

日本産 キートケロス図鑑

～ キートケロスの全て ～

キートケロスが地球を救う = 地球で最もCO₂を吸っているのは誰だ!?

はじめに

本書の特徴と見方 (同定方法 & QRコード)

CONTENTS

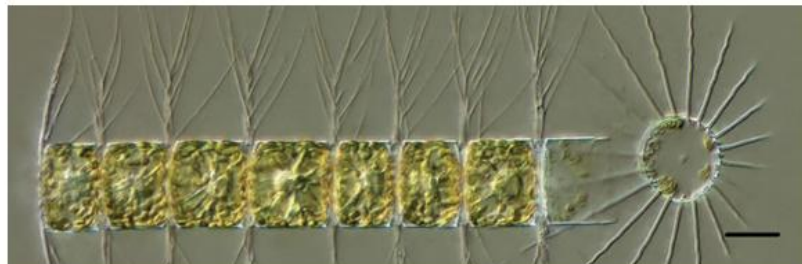
第1章 キートケロスの基礎知識	P. 6
1. キートケロスって何者?	P. 8
2. キートケロスの発見と分類体系	P. 11
3. キートケロスの利用	P. 13
4. <i>Chaetoceros</i> 属の基本形態と生活史	P. 14
5. <i>Chaetoceros</i> 属の栄養細胞の同定ポイント	P. 18
6. <i>Chaetoceros</i> 属の休眠胞子の形態と種同定方法	P. 21
第2章 キートケロス図鑑	P. 24
1. 掲載種	
A. 代表種写真	P. 26
B. 検索表	P. 28
C. 種名リスト	P. 30
2. 種別図版	
<i>Bacteriastrum</i> 6種	P. 32
<i>Chaetoceros</i> 61種	P. 44
<i>Attheya</i> 1種	P. 146
3. 形態分類のタイプ分け (栄養細胞だけでは分類できない種類)	P. 148
4. 刺毛表面構造一覧表 (SEM写真一覧と形態特徴)	P. 151
5. 休眠胞子一覧表 (LM, SEM画像と図)	P. 158
6. 分子系統	P. 162
第3章 調査・分析方法	P. 166
1. 調査目的と採集	P. 168
①目的 ②採集方法 ③サンプルの固定 ④サンプルの濃縮	
2. 海産浮遊珪藻の観察	P. 170
①生物顕微鏡 ②倒立顕微鏡	
③走査電子顕微鏡 (SEM) ④透過型電子顕微鏡 (TEM)	
⑤プレパラートの作成 ⑥SEM試料の作成方法	
3. 単離培養と休眠胞子形成	P. 175
①目的 ②器具・機材 ③微細藻類の単離	
④容器や培地の滅菌操作 ⑤培養器	
⑥使用培地の種類 ⑦培養条件	
⑧藻類の保存方法 ⑨休眠胞子の誘導	
4. 遺伝子解析方法	P. 180
5. データ集	P. 182
参考文献	P. 186
検索表	P. 189
謝辞	
おわりに	



Bacteriastrium hyalinum Lauder 1864

Homotypic synonym : *Bacteriastrium varians* f. *hyalina* (Lauder) Frenguelli 1928

Heterotypic synonyms : *Chaetoceros spirillum* (Castracane) De Toni null , *Actiniscus varians* (H.S.Lauder) Grunow 1882 , *Bacteriastrium spirillum* Castracane 1886 , *Bacteriastrium varians* var. *princeps* Castracane 1886 , *Bacteriastrium varians* var. *borealis* C.E.H.Ostenfeld 1901 , *Bacteriastrium solitarium* Mangin 1913 , *Bacteriastrium hyalinum* var. *princeps* (Castracane) J.Ikari 1927



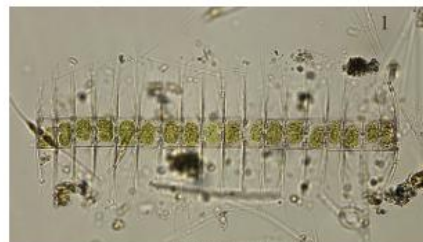
(微分干渉・深度合成) scale bar : 20μm

【形態的特徴】

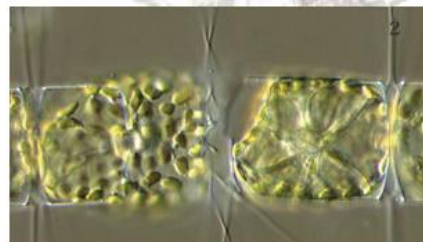
- ・ 群体は直線的で、捻じれない。
- ・ 末端刺毛は他の刺毛と同じ形態である。また刺毛の数は、細胞端より、17～24本出る。連結刺毛は射出後、隣接刺毛と癒合し、中央付近から2本に分岐する。分岐後、刺毛表面には小棘が螺旋状に並ぶが、これらはSEMでしか観察できない。
- ・ 空隙はLMでは、密着している様に見えるが、SEMで見ると僅かに空いている。隣接刺毛基部の中間位置に、唇状突起が1～2個あり、刺毛の数だけ並ぶ。(写真 4)
- ・ 葉緑体は、顆粒状で複数存在する。
- ・ 細胞サイズ(頂軸長) : 21～37μm
- ・ 休眠胞子は確認されなかった。

【同定ポイント】

- ・ 末端刺毛の太さは、連結刺毛とほぼ同等で、基部が癒合し細く、途中で分岐する。刺毛の数が20本前後と本属中でも多い方である。



1. 天然株 ガードル面



2. 天然株 パルプ面



3. 培養株

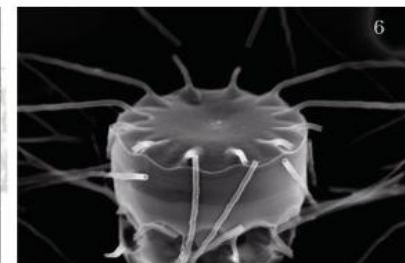


4. 天然株 空隙

Bacteriastrium hyalinum Lauder 1864



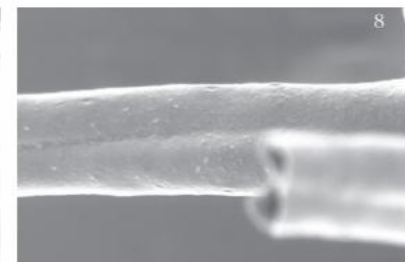
5. 群体



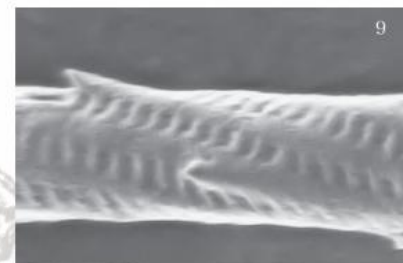
6. パルプ面



7. 刺毛 断面



8. 連結刺毛 基部



9. 連結刺毛 中央部



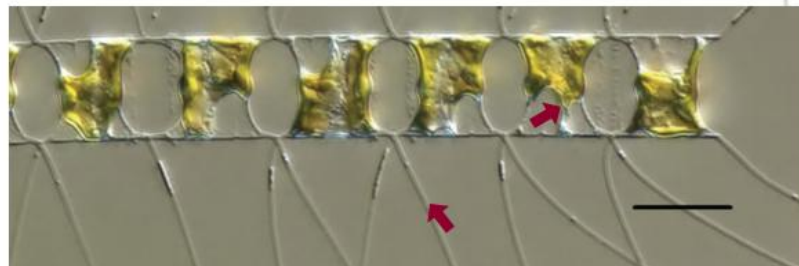
10. 連結刺毛 先端部

出現地点/出現時期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
オホーツク海												
相模湾												
富山湾												
瀬戸内海												

【類似種、間違い易い種】 *Bacteriastrium minus*



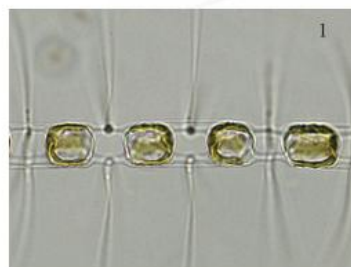
登録遺伝子配列

Chaetoceros brevis F.Schütt 1895*Chaetoceros brevis* F.Schütt 1895Heterotypic synonym : *Chaetoceros hiemalis* Cleve 1900

scale bar : 20μm

【形態的特徴】

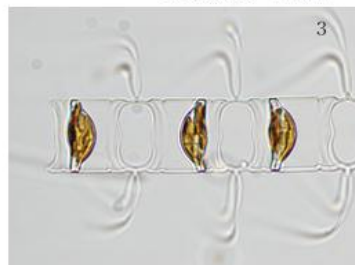
- ・ 群体は直線的で、捻じれない。
- ・ 末端刺毛と連結刺毛の形態的な違いは無い。
- ・ 明脚亜属に分類されてきたが、刺毛内に葉緑体が入る場合がある。刺毛の表面には、細孔が螺旋状に複数並び、さらに、短く太い棘が螺旋状に配置されるが、これらはSEMでないと確認できない。
- ・ マントルには、縫線がありLMでも観察可能である。
- ・ バルブ面は、平滑で中央部に隆起がある。
- ・ 空隙は向かい合った上記隆起により、ピーナツ型となる。
- ・ 板状の葉緑体が1個ある。
- ・ 細胞サイズ(頂軸長) : 15~30μm
- ・ 休眠胞子の初成殻は緩いドーム状で、表面には短く細い棘が多数あり、マントル縁辺からは短い柵状棘が伸びる。後成殻もドーム状で、中央付近に細い棘が確認された。



1. 天然株 ガードル側面



2. 天然株 ガードル正面



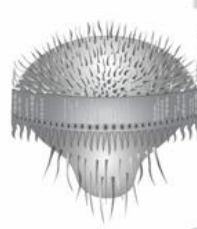
3. 休眠胞子

【同定ポイント】

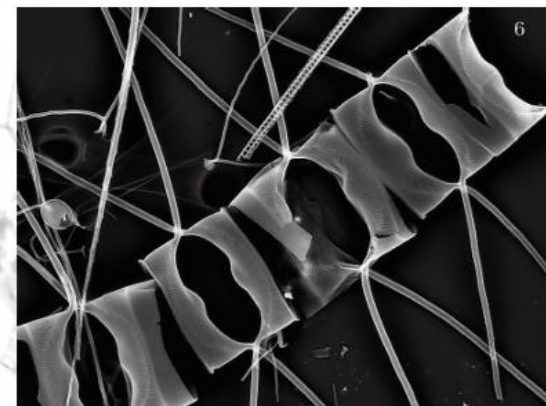
- ・ バルブ面中央の隆起が、*C. didymus*と似ているが、本種は緩やかに隆起する。近年*C. pseudobrevis*等近縁種とのシノニムの報告があるため、今後の同定には注意が必要である。
- ・ Hyalochaete(明脚亜属)であるが、刺毛に葉緑体が入る事が多いことから、今後、分類の整理が必要な種である。



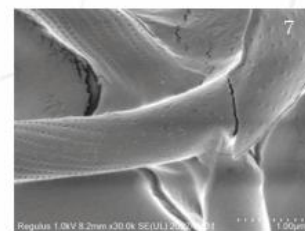
4. 休眠胞子



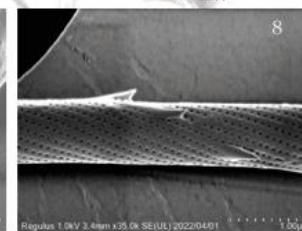
5. 休眠胞子 イラスト



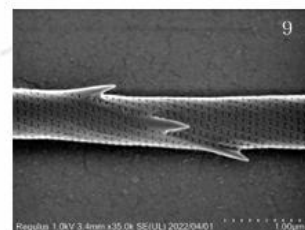
6. 全体



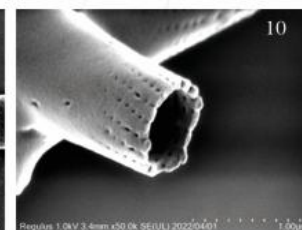
7. 刺毛 基部



8. 刺毛 中央部



9. 刺毛 末端部



10. 刺毛 断面

出現地点／出現時期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
オホーツク海												
富山湾												
瀬戸内海												

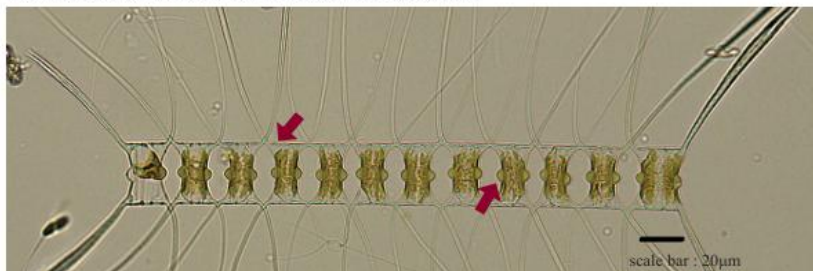
【類似種、間違い易い種】

Chaetoceros didymus

登録遺伝子配列

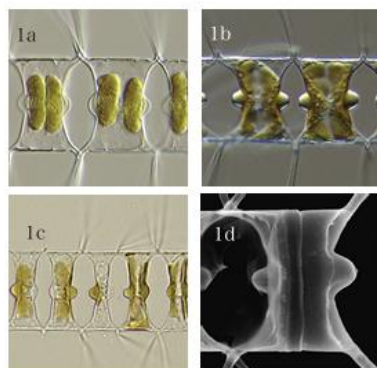
Chaetoceros didymus Ehrenberg 1845

Heterotypic synonym : *Chaetoceros didymus* var. *genuinus* Gran 1914



【形態的特徴】

- ・群体は直線的で捻じれない。
- ・末端刺毛は連結刺毛より太く、中央部で太くなる。刺毛断面は五角形で、連結刺毛の表面は、細孔が1列に並び、隅角に小棘が並ぶ。これらの構造はSEMでしか観察できない。
- ・マントルには明瞭な縫線がある。
- ・バルブ面の中央には、明瞭なドーム状の突起がある。
- ・空隙は、ピーナツ型である。
- ・板状の葉緑体が1～2個存在する。
- ・細胞サイズ(頂軸長) : 15～42 μm
- ・休眠胞子の初成殻はドーム状で、表面には複数の顆粒状の突起が複数あり、マントルは滑らかである。後成殻は平坦で、縁辺から刺毛を伸ばし、隣り合う細胞の刺毛と癒合することで、細胞同士が向き合った状態になる。この際にできた栄養細胞で言うところの空隙には薄い膜(シース)が形成されることが多い。

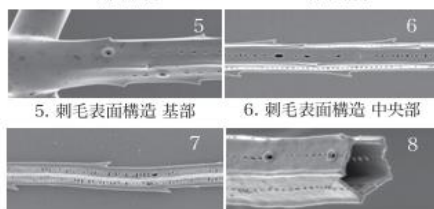


1 a-d. 栄養細胞 天然株



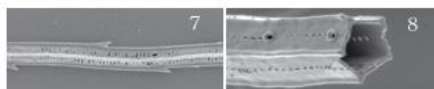
2. 培養細胞

3. 休眠胞子



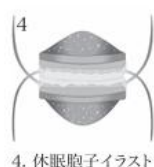
5. 刺毛表面構造 基部

6. 刺毛表面構造 中央部



7. 刺毛表面構造 先端付近

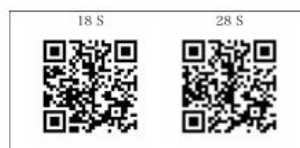
8. 刺毛表面構造 断面



4. 休眠胞子イラスト

【固定ポイント】

- ・バルブ面中央の明瞭な突起が特徴である。本種は近年多くの別種や亜種の存在が示唆されており、今後、種の細分化が進むと予想される。よって、今後の種同定の際には注意が必要である。次ページの *C. didymus* var. *anglicus* は本種の亜種であり、刺毛が群体軸縁の外側で交差する点で区別可能である。

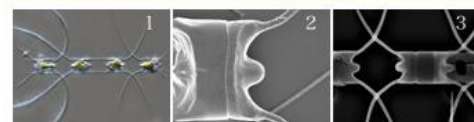


登録遺伝子配列

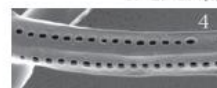
出現地点/出現時期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
オホーツク海												
東北沿岸												
富山湾												
相模湾												
瀬戸内海												

Chaetoceros didymus Ehrenberg 1845

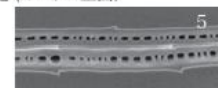
Chaetoceros didymus var. anglicus (Grunow) Gran 1908



1, 2, 3. 栄養細胞 (ガードル正面)



4. 刺毛 基部



5. 刺毛 中央部



6. 刺毛 先端部

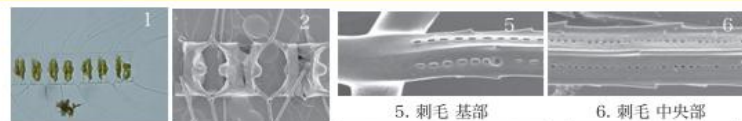


7. 刺毛 断面

【形態的特徴】

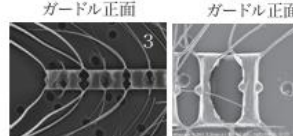
- ・群体は直線的で捻じれない。
- ・末端刺毛は連結刺毛よりやや太い。刺毛の交点は、群体軸より離れた位置で交差する。刺毛の断面は五角形で、表面には細孔が1列に並び、隅角に小棘が配置されている。これらはSEMでしか観察できない。
- ・マントルには明瞭な縫線がある。
- ・バルブ面の中央には、明瞭なドーム状の突起がある。
- ・空隙は、ピーナツ型である。
- ・板状の葉緑体が2個存在する。
- ・細胞サイズ(頂軸長) : 9～24 μm
- ・休眠胞子は確認されなかった。

出現地点/出現時期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
オホーツク海												
富山湾												
相模湾												
土佐湾												
瀬戸内海												



1. 栄養細胞 ガードル正面

2. 栄養細胞 ガードル正面



3. 栄養細胞 ガードル正面

4. 栄養細胞 ガードル正面



7. 刺毛 先端部



8. 刺毛 断面

Chaetoceros didymus は複数の変種の記載がある。中でも連結刺毛の交点が、群体軸の殻縁よりかなり離れた外で交差するものを *Chaetoceros didymus* var. *anglicus* (Grunow) Gran 1908 とし、それよりやや内側で交差するものを var. *protuberans* (H.S.Lauder) Gran & K.Yendo 1914 とされているが不明瞭である。

正確に分けるには、休眠胞子の形態で分けるか、遺伝子解析により判別する以外にない。

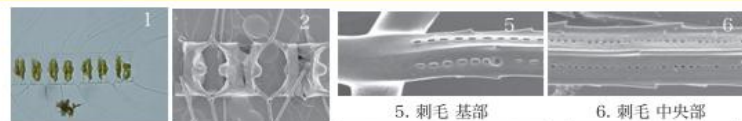
本書では、便宜上栄養細胞の刺毛の交点の位置で分けて分類したが、var. *anglicus* と var. *protuberans* の中間的なものも存在もあり、難しい。

なおLauder (1864) は、当初 *C. didymus* ではなく別種として *C. protuberans* を登録したが、後にGran & K.Yendo (1914) が *C. didymus* の変種として再度記載している。



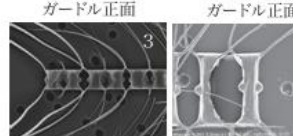
登録遺伝子配列

Chaetoceros sp. (cf. protuberans) Lauder 1864



1. 栄養細胞 ガードル正面

2. 栄養細胞 ガードル正面



3. 栄養細胞 ガードル正面

4. 栄養細胞 ガードル正面



7. 刺毛 先端部



8. 刺毛 断面



登録遺伝子配列

3. <i>affinis</i> の末端刺毛の太くないものと <i>constriatus</i> Type	<i>C. affinis</i> も形態変化が起こりやすく、典型的な形態 (末端刺毛が太く頑強で、群体は曲がらず、ねじれず直線的で、空隙は狭く細い披針形をなすもの) 以外の形態の時は、 <i>C. constriatus</i> などと混在していると判別がつきにくいので注意が必要である。
4. <i>denticulatus</i> と <i>borealis</i>	<i>C. denticulatus</i> も <i>C. borealis</i> もサイズや空隙の状態 (六角形もしくは丸型) は、ほぼ同型で、どちらか迷うが、 <i>C. denticulatus</i> は刺毛基部の交差部に突起があれば本種とする。ない場合は、 <i>C. borealis</i> である。
5. <i>decipiens</i> と <i>lorenzianus</i>	この両種は、サイズは他の <i>Hyalochaete</i> に比べ大きく形態も類似する。典型的なものは判別しやすいが、時にどちらか迷うことがある。判別ポイントは、刺毛付け根の癒合があれば、 <i>C. decipiens</i> とする。 また <i>C. lorenzianus</i> は、刺毛表面の孔の形状が <i>C. decipiens</i> より大きい孔が多く、LM でも高倍率 (400~1000×) で確認することができる。
6. <i>didymus</i> と <i>protuberans</i>	この両種を栄養細胞だけで分けるのは難しく <i>C. protuberans</i> は、過去に <i>C. didymus</i> の variety で、隣接刺毛からの交点の位置が群体軸よりやや離れたところで交わるのが <i>C. protuberans</i> としていたが、DNA解析の結果これだけではわからない場合が多いことが判明した。 それぞれの休眠胞子を確認する以外にないと思われる。

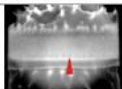
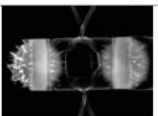
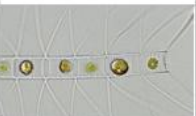
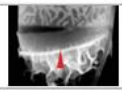
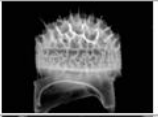
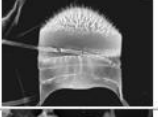
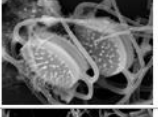
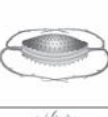
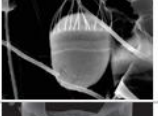
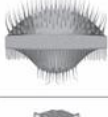
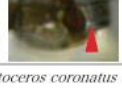
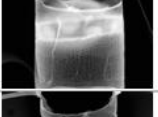
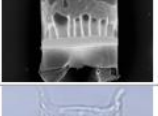
C. これといった特徴が希薄で分かりづらい種 (sp.)

1. <i>coronatus</i>	休眠胞子を形成した時は、その形が特徴的であるため、同定可能になる。 栄養細胞の形態だけでは種の判別はつかないと思われる。 休眠胞子が見つからない時は、DNAを調べるしかない。
2. <i>siamensis</i>	細胞は、直線かやや曲がり、空隙は比較的狭く披針形で、中央部の2か所で少し窪むのが本種の特徴。 休眠胞子は上殻、下殻に著しく長く刺が多数あり、殻の中央部分にできる。 この休眠胞子が見つければ同定を間違えることはまずない。

4. 刺毛表面構造一覧表

No.	種名	基部	中央部	先端付近	断面	全体
1	<i>Bacteriastrium comosum</i>					
2	<i>Bacteriastrium delicatulum</i>					
3	<i>Bacteriastrium elongatum</i>					
4	<i>Bacteriastrium furcatum</i>					
5	<i>Bacteriastrium hyalinum</i>					
6	<i>Bacteriastrium minus</i>					
7	<i>Chaetoceros aequatorialis</i>					
8	<i>Chaetoceros affinis</i>					
9	<i>Chaetoceros anastomosans</i>					
10	<i>Chaetoceros atlanticus</i>					
11	<i>Chaetoceros borealis</i>					
12	<i>Chaetoceros brevis</i>					
13	<i>Chaetoceros calcitrans</i>					

5. 休眠孢子一覧表

No.	種名 / 穿孔位置	SEM画像 (一部LM)	LM画像 (一部SEM)	イラスト
8	<i>Chaetoceros affinis</i> 			
9	<i>Chaetoceros anastomosans</i> 			
12	<i>Chaetoceros brevis</i> 			
15	<i>Chaetoceros cinctus</i> 穿孔未確認			
17	<i>C. compressus</i> var. <i>hirtisetus</i> 			
19 67	<i>Chaetoceros constrictus</i> 			
20	<i>Chaetoceros contortus</i> 			
22	<i>Chaetoceros coronatus</i> 			
23	<i>Chaetoceros costatus</i> 			