

気候変動の社会現象に及ぼす影響の客観的解析*

須田 滝 雄**

要旨

不順な気候が長期間続くと種々と好ましくない社会的政治的事象を引起し、時によると国家や王朝の滅亡を来すようなことがあると推測される。従来そうした説が幾つか提出されている。しかし、これらは記述的、主観的で批判を受けたものも多かった。筆者はこの問題を客観的に明かにする目的でこの研究を行った。その結果、徳川時代の人口は気候によって完全に制御されたことを統計的に確めた。長期間の気候資料については、筆者の別の研究によって、ジョンセンらが測定した1200年以後のグリーンランドの気温変動の大きな波は位相差を考慮することによって他の地域にも適用できることを知ったので、これを用いた。1200年以後の日本における改元回数及び日本を含む亜欧大陸における王朝の滅亡、政権の交替、政体変革等の政治的変革はともに寒冷期に多いことを統計的、客観的に明かにすることができた。

1. はしがき

気候変動が社会不安、動乱、外敵の侵入や革命による国家の滅亡、政権の交替など政治、経済、社会事象と深くかかわりがあるという説は、従来数多く出されている。しかし、これらの説は、問題の性質上やむを得ない点もあるが、ほとんどのものは記述的で客観的解析結果に基くものは少ない。また永年に亘る気候資料が少ないため、ある特定地域の気候変化を遠くはなれた地域まで検討もしないで適用したため疑問を持たれたものもある。

すでに50年も以前に米国のハンチントン、ローマの興亡と雨量の変動を結びつけて論じ、ユニークな説として注目を引いたが、これについても上記の欠陥が指摘された。志田(1935)は台湾阿里山の紅檜の年輪を調べ、700年周期の気候変動があるとして、それと、主として中国大陸における王朝の興亡を結びつけて論じたが、これに対しても同様な批判がなされた。

西岡(1948)は裏木曾の檜の年輪に700年の周期があり、これは気候の寒暖の周期変化の結果であるとして、古代まで延長し、世界各地の遊牧民の移動や王朝の滅亡など寒気候の時期に多いと多くの事例を挙げている(1962)。古生物、考古学、地質学の知識も織りまぜたこの説は興味あるものであるが、幾つかの問題なしとしない。筆者(1966)の調べではこの檜の年輪は気温と雨量の関数であって、樹木生育に好、不適すなわち気候の

順、不順の指数にはなるが単純に寒暖を表わすと断定することは難しい。気候変動と社会的現象間の関係を見出すためには、年輪が気候の順、不順の指数であってもよい訳であるが、氏の研究は、どちらかという気候変動と前記のような諸々の社会現象とは密接な関係があると前提して、それらの出来事によって、逆に古代から700年周期が繰返えされてきたということを実証しようという立場にあるように見える。またこの年輪の周期を世界的に適用した根拠が明らかでない。

荒川(1967)は平家滅亡の大きな原因は、その頃幾度か西日本を襲ったはげしい干ばつであるという説を提出した。筆者は、前記の木曾檜を解析し、1200年から1920年までの年々の豊作指数を求め、中部日本の気候の順、不順に249、178、125年等の周期変化があることを見出した。そして3回のA級不順期には、南北朝、戦国末期、幕末などの戦乱があり、3回のB級不順期の内、2回はやはり承久の乱、応仁の乱があったことを指摘した。しかし、これらの説も客観性をもつものとは言えない。

気候変動の人文、社会的現象に対する影響を客観的に解析し、その結果に疑問の余地を与えないようにすること、できればその影響度を数量的にとらえることが、この研究の目的である。以下述べる幾つかの例については、その目的を達したように思われる。そして気候変動の影響は想像以上に大きく恐ろしいものであることをわれわれは知る。

2. 気候不順期に起った中世以後の日本における政権の交替

前節でふれたように鎌倉幕府、建武中興、足利幕府、

* Objective Analysis of the Effect of Climatic Change on the Social Phenomena

** T. Suda —1975年 10月14日受理—

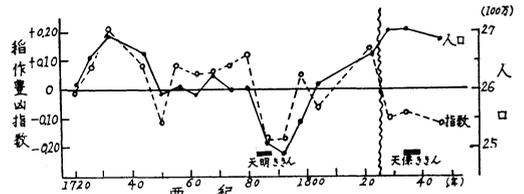
徳川幕府、明治維新と中世以後の日本における4回の政権の交替は戦乱を伴って、すべてA級気候不順期に起きていることは偶然とは思えず、気候不順が大きな動機となっている筈であると、筆者はさきの論文で述べたが、ここにそのことを統計的に検定して見る。

なおA級不順期とは豊作指数（年輪生長量により0から3までの階級に分けたもの）がほぼ0の年が60年前後続いた期間に名付けたものである。従って3回のA級不順期の合計期間は約180年で、1200年から1920年まで720年に対して4分の1を占めている。それ以外の期間は4分の3であるから、もし政権交替が気候の順不順に無関係であるとすれば、4回の内1回はA級不順期に起り、他の3回はその他の期間で起るべきである。実際には4回ともA級不順期に起っている。こうしたことが偶然に現われる確率はフィッシャーの精密検定によれば、1%以下となり偶然性は少ない。ただ、ここで注意すべきは、資料が余りに少ないこと及び政治、経済等も気候とは全然無関係な人文、社会原因でサイクリックな変動をし、そのサイクルがたまたま気候の順、不順の周期と合致すれば上記のような結果を示すことを考えると、この統計だけで客観性十分な結論と断定することはできない。

3. 気候によって完全制御された徳川時代の人口

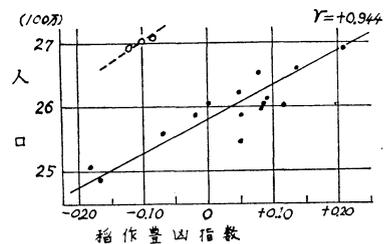
わが国では、過去幾度か襲った大飢饉時における凄惨な状況が記録されている。荒川（1955）は天明、天保の飢饉で日本の人口、とくに東北地方のそれが激減したことを指摘した。こうした人口減少は当然考えられることではあるが、それは一時的現象と思われ勝ちである。ところが筆者の今回の調べでは、徳川時代の人口の増減は稲作の豊凶と完全に平行していたことが判った。すなわち、大飢饉を起すような凶作でなく僅かな不作でも直に人口減に結びついたというのがこの時代の実態であった。当時の稲作の豊凶はもっぱら気候に支配されていたから、結局は気候が人口を完全に制御していたと言える。

諏訪湖畔見出村における毎年の作柄が1690年以後連続として残されている（荒川、1955）、大上作、不作などと表現されているが比較的無理なく5階級に分類できる。筆者はこれを-2~0~+2の5階級に整理し、豊凶指数とした。この指数の経年変化は東北地方凶冷回数のそれとよく一致しているので、この指数を東日本全体のものとして用いてもよいことが判った。西日本の不作は台風や干害によることが多いが、徳川期には平家時代のような大干ばつの記録はない。いづれにしても、現在で



第1図 徳川時代の人口と稲作の豊凶指数の経年変化

- (1) 豊凶指数は諏訪湖畔見出村における作柄の記録を5階級（-2~0~+2）に整理したものの人口調査年前30年間の平均。
- (2) 1828年以後関係が変わっている。



第2図 徳川時代の人口と稲作の豊凶

- (1) 黒丸印は第1図の1721年から1822年までのもの。
- (2) 白丸は1828年から1846年までのもの。
- (3) 点線は1828年以後の人口と稲作の関係を示す。

もそうであるが東日本ほど豊凶の変動は大きくなかったと見られる。従って10年、20年という長期の平均をとれば、日本の豊凶は東日本のそれに左右されたと考えてよい。ここでは前記豊凶指数の30年平均をとり、これと徳川時代の全国の人口との関係を解析した。人口は1721年以後大体6年ごとに調べられている。これと人口調査含む前30年の豊凶指数との関係は極めて密接であることが年を判った（第1図）。とくに1721年から1822年までは両者はほぼ完全に平行し、相関係数は驚くべき大きな値を示している。

$$r = +0.944 \quad (15組, \text{危険率}, \alpha = 0.2\%)$$

この期間では指数が0.1変化すると人口は約53万増減している（第2図）。指数0.1は5階級の20%に当たるが、53万という数字もこの期間の人口約2600万の20%に当たっている。

ここで注意すべきは1828年以後指数と人口の関係が大きく変わっていることである。

この時期でも指数が変化すると人口が増減する傾向が

見られる(第2図中白丸印)が、もっとも注目すべきことは、指数が低下している割に人口減少が少ないことである。この頃の指数は天保の凶作を含み大きく低下して(-0.10前後)、1750年頃の値に近い。従って1822年以前と同じ関係を保つとすれば、1830~40年代の人口は2530万ぐらいとなる訳であるが、実際には約2700万で、その差は170万に達する。この理由としては次の事柄が考えられる。

(1) 筆者の別の調査(1974, 1975)では東北地方の大凶冷は太陽活動の影響によるものが大部分であるが1749-1722, 1836~39年のものは火山噴火が原因となっていると見られる。火山噴火による気温低下は高緯度において甚しいとされているから、ここ場合西日本や中部ぐらいまで影響がなく場合によっては豊作だったということも考えられる。しかし、北島(1974)によれば天保4年(1833)の凶作は、四国では3分1作、九州、中国、近畿も半作または3分の1作というから凶作は全国的規模のものであったようであり、この点なお今後の調査を要する。

(2) 幕府をはじめ各藩あるいは庶民各人の荒凶備蓄対策が功を奏したことが考えられる。寛政2年(1790)、幕府は備荒貯穀令を出している。記録的な天明の飢饉が終って4年後のことである。その時の惨禍は誰にも忘れ得ぬものであったろう。庶民は貧しく備蓄の余裕もなかったかも知れないが1810年を中心とする約20年間は大体上作が続いたことも助けとなったであろう。

(3) 隣国から輸入してきたとすれば被害を軽減できた訳であるが、歴史を調べる要があるが、筆者の狭い歴史の見聞からは見当たらない。いづれにしても天明飢饉時より十分な荒凶対策が行われていたことは確かで、これが170万の人命を救った最大の要因であったことは間違いあるまい。そのほか前記の北島は生産力と商品流通の発展を挙げている。

人工的な産児調節が行われなかった当時として人口が減少することは、栄養失調死、疫病による死亡、餓死あるいは間引きなどを意味し、人々は直に重大な生命の危機に立たされた。そして僅かな不作でもこうした危機に結びつく社会において大凶作がどのような社会不安を起すか想像に絶する。徳川時代であってもこの状態であったから中世においてはなおさらで、第2節で述べた政権の交替も単に統計的な結果でなく真実を物語るものであろう。

4. 日本における改元回数と気候変動

わが国においては、時代により程度の差はあるが、明1975年12月

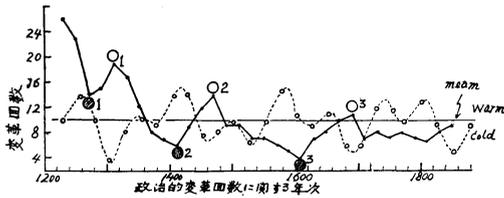
治以前には元号の更新が頻繁に行われた。その動機として貴人の死去ということも多かったが、天災地変による場合も多かった。これらには、地震、噴火あるいは天文現象等も含まれているが、異常気象によるものもある。また政情や社会の不安、動乱なども改元の動機となっているが、これらも2, 3節で述べたように悪い気候によって誘発されたり増幅されるものであることを考えると、改元にはかなりのウェイトで気候が関与していることが推定される。

そこで、その関係を解析して見た。米国のジョンセンら(1970)が、グリーンランドの深さ1200mに及ぶ氷柱の各部の O^{18} (原子量18の酸素)と O^{16} 量の比を測り、その氷のできた時の気温を推定し、西紀1200年まで遡って同地の気温を推測した。次に述べる理由で同地の気温の変化を日本にも適用できるので気候資料としてこれを用いることにした。

筆者(1974, 1975)の別の研究によれば、北半球の気候変動の長周期の波は太陽面低緯度黒点の増減に起因され、この黒点が少ないと(多いと)、まず極圏で寒冷化(温暖化)が始まり次第に周囲に拡がり高緯度の寒冷化(温暖化)を来たし、次で中低緯度における異常気象の頻発という現象を呈する。こうして大体高緯度から低緯度に及んで来るが、これは緯度に平行でなく亜欧大陸高緯度では極圏の変化から約8年のおくれであるのにグリーンランドでは北日本と同程度の20乃至25年のおくれとなっている。

以上の事実は、グリーンランドの気温の長周期の大きな変動は位相差を考えれば北半球の他の地域にも適用できることを示す。日本はたまたまこの地方と位相差の少ない地域である。

改元回数(南北朝時代は南朝のものを採る)は1200年以後20年ごとに前後60年間の合計回数をとった。この経年変化を見ると13世紀始めには60年間に実に二十数回の改元が行われたが、時代とともに大体減少している。そしてその中で大きく波を打ち各3回の山と谷が見られる(第3図)。これとジョンセンらが求めた気温の経年変化(細かい変化を除くため181年と78年の卓越周期で合成したもの)を比較すると第3図点線のように気温の曲線を25年後へズラすと相当密接な関係が見られる。大きな山と谷、谷と山はすべて一致している。すなわち改元数は寒冷期に多く温暖期に少ない。気温の山・谷より、改元数の山・谷が約25年おくられていることは、次のように解釈される。寒冷期を例にとり言えば、その谷の時もっと



第3図 日本における改元回数とグリーンランド気温経年変化

- (1) 実線：改元回数（10年ごとにその前後60年間の合計数をとってある。
- (2) 点線：グリーンランド気温（ジョンセン、小変化を消し、変動の大勢を示したもの）。
- (3) 気温のカーブは25年後へズラせてある。
- (4) グリーンランドの気温変動を日本に適用できる理由については本文参照。

も苛烈な気候となるので、直接気候に基く改元はその時期に多くなる筈であるが、悪気候に基く社会的政治的事象は悪気候の影響がある程度蓄積された後に起るから、これを動機とする改元は気温の谷よりおくれることになる。なお1850年頃の改元の山が低温期にもかかわらず低いののは明治以後の改元制度の変更に基く。

以上のように改元に関しても気候変化が影響しているように見えるが、もとよりこれには人文社会的要素が深くかかっていることであり、なお綿密な解析を必要とする。

5. 世界における政治的変革と気候変動

われわれは前節までに、過去の日本において気候変動が人口にも響き、社会不安、戦乱あるいは政権の交替にまで強く影響していたことを知った。これは、日本だけの特質でなく、自然と人間のかかわり合いの一般的法則の断面を示すものとして、世界のどの民族にも程度の差はあっても、成立つものと考えられる。調べを世界に広げれば、事例が多くなるから、事例の採用選択に当って入り込むかも知れない主観による誤を少くすることができる。

前節に述べたようにグリーンランド気温の大きな波の変化は北半球各地にも適用できるから、これを用いて亜欧大陸の政治的変革に及ぼす気候変動の影響を調べた。なお亜欧大陸とグリーンランドの気温変化の位相差は前者が平均して15乃至20年早い。

政治的変革として世界史年表（1966、三省堂）より西紀1200年以後の次のものを採用した。

- (1) 東ローマ帝国、神聖ローマ帝国、ドイツ、オーストリア、フランス、ロシア、イタリアの各元首及びイギ

リス、スペイン王の表において、「朝」「家」が変わった年ならびに政体の変わった年。

(2) 中国大陸及び朝鮮半島における王朝の交替、国の分裂、合併のあった年。

(3) インド、安南、中央アジア、西アジアの王朝交替のあった年。

(4) 日本における前記のもの。

以上により毎年の政治的変革数を数え、10年ごとに、その前後20年間の合計回数を求めた。その経年変化は19世紀初めに9回という大きな値があるが、他の時期では大体0から5の範囲内で脈打っている。

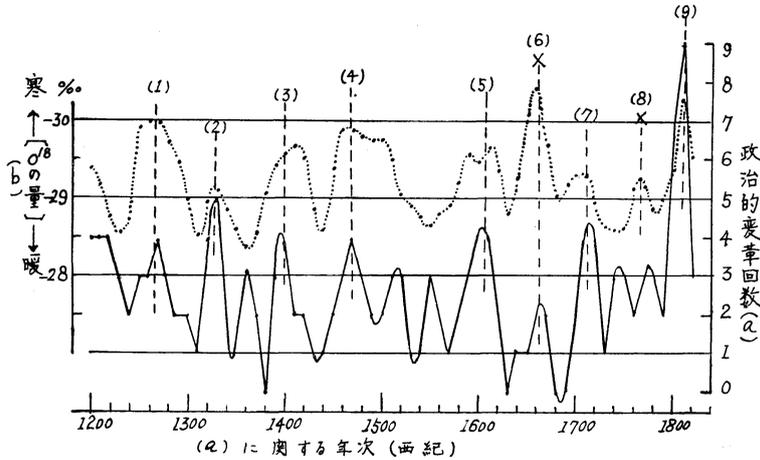
これと同様10年ごとに前後20年間の平均をとったグリーンランドの気温を20年前へズラせて比較すると密接な関係が見出せる（第4図、気温逆目盛）すなわち1200年から1820年までの長期間に亘り、双方の曲線の山と山、谷と谷がよく一致している。変革の山や谷が気温のそれらより約20年早く現われていることは一見奇異であるが、これは前述のとおり亜欧大陸の方が変動の波がグリーンランドより約15乃至20年早く現われることから理解できる。

以上のことは日本における場合と同様、政治的変革、それに伴っている戦乱や騒乱は寒冷期に多発し、温暖期には少ないことを客観的に物語っている。

いま変革数の山として小さいものを除き4回以上のものをとるとそれは例外なく気温曲線の山（寒冷）と合致している。逆に気温曲線の山（寒冷）の際も2つの例外を除き変革数の山と一致している。これをフィッシャーの精密検定で見ると、このような結果が偶然に現われる確率は4900分1のに過ぎない。とくに1200年から1630年までは両曲線は細かい部分までかなりよく平行して変化している。そこでこの期間について相関係数を求めると-0.448となり、これは3.3%の危険率で有意である。

以上により政治的変革数は寒冷期に多いと断言しても大きな誤を冒すことはないことを知る。温暖期には概して少ないが、例外的に多いこともあって両者の関係は寒冷期より薄い。相関係数0.448は見方によっては、気候変動の政治的変革に及ぼす影響の度合とも考えられるから平均的に見るとその度合は45%ということになり想像以上に大きいと言える。

前述のように1630年以後両者の関係がそれ以前より薄くなっていることは第4図でも判るところであり、また図には示していないが1830年以後は明瞭な関係が見られなくなっている。この理由として次のことが考えられ



第4図 世界における政治的変革回数とグリーンランドの気温の経年変化。

- (1) 実線(a)：政治的変革回数 (10年ごとにその前後20年間の合計数)
- (2) 世界とは亜欧大陸とその周辺
- (3) 政治的変革とは王朝の興亡など、詳しくは本文参照。
- (4) 点線(b)：グリーンランドの気温 (10年ごとにその前後20年間平均)
- (5) 気温は O^{18} 量の O^{16} 量に対する 1000 分比のある基準値よりの差で示されている。この比が大きいかほど高温 (0.64%について $1^{\circ}C$)。
- (6) 気温のカーブは20年前へズラせてある。なお上方寒、下方が暖に描いてあることに注意。
- (7) グリーンランドの気温の変動が(2)の地域にも適用できることは第3図の場合と同様で、詳細は本文参照。

る。

気候変動による悪気候が社会に及ぼす直接的な影響で大きなものは食糧不足と疫病であるが、17世紀に入ると、西欧諸国は西インドや北米などに盛んに植民地を開拓し、食糧不足が起れば収奪してでも外部から持ち込むことによってある程度社会不安を押えられるようになったためと解釈される。19世紀に入るとともに植民地の開拓のほか科学の発達による交通、増産、防疫等は飛躍的に進展し、悪気候の社会現象に及ぼす影響をかなり吸収することができるようになった。そのためそれと政治的変革の関係も薄れて来たものと考えられる。

6. おわりに

前節までに得られた結果により、気候変動により悪気候が続くと、飢餓や疫病の流行を来し社会不安を醸成し、時によってはそれに誘発される内乱や革命あるいは外敵の侵入によって国家や王朝の滅亡、政体の変革などが起ることが客観的に確かめられた。その後近年までその影響は薄められているように見えるが、今後はどうであろうか。

いまや食糧増産の頭打ちと人口の急増により全世界は

食糧に関し閉じられた系に入って終った。19世紀から今世紀初頭まで西欧が享受した新世界の役を果たすものを地球外に求める術もなく、事態は18世紀以前に戻ったように思われる。現にアフリカなどでは干ばつを直接原因として餓死、疫病の流行、社会不安、革命などが起っている。もし、将来悪気候時代が来るならば、その恐るべき影響を先進諸国と言えども免れないであろう。気候変動の予測及び食糧問題等の対策に関する一層の進展が望まれる。終りに本研究について激励し、かつ有益など指摘をして頂いた内田英治氏に深く感謝の意を表したい。

文 献

荒川秀俊, 1955: 気候変動論, 地人書館, 63—65, 66—68.
 —, 1967: 気象よもやま話し, 民主教育協会, 7—9.
 Johnsen, S., et al., 1970: Climatic oscillations 1200—2000 AD, Nature, 227, 482.
 西岡秀雄, 1948: 日本沖積期永年気候変化論, 中央気象台研究速報, 24.
 —, 1962: 気候700年周期説, 好学社, 149—154, その他頁。

- 志田 順, 1935: 気候の永年変化と東亜勢力の興亡
盛衰, 科学知識, 15, 10.
須田滝雄, 1966: 気候不順時代が来るか, 気象 (日
本気象協会), 108, 2-6.
——, 1974: 近年における世界の異常気象の実態調
査とその長期見通しについて, 気象庁, 258-262,

262-264.

- , 1975: 火山噴火の気温低下に及ぼす影響につ
いて, 天気, 22, 431-435.
北島正元, 1974: 幕藩制の苦悶, 日本の歴史, 18,
中央公論社, 406-408.



寺田 一彦著

海洋開発序説

講談社, 1975, 175頁, 1,300円

これは著者が大学の教養課程の学生に講義したものを
もとにして高等学校の生徒にも読めるように書かれたも
のである。内容は海への旅, 海を持つ地球, 海をしらべ
る, 海上気象, 波浪と潮汐, 海洋開発への道の各章から
成る。これからも分るように, かなり広い範囲のことが
一冊の本に手ごろにまとめられ, まさしく海洋開発一海
を知ること一入門書である。それに各章のおわりに数
個ずつの演習問題も出ている。

速度の単位であるノットは紐の結び目の意味である
が, 昔の船乗りは紐の先に抵抗板のおもりをつけて船尾
から流してその紐の出具合で船の速度を測ったが, その
紐に結び目を47.25フィート毎につけておき, その結び
目が28秒間に通りすぎていく数を数えたことからそう呼
ばれるようになったとか, 天気図が最初に作られたころ
のヨーロッパ諸国の海上航路をめぐる政策上の背景と
か, 等々の話が随所に見られるので読者を楽しませてく
れる。

各章の内容を少しづつ紹介すると, 第1章は地球の誕

生, 海での生命の発生から人間と海までである。ヨーロ
ッパ人が香料でひともうけしようとした事が急激な海へ
の進出の動機となったことなど。第2章は太陽放射と地
球の熱平衡, 印度洋の海流は夏と冬で季節風の影響でま
るきり反対になること, 水温と塩分の分布を軍事的に利
用して潜水艦がうまく逃げた話など。第3章は海洋観測
で, これを勉強すれば一応の観測ができるよう記述され
ている。第4章は海上気象である。海面蒸発がいろいろ
の面で重要な事, 台風域内に気流が最終的に収斂してく
る範囲は進行方向の右前面からのものが多いことなどを
教えている。

第5章は波浪, 高潮, 津波, 潮汐で, 次の演習問題も
ある。「20m/secの暴風域を持つ台風がマリアナ諸島に
発生した場合, 土用波はいつ頃日本沿岸に影響するか」
また「起潮力はそれを起す天体の質量に比例し, 天体ま
での距離の3乗に反比例することを示せ」。それらの基
礎となることがらが本文に説明されている。第6章に
は, 第一次大戦はその歴史的背景から日本にとって幾多
の船成金を生み, この寄付金もあずかって神戸海洋気象
台の誕生をもたらした話, クストーが若い頃から注いだ
海への情熱, 最近のシーラブ計画等々, 海の持つエネル
ギーを取り出し発電をしている事や将来への夢, また海
洋開発と国連の関係までが含まれている。

最後に, 現在は漁船からの気象や海洋資料が活用され
ているが, そうなるまでには著者の国際機関への働きか
けによるところが大きかったと評者は聞いている。

(近藤純正)