

ISSN 1343-8921

Bulletin of Ibaraki Nature Museum
No. 28
December, 2025

茨城県自然博物館研究報告

第 28 号

2025 年 12 月



Bando, Ibaraki, Japan

茨城県自然博物館研究報告

第 28 号

2025 年 12 月

目 次

原著論文

茨城県で90年ぶりに生育が再確認された稀少蘚類ツルゴケの分布・生態	杉村康司・鶴沢美穂子	1
日立古生層中のカンブリア系大甕層の放射年代と地質構造	田切美智雄・島崎純生・小池 渉	13
茨城県南部において分布拡大傾向にあるアライグマ (<i>Procyon lotor</i>) の食性の特徴	鈴木郁子・落合菜知香・後藤優介・山崎晃司	23
茨城県守谷市西板戸井の上部更新統木下層産貝形虫化石：		
茨城県自然博物館の堆積物展示の分析から	小沢広和・金子 稔・石川博行・野村正弘・石塚勇太・加藤太一	37

短 報

茨城県ひたちなか市の上部白亜系那珂湊層群磯合層から産出した生痕化石 <i>Archaeozostera</i>	村田一弘・松尾武祥・加藤太一	53
---------------------------------------------------------	----------------	----

資 料

茨城県守谷市におけるクマゼミ（カメムシ目、セミ科）の発生記録	石塚武彦・上山裕平	59
茨城県日立市久慈浜海岸砂に含まれる有孔虫群集	… 金子 稔・石塚勇太・加藤太一・角野凜子・朝海芽生・伊藤 咲・西山知里・鈴木彩夏	63
茨城県那珂川河口域で採集された準絶滅危惧種イドミミズハゼ種群（ハゼ科）の仔魚の記録	小熊進之介・山崎和哉・外山太一郎・金子誠也・平嶋健太郎・加納光樹	73
茨城県内陸部で保護されたアカアシカツオドリ（カツオドリ目、カツオドリ科）の記録	佐野拓哉・後藤優介	81

原著論文 (Original article)**Distribution and Habitat of an Endangered *Pilotrichopsis dentata* (Mitt.) Besch., Rediscovered in Ibaraki Prefecture after 90 Years***Koji SUGIMURA¹ and Mihoko UZAWA²

(Accepted July 5, 2025)

Abstract

Pilotrichopsis dentata (Mitt.) Besch. (Musci, Cryphaeaceae) was found on Mt. Tsukuba, for the first time in 90 years after the collection by Mr. Sasaoka in 1930. This species is listed in the Regional Red Data Books and is considered to be rare. In this survey, *P. dentata* was found growing on a trunk of *Fagus crenata* Blume in only one location. To obtain basic information on the distribution and ecological characteristics of this species, we conducted a specimen information survey of *P. dentata* using the specimen database and collected specimens publicly available at the National Museum of Nature and Science. The results revealed that the species grows on rocks, mainly limestone, as well as on the trunks of beech and hemlock trees and on fallen trees in the hilly and mountainous zones (alt. 200–1,400 m) of the Pacific coast of Honshu, Shikoku, and Kyushu.

Key words: conservation, distribution, endangered species, *Fagus crenata*, habitat, limestone, Mt. Tsukuba, *Pilotrichopsis dentata*, substrate.

Introduction

The Ibaraki Nature Museum has been conducting comprehensive surveys of the natural environment in Ibaraki Prefecture since 1994, focusing on regional flora and fauna. These surveys are ongoing (Ibaraki Nature Museum, 1998, 2001, 2004, 2007). Sugimura, one of the authors of this paper, surveyed bryophyte specimens from Ibaraki Prefecture housed at the Makino Herbarium of Tokyo Metropolitan University. This survey concentrated on specimens collected by Dr. Makino in Ibaraki Prefecture, mainly on Mt. Tsukuba, during the 1890s to early 1900s, resulting in a compilation of these specimens (Sugimura, 2009). The specimens comprise

several valuable species, such as *Sphagnum subsecundum* Nees ex Sturm var. *junsaiense* (Warnst.) H. A. Crum and *Neckera fauriei* Cardot, which are no longer found growing in the wild. One noteworthy bryophyte, whose current status is unknown, is *Pilotrichopsis dentata*. *P. dentata* is a relatively large bryophyte and typically grows in clusters on tree trunks or cliffs, occasionally hanging downward, making it relatively noticeable and easily identifiable in its natural habitat (Iwatsuki, 2001). Despite ongoing bryophyte surveys over numerous years in various parts of Ibaraki Prefecture by the Ibaraki Nature Museum, the growth of *P. dentata* has not been confirmed since its collection by Mr. Sasaoka on Mt. Tsukuba in 1930 (National Museum of

* This research was conducted as part of comprehensive surveys of plants, animals and geology in Ibaraki Prefecture by the Ibaraki Nature Museum.

¹ Department of Medicinal Plant, Graduate School of Pharmaceutical Sciences, Kumamoto University, 5-1 Oe-Honmachi, Chuo-ku, Kumamoto 862-0973, Japan. e-mail: sugimura@kumamoto-u.ac.jp

² Ibaraki Nature Museum, 700 Osaki, Bando, Ibaraki 306-0622, Japan.

Nature and Science, 2025a).

Sugimura surveyed the distribution of bryophytes on Mt. Tsukuba in October 2020 and rediscovered growth of *Pilotrichopsis dentata* in Ibaraki Prefecture for the first time in 90 years. In this study, we report the vegetation of the habitat of this species at the sampling site on Mt. Tsukuba. To gather essential information for future conservation of this species, we surveyed specimen label data on *P. dentata* specimens from the sample databases.

Materials and Methods

1. Overview of the survey area

The survey was conducted on Mt. Tsukuba (altitude of 877 m) in Ibaraki Prefecture (36°13'N, 140°6'E). At the Mt. Tsukuba Meteorological Observatory (altitude of 866 m), located on the summit of Mount Nantai, one of the peaks of Mount Tsukuba, the average annual temperature is 9.3°C and the average annual precipitation is 1,270 mm (Mito Meteorological Office, 1996).

2. Materials

On October 21, 2020, a bryophyte survey was conducted on Mt. Tsukuba as part of a comprehensive survey by the Ibaraki Nature Museum, and it resulted in the collection of *Pilotrichopsis dentata* on the trunks of *Fagus crenata* at one location. (Fig. 1, F110107 INM) This species is distributed from Honshu to the Ryukyu, China, Southeast Asia, and Assam (Iwatsuki and Mizutani, 1972; Iwatsuki, 2001). The primary stem is thin and creeping, and the secondary stem reaches a length of about 20 cm. The branches and leaves are 1.5–2 mm long, growing lanceolate from an ovate base, with a thin, sharp tip. There are many teeth on the middle and upper parts of the leaf margins (Iwatsuki and Mizutani, 1972; Iwatsuki, 2001). The thin midrib reaches almost to the tip of the leaf, and there are papillae on the upper dorsal surface (Iwatsuki and Mizutani, 1972; Iwatsuki, 2001). The last record from Ibaraki Prefecture was a specimen collected by Mr. Sasaoka on Mount Tsukuba in 1930, and this is the first rediscovery in 90 years.

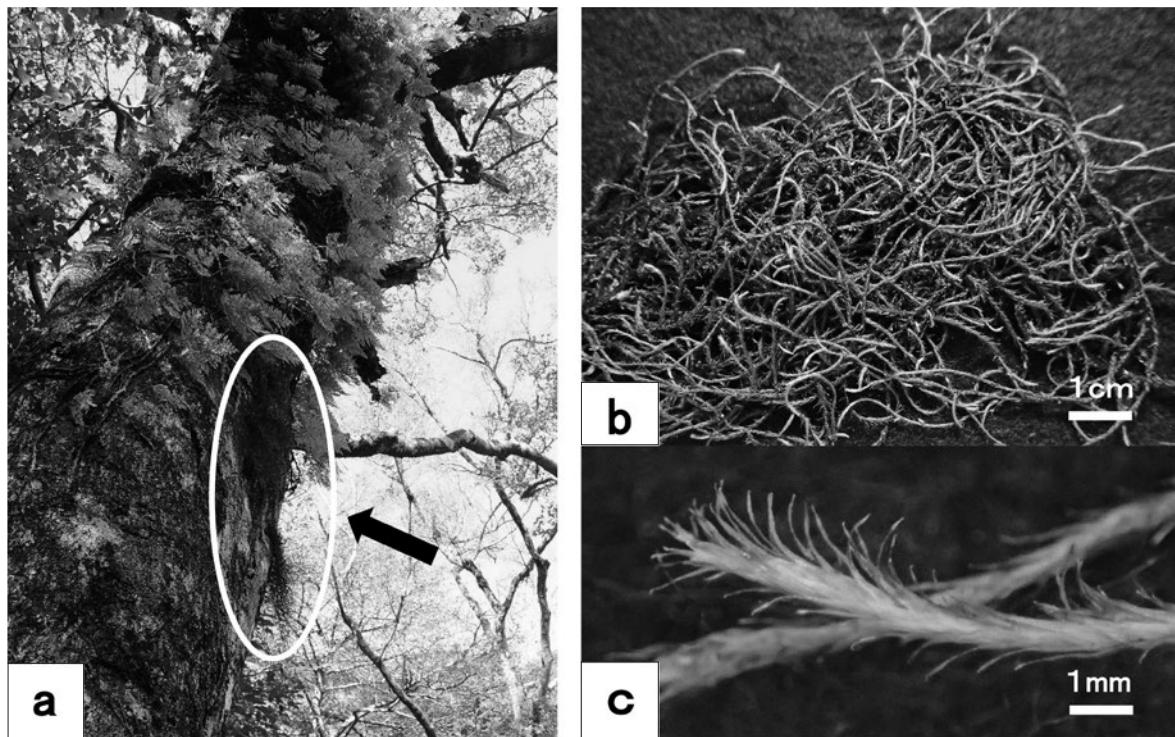


Fig. 1. *Pilotrichopsis dentata* (Mitt.) Besch. in Mt. Tsukuba, Japan.

a: Growth status of large *Fagus crenata* on Mt. Tsukuba (Arrow: populations of *Pilotrichopsis dentata*).

b: Specimen of *P. dentata* collected by Sugimura, K. F110107 (INM).

c: Close-up of *P. dentata* by Sugimura, K. F110107 (INM).

All photos taken in 2020.

3. Survey of the habitat

We recorded the height, vegetation coverage, and the main species of each layer of the *F. crenata* forest (15 m × 15 m quadrate) at the sampling site. We also recorded the species composition around the colony of *P. dentata* on the trunk of *F. crenata*.

4. Survey of specimen information

Specimen information cited on specimen label data on 188 specimens of *Pilotrichopsis dentata* from Japan were obtained from the Collection Database of Specimens and Materials operated by the National Museum of Nature and Science (National Museum of Nature and Science, 2025a) and Science Museum Net (S-net) (National Museum of Nature and Science, 2025b) (Table 1). The specimen storage institutions, collectors, collection dates, collection locations, habitats (e.g., geological feature, vegetation zone, topography, soil moisture), substrates, and altitudes (with calculated when only altitude ranges was cited) were recorded.

In addition, specimen information were recorded from three specimens of this species housed in the Makino Herbarium of Tokyo Metropolitan University. A total of 277 specimens were used in this study, excluding 180 duplicate data entries from the Collection Database of Specimens and Materials of the National Museum of Nature and Science and Science Museum Net (S-net). Voucher information for the 277 specimens of *P. dentata* is presented in Appendix 1. For information not published in the Collection Database of Specimens and Materials, a set of specimens was borrowed from the National Museum of Nature and Science, and the above items were recorded using the specimen label

information.

Results

1. Rediscovery of *Pilotrichopsis dentata* on Mt. Tsukuba

The first confirmed specimen of *P. dentata* in Ibaraki Prefecture was collected by Mr. Suzuki on Mt. Tsukuba in May 1897. Subsequently, Dr. Makino collected a specimen on Mt. Tsukuba on January 2, 1901, and in Hitachi City on October 13, 1905. In addition, Mr. Sasaoka collected a specimen on Mt. Tsukuba on April 6, 1929, and May 10, 1930. After 1930, this species had not been reported in Ibaraki prefecture. In this study, we confirmed growth of *P. dentata* on Mt. Tsukuba on October 21, 2020 for the first time in 90 years. A small and pure population of *P. dentata* was found on the trunk (approximately 3.5 m high) of a large *Fagus crenata* (approximately 16 m high and 90 cm in diameter at breast height) within an *F. crenata* forest in the upper mountain range on the southern slope at an altitude of around 700 m on Mt. Tsukuba. The confirmation site was situated in a relatively bright area near the edge of the *F. crenata* forest, located on a gentle slope, and distant from any water source.

2. Survey of the habitat

The colony of *P. dentata* found in this study was very small and hanging down slightly from the trunks of *F. crenata*. The trunk around the colony was populated by various ferns (e.g., *Davallia mariesii* T. Moore ex Baker), mosses (e.g., *Pterobryon arbuscula* Mitt., *Neckera humilis* Mitt., *Fissidens gymnogynus* Besch. and *Leucodon atrovirens* Nog.), and liverworts (e.g., *Frullania muscicola* Steph.).

Table 1. Name of specimen storage institution and number of specimens of *Pilotrichopsis dentata*.

Name of organization (Herbarium Code)	Number of specimens
National Museum of Nature and Science, Tokyo (TNS)	185
Hiroshima University (HIRO)	31
Museum of Nature and Human Activities, Hyogo (HYO)	30
Kanagawa Prefectural Museum of Natural History (KPN)	8
Osaka Museum of Natural History (OSA)	8
Saitama Museum of Natural History (SMNH)	6
Akita Prefectural Museum (AKPM)	4
Makino Herbarium, Tokyo Metropolitan University (MAK)	3
Hokkaido University of Education Asahikawa Campus (AEC)	1
Ibaraki Nature Museum (INM)	1
Total	277

These plants are commonly found in the deciduous broadleaf forests of *F. crenata* Blume and *Quercus crispula* Blume at slightly higher altitudes in Ibaraki Prefecture.

Table 2 shows the hierarchical structure of the *Fagus crenata* forest in which the specimen was collected. This forest community consists of four distinct layers: tree layer, sub-tree layer, shrub layer, and herb layer. The vegetation coverages of the tree and herb layers were relatively high, at 80%, respectively, and those of the sub-tree and shrub layers were relatively low, at 30–40%, respectively. The species in the tree layer included *F. crenata* and *Q. crispula*. The sub-tree species consisted of *Fraxinus lanuginosa* Koidz. f. *serrata* (Nakai) Murata and *Acer rufinerve* Siebold et Zucc. The shrub layer comprised *Lindera praecox* (Siebold et Zucc.) Blume and *Lindera umbellata* Thunb. All of these species were typical components of summer-green broad-leaved trees. The herb layer was mainly composed of *Sasa borealis* (Hack.) Makino et Shibata. These forest structures are commonly observed in the upper mountain ranges of Mt. Tsukuba.

3. Survey of specimen information

Table 1 shows the names of the specimen storage institutions and the corresponding number of specimens out of the 277 *Pilotrichopsis dentata* used in this study. The National Museum of Nature and Science, Tokyo (TNS) holds the largest collection, comprising 185 specimens. This is followed by Hiroshima University (HIRO) with 31 specimens and the Museum of Nature and Human Activities, Hyogo (HYO) with 30 specimens.

As regards the collection date, the largest numbers of

specimens were collected in the 1950s (79 specimens) and 1970s (40 specimens), followed by the 1980s (27 specimens) and 1960s (26 specimens). Most specimens were collected over 40 years ago, and only a limited number of specimens were collected after the 2000s (Appendix 2, Fig. 2).

The largest number of specimens (74) was collected by Dr. Nagano. Professor Nagano is a famous researcher of limestone-dwelling bryophytes and has authored numerous publications, primarily focusing on the limestone areas of Saitama Prefecture (Nagano, 1953, 1962, 1964, 1969).

Figure 2 shows the distribution map of *Pilotrichopsis dentata* based on specimen data. The main distribution of *P. dentata* in Japan is thought to be on the Pacific side of Honshu and west of the Kanto, Kii Peninsula, and Shikoku regions, but it has also been reported in Akita. (Fig. 2, Appendix 3). The distribution of the collection sites of this species before 1999 is wider than that after 2000.

The place names of the collection sites and environmental records revealed that numerous specimens had been collected from limestone areas and (25 from Mt. Buko in Saitama, 13 from Mt. Futago in Saitama, five from Mt. Ishitate in Tokushima and five from Mt. Mitake in Saitama; Appendix 4) and in the forest of *Fagus crenata* (nine from Tanzawa Mountains in Kanagawa, seven from Mount Koya in Wakayama and six from Odakihara in Nara; Appendix 5).

Table 3 presents the number of specimens categorized by substrate type. Rocks are the most common substrate (93 specimens), followed by tree trunks (65 specimens). Table 4 shows the number of specimens categorized by the geological features of the substrate. Limestone (55 specimens) is the most common, followed by serpentine

Table 2. Representative species of *Fagus crenata* forests where *Pilotrichopsis dentata* grew according to their hierarchical structure.

Layer	Height	Coverage	Main species
Tree layer	~16 m	80%	<i>Fagus crenata</i> Blume <i>Quercus crispula</i> Blume <i>Carpinus japonica</i> Blume <i>Acer amoenum</i> Carrière
Sub-tree layer	~10 m	30%	<i>Fraxinus lanuginosa</i> Koidz. f. <i>serrata</i> (Nakai) Murata <i>Acer rufinerve</i> Siebold et Zucc.
Shrub layer	~5 m	40%	<i>Lindera praecox</i> (Siebold et Zucc.) Blume <i>Lindera umbellata</i> Thunb. <i>Hydrangea hirta</i> (Thunb.) Siebold et Zucc.
Herb layer	~1 m	80%	<i>Sasa borealis</i> (Hack.) Makino et Shibata <i>Euonymus fortunei</i> (Turcz.) Hand.-Mazz. <i>Ainsliaea acerifolia</i> Sch.Bip. var. <i>subapoda</i> Nakai

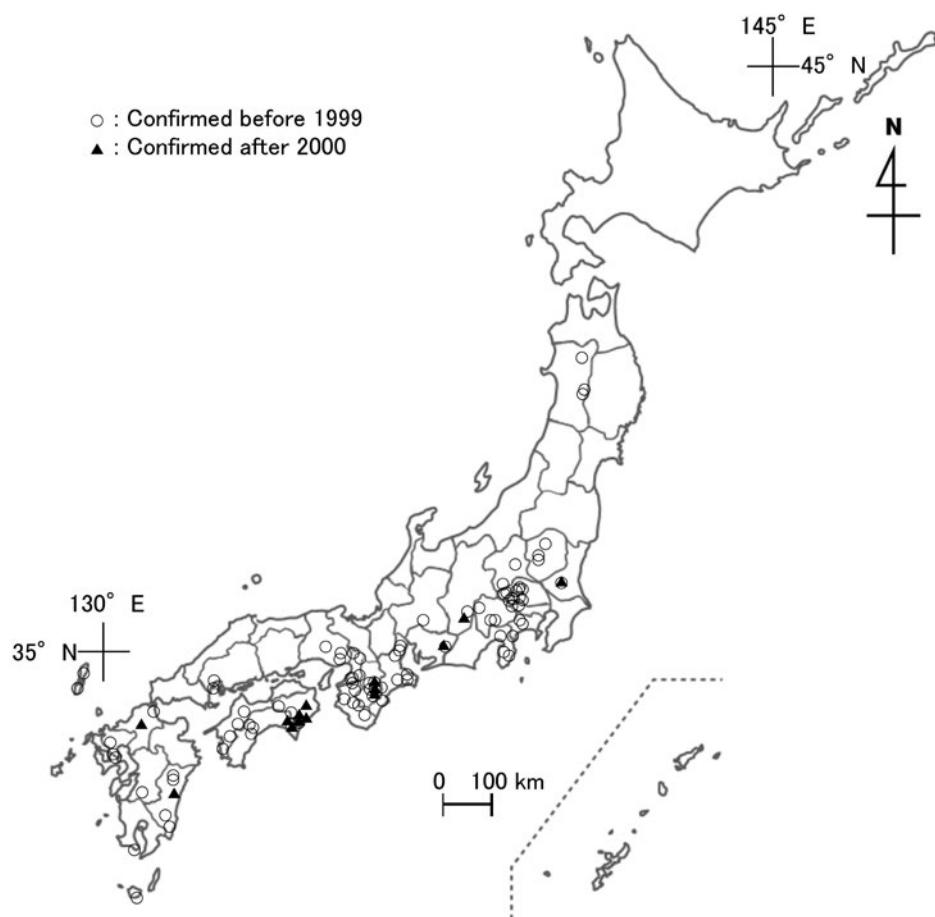


Fig. 2. Distribution map of *Pilotrichopsis dentata* based on collected specimens.

Table 3. Number of *Pilotrichopsis dentata* specimens by substrate.

Substrate	Number of specimens
Rock	93
Tree trunk	64
Fallen tree	7
Unknown	113
Total	277

Table 4. Number of *Pilotrichopsis dentata* specimens by geological feature.

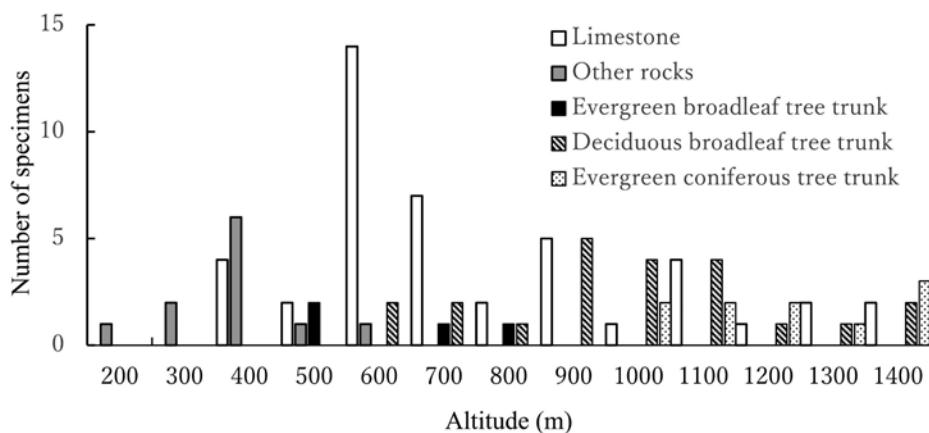
Geological feature	Number of specimens
Limestone	55
Serpentinite	6
Conglomerate	3
Chert	1
Sericite schist	1
Unknown	27
Total	93

(six specimens). Table 5 shows the number of specimens categorized by substrate tree species in the vegetation zones, which are *Fagus crenata* (ten specimens), a summer green broadleaf tree, and *Tsuga sieboldii* Carrière (nine specimens), an evergreen coniferous.

Figure 3 shows the distribution of occurrences of *Pilotrichopsis dentata* by altitude. Looking at the overall distribution of this species, it occurs over a wide area from hilly to mountainous regions at altitudes of 200 to 1,400 m. Moreover, looking at these distributions in relation to the epiphytic substrate and the forest zone, species on rocks other than limestone occur in hilly zones at altitudes of 200 to 600 m, species on limestone occur throughout hilly and mountain zones at altitudes of 400 to 1,400 m, species on evergreen broadleaf tree trunks occur in hilly to lower mountain zones at altitudes of 500 to 800 m, species on deciduous broadleaf tree trunks occur in mountain zones at altitudes of 600 to 1,400 m, and species on evergreen

Table 5. Number of *Pilotrichopsis dentata* specimens by tree species.

Tree species	Vegetation zone	Number of specimens
<i>Fagus crenata</i>		10
<i>Acer</i> sp.		3
<i>Quercus crispula</i>		2
<i>Tilia japonica</i>	Summer green broadleaf	1
<i>Quercus</i> sp.		1
<i>Deutzia</i> sp.		1
<i>Tsuga sieboldii</i>		9
<i>Abies firma</i>		2
<i>Tsuga diversifolia</i>	Evergreen coniferous	1
<i>Cryptomeria japonica</i>		1
<i>Buxus microphylla</i> var. <i>japonica</i>	Evergreen broadleaf	2
<i>Quercus glauca</i>		1
Unknown	Unknown	30
		Total 64

**Fig. 3.** Number of specimens of *Pilotrichopsis dentata* by substrate type and altitude.

coniferous tree trunks occur in upper mountain zones at altitudes of 1,000 to 1,400 m.

Discussion

In this study, we showed the habitat vegetation and other information from specimen databases, on *Pilotrichopsis dentata*, which was rediscovered in Ibaraki Prefecture. Only one colony of this species was found on the trunk of *Fagus crenata* during our survey on Mt. Tsukuba.

In Ibaraki Prefecture, *Pilotrichopsis dentata* is cited as having “Insufficient Information” in the Red Data Books (RDBs) of Ibaraki (Ibaraki Prefecture, 2020), Oita (Oita Prefecture, 2022), and Tochigi Prefectures (Tochigi Prefecture, 2023). Moreover, it is cited as being “Unknown/Extinct” in Chiba Pref. (Chiba Prefecture, 2023), “Rank B

(highly rare species)” in Hyogo Pref. (Hyogo Prefecture, 2020), and “Near Threatened” in Kanagawa Pref. (Kanagawa Prefecture, 2022, Table 6). This species is not cited in the IUCN International or Ministry of the Environment RDB (IUCN, 2025; Ministry of the Environment Government of Japan, 2020), but is considered endangered.

The frequency of occurrence in substrate types (Fig. 3) indicates that *Pilotrichopsis dentata* is closely related to calcareous and deciduous broadleaved trees, such as *Fagus crenata*. *P. dentata* is excluded from calcareous bryophytes because it does not occur restrictively in limestone environments (Tanaka, 2014). However, because it appears more frequently in limestone areas compared with other common species, it can be considered a semi-calcareous bryophyte. On the other hand, *F. crenata* is widely distributed in Japan, from the southern part of Hokkaido, along

Table 6. Red Data Book (RDB) and Red List (RL) selection status for *Pilotrichopsis dentata*.

Sources of RDB and RL	Valuable Categories	Reasons for selection	Remarks
IUCN Red List (2024)	—	—	—
Ministry of the Environment National RL (2020)	—	—	—
Ibaraki Prefecture RDB (2020)	Data Deficient (DD)	Insufficient information to evaluate, few growing sites	Since it was collected by Dr. Sasaoka on Mt. Tsukuba in 1930, there have been no records of it, and it has not been possible to confirm whether it is still alive or not.
Tochigi Prefecture RL (2023)	Data Deficient (DD)	Not enough information to assess	Changed from "Featured Species" in 2011 to "Data Deficient (DD)" in 2023.
Chiba Prefecture RDB (2023)	Extinct in the wild (EW)	No reported cases of survival in the last 50 years	It was reported from the Kiyosumi mountain range in 1947, but there are no further records.
Kanagawa Prefecture RDB (2022)	Near Threatened (NT)	The survival basis is fragile	Grown in seven locations in the Nishi-Tanzawa region.
Hyogo Prefecture RDB (2020)	Vulnerable (VU)	A rare species with few confirmed locations	It has become extinct in Kamikawa Town and Sayo Town, and its distribution area in the Prefecture has been reduced to three locations: Kobe City, Nishinomiya City, and Himeji City.
Oita Prefecture RDB (2022)	Data Deficient (DD)	Not enough information to evaluate	It grows on cliffs at the edge of forests and is believed to have been washed away by typhoons or heavy rains, so its growth cannot be confirmed.

— : Not applicable.

Honshu, to Shikoku and Kyushu, but mainly along the coast of Sea of Japan, from Aomori to Fukui Prefecture, with numerous stands where it dominates the community (Tanaka and Matsui, 2007). However, the distribution of *P. dentata* in Japan has been limited to the Pacific coast from the Kanto region to Kyushu, except for Akita Pref. (Fig. 2). It is suggested that the species may not be adapted to heavily snowy environments, like *Hypnum cupressiforme* Hedw., which is a well-known snow avoidance species (Shirasaki, 2020). This should be a reason for the discrete distribution of *P. dentata* found in *F. crenata* forest along the Pacific coast.

The noticeable decline and mortality of *Fagus crenata* and other trees in Japan is thought to be associated with air pollution and acid rain that commenced in the 1980s (Matsui *et al.*, 2004; Sasakawa *et al.*, 2006). The *F. crenata* forests on Mt. Tsukuba are close to the Tokyo metropolitan area and are thought to experience decline and mortality (Obata and Tanaka, 2014). This situation has led to the implementation of conservation measures (Ibaraki Prefecture, 2012). It is important to monitor and conserve a broad area of the entire *F. crenata* forest to protect the natural habitat of *Pilotrichopsis dentata* on Mt. Tsukuba, including the confirmed locations of this species.

The specimen information in the Collection Database of

Specimens and Materials of the National Museum of Nature and Science and the Science Museum Net (S-net) has some issues, such as unentered and unpublished data (Hosoya *et al.*, 2018; Ohno *et al.*, 2020). However, it is extremely useful as an important source of information for obtaining basic information to understand the distribution characteristics of endangered species (Sugita *et al.*, 2021).

Acknowledgements

In conducting this research, we had the opportunity to examine specimens of *Pilotrichopsis dentata* from Dr. Yuya Inoue of the Department of Plant Research at the National Museum of Nature and Science. We would like to extend our gratitude to Dr. Inoue for this opportunity.

References

- Chiba Prefecture. 2023. The important Species for Protection in Chiba Prefecture. Red Data Book Chiba 2023 -Plants and Fungi- 579 pp., Nature Conservation Division, Environmental and Community Affairs Department, Chiba Prefectural Government, Chiba.
- Hosoya, T., U. Jinbo, M. Nakae, A. Ebihara and T. Mizunuma. 2018. The current status and challenges of the natural historical collection database "Science Museum Net". *J. Jap. Soc. Digital Arch.*, 2: 60–63.

- Hyogo Prefecture. 2020. Revised version of Hyogo's precious nature - Hyogo Prefecture Red Data Book 2020. 382 pp., Hyogo Environmental Advancement Association, Kobe.
- Ibaraki Nature Museum. 1998. The 1st General Research Report of the Ibaraki Nature Museum. 349 pp., Ibaraki Nature Museum, Iwai.
- Ibaraki Nature Museum. 2001. The 2nd General Research Report of the Ibaraki Nature Museum. 451 pp., Ibaraki Nature Museum, Iwai.
- Ibaraki Nature Museum. 2004. The 3rd General Research Report of the Ibaraki Nature Museum. 490 pp., Ibaraki Nature Museum, Iwai.
- Ibaraki Nature Museum. 2007. The 4th General Research Report of the Ibaraki Nature Museum. 462 pp., Ibaraki Nature Museum, Bando.
- Ibaraki Prefecture. 2020. Red Data Book 2020 Ibaraki. 147 pp., Ibaraki Biodiversity Center, Mito.
- Ibaraki Prefecture. 2012. Tsukuba Beech Forest Conservation Guidelines. <https://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/shizen/shizen/documents/shishin.pdf>. (accessed 2025-01-04).
- IUCN. 2025. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-2. <https://www.iucnredlist.org>, (accessed 2025-01-04).
- Iwatsuki, Z. 2001. Mosses and Liverworts of Japan. 355 pp. Heibonsya, Tokyo.
- Iwatsuki, Z. and M. Mizutani. 1972. Colored Illustrations of Bryophyte of Japan. 405 pp. Hoikusya, Osaka.
- Kanagawa Prefecture. 2022. Kanagawa Red Data Book, 2022: plants. 436 pp., Kanagawa Prefectural Government, Yokohama.
- Matsui, T., T. Yagihashi, T. Nakaya, H. Taoda, S. Yoshinaga, H. Daimaru and N. Tanaka. 2004. Probability distributions, vulnerability and sensitivity in *Fagus crenata* forests following predicted climate changes in Japan. *J. Veg. Sci.*, 15: 605–614.
- Ministry of Internal Affairs and Communications of Japan. 2025. National Local Government Code. https://www.soumu.go.jp/main_content/000925834.pdf. (accessed 2025-01-04).
- Ministry of the Environment Government of Japan. 2020. Ministry of the Environment Red List 2020. <https://www.env.go.jp/content/900515981.pdf>. (accessed 2025-01-04).
- Mito Meteorological Office. 1996. 100 Years of Weather in Ibaraki. 337 pp., Japan Weather Association Mito Branch, Nito.
- Nagano, I. 1953. Miscellaneous notes on the moss flora of Chichibu. *Bull. Chichibu Mus. Nat. Hist.*, 4: 55.
- Nagano, I. 1962. Miscellaneous notes on the moss flora of Chichibu (2). *Bull. Chichibu Mus. Nat. Hist.*, 11: 41–45.
- Nagano, I. 1964. Miscellaneous notes on the moss flora of Chichibu (3). *Bull. Chichibu Mus. Nat. Hist.*, 12: 53–56.
- Nagano, I. 1969. Comparative studies of moss vegetations developing on the limestone, chert, and other rocks lying adjacent to each other in the Chichibu mountain area, central Japan. *J. Hattori Bot. Lab.*, 32: 155–203.
- National Museum of Nature and Science. 2025a. Collection Database of Specimens and Materials. https://db.kahaku.go.jp/webmuseum_en/. (accessed 2025a-01-04).
- National Museum of Nature and Science. 2025b. Science Museum Net (S-Net), <https://science-net.kahaku.go.jp/?ln=en>. (accessed 2025b-01-04).
- Obata, K. and N. Tanaka. 2014. Report on the Beech and Japanese Beech Tree Survey on Mt. Tsukuba. https://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/shizen/shizen/documents/houkoku_honbun.pdf. (accessed 2025-01-04).
- Ohno, R., T. Hosoya and M. Manabe. 2020. Integrated Database for Natural History Specimens and Scientific Objects in National Museum of Nature and Science. *J. Jap. Soc. Digital Arch.*, 4: 211–213.
- Oita Prefecture. 2022. Red Data Book Oita 2023. 310 pp., Oita Prefecture Department of Living Environment Nature Conservation Promotion Office, Oita.
- Sasakawa, H., M. Yamane, T. Yoshida, K. Hara, T. Suzuki and N. Kamagata. 2006. Identifying declining forests -A case of Beech forests in Tanzawa Mountain-. ACRS2005 Proceedings.
- Shirasaki, J. 2020. Issues regarding the ecological distribution of bryophytes in winter snow-covered district. *Bryol. Res.*, 12 (3): 87.
- Sugimura, K. 2009. Bryophyte specimens from Ibaraki Prefecture in the Makino Herbarium, Tokyo Metropolitan University. *Bull. Ibaraki Nat. Muse.*, 12: 51–66.
- Sugita, N., A. Ebihara, T. Hosoya, U. Jinbo, M. Nakae and T. Yukawa. 2021. Integrated analysis of specimen information for Japanese endangered species and perspectives regarding its application to conservation studies. *Jap. J. Conserv. Ecol.*, 26: 229–247.
- Tanaka, A. 2014. Review on the moss floras of calcareous sites in Japan. *Naturalistae*, 18: 67–80.
- Tanaka, N. and N. Matsui. 2007. Phytosociological Releve Database Forestry and Forest Products Research Institute, 2021-08-26. <http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/prdb/index.html>. (accessed 2025-01-04).
- Tochigi Prefecture. 2023. Tochigi Prefecture Red List. 2023. <http://tochigi-rdb.jp>. (accessed 2025-01-04).

(要 旨)

杉村康司・鶴沢美穂子. 茨城県で 90 年ぶりに生育が再確認された稀少蘚類ツルゴケの分布・生態. 茨城県自然博物館研究報告 第 28 号 (2025) pp. 1-11.

ツルゴケは、イトヒバゴケ科に属する蘚類である。本種の茨城県での採集記録を見ると 笹岡博士が 1930 年に筑波山で採集した以降、生育が確認されることがなかった。その後、著者の一人 杉村が 2020 年 10 月に筑波山で蘚苔類相調査を行った時に、ツルゴケの生育を 90 年ぶりに再確認したので報告する。本種は、茨城県など県レベルの地方版レッドデータブックに選定されて貴重種である。そのため、本種の今後の保全を進めるための基礎情報を得ることを目的として、国立科学博物館の標本データベースと収蔵標本の中からツルゴケの確認調査を行った。その結果、本州、四国、九州の主に太平洋側の丘陵帯から山地帯（標高 200 ～ 1400 m）の石灰岩を中心とした岩上、またブナ、ツガなどの樹幹、さらに倒木に生育することが明らかになった。

(キーワード)：保全、分布、絶滅危惧種、ブナ、生育環境、石灰岩、筑波山、ツルゴケ、着生基物。

Appendix 1. Voucher information.

Information on voucher specimens of *Pilotrichopsis dentata* (Mitt.) Besch collected in Japan is shown below. The information is the name of the prefecture where the specimen was collected, the name of the collector, the specimen number, and the specimen library abbreviation. The order of prefectures follows the Ministry of Internal Affairs and Communications' National Local Government Code (Ministry of Internal Affairs and Communications of Japan, 2025). Collectors are listed in alphabetical order, and specimen numbers are listed in ascending order from lowest to highest. –indicates unknown collector.

JAPAN. **Prf. Akita:** –5360, 5361, 5362, 5363 (AKPM), **Prf. Ibaraki:** Makino, T. B100411, B101619 (MAK), Sasaoka, H. 7663, 229730 (TNS), Sugimura, K. F110107 (INM); Duplicate specimen Uzawa, M. MU 5724, Suzuki, Y. B102753 (MAK), **Prf. Tochigi:** Kawaguchi, K. 36615 (TNS), Matsumura, J. 36075 (TNS), Numajiri, Y. 191081 (TNS), **Prf. Gunma:** Nagano, I. 160606, 160636, 160643 (TNS), Tsunoda K. 36470, 7662 (TNS), **Prf. Saitama:** Iwata, T. 24870 (TNS), Nagano, I. 160581, 160582, 160586, 160587, 160588, 160589, 160594, 160595, 160596, 160597, 160598, 160601, 160602, 160607, 160608, 160609, 160611, 160613, 160614, 160615, 160616, 160617, 160618, 160619, 160620, 160621, 160622, 160623, 160624, 160625, 160626, 160627, 160628, 160629, 160630, 160631, 160632, 160633, 160637, 160638, 160639, 160640, 160641, 160642, 160644, 160645, 160646, 160647, 160648, 160649, 160650 (TNS), Watanabe, R. 85952, 93512, 132448, 132656, 136290, 136319, 136408 (TNS), –001184, 001185, 002295, 002296 (SMNH), –223312, 223315 (TNS), **Tokyo:** Nagano, I. 160603, 160604, 160605, 160612 (TNS), Saito, K. 233222, 234023 (TNS), Sekine, Y. 223311 (TNS), –000442, 000443 (SMNH), –C6029799a (HYO), **Prf. Kanagawa:** Kariya, S. 7667 (TNS), Katsumata, Y. 191071 (TNS), Saito, K. 230566, 230660 (TNS), Sasaoka, H. 7666 (TNS), –NB1002466, NB1002028, NB1002029, NB1002030, NB1002031, NB1002032, NB1002033, NB1002034 (KPN), **Prf. Yamanashi:** Sasaoka, H. 7665 (TNS), Takahasi, G. 7664 (TNS), Watanabe, R. 89896, 92693, 95192, 126058, 134388 (TNS), –2810 (AEC), **Prf. Nagano:** Sakuma, E. 51493 (TNS), –1118912, 1138461 (HIRO), **Prf. Gifu:** –7650 (TNS), **Prf. Shizuoka:** Fujii, K. 36424, 36601 (TNS), Saito, K. 230359 (TNS), –C6004350 (HYO), **Prf. Aichi:** Watanabe, R. 127584, 127585, 127814, 129336, 135386 (TNS), –1122434 (HIRO), **Prf. Mie:** Kodama, T. 191079 (TNS), Magohuku, T. 7657, 7658 (TNS), Murata, K. 36077 (TNS), Sasaoka, H. 7661, 24720 (TNS), Tutiga, Y. 7659, 7660, 36469 (TNS), Yasuda, A. 36468, 36471 (TNS), **Prf. Osaka:** Sekine, Y. 223314 (TNS), –103529, 103530, 103531, 103532, 103533, 103534, 103535, 103536 (OSA), **Prf. Hyogo:** Kodama, T. 191067 (TNS), Koidzumi, H. 191070, 191080 (TNS), Magohuku, T. 7674 (TNS), Matsushima, K. 191074 (TNS), –C6004357, C6028073, C6029797b, C6029798b (HYO), **Prf. Nara:** Kusuyama, M. 7676 (TNS), Tutiga, Y. 7648, 7649, 7653, 7675 (TNS), –1110625, 1110648, 1110667, 1130559, 1130973, 1131179, 1132901, 1135976 (HIRO), –C6004349, C6004352, C6004353, C6004358, C6004360, C6009119, C6009120, C6009121, C6009122, C6009123, C6009133, C6009134 (HYO), **Prf. Wakayama:** Minakata, K. 7668, 7647, 7672, 7679, 7680, 7681, 22863 (TNS), Uemura, T. 7669, 7670, 7671, 7673 (TNS), **Prf. Okayama:** –C6011754 (HYO), **Prf. Hiroshima:** Kasimura, I. 7654, 7655 (TNS), –C6004356, C6004363, C6004365 (HYO), **Prf. Tokushima:** Saito, K. 237529, 237630, 237676, 237707, 237710, 237718 (TNS), –1125599, 1133480, 1139119, 1139189, 1139520, 1139870, 1140723 (HIRO), –C6004359 (HYO), **Prf. Ehime:** Ogata, M. 36271 (TNS), Watanabe, T. 7677 (TNS), –C6004354, C6004361 (HYO), **Prf. Kochi:** Nagano, I. 160585, 160610, 160634, 160635 (TNS), Saito, K. 234885, 237825, 237848, 237896, 238049, 238060, 238062 (TNS), Yamamoto, K. 191083 (TNS), –1122534, 1136958, 1138709, 1138774, 1138988, 1139987, 1141329 (HIRO), –C6004355, C6004364 (HYO), **Prf. Fukuoka:** Iwasaki, N. 7651 (TNS), –1131400, 1132092, 1132795, 1132819 (HIRO), **Prf. Saga:** Hirotsu 24752 (TNS), Kuwabara, Y. 56422 (TNS), Shiraga, J. 191075 (TNS), Takenouti, M. 7652 (TNS), **Prf. Nagasaki:** Amakawa, T. 54660 (TNS), Osada, T. 54658, 54659, 54661 (TNS), **Prf. Kumamoto:** Inoue, S. 245278, 245279 (TNS), Tanaka, T. 223310 (TNS), –C6028273 (HYO), **Prf. Miyazaki:** Hattori, S. 191068, 191069, 191077, 191078, 191082 (TNS), Nagano, I. 160577, 160578, 160579, 160580, 160583, 160584, 160590, 160591, 160592, 160593, 160599, 160600 (TNS), –1130221 (HIRO), **Prf. Kagoshima:** Watanabe, R. 94801 (TNS), –1140120 (HIRO), –C6004351, C6004362 (HYO).

Appendix 2. Collection dates and number of specimens of *Pilotrichopsis dentata*.

Collection date	Number of specimens	Collection date	Number of specimens
1830s	1	1960s	26
1890s	1	1970s	40
1900s	4	1980s	27
1910s	15	1990s	11
1920s	16	2000s	12
1930s	20	2010s	15
1940s	7	2020s	1
1950s	79	Unknown	2

Appendix 3. Number of specimens of *Pilotrichopsis dentata* by Prefecture*.

Prefecture	Number of specimens	Prefecture	Number of specimens	Prefecture	Number of specimens
Hokkaido	0	Ishikawa	0	Okayama	1
Aomori	0	Fukui	0	Hiroshima	5
Iwate	0	Yamanashi	8	Yamaguchi	0
Miyagi	0	Nagano	3	Tokushima	14
Akita	4	Gifu	1	Kagawa	0
Yamagata	0	Shizuoka	4	Ehime	4
Fukushima	0	Aichi	6	Kochi	21
Ibaraki	6	Mie	11	Fukuoka	5
Tochigi	3	Shiga	0	Saga	4
Gunma	5	Kyoto	0	Nagasaki	4
Saitama	65	Osaka	9	Kumamoto	4
Chiba	0	Hyogo	9	Oita	0
Tokyo	10	Nara	25	Miyazaki	18
Kanagawa	13	Wakayama	11	Kagoshima	4
Niigata	0	Tottori	0	Okinawa	0
Toyama	0	Shimane	0		

*Ministry of Internal Affairs and Communications of Japan. National Local Government Code.
(Ministry of Internal Affairs and Communications of Japan, 2025)

Appendix 4. Number of specimens of *Pilotrichopsis dentata* collected from limestone sites in Japan.

Names of places where limestone sites are distributed (Prefectures)	Number of specimens
Mt. Buko (Saitama)	25
Mt. Futago (Saitama)	13
Mt. Ishidateyama (Tokushima)	5
Mt. Mitsumine (Saitama)	5
Mt. Kosyo (Fukuoka)	4
Kamino Valley, Byoubu Rock (Nara)	3
Mt. Tenso (Tokyo)	3
Mt. Torigatayama (Kochi)	3
Mt. Yokogura (Kochi)	3
Mt. Komono (Mie)	2
Mt. Shiraiwa (Saitama)	2
Mt. Yuno (Mie)	2
Mt. Adati (Fukuoka)	1
Mt. Ishidate (Kochi)	1
Mt. Kano (Gunma)	1
Mt. Kuishi (Kochi)	1
Kitou area (Tokushima)	4
Total	78

Appendix 5. Number of specimens of *Pilotrichopsis dentata* collected from *Fagus crenata* forests in Japan.

Names of places where <i>Fagus crenata</i> forests are distributed (Prefectures)	Number of specimens
Mts Tanzawa (Kanagawa)	9
Mt. Kohya (Wakayama)	7
Mt. Oodaigahara (Nara)	6
Mt. Tsukuba (Ibaraki)	5
Mt. Ryogami (Saitama)	2
Mt. Shiraiwadake (Akita)	2
Mt. Amagi (Shizuoka)	1
Mt. Gomadan (Wakayama)	1
Mt. Ishizuchisan (Tokushima)	1
Mt. Kaikoma (Nagano)	1
Mt. Kintoki (Kanagawa)	1
Mt. Kongo (Osaka)	1
Mt. Nonobori (Mie)	1
Mt. Ooyama (Kanagawa)	1
Mt. Rokko (Hyogo)	1
Mt. Ryugamori (Akita)	1
Mt. Tara-dake (Saga)	1
Mt. Usimawari (Wakayama)	1
Mt. Wagadake (Akita)	1
Nikko Three Mountains (Tochigi)	1
Total	45

原著論文 (Original article)**日立古生層中のカンブリア系大甕層の放射年代と地質構造***田切美智雄¹・島崎純生²・小池 渉³

(2025年7月26日受理)

Radiometric Age and Geologic Structure of the Cambrian Omika Formation in the Hitachi Paleozoic Formations*Michio TAGIRI¹, Sumio SHIMAZAKI² and Wataru KOIKE³

(Accepted July 26, 2025)

Abstract

The Omika Formation is a member of the Hitachi Paleozoic formations composed of meta-volcanics. We investigated new occurrences of metamorphosed pillow lavas in which clinopyroxene phenocrysts and dendritic clinopyroxene groundmass survived. Moreover, we found a meta-granitic dyke with a chilled margin intruding into the Omika Formation and measured its radiometric age to be 534~495 Ma by means of the zircon U-Pb geochronology method. Considering the similarity of rock lithology and geological age between the Omika Formation and the Cambrian Hitachi Volcano-Plutonic Complex, the Omika Formation and its related meta-granitoids are comparable to the Cambrian Hitachi Volcano-Plutonic Complex. The geological observations made in the field suggest that the Omika Formation thrust up on the Permian Ayukawa Formation.

Key words: Abukuma Mountains, Cambrian Hitachi Volcano-Plutonic Complex, clinopyroxene phenocryst, dendritic clinopyroxene groundmass, Hitachi Paleozoic formation, Omika, pillow lava, thrust fault, zircon U-Pb age.

はじめに

阿武隈山地南端の日立地方には変成作用を受けた古生代の地層が広く分布し、主にカンブリア系日立火山深成複合岩体、石炭系～デボン系大雄院層（金光ほ

か, 2011b), ペルム系鮎川層と新たに定義する大甕層^{おおみか}で構成されている（田切ほか, 2016a）。大甕層は渡邊（1920）、黒田・倉林（1952）、田切・大倉（1979）によって大甕噴出岩類として記載が行われている。これらの報告では、大甕噴出岩類はペルム系鮎川層に整合的に

* 本研究の一部はミュージアムパーク茨城県自然博物館の総合調査の一環で実施された。

* This research was partially supported by comprehensive surveys of the Ibaraki Nature Museum.

¹ 日立市郷土博物館 〒 317-0055 茨城県日立市宮田町 5-2-22 (Hitachi City Museum, Miyata 5-2-22, Hitachi, Ibaraki 317-0055, Japan.). e-mail: michio.tagiri215@gmail.com

² ミュージアムパーク茨城県自然博物館ボランティア 〒 306-0622 茨城県坂東市大崎 700 (Ibaraki Nature Museum Volunteers, 700 Osaki, Bando, Ibaraki 306-0622, Japan).

³ 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).

重なる地層とされ、変成火山岩類を主とし、枕状溶岩やスコリア質火砕岩、凝灰岩などから構成され、溶岩の中には斑晶輝石や石基斜長石が残存していることが記載された。一方、大甕噴出岩類分布域には頻繁に変成花崗岩類が分布し、周囲の大甕噴出岩類との地質学的関係が未整理であった。U-Pb 放射年代法が普及すると、この変成花崗岩類の放射年代測定が行われ、金光ほか (2011a) がおよそ 480 Ma, 田切ほか (2016a) が 496 Ma を報告したが、変成花崗岩類と大甕噴出岩類との関係を考察するには至らなかった。一方、大甕噴出岩類に接してウミユリやフズリナを多産するペルム系の石灰岩が露出し、田切・大倉 (1979) では大甕噴出岩類の一部とみられていた。

今回、改めて変成花崗岩類を含む大甕噴出岩類地域の地質調査を行い、変成花崗岩類と大甕噴出岩類との地質学的関係を明らかにするとともに、U-Pb 放射年代の追加測定を行って地質時代を推定して大甕層を再検討し、さらに鮎川層との構造地質学的関係を考察した。

日立山地の地質概説

日立山地には日立古生層が広く分布しており、カンブリア系日立火山深成複合岩体と、シルル系滝沢層、石炭系金山石灰岩（両層とも分布範囲が狭く、図 1 には表記していない）、石炭系大雄院層、ペルム系鮎川層、再検討した大甕層を含む火山深成複合岩体から構成されている（図 1）（田切ほか, 2016a; 田切ほか, 2025）。カンブリア系日立火山深成複合岩体中の溶岩類や火山碎屑岩類から構成される地層は赤沢層あかざわと命名されている（渡邊, 1920）。この複合岩体について 533–496 Ma の放射年代が得られている（Nozaki *et al.*, 2014; 田切ほか, 2016a）。シルル系滝沢層とカンブリア系赤沢層との関係は断層関係であると推定されている。カンブリア系赤沢層と石炭系大雄院層および石炭系金山石灰岩との境界は大規模な不整合関係にある（田切・小池, 2011; 田切ほか, 2025）。日立古生層は北北東–南南西の走向を示し、大局的には北西部にカンブリア系、南東部に石炭系・ペルム系が分布する。しかし、石炭系大雄院層分布域の北半部の中央には赤沢層やカンブリア紀花崗岩類が細長く帯状に繰り返し分布するため、北北東–南南西の軸をもった向斜・背斜の繰り返しが推定されている（図 2）（田切

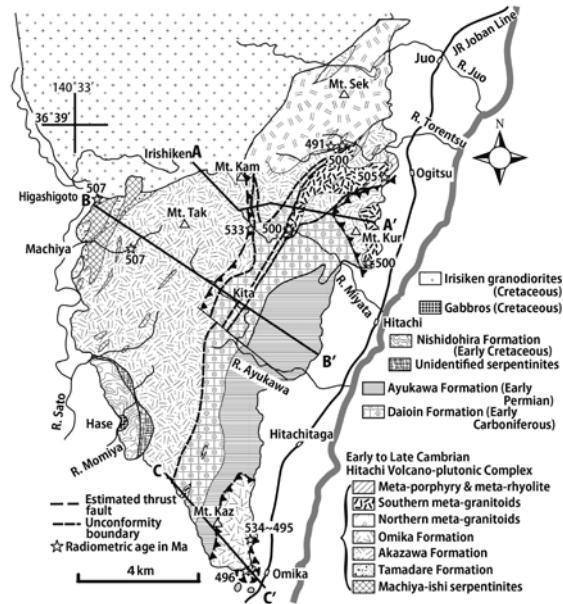


図 1. 日立地域の地質図。A-A', B-B', C-C': 図 2 の地質断面線位置 ; Mt. Kam: 神峰山 ; Mt. Kaz: 風神山 ; Mt. Kur: 鞍掛山 ; Mt. Sek: 石尊山 ; Mt. Tak: 高鈴山 ; Kita: 北ノ沢 ; R.: 川。

Fig. 1. Geological map of the Hitachi district. A-A', B-B', and C-C': Profile lines of geological cross sections in Fig. 2; Mt. Kam: Mt. Kamine; Mt. Kaz: Mt. Kazenokami; Mt. Kur: Mt. Kurakake; Mt. Sek: Mt. Sekison; Mt. Tak: Mt. Takasuzu; Kita: Kitanosawa; R.: river.

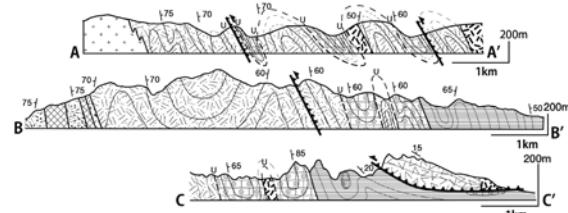


図 2. 地質断面図。U を付した太破線はカンブリア系日立火山深成複合岩体と石炭系大雄院層との間の不整合境界。凡例については図 1 参照。

Fig. 2. Geological cross sections. Thick broken lines with Us show the unconformity between the Cambrian Hitachi Volcano Plutonic Complex and the Carboniferous Daioin Formation. Refer to Figure 1 for the legend.

ほか, 2016b)。なお、断面図中の褶曲構造は推定されているものであり、堆積構造などの層序的な証拠から導かれたものではない。一方、赤沢層中に不整合で堆積した石炭系金山石灰岩の上位側に断層を介して再び赤沢層が分布しており、衝上断層が推定されている（田切ほか, 2025）。鞍掛山を含む日立火山深成複合岩体は、隣接する大雄院層と断層で接しており、衝上断層が推定される。大甕層の衝上断層については後述する。

日立古生層は白亜紀に変成作用を受けており、北西側ほど変成度が高く、南東側に低くなる (Tagiri, 1971, 1973)。その結果、赤沢層はほぼ角閃岩相の、大雄院層と鮎川層は緑色片岩相の変成作用を受けている。本論の対象である大甕層は、日立古生層分布域の最南東にあり、地域で最も変成度の低い緑色片岩相の岩石となっている。

大甕層の岩相と地質構造

大甕層は溶岩類や火山碎屑岩類を原岩とし、緑色片岩相の変成作用を受けて、緑色片岩や緑色岩として産する。図3に示した火山岩組織の認められる溶岩類の分布は、田切・大倉 (1979) の図2に新たに調査して得られた結果を加えたものである。溶岩類と火山碎屑岩類は互層しており、地質図では主岩相によって2区分

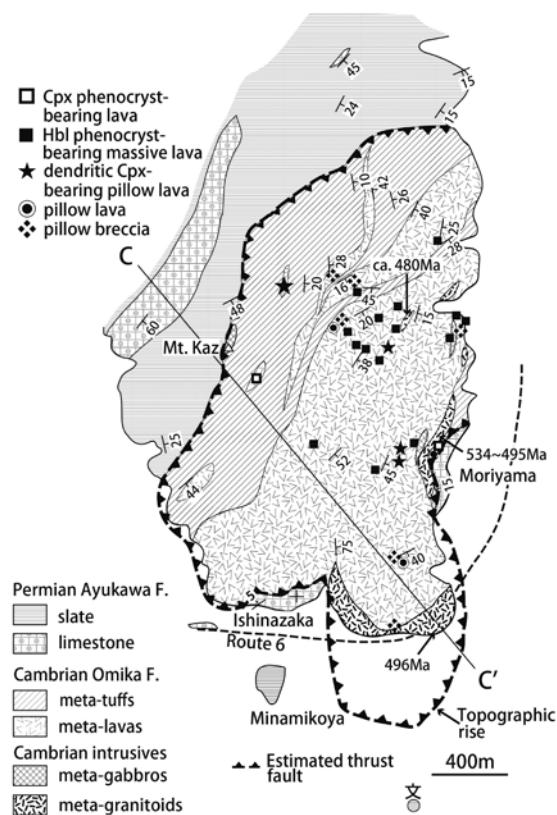


図3. 大甕層分布域の地質図と大甕層変成火山岩類に認められる火山岩組織分布。Mt. Kaz: 風神山; F: 地層; Cpx: 単斜輝石; Hbl: 角閃石。Maは放射年代値。

Fig. 3. Geological map of the distribution area of the Omika Formation and recognizable volcanic texture distributions in meta-volcanic rocks of the Omika Formation. Mt. Kaz: Mt. Kazenokami; F: Formation; Cpx: clinopyroxene; Hbl: hornblende. Ma indicates the radiometric age.

して表記した。およそ北北東の走向をもち、西部の変成凝灰岩類では東に緩傾斜であるが、中央部の変成溶岩類では東急傾斜となり (図4A), 東部で再び東緩傾斜となる。枕状溶岩や枕状角礫岩の構造から上下判定すると、地層は正常である (田切・大倉, 1979) (図4B)。

火山岩類は原岩の組織が良く残っており、枕状溶岩や枕状角礫岩には単斜輝石斑晶 (図4C, 4D) や角閃

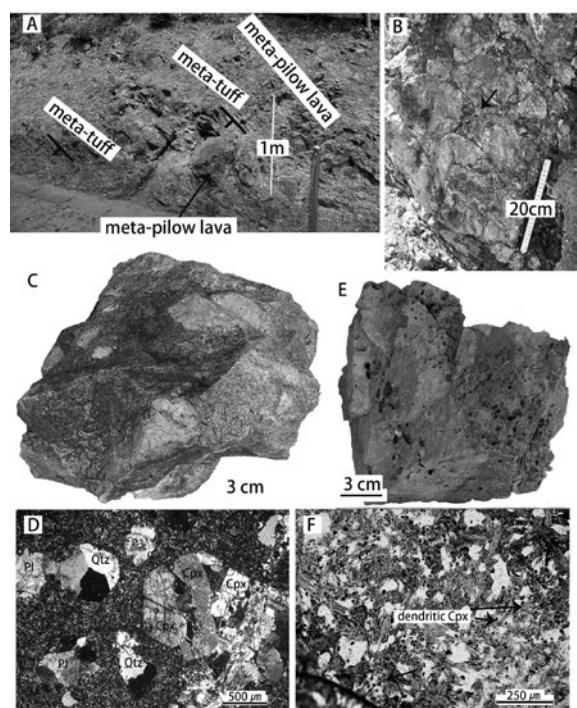


図4. 変成火山岩類の露頭、構造、組織。A: 変成枕状溶岩と変成凝灰岩の互層。後述する変成花崗岩岩脈に最も近い露頭。B: 露頭Aの延長部に露出する枕状溶岩。矢印は枕の垂れ下がり方向を示す。C: 単斜輝石斑晶含有枕状角礫岩。D: 岩石Cの斑状組織を示す薄片写真 (クロスニコル)。角礫間の基質には再結晶アクチノ閃石が認められる。Pl: 斜長石; Qtz: 空孔を埋める石英; Cpx: 単斜輝石。E: 発泡した溶岩。F: 岩石Eの無斑晶質で急冷組織を示す薄片写真 (オープンニコル)。樹枝状単斜輝石 (dendritic Cpx) の一部はアクチノ閃石に置換されている。

Fig. 4. Outcrop, structure, and texture of meta-volcanics. A: Outcrop of the alternated metatuff and metapillow lava. This outcrop is the nearest one around the meta-granitoid dyke. B: Pillow lava occurs along the extension part of the outcrop A. The arrow indicates a hanging direction of pillow lava. C: Clinopyroxene phenocryst-bearing pillow breccia. D: Thin-section photograph with porphyritic texture of C (cross nicols). Actinolite recrystallized in the matrix around pillow breccias. Pl: plagioclase; Qtz: quartz in cavity; Cpx: clinopyroxene. E: Vesiculated lava. F: Thin-section photograph of aphyric and quenched lava of E (open nicols). Dendritic clinopyroxenes are partly replaced by recrystallized actinolite.

石斑晶が、さらに発泡組織の発達した急冷溶岩では単斜輝石の樹枝状結晶が認められる（図 4E, 4F）。溶岩を原岩とする緑色岩では、急冷によって形成された燕尾状斜長石などの石基組織がよく残っている。

大甕層には、变成花崗岩類や变成斑れい岩類が岩脈状に分布している。金光ほか（2011a）と田切ほか（2016a）が年代測定を行った变成花崗岩については、周囲の大甕層との地質学的関係は不明であった。今回、变成火山岩類との地質学的関係が明瞭な变成花崗岩岩脈を発見し、放射年代測定用試料を採取した。この岩脈の厚さは約 5 m あり、その貫入走向は N65°W, 90° で（図 5A），直近の变成火山岩類の走向傾斜 N65°E，

66°E（図 4A）と明らかに斜交している。この関係はこの岩脈が变成火山岩類に貫入していることを示している。薄片観察では岩脈の中心部の岩石に微文象組織が発達し（図 5B），縁部の岩石には微小な球果組織が発達する（図 5C, 5D）。これらの組織は花崗岩が岩脈として貫入して急冷した組織であり、野外観察結果と調和的である。この变成花崗岩岩脈の中心部の岩石（No.2023110201）を放射年代測定用試料とした。

大甕層に貫入する变成花崗岩岩脈の放射年代

前記の变成花崗岩岩脈中心部の岩石からジルコンを分離し、LA-ICP-MS（レーザーアブレーション ICP 質量分析法）を用いて U-Pb 放射年代を得た。ジルコン分離（Danhara and Iwano, 2024）と年代測定は（株）京都フィッショングラム・トラックに依頼し、東京大学地殻化学実験施設の機器を用いて行われた。分析測定は Iizuka and Hirata (2004) と Hirata *et al.* (2005) に準拠して実施された。なお、放射年代と地質時代の対応については Cohen *et al.* (2013) に従い、v2023/09 を用い

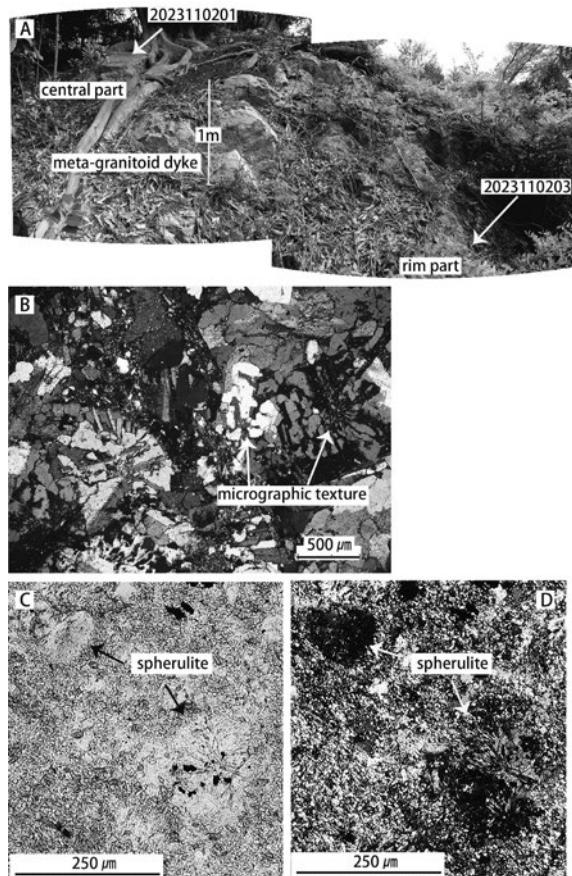


図 5. 放射年代測定に用いた变成花崗岩岩脈。A: 变成花崗岩岩脈の露頭。B: 岩脈中心部の岩石で微文象組織を示す薄片写真（クロスニコル）。C: 岩脈縁部の岩石で微小球果組織（spherulite）をもつ薄片写真（オープンニコル）。D: C のクロスニコル写真。

Fig. 5. Meta-granitoid dyke used for the radiometric age dating. A: Outcrop of the meta-granitoid dyke. B: Thin-section photograph of a rock from the central part of the dyke with micro-graphic texture (cross nicol). C: Thin-section photograph of a rock from the dyke rim with micro-spherulite (open nicol). D: Cross nicol photograph of C.

表 1. レーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析機器（LA-ICP-MS）の分析条件。

Table 1. Instrument system and measuring conditions of laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometer (LA-ICP-MS).

Laser ablation system	
Instrument	Light Conversion CARBIDE
Laser type	Yb:KGW femtosecond laser
Pulse duration	290 fs
Wave length	257 nm
Fluence	3.8 J/cm ²
Laser ablation method	Single-spot
Galvanometric optics	not used
Frequency	1000 Hz
Shot number	100
Ablation pit diameter	10 μm
Ablation duration	0.1 s
Carrier gas (flow rate)	He (0.60 L/min)
ICP-MS	
Model	Nu Instruments Nu Plasma II
ICP-MS type	Multiple collector, Double focussing magnetic sector
Forward power	1300 W
Carrier gas (flow rate)	Ar (0.95 L/min)
ThO ₄ /Th oxide formation rate	< 1%
Data acquisition protocol	Time-resolved analysis
Data acquisition time	8.5 s (6 s gas blank, 2.5 s ablation signal)
Monitor isotopes	²⁰² Hg, ²⁰⁴ Pb, ²⁰⁶ Pb, ²⁰⁷ Pb, ²⁰⁸ Pb, ²³² Th, ²³⁵ U
Standards	
Primary standard (U-Pb)	Plešovice ^{*1}
Secondary standard (U-Pb)	Nancy 91500 ^{*2} , GSJ1 ^{*3} , OD-3 ^{*4,5,6}

*1; Sláma *et al.* (2008), *2; Wiedenbeck *et al.* (1995), *3; Jackson *et al.* (2004),

*4; Iwano *et al.* (2012), *5; Iwano *et al.* (2013), *6; Lukács *et al.* (2015).

た。今回の測定した鉛はすべて放射壊変起源として扱う。カソードルミネッセンス像は撮影していない。分離したジルコンは、透明で破片状の細粒なものから、不透明で相対的に粗粒なものまであり、測定可能な30粒子を無作為に選別して測定に供した(表1,2)。透明で細粒なジルコンは、不透明で粗粒なものよりU

濃度が相対的に低い傾向があり、粗粒な結晶ではメタミクトが生じている可能性がある。

分析結果を評価すると、コンコーダント粒子比率は80%を切るもののが比較的高く、併行して測定された3種類の2次参照用標準試料91500, GJ1, OD-3の繰り返し測定値がすべて推奨値と誤差内で一致することか

表2. LA-ICP-MSで測定したジルコンのU-Pb放射性同位体比。
Table 2. U-Pb isotopic ratio for zircon crystals determined by LA-ICP-MS.

grain	Isotopic ratios						Disc.*		
No	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	Error (2 σ)	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	Error (2 σ)	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	Error (2 σ)	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	Error (2 σ)	
1 tf	0.0567	± 0.0016	0.0810	± 0.0042	0.6337	± 0.0356	0.0240	± 0.0040	conc.
2 tf	0.0571	± 0.0015	0.0785	± 0.0040	0.6178	± 0.0340	0.0248	± 0.0042	conc.
3 tf	0.0572	± 0.0027	0.0806	± 0.0049	0.6353	± 0.0469	0.0260	± 0.0044	conc.
4 tf	0.0546	± 0.0026	0.0824	± 0.0050	0.6210	± 0.0459	0.0236	± 0.0040	conc.
5 tf	0.0582	± 0.0018	0.0668	± 0.0035	0.5367	± 0.0310	0.0228	± 0.0039	conc.
6 tf	0.0578	± 0.0014	0.0754	± 0.0038	0.6009	± 0.0316	0.0241	± 0.0041	conc.
7 tf	0.0568	± 0.0012	0.0775	± 0.0039	0.6067	± 0.0311	0.0241	± 0.0041	conc.
8 of	0.0733	± 0.0016	0.0734	± 0.0037	0.7426	± 0.0381	0.0360	± 0.0060	-10
9 of	0.0600	± 0.0013	0.0471	± 0.0023	0.3899	± 0.0197	0.0184	± 0.0031	-1
10 tf	0.0582	± 0.0014	0.0736	± 0.0037	0.5906	± 0.0312	0.0244	± 0.0041	conc.
11 tf	0.0570	± 0.0012	0.0768	± 0.0038	0.6037	± 0.0308	0.0238	± 0.0040	conc.
12 tf	0.0574	± 0.0016	0.0802	± 0.0042	0.6356	± 0.0358	0.0241	± 0.0041	conc.
13 tf	0.0577	± 0.0016	0.0818	± 0.0043	0.6511	± 0.0366	0.0251	± 0.0042	conc.
14 tf	0.0569	± 0.0015	0.0752	± 0.0038	0.5902	± 0.0321	0.0237	± 0.0040	conc.
15 tf	0.0573	± 0.0023	0.0791	± 0.0045	0.6258	± 0.0409	0.0239	± 0.0040	conc.
16 tf	0.0574	± 0.0014	0.0804	± 0.0019	0.6366	± 0.0202	0.0249	± 0.0023	conc.
17 tf	0.0576	± 0.0014	0.0799	± 0.0018	0.6343	± 0.0201	0.0245	± 0.0023	conc.
18 tf	0.0572	± 0.0014	0.0821	± 0.0019	0.6485	± 0.0206	0.0253	± 0.0024	conc.
19 ol	0.0590	± 0.0010	0.0381	± 0.0007	0.3103	± 0.0073	0.0127	± 0.0012	-9
20 ol	0.0583	± 0.0012	0.0730	± 0.0015	0.5869	± 0.0161	0.0239	± 0.0022	conc.
21 ol	0.0575	± 0.0011	0.0665	± 0.0013	0.5276	± 0.0140	0.0202	± 0.0019	conc.
22 ol	0.0570	± 0.0011	0.0794	± 0.0016	0.6248	± 0.0162	0.0228	± 0.0021	conc.
23 ol	0.0574	± 0.0011	0.0750	± 0.0015	0.5937	± 0.0154	0.0231	± 0.0022	conc.
24 ol	0.0576	± 0.0011	0.0697	± 0.0014	0.5540	± 0.0146	0.0244	± 0.0023	conc.
25 ol	0.0581	± 0.0011	0.0542	± 0.0010	0.4349	± 0.0111	0.0194	± 0.0018	-2
26 ol	0.0580	± 0.0011	0.0729	± 0.0014	0.5833	± 0.0149	0.0254	± 0.0024	conc.
27 ol	0.0589	± 0.0013	0.0773	± 0.0017	0.6275	± 0.0187	0.0254	± 0.0024	conc.
28 ol	0.0592	± 0.0011	0.0486	± 0.0009	0.3970	± 0.0101	0.0171	± 0.0016	-6
29 ol	0.0578	± 0.0010	0.0491	± 0.0009	0.3911	± 0.0094	0.0173	± 0.0016	-4
30 ol	0.0583	± 0.0011	0.0541	± 0.0010	0.4349	± 0.0109	0.0176	± 0.0016	-3
Standards									
91500 1-1	0.0761	± 0.0029	0.1807	± 0.0097	1.8964	± 0.1180	0.0528	± 0.0080	conc.
91500 1-2	0.0733	± 0.0027	0.1837	± 0.0096	1.8570	± 0.1125	0.0460	± 0.0070	conc.
91500 1-3	0.0736	± 0.0027	0.1788	± 0.0093	1.8155	± 0.1096	0.0515	± 0.0078	conc.
91500 1-4	0.0716	± 0.0027	0.1781	± 0.0095	1.7592	± 0.1087	0.0452	± 0.0069	conc.
91500 1-5	0.0750	± 0.0028	0.1771	± 0.0092	1.8334	± 0.1096	0.0551	± 0.0084	conc.
GJ1 1-1	0.0602	± 0.0017	0.0965	± 0.0034	0.8011	± 0.0339	0.0329	± 0.0051	conc.
GJ1 1-2	0.0591	± 0.0017	0.0983	± 0.0036	0.8017	± 0.0346	0.0502	± 0.0078	conc.
GJ1 1-3	0.0601	± 0.0017	0.0977	± 0.0035	0.8098	± 0.0343	0.0320	± 0.0050	conc.
GJ1 1-4	0.0597	± 0.0018	0.0977	± 0.0035	0.8048	± 0.0346	0.0278	± 0.0043	conc.
GJ1 1-5	0.0598	± 0.0017	0.0971	± 0.0035	0.8009	± 0.0343	0.0237	± 0.0037	conc.
OD-3 1-1	0.0488	± 0.0051	0.0050	± 0.0002	0.0337	± 0.0036	0.0015	± 0.0002	conc.
OD-3 1-2	0.0453	± 0.0033	0.0052	± 0.0002	0.0323	± 0.0025	0.0016	± 0.0002	conc.
OD-3 1-3	0.0480	± 0.0046	0.0051	± 0.0002	0.0337	± 0.0033	0.0016	± 0.0002	conc.
OD-3 1-4	0.0464	± 0.0044	0.0050	± 0.0002	0.0321	± 0.0031	0.0016	± 0.0002	conc.
OD-3 1-5	0.0477	± 0.0042	0.0051	± 0.0002	0.0335	± 0.0030	0.0016	± 0.0002	conc.

Disc.*: Discordance = $(1 - (^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}) / (^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U})) \times 100$. Conc; Concordance is based on the $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ and $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ ages were equivalent within 2 σ analytical error. Ages calculated using the decay constants $\lambda_{238} = 1.55125 \times 10^{-10} \text{ y}^{-1}$ and $\lambda_{235} = 9.8485 \times 10^{-10} \text{ y}^{-1}$ (Jaffey *et al.* 1971). ^{238}U was calculated from ^{238}U when measured in attenuated mode (^{235}U counts = counts / 137.88). [Jaffey *et al.* 1971]. tr; transparent and fine-grain, of; obscure and fine-grain, ol; obscure and large-grain.

(続く, to be continued)

(表2. 続き, Table 2. Continued)

grain	Without correction U-Pb age (Ma)			^{232}Th - ^{208}Pb age (Ma)			^{207}Pb - ^{206}Pb age (Ma)			Note
	No	^{206}Pb / ^{238}U	Error (2 σ)	^{207}Pb / ^{235}U	Error (2 σ)	^{206}Pb / ^{232}Th	Error (2 σ)	^{207}Pb / ^{206}Pb	Error (2 σ)	
1 tf	501.9	\pm 27.2	498.4	\pm 35.5	479.7	\pm 81.56	480.9	\pm 62.9		Th/U is close 1
2 tf	486.9	\pm 26.0	488.5	\pm 34.0	494.2	\pm 84.03	494.4	\pm 59.7		Th/U is close 1
3 tf	499.4	\pm 31.8	499.4	\pm 46.5	519.4	\pm 89.50	497.8	\pm 105.9		low U and Th contents
4 tf	510.7	\pm 32.4	490.4	\pm 45.5	472.4	\pm 81.39	395.5	\pm 108.2		low U and Th contents
5 tf	416.8	\pm 22.6	436.2	\pm 31.0	455.4	\pm 77.80	538.5	\pm 67.9	YC	lower Th content
6 tf	468.4	\pm 24.5	477.8	\pm 31.6	480.9	\pm 82.05	521.3	\pm 52.0		lower Th content
7 tf	481.0	\pm 24.8	481.5	\pm 31.1	480.6	\pm 81.88	481.8	\pm 47.7		lower Th content
8 of	456.9	\pm 23.6	563.9	\pm 38.0	714.0	\pm 121.90	1021.8	\pm 43.4	disc.	
9 of	296.5	\pm 15.0	334.3	\pm 19.8	367.6	\pm 62.37	604.8	\pm 45.1	disc.	higher U content
10 tf	457.7	\pm 23.9	471.2	\pm 31.2	488.2	\pm 82.93	536.3	\pm 52.4	YC	Th/U>1, higher Th content
11 tf	476.9	\pm 24.6	479.6	\pm 30.8	475.6	\pm 80.80	490.9	\pm 46.8		
12 tf	497.4	\pm 26.9	499.6	\pm 35.7	482.1	\pm 81.99	508.2	\pm 62.9	Th/U is close 1	
13 tf	506.9	\pm 27.5	509.1	\pm 36.5	500.1	\pm 85.10	517.7	\pm 62.2	Th/U is close 1	
14 tf	467.3	\pm 24.8	471.0	\pm 32.1	472.8	\pm 80.40	487.7	\pm 57.8	Th/U is close 1	
15 tf	490.7	\pm 28.9	493.5	\pm 40.7	476.7	\pm 81.46	504.8	\pm 86.7		low U and Th contents
16 tf	498.3	\pm 12.0	500.2	\pm 20.3	496.4	\pm 46.82	507.6	\pm 52.9	Th/U is close 1	
17 tf	495.4	\pm 11.9	498.8	\pm 20.2	489.3	\pm 46.13	512.9	\pm 52.8	Th/U is close 1	
18 tf	508.9	\pm 12.3	507.6	\pm 20.7	505.0	\pm 47.63	499.8	\pm 52.9	Th/U is close 1	
19 ol	241.0	\pm 4.5	274.4	\pm 7.4	255.0	\pm 23.89	568.6	\pm 37.3	disc.	high U and Th contents
20 ol	454.2	\pm 9.7	468.9	\pm 16.3	477.2	\pm 44.91	540.0	\pm 44.9	YC	Th/U is close 1
21 ol	414.8	\pm 8.5	430.2	\pm 14.2	404.9	\pm 38.29	512.2	\pm 43.6	YC	lower Th content
22 ol	492.8	\pm 10.1	492.9	\pm 16.4	455.4	\pm 42.83	491.8	\pm 42.0		higher Th content
23 ol	466.2	\pm 9.5	473.2	\pm 15.5	461.0	\pm 43.67	505.8	\pm 42.0		lower Th content
24 ol	434.4	\pm 8.9	447.6	\pm 14.7	488.0	\pm 46.15	514.4	\pm 43.0	YC	lower Th content
25 ol	340.3	\pm 6.7	366.6	\pm 11.3	388.1	\pm 36.53	534.9	\pm 41.8	disc.	higher U content
26 ol	453.4	\pm 9.1	466.6	\pm 15.0	507.6	\pm 48.17	530.4	\pm 41.0	YC	higher U content and lower Th content
27 ol	479.8	\pm 10.9	494.6	\pm 18.8	506.6	\pm 48.17	562.0	\pm 48.9		lower Th content
28 ol	306.1	\pm 6.0	339.5	\pm 10.2	342.5	\pm 32.12	573.8	\pm 41.1	disc.	high U and Th contents
29 ol	308.8	\pm 5.8	335.2	\pm 9.5	346.6	\pm 32.49	520.7	\pm 38.6	disc.	high U and Th contents
30 ol	339.4	\pm 6.6	366.7	\pm 11.0	353.2	\pm 33.12	541.4	\pm 40.3	disc.	high U and Th contents
Standards										
91500 1-1	1070.9	\pm 62.5	1079.8	\pm 113.3	1039.2	\pm 161.1	1096.4	\pm 75.8		
91500 1-2	1086.9	\pm 61.8	1065.9	\pm 108.3	909.6	\pm 140.4	1021.9	\pm 75.0		
91500 1-3	1060.2	\pm 59.8	1051.1	\pm 105.6	1014.5	\pm 157.1	1030.7	\pm 75.0		
91500 1-4	1056.6	\pm 60.7	1030.6	\pm 104.8	893.5	\pm 138.1	974.2	\pm 77.9		
91500 1-5	1051.2	\pm 58.8	1057.5	\pm 105.6	1084.4	\pm 168.1	1069.1	\pm 73.7		
GJ1 1-1	593.8	\pm 22.2	597.4	\pm 33.9	654.1	\pm 102.6	609.8	\pm 62.5		
GJ1 1-2	604.4	\pm 22.9	597.8	\pm 34.5	990.1	\pm 157.3	571.2	\pm 64.4		
GJ1 1-3	600.9	\pm 22.5	602.3	\pm 34.2	636.2	\pm 99.9	606.2	\pm 62.4		
GJ1 1-4	600.9	\pm 22.7	599.5	\pm 34.5	553.8	\pm 87.1	592.9	\pm 63.8		
GJ1 1-5	597.6	\pm 22.5	597.3	\pm 34.2	473.1	\pm 74.1	594.9	\pm 63.5		
OD-3 1-1	32.2	\pm 1.5	33.7	\pm 3.6	30.3	\pm 4.7				
OD-3 1-2	33.2	\pm 1.2	32.2	\pm 2.5	31.7	\pm 4.8				
OD-3 1-3	32.7	\pm 1.4	33.6	\pm 3.3	31.3	\pm 4.8				
OD-3 1-4	32.2	\pm 1.4	32.0	\pm 3.1	31.3	\pm 4.8				
OD-3 1-5	32.7	\pm 1.3	33.5	\pm 3.1	32.1	\pm 4.9				

Disc,*: Discordance = $(1 - (\text{ ^{206}Pb / ^{238}U) / (\text{ ^{207}Pb / ^{235}U })) \times 100$. Conc: Concordance is based on the ^{206}Pb / ^{238}U and ^{207}Pb / ^{235}U ages were equivalent within 2σ analytical error. Ages calculated using the decay constants $\lambda_{238} = 1.55125 \times 10^{-10} \text{ y}^{-1}$ and $\lambda_{235} = 9.8485 \times 10^{-10} \text{ y}^{-1}$ (Jaffey *et al.* 1971). YC: Youngest cluster of concordant grain ages. ^{235}U was calculated from ^{238}U when measured in attenuated mode (^{235}U counts = ^{238}U counts / 137.88). [Jaffey *et al.* 1971]. tr; transparent and fine-grain, of; obscure and fine-grain, ol; obscure and large-grain.

ら、安定した測定群と判断される。コンコーディアプロット図上の粒子データの分布は、明瞭なディスコディア線上にあると識別できる粒子群 (No. 9, 19, 21, 25, 28, 29, 30) が次第にコンコーディア線に収斂していく、コンコーダント粒子と識別困難となる。この現象は粒子ごとの差はあるものの、変質作用によってジルコンに Pb ロスがあるものとみなし、インターベット年代を Isoplot ver.4.15 によって算出すると (Ludwing, K.R., 2012), $534 \pm 38 \text{ Ma}$ が得られた (図 6A)。また

既知の变成花崗岩年代が約 500 Ma (金光ほか, 2011a; 田切ほか, 2016a) であることから 207Pb - 206Pb 年代の算出を試みると、 $524.6 \pm 9.1 \text{ Ma}$ が得られた (図 6B)。一方、コンコーダント年代を示す 14 粒子の平均値は 495 Ma を示し、2 粒子を追加して 16 粒子として平均値を求めると、491 Ma となる (図 7A)。確率密度曲線では 495 Ma にピークがある (図 7B)。これらの結果を総合すると、この岩脈の貫入年代はカンブリア紀の $534 \sim 495 \text{ Ma}$ の範囲にあると推定される。

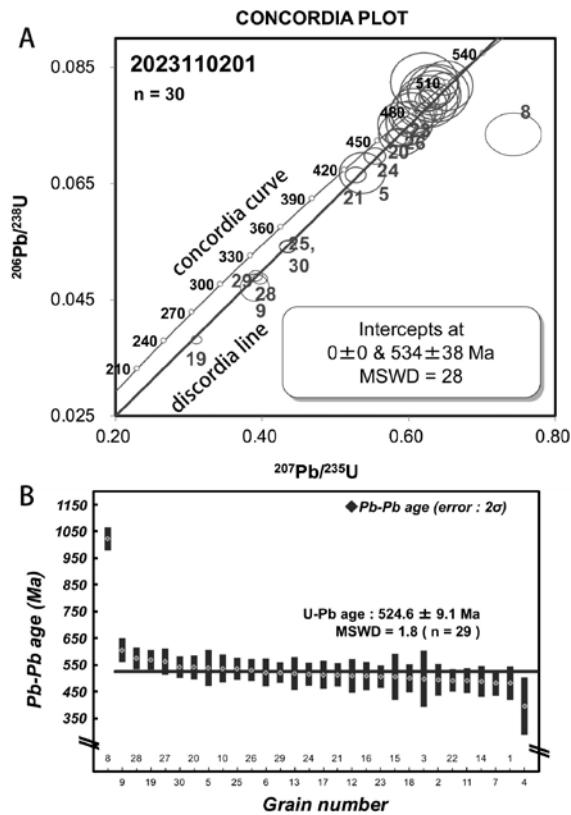


図 6. A: コンコーディアプロット年代. B: Pb-Pb 年代. 横軸に付した番号は測定粒子番号. 誤差はいずれも 2σ .

Fig. 6. A: Concordia plot. B: Pb-Pb age. Numbers on the horizontal axis indicate grain numbers. Analytical error of A and B is 2σ .

ペルム系鮎川層に衝上した大甕層

カンブリア紀の変成花崗岩に貫入された大甕層は、カンブリア系もしくはそれ以前の地層と判定される。大甕層分布域に見られる変成花崗岩類の岩相は、カンブリア系日立火山深成複合岩体の変成花崗岩類と極めて類似している。角閃岩相の変成作用を受けている赤沢層の変成火山岩類には元の斑晶は残っていないが、枕状溶岩の組織や斑晶・石基の構造は残っている。また、大甕層に貫入した岩脈と同様に、赤沢層に貫入した変成花崗岩岩脈にも微文象組織や微小球果組織が残っている（田切ほか（2010）の図 6a, 6b）。これらの類似性から、大甕層と同層に貫入した変成花崗岩類は、カンブリア系日立火山深成複合岩体の一部として矛盾はない。以上の考察から、大甕層はカンブリア系であると解釈した。

正常層のカンブリア系大甕層は、主に粘板岩と少量の石灰岩からなるペルム系鮎川層の上位に分布して

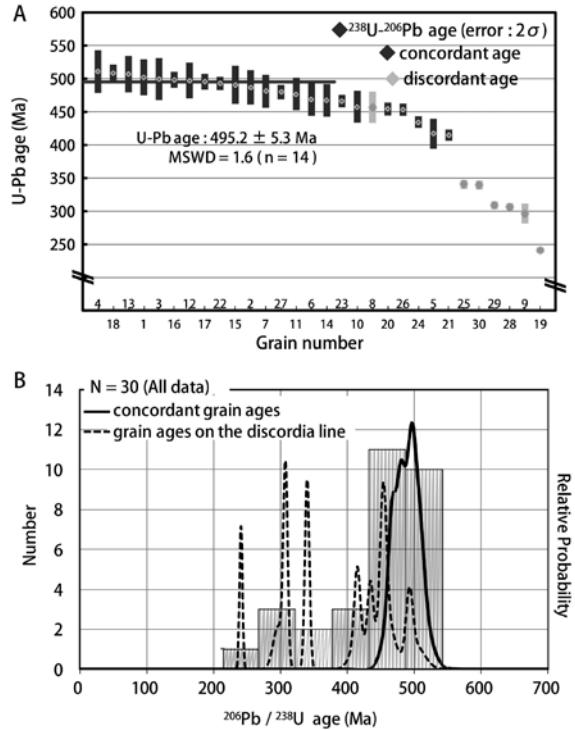


図 7. A: コンコーディアントな 14 粒子のみを用いて得た $^{238}\text{U}-^{206}\text{Pb}$ 年代値. 誤差は 2σ . B: $^{206}\text{Pb}-^{238}\text{U}$ 粒子年代の確率密度曲線.

Fig. 7. A: $^{238}\text{U}-^{206}\text{Pb}$ age calculated on 14 concordant grains. Analytical error is 2σ . B: Relative probability curve of $^{206}\text{Pb}-^{238}\text{U}$ grain ages.

いる（図 2 の C-C'）。大甕層と鮎川層との西側境界部では、両層の傾斜はほぼ同じであり、東側の境界部では鮎川層は緩傾斜であるが、大甕層の傾斜は緩急いろいろな場合がある。両層の直接の境界は西側では確認されていないが、東側の森山町では、標高 50 m の位置にペルム系鮎川層の石灰岩とカンブリア系大甕層の緑色片岩との境界がみられる（図 8A）。この境界では、下位に走向 N72°E で南に 25° 傾斜した鮎川層の石灰岩が、上位には走向 N64°W で北に 13° 傾斜した大甕層の緑色片岩が露出しており、境界面の走向傾斜は N52°E, 23°N である。この 2 層は断層境界で接していると推定されるが、境界面には滑り面は確認できず、両岩相が癒着した岩相境界となっている（図 8B, 8C）。またこの境界面は、少なくとも 3 つの直立した小断層で、東側が隆起するように変位している。東側延長部の境界では、厚さ 7 cm の石英脈が境界部に貫入している（図 8D）。このような境界部の状況は、両層が接触後に癒着を生じさせる変成作用があったこと

を示している。

西側の石名坂町では標高 100 m に鮎川層の石灰岩の露出があり、標高 110 m では大甕層が露出する。鮎川層の粘板岩は大甕層分布域南側の南高野町の標高 40 m にも露出しており、また、標高 40 m にある久慈中学校グランドのボーリング調査でも鮎川層の粘板岩が確

認されている。これらの地質学的関係は、大甕層が鮎川層に衝上していることで説明が可能である。衝上断層の南への張り出しあは、この地域の地形的な高まりをもとに推定したものである。図 9 に南から北を眺めた衝上断層の外観を示した。

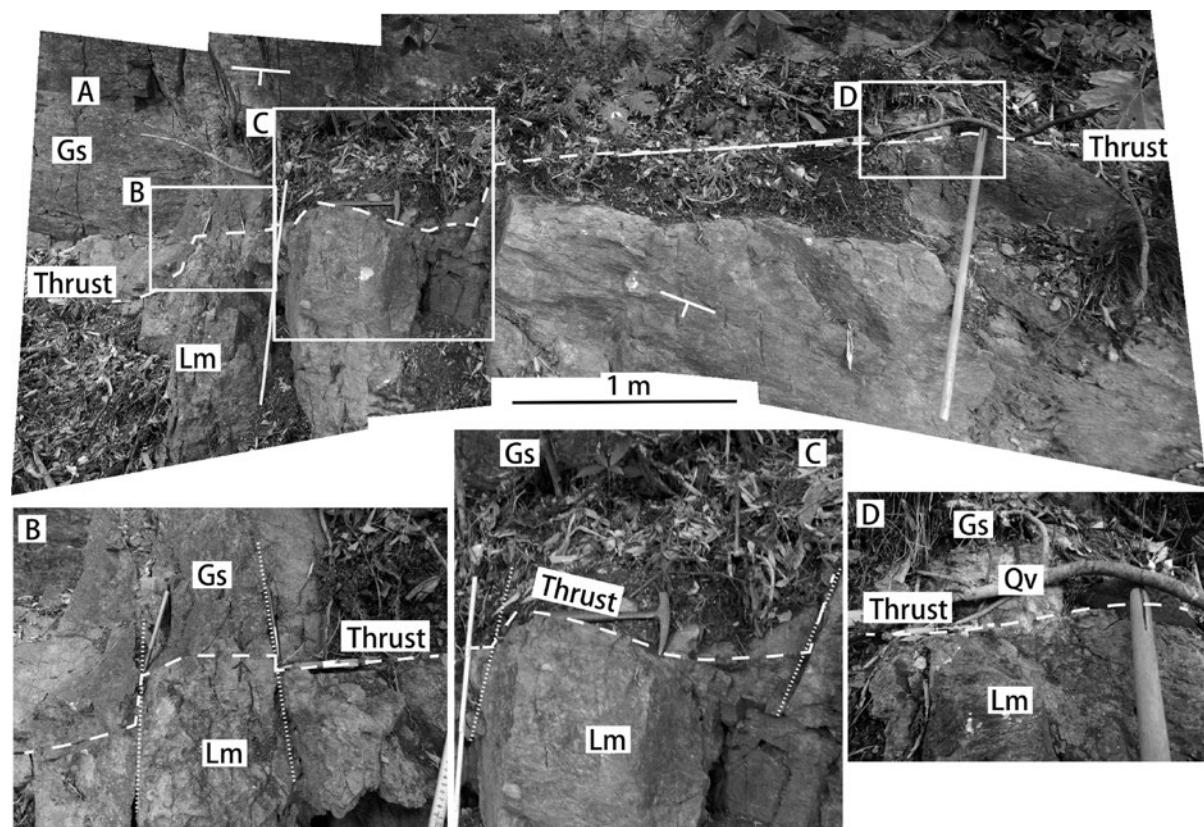


図 8. A: 森山町の衝上断層露頭。破線は衝上断層面、点線は小断層。四角枠は写真 B, C, D の範囲。B: 衝上断層部 B の近接写真。C: 衝上断層部 C の近接写真。D: 衝上断層部 D の近接写真。Gs: カンブリア系大甕層の緑色片岩；Lm: ペルム系鮎川層の石灰岩；Qv: 石英脈。

Fig. 8. A: Outcrop of the thrust at Moriyama Town. The broken and dotted lines indicate the thrust and minor faults, respectively. Square frames indicate the areas of B, C, and D: Close-up photographs of the thrust fault at B, C and D of Fig. 8 A. Gs: Cambrian greenschist (Omika Formation); Lm: Permian limestone (Ayukawa Formation). Qv: Quartz vein.



図 9. 日立南太田インターチェンジそばの歩道橋から展望する衝上断層の外観。Mt. Kaz: 風神山；F.: 地層。

Fig. 9. Appearance of the thrust fault looking from a pedestrian bridge near Hidachi-Minami Ota interchange on Joban Expressway. Mt. Kaz: Mt. Kazenokami; F: Formation.

結論

大甕層の変成火山岩類の地質調査を行い、火山岩斑晶が残った枕状溶岩や石基に樹枝状单斜輝石が残りよく発泡した急冷溶岩などを記載した。さらに、大甕層分布域に変成花崗岩岩脈を発見し、岩石薄片観察で急冷組織を確認して、この岩脈が大甕層に貫入したものであることを確認した。U-Pb 放射年代の測定によりこの岩脈は 534 ~ 495 Ma の年代範囲内で貫入したと推定される。これらの変成花崗岩類や変成火山岩類がカンブリア系日立火山深成複合岩体の岩相と類似していることや、大甕層は赤沢層と同一の時代が推定されることから、大甕層および変成花崗岩類は日立火山深成複合岩体の一部で、大甕層はカンブリア系であると再解釈した。そして、大甕層および変成花崗岩類は鮎川層に衝上したものと推定できる。

謝辞

本研究はミュージアムパーク茨城県自然博物館の総合調査の一部として実施された。また、田切が日立市郷土博物館に在籍中に実施された。岩石薄片観察と顕微鏡写真撮影では茨城大学の長谷川健教授のご協力を受けた。放射年代の記載については、京都フィッシュン・トラック（株）の檀原 徹氏にご教示いただいた。また、ミュージアムパーク茨城県自然博物館からは地質調査と論文掲載にあたってご支援いただいた。福井県立大学の安藤寿男氏と国立科学博物館の堤 之恭氏には丁寧な査読をいただき、原稿完成に至った。以上の方々に深く感謝する。

文献

- Cohen, K.M., S.C. Finney, P.L. Gibbard and J.X. Fan. 2013. The ICS International Chronostratigraphic Chart. *Episodes*, 36: 199–204.
- Danbara, T. and H. Iwano. 2024. A technical note on simple, compact and easy mineral separation procedures for a small amount of rock sample. In Schellnut, J.G., S.W. Denyzyn and K. Suga, (eds.). *Method and Applications of Geochronology*. pp.161–168.
- Hirata, T., T. Iizuka and Y. Orihashi. 2005. Reduction of mercury background on ICP-mass spectrometry for in situ U-Pb age determination of zircon samples. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 20: 696–701.
- Iizuka, T. and T. Hirata. 2004. Simultaneous determination of U-Pb age and REE abundances for zircons using ArF excimer laser ablation ICPMS. *Geochemical Journal*, 38: 229–241.
- 岩野英樹・折橋裕二・檀原 徹・平田岳史・小笠原正継. 2012. 同一ジルコン結晶を用いたフィッシュン・トラックと U-Pb ダブル年代測定法の評価—島根県川本花崗閃綠岩中の均質ジルコンを用いて—. 地質学雑誌, 118: 365–375.
- Iwano, H., Y. Orihashi, T. Hirata, M. Ogasawara, T. Danbara, K. Horie, N. Hasebe, S. Sueoka, A. Tamura, Y. Hayasaka, A. Katsume, H. Ito, K. Tani, J. Kimura, Q. Chang, Y. Kouchi, Y. Haruta and K. Yamamoto. 2013. An inter-laboratory evaluation of OD-3 zircon for use as a secondary U-Pb dating standard. *Island Arc*, 22: 382–394.
- Jackson, S.E., N.J. Pearson, N.J., Griffin, W.I. and E.A. Belousova. 2004. The application of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry to *in situ* U-Pb zircon geochronology. *Chemical Geology*, 211: 47–69.
- Jaffey, A.H., K.F. Flynn, L.E. Glendenin, W.C. Bentley and A.M. Essling. 1971. Precision measurement of half-lives and specific activities of ^{235}U and ^{238}U . *Physics Review C, Nuclear Physics*, 4: 1889–1906.
- 金光玄樹・大藤 茂・下條将徳・平田岳史・横山隆臣. 2011a. 茨城県日立地域の新たな碎屑性ジルコン年代と地質構造. 日本地質学会第118年学術大会講演要旨, T-10-O6.
- 金光玄樹・下條将徳・平田岳史・横山隆臣・大藤 茂. 2011b. 東北日本、日立地域からの新たな碎屑性ジルコン年代とその意義. 地学雑誌, 120: 889–909.
- 黒田吉益・倉林三郎. 1952. 日立地方結晶片岩類の成因について—阿武隈高原の地質学的岩石学的研究（その2）. 地質学雑誌, 58: 55–61.
- Ludwig, K.R. 2012. Users's Manual for Isoplot 3.75-A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. 75 pp., Berkeley Geochronological Center Special Publications, Berkeley, California.
- Lukács, R., S. Harangi, O. Bachmann, M. Guillong, M. Danišík, Y. Buret, A. von Quadt, I. Dunkl, L. Fodor, J. Sliwinski, I. Soós and J. Szepesi. 2015. Zircon geochronology and geochemistry to constrain the youngest eruption events and magma evolution of the Mid-Miocene ignimbrite flare-up in the Pannonian Basin, eastern central Europe. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 170 (52).
- Nozaki T., Y. Kato and K. Suzuki. 2014. Re-Os geochronology of the Hitachi volcanogenic massive sulfide deposit: The oldest ore deposit in Japan. *Economic Geology*, 109: 2023–2034.
- Sláma, J., J. Košler, D.J. Condon, J.L. Crowley, A. Gerdes, J.M. Hanchar, M.S.A. Horstwood, G.A. Morris, L. Nasdala, N. Norberg, U. Schaltegger, B. Schoene, M.N. Tubrett and M.J. Whitehouse. 2008. Plešovice zircon –A new natural reference material for U-Pb and Hf isotopic microanalysis. *Chemical Geology*, 249: 1–35.
- Tagiri, M. 1971. Metamorphic rocks in the Hitachi district in the southern Abukuma Plateau. *Journal of the Japanese Association of Mineralogists, Petrologists and Economic Geologists*, 13: 1–12.

- Geologists*, 65: 77–103.
- Tagiri, M. 1973. Metamorphism of Paleozoic rocks in the Hitachi district, southern Abukuma Plateau, Japan. *Science Reports of Tohoku University, Series III*, 12 (1): 1–67.
- 田切美智雄・大倉智恵子. 1979. 日立および鶴足山塊地域の変火山岩類、特にそれらの火成活動場と棚倉構造線について. 地質学雑誌, 122: 231–247.
- 田切美智雄・森本麻希・望月涼子・横須賀歩・D.J. Dunkley・足立達朗. 2010. 日立変成岩類—カンブリア紀のSHRIMPジルコン年代を持つ変成花崗岩質岩類の産状とその地質について. 地学雑誌, 119: 245–256.
- 田切美智雄・小池 渉. 2011. 日立古生層中のカンブリア系と石炭系境界の1.5億年の不整合露頭. 茨城県自然博物館研究報告, (14): 1–13.
- 田切美智雄・堀江憲路・足立達朗. 2016a. 阿武隈山地南部ジルコン U-Pb 年代値に基づく日立変成岩類層序の再定義と日本海形成前の東北日本列島基盤の復元. 地質学雑誌, 122: 231–247.
- 田切美智雄・鈴木保光・小池 渉. 2016b. 日立変成地域、大雄院層のクロリトイド片岩: その原堆積物と背斜褶曲との関係について. 茨城県自然博物館研究報告, (19): 1–6.
- 田切美智雄・大路樹生・安藤寿男・塙 勝利・及川 晃・加藤太一. 2025. カンブリア系火山深成複合岩体中に挟まれる石炭系金山石灰岩の層序・ウミユリ茎板化石・放射年代. 地学雑誌, 134: 275–291.
- 渡邊萬次郎. 1920. 日立鉱山付近の火成岩とその鉱床に対する関係に就いて (一). 地質学雑誌, 27: 441–450.
- Wiedenbeck, M., Allé, P., Corfu, F., Griffin, W.L., Meier, M., Oberli, F., Quadt, A.V., Roddick, J.C. and Spiegel, W. 1995. Three natural zircon standards for U-Th-Pb, Lu-Hf, trace element and REE analyses. *Geostandards Newsletter*, 19: 1–23.

(要 旨)

田切美智雄・島崎純生・小池 渉. 日立古生層中のカンブリア系大甕層の放射年代と地質構造.
茨城県自然博物館研究報告 第 28 号 (2025) pp. 13–22.

大甕層の変成火山岩類の地質調査を行い、火山岩斑晶が残った枕状溶岩や石基に樹枝状单斜輝石が残ったよく発泡した急冷溶岩などを記載した。さらに、大甕層分布域に変成花崗岩岩脈を発見し、岩石薄片観察で急冷組織を確認して、この岩脈が大甕層に貫入したものであることを確認した。この岩脈は、ジルコンを用いた U-Pb 放射年代の測定により、534 ~ 495 Ma が得られた。これらの変成花崗岩類や変成火山岩類がカンブリア系日立火山深成複合岩体の岩相と類似していることや、大甕層は同一の時代が推定されることから、大甕層および変成花崗岩類は日立火山深成複合岩体の一部で、大甕層はカンブリア系であると再解釈した。大甕層および変成花崗岩類が鮎川層に衝上したものとすると、地質学的関係の説明が可能である。

(キーワード): 阿武隈山地、カンブリア系日立火山深成複合岩体、单斜輝石斑晶、樹枝状单斜輝石石基、日立古生層、大甕、枕状溶岩、衝上断層、ジルコン U-Pb 年代。

原著論文 (Original article)茨城県南部において分布拡大傾向にある
アライグマ (*Procyon lotor*) の食性の特徴鈴木郁子¹・落合菜知香²・後藤優介³・山崎晃司⁴

(2025年8月16日受理)

**Dietary Characteristics of Invasive Alien Species,
Raccoon (*Procyon lotor*), which Shows Recent Range Expansion
in Southern Part of Ibaraki Prefecture, Central Japan**Ayako SUZUKI¹, Nachika OCHIAI², Yusuke GOTO³ and Koji YAMAZAKI⁴

(Accepted August 16, 2025)

Abstract

The raccoon (*Procyon lotor*) is an invasive alien species from North America. It was first introduced in Japan in the 1960s and now populates in all prefectures. In this study, we researched the dietary characteristics of raccoons in Ibaraki in order to unravel the factors that have led to their expansion in various regions. We analyzed stomach and gut contents obtained from raccoons eliminated in Kasumigaura, Ishioka, Tsukuba, and Tsuchiura cities from 2009 to 2015. Of the 150 samples, 47.3% consisted of fruit, including watermelon, loquat, corn, citrus and grape, 21.2% consisted of grass, and 25.9% of crustaceans. We also analyzed the landscape where the raccoons acquire food resources by relating environmental elements of habitat and food items, such as fruit originating from crop fields and grass originating from grasslands.

Our results suggest that the raccoons selectively use crop fields and grasslands to acquire food. These results indicate that raccoons may be expanding their range by drifting and using patchy orchards, farmland and fruit trees.

Key words: Alien species, Food habits, Prevention, *Procyon lotor*, Raccoon.

¹ 東京農業大学大学院農学研究科 〒156-8502 東京都世田谷区桜丘1-1-1 (Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture, 1-1-1 Sakuragaoka, Setagaya-ku, Tokyo 156-8502, Japan).

² 筑波大学大学院生命環境科学研究科 〒305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1 (Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8577, Japan).

³ 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).

⁴ 東京農業大学森林総合科学科 〒156-8602 東京都世田谷区桜丘1-1-1 (Department of Forest Science, Tokyo University of Agriculture, 1-1-1 Sakuragaoka, Setagaya-ku, Tokyo 156-8502, Japan).

はじめに

アライグマ (*Procyon lotor*) は北アメリカ原産の中型哺乳類で、日本では「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」により、2005年に特定外来生物に指定された。外来生物による被害を予防するためには「入れない」、「捨てない」、および「拡げない」ことが重要であり、すでに侵入した種を「拡げない」ためには個々の外来種がどのようにその分布を拡大しているのか解明するとともに継続的なモニタリングを行い、生息状況に応じた対策を実施する必要がある（環境省、2023）。

アライグマの捕食による生態系への影響として、日本国内では、食卵によってアオサギ (*Ardea cinerea*) が営巣放棄した事例が報告されている（池田、1999）ほか、在来爬虫類および両生類が本種によって捕食され、生息数を減少させている可能性（金田・加藤、2011）や個体群へ影響を与えていた可能性（栗山・沼田、2020）が指摘されている。しかし、アライグマの食性調査における爬虫類の出現頻度はごくわずかな場合がほとんどであり（姉崎ほか、2012; Harman and Stains, 1979; Johnson, 1970; Matsuo and Ochiai, 2009; 高槻ほか、2014），日本の生態系に対する本種の影響は未知数であることから、さらなる食性に関する知見の積み重ねが必要である。

本研究を実施した茨城県では2000年代後半から複数か所においてアライグマの定着が確認されるようになったため、2010年から「茨城県アライグマ防除実施計画」（以下、茨城県防除計画）が策定・実施されている。

茨城県内におけるアライグマの年間捕獲頭数は、茨城県防除計画が始まった2010年の49頭から、72頭（2011年）、82頭（2012年）、120頭（2013年）、135頭（2014年）、288頭（2015年）と徐々に増加をして、2020年には1,424頭に達している。この2015年頃までの茨城県における捕獲数、行動圏サイズ、産仔数から、当時、茨城県のアライグマは定着初期段階にあり、生息密度は低かったと考えられる。なお、関東の隣接県である埼玉県、千葉県、および神奈川県における最近（2023, 2024年）の年間捕獲頭数は1,000頭を超えている（埼玉県、2025; 千葉県、2024; 神奈川県、2024）。

また、茨城県のアライグマの行動圏サイズは、県南部および西部で実施されたアライグマの生態調査

によると、オス平均833.8 ha (n=4)、メス平均298.0 ha (n=3)、産仔数は平均4.52頭であるが (Yamazaki *et al.*, unpublished data)，北海道においては、行動圏サイズはオス平均199.7 ha (n=4)、メス平均187.1 ha (n=7)、経産個体あたりの産仔数平均3.8頭と報告されている（倉島・庭瀬、1998）。今後、行動圏がより広く、産仔数が多い茨城県では、さらなる個体数の増加と分布域の拡大が懸念される。

日本国内では、アライグマの生息数推定（浅田、2014; 浅田・篠原、2009; 金井ほか、2010; 前崎ほか、2001）や生息域把握（環境省、2007; 金井ほか、2008; 川道ほか、2013），に焦点を当てた研究が行われているが、食性や食性を決定づける要因のひとつである生息環境利用といった基本的な生態に関する知見は限られている（前崎ほか、2001; 前崎ほか、2003; Osaki *et al.*, 2019; Okabe and Agetsuma, 2007）。

本研究では外来野生動物の定着・繁殖に大きな影響を与える要因である食物資源の利用実態に着目し、定着初期段階にあったアライグマの食性を評価することを目的とした。

調査地

茨城県南部のかすみがうら市、土浦市、石岡市、つくば市の4市を調査地とした（図1）。茨城県は森林率が31%（189,271 ha）と、千葉県、大阪府に次いで全国で3番目に低いが（林野庁、2022），耕地率は26.4%（160,700 ha）と全国でもっとも高い（総務省、2024）。今回調査対象とする4市でも、耕地である畑地雑草群落および水田雑草群落が総面積の44.3%（34,499 ha）を占めていた（環境省第2～5回植生調査（1/50,000縮尺）から算出）。4市は茨城県防除計画策定までに複数年に渡るアライグマの捕獲実績があり繁殖も確認されていたため、「茨城県防除計画」において、ほかの地域よりも計画的な捕獲を行う「重点防除対応地域」に指定されていた（茨城県、2015）。

調査方法

1. 食性分析

（1）分析試料

茨城県防除計画に基づいて、2010年以降に各市町村が捕獲した後に県が安樂死処分を行ったアライグマ

はミュージアムパーク茨城県自然博物館に収容され、冷凍保管された後、順次剖検と標本化処理が行われている。アライグマから採取した胃および直腸の内容物（以下、消化管内容物）は冷凍保存あるいはエタノールで液浸保存されている。本研究では、茨城県防除計画実施前に捕獲されたものも含め、2009年1月から2015年5月までに4市で捕殺されたアライグマの消化管内容物を分析に供した。なお、親離れ前の幼獣の消化管内容物からは、これまでの剖検結果から乳汁のみが検出される事例が多く、一般的なアライグマの食性を表していない可能性が高いと考えられた。そのため、本研究では成獣（体重3kg以上）の消化管内容物のみを分析した。

アライグマが摂取した食物は24時間で90%以上が排泄される（Clemens and Stevens, 1979）ことから、胃の内容物には摂取直後の食物が、直腸の内容物には約24時間前に摂取した食物が含まれ、採食したタイミングが異なると考えられる。そのため今回は同一個体から胃内容物と直腸内容物の試料が両方採取できた場合はそれを別個の採食機会と考え、別々の試料として分析を行った。

（2）食性分析方法

消化管内容物試料は0.5mmメッシュのふるい上で水洗した。洗浄処理後は食物残渣をシャーレに取って採食項目ごとに分類し、自然由来の食物については科および属、可能な場合は種を同定した。1つの試料の量が多い場合は水洗後に薬さじでよくかき混ぜ、方眼紙の交点200点分を覆う量をシャーレから無作為にとって分析を行った。消化管内容物は果実、イネ科植物、その他植物質、昆虫類、甲殻類、ミミズ類、その他動物質の6項目に分類した。果肉・果皮・種子は同時に出現することが多かったため果実として同一項目とし、イネ科植物質も葉と茎の識別が困難だったため一つの項目としてまとめた。その他植物質にはイネ科植物以外の葉などの植物片が含まれている。紙、布、プラスチック片などの人工物、石や砂、アライグマ自身の体毛は食物資源とは考えにくいため分析から除外した。ミミズ類についてはKruuk（1989）を参考に消化管内容物を洗浄した水の一部を顕微鏡下で観察して剛毛の有無を確認した。

出現頻度の算出は福江ほか（2011）を参考にしたほか、出現占有率と全体占有率の計算は高槻・立脇

（2012）の方法で行った。出現頻度の算出法は以下のとおりである。

$$\text{ある食物項目の出現頻度（%）} = \frac{\text{ある食物項目が出現した試料の数（個）}}{\text{全試料数（個）}}$$

また、出現占有率と全体占有率の算出方法は次のとおりである。食物の占有率（各試料中で各食物が占めている割合）の算出にはポイントフレーム法を用いた。洗浄した食物残渣をシャーレにとり、薄く広げて格子線を重ね、実体顕微鏡を用いて各食物が覆う格子線の交点数を計測することで投影面積を表現することができる。今回はシャーレの下にラミネート加工した1mm目の方眼紙を敷くことによって試料を格子線上に投影した。

高槻・立脇（2012）は、中型食肉目の食性を分析する際は試料が覆う交点を200点以上計測することを推奨しており、100点以下では見落としが発生したり、実際とは異なる分析結果になったりする可能性が高いとした。そのため分析対象試料150個のうち計測点数が100点に満たない8個の試料は出現占有率および全体占有率の算出対象から除外した。

“出現占有率”はある食物項目の占有率を、ある食物項目が出現した全試料について平均した値である。“全体占有率”はある食物項目の占有率を、全試料について平均した値である。

$$\text{出現占有率（%）} = \frac{\sum \text{（ある食物項目の占有率（%）)}}{\text{ある食物項目を含む試料の数（個）}}$$

$$\text{全体占有率（%）} = \frac{\sum \text{（ある食物項目の占有率（%）)}}{\text{全試料数（個）}}$$

出現頻度は採食量の多寡にかかわらず、アライグマがその食物を食べたことを示すため、各食物資源との遭遇率の指標として活用した。出現占有率は、環境中のある食物の存在量がアライグマにとって十分で、かつ嗜好性も高ければ大きくなると想定した（高槻・立脇、2012）。全体占有率は、全期間を通じて遭遇率、出現占有率ともに高ければ大きくなると想定し、全体的な採食傾向の判断のため活用した。

本研究における年間の月別における繁殖期と非繁殖期の区分（分析試料数）は、北海道で行われた調査（Asano *et al.*, 2003; Ikeda *et al.*, 2004）をもとに、交尾・

出産・育児を行う繁殖期を1～6月(n=73), 非繁殖期を7～12月(n=77)とした。四季は春を3～5月(n=49), 夏を6～8月(n=50), 秋を9～11月(n=32), 冬を12～2月(n=19)と定義した。

2. 食物資源分布の観点からの生息環境分析

(1) GISを用いたアライグマの生息環境分析

2008年12月から2015年6月までに調査対象の4市内で捕獲されたアライグマ成獣の捕獲地点(131カ所)の情報(図1)を, GISを用いて解析した。アライグマの生息環境の情報としては, 環境省第2～5

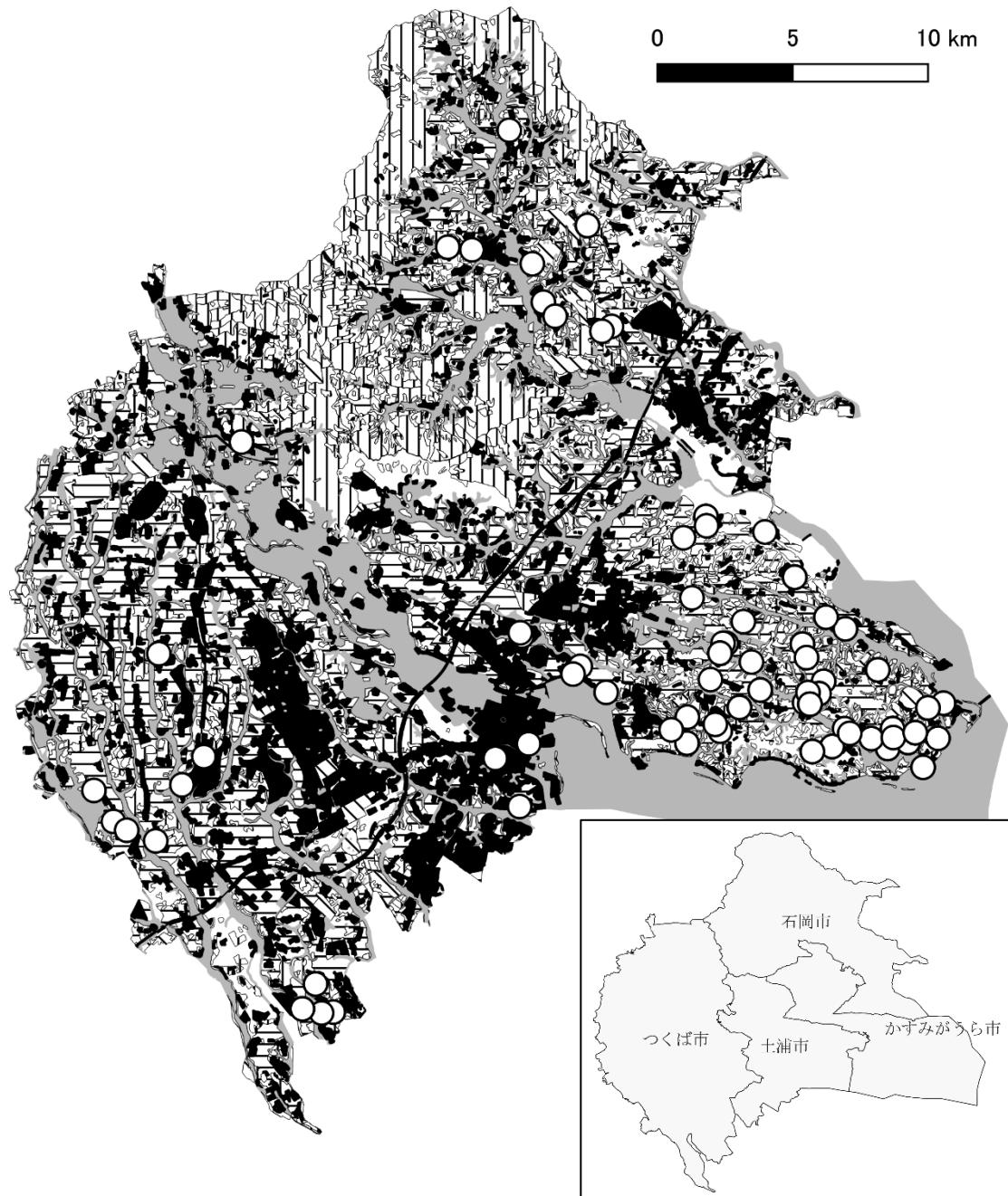


図1. 調査地の景観地図及びアライグマの捕獲地点(131地点)。○: 捕獲地点, 林地: 縦縞, 草地: 斜線, 水辺: 灰色, 畑地: 横縞, 市街地: 黒。

Fig. 1. Landscape map of the research area and raccoon capture locations (131 points). ○: Capture site, Forested area: vertical stripes, Grasslands: oblique lines, Waterside area: gray, Crop fields: horizontal stripes, City area: black.

回植生調査結果を重ね合わせた5万分の1植生図（環境省, 2004）を使用した。捕獲地点を円心に、GISを用いてメスは半径974.2 m、オスは半径1629.5 mの円形のバッファを発生させた。バッファサイズは前述の茨城県南部および西部でのGPS首輪を用いた行動圏調査結果（Yamazaki *et al.*, unpublished data）に基づいて決定した。調査地内の複数のアライグマが好んで頻繁に利用している環境を抽出するため、ほかの地点から離れて孤立している捕獲地点は特異な地点と判断し分析対象から除外した結果、分析対象数は83か所であった。本分析において、GIS上で発生させたバッファが他個体のバッファと重複していた場合には、重複した部分の過大評価を避けるため、1面のみを分析対象とし、複数面としては評価しなかった。以下、このバッファエリア内を指して「アライグマの捕獲地点周辺地域」とする。

環境省植生図は項目が植物社会学的な群落分類に基づく凡例によって描かれている（表1）。アライグマの食性と環境省植生図を対応させるため、植生図の凡例を林地、草地、水辺、畠地および市街地の5つの土地利用型にまとめ、生息地景観として分析を行った。さらに、食性分析と対応させるため上記の生息地景観5項目と食物資源6項目を、果実は畠地由来、イネ科植物は草地由来、その他植物質は林地由来、昆虫類は草地由来、甲殻類は水辺由来、ミミズ類は畠地由来、その他動物質は林地由来として関連付けた。

また、環境省植生データでは記録しきれない情報を確認するため、捕獲地点の多い地域を実地調査して食物資源として利用可能な品目の有無などを検証した。

実地調査は2015年12月19日に実施した。実地調査個所数は景観ごとに林地2か所、草地1か所、水辺2か所、畠地1か所および市街地5か所であった。

（2）統計解析

調査対象4市内の植生タイプ別面積と、各生息地景観を由来としたアライグマの消化管内容物試料数、アライグマの捕獲地点周辺地域の植生タイプ別面積を、統計解析ソフトJSTAT for Windows 16.1を用いて比較した。Bartlett検定を用いて分散分析を行った結果、少なくとも一つの水準の母分散が異なる結果となったため、多重比較にはKruskal-Wallis検定のScheffeの方法を用いた。有意水準は $\alpha=0.01$ とした。また、4市内の植生タイプ別割合と、各生息地景観を由来としたアライグマの消化管内容物試料数の割合との差を5つの生息地景観別にオッズ比を用いて比較した。

結 果

1. 分析に供した試料

今回分析対象とした消化管内容物の試料は合計241個であったが、胃および直腸内容物が認められなかつたために分析の非対象となった試料は91個だった。そのため、本研究では全試料の62.2%にあたる150個の試料を食性分析した。また、ポイントフレーム法による計測では、分析に供した試料150個のうち、200点以上の点数を計測できた試料は138個、150点以上計測できた試料は1個、100点以上計測できた試料は3個であった。

表1. アライグマの生息環境分析に使用した環境省植生データの植生区分と5つの生息景観の対応表。

Table 1. Correspondence table of five environmental elements and vegetation classification of the Ministry of the Environment used in the habitat environment analysis in this study.

景観	植生区分
林地	アカマツ植林、スギ・ヒノキ・サワラ植林、クヌギーコナラ群落、ヤマツツジーアカマツ群集、シキミーモミ群集、ツクバネウツギーブナ群集、クロマツ植林、イヌシデーアカシデ自然林、ヤブコウジースダジイ群集、苗圃、クリーミズナラ群落、シラカシ群集、モウソウチク林、クヌギ群落、伐跡群落、アカシデーイヌシデ群落、メダケーヤダケ群落、河辺ヤナギ低木群落、ニセアカシア群落、ケヤキ群落、クリーコナラ群落、外国産針葉樹植林、イノデータブ群集、ニシキウツギーノリウツギ群落
草地	ゴルフ場、ススキ群団、ヨシクラス、アズマネザーススキ群集、休耕田雜草群落、クズーカナムグラ群落、セイダカアワダチソウ群落、チガヤーススキ群集、ヨモギ群落、ミゾソバーヨシ群落
水辺	水田雜草群落、開放水域
畠地	畠地雜草群落、落葉果樹園、桑園、常緑果樹園、茶畠
市街地	緑の多い住宅地、造成地、市街地、工場地帯、採石場、公園、墓地
-	第4回植生改変不明区分

2. 食性分析と実地調査

試料から、植物類の果実としてはムクノキ (*Aphananthe aspera*), ラッカセイ (*Arachis hypogaea*), スイカ (*Citrullus lanatus*), カキノキ (*Diospyros kaki*), ビワ (*Eriobotrya japonica*), ナシ (*Pyrus pyrifolia*), トウモロコシ (*Zea mays*), ウワミズザクラ亜属の一種 (*Padus sp.*), ミカン属の一種 (*Citrus sp.*), バラ亜科の一種 (*Rosoideae sp.*), ブドウ科の一種 (*Vitaceae sp.*) が出現した。昆虫類ではナガチャコガネ (*Heptophylla picea*), アリ科の一種 (*Formicidae sp.*), クワガタムシ科の一種 (*Lucanidae sp.*), セミ上科の一種 (*Cicadoidea sp.*), トンボ目の一
種 (*Odonata sp.*) が同定できた。昆虫類は成虫だけでなく幼虫も出現した。甲殻類はエビ亜目 (*Pleocyemata spp.*) より詳細な種同定が不可能だった。その他動物質としては爬虫類の卵殻と鳥類の卵殻と思われるものがそれぞれ1試料から出現した。試料からはアライグマの捕獲時期に応じて、春から秋はブドウ、夏はトウモロコシ、夏から秋はスイカ、秋はムクノキおよびビワ、秋から春はカキノキの果実および種子、さらには

年間を通じて堅果が出現した。

各食物資源の出現頻度、出現占有率、全体占有率を表2に示す。全試料を通じて果実の出現頻度(33.2%)、出現占有率(84.7%)および全体占有率(47.3%)が最も高かった。イネ科植物の出現頻度(20.9%)と全体占有率(21.2%)が果実に次いで高く、その他動物質(65.3%)の出現占有率が果実に次いで高かった。表3には、雌雄および季節ごとの各食物資源の出現頻度を示した。メスは、春はイネ科植物(31.3%)、夏(25.6%)および秋(43.5%)は果実の出現頻度が最も高く、オスは季節を問わず年間を通じて果実(31.9~45.8%)の出現頻度が最も高かった。また、それぞれの食物資源ごとの出現頻度と出現占有率の関係を季節ごとに図2に示した。この図では出現頻度や出現占有率が高い食物資源ほど右上に、出現頻度が低くても出現占有率が高い食物資源は右下に表示される。年間を通じて出現頻度、出現占有率ともに果実が最も高く、季節によりイネ科植物、甲殻類が果実に次いで高い数値を示した。

表2. 雌雄別のアライグマの消化管内容物中の食物資源構成。

Table 2. Frequency occurrence (%), occurrence volume (%) and percentage volume (%) of individual food items in stomach and gut contents sorted by sex of raccoons in southern part of Ibaraki Prefecture.

食物項目	出現頻度				
	オス (%)	オス (n)	メス (%)	メス (n)	全試料 (%)
果実	39.6	53	24.8	25	33.2
イネ科植物	19.4	26	22.8	23	20.9
甲殻類	13.4	18	16.8	17	14.9
ミミズ類	13.4	18	9.9	10	11.9
昆虫類	8.2	11	16.8	17	11.9
その他植物質	3.0	4	5.9	10	4.3
その他動物質	3.0	4	3.0	3	3.0
総計	100.0	—	100.0	—	100.0
n	87	—	63	—	150

食物項目	出現占有率 (%)			全体占有率 (%)		
	オス	メス	全試料	オス	メス	全試料
果実	85.3	83.4	84.7	56.4	35.1	47.3
イネ科植物	66.5	58.3	62.6	21.6	20.8	21.2
甲殻類	53.5	75.5	64.2	12.1	21.0	15.9
ミミズ類	—	—	—	—	—	—
昆虫類	42.1	51.7	48.0	5.8	14.6	9.5
その他植物質	32.0	42.9	38.6	1.6	4.3	2.8
その他動物質	51.6	83.5	65.3	2.6	4.2	3.3
総計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
n	87	63	150	87	63	150

出現頻度(%) = ある食物項目が出現した試料の数(個) / 全試料数(個)

出現占有率(%) = Σ (ある食物項目の占有率(%)) / ある食物項目を含む試料の数(個)

全体占有率(%) = Σ (ある食物項目の占有率(%)) / 全試料数(個)

表3. 雌雄および季節別のアライグマの消化管内容物中の食物資源出現頻度。

Table 3. Seasonal frequency occurrence (%) of individual food items of raccoons sorted by sex.

食物項目	メス							
	春 n	出現頻度 (%)	夏 n	出現頻度 (%)	秋 n	出現頻度 (%)	冬 n	出現頻度 (%)
果実	4	12.5	11	25.6	10	43.5		
イネ科植物	10	31.3	10	23.3	2	8.7	1	33.3
甲殻類	4	12.5	7	16.3	6	26.1		
ミミズ類	4	12.5	4	9.3	1	4.3	1	33.3
昆虫類	5	15.6	7	16.3	4	17.4	1	33.3
その他植物質	3	9.4	3	7.0				
その他動物質	2	6.3	1	2.3				
総計	32	100.0	43	100.0	23	100.0	3	100.0

食物項目	オス							
	春 n	出現頻度 (%)	夏 n	出現頻度 (%)	秋 n	出現頻度 (%)	冬 n	出現頻度 (%)
果実	19	42.2	15	31.9	8	44.4	11	45.8
イネ科植物	8	17.8	11	23.4	3	16.7	4	16.7
甲殻類	7	15.6	7	14.9	2	11.1	2	8.3
ミミズ類	8	17.8	3	6.4	3	16.7	4	16.7
昆虫類			8	17.0	2	11.1	1	4.2
その他植物質	2	4.4					2	8.3
その他動物質	1	2.2	3	6.4				
総計	45	100.0	47	100.0	18	100.0	24	100.0

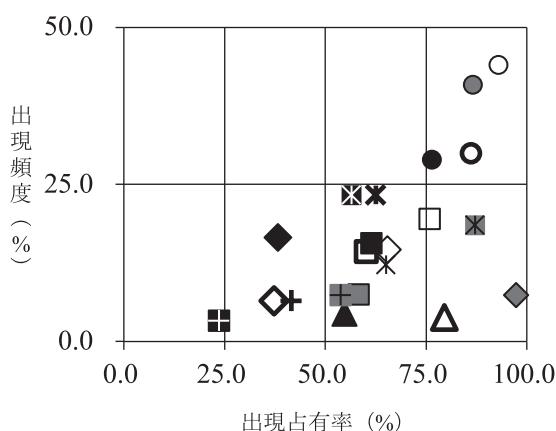


図2. アライグマの消化管内容物から出現した各食物資源の出現頻度(%)と出現占有率(%)との関係。○:果実, *:イネ科植物, +:その他植物質, □:甲殻類, ◇:昆虫類, △:その他動物質(太字:春, 黒地:夏, 細字:秋, 灰色地:冬)。

Fig. 2. Seasonal frequency occurrence (%) and occurrence volume (%) of individual food items in stomach and gut contents of raccoons in southern part of Ibaraki Prefecture. ○: Fruits, *: Grass, +: Plant matter, □: Crustaceans, ◇: Insects, △: Animal matter (Bold: spring, Black fill: summer, Fine print: autumn, Gray fill: winter).

繁殖期と非繁殖期の雌雄別の各食物資源の出現頻度を図3に示す。動物質の食物資源を左側、植物質を右側に配置することによって、雌雄、繁殖期ごとの消化管内容物内の動・植物質の出現頻度の違いを見ることができる。動物質の出現頻度が最も高いのは繁殖期のメス(53.9%)であり、動物質の出現頻度が最も低いのは繁殖期のオス(36.3%)だった。

3. 食物資源分布の観点からの生息環境分析

アライグマの捕獲地点周辺地域と、調査対象とした4市の植生タイプ別割合および面積、各生息地景観を由来としたアライグマの消化管内容物試料数の割合を表4に示した。4市では、畠地(27.6%)と水辺(27.5%)の割合が同程度であったが、捕獲地点周辺では水辺(32%)の割合が最も高く、畠地(28.3%)の割合は次に多かった。消化管内容物から出現した食物資源の由来となつた環境としては畠地が多かった。

捕獲地点周辺地域の景観と食物資源の由来の食性タイプの割合の関係性については、明白な傾向は見いだせなかった。調査対象4市内の植生タイプ別割合と、各生息地景観を由来としたアライグマの消化管内容物試料数の割合との間には有意差がみられた($p<0.05$,

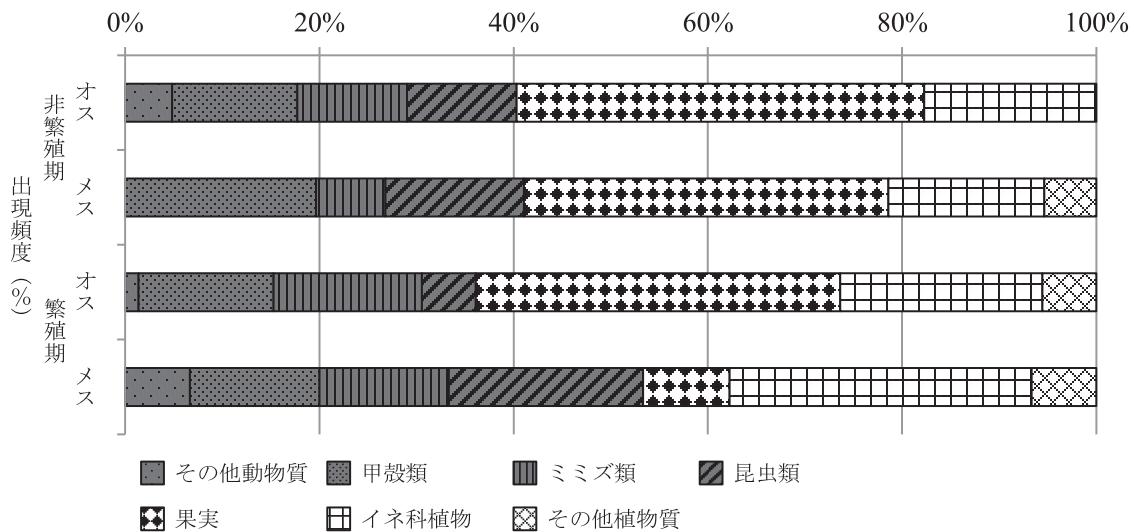


図3. アライグマの消化管内容物から出現した各食物資源の雌雄および繁殖期・非繁殖期別の出現頻度 (%). 動物性の食物資源は灰色地, 植物性の食物資源は白色地.

Fig. 3. Frequency occurrence (%) of individual food items in gut contents of raccoons sorted by sex and breeding season or non-breeding season in southern part of Ibaraki Prefecture. Animal food resources are indicated by the gray background and plant food resources are indicated by the white background.

表4. (1) アライグマ食性調査の対象となった4市（かすみがうら市, 石岡市, つくば市, 土浦市）の総面積に占める各景観の面積と割合, (2) 調査対象個体の捕獲地点周辺地域の総面積に占めるさまざまな景観の面積と割合, (3) アライグマの消化管内容物から出現した食物資源の由来となった植生タイプ別の割合と試料数, (1) と (3) の割合から算出したオッズ比.

Table 4. Individual environmental elements area percentage of (1) overall study area (Kasumigaura City, Ishioka City, Tsukuba City and Tsuchiura City), (2) overall area of surrounding capture points, (3) origins of individual food items in stomach and gut contents of raccoons in southern part of Ibaraki Prefecture, and odds ratio calculated from the ratio of (3) to (1).

生息地 景観	(1) 4市 の総計 面積 (ha)	(1) 4市 の総計 割合 (%)	(2) 捕獲地点周辺 面積 (ha)	(2) 捕獲地点周辺 割合 (%)	(3) 食物資源の由来 試料数 (個)	(3) 食物資源の由来 割合 (%)	(1) と (3) の オッズ比
畠地	21494.4	27.6	6569.5	28.3	106	45.1	1.6
水辺	21377.2	27.5	7424.9	32.0	35	14.9	0.5
林地	17701.1	22.7	3950.9	17.0	17	7.2	0.3
市街地	15262.6	19.6	4552.1	19.6	0	0.0	0.0
草地	2025.2	2.6	741.2	3.2	77	32.8	12.6
総計	77860.5	100.0	23238.5	100.0	235	100.0	—

ピアソンカイ二乗検定). この2つの割合を生息地景観ごとに比較した結果を表4の最右列に示す. 本研究においてオッズ比が1より多い生息地景観は草地(12.6)および畠地(1.6)であった. これは、4市の総面積に占める草地や畠地の面積割合に比べて、草地由来や畠地由来の食物資源を利用していた割合が高く、アライグマが選択的にこれらの生息地景観で獲得できる食物資源を採食していたことを示している. 一方で、水辺(0.5)、林地(0.3)および市街地(0.0)はいずれもオッズ比が1未満であり、これらの生息地景観で獲得できる食物資源はアライグマにとって相対

的に重要性が低いことが示された. ただし、食性分析結果と生息地景観との関連付けについてあくまで、各食物資源の獲得場所となった可能性が高いと考えられる景観を仮定して関連付けを行ったものであり、関連付けの精度については課題が残ることから、結果については参考情報として捉えることが望ましい.

実地調査の結果、食性分析において種同定が可能だった植物種のうちナシ、トウモロコシ、スイカ、ブドウは調査地内の畠地で多く栽培されていた. また、人家の庭木としてカキノキやミカンが多数植栽されており、熟した果実が生ったまま放置されていた. イネ

科植物については、いわゆる草地のみでなく、人家の周辺などにおいてもパッチ状に繁茂しており、アライグマが選択的に採食している可能性が高いイネ科植物種を実地調査において特定することはできなかった。

考 察

1. 食性分析

食性分析により、アライグマにとって、年間を通じて果実が最も重要な食物資源であり、次いでイネ科植物や甲殻類が重要な食物資源となっていることが示された（表2）。出現した果実の種類や実地調査結果から、アライグマは生息地域内の畠地の果樹園で栽培されている農産物および植栽されている果樹の果実に強く依存して食物資源を獲得していると考えられる。アライグマの原産地である北米においては、季節によって相対的な重要性は異なるが、採食量としては動物より植物の方が一般的に多い（浅野, 2024）とされている。茨城県の位置する関東地域におけるほかの調査事例においては、群馬県では果樹作物が最も多く、次いで動物質が重要な食物資源となっており（姉崎ほか, 2012），横浜市でもやはり果実・種子が最も重要な食物資源であることが報告されている（高槻ほか, 2014）。今回の結果も、関東地域におけるほかの事例と同様に、果実の重要度が高いことを支持するものとなった。

一方で、北海道においては動物質が食物資源の70%を占めるとの報告があるほか（Oe *et al.*, 2020），ベルギーでは昆虫類やトウモロコシ、両生類など幅広い食物資源を採食しており（Libois *et al.*, 2019），兵庫県や千葉県においてはニホンイシガメ（*Mauremys japonica*）やニホンアカガエル（*Rana japonica*）などの捕食事例が確認され、在来の両生類や爬虫類への被害拡大が懸念されている（田上ほか, 2019；栗山・沼田, 2020）。今回の調査地域においては、こうした動物質の食物資源としての重要性がさほど高くないことを示唆する結果となったが、これが環境的要因によるものなのか、食物資源の獲得コストなどに起因するものであるのか、あるいは特に両生類やその卵塊等の消化率が高く検出が困難であったのかについては、さらなる調査が求められる。

茨城県の環境的特徴としては、2015年時点で日本ナシの栽培面積が全国1位であり（農林水産省, 2025），調査対象のアライグマが捕獲された県南地域は果樹栽

培が盛んであることが知られている（公益社団法人茨城県農林振興公社, 2025）。前述のとおり消化管内容物からはナシのほか、カキノキの種子やブドウの果皮および種子など農作物由来と思われる食物資源が多く見つかっており、アライグマが生息地の環境条件に順応し、地域ごとに豊富な食物資源を日和見的に選択し利用していることがうかがえる。

各食物資源の出現頻度を雌雄ごとに繁殖期と非繁殖期に分けて比較した結果、繁殖期のメスは非繁殖期およびオスに比べて動物質（昆虫類、ミミズ類、甲殻類、その他動物質）を多く採食していた（図3）。一般に哺乳類の成長のためにはタンパク質、炭水化物、脂質、ミネラルおよびビタミンが必要とされており、脂質とタンパク質は乳汁中に特に多く含まれている（坪田, 1998）。また、ネコにおいては妊娠後期にエネルギー消費量が増えるとされている（Gittleman, 1989）。このことから、繁殖期にメスが動物質を多く採食していたのは、妊娠維持や授乳のために必要なタンパク質をより効率良く摂取するためだと考えられる。

今回の調査結果においては、他地域における食性調査事例よりもイネ科植物の重要性が相対的に高い傾向にある点が特徴的であった。食肉類によるイネ科植物の採食については、一般的に、タヌキ（*Nyctereutes procyonoides*）、イヌ（*Canis lupus familiaris*）、ヒョウ（*Panthera pardus*）など多くの陸棲食肉類がイネ科植物およびその種子を採食することが知られている（Hirasawa *et al.*, 2006；Hoppe-Dominik, 1988；Sueda *et al.*, 2008）。Hoppe-Dominik（1988）はヒョウを例に、食物纖維の摂取および解毒を目的とした行動だと結論づけている。今回アライグマの消化管内容物からイネ科植物が出現したのも、先行研究の食肉類と同様の理由で採食した可能性がある。

また、本調査では爬虫類および鳥類とみられる卵殻がアライグマの消化管内容物から発見された。種同定や食卵個数の計測は不可能だったが、アライグマが爬虫類および鳥類の卵を採食していることを証明する結果となった。茨城県において今後アライグマの生息数が増加し続ければ、爬虫類や鳥類への採食圧が高まる可能性がある。

2. 食物資源分布の観点からの生息環境分析

本調査の対象となった4市内の植生タイプ別割合とアライグマ捕獲地点周辺地域の植生タイプ別割合はお

おむね似通っていた（表4）。しかし、食物資源の由来となった環境と4市の植生タイプ別割合は大きく異なっていた。オッズ比の算出結果から、アライグマが食物資源を獲得する場所として草地や畠地を選択的に利用していることが示唆された。

さらに、季節に応じて夏や秋にはスイカやトウモロコシ、秋にはムクノキ、ビワといった食物資源が利用されていることが確認できた。池田ほか（2001）はアライグマが季節ごと行動圏を変化させて臨機応変に食物を入手していると予想しているが、今回の結果はアライグマがパッチ状に存在する果樹園や畠地、植栽木などを転々と移動しながら臨機応変に採食を行っているという説を支持するものと考えられる。ただし、本分析では食性分析結果と生息地景観との関連付けの精度の低さが課題であった。例えば、アライグマが市街地に点在する果樹や、畠地の周縁部に繁茂するイネ科植物等を利用していた場合、今回の関連付けではこうした食物資源の重要性については評価することができない。また、植物や昆虫類などは一般的に種によって生育・選好する景観が異なるが、消化管内容物に含まれる生物の種が同定できた試料数は非常に限られており、種レベルでの生育環境と景観を関連付けることができなかった。今後は、実地調査を季節ごとに実施し、捕獲地点周辺の植生調査をおこなうなど、より精緻な環境的要素について情報を収集したうえで、食性分析についてもより多くの試料について、可能な限り種レベルで同定を行い、環境的要素との正確な関連付けを行うことによってアライグマが実際に採食に利用した場所を見極めることが望ましい。

3. 今後のアライグマ防除における課題

アライグマの生息には、水の供給、営巣可能な樹洞を持つ木、利用できる食べ物の3つの要素が必要だといわれている（Frederick, 1943）。本調査の結果により、茨城県に生息するアライグマが水の供給場所として捕獲地点周辺に豊富に存在する水辺を、食べ物として農作物や植栽木の果実を利用していることが示唆された。また、GPS首輪を用いた追跡調査では、同地のアライグマは廃屋や農家納屋といった樹洞の代替え地を頻繁に利用していることが確かめられている（Yamazaki *et al.*, unpublished data）。2015年頃の茨城県はアライグマがまだ分布拡大途上にあり、2013年度の農作物被害額も143,000円と少なかったが、自家消

費用作物や植栽果樹への食害は農作物被害額として計上されないために被害の大きさが表面化しにくい状況にあった可能性がある。一般に、野生鳥獣による農作物被害は営農意欲の減退や離農の増加など、数字に現れる以上の深刻な影響をおよぼすことが知られている（農林水産省, 2023a）。茨城県は2015年時点で都道府県別農業算出額が全国2位と農業が重要な産業となつており（農林水産省, 2024），経済的被害が深刻化してから対策を強化するのでは生息数がすでに高密度化していて対応が手遅れである可能性が高い。海外では、生ごみなどの食物資源が多い都市部において125頭/km²や238頭/km²といった異常な生息密度も報告されている（Riley *et al.*, 1998; Smith and Engeman, 2002）。ことから、農作物被害額が増加する前にいち早く適切な防除計画を実施することが重要である。また、アライグマは原産地域の北米において、農作物被害や家屋侵入などのほか、感染症を媒介する動物として、狂犬病などの拡大防止の目的でも捕獲や対策がなされている（浅野, 2024）。日本国内では1957年を最後に狂犬病の動物での発生例はないが（厚生労働省, 2025），アライグマの生息数の増加は潜在的に狂犬病の感染リスクを高めるものであり、公衆衛生の観点からも対策の実施が必要不可欠である。アライグマの分布拡大を防ぐための具体的な対策としては、本研究において重要な食物資源であることが示唆された、植栽木に実った果実や余った自家消費用作物などを放置しないよう周知することや、それらへの食害をいち早く検知するために住民からきめ細かく情報収集すること、加えて捕獲個体を分析して食性などの生態を隨時モニタリングするといった方法や、それらに基づく捕獲対策が有効であると考えられる。

さらに、今回、調査対象とした241試料中、91個の試料については消化管内に内容物を見つけられなかった。また、それら91試料のうち、アライグマ自身の体毛やビニール片、プラスチック片のみが出現した事例も67試料見受けられた。茨城県防除計画に則って捕獲されたアライグマは、捕獲当日あるいは翌日に安楽死処分されている。前述の通りアライグマの消化速度は24時間と速いため、食性分析に供するためにはできるだけ早い安楽死措置が必要になる。捕獲されたアライグマの中には、捕獲罠の中で暴れたためか鼻や四肢が深く傷つき、出血している個体も見受けられた。防除計画に則って捕殺されたアライグマをモニタ

リング材料として有効に活用し正確な情報を収集するためにも、動物福祉の観点においても、捕獲から殺処分までの時間短縮が課題である。さらに、可能であれば、捕獲罠にアライグマの糞があった際には併せて採取・分析を行うことで、殺処分時点より24時間以上前に採食した食物資源についても調査を行うことができる可能性がある。また、捕獲に使われた誘因餌の記録も求められる。消化管内に見られる内容物の由来を精査する必要があるためである。

こうした、地域における情報収集や捕獲の効率化を図るため、近年、地域住民が主体となって防除対策を実施する取組が全国に広がっている（農林水産省, 2023a; 横山・西牧, 2020）。茨城県でも坂東市において、地域と連携してアライグマ捕獲の効率化を図るため、農業従事者等に狩猟免許がなくても許可を受ければアライグマを捕獲できることを周知したり、地域住民への普及活動や、地方自治体の視察を受け入れるなどの取組が実施されており（農林水産省, 2023b），こうした取組を発展させながら県全体に広めることにより、効率的な防除対策を実施してゆくことが望ましいと考えられる。

謝 辞

食性分析の実施にあたっては、ミュージアムパーク茨城県自然博物館職員の古家真由美氏ほか多くの方からのご協力を得た。分析資料の入手については、茨城県環境政策課、かすみがうら市役所、茨城県狩猟者研修センターから便宜を図っていただいた。調査の実施にあたっては、東京農業大学地域環境科学部森林総合科学科森林生態学研究室の皆様にご指導・ご協力をいただいた。ここに深く感謝の意を表する。

引用文献

- 姉崎智子・堀口浩司・坂庭浩之. 2012. 群馬県におけるアライグマの生息状況と食性. 群馬県立自然史博物館研究報告, (16): 97–101.
- 浅田正彦. 2014. 階層ベイズモデルを使った除去法によるアライグマ (*Procyon lotor*) の個体数推定. 哺乳類科学, 54 (2): 207–218.
- 浅田正彦・篠原栄里子. 2009. 千葉県におけるアライグマの個体数試算（2009年）. 千葉県生物多様性センター研究報告, (1): 30–40.
- 浅野 玄. 2024. 海を渡ったアライグマ. 196 pp., 東京大
- 学出版会.
- Asano, M., Y. Matoba, T. Ikeda, M. Suzuki, M. Asakawa and N. Ohtaishi. 2003. Reproductive Characteristics of the Feral Raccoon (*Procyon lotor*) in Hokkaido, Japan. *Journal of Veterinary Medical Science*, 65 (3): 369–373.
- Bjone, S. J., W. Y. Brown and I. R. Price. 2007. Grass eating patterns in the domestic dog, *Canis familiaris*. *Recent advances in animal nutrition in Australia*, 16: 45–49.
- 千葉県. 2024. 第2次千葉県アライグマ防除実施計画. https://www.pref.chiba.lg.jp/shizen/shingikai/gaiyou/2nd_arraiguma.html. 2025年3月31日参照.
- Clemens, E. T. and C. E. Stevens. 1979. Sites of organic acid production and patterns of digesta movement in the gastrointestinal tract of the raccoon. *The Journal of Nutrition*, 109: 1110–1116.
- Fredrick, W. S. 1943. Raccoons: Their habits and management in Michigan. *Ecological Monographs*, 13(2): 203–257.
- 福江佑子・竹下 育・中西 希. 2011. 食肉目における食性研究とその方法 その1—イヌ科, イタチ科, ネコ科—. 哺乳類科学, 51: 129–142.
- Gittleman, J. 1989. Carnivore Behavior, Ecology, and Evolution. 624 pp. Comstock Pub Associates, New York.
- Harman, D. M. and H. J. Stains. 1979. The raccoon (*Procyon lotor*) on St. Catherines Island, Georgia. 5. winter, spring, and summer food habits. *American museum novitates*, 2629: 1–24.
- Hirasawa, M., E. Kanda and S. Takatsuki. 2006. Seasonal food habits of the raccoon dog at a western suburb of Tokyo. *Mammal Study*, 31: 9–14.
- Hoppe-Dominik, B. 1988. Grass-eating leopards: Wolves turned into sheep?. *Naturwissenschaften*, 75 (1): 49–50.
- 茨城県. 2015. 茨城県アライグマ防除実施計画. http://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/kansei/chojyuhogo/arraiguma_plan.html. 2015年12月18日参照.
- 池田 透. 1999. 北海道における移入アライグマ問題の経過と課題. 北海道大學文學部紀要, 47 (4): 149–175.
- Ikeda, T., M. Asano, Y. Matoba and G. Abe. 2004. Present status of invasive alien raccoon and its impact in Japan. *Global Environmental Research*, 8: 125–131.
- 池田 透・遠藤将史・村野紀雄. 2001. 野幌森林公園地域におけるアライグマの行動圏. 酪農学園大学紀要 自然科学編, 25 (2): 311–319.
- Johnson, A. S. 1970. Biology of the raccoon (*Procyon lotor*) in Alabama. 148 pp., Agricultural Experiment Station (Auburn University), Alabama.
- 神奈川県. 2024. 第4次神奈川県アライグマ防除実施計画. <https://www.pref.kanagawa.jp/docs/t4i/cnt/f986/p10115.html>. 2025年3月31日参照.
- 金井猛徳・岡山 育・小山修平. 2010. 広範な地域における一般化線形モデル・一般化線形混合モデルとGISを用いたアライグマ (*Procyon lotor*) の個体数の推定. 農業情報研究, 19 (2): 43–51.
- 金井猛徳・橋 淳治・小山修平. 2008. 大阪府域におけるアライグマ (*Procyon lotor*) の潜在的生息域の推定. 環境技術, 37 (8): 579–585.
- 金田正人・加藤卓也. 2011. 外来生物アライグマに脅かさ

- れる爬虫両生類. 爬虫両棲類学会報, 2: 148–154.
- 環境省. 2004. 環境省生物多様性センター 自然環境保全基礎調査. https://www.biodic.go.jp/kiso/vg/vg_kiso.html#mainText. 2024年5月19日参照.
- 環境省. 2007. 平成18年度自然環境保全基礎調査 種の多様性調査（アライグマ生息情報収集）業務報告書, 130 pp., 環境省自然環境局生物多様性センター.
- 環境省. 2023. 環境省 外来種被害予防三原則. <https://www.env.go.jp/nature/intro/outline/invasive.html>. 2024年5月19日参照.
- 川道美枝子・川道武男・山本憲一・八尋由佳・間 恭子・金田正人・加藤卓也. 2013. アライグマ侵入実態とその対策. 畜産の研究, 67 (6): 633–641.
- 公益社団法人 茨城県農林振興公社. 2025. 茨城県の農業. <https://www.ibanourin.or.jp/concier/prefibaraki/>. 2025年4月3日参照.
- 厚生労働省. 2025. 狂犬病に関するQ&Aについて. <https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/kekakaku-kansenshou10/07.html>. 2025年3月31日参照.
- Kruuk, H. 1989. The Social Badger: Ecology and Behaviour of a Group-living Carnivore (*Meles meles*). 180 pp., Oxford University Press, Oxford.
- 倉島 治・庭瀬奈穂美. 1998. 北海道恵庭市に帰化したアライグマ (*Procyon lotor*) の行動圏とその空間配置. 哺乳類科学, 38 (1): 9–22.
- 栗山武夫・沼田寛生. 2020. 兵庫県神戸市におけるニホンアカガエル繁殖期に出没・カエルを捕食したアライグマの記録. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 12: 35–48.
- Libois, R., V. Schockert, C. Lambinet, J. Richet, I. Campos Mertinez, A. Levert and J. Gautherot. 2019. Trophic niche of three carnivores in southern Belgium : raccoon (*Procyon lotor*), European badger (*Meles meles*) and stone marten (*Martes foina*). Unité de recherches zoogéographiques, 24 pp., Université de Liège.
- 前崎武人・青柳正英・林 文. 2001. 馬追・野幌丘陵における野生化アライグマの生息数（密度）の推定とその生息環境. 森林野生動物研究会誌, 27: 5–16.
- 前崎武人・青柳正英・林 文. 2003. 野幌丘陵における野生化アライグマの生息数（密度）の推定とその生息環境（Ⅲ）. 森林野生動物研究会誌, 29: 39–52.
- Matsuo, R. and K. Ochiai 2009. Dietary overlap among two introduced and one native sympatric carnivore species, the raccoon, the masked palm civet, and the raccoon dog, in Chiba Prefecture, Japan. *Mammal Study*, 34 (4): 187–194.
- 農林水産省. 2023a. 鳥獣被害対策コーナー. <https://www.maff.go.jp/seisan/tyozyu/higai/index.html>. 2024年5月19日参照.
- 農林水産省. 2023b. 鳥獣被害対策優良事例. https://www.maff.go.jp/seisan/tyozyu/higai/hyousyou_zirei/yuuryou_jirei/47zirei-1.html. 2024年5月19日参照.
- 農林水産省. 2024. 生産農業所得統計. https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/nougyou_sansyuu/index.html. 2025年4月3日参照.
- 農林水産省. 2025. 作況調査（果樹）. https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kazyu/index.html#r. 2025年4月3日参照.
- Oe, S., M. Sashika, A. Fujimoto, M. Shimozuru and T. Tsubota. 2020. Predation impacts of invasive raccoons on rare native species. *Scientific Reports*, 10: 20860.
- Okabe, F. and N. Agetsuma 2007. Habitat Use by Introduced Raccoons and Native Raccoon Dogs in a Deciduous Forest of Japan. *Journal of Mammalogy*, 88 (4): 1090–1097.
- Osaki, A., M. Sashika, G. Abe, K. Shinjo, A. Fujimoto, M. Nakai, M. Shimozuru and T. Tsubota. 2019. Comparison of feeding habits and habitat use between invasive raccoons and native raccoon dogs in Hokkaido, Japan. *BMC Ecology*, 19: 35.
- Riley, S. P. D., J. Hadidian and D. A. Manski. 1998. Population density, survival, and rabies in raccoons in an urban national park. *Canadian Journal of Zoology*, 76 (6): 1153–1164.
- 林野庁. 2022. 都道府県別森林率・人工林率. <https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/genkyou/r4/1.html>. 2025年1月5日参照.
- 埼玉県. 2025. 埼玉県アライグマ防除実施計画. <http://pref.saitama.lg.jp/a0508/gairai/araigumaboujojissikeikaku.html>. 2025年3月31日参照.
- Smith, H. T. and R. M. Engeman. 2002. An extraordinary raccoon, *Procyon lotor*; Density at an urban park. USDA National Wildlife Research Center – Staff Publications.
- 総務省. 2024. 日本の統計2024. <https://www.stat.go.jp/data/nihon/08.html>. 2024年5月19日参照.
- Sueda, K. L. C., B. L. Hart and K. D. Cliff. 2008. Characterisation of plant eating dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, 111 (1–2): 120–132.
- 田上正隆・高木雅紀・楠田哲士. 2019. 岐阜県で発見されたアライグマに襲われたと考えられるニホンイシガメ. 龜楽, (17): 8–9.
- 高槻成紀・久保薦昌彦・南 正人. 2014. 横浜市で捕獲されたアライグマの食性分析例. 保全生態研究, 19: 87–93.
- 高槻成紀・立脇隆文. 2012. 雜食性哺乳類の食性分析のためのポイント桦法の評価：中型食肉目の事例. 哺乳類科学, 52: 167–177.
- 坪田敏男・高槻成紀・粕谷俊雄. 1998. 哺乳類の生物学3生理. 144 pp., 東京大学出版会.
- 横山真弓・西牧正美. 2020. 住民主体によるアライグマ捕獲隊の活動事例. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 12: 49–66.

(要 旨)

鈴木郁子・落合菜知香・後藤優介・山崎晃司. 茨城県南部において分布拡大傾向にあるアライグマ (*Procyon lotor*) の食性の特徴. 茨城県自然博物館研究報告 第28号 (2025) pp. 23-35.

北米原産の外来生物であるアライグマは1960年代に日本国内へ初めて侵入し、現在は全都道府県で生息が確認されている。本研究ではアライグマが各地で分布拡大する要因を解明するため、本種の食性を調査した。茨城県かすみがうら市、石岡市、つくば市および土浦市で2009年～2015年の間に捕殺されたアライグマ成獣の胃および直腸内容物（合計150試料）を分析した結果、果実が全体の47.3%を占め、次いでイネ科植物が21.2%、甲殻類が15.9%だった。また、食物資源獲得のため草地および畑地を利用していることが示唆された。この結果から、アライグマはパッチ状に存在する果樹園や畑地、植栽木の間を転々と移動しながら臨機応変に採食し分布を拡大している可能性があると考えられた。

(キーワード): 外来生物、食性、防除, *Procyon lotor*, アライグマ.

原著論文 (Original article)

茨城県守谷市西板戸井の上部更新統木下層産貝形虫化石：
茨城県自然博物館の堆積物展示の分析から

小沢広和¹・金子 稔²・石川博行³・野村正弘⁴・石塚勇太⁵・加藤太一⁵

(2025年8月31日受理)

**Late Pleistocene Ostracods from the Kioroshi Formation in Nishi-Itatoi,
Moriya, Southwestern Ibaraki Prefecture, Central Japan: Result of an
Exhibited Sediment Specimen at Ibaraki Nature Museum**

Hirokazu OZAWA¹, Minoru KANEKO², Hiroyuki ISHIKAWA³,
Masahiro NOMURA⁴, Yuta ISHITSUKA⁵ and Taichi KATO⁵

(Accepted August 31, 2025)

Abstract

A fossil ostracod assemblage was obtained from an unconsolidated sediment specimen exhibited in the Ibaraki Nature Museum, which was collected from an outcrop in the Nishi-Itatoi area, in downstream reaches of the Kinugawa River at the southern margin of the Sashima Plateau in Moriya, southwestern Ibaraki Prefecture, central Kanto Plain, central Japan. The outcrop strata are thought to belong to the Late Pleistocene Kioroshi Formation (ca. 0.12 Ma; Marine Isotope Stage 5.5) in the Shimosa Group. This ostracod assemblage comprises 41 species belonging to 26 genera, including *Aurila*, *Hemicytherura*, *Loxoconcha*, *Paracytheridea*, *Pontocythere*, *Robustaurila*, *Semicytherura*, and *Xestoleberis*. The species composition matches reports of modern open bay or inner bay mouth ostracod assemblages in central and southwestern Japan, and the fossil ostracod assemblage indicates a sedimentary environment involving a relatively open bay or inner bay mouth, influenced by open sea water. During the late Pleistocene, the water in the study area would have had a warm to mild temperature, similar to that of the modern Kanto coast. Fossil ostracods from this area are important, as they reveal the paleoenvironment and paleogeography of central Paleo-Tokyo Bay.

Key words: Ibaraki Prefecture, Kioroshi Formation, Late Pleistocene, Marine Isotope Stage 5.5, Moriya, Nishi-Itatoi, ostracods, Paleo-Tokyo Bay, Shimosa Group.

¹ 日本大学生物資源科学部一般教養地球科学研究室 〒252-0880 神奈川県藤沢市龜井野1866 (Earth Sciences Laboratory, College of Bioresource Sciences, Nihon University, 1866 Kameino, Fujisawa, Kanagawa 252-0880, Japan).

² ミュージアムパーク茨城県自然博物館 研究協力員 〒306-0622 茨城県坂東市大崎700 (Research Collaborator, Ibaraki Nature Museum, 700 Osaki, Bando, Ibaraki 306-0622, Japan).

³ 群馬県太田市 (Resident in Ota City, Gunma, Japan).

⁴ 日本大学生物資源科学部教職・学芸員課程博物館学研究室 〒252-0880 神奈川県藤沢市龜井野1866 (Museology Laboratory, College of Bioresource Sciences, Nihon University, 1866 Kameino, Fujisawa, Kanagawa 252-0880, Japan).

⁵ 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).

はじめに

関東平野中央部・猿島台地南方の鬼怒川下流域にあたる、茨城県守谷市西板戸井（図1）において、河川付近の工事の際に採取され、ミュージアムパーク茨城県自然博物館に堆積物標本として常設展示されていた、上部更新統の下総層群木下層の堆積物から、今回新たに微化石の貝形虫化石が得られたので報告する。

関東平野中央部では、地表に露出する更新統の露頭の分布はごく限られ、地下地質構造の解明などを目的として、ボーリングコア掘削が活発に行われてきた。これらの掘削から更新統の大部分は沖積層に覆われ、いわゆる古東京湾（Paleo-Tokyo Bay；図2；Yabe, 1931；増田, 1999など）出現時の更新世中期～後期の堆積物である下総層群相当層が、地下に広く分布していることが判明した（中澤・田辺, 2011；納谷ほか, 2017など）。筆者3名（金子・石川・野村）は、これまで関東平野に分布する中～上部更新統の下総層群について、埼玉・茨城・千葉・群馬県および東京都のボーリングコア試料産の石灰質微化石（有孔虫化石など）の種構成を明らかにし、それらに基づく古環境変遷と氷河性海水準変動との関連性を検討してきた（金子ほか, 2018, 2022など）。

下総層群については、これまで主に房総半島北部で多くの微化石研究が行われ、古環境変遷の一端が明らかにされてきた（内尾, 1961；鈴木・青木, 1962；Yajima, 1978, 1982；Ozawa *et al.*, 1995など）。現在の茨

城県南西部は、古東京湾中央部に相当し、当時は様々な堆積環境の場が同時期に隣接して存在していたと推測されており（岡崎・増田, 1992など）、更新世中期～後期の氷河性海水準変動に伴う海進・海退の影響により、種構成の異なる多様な化石群が形成されやすい場である。しかし、古東京湾南部に相当する現在の房総半島北部に比べ、茨城県南西部では、下総層群の分布面積が広い割には、地上で観察できる露頭は比較的少ない。そのため、この地域の更新統産石灰質微化石の報告例は、房総半島北部（君津・木更津・市原地域など）に比べ、比較的少ない（茨城県高等学校教育研究会地学部, 1987, 1992；成田層研究会・茨城地学会, 1998；金子, 2023など）。特に茨城県の更新統産貝形虫化石については、原島ほか（2019）が土浦市田村町の下総層群の露頭から報告した例と、小沢ほか（2024）が常総市内守谷町の下総層群木下層の露頭から報告した例（図2）の2件のみである。ただし、原島ほか（2019）が検討した堆積物の層序学的位置付けは、下総層群の2層（清川層、木下層）のいずれに相当するのかを検討する前に、露頭が開発により失われてしまい、曖昧なままである（遠藤ほか, 2000；中島, 2003）。

そこで本研究は、層序学的位置付けが比較的明瞭な、守谷市の木下層の堆積物を用いて、更新世後期の古東京湾中央部における古環境の一端を検討した。この試料から得られた貝形虫化石群についてSEM画像を示し、採取地点の近い小沢ほか（2024）の結果と比較し、特徴と産出の意義を述べる。今回は博物館展示



図1. 試料採取地点の位置（黒四角）。左の図は中島ほか（2022）を改編。右の図は国土地理院電子地形図 GSIMAP を改編。

Fig. 1. Sampling locality (a black square), modified from Nakajima *et al.* (2022), and the digital map published by the Geospatial Information Authority of Japan.

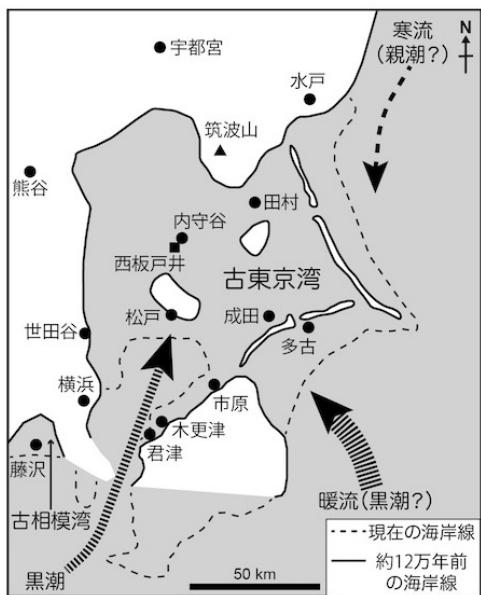


図2. 古東京湾の約12万年前の古地理図. Murakoshi and Masuda (1992), 田中ほか (2006) を改編. 海流の推定流路は近藤 (1991), 増田 (1999) に基づく.

Fig. 2. Paleogeographic map of the Paleo-Tokyo Bay in ca. 0.12 Ma, modified from Murakoshi and Masuda (1992) and Tanaka *et al.* (2006). Estimated influx routes of oceanic currents are based on Kondo (1991) and Masuda (1999).

標本の堆積物を研究試料として用いたので、博物館における微化石標本展示をより充実させるための一案を最後に簡潔にのべる。

地質概説

茨城県守谷市などの鬼怒川下流域を含む猿島台地南縁には、鬼怒川沿いの河食崖とその付近に下総層群が露出している (中澤・田辺, 2011). 下総層群は、房総半島北部と関東平野に広く分布し、下位から順に地蔵堂層・敷層・上泉層・清川層・木下層・大宮層・常総粘土 (常総粘土層) に区分され、それぞれが1回の氷河性海水準変動で形成された、陸成層と海成層の堆積サイクルから成ると考えられている (図3; 徳橋・近藤, 1989; 岡崎ほか, 2001; 町田, 2008など). 猿島台地とその周辺域では、下総層群の層厚は最大で130 m (中澤・田辺, 2011) あり、最上部 (層厚約20 m) 以外の上部 (層厚約30 m) は木下層とみなされている。

中澤・田辺 (2011) は、この地域の木下層を、下部と上部の2つに区分した。この研究によると、下部は主に貝化石混じりの泥層から成り、上部は砂泥互層を主体とし、上部の最下部 (基底部) は貝化石を多量に

層序区分	MIS
大宮層 / 常総粘土	5.3
木下層	5.5
清川層	7.3
上泉層	7.5
敷層	9
地蔵堂層	11

図3. 試料採取地点と周辺域の下総層群の層序区分と酸素同位体ステージ (MIS). 中澤・田辺 (2011)に基づく.

Fig. 3. Stratigraphic division and marine isotope stages (MIS) of the Shimosa Group at the sampling locality and its surrounding area, based on Nakazawa and Tanabe (2011).

含む砂層や礫層から成る。猿島台地南縁の木下層は、下位の清川層や上位の大宮層とは不整合の関係にあり、貝・カシパンウニ・有孔虫・貝形虫・植物片・生痕 (*Ophiomorpha*, *Rosselia*) などの大型化石と微化石が報告されている (茨城県高等学校教育研究会地学部, 1987, 1992; 成田層研究会・茨城地学会, 1998; O'hara *et al.*, 1998; 小沢ほか, 2024など)。

木下層の年代層序については、猿島台地と周辺からは報告されていないが、下総層群と海洋酸素同位体ステージ (Marine Isotope Stages: MIS) との対応は、これまで多くの研究が行われてきた。特に房総半島北部に分布する下総層群の火山灰層序などから、木下層の堆積時期は MIS5.5 (約12万年前) 相当と考えられている (図3; 岡崎ほか, 2001; 町田, 2008; 中澤・田辺, 2011など)。

試料および方法

本研究で検討した堆積物1試料は、ミュージアムパーク茨城県自然博物館の常設展示室の「茨城自然博物館ディスカバリー・プレイス」に展示されている堆積物標本「未固結堆積物 (第四紀)・砂 (貝化石片を含む)」(図4; 以下、展示試料) から、博物館の許可を得て、一部を分取したものである。この標本は、茨城県守谷市にある滝下橋上流約100 mの鬼怒川下流右岸 (西岸) 1地点 ($35^{\circ}58'8''N$, $139^{\circ}57'3''E$) において、2002年頃の河川導水路工事中に貝化石を含む大量の砂が産出した際、施工業者からミュージアムパーク茨城県自然博物館へ譲渡されたもの一部である。



図 4. 試料を採取した博物館展示の堆積物標本の写真。
Fig. 4. Photograph of sediment specimen exhibited at Ibaraki Nature Museum, which was used as a microfossil sample of this study.

この展示標本の堆積物は、主に細粒～中粒砂から成る。鬼怒川下流域では、O'hara *et al.* (1998) が、今回の展示標本採取地点の北東方約 1～4 km に位置し、ほぼ同じ海拔（約 5 m）の 3 地点から、木下層上部の最下部（基底部）の貝化石密集層を検討し、貝化石群の特徴と古環境を論じている。展示標本の砂の採取層準については、詳細な現地調査記録は残っていないが、O'hara *et al.* (1998) の層序や岩相記載から、木下層上部の最下部（基底部）の貝化石密集層に相当する可能性が高い。

試料処理については、乾燥重量 20 g を計量した後、ビーカーに入れた堆積物に水を加え、その後に加熱して水を沸騰させ、試料を構成粒子に分解した。分解後の水洗処理には、200 メッシュ（目開き 0.074 mm）のふるいを用いた。ふるい上の残渣を電気定温器で乾燥し、115 メッシュ（目開き 0.125 mm）のふるいでふるい分けし、残渣を検鏡用試料とした。貝形虫化石の抽出には、双眼実体顕微鏡を用い、殻の左右の区別なく拾い出した。貝形虫化石の数が多かったため、残渣を扇形二分割法（間嶋・池谷, 1996）で分割して検鏡した。筆者 2 名（金子・石川）が、この一連の作業を行った。その後、筆者 1 名（金子）が群馬県立自然史博物館所蔵の走査型電子顕微鏡（SEM；日立ハイテクノロジーズ製 TM-1000）と、ミュージアムパーク茨城県自然博物館所蔵の走査型電子顕微鏡（日本電子株式会

社製 JCM-7000 NeoScope）を用いて、多産した種と、産出数は少ないものの比較的保存状態の良い標本を選び出し、画像を撮影した。撮影前に標本を金蒸着せず、低真空モードで撮影した。また筆者 1 名（小沢）が、貝形虫の種多様度を示す指標として Shannon-Wiener index を算出した。

結 果

試料 20 g を 4 分割した 5 g から、計 26 属 41 種の貝形虫化石 243 個（表 1）の比較的保存状態の良い標本を得ることができた。これらは主に *Aurila*, *Hemicytherura*, *Loxoconcha*, *Paracytheridea*, *Pontocythere*, *Robustaurla*, *Semicytherura*, *Xestoleberis* 属から成る。この 8 属の種が、全体の約 80% を占める。多産種は *Loxoconcha cf. prolaeta* (14.0%), *Hemicytherura cuneata* (9.9%), *Robustaurla ishizakii* (7.4%), *Aurila corniculata* (7.0%), *Loxoconcha epeterseni* (7.0%), *Semicytherura cf. miurensis* (6.6%), *Loxoconcha hanachirusato* (4.1%), *Xestoleberis hanaii* (3.7%), *Paracytheridea neolongicaudata* (3.3%), *Pontocythere kashiwarensis* (3.3%) である。これらの 10 種で、全体の 3 分の 2 (66.2%) を占める。種多様性指標（Shannon-Wiener index）は 3.18 で、産出密度（堆積物 1 gあたりの産出数）は 48.6 個である。

考 察

貝形虫化石の種構成を見ると、*Loxoconcha epeterseni* を含む *Loxoconcha* 属の種、*Aurila kiritsubo*, *Bythoceratina hanaii*, *Coquimba ishizakii*, *Hanaiborchella triangularis*, *Paracytheridea neolongicaudata*, *Pontocythere subjaponica*, *Semicytherura* 属の種など、房総半島南部の館山湾のような開放的な内湾の水深 10～30 m に分布する種 (Frydl, 1982) や、本州・四国沿岸の水深 30 m 前後の内湾湾口部や沿岸域に分布する種 (Ishizaki, 1968; Tsukawaki *et al.*, 1997; Kamiya *et al.*, 2001; Ozawa and Kamiya, 2001; Irizuki *et al.*, 2008 など) を多く含んでいる。

一方、*Bicornucythere bisanensis*, *Cytheromorpha acupunctata*, *Spinileberis quadriaculeata* のような水深 1～20 m の内湾湾奥～湾央部の汽水域を好む種 (池谷・塩崎, 1993; Kamiya *et al.*, 2001; Irizuki *et al.*,

表1. 貝形虫化石産出リスト.

Table 1. List of fossil ostracods.

種名	個数	%
<i>Aurila corniculata</i> Okubo	17	7.0
<i>Aurila inabai</i> Okubo	1	0.4
<i>Aurila kiritsubo</i> Yajima	3	1.2
<i>Bicornucythere bisanensis</i> (Okubo)	4	1.6
<i>Bythoceratina hanaii</i> Ishizaki	3	1.2
<i>Bythoceratina</i> sp.	1	0.4
<i>Bythocythere</i> sp.	1	0.4
<i>Callistocythere subjaponica</i> Hanai	1	0.4
<i>Coquimba ishizakii</i> Yajima	5	2.1
<i>Cornucoquimba tosaensis</i> (Ishizaki)	1	0.4
<i>Cyprididae?</i> sp.	4	1.6
<i>Cythere</i> sp.	1	0.4
<i>Cytheromorpha acupunctata</i> (Brady)	4	1.6
<i>Cytheropteron miurensense</i> Hanai	1	0.4
<i>Cytherura?</i> sp.	1	0.4
<i>Eucythere yugao</i> Yajima	1	0.4
<i>Hanaiborchella triangularis</i> (Hanai)	6	2.5
<i>Hemicytherura cuneata</i> Hanai	24	9.9
<i>Hemicytherura</i> sp.	4	1.6
<i>Loxoconcha epeterseni</i> Ishizaki	17	7.0
<i>Loxoconcha</i> cf. <i>epeterseni</i> Ishizaki	2	0.8
<i>Loxoconcha hanachirusato</i> Yajima	10	4.1
<i>Loxoconcha</i> cf. <i>prolaeta</i> Zhou	34	14.0
<i>Neonesidea</i> sp.	6	2.5
<i>Paijenborchella miurensis</i> (Hanai)	1	0.4
<i>Paracytheridea bosoensis</i> Yajima	5	2.1
<i>Paracytheridea neolongicaudata</i> Ishizaki	8	3.3
<i>Paradoxostoma</i> sp.	2	0.8
<i>Pontocythere japonica</i> (Hanai)	2	0.8
<i>Pontocythere kashiwarensis</i> (Hanai)	8	3.3
<i>Pontocythere miurensis</i> (Hanai)	5	2.1
<i>Pontocythere subjaponica</i> (Hanai)	3	1.2
<i>Robustaurila ishizakii</i> (Okubo)	18	7.4
<i>Semicytherura</i> cf. <i>henryhowei</i> Hanai & Ikeya	2	0.8
<i>Semicytherura</i> cf. <i>miurensis</i> (Hanai)	16	6.6
<i>Semicytherura</i> cf. <i>wakamurasaki</i> Yajima	1	0.4
<i>Spinileberis quadriaculeata</i> (Brady)	1	0.4
<i>Trachyleberis niitumai</i> Ishizaki	5	2.1
<i>Trachyleberis scabrocuneata</i> (Brady)	1	0.4
<i>Xestoleberis hanaii</i> Ishizaki	9	3.7
Gen. sp. indet.	4	1.6
合計	243	
種数	41	
多様性指数 (Shannon-Wiener index)	3.18	
試料の重量 (g)	5.0	
産出密度 (個数/g)	48.6	

2008; 中村ほか, 2021) は、1 ~ 4 個体と少ない。また *Callistocythere pumila* や *Ishizakiella* 属の種のような、内湾湾奥~湾央部の汽水域に分布する種 (Tsukagoshi, 1998; Kamiya et al., 2001; Nakao and Tsukagoshi, 2002; 上山ほか, 2017; 中村ほか, 2021) は含まれていない。さらに多様性指数が 3.18 と比較的高いことから、水深 20 ~ 30 m 以浅の外洋水の影響を受けやすい開放的

な内湾や、内湾湾口部のような古環境が示唆される。O'hara et al. (1998) によると、今回の展示標本採取層準と同層準と推測される 3 地点の木下層の貝化石密集層では、二枚貝のバカガイ (*Mactra chinensis*)、ヒメアサリ (*Ruditapes veriegata*)、キタノフキアゲアサリ (*Gomphina neastartoides*) などが多く、N0-N2 の水深帯 (水深 20-30 m 以浅) に生息する二枚貝・巻貝が計 192 種のうち、種数で 6 ~ 7 割 (59.8 ~ 65.7%) を占めており、貝形虫化石の結果と矛盾しない。O'hara et al. (1998) は、これらの貝化石密集層は、古東京湾中央部の潮汐三角州砂礫底で形成され、干潟水路のような環境で、潮汐流や沿岸流の強い影響を受けて形成された、海進期のラグ堆積物と推定した。展示標本採取地付近の堆積物の堆積環境も、O'hara et al. (1998) の推論と同様であると考えられる。

古海中気候については、O'hara et al. (1998) が、3 地域の貝化石群集の HDM グラフを用いた解析から、現在の茨城県南部 (北緯約 36 度) よりやや南方の温暖な環境 (北緯 33.8 ~ 34.6 度: 現在の紀伊半島南岸 ~ 伊豆半島南岸に相当) を推定している。今回、貝形虫化石群には、現在の関東地方沿岸より南方の温暖な環境にのみ分布する種は、含まれていなかった。そのため本地域の古海中気候は、現在の関東地方沿岸 (暖温帶~中間温帶) とほぼ同じであった可能性がある。

貝形虫の *Hemicytherura cuneata*, *Robustaurila ishizakii*, *Aurila corniculata*, *Xestoleberis hanaii*, *Neonesidea* 属の種は、岩礁地の潮間帯付近の海藻や、藻場の海草の葉上に生息する種である (Kamiya, 1988; Kamiya et al., 2001; Sato and Kamiya, 2008 など)。今回の試料では、これらの種が比較的多く、約 30% を占めることから、付近に藻場が存在していた可能性が高い。この地域の木下層の貝化石密集層底生有孔虫化石の研究によると、潮間帯の海藻に棲む種が過半数を占める試料もあり (成田層研究会・茨城地学会, 1998)、貝形虫化石の結果と矛盾しない。海藻・海草葉上に棲む種の多い貝形虫化石群については、東京都世田谷区の上部更新統の東京層、房総半島北部の木下層、これらと同時代の南関東 (古相模湾: 図 2) の酸素同位体ステージ 5.5 の地層 (神奈川県藤沢市と横浜市に分布する相模層群藤沢泥層) 産の化石群から報告がある (Yajima, 1978; Iriuki et al., 2009; 金子ほか, 2022; 小沢ほか, 2023 など)。この中で房総半島北部木更津地域の木下層の貝化石密集層 (桜井貝層) のみから、Yajima (1978) が *Hemicytherura*

cuneata と *Xestoleberis hanaii* の多い（25–30 %）例（Yajima (1978) の G sand のサンプル 519, 520 など）を報告している。このほかには近年、今回の試料の採取地点から約 3 km 北方にある茨城県内守谷町（図 2）玉台橋付近の木下層の貝化石密集層から、小沢ほか（2024）が *Hemicytherura cuneata*, *Xestoleberis hanaii*, *Robustaurila ishizakii*, *Aurila corniculata*, *Neonesidea* 属の種の多い（42 %）例を報告したが、今回の試料のような海藻・海草葉上に棲む種の多い貝形虫化石群の例は比較的希少である。

本研究の貝形虫化石の中で、海藻・海草の葉上に棲む *Hemicytherura cuneata* の 3 分の 1 (8 個) と、*Aurila corniculata* のごく一部 (17 個中の 1 個) の標本は、殻の表面がかなり磨耗し、実体顕微鏡では網目模様や稜などの表面装飾をやや観察しにくい状態である。これは、古東京湾中央部で、当時生じていた強い潮汐流（岡崎・増田, 1992; O'hara *et al.*, 1998; 成田層研究会・茨城地学会, 1998; 増田, 1999 など）の影響を受けて摩滅した可能性がある（小沢ほか, 2024）。今回の試料のような、表面装飾の磨耗した保存不良の特定の種を多く含む貝形虫化石群の報告例はまだごく少ない。関東平野の上部更新統から、表面の磨耗した貝形虫化石の SEM 画像を示した例は、今のところ小沢ほか（2024）の 1 例のみである。そのため、表面の磨耗した海藻・海草葉上生の貝形虫化石が、どの地域からどのくらい産出するのかについては、データがごく少なく実態は不明である。

小沢ほか（2024）の貝形虫化石群と比較すると、展示標本産の化石群は、*Bicornucythere bisanensis*, *Cytheromorpha acupunctata*, *Spinileberis quadriaculeata* のような水深 1 ~ 20 m の内湾湾奥～湾央部の汽水域を好む 3 種は、計 9 個 (3.7 %) と多くはないが、割合で見ると小沢ほか（2024）の 0.8 % (*Bicornucythere bisanensis* のみ 3 個産出) よりやや多い。また表面の摩滅した 2 種 (*Hemicytherura cuneata* と *Aurila corniculata*) の割合も、今回の試料では 3.7 % (9 個) で、玉台橋付近の 7.4 % (26 個) よりやや少ない。さらに小沢ほか（2024）は貝形虫の *Cletocythereis rastromarginata* という種を、2 個のみであるが報告した。この種の分布域は現在の駿河湾～琉球列島の日本列島沿岸およびハワイ沿岸で、現在の関東地方沿岸より南方で、より温暖で外洋的な環境に分布している（Zhou, 1995; Titterton *et al.*, 2001; Irizuki *et al.*, 2008; Tanaka *et al.*, 2012 など）。

今回の試料からは、*Cletocythereis rastromarginata* は産出しなかった。岡崎・増田（1992）の古東京湾の古地理図には、現在の鬼怒川下流域の南方には、古東京湾の中では比較的面積の広い潟（岡崎・増田, 1992 の fig. 13 の bay lagoon）が存在したように描かれている。扱った 2 試料がほぼ同時期の堆積物であった場合、今回の展示標本採取地点の方が、この南方の広い潟までの距離がより近いため、内湾湾奥～湾央部の汽水域を好む 3 種のごく少数の化石を含み、また外洋水や潮汐流の影響がやや弱いことが、摩滅した貝形虫化石が少ない要因となり、貝形虫化石群の種構成と一部の化石の保存状態もやや異なる原因となった可能性もある。ただし鬼怒川下流域の貝形虫化石群データはまだ少ないため、今後は調査地点を増やし、隣接する各地点間の化石群の種構成および古環境の差異を、より詳細に検討する必要がある。古東京湾中央部の古環境・古地理の解析において、本研究のような貝形虫化石群の種構成の地域間における共通・相違点の検討は重要である。

博物館の微化石標本展示の一案

微化石は肉眼では観察しにくいためか、日本の自然史系博物館で微化石標本の実物を見せている館は、筆者らの知る限りではそれほど多くない。微化石を拡大撮影した電子顕微鏡画像をパネルにして展示したり、拡大模型を展示している館は比較的多い。ごく一部の自然史系博物館（国立科学博物館、群馬県立自然史博物館、戸隠地質化石博物館など）では、微化石標本を実体顕微鏡やルーペあるいはデジタル顕微鏡の小型モニターで拡大して見せている展示コーナーがある。しかし、その微化石を産出した堆積物まで同じ場所で展示している例は、貝形虫のような石灰質微化石では、今のところ見あたらない。

今回取り扱った微化石は、博物館に現在も展示中の堆積物標本（図 4）より分取した 5 g の試料から産出した、200 個以上のものである。この堆積物標本と、そこから産出した微化石標本の実体顕微鏡観察コーナーを、隣接して展示できれば（展示スペースの広さ・予算・実体顕微鏡の維持管理の問題などが新たに生じるが）、「このような堆積物には、これほど小さな微化石がたくさん含まれている」という堆積物や微化石の特性を見学者が実感できる、ユニークで興味を引く

展示となると期待する。例えば、5 g の堆積物試料をガラスの管ビンに入れ、その横にその 5 g の堆積物から産出した貝形虫や他の色々な種類の微化石（微小巻貝・二枚貝、大型貝化石の破片、有孔虫、珪藻、放散虫、ウニのトゲ、魚の耳石、クモヒトデの骨片、コケムシ、海綿の骨針、形成動物不明のフン粒など）標本を微化石用スライドに載せ、それぞれの化石の説明文を付して展示すると、わずか 5 g の試料から産出する微化石の個数と種類の多さが、より伝わりやすいだろう。また、様々な種類の微化石の入った堆積物試料をシャーレの上に撒いて、カラー写真撮影したパネルをその横に展示すると、砂粒子と同サイズの微化石の小ささや、ごくわずかな量の堆積物に、無数に微化石を含む場合があることを、一層実感できるだろう。このような展示コーナーが、日本の自然史系博物館に1つでも増えることで、研究者以外には馴染みのない微化石が認知され、サイズや圧倒的な数の多さだけでなく、多様性や古環境解析における利点が知られる良い機会となることを期待したい。

謝 辞

ミュージアムパーク茨城県自然博物館には、館内に展示中の貴重な堆積物標本を微化石研究用試料として検討する機会をえていただき、また標本画像撮影時には館所蔵の走査型電子顕微鏡（日本電子株式会社製 JCM-7000 NeoScope）を使用させていただいた。群馬県立自然史博物館には、標本画像撮影時に館所蔵の走査型電子顕微鏡（日立ハイテクノロジーズ製 TM-1000）を使用させていただいた。

本稿の執筆にあたり、査読者 2 名には適切なご助言をいただき、原稿を改善することができた。ここに記して感謝を申し上げる。

引用文献

- 遠藤 好・根本 茂・蜂須紀夫・秋葉弘子. 2000. 消えた露頭(1) 土浦市田村町の成田層中の化石床. 茨城自然博物館研究報告, (3): 33-39.
- Frydl, P. M. 1982. Holocene ostracods in the southern Boso Peninsula. University Museum, *University of Tokyo Bulletin*, 20: 61-140.
- 原島 舞・藤野未来・金子 稔・石川博行・野村正弘. 2019. 土浦市田村町の下総層群貝化石層に含まれる介形虫化石と有孔虫化石. 土浦市立博物館紀要, (29): 1-12.
- 茨城県高等学校教育研究会地学部. 1987. 茨城の有孔虫(その1) (底生有孔虫化石の分類). 地学研究シリーズ(28), 40 pp.
- 茨城県高等学校教育研究会地学部. 1992. 茨城の有孔虫(その2) (底生有孔虫化石が示す古環境). 地学研究シリーズ(32), 38 pp.
- 池谷仙之・塩崎正道. 1993. 日本沿岸内湾性介形虫類の特性-古環境解析の指標として-. 地質学論集, 39: 15-32.
- Irizuki, T., T. Seto and R. Nomura. 2008. The impact of fish farming and bank construction on Ostracoda in Uranouchi Bay on the Pacific coast of southwest Japan-Faunal changes between 1954 and 2002/2005. *Paleontological Research*, 12: 283-302.
- Irizuki, T., H. Taru, K. Taguchi and Y. Matsushima. 2009. Paleobiogeographical implications of inner bay Ostracoda during the Late Pleistocene Shimosueyoshi transgression, central Japan, with significance of its migration and disappearance in eastern Asia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 271: 316-328.
- Ishizaki, K. 1968. Ostracodes from Uranouchi Bay, Kochi Prefecture, Western Honshu, Japan. *Science Reports of the Tohoku University, Second Series (Geology)*, 37: 1-45.
- Kamiya, T. 1988. Morphological and ethological adaptations of Ostracoda to microhabitats in Zostera beds. In: Hanai, T., N. Ikeya and K. Ishizaki (eds.), *Evolutionary Biology of Ostracoda - Its fundamentals and applications*, pp. 303-318. Kodansha, Tokyo, Elsevier, Amsterdam.
- Kamiya, T., H. Ozawa and M. Obata. 2001. Quaternary and Recent marine Ostracoda in Hokuriku district, the Japan Sea coast. In: Ikeya, N. (ed.) *Field Excursion Guidebook for the 14th International Symposium of Ostracoda, Shizuoka*, pp. 73-106. Organising committee of 14th ISO, Shizuoka.
- 上山沙也加・中尾有利子・小沢広和. 2017. 多摩川河口干潟の貝形虫相とその季節変化. 日本大学文理学部自然科学研究紀要, (52): 119-134.
- 金子 稔. 2023. 茨城県阿見町島津の更新統下総層群から産出した底生有孔虫化石. 茨城県自然博物館研究報告, (26): 41-44.
- 金子 稔・石川博行・野村正弘・中澤 努. 2018. 埼玉県さいたま市で掘削された浦和 GS-UR-1 コアの更新統下総層群産有孔虫化石群集. 地質調査研究報告, 69: 211-232.
- 金子 稔・石川博行・原島 舞・野村正弘・中澤 努. 2022. 東京都世田谷区で掘削された上用賀 GS-SE-1 及び駒沢 GS-SE-3 コアの更新統東京層の有孔虫・貝形虫化石群集. 地質調査研究報告, 73: 49-65.
- 近藤康生. 1991. 千葉県松戸市栗山の地下から産した後期更新世の外洋性浅海砂底貝化石群-特に最終間氷期における古東京湾の海況復元に関連して-. 千葉県立中央博物館自然誌研究報告, 1: 1-8.
- 町田 洋. 2008. 大磯丘陵から下総台地までの第四系. 日本地質学会(編): 日本地質誌 3・関東地方, pp. 299-315. 朝倉書店.
- 間嶋隆一・池谷仙之. 1996. 古生物学入門. 180 pp., 朝倉書店.

- 増田富士雄. 1999. 古東京湾における貝化石群集シミュレーション. 地質学論集, 54: 65–83.
- Murakoshi, N. and F. Masuda. 1992. Estuarine, barrier-island to strand-plain sequence and related ravinement surface developed during the last interglacial in the Paleo-Tokyo Bay, Japan. *Sedimentary Geology*, 80: 167–184.
- 中島啓治・中庄村八・吉川和男. 2022. 群馬県明和町の新規掘削温泉の温泉地質. 群馬県温泉協会学術調査研究報告書(温泉科学): 1–23.
- 中島 礼. 2003. 土浦市田村町から産出した貝化石層の記載と展示物作成. 土浦市立博物館紀要, (13): 1–9.
- 中村太亮・岡田 悟・塚越 哲・佐藤慎一. 2021. 浜名湖における40年を隔てた貝形虫の生息分布の変遷. 日本ペントス研究会誌, 76: 39–49.
- Nakao, Y. and A. Tsukagoshi. 2002. Brackish-water Ostracoda (Crustacea) from the Obitsu River Estuary, central Japan. *Species Diversity*, 7: 67–115.
- 中澤 努・田辺 晋. 2011. 野田地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅). 産総研地質調査総合センター, 72 pp.
- 成田層研究会・茨城地学会. 1998. 第四系・化石. 茨城県自然博物館第1次総合調査報告書, pp. 45–88, ミュージアムパーク茨城県自然博物館.
- 納谷友規・本郷美佐緒・植木岳雪・八戸昭一・水野清秀. 2017. 関東平野中央部の地下に分布する鮮新–更新統の層序と構造運動. 地質学雑誌, 123: 637–652.
- O’hara, S., M. Sugaya and T. Hosogai. 1998. Molluscan fossils from the Kioroshi Formation along the downstream of the Kinu-gawa (River) in the Kanto Plain. *Bulletin of Ibaraki Nature Museum*, (1): 33–45.
- 岡崎浩子・増田富士雄. 1992. 古東京湾の堆積システム. 地質学雑誌, 98: 235–258.
- 岡崎浩子・佐藤弘幸・中里裕臣. 2001. 更新統下総層群の形成ダイナミクス. 第四紀研究, 40: 243–250.
- Ozawa, H. and T. Kamiya. 2001. Palaeoceanographic records related to glacio-eustatic fluctuations in the Pleistocene Japan Sea coast based on ostracodes from the Omma Formation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 170: 27–48.
- Ozawa, H., T. Kamiya and A. Tsukagoshi. 1995. Ostracode evidence for the paleoceanographic changes of the middle Pleistocene Jizodo and Yabu Formations in the Boso Peninsula, central Japan. *Science Reports of the Kanazawa University*, 40: 9–37.
- 小沢広和・金子 稔・野村正弘・今橋春日・齋藤仁見・原島 舞・佐藤有花・菅原久誠. 2023. 神奈川県藤沢市日本大学生物資源科学部構内ボーリングコア産更新世後期貝形虫・有孔虫化石とフランボイダルパイライト. 生物資源科学, 32: 7–23.
- 小沢広和・金子 稔・野村正弘・石川博行・加藤太一. 2024. 茨城県常総市内守谷町玉台橋付近の上部更新統木下層産貝形虫化石. 茨城県自然博物館研究報告, (27): 11–18.
- Sato, T. and T. Kamiya. 2008. Taxonomy and geographical distribution of recent *Xestoleberis* species (Cytheroidea, Ostracoda, Crustacea) from Japan. *Paleontological Research*, 11: 183–227.
- 鈴木達彦・青木直昭. 1962. 茂原市北西の地蔵堂層および藪層の層序と有孔虫化石について. 地質学雑誌, 68: 497–506.
- Tanaka, G., B. C., Zhou, N. Ikeya and Y. Hasegawa. 2012. Recent ostracod assemblages from Suruga Bay, central Japan. *Bulletin of Gunma Museum of Natural History*, (16): 1–30.
- 田中美穂・中島 礼・中澤 努・谷田部信郎・磯部一洋・長森英明・野田 篤. 2006. 地質標本館2005年度野外観察会の様子—古東京湾の地層と化石・太古の渚で潮干狩り. 地質ニュース, 618: 16–24.
- Titterton, R., R. C. Whatley, J. E. Whittaker. 2001. A review of some key species of mainly Indo-Pacific Ostracoda from the collection of G. S. Brady. *Journal of Micropalaeontology*, 20: 31–44.
- 徳橋秀一・近藤康生. 1989. 下総層群の堆積サイクルと堆積環境に関する一考察. 地質学雑誌, 95: 933–951.
- Tsukagoshi, A. 1998. On *Callisitocythere pumila* Hanai. *StereAtlas of Ostracod Shells*, 25: 9–16.
- Tsukawaki, S., T. Kamiya, M. Kato, T. Matsuzaka, H. Naraoka, K. Negishi, H. Ozawa and R. Ishiwatari. 1997. Preliminary results from the R. V. *Tansei-maru* Cruise KT95-14 Leg 2 in the southern marginal area in the Japan Sea-Part I: sediments, benthic foraminifers and ostracodes. *Bulletin of the Japan Sea Research Institute*, (28): 13–43.
- 内尾高保. 1961. 「瀬又の堰」貝層の有孔虫化石群とその層位学的意義. 横山記念論文集, pp. 239–247.
- Yabe, H. 1931. Geological growth of Tokyo Bay. *Bulletin of the Earthquake Research Institute, Tokyo, Imperial University*, 9: 333–339.
- Yajima, M. 1978. Quaternary Ostracoda from Kisarazu near Tokyo. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (112): 371–409.
- Yajima, M. 1982. Late Pleistocene Ostracoda from Boso Peninsula, central Japan. *University Museum, University of Tokyo, Bulletin*, (20): 141–227: 256–267.
- Zhou, B. C. 1995. Recent ostracode fauna in the Pacific off Southwest Japan. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyoto University, Series of Geology and Mineralogy*, 57: 21–98.

(要 旨)

小沢広和・金子 稔・石川博行・野村正弘・石塚勇太・加藤太一. 茨城県守谷市西板戸井の上部更新統木下層産貝形虫化石：茨城県自然博物館の堆積物展示の分析から. 茨城県自然博物館研究報告 第28号 (2025) pp. 37-45, pls. 1-2.

茨城県守谷市西板戸井の鬼怒川下流の露頭で採取された、下総層群木下層の1試料（本館展示の堆積物標本）から更新世後期（約12万年前；MIS5.5）の26属41種の貝形虫化石が産出した。これらは *Aurila*, *Hemicytherura*, *Loxoconcha* 属の種を多く含む。これらは、本州・四国沿岸の開放的な内湾や内湾湾口部の現生群集に多く含まれる種あるいはその類似種であるため、本地域の古環境は外洋水の影響を受ける開放的な内湾や内湾湾口部の浅海で、古海中気候は現在の関東沿岸とはほぼ同じ（暖温帶～中間温帶）であった可能性がある。古東京湾中央部の古環境・古地理復元において、これらの貝形虫化石は重要である。

(キーワード)：茨城県、木下層、更新世後期、MIS5.5、守谷市、西板戸井、貝形虫、古東京湾、下総層群。

茨城県守谷市西板戸井の上部更新統産貝形虫化石

図版と説明

(2 図版)

Plates and Explanations

(2 plates)

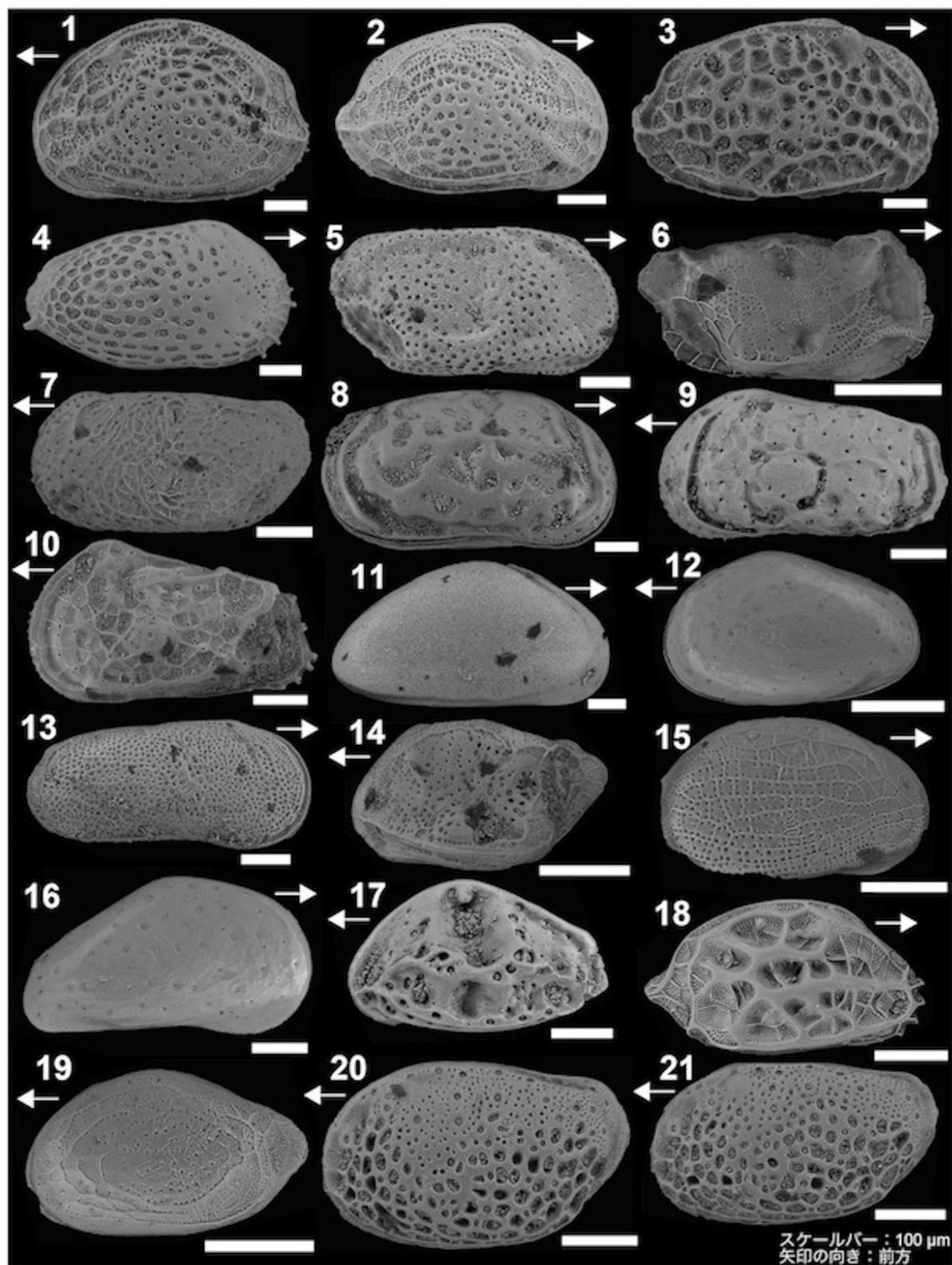
図版1 (Plate 1)

図版1. 貝形虫化石のSEM画像（その1）。幼体：4, 6, 10, 12, 19。これら以外は全て成体。全て博物館展示の堆積物標本から産出。

Plate 1. SEM images of fossil ostracods, Part 1. All the specimens are adult, except for 4, 6, 10, 12 and 19, which are juvenile. All specimens were yielded from a sediment specimen exhibited at Ibaraki Nature Museum.

- 1: *Aurila corniculata* Okubo (INM-4-20095)
- 2: *Aurila inabai* Okubo (INM-4-20096)
- 3: *Aurila kiritsubo* Yajima (INM-4-20097)
- 4: *Bicornucythere bisanensis* (Okubo) (INM-4-20098)
- 5: *Bythoceratina hanaii* Ishizaki (INM-4-20099)
- 6: *Bythoceratina* sp. (INM-4-20100)
- 7: *Bythocythere* sp. (INM-4-20101)
- 8: *Callistocythere subjaponica* Hanai (INM-4-20102)
- 9: *Coquimba ishizakii* Yajima (INM-4-20103)
- 10: *Cornucoquimba tosaensis* (INM-4-20104)
- 11: *Cyprididae?* sp. (Ishizaki) (INM-4-20105)
- 12: *Cythere* sp. (INM-4-20106)
- 13: *Cytheromorpha acupunctata* (Brady) (INM-4-20107)
- 14: *Cytheropteron miurensense* Hanai (INM-4-20108)
- 15: *Cytherura?* sp. (INM-4-20109)
- 16: *Eucythere yugao* Yajima (INM-4-20110)
- 17: *Hanaiborchella triangularis* (Hanai) (INM-4-20111)
- 18: *Hemicytherura cuneata* Hanai (INM-4-20112)
- 19: *Hemicytherura* sp. (INM-4-20113)
- 20: *Loxoconcha hanachirusato* Yajima, female (INM-4-20114)
- 21: *Loxoconcha hanachirusato* Yajima, male (INM-4-20115)

Plate 1



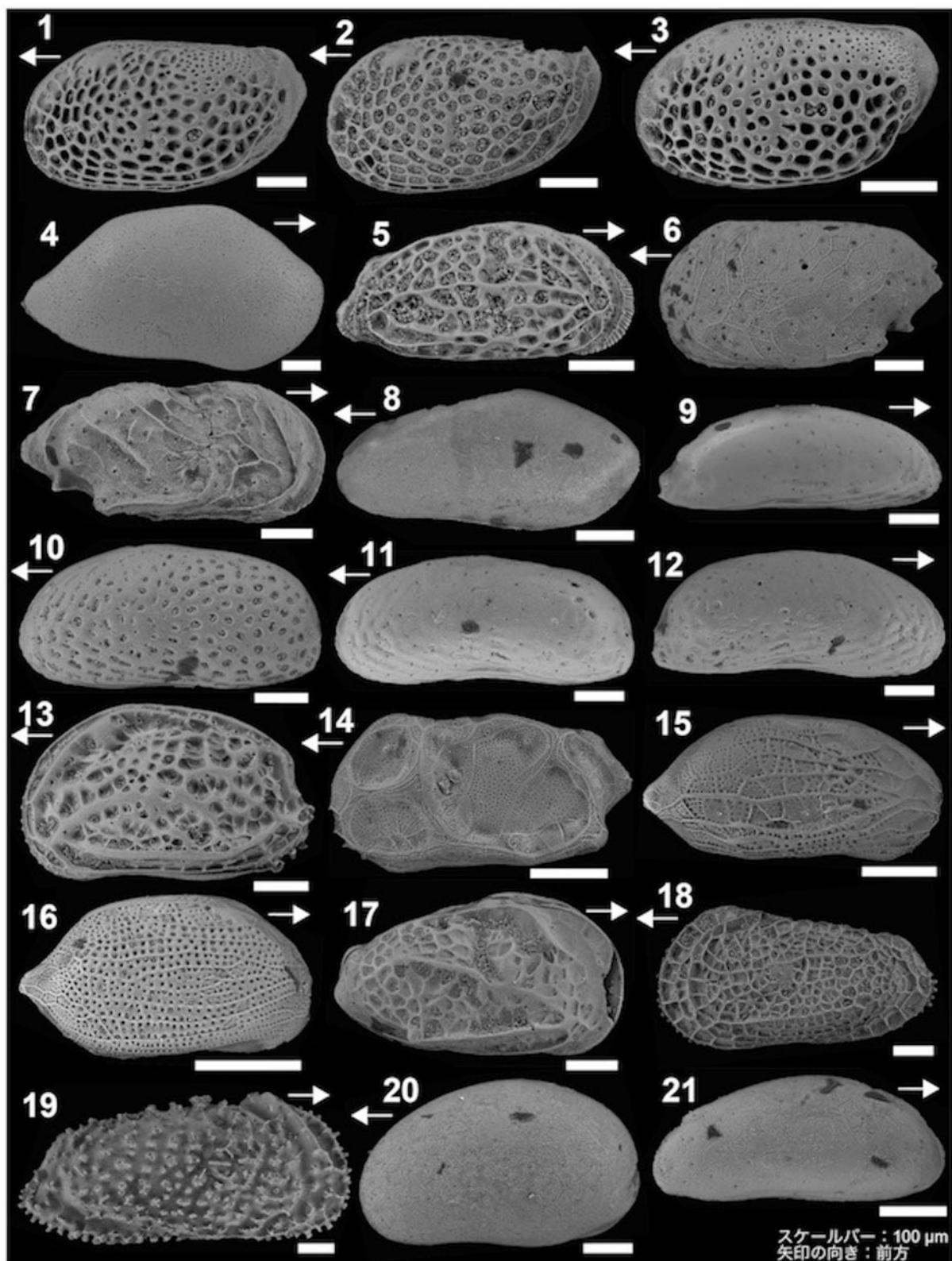
図版2 (Plate 2)

図版2. 貝形虫化石のSEM画像（その2）。幼体：4, 6, 18。これら以外は全て成体。全て博物館展示の堆積物標本から産出。

Plate 2. SEM images of fossil ostracods, Part 2. All the specimens are adult, except for 4, 6 and 18, which are juvenile. All specimens were yielded from a sediment specimen exhibited at Ibaraki Nature Museum.

- 1: *Loxoconcha epeterseni* Ishizaki (INM-4-20116)
- 2: *Loxoconcha* cf. *epeterseni* Ishizaki (INM-4-20117)
- 3: *Loxoconcha* cf. *prolaeta* Zhou (INM-4-20118)
- 4: *Neonesidea* sp. (INM-4-20119)
- 5: *Paijenborchella miurensis* Hanai (INM-4-20120)
- 6: *Paracytheridea bosoensis* Yajima (INM-4-20121)
- 7: *Paracytheridea neolongicaudata* Ishizaki (INM-4-20122)
- 8: *Paradoxostoma* sp. (INM-4-20123)
- 9: *Pontocythere japonica* (Hanai) (INM-4-20124)
- 10: *Pontocythere kashiwarensis* (Hanai) (INM-4-20125)
- 11: *Pontocythere miurensis* (Hanai) (INM-4-20126)
- 12: *Pontocythere subjaponica* (Hanai) (INM-4-20127)
- 13: *Robustaurila ishizakii* (Okubo) (INM-4-20128)
- 14: *Semicytherura* cf. *henryhowei* Hanai and Ikeya (INM-4-20129)
- 15: *Semicytherura* cf. *miurensis* (Hanai) (INM-4-20130)
- 16: *Semicytherura* cf. *wakamurasaki* Yajima (INM-4-20131)
- 17: *Spinileberis quadriaculeata* (Brady) (INM-4-20132)
- 18: *Trachyleberis niitsumai* Ishizaki (INM-4-20133)
- 19: *Trachyleberis scabrocuneata* (Brady) (INM-4-20134)
- 20: *Xestoleberis hanaii* Ishizaki (INM-4-20135)
- 21: Gen et. sp. indet (INM-4-20136)

Plate 2



短報 (Short Article)

茨城県ひたちなか市の上部白亜系那珂湊層群磯合層から産出した
生痕化石 *Archaeozostera**[†]

村田一弘¹・松尾武祥¹・加藤太一¹

(2024年12月6日受理)

**A Trace Fossil *Archaeozostera* Discovered from the Isoai Formation
of the Upper Cretaceous Nakaminato Group in Hitachinaka City,
Ibaraki Prefecture, Japan***

Kazuhiro MURATA¹, Takeyoshi MATSUO¹ and Taichi KATO¹

(Accepted December 6, 2024)

Abstract

A trace fossil *Archaeozostera* (INM-4-19436) was discovered in a turbiditic sandstone block derived from the Upper Cretaceous lower Maastrichtian Isoai Formation, Nakaminato Group distributed along the Pacific coast in Hitachinaka City, Ibaraki Prefecture, Japan. The specimen of *Archaeozostera* treated here consists of eight tunnels filled with black muddy sediments. Comparative analysis in morphology and mode of occurrence between the Nakaminato specimen and the complete specimens of *Archaeozostera* occurring in the Upper Cretaceous Izumi Group strongly suggests that the Nakaminato *Archaeozostera* consists only of the eight radial tunnels (RT) but is an incomplete specimen in morphology. This is the first occurrence record of *Archaeozostera* from the Nakaminato Group. It indicates that the *Archaeozostera*-producing animal inhabited in not only the Izumi but also the Nakaminato basins.

Key words: *Archaeozostera*, trace fossil, Isoai Formation, Nakaminato Group, Upper Cretaceous, Ibaraki, Japan

はじめに

生痕化石 *Archaeozostera* は、西南日本の中央構造線北側に分布する上部白亜系和泉層群から多産することが古くから知られている（例えば、郡場・三木, 1931; 棚部, 1972; 甲藤, 1977; 徳橋・両角, 1983; ザイラッハ, 2001; 宮田ほか, 2012; 菊池・小竹, 2013; Kotake *et al.*,

2016; 平澤, 2020）。この生痕化石はかつて植物化石として記載され、形態的特徴および推定された堆積環境からアマモ科の祖先として解釈され、“コダイアマモ”という和名も与えられた（郡場・三木, 1931）。しかし1980年以降、葉の折れ曲がりが認められないなど保存状態が良すぎること、植物としての組織が見られないこと、葉と考えられた部位が黒色の泥質物で構

* 化石の発掘調査はミュージアムパーク茨城県自然博物館の重点研究の一環として実施された。化石の分類および比較検討は創造的調査研究として実施された。

[†] 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).

成されていること、産出する地層の堆積環境が深海の海底扇状地であるといった理由から、この化石は植物ではなく生痕化石である可能性が指摘されるようになった（例えば、那須、1983; Kuo *et al.*, 1989; Fu, 1991; ザイラッハー, 2001）。近年、Kotake *et al.* (2016) は *Archaeozostera* の全体の形態を復元するとともに、それが定住生活を採用する内在型デトリタス食者によって、形成された生痕化石であることを明らかにした。

このように、*Archaeozostera* の正体が解明されつつある一方、その産出地域および時代が極めて限られていることの理由は全く分かっていない。これまで *Archaeozostera* のほとんどは和泉層群および宇和島層群から産出しており（例えば、Koriba and Miki, 1958; 棚部, 1972; 徳橋・両角, 1983; 宮田ほか, 2012; 平澤, 2020），他には樺太（サハリン）の白亜系と北海道の蝦夷層群からわずかな報告例が知られているに過ぎない（例えば、大石, 1931; 大石・松本, 1937）。一方、上部白亜系以外では、糸魚川（1981）と杉浦・柴田（1984）が愛知県の中部中新統師崎層群から、そして Kotake *et al.* (2016) がスペインの古第三系始新統からの産出を報告しているのみである。これらの事実は *Archaeozostera* 形成者がより広範な地域および時代に生息していた可能性を強く示唆するものの、その検証のためにはより多くの地域と地層から *Archaeozostera* を発見することが必要である。

著者らは、茨城県ひたちなか市の大洗県立自然公園の第2種特別地域内に露出する上部白亜系那珂湊層群から生痕化石 *Archaeozostera* (INM-4-19436；以下、本標本) を発見した。本標本は那珂湊層群から初めての発見である。本稿では、那珂湊層群 *Archaeozostera* の産出層準、形態、産状を記載し、産出の意義を述べる。

生痕化石の記載

標本番号

INM-4-19436 (所蔵：ミュージアムパーク茨城県自然博物館)。

採取地点

茨城県ひたちなか市の太平洋岸（図1）。

産出層準

本研究で扱った *Archaeozostera* は、那珂湊層群磯合層が露出する海岸で見つかった。砂岩転石（大きさは約 20 cm × 40 cm × 30 cm）中に含まれていた（図1）。

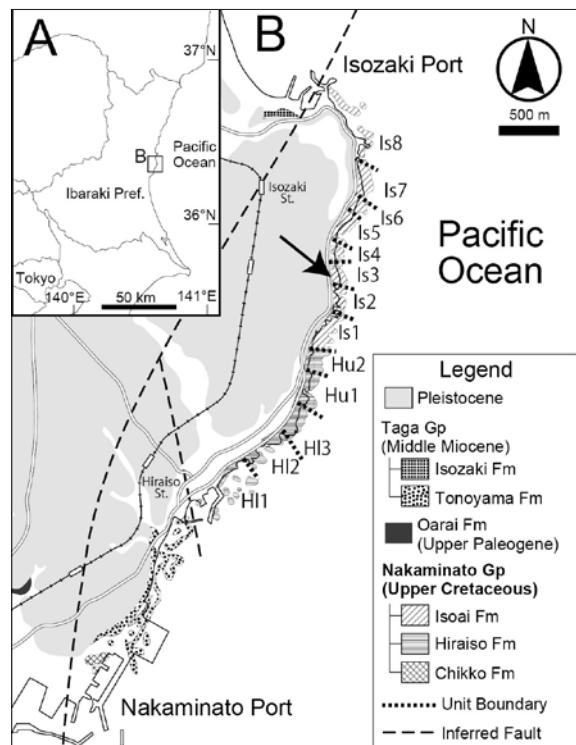


図1. 調査位置 (A) と調査地域付近の地質図 (B)。B の矢印は、本研究で検討した生痕化石 *Archaeozostera* を含む砂岩ブロックの採取地点を示す。地質図は坂本ほか (1972) および Masukawa and Ando (2018) を改変。H1 1~3, Hu 1~2, Is 1~8 は岩相層序ユニットを示す。略称: Fm, 層; Gp, 層群; Pref, 県; St, 駅。

Fig. 1. Index map (A) and geological map (B) of the study area. Arrow in B indicates the sampling location of the trace fossil *Archaeozostera*-bearing sandstone block examined herein. Geological map is modified from Sakamoto *et al.* (1972) and Masukawa and Ando (2018). H1 1–3, Hu 1–2, and Is 1–8 indicate the lithostratigraphic unit. Abbreviations: Fm, Formation; Gp, Group; Pref, Prefecture; St, Station.

磯合層は、タービダイト砂岩が卓越する砂岩泥岩互層を主体とし、しばしば厚いタービダイト砂岩を挟在する。安藤（2006）によれば、磯合層は深海底に形成された海底扇状地の堆積物と解釈されている。磯合層は8つの岩相層序ユニット (Is1 ~ Is8) に区分されており（田中 1970），本標本を含む転石の採取地点付近には、岩相層序ユニット Is2 上部から Is3 下部までが露出する（図1B, 2）。

Archaeozostera を含む転石は、級化構造を示す2枚のタービダイト砂岩 (Tr-1, Tr-2) によって構成されている（図3）。Tr-2の基底面は、Tr-1の層理面に対して10°以下の角度で斜交している。この転石で認められる岩相の特徴は、岩相層序ユニット Is3 下部に挟在するタービダイト砂岩層のそれに極めて酷似している

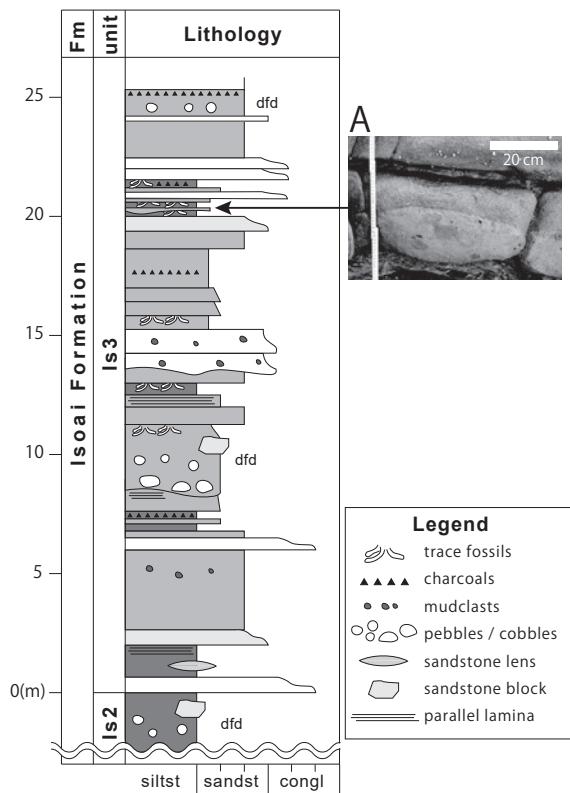


図2. 磯合層下部の地質柱状図。加藤ほか (2022) を改変。矢印は本研究で検討した生痕化石 *Archaeozostera* を含む砂岩ブロックの推定産出層準 (A) を示す。略称: congl, 磯岩; dfd, 土石流堆積物; Fm, 層; sandst, 砂岩; siltst, シルト岩。

Fig. 2. Columnar section of the lower part of the Isoai Formation distributed in the study area. Modified from Kato *et al.* (2022). Arrow indicates the inferred stratigraphic horizon (A) for the trace fossil *Archaeozostera*-bearing block examined in this paper. Abbreviations: congl, conglomerate; dfd, debris flow deposit; Fm, Formation; sandst, sandstone; siltst, siltstone.

(図2)。したがって、本標本の産出層準は、磯合層の岩相層序ユニット Is3 下部と考えられる。岩相層序ユニット Is3 は、海底土石流堆積物や、スランプ性褶曲が認められる海底地すべり堆積物を含むことから、物理的に不安定な海底環境であったことが推定される。なお、岩相層序ユニット Is3 の地質年代は、産出するアンモナイト類（例えば, *Didymoceras awajiensis*）やイノセラムス類（例えば, *Inoceramus (Endocostea) shikotanensis*），そして砂岩に含まれるジルコンのU-Pb年代などから、マーストリヒチアン階の最下部であると推定されている (Masukawa and Ando, 2018)。

トンネルの形態および充填物

本標本は、放射状に配列した8本のトンネル (T1 ~ T8) で構成されている（図4）。それぞれのトンネルは



図3. *Archaeozostera* が発見されたタービダイト砂岩ブロックの断面。T1 ~ 7: *Archaeozostera* のトンネル断面, Tr-1 と Tr-2: タービダイト砂岩の単層。スケールバーは 10 cm。

Fig. 3. Cross-sectional view of the *Archaeozostera*-bearing sandstone block of turbidite origin. T1-7: the radial tunnels of *Archaeozostera*. Tr-1 and Tr-2: turbidite sandstone. Scale bar is 10 cm.

ほぼ直線状、またはわずかに湾曲している。これらうち、T1 と T2, T3 ~ T7 の一部は重なっている。これらトンネルの最大幅はどれも 20 mm 前後で（表1），厚みは 1 mm 程度である。これらの中で最も長いトンネルは T7 で、その長さは約 20 cm である。また、湾曲度合いを確認できる中で最も湾曲が弱く、直線状であるのも T7 である。

トンネルは、母岩と異なる黒色の泥物質で充填されており、メニスカス構造や糞便起源のペレットは見られない。母岩とトンネルの境界に裏うちのような構造物は認められない。

産状

本標本は、2枚のタービダイト砂岩 (Tr-1, Tr-2) のほぼ境界面付近に存在し、破断面より上位側ブロックの下面（図4A）と下位側ブロックの上面（図4B）で識別される。この生痕化石を構成するトンネルの平坦面は、層理面に対してほぼ平行である。

破断面とタービダイトの境界面は起伏があって一部斜交しており、図4では破線の上側が Tr-2、下側が Tr-1 になっている。T7 の一部が Tr-2 基底の礫層部中にも見られることを別にすれば、全てのトンネルは Tr-1 最上部の砂岩部で認められる。

議論

1. 和泉層群産 *Archaeozostera* との比較

本標本は、放射状に配列する複数のトンネルが認め

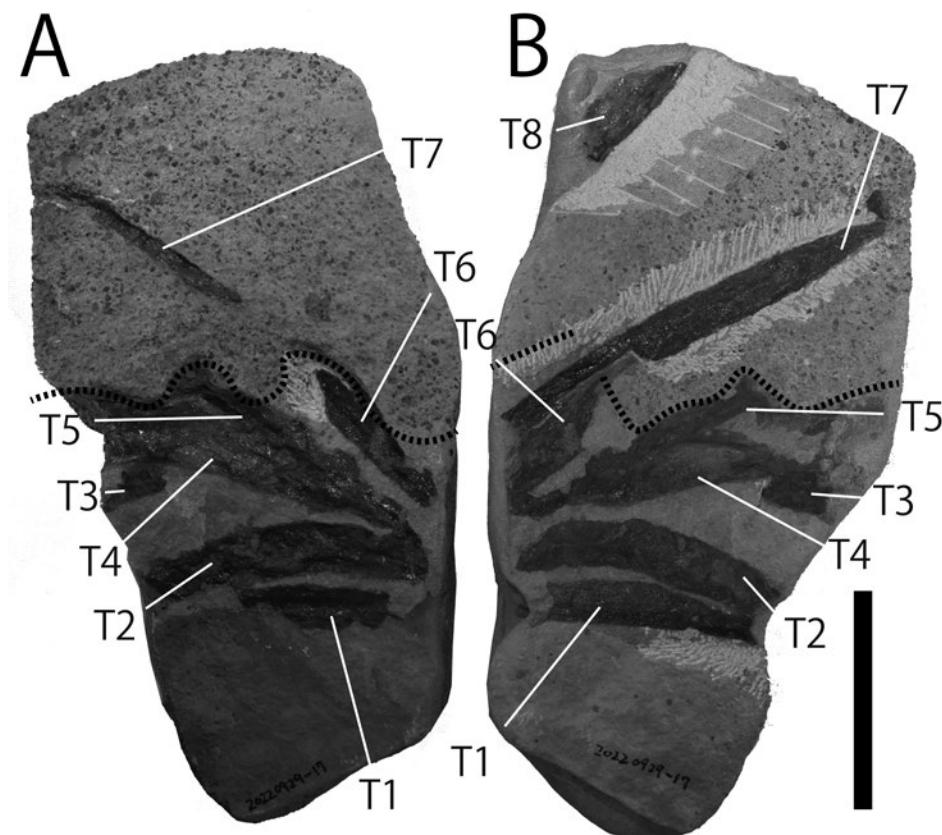


図4. 那珂湊層群産 *Archaeozostera* (INM-4-19436) A: 上位側ブロックの下面. B: 下位側ブロックの上面. T1~T8: トンネルの番号. 破線: Tr-1 と Tr-2 の境界. スケールバーは 10 cm.

Fig. 4. *Archaeozostera* specimen (INM-4-19436) from the Nakaminato Group. A: Bottom surface of the upper block. B: Top surface of the lower block. T1-T8: tunnel numbers. Broken lines: the boundary between Tr-1 and Tr-2. Scale bar is 10 cm.

表1. トンネルの最大幅.

Table 1. Maximum tunnel width.

トンネル	最大幅 (mm)
T1	21
T2	25
T3	19
T4	23
T5	17 +
T6	20 +
T7	20
T8	25

られるものの、それらの基部と先端部は保存されておらず、全体の形態は不明である。しかし、本標本のトンネルの形態や配列、充填物、産状の特徴は、和泉層群産 *Archaeozostera* のそれらと概ね一致する。

Kotake *et al.* (2016) は、徳島県鳴門市に分布する和泉層群坂東谷層から産出した *Archaeozostera* の保存良好な標本に基づき *Archaeozostera* の全体像を明らかに

した。そして、形態と産状の違いから完全標本を異なる3つのステージ（ステージ I ~ III）に区分できることを示した。放射状に配列したトンネル同士が重なり合う特徴や、一部のトンネルがほぼ直線状に伸びる特徴はステージ III に限って見られることから、本標本は Kotake *et al.* (2016) が定義した *Archaeozostera* のステージ III の放射状トンネル (RT) に相当すると考えられる。

2. 那珂湊層群における *Archaeozostera* の産出意義

那珂湊層群は、堆積相や産出するアンモナイトなどの軟体動物化石の類似性から、和泉層群の東方延長であると考えられている（例えば、田中, 1970, 1986; 安藤, 2006; Masukawa and Ando, 2018; 長谷川ほか, 2019）。それらに加えて近年では、脊椎動物化石についてもスッポン科（加藤ほか, 2019）やサメ類の *Squalicorax* 属（加藤ほか, 2020）が両層群に共通して産出することが報告されている。

本研究により、和泉層群から多産する生痕化石 *Archaeozostera* が、那珂湊層群からも産出することが初めて判明した。この事実は、*Archaeozostera* を形成した底生動物が、那珂湊層群が堆積した当時の海底にも生息していたことを示している。

和泉層群と那珂湊層群からは、上記のとおり共通する生物の体化石が発見されてきたが、今回新たに、共通の生痕化石 *Archaeozostera* が産出したことで、それぞれの地層が堆積した当時の生態系や環境の類似性が高かったことを支持する新たな知見が得られた。

また、本稿で扱った *Archaeozostera* 標本は、那珂湊層群においては *Hitachia nakaminatoensis* (Hatai and Noda, 1972) に次いで 2 番目に報告される生痕化石属であり、特に磯合層においては初めて属レベルで分類が検討された生痕化石となった。那珂湊層群における生痕化石の調査・検討を進めることは、硬組織を持たない動物を含めた当時の底生動物群集全体に関する知見を蓄積することにつながる。このような多面的な基礎データの蓄積は、後期白亜紀の北西太平洋域における海洋生態系に関する理解を深めることに資すると考えられる。

謝 辞

那珂湊層群の調査においては、茨城大学名誉教授の安藤寿男博士、同大学卒業生の増川玄哉氏をはじめとして、多くの方々のご支援をいただいた。茨城県県民生活環境部環境政策課の皆様には、発掘調査の許可取得においてご高配をいただいた。大阪市立自然史博物館の西野 萌学芸員には、コダイアマモの標本調査にあたり多大なご協力をいただいた。2名の査読者には多くの有意義な助言をいただき、本稿の質を大幅に改善することができた。本研究にご協力いただいた皆様に厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 安藤寿男. 2006. 関東平野東端の太平洋岸に分布する銚子層群・那珂湊層群・大洗層の地質学的位置づけ. 地質学雑誌, 112 (1): 847–897.
- Fu, S. 1991. Funktion, Verhalten und Einteilung fucoider und lophocenilder Lebenspuren, Courier Forschungsinstitut Senckenberg. *Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft Frankfurt a. M.*, 1–79.
- 長谷川遼・磯崎行雄・堤 之恭. 2019. 破片化した過去の前弧堆積盆地—関東・南東北に散在する和泉層群延長の白亜系・古第三系砂岩—. 地学雑誌, 129 (1): 49–70.
- Hatai, K. and H. Noda. 1972. A fossil worm trail from the Upper Cretaceous Nakaminato Formation, Ibaraki prefecture. *Transactions and proceedings of the Palaeontological Society of Japan New Series*, (88): 458–461.
- 平澤 聰. 2020. 上部ジュラ系九頭竜層群有峰層（富山県南東部）から産出したメニスカス状後方充填構造を持つ化石棲管（補遺）—生痕化石 *Archaeozostera* Koriba and Miki, 1958（“コダイアマモ”郡場・三木, 1931）との比較. 富山県科学博物館研究報告, (44): 73–82.
- 糸魚川淳二. 1981. 東海の化石. 243 pp., 中日新聞社.
- 加藤太一・蘭田哲平・宮田真也・河野重範・安藤寿男. 2019. 茨城県ひたちなか市の上部白亜系那珂湊層群から産出した大型すっぽん類化石とその産出意義. 茨城県自然博物館研究報告, (22): 31–36.
- 加藤太一・宮田真也・河野重範・奥村よほ子・高野朋子・蘭田哲平・大倉正敏・高桑祐司・安藤寿男. 2020. 茨城県ひたちなか市の上部白亜系那珂湊層群から産出したサメ類の歯化石. 化石研究会誌, 53 (1): 18–28.
- 菊池一輝・小竹信宏. 2013. 徳島県北部島田島に分布する和泉層群坂東谷層の地質と生痕化石 *Archaeozostera* の産出層準の堆積環境. 地質学雑誌, 119: 613–629.
- 郡場 寛・三木 茂. 1931. 白亜紀と泉砂岩の化石コダイアマモ（新種）に関する考察. 地球, 15 (3): 165–204.
- Koriba, K. and S. Miki. 1958. *Archeozostera*, a new genus from Upper Cretaceous in Japan, *The Palaeobotanist*, 7 (1-2): 107–113.
- Kotake, N., K. Kikuchi, K. Ishiwata, Y. Tsujino, K. Nakao and N. Furukawa. 2016. First clear evidence that *Archaeozostera* is not an ancestor of Zosteracean sea-grass but a trace fossil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 454: 12–14.
- 甲藤次郎. 1977. 四十万帯あらかると～化石の墓場“古城山”と中筋構造体. 地質ニュース, (279): 30–39.
- Kuo, J., K. Seto, H. Izumi and K. Aoki. 1989. Notes on *Archaeozostera* in relation to the Zosteraceae. *Aquatic Biology*, 34: 317–329.
- Masukawa, G. and H. Ando. 2018. Late Campanian-early Maastrichtian heteromorph-dominated ammonoid assemblages of the Nakaminato Group, central Honshu, Japan: biostratigraphic and paleontological implications. *Cretaceous Research*, 91: 362–381.
- 宮田隆夫・安 鉉善・猪川千晶. 2012. 和泉山脈西端部：和泉層群と中央構造線. 地質雑誌, 118: 37–52.
- 那須孝悌. 1983. コダイアマモ—生痕化石の背景—. *Nature Study*, 29: 15–19.
- 大石三郎. 1931. 北海道におけるコダイアマモ (*Archaeozostera*) および *Sigillaria* 様印象の発見に就いて. 東京地学協会記事, (514): 53–56.
- 大石三郎・松本達郎. 1937. 横太氣屯川・保恵川間の地質. 地質学雑誌, 44: 1087–1097.
- ザイラッハ・アドルフ. 2001. 化石芸術 古代生物の造形美. 74 pp., 化石芸術展実行委員会.

- 坂本 亨・田中啓策・曾屋龍典・野間泰二・松野久也. 1972. 那珂湊地域の地質 地域地質研究報告 (5万分の1 地質図福). 94 pp., 地質調査所.
- 杉浦正己・柴田博. 1984. 佐久島の化石 (海岸の転石を調査して). 45 pp., 愛知県幡豆郡一色町.
- 棚部一成. 1972. 宇和島地方の白亜紀層. 地質学雑誌, 78: 177-190.
- 田中啓策. 1970. 茨城県那珂湊海岸の上部白亜紀タービタ イト層. 地調月報, 21: 579-593.
- 田中啓策. 1986. 第1章 中・古生界, 1.5日立地域とその周辺, (4) 那珂湊地域の中生界. 日本の地質「関東地方」編集委員会. 日本の地質3 関東地方. pp. 74-76, 共立出版.
- 徳橋秀一・両角芳郎. 1983. 和泉層群におけるコダイアマモの分布と産状. 地質ニュース, (347): 15-27.

(要 旨)

村田一弘・松尾武祥・加藤太一. 茨城県ひたちなか市の上部白亜系那珂湊層群磯合層から産出した生痕化石 *Archaeozostera*. 茨城県自然博物館研究報告 第28号 (2025) pp. 53-58.

茨城県ひたちなか市の太平洋岸に分布する那珂湊層群磯合層（上部白亜系下部マーストリヒチアン階）に由来するタービタイト砂岩ブロックから、生痕化石 *Archaeozostera* (INM-4-19436) が発見された。これは、黒色で微細な泥質の堆積物で満たされた8本のトンネルで構成されている。那珂湊標本と上部白亜紀和泉層群に分布する *Archaeozostera* 完全標本との形態・出現様式の比較解析から、那珂湊産 *Archaeozostera* は8本の放射状トンネル (RT) のみからなり、形態的には不完全な標本であることが強く示唆された。那珂湊層群から *Archaeozostera* が産出したのは初めてであり、後期白亜紀において *Archaeozostera* 形成者が和泉層群だけではなく那珂湊層群が堆積した場所にも生息していたことが示された。

(キーワード): *Archaeozostera*, 生痕化石, 磯合層, 那珂湊層群, 上部白亜系, 茨城, 日本.

資料 (Note)

茨城県守谷市におけるクマゼミ（カメムシ目、セミ科）の発生記録

石塚武彦¹・上山裕平²

(2025年5月18日受理)

The Occurrence of a Cicada *Cryptotympana facialis* (Hemiptera: Cicadidae) in Moriya City, Ibaraki Prefecture, JapanTakehiko ISHITSUKA¹ and Yuuhei UNEYAMA²

(Accepted May 18, 2025)

Key words: adult, buzz, collection, exuviae.

クマゼミ *Cryptotympana facialis* (Walker, 1858) の生息地は関東地方以西であり、分布東限は神奈川県平塚市西部と城ヶ島を結んだ線とされてきた（林・税所, 2015）。近年、東京都内では代々木公園や東京湾岸沿いに広く連続的に分布し（池田, 2015），千葉県でも湾岸部を中心に生息していることが報告されている（上島, 2024）。

茨城県においては、小菅（1981）によると、1937年8月28日の福田敏夫による江戸崎町での成虫の採集を初発とし、1946年に鈴木、1952年五木田、1952年木村、1968年今井による鳴き声の報告がある。その後1900年代の記録としては、後藤（1991）、成田・小林（1995）、清水（1998）からも鳴き声の報告があった。1970年代県北の山地などからの鳴き声の報告はあったが、これらの報告に関する誤りではないかと広瀬（1976）は疑問を残している。2000年以降になるとクマゼミに関する報告が増え、鳴き声（大久保, 2001；久松, 2003, 2009；井上, 2004；加藤, 2004；渡辺, 2009；成田・久松, 2009；高橋, 2013；渡辺, 2014）や成虫の採集（久松, 2001；有賀, 2018），成虫の死体の採集（久松ほか, 2005）に関する報告があった。発生の裏付けとな

る脱皮殻の確認については、2007年に取手市役所藤代庁舎における記録のみであった（石塚ほか, 2008）。同庁舎では、その後毎年発生が確認されているが、この場所以外に県内での生息場所は見つかっていない（石塚, 2023）。高野・井上（2016）は、牛久市において鳴き声、成虫、脱皮殻の確認をしたが、複数年にわたる放虫の可能性が高いとしており、発生の記録からは除外した。

今回、著者の一人上山は、2024年8月3, 17, 18, 19, 20日および9月8日に、茨城県守谷市けやき台5丁目（35° 56' N, 139° 59' E, 標高 20.5 m）の住宅街のケヤキやオオシマザクラ、リョウブ、サルスベリ、ナツツバキ、コノテガシワなどの並木道で、毎回5～10頭のクマゼミの鳴き声を確認した。また、上山はこの期間中に、同所において脱皮殻（図1）と成虫の死体（図2）を採集し、石塚がクマゼミと確認したので報告する。

採集した脱皮殻と成虫の個体数、採集日、脱皮殻が付いていた樹種を下記に示す。なお、採集品は、ミュージアムパーク茨城県自然博物館で収蔵した。

¹ 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).

² 〒 302-0109 茨城県守谷市本町 552-2 (552-2 Honcho Moriya, Ibaraki 302-0109, Japan).

【採集記録】

脱皮殻および脱皮殻が付いていた樹種

- 1♀, 3. VIII. 2024, サルスベリ *Lagerstroemia indica*
(地上 30 ~ 40 cm の幹. 胸高直径約 9 cm)
- 1♀, 19. VIII. 2024, コノテガシワ *Platycladus orientalis*
(地上 2 m の葉)
- 1♀, 19. VIII. 2024, イトスギ属の一種 *Cupressus* sp.
(地上 2 ~ 2.5 m の葉)
- 10♀, 20. VIII. 2024, イトスギ属の一種 (地上 2 ~ 2.5 m の葉)

成虫

- 2♂, 17. VIII. 2024, 2♂1♀, 18. VIII. 2024, 4♂1♀,
8. IX. 2024

守谷市けやき台 5 丁目でクマゼミの脱皮殻が確認されたことで、同所での発生が確認できたといえよう。茨城県においてクマゼミの発生が 2007 年に取手市で記録されてから 17 年が経過して、守谷市が 2 カ所目の発生の記録となった。関東地方南部でのクマゼミの発生場所は、都市公園など人為的に造成された都市部や海岸部に近い場所である (池田, 2015)。守谷市での発生場所も、住宅街に植栽された並木道 (図 3) であり、東京都や千葉県の発生場所と類似した環境である。今後、茨城県でのクマゼミの生息地の発見は、市街地の公園などを足掛かりに増加していく可能性が示唆されよう。



図 1. 守谷市で採集されたクマゼミのメスの脱皮殻 (2024 年 8 月 20 日採集)。

Fig. 1. Exuviae of female *Cryptotympana facialis* collected on August 20.2024 in Moriya City.

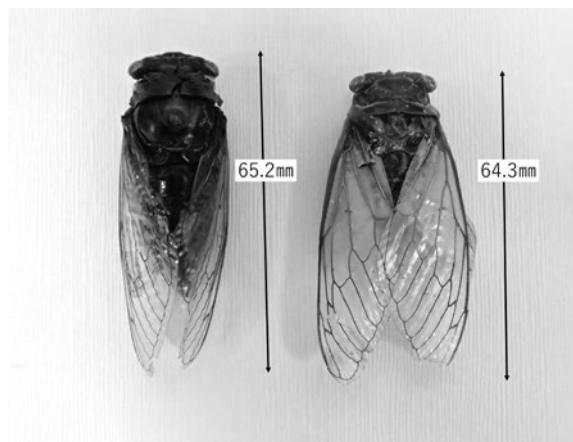


図 2. 守谷市で採集されたクマゼミの死体 左: オス 右: メス (2024 年 8 月 18 日採集)。

Fig. 2. Dead bodies of *Cryptotympana facialis* collected on August 18, 2024 in Moriya City. left: male, right: female.



図 3. 脱皮殻が付着していたコノテガシワとイトスギ属の並木。

Fig. 3. Row of trees, *Platycladus orientalis* and *Cupressus* sp., on which exuviae were found.

クマゼミの幼虫は、植木鉢での飼育では 2 ~ 5 年の幼虫期間をもつことがわかっている (林・税所, 2015)。今後、当地が生息地として定着するかどうかについては、幼虫の生育期間を考慮すると 5 年程度の継続観察が必要となる。今後も引き続き当地および守谷市内の発生状況についての調査を進めていきたい。

投稿にあたって、ご指導いただいたミュージアムパーク茨城県自然博物館の久松正樹博士に感謝申し上げる。

引用文献

- 有賀俊司. 2018. 取手市のクマゼミの記録. おけら, (71): 110.
- 後藤日出人. 1991. つくば市でクマゼミの鳴き声を聞いた. おけら, (57): 49.
- 林 正美・税所康正. 2015. 改訂版日本産セミ科図鑑. 221 pp., 誠文堂新光社.
- 久松正樹. 2001. クマゼミ (*Cryptotympana facialis*) の記録. おとしぶみ, (21): 114.
- 久松正樹. 2003. 茨城県における2002年夏のクマゼミ *Cryptotympana facialis* (Hemiptera, Cicadidae) の鳴き声の記録. 茨城県自然博物館研究報告, (6): 33-34.
- 久松正樹. 2009. 2008年クマゼミの記録. るりぼし, (38): 75.
- 久松正樹・高野 勉・井上大成・平井剛夫. 2005. 茨城県における2004年夏のクマゼミ（カメムシ目：セミ科）の記録. 茨城県自然博物館研究報告, (8): 47-49.
- 広瀬 誠. 1976. クマゼミ *Cryptotympana facialis* Walker は茨城のセミか. おけら, (45): 3-7.
- 池田正人. 2015. 関東地方南部におけるクマゼミの生息状況と分布拡大に関する考察. *Cicada*, (22): 7-18.
- 井上大成. 2004. 北茨城市におけるクマゼミの鳴き声の記録. るりぼし, (31): 76.
- 石塚武彦. 2023. 茨城県取手市のクマゼミの記録（2021～2022年）. *Cicada*, (30): 15-16.
- 石塚武彦・鈴木浩二・久松正樹. 2008. 茨城県取手市におけるクマゼミ *Cryptotympana facialis* (Hemiptera, Cicadidae) の脱け殻の採集記録. 茨城県自然博物館研究報告, (11): 13-14.
- 加藤剛宏. 2004. ひたちなか市でクマゼミの鳴き声を聞く. るりぼし, (31): 76.
- 小菅次男. 1981. 茨城県産セミ類の分布. 茨城の生物第2集, pp. 239-252, 茨城県高等学校教育研究会生物部.
- 成田行弘・久松正樹. 2009. カメムシ目. 茨城県自然博物館総合調査報告書-2008年茨城県の昆虫およびその他の無脊椎動物の動向, pp. 11-12, ミュージアムパーク茨城県自然博物館.
- 成田行弘・小林利明. 1995. 水戸市のクマゼミの記録. るりぼし, (19): 46-47.
- 大久保誠. 2001. 守谷町でクマゼミを目撃. おとしぶみ, (21): 115.
- 清水富夫. 1998. 茨城県日立市でクマゼミの鳴き声を聞く. るりぼし, (22): 31.
- 高橋 潔. 2013. ひたちなか市でクマゼミ. るりぼし, (42): 70.
- 高野 勉・井上大成. 2016. 茨城県南部におけるクマゼミの発生の現状について. るりぼし, (45): 51-52.
- 上島光雄. 2024. 千葉県湾岸部におけるクマゼミの分布の特性とシマトネリコへの集中的な発生について. *Cicada*, (31): 21-24.
- 渡辺 健. 2009. 水戸市でクマゼミの声を聞く. るりぼし, (38): 75.
- 渡辺 健. 2014. 水戸市でクマゼミの声を聞く. るりぼし, (43): 96-97.

（キーワード）：成虫、鳴き声、採集、脱皮殻。

資料 (Note)

茨城県日立市久慈浜海岸砂に含まれる有孔虫群集*

金子 稔¹・石塚勇太²・加藤太一²・角野凜子³・朝海芽生³・
伊藤 咲³・西山知里³・鈴木彩夏³

(2025年7月26日受理)

**Foraminiferal Assemblage in the Beach Sand of Kujihama, Hitachi City,
Ibaraki Prefecture, Central Japan***

Minoru KANEKO¹, Yuta ISHITSUKA², Taichi KATO², Riko SUMINO³, Mei ASAKAI³,
Saki ITO³, Chisato NISHIYAMA³ and Ayaka SUZUKI³

(Accepted July 26, 2025)

Key words: beach sand, foraminifers, Hitachi City, Ibaraki Prefecture.

はじめに

日本各地の海岸砂中には多くの有孔虫遺骸が含まれていて、環境解析や学校教育の教材として多くの報告がある (Harrington, 1960; Uchio, 1962; 竹ノ内, 1990; 佐々木・能條, 2004; 新保, 2006; 福富, 2011; 中川・中村, 2019; Pilarczyk *et al.*, 2019; 林ほか, 2020 など)。このうち関東地方の海岸砂中の報告は、千葉県一宮町 (Harrington, 1960), 千葉県山武市蓮沼海岸 (Pilarczyk *et al.*, 2019), 三浦半島と房総半島の海岸 (新保, 2006) である。しかし茨城県内の海岸砂中の有孔虫遺骸群集に関する報告はまだない。また、茨城県沖の太平洋表層は、黒潮系水と親潮系水が接し顯著な潮境が形成され、流れの分布や水塊の配置が極めて複雑な海域である (久保・友定, 1985)。このため茨城県内の海岸砂中の有孔虫遺骸群集を明らかにすることは、茨城県沖浅海の現世有孔虫群集を明らかにする基礎資料として重

要である。本報告では日立市久慈浜海岸砂中の有孔虫遺骸群集の種構成とその特徴を報告し、また同様の研究で比較できるように、有孔虫遺骸を走査型電子顕微鏡 (以下 SEM) で撮影した図を示す。

調査地および研究方法

試料採取地点は茨城県日立市久慈浜海水浴場駐車場前の砂浜海岸である (図 1)。採取日は 2024 年 11 月 12 日 12 時頃で、波打ち際の表層の砂を 1 cm 程度取り去り、その下の砂を 50 g ほど採取した。新保 (2006) によれば、三浦半島や房総半島の砂浜の表層は多くの人による踏みつけなどの影響で有孔虫遺骸が含まれていないことが多い、波打ち際の表層の砂を取り去りその下の砂を採取する方法が良いと報告した。この地点の試料採取はこの方法に従った。

試料は乾燥したのち重量 0.5 g を計量し、シャーレ

* 本研究は研究協力員の研究課題（令和 6 年度）として実施された。

¹ ミュージアムパーク茨城県自然博物館 研究協力員 〒 306-0622 茨城県坂東市大崎 700 (Cooperative Research Fellow, Ibaraki Nature Museum, 700 Osaki, Bando, Ibaraki 306-0622, Japan).

² 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).

³ 群馬県立太田女子高等学校理科研究部地学班 〒 373-8511 群馬県太田市八幡町 16-7 (Earth Science Group, Science Research Club, Gunma Prefectural Ota Girls' High School, 16-7 Hachiman-cho, Ota, Gunma 373-8511, Japan).



図 1. 試料採取地点（右側地図は地理院地図 / GSI MAP（国土地理院）を加工して作成）。

Fig. 1. Sampling locality. The right topographical map is based on the digital map published by the Geospatial Information Authority of Japan.

に薄くまき双眼顕微鏡を使用して有孔虫を摘出・同定した。これを合計 4 g になるまで行った。

産出頻度に関わらず、保存状況が比較的良好な個体を SEM で撮影した。有孔虫殻は蒸着を行わず低真空モードで、同一個体を 3 もしくは 2 方向から撮影した。SEM は、群馬県立自然史博物館の日立ハイテクノロジーズ TM-1000、およびミュージアムパーク茨城県自然博物館の JEOL JCM-7000 NeoScope を使用した。本研究で使用した標本はミュージアムパーク茨城県自然博物館に登録・保管されている。

結 果

有孔虫分析で検鏡した海岸砂 4 g より、産出した 1075 個体について 16 属 33 種の底生有孔虫を同定した（表 1）。浮遊性有孔虫は確認されなかった。海岸砂 1 g 当たりの底生有孔虫遺骸の数は 269 個であった。有孔虫遺骸は透明感があり、ほぼ殻全体が残っていて、保存状態は良好であった。また、最終室が破損している個体が過半数以上認められた。分析した砂の粒度については重量比で、0.5 mm 以上が 1%、0.5 mm ~ 0.125 mm が 93%、0.125 mm 以下が 6% であった。有孔虫遺骸はほぼ 100% が 0.5 mm ~ 0.125 mm の粒度（中粒砂～細粒砂）に含まれていた。

底生有孔虫遺骸群集の種構成は、*Pararotalia nipponica* (47.1%) が全体のほぼ半分を占めた。随伴種として *Elphidium crispum* (11.3%), *Cibicides lobatulus* (8.0%), *Porosorotalia makiyamai* (7.1%), *Ammonia ketienziensis* (5.5%), *Glabratella* sp. 1 (4.3%), *Planoglabratella opercularis* (3.8%) および *Rosalina bradyi* (2.4%) が産出した。これらの 8 種で全体の約 90% を占めた。

表 1. 底生有孔虫リスト。

Table 1. List of benthic foraminifers.

種名	個体数	占有率
<i>Ammonia</i> cf. <i>angulata</i> (Kuwano)	1	0.1%
<i>Ammonia</i> cf. <i>japonica</i> (Hada)	1	0.1%
<i>Ammonia</i> <i>ketienziensis</i> (Ishizaki)	59	5.5%
<i>Buccella</i> <i>frigida</i> (Cushman)	1	0.1%
<i>Cibicides</i> cf. <i>aknerianus</i> (d'Orbigny)	1	0.1%
<i>Cibicides</i> <i>lobatulus</i> (Walker and Jacob)	86	8.0%
<i>Cibicides</i> sp.	7	0.7%
<i>Elphidium</i> <i>advenum</i> (Cushman)	25	2.3%
<i>Elphidium</i> <i>crispum</i> (Linnaeus)	122	11.3%
<i>Elphidium</i> <i>jensenii</i> (Cushman)	7	0.7%
<i>Eponides</i> <i>cribroreparandus</i> (Asano and Uchio)	5	0.5%
<i>Eponides</i> <i>orientalis</i> Asano	6	0.6%
<i>Glabratellina</i> cf. <i>traphera</i> Loeblich and Tappan	1	0.1%
<i>Glabratella</i> sp. 1	46	4.3%
<i>Glabratella</i> sp.	3	0.3%
<i>Globocassidulina</i> sp.	1	0.1%
<i>Hanzawaia</i> <i>nipponica</i> Asano	5	0.5%
<i>Murrayinella</i> <i>minuta</i> (Takayanagi)	2	0.2%
<i>Pararotalia</i> <i>nipponica</i> (Asano)	506	47.1%
<i>Planoglabratella</i> <i>opercularis</i> (d'Orbigny)	41	3.8%
<i>Planoglabratella</i> sp. 1	3	0.3%
<i>Planoglabratella</i> sp.	2	0.2%
<i>Porosorotalia</i> <i>makiyamai</i> (Chiji)	76	7.1%
<i>Pseudononion</i> <i>japonicum</i> Asano	1	0.1%
<i>Quinqueloculina</i> cf. <i>stalkerii</i> Loeblich and Tappan	1	0.1%
<i>Quinqueloculina</i> sp. 1	2	0.2%
<i>Quinqueloculina</i> sp. 2	2	0.2%
<i>Quinqueloculina</i> spp.	2	0.2%
<i>Rosalina</i> <i>australis</i> (Parr)	6	0.6%
<i>Rosalina</i> <i>bradyi</i> (Cushman)	26	2.4%
<i>Rosalina</i> <i>vilardeboana</i> d'Orbigny	1	0.1%
<i>Rosalina</i> ? sp.	1	0.1%
<i>Stilostomella</i> sp.	1	0.1%
gen. et sp. indet.	25	2.3%
底生有孔虫合計 (個)	1075	
処理量 (g)	4	
試料 1 g 当たりの有孔虫遺骸の数 (個/g)	268.75	

23 種 27 個体の SEM 写真を、図版 1, 2 に示した。多産する種だけでなく、産出の稀な種も含めできるだけ多く図示した。

有孔虫以外の微小な遺骸では、貝殻片・貝形虫の破片・ウニの棘・コケムシが認められた。

考 察

久慈浜の海岸砂中に含まれる有孔虫遺骸群集の主要構成種である *Pararotalia nipponica*, *Elphidium crispum*, *Cibicides lobatulus* は、岩礁地の海藻帶に生息する底生有孔虫類である（北里, 1986; 小杉ほか, 1991）。北里 (1986) は海藻帶に生息する種を、次の 4 つの生活様式をもったグループに区分した。海藻上に仮足を張

り、殻を起こして生活する葉上生活者、海藻上を多数の仮足を出し動き回る付着可動生活者、海藻の茎にこう着して生活しているこう着生活者、海藻の茎の間につまっている堆積物中や葉の表面を、仮足を出して動き回る自由生活者である。久慈浜海岸砂中の有孔虫は、*Pararotalia nipponica*, *Elphidium crispum* が葉上生活者で、*Glabratella* spp., *Planoglabratella* spp. が付着可動生活者、*Cibicides lobatulus*, *Rosalina bradyi* がこう着生活者、*Quinqueloculina* spp. が自由生活者にあたる。葉上生活者が全体の約 60% で最も多く、付着可動生活者とこう着生活者がそれぞれ約 10%，自由生活者者が約 1% である。生態が不明な種もあるが、海藻帶に生息する種が全体の約 80% 以上を占めると考えられる。したがって、久慈浜海岸砂中の有孔虫遺骸群集は、主に近傍の藻場より波浪や沿岸流によりもたらされた有孔虫殻で構成されていると考えられる。

このように *Pararotalia nipponica* が多産し、*Elphidium crispum*, *Cibicides lobatulus* を主要種とする群集は、日本各地の海岸砂中に報告されている。例として、北海道南東部根室と厚岸の海岸砂の群集を除く、北海道全域の海岸砂（佐々木・能條, 2004）、福井県西部若狭湾の海岸砂（中川・中村, 2019）、島根県大田市琴ヶ浜の海岸砂（林ほか, 2020）、鳥取県東伯町八橋の海岸砂（竹ノ内, 1990）、山口県西部の海岸砂（福富, 2011）；三浦半島や房総半島の海岸砂（Harrington, 1960；新保, 2006；Pilarczyk et al., 2020）、和歌山県広川町の海岸砂（Uchio, 1962）などがある。

海保・長谷川（1986）は福島県小名浜沖の大陸棚から大陸斜面の現世底生有孔虫の深度分布を調査し、水深 15 m ~ 2020 m までを B1 ~ B6 帯に区分した。このうち最も浅い区分の B1 帯（15 m ~ 50 m）から *Cibicides* cf. *refulgens*- *Pararotalia nipponica*-*Pseudononion japonicum*-*Murrayinella minuta* 群集を認めた。群集名の種のほか *Elphidium crispum*, *Rosalina vilardeboana*, *Porosorotalia makiyamai*, *Hanzawaia nipponica* が B1 帯にくまなく分布し、*Pararotalia nipponica* は 40 m 以浅に分布し浅いほど海底堆積物中の含有率が高いことを報告した。久慈浜海岸砂中の有孔虫遺骸群集は、上記の種がすべて産出し、*Pararotalia nipponica* の多産など、B1 帯上半部の群集と共通点が多い。この B1 帯の現世有孔虫群集は藻場が有孔虫殻の主な供給源と考えられる。久慈浜海岸沖浅海の現生および現世有孔虫群集の調査はまだ行われていないが、福島県小名浜沖と

共通する種が分布している可能性が高いと考えられる。

Stilostomella sp. が 1 個体産出した。末端部と基部が欠けて表面も摩耗している。本属は日本海地域では中部中新統の下部に、太平洋側では下部更新統まで産出するが、現在の北西太平洋には分布していない（長谷川ほか, 1989）。北茨城市五浦の新第三系多賀層から *Stilostomella* sp. の産出が報告されている（茨城県高等学校教育研究会地学部, 1992）。この個体は付近の新第三系に含まれていた化石の再堆積と考えられる。同様に新第三系の露頭からもたらされたと考えられる有孔虫化石の例は、房総半島の千倉・鴨川・館山・保田の海岸砂中の *Cyclammina* 属（新保, 2006）や、千葉県一宮町の海岸砂中の *Melonis pompiliooides* (Harrington, 1960) の産出などがある。

海岸砂 1 g 中の有孔虫遺骸数について、新保（2006）は多い例として、鎌倉市由比ヶ浜（底生有孔虫 3570 個/g・浮遊性有孔虫 16 個/g）、館山市平砂浦（底生有孔虫 605 個/g・浮遊性有孔虫 37 個/g）を報告した。佐々木・能條（2004）の北海道全域の海岸砂 32 試料による調査では、100 個/g 以上は 7 試料で、最大値は厚岸 199 個/g, 99 ~ 10 個/g が 13 試料、10 個/g 未満が 12 試料と報告した。Uchio (1962) の和歌山県全域の海岸砂 5 試料の調査では、100 個/g 以上は 1 試料で串本 577 個/g, 99 ~ 10 個/g が 4 試料であった。林ほか（2020）によれば、鳥取県琴ヶ浜の汀線付近 7 定点を月に 1 回 1 年間調査した例で最大 36 個/g であった。以上の例から久慈浜海岸の 269 個/g は、由比ヶ浜・平砂浦・串本の例よりは少ないが、海岸砂の有孔虫遺骸の数としては多い例と考えられる。

林ほか（2020）によれば、海浜砂中の有孔虫群集を調べることにより、有孔虫の生物地理的な情報に留まらず、海浜における砂の移動プロセスについても重要な示唆を与える可能性があるという。今後、茨城県内各地の海岸砂中の有孔虫群集を明らかにすることは、有孔虫の生物地理区や茨城県の沿岸漂砂の挙動を調べるための重要な資料になるとと考えられる。

まとめ

久慈浜海岸砂 4 g 中より底生有孔虫 16 属 33 種 1075 個体が産出した。1 g 当たりの底生有孔虫の数は 269 個になる。浮遊性有孔虫の産出は認められなかった。主要構成種は *Pararotalia nipponica*, *Elphidium crispum*,

Cibicides lobatulus, *Porosorotalia makiyamai*, *Ammonia ketienensis*, *Glabratella* sp. 1, *Planoglabratella opercularis* および *Rosalina bradyi* で、群集組成から近傍の藻場に生息する有孔虫の殻が、海岸砂中に運ばれ形成されたと考えられる。

謝 辞

海岸砂からの有孔虫の拾い出しについては、松尾武祥氏、牧野純子氏、細谷正夫氏、青柳雅哉氏にご協力いただいた。SEMの使用については、群馬県立自然史博物館、ミュージアムパーク茨城県自然博物館、吉川広輔氏、前橋千里氏に便宜を図っていただいた。本稿の執筆に当たり、匿名の査読者2名には適切なご助言を頂き原稿を改善できた。以上の方々に心より感謝申し上げる。

引用文献

- 福富孝義. 2011. 下関市およびその周辺域の海岸砂から産出した有孔虫遺骸群集について. 豊川ホタルの里ミュージアム研究報告書, (3): 1-27.
- Harrington, G. L. 1960. A Recent foraminiferal faunule from Honshu, Japan. *Tohoku Univ. Sci. Rep. 2nd Ser. (Geol.) Spec. Vol.*, (4): 45-55.
- 長谷川四郎・秋元和實・北里 洋・的場保望. 1989. 底生有孔虫にもとづく日本の後期新生代古水深指標. 地質学論集, (32): 241-253.
- 林 広樹・宮田裕輔・瀬戸浩二. 2020. 大田市仁摩町琴ヶ浜の海浜砂に含まれる有孔虫群集. 島根大学地球科学研究報告, 37: 21-32.
- 茨城県高等学校教育研究会地学部. 1992. 茨城の有孔虫(その2)(底生有孔虫が示す古環境). 地学研究シリーズ, (32): 38 pp.
- 海保邦夫・長谷川四郎. 1986. 福島県小名浜沖底質堆積物中の底生有孔虫の深度分布. 的場保望・加藤道雄(編), 新生代底生有孔虫の研究, pp. 43-52, 秋田大学鉱山学部.
- 北里 洋. 1986. 岩礁地生底生有孔虫類の生態. 的場保望・加藤道雄(編), 新生代底生有孔虫の研究, pp. 1-12, 秋田大学鉱山学部.
- 小杉正人・片岡久子・長谷川四郎. 1991. 内湾域における有孔虫の環境指標種群の設定とその古環境復元への適用. 化石, (50): 37-55.
- 久保治良・友定 彰. 1985. 第8章鹿島灘II物理. 日本海洋学会沿岸海洋研究部会(編) 日本全国沿岸海洋誌, pp. 287-333, 東海大学出版会.
- 中川登美雄・中村洋喜. 2019. 福井県西部の若狭湾の海浜砂に見られる底生有孔虫. 福井市自然史博物館研究報告, (66): 15-22.
- Pilarczyk, J. E., Y. Sawai, D. Matsumoto, Y. Namegaya, N. Nishida, K. Ikebara, O. Fujiwara, C. Gouramanis, T. Dura and B. P. Horton. 2019. Constraining sediment provenance for tsunami deposits using distributions of grain size and foraminifera from the Kujukuri coastline and shelf, Japan. *Sedimentology*, 67: 1373-1392.
- 佐々木尚哉・能條 歩. 2004. 北海道における海岸砂と有孔虫. <https://xn--tqq05cjmidspqnbmy8e.net/naochin/>. 2025年4月14日参照.
- 新保久彌. 2006. ビーチサンドには有孔虫がいっぱい. 地質ニュース, (624): 42-47.
- 竹ノ内誠一. 1990. 堆積環境観察学習のための基礎的研究(第一報)一大山北麓八橋沿岸沖の現生有孔虫群集. 地学教育, 43 (5): 141-148.
- Uchio, T. (1962) Recent Foraminifera thanatocoenoses of beach and nearshore sediment along the coast of Wakayama-ken, Japan. *Seto Mar. Biol. Lab.*, 10 (1): 133-144.

(キーワード): 海岸砂, 有孔虫, 日立市, 茨城県.

図版と説明

(2 図版)

Plates and Explanations

(2 plates)

図版1 (Plate 1)

図版1. 底生有孔虫のSEM写真 (その1) スケールバーは100 μm.

Plate 1. Scanning electron photomicrographs of benthic foraminifers, Part 1. Scale bars = 100 μm.

1a, b, c: *Quinqueloculina* cf. *stalkeris* Loeblich and Tappan (INM-4-20068) (a) Side view, (b) opposite side of (a), (c) apertural view.

2a, b, c: *Globocassidulina* sp. (INM-4-20069) (a) Side view, (b) apertural view.

3a, b, c: *Stilostomella* sp. (INM-4-20070) (a) Side view, (b) apertural view.

4a, b, c: *Eponides cribrorepandus* (Asano and Uchio) (INM-4-20071) (a) Spiral side view, (b) side view, (c) umbilical side view.

5a, b, c: *Eponides orientalis* Asano (INM-4-20072) (a) Spiral side view, (b) side view, (c) umbilical side view.

6a, b, c: *Rosalina australis* (Parr) (INM-4-20073) (a) Spiral side view, (b) side view, (c) umbilical side view.

7a, b, c: *Rosalina bradyi* (Cushman) (INM-4-20074) (a) Spiral side view, (b) side view, (c) umbilical side view.

8a, b, c: *Rosalina vilardeboana* d'Orbigny (INM-4-20075) (a) Spiral side view, (b) side view, (c) umbilical side view.

9a, b, c: *Murrayinella minuta* (Takayanagi) (INM-4-20076) (a) Spiral side view, (b) side view, (c) umbilical side view.

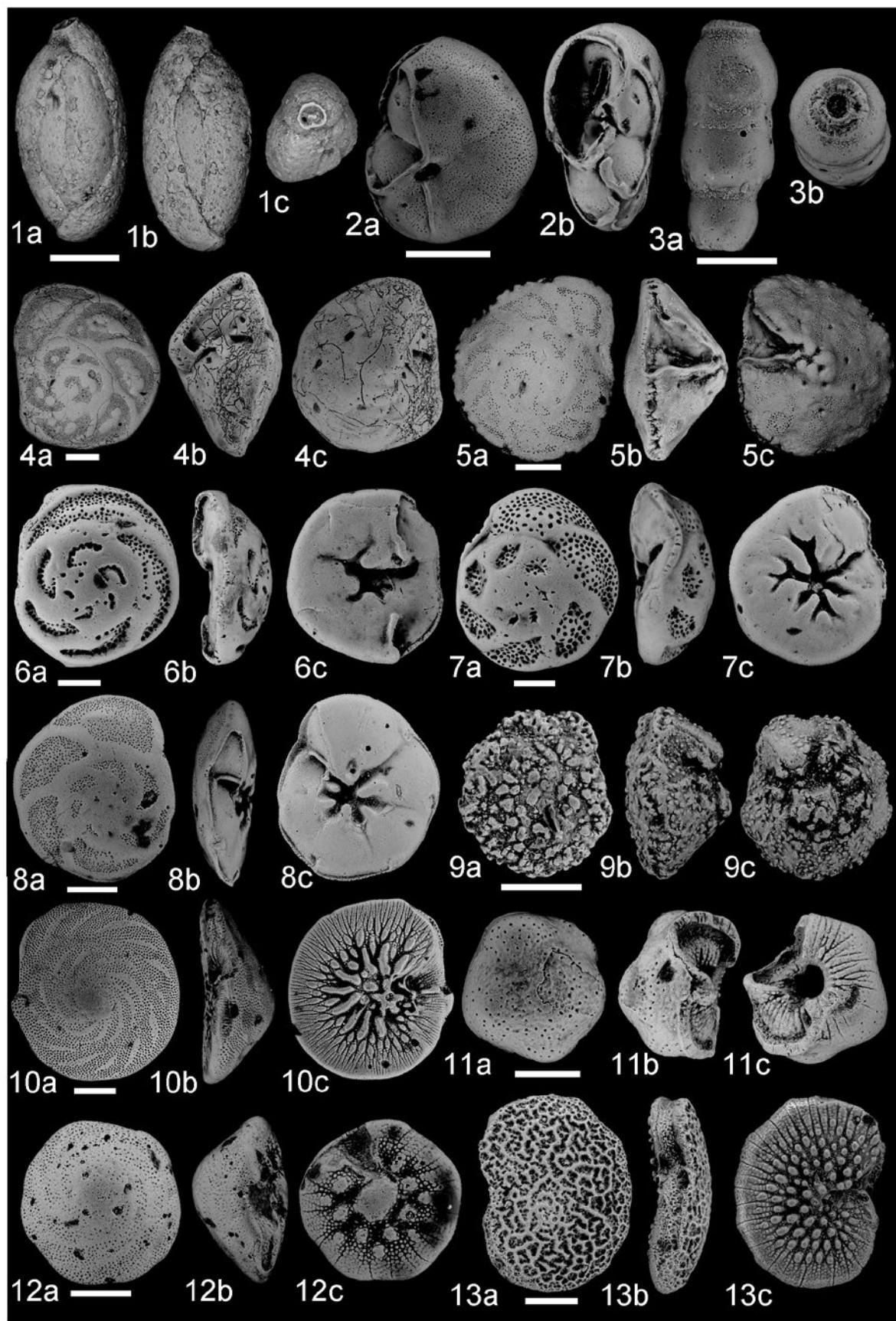
10a, b, c: *Planoglabratella opercularis* (d'Orbigny) (INM-4-20077) (a) Spiral side view, (b) side view, (c) umbilical side view.

11a, b, c: *Glabratellina* cf. *traphera* Loeblich and Tappan (INM-4-20078) (a) Spiral side view, (b) side view, (c) umbilical side view.

12a, b, c: *Glabratella* sp. 1 (INM-4-20079) (a) Spiral side view, (b) side view, (c) umbilical side view.

13a, b, c: *Planoglabratella* sp. 1 (INM-4-20080) (a) Spiral side view, (b) side view, (c) umbilical side view.

Plate 1



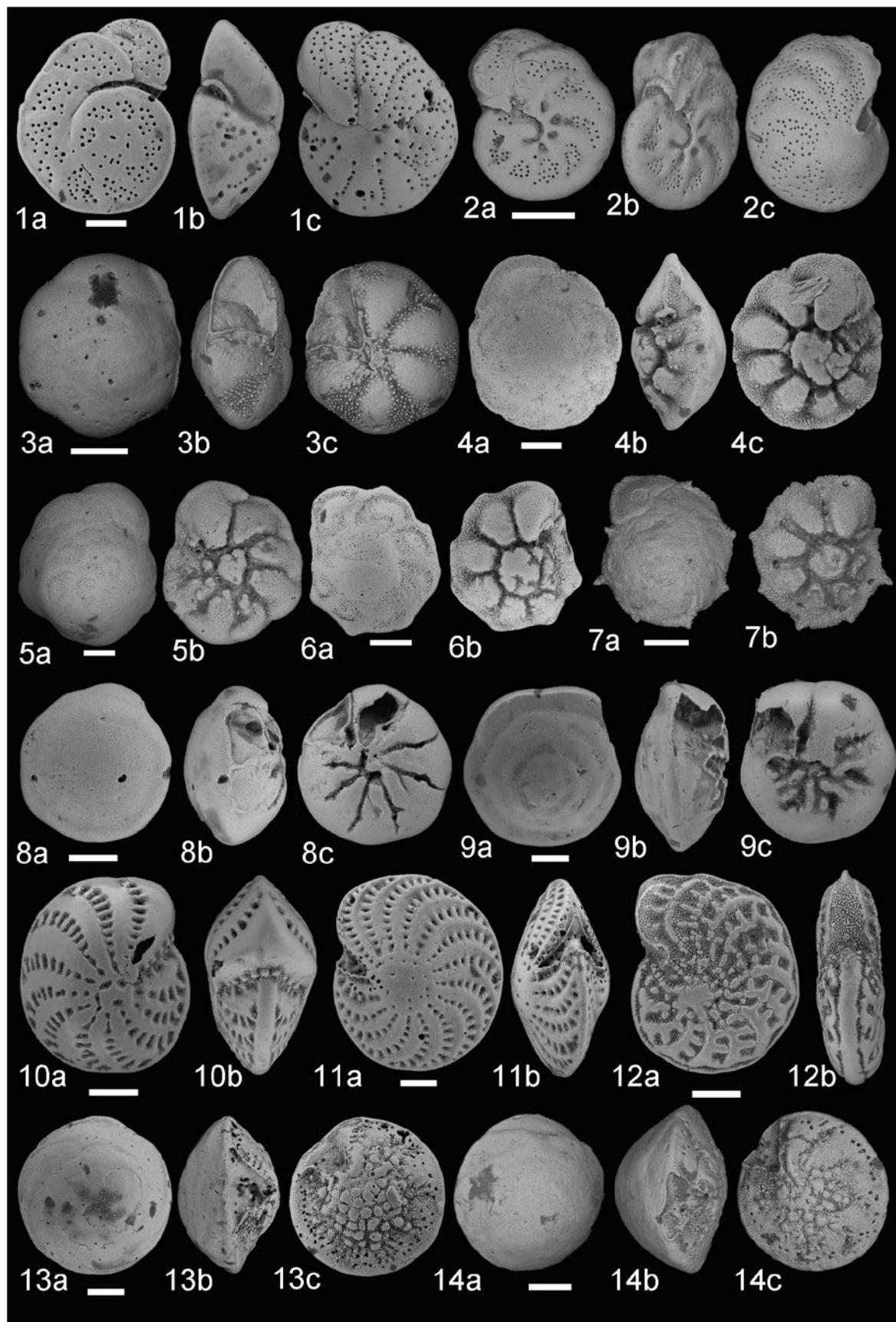
図版2 (Plate 2)

図版2 底生有孔虫のSEM写真 (その2) スケールバーは100 μm.

Plate 2. Scanning electron photomicrographs of benthic foraminifers, Part 2. Scale bars = 100 μm.

- 1a, b, c: *Cibicides lobatulus* (Walker and Jacob) (INM-4-20081) (a) Spiral side view, (b) side view, (c) umbilical side view.
2a, b, c: *Hanzawaia nipponica* Asano (INM-4-20082) (a) Spiral side view, (b) side view, (c) umbilical side view.
3a, b, c: *Buccella frigida* (Cushman) (INM-4-20083) (a) Spiral side view, (b) side view, (c) umbilical side view.
4a, b, c: *Pararotalia nipponica* (Asano) (INM-4-20084) (a) Spiral side view, (b) side view, (c) umbilical side view.
5a, b: *Pararotalia nipponica* (Asano) (INM-4-20085) (a) Spiral side view, (b) umbilical side view.
6a, b: *Pararotalia nipponica* (Asano) (INM-4-20086) (a) Spiral side view, (b) umbilical side view.
7a, b: *Pararotalia nipponica* (Asano) (INM-4-20087) (a) Spiral side view, (b) umbilical side view.
8a, b, c: *Ammonia ketienensis* (Ishizaki) (INM-4-20088) (a) Spiral side view, (b) side view, (c) umbilical side view.
9a, b, c: *Ammonia* cf. *angulata* (Kuwano) (INM-4-20089) (a) Spiral side view, (b) side view, (c) umbilical side view.
10a, b: *Elphidium advenum* (Cushman) (INM-4-20090) (a) Side view, (b) apertural view.
11a, b: *Elphidium crispum* (Linnaeus) (INM-4-20091) (a) Side view, (b) apertural view.
12a, b: *Elphidium jensei* (Cushman) (INM-4-20092) (a) Side view, (b) apertural view.
13a, b, c: *Porosorotalia makiyamai* (Chiji) (INM-4-20093) (a) Spiral side view, (b) side view, (c) umbilical side view.
14a, b, c: *Porosorotalia makiyamai* (Chiji) (INM-4-20094) (a) Spiral side view, (b) side view, (c) umbilical side view.

Plate 2



資料 (Note)

茨城県那珂川河口域で採集された準絶滅危惧種
イドミミズハゼ種群（ハゼ科）の仔魚の記録*小熊進之介¹・山崎和哉¹・外山太一郎¹・金子誠也²・平嶋健太郎³・加納光樹²

(2025年8月16日受理)

Record of Larva of the Near-Threatened Goby, *Luciogobius pallidus* Complex (Gobiidae), Collected in the Naka River Estuary, Ibaraki Prefecture, Eastern Japan*Shinnosuke OGUMA¹, Kazuya YAMAZAKI¹, Taichiro TOYAMA¹, Seiya KANEKO², Kentarou HIRASHIMA³ and Kouki KANOU²

(Accepted August 16, 2025)

Abstract

A postflexion larva (8.2 mm in body length) of an earthworm goby collected in the Naka River estuary, Ibaraki Prefecture, eastern Japan, on 26th September 2021, was identified as a near threatened goby, *Luciogobius pallidus* complex, on the basis of second dorsal-fin ray count of eleven, anal-fin ray count of twelve, myomere count of $19 + 18 = 37$, and distinctive pigmentation patterns, such as the presence of four conspicuous melanophores along the dorsal midline from the head to the second dorsal-fin origin, continuous melanophores on the second dorsal-fin base and continuous melanophores from the dorsal side of the gut to the caudal peduncle. The present specimen represents the northernmost record of *L. pallidus* complex on the Pacific coast of Japan.

Key words: conservation, data deficient, early development, earthworm goby, identification.

はじめに

ミミズハゼ属 *Luciogobius* Gill, 1859 に属するイドミズハゼ *L. pallidus* Regan, 1940 は、茨城県以南の太平

洋側と石川県以南の日本海側の本州、四国、九州、佐渡島、奄美大島、韓国の濟州島に分布し、河川感潮域の河床に堆積する砂礫の間隙や河口域の転石下、掘り抜き井戸などに生息する (Kim, 2012; 明仁ほか, 2013;

* 本研究はミュージアムパーク茨城県自然博物館の総合調査の一環として実施された。

¹ ミュージアムパーク茨城県自然博物館 総合調査調査員 〒306-0622 茨城県坂東市大崎700 (Ibaraki Nature Museum, 700 Osaki, Bando, Ibaraki 306-0622, Japan).

² 茨城大学地球・地域環境共創機構水圈環境フィールドステーション 〒311-2402 茨城県潮来市大生1375 (Water Environmental Field Station, Global and Local Environment Co-creation Institute, Ibaraki University, 1375 Ohu, Itako, Ibaraki 311-2402, Japan).

³ 和歌山県立自然博物館 〒642-0001 和歌山県海南市船尾370-1 (Wakayama Prefectural Museum of Natural History, 370-1 Funo, Kainan, Wakayama 642-0001, Japan).

渋川ほか, 2019; 山下ほか, 2021; 山崎ほか, 2022). 本種は産地が局限されており、河川工事やそれに伴う水質汚濁などによって生息地が消失する恐れがあるため(金川, 2015), 環境省レッドリストで準絶滅危惧に選定されている(環境省自然環境局野生生物課, 2020). 茨城県において本種は2011年に那珂川河口域の護岸近くの転石帯で標準体長(以下、体長)約35 mmの1個体が採集された記録があるのみで、これが本種の太平洋側の北限記録となっている(加納, 2016). 2012年以降にこの転石帯とその周辺で追加調査を実施したが本種の生息は確認できなかったため、2016年に発行された茨城県版レッドデータブックでは「情報不足①注目種」として掲載され(加納, 2016), その後も動向が注視されていた. このような状況下で、2021年9月に那珂川河口域で得られたミミズハゼ属仔魚標本(金子ほか, 2023)を精査したところ、イドミミズハゼ種群 *Luciogobius pallidus* complex(渋川ほか, 2019)の一種に同定されたため、その形態的特徴とともに、ここに報告する.

材料と方法

本研究に用いた標本は、2021年9月26日に茨城県大洗町磯浜町の那珂川右岸に設定された調査地点[金子ほか(2023)のFig. 1にSt. 1として記されている]の水深約1 m以浅の砂地から砂礫地で、日中の干潮時に小型地曳網[袖網の長さ4 m, 高さ1 m, 目合2 mm, 袋網の長さ4 m, 目合1 mm (Kanou *et al.*, 2002)]を用いて採集され、10%中性ホルマリン溶液で固定された後、70%エチルアルコール水溶液で保存されていた. 本調査地点の採集時の水温は22°C, 塩分は4%であった(金子ほか, 2023). 種の同定は主に平嶋・高橋(2008)と沖山(編)(2014a)に基づいて行った. 同定の際に用いる成魚の第2背鰭総鰭条数、臀鰭総鰭条数、脊椎骨数の範囲については、主に渋川ほか(2019)を参照した. 仔魚の各部位の計数・計測方法は主にLeis and Carson-Ewart(2000)に従い、体長、体高、頭長、吻長、眼径、上顎長、肛門前長、第2背鰭前長、臀鰭前長については実体顕微鏡に取り付けた接眼ミクロメーターを用いて0.1 mmの精度で計測した. 科名と標準和名および学名は本村(2025)に、ミミズハゼ属魚類の種群の定義は渋川ほか(2019)に、発育段階の区分はKendall *et al.*(1984)に従った. 本研究で

用いた標本は、ミュージアムパーク茨城県自然博物館(INM)に登録・保管されている.

結果と考察

1. 仔魚の同定

本研究に用いた上届後仔魚(Fig. 1)は、体が側扁して細長く、肛門が体の中央部よりやや後方に位置し、腹腔中背部に黒色素胞を伴う鱗が認められること(下方からの透過光で確認)で、一般的なハゼ科仔魚の形態(塩垣・道津, 2014a)と一致した. この仔魚は第2背鰭総鰭条数が11、臀鰭総鰭条数が12、筋節数が19(腹部)+18(尾部)=37で(Table 1), 頭頂部から第2背鰭起部までの背中線上に4個の樹枝状の黒色素胞、第2背鰭基底中央から後方に連続する大きな樹枝状の黒色素胞が分布していた(Fig. 1). 国内で記録されているハゼ科魚類のなかで、このような計数形質値と黒色素胞の分布パターンに近い形態的特徴を合わせもつ仔魚はミミズハゼ属のみである(道津, 1957; 塩垣・道津, 1971, 1972, 1977; 塩垣ほか, 1974; 吉田ほか, 2006; 平嶋・高橋, 2008; 道津, 2014; 前田, 2014; 沖山, 2014b; 塩垣・道津, 2014b; 金川ほか, 2020). なお、ウキゴリ属のスミウキゴリ *Gymnogobius petschiliensis*, シマウキゴリ *G. opperiens*, ウキゴリ *G. urotaenia*, キセルハゼ *G. cylindricus*については黒色素胞の分布パターンが類似するが、筋節数とほぼ同数とされる脊椎骨数(Leis and Carson-Ewart, 2000; 沖山(編), 2014a)が32-34の範囲内にあるため(明仁ほか, 2013; 原田, 2014), 本研究の仔魚とは異なっていた.

北海道、本州、四国、九州から記録されているミミズハゼ属魚類のうち既に記載されている15種の第2背鰭総鰭条数、臀鰭総鰭条数、脊椎骨数をTable 2に示した. これら15種のうち、ナガミミズハゼ種群のカワリミミズハゼ *L. adapel*では背鰭と臀鰭を欠くことで(明仁ほか, 2013; 渋川ほか, 2019), 他の13種(イドミミズハゼ種群のドウクツミミズハゼ *L. albus*, ネムリミミズハゼ *L. dormitoris*, ナガレミミズハゼ *L. fluvialis*, ユウスイミミズハゼ *L. fonticola*, ナガミミズハゼ種群のナガミミズハゼ *L. elongatus*, ナンセンハゼ *L. parvulus*, シラヌイミミズハゼ *L. punctilineatus*, オオミミズハゼ種群のオオミミズハゼ *L. grandis*, ミミズハゼ種群のミミズハゼ *L. guttatus*, イソミミズハゼ *L. martellii*, ミナミヒメミミズハゼ *L. ryukyuensis*,

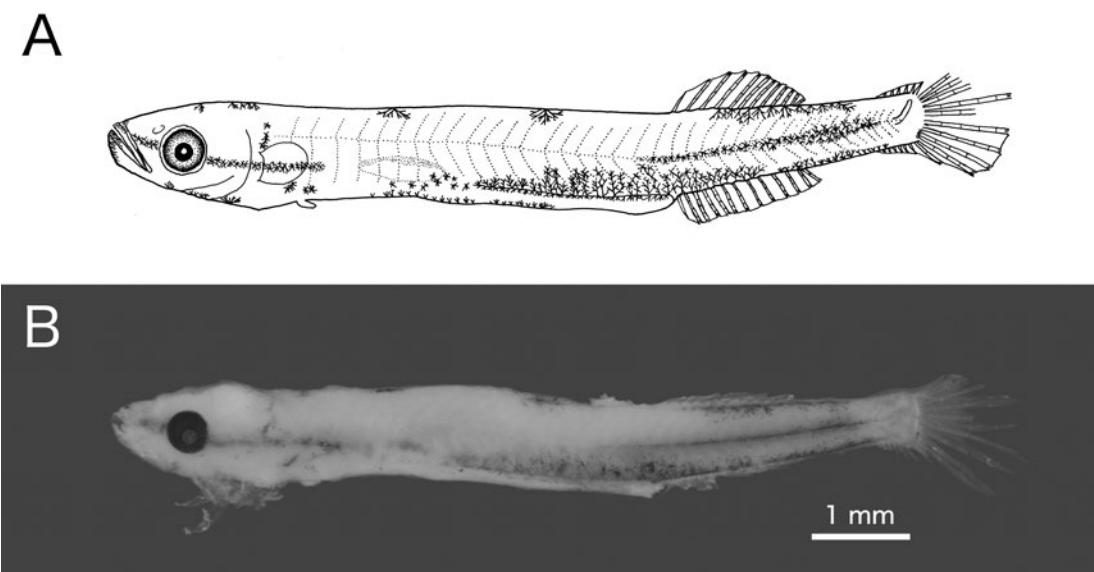


図 1. 2021 年 9 月 26 日に那珂川河口域の調査地点で採集されたイドミミズハゼ種群の一種の上屈後仔魚 (INM-1-96729, 体長 8.2 mm) のスケッチ (A) と写真 (B). (B) では第 2 背鰭・臀鰭鰭条が体の向こう側に折れ曲がっている.

Fig. 1. Sketch (A) and photo (B) of a postflexion larva of *Luciogobius* sp. (*Luciogobius pallidus* complex) collected at the sampling site in the Naka River estuary on 26th September 2021 [INM-1-96729, 8.2 mm in body length (BL)]. The second dorsal fin rays and anal fin rays are folded on the other side of the body in (B).

表 1. 那珂川河口域で採集されたイドミミズハゼ種群の上屈後仔魚の計数・計測値.

Table 1. Counts and measurements of a postflexion larva of *Luciogobius* sp. (*Luciogobius pallidus* complex) (INM-1-96729) collected in the Naka River estuary.

No. of specimens	1
Body length (mm)	8.2
Counts	
2nd dorsal fin rays	I, 10
Anal fin rays	I, 11
Myomeres	19 + 18 = 37
Measurements	
As % of body length	
Body depth	11.9
Head length	23.5
Preanal length	67.8
Pre-2nd dorsal-fin length	67.3
Pre-anal-fin length	68.3
As % of head length	
Snout length	26.0
Eye diameter	22.1
Upper jaw length	42.9

ダイダイソミミズハゼ *L. yubai*, ヤリミミズハゼ種群のヤリミミズハゼ *L. platycephalus*) では第 2 背鰭や臀鰭の総鰭条数、脊椎骨数 (腹椎骨数 + 尾椎骨数) のいずれかの値が異なることで (明仁ほか, 2013; Ikeda *et al.*, 2019; 渋川ほか, 2019; 金川ほか, 2020; Koreeda

and Motomura, 2022), 本研究の仔魚と識別された。残りの 1 種であるイドミミズハゼ種群のイドミミズハゼについては、第 2 背鰭総鰭条数と臀鰭総鰭条数がともに 10–13、脊椎骨数が $18-19 + 16-18 = 34-37$ であり (渋川ほか, 2019), 本研究の仔魚の計数形質値と一致した。さらに、これまでに形態が記載されているイドミミズハゼの稚魚 (体長 8.5 mm) (平嶋・高橋, 2008) とは、頭部から尾部の背中線上にある黒色素胞、消化管中央上部から尾柄部にかけての黒色素胞などの分布パターンも一致したため、本研究の仔魚はイドミミズハゼに該当すると考えられる。ただし、従来イドミミズハゼとされていた種には複数の未記載種が含まれている可能性が示されており (吉田ほか, 2006; 渋川ほか, 2019; 岡村ほか, 2024), それらの分類が過渡期にあるなかで一部のタイプの仔稚魚の形態しか記載されていない現状 (吉田ほか, 2006; 平嶋・高橋, 2008) を踏まえて、本研究の仔魚の同定はイドミミズハゼ種群の一種とするにとどめた。

2. 仔魚の形態の記載

イドミミズハゼ種群の一種
Luciogobius sp. (*Luciogobius pallidus* complex)
 (Fig. 1, Table 1)

表2. 北海道、本州、四国、九州から記録されているミミズハゼ属魚類の計数形質値の範囲。

Table 2. Ranges of meristic counts of *Luciogobius* species reported from Hokkaido, Honshu, Shikoku and Kyushu of Japan.

Species	Species complex*	2nd dorsal fin rays	Anal fin rays	Vertebrae	Reference**
<i>Luciogobius adapel</i>	A	—	—	23 + 26–27 = 49–50	1)
<i>L. albus</i>	B	I, 7–9	I, 8–9	15 + 16 = 31	1)
<i>L. dormitoris</i>	B	I, 11	I, 11	18 + 18 = 36	1)
<i>L. elongatus</i>	A	I, 5–8	I, 7–9	19–21 + 21–23 = 42–44	5)
<i>L. fluvialis</i>	B	I, 8–10	I, 8–10	16–17 + 15–16 = 31–33	1), 3), 5)
<i>L. fonticola</i>	B	I, 7–9	I, 7–9	15–16 + 15–16 = 30–32	1), 3), 5)
<i>L. grandis</i>	C	I, 14–16	I, 14–16	17–20 + 21–23 = 40–41	5)
<i>L. guttatus</i>	D	I, 10–13	I, 11–14	16–18 + 20–22 = 38–39	5)
<i>L. martellii</i>	D	I, 10–13	I, 11–13	16 + 19–21 = 35–37	5)
<i>L. pallidus</i>	B	I, 9–12	I, 9–12	18–19 + 16–18 = 34–37	5)
<i>L. parvulus</i>	A	I, 9–11	I, 10–12	19–21 + 22–24 = 41–44	5)
<i>L. platycephalus</i>	E	I, 11–12	I, 11–14	17–19 + 24 = 41–43	1)
<i>L. punctilineatus</i>	A	I, 9–11	I, 11–13	16–18 + 22–24 = 39–42	4)
<i>L. ryukyuensis</i>	D	I, 9–11	I, 9–12	16 + 21–22 = 37–38	1)
<i>L. yubai</i>	D	I, 9	I, 10	16 + 19 = 35	2)

*Species complex of *Luciogobius* defined by Shibukawa *et al.* (2019): A) *L. elongatus* complex, B) *L. pallidus* complex, C) *L. grandis* complex, D) *L. guttatus* complex, E) *L. platycephalus* complex.

**Reference: 1) Akihito *et al.* (2013), 2) Ikeda *et al.* (2019), 3) Kanagawa *et al.* (2020), 4) Koreeda and Motomura (2022), 5) Shibukawa *et al.* (2019).

(1) 標本 INM-1-96729, 体長 8.2 mm, 上届後仔魚, 茨城県大洗町磯浜町, 那珂川, 2021 年 9 月 26 日, 小型地曳網, 山崎和哉・外山太一郎・金子誠也・加納光樹採集。

(2) 形態 体は側扁して細長く, 体高は体長の 11.9% である。頭長は体長の 23.5%, 吻長は頭長の 26.0%, 眼径は頭長の 22.1%, 上顎長は頭長の 42.9% である。肛門は体の中央よりやや後方に位置し, 肛門前長は体長の 67.8% である。第 2 背鰭前長は体長の 67.3%, 臀鰭前長は体長の 68.3% である。筋節数は 19 + 18 = 37 である。腹腔中背部の上面には黒色素胞を有した鱗が認められる。胸鰭と腹鰭については原基が出現しており膜鰭が認められるが, 鰭条はまだ形成されていない。第 1 背鰭はない。第 2 背鰭は 1 棘 10 軟条, 臀鰭は 1 棘 11 軟条でそれぞれ定数に達し, 軟条は分節している。尾鰭の上葉と下葉はそれぞれ 5 軟条で分節している。鼻孔は 1 つで, まだ前鼻孔と後鼻孔には分かれていません。

(3) 黒色素胞 上顎および下顎先端部, 下顎隅角部, 頭部から尾部にかけての背中線上, 腹面の消化管中央上部および下部, 峠部, 第 2 背鰭基底部, 臀鰭基底部, 尾柄部の背中線上と腹中線上, 尾鰭下葉の基底部に点状の黒色素胞が分布する。頭頂部から第 2 背鰭起部にかけての背中線上には 4 個の樹枝状の黒色素胞が, ま

た, 第 2 背鰭基底中央から尾柄部にかけての背中線上には連続する顕著な黒色素胞が分布する。腹中線上の消化管中央下部には小型の樹枝状の黒色素胞が, 消化管中央上部から尾部の腹中線上にかけては比較的大きな樹枝状の黒色素胞が連続して並ぶ。吻端から眼を通り耳胞底部にかけてと主に尾部の側中線上には連続する黒色素胞群が認められる。

(4) 備考 これまでに仔稚魚の形態が記載されている日本産ミミズハゼ属 9 種のうち, 本研究のイドミミズハゼ種群の一種とほかの 7 種の上届後仔魚（後述のイドミミズハゼと上届後仔魚の形態が記載されていないユウスイミミズハゼを除く）については, 上述の鰭条数や筋節数の組み合わせのほか, 次のような形態的差異が認められた: 本研究のイドミミズハゼ種群の一種とヤリミミズハゼでは頭頂部から第 2 背鰭起部前方にかけての背中線上の黒色素胞は 4 個であるが, ミナミヒメミミズハゼでは 2–3 個, ナンセンハゼでは 3–4 個, ナガレミミズハゼとオオミミズハゼでは 4–5 個, ミミズハゼでは 4–6 個, ナガミミズハゼでは 7 個である（スケッチからの読み取り値）；本研究のイドミミズハゼ種群の一種, ナガレミミズハゼ, オオミミズハゼ, ミミズハゼでは第 2 背鰭と臀鰭の起部はほぼ同じであるが, ナンセンハゼ, ヤリミミズハゼ, ナガミミズハゼおよびミナミヒメミミズハゼでは第 2 背鰭起部

が臀鰭起部より後方に位置する（スケッチからの読み取り）（道津, 1957; 塩垣・道津, 1971, 1972, 1977; 塩垣ほか, 1974; Kondo *et al.*, 2012; 金川ほか, 2020）。これらの種とは別に、沖縄島から記載されているミミズハゼ属不明種の仔魚 6 タイプ (*Luciogobius* sp. 1–6) のうち *Luciogobius* sp. 5 と sp. 6 はイドミミズハゼ種群で、前者がドウクツミミズハゼもしくはその近縁種、後者がイドミミズハゼもしくはその近縁種であると考えられている（Maeda *et al.*, 2008）。これらのうち *Luciogobius* sp. 6 の体長 6.4 mm の上屈後仔魚は、本研究の上屈後仔魚と比べて第 2 背鰭の総鰭条数がわずかに多いのみで、筋節数と黒色素胞の分布パターンが類似していた。ただし、本研究では 1 標本しか得られておらず、十分な検討はできなかった。

本研究の茨城県那珂川産イドミミズハゼ種群の上屈後仔魚（体長 8.2 mm）と和歌山県産イドミミズハゼの上屈後仔魚から稚魚（体長 4.9–8.5 mm, 飼育個体）（平嶋・高橋, 2008）を比較すると、第 2 背鰭・臀鰭総鰭条数や黒色素胞の分布パターンについては概ね一致していたものの、那珂川産上屈後仔魚の方が第 2 背鰭基底中央から後方にかけての黒色素胞がよく伸長し、また、尾部の側中線上の黒色素胞が目立つという違いも認められた。さらに、長崎県大村湾産のイドミミズハゼ O 型 *Luciogobius* sp. の上屈後仔魚（全長 8.2 mm, 飼育個体）（吉田ほか, 2006）と那珂川産上屈後仔魚を比較すると、第 2 背鰭基底中央から尾柄部にかけての背中線上や吻端から耳胞底部にかけての黒色素胞分布パターンが類似していたものの、イドミミズハゼ O 型では頭頂部から第 2 背鰭起部にかけての背中線上にある黒色素胞が顕著であるといった差異が認められた（スケッチからの読み取り）。このような形態的差異については、産地のほか飼育環境と自然環境による違いの可能性があるものの、那珂川産については 1 個体の標本しかないため、今後、追加標本による詳細な比較・検討が必要である。

従来イドミミズハゼ *Luciogobius pallidus* とされてきた種には淡水型 *Luciogobius* sp. FW と汽水型 *Luciogobius* sp. BW が含まれており、四国において淡水型は第 2 背鰭総鰭条数が 10–12（最頻値は 11）、臀鰭総鰭条数が 10–12（11）、脊椎骨数が 34–36 で河川中・下流域から感潮域上流部（淡水域）に出現するのに対し、汽水型は第 2 背鰭総鰭条数が 11–13（最頻値は 12）、臀鰭総鰭条数が 11–13（12）、脊椎骨数が 34–37 で感潮域（汽水

域）に出現することが報告されている（奥村ほか, 2021; 岡村ほか, 2024）。本研究の那珂川産イドミミズハゼ種群の仔魚については計数形質値が両型と重複し、採集場所も低塩分の感潮域であったため、いずれの型に該当するかについては判断できなかった。

イドミミズハゼ種群は日本国内では茨城県以南の太平洋側と石川県以南の日本海側の本州、四国、九州、佐渡島、奄美大島に、韓国では済州島に分布し（Kim, 2012）、茨城県は太平洋側の分布の北限に当たるが（吉田ほか, 2006; 明仁ほか, 2013; 加納, 2016; 渋川ほか, 2019; 山下ほか, 2021; 山崎ほか, 2022）、標本が保管されていなかった。そのため、本研究で得られた標本は、本種群の太平洋側における分布の北限を示す証拠標本となる。茨城県のレッドデータブックにおいてイドミミズハゼは「情報不足①注目種」に選定されており（加納, 2016），今後とも追加調査を実施して生息状況の把握に努めるとともに、予防的見地から保全方策についても検討を開始することが望まれる。

謝 辞

本調査は那珂川漁業協同組合と那珂川第一漁業協同組合に同意していただいたうえで、関係法令を遵守して行った。取手市立宮和田小学校の中島政明氏、茨城大学地球・地域環境共創機構水圏環境フィールドステーションの木村将士氏、神成田優花氏、浜野 隼氏、柏谷翔大氏、渡邊美如々氏、東邦大学東京湾生態系研究センターの中山聖子氏には調査にご同行いただいた。東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科の山下龍之丞氏には本文の執筆に際し有益なご助言をいただいた。茨城県つくば市立桜南小学校の漆原英明氏（元ミュージアムパーク茨城県自然博物館）には標本の登録を行っていただいた。東京大学大学院理学系研究科の澤田直人氏には文献の入手にご協力いただいた。匿名の 2 名の査読者には有益なご助言をいただいた。ここに記して、心より御礼申し上げる。

引用文献

- 明仁・坂本勝一・池田祐二・藍澤正宏. 2013. ハゼ亜目. 中坊徹次（編）. 日本産魚類検索 全種の同定 第三版. pp. 1347–1608, 2109–2211, 東海大学出版会.
道津喜衛. 1957. ミミズハゼの生活史. 九州大學農學部學藝雜誌, 16: 93–100.

- 道津喜衛. 2014. イドミミズハゼ O型・ミミズハゼ. 沖山宗雄 (編). 日本産稚魚図鑑 第二版. pp. 1243–1244, 1246–1247, 東海大学出版会.
- 原田慈雄. 2014. スミウキゴリ・シマウキゴリ・ウキゴリ・キセルハゼ. 沖山宗雄 (編). 日本産稚魚図鑑 第二版. pp. 1271–1276, 1278–1281, 東海大学出版会.
- 平嶋健太郎・高橋弘明. 2008. 和歌山県産イドミミズハゼの水槽内産卵および初期発育. 魚類学雑誌, 55: 121–125.
- Ikeda, Y., K. Tamada and K. Hirashima. 2019. *Luciogobius yubai*, a new species of gobioid fish (Teleostei: Gobiidae) from Japan. *Zootaxa*, 4657: 565–572.
- 金川直幸. 2015. イドミミズハゼ. 環境省自然環境局野生生物課 (編). レッドデータブック 2014–日本の絶滅のおそれのある野生生物–4 汽水・淡水魚類. 352 pp., ぎょうせい.
- 金川直幸・川嶋尚正・國領康弘・板井隆彦・渋川浩一. 2020. 伏流水性ミミズハゼ属魚類ナガレミミズハゼとユウスイミミズハゼの生活史–飼育下における仔稚魚の外部形態の変化を中心として–. 東海自然誌, (13): 65–78.
- 金子誠也・山崎和哉・外山太一郎・中島政明・加納光樹. 2023. 茨城県那珂川感潮域の魚類相. 茨城県自然博物館研究報告, (26): 123–136.
- 環境省自然環境局野生生物課. 2020. 環境省レッドリスト 2020. <https://www.env.go.jp/content/900515981.pdf>. 2025 年 3 月 27 日参照.
- 加納光樹. 2016. イドミミズハゼ. 茨城県生活環境部環境政策課 (編). 茨城県における絶滅のおそれのある野生生物 動物編 2016 年改訂版. 118 pp., 茨城県生活環境部環境政策課.
- Kanou, K., H. Kohno, P. Tongnunui and H. Kurokura. 2002. Larvae and juveniles of two engraulid species, *Thryssa setirostris* and *Thryssa hamiltonii*, occurring in the surf zone at Trang, southern Thailand. *Ichthyol. Res.*, 49: 401–405.
- Kendall, A. W. Jr., E. H. Ahlstrom and H. G. Moser. 1984. Early life stages of fishes and their characters. In: Moser, H. G., W. J. Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Kendall Jr. and S. L. Richardson (eds.). *Ontogeny and Systematics of Fishes*. pp. 11–22, American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Lawrence.
- Kim, B. J. 2012. New record of a rare hypogean gobiid, *Luciogobius pallidus* from Jeju Island, Korea. *Korean Journal of Ichthyology*, 24: 306–310.
- Kondo, M., K. Maeda, N. Yamasaki and K. Tachihara. 2012. Spawning habitat and early development of *Luciogobius ryukyuensis* (Gobiidae). *Environ. Biol. Fish.*, 95: 291–300.
- Koreeda, R. and H. Motomura. 2022. *Luciogobius punctilineatus* n. sp., a new earthworm goby from southern Japan. *Zootaxa*, 5138: 137–151.
- Leis, J. M. and B. M. Carson-Ewart. 2000. The larvae of Indo-Pacific coastal fishes: an identification guide to marine fish larvae. 850 pp., Brill, Leiden.
- 前田 健. 2014. ミナミヒメミミズハゼ. 沖山宗雄 (編). 日本産稚魚図鑑 第二版. pp. 1247–1249, 東海大学出版会.
- Maeda, K., N. Yamasaki, M. Kondo and K. Tachihara. 2008. Occurrence and morphology of larvae and juveniles of six *Luciogobius* species from Aritsu Beach, Okinawa Island. *Ichthyol. Res.*, 55: 162–174.
- 本村浩之. 2025. 日本産魚類全種目録 これまでに記録された日本産魚類全種の現在の標準和名と学名. Online ver. 30. <https://www.museum.kagoshima-u.ac.jp/staff/motomura/jaf.html>. 2025 年 4 月 29 日参照.
- 岡村恭平・山上竜生・高橋弘明・甲斐嘉晃・遠藤広光. 2024. 高知県におけるイドミミズハゼ種群の分布・生息状況および形態的・遺伝的特徴. *Ichthy. Nat. Hist. Fish. Jpn.*, 43: 20–37.
- 沖山宗雄 (編). 2014a. 日本産稚魚図鑑 第二版. 1639 pp., 東海大学出版会.
- 沖山宗雄. 2014b. イドミミズハゼ. 沖山宗雄 (編). 日本産稚魚図鑑 第二版. pp. 1241–1244, 東海大学出版会.
- 奥村大輝・井藤大樹・乾 隆帝. 2021. 徳島県南部の 3 河川で得られたイドミミズハゼ (スズキ目: ハゼ科) の記録. 四国自然史科学研究, (14): 12–18.
- 渋川浩一・藍澤正宏・鈴木寿之・金川直幸・武藤文人. 2019. 静岡県産ミミズハゼ属魚類の分類学的検討 (予報). 東海自然誌, (12): 29–96.
- 塙垣 優・道津喜衛. 1971. ナンセンハゼの生活史. 長崎大学水産学部研究報告, (32): 17–25.
- 塙垣 優・道津喜衛. 1972. ナガミミズハゼの生活史. 長崎大学水産学部研究報告, (34): 9–18.
- 塙垣 優・道津喜衛. 1977. ヤリミミズハゼの生活史. 魚類学雑誌, 24: 43–48.
- 塙垣 優・道津喜衛. 2014a. ハゼ亜目. 沖山宗雄 (編). 日本産稚魚図鑑 第二版. pp. 1215–1218, 東海大学出版会.
- 塙垣 優・道津喜衛. 2014b. ナンセンハゼ・ナガミミズハゼ・オオミミズハゼ・ヤリミミズハゼ. 沖山宗雄 (編). 日本産稚魚図鑑 第二版. pp. 1244–1248, 東海大学出版会.
- 塙垣 優・三浦信男・道津喜衛. 1974. オオミミズハゼの生活史. 長崎大学水産学部研究報告, (38): 57–64.
- 山下龍之丞・菅 駿之介・碧木健人・山川宇宙. 2021. 石川県および兵庫県の日本海沿岸から得られたイドミミズハゼ. *Ichthy. Nat. Hist. Fish. Jpn.*, 10: 13–20.
- 山崎和哉・外山太一郎・大森健策・金子誠也・諸澤崇裕・稻葉 修・増子勝男・萩原富司・荒山和則・加納光樹. 2022. 証拠標本・写真に基づく茨城県産淡水・汽水魚類目録の再検討. 茨城県自然博物館研究報告, (25): 79–94.
- 吉田隆男・道津喜衛・深川元太郎・宮木廉夫. 2006. 長崎県大村湾産イドミミズハゼ O型, *Luciogobius* sp. の生態, 生活史と飼育. 長崎県生物学会誌, (61): 13–25.

(要 旨)

小熊進之介・山崎和哉・外山太一郎・金子誠也・平嶋健太郎・加納光樹. 茨城県那珂川河口域で採集された準絶滅危惧種イドミミズハゼ種群（ハゼ科）の仔魚の記録. 茨城県自然博物館研究報告 第28号 (2025) pp. 73-79.

2021年9月26日に茨城県の那珂川河口域で採集されたミミズハゼ属魚類の上屈後仔魚（体長8.2 mm）の標本を精査したところ、第2背鰭総鰭条数が11、臀鰭総鰭条数が12、筋節数が $19 + 18 = 37$ であるほか、頭頂部から第2背鰭起部にかけての背中線上にある4個の黒色素胞、第2背鰭基底中央から後方にかけて連続する黒色素胞、消化管上部から尾柄部にかけて連続する黒色素胞などの特徴的な黒色素胞パターンをもつことによって、準絶滅危惧種のイドミミズハゼ種群の一種に同定された。今回の標本は本種群の太平洋側における分布の北限記録となる。

(キーワード)：保全、情報不足、初期発育、ミミズハゼ、同定。

資料 (Note)

茨城県内陸部で保護されたアカアシカツオドリ (カツオドリ目, カツオドリ科) の記録

佐野拓哉¹・後藤優介¹

(2025年8月17日受理)

A Red-footed Booby (Suliformes, Sulidae) Protected in the Inland Area of Ibaraki Prefecture, Central Japan

Takuya SANO¹ and Yusuke GOTO¹

(Accepted August 17, 2025)

Abstract

In August 2024, a weakened red-footed booby, *Sula sula*, was protected in Joso, Ibaraki Prefecture. Up to the present, this species had been observed in Ibaraki only in 2019 in an offshore area between Hitachinaka Port and Oarai Port on the ferry route connecting Oarai Port and Tomakomai Port. The present observation seems to be the first case that a red-footed booby flew into an inland area of Ibaraki. This individual was thought to be a juvenile from the color of its beak and its plumage. It seems possible that the bird had lost its way as a result of strong winds from a typhoon passing offshore of Ibaraki during that period.

Key words: Ibaraki Prefecture, inland area, Red-footed Booby, *Sula sula*.

はじめに

アカアシカツオドリ *Sula sula* (Linnaeus, 1766) は、熱帯および亜熱帯太平洋、インド洋、大西洋の島嶼で繁殖する外洋性の鳥類である。日本国内では、硫黄列島や小笠原群島の母島など、一部の島嶼部で繁殖が記録されている。また、北海道から沖縄県八重山諸島までの広範囲にわたって観察記録があり、その多くは稀な旅鳥や迷鳥としての偶発的な記録とされている (日本鳥学会, 2024)。これまで茨城県では、2019年6月23日に苦小牧–大洗航路上の常陸那珂港沖と大洗港沖で観察された記録があるのみである (日本野鳥の会茨城県, 2019)。2024年に茨城県の常総市で本種が確

認されたが、本県の内陸部における記録としては初めてであると考えられるので報告する。

保護の状況および経過

本個体は、2024年8月22日18:00頃、常総市内守谷町の草地でうずくまっているところを地域住民により発見された (図1, 2)。連絡を受けた著者の一人、後藤が19:10ごろ現地で確認し、鼻孔のない太く長い嘴と、赤みを帯びた足から、アカアシカツオドリであると同定した。嘴基部がピンク色で先端部が黒色、頭部から頸部にかけて淡い褐色をしていることから若鳥であると考えられた (箕輪, 2020)。また、翼上面と尾

¹ ミュージアムパーク茨城県自然博物館 〒306-0622 坂東市大崎700 (Ibaraki Nature Museum, 700 Osaki, Bando Ibaraki 306-0622, Japan).

羽は褐色であった。性別については、雌雄同色であることから判別できていない。確認時、本個体は一ヵ所から動かず、時折目を閉じそうになりながら体を前後に揺らす行動が繰り返され、衰弱している様子であった。また、離れた場所から静観すると、頭部を背中側に折り曲げて羽根の中にうずめる行動も見られた。本種は茨城県内では極めてまれな種であること、衰弱したまま放置しておくことで別の動物に捕食される可能性が高いことなどから、一時保護を行った。翌日、茨城県県西県民センターに本個体を保護したことを報告した後、県指定の獣医師と協議した上で、輸送ストレスによる衰弱などを考慮して、ミュージアムパーク茨城県自然博物館で給餌をしながら経過を観察し、回復が見られれば速やかに放鳥をすることとした。

搬入時の本個体は明確な外傷はないものの、人が近くにいても目を閉じそうになる行動が継続的に観察された。餌のイワシを目の前に差し出しても自力で食べようとする様子がないことから、口をあけてイワシを喉にいれる強制給餌を行った。搬入後は段ボール箱に収容していたが、体がふらつく様子が見られなく



図 1. 茨城県常総市におけるアカアシカツオドリの発見地。
Fig. 1. Location (○) where the red-footed booby was discovered in Joso City, Ibaraki Prefecture.



図 2. 発見時のアカアシカツオドリの若鳥 (2024 年 8 月 22 日撮影)。
Fig. 2. Juvenile red-footed booby at the time of discovery (Photo taken on August 22, 2024).

なったことや運動量の減少による筋力の低下を考慮して、8月25日に木製ケージ（幅約2m×奥行1m×高さ1m）に移動させた。その後も給餌を継続したが、明確な回復の兆しが見られず、8月28日に那珂市の茨城県鳥獣センターに搬送した。

博物館での保護期間中は、1日に2~3匹のイワシを給餌した。本個体の搬入時の体重は計測していないが、8月24日から28日の間、給餌時に計測した体重変化を図3に示す。給餌による体重の増加と、消化・排泄等に伴う体重の減少が繰り返されたが、体重の増加傾向はみられなかった。給餌後に消化途中の餌を吐き出す行動が2回観察されたが、保護期間中の体重の最小値は餌の吐き出し直後の679g、最大値は25日の3回目の給餌直後の864gであった。給餌から給餌までの経過時間と、その間の体重減少量から、1時間あたりの体重減少速度を算出したところ、7.1~12.3g/hの幅があり、平均では $9.6 \pm 1.4 \text{ g/h}$ ($n=10$) であった。鳥獣センター搬入後は、落とした餌を自分で採食する程度まで回復したが、9月1日に死亡した。死体から本剥製を作成し、ミュージアムパーク茨城県自然博物館に収蔵した（標本番号 INM-1-131071）。（図4）

考 察

茨城県に隣接する千葉県において、平田ほか(2022)は14件の保護および観察事例を報告している。13件が東京湾奥部、1件は太平洋側での観察・拾得で、すべて沿岸部における記録であった。これらのうち、8

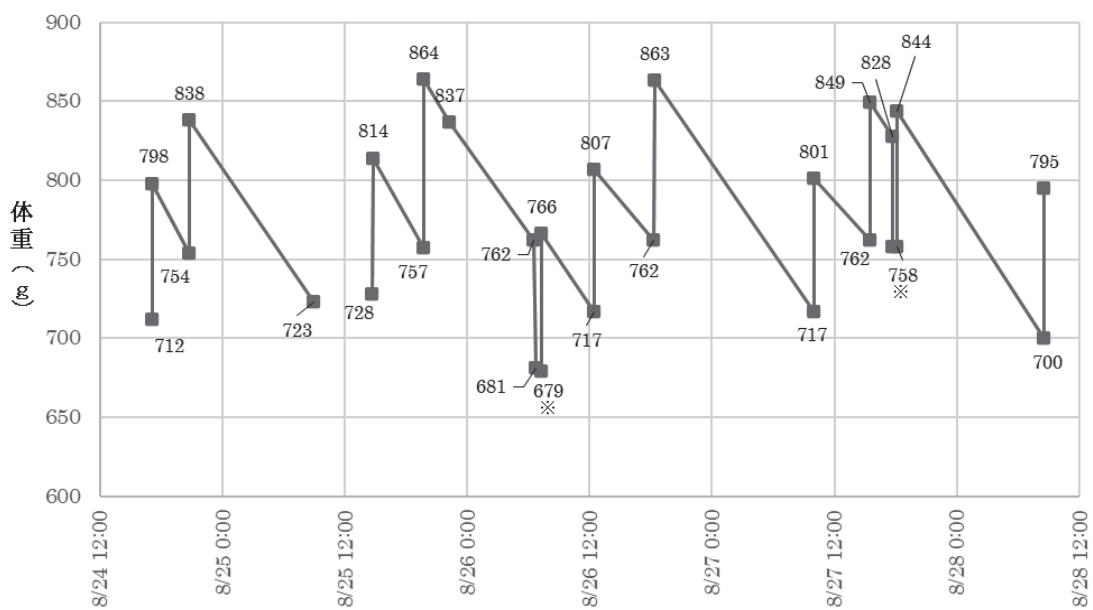


図3. 一時保護期間中のアカアシカツオドリの体重変化（2024年8月）。一部、データの欠損期間がある。給餌前体重は給餌後の体重から餌重量を引いて、吐き戻し前の体重は吐き戻し重量を引いて算出した。※は餌の吐き戻しを示す。

Fig. 3. Body weight changes of red-footed booby during the temporarily protected period (August, 2024). There are some periods without data. Pre-feeding body weight was calculated by subtracting the food weight from the post-feeding body weight, and pre-regurgitation body weight was calculated by subtracting the regurgitated weight. * indicates regurgitation of food.



図4. 常総市で保護されたアカアシカツオドリの本剥製標本（標本番号 INM-1-131071）。嘴と脚は着色されている。

Fig. 4. Stuffed specimen of the red-footed booby protected in Joso city (specimen number INM-1-131071). The beak and legs have been stained.

件は、観察地に近い観測地点で最大風速が 10 m/s を超える風があった日から 2 日以内に記録されており、強風の影響で迷行したと考えられている。また、茨城県よりも内陸に位置する群馬県では 2 件の記録があり、そのうちの 1 件は台風の影響による迷行の可

能性が指摘されている一方で、もう 1 件は最寄りの観測地点での強風の記録ではなく、内陸への飛来理由は不明とされている（高橋ほか, 2024）。茨城県においては、本個体が保護される前の 2024 年 8 月 16 日から 17 日にかけて台風 7 号が沖合を通過している（気象庁, 2025a）。保護地に最寄りであるつくば市の観測所では、16 日の平均風速は 2.9 m/s、最大瞬間風速は 11.4 m/s の北北東の風、17 日の平均風速は 2.2 m/s、最大瞬間風速は 10.5 m/s の北北西の風であった（気象庁, 2025b）。

また、本種の体重は箕輪（2020）では 766 g ~ 1210 g と記載されている。平田ほか（2022）の報告で本個体と同様に夏季に本種が飛来し体重の記録があった 4 例のうち、成鳥 2 例の体重は、保護時に右上腕骨開放骨折と出血多が認められ、その後死亡した個体で 902 g、漂着死体として拾得された個体で 963.7 g であった。一方で、保護後に死亡した 2 例の幼鳥の体重は、台風の通過後に保護された個体で 689 g、保護時の状況の記載がない個体で 498 g であった。本報告の保護個体は若鳥であり、健全な体重についての知見はないものの、保護期間中の最低体重が 679 g、給餌前の空腹時

体重が700g前後であったことからは、良好な栄養状態ではなかったことが推察される。本個体が内陸部で確認された原因については不明だが、近隣県の状況および体重計測値から、台風通過による強風で迷行し、その後、自然下で餌を採食できずに衰弱した可能性が考えられた。

謝 辞

本個体の保護にあたり、浜野一氏、鈴木栄氏およびミュージアムパーク茨城県自然博物館の伊藤彩乃氏には発見から博物館への連絡、現地対応のご協力を頂いた。茨城県県西県民センターの本橋建一氏および獣医師の弦巻肇氏には、一時保護に至るまでの対応について協議頂き、必要な処置などについてご助言頂いた。茨城県植物園の小林慎行氏には、本個体の鳥獣センターでの収容およびその後の情報共有にご協力頂いた。日本野鳥の会茨城県副会長の飯田直己氏には、保護中の個体の栄養状態や放鳥判断の目安などについてご助言を頂くと共に、茨城県内における過去の記録

に関する情報を提供頂いた。ここに深くお礼申し上げる。

引用文献

- 平田和彦・小田谷嘉弥・白川浩一・黒田理生・神田義之・椎原路子・澤本将太・森颯人・桑原和之. 2022. 千葉県におけるアカアシカツオドリ *Sula sula* の記録. 千葉中央博研究報告, 16 (1): 61–67.
- 気象庁. 2025a. 日々の天気図 No.122 2024年8月. <https://www.data.jma.go.jp/yoho/data/hibiten/2024/2408.pdf> (2025年5月4日参照).
- 気象庁. 2025b. 過去の気象データ検索 日ごとの値 つくば 2024年8月. https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/view/daily_s1.php?prec_no=40&block_no=47646&year=2024&month=8&day=&view=p1 (2025年5月4日参照).
- 箕輪義隆. 2020. 新海鳥ハンドブック. 104 pp., 文一総合出版.
- 日本鳥学会. 2024. 日本鳥類目録改訂第8版. 506 pp., 日本鳥学会.
- 日本野鳥の会茨城県. 2019. 日本野鳥の会茨城県会報 ひばり, (351). 24 pp., 日本野鳥の会茨城県.
- 高橋尚汰・深井宣男・石塚徹. 2024. 群馬県におけるアカアシカツオドリの観察記録. 群馬県立自然史博物館研究報告, (28): 245–246.

(要 旨)

佐野拓哉・後藤優介. 茨城県内陸部で保護されたアカアシカツオドリ（カツオドリ目、カツオドリ科）の記録. 茨城県自然博物館研究報告 第28号 (2025) pp. 81–84.

2024年8月、茨城県常総市においてアカアシカツオドリが確認された。茨城県内での本種の記録は、2019年における苦小牧–大洗航路上の常陸那珂港沖と大洗港沖間での1例のみであった。茨城県内陸部での記録としては初めてのものであり、嘴の色や羽色から、本個体は若鳥であると考えられた。本個体が確認される前に台風が茨城県沖を通過しており、強風による迷行の可能性がある。

(キーワード): 茨城県、内陸部、アカアシカツオドリ、*Sula sula*.

茨城県自然博物館研究報告投稿規程

I 一般的な事項

1 投稿原稿の内容及び種類

「茨城県自然博物館研究報告」(以下「研究報告」という。)に掲載することのできる論文等は、自然科学、自然教育及び博物館学に関する原著論文、総説、短報、資料及び雑録とし、それぞれの内容は、次に掲げるとおりとする。

- (1) 原著論文 (Original article) オリジナルな研究論文で、内容の主要な部分が学術論文として他に印刷公表されていないもの
- (2) 総説 (Review) 研究論文、学説、研究法等を独自の立場から総括、解説又は紹介するもの
- (3) 短報 (Short article) 研究の予報、中間報告、内容が原著論文にまでは至らない報告等で、速報性を必要とするもの
- (4) 資料 (Note) 資料の正確な記載や実践報告等が中心となる調査報告
- (5) 雜録 (Miscellany) 上記の種類以外で、博物館活動の記録として重要なもの

2 投稿資格

投稿者は、原則としてミュージアムパーク茨城県自然博物館(以下「自然博物館」という。)の館職員及び研究協力員、総合調査に関わる調査員とする。ただし、研究協力員は当館で実施した研究課題、総合調査に関わる調査員は担当した総合調査についての研究成果に限り投稿することができる。館職員との共著の場合は、外部の者でも投稿することができる。これらの条件を満たさない場合でも、自然博物館の館長の承認を得れば、投稿原稿としてこれを処理することができる。

3 投稿手続

- (1) 原稿は、原則としてマイクロソフトワード文書形式により作成する。
- (2) 投稿は可能な限り電子メールによる電子投稿とする。電子投稿が不可能な場合、原稿1部(図、表を含む)を編集会議へ提出する。図表等の原版は、原稿受理まで各自で保管する。
- (3) 投稿の際には、必ず**投稿原稿整理カード**を添付する。

4 原稿の提出先

〒306-0622 茨城県坂東市大崎700
 ミュージアムパーク茨城県自然博物館内 編集議長(研究報告)
 e-mail: webmaster@nat.museum.ibk.ed.jp

5 原稿の受付

原稿は、本投稿規程に従って書かれた場合に限って受付ける。投稿規程に反する原稿及び、編集会議が不適当と認めた原稿は投稿者に返却する。客観的データに基づかない原稿は、受け付けない。投稿にあたっては、以下の点に注意すること。

(1) 不正行為の禁止

以下に示す、投稿者による不正行為(特定不正行為)を禁止する。

- ①捏造 存在しないデータ、研究結果等を作成すること。
- ②改ざん 研究資料・機器・過程を変更する操作を行い、データ、研究活動によって得られた結果等を真正でないものに加工すること。
- ③盗用 他の研究者のアイディア、分析・解析方法、データ、研究結果、論文又は用語を当該研究者の了解又は適切な表示なく流用すること。

(2) 二重投稿の禁止

投稿原稿が既発表文書と基本的に同じであり、読者に新しい知見が与えられないものは二重投稿とみなし、禁止する。ただし、学会発表の要旨や学術集会の抄録の内容をより詳細に取り扱った新たな原稿は例外とする。

(3) その他

上記の他、研究不正行為と疑われる点があった場合は、編集会議で検討する。

6 原稿の審査

原稿の採択は2名の査読者による査読を経たのち、編集会議で決定する。編集会議は、査読結果に基づいて原稿を審査し、著者に修正を求めたり、返却することがある。修正期間は、審査結果通知日から3か月とし、期限を過ぎた場合、原稿は取り下げとなる。なお、修正期間は、著者からの申し出があった場合、最長3か月延長することができる。

7 原稿の受理

- (1) 自然博物館の館長がその論文の掲載を認めた日をもって、その論文の受理日とする。
- (2) 投稿原稿が受理されたら、速やかに査読終了後の修正原稿及び図表の原版を編集会議に提出する。

II 原稿の長さ

原著論文・総説・資料・雑録は刷り上がり20ページ以内、短報は4ページ以内を原則とする。

III 原稿の構成

1 原著論文

(1) 構成

原著論文の原稿は、原則として以下の順序でまとめる。

和文 表題(和文)－著者名(和文)－受理年月日(和文)－表題(英文)－著者名(英文)－受理年月日(英文)－脚注(和・英文)－要旨(英文)－キーワード(英文)－本文(和文)－謝辞(和文)－引用文献－要旨(和文)－キーワード(和文)

英文 表題(英文)－著者名(英文)－受理年月日(英文)－脚注(英文)－要旨(英文)－キーワード(英文)－本文(英文)－謝辞(英文)－引用文献－要旨(和文)－キーワード(和文)

(2) 表題(Title)

英文表題は、冠詞、前置詞、等位接続詞及び種小名を除き、単語の第1文字を大文字にする。

(3) 脚注(Footnotes)

科研費等の補助金を受けた団体名、著者の所属名及び住所を記入する。和文原稿では、英文の所属名及び住所も記入する。著者名を脚注で説明する項目には上付きの数字を付ける。その他の項目には上付きのアステリスクを付ける。なお、脚注の末尾はすべてピリオドとする。

和文(表題) 茨城県沿岸帶のウミグモ類の分類学的研究*

(著者名) 水戸太郎¹・岩井一郎²

(脚注) * 本研究の一部は文部科学省科学研究費(一般研究B, No. 05909005)によって実施された。

¹ ミュージアムパーク茨城県自然博物館 〒306-0622 坂東市大崎700 (Ibaraki Nature Museum, Bando 306-0622, Japan). e-mail: mito.taro@mail.ibk.ed.jp

² 茨城大学教育学部生物学教室 〒310-8512 水戸市文京2-1-1 (Laboratory of Biology, Faculty of Education, Ibaraki University, 2-1-1 Bunkyo, Mito 310-8512, Japan).

英文(表題) A Taxonomic Study of Pycnogonids on the Coasts of Ibaraki *

(著者名) Taro Mito¹ and Ichiro Iwai²

(脚注) * This research was partially supported by Grant-and-Aid for Scientific Research (No. 05909005), Ministry of Education Culture, Sports, Science and Technology.

¹ Ibaraki Nature Museum, 700 Osaki, Bando 306-0622, Japan.

e-mail: mito.taro@mail.ibk.ed.jp

² Laboratory of Biology, Faculty of Education, Ibaraki University, Mito 310-0056, Japan.

(4) 要 旨 (Abstract)

原則として、英文で 200 語、和文 300 字以内とする。

(5) キーワード (Key words)

論文の内容を端的に表す語句を原則として 3 語以上 10 語以内で選び、以下のように表示する。

英 文 **Key words:** *ancestrulae, Bryozoa, Celleporina, early astogeny, larvae, metamorphosis, systematics.*

和 文 (キーワード): 初虫、コケムシ、コブコケムシ属、初期群体発生、幼生、変態、系統分類学。

(6) 本 文

本文の構成は、原則として次に掲げるようとする。

a はじめに (Introduction)

b 材料および方法 (Materials and Methods)

c 結果 (Results) 又は記載 (Descriptions)

d 考察 (Discussion)

(7) 謝 辞 (Acknowledgments)

謝辞の中では、肩書き又は敬称を付ける。

(8) 引用文献 (References)

a 論文中で言及又は引用した文献は、まとめて論文中の「引用文献」のリストに掲げる。論文中で言及又は引用をしていない文献は、掲げない。

b 本文中での引用の仕方は、場合に応じて、小川 (1899, 1990) ...、(Brown, 1986; Mawatari, 1986) ... のように、姓 (年) 又は (姓、年) とする。文献の著者が 2 名のときは、鈴木・佐藤 (1990) ...、(Zimmer and Woollacott, 1989) ... のように、3 名以上のときは、田中ほか (1974) ...、(Lyke *et al.*, 1983) ... のように示す。ただし、著者が 3 名以上のときでも引用文献のリストには全員の氏名を書く。

c 引用文献のリストでは、著者の姓のイニシャルによって、アルファベット順に列する。同じ著者のものは、年代順に同じ年号の場合は早いものから順に a、b、c... を付す (1986a, 1986b...)。

d 文献の書き方は、以下に従う。

(a) 単行本 (例 1、6)

著者名. 年号. 表題. ページ数, 出版社名.

(欧文の場合は、最後に出版地名を入れる。)

(b) 雜 誌 (例 2、7)

著者名. 年号. 表題. 雜誌名, 卷 (号): ページ数.

(欧文の場合、雑誌名は原則として省略名を用い、イタリック体にする。)

(c) 報告書 (例 3、4)

著者名. 年号. 報告書名, ページ数, 発行者名.

(部分引用の場合は、著者名. 年号. 表題. 編者名. 報告書名, ページ数, 発行者名。)

(d) 編著書の部分引用 (例 5、8、9)

著者名. 年号. 表題. 編著書名. ページ数, 出版社名.

(欧文の場合は、編著書名をイタリック体とし、最後に出版地名を入れる。)

(e) WEB サイトの引用 (例 10)

著者名. 年. WEB サイトのタイトル. URL. 参照年月日.

(f) 2 行以上にわたる時、2 行目以下は 1 字分 (和文活字相当) だけ下げて書く。

(g) 欧文の文献で著書が 2 名以上のとき、2 人目以下は First name のイニシャルを先に書く (例 7、9)。

- (例 1) 糸魚川淳二. 1993. 日本の自然史博物館. 228 pp., 東大出版会.
- (例 2) 渋谷 保・品田正一. 1986. 房総半島南端の作名 背斜の形成過程. 地質雑誌, 92: 1-13.
- (例 3) 環境庁. 1979. 第 2 回自然環境保全基礎調査 動物分布調査報告書(哺乳類)全国版, 91 pp.
- (例 4) 萩原康夫. 2004. アリ類. 茨城県自然博物館第 3 次総合調査報告書, pp. 416-420, ミュージアムパーク茨城県自然博物館.
- (例 5) 福田一郎. 1982. エンレイソウ. 常脇恒一郎(編). 植物遺伝学実験法. pp. 321-328, 共立出版.
- (例 6) Klevelen, D. W. 1957. Coal science. 185 pp., Elsevier Publishing Co., Amsterdam.
- (例 7) Rasmussen, H. N. and D. F. Whigham. 1993. Seed ecology of dust seeds *in situ*: A new study technique and its application in terrestrial orchids. *Am. J. Bot.*, 80 (12): 1374-1378.
- (例 8) Addicott, J. F. 1985. Competition in mutualistic systems. In: Boucher, D. H. (ed.). *The biology of mutualism*. pp. 217-247, Croom Helm, London.
- (例 9) Zimmer, R. L. and R. M. Woollacott. 1977a. Structure and classification of gymnolaemate larvae. In: Woollacott, R. M. and R. L. Zimmer (eds.). *Biology of bryozoans*. pp. 57-89, Academic Press, New York.
- (例 10) 環境省. 2020. 環境省レッドリスト 2020 の公表について. <https://www.env.go.jp/press/107905.html>. 2021 年 5 月 27 日参照.

2 総説・短報・資料・雑録

短報・総説・資料・雑録の原稿の構成は原著論文に準ずる。ただし、短報の場合は、英語論文では英語の Abstract は省略してもよく、日本語論文では日本語の要旨は省略してもよい。また、資料および雑録の場合は、日本語の要旨および英語の Abstract を省略してもよい。

IV 用語と文章

- (1) 和文の場合、文章はひらがなと漢字による口語体とし、現代かなづかいを用いる。また、漢字は常用漢字を用いる。
- (2) 和文の場合、固有名詞で読み誤るおそれのあるものにはふり仮名を付ける。
- (3) 句読点は「,」「.」を用いる。
- (4) 数量を表す数字は、アラビア数字とし、単位には SI 単位系を用いる。ただし、専門分野で慣用されているものはこの限りではない。

V 原稿用紙と書き方

- (1) 和文の場合は、A4 判用紙に 1 行全角 40 字 × 35 行とし、上下左右の余白は十分にとる。
- (2) 英文の場合、A4 サイズの用紙に 1 行約 10 単語、約 25 行とし、ダブルスペースでタイプする。右そろえはしない。上下左右の余白は十分にとる。
- (3) 計量単位は mm、kg のように小文字だけで記し、数字と単位の間に半角分スペースをとる。℃、%などの単位は全角で記し、数字と単位の間にスペースをとらない。
- (4) イタリック体又はゴシック体の指定は、次に掲げるところにより著者が行う。
 - a イタリック体の指定は、赤で下線を引く。
 - b ゴシック体の指定は、赤で波線の下線を引く。
- (5) 生物の学名などは、国際動物命名規約や国際植物命名規約に従う。

VI 図・表・図版

- (1) 投稿原稿の図・表・図版の内容は、次に掲げるとおりとし、それぞれの種類ごとに番号をつける。
 - a 図 (Fig.) 本文中に入れる黒色図及びグレースケール写真

- b 表 (Table) 本文中にに入る記号、文字及びケイのみからなるもの
 - c 図版 (Pl.) 通しページを付さない独立のページとして印刷される写真
- (2) 図は、白背景に黒字・黒文字とし、縮図してもよいように、文字、記号、線などの大きさと調和に留意すること。
- (3) 図の内容の大きさを示すには、何分の1としないで、縮尺（スケール）を図中に書く。
- (4) 図・表は、1図ごと、1表ごとに別のファイルに分ける。
- (5) 図・表の位置は、原稿の右側欄外に赤字で示す。全幅もしくは半幅を指定すること。
- (6) 表のタイトルは、表の上に書き、注などの説明は表の下に書く。
- (7) 図・図版につけるタイトルと説明文（キャプション）は、図の下に書く。
- (8) 和文の場合、図・表・図版のタイトルと説明文は和文と英文の両方とし、可能な場合は、図・表の内容も英文で書く。
- (9) 図版の原稿は、1ページの形（印刷面は 15.7 × 23.2 cm）にレイアウトする。

VII 電子投稿

以下の指示にしたがって作成する。

- (1) 原稿はマイクロソフトワードで作成し、本文+表+図を1つのファイルにまとめて提出する。図表は、元データ（JPEG、Excel、PDF等）を付ける。
- (2) 本文および表で用いる書体は、和文フォントでは明朝体、英文フォントではTimes New Romanとする。ギリシャ文字やキリル文字などの特殊文字はTimes New Romanなどの英文フォントを使用する。なお、フォントの大きさは10.5ポイントとする。
- (3) 原稿にはページ番号と行番号の両方を必ず付ける。
- (4) 投稿の際は、CD-Rにすべてのファイルを保存し、編集議長宛に送付する。あるいは、電子メールの添付ファイルとして編集議長宛に送付する。

VIII 印刷用原図の電子ファイル

- (1) 図はTIFFファイルもしくはJPEGファイルとする。図はグレースケールで送付する。印刷は全て白黒で行われる。線画やグラフは可能な限りグレースケールを避け、白黒2値で作成する。
- (2) ファイルサイズは、可能な限り1つの図あたり2MB以下に収める。

IX 著作権

- (1) 本誌に掲載された論文の著作権（著作権法第21条から第28条までの権利を含む）は自然博物館に帰属する。
- (2) 投稿者は、投稿整理カードへの署名をもってこの規定に従うことに同意したものとみなす。なお、著作者が複数の場合は、著作者全員の合意を得た上で代表者が署名することができる。
- (3) 投稿者は、受理された原稿（ポストプリント版）の公開を受理された時点で行ってもよいが、以下の文章を付記すること。

この論文は査読を経て受理されていますが、編集、組版、ページ付け、校正などのプロセスを経ていません。そのため、本稿と出版される原稿との間に差異が生じる可能性があります。○年○月に茨城県自然博物館研究報告第○号に掲載予定です。

X 捕 則

この規程に定めるもののほか、必要な事項については自然博物館の館長が別に定める。

付 則

この規程は、平成 14 年 3 月 21 日から施行する。

付 則

この規程は、平成 15 年 1 月 23 日から施行する。

付 則

この規程は、平成 16 年 10 月 1 日から施行する。

付 則

この規則は、平成 24 年 12 月 13 日から施行する。

付 則

この規則は、平成 25 年 12 月 15 日から施行する。

付 則

この規則は、平成 29 年 11 月 22 日から施行する。

付 則

この規則は、令和 4 年 10 月 1 日から施行する。

付 則

この規則は、令和 4 年 12 月 23 日から施行する。

投稿原稿整理カード

編集会議記入		受付番号：年度, No.	受理番号：年度, No.	
		受付日：年 月 日	受理日：年 月 日	
著者名	和字			
	ローマ字			
執筆者連絡先	自宅	(〒)	TEL FAX E-mail	
	勤務先	(〒)	TEL FAX E-mail	
表題	和文			
	欧文			
ランニングタイトル				
原稿種類	原著論文 総説 短報 資料 雜録	掲載分野	動物 植物 地学 博物館学	
原稿の枚数	本文： 和文 ・ 欧文 枚	キャプション：		
	図 (Figures) :	枚	図版 (Plates) :	枚
	表 (Tables) :	枚	付表 (Appendix) :	枚
著作権	本論文が掲載された場合の著作権は貴館に帰属することを承諾し、著者を代表して署名します。 ※著作権の帰属に関する詳細は投稿規程を参照のこと。		署名：	
備考				

編集会議

編集議長：池澤 広美
編集幹事：後藤 優介
編集副幹事：加藤 太一
伊藤 彩乃
編集委員：小池 渉
前橋 千里
豊崎 賢二
石塚 勇太
佐野 拓哉
鶴沢美穂子
北澤 佑子
吉田 佑
櫛引 豪人
世木田和也
久松 正樹

Editorial Board

Chief editor: Hiromi IKEZAWA
Managing editor: Yusuke GOTO
Sub-managing editors: Taichi KATO
Ayano ITO
Editors: Wataru KOIKE
Senri MAEBASHI
Kenji TOYOSAKI
Yuta ISHITSUKA
Takuya SANO
Mihoko UZAWA
Yuko KITAZAWA
Yu YOSHIDA
Gohito KUSHIBIKI
Kazuya SEKIDA
Masaki HISAMATSU

茨城県自然博物館研究報告 第 28 号

(令和 7 年度)

BULLETIN OF IBARAKI NATURE MUSEUM

No.28 (2025. 12)

令和 7 年 12 月 26 日発行

発行 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 番地

TEL 0297-38-2000

編集 ミュージアムパーク茨城県自然博物館

印刷 前田印刷株式会社

Bulletin of Ibaraki Nature Museum

No.28

December, 2025

CONTENTS

Original articles

Distribution and Habitat of an Endangered <i>Pilotrichopsis dentata</i> (Mitt.) Besch., Rediscovered in Ibaraki Prefecture after 90 Years	Koji SUGIMURA and Mihoko UZAWA	1
Radiometric Age and Geologic Structure of the Cambrian Omika Formation in the Hitachi Paleozoic Formations	Michio TAGIRI, Sumio SHIMAZAKI and Wataru KOIKE	13
Dietary Characteristics of Invasive Alien Species, Raccoon (<i>Procyon lotor</i>), which Shows Recent Range Expansion in Southern Part of Ibaraki Prefecture, Central Japan	Ayako SUZUKI, Nachika OCHIAI, Yusuke GOTO and Koji YAMAZAKI	23
Late Pleistocene Ostracods from the Kioroshi Formation in Nishi-Itatoi, Moriya, Southwestern Ibaraki Prefecture, Central Japan: Result of an Exhibited Sediment Specimen at Ibaraki Nature Museum	Hirokazu OZAWA, Minoru KANEKO, Hiroyuki ISHIKAWA, Masahiro NOMURA, Yuta ISHITSUKA and Taichi KATO	37

Short Article

A Trace Fossil <i>Archaeozostera</i> Discovered from the Isoai Formation of the Upper Cretaceous Nakaminato Group in Hitachinaka City, Ibaraki Prefecture, Japan	Kazuhiro MURATA, Takeyoshi MATSUO and Taichi KATO	53
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	----

Notes

The Occurrence of a Cicada <i>Cryptotympana facialis</i> (Hemiptera: Cicadidae) in Moriya City, Ibaraki Prefecture, Japan	Takehiko ISHITSUKA and Yuuhei UHEYAMA	59
Foraminiferal Assemblage in the Beach Sand of Kujihama, Hitachi City, Ibaraki Prefecture, Central Japan	Minoru KANEKO, Yuta ISHITSUKA, Taichi KATO, Riko SUMINO, Mei ASAKAI, Saki Ito, Chisato NISHIYAMA and Ayaka SUZUKI	63
Record of Larva of the Near-Threatened Goby, <i>Luciogobius pallidus</i> Complex (Gobiidae), Collected in the Naka River Estuary, Ibaraki Prefecture, Eastern Japan	Shinnosuke OGUMA, Kazuya YAMAZAKI, Taichiro TOYAMA, Seiya KANEKO, Kentarou HIRASHIMA and Kouki KANOU	73
A Red-footed Booby (Suliformes, Sulidae) Protected in the Inland Area of Ibaraki Prefecture, Central Japan	Takuya SANO and Yusuke GOTO	81