

1901年以降の記録から見た2000年東海豪雨の特徴

牛山素行・寶 馨

要 旨

2000年9月11日～12日に、愛知県を中心とした東海地方で豪雨災害が発生した。被害は愛知県を中心に、全国で死者10名、住家全・半壊・一部破損約310棟、住家の床上・床下浸水約71,300棟などであった。浸水棟数は全国的に見て18年ぶりの大きな事例であり、床上浸水の割合が高かった。最多雨域の2日間降水量は約600mm、最大1時間降水量は110mm以上を記録した。1901年以降の愛知県・岐阜県南部の記録と比較すると、日降水量では東海地方の平野部における最近100年間の最大級豪雨と考えてよいが、山麓・山間部には今回を上回る記録が数事例ある。1時間降水量は過去の最大値と同程度であった。東海地方における過去の顕著豪雨である1965年9月、1972年7月、1976年9月の事例と比較すると、1～5時間降水量では、これらの事例の記録を上回ったが、日本最大記録を越えるほどではなかった。豪雨域(2日間降水量400mm以上)の面積はこれらの事例の中で群を抜いて大きく、最多2日間の降水総量(降水量×面積)もこれらの事例を上回った。

キーワード:2000年9月東海豪雨災害, 長期降水量記録, 降水総量, 愛知県

1. はじめに

顕著な豪雨災害に直面した際に、住民や防災担当者が、避難等の対応を具体的に起こすためには、その判断を支援するためのわかりやすい情報を提供することが重要である。現在発生しつつある現象が、その地域においてどの程度激しい現象であるか、ということ具体的に示すことは、その情報の一つとして重要な役割を果たすだろう。また、災害発生後に生じる行政機関の防災対応についての不信感に対して、状況を具体的に説明することが求められており(たとえば四俵, 2001), よりわかりやすく豪雨規模を表現する方法を検討する必要があると思われる。本論文では、上記のような問題意識のもとに、2000年東海豪雨を事例として、過去の降水量記録、災害資料をもちいて、同事例の特徴を明らかにする。

2. 2000年東海豪雨災害の概要

いわゆる2000年東海豪雨は、2000年9月11日夕方から、9月12日朝にかけて、愛知県を中心とした東海地方で発生した。台風0014号とその北方に停滞した秋雨前線の活動によってもたらされた豪雨である。1時間降水量は、最も激しく降った時間帯には110mm以上を記録し、2日間の積算降水量は600mmを越えた。

自治省消防庁の10月2日現在のまとめによれば、本災害による全国の被害は、Table 1のようになっている。特に愛知県での被害が目立ち、床上・床下浸水では、愛知県の被害が全国の92%を占めた。名古屋市西区の庄内川水系新川で長さ約100mの破堤が生じたのははじめ、愛知県内の少なくとも10ヶ所で破堤、各地で越流や内水氾濫が発生し、名古屋市周辺から知多半島北部を中心に多数の浸水被害が生じた。また、矢作川上流域の、岐阜・愛知・長野県境付近の山間部でも、河川の氾濫や土石流などにより、多数の

家屋被害や道路損壊などが発生し、道路や送電線、通信線が切断され、孤立状態となる自治体や集落が続出した。これらの災害により、愛知県名古屋市、師勝町、豊明市、西枇杷島町、豊山町、新川町、半田市、刈谷市、大府市、岩倉市、美浜町、西春町、清洲町、甚目寺町、大治町、東浦町、岐阜県上矢作町の17市町に災害救助法が適用された。

今回の災害は、被害額も大きく、愛知県だけでも7790億円と試算された(建設省河川局,2000)。また、浸水家屋数や浸水域内の事業所数が多かったことから、公共施設被害額(277億円)に対して、家屋や事業所関係の被害額が大きかったことも今回の特徴である。

Table 1 The damage in each prefecture.

Prefecture	Damage of buildings (buildings)		
	Death toll	Ruined and half-ruined	Inundated
Ibaraki	-	-	25
Tochigi	-	-	40
Gunma	-	-	38
Saitama	-	-	139
Kanagawa	-	-	47
Fukui	-	-	1
Yamanashi	-	9	650
Nagano	-	1	204
Gifu	1	28	483
Shizuoka	1	-	34
Aichi	7	239	65410
Mie	1	2	3089
Wakayama	-	31	1037
Osaka	-	-	12
Hyogo	-	-	16
Tokushima	-	1	31
Okinawa	-	1	35
All Japan	10	312	71291

3. 過去の豪雨災害との比較

3. 1 被害状況の比較

(1) 最近30年間の全国の主要浸水災害

今回の災害では、愛知県だけでも浸水家屋が65,000棟以上に達した。気象庁の「気象災害の統計」(気象庁,1999)によると、1971年以降の豪雨災害で、1府県で50,000棟以上の浸水被害を生じたのは、1982年9月8日～14日にかけて、台風18号及び前線の活動による豪雨災害時において、埼玉県で記録された60,100棟(うち床上11,700)の記録以来18年ぶりのことである(Table 2)。近年の主要豪雨災害事例と比

較すると、1998年9月の高知豪雨災害時の高知県は死者・行方不明者8名、住家全半壊・一部破損141棟、浸水家屋約17,307棟(うち床上8,341)、1999年6月の西日本豪雨災害時の広島県では同32名、512棟、3,827棟(同1,258)などとなっており、これらよりもはるかに大きな浸水被害が生じたことになる。

(2) 愛知県における過去の主要豪雨災害

愛知県における1901年以降の主要豪雨災害を整理すると、Table 3のようになる。愛知県は、比較的豪雨災害の多いところであり、人的被害、住家の損壊、浸水などで、今回と同等もしくは上回るような事例が、最近30年間でも複数確認できる。ことに、全国的には浸水被害が減少している1970年代以降にも大きな被害記録があることが特徴である。近年の主な事例の概要を挙げると以下のとおりである。

●伊勢湾台風による災害

1959年9月25～27日に発生。愛知県周辺における豪雨災害として最もよく知られている事例。全国の被害は死者・行方不明者5,098名、住家全壊・半壊・一部破損約83万棟、浸水家屋約36万棟など。被害の多くは高潮に起因するものであり、豪雨そのものは激しくなかった。たとえば、1959年9月25～26日の2日間降水量は岐阜198mm、名古屋164mmなど。

●昭和36年梅雨前線豪雨

1961年6月23～29日。愛知県西部を中心に、河川の氾濫などによる被害が発生。

●1965年の台風24号による豪雨

1965年9月17日を中心に発生。愛知県東部の豊川が破堤するなどし、名古屋市・豊橋市などで多くの浸水被害。最多雨域は岐阜県・福井県の県境付近で、東海地方における1901年以降最大日降水量を記録。

●昭和47年7月豪雨

1972年7月9～13日。特に12日夜から13日朝にかけての降雨が激しく、愛知県東部の小原村、藤岡町、足助町付近で多数のがけ崩れ、土石流が発生し、伊勢湾台風以後で最大の人的被害を記録。

●1976年の台風17号・停滞前線による豪雨

1976年9月8～14日。愛知県西部から岐阜県南部にかけて強雨が断続的に長時間続く。長良川をはじめ多くの川で破堤が生じ、愛知・岐阜・三重県の浸水家屋数の総数は伊勢湾台風時の被害に匹敵。

(3) 2000年東海豪雨の特徴

2000年東海豪雨による被害は、最近30年間の全国の豪雨災害と比較すると、人的被害と住家の全壊・半壊は特に大きくなかったが、住家の浸水が多かった。最近30年間で最大と言うほどではないが、今回

と同程度の浸水被害の発生は、18年ぶりであった。また、床上浸水の割合が高かったことも特徴である。

3. 2 降雨強度の比較

(1)9月11日～12日の降雨状況

2000年東海豪雨時には、名古屋市周辺、愛知県東部(矢作川上流域)、三重県南部などに多雨域が生じた。代表例として、名古屋地方気象台、槍ヶ入(岐阜県上矢作町,矢作川上流域)の降水量の推移を見ると、Fig. 1のようになる。今回の豪雨は、ほぼ24時間程度の間で発生したものだ。名古屋では11日18時～21時頃に1時間降水量50mm 以上が連続する最初のピ

ークがあり、その後やや雨足が弱まった後、11日23時頃から12日04時頃にかけて、1時間降水量30～40mm が連続する2度目のピークを迎え、08時頃までにほぼ降雨が終了する。槍ヶ入では、11日22時頃から12日06時頃まで1時間降水量30mm 以上の状態が継続した。

主要観測所における降水量記録を見るとTable 4のようになる。地上気象観測所データから見る限りでは、今回事例における最大1時間降水量は100mm 前後、最大日降水量は11日で500mm 弱、最大24時間降水量は550mm 前後、総降水量(2日降水量)は最多雨域で600mm 前後であったと考えてよい。

Table 2 The heavy inundation disaster in Japan since 1971.

Pref.	Date	Damage of buildings (buildings)					Weather condition
		Death tool	Ruined and half-ruined	Inundated		Total	
Aichi	1971/08/30-08/31	4	67			56,100	Typhoon
Osaka	1972/09/16-09/17	3	452			69,500	Typhoon
Shizuoka	1974/07/07-07/08	44	652	25,400	48,300	73,700	Typhoon and front
Aichi	1974/07/24-07/25	0	38	5,120	52,500	57,620	Low
Gifu	1976/09/08-09/14	9	204	24,200	51,300	75,500	Typhoon
Hyogo	1976/09/08-09/13	16	307	14,300	62,400	76,700	Typhoon
Aichi	1976/09/08-09-14	1	972	14,000	87,100	101,100	Typhoon
Osaka	1982/08/02-08/03	1	45	12,500	50,500	63,000	Low
Saitama	1982/09/10-09/12	1	12	11,700	48,400	60,100	Typhoon and front
Aichi	2000/09/11-09/12	7	239	26,531	38,879	65,410	Typhoon and front

Table 3 Heavy rainfall disaster in Aichi Prefecture since 1901.

Date	Damage of buildings (buildings)				Weather condition
	Death tool	Ruined and half-ruined	Inundated		
1971/8/30-8/31	4	67	0		Typhoon
1971/9/26-9/26		2	34500		Typhoon
1972/7/ 9-7/13	66	528	0		Stationary front *1
1972/9/14-9/17	2	315	0		Typhoon and occluded front
1974/7/ 7-7/ 7	2	69	8690		Typhoon and stationary front
1974/7/24-7/25		38	57620		Low passing along south coast
1975/8/21-8/23	3	2	997		Typhoon
1976/9/ 8-9/14	1	972	101100		Typhoon and stationary front *2
1979/9/24-9/24	2	0	24560		Typhoon and stationary front
1983/9/26-9/28	5	2	9886		Typhoon and stationary front
1989/9/19-9/20	2	2	12		Typhoon and stationary front
1991/9/18-9/19	2	9	13415		Typhoon and stationary front

*1 Heavy debris flow occurred on the Obara Village(East part of Aichi Pref).

*2 Embankments were destroyed in the Nagarakawa river.

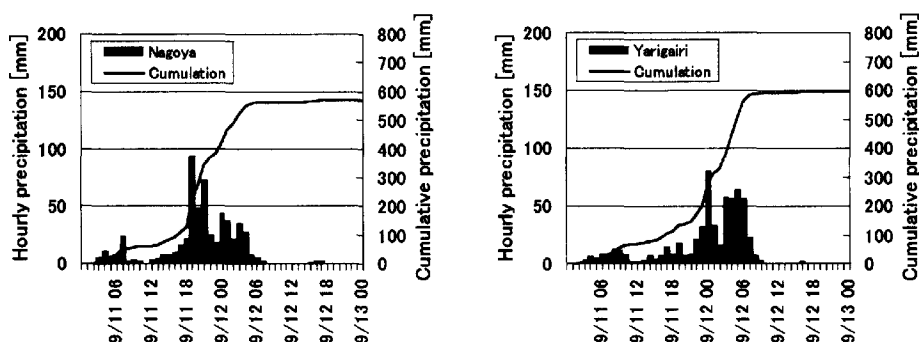


Fig. 1 Hourly and cumulative precipitations at Nagoya and Yarigari from Sep. 11 to 12, 2000.

Table 4 Precipitation data at the main observatories.

Station name	Municipality, Prefecture	Maximum Hourly	Precipitation (mm)			Maximum 24-hour
			Sep.11	Sep.12	2-day	
Japan Meteorological Agency						
Inabu	Inabu Town, Aichi	70	222	245	467	438
Nagoya	Nagoya City, Aichi	93	428	139	567	535
Toyota	Toyota City, Aichi	61	217	196	413	388
Tokai	Tokai City, Aichi	114	492	97	589	557
Gifu	Gifu City, Gifu	34	204	38	242	224
Yokkaichi	Yokkaichi City, Mie	36	295	67	362	319
Ministry of Construction						
Kamiyahagi	Kamiyahagi Town, Gifu	65	202	235	437	403
Yarigari	Kamiyahagi Town, Gifu	80	278	317	595	552
Aichi Prefectural Office						
Uedagawa	Meitou Ward, Nagoya	77	429	127	556	523
Agiu	Agiu Town, Aichi	80	498	124	622	588

(2) 既往豪雨事例との比較

名古屋周辺の気象官署における観測開始以来の最大日降水量、最大1時間降水量を整理するとTable 6のようになる。日降水量については、今回の記録は過去約110年間の記録の中でも群を抜いて大きな記録である。愛知県および岐阜県美濃地方(南部)の気象官署以外の気象庁所管観測所の最大日降水量記録(過去100年程度、Table 5)を見ると、日降水量400mmを越える事例は数事例確認されるのみであり、明らかに今回事例を上回ると思われる事例は、1965年9月の事例のみと言ってよさそうである。各観測所とも、どちらかといえば山間部や、山麓部に位置しており、名古屋市など濃尾平野の平地部での大きな記録は確認できなかった。

1時間降水量については、名古屋では既往最大値をわずかに上回ったが、Table 6に見るように、今回の記録と同程度の記録は気象官署の記録のみから見ても各観測所で記録されている。短時間降水量に関しては、過去100年間でいくつか記録された事例の一つとは言えるが、既往記録を大きく上回った事例とは言えない。

今回事例と、過去の顕著な豪雨事例のうち資料が詳しく残っている、1965年9月、1972年7月の豪雨時の降水時間・降水量関係、すなわち DD 関係を見るとFig. 2のようになった。各降雨継続時間の日本記録には及ぶほどではなく、6時間より長い時間の降水量では1965年9月の事例の方が上回っている。しかし、1~5時間降水量では、東海地方における過去の顕著豪雨事例である1965年9月、1972年7月の降雨強度を上回っている。今回の事例は、短時間降水強度が特に激しい事例であったと言っていい。

Table 5 Historical maximum daily precipitations at Rainfall Observatories in the Tokai district.

Station name	Alt.[m]	Data[mm]	Date
Gifu Pref.			
Tokuyama	330	711	1965/9/15
Ibigawa	55	502	1972/9/16
Nishiyokoyama	?	439	1907
Kuzuhara	170	430	1976/9/10
Mino	80	420	1954/9/1
Aichi Pref.			
Shimoda	264	542	1923

Table 6 Historical maximum daily and hourly precipitations at Weather Offices in the Tokai district.

Station name	Maximum daily precipitation			Maximum hourly precipitation		
	Data(mm)	Date	Period	Data(mm)	Date	Period
Gifu	260.2	1961/06/26	1883-1999	99.6	1914/07/02	1903-1999
Nagoya	240.1	1896/09/09	1891-1999	92.0	1919/07/18	1891-1999
Tu	288.2	1959/08/13	1889-1999	118.0	1999/09/04	1916-1999
Irako	337.1	1962/07/02	1947-1999	81.8	1962/07/02	1950-1999
Yokkaichi	271.0	1974/07/25	1966-1999	82.5	1971/07/07	1966-1999

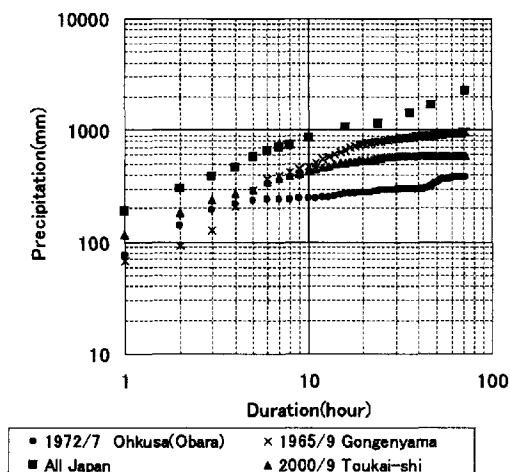


Fig. 2 Comparison of DD relationships for heavy rainfall events in Tokai district.

名古屋地方気象台の年最大日降水量データ(1901～1999)を用いて、一般化極値分布にあてはめて確率雨量を計算すると、1/100確率で229mm、1/500確率で334mmとなり、今回記録された11日の日降水量428mmの再現期間は40,137年となる。また、愛知県水防計画書(愛知県, 2000)によれば、名古屋地区の100年確率1時間降水量は98mm、同日降水量は330mmとなっている。今回は、名古屋の既往資料を元にした計画雨量を大きく上回る降雨が発生したことは確かである。

3. 3 降雨面積の比較

(1)調査手法

最後に、今回の豪雨の面的な特徴を把握するため、降水総量(precipitation volume. 降水量と面積の積。体積で表現)、および豪雨域の面積を計算し、過去の豪雨事例と比較した。

豪雨域の面積を算出するためには、地上雨量観測所の観測値のみを用いた。まず、それぞれの観測所の観測値をもとに、等間隔のグリッドデータを生成

した。グリッドデータの生成には、Hawaii 大学が開発している図化ソフトの GMT(Generic Mapping Tools)を利用した。GMT では複数の内挿手法が利用できるが、本研究では、渡邊(2000)を参考にし、スプライン補間の手法を用いて最もなめらかな等値線を作成できる surface というコマンドを利用した。

グリッドデータの計算は、東海地方を中心とした、東経136度～138度、北緯34.6度～36.2度の範囲内とした。グリッドデータの最小単位は0.01度とした。これは、東経137度、北緯35度付近(愛知県刈谷市付近)において1.013km²(南北1.11km×東西9.13km)にあたる。この距離は計算範囲内で多少異なるが、その差は1ピクセルあたり10⁻¹km²オーダーに過ぎないため、面積の計算にはすべてを1ピクセル=1.013km²をもちいた。

(2)9月11日～12日の状況

気象庁、建設省(現・国土交通省)、愛知県所管観測所の観測値をもとに、グリッドデータを生成し作成した2000年東海豪雨の際の総降水量(2000年9月11日～12日)分布がFig. 3のD)である。このときのグリッドデータ計算範囲内の降水総量は7.78×10³m³、2日間降水量400mm以上の面積は2,011km²、200mm以上の面積は19,721km²であった。

(3)既往豪雨事例との比較

過去の豪雨事例として、A)3.2の検討で東海地方の1901年以降の豪雨事例で最も激しい日降水量を記録したことが確認された1965年9月の事例、B)愛知県において伊勢湾台風以後で最大の土砂災害による被害を生じた1972年7月の事例、C)伊勢湾台風以後で最大の浸水被害を生じた1976年9月の事例、の3事例について、降雨期間中の最大2日降水量を記録した2日間を対象に、2000年東海豪雨と同様な検討を行った。

作成されたグリッドデータによる、各事例時の雨量分布図をFig. 3に示す。1965年9月の事例は、最多雨域の2日間降水量は極めて多かったが、その範囲は

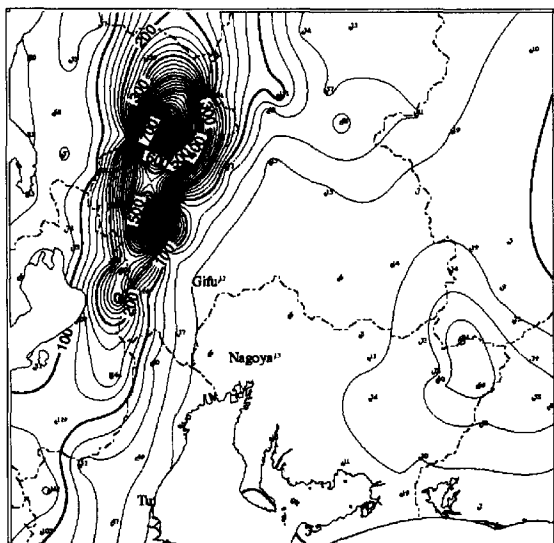
岐阜・福井県境の狭い範囲に集中していた。1972年7月の事例は、雨域は広がったが、特に集中した範囲がなかった。1976年9月の事例では多雨域の中心は岐阜県の長良川流域となっている。

各事例を相互比較するために、まず2日間降水量400mm以上の地域を豪雨域と考えて、その面積を比較した(Fig. 4)。これに見るように、2000年東海豪雨の豪雨域の面積は、他の3事例に比べて特に大きく、広い範囲で豪雨が記録された事例であったことがわかる。これは、豪雨域の定義を300mm以上、あるいは

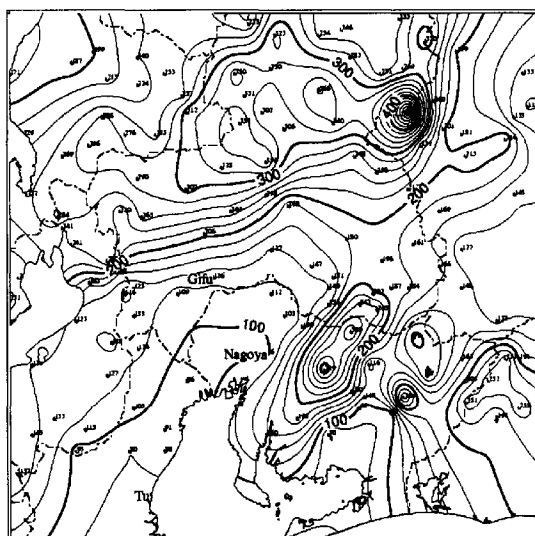
は200mm以上とした場合でも同様である。

次に、各豪雨事例中の最多2日間の降水総量を見ると(Fig. 5)、やはり今回の事例が最も大きかったことがわかる。ただし、より長い期間として、たとえば最多5日間の降水総量を見ると、今回の事例は4事例中最小となり、今回の事例が短時間に集中的に降った事例であることがわかる。今回は、豪雨前、豪雨後ともにまとまった降雨は発生しなかった訳だが、過去のこの地域の豪雨事例から考えると、これはむしろ幸運であったと言ってもいいかもしれない。

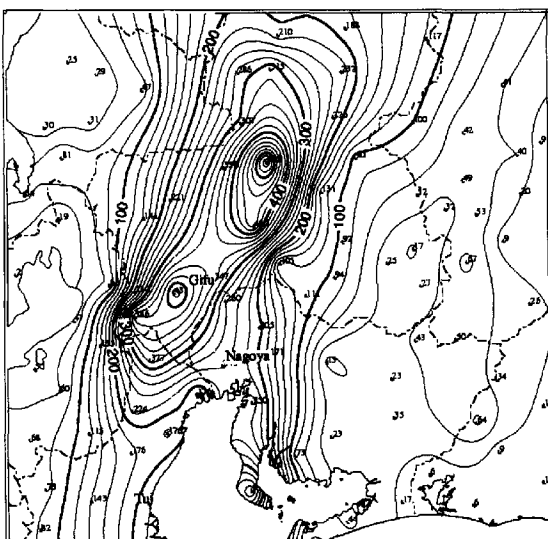
A)1965/9/14-15



B)1972/7/11-12



C)1976/9/11-12



D)2000/9/11-12

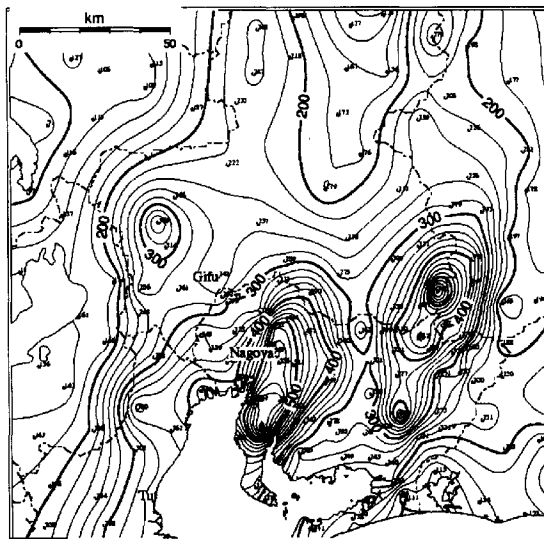


Fig. 3 Isohyetal map of two-day precipitation in main heavy rainfall events in Tokai District.

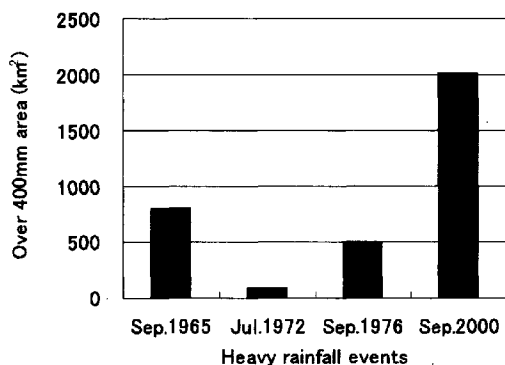


Fig. 4 Area of two-day precipitation over 400mm.

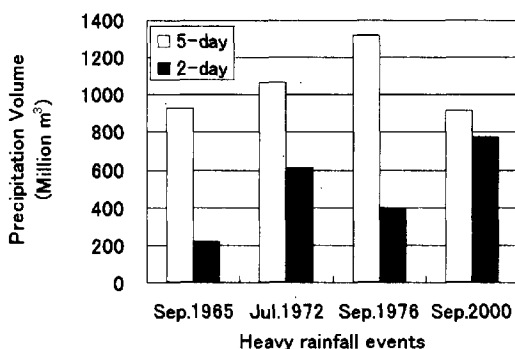


Fig. 5 Two-day and 5-day precipitation volume.

4. まとめ

2000年9月11～12日の豪雨災害の特徴を整理すると以下ようになる。

- ①全国の主な被害は、愛知県を中心に死者10名、住家全・半壊・一部破損約310棟、住家の床上・床下浸水約71,300棟などであった。全国の浸水棟数は18年ぶりの大きな事例となり、最近30年間でも上位5位程度に位置付けられる事例であった。また、浸水の中でも、床上浸水の割合が高いことが目立った。死者や住家の損壊は比較的少なかった。
- ②最多雨域の2日間降水量は約600mm、日降水量は約500mm、最大1時間降水量は110mm以上を記録したところがあった。日降水量は、名古屋や周辺気象官署の過去約110年間の記録を100～200mmほど上回

った。特に濃尾平野の平野部においては最近100年間の最大級豪雨と考えるとよいが、山間部の記録には今回を上回ると思われる事例が数事例確認された。1時間降水量は過去の最大値と同程度だった。

- ③過去の顕著な豪雨事例として、1965年9月、1972年7月、1976年9月の事例と比較すると、1～5時間降水量では、これらの事例の記録を上回ったが、日本最大記録を越えるほどではなかった。豪雨域(2日間降水量400mm以上)の面積はこれらの事例の中で群を抜いて大きかった。最多2日間の降水総量もこれらの事例を上回った。すなわち、短時間に比較的広い範囲で豪雨をもたらされた事例といえる。

謝辞

本稿の作成に当たっては、建設省中部地方建設局(現・国土交通省中部地方整備局)、同豊橋工事事務所、同庄内川工事事務所、愛知県建設部河川課、名古屋市緑政土木局から多大なご協力をいただいた。この場を借りて、お礼を申し上げたい。

参考文献

- 愛知県防災会議:愛知県地域防災計画付属資料(平成10年修正),愛知県,1998.
- 愛知県:愛知県水防計画書 平成12年度,愛知県,2000.
- 気象庁(1999):気象災害の統計 1971年～1997年(CD-ROM),気象業務支援センター,1999.
- 建設省河川局(2000):9月10日からの秋雨前線豪雨災害の被害額(試算額)を公表(記者発表資料),
http://www.moc.go.jp/river/press/200007_12/001102index.html
- 四俣正俊(2001):矢作ダム下流住民の不信感,科学研究費補助金研究成果報告書「2000年9月東海豪雨災害に関する調査研究」,pp.259-262.
- 寶肇(1997):水文水資源ハンドブック(水文水資源学会編),pp.228-234.
- 渡邊基史(2000):GMTの使い方,
http://www-seis.planet.kobe-u.ac.jp/~kakehi/GMT/watanabe/watanabe_gmt.pdf

**Characteristics of heavy rainfall in Toukai district in September 2000
- by comparison with precipitation data since 1901 -**

USHIYAMA Motoyuki and TAKARA Kaoru

Synopsis

Heavy rainfall disaster occurred in the Toukai district around Nagoya City on 11 and 12 September 2000. According to Fire and Disaster Management Agency, 10 people died, about 310 houses were destroyed and about 71,300 houses inundated all over Japan. The number of inundated buildings was the biggest after 1982, and the ratio of the over floor inundation was high. In the heaviest rainfall area, two-day precipitation was about 600 mm, 24-hour precipitation was about 550 mm, and maximum hourly precipitation was about 110 mm. The 24-hour precipitation was the highest in the past about 100 years in the Toukai district plain area, while the entire hourly precipitation was comparative with the historical maximum records, which had been recorded several times in the past about 100 years. One to five-hour precipitations in the present case were record-breaking, compared with the heavy rainfall case in the Toukai district on September 1965, July 1972, and September 1976. The area and volume of heavy precipitation are also compared. The area with more than 400mm two-day precipitation was remarkably greater at the present case than that of other three events. Two-day precipitation volume over the Tokai district was about 800 million m³, which is greater than the three events.

Key Word: heavy rainfall disaster in Tokai district in Sep. 2000, long-term precipitation data, precipitation volume, Aichi Prefecture.