



Title	アカエゾマツの年輪指標年
Author(s)	野田, 真人; NODA, Masato; 米, 康充 他
Citation	北海道大学農学部 演習林研究報告, 55(2), 229-243
Issue Date	1998-08
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/21437">https://hdl.handle.net/2115/21437</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	55(2)_P229-243.pdf



## アカエゾマツの年輪指標年

野田 真人\* 米 康充\*\* 門松 昌彦\*\*\*

### Signature of *Picea glehnii*

by

Masato NODA, Yasumichi YONE and Masahiko KADOMATSU

### 要 旨

アカエゾマツ (*Picea glehnii*) の年輪指標年 (signature, key year and pointer year) は、北海道の北部に生育する4地点63個体の生立木の年輪幅から共通して見つけられた。

年輪指標年は、試験地内の年輪試料において、ある割合以上に同時性がみとめられた年として定義されている。しかし、年輪指標年を導出する手法は、あいまいな定義のため、研究者たちによって異なって使われている。本研究の年輪指標年の解析は、Huberの手法を使って解析した。

1920年から1990年までの71年間におけるアカエゾマツの年輪指標年は、全個体の75%以上の確率で13ヶ年、80%以上の確率で8ヶ年、90%以上の確率で1ヶ年が共通に認められた。

4地点の採取地の距離は約10 km~90 kmである。得られた年輪指標年の結果は、4地点を囲む地域内の枯死木や埋土木などの年代決定を可能にすることが示唆された。

キーワード：年代推定，年輪解析，アカエゾマツ，年輪指標年

---

1998年2月27日受理。Received February 27, 1998.

\*北海道大学農学部中川地方演習林

Nakagawa Experimental Forest, Faculty of Agriculture, Hokkaido University

\*\*北海道大学農学部森林科学科森林施業計画学講座

Laboratory of Forest Management, Department of Forest Science, Faculty of Agriculture, Hokkaido University

\*\*\*北海道大学農学部和歌山地方演習林

Wakayama Experimental Forest, Faculty of Agriculture, Hokkaido University

## 1. はじめに

年輪幅は、遺伝的、生理的な内的要因や気象、樹間競争、生物害、地勢、そして近年の大気の汚染などの外的要因によって影響を受けることが知られている<sup>1)</sup>。年輪年代学の解析で用いる年輪幅には、これらの諸要因のなかで広域に同時性をもつ気象要因に基づいて形成された年輪組織のみで構成されていることが年代の推定に望ましい。

一般的に、年輪年代学で言うクロスデーティングは、つぎに述べる年輪指標年<sup>2)</sup> (signature, key year and pointer year) から得たクロスデートの結果と相関分析から得たクロスデートの結果の合致を確認して、年輪が形成された年代を推定する方法である<sup>1,2)</sup>。

- ① 年輪幅の変動から視覚的に指標化した特異な年に着目し、未知の年輪指標年と標準の年輪指標年との照合によってクロスデートする方法。
- ② 既知の標準年輪幅系列と未知の年輪幅系列間との相関分析による有意水準の高さ ( $t$ -値: ヨーロッパでは  $t=3.5$  以上が用いられている場合が多い) からクロスデートする方法。

クロスデーティングの過程において、②の方法のみで推定すると、高い  $t$ -値の年が数ヶ所あられ、年代推定を困難にするケースをしばしば経験する。光谷ら<sup>3)</sup>は、日本の樹齢200~300年程度のヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) だと、 $t$ -値が3.5以上になる年が数ヶ所以上になることが少なくない、と報告している。このケースでも、同一個体の年輪幅の変動から異なる指標化により推定年が得られる①の方法を併用することにより、年輪が形成された年の特定が可能になる<sup>3)</sup>。例えば、気候変動の周期性の要因になる太陽の黒点数は約11年の周期で変動していることが知られている<sup>4)</sup>。このような周期変動を含む時系列データ間の②のクロスデートでは、高い  $t$ -値の年が数ヶ所以上出現する可能性がある<sup>5)</sup>。これは周期性をもつ時系列データの自己相関分析を計算<sup>6,7)</sup>する周期解析の結果と類似の傾向になるものと考えられる。

筆者らが知り得た日本の年輪指標年に関する研究の中で、最初の研究がいつ頃から始まったか定かでないが以下の報告がある。高田<sup>8)</sup>が佐渡の天然スギ (*Cryptomeria japonica*) と新潟の人工スギを用いて key year の導出を試みている。その後、奈良国立文化財研究所は、ヒノキから導出した年輪指標部 (signature) を考古学の分野の年代推定に適用している<sup>9)</sup>。近年、Kobayashi ら<sup>10)</sup>がヨーロッパトウヒ (*Picea abies* Karst.) とエゾマツ (*Picea jezoensis* Carr.) から導出された年輪指標年 (pointer year) を用いて苫小牧工業地帯から発生する汚染物質と気象との関係について時間的な解析を行っている。

これら日本の年輪指標年の研究を整理すると、年輪指標年の導出の可能性について慎重な報告(前者)と積極的に展開している報告(後者の2報告)の両者がある。何れの報告も供試木の採取地を見ると、単一あるいは比較的狭い地域から導出された年輪指標年を用いた研究が対象であり、距離的に離れた地点間の年輪指標年の同時性は検討されていない。さらに、年輪指

標年を導出するときに使われる確率 (同時性を検出する) も課題の目的により様々であり, 正確性を評価するためには, 統一された共通の手法を使った論議が必要であることはいうまでもない。筆者らは年輪年代学の研究に用いる年輪指標年は, 広域的かつ多量の試料から求められた同時性をもつことが望ましく信頼性の上でも重要であると考えている。

本研究は, 年輪指標年の同時性が広域的に存在するものか, もし存在するとすればどの程度の地域的な広がりおよび確率で共通に出現するものであるかを明らかにすることが目的である。年輪指標年の供試木は, 北海道内に広域に分布するアカエゾマツ天然木を用い, 北海道大学天塩地方演習林の1地点と約10 km~90 km離れた雨龍地方演習林3地点の合計4地点から採取した。アカエゾマツは, 老齢の個体が北海道内に広く分布していることから, 本研究の対象樹種として選択した。

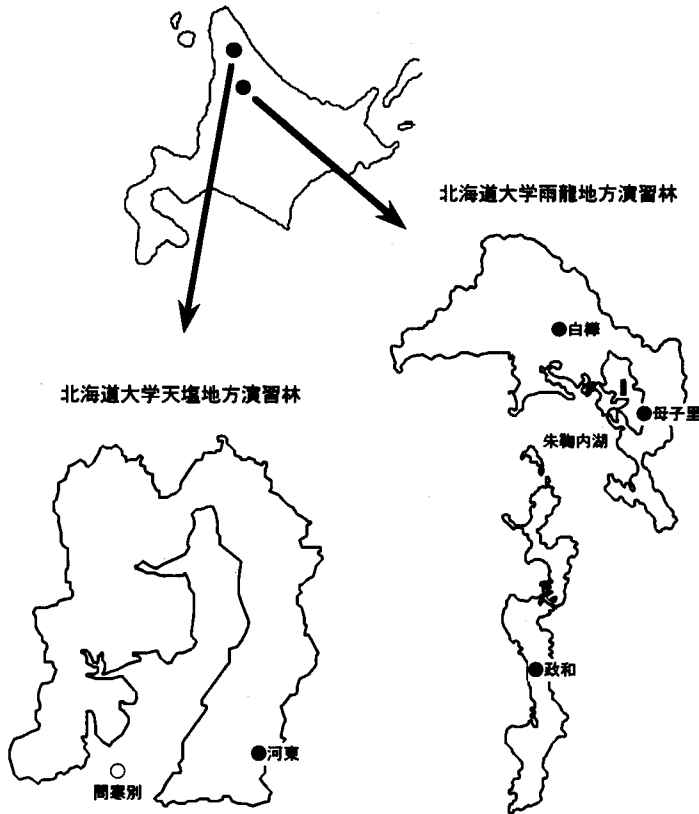


図-1 アカエゾマツ供試木の採取地点 (●)

表-1 4地点の年輪指標年の調査に使ったアカエゾマツ供試木の概要

地点名	河 東	母 子 里	白 樺	政 和
採取演習林	天塩	雨龍	雨龍	雨龍
林 班	118 林班	411 林班	340 林班	114 林班
林 分	天然林	天然林	天然林	天然林
立 地	蛇紋岩系	安山岩礫系	湿地系	蛇紋岩系
個体数	13	19	19	12
最多年輪数	376	288	283	116
最少年輪数	101	98	75	71
平均年輪数	229	142	182	93
地上高	胸 高	胸 高	胸 高	胸 高
形 状	コ ア	コ ア	コ ア	コ ア
採取年	1993	1992・1993	1993	1993

## 2. 供試木と方法

供試木のアカエゾマツ天然木は、北海道大学天塩地方演習林の1地点と雨龍地方演習林3地点の計4地点から成長錘にて採取した。供試木の採取地点を図-1に、概要を表-1に示す。年輪指標年の導出のために用いた表-2～表-5、表-7は、1920年～1990年の期間についてプロットした。供試木のうち、政和地点の供試木2(1993年採取)のみは、年輪数が71のため、1923年に形成された年輪以降の期間についてプロットした(表-5)。また、1991年～1993年のプロットは、採取年の違いや採取時のコアの欠落などがあり削除した。

供試木は、年輪指標年の導出の前に誤計測や偽年輪、欠損輪の確認のため、各個体の採取年すなわち最外形成年輪の年代を相関分析によるクロスデートの方法で予め仮の推定年を算出した。4地点の供試木の採取年は明確であるが、この操作では、コアの採取時の欠落や採取の季節の違いによる晩材の有無なども確認される。

年輪指標年は、当該年の年輪幅が前年の年輪幅と比べて増加あるいは減少しているかを調べ、試験地内の個体において、ある確率以上で共通の傾向にある年をその試験地の指標として導出される<sup>12)</sup>。年輪指標年の導出に使われた確率をみると、奈良国立文化財研究所<sup>9)</sup>は出現した年を年輪指標部として全個体数の90%以上を使っており、Kobayashiら<sup>10)</sup>は50%以上認められたとき指標年(pointer year)として使っている。ヨーロッパの年輪研究では、Huberが75%を用いている<sup>12)</sup>。このように目的により確率も異なり統一された値が利用されているようではない。

4地点の各個体における年輪幅の増減傾向の表記は、当該年の年輪幅が前年の年輪幅に比べて増加の場合には+、減少の場合には-の記号をつけ時系列で表した。年輪指標年の導出の確率は、Huberの75%以上と奈良国立文化財研究所の90%以上、そして中間値として80%以上の3つのレベルに分けて比較した。地点の年輪指標年の表記は、各確率で出現した年に+、-の記号を記し、その後\*を付加して表わした(表-2～表-5)。

表-2 河東地点のアカエゾマツの年輪指標年と出現年を導出するための確率

年	供試木番号													対前年		確率(出現年)		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	+成長	-成長	≥75%	≥80%	≥90%
1920	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	9	4			
1921	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	3	10	-*	-*	
1922	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	2	11	-*		
1923	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	10	3	+	*	
1924	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	9	4			
1925	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	3	10	-*		
1926	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	3	10	-*		
1927	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	10	3	+	*	
1928	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	4	9			
1929	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	3	10	-*		
1930	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	9	4			
1931	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	3	10	-*		
1932	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	11	2	+	*	+
1933	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	11	2	+	*	+
1934	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	4	9			
1935	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1	12	-*	-*	-*
1936	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	12	1	+	*	+
1937	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	1	12	-*	-*	-*
1938	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	6	7			
1939	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	1	12	-*	-*	-*
1940	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	4	9			
1941	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	9	4			
1942	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	12	-*	-*	-*
1943	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	13	0	+	*	+
1944	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	12	-*	-*	-*
1945	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	7	6			
1946	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	+	5	8			
1947	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	4	9			
1948	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	13	-*	-*	-*
1949	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	4	9			
1950	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12	1	+	*	+
1951	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	7	6			
1952	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	10	3	+	*	
1953	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	13	-*	-*	-*
1954	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	4	9			
1955	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	12	1	+	*	+
1956	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	3	10	-*		
1957	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	6	7			
1958	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	5	8			
1959	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	12	1	+	*	+
1960	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	3	10	-*		
1961	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12	1	+	*	+
1962	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	4	9			
1963	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	8	5			
1964	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	6	7			
1965	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	4	9			
1966	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	12	-*	-*	-*
1967	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	2	11	-*	-*	
1968	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	3	10	-*		
1969	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	12	-*	-*	-*
1970	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	6	7			
1971	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12	1	+	*	+
1972	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	1	12	-*	-*	-*
1973	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	7	6			
1974	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	+	5	8			
1975	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	12	-*	-*	-*
1976	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	7	6			
1977	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	1	12	-*	-*	-*
1978	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	4	9			
1979	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	6	7			
1980	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	10	3	+	*	
1981	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	7	6			
1982	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	10	3	+	*	
1983	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	4	9			
1984	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	9	4			
1985	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11	2	+	*	+
1986	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	8	5			
1987	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	10	3	+	*	
1988	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	2	11	-*	-*	
1989	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	12	1	+	*	+
1990	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	4	9			
計																40	26	20

表-3 母子里地点のアカエゾマツの年輪指標年と出現年を導出するための確率

年	供試木番号																			対前年		確率(出現年)		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	+成長	-成長	≥75%	≥80%	≥90%
1920	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	13	6			
1921	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	14			
1922	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	11	8				
1923	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	12	7				
1924	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	4	15	-*			
1925	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	3	16	-*	-*		
1926	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	17	-*	-*		
1927	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	16	3	+	+		
1928	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	7	12				
1929	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	8	11				
1930	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	12	7				
1931	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	9	10				
1932	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	6	13				
1933	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	12	7				
1934	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	12	7				
1935	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	8	11				
1936	+	-	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	10	9				
1937	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	6	13				
1938	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	17	2	+	+		
1939	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	1	18	-*	-*	-*	
1940	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	14	5				
1941	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	7	12				
1942	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	3	16	-*	-*		
1943	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	16	3	+	+		
1944	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	18	-*	-*	-*	
1945	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	15	4	+			
1946	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+	6	13				
1947	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	6	13				
1948	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	14	5				
1949	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	17	-*	-*		
1950	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	18	1	+	+	+	
1951	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	5	14				
1952	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	12	7				
1953	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	5	4				
1954	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10	9				
1955	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	15	4	+			
1956	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	9	10				
1957	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	6	13				
1958	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	-	-	8	11				
1959	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	4	15	-*			
1960	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	12	7				
1961	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	12	7				
1962	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	12	7				
1963	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	7	12				
1964	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	10	9				
1965	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	6	13				
1966	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	9	10				
1967	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	5	14				
1968	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	6	13				
1969	-	-	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	6	13				
1970	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	17	2	+	+		
1971	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	14	5				
1972	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	3	6	-*	-*		
1973	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	18	-*	-*	-*	
1974	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	13	6				
1975	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	14	5				
1976	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	13				
1977	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	14	5				
1978	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	17	-*	-*		
1979	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	9	10				
1980	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	6	13				
1981	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	12	7				
1982	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	13	6				
1983	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	9	10				
1984	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	5	14				
1985	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	18	1	+	+	+	
1986	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	3	16	-*	-*		
1987	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	13	6				
1988	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	3	16	-*	-*		
1989	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	7	2				
1990	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	14	5				

計

21 17 5

表-4 白樺地点のアカエゾマツの年輪指標年と出現年を導出するための確率

年	供試木番号																			対前年		確率(出現年)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	+成長	-成長	≥75%	≥80%	≥90%	
1920	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+		8	11				
1921	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+		10	9			
1922	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-		10	9			
1923	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+		13	6			
1924	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+		14	5			
1925	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-		3	16	-*	-*	
1926	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-		6	13			
1927	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		17	2	+	+	
1928	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		7	12			
1929	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+		9	10			
1930	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+		5	14			
1931	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-		11	8			
1932	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		11	8			
1933	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+		14	5			
1934	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+		11	8			
1935	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-		9	10			
1936	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-		5	14			
1937	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-		12	7			
1938	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		14	5			
1939	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-		4	15	-*		
1940	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+		11	8			
1941	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		13	6			
1942	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-		9	10			
1943	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+		12	7			
1944	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+		9	10			
1945	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+		7	12			
1946	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+		10	9			
1947	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-		5	14			
1948	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-		6	13			
1949	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		9	10			
1950	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		16	3	+	+	
1951	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		7	12			
1952	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+		14	5			
1953	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-		4	15	-*		
1954	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+		13	6			
1955	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+		10	9			
1956	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		10	9			
1957	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-		7	12			
1958	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+		11	8			
1959	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		9	10			
1960	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+		7	12			
1961	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+		12	7			
1962	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		8	11			
1963	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		8	11			
1964	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+		7	12			
1965	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		10	9			
1966	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-		11	8			
1967	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+		7	12			
1968	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		3	16	-*	-*	
1969	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+		11	8			
1970	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		14	5			
1971	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+		10	9			
1972	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		1	19	-*	-*	-*
1973	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		10	9			
1974	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		10	9			
1975	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		9	10			
1976	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		4	15	-*		
1977	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		8	11			
1978	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+		3	16	-*	-*	
1979	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+		7	12			
1980	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		16	3	+	+	
1981	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		7	12			
1982	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		15	4	+	+	
1983	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		2	17	-*	-*	
1984	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		15	4	+	+	
1985	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		7	12			
1986	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+		8	11			
1987	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		14	5			
1988	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		3	16	-*	-*	
1989	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		10	9			
1990	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+		8	11			

計

14 9 1

表-5 政和地点のアカエゾマツの年輪指標年と出現年を導出するための確率

年	供試木番号												対前年		確率(出現年)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	+成長	-成長	≥75%	≥80%	≥90%	
1920	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10	1		+	+	+
1921	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	8	3				
1922	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	5	6				
1923	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	6	6				
1924	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	4	8				
1925	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	4	8				
1926	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	10	2	+	+		
1927	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	7	5				
1928	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	2	10	-	-		
1929	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12	0	+	+	+	
1930	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	9	3	+			
1931	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	3	9				
1932	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	4	8				
1933	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	8	4				
1934	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	3	9				
1935	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	9	3	+			
1936	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	10	2	+	+		
1937	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	1	11	-	-		-
1938	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	4	8				-
1939	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	2	10	-	-		
1940	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10	2	+	+		
1941	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	3	9				
1942	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	7	5				
1943	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	5	7				
1944	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	12	-	-		-
1945	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12	0	+	+		+
1946	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	2	10	-	-		
1947	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	7	5				
1948	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	8	4				
1949	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	12	-	-		-
1950	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12	0	+	+		+
1951	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	6	6				
1952	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	5	7				
1953	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	2	10	-	-		
1954	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	4	8				
1955	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12	0	+	+		+
1956	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	6	6				
1957	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	2	10	-	-		
1958	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	5	7				
1959	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	4	8				
1960	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	2	10	-	-		
1961	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12	0	+	+		+
1962	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	11	-	-		-
1963	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	8	4				
1964	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	5	7				
1965	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	5	7				
1966	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-	3	9				
1967	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12	0	+	+		+
1968	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	12	-	-		-
1969	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	5	7				
1970	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	8	4				
1971	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	8	4				
1972	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	3	9				
1973	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	12	-	-		-
1974	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11	1	+	+		+
1975	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	2	10	-	-		
1976	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	12	-	-		-
1977	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12	0	+	+		+
1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	12	-	-		-
1979	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	6	6				
1980	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	4	8				
1981	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	4	8				
1982	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	6	6				
1983	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	3	9				
1984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	1	11	-	-		-
1985	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	11	1	+	+		+
1986	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	5	7				
1987	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	9	3	+			
1988	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1	11	-	-		-
1989	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	10	2	+	+		
1990	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	6	6				
計															33	31		19

表-7の2~5列は、表-2~表-5の4地点の当該年の年輪幅が前年に比べて増加あるいは減少した合計を+成長、-成長にまとめ、その割合を+確率(%), -確率(% )として表している。さらに、表-7の6~8列は、63個体に共通の年輪指標年の出現年について、確率75, 80, 90%以上の3レベルに分けて-\*, +\*の記号で表わしている。

### 3. 結果と考察

#### 1) 地点の年輪指標年の導出

1920年から1990年までの71年間における各地点の年輪指標年は、天塩地方演習林河東地点を表-2、雨龍地方演習林母子里地点を表-3、白樺地点を表-4、政和地点を表-5に時系列で示した。そして地点別の年輪指標年の出現年の合計と地点別の年輪指標年から求めた4地点に共通する年輪指標年を表-6に整理した。

表-6 4地点のアカエゾマツ(63個体)年輪指標年の合計値

地点名	出現年(確率)		
	≥75%	≥80%	≥90%
河東	40	26	20
母子里	21	17	5
白樺	14	9	1
政和	33	31	19
4地点共通	3	2	0

地点の年輪指標年を確率別にみた出現年は、確率75%以上で、河東地点の40ヶ年(表-2)、母子里地点の21ヶ年(表-3)、白樺地点の14ヶ年(表-4)、政和地点の33ヶ年(表-5)であった。確率90%以上で、河東地点の20ヶ年(表-2)、母子里地点の5ヶ年(表-3)、白樺地点の1ヶ年(表-4)、政和地点の19ヶ年(表-5)であった。確率の75%以上と確率90%以上を地点別に対比すると、河東が40から20へ50%に半減、母子里が21から5へ約24%に減少し、白樺が14から1へ約1%と極端に減少、政和が33から19へ約58%に減少した。そして4地点に共通した年輪指標年は、3からゼロへ出現無しという結果になった。地点や確率により年輪指標年の出現年の数には、大きな差が生じている。

年輪指標年の出現年について、地点や確率によって大きな差が生じた要因を考察する。年輪指標年の確率を75%から90%に変えた場合は、母子里や白樺地点が激減しているのに対し、河東や政和が半減している(表-6)。本邦産樹種の年輪解析の結果によると、気象要因が成長に関与する割合は、およそ20%~40%(例えば、武市<sup>13)</sup>、古川<sup>14)</sup>、安江ら<sup>11)</sup>)という報告例がある。これらの年輪解析で使われた年輪幅は、実測値ではなく、実測値から傾向変動成分や樹間競争成分などを予め除去するための標準化された年輪幅を用いられている。すなわち気象要素が実測値の1年輪に関与する割合は、20%から40%よりさらに低い小さな値になるということになる。したがって、年輪幅の変動を考えた場合、1年輪を形成する外的要因のうち、気象要因を除く他の要因(樹間競争など)が占める割合がいかに大きいか判る。

政和を除く他の地点は、人為的な攪乱の少ない保存林である。人為的な影響が少ない保存林の母子里や白樺は、被圧の影響を受け始めた時期や期間の異なる個体群が混在して分布する

林分と考えられる。ある個体が受ける被圧などの影響は、その周囲の比較的狭い地域に生育する個体群内の競走が主体的である。したがって、距離の離れた個体群間には被圧による同時性が無くなるかあるいは少なくなると考えられる。年輪指標年の導出のための確率が高くなれば同時性をもつ個体が極端に少なくなる傾向は、この人為的な攪乱のない保存林に見られる特徴かもしれない。

対して政和は、昭和初期に皆伐状態に伐採された経緯があり、人為的な影響を強く受けた林分である。既報<sup>5)</sup>の年輪幅時系列間の相関分析によるクロスデート(②の方法)のなかで、間伐や皆伐など人為的な施業にとまなう一斉林や人工造林の個体群の相関は、立地内の個体間の平均  $t$ -値が相対的に高くなると報告されている。政和地点は、この一斉林の特徴をもった年輪幅の変動をもつ林分と示唆されている<sup>5)</sup>。人為的な伐採によって被圧から開放された個体群の多い政和は、樹間競争の影響の少ない個体が分布しており、同時性を維持した個体群が多い地点と考えられる。年輪指標年の導出のための確率を高くしても同時性をもつ個体が多く見られる傾向は、被圧の影響の少ない林分の特徴をあらわしている可能性が考えられる。

一方、河東は、保存林であるにも関わらず高い確率で年輪指標年が出現している。上述の知見と矛盾する結果である。供試木の採取地は、大規模な林野火災が過去3回(1911年, 1929年, 1940年)発生した林地に隣接する林分である<sup>15)</sup>。供試木には、直火による傷害組織が見られず、1929年および1940年の火災の当該年とその翌年の年輪指標年を見ても、同時性がなかった。しかし、供試木は、林野火災に伴う直接の影響が無かったにしても、周辺の個体に熱風や被圧からの開放などの環境変化を受けていたかも知れない。この林分は、林野火災と年輪幅の変動との関連を詳細に調査し、明確にしなければならないと考えている地点である。

## 2) 4地点に共通する年輪指標年の導出

全63個体から導出した71年間(政和の供試木2のみ69年間)の年輪指標年は、同様に3つの確率レベルに分類し、表-7に整理した。63個体からの年輪指標年は、確率が75%以上で13ヶ年、80%以上で8ヶ年(1939, 1944, 1950, 1953, 1968, 1972, 1978, 1988年)、90%以上で1ヶ年(1950年)であった。表-7の年輪指標年の数では、表-6下段の4地点共通の確率90%以上の出現年がゼロであったのと比べて1ヶ年(1950年)増えている。光谷ら<sup>9)</sup>は、確率90%以上の年輪指標年を使っており、ヒノキ(*Chamaecyparis obtusa*)20個体の結果では1752~1984年までの233年間に増加が8ヶ年、減少が9ヶ年の17ヶ年で出現頻度約7%と報告している。またKobayashiら<sup>10)</sup>はヨーロッパトウヒ(*Picea abies* Karst.)のpointer yearを確率50%以上で定義している。その確率を詳細に見ると、多くの地点で確率75%~100%で同時性が見られている。この結果を用いて筆者らが見積った出現頻度は、1930年~1994年の65年間に13ヶ年で約20%になる。年輪指標年を使った年代の推定には、供試木の個体数を増やし高い確率で求めた出現年が多いほど、推定の信頼度は向上する。現状では、年輪指標年を導出す

表-7 63個体から得られたアカエゾマツの年輪指標年と出現年を導出するための確率

年	対 前 年				確率(出現年)		
	+成長	-成長	+頻度(%)	-頻度(%)	≥75%	≥80%	≥90%
1920	40	22	64.5	35.5			
1921	26	36	41.9	58.1			
1922	29	33	46.8	53.2			
1923	41	22	65.1	34.9			
1924	31	32	49.2	50.8			
1925	13	50	20.6	79.4	-*		
1926	21	42	33.3	66.7			
1927	50	13	79.4	20.6	+	*	
1928	20	43	31.7	68.3			
1929	32	31	50.8	49.2			
1930	35	28	55.6	44.4			
1931	26	37	41.3	58.7			
1932	32	31	50.8	49.2			
1933	45	18	71.4	28.6			
1934	30	33	47.6	52.4			
1935	27	36	42.9	57.1			
1936	37	26	58.7	41.3			
1937	20	43	31.7	68.3			
1938	41	22	65.1	34.9			
1939	8	55	12.7	87.3	-*	-*	
1940	39	24	61.9	38.1			
1941	32	31	50.8	49.2			
1942	20	43	31.7	68.3			
1943	46	17	73.0	27.0			
1944	11	52	17.5	82.5	-*	-*	
1945	41	22	65.1	34.9			
1946	23	40	36.5	63.5			
1947	22	41	34.9	65.1			
1948	28	35	44.4	55.6	-*		
1949	15	48	23.8	76.2			
1950	58	5	92.1	7.9	+	+	+
1951	25	38	39.7	60.3			
1952	41	22	65.1	34.9			
1953	11	52	17.5	82.5	-*	-*	
1954	31	32	49.2	50.8			
1955	49	14	77.8	22.2	+		
1956	28	35	44.4	55.6			
1957	21	42	33.3	66.7			
1958	29	34	46.0	54.0			
1959	29	34	46.0	54.0			
1960	24	39	38.1	61.9			
1961	48	15	76.2	23.8	+		
1962	25	38	39.7	60.3			
1963	31	32	49.2	50.8			
1964	28	35	44.4	55.6			
1965	25	38	39.7	60.3			
1966	24	39	38.1	61.9			
1967	26	37	41.3	58.7			
1968	12	51	19.0	81.0	-*	-*	
1969	23	40	36.5	63.5			
1970	45	18	71.4	28.6			
1971	44	19	69.8	30.2	-*	-*	
1972	7	56	11.1	88.9			
1973	18	45	28.6	71.4			
1974	39	24	61.9	38.1			
1975	26	37	41.3	58.7			
1976	17	46	27.0	73.0			
1977	35	28	55.6	44.4	-*	-*	
1978	9	54	14.3	85.7			
1979	28	35	44.4	55.6			
1980	36	27	57.1	42.9			
1981	30	33	47.6	52.4			
1982	44	19	69.8	30.2			
1983	18	45	28.6	71.4			
1984	30	33	47.6	52.4			
1985	47	16	74.6	25.4			
1986	24	39	38.1	61.9			
1987	46	17	73.0	27.0			
1988	9	54	14.3	85.7	-*	-*	
1989	39	24	61.9	38.1			
1990	32	31	50.8	49.2			
計					13	8	1

る確率の統一された基準が提案されていないようである。

仮に年輪指標年の出現年の導出に確率90%以上を適用するとなれば、アカエゾマツの年輪指標年は、71年間の4地点からの出現数がゼロで、63個体からの出現数が1ヶ年のみであった。この出現年の数では、比較する年が少なく年代の照合が実際上困難である。出現年を導出する確率80%以上にすると、約71年間に8ヶ年になり、出現頻度は11%になる。出現年を導出する確率75%以上にすると、約71年間に13ヶ年になり出現頻度は約18%と高くなる。年輪指標年を使った年代推定の判定を行うには、10年間に1ヶ年の出現頻度10%程度が年代の照合に必要な割合かもしれない。今回のアカエゾマツの例をこの割合に適用すると、確率75%以上と確率80%以上が条件を満たす範囲として選択される。

63個体から導出した年輪指標年のなかで、1950年(+\*)の出現年の確率は、92.1%と高い値を示した。4地点の中で、河東地点と政和地点の距離が約90kmも離れているにも関わらず共通する年輪指標年が出現したことは、この地域に共通する外的要因が作用していると考えられる。光谷<sup>16)</sup>は、約200km以上離れている岐阜県と和歌山県(高野山)や三重県(尾鷲)、和歌山県(高野山)と高知県(高知)のヒノキ(*Chamaecyparis obtusa*)の年輪幅系列間に高い相関が認められると報告している。同じくAhmedら<sup>17)</sup>は、約200km離れているニュージーランドのOnekura Bluff. Puketi ForestとKatikati State Forestのカウリ(*Agathis australis* Salisb.)の年輪幅系列間で高い相関が認められると報告している。本研究と同一の供試木を用いたアカエゾマツ年輪幅系列間の相関分析<sup>5)</sup>の結果でも、高い $t$ -値が得られていることから、このような距離的に離れた地点の年輪に同時性を生じさせる要因として気象が考えられる。予測されたことでもあるが、年輪指標年の手法においても、4地点に共通の同時性が確認できたことにより、アカエゾマツは枯死木や埋没木などの年代推定への適用の可能性がより一層高くなった。

Kobayashiら<sup>10)</sup>が行ったエゾマツの結果と本アカエゾマツの確率75%以上の年輪指標年(表-7)との間で出現年の照合を行ってみる。年輪数に違いがあるため、照合が可能な期間は、1920年~1990年の71年間になる。照合の結果、13ヶ年の出現年うち1972年のみ合致したが、その他の出現年では、合致しなかった。考えられる理由として、Kobayashiらの供試木が苫小牧地方の大気汚染の影響を強く受けたエゾマツであったこと、或は距離的に約300km近くも離れていることにより同時性に強く関与する気象の違いが影響したのではないかと考えられる。今後は、同時性をもつ地域の空間的な広がり調査が必要になるであろうと考えられる。

#### 4. おわりに

確率90%以上におけるアカエゾマツの63個体における(表-7)年輪指標年の出現頻度約1%(1ヶ年/71年間)と光谷らのヒノキの出現頻度約7%(17ヶ年/233年間)を比べると、約1桁の差が生じている。ヒノキの場合は20個体の結果であり、アカエゾマツでは63個体から

求めているという個体数に違いがあるからであろう。当然のことながら、個体数が減少することにより年輪指標年の数も増加する。例えば、表-6の確率90%以上にした年輪指標年を出現頻度で比較する。白樺では19個体で1.4%(1ヶ年/71年間)、母子里では19個体で7.8%(5ヶ年/71年間)、河東では13個体で28.2%(20ヶ年/71年間)、政和では12個体で26.8%(19ヶ年/71年間)と個体数が少なくなれば、出現頻度は高くなっている。このように比較的狭い地域かつ人為的な影響の小さい個体群では、アカエゾマツとヒノキの出現頻度に大きな差がないことが判る。

天然林や人工林などの被圧環境の違いにより同時性に変化が生じる供試木を年輪年代学の年代推定に適用するには、単に確率の高さから選ぶのではなく、地域差の影響を小さくするために広い地域にわたり共通する年輪指標年を求めること、さらにその導出に当たっては指標年の導出の確率も同時に記することが重要であろう。

高田<sup>8)</sup>はHeikkenen<sup>24)</sup>の“キーイヤ (key year)”をスギ (*Cryptomeria japonica*) に応用している。佐渡のスギの場合には95%の確率で増減の一致を示す個体は約1/3であるとしている。高田はこの低い値から“外国の例のようにキーイヤが存在しないと思う方が良い”と結論している。また、斎藤<sup>18,19)</sup>は、北海道の樹種のハリギリ (*Kalopanax pictus*) 10個体、エゾマツ (*Picea jezoensis*) 10個体など合計20個体の年輪幅変動から周期を調査している。彼は、年輪変動の周期に位相のバラツキが見られることから、年輪幅変動によって気候変動を推定することに対し慎重に取り扱うべきだと述べている。

しかし、近年の北海道産の樹種を用いた年輪解析の結果では、Yasueら<sup>11),20)</sup>がレスポンスファンクションの手法を使いアカエゾマツ (*Picea glehnii*) とヤチグモ (*Fraxinus mondshurica* Rupr. Var. *japonica* Maxim) の年輪の幅や密度変動から道北の気候の復元、またD'Arrigoら<sup>21)</sup>はカシワ (*Quercus dentata*) の年輪幅から北太平洋沿岸の気候の復元の可能性を述べている。野田<sup>5)</sup>は同じアカエゾマツが100 km以上の広域にわたり同時性をもつこと確認している。また、Kobayashiら<sup>10)</sup>はヨーロッパトウヒ (*Picea abies* Karst.) とエゾマツ (*Picea jezoensis* Carr.) のpointer yearを適用して大気汚染影響を評価し、Yoshidaら<sup>22)</sup>はトドマツ (*Abies sachalinensis*) を用いた地表攪乱の履歴評価を報告している。むしろ、北海道における現在の年輪研究は、手法のみならず多様な樹種を用いた応用研究が積極的に展開されている。さらに、気候復元や大気汚染影響の評価、年代推定などの研究は、単木の試料の解析が主であった時代から多量の試料を用いた解析を可能にした統計学と計算機の進歩に加え、年輪幅だけではなく年輪の密度などの細胞レベルの変動を組み合わせた新しい解析手法へ発展してきている。

最後に、この研究結果を公表するに当たり多くの方々のご協力をいただき、ここに明記して厚くお礼申し上げます。北海道大学農学部天塩地方演習林、雨龍地方演習林の職員および林業技能補佐員の方々には、フィールドから貴重な試料の提供と野外調査のご援助を賜りました。また有益なご助言とご指導を賜りました北海道大学農学部深沢和三現名誉教授と同大谷 諄教

授に深く感謝申し上げます。

本研究の一部は、文部省科学研究費（課題番号 09680496）によって行われた。

注：日本では、指標年、年輪指標部、年輪指標年、key year, pointer year, スケルトンプロットなどさまざまな用語の使い方がされてきた。これらの用語の違いは、年輪指標年の導出手法、表記法の違い、翻訳さらに手書きで描く表記からコンピュータ処理による表記に進展してきた違いによる新造語も考えられる。このため、論文などの記述に関して混乱が生じている。

Schweingruber ら<sup>23)</sup>は、試験地内の試料において、ある一定の割合以上の試料に共通してみとめられた event year をその試験地の pointer year と定義している。現在、日本語の年輪解析の用語は、外国の用語を参考に北海道大学農学部・深沢和三名誉教授が中心になり、用語の統一化への作業が進められている。

本論文は、年輪解析に関する用語が統一されていないため、著者がこれまでに使ってきた用語である“年輪指標年”を使うことにする。

## 引用文献

- 1) Fritts H.C. (1976): Tree rings and climate, Academic Press, London. 567pp.
- 2) Schweingruber F.H. (1989): Tree rings-Basics and applications of dendrochronology-, Kluwer Academic Publishers, 276pp, Dordrecht.
- 3) 光谷拓実, 田中 琢 (1986): 古年輪学研究(1), 京都大学防災研究所年報, 29 (B-2), 95-108.
- 4) Mori Y. (1981): Evidence of an 11-year periodicity in tree-ring series from Formosa related to use the sunspot cycle, J. Climatology, 1, 345-353.
- 5) 野田真人 (1996): 樹木年輪幅の時系列変動の解析, 北大演研報, 53 (1), 97-146.
- 6) 日野幹雄 (1982): スペクトル解析, 朝倉書店, 300 pp, 東京.
- 7) 南 茂夫 (1986): 科学計測のための波形データの処理, C Q 出版, 236 pp, 東京.
- 8) 高田和彦 (1985): スギの直径生長における Key Year について, 日林誌, 67 (6), 240-242.
- 9) 奈良国立文化財研究所編 (1991): 年輪に歴史を読む, 同朋社, 195 pp, 京都.
- 10) Kobayashi O., Funada R., Fukazawa K. and Ohtani J. (1997): Abrupt growth changes in Norway spruce and Yezo spruce near an industrial district in Hokkaido Japan, Trees, 11, 183-189.
- 11) Yasue K., Funada R., Fukazawa K. and Ohtani J. (1997): Tree-ring width and maximum density of *Picea glehnii* as indicators of climatic change in northern Hokkaido Japan, Can. J. For. Res., 27, 1962-1970.
- 12) Baillie M. G.L. (1982): Tree-ring dating and archaeology, Croom Helm. 274pp, London.
- 13) 武市伸幸 (1996): 年輪気候学的解析における応答関数の検討, 地理科学, 51 (4), 252-260.
- 14) 古川都夫, 土井泰雄, 安田武史 (1993): 本邦産数樹種の年輪気候学的特性, 樹木年輪, 6, 12-19.
- 15) 高岡貞夫, 笹賀一郎 (1996): 北海道北部, 間寒別川流域における明治後期以降の林野火災の復元, 北大演研報, 53 (2), 245-268.
- 16) 光谷拓実 (1987): わが国における年輪年代学の確立とその応用 (第2報) -産地を異にするヒノキ相互間およびヒノキと異樹種間との年輪変動パターンとの相互相関-, 木材学会誌, 33 (3), 175-181.

- 17) Ahmed M. and Orden J. (1985): Modern New Zealand tree-ring chronologies III. *Agathis australis* (Salisb.)-Kauri, *Tree-Ring Bull.*, **43**, 11-24.
- 18) 斎藤博英 (1948): 北海道の気候の歴史的調査, *応用気象*, **2**(4), 101-105.
- 19) 斎藤博英 (1948): 北海道における樹木の年輪調査, *研究時報*, **2**(2), 42-50.
- 20) Yasue K., Funada R., Kondo Y., Kobayashi O. and Fukazawa K. (1996): The effect of climatic factors on the radial growth of Japanese ash in northern Hokkaido, Japan. *Can. J. For. Res.*, **26**, 2052-2055.
- 21) D'Arrigo R.D., Yamaguchi D.K., Wiles G.C., Jacoby G.C., Osawa A. and Lawrence D.M. (1997): A Kashiwa oak (*Quercus dentata*) tree-ring width chronology from northern coastal Hokkaido, *Can. J. For. Res.*, **27**, 613-617.
- 22) Yoshida K., Kikuchi S., Nakamura F. and Noda M. (1997): Dendrochronological analysis of debris flow disturbance on Rishiri Island, *Geomorphology* **20**, 135-145.
- 23) Schweingruber F.H., Eckstein D., Serre-Bachet F. and Braker O.U. (1990): Identification, presentation and interpretation of event years and pointer years in dendrochronology, *Dendrochronologia*, **8**, 9-37.
- 24) Heikkinen H. (1984): Tree-ring patterns -A key year technique for crossdating. *J. For.*, **82**, 302-305.

### Summary

The signature of tree ring width of the *picea glehnii* was confirmed to be common to the tree ring width of 63 living trees at four sites in the north of Hokkaido.

The signature is defined as year when the simultaneity was admitted more than a certain ratio in an annual ring sample of the site. However, the technique to calculate the signature was used by different researchers for a vague definition. The analysis of signature in this research was conducted using Huber's methods.

Comparison of the *picea glehnii* revealed that, during the 71 year period from 1920 to 1990, the signature were common for 13 years at a minimum of 75% of the total of all the trees, for 8 years at a minimum of 80% and for one year at a minimum of 90%.

The distance of the collection ground in four sites is about from 10 km to 90 km. The result of the obtained signature was suggested thought to enable the decision at the cross dates such as withering trees and the burying trees in the region where four sites are enclosed.