

わが国と中国における自然災害の発生頻度特性

河田 恵昭・法花 眞治

CHARACTERISTICS OF OCCURRENCE FREQUENCY OF NATURAL DISASTERS IN JAPAN AND CHINA

By Yoshiaki KAWATA and Shinji HOHANA

Synopsis

Occurrence frequency of natural disasters generated by potentially hazardous atmospheric phenomena include typhoon, heavy rainfall, drought is investigated by the analysis of numerous Chinese and Japanese historical documents which are rich in climatological and phenological events of the past. Spectrum analysis shows that a predominant 170-years cycle which approximately corresponds to five times of Brückner cycle (35 years) can be detected in the time-series of occurrence of flooding and drought in China. In Japan, however, due to not enough many old documents and the small number of natural disaster occurrence, this cycle is not clear but in flooding the periodicity of 170-years exists. From the view point of long-term changes, the disaster occurs under large influence of climate change. At low temperature, especially at the Little Ice Age, the scale of natural disasters such as flooding and drought may grow large. Climatic hazards producing disasters with economic, political and social repercussions have always been important to change established social system.

1. 緒 言

災害史研究の1つの目的は、時代と共に変わりゆく社会環境のもとで、自然災害がどのような法則に従って発生しているのかを明らかにすることであろう。なかでも、死者が千人を超え、ひどいときには数十万人にも達するような巨大大自然災害が、どれくらいの発生間隔で起こっているかはとくに重要な問題であろう。なぜなら、そのような異常外力は一過性のものではなく、低頻度ながらも将来に発生する可能性をもっているからである。

既存の防災施設はその設計に当たり、極値統計解析から設計外力の再現期間（あるいはその逆に、再現期間を先に決める場合もある）を求めている。この再現期間を、たとえば高潮防潮堤の場合、オランダのように3500年とすればよいのか、あるいはわが国のようにその十分の1以下でもよいのかの判断は、もちろん工学的な観点からのみ決められるわけではない。しかし、その判断の基本になる推定された再現期間は十分な信頼性を持たなくてはならない。ところが、資料そのものの取得期間が採用する再現期間より短いのが一般的である。ときには当該地点に資料がなく、すべての資料を数値計算や隣接地の資料から推定せざるを得ない場合が少なくない。

このような状況では、再現期間が100年以上の異常外力は本当にそのような再現期間なのかどうか疑ってみることも必要だろう。昨今、気象に関係した自然災害が発生すれば、異常気象という言葉がまるで免

罪符のように多用されているが、曖昧さの残る解析を異常という言葉で片付けると、すべてはそれで終わってしまいかねない。しかし、被害がカタストロフィックになる異常外力の場合はそれでは済まされない。

このような背景のもとで、異常外力の発生頻度を知る唯一の方法は歴史資料を解析することだろう。しかし、数値になった 1 次情報を解析していたのでは、とんでもない過ちを犯す危険性がある。たとえば、死者 10 万人以上の世界の大災害をまとめた福岡¹⁾の結果は、その後幾つかの論文や本に引用されており、その内容としてたとえば、1642 年に中国の黄河の洪水で 30 万人の死者があったことになっている。これだけの記事ではいかにも黄河が増水して氾濫したかのようであるが、実は開封を攻撃していた李自成がその上流の馬家口で黄河右岸を決壊させたために発生した洪水であって²⁾、決して自然災害ではない。このようなことを考えると、少なくとも近世以前の史料の解析は、できるだけ 0 次情報を丹念に解析することを行わなければならないことがわかる。しかも、永い期間にわたる通史研究の形を取らざるを得ないわけで、時間的・体力的な負担も大きく、片手間に行われる性質のものではない。

この方面の先駆的な研究として、速水³⁾のものが挙げられる。そこではアジアの歴史と自然変動との関係を明らかにしようとした先生の壮大な研究計画の一端が 17 世紀に的を絞って解析されている。さらに、たとえば高橋⁴⁾や山本⁵⁾は気候変動と災害との関係を詳しく解析し、災害の地域性とグローバルな気候変動とを結び付けようとする試みを示している。このような研究は、世界的にみて双璧をなすわが国約 1400 年間、中国約 3000 年間の古文書を中心とした史料があってこそ可能であり、しかもそれより古い時代は遺跡発掘の成果を援用することによって解析可能である。

本研究では、自然災害発生の法則性を見いだす第一歩として、わが国と中国の災害史料を用いて自然災害、とりわけ水災害について、スペクトル解析などの結果を用いて、その周期性の有無や巨大災害の発生頻度について考察したものである。

2. わが国と中国における歴史時代の気候変化の特性

本論文で解析の対象とした洪水や高潮災害は、異常な降雨や台風などによって発生しているので、これらの外力の長期的な変化が災害の発生のそれと大きく関係していると考えられる。とくに、災害対策がほとんど行われていなかった近世以前には、その関係はより明かであろうと想像される。もちろんこれまでに、たとえば雑誌『地理』の特集号（歴史時代の気候と災害、1982 年）に見られるように、先史時代から現代に至る期間を幾つかに分けて考察した貴重な結果が報告されている。また古気候の復元や気候変動の特性についても、いずれもすぐれた研究がまとめられている^{6), 7)}。ここでは、これらの成果を通史の形で再構成し、災害発生との関連性を検討するために行った結果に基づいて考察する。

2.1 歴史時代の気候変化

わが国における気温の測定は 1876 年に札幌など⁸⁾において、中国では 1873 年に上海⁹⁾で始められたので、それ以前についてはなんらかの方法によって推定しなければならない。その方法については、わが国では古文書や日記などに記録されている桜の開花日、結氷日数、雪日数、飢きんや農作物の収穫期などの解析、花粉分析や年輪による方法があり、中国では「つるれいし」という熱帯原産の草の分布状況や桑やあんずの開花日、あるいは黄河や揚子江の支川や流域の湖の結氷日数などがやはり指標となっている。なかでも、年輪による方法は酸素の同位体分析結果とかなりよい対応が認められている¹⁰⁾。これらの成果に基づいてそれぞれの国の気候変化の概要は以下ようになる。

(1) 日本：

Figure 1 はわが国の歴史時代における気温、年輪成長量および酸素同位体の割合の経年変化を表したものである。気温は高橋⁴⁾による結果であって、1890 年以降は気象観測値であり、それ以前は、凶作、諏

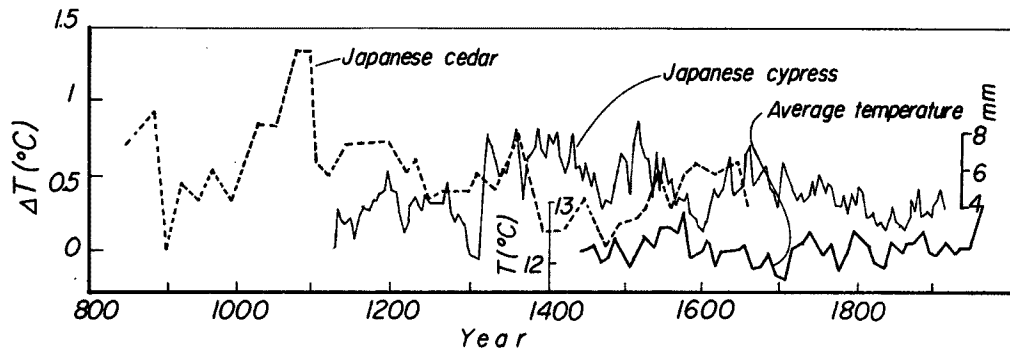


Fig. 1. Changes of tree ring width of Japanese cypress, ratio of ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) detected in Japanese cedar in Yakushima and average temperature.

訪湖の結氷状況、イギリスの気温、太陽黒点などから推定されている。また年輪成長量は山沢金五郎による飛騨檜の1119年から1920年に至る800年間の記録を再録した荒川¹¹⁾の表から求めた5年間の累積値を示している。酸素同位体の比 δ ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$)は樹齢1800年の屋久杉を解析したLibbyの結果を紹介した山本¹⁰⁾による。後二者の気候変化との相関性はすでにほぼ明かにされているので、ここではそれらと幾つかの成果¹²⁾などから時代による気候の変遷を、次のようにまとめた。

- 1) 2世紀後半：低温
- 2) 3世紀後半から5世紀前半：温暖
- 3) 5世紀後半から6世紀前半：低温
- 4) 7世紀中頃：夏冷涼湿潤
- 5) 8世紀：北日本湿潤，南日本暖湿
- 6) 9世紀：非常に温暖
- 7) 10世紀：現在とほぼ同じ
- 8) 11世紀から13世紀：温暖であり，12世紀は異常な乾燥・高温期
- 9) 14世紀から16世紀：冬寒冷夏温暖であり，15世紀是最寒冷期
- 10) 17世紀から19世紀：前島ら¹²⁾による弘前の天候史料の解析結果は，次のようであり，わが国全土のおおよその傾向を示していると見なされる。
 - (a) 1665年以前—1685年；延宝温暖期で（冬）温暖少雪（夏）前半暑夏
 - (b) 1685—1740年；元禄小氷期で（冬）寒冷多湿（夏）冷涼多雨，なお，全国的な寒冷期は1680年から1720年と指摘されている¹³⁾。
 - (c) 1740—1780年；明和温暖期で（冬）2つの温暖少雪期（夏）後半暑夏
 - (d) 1780—1850年；天保小氷期で（冬）後半とくに寒冷多雪（夏）冷涼多雨

(2) 中国：

Figure 2はChu¹⁴⁾による気温変化の推定図であり，Fig. 3はさらにBC 3000年までさかのぼって概略をまとめたものである。図中には数字で示したように4つの気温の上昇・下降が認められるが，これらなどから中国における気候変化の概要は，次のようにまとめられる。

- 1) 紀元前30世紀から紀元前9世紀頃：最初の2000年間は平均気温が現在より 2°C も高かった。とくに1月は $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ 高くなった。急激な気温低下は紀元前11から9世紀に起こった。
- 2) 紀元前9世紀から6世紀後半：紀元前3世紀頃までは高温が続くが，それ以後気温低下，2，3世紀夏期冷涼，6世紀頃非常に低温
- 3) 7世紀から13世紀：8，9世紀は非常に温暖，それ以後寒冷に向い，12，13世紀は寒冷と非常に寒冷が交互
- 4) 13世紀以降：寒暖幹湿の期間は，次のようである。

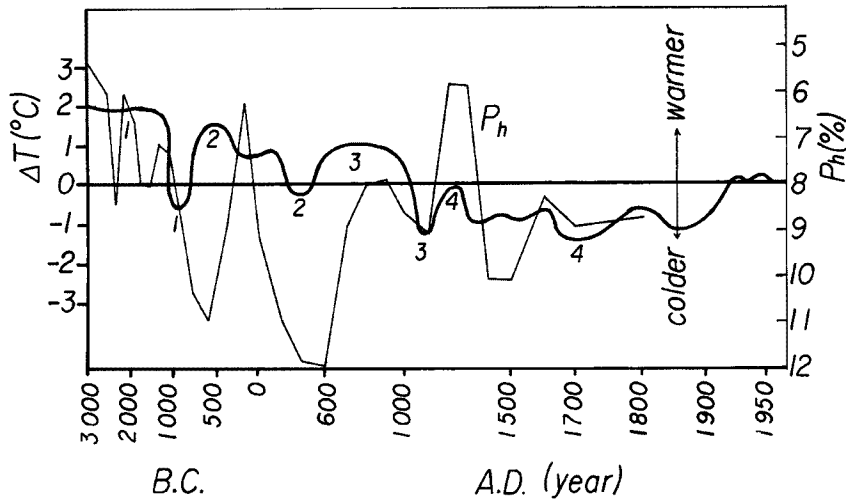


Fig. 2. Temperature change during the last 5000 years in China, expressed as deviation from the present day mean by Chu¹⁰ and averaged climate change index P_h ¹⁶ (the numbers show the four alternating warm and cold periods).

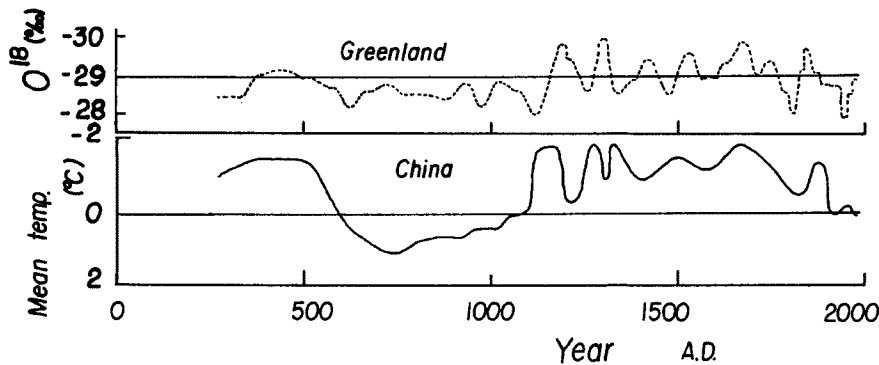


Fig. 3. The trend of the temperature fluctuation in China analyzed by Chu and deposition rate of $\delta(^{18}\text{O})$ in the Greenland ice sheet estimated by Dansgaard¹⁶.

- (a) 温暖; 1200-1300年, 1550-1600年, 1770-1830年
- (b) 寒冷; 1470-1520年, 1620-1720年, 1840-1890年
- (c) 乾燥; 1521-1650年, 1720-1779年
- (d) 湿润; 1841-1890年

2.2 わが国と中国の気候の関係

国土の面積がわが国の約29倍もある中国の気候とわが国のそれを単純に比較することは、もとより不可能に近い。たとえば、中国では過去500年間の降水特性の解析から、明らかにほぼ南北に3つの地域に区分できるとされており¹⁵、年平均気温も南北で30℃程度も相違する。しかし、両国でなにがしかの類似性があるはずであるし、それがどの程度世界的な気候変動と関係するのかについて、若干調べてみよう。Figure 3には、坂口¹⁶による尾瀬が原の泥炭柱の花粉分析から得られた古気温曲線の300年移動平均値を折れ線で示してある。これから縦軸の絶対値の大小の差はあるが、中国とわが国との気温変化の位相はほとんどずれていないことがわかる。すなわち、寒暑の程度に差はあっても、全体的な気温の変化程度は

同じと言える。この事実は、気候に起因する自然災害の発生時系列を考察する場合には重要になろう。しかし、もう少し時間スケールを短くとした場合の議論もする必要があるわけで、ここでは比較的資料の多い小氷期 (Little Ice Age) に的を絞って検討してみよう。

小氷期は一般に 1550 年から 1850 年に至る気温の寒冷期をさすが、広義には 1250 年までさかのぼる場合がある。Shove¹⁷⁾によれば、ヨーロッパ (北緯 40° から 50° の間の地域) ではこの間、3 期の小氷期があったとされそれぞれの特徴が、次のようにまとめられている¹⁸⁾。

- (a) 小氷期第 1 期: 1541 - 1600 年; (冬) 寒冷 (夏) はじめ高温
1591 - 1650 年; (冬) はじめ寒冷 (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

さて、これらの小氷期と太陽黒点数の極小期との対応であるが、11 世紀以降の名前のついた極小期 (Minimum) は、次の 4 つである¹⁹⁾。

- (a) Oort (1010 - 1050 年), (b) Wolf (1280 - 1340 年), (c) Späer (1420 - 1530 年),
(d) Maunder (1645 - 1715 年)

これらの小氷期と極小期との対応であるが、ヨーロッパでは 900 年から 1300 年頃までは気候の温暖化が進み、東西交通が発達し、農業生産の拡大した時代であった。14 世紀に入り、ルネサンスが始まり 16 世紀まで続くわけで、1481 から 1540 年までの先氷河期では、冬期は極めて穏和で、むしろ夏期が冷涼だったといわれる。したがって、両者がはっきり対応するのは Maunder 極小期といえる。

これらの太陽活動と気候変動との関係は、現在でも未解明な部分が多いと言われているので、本論文が対象とする東アジアの気候についても小氷期のみに対応関係を見てみよう。すでに、Fig. 3 で示したように、大局的な気候変動は両国で一致するようである。しかし、小氷期の内容を見るといくつかの類似点や相違点が見つかる。たとえば、史上空前といわれる天明の飢饉 (1782 年から 1787 年の 6 年間) のうち、とくにひどかった 1783 年から 4 年間を取り上げてみよう。三上²⁰⁾はすでに 1780 年代の暖候期 (5 月から 10 月) の気候を復元しており、これと中国における乾湿分布との比較などから、両者の気候の関係を次のようにまとめることができる。

- (a) 1783 年:

日本: 全国的大冷夏、とくに東北は低温多雨、九州も多雨、5 月から 7 月にかけての浅間山の大噴火によって大凶作を助長

中国: 華南に顕著な湿潤域が形成

- (b) 1784 年:

日本: 夏は北暖西冷、関東以北は少雨、西日本は多雨、米の作柄 7, 8 分

中国: 華北は乾燥、華南で湿潤、黄河決壊

- (c) 1785 年:

日本: 全国的大暑夏、東北では夏期に寒暑の差大、西日本少雨

中国: 華北の一部を除き全土で乾燥、大飢饉で『大飢父子相食』の記事

- (d) 1786 年:

日本: 全国的大冷夏、雨量は東北の一部を除いて平年より大、凶作

中国: 華北、華南は乾燥、華中は湿潤、飢饉で『各府州県大飢人相食』の記事

このように、わが国と中国の乾湿分布に密接な関連が認められる。

さらに、1830 年から 36 年にかけてわが国では天保の飢饉が発生しており、その期間の近畿・東海地方の気候を復元した水越^{22), 23)}の結果から、この期間もやはり小氷期であったと推察されるとともに、とくに大凶作であった 1836 年の全国的な低温多雨や 1832 年の高温少雨が目だつとしている。この時期に中国で

は、1832年に大飢饉となり、『大飢民流亡、人相食』の表現が見られるとともに、35年の秋から36年春にやはり大飢饉になった記録が残されている。このように、気候変動に局所性があるものの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。この変動が波となってアジアからヨーロッパに向かうという仮説¹⁴⁾や日本の気候変動は北半球の大気環流と密接に連係しているという考え¹⁰⁾なども示されている。

3. 解析に用いた史料および解析法

災害に関する史料は断片的なものを含めると膨大な量になろう。そのうち、統計解析を行うにはできれば時代による粗密があまりなく、長期にわたる通史の形になっているものが望ましい。一方、災害の規模などの内容を知りたいときには、できるだけ記述の詳しい史料が必要となる。そこで、本論文で用いた史料の特徴とその解析法について、概要を示すことにしたい。

3.1 史料の特徴

(1) 日本：

統計解析をするために、『日本災異志』²⁴⁾と『日本気象史料』²⁵⁾を用いた。これらの史料は、その網羅している災害の種類の多様さと件数の多さにおいて群を抜いているといえる。災害の種類としては洪水、高潮、疫病、長雨、干ばつ、飢饉、大風である。これらについては災害の発生回数を集計した。さらに、災害の規模を知るため上記の史料のほかに、『日本史分類年表』²⁶⁾や理科年表など多くの史料を用いた。わが国における歴史時代に起きた巨大自然災害の内容は、複数の史料でかなり明らかになっているので、それを利用することにした。

(2) 中国：

史料としては、『中国歴代天災人禍表』²⁷⁾を用いた。これは1681頁に及ぶ漢籍で、紀元前3世紀からの自然災害が年表の形式で記されており、災害の種類は、次のように分類されている。なお、括弧内の数字は記載件数であり、総数は約16000件、記述総漢字数は百万字を越えている。

- 1) 天災 (a) 水災 (2670件)：洪水、高潮
(b) 旱災 (2634件)：干ばつ、飢饉、
(c) その他 (2095件)：地震、大風、疫病、あられ、虫害、大雨など
- 2) 人災 (a) 内乱 (4363件)：国内での反乱など
(b) 外患 (3343件)：国境外からの移民族の侵入など
(c) その他 (737件)：火災など

なお、同書の凡例で解説してあるように、内乱と外患の区別は困難なようで、その差が明かでないものがいずれかに含まれている。この史料は、それぞれの災害について、被害県名（県の面積はわが国のそれよりも一般にかなり広い）と被害状況が記述されているが、死者数などの具体的な数字は極めて小さい。そこで、この史料のほかに、『支那水利史』²⁾と『黄河治水に関する資料』²⁸⁾も解析に用いた。前者には紀元前2297年の黄河の洪水をはじめ、5河川における3073件の洪水が記録されているが、そのうち、黄河ではFig. 4に示すように2564件を数えており、圧倒的な多さを誇っている。ただ、この史料では小さな洪水は年代が示されていないので、巨大自然災害の規模などを知る資料として活用した。

3.2 史料の解析法

前述した史料は、次のように解析した。まず、約1000人以上の死者が発生した災害を巨大災害と定義し、わが国についてその頻度を調べた。これは史料の記述から明らかにできる。中国については、被害を受けた県数あるいは記事の漢字数の多いものから抽出して、時代の変遷の形で表すことにした。

さらに、周期性についてはスペクトル解析から見いだすことにした。とくに、中国については発生件数、

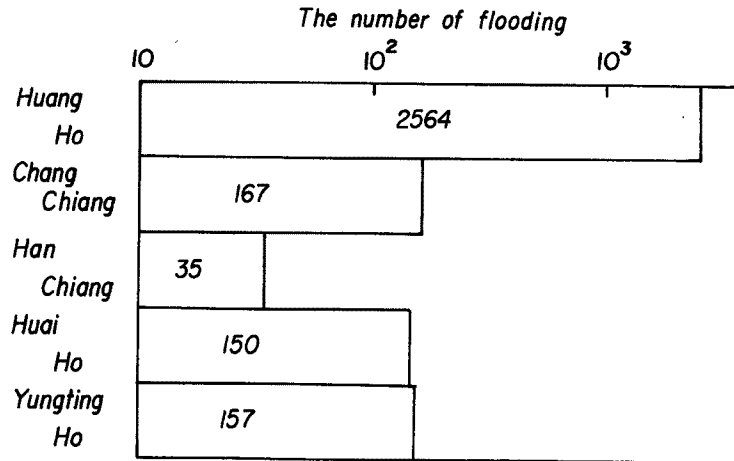


Fig. 4. The number of flooding in large rivers in China during the last 3000 years.

被害県数および記述漢字数の時系列データをまず作成し、それぞれについて解析した。その場合、記録の粗密の長期変化を考慮することや移動平均することとも考えられたので、一部試みたが、その結果の検討は次の機会に譲り、ここでは人為的な操作をしない場合のものを取り上げることにした。

3.3 気候資料などに認められる周期

(1) ブリュックナー周期 (35 年)

これは、1890年にBrücknerがカスピ海の水位から発見した周期と言われ、その後各地の気温や雨量などの観測値や経済現象に認められた有名な周期である。しかし、この周期は1625年にFrancis Baconがオランダの気候変動に存在することを見いだしており、いわばBrücknerによる追試と位置づけられている。

(2) 太陽黒点の各種周期

太陽活動を示す黒点などの変化から、次のような周期の存在が指摘されている。すなわち、11.1 (Schwabe cycle) のほか 22.2 (Hale cycle), 55 (Yoshimura cycle), 60, 90–95, 110 (Modelski cycle), 135, 200 の各年

(3) 年輪に見られる各種周期

わが国で見いだされている周期は、すでに佐藤ら²⁹⁾によって紹介されており、10以上の周期があるが、彼らの解析結果を含めて、複数の解析結果が一致する周期は、6年と700年に過ぎない。これは年輪と気候との関係の解析に適したアメリカの西海岸地方の半乾燥地帯に比べて、わが国の場合、年輪の成長に多くの因子が寄与しているためであるとも考えられている³⁰⁾。

(4) そのほかの周期

1470年以降の北京における降水の記録から、Hameedら³¹⁾は11年と18.6年の周期を見いだしている。後者は、月の対恒星交点逆行周期と一致している。また、高橋⁴⁾は『社会変動度』という指標を定義し、わが国の社会現象に見られる周期を調和分析によって求め、パワースペクトルのピークの大きい順に、80, 240, 24及び48年(240年の周期は解析法から考えて信頼性は明かでないとしている)が有意なことを示している。

4. わが国の自然災害の発生頻度特性

4.1 自然災害の発生頻度

(1) 巨大災害

古文書などから求めた巨大自然災害の発生時系列を Fig. 5 に示す。図中の数字は回数を、矢印は原因を示している。これから津波、地震、高潮および洪水は約 1400 年間で 20 から 30 回の発生を数える。これらの巨大災害の発生間隔を経年的に調べると、洪水や高潮の発生がある期間に集中しているのに対し、津波や地震は比較的等間隔に起きていることがわかる。この傾向は地域を限定すればさらに明らかになる。わが国の場合、津波のほとんどは近地性地震で発生しており、プレートテクトニクスでは説明できるといわれている。したがって、巨大地震の発生は自然災害の中では、かなり規則的に発生していることになる。古い時代から津波や高潮で大きな被害が出ていることは、当時からすでに海岸の沖積平野などの低平地に多くの人々が住んでいたことによるものであろう。その危険度であるが、大阪では津波と高潮のいずれの巨大災害についても、住民千人当たり 1 人以上となり、江戸時代末期までほとんどこの値が変わらないことがすでに明らかにされている³²⁾。

いずれの巨大災害も全国的には平均して 60 から 70 年に 1 度起きてきたことになる。なお、噴火については、近くに人口の密集した地域が無かったために回数が少なくなっているだけであり、ほかの災害に比べて安全というわけではない。

(2) 災害発生数の経年変化

Figure 6 は各種災害の発生件数の 10 年毎の累計の時系列である。これらの図と移動平均した結果とを合わせて考えると、それぞれの災害の多発期がおよそ次のように指摘できる。

- (a) 洪水; 9 世紀後半, 17 世紀後半, 18 世紀後半, 19 世紀半ばと後半
- (b) 高潮; 9 世紀後半, 12 世紀半ば, 17 世紀後半, 18 世紀前半と後半, 19 世紀前半
- (c) 干ばつ; 8 世紀半ば, 9 世紀後半, 15 世紀前半, 17 世紀後半から 18 世紀前半, 18 世紀後半から 19 世紀前半
- (d) 疫病, 飢饉, 大風, 長雨; 8 世紀後半から 9 世紀, 12 世紀半ば, 16 世紀前後, 17 世紀後半,

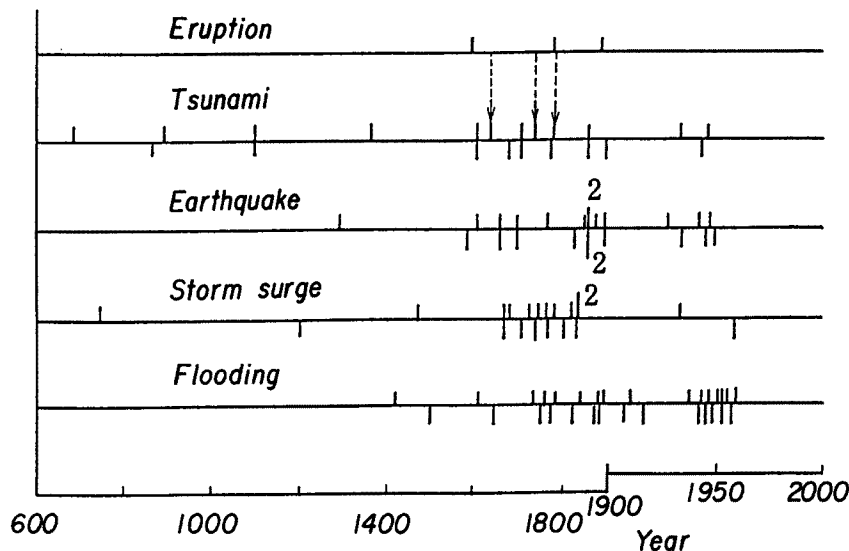


Fig. 5. Time-series of occurrence frequency of huge natural disasters (the number of death is more than 1000) in Japan.

18 世紀後半, 19 世紀
前半

これからわかることは, 各種災害の発生時期がかなり同じ時期に集中していることである。9 世紀後半の災害の集中は Fig. 1 の屋久杉の年輪分析からも予想されるものであり, また, 近世に入ってから災害の多発時期と前島らが指摘したわが国の小氷期の細分とよく一致している。このことから洪水の後の疫病, 長雨の後の飢饉というように, 異種の災害の連続のパターンが構成されているようである。したがって, これらの災害は気候変動と密接な関係にあるといえる。

(3) 災害発生周期性

Figure 7 は Fig. 6 に示した災害のパワースペクトルを求めたものである。これから, 発生頻度の少ない災害を除いて, 卓越周期は次のようである。

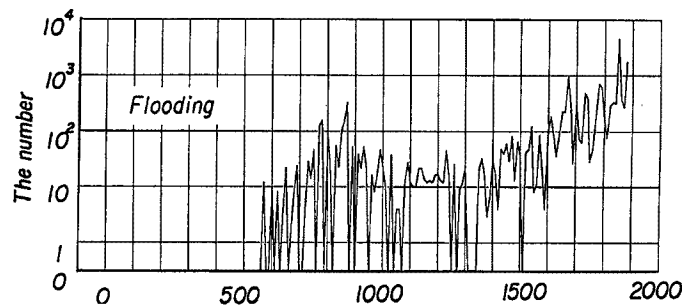
- (a) 洪水; 7.4, 13, 35,
55, 170 年
- (b) 疫病; 9.5, 18, 140 年
- (c) 長雨; 80 年
- (d) 飢饉; 11, 13, 18,
26, 50 年

これから, 洪水でブリュックナー周期とその約 5 倍周期, 疫病と飢饉で 18 年の周期が見いだせたほか, 前述したほかの周期は見あたらない。この原因の 1 つには, 各災害とも件数が十分多くないことがまず挙げられよう。さらに, 中世には政権が安定していないこともあって, 古文書などの記録が少なく, 災害の件数にそのものに反映されたことによるであろう。

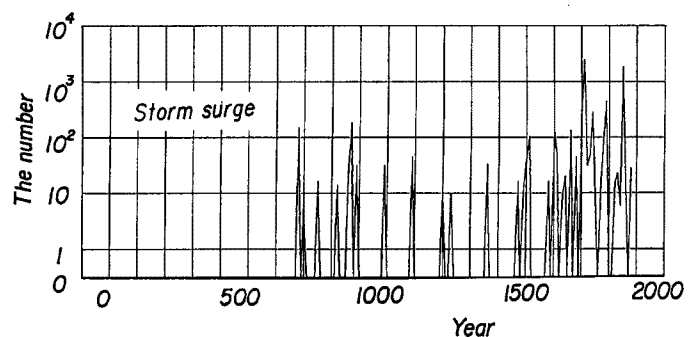
5. 中国の自然災害の発生頻度特性

(1) 巨大災害

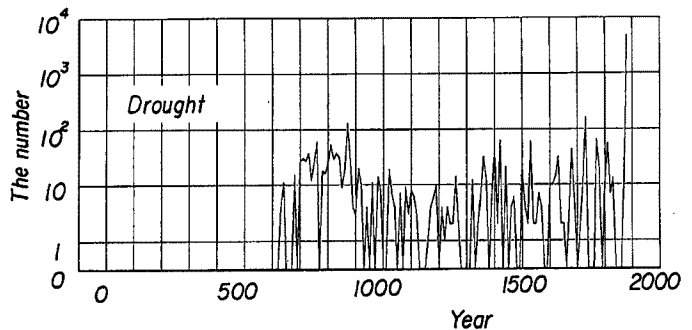
Figure 8 は洪水, 干ばつおよびそ



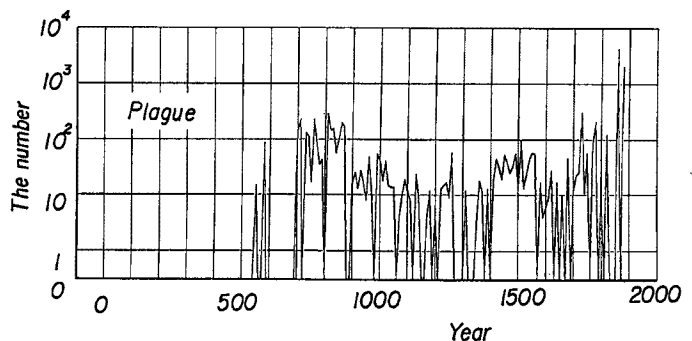
(a) Flooding



(b) Storm surge

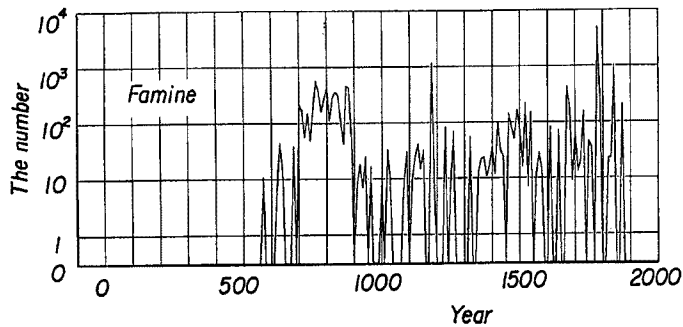


(c) Drought

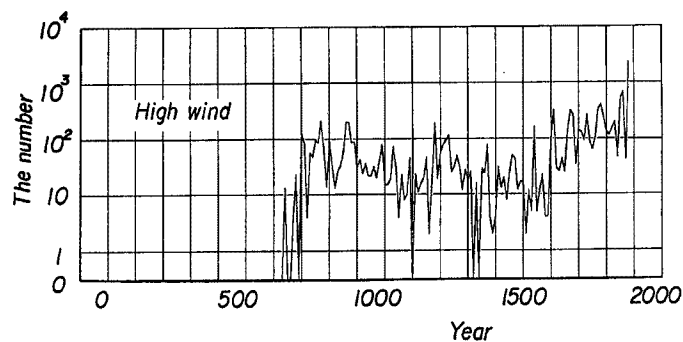


(d) Plague

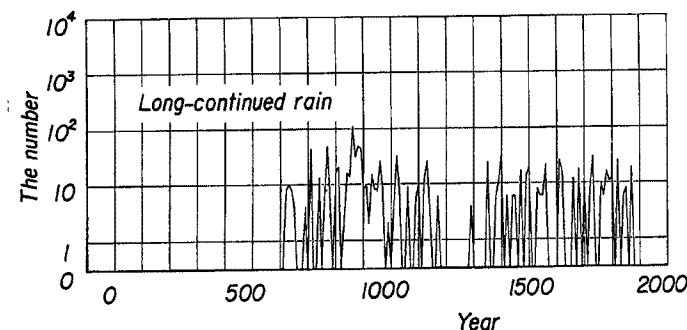
Fig. 6. (Continued).



(e) Famine



(f) High wind



(g) Long-continued rain

Fig. 6. Changes in the occurrence number of natural disasters in Japan.

のほかの災害として定義されている数の多いいなどなどの虫害や疫病が流行していることがわかる。このようなよい一致が認められる背景として、気温変化の推定が洪水や干ばつの回数や被害規模の大きくなる黄河流域を中心に行われていることや、被害の地域が県単位以上であることから、ある規模以上のものが選択された結果が反映された影響とみなせよう。いずれにしても、中国の自然災害の発生は長期的な気候変動とよく対応しているといえる。

(3) 災害発生の周期性

Figure 10はFig. 9に示した災害のパワースペクトルを求めたものである。ただし、件数以外に被害県数（地域数）や記述語数についても示してある。図中のA、WおよびDはそれぞれ被害地域数、記述語数および災害発生数を表わしている。これから認められる卓越周期は、次のようである。

のほかの災害の3つに災害を分類し、各10年毎の発生数、被害県数および記述語数の上位20、すなわち上位1%程度に相当する規模までを図示したものである。これから、規模の大きな災害はこれら3つの指標とも大きくなる可能性があるという条件のもとで、該当する期間を調べると、次のようになる。

(a) 洪水；11世紀前後、13世紀初頭、14世紀、17世紀半ばから18世紀

(b) 干ばつ；14世紀前半、17世紀半ばから18世紀

(c) そのほかの災害；2世紀前半、14世紀前半

これからわかるように、大規模な洪水と干ばつの発生時期はかなり重なっている。Figure 2と比較して、とくに14世紀以降の洪水や干ばつの集中期と低温期が一致していることが認められる。

(2) 災害発生数の経年変化

Figure 9は洪水、干ばつおよびそのほかの災害の3種について各10年単位の累積発生件数をまとめたものである。Figure 2のChuによる気温変化を示す曲線と比較すれば、いずれの災害についても时期的な小差はあるものの、平均気温の変化と災害発生件数との間に極めてよい対応が認められる。すなわち、気温の低下時期に洪水や干ばつが発生し、それに伴って、そ

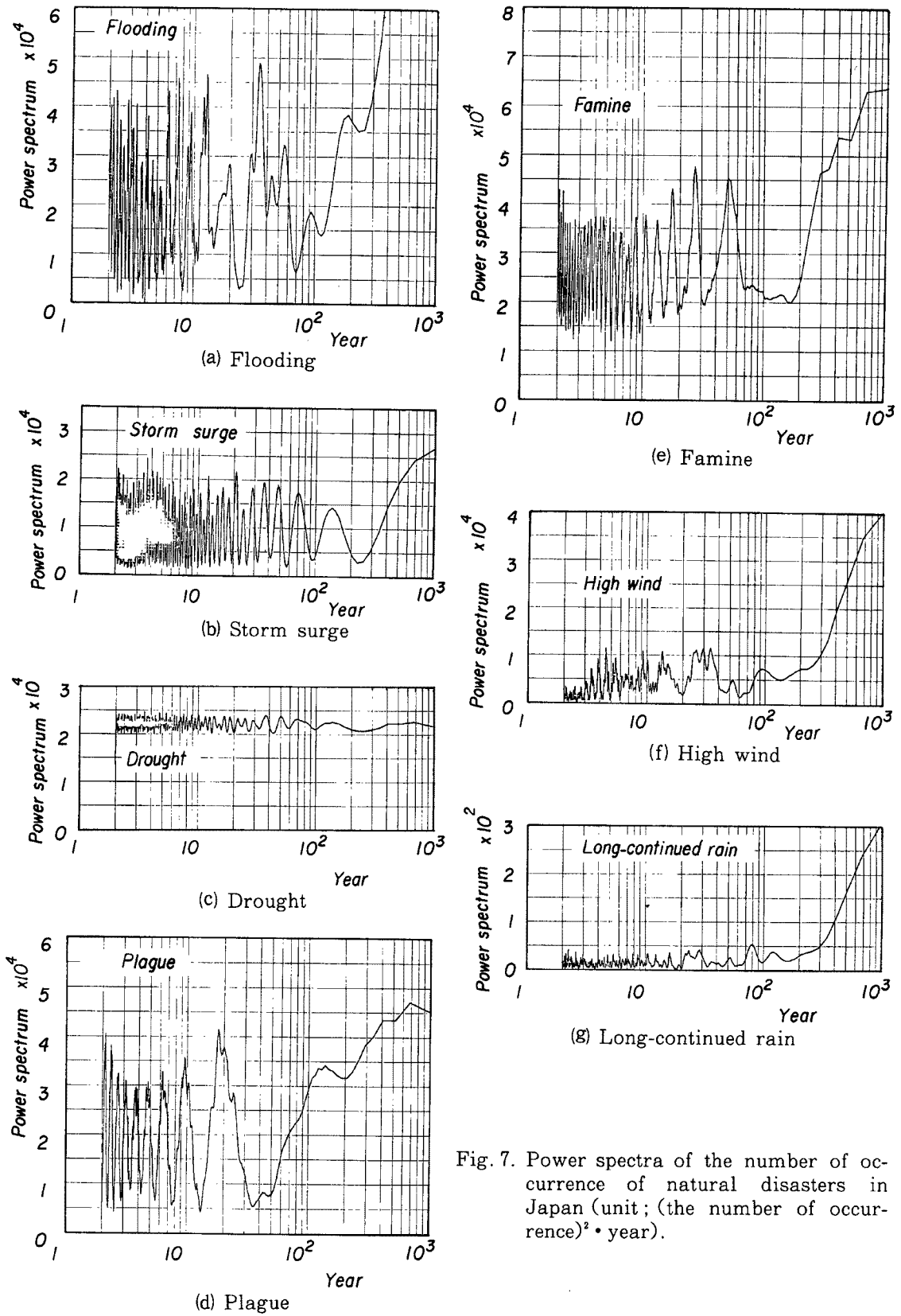


Fig. 7. Power spectra of the number of occurrence of natural disasters in Japan (unit; $(\text{the number of occurrence})^2 \cdot \text{year}$).

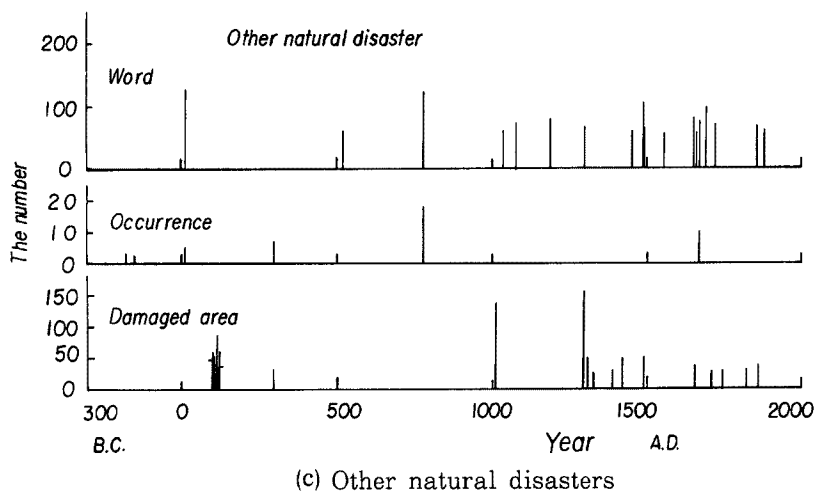
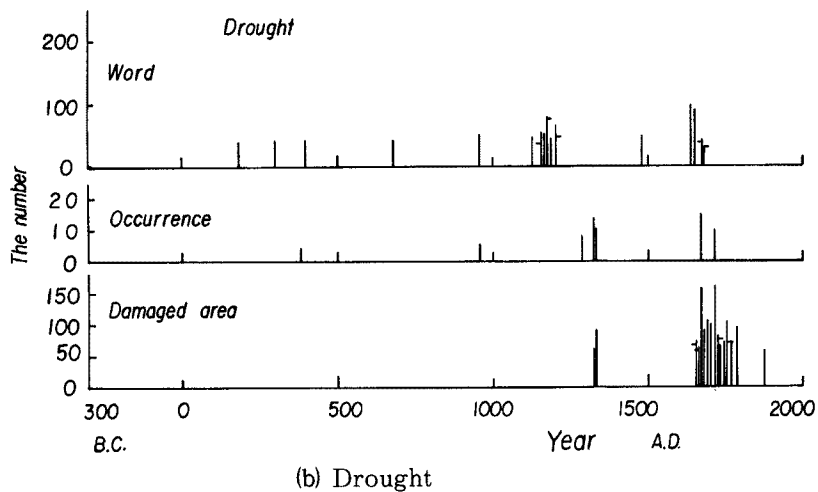
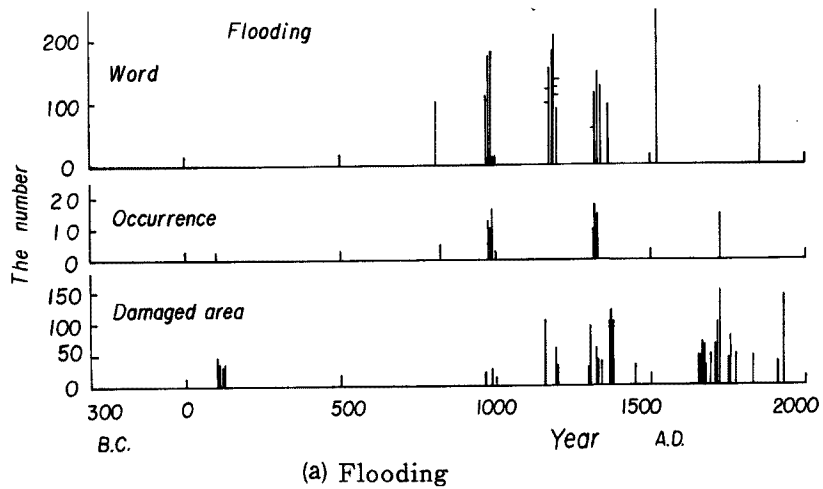
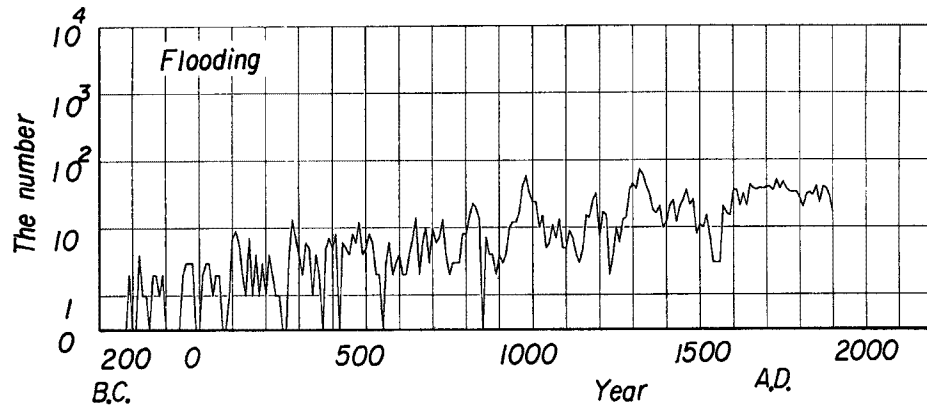
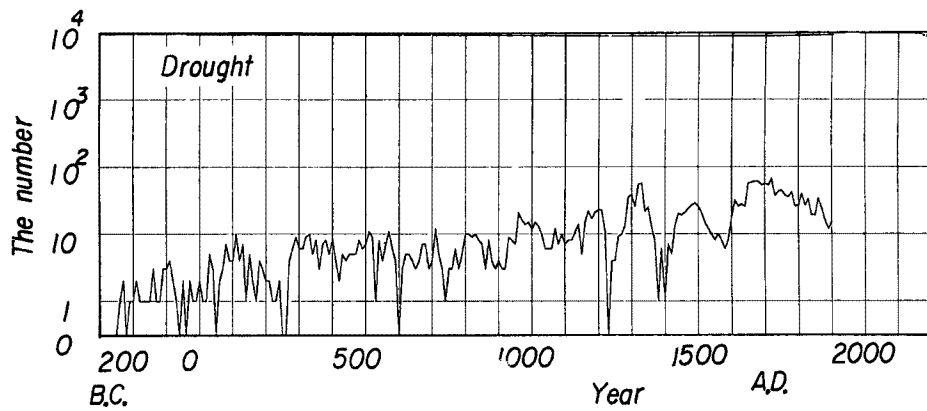


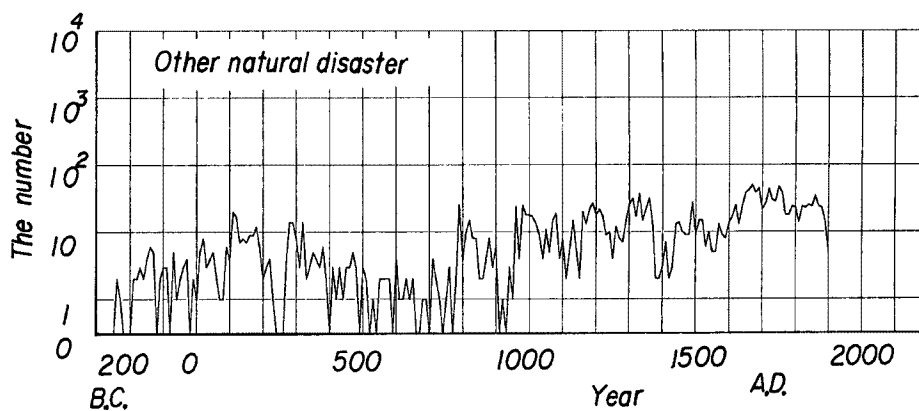
Fig. 8. Historical changes of the top twenty groups of number of occurrence of natural disasters (flooding, drought and other disasters), their damaged areas and words in documents which explain disasters in China.



(a) Flooding



(b) Drought



(c) Other natural disasters

Fig. 9. Time history of the number of natural disasters in China compiled in every ten years period.

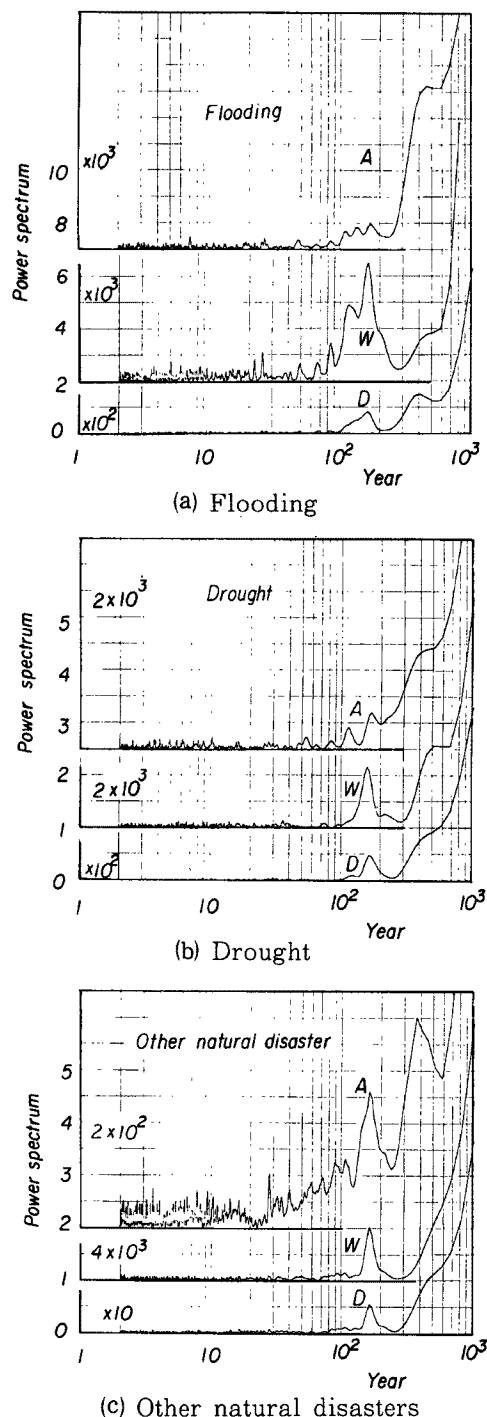


Fig. 10. Power spectra of the number of disaster occurrence (D), damaged areas (A) and words (W).

- (a) 洪水; 1) 件数: 170, 400 年
2) 地域数: 110, 170 年
3) 記述語数: 170, 450 年
- (b) 干ばつ; 1) 件数: 170 年
2) 地域数: 110, 170, 450 年
3) 記述語数: 170, 400 年
- (c) そのほかの災害; 1) 件数: 170 年
2) 地域数: 170, 380 年
3) 記述語数: 170 年

これから、各災害に共通してブリュクナー周期の約5倍にあたる170年周期がはっきり存在していることが認められる。これ以外に、太陽黒点のModelski周期(110年)と400から450年程度の周期もあるようである。このように、わが国に比べて明白な卓越周期が存在するのは、前述した理由のほかに、解析対象期間が約2300年間と長期であり、かつ発生件数が多いことが挙げられよう。

以上、わが国と中国における災害の発生特性の解析から、気象に起因する災害の発生は、洪水と干ばつという相反する性質の災害であるにもかかわらず、小氷河期を含む長期的な気候変動とよい一致を示すとともに、その発生は両国に共通して短期的なものよりも長期的な周期が卓越しており、とくにブリュクナー周期の約5倍に相当する170年が顕著であることがわかった。

6. 自然災害発生と社会環境の関係についての一考察

これまでの検討から、わが国と中国の自然災害の長期的な変化には類似性が認められることを示してきた。しかし、自然災害は外力の特性のみによって被害が決定されるのではない。極論すれば、人が住んでいなければ災害にはならないのである。たとえば、Figure 11はわが国と中国における巨大高潮災害の発生時系列を比べたものである。史料の信頼性に問題があるので死亡人口の多寡は比べないことにして、それぞれの発生時期があまり合っていないことがわかる。これはわが国では江戸時代以降、高潮危険地帯に都市が発達したのに対し、中国ではそのような明らかな傾向がなかったことに起因していよう。洪水の発生件数についても、Fig. 12に示す

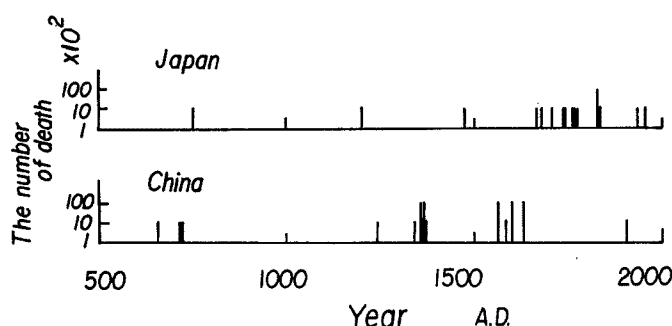


Fig. 11. Occurrence frequency of huge storm surge disaster in Japan and in China.

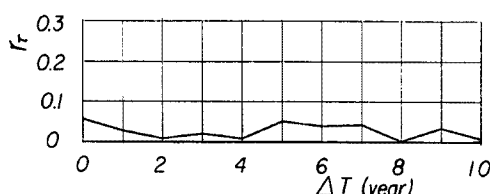


Fig. 12. Serial correlation coefficient of occurrence of flooding in Japan and in China.

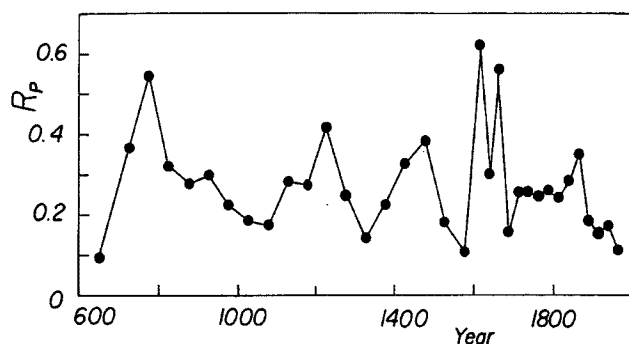


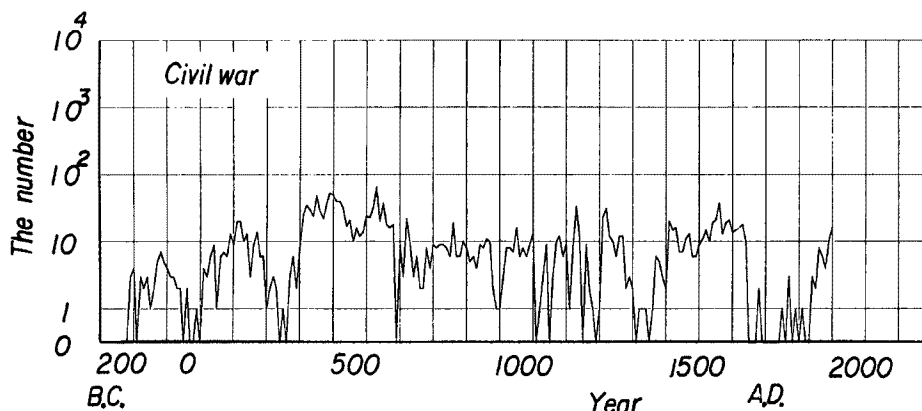
Fig. 13. Historical changes of the ratio R_p (the number of the occurrence of storm disasters which include flooding, storm surge, tsunami and high wind per one million residents and 10 years period).

ように相互相関係数は極めて小さい。この事実は、単純に気候変動のみから災害の発生特性を追求しても、限界があることを示唆している。

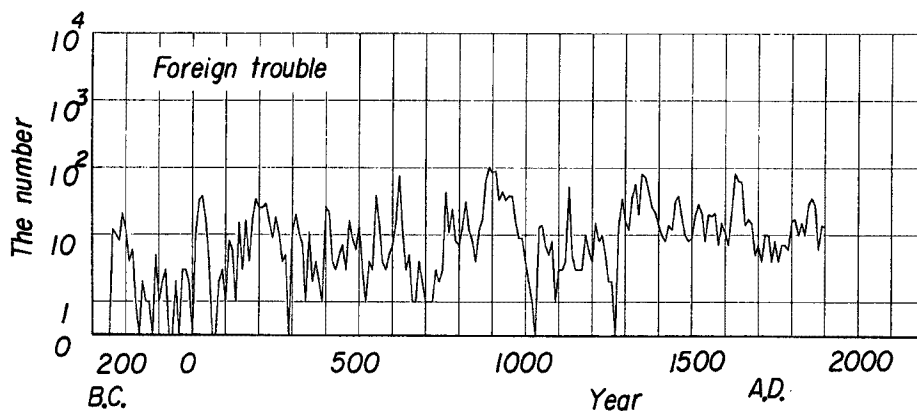
冒頭に述べたように、この種の研究の目標は災害の発生法則を見いだすことであるから、それについて若干考察してみよう。Figure 13は縦軸に人口100万人、10年当りのわが国における風水害発生件数を取ったものである。これから、短期的な変動が消え、240あるいは480年程度のはっきりした周期性が見いだされる。前者は高橋⁴⁾が存在の可能性を示唆したものであって、社会の変動性と関係しているとしている。図中、17世紀は江戸時代に入って人口急増期になっているにも拘らず（つまり、 R_p の計算において分母が大きくなる）、むしろ風水害の発生割合が増えている。これは当時の人口の急増が江戸、尾張、大坂を中心とした沖積平野とその干拓地に集中したことが大きく寄与していると考えられる。すなわち、社会環境が激変し、災害危険地帯に居住するようになったために蒙った災害といえる。

これに関連して、中国の社会状況の変化と自然災害との関係について検討してみる。これについてはすでにLeeの成果を速水³⁾が紹介しているので、もう少し定量的に示してみよう。Figure 14は前述した内乱と外患の発生件数の経年変化である。これらと平均気温の変化を示すFig. 2と比較すると、100年以降、外患の発生件数と平均気温との間にか

りの相関性が認められる。すなわち、前述したことと合わせて考えると、次の図式が成り立つようである。気候が悪くなり洪水や干ばつが多発するようになると、人々は疲弊し、また国家も不安定になるので、外敵に侵入の機会を与えてしまうわけである。もしこの仮説が成り立つのであれば、外患の発生に170年の周期が現れると思われる。そこで、それぞれのスペクトルを示したものがFig. 15である。これから内乱には200年と350年に小さなピークが認められ、外患には140、220および370年の周期が存在することがわかる。ここでは示さなかったが、140年と220年の両周期は被害県数や記述語数にもはっきりと認められる。この事実はここで述べた仮説の妥当性をただちに証明するものではないが、内乱に比べて外患にはっきりした周期性があることや、170年という中国の災害発生の卓越周期の周辺に似たような周期があることは、必ずしも相関性の否定にはならないと考えられる。



(a) Civil war



(b) Foreign trouble

Fig. 14. Time history of the number of civil war and foreign troubles in China compiled in every ten years period.

ここで示した方法は、既存の解析法を適用したものであるけれど、史料次第では、ごく一部ながらも自然災害発生の法則性があることを示してくれていると思われる。

7. 結 語

ここでは、わが国 1400 年、中国 2400 年間の災害史料を用いて、とくに気候変動との関係でその発生特性を検討した。その結果、スペクトル解析などから中国の洪水や干ばつの発生はブリュクナー周期の約 5 倍の 170 年の周期に従っていることを明らかにした。わが国の同種の史料には、件数の少なさや中世の政治動乱による古文書数の減少や逸散などのために、この

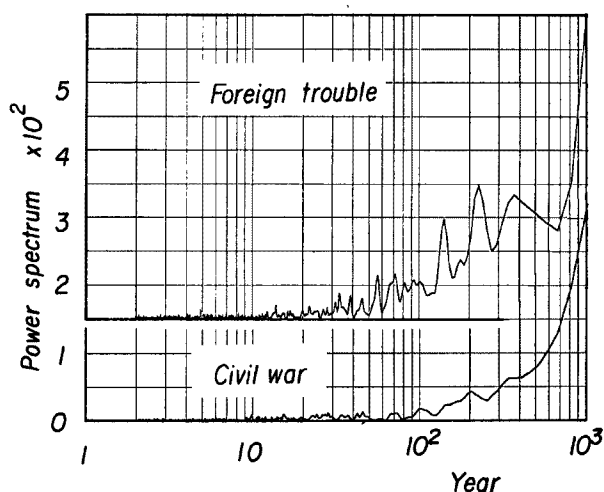


Fig. 15. Power spectra of the numbers of Civil war and foreign trouble in China.

ような明らかな周期性は一般に認められないが、洪水などの一部の災害に存在するようであることがわかった。したがって、長期的にはこれらの災害発生は気候変動に依存し、低温期、とくに小氷期に規模が大きくなると共に、発生件数も多くなったことを示した。そして、災害の発生には社会環境が大きく関係することを、あるいは災害の発生が社会環境を変えることにつながることを示唆した。

これらの成果を積み重ねて、中島³⁹⁾にならって、『自然災害の生態史観』に結びつけたいと考えている。本論文で示した解析は、かなり以前から行いたいと考えていたものであった。しかし、わが国の災害史料は手元にあったものの、長期的な解析を行うには記録年数と発生件数から考えて中国のものも考慮する必要があると思い、機会がある毎に中国の災害に関する文献を探し、また訪中した周りの人達にも依頼した。そうした執念が功を奏したのか、偶然『中国歴代天災人禍表』という12分冊の和綴の漢籍に出会うことができた。それから2年目にしようやく計算機のファイルに情報を入力し、ここで示した解析を行うことができた。しかし、さらに解析を続けるためには、やはり中国の人と協同研究の形で進めることが必須で、史料の内容把握はもとより中国の地理感覚もおぼつかない現状は心寒いばかりであるというのが偽らざるところである。

なお、本研究は重点領域研究による研究成果の1部であることを付記して感謝する。

参考文献

- 1) 福岡正巳：災害の歴史的考察，カラム，31号，1969，p.16.
- 2) 鄭 肇経（田邊 泰 訳）：支那水利史，大東出版社，1941，308 p.
- 3) 速水頌一郎：西紀1650年—暗黒から黎明の時代，京大防災研年報，第10号A，1967，pp.1-11.
- 4) 高橋浩一郎：生存の条件，毎日新聞社，1973，317 p.
- 5) 山本武夫：気候の語る日本の歴史，そしえて，1976，244 p.
- 6) 気象研究ノート：特集（日本とその周辺の高気候の復元），第147号，1983，117 p.
- 7) 河村 武編：気候変動の周期性と地域性，古今書院，1986，304 p.
- 8) 東京天文台編纂：理科年表，丸善，1979.
- 9) Domros, M. and G. Peng: The Climate of China, Springer-Verlag, 1988, 360 p.
- 10) 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.
- 11) 荒川秀俊：気候変動論，地人書館，1955，97 p.
- 12) 前島郁雄・田上善夫：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，1983，pp.81-90.
- 13) 吉野正敏：世界と日本の古気候，気象研究ノート，第147号，1983，pp.3-20.
- 14) Chu Ko-chen: A preliminary study on the climatic fluctuations during the last 5,000 years in China, Scientia Sinica, Vol.16, No. 2, 1973, pp.226-256.
- 15) Academy of Meteorological Science, State Meteorological Administration of China: Yearly Charts of Dryness/Wetness in China for the Last 500-year Period, Map Press, 1981, 332 p.
- 16) 阪口 豊：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（5月号），1984，pp.18-36.
- 17) Schove, D.J.: Solar cycles and the spectrum of time since 200 B.C., Ann. New York Acad. Sci., Vol.95, 1961, pp.107-123.
- 18) 前島郁男：歴史時代のヨーロッパの気候—小氷期を中心として—，地理，第22巻，第11号，pp.36-46.

- 19) Fairbridge, R. W.: Little ice age, In: J. E. Oliver and R. W. Fairbridge (Editor), The Encyclopedia of Climatology, Van Nostrand Reinhold Com., 1987, pp. 547 - 550.
- 20) 三上岳彦: 18世紀末における日本の気候復元—中国との比較を中心にして—, 気候変動の周期性と地域性 (河村 武編), 古今書院, 1986, pp. 244 - 264.
- 21) 荒川秀俊: 飢饉, 教育社歴史新書, 1979, 201 p.
- 22) 水越允治: 近畿・東海地方における近世の気候復元—とくに乾湿条件について—, 京大防災研年報, 第28号B-2, 1985, pp. 121 - 132.
- 23) 水越允治: 近畿地方における19世紀以降の気候変動, 気候変動の周期性と地域性 (河村 武編), 古今書院, 1986, pp. 265 - 282.
- 24) 小鹿島 果編: 日本災異志, 思文閣, 1894, 980 p.
- 25) 日本気象史料, 中央気象台・海洋気象台編集, 1939, 770 p.
- 26) 桑田忠親監修: 日本史分類年表, 東京書籍, 1984, 685 p.
- 27) 陳 高傭 編: 中国歴代天災人禍表, 1941, 1681 p.
- 28) 福田秀夫・横田周平: 黄河治水に関する資料, コロナ社, 1941, 251 p.
- 29) 佐藤忠信・八嶋 厚・田中 琢: 木曾檜の年輪を用いた長期的気候変動特性の抽出, 京大防災研年報, 第30号B-2, 1987, pp. 191 - 202.
- 30) 岡 秀一・宝月拓三: 北米の気候変動と年輪気候学, 地理, 第28巻, 第11号, 1977, p. 48 - 59.
- 31) Hameed, S. et al.: An analysis of periodicities in the 1470 to 1974 Beijing precipitation records, Geophys. Research Letter, Vol. 10, No. 6, 1983, pp. 436 - 439.
- 32) 河田恵昭: 大阪における水災害の歴史的変遷, 日本気象学会関西支部夏季大学テキスト, 1988, pp. 13 - 42.
- 33) 中島健一: 河川文明の生態史観, 校倉書房, 1977, 242 p.