

岐阜県の中新世瑞浪層群明世累層宿洞砂岩相の植物化石

伊 奈 治 行*

* 〒479-0828 愛知県常滑市市場町6-89

**Plants from the Middle Miocene Shukunohora Sandstone Facies of the Mizunami Group,
Mizunami City, Gifu Prefecture, Central Japan**

Haruyuki Ina*

* Ichiba 6-89, Tokoname, Aichi 479-0828, Japan

Abstract

Two species of ferns, 4 species of conifers and 36 broad-leaved trees are reported from the Middle Miocene Shukunohora Sandstone Facies of the Mizunami Group. Of the 36 broad-leaved trees 20 species have entire margin leaves. A palaeoclimatic interpretation of the percent with entire margins of dicotyledon indicates a subtropical climate for the plant assemblage.

Key words: Middle Miocene, Mizunami Group, Shukunohora Sandstone Facies, plant fossils, subtropical climate

はじめに

岐阜県の東濃地方に分布する前～中期中新統瑞浪層群の明世累層最上部に宿洞砂岩相(糸魚川, 1974)がある。宿洞砂岩相はマングローブ沼に生息する貝類化石(奥村, 1983)や花粉化石(齊藤ほか, 1995)を始め、熱帯系の貝類化石群集や造礁性サンゴ化石などの熱帯的な古環境を示す化石を含み(奥村, 1983, 1992), 前期・中期中新世界ころの日本列島における熱帯的な古環境を示す代表的な地層の一つとされる(糸魚川・津田, 1986)。

これまで宿洞砂岩相の植物化石については Ina (1992) がリストを示しているにとどまり、記載や図版を伴う研究はなかった。小論では瑞浪市化石博物館が所蔵する同相から採集された植物化石を検討し、その組成的特徴や植物化石から推定される宿洞砂岩相堆積時の気候環境について考察する。

地質概説

瑞浪層群は下位より、非海成の土岐夾炭累層、本郷累層と海成の明世累層、生俵累層から構成される(糸魚川, 1974)。宿洞砂岩相は、瑞浪盆地周縁部に分布する厚さが約10m以下の地層で、主に砂岩からなり、礫岩・貝殻を含む砂岩を伴う(氏原ほか, 1999)。

宿洞砂岩相から N8 の浮遊性有孔虫化石が産出し(齊藤,

1963; 茨木, 1981), その堆積時期は中期中新世初期と考えられている(糸魚川・柴田, 1992)。氏原ほか(1999)は、明世累層の月吉部層から狭間部層が堆積した後陸化し、再び海進が起き、宿洞砂岩相が堆積したと考えた。本論文では氏原ほか(1999)の層序区分に従った。

産出地点と含化石層

植物化石は、岐阜県瑞浪市明世町月吉の北北西約1 km に位置するあかつき洞周辺の日吉川河床と下水処理場付近、並びに明世町月吉の北約500mの溝口から採集された(図1)。含化石層は宿洞砂岩相の暗灰色のシルト岩と細粒砂岩である。母岩は脆く、化石の保存状態は良くない。あかつき洞付近の宿洞砂岩相は、貝類化石群集などから、外洋に面した小さな入江に堆積したものと考えられている(糸魚川ほか, 1976)。

宿洞砂岩相の植物群の組成

宿洞砂岩相の植物化石は保存状態が悪いが、総計135点の標本を検討し、20科36属42種を認めることができた(表1)。

その内訳は、シダ類2種、針葉樹4種、広葉樹36種で広葉樹が多い。もっとも種数の多い科は Lauraceae (クスノキ科) で6属9種が認められた。次いで Fagaceae (ブナ科)、Leguminosae (マメ科) の種数が多く、それぞれ3属6種、



図 1. 産地図.

4 属 4 種で、Juglandaceae (クルミ科) は 3 属 3 種であった。他の科は 1 ~ 2 種よりなる。広葉樹のうち、常緑と考えられるものは *Comptonia naumannii*, *Castanopsis miocuspudata*, *Quercus nathorstii*, *Quercus praegilva*, *Quercus protosalicina*, *Actinodaphne nipponica*, *Cinnamomum lanceolatum*, *Machilus nathorstii*, *Machilus ugoana*, *Neolitsea* sp., *Distylium* sp., *Ilex ohashii*, *Sideroxylon salicites* の 13 種である。宿洞砂岩相の植物群における常緑広葉樹の比率は、瑞浪層群明世累層の他の部層にくらべて高い。

Machilus ugoana は量的に最も多く産し、次いで *Quercus praegilva*, *Machilus nathorstii*, *Castanopsis miocuspudata*, *Rhus miosuccedanea* が多く、いわゆる日本の暖帯林を代表する「タブ林」や「シイ・カシ林」を構成する種が多いのが特徴である。

宿洞砂岩相の植物化石群の解析

棚井 (1991) は葉形態の中で、気温に最も密接な関係があるのは葉縁の特徴であり、特に全縁葉率 (全広葉樹種に対する全縁葉を持つ樹木種の比率) は年平均気温と極めて良い相関関係を示すとした。なお、信頼度の高い結果を得るためには、十分な化石採集量に基づいて多くの広葉樹種 (少なくとも 20 種以上) が識別されていること、化石葉が後背地の広い範囲から集積された化石群でなければならないことを指摘した。

宿洞砂岩相の化石採集量は十分とは言えないが、36 種の広葉樹種が識別できた。化石採集量が少ないため、不確実さは

表 1. あかつき洞産宿洞砂岩相の植物リスト。

Plagiogyriaceae (スジノオ科)	<i>Plagiogyria</i> sp.
Polypodiaceae (ウラボシ科)	<i>Dryopteris</i> sp.
Pinaceae (マツ科)	<i>Keteleeria ezoana</i> Tanai <i>Pinus miocenica</i> Tanai
Taxodiaceae (スギ科)	<i>Glyptostrobus europaeus</i> (Brong.) Heer <i>Metasequoia occidentalis</i> (Newberry) Chaney
Myricaceae (ヤマモモ科)	<i>Comptonia naumannii</i> (Nathorst) Huzioka
Juglandaceae (クルミ科)	<i>Cyclocarya ezoana</i> Tanai and N. Suzuki <i>Juglans japonica</i> Tanai <i>Pterocarya asymmetrosa</i> Konno
Betulaceae (カバノキ科)	<i>Alnus arasensis</i> Huzioka <i>Carpinus subyedoensis</i> Konno
Fagaceae (ブナ科)	<i>Castanea tanaii</i> Huzioka <i>Castanopsis miocuspudata</i> Matsuo <i>Quercus miovariabilis</i> Hu and Chaney <i>Quercus nathorstii</i> Kryshtofovich <i>Quercus praegilva</i> Kryshtofovich <i>Quercus protosalicina</i> Suzuki
Ulmaceae (ニレ科)	<i>Ulmus subparvifolia</i> Nathorst
Magnoliaceae (モクレン科)	<i>Magnolia miocenica</i> Hu and Chaney
Menispermaceae (ツヅラフジ科)	<i>Diploclisia notoensis</i> Ishida
Lauraceae (クスノキ科)	<i>Actinodaphne nipponica</i> Tanai <i>Cinnamomum lanceolatum</i> (Unger) Heer <i>Lindera gaudini</i> (Nathorst) Tanai <i>Lindera paraobtusiloba</i> Hu and Chaney <i>Lindera</i> sp. <i>Litsea onodaensis</i> Huzioka and Takahashi <i>Machilus nathorstii</i> Huzioka <i>Machilus ugoana</i> Huzioka <i>Neolitsea</i> sp.
Hamamelidaceae (マンサク科)	<i>Distylium</i> sp.
Leguminosae (マメ科)	<i>Cladrastis aniensis</i> Huzioka <i>Gleditschia miosinensis</i> Hu and Chaney <i>Robinia nipponica</i> Tanai <i>Wistaria fallax</i> (Nathorst) Tanai and Onoe
Anacardiaceae (ウルシ科)	<i>Rhus miosuccedanea</i> Hu and Chaney
Aquifoliaceae (モチノキ科)	<i>Ilex ohashii</i> Huzioka
Rhamnaceae (クロウメモドキ科)	<i>Paliurus protonipponicus</i> Suzuki <i>Rhamnus</i> sp.
Cornaceae (ミズキ科)	<i>Cornus megaphylla</i> Hu and Chaney
Sapotaceae (アカテツ科)	<i>Sideroxylon salicites</i> (Weber) Weyland
Ebenaceae (カキノキ科)	<i>Diospyros miokaki</i> Hu and Chaney

あるが、筆者は宿洞砂岩相の植物化石群の全縁葉率から古気候を推定することは有効であると考え、宿洞砂岩相の堆積環境が外洋に面した入江であることから、宿洞砂岩相の植物化石群は、沿岸部の植生を強く反映しているものと考えられる。

全縁葉率の算定は植村(1989)に従った。すなわち裂片葉は全縁・鋸歯縁を問わず非全縁とし、同一群集で同じ種でありながら全縁と鋸歯縁が混じるものは全縁とした。化石が葉器官以外の器官にしか知られていない種や草本植物は算定から除外せねばならないが、宿洞砂岩相からはそのような種は見つからなかった。

宿洞砂岩相の本木広葉樹36種のうち、全縁葉を持つ種は20種で、全縁葉率は56%であった。伊奈(1981)のリストを再検討して求めた、同じ明世累層の山野内部層の植物化石群の全縁葉率は26%で、宿洞砂岩相の植物化石群の全縁葉率にくらべて低い。また、化石採集量や識別できた種数が少なく信頼度は低い、明世累層狭間部層の植物化石群では全縁葉率が11%と低い。

宿洞砂岩相の植物化石群の全縁葉率は、棚井(1991)が示したWolfe(1971)の東アジアの適湿～中湿性森林における全縁葉広葉樹の比率と気候資料に基づく、中国海南島の高地(55%)、福建省の高地(50%)、広西北部(49%)、台湾の500-1,000m(47%)の植物相の全縁葉率に近い値を示している。これらの森林は亜熱帯林で、年平均気温が16～19の地域であるとされる。

植村(1993)は年平均気温(T)換算を $1/3E + 1.7$ (E は全縁葉率)で求めた。この公式を適用すると、宿洞砂岩相の植物化石群から算出される宿洞砂岩相堆積時の年平均気温は20.4になる。

一方、植物相による解析は新第三紀後期以後の植物化石群については精度が高いが、それ以前の植物化石群については時代が古くなるほど精度が低くなるとされる。従って、宿洞相の植物化石群については、前述の葉相観による解析と矛盾がなければ参考資料として使うことができると考えられる。

宿洞砂岩相の植物化石群を構成する各化石種に近縁な現生種の多くは、西南日本の暖温帯性照葉樹林に分布している。一方、アジア大陸東部においては、長江流域の江蘇、安徽、浙江、四川、湖北、貴州、福建の各省に分布域を持つものが多い。これらの地域には亜熱帯性常緑広葉樹林が発達している。これらの地域の年平均気温は14～20で、全縁葉率から得られた結果と矛盾しない。

考 察

宿洞砂岩相は熱帯系の貝類化石や造礁性珊瑚化石を含み、その一部からはマングローブ沼に生息する貝類やマングローブ植物の花粉化石が報告され、瑞浪層群の中でも最も温暖な時期の地層である。糸魚川・津田(1986)は中新世熱帯系貝類群集を検討した結果、宿洞砂岩相層準では「奄美大島以南の古環境」が推定されるとした。

一方、宿洞相から採集された大型植物化石は、針葉樹や落葉広葉樹を交える暖温帯～亜熱帯性の常緑広葉樹林が沿岸部に発達していたことを示唆している。マングローブ植物の葉

や果実などの発見が期待されたが、本採集地点からそれらを見つけることができなかった。しかし、宿洞相の植物化石群の全縁葉率は亜熱帯地域の植生における全縁葉率に近似の値を示し、全縁葉率から求めた年平均気温が20.4という結果が得られ、宿洞相堆積時に本地域が亜熱帯であった可能性が高く、貝類化石や造礁性珊瑚化石、花粉化石などから推定された気候環境と矛盾しない。

今回、マングローブ植物の大型植物化石を見つけることができなかったが、中期中新世初頭の地層から発見される可能性は高く、今後、西南日本の同時代の植物化石を検討したい。

謝 辞

小論をまとめるにあたり、名古屋大学名誉教授の柴田博博士には粗稿をお読み頂き、適切な助言を頂戴した。同じく名古屋大学名誉教授の糸魚川淳二博士からは常に暖かい励ましの言葉を頂いた。また、瑞浪市化石博物館館長の奥村好次氏および学芸員の柄澤宏明博士には、博物館所蔵の標本を快く貸し出して下さる便宜を図るとともに、採集地に関する情報を教えて頂いた。名城大学の齊藤毅助教授には宿洞相の花粉化石に関してご教示頂いた。これら多くの方々への感謝の意を表す。

なお小論は、瑞浪層群の化石に造詣が深く、多くの指針を与えて下さった故西本博行氏に捧げる。

引用文献

- 茨木雅子(1981)30. 岐阜県瑞浪地域(Mizunami area). 土 隆一編, 日本の新第三系の生層序及び年代層序に関する基本資料「続編」, IGCP-114, National Working Group of Japan, 81.
- 伊奈治行(1981)瑞浪層群の化石. 1. 可児・瑞浪盆地の植物. 瑞浪市化石博専報, no. 2, 1-20.
- Ina, H.(1992) Miocene vegetational and climatic history of the eastern part of the Setouchi Geologic Province, Japan. *J. Earth Planet. Sci. Nagoya Univ.*, **39**, 47-82.
- 糸魚川淳二(1974)瑞浪層群の地質. 瑞浪市化石博専報, no. 1, 9-42.
- 糸魚川淳二・奥村好次・西本博行(1976)瑞浪層群の腕足動物化石相. 瑞浪市化石博専報, no. 3, 41-54.
- 糸魚川淳二・柴田 博(1992)瀬戸内区の中新世古地理(改訂版) 瑞浪市化石博専報, no. 19, 1-12.
- 糸魚川淳二・津田禾粒(1986)中新世熱帯系貝類群集の古生態的特性. 瑞浪市化石博専報, no. 6, 171-182.
- 奥村好次(1983)瑞浪層群宿洞砂岩相より *Geloina* の発見. 瑞浪市化石博専報, no. 10, 181-184.
- 奥村好次(1992)瑞浪層群宿洞相より造礁性サンゴ *Turbinaria* の群集の発見. 瑞浪市化石博専報, no. 19, 219-221.
- 齊藤 毅・山野井徹・諸星富士子・柴田 博(1995)岐阜県瑞浪層群明世累層「宿洞砂岩相」(中新統)からのマングローブ植物花粉の発見. 地質雑, **101**(9), p.747-749.
- 齊藤常正(1963)浮遊性有孔虫より見た本州の新第三系. 化石, no. 5, 8-19.
- 棚井敏雅(1991)北半球における第三紀の気候変動と植生の変化. 地学雑誌, **100**(6), 951-966.
- 植村和彦(1989)環日本海地域のグリンタフ下部層の比較層序・古植物と古地理学的意味. 昭和63年度科学研究費補助金(一般研究C)研究成果報告書, 1-41.
- 植村和彦(1993)大型植物化石に基づく新生代の古気候変遷と気温. 化石, no. 54, 24-34.

氏原 温・入月俊明・細山光也 (1999) 岐阜県東濃地域の新第三系, 日本地質学会第106年学術大会見学旅行案内書, 97-116.

Wolfe, J. A. (1971) Tertiary climatic fluctuations and methods of analysis of Tertiary floras. *Palaeogeogr., Plaeoclimat., Palaeoecol.*, **9**, 27-57.

2004年9月12日原稿受理

Explanation of Plate 1

- Fig. 1. *Dryopteris* sp.
Fig. 2. *Plagiogyria* sp.
Fig. 3. *Glyptostrobus europaeus* (Brong.) Heer.
Figs. 4, 5. *Metasequoia occidentalis* (Newberry) Chaney.
Fig. 6. *Comptonia naumanni* (Nathorst) Huzioka.
Fig. 7. *Cyclocarya ezoana* Tanai and N. Suzuki.
Fig. 8. *Juglans japonica* Tanai.
Fig. 9. *Alnus arasensis* Huzioka.
Fig. 10. *Pterocarya asymmetrosa* Konno.
Fig. 11. *Carpinus subyedoensis* Konno.
Figs. 12, 13. *Castanea tanaii* Huzioka.
Fig. 14. *Castanopsis miocuspudata* Matsuo.

(All figures in natural size)



1



2



3



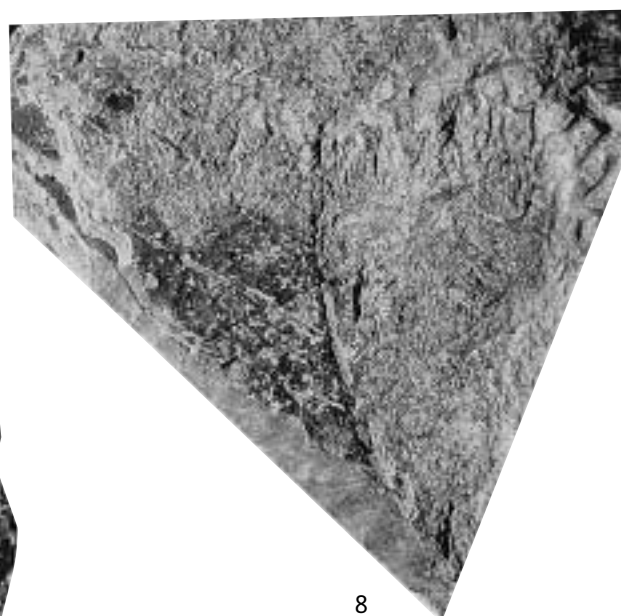
4



5



7



8



6



9



10



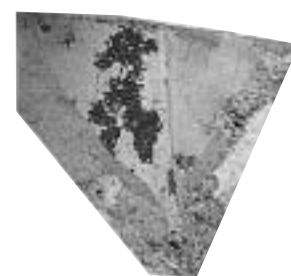
11



12



13

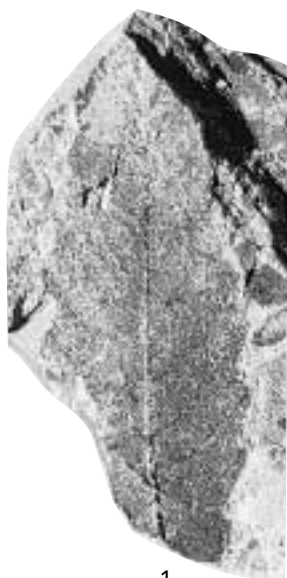


14

Plate 2

- Fig. 1. *Quercus miovariabilis* Hu and Chaney.
Figs. 2, 3. *Quercus nathorstii* Kryshtofovich.
Figs. 4, 5, 8. *Quercus paraegilva* Kryshtofovich.
Fig. 6. *Quercus protosalicina* Suzuki.
Fig. 7. *Ulmus subparvifolia* Nathorst.
Fig. 9. *Diploclisia notoensis* Ishida.
Fig. 10. *Magnolia miocenica* Hu and Chaney.

(All figures in natural size)



1



2



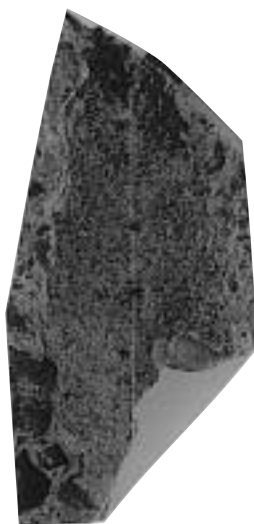
3



4



5



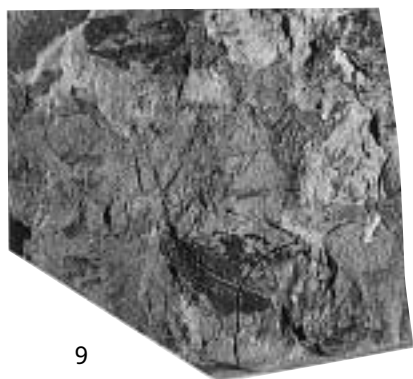
6



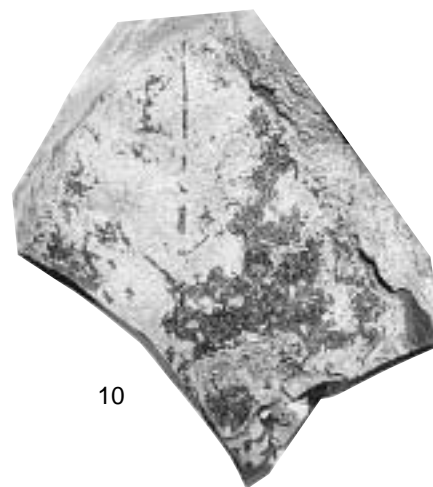
7



8



9



10

Plate 3

- Fig. 1. *Actinodaphne nipponica* Tanai.
Fig. 2. *Cinnamomum lanceolatum* (Unger) Heer.
Fig. 3. *Lindera paraobtusiloba* Hu and Chaeny.
Fig. 4. *Lindera gaudini* (Nathorst) Tanai.
Figs. 5, 6. *Lindera* sp.
Figs. 7, 8. *Machilus nathorsti* Huzioka.
Fig. 9. *Machilus ugoana* Huzioka.
Fig. 10. *Distylium* sp.

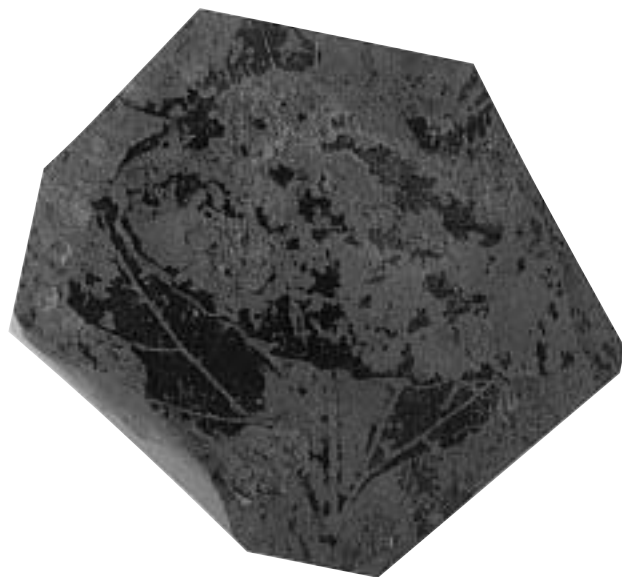
(All figures in natural size)



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10

Plate 4

- Fig. 1. *Machilus ugoana* Huzioka.
Fig. 2. *Neolitsea* sp.
Figs. 3, 4, 5. *Cladrastis aniensis* Huzioka.
Fig. 6. *Gleditschia miosinensis* Hu and Chaney.
Figs. 7, 9, 10. *Robinia nipponica* Tanai.
Fig. 8. *Litsea onodaensis* Huzioka and Takahashi.
Fig. 11. *Ilex ohashii* Huzioka.
Fig. 12. *Wistaria fallax* (Nathorst) Tanai and Onoe.
Fig. 13. *Rhus miosuccedanea* Hu and Chamey.

(All figures in natural size)



1



2



3



4



5



6



7



11



8



9



10



12



13

Plate 5

- Fig. 1. *Rhus miosuccedanea* Hu and Chaney.
Figs. 2, 3. *Paliurus protonipponicus* Suzuki.
Figs. 4, 7. *Cornus megaphylla* Hu and Chaney.
Fig. 5. *Rhamnus* sp.
Fig. 6. *Sideroxylon salicites* (Weber) Weyland.
Fig. 8. *Diospyros miokaki* Hu and Chaney.

(All figures in natural size)



1



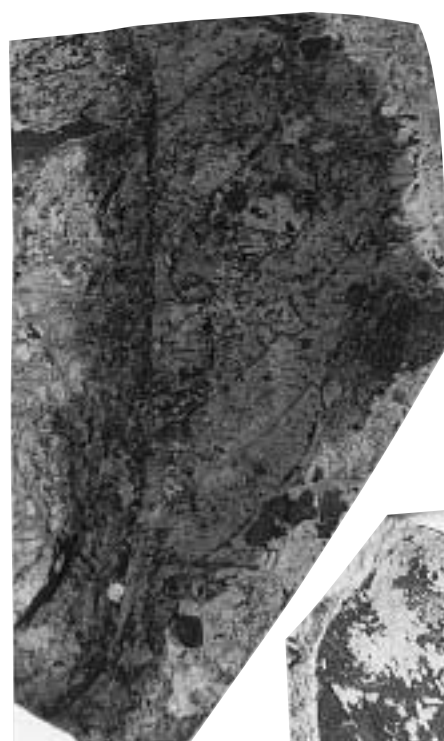
2



3



4



5



6



7



8