

## 日本の歴史時代の気候の分析

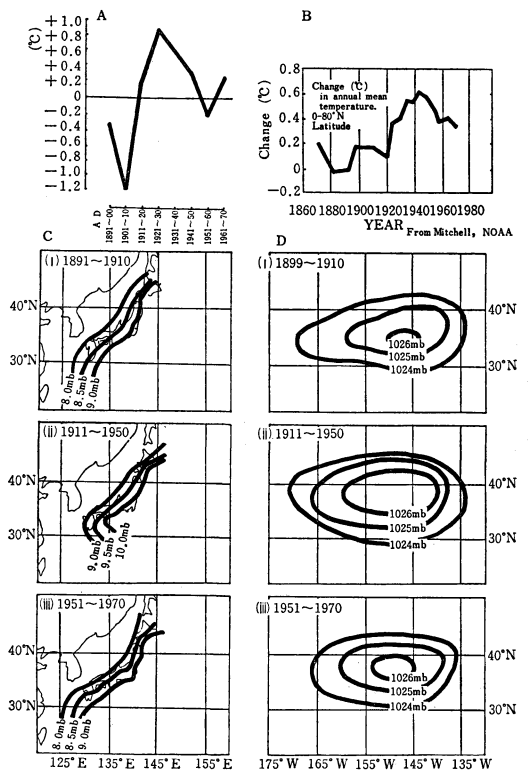
—藤原賞受賞記念講演—

山本 武夫\*

故藤原咲平先生の学徳を記念する「藤原賞」を賜りまして、まことに光栄に存じます。私は、本学会員としては古い世代に属する者で、昭和12年に大阪大学理学部物理学科を卒業いたしました。その3年前に室戸台風が近畿地方を縦断し阪神地方に大風水害を与えましたことを動機として、大阪市に「災害科学研究所」が設立され、その第1部が大阪の気象台に置かれることになりました。その頃、大阪気象台長として来任して居られた和達清夫先生が、第1部の部長を兼任され、私はその下で働かせてもらうことになったのであります。その後、第2次世界大戦を中に私の身の上にも色々変動が御座いましたが、結局私は山口県の田舎で「過去の気候」を調べて一生のほとんどを過してしまつたのであります。芭蕉は、「幻住庵ノ記」の中で「終に無能無才にして此一筋に繋がる」と述懐して居ります。芭蕉の場合は謙遜の辞であります。私はまったく字義通り正真正銘の無能無才であります。「気候変動」という重要な研究テーマの周りを唯ウロウロと歩きつづけた一生の様に思へ、本日の光栄に対し、願みて内心忸怩たるものが御座います。

さて、「気候変動」とは何かとつきつめて見ますと、「Climatic Inconstancy」ということで御座いますから、時間的に言えば、上は100万年から下は数日程度の周期現象であり、空間的に言えば、大は地球から小は一河川の流域位まで下らなければならぬでしょう。しかし、「歴史時代の気候」ということを具体的に申しますと、

50年乃至100年位の平均状態の変動ということになるかと思ひます。そう言う“historical scale”若しくは



第1図 日本の夏季気候の変動  
 (A) 東北日本の7月気温  
 (B) 世界年平均気温  
 (C) 北太平洋高気圧の張出し  
 (D) 北太平洋高気圧の勢力と中心位置

\* Takeo Yamamoto, 徳山大学

第1表 [銚子-旭川] (または[東京-函館]) の7月気圧差と関東・東北日本の7月気温の相関関係の変遷

(a) [東京-函館] (b) [銚子-旭川]

期 間	(1)' 1881 ~1910	期 間	(1) 1891 ~1910	(2) 1911 ~1950	(3) 1951 ~1970	(3)' 1951 ~1977		
東京-函館気圧差	0.15 mm Hg	銚子-旭川気圧差	0.39 mm Hg	1.02 mm Hg	0.75 mm Hg	0.80 mm Hg		
相関係数	相関係数	相関係数	相関係数	相関係数	相関係数	相関係数		
場 所	場 所	場 所	場 所	場 所	場 所	場 所		
ウラジオ ストック	43°07' N 131°54' E	0.39	旭 川	43°46' N 142°22' E	0.33	0.58	0.45	0.40
根 室	43°20' N 145°35' E	0.46	札 幌	43°03' N 141°20' E	0.38	0.60	0.50	0.47
函 館	41°49' N 140°45' E	0.57	帯 広	42°55' N 143°13' E	0.56*	0.65	0.52	0.50
東 京	35°41' N 139°46' E	0.68	寿 都	42°47' N 140°14' E	0.58	0.65	0.56	0.54
和歌山	34°14' N 135°10' E	0.40	函 館	41°49' N 140°45' E	0.62	0.70	0.57	0.60
			青 森	40°51' N 140°42' E	0.66	0.74	0.65	0.67
			宮 古	39°39' N 141°58' E	0.63	0.76	0.70	0.70
			山 形	38°15' N 140°21' E	0.65	0.73	0.65	0.63
			福 島	37°45' N 140°28' E	0.73	0.78	0.68	0.69
			宇都宮	36°33' N 139°52' E	0.74	0.66	0.73	0.67
			東 京	35°41' N 139°46' E	0.69	0.64	0.69	0.70
			甲 府	35°40' N 138°33' E	0.61**	0.43	0.65	0.64
			八丈島	33°06' N 139°47' E	—	0.22	0.61	0.49

\* 1892-1910 (n=19) の場合

\*\* 1895-1910 (n=16) の場合

“human scale” の規模の気候の変動が実際にあるかないか、あれはどういうものかということから話を始めなければなりません。

第1図を御覧戴きますと、日本の気象観測時代の80年間の中央部分に東北日本(注1)の7月気温の高い部分が御座います。(B)は、Mitchell が作成しました北半球全体の年平均気温の変動ですが、これらに見られる小高温期は相対応するものであります。(A)の小高温期は、(D)に示すごとく7月の北太平洋高気圧の中心部の勢力が強く、その中心位置が前後と比較して北上している期間に相当して居ります。(D)図は、私がアメリカの気象局からデータをもらって作成したのですが、一番上の(i)期間の年数8年分が足りません。しかし(C)について、日本列島への張り出しの具合を見ます

と、(ii)では1009mbの等圧線が日本列島の西側まで張り出て居りますのに、(i)(iii)では列島の東側に沿って居り、(C)(D)を併せて考えると、(D)(i)の不足を補うことが出来ます。(A)(C)(D)の三つから日本の東北地方の7月気温の変動と北太平洋高気圧の関係がよく諒解出来ます。第1表を御覧下さい。関東地方から東北地方にかけての7月気温は、7月の<銚子-旭川>の気圧差とよく相関(注2)しますが、このような相関関係を第1図の(i)(ii)(iii)期間別に求めて見ますと、第1表(b)の(1)(2)(3)に示すごとく、(2)の小高温期には(1)(3)の期間に比較して相関係数が大きく、相関の最大域が確かに北上していることが分ります。第1表(b)では(1)(3)の期間が20年ですが、(1)に対して(1)'、(3)に対し(3)'と

第2表 本州7月降水量, 年降水量鍋底型変化

期 間	降 水 量		
	25箇所7月雨量合計	37箇所7月降水量合計	37箇所年降水量合計
(1) 1891~1910年 (n=20)	5,256 mm	7,784 mm	62,838 mm
(2) 1911~1950年 (n=40)	4,515 mm	7,108 mm	62,057 mm
(3) 1951~1970年 (n=20)	5,940 mm	8,578 mm	64,155 mm
凹 型 率*	21.4%	14.0%	2.3%

\* (1), (3) の平均値と (2) の差を全期間の平均値で割ったもの。

第3表 山岳観測所の7月気温と周辺地域の7月降水量との相関

山岳名または地名	降 水 量 の 地 域	相関係数	回帰係数 ( $\alpha$ )	統 計 期 間
(1) 盛 岡 (155m)	宮古・石巻 (2カ所合計)	$R = -0.64$	$-23 (\%/^{\circ}\text{C})$	1924~1977年 $n=54$
(2) 伊 吹 山 (1,376m)	京都・彦根・大阪・奈良・和歌山・潮岬・津 (7カ所合計)	$R = -0.56$	$-27 (\%/^{\circ}\text{C})$	1919~1977年 $n=59$
(3) 比 叡 山 (832m)	広島・松山・岡山・多度津・徳島 (5カ所合計)	$R = -0.69$	$-33 (\%/^{\circ}\text{C})$	1929~1977年 $n=49$
(4) 阿 蘇 山 (1,144m)	長崎・熊本・枕崎・鹿児島・宮崎 (5カ所合計)	$R = -0.73$	$-58 (\%/^{\circ}\text{C})$	1933~1977年 $n=45$

[注] 回帰係数  $\alpha$  は気温の偏差と降水量偏差の平均値に対する比との関係式の係数である。するなわち、

$$\frac{P-\bar{P}}{\bar{P}} = \alpha (\theta - \bar{\theta})$$

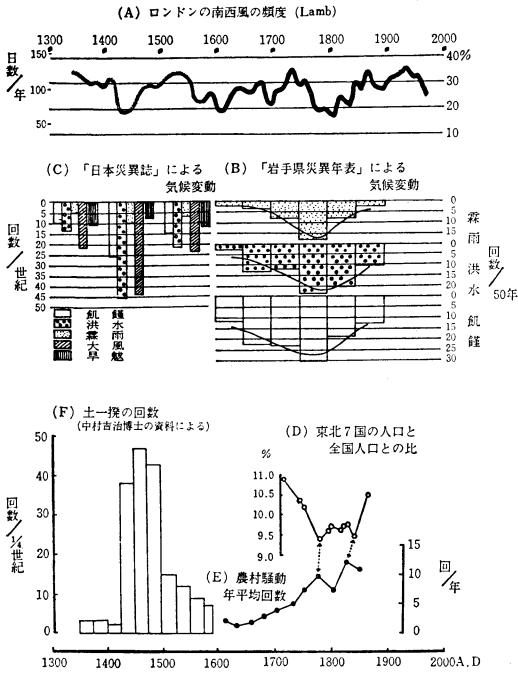
ただし、 $P, \theta$  はそれぞれ年々の降水量, 気温,  $\bar{P}, \bar{\theta}$  は降水量, 気温の全期間についての平均値である。

いう風に期間を両側にひろげて見ましたが、この傾向は同様です。このことは、50年、100年程度の平均値の変動、すなわち“historical scale”の気候変動というものの、正体をはっきり物語るものであり、それが地球をとり巻く中緯度高気圧の一つである北太平洋高気圧の  
<優勢-北進> ↔ <劣勢-南退>

によって起っていることを示すものであります。これは、極気団の<劣勢-北退> ↔ <優勢-南進> と言ってもよろしいと思います。勿論、中緯度高気圧や極気団だけが勝手に変動する訳には参りませんから、北半球全体の大気環流の変動に関連致します。又極東地方では、その気候の特徴である季節風の変動とも関連致します。気象観測開始以後の期間について言えば、夏季、冬季の極東季節風の強度、すなわち年間における大陸と海洋の熱交換の長期変動は、中緯度高気圧の<優勢-北進>に従って増大し、中緯度高気圧の<劣勢-南退>に従って衰弱致します。従って夏季の気温について言えば、この両者が助け合う関係になりますが、冬季の気温の場合は両者が相殺する関係になり、日本の冬季の気候の長期変動は夏季のそれと必ずしも一致せず、その様相が複雑になりま

す。ところで、さき程行いました三つの期間区分は、降水量についても意味が御座います。本州、四国、九州には1891年まで遡ってデータをもつ観測所が37ヶ所(注3)ありますが、そのうち25ヶ所は、第2表に見られる如く、(1)期間<多雨> (2)期間<寡雨> (3)期間<多雨> という典型的鍋底型の変動を示して居ります。多少のはずれた変動型をもつ12ヶ所を加えた37ヶ所の合計値も鍋底型変動を示し、さらに、年降水量についても鍋底型の痕跡が残って居ります

関東平野に屹立している筑波山観測所(869米)の7月の気温は、ずっと距った八丈島の7月降水量と  $r = -0.63$  (1906~1975年  $n=70$ ) という比較的高い負相関を示しますが、筑波山自身やそれに近い東京や銚子の降水量については、相関係数が  $-0.3$  から  $-0.4$  程度に低下し、このことは、日本の夏季気温と降水量の相関関係が、前線活動を仲介として成立していることを示すものであります。筑波山だけでなく山岳観測所(注4)の7月気温とその周辺地域の7月降水量の負の相関関係は、第3表を御覧下さればよく分る様に相当大きいのであります。<高温>が<寡雨>を、<低温>が<多雨>を同



第2図 気候変動と社会変動

伴するのは、日本の気候変動の特徴の一つであり、この関係は歴史時代を通じて成立して居ります。こう申しますと、当り前のこの様に思われるかも知れませんが、地球上何処でも成立している関係ではなく、例えば極気団の南下しやすいヨーロッパ大陸の北部では、これと反対に<高温>は<多雨>を、<低温>が<寡雨>を伴う傾向が現われます。夏季の気温と降水量が日本と同じ奇麗な負相関を示す例を挙げますと、カナダの Alberta 州と Saskatchewan 州の南部です。日本の場合は北太平洋高気圧の西北端に当たりますが、カナダの場合は北大西洋高気圧の活動の西北端に当たる場所の様であります。

以上述べました明治以来の気象観測時代の日本の気候変動の機構なり特徴なりは、歴史時代の気候変動を解明する「鍵」になる筈であります。その「鍵」は、「万能の鍵」ではないにしても「最良の鍵」であるに違いありません。次に、第2図を見て戴くと、一番上は、イギリスの気候学者ラム教授の論文にあるロンドンおよびイングランド東部における南西風の頻度曲線ですが、唯今申しました「鍵」とどう関係にあるかと言いますと、観測時代のデータによれば、北大西洋高気圧も北太平洋高気圧も多少の相違はありますけれども、ほぼ平

行して変動して居り、北大西洋高気圧が縮少して、その平均位置が南下した場合は、気圧系全体が南へ下り、ブリテン島付近を東北進する低気圧経路が南下して、ロンドンや東部イングランドを、「低気圧第4象限」の「南西風域」の圏外に置き、南西風の頻度を低下させるという関係になるのであります。ラム曲線を眺めますと、1800年を中心とする1世紀と15世紀に深い落込みがありますが、その期間には北太平洋高気圧も亦、縮少していたに違いありません。第2段は日本の史資料で御座いますが、まず(B)の方から申し上げます。(B)に用いた「岩手県災異年表」は、旧南部藩の諸記録を中心に多数の文献を集成したものであります。南部氏が今の盛岡市に築城したのは1598年、以来藩勢にあまり大きな変革がないまま連綿と継続して、明治維新に至っているのであります。変革がないということは、気象資料としては「斉一性」という点で大へん有難く、一方岩手県は水稻農業の北限に近い冷害多発地帯で、その面からも気象資料として好適であります。図を見ますと、霖雨、洪水、農業災害数の三つの変遷が三者ともよく平行して、18世紀の後半から19世紀の前半にかけてピークをなして居ります。農業災害数につきましては、旱魃や虫害の場合を除いてありますから、冷害の頻度と考えてよく、従って気温の冷涼の程度を代表すると考えて差支えないと思います。古来南部藩の4大飢饉と言われているのは、元禄8年(1695年)、宝暦5年(1755年)、天明3年(1783年)、天保9年(1838年)の四つであります。被害の程度は元禄の分は後の三者に比較して大分小さいですから、南部藩300年の歴史における飢饉の“big three”がこの1世紀期間に含まれることになります。ここでこの歴史時代の変動と「現代の鍵」との関係を振り返って見ますと、「低温」気候は確かに「多雨」気候を同伴しているのであります。「岩手県災異年表」を選びましたのは、「代表」という意味でありまして、他の諸資料について調べました結果についてもこの関係はチャンと出て参ります。第2図の(C)は、「日本災異志」に拠ったものであります。これは、小鹿島果氏によって明治年間に作成された貴重な遺稿であります。図(C)の15世紀の気候は前後の世紀と比較して、確かに異常であります。又諏訪湖の結氷日の記録は、1398年度のところから離れて一つあって、1444年度までありません。1444年度以後は連続していますが、その224年分の平均結氷日は1月7.3日ですが、1398年と1444~1460年のあたりは、この平均値より著しく結氷日が早

第4表 古日記の降雪率 (12月, 1月, 2月).

日記 天候	『明月記』 (1199~1236年)	『看聞御記』 (1416~1444年)	『後法興院記』 (1466~1505年)	『実隆公記』 (1474~1533年)
雨日数 (R)	289	173	583	230
雪日数 (S)	195	168	513	197
降雪率 $\left(\frac{S}{R+S}\right)$	40.3%	49.3%	46.8%	46.1%

く、その17年分の平均値は1月2.8日になります。又、「在盛卿記」の残簡に長祿2年12月(1459年1月5日~2月3日)に、琵琶湖が堅く凍り舟の通路が絶えたとありますが、その年の春の將軍足利義政の2度の観桜の日付は現行暦になおして、現代より数日以上も遅く「在盛卿記」の結氷記事の正しいことを傍証して居ります。残念なことには、折角の諏訪湖の場合、結氷日の非常に早かった期間以前の資料が御座いませぬので、15世紀の前半あたりが、果して低温の谷であるかどうか定め兼ねます。そこで、京都の堂上公卿の日記の中の12月、1月、2月の雨日数と雪日数を調べて見ました。降雪日数の降水日数に対する比率は、気温の低いことの示数となる筈ですが、おなじ京都でも場所によって雪日数が違いますし、又、天候観察の精度の個人差もある筈で仲々難しいのです。ところが、ここに絶好な資料、伏見宮貞成親王の「看聞御記」がありました。この貴人は生涯伏見の「指月庵」にお住いになって、大部の日記を遺されました。伏見は京都の南郊でありまして、第6表についても伺えますように雪日数の少い場所であります。それにもかかわらず、第4表に示しましたごとく、これが前後の日記に比較して降雪率が最大という結果を与えるのであります。ということは、この日記の書かれた15世紀の前半あたりが、低温気候のどん底であったことを示唆するものと言わなければなりません。勿論、観察の個人差の問題が残りますが、皇族乃至上級公卿の生活や教養は、大体共通したものでしょうから、天候の観察の精度のみが格段に違うということは、まずあり得ないと考えてよいと思います。天津臨湖研究所の堀江正治教授が、「北アルプス」の白馬岳の馬尻小屋付近(1620米)で氷舌の outwash の中に発見された木片の  $^{14}\text{C}$  年代は  $520 \pm 80 \text{ B.P.}$  ( $1430 \pm 80 \text{ A.D.}$ ) であり  $\pm 80$  年という probable error の範囲ではあります。白馬岳の氷舌が進出して樹木を巻き込んだ時期は、諸史料から推定される小氷期気候のどん底に極めてよく一致しています。又1460年と1461年には、洛中のみの餓死者が82000を越え、遺

棄死体によって加茂川の流が塞がれたという「寛正の大飢饉」が起こって居ります。ラム教授の南西風頻度曲線の1600 A.D. 以前の部分は、データ不足のため、“tentative”とされて居りますが、以上述べた日本側の諸資料は、充分それを補強していると思います。

ここで再び強調しなければならないことは、15世紀の小氷期も、18世紀後半から19世紀前半にかけての場合と同じく、中緯度高気圧の著しい縮小と南退に伴って、亜欧はほぼ同時に起こり、且つ日本の場合について言えば<低温><多雨>のコンビで出現して居ることです。第2図(C)を仔細に見て戴きますと、15世紀は早魃数のみが前後の世紀よりやや少く、霖雨・洪水・飢饉・大風の回数は格段に前後を抜いているのであります。

ここで一寸お断りして置きたいことがあります。それは、昨年から今年にかけての冬は、日本では未曾有の暖冬でありましたのに、ヨーロッパは異常な厳冬であり、又3年前の1976年の夏は、向うは非常に早魃に悩みましたのに、こちらは冷害気味でありました。ヨーロッパと日本は平行するどころか逆になっているのではないか？ それとも、これは近年になって気候が変調を来たしたためであるか？ この様な疑問を提出される方があると思うからであります。彼等の気候史資料を詳しく比較して見ますと、年々の気候がヨーロッパと日本とで逆になったり、又同じ傾向を示したりすることは、最近に始まったことでは御座いませぬ。すなわち年々について言えば、北極の寒気がどの sector へ出て来るかによって、亜欧が同じになったり逆になったりしますが、それを50年なり100年なり平均したものの変動は、北極気団なり亜熱帯気団なりの本体の勢力の長期変動をあらわすことになり、亜欧の気候が長期変動としては平行している、ということを示しているのであります。しかし、細部まで一致しているというのではなく「同時的」と申しましても少々のはずれはあると思います。唯、大きい変動の極、例えば小氷期気候のどん底とか小高温期の頂上においては、両者の気候はおなじ様相を呈しているとい

第5表 1751～1850年の小氷期期間の気候の推移

期 間	気 候	霖 雨	降霜(雹)	洪 水	飢 饉	凶 不 作
1751～1775年		6	7	10	2(1)	10
1776～1800年		12	7	16	9(1)	13
1801～1825年		3	3	9	1(0)	6
1826～1850年		6	11	10	4(1)	8

[注] ( ) は大飢饉の数。

り事実を申し上げているのであります。

これで気候変動の事実の解明の方がある程度固まりましたので、次に、これらが社会現象に何等かの形で影響を及ぼしているかどうかを検討したいと存じます。まず、18世紀の後半から19世紀前半にかけての「近世小氷期」が、四面環海の列島上で水稲栽培を主産業とし、鎖国という閉鎖社会を営んでいた日本民族の歴史にどう言う影を落したか、第2図の(D)は、関山直太郎博士の「近世日本の人口構造」によって、東北地方7ヶ国(磐城、岩代、陸前、陸中、陸奥、羽前、羽後)の人口の全国人口に対する比率の変遷を私が調べたもので、いわば東北地方の「過疎度」の変遷であります。(E)は黒正敏博士の「百姓一揆の研究」(正・統)の資料により全国の農村騒擾数(百姓一揆・打毀し・強訴・不穏・愁訴・逃散の合計数)の25年ごとの年平均発生率の変遷を調べた結果であります。人口や農村騒擾数のことは他の史資料についても調査したのでありますが、ここには、もっとも信頼すべき先学の貴重な“life work”の結果をそれらの代表として掲げたのであります。D・E曲線の大勢を概観しますと、気候の小氷期に対応して、東北地方の人口の過疎化の谷、全国農村騒擾の発生率の山が現れて居ります。さらに仔細に見ますと、東北人口の過疎化の谷には小さな回復期があり、それに対応して全国農村騒擾発生率の山にも小さな落込みが見られます。再び「岩手県災異年表」によって、<1751～1850年>の1世紀を25年ずつ4分して見ると、第5表の如くなり、上から3番目の期間にまぎれもない気候の回復期が認められます。外国の例なども多少調べて見ました。アメリカの場合については、1873年以前、すなわち、アメリカの経済が農業ベースであった時代の金融恐慌は、殆ど旱魃による穀物の減産に関連して起って居ります。日本の場合は、近世的封建社会が近代的資本主義社会に移行する過渡期で、しかも外国との輸出入の禁ぜられていた鎖国社会でありましたから、気候の変動が社会現象に敏感に影響したことは、むしろ当然と考えるべきことかも知れませ

ん、15世紀の場合は、「徳政士一揆」が頻発して居りますが、その約7割が15世紀のおわりの3/4期間に集中して起っているのであります。しかし、この場合は、気候の変動が社会現象にそのまま反映しているのではなく、小氷期気候の襲来が天下大乱の“impact”を与え、歴史の歯車の「留め金」を外すという形で作用していると解釈すべき様であります。

次に、第4表のところで申上げました様な方法で15世紀から16世紀にかけての気候の変遷をもう少し詳しく調べて見たいと思ひまして、今度は期間を両側に1ヶ月ずつひろげて11月から3月までの5ヶ月間について降水日数に対する降雪日数をとりました。こう言うものが果してどの程度気候表示の資格をもっているか検討して置く必要がありますので、日記中に記録してある特定の場所の桜花の満開日との相関関係を調べてみました。桜の開花や満開は、花の種類や局地気象の影響により余程違いますから、この場合特定の桜を取上げることが是非必要です。この点、近衛政家の「後法興院記」は、毎年邸内の桜について花見が催されていて都合がよろしく、「看聞御記」や「実隆公記」についても、豊富な資料を得ることが出来ました。その結果の一部を第3図に掲げましたが、両者の相関は予期した以上に良好でありました。この図は、年々についての関係で相当バラつきがないとも言えませんが、使うのは年々の降雪率の何年分かの平均値ですから、気候示数として、もっと高い適格性を主張することが出来ると思ひます。ところで第3図を見ますと、「看聞御記」と「後法興院記」では、最小自乗法で処理した回帰直線の傾斜が大へん違っています。Dを満開日、Cを降雪率としますと、

$$\text{「看聞御記」 } D = -5 + 0.57C = 5 + 0.40(1.4C) \quad (1)$$

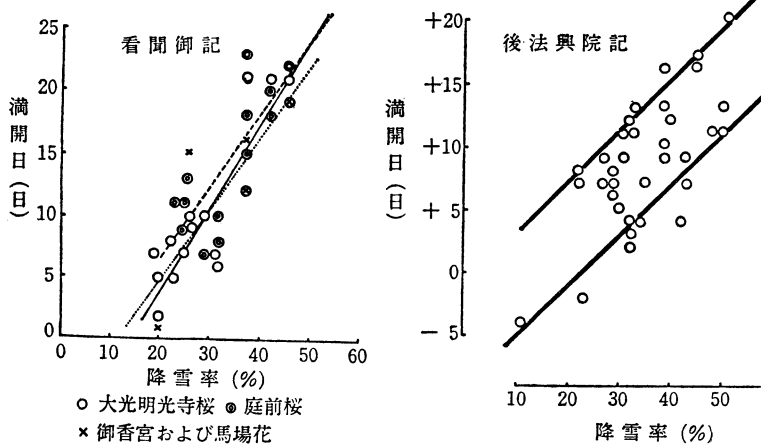
$$\text{「後法興院記」 } D = -5 + 0.40C^* \quad (2)$$

という様な式が得られます。ところで、桜の花季の遅速というものは、それを廻る数十日乃至100日程度の気象

状態に左右されるものであります。先程述べました如く、満開日や開花日そのものは、花種や場所によっていろいろ違いますが、その変動の割合、例えば、2、3月の平均気温 $1^{\circ}\text{C}$ の高低によって何日の遅速が生ずるかという割合は、ほぼ一定であります。そこで(1)(2)式に立ちかえて見ますと、若しそれぞれの日記の降雪率 $C$ 、 $C^*$ が、京都盆地に共通した気温を代表して居りますならば、(1)(2)式の回帰係数はほぼ等しくなる筈であります。ところが、「看聞御記」の $C$ を1.4倍しなければ、「後法興院記」の場合と回帰係数が等しくならぬのであります。このことは、「看聞御記」の成立した伏見は、近衛邸のあった京都盆地の中央と比較して降雪日数が少く、その降雪率を近衛邸付近のそれに換算するためには、1.4という係数を乗ずる必要があるということであります。この考えが果して正しいかどうか。第6表は、明治時代の京都盆地の区内観測所のデータから降雪率を算出したものですが、伏見の値を1.4倍すると

いうことは、伏見の値を、当時京都測候所のあった京都御所のあたりから太秦の中間位に換算することになり、このことは、いろいろな日記の降雪率を斉一化する可能性を与えてくれるのであります。

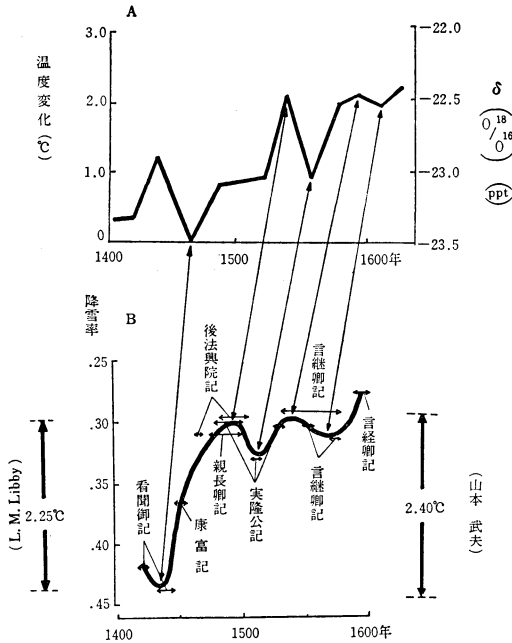
私は、斉一化を行った降雪率を年代順につなぎ合わせることによって、第4図の様な気候変動曲線を得ました。単に変動のパターンが与えられるだけでなく、定量化も出来ます。斉一化した降雪率と桜の満開日の遅速の関係は既に分って居り、その桜の満開日の遅速と、2、3月気温との関係は、現代の気象観測値を用いることによってこれまた分っているからであります。第4図(B)の右側に $2.40^{\circ}\text{C}$ とありますのは、「看聞御記」(1416~1444年)と、「言経卿記」(1584~1600年)の降雪率の差から求められた、2、3月の平均気温の振幅です。それぞれ誤差の幅をもつ諸関係の組合せによって求められた数値ですから、この数字は“most probable”という以上の意味を持ち得ませんが、それでも日本の気



第3図 桜の満開日と降雪率の関係

第6表 京都盆地各地の11月~3月の降雪率(1893~1897年).

地名	天候		降雪率 $\left(\frac{S}{R+S}\right)$	伏見の降雪率を1とした相対数	
	雨日数(R)	雪日数(S)			
向	日	30.8	19.4	0.387	1.15
伏	見	29.2	14.8	0.336	1.00
醍	醐	26.2	18.8	0.418	1.24
田	中	36.0	25.4	0.414	1.23
京	都	46.8	37.2	0.443	1.32
太	秦	25.6	24.0	0.484	1.44



第4図 屋久杉の  $\delta(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})$  気温の変遷 (A)(Libby) および室町時代の諸日記の「降雪率」の変動 (B)(山本) の比較。

候変動の規模の概略を具体的に与える数値とと思って居ります。私は、これらの結果を「On the Climatic Change in XV and XVI Centuries in Japan」という論文にまとめて「Geophysical Magazine」Vol. 35, No. 2, (Jan., 1971) に掲載してもらいました。

それから数年経ちました1975年の春、Leona Marshall Libby, Ph. D. Adjunct Professor, Engineering School, UCLA, という署名の未知の方からの手紙を戴きました。後で分ったことですが、 $^{14}\text{C}$ 年代法の創始者としてノーベル賞を受けられた W.F. Libby 博士の夫人でありました。リビー女史の手紙は、私が1971年に発表した「15, 16世紀の日本の気候」の結果が、最近の女史の研究結果とよく一致していることについてで、第4図の (A) は、女史が樹齢2000年に近い日本の屋久島の屋久杉の年輪の材質中の酸素の同位元素比から求められた古気温の変遷です。(A)(B)の変動のパターンは、驚く程よく一致して居ります。(B)の左側の方に  $2.25^\circ\text{C}$  とありますのは、リビー女史が自分の結果の末端の部分と、宮崎の1月、2月、3月の平均気温の相関関係から気温の変化に換算された振幅であります。女史の研究グ

ループの“isotopic temperature”の研究は、私の論文は勿論、私の存在すら全然知らないで遂行されたもので、自分達の得た結果とつき合せて見る日本側の研究結果はないものかと探した結果、私の論文が目止まったという経緯でありました。手紙には「Your deduction of the temperature variations in Japan for the time interval 1400~1600 A.D. is of great value to us.」とありました。(A)(B)の二つの結果が与える気温の振幅は、極めてよい定量的一致ということが出来ます。ただし、変動の様子は私の方が20年乃至30年位先行して居ります。これに似た気候変動の相差は、イギリスの D.J. Shove (注5) という学者の1950年頃出した論文にあります。彼は、Oslo—Stockholm の気温の変化の最低部分が、Rome—Bucharest の線まで南下してくるのに20年かかるとして居ります。樹木は、光合成作用によって、大気中の炭酸ガスと根から吸上げた水を材料にして、年々自分の年輪を形成して行きます。リビー女史の“isotopic temperature”というのは、例えば、重い方の酸素 $^{18}\text{O}$ と普通の酸素 $^{16}\text{O}$ が、蒸発とか凝結とか、あるいは光合成によって生物体に入ってゆく際の“ふるまい”のしかたが違う。その“ふるまい”の違いにそのときの気温が関与しているから、年輪の一つ一つは気温の貯蔵庫ということになり、材質中の酸素の $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 比を測定してゆけば、古気温が再現出来るという考えに基づくものであります。

私は、1975年の夏、イギリスにおける W.M.O. の気候変動のシンポジウムに出席し、そこでリビー女史にお会いすることが出来、帰路をアメリカに取る他の用事もありませんでしたので、南カリフォルニア大学の実験室を訪問する機会を得ました。年輪を数年分ずつオガ屑にし、それに薬品を加えると現在の酸素が入りますから、塩化水銀を触媒として熱処理するという特別の方法で酸化したものを「質量分析器」にかけるのですが、サンプルを作るまでの過程が大へんで、大きな実験室パイの装置が並んで居りました。

人間が過去を再現するには二つの方法があると思えます。第1は、「自然が自然の中に遺した記録」を読み取ること、第2は、人間が「自然について書き遺した記録」を読むことです。第1の方法がもっとも客観性があり信頼度が高いことは今更言うまでもありません。又近來の主として原子物理学の方法が、「自然の遺した記録」の新しい解読法を開発しつつあることは大きな希望であります。しかし、如何に近代科学の粋をもってしても、



それらが「間接測定」であるという制約はまぬがれませんが、リビー女史の御夫君である W.F. Libby 博士の  $^{14}\text{C}$  年代法は、記録のない過去に dating を与えるという画期的な偉業であります。そのリビー研究室の技術の粋を尽しても ( $Y \pm \Delta Y$ ) B.P. 年の probable error  $\pm \Delta Y$  の極限は  $\pm 30$  年ということでありました。もの事を “natural scale” で考える場合は、その程度の誤差の幅は、問題にならないのでありますが、“human scale” 乃至 “business scale” で考察する必要があったときは、どうしても、これだけで充分と言えなくなります。例えば源頼朝の天下草創の大業は、石橋山の旗上げ以後僅か20年で成就されたのであります。ノーベル賞に輝く  $^{14}\text{C}$  年代も、ある場合は、1枚の古文書に席を譲らなければならぬ面が出てくるのであります。第2の方法は、おそらく地球上でもっとも進化した存在である人間様の記録を人間が読み取るのですから、これ程平易で安上りの方法はない筈ですが、唯困ったことには、人間は利害と虚栄のため時々嘘をつきます。自然現象の記録には「嘘」の這入り込む余地はあまりないと思いますが、そのときの気分次第で、誇張や不注意によるミスが這入ることは大いにあり得ることです。資料の厳密な検討は必要ですが、それだからと言って古記録の類の価値を一切否定するという態度には賛成出来ません。いくら近代科学による第1の方法が発展いたしましても、“human scale” “business scale” でものを考える必要がある限り、第2による方法が無意味になるということはありません。平安朝時代以来の古日記の類は、気候学の立場から言っても日本が世界に誇る文化財だと思

います。

以上述べました如き暗中模索を続けました結果、日本の歴史時代の気候には、1世紀程度の平均値として片振幅  $1^{\circ}\text{C}$  位の変動があり、それは社会現象や歴史現象に充分影響を与える程度のものであることが分かりました。気温の変化には、第2表、第3表の様な関係において降水量の変動が付随いたします。気温の変化は、歴史時代の東北日本の農業生産に重大な影響を与えて居ります。そのため、気候変動の影響が従来 “food production” の面を主として考えられましたが、日本は今や立派な工業国なので、これからは “water supply” への影響もそれに劣らず重要になってくると思います。この様なささやかな仕事につきまして、今日この様な過大なお褒めを戴きました光栄を肺肝に刻み、なお命の許す限り、わが道を歩ませて戴く所存で御座います。皆様どうも有難う御座いました。

注(1) 函館、宮古、青森、福島、山形、宇都宮の6カ所の平均値。

注(2) <銚子-旭川>の7月気圧差と上記6カ所の7月気温との相関係数を求めると、 $r=0.74$  (1891~1970年  $n=80$ ) である。

注(3) 多度津、徳島に1892年以降であるが、37カ所の中に加えた。

注(4) 東北地方は長期間のデータを持つ山岳観測所がないので、盛岡の気温を用いた。

注(5) D.J. Shove: The climatic fluctuation since A.D. 1850 in Europe and the Atlantic, Q.J. of the Royal Meteor Society, Vol. LXXVI, No. 328 Apr., 1950.