

東海大学工学部

正員 有賀世治

復建エンジニアリング

正員 植田邦治

1. はしがき 河川堤防や、海岸堤防の破綻による氾濫によって蒙る水害のうち、人命の損失など、いわゆる水難の危険度の推定に關し、水理学的アプローチを行った例を余り聞かない。氾濫水害時の死傷者の推定は、警察庁の災害統計や、建設省などの水害統計などを基にして、都道府県規模、もしくは市町村規模で、既往の大規模な統計値から類推する手法が一般のようである。この手法では、死傷者数が、単に氾濫水害によるものばかりでなく、地震りやがけ崩れ等によるものも算入されており、また、避難の時期や手法の記述が欠落しているために、単に死傷者数と床上浸水戸数とか、浸水面積との相関を求めると相関性は極めて低い。そこで、この手法によって、新しい地域への、また特定の避難行動を想定する場合への推定の信頼性は低いと言えよう。(図-1に、床上浸水以上棟数と死者数との関係の一例を示す。) 筆者らは、すでに、文献(1)~(3)などで発表した氾濫モデルを用いて、ある破綻条件、堤内地条件下に、刻々溢出する氾濫水の場所的、時間的の振がりを織り込んで、また、被災者の位置、避難のあり方を織り込んで、水難危険度の推定を量的に行い得るモデルを考えた。これにより、有効な避難対策の考察が従来より一歩進んだ段階で行い得ると思える。

2. 推定モデルの考え方

(1). 水難の定義と溺死の条件 この論文では、水難とは、被災者の居る場所に氾濫水(多く濁水であって、波が立ち、大小の木片などが流れて来る。)が押し寄せ、これによって、溺死を主体として人の死傷の発生することをいう。そして、溺死の条件については、医学方面、消防関係、赤十字社関係で種々研究、調査が行われ、統計が作られているが、画一的なものを与えることは難しい。そこで、潜水帯(波もある程度の水深に換算する。)と流速に着目し、被災者の身長以上の水深、あるいは、秒速3m以上の流速のある時間が5分間以上継続するときは、溺死や全身打撲の可能性が大きいとして、水難危険度Aと考える。勿論、被災の時刻、水温、人の着衣、空腹状況、罹災地の地形、地物、家屋の種別、浮遊物などの条件によってかなりの差異を生ずるのではあるが、これらの条件は二次的な要因として別途考慮することとする。このモデルにおいては、想定被災地域の所帯数、その居住分布が示された場合に、人口構成を成人男子、女子、子供および老人とわけ、それぞれ別に計算することとする。なお、潜水帯が身長 $\frac{1}{2}$ 以下であって、かつ流速の3m以下の場合は安全と考える。

(2). 罹災地域の任意の地点における潜水帯と流速の計算。

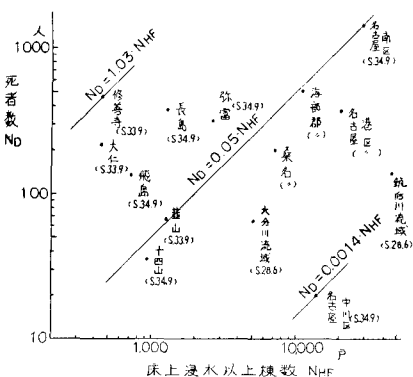


図-1 伊勢湾、狩野川台風(西日本水害(S.28.6))における市町村別被害

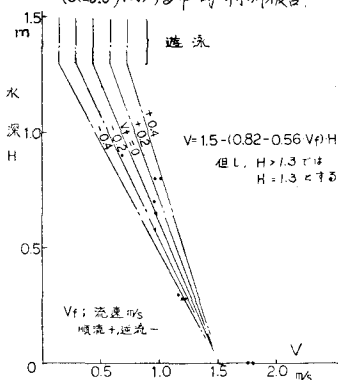


図-2 水中徒歩速度(成年男)

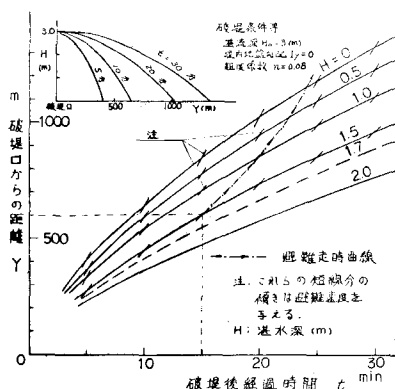


図-3 二次元避難模式図

$Y = 600\text{m}$ の居住者がとも15分避難開始すれば破綻が示される状況で避難することとなる。

破堤条件、堤内地の地形や障害物の条件を考慮に入れ、有質の行った氾濫実験の結果を用い、2次元、あるいは3次元の拡がりについて実験式を用い計算する。地形や地物の条件が単純でない場合にも、破堤口からしばらくの間は実験式で推定し、その後は適宜推算する。(道路や鉄道の盛土、堤防や丘陵など拡がりを阻止するものの影響を)

(3). 被災者の避難行動 罹災地域を、適宜の寸法で区切り、それぞれのブロック毎に、人口構成を考える。そして、ブロック毎の避難開始時刻、避難の方向、また、集団避難所の分布、規模を想定する。この際、氾濫水の中を徒歩する人の移動速度を推定する必要があるが、一つの例として、筆者らが、平塚海岸で、プールで行った実験のデータ⁽⁴⁾(図-2に示す。)を応用する。

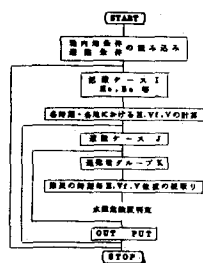


図-4 水難危険度判定フロー

計算条件

$H_0 = 3m$, $I_r = 0$, $n = 0.05$ 2次元拡がりとする。

水面形 $H_{1/2} = -\left(\frac{Y+25H_0}{Y_0+25H_0} + 1\right) Y_0 + 20\left(\frac{Y}{Y_0}\right)^{0.75} \cdot H_0$

V_f は上式より $\frac{1}{H} \frac{dH}{dt} = Y_f$ を求むる計算する。

$V = 1.5 - (0.82 - 0.58 V_f) H$ Y_f : 難民の位置

難民は成年男子(遊泳可) 位置は破堤口より 600m

避難開始時刻は CASE 1, 破堤後 5分

CASE 2, 破堤後 10分

時刻	5	7	10	11	12	13	14	15
水深 H(m)	400	724	933	1001	1049	1136	1203	1271
流速 V _f (m/sec)	0.18	0.47	0.53	0.53	0.53	0.52	0.50	0.49
難民数 N	1.50	1.34	1.21	1.18	1.14	1.13	1.11	1.10
危険度 Y _f	0.00	1.17	1.14	1.13	1.13	1.12	1.12	1.12

(4). グラフによる推定法。(2次元氾濫の場合)

破堤幅が非常に長い場合は、近似的に2次元の拡がりを見做し得る。この場合は、図-3に示すように、被災者それぞれの行動をたどることによって、危険度を推定し得る。ブロックの数、被災者の組わけ、人数が多くても、積算し得よう。図上で、短線分の傾斜は、その位置、時刻における、湛水深、流速に依する水中徒歩(あるいは遊泳)速度を示すものである。なおこの図解法は、3次元氾濫の場合にも、複雑にはなるが原理的には応用できるものである。

(5). 電算計算による推定法、ジェネラルフローを、図-4に示す。

破堤口の中心を原点とし、区画の中心点の座標 X, Y , 時刻 t における湛水深 $H(m)$, 流速 $V_f(m/sec)$ について、 $H = f(X, Y, t)$, $V_f = g(X, Y, t)$ の形で表示される場合には、座標 X, Y の区画にいる難民が、破堤後 t_0 の時刻に破堤口から遠ざかる方向に避難を開始したとすれば、どの時点で危険度 A になるかの判別は計算し得る。そして、信頼し得る避難所に到達する以前に危険となれば、そこで、例えば死者のカウントがなされる。 H と V_f が1つの式で表示できない場合は、被災地域を、いくつかの小区域に分け、それぞれ別個に函数形をデーターとして手えておけばよい。一般に、実用上では、氾濫水の表面の縦断面は、2次元物線(面)に近似と見てよいようである。簡単な計算例を表-1に示す。

表-1 簡単な計算例

3. モデルによる計算と、実際水害時の死傷者数との比較

典型的な氾濫水害の例として、周知のように、S34年9月の伊勢湾台風による高潮災害(死者5000人以上)、S35年9月の狩野川台風による湛水害(死者200人以上)があるが、一矛、氾濫面積ではかなり大きかった。S42年7月の不連続線による加治川洪水害や、S51年9月の16号台風による長良川洪水害では死者は皆無に近かった。また、殆んど外的条件が同じような市、町村、同志の比較をした場合でも、死者率の極端に異なる例がかなりある。従って、既往水害時の水難統計の中で、氾濫条件が明確であつても、地区内の居住条件、避難条件が明確でなければ、たとえ、町村レベル、或いは地区レベルの比較をモデルと実際値との間に行つて見ても、面着の一致を見ることは推論上から言つてもむづかしい。筆者らの予察によると、伊勢湾台風被災地や、狩野川台風被災地での当時の所帯、居住条件だけとつてもはっきり捉えられないものが多い。まして、避難条件をやである。筆者らは、S51年10月、長良川災害直後に、湛水深3mに及んだ氾濫水の刻々の拡がり状況の把握にあわせ、関係機関の協力で、住民の避難状況についても系統的調査を行い得たがこのようなことは稀と言えよう。次号では、桑名市、長島町、大仁町などをサンプルとして、モデル計算を行い実際の死傷者数と比較し、逆に避難行動を推定して、当時の避難状況を追跡する方法を紹介したい。参考文献; 以下著者は有賀世治, 1. 破堤による氾濫区域の推定(I), 東海大学工学部紀要1977, 1号 P133-178, 2. 同じく(II), 同紀要1977, 2号 P143-175, 3. 氾濫水の拡がり野外実験, 第27回土木学会年次講演(1972年), P24-5, 4. 直下地震時の水害想定, 東京都防災会議(1977, 4)