

原 著

箱崎真隆<sup>1</sup>・吉田明弘<sup>2</sup>・木村勝彦<sup>3</sup>：福島県鬼沼における  
木材化石と花粉化石からみた完新世後期の時空間的な植生分布と  
サワラ・アスナロ湿地林

Masataka Hakozaki<sup>1</sup>, Akihiro Yoshida<sup>2</sup> and Katsuhiko Kimura<sup>3</sup>:  
Spatio-temporal distribution of vegetation and the *Chamaecyparis pisifera*-  
*Thujopsis dolabrata* swamp forest deduced from wood and pollen assemblages  
during the late Holocene at Oninuma, Fukushima Prefecture, northeastern Honshu

**要 旨** 福島県猪苗代湖南部鬼沼地域から得られた堆積物の花粉分析と木材化石の同定、<sup>14</sup>C年代測定の結果から、この地域周辺の約2500年前以降の時空間的な植生分布について考察した。約2500年前の扇状地では、ハンノキ属ハンノキ節が優占し、カツラやトネリコ属、サワグルミが伴う湿地林であった。周辺の山地では、コナラ属の森林が広がっていた。約1500年前には、トネリコ属が扇状地で、ブナ属が周辺山地で増加した。その後、約1500～800年前の間には、ハンノキ節に加え、サワラ・アスナロの針葉樹が混交する湿地林が扇状地に形成された。これらの木材化石の産出分布から、サワラは湿潤から乾燥した環境に、アスナロは湿潤な環境のみに立地していたことが明らかとなった。サワラは、木材化石の年輪数と根系形態から、少なくとも200年間に渡って不安定な泥炭地上に生育していた。したがって、サワラ・アスナロはこの地域における湿地林の重要な構成種であり、西日本の低湿地埋没林で報告されるスギと同様に、湿地林の生態に新知見を得ることができた。また、花粉組成と木材化石の産出の比較から、東北地方南部ではスギが山地帯の植生要素であった可能性が高い。

キーワード：鬼沼、花粉分析、完新世後期、サワラ・アスナロ湿地林、木材化石

**Abstract** Spatio-temporal distribution of vegetation during the late Holocene at Oninuma, Fukushima Prefecture (northeastern Honshu) was reconstructed from pollen and fossil wood assemblages and by radiocarbon dating. Circa 2500 years ago, *Alnus* sect. *Gymnothyrsus* dominated the fan swamp forest in this area, while *Quercus* grew on the surrounding hills. By ca. 1500 years ago, *Fraxinus* and *Fagus* increased on the fan and the hills, respectively. By ca. 800 years ago, an *Alnus*-dominated swamp forest covered the fan, accompanied by *Thujopsis dolabrata* and *Chamaecyparis pisifera*. The distribution of fossil woods showed that *T. dolabrata* mainly grew in the center of the fan, whereas *C. pisifera* grew throughout it. The 120–180 tree rings and the horizontal spread of the roots of *C. pisifera* trees implied that the swamp forest continued for at least 200 years on the peaty land. It is probable that *T. dolabrata* and *C. pisifera* were once significant components of the swamp forest in northeastern Honshu similar to *Cryptomeria japonica* that formed buried forests of the late Holocene in western Honshu. Probably, *C. japonica* also grew on the mountains around the site.

**Key words:** *Chamaecyparis pisifera*-*Thujopsis dolabrata* swamp forest, fossil wood, late Holocene, Oninuma, pollen analysis

は じ め に

古植生を復元するには、花粉化石や木材化石、大型植物遺体、植物珪酸体などを対象とする各種の手法を用いる。しかし、手法によって時間的および空間的な分解能に差異があるため、高精度に古植生を復元するには、複数の手法

を組み合わせ、それらの結果を総合的に理解することが重要である(辻, 1986; 南木, 1986; 能城・鈴木, 1987)。

泥炭により保存された埋没林では、花粉分析や木材化石などの複数の手法から得られる情報に基づき、古植生を復元することが可能である。例えば、高原ほか(1988)は、

<sup>1</sup> 〒980-0862 仙台市青葉区川内12-2 東北大学大学院生命科学研究科

Graduate School of Life Sciences, Tohoku University, 12-2 Kawauchi, Aoba-ku, Sendai 980-0862, Japan

<sup>2</sup> 〒980-0862 仙台市青葉区川内12-2 東北大学学術資源研究公開センター植物園

Botanical Gardens, Tohoku University, 12-2 Kawauchi, Aoba-ku, Sendai 980-0862, Japan

<sup>3</sup> 〒960-1296 福島市金谷川1 福島大学共生システム理工学類

Faculty of Symbiotic Systems Science, Fukushima University, 1 Kanayagawa, Fukushima 960-1296, Japan

福島県三方低地において木材化石の同定および花粉分析の結果からスギとハンノキの混交した湿地林の存在を報告した。また、川村・紀藤 (2000) は、北海道濁川周辺の埋没腐植土層に含まれる木材化石および花粉組成から、最終氷期末期におけるトドマツ林の成立および林分構成について推定した。しかし、これらの研究では、特定の時期および場所における古植生の復元にとどまっており、時間的な連続性や空間的な広がりのある古植生の復元について扱った研究例はほとんどない。また、花粉化石の出現率の変化および木材化石の組成から時空間的な植生分布を明らかにすることで、人間活動などによって現存の森林では失われた植物の生態について新たな知見が得られる可能性もある。

これまで東北地方南部では、多数の花粉分析学的研究が行われ、最終氷期以降の森林植生の変遷について議論がなされている (例えば, Sohma, 1984; 守田, 1997; 吉田ほか, 2008)。一方、最終氷期以降の木材化石を扱った研究は少ない。そのなかでも、小元 (1986) は福島県猪苗代湖南部に産出した約 2000 年前のサワラ埋没材を報告している。しかし、この研究では、埋没材の解剖学的な記載が示されておらず、さらに古植生の分布や森林構成種の古生態学的な特徴についても未解明な点が多い。

福島県猪苗代湖南部の鬼沼地域では、2006 年の圃場整備に伴い、水路の掘削が行われた。その際、水路法面に多数の木材化石や種実などの大型植物化石を含む泥炭層が観察された。本研究は、この鬼沼地域における堆積物の花

粉化石の消長および産出した木材化石の組成、 $^{14}\text{C}$  年代測定値から約 2500 年前以降の時空間的な植生分布を復元する。また、木材化石の同定結果で認められたサワラ・アスナロ湿地林の生育期間、立地環境、林分構造などの古生態学的な特徴について考察する。

#### 調査地の概要

福島県郡山市鬼沼 ( $37^{\circ}24'44''\text{N}$ ,  $140^{\circ}5'49''\text{E}$ ) は、猪苗代湖南岸に形成された標高 515 ~ 550 m の小規模の扇状地である (Fig. 1A)。沖合には砂嘴が発達し、波浪が遮断される内湾となっている。湖岸では、湖岸線に沿って微高地があり、その背後は排水性の悪い後背湿地となる。

この地域の気候的極相林はコナラ林であるが (檜村, 1984)、現在では人為的干渉により、ほとんどの山地はスギ植林およびコナラ二次林となっている。現在、鬼沼では、後背湿地に水田が広がり、微高地にはアカマツ、シナノキ、サイカチ、水路にはミズバショウやセキシウモ、イチョウウキゴケが生育している。また、沖合の砂嘴上には、ハンノキ、内湾にはヨシやコウホネなどの水生植物が群生する。

圃場整備では、南北に縦断する深度 1.2 ~ 2 m の中央水路、山地との境界に沿う深度 50 ~ 60 cm の外周水路、湖岸近くの深度 1.2 m の沈砂池が掘削された (Fig. 1B)。この掘削により根株・幹材などの木材化石が産出し、水路法面には木材化石、種実などの大型植物化石を多量に含む木本質の泥炭が観察された。

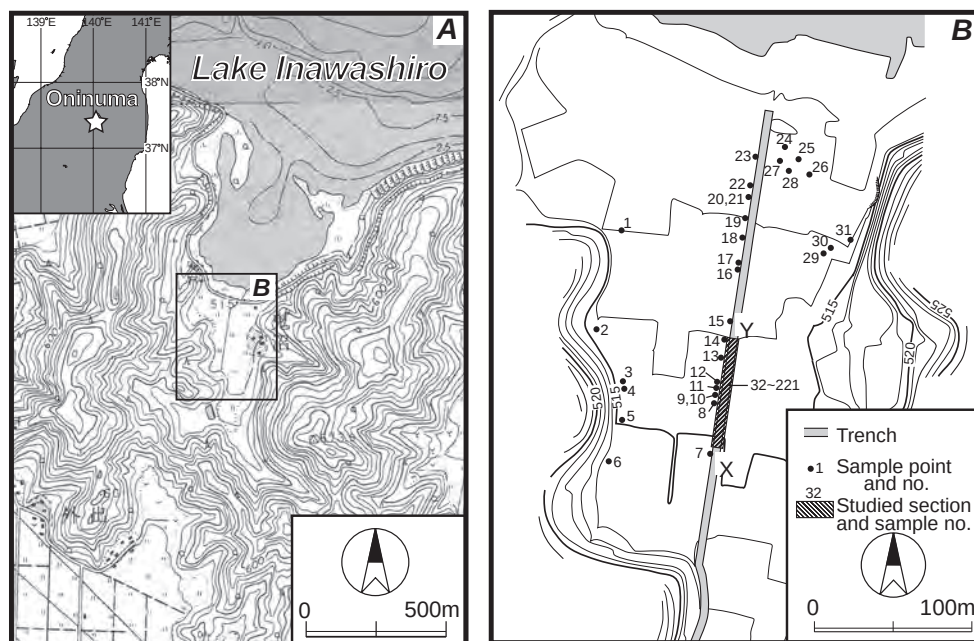


Fig. 1 Index map of and sampling sites at Oninuma (modified from the topographical maps Hara and Iwashirohukura, scale 1:25,000, issued by the Geographical Survey Institute of Japan).

Table 1 Radiocarbon dating of fossil woods from Oninuma

| Sample no.* <sup>1</sup> | Taxa                            | Depth (m) | Part   | Lab. code | Method | $\delta^{13}\text{C}$ (‰)* <sup>2</sup> | Conventional $^{14}\text{C}$ age<br>(yrs BP $\pm 1\sigma$ ) | Calibrated age* <sup>3</sup><br>(cal yrs BP $\pm 2\sigma$ ) |
|--------------------------|---------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 27                       | <i>Chamaecyparis pisifera</i>   | -         | stem   | PLD-9399  | AMS    | -27.02 $\pm$ 0.2                        | 860 $\pm$ 20                                                | 720–800 (92.6%)<br>870–900 ( 2.8%)                          |
| 185                      | <i>Fraxinus</i>                 | 0.5       | branch | PLD-9398  | AMS    | -32.58 $\pm$ 0.21                       | 1560 $\pm$ 20                                               | 1390–1530 (95.4%)                                           |
| 191                      | <i>Cercidiphyllum japonicum</i> | 1.45      | root   | PLD-9397  | AMS    | -30.01 $\pm$ 0.23                       | 2495 $\pm$ 20                                               | 2470–2720 (95.4%)                                           |

\*<sup>1</sup> Sample numbers refer to the fossil wood numbers in Figs. 1B and 2B.

\*<sup>2</sup>  $\delta^{13}\text{C}$  values are those of AMS.

\*<sup>3</sup> Radiocarbon ages were calibrated using the IntCal04 calibration curve (Reimer et al., 2004) and OxCal v3.10 (Ramsey, 1995, 2001).

### 堆積物と木材化石の産出状況

堆積物の観察は、木材化石が多く産出した中央水路のX–Y測線に沿った約70 mを調査区間と設定して行った (Fig. 1B)。また、水路・沈砂池の掘削時に産出した木材化石 (No. 1 ~ 31) は、各々の産出位置について記載を行った。これらの木材化石は、一部 (No. 7 ~ 12) を除き正確な深度は不明であるが、後述する堆積物の区分より、No. 8のみ粘土層、その他の木材化石は全て泥炭層から産出した。

鬼沼の堆積物は、下位より粘土層、泥炭層、耕作土層に区分される (Fig. 2)。粘土層は、厚さ約20 ~ 40 cmの粘土または細礫が混じる粘土からなり、上位に向かって漸移的に泥炭へ変化する。泥炭層は厚さ約100 cmの分解の悪い木本質の泥炭から構成され、部分的にレンズ状の砂層を挟む。耕作土層は、厚さ約20 ~ 30 cmの有機質粘土となる。本研究が対象とした粘土層と泥炭層の関係は整合であり、それらの堆積物には、堆積の不連続性は認められない。

各層における木材化石の産出状況は、以下の通りである。粘土層に含まれる木材化石は、泥炭層から入り込んだと考

えられる根材がほとんどで、直径は約1 ~ 10 cmであった。泥炭層に含まれる木材化石の多くは、小径の根材や枝材であったが、稀に直径50 cm以上の根株や幹材が立株または倒木の状態で産出する。

これら木材化石のうち3試料 (No. 27, 185, 191) について (株) パレオ・ラボにAMS加速器質量分析法による $^{14}\text{C}$ 年代測定を依頼した。No. 191の根材は粘土層最上部から産出しており、少なくとも粘土層最上部の年代を示している。No. 185は、泥炭層の中部から採取した枝材である。No. 27は圃場整備時に産出した幹材で、産出深度は不明であるが、後述するサワラと同定したため測定した。これらの $^{14}\text{C}$ 年代値は安定同位体比 $\delta^{13}\text{C}$ に基づいて補正し、IntCal04 (Reimer et al., 2004) の較正曲線に基づくOxCal v3.10 (Ramsey, 1995, 2001) を用いて較正年代 (cal yrs BP) を算出した (Table 1)。No. 191は2720 ~ 2470 cal yrs BP, No. 185は1530 ~ 1390 cal yrs BP, No. 27は720 ~ 900 cal yrs BPの年代となった。その結果、この堆積物は少なくとも約2500 ~ 800年前の埋没林を保存していると考えられる。

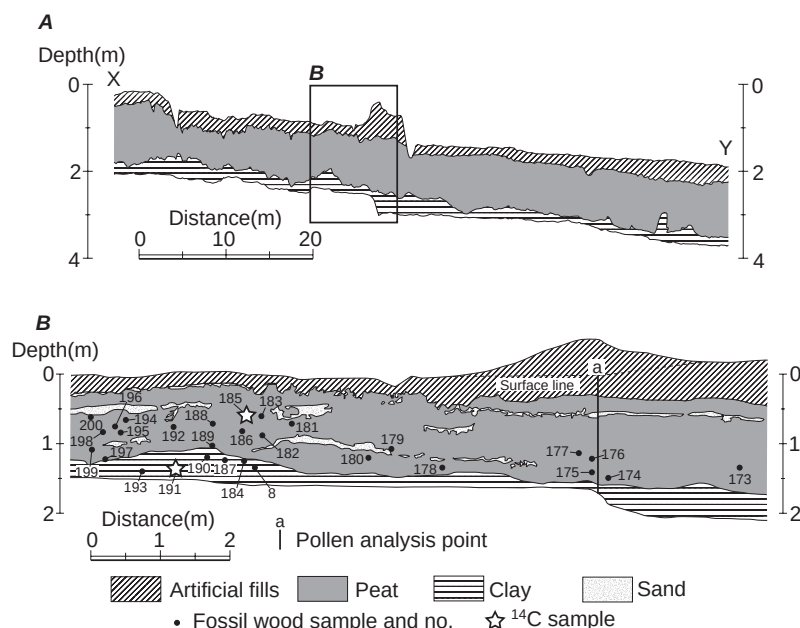


Fig. 2 Vertical section of mire deposits at Oninuma. Refer to Fig. 1 for the location of the section.



## 方 法

## 1. 花粉分析

花粉分析の試料は X-Y 測線の区間の a 地点において 16 試料を採取した (Fig. 2)。試料は約 10 cm ごとに厚さ約 5 mm で採取した。処理は, KOH-HF-アセトリシス法 (Faegri & Iversen, 1964, 2000) によった。検鏡は 400 ~ 600 倍の光学顕微鏡下で行なった。計数は, 木本花粉が 300 粒以上になるまで行ない, その間に出現した草本花粉および孢子について同定した。出現率は, 木本花粉はその総和を基数とし, 草本花粉およびシダ類, ミズゴケ孢子は出現したすべての花粉・孢子化石の合計を基数として百分率で表した。

## 2. 木材化石

221 点 (No. 1 ~ 221) の円盤状試料を採取した (Fig. 1B, 2B)。このうち No. 1 ~ 31 は, 水路・沈砂池の掘削時に産出した木材化石で, No. 32 ~ 221 は調査区間の西側の法面で観察されたすべての木材化石である。

試料から徒手切片法を用いてプレパラートを作成し, 40 ~ 1000 倍の光学顕微鏡下で, 解剖学的な特徴に基づき樹種同定をした。また, 樹齢構成を把握するために, 年輪数が多く, 年輪界が明瞭な試料については, サンドペーパーで木口面を研磨し, 実体顕微鏡下で年輪数を計数した。

## 結 果

## 1. 花粉分析

分析の結果, 検出された花粉・孢子化石は木本花粉 31 分類群, 草本花粉および孢子は 17 分類群であった。木本

花粉の組成変化に基づき下位から ON-1 帯と ON-2 帯の 2 局地花粉帯 (以下, 花粉帯または帯と略す) に区分した (Fig. 3)。以下に各花粉帯の特徴について述べる。

## 1) ON-1 帯 (深度 160 ~ 30 cm)

ハンノキ属が優占し, クルミ属-サワグルミ属やクマシデ属-アサダ属, トネリコ属も低率ながら連続的に出現する。この帯は, コナラ属とブナ属, イチイ科-ヒノキ科, スギ属の出現率の変化で a と b の 2 亜帯に細分される。a 亜帯はコナラ亜属が最大で 24% 出現し, ブナ属とスギ属は数 % と低率である。イチイ科-ヒノキ科は散点的に出現するのみである。b 亜帯はコナラ属が減少し, ブナ属とスギ属がそれぞれ最大で 10% と増加する。また, 低率ながらイチイ科-ヒノキ科が連続的に出現する。草本花粉およびシダ類孢子は, a 亜帯では単条型シダ類孢子が 10 ~ 20% と出現するが, 上部に向かって減少する。カヤツリグサ科は上部に向かって 10% と増加する。b 亜帯では, 単条型シダ類孢子およびカヤツリグサ科はそれぞれ 5 ~ 10% 出現する。

## 2) ON-2 帯 (深度 30 ~ 0 cm)

スギ属とハンノキ属がそれぞれ最大 20% と 30% と優占する。マツ属は 10% 出現する。イネ科は 30% と高出現率である。一方, トネリコ属は減少する。

## 2. 木材化石

観察の結果, 10 分類群が同定された (Table 2; Fig. 6)。木材化石の層位的な組成変化を, 調査区間での産出深度に

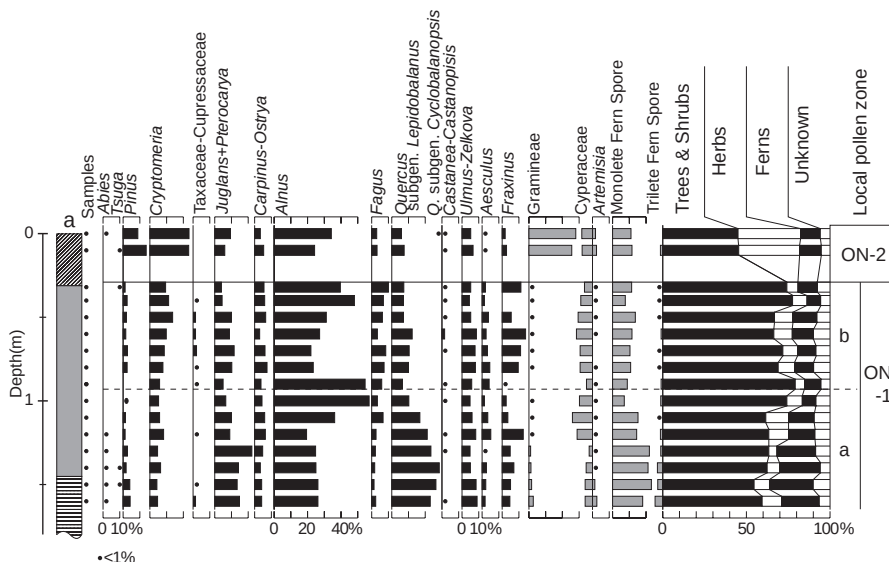


Fig. 3 Selected pollen diagram at Oninuma. Refer to Fig. 2 for the sampling site and the symbols of deposits.

**Table 2** Summary of fossil woods obtained from the study site at Oninuma

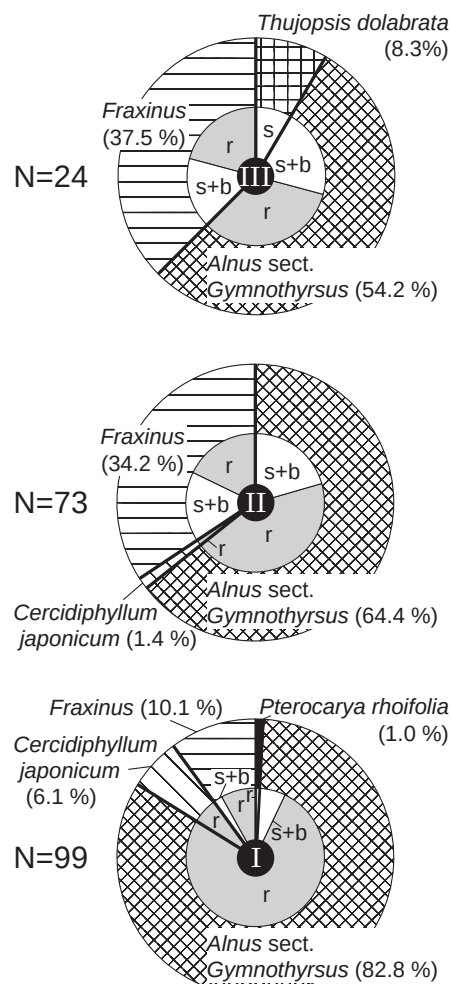
| Taxa                                   | Part   | N   | Diameter (cm) |      | Number of tree rings |      |
|----------------------------------------|--------|-----|---------------|------|----------------------|------|
|                                        |        |     | mean          | max. | mean                 | max. |
| <i>Pinus</i> subgen. <i>Diploxylon</i> | stem   | 1   | 80.0          | 80   | 148.0                | 148  |
| <i>Thujopsis dolabrata</i>             | stem   | 4   | 15.7          | 41   | 66.5                 | 74   |
| <i>Chamaecyparis pisifera</i>          | stem   | 9   | 52.4          | 80   | 134.4                | 177  |
| <i>Pterocarya rhoifolia</i>            | root   | 1   | 10.0          | 10   |                      |      |
| <i>Betula</i>                          | stem   | 1   | 30.0          | 30   | 224.0                | 224  |
| <i>Alnus</i> sect. <i>Gymnothyrus</i>  | branch | 9   | 2.4           | 5    |                      |      |
|                                        | stem   | 19  | 15.0          | 65   | 124.3                | 208  |
|                                        | root   | 116 | 3.3           | 10   |                      |      |
| <i>Fagus</i>                           | stem   | 2   | 37.5          | 50   | 172.0                | 208  |
| <i>Castanea crenata</i>                | stem   | 3   | 37.7          | 50   | 162.7                | 200  |
| <i>Cercidiphyllum japonicum</i>        | stem   | 1   | 20.0          | 20   | 119.0                | 119  |
|                                        | root   | 7   | 6.1           | 10   | 80.0                 | 84   |
| <i>Fraxinus</i>                        | branch | 8   | 2.7           | 5    | 28.0                 | 35   |
|                                        | stem   | 11  | 48.6          | 70   | 145.1                | 220  |
|                                        | root   | 29  | 7.7           | 35   | 54.3                 | 67   |

に基づき下位からⅠ～Ⅲ帯に区分し、各帯の比率から検討した（Fig. 4）。各帯の特徴は次のとおりである。最下部のⅠ帯ではハンノキ属ハンノキ節が82.8%と大きく優占し、次いでトネリコ属が10.1%、カツラが6.1%、サワグルミが1%出現した。Ⅱ帯ではハンノキ属ハンノキ節が64.4%と優占するが、トネリコ属が34.2%に増加し、カツラが1.4%に減少した。最上部のⅢ帯では、ハンノキ属ハンノキ節が54.2%、トネリコ属が37.5%と優占する一方で、アスナロが8.3%出現した。

次に、各樹種の平面分布を、扇状地の広範囲から得られたNo. 1～31の同定結果をもとに検討した（Fig. 5）。各樹種の分布には次のような傾向が見られた。サワラは扇状地中央部の下流側と縁辺部に出現し、最も広い分布範囲を示した。一方で、同じヒノキ科のアスナロの分布は中央部に限られ、縁辺部では出現しなかった。湿地林要素であるハンノキ属ハンノキ節とトネリコ属の分布にも違いがあり、前者は中央部の上流側と縁辺部に分布するが、後者は中央部を縦断するように分布し、縁辺部には出現しなかった。湿地林要素ではないカバノキ属、ブナ属、クリの分布は縁辺部に限られた。

以上の結果から、木材化石の産出する層位と空間的な分布は次のようにまとめられる。扇状地の中央部では、ハンノキ属ハンノキ節が粘土層と泥炭層を通して全ての地点において最多であり、これにトネリコ属が次ぐ。カツラは上流部における粘土層に、アスナロおよびサワラは下流部における泥炭層に多い。一方、扇状地の縁辺部では、クリやカバノキ属、ブナ属、サワラなどが産出する。

以下に、同定した各分類群の解剖学的な記載および同定



**Fig. 4** Composition of fossil wood assemblages from X-Y section at Oninuma (Refer to Fig. 1B for the sampling section). — I: lower part of peat layer and silt layer (depth > 120 cm), II: middle part of peat layer (60 cm < depth ≤ 120 cm), III: upper part of peat layer (depth ≤ 60 cm). s: stem, b: branch, r: root.

根拠、産出数を示す。

マツ属複雑管束垂属 *Pinus* subgen. *Diploxylon* マツ科：幹材（Fig. 6: 1a–1c）

水平・垂直樹脂道が存在する針葉樹材。早材から晩材への移行は急で、晩材幅は広い。分野壁孔は大型の窓状で、放射仮道管内壁には鋸歯状の突起がある。産出数は1点。

アスナロ *Thujopsis dolabrata* Siebold et Zucc. ヒノキ科：枝材（Fig. 6: 2a–2c）

水平および垂直樹脂道を欠く針葉樹材。早材から晩材への移行は緩やかで、晩材部は少ない。樹脂細胞は晩材部付近に散在する。分野壁孔は小型のスギ型一ややヒノキ型で1分野に2～4個。産出数は4点。

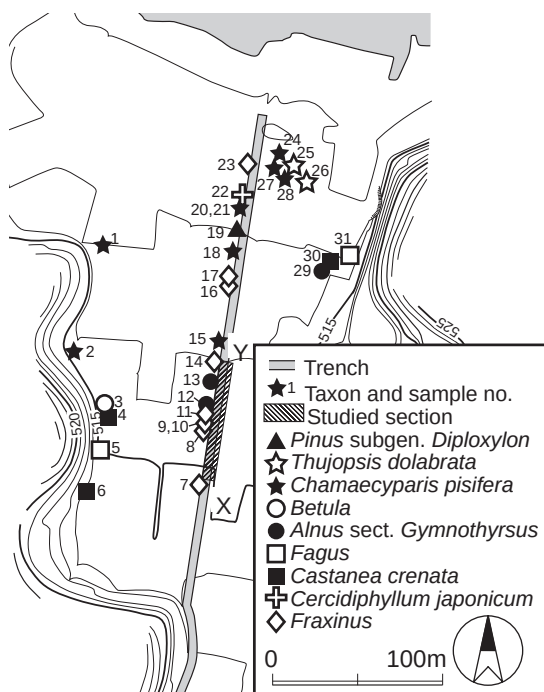


Fig. 5 Distribution of fossil wood samples (No. 1–31) on the fan at Oninuma.

サワラ *Chamaecyparis pisifera* (Siebold et Zucc.) Endl. ヒノキ科：幹材 (Fig. 6: 3a–3c)

水平および垂直樹脂道を欠く針葉樹材。早材から晩材への移行はやや急で、晩材部は少ない。樹脂細胞は晩材部付近に散在する。分野壁孔は中型のヒノキ型ースギ型で普通 2 個存在し、ヒノキよりもやや孔口が大きく、ほぼ水平に開く。産出数は 9 点。

サワグルミ *Pterocarya rhoifolia* Siebold et Zucc. クルミ科：根材 (Fig. 6: 4a–4c)

大径の道管が単独、または 2～3 個複合してまばらに散在する散孔材。道管の穿孔は、単穿孔。柔組織は接線状が顕著。放射組織は同性で 2 列である。また、1～10 細胞高がほとんどであるため根材と判断した。産出数は 1 点。

カバノキ属 *Betula* カバノキ科：幹材 (Fig. 6: 5a–5c)

単独または放射方向に複合する道管が均一に散在する散孔材。道管の穿孔は階段穿孔で、横棒の数は 10～20。放射組織は同性で 3～5 列。産出数は 1 点。

ハンノキ属 *Alnus* sect. *Gymnothyrsus* カバノキ科：幹材 (Fig. 6: 6a–6c), 根材 (Fig. 6: 6a')

小径の道管が密に散在する散孔材。一方、根材では道管がまばらに散在する。他の性質は幹材と同一。道管の穿孔は階段穿孔で、横棒の数は 10～30。放射組織は単列同性

で、集合放射組織が普遍的に現れる。産出数は 144 点。

ブナ属 *Fagus* ブナ科：幹材 (Fig. 6: 7a–7c)

小径の道管が密に散在し、晩材部で道管数と径が減少する散孔材。道管の穿孔は単穿孔。放射組織は同性で単列、数列、広放射組織の 3 種類が存在する。産出数は 2 点。

クリ *Castanea crenata* Siebold et Zucc. ブナ科：幹材 (Fig. 6: 8a–8c)

大径の道管が孔圏に 1～3 列配列し、小径の道管が孔圏外に火炎状に配列する環孔材。道管の穿孔は単穿孔。放射組織はすべて単列同性。産出数は 3 点。

カツラ *Cercidiphyllum japonicum* Siebold et Zucc. ex Hoffm. et Schult. カツラ科：根材 (Fig. 6: 9a–9c)

小径の道管が均一に散在する散孔材。道管内のチロースは顕著。穿孔は階段穿孔で、横棒の数は 20 以上である。放射組織は異性で 1～2 列。産出数は 8 点。

トネリコ属 *Fraxinus* モクセイ科：幹材 (Fig. 6: 10a–10c), 根材 (Fig. 6: 10a')

大径の道管が孔圏に 1～3 列配列し、小径の道管が孔圏外に 2～4 個が複合してまばらに配列する環孔材。一方、根材は散孔性で道管はまばらに配列している。他の性質は幹材と同一。道管の穿孔は単穿孔。放射組織は同性で 2～4 列、3 列が目立つ。柔組織は晩材部で翼状一連合翼状。産出数は 48 点。

## 考 察

堆積物の観察および  $^{14}\text{C}$  年代値から、鬼沼では約 2500 年前以前から粘土の堆積が開始し、約 2500 年前から次第に泥炭の堆積へ移行した。花粉化石の組成変化は、広域のおよび局地的な植生の両者を反映しており、木材化石の組成変化は局地的な植生を示している。すなわち、これらの組成を比較することにより広域のおよび局地的な植生を区分して復元することができる。ここでは、木材化石および花粉化石の組成変化の比較から鬼沼およびその周辺における約 2500 年前以降の時空間的な植生分布の変遷を明らかにするとともに、この地域におけるサワラ・アスナロ湿地林の生育期間や林分構造、立地環境などの古生態学的な特徴について述べる。

### 1. 約 2500 年前以降の時空間的な植生分布

鬼沼では約 2500 年前以前から粘土が堆積しており、約 2500 前から次第に泥炭の堆積へと変化した。小元 (1988) によれば過去 5000 年間には、猪苗代湖において湖水位の大きな減少は認められないことから、少なくとも堆積による離水と考えられる。また、粘土層から泥炭層の変化は漸移的である。したがって、上流からの土砂の供給と植物遺体の蓄積によって離水環境になったものと推定される。粘



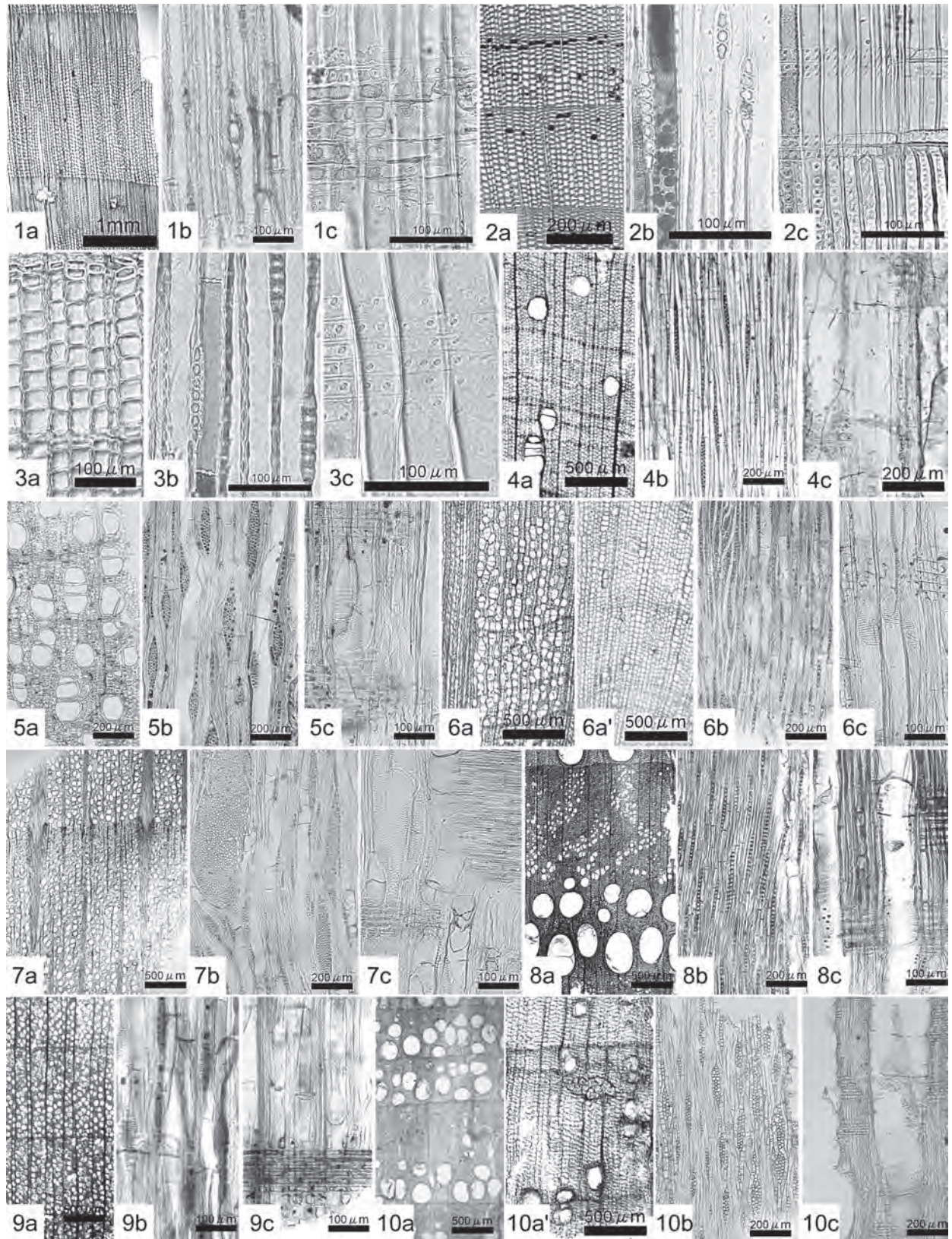


Fig. 6 Photomicrographs of fossil woods obtained at Oninuma. — 1: *Pinus* subgen. *Diploxylon*, 2: *Thujaopsis dolabrata*, 3: *Chamaecyparis pisifera*, 4: *Pterocarya rhoifolia*, 5: *Betula*, 6: *Alnus* sect. *Gymnothyrsus*, 7: *Fagus*, 8: *Castanea crenata*, 9: *Cercidiphyllum japonicum*, 10: *Fraxinus*. a: cross section (a': root wood), b: tangential section, c: radial section.



| Age<br>(cal yrs BP) | Hill                                             | Hill - Fan                                      | Fan                                                                     |                                                                        |
|---------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|                     |                                                  |                                                 | Upper part                                                              | Lower part                                                             |
| 0                   | <i>Cryptomeria</i>                               | <i>Cryptomeria</i>                              | Gramineae                                                               | Gramineae                                                              |
| 1,000               | <i>Fagus-Quercus</i><br>- <i>Cryptomeria</i>     | <i>Fagus-Castanea</i><br>- <i>Chamaecyparis</i> | <i>Alnus-Fraxinus</i><br>- <i>Chamaecyparis</i><br>- <i>Thujaopsis</i>  | <i>Alnus-Fraxinus</i><br>- <i>Chamaecyparis</i><br>- <i>Thujaopsis</i> |
| 2,000               | <i>Fagus-Quercus</i><br>(- <i>Cryptomeria</i> ?) | <i>Ulmus-Zelkova</i><br>- <i>Fagus</i>          | <i>Alnus-Fraxinus</i>                                                   | <i>Alnus-Fraxinus</i>                                                  |
| 3,000               | <i>Quercus</i>                                   | <i>Ulmus-Zelkova</i>                            | <i>Alnus-Fraxinus</i><br>- <i>Pterocarya</i><br>- <i>Cercidiphyllum</i> | <i>Alnus</i>                                                           |

Fig. 7 Vegetational history at and around Oninuma.

土層には、ハンノキ属ハンノキ節の根材が多く含まれており、上流部ではカツラやトネリコ属、サワグルミの根材が認められた。これらの根材の産状は、泥炭層から入り込んだものであり、少なくとも粘土層最上部から泥炭層下部の堆積期に生育していたものと考えられる。一方、花粉組成では、この時期は ON-1 帯前期にあたり、木材化石と同じくハンノキ属が高率であり、クルミ属－サワグルミ属も出現する。また、木材化石に出現しないコナラ属やニレ属－ケヤキ属、スギ属などが多く出現した。しかし、木材化石で出現したカツラの花粉化石は検出されなかった。これは、ハンノキ属、クルミ属－サワグルミ属、コナラ属の出現率が、木本花粉のほとんどを占めたことによると考えられる。草本およびシダ類ではカヤツリグサ科および単条溝型孢子が多い。以上より、約 2500 年前の扇状地ではハンノキ属ハンノキ節の湿地林が占め、扇状地上流部にはこれにカツラやトネリコ属、サワグルミなどが混交していた (Fig. 7)。米林 (1989) や守田ほか (2006) などによれば、草本花粉やシダ類孢子は地点間における組成やその比率に大きな差異があり、極めて局地的な要素の植生を反映する分類群と示されている。よって、これらの湿地林の林床にはシダやカヤツリグサ科の草本植生が生育していたと考えられる。一方、この時期の扇状地縁辺や山地下部ではニレ属－ケヤキ属、山地上部ではコナラ属やスギ属の森林が広がっていたと推測される。粘土層から泥炭層へ堆積環境が変化しても、花粉組成に変化がない。このことから、扇状地周辺の植生は約 2500 年前以前からほとんど変化しなかったことが示唆される。

約 1500 年前になると扇状地では泥炭層が厚く堆積し、その厚さは約 50 cm になっていた。この泥炭層にはレンズ状の砂層が挟在することから、この時期には緩やかな水流があったが、堆積物や植生に大きな攪乱を起こすほどのものではなかったと推測される。この時期は、花粉組成では

ON-1 帯中期であり、ハンノキ属が高率で出現し、これにトネリコ属やクルミ属－サワグルミ属などが出現する。また、コナラ属やニレ属－ケヤキ属が出現し、ブナ属とスギ属が僅かながら増加する。ON-1 帯前期に比べコナラ属が急減するが、これはハンノキ属の高い出現率による見かけ上の変化であり、実際はより緩やかな減少であったと推定される。一方、木材化石ではハンノキ属ハンノキ節の根材が多産し、さらにトネリコ属の根材と幹材が扇状地中央部の全地点において出現するようになる (Fig. 4)。したがって、この時期には扇状地の中央部の泥炭地ではハンノキ属ハンノキ節とトネリコ属が混交した湿地林が成立していた。林床にはこの時期以前と同様にシダ類とカヤツリグサ科が生育していたが、その出現率の変化からカヤツリグサ科の被覆率が高くなったと推測される。一方、山地上部ではブナ属やコナラ属、スギ属の森林が形成された。山地下部では、ニレ属－ケヤキ属やブナ属が分布していたと推測される。

ON-1 帯後期の花粉組成は依然としてハンノキ属が高率であり大きな変化は認められない。また、低率ではあるがイチイ科－ヒノキ科が連続的に出現する。木材化石の組成では、泥炭層の上部でハンノキ属ハンノキ節が減少し、トネリコ属およびアスナロが増加する (Fig. 4)。また、外周水路および沈砂地では、アスナロに加え、サワラの根株・幹材が多数出現する (Fig. 5)。花粉組成によるイチイ科－ヒノキ科の連続的な出現は、木材化石で産出されるサワラ・アスナロの花粉に由来すると考えられる。No. 27 のサワラの年代は、約 800 年前であった。したがって、約 1500 年前以降から遅くとも約 800 年前の間 (以下、約 1500 ～ 800 年前) には、扇状地ではハンノキ属ハンノキ節とトネリコ属が優占する湿地林が形成された。そして、上流部ではこれにサワラ・アスナロが随伴し、下流部の湖畔付近に向かうにつれて、サワラ・アスナロの混交の比率が高い湿地林が形成されていたと推測される。一方、山地の下部に



はブナ属やクリ、サワラが分布し、山地ではブナ属やコナラ属、スギ属が生育していたと考えられる。その後現在に至るまで、人為的な影響が強まり、湿地林は失われて水田となり、山地にはスギが植林された。

## 2. サワラ・アスナロ湿地林とその古生態

西日本における埋没林を扱った研究では、完新世後期にスギ湿地林が報告されている。しかし、本研究の結果では、スギの木材化石は認められず、ハンノキ属ハンノキ節やトネリコ属などとともにサワラやアスナロが産出した。現在のサワラやアスナロの分布は、岩手県以南の低地から山地帯に分布し(林, 1960)、湿地林を構成する樹種ではない。これまで猪苗代地域では、多くの花粉分析結果が報告されている(Sohma, 1984; 相馬, 1988; 竹内・鈴木, 1987; 守田, 1997; 竹内, 2002)。相馬(1988)は、法正尻湿原および赤井谷地湿原の花粉分析結果の比較から、完新世後期にはこの地域の山地帯はコナラ属が優占する広葉樹林にヒノキ科とスギが混交していたと推定している。本研究で得られた花粉分析結果は、先行研究の結果と調和的であり、イチイ科・ヒノキ科よりスギ属が高率であった。しかしながら、木材化石では約800年前のサワラの木材化石が産出し、泥炭層中に立株状態で埋没している。また、小元(1986)は近接する猪苗代湖南部の横沢において、約2000年前のサワラの埋没材の存在を報告している。したがって、この地域周辺では、完新世後期に泥炭が堆積するような湿地にサワラやアスナロが湿地林を形成していたと考えられる。

鬼沼で産出したサワラとアスナロの木材化石の根株および幹材の直径は約50～70 cmに達する。また、年輪数はサワラ材の多くは約120～180年、アスナロは約70年ほどであった(Table 2)。したがって、少なくとも200年以上の長期間に渡りサワラやアスナロが湿地林の構成要素であったと推定される。また、産出するサワラの木材化石の根系は、浅根性であり、水平方向に広く張る。福井県三方低地帯の泥炭層から産出したスギ埋没材の根系は、現在のスギに比べ、水平方向に広く展開する形態的な特徴があり(高原ほか, 1988; 高原, 1998)、本研究でのサワラの根系と共通点がみられる。したがって、約1500～800年前に鬼沼に成立した湿地林のサワラにおいても、泥炭地上に長期間に渡って生育したため、不安定な土壌に適応した水平方向に広がる根系となったと考えられる。

サワラとアスナロの木材化石の空間的な分布は大きく異なり、これらの樹種の立地環境の違いおよび湿地林内のすみわけを示している。サワラの木材化石は、扇状地の縁部から中央部にかけて比較的広い範囲から産出する。一方、産出点数が少ないが、アスナロの木材化石の産出は、扇状

地の中央部のみである。したがって、サワラは湿潤な環境からやや乾燥した環境に、アスナロは湿潤な環境のみに分布していたと考えられる。これらの樹種は湿地内における水分条件の違いによってすみわけをしていた可能性がある。

## 結 論

福島県鬼沼における花粉分析および木材化石の同定、 $^{14}\text{C}$ 年代測定の結果から、約2500年前以降における時空間的な植生分布を復元することができた。また、この地域には約1500～800年前にかけて、泥炭地の上にサワラ・アスナロ湿地林が存在し、その古生態が明らかとなった。

復元されたサワラ・アスナロ湿地林は、西日本における完新世後期のスギ湿地林と同様に、湿地林の古生態について新たな知見を加えることができた。このサワラ・アスナロ湿地林は、木材化石の樹齢構成からみて、少なくとも200年以上の長期間に渡って成立していた。しかし、このような湿地林は、現在の植生分布には認められないことから、人間活動などによって失われた可能性が高い。さらに、鬼沼で産出する木材化石にはスギは認められない。したがって、東北地方南部ではスギは山地帯の植生要素であったと示唆される。

本研究によって、埋没林において複数の手法を組み合わせることの時空間的な広がりをもった植生復元が可能であることが示された。今後、複数の手法による結果からの時間的および空間的な植生分布の復元が必要であろう。また、木材化石の産出分布を検討することで、詳細な湿地林の古生態が解明されると期待される。

## 謝 辞

本研究を進めるにあたり、地元住民の皆様、郡山市農地林務課の加藤規夫氏、横田武彦氏には、現地調査の機会と試料採取の許可を与えて頂いた。渡富建設株式会社の松本和彦氏には、圃場整備中の安全確保、ならびに木材化石の管理に便宜を図って頂いた。東北大学植物園鈴木三男教授、大山幹成博士には木材化石の同定についてご指導を頂いた。東北大学地理学教室平野信一准教授には、この地域における地形発達についてご教示を頂いた。東北大学植物園早坂英介博士、星野安治博士には、本稿を作成するにあたり有益なご助言を頂いた。以上の方々に深く感謝します。

## 引 用 文 献

- Fægri, K. & Iversen, J. 1964. *Textbook of Pollen Analysis*. 237 pp. Munksgaard, New York.
- Fægri, K. & Iversen, J. 2000. *Textbook of Pollen Analysis*, 4th ed. 328 pp. The Blackburn Press, New Jersey.
- 林 弥栄. 1960. 日本産針葉樹の分類と分布. 246 pp. 農林出版, 東京.

- 榎村利道. 1984. 猪苗代湖周辺の自然林. 「猪苗代湖の自然」(鈴木敬治・榎村利道・設楽 寛編), 37-39. 野口英世記念館, 福島.
- 川村弥生・紀藤典夫. 2000. 最終氷期末期のモミ属優占林の成立—北海道南西部における材化石および花粉化石からの復元—. 第四紀研究 39: 121-138.
- 南木睦彦. 1986. 第四紀大型植物化石研究の課題と問題点. 植生史研究 No. 1: 19-27.
- 守田益宗. 1997. 赤井谷地湿原堆積物の花粉分析からみた植生変遷. 「赤井谷地とその周辺の自然」, 71-79. 福島県教育委員会, 福島.
- 守田益宗・神谷千穂・那須浩郎・百原 新. 2006. 北海道根釧地方における湿原表層の花粉尘スペクトル. 植生史研究 14: 45-60.
- 能城修一・鈴木三男. 1987. 木材化石群集からなにが分かるか. 植生史研究 No. 2: 13-25.
- 小元久仁夫. 1986. 猪苗代盆地南部より産出した埋没林の放射性炭素年代と古環境. 東北地理 38: 154-157.
- 小元久仁夫. 1988. 最終氷期以降の猪苗代湖の水位変化. 地学雑誌 97: 104-111.
- Ramsey, B. C. 1995. Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy: the OxCal program. *Radiocarbon* 37: 425-430.
- Ramsey, B. C. 2001. Development of the radiocarbon calibration program. *Radiocarbon* 43: 355-363.
- Reimer, P. J., Baillie, M. G. L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Bertrand, C. J. H., Blackwell, P. G., Buck, C. E., Burr, G. S., Cutler, K. B., Damon, P. E., Edwards, R. L., Fairbanks, R. G., Friedrich, M., Guilderson, T. P., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kromer, B., McCormac, G., Manning, S., Bronk Ramsey, C., Reimer, R. W., Remmele, S., Southon, J. R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F. W., van der Plicht, J. & Weyhenmeyer, C. E. 2004. IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP. *Radiocarbon* 46: 1029-1058.
- Sohma, K. 1984. Two Late-Quaternary pollen diagrams from Northeast Japan. *Science Reports of Tohoku University, 4th series (Biology)* 38: 351-369.
- 相馬寛吉. 1988. 猪苗代湖形成以降の植生変遷. 地学雑誌 97: 113-119.
- 高原 光. 1998. スギ林の変遷. 「図説日本列島植生史」(安田喜憲・三好教夫編), 207-223. 朝倉書店, 東京.
- 高原 光・伊藤孝美・竹岡政治. 1988. 約 3,000 年前のスギカミキリ被害材と当時の森林環境. 日本林学会誌 70: 143-150.
- 竹内貞子. 2002. 会津地方における第四系の地質学調査—法正尻湿原堆積物による古環境の解析—補遺コアの花粉尘分析. 福島県立博物館紀要 16: 1-5.
- 竹内貞子・鈴木敬治. 1987. 磐越西線上戸駅におけるボーリング試料の花粉尘分析. 福島大学特定研「猪苗代湖の自然」研究報告 No. 4: 87-89.
- 辻 誠一郎. 1986. 日本の第四紀植生史研究の諸問題. 植生史研究 No. 1: 3-18.
- 米林 伸. 1989. 花粉分析による復元植生の広がり—駒止大谷地湿原(福島県)の例—. 第四紀研究 28: 103-109.
- 吉田明弘・長橋良隆・竹内貞子. 2008. 福島県駒止湿原の形成過程と古環境の変遷. 第四紀研究 47: 71-80.

(2009 年 2 月 9 日受理)