

寺田和雄*・辻 誠一郎**：秋田県大館市池内における十和田八戸 テフラに埋積した森林植生と年輪年代学の適用

Kazuo Terada* and Sei-ichiro Tsuji**: Vegetational Reconstruction and
Dendrochronological Application on the Last Glacial Subfossil Forest
buried by the Hachinohe Tephra from the Towada Volcano
at Ikenai, Ohdate, Akita Prefecture, northern Japan

要 旨 秋田県大館市池内（いけない）の十和田八戸テフラ下の埋没林（約13,000年前）において、その森林植生の復元と年輪年代学的研究を行った。この埋没林は十和田火山東方に位置しているため、十和田八戸テフラの下部の降下テフラ（To-IIp）は堆積せず、上部の火砕流堆積物（To-H）のみにおおわれていた。埋没林の木材化石の樹種同定の結果、トウヒ属が90%、モミ属10%であったことから、トウヒ属の優占する植生であったと考えられた。トウヒ属5個体の円盤を採集し、その年輪幅を測定し、クロスデイティングを行った。その結果、それらはクロスデイティングが成立し、3個体の最終形成年輪の形成年が一致した。さらに、以前の研究で十和田火山東方の同じ八戸テフラ下の埋没林で作製したトウヒ属の標準年輪指数と照合したところ、クロスデイティングが可能となり、十和田火山東方の埋没林と同じ年に死滅したことが明らかになった。また、最終形成年輪の年輪構造の観察から、その年の晩材形成がすでに終了しており、この埋没林は、ある年の秋から次の春までの間に死滅したことがわかった。この結果は十和田火山東方の埋没林の結果と一致し、同時に起きた十和田火山の噴火により、短時間のあいだに埋積され、死滅したことが明らかになった。

キーワード：最終氷期、十和田八戸テフラ、年輪年代学、埋没林、木材化石

Abstract A vegetational reconstruction and a dendrochronological application were carried out on a subfossil forest (approx.13,000yrs BP) buried by the Hachinohe tephra from the Towada Volcano at Ikenai, Ohdate city, Akita Prefecture, northern Japan. The subfossil forest is located at the southwest of the Towada Volcano and is covered with the pyroclastic flow deposits of the Towada-Hachinohe tephra (To-H) without the pyroclastic fall deposits (To-IIp). Subfossil woods show establishment of a *Picea* forest accompanied with *Abies* in the Last Glacial Age. The forest trees were studied dendrochronologically to clarify the burial process. In the forest, five well preserved discs were obtained from lying trunks of *Picea*, and their tree ring widths were measured and correlated. Cross-dating succeeded among the individuals, and three trees were found to die in the same year. In the previous work at the east slopes of the Towada Volcano, we made a standard tree-ring index (STD) of *Picea* in subfossil forests under the Towada-Hachinohe tephra. Cross-dating succeeded between three individuals of this study and STD which revealed that the terminal rings were formed in the same year. Further observation on the terminal rings showed that their latewood formation had already ceased before death, agreeing with the result of the previous work. Thus Towada Volcano erupted in winter and the eastern and the southwestern forests were buried by the Hachinohe tephra and died out in the same season.

Key words : Last Glacial Age, Towada-Hachinohe tephra, Dendrochronology, Buried forest, Subfossil wood

1. はじめに

秋田県大館市池内（いけない）に国道103号道路改良事業建設のため大きな切り通しが作られた。共著者の辻は、その切り通しの台地面に位置する池内遺跡の調査の際、切り通しの面に火山砕屑物に埋積した泥炭層や埋没

林を発見した。その後の調査で、その埋没林は最終氷期後期の約13,000年前に十和田火山から噴出した十和田八戸テフラによって埋積されていたことがわかった(辻, 1997)。著者らは、以前にここから約60km離れている十和田湖東方の同じ十和田八戸テフラに埋積した埋没林

*〒910-8580 福井市大手3丁目17-1 福井県教育庁文化課恐竜博物館建設準備グループ

Dinosaur Museum Project, Cultural Affairs Division, Fukui Prefectural Board of Education, 3-17-1 Ohte, Fukui, Fukui 910-8580, Japan.

**〒285-8502 千葉県佐倉市城内町117 国立歴史民俗博物館

National Museum of Japanese History, 117 Johnai-cho, Sakura, Chiba 285-8502, Japan.

を対象に、年輪年代学の手法を適用し、十和田火山の活動に伴う埋没林の形成過程について検討していた(寺田ほか, 1994)。十和田八戸テフラは、寺田ほか(1994)で扱った十和田湖東方では、下部の降下テフラ(To-HP)と上部の火砕流堆積物(To-H)からなっており(町田・新井, 1992)、To-HPの直下には立ち株状態の直立樹幹をふくむ埋没林が見い出される。しかしながら、秋田県大館市池内は十和田火山南東方向に位置しているため、下部の降下テフラ(To-HP)は堆積せずに、火砕流堆積物(To-H)のみが堆積している(図1)。さらに、辻(1997)の産状記載にも書いてあるように、本研究対象の埋没林の埋没樹木はすべて、To-Hの火砕流によって破壊的に

なぎ倒されており、To-Hによって一瞬に埋積したと考えられる。地質学的時間レベルでは、降下テフラ To-HP と火砕流堆積物 To-H とのあいだには堆積間隙は認められないが、数年程度もしくは季節的な時間差があった可能性は否定できない。以上のことから、本研究の目的はまず、埋没林の埋没樹木の樹種同定から当時の森林植生の復元を行い、十和田湖東方の同じ十和田八戸テフラ下埋没林の森林植生と比較を行う。さらに、十和田火山東方の約60kmも離れた地域間で、年輪年代学を適用して、埋没樹木のクロスデイティングの可能性について検討し、十和田火山の活動の To-HP と To-H とのあいだに時間間隙があったのかどうかを検証する。

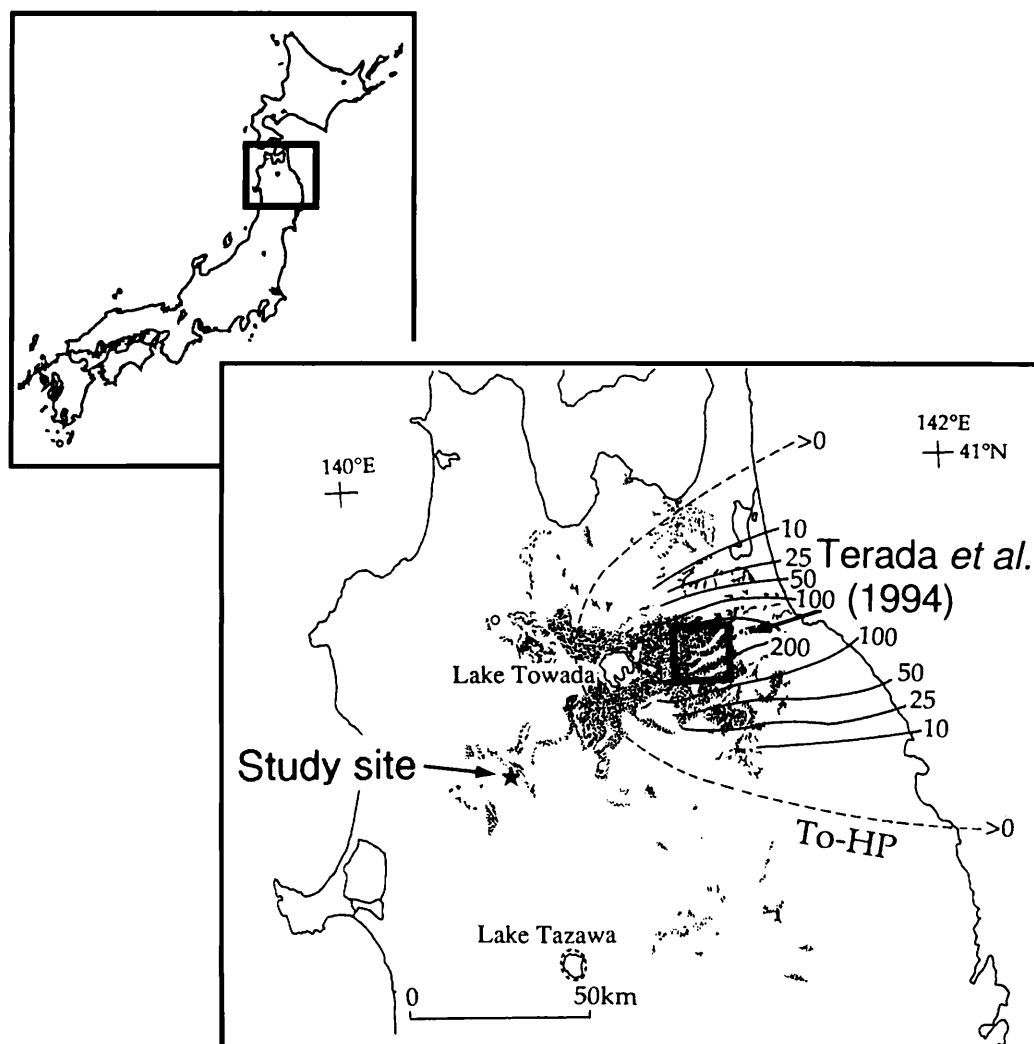


図1 本研究の調査地と寺田ほか(1994)の調査地域、十和田八戸テフラの降下テフラ(To-HP)の等層厚線図と火砕流堆積物(To-H)の分布図(町田・新井, 1992)

Fig. 1 Locality map showing the study site, the study area of Terada *et al.* (1994) and the distribution of the Towada Hachinohe tephra (Machida & Arai, 1992). Isobaric line: pyroclastic fall deposits (To-HP), stippled area: pyroclastic flow deposits (To-H)

2. 試料と方法

1) 調査対象埋没林と試料の採集

調査地の秋田県大館市池内は米代川右岸に位置し、米代川の浸食による段丘上にある。段丘面には縄文前期～中期の遺物が出土した池内遺跡がある。国道103号の道路工事に伴い、その段丘に高さ20m程度の切り割りを作られた。調査対象の埋没林は、その切り割りの崖に現れており、十和田八戸テフラによって埋積されている(辻, 1997)。十和田八戸テフラは、十和田火山東方では、下部の降下テフラ(To-HP)と上部の火砕流堆積物(To-H)からなっているが(町田・新井, 1992)、十和田火山南西方向に位置する調査地では、火砕流堆積物(To-H)のみが堆積し(図1)、調査対象の埋没林はTo-Hにおおわれている。調査地のTo-Hは灰白色の塊状無層理で、粒径が1-5cmの軽石からなる。このTo-Hの噴出により、現在の十和田カルデラがほぼできあがったとされており(Hayakawa, 1985; 松山・大池, 1986)、十和田火山東方の五戸町や南部町では多量の炭化材を含むTo-Hが観察される(辻, 1992)。十和田八戸テフラの年代は、主に十和田火山東方のTo-HP直下の埋没樹木や埋没土またはTo-H中の炭化材から、12,200～13,960年前の放射性炭素年代値が出されており(大池, 1964; 大池, 1972; 大池・庄司, 1977; 大池ほか, 1977; Hayakawa, 1985; Noshiro *et al.*, 1997)、ほぼ13,000年前の最終氷期後期と考えられる。To-HP直下の埋没林面には、化石アースハンモックが観察され、2m間隔程度の周期的な起伏が見られる(辻, 1997)。

樹種同定用試料は、調査地内2箇所約20mの埋没林面のラインを取り、その範囲の木材と確認できるものすべて採集した。埋没林面のラインのうち調査地内の北側の断面をセクション1とし、西側の断面をセクション2とした。採集では埋没樹木の産状に注意を払い、直径、樹皮の残存状態などを記録するとともに、露頭のスケッチを作製し、木材化石の位置をスケッチ上にプロットした。また、倒木の方向についても計測した。標本番号は池内(いけない)という地名に基づきIKN-I-No.をつけた。IKNの後ろのIは、同じ調査区内の他の層準の埋没樹木と区別するためのローマ数字である。合計80点の木材試料を採集した(表1)。年輪年代学用試料は調査地内の埋没林面から、比較的直径の大きく保存が良く、円盤として採集できるものを選び、ノコギリを用いて採集した。樹種同定用試料は、研究室に持ち帰り、剃刀を用いて素手で、横・放射・接線断面の切片を作製し、ガムクロラル(抱水クロラル50g, アラビアゴム粉末40g, グリセリン20ml, 蒸留水50mlの混合物)にて封入し、永久プレパラートとした。

表1 十和田火山東方と南西の十和田八戸テフラ直下の埋没林の樹種構成の比較

Table 1 Comparison of subfossil wood assemblages under the Towada Hachinohe tephra between the southwest and the east slopes of the Towada Volcano

Taxon	Southwestern Slope (present study)		Eastern Slope (Noshiro <i>et al.</i> 1997)	
	No.	%	No.	%
<i>Picea</i>	72 [25]	90.0	79 [10]	38.4
<i>Abies</i>	8 [4]	10.0	30 [5]	14.6
<i>Larix</i>			85 [21]	41.3
<i>Pinus</i> (Haploxyton)			1	0.5
<i>Alnus</i> (Alnobetula)			2 [1]	1.0
<i>Alnus</i> (Gymnothyrsus)			3	1.5
<i>Betula</i>			3 [1]	1.5
<i>Populus</i>			1	0.5
<i>Spiraea</i>			2	1.0
Total	80	100%	206	100%

[] : number of rootwood

表2 年輪年代学用試料

Table 2 List of *Picea* discs for dendro-chronological analysis

Tree No.	Diam. (cm)	Bark	Pith	Terminal Ring	No. of Rings
IKN-I-5	17	+	-	-	122
IKN-I-27	14	+	-	+	182
IKN-I-49	17	+	-	+	190
IKN-I-50	8	+	+	+	167
IKN-I-52	30	+	-	+	144

+: present, -: absent

2) 年輪年代学の手法と試料の作製

年輪年代学用試料は5個体から採集した。それぞれ幹の円盤から放射方向にブロックを取り、このブロックからスライディングマイクロームを用いて20～50 μ mの横断面の切片を作成し、ガムクロラルにて封入し、永久プレパラートとした。年輪幅の測定は、このプレパラートから、万能投影機を用いて100倍に拡大し、物差しを使って精度0.5mmまで計測した(表2)。年輪年代学で、年輪幅の変動を照合し、同調性を見つけ、その部分をつなぎ合わせていくことにより、樹木年輪を編年する手法をクロスデイトイングという。クロスデイトイングに関しては、寺田ほか(1994)に従い、5年移動平均法によって標準化をおこなったあと、移動相関法によりクロスデイトイングをおこなった。次に移動相関法によって求められた最も高い相関係数(r)の有意性を見るためにt検定を行なった。この移動相関法による処理は、木村勝彦氏作成のプログラムを使用した。

照合に際しては、まず調査地内の5個体間の照合を行なった(表3)。次に、十和田火山東方で同じ八戸テフラ

下の埋没林の埋没樹木8個体で作製したトウヒ属の標準年輪変動曲線(STD) (寺田ほか, 1994)との照合を行なった(表4)。照合結果はマトリックスとして表現した(表3, 4)。マトリックスの左の列に基準となる個体あるいは標準年輪変動曲線を配置し, 上端の行に対照とする個体を配置し, 交点に照合の結果を示した。 τ の値は基準と

なる方の最外年輪の年を0年とし, 対照となる方の最外年輪が古いときはマイナスとし, 新しいときはプラスとした。

3) 最終形成年輪の観察と試料の作製

最終形成年輪 (terminal ring) は, その個体の生育していた最後の年に形成されたもので, その個体の枯死し

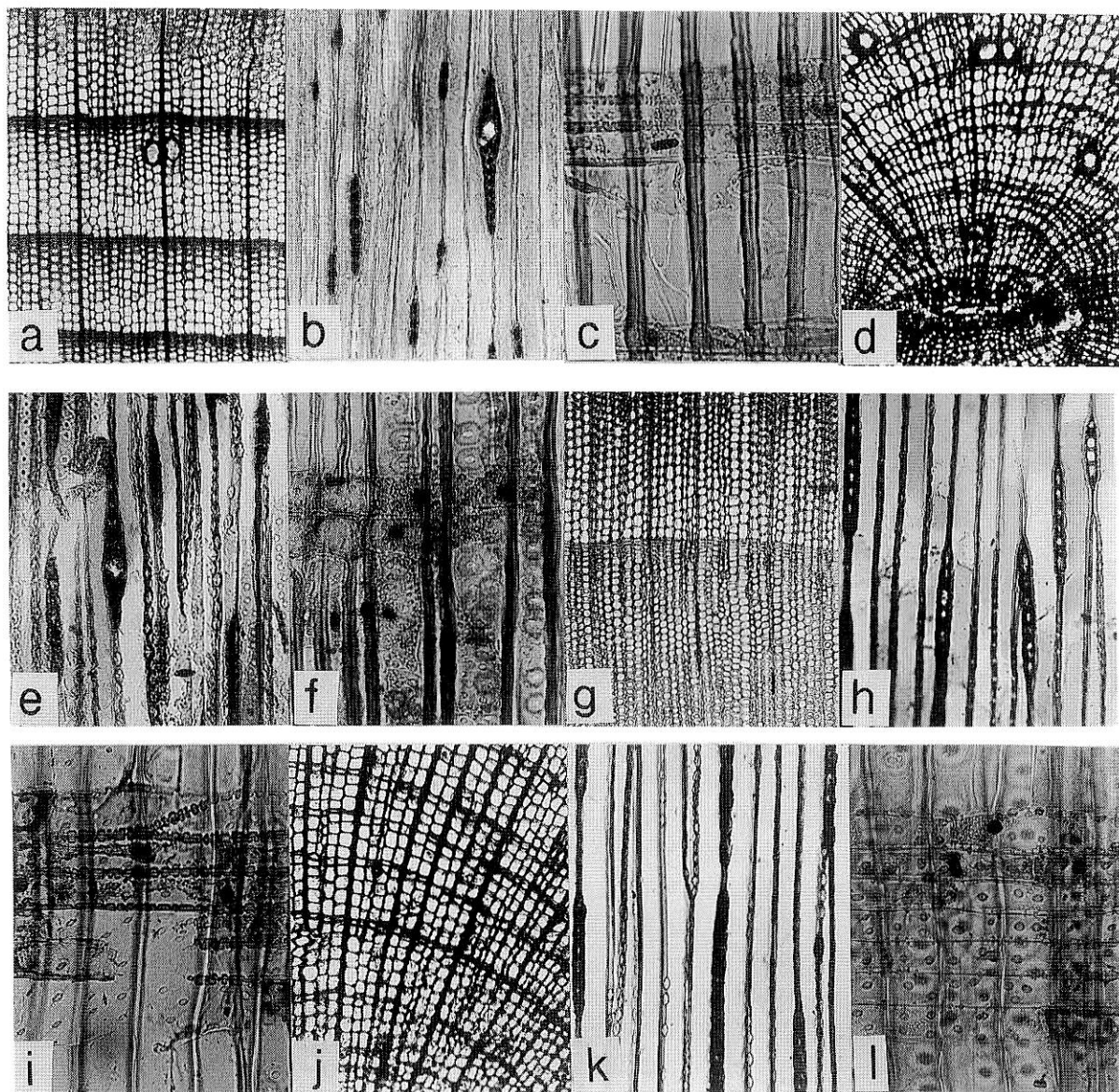


図2 埋没樹木の顕微鏡写真

a-f: トウヒ属 幹材(a-c: No. IKN-I-71), 根材(d-f: No. IKN-I-72),
g-l: モミ属 幹材(g-i: No. IKN-I-22), 根材(j-l: No. IKN-I-29).

a, d, g, j: 横断面 ×40 b, e, h, k: 接線断面 ×100 c, f, i, l: 放射断面 ×200

Fig. 2 Microphotographs of subfossil woods under the Hachinohe tephra.

a-f: *Picea* a-c: stemwood (No. IKN-I-71), d-f: rootwood (No. IKN-I-72),
g-l: *Abies* g-i: stemwood (No. IKN-I-22), j-l: rootwood (No. IKN-I-29).

a, d, g, j: cross section (×40) b, e, h, k: tangential section (×100) c, f, i, l: radial section (×200)

表3 クロスデイトイングの結果

Table 3 Results of cross-dating among five individuals

		IKN-I-27	IKN-I-49	IKN-I-50	IKN-I-52
IKN-I-5 (122)	τ	34		34	
	t	2.3	*	1.8	*
	n	122		122	
IKN-I-27 (182)	τ	—	0	0	-36
	t	—	5.7	4.1	4.5
	n	—	182	182	144
IKN-I-49 (190)	τ		—		-36
	t		—	*	5.5
	n		—		144
IKN-I-50 (167)	τ			—	
	t			—	*
	n			—	
IKN-I-52 (144)	τ				—
	t				—
	n				—

 τ : relative time lagt: t-value bold numerals: $t \geq 3.5$ ($p \leq 0.001$)

n: number of overlapping years

(): number of tree-rings

*: t-value very low and correlation incompatible with each other

た時期を示すものであり非常に重要である。個体が枯死した時期を探るため、幹の最外部から樹皮のついたブロックを切取り、アルコール脱水、セロイジン包埋後、切片を作製し、光学顕微鏡を用いて観察した。本研究に使用した樹種同定用、年輪年代学用および最終形成年輪観察用のプレパラートはすべて東北大学理学部付属植物園 (TUSw) に保管されている。

結 果

1) 埋没木の産状と樹種同定

埋没木の産状は、辻 (1997) が述べているように、埋没樹木はすべて倒木が根株であった。セクション1は24mのラインをとり、セクション2は、辻 (1997) の写真1の露頭である。セクション2では化石アースハンモックが顕著に見られたが、セクション1ではほとんど見られなかった。倒木の方向は4点計測でき、IKN-I-14, 23, 25, 27はそれぞれN60°E, N70°E, N65°E, N50°Eであった。

樹種同定には合計80点を処理した。その結果は、トウヒ属72点 (そのうち根材が25点) (90%)、モミ属8点 (そのうち根材が4点) (10%)であった (表1)。モミ属と同定された個体はセクション1では4個体で、セクション2では3個体であった。それ以外の個体はすべてトウヒ属であった。埋没樹木80点中、直径30cmを超える大径木はトウヒ属に限られ、モミ属はすべて1~数cm程度の小径木からなり、最大のもので20cm (IKN-I-22)

表4 本研究の埋没樹木と十和田火山東方で作製したトウヒ属標準年輪指数とのクロスデイトイングの結果

Table 4 Results of cross-dating between tree-ring index of STD and three individuals from this study site

		IKN-I-		
		49	50	52
STD	τ	0	0	-36
	t	5.6	3.7	2.8
	n	190	167	144

 τ : relative time lag

t: t-value

bold numerals: $t \geq 3.5$ ($p \leq 0.001$)

n: number of overlapping years

であった。

以下にそれぞれの同定の根拠を示す。

トウヒ属 (*Picea*) 図2: a-f

幹材: 仮道管と放射組織、放射仮道管、およびエピセリウム細胞からなる針葉樹材で、垂直および水平樹脂道を持ち、エピセリウム細胞は厚壁である。早材から晩材への移行は緩やかである。分野壁孔はトウヒ型で1分野に3~6個存在する。早材、晩材の仮道管の内壁には螺旋肥厚が認められない。以上のことからトウヒ属として同定される。

根材: 幹材と本質的に同じく、垂直および水平樹脂道をもつ点でモミ属と区別できる。根材では幹材に比べ早材から晩材への移行は急で、仮道管径も大きくなり、放射断面で仮道管壁に2個の有縁壁孔が観察できる場合がある。

トウヒ属とカラマツ属の木材組織は非常に類似していて識別するのが困難である場合がある。放射仮道管の有縁壁孔対の形状の違い (Anagnost *et al.*, 1994) や若い材の紡錘形柔細胞および周縁柔細胞の有無 (Noshiro & Fujii, 1994) などが観察できる場合は区別できる時もあるが、保存等の条件で観察できない場合は困難である。当初、早材から晩材への移行が急であるため、カラマツ属の根材だと思われたものがあったが、カラマツ属だと断定できる幹材は1点も見つからなかったこと、さらに現生種のアカエゾマツ (*Picea glehnii* (F. Schmidt) Mast.) 2点、エゾマツ (*Picea jezoensis* (Siebold et Zucc.) Carr.) 1点とカラマツ (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.) 1点の根材を採集し、切片を作製して比較したところ、池内の標本はトウヒ属の根材の変異の幅に入ることから、トウヒ属の根材であると同定した。

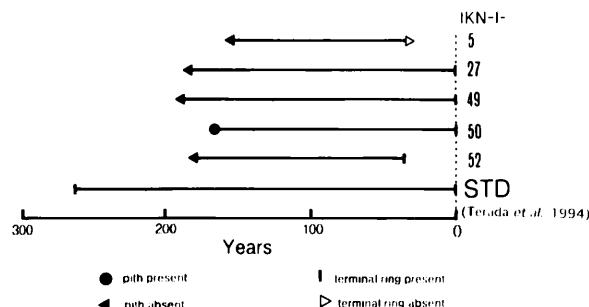


図3 調査地の埋没樹木5個体と十和田火山東方で作製したトウヒ属標準年輪指数 (STD) の相対的生育期間

Fig. 3 Relative time span ("floating" years) of the five matched individuals and the standard tree-ring index (STD) of Terada *et al.* (1994)

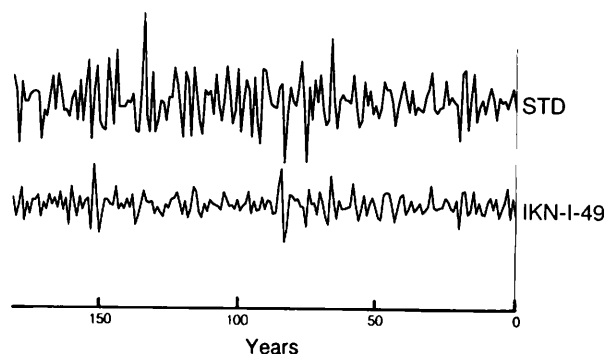


図4 クロスデイトイングできた埋没樹木 (IKN-I-49) と十和田火山東方で作製したトウヒ属標準年輪指数 (STD) の年輪指数曲線

Fig. 4 The tree-ring indices of cross-dated sample (IKN-I-49) and STD of Terada *et al.* (1994)

モミ属(*Abies*) 図2: g-l

幹材：仮道管と放射柔組織からなる針葉樹材で、水平・垂直樹脂道を欠く。早材から晩材への移行は緩やかである。仮道管の内壁には螺旋肥厚は見られない。放射柔組織には単壁孔が著しく、分野壁孔はスギ型で小さく1分野に2~3個存在する。

根材：幹材と本質的に同じく、樹脂道を欠く点でトウヒ属と区別できる。年輪幅が幹材に比べ狭く、不連続年輪が見られる場合がある。

2) 年輪年代学の適用

年輪年代学用試料5個体はすべてトウヒ属であった。樹木はほとんど樹皮のついた状態で産出したが、採集および試料作成の際、最外部が欠損してしまったものもある。年輪幅を測定した5個体のうち最も年輪数が多かったものは190であり、幹の中心部分が欠損していたので樹齢はさらに大きい(表2)。随から最終形成年輪まである個体はIKN-I-50の個体で167年であった(表2)。

5個体すべてについて照合を行ない、最外年輪の形成年の相対的なズレ(τ)とそのときのt値(t)を求めた(表3)。まず、t値が高い順に説明すると、IKN-I-27とIKN-I-49の組み合わせではt値が5.7であった。t値が3.5よりも高い場合は危険率0.001で有意である。このことから、IKN-I-27とIKN-I-49の組み合わせは有意な相関が認められ、そのときの τ は0であった。 $\tau=0$ とは最終形成年輪の形成年が同じであることを示すことから、IKN-I-27とIKN-I-49は同じ年に死んだことになる。次にIKN-I-49とIKN-I-52の組み合わせではt値が5.5で有意な相関が認められ、 $\tau=-36$ とはIKN-I-52がIKN-I-49より36年前に枯死したことを示す。また、同じくIKN-I-27とIKN-I-52の組み合わせではt値が4.5で、 $\tau=-36$ であるのでIKN-I-52がIKN-I-

27より36年前に枯死したことを示し、前述のIKN-I-27とIKN-I-49は同じ年に枯死したと矛盾しない。IKN-I-27とIKN-I-50の組み合わせではt値が4.1で $\tau=0$ であるので、両個体は同じ年に死んだと考えられる。IKN-I-5はどの個体との照合においてもt値が低く、有意な相関が認められなかったが、IKN-I-27とIKN-I-50に照合において、両方から $\tau=34$ という値がでた。このことはIKN-I-5がIKN-I-27とIKN-I-50に比べ34年前に枯死したと考えられ、IKN-I-27とIKN-I-50が同じ年に枯死したと矛盾しない。これら以外の組み合わせでは、t値がいずれも非常に低く、お互いの照合に矛盾が生じたため、その値は採用しなかった(表3)。

次に、寺田ほか(1994)で十和田火山東方の埋没林で作製したトウヒ属の標準年輪指数(STD)と本研究で用いた試料がクロスデイトイングができるかどうかを検討した(図3, 図4)。その結果、5個体中2個体(IKN-I-49, IKN-I-50)で高いt値が認められた。特にIKN-I-49はt値が5.6という非常に高い値が認められ、その照合点は $\tau=0$ であった。またもう1個体のIKN-I-50もt値が3.7で $\tau=0$ であった。 $\tau=0$ とは最終形成年輪の形成年が同じであることを示すことから、両個体ともSTDと同じ年に死んだことになる。このことは上述のIKN-I-49とIKN-I-50が同じ年に枯死したと矛盾しない。STDは十和田火山東方の埋没林のトウヒ属8個体で作製した標準年輪指数であるので、最終形成年輪の形成年とは十和田火山東方の埋没林が八戸テフラによって死滅した年を示す。また、STDとIKN-I-52の照合ではt値が2.8と低かったが、その照合点は $\tau=36$ であり、上述のIKN-I-52がIKN-I-27とIKN-I-49より36年前に

枯死したことが矛盾しない。つまり、本研究の埋没樹木は十和田湖東方の埋没樹木とクロスデイティングが成立し、十和田八戸テフラ (To-H) の噴出したのと同じ年に死滅したことが明らかになった。

3) 最終形成年輪の観察

同じ年に枯死した3個体 IKN-I-27, 49, 50 の最終形成年輪を観察した結果、晩材形成終了後に死んでいることが確認できた (図5)。

考 察

1) 森林植生の復元

埋没林における倒木の方向は、試料点数が少なく4点であったが、N70°E~N50°Eであった。この方向には十和田湖 (十和田火山の火口) があり (図1)、八戸テフラの火砕流 (To-H) の流下方向になぎ倒されたと考えられる。

樹種同定の結果、合計80点の試料のうち、トウヒ属72点 (根材25点) (90%)、モミ属8点 (根材4点) (10%) であったことから (表1)、最終氷期後期の13,000年前のこの地域はトウヒ属の優占する植生であったと考えられる。この結果は花粉分析の結果 (竹内, 1970) と非常によく一致する。竹内 (1970) は、米代川流域における八

戸テフラ下の花粉分析を行い、トウヒ属が非常に優勢で50%以上を占め、モミ属がこれに次ぎ、広葉樹の花粉ではカバノキ属、ハンノキ属が僅かに出現することを示した。

十和田火山東方の同じ八戸テフラ下の埋没林の木材化石群集 (Noshiro *et al.*, 1997) では、合計206点の試料中カラマツ属が41.3%で最も多く、ついでトウヒ属 (38.4%)、およびモミ属 (14.6%) が残りのほとんどを占め、わずかにマツ属 (ゴヨウマツ類) (0.5%)、ドロノキ属 (0.5%)、ハンノキ属 (ハンノキ節) (1%)、ハンノキ属 (ヤシャブシ節) (1.5%)、カバノキ属 (1.5%)、ツル類 (1%) であった (Noshiro *et al.*, 1997)。Noshiro *et al.* (1997) はカラマツ属・トウヒ属が優占していたとしているが、池内ではトウヒ属が優占しており、カラマツ属は1点も見つかっていない。このことは、少なくとも池内にはカラマツ属は生育していなかったか、生育していても非常に少なかったこと示している。これは、最終氷期後期の日本列島においても日本海側と太平洋側の気候的な差異によってカラマツ属が生育し得なかった可能性を示唆している。一方、十和田火山東方でも、カラマツ属が生育する場所とトウヒ属・モミ属が生育する場所が違っていた可能性も指摘されている (Noshiro *et*

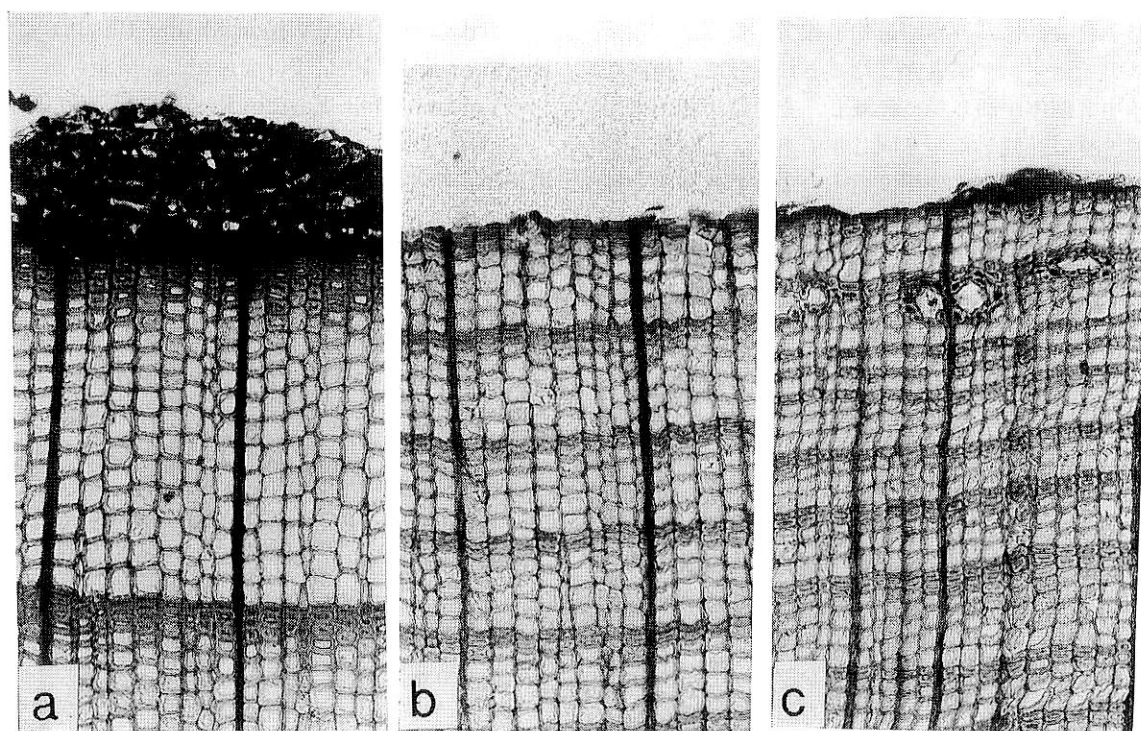


図5 埋没樹木の最終形成年輪の顕微鏡写真 (×100) a: IKN-I-27, b: IKN-I-49, c: IKN-I-50

Fig. 5 Microphotographs of outermost part of subfossil woods with terminal rings (×100)

a: IKN-I-27, b: IKN-I-49, c: IKN-I-50

al., 1997)。しかしながら、寺田ほか (1994) が指摘しているように、十和田火山東方においてはカラマツ属の樹木はすべて倒木として産出していたことから、カラマツ属が生育していた時期とトウヒ属・モミ属が生育していた時期とが異なっていた可能性も未だ捨てきれない。

2) 十和田八戸テフラによる森林の埋積過程

寺田ほか (1994) は、我が国の最終氷期の木材化石において年輪のクロスデイトィングが可能であることを示した。今回の埋没林内でのクロスデイトィングはすべての照合で矛盾なくできたわけではないが、それぞれの個体ごとには相関の高い照合点が見つかり、同じ時系列上に並べることができた (図3)。このことは、過去の木材化石でもクロスデイトィングが可能であるという寺田ほか (1994) の結果をさらに支持するものになる。

また、直線距離で約60kmも離れている十和田火山東方の埋没林で作製したトウヒ属の標準年輪指数(STD) (寺田ほか, 1994) と池内のトウヒ属とのクロスデイトィングが成立した (図4)。奈良国立文化財研究所編 (1990) によると、現生のヒノキ、スギ、ヒノキアスナロでは、400~500kmの範囲でクロスデイトィングが可能であるとされているが、距離の離れた2地点の木材化石においてクロスデイトィングの可能性を探った例はなく、最終氷期の1,3000年前の樹木において、直線距離にして約60km離れた地点の樹木年輪でクロスデイトィングができたことは、世界で最初の報告となる。

クロスデイトィングが成立したことによって、検討した5個体中3個体が同じ年に死滅し、それは十和田火山東方の埋没林の死滅したのと同じ年であることが明らかになった。また、それらの埋没樹木の最終形成年輪の観察から、それらの個体はその年の晩材形成終了後に枯死したことが確認された (図5)。現生のトウヒ属のアカエゾマツの木材形成過程からみると、晩材形成が終了するのは秋の9月頃であり、次の早材形成が始まるのは春の4月中旬以降であることから (安江ほか, 1994)、これらの埋没樹木は秋から次の春の間に枯死したことになる。つまり、十和田火山が噴火し、八戸テフラ (To-II) が森林を埋積した時期は約13,000年前の冬 (秋以降春以前) であったと推測される。このことは、寺田ほか (1994) の十和田火山東方の埋没林の結果と一致し、本研究の埋没林も十和田湖東方の埋没林と同じ時期の火山噴火で同時に死滅して形成されたことが実証された。

十和田八戸テフラは、下部の降下テフラ (To-HP) と上部の火砕流堆積物 (To-H) とからなる。地質学的時間レベルでは、To-HP と To-H とのあいだには堆積間隙は認められないが、数年程度もしくは季節的な時間差があった可能性が十分に考えられた。しかし、今回の結果、

十和田湖東方の埋没林と南西方の埋没林とが同じ年の同じ時期に死滅していたことから、To-HP と To-II の噴出にはほとんど時間差がなかったことが示された。

今回の結果は、距離の離れた地点において埋没樹木の年輪でもクロスデイトィングが可能であることを示しており、当時の樹木の成長が、気候などに対して同調性を持っていたことを示すものであって、最終氷期における年輪気候学的な研究の可能性を開いたものである。

謝 辞

この研究を進めるに当たり秋田県埋蔵文化財センターに試料採集の便宜を払っていただいた。現地の試料の採集に当たり福島大学の黒沢高秀助教授、東北大学の小林和貴氏、パレオラボの植田弥生氏、松葉礼子氏、滋賀県多賀町教育委員会の福田美和氏にお世話になった。また松葉礼子氏には年輪幅のデータ収集も手伝っていただいた。クロスデイトィングには福島大学の木村勝彦助教授作製のプログラムを使わせていただいた。ここに感謝いたします。

引用文献

- Anagnost, S. E., Meyer, R. W. & De Zeeuw, C. 1994. Confirmation and significance of Bartholin's method for Identification of the wood of *Picea* and *Larix*. IAWA Journal, 15 : 171-184.
- Hayakawa, Y. 1985. Pyroclastic geology of Towada Volcano. Bull. Earthq. Res. Inst. Univ. Tokyo, 60 : 507-592.
- 町田洋・新井房夫. 1992. 火山灰アトラスー日本列島とその周辺. 278p. 東京大学出版会.
- 松山力・大池昭二. 1986. 十和田火山噴出物と火山活動. 十和田科学博物館, No.4 : 1-65.
- 奈良国立文化財研究所編. 1990. 年輪に歴史を読むー日本における古年輪学の成立. 195p. 同朋社.
- Noshiro, S., Terada, K., Tsuji, S. & Suzuki, M. 1997. *Larix-Picea* forests of the Last Glacial period on the eastern slope of Towada Volcano in Northern Japan. Rev. Palaeobot. Palynol., 98 : 207-222.
- Noshiro, S. & Fujii, T. 1994. Fusiform parenchyma cells in the young wood of Pinaceae, and their distinction from marginal parenchyma. IAWA Journal, 15: 399-406.
- 大池昭二. 1964. 八戸浮石の絶対年代ー日本の第四紀層の¹⁴C年代ー. 地球科学, 70 : 38-39.
- 大池昭二. 1972. 十和田火山東麓における完新世テフラ編年. 第四紀研究, 11 : 228-235.

- 大池昭二・庄司貞雄. 1977. 八戸浮石層直下の埋没土の ^{14}C 年代—日本の第四紀層の ^{14}C 年代(116)—. 地球科学, 31: 90.
- 大池昭二・松山力・竹内貞子. 1977. 八戸浮石層直下の埋没化石林の ^{14}C 年代—日本の第四紀層の ^{14}C 年代(118)—. 地球科学, 31: 136-137.
- 竹内貞子. 1970. 青森県上北地域及び秋田県米代川流域の上部洪積層の花分析. 地質学雑誌, 76: 151-158.
- 寺田和雄・太田貞明・鈴木三男・能城修一・辻 誠一郎. 1994. 十和田火山東麓における八戸テフラ直下の埋没林への年輪年代学の適用. 第四紀研究, 33: 153-164.
- 辻 誠一郎. 1992. 十和田-八戸テフラ中の炭化材. 植生史研究, 1: 1.
- 辻 誠一郎. 1997. 秋田県大館市池内遺跡の十和田八戸テフラ下の埋没林. 植生史研究, 5: 1.
- 安江恒・船田良・野田真人・深沢和三. 1994. 北海道大学天塩演習林に生育するアカエゾマツの年輪気候学の解析. 北海道大学農学部演習林報告, 51: 243-266. (1998年12月2日受理)

書評(新刊紹介): IAWA 委員会(編集), 日本木材学会組織と材質研究会(日本語版監修). 広葉樹材の識別. IAWA による光学顕微鏡の特徴リスト. 122pp. 海青社. 本体価額 2381 円. ISBN4-906165-77-X.

IAWA (国際木材解剖学者連合 International Association of Wood Anatomists) では木材解剖学用語の標準化に多大な努力を重ねてきている。この用語集は表記の委員会が検討し, E. A. Wheeler, P. Baas, P. Gasson がまとめて IAWA Bulletin n.s. 10: 219-332; 1989 に発表した「IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification」の日本語版である。原著は広葉樹材の材形質の全ての面について定義と解説を加えたもので, 大もとには Glossary of terms used in describing woods (Tropical Woods. 36: 1-13; 1933) (日本木材学会組織用語委員会が国際木材解剖学用語集として木材学会誌, 10: 147-166; 1964 に邦訳を掲載)がある。

木材解剖学の分野はもともと植物形態学的な分野からと林産学的な分野の二方面から, それぞれ独立的に発展してきた経過がある。そのため, そこで使われる専門用語の由来, 概念, 使い方などがしばしば食い違うことがあった。そうした異分野間のコミュニケーションのためにもあって, 木材解剖学者間では用語の統一という努力が払われてきた。特に木材の同定に携わる研究者間では用語それ自身が表す形態ばかりでなく, 用語が示す形態変異の幅や測定方法にまで検討がおよび, 基準の統一化に努力してきている。そして近年のコンピュータによる樹種同定システムの開発に当たっては用語の一層の厳密化, 統一基準化が求められ, Standard List of Characters Suitable for Computerized Hardwood Identification (R.B. Miller, IAWA Bulletin n. s. 2: 99-145; 1981) や Computer-Aided Wood Identification (E.A. Wheeler *et al.*, North Carolina Agr. Res. Service, North Carolina State Univ., Bulletin 474. 160pp.; 1986)

などが相次いで出版されている。本書の原著はこれらの成果を踏まえて IAWA としてまとめたもので, いわば現時点での最も信頼できる木材解剖学用語集と出ることが出来る。本書はこの原著の忠実な訳本であり, 日本語版に対する序や注釈, それに英対照用語集, 樹種名索引, 和用語索引が加わったものである。

本書の主体部分は解剖学的特徴として, 成長輪, 道管, 仮道管と木繊維, 軸方向柔組織, 放射組織, 層階状構造, 分泌要素と形成層活動による変異, 無機含有物, の8章を設け, それらについて163の形質を取り上げて解説している。解説に当たっては, 豊富な顕微鏡写真と共に, 定義, その形質が見られる樹種の例, その形質に関する適切なコメントなどがついていて, 解剖学の専門家ならずとも大変分かりやすい。終わりには「附属資料 解剖学以外の情報」と題して, 分布, 生態, 比重, 色, 抽出液などについても軽く触れている。和訳本は忠実な訳本であると同時に原語が表記されており, 和英両方を参照して見れるようになっており, 論文を読むときの用語集としては打ってつけだろう。写真はハイクオリティーで, 全てを原著と同じサイズで再録しており, 微細な構造までよく見える。そんなわけで, 学術用語集や岩波書店の生物学事典には木材解剖の用語はわずかしこ収録されていないこともあり, これは木材解剖学を志す者以外の分類学, 形態学, 生態学などを専門とする者にとっても大変ありがたい本と言えるのではないだろうか。本の大きさ, 写真の量などの割には値段が安く, この本が営利を目的に出版されたものではないことを物語っている。

(鈴木三男)