

都市型水害に備えて

—京都・鴨川を例として—

村 田 義 嗣*

I. はじめに

水害とは、豪雨等によって河川の水かさが増して河道から氾濫したり、あるいは雨水が排水しきれずに湛水して、耕地・家屋・道路・鉄道等を浸水させたりして、人間の生活基盤や財産・生命に被害を与えることである。本来、洪水と水害とは別物であるが、洪水による水害は土地の開発と人口の増加に伴って激化してきた。とくに、土地開発が急激に加速した近代以降、この傾向は一層強まっている。一方では、治水事業が進展して大河川の決壊による大水害は沈静化の傾向にあり、1980年代以降は、都市河川の氾濫や排水不良に起因する内水氾濫による都市型水害が多く発生するようになった。特に、都市域では交通機関やビルからの排熱、アスファルト舗装による照り返しなどによる「ヒートアイランド現象」等の都市特有の原因が考えられ、突発的な短時間豪雨をもたらすことがある。浸透せずにアスファルト上を流れてきた降水が一気に排水溝に流れ込み、あるいは流路を固定化された中小河川に一気に流れ込み、溢れ出た水が床下・床上浸水を起こしたり地下街に流れ込んだりすることが報告されている。

2004年度の夏は豪雨の連続であった。7月13日に新潟県栃尾市に降った雨は観測史上最大の、24時間雨量(日雨量)421ミリを記録した。この豪雨の原因は南海上の太平洋高気圧と北日本の高気圧との間でできた梅雨前線に、太平洋高気圧の西側の縁を回りこむように湿った空気(暖湿気流)が入り込んだ。さらに山間部にぶつかった湿った空気が上昇気流を作り、多数の積乱雲を発生させるという地形性降雨も加わり豪雨につながったと考えられる。この豪雨により信濃川の支流刈谷田川や五十嵐川の堤防が各所で決壊し新潟県の三条市・栃尾市さらに福島県会津地方を含み、死者15名を含む床上浸水など被

害を広範囲にもたらした(「平成16年新潟・福島豪雨」)。

この豪雨をもたらした梅雨前線が南下し、7月17日～18日朝にかけて福井県北部に豪雨をもたらした。福井市で1時間に75ミリ、日雨量198ミリ、美山町で観測史上最大の1時間に88ミリをもたらし、日雨量も285ミリを記録した。この豪雨で足羽川の堤防が決壊し、福井市や鯖江市では浸水被害、足羽川上流の美山町では浸水被害の他に JR 越美北線の鉄橋が流されるなどの被害がでた(「平成16年福井豪雨」)。

同年7月29日から8月2日にかけては台風10号が紀伊半島から四国にかけて豪雨をもたらし、追い討ちをかけるように8月4日には日本の南近海で台風11号が発生し紀伊半島を中心に豪雨をもたらし、各地で河川が氾濫した。各地の降水量も記録的な値を示した。また10月20日には台風23号が来襲し、京都府北部を流れる由良川を氾濫させ、舞鶴市八田付近の道路上で動けなくなった観光バスが閉じ込められたり、兵庫県の間山川が氾濫するなど、豪雨による河川堤防の決壊、強風による家屋の倒壊といった人命、財産に多大な被害をもたらした。同年は台風の上陸数が多い年でもあり、台風23号を最終とする台風上陸数は観測史上最大の10個となった。

以上のように、昨今の状況だけをみても大河川の堤防は安全という神話は崩れ、都市部を流れる中小河川を含め、河川防災への新しい取り組みが必要になったと考えられる。こうした観点から京都市の中心部を流れる鴨川について、最近の降水状況のあり方を考慮して洪水について考えてみたい。

II. 鴨川と洪水について

1 鴨川について

鴨川は、出町柳より上流を賀茂川と呼んでおり、京都盆地の北側に位置する、通称「北山」と呼ばれている丹波山地に位置する棧敷ヶ岳(標高895.8m)を源流にも

* 京都府立朱雀高等学校教諭

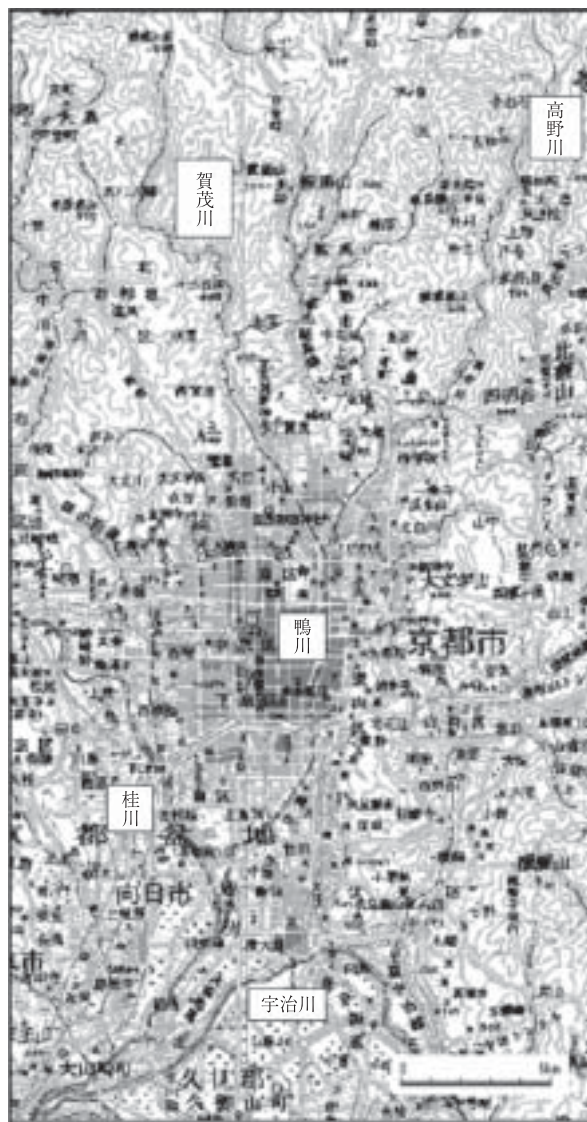
ち、上賀茂の終野付近から京都盆地を南東方向に流下し出町柳付近で高野川と合流し、名を鴨川と変え、合流後はほぼ真南に京都盆地を流下し、東山区鳥羽街道付近から流れを南西に変え、伏見区横大路で桂川と合流する。流域面積は約 208 km² で、本流長は約 31 km の京都市を代表する歴史的河川である（第 1 図）。

普段は清流の穏やかな流れを呈しており、両岸には公園なども作られ、河川の中には飛び石も設置されるなど市民の憩いの場を提供しているが、上流域に大雨が降ればその影響は 1～2 時間後に下流域に及ぶという扇状地性河川特有の性質を持った河川でもある。古来より大雨の度に氾濫を繰り返してきたことが地質柱状図からもうかがわれ、河川の両側には砂礫層を中心にシルト質、粘土質、シルト混り、粘土混りの砂礫層が広く分布している。特に京都盆地の中・北部の地形を構成する物質は鴨川の堆積物であり、京都盆地の形成過程や洪水の変遷を探る上でもこれら堆積物の分析が重要な要件となる。

鴨川（賀茂川も含む）は扇状地性の河川であり、また高水敷も狭く、豪雨時には一気に流量が増す危険性を持っている。北大路橋から下流では橋脚に流木などが引っかかり水位が急激に上昇して堤防を越流することなどが考えられ、道路のアスファルト上を急速に流れ、家屋の床下浸水を引き起こし、ビルの地下室や京阪・阪急の地下鉄道に短時間に流れ込んだり、また御池の地下駐車場や地下街、京都駅の地下街などに流入したりする危険性をはらんでいる。さらに土の高水敷や堤防表面が土で崩落を防ぐために植物が植えられている箇所は洪水時には洗掘されたり、小さな穴や隙間からのパイピング現象により堤防の裏法面にまで水が浸透したりして、堤防が崩壊したりする危険性ももっている。コンクリートで護岸された堤防も同じで、コンクリートのつなぎ目の穴から水が浸透することも考えられる。昨今の豪雨の状況などを考えるときわめて憂慮すべき状態にあるといえる。

2 鴨川と周辺地域の洪水

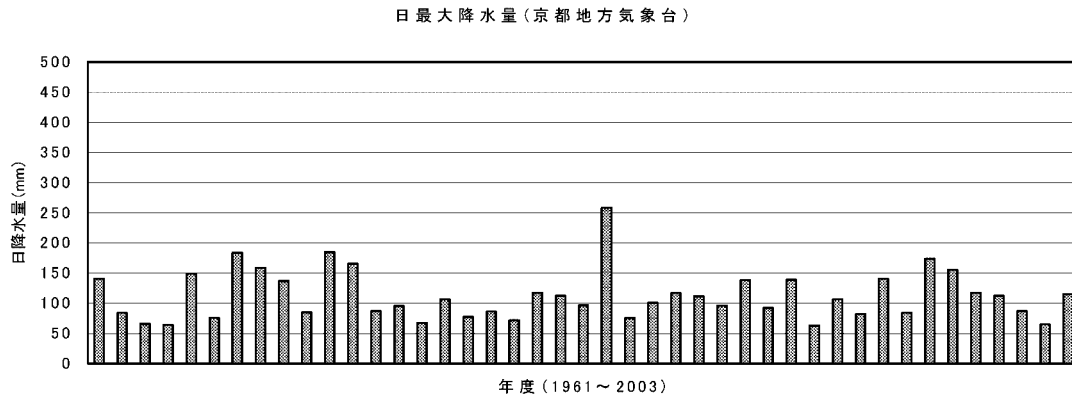
古来より鴨川は氾濫を起こし、水害を引き起こしてきた。鴨川の水害史については詳しく調べられており（中島暢太郎 1983¹⁾）、洪水に伴う鴨川の景観の変遷についても吉越昭久（1997²⁾、2004³⁾）の研究に詳しい。近年の洪水と水害については、1935（昭和 10）年 6 月 28 日～29 日の豪雨によりかけて京都に降った豪雨により鴨川が氾濫したものが著しい。死傷者 12 万人、床上及び床下



第 1 図 鴨川と流域の概念図

浸水の総数は 2400 戸、流出した橋梁約 30 という未曾有の大水害を経験した。三条、四条の繁華街はもとより祇園街まで泥流に洗われた。近年において鴨川の氾濫による大きな水害は、これ以後はない。前年の室戸台風による山地の荒廃が流木を生み、三条や四条の橋桁に引っかかり鴨川がダム化したことが直接の原因である。橋桁に流木などが引っかかり水害が発生する状況は現在も変わらず、出町柳の鴨川大橋、三条大橋、四条大橋、七条大橋、塩小路橋などにも同様の危険が内在しているといえる。この水害を契機に鴨川の大改修が行われ現在に至っている。

1972（昭和 47）年 9 月 16 日には台風 20 号に伴う豪雨により、鴨川と合流する高野川の支流「音羽川」が流れ



第2図 日最大降水量の分布(1961~2003年)

る修学院地区では土石流が発生した。比叡山に源を発する音羽川が氾濫し、花崗岩質より成る比叡山の山体を削り、土石流を発生させ、音羽川を埋めたのである。この結果、修学院地区では死者1人、全半壊家屋7戸、床上浸水155戸、床下浸水277戸という水害を経験した。左京区一乗寺に住む古老によれば「川と道との境がわからなくなり、道がまるで川のようにだった」とのことである。現在は、音羽川は掘り下げられ、川幅も広くなり、前面コンクリートで固められた川として、周囲の歴史的風土特別保存地区には似つかわしくない景観を作っている。

戦後に入ってから、昭和28年9月24日~25日の台風13号による被害があるものの、音羽川の土石流以後京都は大きな水害の経験をしていない。戦後60年、京都はいわば、水害の未経験地なのである。

III. 京都における最近の降水状況について

1 日最大雨量の降水確立について

中島(1983)の研究⁴⁾によると鴨川に洪水を起こさせるような大雨は前線によるものが60%、台風によるものが40%程度(1922年~1970年)であり、特に京都の大雨は3~6時間ぐらいに集中する傾向がある。こうした大雨の集中状況を日最大降水量で代用して降水確率を求めてみた。京都地方気象台の1961年~2003年までの資料を用い、日最大降水量の値をグラフ化したものが第2図である。43年間の平均値は112.5mmである。

日本での確率水文量の推定の「標準方法」としてよくもちいられているのが「岩井改良法」である⁵⁾⁶⁾。岩井重久が1948年に発表したもので、後に角屋睦が改良し、実

用的に最良の適合性がある方法として知られている⁷⁾。水文量を対数正規分布として頻度分布を推定したもので、水文量の最小値を0でなく、ある下限値**b**をもって始まることから、水文量Xの対数変換を行う場合、確率密度曲線がその一端で下限値**b**よりも小さくならないように(X+b)の項をとり、その対数 $\log_{10}(x+b)$ が正規分布になるとしたものである。第3図は計算結果を対数確率紙に表現したもので、各点(トーマスプロットによる)はよく直線上に乗っていることが確認でき、岩井改良法により正規化が良好になったことを示している。

1983年9月28日の258mmの値について、第2位の値から70mm以上越えている。この値も含めて定数を推定した。n=43、従ってm=n/10=4.3、四捨五入よりm=4となる⁸⁾。bの値は第1表を作って計算した。

x_0 の第一近似値を $\log_{10}x_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log_{10}x_i$ から求めた。 $x_0 = 106.22$ 、 $x_0^2 = 11282.69$ 、 $b = -8.26$ となる。1/aの値⁹⁾を求めると、1/a=0.2235となる。従って $\log_{10}(x-8.26) = 1.9890 + 0.2235z$ が得られる。

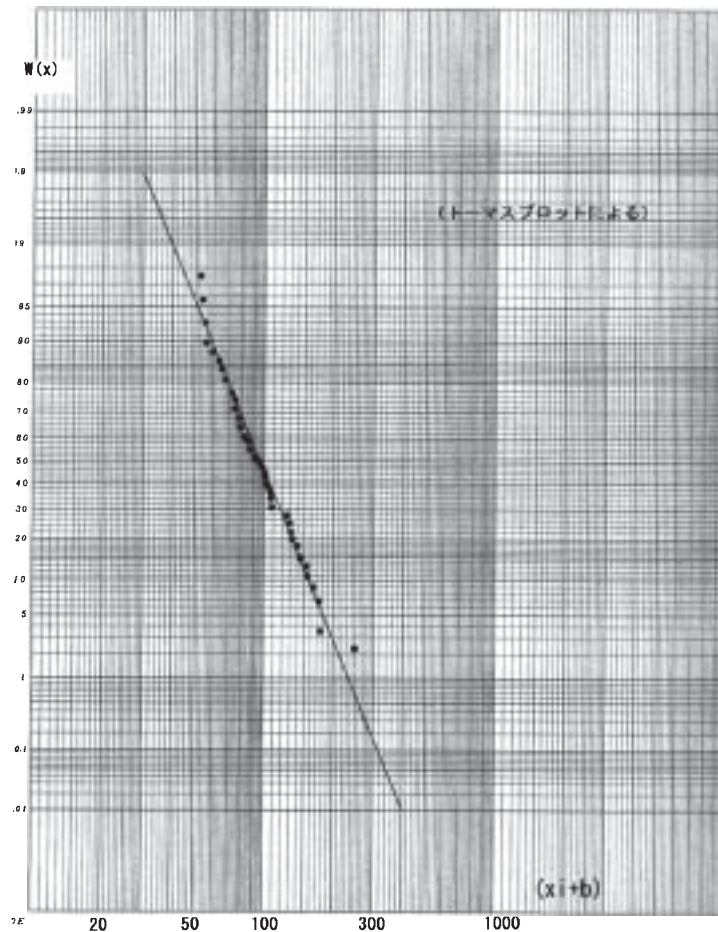
さて、上で得た式 $\log_{10}(x-8.26) = 1.9890 + 0.2235z$ は1983年9月28日の258mmの値をも含んで計算した。この258mmの値はやや大きく、棄却してよいのかどうかの検定が必要である。そのために第1位の258mmを除外し、データ数を42として同様の計算を行い異常値推定式を求めてみた。異常率： $\varepsilon = 1/T$ に対応する異常値推定式は以下で求められる。

$\log_{10}(x_\varepsilon + b) = \log_{10}(x_0 + b) \pm \gamma_\varepsilon s$ 、但しsは不偏分散、 γ_ε は $\varepsilon = 1/T$ に対する係数である。簡易計算法でsの値を求めてみた。異常値推定式は次ぎのようになった。

$$\log_{10}(x_\varepsilon - 15.69) = 1.9792 + 0.1441\gamma_\varepsilon \quad \dots\dots (1)$$

第1表 岩井改良法の計算

No	x_s	x_t	$x_s x_t$	$x_s + x_t$	分子	分母	b_i
1	258.0	63.0	16254.00	321.00	4971.31	-108.56	-45.79
2	184.5	64.1	11826.45	248.60	543.76	-36.16	-15.04
3	183.6	65.0	11934.00	248.60	651.31	-36.16	-18.01
4	173.5	65.8	11416.30	239.30	133.61	78.83	1.69
						合計	-33.05



第3図 岩井改良法による確率日降水量の推定

(1) 式をもとに異常値を計算した (第2表)¹⁰⁾。

棄却検定を行う際、ここでは最大値だけを取り上げているので、適当な指定危険率 β_0 を定め、棄却限界値 $\varepsilon_0 = 1 - (1 - \beta_0)^{1/n}$ を求めてみた。指定危険率 β_0 を5%とし、 $n = 42$ とすれば $\varepsilon_0 = 0.122\%$ となる。1983年9月28日の258 mmの ε 値を上表から内挿的に求めれば0.25%~0.50%の間にあり、 $\varepsilon_0 = 0.122\%$ より小さいとは言えず、1983年9月28日の258 mmは棄却できない。従って、先に求めた(1)式は十分意味のある式であるといえる。

この式から50年及び100年ごとの確率日降水量を求

めてみた。以下のようになる。

50年確率日降水量……214 mm/day
 100年確率日降水量……236 mm/day
 150年確率日降水量……248 mm/day
 200年確率日降水量……257 mm/day
 300年確率日降水量……270 mm/day
 400年確率日降水量……279 mm/day
 500年確率日降水量……286 mm/day

岩井改良法による結果を確認する意味で積率法によっても同様の計算を行った。積率法も水文量を対数正規分

第2表 異常値の計算

ε (%)	F	T	γ_ε	$0.1441\gamma_\varepsilon$	$\log_{10}(x_\varepsilon - 15.69)$	$x_\varepsilon - 15.69$	x_ε
0.05	99.95	2000	3.479	0.5013	2.4805	302.3	318.0
0.25	99.75	400	2.937	0.4232	2.4024	252.6	268.3
0.50	99.50	200	2.683	0.3866	2.3658	232.2	247.9

布に変換して分布曲線を定め、確率降水量を求めるもので、多くの研究成果があるが、わが国では「石原・高瀬」の方法としてよく知られている¹¹⁾。岩井改良法と同様の計算手順を実施し、京都地方気象台の最大日雨量観測値から以下の標本推定式を得た。但し1983年9月28日の258 mmの棄却検定は行っていない。

$$\log_{10}(x - 7.05) = \log_{10} 98.28 + 0.230\xi (\log_{10} 98.28 = 1.99) \dots\dots (2)$$

(2)式から50年確率日降水量と100年確率日降水量を求めてみると以下ようになる。

50年確率日降水量……218 mm/day ($\xi = 1.452$)

100年確率日降水量……241 mm/day ($\xi = 1.645$)

ちなみに「平成16年新潟・福島豪雨」で観測された栃尾市の421 mm/dayが京都で観測された場合、500年をはるかに越える確率日降水量であると判断できる。また、福井豪雨の美山町で観測された285 mm/dayでは400年～500年と推定できる。さらに福井市で観測された198 mm/dayでは、京都では30年～40年の確率日降水量となる。

2 1時間最大降水量の生起確率について

2004年8月7日夕方、京都市の一部地域では激しい雷

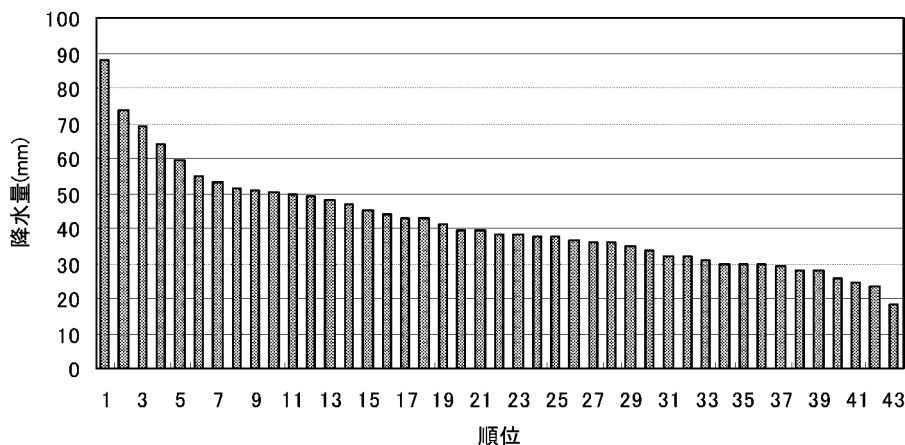
雨に見まわれ、午後7時からの1時間雨量として京都市左京区鹿ヶ谷で102 mmを観測し¹²⁾、短時間雨量としては最大級の値を観測した。京都市の中央を流れる鴨川では1時間に135 cmという水位の上昇を観測し(荒神橋北の鴨川左岸の観測所)、観測史上最大の上昇幅を示した。こうした状況を鑑み、本短報では京都における過去43年間(1961年～2003年)の観測資料をもとに1時間最大降水量の生起確率を求めてみた。

京都地方気象台の1961年～2003年の1時間最大降水量を値の大きい順にグラフ化すれば第4図のようになる。この非対称なグラフに適合する分布形を確定させるために極値理論を援用した¹³⁾。対象とする京都地方気象台における1時間最大降水量の43年間の観測値がいかなる分布に相当するかを調べるために極値確率紙：Gumbel Paperを利用して、トーマスプロットで調べてみた¹⁴⁾(第5図)。

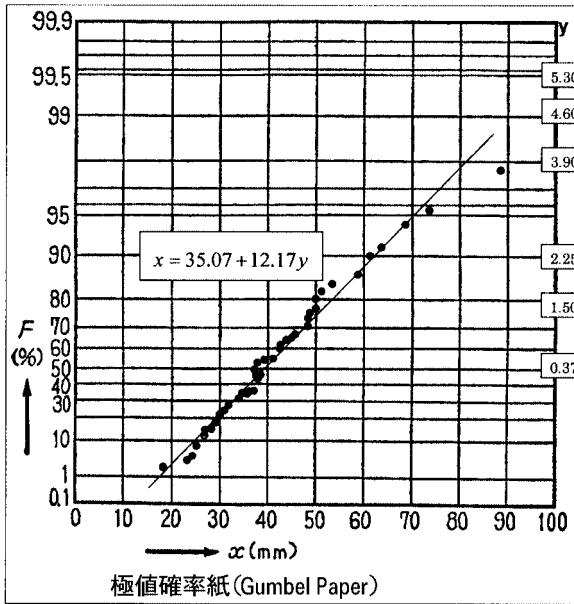
最初に88 mmの棄却検定を行うために、この値を除いて異常値推定式を算出した。異常値推定式は以下のようになる。

$$x_\varepsilon = 34.80 + 10.65y_\varepsilon$$

但し、 x_ε は異常率 ε における1時間降水量の推定値であり、 y_ε は異常率 ε における極値変量と呼ばれる値であ



第4図 1時間降水量の分布 (1961～2003年)



第5図 極値確率紙による1時間最大降水量の推定

第3表 極値変量の値

T (年)	y	12.17y	x
500	6.2136	75.62	110.69
300	5.70212	69.39	104.46
250	5.51946	67.17	102.24
200	5.29581	64.45	99.52
150	5.00730	60.94	96.01
100	4.60015	55.98	91.05
50	3.90194	47.49	82.56
40	3.67625	44.74	79.81
30	3.38429	41.19	76.26
20	2.97020	36.15	71.22
10	2.25037	27.39	62.46
5	1.49994	18.25	53.32
3	0.90272	10.99	46.06
2	0.36651	4.46	39.53

る。観測年が比較的少ないことから棄却危険率を5%と設定し、棄却限界値： ε_0 を求めると、 $\varepsilon_0=0.120$ となる。88 mmの値を上式に代入し y_ε を求め、内挿的に ε を求めると、 $\varepsilon=1.08$ となった。すなわち、 $\varepsilon > \varepsilon_0$ の関係となり、5%以下の危険率で88 mmの値は棄却できないことになる。

以上の結果、88 mmの値も含めて再計算を行った。分布形の諸要素を求めた結果、新たなGumbel分布についての関係式は次のようになった。

$$x = 35.07 + 12.17y$$

但し、 x は1時間最大降水量の値であり y は極値変量あるいは換算変量と呼ばれている値であり、第3表の値を得た。

2004年8月7日夕方、京都市左京区鹿ヶ谷では19時から20時の1時間降水量として102 mmを観測した。同時刻の京都地方気象台では19時から20時の降水量13.5 mm、20時から21時6.5 mm、2時間降水量20 mmを観測し、北部の花背峠では18時から19時の26 mm、19時から20時の13 mm、2時間降水量39 mm、南部の京田辺市では18時から19時の38 mm、19時から20時の10 mm、2時間降水量48 mmを観測した。当日の夕方に降った雨は京都盆地東部の左京区から東山区そして山科盆地東部という狭い範囲に、短時間に集中的に降った雨であった。当日の大気の流れと京都盆地東部に発達した地形との関

係がこの豪雨をもたらしたと考えられる。豪雨により排水処理をできなくなった雨水が左京区を中心に溢れ、床上・床下浸水をもたらし、マンホールの蓋が跳ね上がり、小河川を通じて鴨川に一気に流れ込み、急激な水位の上昇をもたらした。三条大橋の河川敷で催されるイベント会場にも水が溢れ、参加者が避難する騒ぎがあった。京阪出町柳駅付近では高野川に注ぐ太田川も、普段は下水道に組みこまれた河川で水が流ることがないのだが、この日は激しく水が流れ高野川に排水するという有様だった。山科盆地でも状況は同じで、音羽川や山科川水位が急激に上昇した。ちなみに、京都市左京区鹿ヶ谷で観測された1時間降水量102 mmが京都地方気象台で観測されれば、再現期間：Return Periodはおよそ250年となり、東山区で観測された92 mmはおよそ100年となる。

このように寒気の流れ込みなどが原因による短時間豪雨に際しても鴨川は、常に洪水の危険性がある河川であることを如実に示した例である。

2004年に新潟県や福井県でみられた日最大降水量が京都で観測されることは稀で起こり得ないと思えるのは間違いである。戦後60年、こうした降水がみられなかったことが幸運であったのであり、今後必ず起こりうるものと考えて鴨川の洪水対策を考え直す必要がある。

IV. 洪水に備えて

治水や排水の計画を立案する際、一般に生起確率 100 年の降水量・流出量・時間雨量等を設定して行われることが多い。堤防などの建設費用や完成後の維持費、あるいは工事を行うに当たっての経済効果等の経済性が考慮されてのことである。しかし、昨今の地球温暖化現象により 100 年を越える降水が毎年発生するようになり、それに伴って洪水流量も増し堤防が決壊し、住民の命や財産に甚大な被害をもたらしている。こうした気象を取り巻く環境の変化に対処して、一度生起確率 100 年を見直してもよいだろうと考える。

2003 年 5 月 16 日、京都府は「鴨川浸水想定区域図の策定について」を発表した。その中で「鴨川は、流域面積が小さいことから、上流での降雨が洪水として市街地部に到達するまでの時間が短く、短時間で降雨が鴨川の流量に与える影響が大きいと、3 時間の流域平均の降雨量を鴨川改修計画での基本の降雨として採用」と記している。3 時間雨量とは、概ね 100 年に 1 回程度起こりうる大雨、3 時間雨量にして 122 mm (日雨量 287 mm) を想定している。この 122 mm は昭和 34 年 8 月の戦後最大といわれる洪水時に観測された数値であるが、大きな水災害が懸念されるなか、万全を期した治水対策が望まれる¹⁵⁾。先に見た栃尾市の 421 mm は日雨量 287 mm を大きく上回っている。

堤防の整備といったハード面の充実ばかりでなく、流域住民の防災意識の向上というソフト面での充実を図る必要がある。洪水に対処し、水害を最小限にとどめる備えについて考えさせる一つの例が 2004 年 10 月 20 日に来襲した台風 23 号 (国際名 : TOKAGE) にみられる。この台風による京都府での被害は以下のようであった。死者 15 名・家屋全壊 28 棟・半壊 212 棟・一部破損 2499 棟・床上浸水 3126 棟・床下浸水 4152 棟であった¹⁶⁾。特に、死者の中では 65 歳以上の老人が多く、浸水した家屋に取り残されて死亡するという高齢者の死亡が目立った。現代社会が抱えている問題点の 1 つが浮き彫りにされた形である。特筆すべきは、舞鶴市八田付近の道路上で、由良川が溢れ、動けなくなった観光バスが取り残されたことである。運転手を含めた乗客 37 名が観光バスの屋根にのぼり、屋根の上で膝まで水につかりながら一昼夜救助を待ちつづけ、奇跡的に助かった。京都府下を北流し日本海に注ぐ大河川である由良川の氾濫という近

年まれな事態がこの惨事を生んだのである。背景として、

①堤防への過信。特に破堤による洪水は起こらないという過信。

②人口増加や経済発展による後背湿地上への生活及び産業基盤の進出。

③情報取得不徹底からの避難の遅れ。特に高齢者への避難・誘導の不徹底。

④水害は自分の身近で起こらないという思い過ごし。

⑤水害の未経験などによる住民の水の怖さへの無理解・無知。

などがあげられる。

①～⑤の背景が生まれた原因として、次のように考えられる。1953 (昭和 28) 年 9 月 24 日から 25 日にかけて日本列島を襲った台風 13 号により京都府全域が大水害に見舞われた。これを契機に 1963 (昭和 38) 年から始まった由良川本格改修工事以後、1972 (昭和 47) 年 9 月 17 日の台風 20 号を除けば災害救助法が発動される水害を経験しておらず、2002 (平成 4) 年に由良川改修工事は完了した。こうした状況が背景となって、由良川の氾濫・大水害を知り、伝える人が少なくなり、さらに人々の記憶も希薄になったことが「水に対する警戒」を薄めていったのであろうと推測できる。これと同じような状況が現在の鴨川にもあると考えられる。昭和 10 年の大水害を経験し記憶している人がどれだけいるだろうか。あるいは豪雨の際に水害への警戒意識を持てる人々がどれだけいるだろうか。特に現代の護岸状況や河川景観に慣れ、水害を経験していない、あるいは身近にみたことがない若い世代に対して、ハザードマップの徹底と避難所の周知徹底、そして危機意識の向上をはかる必要があると考えられる。

「洪水は起こり、備えなければ水害は必ず発生する」という覚悟をもちつづけ、備えを怠らなければ被害は少なくなり、人命にかかわる水害は防げると考えられる。その意味でも 2004 年 9 月 10 日の定例記者会見で、山田啓二京都府知事が述べた、鴨川流域を対象とした土地利用や雨水排水系統・雨水貯留候補地などを検討するという、景観も考慮した総合的治水対策についての総合条例の策定に期待するところが大きい。

V. おわりに

本稿では前線の停滞や台風の来襲による豪雨を想定して、鴨川の洪水の危険地域、最近の降水状況を調べ、岩井改良法やGumbel極値理論を利用して1961年から2003年の京都地方気象台の資料を基に、日雨量及び1時間雨量の降水確立を求めてみた。新潟・福島豪雨や福井豪雨で観測された値は京都では稀な、想定を超える豪雨であるかもしれない。しかし、ひとたび降れば鴨川の容量を考えても洪水が引き起こされる可能性は極めて高いといわざるを得ない。容量の小ささを如実に表したのが8月7日の短時間豪雨であった。

京都府では昭和10年の鴨川大洪水以来「100年に1度の洪水にも耐えられるように、着実に治水対策を進めていく」との決意をたてて行ってきたが、昨今の豪雨のあり方を省みれば100年でよいのかどうかという問題が生じてくる。治水対策には時間と費用がもう一つの大問題としてあらわれてくるが、「再現期間」をどのように設定するか、経済性との両立をどのようにたてていくか、本論が少しでも役立てれば幸いと考えている。

2005年6月28日には新潟県柏崎市を中心に多いところで300mmを越す大雨が降り、新発田市や2004年に続き栃尾市にも避難勧告・避難指示が出された。2004年や2005年夏の世界を巡る気象現象から、狭い範囲での集中的な豪雨にいかに対処するか、今後の課題がはっきりと見えてきた。

本研究ノートでは既存の研究成果をもとに日最大降水量の統計解析を行ってきたが、今後は流域の特性である

洪水流量と降水量に関して詳細な検証を試みる必要があると考えている。

注

- 1) 中島暢太郎 鴨川水害史 (1)、京都大学防災研究所年報 1983、26B、75～92。
- 2) 吉越昭久 近世の京都・鴨川における河川環境、歴史地理学、1997、39-1、72～84。
- 3) 吉越昭久 京都・鴨川の河川景観の変遷、日下雅義編 地形環境と歴史景観、2004年、155～164、古今書院。
- 4) 前掲1)、75～92。
- 5) 矢野勝正編 水災害の科学、1971、94～101、148～177。
- 6) 岩井重久・石黒正儀 応用水文統計学、1972、64～108。
- 7) 高棹琢磨・宝 馨・清水 章 水文頻度解析モデルの母数推定法と確率水文学の変動性、京都大学防災研究所年報第31号、1988、B-2、287～296。
- 8) n は資料数、 x_s は観測値で大きいほうから 1. 2. 3. … m 番目の値を示し、 x_l は観測値で小さいほうから 1. 2. 3. … m 番目の値を示す。
- 9) $\frac{1}{a} = \sqrt{\frac{2}{n-2} \sum_{i=1}^n \{ \log_{10}(x_i+b) - \log_{10}(x_0+b) \}^2}$ で計算される値。
- 10) 前掲5) に掲げている表を参考に計算した。
- 11) 土木学会編 水理公式集、1971、144～152。
- 12) 2004年に京都地方気象台に導入された降水ノウキャストによる値。
- 13) 前掲5) 及び前掲6)。
- 14) 各点はよく直線上に乗っていると判断でき、特にFの値が80%以下の範囲ではこの直線性の傾向が強い。このことからGumbel分布を適用しても問題ないと判断した。また「ひずみ係数:C's」はC's=10001244<1.1395となり、観測値がさらに多くなればC's→1.1395となることが考えられる。88mmという観測値について、第2位の値に比べればやや大きく、これを棄却してよいのかどうかの検定をおこなった。
- 15) 京都府総務課消防防災課・土木建築部河川課 淀川水系鴨川浸水想定区域図、2003。但し参考図として2000年9月の東海豪雨の3時間雨量214mm、24時間雨量532mmを基礎とした浸水想定区域図も掲載している。
- 16) 2004・11・29 総務庁発表資料による。