

## 兜岩層昆虫化石の研究 9

茂木伊一氏寄贈化石標本  
ケバエ科の分類学研究と古気候

Studies of fossil insects from Kabutoiwa Member 9

Fossil specimens donated by Mr. I.Moteki

Taxonomic study of Bibionidae and paleoclimate

田中敏明\*

Toshiaki Tanaka

キーワード：昆虫化石, 兜岩層, ケバエ科, 古気候

Key words : Insect fossils, Kabutoiwa member, Bibionidae, paleoclimate

### はじめに

これまで8回にわたり茂木伊一氏が下仁田町自然史館に寄贈された昆虫化石（茂木コレクション）について目以上まで同定できた標本を記載してきた。今後は分類群ごとにまとめた結果を報告していく予定である。今回はハエ目（双翅目）カ亜目（長角亜目）に属するケバエ科の昆虫化石のまとめを行った。この科は、体長が5~15 mm程度ありハエ目では比較的大型のグループである。

ケバエ科は双翅目の中でも化石種が多く、白亜紀後期及び新生代の地層から493種が記載されている（Mitchell, 2013; 2025年12月閲覧）。湖沼堆積物から豊富に産出し、保存状態が良好で属レベルでの同定が可能な標本が多い。これらの標本は現生属に含まれることから古環境の復元の指標となりえる。日本からは5種が記載されている（Fujiyama, 1970; Fujiyama & Iwao, 1974; 輿水, 1982; 藤山, 1985）。茂木コレクションからはこれまでのところ、ペア標本4をふくむ16個体、計20の標本を確認している。本稿ではこれらのケバエ科化石を検

討し、ケバエ属 *Bibio* の7個体8標本、トゲケバエ属 *Dilophus* の3個体5標本、トゲナシケバエ属 *Plecia* の3個体3標本、属までの同定ができずケバエ科の一種としたもの3個体4標本を確認した。

### 試料と方法

本稿で扱った標本は下仁田町自然史館に収蔵されているSNM-F-Kb-234, SNM-F-Kb-244, SNM-F-Kb-395, SNM-F-Kb-402, SNM-F-Kb-403-a, SNM-F-Kb-403-b, SNM-F-Kb-419, SNM-F-Kb-426-a, SNM-F-Kb-426-b, SNM-F-Kb-430-a, SNM-F-Kb-430-b, SNM-F-Kb-437, SNM-F-Kb-441, SNM-F-Kb-443, SNM-F-Kb-490, SNM-F-Kb-491, SNM-F-Kb-509, SNM-F-Kb-527-a, SNM-F-Kb-527-b, SNM-F-Kb-543の20標本である。このうち4つのペアがあるので個体数は16となる。標本の撮影はOlympus TG-6及びLeica EZ4Wを用いた。第1表に示した特徴をもとにケバエ科の各属を同定した。翅脈の名称については田中 (2000), Collomb et al (2008), 笹川満廣 (2013), Fitzgerald (2024)

2026年1月30日受付。2026年2月16日受理。

\* 〒247-0007 横浜市栄区小菅ヶ谷3-7-15 sareha21@jcom.zaq.ne.jp 兜岩層研究会

第1表 ケバ工科の各属の特徴

属名	RS 脈	Rs 脈と r-m 横脈の長さ	r-m と M 脈のなす角	その他の特徴
<i>Bibio</i> ケバ工属	RS 脈は R2+3 になるだけで分枝しない	Rs 脈は r-m 横脈より長い等しい	鈍角	前脛節先端に棘がある。
<i>Dilophus</i> トゲケバ工属	RS 脈は R2+3 になるだけで分枝しない	Rs 脈は r-m 横脈より短い	鈍角	前胸背に顕著な突起列をもち、前脛節の腹面には複数の横列をなす突起列をもつ。前脛節の中程や中胸背前方に棘の列がある。
<i>Plecia</i> トゲナシケバ工属	R2+3 と R4+5 脈に分岐	Rs 脈は r-m 横脈より非常に長い	90度前後	Rs は長く M 脈とほぼ平行に走り R1 脈に達する。R2+3 は短く、Sc 脈に終わる。中胸背版に2本の縦溝がある。
<i>Penthetria</i> ヒメケバ工属	R2+3 と R4+5 脈に分岐	Rs 脈は r-m 横脈より非常に長い	90度前後	Rs は長く M 脈とほぼ平行に走り R1 脈に達する。R2+3 は長く R4+5 と平行に走る。

を参考にした。また、オスの複眼がメスと比べて大きく発達する特徴をもとに雌雄の同定をおこない、♂8個体、♀3個体を確認した。

### 古生物学的記載

Class Insecta 昆虫綱

Order Diptera ハエ目 (双翅目)

Suborder Nematocera 長角亜目

Family Bibionidae ケバ工科

#### *Bibio* sp.

ケバ工属の一種

#### 1. SNM-F-Kb-234 (PL-1 1a, 1b)

背面の標本 ♂ 体長 10.0 mm 翅長 7.5 mm

前脛節先端の棘を確認できないが、RS 脈が分岐しないこと、翅の基部側における r-m と M 脈のなす角 Rm が鈍角であること、Rs 脈と r-m 横脈はほぼ同じ長さであることから (PL-1, 1b) ケバ工属の一種 *Bibio* sp. と同定できる。R1 脈は縁紋 (Pt) の中を通して Co 脈に達する。

頭部は不鮮明であるが輪郭は残っており (PL-1, 1a)、複眼が発達していると判断できるので♂である。前胸背板はケバ工科によく見られる楕円形の形が見て取れる

#### 2. SNM-F-Kb-402 (PL-1 2a, 2b, 口絵2-②-1)

背面の標本 ♂ 体長 9.0 mm 翅長 5.4 mm

Rs 脈と r-m 横脈は残っていないが、左右の前脛節先端に棘が確認できること (PL-1, 2b 矢印)、前脚の腿節が非常に発達していること、触角・胸

部・腹部の形態からケバ工属 *Bibio* sp. と同定できる。頭部の幅は胸部の最大幅よりやや短い (PL-1, 2a)、複眼は発達しており (PL-1, 2b)、♂と分かる。

#### 3. SNM-F-Kb-403-a, b (PL-1 3a, 3b)

背面、ペア (対) の標本 ♂

体長 8.6 mm 翅長 5.0 mm

前脛節先端の棘を確認できないが、RS 脈が分岐しないこと、翅の基部側における r-m と M 脈のなす角 Rm が鈍角であること、Rs 脈と r-m 横脈はほぼ同じ長さであることから (PL-1, 3b) ケバ工属の一種 *Bibio* sp. と同定できる。

頭部が大きく複眼が発達している (PL-1, 3a) ので♂と分かる。

#### 4. SNM-F-Kb-441 (PL-1 4a, 4b)

側面の標本 ♀ 体長 10.1 mm 翅長 7.9 mm

前脛節先端の棘を確認できないが、RS 脈が分岐しないこと、翅の基部側における r-m と M 脈のなす角 Rm が鈍角であること、Rs 脈と r-m 横脈はほぼ同じ長さであることから (PL-1, 4b) ケバ工属の一種 *Bibio* sp. と同定できる。頭部は小さく複眼が発達してない (PL-1, 4a) ので♀と分かる。

#### 5. SNM-F-Kb-443 (PL-1 5a, 5b)

背面の標本 ♂ 翅長 6.3 mm

前脛節先端の棘を確認できないが、RS 脈が分岐しないこと、翅の基部側における r-m と M 脈のなす角 Rm が鈍角であること、Rs 脈と r-m 横脈はほ

ほぼ同じ長さであること (PL-1, 5b) からケバエ属の一種 *Bibio* sp. と同定できる。数珠状の触角が左右とも一部残っている。前胸背板はケバエ科によく見られる楕円形で中央部分が盛り上がっている様子が見て取れる (PL-1 5a)。複眼は確認できないが頭部が大きいので♂と判断できる。

6. SNM-F-Kb-509 (PL-1 6a, 6b)

背側面の標本 ♀ 体長残存部 7.7 mm 翅長 8.2 mm

前脛節先端の棘を確認できないが、RS 脈が分岐しないこと、翅の基部側における r-m と M 脈のなす角 Rm が鈍角であること、Rs 脈と r-m 横脈はほぼ同じ長さであること (PL-1, 6b)、前脚の腿節が非常に発達していること (PL-1, 6a) からケバエ属の一種 *Bibio* sp. と同定できる。前腿節は SNM-F-Kb-402 に似る。頭部は小さく複眼が発達していない (PL-1, 6a) ので♀と分かる。

7. SNM-F-Kb-543 (PL-2 7a, 7b)

背側面の標本 ♂ 体長 5.4 mm 翅長 4.6 mm

前脛節先端の棘を確認できないが、RS 脈が分岐しないこと、翅の基部側における r-m と M 脈のなす角 Rm が鈍角であること、Rs 脈は r-m 横脈より長いこと (PL-2, 7b) からケバエ属の一種 *Bibio* sp. と同定できる。複眼は確認できないが頭部が大きい (PL-2, 7a) ので♂と判断できる。

*Dilophus* sp.

トゲケバエ属の一種

8. SNM-F-Kb-426a, b (PL-2 8a, 8b, 口絵2-②-2)

側面, ペア (対) の標本 ♂

体長 9.0 mm 翅長 6.4 mm

Rs 脈は分岐しないこと、翅の基部側における r-m と M 脈のなす角 Rm が鈍角であること、Rs 脈は r-m 横脈より短いこと (PL-2, 8b) からトゲケバエ属の一種 *Dilophus* sp. と同定できる。頭部が大きく複眼が発達している (PL-2, 8a) ので♂と分かる。

9. SNM-F-Kb-430a, b (PL-2 9a, 9b)

背面, ペア (対) の標本 性別不明

体長残存部 3.5 mm 翅長 5.5 mm

Rs 脈は分岐しないこと、翅の基部側における r-m と M 脈のなす角 Rm が鈍角であること、Rs 脈は r-m 横脈より短いこと (PL-2, 9b) からトゲケバエ属の一種 *Dilophus* sp. と同定できる。頭部が欠けているため (PL-2, 9a)、雌雄の判別はできない。

10. SNM-F-Kb-491 (PL-2 10a, 10b)

側面の標本 性別不明

体長残存部 6.2 mm 翅長 4.9 mm

Rs 脈は分岐しないこと、翅の基部側における r-m と M 脈のなす角 Rm が鈍角であること、Rs 脈は r-m 横脈より短いこと (PL-2, 10b) からトゲケバエ属の一種 *Dilophus* sp. と同定できる。頭部が欠けている (PL-2, 10a) ため雌雄の判別はできない。

*Plecia* sp.

トゲナシケバエ属の一種

11. SNM-F-Kb-395 (PL-2 11a, 11b, 口絵2-②-3)

背面の標本 ♂ 体長 11.9 mm 翅長 10.0 mm

翅の基部側における r-m と M 脈のなす角 Rm が直角に近いこと、Rs 脈は r-m 横脈よりかなり長いこと、Rs 脈は短い R2+3 と R3+4 に分枝していること (PL-2, 11b) からトゲナシケバエ属の一種 *Plecia* sp. と同定できる。複眼は確認できないが頭部が大きい (PL-2, 11a) ので♂と判断できる。

12. SNM-F-Kb-419 (PL-2 12a, 12b)

背面の標本 ♀ 体長残存部分 7.0 mm 翅長 6.0 mm

翅の基部側における r-m と M 脈のなす角 Rm が直角に近いこと、Rs 脈は r-m 横脈よりかなり長いこと、Rs 脈は短い R2+3 と R3+4n に分枝していること (PL-2, 12b) からトゲナシケバエ属の一種 *Plecia* sp. と同定できる。頭部は小さく複眼が発達していない (PL-2, 12a) ので♀と分かる。

## 13. SNM-F-Kb-490 (PL-3 13a, 13b)

背面の標本 性別不明

体長残存部 5.8 mm 翅長残存部 4.3 mm

長いRs脈と中胸背版に2本の縦の溝があること(PL-3, 13b)からトゲナシケバエ属の一種 *Plecia* sp. と同定した。Rs脈はr-m横脈よりかなり長いと判断できる。頭部が欠けている(PL-3, 13a)ため雌雄の判別はできない。

*Bibionidae* gen. et sp. indet.

ケバエ科の一種

## 14. SNM-F-Kb-244 (PL-3 14a, 14b)

腹面の標本 性別不明 体長 5.3 mm 翅長 4.5 mm

Rs脈とr-m横脈を確認できないが、その他の部分の脈相(PL-3, 14b)と背面側に盛り上がった楕円形の胸部の形態から(PL-3, 14a)、ケバエ科の一種と同定した。平均棍が確認できる(PL-3, 14b hal)。頭部は不鮮明で雌雄の判別はできない。

## 15. SNM-F-Kb-437 (PL-3 15a, 15b)

側面の標本 ♂ 体長 9.5 mm 翅長 6.4 mm

数珠状の触角(PL-3 15b)と腹部の形態からケバエ科と判断した。脚は華奢で腿節の発達が見られないこと(PL-3, 15a An)から、トゲナシケバエ属の一種 *Plecia* sp. の可能性がある。頭部は大きく、♂と判断できる。

## 16. SNM-F-Kb-527a, b (PL-3 16a, 16b)

側面, ペア(対)の標本 性別不明

体長残存部 11.7 mm 翅長 9.8 mm

腹部の形態(PL-3, 16a)及び腿節と脛節に密生する毛の様子(PL-3, 16b)からケバエ科の一種と同定した。頭部が欠けている(PL-2, 16a)ため雌雄の判別はできない。

## 考 察

Collomb et al (2008) は、フランス、イギリスおよびスペインの始新世から中新世の産地から

産出したケバエ科化石を同定し、*Plecia*, *Bibio*, *Penthetria*, *Dilophus*, *Bibiodes* が含まれることを確認した。その中で特に *Plecia* と *Bibio* の属構成比が大陸における古気候の復元に有用な指標であることを示した。温暖期には *Plecia* 属が増加し、寒冷化に伴い *Bibio* 属が優勢になる傾向があり、両属の構成比は Zachos et al. (2001) が提案した新生代における温度変動の一般的な傾向を示す全球海洋  $\delta 18\text{O}$  曲線とほぼ一致するとした。この論文に掲載された11の産地の中で産出標本数が100個以上の4産地の *Bibio* と *Plecia* の属構成比を第2表に示した。

第2表 フランスの始新世から漸新世の産地における *Bibio* と *Plecia* の属構成比 (%)

産地	時代	<i>Bibio</i>	<i>Plecia</i>	標本数
Monteils	始新世後期	78.6	19.1	173
Céreste	漸新世前期	6.8	92.9	1871
Dauphin	漸新世前期	3.7	96.3	188
Aix	漸新世後期	45.8	50.8	1502

*Bibio* と *Plecia* の割合が、Monteilsは始新世後期から漸新世最前期の寒冷な気候、CéresteとDauphinは漸新世前期の亜熱帯から暖温帯の気候、Aix (Aix-en-Provence) は漸新世後期の暖温帯の気候に対応していることがわかる (Collomb et al, 2008)。

第2表に示した産地とは時代と地域が異なり、標本数が少ない兜岩層産のケバエ科について異なる属の産出個体数割合による古気候の復元は難しい。しかし、兜岩層は *Bibio* 属の半分を占めるので、その割合だけをみると、Aix (Aix-en-Provence) に近いことがわかる。また、温暖な気候の指標である *Plecia* 属が産出していることから少なくとも温帯の気候であると推定できる。

兜岩層及びドイツ Willershausen のケバエ科の属構成比を表3に示した。兜岩層については下仁田町自然史館の標本に輿水 (1982) が記載した *Plecia* 属の一種 (長野県佐久穂町教育委員会所蔵) を加えた計14標本を対象とした。Willershausen については Skartveit J. et al (2025) は74標本を同定し、*Penthetria* 属1種、*Bibio* 属6種、*Dilophus* 属5種を記載した。第3表では74標本の属の比率を%で表し

た。 *Plecia* 属が産出しないのはこの時代にはすでに絶滅しているため、現在のヨーロッパにもこの属は生息していない。

第3表 鮮新統上部、兜岩層及びドイツ Willershausen の粘土採掘層のケバエ科属構成比

	<i>Bibio</i>	<i>Plecia</i>	<i>Dilophus</i>	<i>Penthetria</i>
兜岩層	50.0	28.6	21.4	0
Willershausen	83.8	0	14.9	1.3

Willershausen はヨーロッパでは数少ない鮮新世後期の化石が多産する産地である。化石はかつて粘土を採掘した場所から発見されており、時代は兜岩層とほぼ同時代の鮮新世後期のピアセンジアンである。この産地からは全体でおよそ4万点、昆虫化石は3400点を超える標本が産出している (Kolibáč J. et al, 2016, Skartveit J. et al, 2025)。植物化石は水辺に生育する落葉広葉樹が多数産出しており、 *Fagus*, *Liriodendron*, *Sassafras*, *Cercidiphyllum*, *Tilia*, *Aesculus*, Betulaceae, Rosaceae, *Acer*, *Liquidambar* が確認されている。昆虫化石では現在のドイツには分布していないセミのなかまが産出している (Moulds, M.S. et al, 2016)。 *Dilophus* 属が産出することから周辺に森林の環境があったと推定される。これら産出した化石から Willershausen の粘土採掘層が堆積し時代は温暖で湿潤な気候だったと考えられる。

兜岩層は *Plecia* 属が約30%、 *Dilophus* が約20% を占め Willershausen とは属構成比が異なるが、ともに鮮新世後期の温暖期に堆積した地層と推定できる。以上の結果からケバエ科の異なる属の産出個体数の比率が古気候の復元の指標となる可能性が高いと考えられる。

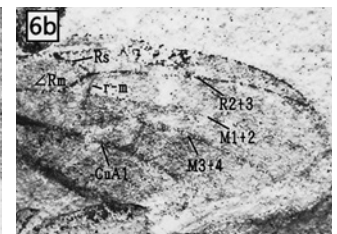
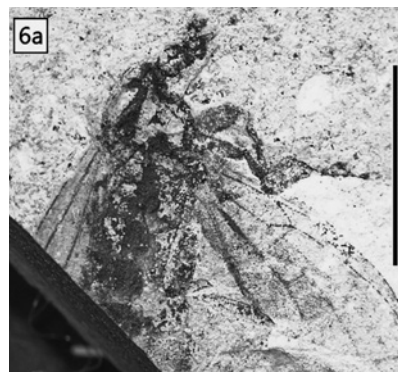
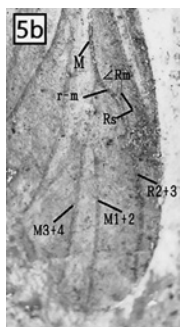
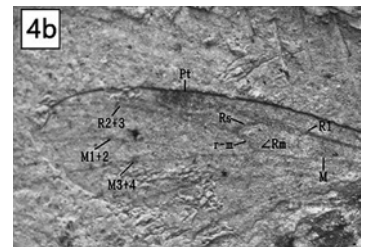
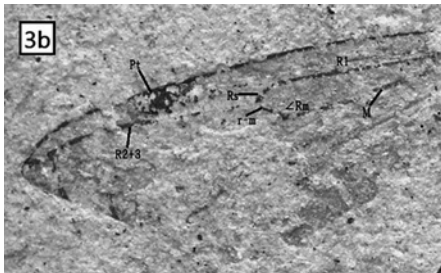
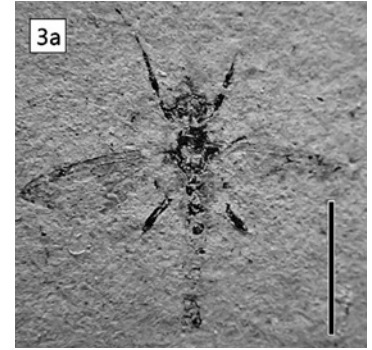
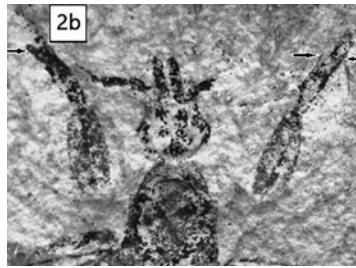
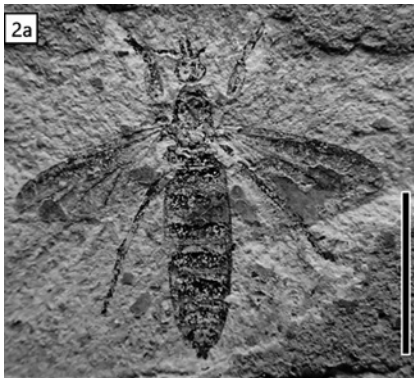
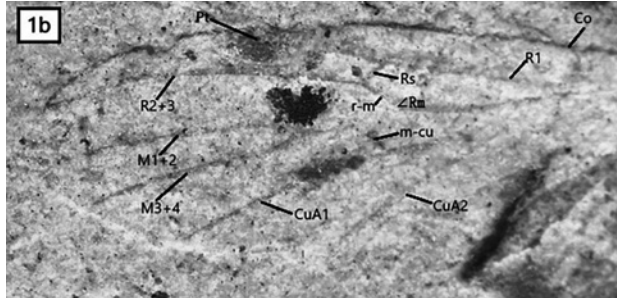
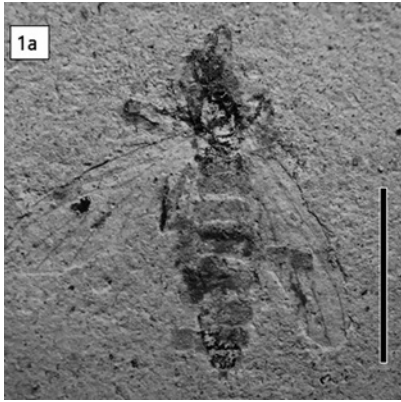
兜岩層からはこれまでに現生の近似種が暖温帯から亜熱帯に分布するビワハゴロモ科の一種 (田中・真野, 2017) と大型のシロアリ科の一種 (輿水, 1982) が報告されている。ケバエ科の属構成比を用いて推定された古気候はこれらの昆虫が生息可能だったことを裏付ける結果となった。

今後、日本国内の新第三紀から第四紀の産地におけるケバエ科属構成比を算出して産地間のデータを比較検討することにより、この時代の古気候の復元

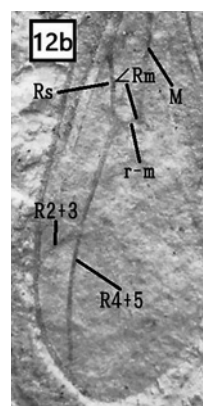
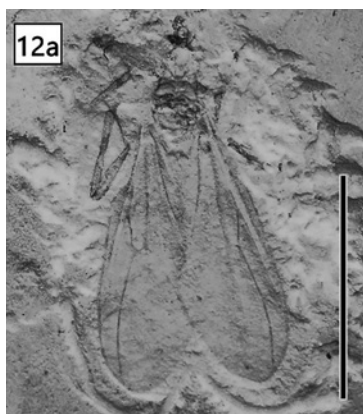
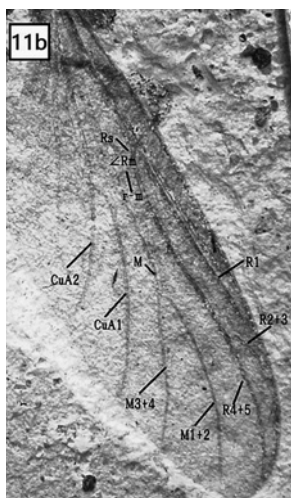
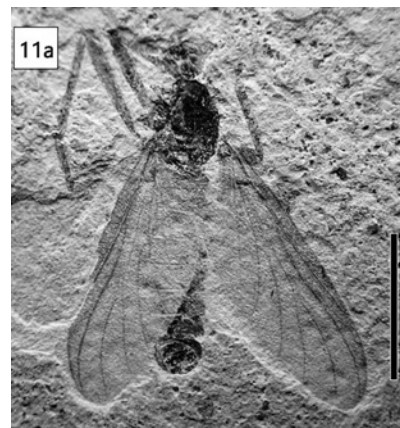
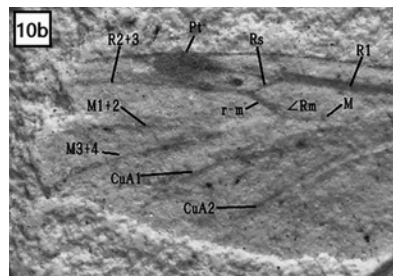
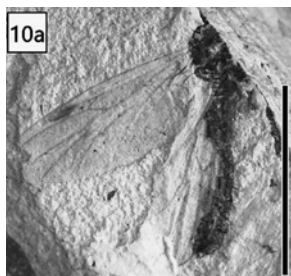
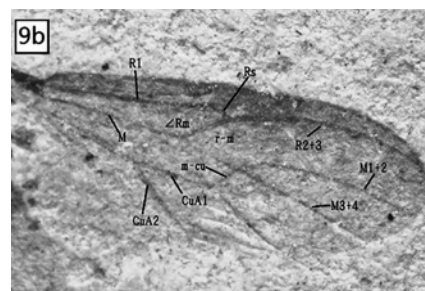
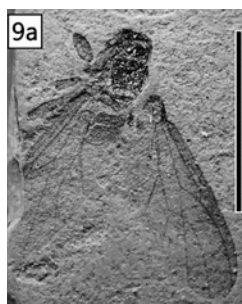
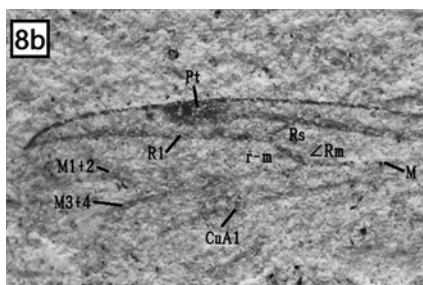
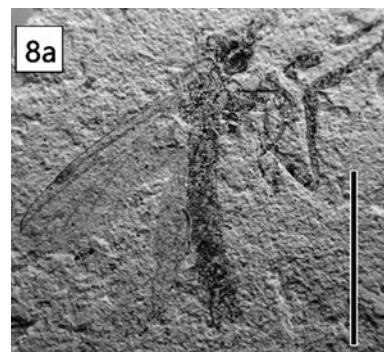
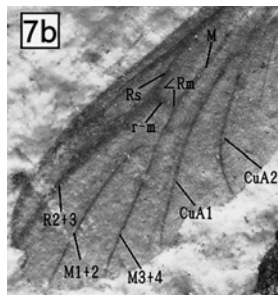
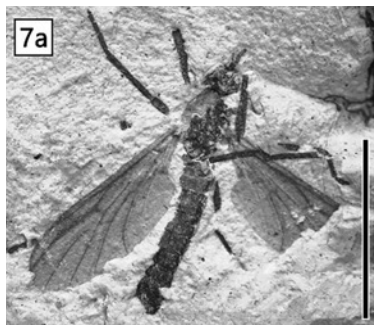
や地域による違いを解明するデータが得られることが期待される。

## 文 献

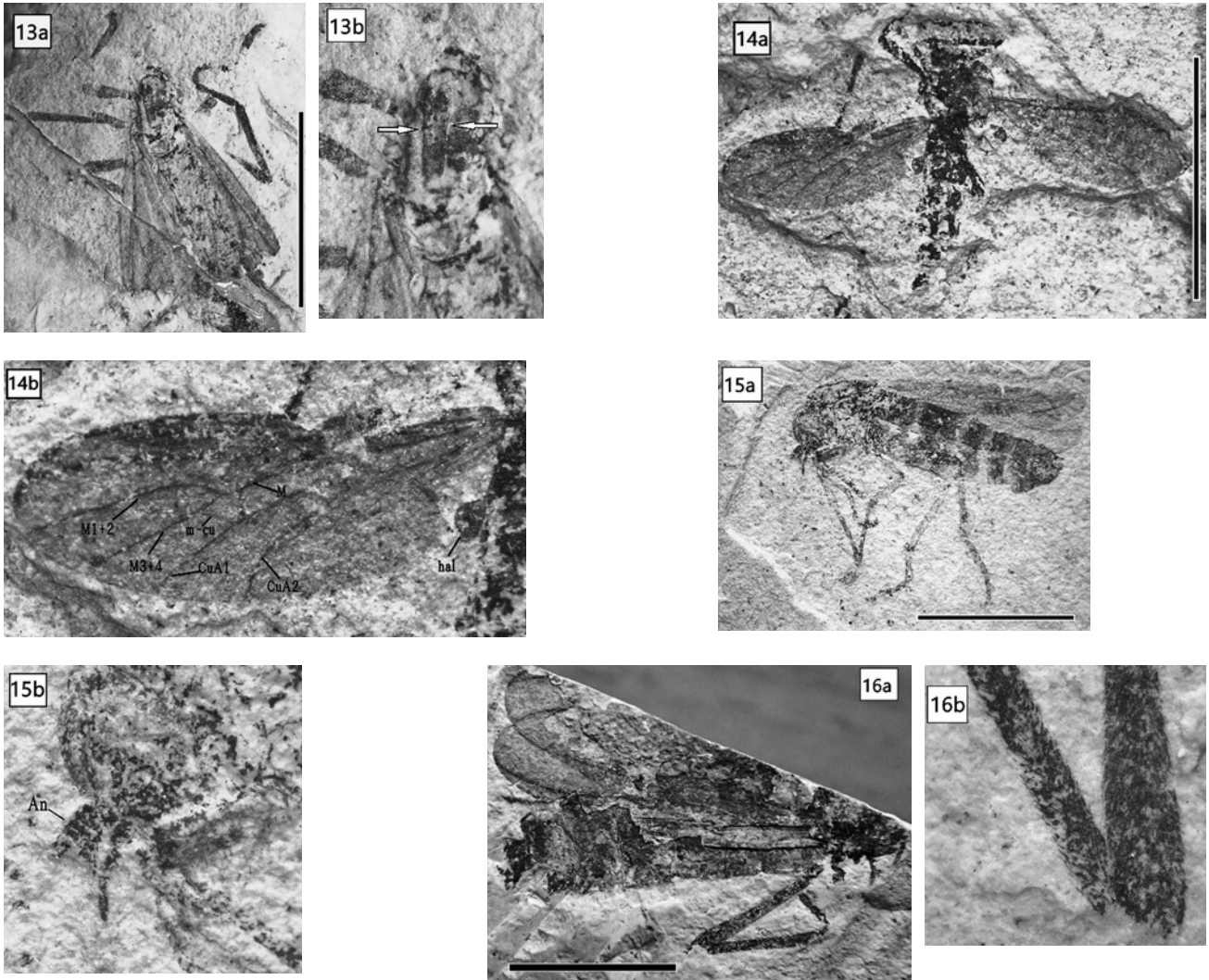
- Collomb F-M, Nel A, Fleck G, and Waller A (2008) March flies and European Cenozoic palaeoclimates (Diptera: Bibionidae). *Annales de société entomologique de France (nouvelle serie)* 44: 161-179.
- Fitzgerald SJ (2024) Evolution and Classification of Bibionidae (Diptera: Bibionomorpha). Ph.D. Thesis, State University, Corvallis, OR, USA, 385p.
- Fujiyama I (1970) Fossil insects from the Chojabaru Foemation, Iki Island, Japan. *Memoirs of the National Museum of Nature and Science*, 3. 65-74.
- 藤山家徳 (1985) 佐渡島関の前期中新世化石昆虫相付, 佐渡から山陰までの新生代昆虫化石の産出状況 国立科学博物館専報, 18, 35-56.
- Fujiyama I and Iwao Y (1974) Fossil Insects from Togo, Kagoshima, Japan (Tertiary Insect Fauna of Japan, 5). *Bulletin of the National Science Museum*, 17, 1, 87-96.
- Kolibáč J, Benjamin Adroit, Elke Gröning, Carsten Brauckmann, Torsten Wappler et al (2016) First record of the family Trogossitidae (Insecta, Coleoptera) in the Late Pliocene deposits of Willershausen (Germany) *Paläontologische Gesellschaft* 2016
- 輿水太仲 (1982) 長野・群馬県境 新第三紀兜岩植物化石層産昆虫化石. *地学研究*, 33, 397-426.
- Mitchell AA (2013) EDNA, The Fossil Insect Database. <https://fossilinsectdatabase.co.uk/> (閲覧日2025-12) .
- Moulds MS Uwe Kaulfuss & Alexzander Gehret et al, (2016) A review of the singing cicada fossils from the Pliocene Fossil-Lagerstätte Willershausen, Germany, with the description of three new species (Hemiptera: Cicadidae: Tibicinae and Cicadinae). *Palaeoentomology* 006 (5), 459-471
- 笹川満廣 (2013) 絵解き検索による分類の解説 双翅目昆虫の見分け方. 103-134. 日本環境動物昆虫学会編 初宿成彦監修 [絵解きで調べる昆虫]. 350p.
- Skartveit J, Kaulfuss U and Gehler A (2025) Revision of the fossil species of Bibionidae (Diptera) from the Pliocene of Willershausen (Germany). *PalZ* (2025) 99, 53-69.
- 田中 和夫 (2000) 屋内害虫の同定法 (2) 双翅目の科の検索表. *家屋害虫*, 22, 2, 95-141.
- 田中敏明・真野勝友 (2017) 兜岩層昆虫化石の研究. 下仁田町自然史館研究報告, 2, 1-13.
- Zachos J, Pagani M, Sloan L, Thomas E, Billups K (2001) Trends, rythms and aberrations in global climate 65 Ma to present. *Science*, 292, 686-693.



PL-1 1a,1b *Bibio* sp. SNM-F-Kb-234, 2a,2b *Bibio* sp. SNM-F-Kb-402, 3a,3b *Bibio* sp. SNM-F-Kb-403-a  
4a,4b *Bibio* sp. SNM-F-Kb-441, 5a,5b *Bibio* sp. SNM-F-Kb-443, 6a,6b *Bibio* sp. SNM-F-Kb-509  
(スケールバーはすべて 5 mm)



PL-2 7a,7b *Bibio* sp. SNM-F-Kb-543, 8a,8b *Dilophus* sp. SNM-F-Kb-426, 9a,9b *Dilophus* sp. SNM-F-Kb-430-a  
10a,10b *Dilophus* sp. SNM-F-Kb-491, 11a,11b *Plecia* sp. SNM-F-Kb-395, 12a,12b *Plecia* sp. SNM-F-Kb-419  
(スケールバーはすべて 5 mm)



PL-3 13a,13b *Plecia* sp. SNM-F-Kb-490, 14a,14b *Bibionidae* gen. et sp. indet. SNM-F-Kb-244  
 15a,15b *Bibionidae* gen. et sp. indet. SNM-F-Kb-437 16a,16b *Bibionidae* gen. et sp. indet. SNM-F-Kb-527  
 (スケールバーはすべて 5 mm)

(要 旨)

田中敏明 (2026) 兜岩層昆虫化石の研究 9, 茂木伊一氏寄贈化石標本. 下仁田町自然史館研究報告, 11, 15-22.

鮮新統上部兜岩層 (本宿層に含まれる湖成層) から産出したハエ目ケバエ科16個体の分類学的な検討を行い, ケバエ属 *Bibio*, トゲケバエ属 *Dilophus*, トゲナシケバエ属 *Plecia* を同定した. その結果をフランスの古第三紀及びドイツの鮮新世後期の産地におけるケバエ科のデータと比較し, ケバエ科の異なる属の産出個体数の比率が古気候復元の指標として有効か検討した.

**Abstract;** A taxonomic study of 16 specimens of the family Bibionidae (order Diptera) from the Upper Pliocene Kabuto Member (lacustrine layers within the Motojuku Formation) identified the genera *Bibio*, *Dilophus*, and *Plecia*. The results are compared with Bibionidae data from French Paleogene and German Late Pliocene sites to examine the proportion of the different bibionid genera are useful as an indicator for paleoclimate reconstruction.