試験場では昭和38年（1963年）以降現在に至るまで水質と生物相について継続して観測を行い、貴重な資料を残している。その成果は平成7年の「霞ヶ浦北浦の調査研究成果の要約 資料集」としてまとめら

れている（茨城県内水面水産試験場，1995）。

原ほか（1978）は藍藻14種，クリプト藻3種，ラフィド藻1種，黄金色藻3種，珪藻107種，渦鞭毛藻3種，ユーグレナ藻9種，緑藻76種，シャジクモ藻（チリモ類）4種，計190種29変種2品種を記録している。また，建設省霞ヶ浦工事事務所による1980年（昭和55）発行の「霞ヶ浦の生物」には昭和44年～昭和55年の間に主要な文献に表れた47科270種の植物プランクトンの種がまとめられている（建設省霞ヶ浦工事事務所，1980）。

### 調査地及び方法

1995年4月から1996年3月末まで，以下の12回にわたって藻類の採集を行い，出現種を記録した。採集時期は多様な藻類の出現が予想される春期と秋期，冬期を選んだ。採集地は浮島，玉造，白浜，土浦港の4箇所であるが，前3地点の採集は5回で，大部分の試料は土浦港周辺で採集した。

1995年4月3回（1回は浮島，玉造，白浜，土浦港，他の2回は土浦港）；1995年5月1回（土浦港）；1995年10月2回（1回は浮島，玉造，白浜，土浦港，他の1回は土浦港）；1995年11月2回（1回は浮島，玉造，白浜，土浦港他の1回は土浦港）；1995年12月2回（1回は浮島，玉造，白浜，土浦港他の1回は土浦港）；1996年3月2回（土浦港）。

1997年も継続して採集を行い，特にアオコの発生する夏季の植物プランクトンの観察を行った。

採取した湖水を40  $\mu\text{m}$ ，20  $\mu\text{m}$ ，5  $\mu\text{m}$ のメッシュサイズのプランクトンネットを用いて濾過濃縮し，直ちに研究室に持ち帰り顕微鏡下で観察した。同時に顕微鏡写真またはビデオ撮影のいずれかによって記録を行った。珪藻を除く微細藻類を対象としたが，一部糸状の体制をもつものも含めた。糸状の藻類は有性生殖器官や接合子を観察しないと種の同定ができないものがほとんどである。その場合は属の同定にとどめた。

サンプルの一部には培養液を添加して粗培養試料とした。培養液はAF6，C，UROを用いた。プラスチック製の平型容器に蒸気滅菌した培養液およそ50 mlを入れ，サンプル5 mlを加えたのち，珪藻の増殖を抑えるために $\text{GeO}_2$ を添加して18  $^{\circ}\text{C}$ で培養した。増殖してきた藻類を適宜観察，記録し，同定した。

観察には微分干渉装置を装着した生物顕微鏡NIKON OPTIPHOTを用い，NIKON AFX-IIA顕微鏡カメラを用いてカラー写真を撮影またはビデオ撮影を実施した。フィルムはコダックDyana100（ISO100）

またはDyana400（ISO400）を用いた。ビデオ像の撮影には顕微鏡ビデオカメラHITACHI Color Camera DK6001とHITACHI Camera Control Unitを用いて観察し，SONY Computer Video Deck CVD-1000を用いてHi 8方式で8ミリテープに記録した。

微細藻類の正確な同定には同一種のみを含む培養株を作成し，多数の個体の比較検討を行うことが不可欠であるが，時間的，人的資源の不足から，これを短期間に実現することは不可能であった。藻類フロアの調査は陸上の動植物のそれに較べると数十倍の時間と労力を要するので，信頼に足るフロアを確立するためには専任の研究者による息の長い作業が必要である。今回の調査は純粋培養は行わなかったために，たとえばクラミドモナスなど数百種を含む属について天然試料あるいは粗培養試料に出現した個体で種名を決定することはできなかった。種名が同定できなくとも，原則としてできるだけリストに含めるようにしたが，とり上げなかったものも多数残されている。一部の種については，個体数が少なく写真，ビデオによる撮影ができなかったものがあるが（*Nephroselmis olivacea*など），存在が確認できたのでリストに加えた。

同定には主として以下の文献を用いた。

- Die Binnengewässer. Band XVI. 1. Teil, Blaualgen, Huber-Pestalozzi Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie., Stuttgart 1938., pp. 342.
- Die Binnengewässer. Band XVI. 2. Teil, 1. Hälfte, Chrysophceen, Farblose Flagellaten, Heterokonten, Huber-Pestalozzi, Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie, Stuttgart 1941., pp. 365.
- Die Binnengewässer. Band XVI. 3. Teil, Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae, Huber-Pestalozzi, Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie, Fott, B. Stuttgart 1968., pp. 322.
- Die Binnengewässer. Band XVI. 4. Teil, 1. Hälfte, Euglenophyceen, Huber-Pestalozzi, Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie, Stuttgart 1955., pp. 606. Tafel I-CXIV.
- Die Binnengewässer. Band XVI. 5. Teil, Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Volvocales), Huber-Pestalozzi, Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie, Stuttgart

1961., pp. 744. 158 Tafeln.

Die Binnengewässer. Band XVI. 6. Teil, Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Tetrasporales, Huber-Pestalozzi, Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie, Fott, B. Stuttgart 1972., pp. 166, 47 Tafeln.

Die Binnengewässer. Band XVI. 7. Teil, 1. Hälfte, Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales, Huber-Pestalozzi, Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie, Komaèk, J. K. Stuttgart 1941., pp. 543.

Die Binnengewässer. Band XVI. 8. Teil, 1. Hälfte, Conjugatophyceae, Zygnematales und Desmidiales (excl. Zygnemataceae), Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie, Stuttgart 1983., pp. 1044.

Süßwasserflora von Mitteleuropa, 1, Starmach, K. Chrysophyceae und Haptophyceae., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1985, pp. 515.

Süßwasserflora von Mitteleuropa, 9, Ettl, H. Chlorophyta I., Phytomonadina, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1983, pp. 807.

Süßwasserflora von Mitteleuropa, 10, Ettl, H. und Gärtner, G. Chlorophyta II., Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1988, pp. 436.

Süßwasserflora von Mitteleuropa, 6, Popovsky, J. und Pfiester, L. A. Dinophyceae (Dinoflagellida)., Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1988, pp. 272.

藍藻については渡辺・千原(1980)も参照した。

霞ヶ浦の微細藻類フロラ

今回の調査で記録された珪藻を除く微細藻類を以下にあげる。原核藻類の原核緑色植物と真核藻類の灰色植物, 紅色植物, クロララクニオン植物を除くすべての植物門がみられた。

CYANOPHYTA 藍色植物門

CYANOPHYCEAE 藍藻綱

Chroococcales クロオコックス目

Chroococcaceae クロオコックス科

1. *Merismopedia convoluta* Wille
2. *Merismopedia elegans* A. Brown
3. *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Lemmermann

4. *Microcystis aeruginosa* Krieger f. *flosaquae* (Wit-trock) Elenkin

5. *Microcystis viridis* (A. Brown) Lemmermann

6. *Microcystis wesenbergii* Komárek

7. *Synechococcus* sp.

8. *Synechocystis* sp.

Nostocales ネンジュモ目

Nostocaceae ネンジュモ科

9. *Anabaena affinis* Lemmermann

10. *Anabaena solitaria* Klebs

11. *Anabaena spiroides* Klebahn

12. *Anabaena spiroides* Klebs f. *crassa* (Lemmermann) Elenkin

13. *Anabaena flosaquae* Brébisson ex Bornet et Flahault

14. *Aphanizomenon flosaquae* Ralfs ex Bornet et Flahault

Oscillatoriaceae ユレモ科

15. *Oscillatoria mougeotii* Kützing

16. *Oscillatoria raciborskii* Woloszynska

CHLOROPHYTA 緑色植物門

PRASINOPHYCEAE プラシノ藻綱

Chlorodendrales クロロデンドロン目

Tetraselmidaceae テトラセルミス科

17. *Tetraselmis cordiformis* (Carter) Stein

Pseudoscourfieldiales プセウドスコウルフイエルディア目

Nephroselmidaceae ネフロセルミス科

18. *Nephroselmis olivacea* (Stein) Moestrup

Pyramimonadales ピラミモナス目

Pyramimonadaceae ピラミモナス科

19. *Mesostigma viride* Lauterborn

CHLOROPHYCEAE 緑藻綱

Volvocales ボルボックス目

Chlamydomonadaceae クラミドモナス科

20. *Chlamydomonas* spp.

21. *Carteria* spp.

22. *Chlorogonium* sp.

23. *Lobomonas bernardinensis* Chodat

24. *Sphaerellopsis* sp.



## Volvocaceae ボルボックス科

25. *Basichlamys sacculifera* (Scherffel) Skuja
26. *Gonium sociale* (Dujardin) Warming
27. *Gonium pectorale* O. F. Müller
28. *Pandorina morum* (O. F. Müller) Bory
29. *Eudorina elegans* Ehrenberg
30. *Eudorina unicocca* G. M. Smith
31. *Pleodorina* sp.

## Chlorococcales クロロコックム目

## Coelastraceae コエラストルム科

32. *Actinastrum gracillimum* G. M. Smith
33. *Actinastrum hantzschii* Lagerheim
34. *Coelastrum astroideum* De-Not
35. *Coelastrum cambricum* Archer
36. *Coelastrum microporum* Nägeli
37. *Coelastrum pseudomicroporum* Koršikov
38. *Coelastrum reticulatum* (Dang.) Senn

## Scenedesmaceae セネデスムス (イカダモ) 科

39. *Crucigenia tetrapedia* (Kirchn.) W & G. S. West
40. *Crucigenia fenestrata* (Schmidle) Schmidle
41. *Scenedesmus acutiformis* Schröder
42. *Scenedesmus acutus* Meyen var. *acutus* Meyen
43. *Scenedesmus acutus* Meyen var. *constulatus* (Chodat) Uherkovich
44. *Scenedesmus dimorphus* (Turpin) Kützing
45. *Scenedesmus disciformis* (Chodat) Fott & Komárek
46. *Scenedesmus ellipsoideus* Chodat f. *flagellispinosus* Uherkovich
47. *Scenedesmus linearis* Komárek
48. *Scenedesmus longispina* Chodat
49. *Scenedesmus microspina* Chodat
50. *Scenedesmus ovalternus* Chodat
51. *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson
52. *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson var. *biornatus* Kiss
53. *Scenedesmus tetradesmiformis* (Woloszynska) Skuja
54. *Schroederia setigera* (Schröder) Lemmermann
55. *Tetrastrum heteracanthum* (Nordst.) Chodat
56. *Tetrastrum staurogeniaeforme* (Schröder) Lemmermann

## Botryococcaceae ボトゥリオコックス科

57. *Dictyosphaerium ehrenbergianum* Nägeli
58. *Dictyosphaerium pulchellum* Wood
59. *Dictyosphaerium sphagnale* Hindák

## Radiococcaceae ラディオコックス科

60. *Eutetramorus nygaardii* Komárek

## Palmellaceae パルメラ科

61. *Palmella* sp.

## Golenkiniaceae ゴレンキニア科

62. *Golenkinia radiata* Chodat

## Micractinaceae ミクラクティニウム科

63. *Dicellula planctonica* Svirénko
64. *Golenkinia paucispina* W & G. S. West
65. *Golenkiniopsis solitaria* (Koršikov) Koršikov
66. *Micractinium borohemiense* (Conrad) Koršikov
67. *Micractinium pusillum* Fresenius

## Chlorellaceae クロレラ科

68. *Ankistrodesmus arcticus* Koršikov
69. *Ankistrodesmus fusiformis* Chorda
70. *Hyaloraphidium contortum* Pascher & Koršikov
71. *Kirckneriella obesa* (W. West) Schmidle
72. *Monoraphidium circinale* (Nygaard) Nygaard
73. *Tetraedron caudatum* (Chorda) Hansgirg
74. *Tetraedron hastatum* Schmidle var. *platinum* Schmidle
75. *Tetraedron incus* (Teiling) G. M. Smith
76. *Tetraedron trigonum* (Nägeli) Hansgirg

## Oocystaceae オオキステイス科

77. *Lagerheimia ciliata* (Lagerheim) Chodat
78. *Lagerheimia wratislaviensis* Schröder
79. *Oocystis submarina* Lagerheim

## Hydrodictiaceae アミミドロ科

80. *Pediastrum boryanum* (Turpin) Meneghini
81. *Pediastrum duplex* Meyen var. *duplex* Meyen
82. *Pediastrum duplex* Meyen var. *gracillimum* W. & G. S. West
83. *Pediastrum duplex* Meyen var. *subgranulatum* Raciborski

84. *Pediastrum kawraiskyi* Schmidle  
 85. *Pediastrum simplex* Meyen var. *echinulatum* Wittrock  
 86. *Pediastrum simplex* Meyen var. *simplex* Meyen  
 87. *Pediastrum teras* (Ehrenberg) Ralfs

Treubariaceae トレウバリア科

88. *Treubaria schmidlei* (Schröder) Fott & Kováčik

CHAROPHYCEAE 車軸藻綱

Desmidiales ツヅミモ目

Closteriaceae ミカヅキモ科

89. *Closterium idiosporum* W. & G. S. West  
 90. *Closterium parvulum* Näegeli var. *angustum* W. & G. S. West  
 91. *Cosmarium botrysis* Meneghini ex Ralfs  
 92. *Cosmarium impressum* Elfving  
 93. *Euastrum binale* Turpin var. *koreana* (Skvortzow) Okada

94. *Staurastrum alternans* Brébisson  
 95. *Staurastrum brachioprominense* Börgesen  
 96. *Staurastrum paradoxum* Meyen  
 97. *Staurastrum subsaltans* W & G. S. West  
 98. *Staurastrum tetracerum* Ralfs

Mougeotiaceae ホシミドロ科

99. *Mougeotia* sp.  
 100. *Spirogyra* spp.

CRYPTOPHYTA クリプト植物門

CRYPTOPHYCEAE クリプト藻綱

Cryptomonadales クリプトモナス目

Cryptomonadaceae クリプトモナス科

101. *Chilomonas paramecium* Ehrenberg  
 102. *Chroomonas coerulea* (Geitler) Skuja  
 103. *Chroomonas nordstedtii* Hansgirg  
 104. *Cryptochrysis minor* Nygaard  
 105. *Cryptomonas ozolinii* Skuja ?  
 106. *Cryptomonas platyuris* Skuja  
 107. *Cryptomonas rostratiformis* Skuja  
 108. *Cryptomonas tetrapyrenoidosa* Skuja  
 109. *Goniomonas truncata* (Fresenius) Stein

EUGLENOPHYTA ユーグレナ植物門

EUGLENOPHYCEAE ユーグレナ藻綱

Euglenales ユーグレナ目

Euglenaceae ユーグレナ科

110. *Euglena acus* Ehrenberg  
 111. *Euglena spirogyra* Ehrenberg  
 112. *Euglena* spp.  
 113. *Phacus orbicularis* Hußner  
 114. *Phacus longicauda* (Ehrenberg) Dujardin  
 115. *Phacus promiformis* (Conrad) Pochmann  
 116. *Phacus pseudonordstedtii* Pochmann  
 117. *Lepocinclis marssonii* Lemmermann  
 118. *Lepocinclis ovum* (Ehrenberg) Lemmermann  
 119. *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg  
 120. *Trachelomonas* spp.

DINOPHYTA 渦鞭毛植物門

DINOPHYCEAE 渦鞭毛藻綱

Gymnodiniales ギムノディニウム目

Gymnodiniaceae ギムノディニウム科

121. *Gymnodinium acidotum* Nygaard  
 122. *Gymnodinium* spp.

Peridinales ペリディニウム目

Ceratiaceae ケラチウム科

123. *Ceratium hirundinella* (O. F. Müller) Schrank

Peridiniaceae ペリディニウム科

124. *Peridinium* spp.

HAPTOPHYTA ハプト植物門

HAPTOPHYCEAE ハプト藻綱

Pavloales パブロバ目

Pavlovaceae パブロバ科

125. *Pavlova granifera* (Mack) Green

Prymnesiales プリムネシウム目

Prymnesiaceae プリムネシウム科

126. *Chrysochromulina parva* Lackey

CHROMOPHYTA 黄色植物門

(Heterokontophyta 不等毛植物門)

CHRYSOPHYCEAE 黄金色藻綱

Ochromonadales オクロモナス目

Ochromonadaceae オクロモナス科

127. *Poterioochromonas marhamensis* Peterfi  
 128. *Spumella hovassei* (Fiatte et Joyon) Bourrelly

- Dinobryaceae ディノブリオン科  
 129. *Dinobryon accuminatum* Ruttner  
 130. *Dinobryon divergens* Imhof  
 131. *Dinobryon serturalia* Ehrenberg

- Chromulinales ヒカリモ目  
 Chromulinaceae ヒカリモ科  
 132. *Chromoulina pascheri* Hofeneder  
 133. *Chrysococcus* sp.

- Synurales シヌラ目  
 Synuraceae シヌラ科  
 134. *Mallomonas tonsurata* Teilng.  
 135. *Mallomonas elliptica* (Kisselew) Conrad  
 136. *Mallomonas elongata* Reverdin  
 137. *Synura spinosa* Korschik

#### RAPHIDOPHYCEAE ラフィド藻綱

- Vacuolariales バキュオラリア目  
 Vacuolariaceae バキュオラリア科  
 138. *Gonyostomum latum* (Ehrenberg) Diesing  
 139. *Vacuolaria viresens* Cienkowski

#### 考察

本調査は動植物、菌類を含む霞ヶ浦の生物相調査の一環として、珪藻を除く微細藻類を対象にして実施した。微細藻類は文字どおり微細な顕微鏡サイズの藻類で、多くは10 μm前後の大きさをもつ。小型で同定や分類に使用できる形質が限られているために、また環境による形態変異が激しいものが多いために一般に同定は困難である。さらに、鞭毛を持って遊泳するいわゆる鞭毛藻類は、多くが細胞壁をもたず、固定などの処理によって容易に変形あるいは破裂するために、同定は一層困難である。このような理由から、霞ヶ浦に限らず、日本の湖沼では微細藻類、特に鞭毛藻類のフロラの研究は著しく立ち後れているのが現状である。霞ヶ浦では、多くの調査が実施されているために、上記のようにおよそ300種の微細藻類の記載があり、他の多くの湖沼と較べると調査は進んでいるといえるが、実際には研究者や調査の方法などにより、記録された属や種が大きく異なるというのが現状である。本調査も例外ではなく、これまでの調査とは相当に異なる結果がえられた。

ブラシノ藻綱は緑色植物の祖先的性質を多く残す生物群で、緑色植物の初期進化をさぐるうえで重要な

かみである。本調査の過程で3属3種のブラシノ藻が見いだされた。これらはごく少数の個体が出現したが、それぞれの属が特異な形態を示すために同定が可能であった。*Tetraselmis cordiformis* はたとえば原ほか(1978)のリストでは緑藻綱クラミドモナス科の藻類として *Carteria cordiformis* の名で記載されているものである。

緑藻綱の *Chlamydomonas* は最も多く出現する属のひとつであるが、種の同定は極めて困難である。今後多くの微細藻フロラの研究の中で未同定リストに列挙される属の代表である。本調査では大きさや識別できる形態から10種をこえる種が存在していることが確かめられたが、この属は数百種が記載されており、類似した種が数多くあるために、培養株を確立して、微細構造のレベルの形質の調査を重ねないと同定はむづかしい。フロラをより正確なものにしていくためには、1種の同定に、培養から電子顕微鏡観察まで数カ月を要する作業を丹念に積み重ねていく必要がある。微細藻類のフロラ調査にかかる時間と労力の正当な評価が確立しないと、今後も同じ状況が続いていくことは間違いない。

状況は黄金色藻やクリプト藻、ユーグレナ藻、渦鞭毛藻においても同様である。黄金色藻は、しばしば出現するために形質の確認が可能なるものを除いて、多くは同定が困難であった。*Ochromonas* や *Chromulina* は多数の種が観察されたが、いずれも個体数が少なく同定にいたらなかった。クリプト藻も多数の培養株を確立して詳細な比較検討が必要である。ユーグレナ類は、同定のポイントとなる葉緑体の形態がしばしばパラミロン(貯蔵物質)によって覆い隠されるために同定が困難である。渦鞭毛藻の *Gymnodinium* や *Peridinium* も明らかに複数の種が存在するが、培養株を確立して詳細な観察を行わないと正確な種は同定できない。

富栄養化が霞ヶ浦ほど進んでいない中栄養の湖沼と比較した場合、霞ヶ浦の微細藻類相は必ずしも豊かであるとはいえない。たとえば、筆者がしばしば採集地として利用している土浦市に位置する近隣の突塚大池などと比べると多様性は著しく低い。突塚大池で記録された紅藻、ラフィド藻綱、黄金色藻綱、ユーグレナ藻綱、渦鞭毛藻綱のなかまは霞ヶ浦では記録されていない。しかし、本調査でえられた結果をみると、霞ヶ浦の微細藻類相は従来考えられていたほど単純なものではない。冬から春の期間は、*Aulacoseira* や *Cyclotella* を中心とする黄色植物(不等毛植物)の珪藻

類が優占しており、他の藻類は目につきにくい。実際には、ユーグレナ植物の *Euglena* や *Trachelomonas*、緑藻クロロコックム目の藻類、そして車軸藻類の *Staurastrum* などが混在していた。黄金色藻の *Mallomonas*、*Synura* などの珪酸の鱗片をもつ種も多くみられた。クリプト藻も少数ながら必ず混在していた。夏のいわゆるアオコのシーズンには *Microcystis*、*Oscillatoria*、*Anabaena* などの藍藻を中心とする構成に変わるが、アオコにも藍藻以外の多数の藻類が混在していた。珪藻は春と同様多くの種がみられるし、そのほかにも緑藻、車軸藻のプランクトンに加えてクリプト植物、ユーグレナ植物、黄色植物（不等毛植物）のラフィド藻綱など多数の鞭毛藻がみられた。このように霞ヶ浦には、これまで記載されなかった多くの微細藻類が多数存在しているのは確かである。これらの多くは培養を行わなかったために同定が不可能であるが、時間をかけて丹念に調査を続けていけば、さらに豊富な藻類相が明らかになるものと思われる。

れる。

#### 引用文献

- 原 慶明・斉藤 実・千原光雄. 1978. 筑波研究学園都市地区の藻類相Ⅳ—霞ヶ浦におけるプランクトンの種組成とその垂直分布と日変化—. 筑波の環境研究, **3**: 116-124.
- 茨城県水産試験場. 1912. 霞ヶ浦北浦漁業基本調査報告書. 259 pp.
- 茨城県内水面水産試験場. 1995. 霞ヶ浦北浦の調査研究成果の要約. 87 pp.
- 建設省霞ヶ浦工事事務所. 1980. 霞ヶ浦の生物. 172 pp.
- 宮内武雄. 1935. 霞ヶ浦のプランクトン. 陸水学雑誌, **5**: 26-32.
- 渡辺真之・千原光雄. 1980. 筑波研究学園都市地区の藻類相Ⅴ 霞ヶ浦産藍藻プランクトンの分類. (調査研究及び執筆 井上 勲)

## 鹿島灘の海藻類

### はじめに

調査地域の茨城県沿岸の南端波崎町から銚田町までの調査記録は今まで次のようなものがある。片田（1972）は「バイオテク」に鹿島港の調査結果を報告している。中庭（1975）は「藻類」に茨城県沿岸の調査地点13地点の1地点波崎町について報告した。また、1983年には「茨城生物」に鹿島海岸の調査結果を報告した（中庭，1983）。調査地点は神栖町に位置する東京電力の冷却水の流出口を中心に調査した結果である。

最も新しい記録は、中庭（1992）が「茨城の生物」で波崎町と神栖町の結果を報告した。おわりにヘッドランド（人工岬）に関する資料の提示をいただいた。茨城県潮来土木事務所の酒寄清毅主査兼河港係長、茨城県銚田土木事務所の岩佐正憲主査兼係長に深く感謝の意を表する。

### 調査地及び方法

茨城県の海岸線は約180 km あるが、調査地域は本県の南端にある波崎町から銚田町までの約65 km である（図1a）。

この地域は砂浜海岸で自然の岩礁は皆無である。このため、海藻の着生基物は極めて貧弱な地域である。この地域は、1969年10月に鹿島港が開港するまでは、波崎町の南端にある利根川河口の堤防が唯一の着生基物であった。

調査は、1985年（昭60）から砂の流出を防止する目的で設置されたヘッドランドを中心に実施した。

調査地域には23のヘッドランドがあり、その内訳は波崎町（No. 1～5）5地点、鹿嶋市（No. 6～16）11地点、大洋村（No. 17～23）7地点である。神栖町と銚田町にはヘッドランドはなかった。それぞれのヘッドランドは約1 km ごとに設置されている。最も早く工事がはじめられたのはNo. 6とNo. 9で1985年（昭60）である。最もおそいのはNo. 23の1993年（平5）である。現在完成しているヘッドランドは6地点（No. 8～13）である。このうち最も早く完成したのはNo. 10である。

ヘッドランドの構造は図1bのようにヘッド部と突堤部からできている。多くは50 m のヘッド部と100 m の突堤部からできているが、突堤部が200 m、300 m と長い大型のヘッドランドも計画されている。多くの地点では、まだ突堤部の1部が設置されている

だけで工事中のヘッドランドが多い。

ヘッドランドの設置にあたっては、海の生態系に配慮しコンクリートの使用を最小限にとどめ捨石は県内産の白御影石を用いているという。また、景観にも考慮し高さは2.2 m に抑えているという。

調査地点はヘッドランド23地点のうち波崎町（No. 4）1地点、鹿嶋市（No. 6）1地点を除いて21地点について1～2回調査を行った。また、堤防が波崎町と鹿嶋市にいくつかあるので調査地点とした。調査地点は表1のとおりである。

調査地点のヘッドランドは、太平洋の荒波を直接受けるため外洋性の海況である。従って調査には危険を伴うため注意が必要である。そこで、採集には限界があった。しかし、ヘッドランドのヘッド部の内側は、直接荒波を受けない構造になっている。

調査地点を決めるには、予備調査を1995年8月20日より3回実施した。調査日は大潮の日を中心に高い採集と写真による記録を行った。

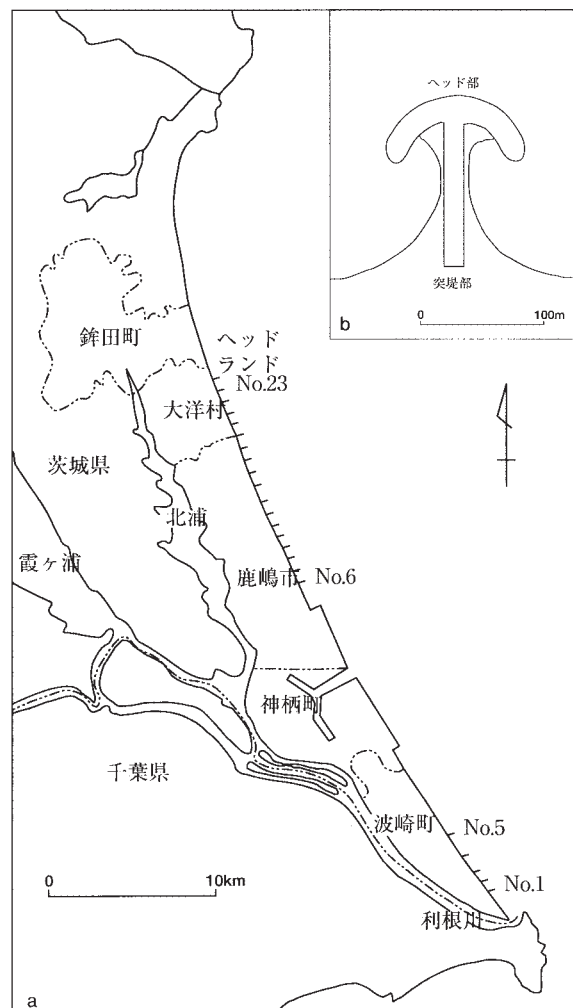


図1. 調査地域. a:ヘッドランドの分布, b:ヘッドランドの構造.

表1. 調査地点.

地 点	地 名	設 置 年 度
BW1	波崎町波崎東部	不明
HL1	波崎町浜新田	S 61 ~ 未 完 成
HL2	波崎町舎利浜	S 61 ~ 未 完 成
HL3	波崎町押植	S 62 ~ 未 完 成
HL4	波崎町押植	S 63 ~ 未 完 成
HL5	波崎町東松下	S 61 ~ 未 完 成
BW2	鹿嶋市平井	不明
BW3	鹿嶋市下津	不明
HL6	鹿嶋市小宮作	S 60 ~ 未 完 成
HL7	鹿嶋市明石	S 62 ~ 未 完 成
HL8	鹿嶋市清水	S 61 ~ H 6 完 成
HL9	鹿嶋市小山	S 60 ~ H 5 完 成
HL10	鹿嶋市荒野	S 61 ~ H 3 完 成
HL11	鹿嶋市荒野	S 61 ~ H 3 完 成
HL12	鹿嶋市角折	S 61 ~ H 4 完 成
HL13	鹿嶋市青塚	S 61 ~ H 5 完 成
HL14	鹿嶋市荒井	S 61 ~ 未 完 成
HL15	鹿嶋市武井釜	S 61 ~ 未 完 成
HL16	鹿嶋市大小志崎	S 62 ~ 未 完 成
HL17	大洋村下沢	H 元 ~ 未 完 成
HL18	大洋村京知釜	H 元 ~ 未 完 成
HL19	大洋村高釜	H 4 ~ 未 完 成
HL20	大洋村荒地	H 4 ~ 未 完 成
HL21	大洋村別所釜	H 3 ~ 未 完 成
HL22	大洋村濁沢	H 4 ~ 未 完 成
HL23	大洋村台の浜	H 5 ~ 未 完 成

調査期間は1996年2月24日から1997年2月24日まで計12回実施した。各調査日は下記のとおりである。

1996年は2月24日, 3月9日, 5月17日, 5月20日,  
6月5日, 6月6日, 7月4日, 11月15日  
1997年は1月27日, 1月28日, 2月10日, 2月24日

## 鹿島灘の海藻類リスト

## CHLOROPHYTA 緑藻植物

## Ulvaceae アオサ科

1. *Ulva arasakii* Chihara  
ナガアオサ
2. *Ulva pertusa* Kjellman  
アナアオサ
3. *Enteromorpha intestinalis* (Linnaeus) Link  
ボウアオノリ

4. *Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Grevill (4)\*  
ヒラアオノリ
5. *Enteromorpha linza* (Linnaeus) J. Agardh  
ウスバアオノリ
6. *Enteromorpha* sp.

## Acrosiphoniaceae モツレグサ科

7. *Urospora pensilliformis* (Roth) Areschoug  
シリオミドロ

## Cladopharaceae シオグサ科

8. *Cladophora opaca* Sakai  
ツヤナシシオグサ

## PHAEOPHYTA 褐藻植物

## Leathesiaceae ネバリモ科

9. *Petrospongiium rugosum* (Okamura) Setchell et Gardner (2)\* シワノカワ
10. *Leathesia difformis* (Linnaeus) Areschoug  
ネバリモ

## Scytosiphonaceae カヤモノリ科

11. *Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) Link  
カヤモノリ
12. *Petalonia binghamiae* (J. Agardh) Vinogradova  
ハバノリ

## Alariaceae チガイソ科

13. *Eisenia bicyclis* (Kjellman) Setchell (1)\*  
アラメ

## Laminariaceae コンブ科

14. *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar (1)  
(3)(4)\* ワカメ

## Dictyotaceae アミジグサ科

15. *Dictyota dichotoma* (Hudson) Lamouroux (2)\*  
アミジグサ

## Cystoseiraceae ウガノモク科

16. *Myagropsis yendoi* Fensholt (2)\*  
ヒエモク

## Sargassaceae ホンダワラ科

17. *Hizikia fusiformis* (Harvey) Okamura

ヒジキ

18. *Sargassum yamadae* Yoshida et Konno  
アズマネジモク

ツノムカデ

34. *Carpopeltis prolifera* (Hariot) Kawaguchi et  
Masuda コメノリ

## RHODOPHYTA 紅藻植物

## Bangiaceae ウシケノリ科

19. *Bangia atropurpurea* (Roth) C. Agardh  
ウシケノリ

20. *Porphyra dentata* Kjellman (2)\*  
オニアマノリ

21. *Porphyra pseudolinearis* Ueda  
ウツプルイノリ

22. *Porphyra suborbiculata* Kjellman  
マルバアマノリ

23. *Porphyra yezoensis* Ueda  
スサビノリ

## Nemalionaceae ウミゾウメン科

24. *Nemalion vermiculare* Suringar  
ウミゾウメン

## Gelidiaceae テングサ科

25. *Gelidium pacificum* Okamura (3)(4)\*  
オオブサ

## Gloiopeltidaceae フノリ科

26. *Gloiopeltis furcata* (Postels et Ruprecht) J.  
Agardh フクロノリ

## Gloiosiphoniaceae イトフノリ科

27. *Gloiosiphonia capillaris* (Hudson) Carmichael  
イトフノリ

## Halymeniaceae ムカデノリ科

28. *Grateloupia livida* (Harvey) Yamada  
ヒラムカデ

29. *Grateloupia sparsa* (Okamura) Chiang  
ヒヂリメン

30. *Grateloupia turuturu* Yamada  
ツルツル

31. *Pachymeniopsis elliptica* (Holmes) Yamada  
タンバノリ

32. *Pachymeniopsis lanceolata* (Okamura) Yamada  
フダラク

33. *Prionitis cornea* (Okamura) Dawson

## Squamariaceae イワノカワ科

35. *Peyssonelia caulifera* Okamura (2)\*  
エツキイワノカワ

## Caulacanthaceae イソモッカ科

36. *Caulacanthus okamurae* Yamada  
イソダンツウ

## Gigartinaceae スギノリ科

37. *Chondrus giganteus* Yendo  
オオバツノマタ

38. *Chondrus ocellatus* Holmes  
ツノマタ

## Phylloporaceae オキツノリ科

39. *Ahnfeltiopsis flabelliformis* (Harvey) Masuda  
(3)\* オキツノリ

40. *Ahnfeltiopsis paradoxa* (Suringer) Masuda  
ハリガネ

## Schizymeniaceae ベニスナゴ科

41. *Schizymenia dubyi* (Chauvin) J. Agardh  
ベニスナゴ

## Ceramiaceae イギス科

42. *Antithamnion nipponicum* Yamada et Inagaki  
(3)\* フタツガサネ

## Phodomelaceae フジマツモ科

43. *Polysiphonia senticulosa* Harvey  
ショウジョウケノリ

種名の後の {(1)~(4)}は以下の文献で確認できた種を、

\*印は本調査において確認できなかった種を示す。

(1): 片田 実 (1972)

(2): 中庭正人 (1975)

(3): 中庭正人 (1983)

(4): 中庭正人 (1992)

考察

調査により採集できた種は、16科32種であったが(表2)、採集された種はいずれも外洋性の海況で生育する種であった。

表2. 採集種内訳.

	科	種
緑藻植物	3	7
褐藻植物	3	5
紅藻植物	10	20
計	16	32

各ヘッドランドに共通する優占種は、緑藻植物でナガアオサ、アナアオサ、シリオミドロ、褐藻植物でハバノリ、紅藻植物でウシケノリ、ウツプルイノリ、ウミゾウメン、ヒラムカデ、ヒザリメン、イソダンツウなどであった。

今回採集された32種はいずれも本県沿岸で確認される普通の種である。しかし、本県の各岩礁を代表してよく見られる褐藻植物のヒジキ、アズマネジモク、紅藻植物のハリガネは1地点で採集できただけであった。

市町村別の採集できた種は、波崎町20種、鹿嶋市27種、大洋村21種であった(表3)。

今までに、この地域の主な報告は表4～7のとおり4回である。

調査地域ではじめて採集された種は16種である。その内訳は緑藻植物はウスバアオノリ、ツヤナシシオグサの2種、褐藻植物はハバノリ、ヒジキ、アズマネジモクの3種、紅藻植物はウミゾウメン、ツルツル、タンバノリ、フダラク、ツノムカデ、コメノリ、イトフノリ、フクロフノリ、ベニスナゴ、ツノマタ、ショウジョウケノリの11種である。この結果は、従来なかったヘッドランドが数多くでき着生基物が豊富になったためと考えられる。

今までの報告に記録されており、採集できなかった種は11種である。その内訳は緑藻植物はヒラアオノリの1種、褐藻植物はシワノカワ、アミジグサ、ワカメ、アラメ、ヒエモクの5種、紅藻植物はオニアマノリ、エツキイワノカワ、オオブサ、オキツノリ、フタツガサネの5種である。

従来、本県の南部沿岸は砂浜海岸が続き海藻の着生基物が貧弱なため、海藻相は極めて貧弱であった。しかし、ヘッドランドの建設により、多くの海藻が生育

するようになった。

表3. 市町村別の種数.

	緑藻	褐藻	紅藻	計
波崎町	4	2	14	20
鹿嶋市	5	5	17	27
大洋村	7	3	11	21

表4. 鹿島港の海藻(72).

	科	種
緑藻植物	1	1
褐藻植物	3	4
紅藻植物	3	3
計	7	8

未採集種:ワカメ, アラメ

表5. 波崎町の海藻(75).

	科	種
緑藻植物	2	3
褐藻植物	3	3
紅藻植物	4	6
計	9	12

未採集種:シワノカワ, アミジグサ, ヒエモク, オニアマノリ, エツキイワノカワ

表6. 神栖町の海藻(83).

	科	種
緑藻植物	1	3
褐藻植物	3	3
紅藻植物	7	13
計	11	19

未採集種:ワカメ, オオブサ, オキツノリ, フタツガサネ

表7. 波崎町・神栖町の海藻(92).

	科	種
緑藻植物	2	4
褐藻植物	3	3
紅藻植物	7	13
計	12	20

未採集種:ヒラアオノリ, ワカメ, オオブサ



本調査で、本県の南部沿岸の海藻相の現況がほぼ明らかになったと考えられる。しかし、各ヘッドランドにおける生育する種についての詳細な検討は、多くのヘッドランドで工事中の所が多い現況から、現在はま

だ遷移期にあると考えられるので無意味と考え、考察せず参考までに表8にまとめておいた。今後の変化の調査結果に期待される所大である。

この地域にヘッドランドが建設され、海藻の着生基

表8. 各調査地点で採集した海藻の種類一覧.

種	地 点																							
	T	1	2	3	5	H	O	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
緑藻植物																								
ナガアオサ					○		○		○	○	○	○				○						○	○	○
アナアオサ			○		○		○	○	○			○						○			○	○		
ボウアオノリ					○		○			○								○					○	
*ウスバアオノリ																							○	
アオノリ sp.																						○		○
シリオミドロ			○		○				○	○						○	○		○		○	○	○	○
*ツヤナシシオグサ										○														○
計			2		4		3	1	3	5	1	1	2			2	1	2	1		2	4	5	3
褐藻植物																								
ネバリモ															○			○	○					
カヤモノリ					○					○							○	○					○	
*ハバノリ	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	○	○
*ヒジキ												○												
*アズマネジモク											○													
計	1	1	1	1	2			1	1	2	2	2	1		1	2	3	2	1	1	2	1	1	
紅藻植物																								
ウシケノリ		○		○	○				○	○												○		○
ウツプルイノリ		○		○	○												○		○	○				
マルバアマノリ		○			○																		○	
スサビノリ	○					○			○		○			○				○				○	○	
*ウミゾウメン				○	○					○	○				○	○	○	○	○				○	
ヒラムカデ				○	○			○		○	○	○			○		○				○			
*ツルツル									○	○	○	○						○						
*タンバノリ													○											
*フダラク													○	○										
ヒヂリメン					○	○	○		○	○	○	○	○			○		○	○		○	○	○	○
*ツノムカデ	○				○	○					○	○				○								
*コメノリ	○				○						○	○				○								
*イトフノリ										○													○	○
*フクロフノリ	○																							
*ベニスナゴ	○						○									○								
イソダンツウ		○			○			○							○		○		○	○		○		○
ハリガネ					○																			
オオバツノマタ					○	○	○					○		○	○			○						
*ツノマタ							○																	
*ショウジョウケノリ															○									
計	5	4		5	11	5	2	2	4	6	7	6	3	3	8	2	4	5	4	2	2	5	5	3
合計	6	5	3	6	17	5	5	4	8	13	10	9	6	3	9	4	7	10	7	3	5	11	11	7

新採集種: \* 地点 T: 東部 (BW1) II: 平井 (BW2) O: 下津 (BW3) 1~23: ヘッドランド番号

物となることで、海藻の生育できない空白地域が解消されることになった。このことから、千葉県沿岸における海藻の分布と本県沿岸における分布が連続的になる可能性がある。また、この地域は、本県の最も南部に位置するので、多くの暖海性海藻の本県への北上が今後期待される。

#### 引用文献

- 片田 実. 1972. 日立海岸における海藻植生の異相と動物群集の崩壊. バイオテク, **3**: 645 - 651.
- 中庭正人. 1975. 茨城県沿岸の海藻相. 藻類, **23**: 13 - 24.
- 中庭正人. 1981. 茨城県沿岸の海産植物. 茨城の生物第2集. pp.52 - 68, 茨城県高等学校教育研究会生物部.
- 中庭正人. 1983. 茨城県鹿島海岸の海藻. 茨城生物, **9**: 19 - 20, 茨城生物の会.

中庭正人. 1992. 茨城の沿岸各地の海産植物. 茨城の生物, pp.255 - 260, 茨城県高等学校教育研究会生物部.

#### 参考文献

- 千原光雄. 1970. 海藻・海浜植物. 173 pp., 82 pls., 保育社.
- 千原光雄. 1990. 学研生物図鑑 海藻 (改訂版). 292 pp., 学習研究社.
- 岡村金太郎. 1936. 日本海藻誌. 964 pp., 内田老鶴圃.
- 瀬川宗吉. 1996. 原色日本海藻図鑑, 196 pp., 保育社.
- 吉田忠生. 1998. 新日本海藻誌. 1222 pp., 内田老鶴圃.
- 吉田忠生・吉永一男・中嶋泰. 1995. 日本産海藻目録 (改訂版). 藻類, **43**: 115 - 171.  
(調査研究及び執筆 中庭正人)