

南西オホーツク海根室海峡で確認されたイバラガニモドキ鰓腔の クサウオ科コンニャクウオ属魚類 2 種の卵塊

松崎浩二^{1,*}・上運天萌子¹・柳本 卓²

The eggs of two snailfish species in gill cavity of golden king crab
Lithodes aequispinus from the Nemuro Strait,
southwestern Sea of Okhotsk, Japan

Koji MATSUZAKI^{1,*}, Moeko KAMIUNTEN¹ and Takashi YANAGIMOTO²

Abstract: In the Nemuro Strait off Shiretoko Peninsula, eastern Hokkaido, Japan, egg mass deposits of liparid snailfishes were revealed in gill cavities of 14.8% (19 out of 128) of all golden king crabs *Lithodes aequispinus* sampled by local fishermen using traps set on steep slopes and hard bottoms at depths of 500–750 m in 2016. We also carried out continuous sampling of liparid snailfishes and collected seven species between 2015 and 2017. (*Careproctus zachirus*, *C. cypselurus*, *C. furcellus*, *C. rausuensis*, *C. rastrinus*, *Paraliparis grandis* and *Crystallichthys matsushimae*). COI sequences from eggs and hatched juveniles were compared with COI sequenced from positively identified adult voucher specimens. As a result, the eggs and juveniles were identified as *C. cypselurus* and *C. furcellus*. This result and prevalence rate of the snailfish eggs in gill cavities of golden king crabs is the first report in the Nemuro Strait, southwestern part of the Sea of Okhotsk.

Key words: *Careproctus*; Golden king crab; COI; Prevalence rate

コンニャクウオ属 *Careproctus* Krøyer, 1862は、北太平洋では約50種が知られ (Orr et al. 2015), クサウオ科の中でも最も深海で多様化した属である (Gardner et al. 2016)。古くからタラバガニ科のカニ類の鰓腔からクサウオ科魚類のものと考えられる卵塊が見つかり、卵径や孵化仔魚の形態からコンニャクウオ属の可能性が示唆されている (中澤 1915; Rass 1950; Vinogradov 1950; Hunter 1969)。近年では、南東アラスカ沖におけるタラバガニ科イバラガニモドキ *Lithodes aequispinus* への本属卵塊の寄生率 (Love and Shirley 1993), ベーリング海における本属卵塊

の寄生率 (Somerton and Donaldson 1998) およびイバラガニモドキとキタイバラガニ *Lithodes couesi* の鰓腔に産卵された本属卵塊を遺伝的に同定した報告 (Gardner et al. 2016) などがある。日本近海では、アブラガニ *Paralithodes platypus* の鰓腔から出現した異物がその外部形態や DNA 分析結果から本属の卵塊である可能性が示唆され (柳本 2015), また北海道羅臼沖で漁獲されたイバラガニモドキの鰓腔の卵塊を INSDC (International Nucleotide Sequence Database Collaboration) のデータベースと比較した報告がある (柳本・松崎 2016)。しかし、これらの日本近海の先

2019年4月2日受付; 2019年11月19日受理。

¹公益財団法人ふくしま海洋科学館 (Marine Science Museum, Aquamarine Fukushima, Iwaki, Fukushima 971-8101, Japan)。

²国立研究開発法人 水産研究・教育機構 中央水産研究所 水産生命情報研究センター (National Research Institute of Fisheries Science, Yokohama, Kanagawa 236-8648, Japan)。

*連絡先 (Corresponding author): Tel, (+81) 246-73-2525; Fax, (+81) 246-73-2527; E-mail, matsu@aquamarine.or.jp (K. Matsuzaki)。

行研究はデータベース上の塩基配列との一致率を調べたものであり、正確な同定とは言えない。そこで、本研究ではイバラガニモドキ鰓腔に認められた卵塊とその孵化仔魚のミトコンドリア DNA 塩基配列を、同海域で採集されるクサウオ科成魚の塩基配列と比較し、卵塊の種同定を正確に行った。

材料と方法

イバラガニモドキの鰓腔の調査

北海道目梨郡羅臼町沖 (Fig. 1a, b) で操業する籠網漁に2016年7月11-13日に乗船し、水深570-750 m に沈めた約500個の籠を3日間毎日回収した。この籠の上面には直径25 cm の開口部があり、エビ・カニ類を誘引する餌としてサンマ *Cololabis saira* を使用した。

混獲されたイバラガニモドキは計128個体で、それらのうち19個体の鰓腔に各1卵塊が認められた(イバラガニモドキの卵塊の寄生率14.8%)。卵塊は鰓腔の左右に認められ (Fig. 2A, B), 合計19卵塊を収容器に回収した。収容器は、水温約 2℃ に保ち、ふくしま海洋科学館に持ち帰った。7卵塊については、それぞれの一部を99%エタノール液にて保管し、残りを育成水槽に移した。12卵塊については、そのまま育成水槽に移し、孵化後5-70日経過した仔魚を99%エタノール溶液にて保管した。育成水槽は、平均水温3.4℃, エアレーションで卵塊の酸欠を防止した。全ての卵塊から3個ずつ卵を取り、双眼実体顕微鏡下で卵径と油球径を小数点第1位まで測定した。また一部をエタノール

溶液に保管した7卵塊のうちの2つの卵塊については、それぞれ10粒の重量から卵塊の総粒数を推定した。

クサウオ科魚類の収集

イバラガニモドキの調査海域と同一海域 (Fig. 1a, b) で2015-2017年に操業された深海刺し網漁(水深750-1200 m)や籠網漁(水深300-800 m)で混獲されたコンニャクウオ属5種の成魚とインキウオ属ヒラインキウオ *Paraliparis grandis* 成魚を用いた。これらの種同定および標準和名は、中坊・甲斐(2013), Kido(1985), Machi et al. (2012), Orr et al. (2015) および松崎ら(2017)に従った。標準体長はSLと略した。遺伝子解析のために胸鰭の一部を99%エタノールで保管し、魚体は10%ホルマリンで固定した。標本はふくしま海洋科学館 (AMF) に収蔵した。

追加標本として、国立研究開発法人 水産研究・教育機構 西海区水産研究所所蔵で保管されているオグロコンニャクウオ *Careproctus furcellus* (SNFR 20294, SNFR 20295), ヒラインキウオ *Paraliparis grandis* (SNFR 20321) およびスイショウウオ属アバチャン *Crystallichthys matsushimae* (SNFR 20297) 成魚のDNA分析を行った。

サンプルのミトコンドリアDNA (mtDNA) 分析

イバラガニモドキの鰓腔から得られた卵とその孵化仔魚、および羅臼沖で混獲されたコンニャクウオ属5種と追加標本の2種、計7種の成魚について、mtDNA の分析 COI 領域における500塩基を決定した。これらのサンプルのDNAの抽出には QuickGene (富士フィルム) を用いた。一般的に種判別に用いられているバーコーディング領域として mtDNA の COI 領域を調べた。この領域のユニバーサルプライマーである L5956 (5'-CACAAAGACATTGGCACCCT-3') と H6558 (5'-CCTCCTGCAGGGTCAAAGAA-3') を用いて (Liu et al. 2006), サーマルサイクラー ABI9700 (Applied Biosystems) により PCR 増幅を行った。PCR 反応として、94℃ 2分の熱変成後、熱変成94℃ 30秒、アニーリング55℃ 30秒、伸長反応72℃ 2分を30サイクル行い、最後に72℃で7分加熱して伸長反応を行った。PCR 反応溶液は、DNA 溶液 1 µl, 2.5 mM dNTP 溶液0.8 µl, 10×Buffer (Takara) 1.0 µl, 50 µM の各プライマー 0.5 µl, Takara Ex Taq Polymerase 0.2 µl, 総量が10 µl になるように超純水を加えた。PCR 産物を1.5%NuSieve3:1アガロース (Takara) で電気泳動し、エチジウムブロマイド染色によって PCR 産物の確認を行った。これらを ExoSAP-IT (GE Healthcare) を用いて精製した。精製した PCR 産物をテンプレートとして、PCR 反応で用いた同様の

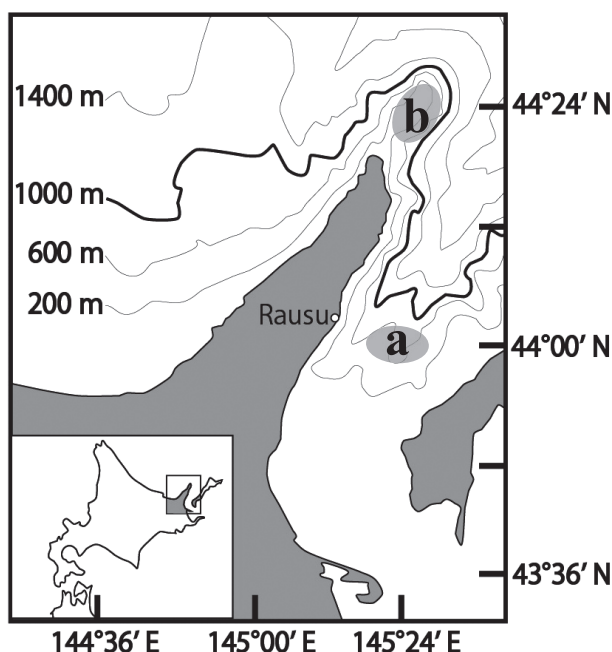


Fig. 1. Map showing sampling localities in the Nemuro Strait, coast of Shiretoko Peninsula (a, b : sampling point).

Table 1. Voucher specimens and accession numbers used in the present molecular analyses

Species	Voucher specimen	Sample name (Fig. 4)	Accession number (COI)
<i>Careproctus zachirus</i>	AMF-2-11-04-00-0028 (Others as AMF-0028)	Hagoromo	LC412485
<i>Careproctus cypselurus</i>	AMF-0036	Aibikunin	LC412481
<i>Careproctus furcellus</i>	AMF-0038, AMF-0039, AMF-0040 SNFR 20294, SNFR 20295	Ogurokonnyaku1-3 Ogurokonnyaku4, 5	LC412482-LC412484 LC437090, LC437091
<i>Paraliparis grandis</i>	AMF-0042 SNFR 20321	Hirainkiuo1 Hirainkiuo2	LC412488 LC437092
<i>Careproctus rausuensis</i>	AMF-0043, AMF-0044	Takakon1, 2	LC412486, LC412487
<i>Careproctus rastrinus</i>	AMF-0048	Sakebikunin1, 2	LC412489, LC412490
<i>Crystallichthys matsushimae</i>	SNFR 20297	Abatyan	LC437093
<i>Careproctus</i> sp. (Eggs)	AMF-0049	KusauoEgg1-KusauoEgg7-5	LC412422-LC412432
<i>Careproctus</i> sp. (Larvae)	AMF-0050	KusauoLarva1-41	LC412433-LC412473

プライマーを使用し Big Dye Terminator Kit Ver. 3.1 (Applied Biosystems) を用いてシーケンス反応を行った。シーケンス反応物をメーカーのマニュアルに従い精製した後、ABI PRISM 3730XL Genetic Analyser (Applied Biosystems) を用いて塩基配列を決定した。また、今回、分析した魚類の塩基配列を用いて Clustal W (Thompson et al. 1994) によりアライメント分析を行い、MEGA 5.05ソフトウェア (Tamura et al. 2011) を用いて、Kimura's two-parameter 法 (Kimura 1980) により遺伝距離を求め、近接結合 (NJ) 法 (Saitou and Nei 1987) により系統樹を作成した。系統樹の信頼性を1000回のブーストラップ検定によって評価した。得られた塩基配列は国際塩基配列データベース INSDC に登録した (Table 1)。

結 果

卵塊の状態

卵は真球形で、卵径4.7-5.2 mm (平均±標準偏差 = 5.0±0.1 mm, $n=57$)、1個の油球 (径0.9-1.1 mm) を有していた。卵の発生段階は卵塊ごとに異なり、囊胚期から孵化直前までが確認された。卵塊の推定総卵数は、約330粒と約420粒であった。育成水槽で孵化させた12卵塊から、3ヶ月以内に約2000個体の仔魚が孵化した。

クサウオ科魚類の同定

追加標本も含めたクサウオ科7種の同定結果とその根拠を以下に示す (Fig. 3A-F)。

ハゴロモコンニャクウオ *C. zachirus* ($n=1$) : 腹吸盤を有し、鼻孔が1対、背鰭軟条数が51、臀鰭軟条数が44、両顎歯が棒状と弱い三尖頭、胸鰭に欠刻があり、胸鰭上葉が体長の40%以上で後端が黒色。

アイビクニン *C. cypselurus* ($n=1$) : 腹吸盤を有し、鼻孔が1対、背鰭軟条数が62、臀鰭軟条数が55、両顎歯が棒状、胸鰭に弱い欠刻があり、吻が短く突出せず、生時は藍色。

オグロコンニャクウオ ($n=5$) : 腹吸盤を有し、鼻孔が1対、背鰭軟条数が61-63、臀鰭軟条数が55-57、両顎歯が棒状、胸鰭に欠刻がなく、吻が突出し、生時は桃色。

タマコンニャクウオ *C. rausuensis* ($n=2$) : 腹吸盤を有し、鼻孔が1対、背鰭軟条数が51-52、臀鰭軟条数が45-47、両顎歯が三尖頭、鰓孔下端が胸鰭第7軟条基底に達し、頭長が体長の23.5-25.2%。

サケビクニン *C. rastrinus* ($n=2$) : 腹吸盤を有し、鼻孔が1対、背鰭軟条数が59-60、臀鰭軟条数が52-53、腹膜や胃の色が灰色。

ヒラインキウオ ($n=2$) : 腹吸盤がなく、背鰭軟条数が75-79、臀鰭軟条数が68-72、鰓孔下端が胸鰭基底上端より僅かに下にあり、吻にひげがなく、胸鰭基部下端が眼の前縁に達し、背鰭と臀鰭の辺縁が黒色。

アバチャン ($n=1$) : 腹吸盤を有し、鼻孔が1対、背鰭軟条数が55、臀鰭軟条数が47、吻部および両顎にひげがあり、体に棒状の斑紋がある。

調査サンプルの系統樹

以下の合計66サンプルを用いた NJ 樹を Fig. 4に示した。

卵 ($n=11$) : 7卵塊中6卵塊については各1粒 (KusauoEgg1-6)、残り1卵塊は5粒 (KusauoEgg7-1-7-5)。

孵化仔魚 ($n=41$) : 12卵塊からの孵化後5-30日の死亡魚41サンプル (KusauoLarva 1-41)。

成魚 ($n=14$) : 上に示した。

7卵塊の卵は全てクレード C に含まれ、孵化仔魚

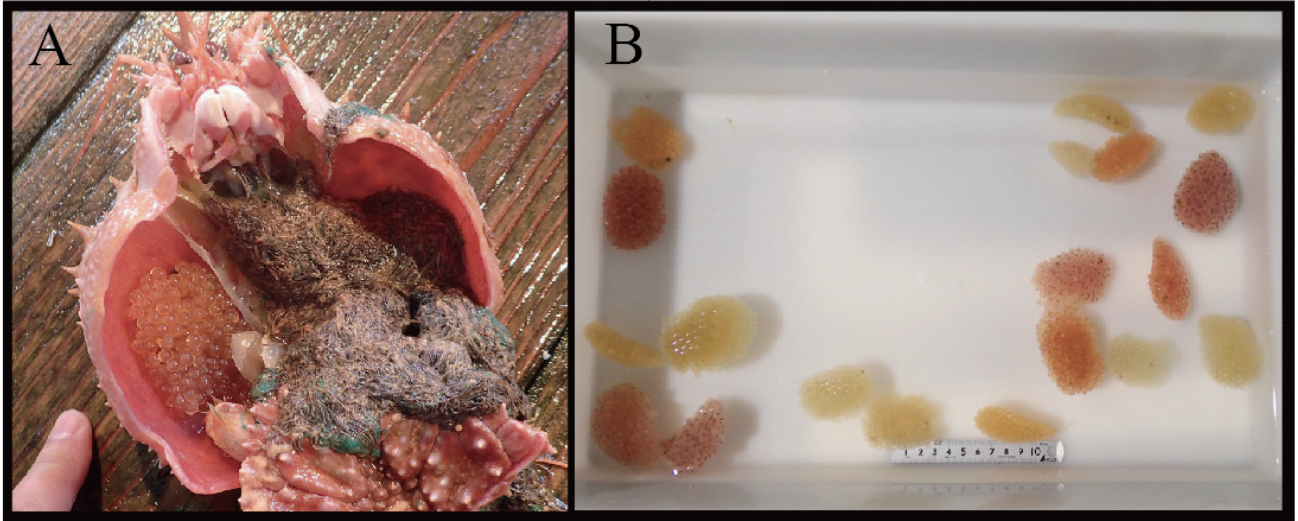


Fig. 2. A, Egg mass in the carapace of golden king crab *L. aequispinus*; B, Egg masses taken from beneath the carapace of *L. aequispinus*.

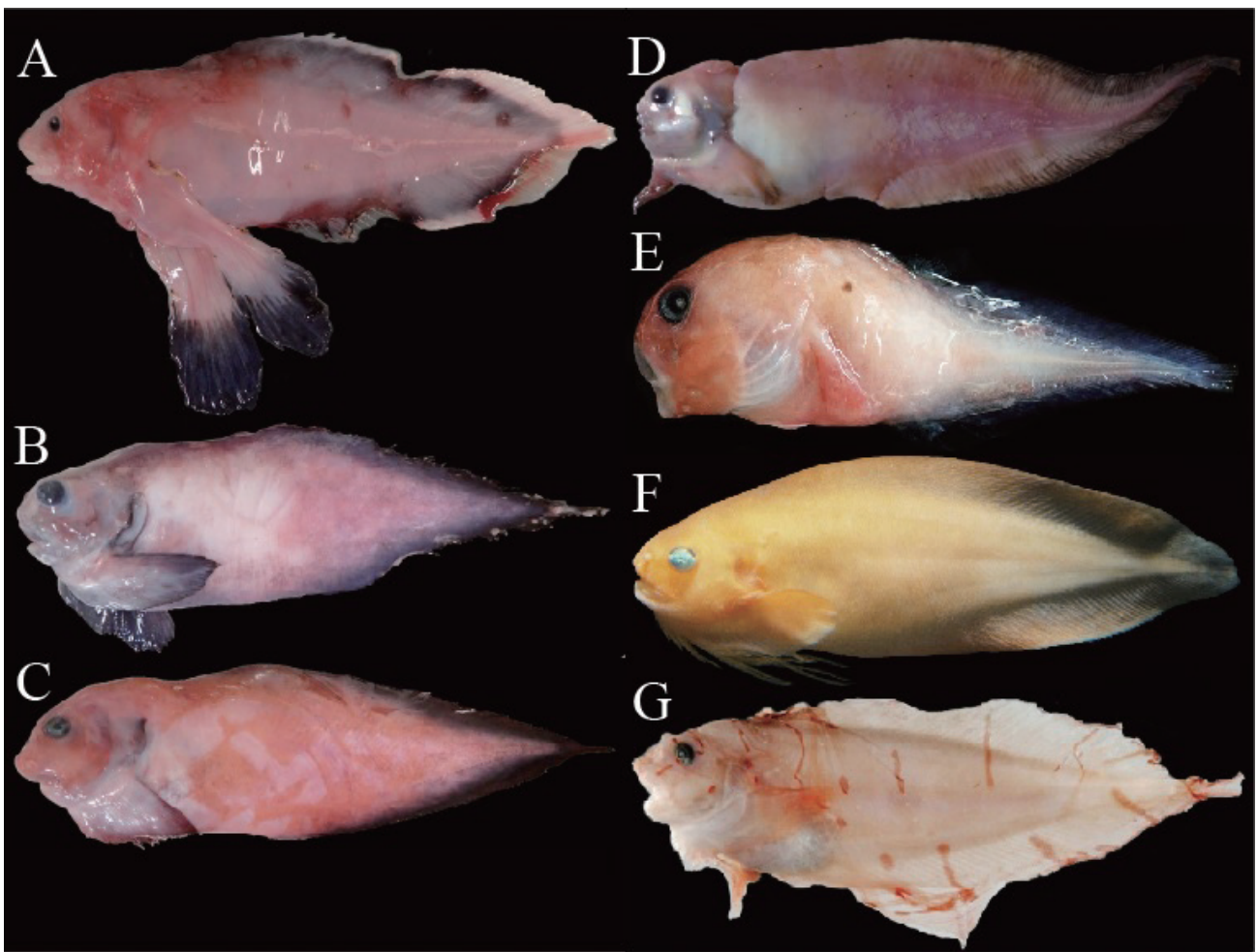


Fig. 3. The snailfish family Liparidae analyzed using COI sequence in this study (A–G). A, *C. zachirus*, AMF-0028, 232 mm SL; B, *C. cypselurus*, AMF-0036, 268 mm SL; C, *C. furcellus*, AMF-0038, 246 mm SL; D, *Paraliparis grandis*, AMF-0042, 298 mm SL; E, *C. rausuensis*, AMF-0043, 165 mm SL; F, *C. rastrinus*, AMF-0047, 248 mm SL; G, *Crystallichthys matsushimae*, SNFR 20297, 153 mm SL.

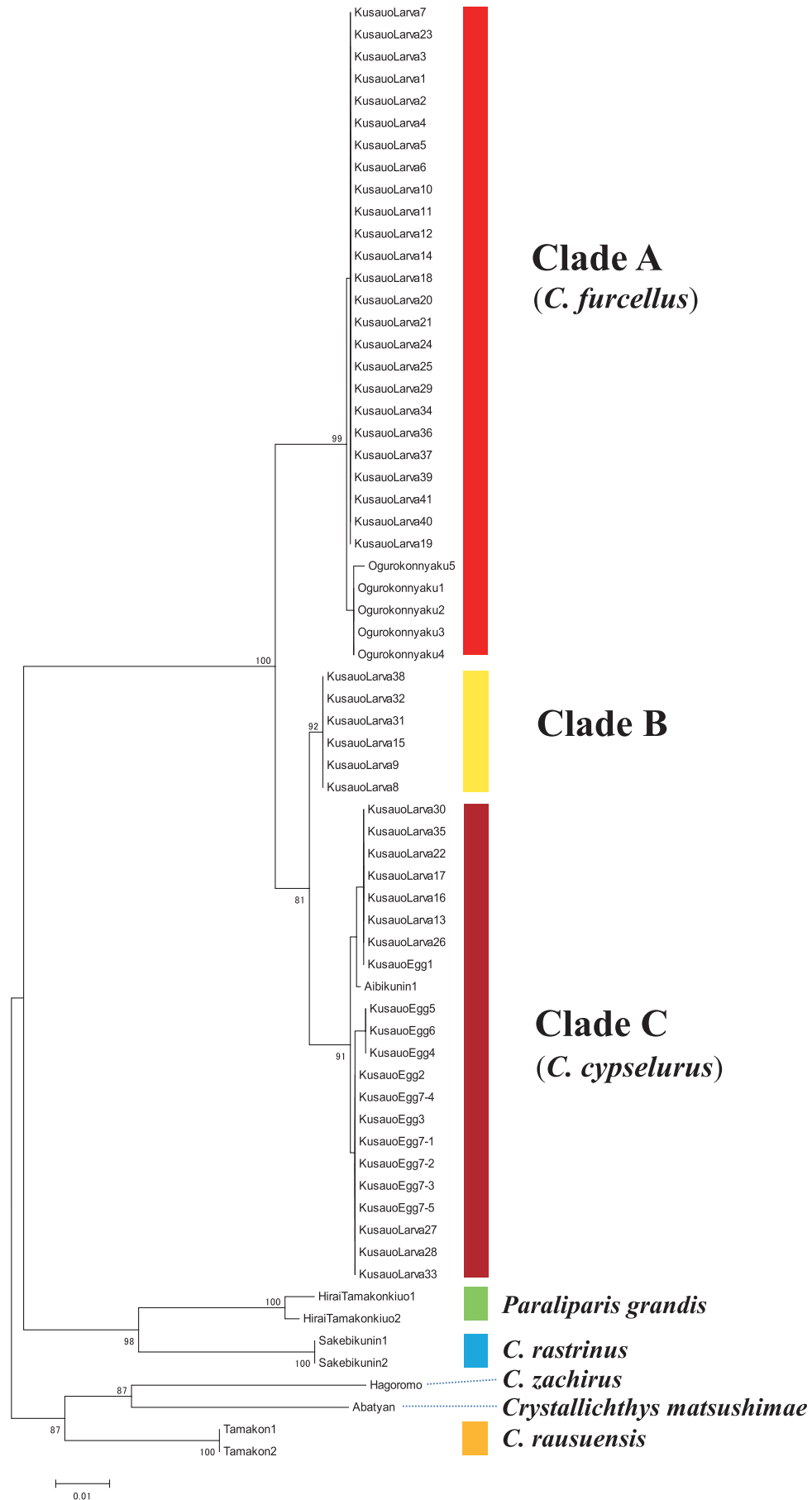


Fig. 4. Neighbor-joining (NJ) tree of the snailfish specimens sequenced in this study. Bootstrap supports below 70% are not shown.

はクレード A (以下 A), クレード B (以下 B), クレード C (以下 C) に分かれた。A にオグロコンニャクウオ成魚, C にアイビクニン成魚が含まれた。Kimura's two-parameter 法によるクレード内変異は, A は0.1%, B は0.0%, C は0.2%であった。またクレード間の変異は, A と B, A と C, そして B と C 間は各2.3%, 3.0%, 1.1%であった。

考 察

孵化仔魚は A, B, C に分かれ, A に成魚のオグロコンニャクウオ, C にアイビクニンが含まれたことから, A はオグロコンニャクウオ, C はアイビクニンであることが示唆された (Fig. 4)。DNA 分析を行った7つの卵塊が全て C に含まれたが, この7卵塊は, 19卵塊中で孵化が最も遅かった7卵塊であった。このことから, オグロコンニャクウオとアイビクニンは孵化時期に相違がある可能性が示唆されるが, 両種の産卵生態等に関する研究は少ないため, 今後卵塊ごとの孵化時期に種差があるか飼育実験等で確認が必要である。また B は, C とのクレード間の変異が1.1%と小さかったことや B の塩基配列をインターネット上の遺伝子相同性検索ソフト Blast (Altschul et al. 1990) によって分析した結果, アイビクニンの塩基配列と相同性が高かったことから (Table 2), 同種である可能性が高い。しかし, クサウオ科魚類は種分化率が高いことが知られており (Rabosky et al. 2018), ベーリング海やアリューシャン列島におけるイバラガニモドキとキタイバラガニから採取した卵塊からは, ヒガシコンニャクウオ *C. melanurus*, アラスカビクニン *C. colletti*, テングコンニャクウオ *C. simus*, そしてオグロコンニャクウオの卵が確認されており (Gardner et al. 2016), 別種である可能性も否定できないため, 今後, 本属魚類成魚のサンプル数を増やし, 孵化仔魚の DNA 分析と併せて, 詳細な調査が必要である。

Poltev and Mukhametov (2009) は千島列島北部においてイバラガニモドキの鰓腔の卵塊がオグロコンニャクウオおよびアイビクニンであると推定したが, その卵径は4.33-5.41 mm, 両種の腹内の総卵数は208-461個 ($n = 13$) であると報告しており, 本研究

の卵径 (4.7-5.2 mm) と推定総産卵数 (約330粒, 約420粒) は矛盾しなかった。また本研究の卵塊はそれぞれ発生段階が一樣であり推定総卵数はバッチ産卵数と考えられる。しかし大きいイバラガニモドキの鰓腔では, 最大で発生段階の違う4卵塊が確認されている (Somerton and Donaldson 1998)。本研究で使用した籠網は, 上部に直径25 cm 開口した形状であるため, 入網するのは甲幅が約130 mm の小型個体のみであったが, 今後刺し網漁で混獲される大型のイバラガニモドキへの卵の寄生率や卵塊の DNA 分析による種判別の追加調査が必要である。

今回の根室海峡における7月の調査では, 本属魚類の寄生率が14.8% (128個体中19卵塊) であった。3月のアラスカ沖のイバラガニモドキへの卵の寄生率の調査では, 雌への寄生率が14%に対して, 雄には寄生が確認されないという報告 (Love and Shirley 1993), 7-8月のベーリング海およびアリューシャン列島の調査では, 寄生率が18.8% (515個体中97個体) であった報告 (Somerton and Donaldson 1998), そして千島列島やサハリン南東部の報告では, オグロコンニャクウオとアイビクニンの卵塊が確認されており (Poltev and Mukhametov 2009; Poltev 2013), これらの報告と今回の調査結果から, ベーリング海からオホーツク海南端にあたる根室海峡にかけての広い海域において, 本属魚類がイバラガニモドキに一定の割合で産卵していることが示唆された。

今後, 同海域で採集されるタラバガニ科のキタイバラガニ, ゴカクエゾイバラガニ *Paralomis verrilli*, エゾイバラガニ *P. multispina* においても鰓腔調査を進めることで, 本海域における本属魚類の産卵生態がより理解されるようになるだろう。

調査標本

ハゴロモコンニャクウオ *C. zachirus* AMF-2-11-04-00-0028 (以下AMF-0028), 232 mm SL, 北海道羅臼町沖 (Fig. 1b), 水深750 m, 2016年5月13日, 刺し網; アイビクニン *C. cypselurus* AMF-0036, 268 mm SL, 北海道羅臼町沖 (Fig. 1b), 水深750-1000 m, 2017年5月1日, 刺し網; オグロコンニャクウオ *Careproctus furcellus* AMF-0038, 246 mm SL,

Table 2. The result of blast analysis for sequences of Group B

Order	Acc.No.	Species name	Identities (%)
1	KY570326	<i>Careproctus cypselurus</i>	99
2	JQ354033	<i>Careproctus</i> sp.	99
3	JQ354028	<i>Careproctus cypselurus</i>	99
4	JQ354027	<i>Careproctus cypselurus</i>	99

北海道羅臼町沖 (Fig. 1b), 水深650 m, 2017年 7月 6日, 刺し網; オグロコンニャクウオ AMF-0039, 340 mm SL, 北海道羅臼町沖 (Fig. 1b), 水深650 m, 2017年 8月28日, エビ籠; オグロコンニャクウオ AMF-0040, 234 mm SL, 北海道羅臼町沖 (Fig. 1a), 水深700-1000 m, 2016年 6月 1日, 刺し網; ヒラインキウオ SNFR 20321, 363 mm SL, 太平洋西部, 水深700 m, 2014年 6月 7日, トロール; ヒラインキウオ *Paraliparis grandis* AMF-0042, 298 mm SL, 北海道羅臼町沖 (Fig. 1b), 水深700-1000 m, 2015年 4月14日, 刺し網; タマコンニャクウオ *C. rausuensis* AMF-0043, 165 mm SL, 北海道羅臼町沖 (Fig. 1b), 水深500-750 m, 2016年 9月 3日, エビ籠; タマコンニャクウオ AMF-0044, 150 mm SL, 北海道羅臼町沖 (Fig. 1b), 水深500-750 m, 2017年 9月 1日, エビ籠; サケビクニン *C. rastrinus*, AMF-0048, 2 個体 (248, 244 mm SL), 北海道羅臼町沖 (Fig. 1a), 水深約300 m, 2016年 8月19日, エビ籠; イバラガニモドキ鰓腔卵塊 (KusauoEgg1-7) AMF-0049, 7 卵塊, 卵径4.7-5.2 mm; 孵化仔魚 (KusauoLarva1-41) AMF-0050, 41個体 (孵化後 5-30日)。

オグロコンニャクウオ SNFR 20294, 370 mm SL, 水深534 m, 2014年 6月 8日, トロール; オグロコンニャクウオ SNFR 20295, 347 mm SL, 水深534 m, 2014年 6月 8日, トロール; アバチャン *Crystallichthys matsushimae*, SNFR 20297, 153 mm SL, 水深不明, 2014年 6月15日, トロール。

要 約

近年, タラバガニ科の鰓腔の卵塊がコンニャクウオ属魚類であることが明らかになっている。北海道根室海峡で採集された128個体のイバラガニモドキの鰓腔から19個の卵塊が見つかった (寄生率14.8%)。卵は真球形で卵径4.7-5.2 mm, 計数した2つの卵塊の卵数は約330粒と約420粒であった。この卵塊とその孵化仔魚について, 7種類のクサウオ科魚類との DNA を比較した結果, オグロコンニャクウオとアイビクニンが含まれることが示唆された。

謝 辞

本研究を進めるにあたり羅臼漁業協同組合所属豊佐丸の藤本繁美氏, 藤本繁樹氏, 藤本繁忠氏には, 乗船の承諾を頂いた。羅臼漁業協同組合代表理事組合長の萬屋昭洋氏, 同組合石亀正則氏には深層水施設の借用等で便宜をはかって頂いた。京都大学フィールド科学教育研究センター甲斐嘉晃博士には, 最新のコンニャ

クウオ属魚類の分類についてご指導頂いた。千葉県立中央博物館の駒井智幸博士には, イバラガニモドキの形態や生態についてアドバイスを頂いた。また当館の安部義孝館長, 薦田章統括学芸員には研究の機会とご指導を頂いた。本種の飼育作業に関して, 倉石信氏, 山内信弥氏, 森俊彰氏にご協力頂いた。これらの方々に対し, 心より厚く御礼を申し上げる。

文 献

- Altschul, S. F., W. Gish, W. Miller, E. W. Myers and D. J. Lipan (1990) Basic local alignment search tool. *J. Mol. Biology*, **215**, 403-410.
- Gardner, J. R., J. W. Orr, D. E. Stevenson, I. Spies and D. A. Somerton (2016) Reproductive parasitism between distant phyla: molecular identification of snailfish (Liparidae) egg mass in the gill cavities of king crabs (Lithodidae). *Copeia*, **104**, 645-657.
- Hunter, C. J. (1969) Confirmation of symbiotic relationship between liparid fishes (*Careproctus* spp.) and male king crab (*Paralithodes camtschaticus*). *Pacific Sci.*, **23**, 546-547.
- Kido, K. (1985) New and rare species of the genus *Careproctus* (Liparidae) from the Bering Sea. Japan. *J. Ichthyol.*, **32**, 6-17.
- Kimura, M. (1980) A simple method for estimating evolutionary rate of base substitution through comparative studies of nucleotide sequences. *J. Mol. Evol.*, **16**, 111-120.
- Liu, J. X., T. X. Gao, K. Yokogawa and Y. P. Zhang (2006) Differential population structuring and demographic history of two closely related fish species, Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*) and spotted sea bass (*Lateolabrax maculatus*) in Northwestern Pacific. *Mol. Phyl. Evol.*, **39**, 799-811.
- Love, D. C. and T. C. Shirley (1993) Parasitism of the golden king crab, *Lithodes aequispinus* Benedict, 1895 (Decapoda, Anomura, Lithodidae) by a liparid fish. *Crustaceana*, **65**, 97-104.
- Machi, K., T. Nobetsu and M. Yabe (2012) *Careproctus rausuensis*, a new liparid fish (Percomorphacea: Cottiformes), collected from Hokkaido, Japan. *Bull. Nat. Mus. Nat. Sci.*, Ser. A, **6** (Suppl.), 33-40.
- 松崎浩二・平 治隆・森 俊彰・野別貴博・木戸 芳 (2017) 日本初記録のハゴロモコンニャクウオ (新称) *Careproctus zachirus* (クサウオ科). 魚類学雑誌, **64**, 179-184. [Matuzaki, K., H. Taira, T. Mori, T. Nobetsu and K. Kido (2017) First record of the liparid fish *Careproctus zachirus* from Japan. *Jpn. J. Ichthyol.*, **64**, 179-184 (in Japanese with English abstract)]
- 中澤毅一 (1915) タラバガニ鰓腔に産卵する魚. 動物学雑誌, **27**, 164-165.
- 中坊徹次・甲斐嘉晃 (2013) 日本産魚類検索 全種の同定 第3版. 東海大学出版会, 東京, pp 1205-1215,

- 2072-2076.
- Orr, J. W., Y. Kai and T. Nakabo (2015) Snailfishes of the *Careproctus rastrinus* complex (Liparidae): redescription of seven species in the North Pacific Ocean region, with the description of a new species from the Beaufort Sea. *Zootaxa*, **4018**, 301-348.
- Poltev, Y. N. and I. N. Mukhametov (2009) Concerning the problem of carcinophilia of *Careproctus* species (Scorpaeniformes: Liparidae) in the North Kurils. *Russ. J. Mar. Bio.*, **35**, 215-223.
- Poltev, Y. N. (2013) Carcinophily of fish of the genus *Careproctus* (Scorpaeniformes: Liparidae) in waters of southeastern Sakhalin (Sea of Okhotsk). *J. Ichthyol.*, **53**, 416-424.
- Rass, T. S. (1950) An unusual instance of a biological relation between fish and crabs. *Priroda*, **39**, 68-69 (in Russian).
- Rabosky, D. L., J. Chang, P. O. Title, P. F. Cowman, L. Sallan, M. Friedman, K. Kaschner, C. Garilao, T. J. Near, M. Coll and M. E. Alfaro (2018) An inverse latitudinal gradient in speciation rate for marine fishes. *Nature*, **559**, 392-411.
- Saitou, N. and M. Nei (1987) The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol. Biol. Evol.*, **4**, 406-425.
- Somerton, D. A. and W. Donaldson (1998) Parasitism of the golden king crab, *Lithodes aequispinus* by two species of snailfish, genus *Careproctus*. *Fish. Bull.*, **96**, 871-884.
- Tamura, K., D. Peterson and N. Peterson (2011) MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Mol. Biol. Evol.*, **16**, 2731-2739.
- Thompson, J. D., D. G. Higgins and T. J. Gibson (1994) CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nuc. Acids Res.*, **22**, 4673-4680.
- Vinogradov, K. A. (1950) Biology of the Pacific lumpfishes in Kamchatka waters. *Priroda*, **39**, 69-70 (in Russian).
- 柳本 卓 (2015) 茹でたアブラガニの鰓腔から出てきた異物. *Cancer*, **24**, 25-28. [Yanagimoto, T. (2015) Foreign body found in gill cavity of golden king crab (*Paralithodes platypus*). *Cancer*, **24**, 25-28 (in Japanese with English abstract)]
- 柳本 卓・松崎浩二 (2016) イバラガニモドキの鰓腔から出てきた異物について. *Cancer*, **25**, 1-4. [Yanagimoto, T. and K. Matsuzai (2016) Foreign body found in gill cavity of golden king crab (*Lithodes aequispinus*). *Cancer*, **25**, 1-4 (in Japanese with English abstract)]