

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」を私如き者に賜りまして、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御座います。私は昭和十二年に大阪大学理学部物理学科を卒業いたしました。その三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が動機となりまして、大阪市に「災害科学研究所」が設立されることになり、その第一部が大阪の气象台に第二部が阪大の工学部に、置かれることになりました。その頃、大阪气象台長として来任して居られた和達清夫先生が、第一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。和達先生はその頃、三十才台であられたと思います。すでに深発地震の発見者として赫々たる世界的名声を博して居られました。私が無知に勤めはじめて、一ヶ月程も経ちましたでしょうか。誰言うことなく、私のことが「宗匠」という nickname で呼ばれはじめました。私がひそかにその震源を探りますと、それが和達先生から出ていることが分りました。そこで私は部長室へ参りまして、『私の家は山口県徳山というところの百姓であります。何代か前から苗字帯刀を許されて居り、祖父は鳥羽伏見の戦争に出て奮戦して居ります。勿論、格別の家柄でも御座いませんが、ちゃんと「山本」という姓があるのに、何故「宗匠」などというアダ名を製造なさるのか!!!』と大いに息巻いたのであります。そうしましたら先生が、『そうだな——。「宗匠」を英訳したら professor とまでは行かないが、まず teacher だろうか。君、teacher と呼ばれて怒る理由はあるまい』と軽くイナされてしまいました。その頃私は俳句に凝って居りました。又、学生時代から俳句の友達と奈良方面へ屢々吟行に参りました。今から四十

年も前の話で御座いますから、現代の如き観光ブームはなく、静寂な山河のたたずまいの中に、千何百年の歳月を経た天平・白鳳の遺跡や芸術が立ち並んでいたのが御座います。私は唯今も唐招提寺の金堂の列柱のふくらみや薬師寺東塔の均整美をアリアリと思ひ起すことが出来ます。俳句や万葉集が別にわるい趣味ではありませんが、若い時代のことでありますから、ずい分気障な一面もあったことだろうと思ひます。それが私に「宗匠」という有難い nick-name が付けられた所以であります。「人間の関心が過去に向う」ということは、抜き難い性格の一部の様で御座います。その後、第二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「過去の気候」を調べて私の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」の中で自分の生涯を「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。芭蕉は古今の天才でありますから、これは謙遜の辞とするよりほかありませんが、私の場合にはまったく字義通り正真正銘の無能無才でありまして、「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ひます。本日の光栄に対し、顧みて内心忸怩たるものが御座いますのも偽らざる心情で御座います。

さて「気候変動」とは何かとつきつめて見ますと、“Climatic Inconstancy”ということ御座いますから、時間的に言えば、上は百万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。しかし今から演題にいたします「歴史時代の気候」ということを具体的に申しますと、五十年乃至百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“human scale”の規模の気候の変動が実際にあるかないか、あればどういふものかということから話をはじめなければなりません。

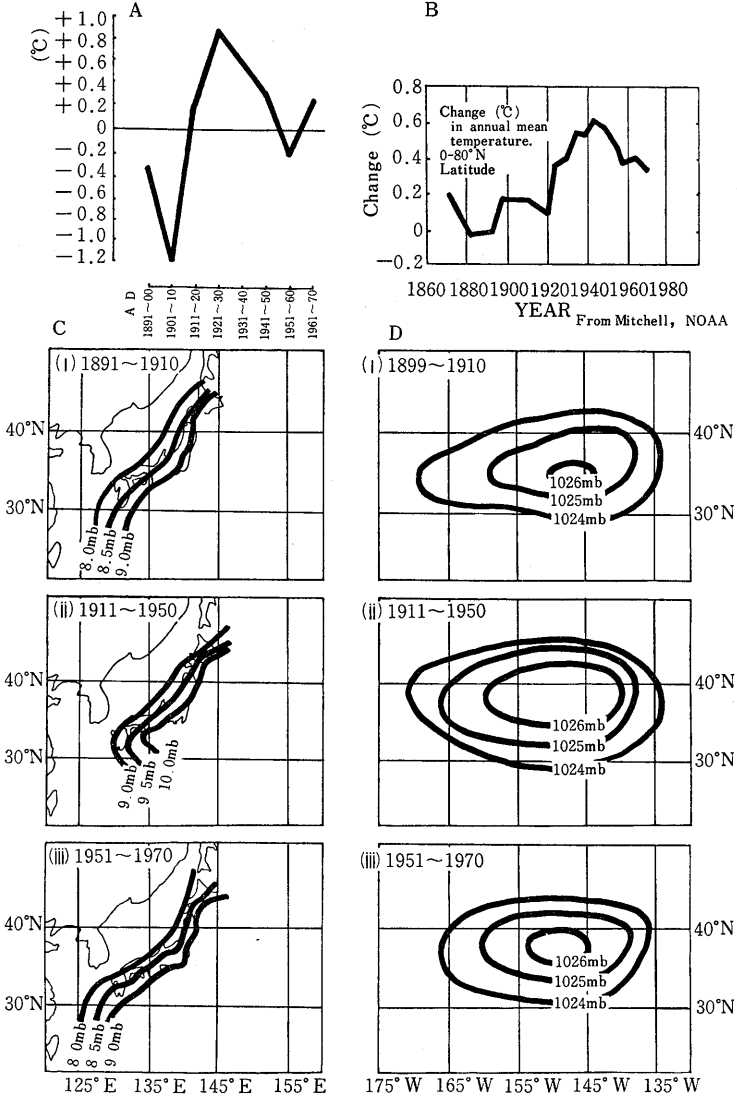
図1(A)を御覧戴きますと、日本の気象観測時代の80年間の中央部分に東北日本^(注1)の7月気温の高い部分が御座います。(B)は、Mitchell が作成しました北

注(1) 函館、宮古、青森、福島、山形、宇都宮の6カ所の平均値

日本の歴史時代の気候の分析

図1 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り出し
D 北太平洋高気圧の勢力と中心位置



半球全体の年平均気温の変動ですが、ここにも明らかに小高温期が御座います。これら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つよく、その中心位置が前後の期間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マイクロ・フィルムでもらって来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。北太平洋高気圧の拡大期には、その中心位置が北上すると申しましたが、第1図(D)だけでは遠方からはっきりお見えにならないと思いますので、表1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、この様な相関関係を図1の(i)(ii)(iii)期間別に求めて見ますと、表1(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よく分ります。表1(b)では(1)(3)の期間が20年ですが、(1)に対して(a)の(1)', (3)に対して(b)の(3)'という風に期間を両側にひろげて見ましたが、この関係は同様です。このことは50年、100年程度の平均値の変動、すなわちわれわれの言う“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、これは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

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

日本の歴史時代の気候の分析

表1 「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 ~1901	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	0.38 mm Hg	1.02 mm Hg	0.75 mm Hg	0.80 mm Hg
場 所	相関係数	場 所	相関係数	相関係数	相関係数	相関係数
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 郎	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.

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。これからしばらく夏季気候に限って考察を進めて見たいと思います。

ところでさき程，図1および表1で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，表2に見らるる如く(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。多少のはづれた変動型をもつ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合計値をとって見ますと，それにも鍋底型の痕跡が残って居ります。

表2 本州7月降水量，年降水量鍋底型変化

期 間	降 水 量	25ヶ所7月雨量合計			37ヶ所7月降水量合計			37ヶ所年降水量合計		
(1) 1891~1910年 (n=20)		5256 mm			7784 mm			62838 mm		
(2) 1911~1950年 (n=40)		4515 mm			7108 mm			62057 mm		
(3) 1951~1970年 (n=20)		5940 mm			8578 mm			64155 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。

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年—1975年 $n=70$) という比較の高い負相関を示していますが，筑波山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，筑波山自体の7月気温と7月降水量の相関係数は， $r = -0.34$ (1902年—1975年 $n=75$) であります。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唆するものであります。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，表3を御覧下され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>を同伴するのは，日本の気候変動の特徴の一つであります。後で述べます様に，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，当り前のことの様に思われるかも知れませんが，この様な関係は，地球上何処でも成立している

注(3) 多度津・徳島は1892年以降であるが，37ヶ所の中に加えた。

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。

日本の歴史時代の気候の分析

表3 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(α)	統計期間
(1) 盛岡 (155m)	宮古・石巻 (2ヵ所合計)	$R = -0.64$	$-23(\%/^{\circ}\text{C})$	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ヵ所合計)	$R = -0.56$	$-27(\%/^{\circ}\text{C})$	1919~1977年 $n = 59$
(3) 比叡山 (832m)	広島・松山・岡山・多度津・徳島 (5ヵ所合計)	$R = -0.69$	$-33(\%/^{\circ}\text{C})$	1929~1977年 $n = 49$
(4) 阿蘇山 (1,144m)	長崎・熊本・枕崎・鹿児島・宮崎 (5ヵ所合計)	$R = -0.73$	$-58(\%/^{\circ}\text{C})$	1933~1977年 $n = 45$

(注) 回帰係数 α 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。すなわち

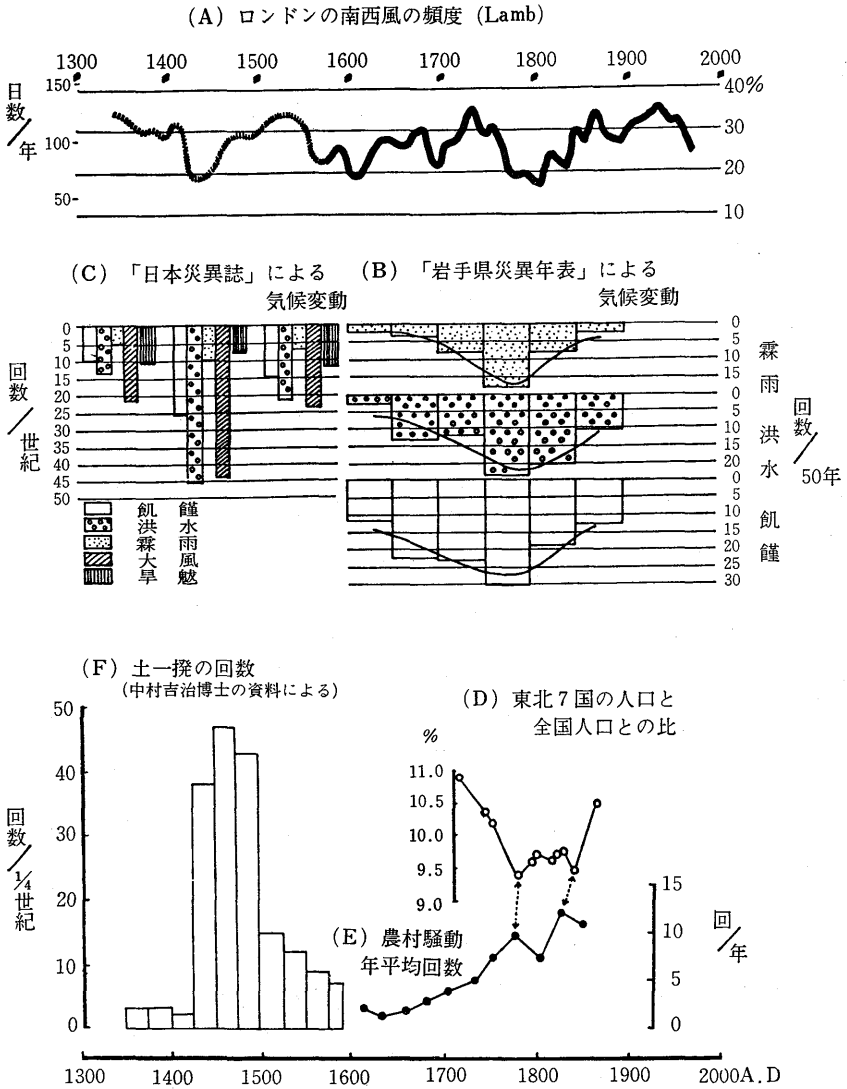
$$\frac{P - \bar{P}}{\bar{P}} = \alpha(\theta - \bar{\theta})$$

ただし、 P, θ 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。

のではありません。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る場所の様であります。

「現在」は「過去」を解く鍵という言葉があります。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。それでは次に図(2)を見て戴くことにしましょうか。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あります。これが唯今申しました、われわれの「鍵」とどうした関係にあるかと申しますと、観測時代のデータによりますと、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、ほぼ平行した且つおなじ性質の長期変動を示して居るからであります。北大西洋高気圧が縮小して、その平均位置が南下した場合には、気圧系全体が南へ下り、ブリティッシュ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 第四象限」の「南西風域」の

図2 気候変動と社会変動



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年を中心とする一世紀と十五世紀に深い落込みがあり

日本の歴史時代の気候の分析

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。第二段は日本の史資料で御座いますが、まず(B)の方から申上げましょう。(B)は「岩手県災異年表」によったものであります。これは、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、その中には岩手大学の森嘉兵衛教授のお調べになった結果も這入って居ります。南部氏が今の盛岡市に「不来方城」を築きましたのは1598年のことですが、それ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、小説家の資料としてはつまらないことでしょうか、気象資料としては「斉一性」という点で大へん有難いのであります。一方岩手県は水稻農業の北限に近い位置にあり、冷害多発地帯であります。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、十八世紀の後半から十九世紀の後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、早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。古来南部藩の四大飢饉と言われているのは、元禄八年(1695年)、宝暦五年(1755年)、天明三年(1783年)、天保九年(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、南部藩三百年の歴史における飢饉の“big three”がこの一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」との関係振返って見ますと、「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。図2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後世に遺された遺稿でありましたが、その歿後、知友の義捐によって明治二十七年(1894年)上梓の運びとなりました。かねてより名著の誉れ高く、最近復刻版が出版されました。図を御覧になりますと分ります様に、十五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。諏訪湖の結氷日の記録は、1398年度のところに離れて一つあって、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日ではありますが、1398年と1444年—1460年のあたりは、この平均値より著しく結氷日が早く、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」の残簡に長祿二年十二月（1459年1月5日～2月3日）に、「江州ノ湖水堅ク氷リ舟之通路絶ル」とありますが、その年の春將軍足利義政の西芳寺と常在光寺における観桜の日付は現行暦になおして、4月21日と4月23日でありまして、現代より余程遅く「在盛卿記」の琵琶湖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、十五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冬季の十二月、一月二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、ここに絶好な資料がありました。それは伏見宮貞成親王（後崇光院）の「看聞御記」であります。後崇光院は終始、伏見の「指月庵」にお住いになって、この大部の日記を遺されました。御存知のごとく伏見は京都の南郊でありまして、表6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、表4に示しましたごとく、この日記がこれに前後する期間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十五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

表4 古日記の降雪率（12月、1月、2月）

日記	「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)
天候				
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%

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、近衛政家の

日本の歴史時代の気候の分析

「後法興院記」の天候記事なども仲々詳細で「雨一滴」などという記載まであり、私はその取捨に迷ったことがあるくらいであります。藤原定家の「明月記」なども詳細な気象や気候の記事を載せて居ります。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。私共は、気候変動の研究のため過去何年かにわたり文部省の科学研究費を戴いて居りまして、その研究グループだけのシンポジウムを京都で開催したことがありました。その席で私が「どうも十五世紀の前半あたりに小氷期気候のどん底があるらしい」という発表を致しましたところ、昼食後の休憩時間の雑談の際、大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 の中に木片を発見したので、そのC¹⁴年代を測定してもらったところ、それが自分が考えていたより大へん新しく出た。数字はいま覚えていないが、貴方のお話はどうも近い様な気がする」と仰言いましたので、その数値を是非教えてほしいとお願いして、その日は別れましたが、後日山口宛お葉書を戴き、それが、

520±80 B.P. (1430±80 A.D.)

であることが分りました。±80年という probable error の範囲ではありますが、白馬岳の氷舌が進出して、その中に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つよく一致していたのであります。又1460年1481年には、洛中のみの餓死者が八万二千を越え、遺棄死体によって加茂川の流れが塞がれたという「寛正の大飢饉」が起って居ります。ラム教授の南西風頻度曲線の1600A.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、十五世紀の小氷期も、十八世紀後半から十九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少と南退に伴って、亜欧ほぼ同時に起り、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。図2(C)を仔細に見て戴きま

すと、十五世紀には早魃数のみが前後の世紀より少く、霖雨・洪水・飢饉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ました。又三年前の1976年の夏は、向うは非常な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したためであるか？ この様な疑問を提出される方があるのではないかと思うからであります。年々の気候がヨーロッパと日本とで逆になったり同じになったりすることは、今にはじまったことでは御座いません。例えばずっと古いところで文政年間のこととなりますが、1822年と1824年は「摂陽奇観」という本によりますと、大阪の諸川が凍って居ります。1822年の場合は金沢に大雪の記録があり、1824年の場合は、鳥取に「積雪三尺余沍寒近年比なし」（因府年表）という記事がありますので、この両年度が異常厳冬であったことは、まず疑いがないと思います。ところがオランダの Zwanenburg (52°23'N 4°44'E) には、温度計による気象観測値が残って居りまして、次に申し上げますのは(1796年～1860年 n=65)の平均値からの偏差であります。1822年度の冬は、十二月・一月・二月・とも平均値より高温で、三ヶ月平均して3.1°も高い異常暖冬であります。1824年も同様で三ヶ月平均2.1°Cも高くなっています。それではその頃いつもオランダの冬と日本の冬が対照的になっているかと申しますと、勿論、そうとは限らず、例えば Zwanenburg の1820年度の冬は、十二月・一月・二月とも平年より寒く三ヶ月平均2.4°Cも低いのであります。一方日本の方も鳥取では「厳寒、湖山池壑氷漁夫等鋏或は斧をもって打砕く」(因府年表)、金沢では「深雪一丈斗もふり積り、当春三月上旬まで雪残り云々」(鶴村日記)とありますから、この年はヨーロッパと一致して厳冬だったのであります。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、それを五十年なり百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勢力の長期変動をあらわすことに

日本の歴史時代の気候の分析

なり、垂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申上げているのであります。この点どうか誤解なき様願いたいと思います。勿論長期変動が同時に平行していると申しましても細部まで一致しているというではありません。「同時的」と申しましても少々の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においては、両者の気候はおなじ様相を呈しているという事実を申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て見たいと存じます。まず十八世紀の後半から十九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稻栽培を主産業とし、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を見たいと思います。図2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しらべたもので、いわば東北地方の「過疎度」の変遷であります。(E)は黒正巖博士の「百姓一揆の研究」(正・続)の資料により全国の農村騒擾数(百姓一揆・打毀し・強訴・不穩・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学者の貴重な 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て、まずいえることは、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には山が現れていることであります。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

表5 1751~1850年の小氷期期間の気候の推移

気候 期間	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。

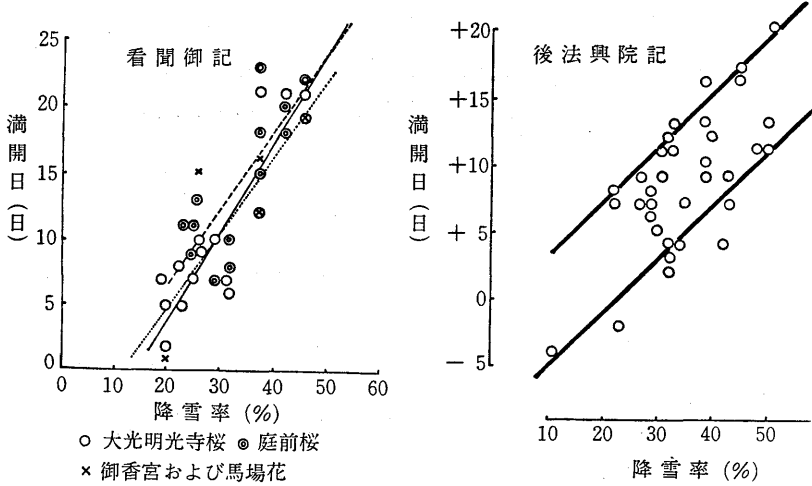
農村騒擾発生率の山にも小さな落ち込みがみられます。再び「岩手県災異年表」によって、〈1751年—1850年〉の一世紀を25年ずつに四分して見ると、表5の如くなり、上から三番目の期間にまぎれもない気候の回復期が認められます。あまり話がうますぎるのも何となく不安なもので、外国の例なども多少調べて見ました。アメリカの場合においても1873年以前、すなわち、アメリカの経済が農業ベースであった時代の金融恐慌は、殆ど旱魃による穀物の減産に関連して起って居ります。日本の場合は、近世的封建社会が近代的資本主義社会に移行する過渡期で、商品経済の抬頭が、武士階級を窮乏させ、その社会矛盾は、生産の担い手である農村にしわ寄せされまして、全国大部分の農民は過重な貢租にあえぐ一方、商品経済の流入に苦しみ、饑餓線上を彷徨していたのであります。而も国是としては、輸入も輸出も禁ぜられていた閉鎖社会でありますから、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。十五世紀の場合は、「徳政土一揆」が頻発して居ります。その全回数約7割が十五世紀のおわりの $\frac{3}{4}$ 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「引金作用」と申しますか“impact”と申しますか、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場合の様であります。

次に私は表4のところでは申し上げました様な方法で十五世紀から十六世紀にかけての気候の変遷を何とかもう少し詳しく調べる方法はないものかと考えました。今度は期間を両側に一ヶ月ずつひろげて十一月から三月までの五ヶ月間について降水日数に対する降雪日数をとったのですが、こう言うものが果してどの程度気候表示の示数として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しらべて見ました。桜の開花や満開は、花の種類により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」を見ますと、毎年邸内の桜について花見が催されていて、大へん都合がよろしく、「看聞御記」や「実隆公記」についても、豊富

日本の歴史時代の気候の分析

な資料を得ることが出来ました。その結果の一部を図3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

図3 桜の満開日と降雪率の関係



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います。ところで図3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、

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

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

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、それを遡る数十日乃至百日程度の気候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、例えば二、三月の平均気温 1°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ないのであります。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、この考えが果して正しいかどうか。表6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

表6 京都盆地各地の11月～3月の降雪率 (1893～1897年)

地名	天候	雨日数 (R)	雪日数 (S)	降雪率 $\left(\frac{S}{R+S}\right)$	伏見の降雪率を1とした相対数
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

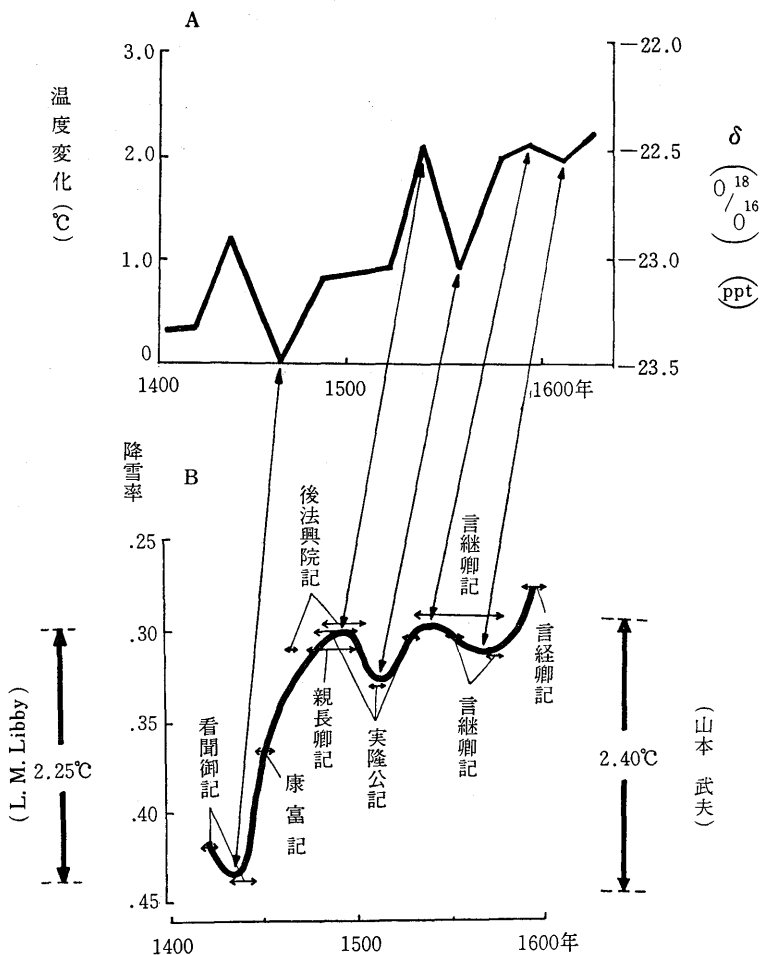
するという事は、伏見の値を、当時京都測候所のあった京都御所のあたりから太秦の中間位に換算することになり、このことは、いろいろな日記の降雪率を斉一化する可能性を示唆するとともにその妥当性を支持して呉れるのであります。

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二、三月気温との関係は、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。

図4(B)の右側に2.40°Cとありますのは「看聞御記」(1416年—1444年)と、「言経卿記」(1584年—1600年)の降雪率の差から求められた、二、三月の平均気温の振幅です。それぞれの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、それでも日本の気候変動の規模の概略を具体的に与える数値と想って居ります。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。歴史時代の資料を用い而も定量化の試みまでしたのですから、ずい分変テコなど申しますか、相当風がわりの論文であったと思います。

図4 屋久杉の $\delta(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})$ 気温の変動(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



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}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「十五、十六世紀の日本の気候」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ありました。図4の(A)は、女史が樹齢二千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°C とありますのは、リビー女史が御自分の結果の末端の部分と、宮崎の一月、二月、三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この“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、出来上ってから、彼等は自分達の得た結果とつき合せて見る日本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二十年乃至三十年先行して居ります。それに似た気候変動の相違は、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二十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、年々自分の体質を形成して行きます。それが年輪であります。炭酸ガスや水は、炭酸・水素・酸素の原子から構成されていますが、すべての原子には同位元素といって、化学的にはまったく同じ性質をもつが重さだけが違う原子が

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

日本の歴史時代の気候の分析

あります。リビー女史の“Isotopic temperature”というのは、例えば、重い方の酸素 ^{18}O と普通の酸素 ^{16}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”のしかたが違い。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気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、大きな実験室一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います。第一は「自然が自然の中に遺した記録」を読み取ることで、第二は人間が「自然について書き遺した記録」を読むことです。第一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。又近来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ることは出来ません。リビー女史の御夫君である W. F. Libby 博士の ^{14}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。私はついでにその実験室も見せて戴いたのですが、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 ± 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、問題にならない程小さいものであります。 “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、それだけで充分と言えなくなります。例えば源頼朝が石橋山で冒険的旗上げをしましたのは、彼の三十三才の年ですが、それと彼の五十二才の死の

間には僅か二十年の歳月しかありません。その二十年の間に天下草創の大業が成就されたのであります。ノーベル賞に輝く¹⁴C年代も、ある場合は、一枚の古文書に席を譲らなければならない面が出てくるのであります。第二の方法は、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一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、第二による方法が無意味になるということはありません。日々の天気を克明に記録した平安時代以来の古日記の類は、日本が世界に誇る文化財だと思います。第一の方法、第二の方法、いずれも自分の持場をもって助け合うべき性質のもので、相剋するものではないと思います。

以上述べました如き暗中模索をつづけました結果、日本の歴史時代の気候には、一世紀程度の平均値として片振幅 1°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、表2、表3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。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。以上が私の結論で御座います。この様なささやかな仕事につきまして、今日身に余る過大なお褒めを戴きまして、まことに恐縮のことに存じて居ります。この光栄を肺肝に深く刻みまして、なお命の許すかぎり、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。

本稿は山本武夫教授が去る5月23日に日本気象学会より第17回「藤原賞」を受賞された受賞記念講演である。

(編集委員記)