原著論文

# 茨城県自然博物館が所蔵する更新統塩原層群の昆虫類化石 ～カゲロウ目～

西元重雄*・加藤太一*・石綿進一**

（2020 年 9 月 6 日受理）

# Insect Fossils from the Pleistocene Shiobara Group Stored in Ibaraki Nature Museum – Ephemeroptera –

Shigeo Nishimoto*, Taichi Kato* and Shin-ichi Ishiwata**

（Accepted September 6, 2020）


## Abstract

A total of 238 insect fossil specimens occured from the Pleistocene Shiobara Group are stored in Ibaraki Nature Museum. In this study, 22 specimens of mayfly (Ephemeroptera) are taxonomically examined. They are identified as *Procloeon* sp. for 9 specimens, cf. *Procloeon* sp. for 6 specimens, Heptageniidae gen. et sp. indet. for 4 specimens and Ephemeroptera fam., gen. et sp. indet. for 3 specimens. This suggests *Procloeon* had already inhabited in Japan in the Middle Pleistocene, indicating that there was a slow stream as a paleoenvironment of the Paleo-Shiobara Lake river system. A large number of larval mayfly fossils indicates that the larval mayflies were dominant in the aquatic insect fauna of Paleo-Shiobara Lake.


**Key words:** Insect fossils, Ephemeroptera, Pleistocene, Shiobara Group.

## はじめに

栃木県那須塩原市に分布する第四系更新統チバニアン階の塩原層群からは，保存良好な植物化石および魚やカエル，昆虫などの多様な動物化石が産出することで知られている（e. g. Allison *et al*., 2008）．塩原層群の昆虫などの節足動物化石の研究は，大石（1931）がカメムシ類を *Carpocaris*？*shiobarensis* として新種記載したことに始まり，現在までに 90 種類以上が報告されている（e. g. 相場，2015; Hayashi and Aiba，2016; 高橋ほか，2017）．

ミュージアムパーク茨城県自然博物館（以下，当館）は，1996 年より木の葉化石園（栃木県那須塩原市中塩原 427）の敷地に露出する塩原層群宮島層から採取された「化石原石（化石を含む手のひらサイズの地層ブロック）」を用いて，「化石のクリーニング」という教育普及イベントを実施している．このイベントは当館のボランティア「化石クリーニングチーム」によって運営されており，昆虫類化石などの研究利用が可能と思われる化石の収集を継続的に行ってきた．これにより，塩原層群産の昆虫類化石 238 標本（執筆時点）が当館に蓄積されている．

* ミュージアムパーク茨城県自然博物館　〒 306-0622　茨城県坂東市大崎 700（Ibaraki Nature Museum, 700 Osaki, Bando, Ibaraki 306-0622, Japan）.

** 神奈川工科大学　〒 243-0292　神奈川県厚木市下荻野 1030（Kanagawa Institute of Technology, 1030 Shimoogino, Atsugi, Kanagawa 243-0292, Japan）.

尾上（2004）が報告したネコシデ（INM-4-5149），高橋ほか（2017）が報告したクワガタムシ科（INM-4-15696）とムカデ綱（INM-4-15697），相場ほか（2019）が報告したサナエトンボ科（INM-4-16754），鈴木ほか（2019）が報告したオオウバタマコメツキ（INM-4-16752，16753）などは，上記の活動によって蓄積された当館の収蔵資料である．しかし，当館の塩原層群産昆虫類化石の多くは分類学的検討がなされておらず，その全容は不明である．

本研究の目的は，当館に収蔵される塩原層群産昆虫類化石を目レベルで分類してコレクションとしての全容を把握し，目ごとにさらに詳細な分類学的検討を行って記載を行い，塩原層群の昆虫化石相を明らかにすることである．本稿ではその第 1 弾として，カゲロウ目の幼虫化石 22 点について同定結果を記載する．

## 地質概説

塩原層群は，塩原火山のカルデラ陥没によって生じた湖成層であり，南側に分布する高原火山噴出物と指交する（池島・青木，1962; 尾上，1989; Tsujino and Maeda，1999）．塩原層群の層序は Tsujino and Maeda（1999）によれば，岩相の側方変移によって，砂礫層からなる湖の縁辺相である上塩原層と，珪藻質葉理泥岩からなる湖の中心相である宮島層の 2 つに区分されている．宮島層は，宮島を中心に塩原盆地中央部に分布し，灰色葉理と白色葉理からなり，層厚数 cm ～ 1 m の凝灰質砂～シルト層を狭在している（辻野，2008）．木の葉化石園の周辺に分布する宮島層では，珪藻殻の opal-A が opal-CT に変質し，葉理泥岩は硬質頁岩状になっている（Tsujino and Maeda，1999）．本稿で記載する昆虫類化石は，いずれも硬質な珪藻質葉理泥岩に含まれていることと，木の葉化石園の敷地内の露頭から採取されていることから，塩原層群宮島層から産出したものと判断される．

塩原層群からは，保存良好な化石が多産することで知られている（e. g. Allison *et al*., 2008）．特に植物化石は「塩原化石植物群」と呼ばれ，Nathorst（1883，1888），金原（1900），矢部（1929），遠藤（1931），Endo（1934，1935，1940），小泉（1940），鈴木（1973），尾崎（1982），尾上（1984，1989，2004）によって研究が進められた．特に多産するブナ *Fagus crenata* およびイヌブナ *Fagus japonica* を含めてこれまでに 172 種が報告されているが，そのすべてが現生種である（尾上，1989，2004）．

塩原層群産の脊椎動物化石はこれまで，シオバラガエル（Shikama，1955），ウグイ（上野，1967），ヒメネズミ（長谷川・青島，1988），アカネズミ（長谷川・青島，1988）が報告されている．

塩原層群産の昆虫類およびその他の節足動物化石はこれまで，カメムシの新種 *Carpocaris* ? *shiobarensis*（大石，1931），シモヅケクサガメ（直良，1933），ムカシイシノミ（直良，1933），チョウセンオオカメムシ（日浦，1966; 相場，2019a），キンクロミドリカメムシ類似種（日浦，1966），マエジロカメムシ（相場，2019b），コヤマトンボ（Asahina，1959），サナエトンボ科（相場ほか，2019），ミヤマカラスアゲハとゴマダラチョウ（Fujiyama，1968，1983），エゾハルゼミとコエゾゼミ（Fujiyama，1969，1979），ハネカクシ科（渡辺，1978），マスダチビヒラタドロムシ（Hayashi and Aiba，2016），チビヒゲナガハナノミ（Hayashi *et al*., 2020），クワガタムシ科（高橋ほか，2017），オオウバタマコメツキ（鈴木ほか，2019）が報告されている．

塩原層群は孤立した山間盆地の堆積物であるため，年代対比が難しいとされる（辻野，2008）．しかし，早川ほか（1985）はローム層序に基づき，塩原層群の上位にある白戸上位段丘（中山上位段丘）を後期更新世の那須野中位面に対比した．また，尾上（1989）は「塩原化石植物群」はすべてが現生種であり，メタセコイアなどの前期更新世までに絶滅した種を含まないことから，宮島層の堆積年代を前期更新世のメタセコイア消滅期以降であると推定した．これらにより，塩原層群の年代は，中期更新世（チバニアン）の間氷期であると推定されている（Tsujino and Maeda，1999）．さらに，塩原層群に狭在する安山岩溶岩の K-Ar 法による全岩年代測定で約 30 万年前の値が示されている（Itaya *et al*., 1989）ことを考慮すると，宮島層は海洋酸素同位体ステージの MIS 7 に相当すると考えられる．

## 研究方法

カゲロウ目幼虫の化石 22 点について，実体顕微鏡での観察結果に基づき同定した．同定の際には，石綿（2001），相場（2015），石綿ほか（2018）の同定方法や結果を参考にした．また，デジタルノギスで全長，

腹幅，尾毛の長さを測定した．全長については，保存状態によって頭部や尾毛を欠失するものや体位が湾曲するものがあるため，保存されている前端から後端までを保存全長とした．腹幅については，すべての化石において腹部が認められたため最大腹部幅を測定した．カゲロウ目の特徴でもある尾毛については，一部を欠失するものも含め，最も長い尾毛の基部から先端までを測定した．

## 古生物学的記載

Class Insecta　昆虫綱
Subclass Pterygota　有翅亜綱
Order Ephemeroptera　カゲロウ目（蜉蝣目）
Family Baetidae　コカゲロウ科
*Procloeon* sp.
ヒメウスバコカゲロウ属の一種

1. INM-4-17404 (Pl. 1-1a, 1-1b)
　カウンターパートが保存されている．頭部は一部欠失するが，胸部と腹部は明瞭である．脚部は片側で腿節と脛節の 1 本，反対側でわずかに腿節の 1 本がある．尾毛は 3 本が明瞭で, 外側の内 1 本は半分が欠失する．
2. INM-4-17409 (Pl. 1-2)
　頭部，胸部，腹部は明瞭である．両複眼がある．胸部左側で翅芽が開く．脚部はない．尾毛は 3 本あるが，中央の 1 本は大部分が欠失する．
3. INM-4-17411 (Pl. 1-3a, 1-3b)
　カウンターパートが保存されている．頭部は一部欠失し，胸部，腹部は明瞭である．腹部は中央付近で裂ける．両複眼がある．胸部で片側の翅芽が開く．脚部はない．尾毛は 3 本ある．
4. INM-4-17412 (Pl. 1-4a, 1-4b)
　カウンターパートが保存されている. 頭部が欠失し，胸部，腹部，および翅芽が明瞭である．脚部はなく，尾毛は 3 本ある．第 10 腹節の後縁両端に棘状の突起がある．
5. INM-4-17413 (Pl. 1-5a, 1-5b)
　カウンターパートが保存されている. 頭部は欠失し，胸部は翅芽が曲がっており，腹部は明瞭である．胸部の上方に脚部状の部位があるが，同標本の一部かは不明．尾毛は 3 本あるが外側の 1 本は先端が欠失している．
6. INM-4-17416 (Pl. 1-6)
　頭部は欠失し，胸部と腹部は判別できる．脚部はない．尾毛は 3 本あるが中央の 1 本は半分程度が欠失している．
7. INM-4-17422 (Pl. 1-7)
　頭部，胸部は欠失し，腹部はある．脚部はない．尾毛は 3 本で微毛が明瞭である．
8. INM-4-17424 (Pl. 1-8)
　一部欠失はしているが頭部，胸部，腹部がある．尾毛は 3 本で，両端の 2 本は明瞭だが中央の 1 本は大部分を欠く．
9. INM-4-17427 (Pl. 1-9)
　頭部は欠失し，胸部，腹部は明瞭．脚部はない．尾毛は 3 本あるが，中央の尾毛で半分程度欠失する．

### 同定

　コカゲロウ科の幼虫は，体型が流線型の種が多く，腹部第 8 節や第 9 節に著しい後側突起がない．2 本の尾毛には遊泳毛があるものが多く，3 本の場合は外側の 2 本で内側に，中央の 1 本では両側にそれぞれ長毛列をもつ．尾毛の中央部には暗色帯斑がある種が多い．一方，ヒメウスバコカゲロウ属 *Procloeon* やフタバカゲロウ属 *Cloeon* では，尾毛の節の接合部が 3 節から 5 節の間隔で暗色化する．この両属を区別するには，口器，脚部の爪，末端腹節のそれぞれの形状が重要である．今回検討した化石標本については，保存状態から口器および脚部の爪を比較検討することが不可能なため，腹背末端節中央後縁部の形状を精査した．つまり，ヒメウスバコカゲロウ属の後縁中央部が後方に大きく突出することなく直線的であり，その両端には一対の突起が存在する特徴があるが，フタバカゲロウ属は末端節後縁の中央部が直線的ではなく，その両端の突起がない特徴がある．以上の形態的特徴が一致することから，コカゲロウ科のヒメウスバコカゲロウ属の一種 *Procloeon* sp. と同定した．

**測定**

**表 1**．ヒメウスバコカゲロウ属の一種の測定値.
**Table 1**．Measured values of the specimens of *Procloeon* sp.

| 標本番号<br>Specimen number | 保存全長<br>Preserved total length<br>(mm) | 最大尾毛長<br>Maximum tail length<br>(mm) | 最大腹部幅<br>Maximum abdominal width<br>(mm) |
|---|---|---|---|
| INM-4-17404 | 8.56 | 2.70 | 1.35 |
| INM-4-17409 | 10.86 | 3.15 | 1.97 |
| INM-4-17411 | 8.53 | 1.61 | 1.81 |
| INM-4-17412 | 10.06 | 2.48 | 2.14 |
| INM-4-17413 | 9.45 | 3.01 | 2.02 |
| INM-4-17416 | 11.61 | 2.98 | 2.19 |
| INM-4-17422 | 6.47 | 2.60 | 1.79 |
| INM-4-17424 | 9.88 | 3.15 | 2.22 |
| INM-4-17427 | 11.29 | 3.07 | 1.94 |

cf. *Procloeon* sp.
ヒメウスバコカゲロウ属の一種（参照）

1. INM-4-17414 (Pl. 1-10)

頭部は一部欠失するが, 胸部と腹部の判別はできる．翅芽が左側でわずかに，右側で大きく開く．脚部はない．尾毛は 3 本あるが外側の 1 本は先端が欠失している．中央と左側の尾毛で微毛が明瞭である．

2. INM-4-17418 (Pl. 1-11)

頭部，胸部，腹部は明瞭である．左側で翅芽がわずかに開く．脚部はない．尾毛は 3 本あるが中央の 1 本は大部分が欠失している．

3. INM-4-17419 (Pl. 2-1)

頭部は不明瞭で，胸部，腹部は判別できる．左側で翅芽がわずかに開く．脚部はない．尾毛は 3 本あるが中央の 1 本は大部分が欠失している．

4. INM-4-17420 (Pl. 2-2a, 2-2b)

カウンターパートが保存されている．頭部，胸部，腹部が判別できる．複眼と考えられる部位がある．脚部は不明瞭だが左右に 3 本ずつあり，腿節と脛節がわずかに判別できる．尾毛は 3 本ある．

5. INM-4-17426 (Pl. 2-3)

頭部，胸部，腹部，および 3 本の尾毛が明瞭．中央の尾毛で両側に微毛がある．脚部は右後脚のみ．

6. INM-4-17429 (Pl. 2-4)

頭部，胸部，腹部は明瞭．脚部はない．尾毛は 3 本あるが，中央の尾毛で大部分が欠失する．

**同定**

流線型の体型で，腹部第 8，9 節に後側突起がなく，外側の尾毛で内向きにのみ微毛がある．以上の形態的特徴がコカゲロウ科の幼虫と一致することから，コカゲロウ科と同定した．なお，ヒメウスバコカゲロウ属 *Procloeon* と考えるが，本属の特徴である後縁中央部が後方に大きく突出することなく直線的であることや，その両端に一対の突起が存在する特徴は確認できない．

**測定**

**表 2**．ヒメウスバコカゲロウ属の一種（参照）の測定値.
**Table 2**．Measured values of the specimens of cf. *Procloeon* sp.

| 標本番号<br>Specimen number | 保存全長<br>Preserved total length<br>(mm) | 最大尾毛長<br>Maximum tail length<br>(mm) | 最大腹部幅<br>Maximum abdominal width<br>(mm) |
|---|---|---|---|
| INM-4-17414 | 11.94 | 3.47 | 1.95 |
| INM-4-17418 | 11.36 | 3.02 | 2.14 |
| INM-4-17419 | 12.05 | 3.16 | 2.29 |
| INM-4-17420 | 7.73 | 2.33 | 1.22 |
| INM-4-17426 | 12.33 | 3.18 | 2.17 |
| INM-4-17429 | 8.80 | 2.81 | 1.67 |

Family Heptageniidae　ヒラタカゲロウ科

Heptageniidae gen. et sp. indet.

ヒラタカゲロウ科　属種未定

1. INM-4-17405 (Pl. 2-5)

頭部，胸部，腹部，および 3 本の尾毛は明瞭．頭部は楕円形で背面に両複眼がある. 脚部は左前脚で腿節，左中脚と後脚でそれぞれ腿節と脛節，右前脚と後脚でそれぞれ腿節，右中脚で腿節と脛節がある．前脚腿節の先端に明瞭な突起はない.

2. INM-4-17406 (Pl. 2-6)

腹部端が欠失しており, 尾毛もない．頭部は楕円形. 脚部は左後脚で腿節，右中脚と後脚でそれぞれ基節と腿節がある.

3. INM-4-17408 (Pl. 2-7a, 2-7b)

カウンターパートが保存されている．頭部，胸部，腹部，および 3 本の尾毛は明瞭．頭部は楕円形．脚部は左前脚と後脚でそれぞれ腿節と脛節，左中脚で腿節と脛節，および跗節，右前脚と中脚，および後脚でそれぞれ腿節と脛節，および跗節がある．前脚腿節の先端部は不明瞭.

4. INM-4-17421 (Pl. 2-8)

頭部，胸部，腹部は明瞭．頭部は楕円形．尾毛は 3 本あるが，右側は不明瞭である．脚部は左側に 1 本あり, 基節と脛節が不明瞭だが扁平な腿節が明瞭である.

**同定**

ヒラタカゲロウ科の幼虫は匍匐型の体型が多く，体全体（頭部・胸部・腹部・脚部の腿節）は扁平である．以上の形態的特徴が一致することから，ヒラタカゲロウ科と同定した．なお，現存のヒラタカゲロウ科を Bauernfeind and Soldán（2012）に準じ整理するとヒメヒラタカゲロウ亜科 Rhithrogeninae，タニガワカゲロウ亜科 Ecdyonurinae，キハダヒラタカゲロウ亜科 Heptageniinae の 3 亜科となり，幼虫は口器，鰓，腿節の形状から区別できるとされる．これらのうち，ヒメヒラタカゲロウ亜科の幼虫は前脚腿節の先端の突起が明瞭であることや，ヒラタカゲロウ属 *Epeorus* の幼虫で尾毛が 2 本，ヒメヒラタカゲロウ属 *Rhithrogena* の幼虫で尾毛が 3 本であることが特徴とされる．本化石標本についても前脚腿節先端の突起の有無および尾毛の本数について調べた結果，INM-4-17405，INM-4-17408，INM-4-17421 についてはタニガワカゲロウ亜科 Ecdyonurinae またはキハダヒラタカゲロウ亜科 Heptageniinae の属あるいはそれに近縁なグループと考えられる.

**測定**

**表 3**．ヒラタカゲロウ科属種未定の測定値.

**Table 3**．Measured values of the specimens of Heptageniidae gen. et sp. indet.

| 標本番号<br>Specimen number | 保存全長<br>Preserved total length<br>(mm) | 最大尾毛長<br>Maximum tail length<br>(mm) | 最大腹部幅<br>Maximum abdominal width<br>(mm) |
|---|---|---|---|
| INM-4-17405 | 8.44 | 2.05 | 1.35 |
| INM-4-17406 | 6.40 | - | 1.62 |
| INM-4-17408 | 7.66 | 3.18 | 1.19 |
| INM-4-17421 | 10.55 | 3.95 | 1.63 |

Ephemeroptera fam., gen. et sp. indet.

カゲロウ目　科属種未定

1. INM-4-17410 (Pl. 2-9)

頭部はわずかに判別可能で，胸部，腹部は明瞭である．脚部はない．尾毛は 3 本あるが，それぞれ大部分が欠失する．後側突起は不明.

2. INM-4-17415 (Pl. 2-10)

頭部，胸部は欠失するが，腹部が半分程度確認できる．尾毛は 3 本あり，それぞれの尾毛で両側に微毛がある.

3. INM-4-17417 (Pl. 2-11a, 2-11b)

カウンターパートが保存されている．頭部が不明瞭だが判別はできる．胸部と腹部は明瞭である．尾毛，脚部はない．中胸と考えられる部位から翅芽が突出する.

### 同定

カゲロウ目の幼虫は，中後胸に翅芽があり，頭部や胸部と比べて長い腹部となる流線型の体型や，3 本の尾毛をもつ種が多い．以上の形態的特徴が一致することから，カゲロウ目と同定した．

### 測定

**表 4**．カゲロウ目科属種未定の測定値．
**Table 4**．Measured values of the specimens of Ephemeroptera fam., gen. et sp. indet.

| 標本番号<br>Specimen number | 保存全長<br>Preserved total length<br>(mm) | 最大尾毛長<br>Maximum tail length<br>(mm) | 最大腹部幅<br>Maximum abdominal width<br>(mm) |
|---|---|---|---|
| INM-4-17410 | 7.27 | - | 1.62 |
| INM-4-17415 | 6.32 | 3.03 | 1.36 |
| INM-4-17417 | 8.55 | - | 1.96 |

### 分類群の構成

ミュージアムパーク茨城県自然博物館で収蔵する塩原層群産の昆虫類化石 238 標本を 8 目 193 点と不明種 45 点に分類した（表 5）．本稿ではこれらのうち，カゲロウ目幼虫 22 点について形態観察を行い，コカゲロウ科 15 点，ヒラタカゲロウ科 4 点を識別し，コカゲロウ科についてはヒメウスバコカゲロウ属 9 点，ヒメウスバコカゲロウ属（参照）6 点を同定した．

**表 5**．茨城県自然博物館に収蔵されている塩原層群産の昆虫類化石の点数．
**Table 5**．Number of insect fossils from the Shiobara Group stored in Ibaraki Nature Museum.

| 目 | **Order** | 標本点数 | **Number of Specimens** |
|---|---|---|---|
| カゲロウ目 | Ephemeroptera | | 22 |
| トンボ目 | Odonata | | 6 |
| カワゲラ目 | Plecoptera | | 8 |
| カメムシ目 | Hemiptera | | 8 |
| コウチュウ目 | Coleoptera | | 15 |
| ハチ目 | Hymenoptera | | 17 |
| ハエ目 | Diptera | | 116 |
| チョウ目 | Lepidoptera | | 1 |
| 不明 | unidentified | | 45 |
| 合計 | **Total** | | **238** |

## 議　論

### 1. カゲロウ目の産出頻度

相場（2015）の報告では，塩原層群から産出した昆虫類化石 411 点のうち最も多いのはハエ目 164 点であり，次いでカゲロウ目 57 点とされている．本稿では，表 5 に示すように昆虫類化石 238 点のうち最も多いのはハエ目 116 点であり，次いで不明種を除くとカゲロウ目 22 点となり，どちらの報告においてもカゲロウ目の化石数は二番目に多いものとなる．

また，水生昆虫であるトンボ目幼虫やカワゲラ目幼虫と比較すると，カゲロウ目幼虫は最も多い数となる．

これらのことから，塩原層群が形成された古塩原湖においてはカゲロウ目の幼虫が水生昆虫集団において優占していたことが考えられる．

### 2. カゲロウ目化石による古環境の推定

カゲロウ目の国内における現生種は 13 科 39 属 150 種とされる（石綿ほか，2018）．幼虫は生涯のほとんどを水中で過ごし，種やグループによって水質の好みが変わるため環境調査における指標生物としても活用されることが多い．

ヒメウスバコカゲロウ属は，石綿ほか（2018）によると，比較的大きな河川の山地渓流域から河川下流域に生息し，幼虫は平瀬や淵の砂底の岸際に多く見出される．河川源流域の調査では，堰堤にできる一時的な池の流入部や池の中で採集された記録がある（石綿ほか，2013）．これらのことから判断して，河川の緩流域に広く分布する属といえる．

また，ヒラタカゲロウ科では，本稿で記載したタニガワカゲロウ亜科やキハダヒラタカゲロウ亜科に属するものも緩流域を主な生息場所としている．相場（2015）においても，緩流域に広範に生息するタニガワカゲロウ亜科のシロタニガワカゲロウ *Ecdyonurus yoshidae* と考えられる化石標本の報告がある．

これらのことから，古塩原湖およびその周辺では緩流域が存在していたことが示唆される．

### 3. コカゲロウ科の進化史における意義

現存するカゲロウの遺伝子による系統解析では，コカゲロウ科は現生カゲロウ目の中で最初に分岐したとされている（Ogden and Whiting, 2005）．しかし，コカゲロウ科の化石記録はまばらで乏しいことが指摘されており（McCafferty, 1997; Poinar, 2011），その進化史の解明には，より多くの化石記録の蓄積が大きな課題となっている．

コカゲロウ科の絶滅属として，下部白亜系（バランギニアン階～アプチアン階）から属不明のコカゲロウ科の一種が報告されている（McCafferty, 1997）．さらに，下部白亜系アルビアン階からは化石種 *Vetuformosa buckleyi* が報告されており（Poinar, 2011），上部白亜系セノマニアン階からは化石種 *Palaeocloeon taimyricum* が報告されている（Kluge, 1997）．

一方で，コカゲロウ科の現生属化石の報告は少なく，先行研究である相場（2015）によって報告されたコカゲロウ属未定種（*Baetis* sp. A，および *B.* sp. B）のほか，メキシコの新第三系中新統から *Cloeodes* sp. が報告されているに過ぎない（Schawaller, 1982）．かつてはコカゲロウ科の現生属化石として，古第三系始新統から *Baetis gigantea* および *B. grossa* が報告され（Pictet and Hagen, 1856），新第三系鮮新統から *Cloeon emmavillensis* が報告されていたが（Riek, 1954），これらは Kluge（2004）によっていずれも所属不明の化石カゲロウ Euplectoptera incertae sedis に再分類されている．

本研究により，コカゲロウ科ヒメウスバコカゲロウ属未定種 *Procloeon* sp. の化石が塩原層群宮島層より記載された．本属の化石は The Paleobiodiversity Database (https://paleobiodb.org) や Fossilworks (http://fossilworks.org) といった国際的な古生物情報検索サービスを用いても前例が見当たらないことから，世界的にも非常に稀有な産出情報であるといえる．本稿で報告するヒメウスバコカゲロウ属化石により，本属が中期更新世（チバニアン）の日本に既に生息していたことが明らかとなった．相場（2015）で報告されたコカゲロウ属未定種（*Baetis* sp. A，および *B.* sp. B）と合わせると，塩原層群宮島層から産出したコカゲロウ科は合計 2 属となり，そのいずれも現生属である．コカゲロウ科は現存のカゲロウ目のうち最も小型な一群であるが，あらゆる淡水域に進出し，多くの属を包含する一大グループである．継続する調査により，上述の 2 属に加え，さらに多くのグループの化石標本の発見を期待するとともに，これまで得られてない成虫の化石標本の発見を含めて多くの情報が蓄積され，この古生物環境の詳細が明るくなることを望んでやまない．

## 謝　辞

本稿を作成するにあたり，慶應義塾幼稚舎の相場博明氏からは昆虫類化石の同定について助言をいただいた．つくば国際大学の岸本　亨氏からはカゲロウ目同定の協力者についての紹介をいただいた．ミュージアムパーク茨城県自然博物館の化石クリーニングチームのボランティアの皆様には，長年にわたってイベントを実施いただくとともに博物館の資料収集においてもご尽力いただいた．以上の皆様に厚く御礼を申し上げる．

## 引用文献

相場博明．2015．塩原木の葉石ガイドブック―実習・同定の手引きと植物・昆虫化石図鑑．pp. 108，丸善プラネット．

相場博明．2019a．栃木県塩原層群から新たに発見されたチョウセンオオカメムシ化石．月刊むし，**576**: 14-19.

相場博明．2019b．栃木県塩原層群から産出のマエジロカメムシ化石．月刊むし，**581**: 38-40.

相場博明・加藤太一・二橋　亮．2019．栃木県塩原層群から産出のサナエトンボ科化石．月刊むし，**575**: 23-26.

Allison, P. A. , H. Maeda, T. Tuzino and Y. Maeda. 2008. Exceptional Preservation and Taphofacies within Pleistocene Lacustrine Sediments of Shiobara, Japan. *Palaios*, **23**: 260-266.

Asahina, S. 1959. On the fossil dragonfly wing from the Pleistocene of Shiobara, Central Japan. *Kontyu*, **27** (1): 63-65.

Bauernfeind, E. and T. Soldán. 2012. The Mayflies of Europe (Ephemeroptera). 781 pp., Apollo Books, Ollerup.

遠藤誠道．1931．日本更新世 (Pleistocene Age) の気候について．地質学雑誌，**38**: 520-531.

Endo, S. 1934. On the fossil *Acer* from Shiobara Pleistocene plant beds, Japan. Some Japanese Cenozoic plants, 1. *Jap. Jour. Geol. Geogr.,* **11**: 239-253.

Endo, S. 1935. A Pleistocene flora of Japan as an indicator of climatic condition. *Jour. Geol. Soc. Tokyo,* **43**: 658-674.

Endo, S. 1940. A pleistocene flora from Shiobara, Japan. *Sci. Rep. Tohoku. Univ. Ser. 2,* **21**: 47-80.

Fujiyama, I. 1968. A pleistocene fossil papilio from Shiobara, Japan. *Bull. Nat. Sci. Mus., Tokyo,* **11** (1): 85-95.

Fujiyama, I. 1969. A Miocene cicada from Nasu, with an additional record of a pleistocene cicada from Shiobara, Japan. *Bull. Nat. Sci. Mus., Tokyo,* **12** (4): 863-874.

Fujiyama, I. 1979. Some Late Cenozoic cicadas from Japan. *Bull. Nat. Sci. Mus., Tokyo, Ser. C,* **8** (4): 181-187.

Fujiyama, I. 1983. A Pleistocene nymphalid butterfly from

Shiobara, Japan. *Bull. Nat. Sci. Mus., Tokyo, Ser. C,* **9** (4): 122-128.

長谷川善和・青島陸治．1988．塩原湖成層産のネズミ類化石 2 種．栃木県立博物館紀要，**5**: 1-5.

早川唯弘・広瀬和男・野口　真．1985．箒川上流における河岸段丘の発達．茨城大学教育学部紀要（自然科学），**34**: 1-22.

Hayashi, M. and H. Aiba. 2016. A fossil record of *Malacopsephenoides japonicus* (Coleoptera, Psephenidae) from the Middle Pleistocene Shiobara Group in Shiobara, Tochigi Prefecture, Japan. *Elytra, Tokyo, New Series*, **6**: 301-302.

Hayashi, M., H. Aiba, E. Nakano, Y. Takahashi and T. Sato. 2020. Fossilized Water Pennies (Coleoptera: Psephenidae) in the Middle Pleistocene Lake Deposits in Shiobara Site, Tochigi Prefecture, Japan. *Japanese Journal of Systematic Entomology*, **26** (1): 84-86.

日浦　勇．1966．栃木県塩原化石湖から発見されたカメムシの化石 2 種．大阪自然科学博研究報告，**19**: 39-45.

池島柳一・青木謙一郎．1962．高原火山の岩石学的研究．岩石鉱物鉱床学会誌，**48**: 97-107.

石綿進一．2001．千葉県のカゲロウ類－チェックリスト，記相および検索．千葉県中央博自然誌研究報告，**6** (2): 163-200.

石綿進一・藤谷俊仁・司村宜祥．2013．ヌタノ沢のカゲロウ類．神奈川県自然環境環保全センター研究報告，**10**: 177-185.

石綿進一・藤谷俊仁・竹門康弘．2018．カゲロウ目．川合禎次・谷田一三（編）．日本産水生昆虫第二版－科・属・種への検索．pp. 47-149，東海大学出版会.

Itaya, T., T. Okada, T. Onoe and N. Isshiki. 1989. K-Ar Ages of the Middle Pleistocene Takahara Volcano, Central Japan, and Argon Release Processes in Cooling Lava. *Mass Spectroscopy*, **37** (6): 365-374.

金原信恭．1900．高原火山地質調査報告．震災予防調査会報告，(31): 1-45.

Kluge, N. J. 1997. Classification and phylogeny of the Baetidae (Ephemeroptera) with description of the new species from the Upper Cretaceous resins of Taimyr. *In*: Landolt, P. and M. Sartori (eds.). *Ephemeroptera & Plecoptera. Biology-Ecology-Systematics*. pp. 527-535, Mauron+ Tinguely & Lacht SA, Fribourg.

Kluge, N. J. 2004. The phylogenetic system of Ephemeroptera. 456 pp., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

小泉源一．1940．塩原更新世植物衆．植物分類及植物地理，**9** (1): 1-27.

McCafferty, W. P. 1997. Discovery and analysis of the oldest mayflies (Insecta, Ephemeroptera) known from amber. *Bull. Soc. His. Nat., Toulouse*, **133**: 77-82.

直良信夫．1933．クサガメとイシノミの化石．昆虫界, **1** (6): 570-572.

Nathorst, A. G. 1883. Contribution a la flore fossile du Japan. *Kungliga Svenska Vetenskps-Akademiens Handlinger,* **20**: 3-92.

Nathorst, A. G. 1888. Zur fossilen flora Japan. *Pal. Abh. von Dam, und Kayser.,* **4** (3): 197-250.

Ogden, T. H. and M. F. Whiting. 2005. Phylogeny of Ephemeroptera (mayflies) based on molecular evidence. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **37**: 625-643.

尾上　亨．1984．栃木県塩原産更新世植物群に関する研究 (1)，小型（花粉・胞子）化石による古環境考察．地質調査所月報，**35** (2): 49-60.

尾上　亨．1989．栃木県塩原産更新世植物群による古環境解析．地質調査所報告，**269**: 1-207.

尾上　亨．2004．栃木県塩原町の中部更新統塩原層群から新たに発見されたネコシデについて．茨城県自然博物館研究報告，(7): 91-92.

大石三郎．1931．塩原化石湖産昆虫の一新種（雑報）．地質学雑誌，**38** (449): 91-92.

尾崎公彦．1982．植物化石による古環境の推定．採集と飼育．**44** (2): 91-94.

Pictet, F. J. and H. Hagen. 1856. Die im Bernstein befindlichen Neuropteren der Vorwelt. *Die in Bernstein Befindlichen Organischen Reste der Vorwelt Gesammelt in Verbindung mit Mehreren Bearbeitetet und Herausgegeben*, **2** (2): 41-126.

Poinar, G. 2011. Vetuformosa buckleyi n. gen., n. sp. (Ephemeroptera: Baetidae; Vetuformosinae n. subfam.), a new subfamily of mayflies in Early Cretaceous Burmese amber. *Historical Biology*, **23** (4): 369-374.

Riek, E. F. 1954. A re-examination of the Upper Tertiary mayflies described by Etheridge and Olliff from the Vegetable Creek Tin-field. *Records of the Australian Museum,* **23** (4): 159-160.

Schawaller, W. 1982. Der erste Pseudoskorpion (Chernetidae) aus Mexikanischem Bernstein (Stuttgarter Bernsteinsammlung: Arachnida, Pseudoscorpionidea). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde / B: Geologie und Paläontologie,* **85**: 1-9.

Shikama, T. 1955. Note on occurrence of fossil Rana from Shiobara, Tochigi Prefecture. *Sci. Rep. Yokohama Nat. Univ. Sec. 2.* **4**: 35-40.

鈴木　亙・相場博明・加藤太一．2019．栃木県塩原層群から発見されたオオウバタマコメツキの化石について．さやばねニューシリーズ，**36**: 52-56.

鈴木三男. 1973. 栃木県塩原産埋れ木. 植物研究雑誌, **48** (6): 173-182.

高橋　唯・加藤太一・相場博明・指田勝男．2017．博物館活動で得られた栃木県塩原層群産のクワガタムシ科及びオオムカデ目化石について. 茨城県自然博物館研究報告, (20): 51-55.

Tsujino, T. and H. Maeda. 1999. Stratigraphy and taphonomic features of diatomaceous shale of the Pleistocene Shiobara Group, in Tochigi, Japan. *Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo, Ser. C*, **25**: 73-104.

辻野　匠．2008．塩原盆地．日本地質学会（編）．日本地方地質誌 3 関東平野．pp. 367-368，朝倉書店.

上野輝弥．1967．栃木県塩原産コイ科魚類の化石について．資源科学研究所彙報，**69**: 131-134.

渡辺泰明．1978．ハネカクシ漫歩 (6) ハネカクシ化石について．甲虫ニュース，**42**: 1-3.

矢部長克．1929．塩原火山と地体構造との関係．地理学評論，**5**: 142-158.

**（要　旨）**

**西元重雄・加藤太一・石綿進一．茨城県自然博物館が所蔵する更新統塩原層群の昆虫類化石～カゲロウ目～．茨城県自然博物館研究報告　第 23 号（2020）pp. 13-21，pls. 1-2.**

更新統塩原層群産の昆虫類化石 238 標本が茨城県自然博物館に収蔵されている．本稿ではそのうち，カゲロウ目の幼虫化石 22 点について分類学的検討を行った．その結果，コカゲロウ科のヒメウスバコカゲロウ属 9 点，ヒメウスバコカゲロウ属（参照）6 点，属種未定のヒラタカゲロウ科 4 点，科属種未定のカゲロウ目 3 点が同定された．これにより，現生属であるヒメウスバコカゲロウ属が中期更新世（チバニアン）の日本に既に分布していたことが明らかになった．また，本属の現在の生息環境より，古塩原湖の水系に緩流域が存在していたことが示唆された．さらに，カゲロウ目の幼虫化石の産出数が多いことから，古塩原湖の水生昆虫相の中でカゲロウ目の幼虫の割合が大きかったことが推測される．

**（キーワード）**：昆虫類化石，カゲロウ目，更新世，塩原層群．

# 図版と説明

（2 図版）

# Plates and Explanations

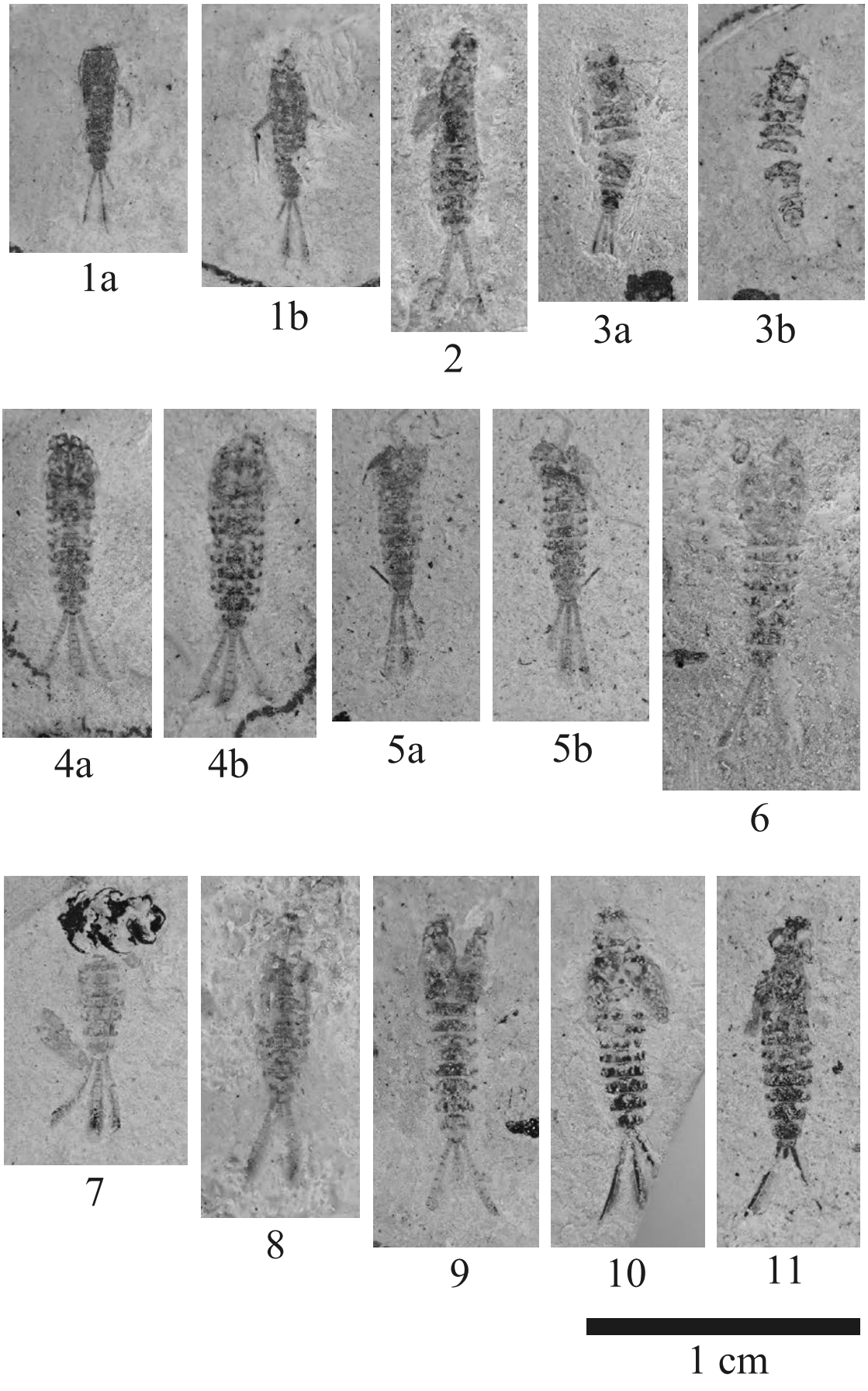
（2 plates）

## 図版 1（Plate 1）

1～9. ヒメウスバコカゲロウ属の一種
*Procloeon* sp.
1a, b; INM-4-17404, 2; INM-4-17409, 3a, b; INM-4-17411, 4a, b; INM-4-17412, 5a, b; INM-4-17413, 6; INM-4-17416, 7; INM-4-17422, 8; INM-4-17424, 9; INM-4-17427.

10, 11. ヒメウスバコカゲロウ属の一種（参照）
cf. *Procloeon* sp.
10; INM-4-17414, 11; INM-4-17418.

Scale bar: 1 cm.


1a
1b
2
3a
3b
4a
4b
5a
5b
6
7
8
9
10
11
1 cm

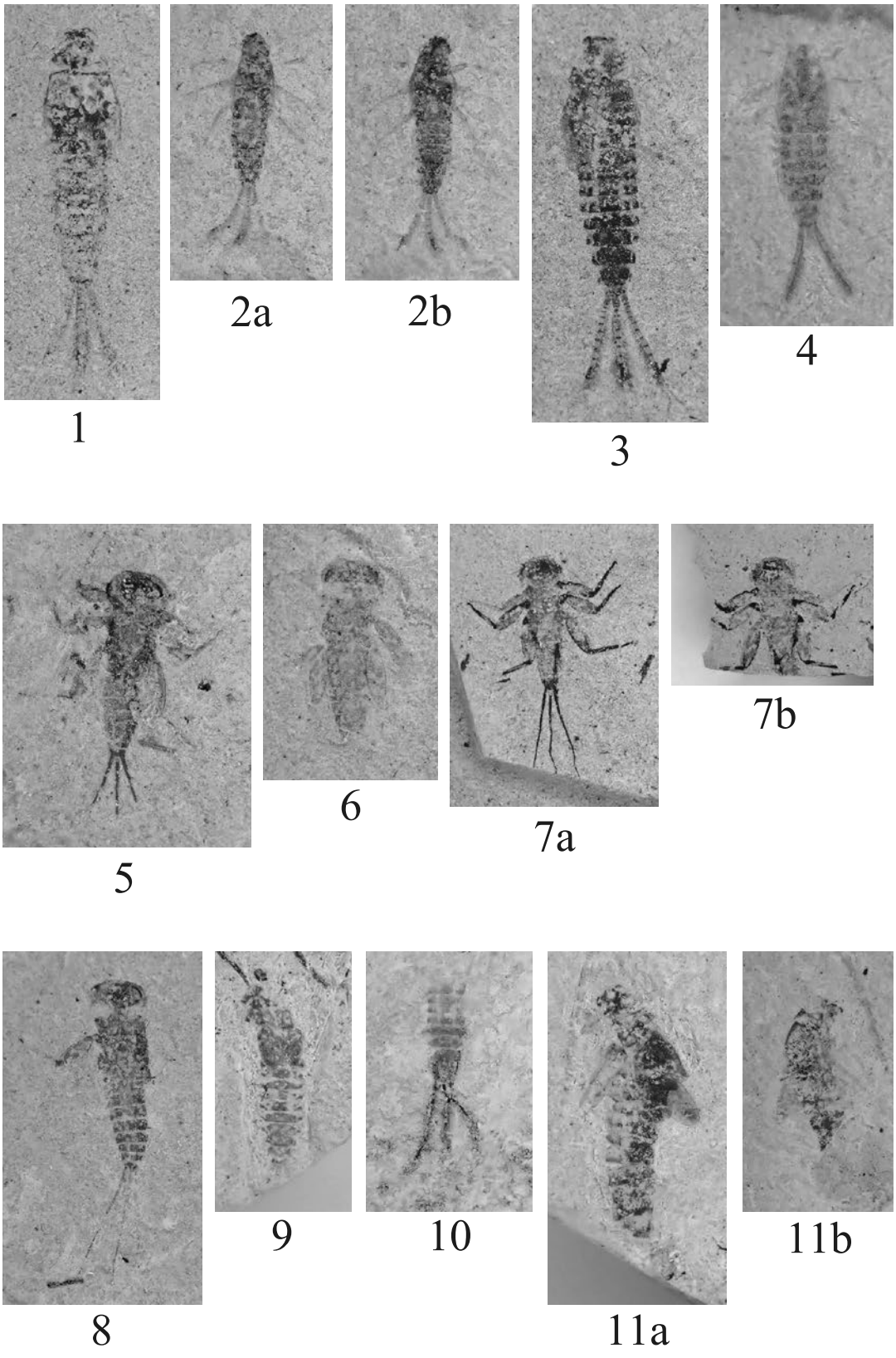
## 図版 2（Plate 2）

1～4. ヒメウスバコカゲロウ属の一種（参照）
cf. *Procloeon* sp.
1; INM-4-17419, 2a, b; INM-4-17420, 3; INM-4-17426, 4; INM-4-17429.

5～8. ヒラタカゲロウ科　属種未定
Heptageniidae gen. et sp. indet.
5; INM-4-17405, 6; INM-4-17406, 7a, b; INM-4-17408, 8; INM-4-17421.

9～11. カゲロウ目　属種未定
Ephemeroptera fam., gen. et sp. indet.
9; INM-4-17410, 10; INM-4-17415, 11a, b; INM-4-17417.

Scale bar: 1 cm.


1
2a
2b
3
4
5
6
7a
7b
8
9
10
11a
11b
1 cm