

# 最近の河川災害に関する 2・3 の問題

石原藤次郎

## RECENT FLOOD PROBLEMS IN JAPAN

by Dr. Eng. Tojiro ISHIHARA

### Synopsis

The destructive floods occurred in the middle and western parts of Japan in July and September 1965. The researching members of our Institute went to investigate the state of flood hazard and disaster in these areas. This paper describes the outline of the disasters, and the flood problems are discussed through the results obtained by the field investigations, that is, the problems of the areal distribution and the amount of storm rainfall caused by different meteorological circumstances, the flood-control operation of reservoir with a relatively small drainage area, the role of sediments, debris or degradation in flood hazard, the destructive force of flood flow, and the policy of preventing flood disaster and managing of a river comprehensively.

### 1. ま え が き

昨年7月に北陸・山陰水害が発生し、数十名の犠牲者と多大の被害を生じたことは、未だわれわれの記憶に新しいところである。本年も、6月に九州、7月に中国、また9月には台風23号、24号とその間に生じた集中豪雨によって、近畿、中部を中心としてかなりの河川災害が発生した。こうした河川災害の基本問題と防災対策を考究するために、各方面の専門家によって詳細な調査研究が行なわれている。当防災研究所においても、河川災害の全国的な研究組織の一環として、昨年度に引き続き災害の実態研究と防災対策の研究を積極的に行なっている。

毎年繰り返される河川災害にかんがみ、ここに本年度発生した河川災害を現地において調査した成果を中心として、災害科学および防災科学の立場から問題点を指摘し、河川の防災問題に対して研究上ならびに対策の樹立上の指針を与えようとするものである。

### 2. 昭和40年7月の水害の概要

#### (1) 気象概況

中国地方に停滞していた梅雨前線は、7月20日日本海南部まで北上したが、日本海南部を弱い低気圧が東進するにつれて、ゆっくり南下を始めた。21～23日にかけて、この前線に沿ってつぎつぎと低気圧が通過したために広範囲にわたって大雨が降り続いた。この大雨は典型的な梅雨前線活動によるもので、その特徴は

i) いわゆるしゅう雨性の強雨が、ときどき雷を伴ない断続したが、とくに22日の深夜に集中的に強く降った。

ii) 南下した梅雨前線が中国地方に停滞し、前線上を小低気圧が断続的に東進して前線を強く刺激した。

iii) 降雨量は、山陰沿岸部の米子で 348.5mm、倉吉で 274.5mm、中部山地部の三次で 232.5mm、吉田で 168.5mm、瀬戸内海沿岸部で 50～100mm程度であった。

iv) 総雨量が比較的少ないところでも、22日の夜半から23日の早朝にかけての雨は、短時間にかなり強く

降り、このため被害を多くした。

## (2) 被害の概要

このような降雨によって各河川は一斉に増水し各所で氾濫した。とくに島根県下の河川についてみると、宍道湖水位の異常上昇(松江市白濁量水標で最高2.01m)に伴う沿岸の農地市街地の浸水、江川の増水による農地市街地の浸水流失、および益田川の破堤氾濫による被害などが主要なものである。広島県では、6月の大雨による太田川の支川三篠川の破堤氾濫による被害が激甚であり、また7月には江川上流の三次盆地の内水被害が顕著なものである。

これらの大雨によって生じた河川災害を形態別に示したものが Fig.1 であって、同図には等雨量線も記

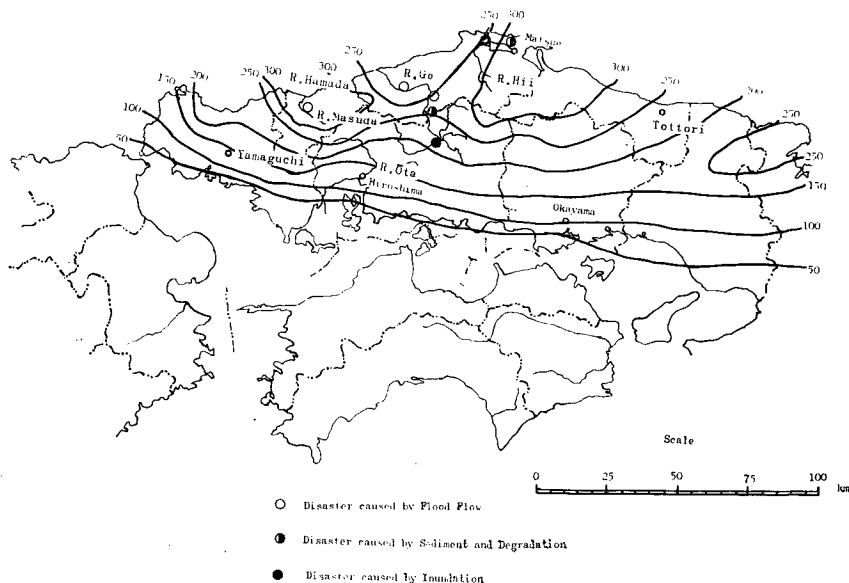


Fig.1 Iso-hyetograph and kinds of flood disaster in July, 1965.

されている。

とくに、江川は広島県に源を發し、三次市において扇状流域をなし、可愛川(本川)、馬洗川、西城川、神瀬川などが合流して島根県に入る。島根県では邑智郡大和村、邑智町、川本町、桜江町などを経て江津市において日本海に注ぐが、広島県内とは河相が一変しV字溪谷状をなし、上記村落は狭小な河岸段丘上に発達している。流域面積3678km<sup>2</sup>、幹川流路延長191.2km、三次盆地内の改修区域最下流端で6,300m<sup>3</sup>/s、島根県内浜原ダムでは9,770m<sup>3</sup>/sという計画高水流量がとられている。今回の出水は22日の夜半頃の24時~1時に最大強度20~40mm/hをもつ大雨によって発生したが、その規模は馬洗川合流点下流の尾関山量小標で最大流量4,786m<sup>3</sup>/s、最高水位9.53m(計画高水流量5,800m<sup>3</sup>/s、計画高水位9.60m)であり、浜原ダム地点での最大流量は6,620m<sup>3</sup>/s、川本町での最高水位は12.20m(浸水限界水位8m)である。

また、江川には左右の河岸段丘を結ぶ吊橋が多いが、浜原調整池に繋留されていた浮戸が流失し、三江線鉄橋とともにいたるところで流失して(Photo.1)多数の孤立地区を生じたことも今回の水害の特徴の1つである。

## 3. 昭和40年9月水害の概要

### (1) 気象概況

非常に早い速度で9月10日近畿地方西部を横断した台風23号は強風をもたらしたことが特徴である。それ

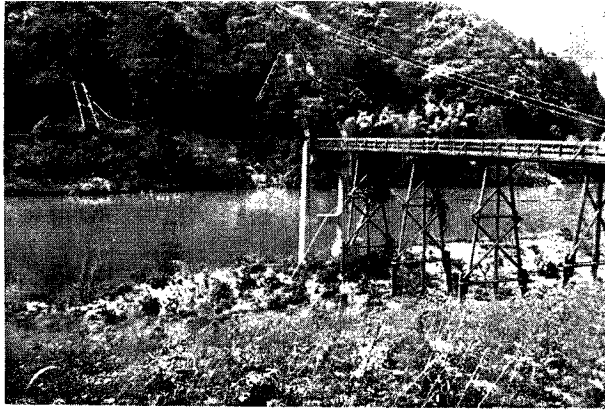


Photo. 1

に引続いて、9月8日南方洋上で発生した台風24号は、過去において大災害をもたらした猛台風と同様な経過をたどりながら北西進した。それと同時に、その東方にやや弱い台風25号が発生し、13～15日頃相たずさえて日本を襲うようにみえた。その後、25号は速度を早め本邦東方海上を通過する進路となったが、当時本州西部にはいわゆる秋雨前線が停滞しており、2つの台風と太平洋高気圧との間から南方の熱湿風が連続的に送り込まれて、14日には前線沿いに記録的な集中豪雨が発生した。

一方、台風24号は2日余りほとんど停滞し次第に勢力を強めていたが、16日頃より次第に速度を早め、17日夕刻紀伊半島東岸をかすめ中部山岳地帯を横切り、北陸海岸線沿いに東北進した。このコースは近畿地方に対しては大雨をもたらし、伊勢湾には高潮をもたらす最悪のもの1つであって、淀川水系では計画高水流量をやや下廻る程度の出水となったが、伊勢湾では満潮時と一致せず高潮災害を生じなかったことは幸いであった。

このように9月水害はかなり複雑であって、いわゆる集中豪雨災害と台風災害とに分れるが、その気象的特徴はつぎのようである。

i) 台風24号および25号が北緯20～25°の間であって、南方の熱湿風を大量にかつ連続的に本州に向けて送り込むとともに、北陸から瀬戸内海東部を結ぶ線に秋雨前線が停滞していた。

ii) 14日に丁度梅雨末期にみられるような集中豪雨が、奥越地方および兵庫南部に発生し、洲本市で4日間雨量520mm、最大時間雨量90mm、福井県九頭竜川上流の笹生川ダム（本戸）で3日間1,044mm、最大日雨量844mmを記録した。

iii) 17日には台風24号のために近畿地方一円にかなりの強雨をもたらし、16～17日の雨量は200～300mmにも達した。

iv) 14日の豪雨は福井・岐阜両県の県境のいわゆる奥越地方と、時間的にはやや遅れるが兵庫南部の姫路・明石・淡路島に集中し、比較的せまい範囲に限られているが、17日の台風24号による大雨は地点雨量の記録としては前者より小さいが、広い面積にわたってかなりの雨量をもたらした。

## (2) 被害の概要

このように昭和40年9月水害は本州の中・西部に2度連続して発生したのであるが、前半と後半とで豪雨の特性が著しく異なっている。そのため9月水害には性質の違った災害現象が含まれており、河川によっては二山洪水となったところもあって、水害としては非常に複雑である。Fig.2 および Fig.3 は9月水害を前半と後半とにわけて、等雨量線とともに災害の種類別に被災箇所を示したものである。

これらの図からもわかるように、9月水害は広範囲でかついろいろな形態の災害が発生したので、ここで

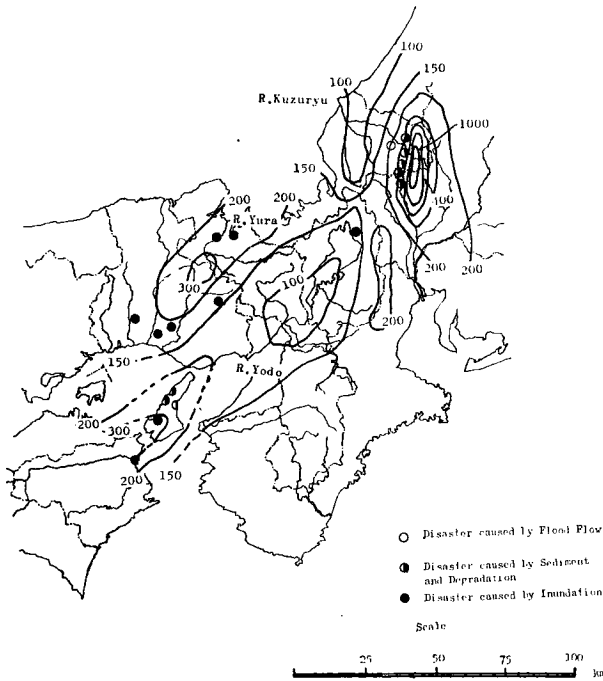


Fig. 2 Iso-hyetograph and kinds of flood disaster from 13th to 15th, Sept., 1965.

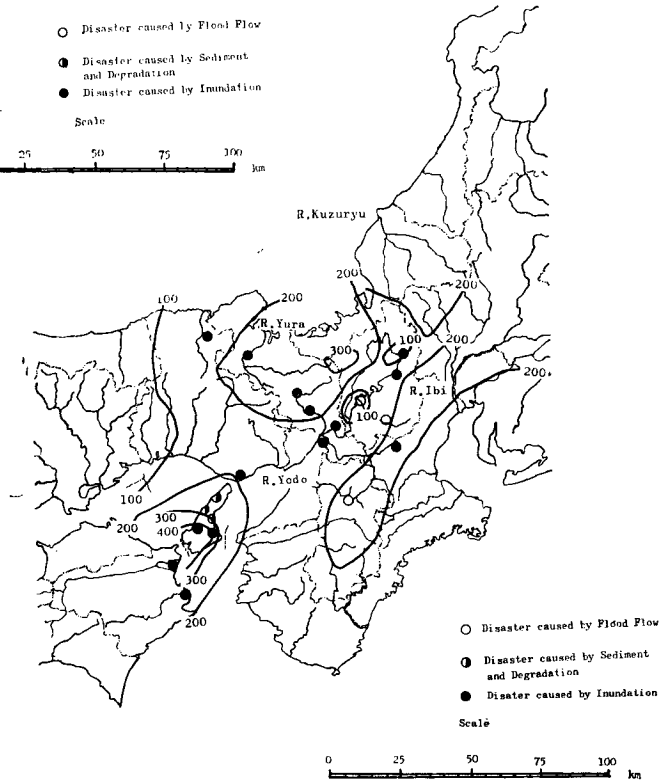


Fig. 3 Iso-hyetograph and kinds of flood disaster from 16th to 18th, Sept., 1965.

そのすべてを述べることができない。以下では研究所の研究員が直接現地に赴き、調査研究を行なった地区について被害の概要を述べることにする。

i) 奥越地方, 九頭竜川および揖斐川水系

九頭竜川では9月14日の奥越豪雨により本川中角で4,300m<sup>3</sup>/sを記録し計画高水流量を少し上廻り, また

24号台風時の大雨によって日野川筋で計画高水位に達するほどの出水をみたが、被害は本川上流真名川筋に限られている。真名川筋は真名峡といわれ峡谷をなしていたようであるが、災害後は土砂で埋まって広い河原と化している。旧河道はほとんど見分けられることができず、また狭さく部の上流や弯曲部の水衝部では異常に高い洪水痕跡が観察された。



Photo. 2



Photo. 3

真名川での災害は土砂によるものであって、土砂の流出形態と災害との関係に重要な意義がうかがえた。すなわちこの流域はいわゆる壮年期の峡谷をなしており、土砂の崩壊、流出は谷あるいは沢の崩壊ないしは流失によるものであった。すなわち、流出土砂の一部は渓谷の出口に扉状地状に堆積しており、かつ付近の家屋は倒壊せずに立ったまま内部が洗われ、土砂で埋まっていた (Photo. 2, 3)。土砂による破壊力はあまり大きくなく、かなり静かに流出したものと思われる。

流出土砂の残りの部分は真名川筋に流れ出し、河床を4～8m上昇させたといわれているが、今後これらの土砂が本川に流出するようになれば、本川の河道安定に重大な影響を与えるように思われる。一方、揖斐川筋においても14日の奥越豪雨時に大崩壊を起し、いわゆる土砂災害を発生した。すなわち、揖斐郡徳山村で52時間に980mm、24時間に最大771mm、時間最大94mmを記録し、揖斐川上流の扇谷、前谷に、根尾川上流の白谷などの中山渓谷で大崩壊を起したのである。被害状況は真名川流域とほぼ同じであって、いわゆ

る奥越豪雨の惨状を示していた。

ii) 兵庫県内部においては14日から17日にわたって数回の大雨に見舞われ、姫路市、明石市では小河川が氾濫してかなりの被害を発生したが、主要な被災地は淡路島である。淡路島は三原川と洲本川を結ぶ線で地形的にも地質的にも異なっている。山腹崩壊は北淡路に集中し、昨年(昭和40年)の山陰水害時のそれと類似した形態をなしていた。すなわち表層部が浅い風化花崗岩でおおわれており、これが強雨によって崩壊し、道路や民家を押し流したものと考えられる。

淡路島における災害のもう1つの特徴はアースダム形式の小溜池の決潰である。元来淡路島は降雨量が少ないために、2万数千の溜池によってかんがいが行なわれていた。これらの溜池が満水してその堤防が決潰したわけで、洲本川支川初尾川の金津張池郡の決潰にその典型例をみることができる。すなわち重ね池の余水吐の問題、ダム決潰時の水流の破壊力の問題など説明すべき問題を提起している。

iii) 由良川水系においては14日の秋雨前線による豪雨時の土師川筋を主体とする出水と、17日の台風24号時の降雨による本川主体の出水との2回の洪水に見舞われた。由良水系の下流部は未だ改修工事が完了しておらず、各所で内水災害、浸水災害を発生した。とくに河口付近の河床こう配が小さく、かつ狭さく部があるため大江町地区で15日の早朝より浸水を始め、2回目の出水が引いた19日まで前後5日間も湛水していた。福知山市付近は改修工事がほぼ完了しており、今回はほとんど被害を生しておらず、また2回目の出水に際しては典型的な洪水調節が行なわれたにもかかわらず大江町の浸水が防ぎえなかったことは、水系一貫の治水計画の重要性を示す事実といえよう。

iv) 淀川水系では台風24号時の大雨によって下流枚方地点で計画高水位を上廻る出水となった。桂川水系の京北町、亀岡市、木津川水系の上野市、名張市において浸水被害を生じたことは何時ものとおりであったが本川の宇治川、びわ湖流域ではかなりの被害を発生した。とくに山科川下流部では本川水位の上昇のため水が逆流し、このいわゆる内水常襲地区に浸水被害を起し、またびわ湖地域では湖内水位が約1m上昇し沿岸地区に浸水するとともに、安曇川、石田川、宇曾川、蛇砂川、野洲川、草津川において大小の堤防決潰を発生し、中でも野洲川の被害がもっとも大きかった。このように淀川水系では中流から下流にかけてのいわゆる本堤で防護されている堤内地の被害はほとんどなかったが、上流地区の中小河川においてかなりの破堤浸水被害を生じているということが注目される。

#### 4. 災害に関する2・3の考察

以上述べたように、本州の中部から西部にかけて甚大な河川災害を発生したが、これらの災害を現地において調査した結果および種々の被害報告に基づき、また最近数年間に起った河川災害をも考慮しながら、河川災害に関する災害科学および防災科学上の問題点について考えてみよう。

##### (1) 集中豪雨と台風時の大雨

有名な諫早の集中豪雨と比較して最近の主な集中豪雨を示したものが **Table. 1** であり、また戦後の代表的な台風時の大雨を示したものが **Table. 2** である。これらの表はすべて地点雨量の記録を示したものであるが、河川災害は地点雨量のほか、どれだけの面積に大雨が降るかによって大きく左右される。そこで最近の集中豪雨について、24hr雨量に対する等雨量線図を同一の縮尺の地図上に示したものが **Fig. 4** である。これらの表および図からつぎのような事実が注目される。

集中豪雨といっても、台風時の大雨と比較して特別に総雨量および降雨強度が大きくなく、しかも降雨域はそう広くなく数百km<sup>2</sup>の程度である。しかし集中豪雨といわれるものはそのいずれも強度が大であるという特徴がある。また、台風時には強降雨地域というものがあるといわれているが、集中豪雨は沿岸地域であったり山岳地域であったりして一定しておらない。なお、台風時の大雨はある程度予知することが可能であるが、集中豪雨はほとんど不可能であるといわれている。このように、集中豪雨と台風時の雨とでは気象的にかなり特性が違っているようであるが、こうした特性の相違を考慮して集中豪雨による河川

Table 1 Recent concentrated storm rainfall

Name	Date	Amount of precipitation			
		Location	Total(mm)	One day(mm)	1 hr(mm)
ISAHAYA	July 25~28, 1957	SAIGO	1109.2	1109.2	144.0
INADANI	Jnne 24~July 1, 1961	IIDA	526.3	325.3	40.0
SAN-IN	July 17~19, 1964	MATSUE	311.0	309.0	39.8
SAN-IN	July 21~28, 1965	MASUDA	337.8	250.2	41.0
OKUETSU	Sept. 13~15, 1965	MOTODO	1044.0	844.0	62.0

Table 2 Typical storm rainfall during typhoon after the World War II

Name	Date	Amount of precipitation			
		Location	Total(mm)	One day(mm)	1 hr(mm)
CATHLINE	Sept. 13~15, 1947	—	CHICHIBU 611.0	UTSU 214.9	ATSUGI 53.5
No. 13, 1953	Sept. 25~26, 1953	ODAIGA- HARA	1017.0	611.7	—
KANOAWA	Sept. 25~26, 1958	KAMI- KANO	755.0	691.0	TOKYO 76.0
ISE-WAN	Sept. 25~26, 1959	SHIONOHA	898.0	691.0	118.0

災害の特質といったものを分析しよう。集中豪雨は比較的狭い面積に強く降るので、山腹崩壊や沢の流失を伴ない、必ず土砂による災害を発生する。さらに、大河川においては大きな出水とならないが、支川や小河川では大出水となる。また、集中豪雨があるとほとんどの場合に過去最大を上まわる記録となるが、これはいわゆる常襲地帯がないことを意味する1つの証左であって、さらに雨域が小さいことを考慮すると、中小河川の計画降雨といったものに新しい考え方を導入してよいのではないだろうか。とくに砂防計画においては地域を区別せず、たとえば西日本は一定の計画対象降雨を採用することも考えられるのである。

このように集中豪雨は最近の河川災害上1つの重要な原因であるので、台風時の大雨とともにその予知法を強力に研究すべきであって、今回の奥越豪雨はレーダーによって観測されていたようであるが、こうした近代科学の成果を十分に利用すべきである。

## (2) 洪水の調節

洪水時の水を一時貯溜して下流部の出水を低減させる目的で日本各地で洪水調節用貯水池が非常に沢山築造されている。今年の出水に際しても、島根県浜田川の浜田ダムでは、洪水ピークのカットは行なわなかったが、時間的に遅らせることによって下流部の水災を未然に防止し、また由良川大野ダムでは二山洪水であったがその規模が小さくはほぼ計画どおりの調節操作が行なわれた。その他の洪水調節池においても、いろいろの方式で洪水調節が行なわれたようであるが、必ずしも所期の目的が達成できたとはいえないように思われる。Fig. 5-a, b に示した浜田ダムと大野ダムを例にとって問題点を指摘してみよう。

浜田ダムでは予備放流方式をとることになっているが、今回は雨量推定によってこれを行なう必要がないとして実施しておらないが、洪水調節の効果はほぼ完全といえる。しかし、実施図をみると多少容量不足のように見え、もし雨量推定に誤差があると大変なことになっていたと想像される。前述したように集中豪雨

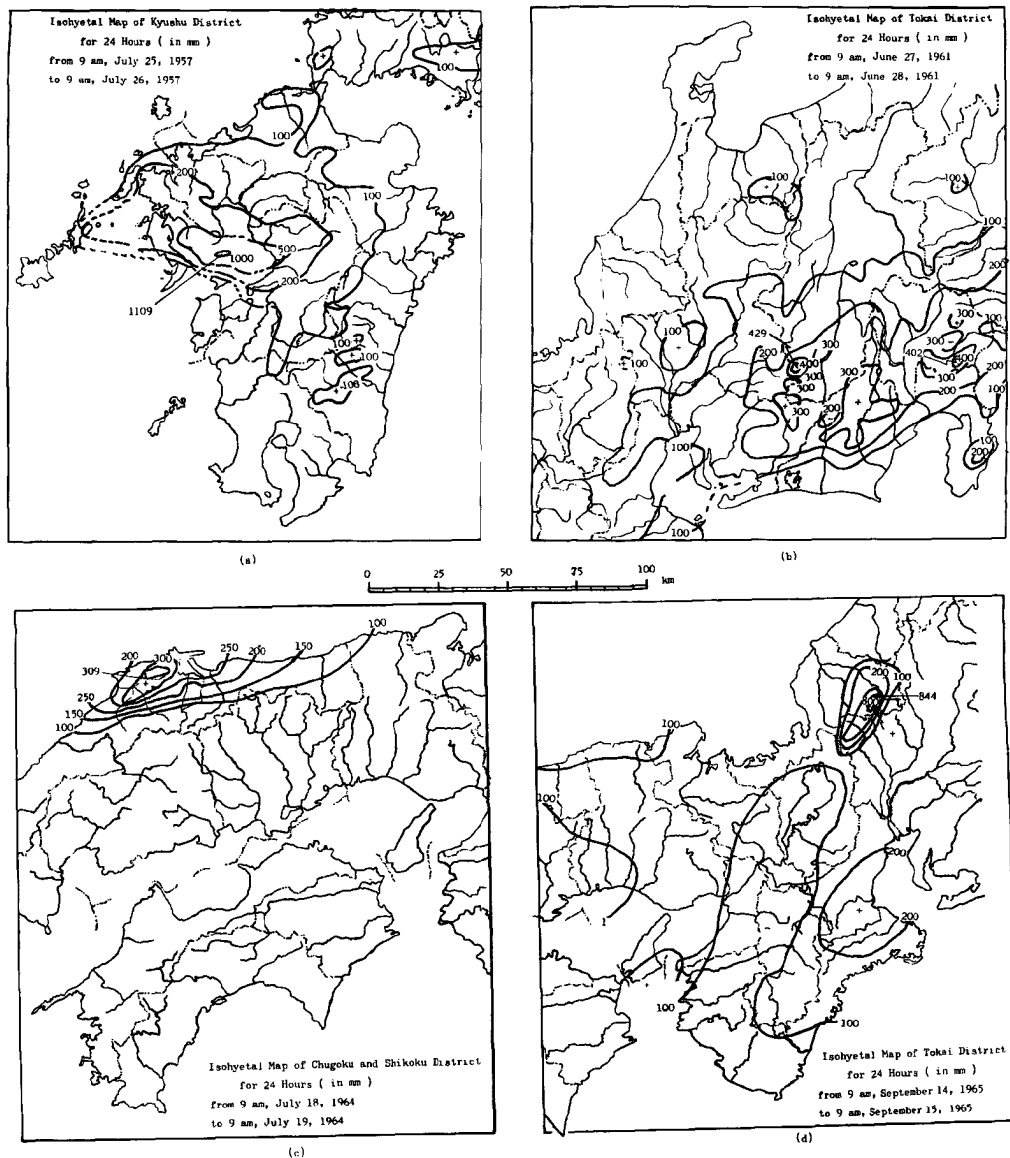


Fig. 4 Iso-hyets for one day in recent concentrated storm rainfall

の予知が困難であることを考えると、とくに小流域に設けられた洪水調節池で予備放流方式の採用を再検討すべきではなかろうか。予備放流方式をやめるか、降雨予知の精度を向上させるためにレーダーの利用などを考えるか、何らかの方策によって洪水調節の完璧を期する必要がある。また、洪水調節を行なうには降雨状況の把握が必須条件となるが、浜田ダムでは下流地点の水位をみながら調節操作を行ない大きな効果をあげたのであって、こうした周囲の情報を正確に集めるための設備の万全を期することも重要である。由良川の 大野ダムでは理想的な調節操作が行なわれたが、下流の未改修地区では浸水被害を生じており、水系一



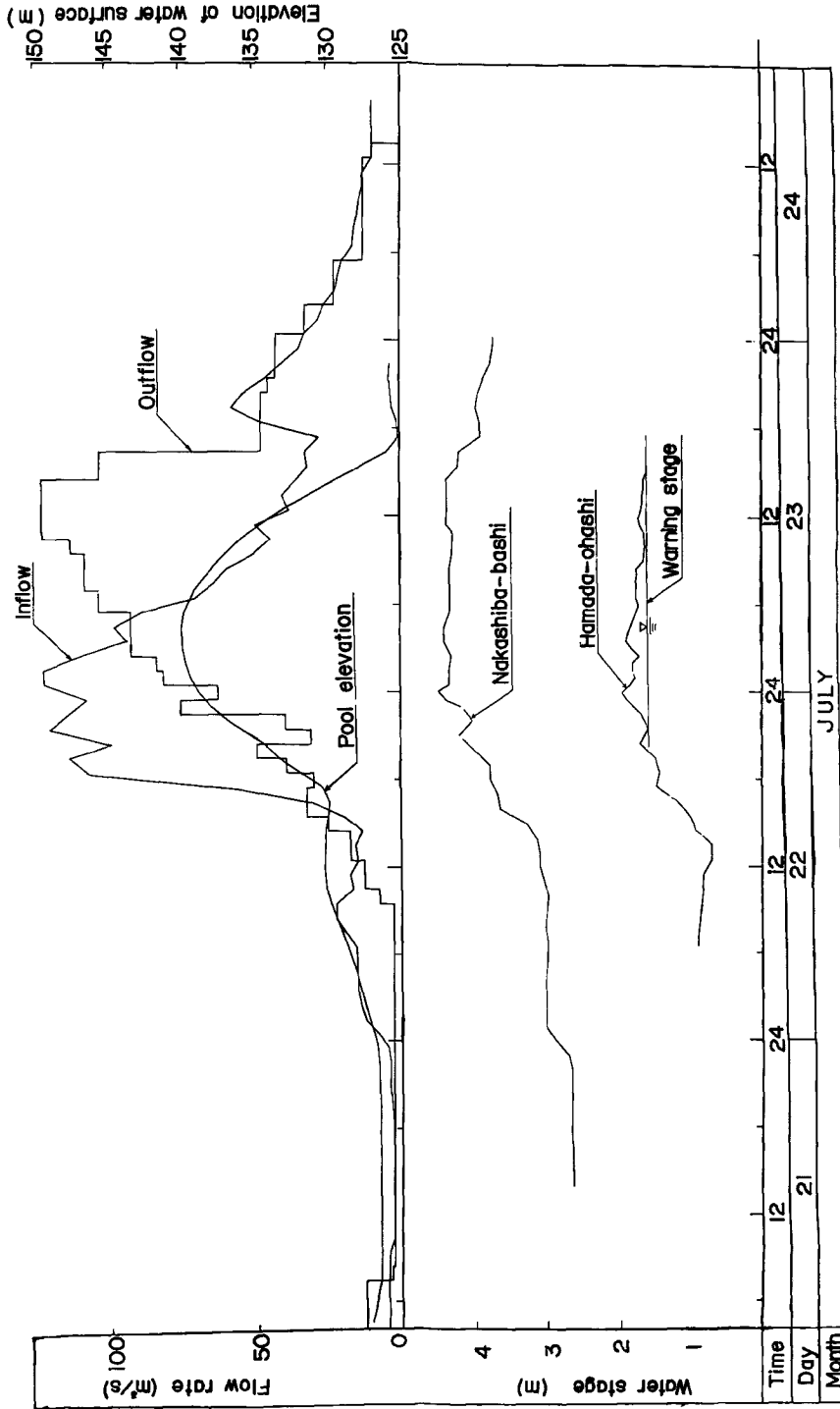


Fig. 5-a, Flood control at HAMADA dam.

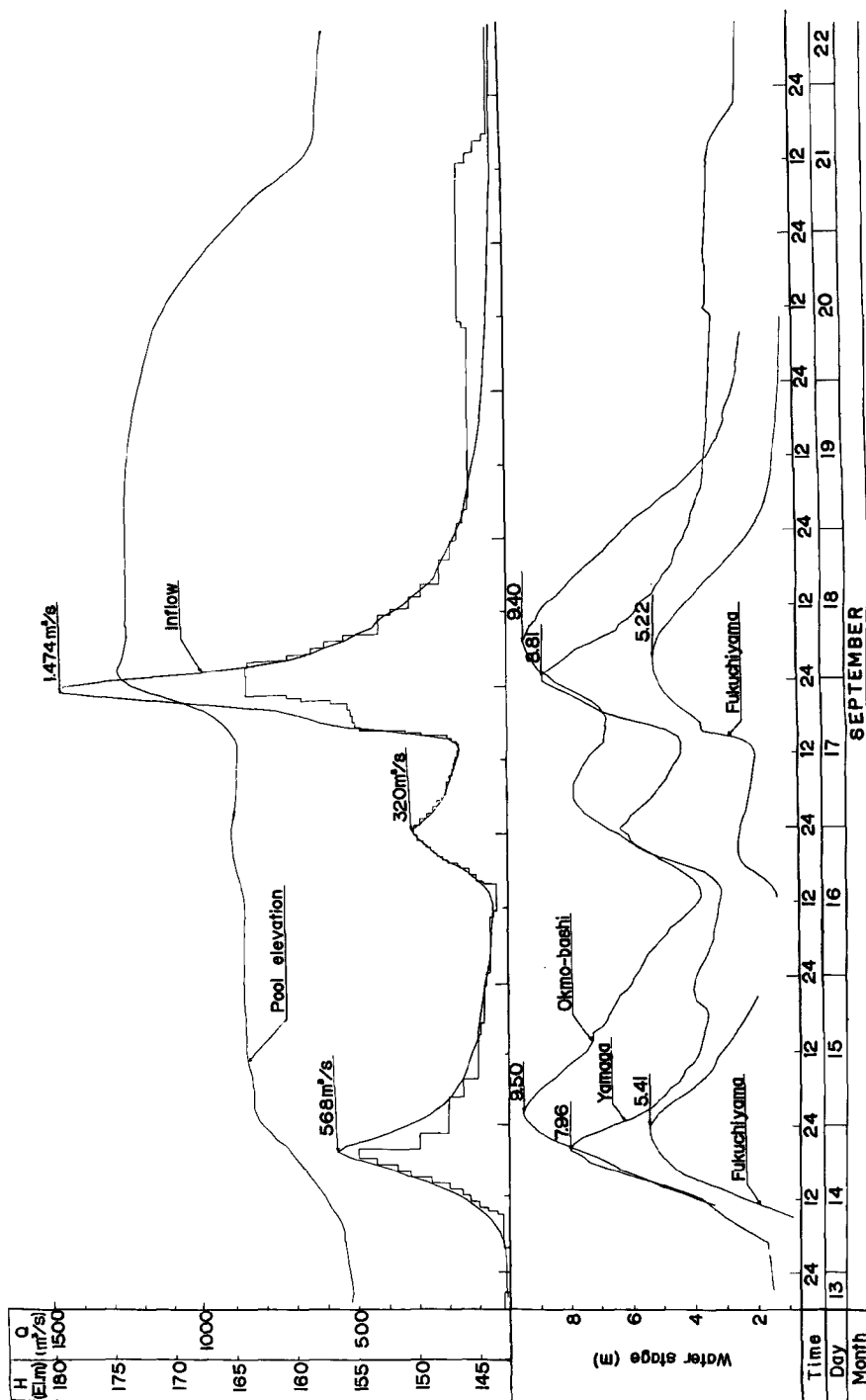


Fig. 5-b, Flood control at ONO dam.

貫の治水事業の重要性を如実に示した例ともいえよう。また、一般に洪水調節を行なうと洪水の継続時間が長くなるので、内水排除上の問題が起り、二山洪水の場合のように出水の規模が大きくなると貯水池容量の不足を来し調節不可能となる場合も生じる。普通貯水池の容量は計画対象洪水に対して安全率1として計算されているので、異常出水時の防災対策をどのように考えるか非常に重要な問題である。

### (3) 土砂災害

40年9月水害においても特徴的な災害は、九頭竜川支川真名川流域および揖斐川上流域における土砂崩壊および土砂流出によるものである。集中豪雨の場合には土砂によって災害が助長されることが非常に多く、いろいろの問題点が指摘される。

奥越災害では、多数の土砂崩壊を発生し多量の土砂が流出して、流失したり埋没した家屋や農地が多数にのぼっているにもかかわらず、人命の被害はほとんど生じていない。昨年の山陰水害と比較して著しい相違であって、この地区が平常時から土砂崩壊や流失の危険が想定されており、そのために災害を予知して適切な避難が行なわれたためである。このように、土砂崩壊や流失の予知は広い意味での水防活動に貴重な情報を提供するものであって、たとえ、直接的な予知ができないまでもその危険度を知る方法の研究が肝要である。

また、このような土砂崩壊や流出の形態は災害の様子に大きな影響を与えることは、昨年の山陰水害と奥越水害とを比較して明らかである。Fig. 6は航空写真により真名川流域の崩壊箇所を示したものであるが、崩壊はほとんど谷や沢の浸蝕という形で起っている。これは壮年期の峡谷で、流域の浸蝕が谷浸蝕の形をとることによるものと考えられる。崩壊に関係する要素は地形条件の他に地質、植生、降雨などがあり、その機構は非常に複雑であるが、これらの諸条件を勘案して、より詳細な現地での実態研究を行なうとともに、崩壊や流出の力学的機構を解明して、予知問題の究明に努めなければならない。

最後に崩壊した土砂は河道に流出して、河道をせき止めたり、河床の上昇を来したりして洪水災害を助長させる。奥越豪雨による流出土砂量は目下調査中であるが、約800万 $m^3$ と推定される。Table 3は山地1 $km^2$ 当り流出土砂量で、既往大災害との比較である。とくに九頭竜川の河道計画は浚渫方式がとられているので、今後これらの土砂によって河床変動がどのような形で起るかが非常に重要となるだろう。すなわち、河道計画との関連において流出土砂量を適確に把握し、その流下機構を詳細に検討して、水系一貫としての土砂の処理計画を樹立するよう現地観測とともに学術的研究を行なう必要がある。

Table 3 Estimated amount of sediment caused by past heavy storm rainfall

Name of disaster	Prefecture	Date	Amount of sediment ( $m^3$ ) per 1 $km^2$ in area of basin
HAN-SHIN	HYOGO	1938	50,000~ 70,000
MINAMI-YAMASHIRO	KYOTO	1953	50,000~ 70,000
ARITA-GAWA	WAKAYAMA	1953	90,000~100,000
ISAHAYA	NAGASAKI	1957	50,000~ 90,000
KANO-GAWA	SHIZUOKA	1958	20,000~ 30,000
FUJI-GAWA	YAMANASHI	1959	20,000~ 77,000
OKUETSU	FUKUI	1965	89,000

### (4) 洪水の破壊力

洪水時には土砂の流出とともに莫大な流木を伴う場合が多い。過去において流木によって洪水災害が助長された例が少なくないが、こうした水と固体とが一緒に流下する場合の破壊力については全く研究が行な

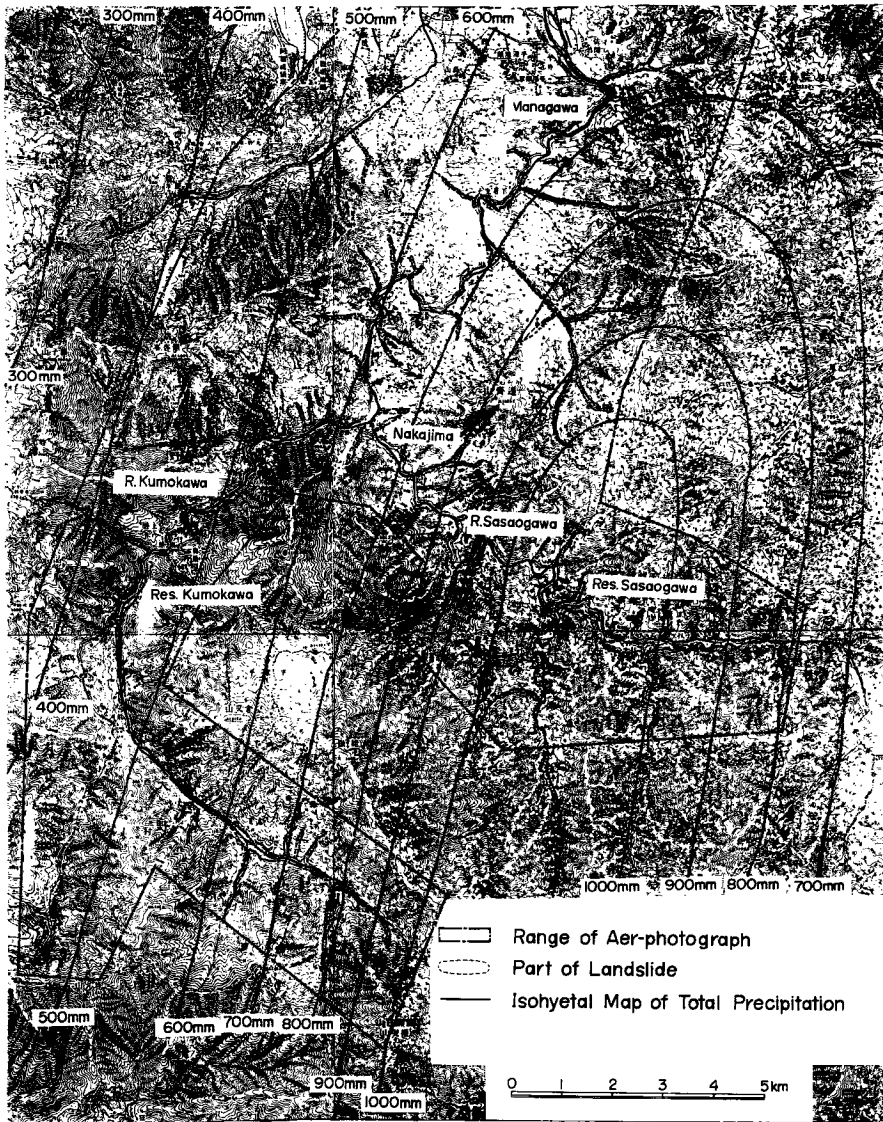


Fig. 6. Figure of landslide in the drainage basin of MANA River by heavy storm rainfall.

われていないといつてよい。さらに、洪水時の河道内の流況は、流れの Reynolds 数が大きいいため模型実験では再現することが困難な場合もある。すなわち、河道の弯曲部や狭さく部、河道内の障害物などの近傍ではかなり複雑な流況を示し、洪水災害の1つの要因になっていることが、洪水痕跡の調査や浜原ダムの浮戸流失などの問題に関係して明らかとなった。また、上砂を伴う場合はさらに複雑であって、砂堆の形成や移動、河床変動、局所的洗掘や堆積などが洪水の破壊力に大きく関係するものと思われる。このように河道内における洪水時の水流はいろいろの意味において破壊力をもっているわけで、この力に対抗するために築造される河川堤防や護岸・水制、また河道内に設けられる各種の利水施設、さらに基本的には河道計画が現

在のままでよいか、改良すべき点はどこか、研究しなければならない非常に多くの問題がある。

#### (5) 中・小河川の治水計画

最近の河川災害は中・小河川に集中しているようである。これは大河川の治水事業がかなり進んだことと大きな台風災害がないこと、およびこれと対照的に中・小河川の治水事業はあまり進歩しておらないにもかかわらず記録的な集中豪雨が頻発したためと考えられる。

まず治水計画をたてるためには計画対象降雨（洪水）を設定しなければならない。従来は1地点の実績雨量を確率的に処理していたが、本節のはじめに述べたように、集中豪雨はどこで降るか全く任意のようであり、したがって記録年数が増せば異常な豪雨記録に見舞われる可能性がある。大河川ではこのような集中豪雨があっても局所的な問題であって、流域全体からみると大出水とはならない。すなわち、中・小河川は流域面積が小さいために、流域全体がすっぽり集中豪雨の雨域の中に入って大出水を来たすのである。こうした事実を考えると、たとえば西日本全体の降雨記録を1つの母集団と考えて確率的な処理を行ない、計画対象降雨を設定するのも一案ではないだろうか。もちろんこの場合採用すべき確率年を何年にとるべきかは非常に大きな問題であって、自然科学的にも社会科学的にも研究すべき多くの問題がある。

一般に、このような中・小河川では経済効果が小さいために、十分な治水事業が行ないえない場合があるだろう。このような場合には、災害を防止できないまでも軽減することが必要であって、奥越水害はこの点のよい教訓を与えている。すなわち、巾の広い水防を行なうことが肝要となるわけで、現在のように自衛的な水防組合の域を脱して、自衛隊や消防団のように、公共団体としての水防団にまで発展すべきではなからうか。

#### (6) 水系一貫の治山・治水計画

今回の水害に際しても、江川、由良川等で水系を一貫した計画の欠除が災害を惹起したと考えられる事例がある。たとえば、江川の場合、上流の三次盆地の改修工事が進めば、下流の島根県側の流量は増大するだろうし、また島根県側では狭小な河岸段丘に村落が発達しているのでこの築堤は一考を要する。また、由良川大野ダムでは典型的な洪水調節が行なわれたにもかかわらず、下流の大江町では浸水を来たりたり、洪水期間が長くなったため内水排除上の問題が起ったりしている。九頭竜川においては、上流域区での崩壊土砂、流出土砂の処理を下流部の浚渫方式による河道計画との関連において考えなければならない。

このように、最近のように流域の開発が非常に進んでいるわが国では、とくに水系一貫の治山・治水計画の樹立が肝要であるわけである。こうしたことは10数年前より盛んに論議されてきたのであるが、最近のように中・小河川を中心として河川災害が頻発しているとき、水系一貫という立場から、治山・治水計画の問題に真剣に取り組まなければならないことを痛感するものである。

### 5. む す び

以上最近発生した河川災害を現地において調査し、災害科学と防災科学の立場から詳細に検討して、今後進むべき方向の一端を示したつもりである。今年6月に九州、7月に中国、9月に中部・近畿をはじめ全国的に数多くの河川災害が発生し、われわれこの分野の研究にたずさわる者として遺憾の念にたえないが、これらの現実を教訓として災害科学と防災科学の研究に専念する覚悟である。

最後に本文において指摘した問題点を列記してむすびとしたい。

(1) 集中豪雨といっても台風時の大雨と比較してそんなに大規模ではなく、地域的・時間的に集中しており、しかもどんな地域に発生するか全く確定しておらず任意性に富んでいる。

(2) したがって、中・小河川や砂防の計画に対してもっとも大きな要素として取り上げるべきで、合理的な計画を行なうためには再検討を要する。

(3) 中・小河川につくられた洪水調節池では、その調節方法が非常に難しく調節方式について再検討を要する場合もある。また、豪雨予知が必須条件となるので、レーダー等の利用と情報網の確保を十分考慮

すべきである。

(4) 崩壊土砂や流出土砂は洪水災害の一大要因であるので、その予知ないしは危険性の予知問題に積極的に取り組むべきである。

(5) 流出土砂は下流部の河道に大きな影響を与えるので、河道計画との関連においてその処理方法を検討する必要がある。

(6) 洪水時には土砂や流木があり、また流れの Reynolds 数が大きいために、河道の弯曲部、狭さく部各種の河川構造物の周辺において異常な現象を起すことがある。したがって、これらの諸要素を総合的に考慮した洪水の破壊力についてさらに詳細な研究を行なうとともに、堤防や護岸・水制などについても検討しなければならない。

(7) 中・小河川では経済効果が低いために十分な治水工事が行なわれない場合があろう。こうした場合にはとくに広い意味での水防が考慮されねばならない。

(8) 最近の中・小河川を中心とした河川災害が多発している事実にかんがみ、さらに詳細に水系一貫の治水計画について考究する必要がある。

(9) このように多くの問題があるが、これらを解決していくためには、総合的な災害科学と防災科学の研究を十分に行なわねばならず、また研究成果がそのまま上記の問題点の解答を与えるものである。