

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 5 月 31 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K07908

研究課題名(和文) 藻場や磯焼け域に生育するサンゴモ類の成長・生残に及ぼす温度、光量、栄養塩の影響

研究課題名(英文) Effects of temperature, irradiance and nutrient on the growth and survival of coralline algae growing in seaweed beds and barren grounds

研究代表者

加藤 亜記 (Kato, Aki)

広島大学・統合生命科学研究科(生)・准教授

研究者番号：00452962

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、温帯域の小型海藻群落に優占する石灰藻サンゴモ類の3種の発芽体について、生育可能条件および好適生育条件を明らかにした。ヒライボ、エチゴカニノテ、ピリヒバの生育適温は同所的に分布する大型褐藻類のカジメ類やホンダワラ類と同様であったが、生育上限温度はカジメ類より高温であった。潮間帯下部から潮下帯に生育するヒライボとエチゴカニノテでは、少なくとも400  $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ で強光阻害が見られたが、これらより上部に生育するピリヒバでは見られなかった。ヒライボの硝酸態窒素の半飽和定数は、ほかの非石灰化海藻類と同様で、先行研究のエゾイシゴロモとは異なり、貧栄養耐性はなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

藻場の衰退が進行し、大型褐藻類が消失した「磯焼け」では、石灰藻サンゴモ類の特定種が卓越することが知られている。しかし、サンゴモ類も、藻場の下草として群落を形成し、水産重要種であるアワビなどの幼生の着底基質などとして重要な役割を担っている。本研究では、個体群の成立や維持を決定する初期生活史の発芽体を対象に、サンゴモ類の種により、水温、光量、硝酸態窒素濃度の生育可能条件や好適条件は異なり、それぞれの種の分布と関連があることを示した。このことにより、藻場の将来予測について、多数の先行研究がある大型褐藻類に加え、サンゴモ類の優占種を含めた総合的な検討が可能となったことが、本研究の意義である。

研究成果の概要(英文)：This study revealed vital and optimum growth conditions of sporelings of three dominant coralline species in the temperate regions of Japan. Optimum temperatures for the growth of *Lithophyllum okamurae*, *Amphiroa beauvoisii* and *Corallina pilulifera* were similar to those of canopy-forming seaweeds (*Ecklonia* and *Sargassum*) distributed in the same regions as the collecting site of examined coralline species. Whereas upper critical temperatures for the growth of these coralline species were higher than those of the *Ecklonia* species. *L. okamurae* and *A. beauvoisii* growing at the lower intertidal to the subtidal zones exhibited photoinhibition under at least 400  $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , although *C. pilulifera* growing on the intertidal zones did not show such photoinhibition. The half-saturation constant of nitrate of *L. okamurae* was comparable with values of other non-coralline algae. Unlike *L. yessoense* shown in the previous study, *L. okamurae* was not adaptable to low nitrate environment.

研究分野：藻類学

キーワード：サンゴモ類 石灰藻 藻場の衰退 水温上昇 生育適温 生育上限温度 硝酸態窒素 強光阻害

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

一般に藻場といえば大型褐藻群落を指し、魚介類資源の再生産にも大型褐藻類が貢献していると認識されているが、大型褐藻類がまばらで小型海藻が優占する場所も、ウニ、アワビ類などの磯根生物の再生産力は高い(新井 1988)。こうした小型海藻の代表的なものに、石灰藻の紅藻サンゴモ類(直立体をもつ有節サンゴモと扁平な無節サンゴモ)がある。サンゴモ類は、海産無脊椎動物の幼生の着底・変態を誘引し、サザエやアワビの幼生も、それぞれ有節サンゴモあるいは無節サンゴモに選択的に着底し、底生生活に移行することが報告されている(Hayakawa et al. 2008)。

藻場の衰退では、まず大型褐藻類の種多様性が減少し、衰退の極相の1つとして、他の海藻がほとんど見られず、特定の無節サンゴモのみが卓越する磯焼け状態へと進むことが知られている(水産庁 2015, Hind et al. 2019)。しかし、こうした磯焼け域でさえ高密度のウニが生息しているように、サンゴモ類は沿岸生態系の生物多様性を支える主要な構成生物の1つであり、将来、サンゴモ類まで衰退すれば、沿岸生態系全体の生物多様性の減少がさらに進むと懸念される。

一般に、サンゴモ類は、藻場の下草として、多様な有節・無節サンゴモからなる群落を形成しており(今野 1985)、磯焼け状態に至る過程で、生育種の変化・減少が起きていると推測される。大型褐藻類は、高水温が衰退の一因とされるため、高温耐性などの生理的特徴や、国内沿岸での分布の経年変化が精力的に研究され、これらに基づいて将来の水温上昇時における分布予測もされている(Takao et al. 2014)。しかし、サンゴモ類については、近年、地球温暖化の付随現象とされる海洋酸性化の影響評価において、研究対象として多用されているが(Kroeker et al. 2013, 加藤 2015)、水温や光量などの環境要因がサンゴモ類の成長や初期加入に及ぼす影響の基礎的知見は限られている。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、サンゴモ類の分布を決定する種固有の環境条件(水温、光量、栄養塩)を、成体と発芽体の成長の両面から明らかにすることである。発芽体とは、成体が成熟し、放出した孢子が発芽した初期生活史の段階の藻体で、発芽体の成長条件は、その種の個体群の成立や存続を左右する上で重要である。そこで、温帯域の藻場や磯焼け域に広く分布する3種(ヒライボ *Lithophyllum okamurae*, エチゴカニノテ *Amphiroa beauvoisii*, ピリヒバ *Corallina pilulifera*, Fig. 1)を用いて、以下の実験を行った。



Fig. 1. 研究対象種のヒライボ(a)、スケールバーは1cm)、エチゴカニノテ(b)、ピリヒバ(c)

## 3. 研究の方法

### (1) 供試材料の準備

3種のサンプリングは2017-2020年に広島県竹原市沿岸で行った。発芽体の培養用には、孢子を形成している成体を対象とし、ヒライボは、6月、9月に潮間帯下部から、ピリヒバは、2、11月に潮間帯下部から、エチゴカニノテは、5、8月に漸深帯上部から採集した。3種の種同定はおもに肉眼で行った。肉眼での種同定が難しい無節サンゴモのヒライボについては、DNA塩基配列を決定し、他産地のデータと比較して確認した。成体の実験用に、ピリヒバを4月に採集した。

発芽体の培養は、以下の手順で行なった。採集した藻体から付着物を除去し、海水で洗浄した後、水分を拭き取り、遮光して、10-20℃に30分から一晩置いた。その後、滅菌したろ過天然海水(以降、滅菌海水)の中で、藻体から孢子を放出させ、パスツールピペットで、滅菌海水を満たしたシャーレの底に敷いたカバーガラス上または6穴プレートに直接、孢子を単離した。単離後、インキュベーター(MIR-154-PJ, パナソニック)で、15-20℃、光量(PPFD, photosynthetic photon flux density) 100  $\mu\text{mol photon m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、明暗周期 12L:12D の条件で約1-2週間、培養を行った。

### (2) 発芽体の培養実験

#### ① 実験条件

本研究における実験条件は以下の通りである。ヒライボでは、生育適温、光量、栄養塩実験を、エチゴカニノテとピリヒバでは、生育適温、生育上限温度、光量実験を行った。

ヒライボでは、生育適温実験は、光量 100  $\mu\text{mol photon m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、水温を 10-35℃の5℃間隔6段階に設定し、滅菌海水に10% PES 培地を添加した培養液を用いた。光量実験では、水温 20℃で、光量を 1, 5, 10, 50, 100, 200, 400  $\mu\text{mol photon m}^{-2}\text{s}^{-1}$  の7段階に設定し、培地を添加しない滅菌海水を用いた。これは、無節サンゴモ3種の発芽体の成長への光量の影響について、同様な方法で行われた先行研究(能登谷 1976)と比較するためである。栄養塩実験では、光量 100  $\mu\text{mol photon m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、水温 20℃に設定し、硝酸ナトリウムを除いた10% PES 培地を添加した人工海水(硝酸塩を含まない)と滅菌海水(天然)それぞれに、硝酸ナトリウムを0、

0.1, 0.5, 1, 5, 10, 25  $\mu\text{M}$  の7段階で加えた培養液を用いた。人工海水は、実験を行った施設で利用可能な天然海水の硝酸態窒素濃度が約  $4 \mu\text{M}$  であったため、これより低い硝酸態窒素濃度における影響を調べるために用いた。いずれの実験も明暗周期 12L:12D とした。実験は3-4週間行ったが、実験開始から2週間で十分な成長率を示したため、この期間での成長率を利用した。

エチゴカニノテとピリヒバでは、生育適温実験はヒライボと同様に行った後、生育上限温度実験は、同じサンプルを用いて、光量  $100 \mu\text{mol photon m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、 $30\text{-}35 \text{ }^\circ\text{C}$  の  $1 \text{ }^\circ\text{C}$  間隔6段階で12日間培養を行った。13日目から、 $20^\circ\text{C}$ での培養を約1週間行い、成長が見られない個体が50%以上となる温度を致死温度とした。光量実験では、水温  $20^\circ\text{C}$  で、光量を5, 15, 25, 50, 100, 200,  $400 \mu\text{mol photon m}^{-2}\text{s}^{-1}$  の7段階に設定し、10% PES 培地を添加した滅菌海水を用いた。生育適温実験と光量実験の試験期間は2週間とした。

## ②成長率の測定

成長率は発芽体の表面積から、日間相対成長率 (RGR, relative growth rate) を算出して評価した。

$$\text{RGR} (\text{day}^{-1}) = 100 \times (\ln A_t - \ln A_0) / t$$

ここで  $A_t$  は  $t$  日後の発芽体の表面積、 $A_0$  は実験初日の表面積とする。

光量と日間相対成長率の関係は、Platt et al. (1980) のモデル式を採用し、非線形最小二乗法により曲線近似し、飽和光量  $I_m$  を推定した。本研究の実験区でもっとも高い光量  $400 \mu\text{mol photon m}^{-2}\text{s}^{-1}$  で、日間相対成長率が有意に低下したヒライボ、エチゴカニノテでは、強光阻害を考慮したモデル式を、強光阻害が見られなかったピリヒバでは考慮しないモデル式を使用した。

硝酸塩濃度と日間相対成長率との関係は、Monod 式に近似させた (Monod 1942)。

各実験結果は JMP Ver. 10 (SAS Institute Inc., USA) を用いて、統計処理を行った。

## (3) 成体の雑藻処理試験

ピリヒバの成体を、先端から  $1\text{cm}$  の長さに切断した後、養生のため、 $10^\circ\text{C}$ 、 $100 \mu\text{mol photon m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、明暗周期 12L:12D の条件で、1週間、滅菌海水中で通気培養した。その後、1L フラスコ1個に藻体10個体を收容し、10% PES を添加した滅菌海水を用いて、 $10^\circ\text{C}$  と  $20^\circ\text{C}$  で2週間通気培養を行った。その後、10%高塩分海水、1%次亜塩素酸を添加した海水に、0.5分浸漬した後、2週間培養を行い、付着藻類の被度や、紫外線照射下での葉緑体の自家蛍光を観察して処理の効果を把握した。本実験では、付着藻類を枯死させる条件ではピリヒバも枯死したため、培養実験による成体の生育条件の検討は難しいと判断し、発芽体の実験のみを行った。

## 4. 研究成果

本研究の成果は、温帯域に広く分布するサンゴモ類について、海藻の成長に大きく影響する、水温、光量、硝酸態窒素濃度の生育可能条件および最適生育条件を、室内における培養実験によって明らかにしたことである。特に、個体群の成立や維持を決定する初期生活史の発芽体を対象に、サンゴモ類の種により、水温、光量、硝酸態窒素濃度の生育可能条件や好適条件は異なり、それぞれの種の分布とも関連があることを示した。このことにより、藻場の将来予測について、多数の先行研究がある大型褐藻類に加え、知見の少ないサンゴモ類も沿岸生態系の構成要素の1つとして加えた総合的な検討が可能となったことが、本研究の意義である。それぞれの種の特長については、以下に述べる。

### (1) サンゴモ類の発芽体の生育可能条件および最適生育条件

#### ①生育適温と生育上限温度

ヒライボでは日間相対成長率 (以降、RGR) は、実験区の中で  $20^\circ\text{C}$  がもっとも高く、これ以上で低下したため (Fig. 2)、ヒライボの生育適温は  $20^\circ\text{C}$  とした。また、 $10\text{-}30 \text{ }^\circ\text{C}$  で成長が見られたが、 $35 \text{ }^\circ\text{C}$  では全ての個体が枯死した。そのため、ヒライボは少なくとも  $30^\circ\text{C}$  までは生育可能とした。エチゴカニノテとピリヒバでは、RGR は、それぞれ  $25^\circ\text{C}$  と  $20^\circ\text{C}$  でもっとも高く、これらの温度以上では低下した (Fig. 2)。しかし、ピリヒバでは、 $20\text{-}30^\circ\text{C}$  の RGR に有意な差はなかった。そのため、生育適温は、エチゴカニノテで  $25^\circ\text{C}$ 、ピリヒバでは  $20\text{-}30^\circ\text{C}$  とした。

エチゴカニノテとピリヒバは、 $35^\circ\text{C}$  では、3日目までに成長が見られなくなり、その後も、 $31^\circ\text{C}$  以上では成長が見られない個体が増えた。本研究でのエチゴカニノテとピリヒバの生育上限温度は、それぞれ、 $33^\circ\text{C}$  と  $31^\circ\text{C}$  であった (Fig. 3)。

これら3種の生育適温は、実験サンプルを採集した瀬戸内海西部に分布する、おもな大型褐藻類のカジメ類とホンダワラ類

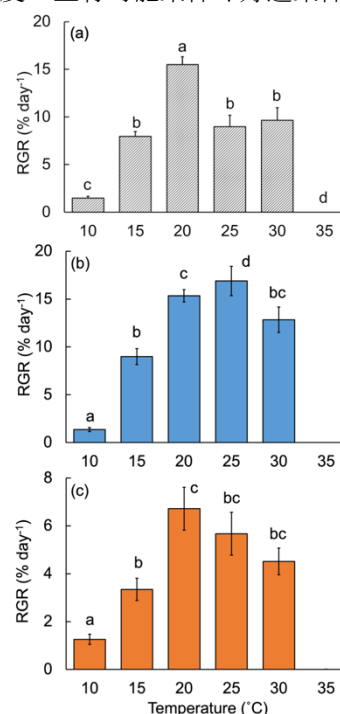


Fig. 2. ヒライボ(a), エチゴカニノテ(b), ピリヒバ(c)の発芽体の日間相対成長率RGRと温度の関係 (Steel-Dwass test,  $p < 0.001$ )

と同様であったが、生育上限温度は、カジメ類より高く、高温耐性があることが示された (Table 1)。

これら3種の実験サンプルを採集した、瀬戸内海の内海域に位置する広島県竹原市沿岸の最高月平均水温は、9月の約26°Cである。そのため、今世紀末までにこの内海域で予測されている、もっとも深刻な水温上昇4-5°C (RCP 8.5, 島袋ら 2018) が起きた場合、いずれの種も夏季は現在より成長が抑制されるが、生育不能にはならないと推測できる。

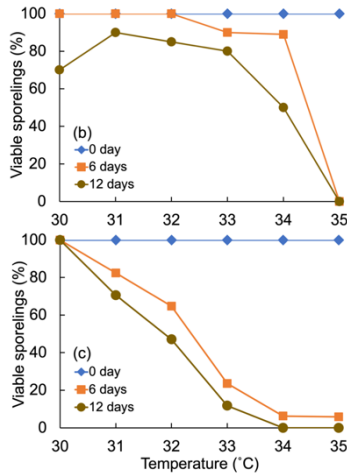


Fig. 3. エチゴカニノテ(b)とピリヒバ(c)の成長が確認できた発芽体と温度の関係

Table 1. サンゴモ類と瀬戸内海西部におけるおもな大型褐藻類の生育適温と生育上限温度

種名	水温(°C)						
	10	15	20	25	30	35	40
<b>サンゴモ類</b>							
エチゴカニノテ <sup>1</sup> (発芽体)							
ピリヒバ <sup>1</sup> (発芽体)							
ヒライボ <sup>2</sup> (発芽体)							
エゾイシゴロモ <sup>3</sup> (発芽体)							
<b>温帯性ホンダワラ類</b>							
ヒジキ <sup>4,7</sup> (発芽体)							
アカモク <sup>5,7</sup> (発芽体)							
ノゴリモク <sup>6</sup> (発芽体)							
<b>温帯性コンブ類</b>							
クロメ <sup>8</sup> (配偶体)							
クロメ <sup>8</sup> (幼孢子体)							

<sup>1</sup>本研究 <sup>2</sup>Yoshioka et al. (2020) <sup>3</sup>Ichiki et al. (2000) <sup>4</sup>馬場 (2007)

<sup>5</sup>Yoshida et al. (1999) <sup>6</sup>村瀬 (2001) <sup>7</sup>海洋生物環境研究所 (2018) <sup>8</sup>田中ら (2008)

エチゴカニノテとピリヒバの成熟時期は、それぞれ夏と、秋から冬であり、上限温度もエチゴカニノテの方が高い。一方で、エチゴカニノテが潮下帯に生育するのに対し、ピリヒバは、より温度変化が激しいと考えられる潮間帯下部に生育している。そのため、ピリヒバでは、生育適温の範囲が広いのかもしれない。しかし、海藻類の成熟には日長も影響することから、生育適温や上限温度には、成熟時期や生育場所以外の要因も関係していると思われる。

### ②硝酸態窒素濃度によるヒライボ発芽体の成長 (Fig. 4)

ヒライボは、人工海水では、硝酸態窒素濃度 0.7-27.2 μM で成長が見られ、RGR は 11.7 μM 以上で有意に高くなった。一方、天然海水では、硝酸態窒素濃度 4.2-26.7 μM で成長が見られ、13 μM でもっとも RGR が高くなったが、実験濃度間で有意差はなかった。ヒライボの半飽和定数  $K_s$  と、最大成長率  $V_{max}$  と  $K_s$  の比である  $V_{max}/K_s$  の値は、人工海水と天然海水でそれぞれ、 $K_s$  では 10.1 μM と 2.4 μM、 $V_{max}/K_s$  では 0.4 と 4.4 であった。これは他のサンゴモ類以外の海藻類と同程度であった (例えば *Hypnea japonica* カギイバラノリでは、 $K_s$  12.5 μM、 $V_{max}/K_s$  0.8, 早川ら 2013)。一方、サンゴモ類での先行研究 (Ichiki et al. 2000) では、エゾイシゴロモ *Lithophyllum yessoense* は、 $K_s$  が 0.5 μM、 $V_{max}/K_s$  が 34.6 を示しており、本研究のヒライボは、このエゾイシゴロモのように、低い硝酸態窒素濃度への適応を示さなかった。

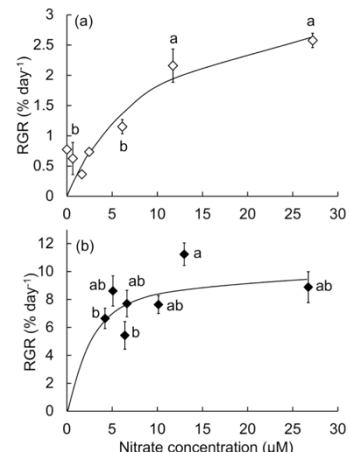


Fig. 4. ヒライボ発芽体の人工海水(a)と天然海水(b)における日間相対成長率RGRと硝酸態窒素濃度の関係 (Steel-Dwass test,  $p < 0.001$ )

### ③生育適光量 (Fig. 5)

ヒライボは、実験した光量の範囲である 1-400 μmol photon m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> で成長が見られ (Fig. 5)、飽和光量は 129.2 μmol photon m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> と推定された。200 μmol photon m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> における RGR がもっとも成長が速く、50-100 μmol photon m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> では、この約 70% の RGR となったが、400 μmol photon m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> では有意に低下し、強光阻害が見られた。同様の方法で無節サンゴモ 3 種の光量の影響を調べた能登谷 (1976) では、イワノサビ *Spongites absimilis* が、ヒライボと同様、低い光量で成長が飽和し (約 62 μmol photon m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>)、強光阻害が見られたが、コブイシゴロモ *Chamberlainium tumidum* とアバタモカサ *Melobesia tomitaroi* では、より高い光量に耐性があり、強光阻害は見られなかった。これは、ヒライボやイワノサビが日陰の場所に生育することに関連していると考えられた。最近の研究においても、これまで同種と考えられていた生育場所の異なる無節サンゴモの個体群は種が異なることが示唆されている (Gabrielson et al. 2018)。

エチゴカニノテとピリヒバにおいても、実験光量の範囲の 5-400 μmol photon m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> で成長が見られた (Fig. 4)。エチゴカニノテでは、飽和光量は、117 μmol photon m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> と推定された。100 μmol photon m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> の RGR がもっとも高く、50, 200 μmol photon m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> では、この約 80% の RGR となったが、400 μmol photon m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> では有意に低下し、強光阻害が見られた。一方、ピリヒバでは、400 μmol photon m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> で RGR がもっとも高く、50-200 μmol photon m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> では、この約 80% の RGR となり、強光阻害は見られなかった。これは、ピリヒバが潮間帯下部に生育す

ることから、漸深帯上部に生育するエチゴカニノテより、強光耐性があることを示しているのかもしれない。本実験のエチゴカニノテが漸深帯で弱光に順応していることも考えられるが、調査地では、エチゴカニノテは潮間帯下部ではほとんど見られなかった。生育場所の異なるピリヒバ成体について、光量による酸素発生量を調べた先行研究では(高原ら 2009)、潮間帯下部と潮下帯に生育する個体群には、ともに明瞭な強光阻害は見られなかった。そのため、それぞれの種は、おもな生育場所の環境条件に適応して種分化していると考えられる。

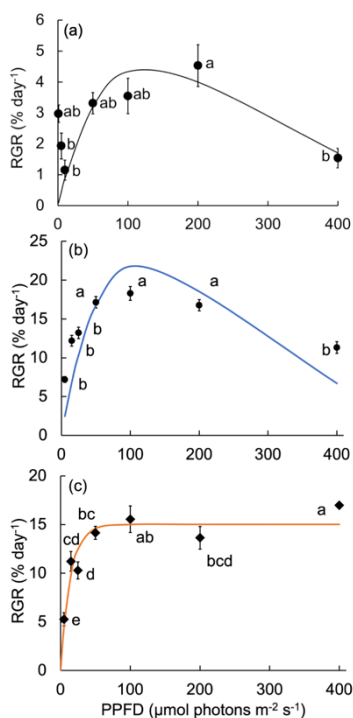


Fig. 5. ヒライボ(a), エチゴカニノテ(b), ピリヒバ(c)の発芽体の日間相対成長率RGRと光量の関係 (a, Tukey's HDS test,  $p < 0.001$ ; b, c, Steel-Dwass test,  $p < 0.001$ )

## 引用文献

- 新井 (1988) 月刊海洋 20: 355-362, Hayakawa et al. (2008) J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 363: 118-123, 水産庁 (2015) 改訂磯焼け対策ガイドライン, Hind et al. (2019) Proc. Natl. Acad. Sci., U.S.A., 116: 15080-15085, 今野 (1985) 月刊海洋 17: 57-65, Takao et al. (2014) Ecol. Evol. 5:213-223, Kroeker et al. (2013) Glob. Change Biol. 19: 1884-1896, 加藤 (2015) 藻類 63: 15-18, 能登谷 (1976) 藻類 24:137-142, Platt et al. (1980) J. Mar. Res. 38:687-701, Monod (1942) Recherches sur la Croissance des Cultures Bactériennes, Yoshioka et al. (2020) J. Appl. Phycol. doi: 10.1007/s10811-020-02100-9 (本研究の成果), Ichiki et al. (2000) Phycol Res 48: 115-120, 馬場 (2007) 海生研研報 10: 9-20, Yoshida et al. (1999) 瀬戸内水研報 1: 45-54, 村瀬 (2001) 水産大学校研報 49: 131-212, 海洋生物環境研究所 (2018) <https://www.kaiseiken.or.jp/thermaleffects/thermal06.html>, 田中ら (2008) 水産増殖 56:343-349, 島袋ら (2018) 海洋と生物 40: 233-236, 早川ら (2013) 水産増殖 61: 377-382, Gabrielson et al. (2018) J. Phycol. 54:429-434, 高原ら (2009) 日本歯科大学紀要 38: 67-71

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Kato, A., Shima, T., Fujimoto, M., Shimabukuro, H. & Yoshida, G.	4. 巻 11
2. 論文標題 Seaweed community structures in the temperate zooxanthellate scleractinian coral <i>Alveopora japonica</i> bed in the western Seto Inland Sea, Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Algal Resources	6. 最初と最後の頁 11-23
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20804/jsap.11.1_2_11	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 島袋寛盛・吉田吾郎・加藤亜記・郭新宇	4. 巻 40
2. 論文標題 今後100年間に生じる水温と藻場生態系の変遷を予測する	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 海洋と生物	6. 最初と最後の頁 233-242
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 鈴木淳・井口亮・酒井一彦・中村崇・藤田和彦・田中泰章・入江貴博・加藤亜記・大野良和・林正裕・山本雄三・磯野良介・諏訪僚太・井上麻夕里・野尻幸宏	4. 巻 50
2. 論文標題 海洋酸性化がサンゴなどの石灰化生物に与える影響評価実験	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 月刊海洋	6. 最初と最後の頁 237-246
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 加藤亜記	4. 巻 60
2. 論文標題 石灰藻サンゴモ類の多様性-生きた石になる海藻の分類と生態-	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 月刊海洋号外	6. 最初と最後の頁 125-132
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Yoshioka, S., Kato, A., Koike, K., Murase, N., Baba, M. & Liao, L. M.	4. 巻 32
2. 論文標題 Effects of water temperature, light and nitrate on the growth of sporelings of the non-geniculate coralline alga <i>Lithophyllum okamurae</i> (Corallinales, Rhodophyta)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Applied Phycology	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10811-020-02100-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kato Aki, Baba Masasuke	4. 巻 58
2. 論文標題 Distribution of <i>Lithophyllum kuroshioense</i> sp. nov., <i>Lithophyllum subtile</i> and <i>L. kaiseri</i> (Corallinales, Rhodophyta), but not <i>L. kotschyianum</i> , in the northwestern Pacific Ocean	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Phycologia	6. 最初と最後の頁 648 ~ 660
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00318884.2019.1643200	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 馬場将輔・菊地則雄・加藤亜記	4. 巻 24
2. 論文標題 千葉県勝浦市沿岸の無節サンゴモ相	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 海洋生物環境研究所研究報告	6. 最初と最後の頁 1-40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Yoshioka, S., Kato, A., Murase, N., Koike, K. and Baba, M.
2. 発表標題 Effects of Irradiance and Water Temperature on the Growth of Sporelings of the Nongeniculate Coralline Alga <i>Lithophyllum okamurae</i> Foslíe (Corallinales, Rhodophyceae)
3. 学会等名 The 36th ASBP Symposium and Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kato, A., Baba, M., Basso, D., Caragnano, A., Rodondi, G., Le Gall, L., Hernandez-Kantun, J.J., Pena, V., Hall-Spencer, J. M.
2. 発表標題 Reassessment of <i>Lithophyllum kotschyianum</i> and <i>L. okamurae</i> in the North-Western Pacific Ocean
3. 学会等名 VI International Rhodolith Workshop (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉岡佐希恵・加藤亜記・村瀬昇・阿部真比古・小池一彦・馬場将輔
2. 発表標題 ヒライボの発芽体の生長に及ぼす温度と光量の影響
3. 学会等名 日本藻類学会第42回大会, 東北大学
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kato, A., Yoshioka, S., Koike, K., Murase, N. & Baba, M.
2. 発表標題 Effects of water temperature, light and nitrate on the growth of sporelings of the nongeniculate coralline alga <i>Lithophyllum okamurae</i> (Corallinales, Rhodophyceae)
3. 学会等名 23rd International Seaweed Symposium, International Convention Center, Jeju, Korea. Apr. 28-May 3, 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	小池 一彦  (Koike Kazuhiko)  (30265722)	広島大学・統合生命科学研究科(生)・教授    (15401)	



## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 協力者	吉岡 佐希恵  (Yoshioka Sakie)	広島大学・生物圏科学研究科・大学院生  (15401)	
研究 協力者	細井 駿  (Hosoi Takashi)	広島大学・生物生産学部・学部生  (15401)	
連携 研究者	馬場 将輔  (Baba Masasuke)  (50541059)	公益財団法人海洋生物環境研究所・中央研究所・所長代理  (82678)	