

## 三瓶小豆原埋没林の古土壤より発見されたコケ植物遺体の分類学的再検討

片桐知之\*・井上雅仁\*\*

### A taxonomic re-examination of bryophyte residues found in the paleosol of the Sanbe-Azukihara buried forest in Shimane Prefecture, Japan

Tomoyuki Katagiri, Masahito Inoue

**Abstract:** Identification of the two bryophyte residues found in the paleosol of the Sanbe-Azukihara buried forest were carried to reveal the paleovegetation of the *Cryptomeria japonica* forest from the Jomon Period (ca. 10500–300 B.C.) that were buried by volcanic activities of Mt. Sanbe about 3500 years ago. Our morphological examinations shows that each of the bryophyte residues is identifiable to *Pyrrhobryum spiniforme* var. *badakense* (M.Fleisch.) Manuel [= *Rhizogonium badakense* M.Fleisch.] of Rhizogoniaceae and *Neckera yezoana* Besch. of Neckeraceae, respectively. These findings are also important for revealing the Holocene bryophyte flora in Japan.

**Keywords:** bryophytes, plant residue, Mt. Sanbe, buried forest, Jomon Period, Holocene

**要旨:** 本研究では埋没スギ周辺の古土壤から発見された2種類のコケ植物遺体に関して分類学的再検討および種同定を行うことで、埋没林に生育していたコケ植物種を明らかにし、三瓶小豆原埋没林の古植生および縄文時代後期のコケ植物相に関する情報を得ることを目的とした。研究の結果、2点の標本はそれぞれヒロハヒノキゴケとエゾヒラゴケであることが明らかになった。両種は三瓶山の周辺地域でも各地から報告されていることから、約3500年前の埋没する前の森林は現在の周辺地域と同様の冷温帯から暖温帯のコケ植物相を有していたことが示唆される。

**キーワード:** コケ植物、植物遺体、三瓶山、埋没林、縄文時代、完新世

### 1. はじめに

三瓶山(1126m)の北側山麓、島根県大田市三瓶町多根小豆原(標高約220m)に位置する三瓶小豆原埋没林は、約3500年前の森林が三瓶山の火山活動による火碎流堆積物に埋まることで形成されたと考えられている(松井・井上, 1971; 松井, 1998, 2002; 渡辺, 2000b, 2002b, 2003; 中村, 2000, 2003; 福岡・松井,

2004). 高さ10m以上に達する複数のスギの巨木が直立したままの状態で埋没保存されただけでなく当時の林床の土壤からは動植物遺体が数多く発見されていることから、三瓶小豆原埋没林は縄文時代後期(完新世)の森林の生物相を明らかにできる世界的にも非常に貴重な存在である。

三瓶小豆原埋没林の古植生の解明に取り組んだ渡辺正巳博士による一連の研究によって(渡辺, 2000a, 2000c, 2002a, 2002c; 渡辺・古野, 2003; 渡辺・那須,

\* 公益財団法人 服部植物研究所, 〒889-2535 宮崎県日南市飫肥6-1-26

Hattori Botanical Laboratory, 6-1-26, Obi, Nichinan, Miyazaki, 889-2535, Japan

\*\* 島根県立三瓶自然館, 〒694-0003 島根県大田市三瓶町多根1121-8

The Shimane Nature Museum of Mt. Sanbe (Sahimel), 1121-8 Tane, Sanbe-cho, Ohda, Shimane, 694-0003, Japan

2003; Watanabe et al., 2009), 埋没樹木の同定と古土壤の花粉分析が行われ、当時の植物相がスギに加え、ヒノキ、ケヤキ、トチノキ、ムクロジ、イヌガヤ属、コナラ属、カツラ属などからなることが明らかにされた。また葭矢ほか（2003）は古土壤中に保存された植物遺体を研究し、埋没する前の森林にはサンショウ、サルナシ、アワブキ、タラノキなども生育していたことを明らかにしている。しかしながら、これらの報告はいずれも維管束植物を対象としたものであり、縄文時代後期の森林にどのようなコケ植物が生育していたのかに関しては葭矢・大畠（2002）の報告に限られている。葭矢・大畠（2002）は埋没スギA-5の周辺の古土壤（層厚1 cm以下の腐葉層とその下部にある層厚10 cm以下の腐植土層から成る）より2種類のコケ植物（ヒロハヒノキゴケとヤナギゴケ科の一種とされる）を見出している。佐藤（2002, 2003）によると埋没スギA-5は樹齢365年、平均直径118 cm、先端部標高219.7 m、推定地盤標高208.0 mの巨大なスギで、火碎流堆積物に埋積される前は谷底付近に位置していたと推定されている（鈴木2002）。特に埋没スギA-5周辺の古土壤は保存状態が良かったことから、動植物遺体の研究が積極的に行われている（昆虫遺体：大畠, 2002, 2003; 花粉：渡辺, 2002c; 植物遺体：佐藤, 2000; 葦矢・大畠, 2002; 葦矢ほか, 2003; 微粒炭：小椋, 2003）。

本研究では、埋没スギA-5周辺の古土壤から発見された2種類のコケ植物遺体に関して分類学的再検討および種同定を行うことで、埋没林に生育していたコケ植物種を明らかにし、三瓶小豆原埋没林の古植生および縄文時代後期（完新世）のコケ植物相に関する情報を得ることを目的とした。

## 2. 方 法

今回再検討を行った2点の標本（No.4, No.5）は各々 $10 \times 10 \times 3$  cm（縦×横×厚）のアクリル樹脂標本であり中央部にコケ植物遺体が包埋されていた。植物体の上下に厚さ1.5 cmのアクリル樹脂が存在するため一般的な生物顕微鏡での観察が不可能であるため、実体顕微鏡（Nikon SMZ1000）とデジタルカメラ（Olympus Stylus TG-3 Tough）を用いて観察・写真撮影を行った。なお葭矢・大畠（2002）で掲載されているNo.4の写真では植物体が樹脂包埋されていないことから、植物体は近年樹脂包埋されたと考えられる。

## 3. 結 果

### 1. 標本番号：No.4 [図1]

学名：*Pyrrhobryum spiniforme* var. *badakense* (M.Fleisch.) Manuel [= *Rhizogonium badakense* M.Fleisch.]

和名：ヒロハヒノキゴケ

分類学的位置：マゴケ植物門（セン類）Bryophyta, マゴケ綱Bryopsida, ヒノキゴケ目Rhizogoniales, ヒノキゴケ科Rhizogoniaceae, ヒノキゴケ属 *Pyrrhobryum*

形態：植物体は長さ3–4 cm、茎は葉を含めて2–3 mm幅。葉は茎の下部では小さくてまばら、中部から上部では大きくて密につく。葉は線状披針形から線形、長さ(1)2–3(–4) mm。中肋は1本で葉先に届き、背面には歯がある。基部を除き葉縁には鋸歯があり、鋸歯は双生。仮根はまばらで茎の下部にのみみられる。生殖器官や胞子体は確認できなかった。

ノート：展示に使用していたことなどによりアクリル樹脂の表面に細かい傷が多く、No.5に比べて樹脂の透明度が低く観察しにくい。

### 2. 標本番号：No.5 [図2]

学名：*Neckera yezoana* Besch.

和名：エゾヒラゴケ

分類学的位置：マゴケ植物門（セン類）Bryophyta, マゴケ綱Bryopsida, ハイゴケ目Hypnales, ヒラゴケ科Neckeraceae, ヒラゴケ属 *Neckera*

形態：植物体は長さ2–5 cm。茎は葉を含めて2–3 mm幅、1回羽状に分枝し、枝は長さ4–6 mm、葉を含めて1.0–1.5 mm幅。葉は長さ1.5–2.5 mm、卵形から長卵形、やや扁平、葉面は凹む、先端は尖る、上部には明瞭な横皺がある。中肋の有無に関しては確認できなかった。生殖器官や胞子体は確認できなかった。

ノート：展示に使用されてこなかったためアクリル樹脂の表面には傷が無く、樹脂の透明度が高く観察しやすい。

## 4. 考 察

No.4に関して葭矢・大畠（2002）では、服部植物研究所の岩月善之助博士に同定を依頼したと記されており、ヒロハヒノキゴケと同定された植物体の写真が示されていた。同定の根拠などは特に明記されていな

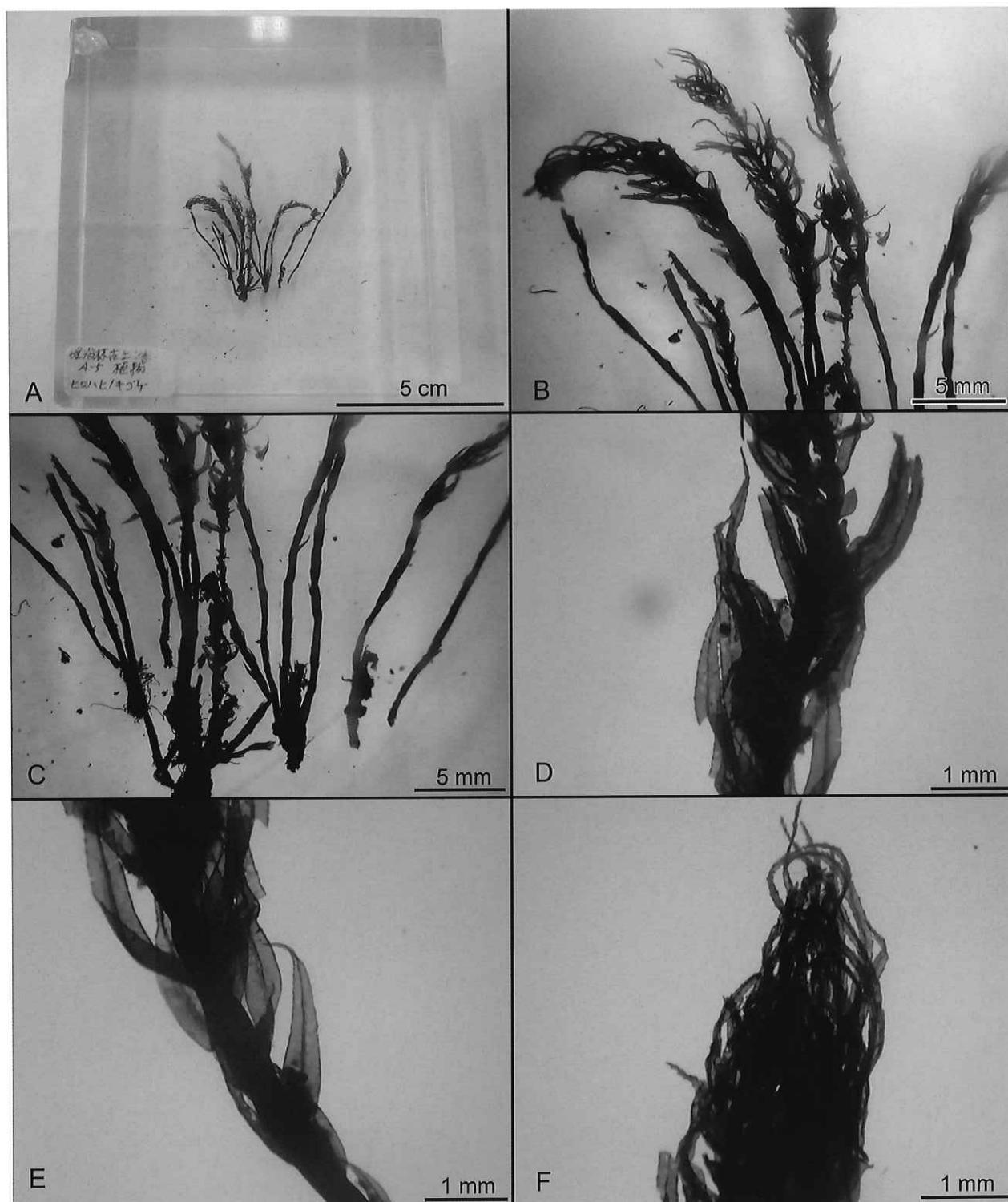


図1 ヒロハヒノキゴケ(標本No.4). A: 標本全形. B: 標本上部. C: 標本下部. D-E: 植物体中部. F: 植物体上部.

かったが、本研究でも植物体の大きさ(3–4 cm長)(図1A)や葉の形態(葉の形、中肋の形態、葉縁の鋸歯の形態)(図1D&E)から判断して、No.4はヒロハヒノキゴケ(ヒノキゴケ科ヒノキゴケ属)であると考えられ、霞矢・大畠(2002)の結果を支持した。霞矢・大畠(2002)によると、No.4の植物体は腐植土に仮根を下ろした

まま押しつぶされて埋没していたことに加え、植物体の地上部が横倒しの状態で腐葉に上下から挟まれていたことから、突然押し寄せた泥水によって埋もれてしまったのではないかと考察している。岩月ほか(2001)によるとヒロハヒノキゴケは林内のスギの根本などに群生するとされ、現在ではヒロハヒノキゴケは静岡か

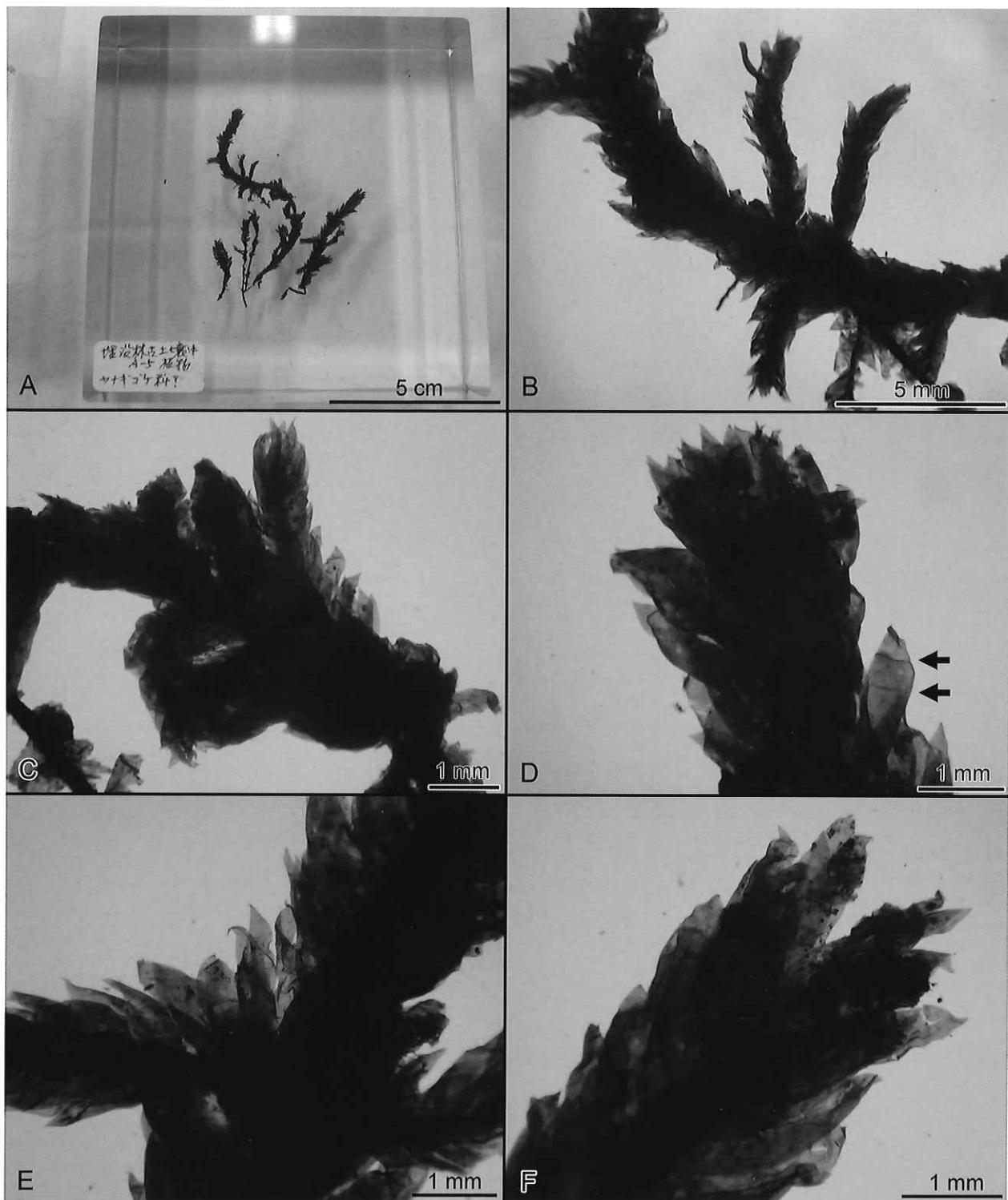


図2 エゾヒラゴケ(標本No.5). A: 標本全形. B-C: 植物体中部, 枝は1回羽状に分枝する. D: 植物体上部, 矢印は葉の横皺を示す. E: 植物体中部. F: 植物体上部.

ら沖縄までの標高約1200 m以下の各地に広く分布している(Iwatsuki, 1972). 今から約3500年前の三瓶山でもおそらくスギの林床にヒロハヒノキゴケが生育しており、その個体群の一つが火碎流堆積物に埋もれて保存されたものであると考えられる。

No.5に関して葭矢・大畠(2002)はヤナギゴケ科

Amblystegiaceaeの種とだけ記しており、植物体の形態に関する情報は無かった。本研究では、葉身細胞、中肋、胞子囊、雌苞葉に関する形態は確認できなかつたが、(1) 茎(おそらく二次茎)が1回羽状に分枝すること(図2B&2C), (2) 葉があまり茎や葉に圧着しないこと(図2D-2F), (3) 葉がやや扁平で葉面が凹む

こと（図2D&2E）、（4）葉の上部には明瞭な横皺があること（図2D）などからNo.5はエゾヒラゴケ *Neckera yezoana* Besch.（ヒラゴケ科ヒラゴケ属）であると考えられる（野口, 1950; 岩月ほか, 2001; Noguchi, 1989）。なおヤナギゴケ科の種は一般に葉は披針形で中肋が葉の中部以上に達することや葉が開出することなどの点でヒラゴケ科と異なる（Kanda, 1976, 1977; 岩月ほか, 2001）。葭矢・大畑（2002）によると、No.5の植物体は腐葉の間に挟まれて出土したことから、茎が折れて地上に落ちたあと保存されたと考えられており、谷間の樹木に着生するとされる本種の生育環境の特徴と矛盾しない（Tanaka & Nishimura, 2001; 岩月ほか, 2001）。Tanaka & Nishimura（2001）は日本産のヒラゴケ属各種の水平と垂直の地理分布に関して詳しく研究しており、エゾヒラゴケは水平分布においては北海道から九州までの各地に広く分布し、垂直分布においては標高約1700 m 以下の冷温帯から暖温帯に分布することが明らかにされている。

本研究で同定されたヒロハヒノキゴケとエゾヒラゴケの両種は三瓶山の周辺地域（山口県：林・塩見, 2004；鳥取県：有川ほか, 2011；広島県：坪田ほか, 1997）でも各地から報告されていることから、約3500年前の埋没する前の森林は現在の周辺地域と同様の冷温帯から暖温帯のコケ植物相を有していたことが示唆される。本研究により、三瓶小豆原埋没林の古土壤から2種のコケ植物の生育が確認されたことは、埋没林の古植生を明らかにする上で重要な発見であるだけでなく、縄文時代後期（完新世）のコケ植物相を明らかにする上でも非常に貴重な知見である。那須（2003）が指摘しているように埋没スギA-5周辺の古土壤を利用した研究は未だ途中であるため、未調査の保存古土壤についての研究が進めばさらなる発見や新たな展開が今後も期待できる。

## 謝 辞

コケ植物遺体の同定に関して広島大学大学院博士課程の佐藤 匠氏および服部植物研究所の井上侑哉博士に助言をいただいた。ここに感謝申し上げる。

## 引 用 文 献

- 有川智己・廣岡涼子・川合啓二・立石幸敏・西村直樹（2011）鳥取県産コケ植物チェックリスト。鳥取県立博物館研究報告48: 103-118.
- Iwatsuki, Z. (1972) Geological isolation and speciation of

- bryophytes in some islands of Eastern Asia. J. Hattori Bot. Lab. 35: 126-141.
- 岩月善之助・出口博則・古木達郎（2001）日本の野生植物 コケ。平凡社、東京。
- 福岡孝・松井整司（2004）三瓶火山の噴火様式の変遷。島根県立三瓶自然館研究報告 2: 9-14.
- 林正典・塩見隆行（2004）山口県産蘚苔類チェックリスト。Naturalistae 9: 63-96.
- Kanda, H. (1976) A revision of the family Amblystegiaceae of Japan I. J. Sci. Hiroshima Univ., Ser. B, Div. 2, 15: 201-276.
- Kanda, H. (1977) A revision of the family Amblystegiaceae of Japan II. J. Sci. Hiroshima Univ., Ser. B, Div. 2, 16: 47-119.
- 松井整司（1998）三瓶火山の噴出物とその年代。志津見ダム建設予定地内埋蔵文化財発掘調査報告書5（付編）: 127-136.
- 松井整司（2002）三瓶火山の噴出物とその年代。志津見ダム建設予定地内埋蔵文化財発掘調査報告書12: 227-235.
- 松井整司・井上多津男（1971）三瓶火山の噴出物と層序。地球科学 25: 147-163.
- 中村唯史（2000）周辺地域地質調査。三瓶埋没林調査報告書1: 74-76.
- 中村唯史（2003）埋没林を埋積する地層について（埋没立木A-5, A-9発掘調査をもとに）。三瓶埋没林調査報告書3: 53-56.
- 那須孝悌（2003）まとめ。三瓶埋没林調査報告書 3: 99-100.
- 野口 彰（1950）日本、琉球、台湾産イタチゴケ亜族及びメリソゴケ亜族の蘚類（其三）。Journal of the Hattori Botanical Laboratory 4: 1-48.
- Noguchi, A. (1989) Illustrated Moss Flora of Japan. Part 3. Hattori Botanical Laboratory, Nichinan.
- 大畑純二（2002）昆虫遺体分析調査。三瓶埋没林調査報告書2: 73-76.
- 大畑純二（2003）埋没林古土壤中の昆虫遺体。三瓶埋没林調査報告書 3: 73-75.
- 小椋純一（2003）三瓶小豆原埋没林埋没土壤の微粒炭分析。三瓶埋没林調査報告書3: 90-98.
- 佐藤仁志（2000）生物遺体調査。三瓶埋没林調査報告書1: 64-65.
- 佐藤仁志（2002）掘り出し調査。三瓶埋没林調査報告書2: 11-26.
- 佐藤仁志（2003）樹幹測定結果。三瓶埋没林調査報告書3: 45-48.
- 鈴木敬一（2002）地中レーダー探査。三瓶埋没林調査報告書2: 41-44.
- Tanaka A. & Nishimura N. (2001) The relationship between geographic distribution and calcareous sites in *Neckera* of Japan. Natural Environmental Science Research 14: 73-87.
- 坪田博美・山口富美夫・出口博則・関 太郎（1997）コケ植物目録。広島大学理学部附属宮島自然植物実験所・比婆科学教育振興会（編），広島県植物誌，613-655 pp. 中国新聞社，広島。
- 渡辺正巳（2000a）樹種分析調査。三瓶埋没林調査報告書 1: 48-63.
- 渡辺正巳（2000b）<sup>14</sup>C年代測定結果。三瓶埋没林調査報告書 1:

66.

渡辺正巳 (2000c) 微化石分析調査. 三瓶埋没林調査報告書 1: 67–73.

渡辺正巳 (2002a) 樹種分析調査. 三瓶埋没林調査報告書 2: 45–58.

渡辺正巳 (2002b) 14C 年代測定. 三瓶埋没林調査報告書 2: 59–60.

渡辺正巳 (2002c) 花粉分析調査. 三瓶埋没林調査報告書 2: 79–82.

渡辺正巳 (2003) 14C 年代測定結果 (過年度分を含む). 三瓶埋没林調査報告書 3: 51–52.

渡辺正巳・古野毅 (2003) 樹種同定結果 (過年度分を含む). 三瓶埋没林調査報告書 3: 49–50.

渡辺正巳・那須孝悌 (2003) 三瓶小豆原埋没林調査における花粉分析. 三瓶埋没林調査報告書 3: 80–87.

Watanabe M., Furuno T., & Nasu T. (2009) Paleovegetation at the Sanbe-Azukihara Cryptomeria japonica buried forest and its vicinity at ca. 3500 yrs BP, Shimane Prefecture, southwestern Japan. Jpn. J. Hist. Bot. 17: 45–53.

葭矢崇司・大畠純二 (2002) 植物遺体分析調査. 三瓶埋没林調査報告書 2: 77–78.

葭矢崇司・那須孝悌・渡辺正巳 (2003) 埋没林土壤中の植物遺体. 三瓶埋没林調査報告書 3: 76–79.