

水圏の隠蔽環境に生息する小型甲殻類の分類学的研究

北九州市立自然史・歴史博物館 学芸員 下村 通誉

1. はじめに

我々の視界から遮られた環境、つまり隠蔽環境には様々な動物が生息している。その中でも特に水中の隠蔽環境となれば、ますます人間は立ち寄りやすく、そこに棲む生物を見る機会は少ない。そのような環境とそこに棲む動物の代表は、地下水、砂粒間隙水、地底湖、海底洞窟、深海などに生息する小型甲殻類である。構成員は地表の水域でも目にすることができるカイアシ類、貝形虫類、等脚類（ワラジムシ類）、ヨコエビ類などから、隠蔽環境に特化して出現するムカシエビ類、テルモスバエナ類、スプレオグリフス類などまで幅広い分類群でなる。隠れて生息している上に、隠蔽環境に生息する動物の多くは、体長が数 mm と小さいため、ますます見つけづらい。

それぞれの隠蔽環境に適応した動物が生息している。このような特殊な環境に適応した動物の形態を観察すると、進化を考える上で大きなヒントを与えてくれる（塚越、2010b）。海底洞窟性甲殻類全般については大塚他（1999）、カイアシ類は長澤編著（2005）、大塚（2006）、大塚他（2010）、貝形虫類は塚越（2010a）に詳しい。

本稿では著者が分類学的研究を手がけた日本の水圏の隠蔽環境に生息する小型甲殻類の分類学的研究の成果について紹介する。

2. 隠蔽環境とは

隠蔽環境（cryptic environment）とは可視光の届かない環境を指し、洞窟、深海、地下水、氷床下等が該当する（塚越、2010a）。砂漠、森林、海、湖沼まで様々な環境に隠蔽環境は存在する。また、隠蔽環境の一つとして砂の隙間、岩の割れ目、死サンゴなどの多孔質な基質の小孔

中のように表面から隠れたマイクロハビタットを指し、そこに棲む動物相を称してクリプトファウナ（cryptofauna）と呼ぶ。サンゴ礁の生物多様性の研究では、基質中の穿孔性動物や間隙性動物などのクリプトファウナに着目したものも多い（Reaka-Kudla, 1997; Enochs and Manzello, 2012）。また、分類群を問わず間隙に生息する動物の研究史、分類、生態、系統については伊藤（1985）に詳しい。

地下水や洞窟の地底湖などの環境には季節性はあるが、水温は比較的周年で安定している。洞窟の出入り口からの近さにより薄暗い環境から暗黒環境まであり、それぞれの環境に出現する分類群がある。深海の環境にも季節性はあるが、低温の水温は周年で比較的安定している。一般的に水深が浅い程、変動は激しい。深海は水深 200m 以深の海中と海底を指すが、数 100m から 1000m 程度までは減衰しながらも可視光が届く。それより深い水深では完全な暗黒となる。地下水、洞窟、深海ではいずれも餌資源となる有機物は少ない。砂粒間隙水の環境は沿岸や河口からの距離、水深、砂の粒度、砂の層の深さなど様々な要因により一定でない。粒度が異なれば出現する種は異なるし、汽水域か海水域かでも出現する種は異なる。間隙水の環境については伊藤（1985）を参照にされたい。

3. 隠蔽環境に出現する分類群

隠蔽環境には様々な甲殻類の分類群が出現する。これらは様々なサイズであり、形態も多様である。形態はそれぞれの隠蔽環境に適応的である。間隙性の甲殻類に関しては 1 mm の目合いの篩を通過して 32 μ m 前後の篩に捕らえられるメイオセントスの範疇に入るものが多く、間隙の生活に適応的で、眼が無く、微小で細長い体型の

ものが多い。また、一部の群ではある分類群の中で祖先的な形質を持つものがあり、隠蔽環境にしか出現しない分類群も多い。深海の甲殻類では眼の欠失、色素の欠失などの深海適応がみられる。生息水深によっても出現する分類群、適応的な形態の傾向は異なる。

カシラエビ綱 Cephalocarida

カシラエビ綱は体長約 3mm の原始的な体制をもつ小型甲殻類である。頭部には第 1 触角、第 2 触角、大顎、第 1 小顎の 4 対の付属肢を持つことが特徴である。世界の温帯・熱帯域の潮間帯から水深 1500m までの砂質あるいは泥質の深海底に生息し、これまでに 2 科 5 属 11 種が知られる。数例の生きたカシラエビ類の観察例では底質の表面を泳ぐように這うことが知られている。眼が確認されていない種から退化的な複眼をもつ種までである。

日本沿岸からは *Sandersiella* の 2 種が知られる。カシラエビ *Sandersiella acuminata* Shiino, 1965 (図 1 A) は有明海、熊本県福岡湾(タイプ産地)や瀬戸内海の浅海域より知られている。本種は 2012 年の日本ベントス学会編の海岸ベントスのレッドデータブックでは準絶滅危惧と評価されている。また、房総半島沖水深 248~316m の海底から *Sandersiella kikuchii* Shimomura and Akiyama, 2008 (図 1 B) が知られる。

軟甲綱 Malacostraca

フクロエビ上目 Peracarida

ボクサセア目 Bochusacea

ボクサセア目は海底洞窟や深海の砂泥底に生息する小型(体長 1~3mm)の甲殻類である。背腹にやや扁平で眼は無く、体色は白色透明である。甲殻類の中で最も新しく創設された目であり、現在までに世界から 1 科 3 属 6 種が知られる。従来はバミューダ諸島の海底洞窟から知られる *Mictocaris halope* Bowman *et al.*, 1985 と共にミクトカリス目 Mictacea の一員とされていたが、ルーマニアの Gutu らにより独立の目とされた。同時に Gutu らはミクトカリス目を南半球の洞窟中の淡水から知られるスペレオグリフス目 Speleogrifhacea と共に Cosinzenaeacea にまとめた(Gutu and Iliffe, 1998)。当初、この体系は多くの研究者に受け入れられなかったが、Gutu の再検討や

Jaume らの研究の末、ボクサセア目と Cosinzenaeacea は受け入れられている(Gutu, 2001; Jaume *et al.*, 2006)。ボクサセア目の特徴は遊泳機能を持つ 2 叉型の胸肢を第 2~8 胸節に持つ点、退化的な腹肢を持つ点、円筒形の複数の節からなる尾肢を持つ点、雌では第 2~7 胸節底節の一部に覆卵葉を持つ点などである。

ボクサセア目は *Hirsutia sandersetalia* Just and Poore, 1988 がオーストラリア南東沖の水深 1,500m の海底、*Hirsutia bathyalis* Sanders, 1985 が南米北東岸沖のギアナ海盆の水深 1000m から、*Montucaris distincta* Jaume, Boxshall and Bamber, 2006 がブラジル沖南大西洋の陸棚上水深 619~778m から知られる。のこりはいずれも *Thetispelecaris* であり、3 種が海底洞窟から知られている。

日本からは海底洞窟調査により初めて *Thetispelecaris kumejimensis* Shimomura, Fujita and Naruse, 2012 (図 1 C) が得られた。久米島の水深 39m に開口する海底洞窟を奥に 35m 進んだ地点の海底から砂を採取し、貝形虫類、アミ類、カイアシ類などと共に得た。これまで *Thetispelecaris* はバハマの海底洞窟とグランドケイマン島の海底洞窟からの 2 種が知られていた。本種の発見は太平洋からの本属の初めての発見であり地史的にも興味深いものである。

テルモスバエナ目 Thermosbaenacea

テルモスバエナ目は世界の温泉、洞穴、地下水、浅海域などから 4 科 7 属 34 種が知られる体長 4mm 程度の微小な甲殻類である。最初の種は *Thermosbaena mirabilis* Monod, 1927 が北アフリカのチュニジアの温泉から見つかった。温泉は人口浴槽で水温は 37℃であった。本種以外の種は温泉ではなく、洞穴、地下水、浅海域の砂中に生息している。テルモスバエナ目はフクロエビ上目の一目であるが、等脚目やアミ目などの他の目と異なり、胸部に覆卵葉を持たず、背甲と胸節背側との間で卵を保育する点が特徴である。

日本では南大東島の洞穴地下水域に *Halosbaena daitoensis* Shimomura and Fujita, 2009 (図 1 D) が知られる。生息地では遊泳中のものをプランクトンネットで採集したが、飼育下では水槽の壁面をよく歩く様子が観察された。本属は他に 3 種がカリブ海、カナリア諸島、オ

ーオーストラリア西部から知られている。日本産の種と他の3種は互いに良く似ており、外形にほとんど違いは無い。触角の節数、胸脚の剛毛数、眼葉の形態などで区別される。本種は特にオーストラリア西部の洞穴地下水域から知られる *Halosbaena tulki* Poore and Humphreys, 1992 に眼葉の内側の角が尖らずに丸いという点などで似ている。

南大東島を含む大東諸島は、約 4800 万年前に現在のニューギニア近海で誕生し、島の沈降とサンゴ礁の隆起を経ながら移動してきたとされる。テルモスバエナ目は直達発生で浮遊幼生を持たないことが知られている。今回発見された種は、形態的にはオーストラリア産の種に最も類似していることもあり、大東諸島移動説を裏付ける“歴史の生き証人”となる可能性も考えられる。今後、本種の生活史研究や分子遺伝学研究的進展が待たれる（下村・藤田, 2008）。

等脚目 Isopoda

等脚目は砂漠や森林などの陸上から、河川、湖沼、地下水、潮間帯から深海まで幅広い水圏環境に生息する。ここでは隠蔽環境に限定し、その中でも間隙水に生息するスナナナフシ亜目と間隙水、死サンゴ等の基質中、深海で繁栄しているミズムシ亜目について解説する。

スナナナフシ亜目 Microcerberidea

スナナナフシ亜目（**図 1 E**）は地下水や潮間帯から浅海の砂粒間隙水中に見いだされる小型（体長約 1mm）の等脚類である。体型は細長く円筒形で、体色は白色透明で、眼は無い。体制はミズムシ亜目によく似るが本亜目では雌の左右の第 2 腹肢が互いに癒合しない点、第 3 腹肢が二葉に分かれない点などで区別できる。種間では交尾器等を除けば外形にほとんど形態差が無く、剛毛数やそれらの生える位置で種の違いを認識できる。

世界からこれまで 2 科 8 属 46 種が知られている。日本からは *Coxicerberus kiiensis* (Nunomura, 1973)、*C. fukudai* (Itô, 1974)、*C. boninensis* (Itô, 1975) の 3 種が知られている。非常に小さいこと、採集時に壊れやすく完全な標本を得にくいことなどから研究が遅れており、日本沿岸には多くの未知の種が生息しているものと思われる。

ミズムシ亜目 Asellota

ミズムシ亜目は腹尾節の末端に糸状か円筒状の尾肢を持つことで特徴付けられる小型の等脚類である。表層水、地下水、潮間帯の砂粒間隙水、転石、海藻、他の動物の体表上、深海など様々な環境に生息している。ミズムシ亜目全体については下村・布村（2013）に詳しい。隠蔽環境では、地下水、洞窟中の湖や河川、砂粒間隙水、他の動物の棲管中、死サンゴの骨格の小孔中、カイメン類の水孔系、深海などが挙げられる。扁平なあるいは細長い体型であらゆる隙間に生息している。

世界から 31 科 268 属 2,200 種以上が知られている。日本では淡水から深海まで多くの種が報告されており、淡水からはミズムシ科 Asellidae の 4 属 21 種とウミミズムシ科 Janiridae の 1 属 3 種が知られている。淡水のミズムシ *Asellus hilgendorffii* Bovallius, 1886 が河川や湖沼などに知られ、同種や近縁種は地下水や洞窟中の淡水中にも生息している。また、地下水にはメクラミズムシモドキ属 *Mackinia* が生息する。

海産種は日本近海から約 100 種が知られている。砂粒間隙性、浅海、深海と分けて紹介する。砂粒間隙に生息する種ではいずれも体に色素や眼は無く、微小であり、体型は円筒形かやや背腹に扁平で細長く、間隙の生活に適応的である。日本沿岸の砂浜や浅海からホソミズムシ科 Gnathostenetroidae のニッポンメナシホソミズムシ *Caecostenetroides nipponicum* Nunomura, 1975 (**図 1 F**) やウミミズムシ科 Janiridae の *Microjaera morii* Shimomura, 2005 (**図 1 G**) などの他、*Microcharon* (**図 1 H**) の種未同定のもの知られる。浅海からは多孔質の死サンゴなどの基質や海綿動物の水孔中からも多くの個体を採集している。これらの種は常時、隠蔽環境に留まっているのではなく、表面と隠蔽環境を行き来しながら生活している可能性がある。サイズは微小で体長 1mm 以下であることも珍しくない。体に色素を持つ種が多く、眼は退化的か発達する。例えば、2012 年の西表島の調査では死サンゴ中から多数の所属不明のミズムシ亜目が得られた (**図 2 A、B**)。また海綿動物より *Halacarsantia ovata* Shimomura and Ariyama, 2004 を得ている (**図 2 C**)。しかし、日本沿岸のクリプトファウナの研究はほとんど進んでおらず、分類学的研究が急務である。深海はミズムシ

蛭目の主要な分布域である。これまでに知られる海産種の内、およそ3分の1の種は深海性である。眼は無く、白色であり、体中に刺や突起を持つ種が多い(図2D-F)。体型は体高のある種が多いが、細長い種、扁平な種もある。千島・カムチャツカ海溝の水深7080~7139mから得られた*Rectisura herculea* (Birstein, 1957) (図2F)は世界最大のミズムシ類の一つで体長は4cmを超える。深海のミズムシ類では水深が深くなればそこに生息する近縁の種の体サイズが浅海種より大きくなるギガンティズムの傾向がみられる。

ヨコエビ目 Amphipoda

インゴルフィエラ目 Ingolfiellidea

インゴルフィエラ目は陸水、汽水、海水に生息する小型(体長約1~2.5mm)の甲殻類であり、地下水や砂粒間の間隙水中よりしばしば見いだされる。体形は細長く、やや左右に扁平で、体色は白色透明である。眼葉は存在するが個眼や眼色素は無い。間隙の生活に適応的な形態をしている。インゴルフィエラ目は腹肢が三角形の小板型であること、第3尾肢が疣状であることなどが特徴である。

世界からこれまでに2科6属の約41種が知られる。日本からは沖縄県慶良間諸島嘉比島の砂浜の間隙水中から*Ingolfiella inermis* Shimomura, Ohtsuka and Tomikawa, 2006 (図2G)が、小笠原諸島の水深172mの海底から*Ingolfiella ogasawarensis* Shimomura and Kakui, 2012 (図2H)が知られる(Shimomura *et al.*, 2006; Shimomura and Kakui, 2012)。これらの2種の他に沖縄県本部町塩川と西表島から種未同定の*Ingolfiella* sp.の記録がある(諸喜田・西島, 1976; 上野, 1973)。塩川は国指定の天然記念物であり、塩分を含んだ水が流れる特異な川として知られている。諸喜田・西島(1976)は水源の湧水口に仕掛けたプランクトンネットにより*Ingolfiella* sp.をムカシエビ類、カイアシ類、ヨコエビ類などと共に得ている。

4. 隠蔽環境の小型甲殻類の採集方法

採集方法はそれぞれの環境によって様々である。地下水性のは井戸にプランクトンネットを投げ入れて採

集する。また汲み上げポンプ付きの井戸であれば出水口にネットを仕掛けるか、何度も水を汲み上げた後に小型甲殻類を濾しとる。地下水および間隙性の小型甲殻類を採集する方法として河川敷に金属性の円柱形の管を打ち込み、滲み出してきた水をポンプで吸い上げるという方法もある。洞窟性のは地底湖であればプランクトンネットを投げ入れて曳くことを繰り返す。地下水や洞窟性の種は個体数が少ないことが多いので何度も作業を繰り返す必要がある。

砂浜の間隙水中の小型甲殻類の採集では砂を掘ってバケツに入れ、海水と共にかき混ぜてプランクトンネットや篩で上澄みを濾しとる“洗い出し法”が用いられる(伊藤, 1985)。死サンゴや海綿動物の小孔や水孔中から採集する時は数時間淡水に浸け置き、出てきたところをネットで濾しとる。海底洞窟のは例えばボクサセア目の1種は2009年11月に行われた久米島合同調査KUMEJIMA2009で採集されたが、SCUBAで潜水しビニル袋で砂を持ち帰り、“洗い出し法”により抽出された。深海性の小型甲殻類の採集方法については秋山他(2008)で詳しく解説したのでここでは割愛した。微小な種が多いのでソーティングは実体顕微鏡を用いて行う必要がある。その後のサンプル処理、分類学的研究の方法については下村・布村(2010)を参考にされたい。

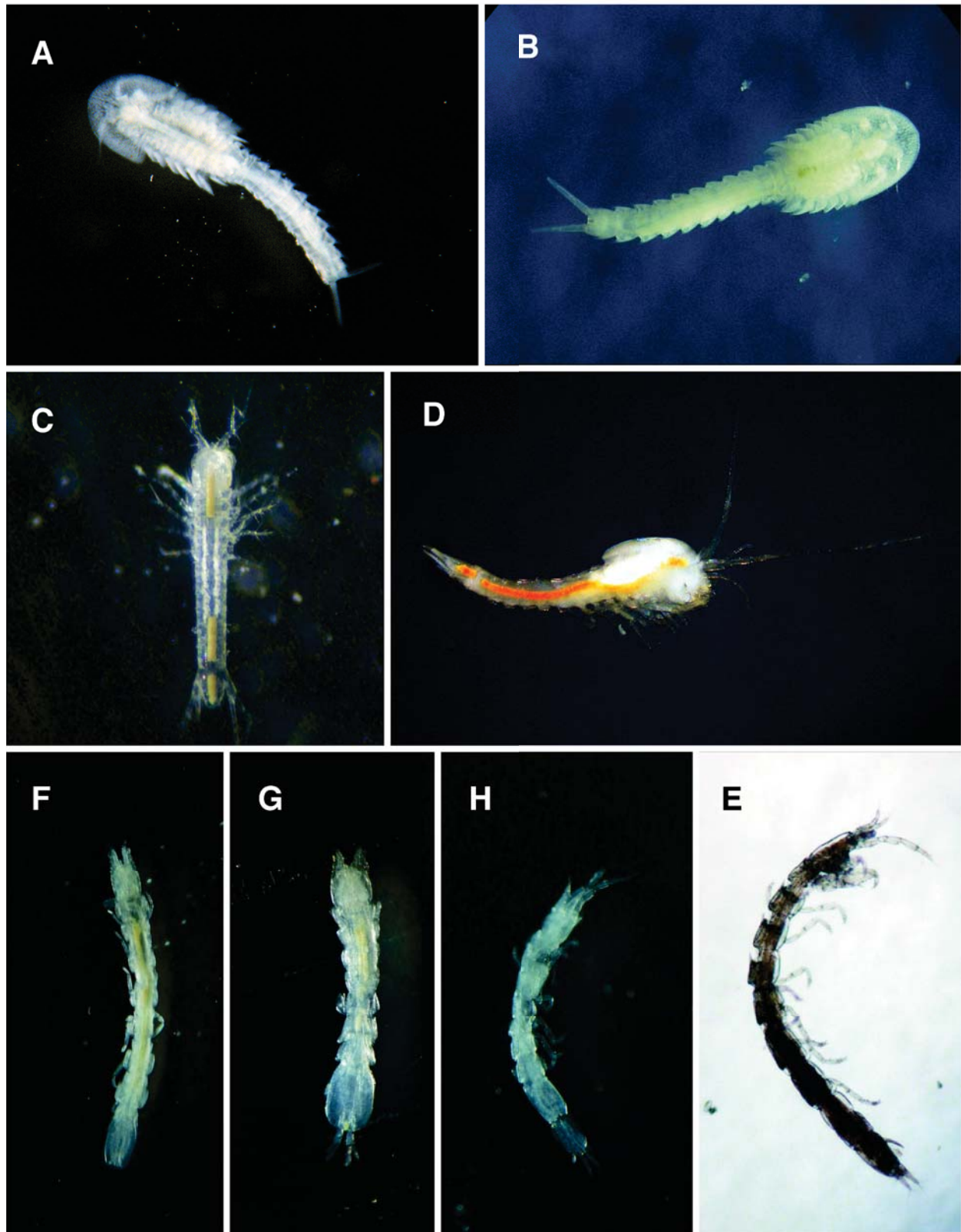


図1 隠蔽環境の小型甲殻類 1

A: 熊本県産カシラエビ *Sandersiella acuminata* Shiino, 1965, 体長 2mm, B: 房総半島沖産 *Sndersiella kikuchii* Shimomura and Akiyama, 2008, 体長 2.5mm, C: 久米島産 *Thetispelecaris kumejimensis* Shimomura, Fujita and Naruse, 2012, 体長 1.1mm, D: 南大東島産 *Halosbaena daitoensis* Shimomura and Fujita, 2009, 2.2mm, E: 白浜産 *Coxicerberus* sp., 体長 1mm, F: 和歌山市田倉崎産 ニッポンメナシホソミズムシ *Caecostenetroides nipponicum* Nunomura, 1975, 体長 1.2mm, G: 白浜産 *Microjaera morii* Shimomura, 2005. 体長 1.8mm, H: 和歌山市田倉崎産 *Microcharon* sp., 体長 1mm

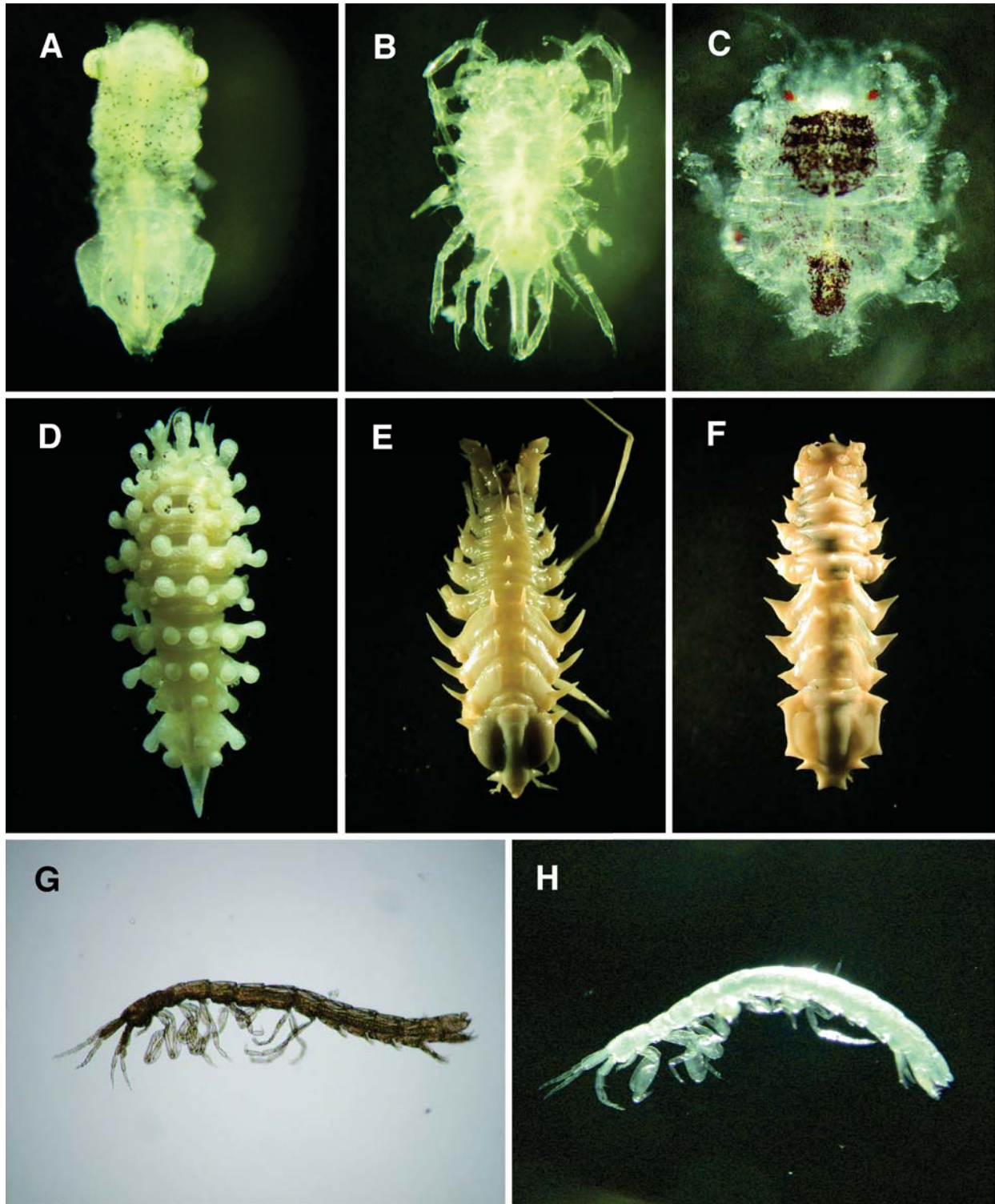


図2 隠蔽環境の小型甲殻類2

A,B: 西表島死サンゴ中より得られた不明のミズムシ類, いずれも体長 0.9mm, C: 和歌山県産 *Halacarsantia ovata* Shimomura and Ariyama, 2004, 体長 0.8mm, D: 千島・カムチャツカ海溝産 *Janirella verrucosa* Birstein, 1971, 体長 7.7mm, E: 千島・カムチャツカ海溝産 *Vanhoeffenura chelata* (Birstein, 1957), 3.5cm, F: 千島・カムチャツカ海溝産 *Rectisura herculea* (Birstein, 1957), 体長 4.1cm, G: 嘉比島産 *Ingolfiella inermis* Shimomura, Ohtsuka and Tomikawa, 2006, 体長 1.6mm, H: 笠原諸島産 *Ingolfiella ogasawarensis* Shimomura and Kakui, 2012, 体長 1.6mm

5. おわりに

本稿で紹介したのは水圏の隠蔽環境に生息する小型甲殻類の中の著者自身が研究を手がけた一握りの分類群に過ぎない。隠蔽環境はここでは紹介していないカイアシ類や貝形虫類の主要な生息場所であり、また環形動物、動物動物、輪虫類、イタチムシ類など甲殻類以外の無脊椎動物の生息場所でもある。また、これから調査が進めばまだ多くの未知の動物が発見されるかもしれない。近年、生物学は進化発生生物学や分子生物学の分野が隆盛で、いわゆる分類学のさらに基礎を成す、タクサの発見の部分については見向きもされなくなっている。しかし、ある動物の研究はその動物を最初に誰かがどこかで発見し、分類学的研究の末、科学の土台の上に乗せたからこそ、進めることができたわけである。これからも多くの若い研究者が隠蔽環境の動物の分類学的研究を進め、分子生物学や古生物学などの成果と共に総合的な解釈を目標とする研究を行うと共に“発見の科学”の醍醐味を味わって欲しいと願う。

6. 謝辞

本稿で紹介した分類学的研究の成果は多くの共同研究者と協力者のおかげで成し得たものである。ここにこれらの方々に深謝する。その中でも広島大学の太塚攻教授、東京大学の太田秀名誉教授、長崎大学の橋本惇教授、九州大学の菊池泰二名誉教授、NPO 法人海の自然史研究所の藤田喜久博士、琉球大学の成瀬貫博士、大阪府立環境農林水産総合研究所の有山啓之博士、東京大学の幸塚久典氏、北海道大学の角井敬知博士、岡山大学の秋山貞博士には特に採集調査と標本提供の面でご協力を賜った。また、隠蔽環境の動物の分類学的研究に対して、財団法人藤原ナチュラルヒストリー振興財団学術研究助成（平成 13 年度）と公益信託成茂動物科学振興基金（平成 22 年度）の支援を受けた。このような他からは助成を受け難い純粋に自然史学的な研究内容にご理解くださり、助成いただいたこれらの団体にお礼申し上げる。

参考文献

- 1) 秋山貞, 下村通誉, 中村光一郎, 2008. 深海性小型節足動物の採集-機器, 用具および船上でのサンプル処理-. タクサ, **24**: 27-32.
- 2) Enochs, I. C., Manzello, D. P., 2012. Species richness of motile cryptofauna across a gradient of reef framework erosion. *Coral Reefs*, **31**(3): 653-661.
- 3) 伊藤立則, 1985. 砂のすきまの生きものたち-間隙生物学入門-. 海鳴社, 東京, pp. 241.
- 4) Jaume, D., Boxshall, G. A., Bamner, R. N. 2006. A new genus from the continental slope off Brazil and the discovery of the first males in the Hirsutiidae (Crustacea: Peracarida: Bochusacea). *Zoological Journal of the Linnean Society*, **148**: 169-208.
- 5) 長澤和也 (編著), 2005. カイアシ類学入門. 東海大学出版会, 神奈川, pp. 326.
- 6) 日本ベントス学会 (編著), 2012. 干潟の絶滅危惧動物図鑑. 海岸ベントスのレッドデータブック. 東海大学出版会, 神奈川, pp.285.
- 7) Nunomura, N. 1975. Marine Isopoda from the rocky shore of Osaka Bay, middle Japan. *Bulletin of the Osaka Museum of Natural History*, **29**: 15-35.
- 8) 太塚攻, 2006. 「カイアシ類・水平進化という戦略」-海洋生態系を支える微小生物の世界-. NHK ブックス, 東京, pp. 260.
- 9) 太塚攻, 藤田喜久, 下村通誉, 2010. 海底洞窟と近底層における甲殻類の多様性と進化. タクサ, **28**: 33-40.
- 10) 太塚攻, Grygier, M. J., 鳥越兼治, 1999. 海底洞窟性甲殻類の系統, 動物地理, 生態について. タクサ, **6**: 3-13.
- 11) Reaka-Kudla, M. L. 1997. The global biodiversity of coral reefs. In: Reaka-Kudla, M. L., Wilson, D. E., Wilson, E. O. (eds) *Biodiversity II: Understanding and protecting our biological resources*. Joseph Henry Press, Washington D. C., pp. 83-108.
- 12) Shimomura, M. 2005. *Microjaera morii*, a new interstitial isopod from Japan (Crustacea). *Bulletin of the Kitakyushu Museum of Natural History and Human*

- History, Ser. A, **3**: 115–120.
- 13) 下村通誉, 2012. 隠れて暮らす微小甲殻類の分類学-
いかに見つけて, いかに研究するか-. 日本動物学会
第46回大会予稿集, **83**: 49.
- 14) 下村通誉, 藤田喜久, 2008. 南大東島から得られたテ
ルモスバエナ目の1未記載種. 日本甲殻類学会第
46回予稿集, **46**: 39.
- 15) Shimomura, M., Fujita, Y. 2009. First record of the
thermosbaenacean genus *Halosbaena* from Asia: *H.*
daitoensis sp. nov. from an anchihaline cave of
Minamidaito-jima Is., in Okinawa, southern Japan.
Zootaxa, 1990: 55–64.
- 16) Shimomura, M. Fujita, Y., Naruse, T. 2012. First record of
the genus *Thetispelecaris* Gutu and Iliffe, 1998
(Crustacea: Peracarida: Bochusacea) from a submarine
cave in the Pacific Ocean. *Zootaxa*, **3367**: 69–78.
- 17) 下村通誉, 布村昇, 2010. 日本産等脚目甲殻類の分類
(2). 海洋と生物, 生物研究社, 東京, **32**: 169–173.
- 18) 下村通誉, 布村昇, 2013. 日本産等脚目甲殻類の分類
(22). ミズムシ亜目概説. 海洋と生物, 生物研究社,
東京, **35**: 374–377.
- 19) Shimomura, M., Ohtsuka, S., Tomikawa, K. 2006.
Ingolfiella inermis n. sp., a new interstitial ingolfiellid
amphipod from Okinawa, southern Japan. *Crustaceana*,
79: 1097–1105.
- 20) Shimomura, M., Kakui, K. 2011. A new species of the
genus *Ingolfiella* Hansen, 1903 (Peracarida, Amphipoda)
from the Ogasawara Islands, southern Japan. *Crustaceana*,
84: 543–551.
- 21) 諸喜田茂充, 西島信昇, 1976. 塩川の水生動物と塩水
湧出機構. 沖縄県天然記念物調査シリーズ第6集塩
川動態調査報告, **2**: 68–91.
- 22) 塚越哲, 2010a. 間隙性動物の多様性-貝形虫類を例に
-. タクサ, **28**: 4–10.
- 23) 塚越哲, 2010b. 隠蔽環境の生物多様性-発見の科学と
生物進化の実験場-. タクサ, **28**: 2–3.
- 24) 上野益三(編著), 1973. 川村多實二原著, 日本淡
水生物学. 北隆館, 東京, pp. 760.