

台風特性に及ぼす長期的な気温変化の影響

河 田 恵 昭*

1. 緒 言

地球温暖化に伴ってわが国への台風上陸数はふえるのだろうか。その強度は強くなるのだろうか。台風は高潮やほかの海岸災害の主要外力であるにもかかわらず、これらの特性は明かではない。それは適切な数値モデルがないことによるものであり、これに関係して、台風発生期の直径スケール程度の格子間隔で計算しようとしても、大容量のコンピュータがないことなどが原因しているといわれている。しかしながら、地球の温暖化や海面上昇の長期傾向は、予測値にかなりの幅があるものの、ほぼまちがいのないところであり、その影響の大きさを考えると、現在可能なあらゆる解析を試みる必要があろう。

長期的な気温変化に対して台風特性がどのように変わるかを、定性的ではあるが知る方法が1つある。それは史料解析による方法である。しかしながらあまり古い時代に遡ると現状では解析できない。たとえば今から約6000年前には全球的に気温が 2°C ほど上昇し、関東地方や近畿地方の例では海面が3ないし5m上昇した縄文海進が広く認められている。しかし、そのとき台風がどうであったかの記録はもちろん残っていない。ところが、歴史時代に入るとわが国と中国に高潮や台風災害が記録されるようになる。これと同時に花粉、開花時期、結氷時期、年輪などの解析から、平均気温の長期変化がかなり明らかにされている。

そこで、これらの資料と近代に入ってから気象資料解析から、長期的な気温変化と台風特性の関係、とくに台風上陸数とその強さの特性を見いだすことを試みる。後者については19世紀以前には定量的に評価できないので、高潮災害が発生しているかどうかを指標に取ることにした。高潮災害の発生についてはほかの災害と同じように社会環境にも依存するが、少なくとも台風が強くなければそれほどの大きな被害は発生しなかったと考えてよいので、これについて検討してみることにした。

2. 歴史時代の気温の長期変化の特性

ある時代に温暖であったか寒冷であったかを知る方法

は幾つか挙げられる。花粉分析、日記や公文書に記録された桜などの特定の花の開花時期、結氷時期や酸素の同位体の含有率を調べる方法などである。

図-1 はわが国と中国及びグリーンランドにおいて推定された気温変化である。この図では、気温の絶対値ではなく、相対的な寒暖の差を示している。図中、(1)は Maejima ら (1986) が、(2)は Pandolfi et al. (1975) の引用した木越が、(3)は 坂口 (1984) が、(4)は Chu (1973) が、(5)は Lamb (1982) がそれぞれ推定したものである。紀元後の長期的な気温変化について、各大陸によって时期的な差はあるものの、従来の成果を要約すれば、大略つぎのようになる。

(1) 紀元前後数十年から6, 7世紀頃まで：わが国では紀元前約2400年から紀元約20年頃まで弥生暖期と名付けられており (坂口, 1984)、北アメリカにおいても同

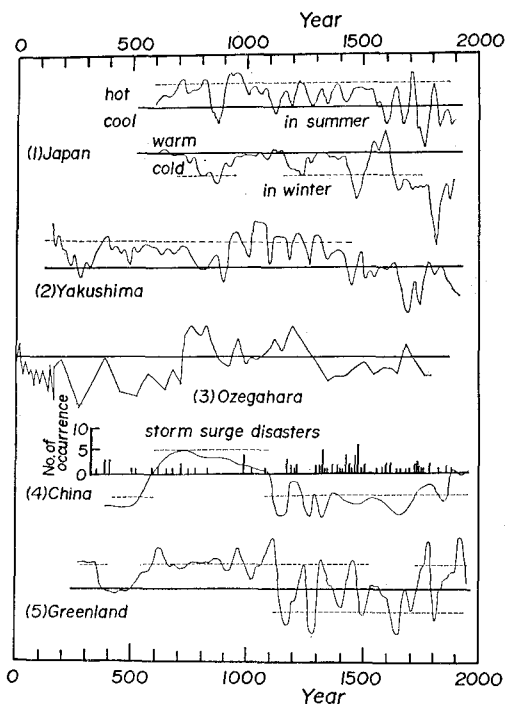


図-1 わが国を中心とした長期的気温変化

様のことが認められている。図-1 からわかるように、その後、寒期が始まり中国では600年、わが国では700年頃まで継続したようである。この時期を鈴木(1990)は民族移動の寒期と呼んでおり、気候の寒冷化と乾燥化にともなうて各大陸で暖かい地域に向かう民族移動が引き起こされた。

(2) 6, 7世紀から11世紀頃まで: 小温暖期(リトル オブチマム期)であって、世界各地で昇温が記録されている。

(3) 11世紀頃から20世紀初めまで: 広義の小氷期(リトル アイス エイジ期)であって、その中で、幾つかの寒暖の繰り返しが認められている。たとえば、Shove(1961)は、ヨーロッパではつぎの3期の寒冷期があったと指摘している。

(a) 小氷期第1期: 1541-1590年: (冬) 寒冷

(夏) 初め高温

1591-1650年: (冬) 初め寒冷

(夏) 冷涼

1651-1680年: (冬) 極めて寒冷

(夏) 高温

(b) 小氷期第2期: 1741-1770年: (冬) 寒冷

(c) 小氷期第3期: 1801-1890年: (冬) 寒冷

一方、わが国については、吉野(1983)、前島ら(1983)、根本(1987)が江戸時代の小氷期を、それぞれに若干の差はあるが、つぎのように区分している。

(a) 第1小氷期(元和・寛永小氷期): 1610-1650年

(冬) 寒冷

(b) 第2小氷期(元禄・宝永小氷期): 1690-1740年

(冬) 1720年まで極めて寒冷、多湿

(夏) 冷涼多雨

(c) 第3期小氷期(寛政・天保小氷期): 1780-1850年

(冬) 1820年以降、極めて寒冷、多湿

(夏) 冷涼多雨

図-2 は高橋(1982)が推定したわが国とイギリスの1600年以降の平均気温変化であるが、ここで述べた気温変化の特徴がかなり裏付けられている。

(4) 20世紀以降: 温暖期が継続している。図-3

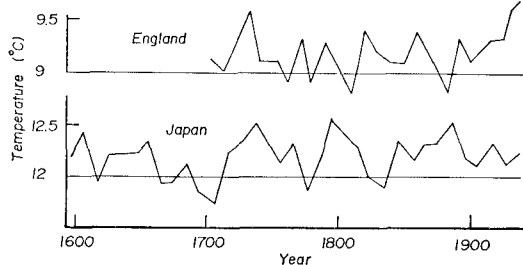


図-2 わが国とイギリスの平均気温変化(高橋, 1982)

は全球地上平均気温の経年変化(Hansen ら, 1988)であって、20世紀以降温暖期に入り、1940年から1965年に短期的に寒冷化した以外は増加傾向が認められるが、その差はこの期間中で 0.8°C 程度であり、戦後に限ってみれば 0.2°C と小さいことに注意する必要がある。

一方、わが国と中国の気温変化の関係であるが、江戸時代の両国の気温変化と乾湿分布の検討から、局所的に合わない部分があるものの、全般に東アジアのモンスーン域での気候の類似性が認められる(河田ら, 1989)。上述した気温変化の地域的なずれから、気候変動の波がアジアからヨーロッパに向かうという仮説(Chu, 1973)やわが国の気候変動は北半球の大気還流と密接に関係しているという考え方(山本, 1977)などが示されている。

3. 台風上陸数、発生数と気温変化との関係

古い時代には、台風の上陸や通過の記録だけが残っているので、これを用いてそれらの経年変化と気温との関係を調べてみる。

まず図-4 は『日本災異誌』(小鹿島編, 1894)や『日本気象史料』(中央気象台編, 1939)などを用いて5年毎に累計した京都を通過した台風数の変遷である。これから、1230, 1610, 1700年前後にピークが認められる。

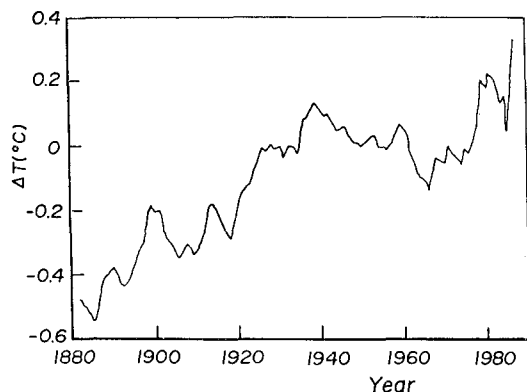


図-3 全球地上平均気温の経年変化(Hansen ら, 1988)

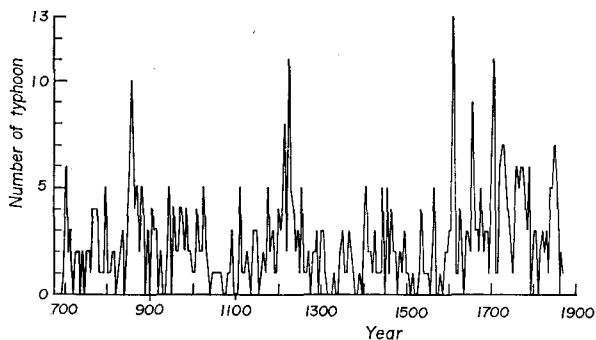


図-4 京都を通過した台風数(5年毎の累計)

また表—1 は江戸時代における、温暖期と寒冷期における土佐（高知）と紀伊（和歌山）における年間台風災害発生数を調べたものである。これから、地域的な差はもちろんあるが、寒冷期の方が温暖期より台風災害発生数（これは、台風上陸数と考えてもよい）が多かったことが認められる。このことを米価の変遷で調べてみよう。わが国の飢饉の事例研究から、夏期の干ばつあるいは長雨のあと、台風が上陸して米を中心とした農作物が壊滅的な被害を受けて発生することが明らかにされている（たとえば、荒川，1979）。しかも、台風災害と干ばつの多発年はよく一致していることが示されている。そして、これらはいずれも米の不作となって現れ、米価に反映されることになる。図—5 は江戸時代における全国平均の1石当りの米価を、1912年の価格で換算したものである（松本ら，1979）。これから、全国的な寒冷期にやはり米価が高騰していることが認められ、台風上陸数の多い年との相関があると判断できる。

そこで、「中国歴代天災人禍表」（陳，1941）における水災害と干ばつの3年毎に累計した発生数の経年変化を図—6に示す。これと、図—1のChuによる黄河流域での気温変化とを比較すると、温暖期に比べて寒冷期にこれらの災害が多発していることが認められる。ちな

みに、このパワースペクトルを計算したものが図—7であって、170年の周期性が存在し、河田ら（1989）が明らかにした水災害と干ばつの個々に求めたパワースペクトルの卓越周期とも一致している。

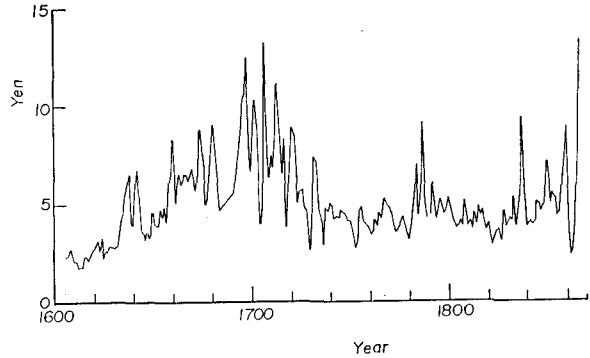
つぎに、近代に入って気象観測が開始され、データとしてわかっている台風発生数、上陸数と気温との関係を検討する。図—8は1890年頃からの台風発生数と上陸数の経年変化を示したものである。上陸数の精度については、この期間中はほぼ一定としても間違いではないであろうが、発生数については、観測技術の向上とともに増加する特性をもっているはずであり、航空機による台風観測が正式になかった戦前とそれが行われた戦後を区別して取り扱うことも必要であろう。図—3と8を比較すれば、台風上陸数は1930年から1950年頃に比べ、平均気温の上昇に伴って1970年以降はそれが少なくなっていると言える。台風発生数については1940年頃以降、顕著な変化が認められない。

4. 台風の強さと気温変化との関係

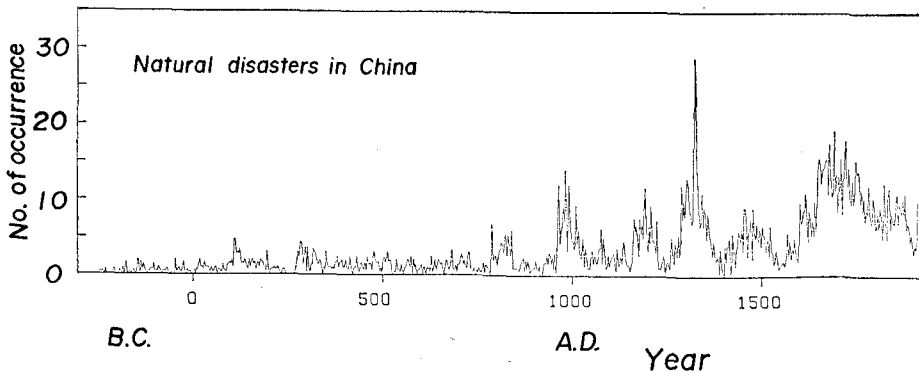
台風の中心気圧や半径などの記録がなければ、台風特性と気温変化との関係を検討できない。そこで、つぎのような仮説を立てて調べてみることにした。すなわち、

表—1 地域別各年台風上陸数

地域名 気候区分	高 知	和歌山
延宝温暖期 (1665-1690年)	(個/年) 0.40	(個/年) 0.35
元禄・宝永小氷期 (1690-1740年)	0.55	0.60
明和温暖期 (1740-1780年)	0.78	0.30
寛政・天保小氷期 (1780-1850年)	0.86	0.57



図—5 わが国の米価変動(1912年基準, 1石当り)



図—6 中国の気象災害の頻度(3年毎の累計)

高潮災害の発生は、対象地区での天文潮の状態や背後地の人口などに依存するが、とくに強い台風かどうかにより大きく左右されるということである。そこで、台風の強さの指標として、高潮災害の発生数を取ることにした。

図-9 は『日本高潮史料』(荒川ら, 1961)などを用いて、10年毎に累計した高潮災害の発生数の変遷である。これから、江戸時代にはいって、新田開発が大規模に行われた結果、高潮災害が頻発することがわかるが、その発生数のピークの位置と図-1 で示した気温の寒冷期と

がかなり一致することが見いだされる。図-1 の(4)には中国における高潮災害の発生時期を併せて示してあるが、わが国と同様のことが言えそうである。このことを詳しく調べるために、江戸時代の5年毎に累計した高潮災害の発生数とその災害を記述した当時の古文書の数の経年変化を示したものが図-10であり、同図には京都における台風の通過数も示してある。これから、高潮災害の発生は、一般的に温暖期に比べて寒冷期に多く見られることがわかる。とくに文献数の増加は、高潮の被害の程度とかなり対応していると考えられ、そのピークがすべて寒冷期に属していることが認められる。

ところで、図-4 の京都を通過した台風数と図-9 のわが国の高潮災害数のいずれにも1230年頃にピークが認められる。そこでこの年の前後に気候に関してどのようなことが各地であったかを記すと、つぎのようである。

日本：1230年6月に関東から関西地方にかけて降雪があり、凶作

中国：風水害が多発

アルプス：氷河が前進

ヨーロッパ：湿潤から乾燥に移行。ノルウェーでは寒冷化で農地消滅

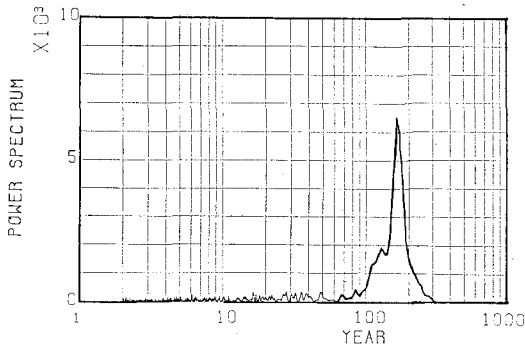


図-7 中国の気象災害発生数のパワースペクトル

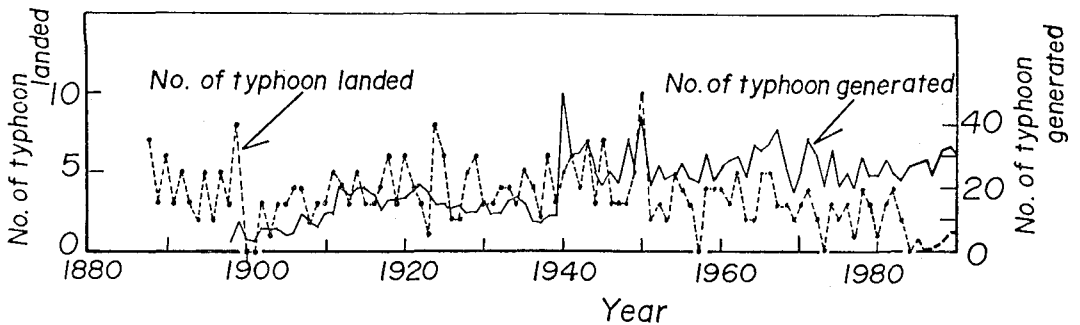


図-8 1900年頃からの台風の発生数とわが国への上陸数の経年変化

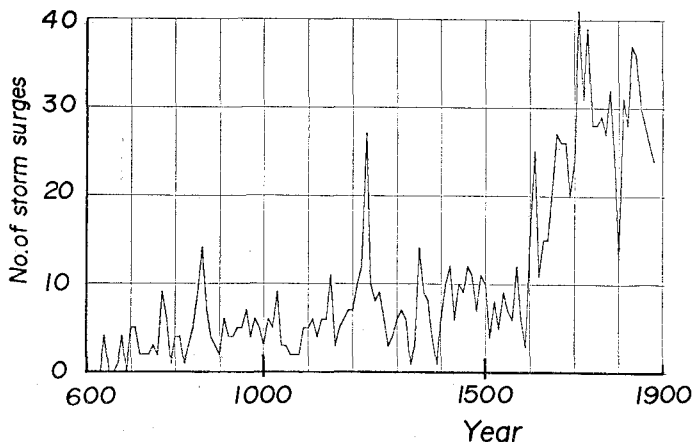


図-9 わが国の高潮災害発生頻度(10年毎の累計)

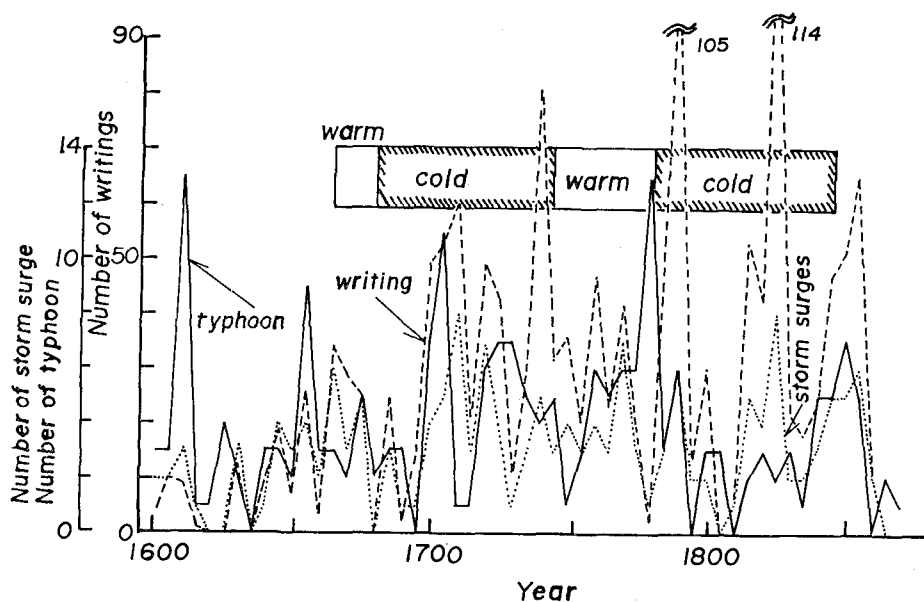


図-10 江戸時代の高潮災害発生数、文献数及び上陸数(京都) (5年毎の累計)

北アメリカ：偏西風強まり、五大湖周辺及び東北部で気温低下、西部で乾燥

したがって、グローバルに中緯度地帯で急に寒冷化したことがわかる。このように、わが国の中世の台風上陸数、高潮発生数の急増がこれに対応したと判断される。

以上に指摘した事実から、寒冷期にわが国周辺でどのような気象学的な変化が発生していたかを推定すると、つぎようになる。まず、寒冷化に伴って偏西風が強まり、その風下側では乾燥化が始まる。台風の発生数の変化は明かではないが、わが国への台風の上陸数は増え、その強さも増加する。上陸数の増加は、台風の進路が偏西風によって影響された結果と推定される。

5. 結 語

本論文では、史資料解析から、長期的な気温変化と台風特性との関係を検討した。定量的な解析ではないので、断定的なことは言えないが、おおよその特性は明らかにできたと考えられる。得られた成果は、つぎのようにまとめられる。

- 1) わが国への台風の上陸数は、小氷期と呼ばれる寒冷期に多く、温暖期には少ないことが認められた。
- 2) 台風の強さの指標として、高潮災害の発生数をとって解析したところ、寒冷期の方が温暖期よりも高潮災害の発生数が多く、強い台風が上陸したものと推定された。
- 3) 長期的な気温低下は偏西風を強くし、それが台風の進路に大きな影響を及ぼし、わが国への上陸数の増加に寄与すると考えられた。

参 考 文 献

- 荒川秀俊 (1979): 飢饉, 教育社歴史新書, 201 p.
 荒川秀俊ほか編 (1961): 日本高潮史料, 吉川弘文館, 272 p.
 小島島 果編 (1894): 日本災異志, 思文閣, 980 p.
 河田恵昭・法花真治 (1989): わが国と中国における自然災害の発生頻度特性, 京大防災研年報, 第32号 B-2, pp. 891-908.
 阪口 豊 (1984): 日本の先史・歴史時代の気候—尾瀬ヶ原に過去7600年の気候変化の歴史を探る—, 自然, pp. 18-36.
 鈴木秀夫 (1990): 気候の変化が言葉を変えた, NHKブックス, 216 p.
 高橋浩一郎 (1982): 生存の条件, 毎日新聞社, 1973, 317 p.
 中央気象台・海洋気象台編 (1939): 日本気象史料, 770 p.
 陳 高庸編 (1941): 中国歴代天災人禍表, 1681 p.
 根本順吉 (1987): 歴史気候学の進展, 日本の歴史 87, 朝日新聞社, pp. 306-307.
 前島郁雄・田上善夫 (1983): 日本の小氷期の気候について—特に1661年~1867年の弘前の天候史料を中心に—, 気象研究ノート, 第147号, pp. 81-90.
 松本正一・松本政則 (1979): 米価と災異年表, 自費出版, 320 p.
 山本武夫: 日本の歴史時代の気候, 地理, 第22巻, 第11号, pp. 20-35.
 吉野正敏 (1983): 世界と日本の古気候, 気象研究ノート, 第147号, pp. 3-20.
 Chu, Ko-chen (1973): A preliminary study on the climatic fluctuations during the last 5,000 years in China, Scientia Sinica, Vol. 16, No. 2, pp. 226-256.
 Hansen, J. and S. Lebedeff (1988): Global surface air temperatures: Update through 1987, Geophys. Res. Lett., 15, pp. 323-326.
 Lamb, H. H. (1982): Climate History and the Modern World, London and New York, 750 p.
 Maejima, I. and Tagami, Y. (1986): Climate change during historical times in Japan, Geog. Rep. of Tokyo Metropolitan Univ., No. 21, pp. 157-171.
 Pandolfi, L. J. et al. (1975): Historic weather records in stable isotope ratios of tree rings, The WMO/IAMAP Sym. on long-term climatic fluctuations, pp. 183-185.
 Schove, D. J. (1961): Solar cycles and the spectrum of time since 200 B.C., Ann. New York Acad. Sci., Vol. 95, pp. 107-123.