

國學院大學學術情報リポジトリ

水田におけるアオミドロとホシミドロの分布をきめる一要因

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2023-02-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 加藤, 季夫 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.57529/00001226

水田におけるアオミドロとホシミドロの分布をきめる一要因

加藤 季夫

A factor which determines distribution of *Spirogyra* and *Zygnema* in paddy fields

Kato Sueo

キーワード：アオミドロ、ホシミドロ、分布、水田、窒素濃度

I. はじめに

藻類は水中を主な生活域としている維管束を持たない酸素発生型光合成生物の総称で、光合成色素や細胞構造、生殖法などをもとにして緑藻類、褐藻類、紅藻類などの多くの分類群に分けられている。淡水域では池や沼だけでなく、湛水した水田にも多種多様な藻類が生息しており、水田毎あるいは水田内での微環境の違いによりそこに出現する種類も異なっている。

アオミドロやホシミドロは水田に出現する代表的な糸状緑藻で、アオミドロが優占している水田もあれば、ホシミドロが優占している水田もあり、どちらが優占するかについては経験的にアオミドロの方が富栄養化した水界に出現するといわれているだけである。

今回、水田においてアオミドロとホシミドロのどちらが優占するかを決めている要因が何かを明らかにするため、千葉県鴨川市の大山千枚田において冬期に出現するアオミドロとホシミドロについて野外での調査と培養株を用いた実験を行ったので、その結果について報告する。

II. 材料と方法

藻類の採集は2008年2月に千葉県鴨川市平塚にある大山千枚田の4つの水田で行った(図1)。4つの水田での糸状藻類の優占度は、各水田からの採集物の3個のプレパラートを用い、顕微鏡の視野中における糸状体数の平均値をもとに求めた。さらに田面水の硝酸態窒素の濃度を現地で分光光度計D R 2800 (ハック社製)を用いてジメチルフェノール法により、田面水の水温をデジタル水温計A D 5235 (エーアンドディー社)でそれぞれ測定した。

培養実験のためのアオミドロとホシミドロのクローン培養株は、2月に採集した藻体をマイクロピペットで単離して得た。培地は淡水産藻類用培地のAF-6培地¹⁾を緑藻類用に改変したAF-6G培地(表1)を用いた。



図1 アオミドロとホシミドロを採集した4つの水田

表1 AF-6G 培地の組成

NaNO ₃	140mg
MgSO ₄ · 7 H ₂ O	30mg
KH ₂ PO ₄	10mg
K ₂ HPO ₄	5mg
CaCl ₂ · 2H ₂ O	10mg
H ₃ BO ₄	0.3mg
Vitamin B ₁	50 μ g
Vitamin B ₁₂	5 μ g
微量元素溶液*	1ml
蒸留水	1000ml
pH	6.8

* 微量元素溶液 1ml に含まれる成分：

0.6mg FeSO₄ · 7 H₂O ; 0.24mg MnCl₃ · 4H₂O ;
 8 μ g CoCl₂ · 6H₂O ; 15 μ g ZnSO₄ ; 24 μ g
 Na₂MoO₄ · 2H₂O ; 6 μ g CuSO₄ · 5H₂O ;
 4.5mgNa₂-EDTA.

継代培養は温度10℃、照度6000ルクス、明暗周期を10時間明期・14時間暗期（10-14hrs）の条件下で行った。実験には継代培養しておいたアオミドロの2株（2008-S-2a, 2008-S-2b）とホシミドロの1株（2008-Z-5）を用いた。

増殖速度と硝酸態窒素濃度との関係を調べるため、継代培養しておいたアオミドロとホシミドロのそれぞれの株（2008-S-2a, 2008-Z-5）の藻体をそれぞれ顕微鏡の下（倍率40倍）でメスを用いて3細胞に切断し、硝酸態窒素だけを0mg/Lから4.0mg/Lまでの7段階に変えたAF-6G培地が入ったヌンク社製の4穴のカルチャーチェンバーに接種した。培養条件は継代培養と同じにし、10日間培養して細胞数を調べることをアオミドロおよびホシミドロでそれぞれ3回行った。各硝酸態窒素濃度における増殖率（1日あたりの細胞分裂回数）は以下の式を使って算出した。

$$\text{増殖速度}(k) = \frac{1}{t} \log_2 \frac{Nt}{No}$$

(t: 培養日数、No: 接種時の細胞数、Nt: t日後の細胞数)

種の同定のための有性生殖を誘起させるため、アオミドロでは2株の藻体（2008-S-2a, 2008-S-2b）を一緒にして、ホシミドロでは藻体（2008-Z-5）を単独で、以下の①～③の三通りの条件下に2週間置いた。それぞれにおいて変えた条件以外は継代培養の時と同一にした。①AF-6G培地から窒素源を含まないReichert/Grote培地²⁾に移し換えた、②温度を10℃から25℃に変えた、③明暗周期を14時間明期10時間暗期（14-10hrs）の長日条件にした。

Ⅲ. 結果と考察

2008年の2月に千葉県鴨川市の大山千枚田の同じ区画にある4つの水田で糸状緑藻を採集したところ、地

水田 1	水田 2	水田 3	水田 4
0.41mg/L	0.36mg/L	2.1mg/L	0.23mg/L

表2 水田1～4の田面水の硝酸態窒素濃度

点1, 2, 4はホシミドロが優占しており、全糸状体に占める割合は地点1では91%、地点2では93%、地点4では74%であった。これに対し、地点3はアオミドロが優占し、全糸状体に占める割合は96%であった。ホシミドロが優占していた地点1と2はアオミドロは見られず、残りを他の糸状藻であるヒザオリやサヤマドロが占めていた。地点4ではアオミドロも見られ、8%ほどを占めていた。地点3では残りをホシミドロ、ヒザオリがほぼ同じ割合で占めていた。4つの水田の採集時での田面水の温度はいずれも9～10度で、水田間で大きな差異は見られなかった。同時に測定したそれぞれの水田の硝酸態窒素濃度は表2に見られるように水田1, 2, 4と水田3とでは大きな相違が見られた。4つの水田のうちホシミドロが優占していた水田1, 2, 4は硝酸態窒素濃度が低いのに対し、アオミドロが優占していた水田3は硝酸態窒素濃度が高く、ホシミド

ロとアオミドロのどちらが優占するかについて硝酸態窒素濃度が大きく影響していることを示唆していた。

硝酸態窒素がアオミドロとホシミドロの増殖速度に及ぼす影響を調べた結果（3回の平均値）は図2のようであった。

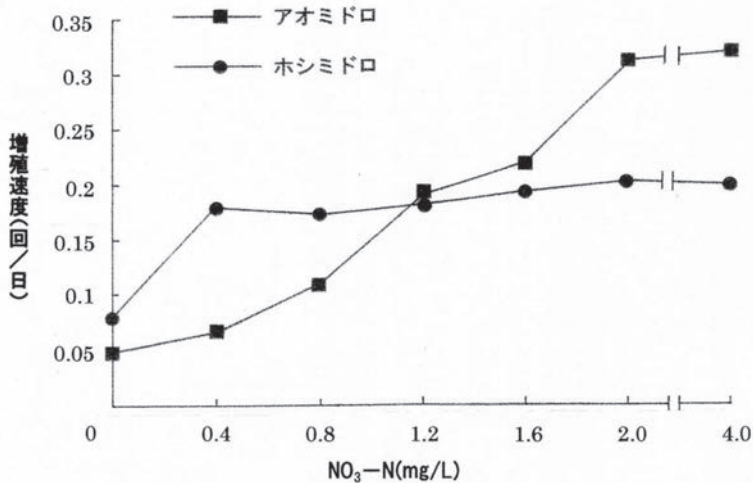


図2 硝酸態窒素濃度とアオミドロ、ホシミドロの増殖速度

硝酸態窒素濃度が1.2mg/Lを境にして、アオミドロとホシミドロの増殖速度が逆転する。この実験結果をもとにして水田1と水田3を例にとって計算をすると、水田1とほぼ同じ濃度の場合、アオミドロの増殖速度は約0.07なので、約14.3日間に1回分裂することとなり、12月～2月の冬場3ヶ月で6.3回しか分裂しない。これに対し、ホシミドロの分裂速度は0.18なので、約5.6日間に1回分裂することとなり、3ヶ月では16回も分裂をし、最初が同じ細胞数であったとするとホシミドロの方が約800倍細胞数が多くなる。一方、水田3とほぼ同じ濃度の場合では、アオミドロの分裂速度は約0.31なので、約3.3日間で1回分裂をし、3ヶ月では27回も分裂をする。これに対し、ホシミドロでは分裂速度が約0.19なので、5.3日間で1回分裂をし、3ヶ月で17回分裂をする。両種とも細胞数は著しくふえるが、水田3の場合ではアオミドロの方が細胞数は約1千倍多くなる計算となる。実験では、硝酸態窒素濃度が1.2mg/Lを境にして両種の増殖速度が逆転し、濃度が高いときはアオミドロが、低いときはホシミドロが相対的にその増殖速度が大きくなることが判明し、野外での調査を裏付ける結果が得られた。

アオミドロやホシミドロでは細胞の大きさや葉緑体などの形態に加え、有性生殖である接合の様式や接合子の形態が種の同定に不可欠である。そのため、窒素源の欠乏（Reichert/Grote培地中）や高水温、明暗周期などの培養条件を変え、有性生殖の誘起を試みた。その結果、アオミドロでは窒素源の欠乏（Reichert/Grote培地中）、ホシミドロでは水温を10℃から25℃に上げたときにのみそれぞれ有性生殖である接合が2～3日後に起こった（表3）。

培地	温度	明暗周期	接合の有無	
			アオミドロ	ホシミドロ
Reichert/Grote	10℃	10-14hrs	有	無
AF-6G	25℃	10-14hrs	無	有
AF-6G	10℃	14-10hrs	無	無

表3 各種培養条件と接合の有無

今回、実験に用いたアオミドロは細胞の径22~26 μm 、長さ60~75 μm 、隔膜は平板状で葉緑体は一本、接合は梯子状で雌性配合子は内側に著しく膨張し、接合子は楕円形で径約30 μm 、長さ約40 μm 、接合子膜の中層は黄色で平滑、接合しない細胞には膨張することなどから、*Spirogyra teodoresei* Transeau³⁾であることが判明した(図3)。また、ホシミドロは細胞の径32~34 μm 、長さ70~95 μm 、接合は梯子状で接合管中に接合子が形成される。接合子は広楕円形で径約40 μm 、長さ約55 μm 、接合子膜の中層は黄褐色で径約2 μm の小孔模様があることなどから *Zygnema pectinatum* (Vaucher) Agardh⁴⁾と判明した(図3)。

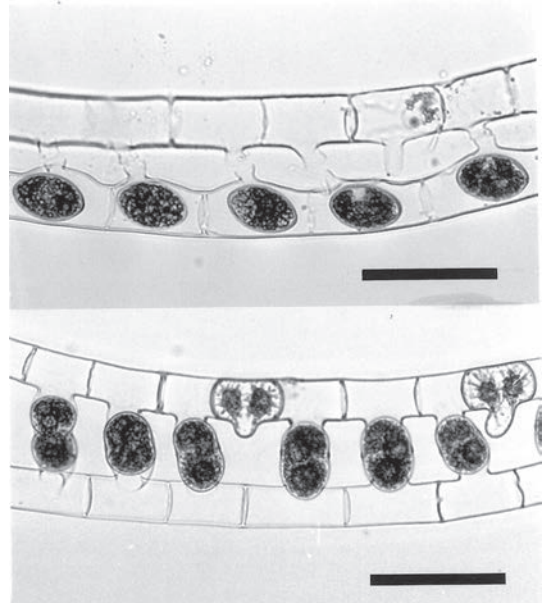


図3 アオミドロ(上)とホシミドロ(下)の接合
スケール=100 μm

大山千枚田から今回採集したアオミドロとホシミドロは共にホシミドロ科に属する糸状の緑藻で、世界でそれぞれ100種を超える分類群が記載されている。日本でも各地の池や沼、水田等に出現し、アオミドロでは約80種、ホシミドロでは約30種がそれぞれ報告されており、水田ではごく普通にみられる藻である⁵⁾。水田では稲を始めとして水草などの維管束植物や藻類などが密接に関連を持って生息しており、さらに農作業による人の手が加わることで環境条件も大きく変化するため、これら糸状緑藻の分布には多種多様な環境要因が複雑に絡み合っている。そのため、分布に影響を与える環境要因の研究はほとんどなされておらず、汚水などが流れ込んでいる水域にアオミドロしばしば出現することから、経験的にホシミドロよりアオミドロの方が富栄養化した水界に出現するといわれているだけである⁶⁾。水田に出現する代表的な糸状緑藻であるアオミドロやホシミドロについて今まで生理・生態的な研究がなされなかった大きな原因の1つとして実験室内で接合の誘起ができず、そのため種の同定が困難だったことが挙げられる。特に

ホシミドロでは人為的に接合の誘起に成功しているのは *Zygnema circumcarinatum* と *Zygnema extenuum* の 2 種だけであり⁷⁾、今回の *Zygnema pectinatum* での接合の誘起はホシミドロとしては 3 種目のものといえる。

冬期の水田には維管束植物がほとんど見られず、人の手も加わることも少ないので、環境要因は夏期よりもかなり単純化できるといえる。大山千枚田の水田 1～4 においても、光の強さ、温度、他の生物との競合等に関してほとんど差がないといえる。このことから、両種が出現する水田の違いはその田面水中の栄養塩の違いが主要な原因と考えられ、今回の野外での硝酸態窒素濃度の測定結果と実験室での培養実験結果は、共に硝酸態窒素濃度が両種の分布を決める大きな要因となっていることを示している。

最後に、大山千枚田での採集・調査にあたり便宜をはかって下さった N P O 法人大山千枚田保存会の石田三示会長と浅田大輔氏に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 加藤季夫 (1981) *Colacium vesiculosum* Ehrb. の培養と形態. 藻類 30巻、63～67頁.
- 2) Grote, M. (1977) Über die Auslösung der generativen Fortpflanzung unter kontrollierten Bedingungen bei der Grunlage *Spirogyra majuscula*. Z. Pflanzenphysiol. 83: 95-107.
- 3) Transeau, E. N. (1934) Notes in Zygnemataceae. Ohio Journ. Sci. 34: 420.
- 4) Agardh, C. A. (1824) Systema algarum. 1. 312 pp. Lund.
- 5) 秋山 優・廣瀬広幸・山岸高旺・平野 実 (1977)「緑藻類」『日本淡水藻図鑑』内田老鶴圃、275～760頁.
- 6) 濱田 仁 (1994) 「*Zygnema* sp. C.A.Agardh」『藻類の生活史集成』1巻、330～331頁.
- 7) Miller, R. D. (1973) A developmental and physiological comparision of two mating strains of *Zygnema circumcarinatum* Czurda. Ph.D. dissertation, University of Arizona, Tucson, Arizona. 57 pp.

(かとう すえお・國學院大學人間開発学部初等教育学科教授)