

災害科学の総論的展望

矢 野 勝 正

THE GENERAL VIEW OF THE DISASTER SCIENCE

By Katsumasa YANO

Synopsis

This paper describes the general aspect of the disaster problems in Japan, especially their fundamental and common problems, and also points out the important subjects to research.

First, the author surveyed the history of the big disasters in the world and in our country and then made the definition of the disaster. Next, the historical, regional and periodic characters of the disaster were explained as their peculiarities by showing some illustrative data. Lastly, for the establishment of the preventive measures of the disasters, the author emphasized that (1) forecasting and refuge, (2) prevention by public service, and (3) controlling technique are the most important problems and must be urgently solved by scientific and technical researches.

1. 災害の歴史

1.1 世界の災害

昨年 (1970 年) は世界に非常に大規模な災害が3つも発生した (Fig. 1)。春にはダヌーブ河が大洪水のために氾濫した。ダヌーブ河はその源を西独に発してオーストリア、ハンガリー、ユーゴスラビア、ルーマニアの諸国を流れて、黒海に注ぐ欧州の大河川である。ウィーン、ブダペスト、ベルグラード、ブカレストといづれも上記諸国の首都を通過して流れ、その流域面積は 80.4 万 km^2 、流路延長は 2,700 km というか

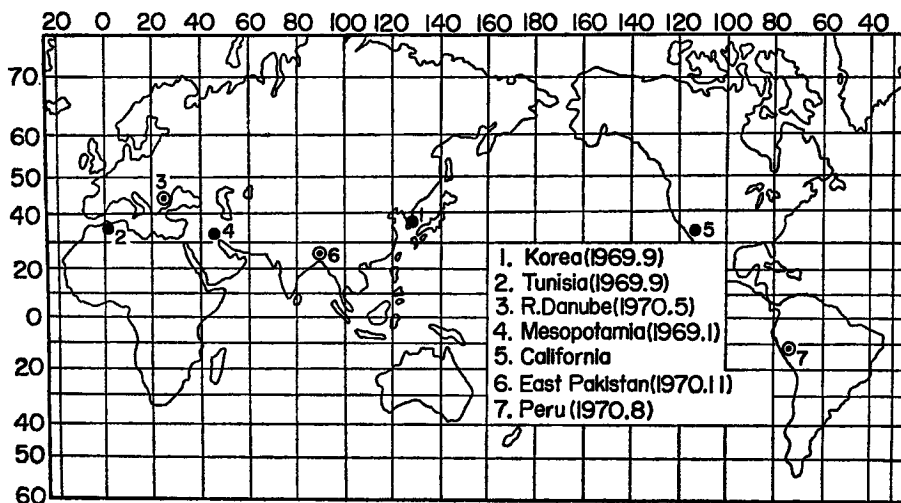


Fig. 1 Recently occurred flood disaster. (1969-1970)

ら、わが国の代表的河川である利根川の流域面積 1.7万 km^2 流路延長 322 km と比べていかに大きいか分る。しかし、計画高水流量は利根川が $17,000 \text{ m}^3/\text{sec}$ であるのに比べて、ルーマニアで $15,000 \text{ m}^3/\text{sec}$ であるといわれ、今回の洪水は $1,000$ 年に 1 回発生する程度のものであったらしい。次に、夏には南米ペルーに大地震が発生している。この災害は土石流を誘発して 1.5 万人の人々が死亡するという惨事をひきおこしている。おそらく史上最大の土石流といえるであろう。また、晩秋には東パキスタンのガンデス河デルタ地区にサイクロンが来襲して、 20 万人の生命が失われたというこれまた、史上最大の高潮災害が惹起している。

ところで地球上に今日までどのような災害が発生していたかを調べて^{1), 2)}、死者 10.0 万人以上の惨事をおこしたもののみを拾ってみると **Table 1** に示すように、地震、高潮によるものが多い。この死亡者数はあまり信頼できないが、 1887 年の黄河の大水害、 1556 年の北支那の山西、河南、甘肅省等におこった大地震や、数回にわたるベンガル湾沿岸の高潮災害ではいづれも数 10 万人の死者をだしている。これを地図にプロットしたものが **Fig. 2** であるがいづれも東南アジアに集中していて、しかも東経 50° 以南赤道以北の区域に限定されているのは、どういうわけであろうか。

Table 1 Great disasters which carried off more than 100,000 human lives.

Kind of Disaster	Year	Country	District	Number of Lost Life	Remarks
Earthquake	1556	China	Shanshi, Hōnan	500,000	$M=8.8$, biggest earthquake in the world
	1737	India	Calcutta	100,000	
	1896	Japan	Sanriku dist.	127,000	
	1908	Italy	Southern dist.	100,000	
	1915	China		180,000	
	1920	China	Kanshi dist.	100,000	
	1923	Japan	Kanto dist.	140,000	
Flood	1642	China	R. Yellow	300,000	$M=8.5$
	1887	China	R. Yellow	900,000	
	1911	China	R. Yantze	100,000	
High Tide	1228	Holland		100,000	
	1421	Holland		100,000	
	1646	Holland		100,000	
	1646	China		300,000	
	1876	India	Calcutta	300,000	
	1881	Indo China		100,000	
	1882	India	Bombay	300,000	
	1937	India	Bengal	300,000	
	1970	East Pakistan	Ganges delta	200,000	

1.2 日本の三大災害

ではわが国の災害の歴史はどうであろうか。このことについては防災研究所の 10 周年記念事業として発刊された 10 年史³⁾ にも附録としてまとめられた災害年表があるから、ここではあまりふれる必要がないと思われるので、この年表を横からみて若干の話題を記述することにしたい。わが国の災害の歴史をふりかえってみるために、わが国の災害の宿命的な位置づけを気象地理的にまとめてみたものが **Fig. 3**⁴⁾ 及び **Fig. 4**⁵⁾ である。この図が示すようにわが国が地震の上からも、台風の上からも、豪雨の上からも、災害国の宿命になっていることは周知のことであり、加えて地形が急峻で、地質がぜい弱であって、人口密度が高いという諸条件をあわせ考えると、残念ながら災害多発国といわざるをえない。たとえば、 1937 年から 1947 年

の 10 カ年間の自然災害発生数をその国の面積でわったものを、図に示したものが **Fig. 5**⁶⁾ であるが、ポルトガル、キューバは日本より 1 回数が多いため統計的意味は少ないので、いかにわが国が自然災害に悩まされているかがよくわかる。わが国の河川を代表する昔からの言いならしとして、阪東太郎（利根川）、筑紫次郎（筑後川）、四国三郎（吉野川）と呼んでいる。また詩句にわが国の急流河川の代表として最上川、富士川、球磨川をあげている。これらは文学的表現であって必しも実際とはあっていないが、これにちなんで、わが国の「三大災害」をあげてみると、**Table 2** に示すように関東大地震、室戸台風、伊勢湾台風による災害をあげることができる。関東大地震（大・12）では 14 万人の死者行方不明者を出している点

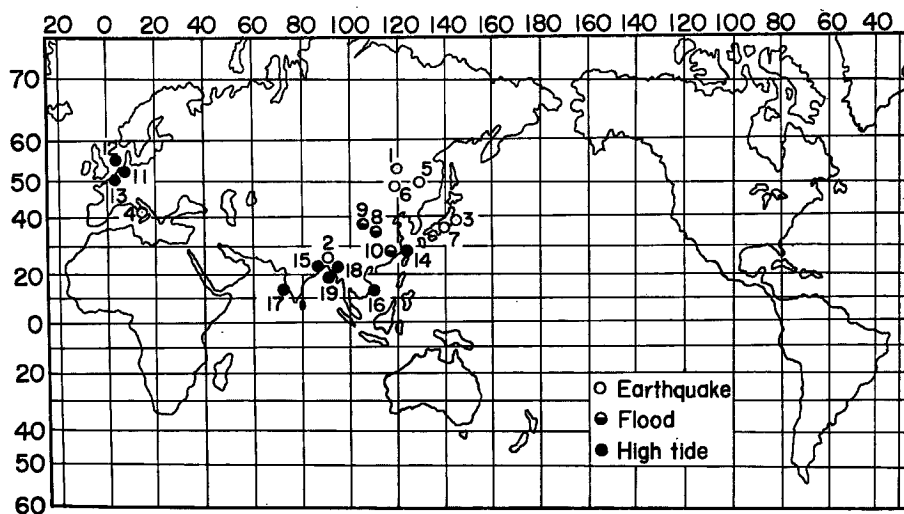


Fig. 2 Great disaster which carried off more than 100,000 human lives.

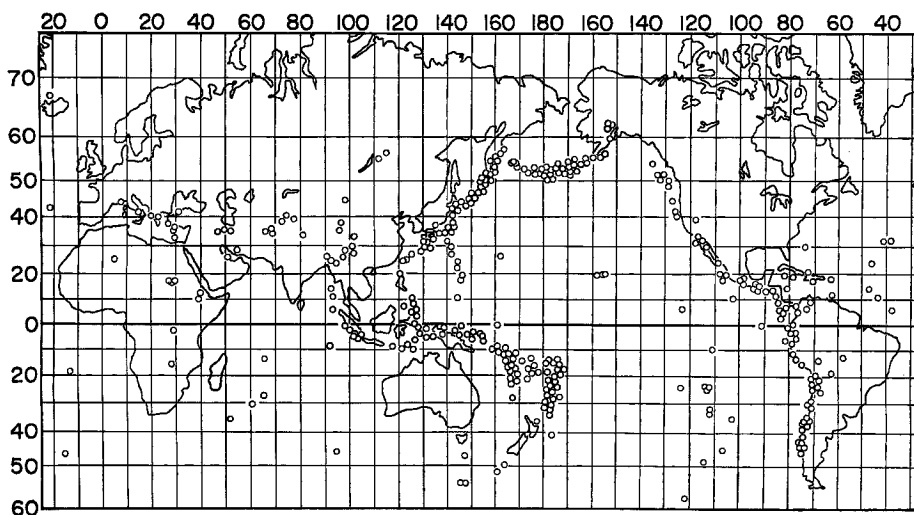


Fig. 3 Seismic zone. (1950-1963, under 70km depth)

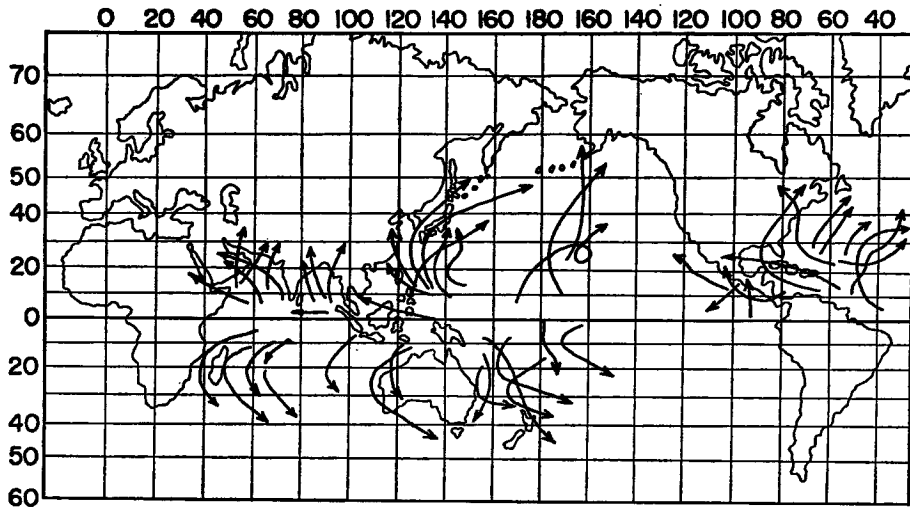


Fig. 4 Several kinds of tropical depression.

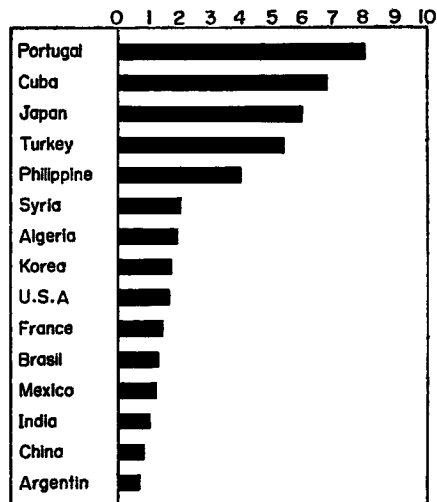


Fig. 5 Ratio of number of disaster to the area of country during 10 years between 1937-1947.

Table 2 The recent big-3 disasters in Japan.

Name of Disaster	Date	District	Remarks
Kanto-Earthquake Disaster	1923. 9. 1	Kanto district	death: 100,000 persons missing: 40,000 persons
Muroto-Typhoon Disaster	1934. 9. 21	Kansai district	biggest typhoon in the world
Isewan-Typhoon Disaster	1969. 9. 26	Chūkyō district	death: 5,000 persons

では近世の最大の災害であった。室戸台風(昭・9)は世界一位の強い台風で有名であった。伊勢湾台風(昭・34)は一瞬にして5,000名の人命が高潮に捲かれて失われたことは未だにわれわれの記憶に新しいものである。

山崩れの大規模なものとしてよく「三大崩れ」という言葉が使われているが、これは **Table 3** に示すように 1.0 億 m^3 以上の大量の土砂が地震や豪雨によって崩壊して今日までその惨状を残しているものである。

洪水による河川災害のうち明治時代以降について「三大水害」をひろってみると **Table 4** に示すように、明治 29 年の全国的大水害と、終戦直後の昭和 22 年のカスリン台風による関東、東北地方の大水害、および昭和 28 年の西日本水害(北九州、和歌山、山城水害を含めて)、であろう。この選び方は被害額と国民所得の比率の高いものを採ったものである。被害額のみで見ると **Fig. 6**⁷⁾ に示すように室戸台風、アイオン台風などもあけて五大水害といった方が妥当かも知れない。

「江戸三大洪水」といわれているのは **Table 5** に示すように寛保 2 年(1742)、天明 6 年(1786)及び弘化 3 年(1846)におこった水害である。徳川家康が江戸幕府を設けるにあたって、最も頭を悩ましたのは利根川の水害をいかにして防ぐかということであった。このため伊奈備前守に命じて利根川を切り替えて太平洋に注ぐように大工事を行なったことは有名な話である。しかし、幕府 300 年の歴史のうちにも、こうした水害にしばしば襲われている。

「明治の三大洪水」といわれているのは、**Table 6** に示すように明治 29、40 および 43 年の水害である。明治 29 年の水害はわが国水害史上特筆すべき大水害で、ほとんど全国にわたって各地に大被害をこうむった。この年は三陸地方に大地震による津浪が発生して 3 万人の人命が失われている。河川法がこの年始めて制定された。明治 40 年の水害は主として関東地方にその猛威をたくましくしている。明治 43 年の水害は関東、東北地方に大被害を発生した。

豪雨のため山崩れをおこして崩壊した土砂が河道をせき止めていわゆる「天然ダム」をつくることが多い。その代表的なものを 3 つあげると、**Table 7** に示すようなもので、まづ犀川の岩倉山(虚空蔵山)が善光寺地震のため崩かいして犀川をせきとめたものである。せき止めた天然ダムの高さは 60 m となり、このた

Table 3 The big-3 disasters in Japan due to mountain slide.

Name of Collapse	District	Year	Collapsed Earth Volume	Remarks
Collapse, Mt. Tonbi	R. Jōganji	1858	$10^8 m^3$ 4.1	
Collapse, Mt. Hieda	R. Ura (tributary of R. Hime)	1911	1.5	
Collapse, Ōya	R. Abe	1604	1.2	

Table 4 The recent big-3 river disasters in Japan. (after 1867)

Name of River Disaster	Year	District	Remarks
River Disaster of Meiji-29	1896.7	Whole District in Japan	Japanese "River Law" was established
River Disaster by Cathlin-Typhoon	1947.9	Kantō (R. Tone), Tōhoku (R. KitaKami)	bank of R. Tone was broken
River Disaster at Western District	1953.8	Northern District of Kyūshū (R. Chikugo)	13-Typhoon, Kinki district river disaster also occurred

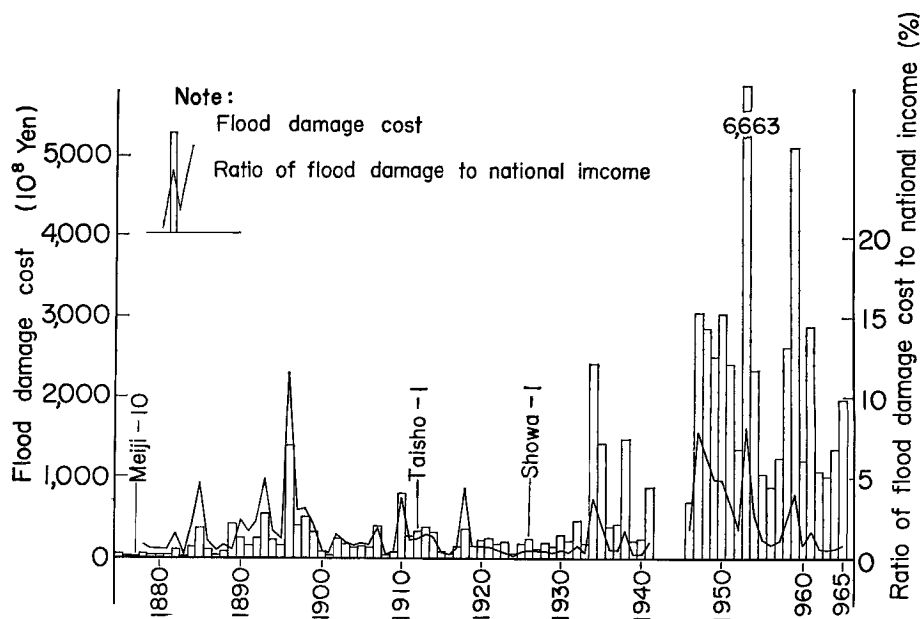


Fig. 6 Flood damage costs and these ratio to national incomes in Japan. (1875-1965)

Table 5 The big-3 rivers disasters in Japan during the period of Edo.

Name of River Disaster	Year	Remarks
River Disaster of Kampō-Age	1742	The banks of R. Tone and R. Sumida were broken and inundated at Kōtō area in Tōkyō, and were lost. about 6,000 human lives.
River Disaster of Tenmei-Age	1786	R. Tone, Ara Tama, Tsurumi and other many rivers flooded and 30,000 persons died.
River Disaster of Kōka-Age	1846	inundated at Asakusa area, about 1.35m depth

Table 6 The big-3 rivers disasters during the period of Meiji. (1868-1911)

Name of River Disaster	Year	Remarks
River Disaster of Meiji-29	1896. 7	Whole district in Japan were flooded
River Disaster of Meiji-40	1907. 8	Whole District in Kantō, especially R. Fuji and R. Ara
River Disaster of Meiji-43	1910. 8	Whole District in Kantō and Tōhokuo

Table 7 The big-3 dam-up of the river channel by collapse of slope in Japan.

River	Prefecture	Year	Remarks
R. Sai	Nagano	1847	Mt. Iwakura was collapsed by Zenkōji earthquake and dammed up 60.0m high.
R. Kinu (Lake Ikari)	Tochigi	1683	Mt.Katsuro was collapsed by heavy rainfall and the dam was broken after 40 years.
R. Azusa (Lake Taishō)	Nagano	1914	Volcanic eruption of Mt. Yakedake.

めに上流 30 km に及ぶ一大湖水が出現したといわれている。3 週間後に決潰したので現在はあとかたもなくなっている。鬼怒川の五十里湖の話は有名である。天和 3 年 (1683) に豪雨によって葛老山が崩壊し、土石流が男鹿川 (鬼怒川の支流) に流れ出て、いわゆる五十里湖が出現した。この天然ダムはそれから 40 年も決潰することなく大きな湖をつくっていたが、享保 8 年 (1723) に豪雨のため決潰して五十里洪水といわれている鉄砲水をおこしている。現在は近代的な五十里ダムが築造されて、再び大きな人造湖となって多目的ダムの役割をはたしている。

次に「台風」であるが、わが国を襲った数多い台風のうち被害の大きかったものとしては、室戸台風と伊勢湾台風をあげることができるが、上陸地点での台風の強さを表わす中心示度の大きさから猛烈なものを 3 つひろいあげてみると、Table 8 のとおりである。シーボルト台風というのは、実は私はよく知らなかったが、畠山久尚⁸⁾ 氏の災害年表に掲載されているので初めて知った。オランダ人、シーボルトが長崎出島で観測したので、この名称がつけられているそうで、死者 1 万人を出した大きな災害であった模様で、中心示度 900.0 mb というのはもちろんわが国の最大のもので云えよう。さて最後に「三大飢饉」をひろって見たものが Table 9 である。享保の大飢饉では全国的の大凶作で、全国の死者 96 万人に及んでいるので、ま

Table 8 The big-3 typhoons, which the central atmospheric pressure were very low at the time of landing on Japan.

Name of Typhoon	Year	Central Depression	Max. Wind Velocity	Remarks
Sebald-Typhoon	1828	m.b 900.0	50 m/sec	observed at Dejima in Nagasaki
The 1st Miyako-Typhoon	1959	908.4	53.0	
Muroto-Typhoon	1934	911.9	45.0	

Table 9 The big-3 famines in Japan.

Name of Famine	Year	Remarks
Famine at Kyōhō-Age	1732	The whole district in Japan was attacked by the crop failures and 900,000 persons died.
Famine at Tenmei-Age	1783~1787	In the whole district in Japan, especially at Iwate prefecture, 400,000 persons were starved to death.
Famine at Tempo-Age	1833~1837	In the whole district in Japan, especially at Aomori prefecture, 350,000 persons were starved to death.

さに地球史上まれにみる惨事であった。天明の飢饉はこの間天明 3 年浅間山が大爆発をし死者 2 万人、また天明 6 年には先に書いた天明の江戸洪水があり死者 3 万人という悲惨な災害をも含めて、天明 3～7 年にわたる 4 年間は史上空前の災害の連続した時期であった。天保の飢饉も 4 年間にわたって凶作がつづいて、いづれの飢饉にも米価は高騰し町民の暴動がおこっている。天保 8 年におこった大塩平八郎の乱もその一つのあらわれであった。

2. 災害とは何か

災害とは一体何か、といういわゆる災害のフィロソフィー論が、しばしば論じられる。そして、災害科学とか防災科学といわれる学問はいかなる内容を持ち、どのような範ちゅうに属するものであるか、ということも今日まで多くの人によって論じられてきた。ここではこれらの疑問を中心にして災害の定義、その分類などについての若干の考察を試みることにしよう。

2.1 災害の定義とその分類

災害という言葉には、2つの意味がふくまれている。それは被害を意味して使われる場合と、現象を意味して使われる場合とである。「激甚な災害をこうむった」という場合の災害という言葉は被害のことを表示している。

「地震とか洪水という災害は……」という場合には現象を表示している。

災害という現象はもちろん人間生活にとって好ましくない現象であるから、地球上から、犯罪、病気、事故、紛争、公害といった現象と同じく、これらの好ましくない諸現象を人間社会から追放しようとして、われわれ人類はあらゆる努力を払ってきた。広い意味ではこれらの犯罪、病気、事故、紛争、公害、なども災害といってもよいかも知れない。したがって、災害という言葉の他に災難、障害、災厄、事故などという言葉が使われている。いずれも災害には必ず加害力が作用して、これに抵抗する抵抗力があって、この2つの力がバランスを失った時に発生する。抵抗力が強くて加害力が加っても、バランスを失わなければ災害という現象は発生しない。

狭い意味での災害という意味にはこの加害力が自然界の異常現象に限定して用いられる場合に適用される。したがって、人為的な加害力と自然的な加害力によって人工災害と自然災害に二大別されることは周知の通りである。ここでは以下自然災害に限定して考えていくことにしよう。自然災害における加害力としては、地球の表面を境にして地球の上の方、すなわち気象的なものと、地球の下の方すなわち地震とか火山のような地球内部的なものに分けられる。この地球の内、外部（または上、下部）の加害力の他に生物学的なもの（主として動物的なもの）も加害力的作用を人間生活にあたえるので、これも考えあわせていく必要がある。抵抗力は被害者側のアンバランスをおこさしめないとする力であって自然のままの姿の場合と、人間の智慧が加わった姿の場合とがある。アンバランスが発生をするという具体的な内容としては、

1. 人間及び動物の損傷、亡失
2. 農林水産物の損耗
3. 地形と施設の破壊
4. 生活、生産などの機能低下

を意味している。このような好ましくないアンバランスを発生せしめるような、抵抗力を上まわる加害力がおこった時に災害が発生する。

以上の観点にたつて、私は自然災害を気象災害と地変災害と生物災害の3つに分類して Table 10 のような分類表を作ってみた。以上の加害力と抵抗力のアンバランスという定義だけで災害を規定するのはいささか抽象的すぎて、ほんとは未だはっきりしない。たとえば加害力と抵抗力はあくまで相対的なものであって、抵抗力が非常に微小である場合には、わずかな加害力でも災害が発生する。反対に抵抗力が非常に強大な場合には猛烈な加害力が加わっても災害は発生しない。そうすると加害力と抵抗力の定量的な関係を明らかに

Table 10 Classification of disaster.

-
- I. meteorological disaster
 - 1.1 wind disaster
 - 1. destructive disaster by wind force
 - 2. disaster by blown sand and wind dust
 - 3. storm surge disaster
 - 4. wind wave disaster
 - 5. disaster by foehn
 - 6. disaster by clear air-craft turbulent
 - 7. air pollution disaster
 - 8. disaster by severe local storm (tornado)
 - 1.2 rain fall disaster
 - 1. flood disaster
 - 2. land collapse disaster
 - 3. soil erosion disaster
 - 4. inland submersion disaster
 - 5. sediment outflow disaster
 - 6. long rain disaster
 - 7. dry and low humidity disaster
 - 8. drought disaster
 - 1.3 snow disaster
 - 1. deep snow disaster
 - 2. melting snow disaster
 - 3. snow and ice accretion disaster
 - 4. snow storm disaster
 - 1.4 cold temperature disaster
 - 1. freezing disaster (frost heaving)
 - 2. sea and river ice disaster
 - 3. chilblain disaster
 - 4. low temperature disaster
 - 1.5 intense heat disaster
 - 1. destruction disaster by expansion
 - 2. spontaneous combustion disaster
 - 3. high temperature disaster (sunstroke)
 - 1.6 frost disaster
 - 1.7 hail disaster
 - 1.8 thunder bolt disaster
 - 1.9 fog disaster
 - 1.10 high humidity disaster
 - II. terrestrial disaster
 - 2.1 earthquake disaster
 - 1. destruction disaster by earthquake
 - 2. tidal bore disaster
 - 3. land collapse disaster
 - 4. earth subsidence disaster

- 5. cave-in disaster
 - 2.2 volcanic eruption disaster
 - 1. lava flow disaster
 - 2. ash fall disaster
 - 2.3 land slip disaster
 - III. biological disaster
 - 3.1 virus (infection, endemic disease)
 - 3.2 insect disaster (pine bark beetle, white ant, locust, mosquito, fly)
 - 3.3 bird disaster (sparrow, heron)
 - 3.4 shell disaster (oyster)
 - 3.5 beast disaster (wild animal, venomous serpent, rat, wild boar)
-

しておく必要が出てくる。この議論は一般的な工学と防災工学との学問的分野のけじめをどこにつけるかという議論をしなければならない。たとえば、もっと具体的に説明をすると、河川災害における計画高水流量を例にとって考えてみよう。計画高水流量を基準にした河川の治水計画は、河川工学の分野であるが、計画高水流量を上まわる洪水に対処する方策こそ河川の防災工学であるといった議論も出てくる。もう一つ加害力が抵抗力を上まわって破壊現象がおこっても、それがなんら人間生活に悪い影響を与えない場合とか、あるいはもっと極端な例として加害力が作用しても、全く被害のない場合（この場合、被害がないから加害という言葉を使うこと自体がおかしいとも云えるが）、災害という現象は発生しない。すなわち、経済生活の問題も加えて災害の定義をきめる必要が出てくる。災害というからには不可抗力的な加害力であることが必要になってくる。そうなってくると不可抗力の認定をどうしてするかという問題にもなってきて、よく災害のたびに新聞紙上に伝えられる人災論、天災論の議論が出てくる。抵抗力についても人間がどの程度防災に必要な抵抗力を増す努力が行なわれているかどうかという計画論又は管理論の議論が出てきて、ここにもまた人災と天災の区別、一般工学と防災工学の区別に判然としない問題が生まれてくる。

2.2 災害現象の便益

災害現象は好ましくない現象である。それは加害現象であるから当然のことである。ところが異常な自然現象、例えば地震とか洪水とか高潮などは全部が全部加害作用を及ぼすものであるかとなると、必ずしもそうとは限らない。地震や高潮、津浪の便益はあまり考えられないが、たとえば火山噴火などは被害さえなければ観光上の価値は高い。昨年、秋田県の駒ヶ岳が爆発したが、被害は少なくむしろ観光客が殺到して、地元はある程度うるおったとかいう話をきいている。地這り地帯に行ってみるとこんな不安なところに生活を営むのは悲しい宿命だと思ふことがある。よくきいてみると案外地元の人は土地を捨て、もっと安全なところに移住しそうなものだが、それをしない。もちろん祖先の地を捨て去ることのできない精神的な問題や、移るにしてもせまいわが国には適地がないという問題もあるだろう。しかし反面、地這り地域は収穫が多くてすてがたいという点もあるとか聞いている。

これらはいづれも災害の便益の例示としては必ずしも適当ではないが、洪水については必ずしも害のみでないで、以下若干洪水の利益を考えてみよう。まず、洪水の利益の最大のものは水資源としての価値である。これは周知のことで特に説明を加える必要もないし、現実にも多目的ダムを築造して貴重な水資源として利用されている。したがって、わが国にもし台風が全く襲ってなくなると問題は少し複雑になってくる。洪水が全くおこらなくなると、石、砂利、砂などの建設資材に困ってくる。現に今、わが国では河川砂利の不足に困っている。次に河口は熊野川、由良川、渡川などにみられるように河口閉塞という現象がおこっている。この河口閉塞は適当な洪水によって、フラッシュされて河口の維持ができていたのが普通である。ときどき洪水が出て、この河口をあけてくれないと、河口閉塞が強化されて内水、航路、水質保全などに支障をおこすことになる。わが国ではあまり考えられないことであるが、洪水がもたらす肥沃な土じょうは、

氾濫して地味を豊かにするので、中国では、わざわざ放泥計画といって、洪水を平原に放流せしめる計画があるぐらいである。大きな目でみれば関東平野も尾張平野も、利根川、木曽川の洪水がもたらした沃野とも云えよう。

台風が水資源としての価値があると同時に、台風一暴風は汚染した大気を浄化してくれるし、洪水は汚染したヘドロや汚水を掃流して、公害を低減せしめる役割をはたしていることも認めざるを得ないだろう。だからといって洪水は歓迎さるべきものだとして飛躍して結論づけることはとんでもないことであるが、害のみめくちらをたてて論じることなく、洪水を利用して洪水のもつ若干の便益もあわせて考えていくことも無駄でもあるまい。災害が人間生活に及ぼす被害が余りにも莫大であるから、災害撲滅の方向に進むべきであることは論じるまでもない。

3. 災害の特性

災害は時代とともに歴史的にその種類、規模、性格などが変遷していること（歴史性）、災害は地域によっていろいろ変わっていること（地域性）、災害は突発的偶発事象ではなくして周期的に発生すること（周期性）などが議論されるようになってきた。ここではこれらの問題についてふれることにしよう。

3.1 歴 史 性

奥田⁹⁾ は気象災害について歴史性のあることを論じ、これを次の4種類に区分している。

1. 太古からあって現在も恐れられている災害（未克服災害）
2. 昔は大災害であったが、現在は被害が局地化あるいは減少したもの（克服された災害）
3. 古くからある災害だが、新しい形態をおびてきているもの（文明と災害）
4. 近年新たにおこったもの（新しい災害）

1. に属するものはその代表的なものとして台風、地震災害である。もちろん耐風工学、耐震工学、治山治水工学などの科学的学問の内容は大いに進歩してきているが、まだまだ人類はこれを完全に征服することができる段階にはたちいたっていない。

2. に属するものとして、飢饉、凶作、干魃、疫病などがある。災害の歴史をひもとくと、こうした災害によって幾10万人の人々が餓死し病死していることはすでに享保、天明、天保の三大飢饉などの事例で説明した。しかし、今日は農業水利技術や営農技術が進んでまた多くの事業が行なわれ、まず凶作干ばつということはほぼ征服されようとしている。しかし将来の水需要が莫大なものが予想されることや、冷害霜害などの対策が必ずしも完全に駆使されているわけではないので、余り楽感ばかりしてはおれない。

3. に属するものとしては加害力には変化してなくても、被害をうける方の社会条件が複雑多岐に変わって

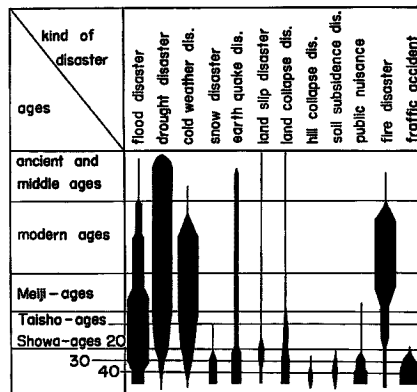


Fig. 7 Historical change of the disaster in Japan. (by Nishikawa, 1968)

くることによって新しい形態の災害が発生してくるものである。例えば、ダムの放流、ダムの背砂、流量調節に伴う下流洪水の継続時間の長期化などのダムに伴う災害や、都市化に伴う河川流量の増大化などはそのよい例である。

4. に属するものとしては一口に公害といってもよい。

これらの災害の変遷については西川¹⁰⁾も同じことを論じ Fig. 7 のような災害消長図を作っている。

3.2 地域性

自然条件、社会条件のちがいが災害の特性、種類、発生頻度に地域的特性があらわれることを災害の地域性といっている¹¹⁾。したがって加害力の地域性と、被害の形として表われる抵抗力の場の地域性が考えられる。

地球上に占めるわが国土が宿命的な被害環境にあることは、既に環太平洋地震帯、台風常襲地帯、日本列島火山帯などについて記述したとおりで、これも地球上の自然環境的地域性とも云える。

ここではわが日本列島に範囲をちぢめて、その国内における地域性を例示してみよう。

先ず加害力の地域性であるが、雨の降り方にしても、台風の襲う地域的分布にしても、雪の降り方にしても、何れも全国土一様でなくそれぞれ、地域によって非常に差があることは周知の通りであろう。例えば台風の日本列島への通過頻度を示したのが Fig. 8¹²⁾であって四国から中国地方を通過する台風がいかに多いかがよく分り、台風銀座などと呼ばれる所以である。

次に場の地域性であるが、河川ではよく河相¹³⁾という言葉が使われるが、これは人間が各人各様の人相をもっているが如くに、河川にもそれぞれの河相があるとされている。これも河川ので地域性を説明する別語であろう。

同じ津波が来襲しても湾形の深い湾奥には波高が非常に増大して大きな被害を与えたり、同じ地震が発生しても地盤の強弱によって構造物の被害程度が異なるなど、場の地域性についても例示は数多くあるので省略するが、1つだけ水害発生の際の臨界降雨量を Table 11¹⁴⁾に例示しよう。このように地域によって水害が発生する臨界降雨量がそれぞれ異なっているということは場の地域性が存在することを意味して、防災問題

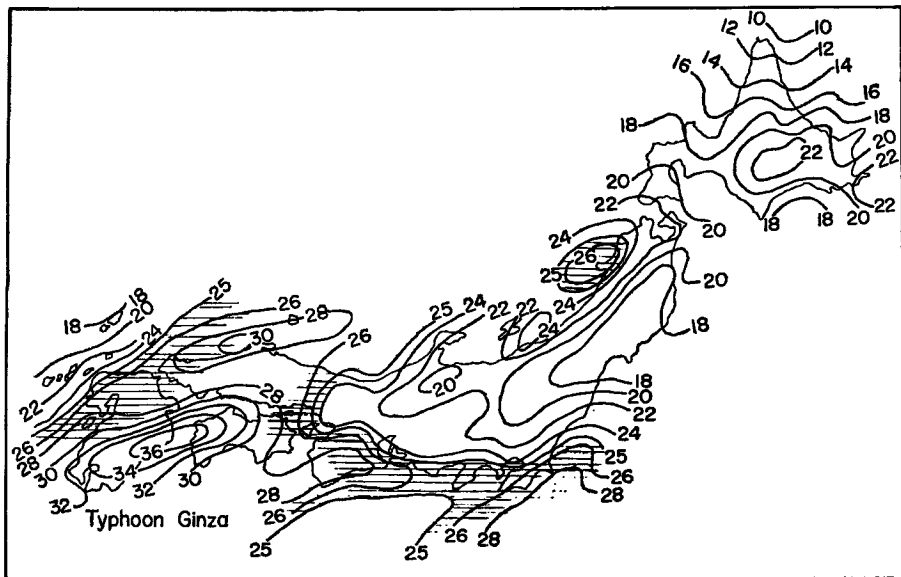


Fig. 8 Distribution of the attacking frequency of typhoon. (Data 1926-1955)
(by Sato, Okuda, Takahashi)

Table 11 The critical rainfall intensity to cause the flood damage. (unit: mm)
(by Mizutani)

District	Critical Rainfall Intensity	District	Critical Rainfall Intensity
Hokkaido	40	Western Tōhoku	60
Eastern Tōhoku	70	Shinetsu	65
Hokuriku	90	Northern Kantō	90
Southern Kantō	85	Western Tōkai	100
Eastern Tōkai	85	Kinki	90
Kiwa	100	Seto Inland Sea	80
Sanin	90	Southern Shikoku	100
Northern Kyūshū	100	Southern Kyūshū	100

Table 12 The period of disaster.

Advocate	Kind of Disaster or Abnormal Phenomena	Period (Year)	Remarks
Brückner	yearly mean temperature, yearly mean rainfall, water level of Caspian Sea, etc.	35	so called Brückner's period
Shostakovich	flood of R. Danube	11.5, 23.0 33.3	multiplication of sun spot period (11 years)
"	flood of R. Rhine	33	
"	flood of R. Mississippi	11.0 33~35	
Emerianova	land slide in Soviet	"	
S. Hayami	water level of R. Yantze	"	
T. Ito	flood of R. Tone	33, 99	
—	volcanic eruption of Mt. Fuji	60	no occurrence during 270 years after 1709
K. Fukuda	flood of several rivers in Tōkoku district	24, 31, 37	
T. Nagao ¹⁹⁾	inflow discharge to Lake Biwa	57	
H. Kawasumi	earthquake in Kantō district	69	

を論じる上から極めて重要なことである。

3.3 周期性

災害現象の発生は全く偶発的なものだという説と、周期的なものだとする説があって、今日未だ決定的に結論づけられていない。周期性に関連して災害の免疫性ということもよく論じられる。一度大きな異常現象が発生すると当分同一地点には、災害は免疫性ができて発生しないという説である。

気候の変動に関して、E. Brückner はカスピ海の水位や、年平均気温、降水量やアルプスの氷河の前進後退現象などを調べて、気候には 35 年の周期が存在することを唱っている。これは Brückner 周期といわれ

ている。太陽の黒点の変動が 11 年周期をもっていることと関連して、 $n \times 11$ 年の周期をもった現象が多いこともよく云われている。例えば、W.B. Schostakowitsch はダニユーブ河から、11.5, 23.0, 33.3 年の周期があることを提唱している。またライン河の洪水は 1275~1833 年の 608 年のデータから 33 年の周期のあること、ポーデン湖の水位に 11 年の周期のあること、ミシシッピー河の洪水に 11, 33~35 年の周期のあることを発見している。

ソ連のエ・ペ・エメリヤノウ¹⁵⁾ はソ連における地じりは、太陽の黒点の消長の周期と同じく 11 年周期をもっているといい、速水頌一郎¹⁶⁾ は揚子江の水位に同じく、11 年周期のあること、伊藤剛¹⁷⁾ は利根川の洪水に、33, 99 年の決定論的変動のあることを発表している。河角広¹⁸⁾ は東京地震に 69 年周期のあることを提唱していることも有名である。周期性の問題については沢山の諸説があるが、決定的にそれが信じられるかどうかについては、もっと多くの統計資料が必要のように思われる。

4. 防災計画の基本理念

どのようにして災害を防ぐかということ、防災計画をたてるにあたって、どのような規模をもって対処すべきかということについて若干ふれることにしよう。

4.1 防災の基本方式

私はかつて自著²⁰⁾に治水の方式として次のような方法が考えられることを記述した。

1. 降雨調節法
2. 流出調節法
3. 流量調節法
4. 氾濫防止法
5. 被害軽減法

いうまでもなく現在 1. と 2. は困難であるが 3. の流量調節以下の方法は現にとられている。これと同じように防災対策の一般論として

1. 避難方式
 2. 防御方式
 3. 制御方式
- の 3 つの方法が考えられる。

避難をすることによって災害をこうむらないですむことは当然ある。特に計画を超過する大規模の災害が発生すれば、どうしても避難をすることによって少なくとも人命の損傷を軽減せしめることが出来る。後に計画の規模について述べる予定であるが、われわれは最大可能の発生規模の災害を対象に探ることは妥当ではあるが、事実上困難であるから、こうした計画を超過する規模の災害に対しては避難の方式をとらざるを得ない。ところが避難には当然予知予報の問題がある。相当の期間以前にどこで、どの程度の規模の異常現象が発生するかを予知、予報することは今日必ずしも出来ていない。地じり、海岸侵蝕、地盤沈下などのような比較的緩慢な災害現象を除いて、災害は一般には急激な偶発事象とも言えるから、その予知はむずかしい。今日火山噴火、台風、洪水などの予知はかなり出来るように進歩してきたが、未だ不十分である。地震予知問題を初めとして災害予知の研究が緊急課題とされる所以である。

さて仮りに予知と予報が出来ても避難道路とか避難集合の安全施設などが完備されていなければならないし、避難訓練も必要である。

管谷²¹⁾ は「台風には抵抗するな」という論説で、米国のガルベストーン市民の台風避難の模様を例示している。ガルベストーン市はメキシコ湾に面した人口約 8 万人の都市である。ここは米国最大の台風で知られているガルベストーン台風が襲った町で、米国の台風銀座ともいべき場所である。したがって、今日にもしばしばハリケーンの被害をこうむっている。昭和 36 年 9 月というと、わが国には第 2 室戸台風が襲った年であったが、ちょうど同じ頃米国でも、カルラ台風がガルベストーンを襲っている。この時この町を中心に沿岸住民約 50 万人がヒューストン市に避難して、安全に災禍を逃れたということである。50 万人の住民が混乱もなく避難出来たということは、米国史上にも珍しいこととされ、台風に対処する市当局や住民の平素の心構えに感心させられるものがある。

災害対策に避難の方式が大切であるが、わが国ではこの方面の研究や行政処置が十分でないことを感じる。

さて次に避難しなくともすむ方法として、災害上危険と予測される地区に居住を禁止制限することも考えられる。わが国のように人口が多く国土のせまい国情としては、相当思いきってやらないと出来ないかもしれないが、全国いたるところでかなり危険と思われるところに人間が住んでいることをわれわれはよく知っている。

避難をし、制限禁止するという方策はいかにも消極的であるように思われ勝であるから（ほんとは重要であるが）、どうしてもわれわれの目は、防御方式に注がれる傾向になる。

災害を防御するために堤防をつくり、砂防ダムをつくり、又は耐震、耐風、耐火の構造物をつくることによって、われわれは防災対策にあらゆる努力を払ってきた。防災対策の方式としては、80～90%がこの方向にむけられて今日にまで至った次第で、ここにその内容を説明することは省略したい。

第3に制御方式という課題がある。台風とか洪水という異常現象を人間の力でコントロールしようとする試みであって、こうした加害力を全部といわなくとも、これを制御することが出来れば災害を克服することが出来るわけで、この方向にわれわれの研究が進展することが、これからのわれわれに与えられた大きな課題であろう。このことについては次節でもう少しふれて見ることにしよう。

4.2 防災計画の規模

どの程度の災害規模をもって防災計画の基準とするかの問題は、極めて重要な課題であるが今日未だ決定的な説はない。考えられる方式として、

1. 可能最大規模
2. 超過確率規模
3. 既往最大規模
4. 経済効果規模
5. 妥当投資規模

などがあげられるが、これらのどれが理論的に採りあげられるべきかの問題はむづかしい。現在 2. と 3. の方式が主として実際にとりあげられているが、結局は国の財政に応じて政策として決められる性格の強い問題ではないかと思われる。可能最大規模を採択しない限りは計画規模には限度があって、この限度を超過する異常の大災害が発生した場合に、どう対処するかということを考えておく必要がある。これを超過災害と仮称することにしよう。超過災害はまことにまれに発生する災害であるが、こうした災害こそ被害は劇甚で社会的にも大問題になり、人命を失うことも多いので、超過災害こそわれわれ災害科学を研究するものにとって重視しなければならない問題というべきであろう。そうはいつても、超過災害は 100～200 年確率を上まわるまれにしかおこらぬ災害であるから、防災規模をそこまであげて計画をたてることは事実上いろいろの問題がある。したがって超過災害に対しては避難防災という方式を充分考慮して、万全の策をとらざるを得ない。こうした意味からも既に述べたように避難対策の確立が重要であることは、再び論じるまでもない。

防災計画の規模はいつれの方式を採るにしても、防災施設の腐朽化、管理不備、外部環境条件の変化などの理由で、当初の機能を減退するものである。また人間の考える知的能力には未だ足りない点は多く、特に既往最大などといってもこれは過去の極めて短期間の既往最大値であるから、どうしても規模が小さく安全性にかけることが多い。したがって防災計画の規模を決定するにあたって、こうした将来の変動に対処して、かなりの巾をとっておく必要があることは重要な点である。

5. 災害の制御

防災対策の基本方式として制御方式という考え方があることは既に述べたとおりである。現在実現されているものとして、最も代表的なものに洪水調節ダムがある。洪水を貯留し調節して水資源として活用する考え方は既に 50 年の歴史をへて、今日多目的ダムとして世界いたるところで実行されている。また津波、高潮、高波等を制御するための防波堤や流出土砂を調節する砂防ダムなども同じ考え方とも言うべきであろう。

しかし全般的にみて異常自然現象を人工的に調節することはなかなか困難で、殆んどいってもよい位未

だ開発されていない。

先ず第一に、台風制御²²⁾ (typhoon control) があげられる。米国の航空機が初めてハリケーンの眼の中に飛びこんだのが、1943 年であるから未だ 30 年の歴史しかない。それ以来、台風の実態観測が行なわれるようになって、1957 年に米国で、weather modification の問題を、big-science の一つとしてとりあげ、hurricane control の問題ととりくむようになった。特に 1965 年には ESSA (Environmental Science Services Administration) という環境科学庁ともいべき組織がつくられた。台風制御の研究はマイアミにある National Hurricane Research Laboratory (NHRN) で Simpson, Gentry 等によって盛んに行なわれるようになった。この研究は “Storm Fury” と名づけられ現在尚活発に進められている。

気象調節の研究として千魃防止上のための人工降雨の研究もすでに世界各国で行なわれているが、この他に消霧、防霜、及び蒸発抑制などの研究が進められている。気候を変換しようとするマクロな方式として、ソ連の自然改造計画の名でよく知られている研究があることは周知のとおりである。例えば、シベリアのオビ、エニセー河に巨大な貯水池を築造し砂漠の緑化計画を考えたり、ベーリング海峡を締めきって北極洋の温暖化をはかったりする構想があるようである。ツンドラが沃野となり、砂漠が緑化されるまでには、まだ当分将来の問題のようにも思われるが、災害を克服し未利用資源を開発していく、これらの一連の研究課題は次の世紀の災害科学者の任務ともいべきであろう。

参 考 文 献

- 1) 福岡正己：災害の歴史的考察，カラム，31 号，昭 44. 4，p. 19.
- 2) 国立防災科学技術センター：災害研究図表集（警察庁調），防災科学技術研究資料，第 12 号，昭 45. 3，p. 195，p. 291.
- 3) 京大防災研究所：京都大学防災研究所十年史，昭 36. 11，附表.
- 4) 東京天文台編纂：理科年表，第 40 冊，昭 42. 12，地 p. 206（地第 30 図）.
- 5) 光田 寧：台風，カラム，31 号，昭 44. 4，p. 49.
- 6) 2) と同じ，p. 63.
- 7) 長茂 昭：統計からみた治水事業，河川，昭 43. 3，p. 11（第 31 図）.
- 8) 畠山久尚：気象災害，防災科学技術シリーズ，1，昭 41. 12，p. 301.
- 9) 佐藤武夫，奥田 穰，高橋 裕：災害論，科学論技術論双書，3，昭 40. 5，p. 23.
- 10) 西川 泰：戦後期の日本災害における意義，防災科学技術，No. 6，昭 43. 11，p. 3.
- 11) 8) と同じ，p. 106.
- 12) 9) と同じ，p. 116，（図 3. 9）.
- 13) 安芸蛟一：河相論，昭 19，p. 32.
- 14) 水谷武司：日本の自然災害の諸特性，防災科学技術センター研究速報，第 10 号，昭 43. 9，p. 17.
- 15) エメリアノバ著，福本，漢元訳：地氾りの周期性について，新砂防，46 号，昭 37. 11.
- 16) 速水頌一郎：Variations in Stage of the Yangtze River at Hankou and Some Climatic Changes in Central China Inferred from Them，上海自然科学研究所欧文報告，1，昭 13.
- 17) 伊藤 剛：計画高水流量の合理的決定法，土木研究所報告，100-6，昭 33.
- 18) 河角 広：大地震 69 年周期について，予防時報，83 号，昭 45. 10，pp. 49-56.
- 19) 長尾正志：びわ湖流入量の経年変化について，京都大学防災研究所年報，第 7 号，昭 39. 3，pp. 253-264.
- 20) 矢野勝正：洪水特論，理工図書，昭 33. 4，p. 6.
- 21) 菅谷重二：台風には抵抗するな，文芸春秋，昭 36. 11，pp. 116-124.
- 22) 寺田一彦：台風のコントロール，日本の科学と技術，No. 105，昭 44. 2，pp. 18-23.