

史資料解析による地球温暖化に伴う海象・気象の変化
—近世から現在まで—

Historical and meteorological data analysis for changes
of oceanographic and atmospheric phenomena under global warming
-Edo period to the present-

海岸工学委員会

河田恵昭*

Yoshiaki KAWATA

ABSTRACT; Historical and meteorological data show the following results; (1) Rainfall increases during atmospherically unstable period such as warm period to cold one and the reverse case. Some decades cycle can be found in strong rainfall data. Due to global warming, total rainfall and snowfall have slightly decreased. Number of sunspot is clearly related to river discharge. (2) During warm period, the number of typhoon landed in our country decreased in comparison with it during cold one. The number of storm surges during cold period was larger than that during warm one. Past 30 years had not strong typhoons which hit our country with large storm surges so that it may be pointed out that the intensity of typhoon is gradually weaken. (3) Increase of mean temperature chiefly depends on the rise in the lowest temperature in winter season. This fact shows that heat island phenomena can not be treated in the mechanism isolated from global warming. (4) Sea level rising during past 40 years in Japan does not show same trend. This is due to the effect of plate movement and meandering of Kuroshio along the Pacific coast. The locality is quite important to discuss it quantitatively.

KEY WORDS; global warming, sea level rising, climate change, rainfall, typhoon, river flooding, heat island phenomena, sunspot, historical data

1. 緒 言

海岸工学委員会地球環境問題小委員会では、1991年度から2年間にわたって、4つのワーキンググループに分かれて調査研究活動を実施してきた。著者は、その中の外因シナリオWGの主査としてとりまとめを行ってきた。ここでは、その成果の概要とその後得られた若干の知見をここで紹介したい。

さて、いずれ大気・海洋系の動的相互作用を同時に解く大気循環モデル(GCM)が提案されようが、現存するいずれのモデルも定量的な予測精度に問題がある。このような状況下で過去に寒かった、あるいは暖かった時代に降雨量がどうであったか、また大きな台風が数多くやってきたかどうかなどを知ることが、つぎの2つの意味で重要である。すなわち、そのような事実があったということは、同じ状況が繰り返される可能性が大きいということであり、さらに、モデルの妥当性を証明するデータをできるだけ多く集めることが数値予知の精度向上に貢献するからである。幸い、歴史の長いわが国には、中国

*京都大学防災研究所地域防災システム研究センター

Research Center for Disaster Reduction Systems, DPRI, Kyoto University

と並んで数百年以上の間接的な気象・海象データが存在するので、これらを解析することにした。とくに、江戸時代以降のデータは量、質ともにかなり整っているので、主としてこれらを対象に解析することにした。

2. 気象・海象の史資料

ここでは、江戸時代については各種の文献資料に基づく定性的な予測を、明治時代以降の近代的な気象観測が行われた時代にあつては、観測資料を用いて検討することができる。

2.1 近世

歴史上発生した災害などを論ずるとき、その素材としての古文書などの歴史記録の資料は、とくに「史料」と表記される。地震、津波、洪水、波浪、火山噴火をはじめ飢饉など災害の法則性を研究するのに、近代的な記録の残る明治以後約100年間だけの史料で論じていたのでは不十分であることは議論の余地はない。現在までのところ近世に生じた災害の調査が、最も進んでいるのは、東京大学地震研究所による地震津波災害の調査であろう。そこでは、約15年ほど前から未発掘の地震史料の集積が新たに積極的になされ始めた。現在その成果は「新収・日本地震史料」として、全5巻、補遺、別巻を含め全16冊総計8000頁に及ぶ史料に紹介されている。

これに対して、火山、気象災害、疫病発生など現代の私達が教訓を得ることのできる材料は恐らく豊富にあるにも関わらず、現状では全国各地に散逸しており、史料を組織的に集め、研究者の利用に供する事業はまだ糸口も始められてはいないといつてよい。たとえば、台風については、1つの市町村誌にでてくる1個の台風の記載ごとに1枚のカードを作成する。その記載項目は次の通りである

(1) 台風による暴風のあつた年月日

(2) 活字印刷書物の文献名、書物の編著者。その町村名が現在合併されて他の市の一部となっているときにはその注釈。その文献の発行年

(3) 古文書であるときには江戸時代の原著者と、現在の古文書所有者、その家系の江戸時代の身分立場(代官、問屋、港役人等)。筆者が直接目撃者か風聞の記録者、あるいは後世の記録者かの区別

(4) 台風の様子略述、ことに風向き、台風中心通過の記載。雨の記載

(5) 被害発生の様子(堤防決壊、瓦などの飛散、倒木、倒壊流失家屋、死傷者の発生、大火事の誘発、崖崩れ、高潮、高波、海岸の侵食)

(6) 2次の影響(交通の遮断、農作物の減少、疫病の発生、風俗の変化)

(7) 為政者、または自発的あるいは篤志家による復旧活動

ここでは、日記、公文書、災害史、治水史などのすでに活字になっている史資料を収集して、特定の地域についての気象・海象の変化を調べた。

2.2 近代

わが国では明治8年(1875)に、内務省測量司気象掛の仕事として観測が開始された。これによって、近代観測が幕開けられたわけであるが、全国的な広がりをもつものではなかった(気象百年史、1975)。明治20年(1887年)の「気象台・測候所条例」によって東京気象台が中央気象台に格付けされ、全国気象業務センターとしての機能を発揮するようになり、そこにおいて気象観測データが集積することになった。ここでは、これらを中心とした資料解析の方針の概略を示す。

(A) 台 風

台風の諸特性としては、発生数、上陸数、中心示度、進路などが挙げられる。まず、発生数については明治24年(1891)からまとめられている。ただし、明治時代は観測網が十分でなく、発生数はわが国に近接した顕著なものだけと考えられているが(台風災害を防ごう、1963)、精度が保証されるようになったのは1940年以降と言われている。なお、台風観測に関して、1949年からアメリカ空軍による台風の飛行機観測の資料が使われ始め、1953年からは気象レーダによる観測が並行されるようになった。そして、

1968年からアメリカの気象衛星の受画が開始され、観測精度が飛躍的に向上した。また、上陸数や中心示度は1888年から記録されているが、これについても上陸の定義の問題があり、レーダーのない時代には台風の中心位置の決め方の問題もあって、むしろ被害が出れば上陸と判断されていたようである。なお、現在は気圧980hPaの等圧線がわが国の陸上部にかかったときを上陸としている。

(B) 降雨・降雪

降雨に関しては、年平均降雨量、梅雨期の降雨量、降雨量極値等を気象年鑑1991年版より調べ、日本の年平均気温との関係を調査した。また、降雪量については、たとえば、1925年からの長岡市および新潟市の年総降雪深の経年変化を求めた

(C) 気 温

1968年以降では人工衛星による気象観測が実用化され、従来からの限られた地点の気象観測所におけるデータに加えて、短時間に全球をカバーするほどの広範囲の気温データを取得できるようになった。また、通常ラジオゾンデを用いて観測されている気温の鉛直分布についても、1970年代ころから衛星による観測が実用段階になってきている(古濱ら, 1986)。このように年代を追って観測密度・精度は向上してきており、温暖化説明へ向けての研究が盛んになる中で、気候モデルによるシミュレーションと平行して、観測データの解析が多くの気候研究者によってなされている。

(D) 波 浪

富山県の寄り廻り波(冬期に日本海を発達した低気圧がオホホーツク海に抜け、天気が回復したときに、この名前のうねりが北東から押し寄せる)による災害の発生表によれば、674年以来1967年までに152回を数える。また、波浪観測が20年以上にわたって継続されている個所は極めて少なく、これらのデータから傾向を見いだすことは困難である。

(E) 海面上昇

海面上昇の問題として、対象となる事項は2つある。1つは全地球での平均的海面上昇であり、他の1つは日本列島、さらには各海岸における海面上昇である。前者の海面上昇は温暖化の結果としてのものであり、温暖化自体が現在の地球環境問題の核心であり、そのための精力的な検討が各方面から行われている。ここでは、地球温暖化とそれに伴う海面上昇については、常に最新の成果・情報を得ておくことに重点をおくことを方針とする。後者は、平均的海面上昇に局地的な地盤の上昇または沈下を重ねさせた時に、どの程度の海面上昇となるかを知ることである。これには、1次資料である長期の検潮記録の収集解析によるこれまでの傾向の把握と各地域での地盤の変動の数量的理解を実施し、これと全地球的平均海面上昇と比較することが必要となる。

3. 史資料解析結果の概要

地球温暖化に伴う海象・気象の変化について史資料の解析から検討を加えてみた。比較的精度のそろった古い資料がわが国のみしか残っていない反面、絶対数が少ないことなどの制約のために断定的な表現はできないものの、多くの新しい知見が得られた。それらをまとめると、つぎのようである。

3.1 降雨・降雪

まず、降雨については、地域性が認められるものの、温暖期から寒冷期、あるいはその逆のケースで洪水災害が多発していることから、大気的不安定の影響が大きい。Fig. 1は信濃川の洪水の発生件数の例であって、洪水の多発は明和温暖期(1740-1780年)や寛政・天保小氷期(1780-1850年)を参照すれば、ほぼ温暖と小氷期の移行期にあることがわかる。また、図中の丸印の太陽黒点の極値と洪水の多発時期ともよく一致している。そして、過去には数10年の周期性の存在が認められる。このことは、近年の大都市周辺のヒートアイランド現象による雨量の集中が時間単位ではなく分単位で頻発していることとも符合する。なお、大阪における10分間雨量の年最大値の経年変化を示したFig. 2から、短時間雨量の集中現象も見いだされる。また、大阪をはじめ、神戸、京都や近畿地方では1900年代の総雨量の顕著な変化は、

たとえばFig. 3のように認められず、どちらかといえば気温の上昇に伴って、若干の減少傾向となっている。これは、温暖化による豪雪地帯の積雪量の減少とも符合しており、これらの結果は、温暖化によって降雨量や降雪量の減少に結びつく可能性が極めて高いことを示している。また、降雪についても、太陽黒点と密接な関係が確認された。

3.2 台風

温暖化によってわが国への上陸数が長期的に減少傾向にあることが認められる。発生数については顕著な傾向はなく、年間平均で25, 6個の状態が続いている。温暖化による台風上陸数の減少傾向は、Fig. 5に示した江戸時代の寒冷期における高潮災害の増加と符合するものである。なお、上陸台風の強度についてははっきりした傾向は見いだされていないが、Fig. 6のように中心示度の極めて低い台風が太陽黒点数の極大となった年に発生しやすく、そのおよそ3年後に複数個の強い台風が発生していることがわ

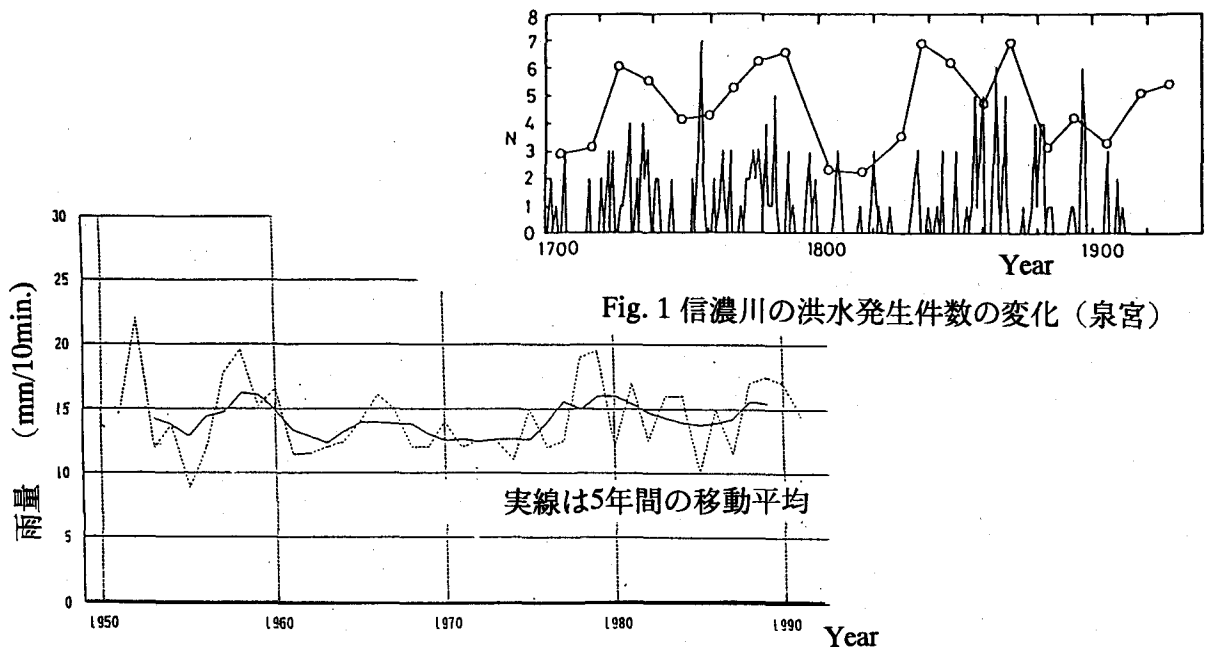


Fig. 1 信濃川の洪水発生件数の変化（泉宮）

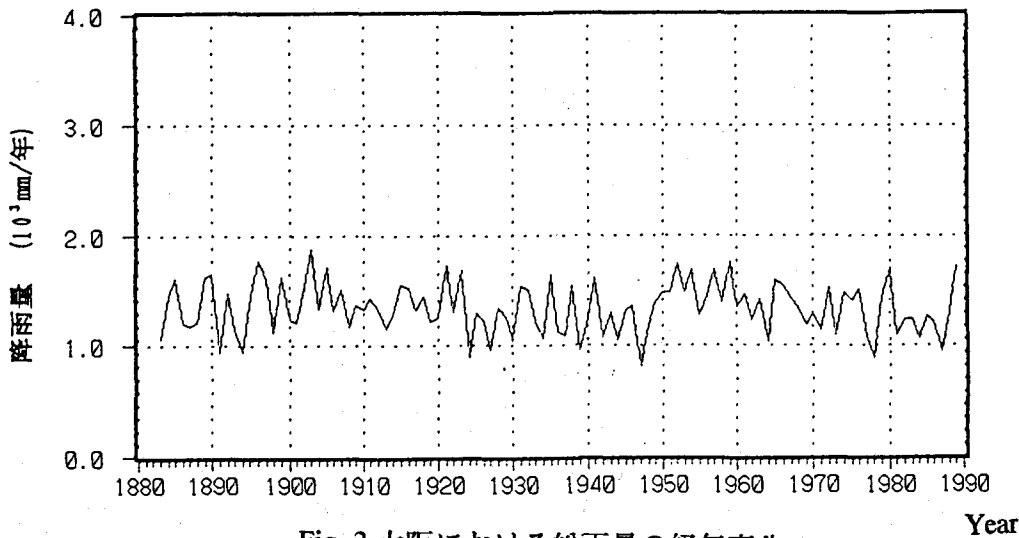


Fig. 2 大阪における年最大10分間雨量の経年変化

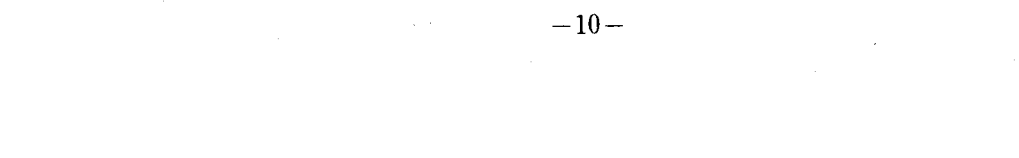


Fig. 3 大阪における総雨量の経年変化

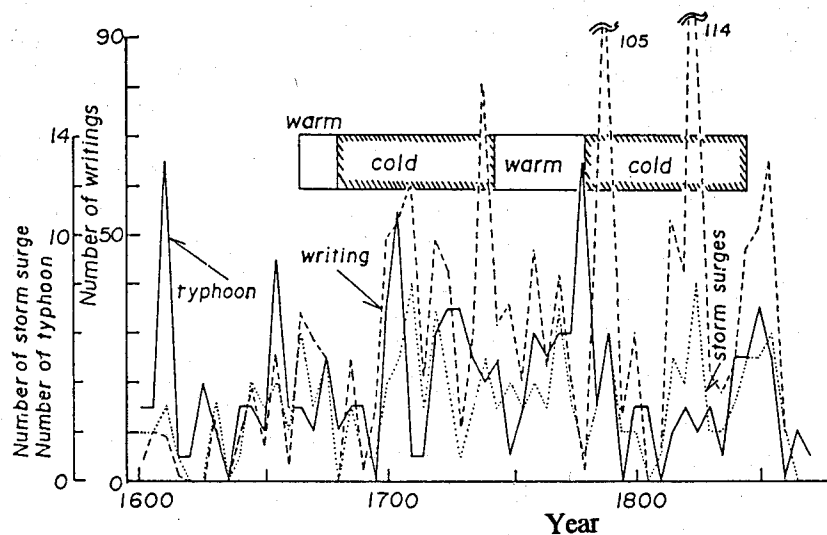


Fig. 4 高潮災害発生数、台風通過数（京都）、高潮災害を記載した古文書の数及び気候の温暖期と寒冷期

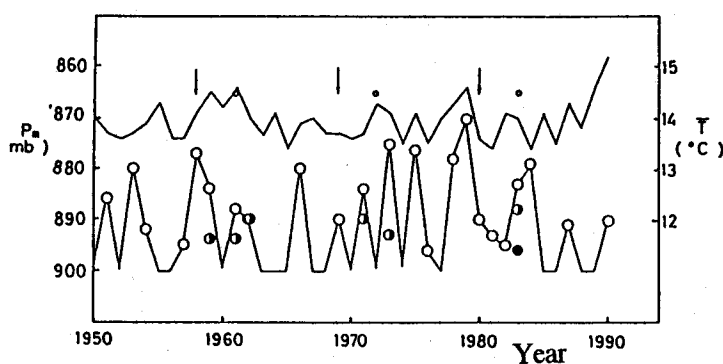


Fig. 5 猛烈な台風の中心示度と太陽黒点（図中の矢印）及び平均気温（丸、半黒及び黒丸はその年の最低中心気圧上位1.2.3位の台風を表す）（泉宮）

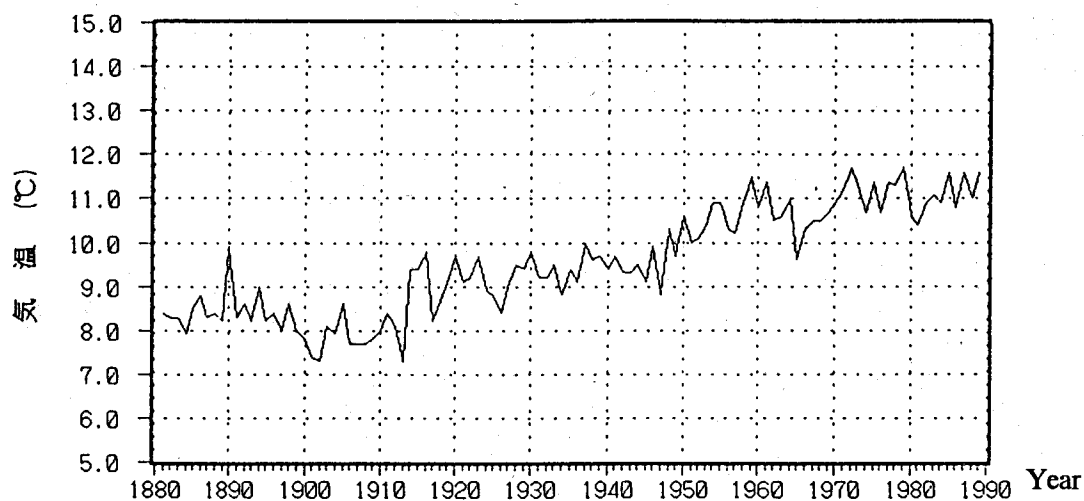


FIG. 6 京都における年平均最低気温の経年変化

かる。このことは気温の高い時期に強い台風が発生しやすいことを示唆している。しかし、過去四半世紀以上にわたって大きな高潮がわが国を襲っていないことや、温暖化によって中緯度帯の風系が変化することから、さらに台風の経路がどう変化しているかを検討する必要がある。

3.3 気温

気温に関しては、季節ごとの細かな議論を積み重ねる必要があり、たとえば、近畿地方の結果では、年平均気温の上昇にはFig. 7に示したように、年平均最低気温の上昇の寄与が大きく、この傾向は大都市周辺で非常に顕著であることが見出されている。すなわち、この事実はグローバルな温暖化の進行と大都市周辺でのヒートアイランド現象を切り放して考えてはいけないことを示している。都市化の影響の定量的評価が複数の研究者によってかなり精度よく行われ、その作業から温暖化ガス濃度の影響について評価することが可能となっている。今後、この方面の研究が気象関係者によって行われると推定される。

3.4 海面上昇

グローバルな進行予測と平行して、わが国ではどうなるのか、すなわち解析において潮位の局所性を考慮する必要があることが指摘される。とくに、地核変動や地盤沈下の影響と重なり合った形で数値として現れるので、それらの分離を精度よく行わねばならない。とくにわが国の太平洋岸北部では、過去40年以上にわたって年間5mmを超える海面上昇を記録していることに注意しなければならない。

これと密接に関係して、さらに局所性の影響要因を見出す努力を続けるとともに、長期的な立場から全国の潮位データの収集とそのデータベース化を早急に行って、様々な解析の要求に迅速に対応できる体制をとることが必須となっている。

4. 結 語

ここでは、過去2年間にわたる地球環境問題研究小委員会の外因シナリオWGでまとめた成果を中心として、その概要を紹介した。データ解析はまずデータの取得からその精度のチェック、さらに計算機への入力と言うように、時間を要する仕事であって、片手間にできるものではない。しかも、地球温暖化の影響が気象や海象の物理量の変化としてそれほどあらわに出ていない現状では、定量的な解析にも限界があると言える。ここで示した結果が間違いのないものとなるには、やはりもう少し長期的に検討を継続する必要があるだろう。

参考文献

日本気象協会(1963): 台風災害を防ごう、417pp.

日本気象協会(1975): 気象百年史、740pp.

小濱洋治・岡本謙一・増子治信(1986): 人工衛星によるマイクロ波リモートセンシング、電子通信学会, pp.232-236.