

原著論文

# 福島県いわき市上部白亜系双葉層群玉山層からの コハクに含まれる化石とその産出意義

相場博明\*・鈴木千里\*\*・猪瀬弘瑛\*\*\*

**要旨**：福島県いわき市の上部白亜系双葉層群玉山層（Upper Coniacian）は、昆虫などを含むコハク（いわゆる虫入りコハク）が産出することが知られている。日本の中生代の虫入りコハク産地としては岩手県の久慈層群、千葉県銚子層群のものが知られているがそれらの古生物学的研究はほとんど進んでいない。一方、世界の虫入りコハクの古生物学的研究は近年急速に進み、ミャンマー産のコハク（Cenomanian；ca. 99 Ma）を始め、バルト海産のコハク（Priabonian；34–48 Ma）、ドミニカ産コハク（Burdigalian；16–18 Ma）など膨大な研究がなされている。玉山層のコハクは、時代的に世界では例が少なく、ミャンマー産コハクと新生代のコハクとの間のギャップを埋めるものとして貴重なものである。本論では双葉層群玉山層産のコハクに含まれる化石の概略と特徴を述べ、日本および世界の主な虫入りコハクからの化石の産出状況と比較し、その産出意義について述べる。

キーワード：コハク、昆虫化石、双葉層群、玉山層、後期白亜紀

## 1. はじめに

1985年、筆者らの一人である鈴木は福島県いわき市大久町の上部白亜系双葉層群玉山層から小さなハチが含まれるコハクを発見した（滝沢・鈴木，1988）。その後、鈴木により、他の産地を含めた多くの昆虫などを含むコハクが発見され、その数は89点になった。それらの標本はすべて、2018年に福島県立博物館に寄贈された。

相場は、福島県立博物館からの依頼を受けてそれらの標本を檢視し、古生物学的な検討を行った。その結果、1つのコハクには複数の昆虫化石やその断片が含まれているものがあり、昆虫以外にもクモ、ダニなどの節足動物、植物の種子、花粉、孢子、藻類や菌類などが含まれることがわかった。また、いくつかの化石は、学術的に貴重であり、今後の古生物学的研究が必要であることが判明した。

昆虫などを含むコハクはいわゆる虫入りコハクと呼ばれ、平面的になった印象化石と異なり、立体的に保存され細かい組織や構造などが観察できることが多いことから古生物学的に貴重な資料とされている。20世紀まではその古生物学的研究はあまり進んでいなかったが、21世紀になると、その研究技術が開発されるとともに、ミャンマーからの極めて保存状態の良い虫入りコハクが次々と発見されたことが契機となり、近年は世界中の研究者が多くの研究論文を発表している。さらに、世界各地から新たな重要なコハク産地も相次いで発見されている（Seyfullah *et al.*, 2018）。それに対して、日本からの虫入りコハ

クの研究は世界から大きく遅れており、古生物学的な記載論文は数えるほどしかなく進んでいない。双葉層群玉山層からの虫入りコハク（以下いわきコハク）の研究も、予報的な報告（例えば滝沢・鈴木，1988；Ogata *et al.*, 2005）があるが、正式な古生物学的記載は今まで行われてこなかった。

本論では、いわきコハクに含まれる化石の概略を述べるとともに、日本および世界の虫入りコハク産地からの化石の産出状況と比較することで、その産出意義について述べる。なお、各分類群の古生物学的記載は、別稿にて報告する予定である。

## 2. 地質概説と化石産地

### （1）地質概説

双葉層群は、福島県双葉郡楡葉町からいわき市にかけて分布し、下位より足沢層、笠松層、玉山層に区分されている（安藤ほか，1995）。

コハクは、双葉層群の足沢層、笠松層、玉山層のどの層からも産出するが、昆虫などを含むコハクを産するのは笠松層と玉山層のものである。笠松層からは、正式な記載はないがハチ目の化石が3個体報告されている（高橋ほか，2007）。玉山層は、下位より小久川部層と、入間沢部層に区分されており（久保ほか，2002）、堆積環境は、小久川部層は蛇行河川から網状河川の陸成堆積物で、入間沢部層は海進が起り浅海成堆積物とされる（安藤ほか，1995）。コハクをとくに多く産出するのは小久川部層である。入間沢部層は、浅い海成堆積物であり、海生無脊椎

\*慶應義塾幼稚舎 \*\*いわき市 \*\*\*福島県立博物館

動物と新属新種である脊椎動物のフタバズキリュウ (*Futabasaurus suzukii*, Sato et al., 2006) が産出している (Sato et al., 2006)。

この入間沢部層の年代は、*Inoceramus amakusensis* 帯より、サントニアン前期とされている (小島・鈴木, 1969)。また、その下位の笠松層からは、年代を示す有力な化石は産出していないが、松本ほか (1982) は上部コニアシアンとした。

さらにその下位の足沢層の大久川部層からはアンモナイト化石が産出しており、その年代は前期～中期のコニアシアンとされている (久保ほか, 2002; 猪瀬, 2018)。

よって、虫入りコハクを産出した玉山層小久川部層の年代は、コニアシアン後期として扱うことが妥当とされている (Saegusa and Tomita, 2011)。

コハクは、福島県東部の太平洋岸付近のいわき市周辺の各地で採集されている (図1)。いわき市周辺には、中生界上部白亜系の双葉層群 (足沢層、笠松層玉山層)、新生代の石城層 (漸新世)、本谷層 (中新世) などが分布しているが、コハクはこれらのどの層からも産出している (滝沢・鈴木, 1988)。このうち、とくに昆虫を含むコハクは、玉山層と石城層から産出している。石城層からの虫入りコハクはわずかであり、ほとんどが玉山層から産出する。玉山層のコハクは、四倉町白岩、大久町小久、大久町大久字入間沢、大久川本流、久之浜町末続などから産出している (滝沢・鈴木, 1988)。



図1 福島県いわき市の位置 (矢印)

## (2) 化石産地

今回報告するのは、久之浜町末続の産地 (図2A) と大久町小久南沢の産地2カ所 (図2B, C) の計3カ所である。久之浜町末続の産地からの標本は、1点のみが産出し、大久町小久南沢産地Bと産地Cは、同じ層準であり、ここから化石を含むコハク計94点の化石が産出した。1つのコハクには複数の昆虫な

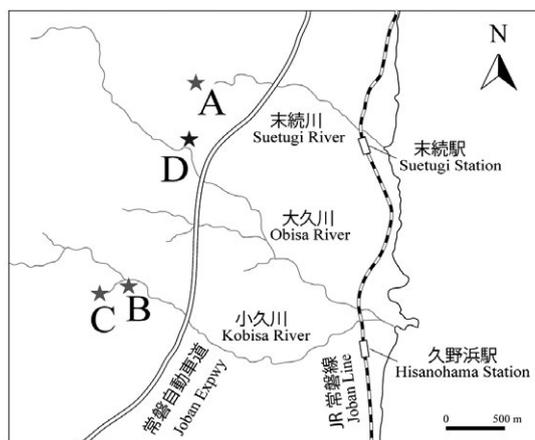


図2 本研究で扱ったいわきコハク産地; A久之浜町末続産地, B, C大久町小久南沢産地, Dフタバズキリュウ産地

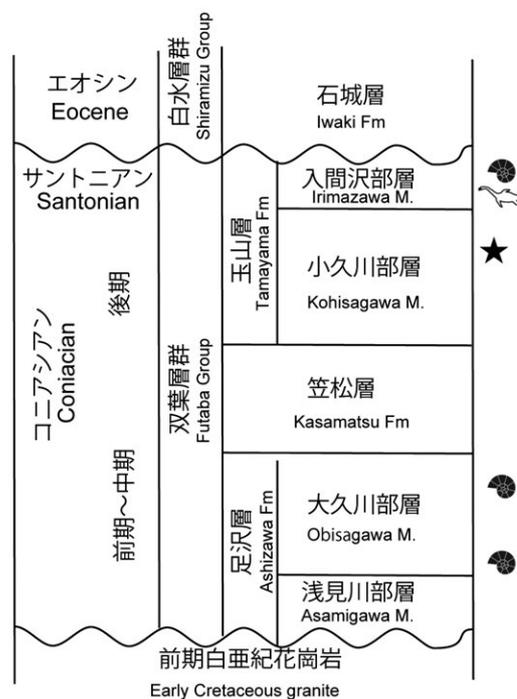


図3 本研究で扱ったいわきコハクの産出層準  
★: コハク産出層準 (安藤ほか, 1995) を改変

どの化石を含むものがあり、化石の総数は141点である。なお、これには同定不能な小さな断片は含めていない。

久之浜町末続の産地A (37.181 N, 140.965 E) は道脇に地層が露出しており、中程度の硬さの暗灰色粗粒砂岩中から産出した。この層には多数の材化石が含まれている。

大久町小久南沢の産地は、南沢入り口付近の産地B (37.152 N, 140.951 E) と、そこから南沢支流西南西へ約300 mの産地C (37.150 N, 140.948 E) の2カ所であり、同じ層準と思われる。地層は硬質灰色粗粒砂岩の上に黒褐色砂岩が整合的に重なり、この中から多くのコハクが産出した。コハクの大きさは、

数mmの小さいものから、最大約40 cmの大きさのものもあった。筆者の一人の鈴木は、約18 kgのコハクを採集し、丹念に観察して化石を含むコハクを識別した。虫入りコハクは、約20個のコハクに1個程度の割合で産出した。なお、この層には、多くの材化石とともに、動物化石も産出している。硬質灰色粗粒砂岩からは、ワニの鱗板骨、竜脚類の歯1本、含コハク層からも竜脚類の歯1本が見つかる（谷本・鈴木，1997；Saegusa and Tomida，2011）。

### 3. 昆虫化石の概略と特徴

#### (1) 研究方法

コハクは、できるだけ薄くスライスし、表面は、研磨剤を利用して研磨した。

観察は、実体顕微鏡のLeica M205Cを利用して行った。また、資料が薄く光が透過するものは、光学顕微鏡のOlympus CX43を利用し低倍率で観察した。写真撮影は、実体顕微鏡においては、Leica MC170 HDを利用し、光学顕微鏡においては、Olympus TG4で撮影した。撮影した写真は、Adobe Photoshop TM version CS6 (Adobe Systems Incorporated, San Jose, CA, USA) を使い、深度合成および色調の調整を行った。

#### (2) 産出化石

コハクは、黄褐色から褐色のものが多く、多くの不純物を含み、透明感のある黄色のものは少ない（図版1A）。虫入りコハクは、合計93個発見された。1つのコハクに複数の節足動物が含まれる場合（図版1B）があり、識別できた化石は、141点である。これ以外にも、脚1本や翅の断片、触角の一部など多くの断片が認められたがそれらは含めていない。全体がそのまま完全に保存されているものは少なく、ほとんどが断片化と変形を受けている。また、触角や脚などが延ばされて、分離しているものなどもあり、昆虫がコハクに閉じ込められた後に堆積の過程で圧力を受けて変形を受けたと思われるものも多かった。

また、節足動物以外にも、植物の葉の断片（図版1C）、種子、花粉・胞子（図版1D）、藻類、菌類なども認められたが、それらは改めて別稿で報告したい。

一番多く産出したのは双翅目の50点である。糸角亜目22点と短角亜目11点および亜目不明の17点である。糸角亜目は、ユスリカ科の標本（図版6F, G, 図版7E, H）が一番多く、オスの触角がきれいに保存されているものがある（図版6F）。他には、ヒメガガンボ科（図版7G）、タマバエ科（図版7F）、ヌカカ科（図版7I）、チョウバエ科などが含まれるが全身

が完全に保存されているものは少ない。短角亜目は、全身が完全に保存されているものがあり、オドリバエ科（図版6A, B）やノミバエ科（図版6E）と思われるものを含む。いずれも、体長1～2mmほどの小さなものである。

つぎに多いのが、膜翅目の27標本である。もっとも多いものは、コバチ上科のもので、その中で注目すべきものとして、久慈コハクからも産出している、ムカシホソハネコバチ；*Archaeomma*（図版4A）が3点産出していることである。全長1mm以下の寄生蜂で、世界最小のハチの仲間として知られている。このことは久慈コハクとの共通性を示唆しているが形態的に明らかな違いがある。また、同じく全長が1mm以下のホソハネコバチ科と思われるものも見つかる（図版4D）。また、ヒメバチ上科に含まれるもの（図版4G）やアリ科（図版4H）と思えるものも含まれる。

つぎに多いのが、カメムシ目の15点である。ただし、そのうち13点は、腹吻亜目のカイガラムシ上科のもので、翅のある小さな成虫が数種類認められた（図版3B）。また、異翅亜目のカスミカメムシ上科と思えるものが1点産出している（図版3D）。

双翅目、膜翅目およびカメムシ目以外の標本はわずかである。甲虫目（図版3E, F）5点、チャタテムシ目（図版3A）5点、クモ目（図版2F, G, H）5点、ゴキブリ目（図版1E, F）5点、ダニ目（図版2A, B, C, D）3点、また、トビムシ目（図版2E）、トビケラ目（図版3C）も得られた。いずれにせよ同定はまだ暫定的であり、今後さらに分類学的な検討が必要である。また、この中のゴキブリ目、チャタテムシ目、甲虫目、カメムシ目の化石は保存も良くほぼ全身が残されており、今後詳細な古生物学的研究を行う予定である。

### 4. 日本の虫入りコハク産地

#### (1) 銚子コハク

日本のコハク産地で、もっとも古いものは、千葉県銚子市の下部白亜系銚子層群から産出するコハクである。銚子層群は、下位より、海鹿島層、君ヶ浜層、犬吠埼層、西明浦層、長崎鼻層の5層からなる。このうち、コハクを産するのは、君ヶ浜層と犬吠埼層および西明浦層である。その年代は、アンモナイトと有孔虫によって君ヶ浜層はバレミアンからアプチアン前期、犬吠埼層はアプチアン前期から後期、西明浦層はアプチアン後期とされている（Obata and Matsukawa, 2009）。

君ヶ浜層からのコハクからもいくつかの昆虫化石が発見されているが、まだ正式な報告はない。犬吠

埼玉層からは、塚田 (1992) はハチ目化石 2 種を報告し、後に Fujiyama (1994) は、これを *Chosia yamadai* Fujiyama, 1994、*Cretapria tukadai* Fujiyama, 1994 とし、新属新種として記載した。*Chosia yamadai* は、分類学的位置は不明であったが、最近再記載され、その分類学的位置が Sclerogibbidae の絶滅属とされた (Perkovsky *et al.*, 2020)。松原 (2009) は、西明浦層から、甲虫目、カメムシ目の化石を報告したが正式な記載はなされていない。

### (2) 蝦夷層群のコハク

蝦夷層群は北海道の宗谷岬から浦河まで南北に広く分布している。北部の中川郡には蝦夷層群の下部層が分布し、この時代は前期白亜紀のアプチアン期である。ここより多くのコハクが産出している。このコハク中には、ハエ目、ハチ目などの昆虫化石やダニ類、花粉などが共産することが報告されている (Kubota *et al.*, 2014)。しかし、それぞれの古生物学的な記載はなされていない。

### (3) 久慈コハク

日本のコハク産地で、もっとも産出量が多く有名なのが岩手県の上部白亜系久慈層群からのものである。久慈コハクは日本では唯一商業化されており、コハク産地近傍には、久慈琥珀博物館が建てられて観光施設にもなっている。

久慈層群は、下位から玉川層、国丹層、沢山層から構成され、それぞれ整合に重なる (島津・寺岡, 1962)。このうち、コハクを産するのは玉川層および国丹層である。

玉川層のコハクを含む層の年代は U-Pb 年代測定により明らかにされ、中期サントニアン (約 85.9 Ma) とされている (Arimoto *et al.*, 2018)。国丹層は、玉川層の上位に整合で重なり、サントニアンからカンパニアン前期とされている (梅津・栗田, 2007)。

昆虫化石を含む琥珀は、玉川層と国丹層の両方から産出しており、川上ほか (1994) によると 800 標本以上の「虫入りコハク」が確認されている。川上ほか (1994) は、主に 1984 年から 1985 年までに採集された 23 標本 (7 目 10 科; シロアリ目、ゴキブリ目、原直翅目、チャタテムシ目、カメムシ目、甲虫目、ハエ目) の産出リストと、図版を示している。23 の標本は、玉川層が 8 標本、国丹層が 15 標本である。しかし、それぞれの古生物学的記載はない。その後、Fursov *et al.* (2002) は、ムカシホソハネコバチ科 (Mymaromatidae) の新種 (*Palaeomymar japonicum* Fursov *et al.*, 2002) を報告した。体長が 1 mm 以下の原始的なハチで、クジムカシホソハネコバチという和名がつけられた。その後本種は

Gibson *et al.* (2007) で新属に移され、*Archaeromma japonicum* (Fursov *et al.*, 2002) とされた。この標本の正確な産地は論文に記されていない。論文では産出年代を 80 Ma としているので、カンパニアンの国丹層の可能性があり、また、世界の白亜紀のコハク産地のレビューを行った Rasnitsyn *et al.* (2016) の論文の中でもカンパニアンとして扱われている。よって、久慈コハクの年代は、中期サントニアンから、カンパニアンということになり、いわきコハクの年代より新しい。

Delclòs *et al.* (2016) でカマキリ目 (Mantodea) として扱われた標本 (Delclòs *et al.*, 2016, p. 93) は、Nakamine and Yamamoto (2018) によって再検討され、アミメカゲロウ目の新属新種 (*Kujiberotheruyukii* Nakamine and Yamamoto, 2018) として報告された。また、いくつかのアリ化石も報告されているが記載はなされていない (久保田・久保田, 2012)。

昆虫以外では玉川層の琥珀から *Muscites kujiensis* Katagiri *et al.*, 2013 の新種のコケ植物 (Katagiri *et al.*, 2013) が報告されている。

### (4) 宇部コハク

山口県宇部市に分布する宇部層群は、下位より厚東川礫岩層、宇部夾炭層に区分されている。宇部夾炭層は、炭層を挟み、かつては宇部炭鉱として採掘されてきた。コハクを産出するのは、厚東川礫岩層と同時位相とされる層でその時代は漸新世とされている (高橋ほか, 1993)。高橋ほか (1993) は、1991 年に 31 個体の虫入りコハクを発見し、その報告を行った。計 15 種の簡単な記載とスケッチと図版が示されているが、種まで記載されているものはない。以下そのリストを示す。

- マルトビムシ科 (Sminthuridae) の 1 種
- チャタテ亜目 (Psocomorpha) の 1 種
- アブラムシ科 (Aphididae) の 1 種
- ハネカクシ科 (Staphylinidae) の 1 種
- ユスリカ科 (Chironomidae) の 1 種
- ヌカカ的一种 *Forcipomyia* sp.
- ヌカカ亜科 (Ceratopogoninae) の 1 種
- カバエの 1 種 *Sylvicola* sp.
- カバエの 1 種 *Sylvicola* sp.
- マドキノコバエの 1 種 *Mycomyia* sp.
- キノコバエの一種 *Saigusaia* ? sp.
- ショウジョウバエ科 (Drosophilidae) の 1 種
- ショウジョウバエ科 (Drosophilidae) の 1 種
- トビコバチ科 (Encyrtidae) の 1 種
- コバチ上科 (Chalcidoidea) の 1 種

(5) 瑞浪コハク

1973年、岐阜県瑞浪市釜戸町の中央高速道路工事現場から2000点あまりの大量のコハクが発見された。コハクを含む地層は、釜戸層と命名され、時代は中期更新世とされた(糸魚川, 1974)。吉野(1974)は花粉化石の組成から第四紀以前の堆積物としたが、その後の<sup>14</sup>Cの測定では、3.3万年(Schlee, 1990)、または、4.6万年以前(柄沢・森, 1996)と報告されており、第四紀の新しい時代のものである。なお、瑞浪という名称が付けられているが、瑞浪層群(中新統)とは関係がない。

このコハクに含まれる化石は、日浦勇氏と宮武頼夫氏をまとめ役として、各分類群の専門家達によって組織的に行われた。その成果は、瑞浪市化石博物館研究報告(1974)にまとめられている。

化石は、節足動物門の3綱、14目、56科および、32属まで同定されたが、種まで同定されたものはない。全体的な特徴は、どの属も現生属であり、現在の日本に分布しているものである(日浦・宮武, 1974)。

コハクの定義は、100万年以上の樹脂(Schlee and Glöckner, 1978)、300~400万年以前のもので鉱物学的基準を(溶解度、硬度、融点、比重など)を満たす樹脂(Poinar, 1992)とあり、これらの定義に従うと、瑞浪コハクは年代的に新しく、このコハクの定義に入らない。年代が新しい半化石樹脂は、コパールと呼ばれ、ニュージーランド、コロンビア、マダガスカルの更新世から最近の年代の堆積物から知られている(Penney and Preziosi, 2010)。ただし、瑞浪コハクはコハク化が進んでいることから古い地層から洗い出されて再堆積した可能性も考慮すべきことが指摘されている(日浦・宮武, 1974)。

5. 世界の代表的な虫入りコハク産地と  
いわきコハクの産出意義

(1) 世界の代表的な虫入りコハク産地

世界の虫入りコハク産地は、Rasnitsyn and Quicke(2002)の研究では、34カ所であり、より小さな産地を含めると167カ所がリストされている(Martínez-Delclòs and Peñalver, 2004)。この中に、久慈コハクは含まれているが、いわきコハクはリストの中に含まれていない。

Seyfullah *et al.*(2018)は、世界のコハクを植物学的な見地から再検討し、地質年代的に、世界のコハクは4つのバースト期があるとした(図4)。

最初のバーストは、三畳紀後期のカーニアン期; 237-228.4 Ma)で、2番目の「バースト」は白亜紀初期から中期(145-96 Ma)、3番目のバーストは始新世(56-33.94 Ma)、最後のバーストは漸新世後期から中新世(28-5.8 Ma)とした。

世界の代表的な虫入りコハク産地は、古い順に、レバノンコハク、ミャンマーコハク、バルトコハク、ドミニカコハクであり、レバノンコハクとミャンマーコハクは、二番目のバースト期に入る。この時期のものは、他にスペインやフランスからも見つかり、日本では、銚子コハクがこれに含まれる。

バルトコハクは、三番目のバースト期の代表であり、ウクライナのロブノコハク(Rovno Amber)、フランスのオワーズコハク(Oise Amber)、中国のフーシュンコハク(Fushun Amber)などが含まれ、日本では宇部コハクがこれに含まれる。

ドミニカコハクは、四番目のバースト期の代表であり、日本ではこの時期のものは知られていない。以下、その4つの虫入りコハク産地の概略を示す。

・レバノンコハク (Lebanese Amber)

世界でもっとも古いコハクは、石炭紀後期(約3億2000万年前)とされている(Bray and Anderson, 2009; Grimaldi, 2009)。しかし、このコハクには化石は含まれない。化石を含むもっとも古いコハクは、イタリアの三畳紀(約2億3000年前)のものとして微小なダニや保存の悪いカ重目が報告されている(Schmidt *et al.*, 2012; Sidorchuk *et al.*, 2015)

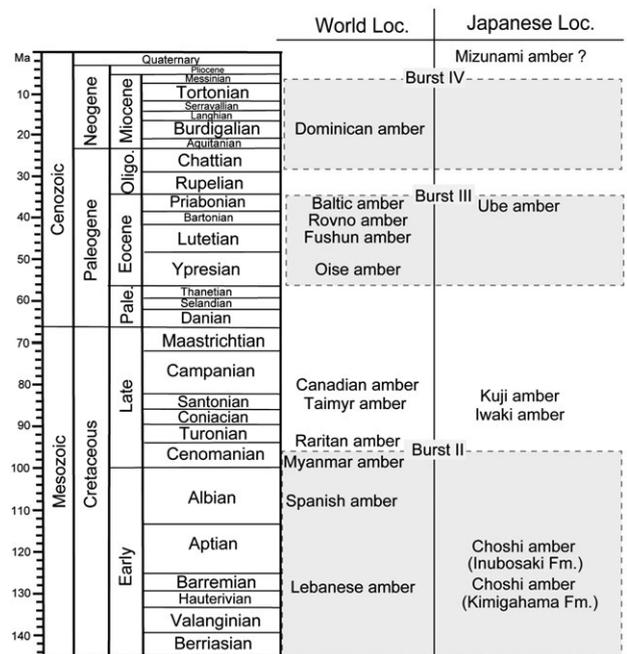


図4 世界と日本の主なコハク産地

多くの昆虫を含む最も古いコハクとして知られているのは、レバノンからのもので、レバノン琥珀と呼ばれている。白亜紀前期のおよそ1億2500万~1億3500万年前のものであり、琥珀を産出する露頭は450カ所以上発見され、そのうち20の露頭から節足動物の化石が報告されている(Poinar and Milki,

2001; Azar, 2012)。昆虫化石は、19目、127科と多岐に渡り、双翅目が最も多く、約半数を占め、膜翅目が、約17パーセント、ダニ目が約8パーセントと続き、多くの絶滅した科と最も古い現生の科を含んでおり、昆虫の進化を紐解くための重要な産地とされている (Azar *et al.*, 2010)。昆虫化石をもっとも多く含む層は、バレミアン期のものであるが、近年ジュラ期のもも報告されている (Poinar and Milki, 2001)。

#### ・ミャンマーコハク (Myanmar Amber)

ミャンマーコハクは、ビルマコハクまたはカチンコハクとも呼ばれ、紀元1世紀から知られているもので、ミャンマー北部のフウカン溪谷 (Hukawng Valley) から産出するものである。年代は、最近の研究では、火山碎屑物のジルコン結晶の鉛-ウラン年代測定で、 $98.79 \pm 62$  Maという数字が示され、セノマニアン初期とされている (Shi *et al.*, 2012)。

コハクに含まれる化石は、極めて保存が良く、節足動物以外にも、鳥、トカゲ、ヘビ、カエル、貝など古生物学的に非常に興味深いものを含んでいる。

分類群のリストは、2021年において、125目、651科、1382属、1908種に及んでいる (Ross, 2021)。記載された種は、2020年には1463種であったので、わずか1年で445種もの化石が記載されたことになる。

ミャンマーコハクの古生物学的研究が、近年爆発的とも言える増え方をしたのは、保存の良い虫入りコハクが大量に発見され、市場に放出されたことが理由に挙げられる。ただし、このコハクが売買されることで、ミャンマー内戦に資金提供や、鉱山の危険な労働条件につながっているとの指摘もあり、一部の学会誌は、ミャンマーコハクの論文は受け付けないという判断を下し、国際的な議論となっている (Rayfiedl *et al.*, 2020)。

#### ・バルトコハク (Baltic Amber)

ヨーロッパバルト海周辺地域は世界最大のコハク産地として知られている。ロシアの飛び地であるカリーニングラード州では世界のコハク産出量の約90パーセントが産出され、年間数百トンも産出している (Weitschat and Wichard, 2010)。

ドイツのビッターフェルト (Bitterfeld) のコハクも、同じ年代のものである。コハクは更新統の氷河期の地層から産出するものもあるが、コハクが元の地層から洗い流されて、新しい地層に再堆積したものであるということが明らかになり、その年代は始新世 (34–48 Ma) とされている (Seyfullah *et al.*, 2018)。

産出化石は、トカゲなどの脊椎動物、鳥の羽毛、哺乳類の毛、爬虫類、カエル、魚などを含み、昆虫

化石は、539科、1535属、3068種が報告されている (Weitschat and Wichard, 2010)。

#### ・ドミニカコハク (Dominican Amber)

ドミニカコハクは、透明度が高いために、そこに含まれる化石も極めて保存状態が良い。産地は中南米のドミニカ共和国だけでなく、ハイチ、プエルトリコ、ジャマイカなどを含め160カ所以上から産出している (Iturralde-Vinent, 2001)。

また、紫外線を当てると青色の蛍光色を発するブルーアンバーを産することでも有名である。

時代は中新世 (16–19 Ma) とされている (Seyfullah *et al.*, 2018)。

産出する化石は多岐にわたり、1000種以上が記載されている (Penney, 2010)。節足動物では、21目、120科、308属、429種に及び、とくにクモ目と甲虫目が多いのが特徴である (Arillo and Ortuno, 2005)。

#### (2) いわきコハクの産出意義

いわきコハクは、世界のコハクのバースト期の中に入らず、世界的にはコハクの産出量が少ない時代のものとなる。よって、近年爆発的に研究が進んだ、ミャンマーコハクの白亜紀中期のセノマニアン時代と、古くからもっとも研究が進んでいる新生代始新世のバルトコハクとの間の時代のギャップを埋めるものであり、生物の系統と進化を探る上で貴重な資料となる。

いわきコハクと近い時代のもので、もっとも研究が進んでいるのは、ロシアのタイミルコハク (Taimyr amber) がある。タイミルコハクの研究は1970年代に行われたが、当時は研究技術が確立されていなかったために、多くの標本が失われ破損してしまった。本格的な研究が再開したのは21世紀になってからである。21世紀の研究では、2科、2族、30属、57種が記載されている (Perkovsky and Vasilenko, 2020)。しかし、タイミルコハクの産地はかなり北方の北緯約75度である。コニアシアンからサントニアンへの産地は、他にもいくつか知られているが、どれも化石の産出は少なく研究は進んでいない (Martinez-Delclòs *et al.*, 2004)。

いわきコハクより、やや古い時代のもものでは、チューロニアン (Turonian) のアメリカのニュージャージーのラリタンコハク (Raritan Amber) と、やや新しい時代のカンパニアンのカナダコハク (Canadian Amber) が知られている。どちらも、多くの節足動物や植物化石が報告されており、白亜紀と新生代をつなぐ重要な産地とされている (Grimaldi and Nascimbene, 2010; McKellar and Alexander, 2010)。いわきコハクとこれらの産地のものとを比較することは重要である。しかし、どち

らも北米の産地であり、東アジアでの、後期白亜紀の中後期のコハク産地は、いわきコハクと久慈コハクに限られている。

Takahashi *et al.* (1999) は、双葉層群足沢層の浅見川部層から、炭質化した立体的な植物化石を発見し上北迫植物群と名付けた。その後、バンレイシ科、クスノキ科、ツゲ科などの花の化石を報告している (Takahashi *et al.*, 2001; Takahashi *et al.*, 2008; Takahashi *et al.*, 2014)。これらの植物の発見は、被子植物の花の起源を探る上で貴重なものである。いわきコハクの昆虫がそれらの花の進化とどのように関わったのかなども今後の課題となる。

以上のことより、いわきコハクは、久慈コハクとともに、地質学的な時代と、生物地理的な両方の面で世界的に重要な産地と考えられ、今後の古生物学の研究は重要な資料となる可能性が高い。

#### 参考文献

安藤寿男・勢司理生・大島光春・松丸哲也, 1995. 上部白亜系双葉層群の河川成～浅海成堆積システム－堆積相と堆積シーケンス－. 地学雑誌, vol. 104, p. 84-303.

Arillo, A., Ortuno, V. M. 2005. Catalogue of fossil insect species described from Dominican amber (Miocene). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie B (Geologie und Paläontologie)*, vol. 352, p. 1-68.

Arimoto, J., Takashima, R., Nishi, H., Yamanaka, T., Orihashi, Y., Jo, S., Yamamoto, K. and Umetsu, K., 2018. Constraining the depositional age of an Upper Cretaceous non-marine and shallow marine siliciclastic succession, Kuji Group, northeastern Japan, based on carbon isotope stratigraphy and U - Pb radiometric dating. *Cretaceous Research*, vol. 92, p. 264-278.

Azar, D., 2012. Lebanese amber: a Guinness Book of Records. *Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis*, vol. 111, p. 44-60.

Azar, D., Gèze, R. and Acra, F., 2010. *Lebanese amber. In Biodiversity of Fossils in Amber from the Major World Deposits (ed. D. Penney)*, pp. 271-298. Siri Scientific Press, Manchester.

Bray, P. S. and Anderson, K. B., 2009. Identification of Carboniferous (320 Million Years Old) Class Ic Amber. *Science*, vol. 326 (5949), p. 132-134.

Delclòs, X., Peñalver, E., Arillo, A., Engel, M. S., Nel, A. Azar, D., and Ross, A., 2016. New mantises (Insecta: Mantodea) in Cretaceous ambers from

Lebanon, Spain, and Myanmar, *Cretaceous Research*, vol. 60, p. 91-108.

Fujiyama, I., 1994. Two parasitic wasps from Aptian (Lower Cretaceous) Choshi Amber, Chiba, Japan, *Natural History Research*, vol. 3, p. 1-5.

Fursov V, Shirota Y, Nomiya T, and Yamagishi K, 2002. New fossil Myamarommatid species *Palaeomymar japonicum* sp. nov. (Hymenoptera: Mymarommatidae), Discovered in Cretaceous amber from Japan. *Entomological Science*, vol. 5, p. 51-54.

Gibson, G. A. P., Reid, J. and Huber, J. T., 2007. Diversity, classification and higher relationships of Mymarommatoida (Hymenoptera). *Journal of Hymenopteran Research*, vol. 16, p.51-146.

Grimaldi, D.A. and Nascimbene, P.C., 2010. *Raritan (New Jersey) amber. In Biodiversity of Fossils in Amber from the Major World Deposits (ed. D. Penney)*, pp. 167-191. Siri Scientific Press, Manchester.

Grimaldi, D., 2009. Pushing Back Amber Production. *Science*, vol. 326 (5949), p.51-52.

日浦 勇・宮武頼夫, 1974. 瑞浪コハクの化石節足動物について. 瑞浪市化石博物館研究報告, no.1, p. 385-392.

猪瀬弘瑛, 2018. 福島県いわき市の上部白亜系双葉層群足沢層大久川部層から産出したアンモナイト *Yezoites perrini* (Anderson, 1902). 福島県立博物館紀要第32号, p. 93-96.

糸魚川淳二, 1974. 瑞浪コハク含有層(釜戸層)の地質. 瑞浪市化石博物館研究報告, no.1, 393-395.

Iturralde-Vinent, M., 2001. Geology of the amber-bearing deposits of the Greater Antilles. *Caribbean Journal of Science*, vol. 37, p. 141-167.

柄沢宏明・森 忍, 1996. 岐阜県瑞浪市に分布する釜戸層から産したコハクの<sup>14</sup>C年代. 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書, vol. 7, p. 276-277.

Katagiri T, Mukai M, Yamaguchi T., 2013. A new fossil moss *Muscites kujiensis* (Bryopsida) preserved in the Late Cretaceous amber from Japan. *Bryologist*, vol. 116, p. 296- 301.

川上雄司・佐々木和久・上山菊太郎・藤山家徳, 1994. 岩手県の久慈コハクより再発見された白亜紀後期昆虫化石. 岩手県立博物館研究報告 vol. 12, p. 9-15.

久保和也・柳沢幸夫・利光誠一・坂野靖行・兼子尚知・吉岡敏和・高木哲一, 2002. 川前及び井出地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1の地質

- 図幅). 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 136p.
- Kubota, A., Iba, Y., Hikida, Y., and Yi, K., 2014. Micro-organisms in amber the Aptian (Cretaceous) of Yezo Group, northern Japan. *Earth History of Asia-II*, p. 70-71.
- 久保田政雄・久保田宏, 2012. 岩手県久慈産出の白亜紀アリ化石. 蟻, vol. 34, p. 27-28.
- Martínez-Delclòs, X., Briggs, D. E. G. and Peñalver, E., 2004. Taphonomy of insects in carbonates and amber. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 203, p. 19-64.
- 松原徳弘, 2009. 白亜系銚子層群産の琥珀および内包物の概要. 地学研究, vol. 57, 4, p. 199-206.
- 松本達郎・小島郁生・田代正之・太田喜久・田村実・松川正樹・田中均, 1982. 本邦白亜系における海成・非海成層の対比. 化石, vol. 31, p. 1-26.
- McKellar, R.C. and Alexander, P.W., 2010. *Canadian Amber*. In Penney, D. (ed.). *Biodiversity of Fossils in Amber from the Major World Deposits*, p. 149-166, Siri Scientific Press.
- Nakamine, H. and Yamamoto, S., 2018. A new genus and species of thorny lacewing from Upper Cretaceous Kuji amber, northeastern Japan (Neuroptera: Rhachiberothidae), *ZooKeys*, vol. 802, p. 109-120.
- 小島郁生・鈴木直, 1969. 再び白亜系双葉層群の上限について. 地質学雑誌, vol. 75, p. 443-445.
- Obata, I., Maiya, S., Inoue, Y. and Matsukawa, M., 1982. Integrated mega and micro-fossil biostratigraphy of the lower Cretaceous Choshi Group, Japan. *Bull. Natn. Sci. Mus.*, vol. 8, p. 145-179.
- Obata, I. and Matsukawa, M. 2009. Supplementary description of the ammonoids from the Barremian to the Albian of the Choshi Peninsula, Japan. *Cretaceous Research*, vol. 30, p. 253-269.
- Ogata, K., Kubota, M., Suzuki, C., Takahashi, T. and Masuko, K., 2005. Ants from Cretaceous amber of Japan. Proc. 3rd European Congress on Social Insects, St. Petersburg, Russia. Symposium 19, *Palaeontology and evolution of ants*, p. 124.
- Penney, D., 2010. *Dominican amber*. In *Biodiversity of Fossils in Amber from the Major World Deposits* (ed. D. Penney), p. 22-41. Siri Scientific Press, Manchester.
- Penney, D. and Preziosi, R. F., 2010. *On inclusions in subfossil resins (copal)*. In *Biodiversity of Fossils in Amber from the Major World Deposits* (ed. D. Penney), p. 299-303. Siri Scientific Press, Manchester.
- Perkovsky, E. and Vasilenko, D. V., 2019. A summary of recent results in the study of Taimyr amber. *Paleontological Journal*, vol. 53 (10), p. 984-993.
- Perkovsky, E. E., Martynova, K. V., Mita, T., Olmi, M., Zheng, Y., Müller, P., Zhang, Q., Gantier, F. and Perrichot, V., 2020. A golden age for ectoparasitoids of Embioidea: Cretaceous Sclerogibbidae (Hymenoptera, Chrysidoidea) from Kachin (Myanmar), Charentes (France) and Choshi (Japan) ambers. *Gondwana Research*, vol. 87, p. 1-22.
- Poinar, G. O. Jr., 1992. *Life in amber*. 368 p. Stanford University Press, Palo Alto.
- Poinar, P. O., Jr. and Milki, R. K., 2001. *Lebanese Amber: The Oldest Insect Ecosystem in Fossilized Resin*. 96 p. Oregon State University Press, Corvallis.
- Rasnitsyn, A. P. and Quicke, D. L. J., 2002. *History of Insects*, 517 p., Kluwer Academic Publisher, Dordrecht.
- Rasnitsyn, A. P., Bashkuev, A. S., Kopylov, D. S., Lukashevich, E. D., Ponomarenko, A. G., Popov, Yu. A., Rasnitsyn, D. A., Ryzhkova, O. V., Sidorchuk, E. A., Sukatsheva, I. D. and Vorontsov, D. D., 2016. Sequence and scale of changes in the terrestrial biota during the Cretaceous (based on materials from fossil resins). *Cretaceous Research*, vol. 61, p. 234-255.
- Rayfield, E. J., Theodor, J. M. and Polly, P. D., 2020. Fossils from conflict zones and reproducibility of fossil-based scientific data. *Society for Vertebrate Paleontology*. p. 1-2.
- Ross, A. J., 2021. Burmese (Myanmar) amber taxa, on-line supplement v.2021.1. [https://www.nms.ac.uk/media/1164144/burmese-amber-taxa-v2021\\_1.pdf](https://www.nms.ac.uk/media/1164144/burmese-amber-taxa-v2021_1.pdf)
- Saegusa, H. and Tomida, Y., 2011. Titanosauriform teeth from the Cretaceous of Japan. In A. W. Kellner and Y. Tomida (eds.), Proceedings of the Third Gondwanan Dinosaur Symposium, *Anais da Academia Brasileira de Ciencias Anais de Academia Brasileira de Ciencias*, vol. 83, p. 247-265.
- Sato, T., Hasegawa, Y. and Manabe, M., 2006. A

- new elasmosaurid plesiosaur from the Upper Cretaceous of Fukushima, Japan. *Palaeontology*, vol. 49 (3), p. 467-484.
- Schlee, D., V., 1990. Das Bemstein-Kabinet. Stuttgarler Beitrage zur Naturkunde, Serie C, *Heft*, vol. 28, p.1-100.
- Schlee, D. and Glöckner, W., 1978. Bernstein. Bersteine und Bernsteinfossilien. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie C*, vol. 8, p. 1-72.
- Schmidt, A. R., Jancke, S., Lindquist, E. E., Ragazzi, E., Roghi, G., Nascimbene, P. C., Schmidt, K., Wappler, T. and Grimaldi, D. A., 2012. Arthropods in amber from the Triassic Period. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 109 (37), p. 14796-14801.
- Seyfullah, L. J., Beimforde, C., Dal Corso, J., Perrichot, V., Rikkinen, J. and Schmidt, A. R., 2018. Production and preservation of resins - past and present. *Biological Reviews*, vol. 93, p. 1684-1714.
- Shi, G., Grimaldi, D. A., Harlow, G. E., Wang, Jing, Wang, Jun, Yang, M., Lei, W., Li, Q. and Li, X., 2012. Age constraint on Burmese amber based on U-Pb dating of zircons. *Cretaceous Research*, vol. 37, p. 155-163.
- 島津光夫・寺岡易司, 1962. 陸中野田. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, p. 1-63.
- Sidorchuk, E. A., Schmidt, A. R., Ragazzi, E., Roghi, G. and Lindquist, E. E., 2015. Plant-feeding mite diversity in Triassic amber (Acari: Tetrápodili). *Journal of Systematic Palaeontology*, vol. 13 (2), p. 129-151.
- 高橋文雄・石田英夫・福富孝義, 1993. 山口県宇部古第三紀コハク中の昆虫化石. 美祢市歴史民俗資料館調査研究報告, vol. 9, p. 1-17.
- Takahashi M, Crane PR, and Ando H., 1999. Fossil flowers and associated plant fossils from the Kamikitaba locality (Ashizawa Formation, lower Coniacian, Upper Cretaceous) Northeast Japan. *Journal of Plant Research*, vol. 112, p.187-206.
- Takahashi M, Friis E. M, Uesugi K., Suzuki Y. and Crane P. R., 2008. Floral evidence of Annonaceae from the Late Cretaceous of Japan, *Journal of Plant Research*, vol. 169, p. 908-917.
- Takahashi M, Herendeen P. S., Xiao X. and Crane P. R., 2014. Lauraceous fossil flowers from the Kamikitaba assemblage (Coniacian, Late Cretaceous) of northeastern Japan. *Syst Bot*, vol. 39, p. 715-724.
- 高橋紀信・八巻安夫・橋本悦雄・平 宗雄, 2007. 福島県の双葉層群笠松層から採集された虫入り琥珀. 地学研究, vol. 56, p. 159-163.
- 滝沢晃・鈴木千里, 1988. こはくの中の虫化石. 太古からのメッセージ, いわき産化石ノート, p. 64-73. いわき地域学曾出版部,
- 谷本正浩・鈴木千里, 1997. 福島県いわき市大久町小久の双葉層群玉山層 (上部白亜系サントニアン) 産出の竜脚類 (cf. *Nemegtosaurus* sp.) の歯化石. いわき市自然史研究, p. 1-4.
- 塚田 潤, 1992. ヤドリバチの仲間の化石種について. 月間むし, vol. 260, p. 34-35.
- 梅津慶太・栗田裕司, 2007. 岩手県北東部, 上部白亜系久慈層群の花化石層序と年代. 石油技術境界誌, vol. 72, p. 215-223.
- Weitschat, W. and Wichard, W., 2010. *Baltic amber. In Biodiversity of Fossils in Amber from the Major World Deposits (ed. D. Penney)*, p. 80-115. Siri Scientific Press, Manchester.
- 吉野道彦, 1974. 瑞浪市釜戸付近のコハク含有層 (釜戸層) の花粉化石. 瑞浪市化石博物館研究報告, no. 1, p. 455-456.

## **Amber Fossils from the Tamayama Formation, Upper Cretaceous, Futaba Group, Iwaki City, Fukushima Prefecture, Japan, and Their significance.**

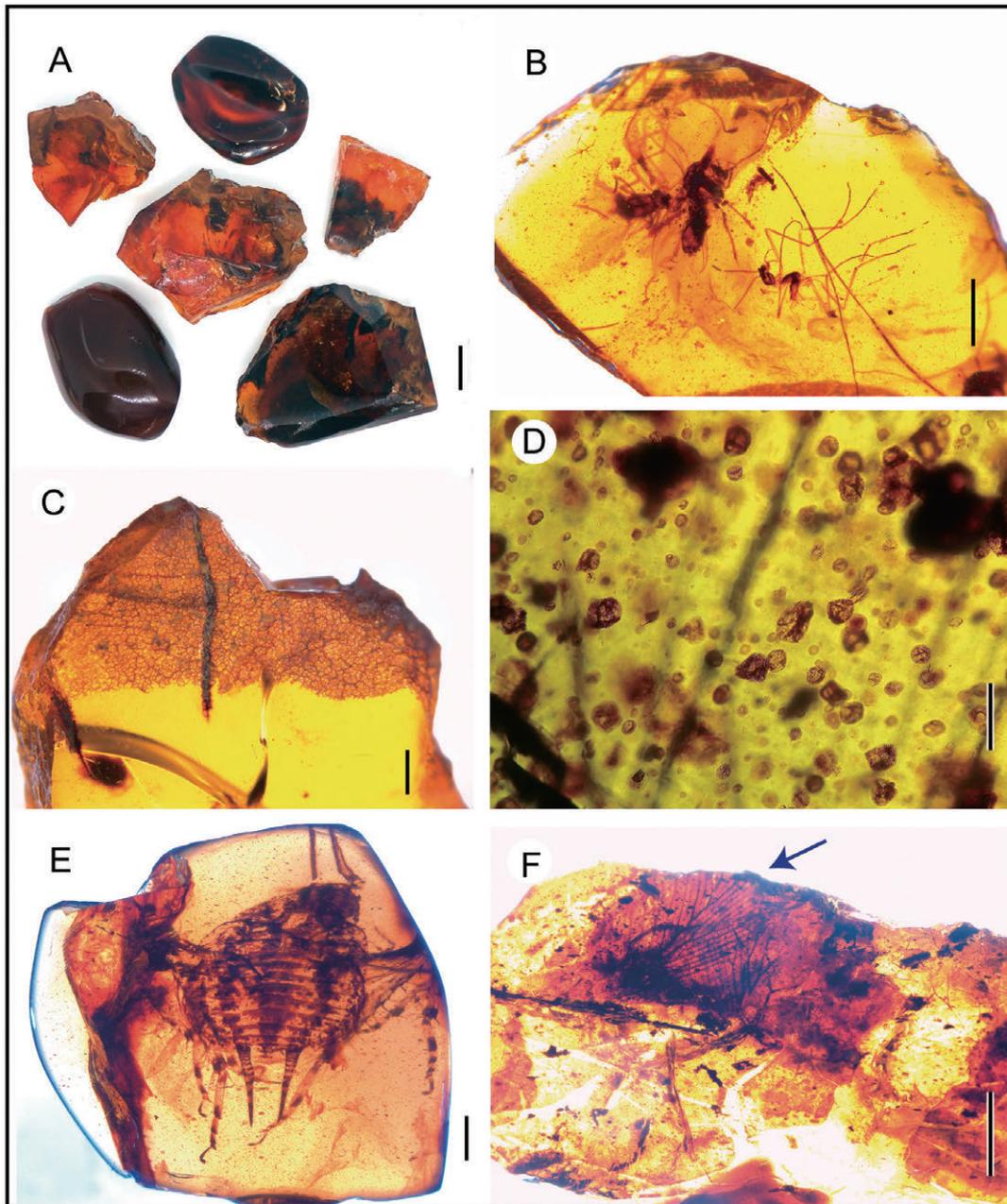
Hiroaki AIBA\* · Chisato SUZUKI\*\* · Hiroaki INOSE\*\*\*

**Abstract :** The Upper Cretaceous Futaba Group Tamayama Formation (Upper Coniacian) of Iwaki City, Fukushima Prefecture Japan, is known to occur in fossil-bearing amber (so-called insect-infused amber). In the Mesozoic of Japan, the Kuji Group of Iwate Prefecture and the Choshi Group of Chiba Prefecture are known to yield insect-infused amber, but little paleontological research has been conducted on these ambers. On the other hand, paleontological studies on insect-infused ambers in the world have been progressing rapidly in recent years, and a huge number of studies have been conducted on Myanmar amber (Cenomanian: about 99 Ma), Baltic amber (Priabonian: 34 - 48 Ma), Dominican amber (Burdigarian: 16 - 18 Ma), and others. Amber from the Tamayama Formation is valuable because it is rare in the world in geological age and fills the gap between Myanmar amber and Cenozoic amber. This paper outlines and characterizes the fossils contained in the amber of the Tamayama Formation of the Futaba Group, compares them with other major insect fossils from Japan and the world, and discusses the significance of their occurrence.

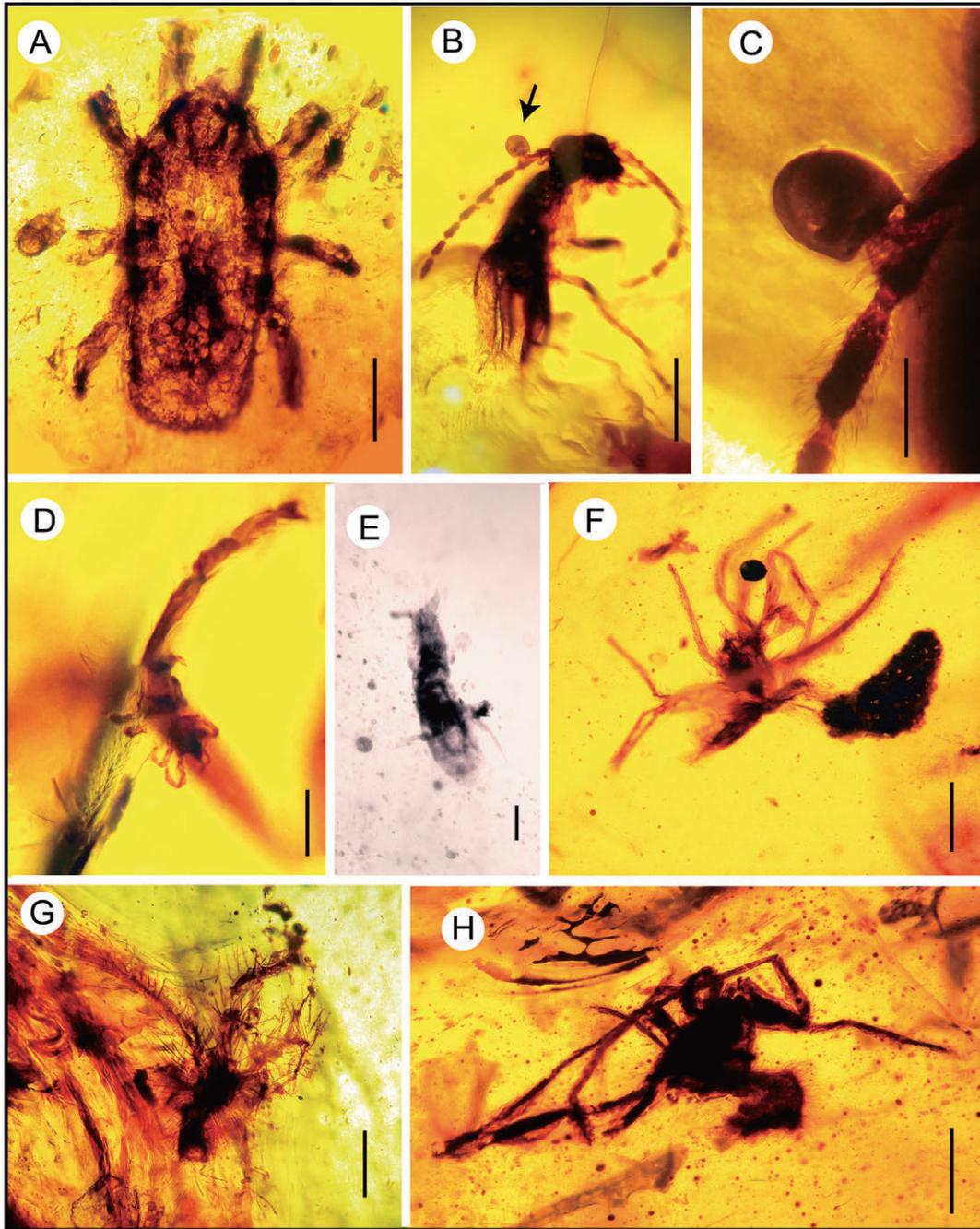
**KeyWords :** Amber Insect fossil Futaba Group Tamayama Formation Late Cretaceous

---

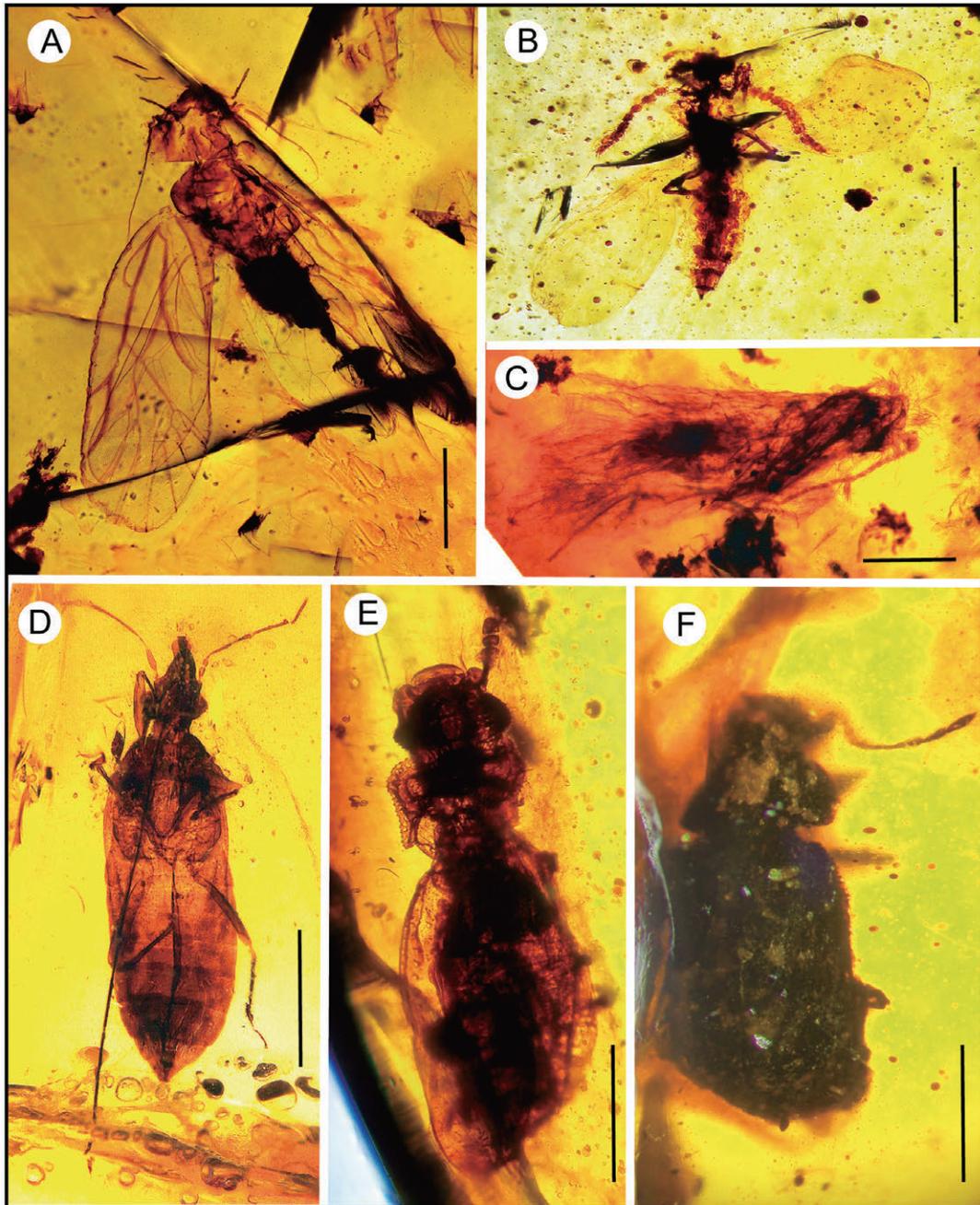
\*Keio Yochisha Elementary School \*\*Iwaki City \*\*\*Fukushima Museum



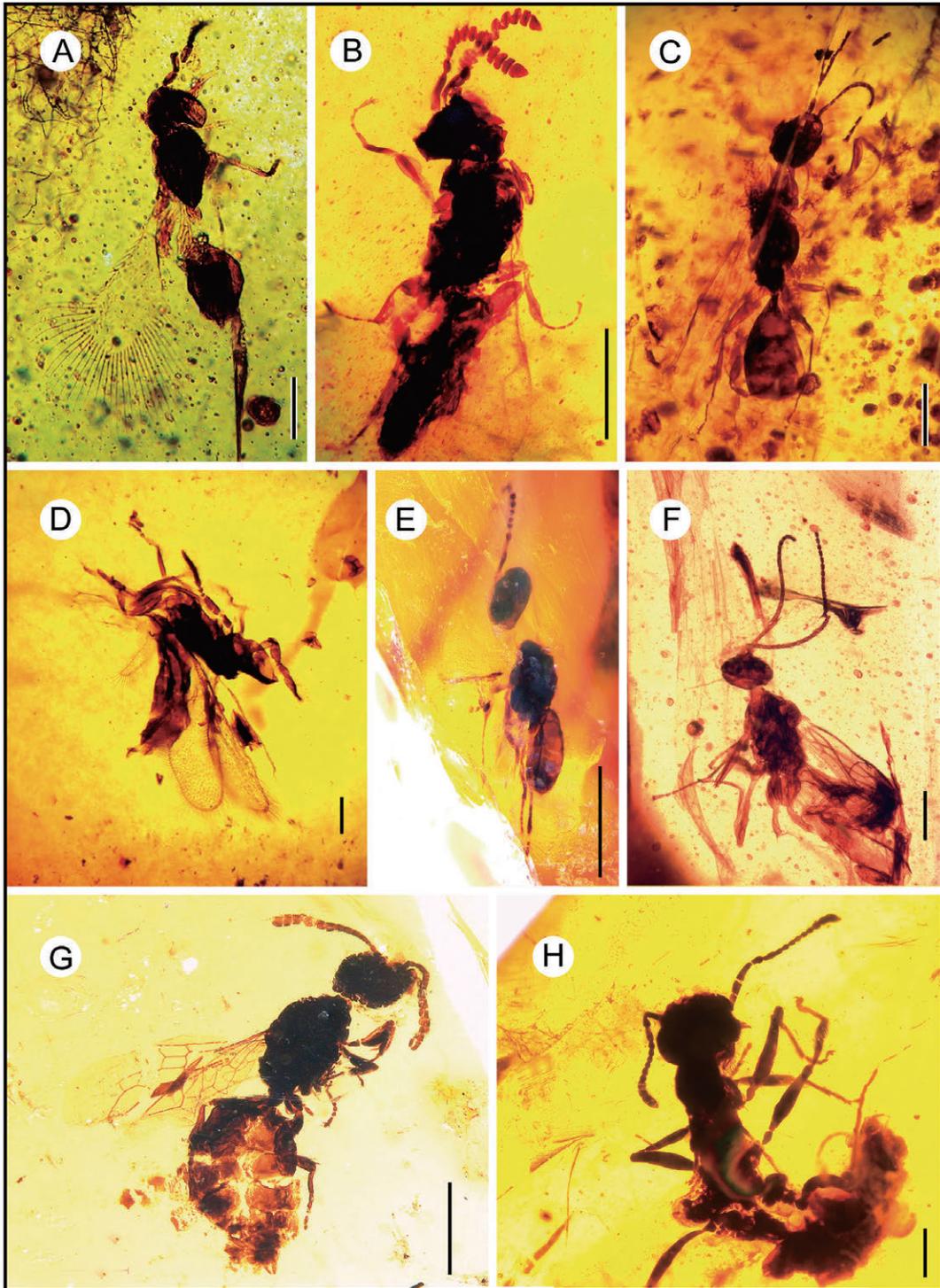
図版1. A:いわきコハク. B:複数の昆虫を含むコハク (N202200082). C:植物の葉片を含むコハク (N202200042). D:花粉・胞子を含むコハク (N202200011). E:ゴキブリ目 (N202200014; 幼虫). F:ゴキブリ目 (N202200090-1; 成虫の翅), スケールバー: A; 1.0 cm, B, C, E, F; 1.0 mm, D; 0.05 mm.



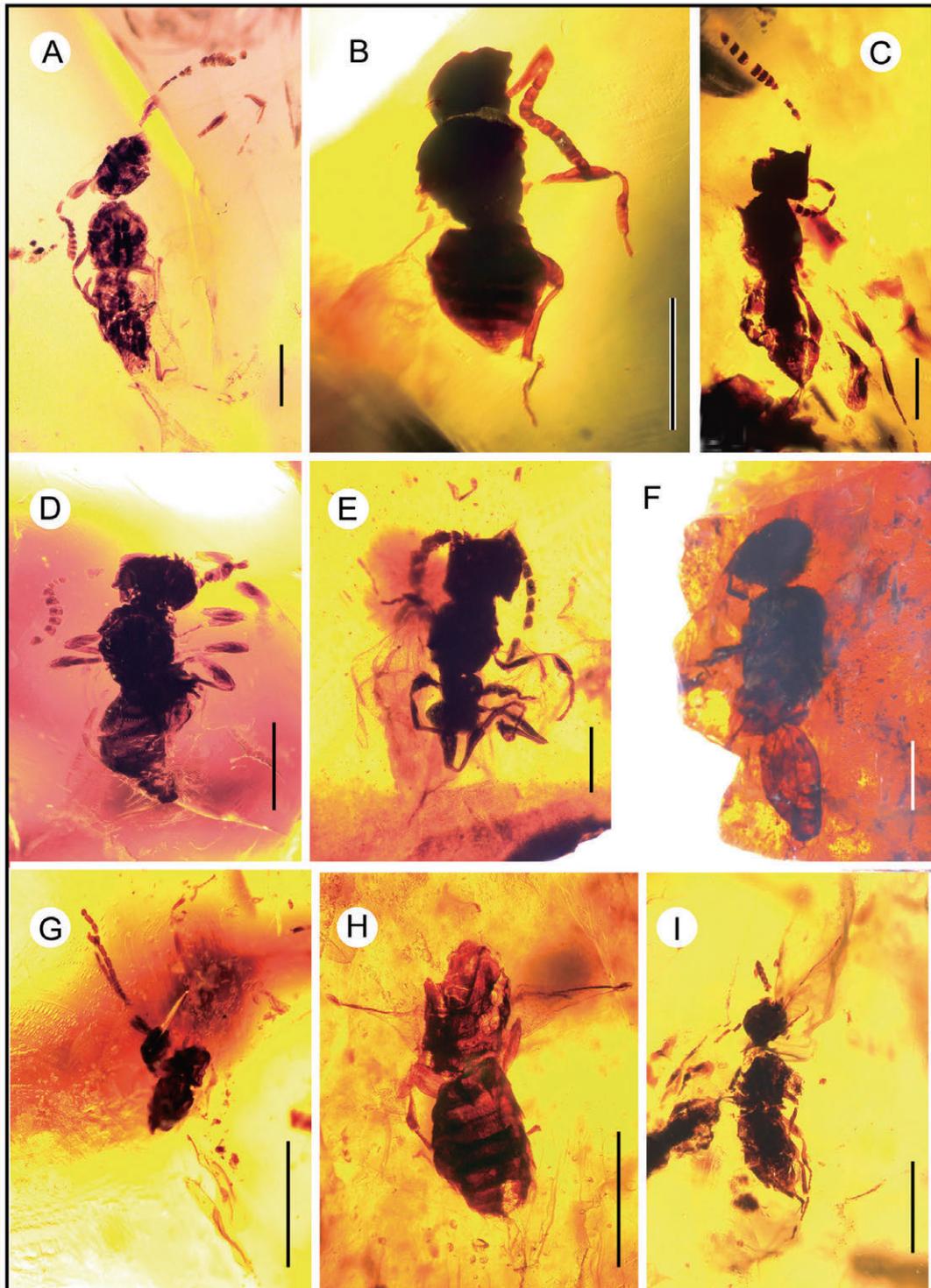
図版 2. A: ダニ目 (N202200030), B: ハチの触角についたダニ目 (N202200099-2), C: Bのダニ目の拡大, D: 膜翅目の脚についたダニ目 (N202200011-2), E: トビムシ目 (N202200022), F: クモ目 (N202200089-1), G: クモ目 (N202200070), H: クモ目 (N202200086), スケールバー: A, C, F, G, H; 0.1 mm, B, E; 0.5 mm, D; 0.05 mm.



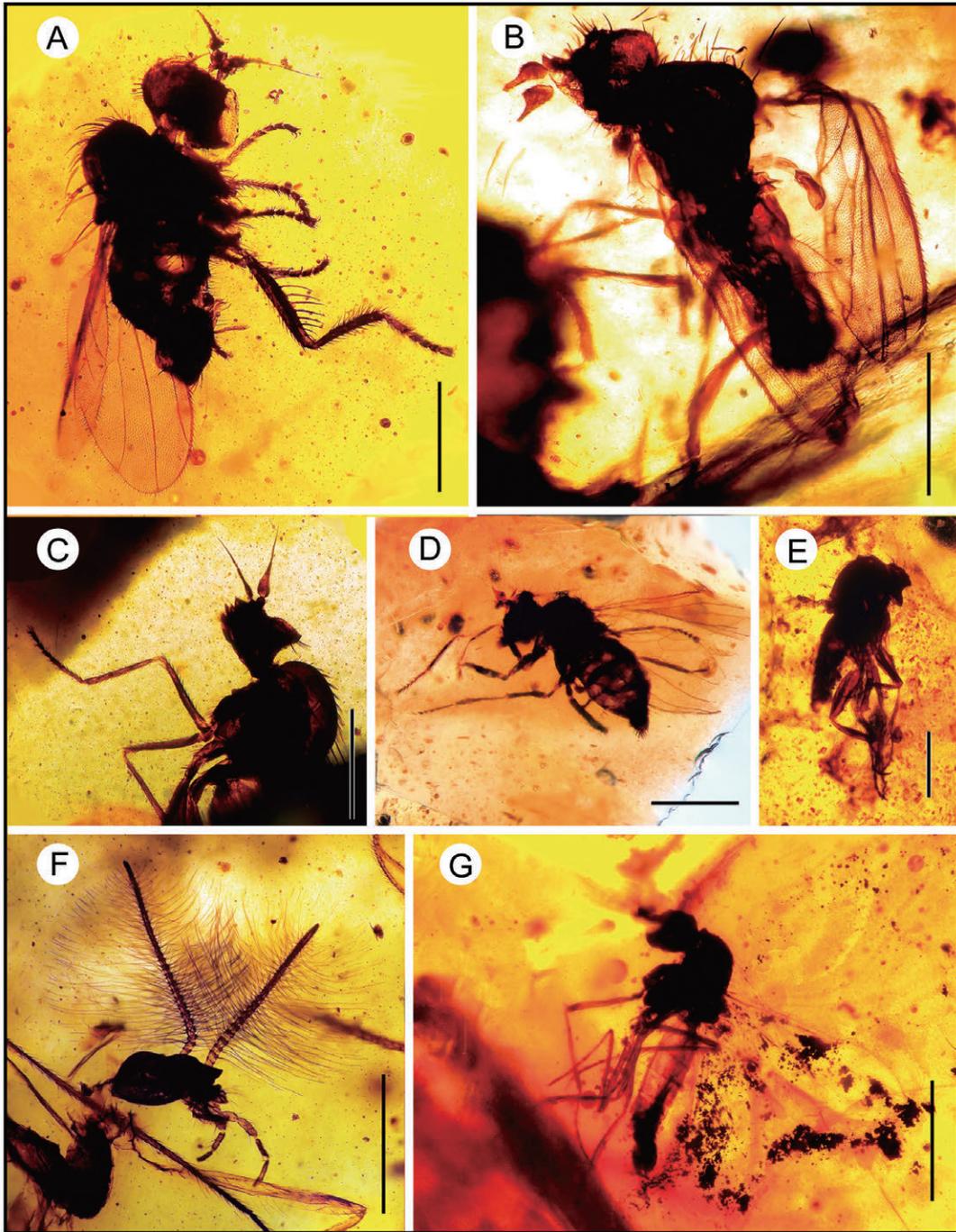
図版 3. A: チャタテムシ目 (N202200042-1), B: カイガラムシ上科 (N202200040), C: トビケラ目 (N202200087-1), D: カメムシ目 (N202200087-1), E: 甲虫目 (c N202200096), F: 甲虫目 (N202200064), スケールバー: A, D: 1.0 mm, B, C, E, F: 0.5 mm.



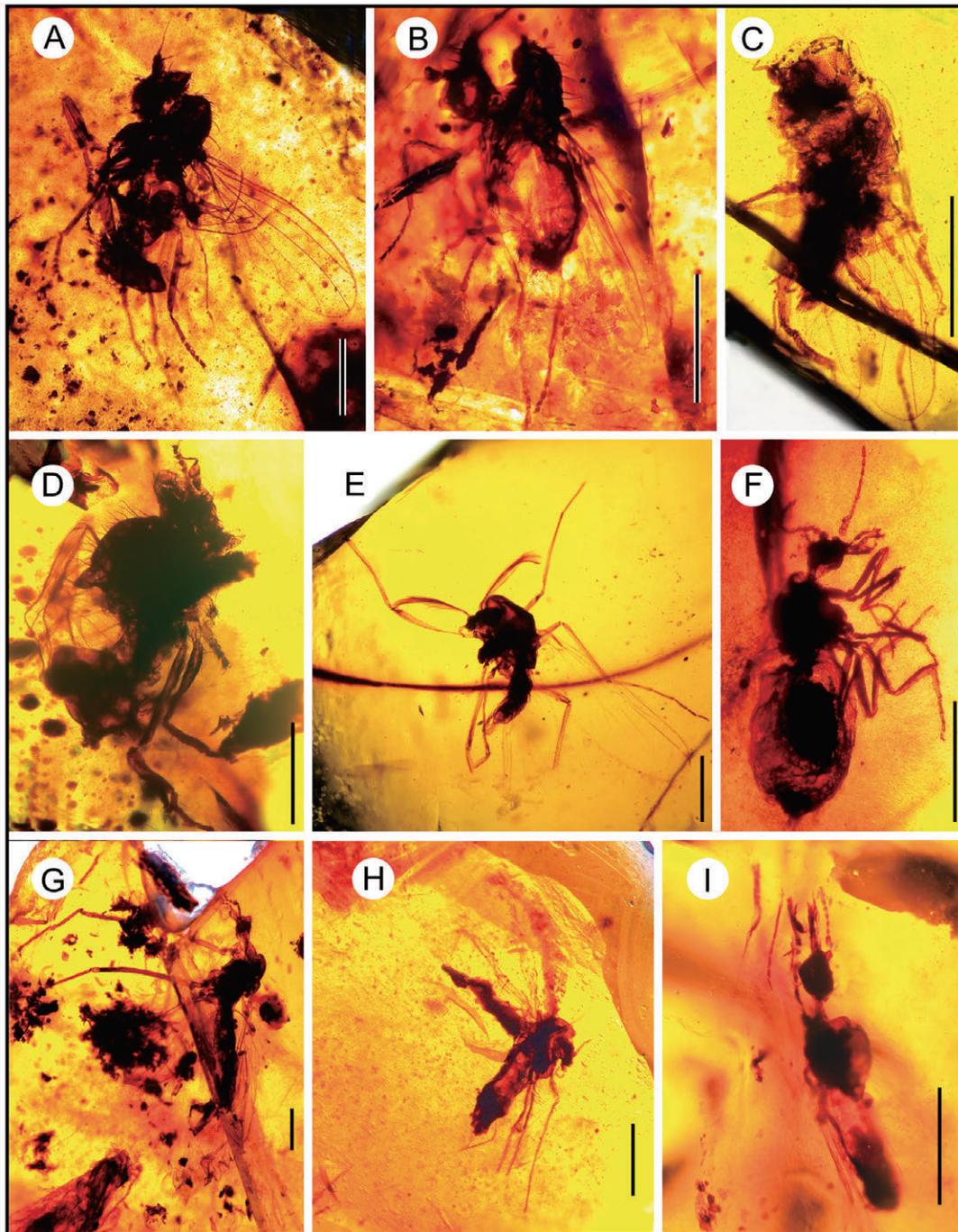
図版4. A: 膜翅目ムカシホソハネコバチ属 (N202200057), B: 膜翅目コバチ上科 (N202200009), C: 膜翅目 (N202200011-1) D: 膜翅目ホソハネコバチ科 (N202200025-1), E: 膜翅目 (N202200019-7), F: 膜翅目ヒメバチ上科 (N202200027) G: 膜翅目コマユバチ科 (N202200016), H: 膜翅目アリ科 (N202200041), スケールバー: C, G; 1.0 mm, A, D; 0.1 mm, B, E, F, H; 0.5 mm.



図版 5. A: 膜翅目コバチ上科 (N202200017), B: 膜翅目コバチ上科 (N202200018-1), C: 膜翅目コバチ上科 (N202200019-1), D: 膜翅目コバチ上科 (N202200019-2), E: 膜翅目 (N202200026-1), F: 膜翅目 (N202200066-1), G: 膜翅目ホンハネコバチ科 (N202200020), H: 膜翅目 (N202200056-1), I: 膜翅目コバチ上科 (N202200019-3), スケールバー: A, B, C, D, E, G, H; 0.5 mm, F, I; 1.0 mm.



図版 6. A : 双翅目短角亜目オドリバエ科 (N202200097), B : 双翅目短角亜目オドリバエ科 (N202200021), C : 双翅目短角亜目 (N202200007), D : 双翅目短角亜目オドリバエ科 (N202200081), E : 双翅目短角亜目ノミバエ科 (N202200066-2), F : 双翅目長角亜目ユスリカ科 (N202200082-2), G : 双翅目長角亜目ユスリカ科 (N202200046), スケールバーはすべて 0.5 mm.



図版7. A: 双翅目短角亜目オドリバエ科 (N202200074-1), B: 双翅目短角亜目オドリバエ科 (N202200052), C: 双翅目短角亜目 (N202200085), D: 双翅目短角亜目 (N202200092-1), E: 双翅目長角亜目ユスリカ科 (N202200082-1), F: 双翅目長角亜目タマバエ科 (N202200023-1), G: 双翅目長角亜目ヒメガガンボ科 (N202200087-2), H: 双翅目長角亜目ユスリカ科 (N202200078), I: 双翅目長角亜目ヌカカ科 (N202200098-1), スケールバーはすべて 0.5 mm.