

2004年10月20～21日の台風23号による豪雨災害の特徴

Characteristics of a Heavy Rainfall Disaster caused by typhoon No.0423 from October 20 to 21, 2004.

牛山素行*

Motoyuki USHIYAMA*

Abstract

A heavy rainfall caused by typhoon No.0423 (Tokage, GLIDE: TC-2004-000109-JPN) and a stationary front occurred in Western Japan from October 20 to 21, 2004. The highest 1-hour precipitation in the last 25 years was recorded at 1 observatory, and the highest 24-hour precipitation in the last 25 years were recorded at 30 observatories based on the data of the Japan Meteorological Agency. In this heavy rainfall, 96 persons were killed, 1,155 houses destroyed (ruined and half-ruined), and about 62,528 houses inundated. This is the greatest degree of human damage by heavy rainfall in Japan since the "Heavy rainfall on July 1983" (number of deaths : 117). People died in 16 prefectures, including 7 in Gifu prefecture, 15 in Kyoto, 26 in Hyogo, 11 in Kagawa, and 8 in Kochi. The deaths of 31 persons were due to drowning, 28 to sediment disaster. This is the largest number of drownings by heavy rainfall since the Nagasaki heavy rainfall disaster in July 1982. Moreover, 26 victims were killed by flood while driving or walking. Before this disaster, few persons died by this type cause in recent heavy rainfall disaster in Japan. It is difficult for people who are in transit to receive disaster information. In other words, they are vulnerable to disaster independent of age or health. It is necessary to investigate the method of protecting in transit persons from heavy rainfall disaster.

キーワード: 台風0423号, 豪雨災害, 洪水災害, 土砂災害, 歩行中・運転中の洪水による死亡.
Key words: Typhoon No.0423, heavy rainfall disaster, flood disaster, sediment disaster, death by flood in driving or walking.

1. はじめに

2004年10月20日～21日, 台風0423号(国際名Tokage)および停滞前線の活動により, 中部から九州までの広い範囲で豪雨, 強風, 高波などが発生した. この豪雨により, 死者・行方不明者96名, 住家の全壊・半壊1,155棟, 床上浸水21,806棟, 床下浸水40,722棟などの大規模な被害(11月29日現在の総務省消防庁資料による)を生じる災害(世界災害共通番号GLIDE: TC-2004-000109-JPN)がもたらされた. 本報では, 降水量, 被害状況, 人的被害の原因, 防災情報の面から見た, 既往災害と比較しての本災害の特徴と, 本災害において顕在化した課題について, 11月までに行った現地調査並びに収集した資料をもとに報告する.

2. 降水状況

2.1 概要

2004年秋の日本列島は, 台風の接近や前線の活動により全般に降水量が多く, 9月下旬から10月上旬の降水量は, 南西諸島をのぞいてほぼ全国的に平年を上回った(気象庁, 2004). 10月中旬前半は降水が少なかったが, 前線, 台風23号の接近により10月19日頃から西日本から降水が始まり, 20日から21日にかけて全国的に降水がもたらされた.

* 東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター

Disaster Control Research Institute, Graduate School of Engineering, Tohoku University.

台風0423号は、10月13日にマリアナ諸島付近で発生し、西～北西に進んだが、10月18日に北東に転向し、10月20日から21日にかけて本州南岸に接近・上陸した(図 1)。2004年は台風の日本列島への上陸数は23号の時点で10個となった。上陸数の平年値(1971～2000年)は2.6個なので、これを大きく上回っている。現在の定義に基づく台風の統計は1951年からとられているが、既往の最大上陸数は6個(1990, 1993年)であり、この記録も大きく上回った。2004年の台風接近数(日本の海岸線から300km以内を通過した台風)は台風24号までの時点で14個となった。これは平年(10.8個)は上回っているが、既往最大接近数の19個(1960, 1966年)には及ばない。接近数が14個以上の年は、1951年以降14年あり、接近数で見ればそれほど目立った年ではない。また、2004年の発生数は11月上旬時点で24個であり、ほぼ平年(26.7個)並みとなりそうである。

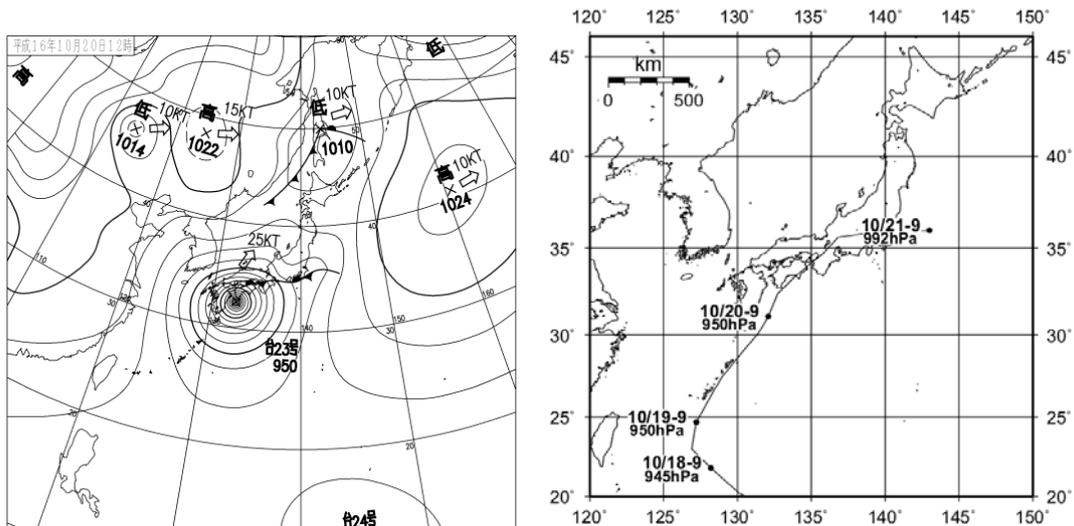


図 1 2004年10月20日12時の地上天気図および台風23号の経路図

天気図は気象庁ホームページより引用。経路図は気象庁資料をもとに筆者が作図。

2.2 10月20～21日の降水量の特徴

気象庁AMeDAS観測所、および国土交通省所管観測所の一部のデータを用いて、10月19日24時～10月20日24時の24時間降水量分布図を作成すると、図 2 のようになる。最多雨域は、徳島県南部、愛媛県東部、高知県西部などであるが、後述するように最多雨域と被害が目立った地域は異なっている。

豪雨域のうち、被害が目立った主な地域として岐阜県北部(高山)、京都府北部(舞鶴)、淡路島(洲本)、香川県南東部(引田)の主要観測所の降水量を見ると図 3 のようになる。各観測所とも、10月19日に24時間で十数mm程度の降水があり、一旦降水が終了したあと、20日にまとまった降水が記録されている。なお、1時間降水量にはそれほど大きな値は記録されていない。

24時間降水量の最大値(統計期間1979年～2003年)を更新した観測所を独自集計し、その分布を見ると図 4 のようになる。京都府北部、兵庫県北部、淡路島、瀬戸内海付近などに、過去の記録を更新した観測所が分布しており、図 2 の降水量分布図に見られる多雨域とは様相が異なっている。単純な降水量分布図では目立たないが、これらの地域は、過去の降水量記録と比較して、大きな豪雨が生じたわけであり、今回の豪雨による人的被害などの災害が発生した地域とよく一致している。全国の気象庁AMeDAS観測所のうち、1979年の観測開始から2003年までの間に、20年以上の統計値が得られる観測所で、今回の豪雨において最大値を更新した観測所は、1時間降水量1箇所、24時間降水量30箇所、48時間降水量30箇所であった(表 1)。同様の観点で集計した、2003年7月九州豪雨時には、更新観測所数は1時間3箇所、24時間4箇所、48時間1箇所であり(牛山, 2004)、2002年台風6号豪雨時には同9箇所、32箇所、33箇所、2004年7月13日の新潟・福島豪雨では同3箇所、10箇所、8箇所であった。近年の豪雨イベントの中では、広い範囲で豪雨が発生したものの、1時間降水量など短時間降水量はそれほど記録的な値が観測されなかった事例と見なせる。

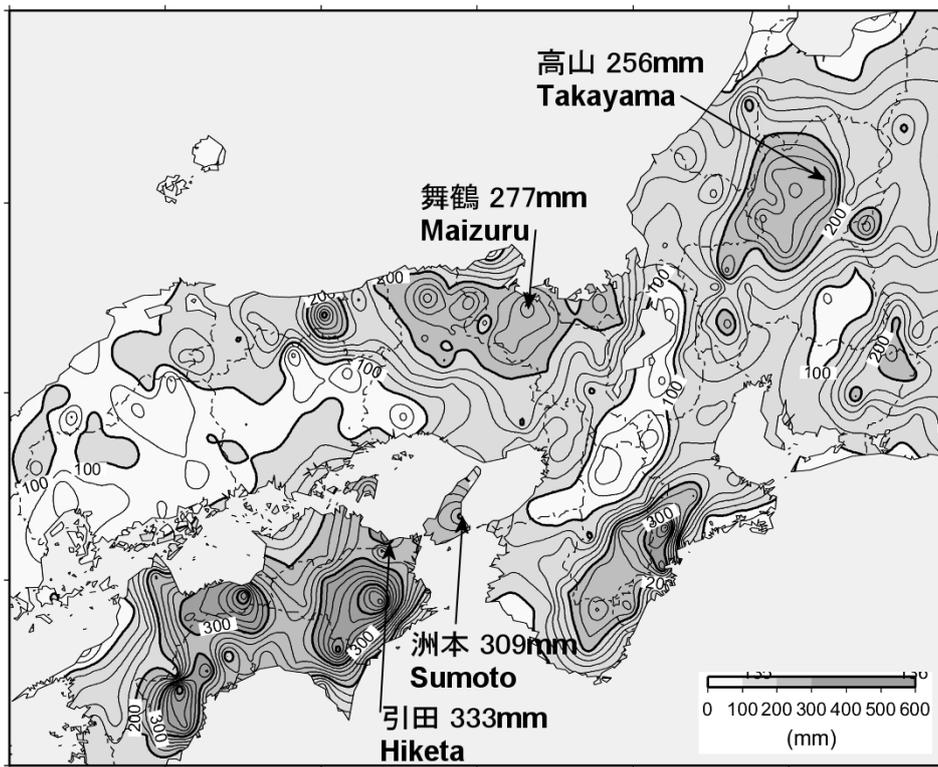


図 2 10月20日24時の24時間降水量分布

気象庁および国土交通省データ(一部)を使用.

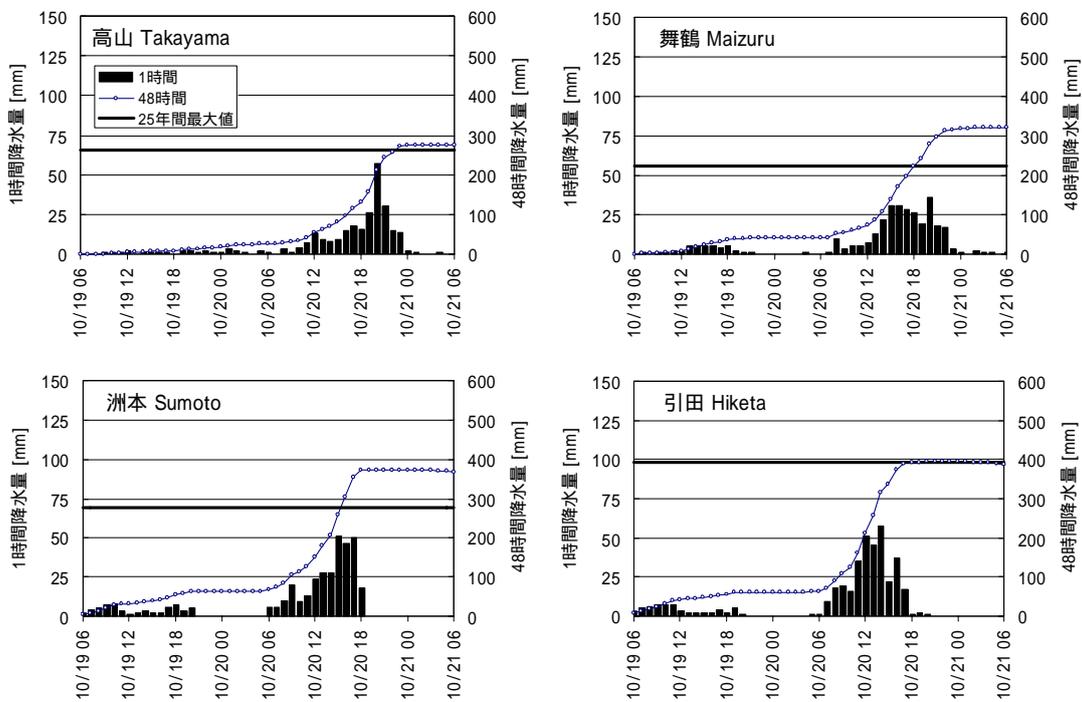


図 3 2004年10月19日~21日の主要観測所の降水量

細線は48時間降水量, 太線は48時間降水量の1979年以降最大値.

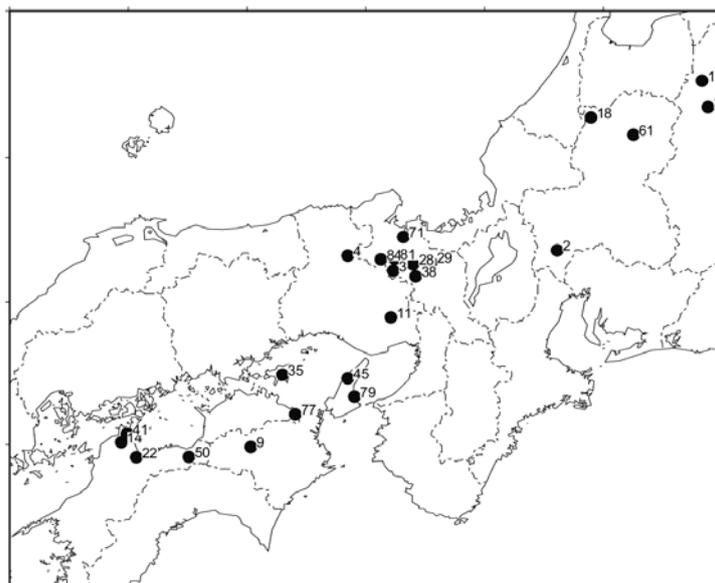


図 4 10月20～21日に24時間降水量最大値を更新した観測所

統計期間1979年～2003年で、20年以上の観測値が得られる観測所が対象。数字は、2003年までの最大値に対する差。兵庫県、京都府の一部観測所は途中から欠測となっており、最大値を更新したと推定される観測所が本図以外にもある。

表 1 10月20日から21日に最大値を更新した AMeDAS 観測所

県名	観測所名	観測期間	今回の記録		本災害以前の最大値	
			記録(mm)	記録日	記録(mm)	記録日
1時間降水量						
岐阜県	高山	1979-2003	57	10/20	39	1992/8/12
24時間降水量						
長野県	長野	1979-2003	126	10/21	117	1981/8/23
長野県	大町	1979-2003	162	10/20	147	1983/9/28
長野県	信州新町	1979-2003	156	10/21	143	1985/7/21
長野県	聖高原	1979-2003	172	10/21	135	1981/8/23
長野県	穂高	1979-2003	153	10/20	138	1999/6/30
岐阜県	白川	1979-2003	236	10/21	218	1997/7/17
岐阜県	高山	1979-2003	256	10/20	195	1983/9/28
岐阜県	大垣	1979-2003	240	10/20	238	1983/6/21
京都府	舞鶴	1979-2003	283	10/21	212	1982/8/2
京都府	福知山	1979-2003	253	10/21	169	1987/10/17
京都府	綾部	1982-2003	251	10/21	170	1983/9/28
京都府	三和	1982-2003	250	10/21	247	1983/9/28
京都府	和知	1979-2003	230	10/21	202	1983/9/28
京都府	美山	1979-2003	203	10/21	174	1982/8/2
京都府	須知	1982-2003	213	10/21	175	1995/5/12
兵庫県	和田山	1979-2003	242	10/21	238	1990/9/18
兵庫県	三田	1979-2003	192	10/20	181	1999/6/30
兵庫県	郡家	1979-2003	309	10/20	264	2003/8/9
兵庫県	洲本	1979-2003	317	10/20	238	2000/9/12
徳島県	半田	1979-2003	342	10/20	333	2001/8/22
香川県	内海	1979-2003	301	10/20	266	1990/9/19
香川県	引田	1979-2003	337	10/20	260	1979/9/30
愛媛県	玉川	1979-2003	270	10/20	256	1979/10/19
愛媛県	今治	1979-2003	185	10/20	144	2001/6/20
愛媛県	丹原	1979-2003	313	10/20	291	1998/10/17
愛媛県	富郷	1979-2003	448	10/20	398	1987/10/17
大分県	中津	1979-2003	211	10/20	197	1985/6/25
大分県	出羽	1979-2003	398	10/20	373	1999/9/15
大分県	佐伯	1979-2003	394	10/20	332	1993/9/4
大分県	蒲江	1979-2003	438	10/20	329	1979/10/19

統計期間 20 年以上、1979 年以降の気象庁資料をもとに筆者が独自に集計したもの。48 時間降水量の更新観測所数は 30 箇所、ただし 24 時間降水量の更新観測所とは若干異なる。

3. 被害状況

3.1 概要

今回の災害および2004年の主要豪雨災害による全国の被害状況を表 2に示す。被害は中部以西の各地で発生しているが、特に岐阜県、京都府、兵庫県、岡山県、香川県などの被害が目立つ。

ただし、特に人的被害に関しては、特定の市町村で集中的な被害が生じたという形態は見られない。図 5は、消防庁資料、各府県資料(兵庫県, 2004, 香川県, 2004, 京都府, 2004など)、全国紙、地方紙の記事などをもとに、死者不明者の発生場所の住所を特定して筆者が作成した、死者不明者の発生箇所分布である。なお、死者の発生原因については3.3で触れる。同一箇所でも最大の人的被害を生じたのは、岡山県玉野市宇野7丁目の土砂災害現場で、5名が死亡した。また、高知県室戸市では高波で住宅が破壊され3名が亡くなっている。これ以外は、1名もしくは2名が亡くなっている現場が、広範囲に広がっているのが特徴的である。

最も大きな浸水被害を生じたのは、兵庫県豊岡市で(写真 1)、同市立野地区での円山川右岸の破堤、同市一日市地区での円山川左岸の堤防欠損、一部での円山川からの越水、内水氾濫などによる浸水であったとみられる。11月4日現在の兵庫県資料(兵庫県, 2004)によれば、床上浸水3,852棟(世帯数同じ)、床下浸水4,374棟(世帯数同じ)であった。全世帯の24.8%が床上浸水しており、これは7月の新潟・福島豪雨時の三条市とほぼ同様な割合である。ただし、豊岡市の死者は1名、家屋の全壊4棟、半壊は11棟であり、大規模な浸水は見られたものの、新潟・福島豪雨時の中之島町のような人的被害や多数の家屋の損壊にはつながっていない。

このほか、農林水産関係被害額2,271億円(農林水産省, 2004)、中央省庁所管分の公共土木施設災害被害(復旧事業等の査定額)2,237億円(国土交通省, 2004)などの被害が生じた。ライフライン関係では、全国で電力供給停止戸数約1,700,380戸、ガス供給停止戸数3,617戸、水道供給停止戸数82,585戸などの被害が生じた(内閣府, 2004)。避難指示は、10府県、24市町村で31,671世帯(87,864人)に対して出され、避難勧告は30府県、238市町村で315,105世帯(739,506人)に対して出された(消防庁, 2004)。これらの災害を受けて、全国の40市町(岐阜県1, 京都府7, 兵庫県18, 徳島県4, 香川県9, 宮崎県1)に、災害救助法が適用された(消防庁, 2004)。

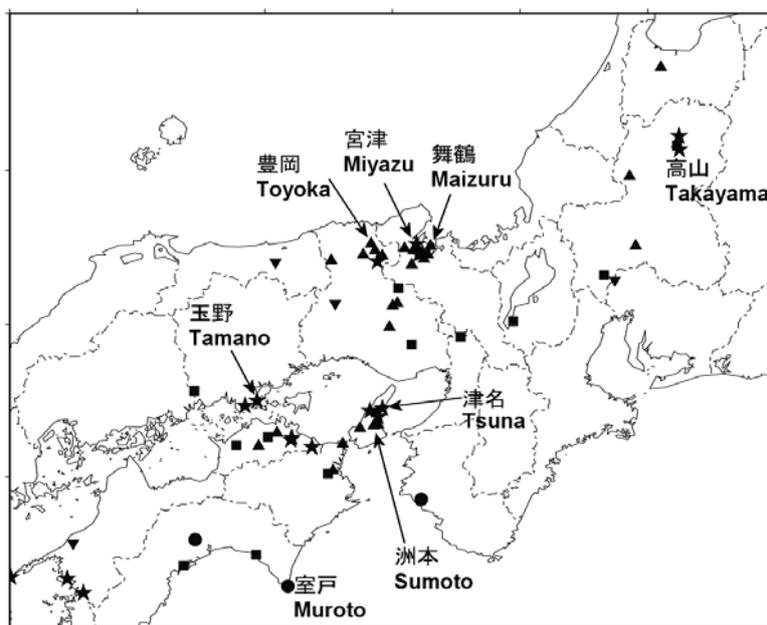


図 5 死者・行方不明者の発生箇所

記号は死因を分類している。△:洪水, □:土砂災害, ☆:高波, ▲:強風, ★:事故型。同一箇所でも複数の死者不明者が発生している場合も記号は一つで表記した。

表 2 2004 年の主要豪雨災害の県別被害

	死者 (人)	全壊 (棟)	半壊 (棟)	一部 破損 (棟)	床上 浸水 (棟)	床下 浸水 (棟)
7/13「平成 16 年新潟・福島豪雨」						
新潟県	15	70	405	94	6910	6316
7/18「平成 16 年福井豪雨」						
福井県	5	66	135	229	4052	9674
8/17-18 台風 15 号および前線						
香川県	5	0	4	3	13	689
愛媛県	4	15	18	35	643	1070
8/30-31 台風 16 号(主に高潮)						
兵庫県	3	4	8	1304	377	1241
岡山県	1	1	1	440	5696	5084
広島県	0	0	0	24	1386	6139
香川県	3	1	8	224	8393	13424
9/29 台風 21 号・前線						
三重県	10	46	23	39	2532	3316
愛媛県	14	29	231	306	1816	4142
10/9-10 台風 22 号						
静岡県	4	162	235	3915	298	987
10/20-21 台風 23 号・前線						
岐阜県	8	10	58	35	946	2176
京都府	15	28	212	2499	3126	4152
兵庫県	26	72	510	2244	9862	11359
岡山県	7	13	48	4833	321	1512
徳島県	3	3	29	50	1111	2232
香川県	11	53	65	222	4826	13050
愛媛県	5	6	7	44	74	741
高知県	8	5	6	28	343	771

いずれも総務省消防庁の 2004 年 11 月 29 日現在の資料による。各事例ごと、死者 3 名以上(ただし船舶事故による者をのぞく)または床上浸水 1000 棟以上の府県を抽出。

表 3 1971 年以降の主要豪雨災害による被害

期間	原因気象	被害地域	死者行方 不明者 (人)	全壊半壊 一部破損 (棟)	床上床下 浸水 (棟)
1971. 8. 28~9. 1	台風第23号 関東以西		44	1,427	122,290
1972. 7. 3~13	昭和47年7月豪雨	全国	442	4,339	194,691
1972. 9. 13~20	台風第20号・前線	全国	85	4,213	146,547
1974. 7. 3~11	台風第8号・前線	沖縄~中部	111	1,448	148,934
1976. 9. 8~17	台風第17号・前線	全国	169	11,193	442,317
1979. 9. 24~10. 2	台風第16号 全国		12	1,503	68,216
1979. 10. 14~20	台風第20号 全国		111	7,523	37,450
1982. 7. 10~26	昭和57年7月豪雨	関東以西	345	851	52,165
1982. 8. 1~3	台風第10号・前線	中国~東北	95	5,312	113,902
1982. 9. 8~14	台風第18号・前線	中国以北	38	651	136,308
1983. 7. 20~27	昭和58年7月豪雨	九州~東北	117	3,669	17,141
1986. 8. 3~9	台風第10号 東海~東北	21	2,683	105,072	
2000. 9. 8~17	台風第14号・前線	東北~沖縄	11	609	70,017
2004. 10. 20~21	台風第23号・前線		96	11,839	62,528

死者 90 名以上または床下・床上浸水 60,000 棟以上の事例を抽出。2000 年までの事例は理科年表による。

3. 2 近年の豪雨災害被害との比較

1971年以降の主要な豪雨災害事例として、死者不明者90名以上または床上・床下浸水家屋数60,000棟以上の事例を抽出すると表 3のようになる。これに見るように、死者96名以上の事例は、1983年7月に島根県などで大規模な土砂災害を生じた「昭和58年7月豪雨」以来のことである。また、

死者不明者90名以上かつ床上・床下浸水家屋数60,000棟以上の事例数は、1971年以降今回の事例を含めて5事例にすぎず、人的被害、浸水被害ともに近年の災害としては非常に大きかった事例であることがわかる。

府県別の被害で見ても、今回の人的被害、浸水被害は、京都府、兵庫県では1971年以降最大の被害となった。2004年は豪雨災害が比較的多かったが、同年の他の事例と比較すると、今回の兵庫県の被害は、新潟・福島豪雨時の新潟県、福井豪雨時の福井県の被害を上回っている(表 2)。香川県の浸水被害は、台風16号の際の方が大きい、人的被害や家屋の全半壊は今回の方が多い。これは、今回の香川における災害が、土砂災害を中心としたものであったためかと思われる。

3.3 死者・不明者の発生原因

多くの死者・行方不明者が発生した原因を知るために、死者不明者の発生原因を以下の5種類に分類した。

高波：沿岸部での避災。高波による家屋損壊による死亡、作業中もしくは見物中に波にさらわれるなど。

強風：屋根などで作業中、風にあおられて転落する、飛来物に当たる、強風による倒木等に当たるなど。

洪水：屋内での浸水によっておぼれる、歩行中に流されておぼれる、浸水した道路で自動車運転中に流されるなど。

土砂：土石流・がけ崩れなどによって倒壊した家屋の下敷きになる、土石流・がけ崩れによって堆積した土砂に巻き込まれる、土石流等の流れに巻き込まれる。

事故型：沿岸部以外の被災者で、「洪水」や「土砂」に含まれないもの。田や用水路の見回りに行き誤って水路に転落する、水路や水門の障害物を除去しようとして転落するなど。浸水のない道路で車や二輪車を運転中誤って河川に転落したことが明らかな場合は「事故型」とする。

分類に当たっては、消防庁資料、各府県発表の資料、全国紙、各地方紙を参照したほか、現地の住民や報道機関に対するヒアリングなども行い、結果をデータベース化した。

要因別死者数を図 6に示す。死者不明者96名中、約3割の31名が「洪水」による死者である。近年の豪雨災害では、洪水による直接的な死者は少なく、2004年7月の新潟・福島豪雨の際には12名が洪水によって死亡したことが大きな特徴であったが、今回の災害では、これを大きく上回る洪水による死者が生じたことになる。洪水によって30名以上が死亡したのは、1982年長崎豪雨災害以来であると考えられる。

年代別に見ると、65歳未満41名、65歳以上54名、不明1名で、高齢者の比率が高くなっているが、新潟・福島豪雨の際に比べると(65歳以上が8割)高齢者ばかりが犠牲になったという状況ではない。要因・年代別に見ると(図 7)、特に洪水による死者では、65歳未満の方がむしろ多かったことがわかる。

洪水による死者のうち、浸水した自宅に取り残されて死亡したケース(いずれも65歳以上、写真 2)は5名で、ほとんどは歩行中や車で移動中に流されて死亡したケース(写真 3)である。奇跡的に救出されたものの、由良川下流の舞鶴市八田付近では、観光バスに乗った37名が浸水域に取り残された。この付近では他に2名が車のまま流され死亡している。このような死者が多数生じたのも、近年の災害としてはきわめて異例である。移動中は、周囲の状況把握がしにくく、防災情報の取得も容易ではない。いわば、年代と関係なく、災害弱者に近い状況になっているとも言える。流速のある水中を歩行する場合、安定して歩行できるのは成人の場合でも浸水位が膝下程度までであり、股下になるとほとんど歩行できなくなることが実験的に示されている(須賀ら、1994)。また、浸水した車中ではドアが開かず脱出が困難になることもよく指摘されている。しかし、このような「水の怖さ」は、広く一般に理解されていない可能性があり、今回の被災者も状況把握ができず、不用意に浸水域に近づいたために遭難したことも考えられる。このような問題は今回の災害であらためて顕在化したものと思われ、今後さらに検討を進める予定である。

土砂災害による死者は、屋内にいたまま、すなわち避難をしない状態で土砂に巻き込まれたケースが多い(写真 4)。気象庁から、「過去数年間で最も土砂災害の危険性が高い状態」という情報が、市町村程度の分解能で出されるようになってきているが、まだ十分活用されていない面がありそうである。

兵庫県洲本市上内膳では、溜池の決壊による急激な増水で家屋が流失し、家にいたと見られる2

名が死亡した(写真 5)．溜池の崩壊は少なくないが，人的被害に結びつくことは比較的珍しい．従来から危険性が指摘されてきたことではあるが，あらためて注意が必要であろう．

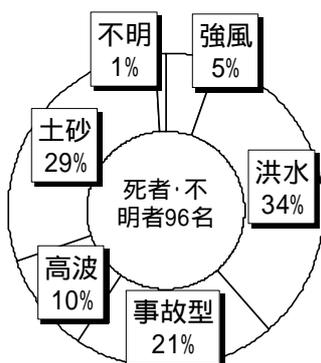


図 6 死亡要因別死者比率

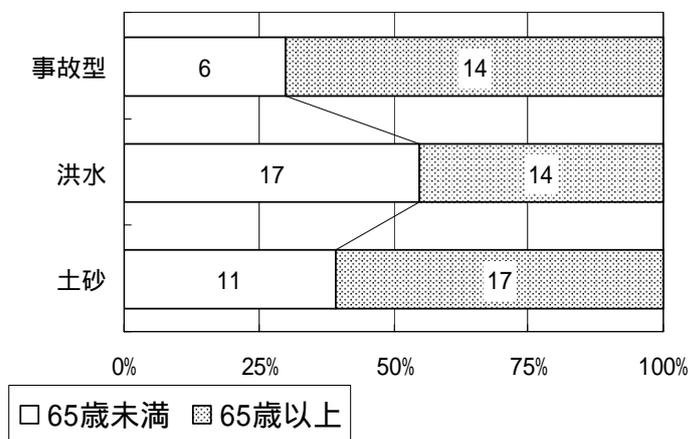


図 7 死亡要因・年代別死者数

4. まとめ

本災害の特徴を整理すると以下のようになる．

- 1) 2004年10月20日～21日，台風0423号(国際名Tokage)および停滞前線の活動により，豪雨，強風，高波などが発生し，死者・行方不明者96名，住家の全壊・半壊1,155棟，床上・床下浸水62,528棟などの被害を生じる災害がもたらされた．2004年は台風の上陸数も多く，前線によるものも含めて豪雨災害の多い年であったが，そのなかで最大の被害となった．
- 2) 最多雨域は，徳島県南部，愛媛県東部，高知県西部などであったが，24時間降水量の25年間最大値を更新した観測所は全国30箇所で，京都府北部，兵庫県北部，淡路島，瀬戸内海付近などに分布しており，後者の地域で被害が目立った．1時間降水量最大値を更新したのは1箇所で，短時間降水量は記録的な値があまり観測されなかった．
- 3) 被害は特に岐阜県，京都府，兵庫県，岡山県，香川県などで目立った．人的被害は，特定の市町村で集中的な被害が生じたという形態は見られず，1名もしくは2名が死亡した現場が，広範囲に広がったのが特徴である．
- 4) 最も大きな浸水被害は，兵庫県豊岡市で生じ全世帯の24.8%が床上浸水した．これは7月の新潟・福島豪雨時の三条市とほぼ同様な割合であった．ただし，豊岡市の死者は1名で，大規模な浸水は見られたものの，新潟県中之島町のような人的被害や多数の家屋の損壊にはつながっていない．

- 5) 今回の死者不明者96名の被害は、1983年7月の「昭和58年7月豪雨」以来の大きさである。京都府、兵庫県では1971年以降最大の被害となった。兵庫県の被害は、新潟・福島豪雨時の新潟県、福井豪雨時の福井県の被害を上回った。
- 6) 全死者不明者91名の死因を分類したところ、31名が「洪水」、27名が「土砂災害」となった。洪水による死者は、1982年長崎豪雨災害以来最大で、そのほとんどが歩行中または運転中の遭難者であった。年代別では、65歳未満40名、65歳以上49名で、高齢者の比率が高いが、新潟・福島豪雨時の65歳以上が8割に比べると多くない。洪水による死者では、65歳未満の方が多かったことが特徴的である。移動中は、年齢と関わりなく災害弱者に近い状況になっていることが今回の災害であらためて顕在化した。

謝 辞

本調査の実施に当たり、NHK大阪放送局報道部、日本気象協会関西支社、株式会社パスコからは貴重な情報のご提供をいただいた。現地調査に際しては、兵庫県一宮町役場、同津名町役場、香川県さぬき市大川支所、並びに各地の住民のみなさんにご協力をいただいた。なお、本報告の一部は、平成15年度科学研究費補助金「インターネット時代の豪雨防災情報・防災教育による効果の定量的評価に関する研究」(研究代表者・牛山素行)、平成15年度科学研究費補助金「災害情報による認知・学習機能と避難行動に関する基礎研究」(研究代表者・今村文彦)、平成16年度科学研究費補助金「平成16年7月新潟・福島・福井豪雨災害に関する調査研究」(研究代表者・高浜信行)、平成16年度科学研究費補助金「ITを利用した防災情報システムの構築に関する研究」(研究代表者・森山聡之)、平成16年度科学研究費補助金「東アジアの水害生起と異常気象現象の遠隔影響および将来予測に関する調査研究」(研究代表者・竇馨)の研究助成によるものである。

参考文献

- 兵庫県: 台風第23号による被害状況について(第58報 11月4日), <http://web.pref.hyogo.jp/saigai/t23/t23-58.pdf>, 2004.
- 香川県: 平成16年台風23号に関する被害について(第19報), <http://www.pref.kagawa.jp/bosai/higai/16nendo/20041020/2004102020.pdf>, 2004.
- 気象庁: 10月の天候, <http://www.data.kishou.go.jp/stat/tenko0410.pdf>, 2004.
- 国土交通省: 「平成16年10月18日から同月21日までの間の豪雨及び暴風雨による災害についての激甚災害並びにこれに対し適用すべき措置の指定に関する政令」について(台風23号関係), http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha04/05/051125_2_.html, 2004.
- 京都府: 台風第23号による被害等の現状について(23報), <http://www.pref.kyoto.jp/shobo/news/20041027no23.htm>, 2004.
- 内閣府: 平成16年台風第16号による被害状況について(第14報 平成16年11月29日), http://www.bousai.go.jp/kinkyu/041020taifu23gou/taifu23_14.pdf, 2004.
- 農林水産省: 台風第23号による農林水産業被害と対応(平成16年11月25日), http://www.maff.go.jp/soshiki/keiei/keiei-seisaku/saigai-kanren/2004tai_23.htm, 2004.
- 総務省消防庁: 平成16年台風第23号による被害状況(第21報 11月29日), <http://www.fdma.go.jp/detail/321.html>, 2004.
- 須賀堯三・上阪恒雄・白井勝二・高木茂知・浜口憲一郎・陳志軒: 避難時の水中歩行に関する実験, 水工学論文集, No.38, pp.829-832, 1994.
- 牛山素行: 2003年7月19日~21日の九州における豪雨災害の特徴, 自然災害科学, Vol.22, No.4, pp.373-385, 2004.



写真 1 豊岡市街地の浸水

2004年10月22日撮影。パスコ提供。



写真 2 京都府大江町河守地区

2004年10月25日筆者撮影。浸水深は道路路面から約3m。付近の家屋内で、浸水により2世帯、2名が死亡。



写真 3 京都府宮津市小田地区付近の大

手川

2004年10月25日筆者撮影。この付近で車に乗ったまま流され、1名が死亡。



写真 4 兵庫県津名町里地区の斜面崩壊

2004年11月8日筆者撮影。屋内にいた1名が死亡。



写真 5 兵庫県洲本市上内膳地区

2004年11月8日筆者撮影。流失した民家にいた2名が死亡。