

名古屋市南部における水害避難行動のシミュレーション研究

名古屋工業大学 学生員 ○伴 勇二、 森田 徹、 正員 長尾正志

1. 研究の概要

名古屋市の南部は、濃尾平野の臨海下端部に位置する。この地域では市街化が進行しており、洪水、高潮の危険が高く、また地盤沈下もかなり進行しており、常襲的な水害多発地となっている。本研究は、なかでも顕著な低平地である港区に対して、浸水発生を予想した場合における住民の避難行動を、シミュレーション解析で分析したものである。

2. 避難行動シミュレーションの基礎条件

名古屋市港区は伊勢湾に面し、区内には庄内川や新川などの一級河川をはじめ10本以上の中小河川・運河が貫流している。区の面積は45.4km²(名古屋市全体の13.9%)である。

(1) ブロック分割及び避難所位置 港区を図-1のように7つのブロックに分割し、その各々について計算を行なった。また〔・〕は避難所位置である。

(2) 地域分割と避難先の決定 地域分割は町や丁を単位とし、それらの地域からの避難人数は地域の総人口を対象とせず、次式の想定避難人数による。

$$\bar{C}_i = (C_i - W_i) \times 0.77 \dots (1)$$

C_i : i地域の総人口、 W_i : i地域の高層2階以上の住民数。0.77は57年アンケート調査で、平屋で指定避難所へ避難すると解答した割合である。上式で表わす人数(想定人数)を対象とし、住区からの避難先とそれぞれの避難場所に行く人数はより現実的なものとなるよう設定した。つまり、避難先の決定については、各ブロックの住民の平均避難距離が最小となる最適解か前年の研究によって判明している¹⁾ので、今回の避難先の決定によって算出された各平均避難距離がそれに近くなるように割り当てた。

(3) 避難に伴う諸条件 計算に際しては以下の条件を設定した。

- (A) 浸水標高としては、無浸水、海拔-1.0mまで、-0.5mまで、-0.0mまでの場合の4ケースについて計算した。
- (B) 住民はブロック内でのみ行動し、ブロック外への避難はしない。
- (C) 原則として浸水した道路は通らない。ただし周囲の道路が全て浸水している場合は、できる限り浸水の少ない最短距離となる経路を選ぶ。
- (D) 住区の出発点は住区人口の重心付近を選び、出発点の浸水水位が0.5mを超えた場合は住民は避難をしないものとする。(ただし避難途中では浸水位1.0mまで歩行する。)
- (E) 避難先となる避難所において、浸水位が1.0m以上の場合は、これを避難先とせず、別の避難所に変更する。

(4) 避難情報の伝達モデル 情報伝達の定式化には以下の確率モデルを採用した。

$$dP/dt = (1-P) \sum_{j=1}^k (-1)^{j-1} F_j, \quad F_1 = \sum_{i=1}^k \beta_i, \quad F_2 = \sum_{1 \leq i < j \leq k} \beta_i \times \beta_j \dots (2)$$

P: 情報を知っている人の割合、 β_j : 単位時間当りの情報接触者数、k: 情報伝達の数、ここでは伝達

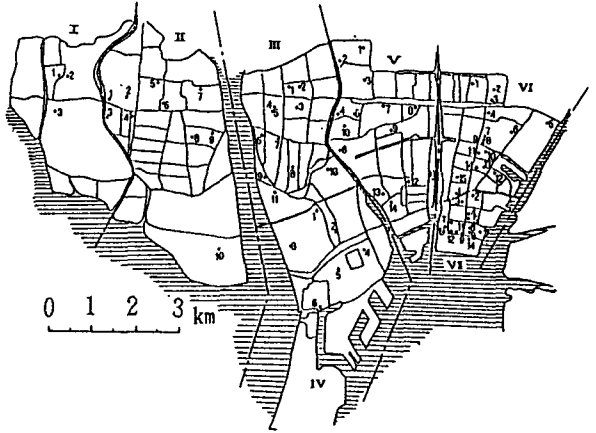


図-1 ブロック分割、地域分割と水害避難所

手段として、①広報車、②テレビ・ラジオ、③電話・くちコミの3種を選んだ。式(2)の解は次式となる。

$$P = \beta [\exp \{ (\alpha + \beta - \alpha \beta) t \} - 1] / [\alpha (1 - \beta) + \beta \exp \{ (\alpha + \beta - \alpha \beta) t \}] \dots (3)$$

ただし、③では $\beta_1 = \alpha \times P$ と仮定し、 $\beta = \beta_1 + \beta_2 - \beta_1 \times \beta_2$ である。

ここで、 α ：電話・くちコミによる伝達率、 β_1 ：テレビ・ラジオの視聴率、 β_2 、広報車による広報率。

3. シミュレーションの計算 避難時刻は住民が家にいる夜間とし、避難は徒歩とする。避難住民の歩行速度は浸水位によって変化させる。浸水の無い場合、浸水位が0.0m~0.5mまでの場合、0.5m~1.0mまでの場合で、それぞれ30m/分、20m/分、5m/分とした。伝達確率の単位時間を3分とし、長崎水害の当夜役立ったとされた情報源のデータより、 $\alpha = 0.1$ 、 $\beta_1 = 0.6$ 、 $\beta_2 = 0.025$ の数値を使用した。

4. シミュレーションの結果及び考察

表-1にブロックごとの平均避難距離(m)、表-2にブロックごとの99.5%の住民の避難完了時間(分)を示す。また、図-2に区全体、図-3にブロックIでの避難進行状況のシミュレーション結果を示す。

(A) 避難距離 浸水の無い場合、一人当たりの避難距離はブロックI、II、Vが他のブロックに比べて長くなる。I、IIは避難所がブロック中央に集中しているため、避難距離の長い地域が多数存在するからである。また、Vにはブロック中央に中川運河5号があり、このため住民は避難の際、迂回を強いられ、避難距離が長くなる。浸水のある場合、I、IIでは海拔0.0m以下の地域が大部分を占めるために、浸水の影響により避難距離が長くなる。他方、III、IV、VI、VIIでは浸水による影響が全くみられない。

(B) 避難時間 浸水の無い場合、完了時間は避難距離に相応して長くなるが、ブロック内に避難距離の長い地域が存在すると、完了時間が長くなる(たとえば、ブロックIV)。浸水のある場合、I、IIは浸水による影響がみられ、とくにIでは浸水により完了時間が大幅に長くなり危険が増大している。

なお以上の計算では、避難準備時間、途中での混雑による遅滞、避難住民の偶発性などが考慮されていないために、現実の避難は、これよりさらに長時間を要すると考えられる。

1) 参考文献、川崎 学：名工大 61年度卒業論文

表-1 ブロックごとの平均避難距離(m)

ケース記号	無浸水	-1.0m迄	-0.5m迄	0.0m迄
I	980	1146	1253	1256
II	729	766	783	814
III	453	453	453	453
IV	570	570	570	570
V	822	822	822	831
VI	438	438	438	438
VII	314	314	314	314
平均	613	624	630	636

表-2 ブロックごとの避難完了時間(分)

	無浸水	-1.0m迄	-0.5m迄	0.0m迄
I	78	114	150	543
II	63	66	108	387
III	45	45	45	51
IV	87	87	87	87
V	87	87	87	90
VI	30	30	30	39
VII	21	21	21	21
平均	63	65	71	123

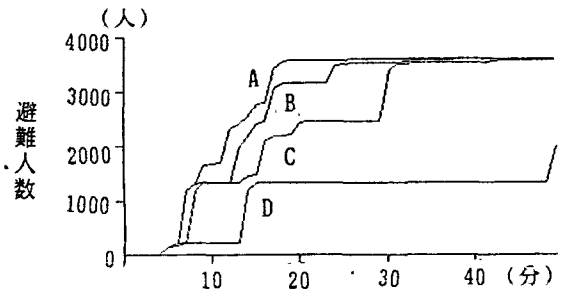


図-3 避難進行状況(ブロックI)

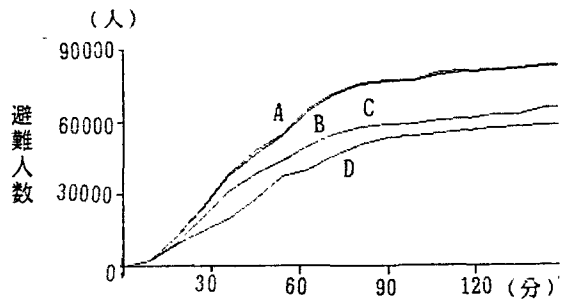


図-2 避難進行状況(港区全体)