

神奈川県江ノ島(基準産地)におけるコトジツノマタの季節的消長

著者	鈴木 平吉
学位授与機関	東京海洋大学
学位授与年度	2009
URL	http://id.nii.ac.jp/1342/00001069/

修士学位論文

神奈川県江ノ島(基準産地)におけるコトジツノマタの季節的消長

平成 21 年度
(2010 年 3 月)

東京海洋大学大学院
海洋科学技術研究科
海洋生命科学専攻
鈴木 平吉

目次

1. 要旨	
2. 緒言	1
3. 調査場所	
3. 1. 江ノ島	4
3. 2. 調査地点	4
4. 材料と方法	
4. 1. 江ノ島におけるコトジツノマタの分布と季節的消長	5
4. 1. 1. 江ノ島の海水温の変化	5
4. 1. 2. 江ノ島におけるコトジツノマタの分布	5
4. 1. 3. 江ノ島におけるコトジツノマタの季節的消長	5
4. 2. 江ノ島におけるコトジツノマタの剪定試験	6
4. 3. コトジツノマタの食害試験	7
4. 4. コトジツノマタの初期発生	7
4. 5. コトジツノマタの分布と海水温	7
4. 5. 1. コトジツノマタの分布	7
4. 5. 2. コトジツノマタの分布域の海水温	7
5. 結果	
5. 1. 江ノ島におけるコトジツノマタの分布と季節的消長	9
5. 1. 1. 江ノ島の海水温の変化	9
5. 1. 2. 江ノ島におけるコトジツノマタの分布	9
5. 1. 3. 江ノ島におけるコトジツノマタの季節的消長	10
5. 2. コトジツノマタの初期発生	11
5. 3. 江ノ島におけるコトジツノマタの剪定試験	11
5. 4. コトジツノマタの食害試験	12
5. 5. コトジツノマタの分布と海水温	12
5. 5. 1. コトジツノマタの分布	12
5. 5. 2. コトジツノマタの分布域の海水温	13
6. 考察	
6. 1. 江ノ島におけるコトジツノマタの季節消長	14
6. 2. 江ノ島におけるコトジツノマタの剪定試験	15
6. 3. コトジツノマタの食害試験	15
6. 4. コトジツノマタの初期発生	16
6. 5. コトジツノマタの分布と海水温	16
7. 謝辞	18
8. 引用文献	19

[博士前期課程]

Master' s Course

修士学位論文内容要旨

Abstract

専攻 Major	海洋生命科学	氏名 Name	鈴木 平吉
論文題目 Title	神奈川県江ノ島(基準産地)におけるコトジツノマタの季節的消長		

1. 要旨

ツノマタ属は世界的にカラゲーン抽出原藻として水産上重要な海藻の一種である。日本産ツノマタ属の、コトジツノマタ(紅藻綱, スギノリ目)は、茨城県と千葉県で地域特産海藻として利用されている。しかし、本種については形態学・分類学的研究が行われて以降、各地で報告された海藻相に散見される以外、茨城県において剪定個体の生長測定が行われているにすぎず、基準産地である神奈川県藤沢市江ノ島においても生育状況に関する知見が全くない。そこで、本研究では、コトジツノマタの生態学的な基礎知見を得ることを目的として、神奈川県藤沢市江ノ島(基準産地)において、季節的消長、剪定個体の生長を調べたほか、国内におけるコトジツノマタの分布とその水温環境を調べて考察を行なった。

2007年12月～2009年12月に原則として月1回、大潮の干潮時に、神奈川県江ノ島の外海に面した岩礁域で、四分胞子体株、雌性配偶体株、雄性配偶体株をそれぞれ2株ずつ採集し、株内のすべての直立体について成熟の有無を観察し、全長、湿重量を計測した。本種は2年間、直立体を消失することなく生育し、成熟した直立体は周年存在し(但し約50%以上が未成熟)、四分胞子体株では6～12月に株内の20%以上、雌性配偶体では5～8月に25%以上を占めた。株毎の直立体本数は、30～300本と大きな差があった。藻体の株内の乾重量/湿重量(歩留まり)は、四分胞子体株、雌性配偶体株、雄性配偶体株ともに周年約20%であったが、株内の単位本数あたりの乾重量は、夏季に高い値を示し、成熟の盛期と対応した。

剪定試験では、2009年6月に2株の直立体を高さ1cmと5cmに剪定し、1株を剪定せずに、1ヶ月毎に上位20本の全長を計測した。平均生長速度は1cmを残した株で最も高く1.1cm/月で、茨城県での過去の報告(最大0.9cm/月)とほぼ同様であった。剪定を行なっていない株よりも、剪定を行なった株の生長が良く、藻体の再生を促しながら漁獲できると考えられた。

コトジツノマタの分布は三重県から青森県(愛知県と東京都を除く)の太平洋側で、水温範囲0.6～30.7℃で生育していることが分かった。神奈川県江ノ島(水温13.4～28.6℃)では成熟個体が周年存在したが、福島県小名浜(水温6.7～24.4℃)では3～9月に生育が確認され成熟期が8～9月に限定されるという報告もあり、水温により生育可能時期や成熟期が生育地により異なると考えられた。

2. 緒言

ツノマタ属 *Chondrus* は、紅色植物門 Rhodophyta, 紅藻綱 Rhodophyceae, スギノリ目 Gigartinales, スギノリ科 Gigartinaceae に属し(吉田 1998), 温帯から寒帯にかけて広く分布している。ツノマタ属は水産上有用な種であり, 藻体内には寒天とよく似た凝固物質カラゲenan (λ, κ) を含んでいる。現在, カラゲenanを含む紅藻類は数多く知られているが, 工業的に生産が始まった当初は, 大西洋産のトチャカ *Chondrus crispus* が唯一の原藻として利用され, 増粘剤やゲル化剤, 安定剤などがあり, 食品界で広く利用されてきた (Taylor and Chen 1994)。

ツノマタ属は日本では, トゲツノマタ *Chondrus armatus*, コジツノマタ *Chondrus elatus*, オオバツノマタ *Chondrus giganteus*, マルバツノマタ *Chondrus nipponicus*, ツノマタ *Chondrus ocellatus*, ヒラコトジ *Chondrus pinnulatus*, イボツノマタ *Chondrus verrucosus*, クロバギンナンソウ *Chondrus yendoi* の 8 種が生育しており, そのうち本州中部太平洋岸には, コジツノマタ, オオバツノマタ, ツノマタ, イボツノマタの 4 種の生育が確認されている(吉田 1998)。この 8 種のうち, 現在, 盛んに漁獲され利用されているのはコジツノマタ 1 種である。古くは, 宮城県気仙沼周辺においても, 生のコジツノマタを炙って食用にしていたという(遠藤 1911, 東 1933)。現在は, 千葉県や茨城県で利用されており, 千葉県の銚子周辺では乾燥させたものを「黒海藻」と呼び, 「海藻蒟蒻」(Fig. 1) の原藻として用いられ(鳩貝ら 1988, 鶴岡 1988), 現在でも, その材料として販売している。また, 近年は, 粉末状にしてお湯に溶かして「お茶」にしたり, ラーメンの麺に練り込んだり, 利用の拡大が図られている。

コジツノマタは, 神奈川県江ノ島で採集された材料を基にして Holmes (1896) によりツノマタ属の 1 種 *Chondrus elatus* として新種記載された。その後, 遠藤(1911) と岡村(1920)により, 形態, 生態, 分布, 利用について報告された。また, Mikami (1965) は, 日本産オキツノリ科とスギノリ科の海藻のモノグラフの中で, 本種の形態について詳細に報告している。生活環については増田(1993)が同属のマルバツノマタと類似した生活環をもつことを明らかにしている。しかし, 生長や成熟などの生態的な知見は乏しく, わずかに藤本(1960)が茨城県産コジツノマタについて剪定後の生長を調べているだけで, それ以外には, 佐藤ら(2001)が福島県いわき市の海藻

相調査で3月から9月まで出現を確認し、そのうち8月と9月に成熟した藻体を確認したと報告しているにすぎない。

日本近海のツノマタ属の全般を見渡しても生態に関する研究は少ない。猪野(1947)は、ツノマタとクロバギンナンソウの初期発生を観察し、胞子は着生した後に発芽して盤状体を形成し、盤状体から直立体を発生することを確認した。このことは、近年ツノマタについて、Wang *et al.* (2006)も確認している。生活環に関する研究は、マルバツノマタ、ツノマタ、トチャカダマン *Chondrus ocellatus forma crispoides*, ウチワツノマタ *Chondrus giganteus forma flabellatus* で行なわれており、いずれの場合も、雌雄の配偶体とこれらと同形の四分胞子体との間で世代交代を行なうイトグサ型であることが確かめられた(Brodie *et al.* 1991, Brodie *et al.* 1993, Brodie *et al.* 1994)。また、繁殖方法としては、果胞子や四分胞子による胞子繁殖 (Brodie *et al.* 1991) のほかに、盤状体から無性的に新芽を多数発出する栄養繁殖も知られている(片田 1963)。

季節消長については、マルバツノマタ、イボツノマタおよびツノマタの3種で報告がある。北海道産のマルバツノマタの生長時期は春季から夏季にかけて大きな藻体が増加し、それらは秋季から冬季にかけて流出によって減少した。また、成熟時期は7月から翌年3月までに限定されることが知られている(Masuda and Hashimoto 1993)。静岡産のイボツノマタの成熟時期は周年ということが確認されている(Bellgrove and Aoki 2008)。また、Kim *et al.* (2006)は、韓国産のツノマタを用いて野外観察と室内培養実験より、配偶体は温度が低くなり日長が短くなる時期に、四分胞子体では温度が高くなり日長が長くなる時期に、生長・成熟することを報告している。

これ以外にも、横浜(1982)は、いろいろな海藻の生態分布と光合成との関係を調べているが、浅所産のイボツノマタの光合成曲線は、トサカノリのような深所性の紅藻のそれと異なることを見出している。

以上のように、日本近海におけるツノマタ属の生態学的知見は少なく、唯一の産業対象種となっているコトジツノマタの生態についてはほとんどわかっておらず、本種の基準産地となっている神奈川県江ノ島においても生育状況に関する知見が全くない。

そこで本研究では、コトジツノマタの基準産地である神奈川県藤沢市江ノ島において、本種の

生育状況を把握し、季節的消長を明らかにした。また、本種の増産を図るための基礎的な知見を得ることを目的として、胞子の培養による初期発生を調べたほか、藤本(1960)と同様の剪定試験により生長を調べ、さらに、海域で採集した植食性巻貝による摂餌および付着藻類の着生状況を確認した。最後に、本種の分布域とその水温環境を文献などによって調べ、その関係について考察を行なった。

3. 調査場所

3. 1. 江ノ島

神奈川県藤沢市江ノ島は、本州太平洋岸中部の相模湾奥に位置しており、黒潮の分枝流の影響で冬でも暖かい。古くから海藻の研究が盛んに行われ、日本の海藻学の創始者である岡村金太郎が24種もの新種を記載した(横澤 2008)のをはじめ、江ノ島をタイプ産地とする海藻は52種にもものぼるといふ。江ノ島の海藻相については、東(1935a, 1935b)、松浦(2004)、横澤(2008)によって調べられており、合わせてアオサ藻(緑藻)37種、褐藻63種、紅藻205種、合計305種が報告されている。

3. 2. 調査地点

本調査では、島内で最も濃密にコトジツノマタが生育している西部(船着場)から南西部(天王前の立ち入り禁止柵)までの潮間帯の中部から下部にかけての範囲で調査を行った。調査地点の磯は、傾斜が急で、ほぼ垂直となっているところも多い。なお、調査地点は、外海に面しており波浪による影響を受けやすいため、波浪が強く調査が困難な日は欠側とした。

4. 材料と方法

4. 1. 江ノ島におけるコトジツノマタの季節的消長

4. 1. 1. 江ノ島の海水温の変化

江ノ島の海水温は、新江ノ島水族館から取水海水温の測定データ(2007年4月～2009年12月)を用いた。ただし、この水温は、水族館より沖合150mの海底砂中からパイプで引き上げた浸透海水の温度を1日に1回測定したもので欠測日もある。

4. 1. 2. 江ノ島におけるコトジツノマタの分布

2007年6月13日に、江ノ島を徒歩で一周し、目視観察よりコトジツノマタの分布状況を把握し、生育が確認できた場所を地図に記した。また、2009年5月26日と6月25日に、島の西部(船着場)から南西部(天王前の立ち入り禁止柵)まで歩き、目視観察よりコトジツノマタと同属のイボツノマタの分布状況と生育状況を調べ、同様に生育が確認できた場所を地図に記した。この際、コトジツノマタの藻体上に付着している海藻や周囲の海藻や動物についても目視観察を行った。

4. 1. 3. 江ノ島におけるコトジツノマタの季節的消長

2007年11月から2009年12月まで毎月1回(但し、2008年2月、11月と2009年3月、9月、10月は欠測)、神奈川県藤沢市江ノ島(基準産地)の潮間帯で大潮の干潮時に、コトジツノマタの四分胞子体および雌性配偶体、雄性配偶体をそれぞれ2株ずつ(合計で6株)無作為に選び、仮根部からスクレイパーを用いて採集した。コトジツノマタの四分胞子体と雌雄配偶体の見分け方については、ツノマタ属の形態学的研究や図鑑(岡村 1936, Mikami 1965, Gallagher *et al.* 1980, Fredericq *et al.* 1992, 吉田 1998, 田中 2004)を参考にし、藻体の形態や色調、生殖器官の形態に基づいて区別した。採集した藻体は、クーラーボックスに入れて、東京都港区の東京海大学の研究室に持ち帰った。各株については、1株あたりの直立体本数を数え、藻体の生長段階により、未分枝(未分枝で未成熟の直立体)、未成熟(分枝し、未成熟の直立体)、成熟(生殖器官を有し、生物付着が無く、比較的若い直立体)、老成成熟(生殖器官を有し、付着生物

が多く、比較的若い直立体、老成(生殖器官が脱落した直立体)に分類した(Fig. 3)。株内の全ての直立体の全長と湿重量を測定した。その後、直立体を株単位に分けて、80°Cで48時間乾燥させて、乾重量を測定した。なお、それぞれの測定項目の値は、採集した株の数で割り、月平均のデータとして用いた。また、四分孢子体、雌性配偶体、雌雄配偶体を、全長に基づく5階級(1. 0~5.0cm, 2. 5.0~10.0cm, 3. 10.0~15.0cm, 4. 15.0~20.0cm, 5. 20.0cm~)と老成の計6階級(Table 1)に分けて、2008年3月から2009年2月までの1年間のヒストグラムを作成した。

4. 2. コトジツノマタの初期生長

2007年6月13日に、神奈川県藤沢市江ノ島において、成熟したコトジツノマタの四分孢子体と雌性配偶体をそれぞれ採集し、クーラーボックスに入れて研究室に持ち帰った。藻体表面をよく洗浄し、表面が軽く乾燥する程度に乾湿刺激を与えた。藻体から生殖器官を含む葉片1-2cm²を切り取り、滅菌海水に入れて恒温庫内(20°C)に静置し、放出された四分孢子と果胞子をキャピラリーで吸い、それぞれカキ殻を敷いたビーカーに入れた。放出された孢子の一部は生物顕微鏡で観察し、デジタルカメラで記録した。カキ殻上のコトジツノマタは、目視確認できる程度まで生長させた後、付着器ごとカキ殻から取り外した。取り外した幼芽は、300ml 枝付きフラスコに約40個体ずつ入れ、四分孢子体と配偶体で3セットずつ用意し、滅菌海水を加えて恒温庫内(20°C)で通気培養を行なった。観察は1週間ごとに行ない、1個体ずつ全長を測定し、その際に培養液を全量交換した。測定した配偶体と四分孢子体それぞれ上位50個体の平均全長を求めた。なお、培養液はGrund 改変培地を用いた。また、相対生長速度RGRを以下の式より求めた。

$$RGR = \ln(w_t / w_0) t^{-1} \times 100$$

上式において、 W_0 は開始時の平均全長、 W_t はt日後の平均全長を表す。

4. 3. 江ノ島におけるコトジツノマタの剪定試験

2009年6月22日に稚児ヶ淵に、生育していたコトジツノマタを3株選び、付着器と直立部を約1cm、約5cm残して剪定する株と全く剪定を行なわない株の3つの試験区を設定した(Fig. 4)。以後、約1cm残した株を「1cm残し」、約5cm直立部を残した株を「5cm残し」、剪定を行なわなかった株を「剪定なし」とした。剪定をした月から1ヶ月に1度、それぞれの株の直立体の全長を測定し、上位20個体の平均から株の平均全長を求めた。また、2009年8月21日に天王前においても、生育しているコトジツノマタを3株選び、前述の3株と同様の条件で試験区を設定し、測定も同様に行なった(Fig. 5)。稚児ヶ淵と天王前のコトジツノマタ6株の平均全長より、相対生長速度RGRを求めた。

4. 4. コトジツノマタの食害試験

2009年11月16日に、神奈川県江ノ島において、食害試験用にコトジツノマタを採集した。また、天王前の入り江にて植食性の小形貝類のバテイラを採集し、クーラーボックスに入れて研究室に持ち帰った。研究室の水槽にコトジツノマタとバテイラを入れ、エアーポンプで通気しながら2日間飼育した。その後、コトジツノマタを取り出し、実体顕微鏡を用いて、表面にバテイラの食痕の有無を観察した。

4. 5. コトジツノマタの生育地と生育水温の把握

4. 5. 1. コトジツノマタの分布

コトジツノマタの分布について、日本各地の海藻相に関する文献を収集し、生育が報告された地点を記した。その際に、生育が報告された地点、過去に生育が報告されるが、その後の報告で生育が観察されなかった地点、生育していないと報告された地点の3通りの方法で記した。

4. 5. 2. コトジツノマタの分布地域の海水温

生育が確認された地点の海水温を把握するために、生育地に最も近い地点の海水温データ

を1つの都道府県につき1地点, 日本海洋データセンター(JODC)のホームページより, 2002年から最新の2006年まで取得し, 生育地の水温をとした。

5. 結果

5. 1. 神奈川県江ノ島におけるコジツノマタの季節消長

5. 1. 1. 江ノ島の海水温

江ノ島の水温の季節変化を Fig. 6 に示した。2007 年の水温は、4 月から徐々に上昇して 8 月に最高 28.5℃に達し、その後水温は低下し、12 月に 17℃に達した。2008 年の水温は、1～3 月に 14～15℃で推移し、4 月から徐々に上昇して 8 月に 28.6℃に達し、その後水温は低下し、12 月に 18℃に達し、前年より約 1℃高かった。2009 年の水温は 1～3 月は 14～15℃で推移し、4 月から徐々に上昇して 8 月に最高で 27.4℃に達し、2007 年と 2008 年に比べると約 1℃低かった。期間中の江ノ島の水温は、最高で 28.6℃、最低で 13.4℃であった。年間の平均水温は 20.3℃であった。

5. 1. 2. 江ノ島におけるコジツノマタの分布

2007 年 6 月の江ノ島におけるコジツノマタの分布を、Fig. 7 に示した。江ノ島の東部には、埋め立てによって作られたヨットハーバーがあり、そこにはコジツノマタは生育していなかった。島の南東の磯には、コジツノマタはまばらに生育していた。島の北側から船着場にかけては、コジツノマタは生育していなかった。島の西側の船着場から天王前の立ち入り禁止柵までの間には、コジツノマタが濃密に生育していた。

2009 年 5 月と 6 月に行なったコジツノマタとイボツノマタの分布を、Fig. 8 に示した。その結果、船着場周辺ではイボツノマタが多数生育しており、コジツノマタは点在するのみであった。それに対して、稚児ヶ淵から天王前にかけてはコジツノマタが多数生育しており、イボツノマタはわずかに生育するのみであった。コジツノマタが生育している場所は、比較的波当たりが強く、イボツノマタの生育している場所は岩陰や入り江で比較的波当たりが穏やかであった。また、コジツノマタは潮間帯下部か潮下帯に、イボツノマタは潮間帯中部に生育していた(Fig. 9)。

コジツノマタの藻体表面には、4 月から 7 月にかけてマルバアマリが付着していた。その他の着生海藻としては、ボウアオノリ、クロモ、無節サンゴモの一種、カギイバラノリ、カザシグサ、チ

リモミジが春から夏にかけて確認できた (Fig. 10)。特に、藻体が老成し黒色になったコトジツノマタの藻体上には無節サンゴモが付着していることが多かった。動物では、コケムシ属の一種の付着が観察され、特に雌性配偶体に付着していることが多かった (Fig. 10)。また、晩春から夏にかけて、コトジツノマタの生育帯には、イガイ属の一種が大量に繁殖していた (Fig. 11)。

5. 1. 3. コトジツノマタの季節消長

調査期間中、コトジツノマタは常に生育し、消失することはなかった。1株あたりの直立体本数と乾重量の季節変化を Fig. 12 に示した。直立体本数は、四分孢子体株で最小 31 本、最大 246 本、雌性配偶体株で最小 33 本、最大 271 本、雄性配偶体株で最小 61 本、最大 371 本であった。乾重量は、四分孢子体株で最小 2.7g、最大 43.6g、雌性配偶体株で最小 3.1g、最大 42.5g、雄性配偶体株で最小 5.1g、最大 48.1g であった。Fig. 12 からわかるように、直立体本数や乾重量には、四分孢子体株、雌性配偶体株、雄性配偶体株のいずれにおいても特に目立った季節変化は認められなかった。

直立体 1 本あたりの乾重量の季節変化を Fig. 13 に示した。Fig. 13 より、四分孢子体株、雌性配偶体株、雄性配偶体株で、それぞれ夏季に直立体 1 本あたりの乾重量が高くなる傾向が認められた。1 株あたりの乾重量/湿重量 (歩留まり) は、四分孢子体株で $20 \pm 2\%$ 、雌性配偶体で $21 \pm 2\%$ 、雄性配偶体で $19 \pm 2\%$ で、ほぼ同様の値を示し、季節変化は認められず、調査期間中ほぼ一定であった。

期間中の生長段階の割合を Fig. 14 に示した。Fig. 14 より、成熟した直立体は、四分孢子体株、雌性配偶体株、雄性配偶体株でそれぞれ周年存在していることがわかった。成熟の時期と株内の成熟した直立体の割合は、四分孢子体株では 6~12 月に約 20~35%、雌性配偶体では 5~8 月に約 25~35% と高い値を示したが、雄性配偶体では顕著な季節変化は認められなかった。また、四分孢子体株、雌性配偶体株、雄性配偶体株のそれぞれで、約 50% 以上の直立体は常に未成熟であった。

全長により階級分けしたヒストグラムを、四分孢子体株、雌性配偶体株、雄性配偶体株に分け

でそれぞれ Fig. 15, Fig. 16, Fig. 17 に示した。四分胞子体株 (Fig. 15) では、3 月に 5cm の小さい未成熟の直立体がピークを迎え、10cm を超える直立体で除々に成熟し、6~12 月に成熟のピークを迎え、それに伴い老成した個体が増えていることがわかる。成熟藻体は、全長 10cm 以上で多く認められた。雌性配偶体株 (Fig. 16) では、12~2 月に未成熟の直立体が多く出現し、4 月から株内の未成熟藻体が除々に成熟し、6~8 月に成熟のピークを迎え、その後、9~10 月に老成した個体が増えていることがわかる。成熟藻体は全長 10cm 以上で多く認められた。雄性配偶体株 (Fig. 17) では 3~5 月と 10~12 月の 2 度にわたり成熟のピークを迎えるが、このデータに続く 1 年間には、この傾向が認められず、顕著な成熟期は認められなかった。

5. 2. コトジツノマタの初期生長

放出されたコトジツノマタの四分胞子と果胞子は濃い赤色を呈し、直径が約 20 μ m で、色、大きさともに見分けはつかなかった (Fig. 22)。培養 3 ヶ月目には、盤状体同士の癒合や直立体の形成が観察された (Fig. 23)。培養中、藍藻が混入したため藻体をクリーニングしたが、培養 4 ヶ月目に藻体は枯死した。培養したコトジツノマタの四分胞子体と配偶体の平均全長の変化を Fig. 24 に示す。Fig. 24 より、期間中の生長速度は、四分胞子体で平均生長速度 3.3mm/月、相対生長速度 1.29%/日、配偶体で平均生長速度 1.7mm/月、相対生長速度 0.76%/日であった。

5. 3. 神奈川県江ノ島におけるコトジツノマタの剪定試験

稚児ヶ淵と天王前の剪定したコトジツノマタから、直立体が再生する様子が観察できた (Fig. 18)。稚児ヶ淵での剪定試験の結果を Fig. 19 に示した。6~12 月までの平均生長速度の最大は、1cm 残しで 1.1cm/月、5 cm 残しで 1.1cm/月、剪定なしで 0.4cm/月であった。RGR の期間中の平均は、1cm 残しで 1.25%/日、5cm 残しで 0.58%/日、剪定なしで 0.17%/日であった。RGR の最大は、1 cm 残しで 3.43%/日 (6~7 月)、5 cm 残しで 1.06%/日 (6~7 月)、剪定なしで 0.59%/日 (6~7 月) であった。

天王前での剪定試験の結果を Fig. 20 に示した。8~12 月までの平均生長速度の最大は、

1cm 残して 1.0cm/月, 5 cm 残して 0.8cm/月, 剪定なしで 0cm/月であった。RGR の期間中の平均は, 1cm 残して 1.60%/日, 5cm 残して 0.44%/日, 剪定なしで 0.08%/日であった。RGR の最大は, 1 cm 残して 2.26%/日 (9~11 月), 5 cm 残して 1.19%/日 (11~12 月), 剪定なしで 0.36%/日 (11~12 月) であった。

5. 4. コトジツノマタの食害試験

室内実験でバテイラとコトジツノマタを同居させた結果, コトジツノマタの藻体表面には, バテイラの食痕が認められた (Fig. 21)。食痕は規則正しい鋸歯状の痕が認められた。しかし, これらの食痕は, 江ノ島に生育しているコトジツノマタの藻体では観察することができなかった。また, バテイラは, コトジツノマタが濃密に分布する船着場から太平にかけての範囲では観察できなかった。また, バテイラを採集した天王前においても, コトジツノマタの藻体上にバテイラが登って摂餌している様子は調査期間中を通じて全く観察されなかった。

5. 5. コトジツノマタの分布と海水温

5. 5. 1. コトジツノマタの分布

日本国内で, コトジツノマタの生育が報告された地点とこの範囲で報告がない地点を Fig. 25, コトジツノマタの各生育地の報告者と報告年を付録表 1 に示した。付録表 1 には, 過去に生育が確認されていないながら近年確認されていない地点も含めてある。

これまでに, コトジツノマタは, 青森県 1 地点, 岩手県 2 地点, 宮城県 1 地点, 福島県 1 地点, 茨城県 16 地点, 千葉県 3 地点, 神奈川県 4 地点, 静岡県 2 地点, 三重県 1 地点で生育が報告されていることがわかった。過去に報告されていたが後の報告で生育が確認されていない地点は, 静岡県御前崎, 三重県志摩の 2 地点だった。以上を整理すると, これまでにコトジツノマタの分布が確認されている範囲は青森県仏ヶ浦から三重県尾鷲までの範囲で, このうち東京都と愛知県からは生育記録が見つからなかった。

5. 5. 2. コトジツノマタの分布地域の海水温

コトジツノマタの生育が報告された地点の海水温の季節変化を Fig. 26 に示し、各地点の最高水温、最低水温、平均水温をまとめて Table 2 に示した。各地の水温の変動幅は、青森県茂浦で 0.6～26.9℃、岩手県野田湾で 4.3～23.1℃、宮城県牡鹿で 5.8～22.1℃、福島県小名浜で 6.7～24.4℃、茨城県磯崎で 7.1～24.9℃、千葉県千倉で 11.5～26.8℃、神奈川県三崎で 10.2～27.4℃、静岡県下田で 12.0～27.2℃、三重県船越で 7.1～30.7℃であった。全ての地点の中で最低水温は 0.6℃で、最高水温は 30.7℃であった。

6. 考察

6. 1. 江ノ島産コトジツノマタの季節消長

2007年12月から2009年12月までの調査を通して、江ノ島におけるコトジツノマタは直立体が消失することなく1年中生育し、さらに、四分孢子体、雌性配偶体、雄性配偶体それぞれの株内には、1年を通して成熟した直立体が生育していた。一方、株内の約50%以上の直立体が未成熟であることも判明した。

株内の直立体本数は、少なくて約30本、多くて約200~300本であった。マルバツノマタでは、1株あたりの直立体本数の最大は、8月で 45.5 ± 21.7 本であったと報告されており(Masuda and Hashimoto 1993)、同じツノマタ属でも1株あたりの直立体本数には大きな違いがあった。今回、株の直径、座の面積や癒合状況などは調べていないが、コトジツノマタでは、直立体が細く、座から密に発生するために、マルバツノマタに比べて1株あたりの直立体本数が多くなると考えられる。

藻体の乾重量/湿重量(歩留まり)は、四分孢子体株、雌性配偶体株、雄性配偶体株ともに周年約20%であった。*C. crispus* (Gonzalez *et al.* 2001)においても歩留まりは約20%とされており、本研究で得たコトジツノマタの歩留まりもこの結果と一致した。直立体1本あたりの乾重量は、四分孢子体、雌性配偶体、雄性配偶体のいずれも夏季に高くなる傾向を示すことがわかった。

コトジツノマタの生長する時期は、四分孢子体で3月(約15°C)~10月(約22°C)、雌性配偶体で2月(約14°C)~8月(約26°C)で、いずれも水温上昇期であった。また、成熟の盛期は、四分孢子体では6月(約22°C)~12月(約17°C)、雌性配偶体では6月(22°C)~8月(約26°C)であったが、雄性配偶体では顕著な生長と成熟の時期が認められなかった。

比較のために、日本近海のツノマタ属の季節消長に関するこれまでの知見をTable 3にまとめた。静岡県産のイボツノマタ(Bellgrove and Aoki 2008)と韓国産のツノマタ(Kim *et al.* 2006)は、コトジツノマタと生育する水温帯がほぼ等しく、生育時期と成熟時期が周年であり、本研究と同様の傾向を示した。北海道産のマルバツノマタ(Masuda and Hashimoto 1993)は、生育水温帯は違うものの、8~11月に成熟の盛期を迎える点で、本研究と同様の傾向を示した。これ

に対して、福島県産のコジツノマタ(佐藤ら 2001)は、江ノ島産のコジツノマタ(本研究)生育時期や成熟時期が大きく異なったが、これについては 6. 5. で考察する。

6. 2. コジツノマタの初期生長

本研究で、コジツノマタの胞子は、基質に付着した後、盤状体を形成してから直立体を形成することが確かめられた。この結果は、猪野(1947)と Wang *et al.* (2006)によるツノマタ属数種の観察結果と同様であった。なお、培養では胞子同士が明確に癒合して生じた個体も観察できたが、天然の個体群では付着器の癒合は十分に観察することができなかつた。

コジツノマタの幼苗の培養では、四分胞子体の生長速度が雌雄配偶体の生長速度よりも大きかった。また、培養における四分胞子体の平均生長速度は 3.3mm/月で、本研究の剪定試験における平均生長速度 1.1mm/月に比べて約 1/4 だった。このような違いが生じた理由としては、生長と再生による違い、直立体の大きさのほか、培養では藍藻が混入し生長が阻害されたこと、固定した 1 培養条件のみの培養で海水流動が小さく、換水量が不十分であったことなどが考えられるが、培養における四分胞子体の RGR は 1.29%/日で、剪定試験における 6~12 月の RGR は、1.25%/日とわずかな違いしかなかった。培養に関しては、改善する余地が多々あり、今後、最適な培養条件を把握すれば、今回の結果を上回る生長速度が期待できると考えられる。

6. 3. 神奈川県江ノ島におけるコジツノマタの剪定試験

江ノ島産コジツノマタの剪定試験における平均生長速度は 1cm を残した株で最大 1.1 cm/月、5cm 残した株で最大 1.1cm であった (Table 4)。茨城県大洗の藤本(1960)の報告では 1cm 残した株で最大 0.9cm/月、5cm 残した株で最大 0.4cm/月であり、今回の実験とほぼ同様であった。本研究では剪定後 6 ヶ月までしか測定をしていないが、剪定個体の平均生長速度は、稚児ヶ淵で 6~7 月に、天王前で 9~11 月と 11~12 月に極大を迎え、藤本の夏季に生長が良好であったという報告と一部で異なる傾向が認められた。また、藤本は、剪定する時期よりも、剪定藻体生育場所が重要としており、波当たりが良いところで、生長速度が大きいと考察している。今後は、波

当たりの強さも測定し、剪定場所の選定を行なう必要がある。また、剪定しない株よりも、剪定した株の方で平均生長速度が大きかったことから、漁獲に際して、付着器から採取するのではなく、上部を剪定するように採取し再生産を促せば、個体群の維持ができると考えられる。

本研究の剪定試験における期間中の最大 RGR は 1.25%/日であったが、これは、チリに北大西洋産 *C. crispus* を移植し海域で 1 年間養殖試験を行なった際の RGR1~2%/日 (Gonzalez *et al.*2001) とほぼ同様であった。

6. 4. コジツノマタの食害試験

本研究では、少なくともバテイラがコジツノマタを摂餌し、食痕を確認することができた。しかし、実際に江ノ島で採集したコジツノマタには、このような食痕は認められなかった。江ノ島ではバテイラは普通に産するが、コジツノマタが濃密に生育する船着場から太平にかけての岩場では、バテイラの生息は認められず、その他の植食性巻貝もコジツノマタの藻体上には全く認められなかった。これは、コジツノマタが波当たりの強い場所に生育していること、また、直立体が細長く、座から密に伸びていることにより、バテイラなど植食性巻貝がコジツノマタの直立体を登って定位しながら摂餌するのが困難なためと考えられる。

6. 5. コジツノマタの分布と海水温

コジツノマタの分布域は、東京都と愛知県を除く三重から青森県までの太平洋岸の比較的狭い範囲で、生育水温は 0.6~30.7℃であった。江ノ島(新江ノ島水族館取水)の水温は 13.4~28.6℃であり、繰り返し述べるように、コジツノマタは、周年生育しており、成熟も周年であった。コジツノマタの生育情報は乏しく、Table 3 に示したように、福島県小名浜において生育時期が 3~9 月、成熟時期が 8~9 月とした報告(佐藤ら 2001)があるにすぎない。福島県小名浜周辺では冬季の最低水温が 6.7℃で、江ノ島に比べると約 7℃低いことから、冬季に水温が低くなるため、成熟後の直立体が流失し、盤状体と比較的小さい直立体で越冬していたために発見されなかったことも考えられる。

一方、江ノ島よりも南の海域においては、三重県志摩市と静岡県御前崎において、過去に生育記録がありながら、後の報告では含まれていない。これらの海域では、夏の水温が江ノ島よりも約 2℃高いことがわかる。近年、地球温暖化や沿岸の改変が進んでいるが、これらの沿岸ではいかなる理由によってコトジツノマタが見つからなくなったのか、現在、全く生育していないのかどうか、確かめる必要がある。

コトジツノマタは、本州中北部の太平洋沿岸に分布が限られるが、有用種であるだけでなく、海域を代表する外海性の海藻で、同定も行ないやすい。今後、福島県小名浜周辺における 10～4 月の生育実態、三重県沿岸の生育または消失の実態をはじめ、各地における本種の生態が明らかになることを期待する。

7. 謝辞

本研究の研究，遂行および論文の取りまとめに際し，多大なるご指導，ご助言を頂いた本学応用藻類学研究室の藤田大介准教授に深謝する。また，数々の有益なご助言を下された，同研究室の能登谷正浩教授，大葉英雄助教，ならびに，本研究の採集，観察等を手伝っていただいた，細矢玲奈氏，前田高志氏をはじめ応用藻類学研究室の在校生，卒業生の方々に深く感謝する。

本研究を進めるにあたり江ノ島の水温を提供して頂いた，新江ノ島水族館展示飼育グループ魚類展示チームの植田育男様に深く感謝する。また，本研究を進めるにあたり多大な協力を頂いた，神奈川県片瀬漁業協同組合の皆様，藤沢市江ノ島駐在所の皆様，第三管区海上保安本部湘南海上保安署の皆様，その他，研究期間中お世話になった方々に深く感謝いたします。

8. 引用文献

- Bellgrove A. & Aoki M. N. (2008) Variation in gametophyte dominance in populations of *Chondrus verrucosus* (Gigartinales, Rhodophyta). *Phycology Research*, 56, 246-254
- Brodie J., Masuda M. and Guiry M. D. (1994) Life history and photoperiodic responses in *Chondrus giganteus* forma *flabellatus* (Gigartinales, Rhodophyta) from Japan. *European journal of Phycology*, 29, 159-164
- Brodie J., Guiry M. D. and Masuda M. (1993) Life history, morphology and crossability of *Chondrus ocellatus* forma *ocellatus* and *C. ocellatus* forma *crispoides* (Gigartinales, Rhodophyta) from the north western Pacific. *European journal of Phycology*, 28, 183-196
- Brodie J., Guiry M. D. and Masuda M. (1991) Life history and morphology *Chondrus nipponicus* (Gigartinales, Rhodophyta) from Japan. *British Phycological Journal*, 26, 33-50
- Fredericq S., Brodie J. and Hommersand M. H. (1992) Developmental morphology of *Chondrus crispus* (Gigartinales, Rhodophyta). *Phycologia*, 31 (6), 542-563
- 藤本武 (1960) 茨城県浅海増殖事業の効果性に関する調査－Ⅲ コトヂツノマタ *Chondrus elatus* Holmes の剪切による成長について. 茨城県水産試験場試験報告別冊, 37-44
- Gallagher T. E., Mathieson A. C. and Cheney D. P. (1980) Ecology and developmental morphology of male plants of *Chondrus crispus* (Gigartinales, Rhodophyta). *Journal of Phycology*, 16(2), 257-264
- Gonzalez J. A. Z., Lepe G. G., Ruiz I. P., Chee A., Gendrop V. and Guzman J. M. (2001) Open water *Chondrus crispus* Stackhouse cultivation. *Journal of Applied Phycology*, 13, 249-253
- 鳩貝太郎, 藤田隆夫 (1988) カイソウ(海藻蒟蒻)について. *千葉生物誌*, 37, 14

- Holmes E. M. (1896) On marine algae from Japan. *Journal of the Linnean society of London, Botany*, 31, 248-260
- 林田文郎(1972)駿河湾・御前崎の海藻. 駿河湾の自然, 静岡県出版文化会(編), 教師の広場, 13, 166-174
- 東道太郎(1933)日本産有用藻類に就て. 楽水会誌, 東京, 28, 1-24
- 東道太郎(1935a)江之島館山及其附近産海藻目録(改訂)(二). 水産研究誌, 30(1) 95-102
- 東道太郎(1935b)江之島館山及其附近産海藻目録(改訂)(二). 水産研究誌, 30(3) 32-42
- 猪野俊平(1947)海藻の発生. 北陸館, 東京, 154-160
- 唐川敦(2005)カラギナン-原料海藻と世界市場の現状-. 藻類, 秋季藻類シンポジウム(2004年). 11. 26)「海藻産業の海外事情-現状と展望-」要旨, 53(1), 31-36
- 片田実(1963)海藻の生活形と遷移. 日本水産学会誌, 29(8), 798-808
- 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, 1563-1567
- 川嶋昭二(1955)岩手県沿岸産海藻目録Ⅱ. 紅藻類 藻類, 3(2), 29-35
- Kim Y. S., Choi H. G. and Nam K. W. (2006) Phenology of *Chondrus ocellatus* in Cheongsapo near Busan, Korea. *Journal of Applied Phycology*, 18, 551-556
- 小西由高, 林田文郎(2004)駿河湾における海藻植生について. 「海—自然と文化」, 東海大学紀要海洋学部, 1(2), 15-27
- 湖城重仁(1963)志摩・和具周辺の海藻目録. 三重生物, 三重生物教育會(編), 三重生物教育會, 三重, 13, 5-11
- 増田道夫(1993)藻類の生活史集成第2巻褐藻・紅藻類. 内田老鶴圃, 東京, 274-275
- Masuda M. and Hashimoto Y. (1993) Autecological studies on *Chondrus nipponicus* Yendo (Gigartinales, Rhodophyta). *Japan Journal of phycology*, 41, 99-111
- 松浦正郎(2004)相模湾の海藻. 箱根博物会編, 夢工房, 神奈川, 214

- Mikami H. (1965) A systematic study of the Phylloporaceae and Gigartinaceae from Japan and its vicinity. Scientific papers of the institute of algological research faculty of Science Hokkaido University, 5 (2), 181-285
- 中庭正人(2007)茨城県沿岸域の海藻相. 藻類, 55(3), 195-198
- 中庭正人(2008)観察ガイドブック「茨城の海藻」. 暁印書館, 東京, 57
- 中田恵英, 吾妻行雄, 谷口和也(2001)宮城県北上町十三浜沿岸の海藻. 野生生物保護, 6(1), 33-39
- 中庭正人(1975)茨城県沿岸の海藻相. 藻類, 23(3), 99-110
- 七尾善磨(1980)原色青森県海藻図譜. 著者発行, 118
- 岡村金太郎(1936)日本海藻誌. 内田老鶴圃, 東京, 656
- 岡村金太郎(1907-1942)日本藻類図譜. 風間書房, 東京, 38-40
- 佐藤太津真, 中田恵英, 吾妻行雄, 谷口和也(2001)福島県いわき市下神白沿岸の海藻. 野生生物保護, 6(1), 41-46
- 澤田威(1996)藻食民族の文化, 著者発行, 109
- 瀬木紀男(1951)海藻/三重縣産生物目録. 三重縣生物調査委員會(編), 三重縣生物調査委員會, 三重, 340-352
- Segawa S. (1936) On the marine algae of Susaki, Prov. Izu, and its vicinity II. Scientific papers of the institute of algological research, 1, 175-197
- 須田昌宏(1987)福島県いわき市沿岸の海藻. 藻類, 35, 22-33
- 高松正彦(1974)原色海藻図譜 岩手県越喜来半島周辺海域産の海藻. 北里大学水産学部, 北隆館, 東京, 28
- 田中次郎(2004)日本の海藻基本 284. 平凡社, 東京, 176-178
- Taylor A. R. A. and Chen L. C. M. (1994) *Chondrus* Stackhouse Biology of Economic Algae, edited by Akatuka I, SPB Academic Publishing, 35-76
- 鶴岡繁(1988)カイソウ(海藻蒟蒻)についてを読んで. 千葉生物誌, 38, 29-30

Wang A., Wang J. and Duan D. (2006) Early development of *Chondrus ocellatus* Holm
(Gigartinaceae, Rhodophyta). Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 24 (2),
129-133

山本虎夫(1965)和歌山県産海藻分布資料. 南紀生物, 7(1),13-17

遠藤吉三郎(1911)海産植物學. 博文館. 東京, 588-590

横浜康継(1982)海藻の謎. 三省堂. 東京, 235

横澤敏和(2008)藻類採集地案内 江ノ島(神奈川県江ノ島). 藻類, 56(3), 213-216

吉田忠生(1998)新日本海藻誌. 内田老鶴圃, 東京, 685-690

吉崎誠(2008)藻類採集地案内 千葉県銚子半島. 藻類, 56(3), 217-224



Fig. 1 千葉県で販売されていた乾燥したコトジツノマタ（けいそう）

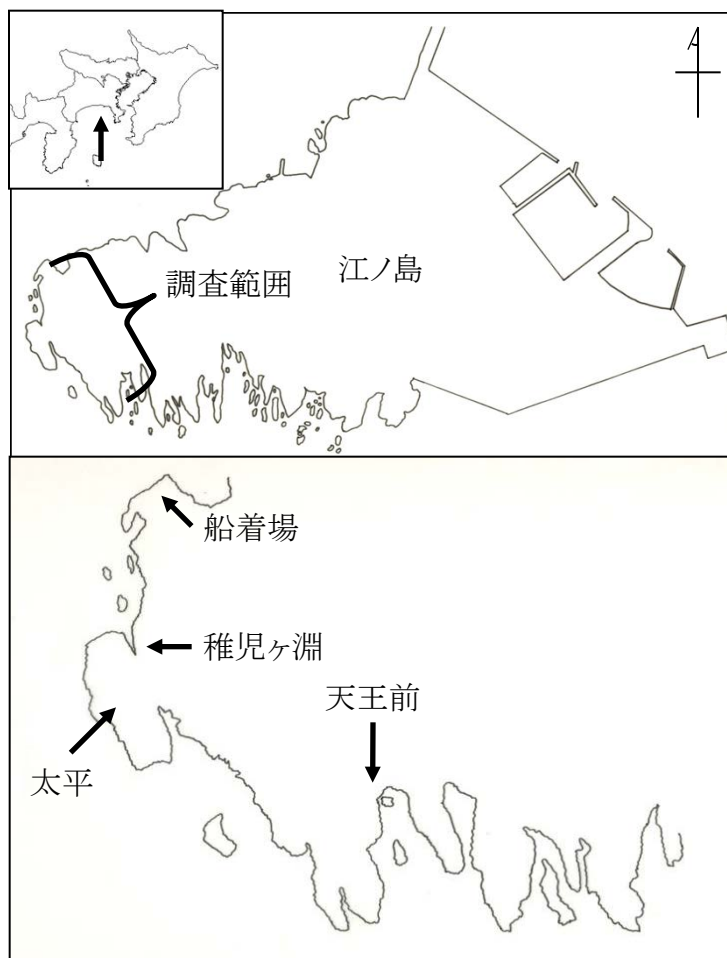


Fig. 2 江ノ島の位置と調査地点

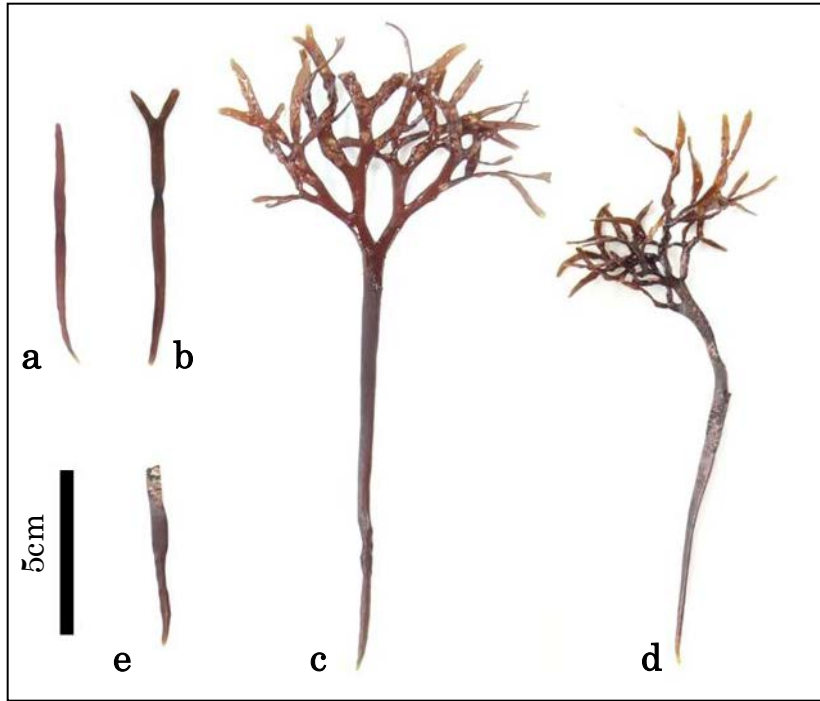


Fig. 3 生長段階によるコトジツノマタ直立体の生長区分
(a) 未分枝 (b) 未成熟 (c) 成熟 (d) 老成成熟 (e) 老成

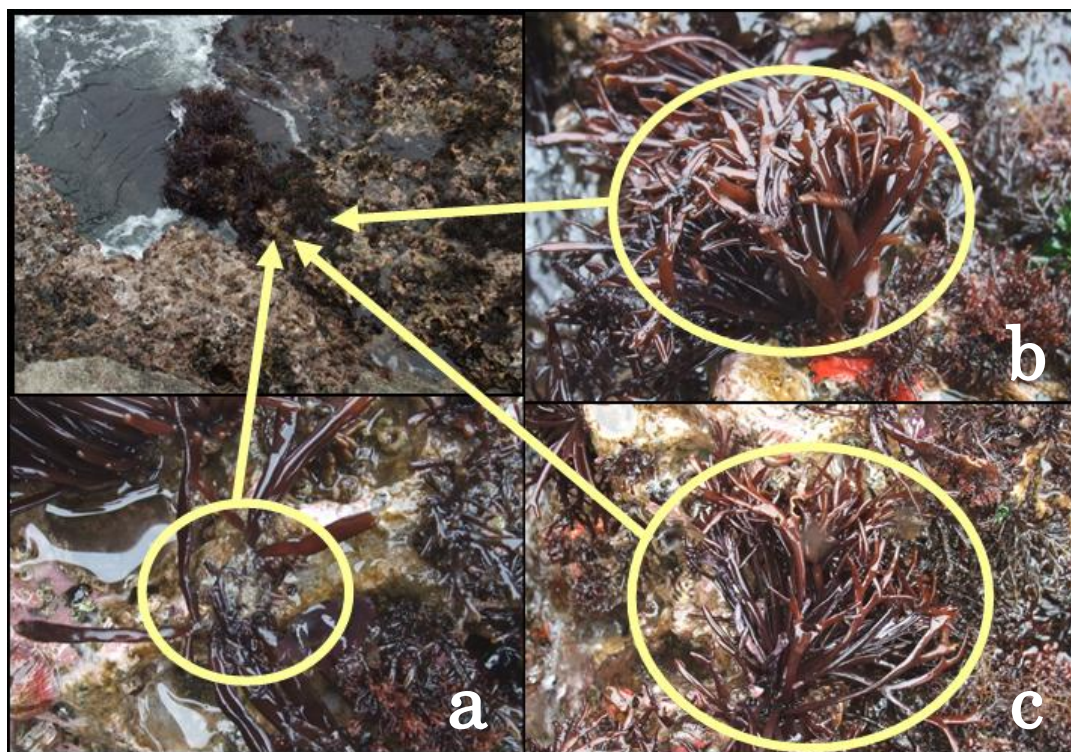


Fig. 4 江ノ島で剪定試験に用いたコトジツノマタ(2009年6月稚児ヶ淵) (a) 1cm残し (b) 5cm残し (c) 剪定なし

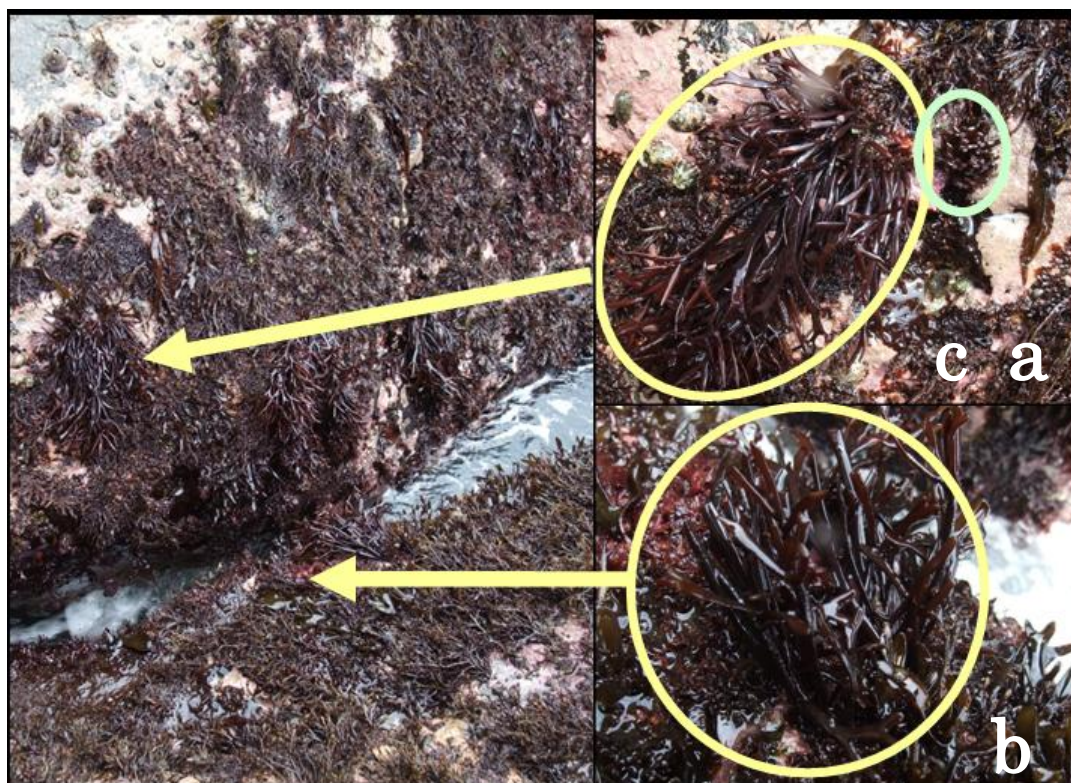


Fig. 5 江ノ島で剪定試験に用いたコトジツノマタ(2009年8月天王前) (a) 1cm残し (b) 5cm残し (c) 剪定なし

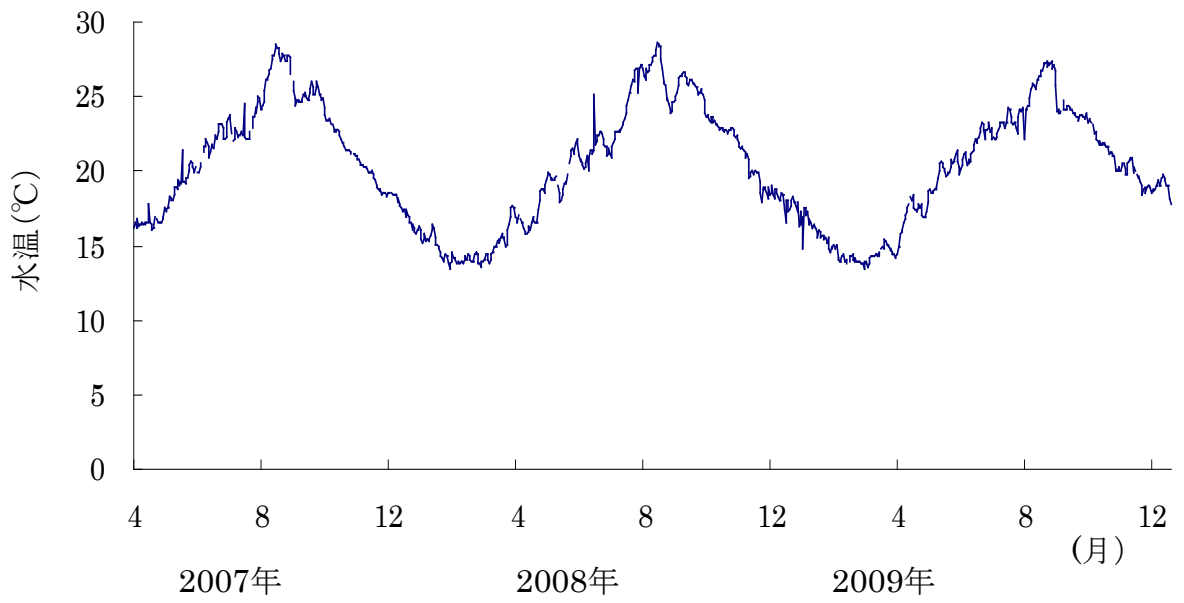


Fig. 6 新江ノ島水族館で取水された海水温の3ヵ年の季節的変動



Fig. 7 江ノ島におけるコトジツノマタの分布（赤線は調査域を示す）



Fig. 8 江ノ島調査地点におけるコトジツノマタとイボツノマタの分布



Fig. 9 コトジツノマタの生育の様子(太平)

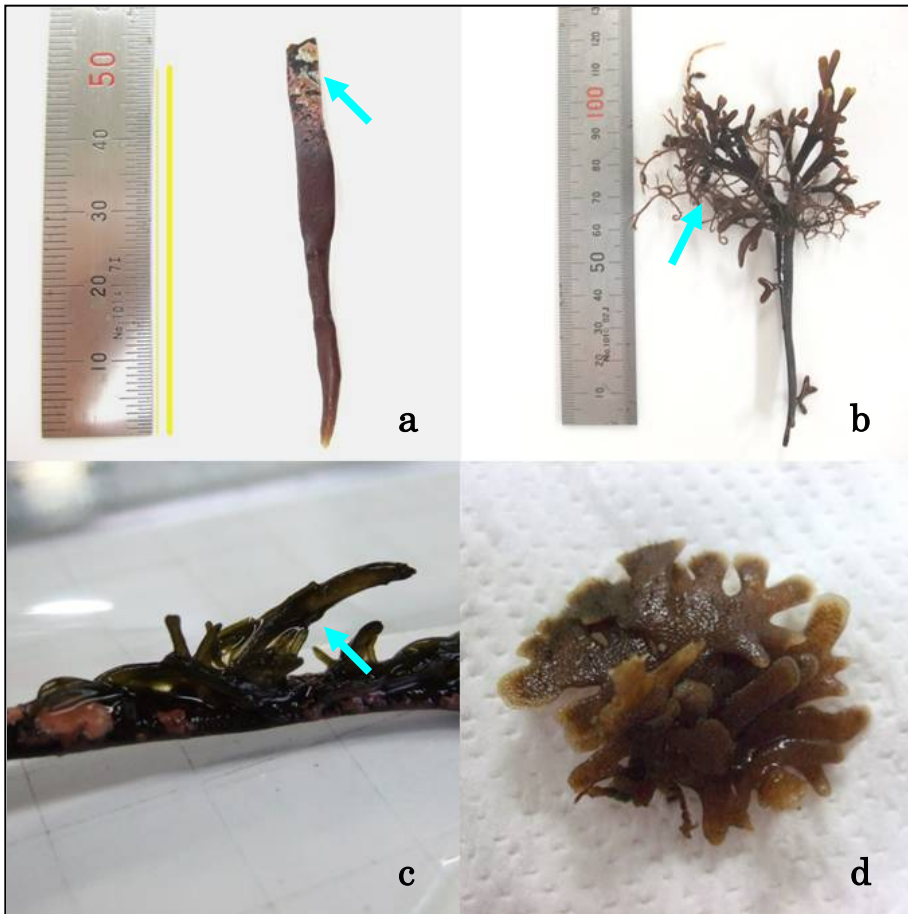


Fig. 10 藻体上に付着していた生物 (a) 無節サンゴモが付着していたコジツノマタ (b) カギイバラノリが付着していたコジツノマタ (c) クロモが付着していたコジツノマタ (d) コジツノマタに付着していたコケムシ属の1種

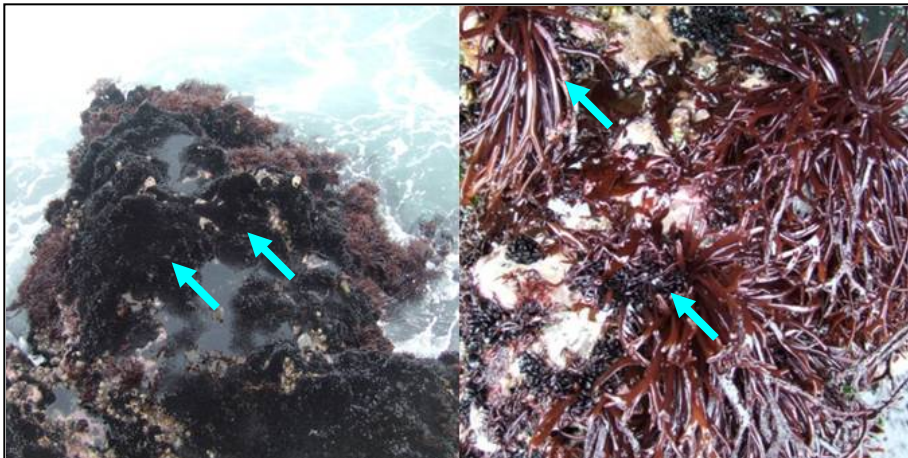
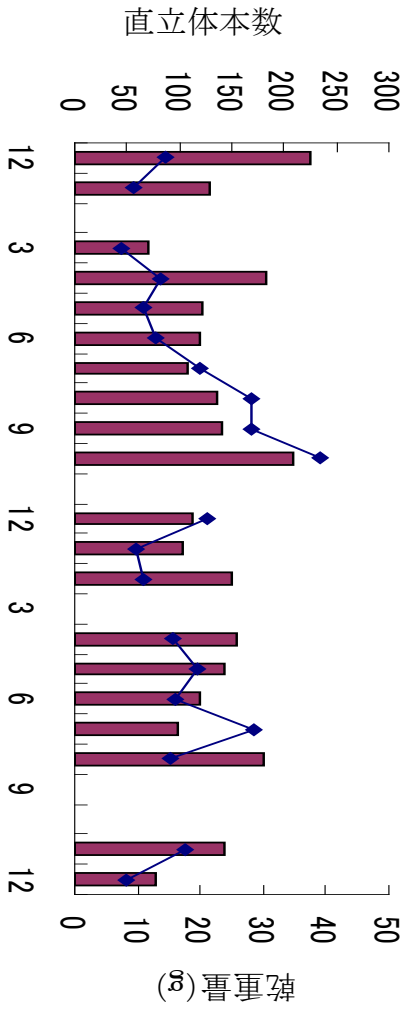
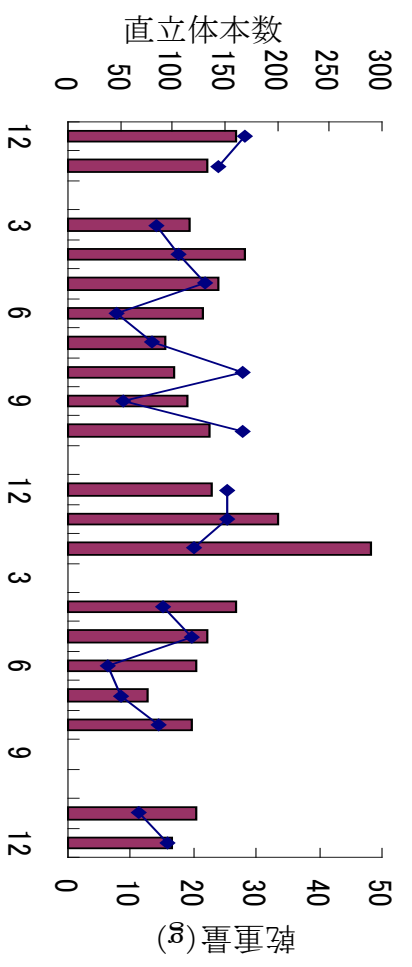


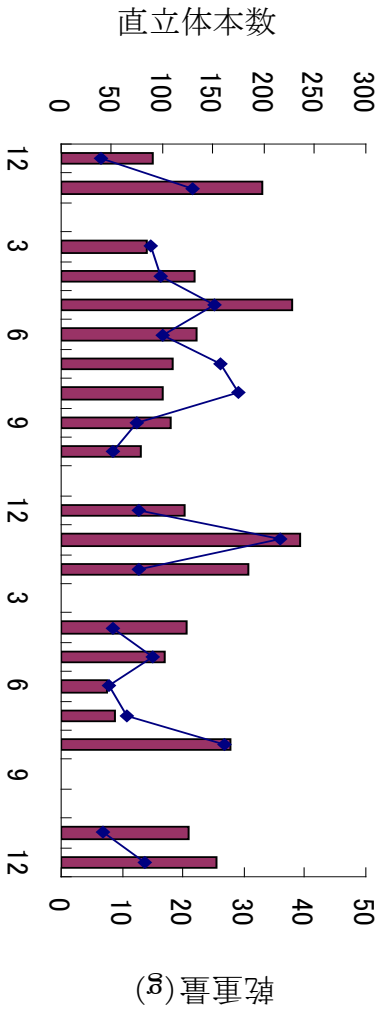
Fig. 11 周囲に生息する動物 (a) イガイ属を中心とした動物が生息する様子 (b) コジツノマタの直立体の付着器周辺に生息するイガイ属の一種



(a) 四分胞子体株



(c) 雄性配偶体株



(b) 雌性配偶体株

直立体本数
乾重量

Fig. 12 江戸島産ユトジツノマタの直立体本数と乾重量の季節変化 (a) 四分胞子体株, (b) 雌性配偶体, (c) 雄性配偶体

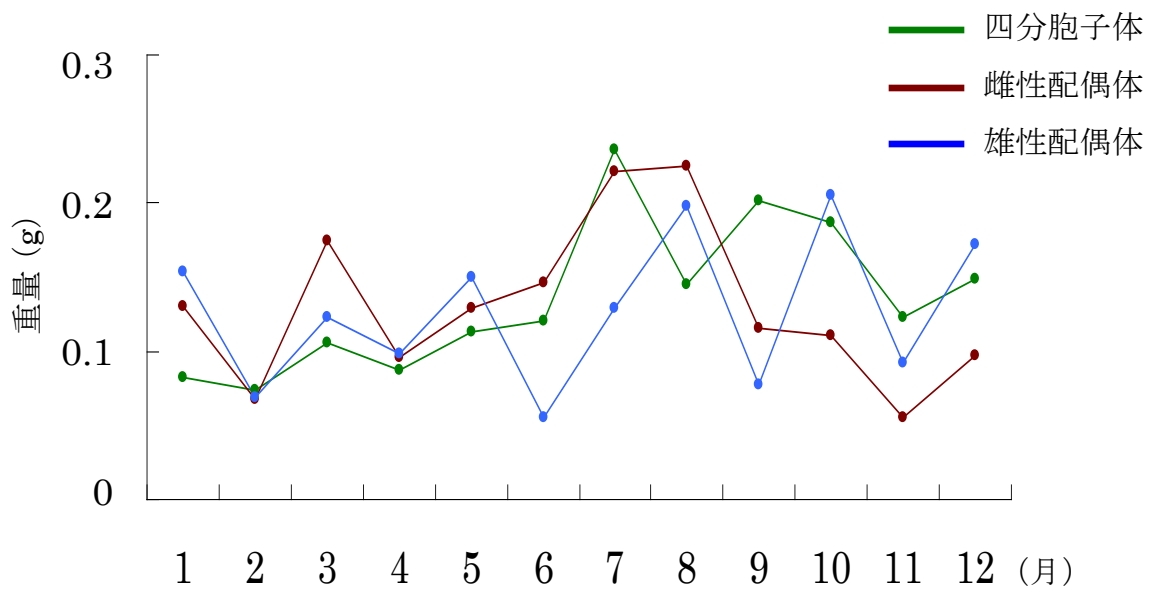
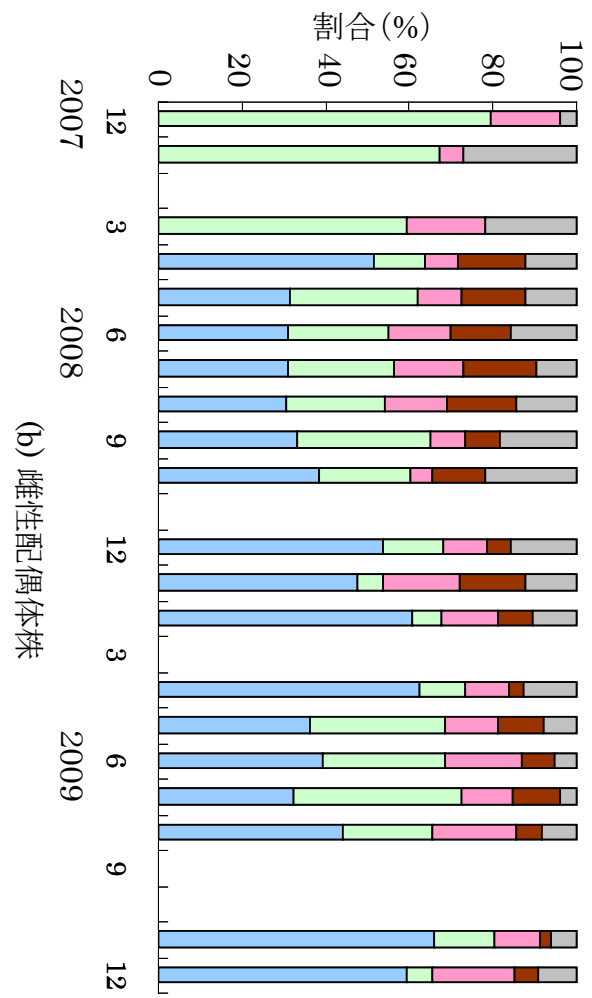
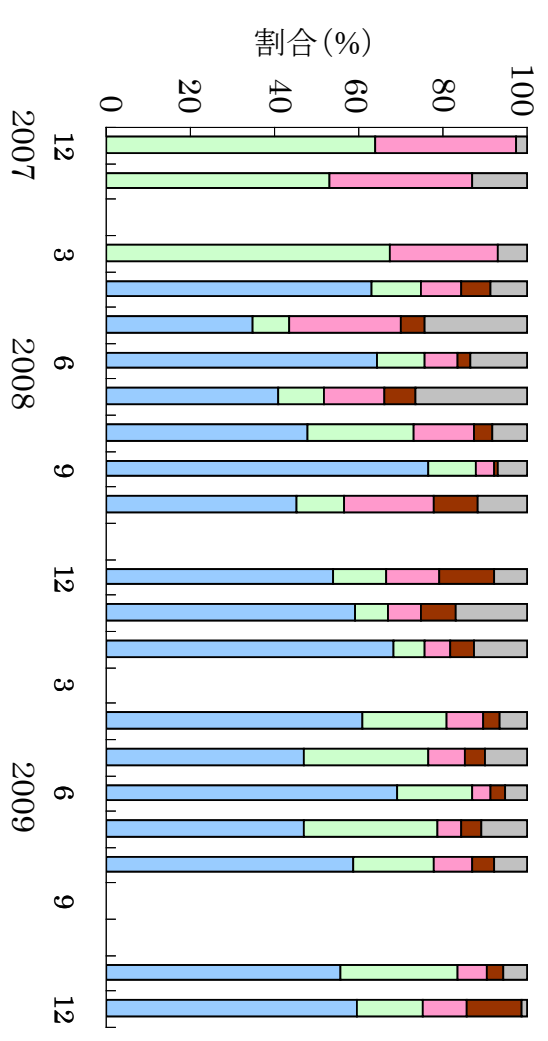
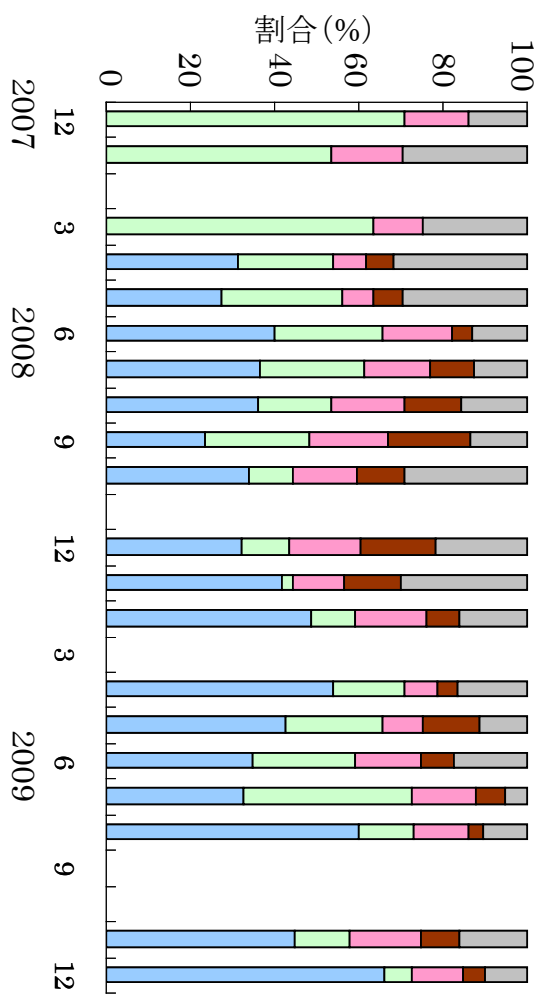


Fig. 13 江ノ島産コτζツノマタの直立体1本あたりの乾重量の季節変化



老成
 老成成熟
 成熟
 未成熟
 未分枝

Fig. 14 江ノ島産コトジツノマタの直立体の各生長段階の割合の季節変化 (a) 四分胞子体株, (b) 雌性配偶体, (c) 雄性配偶体 生長段階の区分については Fig. 3を参照

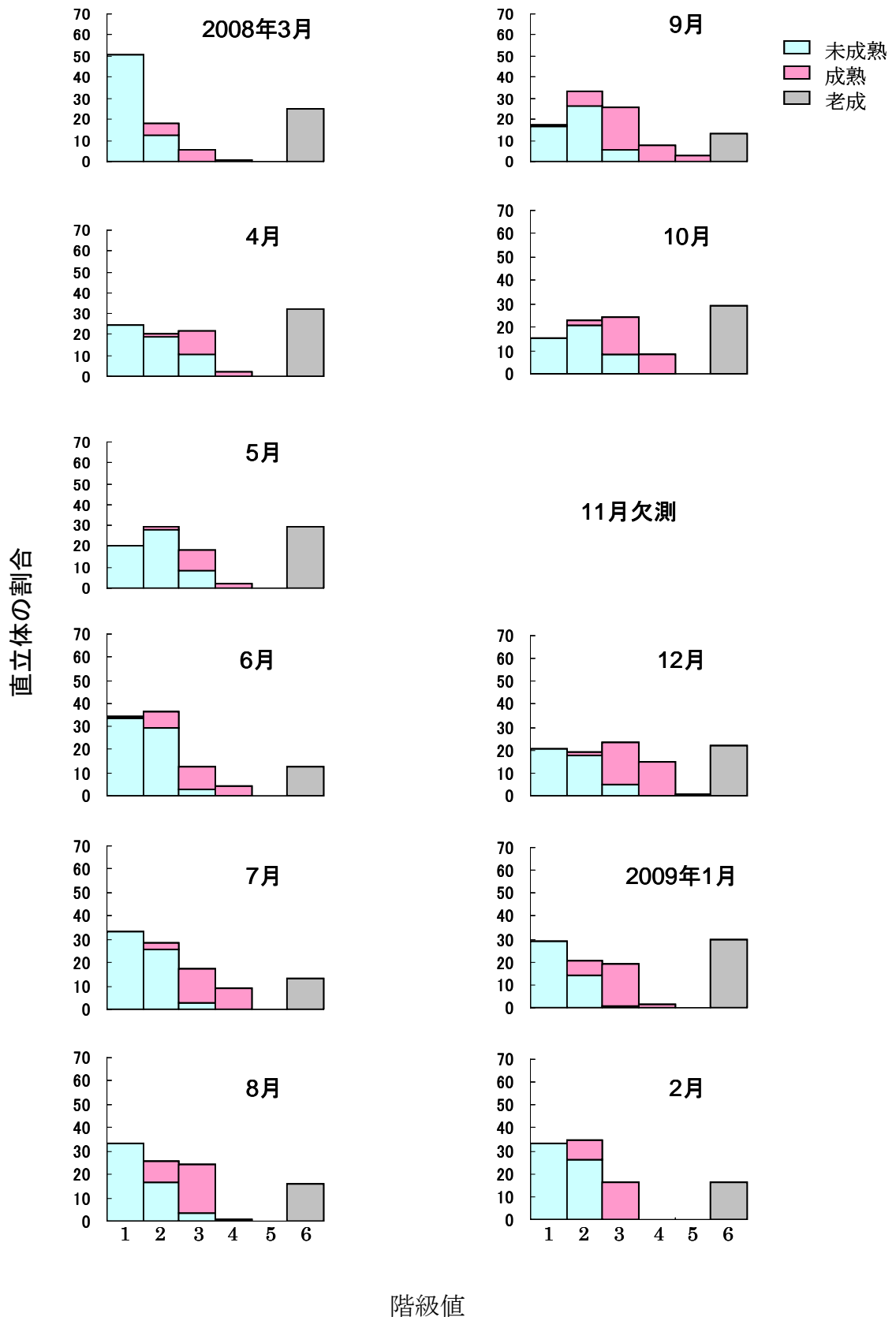


Fig. 15 江ノ島産コトジツノマタ四分胞子体株における直立体の全長階級ごとの割合の季節変化 全長階級についてはTable 1を参照

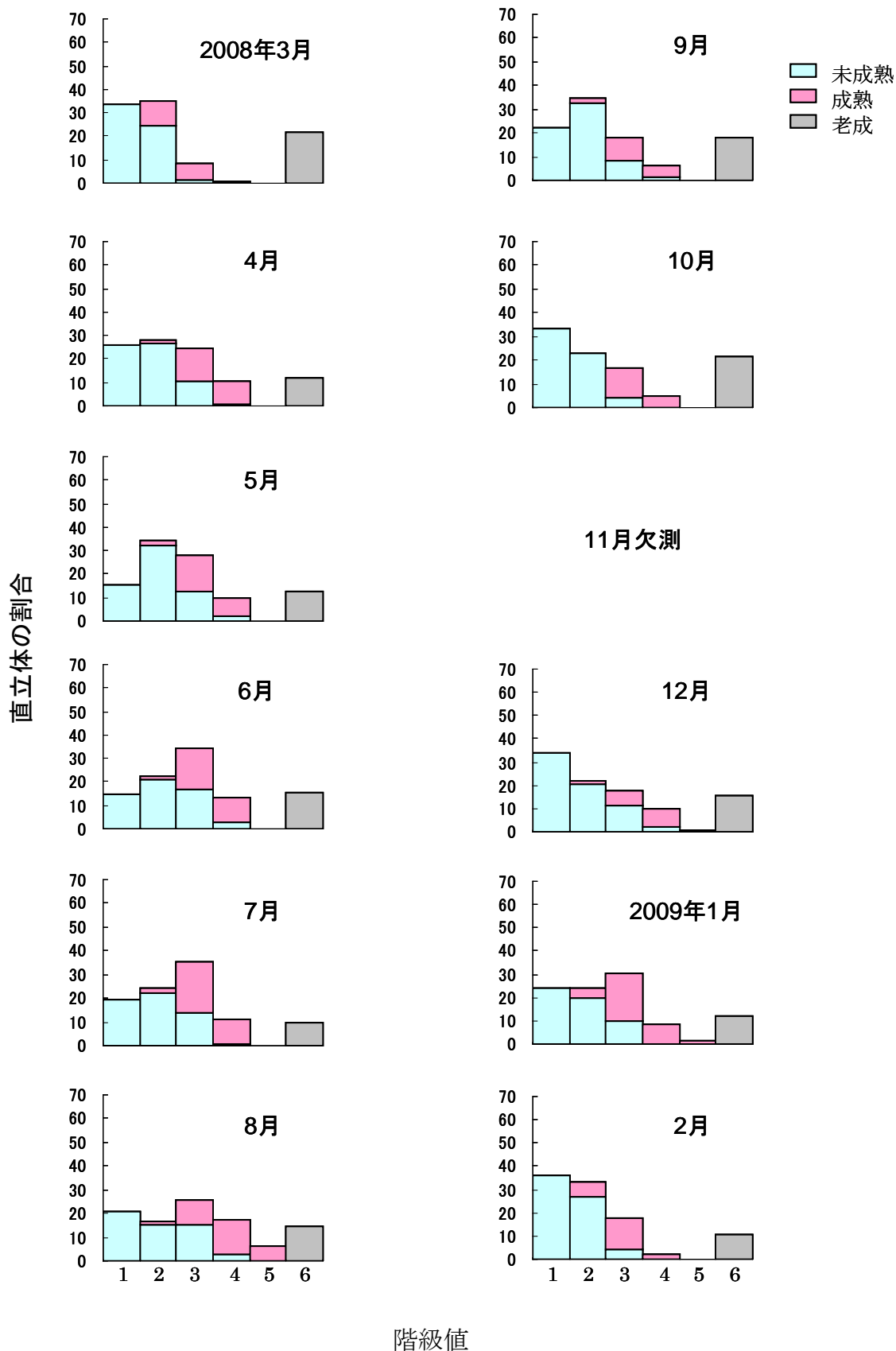


Fig. 16 江ノ島産コトジツノマタ雌性配偶体株における直立体の全長階級ごとの割合の季節変化 全長階級については Table 1を参照

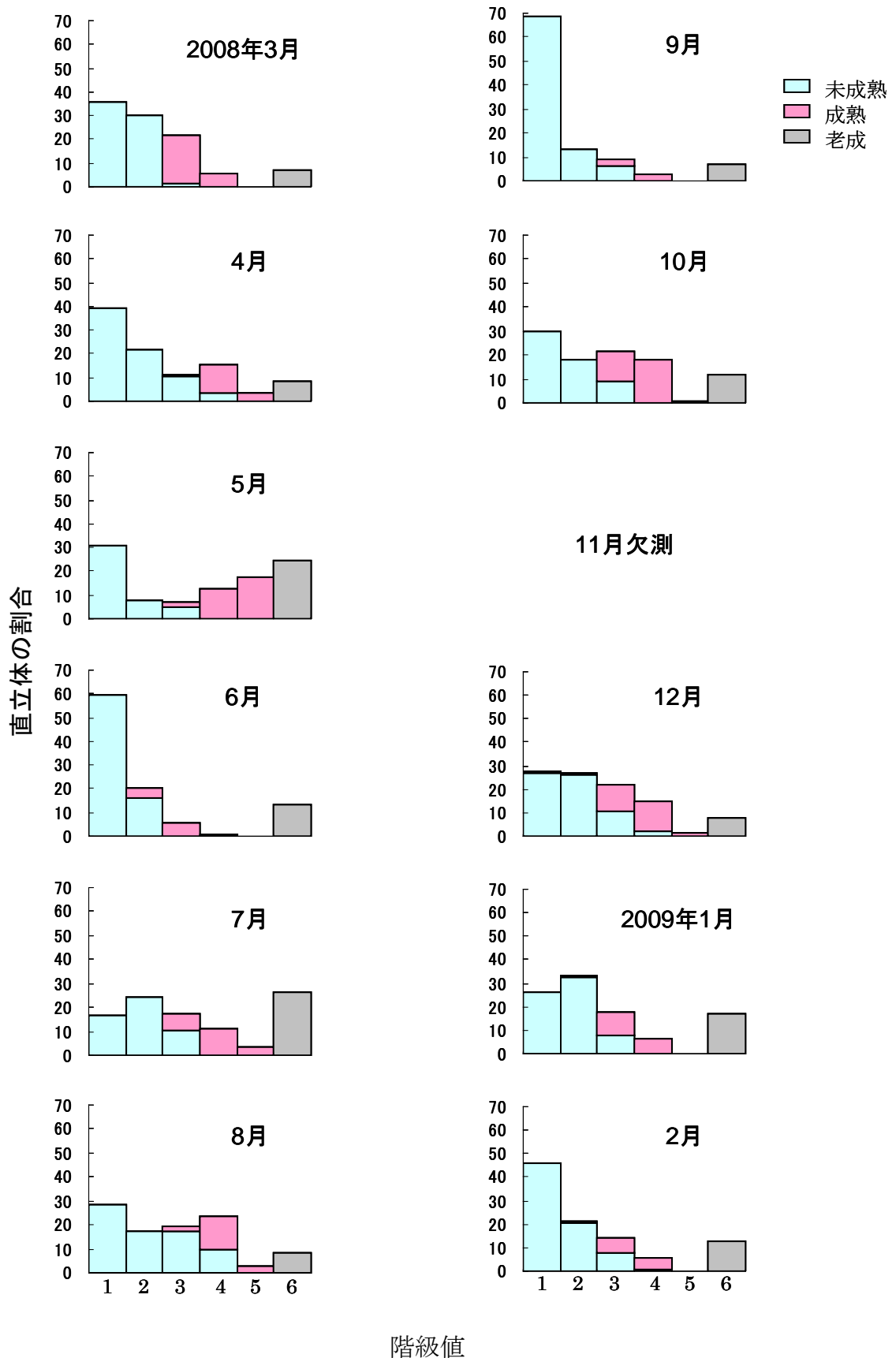


Fig. 17 江ノ島産コトジツノマタ雄性配偶体株における直立体の全長階級ごとの割合の季節変化 全長階級については Table 1を参照



Fig. 18 剪定した直立体から再生してきたコトジツノマタ

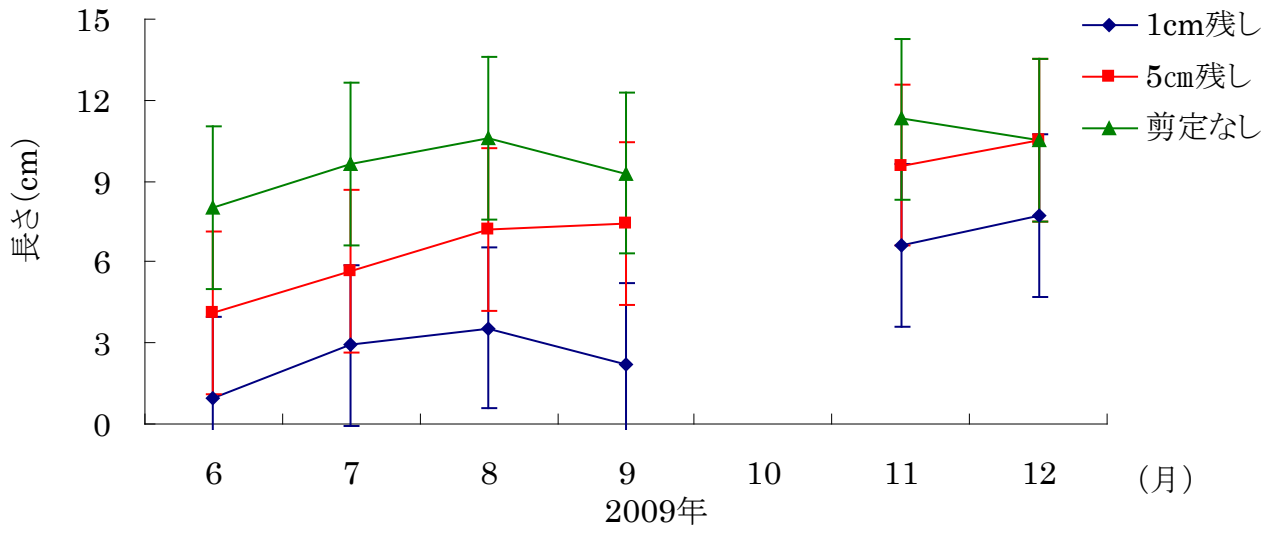


Fig. 19 江ノ島で剪定したコトジツノマタの平均全長の変化（稚児ヶ淵）

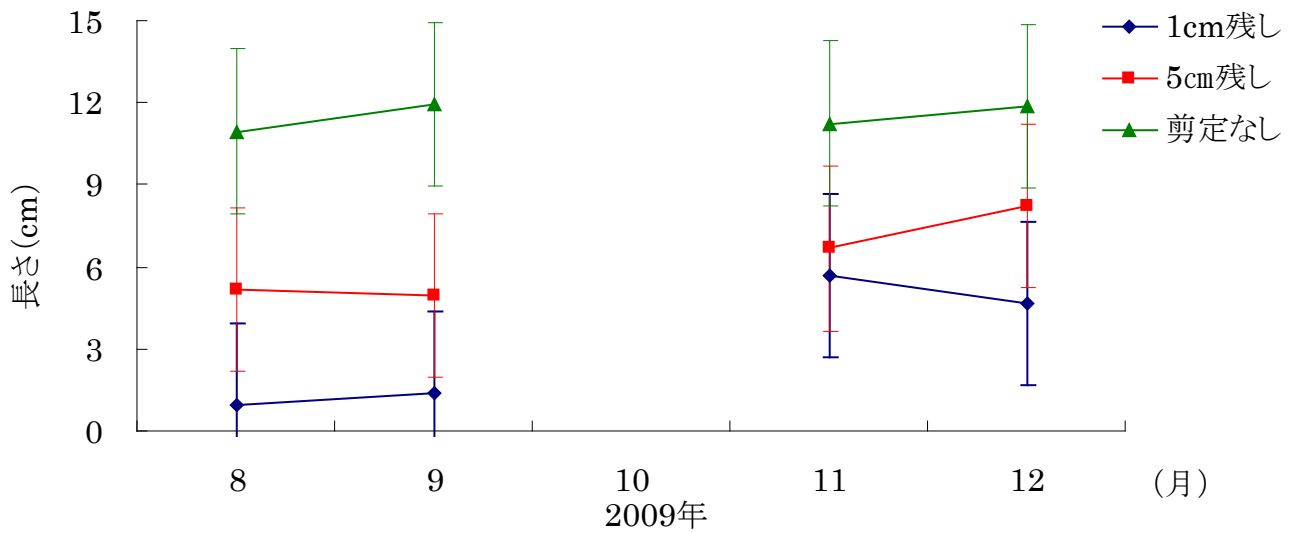


Fig. 20 江ノ島で剪定したコトジツノマタの平均全長の変化（天王前）



Fig. 21 バテイラの食害試験の結果 (a) 食痕の無いコトジツノマタ, (b) バテイラの食痕があるコトジツノマタ



Fig. 22 培養5日目のコトジツノマタの胞子 (a) 果胞子
(b) 四分胞子

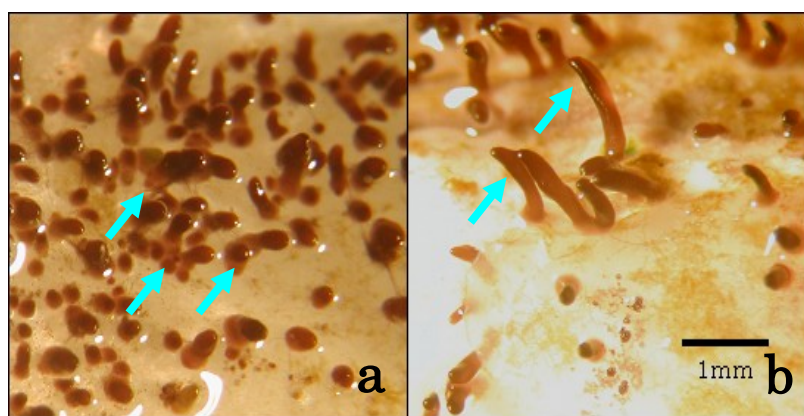


Fig. 23 培養3ヶ月目のコトジツノマタの幼芽 (a) 癒合した四分
胞子体 (b) 盤状体から直立した四分胞子体

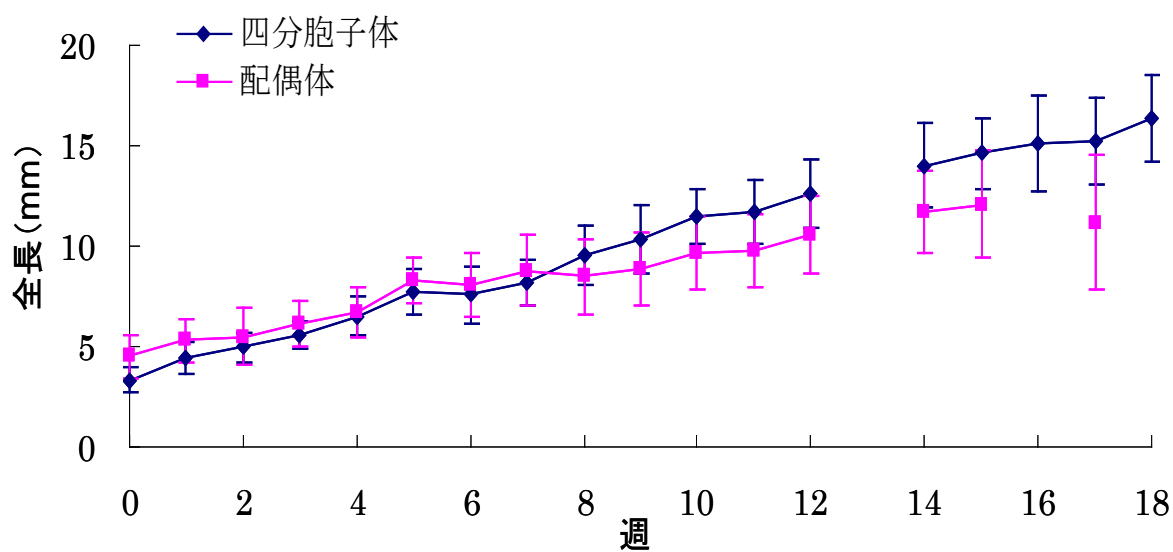


Fig. 24 培養したコトジツノマタの四分胞子体と配偶体の全長の変化 (平均±標準偏差)

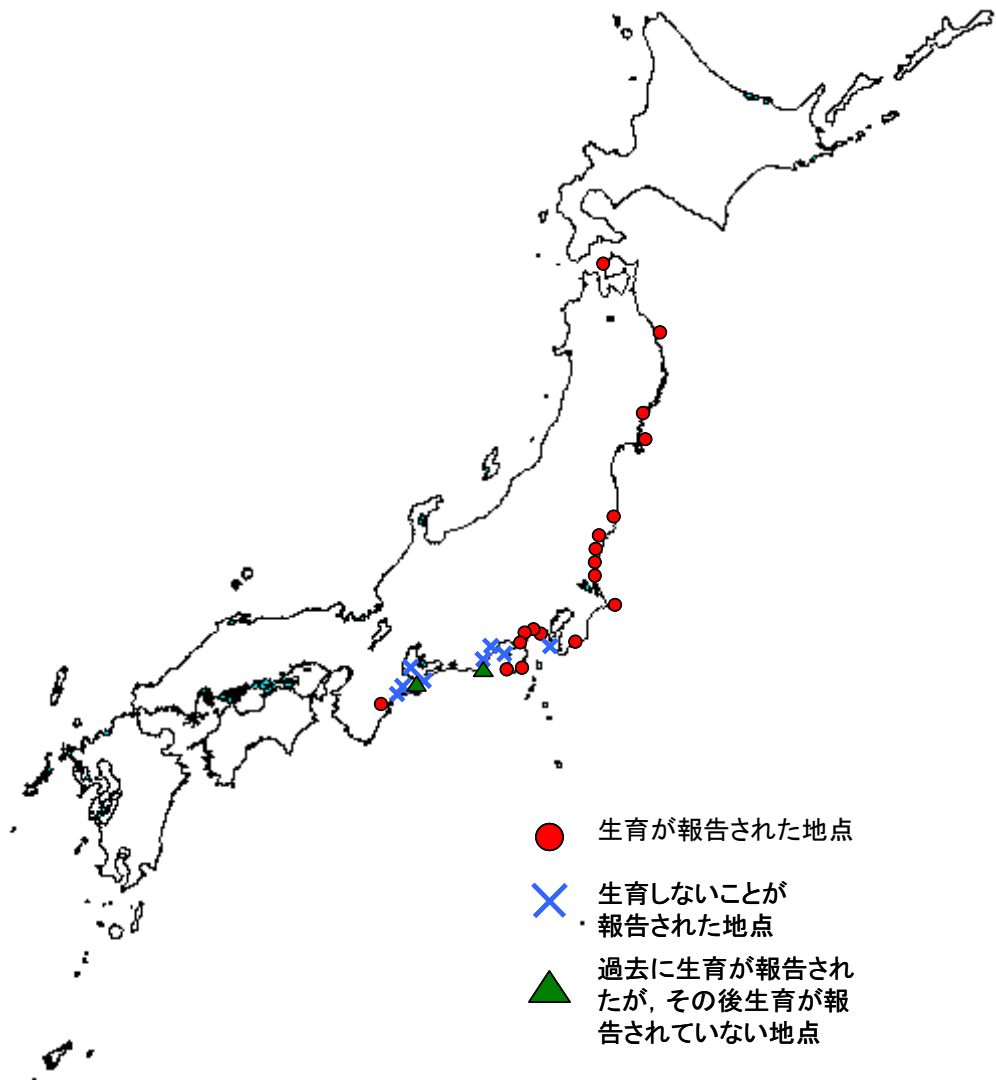


Fig. 25 日本におけるコトジツノマタの分布

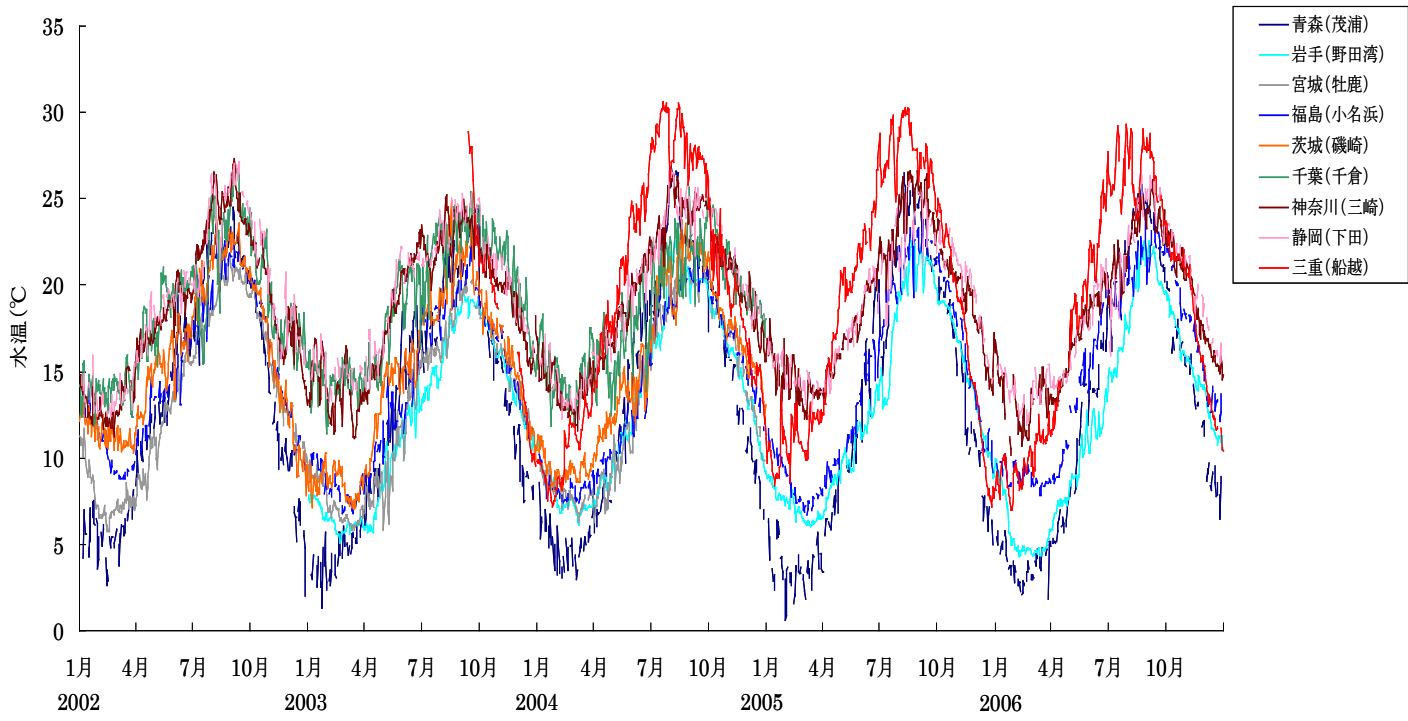


Fig. 26 コトジツノマタの生育地の水温の季節変化

Table 1 全長によるコジツノマタ直立体の全長階級

階級	幅(cm)
1	0～5.0
2	5.0～10.0
3	10.0～15.0
4	15.0～20.0
5	20.0～
6	生殖器官が落ち た老成個体

Table 2 コジツノマタの生育地周辺海域の最高, 最低, 平均水温

測定地点		最高水温(°C)	最低水温(°C)	平均水温(°C)
青森県東津軽郡	茂浦	26.9	0.6	13.0
岩手県久戸郡	野田湾	23.1	4.3	12.7
宮城県牡鹿町	牡鹿	22.1	5.8	13.1
福島県いわき市	小名浜	24.4	6.7	14.5
茨城県ひたちなか市	磯崎	24.9	7.1	15.2
千葉県南房総市	千倉	26.8	11.5	18.6
神奈川県三浦市	三崎	27.4	10.2	18.7
静岡県下田市	下田	27.2	12.0	19.1
三重県志摩市	船越	30.7	7.1	18.9

Table 3 日本近海のツノマタ属の季節消長の比較

	神奈川県 江ノ島	福島県 小名浜	静岡県 下田	北海道 忍路	Korea cheongsapo
種名	コトジツノマタ	コトジツノマタ	イボツノマタ	マルバツノマタ	ツノマタ
水温(°C)	13.4~28.6	6.7~24.4	12.0~27.2	3.8~22.7	11.0~24.0
生育時期	1年中	3~9月	1年中	1年中	1年中
成熟時期	1年中	8~9月	1年中	7~3月	1年中
成熟盛期	6~12月 (四分孢子体) 5~8月 (雌性配偶体)	—	四分孢子体と雌性配偶体で時期が異なる	8~11月	4~8月(四分孢子体) 9~12月(配偶体)
現存量 最大	7月	—	—	8月	春と秋
現存量 最小	2月	—	—	1月	冬

Table 4 コトジツノマタの剪定試験の比較

	神奈川 江ノ島		茨城 大洗*	
剪定した度合	1cm	5cm	1cm	5cm
平均生長速度の最大 (cm/月)	1.1	1.1	0.9	0.4
水温(°C)	13.4~28.6		7.1~24.9	

* 藤本(1960) 5月に剪定し, 8月に計測

付録表1 コトジツノマタの生育が報告された地点と報告者，報告年

生育が報告された場所			報告者と報告年
青森県	佐井村	仏ヶ浦	七尾 1980
岩手県	岩泉町	長内	川嶋 1955
"	大船渡市	水海	高松 1974
宮城県	石巻市	十三浜	中田ら 2001
福島県	いわき市	小名浜	須田 1987, 佐藤ら 2001
茨城県	北茨城市	平潟	中庭 2007
"	"	五浦	中庭 2007, 中庭 2008
"	"	磯原	中庭 2007
"	高萩市	高戸浜	中庭 2007
"	日立市	伊師浜	中庭 1975, 中庭 2007
"	"	小貝浜	中庭 2007
"	"	川尻	中庭 1975, 中庭 2007
"	"	高磯	中庭 2007
"	"	河原子	中庭 1975
"	"	水木	中庭 2007
"	"	久慈浜	中庭 2007
"	ひたちなか市	ひたちなか	中庭 2007
"	大洗町	大洗	中庭 1975, 中庭 2007
"	銚田市	銚田	中庭 2007
"	鹿島市	鹿島	中庭 2007
"	神栖市	神栖	中庭 2007
千葉県	銚子市	外川	著者採集 2006, 吉崎 2008
"	鴨川市	太海	Murooka 1935
"	館山市	館山	Enoguchi 1959
神奈川県	三浦市	三浦	松浦 2004
"	藤沢市	江ノ島	東 1935, 松浦 2004, 横澤 2008
"	小田原市	小田原	松浦 2004
"	真鶴町	真鶴	松浦 2004
静岡県	下田市	白浜	著者採集 2006, 2009
"	下田市	須崎	Segawa 1936
"	御前崎市	御前崎	* 大島 1946, 澤田 1996, 小西 2004
三重県	志摩市	志摩	* 山田 1929, 湖城 1963
"	尾鷲市	尾鷲	瀬木 1951

*後の報告で生育しないことが報告された地点