

# 神奈川県城ヶ島地先の中根に生息する サザエ *Turbo sazae* の着生海藻

丁 聿昊<sup>1</sup>・芳山 拓<sup>2</sup>・秋田 晋吾<sup>3\*</sup>・藤田 大介<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科 (〒 108-8477 東京都港区港南 4-5-7)

<sup>2</sup> 神奈川県水産技術センター (〒 238-0237 神奈川県三浦市三崎町城ヶ島養老子)

<sup>3</sup> 北海道大学大学院水産科学研究院 (〒 041-8611 北海道函館市港町 3-1-1)

<sup>4</sup> 東京海洋大学学術研究院海洋生物資源学部門 (〒 108-8477 東京都港区港南 4-5-7)

Ding Yuhao<sup>1</sup>, Taku Yoshiyama<sup>2</sup>, Shingo Akita<sup>3\*</sup> and Daisuke Fujita<sup>4</sup>: Epizoic macroalgae attached on shells of the horned turban *Turbo sazae* inhabiting Nakane Reef, Jogashima Island, Kanagawa Prefecture, Japan. Jpn. J. Phycol. (Sôru) 71: 157–164, November 10, 2023

Molluscan shells provide hard substrata for sessile organisms including macroalgae, but little is known in Japanese shells. In the present study, we investigated seasonal changes in the epizoic macroalgal flora on the horned turban *Turbo sazae* to reveal its potential as the macroalgal habitat. A total of 122 shells (55.5 ± 11.2 mm on average) were collected every 2–3 months from July 2020 to November 2021 at Nakane Reef, Jogashima Island, Kanagawa Prefecture, Japan. The following macroalgae were morphologically and/or genetically identified: two green algae *Cladophora hutchinsiae* and *Ulva adhaerens*, one brown alga *Colpomenia claytoniae* and eight red algae *Amphiroa* sp., *Champia lubrica*, *Corallina berteroi*, *Lithophyllum neo-okamurae*, *L. prototypum*, *Lithophyllum* sp., *Peyssonnelia* sp., and *Pterocladia capillacea*. Average species number of the epizoic macroalgae was 4.5 ± 1.4 species per shell. The shell length and species number of macroalgae increased in winter. According to GLM analysis, season strongly influenced on species number rather than shell length. Compared with the previous floristic survey, the epizoic macroalgae include potentially specific species besides common algae. The epizoic macroalgae on such widely distributing commercial gastropods can be used as an environmental indicator, exhibition samples showing habitats, and supplementary foods during their stock culture.

*Key Index Words*: Epizoic macroalgae, flora, gastropod, substrata, Turbo sazae

<sup>1</sup>Graduate School of Marine Science and Technology, Tokyo University of Marine Science and Technology, 4-5-7 Konan, Minato-ku, Tokyo 108-8477, Japan

<sup>2</sup>Kanagawa Prefectural Fisheries Technical Center, Miura Kanagawa 238-0237, Japan

<sup>3</sup>Faculty of Fisheries Sciences, Hokkaido University, 3-1-1 Minato, Hakodate, Hokkaido 041-8611, Japan

<sup>4</sup>Department of Marine Biosciences, Tokyo University of Marine Science and Technology, 4-5-7 Konan, Minato-ku, Tokyo 108-8477, Japan

\* Author for correspondence: sakitam@fish.hokudai.ac.jp

## 緒言

軟体動物の貝殻は、表在性生物が着生する微小な生息地となり、巨礫や岩盤などの硬い基質が限られている海洋生態系の生物多様性を支えている (Bell 2005)。南アフリカではミミガイ科のミダノアワビ *Haliotis midae* Linnaeus で表在性生物の群集構造が調べられており、この貝の密漁 (乱獲) による生物多様性の低下が懸念されている (Zeeman *et al.* 2013)。また、ニシキウズガイ科のナンアメクラガイ *Oxystele sinensis* (Gmelin) は、無節サンゴモの 1 種 *Spongites discoideus* (Foslie) Penrose & Woelkerling の主要な着生基質になっているという (Eager *et al.* 2015)。これらはいずれも腹足類の例であるが、二枚貝類においても、西アフリカのカーボベルデ共和国で、ハボウキガイ科の *Pinna rudis* Linnaeus の貝殻表面の生物多

様性が周辺の海底基質より高いことに加えて、特徴的な海藻が存在することが示されている (Lopes *et al.* 2020)。日本ではリュウテン科の腹足類に着生する海藻が古くから調べられ、コシダカガンガラ *Tegula rustica* (Gmelin) の貝殻からカイノカワ *Olokonium japonica* (Segawa) Pestana, Lyra, Cassano & J.M.C. Nunes (以前は、*Cruoriopsis japonica* Segawa) (Segawa 1941, Pestana *et al.* 2021) が、スガイ *Lunella correensis* (Récluz) の貝殻からカイゴロモ *Pseudocladophora conchopheria* (Sakai) C. Boedeker & Leliaert (以前は、*Cladophora conchopheria* Sakai) (Sakai 1964, Boedeker *et al.* 2012) が記載されている。特に、後者では生活史 (王・阪井 1986)、穿孔 (松山・有賀 1993)、成熟期 (松山ら 1999)、宿主と着生藻の共生関係 (Xing & Wada 2001, Yamada *et al.* 2003, Kagawa & Chiba 2019) が調

べられている。また、一般的に表層海水と比べて低温、清浄、富栄養として知られる海洋深層水を加温してかけ流した水槽で、磯焼け域に生息するコシダカガンガラを飼育した例では、ホソメコンブ *Saccharina japonica* var. *religiosa* (Miyabe) Yotsukura, Kawashima, T. Kawai, T. Abe & Druehl (以前は, *Laminaria religiosa* Miyabe) やダルス *Devaleraea inkyleei* Skriptsova & Mas. Suzuki (以前は, *Palmaria palmata* auct. non (Linnaeus) F. Weber & D. Mohr) など 10 種の海藻が貝殻から出現したと報告されている (Fujita 2004)。以上の研究から、貝殻は海藻にとって重要な着生基質の一つであると言える。

国内のリウテン科の腹足類で最も漁獲量が多く、盛んに利用されているのがサザエ *Turbo sazae* Fukuda (高重・武井 2019) である。サザエの殻の表面には細かい皺があり (佐々木 2008)、種々の海藻が着生している [e.g. 水産庁 (2021) の図 4-3-2]。著者らの知る限り、サザエの貝殻に着生する海藻について調査された例はないが、比較的大型の貝であるため、海藻の種多様性が高いだけでなく、特定の海藻の着生基質として機能している可能性も考えられる。そこで、著者らは貝殻に着生する海藻の種とその季節変化の解明を目的として、年間を通してサザエを採集し着生海藻の同定を試みたので報告する。

## 材料と方法

### サザエの採集

サザエの採集は神奈川県三浦市城ヶ島の神奈川県水産技術センターの北側の垂直岸壁の沖に広がる岩盤域「中根」(35°13'55.2"N, 139°62'47.1"E) で、2020年7月～2021年11月に SCUBA ダイビングにより実施した。中根は、砂地に囲まれた楕円状の岩盤で、最深部が水深 6 m である。中

根に優占する海藻は、カジメ *Ecklonia cava* Kjellman と有節サンゴモであった。サザエ以外の主な植食動物は、ムラサキウニ *Helicoidaris crassispina* (A. Agassiz)、ガンガゼ *Diadema setosum* (Leske) やアラサキガンガゼ *Diadema clarki* Ikeda であった。サザエやムラサキウニの小型個体は、岩穴、中根に隣接する消波ブロックおよび近隣の垂直護岸の隙間に入り込んでいることが多かった。

サザエの採集日毎の採集個体数は、2020年7月15日に18個体、10月20日に18個体、11月25日に16個体、2021年の2月3日に6個体、3月23日に5個体、4月28日に6個体、7月30日に10個体、9月28日に30個体、11月30日に13個体、合計122個体であった。

### 殻高の測定と出現海藻の記録

サザエの殻高はノギスを使って測定した。出現した海藻種については、在不在の1/0データで記録した。海藻は、まず外部形態から同定し、特徴的な形態を示した海藻については吉田 (1998) を参考に目視または光学顕微鏡で同定した。一方、形態による種同定が困難な海藻については、外部形態で属のランクまで同定を実施し、70% エタノールとペーパータオルで藻体表面の汚れや付着物を拭き取った後、遺伝子情報を取得して種を同定した。

### 遺伝子情報の取得

各サンプルのゲノム DNA は ISOPLANT II (ニッポンジーン, 日本) で抽出した。解析領域は、外部形態から推定した属のランクの分類群の DNA バーコーディングに一般的な領域とし、プライマーおよび PCR 条件はそれぞれの先行研究に従った (Table 1)。PCR は、反応溶液を KOD FX Neo (東洋

Table 1. List of primer sets and genetic regions used for molecular based identification in each taxon.

Taxa	Code	F/R	Primer Sequence (5'-3')	Region	Source
<i>Cladophora</i>	ITS-F	F	GGAAGGAGAAGTCGTAACAAGG	ITS	Deng <i>et al.</i> (2012)
	ITS-R	R	ATTCCCAAACAACCCGACTC		
<i>Ulva</i>	ITS1	F	TTTGACACACCGCCCG	ITS	Shimada <i>et al.</i> (2008)
	ITS2	R	GAATTCTGCAATTCACA		
<i>Colpomenia</i>	PRB-F2	F	TTCCAAGGCCAGCAACAGGT	<i>rbcl</i>	Kogame <i>et al.</i> (1999)
	PRB-R2	R	CCTTTAACCATTAAGGGATC		
<i>Amphiroa</i>	GazF1	F	TCAACAAATCATAAAGATATTGG	COI	Kogame <i>et al.</i> (2017)
	GazR1	R	ACTTCTGGATGTCCAAAAAYCA		
<i>Champia</i>	F8	F	GGTGAATTCATACGCTAAAATG	<i>rbcl</i>	Suzuki <i>et al.</i> (2010)
	R138lii	R	ATCTTCCATAAATCTAAAAGC		
<i>Corallina</i>	F7	F	AACTCTGTAGTAGAAGCNACAAG	<i>rbcl</i>	Yang <i>et al.</i> (2016)
	R753	R	GCTCTTTCATACATATCTTCC		
<i>Lithophyllum</i>	psbAF1	F	ATGACTGCTACTTTAGAAAGAC	<i>psbA</i>	Torrano-Silva <i>et al.</i> (2018)
	psbAR2	R	TCATGCATWACTTCCATACCTA		
<i>Peyssonnelia</i>	F8	F	GGTGAATTCATACGCTAAAATG	<i>rbcl</i>	Kato <i>et al.</i> (2009)
	R727	R	GCAGCTGTAAACATTCATGTA		
<i>Pterocladia</i>	F57	F	GTAATTCATATGCTAAAATGGG	<i>rbcl</i>	Wang <i>et al.</i> (2017)
	R1381	R	ATCTTCCATAGATCTAAAAGC		

紡, 日本) の取扱説明書に従い調整し, サーマルサイクラー (T100TM Thermal Cycler, Bio-Rad Laboratories, USA) で実施した。PCR 産物を Exo SAP-IT (Thermo Fisher Scientific, USA) で精製した後, シーケンス反応および解析はシーケンスサービス業者 (FASMAC, 日本) に委託した。得られたデータは, AliView 1.26 (Larsson 2014) を使用し, 手動でアライメントし, 塩基配列を決定した。決定した塩基配列は, web 上で Nucleotide BLAST を nr/nt データベースで実施し, スコア, E-value および類似度を参考に相同な遺伝子配列を調べた。複数種が同程度の類似度で該当した場合には, Nucleotide BLAST で該当した配列を全てダウンロードし, アライメント後, IQ-TREE (Trifinopoulos *et al.* 2016) の web server (CIBIV, Austria) で ML 系統樹を推定した。解析の条件は web server のデフォルトの条件とした。

#### 統計処理

統計解析にはフリーソフト R3.5.1 (R Core Team 2018) を用いた。採集したサザエの殻に着生する海藻の種数に与える

季節や殻高の影響を, サザエの個体ごとのばらつきを考慮して調べるために, 一般化線形モデル (GLM) を用いた。このとき, 応答変数を海藻の種数, 説明変数を採集月 (月の数字を数値として使用) と殻高とし, 種数のばらつきはポアソン分布を仮定し, 個体数をオフセット項として, 対数リンク関数を用いた。次に, 検出された海藻の採集月による多様性の違いを, シャノンの多様度およびシンプソンの多様度で比較した。このとき, 各月の採集個体数が異なったため, データを希薄および外挿して標準化した多様性を計算する R の iNEXT パッケージ (Hsieh *et al.* 2016) を用いた。なお, 不在データであるため, 計算の際は datatype で incidence\_raw を指定し, それぞれの月において 50 個体を採集した場合の多様性まで外挿した。

#### 結果

##### 着生海藻の同定

採集したサザエの殻で認められた海藻の着生状況の一例を Fig. 1a に示した。サザエの殻から同定した着生海藻は, 緑藻

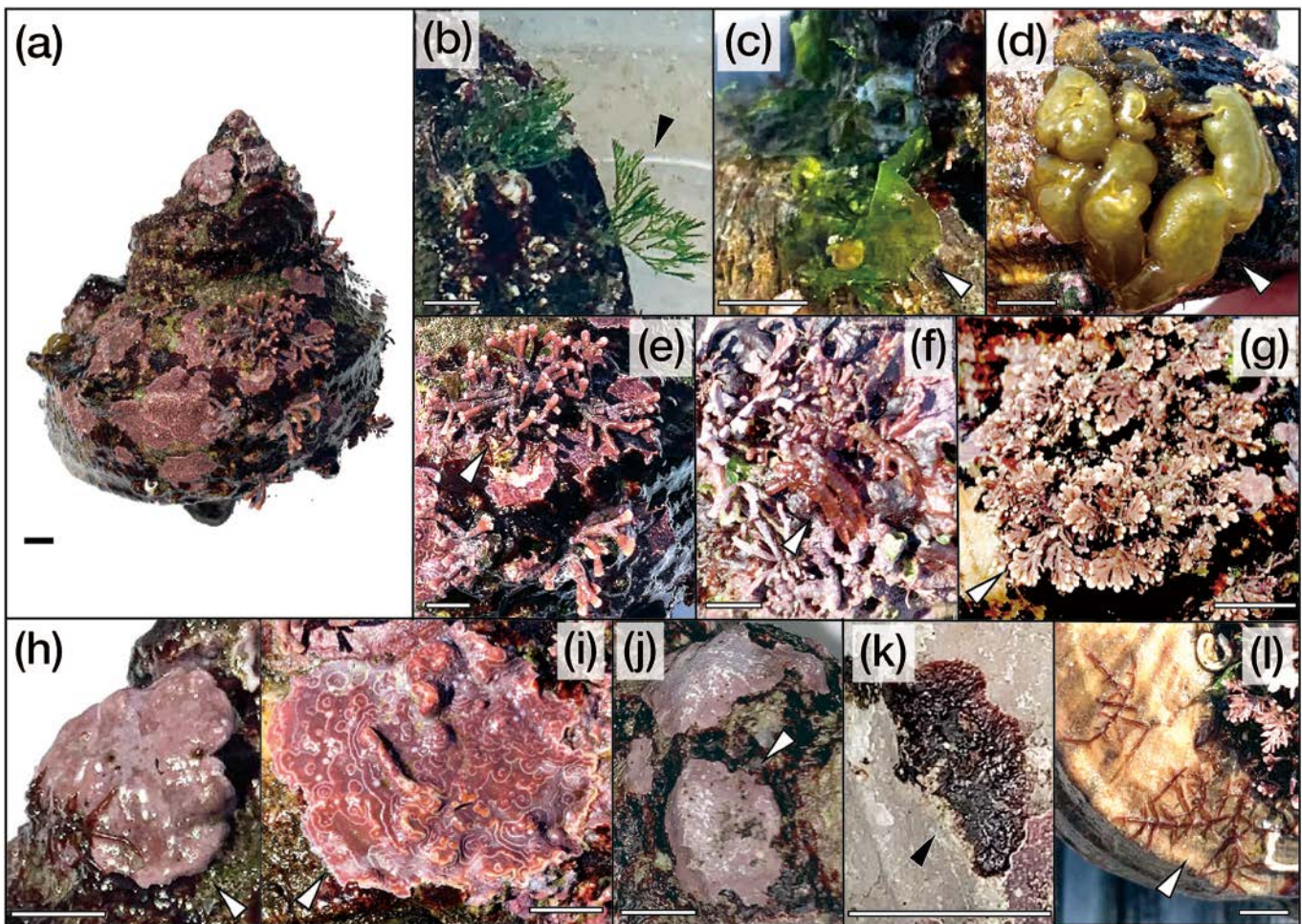


Fig. 1. Epizoic macroalgae (arrowheads) found on the shell of the horned turban *Turbo sazae* collected in Nakane Reef, Jogashima. An entire view of the shell (a), *Cladophora hutchinsiae* (b), *Ulva adhaerens* (c), *Colpomenia claytoniae* (d), *Amphiroa* sp. (e), *Champia lubrica* (f), *Corallina berteroi* (g), *Lithophyllum neo-okamurae* (h), *L. prototypum* (i), *Lithophyllum* sp. (j), *Peyssonnelia* sp. (k) and *Pterocladia capillacea* (l). Bars indicate 500  $\mu\text{m}$ .

2種、褐藻1種、紅藻8種の計11種であった。そのうち、紅藻のウズマキフチシロ *Lithophyllum prototypum* (Foslie) Foslie は特徴的な紋様を持つため、形態観察により同定できたが、他の海藻は遺伝子情報に基づいて種同定した。遺伝子情報により、緑藻はナヨシオグサ *Cladophora hutchinsiae* (Dillwyn) Kützinger とカサネアオサ *Ulva adhaerens* Kaoru Matsumoto & S. Shimada, 褐藻は *Colpomenia (Col.) claytoniae* S.M. Boo, K.M. Lee, G.Y. Cho & W.A. Nelson, 紅藻はカキノテ属の1種 *Amphiroa* sp., ナンプワツナギソウ *Champia lubrica* Mas. Suzuki & Yoshizaki, サビモドキ *Corallina berteroi* Montagne ex Kützinger, シンヒライボ *L. neo-okamurae* A. Kato, D. Basso, Caragnano, Rodondi, V. Peña & M. Baba, イシゴロモ属の1種 *Lithophyllum* sp., イワノカワ属の1種 *Peyssonnelia* sp. およびカタオバクサ *Pterocladia capillacea* (S.G. Gmelin) Santelices & Hommersand と同定した (Fig. 1b-l, Table 2)。

#### サザエの殻高と出現海藻の季節変化

採集した122個体のサザエの殻高は平均で  $55.5 \pm 11.2$  mm で、最小で30.0 mm (2020年7月と2021年9月に1個体ずつ)、最大で83.0 mm (2021年3月の1個体) であった。採集したサザエの殻高は冬季に大きくなる傾向が見られ、2021年2月は  $70.2 \pm 10.4$  mm, 2021年3月は  $69.2 \pm 10.0$  mm であったが、他の採集月の殻高は50~60 mmの範囲にあった (Fig. 2a)。

着生海藻の種数については、採集した122個体の平均が  $4.5 \pm 1.4$  種で、最少で2種 (2021年9月採集に2個体、殻高47 mmと63 mm)、最多で10種 (2021年3月採集、殻高83 mm) であった。殻高と同様で、種数も冬季に増える傾向にあり、2021年2月に  $6.7 \pm 0.5$  種, 2021年3月に  $6.6 \pm 2.2$  種, 2021年4月に  $6.7 \pm 1.4$  種であったが、他の採集月は1個体あたり4種程度に留まった (Fig. 2b)。

各採集月において着生海藻の出現率 (採集したサザエのう

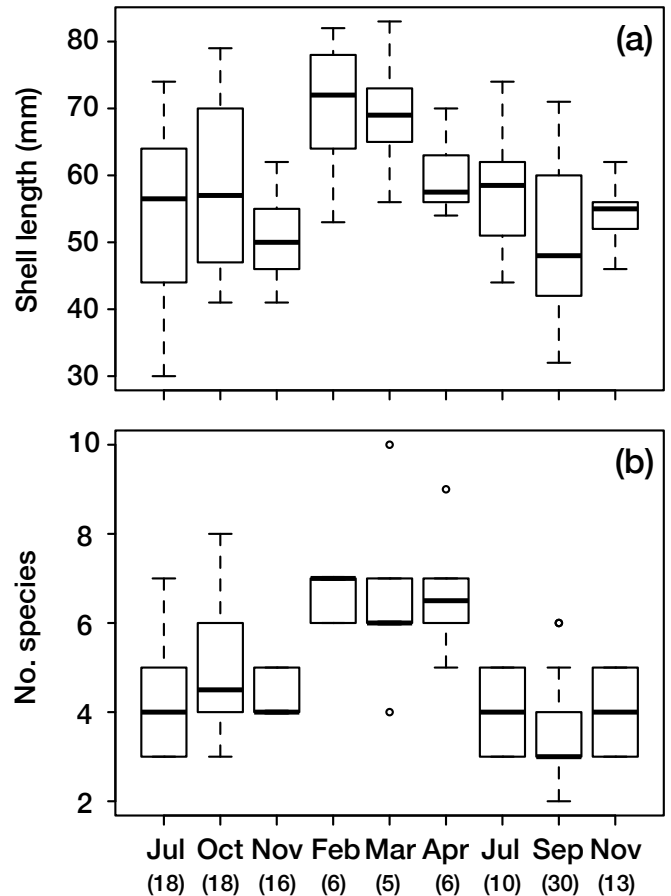


Fig. 2. Box plot showing seasonal changes in shell length (mm) of *Turbo sazae* (a) and number of macroalgal species attached on each shell (b). Sample number is indicated in parenthesis below each month. The boxes indicating range of 25th to 75th percentile, and bold lines represent median. The whiskers represent range from the lowest datum within 1.5 interquartile range (IQR) of the lower quartile to the highest datum within 1.5 IQR of the upper quartile. Open circles indicate outliers.

Table 2. Results of molecular identification for nucleotide sequences obtained from epizoid macroalgae on shell of *Turbo sazae*.

Accession no.	Region	Result of molecular identification			
		Species name	Accession no. of most related sequences	Identity	Source
LC767499	ITS1	<i>Cladophora hutchinsioides</i>	LN679078	99.7%	Pochon <i>et al.</i> (2015)
LC767498	ITS1	<i>Ulva adhaerens</i>	AB894334	100%	Matsumoto & Shimada (2015)
LC767500	<i>rbcL</i>	<i>Colpomenia claytoniae</i>	LC472402	99.5%	Hanyuda <i>et al.</i> (2020)
LC767501	COI	<i>Amphiroa</i> sp.*	LC071729	91.5%	Kogame <i>et al.</i> (2017)
LC767503	<i>rbcL</i>	<i>Champia lubrica</i>	AB693109 AB693110 AB693116	100%	Suzuki <i>et al.</i> (2013)
LC767502	<i>rbcL</i>	<i>Corallina berteroi</i>	DQ787558	100%	Yang <i>et al.</i> (2016) Calderon <i>et al.</i> (2021)
LC767504	<i>psbA</i>	<i>Lithophyllum neo-okamurae</i> *	LC620629	100%	Kato <i>et al.</i> (2022)
LC767505	<i>psbA</i>	<i>Lithophyllum</i> sp.	MZ438399	91.1%	-
LC767506	<i>rbcL</i>	<i>Peyssonnelia</i> sp.*	MN539015	96.9%	-
LC767507	<i>rbcL</i>	<i>Pterocladia capillacea</i>	AB023842	100%	Shimada <i>et al.</i> (2000)

\* Phylogenetic analysis was performed using IQ-TREE web server.

ち特定の海藻の着生が認められた個体の割合)を求めると、通年全ての個体に出現した海藻、季節的に出現率が増加した海藻、稀に低確率で出現した海藻、特に傾向が認められなかった海藻に分かれた。通年出現したのはイワノカワ属の1種とイシゴロモ属の1種で、採集した全てのサザエで認められた。季節的に出現率が増加した海藻は、カサネアオサ、ナヨシオグサ、*Col. claytoniae*、カニノテ属の1種、サビモドキ、カタオバクサ、ウズマキフチシロであり、いずれも冬から春に出現率が増加した。ナンブワツナギソウは、2021年2月に採集したサザエ1個体からのみ認められ、稀であった。シンヒライボについては、特に傾向はなく、出現率の増減は不明瞭であった (Table 3)。なお、本研究期間中に採集したサザエではないが、ごく稀にサザエの殻の上にカジメやワカメ *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar が着生していたことを確認した (藤田 潜水水中の観察)。

殻に着生していた海藻の多様性を各採集月で標準化すると、シャノンの多様度とシンプソンの多様度ともに、2021年の2, 3, 4月に高く、2020年の7, 11月および2021年7, 9, 11月に低かった。2020年10月については、中間の値を示した (Fig. 3)。GLMの結果、種数に対して殻高の高さが正の影響 (回帰係数:  $0.013 \pm 0.004$ ,  $P < 0.0001$ )、採集月が負の影響 (回帰係数:  $-0.224 \pm 0.017$ ,  $P < 0.0001$ ) としてそれぞれ検出された。

## 考察

本研究において、城ヶ島地先の中根で採集したサザエの殻から11種の着生海藻を確認し、形態観察とDNAバーコーディングにより、8種は種のランクにまで、3種は属のランクにまで同定した。三浦半島では、緑藻57種、褐藻83種、紅藻241種の合計381種の海藻が確認されている (高橋・大森 2008)。今回、種のランクにまで同定できた8種はいずれ

も高橋・大森 (2008) の図鑑には未掲載であった。この理由は、それらが形態のみでは同定が困難でDNAバーコーディングが必要なことによると考えられる。具体的には、ナヨシオグサやカタオバクサなどは形態の変異が大きく形態による同定が困難であり、カサネアオサ (Matsumoto & Shimada 2015) やシンヒライボ (Kato *et al.* 2022) などは図鑑の出版当時に未記載種であった。したがって、種のランクにまで同

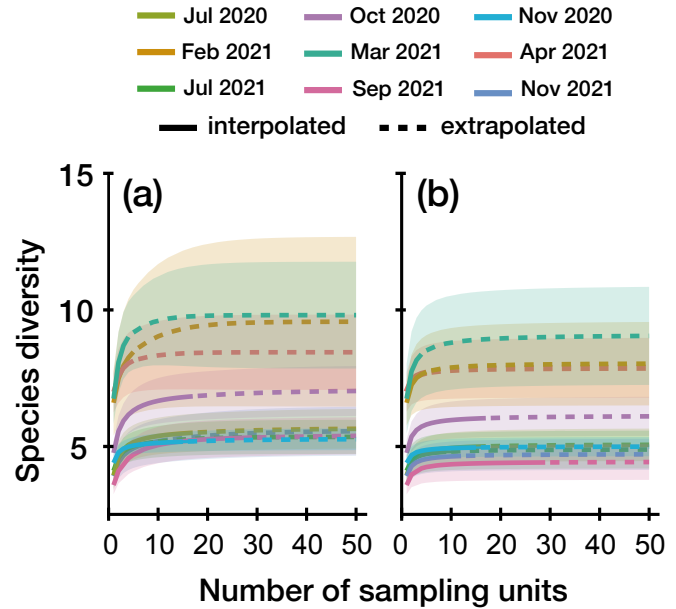


Fig. 3. Sampling-size-based rarefaction (solid line segment) and extrapolation (dotted line segment) sampling curves with 95% confidence intervals (shaded area) for Shannon diversity (a) and Simpson diversity (b) of macroalgae collected from shell of *Turbo sazae* in each month.

Table 3. Seasonal changes in occurrence of epizoic macroalgae on shell of *Turbo sazae*. Number of occurrence and its percentage are shown, respectively.

	2020			2021					
	Jul n = 18	Oct n = 18	Nov n = 16	Feb n = 6	Mar n = 5	Apr n = 6	Jul n = 10	Sep n = 30	Nov n = 13
<b>Ulvophyceae</b>									
<i>Cladophora hutchinsiae</i>	14 (77.8%)	15 (83.3%)	16 (100%)	6 (100%)	5 (100%)	6 (100%)	10 (100%)	27 (90.0%)	13 (100%)
<i>Ulva adhaerens</i>	1 (5.6%)	4 (22.2%)	1 (6.3%)	6 (100%)	5 (100%)	2 (33.3%)	-	3 (10.0%)	1 (7.7%)
<b>Phaeophyceae</b>									
<i>Colpomenia claytoniae</i>	-	-	-	-	1 (20.0%)	6 (100%)	-	-	-
<b>Rhodophyta</b>									
<i>Amphiroa</i> sp.	9 (50.0%)	16 (88.9%)	12 (75.0%)	6 (100%)	1 (20.0%)	-	5 (50.0%)	4 (13.3%)	6 (46.2%)
<i>Champia lubrica</i>	-	-	-	1 (16.7%)	-	-	-	-	-
<i>Corallina berteroi</i>	1 (5.6%)	1 (5.6%)	-	1 (16.7%)	4 (80.0%)	6 (100%)	-	4 (13.3%)	-
<i>Lithophyllum neo-okamurae</i>	10 (55.6%)	6 (33.3%)	9 (56.3%)	1 (16.7%)	2 (40.0%)	2 (33.3%)	1 (10.0%)	3 (10.0%)	1 (7.7%)
<i>L. prototypum</i>	-	3 (16.7%)	-	4 (66.7%)	2 (40.0%)	5 (83.3%)	-	-	-
<i>Lithophyllum</i> sp.	18 (100%)	18 (100%)	16 (100%)	6 (100%)	5 (100%)	6 (100%)	10 (100%)	30 (100%)	13 (100%)
<i>Peyssonnelia</i> sp.	18 (100%)	18 (100%)	16 (100%)	6 (100%)	5 (100%)	6 (100%)	10 (100%)	30 (100%)	13 (100%)
<i>Pterocladia capillacea</i>	3 (16.7%)	8 (44.4%)	1 (6.25%)	3 (50.0%)	3 (60.0%)	1 (16.7%)	4 (40.0%)	8 (26.7%)	4 (30.8%)

定できた海藻は、サザエの殻に特異的に生育する種類ではなく、形態に基づく同定で記録された高橋・大森（2008）では見逃されていた種と考えることができる。すなわち、これまでに他の貝類で示されているように（e.g. Bell 2005, Eager *et al.* 2015），サザエの殻も海底に生育する海藻の補助的な着生基質であると言える。

フクロノリ属の1種である *Col. claytoniae* については、本研究が本州初報告である。本種は、本邦において沖縄県石垣市名倉（Boo *et al.* 2011）および鹿児島県志布志市（Hanyuda *et al.* 2020）でのみ採集記録がある。*rbcL* での DNA バーコーディングを確かめるために、Song *et al.* (2019) の方法に従い本サンプルの *cox3* 配列（Accession ID: LC767508）も決定した。その配列は本種が提案された Boo *et al.* (2011) の最尤系統樹で *Col. claytoniae* クレードに含まれていたサンプルと 96.3 ~ 99.8% で類似したため、今回の DNA バーコーディングに間違いはないと判断した。Boo *et al.* (2011) では、暖流域である韓国の南部だけでなく、寒流域である韓国の江陵市（東岸の北部）でも本種を採集している。したがって、本邦においても本種が広い範囲で分布している可能性が高く、フクロノリ *Col. sinuosa* (Mertens ex Roth) Derbès & Solier やウスカワフクロノリ *Col. peregrina* Sauvageau と混同されていると考えられる。今後、本種の分布域については詳細に検討する必要がある。

ナンブワツナギソウについては、著者らの知る限り本研究が関東初報告である。本種は、2013年に岩手県山田町で採集された個体に基づき記載された種類である（Suzuki *et al.* 2013）。当初は分布域が限られていると報告されていたが（Suzuki *et al.* 2013）、命名者により兵庫県淡路島でも生育が確認されているほか（鈴木 2021）、韓国南部の済州島や慶尚南道でも発見されていることから（Yang *et al.* 2015）、日本各地に分布する可能性が指摘されている（鈴木 2021）。本研究は、命名者の分布域に関する指摘を裏付ける結果となった。ナンブワツナギソウとワツナギソウは生育帯が異なり、それぞれ、漸深帯と潮間帯下部に棲み分けている（Suzuki *et al.* 2013）。以上から、本邦沿岸の潮下帯においてワツナギソウに似る藻体を採集した際は、ナンブワツナギソウである可能性も考慮して種を同定することが必要である。

サザエ 1 個体あたりの着生海藻の種数は冬から春に多く認められ、各採集月のサンプル数のバラツキを標準化してもその傾向は同じであった。種数の増減には、サザエの殻高よりも季節がより強く影響していたことが GLM の回帰係数により示された。一般に冬～春は海藻の種が多い季節であることや、本調査地の近隣の花藻類の季節的消長（横須賀市天神島：石塚・田中 2004）でも 8 ~ 11 月に出現種数の減少が認められていることから、冬から春に出現種数が多いことは周辺の花藻の季節的消長と同調したためと考えられる。一方で、殻高が高いほど種数が増える傾向も認められており、これについては、オーストラリアに生息する *Turbo torquatus* Gmelin でも同様の傾向が示されている（Wernberg *et al.* 2010）。

サザエの殻に出現した海藻は、通年全ての個体に出現した

海藻、季節的に出現率が増加した海藻、稀に低確率で出現した海藻、特に傾向が認められない海藻の 4 パターンが認められた。これらのうち、通年全ての個体に出現した海藻は、イワノカワ属の 1 種およびイシゴロモ属の 1 種であった。これらと同種と考えられる遺伝子情報はデータベースに登録されていなかったため、DNA バーコーディングを用いても種のランクまで同定することができなかった。他の海藻と異なり、全てのサザエに着生していたことから、コシダカガンガラに着生するカイノカワ（Segawa 1941, Pestana *et al.* 2021）や、スガイに着生するカイゴロモ（Sakai 1964, Boedeker *et al.* 2012）と同様に、サザエの殻に特異的に着生する種である可能性がある。これらの種については形態的な観察も加え、新種であるかについて検討する必要がある。

本研究は城ヶ島地先の中根においてサザエに着生する海藻の季節的消長を明らかにした。その結果、種数の増減は殻高より季節の影響を強く受けることが明らかになっただけでなく、サザエの殻に特異的に生育している可能性のある種を検出することができた。さらに、他の貝類と同様に（e.g. Bell 2005, Eager *et al.* 2015）、サザエの殻も補助的な海藻の着生基質となり得ることを示した。サザエは、殻付きで販売されたり皿に盛り付けられたりして利用されることも多く、一般市民が殻の表面に着生する海藻を目にし、海藻の種の多様性を卓上で垣間見る機会になる。この中には、上記のような一般に馴染みの薄い種も含まれるため、学校教育や市民向けの環境学習の教材などとしての活用も期待できる。実際には、サザエが漁獲されてから出荷されるまでの間に漁港内のカゴや陸上の水槽などで多数の個体がまとめて蓄養されることも多く、蓄養が長期化すれば貝相互の摂餌により着生海藻の種類や量が減少する可能性があるが、そのような場合には、着生海藻は限られた蓄養環境で補助的な餌料になると考えられる。また、サザエは北海道南部から九州までの潮間帯から漸下帯に広く分布しているため、今後、地域ごと、水深ごとの着生海藻相を潜在的植生（培養で検出される）とともに明らかにすれば、環境指標として利用できるかもしれない。

## 謝辞

本研究のサザエの採捕を許可していただいただけでなく有益な助言も数多くいただいた神奈川県水産課の皆様、調査の際にお世話になった神奈川県水産技術センターの皆様、無節サンゴモ類を同定していただいた海洋生物環境研究所の馬場将輔博士に深く感謝申し上げます。

## 引用文献

- Bell, J. J. 2005. Influence of occupant microhabitat on the composition of encrusting communities on gastropod shells. *Mar. Biol.* 147: 653–661. doi.org/10.1007/s00227-005-1587-8

- Boedeker, C., O' Kelly, C. J., Star, W. & Leliaert, F. 2012. Molecular phylogeny and taxonomy of the *Aegagropila* clade (Cladophorales, Ulvophyceae), including the description of *Aegagropilopsis* gen. nov. and *Pseudocladophora* gen. nov. J. Phycol. 48: 808–825. doi.org/10.1111/j.1529-8817.2012.01145.x
- Boo, S. M., Lee, K. M., Cho, G. Y. & Nelson, W. 2011. *Colpomenia claytonii* sp. nov. (Scytosiphonaceae, Phaeophyceae) based on morphology and mitochondrial *cox3* sequences. Bot. Mar. 54: 159–167. doi.org/10.1515/bot.2011.017
- Calderon, M. S., Bustamante, D. E., Gabrielson, P. W. *et al.* 2021. Type specimen sequencing, multilocus analyses, and species delimitation methods recognize the cosmopolitan *Corallina berteroi* and establish the northern Japanese *C. yendoii* sp. nov. (Corallinaceae, Rhodophyta). J. Phycol. 57: 1659–1672. doi.org/10.1111/jpy.13202
- Deng, Y., Tang, X., Huang, B., Teng, L. & Ding, L. 2012. Molecular identification and culture observation on *Acrochaete leptochaete* (Chaetophoraceae, Chlorophyta) from China. Chin. J. Oceanol. Limnol. 30: 476–484. doi.org/10.1007/s00343-012-1130-y
- Eager, R., Puckree-Padua, C. & Maneveldt, G. W. 2015. Understanding the association between the non-geniculate coralline red alga *Spongites discoidea* and the mollusc *Oxystele sinensis*. Afr. J. Mar. Sci. 37: 335–344. doi.org/10.2989/1814232X.2015.1074109
- Fujita, D. 2004. Nutrients and snail grazing affect recovery of algal vegetation on cobbles transplanted from a barren ground in southwestern Hokkaido to aquaria. Jpn. J. Phycol. 52(Suppl.): 23–32.
- Hanyuda, T., Aoki, S. & Kawai, H. 2020. Reinstatement of *Myelophycus caespitosus* (Scytosiphonaceae, Phaeophyceae) from Japan. Phycol. Res. 68: 126–134. doi.org/10.1111/pre.12405
- Hsieh, T. C., Ma, K. H., & Chao, A. 2016. iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). Methods Ecol. Evol. 7: 1451–1456. doi.org/10.1111/2041-210X.12613
- 石塚綾・田中次郎 2004. 三浦半島西岸(天神島付近)における海藻および海藻の季節消長. 横須賀市博研報(自然) 51: 53–66.
- Kagawa, O. & Chiba, S. 2019. Snails wearing green heatproof suits: the benefits of algae growing on the shells of an intertidal gastropod. J. Zool. 307: 256–263. doi.org/10.1111/jzo.12641
- Kato, A., Basso, D., Caragnano, A. *et al.* 2022. Morphological and molecular assessment of *Lithophyllum okamurai* with the description of *L. neo-okamurai* sp. nov. (Corallinales, Rhodophyta). Phycologia 61: 117–131. doi.org/10.1080/00318884.2021.2005330
- Kato, A., Guimarães, S. M., Kawai, H. & Masuda, M. 2009. Characterization of the crustose red alga *Peyssonnelia japonica* (Rhodophyta, Gigartinales) and its taxonomic relationship with *Peyssonnelia boudouresquei* based on morphological and molecular data. Phycol. Res. 57: 74–86. doi.org/10.1111/j.1440-1835.2008.00523.x
- Kogame, K., Horiguchi, T. & Masuda, M. 1999. Phylogeny of the order Scytosiphonales (Phaeophyceae) based on DNA sequences of *rbcL*, partial *rbcS*, and partial LSU nrDNA. Phycologia 38: 496–502. doi.org/10.2216/i0031-8884-38-6-496.1
- Kogame, K., Uwai, S., Anderson, R. J., Choi, H.-G. & Bolton, J. J. 2017. DNA barcoding of South African geniculate coralline red algae (Corallinales, Rhodophyta). S. Afr. J. Bot. 108: 337–341. doi.org/10.1016/j.sajb.2016.08.013
- Larsson, A. 2014. AliView: a fast and lightweight alignment viewer and editor for large data sets. Bioinformatics 30: 3276–3278. doi.org/10.1093/bioinformatics/btu531
- Lopes, E. P., Monteiro, N. & Santos, A. M. 2020. Epibiotic assemblages on the pen shell *Pinna rudis* (Bivalvia, Pinnidae) at Mاتيota Beach, São Vicente Island, Cabo Verde. Afr. J. Mar. Sci. 42: 13–21. doi.org/10.2989/1814232X.2019.1700826
- Matsumoto, K. & Shimada, S. 2015. Systematics of green algae resembling *Ulva conglobata*, with a description of *Ulva adhaerens* sp. nov. (Ulvales, Ulvophyceae). Eur. J. Phycol. 50: 100–111. doi.org/10.1080/09670262.2014.994189
- 松山和世・有賀祐勝 1993. 南房総沿岸におけるカイゴロモ(緑藻, シオグサ科)の生態(予報). 千葉大海洋センター年報 13: 21–24.
- 松山和世・有賀祐勝・田中次郎 1999. カイゴロモ(アオサ藻綱, シオグサ科)の生態および形態. 植物研究雑誌 74: 136–141.
- Pestana, E. M. S., Nunes, J. M. C., Cassano, V. & Lyra, G. M. 2021. Taxonomic revision of the Peyssonneliales (Rhodophyta): circumscribing the authentic *Peyssonnelia* clade and proposing four new genera and seven new species. J. Phycol. 57: 1749–1767. doi.org/10.1111/jpy.13207
- Pochon, X., Atalah, J., Wood, S. A., Hopkins, G. A., Watts, A. & Boedeker, C. 2015. *Cladophora ruchingeri* (C. Agardh) Kützing, 1845 (Cladophorales, Chlorophyta): a new biofouling pest of green-lipped mussel *Perna canaliculus* (Gmelin, 1791) farms in New Zealand. Aquat. Invasions 10: 123–133. doi.org/10.3391/ai.2015.10.2.01
- R Core Team 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Sakai, Y. 1964. The species of *Cladophora* from Japan and its vicinity. Sci. Pap. Inst. Algal. Res. Fac. Sci. Hokkaido Univ. 5: 1–104.
- 佐々木猛智 2008. 軟体動物の解剖: コウイカ・サザエ・ホタテガイ. 化石 84: 86–95.
- Segawa, S. 1941. New or noteworthy algae from Izu. Sci. Sci. Pap. Inst. Algal. Res. Fac. Sci. Hokkaido Univ. 2: 251–271.
- Shimada, S., Horiguchi, T. & Masuda, M. 2000. Confirmation of the status of three *Pterocladia* species (Gelidiales, Rhodophyta) described by K. Okamura. Phycologia 39: 10–18. doi.org/10.2216/i0031-8884-39-1-10.1
- Shimada, S., Yokoyama, N., Arai, S. & Hiraoka, M. 2008. Phylogeography of the genus *Ulva* (Ulvophyceae, Chlorophyta), with special reference to the Japanese freshwater and brackish taxa. J. Appl. Phycol. 20: 979–989. doi.org/10.1007/s10811-007-9296-y
- Song, X.-H., Hu, Z.-M., Sun, Z.-M., Draisma, S. G. A., Fresia, P. & Duan, D.-L. 2019. Species diversity and distribution of the genus *Colpomenia* (Scytosiphonaceae, Phaeophyceae) along the coast of China. Algae 34: 217–228. doi.org/10.4490/algae.2019.34.7.22
- 水産庁 2021. 第3版 磯焼け対策ガイドライン. 公益社団法人全国漁港漁場協会, 東京.
- 鈴木雅大 2021. ナンプワツナギソウ *Champia lubrica*. 生きもの好きの語る自然誌, 写真で見る生物の系統と分類. 2021年4月17日更新(2023年7月4日閲覧). [https://tonysharks.com/Tree\\_of\\_life/Eukaryote/Plantae/Rhodophyta/Champia\\_lubrica/Champia\\_lubrica.html](https://tonysharks.com/Tree_of_life/Eukaryote/Plantae/Rhodophyta/Champia_lubrica/Champia_lubrica.html)
- Suzuki, M., Hashimoto, T., Kitayama, T. & Nozaki, H. 2013. Morphological and molecular evidence support the recognition of *Champia lubrica* sp. nov. (Champiaceae, Rhodophyta) from Japan. Phycologia 52: 609–617. doi.org/10.2216/13-128.1
- Suzuki, M., Hashimoto, T., Nakayama, T. & Yoshizaki, M. 2010. Morphology and molecular relationships of *Leptofauchea rhodymenioides* (Rhodymeniales, Rhodophyta), a new record for Japan. Phycol. Res. 58: 116–131. doi.org/10.1111/j.1440-1835.2010.00569.x
- 高橋昭善・大森雄治 2008. 三浦半島海藻図鑑—海藻は海からの手紙—. 横須賀市自然・人文博物館, 横須賀.
- 高重博・武井哲史 2019. ネイチャーウォッチングガイドブック 日本の貝: 温帯域・浅海で見られる種の生態写真 + 貝殻標本 629種. 誠文堂新光社, 東京.

- Torrano-Silva, B. N., Vieira, B. R., Riosmena-Rodríguez, R. & Oliveira, M. C. 2018. Guidelines for DNA barcoding of coralline algae, focusing on Lithophylloideae (Corallinales) from Brazil. *Bot. Mar.* 61: 127–140. doi.org/10.1515/bot-2017-0040
- Trifinopoulos, J., Nguyen, L.-T., von Haeseler, A. & Minh, B. Q. 2016. W-IQ-TREE: a fast online phylogenetic tool for maximum likelihood analysis. *Nucl. Acids Res.* 44: W232–W235. doi.org/10.1093/nar/gkw256
- Wang, X., Xia, B., Bottalico, A. & Wang, G. 2017. Taxonomic revision of *Gelidium tsengii* and *Gelidium honghaiwanense* sp. nov. (Gelidiales, Rhodophyta) from China based upon molecular and morphological data analyses. *Chin. J. Oceanol. Limnol.* 35: 1442–1453. doi.org/10.1007/s00343-017-5340-1
- 王曉陽・阪井興志雄 1986. ツヤナシシオグサとカイゴロモの生活史について. *藻類* 34: 209–215.
- Wernberg, T., Tuya, F., Thomsen, M. S. & Kendrick, G. A. 2010. Turban snails as habitat for foliose algae: contrasting geographical patterns in species richness. *Mar. Freshw. Res.* 61: 1237–1242. doi.org/10.1071/MF09184
- Xing, Y. & Wada, K. 2001. Temporal and spatial patterns of the alga *Cladophora conchopheria* on the shell of the intertidal gastropod *Turbo coronatus corensis*. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.* 39: 103–111. doi.org/10.5134/176299
- Yamada, M., Wada, K. & Ohno, T. 2003. Observations on the alga *Cladophora conchopheria* on shells of the intertidal gastropod *Turbo coronatus corensis*. *Benthos Res.* 58: 1–6. doi.org/10.5179/benthos1996.58.1\_1
- Yang, E. C., Boo, S. M., Bhattacharya, D. *et al.* 2016. Divergence time estimates and the evolution of major lineages in the florideophyte red algae. *Sci. Rep.* 6: 21361. doi.org/10.1038/srep21361
- Yang, M. Y., Koh, Y. H. & Kim, M. S. 2015. New record of the red alga, *Halarachnion parvum* (Gigartinales) and *Champia lubrica* (Rhodymeniales), from Korea. *J. Ecol. Environ.* 38: 663–671. doi.org/10.5141/eoenv.2015.067
- 吉田忠生 1998. 新日本海藻誌. 内田老鶴圃, 東京.
- Zeeman, Z., Branch, G. M., Farrell, D. Maneveldt, G. W., Robertson, D. & Pillay, D. 2013. Comparing community structure on shells of the abalone *Haliotis midae* and adjacent rock: implications for biodiversity. *Mar. Biol.* 160: 107–117. doi.org/10.1007/s00227-012-2067-6

(2023年6月7日受付, 2023年9月5日受理)

通信担当編集委員: 北山 大樹

## 日本藻類学会研究奨励賞の募集について (第20回, 2024年授与)

研究奨励賞は、我が国の藻類学の発展に積極的に寄与することを期待し、藻類学及びその関連分野において優れた研究成果を上げた大学院修了後5年程度以内、推薦の時点でおおむね40歳未満の者に授与します。

応募手続など詳しくは日本藻類学会ホームページに掲載の募集案内をご覧ください。

応募締切日: 2023年12月25日(月) 必着



### アオミドロ語誌拾遺 (2): アオミドロの語源諸説

仲田 崇志

『語誌(4)』(前々号)ではアオミドロがアオミドリに由来すると紹介したが、『大言海1』(1932)にも「みどろト云フハ、音通ナリ」(音通: 語の母音が変化すること)とある。最新の『広辞苑7版』や『大辞林4版』でも、アオミドリはアオミドロの異称や古名とされる。だが巷には他の語源説も流布している。

例えば「おどろ」を語源とする説で、新崎盛敏(『大日本百科事典1』1967, 『万有百科大事典19』1972, 『日本大百科全書1』1984)が伝聞として示した。『語源辞典 植物編』(吉田2001)にも同説があるが、やはり根拠が示されていない。また「血みどろ」や「汗みどろ」の「みどろ」に由来するという推測もある(濱田1992. *藻類* 40: 57–60)。他に、京都の深泥池のように「みどろ」を含む地名もある。深泥池は、底に深く泥が堆積していることに由来するらしく(下中1979. 京都市の地名. p.516), こちらもアオミドロとは関係なさそうだ。

アオミドリからアオミドロへの変化に、「おどろ」や「みどろ」または「泥」(『語誌(5)』, 前号; また『本草綱目啓蒙』に備前方言のアミドロが引用)への連想が関わった可能性は否定できないが、根拠を示すことは難しい。

言葉の語源には諸説あることが珍しくないが、言葉の類似のみを根拠とするなど怪しいものも多く、注意が必要だろう。