

都 市 水 害 論 (5)

——明治時代以降の災害(1)——

土屋 義人

NATURAL WATER DISASTERS IN URBAN AREAS (5)

——Disasters in the Period from Meiji Era and Their Changes (1)——

By *Yoshito* TSUCHIYA

Synopsis

In the 5th report, natural water disasters in the period from the Meiji era to mainly the year of 1965 AD and their changes are investigated in relation to changes in climate as natural abnormal forces and social environment in the period. In the changes in climate brief considerations are made on changes in solar activities in terms of sunspots and temperature differences on land areas and at sea surface in the northern hemisphere, as well as number of typhoons generated and landed in the Japanese islands. And in the change in social environment in the period, their indexes are taken as rice and iron production rates and their population rates and the Japanese total population. It was considered that there exists a periodicity in their time revolution of which the period is nearly 50 to 60 years as recently stated by Sherman (1985).

By use of Saito's chronological table of natural disasters, remarkable water disasters which resulted in human damage were listed for the period from 1700 to 1965 AD in terms of the number of dead and unknown persons for every year, two and five years, as well as their risk to life. It was verified in the historical change of occurrence number of natural water disasters and number of lost persons that their time sequences are slightly different, and that they and the risk to life in the disasters have shown remarkably in some periods showing a periodic occurrence of which the period is nearly 50 to 60 years. By use of the rearranged data of number of lost persons for every five years in the period between 1700 and 1965 AD, it was also shown clearly that the remarkable water disasters take place to concentrate in some periods showing clearly a periodic occurrence of which the period is very close to 55 years being the so-called Yoshimura cycle in the solar activity. Finally, application of the logistic equation to hindcast the total population growth resulted in the fact that three stages exist in the period very clearly, and they correspond to the periodic occurrence of water disasters in the transition period.

緒 言

近世を通じて、人類は進歩と発展の時代を経たが、いまや人類と地球との相互作用が大きな問題になってきており、今後は少なくとも量的には拡大と増加のない平衡状態の世界になり、人口もほぼ一定した状

態で人類は長く生存し、質的に変化していく以外に道はないと渡辺⁹⁰⁾は述べている。一方、根岸⁹¹⁾の文明論によれば、人類は宇宙の法則に支配されるといわれる。たとえば、文明の興亡においては明らかな周期性が存在し、村山⁹²⁾による東の文明、西の文明の約800年ごとに交互生起する文明波として伝ばんするといわれる。そして、史実によれば、各文明は最高の思想、哲学、宗教、科学を達成して後に崩壊するかのようであり、事実東西いずれの文明もその時期に、なんらかの内乱、外乱によって崩壊している⁹¹⁾。このような文明の興亡の波において、自然災害がどのように関与してきたかを論ずることは、人類と地球環境との相互作用を究明するという大きな意義があるだけでなく、その過程において人類と自然災害との関係の追求、さらには自然災害の予測法の確立においても、きわめて有意義であると思われる。

自然災害の生起は歴史的にも異常な自然力の生起に関係してきたが、そこには自然力の生起における時間スケールに大きく依存することはいうまでもなく、またそれは人間社会の構造に密接に関係してきた。この都市水害論においては、この事実を長期、短期の時間スケールにおいて明らかにしてきたところである。この場合、異常な自然力の生起には、多くの場合、それは大局的には太陽活動と関係し、局所的にはより小さい空間スケールの現象と関連するが、一般にはきわめて明確な周期性や卓越する傾向を見いだすことができる。従来、この事実については、高橋^{49, 93)}によって詳細に論ぜられてきたが、災害資料の取り扱いや自然力の表示などにおいて、なお工夫するべきところがあるように思われる。

本文では、時間スケールとして100年をとりあげ、とくに明治時代以降の風水害を対象とし、その変遷と社会構造との関係を明らかにしようと思う。この場合、使用する災害年表としては、主として斉藤⁹⁴⁾による気象災害年表を用い、1850年より1965年までの期間を対象とする。それ以降現在に至る期間については、最近の災害資料を整理中であるので、その続報として追加することとする。この期間における被災規模としては、多くの場合死者数（行方不明者を含む）が判明しているので、それを被災の指標とし、また人口との比で表される死亡リスクも有意義な指標の1つとなる。統計上、2年または5年の期間を指定して、それらの期間ごとに死者数および死亡リスクの変遷を調べ、太陽活動や気候変動などとの関連において社会の構造または環境との関係で考察する。この場合、社会の構造または環境の指標としては米および鉄の生産量を取りあげ、それらの変遷とそこに存在する周期性に着目し、風水害の発生件数のみならず、死者数、死亡リスクの変遷との関係を考察する。このような研究を通じて、自然の外力の生起と人間活動の関係から、都市化された社会構造での災害予測に役立つ何らかの法則性を歴史的事実として見いだそうとするものである。

8. 明治時代以降の災害（とくに、1965年まで）

これまでタイムスケールとして、1万年（縄文時代より現代まで）、2000年（弥生時代以降のいわゆる歴史時代）、および300年（江戸時代）を取りあげ、自然環境としての外力的要因、社会構造とその変遷との関係で風水害の変遷について考察してきたが、ここではさらに短いタイムスケールとして100年を対象とし、明治時代以降について考察する。この時代は、明治維新以降いわゆる西欧文化の流入にともない、わが国は工業化の波に洗われ、これまで経験したことのない社会の急激な発展をとげてきた時代である。ただし災害資料としては主として斉藤⁹⁴⁾による災害年表（1965年まで）によって考察する。

8.1 自然環境としての外力的要因

まず、この時代における太陽の活動状況から述べれば、Fig. 93に示すようになる。すなわち、これは太陽黒点の変動であり、それを相対黒点数（ウオルフ数）で表しあるが、そこには明確な11年周期のウオルフ周期とその2倍の22年の周期性、すなわち太陽磁気サイクルも存在し、最近ではさらにその5倍に相当する55年の周期性として、いわゆる吉村サイクル⁹⁵⁾も太陽活動として存在するので、それも併せ

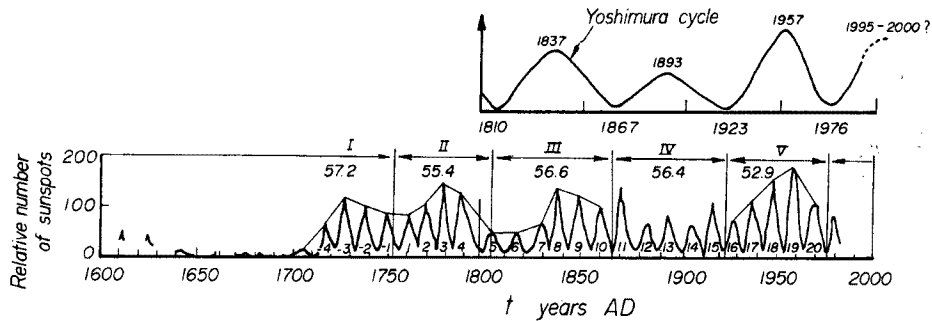


Fig. 93. Changes in sunspots and Yoshimura cycle in solar activity.

で示してある。このような太陽活動の周期性が人間社会にどのように影響するかについては多くの研究があるが、とくに桜井⁹⁶⁾によれば、太陽活動の大変動が人類史において、とくに経済活動の停滞やペストの流行などに大きな影響を及ぼしてきたことが明らかにされている。また、その経済活動への影響については、嶋中⁹⁷⁾によるものがあり、太陽活動の周期性との関係を考察している。しかし、風水害など災害の変遷との関係については、古くその周期性としていわゆる 33 年のブリュックナー周期の存在が示され、また最近河田⁹⁸⁾は中国の風水害の変遷を調べ、120 年の周期性の存在を見いだしている。ここでは、太陽活動との関係でわが国の風水害の変遷において社会活動との関係から、果たしてどのような周期性が見いだされるか検討することになる。

つぎに、Fig. 94(a) および (b) には、それぞれ明治時代以降を中心とする北半球の地上気温の平年偏差の経年変化⁹⁸⁾および河田¹⁰⁰⁾による台風の発生数 (N_{Tg}) および上陸数 (N_{Ti}) を示す。ただし、河田も述べているように、台風発生数の古い時代の資料は当時の観測体制から十分な資料ではないと思われる。Fig. 95 には、Folland & Parker⁹⁹⁾ による北半球の海面水温（実線）および夜間の海上気温（破線）を示す。さらに、Fig. 96 には（財）日本気象協会¹⁰¹⁾による資料から 1940 年以降の台風発生数および上陸数の経年変化を示す。これらの図から、台風を中心とした風水害の外力の経年変化について、つぎのよう

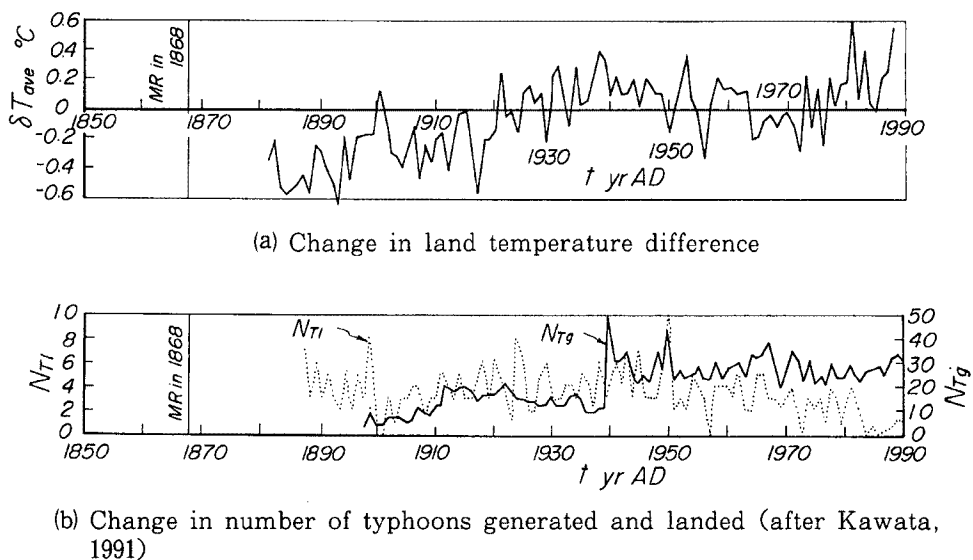


Fig. 94. Changes in land temperature difference in the northern hemisphere and number of typhoons generated and landed.

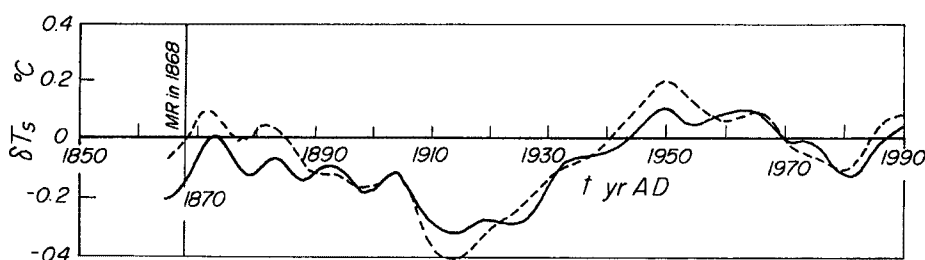


Fig. 95. Changes in water temperature difference and air temperature difference at the sea surface in the northern hemisphere (after Folland and Parker, 1988).

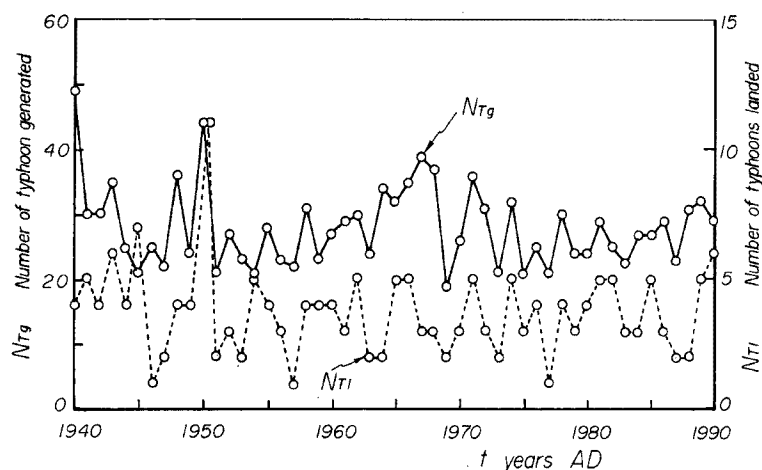


Fig. 96. Change in number of typhoons generated and landed since 1940 years AD.

に考察することができる。まず、Fig. 95 と Fig. 96(b) とを比較すると、地上気温の偏差は海面温度の変化とかなり関係することがわかり、とくに 1920 年ころの海面気温が低下しておったところには地上気温も低下していたこと、および 1940 年から 1950 年ころの海面温度の高いときには地上気温もかなり高くなっていたことなどは注目に値する。すなわち、この期間には根本¹⁰²⁾が述べているように、1690 年より 1740 年までのいわゆる元禄、宝永小氷期で 1720 年ころまでは冬期きわめて寒冷、多湿で、夏期には冷涼多雨あったといわれ、さらに 1780 年より 1850 年までのいわゆる寛政、天保小氷期にはとくに 1820 年以降には冬期きわめて寒冷、多湿で、夏期には冷涼多雨の気候であったといわれるが、それらの一端を知ることができる。そして、その間は比較的暖かい時期であったようである。

一方、太陽活動において黒点数が極大期になると、太平洋高気圧が一つにまとまり、その中心が北偏する傾向があり太平洋高気圧の縁辺が東に偏るので、台風の発生は東に寄り、その経路も東寄りとなるといわれる。これに対して極小期には台風の発生位置も西方に偏るようである。越智¹⁰³⁾は Fig. 93 に示した太陽の相対黒点数とわが国に上陸した台風との関係を調べ、Fig. 97 を示し、黒点数の極大期にはとくに猛烈な大型台風が東日本に來襲し、極小期には西日本に來襲していることを明らかにしている。このことに対して、最近の台風の経路を調べた気象庁の結果も相補的である⁹⁹⁾。また、最近における台風の発生数および上陸数の経年変化を示した Fig. 96 によれば、前者には約 30 年の周期性がみられるようであるが、後者にはむしろ Fig. 93 に示した吉村サイクルにおいて変動が極大になる少し前当たりで上陸数が増加しているようにみうけられる。とくに、1950 年の前後では台風の発生数、上陸数も増加しており、最近ま

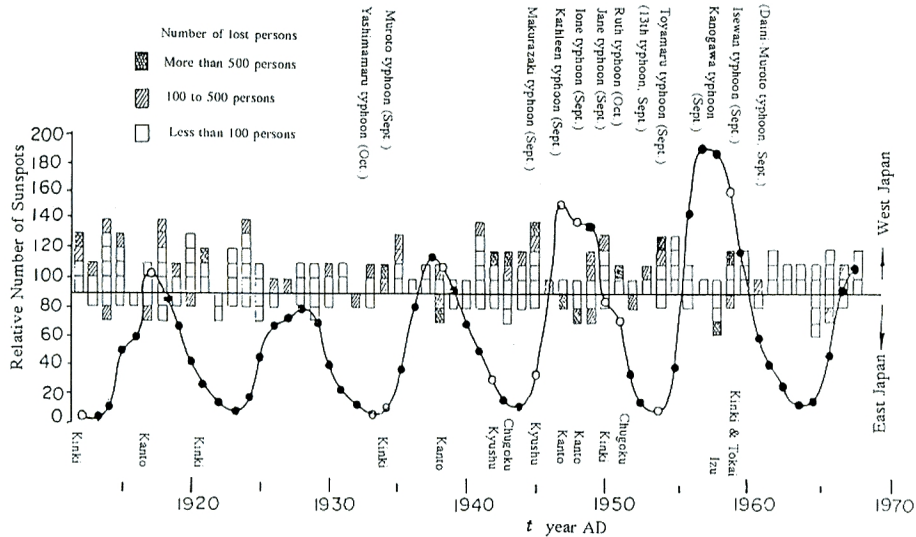


Fig. 97. Relation between Wolf sunspots and typhoons landed in Japanese islands (after Ochi, 1968).

たそのような傾向に移るようになりうけられる。

8.2 社会構造とその変遷

江戸時代がいわゆる米社会であったので、それを引き継ぎ明治時代はやはり社会の主体は米作が主産業の一つであったが、西洋文明との交流が盛んになるにつれて、工業化社会へと急速に移行した。この期間では、わが国ははじめて他国との大規模な戦争を経験してしまった。この社会をどう表現するかは大変難しいけれども、ここではそれを代表する指標として、人口の変化のほか米および鉄の生産量とをとりあげ、それらの変遷を考察し、気候変動または災害との関係进行研究する基盤条件としたい。

まず、**Fig. 98**にはこの時代の人口 (N) の経年変化とともに、農林省累計統計表¹⁰⁴⁾により、全国米生産量 (H_A)、人口一人当たりの米生産量 (H_A/N) の変化も図示してある。ただし、図中にはこのほか米作耕作面積 (A_h) とそれによる単位面積当たりの米生産量 (H_A/A_h) の経年変化をも示してある。これによれば、明治初期より米生産量は全体的には急速に伸びたが、それは耕地面積の増加を上回る単位収穫量の増加が得られたことによることはいうまでもなく、それは米作技術の進歩に拠っている。それらの経年変化をみると、著しい変動の存在を認識すべきである。それはまさに気象条件に左右された結果であり、そこには大風水害がその原因となっているものもある。ただし、戦後における米生産量の減少はいうまでもなく生産調整によるものであるが、それでもその変動は大きく気象災害に関係している。この図において、とくに強調したいのは人口一人当たりの米生産量である。すなわち、そこには図中に示すように3つの stages が存在する。それらは明治初期の1890年ころまで（ここではこれを E_1 -stage という）、明治の末期から1920年ころまで（ここでは E_2 -stage という）、および第2次大戦以後1970年ころまで（ここでは E_3 -stage という）の3つであり、それらの stages はしばらく継続するが、必ず変動し、停滞する傾向を示す。そして、それらの期間はおおよそ50年から60年でつぎの stage へ移行していることに注目すべきである。そして、それらの stages における米生産量の増加割合は米社会が主体であった明治初期がもっと著しく、工業化が進むに従って減少したことがわかる。

つぎに、鉄鋼協会¹⁰⁵⁾による資料から鉄生産量 (P_F) とその人口一人当たりの鉄生産量 (P_F/N) の経年変化を人口の変化とともに **Fig. 99** に示す。まず、この図にも人口一人当たりの米生産量の場合と同様にそこには3つの stages が極めて鮮明に現われていることがわかる。ただし、このうち E_1 -stage の資料

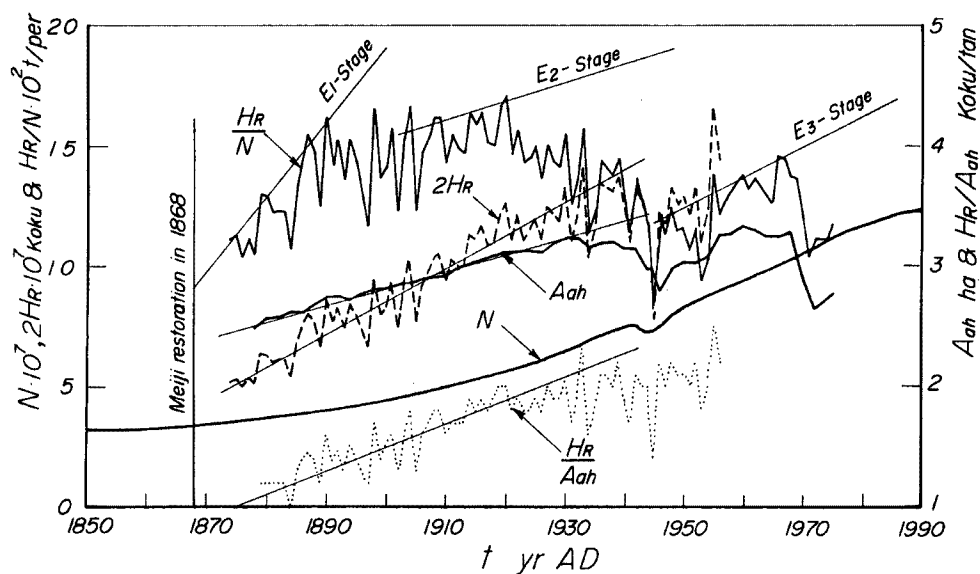


Fig. 98. Historical changes in rice production rate (H_R), its production rates per unit area (H_R/A_{ah}) and per person (H_R/N), total cultivated area (A_{ah}) in relation to total population growth (N).

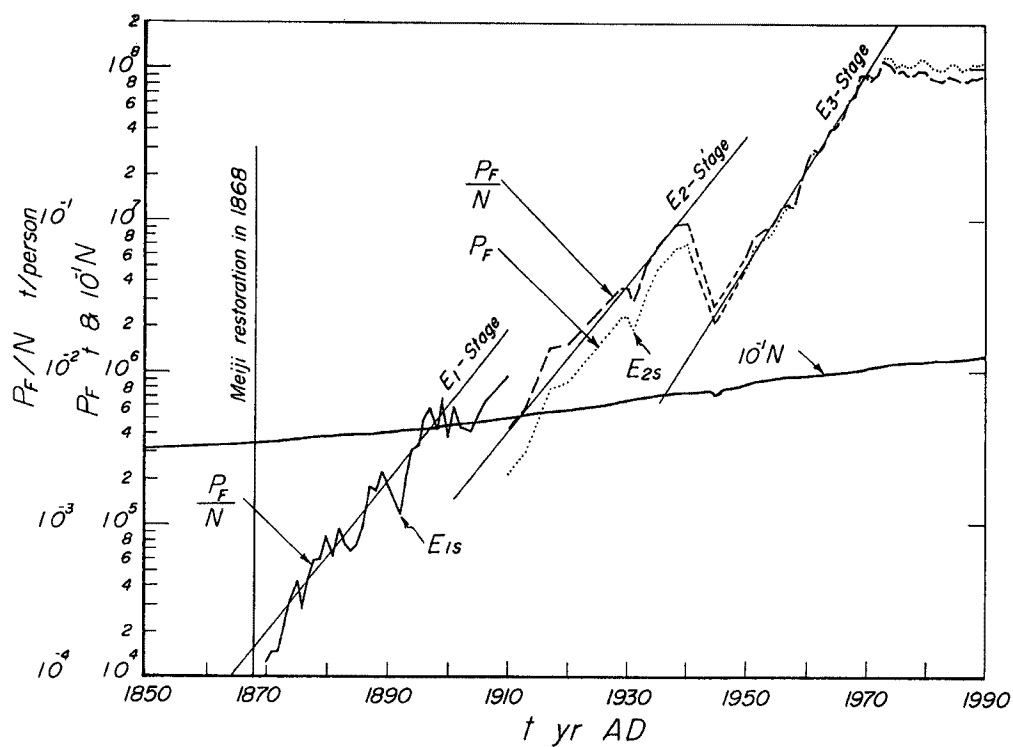


Fig. 99. Historical change in iron production rate (P_F , E_{1s} and E_{2s}) and its rate per person (P_F/N) in relation to total population growth (N).

は馬野¹⁰⁶⁾による図から引用したもので人口一人当たりの銑鉄生産量（ただし銑鉄生産量をそれぞれの stage において E_{1s} および E_{2s} で表してある）を示し、それ以外の stages のものは馬野¹⁰⁶⁾による人口一人当たりの粗鋼の生産量である。米生産量の場合と異なり、鉄生産量の増加割合は時代とともに増加し、それぞれの stage において、人口一人当たりの生産量がある値に近づくとも停滞現象を起こし、やがてつぎの stage に移行する、すなわちつぎの社会構造に対応するようになるものと思われる。たとえば、 E_3 -stage においては、その値は他の先進国では 300 kg/人から 500 kg/人となっていることを考えると、馬野¹⁰⁵⁾のいうように 1000 kg/人を越えることはないであろうし、わが国ではすでに停滞していることがわかる。

このように社会構造の指標として、米および鉄生産量という 2 つをとりあげたが、前者は江戸時代からの継続的な社会構造を表すものであり、後者は新しく工業化への社会構造の転換を表すものであるにもかかわらず、そこには同じ位相で 50 年から 60 年の周期性が存在することは注目し値するといつてよい。もっともこのようなことは、すでに Sherman¹⁰⁶⁾ が経済現象における波動としてその周期性を見いだしているし、また Marchetti¹⁰⁷⁾ は欧州における鉄道の普及についてその周期性を明確にしていることとも密接に関連した人間社会の法則とも言えるのではなからうかと思われる。ただし、このような社会現象に周期性が存在するというだけでは、ここでは興味はないが、その同位相性がなぜ生起するか、それと災害の生起とがなにか関連するかどうかに興味があるはずである。

8.3 風水害の発生とその変遷（１）

前述したように、ここでは主として明治以降 1965 年までの風水害を対象として、その変遷、とくにこの期間における風水害の発生件数と死者数（行方不明者数を含む）および死亡リスクの変遷を人口の変化などとの関係で考察する。

1) 風水害資料の整理

齊藤⁹⁴⁾の災害年表により、災害の生起期日、要因および被害として死者数（行方不明者数を含む） N_D をとりあげて表示すると、Table 4 のようになる。ただし、災害資料は 1700 年よりとりあげ、風水害として暴風雨（W）、暴風雨・高潮（WS）、大風雨・洪水（WF）、長雨・洪水（RF）、洪水（F）、台風（T）、台風・洪水（TF）、台風・高潮（TS）のように、その災害表に示されてある通り記述してある。ただし、台風（T）の表示では、台風名または番号のついているものはそのように表示した。また、表中には 2 年および 5 年ごとの死者数（行方不明者数を含む）の集計をそれぞれ N_{D2} および N_{D5} で、また 5 年間の平均死者数 N_{D5} （Averaged）も示してある。その人口（ N ）に対する死亡リスク（行方不明者を含む） N_D/N も計算したがこの表では省略した。

2) 災害の発生頻度と死者数、死亡リスクの変遷

まず、Fig. 100 には、人口の変化とともに風水害の発生件数（ n_{N2} ）およびその年の総死者数（行方不明者を含む）（ N_{Dead} ）の変化を示す。これによると、明らかに災害の発生件数にはそれが卓越する期間が存在し、総死者数の極値（図中で総死者数がある期間で最大となっていることを示す）は人口の増加とともに、1965 年までとはいえ災害対策がとられてきたにもかかわらず増加してきている。そして注目すべきことは、災害発生件数の分布と総死者数のそれとは若干のずれが存在することである。すなわち、災害による被害を死者数で表す限り、その規模は社会の環境または構造に大きく依存しているように思われる。また、人口の変化において、第 2 次大戦により約 310 万人の犠牲をだしたが、そのときは国土も荒廃し、防災対策も十分でなかったため、この期間とくに総死者数が多くなっていることである。

Fig. 101 は 2 年間ごとの総死者数（ N_{Dead2} ）とその死亡リスク（ R_{SN2} ）の変遷を人口の変化との関係で示したものである。これによると、まず総死亡者数の変化には時代的には大きな変化はないが、死亡リスクに直すと、明治末期以降とそれ以前とではその傾向を異にし、一般的に見れば防災対策が進んだことが挙げられるであろうが、昭和 10 年頃以降の傾向からすれば、決して死亡リスクは効果的には減少してい

Table 4. List of remarkable natural water disasters and their damages to life counted for every year, two and five years in relation to natural forces specified as strong wind & heavy rain (W), strong wind-heavy rain and storm surge (WS), strong wind-heavy rain and flood (WF), rain and flood (RF), flood (F), typhoon (T), and large typhoon indicates its name and number.

No.	t yr AD	Dates	Natural Forces	Number of Lost Persons N_D	Total Popula- tion $N \cdot 10^6$	Number of Lost Persons for 2 yr N_{D2}	Number of Lost Persons for 5 yr N_{D5}	Number of Lost Persons Averaged for 5 yr N_{D5}
1	1702	Sep. 18	W	91	17.4	91	91	18.2
2	1721	Sep. 5-11	W	125	28.3	125		
3	1722	Sep. 24	WS	650				
4	1723	Sep. 7-9	WF	400		1050	1175	235
5	1728	Oct. 4	W	7988		7988	7988	1597.6
6	1742	Aug. 28-Sep. 1	WF	* 27240		27240		
7	1744	Sep. 14-17	W	211		211	27451	5490.2
8	1755	Sep. 29	W	68		68	68	13.6
9	1757	May to Jun.	RF	37	31.0	37	37	7.4
10	1774	Jul. 31	W	1200		1200	1200	240
11	1783	Jul. 16-17	F	* 20				
12	1783	Aug. 6-7	F	500		520	520	10.4
13	1786	Aug. 5-10	RF	30000		30000		
14	1789	Jun. 22-Jul. 22	F	45		45	30045	6009
15	1791	Sep. 3	W	60				
16	1791	Sep. 17	A	140		200		
17	1792	Sep. 11-12	A	—		—	200	40
18	1804	Oct. 1-5	W	466	30.8	466	466	93.2
19	1816	Sep. 24-25	W	9		9	9	1.8
20	1824	Sep. 5-7	W	80	31.9	80	80	16
21	1828	Aug. 9-11	W	200				
22	1828	Sep. 17-19	W	10961				
23	1828	Oct. 2	W	124		11285	11285	2257
24	1835	Aug. 28-29	W	40		40	40	8
25	1836	Spr. to Sum.	RF	—				
26	1836	Jul. 24-25	RF	347		347	347	69.4
27	1846	Aug. mid	RF	—	32.4	—		
28	1850	Oct. 7-8	WF	—		—	—	—
29	1856	Sep. 23	WS	* 20		20		
30	1859	Aug. 22-24	WF	88				
31	1860	Jun. 28-30	WS	—		88	108	21.6
32	1866	Sep. 14-16	W	193		193		
33	1868	Jun. 28-Jul. 19	RF	946		946		
34	1870	Oct. 12	W	647			1139	227.8
35	1871	Jul. 4-5	W	771	34.7	1418		
36	1883	Aug. 17	W	68	37.6	68		
37	1884	Aug. 25	W	1798				
38	1884	Sep. 15	WF	2000				
39	1885	Jul. 1-2	WF	80	38.3	3878	5364	1072.8
40	1889	Aug. 18-19	WF	1471				

Table 4. Continued

No.	t yr AD	Dates	Natural Forces	Number of Lost Persons N_D	Total Popula- tion $N \cdot 10^6$	Number of Lost Persons for 2 yr N_{D2}	Number of Lost Persons for 5 yr N_{D5}	Number of Lost Persons Averaged for 5 yr N_{D5}
41	1889	Sep. 11-12	WF	106	39.5	1577		
42	1893	Oct. 13-16	WF	2052	40.9	2052		
43	1895	Jul. 24-25	W	229	41.6	229	3858	771.6
44	1896	Jul. 20-22	RF	56				
45	1896	Aug. 30-31	W	*9143				
46	1896	Sep. 6-12	WF	369	42.0	*9568		
47	1898	Sep. 6-8	WF	181				
48	1899	Aug. 28	W	1161	43.4	1342	10910	2182
49	1902	Aug. 10-11	T	1358				
50	1902	Sep. 27-29	TS	470				
51	1903	Jul. 7-9	F	48	45.5	1876		
52	1905	Aug. 8-10	T	353	46.6	353	2229	445.8
53	1906	Oct. 23-24	T	1459				
54	1907	Aug. 24-28	TF	203	47.4	1662		
55	1909	Aug. 6-7	T	111	48.6	111		
56	1910	May 10-11	T	202				
57	1910	Aug. 6-15	T	1379			1773	354.6
58	1911	Jun. 18-19	T	34				
59	1911	Jul. 25-27	TS	44				
60	1911	Aug. 15-17	T	30	49.9	1689		
61	1912	Sep. 22-23	TS	617				
62	1912	Oct. 1	T	155	50.6	772		
63	1914	Aug. 12-15	T	267				
64	1915	Sep. 8-11	TS	100	52.8	367	2828	565.6
65	1917	Sep. 30-Oct. 1	TS	1324	54.1	1324		
66	1918	Jul. 10-13	TS	94				
67	1918	Sep. 13-14	T	226				
68	1919	Aug. 14-16	TS	110	55.0	430		
69	1920	Sep. 28-Oct. 1	T	91			1754	350.8
70	1921	Sep. 25-26	TS	691	56.7	782		
71	1924	Sep. 11-12	TS	108				
72	1925	Sep. 27-Oct. 1	T	31	59.7	139	921	184.2
73	1926	Sep. 3-4	T	211				
74	1927	Sep. 11-14	TS	497	61.7	708		
75	1930	Jul. 17-18	TS	269				
76	1930	Aug. 11-12	T	66	64.4	335	1043	208.6
77	1932	Nov. 13-15	TS	335				
78	1933	Oct. 20	T	125	67.4	460		
79	1934	Jul. 10-11	R	148				
80	1934	Sep. 20-23	TS	3066				
81	1935	Jun end	R	156				
82	1935	Aug. 21-25	R	201				
83	1935	Aug. 27-29	T	85	69.3	3656	4116	823.2
84	1936	Jul. 23-25	T	60				
85	1936	Oct. 2-4	T	46				

Table 4. Continued

No.	t yr AD	Dates	Natural Forces	Number of Lost Persons N_D	Total Popula- tion $N \cdot 10^6$	Number of Lost Persons for 2 yr N_{D2}	Number of Lost Persons for 5 yr N_{D5}	Number of Lost Persons Averaged for 5 yr N_{D5}
86	1937	Sep. 10-13	TS	84	70.6	190		
87	1938	Jun. 28-Jul. 5	R	933				
88	1938	Aug. 31-Sep. 2	TS	245				
89	1938	Sep. 5-6	T	105				
90	1938	Oct. 14	T	467	71.0	1750	1940	388
91	1941	Jun. mid-end	R	112				
92	1941	Jul. 22-25	T	98				
93	1941	Oct. 1	T	379	72.2	589		
94	1942	Aug. 27-28	TS	1158				
95	1943	Jul. 22-25	TR	240				
96	1943	Sep. 20	TR	990				
97	1943	Oct. 3-4	T	49	73.9	2437		
98	1944	Oct. 7-8	T	103				
99	1945	Sep. 17-18	T	3756				
100	1945	Oct. 10-13	T	877	72.1	4736	7762	1552.4
101	1946	Jul. 29-30	T	60				
102	1947	Sep. 13-15	TR	1930	78.1	1990		
103	1948	Sep. 11-12	R	247				
104	1948	Sep. 15-17	T	838				
105	1949	Jun. 15-23	TR	468				
106	1949	Aug. 15-19	T	179				
107	1949	Aug. 31-Sep. 1	TS	160	81.8	1892		
108	1950	Jun. 9-14	R	32				
109	1950	Aug. 3-6	R	99				
110	1950	Sep. 3-4	T Jane S	509			3882	776.4
111	1950	Sep. 13-14	T Kijia	55				
112	1951	Jun. 30-Jul. 2	T Kite	6				
113	1951	Jul. 7-17	R	306				
114	1951	Oct. 13-15	T Ruth S	943	84.5	1950		
115	1952	Jun. 22-25	T Daina	135				
116	1952	Jun. 29-Jul. 2	R	24				
117	1952	Jul. 7-11	R	140				
118	1953	Jun. 23-30	R	1013				
119	1953	Jul. 3-9	R	17				
120	1953	Jul. 18	R	639				
121	1953	Aug. 14-15	R	429				
122	1953	Sep. 24-26	T 13 S	478	87.0	2875		
123	1954	Jun. 28-30	R	25				
124	1954	Jul. 4-6	R	45				
125	1954	Aug. 18-20	T 5	63				
126	1954	Sep. 12-14	T 12	142				
127	1954	Sep. 17-18	T 14	48				
128	1954	Sep. 26-27	T Toyamaru	347				
129	1955	Jun. 24-27	R	10				
130	1955	Sep. 29-Oct. 1	T 22	68	89.3	748	5573	1114.6

Table 4. Continued

No.	<i>t</i> yr AD	Dates	Natural Forces	Number of Lost Persons <i>N_D</i>	Total Popula- tion <i>N</i> 10 ⁶	Number of Lost Persons for 2 yr <i>N_{D2}</i>	Number of Lost Persons for 5 yr <i>N_{D5}</i>	Number of Lost Persons Averaged for 5 yr <i>N_{D5}</i>						
131	1956	Jul. 14–17	R	64	90.9	1148	7783	1556.6						
132	1956	Aug. 16–19	T 9	36										
133	1956	Sep. 9–11	T 12	39										
134	1957	Jul. 2–5	R	17										
135	1957	Jul. 25–28	R	992										
136	1958	Jul. 23–29	R	30	92.6	6635			7783	1556.6				
137	1958	Sep. 26–27	T Kanogawa	1269										
138	1959	Jul. 13–15	T5	60										
139	1959	Aug. 12–14	T7	235										
140	1959	Sep. 26–27	T Isewan S	5041										
141	1960	Jul. 7–8	R	24										
142	1960	Aug. 28–29	T16	61										
143	1961	Jun. 24–Jul. 4	R	357										
144	1961	Sep. 15–17	T Muroto2 S	202	94.3	644					7783	1556.6		
145	1962	Jul. 1–8	R	227	96.2	254							7783	1556.6
146	1963	Aug. 14–18	R	27										
147	1964	Jul. 17–19	R	128										
148	1964	Aug. 23–25	T 14	20										
149	1964	Sep. 23–25	T 20	56										
150	1965	May 26–27	T 6 R	18	98.3	386	1284	256.8						
151	1965	Aug. 5–6	T 15	28										
152	1965	Sep. 8–9	T 23	62										
153	1965	Sep. 16–18	T 24	74										

* Data include non-specified number of lost persons in Saito's chronological table of natural disasters.

ないことがわかる。防災対策の基本はいうまでもなく効果的に死亡リスクを減少させ、社会構造に拠ることは当然として、できれば 10^{-6} から 10^{-7} 程度まで下げることであり、災害の規模によって変わらないようにすることである。このことからいうと、少なくとも 1965 年までの災害資料に関する限りでは、人口の増加とともに総死者数に対する死亡リスクの極値は減少の傾向を示してはいないといわざるをえない。

さらに、Figs. 100 および 101 によれば、前述したように、大きな死亡リスクを生ずるような災害の発生がある期間に集中しており、それが 50 年から 60 年ごとに発生しているようにみうけられる。このことをさらに確かめるために、Table 4 に示した資料により、1700 年以降について 5 年ごとに死者数を集計し、その総数 (N_{Deaths}) の変遷を図示すると、Fig. 102(b) のようになる。そこには、人口の変化も示してあるが、5 年間の総死者数の変化には極めて明瞭な周期性が存在する。すなわち、そこに示したように 55 年の周期性である。ただし、1790 年から 1900 年の間は全体で 110 年であるが、それは 40 年と 70 年の間隔となっている。いいかえれば、若干の不調が存在するにしてもその平均的な周期性は約 55 年といつてよさそうに思われる。斉藤⁹⁴⁾の災害年表によって、1700 年以前の 1450 年までについて調べると、死者数が若干不明な災害もあるが、5 年ごとに整理する限りでは、主要な災害はすべて集計できたものとして図示すると、Fig. 102(a) のようになる。1550 年以前については資料は十分ではないが、ここにも、前述した約 55 年の周期性を確認することができる。

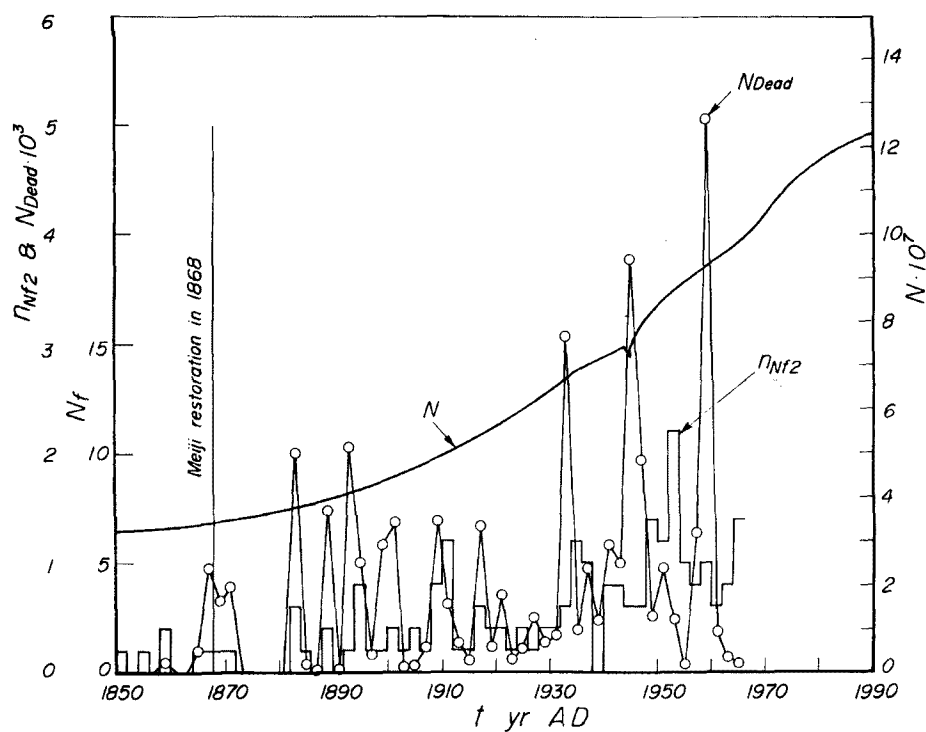


Fig.100. Historical changes in occurrence frequency (n_{Nf2}) of natural water disasters and number of dead and unknown persons (N_{Dead2}) counted for every two years in relation to total population growth (N).

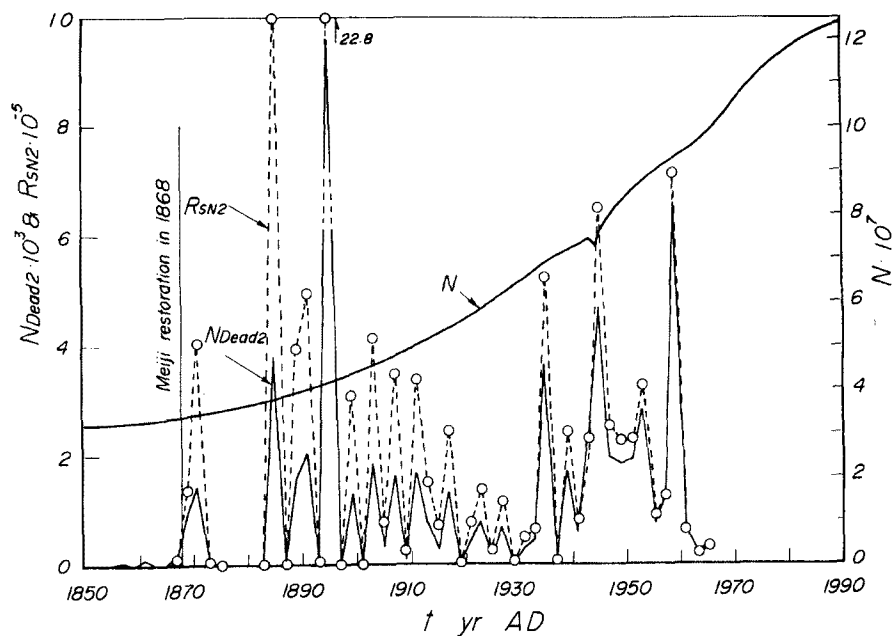
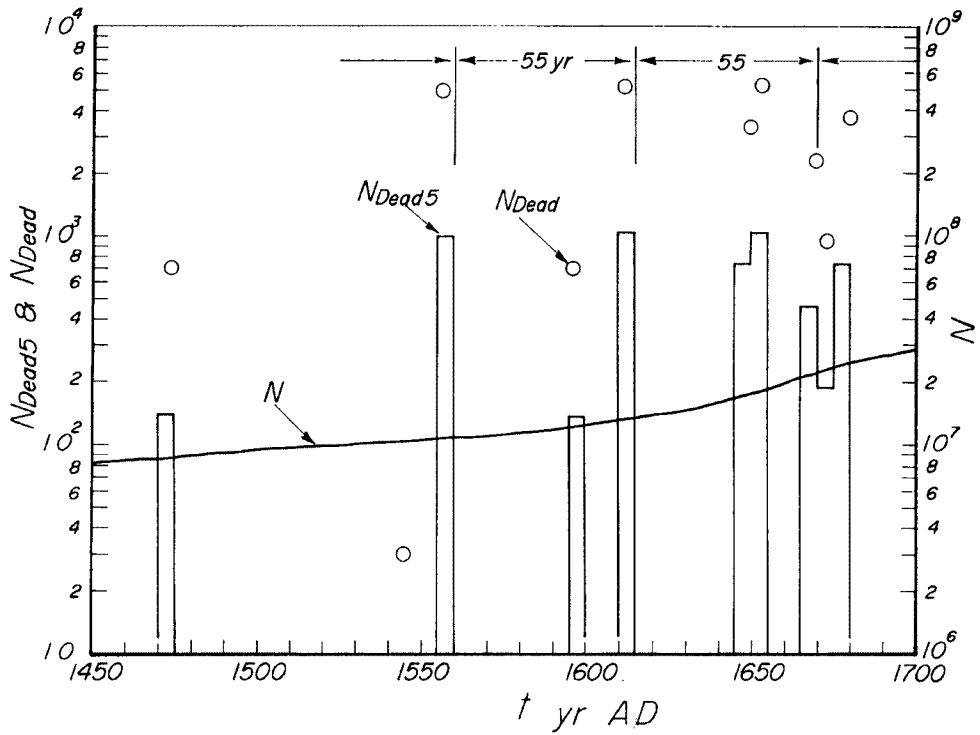
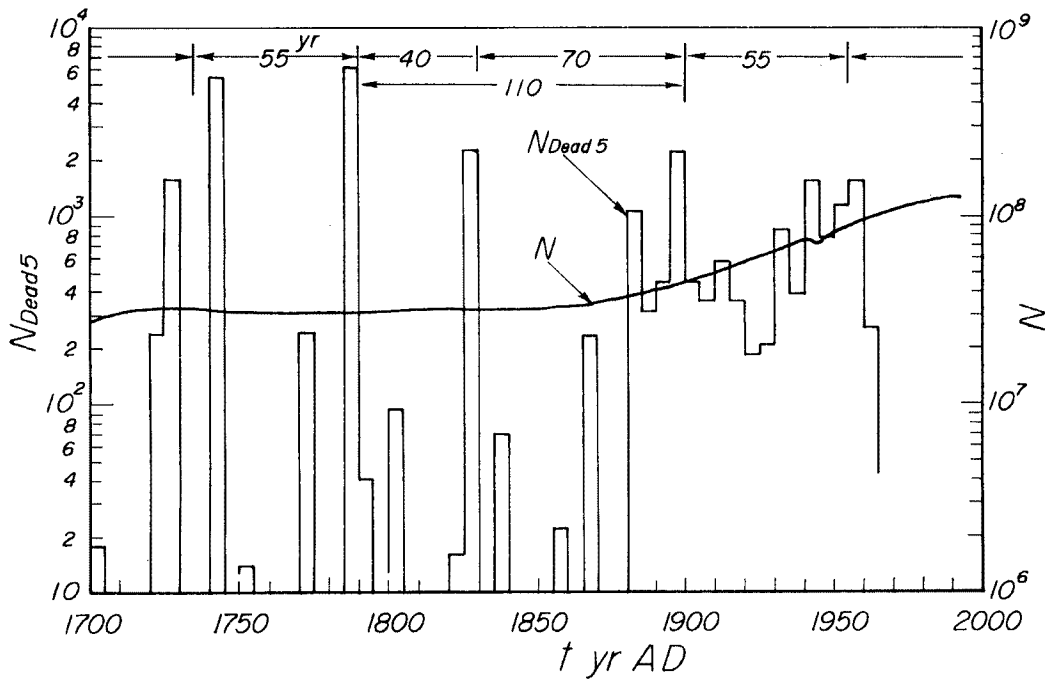


Fig.101. Historical changes in number of dead and unknown persons counted for every two years (N_{Dead2}) and risk to life for the number (R_{SN2}) in relation to total population growth (N).



(a) In the period between 1450 and 1700 years AD



(b) In the period between 1700 and 1650 years AD

Fig. 102. Historical change in number of dead and unknown persons (N_{Dead5}) counted for every five years in relation to total population growth (N) showing a periodic occurrence of 55 years in period.

この周期性と8.2で考察した社会構造または環境との関係を調べると、つぎのようになる。Fig. 98に示した人口一人当たりの米生産量の変化における3つのstagesにおいて、その減少または移行時期とFig. 102(b)に示した周期性の移行時期とは必ずしも対応しないが、おおよそのところはその時期が相対できるというよい。これに対して、Fig. 99に示した人口一人当たりの鉄生産量の変化との関係では、図中に示した E_1 -stageの末期はFig. 102(b)の総死者数の極値(1900年ころ)とよく対応しているが、 E_2 -stageの末期との対応は鉄生産量の方が若干先行している。しかし、それらの周期性はほぼ同じ期間であることは興味深い。ちなみに、前者の時期は1894年には日清戦争が勃発し、また後者では1937年には日中戦争(支那事変)が起こり、やがて第2次世界大戦へと発展していったのである。このことはFig. 99に示した鉄生産量の推移からいえば、急激に伸びた社会構造が一端停滞しだすころ、当時はそれを戦争という手段で解決しようとしたのであろう。このようにわが国の推移を思い起こすと、前述した当時の経済発展と災害の集中した時期との関係もよく理解できるように思われる。

さらに、Fig. 101およびFig. 102(b)を対応させて考察すると、1965年以降の資料を図示していないが、ともすれば近年防災対策が進んで災害が減少してきたといわれるけれども、それはこのような災害生起の集中ということからすれば、たまたま人的被害の比較的小さい時期に遭遇しているためではないかといえそうである。

3) 人口増加の法則と災害生起の集中

まず、この期間における人口の増加についてlogistic方程式を適用し、その社会環境の変遷との関係をさらに明らかにしよう。最初に、この期間全体について式(19)で表されるlogistic方程式の適用を試みたけれども、極限人口 N_0 、人口増加率 r などを種々変化させても、実際の人口の変化を表すことはできなかった。したがって、この期間内でいくつかの区間をとり、適当に極限人口 N_0 を定め、人口 N との比 N/N_0 を改めて N とし、 $N/(1-N)$ を片対数紙上に描けば、logistic方程式の関係は直線関係で示されることになる。このようにして得られたこの期間の人口の変化をFig. 103に示す。図中にはFig. 102(b)に示した風水害による5年ごとの総死者数の分布も併記してあるが、そこでは人口増加とその変化において1890年ころまでの E_1 -stage、1950年ころまでの E_2 -stageおよびそれ以降の E_3 -stageで表される極めて鮮明な3つの期間に分けられ、それぞれ人口の増加率を異にする社会環境であったことを示す。このような人口の発展段階説¹⁰⁹⁾としてはイギリスでは4つの段階に区別され、ここで対象としている期間においてはそのうち1)初期膨張期(Early expanding stage)の1750年から1880年、2)後期膨張期(Late expanding stage)の1880年から1930年、および3)低動揺期(Low fluctuating stage)の1930年としている。この段階とは若干ずれがあるが、おおよその範囲に入っているといえる。

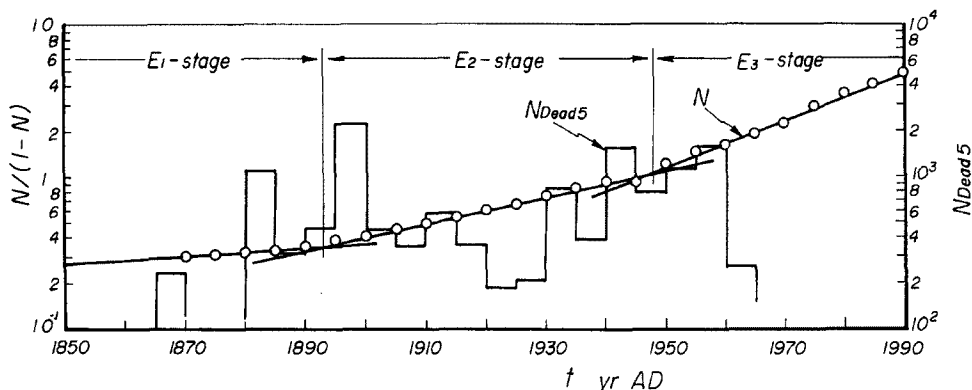


Fig. 103. Historical growth of total population to which logistic equation is applied, showing three stages clearly in relation to the time sequence of number of dead and unknown persons counted for every five years.

これらの3つの stages のうち、とくに E_2 -stage では、いわゆる重商主義的な社会構造を経て朝鮮問題で端を発した 1894 年から 1895 年の 9 カ月間の日清戦争、1904 年から 1905 年の 19 カ月間の日露戦争、1914 年に勃発した第 1 次世界大戦とそれに続く経済の不況、そして 1929 年にアメリカで発生した恐慌が波及して大不況となり、そして 1937 年支那事変に突入し、やがて第 2 次世界大戦へと拡大し、8 年 7 カ月間に及び、1945 年によろやくわが国の無条件降伏として敗戦を迎えたのがこの期間である。そして、 E_3 -stage はそれ以降におけるわが国の発展の期間である。

それらの移行時期は、Figs. 98 および 99 に示した米および鉄の生産量における各 stage への移行時期とは若干の遅れがあるにせよ、それらの時期はよく対応していると思われる。そして、さらに驚くべきことは、Fig. 103 に示したように、各 stage への移行時期においては人的被害の多い風水害の生起が集中するということである。このことは 8.2 で考察した社会環境の変化と災害の生起との関係を、さらに人口の変化との関係で明確にできたものとして注目してよいであろう。

なお、このように社会環境または構造の変化と人的被害の卓越する風水害の生起の集中とが相補的であることは、災害事象そのものの性格から当然のように思われるが、なぜそこに 50 年から 60 年の周期性が存在し、それが同位相であるかということを考えなければならないであろう。嶋中⁹⁷⁾による社会経済の発展における周期性の生起と太陽活動との関係および越智¹⁰²⁾らによる猛烈な大型台風の来襲と太陽活動との関係を思い出すと、そこには太陽活動との関係としてこの自然の事実を考えたくなる。少し単純かもしれないが、Fig. 93 に示した吉村サイクル⁹⁵⁾との関係を考察すると、そこには驚くべき両者の対応が存在することに気がつくであろう。すなわち、吉村サイクルで太陽活動が活発な時期に近づくと、各 stage への移行が生じているようである。もし、このようなことが自然の法則として存在するとすれば、わが国以外の地域でもほぼ同様なことが生起してもよさそうに思える。また、このようなことは文明や民族性によってその対応が異なったり、また時間的な遅れなどが生ずることになっても、それらを超えて存在してこそ、その法則性としての真価が認められるはずであるから、グローバルな立場でさらに検討しなければならないことはいうまでもない。

結 語

以上、明治時代以降の風水害の発生とその変遷について、主として 1965 年までの災害資料を用いて、自然の外力的要因のほか社会構造の変化との関係で考察したが、得られた主要な成果はつぎのように要約される。

1) 太陽活動をはじめ台風の発生数、上陸数、および地上気温、海上気温などの経年変化を要約し、風水害の外力的要因を明らかにし、この期間の気象条件を考察した。そこには太陽活動との関係が存在することを再確認することができた。

2) 明治以降の社会環境の指標として、米および鉄の生産量とそれらの人口一人当たりの生産量などの変遷を調べ、そこに 3 つの stages が存在し、それは人口発展段階説とも調係するようであり、とくに 50 年から 60 年の周期性を示すことが見いだされた。

3) 気象災害のうち風水害を対象として、その発生件数とそれによる死者数（行方不明者を含む）を各年ごとに集計し、さらに 2 年および 5 年ごとについても同様に集計し、それらの全人口に対する死亡リスク（行方不明者を含む）を計算して、それらの経年変化を調べた。その結果、風水害の発生件数の時間分布と総死者数（行方不明者を含む）のそれとは必ずしも一致せず、またそれらの生起には特定の期間に集中する傾向が存在することを明らかにした。そして、それが 1700 年以降の風水害の生起について 5 年ごとに集計した総死者数の変遷によれば、極めて鮮明な約 55 年の周期性を示すことがわかり、社会環境の変化における周期性ともほぼ対応すること、およびこの周期性は 1700 年以前に遡っても見いだされる

ことがわかった。

4) さらに、総死者数に対する死亡リスクの変遷から、1900年ころ以前に比べてその後の防災対策の進展により、死亡リスクの減少を得てきたが、極値的な死亡リスクに対しては必ずしも減少しきれておらず、むしろそれは災害生起の集中という自然の周期性によるものではないかと思われた。

5) 明治以降の期間について、人口の時間発展に対して logistic 方程式を適用させると、そこには極めて鮮明な3つの stages が存在し、各 stage への移行時期の近くにおいて人的被害の多い風水害が生起しているという驚くべき事実を見いだすことができた。

6) 人的被害の多い風水害の生起と社会環境または構造における約55年の周期性はそれらの極めて鮮明な対応関係から、おそらく太陽活動における吉村サイクルに依存するのではないかと思われた。もちろん、さらに多くの災害事象について、またわが国以外の地域における風水害についても同様に検討すべきことはいうまでもないが、これが災害現象における新知見となるように詳細に検討していきたい。

最後に、本研究を進めるにあたって、災害資料の整理に引き続きご協力いただいた福井工業大学芝野照夫助教授に感謝するとともに、台風資料の収集にご配慮いただいた日本気象協会棚橋輝彦部長に謝意を表明する。また、変わらぬ協力を惜しまなかった妻祥子の労に謝する。

なお、本研究の標題の英文名についてはこれまで Natural Water Hazards in Urban Areas としてきたが、昨年11月に Dr. J. Eleonora Sabadell, Program Director, Directorate of Engineering, National Science Foundation, USA が来所されたとき、たまたま防災研究所の英文名が話題になり、そのとき Natural Hazards と Natural Disasters との違いをお聞きすることができた。それによると本研究では後者の方が適当であることがわかったので、今回からそれを用いることにした。また、本研究の一部は文部省科学研究費重点領域研究(自然災害)大災害の予測理論の試み、とくに災害による社会変動モデル(No. 03201227)によることを明記する。

参 考 文 献

- 90) 渡辺 格: 新しい人間観と生命科学, 講談社学術文庫, 1989, 234 p.
- 91) 岸根卓郎: 文明論—文明興亡の法則—, 東洋経済新報社, 1990, 234 p.
- 92) 村山 節: 文明の研究—歴史法則と未来予測—, 光村推古書院, 1984, 398 p.
- 93) 高橋浩一郎: 災害の科学, NHK ブックス 228, 1978, 215 p.
- 94) 斉藤鍊一: 府県別年別気象災害表, 地人書館。
- 95) 吉村宏和: 変動する太陽—振動する太陽磁場の起源—, 科学, 第19巻, 1979, pp. 18-19.
- 96) 桜井邦彦: 太陽黒点が語る文明史, 中公新書 845, 1987, 179 p.
- 97) 嶋中雄二: 太陽活動と景気, 日本経済新聞社, 1987, 219 p.
- 98) 河田恵昭: わが国と中国における自然災害の発生頻度特性, 京都大学防災研究所年報, 第32号B-2, 1989, pp. 891-908.
- 99) 気象庁: 温室効果気体の増加に伴う気候変化(Ⅱ), 1991, 231 p.
- 100) 河田恵昭: 台風特性に及ぼす長期的な気温変化の影響, 海岸工学論文集, 第38巻, 1991, pp. 931-935.
- 101) 日本気象協会: 1940—1970年台風経路図30年集, 1973, 139 p.
- 102) 根本順吉: 歴史気候学の進展, 日本の歴史 87, 朝日新聞社, 1987, 356 p.
- 103) 日本気象協会: 1940—1970年台風経路図30年集, 1973, p. 8.
- 104) 農林統計協会: 農林省累計統計表, 1955, 650 p.
- 105) 鉄鋼協会: 鉄生産の歩み, 1991, 35 p.
- 106) 馬野周二: 栄枯盛衰の科学, PHP, 1986, 196 p.

- 107) Sherman, J.D.: An integrated theory of the economic long wave, *Futures*, April, 1985, pp.104 - 131.
- 108) Marchetti, C.: Fifty-year pulsation in human affairs, *Futures*, June, 1986, pp.376 - 388.
- 109) 南亮三郎・上田正夫：日本の人口変動と経済発展，千倉書房，1975，250 p.