

GISを用いた震災時の避難行動分析

A spatial analysis of refuge actions in an earthquake disaster using GIS

川路正子*1, 大津聡子*2, 土居原健*3, 角本繁*4, 内藤直樹*5

By Masako KAWAJI, Satoko OHTSU, Takeshi DOIHARA, Shigeru KAKUMOTO, Naoki NAITO

Abstract: After the Hanshin-Awaji Earthquake, while many people had totake refuge, there were not enough planned refuges. This study aims to make clear "Where they took refuge and why". We used GIS for analysis and the statistics collected from Nagata-ku. By comparing the planned refuge area with the actual refugee distribution, we concluded that most of refugees at the appointed refuge institution came from the planned areas, which are based on school boundary. The results of this study can be applied to future planning of prevention of disaster at local governments.

Keywords: GIS, Prevention of disaster planning, Refuge action, Hanshin-Awaji Earthquake

1. はじめに

阪神・淡路大震災により、長田区では最も多い時で5万5千人をこえる被災者が避難生活を余儀なくされた。あらかじめ防災計画で設定されていた地域の指定避難所では対応しきれず、臨時避難所も多数開設される状況であった。震災時の避難行動に関する貴重なデータを活かし、今後の地域防災計画の立案に役立てることが望まれる。

本報告は、震災地区（長田区）における震災時の避難行動をGISを用いて地理空間的に分析することにより、避難行動からみた地域の自然的・社会的条件を把握し、望ましい避難計画（避難所配置・避難圏域設定）のための指針を得ることを目的としている。

GISを用いて各避難所の避難者地域分布“誰がどこに避難したか？”を把握し計画避難圏域と比較することにより、震災前の避難計画を検証した。また、“なぜそこに避難したか？”という避難行動要因について、いくつかの地理的条件から考察した結果をあわせて報告する。

キーワード：GIS, 地域防災計画, 避難行動, 阪神淡路第震災

- *1 アジア航測(株)(E-mail: ms.kawaji@ajiko.co.jp)
- *2 同上 (E-mail: st.ohtsu@ajiko.co.jp)
- *3 正員 同上 (E-mail: ta.doihara@ajiko.co.jp)
- (〒243厚木市田村町8-10 Tel:0462-95-1886/Fax:0462-95-1934)
- *4 京都大学防災研究所
(〒611京都市宇治五ヶ荘 Tel:0774-38-4039)
- *5 長田区まちづくり推進課
(〒653神戸市長田区北町3-4-3 Tel:078-579-2311)

2. 分析方法

避難行動分析に使用したデータを表1に示す。避難者については、避難所の名簿から世帯主を抽出し住所と住宅地図をもとに地理座標を付加したDiMSISデータを使用した。なお、いくつかの避難所（例. 志里池小学校, 駒ヶ林中学校, 長田高校等）については避難者住所の特定ができず避難者データが欠落している。この点は混乱の中の名簿が原データであることを御理解願いたい。

表1 使用データ

項目	内容	出典
避難者	住所, 世帯主	DiMSISデータ
避難所(震災前)	指定避難所, 避難圏域	神戸市地域防災計画
避難所(震災時)	震災時開設避難所	長田区資料
学校区	小学校区, 中学校区	長田区資料
家屋被災状況	罹災状況	長田区資料
道路被災状況	道路被災	DiMSISデータ
基図	行政界, 道路, 鉄道, 家屋, 河川	数値地図10000, DiMSISデータ

DiMSIS：京都大学防災研究所災害管理情報システム

3. 長田区における避難状況

(1) 避難所の開設状況

図1に、長田区における震災時の避難所開設状況を示す。震災前の長田区防災計画では、21の避難圏域と28カ所の指定避難所が設定されていた。しかし、震災時には被害により使用不適となった避難所を除く指定避難所26カ所とこれに臨時避難所6

所を除く指定避難所26カ所とこれに臨時避難所62カ所を加えた合計88カ所が開設され、計画を大幅に上回る避難所が必要とされた。



図1 長田区の避難所開設状況

表2は、震災時避難所の施設種別を示したものである。指定避難所が小中学校を基本とするのに対し、臨時避難所は高校、大学、区の公共施設、地域の施設の他、公園までが利用されている。

表2 避難所の内訳

種別	指定避難所	臨時避難所
小学校	16カ所	—
中学校	6カ所	—
高校	2カ所	5カ所
公共施設	1カ所	6カ所
地域施設	1カ所	51カ所
合計	26カ所	62カ所

公共施設：区役所、公民館、体育館、大学 等
 地域施設：地域福祉センター、老人憩いの家、幼稚園、保育所、集会所、公園 等

(2) 避難所と避難者数の推移

図2は、発災時から3月末までの、長田区の避難所数および避難所における配食数と就寝者数の日変化を示したものである。神戸市では「避難者」を市からの配食を受けている人と定義している。配食数は地震発生から数日間は配食の手配などが混乱した状況にあり急激に増加するが、その後安定する。安定後の数値にはライフラインを絶たれたために配食を利用した避難者と、配食はもとより避難所に寝泊まりを余儀なくされた避難者（就寝者）を合わせた全避難者数をみることができる。

避難者数の推移をみると、避難者数は2月1日の55,641人、就寝者数は発災直後の35,347人をピークに漸減していく。減少の背景にライフラインの復旧に伴う帰宅、親戚・知人宅への移転及び仮設住宅入居等が考えられるが、明確な対応はできていない。

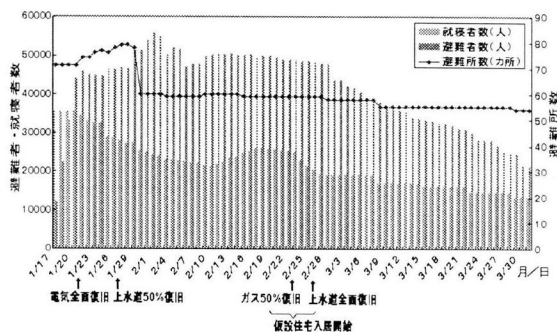


図2 長田区の避難所と避難者数の推移

図3は、避難所毎の避難者数の推移を月単位で地図に表したものである。蓮池小学校・御蔵小学校・兵庫高校などを除く比較的家屋被害程度の低い地域から帰宅による避難者数の減少があったと考えられる。避難者の避難所間移動は1月下旬まで頻繁にあったが、このうち1月末長田区役所新庁舎から旧庁舎へ誘導により避難者が移動している。ヒアリングによれば2月には各避難所内に自治組織様のまとまりができ、避難所間の移動がなくなったとの事である。



図3 長田区の避難所別避難者数の推移

(3) 避難者の地域分布

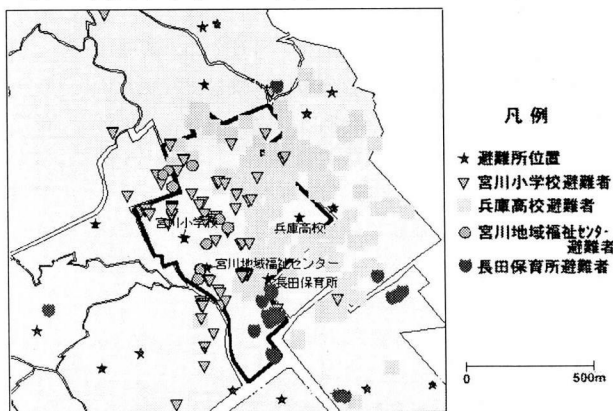
長田区がH7年2～3月に実施した避難所調査資料をもとに、各避難所位置とそこに避難した世帯位置(震災前住所)をプロットした避難者分布図を作成した。サンプル数は3627世帯である。図4は、宮川小学校と真陽小学校の避難圏域に着目した避難者分布の例である。小学校は指定避難所、その他は臨時避難所に該当する。

図のように、各避難所の避難者分布範囲は相互に重なり合っている。あらかじめ指定されていた地域の指定避難所(小学校)の避難圏域と避難者分布を比較すると必ずしも一致していない。また、臨時に開設されたその他の避難所も分布範囲や分布形状はそれぞれに異なっている。

<例1> 圏域西側住民は宮川小学校へ東側住民は兵庫高校へ避難する傾向がある。また、兵庫高校へは圏外避難者も多く等距離圏に近い分布傾向を示す。ともに小規模施設でも宮川福祉センターの分布範囲は小さくまとまっているが長田保育所はやや分散した傾向がみられる。

<例2> 真陽小学校には実際に圏域内からの避難者が多数集まっている。圏域外からの避難者はやや東側に偏っている。

<例1> 宮川小学校の避難圏域



<例2> 真陽小学校の避難圏域

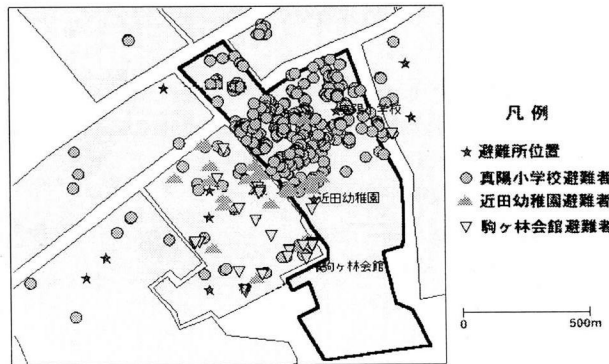
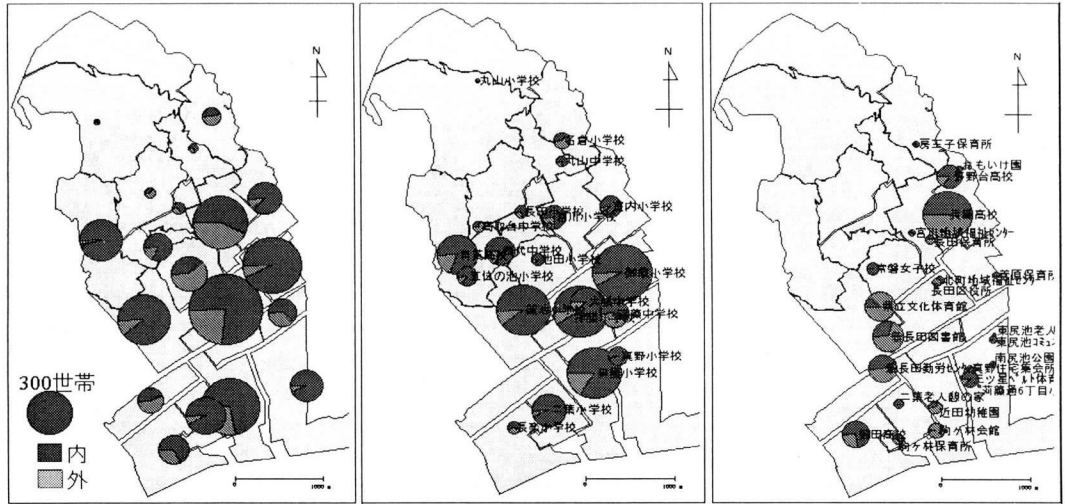


図4 避難者の地域分布状況



(a)圏域合計 平均7.6% (b)指定避難所 平均8.5% (c)臨時避難所 平均5.2%

図5 圏域内避難者の割合

4. 避難計画の検証

(1) 避難圏域の検証

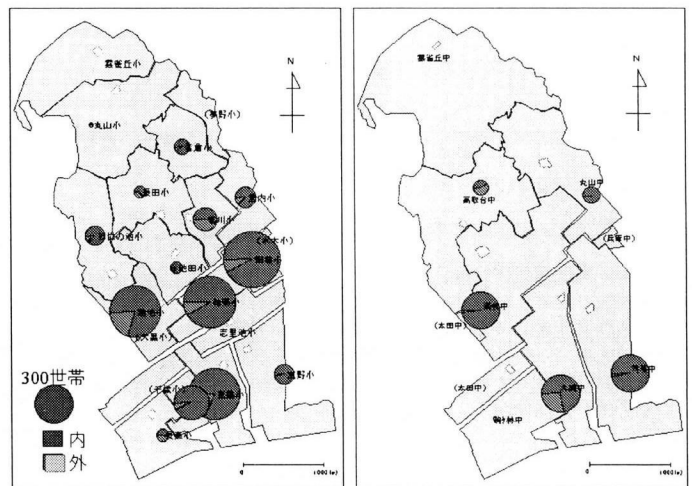
防災計画において震災前に設定されていた避難所と避難圏域を実際の避難者分布と比較し、計画との相違がどの程度あったかを検証した。図5は、圏域内および圏域外からの避難者割合を示したものである。指定避難所は圏域内避難者割合が平均8.5%と高く計画とよく一致している。避難圏域は小学校区を基に設定されていることから、小中学校区が避難行動範囲として認知されているとみて良い。ただし、これが防災計画による地域住民への指定避難所の周知によるものかどうかは不明である。また、名倉小学校（圏域内3.6%）・苺藻中学校（同6.2%）など圏外避難割合の高い小中学校もみられる。

一方、臨時避難所は圏域内割合が約5.0%という結果となっており、避難圏域との関連は低い。今回の震災で開設された臨時避難所を今後避難計画にどう位置づけるかが課題となる。

(2) 学校区と避難者分布

(1)で避難行動範囲と小中学校区との関連が考えられた。そこで圏域内避難者割合の低かった指定避難所（名

倉小学校・苺藻中学校）について、避難者分布を厳密な小中学校区と重ね合わせてみた。図6にみるように避難者分布は避難圏域よりも小中学校区により一致している。小中学校は日常生活圏の身近な存在であると同時に、避難行動においても人の集まりやすい場所といえる。ただし、大橋中学校・高取台中学校など避難所が学校区境界付近に位置する場合に限り隣接学区からの避難者割合が高くなることから、避難距離も無視できない。



(a)小学校区 平均8.6% (b)中学校区 平均8.7%

図6 学校区内避難者の割合

5. 避難行動要因の考察

避難者の地域分布を各種の地理的条件から考察した。

(1) 避難距離と避難者分布

図7は、指定／臨時全ての避難所に対し、避難者分布に避難所間を等距離に分割したボロノイ領域をオーバーレイしたものである。ボロノイ領域内ではその避難所が直線距離にして最も近いことを示す。

避難者分布とボロノイ領域とがほぼ一致する避難所もあれば全く重ならない場合もあり、単純に避難距離と避難行動を結びつけられない。避難所施設の規模・公共性等の特性を考慮して、個別に避難距離と避難者分布の関連をみる必要がある。

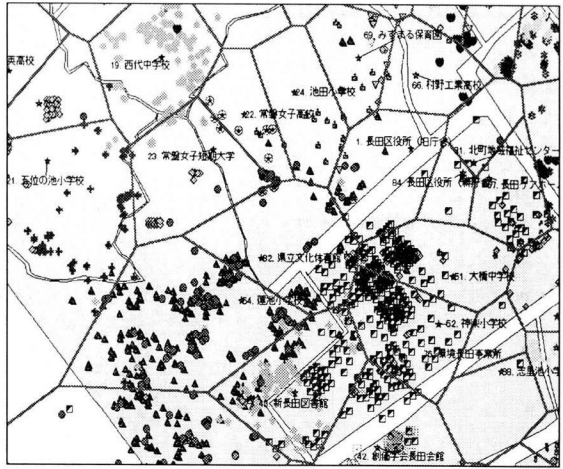


図7 ボロノイ分割と避難者分布

(2) 河川と避難者分布

図8に、新湊川を挟む地域の避難者分布を示す。河川は必ずしも通行を遮断しておらず橋を渡って避難した様子が見られる。

真野小学校と真陽小学校との避難圏の境界を兼ねる下流区間(①川幅約20m:写真1)では川を渡った避難者はごく少数であるのに対し、神楽小学校圏内を2分して流れている中流区間(②川幅10数m:写真2)では河川を越えて多数避難している。中流区間は下流に比べて川幅が狭いうえ両岸が新湊川公園として整備されている。このような状況がより河川の横断を容易にしていると考えられる。

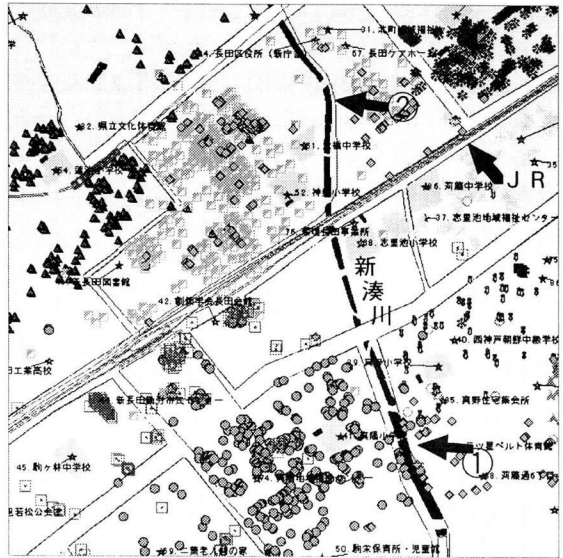


図8 河川/JRと避難者分布

(3) 鉄道と避難者分布

鉄道(JR)は長田区を横断しているが、遮蔽型の高架になっているため人の通行はトンネル部に限られる(写真3)。図にみるように、鉄道を越えて避難した例は学校区にまたがる苅藻中学校と新長田駅付近にみられるのみである。JRは学校区境界を兼ねており日常から人の往来は少ないものと推測される。



写真1



写真2



写真3

(6) 道路と避難者分布

道路は避難経路となる。図9に道路と避難者分布の位置関係を示す。図9(a)はある広幅員道路(片側4車線)の例である。御蔵小学校の避難者分布をみるとこの道路の横断は支障無く行われている。

蓮池小学校の避難者の中には本来池田小学校に避難するはずが道路沿いに隣接圏域に避難した例もある。池田小学校へは住宅内の比較的狭い道路を通ることになるが蓮池小学校へはこの広い直線道路に出れば一本で行くことができる。

道路は車の通行が無い限り避難行動を妨げないばかりか、広幅員であれば見通しもよくオープンスペースとして足が向きやすいと考えられる。また、この道路は地下鉄が走っており、普段の地下鉄利用行動が再現された可能性もある。

図9(b)は真陽小学校を避難圏域を横断する高速道路の例であるが、高速道路の高架下は通常の広幅員道路と同じ状況で道路は通行を遮断していない。

6. まとめ

震災時の長田区の避難データをもとに避難行動を地理的に分析した結果、小学校区を基本とした防災計画の避難圏域は実際の避難者分布と85%程度一致していたことが確認できた。臨時避難所は独自の分布範囲・形状を持ち避難圏域との関連はない。臨時避難所の避難者分布が何に因るものかを明らかにするとともに、指定避難所を核とした現行の避難計画にどう位置づけるか今後の課題となる。

また、各種の地理的条件と避難行動との関連を考察した結果、避難距離に関しては単純な直線距離では避難行動を説明できなかつた。河川は橋を渡って、JRはトンネル部をくぐって避難可能で、通行を完全に遮断するものではない。ただし、河川幅や公園整備の状況などとの関連も細かくみる必要がある。道路は広幅員でも横断に支障はない。避難経路として利用しやすさについては道路幅員や日常利用頻度との関連が考えられ、今後の課題としたい。

今回の分析結果はGIS上で分析・考察した結果



(a) 広幅員・地下鉄道路の例



(b) 高速道路の例

図9 道路と避難者分布

でありアンケート等により避難者の実際の避難経路や避難時の状況(障害)・判断から検証する必要がある。また、傾斜や一時避難場所位置等その他の地理条件や家屋・道路の被災状況と避難行動との関連分析、そして年齢等避難者の特性を考慮した行動分析も求められる。最終的にこれらの避難行動要因に避難計画立案の指針となるよう数値的分析により指標化され体系化されることが望まれる。

謝辞

研究にあたり、長田区より避難所及び避難者に関する貴重なデータを提供していただきました。深く感謝いたします。