

## 大阪層群より産出したクロコブタケ属 (子囊菌門) 化石菌類の形態 (予報)

A preliminary report on morphology of fossil *Annulohypoxyton* (Ascomycota) yielded from the Osaka Group, Southwest Japan糟谷 大河<sup>1)</sup>・有馬 裕介<sup>1)</sup>・百原 新<sup>2)</sup>Taiga KASUYA<sup>1)</sup>, Yusuke ARIMA<sup>1)</sup> and Arata MOMOHARA<sup>2)</sup>

大阪府泉佐野市の大阪層群最下部の炭質層、および同枚方市の大阪層群上部、Ma8海成粘土層より産出した3点の子囊菌類の化石について、形態的特徴を観察した。その結果、子座および子囊殻の形態的特徴に基づき、これらは現生の分類群であるクロコブタケ属との類似性が示された。また、これら3点の化石の子囊殻と子囊胞子の形態にはそれぞれ違いが認められ、これらは異なる分類群である可能性が示唆された。

## 1. はじめに

日本産化石菌類の分類学的研究は大きく立ち遅れており、サビキン類をはじめとする植物寄生性担子菌類<sup>1)</sup>や、葉面上に存在する子囊菌類<sup>1~4)</sup>、また木材腐朽性のサルノコシカケ類の化石<sup>5)</sup>など、ごくわずかの分類群について断片的な報告がこれまでになされているのみである。しかし、菌類の系統進化や生物地理を考察する上で、化石菌類の多様性、形態、産出年代や堆積環境などを解明し、それらの分類学的整理を行っていくことはきわめて重要である。

堀江ら<sup>6)</sup>は、350~300万年前に堆積した大阪府泉佐野市、大阪層群最下部の炭質層よりアカコブタケ属 *Hypoxyton* Adans. に類似する子囊菌類の化石を発見し、形態的特徴を報告している。しかし、これらの菌類化石の詳細な分類学的検討は未だ行われていない。今回筆者らは、大阪府内の大阪層群最下部および上部の地層

から産出し、これまで未検討であったクロコブタケ属 *Annulohypoxyton* Y.M. Ju, J.D. Rogers & H. M. Hsieh に類似する子囊菌類化石を新たに観察する機会を得た。今後、これらの菌類化石の分類学的研究を進めていくために、本報告ではまず、それらの形態的特徴を詳細に記載することを目的とした。

## 2. 材料および方法

大阪府泉佐野市上之郷、大阪層群最下部の炭質層(約350~300万年前)より産出した1点、および大阪府枚方市長尾家具町、大阪層群上部のMa8海成粘土層(約50万年前)より産出した2点の標本を観察に用いた。泉佐野市の産出地点は、意賀美神社北側を流れる榎井川支流の河床に堆積した、後期鮮新世の地層である。菌類化石が採集された地層は淡水成の砂層に挟まれた炭質層で、同層からはイチョウ、タイワンスギやメタセコイアなどの葉や球果化石が多数認められている<sup>6, 7)</sup>。また、枚方市の産出地点は中期更新世の地層で<sup>8)</sup>、花粉分析の結果、同層からはブナ属、コナラ属アカガシ亜属やマツ属の花粉が多産し、間氷期の地層であると考えられている<sup>9)</sup>。

採集した菌類化石について、実体顕微鏡下で子実体の肉眼的特徴を観察した後、剃刀の刃を用いて徒手により子囊殻の切片を作成した。そして、作成した切片を70% (w/v) エタノール水溶液または3% (w/v) 水酸化カリウム (KOH) 水溶液を用いて封入し、光学顕微鏡により観察した。子囊胞子

連絡先：糟谷大河 tkasuya@cis.ac.jp

1) 千葉科学大学危機管理学部環境危機管理学科  
Department of Environmental Risk and Crisis Management,  
Faculty of Risk and Crisis Management, Chiba Institute of  
Science

2) 千葉大学大学院園芸学研究所  
Graduate School of Horticulture, Chiba University  
(2018年10月2日受付, 2018年11月16日受理)

の大きさは、光学顕微鏡の1000倍の倍率下で無作為に抽出した50個を用いて測定した。供試した標本は70%エタノール水溶液に浸漬し、千葉科学大学危機管理学部糟谷研究室に保管した。

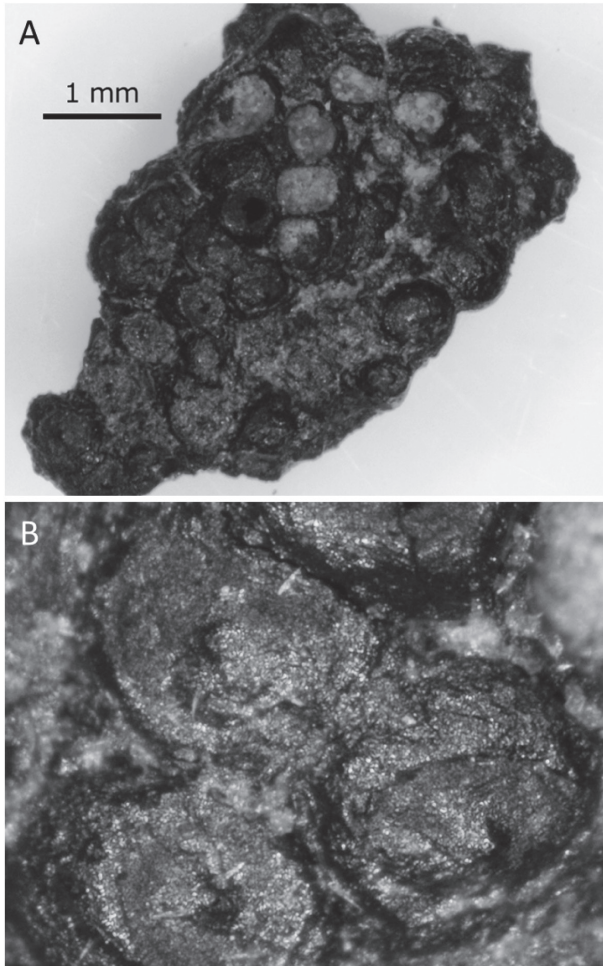
### 3. 結果および考察

今回観察した3点の化石標本の形態的特徴を以下に記載する。

#### (1) 化石化したクロコブタケ属の一種1

##### (1) Fossilized *Annulohypoxyton* sp. 1 (Figs. 1-2)

肉眼的特徴：子実体は1-4 × 4-8 mm、枕形〜クッション形に広がり、表面は疣状で黒色、内部は淡褐色〜黄褐色で、極めて硬く、もろく、半埋生の子囊殻が密生した子座をなす (Fig. 1A)。子囊殻は0.3-0.5 × 0.3-0.7 mm、球形〜類球形で、頂部は平らになり、頂端には孔

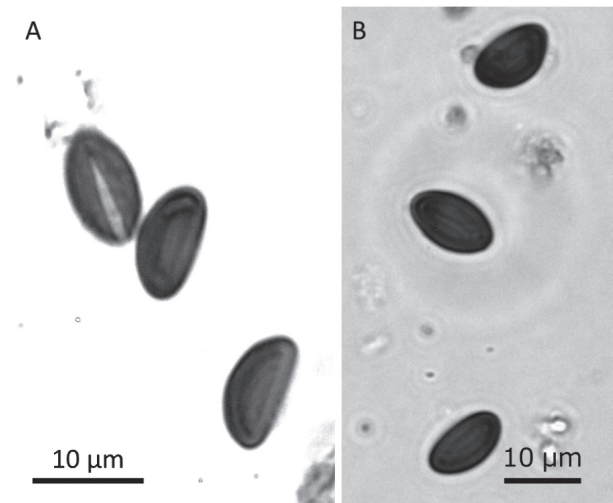


**Fig. 1. Macroscopic characteristics of the fossilized *Annulohypoxyton* sp. 1. A: Effused-pulvinate stromata with conspicuous perithecial mounds. B: Globose to subglobose perithecia with papillate to conical papillate ostioles.**

口が乳頭状〜円錐状に突出する (Fig. 1B)。

顕微鏡的特徴：子囊は観察されなかった。子囊胞子は長径8.5-12 μm (平均10.3 ± 0.8 μm)、短径4-6 μm (平均5.1 ± 0.5 μm)で、一方が膨らんだ楕円形〜円筒形〜紡錘形、表面は平滑で淡茶褐色 (Fig. 2A)〜暗茶褐色 (Fig. 2B)を呈し、膨らみの少ない方に長いスリット状の発芽孔を有する (Fig. 2A)。側糸は観察されなかった。子実体を形成する菌糸は厚壁で、3%KOH水溶液中でオリーブ色の色素を流出する。

標本：大阪府泉佐野市上之郷、大阪層群最下部の炭質層より産出、百原新採集 (標本番号：1SE01)。



**Fig. 2. Ascospores of the fossilized *Annulohypoxyton* sp. 1. A: Pale brownish ascospores with a germ slit. B: Dark brownish ascospores.**

#### (2) 化石化したクロコブタケ属の一種2

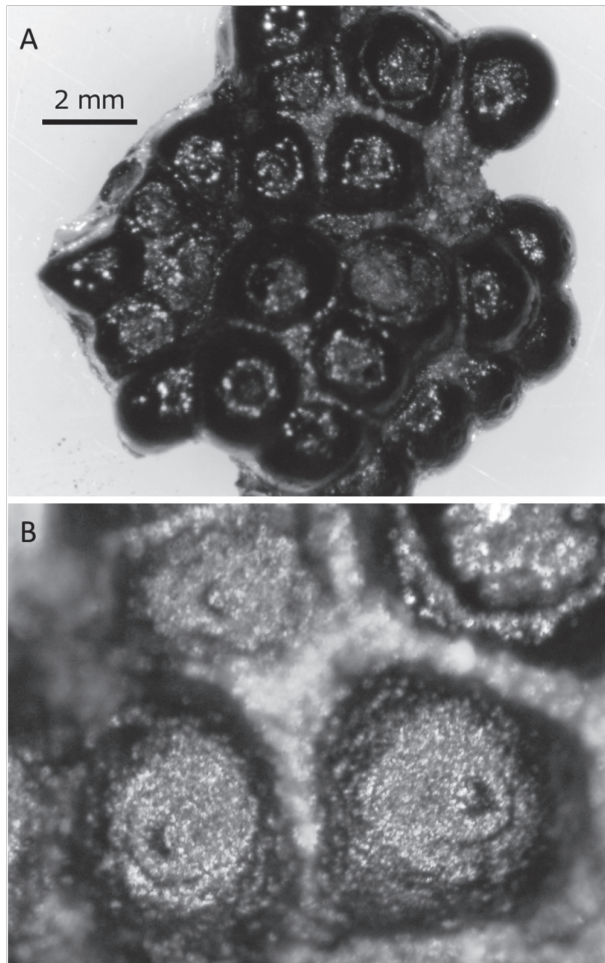
##### (2) Fossilized *Annulohypoxyton* sp. 2 (Figs. 3-4)

肉眼的特徴：子実体は4-8 × 4-10 mm、枕形〜クッション形に広がり、表面は疣状で黒色、内部は灰白色〜淡褐色で、極めて硬く、もろく、半埋生の子囊殻が密生した子座をなす (Fig. 3A)。子囊殻は1-2 × 1-3 mm、球形〜類球形で、頂部は平らになり、頂端の孔口の周囲は多少くぼみ、孔口は乳頭状〜円錐状に突出する (Fig. 3B)。

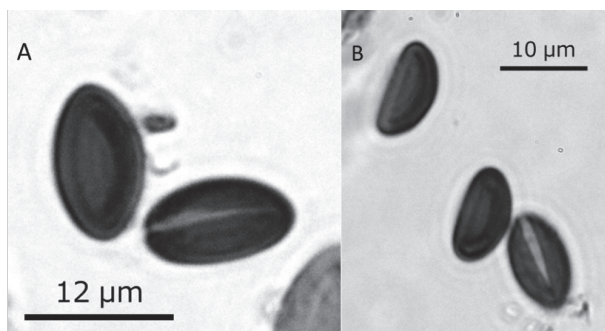
顕微鏡的特徴：子囊は観察されなかった。子囊胞子は長径11-16 μm (平均13.8 ± 0.9 μm)、短径5.5-9 μm (平均7.9 ± 0.7 μm)で、紡錘形 (Fig. 4A)あるいは一方が膨らんだ楕円形〜円筒形 (Fig. 4B)、表面は平滑で淡茶褐色〜暗茶褐色を呈し、膨らみの少ない方に長いスリット状の発芽孔を有する (Fig. 4)。側糸は観察されなかった。子実体を形成する菌糸は厚壁で、3%KOH水溶液中でオリーブ色の色素を流出する。

標本：大阪府枚方市長尾家具町、大阪層群上部のMa8海成粘土層より産出、百原新採集 (標本番号：5H01-1)。





**Fig. 3. Macroscopic characteristics of the fossilized *Annulohypoxyylon* sp. 2. A: Effused-pulvinate stromata with conspicuous perithecial mounds. B: Globose to subglobose perithecia with papillate to conical papillate ostioles.**

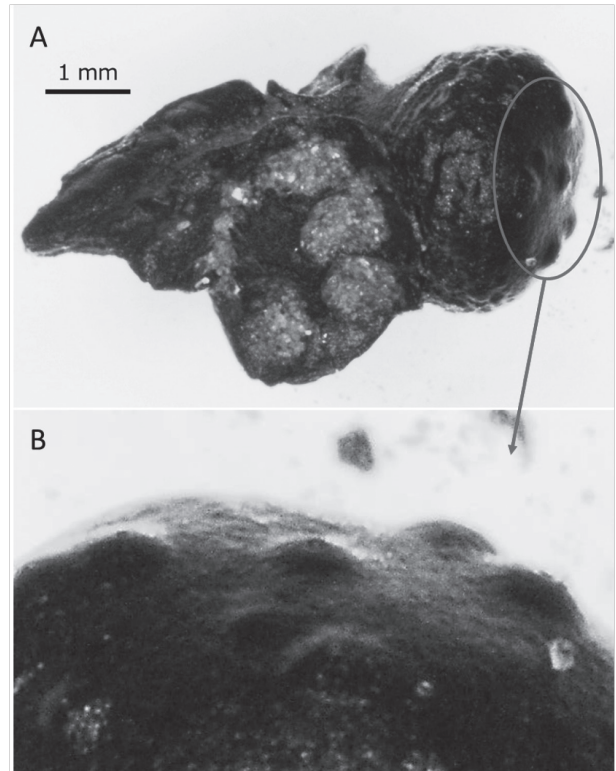


**Fig. 4. Ascospores of the fossilized *Annulohypoxyylon* sp. 2. A: Fusiform ascospores with a germ slit. B: Ellipsoid-inequilateral ascospores with a germ slit.**

**(3) 化石化したクロコブタケ属の一種3**

**(3) Fossilized *Annulohypoxyylon* sp. 3 (Figs. 5-6)**

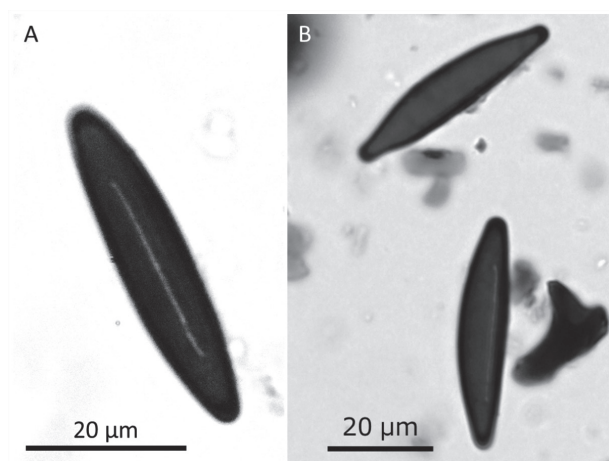
肉眼的特徴：子実体は3-4 × 2-3 mm, 類球形～上部が平らな半球形で, 表面は疣状で黒色, 内部は灰白色～淡褐色で, 極めて硬く, もろく, 半埋生～ほぼ埋生の子囊殻が集合した子座をなす (Fig. 5A). 子囊殻は0.2-0.5 × 0.1-0.3 mm, 卵形～紡錘形で, 頂部は円錐形, 頂端の孔口の周囲は多少くぼみ, 孔口はわずかに乳頭状に突出する (Fig. 5B).



**Fig. 5. Macroscopic characteristics of the fossilized *Annulohypoxyylon* sp. 3. A: Subglobose to hemispherical stromata with subinnate to innate perithecia. B: Conical apices of Ovoid to fusiform perithecia with slightly papillate ostioles.**

顕微鏡的特徴：子囊は観察されなかった。子囊胞子は長径36.5-49 µm (平均41.0 ± 2.4 µm), 短径7-13.5 µm (平均9.2 ± 1.3 µm) で, 一方が膨らんだ長紡錘形 (Fig. 6A)～一方が膨らんだ長円筒形 (Fig. 6B), 表面は平滑で茶褐色～暗茶褐色を呈し, 膨らみの少ない方に長いスリット状の発芽孔を有する (Fig. 6A). 側糸は観察されなかった。子実体を形成する菌糸は厚壁で, 3%KOH水溶液中でオリブ色の色素を流出する。

標本：大阪府枚方市長尾家具町, 大阪層群上部のMa8海成粘土層より産出, 百原新採集 (標本番号: 5H01-2).



**Fig. 6. Ascospores of the fossilized *Annulohypoxyton* sp. 3. A: Oblong-fusiform ascospore with a germ slit. B: Oblong-cylindrical ascospores.**

今回観察した3点の標本は、いずれも黒色で極めて硬い子座を形成する点、子嚢殻の頂部がやや平らになり、その頂端に乳頭状～円錐状に突出した孔口を持つ点などの形態的特徴から、Hsieh *et al.*<sup>10)</sup>によるクロコブタケ属の定義とおおむね一致する。したがって、筆者らは供試した3標本をクロコブタケ属の化石種と判断した。また、これら3点の化石の子嚢殻と子嚢胞子の形態や大きさにはそれぞれ違いが認められたことから、これらは異なる分類群であることが示唆された。今後、これら3種について、既知の現生種とも形態的特徴の比較を行い、詳細な分類学的検討を進めていく必要がある。

クロコブタケ属は子嚢菌門チャワソウタケ亜門、フタマカビ綱クロサイワイタケ亜綱、クロサイワイタケ目のアカコブタケ科に属する。本属には約50種の現生種が知られており、現生種は南極大陸を除く全大陸に分布し、主に広葉樹の腐朽木上に子座を形成する<sup>11, 12)</sup>。

これまで、子実体が伴ったクロコブタケ属の化石種についての報告は世界的に見ても存在せず、本報告が初めての記録となる。一方、本属の子嚢胞子と形態的に類似する菌類の胞子化石が世界各地の堆積物中より見出され、分類学的研究が行われている。Elsik<sup>13)</sup>はアカコブタケ科との類縁関係が推測される子嚢菌類の形態属として、*Hypoxytonites*属を記載した。本属菌はヨーロッパ<sup>13)</sup>、インド<sup>14, 15)</sup>、ブラジル<sup>16, 17)</sup>など世界各地からこれまでに56種が記載されており、既知の最も古い産出年代は始新世である<sup>13)</sup>。また、Kumar<sup>18)</sup>はインドの中新世の地層から産出した菌類の胞子化石に基づき、*Hypoxytonsporites*属を記載した。本属も現生のアカコブタケ科との類縁関係が推測されている形態属である<sup>18)</sup>。*Hypoxytonites*属や*Hypoxytonsporites*属の分類学的研究は、堆積物中より検出される子嚢胞子の形態のみに基づいて行われてきており、アカコブタケ科菌類の子実体の化石そのものの形態的特徴が詳しく記載された例は世界的に見て

もこれまで存在しなかった。

なお、これら2属の胞子化石の日本における報告例はこれまでに存在しないが、今回、大阪層群からクロコブタケ属の子実体化石が発見されたことにより、少なくとも後期鮮新世には日本列島にアカコブタケ科菌類がすでに分布していたことが示された。今後は、大阪層群をはじめとする日本列島のさまざまな年代の地層からクロコブタケ属菌類の化石を探索し、本属化石種の多様性、形態的特徴の変化や分布の変遷を解明していきたい。そして、DNA情報に基づく本属菌の分子系統学的研究の結果<sup>10)</sup>と化石記録との比較を行うことで、本属菌の系統進化や生物地理をより詳細に推定していきたい。

また、クロコブタケ属菌は木材腐朽性である<sup>10~12)</sup>ことから、その分散や定着は、宿主となる大型植物の分布に制限される可能性がある。大阪層群では、大型植物化石の層位分布が詳細に解明されており、それにより後期鮮新世以降の植生変遷史がすでに明らかとなっている<sup>19, 20)</sup>。したがって、大阪層群でさらに調査を行うことで、クロコブタケ属化石種の宿主植物種に対する選好性など、生態的特徴を明らかにできる可能性もある。このため、今後は大阪層群におけるクロコブタケ属菌類化石と大型植物化石との関係も調査していく必要がある。

#### 謝辞

本報告を行うにあたり、種々のご助言を賜った千葉科学大学危機管理学部の植木岳雪教授に厚くお礼申し上げます。

#### 引用文献

- 1) 土居祥兌, 天野典英: 塩原更新統産化石菌類の研究および化石菌類研究に関する覚え書き. 植物分類・地理, 33, 55-72, 1982.
- 2) Nathorst AG: Contributions a la flore fossile du Japon. Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, 20, 1-92, 1883.
- 3) Suzuki Y: On the structure and affinities of two new conifers and a new fungus from the upper Cretaceous of Hokkaido (Yezo). The Botanical Magazine, Tokyo, 24, 181-196, 1910.
- 4) Doi Y, Uemura K: Fossil *Microthyrium* on *Buxus* leaf compressions from the upper Miocene, and its living relative in Japan. Bulletin of the National Science Museum, Tokyo, Series B, Botany, 11, 127-136, 1985.
- 5) Tanai T: A bracket fungus from the Miocene, west of Kobe City, western Japan. Journal of Japanese Botany, 62, 1-6, 1987.

- 6) 堀江義一, 百原新, 宇田川俊一: 日本産微小子のう菌類化石の研究I. 日本菌学会第36回大会講演要旨集, 19, 1992.
- 7) Momohara A : Late Pliocene plant biostratigraphy of the Lowermost part of the Osaka Group, Southwest Japan, with reference to extinction of plants. *The Quaternary Research*, 31, 77-89, 1992.
- 8) 三田村宗樹: 京阪奈丘陵の大阪層群の層序と地質構造. 第四紀研究, 31, 159-177, 1992.
- 9) 藤木利之, 百原新, 安田喜憲: 日本の間氷期堆積物に含まれるサルスベリ属 *Lagerstroemia* 花粉化石の形態. 植生史研究, 10, 91-99, 2001.
- 10) Hsieh H-M, Ju Y-M, Rogers JD : Molecular phylogeny of *Hypoxylon* and closely related genera. *Mycologia*, 97, 844-865, 2005.
- 11) Pereira J, Rogers JD, Bezerra JL : New *Annulohypoxylon* species from Brazil. *Mycologia*, 102, 248-252, 2010.
- 12) Fournier J, Lechat C : Some *Annulohypoxylon* spp. (*Xylariaceae*) from French Guiana, including three new species. *Ascomycete.org*, 8, 33-53, 2016.
- 13) Elsik WC : *Hypoxylonites* and *Spirotremesporites*, form genera for Eocene to Pleistocene fungal spores bearing a single furrow. *Palaeontographica*, Abteilung B, 216, 137-169, 1990.
- 14) Nandi B, Banerjee S, Sinha A : Fossil *Xylariaceae* spores from the Cretaceous and Tertiary sediments of north-eastern India. *Acta Palaeontologica Sinica*, 42, 56-67, 2003.
- 15) Saxena RK : Validation of names of fossil fungi from Tertiary sediments of India. *Novon*, 22, 223-226, 2012.
- 16) Guimarães JTF, Nogueira ACR, Da Silva JBC Jr, Soares JL, Silveira R : Fossil fungi from Miocene sedimentary rocks of the central and coastal Amazon region, North Brazil. *Journal of Palaeontology*, 87, 484-492.
- 17) Guimarães JTF, Nogueira ACR, Da Silva JBC Jr, Soares JL, Alves R, Kern AK : Palynology of the Middle Miocene-Pliocene Novo Remanso Formation, Central Amazonia, Brazil. *Ameghiniana*, 52, 107-134, 2015.
- 18) Kumar P : Fungal remains from the Miocene Quilon Beds of Kerala State, South India. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 62, 13-28, 1990.
- 19) 三木茂: 鮮新世以来の近畿並びに近接地帯の遺体フロラに就いて. 鉱物と地質, 2, 105-144, 1948.
- 20) Momohara A : Floral and paleoenvironmental history from the late Pliocene to middle Pleistocene in and around central Japan. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 108, 281-293, 1994.

# A preliminary report on morphology of fossil *Annulohypoxyton* (Ascomycota) yielded from the Osaka Group, Southwest Japan

Taiga KASUYA<sup>1)</sup>, Yusuke ARIMA<sup>1)</sup> and Arata MOMOHARA<sup>2)</sup>

*1) Department of Environmental Risk and Crisis Management, Faculty of Risk and Crisis Management, Chiba Institute of Science*

*2) Graduate School of Horticulture, Chiba University*

Morphological characteristics of three ascomycete specimens yielded from the Osaka Group, Southwest Japan were observed. These specimens were collected from the coaly bed of the Lowermost part of the Osaka Group, Izumisano-shi, and from Ma8 Marine Clay Bed of the Upper part of the Osaka Group, Hirakata-shi. Morphological features of stromata and perithecia suggest that these are close relative to the living ascomycete genus *Annulohypoxyton*. Presumably, these three specimens are different taxon because these morphologies of perithecia and ascospores are different in each specimen.